

性能檢驗法

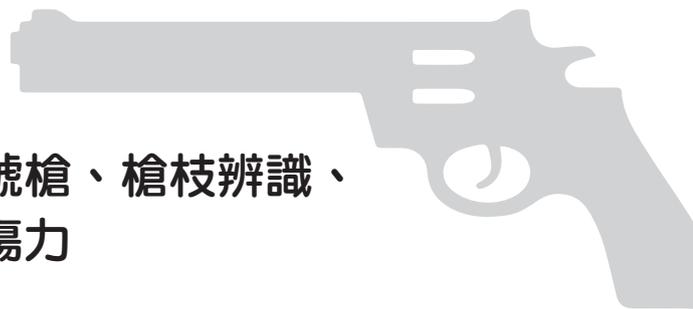
在信號槍殺傷力鑑定上之應用

孟憲輝／中央警察大學鑑識科學學系教授

摘要

信號槍是以火藥為能源，經過槍管射出發光星體的求救工具，其功能並非攻擊用武器，但國內外都有遭改造為犯罪工具的實例，信號槍殺傷力鑑定乃成槍彈鑑識的工作內容。性能檢驗法是我國鑑定改造槍枝殺傷力的主要方法，槍枝辨識則是世界各國槍彈鑑識的首要步驟。本文先回顧國外改造信號槍鑑識案例，闡明槍枝辨識在信號槍鑑定上的重要性。接著應用槍枝辨識和性能檢驗程序對4枝不同類型信號槍進行殺傷力鑑定實驗，其中槍枝辨識程序含：確認槍枝類型；以磁性吸引試驗或元素分析判定槍枝材料；量測槍枝尺寸特徵；辨識槍管來復線、槍枝操作方式、保險裝置和容彈具等特徵；根據各式標記辨識廠牌、型號、口徑、槍號、製造廠、製造國和驗證標記。應用性能檢驗法進行殺傷力鑑定時，先檢視並確認其機械結構之完整性，再進行射擊循環性能測試，確認其機械性性能。具適用子彈者，以含底火空彈殼實施擊發能力測試。並確認槍管是否通暢，根據槍管和槍機材料與尺寸，研判槍枝可否承受高膛壓射出具殺傷力彈頭。實驗結果完成各信號槍類型、口徑、槍枝材料、尺寸特徵、操作方法、廠牌標記和槍號的辨識，並辨識出部分槍枝的製造國、型號、驗證標記、保險和專利標記。且各信號槍的

機械結構均完整，機械性能也都正常，研判都足以承受高膛壓以射出具殺傷力彈丸。最後進行1枝信號槍的實彈試射，測得彈丸動能密度高達239.26 J/cm²，約為我國槍彈殺傷力判定標準的12倍，證明性能檢驗法是可信賴的信號槍殺傷力鑑定方法。但應注意的是，制式信號槍的槍枝標記數量較少，槍枝辨識程序所得資訊受到限制，平時應盡量蒐集信號槍辨識參考資料，以提升涉案信號槍辨識效能。

**關鍵詞****槍彈鑑識、信號槍、槍枝辨識、性能檢驗、殺傷力**

壹、前言

火藥式槍砲係利用擊發彈藥產生之高壓火藥燃氣，在槍管內膨脹做功以加速彈頭，將彈頭高速射出的拋射武器。其目的在利用彈頭的動能或化學能殺害一定距離外的有生目標或破壞物資。經過多年的研發和改進，人們也發展出許多具備日常生活功能而非武器用途的火藥式槍砲。例如：建築工業用打釘槍、屠宰肉品業用屠宰槍和災難求救用信號槍，其中信號槍為本文探討重點。

信號槍係依其功能命名，只要能將信號彈或發光星體發射至一定高度的槍砲，不論其構造和材質，均可稱為信號槍，因此其口徑、尺寸、結構、外型和材質均極為多樣。信號槍雖不屬於殺傷用武器，但其拋射體仍具備高動能，在嚴格管制武器的國家，犯罪人不易取得制式武器，常直接使用或改造信號槍成為殺傷破壞用的犯罪工具。因此許多國家都會在武器管制法令中明確規範信號槍的管制方式，以確保其被合法使用，預防遭濫用為犯罪工具。如英國的武器管制法制特別規範⁽¹⁾，具有槍管的手槍型和鋼筆型信號槍雖非屬禁止持有武器（prohibited weapons），但須依法申請許可才能持有，且許可對象之職業和持有場所都有明確規範。如船長得申請持有設置於船上之信號槍，小船船主、港口和機場工作人員、山區救難隊人員可申請持有手槍型或鋼筆型信號槍。日本的「銃砲刀類所持等取締法」對「救命用信号銃」之持有亦明確規定必須獲得住居所轄區都道府縣公安委員會的許可⁽²⁾。

我國「槍砲彈藥刀械管制條例」（以下簡稱「槍砲條例」）針對槍枝的管制範圍僅限於具武器功能之槍砲，不屬武器的工具型槍砲並未納入管制，因此工具型槍砲遭改造或濫用而淪為危害治安的犯罪工具時，常引起執法和司法的困擾。我國有學者針對信號槍的管制問題進行研

究，根據研究結論提出建議⁽³⁾，認為結構上具備槍管的金屬材質信號槍，因具發射具殺傷力金屬彈丸之功能，可依「槍砲條例」之規定予以管制。塑膠材質信號槍，在未經改造的情況下，若使用非制式子彈雖也可能發射出具殺傷力彈丸，但因其具備正當用途，建議採登記制或許可制進行管制，違法持有者則處以罰鍰。

警察機關曾查獲各種型式的信號槍，送請鑑定以判斷其殺傷力。槍枝辨識是槍枝物證鑑識的首要步驟⁽⁴⁾，精準的槍枝辨識結果，對案情研判、追查來源和研判可能的犯嫌都有幫助，更重要的是可落實證物監管程序，維護試射採樣安全，並提供槍枝建檔用資料。因此就送鑑信號槍而言，其首要鑑識工作也是槍枝辨識，本文將針對實驗用金屬材質信號槍，依文獻⁽⁴⁾所載的程序實施辨識，並將辨識結果一一呈現，期能供鑑識實務參考之用。

