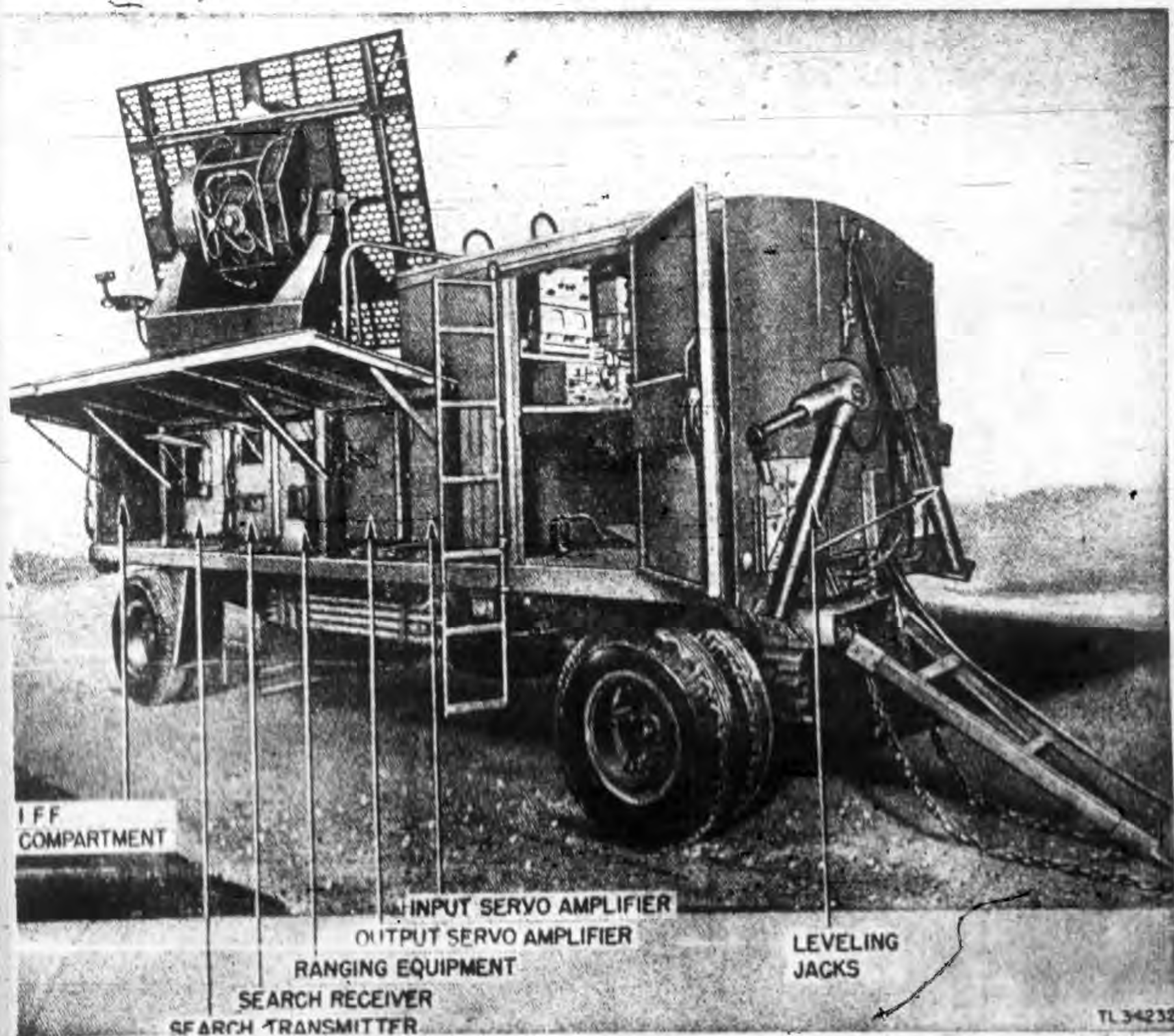


兵工月刊

新一卷 第五期

三十週年校慶紀念續刊



兵工學校 兵工刊社 出版

上海市吳淞砲台灣 三十七年十月十五日出版

南京圖書館藏

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

土報紙版，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 新一卷第三期要目 (八月十五日出版)

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

兵工月刊 新一卷第五期目次

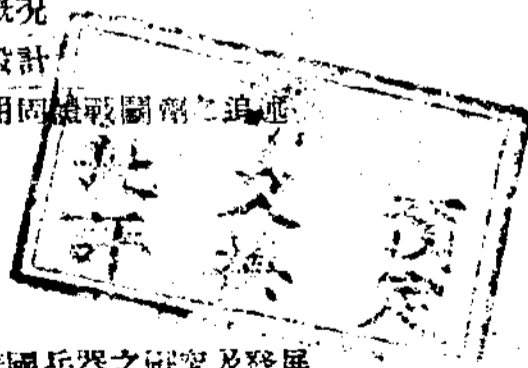
三十週年校慶紀念續刊

封面	圖為美國陸軍 SCR-545-A 式雷達之全貌。裝於拖車內，隨軍進退與電氣指揮儀及高射砲配合作野戰防空用。自其問世，聽音器與探照燈，即被革命而完全淘汰焉。		
電訊	賀電一束		
特載	兵工學校成立卅週年紀念	李待琛	1
通論	論兵工人才之培養	姜法乾	5
	發展兵工事業芻議	陳大剛	9
	對保養工作的幾點小意見	王爾忠	15
編著	V 形帶之選定及其特徵	沈正功	17
	軍用光學儀器簡論	盧壽枏	23
	工作時間與動作	江元方	37
	雷達指示器(二)	陳載華	43
	錐孔裝藥理論之研討	張昭德	68
	21cm×35 Cal. 要塞砲藥之設計	陳贊文	83
	氣象學之軍事用途	楊友楨	95
通訊	兵工學校第一次增進學術座談會	張志純	139

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

下期要目預告

錢昌祚：	美國國防工業大學概況
張祖同：	觀測器材之效用及設計
曾石虞：	第一次歐戰德國引用回轉砲之追述
石志清：	迎臂與活塞
鮑光華：	鉛皮之衝深
張志純：	基本原子戰術
雍知盛：	珠粒火藥製造法
楊健人：	第二次世界大戰中美國兵器之研究及發展
程振懷：	保養第一營在華北



兵工月刊 新一卷第四期要目

三十週年校慶紀念特刊

(九月十五日出版)

	長官及校友題詞
徐庭瑤	兵工學校三十週年校慶紀念
梁 強	祝兵工學校三十週年校慶
簡 立	校慶祝詞
王 銓	母校三十週年校慶獻詞
張志純	三十年來本校大事記
陳國怡	兵工工程學院近況簡報
湯煥孫	訓練部兵工勤務組概況
駱效賓	訓練部化學兵組概況
錢昌祚	兵工事業之我見
呂持平	兵工教育與我國現行教育制度
鄧璧如	我對保養部隊之看法
湯煥孫	戰車之裝甲
何迪生	空錐裝藥巨大爆破效應之原理試解
施政楷	六公分迫擊砲榴彈之設計與試驗經過
成沛民	介紹一種運輸車輛(T-234型道奇)之性能
石志清	混合變應力
徐蘭如	從4.5吋火箭談起
錢三強	原子核能的概念和應用
張昭德	「迫擊砲彈經驗談」讀後

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

更正啓事

敬啓者本刊新一卷第四期三十週年校慶紀念特刊中，張志純先生之“三十年來本校大事記”一文，內中所列裝甲兵學校戰車工程研究班，係陸軍機械化學校工程學院之誤筆，特此更正。

編輯組敬啓 十月十日

賀電一束

中央各軍事學校畢業生調查處賀電

上海兵工學校簡校長：

- 一、九月二十日欣逢貴校成立紀念，喜此日之來臨，念光榮之有自，當此武裝和平，端賴匠心獨運，干戈玉帛，同為世珍。
- 二、特電申賀，藉表微忱，諸維朗照。

處長 楊良

.....○.....○.....○.....

武漢區校友賀電

吳淞兵工學校簡校長鈞鑒，欣逢母校三十週年校慶紀念，曷勝歡舞，母校造育英才，作國防工業之中柱，精研技術，為東亞武學之先驅，百年樹人，任重道遠，三十而立，體備用宏，震濰等謹備薄儀，用申慶賀，並祝母校萬壽無疆，特電致賀。

武漢區校友傅震雄等致賀

.....★.....★.....★.....

重慶第二十一兵工廠校友賀電

兵工學校：

國光蔚起，景運新開，欣逢母校校慶，喜半甲之方登，紀千秋之弦誦，夙沐教

第廿一兵工廠服務各期畢業生同叩

.....▲.....▲.....▲.....

重慶第廿四兵工廠校友賀電

兵工學校：

母校卅年，欣慶而立，立業立功，立軍立國，滄海迎陽，光芒無極。

第二十四兵工廠畢業生張六鈞趙建同賀

昆明第五十三兵工廠校友賀電

吳淞兵工學校簡校長鈞鑒，欣逢校慶，至為喜慰，母校在鈞壘領導教育之下，前途愈顯光明，受業等同沾化雨，共沐恩光，遙念劬勞，無任欽仰，謹電馳賀，諸維鑒亮。

昆明區校友叩賀

.....▲.....▲.....▲.....

本校駐馬鞍山訓練部化學兵組賀電

校長簡鈞鑒：

九月廿日校慶，為本校卅年來光榮歷史繼續開始之日，在鈞壘暨教育長領導下，定卜日新月異，校譽旺隆，敬電獻賀。

化學兵組組長駱效資暨全體官兵叩申賀

.....井.....井.....井.....

陸軍重迫擊炮十四團賀電

兵工學校：

桂蕊香飛，蟬景韻雅，欣逢貴校成立卅週年校慶，祇以任務羈身，兼之雲山遠隔，不克參與盛典，良用慨然，謹特代表本團特科畢業同學，肅電申賀

陸軍重迫砲十四團副團長鄧重率特科全體畢業同學叩

.....▽.....△.....▽.....

