SV-106017
澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫

成果報告書



委託單位：澎湖縣政府文化局
執行單位：國立臺南藝術大學
中華民國 109 年 4 月 20 日

目錄

壹、 前言 1

貳、 文獻探討 4

參、 遷移古砲過程 13

肆、 進階調查 25

伍、 修護方法試驗 83

陸、 古砲修護 103

柒、 運返作業(澎湖) 145

捌、 日常維護管理建議 148

玖、 結論 163

參考文獻 171

附件一、檢視登錄表 173

附件二、維護計畫審查意見回覆表 310

附件三、期中查意見回覆表 316

附件四、期末查意見回覆表 323

附件五、古砲遷移工作會議紀錄 328

附件六、金相分析檢測報告 335

附件七、臨時古物解說牌 343

附件八、工作日誌 346

附件九、相關新聞 357

附件十、木箱防水塗層規格表 361

附件十一、Incralac 物質安全資料表 363

附件十二、VpCI-386 透明防鏽漆資料表 371

附件十四、康特 VpCI-386 透明防鏽漆物質安全資料表 375

附件十五、古物巡查紀錄表 380

圖目錄

圖 1 片狀石墨鑄鐵 5
圖 2 灰鑄鐵顯微組織 5
圖 3 鐵鏽生長機制概念圖 7
圖 4 鏽層顯微影像（200 x） 8
圖 5 澎湖測站 1981-2010 年每月氣候平均 9
圖 6 虹牌永保新面漆 13
圖 7 虹牌永保新面漆硬化劑 13
圖 8 虹牌永保新透明水泥底漆 13
圖 9 依比例調製保護漆料 13
圖 10 塗刷透明防水漆層於木箱外側 14
圖 11 塗刷綠色防水漆層於木箱內側 14
圖 12 貼上古砲編號與運輸注意之護貝標籤 14
圖 13 木箱封箱 14
圖 14 嘉義布袋港運送澎湖龍門港海運路線 14
圖 15 澎湖龍門港至澎湖縣文化局火車頭庫房之陸運路線 15
圖 16 木箱置於貨車上 15
圖 17 木箱固定於貨車上並運至嘉義布袋港 15
圖 18 木箱運至澎湖龍門港 15
圖 19 將木箱運至於貨車運至火車頭庫房 15
圖 20 將木箱於火車頭庫房卸載 15
圖 21 木箱置於火車頭庫房外 15
圖 22 丈量尺寸、裁剪耐酸鹼防水布 16
圖 23 將耐酸鹼防水布摺出摺痕 16
圖 24 PVC 丈量防水膜 16
圖 25 鋪設防水布於木箱內 16
圖 26 裁切超出木箱之防水布 16
圖 27 防水膜包覆於耐酸鹼防水布外 16
圖 28 古砲於澎湖縣文化局安置地理位置示意圖 17
圖 29 將水泥墩座鑿開 19
圖 30 使用千斤頂將古砲抬高 19
圖 31 放置小木塊於古砲和墩座間 19
圖 32 封繩並掛置告示 19

圖 33 施工告示與車輛管制.....20
圖 34 現場大型吊車.....20
圖 35 吊貨卡車古砲吊起作業.....20
圖 36 吊貨卡車放置古砲於貨車內.....20
圖 37 吊貨卡車古砲安置作業.....20
圖 38 古砲安置於角材.....20
圖 39 古砲包覆 VPCI-126 氣化防鏽塑膠膜.....20
圖 40 PVC 防水透明塑膠布覆蓋防塵.....20
圖 41 火車頭庫房之古砲防鏽包裝.....21
圖 42 火車頭庫房之古砲防鏽包裝完成.....21
圖 43 吊掛古砲.....21
圖 44 古砲吊掛至木箱中.....21
圖 45 古砲置於木箱內.....21
圖 46 填充發砲劑至古砲和木箱間.....21
圖 47 木箱封箱.....22
圖 48 吊掛木箱至貨車上.....22
圖 49 木箱放置於貨車上.....22
圖 50 木箱載至澎湖龍門港口.....22
圖 51 於貨車上卸載木箱.....22
圖 52 吊掛木箱至船上.....22
圖 53 木箱置於船中.....22
圖 54 運送至國立臺南藝術大學.....22
圖 55 吊掛木箱.....23
圖 56 吊掛木箱至油壓板車上.....23
圖 57 油壓板車運送至金屬修復研究室.....23
圖 58 木箱運至金屬修復研究室.....23
圖 59 木將置於金屬修復研究室內.....23
圖 60 木箱安置完成.....23
圖 61 拆除防鏽膠膜.....23
圖 62 安全吊帶繞於古砲上.....23
圖 63 吊掛古砲.....24
圖 64 古砲安置於角材上.....24
圖 65 古砲安置完成.....24
圖 66 木箱內古砲拆卸完成.....24

圖 67 留於澎湖現地之木箱.....24
圖 68 完成防鏽包裝至於火車頭庫房內.....24
圖 69 放置古砲.....24
圖 70 蓋上 PVC 膜避免髒污附著.....24
圖 71 可見光攝影.....26
圖 72 紅外光攝影.....26
圖 73 顯微調查.....26
圖 74 破損圖繪製.....26
圖 75 光澤度計調查.....26
圖 76 色差儀調查.....26
圖 77 古砲內照明.....26
圖 78 清除砲管內物品.....26
圖 79 吸塵器將砲管內遺留物吸出.....26
圖 80 清潔內容物表面.....26
圖 81 #10 古砲表面色漆.....27
圖 82 #10 殘餘漆層顯微照.....27
圖 83 #8 古砲表面均勻鏽層.....27
圖 84 #8 表面鏽層顯微照.....27
圖 85 #9 古砲漆層脫落.....27
圖 86 #10 古砲表面裂隙.....27
圖 87 #7 白色不明異物.....27
圖 88 #7 白色不明異物顯微.....27
圖 89 #11 不明結晶.....28
圖 90 #11 不明結晶顯微.....28
圖 91 #10 古砲右側紅外線攝影.....28
圖 92 #11 古砲砲口紅外線攝影.....28
圖 93 古砲（典 5448）漆料分層顯微.....29
圖 94 古砲（典 5445）漆料分層顯微.....29
圖 95 古砲（典 2443）泡棉膠顯微.....29
圖 96 古砲（典 5447）生物排遺顯微.....29
圖 97 鏽層測試除鏽前之色彩.....30
圖 98 鏽層測試除鏽後之色彩.....30
圖 99 測量古砲重量.....33

圖 100 鋪設拓印用紙 34
圖 101 酒精噴濕 34
圖 102 拍打拓印用紙 34
圖 103 油墨打印 34
圖 104 拓印完成 34
圖 105 取下拓印紙 34
圖 106 #1 銘文拓印.....35
圖 107 #2 銘文拓印.....35
圖 108 #3 銘文拓印.....35
圖 109 #7 銘文拓印.....35
圖 110 古砲 3D 建模之軟體介面 36
圖 111 古砲建模之照片拍攝.....36
圖 112 古砲建模之軟體操作.....36
圖 113 匯入圖片設置邊界框.....36
圖 114 建立密集點雲.....36
圖 115 去除雜點.....37
圖 116 構建網格.....37
圖 117 古砲上半部模型完成.....37
圖 118 上下合成對點.....37
圖 119 上下模型全景拼接.....37
圖 120 生成紋理.....37
圖 121 於南藝大修復之各門古砲立體 3D 數位模型 37
圖 122 典 5101 檢測範圍 39
圖 123 典 5101 剖面畫面 39
圖 124 典 5101 萊氏體 39
圖 125 典 5444 檢測範圍 39
圖 126 典 5444 剖面畫面 39
圖 127 典 5444 萊氏體 39
圖 128 TN 金相鑲埋機 40
圖 129 討論鏽層製作金相試體相關事宜.....41
圖 130 將古砲鏽層置於金相相埋機製作試片.....41
圖 131 研磨試片.....41
圖 132 鏽層檢測試片完成.....41

圖 133 於光學金相顯微鏡確認其組成.....41
圖 134 鑄鐵筋相分析系統確認組成成份.....41
圖 135 灰口鐵與白口鑄鐵之晶相.....42
圖 136 X-射線繞射分析儀.....44
圖 137 典 2438 XRD 檢測結果圖.....45
圖 138 典 5444 XRD 檢測結果圖.....46
圖 139 典 5445 XRD 檢測結果圖.....46
圖 140 典 5446 XRD 檢測結果圖.....47
圖 141 典 5447 XRD 檢測結果圖.....47
圖 142 典 5449 XRD 檢測結果圖.....48
圖 143 典 5101 XRD 檢測結果圖.....48
圖 144 （P-8）XRD 檢測結果圖.....49
圖 145 典 2433 XRD 檢測結果圖.....49
圖 146 典 2431 XRD 檢測結果圖.....50
圖 147 典 2432 XRD 檢測結果圖.....50
圖 148 Dionex ICS-1600 離子層析儀.....53
圖 149 將古砲表面漆層去除.....54
圖 150 表面漆層除去欲測試部份.....54
圖 151 調製纖維素粉.....54
圖 152 塗敷於古砲表面.....54
圖 153 靜置至纖維素粉水份蒸散.....54
圖 154 取下保存於夾鏈袋.....54
圖 155 掃描試電子顯微鏡儀器.....55
圖 156 樣品載台.....56
圖 157 放入儀器中分析.....56
圖 158 SEM 分析.....56
圖 159 EDS 分析.....56
圖 160 #1 橘紅漆點狀檢測-spot#1.....58
圖 161 #1 橘紅漆點狀檢測-spot#2.....58
圖 162 #1 橘紅漆原子百分比.....58
圖 163 #1 橘紅漆重量百分比.....58
圖 164 #4 橘紅漆點狀檢測-spot#1.....59
圖 165 #4 橘紅漆點狀檢測-spot#2.....59
圖 166 #4 橘紅漆點狀檢測-spot#3.....60

圖 167 #4 橘紅漆點狀檢測-spot#4.....60
圖 168 #4 橘紅漆元素重量百分比.....60
圖 169 #4 橘紅漆元素原子百分比.....60
圖 170 #4 紅漆範圍檢測之元素重量百分比.....61
圖 171 #4 橘紅漆範圍檢測（Pb）.....61
圖 172 #4 橘紅漆範圍檢測（Si）.....61
圖 173 #4 黑漆元素重量百分比.....62
圖 174 #4 黑漆元素原子百分比.....63
圖 175 #4 黑漆點狀檢測-spot#1.....63
圖 176 #4 黑漆點狀檢測-spot#2.....63
圖 177 #4 黑漆點狀檢測-spot#3.....63
圖 178 #4 黑漆點狀檢測-spot#4.....63
圖 179 #4 黑漆範圍檢測之元素重量百分比.....64
圖 180 #4 黑漆範圍檢測.....64
圖 181 手持式 XRF.....65
圖 182 手持 XRF 之合金模式可分析元素.....65
圖 183 #6 砲身所呈現之裂隙破壞.....66
圖 184 使用 XRF 進行非破壞檢測.....66
圖 185 #6 破壞特徵（腐蝕孔洞）.....66
圖 186 #6 砲口疑似雙層結構.....66
圖 187 典 5448（#6）古砲 XRF 元素分布（測線 A）.....70
圖 188 典 5448（#6）古砲 XRF 元素分布（測線 B）.....71
圖 189 典 5448（#6）古砲測線 C 與測線 D.....71
圖 190 典 5448（#6）古砲 XRF 元素分布（測線 C 與測線 D）.....72
圖 191 #9 古砲 XRF 元素分布.....75
圖 192 庫房高低溫變化(℃).....79
圖 193 庫房露點變化(℃).....80
圖 194 金龜頭砲台高低溫變化.....81
圖 195 金龜頭砲台露點變化.....82
圖 196 AS-100 Pen-Mini II 型直壓式筆型噴砂機.....84
圖 197 樹脂砂顯微（225X）.....86
圖 198 核桃砂顯微（225X）.....86
圖 199 石英砂（225X）.....86
圖 200 碳化矽（225X）.....86

圖 201 氧化鋁（225X）.....86
圖 202 古砲除鏽施作鏽層試片.....87
圖 203 樹脂砂除鏽前.....87
圖 204 樹脂砂除鏽一次.....87
圖 205 樹脂砂除鏽兩次.....87
圖 206 核桃砂除鏽前.....87
圖 207 核桃砂除鏽一次.....87
圖 208 核桃砂除鏽兩次.....87
圖 209 石英砂除鏽前.....87
圖 210 石英砂除鏽一次.....87
圖 211 石英砂除鏽兩次.....87
圖 212 碳化砂除鏽前.....87
圖 213 碳化砂除鏽一次.....87
圖 214 碳化砂除鏽兩次.....87
圖 215 氧化鋁除鏽前.....88
圖 216 氧化鋁除鏽一次.....88
圖 217 氧化鋁除鏽二次.....88
圖 218 典 2432 表面鏽層除鏽前.....88
圖 219 典 2432 表面鏽層除鏽後.....88
圖 220 典 5445 表面漆層除鏽前.....89
圖 221 典 5445 橘色漆層露出.....89
圖 222 典 5445 表面漆層噴砂後.....89
圖 223 鐵鏽化學除鏽前.....89
圖 224 除鏽藥劑擦拭表面漆層與鏽層.....89
圖 225 於鐵鏽表面濕敷除鏽.....90
圖 226 擦拭及濕敷除鏽後.....90
圖 227 噴砂後鐵鏽化學除鏽前.....90
圖 228 除鏽藥劑擦拭鐵鏽.....90
圖 229 於噴砂後之鐵鏽表面濕敷除鏽.....90
圖 230 除鏽藥劑擦拭噴砂後之鐵鏽.....90
圖 231 典 2432 噴砂除鏽前.....91
圖 232 典 2432 噴砂除鏽後.....91
圖 233 典 5445 表面漆層.....91

圖 234 典 5445 底部紅、橘漆露出 91
圖 235 典 5445 噴砂清潔後 91
圖 236 VpCl-426 清潔鐵鏽前 92
圖 237 VpCl-426 清潔鐵鏽一 92
圖 238 VpCl-426 清潔鐵鏽二 92
圖 239 VpCl-426 清潔鐵鏽三 92
圖 240 VpCl-426 濕敷清潔鐵鏽後 92
圖 241 Akmei 清潔鐵鏽前 93
圖 242 Akmei 清潔鐵鏽一 93
圖 243 Akmei 清潔鐵鏽二 93
圖 244 Akmei 清潔鐵鏽三 93
圖 245 Akmei 濕敷清潔鐵鏽後 93
圖 246 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽前 94
圖 247 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽一 94
圖 248 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽二 94
圖 249 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽三 94
圖 250 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽濕敷後 94
圖 251 Akmei 清潔噴砂後鐵鏽前 95
圖 252 Akmei 清潔噴砂後鐵鏽一 95
圖 253 Akmei 清潔噴砂後鐵鏽二 95
圖 254 Akmei 清潔噴砂後鐵鏽三 95
圖 255 Akmei 濕敷噴砂後鐵鏽後 95
圖 256 灰口鐵塗層塗佈前 96
圖 257 灰口鐵圖層塗佈完成 96
圖 258 光澤度計 96
圖 259 塗佈塗層於試片表面 100
圖 260 塗佈完成 100
圖 261 白口鐵表面（無塗層） 100
圖 262 VpCl-386 未清潔前 100
圖 263 VpCl-386 清潔前(左)清潔後(右)一次 100
圖 264 VpCl-386 清潔前(左)清潔後(右)一次 100
圖 265 VpCl-386 清潔前(左)清潔後(右)二次 101
圖 266 VpCl-386 清潔前(左)清潔後(右)三次 101

圖 267 Incralac 未清潔前 101
圖 268 Incralac 清潔前(右)清潔後(左)一次 101
圖 269 Incralac 清潔前(左)清潔後(右)二次 101
圖 270 Incralac 清潔前(左)清潔後(右)三次 101
圖 271 VpCI-386 戶外暴露測試 102
圖 272 試片邊緣鏽蝕處近照（紅圈） 102
圖 273 空白試片 102
圖 274 金屬保存研究工作室內部照 103
圖 275 工作環境溫濕度 103
圖 276 VpCI 氣化防鏽包膜 104
圖 277 中斷工作時的暫時包膜處置 104
圖 278 以膠槌與鑿刀移除表面疏鬆鏽層 106
圖 279 以手術刀進行細部修整 106
圖 280 鋼架搭建噴砂室 107
圖 281 PVC 膜搭建噴砂室外罩 107
圖 282 噴砂室搭建完成 108
圖 283 噴砂室搭建完成 108
圖 284 於噴砂室施作噴砂作業 108
圖 285 古砲噴砂除鏽 108
圖 286 古砲除鏽完成 108
圖 287 除鏽（上）與未除鏽比較（下） 108
圖 288 砂材棕色氧化鋁 109
圖 289 將砂材倒入噴砂機 109
圖 290 控制氣閥 109
圖 291 進行噴砂作業 109
圖 292 #1 噴砂後的上視圖 109
圖 293 #1 噴砂後的下視圖 109
圖 294 #1 噴砂後的左視圖 110
圖 295 #1 噴砂後的右視圖 110
圖 296 #1 噴砂後的前視圖 110
圖 297 #1 噴砂後的後視圖 110
圖 298 #2 噴砂後的上視圖 110
圖 299 #2 噴砂後的下視圖 110

圖 300 #2 噴砂後的左視圖.....110
圖 301 #2 噴砂後的右視圖.....110
圖 302 #2 噴砂後的前視圖.....111
圖 303 #2 噴砂後的後視圖.....111
圖 304 #3 噴砂後的上視圖.....111
圖 305 #3 噴砂後的下視圖.....111
圖 306 #3 噴砂後的左視圖.....111
圖 307 #3 噴砂後的右視圖.....111
圖 308 #3 噴砂後的前視圖.....111
圖 309 #3 噴砂後的後視圖.....111
圖 310 #4 噴砂後的上視圖.....112
圖 311 #4 噴砂後的下視圖.....112
圖 312 #4 噴砂後的左視圖.....112
圖 313 #4 噴砂後的右視圖.....112
圖 314 #4 噴砂後的前視圖.....112
圖 315 #4 噴砂後的後視圖.....112
圖 316 #5 噴砂後的上視圖.....112
圖 317 #5 噴砂後的下視圖.....112
圖 318 #5 噴砂後的左視圖.....113
圖 319 #5 噴砂後的右視圖.....113
圖 320 #5 噴砂後的前視圖.....113
圖 321 #5 噴砂後的後視圖.....113
圖 322 #6 噴砂後的上視圖.....113
圖 323 #6 噴砂後的下視圖.....113
圖 324 #6 噴砂後的左視圖.....113
圖 325 #6 噴砂後的右視圖.....113
圖 326 #6 噴砂後的前視圖.....114
圖 327 #6 噴砂後的後視圖.....114
圖 328 #7 噴砂後的上視圖.....114
圖 329 #7 噴砂後的下視圖.....114
圖 330 #7 噴砂後的左視圖.....114
圖 331 #7 噴砂後的右視圖.....114
圖 332 #7 噴砂後的前視圖.....114

圖 333 #7 噴砂後的後視圖.....114
圖 334 #11 噴砂後的上視圖.....115
圖 335 #11 噴砂後的下視圖.....115
圖 336 #11 噴砂後的左視圖.....115
圖 337 #11 噴砂後的右視圖.....115
圖 338 #11 噴砂後的前視圖.....115
圖 339 #11 噴砂後的後視圖.....115
圖 340 #12 噴砂後的上視圖.....115
圖 341 #12 噴砂後的下視圖.....115
圖 342 #12 噴砂後的左視圖.....116
圖 343 #12 噴砂後的右視圖.....116
圖 344 #12 噴砂後的前視圖.....116
圖 345 #12 噴砂後的後視圖.....116
圖 346 #13 噴砂後的上視圖.....116
圖 347 #13 噴砂後的下視圖.....116
圖 348 #13 噴砂後的左視圖.....116
圖 349 #13 噴砂後的右視圖.....116
圖 350 #13 噴砂後的前視圖.....117
圖 351 #13 噴砂後的後視圖.....117
圖 352 使用鑿刀輔助表面鏽層移除.....117
圖 353 噴砂測試.....117
圖 354 表面漆層噴砂.....117
圖 355 表面漆層噴砂.....117
圖 356 #8 噴砂後的上視圖.....118
圖 357 #8 噴砂後的下視圖.....118
圖 358 #8 噴砂後的左視圖.....118
圖 359 #8 噴砂後的右視圖.....118
圖 360 #8 噴砂後的前視圖.....118
圖 361 #8 噴砂後的後視圖.....118
圖 362 #9 噴砂後的上視圖.....118
圖 363 #9 噴砂後的下視圖.....118
圖 364 #9 噴砂後的左視圖.....119
圖 365 #9 噴砂後的右視圖.....119

圖 366 #9 噴砂後的前視圖.....119
圖 367 #9 噴砂後的後視圖.....119
圖 368 #10 噴砂後的上視圖.....119
圖 369 #10 噴砂後的下視圖.....119
圖 370 #10 噴砂後的左視圖.....119
圖 371 #10 噴砂後的右視圖.....119
圖 372 #10 噴砂後的前視圖.....120
圖 373 #10 噴砂後的後視圖.....120
圖 374 浸泡用木箱，內鋪耐酸鹼塑膠.....122
圖 375 以龍門吊架吊掛古砲.....122
圖 376 以引擎吊架吊掛古砲-1.....122
圖 377 以引擎吊架吊掛古砲-2.....122
圖 378 製備超純水.....123
圖 379 製備 2wt%的氫氧化鈉溶液.....123
圖 380 將鹼液倒入木箱中.....123
圖 381 蓋上防水塑膠布減少空氣接觸.....123
圖 382 古砲於鹼液浸泡中.....123
圖 383 沉水馬達抽換鹼液作業.....123
圖 384 蓋上木箱避免光線照射.....124
圖 385 浸泡結束移除鹼液.....124
圖 386 浸泡結束吊出木箱.....124
圖 387 置於棧板推至戶外.....124
圖 388 用超純水清洗.....124
圖 389 砲膛內清洗.....124
圖 390 用熱風槍高溫迅速烘乾.....125
圖 391 使用丙酮再清洗脫脂與脫水.....125
圖 392 過濾前處理.....128
圖 393 調整 pH 前處理.....128
圖 394 錐形瓶中加入待測水樣.....128
圖 395 加入指示劑（黃綠色）.....128
圖 396 滴定操作.....129
圖 397 變色指示滴定終點（粉色）.....129
圖 398 氯離子濃度與硝酸銀消耗體積線性回歸.....129

圖 399 灰口鐵 Q-SUN 前 130
圖 400 灰口鐵 Q-SUN 後 130
圖 401 灰口鐵冷熱試驗前 130
圖 402 灰口鐵冷熱試驗後 130
圖 403 灰口鐵鹽霧試驗前 131
圖 404 灰口鐵鹽霧試驗後 131
圖 405 VpCI-386 防鏽塗層概念圖 131
圖 406 VpCI-386 132
圖 407 塗佈用噴漆槍 132
圖 408 澎湖庫房分階段施作 132
圖 409 澎湖庫房噴塗過程 132
圖 410 工作室噴塗過程 132
圖 411 以電動噴霧器噴塗砲堂內 132
圖 412 以手術刀刮除新生鏽層 133
圖 413 烘乾移除水氣 133
圖 414 塗佈鏽轉化劑鈍化 133
圖 415 殘餘反應物 133
圖 416 #1 封護後的上視圖 133
圖 417 #1 封護後的下視圖 133
圖 418 #1 封護後的左視圖 133
圖 419 #1 封護後的右視圖 133
圖 420 #1 封護後的前視圖 134
圖 421 #1 封護後的後視圖 134
圖 422 #2 封護後的上視圖 134
圖 423 #2 封護後的下視圖 134
圖 424 #2 封護後的左視圖 134
圖 425 #2 封護後的右視圖 134
圖 426 #2 封護後的前視圖 134
圖 427 #2 封護後的後視圖 134
圖 428 #3 封護後的上視圖 135
圖 429 #3 封護後的下視圖 135
圖 430 #3 封護後的左視圖 135
圖 431 #3 封護後的右視圖 135
圖 432 #3 封護後的前視圖 135

圖 433　#3 封護後的後視圖.....135
圖 434　#4 封護後的上視圖.....135
圖 435　#4 封護後的下視圖.....135
圖 436　#4 封護後的左視圖.....136
圖 437　#4 封護後的右視圖.....136
圖 438　#4 封護後的前視圖.....136
圖 439　#4 封護後的後視圖.....136
圖 440　#5 封護後的上視圖.....136
圖 441　#5 封護後的下視圖.....136
圖 442　#5 封護後的左視圖.....136
圖 443　#5 封護後的右視圖.....136
圖 444　#5 封護後的前視圖.....137
圖 445　#5 封護後的後視圖.....137
圖 446　#6 封護後的上視圖.....137
圖 447　#6 封護後的下視圖.....137
圖 448　#6 封護後的左視圖.....137
圖 449　#6 封護後的右視圖.....137
圖 450　#6 封護後的前視圖.....137
圖 451　#6 封護後的後視圖.....137
圖 452　#7 封護後的上視圖.....138
圖 453　#7 封護後的下視圖.....138
圖 454　#7 封護後的左視圖.....138
圖 455　#7 封護後的右視圖.....138
圖 456　#7 封護後的前視圖.....138
圖 457　#7 封護後的後視圖.....138
圖 458　#11 封護後的上視圖 138
圖 459　#11 封護後的下視圖 138
圖 460　#11 封護後的左視圖 139
圖 461　#11 封護後的右視圖 139
圖 462　#11 封護後的前視圖 139
圖 463　#11 封護後的後視圖 139
圖 464　#12 封護後的上視圖 139
圖 465　#12 封護後的下視圖 139

圖 466 #12 封護後的左視圖 139
圖 467 #12 封護後的右視圖 139
圖 468 #12 封護後的前視圖 140
圖 469 #12 封護後的後視圖 140
圖 470 #13 封護後的上視圖 140
圖 471 #13 封護後的下視圖 140
圖 472 #13 封護後的左視圖 140
圖 473 #13 封護後的右視圖 140
圖 474 #13 封護後的前視圖 140
圖 475 #13 封護後的後視圖 140
圖 476 #9 砲身表層脫塊.....141
圖 477 #10 砲身表層脫塊 141
圖 478 表層脫塊現象 141
圖 479 表層脫塊拼組 141
圖 480 #9 表層脫塊除鏽後封護.....141
圖 481 #9 砲體內層除鏽封護.....141
圖 482 #10 破片除鏽後封護 142
圖 483 #10 砲體內層除鏽封護 142
圖 484 破片黏合作業 142
圖 485 #9 黏合後銘文部位.....142
圖 486 #8 封護後的上視圖.....142
圖 487 #8 封護後的下視圖.....142
圖 488 #8 封護後的左視圖.....142
圖 489 #8 封護後的右視圖.....142
圖 490 #8 封護後的前視圖.....143
圖 491 #8 封護後的後視圖.....143
圖 492 #9 封護後的上視圖.....143
圖 493 #9 封護後的下視圖.....143
圖 494 #9 封護後的左視圖.....143
圖 495 #9 封護後的右視圖.....143
圖 496 #9 封護後的前視圖.....143
圖 497 #9 封護後的後視圖.....143
圖 498 #10 封護後的上視圖 144

圖 499 #10 封護後的下視圖 144
圖 500 #10 封護後的左視圖 144
圖 501 #10 封護後的右視圖 144
圖 502 #10 封護後的前視圖 144
圖 503 #10 封護後的後視圖 144
圖 504 鋪設緩衝材料 145
圖 505 鋪設透明塑膠布 145
圖 506 吊掛已包膜之股砲 145
圖 507 置入鋪設完成的木箱中 145
圖 508 以發泡劑填縫固定 146
圖 509 角落填縫固定完成 146
圖 510 古砲木箱搬離工作式 146
圖 511 古砲木箱搬運過程 146
圖 512 載運用之 17 噸大貨車.....146
圖 513 將木箱置入車內 146
圖 514 運抵港口後堆高機取出 146
圖 515 於布袋港碼頭等候船運 146
圖 516 運抵文化局火車頭庫房 147
圖 517 古砲木箱拆封 147
圖 518 金龜頭砲台兵房外觀 148
圖 519 預計展示內部空間 148
圖 520 不同環境溫度在各級相對濕度中鐵質文物的保存風險。 ...150
圖 521 各級相對濕度中鐵質文物（鐵釘）消耗氧氣的速率。 150
圖 522 集集大地震中整棟倒塌的武昌宮(邵慶旺拍攝).....154
圖 523 地震危害度分區 154
圖 524 50 年內發生規模 6.0 之機率分布 154
圖 525 崩落的天花板水泥 155
圖 526 損壞的天花板 155
圖 527 #1 修護前後對比.....164
圖 528 #2 修護前後對比.....164
圖 529 #3 修護前後對比.....165
圖 530 #4 修護前後對比.....165
圖 531 #5 修護前後對比.....166

圖 532 #6 修護前後對比.....166
圖 533 #7 修護前後對比.....167
圖 534 #8 修護前後對比.....167
圖 535 #9 修護前後對比.....168
圖 536 #10 修護前後對比.....168
圖 537 #11 修護前後對比.....169
圖 538 #12 修護前後對比.....169
圖 539 #13 修護前後對比.....170

表格目錄

表格 1 期中階段進度甘特圖 2
表格 2 期末階段進度甘特圖 3
表格 3 氫氧化亞鐵與氫氧化鐵比較 6
表格 4 常見鐵氧化物之比較 8
表格 5 臺灣鐵砲修復案例與方法比較 12
表格 6 古砲編號資料表 17
表格 7 美國國家標準局色差程度標準 29
表格 8 古砲損壞圖典 30
表格 9 古砲砲管內容物 31
表格 10 澎湖古砲重量測量結果 33
表格 11 TN 金相鑲埋機產品規格表 40
表格 12 古砲鏽層金相分析結果統整表 42
表格 13 XRD 規格表 44
表格 14 XRD 檢測結果統計表 51
表格 15 Dionex ICS-1600 離子層析儀規格 53
表格 16 氯離子檢測結果 55
表格 17 掃描式電子顯微鏡規格 56
表格 18 #1 橘紅漆點狀檢測結果 58
表格 19 #4 橘紅漆點狀檢測結果（wt%） 59
表格 20 #4 橘紅漆點狀檢測結果（at%） 59
表格 21 #4 橘紅漆範圍檢測結果 61
表格 22 #4 黑漆點狀檢測結果（wt%） 62
表格 23 #4 黑漆點狀檢測結果（at%） 62
表格 24 #4 黑漆範圍檢測結果 64
表格 25 #6 腐蝕剝落處與裂隙處鐵含量 t 檢定 68
表格 26 #6 腐蝕剝落處與裂隙處矽鋁含量 t 檢定 68
表格 27 #6 各元素相關係數表 68
表格 28 #9 腐蝕剝落處與裂隙處鐵含量 t 檢定 69
表格 29 #9 腐蝕剝落處與裂隙處矽鋁含量 t 檢定 69
表格 30 #9 各元素相關係數表 69
表格 31 #6 XRF 原子百分比(at%)檢測結果 73
表格 32 #6 XRF 重兩百分比(wt%)檢測結果 74
表格 33 #9 XRF 原子百分比(at%)檢測結果 76
表格 34 #9 XRF 重量百分比(wt%)檢測結果 77

表格 35 修復步驟 83
表格 36 噴砂機規格表 84
表格 37 噴砂鏽層測試比較表 87
表格 38 封護藥劑光澤度測試結果 97
表格 39 本團隊自有修護設備及用途 103
表格 40 機械性與化學性除鏽優缺點比較 105
表格 41 棕色氧化鋁詳細規格 107
表格 42 古砲浸泡鹼液除氯工作統整表 125
表格 43 氯化鈉標準液之氯離子濃度對 0.07M 硝酸銀消耗體積 129
表格 44 各木箱裝載之古砲與總重量 145
表格 45 各國文物保存單位針對金屬器或鐵器建議之濕度控制 151
表格 46 文物存放風險評估內容 152
表格 47 臺澎金馬沿海地區海嘯危險性分級表 157

壹、 前言

澎湖縣政府文化局典藏之清代古砲共計 13 門，其中 6 門為光緒二年臺協三營古砲，一門為道光三年古砲（澎湖現存最早紀錄年款之古砲），維護及加固封護 13 門古砲、避免持續劣化為本計畫最主要目標。

本計畫期程自 106 年 9 月 25 日簽約，第一期於 106 年 10 月 6 日完成「工作計畫書」，第二期於 107 年 1 月 28 日完成「維護計畫書」。第三階段，於 107 年 3 月 16 日於澎湖縣政府文化局召開本計畫之古砲遷移工作會議，並於會後依決議執行後續遷移工作，並於 107 年 8 月 29 日完成期中報告書。後於期末階段完成本案所有工作事項，並於 109 年 3 月 20 日完成期末報告書。

依據本計畫之需求書內容，工作項目包含：

一、水泥墩座拆卸作業說明及工作實施基地評估。

二、環境傷害評估。

三、取樣與分析：進行 X 光射線結構分析、XRF 的材質檢測，並從脫落殘片透過顯微鏡...等儀器，確定古砲成分及危害因素等，俾進行後續清潔維護工作。

四、去除金屬砲內造成腐蝕的有害物質。

五、腐蝕物還原為穩定狀況的方式。

六、古砲清潔維護後暫時保存之方式。

(一) 依據維護計畫書規畫內容進行工程施作，並全程影像紀錄及詳實填寫工作日誌。

(二) 古砲表面清潔：清除古砲表面塗層及污染物，並進行還原(脫氯)程序。（古砲金屬還原程序至少施作 600 日曆天）

(三) 清洗及乾燥：脫氯完的古砲必須使用去離子水反覆清洗，將滲入金屬內的強鹼液沖洗，清洗後的古砲需浸漬於乙醇-丙酮-甲苯溶液中分階段乾燥，如金屬砲狀況良好，則置入烘箱中(約 180°C)加熱乾燥。

(四) 加固封護：浸漬微晶石蠟、甲基丙烯酸樹脂或環氧樹脂等，以隔絕與空氣接觸。

七、工作報告書。

以上項目依本案實際試驗與施作進行調整，如古砲金屬還原程序至少施作 600 日曆天、浸漬微晶石蠟、甲基丙烯酸樹脂或環氧樹脂等項目。

八、臨時古物解說牌 13 式

九、提出保存維護建議：如典藏方式、典藏環境控制及日常管理維護作業...等。

本計畫於期中階段完成水泥墩座拆卸作業、取樣分析等科學檢測、臨時古物解說牌、保存維護建議等項；環境傷害評估則持續至期末階段完成，期末階段則完成去除造成腐蝕的有害物質、還原腐蝕物、清潔維護與加固封護等計畫應執行工作，清潔維護部分則視科學檢測結果、實驗室測試結果與實際修護狀況有所調整，力求在本計畫執行預算內達到最完善的維護成果。期末階段的工作包含下列五項：

一、古砲本體去漆、除鏽：

依據期中階段的測試結果選用噴砂等物理性清潔方式為主要執行方法。

二、古砲脫氯還原：

依據期中階段的古砲本體氯鹽檢測結果與審查結論，將古砲浸泡於 2wt%氫氧化鈉溶液脫氯還原，由於氯鹽檢測結果顯示砲體內氯化物結晶鹽含量低，因此無須 600 日曆天即可將浸泡液中溶出的氯離子濃度降至 100ppm 以下。

三、古砲清洗乾燥：

將脫氯完成的古砲用清洗機以去離子水反覆清洗，因制式烘箱尺寸無法容納本案之古砲，改以高溫熱風機快速烘乾，溫度則盡量控制在足以烘乾水氣又不會加速鑄鐵氧化之範圍，再以快速揮發的丙酮淋洗去脂後靜置乾燥。

四、加固封護：

依據期中與期末階段的實驗測試，封護採用 VpCI-386 防鏽塗層，部分腐蝕較嚴重的區塊則塗佈鏽轉化劑鈍化後再塗佈 VpCI-386 防鏽塗層。存在裂隙或脆弱易崩落的部位則以 B72 填縫加固或環氧樹脂黏著加固。

五、將修護完成之古砲運返文化局庫房。

上列工作事項的詳細工作概況分述於本計畫報告書各章節，工作期程則見下表 2 之甘特圖。

表格 1 期中階段進度甘特圖

年度/月份 項目	107 3	107 4	107 5	107 6	107 7	107 8	107 9
維護計畫審查通過							
搬遷工作會議							
規劃運輸路線							
木箱製作							
木箱前期加工							
木箱運輸至澎湖							
古砲墩座拆卸							
古砲運回							
古砲拆箱							
檢視登錄							
氯離子初步檢測							
鏽層科學分析							
古砲表面除鏽							
說明牌製作安裝							
3D 建模							
撰寫期中報告書							
期中審查會議							

表格 2 期末階段進度甘特圖

年度/月份 項目	107 9	107 10	107 11	107 12	108 1	108 2	108 3	108 4	108 5	108 6	108 7	108 8	108 9	108 10	108 11	108 12	109 1	109 2	109 3
期中審查																			
古砲除鏽																			
氯離子檢測																			
脫鹽施作																			
鈍化鏽層試驗																			
鈍化施作																			
保護層實驗																			
保護層施作																			
防鏽包裝																			
十門古砲運送回澎湖																			
澎湖三門古砲清潔維護																			
期末報告撰寫																			
期末審查會議																			

貳、 文獻探討

一. 文獻概述

本案十三門古砲經工作計畫階段已有初步檢視與分析，並於後續之維護計畫階段根據鑄鐵材料探討其性質、鐵氧化物之相關科學資料和環境評估，本階段將依據歷史、銘文與保存文獻簡述相關資料，進而瞭解古砲簡史與劣化因素。另本次亦將相關案例製表比較，並進一步探討與本案之關聯。

（一） 歷史概述

澎湖具有古砲歷史最早可追朔至明朝天啓二年（西元 1622 年）荷蘭人至澎湖風櫃尾築天啓城砦，並有 29 門古砲，亦屬臺灣早期之紅夷砲。而本案其中五門清光緒二年（西元 1876 年）之臺協三營之古砲則屬臺灣古砲之末期。[1]清光緒四年（1878）中國才有以鋼為內管、外裝熟鐵製套筒及箍的鋼腔熟鐵箍砲製成之雙層砲管。當時為清代仿自英國阿姆斯壯式 4.7 吋（12cm）、40 磅砲彈的前膛砲。

本案十三門古砲中編號：典 2438、典 5444、典 5445、典 5449、典 5101 之上述五門表面有陽鑄之銘文，從銘文上可得知此五門古砲為清光緒和道光年間所鑄造，其中「臺協三營」所指應為清代綠營之臺灣十八營內臺協水師之中、左、右三營，[2]當時三營分別由中營與右營司督駐安平而左營游擊駐鹿港。[3]本案古砲從銘文可得知鑄匠首為林茂昇、林邦津，及副匠首林國琉。參照淡水古蹟博物館典藏之古砲，砲身銘文得知其鑄匠首林茂周，共通點為鑄匠皆為林氏。參照《光緒大清會典》中所載，清朝火器製造分為中央及地方製造兩種來源。自嘉慶朝以降，各地所造火器日趨增多；至道光朝後，火砲多半由地方行政單位自行組織製造。[4]依據地緣關係與法國學者蘇爾夢（Claudine Salmon）之田野訪問，極可能為福建省福州城西南水關外「蓮坊」之林氏家族所鑄造。

李建緯(2015)在臺中萬和宮金屬鐘研究中，提及澎湖古砲亦為蓮宅所鑄，[5]推測一因地緣關係，另一因臺灣工匠多為閩粵移民，輸入較容易。[6]

除鑄造年代、鑄造者外，銘文中的「觔」為古代計算重量單位，揭露古砲鑄造的重量，淮南子．天文記述：「天有四時以成一歲，因而四之，四四

[1] 楊仁江（1990）。臺灣地區現存古礮之調查研究。臺北：行政院內政部編制。頁 101。

[2] 許雪姬（2015）。清代臺灣的綠營。臺北：中央研究院近代史研究所。頁 294。

[3] 簡後聰（2002）。臺灣史。臺北：五南圖書出版公司。

[4] 劉鴻亮、孫淑雲．(2008)〈鴉片戰爭時期中英鐵砲材質的優劣比較研究〉，《清華學報》，第 38:4 期，頁 566。

[5] 李建緯（2015）。臺中市萬和宮金屬鐘研究—試論其所反映的產銷問題。文化資產保存學刊，35，30-67。

[6] 盧泰康（2017）。文化資產中的古物研究與鑑定—台南瑰寶大揭密。臺北：五南圖書出版公司。

十六，故十六兩而為一觔。」「觔」等同於「斤」，十六兩為一觔[7]，依照目前重量單位換算與實際秤量古砲的重量結果的來看一觔相當於現代的一台斤，詳細結果整理於表格。

（二） 鑄鐵

1. 成份

鑄鐵所指的為鑄造鐵含2%以上碳鐵合金之統稱，其組成元素以鐵、碳、矽為主，部分種類含有微量的錳、磷、硫等元素。一般鑄鐵主要分為白口鑄鐵（white cast iron）、灰口鑄鐵（Grey cast iron）、球墨鑄鐵（Ductile cast iron）、可鍛鑄鐵（Malleable cast iron），[8]而本案古砲可進行金相分析之樣本，其結果初判皆為灰口鑄鐵，以下文獻將以灰口鑄鐵為主要探討。

灰口鑄鐵為片狀石墨，斷面因含多量石墨而成灰色，稱為灰鑄鐵，其金屬組織因有片狀石墨且含1%~3%能促進石墨化的矽元素，故需淬火、回火之熱處理進而改性。鑄造、加工、摩擦、抗高壓（450~1320N/mm^2）性質較佳，但缺點為強度、塑性較低，相較於其他鑄鐵之硬度較低且質軟，較易於切削。其金相顯微組織如圖 2，由石墨、肥粒鐵、波來鐵所組成，此三種組成分佈會影響鑄鐵之物理性質。



圖 1 片狀石墨鑄鐵



圖 2 灰鑄鐵顯微組織

鑄鐵依據不同材質其固體收縮量各不相同，灰口鐵之耐磨性良好，主因為鑄鐵中所含之石墨具有潤滑作用。而當其冷卻速度愈快時其產生

[7] 引用資料：http://dict2.variants.moe.edu.tw/yitib/frb/frb04603.htm，(點擊時間:2019/05/23)

[8] 鑄鐵。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%B8%E9%93%81。

收縮，為因石墨含量減少緣故。灰口鑄鐵因有石墨晶出，所以其固體收縮量較白鑄鐵或其他金屬來得小。

2. 鐵鏽（氧化物）

鑄鐵易受灰塵堆積、生物生長、人為塗料損壞、潮濕現象與可溶性鹽的侵入造成腐蝕(corrosion)現象，進而產生鐵鏽（氧化物）。

鐵鏽主要由三氧化二鐵水合物（$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$）和氫氧化鐵（$FeO(OH) \cdot H_2O$, $Fe(OH)_3$）組成，但這並非常見的鐵氧化物，因其必須再經過時間、氧氣和水等條件充足下，方會氧化成鐵鏽。而鐵鏽現象之生成步驟如下：

(1) 鐵將電子轉移至氧，且水和電解質(鹽)和酸會影響其速度(加速)，進而產生氫氧根離子（OH^-）其化學式為：

$$O_2 + 4\,e^- + 2\,H_2O \rightarrow 4\,OH^-$$

(2) 因鐵將電子轉移（消耗電子），因此產生氧化反應，將鐵氧化為亞鐵離子（Fe^{2+}），化學式為：

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2\,e–$$

(3) 若氧存在，亞鐵離子（Fe^{2+}）將再氧化，形成鐵離子（Fe^{3+}）化學式為：

$$4\,Fe^{2+} + O_2 \rightarrow 4\,Fe^{3+} + 2\,O^{2–}$$

(4) 而根據有無氧而產生亞鐵離子（Fe^{2+}）和鐵離子（Fe^{3+}）與水有酸鹼反應而產生氫氧化鐵和氫氧化亞鐵，化學式為：

$$Fe^{2+} + 2\,H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + 2\,H^+$$

$$Fe^{3+} + 3\,H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3\,H^+$$

表格 3 氫氧化亞鐵與氫氧化鐵比較[9]

名稱	化學式	顏色	水溶性	穩定性
氫氧化亞鐵	$Fe(OH)_2$	白色(固體)	難溶	不穩定(白→灰綠→紅褐)
氫氧化鐵	$Fe(OH)_3$	紅褐色(固體)	難溶	相較較穩定

(5) 最後氫氧化鐵和氫氧化亞鐵會脫水成氧化亞鐵（FeO）、氧化鐵（Fe_2O_3）及氫氧化鐵（FeO(OH)），化學式為：

[9] 金屬化合物知識。教育頭條。民國 107 年 8 月 20 日，取自：http://toutiao.sanhao.com/m/news-detail-23469.html。

$$Fe(OH)_2 \rightarrow FeO + H_2O$$
$$Fe(OH)_3 \rightarrow FeO(OH) + H_2O$$
$$2\,FeO(OH) \rightarrow Fe_2O_3 + H_2O$$

而根據上述步驟(4)，若溶氧量低，較易產生亞鐵離子（Fe^{2+}）產物，如氧化亞鐵（FeO）、四氧化三鐵（Fe_3O_4），而四氧化三鐵即為氧化亞鐵（FeO）加氧化鐵（Fe_2O_3）；反之，若溶氧量高，將生成鐵離子產物。[10]

常見的鐵氧化物有三種有氧化亞鐵（FeO）、氧化鐵（Fe_2O_3）、四氧化三鐵（Fe_3O_4）。氧化鐵（Fe_2O_3）顏色從橘色到紅棕色，而其以非磁性α-Fe_2O_3 或以磁性γ-Fe_2O_3 存在，兩者相較之下非磁性α-Fe_2O_3 較為穩定，而其顏色也依α-Fe_2O_3 紅色或γ-Fe_2O_3 紅褐色而不同。四氧化三鐵（Fe_3O_4）通常形成黑色中間層介於氧化鐵（Fe_2O_3）和氧化亞鐵（FeO）間，故鏽層大多由三層氧化物組成，且其各成不同氧化狀態。[11]

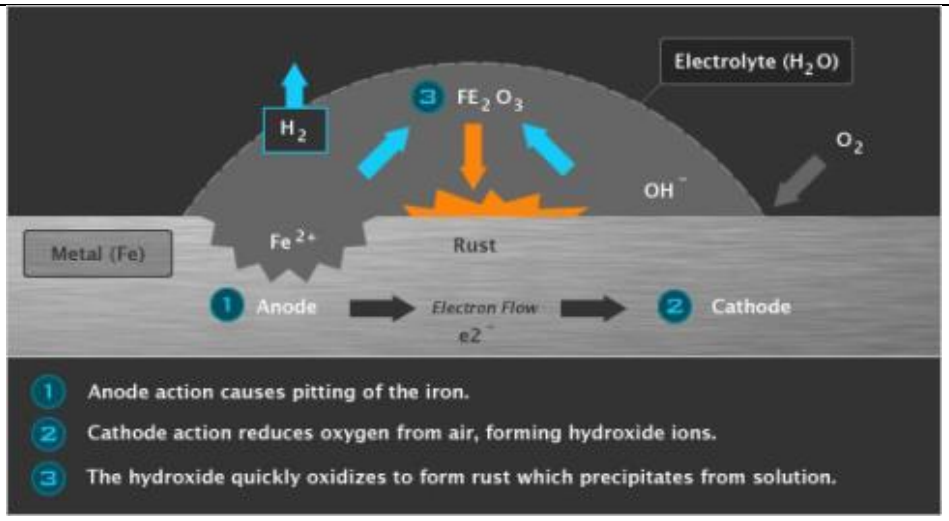


圖 3　鐵鏽生長機制概念圖[12]

[10] 鐵鏽。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%81%E9%94%88。

[11] 鮮祺振、劉國僑（1995）。金屬腐蝕及其控制。臺北：財團法人徐氏基金會。

[12] Mixture（Corrosion）。Cocoon。民國 107 年 12 月 30 日，取自：http://cocooninc.com/elements/detail/773/moisture-corrosion.html。

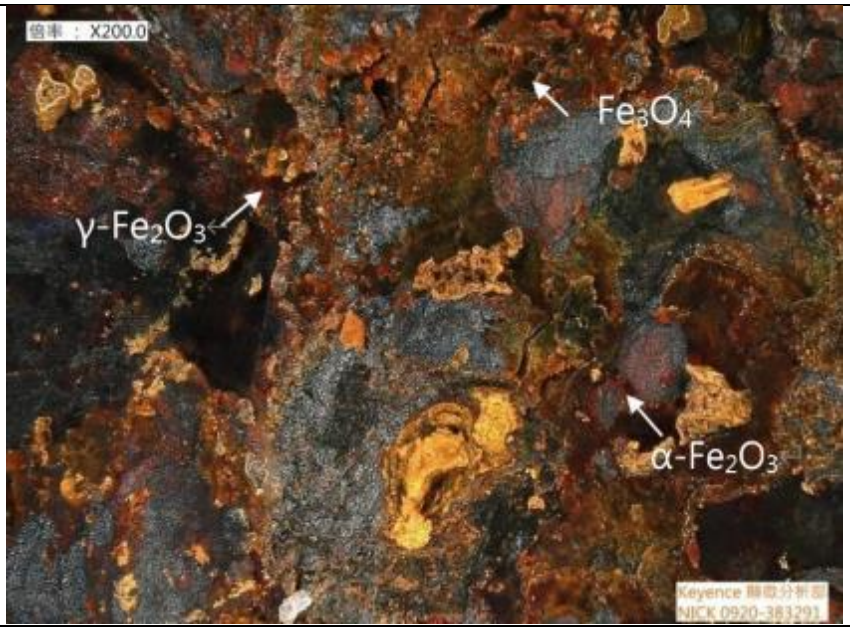


圖 4 鏽層顯微影像（200 x）

表格 4 常見鐵氧化物之比較[13]

礦物名	化學式	晶系	莫氏硬度	磁性
赤鐵礦 (hematite)	Fe_2O_3、α-Fe_2O_3	六方晶系	5.5-6.5	反鐵磁性
磁赤鐵礦 (maghemite)	γ-Fe_2O_3	立方晶系	5	亞鐵磁性
針鐵礦 (goethite)	α-FeOOH	斜方晶系	5-5.5	反鐵磁性
四方纖鐵礦 (akaganeite)	β-FeOOH	單斜晶系	5	反鐵磁性
纖鐵礦 (lepidocrocite)	γ-FeOOH	斜方晶系	5	反鐵磁性
褐鐵礦 (limonite)	$FeO(OH)\cdot nH_2O$	非晶質	4-5.5	反鐵磁性
磁鐵礦 (magnetite)	Fe_3O_4	立方晶系	5.5-6.5	亞鐵磁性

（三） 環境評估

澎湖屬海島氣候屬於高溫、高濕的氣候環境（圖 5），此條件對於屬鐵質文物之古砲為不利保存環境。除溫度與濕度外變化外，對於鐵質文物腐蝕因素有空氣中汙染物和外來生物等。而上述因素不論戶外及庫房內之金屬文物皆須慎防，戶外環境中懸浮微粒會因周遭環境不同而有不同濃度，溫度濕度因日照、鄰近海域而不同，戶外生物多樣性相較室內較為豐富，但室內環境受到保存環境之化學成份而遭受到汙染，室內因通風較差、無日照環境易造成濕度過高，使之黴菌等生物大量繁殖，保存環境兩者相較都有其良莠，鐵質文物皆須受到良好環境控管下方能保存得宜。環境造成之損壞因素，如下所述：

[13] 奈米氧化鐵前景。Uknow01。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://www.uknow01.com/p20180313264937090/。

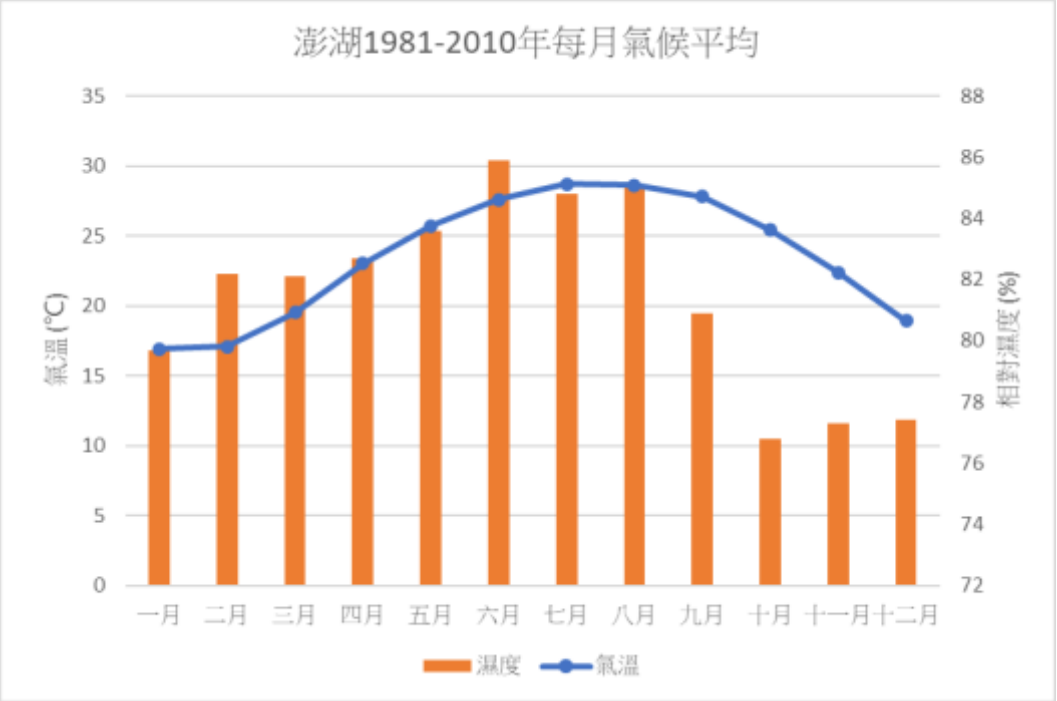


圖 5 澎湖測站 1981-2010 年每月氣候平均

1. 空氣汙染物

懸浮微粒、粉塵和硫酸鹽、硝酸鹽、氯化鹽等氣膠及化石燃料（如汽油、天然氣等）燃燒之氣態化合物如二氧化硫皆屬空氣汙染物。

雖汙染物較少被認為是造成鐵質腐蝕主要因素，但空氣汙染物仍可與溼氣、紫外線反應為化學物質，戶外如二氧化硫附著於金屬表面，並經氧化形成硫酸根離子而加速腐蝕作業，如目前許多霧霾微粒高達50%由硫酸與硝酸等組成，長期接觸仍會產生危害。室內如典藏櫃或文物包裝材料之游離甲醛，其與空氣之氧產生甲酸，此物質除腐蝕金屬外，亦對人體造成危害，因此仍須考量並避免接觸。

2. 溫度

化學反應將隨溫度影響速率，溫度越高產生鏽蝕和其他有害物速度將增加。相較之下，低溫對於腐蝕影響較小，但若濕度提高，仍會帶來其他風險，如產生收縮和脆化造成後續併發狀況。而在臺灣較常產生的情況為白天高溫晚上低溫的情形，此種熱循環亦會產生如金屬疲勞、劣化加速等。

3. 相對濕度（RH）

相對溼度定義為大氣中水蒸氣與定溫下飽和量的比值（%），在相對溼度起伏大且臨界於水平濕度的條件下，會有薄膜產生於金屬表面，其濃度含汙染物具腐蝕性高。

汙染物大多以水為媒介造成金屬產生鏽蝕，因此降低周遭相對濕度（40% RH 以下）為首要目標，且與溫度應保持穩地，避免溫差造成表面產生水氣使汙染物反應或空氣汙染物附著上。

4. 生物

黴菌（Mold）和黴變（Mildew）為常見產生於金屬文物之生物現象，其主要產生於高溫高濕環境，為抑制其生長主要方法為保持環境乾淨、乾燥及涼爽。但其能透過自身代謝產生且保持足夠水份以保持生長，因此在穩定環境下仍續長期觀察，以避免後續孳生。

5. 沙粒(sand)和微粒(Particulates)

空氣中的微粒如灰塵，沙子和其他污染物，通過積聚和磨損過程造成破壞的影響。

沙子在風的幫助下進入每一個設備的縫隙。 由於磨損和侵入，損壞會導致部件磨損和磨損過度。

6. 溫室效應(Greenhouse Effect)

熱量、濕氣和其他化學污染物的腐蝕作用在封閉空間中，如當金屬文物放置在不透氣的環境時，表面會發生冷凝作用 環境空氣從外部進入並上升。這種氣流與較冷的空氣邊界層的相互作用，將導致局部高濕度和冷凝作用，此時水分為促進氧化和腐蝕的過程。

二. 臺灣鐵砲案例分析

本案 13 門古砲長期置於戶外與庫房中，因澎湖溫度與濕度都屬較高，且四面環海，可能有鹽害等問題，不適合鐵質文物長期存放，以致於古砲產生表面多層漆料與鏽蝕狀況交錯出現。目前臺灣古砲修復案有臺南運河鐵砲、臺南安平古堡鐵砲和基隆阿姆斯脫朗後膛 8 吋砲以上三案，將探此三案施作步驟之優缺點，以利本案修復後續工作。

根據表格 5 對於臺灣古砲修復之分析，其除鏽方式於基隆阿姆斯脫朗後膛 8 吋砲（以下簡稱基隆案）及臺南安平古堡鐵砲群（以下簡稱安平案）皆採用物理性除鏽法，而臺南運河鐵砲（以下簡稱臺南案）使用化學法，但其方法涵蓋除鏽外的脫鹽和鈍化步驟。

加固、黏合部份，基隆案選用修復材料壓克力樹脂 Paraloid B-72，而安平案因戶外需求考量而選用環氧樹脂，兩者皆為化合樹脂類，而其差異在於可逆性與否，若思考復倫理層面應以基隆案選用材料為首選，但若古砲置於戶外，環氧樹脂為較具耐候性，而本案因後續將置於金龜頭庫房展示，無戶外氣候條件影響，如須部分加固、黏合將採用方式將與基隆案相同選用壓克力樹脂 Paraloid B-72 可逆性材料施作，以及評估鑄鐵砲之質量較重，需要部份環氧樹脂進行黏合。

上述案例僅臺南案施作脫鹽及鈍化步驟，施作方式亦納入本次案實驗，但此案後續仍有致黑等因素需考量，若後續確認本案古砲需進行脫鹽、鈍化之步驟亦須評估。基隆案與安平案於保護層步驟亦與加固步驟相同，前者選用修復可逆性材料，後者選用了不可逆性材料，而此步驟與加固步驟相同考量，因此將會以 Incralac 與 VpCI-386 為選項，經由可逆性、色差與光澤與耐候等試驗確認何者適於施作於本案。

表格 5 臺灣鐵砲修復案例與方法比較

修復時間		2007	2016-2017	2016
地區		臺南	基隆	臺南
案例名稱		運河鐵砲	阿姆斯脫朗後膛 8 吋砲	安平古砲群
除鏽	施作方式	電化學還原法(同時除鏽、脫鹽、鈍化):備一容器內放鋅粒，5-10%氫氧化鈉水溶液覆沒古砲，重複上述步驟至氯鹽析出，後以 R.O 水清洗、甲醇乾燥。	塑膠刮刀/金屬刮刀清除。	鋼/銅刷清除，去離子水清潔。
	成效		兩者屬物理清潔，若不傷及古砲，並無不妥。	以刷具做為主要施作工具可能會造成古砲本體表面有刮痕產生。 鐵質文物對於水較為敏感，恐不宜使用。
加固與黏合	施作方式	上述電化學還原法並無不妥，但提及氯鹽析出部分未提及析出數值，且過程中有產生氫氧化鈉結晶，但此方式可讓古砲紋飾較為清晰呈現。	輕度:5%壓克力樹脂 Paraloid B-72。 重度:40%壓克力樹脂 Paraloid B-72。	宇得 923 型耐候性環氧樹脂(單液型)。
	成效		Paraloid B-72 屬修復用材料，且有依鏽層脆弱程度使用不同強度樹脂，並無不妥。	環氧樹脂屬不可逆之材料，雖不適用，但因考量臺灣氣候嚴峻亦無不可。
脫鹽	施作方式		無	無
	成效			
鈍化	施作方式		無	無
	成效			
保護層	施作方式	無	噴塗 Incralac 壓克力溶劑混二甲苯(1:1)	底漆:毛刷塗覆虹牌優麗防水膜底漆 785 型(單液型)。 面漆:毛刷塗覆艾仕得蕭光金油 OE-8000 型(雙液型)。
	成效		Incralac 壓克力溶劑為金屬文物使用塗層，並無不妥，但噴塗方式應確認古砲塗層是否均勻。	兩種漆料屬市面販售之漆料，使用前雖有進行實驗確認合適性，但並無測試漆料可逆性。
後續情況	施作方式	典藏中。	經修復後有鏽蝕現象發生。	陽極保護:置鋅片於砲管內防受潮；置不鏽鋼網於砲口防外來物。惟目前未見其放置。
	成效	鐵砲表面顏色轉深。	完成鏽化部分清除，並進行填補、全色。	鋅片與不鏽鋼網不明因素已移除，表面保護層有剝落，且有鏽蝕復發情況。

參、 遷移古砲過程

本案十三門古砲施作修復規劃，其中十門古砲(其餘三門量體過大，無法安全運輸，所以採用現場修復)運輸至國立臺南藝術大學「金屬修復研究室」進行後續修復作業及施作實驗。於運輸前先行施作載具木箱，並塗佈防水漆層、裝置耐酸鹼布，以及古砲拆卸包裝前置作業，預防於搬運期間受損，詳細內容羅列如下：

一. 木箱防水層與相關作業

為避免木箱漏液，預定放置古砲之木箱內層需進行防水漆層塗刷前處理，上漆完成之十三只木箱先安置於澎湖縣文化局火車頭庫房，古砲拆卸並安全包裝作業完成後，十門古砲吊置木箱內運回臺灣國立臺南藝術大學修復空間進行保存修復。

(一) 施作使用之保護漆層

為防止運輸過程中或後續進行脫鹽或鈍化藥劑浸泡，木箱內側施作漆料防水層選用虹牌永保新面漆(彩綠色)而木箱外側選用虹牌永保新透明水泥底漆，兩者皆以 A 劑環氧樹脂（Epoxy Resin）和 B 劑特殊硬化劑，此面漆可產生漆膜並防水、防油且具耐磨性，詳細規格可參考附件。

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖 6 虹牌永保新面漆</td><td>圖 7 虹牌永保新面漆硬化劑</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖 8 虹牌永保新透明水泥底漆</td><td>圖 9 依比例調製保護漆料</td></tr>
</table>

(二) 施作流程

保護漆料 AB 劑依比例約 10 : 1 混和塗於木箱內側及外側，並製作古砲編號標示之護貝標籤貼於木箱四周，以辨別後續木箱放置之位置，木箱蓋板鎖固後即完成施作。每只木箱安裝洩水閥，以利後續相關作業進行(如除氯、鈍化藥劑浸泡等)。



圖 10 塗刷透明防水漆層於木箱外側



圖 11 塗刷綠色防水漆層於木箱內側



圖 12 貼上古砲編號與運輸注意之護貝標籤



圖 13 木箱封箱

(三) 木箱運輸

木箱前置作業完成後，由臺灣貨運公司自高雄木箱工廠運至嘉義布袋港，後由海運公司運至澎湖龍門港，再由澎湖貨運公司運至澎湖縣文化局火車頭庫房外安置，過程由吊卡車、堆高機運送、移動。

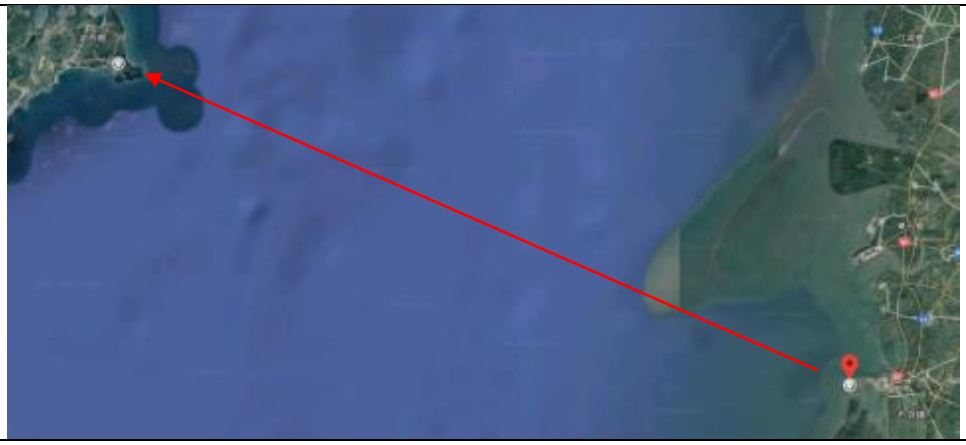


圖 14 嘉義布袋港運送澎湖龍門港海運路線

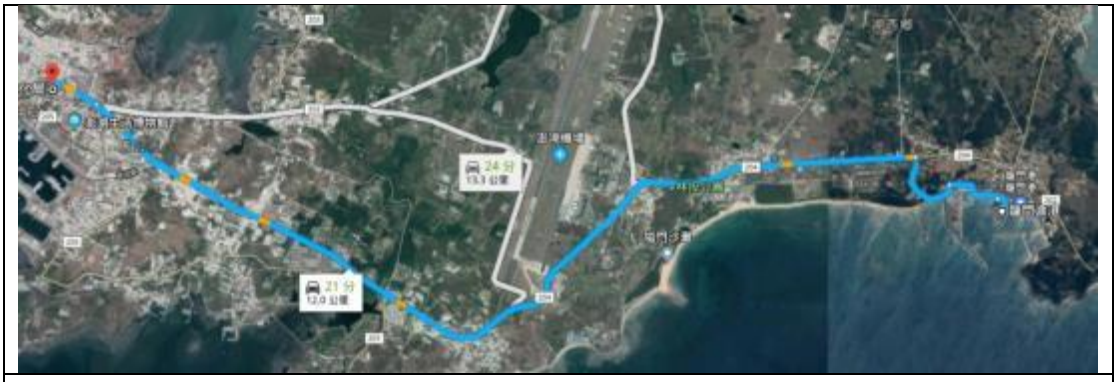


圖 15 澎湖龍門港至澎湖縣文化局火車頭庫房之陸運路線



圖 16 木箱置於貨車上



圖 17 木箱固定於貨車上並運至嘉義布袋港



圖 18 木箱運至澎湖龍門港



圖 19 將木箱運至於貨車運至火車頭庫房



圖 20 將木箱於火車頭庫房卸載



圖 21 木箱置於火車頭庫房外

(四) 施作 / PVC 防水軟質透明塑膠布

為利除氯作業進行，木箱內鋪設 HDPE 高密度耐酸鹼布(以下簡稱耐酸鹼布)，厚度 0.1cm，避免鹼液侵蝕。古砲以 PVC 防水軟質透明布(以下簡稱 PVC 布)包覆，放置木箱內時，以發泡劑固定古砲於箱體中；並於耐酸鹼塑膠布上再鋪設 PVC 布，減少發泡劑沾黏並殘留於耐酸鹼布上。

製作過程如圖 22 至圖 27，先丈量木箱尺寸後將耐酸鹼塑膠布和 PVC 布裁切所需大小，放入木箱後，以夾子固定裁切多餘部份，固定完成後再放入 PVC 布。



圖 22 丈量尺寸、裁剪耐酸鹼防水布



圖 23 將耐酸鹼防水布摺出摺痕



圖 24 PVC 丈量防水膜



圖 25 鋪設防水布於木箱內



圖 26 裁切超出木箱之防水布



圖 27 防水膜包覆於耐酸鹼防水布外

二. 古砲拆卸及包裝作業

澎湖十三門古砲中，於澎湖縣文化局臨中華路展示之四門鐵砲(典 2438、5444、5445、5446)，局外廣場戶外展示之三門鐵砲（典 5447、5448、5449），共七門古砲。進行拆卸作業時先行將七門古砲與水泥墩座分離，後續吊掛作業，由大型荷重 45 噸吊車進行吊掛與採用 8.8 噸貨卡載送至火車頭庫房。古砲遷移之位置(圖 28)及遷移之古砲(表格 6 古砲編號資料表)如下：



圖 28 古砲於澎湖縣文化局安置地理位置示意圖

表格 6 古砲編號資料表

工作編號	描述 (典藏編號)	示意圖片
編號 01	典 2438 / P-4	
名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營貳千觔 砲型：前膛鑄鐵砲 匠首-林茂昇	
尺寸	202 x 62 x 44 cm	
編號 02	典 5444 / P-5	
名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營一千觔 砲型：前膛鑄鐵砲 匠首-林茂昇 副匠首-林國琉	
尺寸	162 x 55 x 38 cm	

編號 03	典 5445 / P-6	
名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營一千伍百觔 砲型：前膛鑄鐵砲 匠首-林茂昇 副匠首-林國琉	
尺寸	184 x 56 x 39 cm	
編號 04	典 5446 / P-7	
名稱	一千觔 砲型：前膛鑄鐵砲	
尺寸	193 x 48 x 30 cm	
編號 05	典 5447 / P-10	
名稱	砲型：西洋前膛鑄鐵砲	
尺寸	130 x 34 x 30 cm	
編號 06	典 5448 / P-11	
名稱	一千觔 砲型：前膛鑄鐵砲	
尺寸	181 x 41 x 32 cm	
編號 07	典 5449 / P-12	
名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營八百觔 砲型：前膛鑄鐵砲 匠首-林茂昇 副匠首-林國琉	
尺寸	150 x 53 x 30 cm	
編號 08	典 5101 / P-16	
名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營貳千觔 砲型：前膛鑄鐵砲 匠首-林茂昇 副匠首-林國琉	
尺寸	202 x 70 x 50 cm	
編號 09	- / P-8	
名稱	清道光三年一千五百觔 砲型：前膛鑄鐵砲 鑄匠首-林邦津	
尺寸	241 x 58 x 42 cm	
編號 10	- / P-9	
名稱	一千觔 砲型：前膛鑄鐵砲	
尺寸	196 x 55 x 32 cm	

編號 11	典 2433 / P-1	
名稱	砲型：英制三吋前膛砲	
尺寸	114 x 30 x 29 cm	
編號 12	典 2431 / P-2	
名稱	砲型：兩吋半前膛砲	
尺寸	120 x 27 x 20 cm	
編號 13	典 2432 / P-3	
名稱	砲型：兩吋半前膛砲	
尺寸	120 x 28 x 22 cm	

古砲與水泥墩座拆離作業，先以水泥電鑽將水泥墩座鑿開，並以小型千斤頂於下方承載古砲，再放置墊木將古砲與墩座隔開，即可進行包裝及吊掛作業。拆卸外圍掛公告、罰則以及監視錄影標示，防止旁人接近或受傷或意外發生。



圖 29 將水泥墩座鑿開



圖 30 使用千斤頂將古砲抬高



圖 31 放置小木塊於古砲和墩座間



圖 32 封繩並掛置告示

拆卸完成後，於路權申請當日(澎湖縣政府文化局申請)安排吊車進場，因中華路旁之 4 門古砲與中華路間有許多高聳的樹木與樹枝，為避免影響吊掛作業，以緩慢升高方式繞過樹木，並於中華路停放吊貨卡車載送四門砲(典 2438、5444、5445、5446) 之搬運作業，另澎湖縣文化局外廣場 3 門古

砲（典 5447、5448、5449），則由吊貨卡車徑行吊掛與運送至火車頭庫房。



圖 33 施工告示與車輛管制



圖 34 現場大型吊車



圖 35 吊貨卡車古砲吊起作業



圖 36 吊貨卡車放置古砲於貨車內



圖 37 吊貨卡車古砲安置作業



圖 38 古砲安置於角材



圖 39 古砲包覆 VPCI-126 氣化防鏽塑膠膜



圖 40 PVC 防水透明塑膠布覆蓋防塵



圖 41 火車頭庫房之古砲防鏽包裝



圖 42 火車頭庫房之古砲防鏽包裝完成

古砲防鏽膠膜包裝完成後，進行古砲吊掛、安置木箱內再以液態發泡劑填充古砲與木箱間空隙作業。十三門古砲其中十門古砲運送至臺灣國立臺南藝術大學金屬保存研究室，其餘三門古砲（編號 8~10 號）安置於澎湖縣文化局火車頭庫房於現地進行修復作業，故此三門古砲之木箱不充填發泡劑。



圖 43 吊掛古砲



圖 44 古砲吊掛至木箱中



圖 45 古砲置於木箱內



圖 46 填充發砲劑至古砲和木箱間

三. 古砲運輸過程與安置

運載至國立臺南藝術大學之十門古砲木箱安置作業完成封箱後，以吊貨卡車分批載往澎湖龍門港口，再以貨船海運至嘉義布袋港後轉陸運至國立臺南藝術大學金屬修復研究室。



圖 47 木箱封箱



圖 48 吊掛木箱至貨車上



圖 49 木箱放置於貨車上



圖 50 木箱載至澎湖龍門港口



圖 51 於貨車上卸載木箱



圖 52 吊掛木箱至船上



圖 53 木箱置於船中



圖 54 運送至國立臺南藝術大學

十座木箱載送至國立臺南藝術大學後，使用兩臺油壓推車推至金屬修復研究室靜置一周緩衝溫濕度變化後再進行拆箱作業。拆箱方式為以龍門吊掛鐵砲、拆離防鏽膠膜，並於修復室地面鋪設 PVC 防水軟質透明布後，將古砲固定放置於角材上。



圖 55 吊掛木箱



圖 56 吊掛木箱至油壓板車上



圖 57 油壓板車運送至金屬修復研究室



圖 58 木箱運至金屬修復研究室



圖 59 木將置於金屬修復研究室內



圖 60 木箱安置完成



圖 61 拆除防鏽膠膜



圖 62 安全吊帶繞於古砲上



圖 63 吊掛古砲



圖 64 古砲安置於角材上



圖 65 古砲安置完成



圖 66 木箱內古砲拆卸完成

四. 澎湖火車頭庫房古砲安置

存放於澎湖火車頭庫房之三門古砲之安置步驟與金屬修復室古砲移出木箱後相同，古砲使用龍門吊架拆除防鏽膠膜後置於角材與 PVC 防水軟質透明塑膠布上，進行後續清潔維護作業。



圖 67 留於澎湖現地之木箱



圖 68 完成防鏽包裝至於火車頭庫房內



圖 69 放置古砲



圖 70 蓋上 PVC 膜避免髒污附著

肆、 進階調查

本案十三門古砲於搬遷完成後進行進階檢視調查並製作各門砲之檢視登錄表以建立文物基本及現況損壞資料。脫鹽測試過程中取古砲鏽層和脫鹽後之濕敷泥取樣進行科學檢測，並檢視鏽層金相及初步含鹽量判斷，另使用 XRD、SEM/EDS 儀器取得鏽層成份數據進而分析。

另使用攝影測量法建立古砲 3D 數位影像，記錄古砲立體型制與色彩記錄可供後續修復檢視使用。

同時進行澎湖金龜頭砲臺、澎湖縣文化局外廣場、火車頭庫房三地之存放環境監測資料進行分析比對，以提供修復完成後典藏之建議。

一. 檢視登錄

檢視登錄使用可見光相機、紅外線相機、手持式可見光/紫外光顯微、色差儀、光澤度計等調查記錄文物表面之破損情形，詳細資料可參照附件一。另外砲口內物品亦已清出，除去砂石外之遺留物品都有如實紀錄，後續將交由澎湖縣文化局收藏，並詳細記錄於檢視登錄表中。

（一）可見光攝影

使用可見光相機與攝影用棚燈進行可見光攝影，記錄修護前後之十三門古砲之外觀、色彩和破損狀況及修復成果，以進行修復前後比對，確認修護成果。

本案古砲外觀大致上可分為兩種，一為表面塗佈漆層；二為表面均勻鏽層。塗佈漆層表面色彩較為多元，分別為黑色漆、深橘色漆、淺橘色漆和綠色漆層共四層。本案維護計畫書審查會議時，澎湖縣文化局王國裕副局長口述戶外古砲有塗佈防鏽漆即一般黑色油性油漆之紀錄，應為當時施作所致，許多表面剝落處，大多與古砲間有白色異物，推測可能為生物或黴菌殘留而造成漆層剝落之情形。

無表面漆層塗佈之古砲，雖表面均勻鏽蝕，但其裂損狀況較有表面塗層之古砲嚴重，如厚層鏽蝕、孔洞鏽蝕、裂隙破壞、洋蔥狀剝離等劣化。



圖 71 可見光攝影



圖 72 紅外光攝影



圖 73 顯微調查



圖 74 破損圖繪製



圖 75 光澤度計調查



圖 76 色差儀調查



圖 77 古砲內照明



圖 78 清除砲管內物品



圖 79 吸塵器將砲管內遺留物吸出



圖 80 清潔內容物表面



圖 81 #10 古砲表面色漆



圖 82 #10 殘餘漆層顯微照



圖 83 #8 古砲表面均勻鏽層



圖 84 #8 表面鏽層顯微照



圖 85 #9 古砲漆層脫落



圖 86 #10 古砲表面裂隙

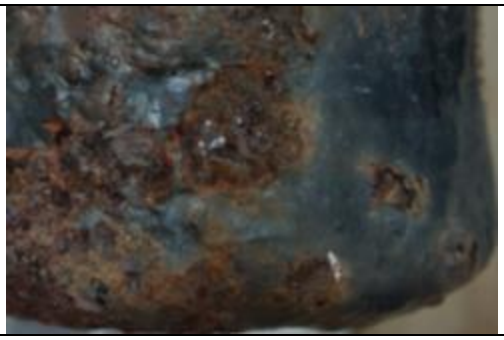


圖 87 #7 白色不明異物

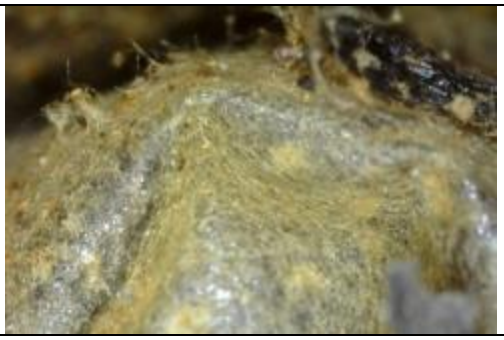


圖 88 #7 白色不明異物顯微



圖 89 #11 不明結晶

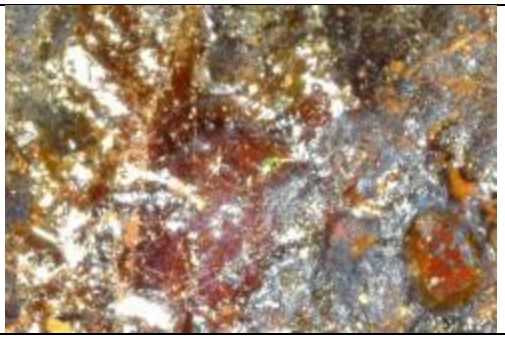


圖 90 #11 不明結晶顯微

（二）紅外線攝影

紅外線主要吸收 780nm 以上之電磁波，藉由紅外線對不同物質之穿透性以觀察文物表面或底層之現象，進而判斷是否有潛在之損壞及汙染物現象。以古砲為例，可觀察裂縫、孔洞與汙染物等現象。本案十三門古砲依目前拍攝結果觀察可見現代塗料明度較高，且孔洞、裂縫明度較低情形。

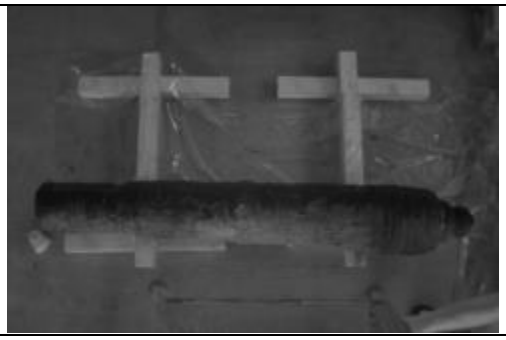


圖 91 #10 古砲右側紅外線攝影



圖 92 #11 古砲砲口紅外線攝影

（三）手持式可見光/紫外光顯微

使用手持式顯微鏡進一步確認破損情形之細部情形，如漆層分層、鏽層狀況、顆粒大小或生物遺留等特殊狀況。

如圖 93、圖 94 可清楚地透過顯微觀察到表面漆層分層之空間感，典 5448 黑漆於橘漆之上，典 5445 黑漆於黃漆之上而黃漆於橘漆之上，而越於上層之漆層推測為晚期塗佈，由此可瞭解其人為維護之時間軸。



圖 93 古砲（典 5448）漆料分層顯微

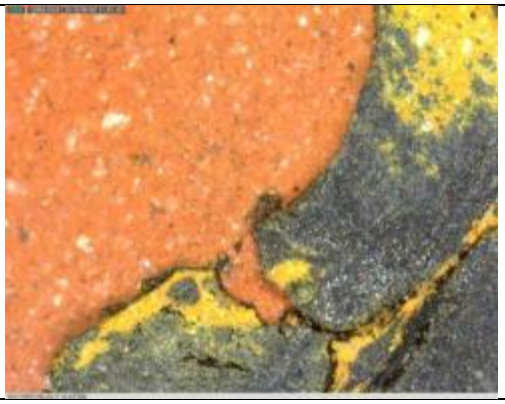


圖 94 古砲（典 5445）漆料分層顯微

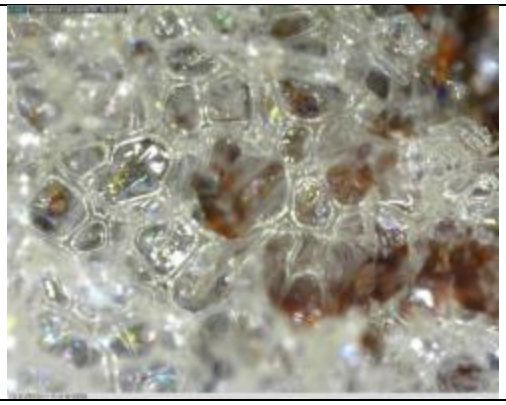


圖 95 古砲（典 2443）泡棉膠顯微



圖 96 古砲（典 5447）生物排遺顯微

（四）色差儀

本案十三門古砲表面狀況分為兩類分別為有塗漆層和無塗漆層，後續施作除鏽後，可於原處在進行色彩檢測，檢測前須進行黑白色校正，檢測後得 L 、a、 b 值，公式計算（ΔE（總色差）= $\sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$，所得結果以下表比對色彩之差異(CIE 轉換差值為 NBS units = ΔE *0.92)。

表格 7 美國國家標準局色差程度標準[14]

NBS units	顏色變化的定義（Definitions of Color Differences）	
0.0-0.5	極微量（Trace）	極輕微變化 Extremely slight change
0.5-1.5	輕微（Slight）	輕微變化 Slight change
1.5-3.0	明顯（Noticeable）	可感知的變化 Perceivable change
3.0-6.0	可感知（Appreciable ）	顯著的變化 Marked change
6.0-12.0	很大程度（Much）	極顯著的變化 Extremely Marked change
12.0+	極大程度（Very much）	變成其他顏色 Change to other color

（Critical marks of color change according to the National Bureau of Standards）

[14] Dayanne Lopes da Silva, Claudia Trindade Mattos, Marcus Vinicius Almeida de Araugo, and Antonia Carlos de Oliveira Ruellas, "Color Stability and Fluorescence of Different Orthodontic Esthetic Archwires," Angle orthod 83.1(2013)：129.