由於涉案信號槍物證，通常缺乏含彈頭的適用子彈，故難以試射實彈測定彈頭動能密度，須以性能檢驗法進行殺傷力鑑定。本文就經辨識後之金屬材質信號槍，將以性能檢驗法進行檢測，以研判其殺傷力。具備適用子彈者，並將進行試射，測定射出彈丸動能，以驗證性能檢驗法判定殺傷力結果之正確性。大部分信號槍之口徑較特殊，不易取得適用之啞彈和含底火空彈殼，故無法使用啞彈進行機械性能測試，也無法試射含底火空彈殼。由於國內尚無針對信號槍殺傷力鑑定進行探討之文獻，本文將使用4種不同類型的金屬材質信號槍，針對槍枝辨識和性能檢驗法的鑑定程序深入探討，以具體的鑑定結論證明性能檢驗法的實用性和可信度，並歸納出實用的鑑識程序供鑑識實務機關參考。

為瞭解國際上應用槍枝辨識和性能檢驗針對涉案信號槍的實施鑑定的實況，本文回顧兩篇相關的案例文獻，分別闡述如下。



① 美國加州改造信號槍案例⁽⁵⁾

美國加州執法機關搜索一位連續偷竊年邁父母所有醫生處方管制藥品的嫌犯住宅，查獲嫌犯持有之一枝改造信號槍及.454 Casull口徑子彈。依規定將改造信號槍送請槍彈實驗室鑑定，以判定其是否為加州法律定義上之槍枝。嫌犯在加州曾犯重罪被判刑確定，依法不得持有槍枝。但根據加州法律，信號槍並非法律定義上的槍枝，因此改造信號槍須經鑑定確認其是否為槍枝。依據加州法律，槍枝的定義為：任何以作為武器之目的而設計，且可利用爆炸或爆燃所產生之力，經由槍管射出拋射體之器械。

鑑識實驗室首先就該改造信號槍進行辨識，辨識結果確認其為二次世界大戰時期德國製造的DUV 42型信號槍，又稱為Heeresmodelle。型號42代表製造年分為1942年，同年製造之該型信號槍共約33,000枝。其口徑為4 GA口徑（26.65 mm），專用於射擊同口徑信號彈。加州警方鑑識人員檢視後發現，其擊錘、撞針、握把和槍管均經改造。槍管的改造方式係以環氧樹脂將較小口徑之具來復線槍管固定在原有滑膛槍管內，改造後槍管具8條右旋來復線。鑑識人員並量

測彈室及槍管矽膠鑄模的尺寸，測得之數據為：槍管內徑11.7 mm、彈室內徑13.0 mm、彈室長53.8 mm。經參考「Cartridges of the World」一書11版「Cartridge Identification by Measurement」章節之資料，發現可適用於該改造槍管和彈室規格的標準口徑定裝彈包括：.45-75口徑子彈、.45-70 Sharps口徑子彈和11.7 mm Danish Remington子彈。45-70 Sharps子彈為過時彈種，已無法取得，鑑識人員改用尺寸相同的45-70 Government口徑子彈進行裝填及試射，結果該改造信號槍可正常擊發並射出彈頭。鑑識人員拆解查獲的.454 Casull口徑子彈，並移除火藥後，使用改造信號槍進行裝填試驗，結果因子彈尺寸較彈室為小，無法正常裝填，判定改造信號槍不適合用於射擊查獲之.454 Casull口徑子彈。由此一改造二次大戰德國製信號槍成為可發射定裝彈槍枝的案例可知，即使是開放槍枝的國家，特定族群人士仍可能因不能合法持有槍枝，而將信號槍改造成可射擊子彈之槍枝。其改造方式、能否發射子彈、適用子彈之口徑等關鍵問題都須由槍彈鑑識人員鑑定確認。同時也證明槍枝辨識和性能檢驗是實施信號槍鑑定的必要步驟。



② 信號槍改造成步槍案例⁽⁶⁾

在實施槍枝管制政策的開曼群島（Cayman Islands），一名員警值勤時查獲攜帶槍枝之嫌犯。依該群島法律之定義，管制槍枝為「致命性管狀武器（lethally barreled weapon）」，即管制槍枝必須具備可供發射彈頭的槍管，射出彈頭須具備致人於死或造成嚴重傷害之能力。因此查獲槍枝必須經槍彈鑑識人員鑑定，判定其機械結構和機械性能是否符合「致命性管狀武器」的法律要件。

鑑識人員辨識判定，該槍枝為改造槍枝，改造前為海軍用25 mm口徑Orion手槍型信號槍，發射出之信號星體可達375英尺高，發光信號持續時間7秒。改造後為頂斷式（break-top）手動操作單發射擊槍枝，沒有容彈具，每次射擊僅能在彈室內裝填一發子彈。槍管之改造方式為在槍口外接金屬套管，外接套管內塞入以膠帶纏繞固定的較小口徑內槍管，槍枝外形類似鋸掉槍托之步槍。量測發現槍枝全長20英吋，外接金屬套管長16英吋，內塞槍管長13.75吋。測得之內塞槍管口徑為0.458吋，鑑識人員研判嫌犯可能預計用來裝填.45 Colt Long或.44 Magnum子彈。

開曼群島警方擁有的子彈種類有限，鑑識人員找不到適用口徑之子彈，改用.40 S&W及.38 SPL兩種常見較小口徑子彈的含底火彈殼，進行裝填測試及試射鑑定。裝填時先在彈殼外部纏繞透明膠帶，使其外徑加大至符合彈室內徑，再將彈殼裝填至彈室內。試射時雖經多次扣引扳機，完成擊發動作，但均未能有效擊發彈殼內之底火。經詳細檢視槍枝機械結構，發現撞針彎曲，射擊時無法有效打擊底火，造成底火不發火之結果。本案例涉案槍枝鑑識結果顯示，機械結構大致完整，機械性能操作正常的改造槍枝，仍須詳細檢視是否存在可影響槍枝性能的結構瑕疵。此外若能取得適用子彈，也應進行含底火彈殼的裝填及擊發試驗，以確認其擊發性能是否正常，供為研判槍枝殺傷力之重要依據。

