

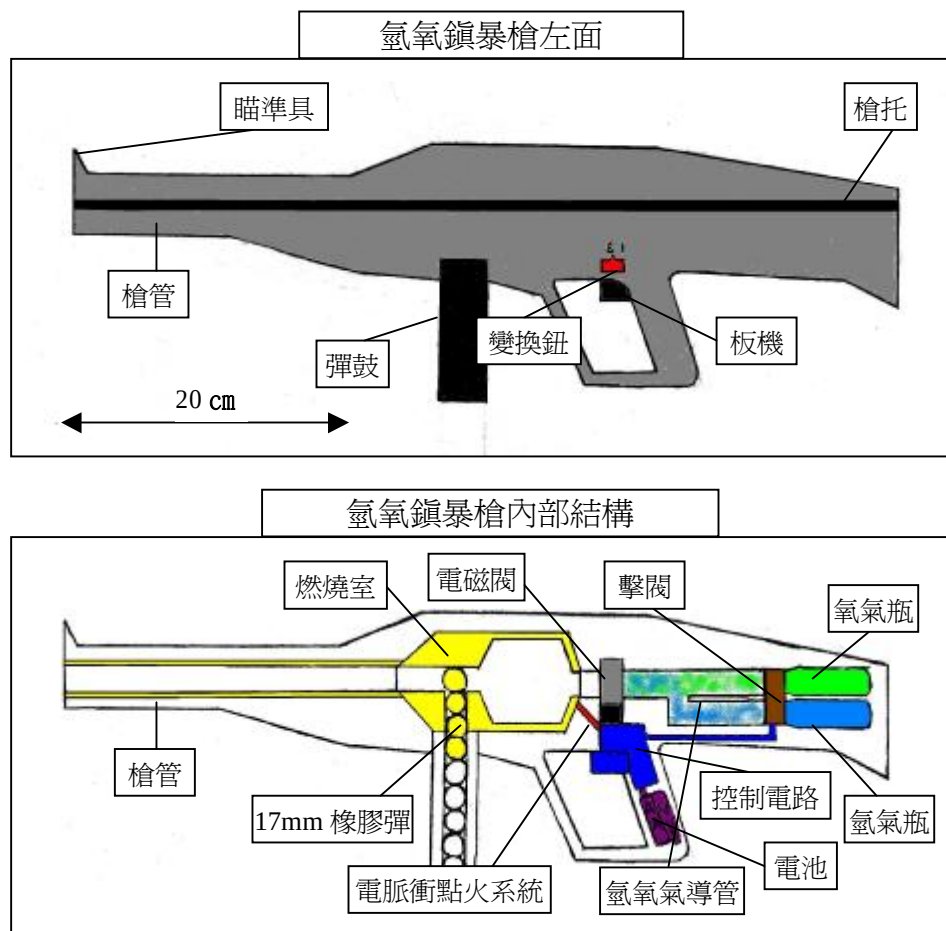
第五屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA5-327

作品名稱：

以科學玩具氫氧槍來探討 無彈殼槍枝



姓名：劉文豪

關鍵字：無彈殼槍、氫氣、氧氣

摘要

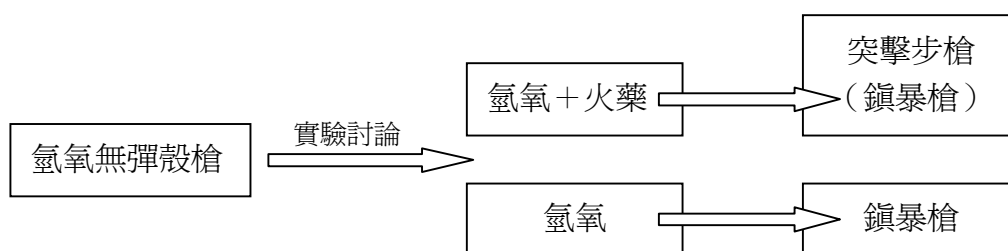
本研究構思可以利用氫氧氣擊發的無彈殼槍枝。實驗證明氫氧氣爆炸能產生極高的能量（45ml 氫氧混和氣體 2:1 爆炸時最大能推動一顆 0.55 克的鐵弗龍子彈，達到每平方公分動能 9.14 焦耳；而 60ml 以上氫氧混和氣體爆炸推動相同的子彈，則會超過法定標準每平方公分動能 20 焦耳）。但因產物為水，無法將壓力提升到和火藥爆炸一樣。故氫氧氣無法完全取代火藥替代槍枝擊發。

因此設計出以氫氧氣爆炸為底火或擊發動力的無彈殼子彈槍枝。依使用火藥與否，可分為使用火藥高殺傷性的無彈殼子彈突擊步槍及不使用火藥低殺傷性的鎮暴槍。

以氫氧氣擊發的無彈殼子彈突擊步槍設計的優點為子彈無銅彈殼包住，可增加攜帶量及減低製造成本、不因子彈無彈殼而槍機過熱導致走火、無瓦斯槍機的問題、可依情況改為鎮暴槍；缺點為目前氫氣難以取得、槍機有漏氣、難以閉鎖、使用電力擊發不穩定等問題。

以氫氧氣擊發的鎮暴槍設計的優點為使用氫氣爆炸擊發，不因天氣冷而汽化不完全導致威力減弱、可操控威力、安全性比其他燃燒氣體來的高；缺點為目前氫氣難以取得、使用電力擊發不穩定等問題。

經由先前氫氧槍的設計經驗結合鎮暴槍的設計，而實作出可以實際運用及印証效果的氫氧鎮暴槍。



目錄

聲明.....	4
研究動機.....	4
研究目的.....	5
研究設備與器材.....	5
研究過程或方法.....	5
研究結果.....	7
討論.....	7
結論.....	24
未來發展.....	25
自製氫氧槍及其他.....	27
參考資料.....	30

一.聲明

本研究主題雖以探討管制槍枝為主，但實驗部份及實作部份並無違反任何槍炮管制法，如：不使用金屬彈頭、不使用火藥底火、初速不超過 200m/s、動能不超過每平方公分 20 焦耳等。討論部分的槍枝設計比較也只是紙上談兵的設計，而非製作。實作部分的實驗槍及鎮暴槍動力來源為氫、氧氣引爆，也不違反任何法令。故並不需要擔憂本研究觸犯任何法令。另外本研究所有照片、圖片皆出於本人之手，所製作的實驗器材及設計的所有氫氧槍也皆出於本人個人創意，並無任何冒用。惟本報告所繪之圖，因資料收集不齊全，導致比例大小可能不完整或圖示不清，故應以文字描述為主。

二.研究動機

目前最新主流槍械是無彈殼槍，顧名思義就是子彈並無彈殼包圍，而是以高燃點火藥包住。在戰時可以節省銅的消耗，也可大大增加士兵攜帶彈藥量。但無彈殼槍最大的問題是在長時間持續擊發時，因為沒有彈殼可以帶走爆炸產生的高溫，使得槍機溫度過高而讓上膛的彈藥自動擊發。

右圖是一把個人自製的氫氧玩具 BB 槍，注入氫氧氣後用電子點火器引爆，產生出的威力令人震撼連連。一莫耳的氫氣燃燒可以放出 284 千焦的熱能，以 30 % 的熱能轉換可以使 40 發步槍子彈（一發約五克）每發達到初速 1000m/s 以上。



當未來氫、氧可以用在車輛運作，也可用於燃料電池的使用，再加上儲存系統的進步（奈米碳管），在戰時是可以讓士兵方便攜帶使用。

這使得我有一個疑問：是否可以利用氫氧氣代替火藥或底火來發射現代槍枝的子彈？氫氣燃燒只產生水，對槍管的腐蝕可減到最小，同時由於沒有彈殼不需要設計拋殼機構。那是否可以解決無彈殼槍的問題？

故本研究是以氫氧槍為材料，做擊發實驗來證實氫氧氣是否可產生足夠的動能來發射現代槍枝的子彈。最後再以單純創意想像去設計可能以氫、氧氣為擊發動力的真實無彈殼槍枝。

三.研究目的

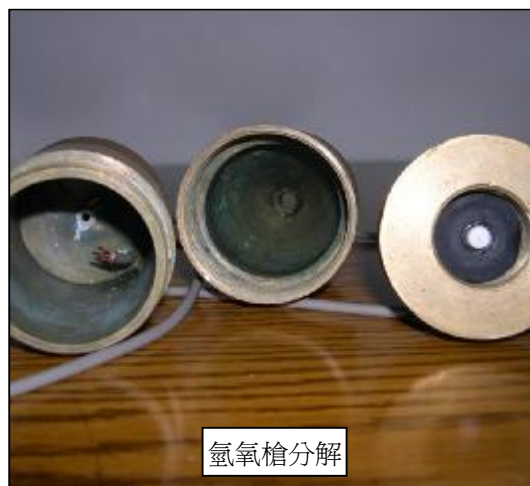
- (一) 氫氧槍燃燒室製作及測試擊發動能是否達到法定槍枝標準。
- (二) 比較 T65K2 及 HK G11、鎮暴槍來評估氫氧槍可能性及設計。
- (三) 打造出可行性的氫氧槍。

四.研究設備與器材

- (一) 氫氧槍製作材料：自製金屬燃燒室、三通管、止逆閥、電磁閥、12v 電池數個、電子點火器、注射針筒、自製簡易電解水氫氧氣製造裝置、自製 0.55 克鐵弗龍彈。
- (二) 動能測試：BB 槍專用測速器。
- (三) 攝影器材：數位相機。

五.研究過程或方法

- (一) 氫氧槍動能測試
 - 1. 先用電解水裝置製造氫氣、氧氣，並將自製的燃燒室以逆止閥抽出氣體造成燃燒室真空。

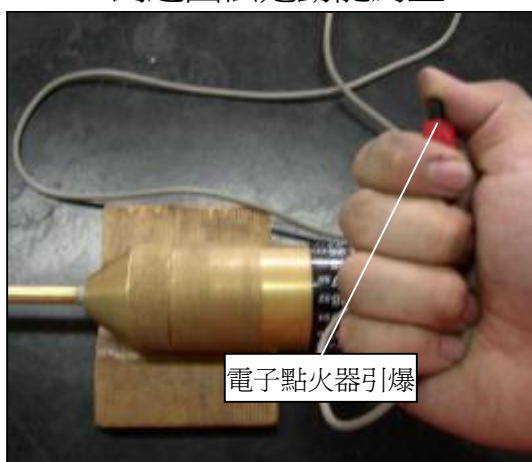




2. 再將氫氧混合氣體（氫氣、氧氣比例為 2：1，）由三通管打開開關吸入燃燒室（這樣可以避免注入氫氧氣時，氫氣或氧氣漏出）。取下逆止閥裝上 BB 槍管及子彈。



3. 最後以電子點火器引爆射出子彈，以測速器測射出子彈初速來算出動能（ $E = 1/2mv^2$ ）。重複 20 遍平均以求得精準數據。從 45 ml 開始，20 遍平均後再增 15ml（60、75、90ml~）重複實驗到超出法定動能為止。



