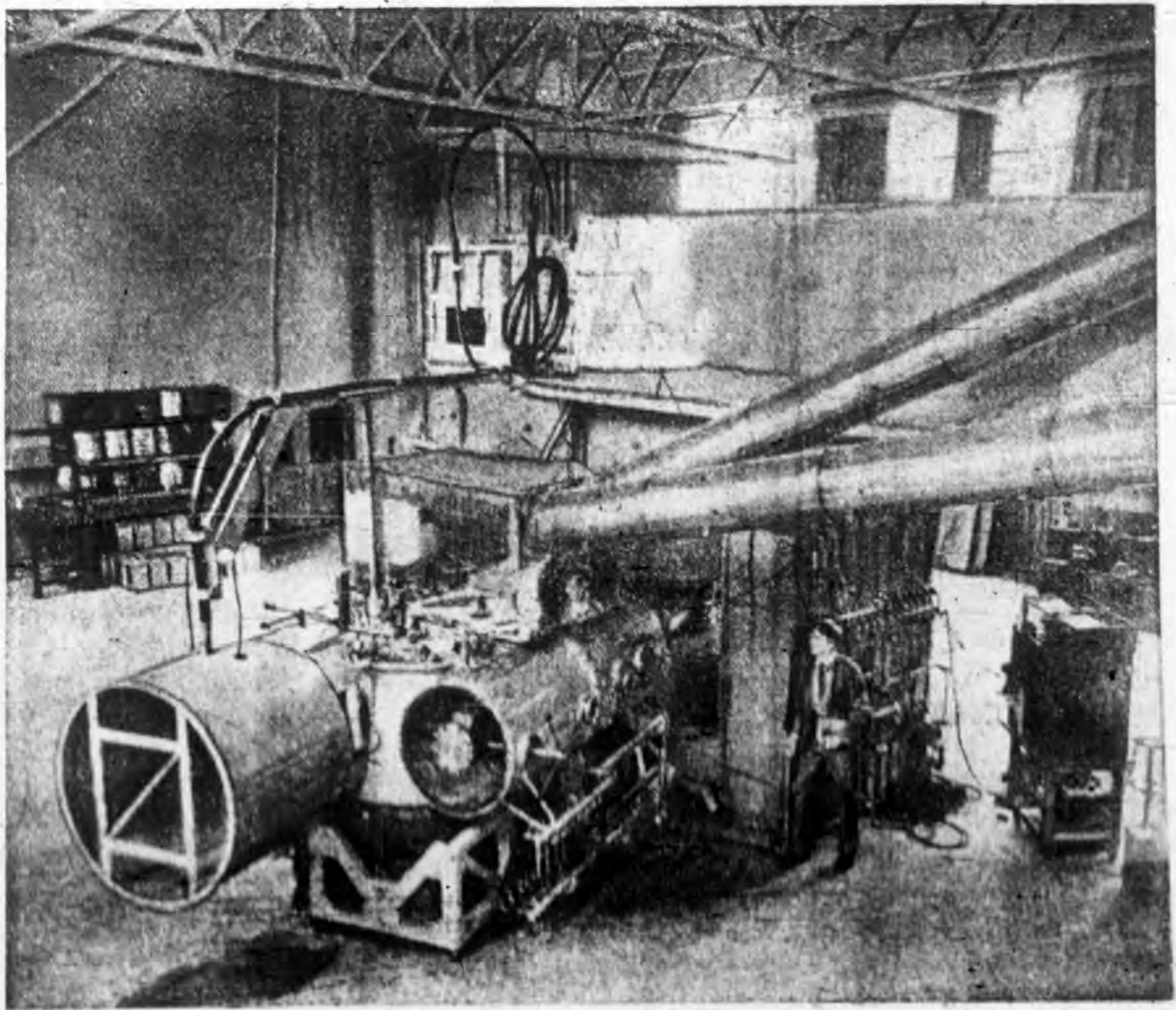


兵工月刊

新一卷 第四期

三十週年校慶紀念特刊



美國加州大學原子核轟擊分裂器之全景

兵工學校 兵工刊社 出版發行

上海市吳淞砲台 三十七年九月十五日出版



Full Text of The Official Report

官方報告全文

ATOMIC ENERGY FOR MILITARY PURPOSES

By Henry Smyth

原子能之軍事用途

美國普林斯頓大學物理系主任 史邁斯 著
美國陸軍工程團曼哈登區顧問

前清華、中大、山東等校物理系教授 方光圻 譯
前本校校長、現任兵工署訓練司司長

十報紙版，金圓五角； 白報紙版，金圓八角

上海 吳淞 兵工學校圖書館代售

兵工月刊 新一卷第三期目錄

(八月十五日出版)

- | | | |
|-----|-------------------------|-----|
| 特載： | 美顧問普爾中校蒞校演講詞 | 普爾 |
| 通論： | 工程師與國防工業 | 徐關如 |
| 論著： | 美造 M5 及 M5 A1 指揮儀之理論及構造 | 董登策 |
| | 雷達指示器(一) | 陳載華 |
| 譯述： | 第二次世界大戰美國彈藥之供給 | 潘應魁 |
| | 美國 37mm M16 彈壳之製造法 | 劉涌 |
| | 磁液式離合器及其設計 | 吳振聲 |
| 通訊： | 介紹第二十一工廠 | 張志純 |

兵工月刊 新一卷第四期目次

三十週年校慶紀念特刊

題詞：國防部部長何題詞	參謀總長顧題詞	
聯合勤務總司令郭題詞	交通部部長俞題詞	
國防部第五廳廳長沈題詞	聯勤總部第五處處長饒題詞	
兵工署署長楊題詞	兵工署副署長李題詞	
兵工署副署長李題詞	訓練司方司長千里題詞	
訓練司虞副司長紹唐題詞	化學兵司汪司長逢栗題詞	
外勤司劉司長倚衡題詞	工業司童司長致誠題詞	
兵工署四川區辦事處陳處長哲生題詞	兵工署第八十工廠黃廠長嘯峯題詞	
兵工署第三十工廠趙廠長達題詞	兵工署第六十工廠孫廠長學斌題詞	
經濟部技工訓練處呂處長持平題詞		
特載：兵工學校三十週年校慶紀念	徐庭瑤	A—1
祝兵工學校三十週年校慶	梁 強	A—2
校慶祝詞	簡 立	A—3
母校三十週年校慶獻詞	王 銓	A—6
三十年來本校大事記	張志純	A—7
兵工工程學院近況簡報	陳國怡	A—13
訓練部兵工勤務組概況	湯煥孫	A—20
訓練部化學兵組概況	駱效賓	A—22
通論：兵工事業之我見	錢昌祚	B—1
兵工教育與我國現行教育制度	呂持平	B—7
我對保養部隊之看法	鄭璧如	B—10
編著：戰車之裝甲	湯煥孫	C—1
空彈裝藥巨大爆破效應之原理試解	卞迪生	C—14
六公分迫擊砲榴彈之設計與試驗經過	施政楷	C—20
介紹一種新運輸車輛之性能與	成沛民	C—32
混合反應力	石志清	C—37
從4.5吋火箭談起	徐蘭如	C—46
原子核能的概念和應用	錢三強	C—63
書箱：「迫擊砲彈經驗談」讀後	張昭德	D—1

編輯組事啓(三) 陳國怡

本期欣逢兵工學校三十週年校慶，加大編爲紀念特刊，惟是海內先進及各地校友，踴躍投稿，超出篇幅，未能一次登完，而且多數大作，均有精美附圖，描繪套印，亦受時間限制；又如秦皇島耀華玻璃廠廠長龔祖同先生及甘肅省立科學館館長盧壽樹先生等稿件，接到時已經印刷完畢行將裝訂，亦無法插入，是以決定將下月份之新一卷第五期，輯成“兵工學校三十週年校慶紀念續刊”，表示慶祝。下期定價，仍爲金圓伍角，茲將要目預告如下：

江元方： 工作時間與動作

張昭德： 錐孔裝藥理論之研討

陳載華： 雷達指示器(二)

沈正功： V形帶之選定及其特徵

石志清： 簡單變應力

陳大剛： 發展兵工事業勸議

盧壽樹： 軍用光學儀器簡論

龔祖同： 觀測器材之效用及設計

楊友楨： 氣象學之軍事用途

已往兵工署之業務，以兵器之製造及研究爲主，故傳統作風，偏重於工程學術；自抗戰勝利之後，改組擴大，包括戰地武器之保養補給及化學兵之作戰防毒，因之本刊內容，除理工方面之稿件外，對於作戰及外勤之論著，特別歡迎，亟盼現在參加軍械外勤及化學作戰之武裝同志，將其歷年心血經驗，撰述投稿，以充篇幅，無任感禱。

兵工學校三十週年紀念特刊

發揮科學精神
完成建設使命

何應欽



加
強
研
究
精
神
促
進
軍
需
生
產

願
祝
同
題

依仁游藝好學專精
國防利器庶有發明

郭懋



兵工學校三十週年紀念

嶽嶽百工於兵為最
利用行師安內攘外
興學卅年人才薈蔚
踵事增華國防斯賴

俞大維題



作內政以寄軍令
寓兵於工古有訓
爰振我旅當大任

沈葆楨題

以技術頭腦創造新兵器

以科學武器發展新技術

龔作人



兵工學校三十週年 校慶

卅載作育 成績孔彰
英才蔚起 兵工之光

楊繼曾敬題

兵工學校三十週年 校慶

卅載作育 非虫豸已播
辛勤砥礪 如切如磋
迪我雋英 宏我兵工
惟諸碩彥 貫澈始終

李待琛敬題

兵工學校三十週年

紀念

兵工建校
今三十載
才雋輩出
如珠百琲
濟二多士
艷家止楨
宏茲學術
爲國長城

李承幹敬題

兵工學校三十週年紀念誌慶

猗欵斯校日新又新兵工作育注此成均
建校以遠卅載於茲經營慘淡勞瘁所
資南望末箭才行為先萃三學子希選
多錢國防建設重在聯勤兵工事業
責在吾羣昨午抗戰克甚勤勞今
茲戡亂尤待薰陶三湘簡子主持校政
茲揚光大規模益闕余在校久愛秉真
誠欣逢紀慶樂觀斯盛

方光圻題

三七九二〇

兵工學校三十週年紀念

建校三十年育才已成千參與
抗日戰貢獻特炳然竊喜諸賢
英志達而功成今當極慶日書此
祝前程

實紹慶題

廿九年

恭祝

兵工學校三十週年紀念

現代國防科學是務
作育英才匠心別具
三十年来厥功丕著
日新月异永隆令譽

汪達東



致題

五之學校三十週年誌慶

技術建國

外勤司長劉倚衡

敬題

兵工學校三十週年紀念

三十而立

董致誠敬題

兵工學校三十週年紀念

卅載艱難懷締造
八年抗戰奏膚功

陳哲生敬題

事業千秋重魯班能從平
治策邊安卅年締造積功
繁俊又在官喜濟濟精
園為國敵般般光榮盛典
應同歡 調寄浣溪紗

兵工學校卅周年紀念慶

黃南峰
題賀

兵工學校創立三十周年紀念

兵工建設 我武維揚
興學育才 卅載發皇
民資保障 國固苞桑
臨風致頌 日進無疆

兵工署第三十二廠廠長趙



祝

母校三十週年紀念獻詞

國防以恃，在有強健之人民，備其高為
之道德，及優越之武器而已。兵工學校，
前賢創立，屢多維艱，播遷以表，垂
三十年，蓋有比於形，或從業者，之竭
盡智能，增其軍實力量，意至深切，
顧我同胞，學國家培養，枕局勢艱
危，安可不沉潛其心志，戮力探討，以
促成其發展，踏於時代之標幟。

三十七年 張利節 張子秋 敬啟

母校卅週年校慶紀念

重學術上為夫人作和平保障
重道義上為函人免民族魚肉

呂持平敬題

三十七
年九月

兵工學校三十週年校慶紀念

徐庭瑤

(裝甲兵總司令)

軍人以兵器爲生命，軍隊無窮生命之所寄托者，則爲造兵工業，兵器自給，爲獨立自主國家必備之條件。回憶吾人八年抗戰之慘痛經過中，所賴以周旋強敵之武器，僅爲民族不撓不屈之精神，殊不足以言裝備，吾人爲求兵器自給，首須建立造兵工業，而建立造兵工業，則須養成兵工技術人才，並須繼續不斷造就之，始足以應國防之需要，兵工學校之設立，實本斯旨。

時光荏苒，兵工學校自創立迄今，瞬已卅載，經政府之締造，與歷屆師生之努力，今已大具規模，卓然有以樹立，就其今日之成就而言，足使吾人深感滿意，三十而立，吾不禁爲兵工學校慶。

猶憶庭瑤負責機械化學校時，奉命籌辦戰車工廠曾於校內附設工程學院，旨在養成戰車工程設計製造人才，爲建設之需。抗戰勝利後，戰車工廠停辦，一切機具，交兵工署接收，三十六年亦併入兵工學校爲戰車工程系。夫戰車爲現代陸軍主要兵器，造兵任務與培養造兵人才，屬於兵工範圍，戰車工程學院之改隸，庭瑤實爲促成之一人。

裝甲部隊在今日陸軍中，實居重要地位，惟我國裝甲部隊建立經過之困難，多出乎意料之外，言之殆爲一般人所難置信，其主要原因，則爲戰車工廠之缺乏。

裝甲部隊所用車輛，配備極爲複雜，構造特別堅牢，皆需專門設計特製，若向外購買，國家實無比財力足以負擔，且戰鬥車輛產能，日新月異，平時各國新式之車，多不出售，所可出售者，縱係新品，亦屬舊式，則雖有裝甲部隊，效能永屬落後，況車輛產能有關國防祕密，非自造，則其祕密實不能保，故裝甲車輛自給，實爲國防急務問題，今惟有熱望兵工學校對戰車工程人才之培養，有以副吾人建設新軍之願望。

欣逢兵工學校三十週年紀念慶之日，庭瑤因有前陸軍機械化學校工程學院與兵工學校之一段因緣，以最興奮之心情，爲中國裝甲部隊寄以無窮之願望。

祝兵工學校三十週年校慶

梁 強

[本校前任教務長(民國六年),前任校長(民國廿六至卅一年)]

中華民國三十七年九月二十日，是兵工學校成立三十週年校慶紀念日。回溯過去三十年的悠長歲月，她所身歷的艱難和痛苦，實在一言難盡；這些屬於她的沿革的事蹟，這裏不必多所述數。但我個人從民六擔任漢陽兵工專門學校教務長，創設本校起，斷斷續續的負責主持校務，在任校長時，適值抗戰軍興，遷校重慶，其間二十多年來，曾有兩段時期，使我念念不忘。

這個由我收生下來的孩子，當民六至民十之際，由襁褓進入童齡，撫養大非容易。到了民十四年夏疫，更於民廿一由漢遷京，總算渡過了她的發育時期的危險難關。民廿六，又由我從南京把她帶到重慶去，在漫天戡火之下，運送既是不易解決的嚴重問題；到了重慶，祇說建築校舍，革新校務兩點，又隨時遭遇財力人力無從充分取給的厄運，如何繼續培育她，可說是到了她生死存亡的最後關頭。倖存的，她竟能逢凶化吉，一切都還安然應付度過。現在想起來，猶不免驚喜交集。

今年，正是她滿三十歲。孔子說過【三十而立】，也就是說，到了三十歲，可以樹立有爲了。經現任校長簡元衡先生的擘畫經營，遷校吳淞的臨時校址，並且擴大充實其組織，種種措施，都證明簡校長已是把她樹立起來，大有作爲。恰合着三十而立的古訓。

所以，今年的三十週年校慶適在既立之後，前程無阻，發軔之初，其意義的重要，是可想而知的。趁此機會，謹以校友身份，詠抒所感，藉向簡校長傾致欽仰之誠，並祝本校發揚光大！

校慶祝詞

簡立

(本校校長)

三十日壯，三十而立，三十骨格成，兵工學校這一位時代寵兒正是三十歲了。在今天來為壯士寫所部祝詞，似乎語合警策較為得體，雖說君子也有不虞之譽與求全之譏，難有絕對的評價，可是自我檢討却有其必要吧。真的，本校得名非偶然，我們不必搬出全部的家乘，只要看以它的畢業員生為基幹而作的兵工事業的光榮成就，便可詳勝於虛構的說明：說到兵工的規模，它已被認為就是我國的工業的全部——這句話我尤其想告之美國盟友，這事實與美國兵工工業兩相逕庭，因此本校兵工教育範圍必須加大——所製成的武器，使美國從亞伯丁兵工學校出來的被友，曾經在該校參觀過廣羅全世界兵器的陳列館，由於其所陳列的中國兵器，僅僅是一枝古老的太原製造自來得手槍，因而憧憬着中國必然造不出精新武器，及至看到我國入印遠征軍所獲之國械裝備，竟與歐美最精良者相伯仲，自然不覺羣情驚讚，而騰沸當時的報紙了。讓我們再想一想：假如抗戰期間全國對外被阻斷之時，沒有自己的兵工生產，抗戰如何繼續，民族如何生存？這正足以說明俞楊兩將軍所領導的全體兵工人員的偉大貢獻，而本校畢業員生不但亦在其中，抑且始終不因待遇漸減終至遠不如人而離開崗立，這一點更值得強調說明：富貴不淫，貧賤不移，威武不屈，得名豈屬偶然？現在本校尤其有嶄新面目了，本校已經卓然列入新制軍事學府之一了。這固然是屢峯高瞻遠矚的措施，與乎盟邦多方協助的結果。同時大批生力軍的新同志翩然蒞止，也是使本校由一位善心壯漢蛻變為時代巨人的原因。如果要辭費的介紹一番，我想略去全校組成的一個室，五個處，兩個大隊，兩個隊，一個學院，一個部轄兩個組，以及處屬的十四科與二室二館二所一廠四隊。與附屬的一室一庫，此外學校附屬一個訓練班，均不加敘述，而僅稍及教育內容。就教育內容言，本校是

集美國四校於一個學校：(一)兵工工程學院，轄分三系，造兵與應用化學為本

校原大學部之兩系，客歲裝甲兵學校戰車工程學院編并本校，增設為戰車工程系，兩著名學府交融一處，相得益彰，本學院相當美國 MIT，在美國本為文學校，兵工軍官送讀其中，我國則兵工以外幾無工業，文學校絕無兵工工程科系，且三十年來，學生均經蜚聲全國之最難攻取之入學考試，更經入伍軍事訓練，可算是文武兼資。(二)兵工勤務組，轄分十系，係新增單位，相當美國亞伯丁整個兵工學校 The Ordnance School。兵工勤務担任保養補給，其組織幾乎全為部隊，編為各種兵工連營團(指揮部)等，建制及配屬於野戰軍中。在製造落後國家，保養更形重要，我國即將致力於新兵工部隊之組訓，并建立兵工兵科。但是這種有高度技術修養又必需有良好軍事訓練之新軍官，培成頗費氣力。(三)化學兵組，轄分八系，係由有名而有歷史之化學兵幹訓班改編而成，相當於美國愛芝塢(Edgewood)整個化學兵學校 Chemical Corps School。化學兵使用的武器均為新式而有特殊威力者，如舉世稱譽之四吋二迫擊砲及噴火器火箭發煙器燒夷劑等，為其特備而常用武器，防毒僅為末支而已。世人每訝美國不施放毒氣而有不少之化學兵部隊，這是不明究竟的結果。化學兵為兵科之一，軍官所需之高度技術與軍事素養，與兵工軍官，略無二致。(四)軍官訓練班，為初級兵工軍官養成教育之所，相當美國之 OCS。因為我國新制軍校尚未開辦，而軍官學校又從無兵工兵科，所以本校附設此班。該班畢業生之待遇，奉 部令規定與軍校正期畢業生相同，他日得循序深造。同時該班的獨立區隊，可使無正式出身的兵工軍官在受訓後取得正式出身。由以上論列可見本校今日規模之大，在新軍教育中地位之高，負生責任之艱巨。現在讓我們撫今思昔之餘，規劃出未來。

共同的目標，其內容我擬作這樣的建議：(一)兵工工業應大量發展，至有關之民營工業發展之後，最好仿照美國，劃分兵工區 Ordnance districts，置於兵工督導之下，以促進兵工生產。(二)國情與美國不同，我國兵工工程教育，必須仍在本校設兵工工程學院實施之，他日更有增設研究院之必要，此種研究院除係著重專精的深的方面，與國防大學工業學院(如果有的話)着重工業動員等一般的博的方面，性質截然不同。(三)確定兵工為兵科之一，凡受過本校養成教育之學生，沒有未曾受軍訓

者，概給以兵工軍官資歷(受召集教育之學員，原已有軍官身份)，如他日設研究院，似可容許文大學畢業生加入，但不給予軍官身份。兵工工程院及研究院畢業員生應授予以學位。(四)建立強大的兵工兵及化學兵部隊，養成并召訓大量兵工軍官。(五)為國家經濟着想，除開戰車保養製造已撥歸兵工外，汽車保養製造亦應仿美國佳例撥歸兵工，本校應同時担任此兩方面人才之訓練。(六)建立永久校舍於南京白水橋。以上這些目標靠我們去努力，而最大前提尤其在我們要有精神上的原動力，我們今日以前的同學似乎這一方面的工夫做得不夠，應該立即努力於新的心理建設，以求先備其體，體不備決不能致其用。我現在就觸感所及，提出如下一些所要的共同的認識，(一)每一個真正兵工戰士都是光榮的，過去如此，現在如此，未來亦如此。(二)每一個真正兵工戰士都是偉大的，我如此，你如此，他亦如此。(三)在分工合作之下，設計製造，保養補給，不可偏廢，不可偏重，同一光榮，同一偉大。(四)在分工合作之下，如果有別人不如我的感覺，便是幼稚的誇大，幼稚的意境！(五)一切為了救祖國，一切為了打勝仗，不論是同學，非同學，是軍人，非軍人，兵工同志總是殊途同歸，彼此互相尊重。(六)『沒有軍人精神，所以過去只有個人力量，而無團體力量！』(七)離開階級服從，職務服從，期別服從，資歷服從，便非軍人精神，便無團體力量！(八)富貴不能淫，貧賤不能移，威武不能屈，此之謂大丈夫。(九)兵工兵，化學兵，戰車兵是姊妹兵種，共事為榮。(十)現代戰爭的幕後是工程師與工程師的作戰，一人的發明是全體同學的光榮。(十一)美國人用超越的技術打败了德國人超越的藝術，技術精良是兵工英雄必備條件之一。(十二)信守忠勇勤慎的校訓，忠於國家，忠於職務，勇於作戰，勇於服務，勤於治學，勤於治事，慎於言語，慎於行動。這十二個共同信條，并不完美，但我確信有其提出的價值，我願意同學們為了有益團體而作如是之心思建設。本人雖是過渡時期的短期兵工從業人員，在今天欣逢三十周年光榮校慶之中，也不能不向本校同志們略談本校的過去現在與未來，想於此拋磚引玉，如果幸而被認為不甚無趣，發生了一點作用，使平淡化為絢奇，則此祝詞倒也果如所祝了！同志們，讓我們三十而立起來！

母校三十週年紀念獻詞

王 銓

(兵工署兵器檢驗處處長)

母校自成立以來，不覺已經三十週年了。在這三十年當中，我們由少而壯而老之將至，國內由北伐而抗戰而戡亂；世界由第一次大戰而第二次大戰而第三次大戰又在醞釀。無情的天演淘汰，和酷烈的人類自我屠殺，正密切合作，製造着『滄海桑田』的急劇變化。我深深地感慨着：她使無窮的劣敗者，都隨過去的時間消失了！但試一回顧母校，她在這險惡的漫漫長夜裏，基礎是益形鞏固，規模是益形擴大，設備是益形充實了。她自身良好的發展，證明她是時代的『適者』和『優勝者』，這更我在無限的感慨之中，得到了無限的安慰。在這裏，我敬向維護母校的各政府機關和歷年在母校服務的教授和職員們，致致敬意和謝忱！

不過時代正以空前的速度在進步。對於母校過去的成就，我雖引以為慰，但母校決不能以此自足。所謂石器時代，銅器時代，已入古代史範圍，我們也光榮的老早跨過了。有人說現在是原子時代，但我們迄今所廣泛而深刻研究的，却還以『鐵器』為主要。鐵器對現代人類生活及戰爭，雖仍占有重要地位，但在學術研究上，既要把握現實，更要領導現實，尤貴能以超越理想造成現實；這便是世界所以進化，原子時代所以到來之故。母校在『把握現實』的學術研究上，是一向不肯後人，在過去是不斷的在進步；但我希望她從今天起，更有一個劃時代的大進步。希望她做個學術家裏的急先鋒，站在科學國防的最前線，希望她不久有更重要的發展和貢獻！再希望同學們既做實行家，還做發明家；領導現在，并創造未來！敬祝
母校萬歲！
校友健康！

三十年來本校大事記

張志純

(本校校長辦公室主任)

- 中華民國六年一月 前陸軍部令准設立陸軍部漢陽兵工專門學校，招收第一期學生五十名。校址設於漢陽兵工廠內。
- 七年一月 招收第二期學生五十名。
- 十年一月 老一期學生畢業九名。
- 十月 老二期學生畢業九名。同時以教育經費支絀奉令停辦。
- 十四年七月 奉令繼續開辦，招收第一期學生四十名。於九月十七日上午九時舉行開學典禮。
- 十五年九月 國民革命軍底定武漢，改名為國民政府漢陽兵工專門學校。
- 十七年十月 南京軍政部成立，改名為軍政部漢陽兵工專門學校，仍在漢陽兵工廠內上課。
- 十八年七月 第一期學生畢業：造兵製藥兩系共三十八名。同時招收第二期學生八十名。
- 二十年七月 招收第三期學生三十名。
- 二十一年七月 南京中華門外新校舍落成。
- 九月 奉令遷京，改名為軍政部兵工專門學校。
- 二十二年七月 第二期學生六十二名畢業。軍政部開辦軍械人員訓練班，由校長李伯芹將軍兼主任。
- 二十三年七月 呈准添設軍械技術班，招收第一期學生四十七名。
- 二十四年七月 第三期學生二十八名畢業。
- 九月 招收第四期學生三十名。

- 二十五年八月 招收軍械技術班第二期學生五十五名。
- 二十六年二月 軍械技術班第一期學生四十二名畢業。
- 八月 在南京招收第五期學生十五名。
- 十一月 抗戰軍事緊急，奉令遷至株州。
- 二十七年一月 奉令移重慶，在至聖宮開課。
- 六月 第四期學生二十七名畢業。
- 七月 補招第五期學生十七名。
- 八月 招收軍械技術班第三期學生四十九名。
- 二十八年二月 招收特別訓練班學員五十員。
- 五月 因渝市空襲，奉准遷至沙坪壩小楊公橋上課。
- 七月 招收第六期造兵及應用化學系系學生一百名。同時招收大學畢業生五十名，設技術員補習班，以補充其兵工教育。
- 軍械技術班第二期學生五十四名畢業。
- 奉令將軍械人員訓練班附設本校，由校長方千里將軍兼主任，召訓第七期管理學員一百員。查軍械人員訓練班第一期至第六期，已畢業學員共二百七十二員。
- 十月 設立初級軍械技術班，將前電雷學校學生八十五名，施以訓練。
- 十二月 奉令改名為軍政部兵工學校，本科稱為大學部。
- 二十九年一月 軍械人員訓練班第七期管理班學員七十二員畢業。
- 五月 特別訓練班學生二十一名畢業。
- 六月 召訓軍械人員訓練班第八期管理班學員一百名。
- 在南京招收之第五期學生十六名畢業。
- 八月 招收第七期學生七十一名。
- 十月 軍械人員訓練班第八期管理班學員八十名畢業。
- 十一月 召訓軍械人員訓練班第九期學員六十員。

- 三十年一月 技術員補習班二十九名畢業。
- 五月 軍械人員訓練班第九期學員五十七員畢業。同時召訓軍械人員訓練班第十期學員四十員。
- 七月 招收第八期學生五十名。在渝續招第五期學生十五名畢業。
- 九月 軍械技術班第三期學生四十三名畢業。
- 十一月 軍械人員訓練班第十期學員三十九員畢業。
- 十二月 召訓軍械人員訓練班第十一期學員六十員。
- 三十一年三月 初級軍械技術班學生三十四名畢業。
- 五月 軍械人員訓練班第十一期學員五十三員畢業。本班奉令結束，另行設立軍械庫員訓練班，前後召訓庫員八班，共畢業學員三百一十二員。
- 七月 招收第九期學生五十名。
- 三十二年七月 招收第十期學生五十名。
- 三十三年七月 招收第十一期學生五十名。
- 八月 裝甲兵學校戰車工程研究班第一期甲組學員五十四員畢業，現核准為本校戰車工程系第六期。
- 三十四年七月 招收第十二期學生五十名。
- 十月 第七期學生四十三名畢業。
- 裝甲兵學校戰車工程研究班第一期乙組學員二十三員及第二期學員三十八員畢業，現核准為本校戰車工程系第七期。
- 三十五年六月 第八期學生三十二名畢業。
- 裝甲兵學校戰車工程研究班第三期學員二十六員畢業，現核准為本校戰車工程系第八期。
- 十一月 奉令直隸於聯合勤務總司令部。

- 十二月第九期學生四十七名提前畢業，調赴聯勤學校教官訓練班
兵工系第一期受訓。
- 三十六年五月 奉令遷南京。
- 九月 國防部三十五年度兵工科留美學員十二員來本校駐京通訊
處報到。聯教班兵工系第一期學員三十四員畢業。
- 十月 奉頒新編制，合併化學兵幹部訓練班及戰車工程研究班，
擴大組織，改名兵工學校。
聯教班兵工系第一期學員三十三員來本校報到。
奉令改遷上海吳淞。
- 十一月 在渝成立遷校委員會。
- 十二月 現任校長簡元衡將軍就職，奉兵工署長楊閣定本校高級人
員，分別到差，展開校務。
接收吳淞臨時校址，
裝甲兵學校戰車工程研究班第四期甲組學員五十員畢業。
現核准為本校戰車工程系第九期。
召訓新制初級班第一期學員三百員，全國分八區初試。
二十四日在吳淞第一次升旗，並開始全校勞動服務。
- 三十七年一月 裝甲兵學校戰車工程研究班編併本校兵工工程學院。
稱戰車工程系，其第四期乙組學員二十六員，第五期學員
三十五員亦由南京燕子磯遷滬開課，預定三十八年七月畢
業。
招收兵工工程學院第十三期學生二百名，全國分九區舉
行。
奉頒「忠勇勤慎」為本校校訓。
- 二月 第十，十一，十二期學生及初級班第一期學員在吳淞開課
。化學軍官訓練班第一期學員在馬鞍山開課。編印開學特

刊。

- 三月 化學軍官訓練班第一期學員三十三員畢業。
招待教授及其眷屬遊覽蘇州名勝。
舉行本校遷滬後第一次運動大會。
參加南京全國聯勤運動大會。
噴火器訓練班開學。
實施各單位內務競賽，第一名保持榮譽旗一週。
- 四月 化學軍官訓練班第二期開學。
校長奉署長楊之命建議政府建立兵工及化學兩兵科。
噴火器訓練班學員三十二員畢業。
- 五月 附設聯教班召訓兵工系第二期學員六十員，訓練高級班師資。
兵工署長楊蔭校訓話。
慶祝總統就職。
化學軍官訓練班第三期學員三十一員畢業。
- 六月 總司令郭偕襄處長方司令及美顧問等蒞臨主持本校校長補行就職宣誓等典禮。
第十三期學生七十八名入伍。
附設軍官訓練班組織成立。
第十期學生四十一名畢業，除留任助教二名外，餘均分發兵工署兵器檢驗處服務。
呈報本校白水橋永久校址建築計劃圖說及預算。
發行兵工月刊創刊號。
- 七月 化學軍官訓練班第三期開學。
兵工署副署長李蔭校訓話。
軍械保養第二營第五連奉令配屬本校。 • 供兵工勤務示範

用。

重慶留守人員到滬，遷校工作完成，重慶校舍及營具移交川東供應局接管。

八月 聯教班兵工系第二期學員五十九員畢業。

招收第十三期學生二百四十名，全國分六區舉行。

化學軍官訓練班第三期學員三十二員畢業。

在京舉行酒會，招待美顧問第五處及兵工署科長以上士官副主官。

九月 軍官訓練班在寶山臨時班址籌備召訓第一期學生一百九十二名。

籌備召訓初級班第二期學員三百員高級班學員四十員。

第十四期新生一部分來校報到。

廿日爲校慶，在吳淞舉行本校成立三十週年紀念慶祝大會，由兵工刊社發行『校慶特刊』，編印校友錄，並籌擴大校友會組織。

兵工工程學院近況簡報

陳國怡

(本校兵工刊社編輯組組長)

本校於客冬遷渝，奉令擴大編制，分為兵工工程學院及訓練部兩大教育單位。溯自民六創辦迄今，九月二十日適為三十週年校慶。除訓練部之兵勤與化兵兩組，另有專文介紹外，兵工工程學院方面，因暑假招生，上下為評卷計分而交忙，謹以校友資格，試為簡單報導近況，如下：

兵工工程學院係本校大學部之造兵及應用化學兩系，與機械化學校工程學院之戰車工程系，合併而成。機械之前身為民二十五年成立之交輔學校，係抗日名將徐庭瑤先生所手創。抗戰後初遷長沙，繼移柳州，三遷貴江，後至瀘南。於二十九年呈准軍訓部將原有之技術學員隊，改設自動車工程學院。聘請前北洋大學教務長項任瀾博士主持成立，原定設立自動車工程，冶金工程及工廠管理三系，以培植吾國戰車工業之專才。高瞻遠矚，海內共仰。奈以當時僻處洪江，人物兩極困難，故先集中精力，籌立一系。民三十四年項院長因病辭職，由何緒纘先生繼任，宵旰勤勞，聲譽日隆。先後計畢業四期 191 人，分發服務於交通部，運輸署及裝甲兵司令部等之各級汽車工廠，成績斐然，至為各方重視。客冬改組，奉令來渝加入兵工工程學院，改稱戰車工程系，與本校原有之造兵應化兩系，鼎足而三，可謂國防工程教育一元化之先聲也。

造兵，應化，戰車三系，均招收高中畢業生，在校五年畢業，第一學期為入伍軍訓，最後第十學期為兵工廠或汽車廠實習，故總時間雖較國立大學為增多一年，而實際上課時間，則為四整年仍相等。造兵系一辭，係自德文 *Waffenbau* 直譯而來，專攻槍砲彈雷及其他特種兵器之理論及製造。應用化學系則以火藥毒氣及酸鹼工業之自給自製為目標。戰車工程系之使命，尤為重大，蓋現代之陸權爭衡，端賴機械化，若軍用車輛之不能自己設計改進，不能自己大量生產，則永無國防獨立之可言也！

課程水準，係參照前德國兵工大學(Mil taer-Technischen Akademie)，日本東京帝大，美國麻省理工大學，及吾國教部頒佈大學課程標準之內容而定。前期兩年，係普通理工基礎之奠定，多共同必修課目，以外國語文，高等數學，大學物理，普通化學，工廠實習，機械製圖，應用力學，材料強弱，電工，熱工，機構，水力等為主。至後期兩年之專門課程，乃分道揚鞭，三系各趨極端。造兵系有彈道，兵器設計，原子物理，兵器製造等主課。應化系有火藥製造，毒氣工程，化學工程，化工設計，火工作業等學科。戰車系則為汽車工程，戰車工程，引擎設計，車架設計，燃料及潤滑等項目。詳細課程及鐘點分配，另附總表於後。