陸軍重迫擊炮十五團賀電

校長簡教育長翟鈞鑒：

金粟飄飄，校慶屆臨，鈞壘宵旰勤勞，校規丕振，彫金琢玉，植英材於此日，興邦拓域，揚武功於異時，謹電奉賀，聊申感忱。

重迫擊砲十五團化學兵科畢業全體同學叩(每)叩

兵工學校成立三十週年紀念

李待琛博士

(兵工署副署長)

兵工學校創辦以來，忽忽已閱三十寒暑，其中經過許多艱難辛苦，才有現在的盛況，在這悠久的期間，造就了多少兵工專才，為兵工建設的建將，假想兵工界沒有這些人才，兵工界又不知道是什麼樣子啊！我們今天慶祝本校三十週年紀念，實在有深長的意義，無限的感想，這個也非可以言語形容得出來的，我請一位同學統計本校的畢業生如下表：

系 (科 班) 別	畢業總人數	出國人數
老一、二、三期造兵系應化系第一期至第十期。 軍械技術科第一期至第三期。	541	102
特別訓練班，技術員補習班，初級軍械技術班。	84	
軍械人員訓練班共十一期。	511	
軍械庫員訓練班共八期。	316	
共 計	1522	

共有一千五百多人，其中曾出洋學習研究的有一百多人，這些同學除極少數外，都是在兵工界擔任兵器研究，生產，或保養的工作，成績斐然，信用昭著，我們感覺何等的快慰啊！

但是世界的兵器，日新月異，各國莫不動員全國優秀的科學家，技術家，以全力研究新兵器，以後的趨勢，當更以新兵器之有無多少，決定戰爭之勝負與國家之安危，所以我們對於原有的舊兵器有所改良，若干新兵器已能仿造，決不可自滿，能大量生產應付國內叛亂則有餘，應付國際戰爭則相差不可以道里計，不過兵工界有現在改良模仿的成績，大部份總算是兵工同學的成績，本校三十週年紀念是紀念兵工基礎之樹立，同時迎接兵工新時代之來臨，吾人今後的努力，是要從根本上

世界瞭流，這要在教育上，研究上，養成獨立創造的精神，本校以後三十年的目標，就要針對這種大原則樹立起來。三十年以內這種擾攘時代，決不會變更為大同世界，而且我們兵工同人殫精竭慮從事兵工事業，於促進國家科學技術之發展，必較其他方面更為有力。所以兵工同人立志於兵工學術之建設，決不會落空，至少可以成一個學者，這種堅定的意志，是最要緊的，這就是我們的心地建設。

話說得太泛了，具體言之，我們以後的兵工建設究竟要怎樣推進？讓我分析一下作大家的參攷，亦可為今後發展之目標，以下分為四類列舉種種事項，其中並無次序與條理，不過隨便寫出來的，其一、二、三類是要兵工機關及同人大大的努力的，其四類則係切望其他機關努力的，彼此互相連繫，息息相通，則國家賴以保障之新武器，才可以大量產生，我們兵工人員的使命才可以圓滿達成。

(一) 工廠充實

1. 各種槍廠 造步槍，機槍，手槍，衝鋒槍。
2. 步兵砲廠 造各種迫砲，小口徑平射砲。
3. 步兵砲彈廠 造同上砲彈。
4. 近戰兵器廠 造手榴彈，槍榴彈，拋射彈等。
5. 鋼鐵廠 製合金鋼，高速鋼，鋼甲，鋼管，鋼皮，鋼絲，炭精棒，耐火材料等。
6. 化學兵器廠
7. 其他工廠

(二) 工廠建設

1. 砲廠 造陸海空軍用平射，曲射，高射砲等。
2. 砲彈廠 造同上砲彈。
3. 軍用車輛廠 造戰車，牽引車，卡車，機器腳踏車等。
4. 水雷魚雷廠 造水雷，陸海空用魚雷。
5. 火藥廠 造炸藥，無烟藥，導火索等。

6. 精密機器廠 造各種精密工具機，特種機器，儀器，工具，樣板等。
7. 光學器材廠 造瞄準鏡，觀測鏡，(對地，對空，潛望) 測遠鏡，雙眼鏡，測量儀器。
8. 火箭廠 先附設炮廠內。
9. 雷達廠 先附設光學器材廠內。
- 10 其他工廠

(三) 技術研究

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1. 步機槍零件之互換。 | 16. 微量測定。 |
| 2. 火砲零件之互換。 | 17. 原子物理，(現歸第六廳研究)。 |
| 3. 步機槍彈之合一。 | 18. 雷達(同上)。 |
| 4. 銲接法之普遍使用。 | 19. 宇宙線。 |
| 5. 衝壓法(Stamping)之普遍使用。 | 20. 各種合金。 |
| 6. 自緊砲身(Auto-rettage)。 | 21. 各種合金鋼。 |
| 7. 離心鑄砲。 | 22. 鎢鎢。 |
| 8. 觀測器材。 | 23. 炭化鎢。 |
| 9. 測距儀。 | 24. 金剛刀片(Widia)。 |
| 10. 高射指揮儀。 | 25. 兵工材料及製品規格。 |
| 11. 探照燈。 | 26. 軍品製造說明書。 |
| 12. 音源測定機。 | 27. 兵工工業動員手續。 |
| 13. 高射信管。 | 28. 民間工廠製造軍品手續。 |
| 14. 無線操縱。 | 29. 民間工廠製造軍品之訓練。 |
| 15. 光學玻璃。 | 30. 其他種種。 |

(四) 希望於資委會及其他機關事項

- | | |
|------------|------------|
| 1. 製造各種機器， | 2. 製造自動車輛。 |
|------------|------------|

- | | |
|-----------------|--------------|
| 3. 製造各種電機。 | 13. 製造氧氣。 |
| 4. 製造各種機器用馬達。 | 14. 製造銲接機。 |
| 5. 開採銅鑛製鍊純銅。 | 15. 製造光學玻璃。 |
| 6. 開採鋅鑛製鍊純鋅。 | 16. 製造硫酸，硝酸。 |
| 7. 開採鉛鑛製鍊錫鉛及純鉛。 | 17. 製造各種油料。 |
| 8. 開採鋁鑛製鍊純鋁。 | 18. 製造皮革。 |
| 9. 製鍊生鐵及各種鋼料。 | 19. 工業法規。 |
| 10. 製造耐火材料。 | 20. 工業動員事項。 |
| 11. 製造炭桿棒。 | 21. 其他種種。 |
| 12. 製造炭化鈣。 | |

.....

兵 工 月 刊

新一卷第一期要目（六月十五日出版）

簡 立	兵工技術的剖視
楊繼曾	楊景長蒞校訓詞
陳大剛	美國兵工事業之特徵
余官揚	槍管膛線之拔形法
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	鋁化炸藥
陳國怡	美國離心鑄砲之理論及實際
羅雨人	鋼柱測壓之實際問題
陸 緯	輕決縱隊設立兵工保養營之研究
潘乃紹	化學戰之展望
弓 長	兵工之音
吳 德	戰車主力集春申

論兵工人才之培養

姜法乾

(兵工署研究發展司輕兵器科科長)

(一)兵工署的主要業務有三：第一是兵器研究，第二是兵器製造，第三是兵器供應與保養。因此，所需要的人才也是這三類。欲求業務進行圓滑，必須各部門主其事者，對兵工業務有一整個概念，否則，其概念尚不免囿於小範圍，難期聯繫合作之完善，甚或彼此推諉相互攻訐，而影響業務之推進。所以，上層人才，必須是「通才」，他是明瞭兵工的詳細含義的。其次一類是專才，有些人對某一項工作，有獨到之處。既有學識根基，又有實際經驗，在這方面的認識，他比任何人都高明，這是專才。這些人才如何養成？以下特就現狀檢討，提出一方案，以就正於兵工界諸賢明。

(二)過去兵工人才的供應，雖有兵工學校，但該校歷屆畢業生，為數不過數百，而兵工人才，所需何止數千？相差過於懸殊，是以不能不求之於一般學校和各種軍官學校。我以為，這辦法終是不妥的。槍砲在戰地出了毛病，負責兵工的軍官要立刻就地研究其原因，以謀改善，而普通軍官通常不能解決這類問題，但是，他們却負着這項任務，怎麼辦呢？只有請教於大後方之兵工署，公事往返常使重要問題失去時效，而且當時發生的各種現象，非身歷其境者，不易明瞭，時間久了，現象喪失，最後兵工署亦可能無法解決。又如兵器供應的責任，現在大半為其他各科軍官擔任，一部份人不明瞭，砲彈最多可堆多高，而不致出危險，和八八式與中正式步槍如何不同的事實，常常會發生大錯誤。又如有一次我檢驗刺刀，將刀裝於槍上後，費很大勁，怎樣也拿不下來，終於必須借重擲頭，拿下一看，原來裝配槽不光之故，退給製造的人修理，他頗不高興，他說：這還算毛病，用銼刀光一下就是了！他說的話也對的，用銼刀光一下就是了，可是他不知道用槍的人，身上是不帶銼刀的！雖然如此，兵工製造研究和外勤等，一部份業務，依然可委諸兵工以外的人才辦理，但最好，還是能有一個機會，先給他熟習一下兵工的內容。

(三)過去，兵工學校出身的人如何呢？他們所學的課程太偏重理論了，而且是一氣五年下去，整個吃掉。事實上，分量如此重的東西，不參以實際經驗，確不易消受。爲什麼不將課程分爲若干段，規定一段畢業後，服務若干年月，再讀第二段，二段讀畢，再服務若干時日，再讀第三段。我們不妨假定，第一段讀畢後，派兵工署各設計繪圖室服務，第二段派製造廠當有「腦子的工人」，第三段派各供應部門當供應見習官，（如果照本文後段所提辦法將人才訓練，納入於一個系統，則此段見習自可免去）第四段派各研究所作設計，實驗工作以印證所學。這樣學校畢業了實際經驗也有了，畢業之日，即實際擔任職務之時，不像現在之將讀書與任職嚴格劃分，書讀畢了，作起事來，還要另化訓練工夫。

有人說這樣訓練人才，時間豈不更長，我說，不但不長，反而短些。因爲在各段服務期間，可得到不少寶貴經驗，再讀書時，因爲已作過或看過實在的東西，便很易了解，功課的進行自不妨快些。還有，這樣一來，既可調劑人的精神，免得疲倦，又可於必要時，隨時調出服務，免受五年限期之拘束。