六.研究結果

(一) 45ml (實驗環境溫度：31℃~32℃；溼度：61~65%)

	Max	Min	平均
初速 (m/s)	97.5	62.5	78.38
每平方公分動能 (J)	9.14	3.76	5.91

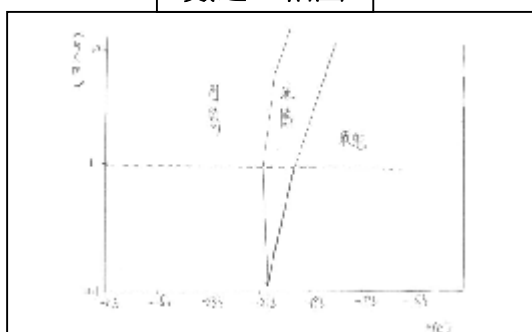
(60ml 以上氫氧混和氣體實驗有部份結果超出法定動能每平方公分 20 焦耳，為避免違法，故無法繼續進行實驗及公佈超出數據)。

七.討論

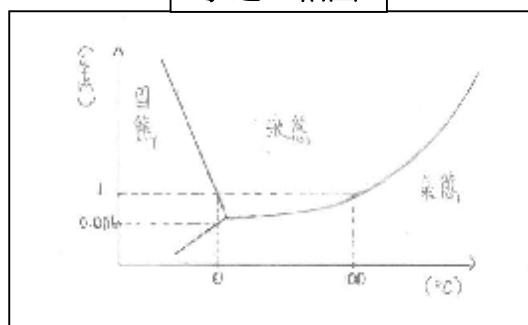
(一) 實驗部份

當實驗到 60ml 氫氧混和氣體時，其中有部份數據超出法定標準，故礙於法令只能實驗到 45ml 為止。由實驗可知少量氫氣 (60ml 氫氧混和氣體以上) 爆炸就可超出法定的範圍，因此有足夠能量擊發真槍子彈。但真的可以只單獨將氫氧氣用於真槍上，而不使用火藥嗎？雖然水蒸氣的比熱 ($0.3962 \text{ kcal/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$) 和火藥擊發產生的氮氣比熱 ($0.3210 \text{ kcal/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$) 差異不大。但從水和氮氣三相圖的差異就可發現不可能。

氮之三相圖



水之三相圖



一般槍用火藥爆炸產生的氮氣可達到一萬個大氣壓以上，藉此將子彈高速推出；但氫氧氣爆炸產生的水蒸氣要達到一萬個大氣壓以上要達到極高的溫度 (萬度以上)，就算用電弧或加熱鎢絲將氫分子分解成氫原子再引爆，也只能產生約 3400°C 左右的溫度。就算能到萬度以上，燃燒室也早就熔掉了，或許氫也早就發生核融合了。故是無法將氫氧氣直接用於真槍上。但我們仍可以利用氫氣的一些優點來充當子彈火藥的底火，來設計無彈殼突擊步槍；或是不需火藥高殺傷力的鎮暴槍。以下就是我比較國造 T65K2 突擊步槍及 HK G11 無彈殼槍和

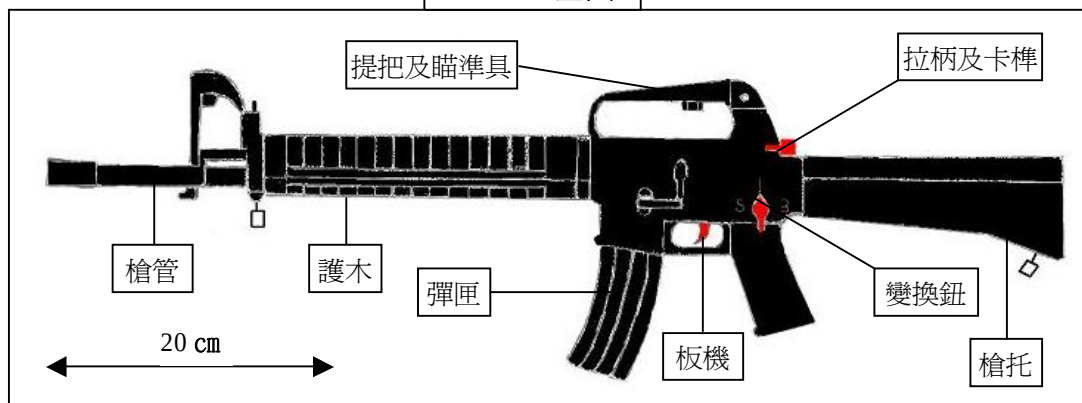
WARSENSOR 的 ZUSE-G2 鎮暴槍來設計合適的無彈殼突擊步槍和鎮暴槍。

(二) 設計部份 (爲了簡單的描述槍機結構及擊發原理，故省略不少槍基本重要結構)

1. 國造 T65K2 突擊步槍及 HK G11 無彈殼槍分析比較：

下面幾張圖是國造 T65K2 突擊步槍及德國 HK G11 無彈殼槍枝的子彈結構圖、外部圖、內部結構圖及槍機擊發原理圖：

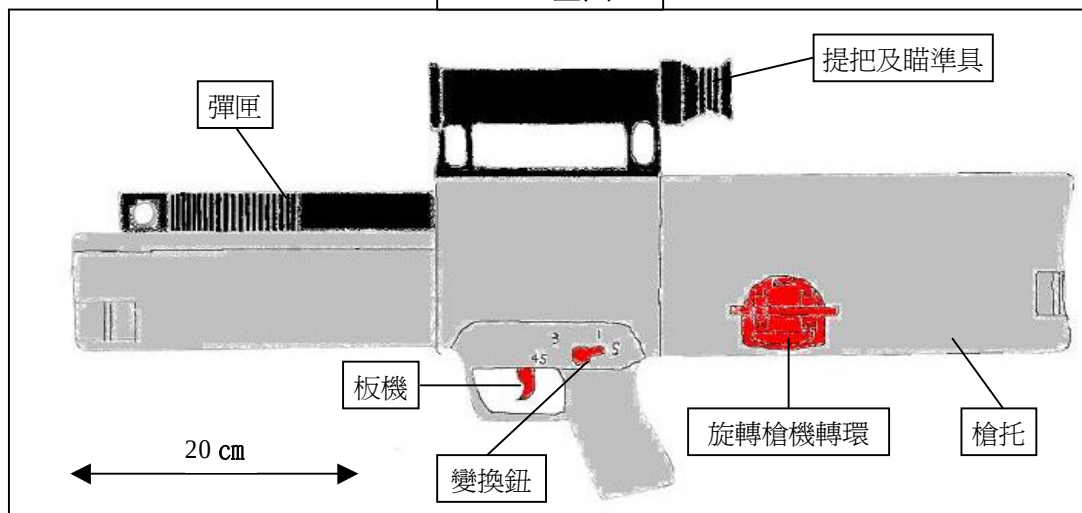
T65K2 左面



T65K2 右面

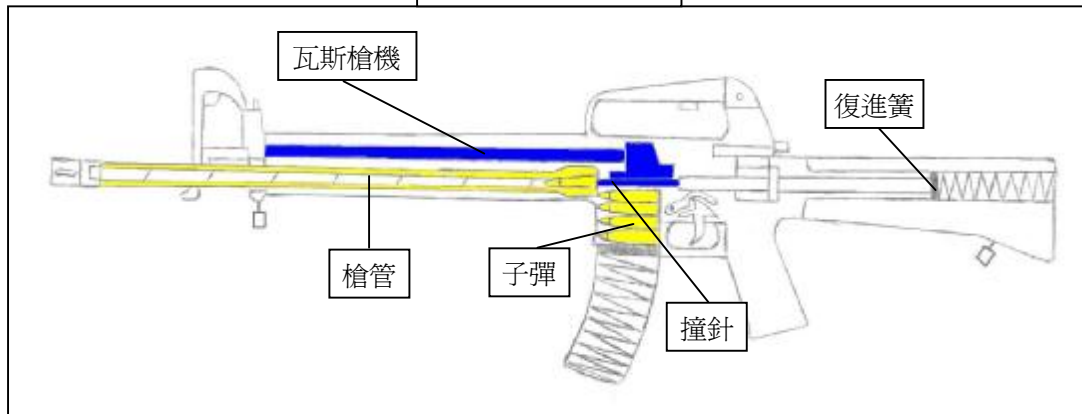


G11 左面

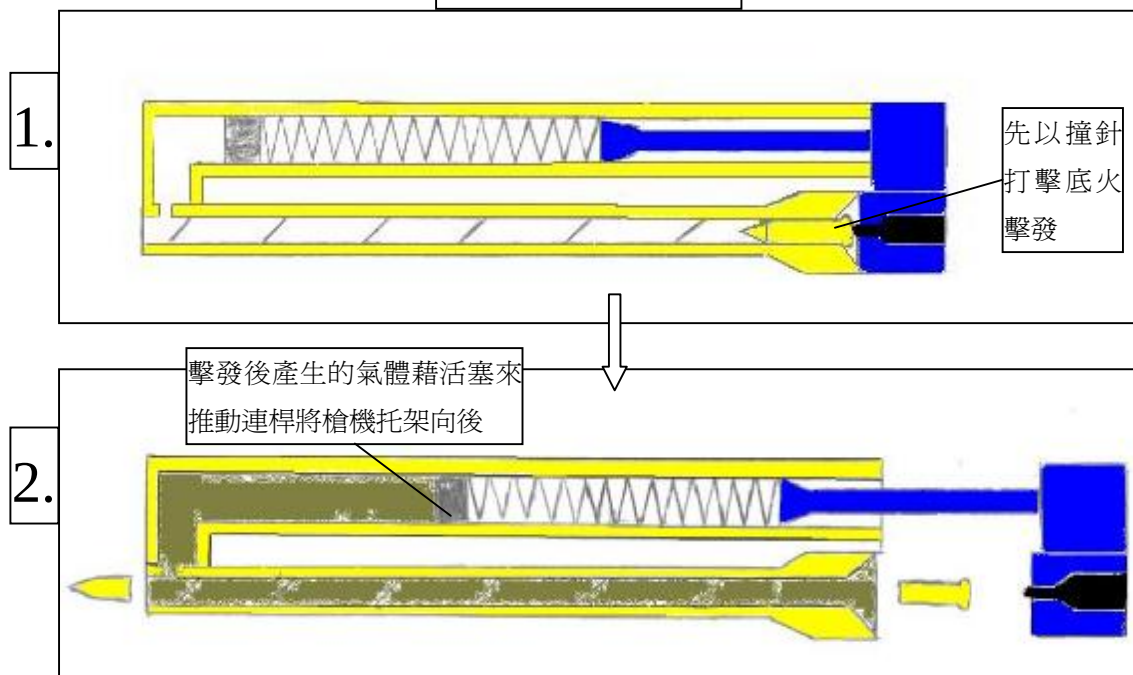


目前有名的無彈殼槍的槍枝只有德國的 HK G11，其中 G11 的外型於一般突擊步槍都有相當的差異性。G11 上膛則是用旋轉槍機轉環來上膛，而非一般突擊步槍用拉拉柄上膛。