貳、實驗部分

一、實驗器材

(一) 實驗用信號槍

本文實驗用的不同類型金屬材質信號槍共4枝，分別為單發長槍型信號槍、單發手槍型信號槍、鋼筆型信號槍和半自動手槍型信號槍，其編號及相關鑑識特徵如表一所示。

表一、實驗用信號槍編號及特徵

編號	槍枝類型	槍管口徑	操作方式	容彈具	改造方式
01	單發長槍	26.5 mm	手動折斷式	無	加裝長槍管
02	單發手槍	26.5 mm	手動折斷式	無	未改造
03	鋼筆槍	10 GA	手動螺旋式	無	未改造
04	半自動手槍	6.5 mm	半自動後擊式	盒式彈匣	換裝鋼鐵槍管

(二) 實驗用空包彈及鋼珠

編號04改造半自動手槍型信號槍實驗用空包彈兩種，口徑9 mm × 22 mm，彈底標記分別為「OZK 9 mm P.A.」和「UMA 9 mm P. A. Knall」。試射用鋼珠直徑6 mm，質量0.88 g。

(三) 彈頭測速器

德國Neco廠製BMC-19型彈頭測速器，測速範圍為85 m/s至2,000 m/s，第1光柵與第2光柵相距34.5 cm。

(四) 掃描電子顯微鏡/X射線能譜分析儀

使用日本Jeol廠JSM-IT500型掃描電子顯微鏡配合英國Oxford廠X-Max型X射線能譜分析儀（SEM/EDS）進行編號01信號槍彈室材料的元素分析。操作時掃描電子顯微鏡加速電壓20 KV，樣品傾斜角0度，工作距離10 mm，觀察影像為二次電子像。X射線信號蒐集範圍為0至20 KeV，每20 eV為1個channel。譜峰辨識採自動辨識，並以人工辨識進行確認。

二、實驗方法

(一) 槍枝辨識及性能檢驗

進行信號槍辨識時，觀察並記錄槍枝上之廠牌、型號、口徑、槍枝序號、驗證標記、專利標記、製造國等標記，並辨識其特徵及意義。接著量測槍枝全長、全高、槍管長度、槍管內徑、槍管外徑、彈室內徑、彈室外徑。另針對金屬材質之主要組件進行磁性吸引測試，區別鋼鐵材料及非鐵金屬材料。必要時，採取相關金屬材料樣品，進行元素分析。

進行信號槍性能試驗時，將槍枝大部分解，觀察其機械構造。並分別進行裝填、閉鎖、待擊發、擊發、開門、抽殼、拋殼等射擊循環機械性能測試。以確認其機械性能、機械操作方式、射擊模式和扳機動作模式。

（二）槍枝金屬材料元素分析

編號01信號槍之黃銅色彈室及圓錐形套筒部分，以鎢鋼刀切取少量樣品，洗淨後黏附於貼有雙面碳膠之樣品座上，以掃描電子顯微/X射線能譜分析法進行元素分析。

（三）槍口動能測試

本文就取得適用口徑子彈之編號04改造信號槍進行試射，並測定彈丸射速，計算彈丸動能及動能密度。試射時彈頭測速器第一光柵置於距槍口100公分處，距槍口150公分處放置3A級防彈衣以阻擋並回收金屬彈丸，防彈衣前方放置貫穿動能為22.4 J/cm²的監測鋁板1片。監測鋁板的終端彈道破壞效應，有助於判定射出金屬彈丸的殺傷力。

試射前取直徑6 mm、質量0.88 g鋼珠，以紙張裹緊鋼珠，使其直徑略大於6.5 mm，再以金屬桿將包覆紙張鋼珠從槍口擠入槍管達彈室前端。接著將口徑9 mm P.A.K制式空包彈從後膛手動裝填至試射改造信號槍彈室內，完成閉鎖待擊發，最後扣動扳機完成射擊及彈丸測速。

參、結果與討論

一、槍枝辨識及性能檢驗

（一）單發長槍型信號槍

編號01長槍型信號槍具備手槍握把及大口徑長槍管，可由後膛頂端折開槍管，以利從後膛裝填彈藥及退出彈殼，初步研判為改造自大口徑信號槍之槍枝，其右側外觀如圖一。本文各圖所附之比例尺，因放置高度及透視效果之故，無法精準用於量測圖中物體之尺寸，各相關尺寸請參考內文描述之數據。槍枝表面可觀察到多種槍枝標記，其中槍身左側標記包含數種文字、圖案和數字標記，如圖二。內容為「SCHERMULY' S」之標記顯示其為英國Schermuly Pistol Rocket Apparatus Ltd.所生產。另有驗證檢視標記，為皇冠與字母V組成之標記，係英國倫敦槍彈驗證局自1670年開始使用之檢視標記⁽⁷⁾。「SCHERMULY' S」標記下方有專利號碼標記「PAT NO 50332」，及「S2」之槍枝型號標記，S代表Schermuly。此外槍身右側有「2732」之槍枝序號標記，如圖三。



圖一、編號01長槍型改造信號槍右側外觀



圖二、編號01改造信號槍槍身左側之文字、圖案和數字標記



圖三、編號01改造信號槍槍身右側之槍枝序號標記

編號01改造信號槍槍管彈室端左側則另有兩個驗證局標記（圖四），由皇冠與V字母組成者為倫敦槍彈驗證局檢視標記，皇冠與「GP」字母組成者為倫敦槍彈驗證局1637年起使用之標記，用於標記經黑色火藥彈藥試射驗證合格之滑膛槍。前述兩處之驗證標記證明，編號01改造信號槍為英國倫敦槍彈驗證局驗證合格之滑膛槍。將編號01改造信號槍之槍管與槍身拆解後，可在槍管彈室端下方觀察到英文字母「S」之標記（圖五），研判為槍枝型號標記，S代表Schermuly。

綜合前述槍枝標記辨識結果，研判編號01槍枝為由英國倫敦槍彈驗證局黑色火藥彈藥驗證合格之滑膛槍，其廠牌型號為「Schermuly Pistol Rocket Apparatus Ltd.」廠生產之「S2」型槍枝，槍枝序號為2732。