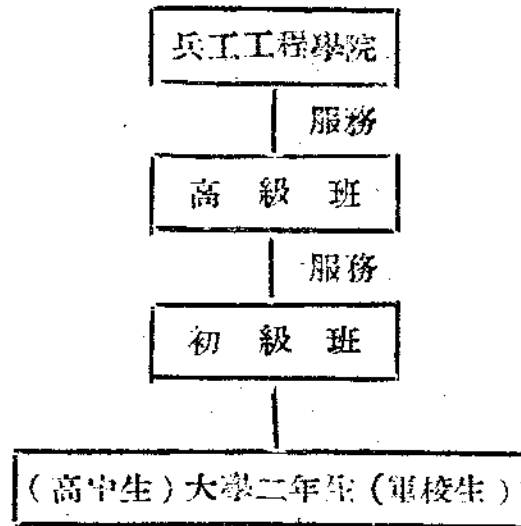
以往畢業生分派服務時，多是「派」的，事前不問志願。而且一經派定，多半是幾年不能調動，要調動也十分困難，並常須兩方面「協商」，又要看有沒有「缺」。這「派」的辦法，在當局固有其不得已的苦衷，但就培養人才而言，却不能如此。因爲「派」是強制的，被派的人無積極方法反抗，派的職務如不合適，他不感興趣，則只有消極的不合作，而且他必經常設法調動，如調動不成，他可以脫離兵工而改行，到頭來仍然是兵工界的損失。所以，我們應有人才定期輪流調動規定，任何人於服務若干時日後，均可到他所希望的地方去，願意在某地終其身的，自然也可以。必如是才可以產生明瞭兵工整個狀況的人才，必如是方可產生理論與實際兼備的人才。這樣每個人都有多次實驗的機會，如果在那方面有特長，即可於適當時期發揮出來，表現其才能，而人才即可不斷出現了。

人才的訓練成功，大部份要靠出學校後的訓練，學校不過給人以根基而已。目前的事實，似僅以學校爲訓練場所，出校後即爲服務，而非訓練了。人的一生，在校時期不過數年，而服務時期有數十年，兩者相比，前者是太短促了。那有數年所

得，即可一生用之不窮的道理？中國俗語說：活到老，學到老，學到老，學不了。此處的學字，也就是訓練的意思，即不分學校與社會也。

(四)兵工學校曾一度採取一極聰明辦法，招大學二年肄業生，進校受訓三年畢業。這辦法最佳，惜意志不堅，旋又更改。經察兵工工程學院的課程，首二年完全參照教育部規定與普通國立大學理工科一樣，招致大學二年級生，即等於請普通大學，先替我們訓練兩年，而且是無代價的訓練，這樣便宜的事，為何不作？當初所以取消該辦法，大約是：(一)大學生服從性較差，不易管理。(二)招生不易，報致者不多。這兩點，細研究起來，都不成理由。第一點，大學生如不易管理，本署何以仍用如許多大學生？這些學生畢業後，尚可「就職」而被任用，何以在學生期，反「不堪造就」？大學畢業生受了四年「不守規矩」的訓練，到服務時，仍可望其守規矩，則大學肄業兩年，再加三年「守規矩」的訓練，服務時，似更可以守規矩。所以，我們應考慮者，是擔任訓練管理的人選和方式，而非大學生的本質。第二，招生的難易問題。這有關於學校本身辦學的人壞，和畢業後的希望。如果兵工工程學院辦理完善，服務時，又有光明前途，則大學生競相報致之不暇，只有慮收納不了，何懼乎無人前來。還有，在報致時，中學生和大學肄業生，無論在質和量上，都不能相提並論的，大學生少，中學生多，大學生是已經從中學生內選拔出來的，而大批中學畢業生尚未選及過，其中一部分，不夠入大學的標準，將要受淘汰。招收中學畢業生時，可有數千人報名，而招致大學肄業生時，最多只有數十，百餘，根本不會上千的。所以，我們大可不必以報致人數之少與錄取比例之大而遲疑。

現在兵工學校訓練人才，分為兵工工程學院與訓練部，我以為這辦法也是不妥的，應該將兩者合而為一，招進來的學員生先受初級班訓練，然後服務，再進高級班，再服務，然後進兵工工程學院，然後聯勤大學國防大學。所以組織系統表應該是這樣：



自然，兵工勤務，化學兵是包括於各班之內的。至於各階段的修業年限，課程標準當有待於詳細的討論，非本文所能盡其意。

(五)總之，個人的中心意思，是訓練人才，要有通盤計劃，不僅注意學校內的教育，還要注重畢業後的訓練。這種訓練不能聽其自然發展，而要加以有計劃的控制和步驟。兵工學校招生仍以李副署長伯芹之招大學二年肄業生的辦法為最高明。兵工工程學院肄業期間亦可分段，不必一氣呵成。相信這樣以來，兵工人才不會感到缺乏，報效兵工學校者，只慮容納不了，不會招不足額。如需用大學或其他兵科畢業生，須加以短期訓練，最好不直接錄用。

發展兵工事業芻議

陳大剛

(本校教務處長)

一，序言

兵工事業，廣義言之，所包至廣，舉凡機械，電氣，化工，土木，甚至紡織食品等工業，均莫不與兵工有關。即就狹義之槍炮彈藥車輛而言，亦與上述各種工業，有直接間接之關係，欲期兵工事業之繁榮滋長，必先力求其他各種有關工業之普遍發達。蓋以兵工事業實為其他各種工業之結晶，其他各種工業已發達，而兵工事業尙未必發達，設使其他工業不發達，而期兵工事業之單獨發達，幾為不可能之事，至少亦為事倍功半之舉。此言兵工事業者，所首應認識者也。至言其他各種工業之發達，所需各種條件亦頗繁多，如自私自利之社會風氣必須轉移，廣大民衆之義務教育必須普及，不勝繁劇之孱弱體格必須鍛鍊，羣策羣力之合作精神必須培植，蓋此四者，實為任何事業必要之基礎，而其實現之先決條件，尤須戡亂立告迅速之結束，政治納入民主之正軌，經濟恢復平時之常態，夫然後業務推行，方得順利，事業成功，計日可期，此亦言兵工事業者所不可不注意者也。茲謹就狹義之兵工而論，提供發展改進之芻議。惟所陳各點，雖僅就兵工事業而計，其為用實不僅以兵工事業為限。此篇之作，意在提供發展兵工事業之原則，未及具體實施之方策，此均應附帶聲明者也。

二，平時重於戰時

兵可百日不用，不可一日不備，兵如此，兵工亦然。夫以現代作戰之猛烈，消耗物資之繁多，不僅平時需要有備，且需充分多備，但平時而欲維持龐大之兵工事業，實為最不經濟之事，我國過去兵工事業，似採政府獨佔之政策，其由來當然與我國之國情有關，未可妄斷其得失，但欲免與現代潮流大相背馳，且適合大常備小後備之經濟原則，則此後兵工製造應設法普及民間工廠，而由兵工署統籌訓練，以免

流弊，同時尤須將各種兵器彈藥車輛分成若干獨立之製造單位，完成各項切實可用之設計，一旦需要大量製造，即可分發民間工廠，立即實施，如是則平時無維持龐大兵工事業之必要，戰時可收大量迅速生產之事功，即兵工事業應在平時即作戰時之準備也。

三，制度重於人事

制度猶如軌道，有軌道則任何人均可循之前進，最多祇有因才幹經驗之不同，而稍有進行遲速之差別，決無方向走錯之危險。如陸海空軍武器彈藥器材之研究製造，是否應在聯勤總部下完全統一，以免將來補給之困難，即為一根本大計之制度問題。若一切委之人事，則上焉者循途徑以行，其成績較之遵循正軌，或有過之，下焉者則悉憑己意，獨斷獨行，或致一發而不可收拾。但所謂上焉者之成績，一切既均由人事而來，設使人事稍有變動，則人亡政息，將為必然之結果，此制度之所以重於人事也。

四，研究重於製造

各種製造方法，均由研究而來，無研究則無製造可言，研究重於製造，本無假義。惟我國在過去抗戰期間，因人力物力之欠充，竭全力以從事製造猶感不能應付，為應付急需起見，工廠中一切舉措，似有重製造而輕研究之趨勢，事實上我國向來之習慣，亦復如此，如工廠中工務處之地位隆重，工程師室或其他研究機構之無足重輕，即其明證。其實工務之支配管理，固屬重要，但精明強幹富有技術行政經驗之人員，大都均勉可應付，而真正工程師設計工作，必須具有高深專門之學識，方可勝任，僅憑精明與經驗，絕對不夠。更有進者，即使認為製造之重要，不亞於研究，但製造祇能利用已有之設備，盡量作最經濟之生產，欲期重大改進，或有所發明，則非長期切實之研究不為功，即如解決二次世界大戰之原子彈，決非僅在製造工場中所能造出，實由研究室中長時研究而來，兵工事業，不惟須以一般普通工業為基礎，尤須益以充分之研究，欲期迎頭趕上，更非立刻從事充分研究不可，若仍重製造而輕研究，充其量亦不過維持現狀已耳。

五、人才重於設備

兵工事業中設備之重要，無論就研究，製造，或訓練而言，均屬毫無疑義之事，但人才重於設備，似尤為明顯之事實，蓋有真正之人才不難創設優良之設備，如僅有優良之設備，而無真正之人才，則設備不能作最經濟之利用，甚或不知如何利用，藉此以從事精深之研究，則更屬不可能之事。至於人才如何培植，茲略述原則二項如左：

(一)注重兵工教育

兵工學校為我國造就兵工人才之最高學府，其歷史已有卅年之悠久，辦理成績，雖年有進步，但仍未盡符理想，各種設備之不敷應用，圖書儀器之仍欠充實，專門師資之不易延聘，在在均足以影響員生之教學。夫以兵工學校既為我國之最高兵工學府，應切實改進，懸的以趨，除廣聚優良師資，增加圖書儀器，充實各種設備，為當然應辦之事外，尤應附設與兵工有關之各種研究機構，如彈道，應化，光學，兵器，電氣，車輛等研究所，使學生能在各種專家指導下，多得從事專門研究切實實習之機會，庶幾理論與實際，打成一片，藉收相得益彰之效果。

(二)改進留學政策

我國兵工事業，遠較歐美各國為落後，應設法廣汲優良學子，出洋留學，一方培植高深師資，一方訓練技術專才，但兵工事業艱難鉅大，姑無論留洋學子未必人人均有獨到之心得，即使人人均有若何成就，亦不能包辦全部之兵工事業，欲期兵工事業能收鉅大迅速之效果，似應向英美各先進國家延聘各種兵工專才，來我國作長時期有計劃之訓練，而以節省之外匯購備不能自製之教具。然後再就廣大受訓之人才中，精選優秀之學子，出國遊學，分別作更深之研究，或廣泛之攷察。如此選拔留學，不但可以造就真正人才，且可節省國家公帑也。

六、原料必需自給

原料為一般工業中最重要因素之一，而在兵工事業中更佔重要之地位，蓋以一般工業所需原料，均在平時，交通運輸，極為便利，縱有因商品競爭關係，稍受限

制，充其量祇能影響某種事業之成敗，若談兵工事業而原料不能自給自足，輕則關係戰役之得失，甚至影響國家之存亡，民族之絕續，我國兵工事業，在此次抗戰中對於原料不能自給自足之苦痛，備嘗無遺，或以缺乏某種原料致若干必需之武器彈藥，不能製造，或雖能製造，而品質遠遜舶來，或以某種原料不能充分供給，而武器彈藥不能盡量出產，或以臨時設法自製兵工必需之原料，不能應付各兵工廠急如星火之需要，鑒於此次所受痛苦之教訓，確有急起直追，速謀兵工原料自給自足之必要，否則歲月蹉跎，噬臍莫及，將使後之視今，亦猶今之視昔也。