T65K2 內部結構

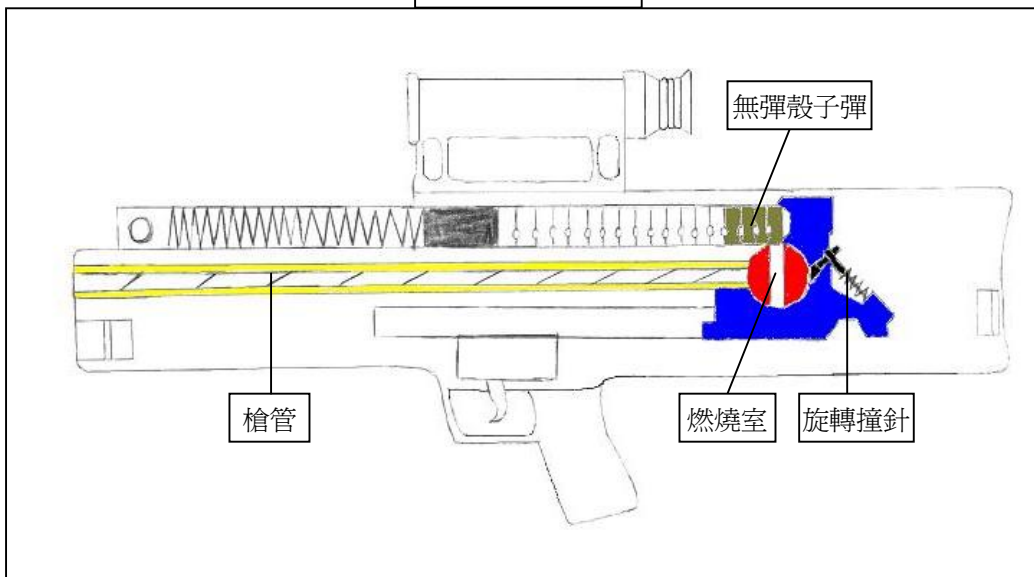


T65K2 槍機擊發原理

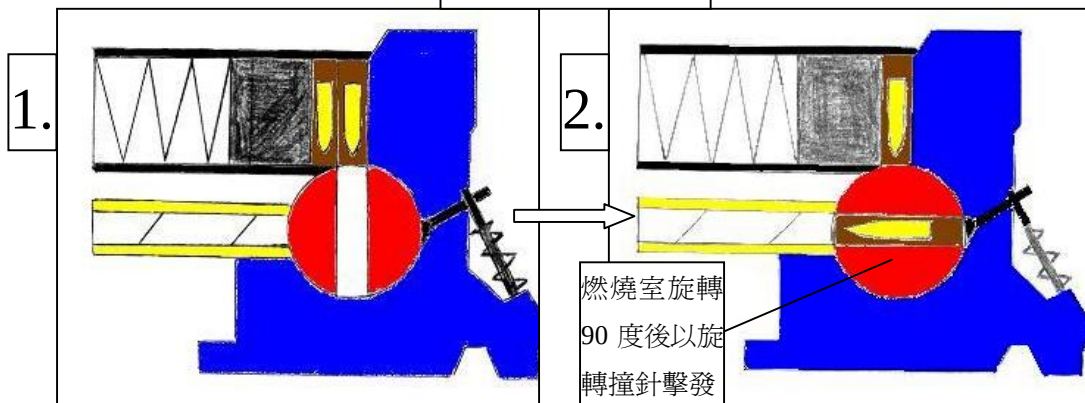


T65K2 的槍機擊發原理是扣板機用撞針引爆火藥射出子彈，將子彈射出的同時也將火藥燃燒多餘的氣體導入瓦斯槍機，藉活塞來推動連桿將槍機托架向後，來拉彈、拋殼及重新上膛，繼續相同的循環。T65K2 的最大問題是一旦瓦斯槍機塞住的話，整把槍的運作就都會故障。

G11 內部構造



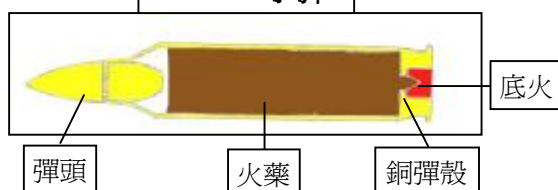
G11 槍機擊發原理



G11 的槍機擊發原理是用旋轉槍機轉環將燃燒室整個旋轉 90 度將子彈上膛後，用旋轉撞針引爆火藥擊發子彈後，一樣也將多餘的氣體來旋轉燃燒室再度上膛、擊發，繼續相同的循環。

G11 和 T65K2 兩者相較起來，由於 G11 是利用旋轉燃燒室不斷進行擊發循環，因此可以連續以每分鐘 2000 發的高速連續射出 3 發子彈，這樣一來就可以在槍枝反衝造成槍口上揚之前，先將 3 發子彈射出。但 T65K2 的 3 發點放每擊發一發，就要用瓦斯槍機重新上膛，下一發子彈擊發之前槍枝就因反衝，而造成槍口上揚。如此一來 G11 的 3 發點放比起 T65K2 的 3 發點放還來的高精準。

T65K2 子彈



G11 無彈殼子彈

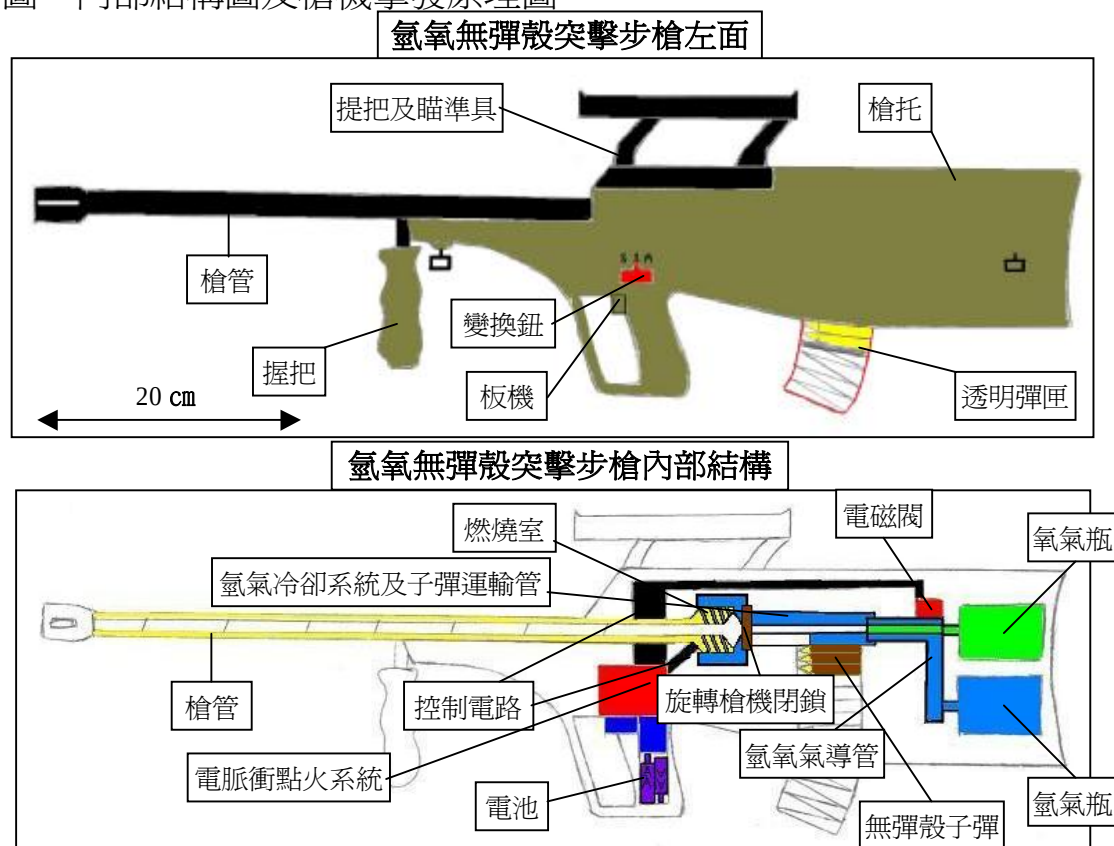


另外從這兩把槍所用的兩種子彈可以發現最大的差異為 T65K2 突擊步槍子彈有銅彈殼；而 HK G11 無彈殼槍枝子彈則是沒有銅彈殼，而是由特殊火藥將彈頭包住。G11 子彈的優點是沒有彈殼，士兵可以大量攜帶，一名士兵可攜帶 510 發（一個彈匣 90 發，一人可攜帶一個彈匣及 28 個 15 發的裝填單元）；而 T65K2 突擊步槍一名士兵只可攜帶 240 發（一個彈匣 30 發，一人可攜帶 8 個）而已。

但儘管擁有種種國造 T65K2 沒有的優點，G11 無彈殼槍仍是有著致命的缺點。無彈殼槍的最大問題是因為沒有彈殼來帶走多餘的高熱，在連發時燃燒室溫度過高，子彈一上膛很容易就走火。為了解決 G11 槍枝走火的問題，花費大量金錢人力研發出高燃點火藥的子彈，也因此 1 顆 G11 的子彈要 25 馬克（一顆約台幣 500 元）的高昂價格，但根據基隆市收購彈藥價格標準，步槍子彈卻是每顆台幣 7 元。而槍機過熱導致走火的問題卻仍未大幅改善。但以下本研究所設計的氫氧無彈殼子彈突擊步槍可以解決 G11 以上問題。