圖 97 鏽層測試除鏽前之色彩



圖 98 鏽層測試除鏽後之色彩

（五）光澤度計

古砲主為金屬鑄鐵材質，為考量後續展覽需求，而記錄古砲表面之保護層之光澤度，以避免修護後外觀保護塗層過度反光等狀況。

（六）破損圖

依據調查結果製破損圖典並繪製數位破損圖。依據破損圖之標示可明確規畫古砲修護施作項目。

表格 8 古砲損壞圖典

漆料		物理		遺留物	
	紅漆		鏽層		土塊
	藍漆		剝落		結晶
	白漆		層狀剝離		不明殘留物
	綠漆		磨損		纖維
	黃漆		水漬痕		粉末
	紫漆		孔洞		黑色漬
	淺橘漆		缺損		生物殘留物
	深橘漆		引信		透明物
			補丁		泡棉膠
					磚殘留

（七）砲膛內雜物

砲膛體內除砂石外，亦發現許多其他物品，如未擊發之砲彈、塑膠包裝、玻璃瓶、鋁罐、沖天砲、原子筆、鐵釘及玻璃珠等物，多屬人為投入之物品，砲膛內雜物雖未必與古砲歷史有直接關聯，但在時間推移下亦可成為歷史見證的一部分，亦為時代變遷中社會民眾對待文物態度之側寫。清出之雜物清單如下表：

表格 9 古砲砲管內容物

古砲名稱	砲膛內雜物	內容物照片
#1 典 2438 砲口內容物	雜草、紅磚、珊瑚、鞭砲、貝殼、鐵塊、玻璃	
#2 典 5444 砲口內容物	津津果汁棒冰棒包裝[15]、沖天砲、筆蓋、貝殼、珊瑚、石塊、鐵塊	
#3 典 5445 砲口內容物	糖果紙、石塊、近代砲彈、油壓桿(推測)	
#4 典 5446 砲口內容物	石塊、鐵塊、珊瑚	
#5 典 5447 砲口內容物	洗髮精塑膠瓶、保麗龍、鐵塊、石塊、棉繩尾端附著生鏽鐵釘	

[15] 津津果汁棒-70 年代廣告。Youtube。民國 107 年 8 月 25 日，取自：https://www.youtube.com/watch?v=KkUSHf_6FYo。

#6 典 5448 砲口內容物	珊瑚、石塊、磚塊	
#7 典 5449 砲口內容物	餅乾包裝袋、筷子、石塊、鐵塊、塑膠球、豆芽菜	
#8 典 5101 砲口內容物	沖天砲、吸管、氣泡布、不明塑膠、玻璃瓶碎片、鋁罐碎片、貝殼、珊瑚	
#9 （P-8） 砲口內容物	鐵棒、鐵塊、鐵絲、寶特瓶(壓縮)、保麗龍、貝殼、 瓷碗口緣(推測)、珊瑚	
#10 （P-9） 砲口內容物	黑松汽水吉利果汽水玻璃瓶(1970-1980)[16]、小泰山棒棒冰塑膠袋、棒棒冰塑膠頭、不明塑膠袋、鋁罐碎片、防腐劑、原子筆、鐵釘、玻璃珠、貝殼、珊瑚	
#11 典 2433 砲口內容物	鏽層	

[16] 黑松汽水吉利果汽水玻璃瓶。國立科學工藝博物館。民國 107 年 7 月 30 日點閱，取自：http://iht.nstm.gov.tw/industry/index-1.asp?m=99&m1=3&m2=17&gp=13&cls=1&id=318。

#12 典 2431 砲口內容物	石塊、鏽層	
#13 典 2432 砲口內容物	鏽層	

二. 古砲重量

砲體重量秤量使用附有電子秤功能的油壓托盤抬舉測量（圖 99），秤量結果如表格 10，由於澎湖庫房無秤重設備，故僅列 10 門砲之秤量結果。

表格 10 澎湖古砲重量測量結果

編號	#1	#2	#3	#4	#5
重量(kg)	1114.5	550.5	772.0	576.0	290.5
銘文(觔)	2000	1000	1500	無	無
銘文(kg)	1200	600	900	無	無
差(kg)	85.5	49.5	128	--	--
編號	#6	#7	#11	#12	#13
重量(kg)	477.0	468.0	98.5	102.5	105.0
銘文(觔)	無	800	無	無	無
銘文(kg)	無	480	無	無	無
差(kg)	--	12	--	--	--

從秤量結果可發現，「觔」此一重量單位約相當於現代的台斤，但實測重量皆略小於歷史紀錄值，推測為原始誤差或古砲經年累月的腐蝕、斷裂、破損遺失，導致古砲重量之損耗。



圖 99 測量古砲重量

三. 銘文拓印

銘文為本案古砲重要的歷史記錄，可作為年代、製造的考證與比較依據，修護前後的銘文記錄為不可或缺的工作。本案採用傳統拓印手法輔以攝影及3D 模型記錄保存銘文。

拓印其目的在於保留具有歷史與藝術價值的文字、圖案。一般攝影紀錄需附加比例尺才能知道文字、圖案的真實的大小，且對於非平面的物體，如本案的鑄鐵銘文，欲完整呈現仍需經過接圖、展開等技術後製，若使用傳統的拓印手法可以更真實的保留其原始的大小比例，增添典藏價值。過程先將拓印用紙固定在銘文部位後標記銘文的範圍，再調製墨水輕拍完成拓印。以下圖 106 至圖 109 為#1、#2、#3、#7 之銘文拓印之成果。



圖 100 鋪設拓印用紙



圖 101 酒精噴濕



圖 102 拍打拓印用紙



圖 103 油墨打印



圖 104 拓印完成



圖 105 取下拓印紙



圖 106　#1 銘文拓印



圖 107　#2 銘文拓印



圖 108　#3 銘文拓印



圖 109　#7 銘文拓印

四. 3D 數位建模

本案 3D 數位建模採用攝影測量法，攝影測量法之優點為能夠完整的呈現表面物件的色彩及紋理且可後續再製作處理。

使用 Agisoft PhotoScan 為 3D 數位建模軟體。Agisoft PhotoScan 為一款影像生成高質量 3D 模型之軟體。軟體能夠將平面影像建立 3D 模型，可通過給予的控制點生成真實坐標的三維模型。影像於電腦中處理並生成專業級的測量數據後製成 3D 模型。[17]

[17] Agisoft PhotoScan 3D 模型製作軟體。有環股份有限公司。民國 107 年 8 月 20 點閱，取自：https://www.linksoft.com.tw/product/agisoft_photoscan。

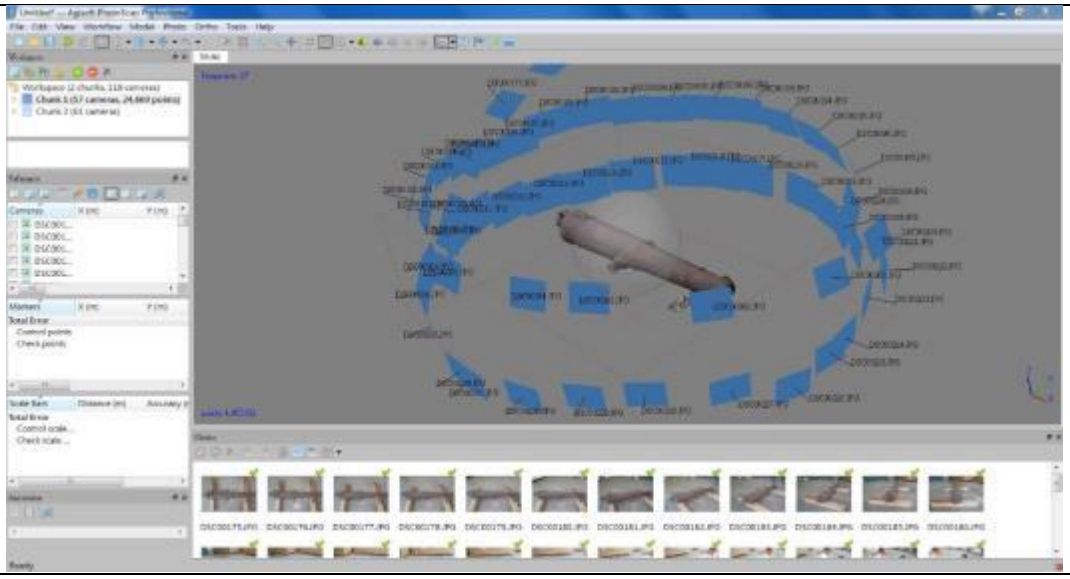


圖 110 古砲 3D 建模之軟體介面

（一） 製作流程

使用一般可見光相機拍攝古砲，拍攝過程盡量避免古砲陰影，因此使用攝影專用補光燈輔助，拍攝角度環繞古砲之 360 度之影像，且移動間距固定，確保每一幅影像皆有至少６０％之重疊度。後續進入軟體進行製作點雲、建模和貼表面紋理即完成數位建模。



圖 111 古砲建模之照片拍攝

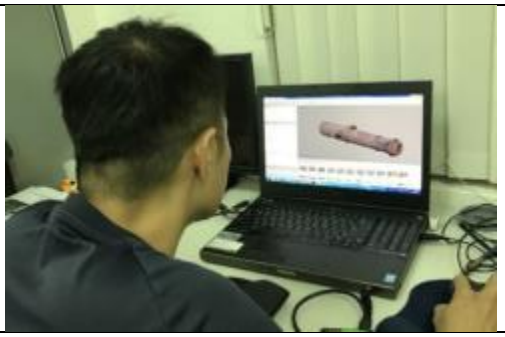


圖 112 古砲建模之軟體操作

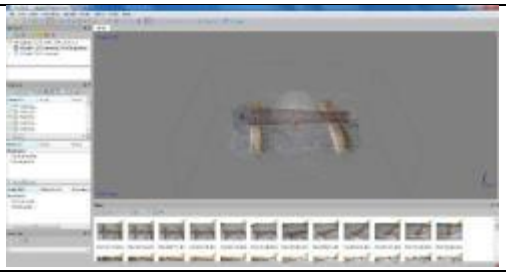


圖 113 匯入圖片設置邊界框

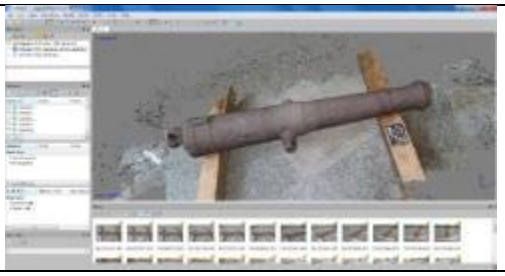


圖 114 建立密集點雲

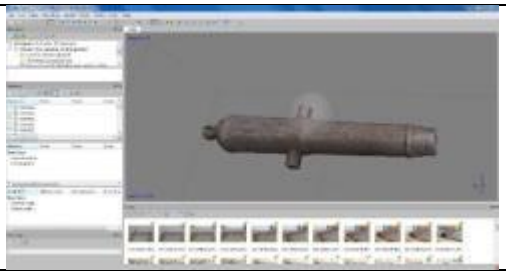


圖 115 去除雜點

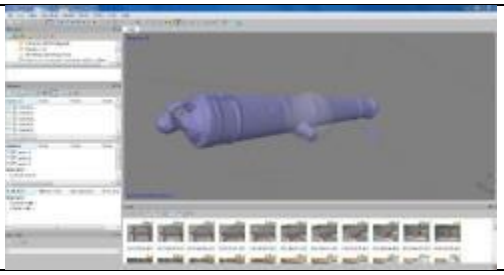


圖 116 構建網格

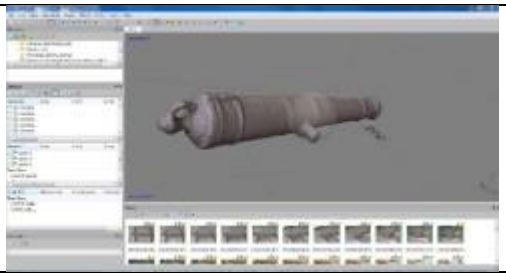


圖 117 古砲上半部模型完成

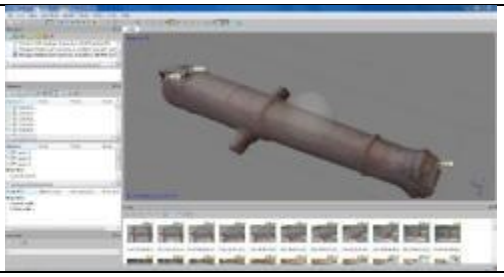


圖 118 上下合成對點



圖 119 上下模型全景拼接

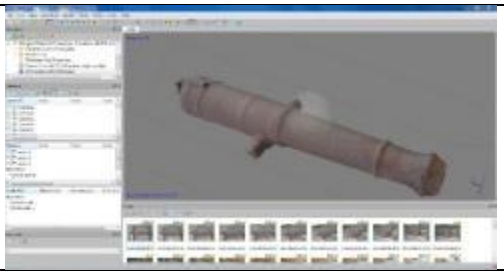


圖 120 生成紋理

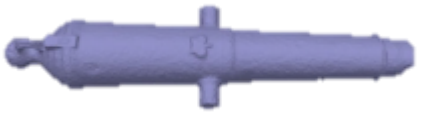
（二） 掃描成果

以下為各門砲 3 D模型建置成果。



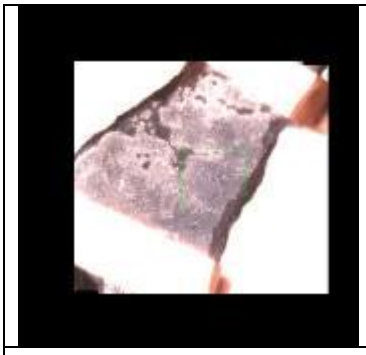
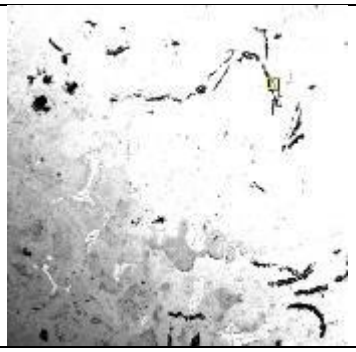
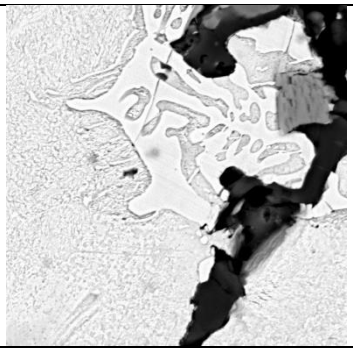
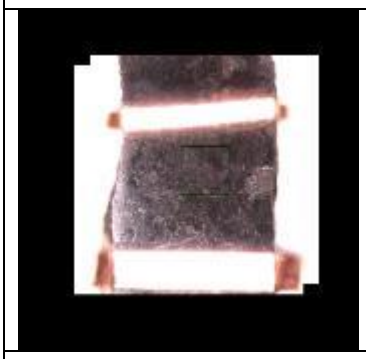
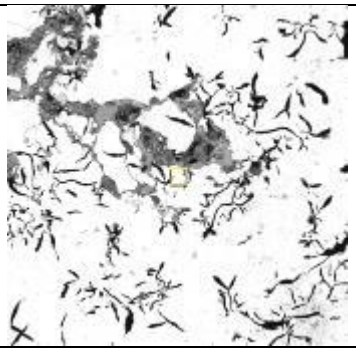
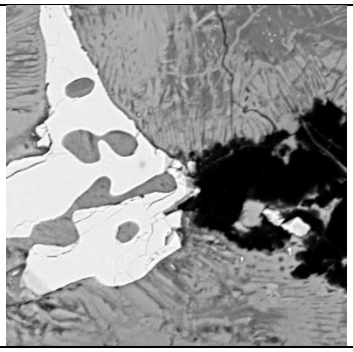
圖 121 於南藝大修復之各門古砲立體 3D 數位模型

#1		
	#1 古砲 3D 模型	#1 古砲 3D 模型(白模)
#2		
	#2 古砲 3D 模型	#2 古砲 3D 模型(白模)

#3		
	#3 古砲 3D 模型	#3 古砲 3D 模型(白模)
#4		
	#4 古砲 3D 模型	#4 古砲 3D 模型(白模)
#5		
	#5 古砲 3D 模型	#5 古砲 3D 模型(白模)
#6		
	#6 古砲 3D 模型	#6 古砲 3D 模型(白模)
#11		
	#11 古砲 3D 模型	#11 古砲 3D 模型(白模)
#12		
	#12 古砲 3D 模型	#12 古砲 3D 模型(白模)
#13		
	#13 古砲 3D 模型	#13 古砲 3D 模型(白模)

五. 金相分析

古砲初步金相分析典 5101、典 5444 之鏽層（圖 124、圖 127）經金相比發現片狀石墨和白色萊氏體，初步判斷為灰口鑄鐵。為進一步瞭解十三門古砲成分，挑選剝落之鏽層合適尺寸及厚度之鏽層（金相鑲埋機須有一定之厚度才能行製作）至嘉義鑫立鑄造廠有限公司，使用該單位之儀器製作試片，並以金相檢測系統進而判斷鏽層之成份比例。

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖 122 典 5101 檢測範圍</td><td>圖 123 典 5101 剖面畫面</td><td>圖 124 典 5101 萊氏體</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖 125 典 5444 檢測範圍</td><td>圖 126 典 5444 剖面畫面</td><td>圖 127 典 5444 萊氏體</td></tr>
</table>

金相檢測使用 TN 金相鑲埋機進行試片製作，金相鑲埋機使用鋁合金底座穩定性佳且負荷壓力可達 4,000PSI 可使樣品緊密堅固，規格如表 11，[18] 並搭配 OLYMPUS BH2-UMA 光學金相顯微鏡使用 IISS 鑄鐵筋相分析系統（ALTMAS-650）分析本案古砲鏽層，其系統可經系統計算依石墨型態、分佈和尺寸等量化百分比並分析出結果。[19]

[18] TN 金相相埋機。臺灣中澤股份有限公司。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://www.alkemt.com/Fproducts_show.asp?productid=697。

[19] IISS 鑄鐵筋相分系統。ALKEMT。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://www.alkemt.com/Fproducts_show.asp?productid=697。



圖 128 TN 金相鑲埋機

表格 11 TN 金相鑲埋機產品規格表

項目	型式/規格
套筒內徑	Ø32mm(Ø25mm、Ø30mm、1"、1¼" 可選擇)
油壓缸規格	Ø80 無縫鋼管
最大壓力	MAX 4350PSI(305.9kgf/c m2) PSI、Kgf/c m2 可切換
上模固定方式	迴轉下壓式
驅動方式	電動油壓、壓力自動補償、低噪音
鑲埋數量	1 個
加熱溫度控制	使用溫度 0~250℃ (最高可到 399℃)
電熱功率	1800W(300W*6)
最大消耗電力	2200W
冷卻控制方式	依需求設定溫度可到 35℃，最小調整溫度 1 度
冷卻裝置	自動控制外接水源循環冷卻，加熱時間完畢後啟動冷卻
機台內部冷卻	排熱風扇裝置
控制面板	按鍵式操作; 加熱、加壓、冷卻完全自動化
外觀構造	桌上型
電源	AC 220V 單相 60/50Hz
機台尺寸	W410*D600*H570 mm
重量	75Kg



圖 129 討論鏽層製作金相試體相關事宜



圖 130 將古砲鏽層置於金相相埋機製作試片



圖 131 研磨試片



圖 132 鏽層檢測試片完成



圖 133 於光學金相顯微鏡確認其組成

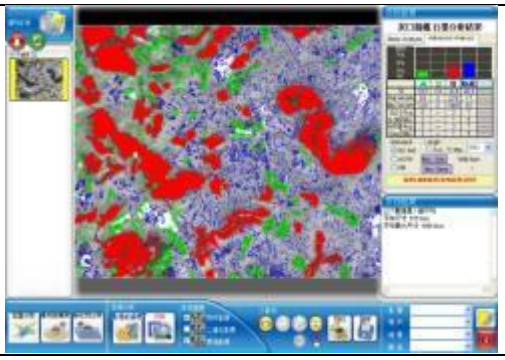


圖 134 鑄鐵筋相分析系統確認組成成份

本階段之金相分析共檢測典 2438、典 5444、典 5446、典 5447、典 5101、典 2433、典 2431、典 2432 八門古砲，經檢測分析後成分比例如表格 12。本次因檢測試片為鏽層，金相觀察結果幾乎已無鑄鐵本身部份，表面大多含許多鏽孔但仍可發現部份呈現銀白色部分的殘留金屬（鐵），而另外一發現典 5446 有三元磷共晶，典 5101 有萊氏體，且鏽蝕狀況大多偏向灰口體片狀結構。

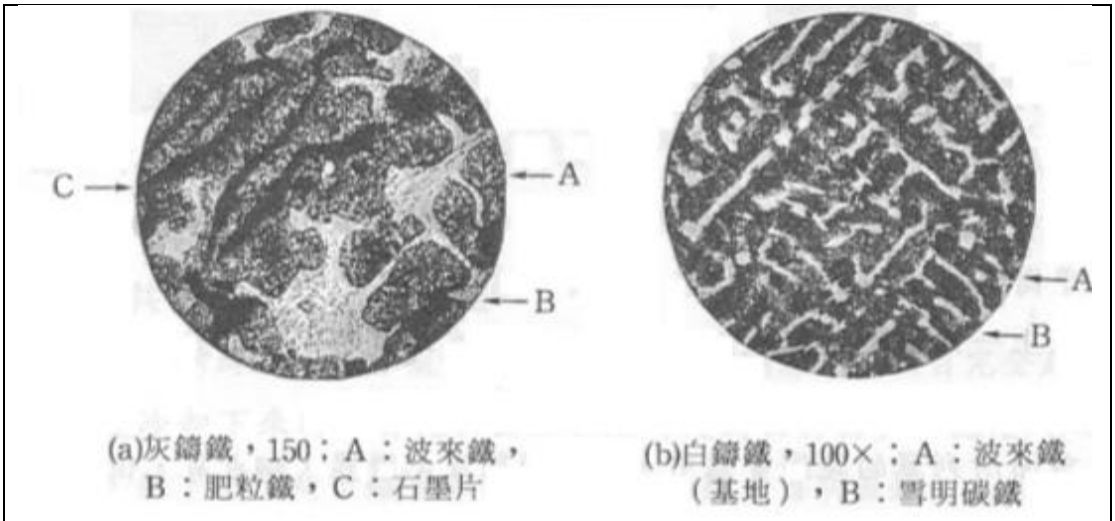
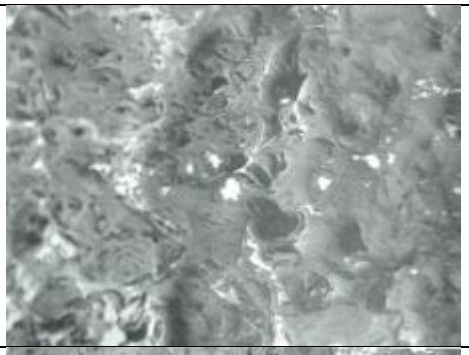
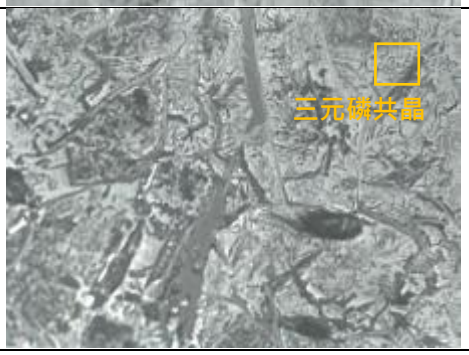
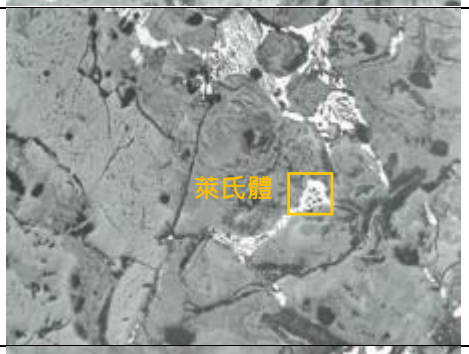
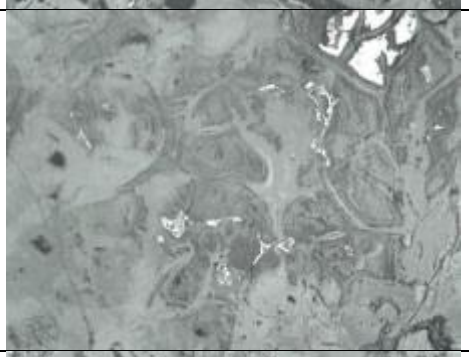
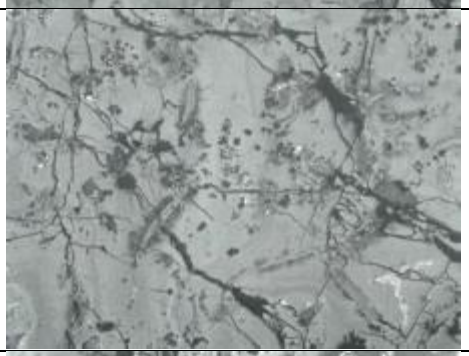


圖 135 灰口鐵與白口鑄鐵之晶相

表格 12 古砲鏽層金相分析結果統整表

編號	典藏編號	試片金相	放大倍率	波來鐵	肥粒鐵
01	典 2438		100X	80.71%	19.29%
02	典 5444		100X	73.71%	26.29%
04	典 5446		100X	71.13%	28.87%

05	典 5447		100X	62.56%	37.44%
08	典 5101		100X	60.41%	39.59%
11	典 2433		100X	70.64%	29.36%
12	典 2431		100X	43.03%	56.97%
13	典 2432		100X	56.06%	43.94%

六. X-射線繞射分析儀（XRD）

X-ray 繞射（XRD）提供結構、相位、晶體取向（紋理）和其他結構之參數分析，如平均粒度、結晶度、張力和晶體缺陷等等。X-射線繞射峰是由每組樣品的晶格面在特定角度繞射的單色光建設性干涉產生的，峰值的強度由晶格內原子的分布來決定。[20]利用 XRD 分析試片、試片鏽層及古砲鏽層的晶體結構，並將所得數據比對 JCPDS Card，鑑定材料結晶結構。實驗電壓值為 30 kV，電流值為 20 mA，設定掃描角度由 20°至 100°，間距掃描速度為 2°C/min。



圖 136 X-射線繞射分析儀[21]

表格 13 XRD 規格表

X-ray generator	Max. rated output	2 kW	3kW
	Rated voltage	2~50 kV	
	Rated current	2~50 mA	2~60 mA
	Control method	SCR phase control	Inverter control
	Stability*	Within "0.01%	Within "0.005%
	Target	Cu	
	Radiation enclousre	With interlocking mechanism (2.5: Sv/h or less outside of the enclosure)	
Goniometer	Scan mode	2 s/2 d coupled; 2 s, 2 d independent	
	Goniometer radius	185 mm	
	Measuring angle range	2 s: -4.0 ~ +79E 2 d: -4.0 ~ +79E	
	Slit	DS: 1/2E, 1E, 0.05 mm SS: 1/2E, 1, absorber RS: 0.15, 0.3, mm	
	Scan speed	500E/min	
	Fixed-speed auto	2 s/2 d coupled: 0.002~100E/min (22)	

[20] XRD（X-射線繞射分析）。EGA。民國 107 年 1 月 20 日，取自：http://www.eaglabs.com.tw/xrd.html。

[21] 國立成功大學

	feed	2 s, 2 d independent: 0.001 ~ 50E/min
	Step feed width	2 s/2 d coupled: 0.002 ~ 90E/min (22) 2 s, 2 d independent: 0.001 ~ 45E
Detector/counting circuit	Counting linearity	700,000 cps or more (counting loss correction using a standard sample provided)
	Scintillation counter	NaI, photomultiplier with preamplifier
	HV/PHA	0 to 1500 V (with external control)/with baseline and window external control
Computer	Operating System	Window NT
	Main memory	64 MB
	Mass storage	HD 3.5” FD CD-ROM
	CRT	17” color
	Printer	Color ink jet printer

本次檢測之試片為古砲表層之鏽層，並無直接於古砲取樣，若樣品表面有漆層則使用噴砂處理，避免漆層影響檢測結果。

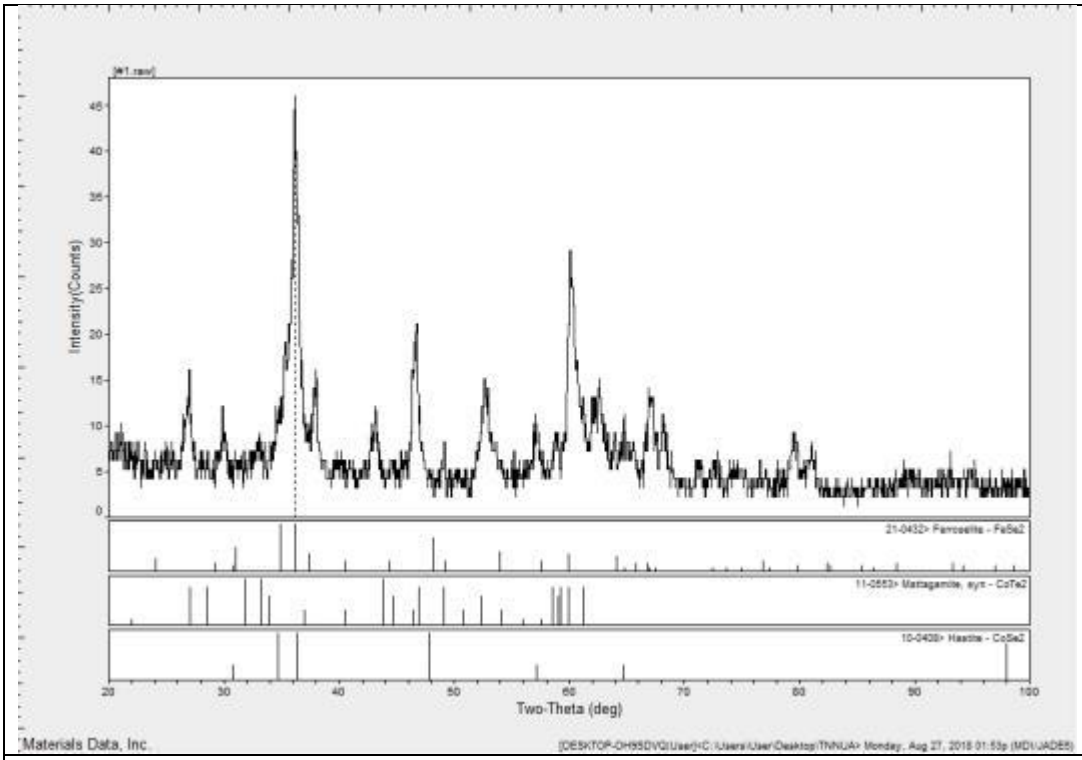


圖 137 典 2438 XRD 檢測結果圖

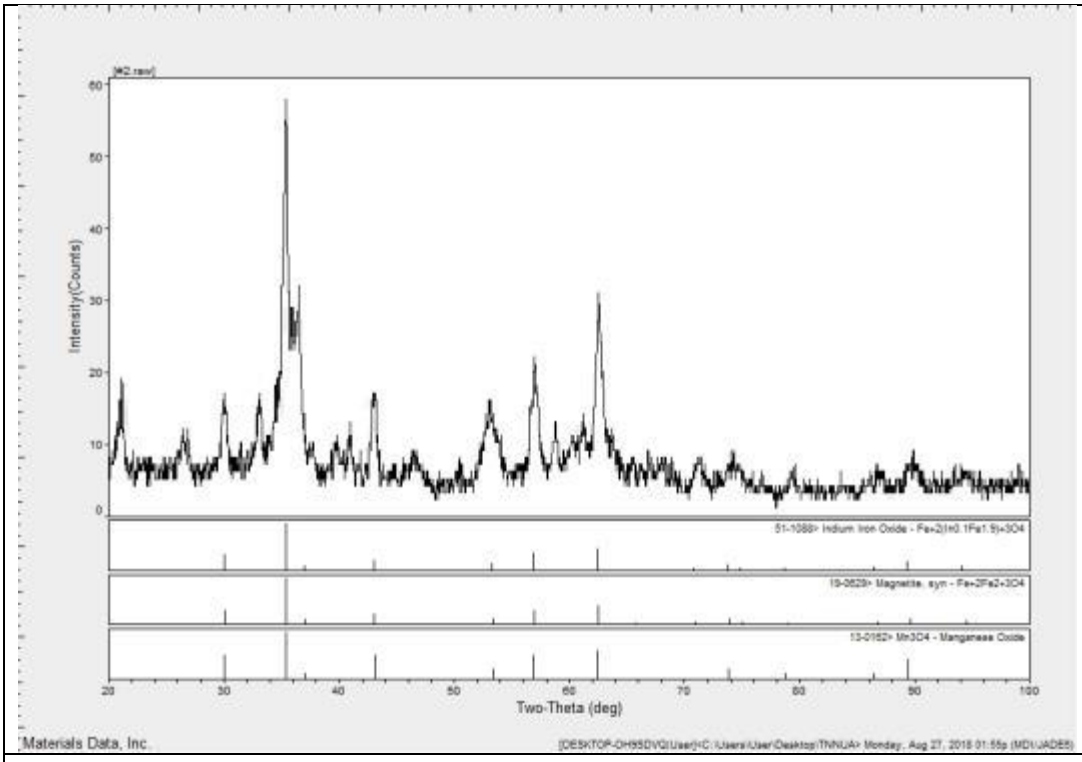


圖 138 典 5444 XRD 檢測結果圖

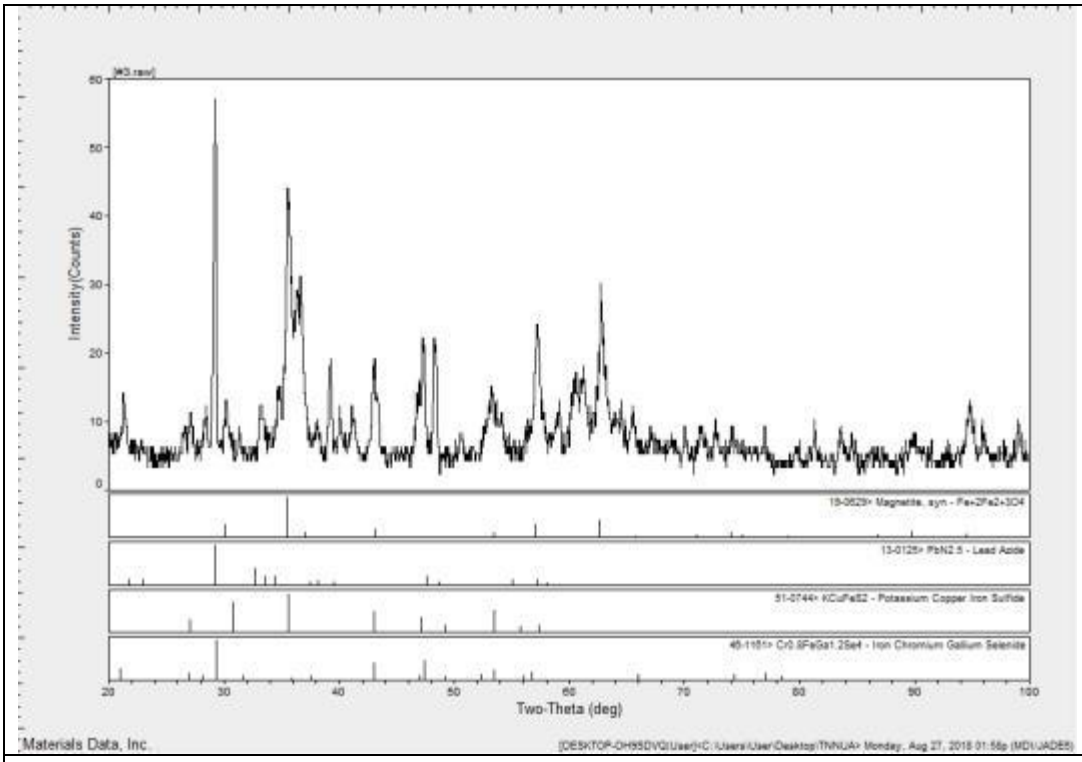


圖 139 典 5445 XRD 檢測結果圖

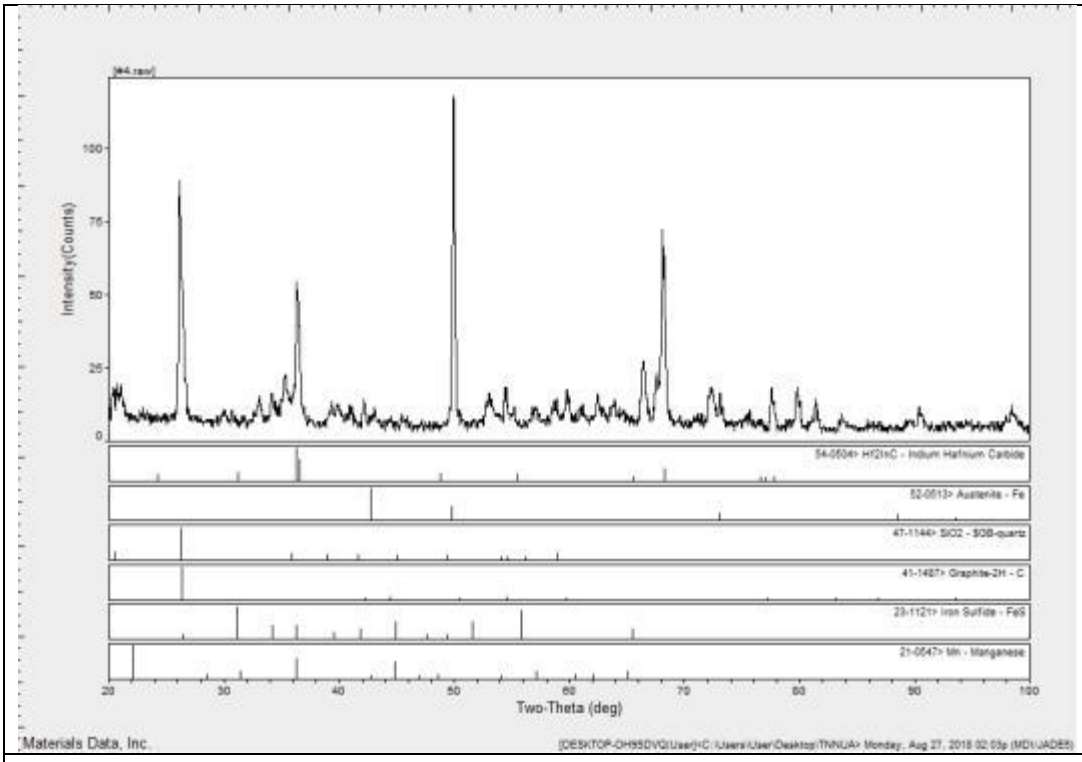


圖 140 典 5446 XRD 檢測結果圖

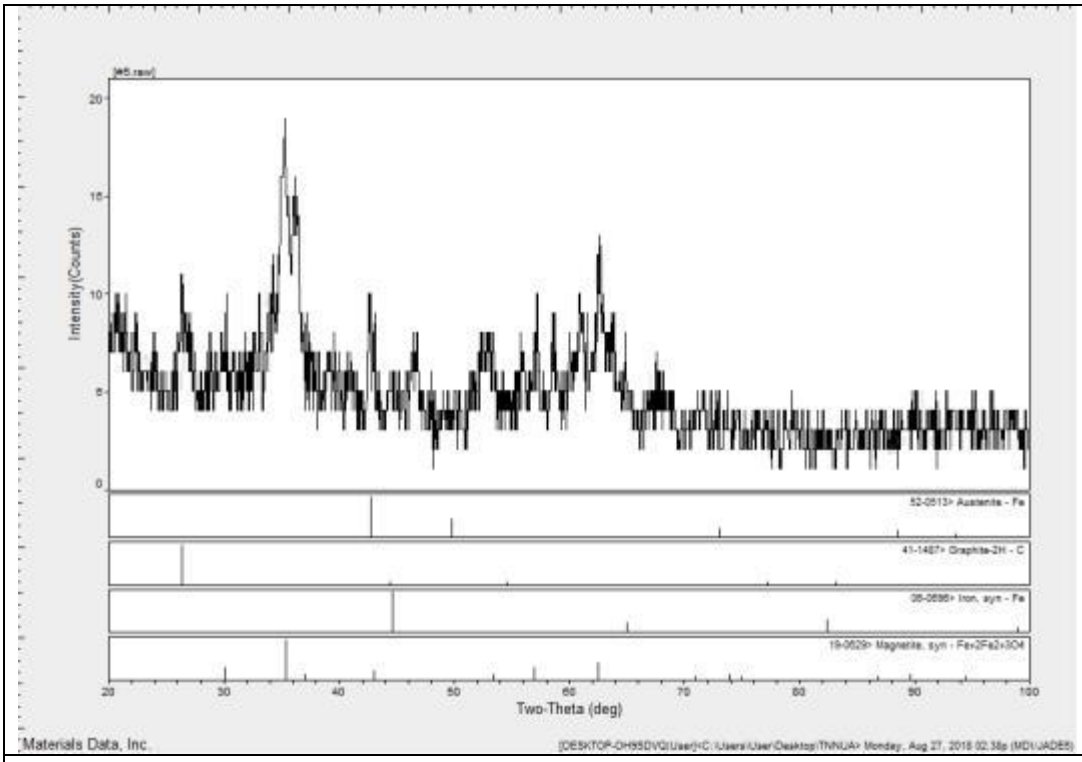


圖 141 典 5447 XRD 檢測結果圖

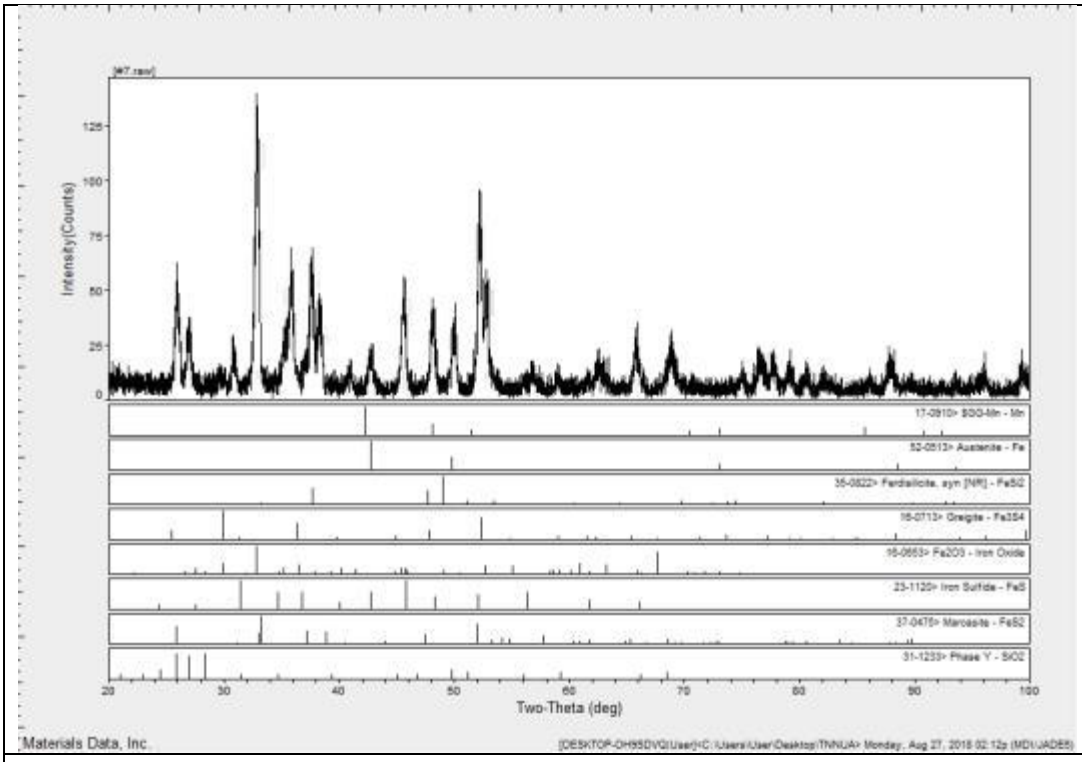


圖 142 典 5449 XRD 檢測結果圖

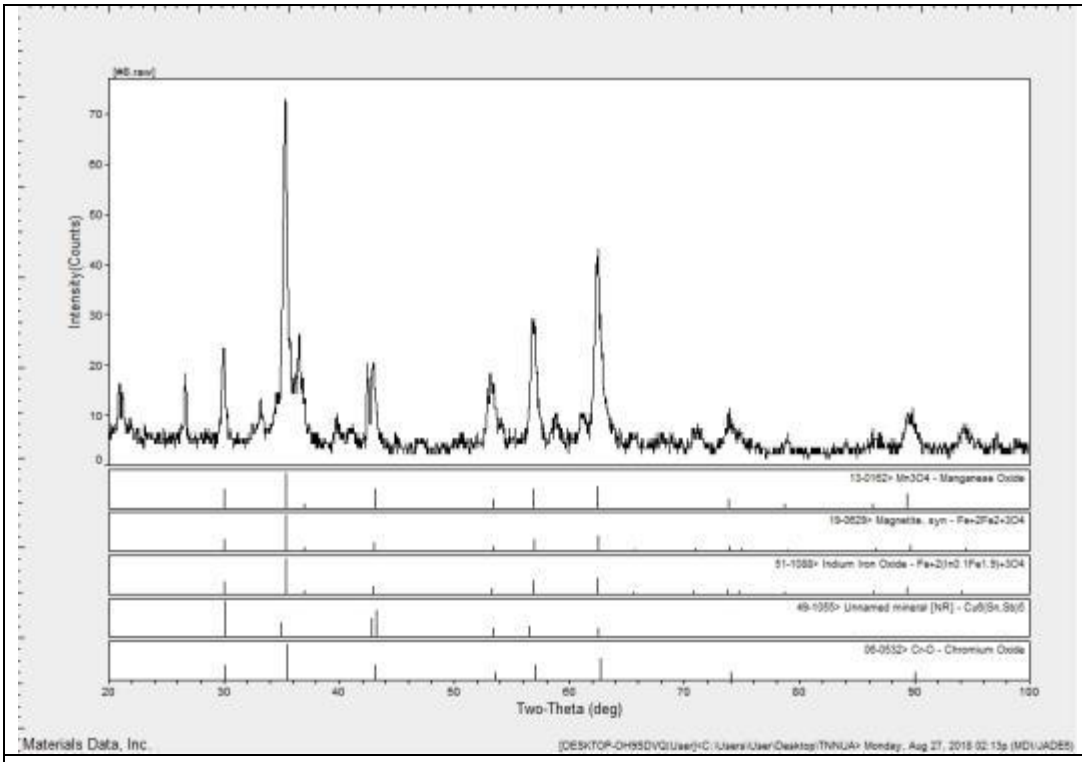


圖 143 典 5101 XRD 檢測結果圖

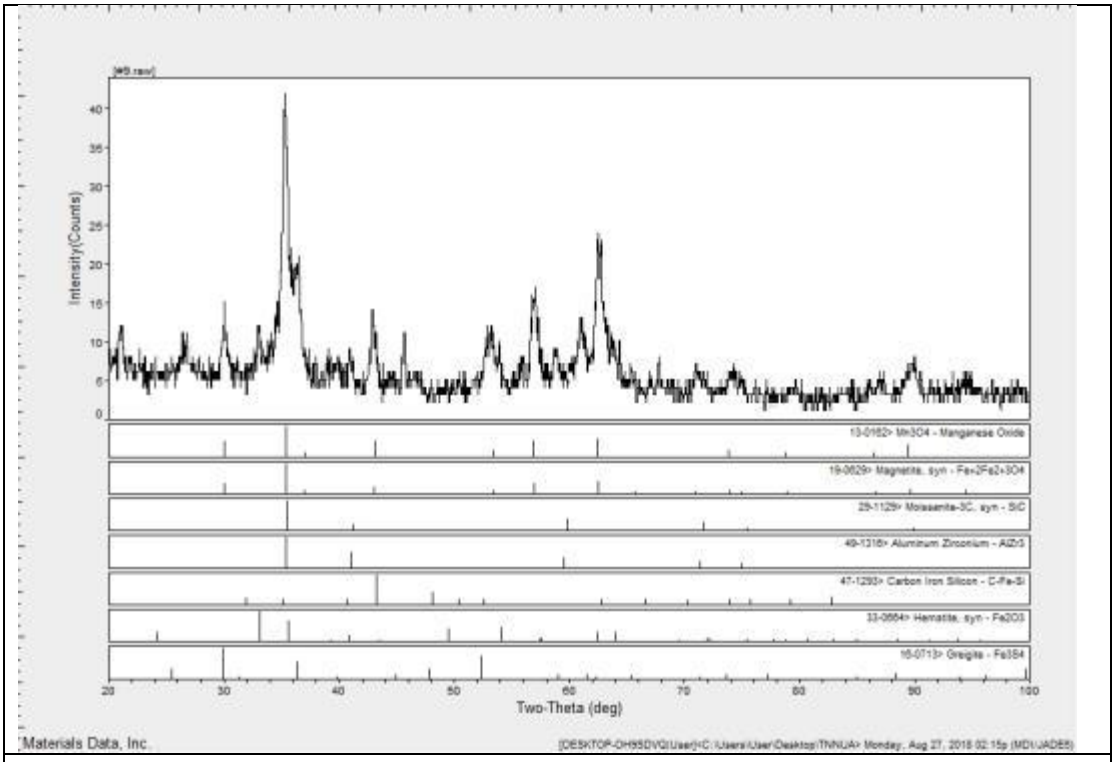


圖 144 （P-8）XRD 檢測結果圖

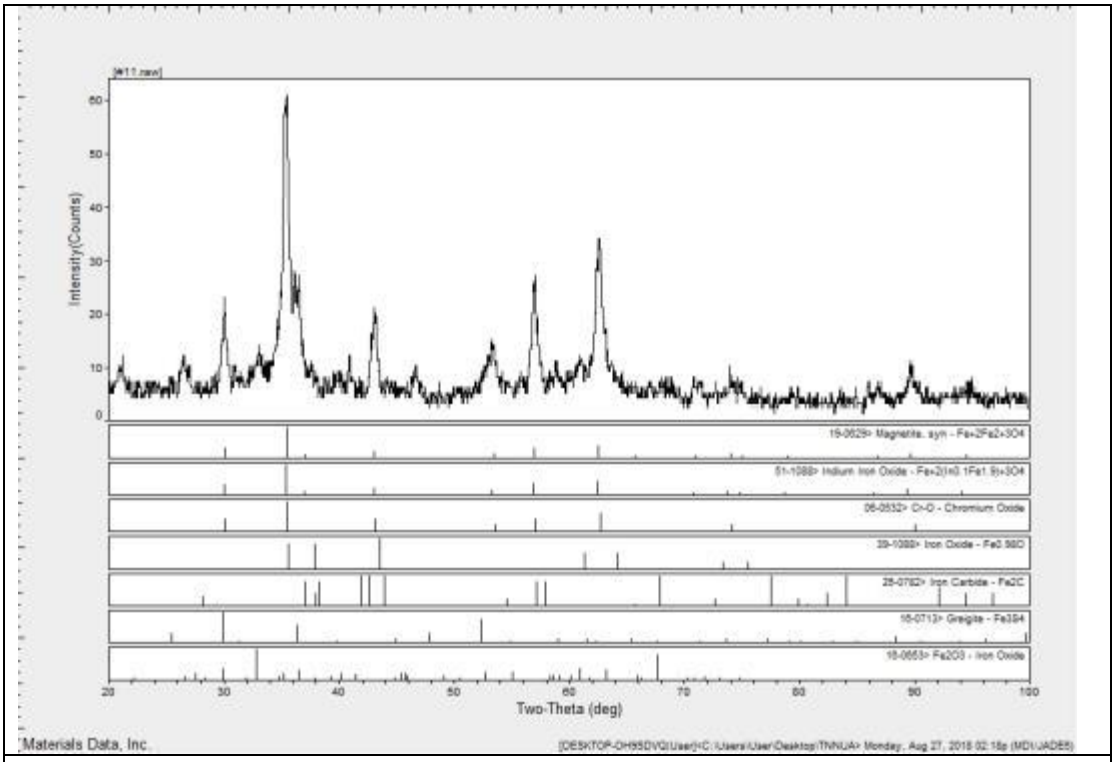


圖 145 典 2433 XRD 檢測結果圖

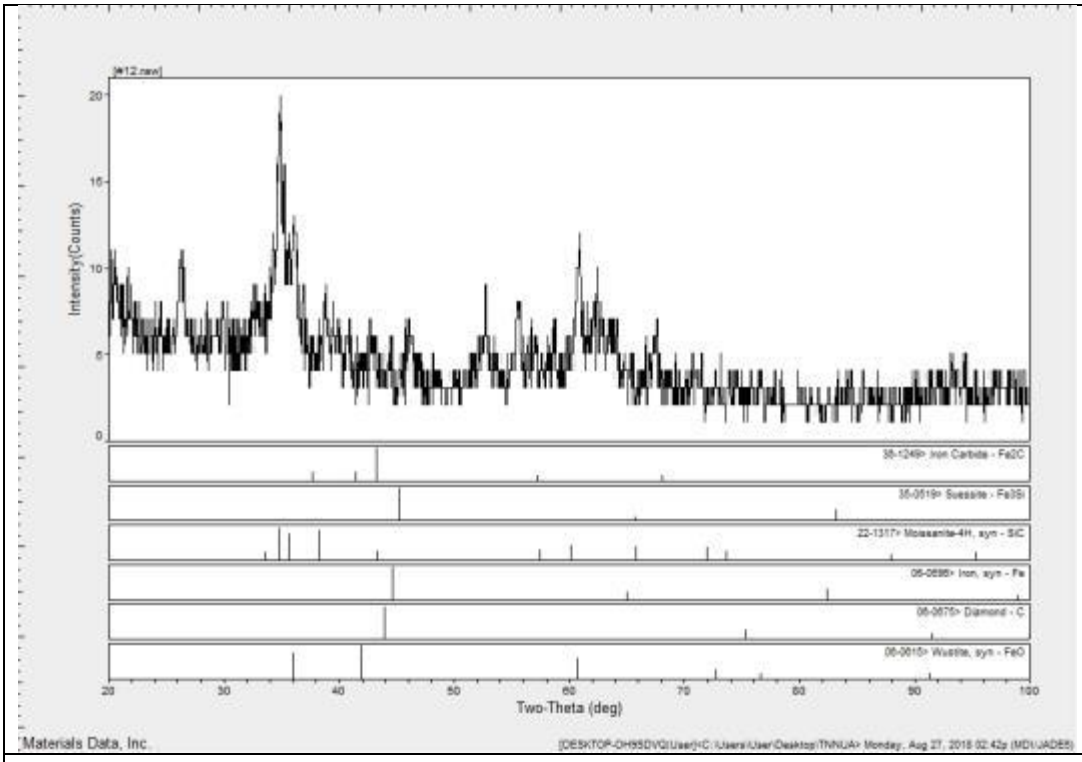


圖 146 典 2431 XRD 檢測結果圖

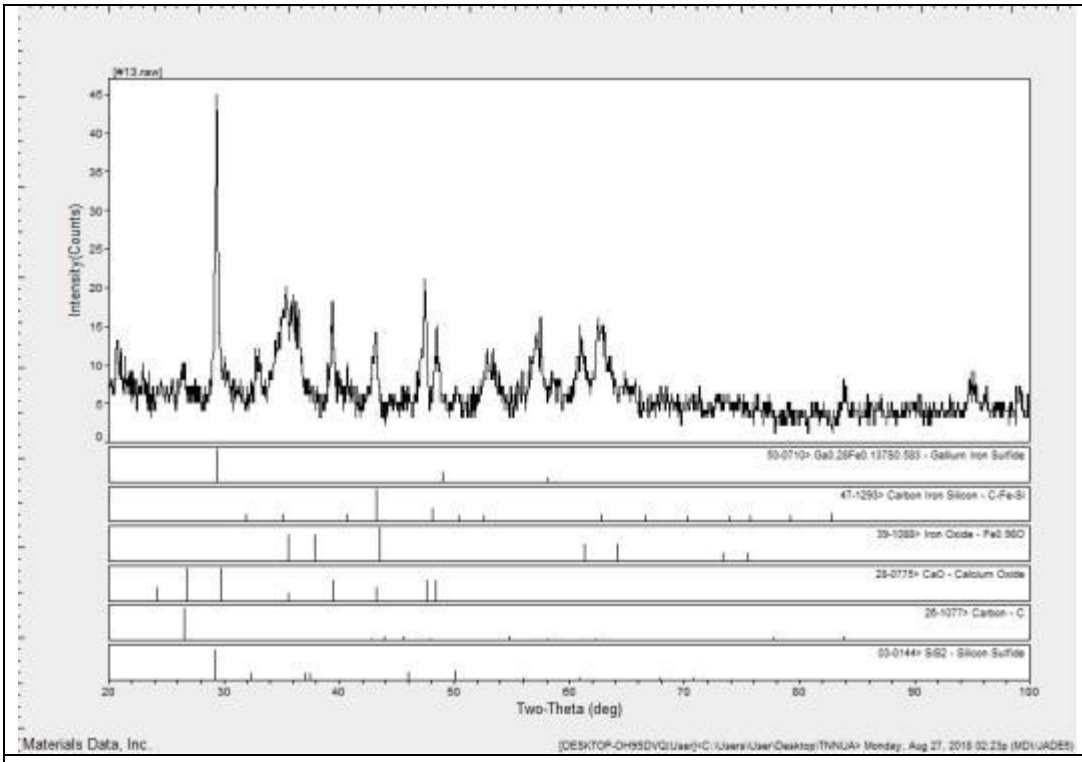


圖 147 典 2432 XRD 檢測結果圖

本次檢測結果如表格 13 所示，十門古砲取樣因多為鐵鏽等氧化物，因此大多都可見測出鐵和氧之相關化合物如磁鐵礦、二矽鐵礦、赤鐵礦、氧化鐵、方鐵礦，而錳、硫、碳、鉛、鈣、鉻[22]、鈷[23]元素為鑄鐵鑄造時所添加之少量元素或本身即帶有之元素，可能為鏽層產生使其產生化學變化而產生之化合物，另外於典 5446、典 5447、典 5449 檢測出沃斯田鐵，其為鑄鐵之顯微組織[24]。

本案古砲長期置於戶外空間中，檢測結果中，氮、矽、硒之化合物可能主要來自大氣中之元素，矽為空氣中粉塵之主要元素，而硒主要可能因有燃燒煤和石油而進入空氣中，經傳播而少量附著於古砲表面而檢測出，[25]或為古砲之鑄鐵微量元素。

而其他元素如鎵、銅、銦、鋁等相關化合物等元素目前推測可能為空氣中之微塵汙染物或其他等因素所附著於表面上。

表格 14　XRD 檢測結果統計表

編號	典藏編號	漆層	檢測結果
1	典 2438	無	白硒鐵礦 Ferroselite（$FeSe_2$）、斜方碲鈷礦 Mattagamite（CoTe）、白硒鈷礦 Hastite（$CoSe_2$）
2	典 5444	有	$Fe+2(In_{0.1}Fe_{1.9})+3O_4$、磁鐵礦 magnetite（$Fe+2Fe_2+3O_4$）、氧化錳 manganese oxide（$Mn_3O_4$）
3	典 5445	有	磁鐵礦 magnetite（$Fe+2Fe_2+3O_4$）、疊氮化鉛(II) lead azide（$PbN_{2.5}$）、銅鐵硫化物 potassium copper iron sulfide（$KCuFeS_2$）、$Cr_{0.8}FeGa_{1.2}Se_4$
4	典 5446	有	Hf_2InC、奧氏體/沃斯田鐵 austenite(Fe)、石英 quartz(SiO_2)、石墨烯 2H 型 graphite-2H（C）、硫化鐵 iron sulfide（FeS）、錳 manganese（Mn）
5	典 5447	有	奧氏體/沃斯田鐵 austenite（Fe）、石墨烯 2H 型 graphite-2H（C）、鐵 iron（Fe）、磁鐵礦 magnetite（$Fe+2Fe_2+3O_4$）
7	典 5449	有	錳 Mn、奧氏體/沃斯田鐵 austenite(Fe)、二系鐵礦 Ferdisilicite（$FeSi_2$）、硫複鐵礦 Greigite（Fe_3S_4）、硫化鐵 iron sulfide（Fe_2O_3）、硫化鐵 iron sulfide（FeS）、白鐵礦 marcasite（$FeSe_2$）、SiO_2

[22] 鉻。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 25 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%AC。

[23] 鈷。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 25 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%92%B4。

[24] 沃斯田鐵。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 25 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A5%A5%E6%B0%8F%E4%BD%93。

[25] 硒。國家環境毒物研究中心。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/toxfaq_detail_mobile.php?id=80。

8	典 5101	有	四氧化三錳 manganese oxide（Mn_3O_4）、磁鐵礦 magnetite（$Fe+2Fe_2+3O_4$）、礦物 $Fe+2(In_{0.1}Fe_{1.9})+3O_4$、$Cu_6(Sn,Sb)_5$、一氧化鉻 chromium oxide（Cr-O）
9	（P-8）	無	四氧化三錳 manganese oxide（Mn_3O_4）、磁鐵礦 magnetite（$Fe+2Fe_2+3O_4$）、碳化矽 moissanite-3C（SiC）、鋁鋯複合物 aluminum zirconium（$AlZr_3$）、C-Fe-Si、赤鐵礦 hematite（Fe_2O_3）、四硫化三鐵 greigite（Fe_3S_4）
11	典 2433	無	磁鐵礦 magnetite（$Fe+2Fe_2+3O_4$）、礦物 $Fe+2(In_{0.1}Fe_{1.9})+3O_4$、一氧化鉻 chromium oxide（Cr-O）、氧化鐵 iron oxide（$Fe_{0.98}O$）、碳化鐵 iron carbide（Fe_2C）、四硫化三鐵 greigite（Fe_3S_4）、三氧化二鐵 iron oxide（Fe_2O_3）
12	典 2431	無	碳化鐵 iron carbide（Fe_2C）、矽三鐵礦 suessite（Fe_3Si）、莫桑石/天然碳化矽晶體 moissanite-4H（SiC）、鐵（Fe）、鑽石/碳（C）、方鐵礦 wustite（FeO）
13	典 2432	無	$Ga_{0.28}Fe_{0.137}S_{0.583}$、C-Fe-Si、氧化鐵 iron oxide（$Fe_{0.98}O$）、氧化鈣 calcium oxide（CaO）、碳（C）、硫化矽 silicon sulfide（SiS_2）

七. IC 離子層析初步檢測

鐵質文物中，鹽（氯離子）的存在是使其劣化之重要因素之一，因其能加速腐蝕速度，因此若鐵質文物中含有鹽應施作脫鹽程序。為瞭解十三門古砲是否含有鹽，本案施作塗敷脫鹽法取得吸附古砲內含離子成份之纖維素粉，送離子層析儀分析確認內含之離子成份。

檢測所用之離子層析儀型號為 Dionex ICS-1600，詳細規格可參考表格 15。因纖維素粉為經純化且微小晶狀之粉末，因此吸附後所檢測出物質應皆屬古砲，根據離子層析檢測結果以確認脫鹽方式。



圖 148 Dionex ICS-1600 離子層析儀[26]

表格 15 Dionex ICS-1600 離子層析儀規格[27]

Pump 操作壓力	0-35 MPa (0-5000psi)
流速	0.00 ~ 5.00 ml/min 以 0.01 ml/min
數位式訊號	0~15000 uS/cm
解析度	0.00238 nS/cm
內建管柱恆溫箱溫度	30 ~ 60℃
操作方式	觸控式 LCD 面板
裝置	光學式漏液偵測
系統規格	支援 RFIC 系統 RFC-30
管柱	2mm, 3mm, 4mm 陰、陽離子

[26] ICS-1600。Thermo Fisher。民國 107 年 8 月 26 日，取自：http://www.thermofisher.com.tw/products/show.aspx?pid=114&kid=10,11,129。

[27] ICS-1600。Thermo Fisher。民國 107 年 8 月 26 日，取自：http://www.thermofisher.com.tw/products/show.aspx?pid=114&kid=10,11,129。

本施作所使用之纖維素粉為 KREMER Arbocel BC200，使用純水調製成糊狀取適量塗敷於古砲表面，塗敷表面面積約 10x10 平分公分，，待水份完全蒸散後乾後取下置於夾鏈袋並經烘箱乾燥後，浸泡於 400 毫升之去離水中並定期攪拌，4 天後取樣分析水中之鹽含量。[28]

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖 149 將古砲表面漆層去除</td><td>圖 150 表面漆層除去欲測試部份</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖 151 調製纖維素粉</td><td>圖 152 塗敷於古砲表面</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖 153 靜置至纖維素粉水份蒸散</td><td>圖 154 取下保存於夾鏈袋</td></tr>
</table>

檢測結果整理如下表格 16，假設鹽害在鐵砲表面為均勻分布，對表面孔洞較少、無裂隙之均質鐵砲而言，本檢測的採樣方式與實際的含鹽量較為接近，但明顯有大範圍孔洞與裂隙散布的#4、#6、#9、#10 等古砲，本檢測法可能會低估其真實的鹽害程度。因此實際的脫氯時間，會視脫氯期間氯離子濃度檢測結果判斷。

[28] 中國文化遺產研究院（2006）。鐵質文物綜合保護技術研究。北京：中國文物局。

表格 16　氯離子檢測結果

古砲編號									
#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#11	#12	#13
Cl^- 檢　驗　值 (mg/L)									
15.4	16.5	71.2	**133**	15.7	**146**	59	7.45	7.79	5.4

根據檢測結果，#4、#6 其氯鹽檢測值均超過 100ppm，需浸泡於鹼液中溶出內含氯鹽，其他砲體之氯離子檢測值皆低於 100ppm，但為避免鹽害分布不均造成的誤差，所有古砲均浸置於鹼液中至少兩個月，期間亦持續監測氯離子濃度。

八. 漆層組成分析

本案部分古砲表面有塗佈漆層，大抵包含黑色漆與橘紅漆兩層，為了解漆層組成成分，本團隊採用 SEM/EDS 做為檢測方法，分析元素組成特徵，初步瞭解為何種漆料。其規格名稱如圖 157 所示。SEM 為電子顯微鏡，可細緻呈現分析樣本的表面結構與特徵，EDS 則與 XRF 同樣使用 X 射線技術半定量分析元素的組成與比例，與 XRF 不同的是，EDS 是以電子束撞擊樣本產生 X 射線的特徵光譜，且搭配 SEM 使用，可做點狀（Spot）、線狀（Line）與範圍（Mapping）分析。



圖 155　掃描試電子顯微鏡儀器[29]

[29] Phenom Pro Suite 應用系統。璟騰科技有限公司。民國 107 年 1 月 14 日，取自：http://www.emtech.com.tw/product_phenom_pro_suite.html。

表格 17 掃描式電子顯微鏡規格

主機	電子槍	六硼化鈰（CeB6）或六硼化鑭（LeB6）燈絲
	偵測系統	高感度四分割半導體背散射電子，後續由主機預留空間擴充二次電子
	光學顯微鏡放大倍率	20 – 135X 以上
	電子顯微鏡放大倍率	80 – 150,000X 以上
	解析度	<10nm（BSED） <8nm（SED）
	數位變焦	最大 12 倍
	加速電壓	5KV - 15KV 以上
	樣本規範	直徑 23mm，厚度 28mm 以上
元素分析	偵測器種類	矽飄移偵測器
	偵測器面積	25mm2 以上
	能量解析度	Mn Kα ≦137eV 以下
	元素偵測範圍	B – Am

其分析流程為將待測樣品以碳膠帶黏著固定於標準載台上，吹去表面粉塵後將載台置入儀器中開始分析，先以光學顯微模式選取要分析的範圍後，轉換至電子顯微模式，再使用 EDS 分析軟體點選測點或測線分析其元素組成。如圖 156 至圖 159 所示。



圖 156　樣品載台



圖 157　放入儀器中分析

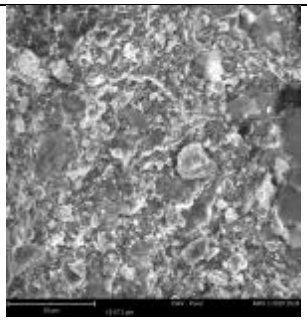


圖 158　SEM 分析

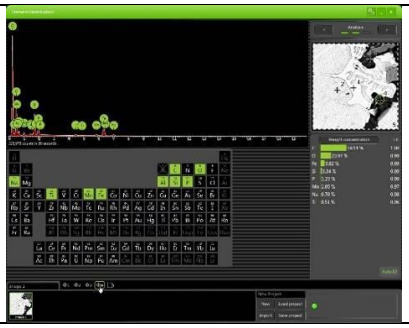


圖 159　EDS 分析

由於從顏色判斷漆層種類包含黑色、橘紅色兩種，因此本次檢測分別從#1、#4 兩門砲採取漆層樣本，其結果整理如圖 160 至圖 180、表 18 至表 24 所示。

（一）橘紅漆檢測結果

#1 橘紅漆主要依據電子顯微圖像中的明暗差異選取測點，如圖所示，spot-#1 測點較暗，spot-#2 較為明亮。

檢測結果顯示除了普遍存在於氧化物的氧（O）以外，spot-#1 所含碳（C）成分達 34.23wt%，其次為鉛（Pb）14.07wt%與鈣（Ca）11.78wt%；spot-#2 成分相對單純，主要元素鉛高達 81.88wt%。

#4 的橘紅漆也顯示了類似的結果，同樣以明暗差異選取測點，除了 spot-#1 的成分較為不同外，其餘測點均顯示元素組成的重量百分比以鉛最高，含量在 46.12wt%至 52.31wt%之間。

而從#4 的範圍（mapping）檢測結果可觀察到，鉛幾乎是全範圍分布（圖 172），而 spot-#1 所測得之高含量的矽（Si）僅富集在 spot-#1 附近（圖 173）。

從上述分析結果可以了解到，橘紅漆的主要成分除了碳氫氧所構成的油漆樹酯外，還添加了以鉛氧化物為主的成分，如鉛丹（Pb_3O_4）等，如此高含量的鉛氧化物，可能為一般常塗佈於鐵器上防鏽的傳統紅丹漆。

（二）黑漆檢測結果

黑漆為塗佈於橘紅漆外的漆層，#4 的黑漆檢測同樣以明暗差異選取測點，由明到暗依序為 spot-#1> spot-#2> spot-#3> spot-#4，從#4 黑漆的重量百分比圖（圖 177）可以明顯觀察到，相對重的元素鋇（Ba）逐漸減少，相對輕的元素碳則逐漸增加，總體而言與橘紅漆在成份上有明顯的區別，除碳氧以外，最主要的元素為鋇，含量介在 10.05wt%至 58.87wt%之間。

此外尚可觀察到，鋇與硫（S）的組成比例存在高度正相關，兩成分之重量百分比變化的相關係數（correlation coefficient）高達 0.999，此一結果顯示，黑漆除了油漆樹酯外，可能添加的成分為硫酸鋇（$BaSO_4$），但硫酸鋇添加於漆料中的成色為白色，存在於黑色漆中可能原因為更高比例的碳黑（碳與氧化鐵）控制了漆料主要的成色，而硫酸鋇則僅作為無著色力的填充顏料（extender pigment）存在於油漆中。

表格 18　#1 橘紅漆點狀檢測結果

element	at%		wt%	
	spot#1	spot#2	spot#1	spot#2
C (Carbon)	51.08	37.53	34.23	6.97
O (Oxygen)	39.54	33.63	35.29	8.32
Mg (Magnesium)	1.03	--	1.4	--
Si (Silicon)	1.11	--	1.74	--
Cl (Chlorine)	0.75	--	1.48	--
Ca (Calcium)	5.27	--	11.78	--
Fe (iron)	--	3.28	--	2.83
Pb (Lead)	1.22	25.56	14.07	81.88

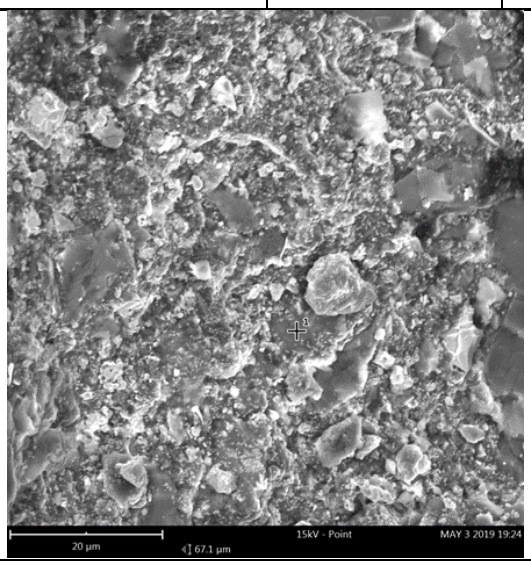


圖 160　#1 橘紅漆點狀檢測-spot#1

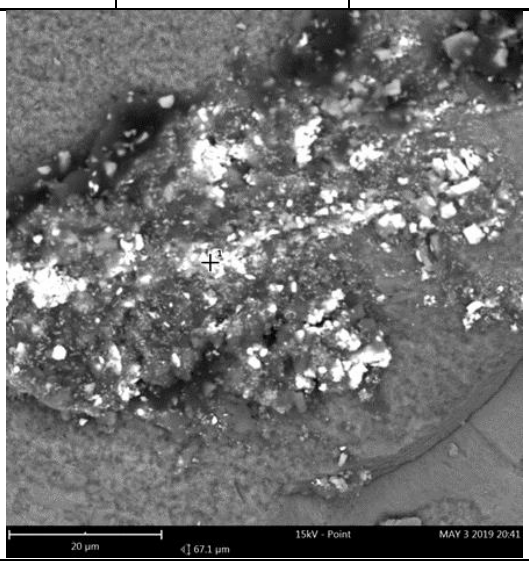


圖 161　#1 橘紅漆點狀檢測-spot#2

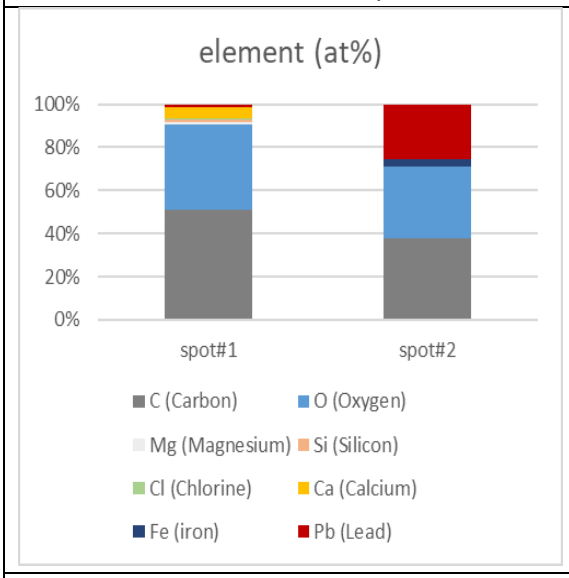


圖 162　#1 橘紅漆原子百分比

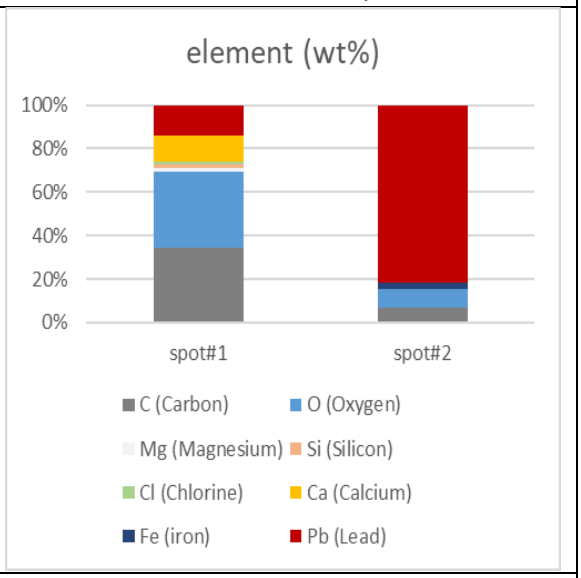


圖 163　#1 橘紅漆重量百分比

表格 19　#4 橘紅漆點狀檢測結果（wt%）

element (wt%)	spot#1	spot#2	spot#3	spot#4
C (Carbon)	11.15	10.16	13.64	14.05
O (Oxygen)	40.07	20.38	23.4	20.83
Si (Silicon)	34.18	1.43	1.62	1.84
Ca (Calcium)	--	3.44	3.11	1.41
Fe (iron)	--	5.26	5.75	4.54
Cr (Chromium)	--	--	1.92	1.56
Br (Bromine)	--	2.01	--	2.19
Pb (Lead)	14.6	52.31	49.12	46.12

表格 20　#4 橘紅漆點狀檢測結果（at%）

element (at%)	spot#1	spot#2	spot#3	spot#4
C (Carbon)	19.67	31.8	35.98	39.14
O (Oxygen)	53.05	47.89	46.34	43.57
Si (Silicon)	25.79	1.91	1.83	2.2
Ca (Calcium)	--	3.23	2.46	1.18
Fe (iron)	--	3.54	3.26	2.72
Cr (Chromium)	--	--	1.17	1.01
Br (Bromine)	--	0.94	--	0.92
Pb (Lead)	1.49	9.49	7.51	7.45

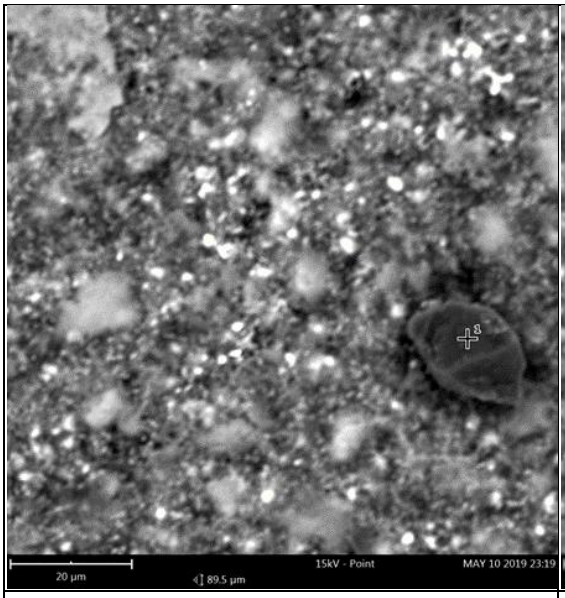


圖 164　#4 橘紅漆點狀檢測-spot#1

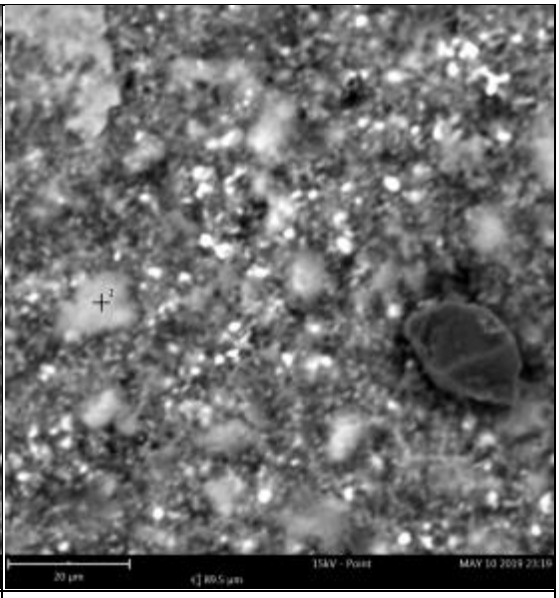


圖 165　#4 橘紅漆點狀檢測-spot#2

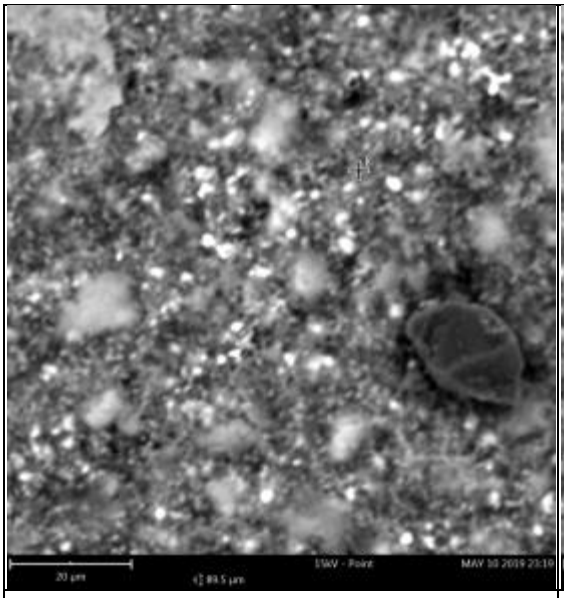


圖 166　#4 橘紅漆點狀檢測-spot#3

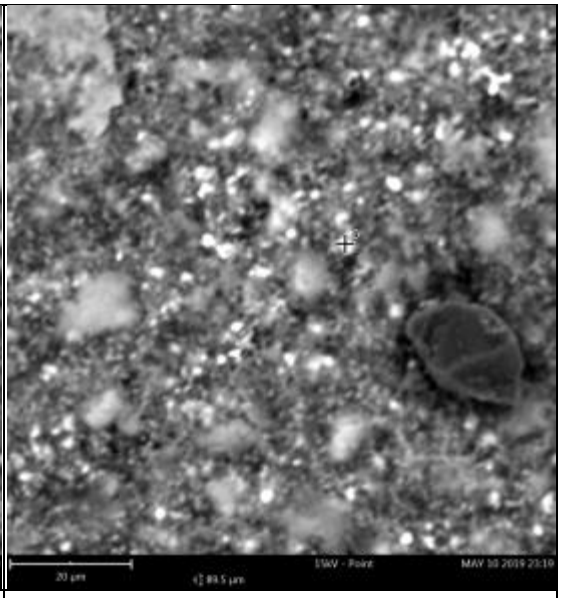


圖 167　#4 橘紅漆點狀檢測-spot#4

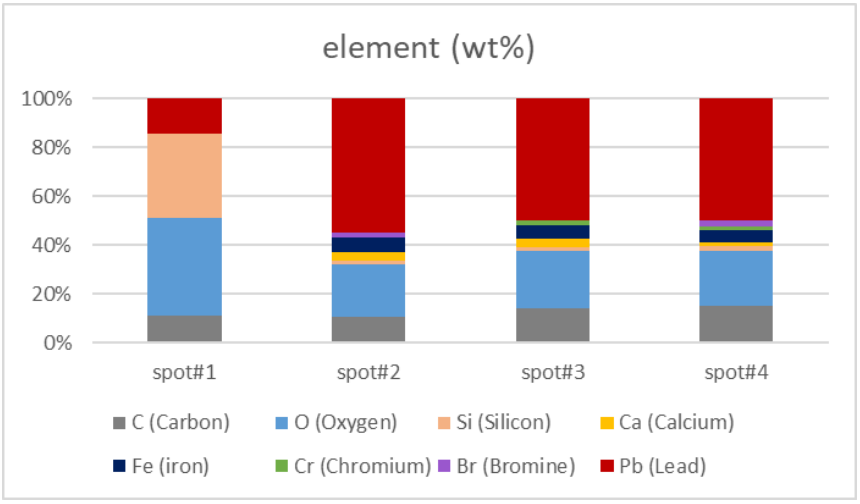


圖 168　＃４橘紅漆元素重量百分比

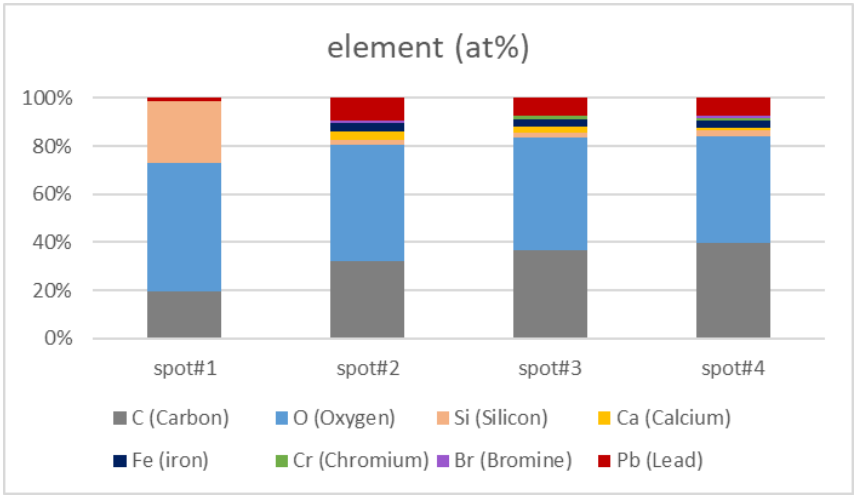


圖 169　＃４橘紅漆元素原子百分比

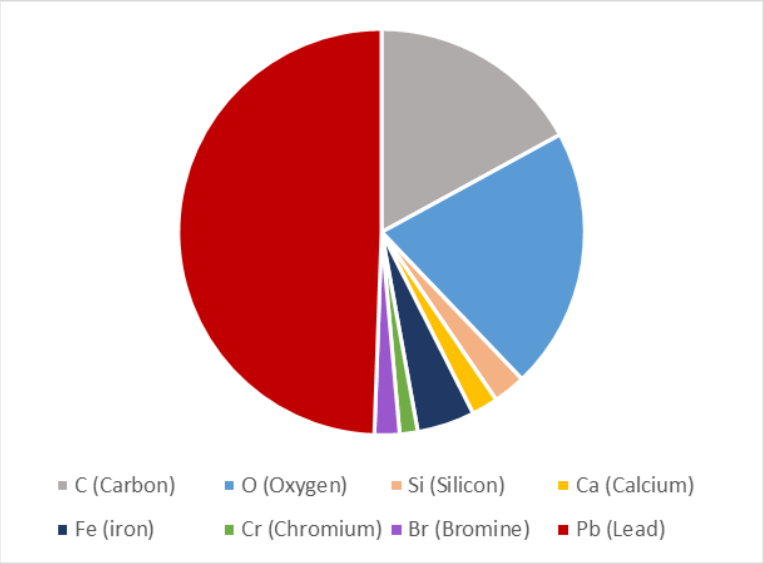


圖 170　#4 紅漆範圍檢測之元素重量百分比

表格 21　#4 橘紅漆範圍檢測結果

element	(at%)	(wt%)
C (Carbon)	43.65	16.98
O (Oxygen)	40.10	20.78
Si (Silicon)	2.83	2.58
Ca (Calcium)	1.61	2.09
Fe (iron)	2.52	4.56
Cr (Chromium)	0.85	1.44
Br (Bromine)	0.76	1.98
Pb (Lead)	7.34	49.27