編號01改造信號槍由槍管、槍身及握把所組成，槍身內之槍機含有擊發裝置。槍身下方有扳機和護弓，槍身後側上方有含固定撞針之擊錘。其扳機操作模式為單動扳機，射擊前須手動向後壓下擊錘完成待擊發，接著扣動扳機釋放擊錘向前落下，使撞針撞擊彈室內彈藥之底火，完成擊發。



圖六、編號01改造信號槍自上方折開，露出彈室之開門狀態

槍管與槍身結合處呈鉸鍊狀，可轉動槍管使槍管彈室端與槍身之槍機面密合或旋開，以便裝填彈藥及退出彈殼。槍機上方有一可將槍管與槍機閉鎖之套環，閉鎖套環可扣緊槍管末端之閉鎖卡槽，完成槍管與槍身之閉鎖。將開門鈕向下壓，可使閉鎖套環向後脫離彈室上方的閉鎖卡槽，形成開門狀態，再旋轉槍管，可將槍管向下折開，如圖六。機械結構檢測結果顯示，編號01槍枝為機械結構完整之後膛裝填火藥式槍枝，操作模式為手動操作單發射擊。

編號01改造信號槍量測得之槍枝全長58.6 cm、槍枝高15.5 cm、槍管全長48.3 cm。槍管從彈室端開始可分成4部分，分別為長約1 cm的閉鎖卡槽，長約6 cm的彈室，長約6 cm的圓錐形套筒，長35.3 cm的槍管部。其中彈室外徑37 mm，彈室內徑28 mm，彈室壁厚4.5 mm。磁性吸引測試結果顯示，黃銅色的圓錐形套筒為非鐵金屬，槍管為鋼鐵材質。槍口外徑55.23 mm，內徑51.17 mm，槍管厚2.03 mm。槍管內部貫通無阻礙物，槍管為內壁無來復線之滑膛槍管。



圖四、編號01改造信號槍彈室左側的黑色火藥驗證標記和檢視標記



圖五、編號01改造信號槍彈室端下方之英文字母「S」標記

機械性能測試結果，編號01改造信號槍可正常折開槍管完成開門，露出槍管後端之彈室。槍管及彈室內部貫通無阻礙，可正常裝填適用口徑之彈藥。經折回槍管，彈室與槍機面可密合完成閉鎖。接著手動壓擊錘向後至待擊發位置，再扣動扳機，擊錘迅速向槍機面落下，擊錘上之固定撞針可穿過槍機之撞針洞，突出槍機面之外。彈室內若裝填有彈藥，撞針可正常擊發底火，引燃發射火藥而射出拋射體。彈室為非鐵金屬材質，槍管為鋼鐵材質，槍管和彈室均貫通，研判可承受發射火藥爆燃產生之高膛壓，順利射出拋射體。根據彈室內徑為28 mm研判，編號01槍枝原為槍管口徑26.5 mm之信號槍，經改造成槍管前端口徑較大且長度增長之拋繩槍，除可發射信號彈之外，亦可發射拋繩火箭⁽⁸⁾。

性能檢驗結果顯示，編號01槍枝為具金屬材質槍管和槍機之信號槍，機械結構完整，機械性能正常，具備擊發適用口徑彈藥之能力，且已有遭信號彈擊中而致死的案例報導⁽⁹⁾，研判編號01槍枝可擊發適用子彈射出具殺傷力金屬彈丸。

(二) 單發手槍型信號槍

編號02手槍型信號槍具手槍握把和大口徑槍管，可由折開之後膛裝填彈藥及退出彈殼，由外型研判為Very Pistol信號槍，其右側外觀如圖七。編號02手槍型信號槍表面有數種標記，在黃銅色金屬材質槍身右側之鋼鐵材質閉鎖卡榫上標記有槍枝序號「1251」，如圖八。槍身下方前端及槍管後端彈室上方外側均有槍枝序號標記和雙菱形交叉之廠牌商標標記，全槍3處槍枝序號相同，均為1251，如圖九。顯示編號02手槍型信號槍為原廠製造，未經改造之信號槍。

編號02手槍型信號槍由槍管、槍身及握把所組成，槍身內之槍機含有擊發裝置。槍身下方有扳機，但無護弓，且經測試扳機行程極短，顯示其為單動射擊槍枝，無法進行複動射擊。槍身後側上方有不含撞針之擊錘，撞針為位於槍機內之浮動慣性撞針，射擊時擊錘撞擊撞針，將衝量傳遞給撞針，再由撞針藉由動慣性向前，擊發彈室內之信號彈。



圖七、編號02之Very Pistol型信號槍右側外觀



圖八、編號02手槍型信號槍槍身右側閉鎖卡榫上之槍枝序號標記



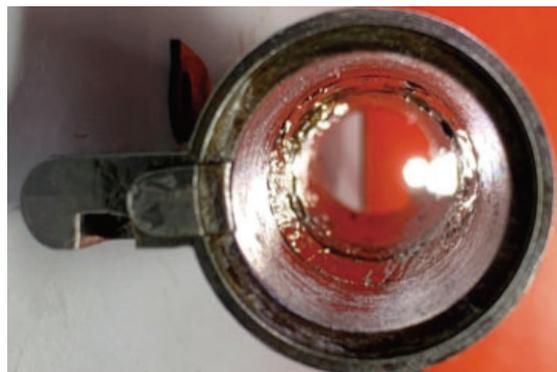
圖九、編號02手槍型信號槍槍身下方前端（左）及槍管後端上方（右）之槍枝序號及廠牌

編號02手槍型信號槍槍管與槍身之結合處呈鉸鍊狀，槍身左側有一圓形開門按鈕，按下按鈕可解除閉鎖卡榫與卡槽之結合，向下轉動槍管，可使彈室與槍機面相互旋開，完成開門（圖十）。開門時彈室下方退殼器可將射擊過彈殼或未擊發彈藥推出彈室，完成退殼以利裝填新彈藥。接著向上折回槍管，即可完成閉鎖及待擊發。機械結構檢測結果顯示，編號02槍枝為機械結構完整，由後膛裝填信號彈之槍枝，擊發方式為擊錘撞擊浮動之慣性撞針擊發彈藥，操作模式為手動操作單發射擊。