2. 氫氧無彈殼子彈突擊步槍：

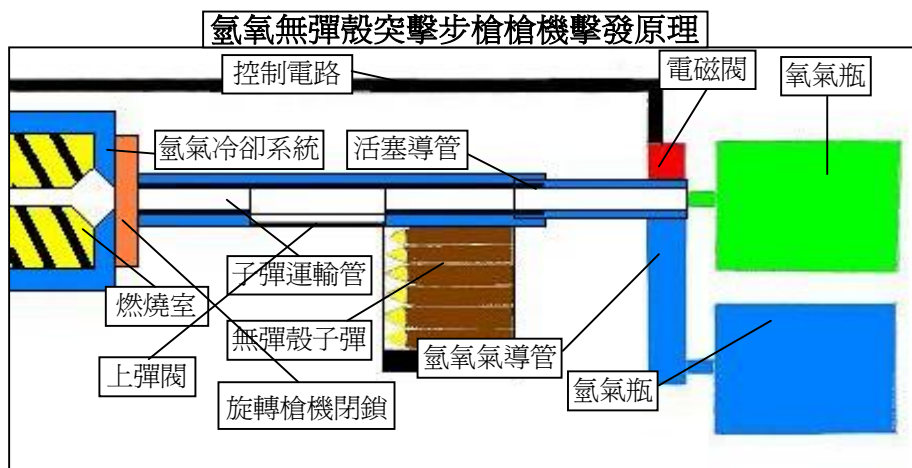
以下圖為本人設計之氫氧無彈殼突擊步槍的子彈結構圖、外部圖、內部結構圖及槍機擊發原理圖：

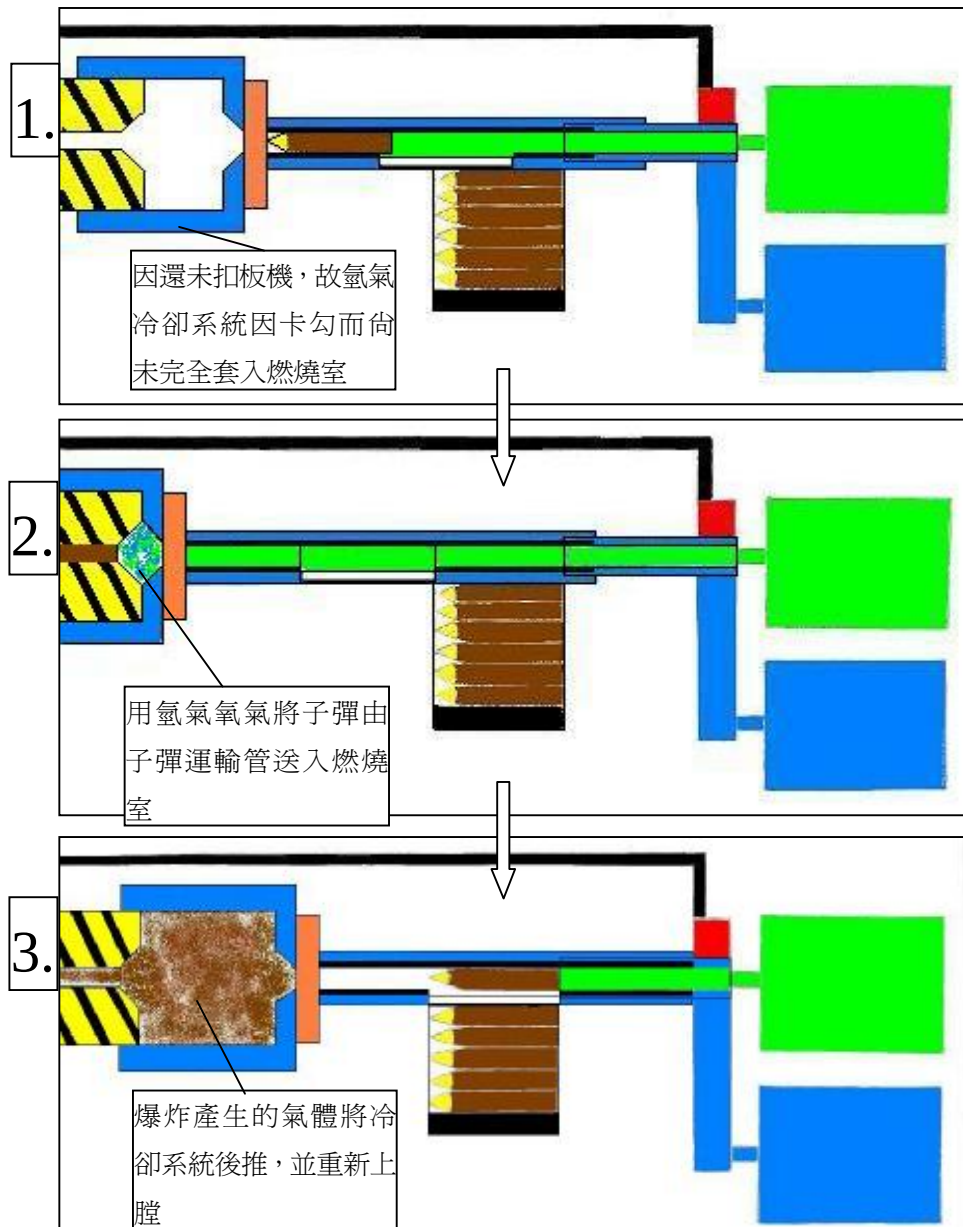


由於本設計是將氫氧氣瓶及燃燒室置於槍托，所以將槍托擴寬。氫氧無彈殼突擊步槍是模仿國造 T68 突擊步槍（聯勤仿奧地利 AUG 系槍枝，後因侵權問題而胎死腹中）的外部構造來設計的氫氧無彈殼突擊步槍，下圖為 T68 突擊步槍：



因為 T68 突擊步槍採用 AUG 突擊步槍的犢牛式設計（bullpup，將槍膛後置，槍管長度不變，但整體槍身長度的減低，便於攜帶），將彈匣置於槍托，可以用於氫氧無彈殼突擊步槍來減低氣體線路長度。此外還因為 T68 大量採用塑膠設計，這可以減輕槍身因為加上氣瓶的重量（可能約佔半公斤）。所以故模仿國造 T68 突擊步槍外型。氫氧無彈殼突擊步槍與 T68 突擊步槍外表的差異在先前提到的槍托擴寬及因為 bullpup 的設計使 T68 重心後移，當士兵握著原有 T68 提把時，會有槍身較重的錯覺。故將氫氧無彈殼突擊步槍的瞄準具提把後移來解決重心問題。以下為氫氧槍槍機射擊原理：





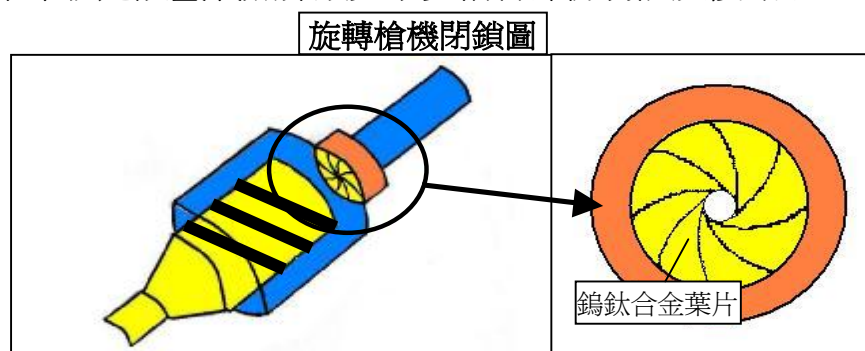
(1)射擊原理剛開始是先拉拉柄（未於圖中畫上）讓子彈藉由上彈閥進入子彈運輸管中。再打開變換鈕保險，利用電磁閥將氫氣充滿氫氧氣導管、活塞導管及氫氣冷卻系統以及讓一定量的氧氣釋入子彈運輸管中來推動子彈。此時氫氣管線會因為充滿氫氣壓力而將冷卻系統（及子彈運輸管、旋轉槍機閉鎖等與冷卻系統連結的部份）推向並包覆燃燒室。但冷卻系統卻會因為和板機有做連結的卡勾（未於圖中畫上）卡住無法繼續前進，而半包覆於燃燒室外。而此時子彈並沒有在燃燒室裡（可避免與過熱的燃燒室接觸），子彈因氧氣氣壓而卡於旋轉槍機閉鎖（關閉）後。

(2)而扣板機時打開卡勾，讓冷卻系統前進並順著燃燒室外的螺牙旋

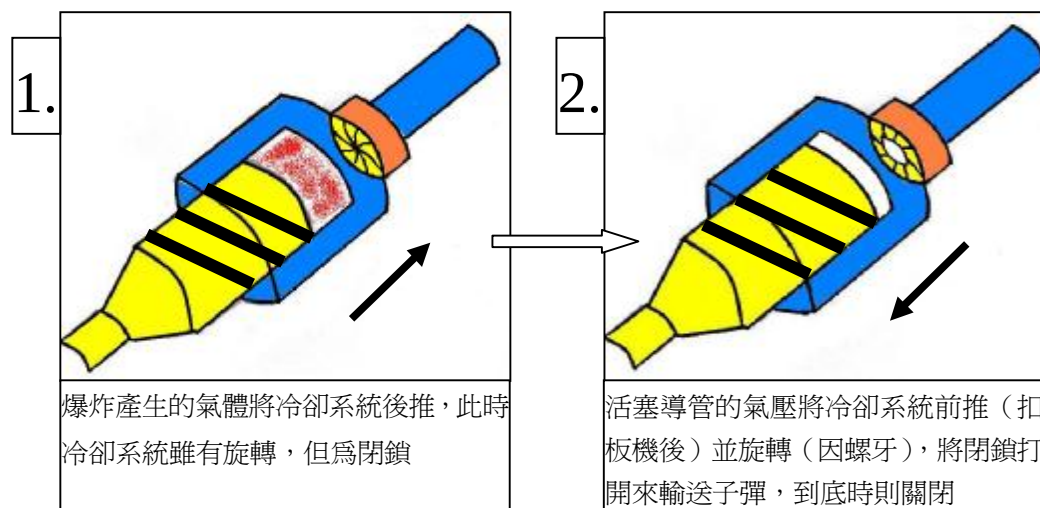
轉，來打開旋轉槍機閉鎖（開啓）。並利用電磁閥再度打開氧氣導管放出氧氣，用高壓氧氣推動光滑的子彈到燃燒室中。當冷卻裝置前進一段距離（冷卻系統還未完全包覆燃燒室），在子彈進入燃燒室卡入槍管後，旋轉槍機閉鎖會關閉燃燒室與子彈運輸管的開放，並打開與氫氣導管的通道。這時就會從包在氧氣導管外的氫氣導管裡放出高壓氫氣到燃燒室和氧氣混合。而冷卻系統完全包覆燃燒室後，旋轉槍機閉鎖則關閉和氫氣導管的通道達到完全燃燒室閉鎖。