七、購置必須集中

購置一事，在工廠中居相當重要之地位，購置貴賤，足以影響成本之高低，物料好壞，足以影響出品之優劣，購置快慢，足以影響製造之遲速，購置方式，以大量集中採購，遠較零星分散購買為經濟，且較可免除各種之弊病，惟集中購置，須有一公正健全且效率甚高之權威機構，主持其事，舉凡計劃購買何種物料，計算各種用料多寡，如何經濟便利購買，如何檢驗品質優劣，如何及時運交各廠，均須完全負責，澈底辦妥，且一經決定，任何人不能擅加更改，尤其品質一項，應由專家加以切實之檢驗，不得由使用部份任意妄斷其不合，如此集中購買，其效率之高，決非零星購買所可比擬也。

八、會計須重成本

一般人以為私人工廠，以營業為目的，必須注意成本會計，以致其營業之盈虧，公營工廠則無注意成本會計之必要，實則不然，須知成本會計為衡量成績優劣，事業成敗之標準，工廠無論私營公營，均有同樣重要，就公營工廠應對私營工廠起領導及示範作用一點而論，成本會計，似尤應特別重視，惟我國一般工廠，成本會計大都未曾舉辦，或辦而未能辦好，推其原因，最重要者，不外會計人員與技術人員不能互相瞭解彼此工作之重要，蓋成本會計人員，必需以技術人員所記錄各種表格為根據，若技術人員對會計毫無認識，則對各種表格必不能翔實紀錄，同時會計人員對於工場實情，如無相當了解，則所定各種表格，自難免與實際情形發生抵觸，

彼此既各有所短，則成本會計工作，自難順利推行，甚或彼此傾軋，徒勞無功。故欲期成本會計推行無阻，必須會計人員與技術人員對彼此工作，均有充分之認識，事實上技術人員了解會計原理固毫無困難，而會計人員明瞭工廠製造情形，亦頗易易。惟仍有一點須注意者，即工廠成本會計，工作相當繁重，需要較長期間，方克見效，經辦人員，務勿常手更動，以期貫徹始終，否則雖有優良制度，亦難期順利推行也。

九、待遇必須公平

我國待遇之不公平，似為普遍之現象，文職與武職不同，中央與地方不同，工廠與學校不同，其至同一單位，上下不同，內外不同，似此待遇參差，同工異酬，影響員工情緒，降低工作效率，無形損失，實難數計。故我國兵工事業，較之全國任何成績優良之單位，絕無遜色，但待遇不公之現象，仍屬未能盡免，如福利之有無厚薄，獎金之遲早多寡，署廠互異，廠校不同，欲舉實例，指不勝屈，吾人不欲兵工事業之百尺竿頭，益臻繁榮則已，否則無論署廠學校部隊之間，待遇必須力求公平合理，以免影響情緒，降低效率。

十、人員須常互調

欲期業務之推行順利，端賴人員對業務之熟悉了解，此不但對其本身之業務如此，對其他有關之業務亦然。惟欲彼此對業務有詳悉之機會，則主管人員互調工作，實屬必須，蓋任何工作均各有其特點，亦各有其困難，如大署之工作與工廠有異，工廠之情況，與學校不同，學校之業務與部隊有別，彼此如有互相處理困難之機會，定能增加互相諒解之可能，因之合作必較密切連繫更可順利。夫以兵工事業，範圍至廣，人員互調，不但署廠學校之間，有此必要，而即將成立之廣大兵工部隊，尤非與署廠學校密切合作不可，蓋二次大戰後，軍事方面最重要之趨勢，為後勤（Logistic）之被廣泛重視，兵工事業之趨勢，非軍事化不可，自亦有循此潮流之必要，所謂人員互調者，亦即重視後勤之一端也。

十一、外勤必須重視

兵工事業之終極目的，在使國軍適時有優良而充分之軍火，以供捍衛國家之需，故研究製造之兵工工程，僅為整個兵工事業之一環，更詞言之，外勤之一環，在兵工事業中亦絕不可少，蓋外勤之中心工作在保養與補給，非此不能使軍火妥善適時運交國軍之手，惟外勤業務之繁簡，視兵工製造之榮枯以為斷，在我國目前之情況下，因軍火數量，並不龐大，外勤似屬不成問題，或雖成問題而並不嚴重，但在充分發達之兵工事業中，則外勤必須與兵工工程同樣重視，否則將如缺少一環之鍊條，不能達成整個鍊條之任務，此亦談兵工事業者所不可忽視者也。

十二、聯繫必須廣泛

密切聯繫，為充分發展任何事業必需條件之一，兵工為一艱難鉅大之事業，其需要與各方之聯繫，尤為迫切。如研究而不與各學術機構取得密切之聯繫，不能盡精深研究之能事，製造而不與各民營工廠取得密切之聯繫，不能收大量生產之事功，使用而不與各戰鬥兵種取得密切之聯繫，不能達到軍事技術化與技術軍事化之目的，總之合則兩利，離則俱傷，此就一般事業而論，已屬必然之結果，在兵工事業，則更為顛撲不破之事實也。

一九四八、七、七於吳淞兵工學校

對保養工作的幾點小意見

王爾忠

(本校訓練部兵勤組初級班學員)

無兵工即無國防，無後勤即無前方（即無勝利），由於近代戰爭中的經驗與事實證明這是必然的，亦是世界各國在軍策上所一致公認的。在後勤各部門中，尤以我兵工外勤為最至要，責任之繁鉅，在後勤業務中，誠居首位，這並不是誇大其詞，妄自吹噓，而實際確是如此，要是有野戰兵工之服務經驗者，當可想見其事實，證明余言之不謬也。

我等從事兵工外勤者，恰似一醫生，在未發現疾病之先，醫生應如何加以預防，不使疾病來襲，即等於我們負責保養武器者在平時應怎樣將武器保養得法，不受任何損毀，至使用時能夠發揮它固有的性能和効力。人有了病，失去了活動的能力，就等於使用武器者損失其武器，即失去作戰的能力，也就等於失去了生命的保障。在這個時候，醫生應如何對症下藥，施行手術，兵工從業人員應如何運用技術修理武器，源源補充前方，使前方不因武器之損壞而影響其作戰。萬一醫生庸碌無能，手術欠佳，病人的生命即可斷送在他的手上；兵工從業人員演識低能，不能完成任務，保養修理補給不能達到要求，使作戰部隊不能充分發揮其戰力，整個戰局往往因之而改觀，甚至全軍覆沒亦屬可能，由此足證我兵工外勤之重要，誠屬不容忽視者也。

筆者係服務於保養第五營，我營原為駐印軍兵工營於三十二年秋（緬北大會戰開始後）即奉命配屬該戰區負責修配之任務，擔任我軍械彈之供應，槍砲車輛之修理，按技術之程度，相當於四五級之保養工作。筆者在該區工作，歷時將屆三年，深覺兵工保養補給修理工作之是否健全，往往成為戰爭勝敗的重要因素，譬如在某一場戰役中，當戰爭正在熾烈進行之際，我方武器損壞甚多，這完全就要靠我們的兵工保養部隊了，如若能夠在最短的時間將武器修理好，使前方的火力能夠持續，（有時還須派遣修繕小組赴最前線工作）不致更變戰路，要是不然，那就要影響作戰的

火力，而後來的局面，也就改觀了。

其次，還有一個最重要的問題，就是時效。我們不但要將壞的武器變為好的武器，而且要在一定的時間內完成任務，若不能按期完成，作戰部隊即得不到急需的武器補充，直接即影響其作戰力。固然在我國財力物力的困難情形下，我們不能與工具齊全，材料充足且優良的美國來相提並論，但是如何實行械彈之供應，武器車輛之修配，才能配合作戰部隊的武力的方法和要點則是一樣的，也就是說，別人的工作程序和技術上之優點是值得我們借鏡的。

我雖職位低小，但服務保養工作有年，我感覺到我們現在工作上的一些缺點（也是困難）是不應該遭遇到的，就是在同樣的情形下，在印度工作時不會有的現象。在國內工作時毛病就來了，茲略述一二，以示淺見。

（一）我們並不希望有齊全之工具和材料，（工具和材料齊全當然更好，但事實上不可能）但是最低的條件，是要使我們能達成工作之要求（任務）為原則，例如我們應該得到的工具材料，主管供應的機關就能痛痛快快的發給我們，或一經申請就能給我們，不要使我們應該得的得不到，申請又限於公文的繁絮而不能終期領到，（有時還申請不到）但是工作又要限定你在某一個時間內完成，這樣一來，實有如強迫公雞生蛋，苦死亦無法，怎能夠完成任務呢？像這樣的情形，要在前方工作，那可就太危險了。所以工具材料一定要有一個合法而迅速確實的來源。

（二）工作的範圍 部隊不能以強迫之手段不顧技術上之困難而限定我們的工作，同時在正常的情形之下，武器之送修應該有個合法的手續，不應該我們做的，有一個規定，以免我們作了別人的雜役而影響正當的工作

（三）訓練部隊時應注意之一點 大家都知道，在我們中國，有點技術的工人，都是存着傲慢的心理，在軍隊中決不容有這種技工，因為我們是軍事技術部隊，不但軍事要技術化，而技術也要軍事化，事實上軍事重於技術，何以呢？因為我們既然叫做部隊，而且又配合於某一個戰區或某一個軍團工作，我們的紀律和行動必須要與其它的部隊一樣，如此不論在平時或戰時才能收到預期的成果，若技術部隊又

（本文下接第廿五頁）

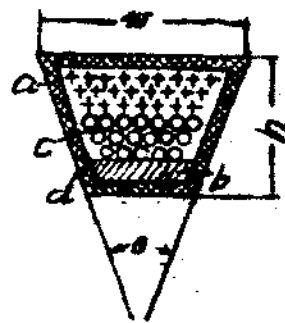
V形帶(V-belt)之選定及其特徵

沈正功

(本校兵工工程學院教授)