編號02槍枝量測得之全長約32.2 cm，高約14.3 cm，槍管全長約23.1 cm，槍管口部外徑29.3 mm，內徑26.5 mm，槍管厚1.3 mm。彈室外徑34.7 mm，彈室內徑26.5 mm，彈室壁厚約4 mm。容納彈殼突出之底部邊緣的彈室定位槽內徑31.8 mm，彈室長75.5 mm。磁性吸引測試結果顯示，槍管、槍機、撞針、擊錘和閉鎖卡榫均為鋼鐵材質，槍身和握把金屬研判為銅合金材質。槍管內部貫通無阻礙物，槍管內壁無來復線，為滑膛槍管，如圖十一。



圖十、編號02手槍型信號槍槍管折開之開門狀態，箭頭指向開門按鈕。



圖十一、編號02手槍型信號槍槍管貫通，內壁無來復線，為滑膛槍管

機械性能測試結果顯示，編號02槍枝可正常折開槍管完成開門，露出彈室以便裝填彈藥及退殼。槍管及彈室內部貫通無阻礙，可正常裝填適合口徑之信號彈。經折回槍管，彈室與槍機面可密合完成閉鎖。將擊錘向後壓至待擊發位置，接著扣動扳機，可使擊錘向前落下並擊錘撞擊撞針後端，使撞針向前運動穿過撞針洞，突出槍機面。彈室內若有彈藥上膛，撞針可正常擊發彈藥之底火，引燃發射火藥而射出拋射體。編號02槍枝之槍管和槍機均為鋼鐵材質，研判可承受擊發彈藥產生之高壓火藥燃氣，順利射出拋射體。性能檢驗結果顯示，編號02槍枝為金屬材質信號槍，機械結構完整，機械性能正常，具備擊發彈藥之能力，並能承受火藥燃氣產生之高壓，研判可擊發適用子彈射出具殺傷力金屬彈丸。

（三）鋼筆型信號槍

編號03槍枝為由兩節金屬管狀物旋合而成之鋼筆型信號槍，其右側外觀如圖十二。具黑色包覆物之前方節為槍管，後方節兼具槍身和握把功能，槍機位於後方節機匣內。將兩節金屬管

旋開分解後之外觀如圖十三。在槍枝表面觀察得數種標記，槍身右側之標記如圖十四，包括取得專利之3個日期和槍枝序號B1079。另槍身後端底面有環繞狀文字標記（圖十五），標示出製造者名稱Federal Laboratories, Inc.及其所在國家、州與城市Pittsburgh, PA. U.S.A.。



圖十二、編號為03鋼筆型信號槍右側外觀



圖十三、編號為03鋼筆型信號槍分解後外觀，上為槍身和握把，下為槍管



圖十四、編號03鋼筆型信號槍身右側標記



圖十五、編號03鋼筆型信號槍槍身底部標記

編號03槍枝由槍管和圓管狀槍身握把所組成，槍身握把內含槍機及擊發裝置。槍身側方有按鈕式扳機，扳機按鈕兩側有突出之保護裝置，以防止意外觸壓扳機，但無護弓，如圖十六。槍枝無擊鎚，手動將槍身底部槍機拉柄向後拉到底（圖十七），即完成待擊發狀態。接著壓下扳機按鈕，可釋放撞針向前，擊發彈室內彈藥。為單動扳機之單發射擊槍枝。槍管與槍身以螺紋旋合閉鎖，必須旋轉槍管使彈室與槍機面旋開，完成開門。再手動從彈室端缺口將射擊過彈殼或未擊發彈藥取出，以便裝填新彈藥。接著將槍管與槍身握把旋合，即可完成閉鎖，再拉槍機拉柄完成待擊發。

機械結構檢視結果顯示，編號03槍枝為機械結構完整，由後膛裝填彈藥之鋼筆型信號槍。以單動模式操作扳機，釋放壓縮主彈簧帶動撞針向前衝擊可擊發彈藥，屬手動操作之單發射擊槍枝，以旋轉槍管之方式進行閉鎖和開門。



圖十六、編號03鋼筆型信號槍之扳機按鈕



圖十七、編號03鋼筆型信號槍槍機拉柄向後拉到底之待擊發狀態

編號03槍枝量測得之全長23 cm，槍管長13.6 cm，槍管口部外徑30.6 mm，內徑22.2 mm，槍管厚3.8 mm。彈室外徑30.0 mm，彈室內徑22.4 mm，彈殼定位處彈室內徑23.8 mm，彈室壁厚3.7 mm。磁性吸引測試結果顯示，撞針為鋼鐵材質，槍管、槍身和槍機略帶磁吸性，且斷面為黃銅色，研判為銅合金外包薄層鋼鐵。槍管內部貫通無阻礙物，內壁無來復線，為滑膛槍管，如圖十八。經以標準口徑啞彈進行明確口徑量測，結果彈室可裝填10 GA口徑散彈，如圖十九。研判銅合金槍管無法承受擊發10 GA散彈產生之高膛壓，編號03槍枝應為專供射擊10 GA信號彈之信號槍。

編號03槍枝可正常旋開槍管完成開門，露出彈室供裝彈及退殼。槍管內部貫通，可裝填10 GA口徑彈藥。經旋回槍管與槍身結合，可完成閉鎖。將槍機拉柄後拉可完成待擊發。壓下扳機按鈕，釋放主彈簧可使撞針迅速向前，穿過槍機撞針洞突出槍機面，撞擊彈室內彈藥之底火，擊發彈藥射出拋射體。雖然鋼筆型信號槍的口徑較小，槍管也較短，但國外已有多起發射鋼筆型信號槍致人嚴重受傷的案例^(10,11)。性能檢驗結果顯示，編號03槍枝機械結構完整，槍管和槍機均為金屬材質，機械性能正常，研判可擊發適用子彈，射出具殺傷力彈丸。