(3)最後以電脈衝點火引爆氫氧氣，利用氫氧氣爆炸產生的高熱引爆火藥擊發子彈。當爆炸時利用氫氧氣導管的高壓氣體充當後座力緩衝，並再度上膛重新循環，並會以電磁閥填充氫氣導管失去的氫氣。並因變換鈕的控制決定全自動（卡勾無勾上）及半自動（卡勾有勾上）。

接下來就是談氫氧無彈殼突擊步槍各部份功能及優點了：



由於是利用氣體控制及輸送子彈，槍機閉鎖於變成最麻煩設計的部分，所以就利用一種很像百葉窗葉片圍成的環狀開關 Iris diaphragm（即為光圈）來設計基本外觀及功能結構。基本原理是利用氫氣冷卻系統與燃燒室所接觸的面上有螺牙，利用螺牙可使氫氣冷卻系統作出旋轉，而使旋轉槍機閉鎖開啓及關閉。流程如下：



a.當未扣板機且已上膛時，此時為閉鎖，子彈因氧氣氣壓而卡於旋轉槍機閉鎖後。

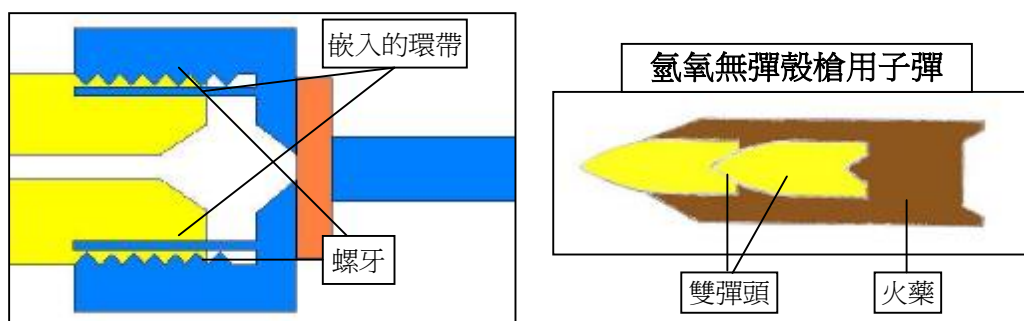
b.扣板機後，因打開卡勾而使氫氣冷卻系統前進並旋轉（定為逆時鐘旋轉）。同時也利用冷卻系統的旋轉將閉鎖打開而允許子彈進入燃燒室並輸入氧氣。

c.當冷卻系統快到底時，閉鎖關閉（子彈已在燃燒室，並停止輸入氧氣）。此時旋轉槍機閉鎖輕微向逆時鐘方向旋轉並停住（先前並無和冷卻系統一起轉動），並打開與氫氣導管的通道，向燃燒室放出氫氣。

d.冷卻系統到底時，旋轉槍機閉鎖再次輕微向逆時鐘方向旋轉並停住，此時則是停止放出氫氣。

e.擊發後由於瓦斯壓力則使冷卻系統向後退，並使先前旋轉槍機閉鎖輕微的旋轉歸位。此刻旋轉槍機閉鎖則為關閉，並繼續同一步驟。

另外由於葉片需要耐高溫高壓，故採用噴射引擎材料的鎢鈦合金。其中為了防止螺牙遭到擊發後所產生的瓦斯污染堵塞，氫氣冷卻系統環狀內部還得多加一環帶，來嵌入燃燒室之中，以隔開內牙及外牙與瓦斯的接觸。如下左圖：



而上右圖氫氧無彈殼槍用子彈的設計是因應電脈衝點火系統來設計的。為了要簡化電脈衝點火控制（一次脈衝控制單發；連續脈衝控制自動連發），故將三發點放省略。為了彌補三發點放可以造成大面積殺傷的這項功能，所以模仿美國柯特的 M855 的雙彈頭子彈（仍有彈殼）來設計氫氧無彈殼槍用子彈。其中因為是以氫氧氣擊發，所以並不需底火。尾部的凹槽則是為了方便氣體推進。氫氣爆炸可放出相當多能量，這樣可減低子彈火藥的使用量，因此可在子彈裡置入兩顆彈頭。當擊發同時射出兩顆彈頭，第二顆彈頭會比第一顆彈頭稍慢而擊中稍下的目標，因此可增加殺傷面積。如此一來就不需要設計控制三發點放的裝

置，只要有控制保險、單發、自動及洩氣（停止擊發後，用於使管線內的氣體逸散出去）的控制開關即可。

而槍托裡的氫、氧氣瓶則是以液態氫、氧瓶為主。以目前液態氫、氧瓶的儲存之效率可達 23.70%（200 克鋁瓶可帶約 50 克液態氫氣），是足以提供氫氧突擊步槍。並且槍機裡導管及冷卻系統使用氫氣來降溫槍機系統（液態氫多用於工廠降溫）。如果可以使用新技術儲氫合金或微碳管儲存氫氣的話，由於氫氣是以固態形式來儲存，汽化後可吸收燃燒室更多熱量來降溫。吸收足夠熱能後，當擊發時可放出更多能量。因為沒有護木的關係（有握把），槍管本身大面積的外露也可幫助散熱。同時子彈上膛並沒有在燃燒室裡，而是當扣板機時再以氧氣推動子彈到燃燒室以電脈衝點火系統擊發。所以並不會因為燃燒室的高溫而走火。這樣一來無彈殼子彈就不會因過熱的燃燒室走火。因此解決無彈殼槍過熱問題，故不需用 G11 高成本的高燃點彈藥。

另外當擊發時，所採用氣壓延遲反衝系統（氣體管線有一段為活塞）。是利用氣體壓力來延遲後作力。就像一支充滿氣體而被封死的注射針筒，用力壓擠會反彈，所以並不需要復進簧。不同於 T65K2 是用瓦斯槍機（使用槍口集氣器來收集擊發後的廢氣來退殼、上膛，但因內部零件過多、複雜，連發準確度低），內部結構相當簡單。因此可以達到比 T65K2 還來的高準度及低後座力。為了使氫氧氣導管有如活塞一般，使用組織以塊狀石墨＋波來鐵＋史蒂田鐵為主的灰口鑄鐵來當導管，因為此種鐵具備耐磨性及制震性。並將接觸面經由潤滑性陽極處理後鍍上二硫化鉬（Moly）來加強潤滑度。

燃燒室可以使用耐高溫的鎢合金，但鎢合金本身並不耐低溫，故會因被降溫的氫氣導管包圍而脆化。所以在設計燃燒室時，鎢合金外圍要包覆著一層相同體膨脹係數的鋼，來當氫氣導管和鎢合金燃燒室的緩衝區。

而擊發裝置是使用新式武器金屬風暴所採用的電脈衝點火系統。因為本設計是先點燃氫氧混和氣體，再利用高溫引爆火藥。不必像金屬風暴直接點燃火藥。故只需極少量的能量，可由兩顆 3 號電池提供點火的電源。軍事用的電脈衝點火系統我無法找到太多資料，但根據實驗的觀察，點火用的電極會因爆炸嚴重受損。故推判點火電極並不會接觸到爆炸的高溫高壓，而是將點火脈衝送入燃燒室內部。或是也可利用電化學原理，如此還可設計成受到特定模式的點火訊號刺激才會引爆，增加

使用的安全性。但若電極是會直接接觸爆炸，則可設計成當引爆氫氧氣後，會因高壓而縮入燃燒室的金屬壁中。等到爆炸停止後，電極又會因彈簧而伸出。同時電路也一起用於控制氣體輸出的電磁閥。

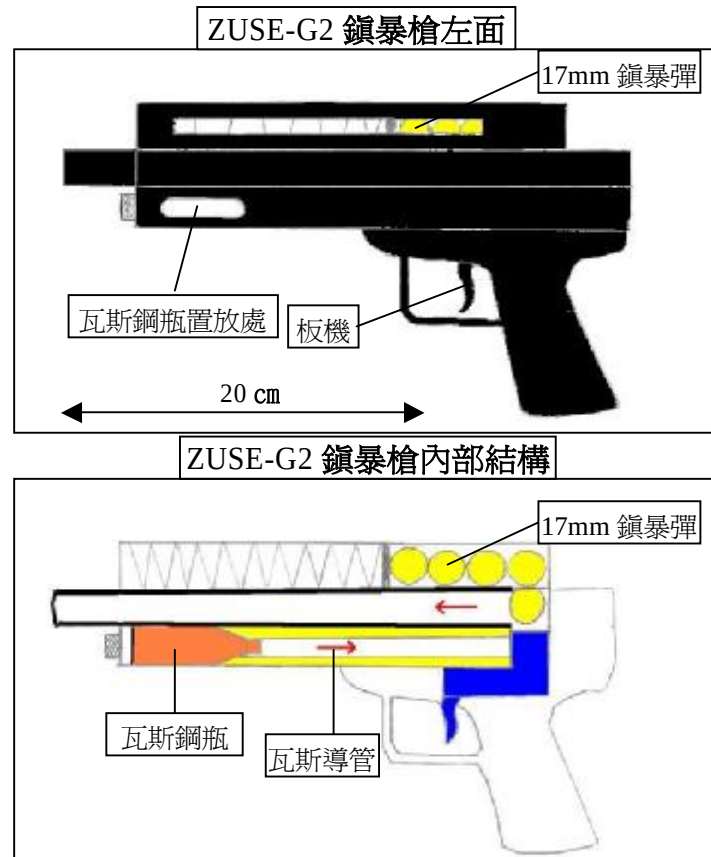
其中特別的是，因為採用 AUG 突擊步槍的槍系設計，可以很輕易的更換槍管。可更換槍管為鎮暴槍用大口徑無膛線槍管，直接用氫氧氣來引爆推動沒有火藥的鎮暴用塑膠子彈來因應情勢需要。

但使用氣體控制的電子無彈殼槍也有著許多問題待克服。最大的問題是目前我們人類仍處於使用碳循環石化能源，必須在人類社會進入使用以氫循環的能源利用上、淘汰碳循環石化能源後，才能很容易的取得氫和氧。而其他問題是由於導管裡為高壓冷凍氣體，難保不會漏氣。而使用電力的電脈衝點火系統及電磁閥一旦沒電，也就無法使用。另外當氫氧氣將子彈送往燃燒室時，以 Iris diaphragm 葉片旋轉關閉是否能達到完美的閉鎖而不會回火？這些都是將來設計上很大的難題。