兵工工程學院現任院長何緒績先生，早年留美，歷任總工程師，研究所所長，北洋大學教授及機校工院院長，為工程界之老前輩。造兵系主任趙國華先生，本校造兵系第三期畢業生，漢陽兵工廠技術員，民國二十七年考取庚款留英，後又赴美專攻高等力學，返國後歷任西北工學院及上海交通大學教授等職。應用化學系主任曾石虞先生，德國萊城大學化學博士，歷任本校大學部，重慶大學及化學兵幹部訓練班主持化學兵器講座。戰車工程系主任季文美先生，意大利都靈大學航空工程博士，歷任上海交通大學教授，為國內內燃機之權威，教授陣容計有張述祖先生（兵器工程，兵器設計），羅澤需先生（彈道），馬明德先生（引擎設計），鮑光華先生（機械製造），徐真先生（機構學），丁觀海先生（水力學），周慶祥先生（化學工程，化工設計），張潤庠先生（工業分析，燃料及滑潤），賈蓮英先生（英文），鍾以文先生（火藥製造），張震海先生（體育），沈業勤先生（國文），石志清先生（引擎力學），江超亞先生（汽車），朱良璽先生（熱工），沈正功先生（機械設計製圖），陸志鴻先生（冶金及金相），漆相衡先生（政治經濟），湯煥孫先生（戰車工程），陳國怡先生（兵器製造，工廠實習），路松筠先生（兵器實習）黃席棠先生（原子物理，普通物理），周兆豐先生（普通化學），劉漢三先生（數學），于華亭先生（兵器工程），孫述先先生（德文）等。

設備方面，校內設有理化館，兵器館，戰車館，圖書館，實習工廠及印刷所，而校外之各兵工廠，汽車廠，彈道研究所，應用化學研究所，兵器研究所及材料試

驗處，亦與本校有密切連繫，寒暑假均可派往實習實驗，觀摩手動也。校內設備方面，茲再詳為介紹如下：

(A) 理化館，計分普通物理，普通化學，有機及毒氣，定性及定量分析，工業分析，理論化學，火藥等七實驗室，及天平室與藥品庫。設備尚屬充實，例如物理實驗室計有各種儀器 332 種，在重慶時候，交通大學曾來借用實驗。

(B) 兵器館，吾國素有世界軍火商人試驗場之稱，是以本校收羅特富，舉凡列強新舊各式武器，莫不應有盡有，總數近千，專供學生裝拆實習，比較研討之用。例如輕機關槍一項，即有十餘國二十餘種之多，可見一斑。

(C) 戰車館，係新近成立者，共有新舊各式水陸戰車 16 種，及各式汽車多種，專供學生拆卸觀摩，實習修理及駕駛之用。

(D) 圖書館，共有中外圖書雜誌 22,439 種，其中兵工工程方面之資料，以歷史關係，為國內數一數二之文庫。

(E) 實習工廠，分木工，鑄工，鍛工，鉚工，鉗工，機工六部份，在重慶時以承包友廠生產工作，設備尚屬充實，各式機器五十餘部，且有八呎龍門刨床，及一時半落地鑽床等巨大設備，自備 10 1 KVA 變壓器，供應交流電力，另有直流發電機兩部，引擎帶動，供應直流電鍍，可供員生 80 名，同時在廠實習。

(F) 印刷所，為本校教育上最重要設施之一。當初因兵工工程書籍，不但國內缺少，海外亦難大量購入。自編講義，又不便在外印刷，故特設此廠。多年陸續擴充，現有鑄字爐兩部，對開及四開機六部，圓盤機六部，石印機十部。十餘年來計印講義 28 種，除分發學生應用外，存自 15,461 本。抗戰中中國工程師學會之工程雜誌，曾由本所承印，今日本校之能出版兵工月刊者，全賴有此設備也。

本校傳統作風，重質不重量，採兵精主義，故三十年來，兵工工程學院三系合僅畢業 603 人而已。但攷取國防部，教育部，經濟部，省公費等出國留學者計 98 人，尤以素稱嚴格之中英庚款及教育部留美公費研究生二者，本校亦未敢後人，已有趙國華，徐皆蘇等，攷取出國。以軍事學校畢業生資格，而與交大清華，較量身手，榜首題名，故頗為教育界所驚訝也。

本校兵工工程學院造兵系課程總表

每學期每週必有課程：政訓3小時，軍訓2小時，體育2小時。

課 程	第一學期	第二學期	第三學期	課 程	第四學期	第五學期	
國 文	入 伍 軍 訓	3	3	外國語文	4	4	
外國語文		4	4	機械製圖	4		
微積分學		4	4	應用力學	4		
普通物理		4	4	材料力學		4	
物理實驗		3	3	熱工學	4	3	
普通化學		4	4	機 構 學	3	2	
化學實驗		3	3	微分方程	4		
畫法幾何		6		冶 金	3		
機械製圖				6	高等數學		4
					電工學		3
				金屬材料		3	
				工廠實習	3	3	
				水力学		3	
課 程	第六學期	第七學期	課 程	第八學期	第九學期	第十學期	
外國語文	4	4	外國語文	4	4	兵 工 廠 實 習	
熱工學	3		高等機械設計	4			
電工學	3		兵器實習	3	3		
彈性理論	3		兵器設計	4	4		
電工實驗	3		砲架理論	3	3		
機械設計	4	4	兵器製造	4			
兵器工程	4	4	機械製造	4			
砲內彈道	3	3	精密機械	2			
砲外彈道	3	3	彈道實驗	3			
火 藥		4	特別講座		2		
內 燃 機		3	戰車工程		4		
金相及加熱處理		3	工業管理		2		
材料實驗		3	兵工參謀		2		
熱工實驗		3	畢業論文		2		

本校兵工工程學院應用化學系課程總表

每學期週每必有之課程：政訓3小時，軍訓2小時，體育2小時。

課程	第一學期	第二學期	第三學期	課程	第四學期	第五學期	
國文	入伍軍訓	3	3	外國語文	4	4	
外國語文		4	4	應用力學	4		
微積分學		4	4	熱機學	3		
普通物理		4	4	有機化學	4	4	
物理實驗		3	3	有機實驗	3	3	
普通化學		4	4	定性分析	6		
化學實驗		3	3	微分方程	4		
畫法幾何		6		高等數學		4	
機械製圖				6	材料力學		4
					機構學	3	
				定量分析		6	
				電工學		3	
				金屬材料		3	
				工業分析		6	
課程	第六學期	第七學期	課程	第八學期	第九學期	第十學期	
外國語文	4	4	外國語文	4	4	兵 工 廠 實 習	
電工學	3		兵器實習	3			
電工實驗	3		化學工程	3	3		
理論化學	4	4	火藥實驗	6	6		
全上實驗		6	爆破學	3			
兵器工程	3	3	火工作業	6			
砲外彈道	3	3	毒氣工程		4		
砲內彈道	3	3	化工實驗	6			
火藥製造	4	4	特別講座		2		
工業化學	3	3	兵工參謀		2		
化學工程		3	工業管理		2		
			畢業論文		2		

本校兵工工程學院戰車工程系課程總表

每學期每週必有之課程：政訓3小時，軍訓2小時，體育2小時。

課 程	第一學期	第二學期	第三學期	課 程	第四學期	第五學期
國 文		3	3	外國語文	4	4
外國語文	入	4	4	機械製圖	4	
微積分學		4	4	應用力學	4	
普通物理	伍	4	4	熱工學	4	3
物理實驗		3	3	機動學	3	2
普通化學	軍	4	4	微分方程	4	
化學實驗		3	3	冶金學	3	
畫法幾何	訓	6		高等數學		4
機械製圖			6	電工學		3
				材料力學		4
				金屬材料		3
				鑄工學		2
				工廠實習	3	3
				水力學	3	
課 程	第六學期	第七學期	課 程	第八學期	第九學期	第十學期
外國語文	4	4	外國語文	4	4	
熱工學	3		高等設計	4		兵
電工學	3		戰車工程	4		工
電工實驗	3		引擎設計	3	3	
機械設計	4	4	底盤設計	3	3	廠
內燃機學	3	3	燃料潤滑	2		
兵器學	3		全上實驗	4		實
汽車學		5	飛渡引擎		3	
引擎力學		3	工業管理		2	習
材料實驗		3	特別講座		2	
熱工實驗		3	兵工參謀		2	
金相及熱處理		3	車輛實習	4	4	
			畢業論文		2	

兵工工程學院暨專科部畢業校友總表

畢業年度	期別	兵工工程學院			軍械 技術班	初級 技術班	技術員 補習班	特別 訓練班	年計
		造兵系	應化系	成車系					
民十春季	老一期	共九名							9
民十秋季	老二期	共九名							9
民十八年	第一期	23	15						33
民二二年	第二期	35	27						62
民二四年	第三期	20	8						28
民二六年	技一期				42				42
民二七年	第四期	14	13						27
民二八年	技二期				44				44
民二九年	第五期	15	15				21		52
民三十年	技三期				43		20		72
民三一年						34			34
民三三年	第六期	26	14	54					104
民三四年	第七期	25	17	61					104
民三五年	第八期	18	14	23					58
民三六年	第九期	31	13	50					97
民三七年	第十期	32	9						41
		250	149	191	123	34	20	21	
		603			213				821

兵工勤務組概況

湯 焯 孫

(本校訓練部兵工勤務組組長)

兵工勤務組爲本校復員擴編中新成立之機構，專爲訓練兵工之外勤人員，蓋兵工之整個業務大致可分爲設計，製造，保養，補給四項，其中設計製造爲內勤工作，已有本校之兵工工程學院主持教育。關於外勤人員本校以前雖曾有軍械人員訓練班及庫員訓練班等班次，惜前者畢業十一期，後者畢業八期之後，即暫時中輟，茲以配合美援，成立仿美制之兵工勤務組，以爲兵工外勤人員之訓練中心。

本組下分十系，計爲軍事訓練，一般課程，輕重兵器，彈藥，射擊控制，修配工廠，軍用車輛，炸彈處理，兵工勤務及車房補給等系。每系各設主任教官一人及教官三，四人不等，負責教課及編撰講義等項，十系之中以軍事訓練及一般課程兩系之教材與孫勤所屬其他各校之各該系教材大致相同。其餘諸系概以灌輸兵工外勤智識及養成專門技能爲主。

本組教官助教共有六十位，其中軍訓及一般課程教官多係軍校畢業，曾任部隊服務有年，或在軍事學校執教多載者故一登講台自能勝任愉快深得學員好評。至專門課程方面則幾全爲本校兵工工程學院畢業之同學與留美歸國之校友担任之，彼等對各項功課研究有素。學有專長，且對於各項專技復極嫻熟，故授課時咸能手引筆劃如數家珍，見收事半功倍之效也。

本組施教對象爲初級班及高級班，初級班原額爲二百人，現第一期僅一一七人，係由全國各軍事機關保送而經致運者，以目前人數配合龐大兵工部隊之建軍計劃，則未免過少，然『寧缺毋濫』，素爲本校獨特之傳統作風！

初級班爲訓練連長以下之外勤軍官，受訓期間本定爲十個月，使學員讀完十系課程，始得畢業，嗣以總部需才孔亟，飭令儘量縮短，本組再三致慮，認爲兵工外勤業務動輒牽涉科學與專技，決非短期內所能訓練完成，本期至多僅能縮減一月，

改為九個月畢業，而第二期以後則改為分科訓練，即訓練全期為六個月，前二月全體讀一般之軍事和兵工參謀課程，後四月則分別選讀下列四組中之任一組：(一)輕兵器及修配工廠。(二)重兵器及射擊控制。(三)汽車及戰車。(四)彈藥及炸彈處理，蓋以四個月之時間選讀一組，則理論可以透澈了解而技能亦可實習熟練！

高級班為訓練兵工參謀及營長軍長等外勤軍官，課程着重在參謀業務及兵器工程智識，現已將召訓辦法擬就呈核中，學員預定為四十名，諒在年內可以入學開課。

總之，兵工外勤為整個兵工署業務重要之一部，兵工部隊為新建之部隊，其前途發展，正無限量，兵工同志吾人為國防之中堅，有志之士，曷興乎來！

— 完 —

本校軍械人員訓練班暨庫員訓練班統計表

軍 械 人 員 訓 練 班	第一期	48	庫 員 訓 練 班	第一期	50
	第二期	50		第二期	45
	第三期	53		第三期	40
	第四期	51		第四期	33
	第五期	30		第五期	26
	第六期	40		第六期	29
	第七期	72		第七期	29
	第八期	78		第八期	50
	第九期	57			
	第十期	39			
	第十一期	53			
合 計		571	合 計		312

化學兵組概況

駱效賓

(本校訓練部化學兵組組長)

(一) 沿革

化學兵之訓練機構，肇始於九一八事變後，民國二十二年二月八日，由李故總隊長忍濤負責領導，當時為避人耳目乃化名軍政部學兵隊，復以創辦伊始第一期學生乃奉准統令各軍師放選高中程度之優秀低級幹部再施以三年期間之養成教育，同年七月一日即開始公開招收高中畢業學生為第二期，二十三年春，招收第三期，因選拔從嚴，甯缺不濫，加以訓練嚴格，時予淘汰，致不足名額，於二四、二五兩年中，仍繼續招收。二十六年招收第四期，斯時國難叢重，奉命成立部隊，當以前期畢業學生做幹部成立五個中隊，此即我國化學部隊正式成立之始（嗣後因抗戰需要改稱學兵總隊，逐漸擴充為五團，先後派赴印緬參戰，勝利後，總隊撤裁，各團改為國防部重迫擊砲第十一、十三、十四、十五各團分佈各綏靖區擔任剿匪）同時將原有訓練幹部之機構，改為軍政部學兵總隊幹部訓練班，至七七事變爆發，復奉命成立防毒處，仍以班中逐次畢業學生為基幹，分發各國軍中担任訓練。當南京失守之前，隊班奉命西撤於湖南桃源，除繼續訓練外，并奉准增設防毒訓練班，第一期招收各大學數理化之各科畢業學生，修業期限一年。二十八年因特殊任務，奉命遷四川納縣雙河場，并續招第五期，及先後招防毒訓練班第二、三、四期入伍。迄民三十一年幹訓班奉命改為軍校特科，以幹訓班各期畢業學生，改發軍校第十二、十三、十四、十五、十六各期學籍，防訓班各期畢業生改發為軍校高教班第四、五、六各期學籍并核賦隊別發給證書，以後各期學生，即奉命由校部統一招生或指定各入伍生團放選，至十九期為止，統計先後畢業學生二千九百餘人，（其他各種短期訓練班未予計入）除少數留校服務外，大部份均分發國軍各部隊，担任有關化學戰防禦訓練之工作，三十四年中央軍校之各分校班次奉命裁撤，本班奉命改為軍政部化學兵幹部訓練

班。三十五年軍委會改組，軍政部撤銷，本班奉命改為聯合勤務總司令部化學兵幹部訓練班，本年元月份奉命編併本校，成為訓練部化學兵組。

(二) 組織

本組設組長一人直轄八系——一般課程系，軍事訓練系，化學戰氣象系，化學戰技術系，化學戰術技系，化學戰勤務系，化學戰兵器系，毒劑治療系。各系主任教官一人教官助教三，四人，此外屬校部建制而歸本組指揮監督者，有練習隊，氣象隊及奉層令所主辦之防毒訓練班，噴火器訓練班等單位共計官兵四百餘員名，本組在編制上為一教育單位，因駐地在南京馬鞍山，遠離吳淞校部，實際上對所有官兵，經理，教育，衛生，均負有主責，為執行業務推進教育起見，不得已增設業務，經理，教育，等三室及一分診所，惟所有增設人員均係由校部或本組調兼似非長久之計，故擬呈請層峯，列為編制以應需要。

(三) 任務

化學兵為建軍中之一環，亦為戡亂軍事中一部份之武力，為達到建軍之目的，故必需訓練化學戰之專門人才，為適應戡亂之需要，故必先訓練短期之化學戰幹部，此即本組之任務，茲分述於後。

(1) 專門訓練：化學兵乃特種兵之一，與步騎砲工通機甲等兵種同，均須有長期專門之訓練，方能備國家不時之需，故化學兵低級幹部之培養為本組任務之一，惟已奉命停止招生，不無缺憾，惟本組專責籌劃化學兵之初級班及高級班之深造教育，其教育細則經已呈出，一切必需設備正待次第完竣，候令召集，即可開始訓練。

(2) 短期幹部訓練：為適應戡亂軍事之需要，最高當局，決心加強各國軍中之化學幹部，令調各部家中下級軍官，飭由本組舉辦噴火器訓練班五期，防毒訓練班三期，現正訓練化學軍官訓練班，今後當繼續舉辦各種化學兵器之短期訓練，以期化學兵器常識，能普遍於國軍每一官兵。

(3) 海空軍官之訓練：化學戰乃科學戰之一環，其使用之範圍包括陸海空

軍，且海軍使用化學戰之機會，較陸軍爲尤多，例如海軍登陸及海戰，烟幕當爲理想之掩護工具，空軍因其活動範圍廣大，使用化學戰，更容易達到戰略戰術之要求，因此在美國化學兵學校中，除大量召集陸軍中之幹部外，同時輪流召集海空軍人員，施以短期之化學戰訓練，本組未來之使命中，亦將召集各海空軍軍官，加以適當之訓練，以應建軍之需要。

(4) 後勤人員及都市民衆之訓練：戰爭之勝敗是人力物力總和的比較，一旦戰爭爆發，則絕無前後方之分別，尤其經濟，政治，文化，交通，工業城市以及軍需械彈之聚集所等，均爲化學戰攻擊之良好目標，且此種目標一旦被攻擊，則傷害之慘烈百倍於前方部隊，是以後勤人員都市民衆，直至全國人民，爲防患未然計，本組均有組織訓練之重責。

(四) 設備

教育之主旨，在求理論與實際之符合，而欲求一目的之圓滿實現，則惟良好之設備是賴，是以本組對本兵科一切教育設備，在可能範圍內，無不盡量蒐集力謀充實，惟以教育經費支絀，力不從心，致不能達到理想之程度，茲將本組現有各項設備分述於後：

(一) 圖書館：備有豐富之圖書，尤其關於應用化學，軍用化學之專門書籍，並訂有中外雜誌報章等種，可供官佐員生學術上作課外之研究，養成勤勉求知之習慣，與發揚自我教育之精神。

(二) 兵器陳列室：舉凡新舊之化學兵器，均盡量蒐集陳列如 4.2 化學迫擊砲，各式噴火器，火箭筒(砲)化學兵火箭彈，化學兵地雷，各種化學砲彈，化學炸彈，飛機噴射器，吹放瓶，化學擲榴彈，化學槍發煙罐，發煙器，各種防毒衣面具，靴及其他輕重兵器圖表等二百餘種，使各學員生均有觀察拆卸徹底研討之機會。

(三) 氣象儀器陳列室及氣象測候場：氣象儀器如氣流經緯儀，量雲鏡，輕便製氫機，量雨器，自記溫度計，自記氣壓計，自記毛髮溫度計，佛挺式水銀氣壓表，氣壓測高表，阿斯曼通風濕度表等十餘種，光學器材有立體游標尺遠儀，剪形鏡，

顯準器，測角鏡，照準儀，象限儀，及各種倍數望遠鏡等數十種，測候場則有百葉箱及測風儀等之設備，學員生得以隨時實習研究之。

(四) 毒化實驗室：設有各種實驗儀器能製造小量各種化學戰劑，作為毒氣試驗之用，各學員生均可做實際之實驗，並能化驗敵用各種毒氣而作研究之資料。

(五) 毒氣試驗室：試驗各種毒氣，俾使學者存室內，辨別各種毒氣之嗅味形色，而便將來對敵人施用毒氣時有正確之識別不致處置錯誤。

(六) 防毒掩蔽部：其中設備有重風機濾毒劑，除毒藥品集團防禦規則等，使學者明瞭其構造設備及使用之方法。

(七) 班排連戰鬥演習場各種輕重兵器射擊場：依據教令典範之規定設置各種需要器材，使學者明瞭戰場之應用，而增進其戰鬥技能。

(八) 各種示範場：以實物圖表模型設置行軍，駐軍，警戒，搜索，攻擊，防禦，築城，地形判斷等示範場，使學者更能徹底了解。

以上所述諸舉大端，惟以人力物力財力所限，不能全部迅予完成，本組當視其能力所及，繼續籌劃充實之。

(五) 所授課程

關於所授課程，本組各系除根據聯勤學校及美國愛芝塢 (Edgewood) 化學兵學校 (Chemical Corps School) 各項教材外，再參本國國情及實際需要，詳加編定其課程細目分述於後：

(1) 一般課程系：國軍組織，統帥術，軍法，軍隊教育法，小部隊行政，小部隊補給，膳食管理，軍隊衛生與急救，兵工勤務，地圖判讀，通信勤務，運檢，政治教育。

(2) 軍事訓練系：基本教練，軍隊禮節，小部隊戰術，輕重兵器訓練，體育。

(3) 氣象系：基本氣象學，測候勤務，化學戰，應用氣象學。

(4) 戰術系：化學戰術，化學戰史，化學戰參謀業務，聯合演習。

(5)技術系：應用物理，軍用化學，化學感劑，集團防護，毒氣偵檢，毒氣消除，各個防護。

(6)勤務系：化學戰勤務通訊，倉庫勤務，保養勤務，化驗勤務，消毒勤務。

(7)化學兵器系：化學迫擊砲，噴火器，近戰化學兵器，其他化學兵器。

(8)毒傷治療系：毒氣急救與毒傷治療。

(六) 尾語

化學戰乃科學戰時時代之產物，在上次大戰，業已表現其威力，此次大戰中化學戰乃以另一姿態出現於戰場，此即噴火武器與發射劑之大量使用是也，戰後英，美，蘇各列強對新化學戰劑兵器戰術等，更為積極而秘密的研究與準備，吾人所知美國之新毒劑已有神經毒氣 DFP (Diethyl Fluorophosphate)，氮養氣 (Nitrogen Mustard Gas) 之發展以及氰化氫 (Cyanogen chloride) 之應用，且正研究穿透面具，防毒衣之毒劑及藉風雨河流而發渾威力之毒劑。此新毒劑之使用與防禦，均與往昔迥異，其毒害之烈，威力之大，或將與原子武器相伯仲，件件事實均足以證明未來化學戰爭之孕育威力，然本組為本校之一部份，亦為國內化學兵唯一訓練機構，以主觀之立場，化學兵在未來戰爭，無論為一主角或一配角出現於戰場與否，均應不顧毀譽，繼續研討，以孫子所謂「不特敵之不攻，恃吾有以待之」之道理，期對國防上，不致以廢缺有所貽誤，則幸甚焉。

— (完) —

兵工事業之我見

錢昌祥

國防部第六廳廳長

民國二十年春，陳公洽先生長兵工署時，作者適服務中央軍校航空班，辦理第一期教育完畢，曾接受兵工研究委員會上校助理委員名義，赴署工作，奉派參加理化研究所物理方面籌備事宜，不滿四個月，又因軍政部航空學校成立，回校任教育長。在短期中間，對於兵工業務，固然說不到有何微末貢獻，但個人對於兵工問題，因是略有認識。尤以藉是與若干兵工界先進，獲締私交，十餘年來，對於兵工事業之發展，在公私立場方面，常維持深切之關懷與同情，茲值兵工學校，三十週年校慶，兵工月刊，廣為徵文，下及作者，用敢不揣鄙陋，略抒愚見。

竊謂凡百技術建設事業之發展，須經選購，保管，修護，製造，研究，五個階段。當器材不能自製時，祇好選購，欲選購得當，知道何者適合我之需要，根據何種技術規模，向何處購買，以何種價格為適宜，亦非甚易。購到之器材，欲盡量發揮其效能，不論運用存儲，俱須有適合技術條件之保管方法，嚴格遵行。其次即須求樹立修護維護之制度，其中又可編別為幾個階層，由簡單之一二階層擦洗調換零件，至三四階層之局部或全部翻修，尤以機械電機等裝配完成之工業品，修護工作，最為重要。如係化學冶煉等工業出品，此項技術工作，或可省略。在修護工作中，培養製造零件以至全部器材之製配能力，即為演進而從事製造。近代製造方法之優點，為能大量生產，使成品達一定標準，而能互換配用。能製造生產矣，猶恐出品之性能品質，不合時代要求，須時時加以研究發展，始能精益求精。

事業發展之應有過程，既如上述。每一階段，雖從業人員多寡之比例不同，其須有訓練之技術幹部，要求固有同感。主持建設者，必須高瞻遠矚，能於各階段之工作，有全盤之概念，就專門人才培養時間之長短，及建設完成時間之遲早，妥為配合，求能最速完成建設程序，又須能腳踏實地，勿忽略充實已有之基礎，而好高務遠，冀圖躡蹻。

吾國自清季同治中興，平定太平天國之後。曾國藩李鴻章張之洞諸名臣，攷究洋務，鑒於西洋人之船堅砲利，即開始設立造船及兵工廠。故兵工事業，自發軔迄今，已有七八十年之歷史，不但國防部所屬生產事業中，規模最大，歷史最悠久，即在全國工業發展過程中，兵工事業出身之技師工匠，多能參預其他工業之建設。然於國民政府，統一全國，完成北伐以前，一般國內之兵工廠，不脫離封建區域之背景，由南北洋大臣兩湖總督麾下之新政，演進為北洋軍閥，地方割據武器補給之取源。創業之後，良好制度，未能確立，積弊叢生，漸至主辦工廠，為軍政當局親信生財之利藪，生產技術之指導權，旁落於幫會意味大小工頭之手。直至兵工署成立。始有全般性之改革，中經不少阻礙困難，賴主持者之毅力，始能漸除積弊，有二十年來技術進步輝煌之結果。其最顯著之成績，除若干新發展之製造品不予列舉外，一為各工廠，已由專業之技術人員，根據近代工廠管理方法，主持管理；再則一般製品，已能在規定公差範圍內，保持相當技術水準，作大量之生產，然迄今吾國兵器彈藥之產量，距自給自足之程度尚遠。此後努力發展之處正多。尤以國家戡亂工作未已，經濟狀況危殆，建設生產工作，自必益感艱重。

就徵購問題而論，兵工署成立初年，即有購料委員會之設，並在柏林設有商專處，由技術人員主持。抗戰以來，辦理租賃，剩餘物資，及美援各案，兵工署人員，常為軍政部或國防部對外接洽之主幹。比較以前清季及北京政府時代之大批軍裝採辦，多由主官私人，向洋行買辦接洽，惟回歷是重，無選擇鑒別檢驗能力者，進步已多。惟就國防工業自給自足之目標觀之，對於國內原料之增產，民間工業之培植利用，徵購區制度之樹立，尚待推動。必待徵購業務，以國內工廠單位為主要對象時，兵工事業基礎，始可能云確立。

彈藥為危險物品，歐美先進國家，仍難免有存儲或移運時發生爆炸情事。但究不能以此自慰，而對於過去歷次之彈藥失慎，未盡預防或避免再有發生之責任。膠州以來，彈藥失慎案，已有若干起，是否比較戰前比例為多，未敢臆斷。或因貯備彈藥，有儲過久，但大抵因物力艱難，無適當之庫房面積；缺少人力舟車，移運妥存之運輸力；保管人員，技術智識不夠，或保養費用不足，警戒或監督疏忽等理由

主管庫房人員，技術人員出身者，多不耐心充任，又乏軍事管制指揮能力。軍事出身者，或缺少技術訓練，並難得精幹細心者充任。如何改善此類人員之軍事訓練系統制度，似未能完備解決。至於工廠出品，亦因物力艱難，包裝方法，每不逮舶來品標準。出廠之後，如於分配存儲期間，經過開箱檢視重裝手續，益易增加兵器彈藥竄改之可能。部隊方面，屢有責言。此類問題，不能謂已經圓滿解決，仍待多方改進。

吾國各兵工廠之創設，並非俱由修械所之演進，兵工署最初職掌，亦不包括修護工作。自軍械司改隸兵工署以後，遞改為今之外勤司，修護製造工作，同立一個機構，當可冀若干進步。仍以二個系統，人才來源，歷史沿革不同，合作運用，似未盡善。各項兵器彈藥檢修之手冊，或未完全研訂，已研訂者，或未能嚴予督率遵行。此項修護人才之缺乏，其理由與上述保管人才，大同小異。近年兵工教育，對於兵工軍官之養成，漸多注重。惟欲深入各階層部隊指揮機構，使各部隊確能奉行關於兵工修護一切規程，猶待多假時日，俟人才造就，有相當數目時，始能盡量發揮功能，樹立及執行良好之修護制度。

吾國工業落後，兵工事業，對於機械加工方面，歷年來已有長足之進展，而於冶煉及化學原料，迄今仍受牽制。在兵工各廠中，機械與化學，固未能平衡發展。即與其他單位在冶煉方面之合作，亦欠圓滿。例如抗戰期內，資源委員會煉鋼產品，因國幣價格，較兵工署以外匯折合官價之國幣預算為高，未蒙採用，曾引起若干摩擦。抗戰以前，各成品核定單價較高。故努力改進之兵工廠，例如李承幹先生主持之金陵兵工廠，能以節餘經費，建購房屋設備，益加發揮生產能力。抗戰期內，各廠因遷建關係，復工不免耽擱。而以環境難易，機器新舊之不同，如以同一出品，同一單價相衡，生產環境較次者，未免吃虧。如將效率不高之廠，一概以較高單價貼補，似不能鼓勵改進。此中如何權衡，使有利無弊，恐規定辦法，就須時予檢討改善。勝利以來，生產單位歸併，而產額頗有增加，固屬因戰時空襲，疎散工作，與其他原料運輸等問題，不及目前狀況之佳，亦可見現在之一番調整，確見功效。惟以勝利以後，通貨逐漸膨脹，故以法幣為基數之單價，不能使生產工廠，得有

合理之工作目標。現在金圓券推行，以後以金圓為單價，是否能穩定，仍視政府經濟金融管制措施之有效與否。總之，產品單價之擬定，照兵工署現行之各廠管理制度，乃最基本之問題。如何能用一基數本位，以容納致慮各地人工原料及生產條件之不同，使能得一公允之比較，誠屬要務。尤以戡亂期內，武器彈藥，銷耗甚鉅，當前之目標，不是將成本減低之有效生產，而是將產額增高。故有若干工廠，雖生產條件不良，或不得已而仍須予以工作，例如天津市有若干工廠，市政府建議作為兵工生產之用，但因缺少整理修建一筆開辦費，兵工署雖同意此項原則，並已擬定計劃，仍無法實施。至兵工廠現在担任之工作中，當有一部份可以利用民間工業，分包承做，以增生產，諒以生產單價成本關係，及訓練檢查等困難，現有制度，不能鼓勵各廠，將工作推廣。竊以為輕兵器彈藥之增產，乃全國目前及將來之重大問題，尤賴我兵工同仁，彈心竭慮以圖解決者。

兵工方面之研究發展成績，在國防部所屬單位中，雖佔優先，但以年來研究預算之微小，實際能分配於兵工方面者，不能有助於各研究機械之充實發展。且以公教人員待遇之低落，若干技術人手，已為外界吸引而離去，現在之生產成本中，未包括應有若干成數之研究發展經費。在兵工各廠，因單價既低，節餘缺少，不易籌墊此項為研究發展工作籌墊之試驗試造經費，如各項俱待在國防部分配之兵工研究費中開支，則為數細微，更不易表現成績。竊以為在國防部主管研究發展之第六廳立場，一方面固求竭力爭取應有之適當研究發展預算，分配於兵工方面。另一方面希望兵工署於計算各廠產品，核定單價時，對於成本計算中，於人工，原料，水電，管線等費之外，另加百分之五為產品之研究改進費。如此，則各廠對於自身可以辦理之研究發展工作。可以受研究發展司之委託，分頭辦理，兵工署本身，亦可就事之緩急，人才設備之相配，集中控制此項生產品成本中研究費之一部份，充實及建設各獨立研究機構。不至積習相沿，養成製造廠較研究所有辦法之觀感。優秀技術人員，俱思至工廠發展，得不到地盤者，脫離兵工界，另向外發展之現象。十餘年來，兵工署技術司之技術人才，常為建設各廠之先鋒，如於技術研究基礎，不培養穩固，則若干年後，生產技術，與產品品質，缺少進步，整個兵工事業即形動搖。

，不可不及早注意也。

以上關於徵購，保管，修護，製造，研究各業務，俱須培養適當之幹部。過去之兵工學校，分造兵及應用化學兩系，似側重製造方面。現在之兵工工程學院添辦戰車工程系，當係沿襲此項任務。至於修護保管人才之養成，新制之兵工學校，較前已加注重。惟一般之軍事機關，辦理專門技術學校，多苦於師資及基本科學試驗設備之缺乏，學生科學基礎不足，僅趨重於實際業務之應用事項。作者於二十五年籌辦航空機械學校，即感於陳公洽先生之批評，略謂：「數年來兵工署及各廠之發展，如僅賴兵工專門學校畢業生，因人數及訓練基礎關係，不敷應用，幸能向同濟大學及其所屬機師科延用大批人員，極合需要，希望航空機械學校，不必仿兵工專門學校辦法」等說。故於機校開始時，除辦理初級班，招收初中畢業生，造就機械軍士人才外，對於機械軍佐之訓練，側重高級班，招收大學畢業航空機械電機各系學生，予以短期之軍事政治及航空機械之訓練。十二年來，畢業十七期，收效頗宏。其後因事實需要，機校曾添辦中級班，以高中畢業生訓練二年為軍佐；及軍官補習班，致選優秀之資深軍士，補充訓練為軍佐；但此後空軍之主要機械幹部，已漸由高級班担任。此種制度，空軍方面，行之似尚滿意，故後此創辦之空軍通信學校，亦仿此體制。竊意如養成兵工廠各部門之繪圖檢驗及技術助理人才，僅可縮短年限，以高中畢業生，訓練二年即敷應用。如養成設計研究等高級技術人才，誠不如辦高級班，招收大學畢業生，訓練一年為限。或且可如美國兵工署與麻省理工大學合作辦法，於機械工程系中，託辦造兵組，或如日本帝大之造兵科，造詣反較深遠。並可就研究人員補充之需要，分別於自辦之研究所及與相當之各大學研究所合作，分配若干研究生名額，以宏造就。較之直接招用，委任工作者，較易活用，並便於甄別也。至於徵購業務人才，如果參照美國辦法，則國防部物資次長之下，應辦理一國防工業學院或大學，招收各單位軍官佐，訓練研究徵購計劃及工業動員事項，兵工人員，應佔重要部份，但不必由兵工署單獨辦理也。

管致各國軍事預算，屬於人員薪餉服裝及房屋津貼者，約僅十之三四，而武器彈藥，佔十之五六。吾國軍隊，多而不精，武器彈藥，尚未自給自足，致官兵薪餉

及糧秣服裝，佔預算十之七八，兵工署經費，反較經理署為少。此種不合理現象，將來如能漸趨正軌，應逐漸改正，而兵工業務之推進，尤冀能有盛大之發展。如何能平時儲備自給自足之彈藥武器，如何能於戰時動員全國工業，輔助兵工生產，有待努力計劃推行之工作正多，而兵工人員，實負大部份之責任。作者於兵工業務，愧無深切之研討及認識，深冀吾兵工從業人員，能各就崗位，研討改進，在聯勤技術業務中，常保持領導之地位，不但兵工前途之幸，亦吾國國防整個前途之幸也。

兵工教育與我國現行教育制度

呂持平

(經濟部技工訓練處處長)

近代的教育，應當啓迪與實驗并重，理論與應用兼顧，因為教育的目的，是爲着提高智識能力以供應用。然而單求應用，倘無理論去發展領導，則人類思想生活，勢必停滯不變，完全成爲機械式的，定無進步可言。因此應用固須講求，理論亦不可缺乏，而理論的產生，則有賴於思想的啓迪，往往導源於人類的幻想，沒有幻想，就不能產生大哲學家，大發明家等。但是有幻想，而沒有實驗，則幻想是空虛抑可能成爲事實，無法求得答案。故幻想能夠成理論，必須根據過去的經驗，或以現實來證明，方能確定。故啓發思想，必與實驗相配合，然後推斷理論，求出真理，以作應用的根源。