圖十八、編號03鋼筆型信號槍槍管貫通，為無來復線之滑膛槍管



圖十九、編號03鋼筆型信號槍彈室可裝填10 GA口徑之散彈啞彈



圖二十、編號04半自動手槍型信號槍右側外觀

(四) 半自動手槍型信號槍

編號04槍枝之外觀、材質和機械結構酷似制式半自動手槍，其右側外觀如圖二十。槍枝表面有大量標記，滑套左側接近槍口處有「RETAY PT-24 Full Auto」廠牌型號及可全自動射擊之標示，如圖二十一。滑套右側接近槍口處有「by Retay Arms, Turkey」之製造廠和製造國標示，並有「Cal. 9 mm P.A.K」之明確口徑標示，如圖二十二。在槍口加裝轉接器，即可供發射信號彈⁽¹²⁾。利用擊發空包彈產生之高壓火藥燃氣發射信號彈時，可將發光星體射至50公尺高，若發射含發射火藥之信號彈，則發光星體發可達100公尺高。在歐洲此類信號槍也常被改造成射擊實彈之致命性槍枝，防制非法武器走私之國際機構曾建議各國重視信號手槍的交易和改造問題⁽¹³⁾。



圖二十一、編號04半自動手槍型信號槍滑套左側槍口端之廠牌型號標示



圖二十二、編號04半自動手槍型信號槍滑套右側槍口端之製造廠、國別和明確口徑標示

編號04槍枝彈室塊右側有「RPTYC-181101520」之槍枝序號標示，如圖二十三。滑套右側後端有安全鎖，可使用鑰匙鎖住滑套，使其無法向後拉動，制止子彈上膛及待擊發之操作，安全鎖上有「LOCK」之標示如圖二十四。滑套左側後端有手動保險鈕，順時針轉動保險鈕露出字母S，為關保險狀態，如圖二十五。手動保險可解除扳機與擊錘之連動，使扣引扳機擊發之功能失效，以預防誤扣扳機造成槍枝意外擊發。



圖二十三、編號04半自動手槍型信號槍彈室塊右側之槍枝序號標示



圖二十四、號04半自動手槍型信號槍滑套右後端之安全鎖標示



圖二十五、編號04半自動手槍型信號槍滑套左側後端的手動保險標示

編號04槍枝為遭改造之半自動手槍型信號槍，改造方式為移除制式信號槍之含阻鐵金屬槍管，換裝貫通之鋼鐵材質金屬槍管，使改造槍枝可射擊適用子彈，經由槍管射出金屬彈丸。改造槍管係利用後端之螺紋旋入槍身的彈室塊，完成與槍身之結合。經磁性吸引測試結果，其槍管、彈室塊、撞針組、爪子勾、退殼鋌、復進簧桿組和彈匣均為鋼鐵材質。滑套、槍機和擊錘為非鐵金屬材質，槍身和扳機為聚合物材質。其槍管內面無來復線，有環狀鑽孔工具痕跡，屬滑膛槍管。

編號04槍枝之量測特徵為：槍枝全長19.1 cm，高14.5 cm，槍管長69.8 mm，槍口內徑6.5 mm、外徑13.8 mm，彈室塊長44.1 mm、寬17.2 mm、彈室圓筒部內徑9.3 mm。雖然原始信號槍之口徑為9 mm，其彈室也保持9 mm P.A.K之規格，但改造後槍管內徑內徑僅6.5mm，已不適合射擊彈頭直徑較大之9 mm口徑制式子彈。

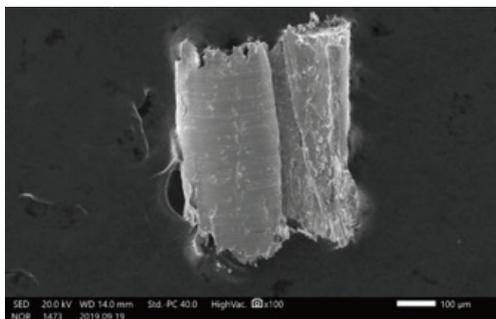
經大部分解後，編號04槍枝主要零組件包括：滑套、槍管、槍身彈室塊、復進簧桿、復進簧、復進簧桿受納座、分解結合銷、彈匣。彈匣為鋼鐵材質，結構完整，左側有「PT」之標示，可正常裝填口徑9 mm P.A.K空包彈，彈匣容量為15顆彈藥。各零組件外型、材質、機械構造、尺寸及重量均類似真槍，顯示編號04槍枝之機械結構完整。

以空彈匣進行裝卸試驗，結果彈匣之裝卸功能正常，可正常使用。以手動方式進行空槍操作試驗，操作動作包括開門、抽殼、拋殼、後座到位、復進、上膛、閉鎖及待擊發，結果編號04槍枝的射擊循環機械功能均正常。接著進行空槍擊發試驗，先拉滑套完成槍枝待擊發，接著扣引扳機實施射擊，結果擊發動作正常。另裝填制式9 mm P.A.K口徑空包彈，進行擊發測試，結果順利擊發空包彈，並完成抽殼、後座、拋殼和復進等射擊循環動作。

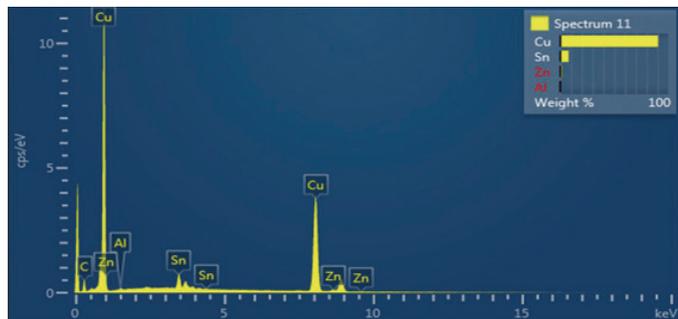
性能檢驗結果顯示，編號04槍枝機械結構完整，槍管、槍機和滑套均為金屬材質，槍管貫通，機械性能正常，研判可擊發適用口徑之彈藥，承受火藥燃氣產生之高膛壓，射出具殺傷力金屬彈丸。