T65k2、G11 及氫氧突擊步槍特點比較			
	T65k2	G11	氫氧突擊步槍
擊發方式	撞針	旋轉撞針	電脈衝點火
彈藥特性	有彈殼	無彈殼、高燃點火藥	無彈殼、氫氧底火、雙彈頭
彈藥價格(單發)	NT 7	NT 500	NT7 < ? < 500
攜彈量(發)	240	510	240 < ? < 510
特性	傳統，通過實戰考驗	新式無彈殼槍，彈藥無彈殼，以旋轉槍機高速發射	新式無彈殼槍，彈藥無彈殼，無瓦斯槍機，上膛時子彈並不位於燃燒室中，以電脈衝輔以氫氧氣擊發和降溫，可變為鎮暴槍
缺點	彈藥過重、攜彈量不足、瓦斯槍機易堵塞	槍機易過熱、走火	漏氣、沒電、槍機閉鎖難、氫氣來源取得不易

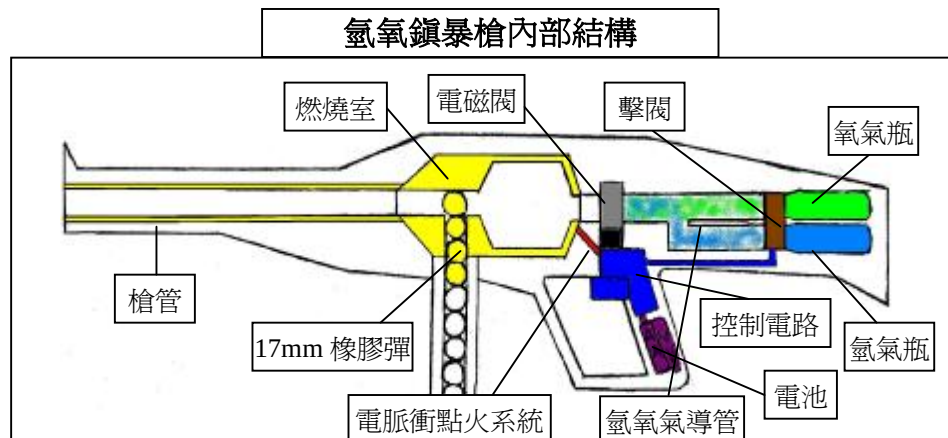
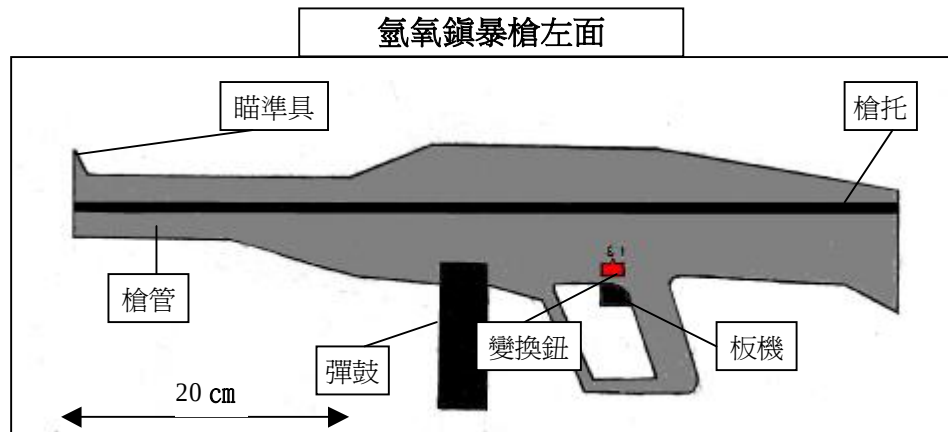
3. 氫氣鎮暴槍:

先前不久警方因追捕精神病患而誤殺少女。由此事件應該考慮警方是否該使用鎮暴槍來制服精神病患等非擁有強力武器等犯人。下圖為國內市面一般常見的 WARSENSOR 出產的 ZUSE-G2 鎮暴槍。



一般鎮暴槍推動子彈是以液態瓦斯或二氧化碳鋼瓶將高壓液態或固態瞬間使之汽化，產生極大的壓力將沒有火藥的 17mm 橡膠鎮暴彈射出。但缺點是液態瓦斯或二氧化碳在天冷時有汽化不完全的問題，威力會大大的減弱到變成小便彈。

但使用氫氣引爆擊發的鎮暴槍，可解決原先液態瓦斯或二氧化碳在天冷汽化不完全的問題。在安全上比起用瓦斯或液態石油氣引爆來的安全，因為氫氣爆炸時由三分子的氫氧混和氣體變成兩分子的水蒸氣，爆炸的火焰是往內縮並往上，而不是像液化石油氣爆炸向外擴張且向下延燒。另外產生比熱很高的水，以可很快帶走熱量，避免延燒。就算漏氣也會很容易逸散。而相較於無彈殼子彈突擊步槍的設計，鎮暴槍的設計就來的簡單多了。下圖為本人設計之氫氧鎮暴槍的外部圖、內部結構圖及槍機擊發原理圖：

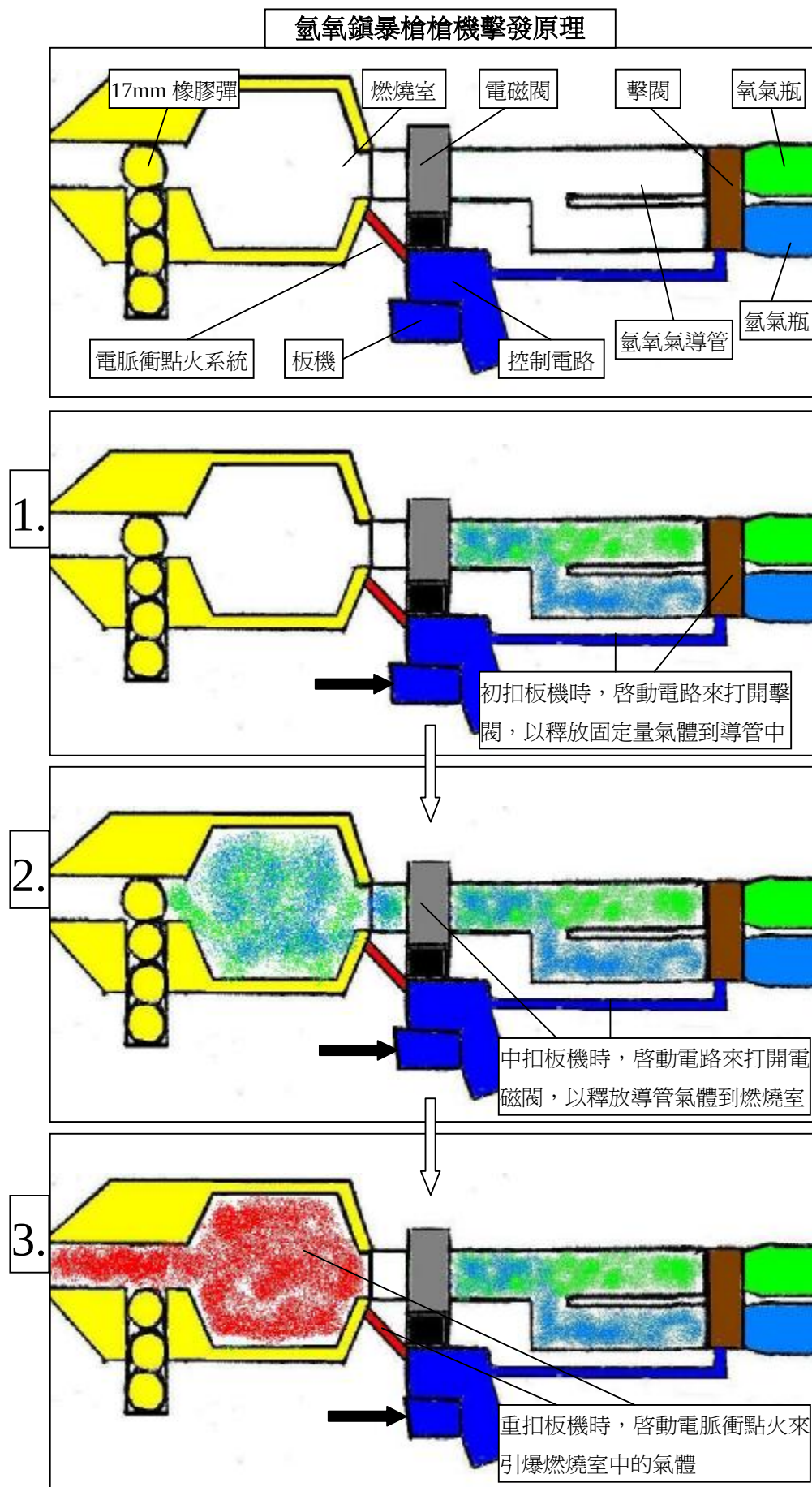


這把氬氧鎮暴槍完全是爲了供軍警使用而設計的。從外部圖可以看出外觀相當豪野，非常像榴彈槍。至於爲什麼要設計的像榴彈槍這麼誇張，是因為就算是鎮暴槍，其射擊造成的傷害往往超出鎮暴槍原設計的標準。在國外已有許多案例可循。先前看過一把國內警方所用的國造 M201 催淚瓦斯槍，警方經常在查緝臨檢各種場地時攜帶，因爲其外型及槍口口徑嚇人(也很像榴彈槍)，所以往往在查緝時能達到驚人的震喝效果。而假如警方攜帶的是 ZUSE-G2 鎮暴槍或是知名 FN 的 F303 鎮暴槍(下文會提到)呢，由於 ZUSE-G2 鎮暴槍和 F303 鎮暴槍其長相類似玩具手槍，其喝阻效果就大大地減低了。所以爲了避免造成不必要的傷害，所以先以外型誇張來喝阻爲佳。



而氬氧鎮暴槍的彈鼓主要也是爲了外觀誇張而設計，但額外多出的空間卻提供了軍警更多的攜彈量(推估應可裝下 30 發以上)。而 ZUSE-G2 的彈夾攜彈量卻明顯不足(只有 10 發)，無法及時因應大規模情形。

下圖為氫氧鎮暴槍槍機射擊原理：



氫氧鎗暴槍射擊原理最重要的部份是以板機的控制為重心，共有四段過程：

(1)當打開變換鈕的保險後，第一段初輕扣板機時，會啟動控制電路來打開擊閥的擊槌撞擊氣瓶，以放出氫、氧氣到氫氧氣導管。同時這階段是以擊槌瞬間撞擊一次，並馬上恢復原狀。所以每次輸出氣體的量是固定的。

(2)第二段則是中扣板機，使連接氫氧氣導管的電磁閥打開，釋放導管氣體到燃燒室。而扣板機到第三段時，則關閉電磁閥，停止輸送氣體。這邊第二段到第三段的過程較為特別，可以利用這階段扣板機的時間差來決定輸送到燃燒室氣體的量，並以燃燒氣體的量決定擊發的威力。