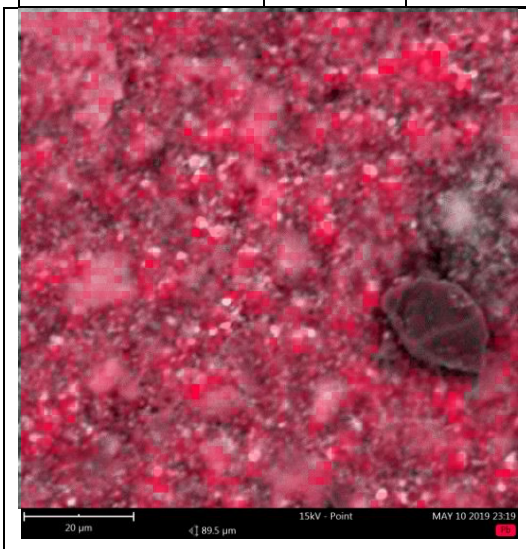


圖 171　#4 橘紅漆範圍檢測（Pb）

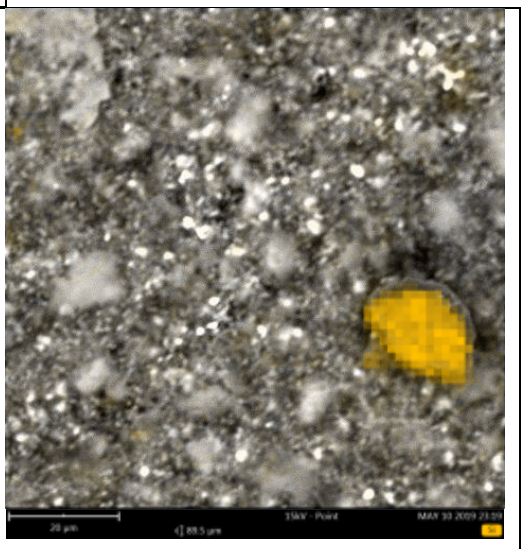


圖 172　#4 橘紅漆範圍檢測（Si）

表格 22　#4 黑漆點狀檢測結果（wt%）

element (wt%)	spot#1	spot#2	spot#3	spot#4
C (Carbon)	6.64	19.49	25.79	48.44
O (Oxygen)	18.73	14.5	21.9	21.36
Al (Aluminium)	0.6	2.05	--	0.72
Si (Silicon)	0.77	2.18	2.62	1.16
S (Sulfur)	8.31	5.68	3.22	1.74
Cl (Chlorine)	2.74	10.55	9.7	8.17
Fe (iron)	3.34	4.23	9.22	8.37
Ba (Barium)	58.87	37.14	19.39	10.05

表格 23　#4 黑漆點狀檢測結果（at%）

element (at%)	spot#1	spot#2	spot#3	spot#4
C (Carbon)	21.29	45.93	49.29	67.85
O (Oxygen)	45.06	25.67	31.41	22.47
Al (Aluminium)	0.85	2.15	--	0.45
Si (Silicon)	1.06	2.2	2.14	0.7
S (Sulfur)	9.97	5.01	2.3	0.91
Cl (Chlorine)	2.97	8.42	6.28	3.88
Fe (iron)	2.3	2.14	3.79	2.52
Ba (Barium)	16.5	7.66	3.24	1.23

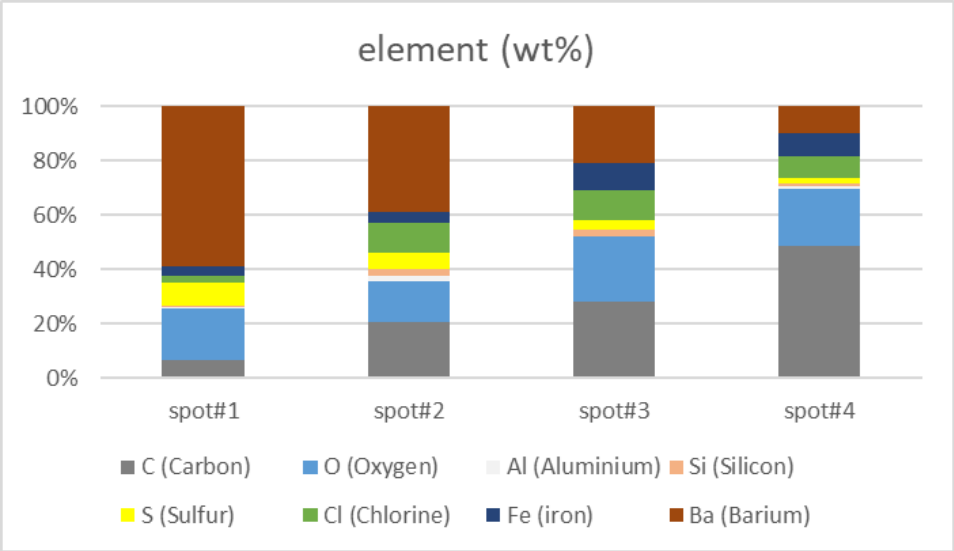


圖 173　#4 黑漆元素重量百分比

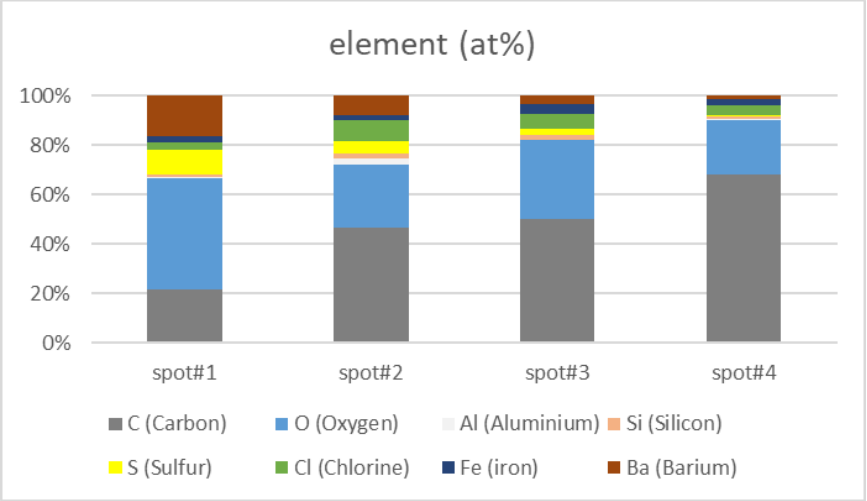


圖 174　#4 黑漆元素原子百分比

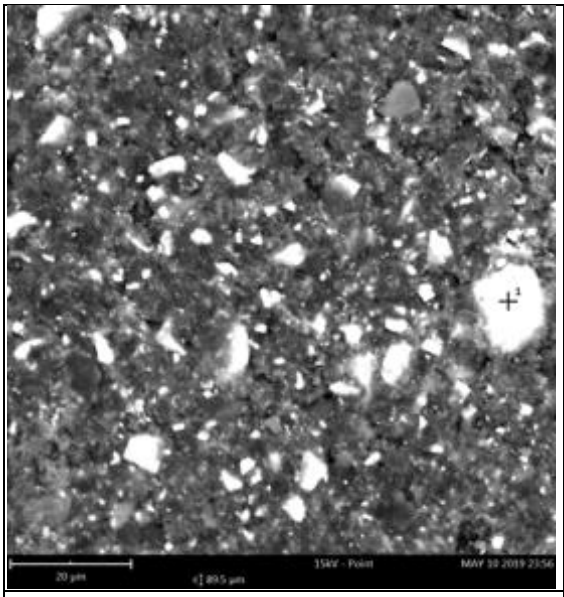


圖 175　#4 黑漆點狀檢測-spot#1

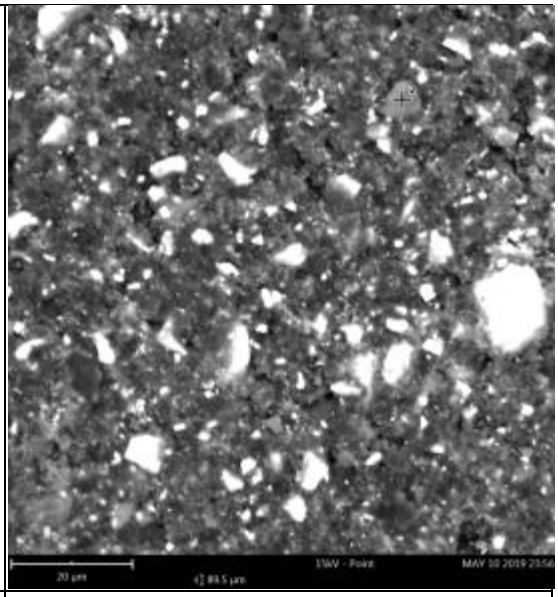


圖 176　#4 黑漆點狀檢測-spot#2

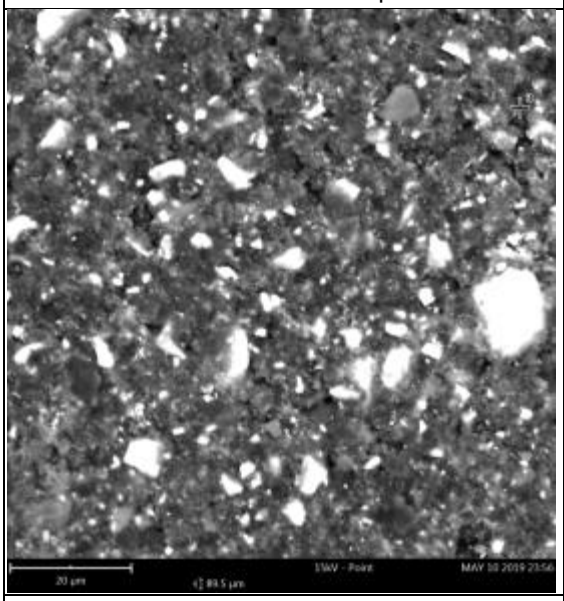


圖 177　#4 黑漆點狀檢測-spot#3

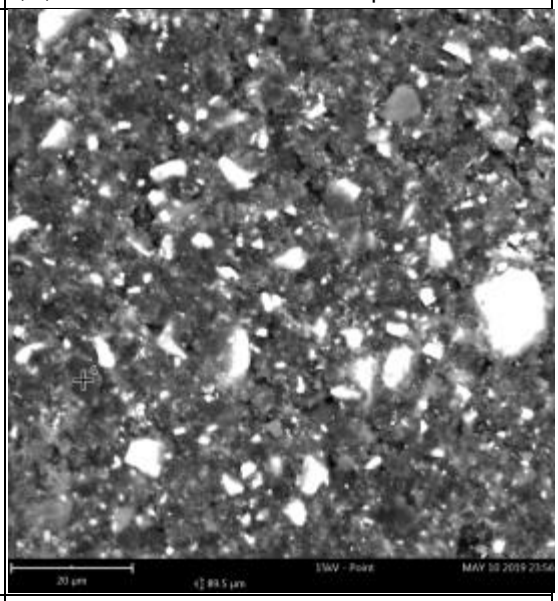


圖 178　#4 黑漆點狀檢測-spot#4

表格 24　#4 黑漆範圍檢測結果

element	(wt%)	(at%)
C (Carbon)	40.98	64.91
O (Oxygen)	19.36	23.02
Al (Aluminium)	1.37	0.97
Si (Silicon)	1.56	1.06
S (Sulfur)	3.36	1.99
Cl (Chlorine)	6.32	3.39
Fe (iron)	2.55	0.87
Ba (Barium)	23.39	3.24

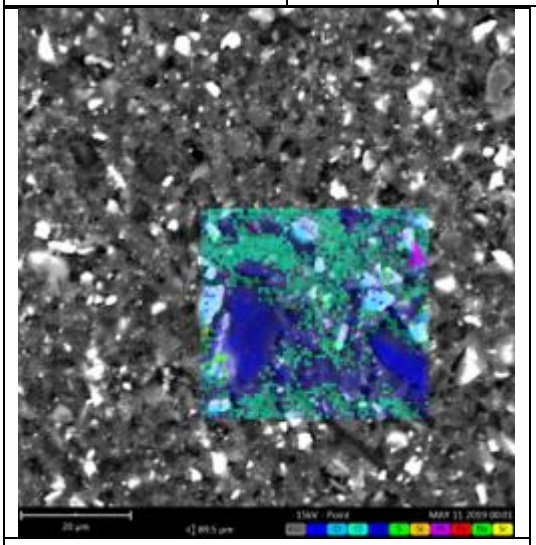


圖 180　#4 黑漆範圍檢測

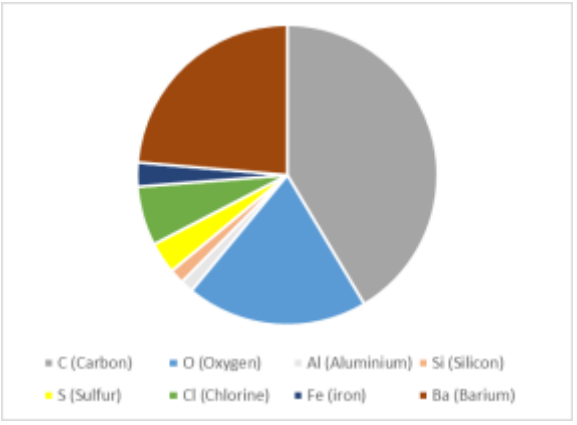


圖 179　#4 黑漆範圍檢測之元素重量百分比

九. #6 內外層組成元素分析

X 射線螢光光譜儀（X-ray Fluorescence Spectrometer，簡稱：XRF 光譜儀），是一種快速的、非破壞式的物質測量方法，被廣泛用於元素分析和化學分析，特別是在無機物，金屬，玻璃，陶瓷和建材的調查和研究。

近代 XRF 的分析在考古與藝品文物上的應用日漸廣泛，本團隊所使用的手持式 XRF 因攜帶便利，在實驗室外的大型物件也能做現場檢測，不必另外採取樣本，也不會因此對文物造成破壞。



圖 181 手持式 XRF

- 名稱：X 射線螢光元素分析儀(XRF)
- 規格：Olympus Innov-X DELTA-D50
- 功能：利用特殊鋁合金加銅加強散熱及阻擋輻射線，可選用八種濾波器分別針對不同元素使用不同濾波器，測試過程為輻射感應，對文物不會造成損傷。

Alloy mode																		
Group period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

Lanthanide	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Actinide	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

圖 182 手持 XRF 之合金模式可分析元素

本次分析由於對象皆為古砲本體的鑄鐵材質，因此設定上皆以合金模式（alloy）進行檢測，主要分析疑似存在雙層構造的古砲，包含#6、#9、#10等，這三門砲的共同特徵為，外層呈現平行狀裂隙的脆性破壞，部位因破壞處崩落而顯露內層。噴砂除鏽後則在漆層下顯露白色物質（圖 183），堅硬難以移除，疑似前次修復所使用不可逆填補材對裂隙進行加固。



圖 183　#6 砲身所呈現之裂隙破壞



圖 184　使用 XRF 進行非破壞檢測

編號典 5448（#6）與#9 古砲 XRF 檢測結果

編號典 5448（#6）的古砲在移除表面的漆層與米白色填補物質後，從砲口正面觀察可見疑似內、外雙層又不同鑄鐵成分之結構（圖 186），而砲體則呈現型態不同的腐蝕破壞，如圖所見，砲口與前身部位疑似外層因腐蝕而剝落，顯露內層。在破壞的特徵上，外層為平行狀的裂隙破壞，部分區域有空鼓，已和內層分離；內層則多為腐蝕孔洞的破壞，集中於砲口側與前身。



圖 185　#6 破壞特徵（腐蝕孔洞）



圖 186　#6 砲口疑似雙層結構

為瞭解典 5448 古砲內外層是否有化學組成上的差異，本團隊使用手持 XRF 檢測其表面元素分布的情形，每個測點間距 5cm 做 4 條測線，檢測前以高壓空氣吹去表面粉塵避免影響結果，如圖所示，測線 A 從砲口側檢測至砲尾鈕；測線 B 從古砲前身的左側檢測至右側；測線 C 從砲口正面做垂直檢測；測線 D 從砲口正面做水平檢測。檢測結果整理如圖 187 至圖 190 所示。

測線 A 與測線 B 的元素檢測結果顯示腐蝕剝落處在剝落層較厚的區域，其鐵（Fe）含量皆在 97wt%以上，其餘測得元素皆小於 1wt%。剝落層愈淺，矽（Si）、鋁（Al）的含量隨之增加，最高達 3.86wt%（Si）與 5.19wt%（Al）。裂隙破壞處的鐵含量則在 95wt%以下，最低點出現於砲尾後膛與砲尾鈕邊界處，僅 65.46wt%，同時也是矽、鋁含量最高處，分別為 16.65wt%（Si）、15.08wt%（Al）。從上述結果可觀察到，典 5448 古砲的元素組成並非均勻分布，且腐蝕剝落處與裂隙破壞處兩者的鐵含量在統計上有顯著差異，表 25、26 為針對兩區域測點的主要組成元素之重量百分比做 t 檢定(t-test)之結果，鐵元素做變異數不同的雙尾獨立雙樣本 t 檢定，兩者結果(0.00091、0.00003 ）皆遠小於 p 值（0.05），代表腐蝕剝落處與裂縫填補處的表面組成元素比例有顯著差異。而同樣在#9 古砲的檢測結果中也存在類似的元素組成分布(圖 191、表 28、29)。

中國於春秋戰國時期已使用生鐵(通指含碳量 2.0 - 4.3%之間)，所以熟鐵(通指含碳量約小於 0.02%)之發展時間應為更早，另據黃一農（2011）的文獻報導，明清時期的複合金屬砲在崇禎十年(西元 1637 年)即存在以熟鐵為心、生鐵為體的大砲，清道光二十一年（1841 年）亦可見此類鐵砲，稱「平夷靖寇將軍」，其外層金相分析結果顯示為灰口鑄鐵[30]，其與本案的鑄鐵砲材質相同。

這類複合鐵砲最大的特徵為相較一般鑄鐵砲，低碳至中碳的內腔有較大的韌性，而鑄鐵的外層砲體則容易因擊發砲彈而產生物理性的拉張裂隙，本案鐵砲具有此類應力破壞特徵的鐵砲為#6、#9 與#10，砲體因為裂隙破壞而顯露疑似雙層的結構，其中#9 在過去的檢視紀錄中為道光三年的大砲，加上前述元素檢測結果顯示內層鐵含量平均較外層高，因此推測此三門鐵砲可能為類似工藝技術所製造的複合鐵砲或為鑄造期間所產生的成分微量差異所生。

對鐵砲內外層採樣做金相分析可進一步確認是否存在內外層材料差異，但本案三門鐵砲外層皆因長時間鏽蝕而礦化，較難取得可分析金相的樣本，內層

[30] 黃一農（2011） 明清獨特複合金屬砲的興衰 清華學報 41:1 p.73-p.136

則相對完整，所以無足夠大型鏽塊可以取得，進行未氧化的金屬進行分析，因此推測結論仍待後續相關研究驗證。

表格 25　#6 腐蝕剝落處與裂隙處鐵含量 t 檢定

組別（Fe）	平均值	變異數	t 檢定（p=0.05）
腐蝕剝落	95.43	11.59	0.00091
裂隙	89.61	22.68	

表格 26　#6 腐蝕剝落處與裂隙處矽鋁含量 t 檢定

組別（Si、Al）	平均值	變異數	t 檢定（p=0.05）
腐蝕剝落	2.07	4.23	0.00003
裂隙	6.87	6.40	

表格 27　#6 各元素相關係數表

Si	-0.972							
Zn	-0.018	0.061						
S	0.528	-0.497	0.120					
Pb	-0.440	0.384	0.422	-0.327				
Cu	-0.241	0.251	0.026	-0.140	0.388			
Ti	-0.722	0.728	0.343	-0.477	0.377	-0.075		
Co	-0.316	0.274	0.166	-0.162	0.041	-0.487	0.412	
Al	-0.957	0.878	-0.179	-0.555	0.367	0.235	0.600	0.250
	Fe	Si	Zn	S	Pb	Cu	Ti	Co

表 27 為#6 各元素組的相關係數，顯示兩者之間的線性關係之程度高低，正值為正相關，負值為負相關，結果顯示含量高度相關（紅色）的元素組包括鐵 - 鋁、鐵 - 鈦、鐵 - 矽、矽 - 鋁、矽 - 鈦，其餘組合為中度（黃色）或低度相關（白色）以下。

表格 28　#9 腐蝕剝落處與裂隙處鐵含量 t 檢定

組別（Fe）	平均值	變異數	t 檢定（p=0.05）
腐蝕剝落	97.37	1.85	0.00009
裂隙	90.05	17.58	

表格 29　#9 腐蝕剝落處與裂隙處矽鋁含量 t 檢定

組別（Si、Al）	平均值	變異數	t 檢定（p=0.05）
腐蝕剝落	2.17	1.97	0.00013
裂隙	8.97	16.32	

表格 30　#9 各元素相關係數表

Al	-0.972					
Si	-0.809	0.669				
S	-0.577	0.461	0.479			
P	0.030	-0.047	-0.063	0.114		
Pb	-0.508	0.373	0.530	0.808	0.126	
Ti	-0.626	0.483	0.635	0.905	-0.068	0.755
	Fe	Al	Si	S	P	Pb

表 30 為#9 各元素組的相關係數，顯示兩者之間的線性關係之程度高低，正值為正相關，負值為負相關，結果顯示含量高度相關（紅色）的元素組包括鐵－鋁、鐵－矽、硫－鉛、硫－鈦、鉛－鈦。其餘組合為中度（黃色）或低度相關（白色）以下。

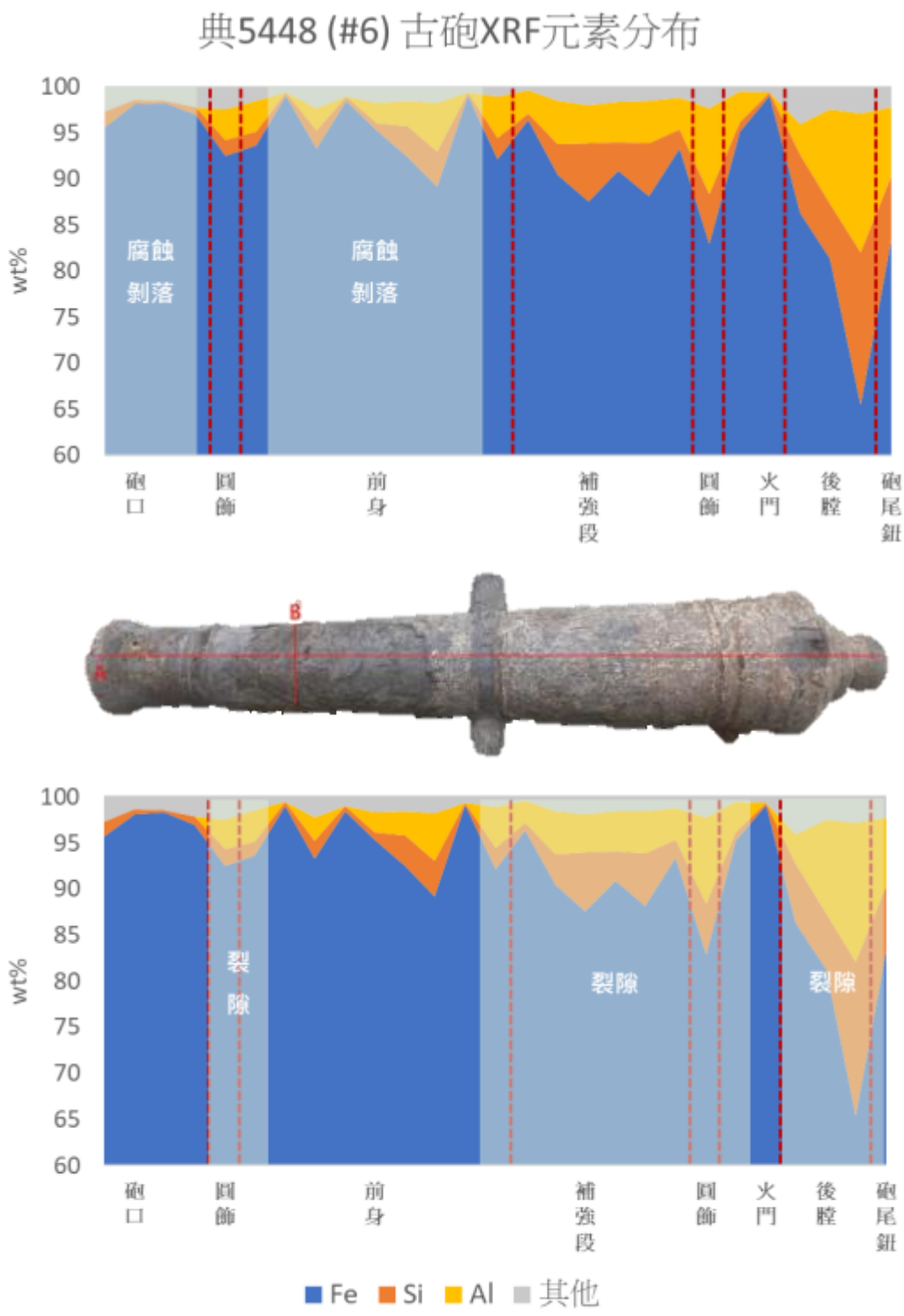


圖 187　典 5448（#6）古砲 XRF 元素分布（測線 A）

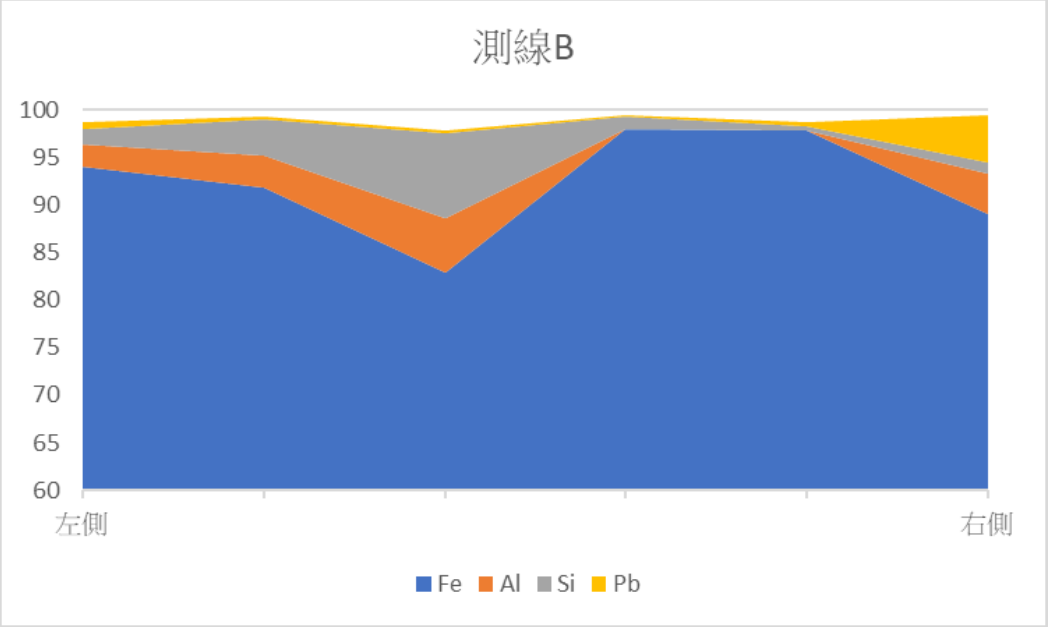


圖 188　典 5448（#6）古砲 XRF 元素分布（測線 B）



圖 189　典 5448（#6）古砲測線 C 與測線 D

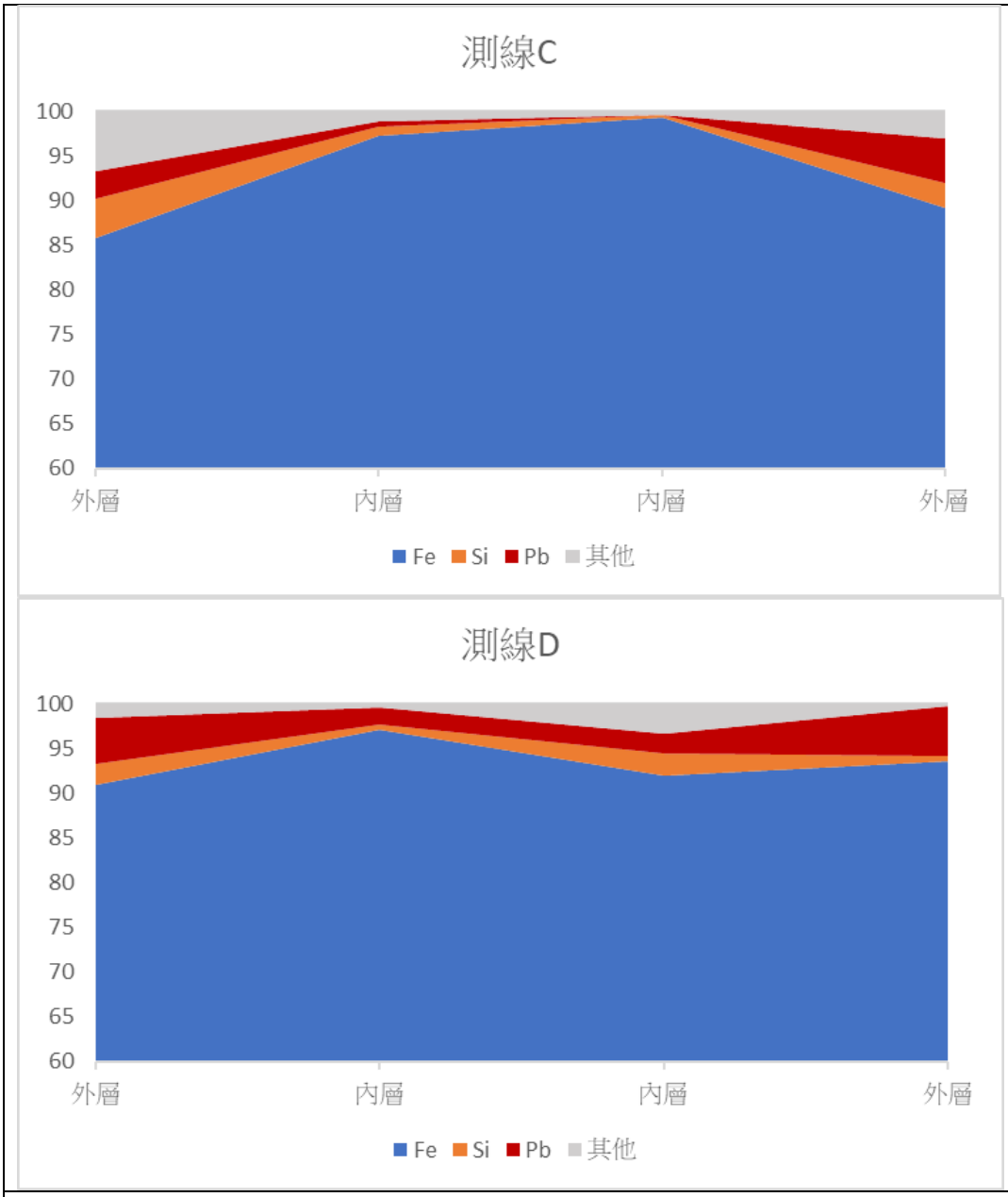


圖 190　典 5448（#6）古砲 XRF 元素分布（測線 C 與測線 D）

表格 31　#6 XRF 原子百分比(at%)檢測結果

at%	Fe	Si	Zn	S	Pb	Cu	Ti	Co	Al
	94.16	3.29	0.71	1.25	0.18	0.22	0.20	0.00	0.00
砲口	97.61	1.07	0.14	0.85	0.11	0.23	0.00	0.00	0.00
	98.24	0.40	0.19	0.54	0.10	0.18	0.00	0.36	0.00
	96.46	1.66	0.31	0.82	0.15	0.10	0.00	0.49	0.00
圓飾	88.97	3.37	0.21	0.00	0.43	0.22	0.28	0.00	6.53
	89.38	2.81	0.16	0.74	0.12	0.16	0.00	0.00	6.64
	98.62	0.79	0.07	0.39	0.02	0.10	0.00	0.00	0.00
	89.71	3.69	0.36	0.82	0.11	0.00	0.00	0.42	4.89
	97.86	1.05	0.09	0.78	0.08	0.14	0.00	0.00	0.00
前身	92.75	1.53	0.36	0.69	0.10	0.22	0.00	0.00	4.35
	87.24	6.27	0.00	0.47	0.00	0.14	0.31	0.32	5.25
	81.65	7.03	0.00	0.62	0.05	0.00	0.42	0.40	9.84
	98.78	0.57	0.07	0.45	0.04	0.09	0.00	0.00	0.00
	86.29	4.26	0.00	0.31	0.04	0.18	0.23	0.00	8.68
	93.25	1.46	0.00	0.31	0.01	0.08	0.00	0.00	4.88
	83.72	6.00	0.00	0.46	0.04	0.00	0.28	0.39	9.10
補強段	79.50	11.50	0.00	0.40	0.06	0.00	0.31	0.53	7.70
	84.56	5.83	0.00	0.46	0.00	0.19	0.22	0.39	8.36
	80.16	10.47	0.00	0.51	0.06	0.18	0.00	0.00	8.62
	88.70	3.82	0.00	0.34	0.00	0.13	0.16	0.14	6.72
圓飾	72.35	9.47	0.00	0.44	0.11	0.00	0.31	0.41	16.92
	90.95	1.82	0.09	0.35	0.03	0.13	0.00	0.00	6.62
火門	98.84	0.61	0.06	0.36	0.05	0.07	0.00	0.00	0.00
	79.46	11.64	0.91	0.00	0.17	0.00	1.00	0.60	6.21
後膛	70.19	10.30	0.00	0.00	0.21	0.16	0.38	0.43	18.33
	49.78	25.18	0.14	0.00	0.21	0.26	0.70	0.00	23.73
砲尾鈕	73.29	12.11	0.24	0.00	0.17	0.25	0.00	0.39	13.55

表格 32　#6 XRF 重兩百分比(wt%)檢測結果

wt%	Fe	Si	Zn	S	Pb	Cu	Ti	Co	Al
	95.66	1.68	0.84	0.73	0.68	0.25	0.17	0.00	0.00
砲口	98.14	0.54	0.16	0.49	0.41	0.26	0.00	0.00	0.00
	98.32	0.20	0.22	0.31	0.36	0.20	0.00	0.38	0.00
	97.01	0.84	0.37	0.47	0.56	0.12	0.00	0.52	0.00
圓飾	92.53	1.76	0.25	0.00	1.65	0.26	0.25	0.00	3.28
	93.68	1.48	0.20	0.44	0.46	0.19	0.00	0.00	3.36
	99.05	0.40	0.08	0.23	0.08	0.12	0.00	0.00	0.00
	93.35	1.93	0.44	0.49	0.43	0.00	0.00	0.46	2.46
	98.47	0.53	0.11	0.45	0.29	0.16	0.00	0.00	0.00
前身	95.34	0.79	0.43	0.41	0.38	0.26	0.00	0.00	2.16
	92.46	3.34	0.00	0.28	0.00	0.17	0.28	0.36	2.69
	89.18	3.86	0.00	0.39	0.20	0.00	0.39	0.46	5.19
	99.13	0.29	0.08	0.26	0.14	0.10	0.00	0.00	0.00
	92.19	2.29	0.00	0.19	0.16	0.22	0.21	0.00	4.48
	96.42	0.76	0.00	0.18	0.05	0.10	0.00	0.00	2.44
	90.49	3.26	0.00	0.29	0.18	0.00	0.26	0.45	4.75
補強段	87.59	6.37	0.00	0.26	0.24	0.00	0.29	0.62	4.10
	90.91	3.15	0.00	0.28	0.00	0.23	0.20	0.44	4.34
	88.11	5.79	0.00	0.32	0.25	0.22	0.00	0.00	4.58
	93.37	2.02	0.00	0.20	0.00	0.15	0.14	0.16	3.42
圓飾	82.93	5.46	0.00	0.29	0.47	0.00	0.30	0.49	9.37
	95.20	0.96	0.11	0.21	0.12	0.15	0.00	0.00	3.35
火門	99.09	0.31	0.08	0.21	0.18	0.08	0.00	0.00	0.00
	86.33	6.36	1.16	0.00	0.70	0.00	0.93	0.69	3.26
後膛	81.32	6.00	0.00	0.00	0.90	0.21	0.38	0.52	10.26
	65.46	16.65	0.22	0.00	1.01	0.39	0.79	0.00	15.08
砲尾鈕	83.41	6.93	0.32	0.00	0.72	0.32	0.00	0.47	7.45

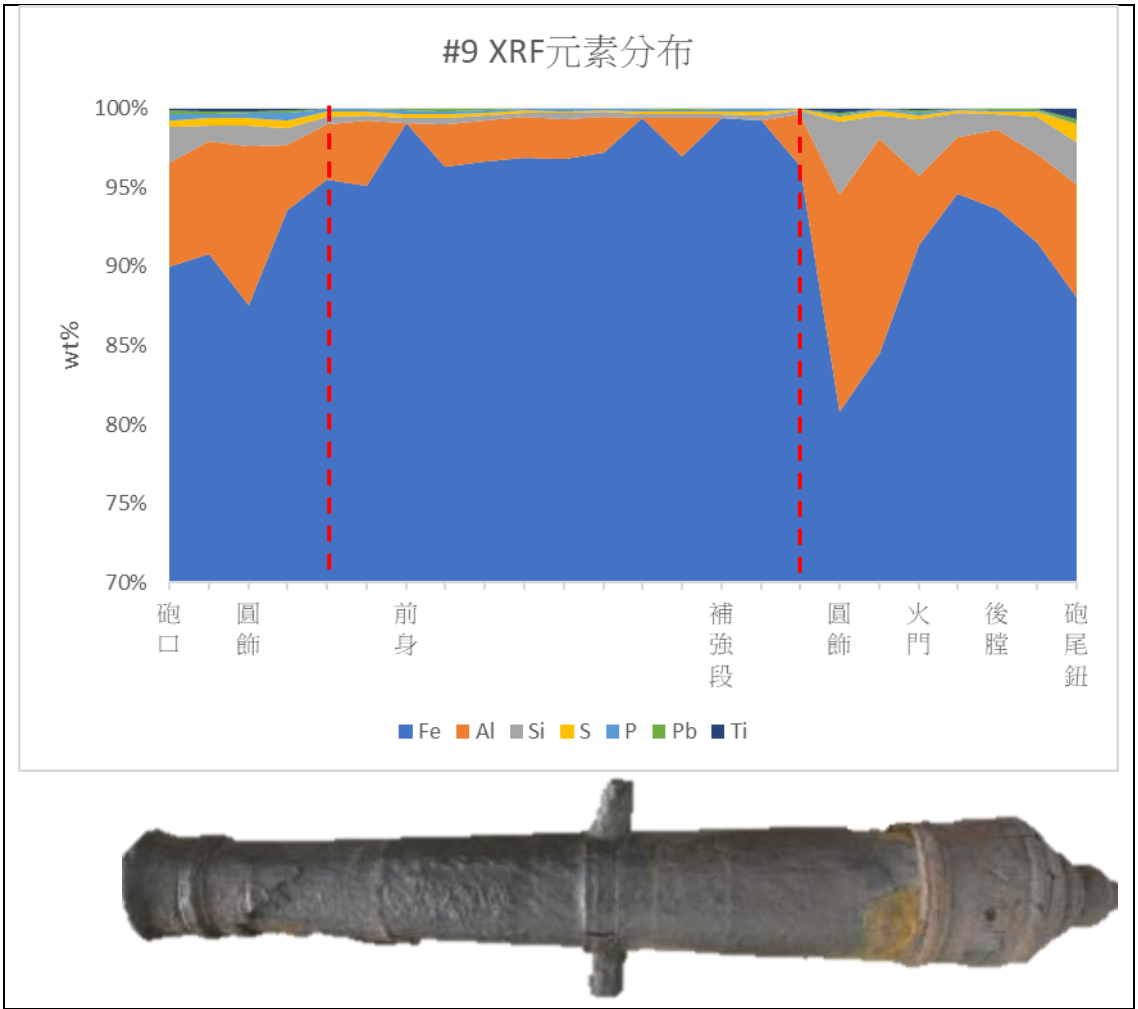


圖 191　#9 古砲 XRF 元素分布

表格 33　#9 XRF 原子百分比(at%)檢測結果

at%	Fe	Al	Si	S	P	Pb	Ti
砲口	82.03	12.41	4.08	0.68	0.61	0.06	0.13
	83.21	13.58	1.79	0.75	0.43	0.03	0.21
圓飾	77.71	18.52	2.32	0.78	0.47	0.03	0.18
	88.09	8.11	1.99	0.82	0.82	0.04	0.13
	91.24	7.02	0.91	0.43	0.40	0.00	0.00
	90.49	8.14	0.68	0.37	0.33	0.00	0.00
前身	98.40	0.00	0.75	0.40	0.42	0.03	0.00
	93.08	5.34	0.77	0.40	0.37	0.04	0.00
	93.62	5.14	0.67	0.29	0.26	0.03	0.00
	93.91	5.10	0.54	0.21	0.23	0.00	0.00
	93.72	5.01	0.73	0.25	0.29	0.00	0.00
	94.49	4.53	0.62	0.22	0.14	0.00	0.00
	98.87	0.00	0.49	0.29	0.35	0.00	0.00
	94.19	4.92	0.46	0.25	0.15	0.02	0.00
補強段	98.90	0.00	0.50	0.33	0.28	0.00	0.00
	98.56	0.00	0.67	0.37	0.39	0.00	0.00
	92.98	6.43	0.42	0.16	0.00	0.01	0.00
圓飾	67.61	23.79	7.59	0.50	0.19	0.02	0.29
	72.67	24.30	2.41	0.47	0.13	0.01	0.00
火門	84.20	8.37	6.59	0.39	0.27	0.04	0.15
	89.71	6.89	2.96	0.30	0.14	0.00	0.00
後膛	88.00	9.68	1.79	0.35	0.16	0.02	0.00
	84.28	10.74	4.25	0.52	0.18	0.03	0.00
砲尾鈕	79.28	13.31	4.91	1.74	0.00	0.09	0.68

表格 34　#9 XRF 重量百分比(wt%)檢測結果

wt%	Fe	Al	Si	S	P	Pb	Ti
砲口	89.89	6.57	2.25	0.43	0.37	0.25	0.12
	90.81	7.16	0.98	0.47	0.26	0.13	0.20
圓飾	87.36	10.06	1.31	0.51	0.29	0.13	0.17
	93.47	4.16	1.06	0.50	0.48	0.14	0.12
	95.47	3.55	0.48	0.26	0.23	0.00	0.00
	95.04	4.13	0.36	0.22	0.19	0.00	0.00
前身	98.93	0.00	0.38	0.23	0.24	0.11	0.00
	96.25	2.67	0.40	0.24	0.21	0.17	0.00
	96.54	2.56	0.35	0.17	0.15	0.10	0.00
	96.74	2.54	0.28	0.12	0.13	0.00	0.00
	96.73	2.50	0.38	0.15	0.17	0.00	0.00
	97.09	2.25	0.32	0.13	0.08	0.00	0.00
	99.29	0.00	0.25	0.17	0.20	0.00	0.00
	96.99	2.45	0.24	0.15	0.08	0.09	0.00
補強段	99.31	0.00	0.25	0.19	0.15	0.00	0.00
	99.09	0.00	0.34	0.21	0.22	0.00	0.00
	96.41	3.22	0.22	0.09	0.00	0.05	0.00
圓飾	80.77	13.73	4.56	0.35	0.13	0.10	0.30
	84.41	13.64	1.41	0.32	0.08	0.06	0.00
火門	91.24	4.38	3.59	0.24	0.16	0.15	0.14
	94.59	3.51	1.57	0.18	0.08	0.00	0.00
後膛	93.68	4.98	0.96	0.22	0.09	0.08	0.00
	91.48	5.63	2.32	0.33	0.11	0.12	0.00
砲尾鈕	87.42	7.09	2.72	1.10	0.00	0.36	0.64

十. 環境監測

本計劃案為瞭解古砲於澎湖本島之實際溫溼度狀況及後續典藏環境現況，於古砲拆遷前存放之位置：澎湖縣文化局戶外廣場、火車頭庫房及金龜頭砲臺三處，未來古砲暫時存放與展藏的地點為火車頭庫房與金龜頭砲台，因此於兩地放置溫濕度計進行環境監測，提供未來保存與展藏之參考。

由監測資料顯示（圖 192 至圖 195），庫房與金龜頭砲台在日間溫度變化幅度小於 5℃，但在季節間的溫度變化上，庫房季節間溫差可高達 15℃，砲台的季間溫差較低，約 10℃。

本案十三門古砲典藏理想環境為攝氏溫度 16℃~25℃、相對濕度約 40%RH，[31]就上述之監測資料皆不符典藏之標準。建議將火車頭庫房溫濕度優先作改善，初步建議可放置除濕機將室內之相對濕度降低濕度，以避免文物修復完成後暫時存放時再度造成古砲鏽蝕劣化，而後續因澎湖文化局規劃展示於金龜頭砲臺，亦建議應將相對濕度降至合適金屬文物典藏之範圍內，避免日常維護之困難。詳細保存維護管理建議見第捌章。

[31] 張晉平（2013）。環境監測控制技術。北京：中國環境出版社。

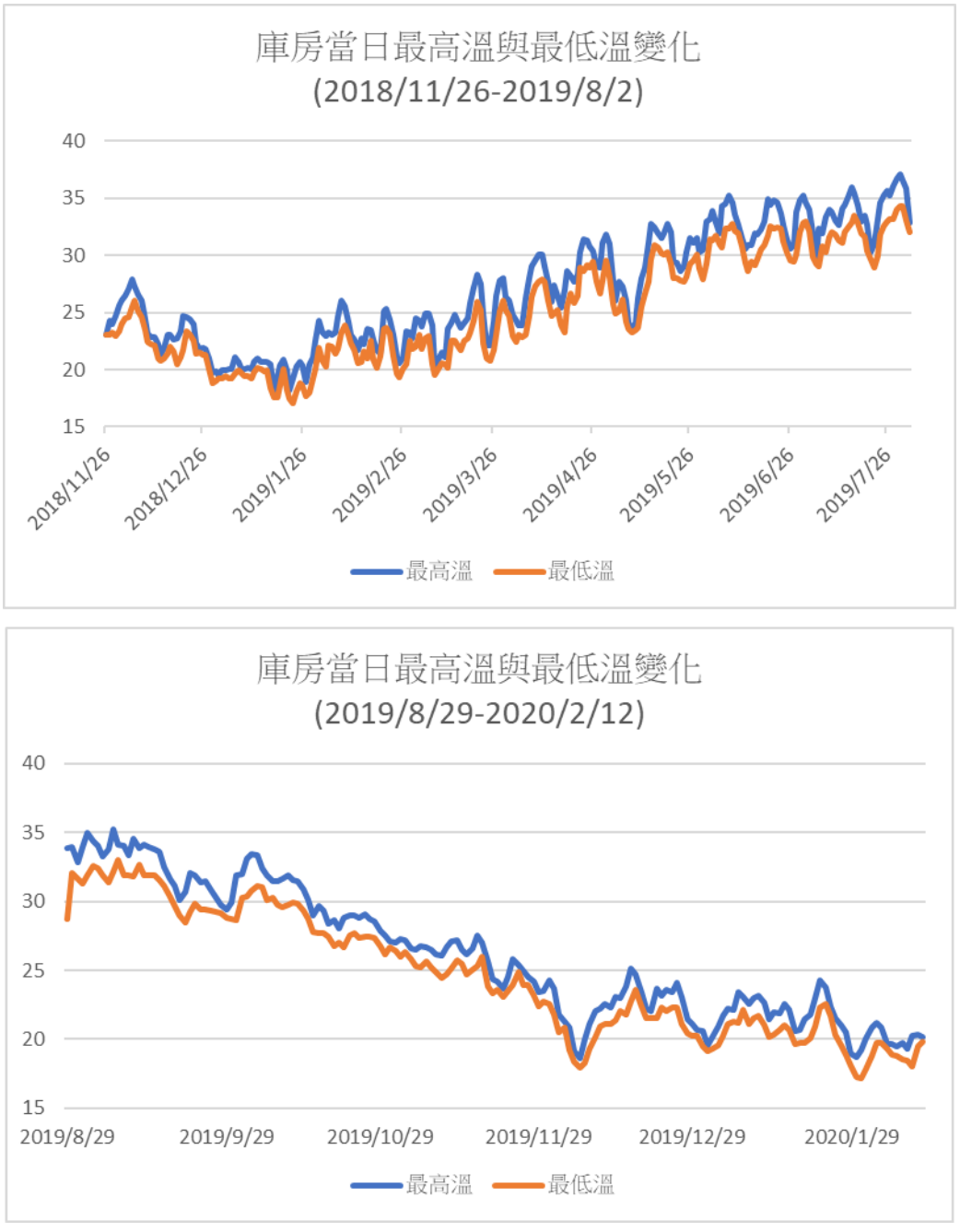


圖 192　庫房高低溫變化(℃)

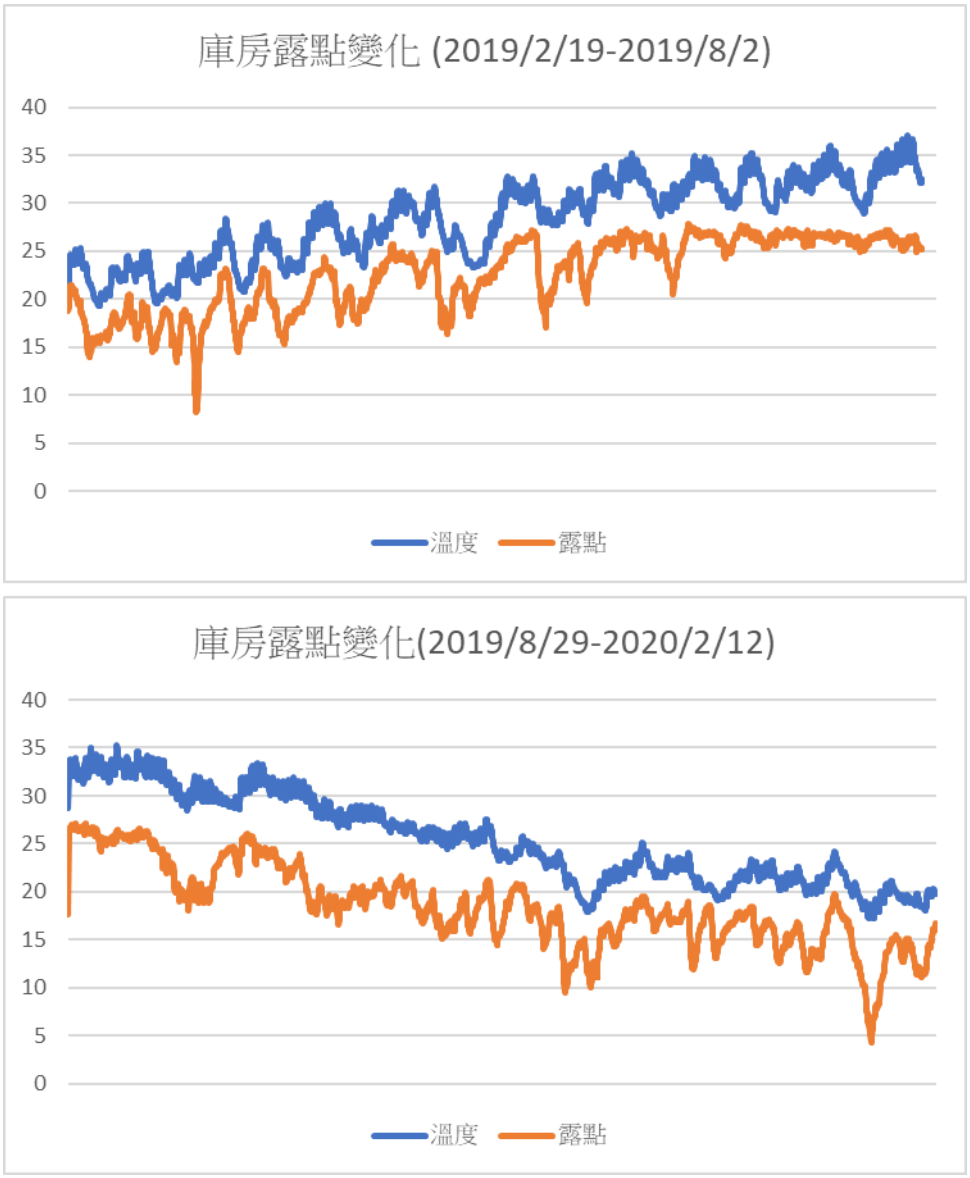

庫房露點變化 (2019/2/19-2019/8/2)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
溫度
露點
庫房露點變化(2019/8/29-2020/2/12)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
溫度
露點

圖 193　庫房露點變化(℃)

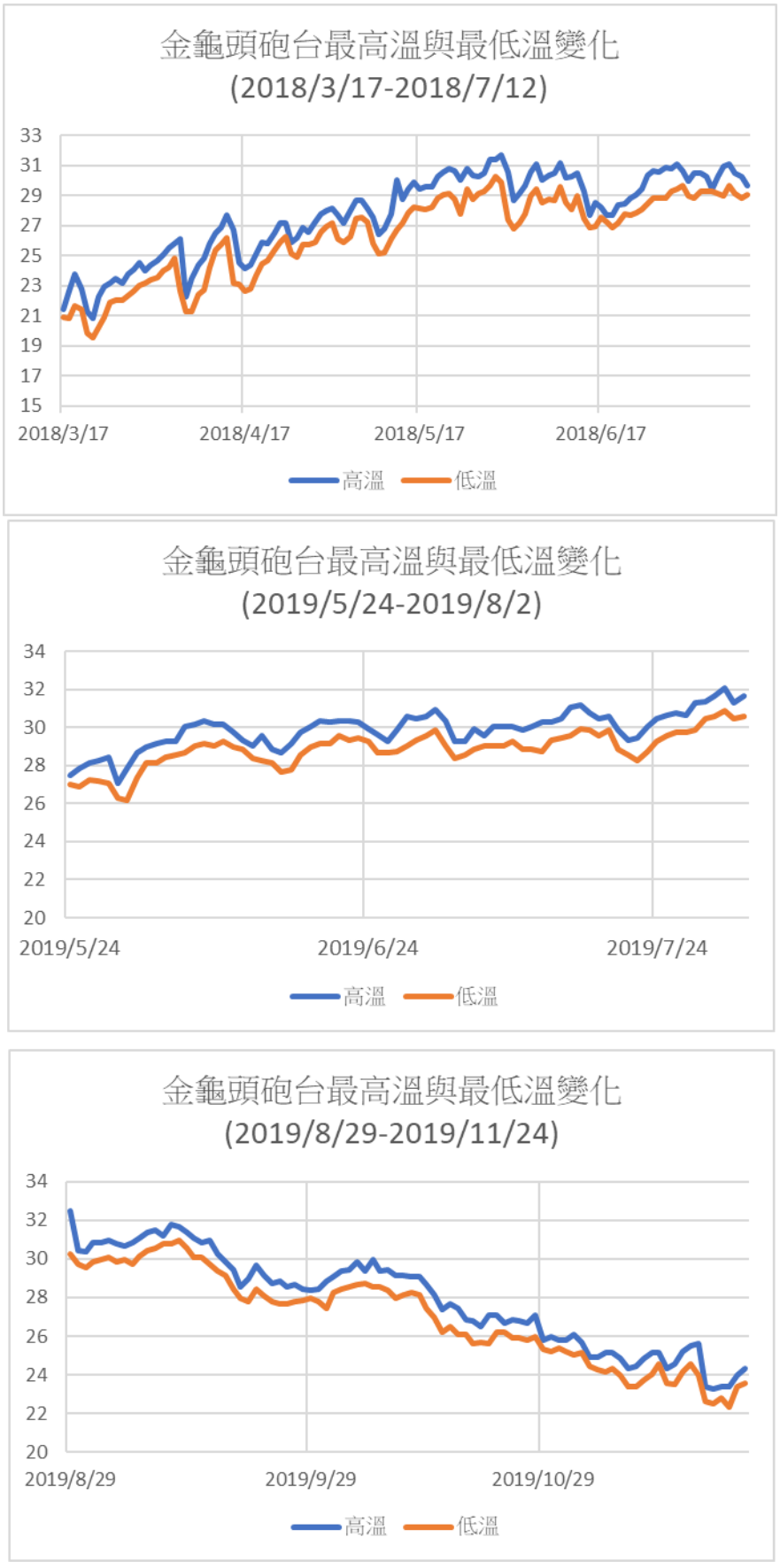


圖 194　金龜頭砲台高低溫變化

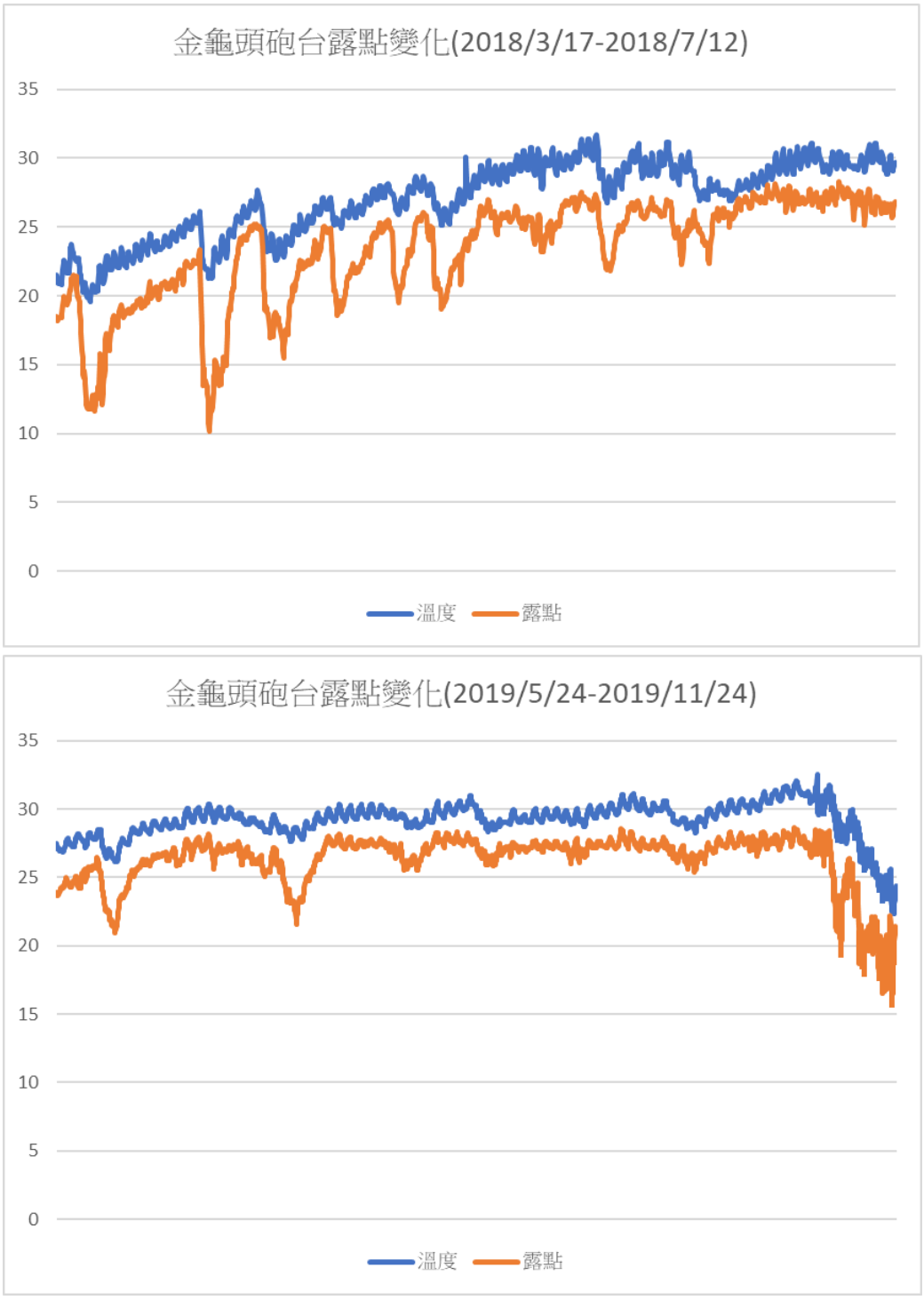
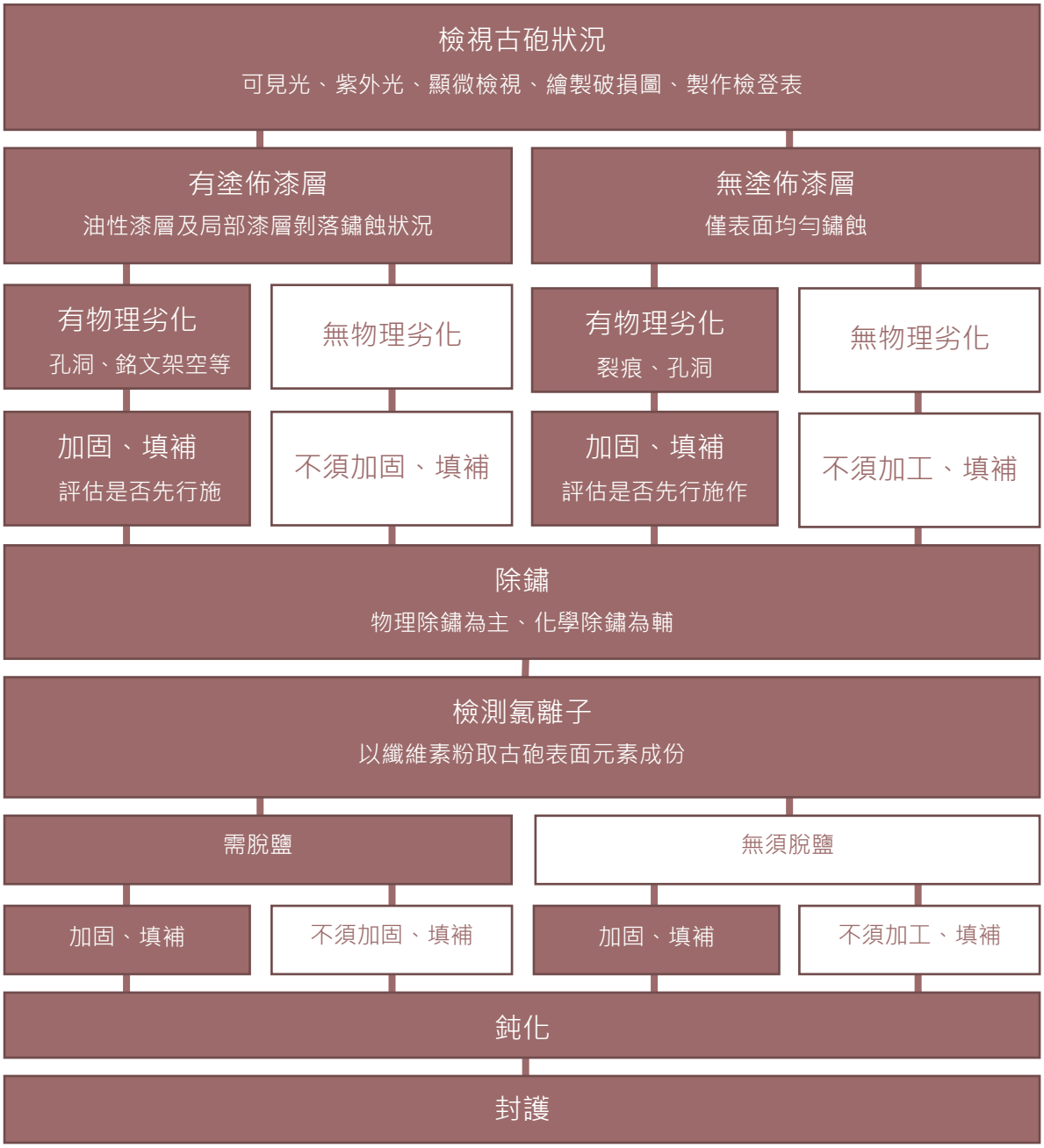


圖 195　金龜頭砲台露點變化

伍、 修護方法試驗

古砲施作程序，從檢視、除鏽、脫鹽、鈍化及封護步驟，施作步驟環環相扣。根據目前檢視狀況可以得知，十三門古砲表面大致上可分為有漆層和無漆層，皆有表面附著物和物理劣化之情形，相較於表面附著物，物理劣化如裂縫、孔洞等較可能造成古砲結構破壞，因此需依照各門古砲之情形予以不同之修復步驟。

表格 35 修復步驟



一. 除鏽試驗

檢視本計畫案十三門古砲，表面有多層塗漆或均勻鏽蝕，應施作除鏽將其去除，以利後續修復作業。依據維護計畫書除鏽實驗之結論，物理除鏽法使用為微噴砂進行古砲試驗，化學除鏽法則以VpCl486作為主要測試藥劑，將以上述方法實驗於本案古砲之鏽層試片上，以確認後續施作於古砲本體之成效。

（一） 儀器設備

本案施作除鏽使用AS-100 Pen-Mini II型直壓式筆型噴砂機，其較市面上噴砂機體積小、易於移動和攜帶，筆型式噴頭(3mm)雖噴砂量較少，但其噴砂較為集中且較細緻，噴砂作業壓力控制在60-80psi其外觀與規格如下：

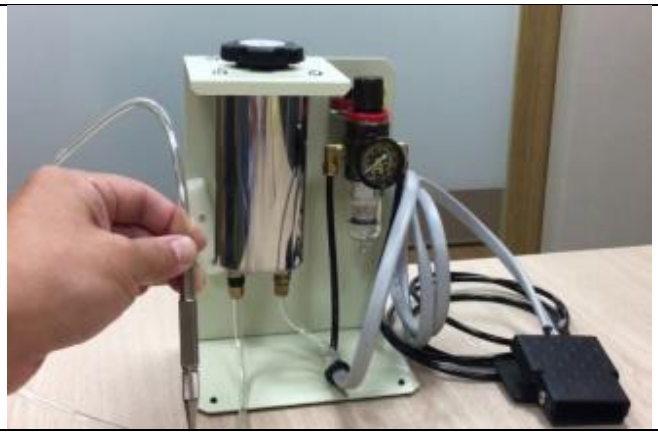


圖 196 AS-100 Pen-Mini II 型直壓式筆型噴砂機

表格 36 噴砂機規格表[32]

型號	AS-110F
品名	AS-110-F 型 固定筆式噴砂機（虹吸循環式）
外部尺寸	350（W） x 440（H） x 360（D） m/m
內部空間	330（W） x 180~250（H） x150~225（D） m/m
門尺寸	200 x 120 m/m
噴嘴	3mm 噴嘴
重量	16KG
使用電壓	110V

[32] 小型噴砂機,桌上型噴砂機。旭聯國際企業代理。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://www.asahi-link.com/Small-blaster-AS-110F.htm。

（二） 試驗流程

本試驗使用古砲鐵鏽試片進行噴砂除鏽測試，確認噴砂種類後，再於古砲本體選一隱蔽處試驗以確認施作效果，並施作於古砲噴砂除鏽上。

1. 物理除鏽-微噴砂

本次噴砂以樹脂砂、核桃砂、石英砂、碳化砂、氧化鋁作為測試用砂，施作於古砲掉落之鏽層表面，並以手持式顯微確認除鏽效果，並選擇適合之用砂。

- (1)樹脂砂

  樹脂砂為一塑膠製成之砂粒。其缺點為不環保、無法回收。

- (2)核桃砂

  核桃砂由核桃殼加衝後製成之砂粒。

- (3)石英砂

  石英砂為石英經加工過後製成之砂粒，唯一堅硬、耐磨且化學性穩定之矽酸鹽礦物。[33]

- (4)碳化矽

  碳化矽是以石英砂和石油焦炭為主要原料經電阻爐內高溫冶煉而程。外觀為黑色結晶，性質脆而利，並具導電、導熱性。顯微硬度約為 HV3100~3280。[34]

- (5)氧化鋁

  氧化鋁以鋁釩土、焦碳（無煙煤）為主要原料經電弧爐經高溫冶煉而程，化學成份為 Al2O3、TiO2 還含有少量的 SiO2 和 Fe2O3 等。韌性較碳化矽高，顯微硬度約為 HV1800-2200。[35]

[33] 電子式石英砂破碎氣試驗機。濟南旭聯儀器設備有限公司。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://www.sdxlyq.com/html/product/jiajiaotongbudai/jinggaiyalishiyanji/2018/0507/420.html。

[34] 碳化矽。旭聯國際企業代理。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://www.asahi-link.com/Small-blaster-03.htm。

[35] 氧化鋁。旭聯國際企業代理。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://www.asahi-link.com/Small-blaster-03.htm。



圖 197 樹脂砂顯微（225X）

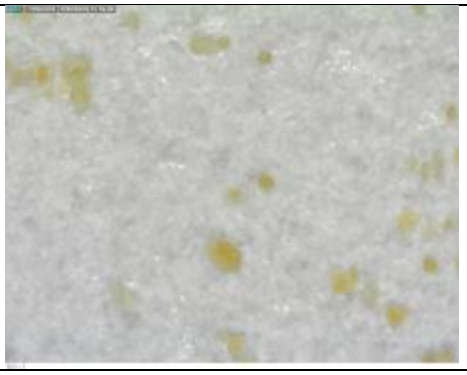


圖 198 核桃砂顯微（225X）

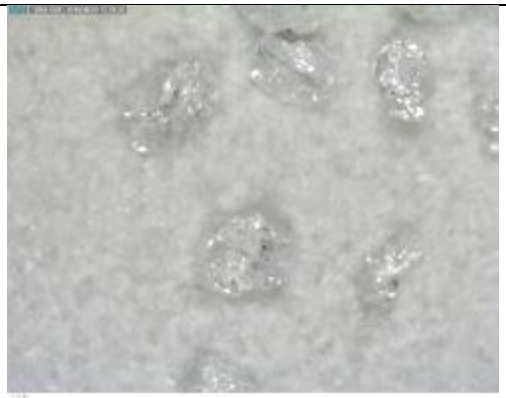


圖 199 石英砂（225X）

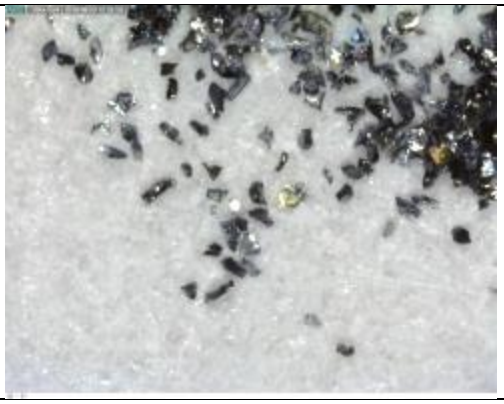


圖 200 碳化矽（225X）

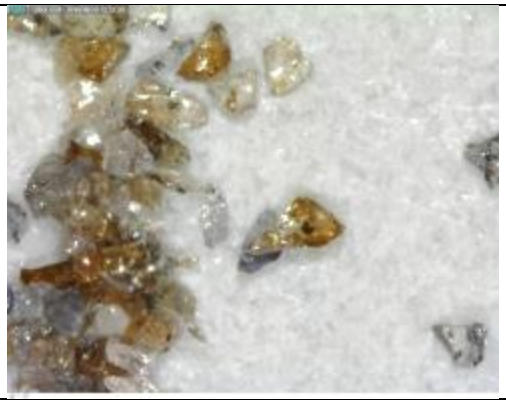


圖 201 氧化鋁（225X）

(1) 鐵鏽測試

經測試後可由表格 37 可知除鏽效果由好至差順序為氧化鋁 > 碳化矽 > 石英砂 > 樹脂砂 > 核桃砂。施作過程中，發現核桃砂、碳化矽易殘留於表面，因此不列入考量。而若考慮清潔力和清潔後顏色，本階段以氧化鋁作為較佳效果，將作為進行後續除鏽。

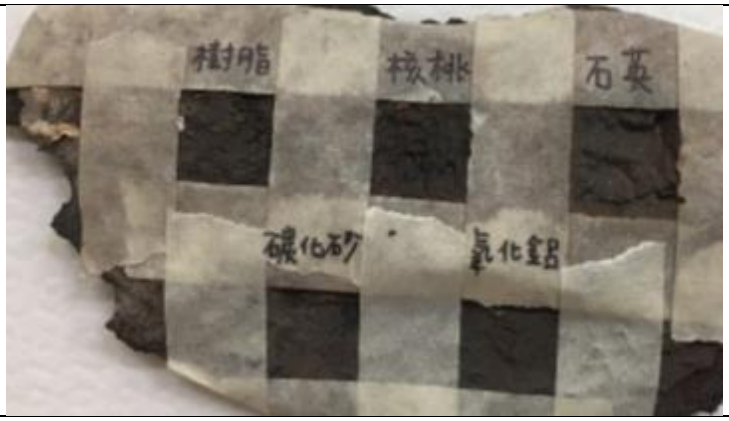


圖 202 古砲除鏽施作鏽層試片

表格 37　噴砂鏽層測試比較表

	噴砂前	噴砂一次	噴砂兩次
樹脂砂			
	圖 203 樹脂砂除鏽前	圖 204 樹脂砂除鏽一次	圖 205 樹脂砂除鏽兩次
核桃砂			
	圖 206 核桃砂除鏽前	圖 207 核桃砂除鏽一次	圖 208 核桃砂除鏽兩次
石英砂			
	圖 209 石英砂除鏽前	圖 210 石英砂除鏽一次	圖 211 石英砂除鏽兩次
碳化矽			
	圖 212 碳化砂除鏽前	圖 213 碳化砂除鏽一次	圖 214 碳化砂除鏽兩次

氧化鋁			
	圖 215 氧化鋁除鏽前	圖 216 氧化鋁除鏽一次	圖 217 氧化鋁除鏽二次

(2) 古砲清潔測試

古砲除鏽選於表面均勻鏽層之典 2432 古砲和有漆層之典 5445 古砲作為測試標的物，測試範圍為砲尾之下側，使用紙膠帶將欲檢測之範圍標示，並於除鏽過程逐步以顯微作階段性調查，確認施作之可能性。

A. 鏽層古砲

經試驗後可發現施作一次除鏽，古砲本體之鑄鐵顏色即露出，除鏽目視效果良好。

	
圖 218 典 2432 表面鏽層除鏽前	圖 219 典 2432 表面鏽層除鏽後

B. 漆層古砲

經試驗後可發現施作一次除鏽後，黑色漆層除掉後露出下一層橘色漆層，古砲本體之鑄鐵顏色即露出，並再施作除鏽後，橘色漆層除掉露出鑄鐵表面顏色，除鏽目視效果良好。



圖 220　典 5445 表面漆層除鏽前

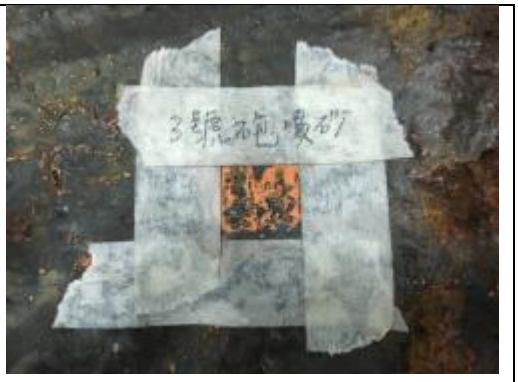


圖 221 典 5445 橘色漆層露出



圖 222 典 5445 表面漆層噴砂後

2. 化學除鏽藥劑

本試驗使用除鏽藥劑為維護計畫書化學除鏽項目測試之 Akmei 除鏽藥劑和最後選用之藥劑 VpCI-426 除鏽藥劑，本試驗規劃測試於為噴砂前之鐵鏽與噴砂後之鐵鏽，測試兩者藥劑之除鏽狀況並相比較之。