我國舊時教育，偏於啓迪與理論，缺乏實驗與應用，且因尊儒教，排異端的關係，甚至啓迪與理論亦受到嚴重束縛，不能自由發展，而千餘年來，在學術思想上無多大進步可言，此實爲其主因。春秋戰國時代學說不受限制，思想亦最發達，除孔孟學說外，李聃，荀况，韓非，墨翟，等羣賢輩出，在思想上哲理上均有其特殊的見地，而縱橫捭闔之術，攻守戰略之謀，亦以是時爲盛。迨後因爲學者須宗法孔孟，攻乎異端，斯害也矣，故思想上受到箝制，不能自由發展，均鑽研於詞藻之學，在學術上及哲理上，很少有新的發現。有宋一代，思想較爲發達，如周敦頤程顥程頤等對道學的倡明，邵雍對知來藏往學的理論，張載對理學的貢獻，司馬光對史學的成就，皆卓卓乎有其不可及者，同時王安石推行新法，欲以實驗及應用，來配合理學。但是因爲環境的阻力，與缺乏實行人材，遂致失敗。迄乎明代，王守仁倡知行合一學說，頗合於近代哲學與實用并重的原則，迄能影響東洋的文化。

通清末年，對外戰爭，數次挫敗，海禁開放，中外溝通，遂或覺事事落後，而教育制度，亦根本改革，廢除私塾學院，設立學校，欲以培植新的人材，以備新時代的錄用。但學校教育，自有歷史演進性，我們徒然換一個形式，增加格物致知的

學科，而與環境及現實并不配合，故數十年來我們思想行爲，祇有抄襲與模倣，并無新的發現，而我們的實業教育，因爲生產事業的缺乏，所以更不易發達，但是國人看見西洋槍砲彈藥的厲害，足以影響我們生存，故政府不遺餘力，創設兵工廠，先後成立上海漢陽兩製造局，鼎革後陸續成立者有德州瀋陽太原廣東等兵工廠，在兵工廠創辦之初，即感覺實用人才的缺乏，故利用兵工廠，開辦兵工學校，培養專門人才。首先成立者在上海兵工廠，但目的祇求供應一時的人才需要，故不久即行停辦，但隨感到人才的不夠乃在漢陽兵工廠復創設兵工學校，有兩班畢業後，復又創辦，迄民國十四年，方重新設立，并正式成爲政府直轄之軍事技術學校，幾經挫折，方逐漸長成而爲今日之兵工學校。

兵工學校之所以需要與能成長，正因其與環境及現實能配合，一方面是兵工事業需要實地工作的人才，而兵工學校，正配合其需要而施行的教育，學校與工廠有密切的聯繫，所授的課程，都是參酌實際的需要，而課堂的理論，即可在工廠中取得實驗，畢業後的工作，就是實地的工作，因此所學的，所實驗的，所工作，均有其連貫性，故能駕輕就熟，提高工作效能，倘若對於思想的啓發，理論的培養，有更完善的補充，則對於兵工業務上發展，可以充分發揮工作的效用，質直言之，我們的兵工教育，對於實驗與應用的效能，是作到了，但對於理論與啓迪，似歉尚有缺環，我們應當把已經作到的加強，未曾作到的充實，我們要加強教授陣容，增加必要的科系，列入幾種自由選擇的課程，培養自由研究的風氣，纔可發揮天才，促使兵工事業的進步。

近代的戰爭，已經成爲科學的戰爭，武器的範圍，至爲廣泛，單是槍砲彈藥，已經不敷戰場應用，就是有飛機戰車，來加強槍砲彈藥的效用，仍覺威力不夠，自原子彈發明以來，武器領域，尤須應用一切科學理論，所以我們的兵工教育，不能囿於極小範圍，必須配合目前的環境，因此我覺得兵工學系有增強的必要。除原有造兵系應用化學系，及戰車系外，應當添一工業物理系，因爲在這個領域內，可以作光學兵器之研究，原子彈之研究等，更足以啓發學生對近代科學的思想，使其能有新的發現，此外尚須增加弱電工程系，因爲無線電之運用於戰場者至廣，如飛機魚雷

之操縱駕駛，砲位及艦艇立置之搜索，以及一切通訊及搜索工作等。且其發展領域亦廣，實有增設之必要，此外如航空工程，造船工程，可斟酌情形，以決定設立與否，則兵工工程學院有了五系以上，選科制可以實施，學生有自由研究的興趣與機會，而能啓發其思想，更進一步的研究，應當設立研究所，使兵工畢業生，及國內工科學畢業生，有志於兵工學術的，可以探索高深學理，迎頭趕上他人的特種技術，如此方能使兵工教育，在我國目前教育制度下，成爲一種更完善更實際的教育，可以補充兵工實用人才。可以提高兵工學術的研究。

兵工教育所以能夠與實際配合，因爲目前已有許多兵工廠，而目前整個的教育怎樣呢？我國本是農業國家，生產偏於鄉村，舊時教育制度，雖不合實際需要，然而普及鄉村，大家教育機會均等，一方面求學，一方面仍可從事於耕種，所謂半耕讀者是也。且學者可以繼續不斷的自由研究，就是科舉成名非被政府召用，仍留於鄉村工作，近代廢除科舉，設立學校後，中等以上的學校，多集中於城市，且教育的方式，亦適應於城市的生活，故中等以上的學校畢業生，過慣了城市生活，不願返鄉，以致城市智識分子集中，而鄉村則感覺偏僻，民智不易啓迪，而集中城市的，則因爲我們城市生產，并不如人家的發達，故各種因生產關係而必須設立的機構，亦不普遍，故無法安插。因此許多大學畢業生，遂無路可走，則教育目的何在，這能說不是制度的失敗嗎？而且我們目前的教育，都是書本教育，怎樣去實驗去應用，和產生理論，啓迪思想等，未嘗特別注意，這種教育完全是模型式的機械式的，不獨不能產生偉大的理想家，科學家，發明家等，而實際應用，亦必茫然失措，所以我覺得爲配合國家需要，教育制度，應有重加改慮的必要。

正因目前的教育，是這種情形，而兵工教育能與實驗及應用相配合，在艱苦環境中是一個優越地位，我們應該特別珍重與愛惜！

我對保養部隊的看法

鄭壁如

(軍械保養實驗工廠廠長)

(一) 前言

我國在民國初年即有修械所之設立，抗戰時又有兵工廠派出之游修隊，均可說是保養部隊之前身，但當時各自為政，漫無組織，既無一定之編制，亦無一定之裝備，僅以應各部隊之需要，臨時湊合而已。殆至抗戰末期，兵工當局有鑑于保養部隊之需要，遂于盟軍協助之下，正式成立軍械保養團，而正規軍械保養部隊於焉告成。這一突起的異軍，從當軸大量羅致人才，與積極籌備，擴充方面看，正有着無限光明的前途。當然，取代毫無規模之修械所游修隊自不待言。但事實並不然，因為發展的過速，與先天的不足，並沒有預期那麼繁榮和滋長，相反地，由於條件不夠，工作推進困難重重，數優秀技術人員紛紛離去，後繼乏人，於是濫竽充數，外行充塞。曾幾何時，團部取消，各營獨立，保養部隊重又淪于各自為政之局面。長此以往，前途誠不堪設想，以國內情勢言之，保養部隊之不可或缺，乃係事實，將來發展正無可限量，此一肥沃的園地正有待兵工界同志經營培植，將來豐功碩果之收穫，當可預期。爰就個人服務保養部隊數年來之經驗，略陳管見，獻正于海內兵工先進，藉盡拋磚引玉之意。

(二) 統一番號充實內部

我國保養部隊除兵工署原有之五營十五個連，以及一實驗工廠已稍具規模外，餘皆係零亂不堪，漫無組織之軍師修械所以及少數兵器保養連。數目雖不算少，但素質方面實在太不像話，且方法多失之陳舊，裝備不夠，在在皆賴雙手，實非現代化部隊應有之現象。揆諸國家之需要，此區區五營十五個連，實不足以應付目下之艱巨局面，而漫無標準之軍師修械所，亦不容其繼續存在，是以當軸者不應以現狀為滿足，應對現有保養部隊之零亂情形，加以統籌策劃，力加整頓，就現有各軍師兵器

保養連及修械所，視其基礎加以整編統一番號，充實配備，加派技術人員充實其內部，使成爲現代化之保養部隊，由最高保養當軸，統一指揮，藉收調節之效。國內目前有軍師修械所 103 個，兵器保養連 27 個之多，（根據外勤司保養科之統計，）正可視其基礎整編成 100 個保養連，以應各部隊之需要，必要時並可隨時加以擴編。

• 就運輸署目前有兩個汽車保養團，兩個汽車保養營，以及各級保養工廠 53 個之多而言，國內成立 100 個軍械保養連並不嫌多，因車輛與武器數量之對比，決不止此數也，問題之重心，在當軸者之如何籌劃準備及付諸實施之決心而已。

（三）建立供應制度

無論保養部隊之是否整編擴充，其能否得心應手展開工作，除裝備上須力求齊備，人員力求充實外，供應制度之是否確立與合理，實不可忽視。現在一般保養工作人員，談起來均有同一感覺，即在盟軍聯絡官未離隊時，工作進行甚爲順利，離隊後不三五月就感到供應困難，工作無法展開，此即說明軍早已建立了健全之供應制度，使工作人員可專心進行工作，而無後顧之憂，而我國則直無此項制度之建立，處處受到牽制，而最可笑者，過去往往有另附件主副料過剩與不足之現象發生，諸如甲連雖控存適量另附件主副料而無工作可做，乙連迫于工作，而苦于無法供應另附件主副料等現象，不一而足，以致相互牽制無法展開工作，且亦時有某庫存有大批主副料或另附件而無人領用，需用時反求諸市商的笑話，真是弊端百出。爲避免上述弊端之重演和解除保養工作人員之苦惱，建立健全合理之供應制度實爲當務之急，而建立健全供應制度之首要則在：

（甲）調查統計全國庫存以及各保養營連軍師兵器保養連修械所（在未整編前）控存之另附件主副料，統一登帳，分區集中保管，（指庫存）然後方可調度使用應付有裕。

（乙）國造軍品除規定不可缺少之另附件外，應仿照外國成例，每製造一定數量之軍品，應附製一批額外另附件，與軍品同時撥庫，以供保養部隊修理軍品之用；至於此一定數量另附件之詳實數目，應由最高負責保養當軸，根據過去修械數據，加以統計並決定之。

(丙)向國外訂購軍品時，合同內必須註明附購供應保養部隊修理用一定數量之另附件，（如美國每百條生槍有一定數量之另附件配備）方不致舶來軍品，因使用致損而無法修理。

(丁)調查統計全國部隊使用武器之種類及數量，然後方能根據此一數量知道應備另附件之多寡，隨時加以補充或購置，使保養部隊無感滯乏。

以上四點如能充分做到，則供應問題已迎刃而解。

(四) 訓練人員

無論任何新興事業，其欲有燦然之成就無有不着手訓練者，保養部隊自亦不能例外，目前各保養營連除極少數外，當軸者深有負責非其人之感，而事實上如無這批半懂不懂者來担負此一艱巨任務外，實無適當之人肯幹，是以爲求保養部隊之發展與前途着想，訓練保養幹部實爲當務之急。目前兵工學校雖有初級班之集訓，但此僅係原有保養工作官員之進修而已，並未訓練技術士兵，并非造就各項人才之基本辦法，如欲保養部隊之充實與擴展，實應有更全盤更有配合之訓練計劃，繼續不斷以長時間來訓練對保養工作深具志趣的員工及高工以上畢業學生，用新陳代謝的方式來提高技術水準，期能造成一有力之部隊。

(五) 連獨立取消營部

就過去之經驗，營部的存在與團部的存在同樣的沒有必要。事實上各連分散各地，營部既不能直接參加實際工作，又不可能策劃供應，負指揮上之實際責任，充其量不過是一個公事傳遞機關而已，營部的存在，反增多許多莫須有的滯遲和不便，實在毫無價值可言。是以個人建議當軸，應立即取消營部，擴大連編制，（以營部人員充實各連）並以連爲獨立工作單位，配屬師部或補給區司令部，由各該司令部直接指揮工作。但人事之調動仍應聽命于兵工署，各連之致勤與工作報告亦應由配屬機關轉報兵工署，藉以審定成績之優劣，而行賞罰。

(六) 保養部隊機械化

部隊機械化，列強均已實行，我國亦在力向此一日標發展中。是以保養部隊亦不能例外，因爲無論保養部隊配屬師部或補給區司令部，流動性工作方式，是大家

一致所要求的，否則不是工作效率低落，即是浪費人力財力，才焉者留不能適應部隊環境之名，大焉者担影響補給貽誤戎機之罪；是以保養部隊應盡量機械化，配備亦以機動為原則。原有兵工廠屬保養營連之編制，配列各型工程車及普通車輛甚多，目的亦在加強其機動性；然事實上每不能以編制車輛如數裝備，致此一目的無形消失。是以個人特別提出，希望當軸能不失創擬編制人之原意，盡量撥發編制車輛以增機動性。如此則保養部隊，方能隨軍隊之進退，密切配合工作，收相得益彰之效。

(七) 建立進修制度

目前世界各國對兵器之研究發展不遺餘力，新發明亦日有所聞，保養工作人員，服務一較長時期之後，如不加以進修，則不是失之方法陳舊，就是感到對新兵器無法處置，是以欲求保養工作之順利推進，保養工作人員，每經工作一較長時期之後，應有一短期之進修機會，藉以增進新智識，解決實際工作上所遇之一切困難。經過一長時期工作之後，應作一較長時間之進修，(譬如每工作三年，應作半年以上之國內進修，每工作十年，應作一半以上之國外進修)，如此一方面固可日新月異，跟上時代充分發揮保養部隊之功效，同時亦可藉此吸收有志向上之保養工作同志。

(八) 施行電化巡迴教育

按規定一二級保養工作，應由使用武器之部隊去實施，二級以上之保養，始由保養部隊負責担任。事實上國內一般軍隊對保養工作素來忽略，許多軍品往往因不注意初步保養以致毀損，無形中增忙保養部隊之工作。個人始終視保養工作人員，為醫治兵器疾病之醫生，而使用部隊之應講究初級保養，乃和一般民衆之應講究環境衛生同樣重要；如民衆不講究環境衛生，則病人一定加多，醫生就煩不勝煩，醫不勝醫了。同樣如果使用部隊不講究初級保養，則保養部隊就保養不勝其保養了。而欲使一般軍隊均能講究初級保養，則施行電化巡迴教育，實有必要。諸凡保養步驟，保養方式，以及保養應行注意之一切有關事項均，應攝成影片，由示範連赴各部隊巡迴放映，藉以提醒使用部隊注意保養，而收教育之效，由是則方可免保養部隊之疲手奔命。

(九) 提高待遇保障生活

保養部隊生活之不能安定，乃係無法長島之根本要求。其家屬之不能隨之進退

，其渡流動生活，亦係事實。因此在某種耗費上往往較一般人為多，為求待遇之公平合理，個人建議當軸對保養工作人員待遇，應特別提高，藉以彌補生活上某種缺憾，況空軍有飛行津貼，海軍有艦上津貼，有先例可援，何以保養工作人員，不該要求外勤津貼，而更生活有所保障，使其安心工作！

(十) 充實保養實驗工廠

保養實驗工廠，顧名思義該是保養工作發祥之地。諸凡保養工作之研究發展以及保養副料代用品之試用等工作，均應用實驗工廠負責試驗。是以我們對實驗工廠之重視，應在保養營連之上。否則，未免捨本逐末，徒尚治標矣！但目前之實驗工廠，實在徒有其名而已，第一談實驗而無實驗經費，第二論修補而無修理費用，其他一切設備，亦不夠條件，巧婦難為無米之炊，其欲苛求安可得乎？在發展保養工作之前題下，我們首先應充實實驗工廠，而充實之條件不外：一、撥足量之實驗經費，使能作各種認為必要之實驗。二、設備大量器械，以應實驗之需要。三、羅致富有研究性及創造性之技術人員，隨時加以研究，以期有所改進發展。除上述之條件外，個人尚主張實驗工廠本身，只做實驗工作，其他檢查修理工作應，附設工廠擔任之，其應附設工廠應有槍件修造，砲件修造，儀器另件修造，戰車另件試造，彈藥整修等工廠，以應付京滬區之整修工作，並供應各保養連之急要另附件。此外，更應有一示範連，專負示範，諸凡對保養工作有新發展，均應由示範連去實地表演，示範于人。並應有一小規模之製片廠(請人代攝亦可)專門攝製保養訓練教育片，由示範連擔任演員，並巡迴各部隊放映，以收教育之效。如是實驗工廠方能談有成績表現，而影響所及，關係保養部隊之前途莫大焉！

(十一) 結論

以上所舉，均係保養部隊當前迫切之要求，充分實施，容或稍有困難，但事在人為，如保養當軸及有意保養工作之同志，共同為此一目標而努力，則不難實現，而保養部隊亦可有較光明之前途矣！其他保養部隊應行興革之處尚多，以其均係微枝末節，茲不贅述。

祝三十週年校慶特作。

戰車之裝甲

湯烺孫

(本校兵工工程學院戰車館館長)

(一) 概論

戰車裝甲之防衛程度，須視敵火之種類方向而定，唯一要點，在於全身有均勻之強度，不可有弱點之存在，以抵抗敵彈之侵澈與衝擊。其活動接頭之處，尤須謹慎設計，不可有砲彈破片之飛入。雖被攻擊，而須仍能活動自如不生故障，且亦不至於阻塞視界。故裝甲之設計，應作下列四方面之考慮：

1. 鋼甲種類——混製或鑄造，均勻鋼板或表面加硬
2. 彈道性能——防止侵澈及抵禦衝擊震動之能力
3. 鋼甲結構——接頭凸度外形之設計
4. 內部容積——兵員附件位置之佈置

(二) 鋼甲之種類

鋼甲之選擇，須視所受攻擊之不同而定，表面加硬者，宜於抵禦小口徑砲彈之侵澈。均勻鋼板宜於抵禦大口徑砲彈之衝擊及高級炸藥之爆炸，因其能吸收衝擊之震動也。

1. 表面加硬之混製鋼板 —— 鋼之成份約為：錳 0.25%，鉻 0.25%，鎳 3.0~4.0%，碳 0.20%。以表面加硬或加氮而硬化之，其製造較為困難而價貴，唯一優點為以硬面抵禦子彈，主要用於輕快車輛或機動砲車之防甲。

2. 均勻鋼甲 —— 鋼之成份約為：錳 0.50-1.25%，鎳 0.5-1.5%，鉻 0.3-0.6%，錳 0.3-0.6%，碳 0.3%。

(a) 混製鋼板——此為最常用之一種，便於作車內隔牆之用，且可焊接以成各種特殊形狀，焊接強度亦較表面加硬者為佳。

(b) 鑄造鋼甲——在鑄造技術可能範圍內，可以鑄成任何特別形狀，在接頭轉彎之處，可得適當之厚度及彎度，比較用鋼板焊成者為佳，惟整個鑄甲須經熱

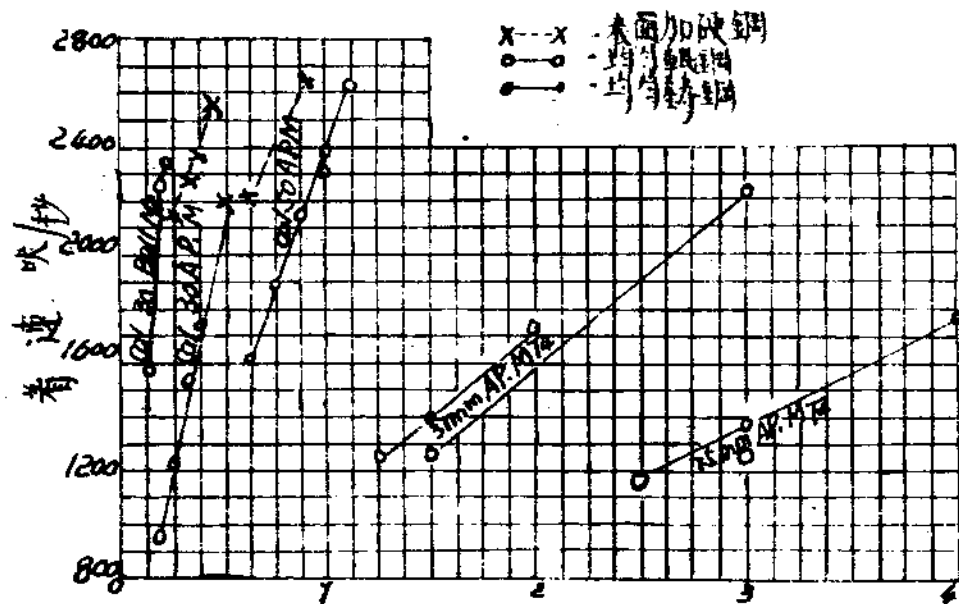
處理後，始可達到彈道上之性能，熱處理之效用與厚度有關，厚度相差過大，則鋼質不一，抗戰之能力即不能均勻，故鑄成之戰車厚度，不可相差過大。不若鑄製鋼板之可以用任何厚度相想接也。又以鑄造之鋼未經軋軋，其性能終不及軋製者為佳，惟鑄造可得任意形狀，故適宜於製成砲塔及門窗之防蓋。

(三)彈道性能

試驗方法可分兩種：其一用各種不同着速以比較鋼板之性能，另一種則以某種敵人砲彈及其初速，在戰術之距離內射擊之，以示鋼甲之防禦能力。鋼甲對砲彈之抵抗可分下列諸項說明之：

1. 侵澈之抵抗——以子彈未能完全穿透時之最大着速表示之，（美國陸軍規格以半穿透而未漏光時為準，海軍則以子彈未能完全穿透鋼板厚度時為準）（圖一）以示鋼板之平均抵抗。

鋼板對垂直彈着侵澈力之抵抗



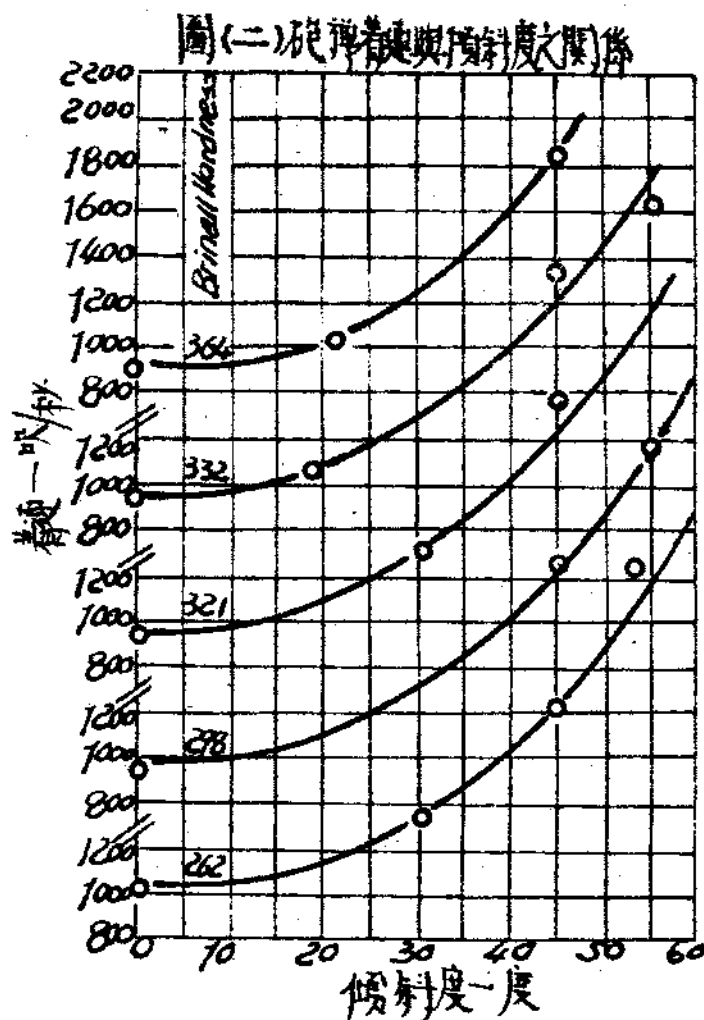
圖(一) 厚度-吋

2. 衝擊之抵抗——此為鋼板受大口徑砲彈之轟擊及炸藥之爆炸時，在極短時間內吸收此衝擊動能而不被震裂之抵抗。普通試驗以平頭彈直射於鋼板上，其結果較有規則而易於統計也。

3. 破裂 (Spalling) 之抵抗——子彈穿甲後，常在鋼板後面之出口處帶去鋼質

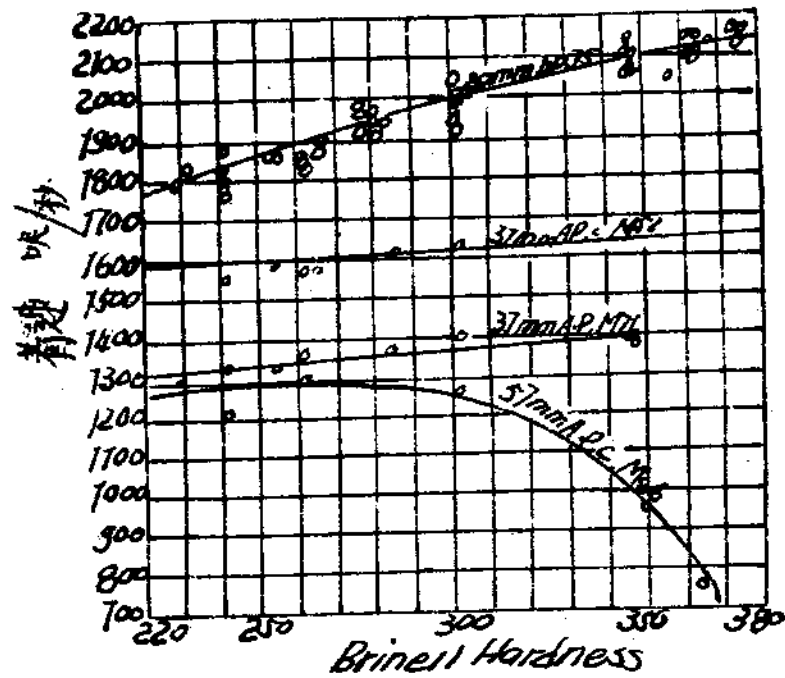
，使成破片，在戰車內亂飛以殺傷人員，比較鋼板上入口孔與出口孔之大小，即可見破裂之程度。此種性質與鋼板之組織及製造品質(如雜質，夾灰等)有關。

4. 彈着之傾斜度——彈道與鋼板垂直線所成之角以表示傾斜度，直射時此角為零。傾斜度增加則侵澈力減小，在零度至 20 度間變化不大，超過 20 度即影響甚大。如圖(二)其曲線彎屈點之位置與鋼板硬度，厚度，砲彈口徑及口徑與厚度之比例有關係。但傾斜度與衝擊抵抗之影響不大。



5. 硬度與侵澈及衝擊抵抗之關係——砲彈口徑小於鋼板厚度時，硬度增加，抵抗加大；砲彈口徑等於鋼板厚度時，硬度對侵澈抵抗之影響甚微；砲彈口徑大於鋼板厚度時，硬度增加，抵抗減小，因此時砲彈之衝擊大於侵澈也。關係如圖(三)所示

圖(三)
1/2" 軋製均鋼板對於各種砲彈垂直命中之抵抗



6. 溫度與侵澈及衝擊抵抗之關係——鋼甲在極寒溫度時，強度減低，對於侵澈及衝擊之抵抗均銳減。

7. 子彈狀況之影響——如子彈在衝擊後保持不碎者，則侵澈力與傾斜度及硬度之關係成圓滑之曲線，如子彈變形或破碎，則侵澈力大減，故德國戰車常用雙層鋼甲，使砲彈穿透第一層時，即已變形且改變其方向，即增加其對於第二層鋼板之傾斜度，因而侵澈能力大減。

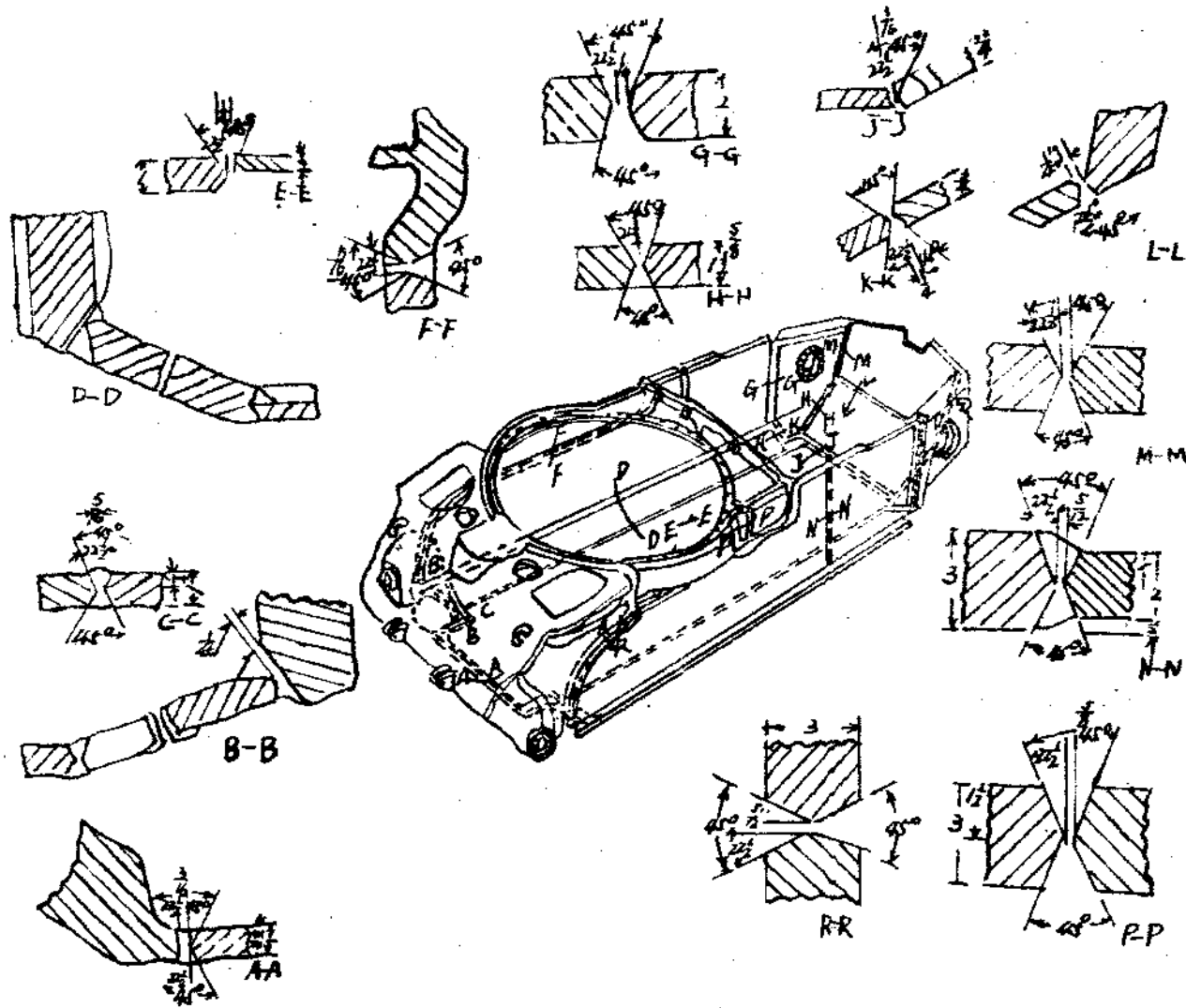
8. 設計之注意點——各種鋼板厚度與各種子彈，均不能得同樣之侵澈曲線，故上述諸圖均不能作一般之用，僅能表示其相互之關係而已，設計者應對其所用鋼板，作實地試驗後，始能決定。

(四) 鋼甲結構

1. 連接之方式。

(a) 均勻鋼甲——接頭均用電弧焊接，因其他接合方式如螺母，鉚釘頭等

易於破斷飛擊，傷害人員及儀器，故宜用焊接，強度亦較大。焊接法中又以電弧焊接為最佳，(圖四)示 M26 中戰車之車身焊接構造。

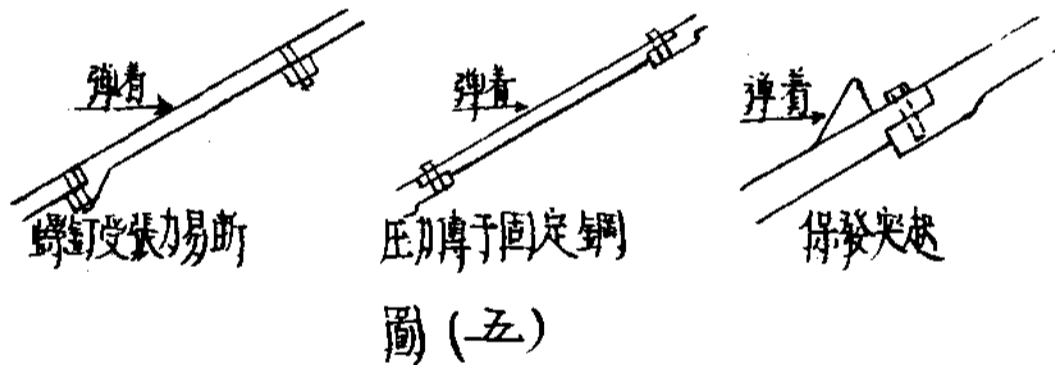


美M26車身之焊接实例

(b)表面加硬鋼板——電弧焊之高溫，易使加硬鋼質變脆，頗與抵抗侵蝕及衝擊不利，現用方法為在鋼板接頭之後面，補加狹條之襯板，在襯板上焊接或綁接，又在製造鋼板時，可用面罩法使鋼板邊緣成均勻質地，以便於焊接，大可增進接頭之強度，但仍不能如鋼板中央加硬部份之強度。

(c)鋼板接頭之彈道性能—— 焊接處主要為抵抗衝擊，在受極劇烈之衝擊時，不致裂開而免整個之毀損。電弧焊接強度與鋼板本身之比較，在均勻鋼板時，最高可以略等於原來強度；而在表面加硬鋼板，則其強度僅及原來之一半，故焊接方式之選擇常視鋼板之性質，以求焊接之處，得最大之抗力。在設計時常犧牲侵澈抗力而求最大之衝擊抗力。

(d)活動部份之連接—— 若干部份必須能活動取下，以便修理或保養其後面或下面之部份者，儘量減少，使能由車身內面修理或保養之。其必要向外面取出之部份，應置於受攻擊之可能性最小之處。其固定方法必須堅強，使與鋼甲各部同一強度，銷釘頭等應加保護，又銷釘之對於張力及剪力之抵抗較弱，應使活動部份直接將外來壓力，傳達於固定鋼甲之上，如圖(五)螺釘頭之保護，係用突起，以防被甲破彈擊斷。



圖(五)