(一) 概說

試造 V-形帶，意在較平形帶 (Flat belt) 更有效地利用摩擦阻力。最初因材質之耐磨性差，及其它缺陷不能解決，未被普通採用。迨至橡膠工業逐漸進步，於 1918 年美國 Milwaukee 之 Allis Chalmers 廠之無接縫橡膠 V 形帶製造成功，獲得專利後，V 形帶之價值，始被公認。標準尺寸分五種，如第 1 表，斷面形狀，如第 1 圖。W 為外側寬，h 為厚。現在 V 形帶使用範圍愈廣，更不待言。



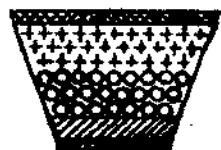
第 1 表 V 形帶之尺寸

(第一圖)

名稱	A	B	C	D	E
W × h	$\frac{1}{2} \times \frac{11}{32}$	$\frac{21}{32} \times \frac{7}{16}$	$\frac{7}{8} \times \frac{17}{32}$	$1 \frac{1}{4} \times \frac{3}{4}$	$1 \frac{1}{2} \times 1$

最初英國曾使用 $\theta = 23^\circ$ ，德國亦曾仿此，現在已全被美國統一化，除汽車風扇，仍有用各種角度如 28° ， 32° ， 34° ，或 38° 者外，一般均採用 $\theta = 40^\circ$ 。

(第二圖)



V 形帶之構造，因

製造者互有差異。張於帶輪上，因外層伸張，內層壓縮，故中層須配以適當物質。第 1 圖所示，a 層為橡膠密着棉

(第三圖)



布，取其能強韌而伸屈自由；b 層為堅強之橡膠；c 層為橡膠固着之線繩或棉布；d 層為橡膠滲透之棉布。外覆一層橡膠，以保護內部。第 2 圖所示，為製成帶狀而切成者，故兩側之層次分明。第 3 圖為外包棉布，內填棉繩，浸以加硫之橡膠。V 形帶彎曲時因各層間由摩擦而生熱，溫度上昇，有害於橡膠本質，此為 V 形帶之缺點。普通 V 形帶之抗張強度為 $120\text{kg}/\text{cm}^2$ 。僅由強度着眼，可使用較小斷面者，



(第四圖)

為減小磨損，須增加接觸面，故斷面須加大。第 4 圖為鋸齒狀 V 形帶(Log belt)，內側成鋸齒狀，對於彎曲，不易發生折損(Buckling)。V 形帶之強度，傳動馬力，以及其它特性之規格，現在各廠幾乎均以

美國為標準。

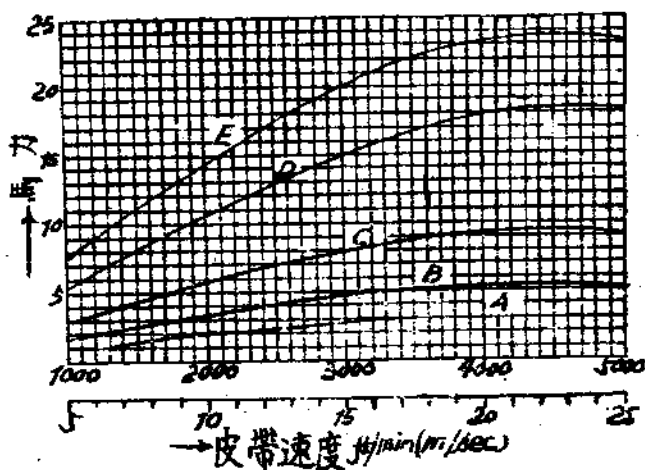
(二) V 形帶之傳達馬力

V 形帶之尺寸，既已標準化，每條帶之傳動馬力亦有所規定。第 2 表及第 5 圖為美國實際採用者(“Power” Vol. 75, P. 573)。其使用之接觸角為 180° ，相當於動時之全載荷。如接觸角有變化，須用第 8 表修正。各製造廠均限制不得更用小於 120° 之接觸角。

如非靜的載荷，用第 4 表修正。

傳達馬力大時，須數條並用，

甚多至有用 25 條以上者。第 5 表為 V 形帶速度與傳達馬力之關係；對於選用種別，甚便利。



(第五圖)

第2表 V形帶之傳動馬力

帶速 ft/min	帶速 M/sec	A	B	C	D	E
1000	5.0	0.9	1.2	3.0	5.5	7.5
1500	7.0	1.3	1.7	4.0	8.0	11.0
2000	10.0	1.7	2.3	5.5	10.0	14.0
2500	12.5	2.1	2.8	6.5	12.5	17.0
3000	15.0	2.4	3.2	7.5	14.5	19.5
3500	17.5	2.6	3.7	8.5	16.0	21.8
4000 5000	20.0	2.8	4.2	9.0	17.5	23.5

第3表 變化接觸角之修正係數

接觸角	係數	接觸角	係數	接觸角	係數
180°	1.0	130°	0.89	95°	0.77
170°	0.98	125°	0.88	90°	0.74
160°	0.96	120°	0.86	85°	0.72
150°	0.94	115°	0.85	80°	0.69
145°	0.93	110°	0.83	75°	0.66
140°	0.92	105°	0.81	70°	0.63
135°	0.90	100°	0.79	—	—

第4表 超過載荷之修補係數

	載荷性質	機械之例	係數
1	始動載荷輕，載荷狀態穩靜。	小型唧筒，送風機，渦卷唧筒。	1
2	稍有振動，始動載荷為125%者。	小型活塞唧筒，壓縮機，輕快之傳動主軸。	1.1
3	振動相當大，始動載荷達150%者。	交互迴轉之大型壓縮機及唧筒，圓盤鋸機，紙漿及造紙用機械，及粉碎機。	1.25
4	強烈衝動或振動，始動載荷達200%者。	礦山機械，精煉機械，無休止運轉者。	1.4
5	始動載荷達250%者。	紡紗機械，織布機。	1.5
6	由於超過載荷至有停止傾向者。	碎岩機，以滑動環型電動機運轉之諸機械。	1.75~2.00

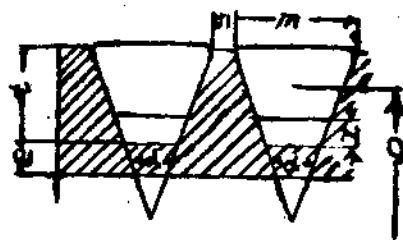
第5表 V形帶型式之選定

傳達馬力	帶速		
	10m/sec以下	10~17m/sec	17m/sec以上
~2	A	A	A
2~5	B	B	A或B
5~10	B或C	B	B
10~25	C	B或C	B或C
25~50	C或D	C	C
50~100	D	C或D	C或D
100~150	E	D	D
150~	E	E	E

V形帶之初壓究以幾何為宜？按 Kutzbach 研究結果，連續運轉時，取 $\frac{P}{Q} = \frac{\text{帶傳達之力}}{\text{帶加於軸承之力}} = 0.5 \sim 0.6$ ，效率為最大 (VDI, Bd. 77, S. 33)。與平形帶之初壓一般取 $\frac{P}{Q} = 1/3 \sim 1/2$ 相較，減低很多。

(三) 溝槽帶輪

V形帶輪圓周上須設恰適合帶斷面之溝槽。V形帶彎曲時，外側伸張，寬度因而縮減，內側壓縮，寬度因而加大，故帶輪溝槽之角須稍減小，以便在運轉中使帶兩側與溝槽兩側密接。第6圖之 α 角減少量主要與帶輪直徑及帶厚發生關係。Kutzbach 以 $W = \frac{5''}{8}$ 之帶實驗結果，對V形帶角 θ 之 α 角減少量，可用 $\Delta\theta = \xi \frac{h}{D}$ 表示。但 ξ 為由帶構造而定之係數， D 為輪徑， h 為帶厚。在一實例中，當 $D = 70\text{mm}$ 時， $\Delta\theta = 10^\circ \sim 12^\circ$ ，但在另一實例， $\Delta\theta$ 尚不及此值之半。又如在鋸齒狀V形帶之場合， $\Delta\theta$ 不過為 2° 。Kutzbach 主張，對 $\theta = 4^\circ$ 之帶， α 角最好取 35° 。此值縱有差異，影響亦不大。第7表之容許最小帶輪，以 $\alpha = 24^\circ$ 為準。帶輪增大， α 增為 26° ，或 28° 。



(第六圖)

第6圖為溝槽帶輪之構造，尺寸按第6表決定。但溝底及帶之內側間，至少須留 $x = 2\text{mm}$ 間隙。此間隙如過小，則積存空氣，使帶之接觸不充足。為防止帶之磨耗，溝槽側壁須十分平滑加工。數條帶並用時，如期載荷等分，溝槽形狀尤須製造正確。

第 6 表 溝槽輪溝槽之尺寸 (參照第 6 圖)

V 形帶種別	m	n	e	t
A	1/2"	5	3	13
B	2 1/32"	6	5	16
C	7/8"	11	5	22
D	1 1/4"	16	6	25
E	1 1/2"	19	6	32

與平形帶場合相同，彎曲 V 形帶時，發生之彎曲內力，Kutzbach 用下式計算。

$$\sigma_b = E \frac{\frac{\delta}{2}}{\frac{D}{\alpha/2}} = E \frac{\delta}{E}$$

但

α = 小帶輪上 V 形帶所包圍之角

δ = 帶厚

E = 彈性係數

因此，溝槽輪之最小直徑，有限制的必要。所謂帶長，普通係指在內周或節圓周上之長度而言。最小直徑，可由第 7 表查得。在同表內，列有速度 5m/sec 場合之外徑與節圓徑之差，節圓徑與內徑之差，及外徑與內徑之差。

第 7 表 溝槽輪之最小直徑 D, mm

	帶之速度, m/sec.			外徑與節圓徑之差 速度 = 5m/sec.	節圓徑與內徑之差 速度 = 5m/sec.	帶之外周與內周之差 速度 = 5m/sec.
	5	15	25			
A	3"(75)	3.5"(90)	4"(100)	3/8" (10)	0.58"(25)	2.16"(55)
B	5"(127)	5.4"(137)	6"(152)	1/2" (13)	1.18" (30)	2.75"(70)
C	8.5"(216)	9"(230)	10"(254)	3/4" (19)	1.57"(40)	3.93"(93)
D	12"(305)	13"(330)	14"(405)	7/8" (22)	1.93"(50)	4.71"(119)
E	20"(510)	22"(632)	26"(662)	1 1/8" (28)	2.75"(70)	6.28"(160)

註：節圓為通過帶之斷面中心之圓周。

帶輪既已決定，帶長可用一般之近似公式計算。

$$\lambda = \pi \left(\frac{d}{2} + \frac{D}{2} \right) + \frac{\left(\frac{d}{2} - \frac{D}{2} \right)^2}{l} + 2l \dots\dots\dots (1)$$