(1) 鐵鏽測試

鐵鏽表面仍有部份漆層流於表面，使用棉花棒擦拭除鏽和濕敷兩種方式進行測試，目視觀察僅有部份鏽層清除掉。

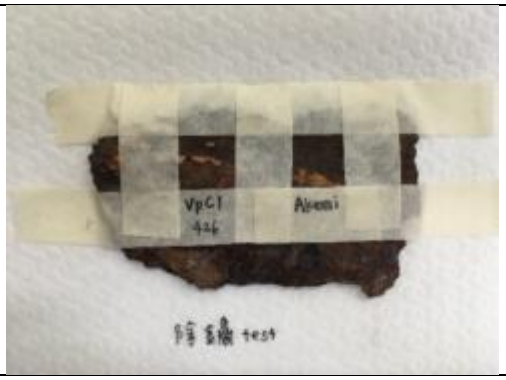


圖 223 鐵鏽化學除鏽前

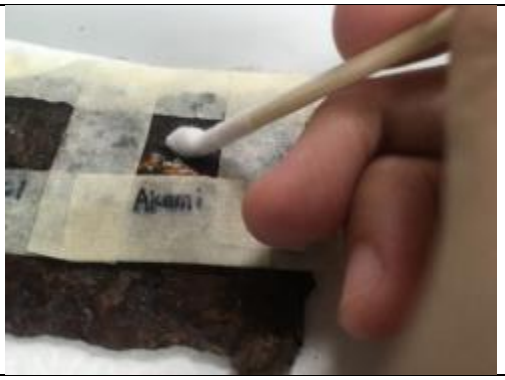


圖 224 除鏽藥劑擦拭表面漆層與鏽層

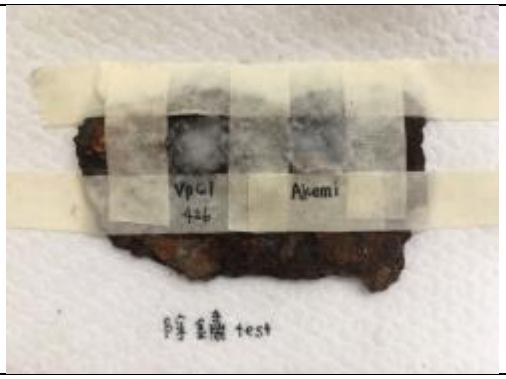


圖 225 於鐵鏽表面濕敷除鏽



圖 226 擦拭及濕敷除鏽後

(2) 噴砂後鐵鏽

噴砂後之鐵鏽目視觀察表面僅有些許鏽蝕，使用棉花棒擦拭除鏽和濕敷兩種方式進行測試，目視觀察大部分鏽蝕皆為清潔掉。

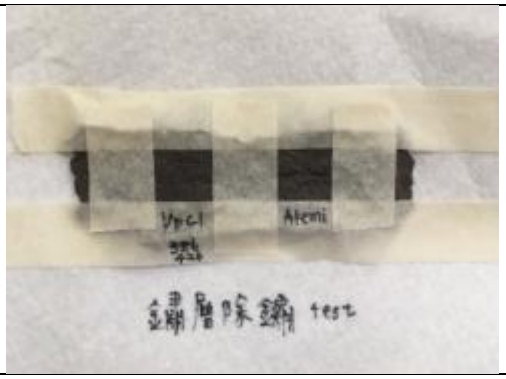


圖 227 噴砂後鐵鏽化學除鏽前

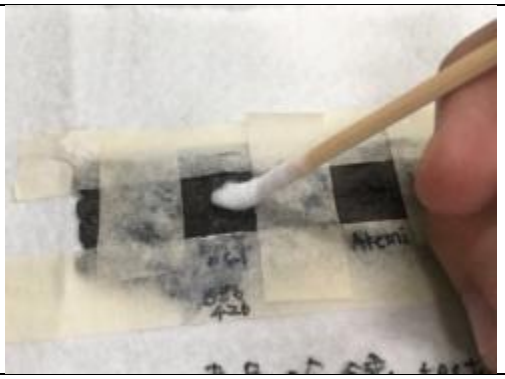


圖 228 除鏽藥劑擦拭鐵鏽

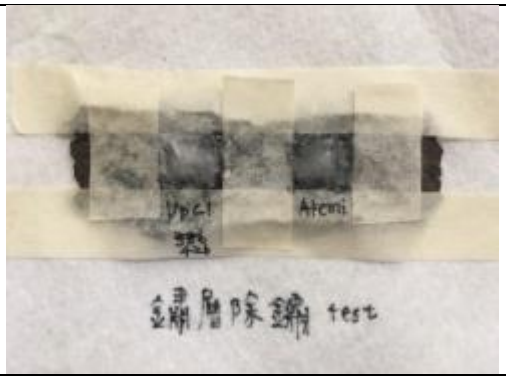


圖 229 於噴砂後之鐵鏽表面濕敷除鏽

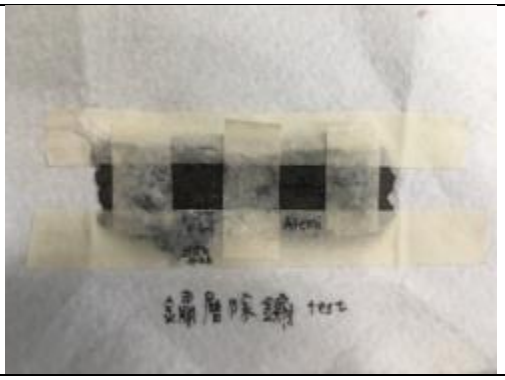


圖 230 除鏽藥劑擦拭噴砂後之鐵鏽

（三） 試驗結果

古砲鐵鏽與除鏽後之鐵鏽噴砂除鏽後，使用手持式顯微觀察施作表面之狀況，確認除鏽效果。

1. 物理除鏽-微噴砂

(1) 鏽層古砲

經手持式顯微觀察典 2432 表面之除鏽狀況，可由下圖瞭解對於表面鏽層之古砲除鏽效果良好，幾乎無鏽蝕殘留於表面。



圖 231 典 2432 噴砂除鏽前



圖 232 典 2432 噴砂除鏽後

(2) 漆層古砲

經手持式顯微觀察典 5445 漆層之噴砂狀況，可由下圖瞭解對於塗佈漆層之古砲除鏽效果良好，僅需於欲噴砂之處多作停留，漆層即可完全掉落，幾乎無漆層殘留於表面。

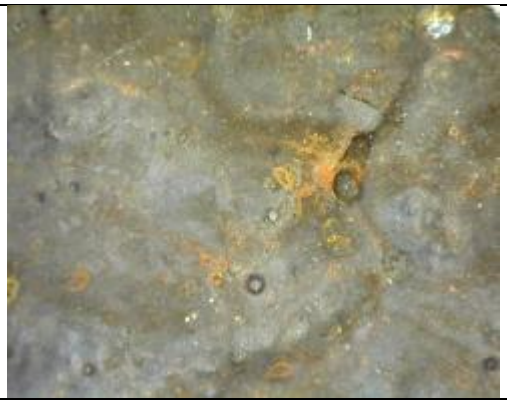


圖 233 典 5445 表面漆層



圖 234 典 5445 底部紅、橘漆露出



圖 235 典 5445 噴砂清潔後

2. 化學除鏽藥劑

使用 VpCI-426 與 Akmei 除鏽藥劑清除鐵鏽與除鏽過之鐵鏽表面之鏽層後，使用手持式顯微觀察施作表面之狀況，確認除鏽效果。

(1) 鐵鏽測試

A. VpCI-426

經手持顯微檢視 VpCI-426 清潔鐵鏽表面之漆層與鏽層除鏽狀況，發現僅些許鏽蝕被清潔。經濕敷後，發現藥劑部份殘留於鐵鏽表面，鏽蝕也僅些許清潔掉。



圖 236 VpCI-426 清潔鐵鏽前

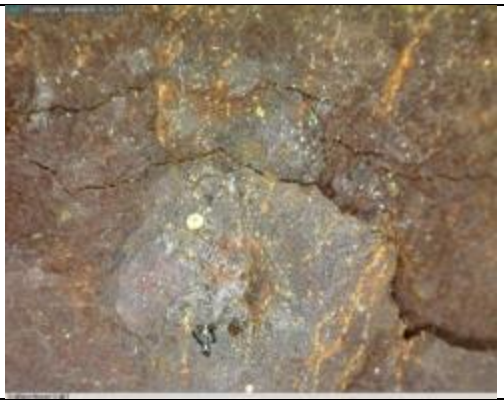


圖 237 VpCI-426 清潔鐵鏽一

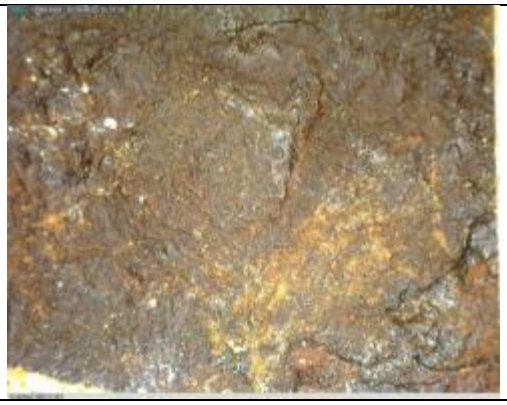


圖 238 VpCI-426 清潔鐵鏽二



圖 239 VpCI-426 清潔鐵鏽三



圖 240 VpCI-426 濕敷清潔鐵鏽後

B. Akmei 除鏽劑

經手持顯微檢視 Akmei 清潔鐵鏽表面之漆層與鏽層除鏽狀況，發現僅些許鏽蝕被清潔。經濕敷後，發現藥劑部份殘留於鐵鏽表面，鏽蝕也僅些許清潔掉。

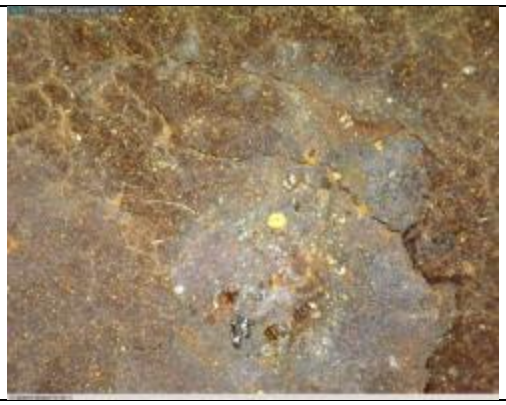


圖 241 Akmei 清潔鐵鏽前

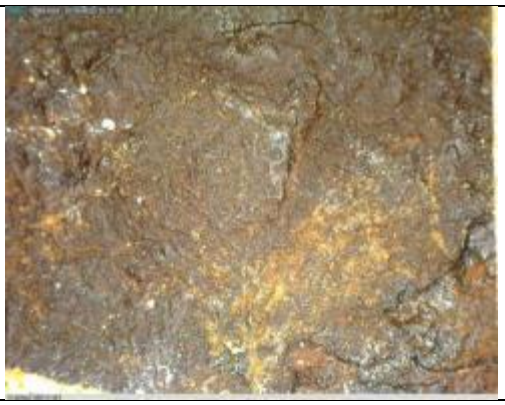


圖 242 Akmei 清潔鐵鏽一

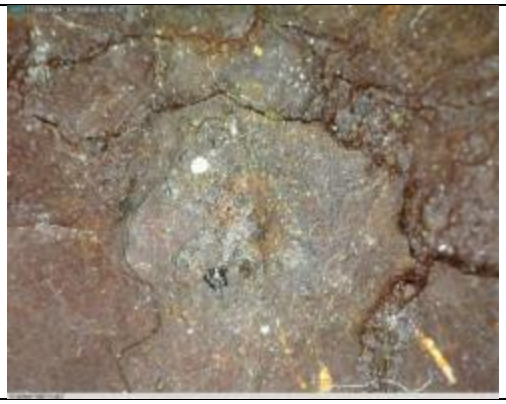


圖 243 Akmei 清潔鐵鏽二



圖 244 Akmei 清潔鐵鏽三



圖 245 Akmei 濕敷清潔鐵鏽後

(2) 噴砂後鐵鏽

A. VpCl-426

經手持顯微檢視 VpCl-426 清潔噴砂後之鐵鏽表面之除鏽狀況，發現表面鏽蝕多被清潔。但經濕敷後，發現並無將表面鏽層清除，反而使表面接觸到空氣產生鏽蝕。



圖 246 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽前



圖 247 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽一



圖 248 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽二



圖 249 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽三



圖 250 VpCl-426 清潔噴砂後鐵鏽濕敷後

B. Akemi

經手持顯微檢視 Akemi 清潔噴砂後之鐵鏽表面之除鏽狀況，發現表面鏽蝕多被清潔。但經濕敷後，發現並無將表面鏽層清除，反而使表面接觸到空氣產生鏽蝕。



圖 251 Akmei 清潔噴砂後鐵鏽前



圖 252 Akmei 清潔噴砂後鐵鏽一



圖 253 Akmei 清潔噴砂後鐵鏽二



圖 254 Akmei 清潔噴砂後鐵鏽三



圖 255 Akmei 濕敷噴砂後鐵鏽後

二. 封護試驗

本案於維護計畫書試驗封護材料 VpCl-386 施作於試片並經氙氣老化、冷熱衝擊、鹽霧試驗上述三種劣化實驗，且結果良好，但光澤度過亮，光澤過亮將致展覽照明及觀覽者觀感不佳，因此施作此實驗，試驗目的降低光澤，試驗目標為 VpCl-386 和案例探討中基隆案所使用之 Incralac 金屬用圖層，依塗層屬性及使用方式，使用水、丙酮和壓克力基油畫用消光劑依比例調和降低光澤度。

本次試驗之圖層為符合修復倫理中可逆性之原則，實驗 VpCl-386 和 Incralac 兩者圖層之可逆性，測試溶劑為丙酮。

Incralac 為美國銅合金協會開發之戶外保護塗層，為壓克力基底，常用於金屬文物修復上，安全資料表可參照附件。

（一） 光澤度

1. 試片備製

為降低塗層之光澤度，調製三種塗層配方比四種比例測試於灰口鐵試片，配方比為 VpCl-386+水、VpCl-386+消光劑、Incralac+丙酮，後者調和劑調和濃度分別為體積百分比 5%、10%、15%、20%，根據劃分區域塗佈。

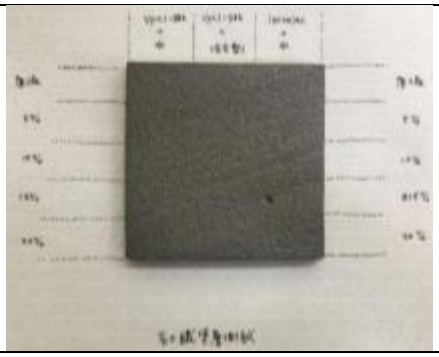


圖 256 灰口鐵塗層塗佈前

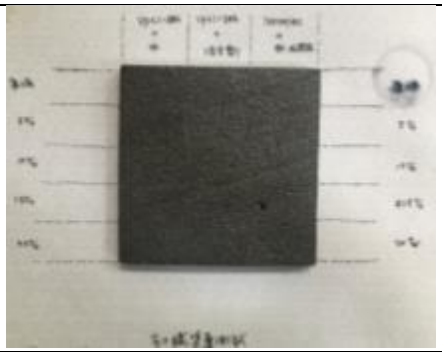


圖 257 灰口鐵圖層塗佈完成

2. 試驗流程

使用光澤度計檢測各區域之光澤度數值並紀錄之，其儀器規格如下所示。

顯示範圍	0-119.9、0-199、0-1999（GS）
測量區域	9*18（mm）
零點誤差	自動校零
示值誤差	≤±1.0（GS）
穩定誤差	≤±0.4（GS）限 0-199（GS）

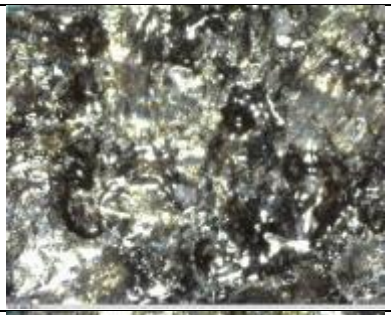
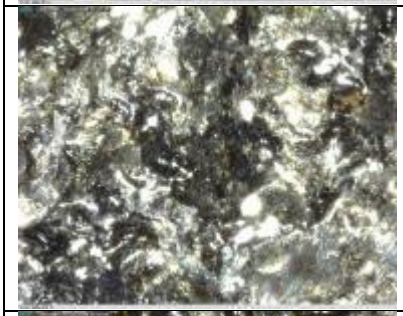
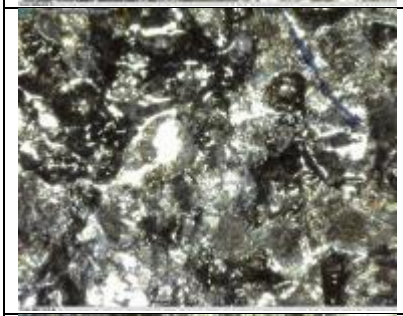
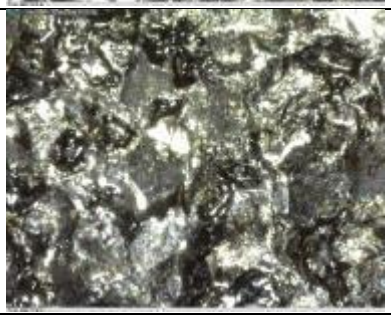


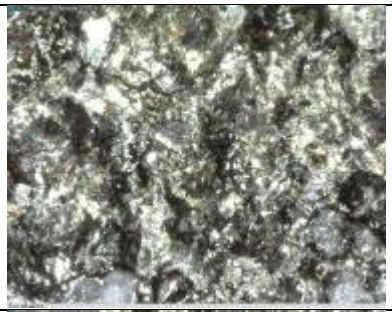
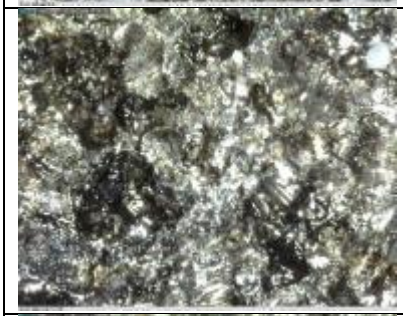
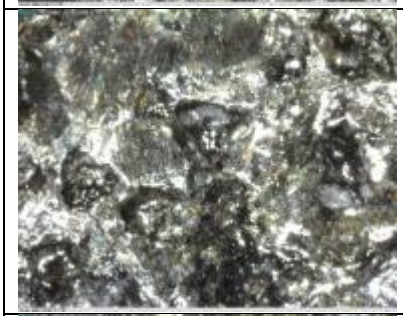
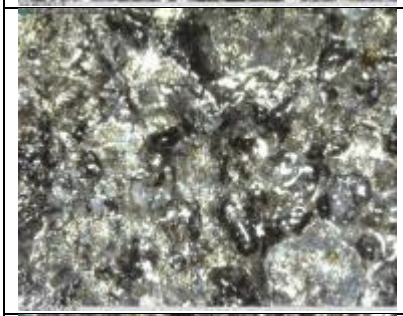
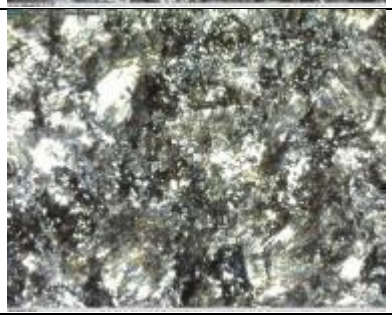
圖 258 光澤度計

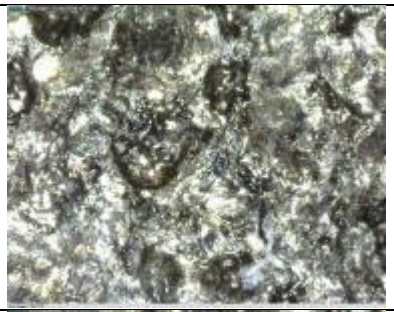
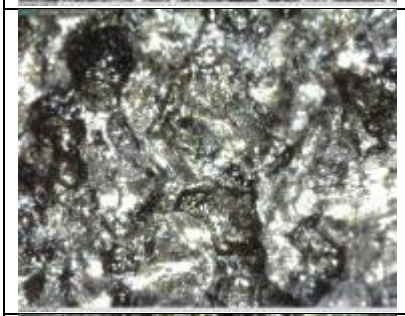
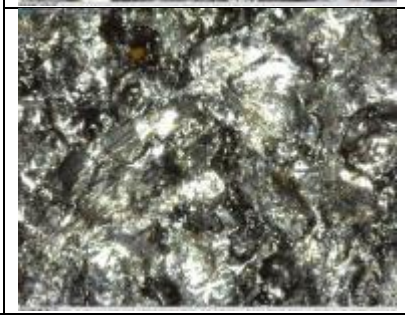
3. 試驗結果

表格 38 為統計光澤度檢測數值之數值與顯微照，經測試後發現使用水和壓克力基油畫用消光劑之數值並無太大落差，因此基於成分單純性，應以純水調和 VpCl-386 即可，可經顯微觀察光澤度有明顯改善。而 Incralac 塗層經檢測，原液之光澤度就已不高，而經調和丙酮亦有光澤度降低之情形。後續擬可再次施作劣化試驗檢測，已確立配方比施作於古砲之可能性。

表格 38 封護藥劑光澤度測試結果

測試塗層藥劑		調和比例(體積百分比)	光澤度
VpCl-386		原液	6
		原液+5%純水	6
		原液+10%純水	5
		原液+15%純水	4

		原液+20%純水	3
		原液+油畫用壓克力基去光劑 5%	3
		原液+油畫用壓克力基去光劑 10%	5
		原液+油畫用壓克力基去光劑 15%	4
		原液+油畫用壓克力基去光劑 20%	3
Incralac		原液	4

		原液+5%丙酮	4
		原液+10%丙酮	3
		原液+15%丙酮	3
		原液+20%丙酮	2

（二） 可逆性

本案施作之塗層 VpCl-386 和 Incralac 塗層於鑄鐵文物上，本試驗檢測兩者塗層之可逆性，以符合修復倫理中之可逆性原則。

1. 試驗流程

本檢測將塗層塗佈於鑄鐵鑄件表面，待乾後使用丙酮擦拭之，並使用手持式顯微觀察表面，確認其可逆性。



圖 259 塗佈塗層於試片表面



圖 260 塗佈完成

2. 試驗結果

使用丙酮擦拭 VpCl-386 和 Incralac 表面塗層，經觀察後發現使用丙酮擦拭 VpCl-386 一次可將塗層清除而擦拭 Incralac 較需多次，擬後續再進行劣化實驗確認其耐候性確認其施作之可能性。

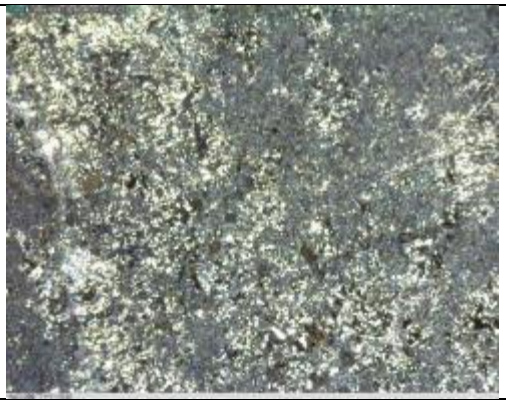


圖 261 白口鐵表面（無塗層）

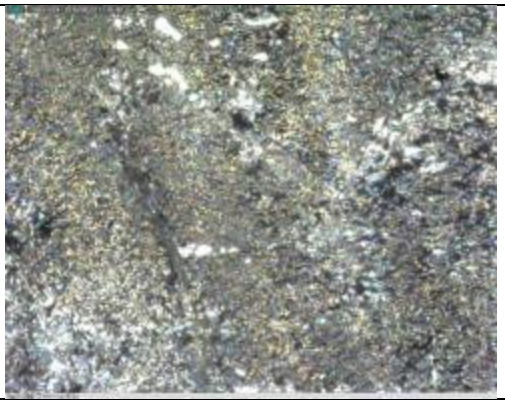


圖 262 VpCl-386 未清潔前

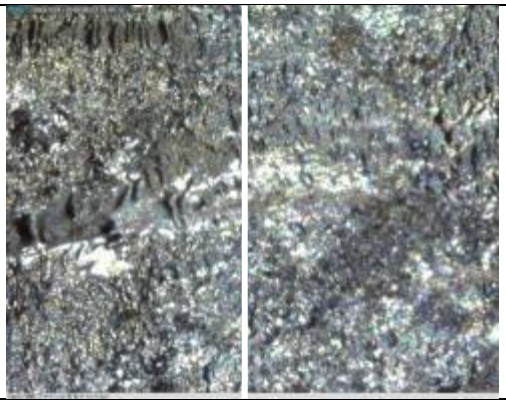


圖 263 VpCl-386 清潔前(左)清潔後(右)一次

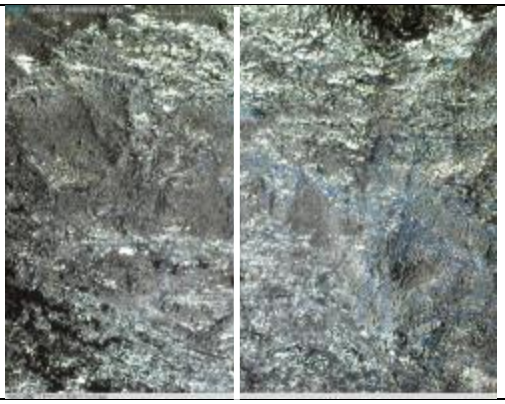


圖 264 VpCl-386 清潔前(左)清潔後(右)一次

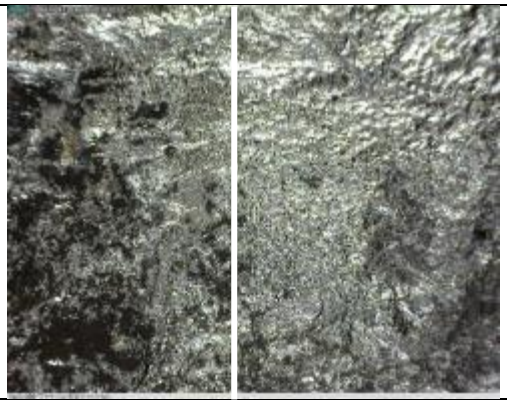


圖 265 VpCI-386 清潔前(左)清潔後(右)二次

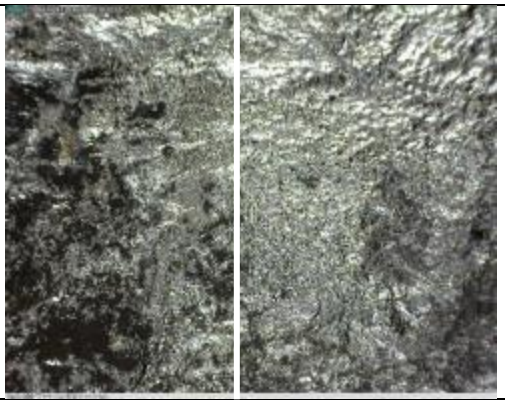


圖 266 VpCI-386 清潔前(左)清潔後(右)三次

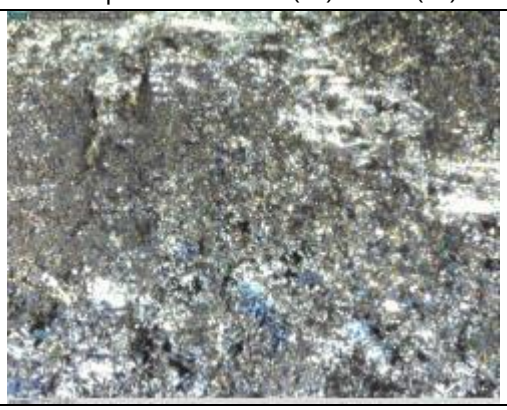


圖 267 Incralac 未清潔前

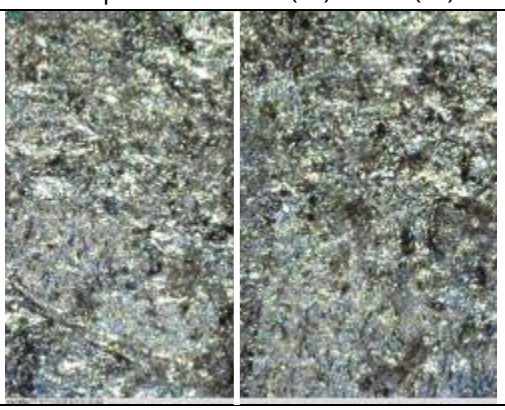


圖 268 Incralac 清潔前(右)清潔後(左)一次

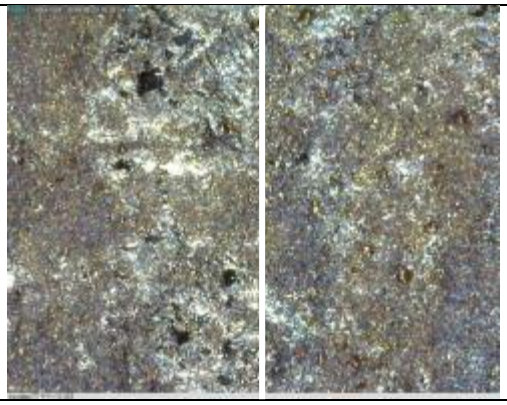


圖 269 Incralac 清潔前(左)清潔後(右)二次

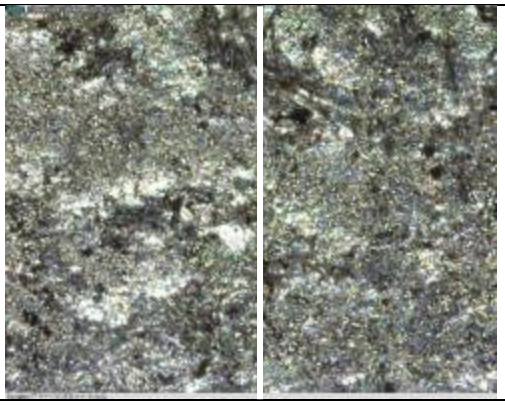


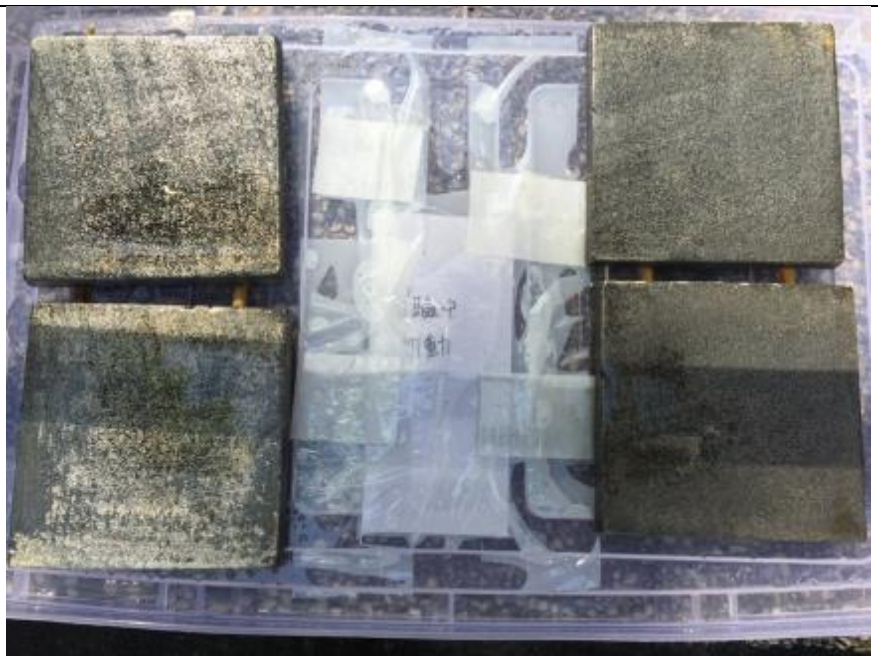
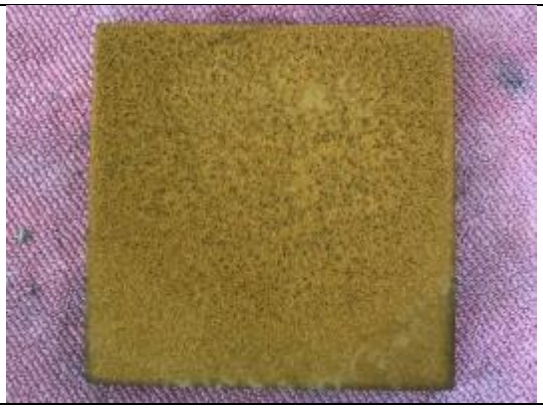
圖 270 Incralac 清潔前(左)清潔後(右)三次

（三） 戶外暴露測試

依可逆性試驗結果，VpCI-386 防鏽塗層較 Incralac 容易清除，因此戶外暴露試驗以 VpCI-386 之不同純水配比（5%-15%）與沒有任何塗層的空白試片進行測試，如圖至圖所示，4 組試片在戶外暴露一個月，期間經歷日曬、淋雨積水、相對濕度變化等事件，結果顯示，5%與 10%之純水比例者表面均無顯著鏽蝕，15%與 20%則在邊緣則有小面積鏽蝕出現（圖 271），因此最適合的使用比例應為：依藥劑原廠建議噴塗原液、5%與 10%配比。

至於使用何種配比為佳，依據「基隆市一般古物臺協三營鐵砲保存修護

暨展藏環境改善計畫」中，使用 5 %純水配比的 VpCI-386 封護古砲之結果顯示，古砲在封護前後的光澤度變化小於 1，光澤度數值則介在 0-1 之間，與試片測試結果（光澤度 6）存在顯著差異，推測可能原因為，實驗用試片有拋光處理，古砲本體則維持原本相對粗糙的表面，因此無論是光澤度的原數值或變化值都非常小，因此，本案古砲封護擬採 VpCI-386 原液進行封護施作，不做任何稀釋，以達到最佳的封護效果。

<table>
<tr><td>5%
純水</td><td rowspan="2">  </td><td>15%
純水</td></tr>
<tr><td>10%
純水</td><td>20%
純水</td></tr>
<tr><td colspan="3">圖 271　VpCI-386 戶外暴露測試</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">圖 272　試片邊緣鏽蝕處近照（紅圈）</td><td>圖 273　空白試片</td></tr>
</table>

陸、 古砲修護

本案古砲的暫時存放與修護工作分兩地進行，十門在國立臺南藝術大學的金屬保存研究工作室中，三門在澎湖縣文化局的火車頭庫房。

南藝大工作室內部環境如圖 274 所示，本團隊自有的設備整理如表格，可確實完成除鏽、脫鹽、封護之修護流程。工作室另備空調系統與除濕機，可有效降低環境濕度至 60%RH 以下，避免修護過程中新裸露的古砲表面又再度腐蝕。中斷修護工作時，未處理完的古砲表面均會包覆防鏽膜，阻絕外界的水氣影響（圖 277）。

由於澎湖的火車頭庫房無空調等控制濕度的設備，因此古砲在完成脫氯後除鏽時，會視其返鏽的情況做分段封護，以避免除鏽後又大面積返鏽，影響整體修護成效。

表格 39 本團隊自有修護設備及用途

設備	用途
龍門吊架	吊掛、移動古砲至木條、棧板或水槽中。
油壓托盤	測量古砲重量、抬舉移動、為古砲翻面。
筆型噴砂機	對古砲表面進行噴砂作業。
化學處理槽	進行浸泡脫鹽的耐鹼水槽。
抽水馬達	抽取、排放浸泡後的廢液。
高壓清洗機	清洗古砲表面與砲膛內泥沙髒汙。
電動噴霧器	有機溶劑清洗砲膛內部並帶走殘餘水份，亦可上塗層。
噴漆槍	為古砲噴塗防鏽塗層。



圖 274 金屬保存研究工作室內部照



圖 275 工作環境溫濕度

	
圖 276 VpCI 氣化防鏽包膜	圖 277 中斷工作時的暫時包膜處置

本團隊制定的修護流程依據維護計畫書與前期實驗室試驗結果，依序進行去漆（噴砂）、除鏽（噴砂）、鈍化（藥劑化學法）、除氯（浸泡法）、清洗（洗去藥劑與殘脂）、封護（塗佈保護層）等作業，將表層現有漆層全部移除，全面進行除鏽、鈍化、除氯、封護等作業。

在鈍化部分，因考量多數鈍化方法易改變古砲原有之色彩與光澤，故本團隊擬定的工作流程改為去漆除鏽→除氯→封護。其中去漆除鏽採用噴砂的方式進行，使用棕色氧化鋁為砂材；除氯浸泡則採鹼液洗脫技術，使用 2wt% 氫氧化鈉；封護使用丙烯酸為主成分的 VpCI-386 透明防鏽漆。各階段工作詳盡的內容如以下小節分述，修護工作結束後則會披覆一層塑膠布以防其他研究工作進行時產生的粉塵沾黏於古砲上。

一. 古砲去漆除鏽

移除古砲表面的塗層與生鏽部位的工具與方法多元，這些方法可區分為機械性與化學性兩種，兩者優缺點整理如表格 40，並分述如下。

表格 40 機械性與化學性除鏽優缺點比較

種類	優點	缺點	時間	花費
機械性	設備操作易上手，低汙染，表面塗層與鏽層皆能一同去除	1. 造成文物表面損傷 2. 對表面不平整的文物較難均勻清潔 3. 人員需長時間在有害粉塵環境中作業	約一周	設備與耗材成本較低
化學性*	節省能源，人員不需長時間進行操作	1. 造成文物表面損傷 2. 化學反應沒有方向性，對文物表面的影響較難控制，清潔精準度很差 3. 需有空間放置處理槽，且不適合在室內進行，結束後產生大體積廢液	約一周	設備與耗材成本較高，且人員需對使用藥劑有基礎知識

*備註：僅傳統化學方法，不含雷射清潔。雷射清潔在特定的能量範圍不會損及古砲表面，具有低耗材、低汙染，惟因本案漆層及鏽層厚實，無法去除深層之處，所以未使用。

1. 機械性方法：利用工具或材料對塗層與鏽層的撞擊或削磨，達到移除的目的。包括手動工具的槌與鑿刀、手術刀、鋼刷、砂紙、玻璃纖維筆等；氣動工具則有噴砂機、砂輪等。

鑿刀可用於大塊鏽層的移除，但若鑄鐵表面有裂隙，且裂隙中存在鏽蝕，則應力破壞將由此發生，對古砲表面是否造成非必要的破壞仍有疑慮，故使用上僅針對大片疏鬆鏽層進行移除（圖 278）。

手術刀可以進行較為細緻的除鏽或移除塗層工作，但若碰到膠結緻密或堅硬耐磨的材料時易斷裂而耗損，且移除效果較不理想，但仍可作為片狀、洋蔥狀剝落處進行細部修整（圖 279）。

鋼刷與砂紙皆以摩擦的方式移除鏽層，因此有同樣的缺點，即在摩擦的

過程中會使鑄鐵文物表面產生肉眼可見的擦痕，甚至有類似拋光的效果，改變表面的光澤。

玻璃纖維筆同樣可進行較為細緻的除鏽工作，惟古砲的面積大，使用起來曠日廢時，不符合施作之時間效益。

氣動機具之微噴砂噴砂與砂輪中以噴砂為首選，砂輪同樣會在表面留下擦痕，噴砂則無此問題，如選用砂材適當，不僅能有效移除塗層與鏽層，也能將表面的破壞降到最低，在沒有肉眼可辨的破壞下，以保留文物歷史訊息為最大原則。



圖 278 以膠槌與鑿刀移除表面疏鬆鏽層



圖 279 以手術刀進行細部修整

2. 化學性方法：利用藥劑或外加能量的方式令塗層與鏽層「變質」，即產生化學反應而達到移除目的。需視表面塗層與鏽層的成分差異選擇不同藥劑或方法，漆層部分可採高溫烘烤碳化、雷射或以有機氯化合物為主的去漆劑等；鏽層的部分則包括使用除鏽藥劑、酸洗、電化學還原、電解還原等。

同表格所述，化學性方法中，塗層與鏽層須分別處置，需消耗大量藥劑，如按照 ASTM 的標準方法，電解所需電解液為 7%的氫氧化鈉[36]，以本案多數古砲所需容積 460 公升來算，需要 34.5 公斤的氫氧化鈉；若以噴砂除鏽的方式為之，可同時移除塗層與鏽層，可避免過多之化學材料遺留問題。

就工作安全層面而言，機械性與化學性方法均可能造成人員吸入性傷害（粉塵、化學氣體等），而化學性的方法則需針對不同性質的藥劑選擇適當的防護裝備。此外，依據 ASTM 所揭載的標準方法，如在氫氧化鈉溶液中使用鋅片進行電化還原，鋅的粉塵在潮濕的環境暴露於空氣中有自燃的危險。若採電解法則可能產生氫氣與氧氣，不適合在通風不佳的室內進行[37]。

[36] ASTM, (1999) Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens

[37] ASTM, (1999) Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens

綜上所述，本團隊在確認鑄鐵砲的銘文與構造不會被破壞移除的狀況下，採用氣動噴砂的方法進行移除塗層與鏽層之工作。選用砂材為價格經濟實惠，普遍應用於除鏽除漆等金屬表面處理的棕色氧化鋁（Brown aluminum oxide，又稱棕剛玉，見圖 286），詳細規格整理如表 41。使用的工具包含筆型噴砂機、5 H P 空壓機、鼓風機等。並於本團隊自行搭建的噴砂室內作業，作業時，工作人員著防塵衣、防塵口罩與護目鏡，以空調系統將環境的溫溼度控制在 25-27℃與 45-60%RH，避免表面噴砂後又快速生鏽（濕度大於 80%RH 時容易發生）。

表格 41　棕色氧化鋁詳細規格

粒徑（μm）	形狀	比重	莫氏硬度	堆積密度（g/cm^3）	成份（%）
125-150	多角形	3.9	9	1.68-1.95	Al_2O_3：96.00 TiO_2：2.60 SiO_2：0.89 CaO：0.25 MgO：0.15 Fe_2O_3：0.11

（一）　位於國立臺南藝術大學之古砲

本案十三門古砲中之十門經運送後置於本校金屬修復室，為進行後續噴砂除鏽施作，以輕鋼架搭建簡易式除鏽室，並鋪設 PVC 塑膠布和避免噴砂作業時粉塵飄散至外部空間，影響其他作業之進行。圖 280 至圖 284 為噴砂室搭建之過程。



圖 280 鋼架搭建噴砂室



圖 281 PVC 膜搭建噴砂室外罩



圖 282 噴砂室搭建完成



圖 283 噴砂室搭建完成



圖 284 於噴砂室施作噴砂作業



圖 285 古砲噴砂除鏽



圖 286 古砲除鏽完成



圖 287 除鏽（上）與未除鏽比較（下）

噴砂作業的工作原理為，藉由高壓氣體帶動多稜角的砂材撞擊工件表面，移除表面的附著物，如鏽層、塗層、填補材、污垢等。基本流程為將砂材倒入噴砂機的砂罐封閉後，以腳踩踏控制氣閥開關，即可噴出砂材作業，工作輸出氣壓約控制在 60-80psi（圖 289 至圖 291）。

不同種類的砂材移除表面物質的強度不盡相同，本團隊於測試階段選用核桃砂、樹酯砂、石英砂、碳化矽、棕色氧化鋁等砂材針對古砲上的破片進行除鏽測試，最終選用效果最佳、作業速度最快的棕色氧化鋁為砂材。(詳見第伍章的修護方法試驗)。

此外本案古砲#1、#2、#3、#6、#7、#8、#9、#10、#11 皆有銘文或紋飾，這些部位為重要歷史訊息，因此保留至確認銘文均為實心鑄鐵，無空洞需填補或加固時才進行噴砂，避免不慎移除。



圖 288 砂材棕色氧化鋁



圖 289 將砂材倒入噴砂機



圖 290 控制氣閥



圖 291 進行噴砂作業

古砲在除鏽前與除鏽後比較其表面顏色、光澤度皆有明顯差異，除鏽後表面較接近原始鑄鐵的鐵灰色，後續將於浸泡鹼液的脫氯作業後再執行除鏽步驟。以下為各古砲除鏽去漆後成果，部分有銘文之古砲在去漆除鏽後字體更為清晰，因此以油墨拓印方式保留銘文（詳見第肆章進階調查）。以下呈現各古砲噴砂除鏽後成果。

工作編號#1（典 2348/P-4）



圖 292 #1 噴砂後的上視圖



圖 293 #1 噴砂後的下視圖



圖 294 #1 噴砂後的左視圖



圖 295 #1 噴砂後的右視圖



圖 296 #1 噴砂後的前視圖



圖 297 #1 噴砂後的後視圖

工作編號#2（典 5444/P-5）



圖 298 #2 噴砂後的上視圖



圖 299 #2 噴砂後的下視圖



圖 300 #2 噴砂後的左視圖



圖 301 #2 噴砂後的右視圖



圖 302 #2 噴砂後的前視圖



圖 303 #2 噴砂後的後視圖

工作編號#3（典 5445/P-6）



圖 304 #3 噴砂後的上視圖



圖 305 #3 噴砂後的下視圖



圖 306 #3 噴砂後的左視圖



圖 307 #3 噴砂後的右視圖



圖 308 #3 噴砂後的前視圖



圖 309 #3 噴砂後的後視圖

工作編號#4（典 5446/P-7）



圖 310　#4 噴砂後的上視圖



圖 311　#4 噴砂後的下視圖



圖 312　#4 噴砂後的左視圖



圖 313　#4 噴砂後的右視圖



圖 314　#4 噴砂後的前視圖



圖 315　#4 噴砂後的後視圖

工作編號#5（典 5447/P-10）



圖 316　#5 噴砂後的上視圖



圖 317　#5 噴砂後的下視圖



圖 318　#5 噴砂後的左視圖



圖 319　#5 噴砂後的右視圖



圖 320　#5 噴砂後的前視圖



圖 321　#5 噴砂後的後視圖

工作編號#6（典 5448/P-11）



圖 322　#6 噴砂後的上視圖



圖 323　#6 噴砂後的下視圖



圖 324　#6 噴砂後的左視圖



圖 325　#6 噴砂後的右視圖



圖 326　#6 噴砂後的前視圖



圖 327　#6 噴砂後的後視圖

工作編號#7（典 5449/P-12）



圖 328　#7 噴砂後的上視圖



圖 329　#7 噴砂後的下視圖



圖 330　#7 噴砂後的左視圖



圖 331　#7 噴砂後的右視圖



圖 332　#7 噴砂後的前視圖



圖 333　#7 噴砂後的後視圖

工作編號#11（典 2433/P-1）



圖 334　#11 噴砂後的上視圖



圖 335　#11 噴砂後的下視圖



圖 336　#11 噴砂後的左視圖



圖 337　#11 噴砂後的右視圖



圖 338　#11 噴砂後的前視圖



圖 339　#11 噴砂後的後視圖

工作編號#12（典 2431/P-2）



圖 340　#12 噴砂後的上視圖



圖 341　#12 噴砂後的下視圖



圖 342　#12 噴砂後的左視圖



圖 343　#12 噴砂後的右視圖



圖 344　#12 噴砂後的前視圖



圖 345　#12 噴砂後的後視圖

工作編號#13（典 2432/P-3）



圖 346　#13 噴砂後的上視圖



圖 347　#13 噴砂後的下視圖



圖 348　#13 噴砂後的左視圖



圖 349　#13 噴砂後的右視圖



圖 350　#13 噴砂後的前視圖



圖 351　#13 噴砂後的後視圖

（二）　位於澎湖縣政府文化局的火車頭庫房之古砲

本案 13 門古砲中的 3 門於澎湖縣文化局的火車頭庫房內進行修復工作，包含工作編號#8（典 5101）、工作編號#9（P-8）、工作編號#10（P-9）等。由於無空調等控制濕度的設備，使用氣動方式作業的噴砂機額外加掛牌水閥，以避免水氣影響修復作業。除此之外，使用的工具方法皆與南藝的金屬修復工作室內的作業相同。如圖 352 至圖 355 所示。



圖 352　使用鑿刀輔助表面鏽層移除

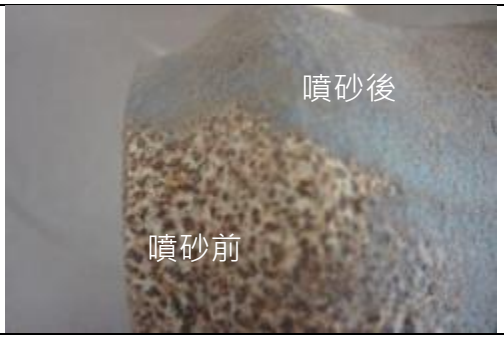


圖 353　噴砂測試



圖 354　表面漆層噴砂



圖 355　表面漆層噴砂

#9、#10 兩門砲在噴砂除鏽後，顯露出與#6 相同的破壞特徵，包含屬於脆性破壞的水平裂痕，以及部分因破壞而缺失、崩落，少數部位疑似有空鼓的狀況存在。移除漆層後顯露的白色物質同樣堅固難以移除，應為前人修復所使用之不可逆填補材。

1.工作編號#8（典 5101/P-16）



圖 356　#8 噴砂後的上視圖



圖 357　#8 噴砂後的下視圖



圖 358　#8 噴砂後的左視圖



圖 359　#8 噴砂後的右視圖



圖 360　#8 噴砂後的前視圖



圖 361　#8 噴砂後的後視圖

2.工作編號#9（P-8）



圖 362　#9 噴砂後的上視圖



圖 363　#9 噴砂後的下視圖



圖 364　#9 噴砂後的左視圖



圖 365　#9 噴砂後的右視圖



圖 366　#9 噴砂後的前視圖



圖 367　#9 噴砂後的後視圖

3.工作編號#10（P-9）



圖 368　#10 噴砂後的上視圖



圖 369　#10 噴砂後的下視圖



圖 370　#10 噴砂後的左視圖



圖 371　#10 噴砂後的右視圖

	
圖 372　#10 噴砂後的前視圖	圖 373　#10 噴砂後的後視圖

二. 古砲除氯處置

所謂對鑄鐵有害的「鹽」，是指能和金屬鐵發生反應並造成腐蝕作用持續發生的「氯鹽」，即在水中解離後陰離子為氯離子的可溶性鹽類。移除氯鹽可有效的控制鑄鐵文物於空氣中的腐蝕速率，其方法包含鹼性亞硫酸鹽還原法、鹼液浸泡法、電化學還原法、氫氣還原法等，詳細內容已在文獻探章節中敘明，考量本案古砲的體積龐大，有人力、空間等施作上的限制，本團隊採用一般最常用於鑄鐵文物除氯的處置方法－鹼液洗脫技術（aqueous alkaline washing techniques）。[38]

（一） 工作流程

鹼液洗脫技術工作流程為將去漆除鏽處理過的鑄鐵文物浸泡於鹼液當中，讓氯離子藉由擴散作用從鑄鐵文物與其腐蝕產物的縫隙中轉移到浸泡溶液，直到氯離子的擴散作用趨緩後更換浸泡溶液或結束浸泡，接著將文物從鹼液中取出，以去離子水沖洗表面殘餘的鹼，並以高溫熱風立即烘乾，完成除氯流程，實際工作情形詳見圖 375 至圖 391。為了徹底移除砲膛內的水氣與殘脂，以便後續封護作業完善，使用電動噴霧器於砲身與砲膛內噴灑丙酮，作為最後一道清洗程序，並靜置至少一天的時間達完全乾燥。

為完成相關處理作業，本團隊於運送古砲的木箱內部鋪設黑色耐酸鹼塑膠（圖 374），作為臨時的化學處理槽，浸泡溶液為使用超純水製備的 2wt%氫氧化鈉溶液（圖 378 與圖 379），依木箱大小與古砲大小不同，浸泡溶液的體積也不盡相同，皆以足夠淹沒古砲，使古砲不接觸外界空氣為主，浸泡總時長時間至少兩個月，期間換液至少一次，視除氯情況，決定是否延長浸泡時間並增加換液次數，使氯離子濃度最終降至 100ppm 以下[39]，工作情形整理如下表 42。

[38] D. WATKINSON and M. B. RIMMER (2013) Alkaline desalination techniques for archaeological iron

[39] D. Hamilton（1999）Methods for Conserving Archaeological Material from Underwater Sites



圖 374　浸泡用木箱，內鋪耐酸鹼塑膠



圖 375　以龍門吊架吊掛古砲



圖 376　以引擎吊架吊掛古砲-1



圖 377　以引擎吊架吊掛古砲-2



圖 378　製備超純水



圖 379　製備 2wt%的氫氧化鈉溶液



圖 380　將鹼液倒入木箱中



圖 381　蓋上防水塑膠布減少空氣接觸



圖 382　古砲於鹼液浸泡中



圖 383　沉水馬達抽換鹼液作業



圖 384　蓋上木箱避免光線照射



圖 385　浸泡結束移除鹼液



圖 386　浸泡結束吊出木箱



圖 387　置於棧板推至戶外



圖 388　用超純水清洗



圖 389　砲膛內清洗



圖 390　用熱風槍高溫迅速烘乾



圖 391　使用丙酮再清洗脫脂與脫水

表格 42　古砲浸泡鹼液除氯工作統整表

古砲編號	浸泡時長	換液次數 / 氯離子濃度（ppm）/pH 值			
#1	2 個月	第一次	結束	--	--
		92.0	<20	--	--
		13.19	13.21	--	--
#2	2 個月	第一次	結束	--	--
		117.4	39.5	--	--
		13.01	13.15	--	--
#3	2 個月	第一次	結束	--	--
		81.1	34.7	--	--
		13.18	12.97	--	--
#4、#6	3 個月	第一次	第二次	結束	--
		126.5	87.1	25.0	--
		13.26	13.20	13.03	--
#5、#11	2 個月	第一次	結束	--	--
		39.5	<20	--	--
		13.12	13.08	--	--
#7	2 個月	第一次	結束	--	--
		87.1	<20	--	--
		13.05	13.12	--	--
#8、#9	8 個月	第一次	第二次	第三次	結束
		444.5	268.3	173.6	81.1
		12.98	13.11	12.90	13.06
#10	8 個月	第一次	第二次	第三次	結束
		252.4	187.5	87.1	<20
		12.88	12.96	12.90	13.25
#12、#13	2 個月	第一次	結束	--	--

		68.2	39.5	--	--
		13.29	13.25	--	--

註：同一欄兩個編號代表同箱浸泡。

（二） 除氯原理

製備的浸泡溶液為約 2wt%的氫氧化鈉溶液，pH 值約 13，在這個酸鹼條件下，除了抑制金屬鐵在浸泡時產生的腐蝕，亦能增加移除氯離子的效率。North and Pearson 的研究探討氯離子從出水鐵器移除與 pH、時間、溫度等條件的關係，其中在 pH 值為 13 的氫氧化鈉浸泡液其氯離子擴散的速率為每小時 46.4mg，比對照組的碳酸氫鈉、碳酸鈉高（27.6-29.1 mg/hr）。這是因為氫氧化鈉在水中是高度解離的強鹼，其氫氧根離子穿透腐蝕產物，促使氯離子釋放。[40]

因氯能以多種形式存在，包括溶解的氯離子型態、進入四方纖鐵礦結構中（β-$Fe_2(OH)_3Cl$）、吸附在四方纖鐵礦或其他腐蝕的表面等，而在浸泡鹼液的過程中，含氯的四方纖鐵礦部分晶體結構會逐漸轉變（transformation）為針鐵礦（α-FeOOH），並從結構中釋放出氯離子，其過程簡化如下。[41]

$$\beta\text{-}Fe_2(OH)_3Cl \xrightarrow{\text{浸　泡}} Fe(OH)_2 + Fe_3O_4 \xrightarrow{\text{乾　燥}} Fe_3O_4 + \alpha\text{-}FeOOH$$

（三） 浸泡的終點判斷

浸泡的終點為氯離子從鑄鐵文物至溶液的擴散趨緩，意即浸泡溶液中的氯離子濃度不再增加。其過程監控以每周採取水樣檢測的方式進行，以耐鹼不透光的空瓶採樣，密封後帶回實驗室，檢測水中氯離子濃度，以判定浸泡終點，同時記錄 pH 值的變化。

於期中階段時本團隊刮取砲身的疏鬆鏽層，以離子層析方法（IC）檢測氯離子濃度，推估古砲的鹽份殘餘量，結果顯示#4 與#6 之氯離子濃度皆超過 100ppm，應進行除氯處置，以減緩腐蝕作用持續發生，但為避免鹽害分布不均造成的誤差，所有古砲均浸置於鹼液中至少兩個月，由於檢測方法的限制，僅能確知讓氯離子濃度至少降至 100ppm 以下的水準。

浸泡期間氯離子濃度的檢測部份，由於鹼性浸泡液中的氫氧根離子濃度甚高，無法使用離子層析法檢測水樣中的氯離子濃度，因此本團隊改用氯鹽的沉澱滴定法檢測水樣，以監測氯離子濃度變化。

沉澱滴定法的基本原理為利用銀離子與氯離子在水中會產生氯化銀的沉澱，從銀離子的反應量推估水樣中的氯離子含量，檢測過程以滴定為主要操作。其反應如下所示，而在水溶液的 pH 值超過 9 的條件下，銀離子則會優先與氫

[40] North and Pearson (1978) Washing method for chloride removal
[41] D. WATKINSON and M. B. RIMMER (2013)Alkaline desalination techniques for archaeological iron

氧根離子反應產生氧化銀沉澱，因此本案的水樣在檢測前須進行前處理（圖 390 與圖 391），前處理過程為使用硝酸調整 pH 至 6-8 之間，再以濾紙過濾水中懸浮雜質後完成。

$$Ag^{+} + Cl^{-} \rightarrow AgCl_{(s)}$$
$$2\ Ag^{+} + 2\ OH^{-} \rightarrow 2\ AgOH \rightarrow Ag_2O_{(s)} + H_2O \quad (pH>9)$$

上列式的反應終點可用二氯螢光素（Dichlorofluorescein，DCF）做為指示劑，DCF 是一種有機染劑，照光激發後會放出螢光，其指示反應終點的原理為氯化銀的白色沉澱在水溶液中是以膠體粒子的型態存在，並吸附周圍的氯離子形成負價表面，此時溶液呈黃綠色，直到銀離子與氯離子達濃度平衡點，沒有新的沉澱產生後，過量的銀離子則會吸附在氯化銀膠體粒子周圍形成正價表面，此時溶液轉變為粉紅色。最後就可從硝酸銀的反應量推估水樣中的氯離子濃度。[42]檢測過程如圖 390 至圖 395 所示。水樣在加入 DFC 指示劑時呈現黃綠色（圖 395），達到滴定終點時呈現粉色（圖 397）。



圖 392　過濾前處理

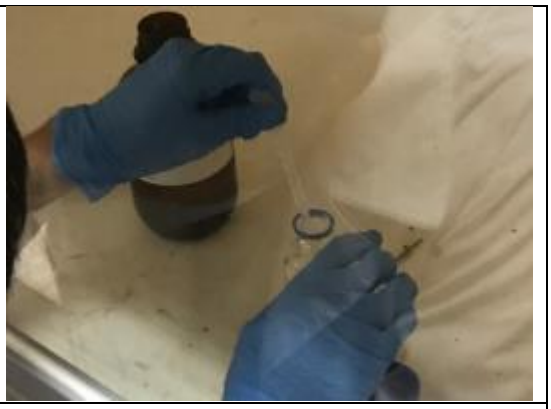


圖 393　調整 pH 前處理

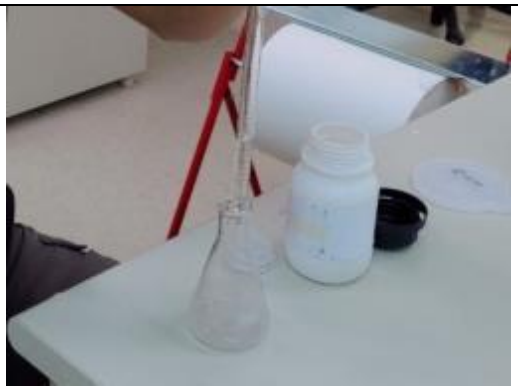


圖 394　錐形瓶中加入待測水樣



圖 395　加入指示劑（黃綠色）

[42] Harris, Daniel Charles. Quantitative chemical analysis 6th. San Francisco: W.H. Freeman. 2003: 142–143. ISBN 0-7167-4464-3.



圖 396　滴定操作

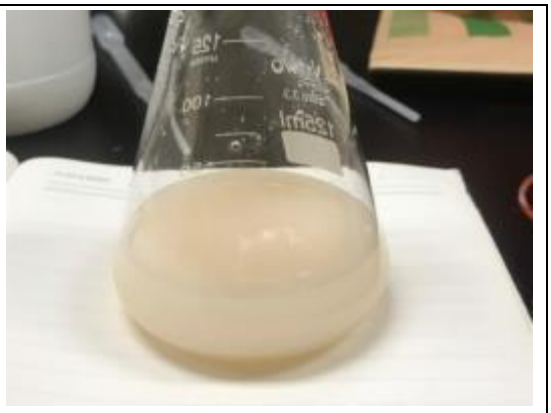


圖 397　變色指示滴定終點（粉色）

本方法所使用的滴定管最小刻度為 0.1ml，0.07M 硝酸銀的消耗體積經不同濃度的氯化鈉標準溶液做滴定測試，氯化鈉標準溶液為秤取定量的氯化鈉烘乾後使用 1,000ml 的定量瓶製備，氯離子濃度 20-200ppm 之間時，結果兩者相關係數達 0.998，為接近 1 的高度正相關（詳見表格 43 與圖 398），因此以 DCF 為指示劑的硝酸銀的沉澱反應量可作為推估未知水樣氯離子濃度的依據，為簡易但較導電度結果準確的方法，但濃度低於 20ppm 則無法有效檢測。

表格 43　氯化鈉標準液之氯離子濃度對應 0.07M 硝酸銀消耗體積

標準液濃度(氯離子)	硝酸銀消耗體積(ml)
20	0.3
50	0.5
80	0.8
100	0.9
150	1.3
200	1.6

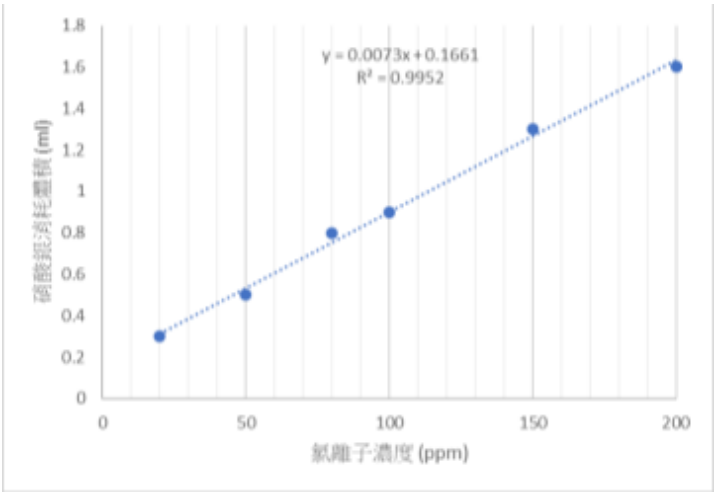


圖 398　氯離子濃度與硝酸銀消耗體積線性回歸

三. 古砲封護

完成除鏽與除氯的階段後，確認鑄鐵表面無鏽層與髒汙即可進行最後階段的封護工作，依據本案期中與期末階段的測試結果，採用 VpCI-386 透明水性防鏽漆作為封護塗層。

為確保古砲在盡可能維持原鑄鐵之顏色與光澤的狀況下長期保存，選用封護塗層的原則包括材料可逆性、透明、不反光、防水、不膨脹收縮、防文物材料劣化等。而 VpCI-386 經測試，除了噴砂可移除外，亦可用不損及鑄鐵材料的丙酮洗淨與脫水；乾燥後呈無色透明狀，雖塗層較厚時會反光，但可用純水進行配比改善；防水、無膨脹收縮問題；經Q-SUN 的 ASTM G155-13（CYC7A）規範測試、冷熱衝擊、鹽霧、戶外暴露等塗層劣化試驗後均只出現少量的腐蝕（詳見圖 399 至圖 404），因此為現階段最合適的封護塗層。

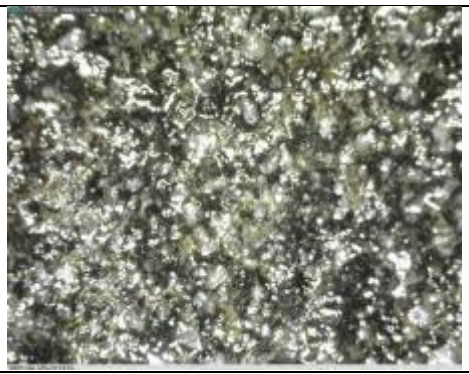


圖 399 灰口鐵 Q-SUN 前

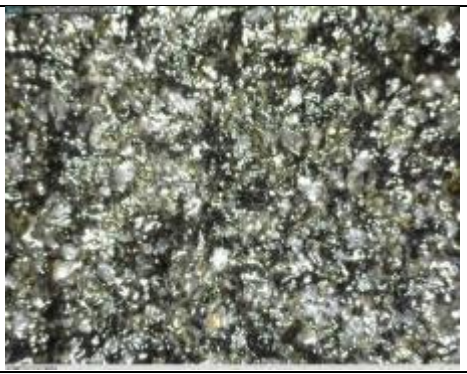


圖 400 灰口鐵 Q-SUN 後

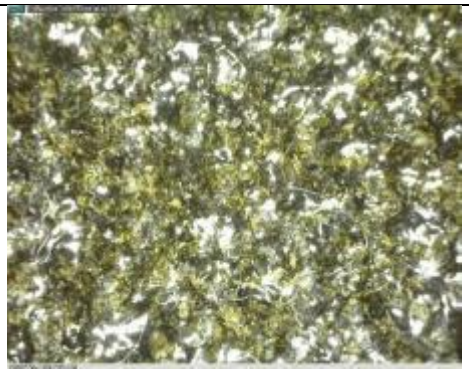


圖 401 灰口鐵冷熱試驗前

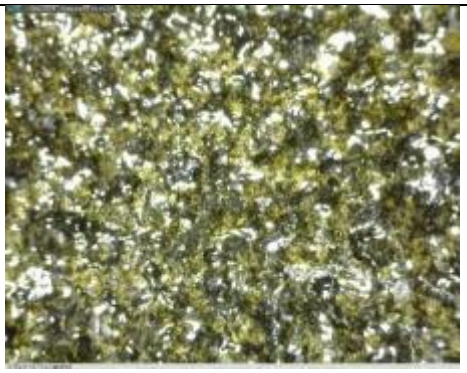


圖 402 灰口鐵冷熱試驗後

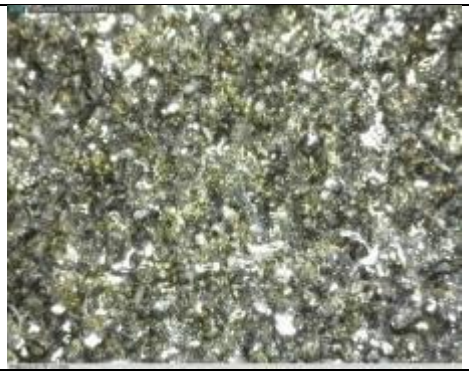


圖 403　灰口鐵鹽霧試驗前



圖 404　灰口鐵鹽霧試驗後

VpCI-386 主要的防護成分為丙烯酸，其原理為液態的原液在金屬表面塗佈後，形成一層小於 75μm 厚的薄膜，該薄膜強韌、耐刮磨，能阻隔外界的水氣與污染物，而薄膜下金屬表面如有微孔隙，亦能有效保護（見圖 405）。若有刮痕產生，刮痕中的腐蝕也不會向周圍的塗層腐蝕與破壞，惟塗佈時仍需避免過多的氣泡產生，因此本團隊以氣動式微噴頭噴漆槍進行塗佈作業，以避免肉眼不可見的微氣泡也被塗層封在鑄鐵表面誘發鏽蝕。更多詳盡說明見附件。

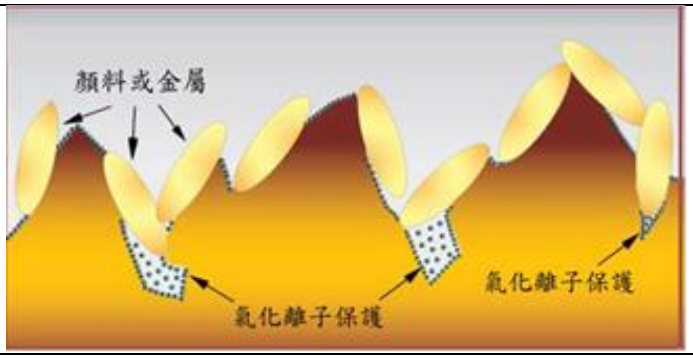


圖 405　VpCI-386 防鏽塗層概念圖[43]

本案古砲塗佈 VpCI-386 的過程如圖 408 至圖 411 所示，由於透明防鏽塗層與水的製備比例影響古砲表面的光澤度非常小，因此本案古砲選擇以原液噴塗施作，以達最佳防護效果。施作時倒入噴漆罐後接上空壓機進行噴塗。工作時應於相對濕度低的環境進行，避免鑄鐵表面吸附過多水氣，影響效果，噴塗厚度以原液的淡藍光澤覆沒鑄鐵為原則。砲膛內的噴塗則以電動噴霧器進行，以長柄噴頭深入達均勻噴塗效果。由於澎湖庫房濕度較高，除鏽後易返鏽，因此採分段施作（圖 408）。

[43] 資料引用:詳見附件六。



圖 406　VpCI-386



圖 407　塗佈用噴漆槍



圖 408　澎湖庫房分階段施作



圖 409　澎湖庫房噴塗過程



圖 410　工作室噴塗過程



圖 411　以電動噴霧器噴塗砲堂內

噴塗結束並放置約一天待其完全乾燥後，以標準色卡與可見光影像記錄正視、下視、左側視、右側視、前視、後視等視角。並暴露於空氣中數日，隨時檢視各部位塗層是否均勻、遺漏或有持續進行的腐蝕作用。針對仍有腐蝕作用發生的部位處置依序以下列步驟進行：以手術刀刮除新生鏽層、烘乾、塗佈鏽轉化劑鈍化、塗佈 VpCI-386 透明防鏽漆、刮除殘餘反應物（詳見圖 412 至圖 415）。



圖 412　以手術刀刮除新生鏽層



圖 413　烘乾移除水氣



圖 414 塗佈鏽轉化劑鈍化



圖 415 殘餘反應物

（一）國立臺南藝術大學之古砲

1.工作編號#1（典 2348/P-4）



圖 416　#1 封護後的上視圖



圖 417　#1 封護後的下視圖



圖 418　#1 封護後的左視圖



圖 419　#1 封護後的右視圖



圖 420　#1 封護後的前視圖



圖 421　#1 封護後的後視圖

2.工作編號#2（典 5444/P-5）



圖 422　#2 封護後的上視圖



圖 423　#2 封護後的下視圖



圖 424　#2 封護後的左視圖



圖 425　#2 封護後的右視圖



圖 426　#2 封護後的前視圖



圖 427　#2 封護後的後視圖

3.工作編號#3（典 5445/P-6）



圖 428　#3 封護後的上視圖



圖 429　#3 封護後的下視圖



圖 430　#3 封護後的左視圖



圖 431　#3 封護後的右視圖



圖 432　#3 封護後的前視圖



圖 433　#3 封護後的後視圖

4.工作編號#4（典 5446/P-7）



圖 434　#4 封護後的上視圖



圖 435　#4 封護後的下視圖



圖 436　#4 封護後的左視圖



圖 437　#4 封護後的右視圖



圖 438　#4 封護後的前視圖



圖 439　#4 封護後的後視圖

5.工作編號#5（典 5447/P-10）



圖 440　#5 封護後的上視圖



圖 441　#5 封護後的下視圖



圖 442　#5 封護後的左視圖



圖 443　#5 封護後的右視圖



圖 444　#5 封護後的前視圖



圖 445　#5 封護後的後視圖

6.工作編號#6（典 5448/P-11）



圖 446　#6 封護後的上視圖



圖 447　#6 封護後的下視圖



圖 448　#6 封護後的左視圖



圖 449　#6 封護後的右視圖



圖 450　#6 封護後的前視圖



圖 451　#6 封護後的後視圖

7.工作編號#7（典 5449/P-12）



圖 452　#7 封護後的上視圖



圖 453　#7 封護後的下視圖



圖 454　#7 封護後的左視圖



圖 455　#7 封護後的右視圖



圖 456　#7 封護後的前視圖



圖 457　#7 封護後的後視圖

8.工作編號#11（典 2433/P-1）



圖 458　#11 封護後的上視圖



圖 459　#11 封護後的下視圖



圖 460　#11 封護後的左視圖



圖 461　#11 封護後的右視圖



圖 462　#11 封護後的前視圖



圖 463　#11 封護後的後視圖

9.工作編號#12（典 2431/P-2）



圖 464　#12 封護後的上視圖



圖 465　#12 封護後的下視圖



圖 466　#12 封護後的左視圖



圖 467　#12 封護後的右視圖



圖 468　#12 封護後的前視圖



圖 469　#12 封護後的後視圖

10.工作編號#13（典 2432/P-3）



圖 470　#13 封護後的上視圖



圖 471　#13 封護後的下視圖



圖 472　#13 封護後的左視圖



圖 473　#13 封護後的右視圖



圖 474　#13 封護後的前視圖



圖 475　#13 封護後的後視圖

（二）澎湖縣政府文化局火車頭庫房之古砲

澎湖庫房的古砲#9、#10 在除氯完成後砲身外層原裂縫處，表層出現脫落現象（圖 476 與圖 477），內層則顯露紅色與黃色鏽，可知其原已脫離，為保持古砲之完整，在古砲吊出木箱前，進行分類並清洗烘乾後拼組（圖 479），接著分別對表層脫塊與砲體內層進行除鏽封護（圖 480 至圖 485），最後以環氧樹酯（型號：立可健 NO-788-60 (g0-206-14)）為主成分之樹脂等將表層脫塊黏合加固於砲身，盡可能維持古砲之完整。



圖 476　#9 砲身表層脫塊



圖 477　#10 砲身表層脫塊



圖 478　表層脫塊現象



圖 479　表層脫塊拼組



圖 480　#9 表層脫塊除鏽後封護



圖 481　#9 砲體內層除鏽封護



圖 482　#10 破片除鏽後封護



圖 483　#10 砲體內層除鏽封護



圖 484　破片黏合作業



圖 485　#9 黏合後銘文部位

1.工作編號#8（典 5101/P-16）



圖 486　#8 封護後的上視圖



圖 487　#8 封護後的下視圖



圖 488　#8 封護後的左視圖



圖 489　#8 封護後的右視圖



圖 490　#8 封護後的前視圖



圖 491　#8 封護後的後視圖

2.工作編號#9（P-8）



圖 492　#9 封護後的上視圖



圖 493　#9 封護後的下視圖



圖 494　#9 封護後的左視圖



圖 495　#9 封護後的右視圖



圖 496　#9 封護後的前視圖



圖 497　#9 封護後的後視圖

3.工作編號#10（P-9）



圖 498　#10 封護後的上視圖



圖 499　#10 封護後的下視圖



圖 500　#10 封護後的左視圖



圖 501　#10 封護後的右視圖



圖 502　#10 封護後的前視圖



圖 503　#10 封護後的後視圖

柒、 運返作業(澎湖)

原置於國立臺南術大學的古砲完成修護作業後，裝箱運返澎湖文化局的火車頭庫房。為避免古砲於用送過程中損壞，並確保在置入展櫃之前能完善保存，在修護完成後，將古砲吊掛置入原本的木箱中，先鋪上緩衝材，再鋪上 PVC 透明塑膠布，最後以發泡劑將砲體前後四個角落固著，鋪上最後一層充填緩衝材料，於運送前封箱。圖 504 至圖 505 為鋪設緩衝材料、塑膠布與吊掛古砲的過程。圖 506 至圖 509 為封裝古砲並以發泡劑加固的過程。圖 510 至圖 513 為封箱完成後與合作的搬運廠商移置到貨車上。

運返澎湖庫房之古砲總計 10 門，考慮木箱空間與可承受重量，部分古砲採同箱裝運，以縮短作業時間，增加運送的效率，總計裝載 6 箱，詳細整理如下表格 44。

表格 44 各木箱裝載之古砲與總重量

木箱	1	2	3	4	5	6
古砲	#1	#3	#2、#11	#5、#7	#4、#6	#12、#13
重量	1114.5	772.0	649.0	758.5	1053.0	207.5



圖 504 鋪設緩衝材料



圖 505 鋪設透明塑膠布



圖 506 吊掛已包膜之股砲



圖 507 置入鋪設完成的木箱中



圖 508　以發泡劑填縫固定



圖 509　角落填縫固定完成



圖 510　古砲木箱搬離工作式



圖 511　古砲木箱搬運過程



圖 512　載運用之 17 噸大貨車



圖 513　將木箱置入車內



圖 514　運抵港口後堆高機取出



圖 515　於布袋港碼頭等候船運



圖 516　運抵文化局火車頭庫房



圖 517　古砲木箱拆封

運送古砲的海運碼頭為嘉義布袋港，如圖 514 與圖 515 所示，古砲木箱運抵港口後，港口的海運作業人員以堆高機將古砲木箱取下，移到碼頭包膜等候運送。

古砲運抵澎湖文化局火車頭庫房後，隨即會同文化局承辦人員將裝載古砲的木箱搬運到指定位置，如圖 516 與圖 517 所示，確認古砲無損後完成移交作業。

捌、 日常維護管理建議

文物經由修復後最重要的是典藏維護與後續的預防性保存（preventive conservation）工作，本案之古砲經由修復後委託單位預計將其規畫至澎湖縣金龜頭砲臺之軍方建築體（圖 518、圖 519）進行展示。以下針對保存原理與建議環境、文物安全與日常管理維護作業進行說明。



圖 518 金龜頭砲台兵房外觀



圖 519 預計展示內部空間

日常的管理維護應就古砲與其保存場所進行風險分析與對策因應，針對自然災害、人為蓄意與非蓄意破壞與其他災害等，擬定防減災計畫、防盜保全計畫、災害搶救計畫等，並安排人員就古物狀況與防災保全措施等項定期巡查，相關表格詳見附件十四。

不同材料對外在環境因子的反應與敏感程度不盡相同，應對策略為瞭解材料的風化機制後進行預防性文物保存（Preventive conservation），所以構成古砲的材料為保存設計必須考量的最重要因素。對金屬文物而言，從製造完成的那一刻起便與各類環境因子發生化學上的交互作用，若要在保存的過程中完全「停止」腐蝕，以現今的技術而言，在不傷及文物本體的前提下費用昂貴且困難，只有稀有且昂貴的物質才符合成本效益。因此，多數的金屬文物保存仍以「控制」腐蝕為實務上的保存方法[44]，例如本案所規劃的打造一個保存空間並控制濕度等微環境條件，減緩腐蝕發生。

一、鑄鐵文物的保存原理與建議環境

鐵金屬的腐蝕過程與水和氧的存在息息相關，在含水的條件下，鐵鏽的形成過程為：陰極氧化釋放鐵離子，陽極還原氧氣形成氫氧根離子，兩者化合形成鐵鏽沉澱於表面。在高濕度的環境中，鐵金屬表面容易吸附水分子形成微觀下的水膜，讓離子在其中自由移動，令鐵鏽生成反應更容易發生。因此鐵質文物的保存多關注在水氣、空氣污染物質的隔離與降低環境相對濕度，達到腐蝕控制的目的，增加文物保存的生命週期。

[44]English Heritage (2013) Guidelines for the storage and display of archaeological metalwork

另一個重要因素則是鐵砲的鹽害程度，鑄鐵孔隙中的氯鹽在環境中特定的相對濕度條件下會潮解為溶液狀態，溶液中的氯離子在鐵的腐蝕作用過程中具促進水解的作用，也能穿透金屬鐵表面的鈍化膜，此類電解質的存在讓腐蝕的反應更容易發生[45]。

因此，在保存的策略上應盡可能的減少氯鹽的存在，除展藏前的除氯修護處置外，亦可從展藏時的環境相對濕度控制著手，避免氯鹽潮解後產生有害鏽而使金屬鐵持續發生腐蝕作用。

諸多研究亦表明環境相對濕度對金屬鐵腐蝕有顯著的影響，Schindelholz（2014）分析了海鹽氣溶膠的吸溼行為在不同相對濕度下對低碳鋼的腐蝕影響，其結果顯示在相對濕度僅 33RH%的條件下，氯化鈉晶體即可吸收空氣中水分誘發腐蝕[46]。Watkinson（2019）則比較了兩個不同出土位址的鐵器在不同相對濕度的環境中消耗空氣中氧氣的速率，作為量化腐蝕速率的基準，從圖 2 中顯見腐蝕速率隨相對濕度增加而快速上升[47]。

綜上所述，在鑄鐵古砲的保存展示櫃的設計上，應著重於展櫃內相對濕度的控制，在國內外與文物保存相關的組織單位對鐵器保存的建議中亦是如此，我國的國立故宮博物院亦參考博物館環境（The Museum Environment，Thomson，1986）一書制定文物保存標準，其中針對較敏感的出土鐵器保存之相對濕度嚴控在 15%[48]；英格蘭遺產委員會（English Heritage）金屬器展示與儲藏方針的建議內容便指出相對濕度的改變對鐵金屬腐蝕風險的增加較溫度更為顯著[49]（圖 520）。加拿大文物保存研究機構（Canadian Conservation Institute）同樣認為鐵質文物對溫度的化學敏感度較低，對潮濕環境（相對濕度 75%RH-100%RH）則非常敏感[50]。

[45] 柯賢文，王朝正（2014）。腐蝕及其防制。
[46] Schindelholz (2014) Effect of Relative Humidity on Corrosion of Steel under Sea Salt Aerosol Proxies.
[47] Watkinson (2019) The Influence of Relative Humidity and Intrinsic Chloride on Post-excavation corrosion Rate of Archaeological Wrought Iron.
[48] 岩素芬(2007)。國立故宮博物院文物保存維護的實踐，文化資產保存學刊/第一卷。
[49] English Heritage (2013) Guidelines for the storage and display of archaeological metalwork
[50] Canadian Conservation Institute (2008) Care and Cleaning of Iron.