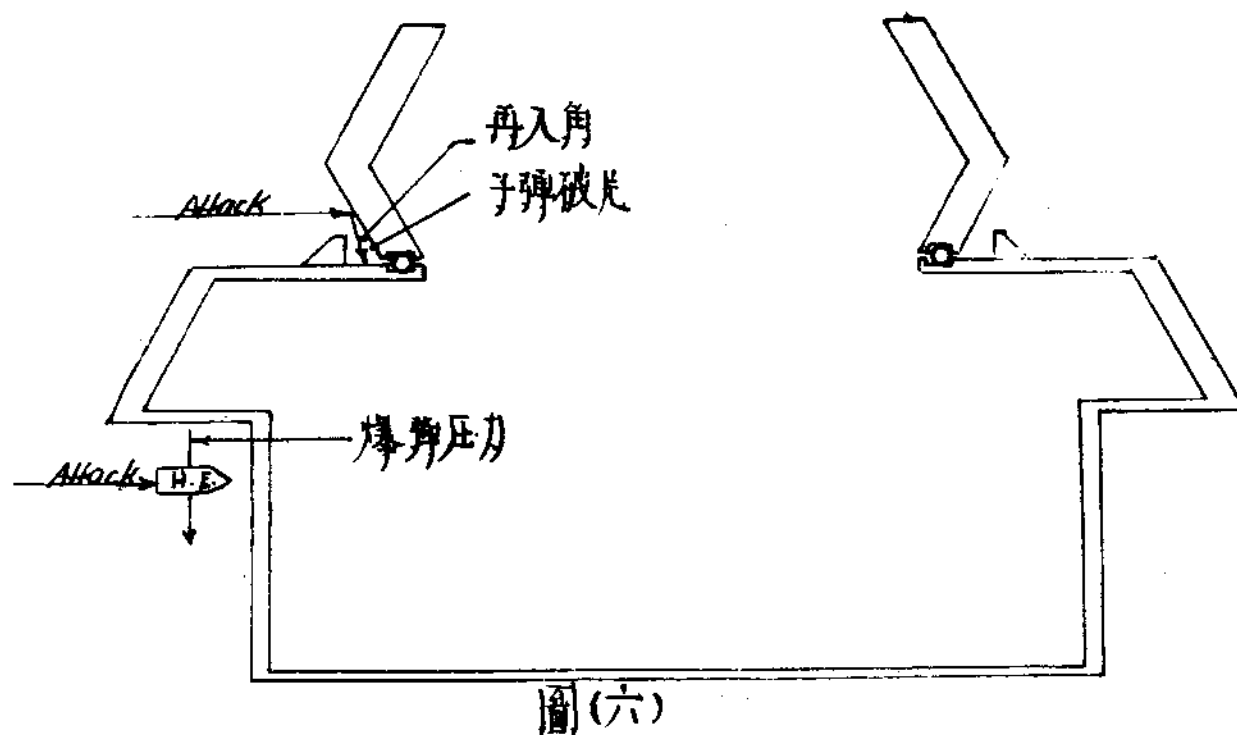
(e)螺絲頭，螺母及鉚釘頭之保護—— 用螺釘或鉚釘作接頭時，宜將內部之釘頭，螺母加以固定，可免斷落傷人。或加螺母保護罩，螺母仍可取下。

2. 鋼甲之設計。

(a)基本條件及限制之考慮—— 鋼甲之設計，必先根據重量及外表尺寸所允許之範圍內，以求達到保護程度之條件。保護程度為對於某一砲彈在某一射程射角之抵抗能力，由於 M4 中戰車在北非被射擊之經驗，彈着點百分之六十以上在自頂點 20 呎以下地面 20 呎以上之中部，故宜在中部裝甲加強。但整個裝甲之強度亦須有相當均勻，不可有弱點存在，蓋戰車之保護程度，以其最弱部份而論也。

(b) 設計標準——利用傾斜度之優點，抵抗各方面之攻擊，而可得均勻之保護程度者，宜用整個平滑之凸形表面，可免除再入角及不規則之弱點。如接頭，厚度之驟然變化，內外部各種裝鑲之突起，均為不規則之弱點。

(1) 凸度——平面或凸面易於將彈跳開，遠較凹面為優，凹面之再入角，很可能將砲彈包住，使其在凹部內回跳，或沿鋼甲四方濺開而穿入隱蔽部較弱之處，且高級炸藥如在凹部爆炸，很可能將較薄之隱蔽處炸開，故再入角更顯出接頭之弱點如圖(六)



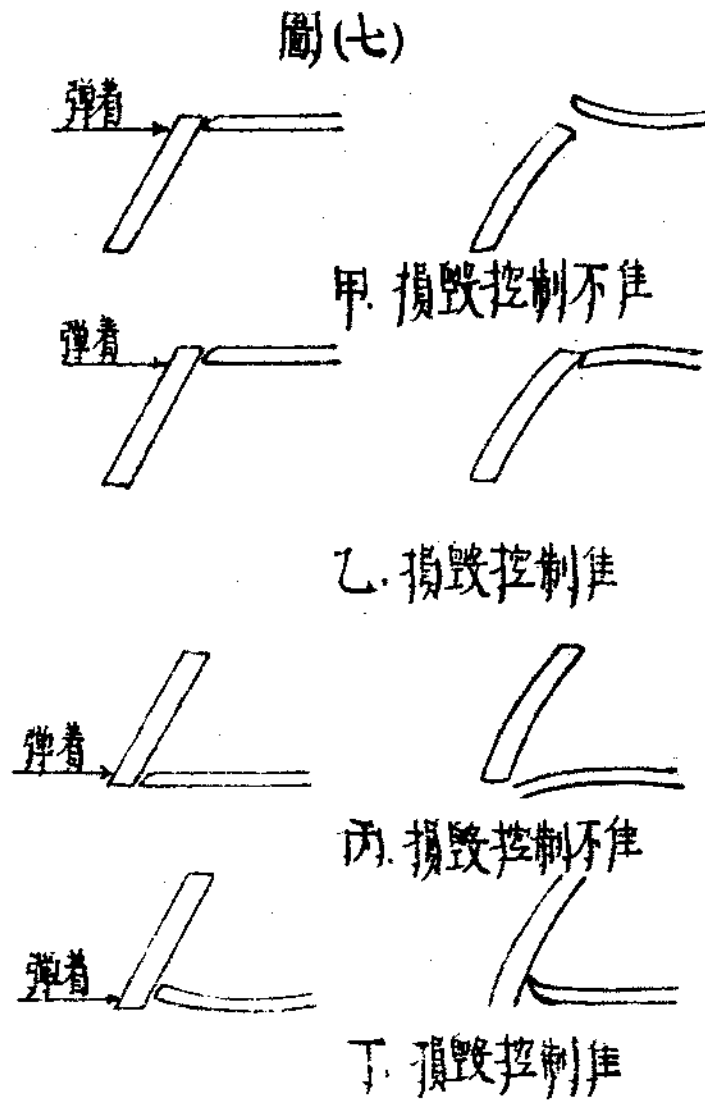
圖(六)

(2) 均勻——無論內外表面上之不規則，及附着物，均可能形成構造上之弱點，亟宜避免。在等厚度之平滑牆最能抵抗衝擊，蓋整個之面可以平均吸收衝擊動能。加強物或保護性之突起，厚度或傾斜度驟然之變化，想合接頭等均易妨害均勻之變化，且可產生不規則之內力集中，以致毀裂，此均為鋼甲之弱點。

(3) 接頭——接頭強度須視焊接材料及焊接處鋼甲之強度而定，下列兩點為求最大強度。

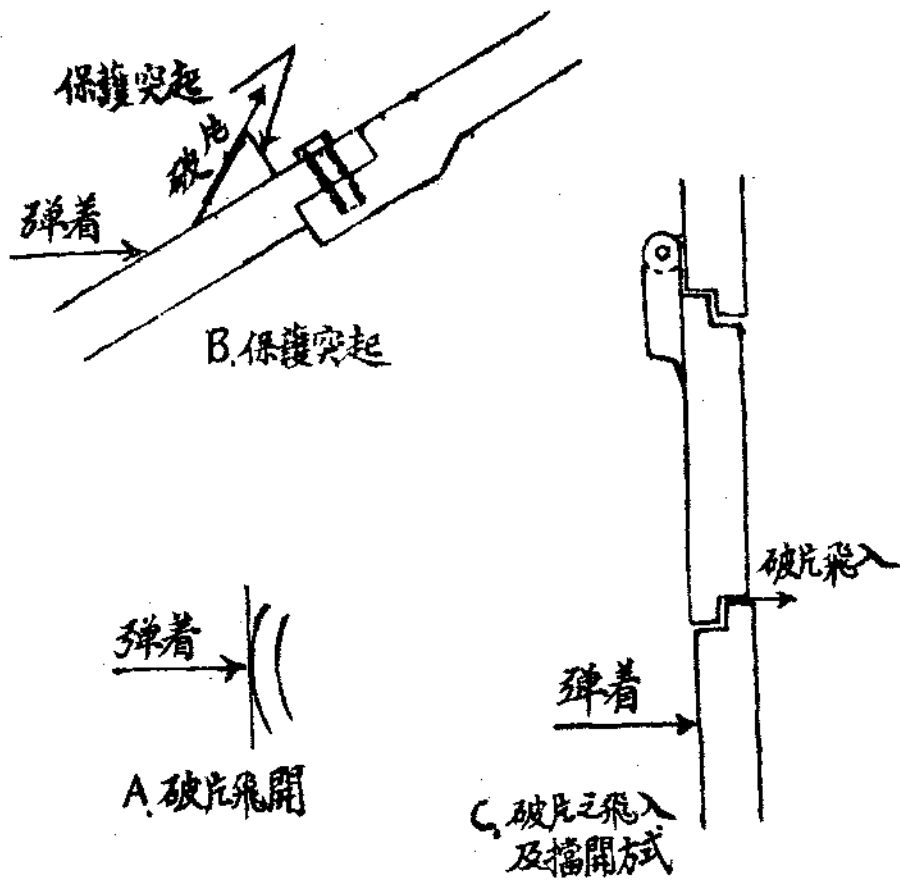
(i) 壓力作用——接頭處對壓力之抵抗，遠較對張力及剪力為強，故設計接頭處在遭攻擊時，僅受壓力，（有再入角之接頭無法使之受壓力作用）且承受壓力之接頭，尚有一優點、即焊合物可隱蔽於內部，而不被攻擊。

(ii) 毀損方式之控制——接頭在戰鬥中遭受損毀時，其裂開方向，應照設計者之預定控制，以減少車內之損害，且損毀之處仍可受鋼板之掩護，如圖(七)。

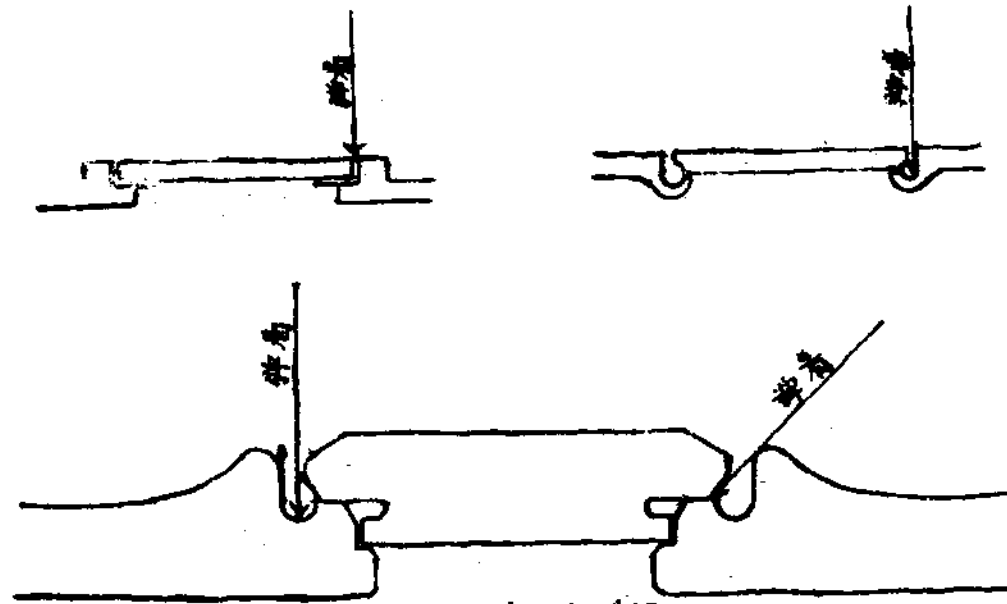


(iii) 砲彈破片之飛濺——在高速砲彈擊中鋼甲時，砲彈及鋼甲之破片，四方飛濺，對於人員(特別眼部)儀器損害甚大。普通破片在彈着點沿鋼甲切線方面飛行，在凸形甲板上破片即向外飛開，而在平面或凹面上則沿面飛行直至突起部或不規則部份為止，傾斜彈着之破片多集中於彈道方向，此破片羣之速度極高，在阻止

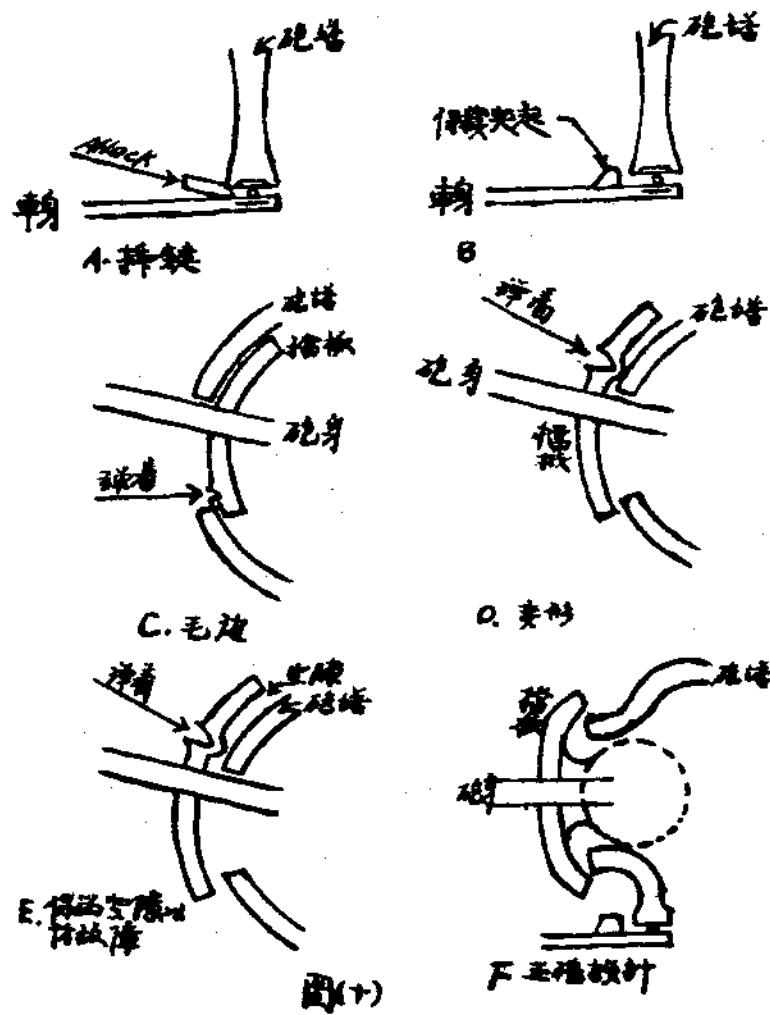
面之間，可能來回反擊數次，直至用盡其動能為止，此種破片可飛入任何細小之隙縫，故對於手槍孔，觀測孔，迷出門扣，通氣孔，砲架或其他鎧甲結構之開口處，應特別注意保護，唯一有效防禦破片方法，即為將破片擋開，或將破片捕捉，如圖(八)，(九)



圖(八)



图(九) 破壳之捕捉



图(十)

3. 移動故障

(a) 插鍵作用——砲彈或破片，插入鋼甲之間，而使移動發生故障，如圖(十一-ab)，此可用突起以阻止破片，並在砲塔座承之外加一金屬圈，以防止破片及雜質之插入座承。

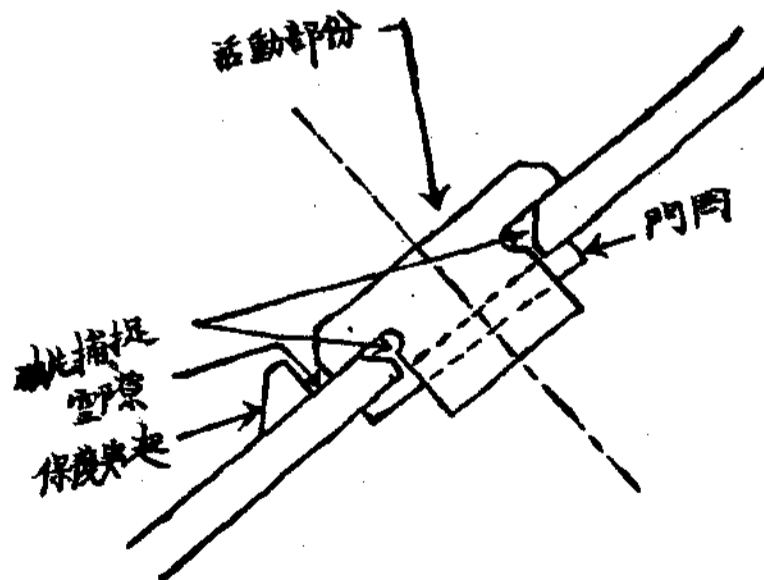
(b) 毛邊——在兩活動面之間空隙甚小時，如外邊被砲彈擊毛，則阻礙兩面間之相互移動，增大空隙可除去障礙，但又增加破片飛入之可能性，故最好將活動面在外，增大空隙，並於固定部份之邊緣，設置捕捉破片之裝置，如圖(十一-c)

(c) 變形——活動部份與固定部份，應有適當空隙，以免阻礙如圖(十一-d)

(d) 侵澈——如外層活動部份太薄，則砲彈可能穿過外層，而插入內層，使轉動發生故障。

(e) 戰車之活動部份如砲塔等處，須能整個移動，移動部份與隣近固定部份，須有相當之重疊，且有充分之空隙及破片之捕捉設備，如圖(十一-f)，對於前方之攻擊甚為安全，但對於側射擊仍有相當危險。

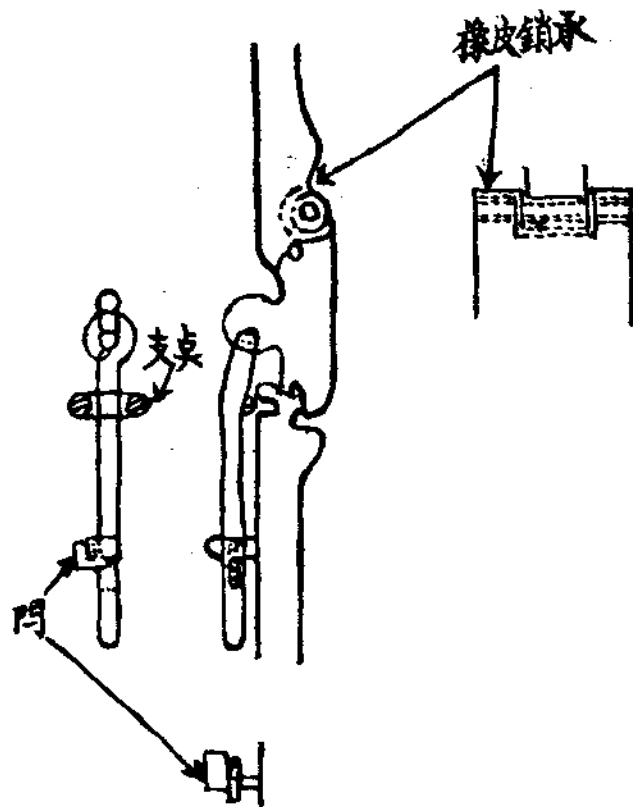
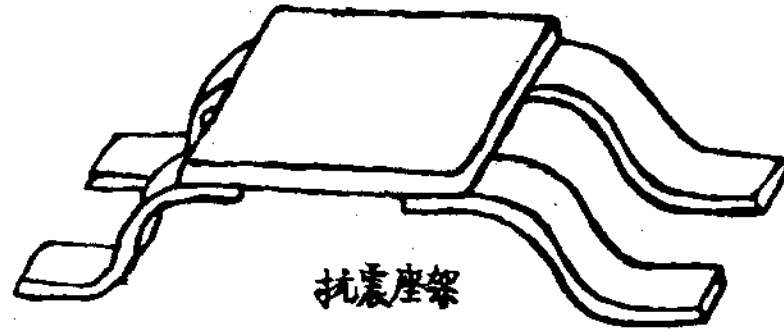
(f) 活動與固定部份間之空隙，均以防護突起保護之，但在突起與活動部份之間，亦須有空隙以防變形後，將活動部份卡住，如圖(十一)



4. 衝擊之震動

(a) 損害之種類——鋼甲之變形，可能使儀器座架損毀或儀器鬆落及震破，有時會使儀器之部位移動，而失却其準確性，或發生故障。

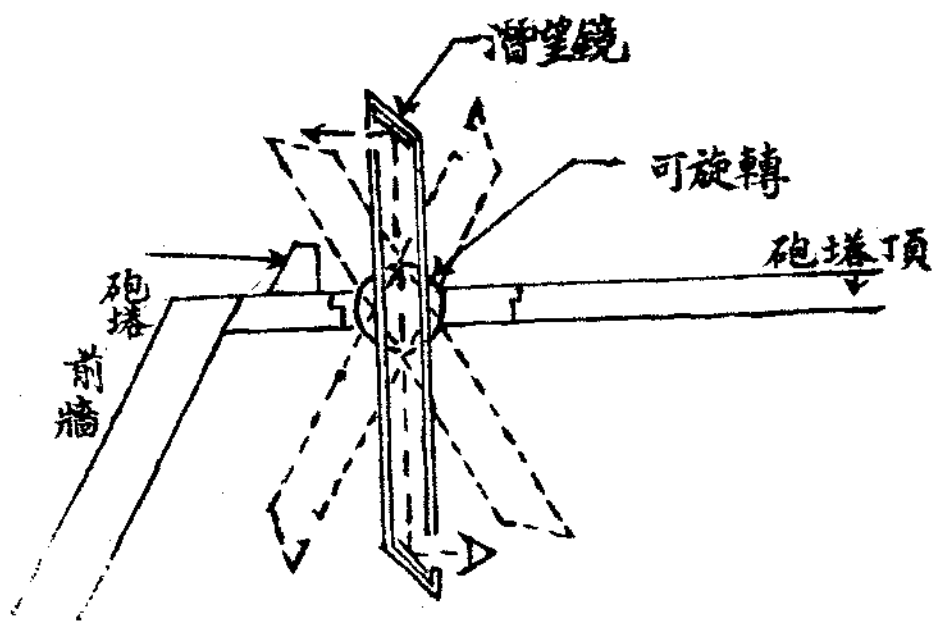
(b) 補救方式——儀器應裝於非暴露之牆上，或裝於隔離鋼甲之架上，使鋼甲變形不影響儀器，衝擊之影響可以減少，如必須裝於鋼甲上，則用抗震座架上如圖(十二)，抗震座架為有彈性之支架，使鋼甲變形不影響儀器，且可吸收一部份震動，精組儀器須用橡皮墊以吸收震動，但抗震座架之支脚，必須分開焊接於鋼甲上，以防一脚損毀而儀器不致脫落。焊接之優點，在於焊接物可有適當之變形，而螺釘不易斷也。



(c) 門窗之設計

鋼甲結構最易損壞，蓋整個結構可能變形，而不能關門，故門邊以墊橡皮圈為宜，門之本身以簡單，堅固為宜。門鈕須與門身為整個的，以防門鈕脫落且墊以橡皮圈以防變形及毛邊而生故障，門之扣鎖設計頗難，須簡單堅固，在任何情況時均能開門逃出如圖(十三)

5. 觀測設備——須有最大之視界及保護，直接觀測甚佳，但在作戰時必須關上，且易生故障，潛望鏡在作戰時觀測較為安全，但必須能隨時能更換，除非有特種裝置，潛望鏡不宜設置於可能受攻擊之鐵甲上，因鏡之裝置較為精細而易生故障，潛望鏡裝於車頂上，易於作高低及方向之調整且易於保護，其上端甚脆若被擊中即飛去，易於更換也。如圖(十四)



空錐裝藥巨大爆破效應之原理試解

何迪生

(兵工署重慶區辦事處技正)

(一)在此次大戰中，關於彈藥方面，有一特色，即利用空錐裝藥 (Hollow Charge) 之巨大爆破效應是也。諸如中小口徑砲彈，火箭彈，以及工兵爆破藥包等，凡能採用空錐裝藥形式者，莫不利用之，以攻擊戰車裝甲或強固工事，因而步兵之攻擊力大為增加。吾人曾見此種新式彈藥，惟一般對其效用，多知其然而不知其所以然，且就其先後各種式樣詳加比較，可知其尚在進步，其空心形狀及彈頭各部尺寸，亦迭經改進，以增大爆破之威力。關於該種效應之內容及其演進之原理，絕少文獻參攷。茲偶有一得之愚，試作解釋，尚祈讀者指正。

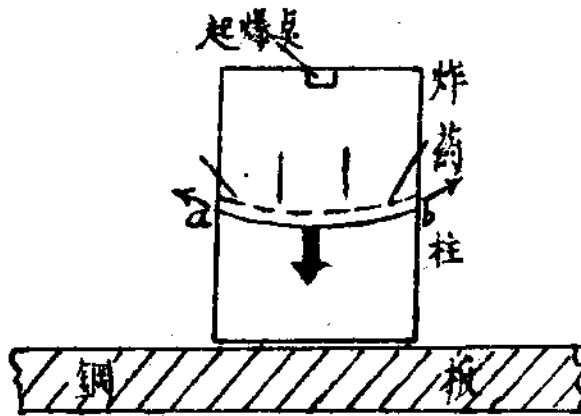
(二)炸藥爆炸時作用於物體之爆破威力，通常以猛度計 (Brisance meter) 之鋼柱之壓縮量表示之；惟此係壓力及時間二因素之乘積效果，尚非爆炸壓力之本身，該項壓力之比較確實的測定，有霍布金氏測壓器，南敦曾測得強棉藥柱爆炸時之直接壓力為 120 ton/in^2 此係爆炸到達瞬間之最高壓力，勞伯生測得幾種炸藥之『間接』壓力如次：

藥名	1/4"鋼質包裝之壓力		包裝強度對於壓力影響 ton/in ²			備 攷
	比重	壓力 ton/in ²	紙	1/4"鋼	1/2"鋼	
Tetryl	1.55	57.8	14.2	51.2	62.3	均係用1 1/2'徑8'長之藥柱試驗
TNT	融鉛	55	13.2	4.61	56.2	
Picric Acid	融鉛	54	11.8	43.3	57.2	(摘自馬歇爾火藥學第三冊第156頁)

以上數值係爆炸到達瞬間之壓力之間接值，其真實壓力，由強棉火藥之情形觀之，當為間接數值之 3~4 倍。

欲明炸藥普通爆破之作用，可藉第一圖研討之。例如以一用紙包裝之炸藥柱爆

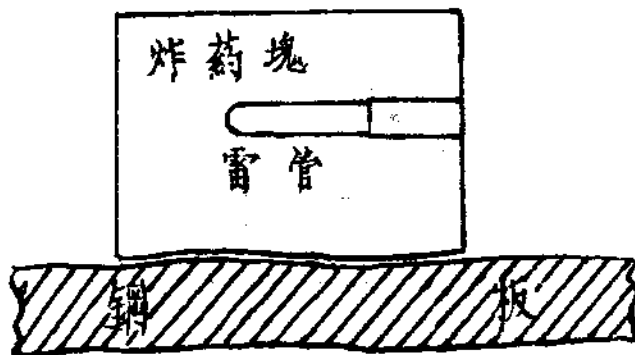
第一圖



破鋼板，設自上端起爆，則爆波向下進行，ab 為波面，在其後面可設想一極薄層之爆生物(高熱高壓氣體)，其密度等於未炸前藥之密度而正要開始進射者。其進射方向，當向波面後方及切線方向射出，如乘矢所示。波面受有此薄層物之壓力(亦即上述之爆波壓力)而向前傳進，如粗矢所示。依流體動力爆轟理

論，力波在比高溫高密度氣質薄層內傳進之速度即為爆波傳進之速度，氣體質點進射之速度較爆速為大(見後)，當波面尚未達鋼板時，後者並未受有壓力，必須俟波面抵達或接近鋼板時，後者始受有該薄層爆生物之壓力，此高壓力之作用時間，據測驗及估計約為 10^{-6} 秒，待經過 10^{-5} 秒，則壓力可能消降至原值 $1/5$ 以下，故在露天無拘束之情形下，炸藥柱之長短對於爆波力無密切關係而與橫斷面則成正比。

第二圖



但如採用第二圖之爆炸方法，自炸藥塊中心起爆，例如普通方形藥包，則其爆波效力當較第一圖者為大。因內部爆生物之進射逸散，較第一圖之情形為遲緩，壓力所維持之時間因之延長，因而增加爆波效力。

又包裝資料之強弱，對於壓力影響甚大。因包裝增強，爆生物向周圍進射者(第一圖)減少，向上進射者增多，因而其反動下壓力亦增大，此由前表所列數值即可明瞭。

(三)至若空錐裝藥時之爆波作用，較之以上所述者大異其趣。為便於討論起見，茲先說明爆生物進射之速度及空氣震波(Shock wave)之速度，當炸藥裝於玻

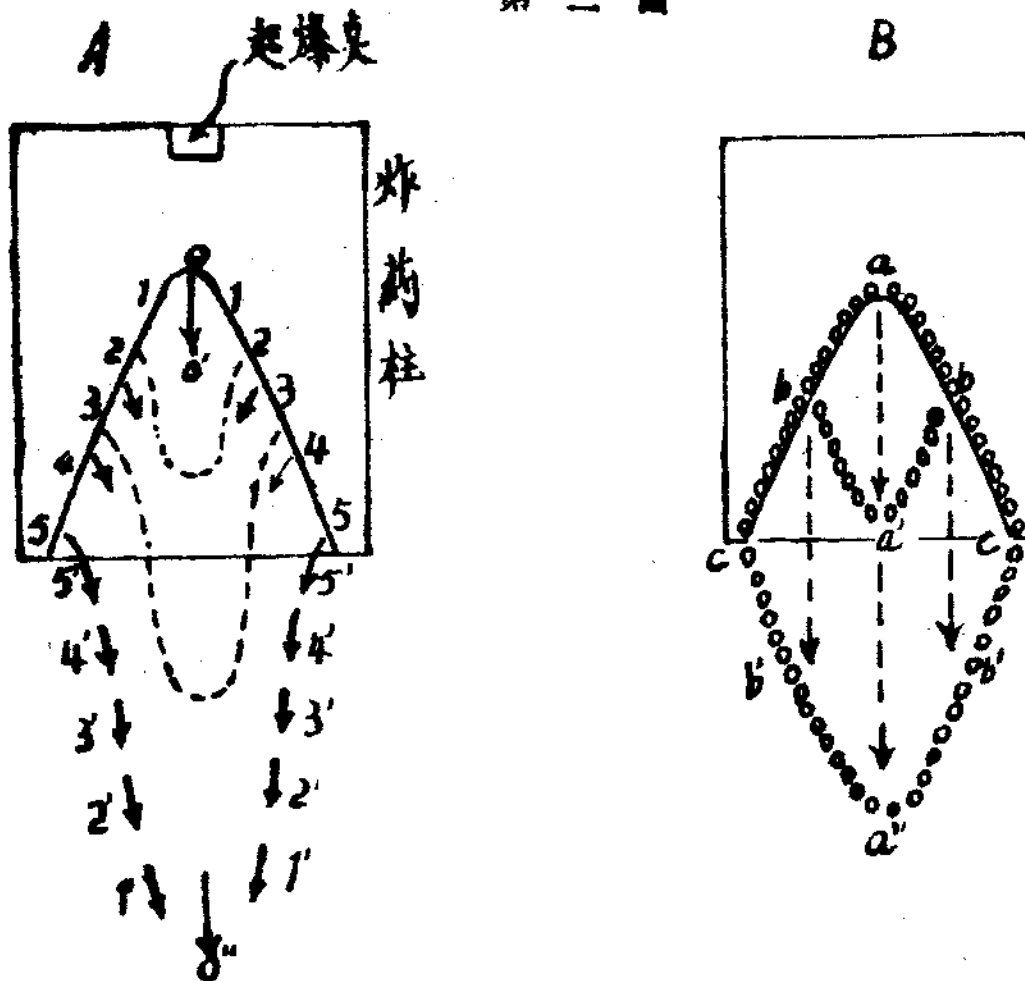
玻璃管在真空中爆炸時，其氣體進射之速度如下表（根據馬歇爾火藥學第三冊轉載之數值）

藥名	比重	爆速公尺/秒	爆生氣體進射速度公尺/秒	備	攷
疊氮化鉛	3.4	4,500	6,200		
雷汞	3.6	4,500	6,230		
三叠氮三聚氫	1.5	5,600	11,000	C_3N_{12}	
彭特脫	1.9	8,200	16,200		
Ammonite I	1.0	4,000	9,200	{ 硝 酸 鈣 70.5% { 三 硝 化 三 硝 化 奈 5.5% { 食 鹽 15%	

由上表觀之，在前二種炸藥氣體進射速度為爆速之133%，而後三種則達200%或以上，此蓋因前者所含之氣體比積少，而後者幾全為氣體也。

又當爆生物進射質點衝擊周圍空氣時（亦可謂當爆波衝擊周圍空氣），則發生

第三圖



震波，(Shock wave) 其傳進速度，隨炸藥作之包裝而異，在紙包裝時，炸藥往前後端之震波速度約與爆速相等，其側面橫方向者則較小，若用鋼管裝藥，則兩端之震波速度可達爆速之150%或以上，該震波之波面實為爆生氣體與空氣之界面，故初期亦為高熱高密度之壓力波，傳進極速，待氣體膨脹作工後，溫度壓力均降低，進射速度亦減，該波面之溫度密度速度亦隨之而減。

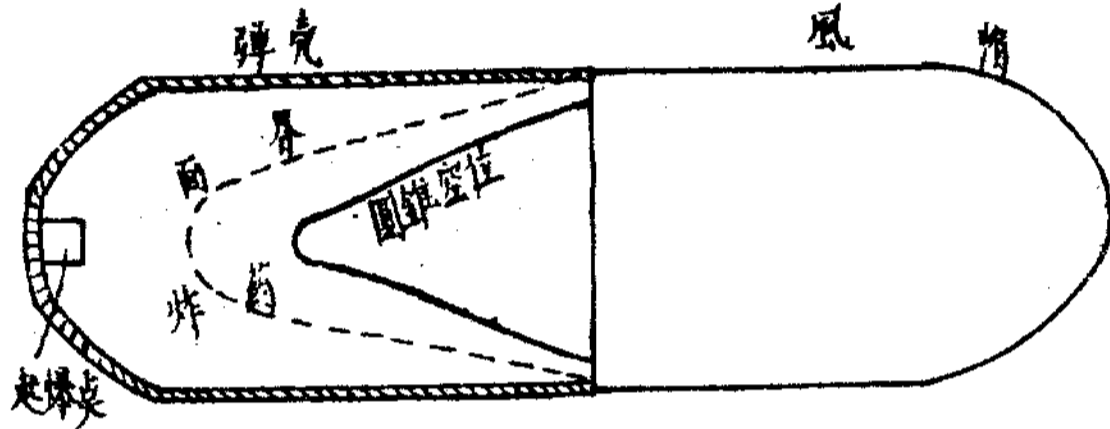
茲回到本題，由第三圖說明空錐裝藥之爆炸，當爆波進至空錐之頂端O時（第三圖A）爆生氣體得有向前進射之空間，衝進圓錐之空位，吾人試將圓錐周側分為1,2,3,等若干環，氣體進射速度既超過爆速，當爆波進至環1時，原來O處之質點已射至O'處；O至O'，與O至1之距離之比，即為進射速度與爆速之比，其理甚明，同樣當爆波進至2,3,4等環時則進射質點之波面當如各舌狀虛線所示，即先炸之爆生氣體在前，後炸之爆生氣體積後，當爆波進至環1下沿時，則各環質點之前進部位恰如圓錐口外5'4'3'2'1'各矢所示，譬如以一串珠網包圍錐側面爆主物質點，質點之自圓錐內射出，有似揭此珠網自錐頂部翻出，如第三圖B，虛線矢向表示珠網上相同位置之珠顆由內揭向外時之路徑，當珠網立出一部分時，則bab之位置，變為b'a'b之位置，當全部拉出時，則cbabc之位置，變為cb'a'b'c之位置，由此吾人更可看出下述各點：第一，各環氣體質點射向中央時，其密度大增，並匯流下射（向錐口外），後環推動前環，故質點有加速之勢，增高其動能。第二，各質點環串聯，形成舌狀壓力柱射出，其作用於外界之時效，較之尋常爆波作用時效為長久，因而增大爆破效力。第三，圓錐側面進射質點之面積較之轉柱橫截面為大，其比數即等於側面與底面之比，設以 θ 為圓錐開角， r 為錐底半徑，則兩面積之比

$$= \frac{\pi r^2}{\sin \frac{\theta}{2}} : \pi r^2 = 1 : \sin \frac{\theta}{2}。例如 \theta = 40^\circ, 則其比值為 2.024, 是即等於承進射物之密度或壓力增大 2) 倍也，以上三點，均為爆破力增進之原因。$$