(3)而最後第四段則是啟動電脈衝點火來引爆燃燒室中的氣體，來射出鎗暴彈。

先前一款比利時 FN 廠推出的以汽化 CO₂ 為擊發動力的 F303 鎗暴槍在美國誤殺了一名女學生，這種以高壓固體或液體汽化為擊發動力的鎗暴槍會因外界環境溫度和使用頻率(短時間連續射擊時，汽化的高壓固體或液體會帶走大量的熱)導致溫度過低而使汽化不完全，導致威力大減。而 FN 廠推的 F303 鎗暴槍猜測應是為了避免此問題，所以加大了鎗暴槍的威力，間接產生更大問題。而本設計氫氧鎗暴槍並無溫度影響威力此一問題，此外還可以扣板機的時間差來控制引爆的氫氧氣的量，來決定鎗暴威力的大小。如此一來，警方只要稍作訓練，就可決定對付敵方所應使用的鎗暴威力。

但缺點就如同氫氧突擊步槍一樣，使用電子擊發，會因為沒有電而無法擊發。氫氣同時也是難以大量取得。另外利用扣板機的時間差來控制威力會導致一個問題。當使用威力較弱的快速扣板機時，氫氧氣導管會殘留多餘的氫氧氣。而再次扣板機使用擊閥時，會讓原先設定好固定的氣體進入氫氧氣導管，而原先殘留多餘的氫氧氣再加上新注入的氫氧氣，會使得氫氧氣導管內的氣體濃度比前一次的濃度還來的高，導致會釋放更多氣體進入燃燒室。這會使的操控威力這項特性變的難以控制。是可以增加維持氫氧氣導管定壓的裝置，但這項修改會造成氫氧鎗暴槍內部結構更為複雜。

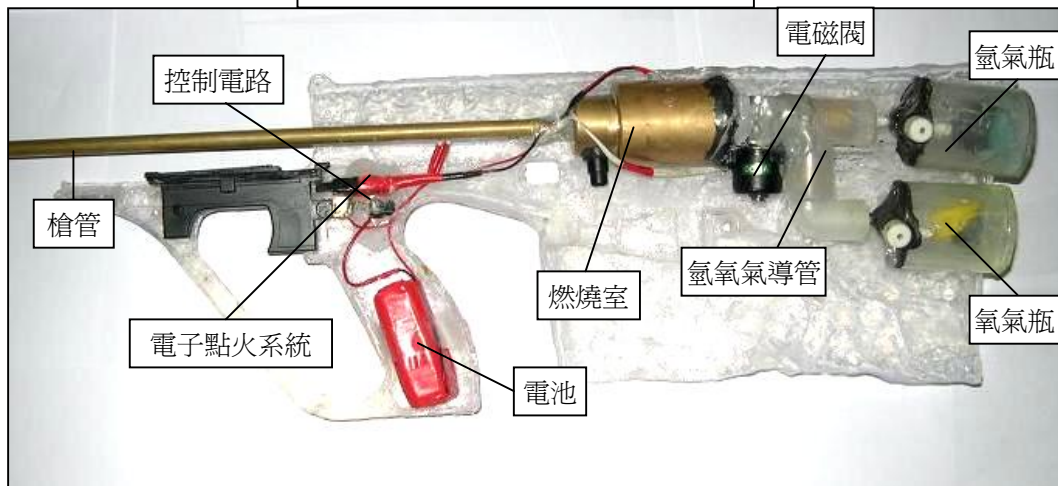
ZUSE-G2 及氫氧鎮暴槍特點比較		
	ZUSE-G2	氫氧鎮暴槍
擊發動力	CO ₂ 汽化	氫氧引爆
外觀	像玩具手槍	像榴彈槍
彈藥特性	鎮暴用橡膠彈	鎮暴用橡膠彈
彈夾攜彈量(發)	10	30
特性	操作簡單、輕巧	可控制威力大小、具視覺恐嚇
缺點	易受外界溫度引響	沒電、氫氣來源取得不易

(三) 實作部份

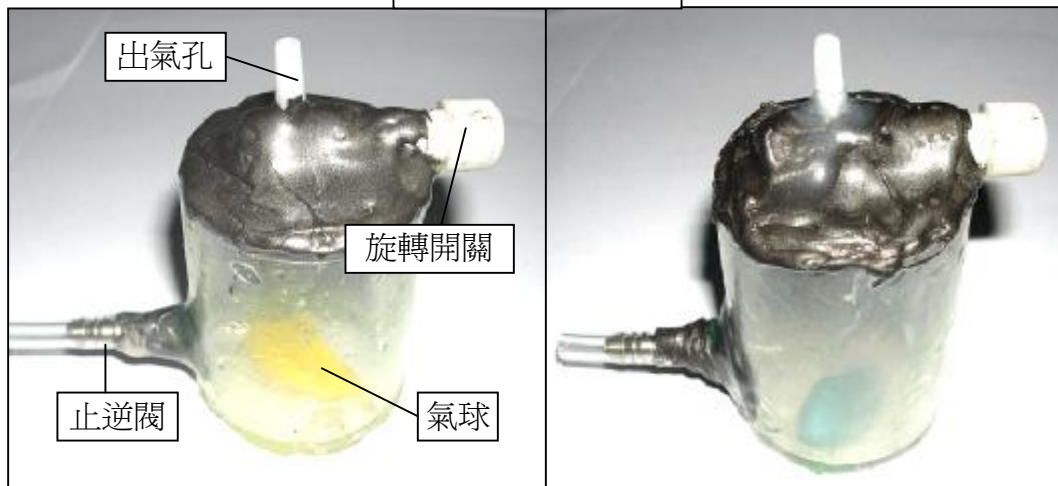
爲了將設計出的結果展示出來。我挑選以鎮暴槍的設計(總不能打造出突擊步槍吧)爲原型來實際打造一把。



實作氫氧鎮暴槍內部結構



氫、氧氣氣瓶



而本實作鎮暴槍原是要以突擊步槍的分歧鎮暴槍來設計。但由於時間及金錢的不足，故槍殼外型保持突擊步槍的分歧鎮暴槍槍殼外型。外殼是以矽膠、樹脂灌模打造出來(很貴，材料和工具就花了一萬)，透明的外殼可以讓人清楚的了解內部的槍機結構。而內部重要的槍機零件則以單純氫氧鎮暴槍的原設計構思製作。另外由於尋找不到合適的鎮暴槍專用 17mm 槍管，故以 6mm 槍管代替。本實作氫氧鎮暴槍原理是以電磁閥來控制氫氣瓶及氧氣瓶的氣體釋放，並以板機來控制電磁閥所釋放出氣體的量及電子點火引爆來擊發出子彈。

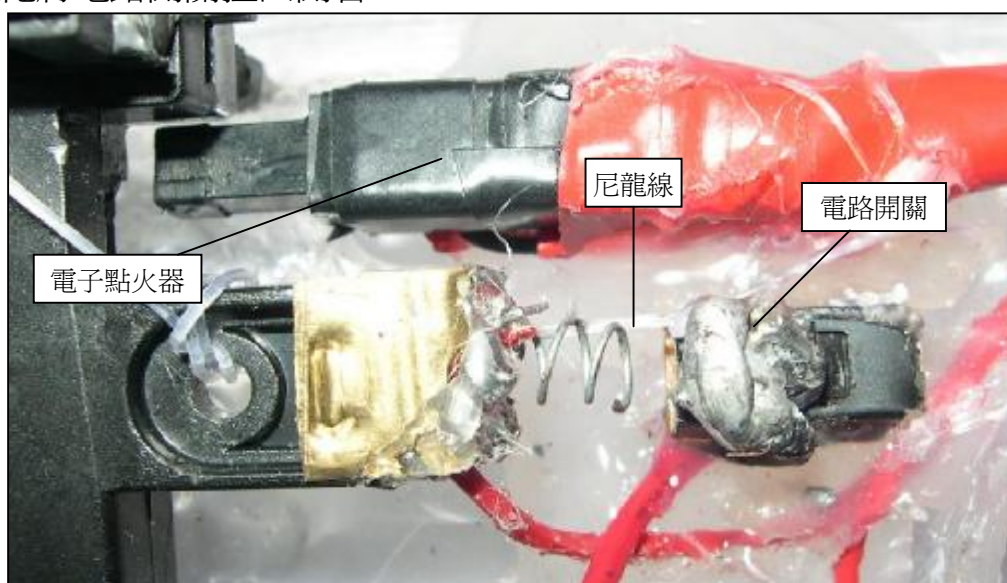
本實作與先前製作的氫氧槍所差異的特殊之處，是在於加入了自製透明樹脂氣瓶(可承受約 5 個大氣壓)及電磁閥。因此可將先前打一次灌一次的氫氧槍，升級為半自動扣一次板機打一次直到氣瓶用完。而這項半自動升級非常適合鎮暴槍的使用效率(針對近距離壓制敵

方，而非以重火力殺傷敵方)，同時也彌補一些傳統鎮暴槍的問題缺點。其中觀察氣瓶裡的小氣球的壓縮情形，可以得知氣瓶內大概的壓力及是否有漏氣。

而導管利用止逆閥阻隔及兩管(連接氫氧氣瓶的導管兩末端)不同的空間的設計，使得兩管有不同的壓力(限用於本實作壓力不大的氣瓶)，可讓氫、氧氣瓶均勻的釋放氣體到燃燒室，且避免回火(爆了的話，使用者會很慘，因為曾經爆過)。



板機射擊部份則是當板機後退時，會使連結在其上的電路碰觸到電路開關上的金屬，使連結電磁閥的通路打開，而輸送氣體到燃燒室。繼續往後退則使電路開關關閉來停止輸送氣體，同時也開啓電子點火器來擊發。停止扣板機時，板機會因彈簧而自動拉回，且也用尼龍繩將電路開關拉回開啓。