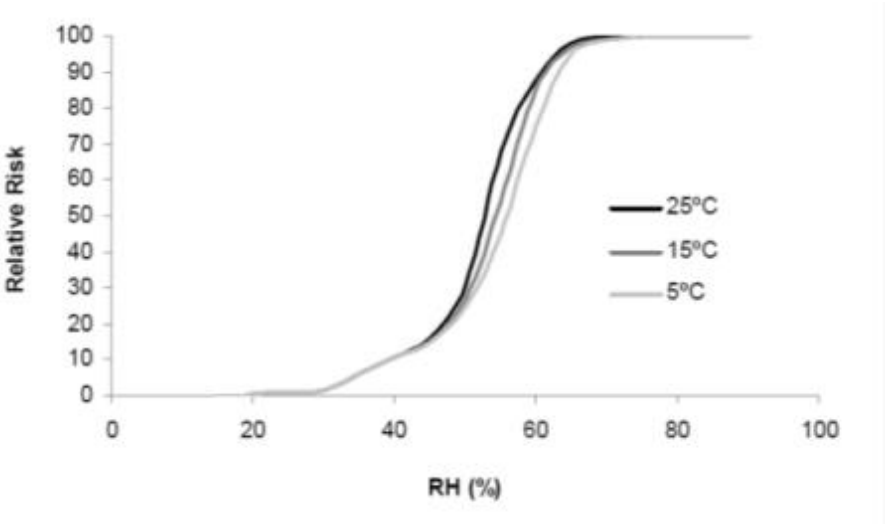


圖 520　不同環境溫度在各級相對濕度中鐵質文物的保存風險[51]。

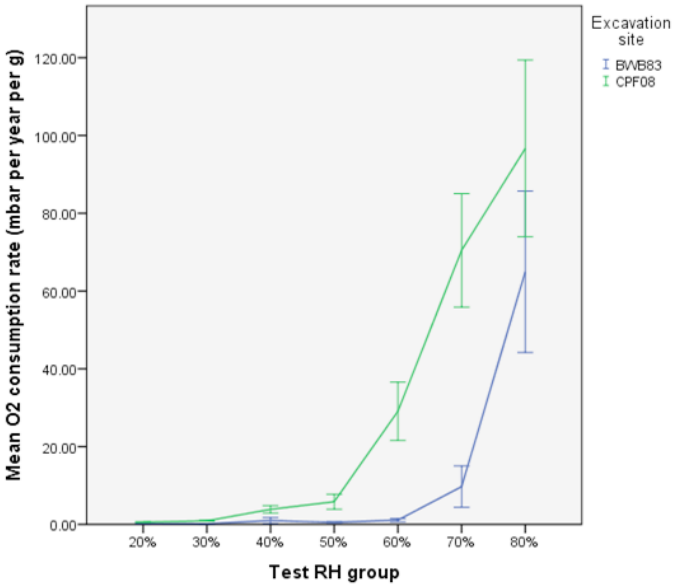


圖 521　各級相對濕度中鐵質文物（鐵釘）消耗氧氣的速率[52]。

環境控制首先注意溫度、相對濕度，建議設置環境空調，因一個封閉之空間或展櫃，於溫度 20℃及相對濕度 50%條件下，如沒有加濕器其波動 1℃將影響約 3%相對濕度，波動 5℃將影響約 15%相對濕度。溫度下降超過 10℃會造成 100%相對濕度及冷凝。而展場空間內如有不均衡的溫度分布其所造成之問題，將較不同時間溫度波動影響大。可規劃重合性「空間中的空間」，將展場空間與建築空間進行隔離，以減緩溫度影響讓牆體、出入口都具有良好的隔熱性。

溫度部分應避免過高造成的化學性劣化(如鐵砲表面保護層、展場材料)，也要避免過低溫造成的物理性劣化（如凍裂、收縮反應)。除日間變化外，季

[51] 同註 63。

[52] Watkinson (2019) The Influence of Relative Humidity and Intrinsic Chloride on Post-excavation corrosion Rate of Archaeological Wrought Iron

節性溫度變化也要注意，自然界的陽光造成的溫度影響甚鉅，其照射產生的不適當溫度可能造成物體表面溫度高達 75℃，如展櫃之玻璃罩會造成櫃內更高溫。鑄鐵材料對室溫的化學敏感性為低敏感度，但如果室溫為 25℃至 20℃可以有近似 500 年+至 1,000 年+材料壽命。

另外展場、展櫃之電燈應避免使用白熾燈及石英燈，因其含有紅外線而產生熱能，白熾燈含有之紅外線甚於陽光，而展場過度使用白熾燈常為展場溫度及相對濕度波動之因素。而不均衡之溫度常於空調系統通風口或暖氣機，如於空氣循環差的空間其外牆的溫度波動較高，且屋頂溫度較高，地板溫度較低，不均衡的溫度所造成的相對濕度波動會造成更大的問題。

鐵質文物於室內存放之溫溼度，最佳溫度為攝氏 14℃-24℃，相對濕度 40%RH-45%RH 和光照度 150lux（張晉平，2013）[53]，而國立故宮博物院對傳世鐵器之濕度要求在 30-35%RH 之間，下表 35 則整理國際博物館對金屬文物的展藏濕度要求。參照國內外的保存規格與實務修護經驗，本團隊也建議古砲保存的相對濕度應控制在 35-40%RH 之間，溫度部分則配合展櫃外環境空調，避免日間溫度變化過大。此外在保存的過程中，建議於應注意有無展櫃、古砲與壁體是否產生結露現象，如有此現象應立即通知空調設備相關人員進行瞭解或調整。

表格 45　各國文物保存單位針對金屬器或鐵器建議之濕度控制

展藏單位	**金屬或鐵器相對濕度**
國立故宮博物院[54]	30-35%RH
英格蘭遺產委員會[55]	30% RH
加拿大文物保存研究機構[56]	50% RH
荷蘭布朗畢克博物館[57]	35% RH
中國北京故宮博物院[58]	45% RH

[53] 張晉平，2013，博物館環境監測與技術
[54] 岩素芬 (2011) 國立故宮博物院文物保存維護的實踐
[55] English Heritage (2013) Guidelines for the storage and display of archaeological metalwork
[56] Canadian Conservation Institute (2007) Care and Cleaning of Iron
[57] 張琳 (2012) 文物保存溫溼度規範因應節能趨勢之探討
[58] 張琳 (2012) 文物保存溫溼度規範因應節能趨勢之探討

二、文物的防災與安全

在進行防災與安全設施的配置前，首先必須瞭解文物在存放空間可能面臨的風險為何，而後進行相關的評估作業。一般災害種類可分為下述四類：

1. 第一類：地震、火災、風災、水災等自然災害。
2. 第二類：偷竊、強盜、搶奪或其他人為蓄意破壞之災害。
3. 第三類：工作過程疏失、人為疏失等非蓄意破壞。
4. 第四類：其他災害。

在風險評估的部分可由文物所在的存放空間著手，包含存放地點、存放地點的周邊環境、存放地點的建築體及該區間的設備分布等，詳細內容如下表46所列：

表格 46　文物存放風險評估內容

評估項目	評估項目內容
地 點	分析文物所在地點的氣候，天災種類與頻率，評估氣候與天災對古蹟造成的威脅。
周圍環境	分析文物存放地點附近的環境對其之影響。譬如位在鬧市、工業區、機場等，評估可能造成的潛在危機。
建 築 體	1. 與建築專業、警衛安全人員與消防隊員一起配合。評估內容包括：建造時間、樓層、坪數、空間分布與坪數。 2. 材料與種類：地板、天花板、牆壁、門窗、水管、排水道使用的材質與其物理結構，評估並記錄現狀。 3. 安全系統：火災警報器、滅火器、煙霧偵測器、消防系統、擴音器、安全警報系統、緊急電話及緊急出口。評估所在地並記錄設備狀況。 4. 文物存放地點與設備、典藏品本身狀況：瞭解文物搶救點與決定文物搶救的先後次序。
區 間	各個空間空調系統、消防設備與安全警衛系統的分佈。

評估文物於存放地點可能面臨風險後，即可擬定防減災計畫，主要針對上述第一類之災害的預防，常見的自然災害有地震、火災、風災及水災等，然而台灣地區自然環境複雜，各類災害在不同地區發生的潛勢亦有所差異，而現實中諸多災害亦屬於「複合型」，時常同時發生或一個災害發生後誘使另一種災害發生等。以下簡述不同災害的特徵與防範措施。

1. 地震：台灣在地體構造上位處太平洋火環之地震帶，一年當中大小震不斷，尤其以板塊交界的中央山脈、花東縱谷等區最為頻繁，有紀錄以來規模 7.0 以上之地震對地表建築皆造成巨大傷害。

就危害程度而言，由輕度至強烈可概分為一至四區[59]，如下圖 523 所示，本案古砲預定展藏地點澎湖縣為第一區，此危害度分區考量了發生地震之強度、機率、地形、地質構造等因素，可對照圖 524 的地震發生潛勢圖，但即便是同樣的分區，過去實際的受災情況仍有所差異，如中彰投曾於 1999 年規模 7.3 的集集地震中重創，又以南投最劇，圖 522 為地震中整棟倒塌的集集鎮武昌宮，此為百年一遇的災害；同樣分區的澎湖其距縣政府半徑 100 公里內海域自 1900 年以來沒有超過規模 5.0 的地震，而 100 公里外兩起規模 6.0 以上的地震造成澎湖縣境的震度也僅 3 級，難以構成重大威脅[60]。

地震除直接破壞建築體以外，亦可能誘發火災，因此在防震措施上也應考量火災因素。單就地震的防減災而言，固定文物是簡易的抗震方法，讓文物不會因震動摔倒掉落受損，同時也應避免文物因其他物件掉落或傾倒而被壓毀，而在古砲的保護上，則需固定展櫃內外以確保地震時不會滾動、碰撞而損壞。此外應定期檢視各項防震安全措施是否堅牢，定期檢修水管避免地震時破裂噴灑在古砲上造成表面鏽蝕。

雖然澎湖縣受地震為害的潛勢非常小，但若存放地點的建築體老舊，有結構腐爛、壁癌橫生、鋼筋裸露等問題時，仍需定期維修補強或另尋適合的文物保存地點，因為這些問題只要微小的震動或滲水即可能造危害，如圖 525 至圖 526 所示。

[59] 資料引用:https://www.ncree.org/Ncree.aspx?id=16#A11 國家地震工程研究中心 108 年 10 月 2 日點閱

[60] 資料引用:http://scweb.cwb.gov.tw/ 歷史地震資料來源：中央氣象局地震測報中心歷史地震查詢



圖 522　集集大地震中整棟倒塌的武昌宮(邵慶旺拍攝)

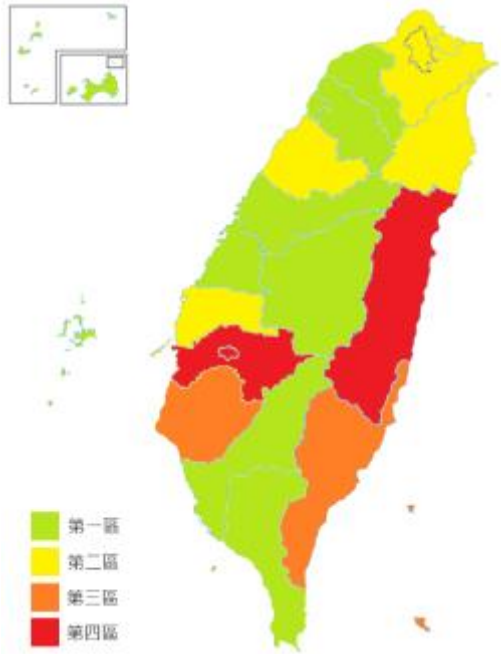


圖 523　地震危害度分區

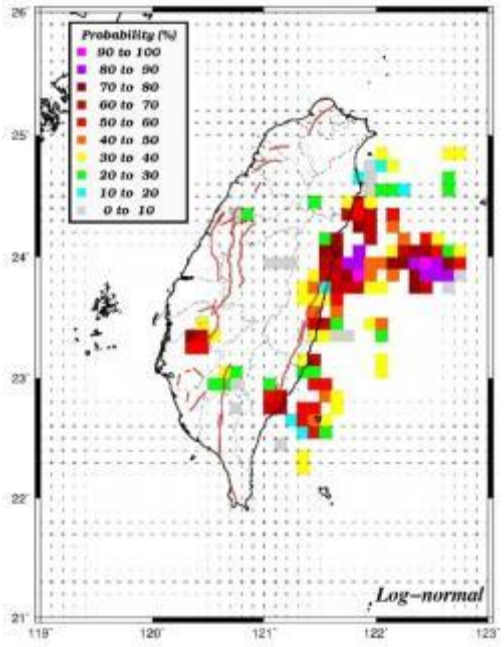


圖 524　50 年內發生規模 6.0 之機率分布[61]

[61] https://www.cwb.gov.tw/　中央氣象局地震測報中心 2018 預測資料。



圖 525　崩落的天花板水泥



圖 526　損壞的天花板

2. 火災：火災為發生頻率最高的災害，可能原因是天然災害、人為蓄意或疏失、電線走火或具有易燃之材料與藥劑。

降低具有可燃性之展場材料設計，不可將具易燃性材料與古砲一同放置。因古砲之質量較重，所以發生火災時無法輕易移動，需要避免受到持續性高溫影響。所應以減少易燃材料之使用，並且保持疏散通道之暢通。防災措施或計畫，包含疏散觀眾與文物動線規劃。並設置自動火源偵測系統，包含偵煙器（smoke detection）、熱源偵測器（heat detection）、可攜式滅火器等，且定期檢視、維護或更新。

此外需定期進行人員防災演習與教育訓練，熟悉消防局聯絡窗口，並提供相關展場動線圖與古物放置位置圖，並須熟知展場空間動線，以利疏散參觀者。

3. 風災：風災多為颱風的強陣風所造成的災害，台灣地區的風災好發於 7、8、9 月，風災時常伴隨著水災，若出現強降雨造成積淹水、漏水等狀況亦有可能造成電線短路引發火災。

我國中央氣象局的風力分級採世界氣象組織（WMO）所公告的蒲福風級標準，由小至大分為 0-17 級共 18 個分級，其中當陣風達 9 級以上時便可能對地面建築體造成損壞[62]，而依據政府公告的「天然災害停止上班及上課作業辦法」，颱風暴風半徑於四小時內可能經過之地區，平均風力 7 級或陣風達 10 級以上時，權責機關得發布停班停課。可以此作為風災的防減災依據。

[62] 資料引用:https://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/encyclopedia/ty023.htm ，108 年 10 月 2 日點閱。

防範措施除了颱風警報發布後的防災工作外，應定期檢視存放文物之建築體的屋頂、門窗是否堅固並正常開關、植栽定期修剪、出入口附近的物品告示牌等應確認牢固，水管與機電設備需定期檢修，避免漏水造成短路引發火災。

4. 水災：台灣常見的水災多為強降雨造成之積淹水或洪氾，一年當中的汛期為 5 至 10 月，過去對水災的發生多關注梅雨季和颱風季所帶來的豐沛雨量，但近年由於氣候變遷等因素，短延時的強降雨成為新的關注焦點，在延時為 1 小時的強降雨事件中（雨量>84mm），午後的局部對流（即一般新聞所稱的午後雷陣雨）佔比將近 1/3[63]，故水災的防範不應只關注於梅雨或颱風期間。

因此在防減災的措施上，皆應定期清理排水通道、檢視建築體與水管有無漏水、維護冷氣空調設備、檢視抽水馬達等機電設備，易淹水的地區則可裝設防水閘門等。

5. 其他天災：上列四項均為台灣地區發生機率較高的天然災害，而近年來因國際重大災害事件與科學研究的進展，讓海嘯此一天然災害在台灣受到關注。

海嘯的成因多為海底的斷層活動擾動海水所造成，因此好發於海中的大地震之後，如 2011 年 3 月 11 日規模 9.0 的東日本大地震引發日本有史以來最大的海嘯，並造成福島核電廠事故，對全球環境造成重大衝擊[64]。其中位於岩手縣陸前高田市的市立博物館所藏文物皆無倖免於難，總數約 560,000 件物品，救回 460,000 件，在此之前未曾發生過如此大量的文物在一夕之間毀損，雖後續修復處理過程依清潔、除菌、除氯、乾燥等處置泡水文物，但如水墨、皮革製品、水彩、油彩等類物品仍無適當方法得以處理[65]。

台灣地區早在清同治六年（1867）即有明確的海嘯紀錄，據《淡水廳志》與 Alvarez 所著的《Formosa》中記載，大地震發生於基隆外海，其後產生的海嘯造成瑞芳至基隆沿海嚴重破壞[66]。面對此類的重大災害，我國的中央氣象局在台灣大學海洋研究所的協助下，於 107 年在台灣的西南與東南外海設置海嘯預警觀測浮標，提升海嘯預警能力，增加災害應變時間[67]，因此在台灣外海有大規模地震時，應同時留意是否有海嘯警報發布。減災措施則近似於地震，

[63] 吳宜昭、龔楚嫕、王安翔、于宜強 (2016) 台灣地區短延時強降雨事件氣候特性分析 國家災害防救科技中心災害防救電子報 第 132 期。
[64] https://zh.wikipedia.org/wiki/東日本大震災 108 年 10 月 2 日點閱。
[65] 資料引用:https://www.nippon.com/ja/currents/d00168/ 108 年 10 月 2 日點閱。
[66] 資料引用:吳祚任 整理 TSUNAMI SCIENCE RESEARCH LABORATORY. 2012. http://tsunami.ihs.ncu.edu.tw/tsunami/history.htm 108 年 10 月 2 日點閱。
[67] 資料引用:http://www.oc.ntu.edu.tw/?p=19039 108 年 10 月 2 日點閱。

主要從文物存放的建築體著手，定期檢視並維護相關之安全設備，如位在海嘯侵襲的高危險區，則應考慮補強至耐海嘯的程度。

依據我國中央氣象局海嘯危險性分級表（表格 47），澎湖縣屬於第二級資料顯示可能有海嘯紀錄或疑似海嘯紀錄，但無海嘯災害者，因此在文物保存之災防考量上應納入海嘯災害之影響。

表格 47 臺澎金馬沿海地區海嘯危險性分級表(依行政區劃分)[68]

區級	縣市
I：資料顯示有海嘯災害者。	新北市、基隆市
II：資料顯示可能有海嘯紀錄或疑似海嘯紀錄，但無海嘯災害者。	臺中市、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、臺南市、高雄市（含東沙、南沙）、屏東縣、臺東縣、花蓮縣、宜蘭縣、**澎湖縣**
III：資料顯示並無海嘯紀錄，但可能受影響者。	桃園縣、新竹縣、新竹市、苗栗縣、金門縣、連江縣

以本案古砲未來存放的地區馬公市而言，其周邊海域沒有觀測到足以引起海嘯災害之活動斷層，最接近者為澎湖水道以南的馬尼拉海溝，該區域自有紀錄以來曾在 1782 年發生規模 8 以上的強震，其引發的海嘯造成台南、高雄等地重大傷亡。因此澎湖縣屬於未來可能受海嘯影響的區域。

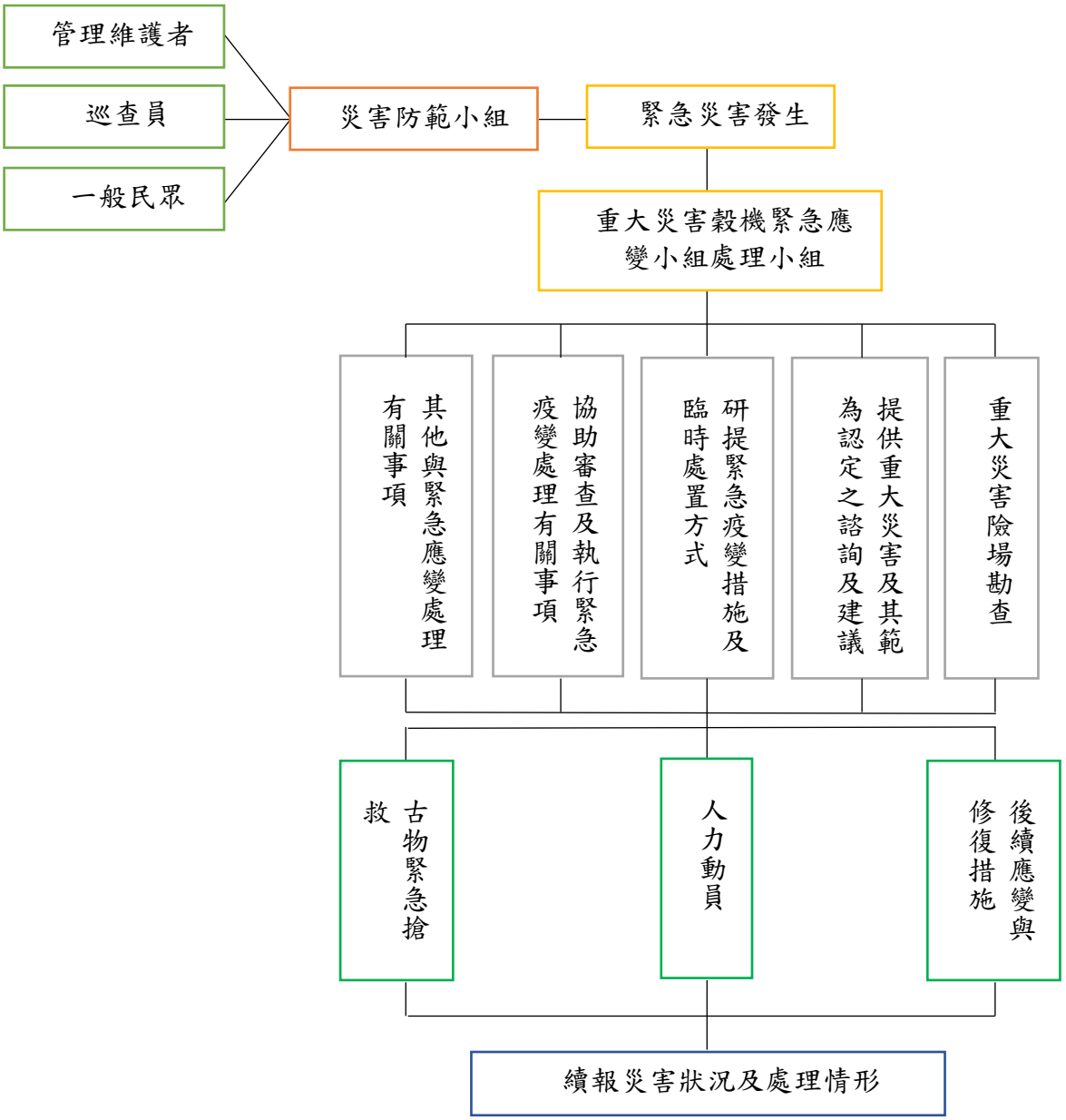
6. 人為災害：本災害屬上述第二類災害，主要針對偷竊、強盜、搶奪與其他人為破壞等風險進行預防，文物在典藏或展示期間皆須確保其安全，可擬定防盜保全計畫，且計畫只能提供給相關單位及內部人員，避免外流造成計畫無效。

日常管理上可派員監督巡查，並建議定期巡查紀錄，同時建立門禁保管人員清冊，控制非管理單位人員之進出，進出文物存放空間須確實登記時間、姓名與事由等。設置主動式推播保全系統 24 小時全天候監看。避免盜竊及蓄意破壞並注意展示館之鑰匙管控（Key Control），且設阻隔觀者與古物之保護裝置或設置警鈴提示，避免觀者過度接近或碰觸展櫃。

三、緊急應變與文物搶救

如發生天然災害如地震、颱風等災害或重大人為災害，需進行緊急災害之搶救與後續處裡程序如下：

[68] 資料引用:https://www.cwb.gov.tw/ ，中央氣象局海嘯資料。



為於災害發生時能有效且迅速應變，須擬定災害搶救計畫，其內容應包含搶救的標準流程、疏散圖與展藏地的平面位置圖、應變小組名單與責任歸屬、緊急聯絡名單、搶救所需物資、文物搶救優先順序、搶救動線與管制、文物臨時安置地點等。其中文物搶救優先順序則依其價值、現況、材質與構造決定。

而在搶救文物時若碰到疑問，應立即停止工作，請教有經驗的專家後方可繼續搶救工作。如有碎片則應盡量毫無遺落的收集起來，做好登錄後，盡可能與原件放置一起，以利日後修復工作。此外，搶救過程應注意災場的清潔、修護及溫濕度等環境控制的問題，待環境控制妥當，確定建築安全性（如蟲害、黴菌、漏水等問題），再將文物遷入。

四、法令規章

公有古物管理維護辦法_107 年 11 月 7 日修正

2018-11-19

中華民國 106 年 6 月 22 日文化部文授資局綜字第 10630062921 號令訂定發布全文 11 條；並自發布日施行

中華民國 107 年 11 月 7 日文化部文授資局物字第 10730121722 號令修正發布第 10 條條文

第一條 本辦法依文化資產保存法（以下簡稱本法）第六十九條第一項規定訂定之。

第二條 公有古物之管理維護，其內容包括下列事項：

一、財產管理。

二、展覽收藏保存。

三、維護修復。

四、防災安全。

五、活化利用。

公有古物之保管機關（構）應依本法第六十九條第二項規定，就前項管理維護事項，訂定相關規定，報各該主管機關備查。

第三條 前條第一項第一款所定財產管理應遵行事項如下：

一、公有古物應登記珍貴動產，並依審計法、國有財產法、地方政府公產管理相關法規辦理財產管理。

二、依本法第六十九條第二項規定建立古物清冊，其內容應包括古物名稱、編號、數量、來源或取得資訊、古物圖片、保存現況及保存所在位置、古物級別、指定公告日期等資料，保管機關（構）得視需要自行增訂資料內容。

三、辦理古物查驗：

（一）保管機關（構）應依古物清冊資料內容，定期查驗古物保存狀況並紀錄，以備各該主管機關查核。

（二）古物查驗應會同財產管理、主計或政風等部門辦理，必要時得聘請專家學者參與。

保管機關（構）經依博物館法完成認證者，前項第三款之古物查驗事項得依公立博物館典藏品盤點作業辦法規定辦理，盤點結果應報各該主管機關備查。

第四條　第二條第一項第二款所定展覽收藏保存應遵行事項如下：

一、古物公開展覽時，應先評估古物保存狀況，並確認展場環境符合古物保存條件。

二、脆弱易損之古物，應限制展覽時間，必要時以複製品展覽。

三、古物之收藏庫房，應依古物材質及保存條件，建立溫濕度、光照、空氣品質、蟲菌防制等環境控制之保存設施及管理規範。

四、古物留存於原文化脈絡之開放或半開放空間、戶外環境展藏保存者，應盡量控制環境之穩定度，降低自然或人為之破壞風險，並視需要設置監測、防護及安全設施。

五、古物出借時，應規定保存環境條件及保管責任、點交、包裝運輸、安全等事項，並應簽訂契約及辦理保險。

第五條　第二條第一項第三款所定維護修復應遵行事項如下：

一、古物狀況脆弱及迅速劣化須維護時，得採用減緩古物受損程度或強化結構之穩定性維護處理，並以不改變古物現狀形貌為原則。

二、古物因過去保存或修復作為不當，導致部位或功能缺損時，為增進古物鑑賞、文化資產價值或活化利用之需要，得經專業研究評估後，採取恢復古物樣貌與功能之修復處理。

三、古物修復處理時，應尊重古物之歷史與原始材料，盡量保留歷史跡證，採用日後可移除及可辨識之材料與技術，且不臆測缺失的樣貌或圖紋，並詳實記錄。

四、附屬於建築物之繪畫、雕刻或裝飾性物件等古物，應以現地保存為原則，非必要不得採遷移保存作為。

前項第二款之修復處理及第四款之遷移保存作為，應遵行事項如下：

一、擬具修復計畫或遷移保存計畫報各該主管機關辦理專業審查核定後執行。

二、修復計畫或遷移保存計畫執行過程應詳實記錄，修復報告書或遷移保存報告書報各該主管機關備查。

三、古物修復計畫及遷移保存計畫之研擬及執行，應由專業人員或團體辦理，古物保管機關（構）應查核執行人員之修復專業學歷及實務工作資歷。

四、保管機關（構）設有修復部門或聘有專業修復人員者，經主管機關同意，其修復計畫或遷移保存計畫得自行審查，各項記錄及報告書應建檔保存，主管機關得視需要進行實地查核。

五、古物修復計畫及遷移保存計畫，應尊重多元文化脈絡與傳承，考慮古物與其歷史、文化、社會或場域之關聯性，以整合性保存其相關有形或無形文化資產為原則，必要時應邀集相關機關（構）會商及邀請相關專家學者參與研究規劃。

第六條　第二條第一項第四款所定防災安全應遵行事項如下：
一、保管機關（構）應就所保管古物及其展藏空間設施進行風險評估，訂定預防地震、火災、風災、水災等防減災計畫及防盜保全計畫。
二、依實際需要建置防震、防火、防水等相關監測、防減災設備及防盜保全設施，並定期維護、管理及評估。
三、展藏保存於開放或半開放空間、戶外環境之古物，應有專責人員定期巡查並維護防盜保全、防減災設施，必要時得申請當地警察機關加強巡邏。
四、訂定災害搶救計畫，內容包括災害現場古物緊急保護處理程序、遷移包裝運送及臨時庫房規劃、古物受損檢視評估及後續維護或修復處理規劃等事項。
前項第四款之災害搶救計畫應建立標準作業流程及分工人員名單、聯絡方式等，於災後確認人員安全後即啟動執行，並通報主管機關。

第七條　第二條第一項第五款所定活化利用應遵行事項如下：
一、古物應在確保安全與保護原則下，盡量活化古物之文化價值、創意加值利用及增進社會功能。
二、紙質及脆弱易損之文獻古物得以數位化檔案或複製品提供公眾閱覽，因特殊原因須閱覽原件時，應經申請並由保管人員陪同閱覽。
三、公有古物之複製應依本法第七十一條規定辦理。
前項之活化利用應尊重多元文化脈絡與傳承，考慮古物與其歷史、文化、社會或場域之關聯性，以整合性活化其相關有形或無形文化資產，創造文化多元價值。

第八條　依本辦法辦理古物管理維護成效優良者，主管機關得依本法第九十八條規定，優先補助管理維護相關經費或獎勵相關人員。

第九條　保管機關（構）代管其他公、私立機關（構）或個人所有之古物者，應依本辦法辦理古物管理維護。

第十條　依本法第六十六條辦理文物暫行分級並經中央主管機關備查之暫行分級國寶、重要古物及一般古物，其管理維護，準用本辦法之規定。

第十一條　本辦法自發布日施行。

玖、 結論

總結所有工作階段，本案古砲的修護研究獲得以下成果：

一、古砲修護方法：藉由前期完整的文獻整理，與後續在實驗室中的測試成果，以棕色氧化鋁為砂材的噴砂為本案古砲去漆除鏽方法，本法雖較有效率且除鏽效果好，但仍可能造成表面微觀上的磨損；以浸泡氫氧化鈉溶液的方式除氯可緩減古砲返鏽速率；VpCI-386 透明防鏽漆經可逆性與耐候測試為最適合本案古砲的保護塗層。

二、古砲現況調查：本案除基本的損壞調查外，還實際測量古砲的重量，對照銘文記錄以了解其實際的風化程度。由於本案古砲的殘片中可見新鮮為風化的鑄鐵，藉由金相分析確認屬於灰口鑄鐵。SEM/EDS 對漆層的檢測結果顯示橘紅漆含鉛量極高，可能為傳統紅丹漆，黑色漆則以碳黑與硫酸鋇為主成分。疑似雙層結構的#6 古砲，內外層成分之組成經 XRF 檢測結果存在顯著差異，內層多呈高鐵含量特徵，外層則因矽和鋁的含量多在 5%以上，降低鐵元素所占比例。離子層析檢測的氯離子濃度結果則顯示，裂隙與孔洞較多的古砲受鹽害侵蝕的情況愈嚴重。

三、建置古砲的 3D 模型資料：將本案古砲修復前的形貌以 3D 數位模型的資料保存，供後人參考。

四、古砲修護：本團隊採噴砂除鏽、鹼液除氯、防鏽漆封護之工作流程，噴砂除鏽全面移除表面的塗層與鏽層；鹼液除氯則讓古砲浸泡液中的氯離子濃度降至 100ppm 以下，減緩腐蝕作用；防鏽漆封護則使用 VpCI-386 透明防鏽漆，其具長期防護效果且保留了鑄鐵的色澤，極薄的塗層令銘文字跡在封護後仍顯清晰。修護成果見圖 527 至圖 539。

五、針對腐蝕與脆性破壞嚴重的古砲，儘可能還原其破壞前的樣貌，移除內外鏽層後封護，並使用環氧樹樹脂為主要補強方法。

六、管理維護建議：日常的管理維護應就古砲與其保存場所進行風險分析與對策因應，針對自然災害、人為蓄意與非蓄意破壞與其他災害等，擬定防減災計畫、防盜保全計畫、災害搶救計畫等，並安排人員就古物狀況與防災保全措施等項定期巡查，相關紀錄表詳見附件十五，定期巡查的紀錄同時可作為追蹤修護成效之參考。



圖 527　#1 修護前後對比



圖 528　#2 修護前後對比



圖 529　#3 修護前後對比



圖 530　#4 修護前後對比



圖 531　#5 修護前後對比



圖 532　#6 修護前後對比



圖 533　#7 修護前後對比



圖 534　#8 修護前後對比



圖 535　#9 修護前後對比



圖 536　#10 修護前後對比



圖 537　#11 修護前後對比

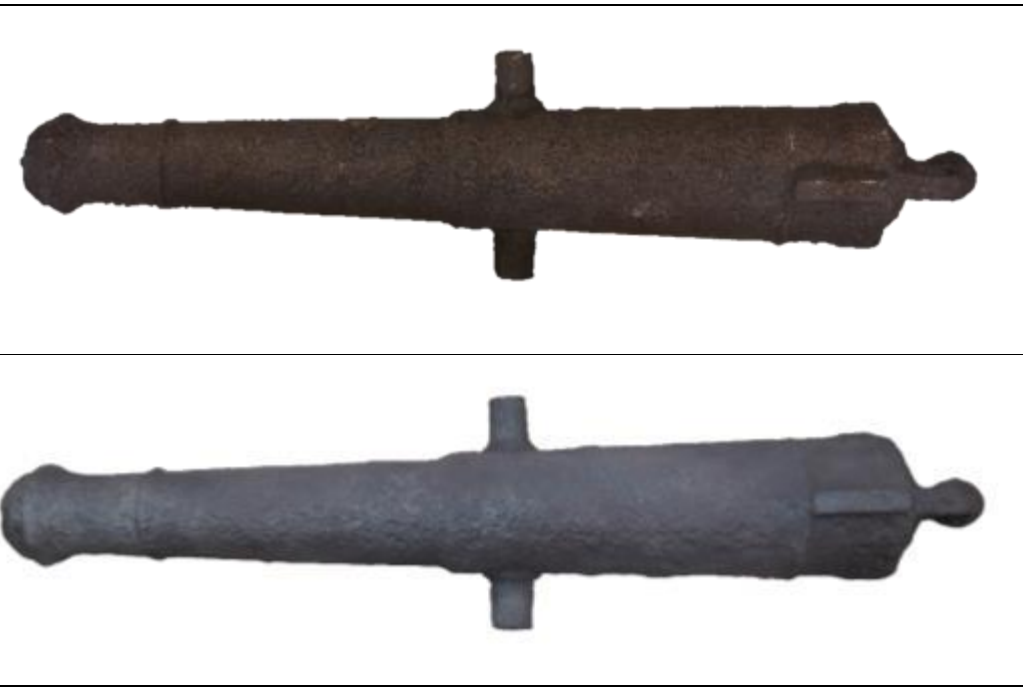


圖 538　#12 修護前後對比



圖 539　#13 修護前後對比

參考文獻

楊仁江（1990）。臺灣地區現存古礮之調查研究。臺北：行政院內政部編制。
許雪姬（2015）。清代臺灣的綠營。臺北：中央研究院近代史研究所。
簡後聰（2002）。臺灣史。臺北：五南圖書出版公司。
李建緯(2015)。臺中市萬和宮金屬鐘研究—試論其所反映的產銷問題。文化資產保存學刊，35，30-67。
盧泰康（2017）。文化資產中的古物研究與鑑定—台南瑰寶大揭密。臺北：五南圖書出版公司。
鮮祺振、劉國僑（1995）。金屬腐蝕及其控制。臺北：財團法人徐氏基金會。
中國文化遺產研究院（2006）。鐵質文物綜合保護技術研究。北京：中國文物局。
張晉平（2013）。環境監測控制技術。北京：中國環境出版社。
鑄鐵。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%B8%E9%93%81。
鐵鏽。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%81%E9%94%88。
金屬化合物知識。教育頭條。民國 107 年 8 月 20 日，取自：http://toutiao.sanhao.com/m/news-detail-23469.html。
奈米氧化鐵前景。Uknow01。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://www.uknow01.com/p20180313264937090/。
鐵和鐵的化合物。數理天地。民國 107 年 8 月 20 日，取自：http://m.anoah.com/app/sltd/?c=main&a=detail&id=12052&knowapplyid=&knowledgeid=5337。
氧化鐵。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%93%81。
氧化亞鐵。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B0%A7%E5%8C%96%E4%BA%9A%E9%93%81。
四氧化三鐵。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 20 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9B%9B%E6%B0%A7%E5%8C%96%E4%B8%89%E9%93%81。
TN 金相相埋機。臺灣中澤股份有限公司。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://www.alkemt.com/Fproducts_show.asp?productid=697。
IISS 鑄鐵筋相分系統。ALKEMT。民國 107 年 8 月 25 日，取自：http://www.alkemt.com/Fproducts_show.asp?productid=697。
XRD（X-射線繞射分析）。EGA。民國 107 年 1 月 20 日，取自：http://www.eaglabs.com.tw/xrd.html。
鉻。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 25 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%AC。
鈷。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 25 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%92%B4。

沃斯田鐵。維基百科 Wikipedia。民國 107 年 8 月 25 日，取自：
https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A5%A5%E6%B0%8F%E4%BD%93。
硒。國家環境毒物研究中心。民國 107 年 8 月 25 日，取自：
http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/toxfaq_detail_mobile.php?id=80。
ICS-1600。Thermo Fisher。民國 107 年 8 月 26 日，取自：
http://www.thermofisher.com.tw/products/show.aspx?pid=114&kid=10,11,129。
小型噴砂機,桌上型噴砂機。旭聯國際企業代理。民國 107 年 8 月 25 日，取自：
http://www.asahi-link.com/Small-blaster-AS-110F.htm。
電子式石英砂破碎氣試驗機。濟南旭聯儀器設備有限公司。民國 107 年 8 月 25 日，取自：
http://www.sdxlyq.com/html/product/jiajiaotongbudai/jinggaiyalishiyanji/2018/0507/420.html。'
碳化矽。旭聯國際企業代理。民國 107 年 8 月 25 日，取自：
http://www.asahi-link.com/Small-blaster-03.htm。
氧化鋁。旭聯國際企業代理。民國 107 年 8 月 25 日，取自：
http://www.asahi-link.com/Small-blaster-03.htm。

附件一、檢視登錄表

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 2438 #1
	中文名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營貳千觔前膛鑄鐵砲
	古砲來源	澎湖縣體育會帆船委員會右側(現觀音亭海水浴場附近)
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣文化園區戶外庭院
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 69 年(西元 1980 年)				
	製作年代	西元 1876 年		製作時期	清代	
	作　　者	匠首林茂昇				
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置	砲身	字體形式	凸鑄
	銘文內容	光緒二年 奉 憲鑄造臺協三營 大砲重貳千觔 匠首林茂昇				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[1]	砲體	砲口至第 3 箍 32.5cm、第 3 箍至第 2 箍 67.5cm、第 2 箍至第 1 箍 47.5cm、第 1 箍至砲尾箍 28.5cm、砲尾箍至砲尾 25.5cm，砲身總長 201.5cm。			
		砲耳	直徑 10cm、突出 9.5cm。			
		砲耳座子	直徑 13.3cm，突出 4cm， 砲耳中心至砲口長 102cm。			
		砲尾	直徑 44cm、突出 25.5cm。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 37.5cm；門眼臺長 10cm、寬 6cm。			
		重量	1193.6kg			
	主要材質	■金屬 (■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛)□其他				
	砲口形式	■直口 □壺口		砲口口徑	內徑 12cm、外徑 23.5cm	
	裝砲方式	■前膛 □後膛		砲膛形式	■滑膛 □線膛	
	砲耳形式	□錐式■筒式		砲耳座子	■有□無	
	砲尾形式	□穹圓形 ■覆鐘形□筒形 □方形 □其他				
	現有支撐	水泥墩座				
	砲口內容物	雜草、紅磚、珊瑚、鞭炮、貝殼、鐵塊、玻璃。				
	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江(1990)《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙				

檢視：鄧慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：

生物性危害：

■蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

■腐朽 □異味 ■氧化 ■失去光澤 ■生鏽 □污漬 ■變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補

□鬆脫 ■其它 孔洞

汙染：

■髒汙■灰塵 □油污 □明顯的記號 ■漆料汙染

狀況等級：

□佳 good（外觀完整，具操作能力，僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕 □會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感 □結構斷裂 □以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□黴害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 □硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

■填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光攝影

■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線）
■非可見光（■紅外線 ■紫外線 □紅外線熱影像 ■熱影像 □其他）
■色彩紀錄
■材質分析（■XRF ■XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）
■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）
□其他

一. 檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)		謝智華(2007)	
主要金屬	鑄鐵		鑄鐵	
整體狀況	不佳		須緊急處理	
表面加工	塗佈防鏽漆料		三層塗漆(防鏽漆)	
物件狀況	形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料		完整、髒汙、曾修復	
金屬狀況	鏽蝕、剝落		孔蝕	
其他建議	遷移至室內受控制之環境。		空氣中鹽分含量高，油漆剝落。	
圖片紀錄				
	古砲俯視	XRF 檢測	古砲側視	位置不明確
				
	砲口	砲尾	古砲火門	推測為砲管內部

二. 可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三. 可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖



可見光砲口



可見光砲尾

四. 紅外線檢視



紅外線正俯視圖 古砲明度較白處為漆層



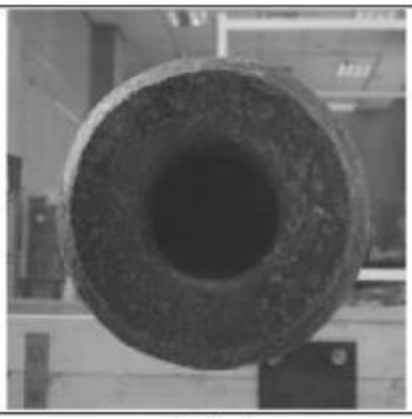
紅外線後視圖



紅外線左側視圖



紅外線右側視圖明度較白為漆層



紅外線砲口



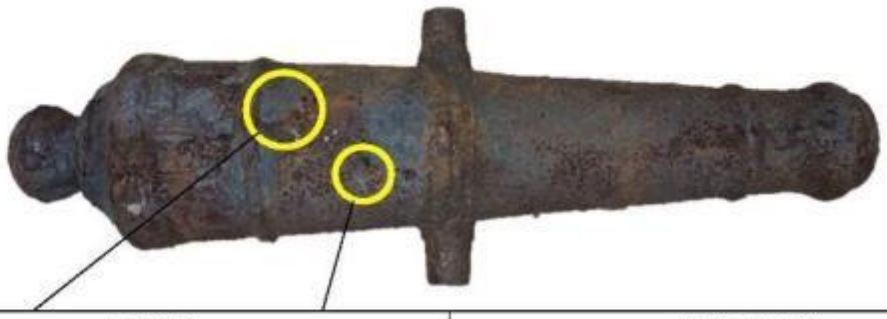
紅外線砲尾

五. 顯微鏡檢視

1			無反應
	生物殘留	生物殘留(可見光)	生物殘留(紫外光)

2			無反應
	黃漆	黃漆(可見光)	黃漆(紫外光)
3			無反應
	結晶	結晶(可見光)	結晶(紫外光)
4			無反應
	橘漆	橘漆(可見光)	橘漆(紫外光)
5			無反應
	綠漆	綠漆(可見光)	綠漆(紫外光)

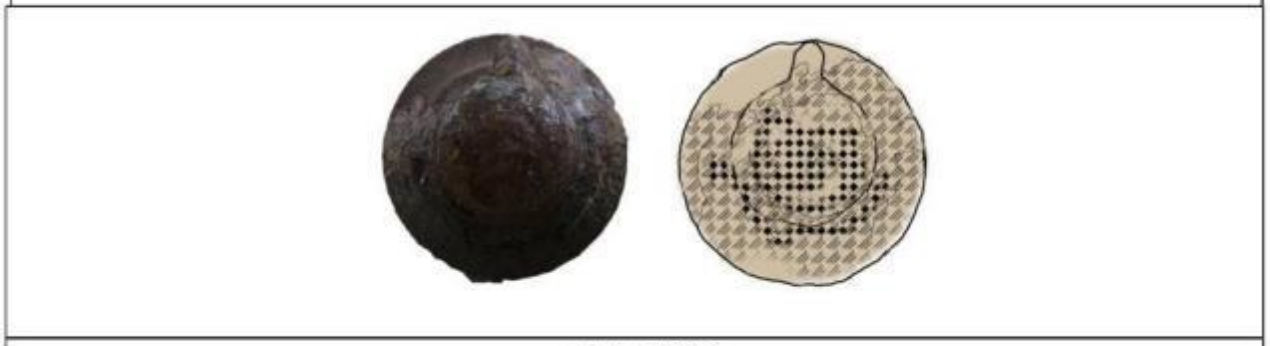
六. 色彩與光澤度紀錄



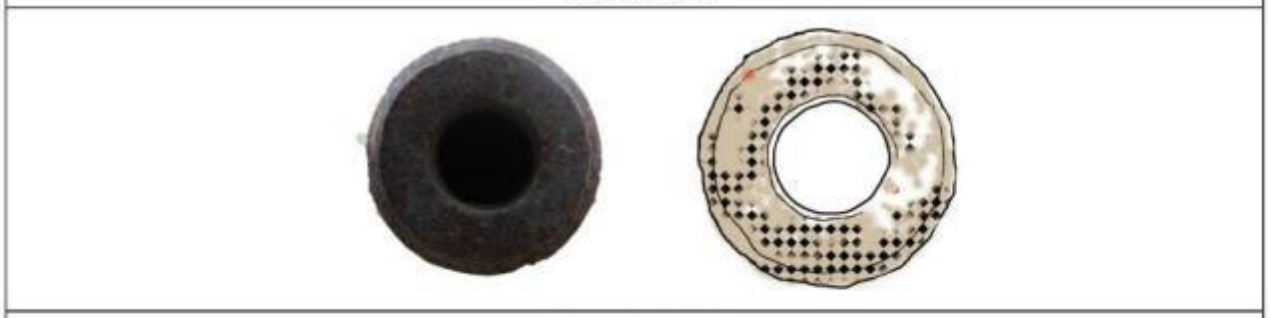
色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L43.39 a12.89 b24.53	L31.07 a10.06 b12.03	0,00gu	0,00gu

七. 劣損圖

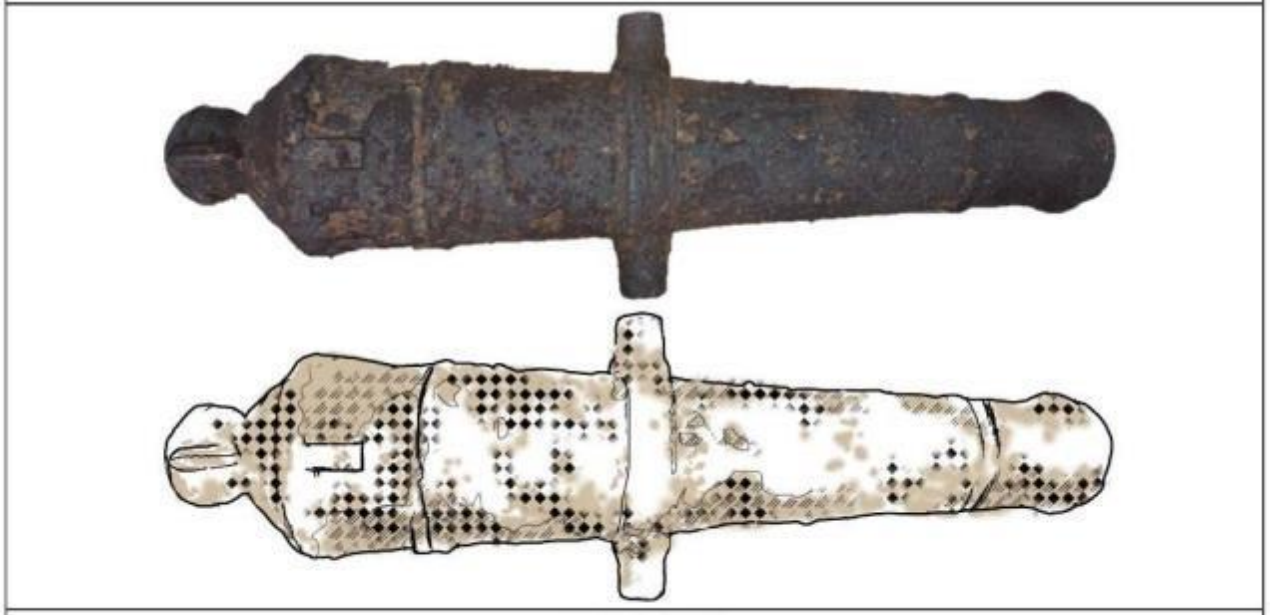




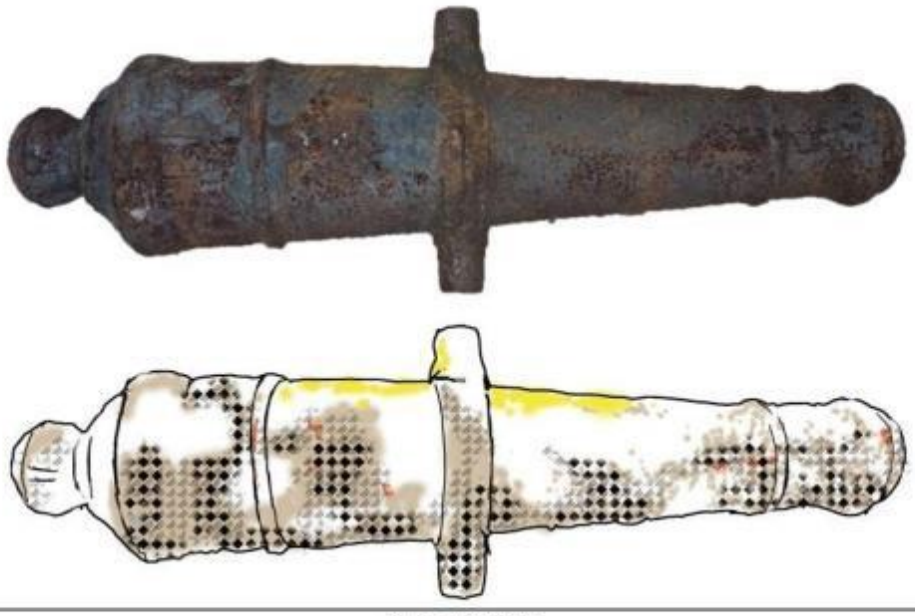
砲尾劣損圖



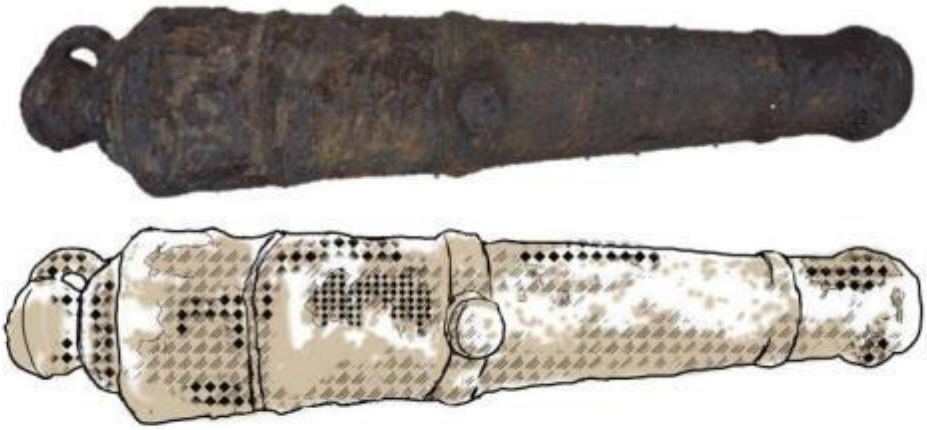
砲口劣損圖



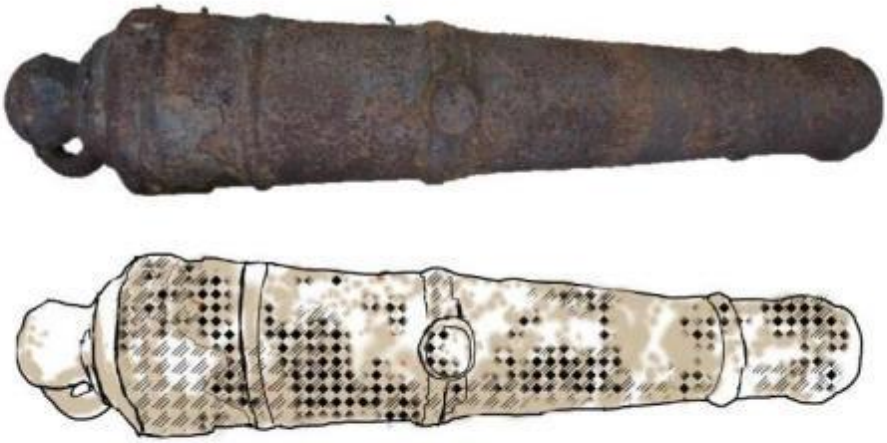
正視劣損圖



後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 5444 #2
	中文名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營一千觔前膛鑄鐵砲
	古砲來源	本砲於 1989 年從西嶼西臺遷至澎湖縣文化園區
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣文化園區戶外庭院
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 69 年(西元 1980 元)				
	製作年代	西元 1876 年	製作時期	清代		
	作　　者	匠首林茂昇、副匠首林國琉				
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置	砲身	字體形式	凸鑄
	銘文內容	光緒二年 奉 憲鑄造臺協三營 大砲重一千觔				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ____				
	重量與尺寸[2]	砲體	砲口至第 3 箍 27.5cm、第 3 箍至第 2 箍 55cm、第 2 箍至第 1 箍 36.5cm、第 1 箍至砲尾箍 21cm、砲尾箍至砲尾 22cm，砲身總長 162cm。			
		砲耳座子	直徑 12.6cm，砲耳中心至砲口長 87cm。			
		砲尾	直徑 35cm、突出 22cm。			
		砲鈕	直徑 12.6cm、砲鈕總長 17cm。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 26.5cm；門眼臺長 9.5cm、寬 5cm。			
		重量	596.8kg			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛）□其他				
	砲口形式	□直口■壺口	砲口口徑	內徑 10cm、外徑 20cm		
	裝砲方式	■前膛 □後膛	砲膛形式	■滑膛 □線膛		
	砲耳形式	■錐式□筒式	砲耳座子	■有□無		
	砲尾形式	□穹圓形 ■覆鐘形□筒形 □方形 □其他				
	現有支撐	水泥墩座座				
	砲口內容物	果汁冰棒包裝、沖天炮、筆蓋、貝殼、珊瑚、石塊、鐵塊。				
	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江(1990)《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙				

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：（以照片標示劣化性質、性質或範圍）

生物性危害：

□蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 ■污漬 ■變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕■其它_孔洞

汙染：

■髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整，具操作能力，僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacccptablc（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□徵害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

■填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光

■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線）
■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 ■熱影像 □其他）
■色彩紀錄
■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）
■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）
□其他

一. 檢視紀錄

<table>
<tr><td>調查者</td><td colspan="2">本團隊(2018)</td><td colspan="2">謝智華(2007)</td></tr>
<tr><td>主要金屬</td><td colspan="2">鑄鐵</td><td colspan="2">鑄鐵</td></tr>
<tr><td>整體狀況</td><td colspan="2">不佳</td><td colspan="2">差</td></tr>
<tr><td>表面加工</td><td colspan="2">後人塗佈防鏽漆料</td><td colspan="2">三層三層塗漆(防鏽漆)(防鏽漆)</td></tr>
<tr><td>物件狀況</td><td colspan="2">目前形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料</td><td colspan="2">完整、髒汙、曾修復</td></tr>
<tr><td>金屬狀況</td><td colspan="2">鏽蝕、剝落</td><td colspan="2">孔蝕、剝落腐蝕、活性腐蝕</td></tr>
<tr><td>其他建議</td><td colspan="2">遷移至室內受控制之環境。</td><td colspan="2">空氣中鹽分含量高，油漆剝落、褪色，砲管中有不明圓錐狀金屬物。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">圖片紀錄</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>砲尾</td><td>古砲俯視</td><td>古砲管內</td><td>古砲墩座</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>砲口</td><td>砲耳座子</td><td>砲尾</td><td>古砲俯視</td></tr>
</table>

二. 可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三. 可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖

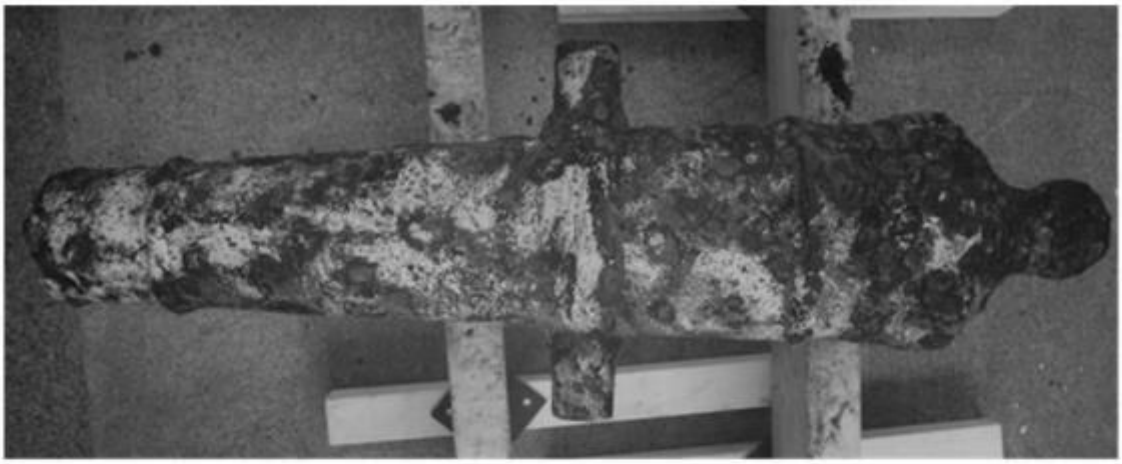


可見光砲口



可見光砲尾

四. 紅外線檢視



紅外線正俯視圖 古砲白色處為漆層



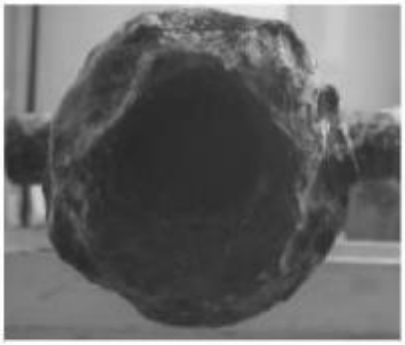
紅外線後俯視圖



紅外線左側視圖，明度較白為漆層



紅外線右側視圖 明度較白為漆層

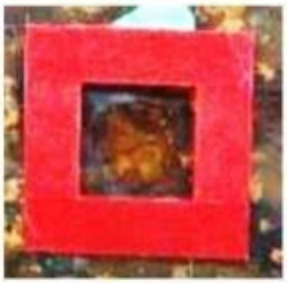
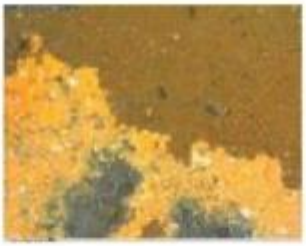


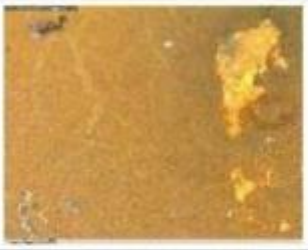
紅外線砲口



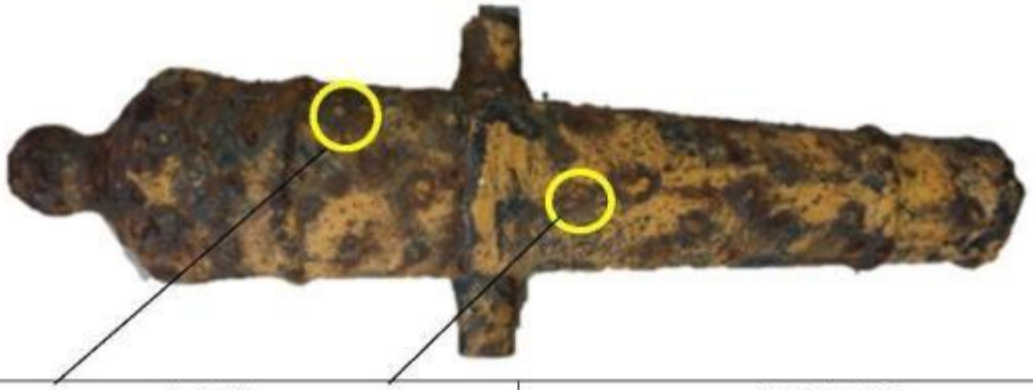
紅外線砲尾

五. 顯微檢視

1			無反應
	鏽層	鏽層(可見光)	鏽層(紫外光)
2			無反應
	掉漆	掉漆(可見光)	掉漆(紫外光)

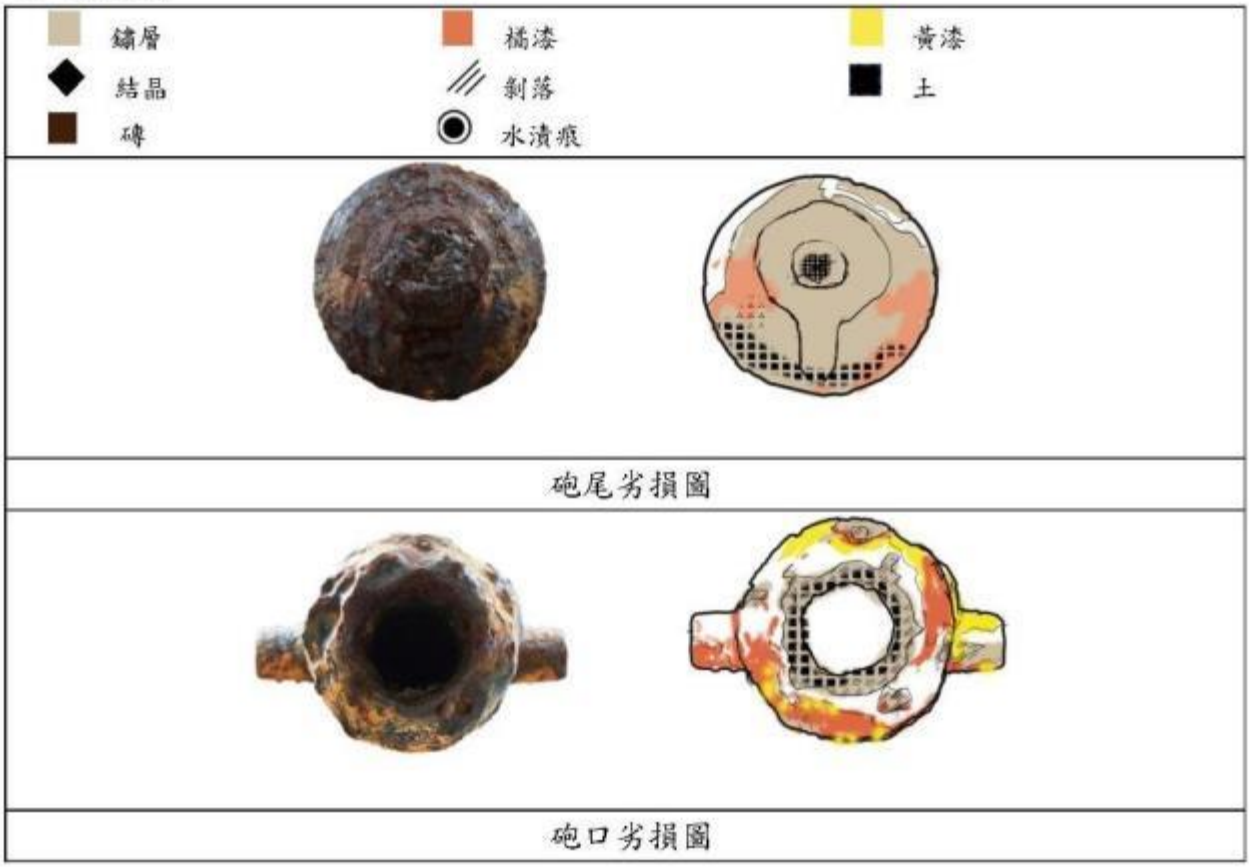
3			無反應
	黃漆	黃漆(可見光)	黃漆(紫外光)
4			無反應
	淺橘漆	淺橘漆(可見光)	淺橘漆(紫外光)
5			無反應
	橘漆	橘漆(可見光)	橘漆(紫外光)
6			無反應
	白色不明物	白色不明物(可見光)	白色不明物(紫外光)
7			無反應
	裂痕	裂痕(可見光)	裂痕(紫外光)

六. 色彩與光澤度紀錄



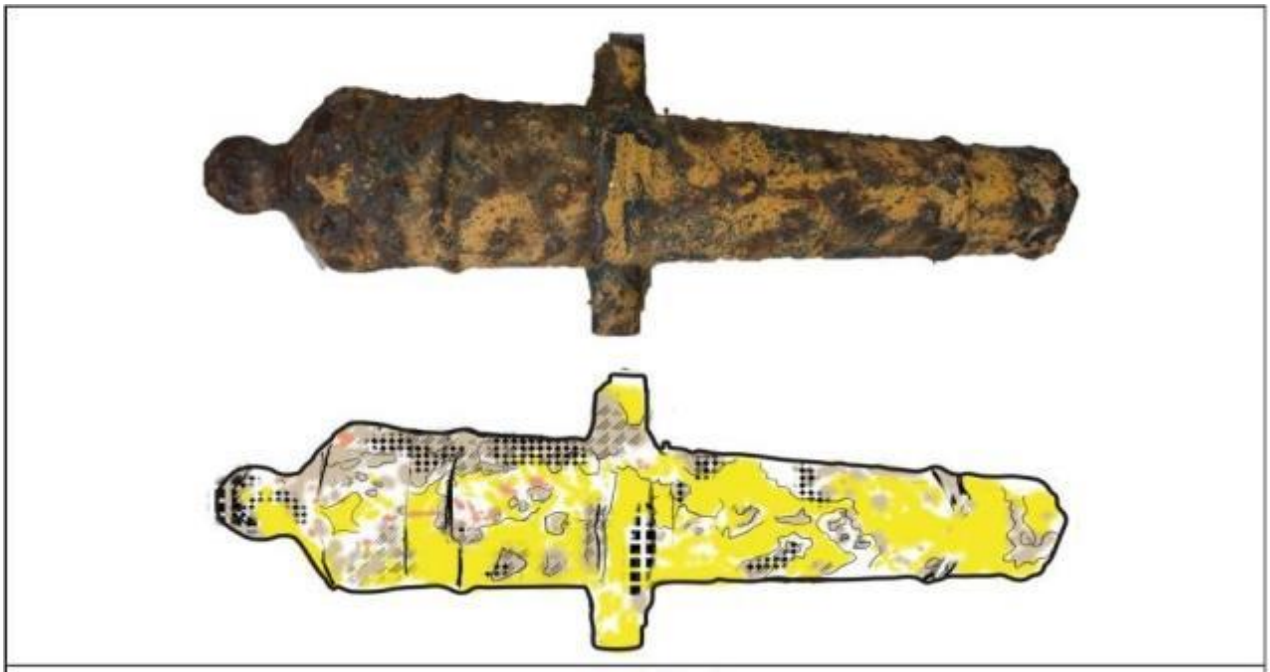
色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L37.42 a13.11 b16.00	L27.19 a9.23 b10.54	0,00gu	0,00gu

七. 劣損圖

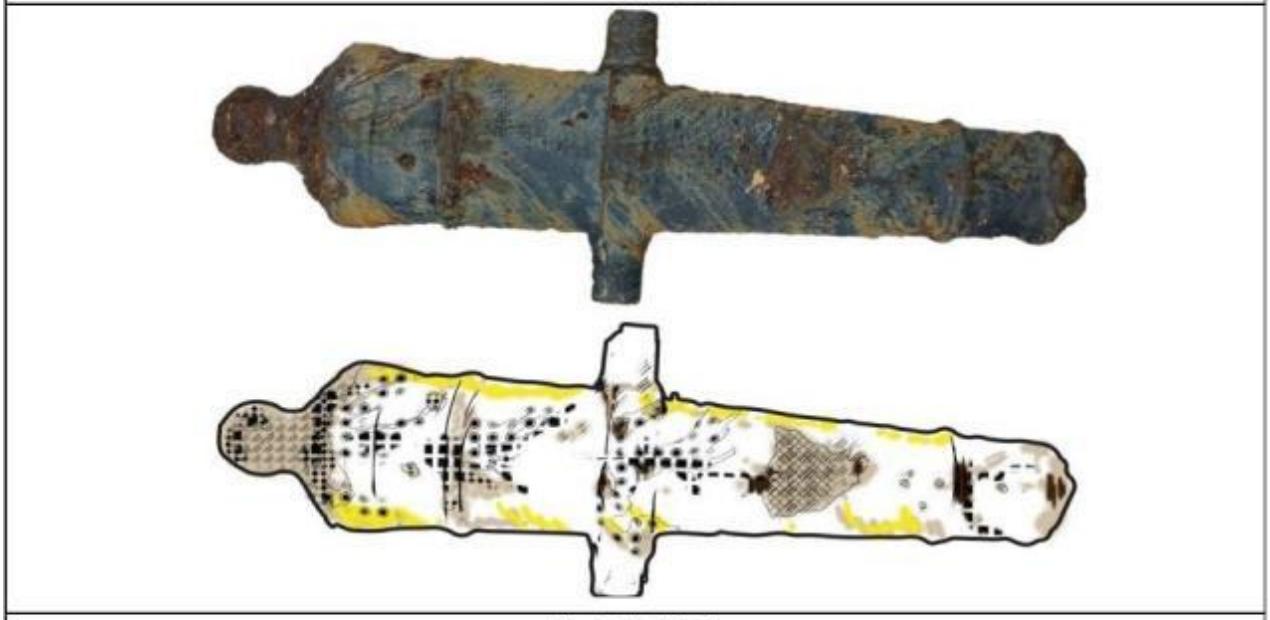


砲尾劣損圖

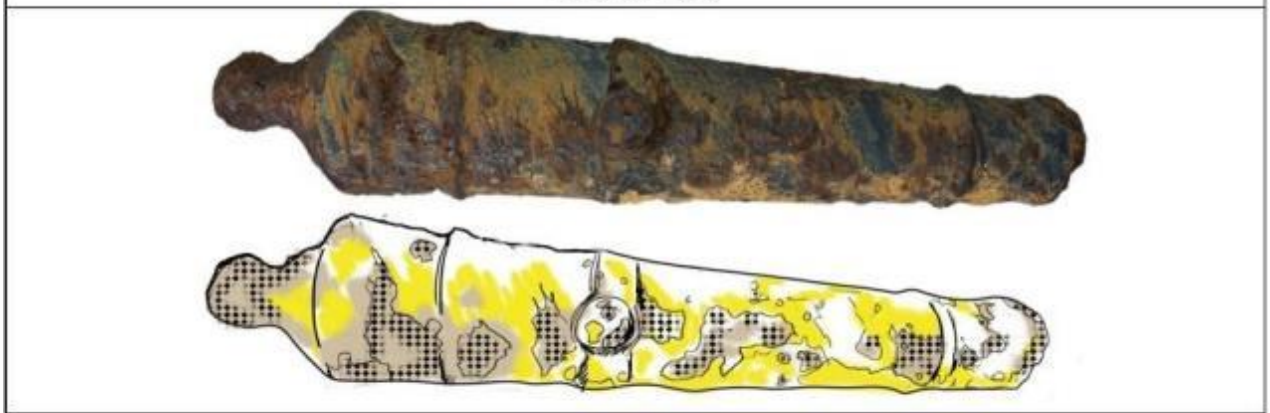
砲口劣損圖



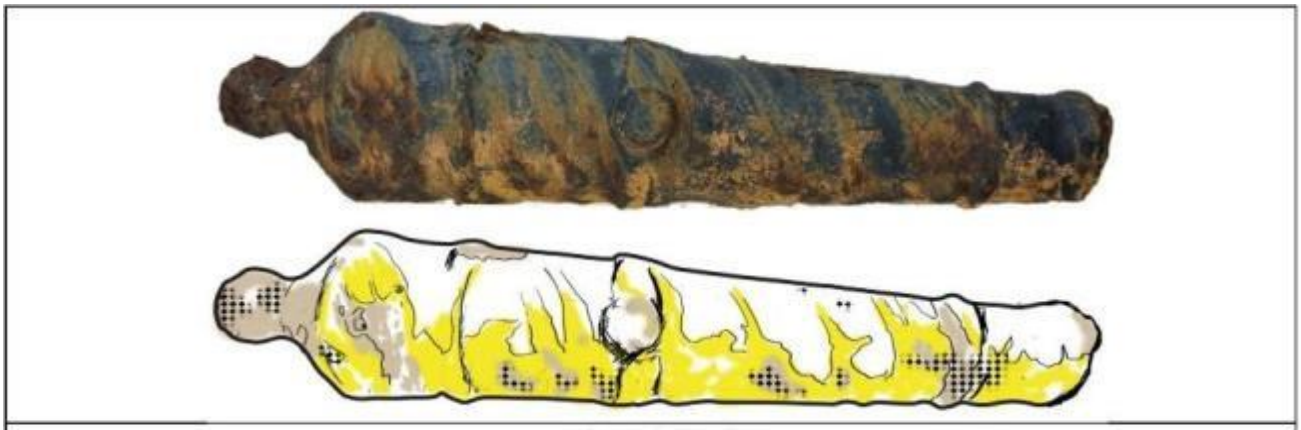
正視劣損圖



後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 5445 #3
	中文名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營一千伍百觔前膛鑄鐵砲
	古砲來源	待考
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣文化園區戶外庭院
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 69 年(西元 1980 年)				
	製作年代	西元 1876 年	製作時期	清代		
	作　　者	匠首林茂昇、副匠首林國琉				
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置	砲身	字體形式	凸鑄
	銘文內容	光緒二年 奉 憲鑄造臺協三營 大砲重壹千伍百觔 匠首林茂昇、副匠首林國琉				
	銘文拓印	 （資料引用：盧泰康，2015）				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[3]	砲體	砲口至第 3 箍 25.5cm、第 3 箍至第 2 箍 60cm、第 2 箍至第 1 箍 46.5cm、第 1 箍至砲尾箍 24cm、砲尾箍至砲尾 25cm，砲身總長 181cm。			
		砲耳	直徑 10.7cm、大徑 11.8cm、突出 9.6cm。			
		砲耳座子	直徑 13.5cm，突出 5.5cm，砲耳中心至砲口長 91.5cm。			
		砲尾	徑 35cm、突出 25cm。			
		砲鈕	直徑 7.5cm、砲鈕總長 17cm。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 26.5cm；門眼臺長 9.5cm、寬 5cm 。			
		重量	895.2kg			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛）□其他				
	砲口形式	□直口 ■壺口	砲口口徑	內徑 10.7cm、外徑 23.7cm		
	裝砲方式	■前膛 □後膛	砲膛形式	■滑膛 □線膛		

	砲耳形式	■錐式□筒式	砲耳座子	■有□無
	砲尾形式	□穹圓形 ■覆鐘形□筒形 □方形 □其他		
	現有支撐	水泥墩座		
	砲口內容物	糖果紙、石塊、近代砲彈、油壓桿(推測)。		
	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江(1990)《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙		

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：(以照片標示劣化性質、性質或範圍)

生物性危害：

□蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 ■變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 ■磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕■其它_孔洞

汙染：

■髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整,具操作能力,僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacccptablc（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□黴害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）
■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）
■去除髒污與污染物
■填補
□黏合
□焊接
□其他：
保存現況調查：
■可見光
■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線）
■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）
■色彩紀錄
■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）
■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）
□其他

一、檢視紀錄

<table>
<tr><th>調查者</th><th colspan="2">本團隊(2018)</th><th>謝智華(2007)</th></tr>
<tr><td>主要金屬</td><td colspan="2">鑄鐵</td><td>鑄鐵</td></tr>
<tr><td>整體狀況</td><td colspan="2">差</td><td>差</td></tr>
<tr><td>表面加工</td><td colspan="2">塗佈防鏽漆料</td><td>三層塗漆(防鏽漆)</td></tr>
<tr><td>物件狀況</td><td colspan="2">形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料</td><td>完整、髒汙、曾修復過</td></tr>
<tr><td>金屬狀況</td><td colspan="2">鏽蝕、剝落</td><td>點蝕、活性腐蝕</td></tr>
<tr><td>其他建議</td><td colspan="2">遷移至室內受控制之環境。</td><td>空氣中鹽分含量高，油漆剝落、褪色。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">圖片紀錄</td><td>  </td><td>  </td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>砲身正視圖</td><td>砲身銘文</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td rowspan="2">砲管內遺留物</td></tr>
<tr><td>腐蝕</td><td>油漆剝落、褪色</td></tr>
</table>

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖



可見光砲口



可見光砲尾

四、紅外線檢視



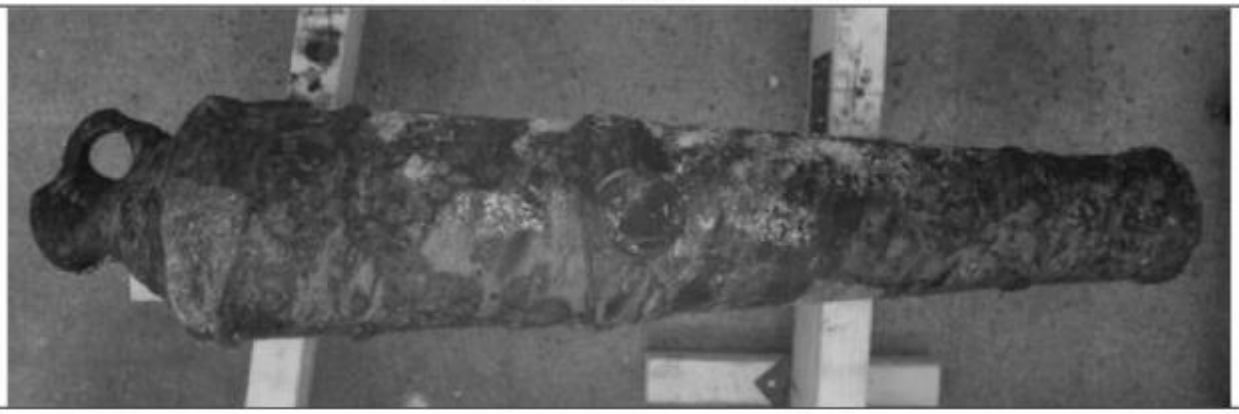
紅外線正視圖，明度較白處為漆層



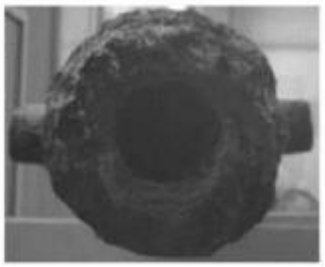
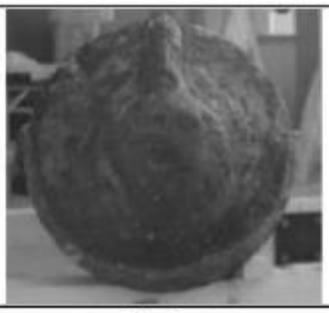
紅外線後視圖



紅外線左側視圖 明度較白處為漆層

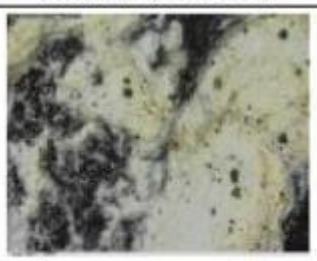


紅外線右側視圖 明度較白處為漆層

	
紅外線砲口	紅外線砲尾

五、顯微檢視

1			無反應
	墩座紅磚	墩座紅磚(可見光)	墩座紅磚(紫外光)
2			無反應
	墩座礦物殘留	墩座礦物殘留(可見光)	墩座礦物殘留(紫外光)
3			無反應
	藍漆	藍漆(可見光)	藍漆(紫外光)
4			無反應
	黃漆	黃漆(可見光)	黃漆(紫外光)

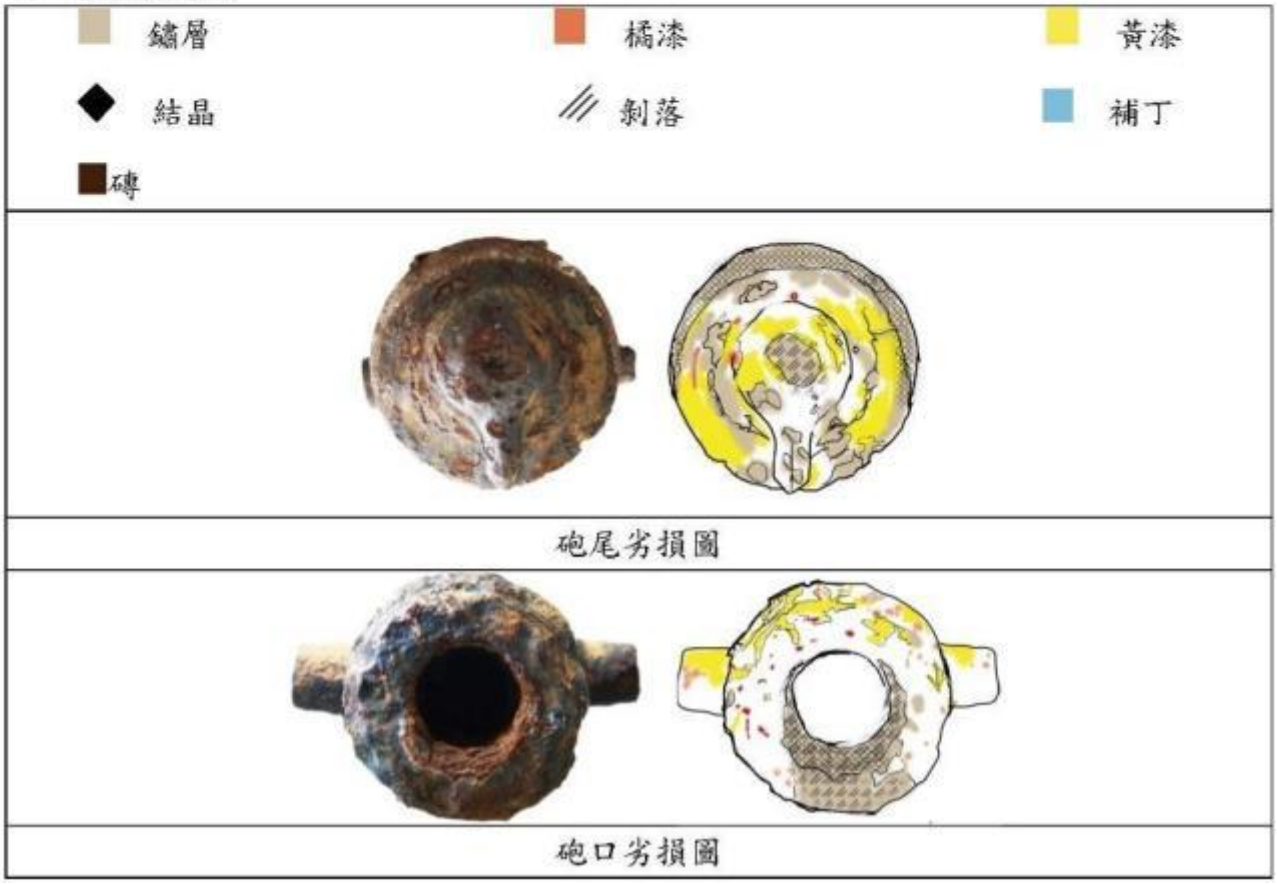
5			無反應
	橘漆	橘漆(可見光)	橘漆(紫外光)
6			無反應
	剝落	剝落(可見光)	剝落(紫外光)
7			無反應
	淺橘漆	淺橘漆(可見光)	淺橘漆(紫外光)
8			無反應
	白漆	白漆(可見光)	白漆(紫外光)