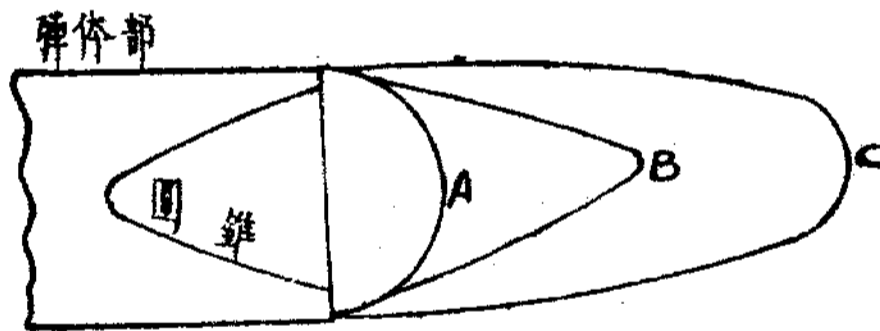
(四)空錐裝藥，除用圓錐形外，亦有採用雙曲線，拋物線曲面或半球面者，圓錐之開角，一般均用40°左右在實用方面為加強爆破力起見，一般採用強厚彈殼，起爆均在彈之底端，如第四圖，吾人可設想在彈內裝藥有一界面，在此界面以外之

藥爆炸後向外迸射，粉碎彈壳；在此面以內之藥向內迸射，發揮其力於前端。更有進者，空錐裝藥之鉅大威力，不在圓錐之口面，而在口面以外相當距離之處，在初期利用該效應時，彈頭部為蓋形風帽罩於口面外，（第五圖A帽），如德軍早期塔

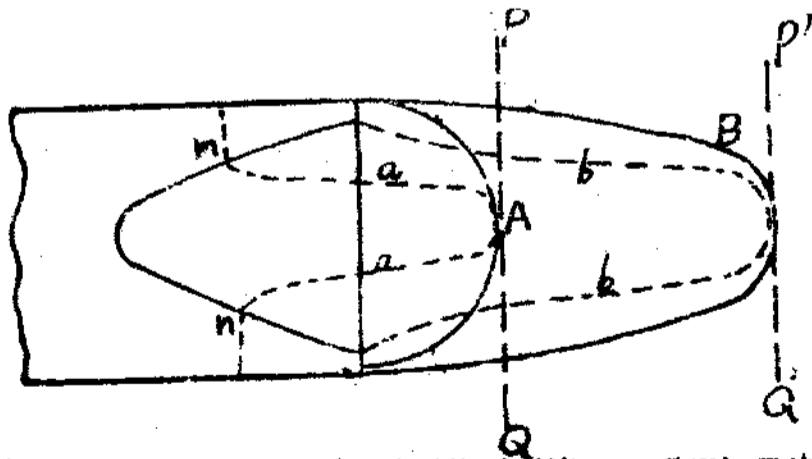
第四圖



第五圖



第六圖

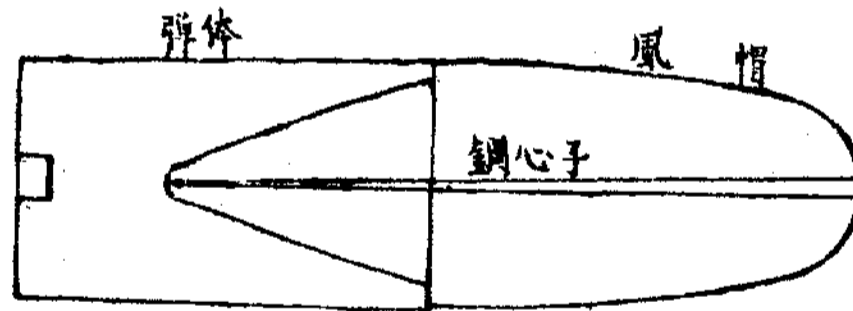


形各式彈（日文譯名），隨後風帽又稍延長為圓錐形（第五圖 B帽）最後美軍乃採長蛋形（C帽）而爆發威力反最大，此其原因，可由第六圖 AB說明之。A為初期

風帽，對圓錐口面較為逼近，在此情形，當質點舌狀波 aa 先端進抵風帽前端內面時，彈內爆波始進至圓錐頂段之一部分，如 mn 所示。此時之爆破力，為 mn 左方面積之所生，其對於 PQ 面之破壞力自較小，B 為新式長蛋形風帽，當舌狀波 bb 先端進抵風帽前端內面時，彈內爆波約亦恰可進抵圓錐底口，而完成爆炸，故圓錐全面炸藥之爆破力可以發揮於 P'Q' 面，其摧毀力當較 A 之情形為大。就現今所用之軍用炸藥中，如 Tetryl, Penthrite, Hexogen 等或此等與 TNT 之混合物，其爆速均在 8,000 公尺/秒左右，其爆生物之進射速度，因幾全為氣體，當與爆速之二倍相差不遠，且因舌狀壓力柱先端有加速前進之勢，迨彈內爆波抵達錐口時，舌端前進速度或已增至爆速之三倍，故最大爆破威力點，根據事實，係在圓錐口面以外約二倍圓錐高距離前後之處，由此益可作為本解釋之佐證。

為配合此項爆破特性，該種彈藥之引信須敏感瞬發，風帽須相當堅強，形式須能適合舌狀波柱之形狀，故風帽前端不可過尖，而彈內空錐形狀應以用雙曲線曲面為宜。尤有一現象，若在空錐中心線上置鋼針心子一根，如第七圖所示，則其對於

第七圖



鋼板所爆穿破孔之形狀更為規則，效力亦略有增加，此其原因亦不難解釋，蓋當質點環射向中央時，亦即環狀質點羣向中心緊縮時，如因裝藥密度欠勻，致爆波不甚對稱而環生歪曲擾亂時，有此鋼心子可糾正環使其更圓，使一周密度分配勻稱，使連續之質點環成壓力圓筒前進。設無鋼心子，則凡不勻稱之干擾，引起舌狀壓力柱之不規則激動，其爆破效力不免因而減弱。

六公分迫擊砲榴彈之設計與試驗經過

施政楷

(兵工署第五十兵工廠忠恕分廠工具所主任)

姑且說牠是新兵器罷，至少在國內還沒有出現過，著者在歐美各國也沒有看到過。但是，遠在十八年前，著者在漢陽讀書時，兵器學上有過“外裝式”迫擊砲彈這名詞，可惜講義既沒有附圖，老師也沒有說過明白，使我這學生腦袋裏永遠糊塗著，一直到去年十二月二十幾日的某一個清晨，天未吐白，人却睡不着，不知如何一想又想到這個將要糊塗一輩子的問題，同時又想到早幾天所見超迫砲的試放（是從前呂則仁同學在莊廠長時設計成功的），似乎可以聯合做個實驗，當在腦海中構成一幅大概圖形，起身下工後即刻伏案製圖，並試做二枚，為老大哥陳志靜兄所悉，賜名砲榴彈，此後常得到他的指導與協助，以底於成。不過成功至少可說初步成功了，但著者對於十八年前講義上早已有過的東西，是否在這原子彈時代還有實用的價值，頗多疑問，還祈諸同學諸先進多多指示。

三十七年六月二十日著者識於重慶

（一）緒言

砲榴彈之命名，乃由“榴彈”而來，意指彈之外徑較砲之口徑為大，蓋即兵器學上之所謂“外裝式”迫擊砲彈是也。

查火砲之任務為發射砲彈，欲求威力強大，祇有增加彈重，但砲彈長度有其一定之比例，故祇有增大直徑之法，亦即增加火砲之口徑，其結果砲之全重大增，有礙運動性。

吾國火砲既感缺乏，又因器材及地形之限制，運動性極關重要，因之迫擊砲應時而起，部隊中佔極大多數，其中以六公分迫擊砲為最，蓋取其全重甚輕，可隨伴步兵行動，以置於最前線，又其發射速度甚大，可於短時間內拋射多數砲彈，以遂行攻擊任務也。所慮者，有時因攻擊目標強固，不能摧擊，有時在近距離內有施行化學戰必要時，不能適用，此所以另行設計“超迫砲”者，即補此不足也。

雖然超迫砲之威力誠大矣，但其本身亦有若干值得研究之處，譬如砲全重43公斤，是否能接近於與敵相距僅五六百公尺之最前線？又如步兵所携兵器種類已甚多，是否有另行增加一特式兵器之必要？況此兵器之使用目標究屬有限；他如榴彈為消耗品，量宜多，質不必太精，而超迫彈之尾管，無異一小砲管，製造費工，是否適宜於大量生產？以吾國製造火砲能力之薄弱，而戰綫又極廣泛，欲求能普遍供應，應需幾久？

鑒於以上諸點疑問，乃有“砲榴彈”之設計，蓋兼有超迫彈之威力，且不必另增特種兵器，如此不特後方製造之簡單與迅速，而前方使用之方便與普遍，實為本設計之主要目標。

(二) 計設

砲榴彈之外徑為 113^φ，自不能放入於六公分迫砲管內，砲管全長約 600 公厘，故砲榴彈之尾管連尾翼全長，至少當與此相等，（見附圖）是為本設計無可避免之事。

長尾桿之用途有三：

1. 插入砲內，作擊發之用。
2. 砲彈膛內射出時，作誘導方向之用。
3. 甚重之彈頭以低初速（約 30m/s）飛行時，作穩定彈道之用。

此外有一基本原則，即絕不使迫砲本身有些微之更改，以免特殊化，而使日後使用上受到限制，有失本設計之初意。

由於火砲本身之不得有所更改，因之砲管強度不變，亦即最大膛壓受到限制；同時重板強度不變，亦即後座力與初速受到限制，有此兩大限制，本設計之前途，亦有其限制，應予聲明者也。

當設計之時，為使進行迅速，曾分幾點進行：

〔第一〕尾桿之材材與尺寸

尾桿之作用已如上述，長度既不能短，而重量又不宜重，蓋僅增加無謂之彈重

，有礙於初速及膛壓也，故決定以質輕而能耐受發射時之壓力者為選擇之準繩，此壓力約在10—2噸之譜。為安全計，姑以15噸為試驗壓力，材料之最輕者莫如木料，而本廠之常用者為柏木及青槓木二種，故首當以之為試驗，其次金屬中之最輕者，當推鋁條及鐵管亦值得一試。

〔第二〕發射藥之種類與藥量

由於彈全重之不同，砲彈在膛內滑行之時間亦異，尤其因彈重慣性之故，在最初滑移之一瞬間，最易使膛壓激增，故發射藥宜採燃燒稍慢者。國內所用火藥種類無多，就所知不過廿200迫砲藥，比國槍藥，7.62球狀槍藥數種，當就此及其混合而作試驗，此外因裝填比重之變更，藥量當與藥室容積同時多作實驗，方可決定。

〔第三〕藥室容積之大小

與藥量同時多作實驗而決定

〔第四〕彈帶徑之尺寸

迫擊砲為前裝式，彈由砲口放入，自行滑下擊發，倘彈體與管壁間之間隙過小，則滑下速度不足以擊火，倘間隙過大，則藥氣外洩，影響初速，有害精度。查八二迫彈之間隙為0.55MM，六〇迫彈之間隙為0.75MM，蓋彈輕者間隙不得不大也。

今砲榴彈之全重大於六〇彈約四倍，大於八二彈約一倍餘，其間隙（此處因彈不入砲膛內，故指彈帶體及尾桿上定心圈與砲管壁之間隙而言）自可縮小，而無害於滑下速度，當就實驗而定。

〔第五〕尾翼之面積

迫擊砲因無來復線，不能賦與砲彈以飛行時之安全力，故彈之飛行穩度，全恃其重心點與尾翼之距離，以及尾翼之面積兩項而定，且與之成正比例。重心距離，本彈因尾桿特長已達半公尺以上，因之尾翼面積可不必要求太大，甚至即用六〇迫彈之尾翼，亦未可知，當就實驗而定。

欲求尾翼面積加大，可分二途，其一砲彈縱方向加長，其二直徑方向加大，前

者設易，後者則結構煩複，蓋須具有能轉折而自動彈出之尾翼也（如法造八一某式迫砲彈然）。

〔第六〕彈頭之重量

砲彈之有效彈重，全在彈頭，至於尾桿及尾翼等無與焉，查超砲彈全重雖達7.5公斤，但除去毫無殺傷能力之尾管重量外，彈頭之實際重量約為4.2公斤。本彈設計因受砲管強度及底板強度之先天的限制，彈頭重量宜稍犧牲，以換取有效之射程是為上策，但彈頭減輕，仍當在不損威力之原則下行之。（即破甲彈之炸藥量仍維持0.3公斤，穿甲能力仍達200公厘鋼板；如用化學彈，裝藥容積更形增大）至究應減輕幾何，當實測膛壓後再行決定。

（三）試驗

自三十六年十二月二十七日下午第一次試射以來，迄今為時半載，先後試射共四十二次，射發167發，其中以試驗尾桿料，發射藥及藥室容積，與彈頭重耗時最久，射發最多；至彈帶徑及尾翼面積試射較少，但各項試驗，泰半係混合舉行，茲分述如次：

〔第一〕尾桿之材料與尺寸

(1)水管 2) ϕ 者雖用少量藥包射擊，皆中斷，共試三發。

1 $\frac{1}{2}$ " ϕ 者稍加車薄，重約一公斤，如能耐12噸（最好5噸）之靜壓力者，則頗合用，共射235發。

2" ϕ 者則嫌稍重，致彈道不穩，如勉強車薄至一公斤重，則又不能耐壓，故僅試4發。

(2)木料6) ϕ 柏木如能耐受上述試驗壓力者（約有半數不堪受此大壓），則射擊時不致中斷，此為尾桿料中之最輕（約0.5公斤）而價最廉者，彈道良好，共射24發。

(3)鋁條 自製2) ϕ 者強度不夠，曾射2發。

(4) 紙條 實心20^φ者則嫌太重，彈道不佳，曾射2發。

結果：(甲)30^φ 柏木或青槓木均可用，但事先須作耐壓試驗，並須加以烘乾處理及塗浸防濕油料，以免日後變形彎曲，選料時並須注意木紋之方向及木節之部位，此為價最廉之尾桿料，國內可以自給者。

(乙)1 1/2^φ 水管(尺寸稍上下無妨)稍加車薄，同時修正偏心，使重一公斤，再經耐壓試驗，此為最可靠之尾桿料。

〔第二〕發射藥之種類與藥量，及

〔第三〕藥室容積之大小

試射時因種種因素變動過多，(如彈頭重，彈全重，尾桿料，增大藥室之方法與材料等之不同)以及彈道未臻十分穩定，故射擊一項，難有可靠紀錄，因之未錄入本報告內。又因測壓蛋既不合規定，而測柱又為改車者，且不充分，致對於膛壓之測量，亦不可靠，聊供互相比較之用，因之不錄入本報告內。

(1) 井 200 迫炮藥 當藥室容積由24 c.c. 逐漸增至638 c.c. 時，藥量亦由7.5 gr 逐漸增至40 gr，共試射185發，彙如下表：

<u>藥量</u>	<u>藥室容積</u>	<u>裝填比重</u>	<u>共射發數</u>
gr.	c.c.		
7.5	243	0.030	3
10.0	243	0.040	8
12.5	243	0.050	13
15.0	243	0.060	6
20	364	0.055	2
25	334	0.039	12
30	364	0.082	16
25	435	0.057	5
30	435	0.070	23

35	435	0.080	4
25	496	0.050	1
20	496	0.060	23
35	495	0.070	5
30	557	0.053	1
33.25	567	0.059	14
35	567	0.061	36
32.25	633	0.052	4
35	638	0.055	5
40	638	0.063	2

結果： 因迫砲藥燃燒較速，而全彈又較重，故當開始推動砲彈前行之一瞬間，膛壓激增；據試射紀錄，裝填比重如超過0.030，砲管即有在某一點（火藥推動面）微微漲大之可能；如不足0.060時，射程又難達30公尺以上，因之其200藥似不能單獨用作發射藥。

(2) 比國槍藥 當藥室容積由567c.c. 逐漸增至860c.c.時，藥量亦由31.2gr. 逐漸增至52gr. 共試射15發，藥如下表：

<u>藥量</u>	<u>藥室容積</u>	<u>裝填比重</u>	<u>共射發數</u>
Gr.	c.c.		
31.2	567	0.055	9
33.9	567	0.059	2
35.4	567	0.064	18
41.6	567	0.074	2
54.7	590	0.059	7
55.6	590	0.060	2
56.4	590	0.062	3

33.8	623	0.054	3
34.7	628	0.055	11
35.6	623	0.057	6
36.4	623	0.058	3
36.4	685	0.053	3
33.4	744	0.049	15
41.6	744	0.056	14
52.0	744	0.070	5
41.6	860	0.048	4

結果： 槍藥燃燒較慢，當推動炮彈開始前行之一瞬間，膛壓激增之現象，不如砲藥之甚，據試射紀錄，裝填比重如超過0.056時，膛壓即嫌過高，但砲管尚不致漲大；如不足0.056時，膛壓可望低下，但射程不足。以膛壓與射程二者相比，比國槍藥不逮下述之混合藥，最後又聞比國藥之安定性已成問題，故不擬採用。

(3) M槍藥 曾在藥室容積576^{c.c.}，用藥量33.6gr.試射10發，發覺其膛壓較下之混合藥為高，而射程較混合藥為低，似無採取之處，故未續試。

(4) 混合藥 因鑒於迫砲藥燃燒較速，膛壓激增，砲管有漲大可能，同時槍藥燃燒較慢，致射程不足，倘將二者混合使用，可適互展其長，以達到本試驗之目的。

槍藥使用7.62球狀槍藥，砲藥仍採井200，兩者混和之比不同，作多次試射如下：

(一) 5:5 即槍藥與砲藥各半之和。

曾在藥室容積567^{c.c.}用藥量33.6gr.試射7發，發覺其射程仍稍不夠。

(二)6:4 即槍藥六成與砲藥四成之和。

曾在藥室容積567^{c.c.}用藥量33.6gr.試射6發，發覺其射程不夠。

(三)3:7 即槍藥三成與砲藥七成之和。

曾在藥室容積567^{c.c.}用藥量33.gr.試射7發，發覺膛壓仍嫌稍高。

(四)4:6 即槍藥四成與砲藥六成之和。

較上面三種比例為佳，當藥室容積由543^{c.c.}逐漸增至744^{c.c.}時，藥量亦由29.4gr.逐漸增至42gr，共試射167發，彙如下表：

藥量	藥室容積	裝填比重	共射發數
gr.	c.c.		
29.4	543	0.054	61
29.4	567	0.052	10
30.6	567	0.054	3
33.6	567	0.059	74
42.0	567	0.074	3
33.6	628	0.054	3
33.6	744	0.045	3
37.8	744	0.051	3
42.0	744	0.057	2

結果： 據試射紀錄，以裝填比重0.054者為宜，其中尤以藥量及藥室小者為佳（即藥量29.4gr.及藥室543^{c.c.}之一種），因膛壓較小也。

(第四)彈帶徑之尺寸

砲管之最小內徑爲 61.75^ϕ ，試驗時將彈帶體與砲管壁間之隙隙分成0.75, 0.55, 0.45, 及0.35MM者四種，共試51發，彙如下表：

間 隙	彈帶徑	共射發數
MM	MM	
0.75	61.00	6
0.55	61.20	24
0.45	61.30	16
0.35	60.40	5

註明：當間隙大於0.45MM時，滑下良好，小於0.35MM時，滑下不大確實，因之決定採用間隙0.45MM之一種，亦即彈帶徑爲 60.90^ϕ 者。

〔第五〕尾翼之面積

爲免結構煩複，先試在縱方向較六〇迫砲增長二倍及三倍長之尾翼，倘行之有效，再設法在直徑方向增大，曾先後試射共38發，結果並未發現有助於砲彈之飛行安定性，反之因彈尾之加重，全彈重心移後，反有不穩之現象發生。

結果：決定僅採用六〇迫砲之尾翼，只作夾藥包之用。

〔第六〕彈頭之重量

彈頭係包括“彈體”“彈底”及內裝之“炸藥”“引信”等而言，試射時曾用三種不同之彈重，其射發數如次：

彈頭5.0公斤者——57發

4.0公斤者——322發

3.5公斤者——108發

全彈重量因尾桿料之不同而有大異。據多數砲彈實際秤量結果如次：

全彈重量 = 彈頭重量 + 1.5公斤(用柏木做尾桿)

或 = 彈頭重量 + 1.8公斤(用青槓木做尾桿)

或 = 彈頭重量 + 2.0公斤(用 $1\frac{1}{2}^\phi$ 水管做尾桿)

結果：爲顧慮彈體仍用生鐵鑄成並內容適當之炸藥量起見，決定採用4公斤重之彈頭，又爲求尾桿料確實起見，暫決定用1 1/2" ϕ 水管，因之全彈重爲6公斤。

(四) 結果

由上述各項試驗結果，彙結如次：

彈頭重	4 公斤
全彈重	6 公斤
發射藥量	29.4公分
發射藥種類	7.62球狀槍藥四成與并200砲藥六成
藥室容積	543 c.c.
彈帶體外徑	69.39" ϕ 公厘
尾桿材料	1 1/2" ϕ 水管(稍加車薄，使重一公斤，再經 12-15考靜壓試驗)
尾 翼	即採用六〇迫彈者

精度經試射5發結果如下： (五月廿九日)

	<u>射程</u>	<u>偏差</u>	<u>計算結果</u>
	m.	m.	
1.	645	+19	(1)平均射程636 m.
2.	580	-6	(2)半數必中界33.4 m.
3.	608	+14	(3)精 度 5.71%
4.	630	-13	[公式]
5.	666	+13	$S_{50} = 2 \times 0.6745 \times \sqrt{\frac{\sum \lambda^2}{n-1}}$
6.	942	-25	
7.	675	+21	

8.	667	- 9
9.	647	- 4
10.	657	- 6
11.	634	+ 11
12.	638	+ 19
13.	675	+ 3.5
14.	636	- 6
15.	676	+ 13

初速經彈道研究所測量四發如下：（六月二日）

1. 72.2 m/s.
2. 80.2
3. 82.8
4. 76.3

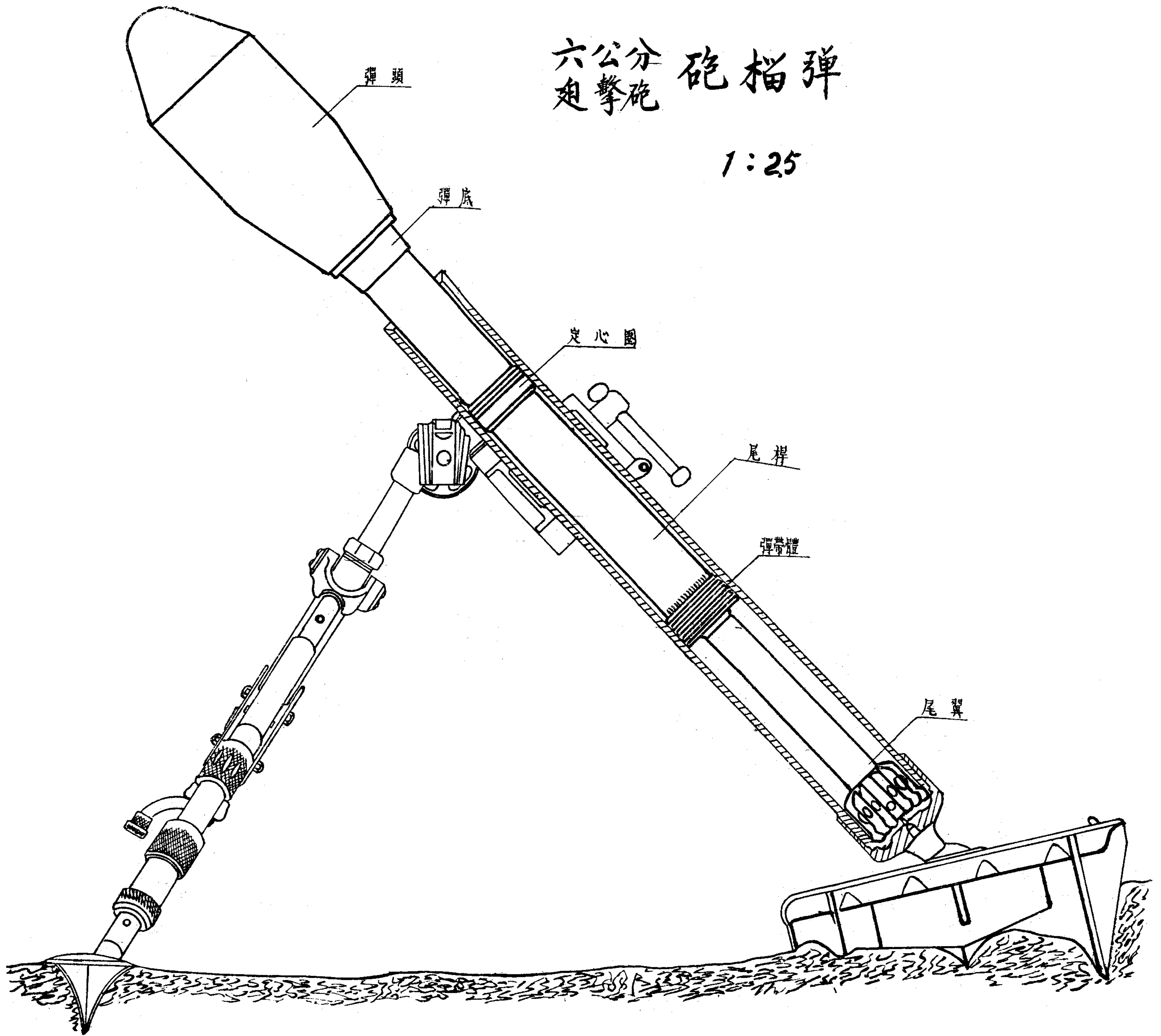
膛壓之測量（特向五十廠借用德製之測壓蛋及銅柱）共測十發如下：（六月七日）

（附帶計算精度）

	膛壓	射程	計算結果
1.	338	655	(1) 平均射程 646.1 m.
2.	375	626	() 半數必中界 31.7 m.
3.	337	660	() 精 度 4.9%
4.	389	665	[公式]
5.	375	595	$S_{50} = 2 \times 0. (7.5 \times \sqrt{\frac{\sum \lambda^2}{n-1}})$
6.	328	642	
7.	335	638	
8.	317	640	
9.	355	675	
10.	352	635	

六公分砲榴彈 迫擊砲

1:25



爲對於膛壓可以得到比較的概念起見，乃同將六〇迫彈用五藥包試射四發，測定膛壓如次：

1. 276

2. 39

3. 238

4. 278

比較：榴彈之膛壓較六〇迫彈五藥包約高 $\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{3}$ 之譜。

(五) 尾言

本設計之動機已詳前述，不過欲使其具有超迫彈之威力，而不必多一超迫砲之兵器，彈頭部份完全不變，蓋所以求保存其威力也，迫砲部份完全不加改動，蓋所以求使用之不受限制也，惟其砲身及底板強度均有其先天的限制，因之對於本設計不能有所奢望，亦不能有所苛求。

由試驗之結果視之，除膛壓一項外，似尚可令人滿意，膛壓雖嫌稍高，但試思榴彈較六〇彈重約四倍有半，而膛壓僅高 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{3}$ ，況此彈僅在前方遇有特殊目標時偶一用之，並不經常使用。即嫌稍高，當亦無妨。六〇砲管之強度，經多次試射，在500氣壓以內，亦無妨礙，五十派曾對於有夾灰痕跡之砲管，舉行接近500氣壓之水壓試驗，亦能耐受。

或有要求在特種情形下能行平射，本彈因全重6公斤，尾桿大部已插入砲膛內，祇須稍用力送下，即可擊發底火，不受低角度之影響，亦不必另加平射裝置。

介紹一種運輸車輛—T-234型道奇—之性能

成沛民

(交通部南嶽管理處工程師)

(一) 序言

汽車為運送之重要工具，盡人皆知矣，然汽車之廠牌及年型繁多，其性能亦各有不同。是在某個地區及某種特殊情況下應選用何種廠牌及年型之汽車最為相宜？則非經慎重之選擇不可。勝利後自美國新輸一批T-234型道奇車入口，此種貨車，外狀雄偉，載重亦多，為一般運輸機構所樂用。然其駛載之性能究竟如何，頗有討論之價值。茲將此問題作一簡單之闡述，以對該種車輛之性能作一介紹。

(二) T-234型道奇車上坡力量及速度之計算

根據道奇車製造廠所公佈該廠車輛之說明及實際測量得下列諸實用數字：

1. 全車重量 5900 磅
2. 扭力矩在每分鐘 1200 轉時為 262 呎磅
3. 最高轉數為每分鐘 2800 轉
4. 當最高轉數時之馬力 (Rated Brake HP) 為 118。
5. 後軸牙齒比率為 8.4:1。
6. 輪胎尺寸為 10.00/20 其滾動半徑 (Rolling Radius) 為 19.7 吋
7. 變速箱有五個前進檔
 - 第五檔牙齒比率為 1:1
 - 第四檔牙齒比率為 1.44:1
 - 第三檔牙齒比率為 2.39:1
 - 第二檔牙齒比率為 4.38:1
 - 第一檔牙齒比率為 7.53:1
8. 設此種車裝貨為五噸則連車重總重為 20010 磅。

情況一：試計算該種車在平路上之最快速度：

$$\begin{aligned} \text{因車輛速度} &= \frac{60 \times \text{引擎每分鐘轉數} \times \text{後胎直徑} \times 8.1416}{12 \times 5280 \times \text{後軸牙齒比率}} \\ &= \frac{\text{引擎每分鐘轉數} \times \text{後胎直徑}}{3.6.6 \times \text{後軸牙齒比率}} \end{aligned}$$

$$\text{所以T-231車在平路之最快速度} = \frac{2300 \times 19.7 \times 2}{333.6 \times 8.4} = 58.9 \text{ 哩/小時}$$

即 64.6 公里/小時

情況二：設有坡度為百分之二，試計算用第五檔能否上去，並計算其上坡最慢速度。

欲解決此問題須先計算該車之後輪拖力 (Rim Pull)

$$\text{後輪拖力} = \frac{\text{扭力矩} \times 12 \times \text{後輪牙齒比率} \times \text{機械效率}}{\text{後輪半徑}}$$

設機械效力 = 80%

$$\begin{aligned} \text{則後輪拖力} &= \frac{\text{扭力矩} \times 9.6 \times \text{後軸牙齒比率}}{\text{後胎半徑}} \\ &= \frac{232 \times 9.6 \times 8.4}{19.7} = 1072 \text{ 呎磅} \end{aligned}$$

在平坦石子路上，每呎磅後輪拖力可拖動裝貨 700 磅重，

則該種車在平路上可拖總重 = $1072 \times 700 = 750000$ 磅，

若使上 2% 之坡度須除以 32 (2% 坡度阻力)

$$\text{該種車在 2% 坡度上可拖總重} = \frac{750000}{32} = 23400 \text{ 磅}$$

該車裝貨五噸後共重 20900 磅，由上之計算，用第五檔上 2% 之坡度，能拖動 24000 磅，故力量尚有餘裕。

此種車之引擎在每分鐘 1200 轉時，扭力矩最大，故可求用第五檔上坡速度

$$\text{為} \quad \frac{1200 \times 19.7 \times 2}{333.6 \times 8.4} = 16.7 \text{ 哩/小時 即 } 27.7 \text{ 公里/小時}$$

若開車時借用慣性衝力上坡，則該車上 2% 之坡度，其速度當可在 30 公里/小時以上。

情況三：若有公路坡度為 4%，試計算用第四檔能否上去，並求其速度。

$$\text{用第四檔在下路上行駛之後輸出力} = \frac{262 \times 0.6 \times 8.4 \times 1.41}{19.7}$$

= 1542 呎磅，可拖總重 = (1542 × 70) = 108000 磅。上 4% 坡度，須乘以 52 (4% 之坡度阻力)

$$\frac{108000}{52} = 20800 \text{ 磅}$$

由上可知該種車隻可勉能以第四檔上 4% 之坡度，因施力僅能載 20800 磅，而全車總重為 20310 磅，力量稍有不足也。但如路面平坦堅硬，坡度不長，略借行車之衝力，仍可勉能上去，其最慢速度為

$$\frac{\text{胎徑} \times \text{引擎轉數}}{336.6 \times \text{後軸比率} \times \text{傳動牙齒比率}} = \frac{33.4 \times 1200}{336.6 \times 8.4 \times 1.44} = 11.6 \text{ 哩/小時}$$

即 19.25 公里/小時。

情況四：設公路坡度為 5% (阻力為 62) 問該種車用第三檔能否爬上，並計算其速度。

$$\text{在 5% 之坡度上用第三檔可拖總重} = \frac{1072 \times 2.39 \times 700}{62}$$

$$= 28900 \text{ 磅}$$

$$\text{在 5% 之坡度上之最慢速度} = \frac{33.4 \times 1200}{336.6 \times 8.4 \times 2.39}$$

$$= 7 \text{ 哩/小時 即 } 11.6 \text{ 公里/小時}$$

由上之計算可知用第三檔上 5% 之坡度，不成問題，其速度亦可在 12 公里/小時左右。

情況五：假設在特別情況坡度為 10% 之大坡，或與沙灘泥坑，其阻力約等於 10% 坡度，計算該種車用第二檔能否通過，並求其最低速度 (10% 坡度阻力為 112)

$$10\% \text{ 坡上用第二檔可拖總重} = \frac{1072 \times 4.88 \times 700}{112} = 23400 \text{ 磅}$$

$$\text{在 } 10\% \text{ 坡上之最慢速度} = \frac{39.4 \times 1200}{335.6 \times 8.4 \times 4.33} = 3.81 \text{ 哩/小時}$$

即 6.32 公里/小時

由上可知用第二檔上 10% 之坡度，甚為容易，速度亦在每小時六七公里左右。

情況六：以上之計算係根據以汽油為燃料者。今再試以濃度為 90% 之酒精作燃料，且不加大化油器之限量流口 (Metering Jet)，問該種車對 10% 之坡度是否仍可越過？並求其最慢速度。

因汽油 (C_8H_{18}) 之熱值為 19200 Btu/并，濃度為 90% 之酒精 (C_2H_6O) 之熱值為 11520 Btu/并，則酒精之熱能與汽油熱能之比為

$$\frac{11520}{19200} = 0.601, \text{ 即 } 60.1\%。$$

該種車在 1200 轉時之扭力矩為 232 呎磅，今以濃度為 90% 之酒精作燃料，其扭力矩應為 232×0.601 ，即 157 呎磅。則 10% 坡上用第一檔可拖總重

$$= \frac{157 \times 9.6 \times 8.4 \times 7.58 \times 700}{19.7 \times 112} = 3750 \text{ 磅}$$

$$\text{其最慢速度} = \frac{39.4 \times 1200}{335.6 \times 8.4 \times 7.58} = 2.22 \text{ 哩/小時 即 } 3.63 \text{ 公里/小時}$$

由上之計算可知該種車輛縱不加大化油器之限量流口 (Metering Jet)，以濃度為 90% 之酒精作燃料，用第一檔爬 10% 之坡度，其力量仍有餘裕，惟速度甚緩，僅每小時三公里左右耳。

(三) 結論

根據以上之計算，知 T-231 型道奇車裝貨五噸在我國各省公路上行駛，均無力量不足之虞，誠性能優越之車輛也。然根據其原製造廠之規定載重量係為三公噸，其各部機件皆係以此重為標準而設計，若裝貨過該重，雖則其引擎力量尚無不夠，但其機件上無形中將受嚴重之損害，促使車輛壽命縮短，亦殊不經濟也。茲將某運輸機關規定此種車輛載重 $4\frac{1}{2}$ 公噸，自起用至半年後各部機件損壞及修理情