八.結論

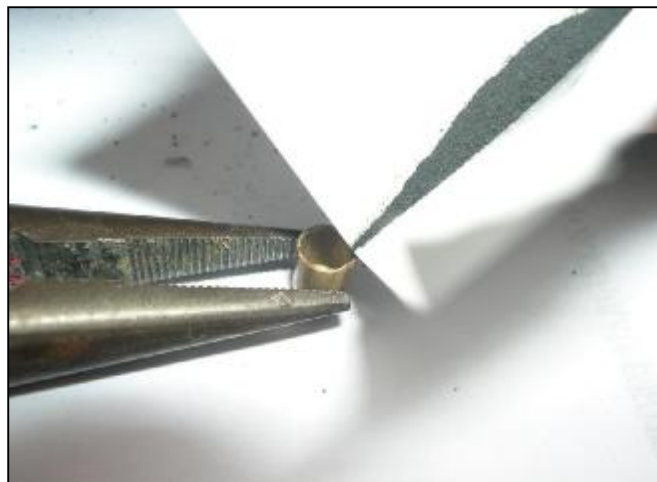
1. 氫氧氣爆炸能產生極高的能量(45ml 氫氧混和氣體爆炸最大推動一顆 0.55 克的鐵弗龍子彈達到每平方公分動能 9.14 焦耳；而 60ml 以上氫氧混和氣體爆炸則超過法定標準每平方公分動能 20 焦耳)。但因產物為水，無法將壓力提升到和火藥爆炸一樣。故仍無法取代火藥替代槍枝擊發。
2. 以氫氧氣爆炸為擊發動力的無彈殼子彈槍枝依使用火藥與否能分為使用火藥的無彈殼子彈突擊步槍及不使用火藥的鎮暴槍。
3. 以氫氧氣擊發的無彈殼子彈突擊步槍設計的優點為子彈無銅彈殼包住，可增加攜帶量及減低製造成本、不因子彈無彈殼而槍機過熱、不因槍機過熱而走火、無瓦斯槍機的問題、可依情況改為鎮暴槍；缺點為目前氫氣難以取得、槍機有漏氣、難以閉鎖、使用電力擊發不穩定等問題。
4. 以氫氧氣擊發的鎮暴槍設計的優點為使用氫氣爆炸擊發，不因天氣冷而汽化不完全導致威力減弱、可操控威力、安全性比其他燃燒氣體來的高；缺點為目前氫氣難以取得、使用電力擊發不穩定等問題。
5. 經由先前氫氧槍的設計經驗結合鎮暴槍的設計，而實作出可以實際運用及印証效果的氫氧鎮暴槍。

九.未來發展

實驗部份由於目前礙於法令限制，所以無法再進一步實驗。如果有相關主管機關願意同意進行實驗的話，主要會進行原先實驗無法完成的部份（超過法令動能的 60ml 以上的部份、氫氧氣濃度超過一大氣壓以上等實驗），以及以金屬彈頭擊發火藥來模擬無彈殼槍射擊。實驗如下：

（一）氫氧引爆火藥的實驗

1. 先將火藥固定的量（為模擬實驗，圖中火藥其實是碳粉）填入尾部有洞的金屬彈頭。



2.以沾過少量水的糯米紙（糯米紙會出現彈性）包住彈頭尾部，來防止火藥漏出。



3.將彈頭置入氫氧槍以氫氧氣 45ml 來擊發。擊發過程氫氧爆炸產生的高溫會燒掉包裹在外的糯米紙，來引爆火藥。最後以測速器測射出子彈初速來算出動能。重複 20 遍平均以求得精準數據。



而設計的部份因為這次版面限制，許多槍機原理及個人創意設計的描述都過於簡化，所以希望有機會能詳細去展現個人的想像創意。最後提到一點如果軍方可以同意進行進一步實驗及設計的話，會先將氫氧氣用於鎮暴槍上，而突擊步槍部份希望可將原以廢止的國造仿 AUG 製 T68 突擊步槍，用於研發本研究所設計的氫氧無彈殼槍，將原本無用的 T68 計畫重生。

十.自製氫氧槍及其他

(一)1~5 號氫氧槍

以下是我製作的五把氫氧槍：

1.一號槍

這是我高中時打造的一號槍。既是我第一把 bb 槍，也是我第一把氫氧槍。這把槍特別之處在於，它身上被安裝了電解水裝置。所以它可以自己製造氫、氧氣來擊發 bb 彈。但最可惜之處，是在於它的電解水裝置效率太差，要一小時才能製造約 20 cc 的氫氧混和氣體。以及上彈時必須由槍管口填入(就像火繩槍填彈方式一樣)。



2.二、三號槍

在一號槍後，開始將氫氧槍本身和電解水裝置分開而打造出二、三號槍。由於二號槍在科學園遊會中展示時被小朋友玩壞了，之後以二號槍為原型打造出一模一樣的三號槍，就是下面兩張圖。

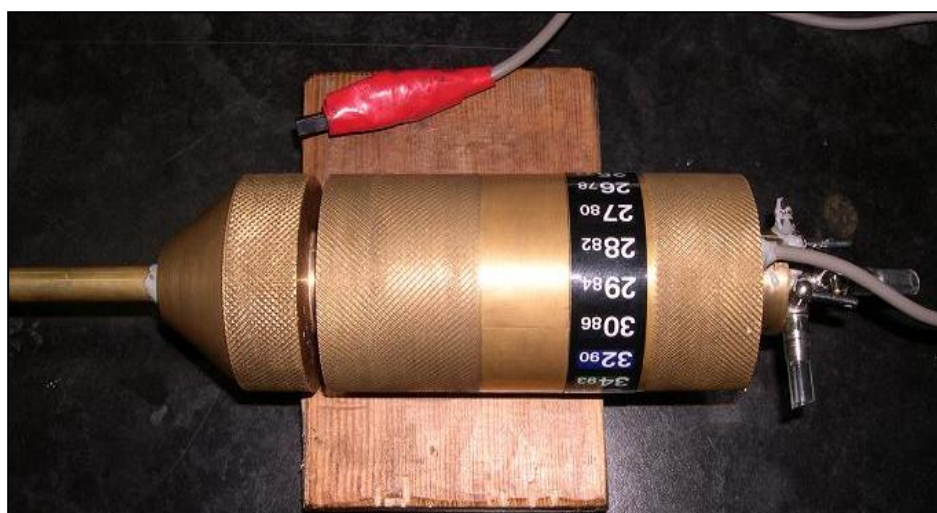


二、三號槍算是氫氧槍的代表作，以最簡單、省錢的改造，達到強大威力的射擊。雖然射擊時每打一發就要用注射針筒填充氫、氧氣。但在上彈方面，只要拉一下板機即可完成。

3.四號槍

這是爲了實驗所打造的實驗槍，是以車床將銅棒鑽磨出來的。是所有氫氧槍中，空間最大(約 100 cc)且能承受最大的壓力(威力最大)。由於威力過強會使實驗無法進行下去，所以將它的槍管縮小至 10 cm (減少鐵弗龍彈在槍管裡加速的時間)及使用普通管(槍管氣密較差)。

爲了將它打造出來，讓作者學會操作車床及環氧樹脂加工方面的知識，也奠定日後第五號槍的製作。



4.五號槍(華鳳)

這也是至今做過最花時間、金錢(約兩萬，幸好有旺宏的研究金費)及重做度最高(碎掉的樹脂外殼、炸開的燃燒室、四處漏氣等)的一把氫氧槍。基本上這把就是本報告中所實作的氫氧鎮暴槍。難以操作及外觀畸形是它最大的特性。

如果仔細瞧它的外觀，不難發現外殼還凸出一個止逆閥，可以直接灌入氫、氧氣擊發。這是避免使用氣瓶半自動擊發時，突然故障而導致無法使用。

而這應該算是作者所打造惟一半自動及最後一把氫氧槍了，同時也是一把很像作者的槍(因爲同樣很畸形及全身傷痕累累)。因此我給獨一無二的它取一個名子：『華鳳』。



(二)掌心雷及電解水裝置

下圖右邊是科學玩具掌心雷(以電子點火器引爆底片罐中的酒精蒸氣，來射出蓋子)，左邊及中間則是電解水裝置。



這兩件物品是這整件報告最關鍵的 Key，缺一都無法完成這篇報告。嚴格來講，掌心雷算是氫氧槍的前身。在國中時期，從某位教授那裡學會了掌心雷的製作方法之後，就以電子點火器為中心，創作了一大堆亂七八糟的東西，如迷你火焰槍(專門用來燒蚊子)等。

而電解水裝置則是經過了很多問題並解決才做出來，如電極不符、電壓不足、漏液(氫氧化鈉是很難清理的)等。而也是因為電解水裝置提供了穩定的氫、氧氣來源，氫氧槍的設計才得以繼續發展。

十一.參考資料

1. Albert Stwerka 著－化學元素導覽－初版－台北縣－世潮－P14、39、45、87、168－2004 年
2. 劉淑華 著－高中軍訓第三冊－初版－台北市－幼獅文化－P93~99－2002 年
3. 劉曉陽 著－高科技十萬個為什麼・現代武器－初版－稻田－P34~35－2002 年
4. 姚大均 著－化學傳奇・新材料、新能源－初版－台北市－國際村－P143~153、165~167、210~212－2001 年
5. Tim Ripley 著－現代美國陸軍－初版－台北市－麥田－P126~127－1996 年
6. George Pul Sutton 著－火箭推進原理－初版－台北市－協志工業叢書－P8、91、99、112~118、166~169、196~200－1977 年
7. 蔡大和・江益璋編譯－金屬材料組織－初版－台北市－全華科技－P43、327－1993 年
8. 林佐以－國造槍械列傳・1867~2000－初版－台北市－全球防衛雜誌社－P65~69－2000 年
9. 陳建德主編－全球防衛雜誌第 34 期－初版－台北市－全球防衛雜誌社－P82~91－1987 年
10. 陳建德主編－全球防衛雜誌第 30 期－初版－台北市－全球防衛雜誌社－P114~121－1987 年
11. 氣體比熱表（無日期）。Yahoo 奇摩知識。2006 年 5 月 20 日，取自 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1306052013047>
12. 氫能（無日期）。台北市燃料電池基金會。2006 年 2 月 13 日，取自 http://idic.tier.org.tw/TFCF/data/name/name_1.htm
13. 槍枝詞匯（無日期）。槍枝詞匯。2006 年 1 月 4 日，取自 <http://gunglossary.home.comcast.net/big5/index.htm>
14. HK G11（無日期）。Civilian Gunner。2005 年 10 月 21 日，取自 <http://www.civiliangunner.com/HKG11.htm>
15. 基隆市收購各類自衛槍枝及彈藥價格標準（無日期）。基隆市警察局全球資訊網站。2006 年 9 月 4 日，取自 <http://www.klg.gov.tw/klg/h59.htm>
16. ZUSE-G2 鎮暴槍（無日期）。WARSENSOR 官方網站。2006 年 9 月 23 日，取自 http://www.warsensor.com/index_chinese.htm
17. FN303 鎮暴槍（無日期）。FNH USA 官方網站。2006 年 9 月 23 日，取自 http://www.fnhusa.com/contents/11_303.htm
18. 波士頓警方將協助被害者家庭控告比利時 FN 廠新聞（無日期）。戰國時代討論區。2006 年 9 月 23 日，取自 <http://artofwar.homeip.net/bboard/viewtopic.php?t=2696>