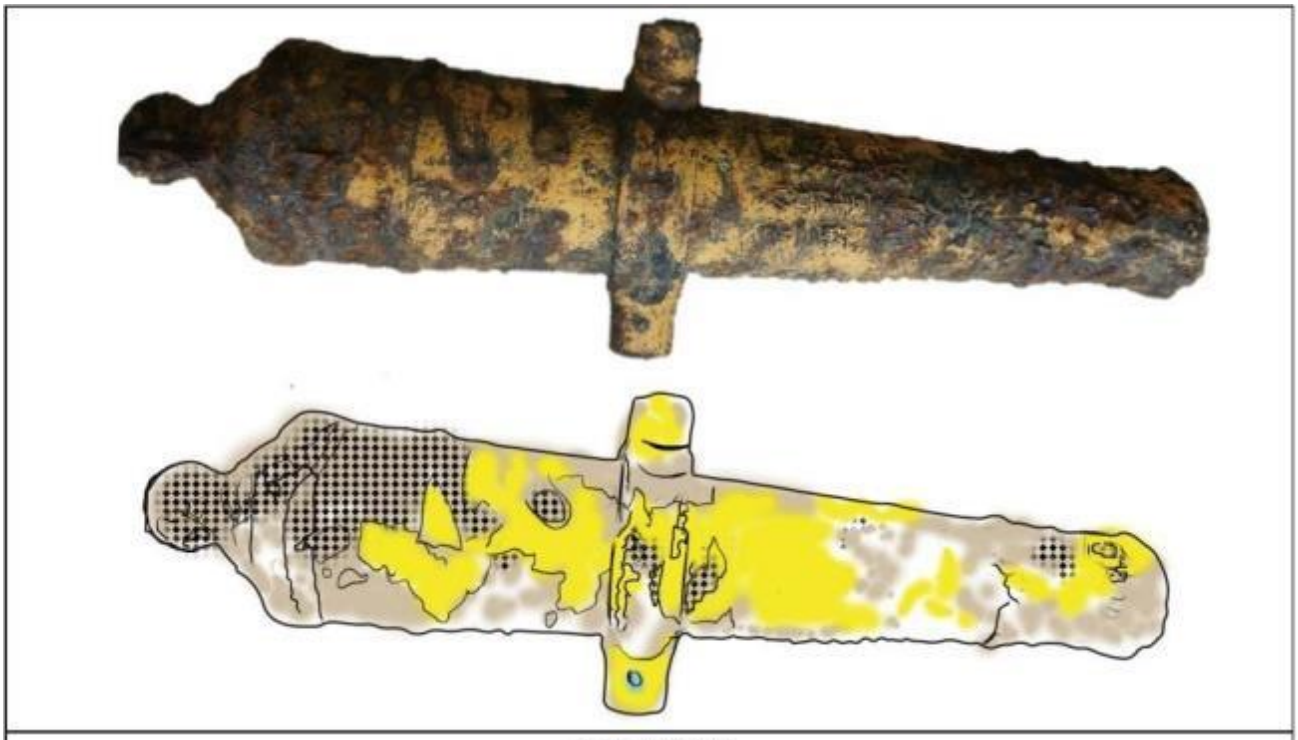
六、色彩與光澤度紀錄



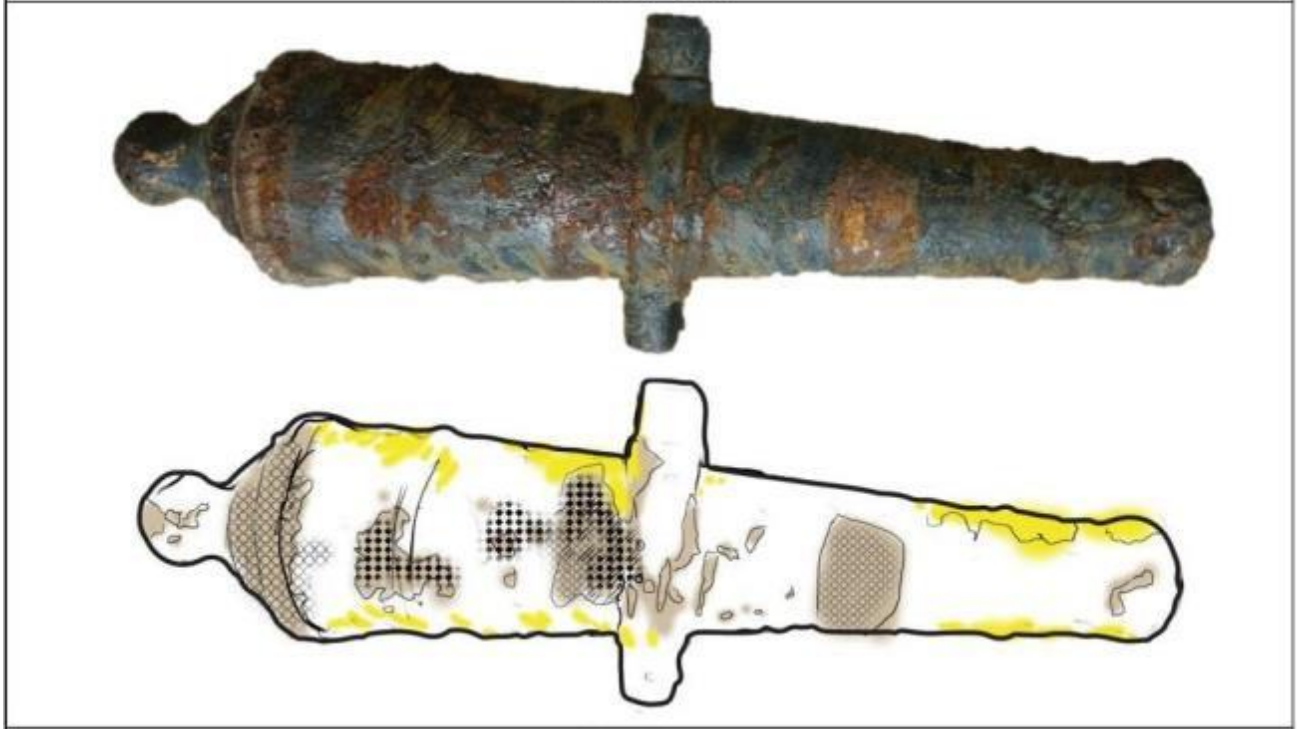
色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L64.02 a4.08 b12.04	L30.12 a9.47 b14.49	0,00gu	0,00gu

七、修復劣損圖





正視劣損圖



後視劣損圖





右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 5446 #4
	中文名稱	一千觔前膛鑄鐵砲
	古砲來源	澎湖縣體育會帆船委員會右側(現觀音亭海水浴場附近)
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣文化園區戶外庭院
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 69 年(西元 1980 年)				
	製作年代	待考		製作時期	清代	
	作　　者					
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置	砲身	字體形式	凸鑄
	銘文內容	奉 憲鑄造 大砲重一千觔				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[1]	砲體	砲口至第 3 箍 14cm、第 3 箍至第 2 箍 82.5cm、第 2 箍至第 1 箍 57cm、第 1 箍至砲尾箍 19.5cm、砲尾箍至砲尾 19.5cm，砲身總長 192.5cm。			
		砲耳	小徑 5.5cm、大徑 10.2cm、突出 13.5cm，砲耳中心至砲口長 100cm			
		砲口口徑	內徑 10cm、外徑 21.2cm			
		砲尾	直徑 29.5cm、突出 19.5cm。。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 26.5cm；門眼臺長 9.5cm、寬 5cm。			
		重量	596.8kg。			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛）□其他				
	砲口形式	□直口 ■壺口		砲口口徑	內徑 10cm、外徑 21.2cm	
	裝砲方式	■前膛 □後膛		砲膛形式	■滑膛 □線膛	
	砲耳形式	■錐式□筒式		砲耳座子	□有■無	
	砲尾形式	□穹圓形 □覆鐘形□筒形 □方形 ■其他：尖錐形				
	現有支撐	水泥墩座				
	砲口內容物	石塊、鐵塊、珊瑚。				

	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江(1990)《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：(以照片標示劣化性質、性質或範圍)

生物性危害：

■蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 ■污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 ■磨損 □彎翹 □裂痕 ■缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕■其它_孔洞

汙染：

■髒■灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整，具操作能力，僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□黴害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

■填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光

■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線）

■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）

■色彩紀錄

■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）

■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）

□其他

一、檢視紀錄

<table>
<tr><td>調查者</td><td colspan="2">本團隊(2018)</td><td colspan="2">謝智華(2007)</td></tr>
<tr><td>主要金屬</td><td colspan="2">鑄鐵</td><td colspan="2">鑄鐵</td></tr>
<tr><td>整體狀況</td><td colspan="2">差</td><td colspan="2">差</td></tr>
<tr><td>表面加工</td><td colspan="2">塗佈防鏽漆料</td><td colspan="2">三層塗漆(防鏽漆)</td></tr>
<tr><td>物件狀況</td><td colspan="2">形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料</td><td colspan="2">完整、髒汙、曾修復過</td></tr>
<tr><td>金屬狀況</td><td colspan="2">鏽蝕、剝落</td><td colspan="2">孔蝕</td></tr>
<tr><td>其他建議</td><td colspan="2">遷移至室內受控制之環境。</td><td colspan="2">空氣中鹽分含量高，油漆剝落。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">圖片紀錄</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>砲身俯視</td><td>孔蝕</td><td>砲管內遺留物</td><td>砲尾缺損</td></tr>
</table>

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖

	
可見光砲口	可見光砲尾

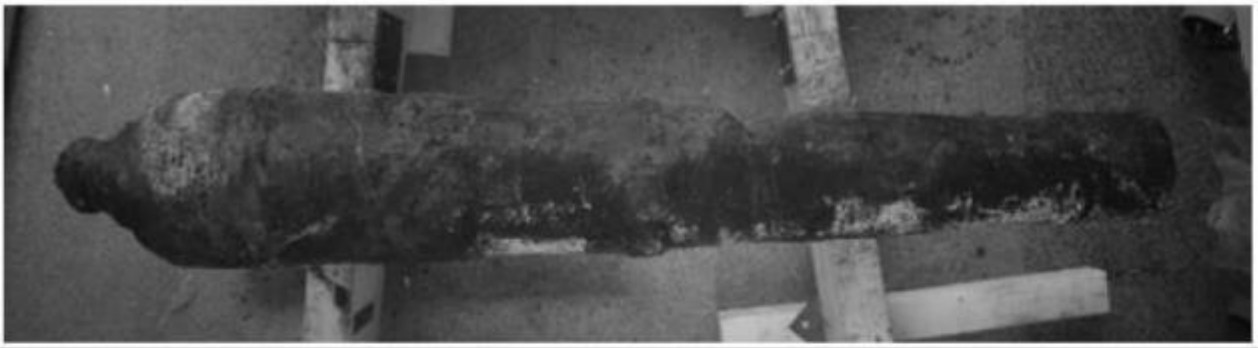
四、紅外線檢視



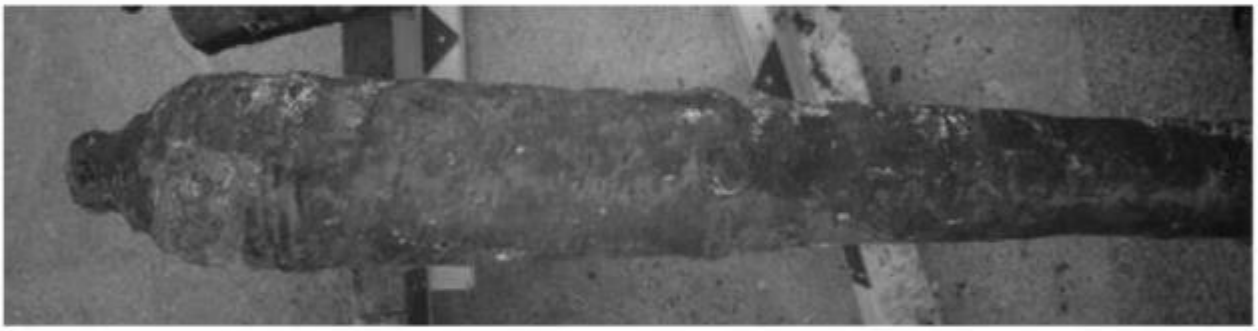
紅外線正視圖 古砲白色處為漆層



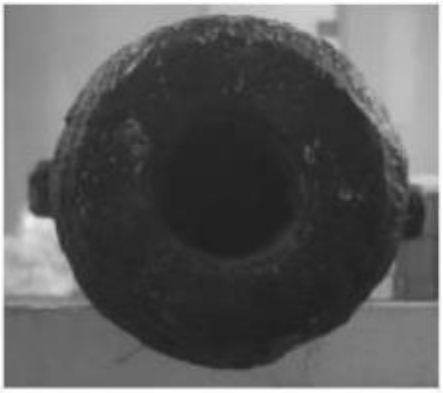
紅外線後視圖 古砲白色處為礮座殘留物(磚、水泥)



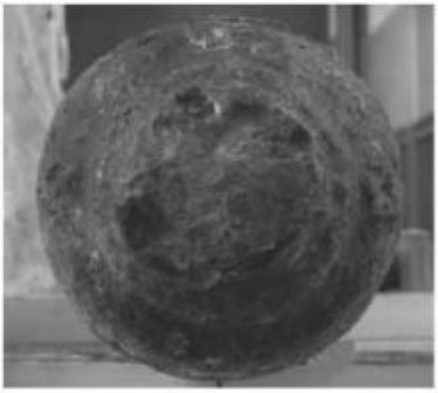
紅外線左側視圖



紅外線右側視圖



紅外線砲口



紅外線砲尾

五、顯微檢視

1			無反應
	墩座礦物殘留	墩座礦物殘留(可見光)	墩座礦物殘留(紫外光)
2			無反應
	墩座磚殘留	墩座磚殘留(可見光)	墩座磚殘留(紫外光)
3			無反應
	土	土(可見光)	土(紫外光)
4			無反應
	墩座磚頭殘留	墩座磚頭殘留(可見光)	墩座磚頭殘留(紫外光)
5			無反應
	橘漆	橘漆(可見光)	橘漆(紫外光)

6			無反應
	不明斑駁	不明斑駁(可見光)	淺橘漆(紫外光)
7			無反應
	淺橘漆	淺橘漆(可見光)	淺橘漆(紫外光)
8			無反應
	生物殘遺	生物殘遺(可見光)	生物殘遺(紫外光)
9			無反應
	白漆	白漆(可見光)	白漆(紫外光)

六、色彩與光澤度紀錄



色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L46.01 a20.21 b18.31	L53.53 a4.61 b7.68	0,00gu	0,00gu

七、修復劣損圖





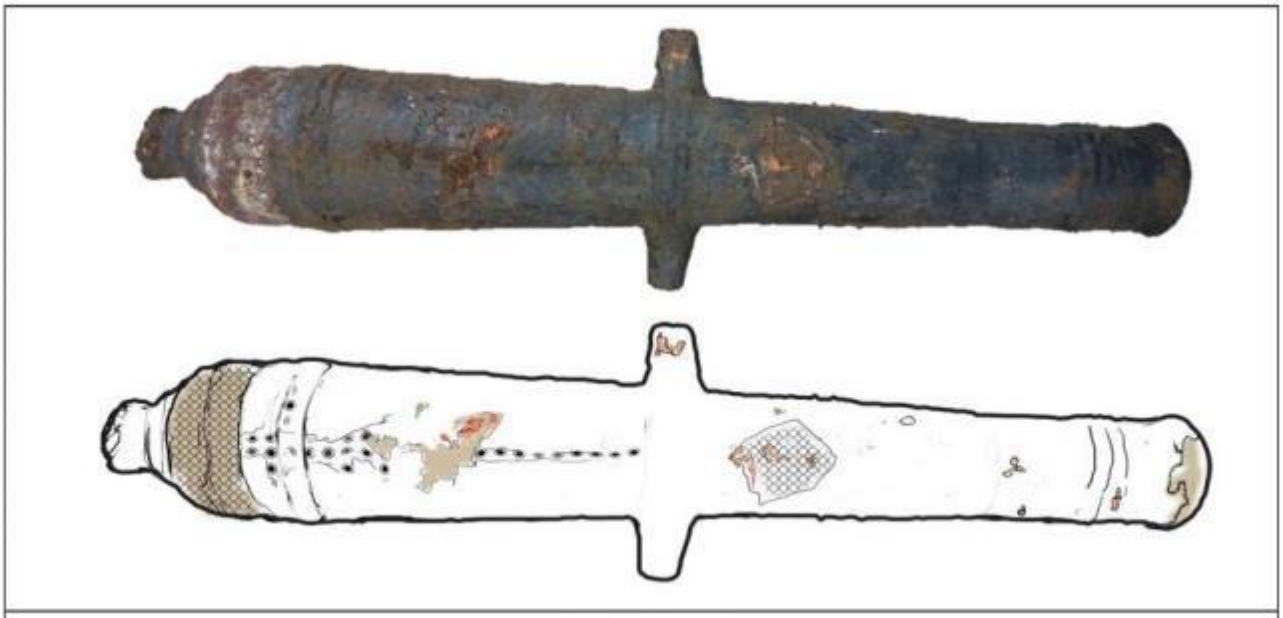
砲尾劣損圖



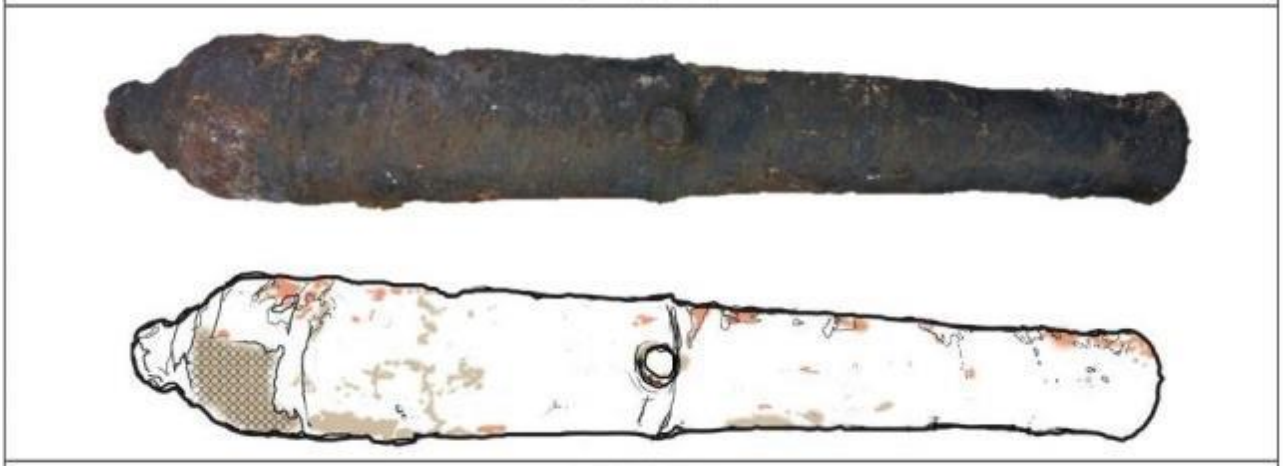
砲口劣損圖



正視劣損圖



後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 5447 #5
	中文名稱	西洋前膛鑄鐵砲
	古砲來源	待考
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣文化園區戶外庭院
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 69 年(西元 1980 年)				
	製作年代	待考		製作時期	待考	
	作　　者	待考				
	銘文紋飾	□有■無	銘文位置		字體形式	
	銘文內容					
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸	砲體	砲口至第 3 箍 14.5cm、第 3 箍至第 2 箍 45.5cm、第 2 箍至第 1 箍 25cm、第 1 箍至砲尾箍 36cm、砲尾箍至砲尾 9cm，砲身總長 130cm。			
		砲耳	小徑 5.9cm、大徑 6.5cm、突出 6.5cm，砲耳中心至砲口長 65cm。			
		砲鈕	直徑 10cm、砲鈕總長 6.5cm。			
		砲尾	直徑 24cm、突出 9cm。			
		重量	293kg			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛） □其他				
	砲口形式	□直口 ■壺口		砲口口徑	內徑 10.5cm、外徑 20.4cm	
	裝砲方式	■前膛 □後膛		砲膛形式	■滑膛 □線膛	
	砲耳形式	■錐式□筒式		砲耳座子	□有■無	
	砲尾形式	□穹圓形 □覆鐘形□筒形 □方形 ■其他：尖錐形				
	現有支撐	水泥墩座				
	砲口內容物	洗髮精塑膠瓶、保麗龍、鐵塊、石塊、棉繩尾端附著生鏽鐵釘。				
	[5]相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江(1990)《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙				

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：(以照片標示劣化性質、性質或範圍)

生物性危害：

■蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕□其它_____

汙染：

■髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整,具操作能力,僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□徵害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

□填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光

■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線）

■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）

■色彩紀錄

■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）

■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）

□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)	謝智華(2007)
主要金屬	鑄鐵	鑄鐵
整體狀況	普通	普通
表面加工	塗佈防鏽漆料	三層塗漆(防鏽漆)
物件狀況	形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料	完整、髒汙、曾修復過
金屬狀況	鏽蝕、剝落	點蝕
其他建議	遷移至室內受控制之環境。	空氣中鹽分含量高，油漆剝落。
圖片紀錄		
	砲身漆剝落	砲口

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖



可見光砲口



可見光砲尾

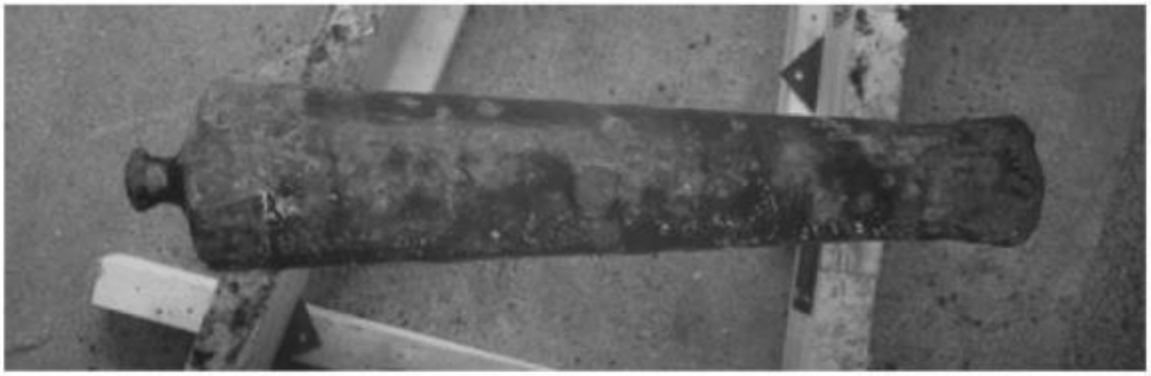
四、紅外線檢視



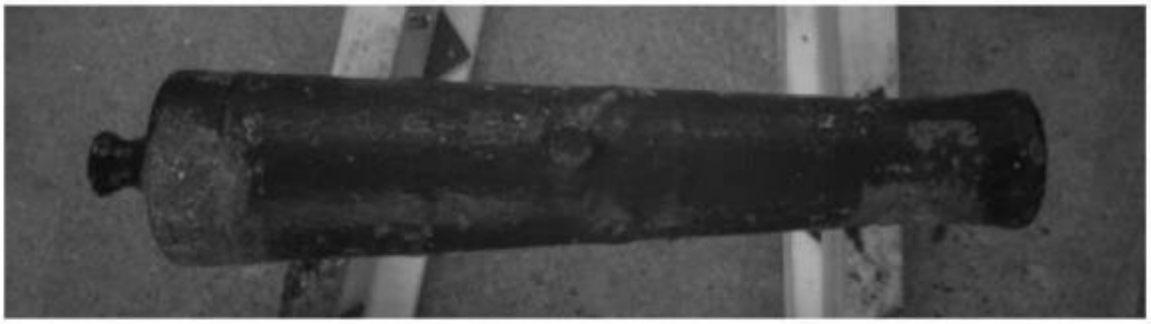
紅外線正俯視圖



紅外線後視圖 明度高處為白色漆



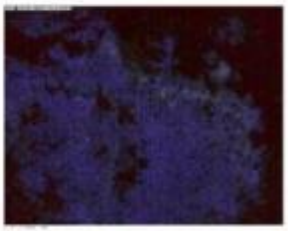
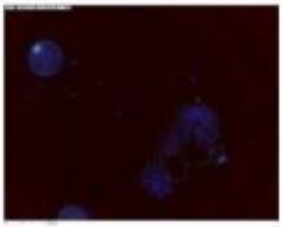
紅外線左側視圖 明度高處為白色漆

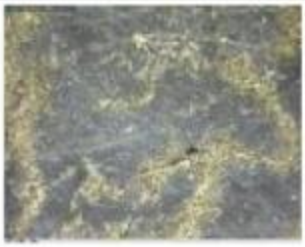


紅外線右側視圖

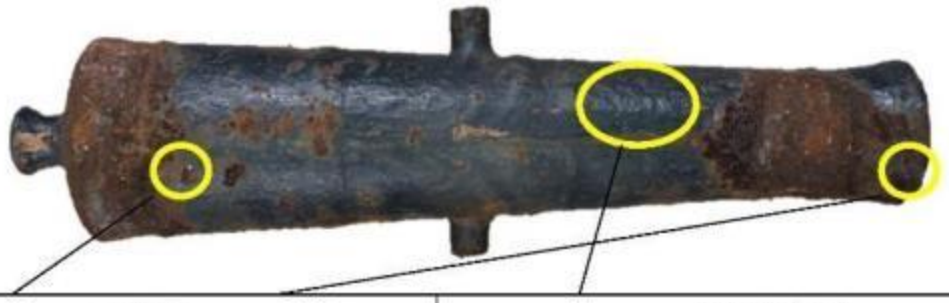
	
紅外線砲口	紅外線砲尾

五、顯微檢視

1			無反應
	漆掉落	漆掉落(可見光)	漆掉落(紫外光)
2			
	白漆	白漆(可見光)	白漆(紫外光)
3			
	墩座礦物殘留	墩座礦物殘留(可見光)	墩座礦物殘留(紫外光)
4			
	深鏽	深鏽(可見光)	深鏽(紫外光)

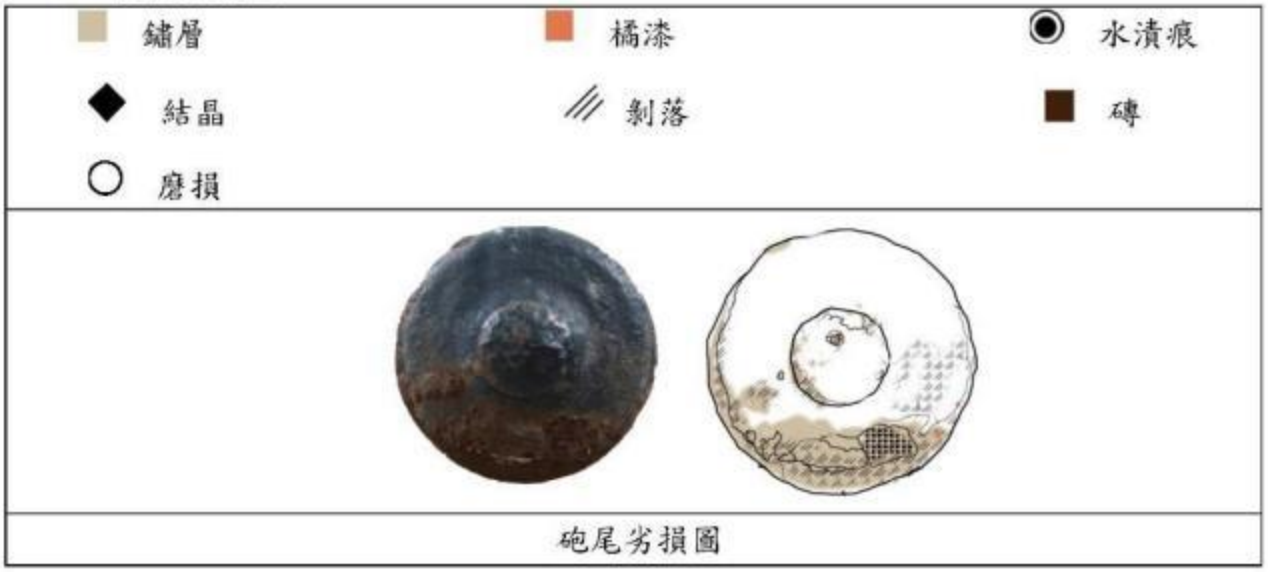
5			無反應
	土	土(可見光)	土(紫外光)

六、色彩與光澤度紀錄

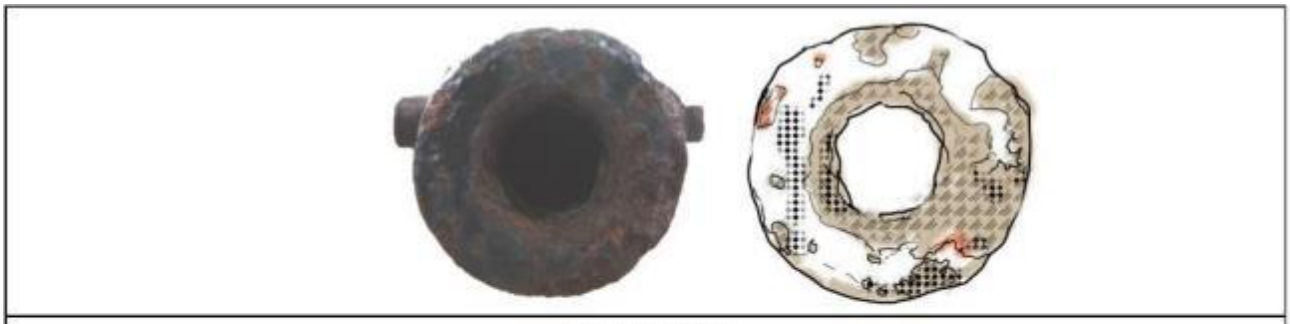


色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L63.85 a-0.61 b1.28	L64.66 a2.77 b10.62	0.20gu	0.00gu

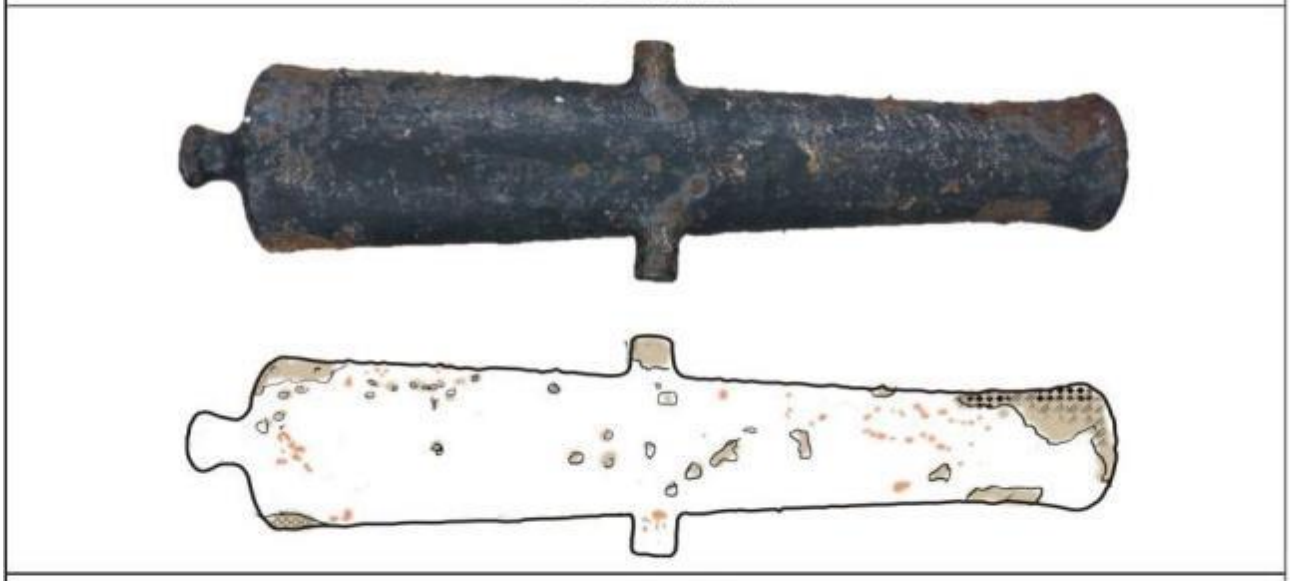
七、修復劣損圖



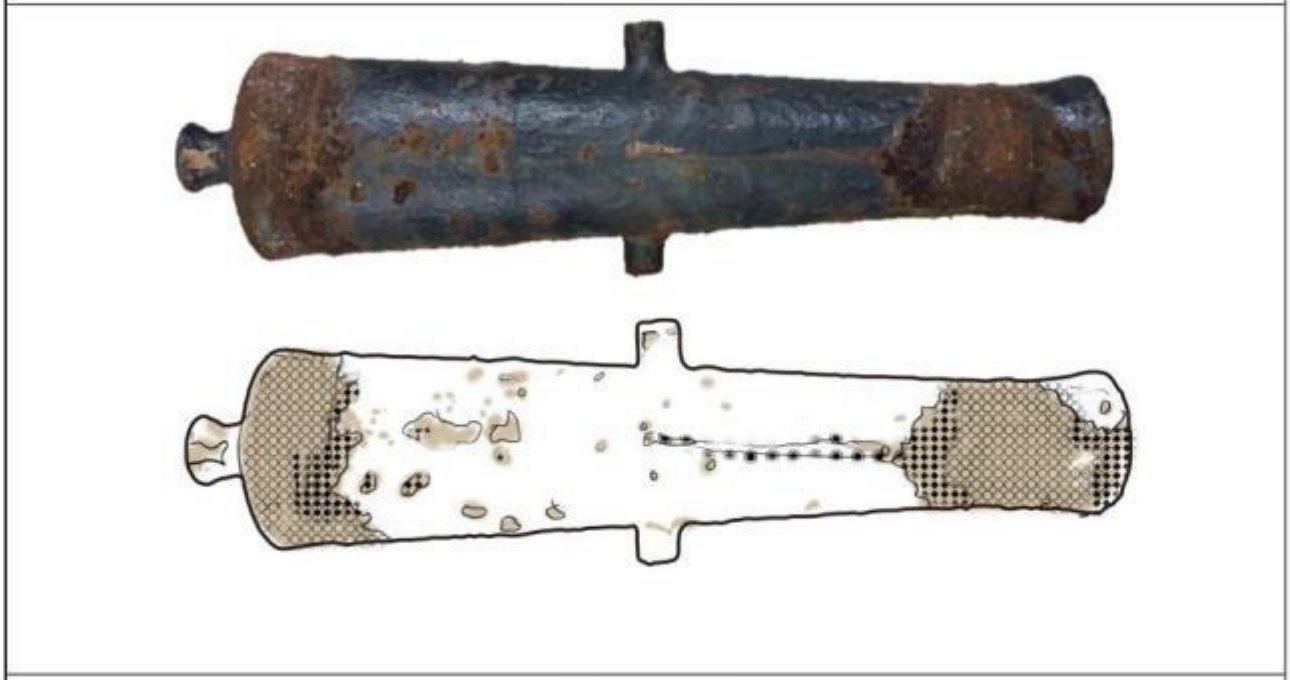
砲尾劣損圖



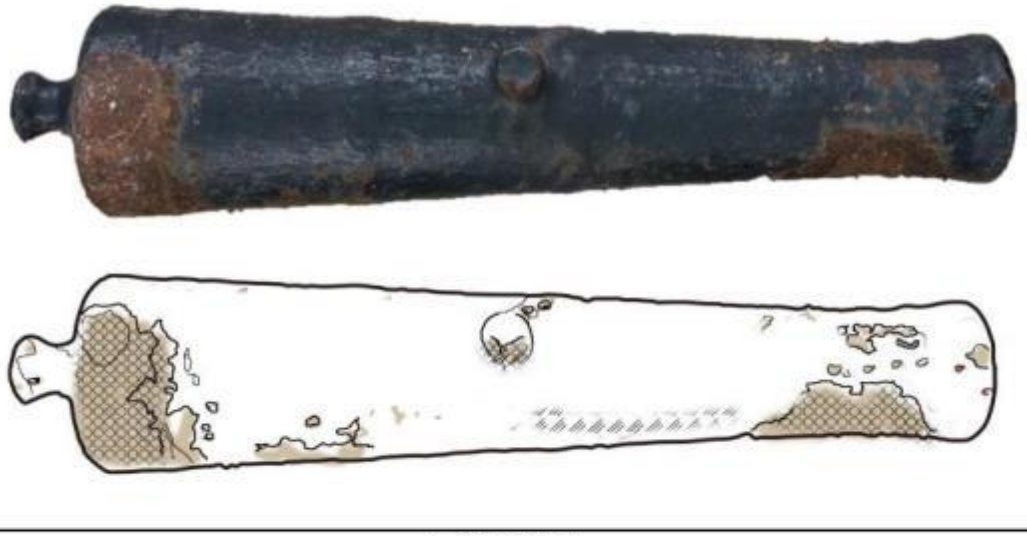
砲口劣損圖



正視劣損圖



後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 5448 #6
	中文名稱	一千觔前膛鑄鐵砲
	古砲來源	待考
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣文化園區戶外庭院
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 69 年(西元 1980 年)				
	製作年代	待考		製作時期	清代	
	作　　者	待考				
	銘文紋飾	□有■無	銘文位置		字體形式	
	銘文內容					
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[6]	砲體	砲口至第 3 箍 22.5cm、第 3 箍至第 2 箍 66cm、第 2 箍至第 1 箍 52cm、第 1 箍至砲尾箍 21.5cm、砲尾箍至砲尾 19cm，砲身總長 181cm。			
		砲耳	小徑 7cm、大徑 9.1cm、突出 8cm，砲耳中心至砲口長 91.5cm。			
		砲尾	直徑 31.8cm、突出 19cm。			
		砲鈕	直徑 12.7cm、砲鈕總長 11cm。			
		門眼	距砲尾 30cm；門眼臺直徑 2.5cm。			
		重量	596.8kg			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛）□其他				
	砲口形式	□直口 ■壺口		砲口口徑	內徑 8cm、外徑 22cm	
	裝砲方式	■前膛 □後膛		砲膛形式	■滑膛 □線膛	
	砲耳形式	■錐式□筒式		砲耳座子	□有■無	
	砲尾形式	□穹圓形 □覆鐘形□筒形 □方形 ■其他：尖錐形				
	現有支撐	水泥墩座				
	砲口內容物	珊瑚、石塊、磚塊。				

	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江（1990）《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：(以照片標示劣化性質、性質或範圍)

生物性危害：

■蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕■其它__孔洞

汙染：

□髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整,具操作能力,僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□黴害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

■填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光

■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線 ）

■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）

■色彩紀錄

■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）

■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）

□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)
主要金屬	鑄鐵
整體狀況	不佳
表面加工	塗佈防鏽漆料
物件狀況	形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料
金屬狀況	鏽蝕、剝落
其他建議	遷移至室內受控制之環境。

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖

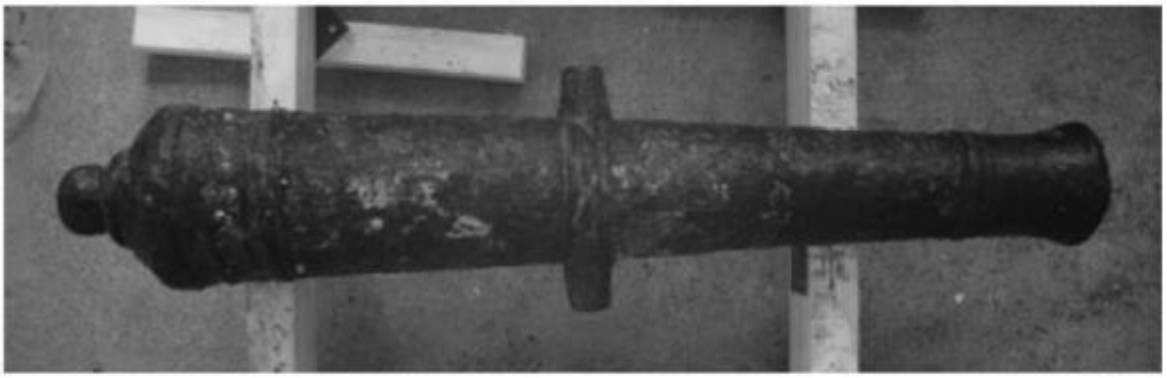


可見光砲口

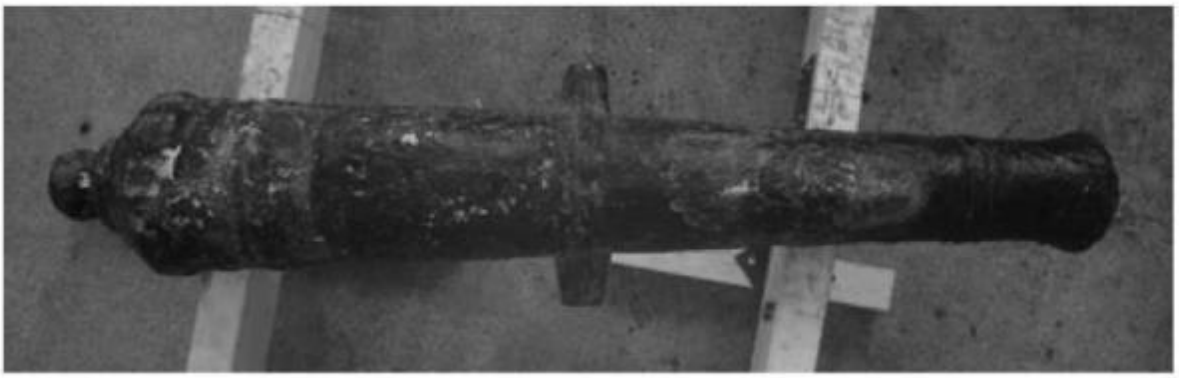


可見光砲尾

四、紅外線檢視



紅外線正俯視圖 古砲白色處為漆層



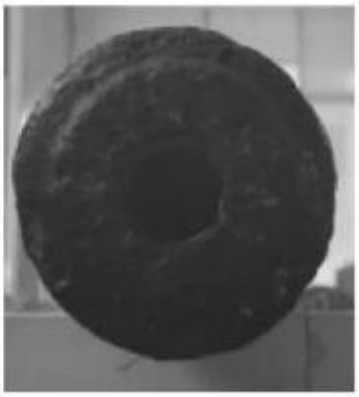
紅外線後視圖 高明度處為礮座殘留



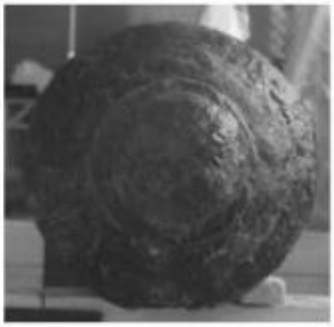
紅外線左側視圖 高明度處為礮座殘留



紅外線右側視圖

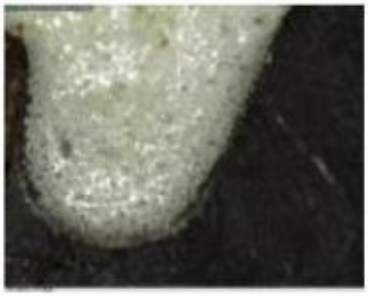
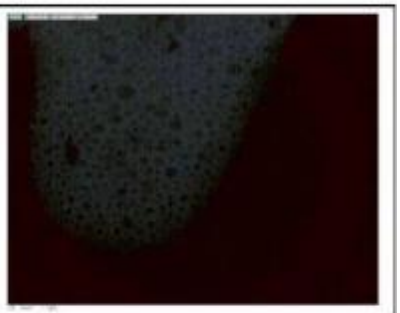


紅外線砲口



紅外線砲尾

五、顯微檢視

1			
	白色不明物	白色不明物(可見光)	白色不明物(紫外光)
2			無反應
	橘漆	橘漆(可見光)	橘漆(紫外光)

3			無反應
	剝落	剝落(可見光)	剝落(紫外光)
4			無反應
	橘漆(深)	橘漆(深)（可見光）	橘漆(深)（紫外光）

六、色彩與光澤度紀錄



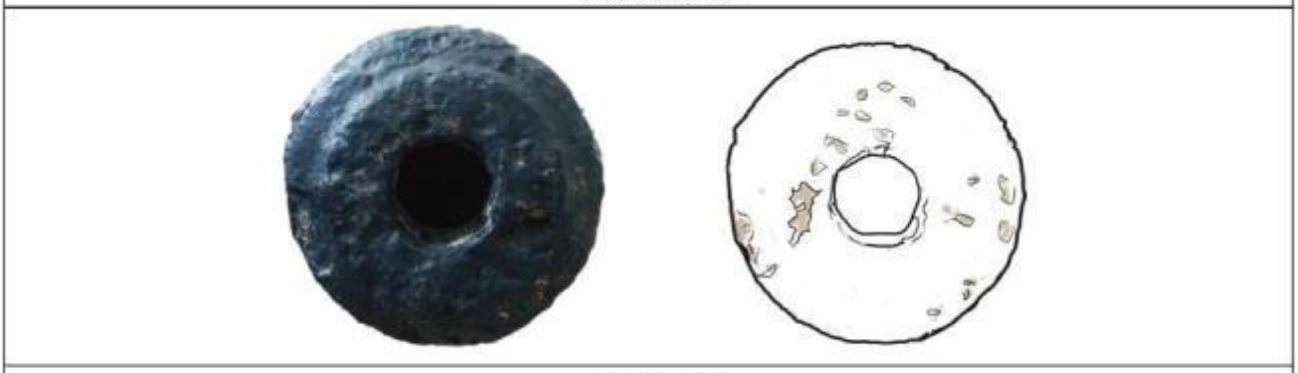
色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L49.05 a4.98 b12.71	L31.88 a4.27 b9.20	0,10gu	0,00gu

七、修復劣損圖





砲尾劣損圖



砲口劣損圖



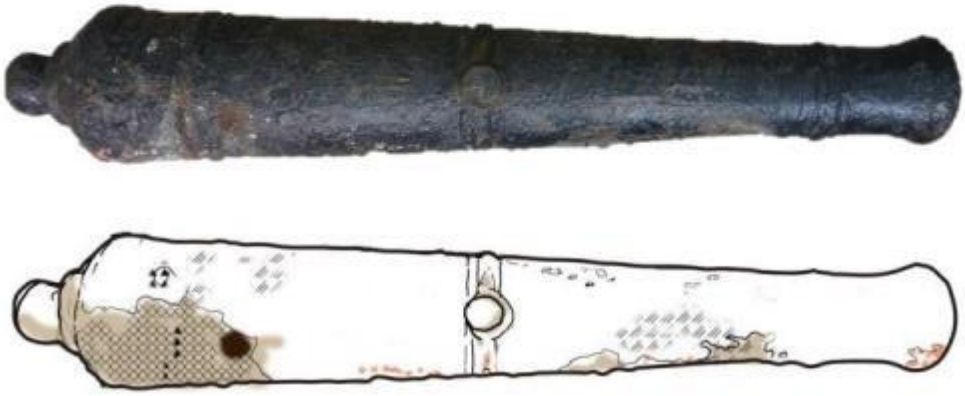
正視劣損圖



後視劣損圖



右側劣損圖



左側視劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 5449 #7
	中文名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營八百觔前膛鑄鐵砲
	古砲來源	待考
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣文化園區戶外庭院
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 69 年(西元 1980 年)				
	製作年代	西元 1876 年	製作時期	清代		
	作　　者	匠首林茂昇、副匠首林國琉				
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置		字體形式	
	銘文內容	光緒二年 奉 憲鑄造臺協三營 大砲重八百觔 匠首林茂昇、副匠首林國琉				
	銘文拓印	 （資料引用：盧泰康，2015）				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鏤嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸	砲體	砲口至第 3 箍 20cm、第 3 箍至第 2 箍 53cm、第 2 箍至第 1 箍 33.5cm、第 1 箍至砲尾箍 21cm、砲尾箍至砲尾 22cm，砲身總長 149.5cm。			
		砲耳	小徑 9cm、大徑 10.1cm、突出 9.9cm。			
		砲耳座子	直徑 11.6cm、突出 2.2cm，砲耳中心至砲口長 77.8cm。			
		砲尾	直徑 32.9cm、突出 22cm。			
		砲鈕	直徑 14.4cm、砲鈕總長 17cm。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 34.5cm；門眼臺長 6cm、寬 6cm。			
		重量	477.44			

	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛） □其他		
	砲口形式	□直口 ■壺口	砲口口徑	內徑 10cm、外徑 22cm
	裝砲方式	■前膛 □後膛	砲膛形式	■滑膛 □線膛
	砲耳形式	■錐式□筒式	砲耳座子	■有□無
	砲尾形式	□穹圓形 ■覆鐘形□筒形 □方形 □其他：_____		
	現有支撐	水泥墩座		
	砲口內容物	餅乾包裝袋、筷子、石塊、鐵塊、塑膠球、豆芽菜。		
	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江（1990）《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙		

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：（以照片標示劣化性質、性質或範圍）

生物性危害：

■蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕□其它_____

汙染：

■髒■灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整，具操作能力，僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□黴害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

□填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光

■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線）

■非可見光（□紅外線■紫外線□紅外線熱影像 □熱影像 □其他）

■色彩紀錄

■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）

■物理性質（■光澤度□硬度 □其他）

□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)	謝智華(2007)
主要金屬	鑄鐵	鑄鐵
整體狀況	不佳	差
表面加工	塗佈防鏽漆料	三層塗漆(防鏽漆)
物件狀況	形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料	完整、髒汙、曾修復過
金屬狀況	鏽蝕、剝落	點蝕、活性腐蝕
其他建議	遷移至室內受控制之環境。	空氣中鹽分含量高，油漆剝落。

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況左側視圖

	
現場狀況砲口	現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖



可見光砲口

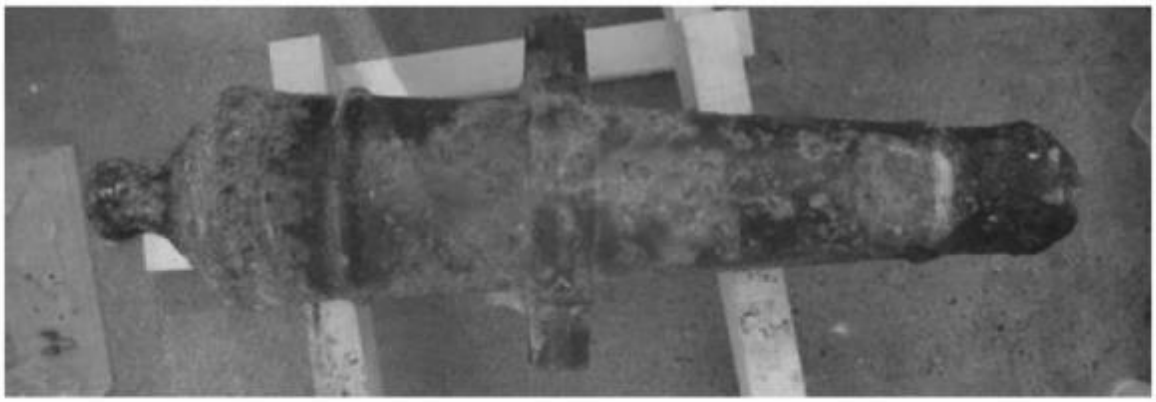


可見光砲尾

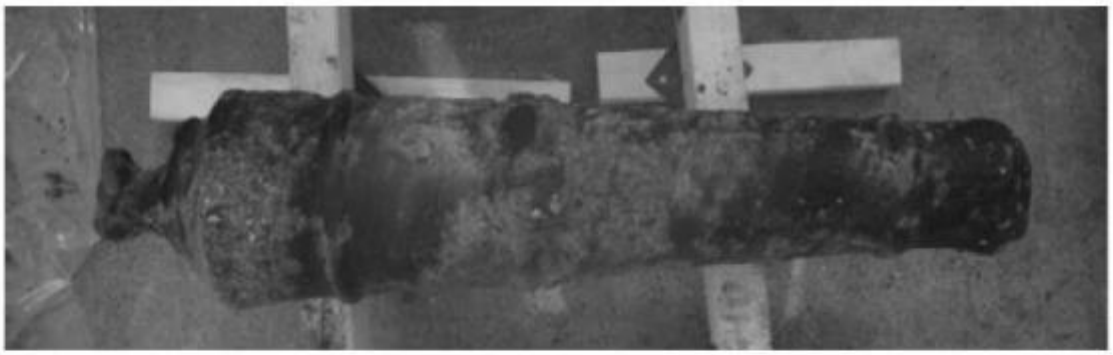
四、紅外線檢視



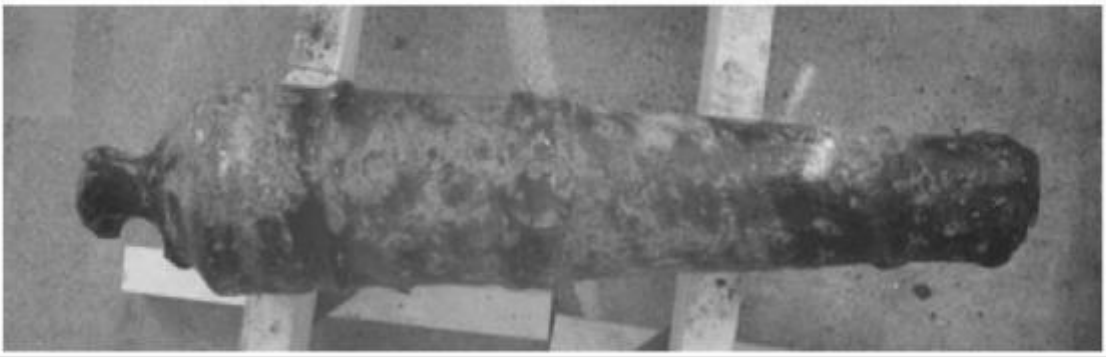
紅外線正俯視圖 高明度處為現代漆



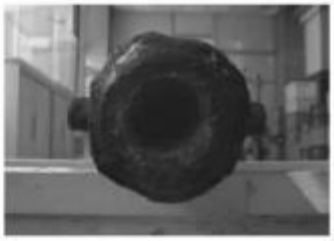
紅外線後視圖 高明度處為現代漆



紅外線左側視圖 高明度處為現代漆



紅外線右側視圖 高明度處為現代漆



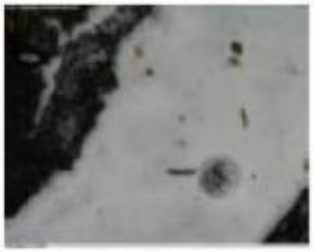
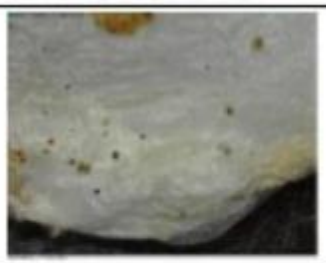
紅外線砲口



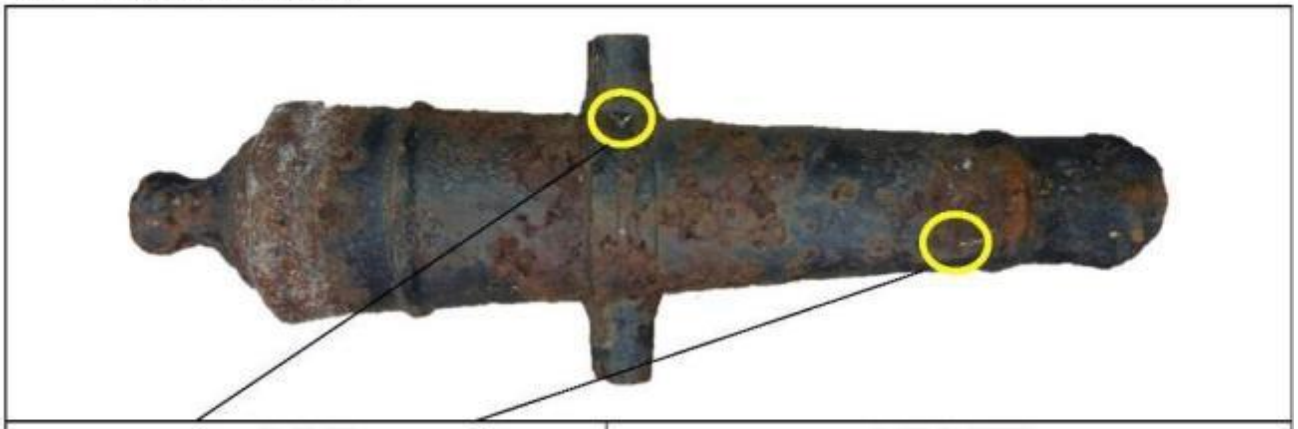
紅外線破砲尾

五、顯微檢視

1			無反應
	剝落	剝落(可見光)	剝落(紫外光)
2			無反應
	橘(深)漆	橘(深)漆(可見光)	橘(深)漆(紫外光)

3			無反應
	白漆	白漆(可見光)	白漆(紫外光)
4			無反應
	生物排遺	生物排遺(可見光)	生物排遺(紫外光)
5			無反應
	土	土(可見光)	土(紫外光)

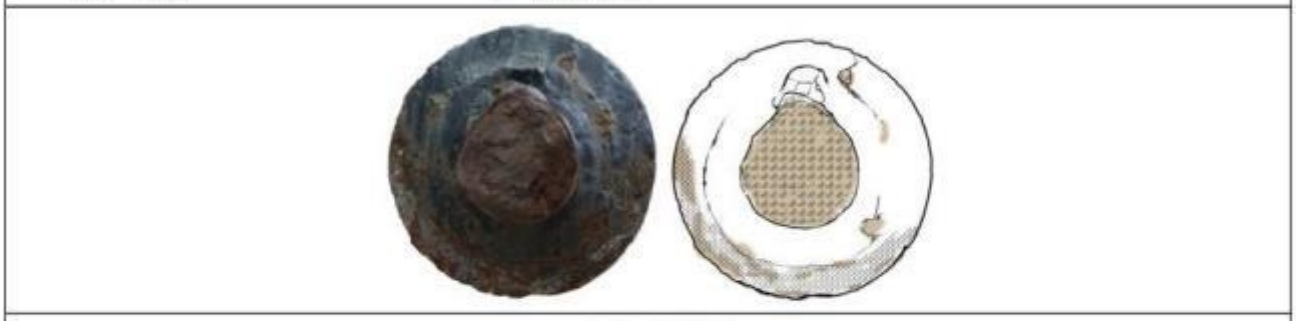
六、色彩與光澤度紀錄



色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L38.50 a2.43 b1.68	L30.58 a10.19 b16.92	0,00gu	0,00gu

七、修復劣損圖





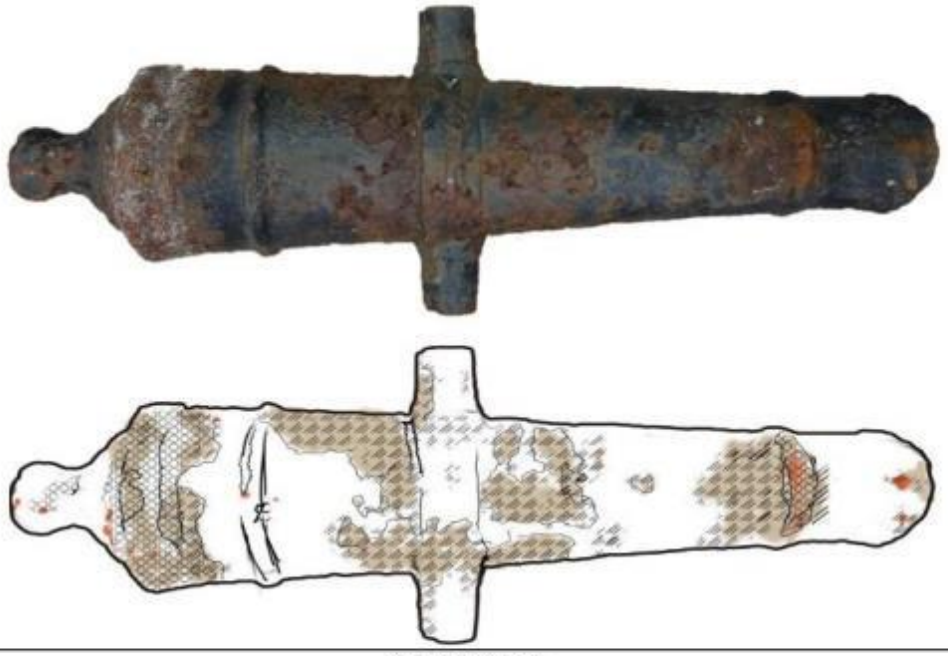
砲尾劣損圖



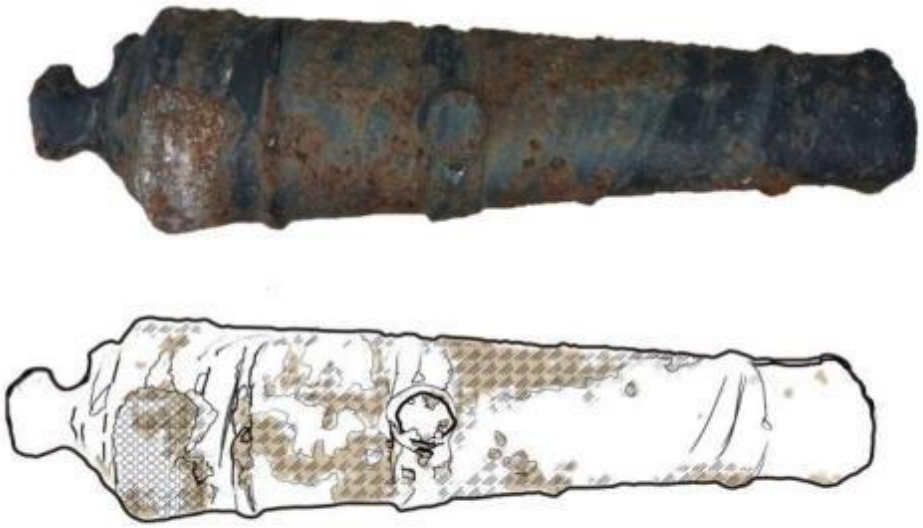
砲口劣損圖



正視劣損圖



後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前 □入庫後 ■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 5101 #8				
	中文名稱	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營貳千觔前膛鑄鐵砲				
	古砲來源	待考				
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣政府文化局火車頭庫房				
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料				
藏品描述	典藏時間	民國 76 年(西元 1987 年)				
	製作年代	西元 1876 年	製作時期	清代		
	作　　者	匠首林茂昇、副匠首林國琉				
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置	砲身	字體形式	凸鑄
	銘文內容	光緒二年 奉憲鑄造臺協三營 大砲重貳千觔 匠首林茂昇、副匠首林國琉				
	銘文拓印	 （資料引用：盧泰康，2015）				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[8]	砲體	砲口至第 3 箍 29cm、第 3 箍至第 2 箍 68cm、第 2 箍至第 1 箍 45cm、第 1 箍至砲尾箍 30.5cm、砲尾箍至砲尾 29.5cm，砲身總長 202cm。 砲耳尺寸：直徑 11cm、突出 9.8cm。			
		砲耳座子	直徑 13.5cm，突出 4cm， 砲耳中心至砲口長 101.5cm。			
		砲尾	直徑 41.5cm、突出 29.5cm。			
		砲鈕	直徑 19.7cm、砲鈕總長 21cm。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 40.5cm；門眼臺長 12cm、寬 6.7cm。			
		重量	1193.6 kg			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛） □其他				

	砲口形式	□直口■壺口	砲口口徑	內徑 12cm、外徑 22.5cm
	裝砲方式	■前膛 □後膛	砲膛形式	■滑膛 □線膛
	砲耳形式	□錐式■筒式	砲耳座子	■有□無
	砲尾形式	□穹圓形 ■覆鐘形□筒形 □方形 □其他：		
	現有支撐	無		
	砲口內容物	沖天炮、吸管、氣泡布、不明塑膠、玻璃瓶碎片、鋁罐碎片、貝殼、珊瑚。		
	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江（1990）《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙		

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：(以照片標示劣化性質、性質或範圍)

生物性危害：

□蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 ■缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕■其它_孔洞

汙染：

■髒■灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整,具操作能力,僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□黴害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

■填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光

■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線□）

■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）

■色彩紀錄

■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）

■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）

□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)	
主要金屬	鑄鐵	
整體狀況	不佳	
表面加工	後人塗佈防鏽漆料	
物件狀況	形制完整、表面髒汙、鏽蝕、表面鏽蝕均勻分布	
金屬狀況	鏽蝕、剝落	
其他建議	遷移至室內受控制之環境。	
圖片紀錄		
	砲尾表面剝落	砲體表面剝落

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖

可見光左側視圖

可見光右側視圖

	
可見光砲口	可見光砲尾

四、紅外線檢視


紅外線正俯視圖



紅外線後俯視圖 古砲白色處應為礮座殘留



紅外線正右側視圖 古砲白色處應為礮座殘留



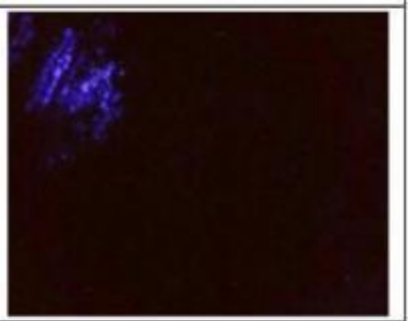
紅外線正砲口

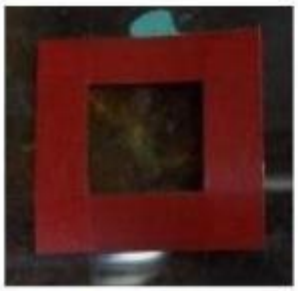
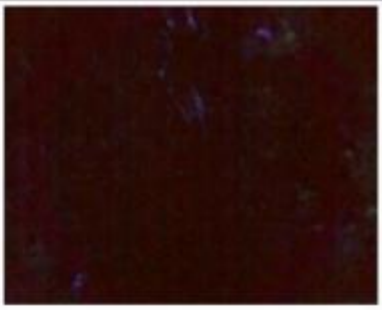
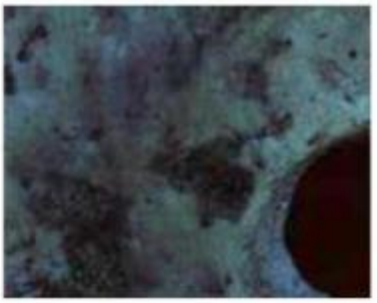
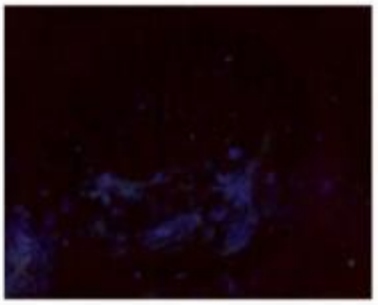


紅外線正砲尾

五、顯微檢視

1			無反應
	橘漆	橘漆(可見光)	橘漆(紫外光)

2			無反應
	墩座磚殘留	墩座磚殘留(可見光)	墩座磚殘留(紫外光)
3			無反應
	結晶	結晶(可見光)	結晶(紫外光)
4			無反應
	不明殘留	不明殘留(可見光)	不明殘留(紫外光)
5			無反應
	本體鏽	本體鏽(可見光)	本體鏽(紫外光)
6			
	疑似鐵本體	疑似鐵本體(可見光)	疑似鐵本體(紫外光)

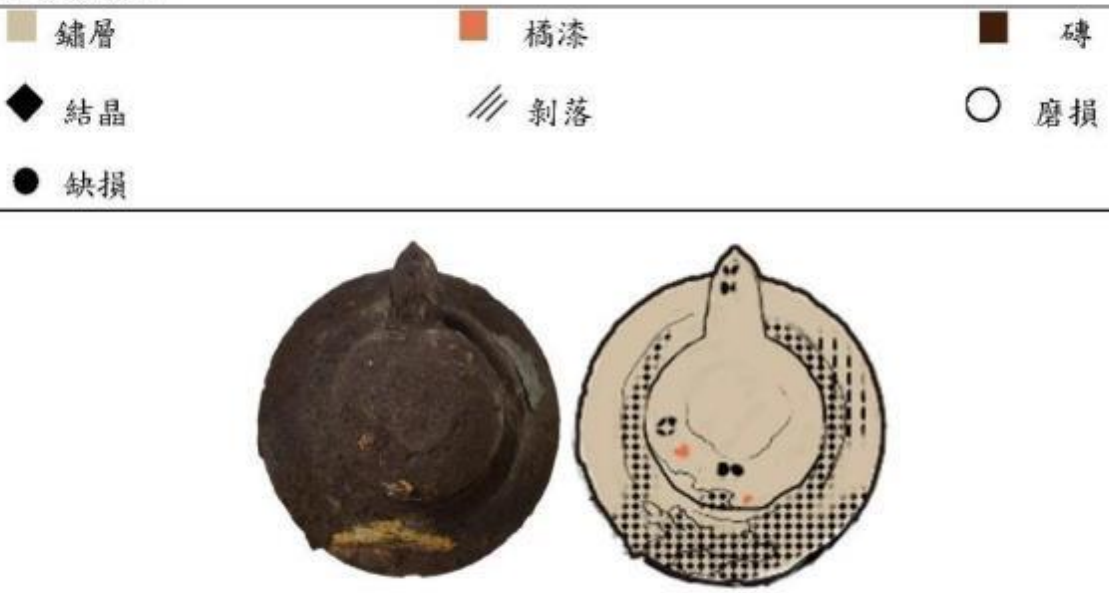
7			
	綠漆	綠漆(可見光)	綠漆(紫外光)
8			
	疑似補土	疑似補土（可見光）	疑似補土（紫外光）
9			
	孔洞	孔洞(可見光)	孔洞(紫外光)
10			無反應
	補丁	補丁(可見光)	補丁(紫外光)

六、色彩與光澤度紀錄



色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L48.46 a12.23 b25.36	L37.24 a3.74 b7.58	0,00gu	0,00gu

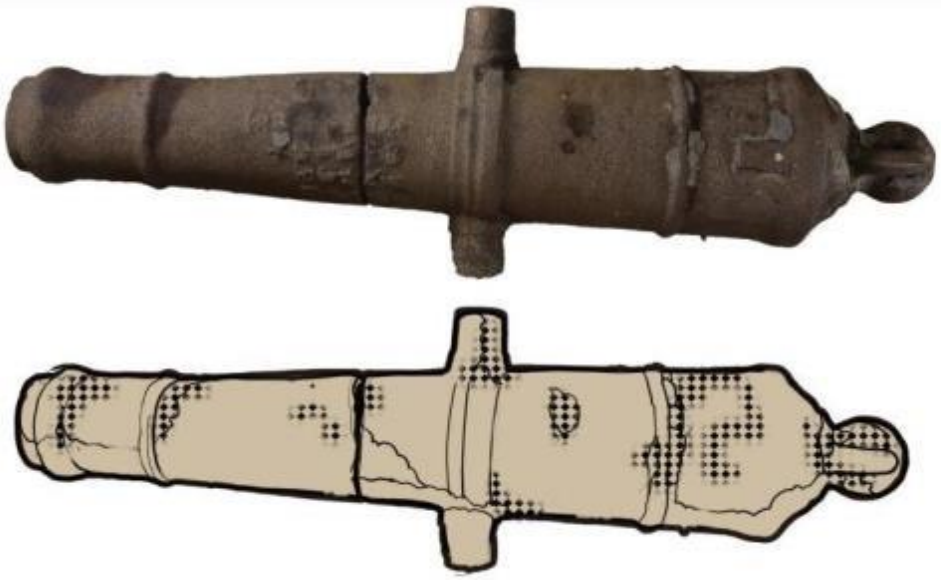
七、修復劣損圖



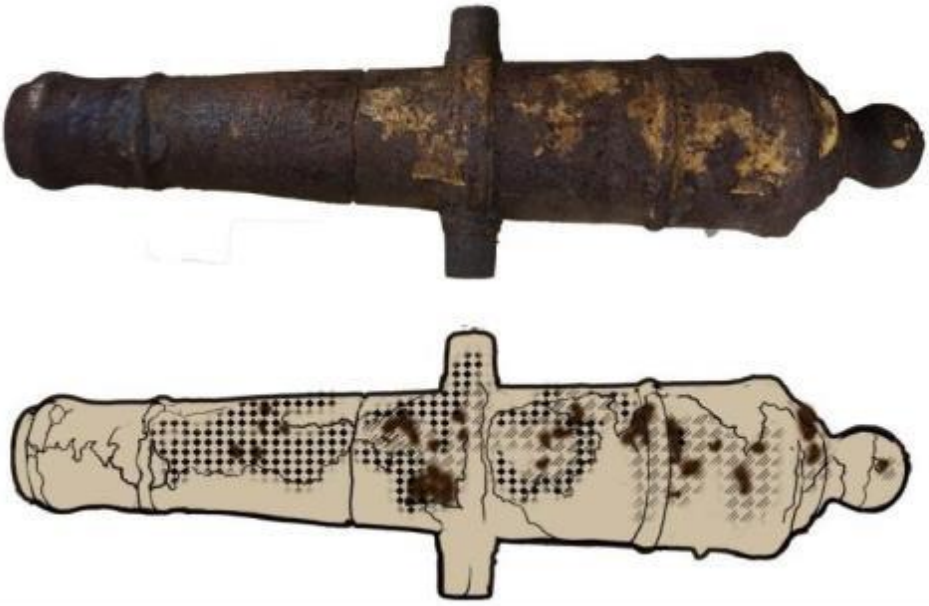
砲尾劣損圖



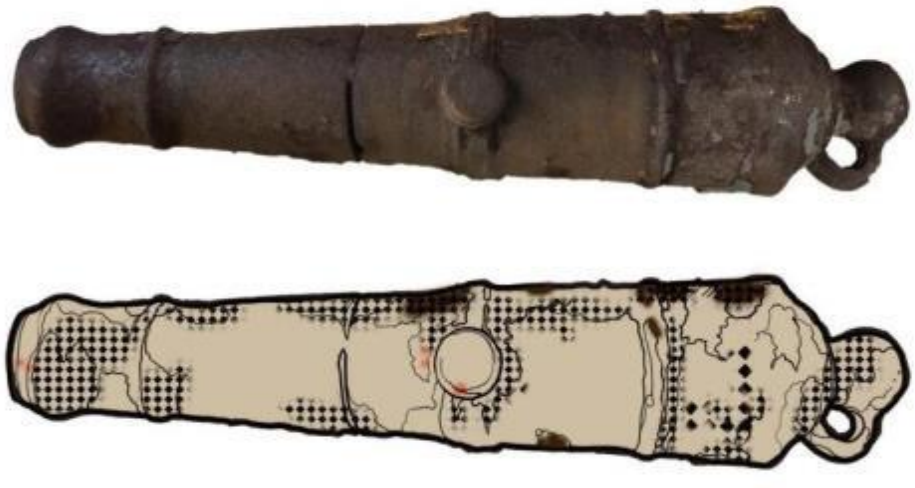
砲口劣損圖



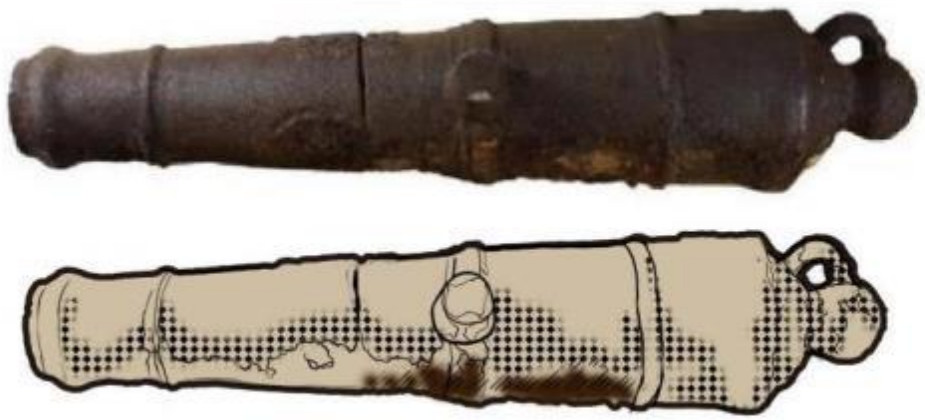
正視劣損圖



後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前 □入庫後 ■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	無 #9
	中文名稱	清道光三年一千五百觔前膛鑄鐵砲
	古砲來源	民國 78 年由西嶼西臺遷來
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣政府文化局火車頭庫房
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 78 年(西元 1989 年)				
	製作年代	西元 1823 年	製作時期	清代		
	作　　者	鑄匠首林邦津				
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置	砲身	字體形式	凸鑄
	銘文內容	道光三年秋月吉旦 奉 憲鑄造大砲一位 重一千五百觔鑄匠首林邦津				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[9]	砲體	砲口至第 3 箍 16cm、第 3 箍至第 2 箍 87cm、第 2 箍至第 1 箍 77cm、第 1 箍至砲尾箍 27.5cm、砲尾箍至砲尾 33.5cm，砲身總長 241cm。			
		砲耳	小徑 7cm、大徑 9.7cm、突出 11cm，砲耳中心至砲口長 108cm。			
		砲尾	直徑 36.8cm、突出 33.5cm。			
		砲鈕	直徑 15.3cm、砲鈕總長 19.5cm。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 46.5cm；門眼臺直徑 3.3cm。			
		重量	895.2 kg。			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛）□其他				
	砲口形式	□直口■壺口	砲口口徑	內徑 10.5cm、外徑 26.3cm		
	裝砲方式	■前膛 □後膛	砲膛形式	■滑膛 □線膛		
	砲耳形式	■錐式□筒式	砲耳座子	□有■無		
	砲尾形式	□穹圓形 □覆鐘形□筒形 □方形 ■其他：尖錐形				
	現有支撐	無				
	砲管內容物	鐵棒、鐵塊、鐵絲、寶特瓶(壓縮)、保麗龍、貝殼、 瓷碗口緣(推測)、珊瑚				

	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江（1990）《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：（以照片標示劣化性質、性質或範圍）

生物性危害：

■蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕□其它_____

汙染：

■髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整，具操作能力，僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□黴害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

□填補

□黏合
□焊接
□其他：

保存現況調查：

■可見光
■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線）
■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）
■色彩紀錄
■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）
■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）
□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)		
主要金屬	鑄鐵		
整體狀況	不佳		
表面加工	後人塗佈防鏽漆料		
物件狀況	目前形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料		
金屬狀況	鏽蝕、剝落		
其他建議	遷移至室內受控制之環境。		
圖片紀錄			
	銘文	漆褪色	剝落

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖

	
現場狀況砲口	現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光右側視圖



可見光左側視圖

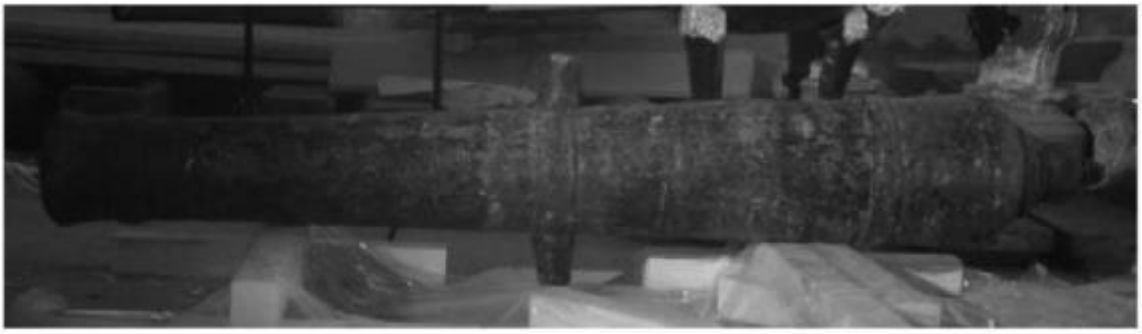


可見光砲口



可見光砲尾

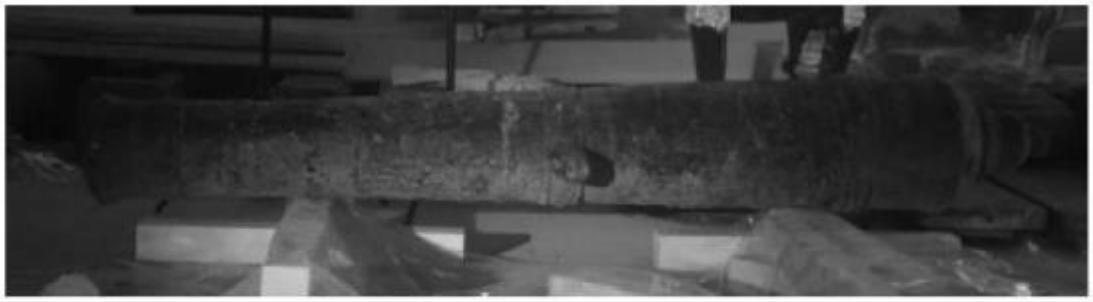
四、紅外線檢視



紅外線正視圖



紅外線後俯視圖



紅外線左側視圖



紅外線右側視圖

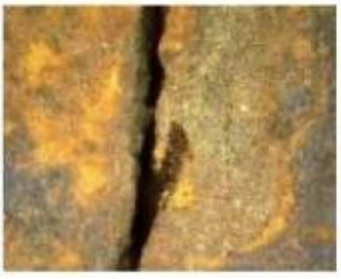
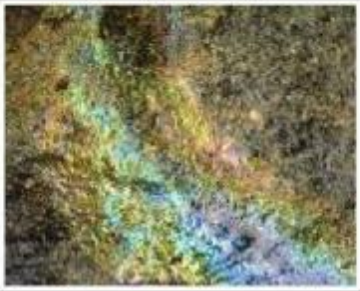
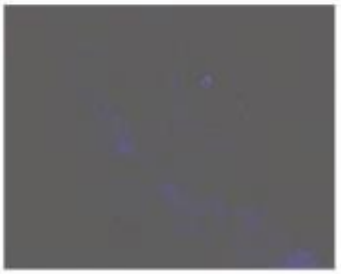


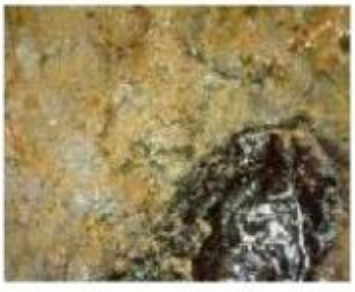
紅外線砲口



紅外線砲尾

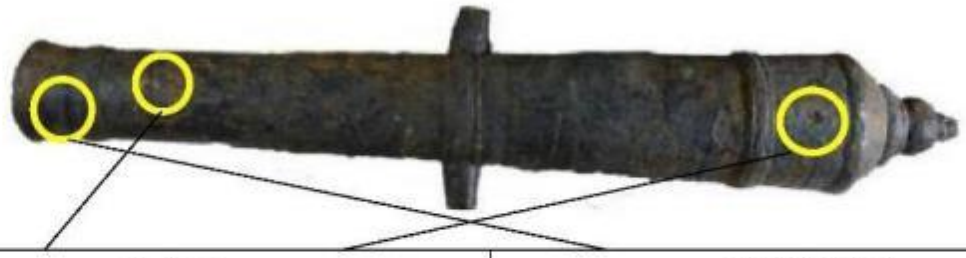
五、顯微檢視

1			無反應
	裂縫	裂縫(可見光)	裂縫(紫外光)
2			

	油殘留	油殘留(可見光)	油殘留(紫外光)
3			無反應
	橘漆	橘漆(可見光)	橘漆(紫外光)
4			無反應
	白漆	白漆(可見光)	白漆(紫外光)
5			無反應
	黑漆	黑漆(可見光)	黑漆(紫外光)
6			無反應
	黑漆退色	黑漆退色(可見光)	黑漆退色(紫外光)
7			無反應
	不明結晶	不明結晶(可見光)	不明結晶(紫外光)

8			無反應
	黑漆退綠色	黑漆退綠色(可見光)	黑漆退綠色(紫外光)
9			
	土殘留	土殘留(可見光)	土殘留(紫外光)
10			無反應
	不明殘留	不明殘留(可見光)	不明殘留(紫外光)

六、色彩與光澤度紀錄



色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L34.50 a3.27 b7.05	L40.09 a15.11 b32.17	0,20gu	0,00gu