但 $\lambda =$ 帶長，遇有效圓亦即遇帶厚中央之長。

$d =$ 小輪徑

$D =$ 大輪徑

$l =$ 軸間距離

$$\text{速度比 } i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D}{d} \dots\dots\dots (2)$$

如速度比 i , l , 及 λ 已知時，可由(1)及(2)式照下法求小帶輪徑 d 。

代 $D = id$ 入(1)，並雙方乘以 l ，並化簡之，則

$$\begin{aligned} \lambda l &= (i^2 - 2i + 1) \frac{d^2}{4} + \pi l(1+i) \frac{d}{2} + 2l^2 - \lambda l \\ (1-i)^2 \left(\frac{d}{2} \right)^2 + \pi l(1+i) \frac{d}{2} - (\lambda - 2l)l &= 0, \\ \left(\frac{d}{2} \right)^2 + \frac{\pi l(1+i)}{(1-i)^2} \left(\frac{d}{2} \right) - \frac{(\lambda - 2l)l}{(1-i)^2} &= 0. \\ d &= \left[\sqrt{\frac{\pi l(1+i)}{(1-i)^2}} \right]^2 + \frac{4(\lambda - 2l)l}{(1-i)^2} - \frac{\pi l(1+i)}{(1-i)^2} \Big] i \end{aligned}$$

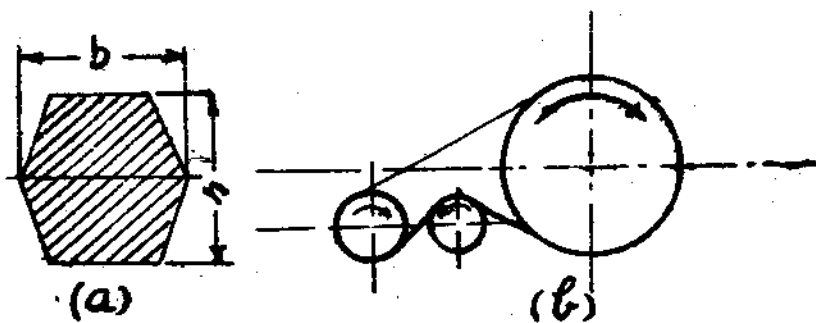
代 $A = \frac{\pi l(1+i)}{(1-i)^2}$, $B = \frac{4(\lambda - 2l)l}{(1-i)^2}$ 入上式，

則 $d = \left[\sqrt{A^2 + B} - A \right] i$

必要時可用雙 V 形帶

(Double-V belt),

第 7 圖 a, 如在同圓 b 之
 場合。



(四) V形帶之特徵

與平形帶比較，V形帶之

(第七圖)

特徵如下：

- a. 軸間距離縮短(較大輪直徑稍大即可)，故佔用地面可節省。
- b. 用導輪(Guide Pulley)可得 1.7 之速度比，如特別注意，可能得 1.10。
- c. 滑動少。
- d. 無接頭，運轉穩靜。
- e. 所要最初張力小，故加於軸承之力亦小。

使用 V 形帶，雖可能達到 53 m/sec，一般勿使速度超過 25 m/sec，在 50°C 以上溫度連續運轉，有害於橡膠本質。橡膠禁止與油接觸。與帶輪之接觸角，不可降至 120° 以下。軸間距離 l 至少須等於大帶輪之直徑，幾為所有製造廠之一致意見，但可小於兩輪徑之和。然亦有例外，以特高速運轉，距離可比較地縮短。為張緊輪帶，須設調節輪間距離裝置，其調節範圍以 3% 為宜。輪帶之計算，應以最短軸間距離為準。

V 形帶發生故障原因，可能舉出者如下：

1. 條數不足。由於超過載荷而增滑動，溫度因之上升。其結果傷害橡膠本質，縮短生命。故比使用條數過多，尤不經濟。
2. 帶輪過小。
3. 溝槽角度不正。縱令設計正確，由使用之磨滅而使接觸發生變化。則載荷負擔不平均，以至一部份輪帶超過載荷。輪帶溝槽壁附着積垢過多時，亦得同樣結果。
4. 圓周速度過大。

V 形帶之滑動，與平形帶稍異。由於張力大，V 形帶向溝槽內陷入的深度不等。如使雙方之帶輪節圓半徑均為 r ，則緊張側(原動輪)將多陷入 Δr ，弛緩側(受動輪)則少陷入 Δr ，故速度比為

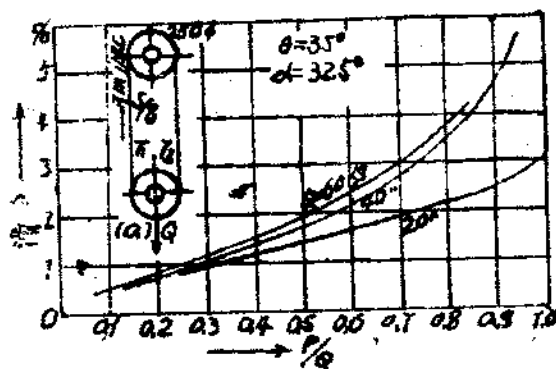
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{r - \Delta r}{r + \Delta r}$$

亦即速度之損失比為

$$\frac{n_1 - n_2}{n_1} = \left| 1 - \frac{n_2}{n_1} \right| = \left| 1 - \frac{r - \Delta r}{r + \Delta r} \right| \approx \frac{2\Delta r}{r}$$

今取 $\Delta r = \pm 0.5 \text{ mm}$ ，對於 $2r = 250 \text{ mm}$ 之帶輪，其損失為 0.8% ，對 $2r = 70 \text{ mm}$ ，其損失為 2.96% 。事實上此非滑動，從結果來看，仍為速度損失。姑名之為顯示滑動 (Apparent Slip)。顯示滑動，亦因輪帶載荷之增大而增加。由上式可知，對

小輪較為顯著。測 V 形帶之滑動，除與平形帶同樣之彈性滑動及移動滑動之外，更包含顯示滑動。第 8 圖為 Kutzbach 氏以如 (a) 之裝置，取張力 $Q (= T_1 + T_2)$ 為 60 kg ， 40 kg ， 20 kg 三種，及傳達力 $P (= T_1 - T_2)$ 測得之結果。對於平形帶，



(第八圖)

普通取 $\frac{P}{Q} = 0.1 \sim 0.3$ ，導輪壓力最大取 $\frac{P}{Q} = 0.3$ ，而滑動達 $4 \sim 5\%$ ，並不希奇。

第 8 圖之 V 形帶，對 $Q = 20 \text{ kg}$ ，取 $\frac{P}{Q} = 1.0$ ，滑動之增加，並不顯著。當 $Q = 30 \text{ kg}$ 時， $\frac{P}{Q}$ 減至 0.7 ，亦屬可能。

總而言之，軸間距離充亦增大，接觸角亦增大，輪帶水平時，保證 $\frac{\delta}{D} \geq \frac{1}{50}$ ($\delta =$ 偏轉, Deflection; $D =$ 直徑。)，用平形帶適宜；避免使用導輪，而軸間距離小時，使用 V 形帶便利。

所有之帶輪之溝槽，須保持平滑，故於收存時期，須塗黃油 (Crease) 以防生銹。然而油對橡膠有害，故再使用時，須用汽油洗拭乾淨。長期不用之 V 形帶，最好收存於冷處。

(完)

(本文上接第十六頁)

不軍事化，那就不成其為部隊了。姑且技工，就變成他們不服從，不守紀律，忽於職責的習慣。這樣的技工，不要說在戰地工作，就是在後方，也不能完成任務，反過來說，我們的技工有了技術，又具有軍人的條件，再在嚴格的軍事管理之下，任務自不難完成了。

筆者學識淺陋，所見亦甚廣泛，目的是在拋磚引玉，希望與讀者諸君共同研究。

軍用光學儀器簡論

盧壽栢

(甘肅科學教育館館長)

光學儀器是用以彌補眼的各種缺陷的一些工具，軍用兩字則限制它的範圍，而在這裏又僅能揀那些最標準的路加論列而已。

我們先看眼本身，它是人體中最靈敏而又最複雜的一部。平常我們認為它所接受的外界的印象比較的明白可靠，所以有百聞不如一見之說。仔細說來，它那明白可靠的印象實可分為兩部份作用，一是「觀」，一是「測」。「測」的能力似乎低微些，然而這不過是因為「觀」的條件不甚嚴格，它所包含的意思差不多就是眼睛所能在這方面作用的範圍，因而很容易被認為健全。「測」却不然，它另外有客觀的標準，與其他方法比較以後，很容易發現它的缺點，相形之下遂似乎見拙了。可是當人漸漸明瞭「觀」這一作用所可能包含的意義之後，眼睛也就仍舊不夠健全。故軍用光學儀器可以分為觀與測的兩大類。起初的目的是在幫助觀，進而至作較正確的測。下面即根據這種看法略述幾種光學儀器及其所輔助的眼的缺陷。

(一)放大作用 當物體過小或過遠的時候，它兩端所通過眼睛的光線（通過瞳孔中點的光線）所夾成的角（稱為視角）就太小，其在眼膜上所造的像也太小，因而看不清楚。如希望將眼膜上的像放大些，對於小物可以用一片簡單的凸透鏡放大若干倍，或用複雜的透鏡組放大幾百倍乃至幾千倍。在此僅擬用一兩句話交代過去，就是它們是短焦距的透鏡或透鏡組而已。

與軍用有關的却是遠物放大的問題，我們已知道物體對人眼所呈現的大小，事實上僅是它那時候兩端通過眼的主光線所夾的角的大小，不過普通因為它在靠近的時候，可以用尺度去量出它絕對的大小，因而以為看見它的大小了。所以關於月球的大小通常有不同的答案，甲說其大如碗，乙說如盆，實在可以說都對，問題只在碗與盆所放的位置的遠近。故如我們要看清楚一物時我們普通將它取近一些，以增大它在眼膜的視角。這是一種方法，却不是唯一的方法，事實上許多物體如月球是不能

取近的。用兩種透鏡組合，也可以達到增大視角的目的，即蓋利略(又名荷蘭式)或與刻白爾式(又名天文式)望遠鏡，茲分述于下：

(甲) 蓋利略式望遠鏡 1608年荷蘭有一眼鏡製造者名 Lipperhey 發明一種光學透鏡組合，可以將遠物的視角放大。一年後蓋利略氏亦完成這種裝置，此外蓋利略于完成之後，還充份利用它做了不少天文上有價值的觀察，故用它的大名紀念這種儀器。它是一片凸透鏡作為物鏡和一片凹透鏡作為目鏡做成的。物鏡對着遠物將它造一像，但不等這些斂聚的光線完全會聚于一點以前即又達到後面的目鏡，經過此鏡的擴散作用又成為似乎由遠處來的平行光線了。光線儘管似乎仍從極遠處來，在眼前所夾的角度却可以與原來不同，試看附圖 1，遠物光軸外的一點原與軸所

夾的角是 W ，經物鏡 L_1 後，斂聚趨于 y' 之上端一點。但因有目鏡 (L_2) 擴散遂復成平行光線(圖 1 目鏡後實線)。這組平行光線但是與軸夾成 W' 角了。兩

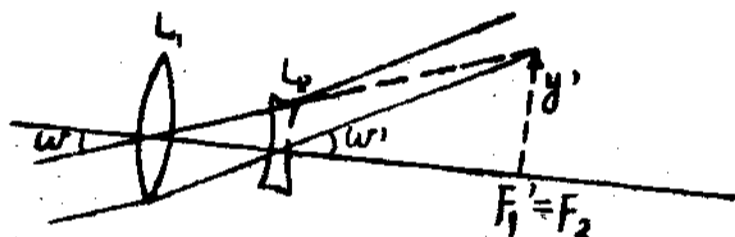


圖 1.