二、槍枝金屬材料元素分析

編號01長槍型信號槍槍管之黃銅色彈室及圓錐形套筒部分，經採取微量樣品以掃描電子顯微/X射線能譜分析法進行元素分析，結果顯示其為含銅、錫、鋅、鋁之合金，金屬材料樣品之二次電子像和X射線能譜分別圖二十六和圖二十七。由於測得之銅、錫和鋅的含量各為約89%、8%和2%，並測得微量之鋁元素，研判編號01長槍型信號槍的彈室及圓錐形套筒部分為青銅材質。青銅材料之機械強度雖不如鋼鐵材料，但早期使用黑色火藥為發射能量來源之前膛砲和前膛槍，經常使用青銅為砲管和槍管之製造材料^(14,15)，顯示只要厚度足夠，青銅材料製成之槍枝組件仍能承受擊發彈藥時火藥燃氣所生之高膛壓。



圖二十六、編號01長槍型信號槍槍管彈室及圓錐形套筒採得樣品之二次電子像



圖二十七、圖二十六所示樣品元素分析所得之X射線能譜

三、槍口動能測試

本文就可取得適用子彈之編號04半自動手槍型信號槍進行試射，並測定射出彈丸射速。試射之彈丸為直徑6 mm、質量0.88 g之鋼珠，並以紙張包覆至直徑略大槍管內徑6.5 mm。試射前將鋼珠從前膛裝入，並從後膛裝填9 mm P.A.K制式空包彈，完成閉鎖待擊發後進行試射。結果順利擊發射出鋼珠，測得鋼珠射速為392.1 m/s，射出鋼珠並穿透貫穿動能為22.4 J/cm²的監測鋁板，監測鋁板上彈孔之終端彈道盤狀效應和瓣狀效應形態特徵如圖二十八。



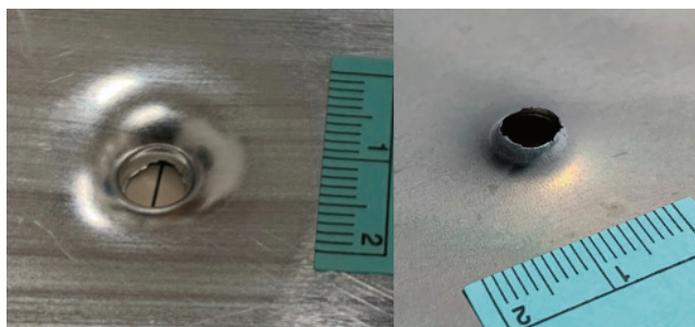
使用下列公式計算射出鋼珠動能和動能密度，以便研判編號04信號槍擊發制式空包彈射出鋼珠之殺傷力：

$$E = mv^2/2 \quad (1)$$

$$a = \pi r^2 \quad (2)$$

$$ED = E/a \quad (3)$$

其中 E 、 m 、 v 、 a 、 r 、 ED 分別為射出鋼珠之動能、質量、射速、截面積、半徑和動能密度。計算結果，射出鋼珠動能為67.65 J，射出鋼珠動能密度為239.26 J/cm²，約為我國司法實務槍彈殺傷力判定標準20 J/cm²的12倍，監測鋁板遭貫穿也佐證射出鋼珠具殺傷力，試射鑑定結果證明前述性能檢驗法之殺傷力鑑定結果正確可信。



圖二十八、編號04信號槍射出鋼珠貫穿監測鋁板之射入（左）及射出（右）彈孔

四、辨識特徵比較

將4枝不同類型信號槍經性能檢驗後之重要辨識特徵及性能特徵列於表二，可發現每枝槍都有廠牌和槍枝序號標記，其中3枝可辨識出其製造國，2枝具備型號標記，顯示廠牌和槍號是信號槍最重要的身分辨識特徵，其次依序是製造國和型號。不論何種口徑之信號彈，擊發時產生之膛壓都遠低於相近口徑之制式定裝彈，因此絕大部分信號槍都未進行高膛壓子彈驗證測試，僅英國製信號槍具備驗證標記。由於信號槍功能異於射擊實彈之槍枝，製造者常針對其機械結構和操作方式進行特殊設計，故有2枝具備專利號碼標記。

此外不論其口徑、槍枝長度和槍管長度為何，4枝信號槍都具備金屬材質之槍管和槍機，除半自動手槍型信號槍外，其餘槍枝的槍身也都是金屬材質，因此射擊時都能承受一定程度以上的高膛壓。且4枝信號槍的機械結構都完整，機械性能均正常，編號01、02和03等類型信號槍在國外有射擊而致人死傷之案例報導，編號04信號槍則經槍口動能測試證明具備殺傷力。綜前所述，本文探討的4枝信號槍都具備殺傷力。

表二、實驗用信號槍重要辨識特徵及性能特徵

特徵	編號01槍枝	編號02槍枝	編號03槍枝	編號04槍枝
槍枝全長	58.6 cm	32.2 cm	23 cm	19.1 cm
槍管長度	48.3 cm	23.1 cm	13.6 cm	6.98 cm
口徑標記	無	無	無	9 mm P.A.K
槍管材質	鋼鐵	鋼鐵	銅合金外包鋼鐵	鋼鐵
槍機材質	銅合金	鋼鐵	銅合金外包鋼鐵	非鐵金屬
槍身材質	銅合金	銅合金	銅合金外包鋼鐵	聚合物
手動保險	無	無	無	有
廠牌標記	Schermuly's	有	Federal Laboratories	Retay Arms
型號標記	S2	無	無	PT-24
製造國	英國	無法研判	U.S.A.	Turkey
槍枝序號	2732	1251	B1079	RPTYC-181101520
驗證標記	倫敦驗證局	無	無	無
專利標記	有	無	有	無
機械結構	完整	完整	完整	完整
機械性能	正常	正常	正常	正常
殺傷力	具殺傷力	具殺傷力	具殺傷力	具殺傷力