七、修復劣損圖

鏽層　橘漆　土

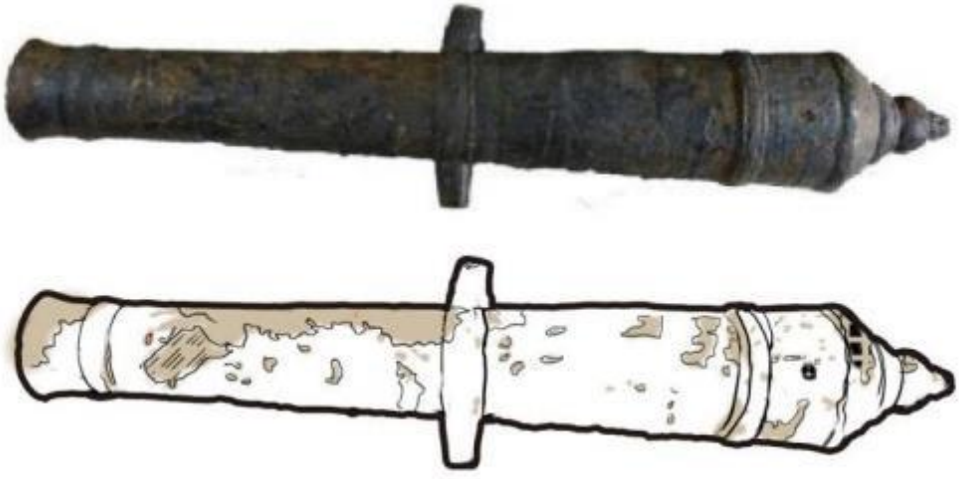
結晶　剝落　磚



砲尾劣損圖

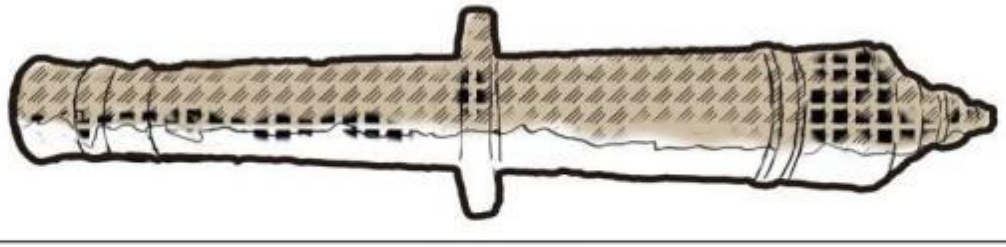


砲口劣損圖

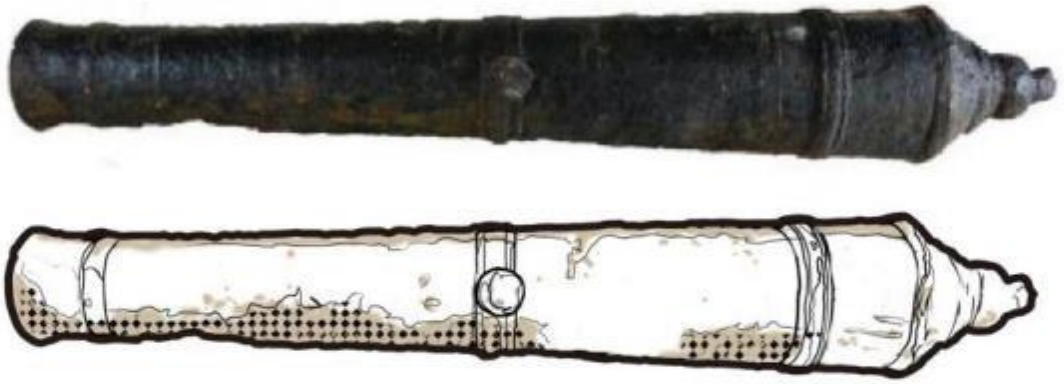


正視劣損圖

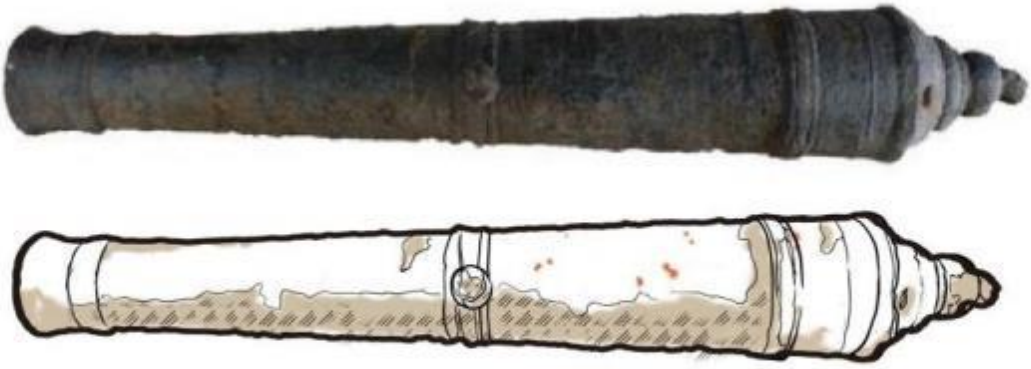




後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前 □入庫後 ■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	無 #10				
	中文名稱	一千觔前膛鑄鐵砲				
	古砲來源	民國 78 年西嶼西臺遷移				
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣政府文化局火車頭庫房				
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料				
藏品描述	典藏時間	民國 78 年(西元 1989 年)				
	製作年代	待考	製作時期	清代		
	作　　者	待考				
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置	砲身	字體形式	凸鑄
	銘文內容	大砲一位 重一千斤(銘文前段字跡模糊無法辨識)				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鏤嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[10]	砲體	砲口至第 3 箍 14.5cm、第 3 箍至第 2 箍 77.5cm、第 2 箍至第 1 箍 62cm、第 1 箍至砲尾箍 18.5cm、砲尾箍至砲尾 23.5cm，砲身總長 196cm。			
		砲耳	小徑 7cm、大徑 11.6cm、突出 13cm，砲耳中心至砲口長 95.5cm。			
		砲尾	直徑 29.6cm、突出 23.5cm。			
		砲鈕	直徑 14.3cm、砲鈕總長 17.5cm。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 34.5cm；門眼臺直徑 4.5cm。			
		重量	895.2 kg。			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛）□其他				
	砲口形式	□直口■壺口	砲口口徑	內徑 9cm、外徑 22.9cm		
	裝砲方式	■前膛 □後膛	砲膛形式	■滑膛 □線膛		
	砲耳形式	■錐式□筒式	砲耳座子	□有■無		
	砲尾形式	■穹圓形 □覆鐘形□筒形 □方形 □其他：				
	現有支撐	無				
	砲管內容物	黑松汽水吉利果汽水玻璃瓶(1970-1980)[11]、津津小泰山果汁棒包裝袋、果汁棒塑膠頭、不明塑膠袋、鋁罐碎片、防腐劑、原子筆、鐵釘、玻璃珠、貝殼、珊瑚				

	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江（1990）《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：（以照片標示劣化性質、性質或範圍）

生物性危害：

□蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 ■裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕■其它_孔洞

汙染：

■髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整，具操作能力，僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacccptablc（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□徵害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

■填補

□黏合
□焊接
□其他：

保存現況調查：

■可見光
■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線）
■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）
■色彩紀錄
■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）
■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）
□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)		
主要金屬	鑄鐵		
整體狀況	不佳		
表面加工	後人塗佈防鏽漆料		
物件狀況	目前形制完整、表面髒汙、鏽蝕、曾塗佈防鏽漆料		
金屬狀況	鏽蝕、剝落		
其他建議	遷移至室內受控制之環境。		
圖片紀錄			
	砲身側視	剝落	鏽蝕

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況正視圖



現場狀況砲尾



現場狀況砲口

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖



可見光砲口



可見光砲尾

四、紅外線檢視



紅外線正俯視圖



紅外線後視圖



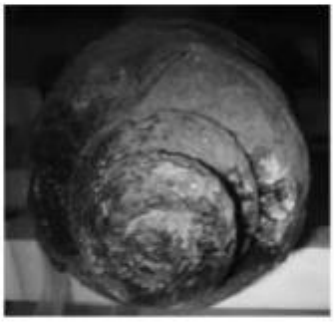
紅外線左側視圖



紅外線右側視圖



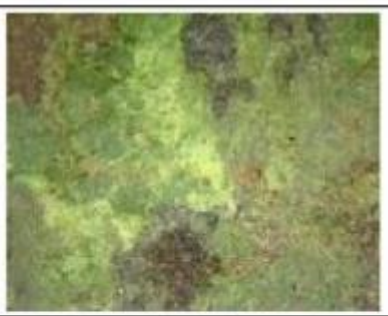
紅外線砲口

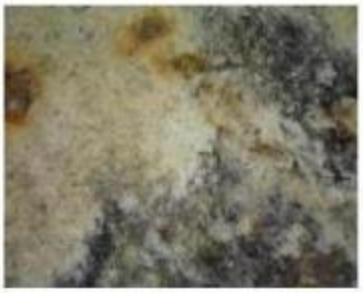


紅外線砲尾

五、顯微檢視

1			無反應
	裂縫	裂縫(可見光)	裂縫(紫外光)

2			無反應
	黑漆退綠色	黑漆退綠色(可見光)	黑漆退綠色(紫外光)
4			無反應
	黑漆	黑漆(可見光)	黑漆(紫外光)
5			
	橘漆	橘漆(可見光)	橘漆(紫外光)
6			
	不明結晶	不明結晶(可見光)	不明結晶(紫外光)
7			無反應
	掉漆	掉漆(可見光)	掉漆(紫外光)

8			
	土殘留	土殘留(可見光)	土殘留(紫外光)
9			
	孔洞	孔洞（可見光）	孔洞(紫外光)

六、色彩與光澤度紀錄



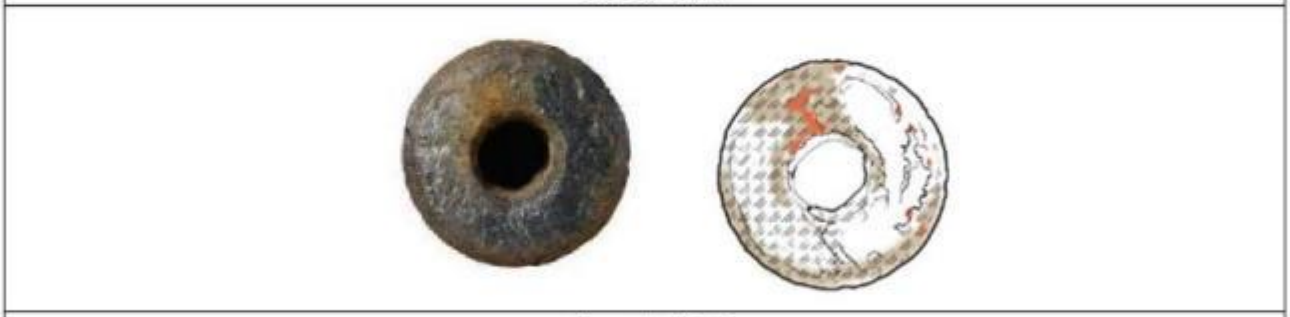
色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L53.36 a8.64 b22.67	L20.96 a0.54 b1.42	0,10gu	0,00gu

七、修復劣損圖

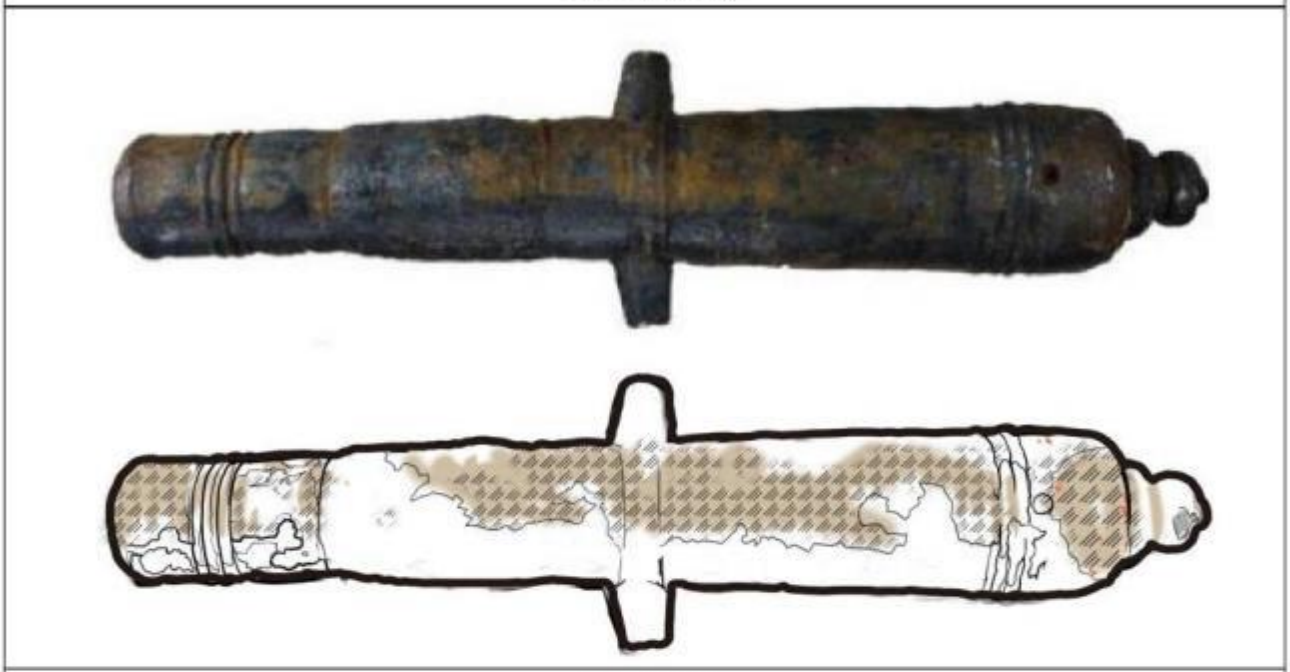




砲尾劣損圖

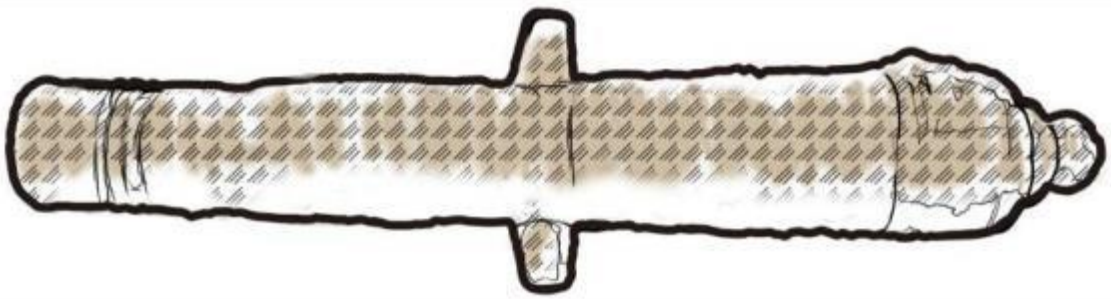


砲口劣損圖



正視劣損圖

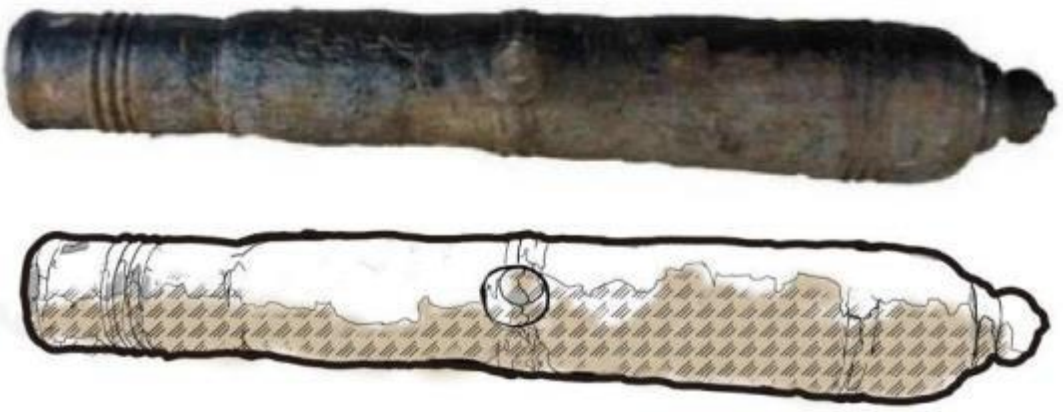




後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前 □入庫後 ■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 2433 #11
	中文名稱	英制三吋前膛砲
	古砲來源	民國 76 年 4 月 8 日澎湖地方法院轉贈
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣政府文化局火車頭庫房
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 76 年(西元 1987 年)				
	製作年代	待考	製作時期	英國		
	作　　者	待考				
	銘文紋飾	■有□無	銘文位置	砲身	字體形式	凸鑄
	銘文內容	皇冠圖樣				
	銘文拓印	 古砲編號：71（資料引用：盧泰康，2015）				
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[12]	砲體	砲口至第 2 箍 9cm、第 2 箍至第 1 箍 44cm、第 1 箍至砲尾箍 42cm、砲尾箍至砲尾 19cm，砲身總長 114cm。			
		砲耳	直徑 5.3cm、突出 5.8cm，砲耳中心至砲口長 57.5cm。			
		砲尾	直徑 21cm、突出 19cm。			
		砲鈕	直徑 8.4cm、砲鈕總長 14cm。			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 20cm；門眼臺長 8.5cm、寬 3.5cm。			
		重量	105.5kg			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛）□其他				
	砲口形式	■直口 □壺口	砲口口徑	內徑 7.8cm、外徑 9.5cm		
	裝砲方式	■前膛 □後膛	砲膛形式	■滑膛 □線膛		
	砲耳形式	□錐式■筒式	砲耳座子	□有■無		

	砲尾形式	■穹圓形 □覆鐘形□筒形 □方形 □其他：
	現有支撐	無
	砲口內容物	鐵塊。
	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江（1990）《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月狀況描述：（以照片標示劣化性質、性質或範圍）

生物性危害：

□蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

■擦痕 □刮痕 ■磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

□剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕□其它_____

汙染：

□髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整，具操作能力，僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□黴害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

□填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光

■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線□）

■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）

■色彩紀錄

■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）

■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）

□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)		
主要金屬	鑄鐵		
整體狀況	不佳		
表面加工	後人塗佈防鏽漆料		
物件狀況	形制完整、表面髒汙、鏽蝕、表面均勻鏽蝕		
金屬狀況	鏽蝕、剝落		
其他建議	遷移至室內受控制之環境。		
圖片紀錄			
	砲身側視圖	砲口	皇冠圖樣

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況砲口

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖

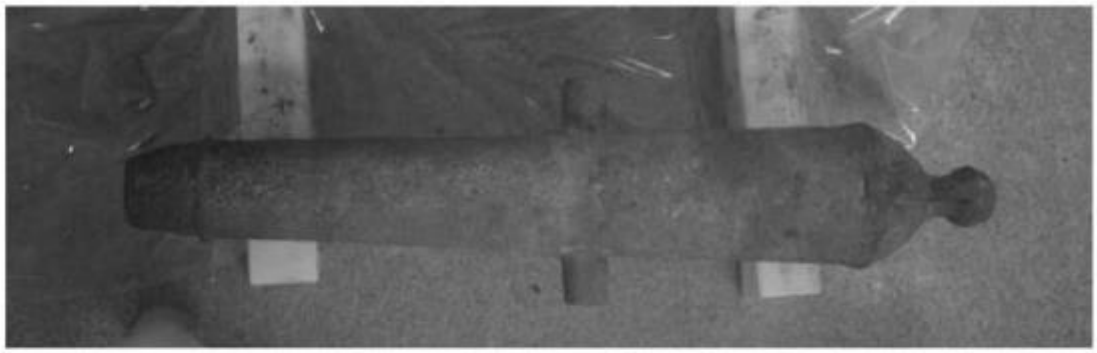


可見光右側視圖



可見光左側視圖	
	
可見光砲口	可見光砲尾

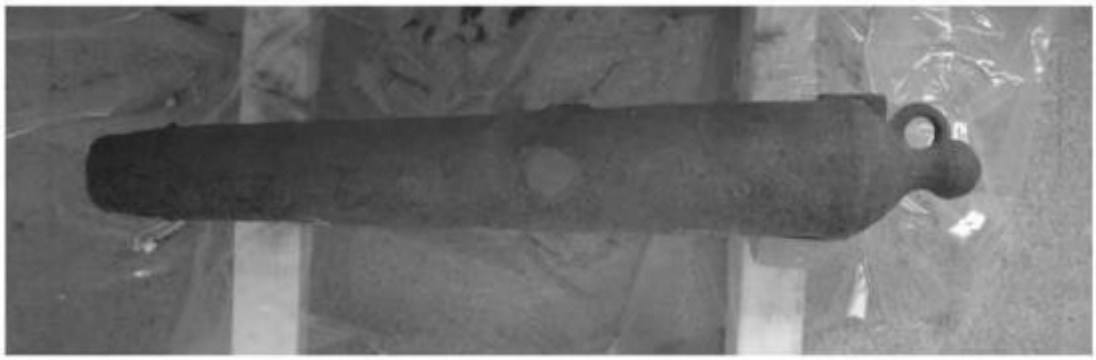
四、紅外線檢視



紅外線正俯視圖



紅外線後視圖



紅外線左側視圖



紅外線右側視圖

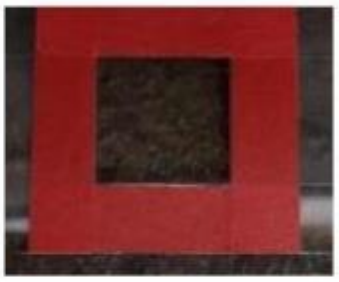
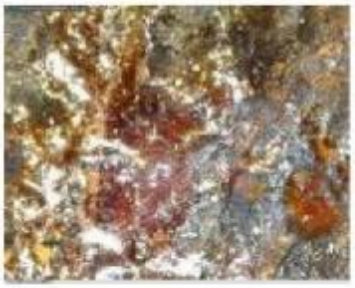


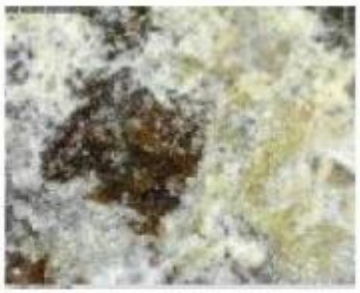
紅外線砲口



紅外線砲尾

五、顯微檢視

1			無反應
	深橘色鏽	深橘色鏽(可見光)	深橘色鏽(紫外光)
2			無反應
	結晶	結晶(可見光)	結晶(紫外光)

3			無反應
	白色不明粉末	白色不明粉末(可見光)	白色不明粉末(紫外光)
4			無反應
	白色泡棉	白色泡棉(可見光)	白色泡棉(紫外光)
5			無反應
	深色結晶	深色結晶(可見光)	深色結晶(紫外光)
6			無反應
	橘色漆	橘色漆(可見光)	橘色漆(紫外光)
7			無反應
	補丁	補丁(可見光)	補丁(紫外光)

六、色彩與光澤度紀錄



色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L30.94 a7.52 b9.04	L40.09 a15.11 b32.17	0,00gu	0,00gu

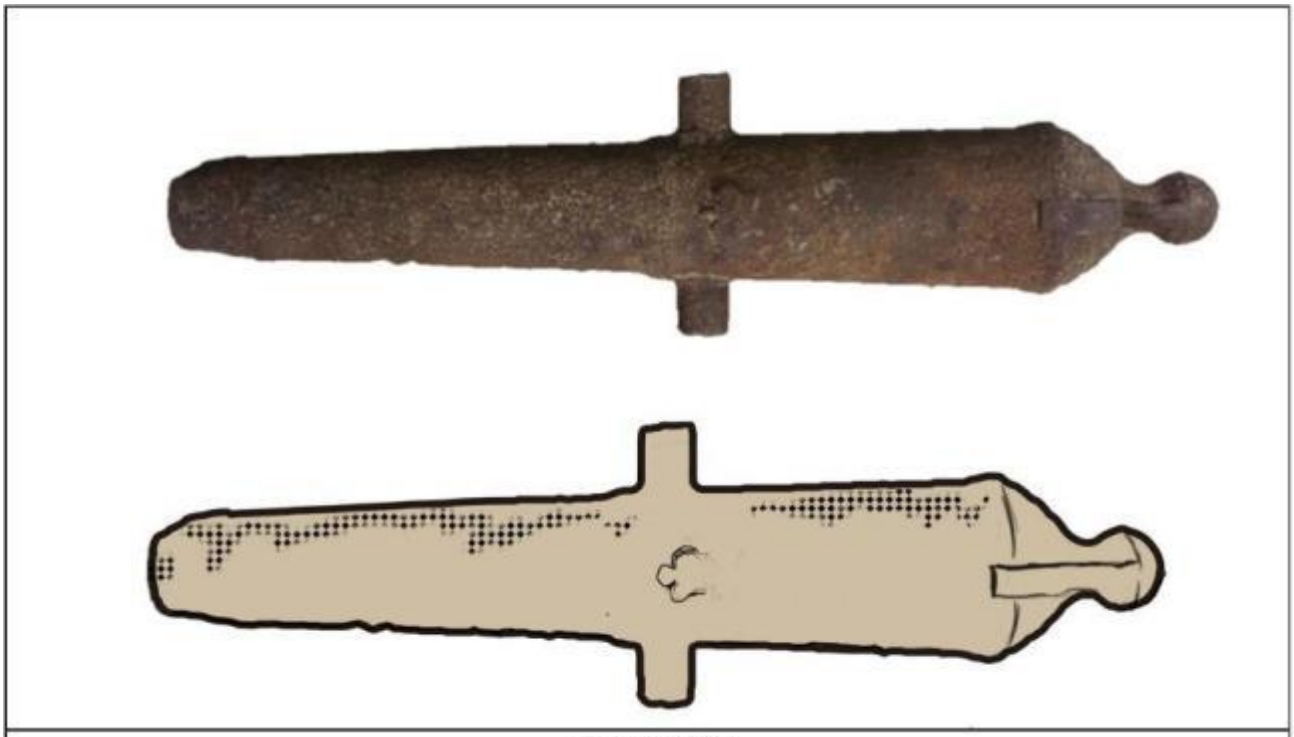
七、修復劣損圖



砲尾劣損圖



砲口劣損圖



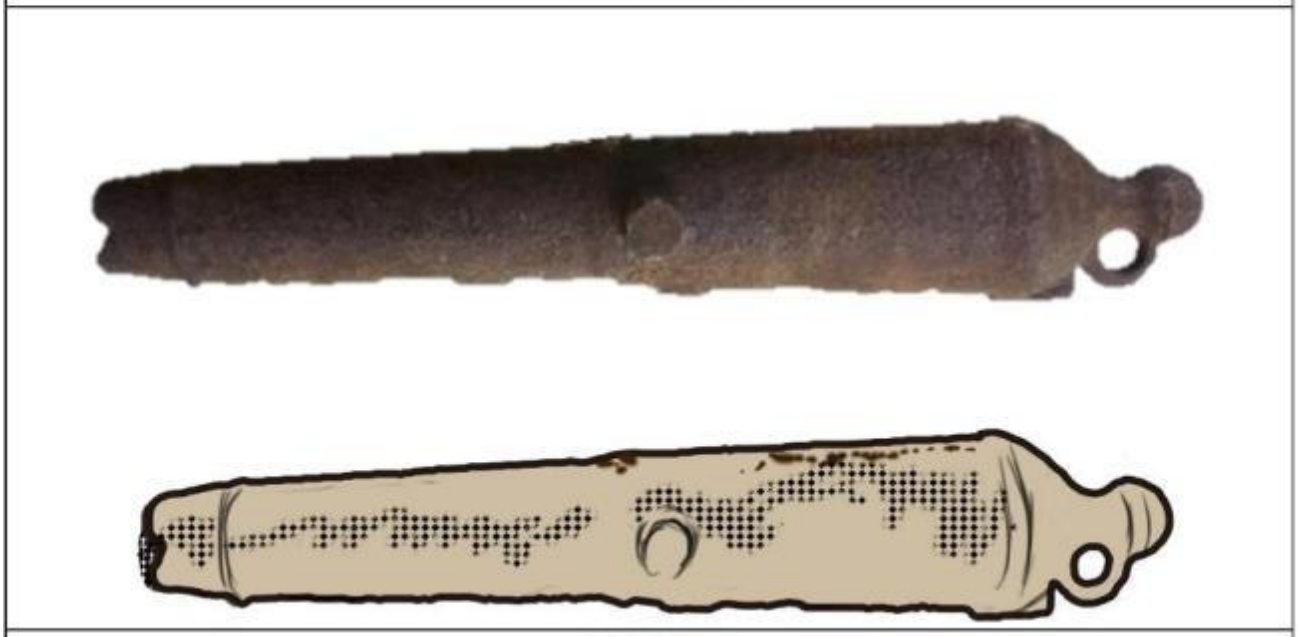
正視劣損圖



後視劣損圖



右側劣損圖



左側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 2431 #12
	中文名稱	兩吋半前膛砲
	古砲來源	民國 76 年 7 月 15 日馬公市西衛里 172 號 鄭鎮寬先生轉贈
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣政府文化局火車頭庫房
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料

藏品描述	典藏時間	民國 76 年(西元 1987 年)				
	製作年代	待考		製作時期	英國	
	作　　者	待考				
	銘文紋飾	□有■無	銘文位置		字體形式	
	銘文內容					
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[13]	砲體	砲口至第 3 箍 18cm、第 3 箍至第 2 箍 38cm、第 2 箍至第 1 箍 16cm、第 1 箍至砲尾箍 35cm、砲尾箍至砲尾 13cm，砲身總長 120cm。			
		砲耳	直徑 5cm、突出 6cm 砲耳座子尺寸：直徑 7cm、突出 1cm，砲耳中心至砲口長 62cm。			
		砲尾	直徑 19cm、突出 13cm。			
		砲鈕	尺寸：直徑 7.3cm、砲鈕總長 9cm			
		門眼	直徑 1cm、距砲尾 18.5cm；門眼臺長 11cm、寬 2.5cm			
		重量	94.5kg			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛） □其他				
	砲口形式	□直口 ■壺口		砲口口徑	內徑 6.5cm、外徑 13cm	
	裝砲方式	■前膛 □後膛		砲膛形式	■滑膛 □線膛	
	砲耳形式	□錐式■筒式		砲耳座子	■有□無	
	砲尾形式	□穹圓形 □覆鐘形□筒形 □方形 ■其他：尖錐形				
	現有支撐	無				
	砲口內容物	鐵塊。				

	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江（1990）《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月狀況描述：(以照片標示劣化性質、性質或範圍)

生物性危害：

■蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕□其它_____

汙染：

■髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整,具操作能力,僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacccptablc（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□徵害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

□填補

□黏合
□焊接
□其他：

保存現況調查：

■可見光
■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外線□）
■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 ■熱影像 □其他）
■色彩紀錄
□材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）
■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）
□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)		
主要金屬	鑄鐵		
整體狀況	不佳		
表面加工	塗佈防鏽漆料		
物件狀況	形制完整、表面髒汙、鏽蝕、表面均勻鏽蝕		
金屬狀況	鏽蝕、剝落		
其他建議	遷移至室內受控制之環境。		
圖片紀錄			
	砲身俯視	砲口	砲身側視

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖



可見光砲口



可見光砲尾

四、紅外線檢視



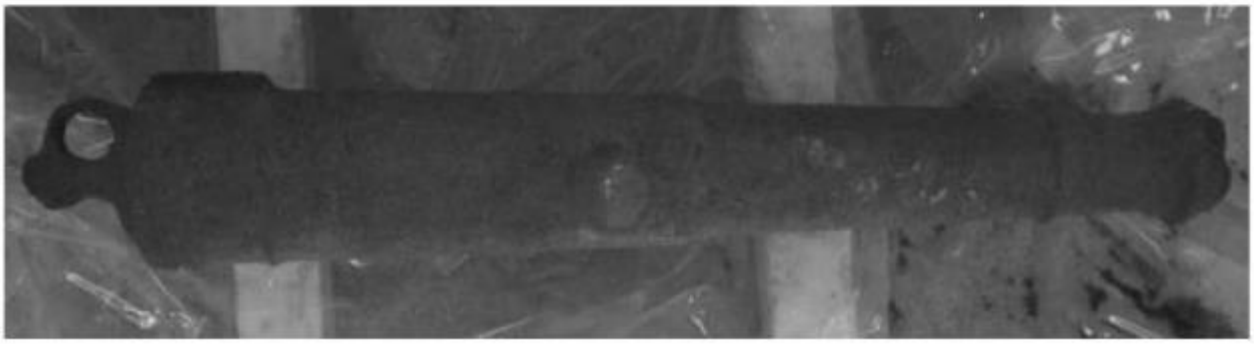
紅外線正俯視圖



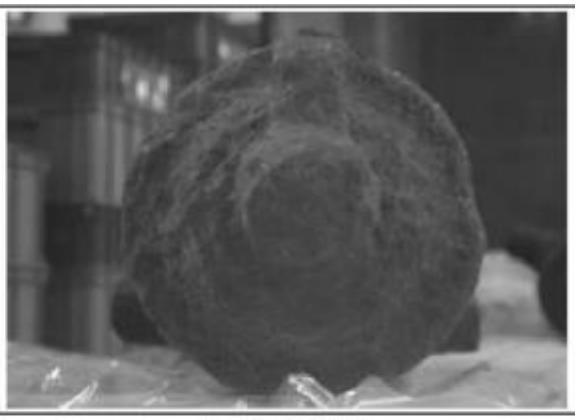
紅外線後視圖



紅外線左側視圖



紅外線右側視圖

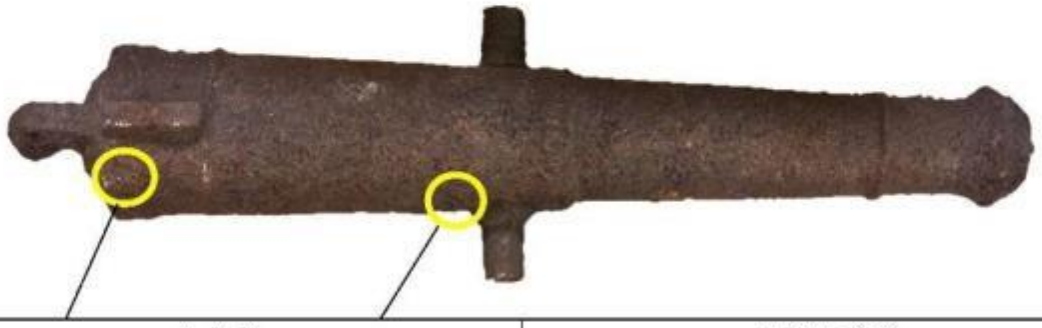
	
紅外線砲口	紅外線砲尾

五、顯微檢視

1			無反應
	橘漆	橘漆（可見光）	橘漆（紫外光）
2			無反應
	白漆	白漆（可見光）	白漆（紫外光）
3			無反應
	結晶	結晶（可見光）	結晶（紫外光）
4			無反應
	土	土（可見光）	土（紫外光）

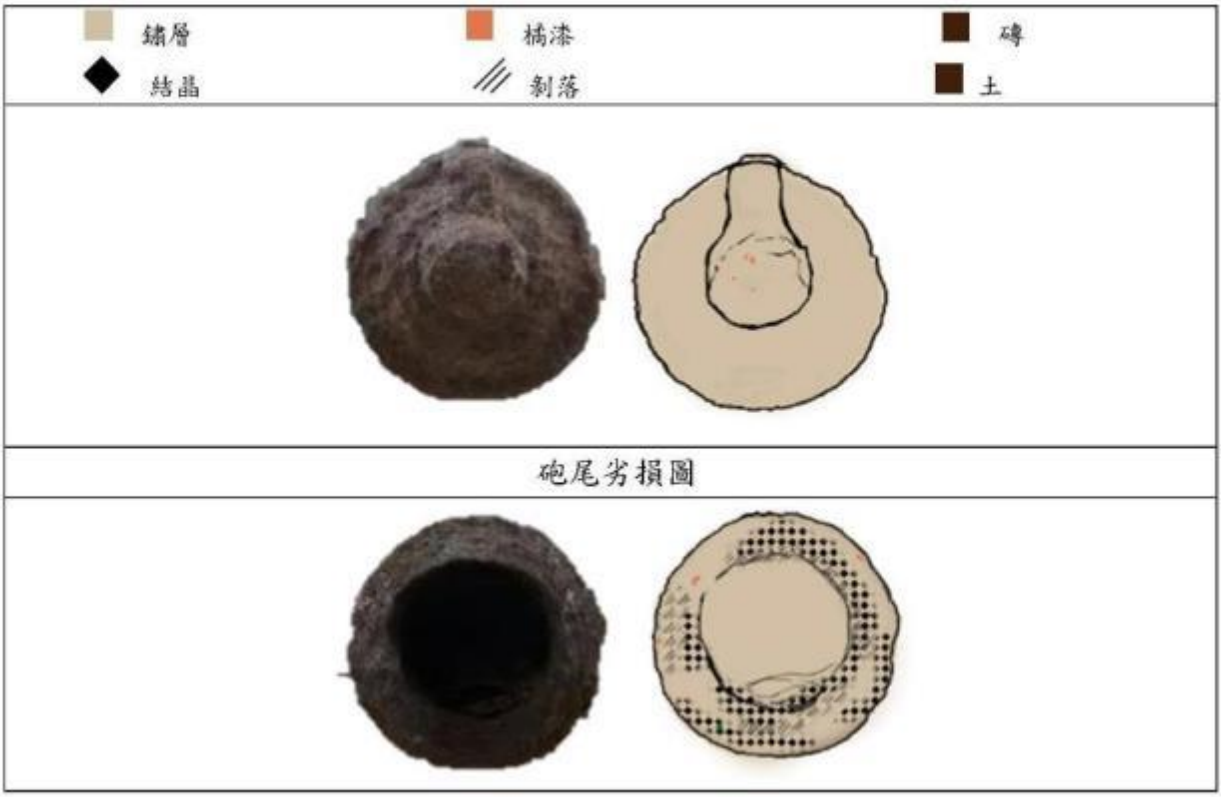
5			無反應
	磚頭殘留	磚頭殘留（可見光）	磚頭殘留（紫外光）

六、色彩與光澤度紀錄

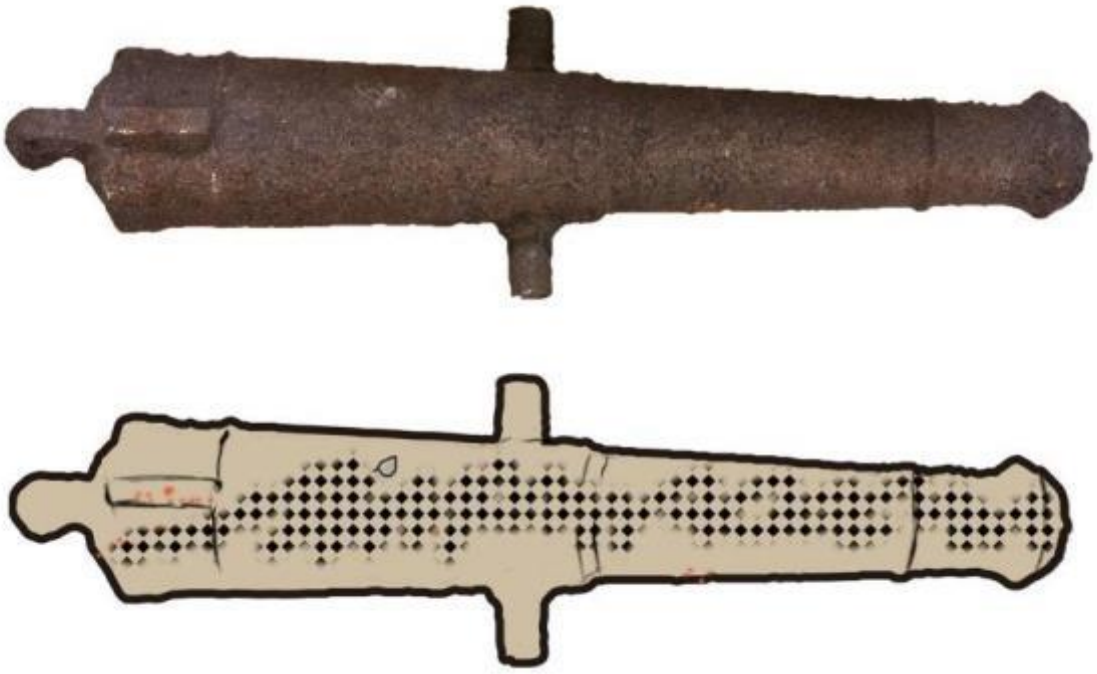


色差儀		光澤度(GU)	
表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L34.22 a14.44 d15.95	L24.34 a4.46 b3.48	0.00gu	0.00gu

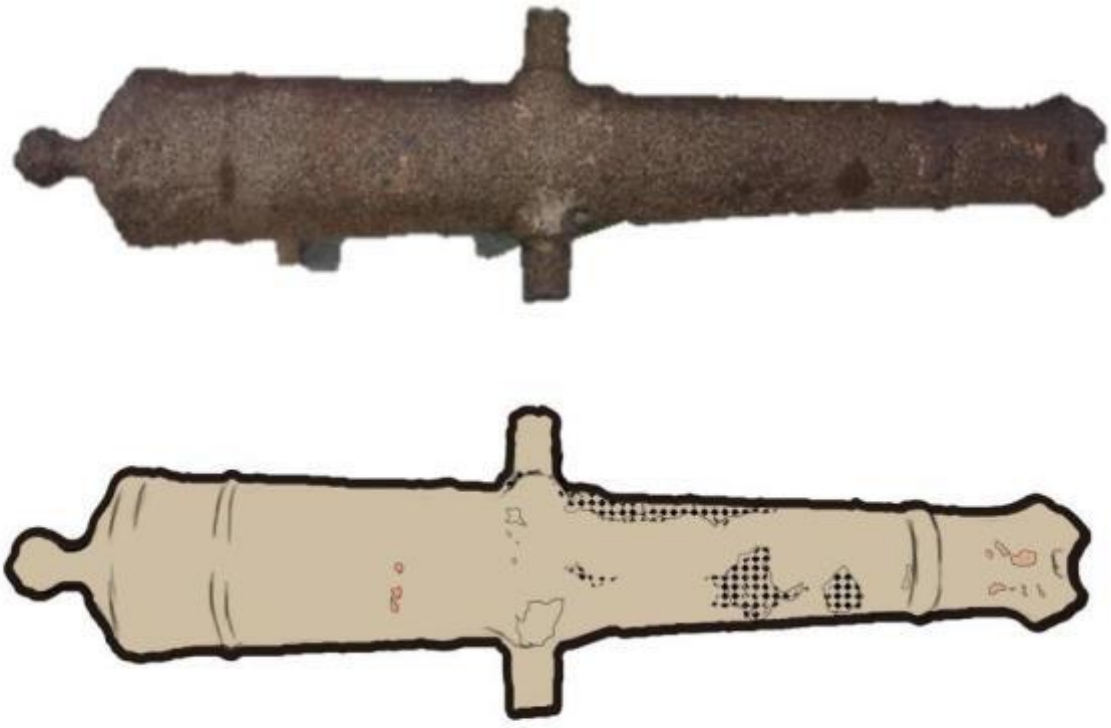
七、修復劣損圖



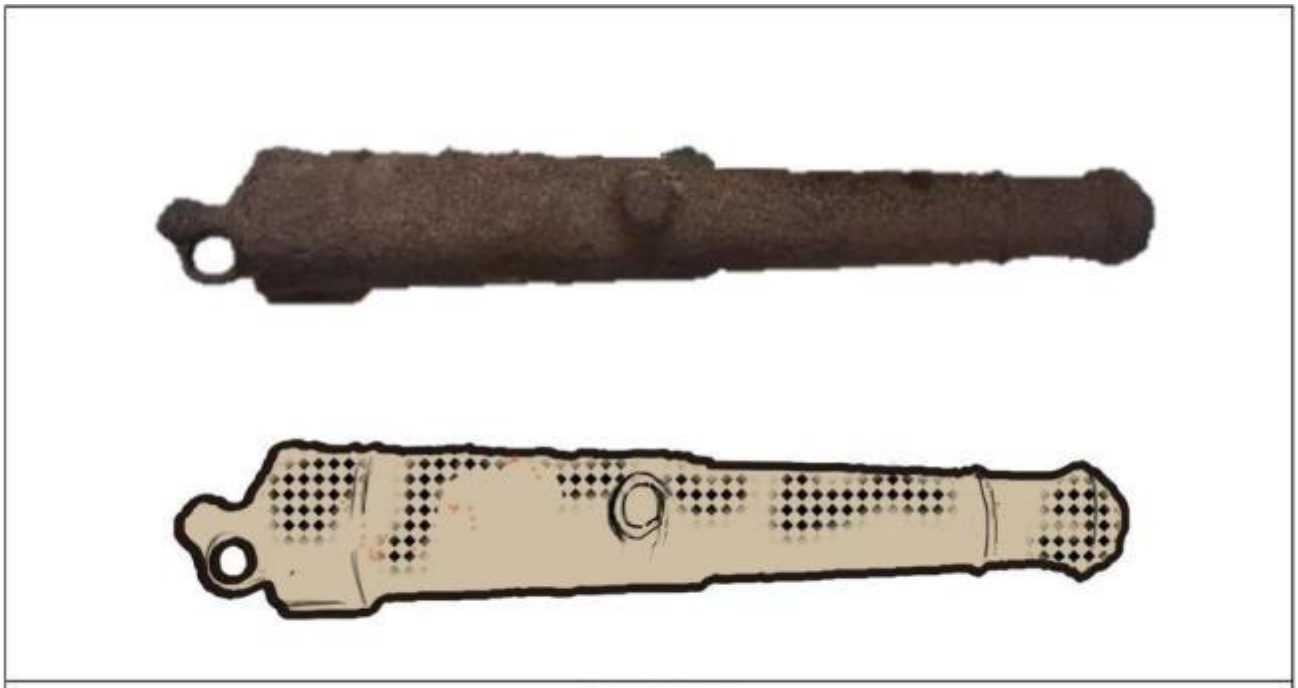
砲口劣損圖



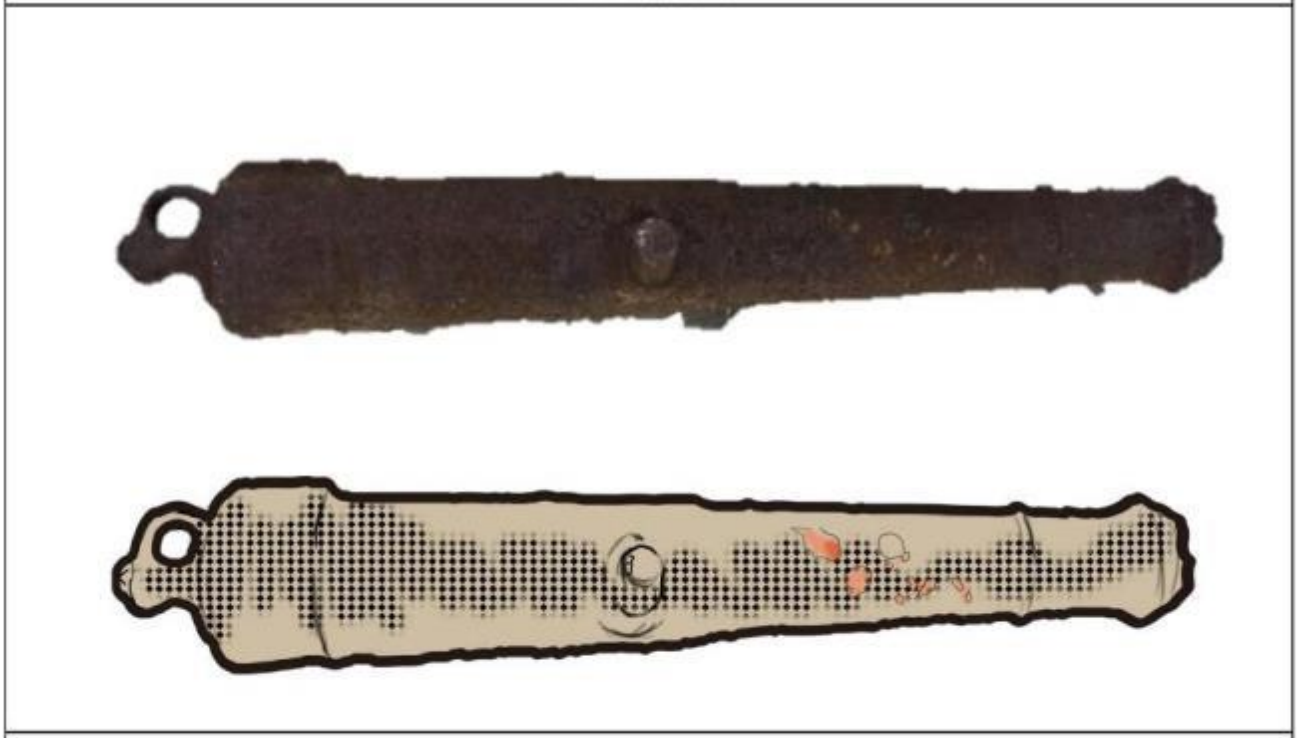
正視劣損圖



後視劣損圖



左側劣損圖



右側劣損圖

金屬文物保存狀況檢視登錄表

檢視原因：□入庫前□入庫後■維護前 □維護後 □攜出前 □攜出後 □借入前 □借入後

填寫日期：107 年 6 月 15 日

基本資料	登錄號	典 2432 #13				
	中文名稱	雨吋半前膛砲				
	古砲來源	民國 76 年 7 月 15 日馬公市森林路 114 巷 2 號 洪瑞芳先生贈				
	現存環境	澎湖縣馬公市澎湖縣政府文化局火車頭庫房				
	相關資料	澎湖縣政府文化局典藏資料				
藏品描述	典藏時間	民國 76 年(西元 1987 年)				
	製作年代	待考	製作時期	英國		
	作　　者	待考				
	銘文紋飾	□有■無	銘文位置		字體形式	
	銘文內容					
	製作工藝	□雕刻 □翻模 □鑲嵌 ■鑄造 □其他 ___				
	重量及尺寸[14]	砲體。	砲口至第 3 箍 18cm、第 3 箍至第 2 箍 38cm、第 2 箍至第 1 箍 16cm、第 1 箍至砲尾箍 35cm、砲尾箍至砲尾 13cm，砲身總長 120cm			
		砲耳	直徑 5cm、突出 6cm。 砲耳座子尺寸：直徑 7cm、突出 1cm，砲耳中心至砲口長 62cm。			
		砲尾	直徑 19cm、突出 13cm。			
		砲鈕	直徑 7.3cm、砲鈕總長 9cm。 門眼尺寸：直徑 1cm、距砲尾 18.5cm；門眼臺長 11cm、寬 2.5cm 。			
		重量	102.5kg			
	主要材質	■金屬（■鑄鐵□不銹鋼□銅合金□銀□鋁□鉛） □其他				
	砲口形式	□直口 ■盞口	砲口口徑	內徑 6.5cm、外徑 13cm		
	裝砲方式	■前膛 □後膛	砲膛形式	■滑膛 □線膛		
	砲耳形式	□錐式■筒式	砲耳座子	■有□無		
	砲尾形式	□穹圓形 □覆鐘形□筒形 □方形 ■其他：尖錐形				
	現有支撐	無				
	砲口內容物	石塊、鐵塊。				
	相關史料	□維護手冊 □維修者資料 ■調查研究報告：楊仁江(1990)《臺灣地區現存古礮之研究調查》■其他：澎湖地方誌、報紙				

檢視者：邵慶旺、李宇妍、施淳仁　　檢視時間：107 年 3 月至 107 年 7 月

狀況描述：(以照片標示劣化性質、性質或範圍)

生物性危害：

□蟲害 □霉 □其它

化學性劣化：

□腐朽 □異味 ■氧化 □失去光澤 ■生鏽 □污漬 □變色 □其他_____

物理性劣化：

□擦痕 □刮痕 □磨損 □彎翹 □裂痕 □缺損

■剝落 □撕破□脫節□鬆開 □修補 □鬆脫 □摺痕□其它_____

汙染：

■髒□灰塵 □油污 □明顯的記號

狀況等級：

□佳 good（外觀完整,具操作能力,僅稍作清潔即可恢復功能）

□普通 fair（有狀況但穩定無需處理）

□不良 poor（有損傷需處理但無急迫性）

■需處理 unacceptable（受損狀況可能擴大，需馬上處理）

潛在威脅：

■迅速/未受控制的腐蝕□會受到昆蟲或者動物的損害

■對水敏感□對光敏感

□結構斷裂□以上均無

建議保存方式：

■需定期進行表面乾式清潔（□手工清潔 ■吸塵清潔）

■謹慎搬運

■隔離(□徽害 □動物/昆蟲危害)

■持續觀察

■避免人為破壞

■減少潮濕環境

■建議存放方式：具有環境控制之空間。

建議修護處理方案：

■加固

■化學性清潔（■含水清潔 ■溶劑清洗 □其他）

■物理性清潔（■軟毛刷 ■硬質玻璃纖維■手術刀 ■其他：噴砂）

■去除髒污與污染物

□填補

□黏合

□焊接

□其他：

保存現況調查：

■可見光
■顯微（■可見光 □紅外線 ■紫外）
■非可見光（■紅外線 □紫外線 □紅外線熱影像 □熱影像 □其他）
■色彩紀錄
■材質分析（■XRF □XRD □SEM □EDX □ICP □RAMAN □其他）
■物理性質（■光澤度 □硬度 □其他）
□其他

一、檢視紀錄

調查者	本團隊(2018)		
主要金屬	鑄鐵		
整體狀況	不佳		
表面加工	後人塗佈防鏽漆料		
物件狀況	形制完整、表面髒汙、鏽蝕、表面均勻鏽蝕		
金屬狀況	鏽蝕、剝落		
其他建議	遷移至室內受控制之環境。		
圖片紀錄			
	砲身側視	砲尾	砲口

二、可見光檢視(現場狀況)



現場狀況上視圖



現場狀況左側視圖



現場狀況右側視圖



現場狀況砲口



現場狀況砲尾

三、可見光檢視(修復現場)



可見光正視圖



可見光後視圖



可見光左側視圖



可見光右側視圖

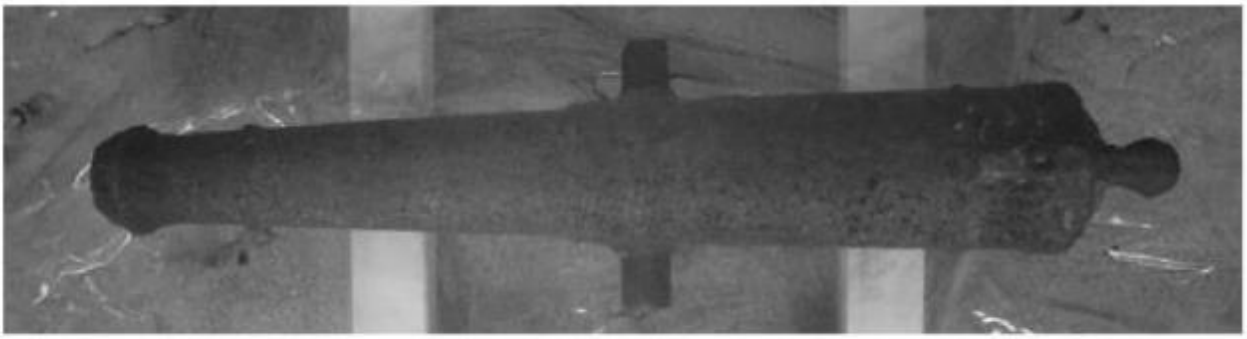


可見光砲口

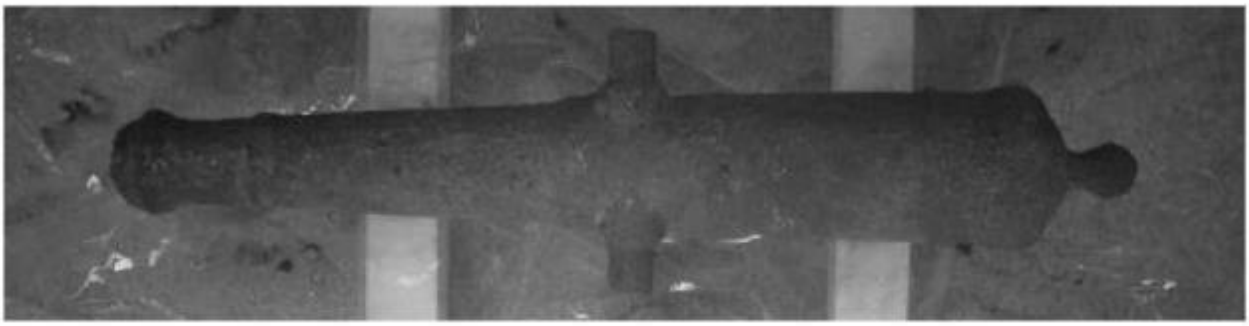


可見光砲尾

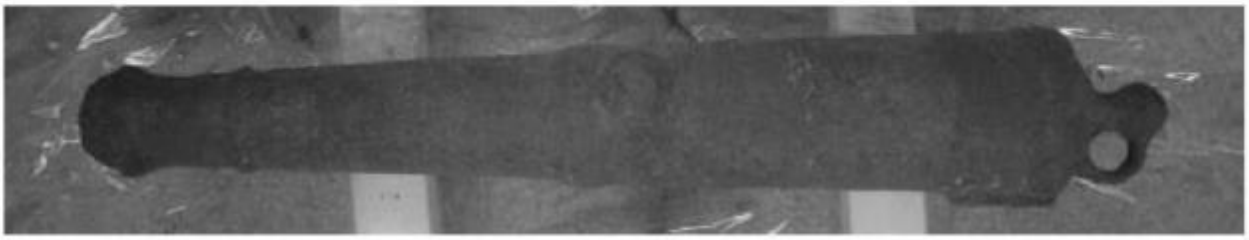
四、紅外線檢視



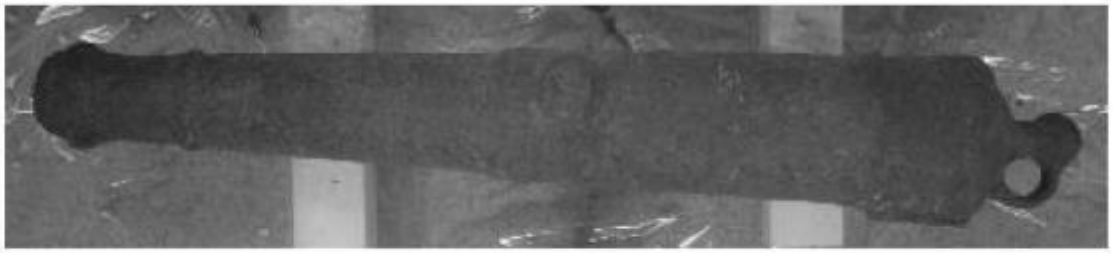
紅外線正俯視圖



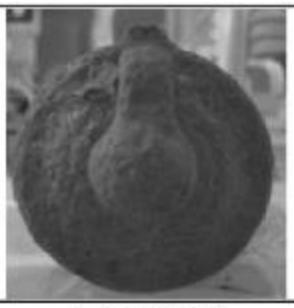
紅外線後俯視圖



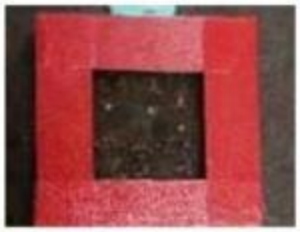
紅外線左側視圖



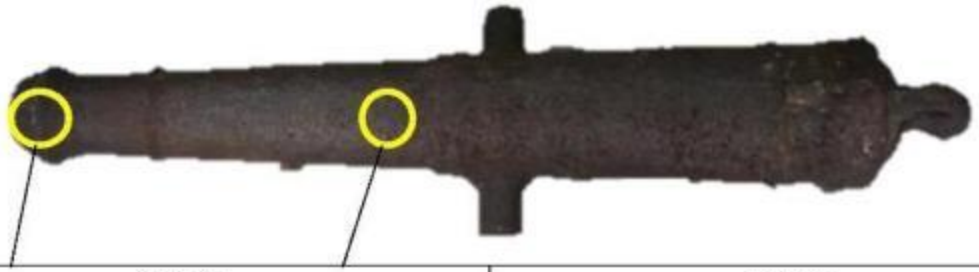
紅外線右側視圖

	
紅外線砲口	紅外線砲尾

五、顯微檢視

		無反應
白色漆	白色漆（可見光）	白色漆（紫外光）
		無反應
結晶	結晶（可見光）	結晶（紫外光）
		無反應
橘漆或磚	橘漆或磚（可見光）	橘漆或磚（紫外光）

六、色彩與光澤紀錄

	
色差儀	光澤度

表面塗層	古砲本體	表面塗層	古砲本體
L39.24 a3.54 b7.25	L31.69 a5.05 b6.36	0,00	0,00

七、修復劣損圖

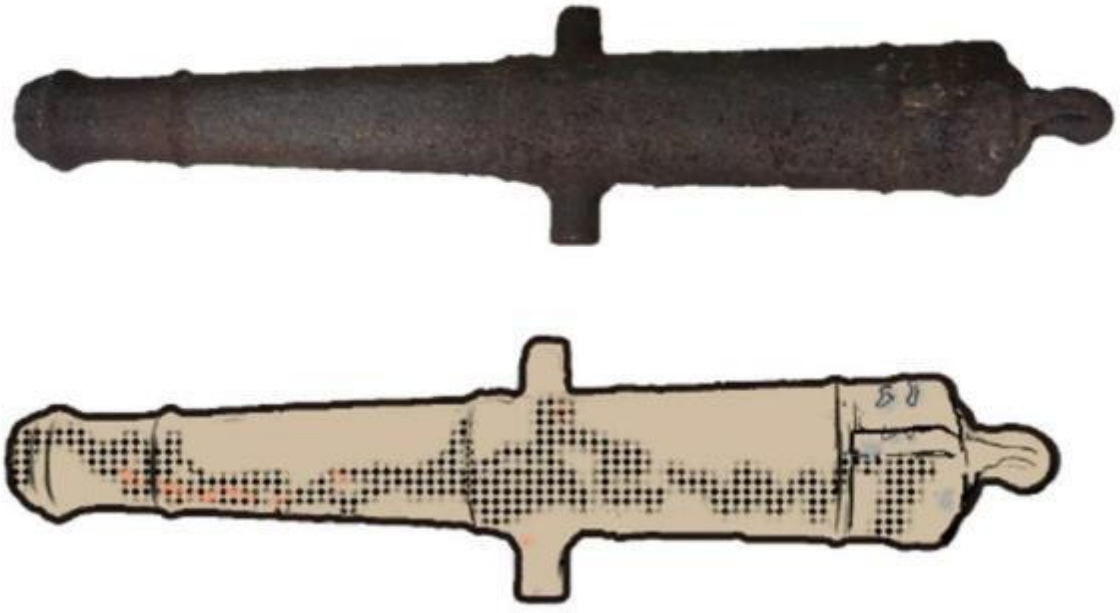
鏽層　橘漆　磨損
結晶　剝落
磚



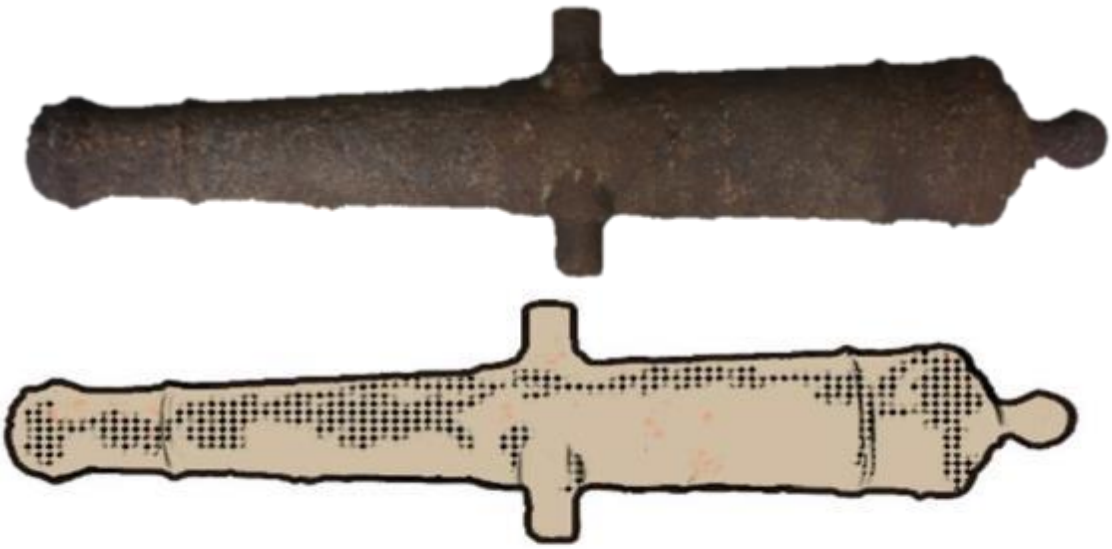
砲尾劣損圖



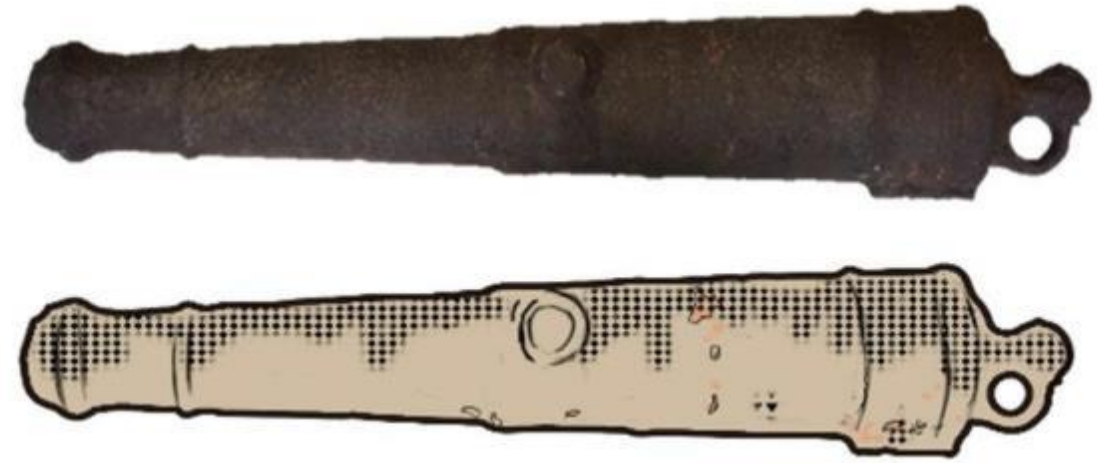
砲口劣損圖



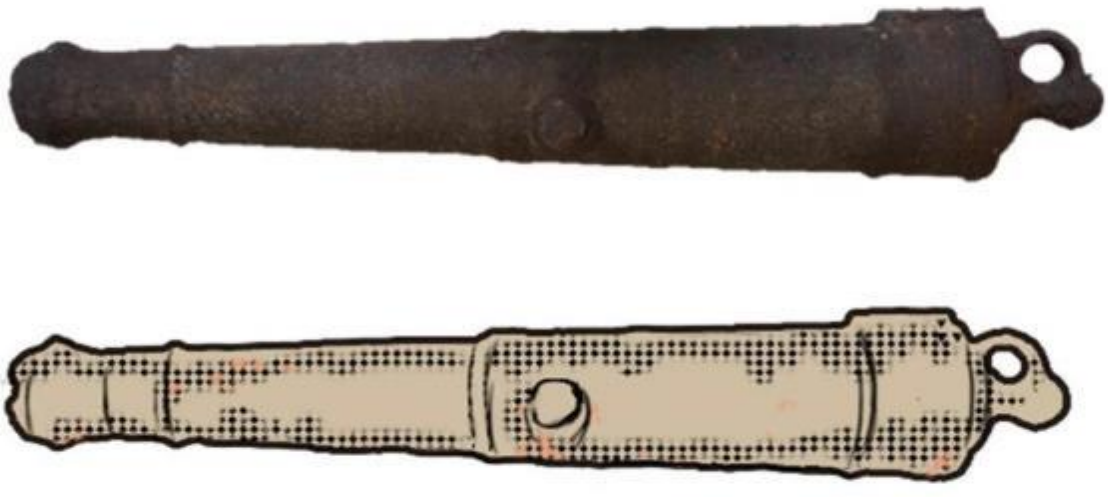
正視劣損圖



後視劣損圖



左側劣損圖



右側劣損圖

附件二、維護計畫審查意見回覆表

委員姓名	委員 A
審查意見	回覆說明
1. 有關文獻探討部分，引用文章出處要清楚，尤其在有關科學數據部分的引用更是重要，如乾空氣的 45%RH 相對溼度可防止氧化等定義；另也建議對於三古砲修復案例能更進一步瞭解其處理優劣點，以供參考之用。	感謝委員指正和提供寶貴意見，將按委員意見增述，並將案例探討補充內容將呈現於期中報告書。
2. 有關包裝運輸部分，建議於貨櫃之木箱應要固定，畢竟船運如遇大浪會有較大移動。	感謝委員提供寶貴意見，本已擬定於運輸中固定木箱。
3. 對環境傷害評估(P.37~42)似乎有很多是文獻翻譯而來，建議擷取重點及有關科學數據，並註記出處，以確立其嚴謹性與可靠性。如是，則建議此一部份能併入文獻探討該章之一。	感謝委員指正，將按委員意見修正。
4. 在文物科學分析部分，其內容豐富與詳細，惟有幾項儀器分析的建議： (1) 有關 XRF 分析，其無可分析原子序很低的元素，碳 C 就是其中之一，因此 P.55 之"僅碳 C 無出現"建議修改；另有關部分古砲檢測出大量鉛 Pb 元素，建議應有所進一步研究其意義。 (2) XRD 部分建議部分較混亂的光譜可稍為讓背景平滑化一些，再配合可能化合物進行比對會較清楚。 (3) 有關分析結果的表格或敘述，XRF、EDS 是元素分析，XRD 是成份分析。	感謝委員指正和提供寶貴意見，將按委員意見修正，並將進一步研究(鉛 Pb 元素)呈現於期中報告。
5. 在除鏽清潔使用電解還原法上，因在還原過程中，文物上的氧化物雖然還原，但同文物之他點同時進行氧化反應，因此自然容易再生鏽，故此法必須再評估。	感謝委員提供寶貴意見，將根據文物詳細調查結果再作評估施作。

6. 依相關文獻所了解，電化學還原法是較常見、也是較進步的方法，就實際實驗也似可行，但有些細節必須注意，尤其大件文物，應進一步了解陰極電極應在何位置較恰當，或使用多電極，或文物必須翻面等細節，另是否需以物理清潔輔助等。	感謝委員提供寶貴意見，將根據文物詳細調查結果再作評估施作。
7. 除鏽處理是本計畫的重點工作，有關除鏽實驗結論以及未來作業方法會因古砲文物生鏽程度及狀況不同而有差異，因此，建議能再說明，必要時可補充流程圖會較為清楚。	感謝委員提供寶貴意見，將根據文物詳細調查結果再作評估施作並將除鏽過程呈現於期中報告書。
8. 有關脫鹽處理也是本計畫重點之一，雖然實驗還在進行中，但在本報告書內有提及電解還原脫鹽法，有一要點特別提醒，此法之反應可能會產生氫氣或氧氣，在室內空間應要注意安全問題。	感謝委員提供寶貴意見，本案將於室內放置氣體檢測器，以確保修復室空間氣體含量未過量。
9. 另在封護部分，經實驗評估是 VpCI-386 較佳，但就可逆性問題，與無塗層相較的光澤度相差大(雖冷熱試驗、耐候試驗等 ΔE 較好)問題，仍需再補充說明。	感謝委員指正，相關補充資料將會呈現於期中報告書。

委員姓名	委員 B	
審查意見		回覆說明
1.	古砲之搬遷建議先評估鐵砲表面之氧化層蓬鬆狀態，如太脆弱不宜進行太遠程的移動。	感謝委員提供寶貴意見，將評估 13 見古砲狀態進行搬遷評估，必要時將施做暫時性加固，以減少氧化層脫落可能性。
2.	目前科學分析檢測之成果，由於取樣僅及表面層，鈦、氟、鉛等元素可能為後期塗佈之防鏽塗料的內含物。檢測點與取樣位置宜妥為評估。	感謝委員指正及提供寶貴意見，後續將古砲表面塗層取樣分析，進一步比對檢測結果，並將成果呈現於期中報告書。檢測點與去樣位置後續將依古砲檢視結果作最小破壞性檢測和取樣。
3.	物理性的除鏽用噴砂、鋼刷等處理，屬侵蝕性處理，易損及表面層，對於有珍貴紋飾之表層，建議妥為評估其適當性。	感謝委員提供寶貴意見，將根據文物詳細調查結果再作評估施作。
4.	封護塗膜之耐候試驗，劣化條件之規劃建議各劣化條件能交錯循環。劣化之評估，建議針對塗膜層與金屬之氧化層進一步分析。	感謝委員提供寶貴意見，後續擬將塗膜層進行 SGS 成份分析和取樣古砲氧化層進行詳細分析，並將以上檢測結果呈現於期中報告書中。
5.	依頁 149，光照使用 340nm 嗎？340nm 之波長過於緩和，短時間之劣化不容易有成效。	感謝委員提供寶貴意見，本案依據老化試驗規範 ASTM G155-13 施作，後續將評估再進一步作測試。

委員姓名	委員 C
審查意見	回覆說明
1. 工作內容細膩值得肯定，敬表致謝。	感謝委員的肯定。
2. 有關本批古砲的歷史文獻資料，建議可以納入，並列參考文獻書目，如來源報導、相關研究等。如前雲科大文資系及南藝大盧泰康老師皆有進行初步研究。	感謝委員指正，南藝大盧泰康老師文史資料於工作計畫書已加入。
3. 本批砲，尤其戶外古砲，本局之前有塗佈防鏽漆及一般黑色油性油漆，提供檢測參考。	感謝委員提供寶貴意見，後續將取樣防護層進行進一步分析。
4. 戶外解說牌使用設計為平面或立體?材料建議考慮耐候性，字體大小、編輯形式是否統一，請於排版時加以考量。歷史沿革是否放入，亦請考量。	感謝委員提供寶貴意見，本次說明牌擬使用塑膠材質之 PP 板，其防水耐候，詳細內容將呈報於澎湖縣文化局審查後印製。
5. 提供未來展示櫃規格建議，以利保存展示方式之進行。	感謝委員提供寶貴意見，展示櫃建議使用密閉式展櫃，並有溫溼度紀錄器進行環境監控。
6. 7 門戶外砲在文化中心成立時即已放置約 35 年，提供參考。	感謝委員提供寶貴意見，口述部分將作參考資料用於期中報告中。

委員姓名	委員 D	
審查結果	□通過　□不通過　□修正後通過	
審查意見		回覆說明
1.	文獻探討敘述繁雜，不清不易閱讀，頁 8~11 應加註出處，走文錯字重複甚多，如：頁 7 第二段與頁 6 第二段；頁 8 第二段與同頁第四段；頁 9 第二段尾等，請自行核稿修正。	感謝委員指正，將按委員意見修正。
2.	頁 8~11 鏽或銹請統一用字(所有的礮、砲或砲字均應依內政部規定統一)。鏽蝕、腐蝕；鐵鏽、褐鏽、棕色鏽有何差異，請務必定義清楚。	感謝委員指正，將按委員意見修正，另「砲」為一般古物登記為依據使用，銹層探討將調查後於期中報告書呈現。
3.	頁 17 所提除鏽四法均為不可逆工法，在使用上應有明確的規範，清楚說明那些可做那些不可做，如：銘文、標識、礮箍、門眼、礮膛等刮磨除鏽會破壞其結構與特性(頁 89)。	感謝委員提供寶貴意見，目前經初步調查，表面鏽層大多已脫落，因此將會針對尚存部分做保留，以最小破壞性為主進行修復，詳細修復過程將呈現於期中報告書中。
4.	頁 33 左右礮耳下應有墊木以防搬運時左右旋動。木箱外應註明易碎物品小心輕放。應有盜竊、災損等保險機制。	感謝委員提供寶貴意見，木箱內擬使用發泡劑作填充，發泡劑可固定古砲防止移動且緩衝衝擊。
5.	頁 44~55 應在圖上標明檢測點位置，以利清理後重新檢測的比對。	感謝委員提供寶貴意見，將按委員意見修正。
6.	頁 44 英制三吋前膛砲應修正為英製三吋前膛礮，餘請自行核稿修正。	感謝委員指正，將按委員意見修正。
7.	頁 87 第三段請按 3.提示修正。第四段砲字請修正。	感謝委員指正，將如第 2 點同「砲」做修正。
8.	頁 133 第一段第三行及倒二行有錯字。	感謝委員指正，將按委員意見修正。

9.	頁 175 封蠟塗層皆有產生鏽蝕，要塗幾層才不會鏽蝕，應有科學數據，不宜籠統。	感謝委員提供寶貴意見，後續擬繼續進行測試，過程和結果將呈現於期中報告書中。
10.	凡有年代銘文的礮，應透過科技檢測分析其年代製作工法與組成並比較分析各時代的差異，否則本科技維護計畫便無意義。	感謝委員提供寶貴意見，目前鑑定科學儀器以碳 14 和熱熾光為主，而其檢測結果約一個標準偏差為 30 放射性碳年[69]，而本次 13 門古砲因年代相近，檢測結果恐不理想。13 門古砲調查一案已由澎湖縣政府文化局另起一調查案，後續可由其案做深入文史調查。
11.	任意去除礮體表層鏽蝕或附著污物及礮膛內側將使火礮的原始資料不可逆的喪失對後人更先進的研究也無法再據以考證。如：從外體附著物可以考證當初出土的環境；礮膛內的殘留物可以考證當時用的火藥成分、配比及燃燒的完全程度，對火礮科技更為重要，因此在這些研究沒有完成前，冒然進入維護計畫是相當危險的事。請留給未來的後代更多研究的機會。	感謝委員提供寶貴意見，本案依澎湖縣政府文化局起案，並由國立臺南藝術大學博物館學與古物維護組承接，將依據修復原則進行本案，修復過程相關程序、文物遺落物都將協助予保存單位以保留，若後續需相關資料，可與保存單位聯繫以完整 13 門古砲完整文史相關資料。
12.	頁 176 第一段「軍方建築體」宜改「國定古蹟」，修復後的古礮仍應放在博物館保存，不宜在金龜頭礮臺展示，因為該古蹟沒有氣密的條件及電化設備植入的可能，請應重提因應計畫變更核准後才能施作。	感謝委員指正，將按委員意見修正。馬公金龜頭砲臺於 2001 年公告為國定古蹟，目前由澎湖縣文化局規劃未來做為 13 門古砲展示區域，建議可利用相關硬體設備進行空間改良，以利 13 門古砲保存使用。

[69] 放射性碳定年法。維基百科。民國 107 年 3 月 16 日，取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E7%A2%B3%E5%AE%9A%E5%B9%B4%E6%B3%95。

附件三、期中查意見回覆表

委員姓名	委員 A
審查意見	回覆說明
1.操作內容相當詳細、仔細，科學性分析也均紀錄地很深入，用心值得肯定	感謝委員肯定，本團隊將依此精神持續努力。
2.鐵砲含氯濃度的高低，宜全面取樣，並儘速確認，以評估除氯作業的必要性與否。目前選用之塗敷脫鹽法是否真確，宜在評估。	感謝委員建議，為避免古砲內鹽份存於銹層內部，造成分布不均造成檢測結果失真，本案古砲皆進行除氯作業。而脫鹽技術經評估後使用浸泡法。
3.如不用除氯作業，噴砂除鏽處理後之鐵砲宜儘速置入 NaOH 溶液內，盡量避免再用塑膠包覆。	感謝委員指正，本案古砲除鏽後皆立即浸泡於 NaOH 溶液中，謝謝委員提醒。
4.溫溼度紀錄之分析，建議進一步分析不同空間之溫溼度每日最高及最低溫度之交叉比較，以做為空間選擇之參考。	感謝委員建議，將於期末報告補述相關資料。
5.保護劑要考量溫度對鐵的膨脹，對應保護的材料就需要有塑性。	感謝委員建議，本案選用保護塗層為具有可塑性之薄膜，在戶外暴露測試與老化試驗部分，對於日夜溫差變化仍有保護效果。

委員姓名	委員 B
審查意見	回覆說明
1. 依本計畫文本階段相關工作均已完成，包括遷移運送、科學分析、檢視登錄及初步 3D 掃描等。	感謝委員肯定，本團隊將持續透入進行後續工作。
2. 依氯離子檢測結果其濃度低，因此建議古砲在噴砂除鏽後，即可置入脫氯槽浸泡(以 NaOH 溶液)，尚不需以電解脫氯，除非再發現大量氯離子。	感謝委員建議，本案古砲除鏽後皆立即浸泡於 NaOH 溶液中。
3. 未來選擇鈍化及塗層之材料應能對成份有所瞭解才使用，另建議應先有老化試驗，而且要依不同鈍化及塗層之不同組合來進行，才符合實際狀況。	感謝委員建議，所選塗層有進行氙氣燈與戶外直接曝曬之老化試驗，相關材料成分及性質詳見附件之物質安全資料表。
4. XRD 分析有點複雜，建議應再重新整理及歸納，以供未來資料之運用及材料分析。	感謝委員建議，後續將於期末報告再整理及修正。
5. 目前 3D 建立為初步，解析度低、不能為複製及劣損之功能，建議未來能以高解析之 3D 建立。	感謝委員建議，此部分將建議澎湖縣政府文化局另案進行。
6. 以噴砂可有效除鏽，但建議應明示砂的種類、粒徑及壓力(噴)之紀錄。	感謝委員建議，將於期末報告中增加相關內容。

委員姓名	委員 C
審查意見	回覆說明
1.「砲」的單位有用「門」、「座」、「支」，如頁 11、15 等，請全部統一用「門」，以利閱讀。	感謝委員指正，將於期末報告修正統一使用門為單位。
2. 頁 7，圖 3 鏽層剖面圖，應為鏽層之顯微圖，請修正。	感謝委員指正，將於期末報告中更正。
3. 頁 9，能否加入國外之修復案例。	感謝委員建議，將於期末報告中新增相關內容。
4. 頁 15~17，請補充編號 01、典 2438、P-4 等編號的方式及意義，示意照片請依各砲大小比例值入，以免被誤以為各砲均為等長。	感謝委員意見，因示意圖較難以如線稿圖準確，而另以於表格標示有古砲尺寸。
5. 頁 27，漆色分四層為視覺研判，建議以化學法層層剝漆，或以鏽料斷面用顯微法作各漆層的厚度及材質研判。	感謝委員建議，將於期末報告中使用掉落鏽塊進行材質分析。
6. 頁 28~29，圖 87、89、90~95 請標明各是哪一門砲。	感謝委員建議，將於期末報告中更正。
7. 頁 32~34，能取出砲膛內的雜物，值得嘉許。但陳述過於簡略，宜分別註明數量及在砲膛內之配置方式、可能來源，以作為日後民眾教育的素材，並提出日後維護的建議。另，對於砲膛內附著之鏽層，宜進行取樣及分析，以明瞭黑火藥渣的殘留及化學成份(因為現在不做，泡浸或鈍化處理後就無法再做了)。	感謝委員建議，砲膛內部狹窄不易觀察物件配置方式，而砲膛內鏽層皆有取樣加以保留，以供日後相關展示與分析研究。而黑火藥部分則經檢視，未見其存有。
8. 頁 34~36，3D 數位建模，建議改用高階建模，以利日後複製展示之用，因為這次不做將來就無法再做。如有經費問題，建請文化局酌予調整。	感謝委員建議，因高解析度之 3D 建模因需要工業級設備，且因價金價高通常為獨立標案進行，因其委託拍攝金額甚高(古砲亦不像一般古物較易搬運)，建議可於修復後另案委託。本次照相測量法所使用之技術，對於後續之 3D 列印、多媒體展示亦足以呈現。
9. 頁 5，指出灰口鐵係由石墨、肥粒鐵、波來	感謝委員指正，將於期末報告增加說明。

鐵三種組成，但頁 40~41 金項分析只有波來鐵、肥粒鐵兩項，且無三元磷共晶，請說明或補充(頁 37，註 20 有錯字請修正)。	
10. 頁 51~53，環境監測數據應更細膩，並就日後典藏展示環境提出合宜性的建議。	感謝委員建議，將於期末報告書中提供更詳盡的保存環境建議。
11. 本期中報告書內容詳實值得嘉許，以上意見仍請參考。	感謝委員肯定，本團隊將持續投入進行本案。