形，列表如後，以供參攷：

修理部份	百分數	修理部份	百分數
修理剎車	30.5 %	修理油泵	1.5 %
修理鋼板	14.5 %	修方向機	1.5 %
修換輪胎	15 %	修換後軸	11.5 %
修理馬達	85 %	修化油器	1 %
修發電機	3 %	修翼子板	1 %
清理油路	7 %	修理車身	1 %
修離合器	1.5 %	修換白金	0.5 %
修理前燈	1.5 %	修換連桿軸承	0.5 %

(全文完)

混合變應力

石志清

(本校兵工工程學院教授)

(1) 彈性減衰之學說

担任混合担負之物件，如軸之任彎與扭者，在各方面上各種應力之強度皆不相等，如在應張力最強之方面與應壓力最弱最弱之方面上皆無應剪力，此最大應張力及最大應壓力(或稱最小應張力)曰主應力 (Principal Stresses)；其作用面曰主面 (Principal Planes)，[順主應力方向之單應變曰主單應變 (Principal Unit Strain)；又在應剪力最強之方面上尚有發生之應張力；又每立方吋材料內儲入定量之能曰應變能 (Strain Energy)。凡此諸量皆可由担負用正規公式分別計算其簡單應力，如彎力公式與扭力公式者，而上述之主應力及其以下之諸量更可由此諸簡單應力合計之也。

担任混合應力之材料用達其彈性限，則雖減輕担負其應變亦不能完全復原，此謂之彈性減衰 (Elastic Failure)。何謂材料已達其彈性限歟？謂其主應力已達其應張彈性限歟，主應變已達其應張彈性限對當之單應變歟，最大應剪力已達其應剪彈性限歟，抑或每立方吋儲入之能已達其應張彈性限對當之值 (Resilience) 歟？此則因各家之學說而互異其辭語。材料之任變担負者與任靜担負者可同等施用此諸學說，只須稍加修正求適合於所遇之情形而已。

(1)最大應張力學說，為說話簡單而利於用吾人將以圓軸之任彎力矩 M 與扭力矩 T 者為例以說明此諸學說。

假如 M 與 T 皆有恆值而軸亦不轉，則 M 所生之應變力 $S = \frac{M}{I} C$ ，而 T 生之應剪力 $q = \frac{T}{J} r$ 皆不變，且最大之主應張力 $S_{max} = \frac{1}{2} S + \frac{1}{2} \sqrt{S^2 + 4q^2}$

$$= \frac{16}{\pi d^3} \left[\frac{M}{2} + \sqrt{\frac{M^2}{4} + T^2} \right] \dots\dots\dots (1, a)$$

$$\begin{aligned} \text{又最小之主應張力 } S_{\min.} &= \frac{1}{2}S - \frac{1}{2}\sqrt{S^2 + 4q^2} \\ &= \frac{16}{\pi d^3} \left[\bar{M} - \sqrt{\bar{M}^2 + \bar{T}^2} \right] \dots\dots\dots(1. b) \end{aligned}$$

M 與 T 上頭加一橫者示恆值之 M 與 T 也。

最大張力學說 (Max. tensile stress theory) 認為 $S_{\max.}$ 達到簡單拉力試驗之 $S_{p.1.}$ 時則彈性必減衰。

若 \bar{M} 與 \bar{T} 按相同之幅度改變或其小大之比皆是 r 。字母上加波線符號示其變耳，非必交變也，並以 S_r 示材料任同此 r 時之耐疲限 (Endurance Limit) 則本學說認為如 $S_{\max.} = S_r$ ，則材料必達其彈性限矣，或即

$$\frac{16}{\pi d^3} \left[\bar{M} + \sqrt{\bar{M}^2 + \bar{T}^2} \right] = S_r \text{ 之時也} \dots\dots\dots(1)$$

此式之左側示正規應力 (Nominal Stress) 宜乘以局部加強之倍數 K 即得顯著應力 (Significant Stress)，右側宜乘以 Size Factor 及 Surface Coefficient 然後以保安倍數除之即得材料之實用耐疲限 (Design Endurance Limit)。如此修正即得本學說之設計公式。

(2) 最大單應變學說。上述之軸是平面上應力之例因順軸徑之應力 $S_x = 0$ ，而 $S_x = S_{\max.}$ ， $S_y = S_{\min.}$

$$\text{順 } S_x \text{ 之單應變 } \epsilon_x = \frac{S_x}{E} - \mu \frac{S_y}{E} ; \text{ 順 } S_y \text{ 者 } \epsilon_y = \frac{S_y}{E} - \mu \frac{S_x}{E} .$$

在本例由式 (1.a) 及式 (1.b) 看來—— S_y 是負值小於 S_x 。故知 $\epsilon_x > \epsilon_y$ 。

本學說謂如 ϵ_x 達到簡單拉力之彈性限對應之單應變 $\epsilon_{p.1.}$ 時，則彈性減衰，即

$$\frac{S_x}{E} - \mu \frac{S_y}{E} \cong \frac{S_{p.1.}}{E} , \text{ 或 } S_x - \mu S_y \cong S_{p.1.} \dots\dots\dots(2. a)$$

以式 (1.a) 代 S_x 以式 (1.b) 代 S_y 即得本學說用於軸之公式

$$\frac{16}{\pi d^3} \left[(1 - \mu)\bar{M} + (1 + \mu)\sqrt{\bar{M}^2 + \bar{T}^2} \right] = S_{p.1.} \dots\dots\dots(2')$$

此式之左側宜乘以局部加強倍數，右側宜乘以 Size factor 然後除以保安倍數即得設計公式。

若軸任 \bar{M} 與 \bar{T} 按同幅改變(或小大之比皆是 r)，則上式化爲

$$\frac{16}{\pi d} \left[(1-\mu) \tilde{M} + (1+\mu) \sqrt{\tilde{M}^2 + \tilde{T}^2} \right] = \text{抗張之耐疲限 } S_r \dots\dots (2)$$

(3) 最大應剪力學說。軸之抗彎與扭者其最大主應(張)力 S_{max} 。如式 (1,a)，最小者如式 (1,b) 為負值示壓力，此二者皆在軸之周面上，第三個主應力與此二者皆垂直——宜順徑今是 0。材料中之最大應剪力 $q_{max} = \frac{1}{2} (S_{max} - S_{min}) =$

$$\frac{1}{2} \sqrt{S^2 + 4q^2} = \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{\tilde{M}^2 + \tilde{T}^2} \dots\dots\dots (3)$$

假如上式之值達到材料之應剪彈性限 $q_{p.l.}$ 。則彈性必減衰。

若彎力矩與扭力矩按相等之範圍改變以 \tilde{M} 及 \tilde{T} 示之，又以 q_r 示材料在此情形下之應剪耐疲限，則本學說謂彈性減衰與否視夫

$$\frac{16}{\pi d^3} \sqrt{\tilde{M}^2 + \tilde{T}^2} \geq q_r \dots\dots\dots (3)$$

若兩個主應力皆是張而第三個是 0，如鋼管筒者，則本學說謂彈性減衰否視夫

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2} S_{max} \geq q_{p.l.} \text{ 但鋼管 } q_{p.l.} = 0.55 S_{p.l.}, \text{ 故須 } S_{max} \geq 1.1 S_{p.l.} \\ S_{max} \geq 1.1 S_r \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3,a)$$

又如係變應力，則須

(4) 彈性能學說，抗彎與扭之軸屬於平面應力因其沿徑之 $S_z = 0$ 也，以 (1,a) 式之 S_x 之半乘以 (2) 段首行之 ξ_x ，並以式 (1,b) 之 S_y 之半乘以 ξ_y ，其合即因彎與扭在每立方寸儲入之能也。

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} S_x \xi_x + \frac{1}{2} S_y \xi_y &= \frac{1}{2} S_x \left(\frac{S_x}{E} - \mu \frac{S_y}{E} \right) + \frac{1}{2} S_y \left(\frac{S_y}{E} - \mu \frac{S_x}{E} \right) \\ &= \frac{1}{2E} (S_x^2 + S_y^2 - 2\mu S_x S_y), \end{aligned}$$

若此量等於材料任靜張至彈性限時之所儲入者—— $\frac{S_{p.l.}^2}{2E}$ ，則彈性將減衰矣，故

$$S_x^2 + S_y^2 - 2\mu S_x S_y \geq S_{p.l.}^2 \dots\dots\dots (4,a)$$

此式示一橢圓其長半徑是 $\frac{S_{p.l.}}{\sqrt{1-\mu}}$ ，短者是 $\frac{S_{p.l.}}{\sqrt{1+\mu}}$

如看不透則將應力之座標
軸推轉 θ 角而觀之。

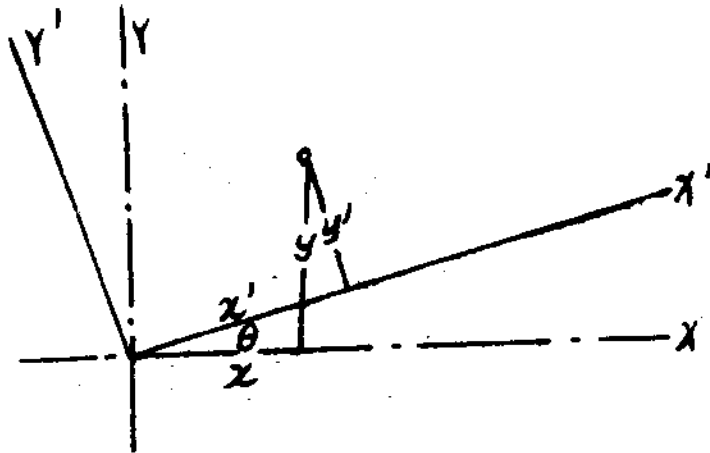
以 x 代 S_x , 以 y 代 S_y , 並
以 $x' y'$ 代其順新座標軸
量得 $S_x S_y$ 。

$$\text{則 } x = x' \cos \theta - y' \sin \theta,$$

$$\text{而 } y = x' \sin \theta + y' \cos \theta.$$

$$\text{故 } x^2 = x'^2 \cos^2 \theta + y'^2 \sin^2 \theta - 2x'y' \sin \theta \cos \theta,$$

$$\text{又 } y^2 = x'^2 \sin^2 \theta + y'^2 \cos^2 \theta + 2x'y' \sin \theta \cos \theta.$$



$$\text{又 } -2\mu xy = -2\mu x'^2 \sin \theta \cos \theta + 2\mu y'^2 \sin \theta \cos \theta - 2\mu x'y'(\cos^2 \theta - \sin^2 \theta).$$

$$\text{相加則 (4,a) 式化爲 } S_{p.l.}^2 = x'^2(1 - \mu \sin 2\theta) + y'^2(1 + \mu \sin 2\theta) - 2\mu x'y' \cos 2\theta.$$

如仍看不出則再向簡單設想——設轉一角恰能使 $x'y'$ 乘積之項成零，則 $\cos 2\theta = 0$,

$$\text{而 } \theta = 45^\circ. \text{ 於是 } S_{p.l.}^2 = x'^2(1 - \mu) + y'^2(1 + \mu),$$

$$\text{或寫作 } \frac{x'^2}{\left(\frac{S_{p.l.}}{\sqrt{1-\mu}}\right)^2} + \frac{y'^2}{\left(\frac{S_{p.l.}}{\sqrt{1+\mu}}\right)^2} = 1$$

故知上述之結論正確。

今用於軸 $S_x = \text{式(1,a)}$, $S_y = \text{式(1,b)}$, $S_z = 0$. 以此二者代入 (4,a) 式中則得

$$\frac{16}{\pi d^3} \sqrt{4M^2 + 2(1+\mu)T^2} = S_{p.l.} \dots \dots \dots (4')$$

若 M 與 T 皆變則上式右側應限以同此 r 時之應變限 S_r . 本學說謂須

$$S_x - 2\mu S_x S_y + S_y \leq S_r \dots \dots \dots (4,b)$$

$$\text{用於圓軸則 } \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{4M + 2(1+\mu)T} = S_r \dots \dots \dots (4).$$

(5) 變形能學說。彈性能之學說(Strain Energy Theory of Elastic Failure)

在 1913 年首由 Von Mises 提議修正，至 1925 年成於 H. Hencky 氏就立方體之周面任流體壓力者，雖體積被壓縮而彈性甚難減衰，故二氏分應變能 (Strain Energy 即彈性能) 為兩部分：一部分因為改變體積而儲入者不能使材料之彈性減衰，另一部分因為改變形狀而儲入者稱為 Distorsion Energy。由三個主應力共儲之應變能——

$$W = \frac{1}{2E} \left[S_x^2 + S_y^2 + S_z^2 - 2\mu (S_x S_y + S_y S_z + S_z S_x) \right] \dots\dots (A)$$

減去因變體積而儲入者，即得因變形而儲入者。以下解析此兩部分應變能。本學說假定當混合應力共儲之變形能若等於簡單拉力達彈性限時因變形而儲入者，則彈性減衰。用三個主面界出小體，則其三對面上各是主應力，每一個主應力各分解為兩部分——

$$S_x = S'_x + S''_x, \quad S_y = S'_y + S''_y, \quad S_z = S'_z + S''_z.$$

加單應力一組只生變體，加雙應力者只生變形。如立方體之三度相等 $a = b = c$ ，則 S'_x, S'_y, S'_z 必相等。第二組對三度合生之變長設為 $\xi''_x, \xi''_y, \xi''_z$ 。因此部分應力只生變形而不生變體，故

$$a(1 + \xi''_x) \cdot b(1 + \xi''_y) \cdot c(1 + \xi''_z) - abc \text{ 必} = 0$$

略去微量之乘積，得 $ab\xi''_x + bc\xi''_y + ca\xi''_z = 0$ 。

乘以 E 注意 $E\xi''_x = S''_x - \mu(S''_y + S''_z)$ ， $E\xi''_y = S''_y - \mu(S''_x + S''_z)$ ，

$$E\xi''_z = S''_z - \mu(S''_x + S''_y).$$

相加則得 $(1 - 2\mu)(S''_x + S''_y + S''_z) = 0$ ，或 $S''_x + S''_y + S''_z = 0$ 。…… (B)

此乃只生變形不生變體的一部分主應力必合之條件也。

於是 $S_x + S_y + S_z = (S'_x + S'_y + S'_z) + (S''_x + S''_y + S''_z)$
 $= 3S' \quad + \quad 0$

然則只生變體而不生變形(即按原形相似壓縮)之應力須周面等強，且皆是

$$S' = \frac{1}{3}(S_x + S_y + S_z).$$

此部分應力對三度各生變長亦相等。

$$\epsilon'_x = \epsilon'_y = \epsilon'_z = \frac{S'_x}{E} - \frac{\mu}{E} (S'_y + S'_z) = \frac{1-2\mu}{E} S'_x$$

體積之單應變 $\Delta = \epsilon' = 3 \cdot \frac{1-2\mu}{E} \cdot \frac{1}{3} (S_x + S_y + S_z)$

因變體積而儲之能， $W' = \frac{1}{2} S' \Delta = \frac{1-2\mu}{6} (S_x + S_y + S_z)^2$

由式(A)減去此式即得變形能(Distorsion Energy),

$$W'' = \frac{1+\mu}{6E} \left[(S_x - S_y)^2 + (S_y - S_z)^2 + (S_z - S_x)^2 \right]$$

$$\text{或} = \frac{1+\mu}{3E} \left[S_x^2 + S_y^2 + S_z^2 - S_x S_y - S_y S_z - S_z S_x \right] \dots\dots (A')$$

二氏不但假設周面均等任壓時其彈性不減衰，演而伸之即等強輻射應張時其彈性亦不能減衰；

又任簡單拉力至 $S_{p.l.}$ 者其變形能由公式(A') = $\frac{1+\mu}{3E} S_{p.l.}^2 \dots\dots (A'')$

又任混合應力之材料者如式(A') = 式(A'')則彈性必減衰，此實本學說之主文也。

就兩度應力言之， $S_z = 0$ ，彈性減衰否視夫

$$S_x^2 - S_x S_y + S_y^2 \cong S_{p.l.}^2 \dots\dots (B, a)$$

以此式與(4,a)式相比可知此式另示一橢圓線，惟今之 $\mu = \frac{1}{2}$ 耳 (是理論上之最高

值今不啻認金屬材料之 μ 皆此最高值也) • 此橢圓之長半徑 = $\frac{S_{p.l.}}{\sqrt{1-\frac{1}{2}}}$

$$= \sqrt{2} \cdot S_{p.l.} \text{，而短半徑} = \frac{S_{p.l.}}{\sqrt{1+\frac{1}{2}}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot S_{p.l.} \text{。}$$

圓軸任恆值之 \tilde{M} 與 \tilde{T} 者由公式(1,a)(1,b)代入(5,a)得

$$\frac{16}{\pi d^3} \sqrt{\frac{\tilde{M}^2}{4} + \tilde{T}^2} \cong S_{p.l.} \dots\dots (5')$$

若 \tilde{M} 與 \tilde{T} 按等範圍 r 改變，則彈性減衰限為

$$\frac{6}{\pi d^3} \sqrt{\frac{\tilde{M}^2}{4} + \tilde{T}^2} \cong S_r \text{，小大比是 } r \text{ 時之抗彎耐疲限} \dots\dots (5)$$

(2) 彈性疆界圖

按最大應張力學說，彈性減衰之限為 $\tilde{S}_x = S_r$ ，或 $\tilde{S}_y = S_r$ 。

$$\text{或寫作 } \frac{\tilde{S}_x}{\tilde{S}_0} = 1, \text{ 或 } \frac{\tilde{S}_y}{\tilde{S}_0} = 1.$$

以 x 示 $\frac{\tilde{S}_x}{\tilde{S}_0}$ 譜於橫軸，以 y 示 $\frac{\tilde{S}_y}{\tilde{S}_0}$ 譜之於縱軸， \tilde{S}_0 是交變之耐疲限， $x = \pm 1$ ，

或 $y = \pm 1$ 。

時彈性必減衰，故在 ABCD 正方形以內時彈性不衰。

交變之主應力為 $\tilde{S}_x, \tilde{S}_y, \tilde{S}_z$ 者，則材料中交變應力之最大值 $q_{max.} = \frac{1}{2} (\tilde{S}_{max.} - \tilde{S}_{min.})$ ，其 $\tilde{S}_{max.}$ 是三個主應力中之最大者， $\tilde{S}_{min.}$ 其最小者也，只就平面應力而言 $\tilde{S}_z = 0$ ，若 \tilde{S}_x 與 \tilde{S}_y 皆是正值（如鋼爐筒者）則最大之 $q_{max.} = \frac{1}{2} \tilde{S}_x$ ，如若達材料應力之耐疲限則彈性減衰，即 $\frac{1}{2} \tilde{S}_x = q_c$ 時也，即 $\tilde{S}_x = 2q_c = 2 \times 0.55 \tilde{S}_0 = 1.1 \tilde{S}_0$ ，以 \tilde{S}_0 除之則 $x = 1.1$ 之 $\Delta'E'$ 線是彈性疆界，同理有 $y = 1.1$ 之綫。

\tilde{S}_x 與 \tilde{S}_y 皆是負者彈性界線是 $x = -1.1$ 與 $y = -1.1$ 。若 $\tilde{S}_x = \text{正}$ ，而 $\tilde{S}_y = \text{負}$ 則彈性減衰之限為 $\frac{1}{2} (\tilde{S}_x - \tilde{S}_y) = q_c$ 或 $x - y = 1.1$ ，此界線在圖中是 (+E') (-E') 之直線。本學說之彈性疆界是六角形。

應變能學說謂彈性減衰現於 $x^2 - 2\mu xy + y^2 = 1$ 之時（即上節 (4) 段式 (4,a) 用 \tilde{S}_0 除之也），此式示下圖之橢圓 $A_1E C_1$ ，其長半徑為 $\frac{1}{\sqrt{1-\mu}}$ 短者為 $\frac{1}{\sqrt{1+\mu}}$ ，二者各與 x, y 軸傾 45° 角。

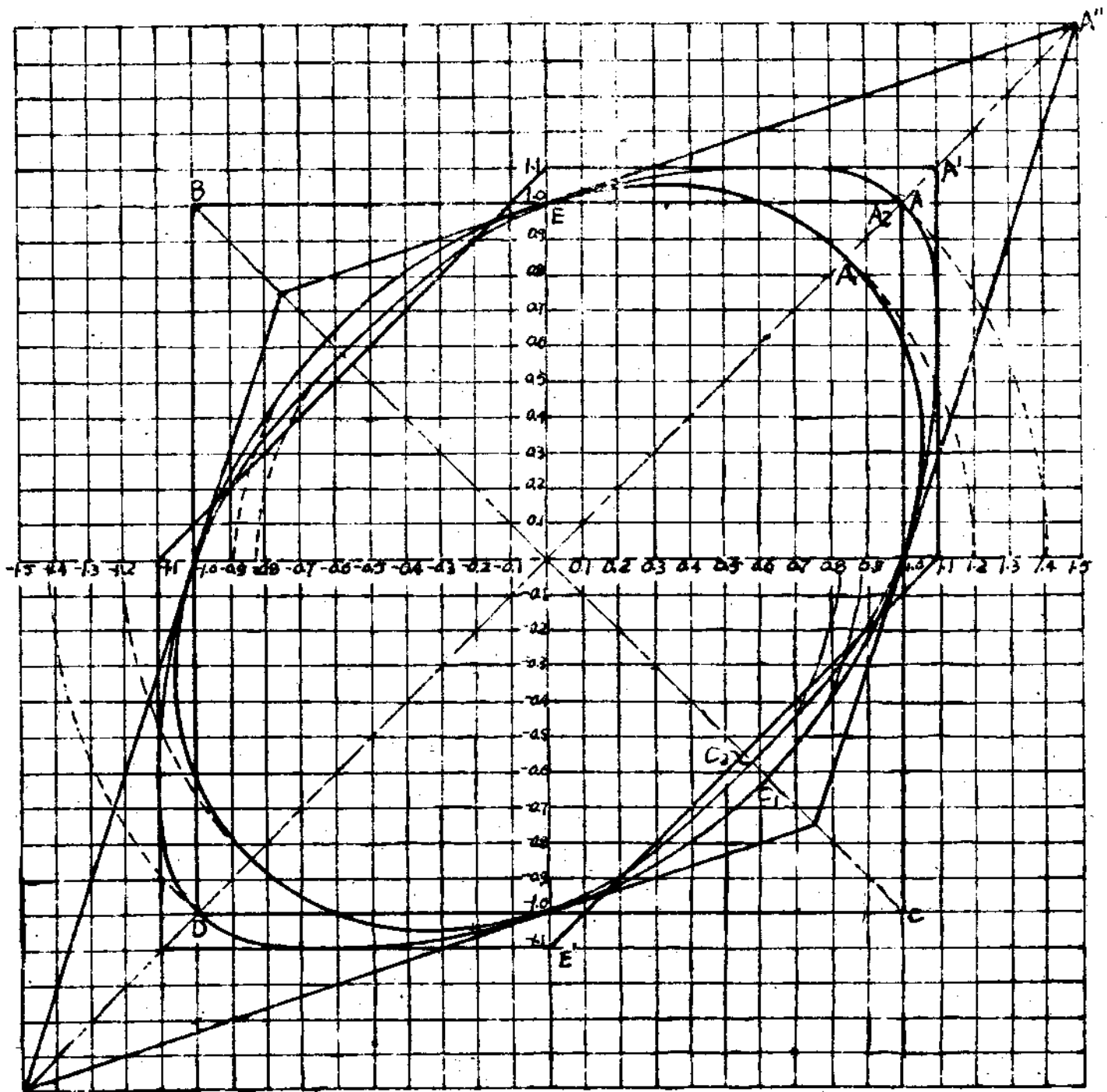
變形能學說之彈性疆界線可以 \tilde{S}_0 除上節式 (5,a) 求之，得 $x^2 - xy + y^2 = 1$ ，此式仍是橢圓，惟 μ 不問材料確定為 $\frac{1}{2}$ 耳。

$$\text{最大單應變學說認為順 } x \text{ 方向之單變長須限為 } \frac{\tilde{S}_x}{E} - \mu \frac{\tilde{S}_y}{E} = \frac{\tilde{S}_0}{E} \text{ 或 } x - \mu y = 1.$$

又順 y 方向之單變長限為 $y - \mu x = 1$ 。
下式示一直線與 x 軸之坡度正切是 μ 交 y 軸於 1，即圖中之 A"C" 線。

上式示一直線與 y 軸之坡度正切是 μ 交 x 軸於 1, 即圖中之 A''C'' 綫。

本學說之疆界圖為菱形, 與正方形 ABCD 之邊傾度正切是 μ , 與二橢圓皆在此正切



$$x = \bar{\sigma}_1 : \bar{\sigma}_2$$

$$y = \bar{\sigma}_2 : \bar{\sigma}_2$$

(3) 機軸之設計

轉動之軸任恆值之彎力矩與拉力矩者，軸每轉一周材料之應變力 \tilde{S} 交變一周恰如彎力矩 \tilde{M} 交變者然。而扭力矩 \bar{T} 及其所生之應剪力 \bar{q} 則皆不變，故 \bar{q} 宜限以靜剪彈性限 $q_{p.l.}$ ，而 \tilde{S} 則宜限以交變應變之耐疲限也，故由(1)至(5)諸公式須

加修正而後可用，因 $\frac{\bar{q}}{q_{p.l.}} = \frac{\tilde{q}}{q_0}$ 皆是保安倍數之意。∴ $\tilde{q} = \frac{q_0}{q_{p.l.}} \bar{q} = P \bar{q}$ 。

而 $\tilde{T} = \frac{q_0}{q_{p.l.}} \bar{T} = P \bar{T}$ 。以此式入公式(1)至(5)即得

$$\frac{16}{\pi d^3} \left[\tilde{M} + \sqrt{\tilde{M}^2 + P^2 \bar{T}^2} \right] = S_e \text{ 交變應變者。}$$

$$\frac{16}{\pi d^3} \sqrt{\tilde{M}^2 + P^2 \bar{T}^2} = q_0 = 0.55 S_e.$$

$$\frac{16}{\pi d^3} \sqrt{\tilde{M}^2 + 2(1+\mu)P^2 \bar{T}^2} = S_e,$$

$$\frac{16}{\pi d^3} \sqrt{4\tilde{M}^2 + 3P^2 \bar{T}^2} = S_e.$$

在設計時用，左側之 \tilde{M} 與 \bar{T} 宜分別乘以局部加強倍數，右側宜乘以 S_{z_0} factor

及 S_u face coefficient 而以保安倍數除之，式中之 $P = \frac{q_0}{q_{p.l.}} = \frac{0.55 S_e}{0.55 S_{p.l.}} = \frac{S_e}{S_{p.l.}}$

從 4.5 吋火箭談起

徐 蘭 如

(兵工署研究發展司火箭科技正)

要談火箭，就從 4.5 吋火箭談起吧！

4.5 吋火箭是中口徑的固體燃料火箭 (Solid Fuel Rockets) 之一種，陸軍採用它，稱為砲兵火箭 (Artillery Rocket)；空軍採用它，由飛機翅膀底下發射，攻擊地面的目標；海軍採用它，裝在登陸艇上，射擊灘頭陣地，在短時期內，發射出大量彈藥攻擊地區目標。4.5 吋火箭是一個極有威力與效果的武器。

中口徑 (20 cm 以內)，中射程 (5000 m 附近) 的中型火箭，在構造，性能和功用等方面看來，都差不多；至於原理，當然更是相同。所以我們從 4.5 吋火箭談起：就可以看到這一類火箭的全貌。

就所用的推進劑(也有稱做燃料的)分類，有固體推進劑火箭 (Solid Propellant Rockets) 和液體推進劑火箭 (Liquid Fuel Rockets) 兩種。4.5 吋火箭是屬於前者，本文所及範圍也以固體燃料為限。

(一) 4.5 吋火箭概觀

4.5 吋火箭有幾種？它們各自的作用是怎樣？

美國最初用的 4.5 吋火箭是 M8 式，有 6 個可以摺轉的尾翼，射出發射筒後，尾翼因為慣性作用便張開，因此而穩定飛行時的彈道。我們稱這種火箭為摺翼式火箭。彈頭裏面多是裝 TNT，有時也裝煙霧劑或者黃磷。威力等於 105 mm 榴彈砲的榴彈。

火箭推進劑對於外界溫度的變化很敏感。溫度過高，推進劑燃燒很快，壓力突然增高，會把推進機體炸破。若是外界溫度太低，燃燒過慢，甚至燒一下停一下再燒一下，這樣的推進力當然不會均勻，精度自然是壞得一塌糊塗。M8 式所用推進劑的溫度限制是 +20°F 至 +10°F。這個範圍太狹了！在太冷的地方不能用，大

熱天也不能用，相當不方便。於是便改進成爲 M8A1, M8 A2, M3A3 等式。還不夠好，再改成 T22 式，溫度的範圍擴展到 -20°F 至 $+12^{\circ}\text{F}$ 。這幾種式樣的火箭與 M3 式還有一點不同，就是把彈壳加厚，使得強度增加，彈重也增加一點。

把這幾種火箭用在飛機上發射時，有一種辦法是在六片摺翼的外面加上一個罩，外面有四大片尾翼，從零長發射器 (Zero Length Launcher) 上發射。因爲穩定性增加，飛機的速度又大，所以這種彈子的精度好些。

陸軍所用的摺翼式 4.5 吋火箭就是這幾種，精度都不算太好，M8 類的射擊偏差是 15 密位，T22 式的偏差已減少到 12 密位，當然還不能滿意。於是從根改起，仿德國火箭的辦法，用多數的噴口，向同一方向傾斜，發射時，因爲噴射氣流的反作用，火箭便循自身的縱線旋轉，同普通砲彈一樣地獲得了彈道的穩定。無需再用尾翼。偏差也減少到 9 密位。這種火箭稱爲旋轉穩定式 (Spin stabilized)。

發射這種火箭所用的器具種類非常之多。在叢林中狙擊時用單管，陸上對地面射擊用多管聯裝，也有用特製的架子連續發射的。裝在飛機上的，有時是一個翅膀下三根長管，有時是前後二個長不滿吋的掛鉤，種類很多。以後在發射器一節裏詳細談。

還有一種海軍用的火箭，稱爲灘頭掩護火箭 (4.5" Beach Barrage Rocket, 以後簡稱 BR 火箭)。彈頭的直徑是 4.5 吋，可是推進機祇有 2.25 吋直徑，裝了一根推進藥。射程祇有一千多碼，偏差可大得很，差不多快 40 密位。裝炸藥的量很多，也可以裝毒霧劑。這種火箭的作用，顧名思義是海灘登陸前大量發射行掩護作用的，所以射程不要很遠，精度不要很好，裝藥量愈大愈好。這種火箭算是 4.5 吋火箭的特例，本文裏不再多談。

現在把上述幾種火箭的諸元列如第一表。

第一表 各種 4.5 吋火箭諸元表

彈名	榴彈M8	榴彈M3A1	榴彈T22	榴彈BR	榴彈M16
型式	摺翼式	摺翼式	摺翼式	圓翼式 (海軍)	旋轉式
彈長(未裝引信)(吋)	31.1	31.5	30.5	8)	27.75
彈重(磅)	83.1	88.8	40	23	42.5
最大射程(碼)	400)	400)	430)	1130	5200
偏差(密位)	15	15	12	37	9
最大速度(呎/秒)	850	840	865	330	800
使用溫度限(°F)	+20 至 +90	-10 至 +105	-20 至 +120	+10 至 +12)	-20 至 +18)
燃燒時間(秒)	0.8至0.12	0.3至0.13	0.3)至0.10	0.30	0.36至0.10
燃完時距發射筒(呎)	70至8)	70至80	70至8)	—	80
頭部長度(吋)	7.5	7.5	7.4	16	9.4
頭部重量(磅)	15.25	15.1	16	2)	17
裝藥量(磅)	4.3	4.5	4.3	6.4	5.2
推進劑重(磅)	4.65	4.65	4.75	1.4	4.75

頭部直徑4.5"
推進橫直徑2.25"

在詳細討論火箭各部構造之前，略談火箭的原理：

(二) 火箭原理

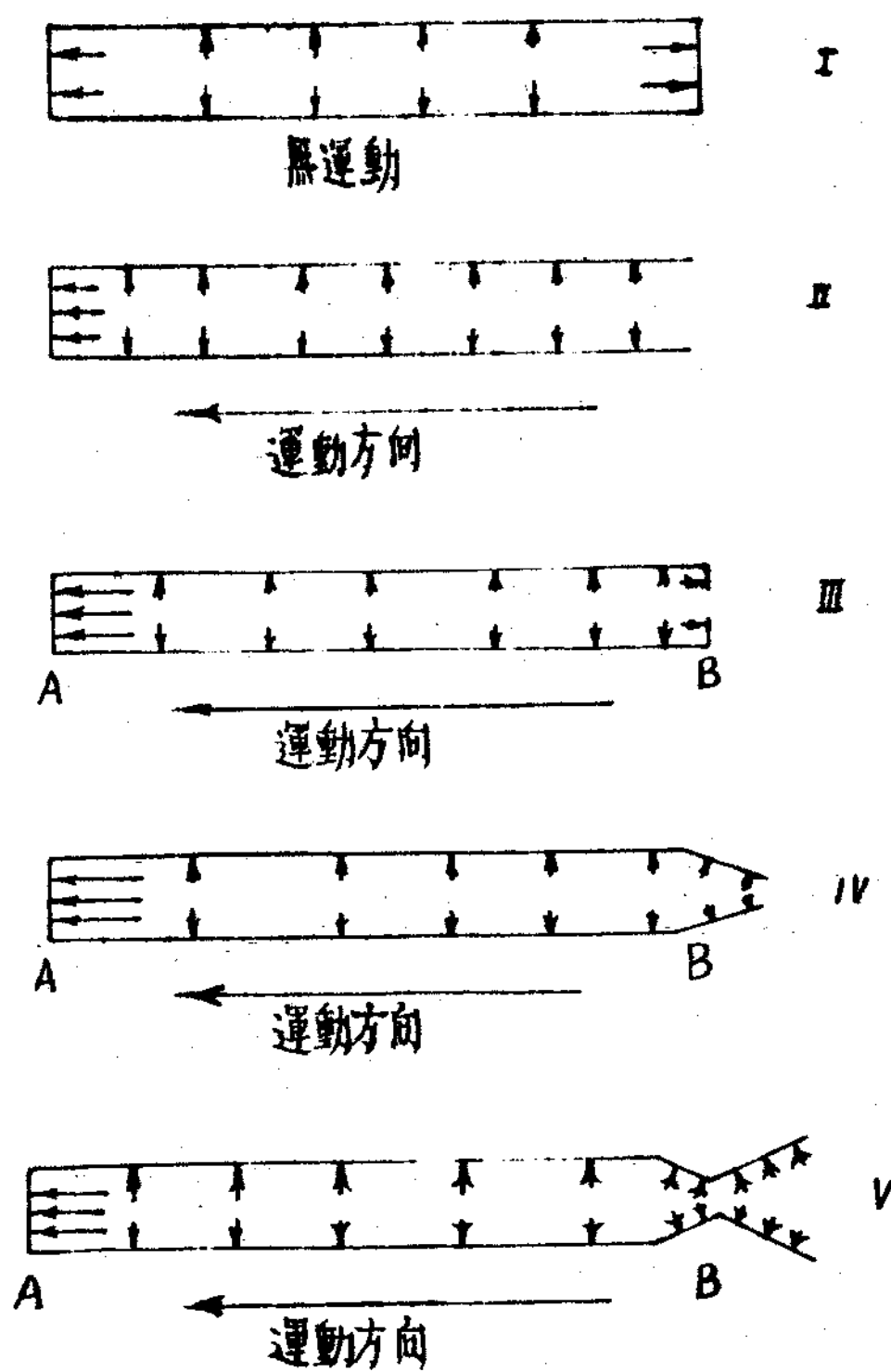
從軍用立場說，火箭是利用向後排出氣流的反作用力而推進的彈丸。這股氣流是由於它本身所帶的炸藥燃燒而生成的。