透鏡在正常情形下應使物鏡的後焦點 F_1' 與目鏡的前焦點 F_2 相密合。圖 1 是簡單的作圖規則下畫出來的，這裏不多贅述，我們却是容易從中看出 $\text{Tan } w = \frac{y}{f_1}$ ；

$\text{Tan } w' = \frac{y}{f_2}$ ，其中 f_1, f_2 為物鏡與目鏡的焦距之長，同時為簡單起見，對於符號的規則亦不加論列，于是，兩式相除，得 $\frac{\text{Tan } w'}{\text{Tan } w} = \frac{f_1}{f_2} = \text{常數}$ ，為鏡之放大率。

(乙) 至于刻白爾式或天文式的望遠鏡，情形也和荷蘭式的相彷彿，不過後面目鏡改用凸透鏡而已。以上所論，也可以移用至此。所不同者，是符號的規則加上以鏡，而得出的結果成為負號，上節最後的式子是 $\frac{\text{Tan } w'}{\text{Tan } w} = \frac{f_1}{f_2}$ 。負號的意思是說明倒像這件事實，而在荷蘭式的望遠鏡中是正鏡，也就是說像是直立的。觀察地面上的物體以直立為宜，故如要用刻白爾式的望遠鏡觀察地面上的物體應有所補救。

補救的辦法平常是再用一片凸透鏡插在中間將像再倒一次，或者用一二塊特製的稜鏡也可以達到這目的。平常的雙眼望遠鏡中的兩對稜鏡是 Porro 稜鏡，紀念它義大利的發明者，這件發明雖在 1850 年即已公佈，但直至十九世紀之末才由蔡司公司製造問世，目下極為通行。

人或者奇怪何以這種添枝加葉的較為複雜的天文式的望遠鏡竟能與荷蘭式的相競爭。從簡便方面看，天文式原非荷蘭式之敵。第一，同一放大倍數下荷蘭式的要比天文式的短。再者，製造時荷蘭式因為零件較少亦較為簡單。附帶于零件少的優點之上還有光通過時所受的損失也較少，因而明亮些，適合夜間之用。

可是還有些條件是天文式佔優勢的。例如視場，視場的定義是從儀器的入口瞳孔看出去所能見的物方範圍，那也是一個夾角。若是眼睛能放在出口瞳孔上，當可看見物方範圍的像。但如眼睛不能放在出口瞳孔之上，則所見的視場形較小。荷蘭式的望遠鏡就是這種情形。因為它的出口瞳孔在物鏡與目鏡之間，眼睛離開它有一距離。但是天文式的望遠鏡，出口瞳孔在目鏡後面，眼可以放在那裏，所見的視場遂較大。若 V 為放大率，荷蘭式望遠鏡的視場約與 $V(1+V)$ 成反比，而天文式的則僅與 V 成反比，故 V 大的時候荷蘭式的視場減小甚多，因而通常少有高倍荷蘭式的望遠鏡。此外，荷蘭式望遠鏡視場中部較亮，四面迅速陰黯下去，也是一種缺點。

(二)立體認識 外界空間的立體性是由兩隻眼睛才認識的。左右二眼眼膜所受的外界空間的投影略有不同，因而湊成空間的圖形。眼睛的作用有其限度，二個投影所有分別，如果不達到某種程度，眼是不能認識的。好的眼睛可以辨別至 $10''$ 的差別，這也就是說在 1350 米以外的物體，形皆如在無窮遠一般，似乎是在一張平面上了，最顯明的例子莫如晴夜的天空，誰也看不出各星體有無遠近之別。在遠而上的遠山平常亦然。這種情形的由來是因為二眼靠得太近了，物體愈遠，其在二眼間所夾的角愈小，至 1350 米左右僅能摸有 $10''$ 了。但如我們能用光學方法將二眼的距離增大，各加上稜鏡的天文式望遠鏡，它可以增加空間性的認識。另有一種叫筒形鏡的雙眼望遠鏡，它可以張開以觀察空間的立體性，但也可以摺起，與肉眼

所有的距離差不多，也是重要的軍用觀察儀器。

我們既知望遠鏡中的稜鏡可以將光線的方向移動，則戰壕以及潛水艇中所用的潛望鏡，亦可認爲是此種應用的一種，而無庸贅述了。

(三) 鑑別作用 當 Grimaldi 1665 年發現繞射現象時，恐怕沒有想到也會對於望遠鏡的功用有影響的。上面已經說過，人眼所能辨別的角度至高在 $10''$ 左右。這一部份是眼膜的構造所限制，一部份是繞射現象的結果。關於繞射現象的本質在此擬略說幾句。它的原因是因爲光是一種波動，點光源經過儀器或人眼以後，不復能成爲點形的像，而具有一個小小的面積，這面積的大小視光所經過的孔徑的大小而定。孔徑愈大，那塊面積愈小。我們誠然以爲望遠鏡放大作用以後，原來分辨不出的也應該分辨出來。但是上述的繞射現象予這種推論以限制。如欲充份利用望遠鏡的鑑別能力，則它的放大率應不超過孔徑的直徑。平常的望遠鏡放大率總比孔徑小得多，看時可以舒適一些。鑑別的問題在天文觀察中對於雙星的辨認比率要緊，地面上的觀察少碰到這末微妙的問題，于此除了它的複雜的數學之外，亦是不多加以論列一個原因。

(四) 瞄準作用 荷蘭式望遠鏡與天文式的不同，在於前者在物鏡與目鏡間二次折射中無過渡的像，而後者則有。因此後者有一種可能在那過渡的像上作一記號，於整個視場中特別標明出一個重點。我們若更將這個重點所對着的方向與別種儀器或武器配合起來，當具有瞄準作用。做記號的方法以前用蜘蛛絲放在成像的那個焦平面上，新式有用金屬絲，或者在一片薄玻璃板上刻劃或照像的。最後一種方法比較耐久，但需注意保持玻璃板的清潔，方可有一明晰的視場。同時，用玻璃板的方法，還可於晚上看不見叉絲時從玻璃板的側面透進燈光，使刻劃可見。有一個條件是應時時滿足的，物鏡所造成的像，必需要和叉絲或分割完全密合，否則有視差發生，瞄準就受影響了。

上述瞄準方法，其實並不是唯一的方法，步槍上仍多用準星與標門。但是要準星、標門和目標三者同時看得清楚是不可能的，故望遠鏡加上叉絲的瞄準器比較優越。但這種改革，也經過一番爭執之後才定。曾有人堅持用一種精細機械的辦法做成的照

門與準星比光學方法，好這種準星現已不復存在，因為初期的望遠鏡尚多光學缺陷，未能修正所致。

好的光學瞄準器，將其物鏡與目鏡的球差色差分別修正，而不互相抵消。如欲以分割板兼帶測距的話，則慧形像差亦不能忽略。光學玻璃和設計的進步，已使光學瞄準器傲然獨步，而非機械的裝置，如照門準星者所能企及了。瞄準望遠鏡的用途甚為廣闊，武器的直接或間接的瞄準都應用它。此外，測量和天文的許多儀器多附有這種望遠鏡。這裡還可以提一下顯微鏡內所裝配的叉絲式分割板，對於近物亦有瞄準作用，於是精細工業，如兵工的各部門，都賴以達成其百分之一乃至千分之一耗 (mm) 的精度。

瞄準鏡中的稜鏡，有時故意使注入的光線與出來的光線作成種種的角度，以便與武器配合後觀察者還能舒適地觀看。瞄準鏡中使像再倒回來一次，還有許多是用另一片或一組透鏡完成的。它並可以在外面用螺桿一類的辦法使其前後移動，以便對準各種遠近的目標，因為瞄準鏡裝在武器或儀器上，不免風雨的侵襲，其目鏡通常固定不動。與普通望遠鏡的構造途略有不同，其目的是在保護容易些。

槍上瞄準鏡中的叉絲有時是三條線，即將十字去掉上方的一筆而剩下的三段又各自分開中間留有間隙，以便估計距離。分割板的形式很多，有細密的刻度，也有簡單的指標，在此不及細述。

瞄準鏡與槍身不免有一視差，平常專為某一距離而校正，大約在五十米至一百米之間。機關槍瞄準鏡製造得更精緻，叉絲可以相應于各種距離作高低的校正。直接瞄準所用的瞄準鏡的出口瞳孔宜離儀器本身稍遠，俾觀察者不至因槍之後坐而碰到眼睛。許多儀器有一橡皮眼罩固定眼睛的位置，如果沒有，觀察者不宜將眼湊近儀器。

野砲本身需要隱蔽，故用間接瞄準，以週視瞄準鏡為主要工具。它可以四週轉動並讀出所轉的角度，而上下方向亦可傾斜約 15° 之譜。兩者都只是上部的一塊或兩塊稜鏡在轉動，觀測者則是靜止的。

光學瞄準還可以用投射的方式，高射砲或飛機上瞄準器有許多是這樣的。觀察

者前面斜放着一塊半透明的玻璃板，外面的目標可以透過這玻璃板而入，同時垂直的方向有一標誌，平常亦為十字，由燈光照明，經過一組透鏡成為平行光線為斜玻璃板所反射亦進入觀察的眼睛，于是具有攝準作用了。它最大的好處是視場較大，找尋目標容易，但是較為笨重。

(五)測遠鏡 攝準祇定出一個方向，但僅有正確的方向未必即能以彈藥命中敵人，故還需知道距離。不然，彈藥的浪費固極可惜，而不能及時予對方以致命的打擊尤足為慮。有經驗的觀察者也可以粗略估計距離，但不夠精確，距離稍遠相差尤多，因為人的二眼間的距離太短了。