委員姓名	委員 D
審查意見	回覆說明
1. 第二章的文獻探討，應盡量針對本案處理方法和工作事項提出討論，依本案古砲相關作業如穩定處理、清潔除鏽方法、封護處理方法等等進行比較評估，避免只是基本教材之抄錄。	感謝委員指正，相關比較與評估討論，將補充於詳期末報告古砲修復之章節。
2. 頁 11，依計畫於為後續進行浸漬作業需要，於木箱製作時事先安裝洩水閥，而實際工作進行均未有後續說明，是否符合計畫工作規劃請確認。	感謝委員指正，由於木箱為免化學藥劑侵蝕，所以鋪設密封性耐酸鹼層後，而未使用排水閥，改採沉水馬達抽換浸泡液。
3. 頁 30，請補充色差儀檢測條件，另表 7 與圖 102、103 與現有敘述無關聯，請補充說明。色差儀與光澤度計依前後文描述，該章節應為後續處理之成果差異比對方式說明，與進階調查現況紀錄之內容無明顯對應，建議調整。	感謝委員指正，將於期末更正相關內容。
4. 損壞圖典以色塊，即可構成連續面之符號等表示，黑白報告中難以呈現及判斷，紀錄圖表中亦將難以區隔，建議調整表示方法。如鏽層與橘漆無法區隔，圓點與菱形符號無法區隔。	感謝委員建議，因損壞現象呈現較為細膩，未來圖典將於成果報告中以彩色印刷印製。
5. 調查方法與調查結果，預備試驗測試方法與測試結果，建議分開章節描述。	感謝委員建議，將按委員意見修正。
6. 頁 99，顯微檢視建議如色差光澤一樣標示實際檢視位置。	感謝委員指正，將按委員意見修正。
7. 本計畫以攝影測量技術協助古砲 3D 建模，操作步驟請補充古砲 3D 模型尺寸之參考值來源或精確度之控制方法，以提供後續運用尺寸量測時參考。	感謝委員建議，攝影時皆有放置色卡比例尺，並且可作為尺寸參考基準。
8. 本案金相分析委外製作試片，實際之報告產出請註明金相分析方法採用之標準如 ASTM 或 CNS，附件檢驗報告內容亦應符	感謝委員建議，委託單位為鑄鐵廠，其使用之檢測為工業用鑄鐵專用顯微鏡與軟體套件，未採用國際標準。

合。	
9. 頁 41，XRD 試驗條件說明請再確認，如間距掃描及單位?。	感謝委員建議，將按委員意見修正。
10. 頁 42，本案以纖維素粉塗敷進行金屬氯化物之檢測，再使用離子層析儀分析金屬氯殘留，其評估目的是為檢測噴砂處理之清潔效果或其他目的請再確認。如真有氯化鐵殘留，塗敷時水解可能造成進一步腐蝕，建議可進一步分析 XRD 之分析結果分離是否含活性鐵鏽如氯化鐵或穩定態鐵鏽。	感謝委員建議，氯鹽檢測目的為評估古砲所受鹽害程度，以決定除氯與否及除氯方法。
11. 頁 51，有關環境監測之目的，應以評估封護處理藥劑之選擇考量為需求，如典藏環境溫濕度變動區間是否為封護材料之承受範圍，後續保存環境是否日曬、雨淋等以作為封護材料基本效能要求再選擇適當的廠牌型號藥劑進行試作評估(配合後續加速老化試驗)	感謝委員建議，未來古砲展層空間為室內環境，針對所使用之塗層亦進行相關耐候與老化測試。
12. 頁 55，噴砂處理測試請補充粉末粒徑(號數)及噴流壓力。不同材質噴砂用途不同，請確認本案研究之清潔目標及要求清除程度，如去漆、清除鬆散鐵鏽和清理至光澤面。而以清潔後顏色為除鏽程度基準，似乎不符合文物保存修復原則(過度處理)	感謝委員建議，將按委員意見修正，補充相關內容於期末報告。因鑄鐵如表面存有氧化鏽將會影響古砲持續性氧化，所以需進行完全之清除，而文物保存之修復原則將視不同材質進行討論與分析。
13. 頁 59，清潔測試請補充說明 A 除鏽及 B 去漆試驗之方法。與頁 61 之關聯?	感謝委員建議，將按委員意見修正於期末報告書。
14. 化學除鏽藥劑請填寫藥劑首次出現請註記完整廠牌、商標、產品編號如 CORTEC VpCI®-426，並概述其基本組成、性質及反應機制，與原廠建議操作流程，以及本計畫操作方式與原廠建議之差異。另 Akmei 應為 Akemi	感謝委員建議，將按委員意見修正於期末報告書。

15. 表 17 調和比例之寫法”5%純水”等，不明確。	感謝委員建議，將按委員意見修正於期末報告書。
16. 頁 71，以顯微觀察作為可逆性效能評估之依據，是否適合請再確認	感謝委員建議，將再次確認是否可用顯微觀察。
17. 附件檢視登錄表，以維修前為目的，其內容應更明確標示或突顯檢視結果，如可見光檢視應指出實際之劣損位置及程度、紋飾特徵等，其他紅外線、顯微、光澤、劣損等均待修護目的補充檢視結果描述及評估事項，以為後續實際處理之依據。	感謝委員建議，將按委員意見修正。
18. 建議補充本計畫古砲之基本處理(階段)流程，以及每階段之技術方法說明，以及每座古砲之處理項目與處理基準。	感謝委員建議，將於期末報告補充相關內容。
19. 報告書錯字頗多，請詳細檢查。	感謝委員指正，將按委員意見修正。

附件四、期末查意見回覆表

委員姓名	委員 A
審查意見	回覆說明
6.頁 172 後，頁首編號請修正。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
委員姓名	委員 B
審查意見	回覆說明
1. 計畫執行符合進度規劃，成果良好。	感謝委員肯定。
7. #6、#9、#10 三門砲從鏽蝕狀況觀察似乎是雙層材質古砲，值得進一步研究確認。	感謝委員建議，未來有機會將針對已採取之樣本做進一步確認。
8. P.2 之三門古砲清洗乾燥之方法與程序，建議先丙酮淋洗再以熱風乾燥，乾燥效果較佳。	感謝委員建議，本團隊未來在做相關實驗測試與修護時會依此修正工作程序。
9. P.11 表格 5 之 2007 欄之「加固與黏合」列，其氫氧化納，應為氫氧化鈉。2016 欄之「後續情況」列，其不鏽鋼往，應是不鏽鋼網。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
10. P.12 第三段末之詳細規格之參考來源有誤。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
11. P.18 第一段之第三行「...拆列外為圍...」，應是「...拆卸外圍...」。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
12. P.54 圖 157 之圖說「掃描試...」，其試應是式。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
13. P.85 及 86 的第一段第二行都有同樣的錯誤，「...大都以被...」，以應是已。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
14. P.87 第一段第二行「...光澤度過量...」，量應是亮。第二段之圖層，應是塗層。第三段之安全資料表參考來源有錯。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。

15. P.148 搶救及後續處理程序流程圖之左下「古物緊急搶救」，救字未顯示。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
16. 關於防鏽之策略，除以防鏽塗層保護，建議可以增加採用陰極防蝕，以防塗層因碰撞或摩擦而失效時，有另一保護機制。	感謝委員建議，為來會依經費預算及展示場域將此一策略納入參考。

委員姓名	委員C
審查意見	回覆說明
1. 本期末報告內容有完成委託所要求的工作事項以及期中報告所建議之意見。	感謝委員肯定。
2. 有關 XRF 的原素分析部分，建議將重量名改為原子數名較合乎數量比例。	感謝委員建議，成果報告書中將詳列兩者之檢測結果。
3. 有關脫氯(cl)的標準訂為 100ppm 以下，建議應提出相關文獻等依據。	感謝委員建議，由於本團隊所能使用之檢測氯鹽的方法在氯離子濃度低於 100ppm 的浸泡鹼液中較難分析，因此只能確切知道浸泡液中的氯鹽降到 100ppm 以下，將於成果報告中補充說明。
4. 報告書中附件一之文物登錄表為修復前資料，建議補充修復後之相關資料。	感謝委員建議，將於成果報告書放入修復前後對比照片，詳見結論章節。
5. 在未來維護之環境部分，建議提供展示空間之相對濕度的控制，以及溫度要穩度，展示櫃與環境之溫度應相近，以避免影響櫃內相對溼度的上昇。	感謝委員建議，未來展藏環境將建議控制溫度之變化。
6. 儀器的操作規格及品牌等資料應有完整及正確，請再補充與修正。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
7. 有關兩層砲建議能以金相來確認。	感謝委員建議，如有合適樣本將進一步做金相分析，惟內層砲體大多完整，較難取得可分析之樣本。為能待相關文獻和案例確認。

委員姓名	委員D
審查意見	回覆說明
1. 頁 2，表 1 之甘特圖，應為表 2。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
2. 頁 4，註 1、2、3、6；頁 53，註 28 等引用專書請加註頁碼。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
3. 頁 6，氫氧化鐵(FeO(OH), Fe(OH)3)組成，宜寫作 FeO(OH)·H2O 或 Fe(OH)3。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
4. 頁 8，「澎湖屬海島氣候屬於高溫、高濕，且日夜溫差大」，宜以具體數據說明。	感謝委員指正，將於成果報告書補充相關數據。
5. 頁 11，宜加註 2020 年之成效檢視，如基隆阿姆斯脫朗後膛 8 吋砲，已多處再度鏽蝕。	感謝委員建議，如有相關資料將補充於成果報告書，惟目前尚無照片僅能文字描述。
6. 頁 16~24，拆卸吊掛作業未依公共工程施工安全規定，如戴安全帽、一機三證等規定。	感謝委員指正，將會注意相關工業安全規定。
7. 與色彩有關之圖、表，如頁 30，正式報告書宜用彩色印製。	感謝委員建議，成果報告書圖片處，將以彩色印製。
8. 頁 33，重量「列」宜增加原註記之「觔」數，並就「觔」與公斤之數值換算標出，以做為日後這類古砲換算之基準。	感謝委員建議，將於成果報告書補充相關資訊，整理對照於表格 10。
9. 頁 63，「意味著該鐵砲可能存在雙層結構」，應從傳統的鑄造工法及文獻去研判，不宜以近代的「層成砲身」去臆測。	感謝委員建議，將於成果報告書修正相關描述，並補充相關文獻。
10. 頁 69，「古砲典藏理想環境為攝氏溫度 16~25 度、相對濕度約 40%,就上述之監測資料皆不符典藏之標準。」目前儲存環境是否已依建議執行?如果沒有，是否會加速破壞?	感謝委員建議，目前儲存環境未依建議執行，沒有防護的鑄鐵材質容易鏽蝕，而修護後的古砲有防護塗層可大幅減緩鏽蝕速率。
11. 頁 97、98，機械性及化學性除鏽都對古砲具有相當的破壞力，有無其他更好的辦法?可否考慮電化學還原工法。	感謝委員建議，由於本案古砲表面皆有漆層，無法直接使用電化學還原工法，而使用移除漆層與鏽層的機械性方法施作。

12. 頁 153，本案採用「機械性除鏽」對古砲已產生一定程度的破壞，應於結論中加以說明，否則會讓人以為這就是最好的方法。	感謝委員建議，鑄鐵金屬如有上漆層，僅能使用為噴砂方式進行除漆與除鏽，將於成果報告書補充說明。
13. 頁 158，這時的古砲沒有引信，請更正。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
14. 頁 171 以後，頁碼出現錯亂，請改正。	感謝委員指正，將於成果報告書修正。
15. 頁 171 以後的頁 115，既然已有自己拓印的銘文，就不宜再引盧康泰 2015 年的資料。(餘同)	感謝委員建議，檢登紀錄時的拓印資料皆為修護前，本案拓印資料為修護後，部分字跡更為清晰，可互相參照顯示修護成效。

委員姓名	委員 E
審查意見	回覆說明
1. 計畫執行之過程嚴謹成果豐碩，執行團隊之用心值得肯定。	感謝委員肯定。
2. 有關未來鐵砲之存放環境，建議分別就不同場域，提出更明確之日常管理維護建議。並針對存放空間的氣密性與濕度控制之可行性提出評估。	感謝委員建議，將於成果報告書補充相關資訊。因本案古砲委託單位已經規畫於金龜頭砲台進行展示，關於氣密性與濕度控制之評估展將由本案提出建議。
3. 建議建立後續持續追蹤之機制，以了解本次修復之成效。	感謝委員建議，後續將由本團隊協助相關後續展示過程之古砲現況追蹤。
4. 請詳列選用環氧樹脂品名型號？	感謝委員建議，將於成果報告書補充相關資訊。
5. P138 第三行圖 515 與圖 516 並非金龜頭砲台兵房外觀之圖片，請再確認。文章內多處列舉之照片編號與實際文章引用之內容不符，請全部重新再確認。	感謝委員意見，已確認原圖確實為金龜頭砲台之兵房照片，編號皆已勘誤。

附件五、古砲遷移工作會議紀錄

澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫(SV-106017)遷移工作會議記錄

一、 時間:107 年 3 月 16 日(五)下午 2 時

二、 地點: 澎湖縣政府文化局海洋資源館前廣場

三、 主持人：鄭嘉薇局長　　紀錄:簡佑誠

四、 出席人員:詳如簽到單

五、 會議說明

本案於維護計畫提送後審查後(2 月 26 審查會議),本階段開始進行安全運輸、古砲遷移評估工作。為防止古砲繼續於修復期間受到戶外氣候影響，預計將位於澎湖縣政府文化局前 3 座古砲、澎湖縣文化園區外圍 4 座古砲及火車頭庫房 3 座小型古砲遷移至國立臺南藝術大學之「金屬保存研究室」進行修復施作。而火車頭庫房剩餘 3 座古砲則留於澎湖縣政府文化局火車頭庫房內進行現場修復，並視每座鐵砲實際損害情形，評估是否耐受搬運與遠距離運輸，搬運前之規劃除上述安全包裝外，運輸動線之規劃、方式與搬運公司討論安全搬運實作評估。本次工作會議為針對遷移事宜進行工作討論。

六、 會議結論

(一) 古砲遷移評估:

園區戶外 7 門古砲及火車頭 3 門西洋前膛砲，經評估遷至國立臺南藝術大學施作；其餘 3 門大砲，則於火車頭庫房現地施作。

序號	典藏或財產編號	名稱	施作地點	圖片
01	典 2438	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營貳千觔前膛鑄鐵砲	國立台南藝術大學	

02	典 5444	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營一千觔前膛鑄鐵砲	國立台南藝術大學	
03	典 5445	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營一千伍百觔前膛鑄鐵砲	國立台南藝術大學	
04	典 5446	一千觔前膛鑄鐵砲	國立台南藝術大學	
05	典 5447	西洋前膛鑄鐵砲	國立台南藝術大學	
06	典 5448	一千觔前膛鑄鐵砲	國立台南藝術大學	
07	典 5449	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營八百觔前膛鑄鐵砲	國立台南藝術大學	

08	典 5101	清光緒二年奉憲鑄造臺協三營貳千觔前膛鑄鐵砲	火車頭庫房	
09		清道光三年一千五百觔前膛鑄鐵砲	火車頭庫房	 圖片中間(第 2 尊)
10		一千觔前膛鑄鐵砲	火車頭庫房	 圖片最下尊
11	典 2433	英制三吋前膛砲	國立台南藝術大學	
12	典 2431	兩吋半前膛砲	國立台南藝術大學	
13	典 2432	兩吋半前膛砲	國立台南藝術大學	

（二）遷移方法

1、樹木剪修

古砲序號 04 有榕樹覆蔭，而相關吊具及機儀，因建築物阻礙，無法在不修剪榕樹的情形下，將古砲吊出。將修剪古砲垂直空間上方枝幹，並沿著枝枒修剪，勿以斷面方式修剪。樹木修剪煩請本局行政科協助。

	編號 04 古砲所在位置
	預計修剪樹木，依實際吊運時，同步進行剪修。
	勿以斷面方式進行樹幹修剪
	其餘 6 門古砲所在位

	置，不須大幅剪修。

2、遷移技術

(1)考量經費及交通使用，戶外 7 門古砲將全數從水泥墩座拆卸，覆以緩衝材料後，再統一吊上貨車。

(2)運至木箱所在位置(火車頭庫房旁露臺)進行文物安全包裝後放入木箱。

	木箱暫放位置

(3)10 座木箱運送到海運公司，送貨地點為國立臺南藝術大學。

（三）遷移路權及相關行政流程

有關遷移路權申請之行政作業，由本局向交通部公路總局-第三區養護工程處提出申請，亦會請本縣警察局協助指揮交通。惟請委託單位於施工前 2 星期前將確切施作日期及總時間函送本局，俾利本局辦理相關作業。

（四）古砲輸出

1、 考量澎湖日照及風大考量，以「硬殼發泡板」做基材，固定在水泥墩座上。

2、 有關所送樣式，請標出「炮型」、「銘文」、「尺寸」QRCODE 及備註「本古物因於 106 年委託國立臺南藝術大學進行『澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫』，已移至他處進行 3 年作業。因考量澎湖鹽害及日曬因素，並不再於戶外展示，以保護文物狀況。相關諮詢事項，請洽 06-9210405 轉 6409(澎湖縣政府文化局博物館科)」。

3、 QR-CODE 內容:請登載文物詳細尺寸及相關資訊(含書報資料)。

4、 考量展示閱讀，請將文字統一集中在砲尾，字級勿超過 72，並勿擋到紋樣及銘文。

5、 圖板輸出前(含 QR-CODE)請函送本局同意後施作。



七、 散會時間: 107 年 3 月 16 日(五)下午 3 時

澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫(SV-106017)遷移工作會議

簽到單

一、 時間:107 年 3 月 16 日(五)下午 2 時
二、 地點: 澎湖縣政府文化局海洋資源館前廣場
三、 主持人：鄭嘉薇局長
四、 簽到表

單位	簽到
澎湖縣政府文化局	
澎湖縣政府農漁局	
國立臺南藝術大學	
搬遷單位(公司)	

附件六、金相分析檢測報告

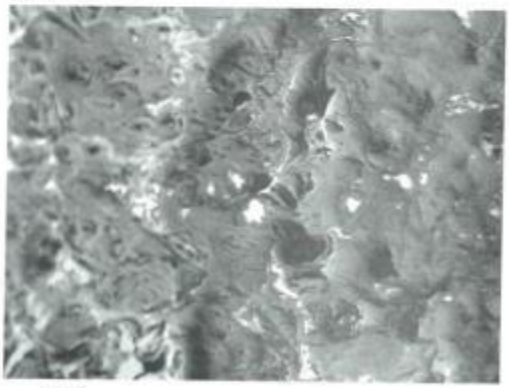
一、 典 2438

灰口鑄鐵金相分析 報表 FC Image-B
GRAY IRON ANALYSIS RESULT

客戶資料：Customer Data

1. 測試批號	(Batch)	1
2. 日　　期	(Date)	2018/08/14 16:31:59
3. 客　　戶	(Customer)	南藝大
4. 材　　質	(Spec)	*
5. 產　　品	(Product)	古砲

視野 Field - 1



1 CM
100.0 μm

[放大率(Magnification)：100 X]

分析結果：Analysis Result

視野	基地 Matrix %	
	波來鐵 Pearlite	肥粒鐵 Ferrite
1	80.71	19.29
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	---	---
加權平均	80.71	19.29

說明：P+F 100%

覆核：陳青青 (Recheck)　　初核：_____ (Check)　　試驗者：陳[illegible] (Tester)

二、 典 5444

灰口鑄鐵金相分析 報表 FC Image-B
GRAY IRON ANALYSIS RESULT

客戶資料：Customer Data

1. 測試批號	(Batch)	2
2. 日 期	(Date)	2018/08/14 15:54:06
3. 客 戶	(Customer)	南藝大
4. 材 質	(Spec)	*
5. 產 品	(Product)	古砲

視野 Field - 1



1 CM
100.0 μm

[放大率(Magnification)：100 X]

分析結果：Analysis Result

視野	基地 Matrix %	
	波來鐵 Pearlite	肥粒鐵 Ferrite
1	73.71	26.29
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	---	---
加權平均	73.71	26.29

說明：P+F 100%

複核：(Recheck) 陳春秀　　初核：(Check) _____　　試驗者：(Tester) 陳玉庭

三、 典 5446

灰口鑄鐵金相分析 報表 FC Image-B
GRAY IRON ANALYSIS RESULT

客戶資料：Customer Data

1. 測試批號	(Batch)	4
2. 日 期	(Date)	2018/08/14 17:13:22
3. 客 戶	(Customer)	南藝大
4. 材 質	(Spec)	*
5. 產 品	(Product)	古砲

視野 Field - 1



1 CM
100.0 μm

[放大率(Magnification)：100 X]

分析結果：Analysis Result

視野	基地 Matrix %	
	波來鐵 Pearlite	肥粒鐵 Ferrite
1	71.13	28.87
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	---	---
加權平均	71.13	28.87

說明：P+F 100%

覆核：(Recheck) 初核：(Check) 試驗者：(Tester)

四. 典 5447

灰口鑄鐵金相分析 報表 FC Image-B
GRAY IRON ANALYSIS RESULT

客戶資料：Customer Data

1. 測試批號	(Batch)	5
2. 日　期	(Date)	2018/08/14 14:46:38
3. 客　戶	(Customer)	南藝大
4. 材　質	(Spec)	*
5. 產　品	(Product)	古砲

視野 Field - 1



1 CM
100.0 μm

[放大率(Magnification)：100 X]

分析結果：Analysis Result

視野	基地 Matrix %	
	波來鐵 Pearlite	肥粒鐵 Ferrite
1	62.56	37.44
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	---	---
加權平均	62.56	37.44

說明：P+F 100%

複核：(Recheck) 吳秀秀　　初核：(Check)　　試驗者：(Tester) 陳玉鈴

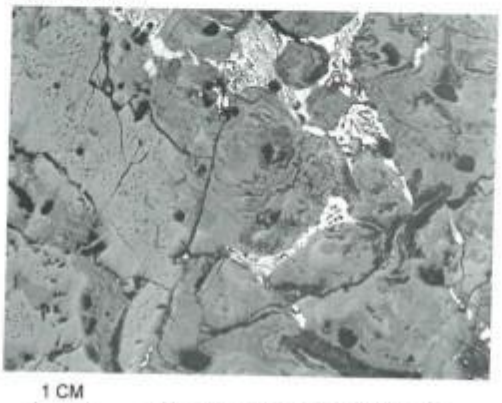
五、 典 5101

灰口鑄鐵金相分析 報表 FC Image-B
GRAY IRON ANALYSIS RESULT

客戶資料：Customer Data

1. 測試批號	(Batch)	8
2. 日　　期	(Date)	2018/08/15 10:22:09
3. 客　　戶	(Customer)	南藝大
4. 材　　質	(Spec)	-
5. 產　　品	(Product)	古砲

視野 Field - 1



1 CM
100.0 μm

[放大率(Magnification)：100 X]

分析結果：Analysis Result

視野	基地 Matrix %	
	波來鐵 Pearlite	肥粒鐵 Ferrite
1	60.41	39.59
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	---	---
加權平均	60.41	39.59

說明：P+F 100%

覆核：東香香 (Recheck)　　初核：_____ (Check)　　試驗者：陳彥廷 (Tester)

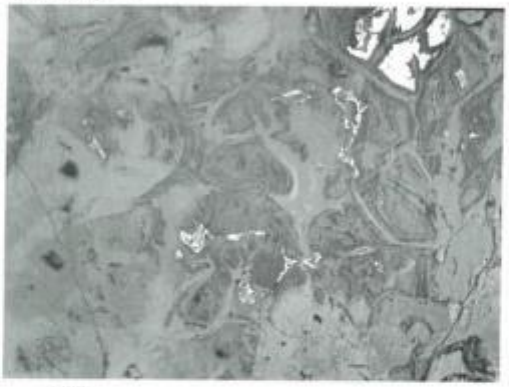
六、 典 2433

灰口鑄鐵金相分析 報表 FC Image-B
GRAY IRON ANALYSIS RESULT

客戶資料：Customer Data

1. 測試批號	(Batch)	11
2. 日 期	(Date)	2018/08/15 09:18:09
3. 客 戶	(Customer)	南藝大
4. 材 質	(Spec)	*
5. 產 品	(Product)	古砲

視野 Field - 1



1 CM
100.0 μm

[放大率(Magnification)：100 X]

分析結果：Analysis Result

視野	基地 Matrix %	
	波來鐵 Pearlite	肥粒鐵 Ferrite
1	70.64	29.36
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	---	---
加權平均	70.64	29.36

說明：P+F 100%

複核：(Recheck) 初核：(Check) 試驗者：(Tester)

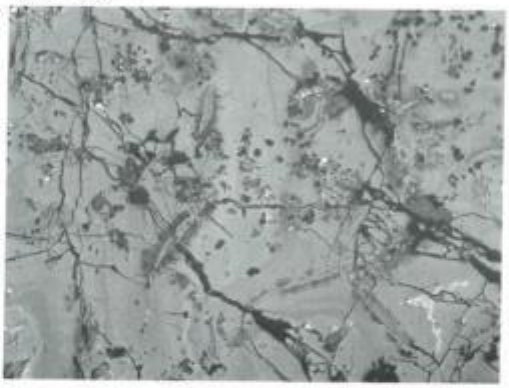
七. 典 2431

灰口鑄鐵金相分析 報表 FC Image-B
GRAY IRON ANALYSIS RESULT

客戶資料：Customer Data

1. 測試批號	(Batch)	12
2. 日　期	(Date)	2018/08/15 09:07:07
3. 客　戶	(Customer)	南藝大
4. 材　質	(Spec)	*
5. 產　品	(Product)	古砲

視野 Field - 1



1 CM
100.0 μm

[放大率(Magnification)：100 X]

分析結果：Analysis Result

視野	基地 Matrix %	
	波來鐵 Pearlite	肥粒鐵 Ferrite
1	43.03	56.97
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	---	---
加權平均	43.03	56.97

說明：P+F 100%

複核：(Recheck) 初核：(Check) 試驗者：(Tester)

八、 典 2432

灰口鑄鐵金相分析 報表 FC Image-B
GRAY IRON ANALYSIS RESULT

客戶資料：Customer Data

1. 測試批號	(Batch)	13
2. 日　　期	(Date)	2018/08/14 14:23:55
3. 客　　戶	(Customer)	南藝大
4. 材　　質	(Spec)	*
5. 產　　品	(Product)	古砲

視野 Field - 1



1 CM
100.0 μm

[放大率(Magnification)：100 X]

分析結果：Analysis Result

視野	基地 Matrix %	
	波來鐵 Pearlite	肥粒鐵 Ferrite
1	56.06	43.94
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	---	---
加權平均	56.06	43.94

說明：P+F 100%

複核：(Recheck) 朱青青　　初核：(Check)　　試驗者：(Tester) 陳紀嘉

附件七、臨時古物解說牌


澎湖縣政府文化局
尺寸
241 x 58 x 42 公分
澎湖縣政府文化局
尺寸
196 x 55 x 32 公分
澎湖縣政府文化局
尺寸
120 x 27 x 20 公分
澎湖縣政府文化局
尺寸
120 x 28 x 22 公分


澎湖縣政府文化局
尺寸
114 x 30 x 29 公分


澎湖縣政府文化局
尺寸
202 x 70 x 50 公分















附件八、工作日誌

一、期中階段：

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/7	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/8	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/9	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/12	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/13	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/14	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/15	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/16	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/19	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/20	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/21	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/22	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/23	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/2	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/26	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/3	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/3/27	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/9	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/10	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/11	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/12	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/13	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/14	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/15	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/16	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/17	施作人員	劉明朝
工作執行項目	將 13 座鐵砲需安置之空木箱進行塗防水層作業。		
工作執行內容	將環氧樹脂漆、硬化劑(二液型)依比例混和後，使用粉刷工具進行木箱內部塗防水層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/4/21	施作人員	劉明朝
工作執行項目	澎湖縣文化局戶外之鐵砲(與 2438、5444、5445、5446、5447、5448、5449)石墩拆離作業。		
工作執行內容	將安置於石墩之鐵砲使其與石墩分離並將兩者間以木材間格與石墩外圍掛公告、圍則以及監視錄影標示。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/6	施作人員	劉明朝
工作執行項目	人員至澎湖縣進行指導陸運將空木箱由海運港口運送至澎湖縣文化局之火車頭庫房安置作業。		
工作執行內容	將 13 座鐵砲已塗防水層之空木箱進行陸運吊掛作業		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/7	施作人員	劉明朝、汪由均
工作執行項目	人員至澎湖縣進行指導陸運將空木箱由海運港口運送至澎湖縣文化局之火車頭庫房安置作業。		
工作執行內容	將 13 座已塗防水層之空木箱由澎湖縣馬公港安排陸運將其吊掛之貨資卡車進行裝載與運送至火車頭庫房並安置。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/8	施作人員	劉明朝、汪由均
工作執行項目	火車頭庫房安置之空木箱內層安置防水布與 PVC 防水軟質透明膠布。		
工作執行內容	將火車頭庫房安置之空木箱依各木箱尺寸將防水布與 PVC 防水軟質透明膠布進行裁切與安裝置木箱內層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/9	施作人員	劉明朝、汪由均
工作執行項目	火車頭庫房安置之空木箱內層安置防水布與 PVC 防水軟質透明膠布。		
工作執行內容	將火車頭庫房安置之空木箱依各木箱尺寸將防水布與 PVC 防水軟質透明膠布進行裁切與安裝置木箱內層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/10	施作人員	劉明朝、汪由均
工作執行項目	火車頭庫房安置之空木箱內層安置防水布與 PVC 防水軟質透明膠布。		
工作執行內容	將火車頭庫房安置之空木箱依各木箱尺寸將防水布與 PVC 防水軟質透明膠布進行裁切與安裝置木箱內層。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/11	施作人員	劉明朝、汪由均
工作執行項目	戶外 7 支鐵砲吊掛至火車頭庫房安置作業，與 13 支鐵砲吊掛包覆防鏽膠膜作業，以及將 10 支需運送至台灣國立臺南藝術大學之鐵砲裝箱作業。		
工作執行內容	安排 40 噸專用吊車、陸運吊貨卡車，將以拆離石墩之戶外 7 支鐵砲吊掛安置火車頭車廂，並將 13 支鐵砲吊掛包覆防鏽膠膜；且將 10 支鐵砲需運送至台灣國立臺南藝術大學部分，吊掛至木箱裝箱安置。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/13	施作人員	劉明朝、汪由均
工作執行項目	10 支已裝箱之鐵砲吊掛運送至澎湖縣龍門港以拖行船運至台灣嘉義布袋港。		
工作執行內容	將 10 支已裝箱之鐵砲安排陸運公司三趟次以吊貨卡車吊掛運送至澎湖縣龍門港，以拖行船運至台灣嘉義布袋港。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/14	施作人員	劉明朝、汪由均
工作執行項目	10 支船運至台灣嘉義布袋港之裝載鐵砲木箱，安置於國立臺南藝術大學金屬保存研究室作業。		
工作執行內容	10 支已船運至台灣嘉義布袋港之裝載鐵砲木箱，以三趟次將鐵砲運送至國立臺南藝術大學並藉由油壓推車將每一座裝鐵砲之木箱運送至金屬保存研究室安置。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/15	施作人員	劉明朝、汪由均
工作執行項目	以安置至金屬保存研究室之 10 支裝載鐵砲木箱，藉由龍門吊掛至地面安置與拆除防鏽膠膜作業。		
工作執行內容	安置至金屬保存研究室之 10 支裝載鐵砲木箱，藉由龍門吊掛至地面安置，吊掛安置地面之前，先於地面放置前後兩支角材與鋪上裁好之 PVC 防水軟質透明證膠布，再將每支鐵砲吊掛時拆除防鏽膠膜與安置於地面。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/18	施作人員	李宇妍
工作執行項目	安裝修復每支鐵砲作業之小型防塵修復空間作業。		
工作執行內容	安置至金屬保存研究室之 10 支裝載鐵砲木箱，藉由龍門吊掛至地面安置，吊掛安置地面之前，先於地面放置前後兩支角材與鋪上裁好之 PVC 防水軟質透明證膠布，再將每支鐵砲吊掛時拆除防鏽膠膜與安置於地面。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/21	施作人員	李宇妍
工作執行項目	安裝修復每支鐵砲作業之小型防塵修復空間作業。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/22	施作人員	李宇妍
工作執行項目	安裝修復每支鐵砲作業之小型防塵修復空間作業。		
工作執行內容	安置至金屬保存研究室之 10 支裝載鐵砲木箱，藉由龍門吊掛至地面安置，吊掛安置地面之前，先於地面放置前後兩支角材與鋪上裁好之 PVC 防水軟質透明證膠布，再將每支鐵砲吊掛時拆除防鏽膠膜與安置於地面。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/23	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/24	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/25	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。		
	掛至地面安置，吊掛安置地面之前，先於地面放置前後兩支		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/27	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/4	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，繪製古砲線稿。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/28	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/4	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，繪製古砲線稿。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/29	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/5	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，繪製古砲線稿。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/30	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/6	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，繪製古砲線稿。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/5/31	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，環境清潔。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/7	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，繪製古砲線稿。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/1	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，繪製古砲線稿。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/8	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	整理古砲放置空間，繪製古砲線稿。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/11	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/12	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/13	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/14	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/14	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/15	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/19	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/20	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/21	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/22	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線模繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/25	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線稿繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/26	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線稿繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/27	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線稿繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/28	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線稿繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/6/29	施作人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 整理檢核登錄表格。 2. 進行古砲線稿繪製。 3. 進行古砲可見光、紫外線、紅外線與 DINO 手持顯微鏡拍攝照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/2	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	進行古砲線稿繪製，協助除鏽實驗。		

SV-106017　澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/3	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 聯絡澎湖相關廠商，訂購除鏽所需之防護設備，聯絡金相剝蝕鑑賞報價。 2. 整理石棚室 10 支古砲檢核登錄資料。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/4	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 連絡前往澎湖相關廠商: 安捷利鎘門、搬運潘先生、澎湖縣文化局承辦人簡佑誠先生。 2. 進行古砲線稿繪製，協助除鏽實驗。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/5	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/9		
工作執行項目	A106038 古砲修復		
工作執行內容	1. 完成 票。 2. 連絡 3. 協助		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/13	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行火車頭庫房三支古砲可見光六面攝影。 2. 進行火車頭庫房三支古砲光澤度與色差儀之檢測。 3. 破損圖繪製。		

SV-106017 澎湖縣	
日期	107/7/1
工作執行項目	A10603 古砲修復
工作執行內容	1. 整理 備 2. 與

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/13	修復人員	王茂樹
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 協助古砲搬運。 2. 協助古砲檢測以及協助古砲拍照。 3. 亦協助環境清潔以及設備維護。		

SV-106017 澎湖縣	
日期	107/7/1
工作執行項目	A10603 古砲修復
工作執行內容	1. 抵達 場。 2. 採購 備。

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/14	修復人員	王茂樹
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 協助古砲搬運。 2. 協助古砲檢測以及協助古砲拍照。 3. 協助環境清潔以及設備維護。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/15	修復人員	王茂衡
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 協助古砲搬運。 2. 協助古砲檢測以及協助古砲拍照。 3. 協助環境清潔以及設備維護。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/16	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行火車頭庫房三支古砲可見光、紫外線、紅外線與DINO 手持顯微鏡拍攝照片。 2. 現場工作水電、220V 與 110V 電源架設以利工作。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/17	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行火車頭庫房三支古砲破損圖繪製。 2. 去除鐵炮表層鏽塊。 3. 空壓機以及儲氣桶擺抵庫房進行試噴。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/11	修復人員	王茂衡
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	協助古砲搬運、協助古砲檢測以及協助古砲拍照；亦協助環境清潔以及設備維護。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/12	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行火車頭庫房三支古砲吊置作業並完成放置。 2. 下載文化局、金龜頭以及火車頭庫房三處環境監測資料；唯中華路上設備已遺失。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/12	修復人員	王茂衡
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	協助古砲搬運、協助古砲檢測以及協助古砲拍照；亦協助環境清潔以及設備維護。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/18	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 清除火車頭庫房內三支古砲口內雜物與鏽塊。 2. 試讀砂除鏽於炮口的效果。 3. 整理線稿與檢查表。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/19	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行火車頭庫房三支古砲破損圖繪製。 2. 噴砂現場設置整備。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/20	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗		
工作執行內容	1. 澎湖火車頭庫房古砲資料整理。 2. 設備歸位。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/23	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行古砲線稿圖繪製。 2. 照片資料整理。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/24	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行古砲線稿圖繪製。 2. 照片資料整理、整理檢查表資料。 3. 整理工作日誌。 4. 古物試驗核銷。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/25	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 古砲相關核銷與廠商聯繫。 2. 整理工作日誌與澎湖資料整理。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/26	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 協助計畫主持人前往澎湖。 2. 準備古砲相關交換資料。 3. 整理工作日誌與澎湖作業照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/27	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 整理工作日誌。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/30	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 整理工作日誌與澎湖作業照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/7/31	修復人員	施淳仁
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 整理工作日誌與澎湖作業照片。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/01	修復人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 整理工作日誌。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/02	修復人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 整理工作日誌。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/03	修復人員	李宇妍
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 整理工作日誌。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/06	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 修改檢查表。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/07	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 修改檢查表。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/08	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 核銷古砲相關費用。 2. 修改檢查表。		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/09	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲瞻砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/10	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲瞻砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/13	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲瞻砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/14	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲瞻砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/15	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲瞻砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/16	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲瞻砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/17	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲瞻砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/20	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲瞻砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/20	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲鑽砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/21	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲鑽砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/22	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲鑽砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/23	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲鑽砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/24	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲鑽砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

SV-106017 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫修復工作日誌			
日期	107/8/27	修復人員	李宇妍、李維屏、簡浩宸
工作執行項目	A106038 澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫 古砲修復、實驗。		
工作執行內容	1. 進行三支小砲鑽砂作業 2. 清理砲管內遺留物。 3. 聯絡相關試驗廠商。 4. 期中報告書撰寫		

附件九、相關新聞

一、 民國 107 年 5 月 10 日中央社報導
「清代古砲文物澎湖全面維護再現風華」



2018/5/27 清代古砲文物 澎湖全面維護再現風華 | 地方 | 中央社 CNA

記國立台南藝術大學辦理澎湖一般古物清代古砲維護，自11和12日起將進行古砲砲架遷移，運往本島進行修護，文化局中華遺產保存園區管制，單線運行，預計2年後再見古砲。（編輯：方沛澐）1070510

澎湖文化園區陳列清代早期13座古砲，文化局表示，包括西洋和英製的鐵質重膛砲，至今都有超過100年的歷史，現為一般古物典藏，在除鏽、補強、施膠及封蠟等工作後，預計2年後讓古砲再現風華。中央社 107年5月10日

二、 民國 107 年 5 月 12 日自由時報報導
「清代古砲不堪鹽害 跨海送南藝大修復」



2018/5/27 清代古砲不堪鹽害 跨海送南藝大修復 - 生活 - 自由時報電子報

自由時報 Liberty Times Net

NEW

首頁 > 即時 > 生活

清代古砲不堪鹽害 跨海送南藝大修復

清朝古砲部分在文化局倉庫珍藏，但也鏽蝕嚴重。（記者劉禹慶攝）

2018-05-12 13:40

〔記者劉禹慶／澎湖報導〕澎湖縣政府文化局珍藏的13門清朝古砲，由於全為鐵製，部分又放置戶外展示，不堪鹽害侵蝕，部分古文物鏽蝕嚴重，文化局與國立台南藝術大學合作，展開調查修復作業，其中10門將跨海運送台灣，預計花費3年時間完成。

古砲為珍貴文物，船運過程必須層層打包。（記者劉禹慶攝）

地形易攻難守的澎湖群島，自古就是戰略要地，並有多次著名古戰役，清末在金龜頭、西台古堡、東台古堡等地屯兵，並引進英製及西洋鐵砲，與清朝自製的鐵砲，共構防禦工事，台灣光復後部分成為國軍營區，也有古砲流入民間，澎湖縣政府文化局陸續接獲單位及個人捐贈，收藏其中13座古砲。

由於澎湖四面環海，鹽害照顧相當嚴重，部分放置在戶外展示的古砲，保存狀況不理想，因此澎湖縣政府



古砲打包好就吊起裝箱，準備船運送抵台灣。（記者劉禹慶攝）



金龜頭文化園區，現在放置國軍武器。（記者劉禹慶攝）

文化局自2017年開始委託國立台南藝術大學辦理「澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫」，將目前所指定的13座古砲，進行除鏽、緩蝕、脫鹽及封護等工作，預計2020年完成修復作業，屆時將以良好的狀況移到金龜頭文化園區室內展示。

因每尊古砲鏽蝕狀況不一，因此南藝大將個別進行鏽蝕程度測試，除了3門較大（每門古砲重逾2噸）留在澎湖就地修復外，其餘則連日裝箱，預計明日以船運送抵台灣，由於古物運送必須相當小心，防鏽布、防水布層層包裹十分費時，希望3年後古砲能以完美姿態重返故鄉，成為鎮澎古文物之寶。

自由時報版權所有不得轉載 © 2018 The Liberty Times. All Rights Reserved.

三、 民國 107 年 5 月 13 日華視報導「澎湖古砲受鹽害 跨海回臺修復」

列印此頁

澎湖古砲受鹽害 跨海回台修復!

2018/05/13 06:00 陳能振 報導　　地區：澎湖縣報導



澎湖縣政府文化局珍藏的"13門清朝古砲"都是鐵製品，但因為部分放在戶外展示，長期受到鹽害侵襲，有些古文物已經嚴重鏽蝕，文化局和"台南藝術大學"合作，決定展開古砲修復作業，將它們跨海運回到台灣，估計將花2年時間完成。

透過吊車拉環，緩緩將沉甸甸古砲抬上來，因為長年都在室外受到風吹雨淋，鏽蝕相當嚴重，加上澎湖四面環海鹽害問題也難以解決，澎湖縣府文化局決定展開古砲修復作業，移置過程必須層層包裹防鏽布、防水布，相當費工。

南藝大計畫專任助理汪由均表示，尤其澎湖過去有多次戰役歷史，保存下西洋鐵砲、清朝等自製鐵砲共13座，這次澎湖縣政府委託國立台南藝術大學協助古砲維護計畫，包括除鏽、緩蝕、脫鹽及封護，都會按照每尊古砲的狀況做調整，其中有三門古砲重達2噸會留在澎湖就地修復，其它的將會透過船隻運到台灣。

澎湖縣文化局長鄭嘉薇說，修復計畫估計2020年完成，也期待到時古砲能重返故鄉，全數移到金龜頭文化園區室內展示，成為澎湖古文物之寶。

中華電視股份有限公司www.cts.com.tw 版權所有 c 2016 CTS Inc. All Rights Reserved.

四、 民國 107 年 5 月 13 日自由時報報導
「〈南部〉澎湖 10 清朝古砲 今運臺南修復」



自由時報
Liberty Times Net

首頁 > 報紙 > 地方

〈南部〉澎湖10清朝古砲 今運台南修復

2018-05-13

〔記者劉禹慶／澎湖報導〕軍事地位重要的澎湖，清朝在沿岸設置砲台工程，縣府珍藏鐵製的十三門清朝古砲，列為文化部文化資產局公告古物，因部分在戶外展示，不堪露出侵蝕鏽蝕範重，文化局與國立台南藝術大學合作，展開調查修復作業，其中十門今日將跨海運送台灣。

鐵製古砲十分沉重，必須以吊車吊放搬運。（記者劉禹慶攝）

地形易攻難守的澎湖群島，自古就是戰略要地，並有多次著名古戰役，清末在金龜頭、西嶼西堡、東嶼坪等地屯兵，並引進英製及西洋舊砲，與清朝自製的舊砲，共構防禦工事，台灣光復後部分成為國軍營區，也有古砲流入民間、文化局陸續接獲單位及個人捐贈，收藏其中十三座古砲。

由於澎湖四面環海，鹽害問題相當嚴重，部分放置在戶外展示的古砲，保存狀況不理想，因此文化局自二○一七年開始委託國立台南藝術大學辦理「澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫」，將目前所指定的十三座古砲，進行除鏽、補強、脫鹽及封護等工作，預計二○二○年完成修復作業，屆時將以良好的狀況移到金龜頭文化園區室內展示。

因每尊古砲鏽蝕狀況不一，南藝大將個別進行鏽蝕程度測試，除了三門較大（每門古砲重逾二噸）留在澎湖就地修復外，其餘則連日裝箱，預計今日以船運送抵台灣，由於古物運送必須相當小心，防鏽布、防水布層層包裹十分費時，希望三年後古砲能以完美姿態重返故鄉，成為鎮澎古文物之寶。

自由時報版權所有不得轉載 © 2018 The Liberty Times. All Rights Reserved.

五、 民國 107 年 8 月 18 日蘋果日報報導
「令人納悶 氫帶砲管塞汽水瓶和近代砲彈」



令人納悶　清代砲管塞汽水瓶和近代砲彈

8511　出版時間：2018/08/18 17:01

（更新：新增影片）

澎湖縣政府文化局陳列在文化園區13座清代年間古砲，除3門重逾二噸古砲留在澎湖就地修復外，餘今年五月陸續裝箱海運至國立臺南藝術大學進行除鏽、補強、脫鹽及封護，準備2年後讓古砲移到馬公市金龜頭文化園區重現風華，不料清潔砲管時，赫然發現砲管內竟有地瓜石、沖天雷炮、鋼筋條、黑松汽水空玻璃瓶，竟然還有一枚底座直徑7.7公分、長21.5公分鏽蝕的近代砲彈，讓南藝大團隊人員驚呼：「匪夷所思，真是嚇死人！」

文化局指出，南藝大根據黑松汽水玻璃瓶的標籤，研判應是1931-1954年間的產物；至於砲彈，還需進行除鏽作業後才能知道其種類，文化局長鄭嘉發說，很難想像這年代久遠的玻璃瓶和砲彈是誰和何時塞的？砲彈怎會出現砲管內，更是無法可考。

這13座包括西洋和英製的鑄鐵前膛鐵砲古砲，尺寸不一，每座長約100至200公

https://tw.appledaily.com/new/realtime/20180818/1413238/

2018/8/27 今人新聞 清代砲管遭汽水腐和近代砲彈 | 蘋果日報

分，都是清代年間遺留迄今，超過百年歷史，並經依文化資產法公告為一般古物。部份自澎湖地院、西台古堡和觀音亭海水浴場附近遷移，也有民眾捐贈，其中7座配合文化局在民國80年代興建時，置於園區戶外的做產上，6座則置放於典藏庫內。

但在長年累月風吹日曬雨淋下，古砲早已鏽蝕斑斑，丟此委託國立臺南藝術大學辦理「澎湖縣一般古物清代古砲維護計畫」，豈料經從砲管內清出砲彈等雜物。

另根據楊仁江等著《台灣地區現存古砲調查研究專案》，這13門古砲分別為「英制三吋前膛砲」、「清道光三年一千五百觔前膛鑄鐵砲」、「清光緒二年奉憲鑄造台協三營大砲群之二千觔前膛鑄鐵砲」、「清光緒二年奉憲鑄造台協三營大砲群之一千五百觔前膛鑄鐵砲」（2門）、「清光緒二年奉憲鑄造台協三營大砲群之一千觔前膛鑄鐵砲」、「清光緒二年奉憲鑄造台協三營大砲群之八百觔前膛鑄鐵砲」、「一千觔前膛鑄鐵砲」（3門）、「西洋前膛鑄鐵砲」、「兩吋半前膛砲」（2門）。（許逸民／澎湖報導）

出版時間：15:56
更新時間：17:01



清代古砲砲管內藏有鏽蝕的近代砲彈，讓人匪夷所思，也嚇出一身冷汗。澎湖文化局提供

2018/8/27 今人新聞 清代砲管遭汽水腐和近代砲彈 | 蘋果日報



南藝大團隊評估古砲結構性安全無虞後，使用物理性清潔(噴砂)除鏽。澎湖文化局提供

2018/8/27 今人新聞 清代砲管遭汽水腐和近代砲彈 | 蘋果日報



造海軍西洋前膛砲，左邊是除鏽前，右邊是除鏽後，除鏽後原本的顏色，並讓砲管上的銘文更加明顯。澎湖文化局提供



南藝大學團隊在密不透風的環境下工作，讓古砲重現風華。澎湖文化局提供

2018/8/27 今人新聞 清代砲管遭汽水腐和近代砲彈 | 蘋果日報



英制汽水瓶與古砲差少說有了60年。澎湖文化局提供



把文化園區內古砲抓下。文化局資料照片

附件十、木箱防水塗層規格表

虹牌油漆

永保新面漆
EPOXY TOPCOAT

產品號碼	No.1001（EP-04）／No.1055／No.1056
型別	由環氧樹脂（Epoxy Resin）及特殊硬化劑，配以耐化學性顏料精製而成之二液型重防蝕面漆。
用途	水泥製品及鋼管、鋼架、橋樑、工廠設施等鋼鐵構造物用防蝕面漆。
特性	1. 漆膜堅韌而富於可撓性及附著性。 2. 耐水與耐海水性極優。 3. 耐磨性及電氣絕緣性非常優良。 4. 耐油性與耐溶劑及耐化學藥品性極優。
光澤度	有光
顏色	各色
遮蓋力	8.0 m^2/L 以上（混合漆）（因顏色而異）
重量	1.1 Kg/L 以上（混合漆）（因顏色而異）
粘度	70～95 KU（混合物 25℃）
乾燥時間	指觸 2 小時以內　　堅結 10 小時以內　　完全硬化 7 天（25℃）
漆膜厚度	濕膜 80 μ（Micron）　　乾膜 40 μ（Micron）
理論塗佈量	47.3 ㎡/Gal　　12.5 ㎡/L　　10.0 ㎡/Kg
塗裝間隔	最少 8 小時　　最多 6 個月
混合比	主劑：硬化劑＝92：8 （重量比）（因顏色而異）
總不揮發物	60% 以上（混合漆）
可用時間	8 小時 （混合漆 25℃）
耐熱溫度	連續性 93℃　　間歇性 121℃
調薄劑	No.1005 永保新調薄劑（SP-12）
調薄劑用量	5～10% （不含清洗工具）
適用底漆	鋼　構：No.1006（EP-03）、No.1007（EP-01）、No.1011（IZ-01）、No.1050（EP-20） No.1075、No.1076（EP-66） 混凝土：No.1073、No.1002、No.1060（或按本公司指定用法施工）
貯藏安定性	正常情況下，至少一年。
塗裝方法	刷塗、無氣噴塗、滾塗
注意事項	1. 主劑及硬化劑必須按規定比例均勻調合，放置 10~20 分鐘再使用。 2. 被塗物表面之水份、油脂、污泥、灰塵、鐵銹及腐蝕性鹽類等附著物，必須清除乾淨。 3. 陰雨或大氣相對濕度在 85% RH 以上時，應避免施工，尤以表面潮濕時，必須使之完全乾燥。 4. 塗裝器具用完後，應立即洗淨。 5. 於貯槽內施工時，須注意予以充分通風。 6. 塗裝間隔超過規定時間，則須將漆面磨粗以增加其附著力。 7. 漆膜表面，長久被陽光照射會有粉化現象，這不影響漆膜品質。
備註	油漆實際塗佈量會依被塗物的形狀大小、工作環境而改變。

PDM1101001XX V1.3　　最新版次，請參照公司網頁；　如查無資料，請洽業務人員。

永記造漆工業股份有限公司
高雄市小港區沿海三路 26 號　TEL：07-8713181（15線）
FAX：07-8715443・8715833　TFG0410

虹牌油漆

永保新透明水泥底漆
EPOXY CLEAR CEMENT PRIMER

產品號碼	No. 1073
型別	由環氧樹脂（Epoxy Resin）及特殊硬化劑構成之兩液型透明底漆。
用途	水泥壁、水泥管道及水泥製品等防水、防鹼用透明底漆。
特性	1. 耐水、耐海水及耐污水性能優異。 2. 耐酸、耐鹼性非常優良。 3. 塗膜堅韌且附著力強。 4. 耐磨損性良好。
顏色	透明液體
重量	0.85 Kg/L 以上（混合漆）
粘度	50～65 KU (混合漆 25℃)
乾燥時間	指觸 2 小時以內　　堅結 12 小時以內　　完全硬化 7 天(25℃)
漆膜厚度	濕膜 100 μ（Micron）　　乾膜 25 μ（Micron）
理論塗佈量	38.0 ㎡/Gal　10.0 ㎡/L　11.0 ㎡/Kg
塗裝間隔	最少 12 小時　　最多 5 天 (25℃)　　3 天 (30℃)
混合比	主劑：硬化劑＝88：12 (重量比)
總不揮發物	30% 以上（混合漆）
可用時間	4 小時 (混合漆 25℃)
調薄劑	No. 1005 永保新調薄劑（SP-12）
調薄劑用量	0～5%（不含清洗工具）
適用面漆	永保新面漆、優麗面漆、永氟龍面漆
貯藏安定性	正常情況下，至少一年。
塗裝方法	刷塗、無氣噴塗、滾塗
施工注意事項	1. 主劑及硬化劑必須按規定比例均勻調合後才可使用。 2. 被塗物表面之水份、油脂、污泥及灰塵等附著污物必須清除乾淨。 3. 陰雨或大氣相對濕度在 85% RH 以上時，應避免施工，尤以表面潮濕者，必須使之完全乾燥，才可施工。 4. 塗裝器具用完後，應立即洗淨。 5. 在貯槽內施工時，必須注意充分的通風。 6. 塗裝間隔超過規定時間時，必須將漆面磨粗以增加附著力。
備註	油漆實際塗佈量會依被塗物的形狀大小、工作環境而改變。

PDM1010733XX　V1.0　　最新版次，請參照公司網頁；　如查無資料，請洽業務人員。

永記造漆工業股份有限公司
高雄市小港區沿海三路 26 號　TEL：07-8713181（15線）
FAX：07-8715443・8715833　　TFG0410

附件十一、Incralac 物質安全資料表

TALAS

Material Safety Data Sheet

Manufacturer's Name: StanChem, Inc.
401 Berlin Street
East Berlin, CT 06023

Emergency Telephone Number: CHEMTREC 1-800-424-9300
Outside the US: 01-703-527-3887

Information Telephone Number: (860) 828-0571
Date of Preparation: May 10, 2006

Section I – Product Identification

Product Number: 69x1732
Product Name: Incralac
Product Class: Acrylic

Section II – Hazardous Ingredients

Ingredient	CAS#	Occupational Exposure Limit Weight %	ACGIH TLV (ppm)	OSHA PEL (ppm)
Toluene	108-88-3	26.5	50	100
Xylene*	1330-20-7	53.6	100	100
Methyl Ethyl Ketone	78-93-3	2.1	300	200

*contains ethyl benzene CAS# [100-41-4]

Section III – Physical Data

Boiling Range: 180-240°F

Vapor Density: Heavier Than Air

Evaporation Rate: Slower Than Butyl Acetate

VOC Content (wt.): 83.2%

Weight per Gallon: 7.5#/gal.

TALAS

Section IV – Fire and Explosion Hazard Data

Flammability Classification

OSHA	Flammable Liquid	Class IB
DOT	Flammable Liquid	
Flash point	25-40°F	
LEL	1%	

Extinguishing Media: Foam "Alcohol" Foam CO2 Dry Chemical

Unusual Fire and Explosion Hazards: Water may be used to cool containers to prevent pressure build up and possible auto-ignition or explosion when exposed to extreme heat. Ground all containers. Vapors are heavier than air and may travel along the ground.

Special Firefighting Procedures: Fight as volatile liquid fire. Closed containers may explode when exposed to extreme heat. Use water to keep fire exposed containers cool to reduce pressure. Firefighters should wear NIOSH/MSHA approved self-contained breathing apparatus and full protective clothing.

Section V – Health Hazard Data

Effects of Overexposure:

Inhalation:	May be irritating to the respiratory tract and may produce symptoms of headache, fatigue, weakness and dizziness.
Skin:	Prolonged or repeated contact with coating may cause moderate irritation, dermatitis.
Eyes:	Severe irritation. Liquid may cause damage to eye tissue.
Ingestion:	May cause gastrointestinal nausea, vomiting and diarrhea.

Medical Conditions Prone to Aggravation by Exposure: Sinus Dermatitis

Primary Route(s) of Entry: Inhalation Dermal

Carcinogenicity:

NTP?	No
IARC Monographs?	No
OSHA Regulated?	No

Emergency and First Aid Procedures:

Inhalation:	Remove individual to fresh air. Administer oxygen if breathing is difficult.
Skin:	Wash thoroughly with soap and water. Remove contaminated clothing.
Eyes:	Immediately flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Consult a physician.
Ingestion:	Drink large quantities of water. Do not induce vomiting. Call a Physician or Poison Control Center immediately.

TALAS

Section VI – Reactivity Data

Stability:	Stable
Hazardous Polymerization:	Will not Occur
Hazardous Decomposition Products:	Thermal decomposition may yield carbon monoxide and/or carbon dioxide.
Conditions To Avoid:	N/A
Incompatibility (materials to avoid):	Strong oxidizing agents

Section VII – Spill or Leak Procedures

Steps to be Taken in Case Material is Released or Spilled: Avoid breathing vapors. Ventilate area. Stop spill at source, dike to prevent spreading. Pump liquid into containers. The remainder should be removed with inert absorbent use non-sparking tools.

Waste Disposal Method: Dispose of in accordance with local, state and federal regulations.

Section VIII – Safe Handling and Use Information

Ventilation: Local exhaust is required by job conditionsn to keep TLV below acceptable limits. Refer to OSHA regulations 29 CFR Part 191c.94

Respiratory Protection: Approved chemical/mechanical filters designed to remove organic vapors.

Protective Gloves: Wear appropriate chemical resistant gloves.

Eye Protection: Use safety eyewear with splash guards or side shields.

Other Protective Equipment: Wear protective equipment.

Hygienic Practices: Eye wash and shower should be available. Use under well ventilated conditions. Personnel should wash thoroughly after handling product. Always wash-up before eating, smoking or using the toilet facilities. Do not breathe vapor, do not contact eyes, skin and clothing.

TALAS

Section IX – Special Precautions

Precautions To Be Taken in Handling and Storing: Keep away from heat or open flames. Store below 90°F

Other Precautions: Avoid contact with eyes and skin. Avoid breathing vapors. Use adequate oven ventilation.

Section XV – Regulatory

California Prop. 65: ethylbenzene, toluene, ethyl acrylate

Notice

This information is furnished without warranty, representation, inducement, or license of any kind, except that it is accurate to the best of StanChem's knowledge or obtained from sources believed by StanChem to be accurate. StanChem does not assume any legal responsibility for use or reliance upon same. Customers are encouraged to conduct their own tests. For additional technical information contact StanChem.

TALAS

Material Safety Data Sheet

Manufacturer's Name: StanChem, Inc.
401 Berlin Street
East Berlin, CT 06023

Emergency Telephone Number: CHEMTREC 1-800-424-9300
Outside the US: 01-703-527-3887

Information Telephone Number: (860) 828-0571
Date of Preparation: August 30, 2007

Section I – Product Identification

Product Number: 71X0202
Product Name: Flattening Dispersion
Product Class: Polyethylene

Section II – Hazardous Ingredients

Ingredient	CAS#	Weight %	Occupational Exposure Limit ACGIH TLV (ppm)	OSHA PEL (ppm)
Xylene*	1330-20-7	74.0-76.0	150	100

*contains Ethyl Benzene – CAS #100-41-4

Section III – Physical Data

Boiling Range: 275°- 290°F
Vapor Density: Heavier Than Air
Evaporation Rate: Slower Than Butyl Acetate
VOC level: 656 g/L
Weight per Gallon: 7.3 #/gal.

Section IV – Fire and Explosion Hazard Data

Flammability Classification:

OSHA Flammable Liquid – Class IB
DOT Flammable Liquid
Flash Point 80-90°F (Tag Open Cup)
LEL 1.0%

TALAS

Extinguishing Media:	"Alcohol" Foam	CO_2	Dry Chemical
Unusual Fire and Explosion Hazards:	None. Self Contained breathing apparatus and protective clothing.		
Special Firefighting Procedures:	Fight as volatile liquid fire. Closed containers may explode when exposed to extreme heat. Use water to keep fire exposed containers cool to reduce pressure.		

Section V – Health Hazard Data

Effects of Overexposure:	Inhalation:	May be irritating to nasal and respiratory tract and may produce symptoms of headaches, fatigue, weakness and dizziness.
	Skin:	Prolonged or repeated contact with coating may cause moderate irritation and dermatitis.
	Eyes:	Severe Irritation. Liquid may damage eye tissue.
	Ingestion:	May cause gastro-intentional discomfort, nausea, vomiting and diarrhea.
Medical Conditions Prone to Aggravation By Exposure:	Sinus:	Dermatitis
Primary Route(s) Of Entry:	Dermal	Inhalation
Carcinogenicity:	NTP?	No
	IARC Monographs?	Yes – 2B (ethyl benzene)
	OSHA Regulated?	No

Emergency and First Air Procedures:

Inhalation:	Remove individual to fresh air. Administer oxygen if breathing is difficult.
Skin:	Wash thoroughly with soap and water. Remove contaminated clothing
Eyes:	Immediately flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Consult a physician.
Ingestion:	Dilute with clear fluid, then immediately call a Physician or the Poison Control Center.

TALAS

Section VI – Reactivity Data

Stability:	Stable
Hazardous Polymerization:	Will Not Occur
Hazardous Decomposition Products:	Combustion may produce hydrogen chloride, carbon dioxide and/or carbon monoxide.
Conditions to Avoid:	None
Impompatibility [materials to avoid]	Strong oxidizing agents.

Section VII – Spill or Leak Procedures

Steps to be Taken in Case Material is Released or Spilled:	Avoid all sources of ignition. Avoid breathing vapors. Ventilate area. Stop spill at source; dike area to prevent spreading. Pump liquid into containers. The remainder should be removed with inert absorbent using none-sparking tools.
Waste Disposal Method:	Dispose of in accordance with local, state and federal regulations.

Section VIII – Safe Handling and Use Information

Respiratory Protection:	Approved chemical/mechanical filters designed to remove organic vapors.
Ventilation:	Local exhaust as required by job conditions to keep TLV below acceptable limits. Refer to OSHA regulations 29 CFR Part 1910.94.
Protective Gloves:	Wear chemical resistant gloves.
Eye Protection:	Use safety eyewear with splash guards or side shields.
Other Protective Equipment:	None.

www.talasonline.com
330 Morgan Ave Brooklyn, NY 11211 | 212-219-0770 | info@talasonline.com

TALAS

Hygienic Practices: Eye wash and shower should be available. Use under well ventilated conditions. Personnel should wash thoroughly after handling product. Always wash-up before eating, smoking or using the toilet facilities.

Section IX – Special Precautions

Precautions To Be Taken in Handling And Storing: Keep away from heat and open flames.

Other Precautions: Avoid contact with eyes or skin. Avoid breathing vapors.

Section XIV – Transportation

Proper Shipping Name:	71X0202 POLYMER DISPERSION
Technical Name:	Paint
Identification Number:	UN1263
Hazard Class/Division:	3 (Flammable Liquid)
Packing Group:	II

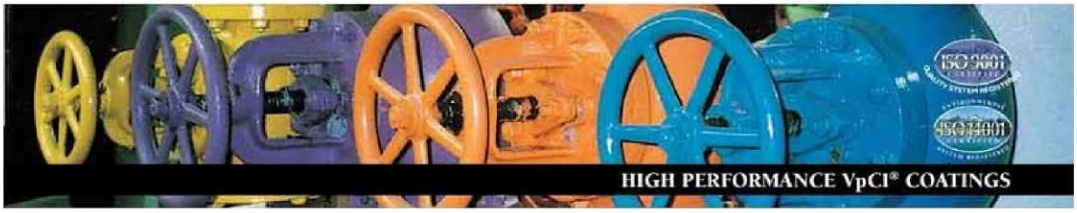
Section XV – Regulatory

California Prop. 65: Warning: This product contains chemicals known to the State of California to cause cancer, birth defects or other reproductive harm.

Notice

This information is furnished without warranty, representation, inducement, or license of any kind, except that it is accurate to the best of StanChem's knowledge or obtained from sources believed by StanChem to be accurate. StanChem does not assume any legal responsibility for use or reliance upon same. Customers are encouraged to conduct their own tests. For additional technical information contact StanChem.

附件十二、VpCI-386 透明防鏽漆資料表



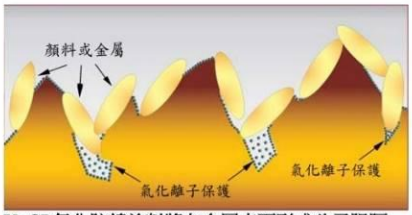
康特VpCI-386
水性防鏽底漆/面漆



產品描述

康特**VpCI-386**係一種獨特的水性丙烯酸氣化防鏽底漆/面漆，具極佳抗紫外線能力，在嚴苛的室外環境下具極佳的防蝕保護功效，尤其對近海環境下鹽害氯離子所造成的孔蝕。此無毒有機複合防鏽塗料比多數塗料與含鋅底漆具更佳的防蝕保護力。**VpCI-386**提供透明平光/亮光、鋁金屬與紅、黃、黑有色面漆供選擇。

VpCI-386由有機氣化防蝕劑與特殊添加劑所製成的複合防鏽塗料，所形成的塗層能更有效減緩金屬產生氧化反應。所含康特氣化防鏽劑**(VpCI)**的氣化分子將滲透、吸附於深層的金屬表面，包括微孔隙內，於金屬表面形成緊密的鈍化分子阻隔層，提供深層微孔隙保護。一旦塗層出現刮痕，**VpCI**氣化防鏽阻隔層將阻止鏽蝕由刮痕往雙側擴散蔓延，降低塗層的破壞。



VpCI 氣化防鏽塗料將在金屬表面形成分子阻隔層，甚至保護深層微孔隙的金屬表面，防止產生微孔隙腐蝕現象。

VpCI-386透明防鏽漆可直接塗抹於不鏽鋼、鋁等基材上，以提高其抗蝕性與抗刮傷；如為鍍鋅鋼，則需先塗佈**VpCI-373**水性合金底漆，以提高其接著性，塗裝後仍呈現金屬表面的材質。

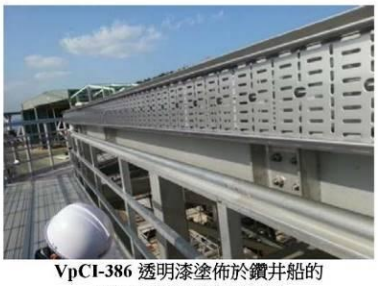
VpCI-386透明防鏽漆也可直接塗抹於彩色鋼板與塗層的表面，可提高抗刮性與色澤度。

特　徵

- 快乾、抗垂流、具觸變性。
- 具極佳的抗紫外線能力。
- 長期暴露於陽光下不龜裂或變色。
- 形成不可燃的防鏽阻隔塗層。
- 透明塗層，易於目測檢視金屬的基材。
- 直接塗裝於彩色鋼板或其他塗層上，可增加其色澤的耐久性與抗刮傷性。
- 具極佳的抗磨擦性，可塗抹於鋼格走道、鋼面板或其他耐磨金屬上。
- 符合美軍規範**NSN#8030-01-481-8897**。

VpCI-386系列產品與耐高溫性

- **VpCI-386**(透明/紅/黃/黑色) **-78 °C~180°C**
- **VpCI-386 AL**(鋁金屬色) **-78 °C~180 °C**
- **VpCI-386 HT AL**(鋁金屬色) **-78 °C~370 °C**
- **VpCI-386 HT Black**(黑色) **-78 °C~260 °C**



VpCI-386 透明漆塗佈於鑽井船的 **316** 不鏽鋼管道與欄杆

一般特性

外觀----------透明/鋁金屬與有色液體
酸鹼值(純液)----------8.5-9.7
密度----------0.96-1.26公斤/公升
不揮發物含量----------32-50%
乾薄膜厚度(每層)----------37.5-75μm
理論覆蓋率----------4.6~9.3 m^2/公升
乾化至可碰觸時間(25℃)----------30分鐘
完全硬化(25℃,55%RH) ----------7天
溫度穩定性---------- 7~32℃
揮發性有機物----------167~216公克/公升
黏度(6 rpm/#2)----------700-3000cps

抗蝕數據

測試方法	SAE 1010 碳鋼	鋁
鹽霧測試 (ASTM B117)	168小時	1000+小時
濕度測試 (ASTM D1748)	1000+小時	1000+小時
耐候測試 (ASTM G53)	1000+小時	1000+小時

*乾膜厚為2 mils(50 microns)


空調設備的彩色鋼板塗佈 VpCI-386 透明漆


空調設備的鋁鰭片噴塗 VpCI-386 透明漆


保溫棉不鏽鋼金屬捲片噴塗
VpCI-386 透明漆


不鏽鋼欄杆塗佈 VpCI-386 透明漆


VpCI-386 透明漆塗佈於彩繪圖案防褪色



錫鋼板嚴重鏽蝕與風化　塗裝VpCI-386AL鋁金屬漆

使　用

VpCI-386可作為面漆或底漆。如使用溶劑型面漆，則必須測試其相容性。可採用**VpCI-374**作為**VpCI-386**的底漆。

使用鼠籠式電動攪拌器、手持鑽孔式攪拌器或其他相同方法攪動，使呈現均勻的稠度。以噴塗、刷塗、滾塗或浸泡方式塗裝。

傳統噴塗機

製造商	噴槍型號	噴嘴/氣蓋
DeVilbiss	MBC或JGA	704 E
Binks	#18或 #62	66 PE

漆管直徑3/8" (0.95 cm)，最大長度15.2 m。料桶需與噴槍高度持平。

無氣式噴塗機

製造商	噴槍型號	噴嘴/氣蓋
Grace	205-591	Bulldog
Binks	Model 500	Mercury 5C
DeVilbiss	JGN-501	QFA-519

漆管直徑最少3/8" (0.95 cm)，最大建議長度30.5 m，最佳效果的噴嘴為0.013"~0.017" (0.3~0.4mm)，漆壓1,200~1,700 psi。

稀釋劑/清洗

可使用清水稀釋使用，添加量為10~15%。可用清水清洗工具及玷污處。



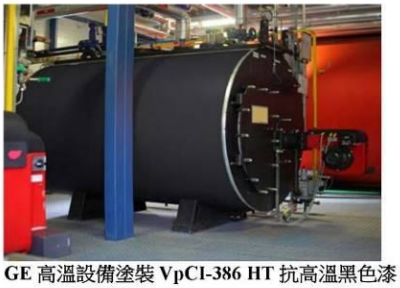
車體外部塗佈 VpCI-386 黃色漆

包　裝

5加侖(19公升)桶或55加侖(208公升)圓桶包裝。避免產品凍結。



GE 高溫設備塗裝 VpCI-386 HT 鋁金屬漆



GE 高溫設備塗裝 VpCI-386 HT 抗高溫黑色漆



樓梯欄杆處塗佈 VpCI-386 紅色漆

統偉貿易股份有限公司　台北市敦化南路一段 219 號 8 樓　Tel: 02-27218069　Fax: 02-27110235

附件十三、康特氣化防鏽包裝材料

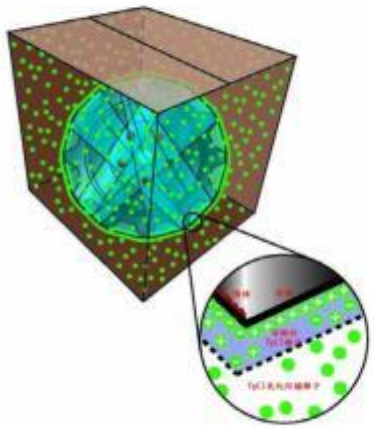
康特氣化防鏽包裝材料

腐蝕問題

對金屬製品而言，鏽蝕是經常發生且難以避免的一種宿敵，尤其經常發生在貯存和運送階段。傳統的防鏽方法係採用防鏽油或乾燥劑，其不但成效不彰，且危害環境與人體健康。隨著科技的不斷研發，美國康特公司推出VpCI氣化防鏽材料，它對防止金屬的鏽蝕是一項突破性的創舉。

康特VpCI氣化防鏽的機理

- 康特VpCI氣化防鏽劑昇華成氣化分子。
- 氣化分子遇到水份，形成正、負離子。
- 氣化離子具電極性，而強力吸附於所有金屬的表面上，包括凹陷處、微細間隙處等。
- 氣化離子與金屬的吸附力比水分子強，具極強的排水性。
- 緊密吸附於金屬的封閉性離子阻隔層，可阻隔水份、氧與硫化氫等有害物質的侵蝕。
- 密閉空間內的飽和氣化離子具自動修補阻隔層的功能，而具長期的防鏽功效。



康特氣化防鏽的優點

- 保護鐵類、非鐵類與合金等多種金屬。
- 具接觸與非接觸式的防鏽功效，對於凹陷處和不易接觸的表面皆能達到完整的保護。
- 具氣化防鏽與乾燥的雙重效果。
- 具持續性的鏽蝕保護作用，其功效可達2年之久。
- 減少使用防鏽油、乾燥劑等材料。
- 乾式包裝，包裝開啓後可立即使用，不需脫脂、清洗，可節省時間與人工的浪費。
- 對於已塗抹防鏽油，或已鏽蝕的金屬表面皆具有防鏽的作用。
- 康特VpCI氣化防鏽劑具環保性，其不含致癌的亞硝酸鹽、矽酮、磷酸鹽等有害物質。

包裝材料種類

I、包裝紙
- VpCI-146氣化防鏽紙
- CorrTainer氣化防鏽瓦楞紙箱

II、塑膠膜
- VpCI-126氣化防鏽塑膠膜
- Cor Pak氣化防鏽伸展性薄膜

III、海綿
- VpCI-130氣化防鏽海綿

IV、置入物
- Cor Pak 1 MUL氣化防鏽小包
- Cor Pak氣化防鏽錠

V、粉末
- VpCI-307氣化防鏽粉末
- VpCI-309氣化防鏽粉末
- VpCI-609氣化防鏽粉末

附件十四、康特 VpCI-386 透明防鏽漆物質安全資料表

安全資料表

依據 1907/2006/EC,條文 31

日期：22/02/2017

1. 產品識別

・商品名稱：VpCI-386 Clear
・產品使用：腐蝕抑制劑 / 塗料
・製造商/供應商
Cortec Corporation / 統偉貿易股份有限公司
4119 White Bear Parkway / 台北市敦化南路一段 219 號 8 樓
St. Paul, MN 55110 USA
Phone (651) 429-1100
Fax (651) 429-1122
・資料部門：產品安全部門
・緊急連絡電話：滲漏、溢出、火災或事故：1-800-424-9300

2. 危險識別

・依據 EC 規則號碼 1272/2008 對材料或混合物的分類
--依 CLP 規定，此產品不列管。
・依據 EC 規則號碼 1272/2008 標示 --無
・危險圖示 --無
・警示語 --無
・危險說明 --無
・其他訊息 --含有反應物質: 5-chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one[EC 247-500-7]和 2-methyl-2H-isothiazol-3-one[EC 220-239-6](3：1).可能產生過敏反應。
・其他危險
--PBT：不適用
--vPvB：不適用

3. 成份資料

・化學特性：混合物
・描述：下表物質與無危險性添加劑之混合物

危險成份：		
CAS: 52623-95-7 EC 號碼: 610-876-1	Poly(oxy-1,2-ethanediyl), a-[(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl]-w-hydroxy-, phosphate 皮膚刺激 2, H315; 水生慢性 3, H412	≦2.5%
・SVHC (高度關注物質) 52623-95-7	Poly(oxy-1,2-ethanediyl), a-[(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl]-w-hydroxy-, phosphate	

・額外資料：列表風險的文字敘述請參考第 16 節

4. 急救措施

・一般訊息：不需特殊方法
・吸　　入：給予新鮮空氣；視需要施作人工呼吸，並讓患者保持體溫，如仍不適，需就醫檢查。如患者無意識，需以穩固的側躺姿勢運送。
・皮膚接觸：立即用肥皂水徹底清洗乾淨。
・眼睛接觸：在水龍頭下睜開眼睛沖洗數分鐘，如仍不適，就醫檢查。
・食　　入：如症狀持續，立即就醫。

5. 滅火措施

・適當的滅火劑
二氧化碳、滅火粉末或噴水。對抗較大火勢，採用噴水或抗酒精泡沫材料。
・物質或混合物引起的特殊危害：無進一步相關資料

6. 意外滲漏處理

・個人預防措施、保護設備與緊急程序：不需要
・環境預防措施：勿讓未稀釋的產品進入下水道/地面或地下水
如果滲透到水道或污水處理系統，請通知相關部門。
・清潔/清理方法： 以吸水性材料(如砂、矽藻土、通用黏結劑、鋸木屑)吸取。
・其他資料：參考第 7 節安全處理
參考第 8 節個人防護設備
參考第 13 節廢棄處理

7. 處理與貯存

處理
・安全處理資料：工作場所確保通風良好
預防產生氣霧
・爆炸與起火的保護資料：無需特殊方法
貯存
・倉庫與貯藏室的條件：無特別規定
・一般貯存設備的貯存資料：
勿與酸性物質一起存放
遠離食物
・貯存條件的進一步資料：
容器需緊密密封
避免凍結

8. 暴露控制與個人防護

・技術方法設計的其他資料：無進一步資料；參考第七項。
・工作場所需監測的成份限值：此產品不含工作場所需監測成份限值的相關材料。
・一般防護與保健方法：
遠離食物、飲品與飼料

・呼吸設備：空間通風良好則不需要
・手的防護：防護手套，手套材質需抗滲，且需考量其滲透時間、擴散率與耗損率。
・手套材質的滲透時間：手套製造商應標示出確實的滲透時間且需注意觀察。
・眼睛防護：緊密密合的護目鏡
・身體防護：保護性工作服

9. 物理與化學性質

・形態：	液體
・顏色：	各種顏色
・氣味：	特殊
・20 °C 下 pH 值：	8.0~9.2 (純液)
・熔點/熔點範圍：	未測定
・沸點/沸點範圍：	100 °C
・閃火點：	不適用
・易燃性：	不適用
・分解溫度：	未測定
・自燃：	不自燃
・爆炸危險：	不具爆炸危險性
・20 °C 下蒸氣壓：	23 hPa (17 mm Hg)
・20 °C 下密度：	0.96~1.26 公克/立方公分
・水溶性：	完全水溶性
・其他訊息：	上述數據係一般數值而非規範值

10. 穩定性與反應性

・反應性：會與酸性物質反應
・化學穩定性：在建議的貯存條件下很穩定
・熱分解 / 避免情況：依規範使用，無分解情況。
・不相容物質：酸性物質
・分解的危險產品：無危險的分解成份

11. 毒性資料

急毒性
・皮膚腐蝕/刺激：根據現有數據，不符合分類標準。
・嚴重眼睛損傷/刺激：根據現有數據，不符合分類標準。
・呼吸或皮膚過敏：根據現有數據，不符合分類標準。
・致癌性：根據現有數據，不符合分類標準。
・生殖毒性：根據現有數據，不符合分類標準。
・吸入危害：根據現有數據，不符合分類標準。

12. 生態資料

・一般註釋

對魚可能有害

・PBT 與 vPvB 的評估結果

--PBT：不適用

--vPvB：不適用

13. 廢棄注意事項

廢棄物處理建議

・不可與家用廢棄物一同處理，不允許產品接觸到污水系統。

歐洲廢棄品目錄

・歐洲廢棄品目錄(EWC)的廢品代號指的不是產品，而是來源。

任何顯示的代碼應作為給用戶的參考。

08 00 00	製造、調配、供應和使用的塗料(油漆、清漆與真空膠)、黏合劑、密封劑和印刷油墨所產生的廢棄物
08 01 00	製造、調配、供應和使用以及去除漆品時的廢棄物
08 01 11*	含有機容劑或其他危險物質的廢棄物

未清潔的包裝材料

・建議依政府規定廢棄處理。

建議清潔劑

・水，視需要使用清潔劑。

14. 運輸資料

UN 號碼

・ADR, ADN, IMDG, IATA　　空白

UN 適當運送名稱

・ADR, ADN, IMDG, IATA　　空白

運輸危險等級

・ADR, ADN, IMDG, IATA

等級:　　空白

包裝組

・ADR, IMDG, IATA　　空白

環境危害　　不適用

使用者特別警語　　不適用

15. 規定資料

安全、健康與環境規章/物質或混合物的特定法規

・命名的危險物質-ANNEX I：ammonia, anhydrous

・技術指南(空氣)

等級	百分比
Wasser	15.5
NK	8.3

・依據 REACH，57 章高度關注物質(SVHC)

52623-95-7 Poly(oxy-1,2-ethanediyl),
a-[(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl]-w-hydroxy-,phosphate

・化學安全評估：未完成化學安全評估

16. 其他資料

・此份資料係依我們目前得知的訊息所完成。然而，此不可做為任何特定產品特徵的保證，且不可拿來做為具法律效力的契約關係。Cortec 也無法對譯本做保證。

・相關用詞

H315 造成皮膚刺激

H412 對水生生物有害並具有長久的影響

縮寫字

RID: 關於危險貨物於國際問鐵路運送的條例

ICAO: 國際民航組織

ADR: 關於危險貨物於國際道路運輸的歐洲協議

IMDG: 危險貨物國際海運代碼

IATA: 國際航空運輸協會

GHS: 化學品分類與標示的全球統一制度

CAS: 化學摘要服務社

附件十五、古物巡查紀錄表

古物名稱：	古物編號：
古物地點：	巡查日期及時間：
巡查人員：	氣候狀況：

古物圖片與位置說明	古物位置圖
	說明：
保存環境與維護措施	1. 保存環境 □室內　□廊道　天井：□有遮罩　□無遮罩 □日曬　□遮蔭　□雨淋或潮濕　□乾燥 2. 例行管理 □無　定期打掃：□有　□無　□其他：_____ 3. 保護措施 □無　□圍欄　□框內　□櫃內　□桌（架）上 □嵌在牆上　□吊掛（插）　□其他：_____

項目	分項內容	狀況描述／備註	圖檔編號
古物位置	□在原位 不在原位：□移位　□失蹤		
古物狀況	自然災害 □水災　□風災　□地震 □雷火　□其他：_____		
	人為因素 □缺損　□潑漆塗鴉　□刻損 □拓印　□火（煙）燻 □觸摸（指印、歪斜、汙損） □其他：_____		
	生物因素 □鳥糞　□蟲蛀（白蟻） □黴腐　□植被 □其他：_____		

	物理化學因素 □裂損 □鏽蝕 □酥脆 □白華 □汙損 □構件鬆脫 □掉漆 □結露 □變色 □其他：_____		
	保護措施 □無損毀 有損毀： □人為破壞 □自然災害 □裂損 □鏽蝕 □掉漆 □白華 □其他：_____		
防災保全設施	監視器：□正常 □待檢測 偵煙器：□正常 □待檢測 滅火器：□正常 □待檢測 防盜系統：□無 □正常 □待檢測 其他：_____		
建議事項			
說明	1. 此表巡查範圍包含建築體內部結構空間、廊道等有屋簷遮蔽的半開放空間與天井等建築體之開放空間。 2. 古物圖片建議可放 2 張以上，（含位置分布圖或不同拍攝角度之古物圖片）。位置說明可增加 GPS 定位或其他需要的備註事項。		

巡查人簽章：	日期及時間：
單位主管簽章：	日期及時間：