排出氣流的反作用力何以能推進彈丸？試作一簡單解釋如下：

假使把炸藥裝在一個密閉筒中燃燒，筒內各面所受的壓力一般大(如第一圖I)，筒本身靜止不動。若把筒的一頭打開，高壓的炸藥氣體便從這頭衝出，因而發生了一個不平衡的力系，作用於封閉的那頭的力就推着筒子向前運動。筒中的壓力是愈近開口處愈小。(如II)(圖中箭頭大小表示力的大小)。氣流繼續流出，筒內壓力

降到某一限度，運動便停止。爲了讓氣體流出慢些，筒內保持高壓的時間長些，把筒的開口端遮沒一部份成爲(III)的形狀。此時，筒中的壓力較高，A端有效面積上

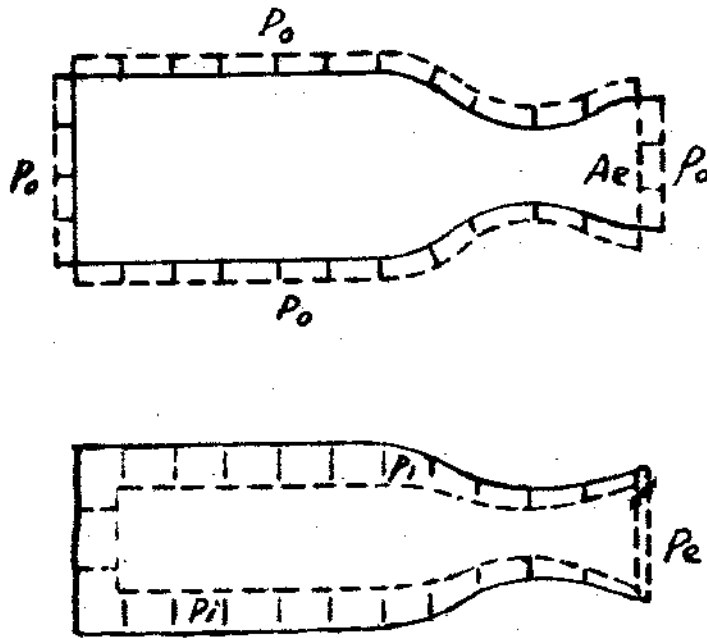
第一圖



的合力也較前為大。A 端的有數面積就等於 B 端開口的面積。爲了讓氣體流出得順利些，均勻些，穩定些，B 鐘的開口大小不變，而把尾鐘改成如 (IV) 的形狀，於是形成噴口的前半部。爲了利用噴出氣體裏面剩餘的能力，在噴口後面又接出一段向外張開的部份，成爲 (V) 形。在這個部份裏，氣體再膨脹，產生壓力，其向前的分力便增加總推進力。(V) 的形狀便是一般的火箭燃燒室及噴口的形狀。

由於上述的說明，我們知道火箭推進力的來源，便是由於噴口的作用，把噴射氣體中的熱能轉化成爲氣流和壓力的動能，因而生成一股和流動相反的力量。這個力量便是火箭推進機的推力。推力的大小可由下面的討論得出。

第二圖



由第二圖，我們看出，火箭推進機淨得的推力 F 就是內外各面上所受推力的向量和。即

$$F = \int P dS = \int S_i P_i dS_i + \int S_o P_o dS_o \dots\dots\dots (1)$$

式中的 P 是對於推進機各個壁上的壓力。

dS 是推進機各表面的向量部份。

i 表示內面， o 表示外面。

力的方向以與氣流相反的爲正。

因為大氣壓力（在此情形就是作用於推進機外面的壓力 P_0 ）作用於一個密閉器外面各部的總和是零。再假定噴口出口面積是 A_0 ，在此 A_0 上各部所受的大氣壓力 P_0 相等。則：

第二圖
$$P_0 A_0 + \int S_0 P_0 dS_0 = 0$$

或
$$\int S_0 P_0 dS_0 = -P_0 A_0 \dots\dots\dots (2)$$

至於(1)式中 $\int S_1 P_1 dS_1$ 這一項，我們可以用推進機中氣體的動量變化來計算。作用於推進機裏面氣體的壓力是 P_1 ，在噴口出口阻滯氣體流出的壓力是 P_0 。我們假定 P_0 在 A_0 上各部均勻分佈，引用“在某一時間內氣體所得的力量的總和等於此時間內動量的變化率。”這個關係，可以寫出下面的式子。

$$-\int S_1 P_1 dS_1 + P_0 A_0 = -\frac{d}{dt}(M V_{ex}) = \frac{dM}{dt} V_{ex} - \frac{dV_{ex}}{dt} M \dots\dots (3)$$

式中 M 是推進機中氣體的質量。

V_{ex} 是在出口面上氣體的軸向平均速度。在噴射穩定的情形， $-\frac{dV_{ex}}{dt} = 0$ 。

$\frac{dM}{dt}$ 是自推進機中推進劑質量之流出率，我們用 m 來表示。

若是把 V_{ex} 用流出速度 V_0 來表示，二者之間應差一個常數 λ 。（ λ 因噴口形狀而不同，值在 0.9 與 1 之間）。即 $V_{ex} = \lambda V_0$ ，代入(3)，得

$$\int S_1 P_1 dS_1 - P_0 A_0 = \lambda m V_0 \dots\dots\dots (4)$$

(2) 與 (4) 代入 (1)，得

$$F = \lambda m V_0 + (P_0 - P_0) A_0 \dots\dots\dots (5)$$

由(5)式中可以看出，火箭推進力的產生是由於噴射氣流的壓力 (P_0)，噴射氣流的速度 (V_0)，和噴射氣體的流量 (m)。(5)式右面第一項與氣流的速度有關，可以稱做流速推力 (F_v)，第二項與氣流的壓力有關，稱做氣壓推力 (F_p)。所以(5)式簡化成下面的形狀：

$$F = F_v + F_p \dots\dots\dots (6)$$

由(6)式可以看出，外界的壓力 (P_0) 是減少火箭推進力的，所以火箭在真空中

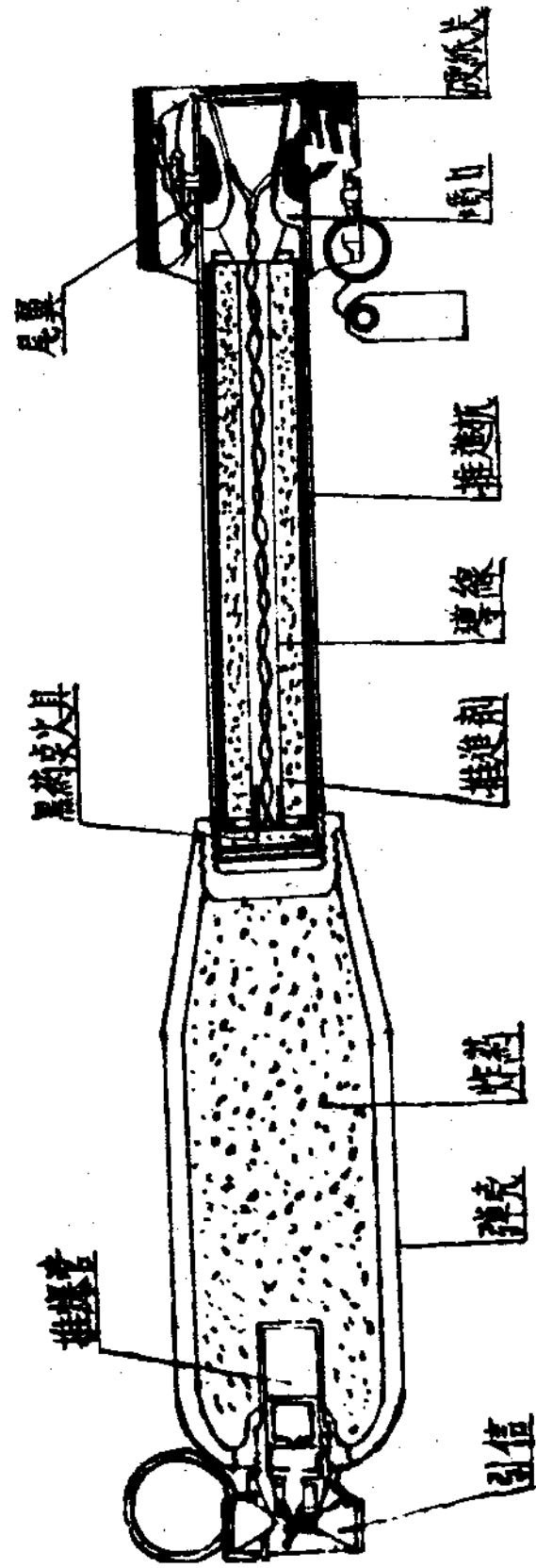
飛行時效率最高。若是火箭燃燒室內的壓力不變，噴口最狹處的喉部直徑不變，而噴口末端的面積 (A_e) 增加， P_e 即減小得很快；但 V_e 確增大很多。所以在 (6) 式右側第二項的 F_p 值減小 ($P_e A_e$ 的值減小， $P_e A_e$ 的值增大)，第一項 F_v 的值增大。全式的總值 F 增加。一直到 P_e 減到小於 F_p 的時候， F_p 成爲負數， F 值才減小。所以當 $P_e = P_p$ ， $F_p = 0$ 時， F 值是最大。再往下談已進到設計問題，就此停止。

(三) 火箭的構造

從第三圖中三種 4.5 吋火箭的剖面圖可以看出一般固體燃料火箭構造的概貌。

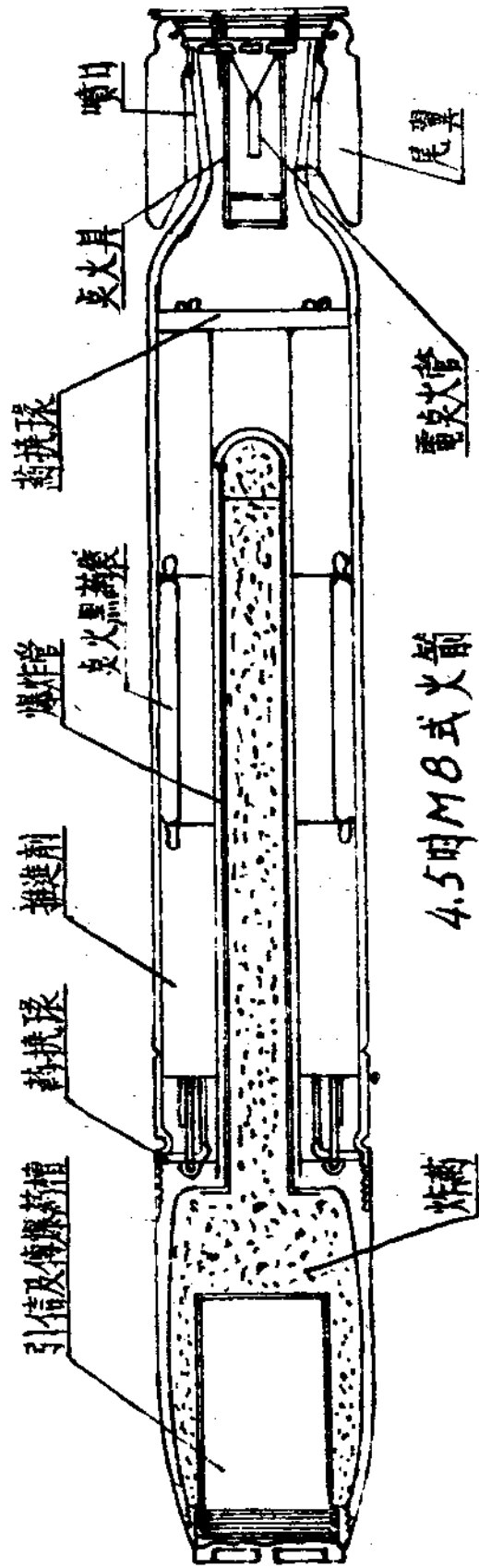
要談火箭構造，第一件當然會提到火箭動力部——火箭推進機，裏面的主要部份是推進劑，燃燒室，噴口和噴火的器具。再就是裝炸藥的彈頭，使彈頭作用的引信，和飛行穩定裝置。現在分述如下：

區川綜

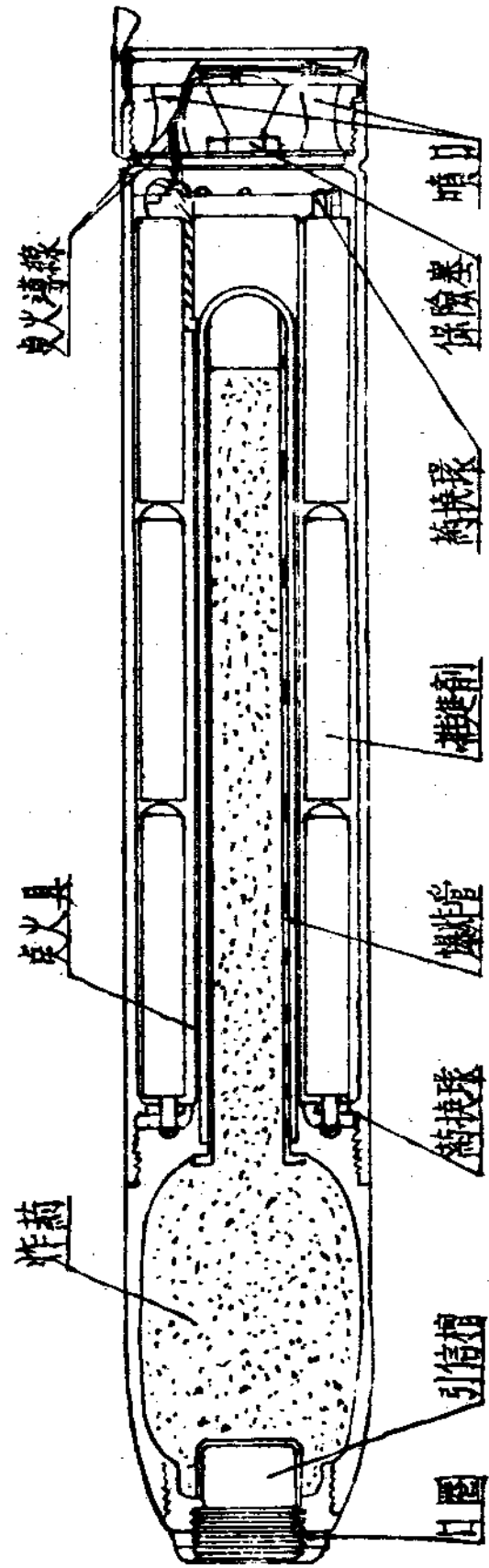


4.5吋BR火箭

第三圖



4.5吋M8式火箭



4.5吋旋轉式M14火箭

(1) 推進劑

4.5 吋火箭的推進劑是雙基無煙藥，成份和迫擊砲彈的發射藥差不多，形狀則不同。我們在試造火箭的時候，曾經用美造 200 號藥重行膠化壓成所需的尺寸，結果很好用。現在把美國 4.5 吋火箭所用火藥的成份和尺寸列如下：

硝化甘油	30.00 %
硝化棉(含 N 13.15%)	58.00 %
硫酸鉀(消焰劑)	1.50 %
DNT (含氫膠化劑)	2.50 %
乙基中定劑	8.00 %
烟煤(外加)	0.02 %

全長	5.125 吋
外徑	0.875 吋
孔徑	0.250 吋

火箭用的固體推進劑除掉雙基無煙藥以外，還有 G 火藥 (Diglykol Dinitrate)，硝化棉火藥；以及氯酸鉀 (75%) 與瀝青 (25%) 的混合物，苦味酸鉍 (46.5%)，硝酸鈉 (43.5%) 與樹脂劑黏合劑的混合物等多種。

就燃燒速度來分，火箭用的固體推進劑大別可分為兩類：一類是很短時間內燃燒完畢的急燃推進劑，這種多作火箭彈丸推進之用。上面所舉的前三類便是。美國多採用雙基無煙藥，德國則喜用 G 火藥，日本則曾經採用過單基的硝化棉藥。燃燒時間短到什麼程度呢？4.5 吋火箭是 0.3 至 0.1 秒，燃燒得更快的有 2.33 吋火箭，是 0.02 到 0.03 秒。

第二類是在較長時間內燃完的緩燃推進劑，上面所舉的後二種便是。多用來作為協助飛機起飛的火箭的裝藥。此種火箭簡稱“急推”，係 JATO 之譯音，乃 Jet Assist Take Off 之縮寫。燃燒時間多在 4 秒以上，有長至 120 秒的。

推進劑的形狀，尺寸和裝填的方法對於燃燒性能的關係不下於成份。火箭推進

劑因爲裝填方法的不同，而可以分爲限制燃燒和不限制燃燒二種。因爲其藥粒形狀的不同，可以分爲漸減燃燒，漸進燃燒和中性燃燒等三種。——分述於下：

限制燃燒 (Restricted Burn) 多用於緩燃推進劑。使燃燒循着推進劑的一個面向內進行，其他的面上加了保護劑，不能燃燒。在這種情形，燃燒的面積可能漸漸加大。成爲前進燃燒 (Progressive Burn)。

所有的急燃推進劑，都是所有各面同時燃燒，這種情形，稱爲不限制燃燒 (Unrestricted Burn)。既然所有的曝露面都燃燒，面積的大小當然會因燃燒而生變化。假定推進劑是圓柱形，燃燒時兩頭漸漸向內，外圍漸漸縮向中心。燃燒的面積愈過愈減少，火藥氣體發生的速度也逐漸減緩，這種情形叫做漸減燃燒 (Regressive Burn)。假定推進劑是方形，燃燒時各邊稜向內燃燒的速度較中央慢些，燃燒面便漸漸凹入，面積就漸漸增加，火藥氣體發生的速度也漸漸增快，這種情形叫做漸進燃燒 (Progressive Burn)。當然，這二種情形都不大好。我們希望燃燒的面積和燃燒氣體發生的速度能夠一直不變頂好。於是把推進劑做成空心圓柱形。當燃燒的時候，外面向裏面燒，面積減小，裏面向外面燒，面積增加。祇要孔徑和外徑的比例調節得當，燃燒面積的總和可以保持不變。這種情形叫做中性燃燒 (Neutral Burn)。所以大多數的火箭推進劑都是空心圓柱形，也有成其他性能的。

• 第四圖是幾種火箭推進劑的形狀。

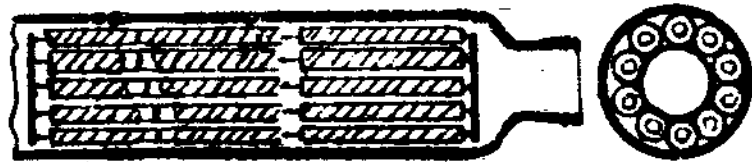
(2) 燃燒室和噴口

大多數的固體燃料火箭的燃燒室是一個長圓筒 (4.5 吋火箭也是這樣)。推進劑裝在裏面，噴射的氣體也就是從這裏發生。燃燒室的末端是噴口，就是使氣體的熱能轉變成推火箭前進的動能的噴口。從第三圖上可以看出，M3 式火箭與 BR 式火箭都祇有一個噴口，M14 式確有 8 個噴口。現在先談燃燒室：

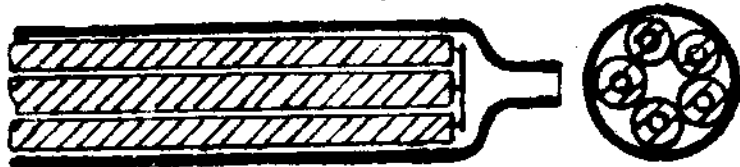
燃燒室的形狀既然大多數都是長圓筒，其他的形狀便暫不討論。長圓筒式的燃燒室最主要的好處是容易製造。祇要一截鋼管，二頭車出螺絲來，一端接到彈頭，另外的一頭裝上噴口便成。燃燒室的長度祇要是夠裝入推進劑，藥擋 (Trap，固定推進劑位置用) 和點火裝置就行了！但燃燒室的直徑確有點攷究。

第四圖

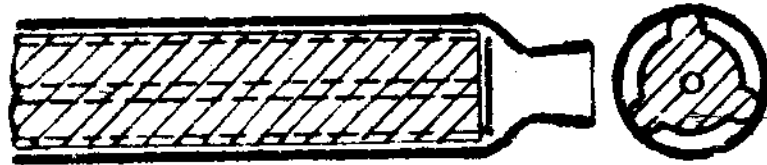
幾種火箭推進機和推進劑



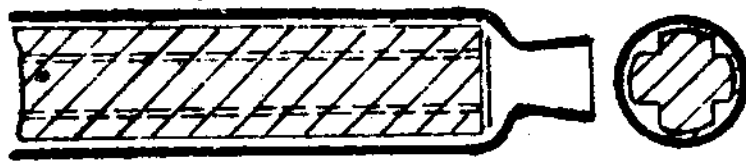
4.5吋火箭推進機



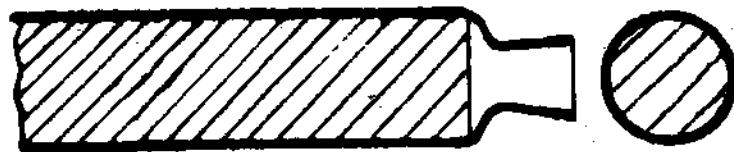
2.30吋火箭推進機



4.5吋BR火箭推進機



3.25吋高速火箭推進機



單藥柱由底端燃燒之火箭推進機
(限制燃燒)



筆面圓柱限制燃燒之火箭推進機

火藥氣槍發生了，必得讓它有空隙流出。所以燃燒室的橫截面積一定得要比推進劑的截面積大。前者與後者之差，稱為通氣面積 A_p (Port Area)。 A_p 的大小與噴口的喉部面積 A_t (Throat Area) 有關。假使通氣面積小於喉部面積，則在單位時間內氣體流到喉部的量要比氣體可以流過喉部的量為小，這當然是不好。所以通常在設計的時候，多取：

$$\text{通氣面積：喉部面積} = A_p : A_t \leq 2.5$$

以 M8 式 4.5 吋火箭為例：

$$\text{燃燒室的截面積} = 12.12 \text{ 方吋}$$

$$\text{推進劑的截面積} = 5.52 \text{ 方吋}$$

$$A_p = 6.6 \text{ 方吋}$$

$$A_t = 2.64 \text{ 方吋}$$

$$A_p : A_t = 6.6 : 2.64 = 2.5$$

談到噴口。第一個問題當然是單一噴口與多數噴口究竟那一種好？就製造方面說，單噴口容易製造些，所以 M3 式，BR 式的 4.5 吋火箭和 2.36 吋火箭等都是用單噴口。後來發現在製造上，每一個零件都不可避免地要有一誤差，幾個零件的誤差湊到一起，噴口的軸線和全火箭的軸線有時更不能吻合。在推進的時候，彈便更發生振盪，自然就影響到精度。因此便提到改用多噴口。製造時的誤差當然不會每個相同，有時錯在這邊，有時錯在另一個方向。噴口既然不祇一個，誤差的正負便可以互相抵消。各個的單獨誤差雖然沒有減小，但總誤差可以減掉很多。

多噴口除掉上述的好處以外，還可以把它們製造成與火箭縱軸作等角的傾斜，氣體噴出時更得火箭旋轉，而獲得飛行的穩定。這便是旋轉穩定式 M.4 的火箭(第三圖)。噴口傾斜的角度和彈的全重，推進劑的重量，噴口的數目都有關係。現在把德國的各種旋轉式火箭有關的數值列如第二表以供參攷。

第二表 幾種德國火箭的噴口傾斜角

口徑	全重	推進劑重	噴口數	噴口傾斜角
21 cm.	241 磅	89.5 磅	22	16°
28 cm.	131	11	23	12°
30 cm.	275	39	18	12°42'
32 cm.	174	14	26	14°
39 cm.	761	83.5	32	14°

噴口的主要尺寸當然是喉徑，也就是喉部面積 A_t 。上面已經說到 A_t 和 A_p 的關係，這裏再看看它和推進劑尺寸的關係。

我們的 4.5 吋火箭以及其他的軍用火箭都採用急燃火藥，行不限制燃燒，各面同時發生氣態。當氣態的發生量和氣體的排出量相等時，火箭的推進力才能穩定不變。所以，我們希望火箭在燃燒開始後，極短時間之內即達到這種情形。這時燃燒室內的壓力稱做平衡壓力。

平衡壓力的大小既與氣體發生量與氣體排出量有關，當然也與是和推進劑的燃燒面積 S 與噴口的喉部面積 A_t 有關。

$\frac{S}{A_t}$ 通常用 K_n 表示， K_n 是設計噴口，求得平衡壓力最有關係的因子。在 4.5 吋火箭的情形， $K_n = \frac{555}{2.54} = 210$ 。

下面把平衡壓力與 K_n 間的關係用啟式推演討論：

$$\text{因為氣體排出的速率 } M_d = C_d A_t P \quad (1)$$

式中 C_d 是火藥氣體的流出係數，在無阻礙火箭（4.5 吋火箭）的情形約等於 0.97， A_t 是喉部面積， P 是燃燒室內壓力。

$$\text{又因氣體發生的速率 } M_g = S \rho r \quad (2)$$

式中 ρ 為固體火藥的密度，在普通火藥為 0.033 至 0.050 磅/立方吋。 S 是藥的表面積， r 為火藥向內面燃入的速度，主要為壓力的函數，可用下式表示：

$$r = a + bP \quad (3)$$

式中 a, b 是常數與火藥成份及燃燒前的溫度(即外界溫度)有關。

當(1)(2)兩式相等時，也就是達到平衡壓力時的情形：

$$M_d = M_b$$

$$C_d A_t P = S \rho r$$

(3)式代入 $C_d A_t P = S \rho a + S \rho b P$

此時 P 即為平衡壓力，以 P_{eq} 表之：

$$\begin{aligned} \therefore P_{eq} &= \frac{S \rho a}{C_d A_t - S \rho b} \\ &= \frac{(S / A_t) S \rho a}{C_d - \left(\frac{S}{A_t} \right) \rho b} \\ P_{eq} &= \frac{K_a \rho a}{C_d - K_a \rho b} \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

由(4)式看出， C_d, ρ, a, b 都僅與火藥的性質有關。火藥一經選定，這些都成為定數。有關於火藥與火箭推進樞的尺寸的全在 K_a 。

用 4.5 吋火箭的數值，利用上列各式，舉例計算如下：

已知 4.5 吋 M8 式火箭的 $A_t = 2.64$ 方吋。

$$S = 555 \text{ 方吋}$$

$$\therefore K_a = 210$$

$$\rho = 0.059 \text{ 磅/立方吋}, C_d = 0.007$$

$$\text{若燃前溫度是 } 27^\circ\text{C}, \text{ 則 } a = 0.23$$

$$b = 0.00037$$

$$\text{由(4)式得 } P_{eq} = 14.2 \text{ 磅/方吋}$$

$$\text{由(1)式得 } M_d = M_b = 26.65 \text{ 磅/秒}$$

(3) 炸藥及引信

小口徑的火箭，如設計來為射擊視車及堡壘用的 2.93 吋火箭，是採用空錐裝藥。這種裝藥多用 Pentolite，用 TNT 所得的威力略差。

大口徑的火箭則利用他的裝藥來行殺傷與摧毀的作用（也有放烟幕的）。例如 4.5 吋火箭，彈頭裝了 4.3 磅 TNT，爆炸起來的威力和 105 mm 的榴彈差不多。第三圖中 M8 式和 M14 式的彈頭後面還拖着一個長達 15 吋的爆炸管是什麼作用呢？那是要把推進機也炸成碎片來加殺傷的效果。

關於引信，我們先約略溫習一下引信所必需具備的保險條件，及使這些保險解除所需的作用力。引信必定要運輸安全，膛內安全，砲口安全。解除第一種保險多半是拔掉一個保險銷，解除第二第三兩種保險則全靠彈丸起動時的加速度。火箭要燃燒了一個距離以後才得到最大速度，也就是說火箭的起動加速度較小，因此普通砲彈所用的引信不能適用於火箭。普通砲彈所得的起動加速度約 20,000G，迫擊砲彈的加速度也有 4,000G。所以 4.5 吋火箭摺翼式的 M8 式所用的引信 M4 是新設計的，祇要 165G 就可以解除保險。後來更加改良，約到 100G 加速度時保險即可解除。

用於 BR 火箭的，從第三圖上可以看到，引信（MK154）頭上裝有螺旋槳。發射後，一個保險銷因為慣性作用後退，螺旋槳就開始旋轉，轉了 8 至 10 圈（在空中大約飛行了 100 至 125 呎），保險就可解除。

旋轉式的火箭則可以用普通砲彈的引信，4.5 吋 M14 式火箭即可以用 75 山砲彈或 155 榴彈的引信。

(4) 穩定裝置，點火具，藥擋(Tap)。

旋轉穩定式的穩定裝置就是偏薄的噴口，尾翼式的尾翼則有摺翼，圓翼，外加的大翼片數種，以摺翼的有效面積最小。

點火具大率都用一個電點火管裝在一個黑藥點火具中。用電點發點火管，引燃點火藥再燃及推進劑。點火具所放的位置，如 M8 式是在推進機的末端，BR 式是在前端，M14 式則是長長的一條，像一把刺刀插在爆炸管與推進劑之間。點火具放在推進機末端時，在推進劑旁邊放了二袋細粒的傳火黑藥。

藥擋是使推進劑保持一定的位置，在燃燒時不致擠塞了噴口，也不致被吹出推進機之外。藥擋的形狀與強度都很關重要，在設計火箭時不能忽視它。

(四) 發射器具

爲了要使火箭發射出的方向正確，爲了操作使用方便等，所以需要一個發射器具。最大的火箭如 V-2，雖然豎立和平地上發射，也有一個發射台 (Firing Table)，最小的火箭(2.36吋)發射筒就是那種一個人可以背了走，重不滿 16 磅的 Bazooka。假使發射器的長度能夠容火箭在它範圍之內把推進劑燒完，則火箭在離開發射器以後就和一個普通砲彈一樣，用不着在彈道開始的一段，還要一面燒着一邊飛着，飛行既可穩定，精度也可好些。這在 2.36 吋火箭是做到了。最初的 Bazooka 是一根筒子，長 54.5 吋(M1A1式)；以後改成 M9A1 式二截筒子滾擻來，長度增到 61 吋，推進劑在火箭離筒口之前全部燒完。

4.5 吋火箭的推進劑要飛行了八十多次才燒完，當然不能用一個八十多呎長的發射筒。有一種裝在飛機翅膀底下，每邊三個的發射筒，筒爲塑膠質，長 10 呎這是 4.5 吋火箭發射筒中最長的一種。最短的一種也是裝在飛機上的，稱做零長發射器(Zero Length Launcher)，就是二個一吋長的掛鉤。

4.5 吋地面用的發射器具種數很多：有的是一個塑膠質的管子掛在一個輕便三腳架上；有的是八根鋼管子聯裝在一個架上，還有用 60 根管子裝在坦克車上或是 20 根管子裝在登陸艇上。還有一種是一個架子，可以裝 12 發 BR 式火箭，依次連續發出。

最值得注意的是一種 T36 式的聯裝發射器。24 個鉛管子，(長 3 呎)，裝在車輪上，和砲一樣，架子上有二條後腿，可以用吉普車拖了跑，可以把腿撐開來發射。這種發射器是爲了發射旋轉式火箭的。24 發彈子，二發二發地相間發射，在 12 秒鐘內可以打完。爲什麼要用 24 個管子呢？因爲 24 發火箭威力散佈面正好是 100 平方碼。美國現在用這種火箭發射器編組成野戰砲兵火箭營。每營有 24 員官，645 名兵，36 座這種發射器。用於彌補普通火炮在射擊地區目標或時間射擊方面的缺憾。

(五) 贅語

談火箭當然應該談一點火箭的性能如何試驗，但這個問題牽涉較多，祇好另文再提。

4.5吋火箭在固體燃料中型火箭中是一個重要份子。旋轉式火箭和 T65 式多管發射器，將來很有前途。

火箭在中國是一種新東西，要研究製造它必需各方面配合起來努力。固體燃料火箭所接觸到的問題已經比一般的火炮與彈丸為多；液體燃料的大型火箭之中更是包羅萬象，非少數幾個人所能對付得了！

為祝母校三十週年校慶作

原子核能的概念和應用

錢三強

錢三強博士，留法十餘載，從Irene Curie - Joliot 及 Frederic Joliot 遊，專攻原子核能，曾發現之新分裂法，蜚聲國際學術界，為吾國具有世界水準之青年科學家。今夏載譽歸來，於七月二十六日，蒞校演講，盛蒙諸君致謝。本稿係兵工工程學院第十三期應用化學系學生洪兆燊君之筆記整理而成。 編輯組附註。

第一節：原子與原子核之認識

第二節：原子能和原子核能之意義

第三節：原子核前怎樣利用

第四節：原子炸彈與核堆

第五節：對於兵工工程學院諸君之期望

各位先生，各位同學：

今天承 貴校之邀，能到這個養成兵工專門人才的最高學府，和各位見面，兄弟感到非常榮幸。不過本人所習究竟有限，恐怕未能滿足各位的要求；而且事前沒有充準備，材料自然不大充實，祇能拉雜談談臨時想起的一個題目——原子核能的概念和它的用途。倘有疎謬罣漏之處，還請諸位原諒。

第一節：原子和原子核的認識。

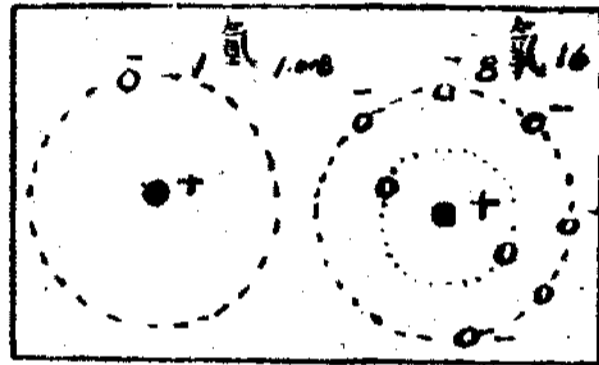
凡學過物理或化學的人，都知道“原子”是一切物質構成的單位。原子構成物質，和細胞構成生物體一樣；研究生物，得先研究細胞，研究物質的“質”和“能”，也得先研究原子。現在先談談(一)原子的構造，(二)原子的大小，(三)原子核的大小和

構造：——

(一)原子的構造——原子的中央，是一個帶“正電荷”的“心核”，其周圍環繞着電子雲，和行星繞日相仿，電子數目不同，所成元素遂分九十二種之多。例如，氫原子僅有一個電子，氦有二個，鋰三個，鈹四個，硼五個，碳六個，氮七個，氧八個；最多電子的是鉛，有九十二個。電子帶負電荷，它原要循切線方向飛開，而心核的正電荷把它拉往，由於力的平衡，於是環着心核旋轉不息。

據化學家早已研究所得之結果，各原子內電子的數目，和“原子序數”相同，即是正負電荷相等，所以原子是中性的。

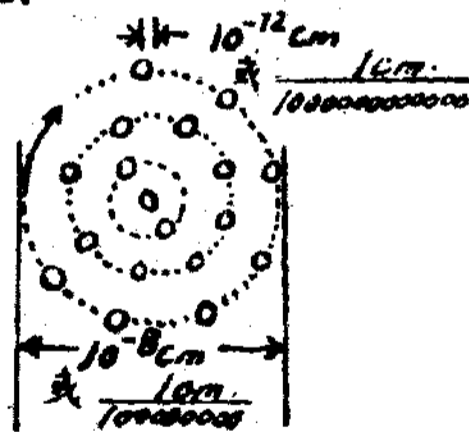
即：



原子序數=電子數。

(二)原子的大小——原子究竟有若干大呢？據科學家的研究，原子的渺小，不但肉眼不能看到，就是用最高倍顯微鏡也無法察見，因為一億個原子排成直線，長不過一“公分”，每個原子的直徑約等於 10^{-8} cm。

原子的直徑是怎樣說法的呢？我們說太陽系的直徑，是說它最外一個行星運行軌道的直徑，原子構造既和行星繞日相仿，所以說原子的直徑，也就是說它最外一層電子雲運行軌道的直徑，如圖