從本文信號槍辨識結果可知，實施槍枝辨識時，首先要確認槍枝的類型，並就其機械結構特性，如開門和閉鎖和方式、是否經改造等，進行檢視。並對槍枝主要組件材料進行初步判定，如鋼鐵材質、非鐵金屬、聚合物等材料的判別。槍管特徵是辨識槍枝的重點，包括量測特徵如口徑和長度，以及來復線分類特徵。機械性能直接影響槍枝的治安威脅，其中槍枝操作方式決定射擊循環速率，循環射速越高，越容易在短時間內造成重大傷亡。可實施全自動射擊和點放射擊的槍枝，其治安威脅最大。其次為半自動射擊槍枝，接著才是手動連續射擊槍枝。手動操作的單發射擊槍枝則因火力最小，較少淪為犯罪工具。保險裝置關係到槍枝使用安全，自動保險可預防槍枝掉落或遭撞擊造成的意外擊發，手動保險則可預防射擊者疏忽造成的走火。容彈具的種類和容量是決定槍枝火力的重點，具大容量彈匣的全自動槍枝，火力最為驚人。各式標記呈現槍枝的基本資料，也是辨別制式槍和非制式槍的重要依據，槍枝表面的重要標記包括：廠牌、型號、明確口徑、商標、警語、槍枝序號、製造廠址與製造國。驗證標記不僅可用於確認制式槍，並確保其可安全射擊標準膛壓制式子彈，也可供研判槍枝驗證年分、適用子彈和槍枝來源。

以性能檢驗法鑑定槍枝殺傷力時，首先應分解槍枝並檢視其機械結構。確認其結構完整且尺寸正常後，再使用適用口徑之啞彈進行操作測試，證明其可正常完成裝填、閉鎖、待擊發和擊發等動作，並確認其他射擊循環步驟的機械性能正常。有適用子彈時，應試射含底火空彈殼，證明其可擊發子彈底火，引燃發射火藥完成接續之內彈道反應。同時須確認槍管通暢，高壓火藥燃氣可推送彈頭經由槍管射出。最後根據槍管和槍機的材質、尺寸和結構，研判槍枝可否承受高膛壓而射出具殺傷力彈頭。因此，性能檢驗法係根據槍枝內彈道特性研判其是否具備殺傷力，特別適合應用於缺乏適用子彈或射擊時可能危及鑑定安全的改造槍枝殺傷力鑑定。



肆、結論

信號槍的設計、製造、運輸、販售、使用方式、安全要求和管理法制，在基本理念上與輕型槍枝並無太大差異，因此金屬材質信號槍的機械構造、機械性能、外觀型態、尺寸大小和各種辨識標記都與輕型槍枝相近。因此進行信號槍殺傷力鑑定時，槍枝辨識仍為首要步驟，國外的改造信號槍鑑定案例也證明槍枝辨識步驟的必要性。本文實驗結果顯示，信號槍的機械操作方式以手動操作、單發射擊為主流，且多無手動保險裝置及標記，辨識標記著重於廠牌、型號、製造國和槍枝序號，較少標示明確口徑。擊發信號彈所生膛壓較低，故實施驗證並具備驗證標記者也較少。信號槍上之標記數量較制式輕型槍枝少，進行信號槍辨識時，即使嚴格遵照輕型槍枝辨識程序，所能獲得的資訊仍較少，故平時即應蒐集與信號槍辨識相關的參考資料，以備刑案物證鑑定之用。

擊發信號槍時其能量來源和輕型槍枝相同，都是火藥爆燃產生的高壓火藥燃氣，故其內彈道原理相同。使用性能檢驗法鑑定槍枝殺傷力即以內彈道學基本原理為依據，因此性能檢驗法也適用於信號槍的殺傷力鑑定。本文實驗結果證明，應用性能檢驗法就不同類型之金屬材質信號槍進行殺傷力鑑定，可獲得明確的鑑定結果。發射信號槍造成傷亡的國外案例報導，也佐證了金屬材質信號槍的確可發射出具殺傷力拋射體之事實。本文就可取得適用子彈之信號槍，再以動能測定法鑑定，以驗證性能檢驗法殺傷力鑑定結果的正確性，結果證明性能檢驗法是可信賴的信號槍殺傷力鑑定方法。FACT

誌謝

本文感謝行政院科技部專案研究計畫的經費支持，
計畫編號MOST 108-2410-H-015-005-MY2。

參考資料

1. Home Office, 2016, Guide on Firearms Licensing Law, 2022/03/22下載自：https://www.nottinghamshire.police.uk/sites/default/files/FirearmsLicensingLaw_April2016.pdf.
2. 銃砲刀劍類所持等取締法，昭和三十三年法律第六号，2022/03/22下載自：https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=333AC0000000006_20220315_503AC0000000069.
3. 孟憲輝，2021，信號槍及信號彈管制問題初探，執法新知論衡，17卷第1期，pp.1-24。
4. 孟憲輝，2002，輕型槍枝辨識特徵綜論，刑事科學，53期，pp.103-128。
5. Dunbar D, 2014, Examination of a converted flare gun, AFTE Journal, 46 (4) : 312-313.
6. Greenspan A, 2011, Conversion of a 25 mm flare gun to a rifle, AFTE Journal, 43 (2) : 179-181.
7. British Proof, 2022/05/21下載自：<http://www.shotguns.se/html/uk.html>。
8. Spangler J, 2015, Guns to save lives- An introduction to line throwing guns, American Society of Arms Collectors Bulletin, 111: 90-125.
9. Brozek Mucha Z, 2009, A fatal shot with a signal flare- A crime reconstruction, J Forensic Sci, 54 (3) : 678-681.
10. Oliver DW, Ragbir M, Saxby PJ, 1997, Unusual pattern of injury caused by a pyrotechnic hand held signal flare, J Accid Emerg Med, 14: 258-264.
11. Martin NAJ et al, 2009, Pyrotechnic signal flare [‘miniflare’] injuries, JR Army Med Corps 155 (3) : 197-199.
12. Hannam AG, 2010, Trends in converted firearms in England & Wales as identified by the National Firearms Forensic Intelligence Database (NFFID) between September 2003 and September 2008. J Forensic Sci, 55 (3) : 757-766.
13. Florquin N, King B, 2018, From legal to lethal- Converted firearms in Europe, Small Arms Survey, Geneva, Switzerland,.
14. Papelitzky E, 2019, Weapons used aboard Ming Chinese ships and some thoughts on the armament of Zheng He’ s fleet, China and Asia, 1 (2) : 192-224.
15. Yin XD, 2008, Western cannons in China in the 16th—17th centuries, International Committee for the History of Technology, 14: 41-61.