(三)原子核的大小和構造——原子的心核則更加微小，它的直徑為 10^{-12} cm。祇有該原子直徑的萬分之一，拿這個禮堂之大比作

原子，則原子核祇有粉筆尖般大小，但它帶着很大的潛能，它的質量(重)也就佔了全個原子的極大部份，以氫元素而論，電子重量僅及其原子的二分之一，故原子之重量，可說幾乎集中於核，核之重要性可知。

核之構造是由若干個中子及質子團結而成，其團結異常緊密，是為重量大體積小之唯一原因。中子重量約等於一氫原子，不帶電荷，質子重量同，但帶正電荷，所以組成的核便帶正電荷，能吸住旋轉於其周圍的負電電子。

九十二種元素之不同，繫於原子所帶電子之多寡，原子所帶電子之多寡，繫於核之輕重，而核之輕重，則決定於其所含“中子”“質子”數目之不同，科學家以 n 表

中子，以 p 表質子，以 ${}_8\text{O}^{16}$ ， ${}_{92}\text{U}^{238}$ 等表核，則

$$\text{氧原子核 } {}_8\text{O}^{16} = 8n + 8p \quad \text{鈾原子核 } {}_{92}\text{U}^{238} = 146n + 92p$$

為核重之表示公式。由此可看出電荷決定於質子 p ，而重量則甚賴於中子 n 也。

第二節，原子能和原子核能之意義

大家都知道，近代武器威力最大的是原子炸彈，但用“原子炸彈”這個名詞，來代表那件威力最大的武器，稍有化學常識的人都知道不大對；因為世上物質何者不含原子，豈獨那炸彈為然？稍嚴格點說，似乎應當說“原子能炸彈”，以示它用着原子裏的潛能。

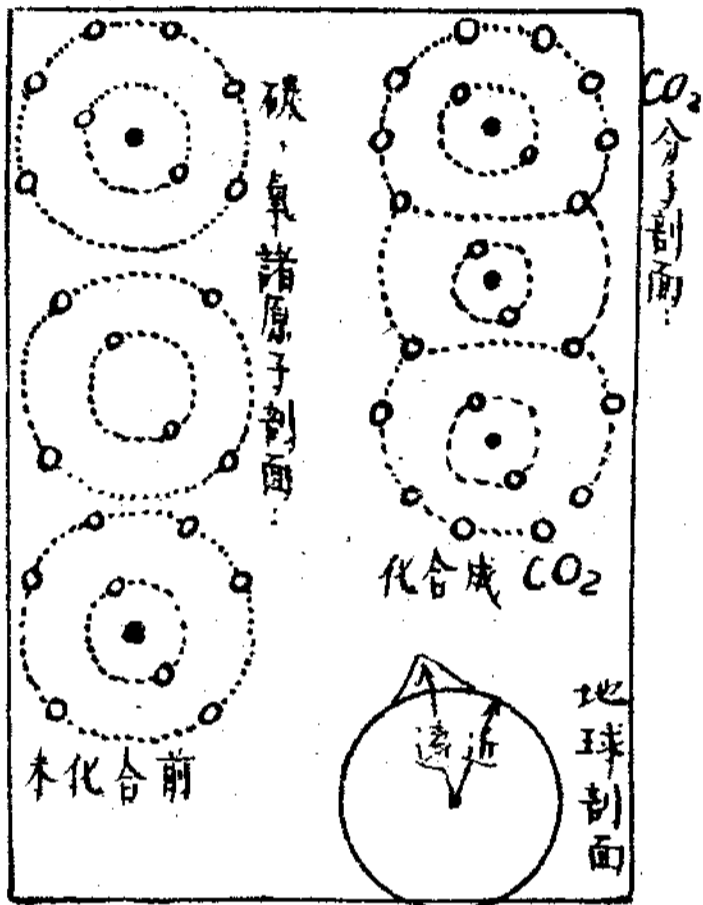
但站在科學立場，說“原子能”炸彈還不如說“原子核能”炸彈的合理。因為“原子能”已為人類應用了好幾千年了；那件炸廣島長崎死傷數十萬人的武器，不祇應用“原子能”，而是應用到原子核的“核能”。大家要弄清楚這兩者的意義，就請研究一下“原子能”和“核能”的分別。

(一) 原子能的淺義——我們知道，“能”是動力的源泉，有了能就可以產生相當的工作，高山之水因有了“位能”，衝流而下，可以推動機器，發熱生光；就化學上說，碳和氧原子化合，放出多量的“熱能”，也可以推動機器，這兩種能來源。表面上好像絕不相差，但細心研究一下，碳氧原子化合，為甚麼可以放出“能”呢？其原因為化合後變為組織更安定舒適的分子，即是（一）碳氧原子核間的距離縮短了，（二）電子對核的運行軌道縮短了。

經化學變化後變為較安定物質，則放出能，這是凡事過一般化學的人都沒有疑問的了；但電子與核間的距離縮短，何故又可放出能呢？驟聽似乎費解，但一想到

“山水下流”能作工，是因為水質點對地心距離漸減的緣故，就可以明瞭其原則，不過山水顯著，電子激茫而已。

燃燒薪炭而發熱，即是利用它們由原子 C, O, 化合成 CO₂ 所放的能量。依實驗，如果利用得充分，每公斤的木炭，可發熱八百萬“卡洛里”，即能把八十公斤冰般的冷水燒沸，這偉大的能力是碳氧原子化合放出的，所以人類自從發明了用火，就已應用了“原子能”不過數千年來，暫焉不察罷了。



山水流向地面，距地心漸近

(二) 原子核能的意義——現在“國際管理原子能委員會”所管理者，實際是“原子核能”而不祇

是“原子能”，因為蒸汽機，內燃機，火藥等所用之熱，已經是原子的化學能，殊無管理必要，“原子核能”比“原子能”威力高達百萬倍，乃“原子彈”所由生，國際管理者即此也。

“原子核能”者，即“原子核”破裂時其中子飛出所生之能量，欲明瞭此“核能”之計算，得先說原子破裂時所生之能。

原子破裂時，則放出電子而生能，因氫原子僅含電子一顆，故計算原子能時先研究氫。氫原子破裂時，把電子放出，像電子與核間的彈簧斷了相仿，電子便由反作用力之慣性，飛至無窮遠，由此而生之衝力究有若干？稍細想想，可知此力與把一顆電子由無窮遠處拉回之力相等。由此而計算其能，據“量子力學”，係以 eV 為單位，可求得：**氫之原子能 ~ 1eV** (~ 近似值不小於 1/2 eV，而不大

於 $2eV$)

若“原子核”破裂，則放出中子而生能，其“能”之計算，亦以 eV 為單位。但核之組織較原子之組織堅實得多，除前節說過“核體積小重量大”一點可資參證外；據科學家比喻：若以電子與核間之牽力強度比做手表的游絲，則核內各中子質子間之張力強度可比做火車廂底的彈簧。因此若能使核破裂，使中子彈至無窮遠處而計算其能，則：

$$\text{每一中子彈出之能} \approx 10^6 eV \approx 1000000eV$$

由是觀之，若破壞原子核，使之放出中子而用其能。當比以往一切化學能偉大一百萬倍。能善用之，豈止能於軍事上炸毀大都市，工業上亦可以繁榮社會，造福人羣，一個國家欲致富強，不用戰爭，“原子核能”可以說是研究的對象。

第三節：原子核能如何利用呢？

說到利用原子核能，第一，須談到原子核破裂研究小史；第二，談到人工放射研究；第三，談到人工放射的推廣及選擇；第四，說到連鎖反應。

(一)天然放射——天然放射現象，實為研究原子核破裂之濫觴。我們知道，一切自然科學的進步發明，總逃不了必經的幾個步驟；第一步，偶然發見了某些天然的現象；第二步，細心研究其規律，第三步，將研究所得之規律，觸類旁通，作為有組織有系統之學問；最後，復將此學問應用於一般事物，人為事物，俾能駕馭自然，利用自然。所以飛機潛艇人造絲等發明均不外如是，對於原子核破裂之利用，何獨不然？

在十九世紀中葉以前，根本沒有人相信原子核還能夠破裂。若謂打破原子核而應用其偉大無朋之潛能，當然更夢想不到。當時科學家咸認為原子核是牢不可破的，核不變，則所環繞周迴之電子數亦不變，從而原子是不能再變之單位。由僅一種原子組成之物質為元素，將永無辦法可使之變為他種元素。乃舉世公認之定律。

乃至1897—1900年間，Bequerel與Curie兩氏發現了自然界有幾種質量最重之元素，如釷，鈾等，竟會不假外力，自動放射出 α 射線，自己之質量漸減，慢

慢蛻變，最後變為鉛。於是公之於世，認為核不是不變的。核放出射線後即質量漸減，當然核的本身不是單純的。所放之射線亦當為核內之一種微粒，於是它們命此項微粒為中子，此種放射出中子之現象，謂之天然放射。

由是，不但打破了“原子核不變”，“元素不能再分”等之傳統學說，而且更足以解釋“世界上現存元素為甚麼僅能有九十二種”的問題。因為事實上鐳、錒等元素是重的元素，它們的原子核甚不穩定，常自己破裂蛻變，質量愈大之元素愈不穩。地球之形成，已有甚悠久之歷史，故縱有第九十三種天然元素，亦早因太不穩定，不受打擊而自置蛻變無存矣。

(二)人工放射之研究——原子核自動破裂，放出中子，謂之天然放射。若能用人為方法打擊核，使它破裂而放射中子，則謂之人工放射。科學家發見了天然放射，固然開了科學的新紀元，但仍不能滿足他們的慾望。因為天然放射既不能操縱自如，隨意利用；且能有天然放射現象者不外最重的幾種元素，不能普及到其他，故“人工放射”這一個重要而富趣味的問題，乃二十世紀開始以來，各國科學家所處心積慮，孜孜不倦的不肯放過的。

有志者事竟成，1919年英人羅素福 (Rutherford) 實驗以氦核 ${}^4\text{He}^{2+}$ 擊氮，氮受 α -particle 之影響，作人工放射而得重氧，其式為：

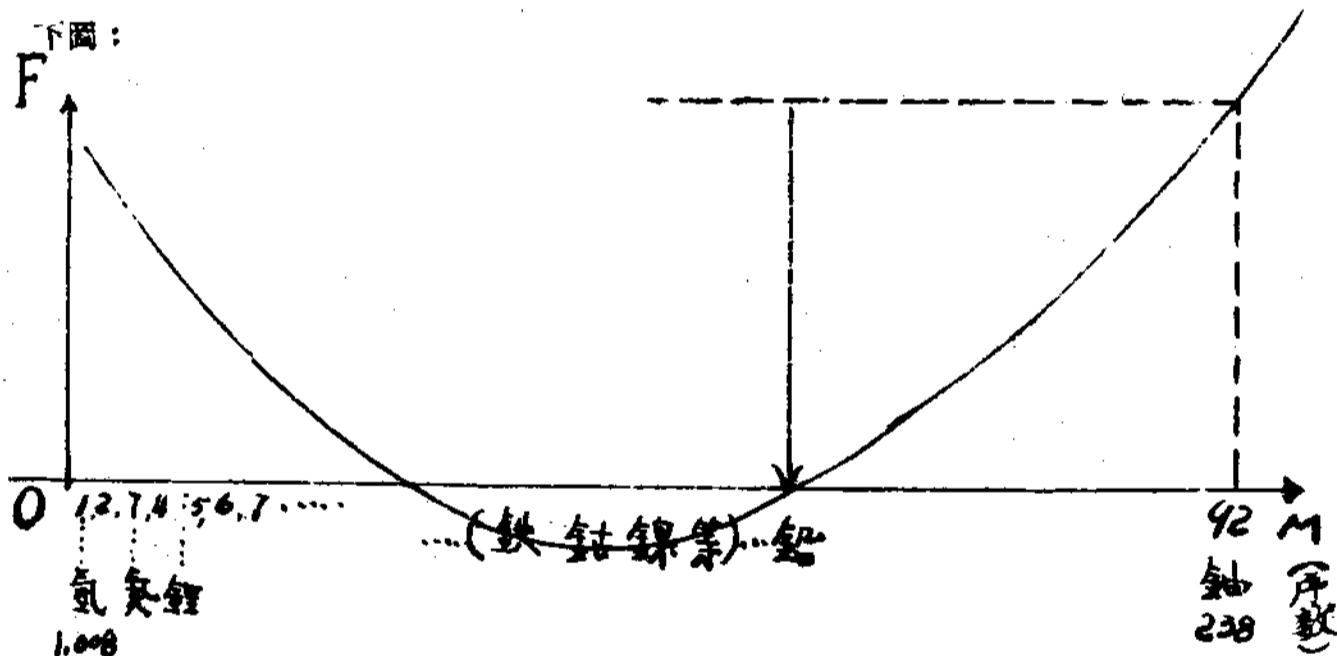


固然是重要發見，惜未為當時人所重視，及至1930年，德科學家 Bothe 及 Becher 兩氏發表中子論，證實有中子之存在。影響所及，各國科學家對人工放射之研究，益見熱心。至1934年，科學家 Curie 及 Joliot 兩氏，以 α -particle 轟擊多種元素，發見尚有輕質元素如鎂等數種發生放射現象，由是奠定了人工放射研究的始基。

(三)人工放射之推廣與選擇——1934至1935年，青年科學家 Fermi 以不帶電的中子打擊 ${}^{238}\text{U}$ ，結果放出中子變為鈾 ${}^{239}\text{U}$ 。於是他繼續研究，認定為避免同性電相斥的困難起見，用中子打擊原子核遠較用帶正電的核去打核為宜，此一劃時代之發見，引起多數科學家的興趣，咸將中子打核之現象，比喻作熱針刺

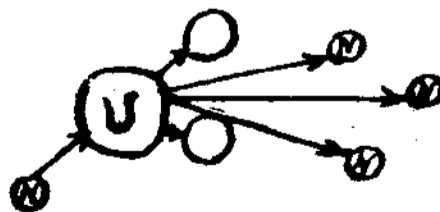
水珠，是無往而不利者，科學家 Bohr 及 Frankel 兩氏，尤然其說。於是各國紛紛使科學家以中子分別打擊各種元素，以求對人工放射現象之推廣。

各學者殊途同歸，得一相同之結論：即將元素按序數排列，各用中子擊之，則由輕重兩方面之元素，放出之能漸減。靈放能最特多，氦鎂鈹鈾炭氮氫氣，依次漸減，鈉鎂鉛鈔磷硫氯則放出之能更少，至錳鈷鎳等不輕不重之元素，不但不放出能，反需吸去能量，是其放射定為負數，由鉛而後，其放出能量又隨序數而漸增，至鈾， U^{238} 而最著。依此結果，若表為函數，以 F 表放出之能，用縱坐標；以 M 表序數，用橫坐標，則可用笛卡兒座標制劃成一曲線，是為人工放射效應曲線，如下圖：



由此可見除週期表居中不輕不重之各元素為負能量者外，其前數列質輕者及後數列質重者均有放出原子核能之效應。然衡諸實用，則以後列質重者為佳。因質量最大之元素，其核之構造亦最複雜，核體既不穩定，則能放出之中子數亦必較多也。

科學家乃本此理論，從事更深切之研究，1935年科學家 Fermi 及 Hahn 氏與 Curie-Joliot 同時發現“鈾”有兩種同位素，一種是 U^{238} ，一種是 U^{235} ，而



${}_{92}\text{U}^{235}$ 若受中子打擊，最易於“二分裂”而放出三顆中子，其能更偉，其公式為：

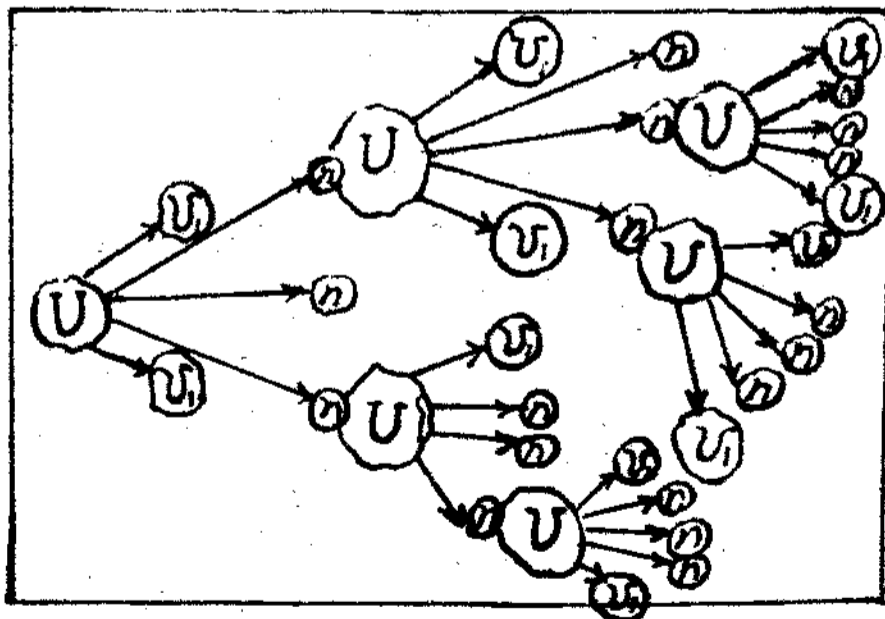
$$1-n \text{ of } {}_{92}\text{U}^{235} \sim 10^8 \text{ eV} \quad (\text{一億個 eV 單位})$$

可見每中子所生之能，較前所述氫之中子能尚大一百倍，比諸電子能 (eV) 則大一億倍，由是引起了各國採為軍事上高威力武器之動機。

(四)連鎖反應 (Chain Reaction) —— 破壞了鈾原子核，雖然發生熱力，但如果不能使它連續破壞下去，也是毫無用處。譬如擦着一根洋火，等它燒完了再擦第二根，每次一擦一根的燒下去，一定不能把一壺水燒沸，若果擦着一根，隨即引着了另兩根，二而四，四而八，而 16, 32, 64, 128, 256, 512, 的連續吸引下去，第 10 次便引着了一千多根，第二十次更引着了百萬多根，這麼下去，若供給不竭，能把世界燒燬。這種現象，就叫做連鎖反應。

以鈾原子核的破壞造成原子彈的威力，全靠連鎖反應方能收效。因每破壞一個鈾核產生出來的兩個或三個中子，據計算一中子的能量等於一億個 eV 單位 (10^8 eV)。數目雖似乎甚大。但 eV 單位是甚麼呢？在第二節說過，eV 不過是相當一顆電子飛出來所生的熱而已，電子微小到高倍顯微鏡也看不見，能有多大能力？所以，據估計“鈾中子，每顆產生的 100000000 eV ，其實也不過相當於一根火柴的十萬萬分之一威力而已。即是說，要破裂了十萬萬個鈾核，才能等於燃着一個火柴。

不過千萬別看輕了它力量之微，連鎖分裂是很是驚人的，小量的霍亂毒菌侵入人身，靠了連鎖分裂，短期間內便足致人於死，鈾核分裂較細菌厲害得多，千萬分之一秒 (10^{-7} sec)



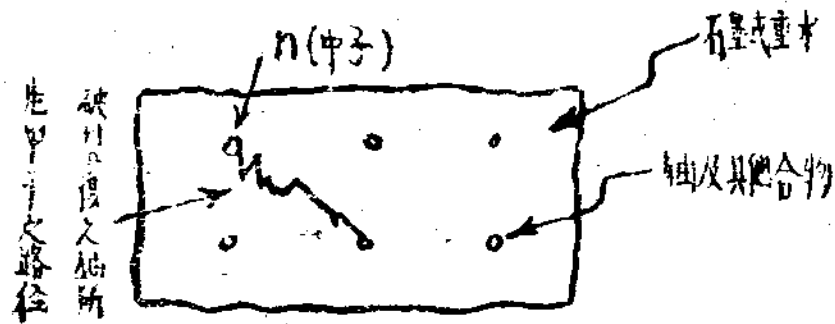
便分裂 8) 代，祇要擊破一個鈾核，它產生的三個中子，最少有二個去擊破其他，一而二，二而四，而 8，而 16，32，64，128 的下去，第十代便分裂了千多個，第 20 代便分裂成百萬多個，第 40 代分裂了十萬億以上，即相當於燃着十根火柴。第 50 代相當於燃着千根火柴，有了 1/10 公斤猛烈炸藥的威力，第 6) 代就有了一百公斤炸藥的威力，第 70 代等於炸藥 10) 噸，第 8) 便發生了十萬噸炸藥的威力了。所以利用原子核能，主要在連鎖反應。

第四節：原子炸彈與鈾堆

既明瞭了連鎖反應能夠產生絕大威力，就進而研究如何方可引起連鎖反應的方法。在 1939 年夏，羅瑟福 (Rutherford) 以中子打擊鈾，已證明了有中子逃出，而且逃出的中子數，遠較擊入者為多。然未能產生連鎖反應之極大威力，其時第二次大戰方張，至 1942 年，美國芝加哥第一“鈾堆”研究成功，才奠定了原子彈發明之基礎。茲將鈾堆與原子彈之概要說明如次：

(一) 鈾堆——鈾有兩種性質很近似而構造略異的同位素：一是 ${}_{92}\text{U}^{235} = 92\text{p} + 143\text{n}$ ，一是 ${}_{92}\text{U}^{238} = 92\text{p} + 146\text{n}$ 。天然鈾中，兩種原子混在一起，若把其化合物，溶佈於重水中，注入石墨箱內，便是“鈾堆”。用中子打擊鈾堆，則可能有幾種不同的反應。(A) ${}_{92}\text{U}^{238}$ 受到中子打擊，若中子速度低則可自由通過，若中子速度高則 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 之核破裂，而放出兩三個中子，(B) 若中子以適宜之速度打擊 ${}_{92}\text{U}^{238}$ ，則中子被吸去而 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 變為 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ ，但此中子適宜之速度需不太快亦不太慢，速度慢則不能竄入核中，速度太快又穿壁而出，不生作用。

天然鈾中含有可供連鎖反應之 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 僅佔百分之一，而 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 卻佔 99/100，而這兩種化合物和物性都極近似，絕難用物理、化學方法把它分開，我們要找出 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 之原子來，無異是一人羣人中找某甲，除非命他有個標誌（如戴以紅帽），實無法把他找出來。鈾堆實驗若中子衝擊速度調整適宜，則 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 變為 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ ，就無異戴了紅帽，於是可把 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 和 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 分離，鈾 235 固然可用， ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 靜置之亦可變為鈾作為原子彈之主要原料。



(二)原子彈——各國原子核能武器研究者，致力於兩個重要問題：一是純鈾 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 之提煉；一是設法控制鈾堆中“中子”衝擊速度，但純 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 不易提煉，結果惟有集中注意於中子擊鈾成鏈的問題。但中子速度要在不快不慢的一個範圍內擊中 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 才能成鏈，這種機會不多，甚難一擊即中，譬如一個人在入羣中找朋友，要恰巧在不快不慢的時候跑到朋友的面前，這是多麼難得。幸得中子運動初速已知為 10^{10}cm. sec （每秒10000000000公分），而它在運動中碰着箱壁則往來折射、作亂速運動，現 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 原在天然鈾中佔 ${}^{99}/100$ 之多，若箱壁大小配置得宜，則中子速度減至某限度時，終能擊法核而成鏈。達成其任務。故製造原子彈原理並不秘密，所秘密者乃為製造技術問題。至此技術之發揚，則應從研究鈾堆着手。

原子彈破裂時之威力，約等於十萬噸炸藥之能。要產生這麼大量的能，祇須鈾原子核連鎖分裂反應80代便夠，這在上述第三節第(四)項已解釋明白。究竟由第一個中子擊入後若干時間才能足夠80代的連鎖反應呢？這大約可以估計出來。先就量子力學上研究，中子飛行速度每“公分”需時 10^{-10} 秒，彈體為50 Kg之鈾，而鈾比重甚大，故彈體直徑約10“公分”，中子在這一公分途中，需時 10^{-10} 秒，即作一代分裂，所以，80代分裂需時 10^{-7} 秒，大約數是如是，精確數目有待於各位兵工同仁的發揚。

第五節 對於兵工工程學院諸君之希望

(一)研究原子彈壁——原子彈壁如何形狀及質地，影響它爆炸的威力，在熱的輻射上說，熱之輻射散失，與物面成正比例，譬如一個熱鐵塊，分做兩半比較整

個的易冷，其理甚明，而原子彈壁幅射熱量，更需嚴密計算，散熱太快，失其爆炸威力，散熱太慢，致其連鎖分裂不到50代彈壁便炸開，又影響了威力的減低。

(二)研究起爆時中子衝激連鎖——起爆劑中子射入後，約須 10^{-7} 秒鐘便可作80代之連鎖反應，時間如何之短。而在此極短之時間中，復須精密計算其準確數，這 10^{-7} 秒原是大約數字，精密計算稍有誤差，影響威力甚鉅。務須使鈾核連鎖反應至80代以上，方收奇效，若祇到第70代便爆炸，威力便損失了一半，若第77代便爆炸，則威力祇餘八分之一了。

諸君負重固國防，改良武器之重任。國家對諸位期望正殷，我國科學設備雖稍落後，但民族智慧向不後人，諸位既有興趣於武器之研究與改良，希望能對此項二十世紀最新武器埋頭研究，致邦永於永固，求世界之永久和平。且各國之戰爭旨在爭取時間及生存空間，若能求得原子能之控制方法，則能源無需仰給於太陽，國富民足，烽煙自息，軍事最終目的民生建設，乃可達到。故希望由諸位之熱烈提昌，引起國內注意，能有一原子核能中心研究機關，領導國人踏上治本導位的康莊大道，則國家幸甚。

——(完)——

新一卷第一期要目（六月十五日出版）

簡立	兵工技術的剖視（代發刊詞）
樓繼曾	視署長蒞校訓詞
陳大剛	美國兵工事業之特徵
呂去病	迫擊砲彈經驗談
湯煥孫	戰車行駛理論及設計
張志純	鉛化炸藥
陳國怡	美國離心鎗砲之理論及實際
羅雨人	銅柱測壓之實際問題
陸緯	輕快縱隊設立兵工訓練營之研究
潘乃紹	化學戰之展望
余官揚	槍管膛線之拔形法
弓長	兵工之音
吳淦楷	戰車主力集着申

新一卷第二期要目（七月十五日出版）

李伯芹	李副署長蒞校訓詞
何緒楨	發展兵工教育之商討
張季侯	動員工業應有之準備
沈業勤	葛藜一束
曾石虞	熱力學第三定律之由來及其推論
林榮縉	金屬塗焊法
徐雲廣	改良榴彈引信之研究
陸申甫	細菌戰與濾病毒之發展
余緯斯	日本之風球炸彈
洪瑞棻	日本軍用火藥概況
周守訓	兵工器材如何越冬
甄敬賢	六十第訊
門吉	教官花絮
馬鞍山	化兵點滴

「迫擊砲彈經驗談」讀後

張昭德

離開學校，便進了火工所，就不得不吃這碗「彈飯」，這位八二迫彈可是不好伏侍，隨時開個小玩笑，我們這些小技術員便得隨機應變，東西胡亂推。

借到一本兵工月刊，一翻目次有呂去病學長的「迫擊砲彈經驗談」，阿彌陀佛救苦救難，現在廠裏正在鬧底火不發（誤火），這一下可遇見了救星。

在第一節所討論的是彈徑與滑膛問題，呂學長提出大量極寶貴的數據與曲線，及詳細的推理，奉讀之餘，似乎在公式演繹的理論上尚在研討之處。

首先假設空氣不受壓縮且無摩擦力，演繹出公式——

$$V = \left[\frac{K_1}{K_2} \left(1 - \frac{1}{e^{2K_2 x}} \right) \right]^{1/2}$$

這點是沒有問題的，但是根據試驗的結果，呂學長找出膛內空氣密度必有變更，而且膛內平均空氣密度（ δ_m ）在彈徑為 152.52—152.06 時幾乎呈直線變化，在

D_m	δ_m
152.52	6.0616
152.40	5.8633
152.34	5.3724
.....
152.06	4.0875

這就成問題了，空氣的密度在標準狀況之下， $\delta_0 = 1.213 \text{ kg/m}^3$ 現在 δ_m 是 δ_0 的 3.5 倍以上，也就是說膛內壓力增加到 3.5 氣壓以上，膛內與膛外的壓力相差在 2.5 氣壓，可是一氣壓在一平方公分（ cm^2 ）上便有約一公斤的壓力。十五公分迫擊砲彈徑約為 150 公厘，截斷面積為 $A = \pi r^2 = 3.1416 \times (1/2 \times 15)^2 = 176.6 \text{ cm}^2$ ，彈徑後部因膛內之壓力便有：

$$176.6 \times 2.5 = 441.5 \text{ Kg}$$

而全彈重僅 22Kg，如此砲彈不但不能向下掉，恐怕要被吹出口外。（事實上膛內壓力可由試驗直接測出）

根據試驗之結果『迫擊砲在滑膛時，最初係加速運動，及至滑經某距離以後，即轉為等速下滑』，與底火發火有關係的就是這段等速下滑，這段『等速下滑』實際上是化工原理中流體運動(Flow of Fluids)裏的一個簡單問題。

1. 膛內外的壓力差為：

$$\Delta p = \frac{P \sin \phi - P \mu \cos \phi}{F P_0}$$

註：所有符號照『迫擊砲彈經驗談』。P₀ = 標準氣壓時單位面積之壓力。

2. 在『等速下滑』砲彈所受之外力已平衡，砲彈之滑速，全由漏氣情形而決定。

$$\therefore \frac{\Delta p}{f} = \frac{\delta c^2}{g} \cdot \psi \left(\frac{D c \delta}{\mu'} \right)$$

ψ = 函數

D = 水濕直徑

μ' = 空氣之黏度

設膛內外壓力差不大，則漏氣速度為：

$$f_c = \frac{\Delta p g}{\delta c \cdot \psi \left(\frac{D c \delta}{\mu'} \right)}$$

砲彈滑速為：

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{f_c}{F} = \frac{\Delta p g}{F \delta c \psi \left(\frac{D c \delta}{\mu'} \right)} \\ &= \frac{(P \sin \phi - P \mu \cos \phi) g}{F^2 \delta c P_0 \psi \left(\frac{D c \delta}{\mu'} \right)} \\ &= \frac{(P \sin \phi - \mu \cos \phi) g}{F^2 \delta c P_0 \psi \left(\frac{D c \delta}{\mu'} \right)} = \frac{\text{Constant}}{c \psi \left(\frac{D c \delta}{\mu'} \right)} \end{aligned}$$

因 C 幾與 f 成反比，故等速下滑時砲彈幾直接由漏氣面積所控制，

$\left(\frac{Dc\delta}{\mu}\right)$ 爲 Reynold= number 在此情形下可視爲常數

是否有當？祈請 學長指教。

上函請由兵工署呂去病先生答覆如下：

國怡兄：

拙著蒙 貴刊錄載，由於投稿並整稿時間倉促，致未細校，幸經 昭德同學提出指正，拜讀之後，至感興奮，除就本文更正外，並稍作說明於下：

砲彈滑膛時，膛內空氣因受砲彈動能而復壓縮，其密度轉大，除消耗一部份能量於抵抗砲彈下滑外，更消耗一部份能量於漏氣作用中，是以致膛內空氣密度，須以砲彈動能及漏氣作用爲準，相當複雜，不可單用砲彈重量計算，故本文僅用實驗率求出經驗數字 δ_m （專供150彈用），蓋係避重就輕， δ_m 包含膛內空氣密度變化及漏氣作用等因素，亦即包含砲彈滑下動能變化，及空氣摩阻力在內，故欲求出更正確之 δ_m 值，則必須有更多之實驗數字，如砲彈滑膛時動能（即速度）變化之真實情形，膛內空氣密度變化之真實情形，漏氣作用之真實情形及空氣摩阻力之真實情形等等。

我國近十年來對於各種口徑之迫擊製造及研究均不遺餘力，專家輩出，惜未得有機會將各人研究心得匯集或有價值有系統之參攷資料，弟投稿原意，只在拋磚引玉，大胆提出個人研究所得，供作此項問題之研究引子，認爲無論正誤，只要深究，終有進步，故極願對該方面有經驗之前輩均肯參加討論，多多指導，更望目下具有實驗機會之同事同好來共同研究合作，俾得更進一步發揮我國日下唯一有系統研究之造兵文獻，用實學術刊物，未悉是否？祝

撰安

弟呂去病頓首七月二十日

更正： 原文載兵工月刊第一卷第一期第三十一頁

“根據上兩事實，吾人認為——

(1) 膛內空氣密度必有變更。

(2) 如假設 δ_m 係砲彈滑膛過程中，……各種彈徑之 δ_m 值當又由測
之 V_b 計算之。”

現應更正為

“根據上兩事實，吾人認為——

(1) 膛內空氣密度必有變更。

(2) 假設 δ_m 係一實驗常數，包括膛內空氣密度變化及漏氣情形等各因素，
於是各種彈徑之 δ_m 值，當又由測得之 V_b 計算之。”

兵工月刊承登廣告價目表

類	地位	全 面	半 面	四 分 之 一	
特 優 普	種 等 通	底 封 外 面	金圓十二元	金圓八元	金圓六元
		封 面 內 頁	金圓八元	金圓六元	金圓四元
		正 文 插 頁	金圓六元	金圓四元	金圓二元

- (a) 上表均係每期價目，連登多期，價目從廉。
- (b) 廣告概用白紙黑字，如用色紙或印彩色另議。
- (c) 代製鋅銅板等，工價另加。
- (d) 廣告中文字，中西文均可。
- (e) 欲知詳細情形，請逕函本社發行組接洽。

兵工刊社職員

社 長	簡 立
副社長	霍 念 浦
	何 緒 續
總編輯	單 志 誠
編輯組	陳 國 怡
印製組	黃 大 和
發行組	陳 大 剛
通訊組	張 志 純
總務組	余 宗 海

價 目 表

- 本期特大號定價金圓五角
- 本刊每期定價金圓三角(郵票不收)
- 本刊預定紙以三期為限。
- 普通平寄郵費法幣一萬五千元
- 普通掛號郵費法幣四萬五千元
- 郵費如調整則照加

兵工刊社發行組啓事

- 一、本刊價格暫定每期金圓三角貴 同人中如有欲預定者至表歡迎、請將定費及郵費一次匯寄(郵票不收)(吳淞兵工學校兵工刊社)(款請寄吳淞郵局)
- 二、本刊經濟至感困難須賴廣告收入以資貼補請代向與貴有關之商行廠家洽登廣告藉維出版。

兵工學校兵工刊社徵稿簡則

甲、徵稿範圍

- 一、有關兵工工程(包括兵器，火藥，毒氣；軍用車輛等)之一般及專題研究
- 二、特種武器(包括火箭，雷震，原子能等)之研究與創製
- 三、兵工勤務，兵工參謀及化學作戰之研究
- 四、兵工部隊(包括化學兵)編制，教育及其配合作戰之研討
- 五、聯合勤務及各兵種協同作戰之研究
- 六、各國軍事學術及軍備設施之介紹
- 七、其他有關國防資源與工業之闡述
- 八、政治，經濟，社會，文化與國防有關之理論及其現狀之分析
- 九、其他文藝，詩歌，及各種小品文之描寫
- 十、兵工界(包括署、廠、庫、部隊等及本校與化學兵，戰車工院之先後畢業學員生)之各種動態

乙、投稿規定

- 一、來稿文體不拘，以通暢簡潔明確為標準，以橫行式繕清，并酌留行格間之距離
 - 二、每篇字數以五千字至一萬字為度，特殊專篇著作例外
 - 三、來稿中附有重要之照片，圖表者，當為製版刊載
 - 四、譯文請檢附原作或將原作者之姓名及其出版時間地點指示
 - 五、來稿本社有修改權，其不願者請預先申明
 - 六、稿末請作者註明真實姓名(如用筆名另註)及詳確地址
- 其他事項
- 一、來稿請寄上海吳淞兵工學校兵工刊社編輯組
 - 二、本刊創辦伊始，經費困難，承各方惠稿登載後即贈本刊三份，俟將來業務發達再行厘定稿費。