測距大都利用一個三角形，已知其二角和所夾的邊可以知道其餘的二邊和一角。通常我們又可以設定二個應該知道的角中有一個是直角，因為基線比起距離來總是甚短。有了一個直角，又有了基線，此外只要再測出一個角度就行了，這個所測的角度往往是對着基線的頂角。

說到基線，我們可以利用目標本身為之，例如前面所提及的，望遠鏡中的分割板，每一分割相當一定的角度，故目標在觀察者處所夾成的角知道，如目標本身的大小已知，當不難立刻求得其距離。這種方法雖然簡便，但不精密，因為一則目標的正確的大小不易知，其次，縱有可以預知其正確長短的東西如步槍之類，但這些目標未必正巧和我們儀器中的分割密合而便于比較。再說，即使密合了，究竟分割中相應的格數又不易正確讀出。所以主要用于觀察的儀器而附帶加上這種裝置，或者在很粗的測量用途中則可，精細的要求它們是不足應付的。

若基線在觀察者這邊而遠在敵方的夾角應該正確得多。在軍用時基線不宜太長，俾減運送的困難。平常的測量中基線可以有數百米長，但四米的測遠鏡已甚笨重，一輛普通的卡車且難于裝運了。如經緯儀所測得的精度在一分左右，則軍用儀器的短基線下必需以秒計算其精度方可勉與抗指，經緯儀固然達不到太高的精度，而本身又已相當複雜，運用不算簡便。

測遠鏡的構造約如附圖 2。在一定的距離處有兩塊五稜鏡 P（或平面鏡但前者較佳）將入射光線轉個九十度的彎，以後有兩只相同的物鏡 Ob 將這物造像。

至 P，光線又轉九十度，同時左右兩邊的像為 P，分為兩部而達目鏡 Ok 以至於眼。

光線如若是平行的（即無窮遠的遠物所發出的），則兩者入眼時完全疊合，所見將為一物。

但如物在有限距離之處，當有兩個

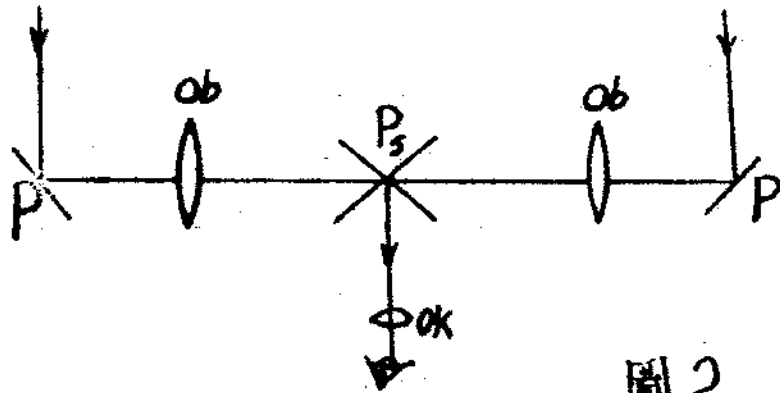


圖 2.

像產生，其間的距離應該是 $\xi = f w$ ，式中 f 為物鏡的焦距， w 為基線 b 在遠物處距離 E 所夾的角度。但 $w = \frac{b}{E}$ ，故 $\xi = f \frac{b}{E}$ ，因而看出像的間隔 ξ 和焦距，基線，及物體的距離的關係。物鏡的焦距和基線的長平常是已經知道的，則從 ξ 可以求出 E 。

前面也曾提到，像這樣的小間隔很難正確量出。用光學的方法可使兩像疊合，如用一稜鏡插入兩段光路（即測遠鏡的左右兩邊）中的任意一段將這一邊的光偏折一些，再移動或轉動這片稜鏡，像在適當的情況下遂可疊合。疊合或否，倘若物體是一條直線如旗桿之類人眼可以鑑別至 $10''$ 到 $20''$ 之間。于是測量的精度提高很多。這裏疊合的意思因為儀器構造日趨完善之後，每不是有兩個完整的像，而是將視場分為上下兩部，使一部為另一部的連續，更有，使上部為下部的倒影（也有正好等分為兩部，而適在中間劃出一個小長方形的窗以達成上述目的的）的。這都用一塊複雜的稜鏡，叫中心稜鏡達成，當光線不是從無窮遠來，例如旗桿，它有一截偏左，一截偏右，這時調節那稜鏡可以使其一部份移動而與另一部份疊合。稜鏡調節的多寡可以知道物體的遠近，而刻度平常已校好，直接讀出距離。

倒影的一種現在應用較廣，因為它更易認識物體的兩像是否正在疊合。但若是中間挖出一小塊作為倒影的話，這倒影平常是將它下方的一部景物倒過來。于是要讀準空中的目標，如飛機之類，則又有一塊稜鏡插入。在這兩種情形之下，任何一種都應該注意正影和倒影是否完全對稱，即尖端正對尖端。如一部有尖端，一部份

沒有，則需加以校正以後才能應用。這在儀器上也附有適當的裝置。

值得注意的是測遠鏡觀察的差誤雖可用疊合法去減低，但是它和人眼一樣，到了一定限度以後也就完全不靈敏了。愈靠近這限度時差誤愈大。如將 $w = \frac{b}{E}$ 微分得 $dw = -\frac{bdE}{E^2}$ 亦即 $dE = -\frac{E^2 dw}{b}$ ，可見誤差 dE 是與 E^2 成正比，而與基線之長成反比的。如若測遠鏡還有個放大率 V 倍，則 dw 還可以用 V 除一除，於是 $dE = -\frac{E^2 dw}{bV}$ ：現任仍舊設定 dw 是在 $10''$ 之譜，則一米長而放大倍數為 11 的測遠鏡在 1000 米之處的誤差為 4.4 米，但在一萬米之處就是 440 米了。這一方面是人眼的鑑別率 dw 有一定的限制，同時基線也不能太長， dE 遂是一種無可避免的誤差，與觀察者是否細心并無關係，故亦有稱為起碼誤差的。如果距離已知而測得的結果比起碼誤差大得太多，則儀器應加校正，普通每架儀器都附有校正的設備和說明。

人的兩眼之所以認識外界的空間性，其實可以說有兩種辦法。一種是兩眼靜止不動，看遠近的各物在兩只眼膜上的相對而相異的位置而認識并估計的，這即是本文第二節所說的。還有一種辦法：兩眼在眼穴內轉動，使目標正各落在兩隻眼膜的中央，而由眼轉動的程度去認識估計那時目標的遠近。這種動作很迅速，人不甚自覺，即已完成并合成一種空間的印象。倒影測遠鏡，起初的形式并無使兩像疊合為一的裝置，但直接量它們的距離，可說與靜止的兩眼的情形相似，而新式的倒影測遠鏡中移動式轉動的稜鏡，則可說是轉動一眼，以共同對正目標而測得其頂角相似。可是不能忽視，它們雖將兩眼的距離增大，但因為它們最後都祇是經過一只目鏡而到達一只眼睛，觀察者于是得到與天然的兩眼所見的印象頗不相同。這種儀器可以得到正確的結果，但一種自然的感覺與美感是喪失了。

比較逼近自然一點是立體測遠鏡，它直接看出，而不是量出距離。它可以說是靜止的眼所能看見的立體印象的擴大。其與倒影測遠鏡主要的不同，在於它有兩只目鏡，同時將倒影式中所用的，將像分為兩部份的中心稜鏡取消，代之者是兩塊稜鏡，分別將兩邊的光線各折 90° 并使其成為正像送到目鏡中去。在目鏡的分劃板上，此

時則有相當于左右兩眼所能看到的距離的標誌，平常用『之』字形排列有如里程碑。兩眼經過目鏡看去，它們與物鏡所成的像同在一個平面上，却因為是兩個，並且是符合于兩眼所見的位置略有差異的二個圖像，所以同與外界的景象給觀察者以立體觀念。觀察者只要注意他的目標，究與那一塊里程碑相合就可直接估計其距離。

如採用一塊里程碑來代替那一串的里程碑，似乎更為方便，只要它能夠指示各種的距離。誠如前面所說，一物的距離是它在二眼膜上相對位置的印象，於是我們可以使里程碑在二分劃板上相對的移動，而給觀察者以各種距離的幻覺。這種移動很微小，欲作精密的測定不甚容易。我們自然以採用光學方法較之機械方法為佳，我們很可以仿效倒影測遠鏡的情形，在二方的一方之中插入一片薄的稜鏡以達到這種目的。然而欲使里程碑與目標密合顯然是一相對的移動，如使外界的景象移動至里程碑的位置其給予觀察者的印象正復相同，我們若測知所以致成這種移動的另一種移動，即如插入的稜鏡片的轉動，自然亦可估計物體的距離。這種辦法因為其結果相同，遂皆稱之為立體游標測遠鏡，而前面用一串的固定的里程碑的辦法則稱為立體定標測遠鏡。

至于精確程度，立體和倒影一樣，前面的理論仍可應用。說來奇怪，立體式雖較接近自然，用時却是倒影式的容易得到正確的結果。未經訓練的士兵需要若干時的運用方能看出里程碑的立體性，因而初用時的誤差較大。

立體式較之倒影式有好些優點。第一，它可以迅速得到結果，尤其是定標式的，它不需要使里程碑與像疊合，熟練者一看就知道結果。例如迅速移動的飛機，它不給我們多的時間去對準倒像，或如一枚炸彈爆裂了，它開始擊中何處，它的碎片所及的範圍多廣，這些都可以由立體式的鏡中得到精或粗的答案。第二，因為接近于自然，觀察者不易疲乏。第三，輪廓不清的目標，在倒影的對正時不容易正確，立體式則無多影響。立體式的里程碑是黑色的，故如觀察的目標，在一黯淡的背景襯托之下，則里程碑不明晰了。然而這并不是說倒影式的儀器，在光線不足的情形下佔有優勢，事實上立體式的可以在更陰暗的場合適用，因為在這種情況下，目標

與背景俱陰翳，人眼將作適應的變化，但那時兩倒影是否符合則較難判斷，據研究的結果，在同一精度下立體式可以用到僅及倒影式的四至十分之一的亮度。

(六)照相機 人眼不能將所見的景物留下持久的影像，所以偵察這類的任務應有照相機輔助完成。照相機最主要的是它的鏡頭，這其實和望遠鏡的物鏡完全一樣作用，不過後者的焦距長，所造的像視場小，並且最後還是將光線送到眼睛裏去而已。然而就是這些原因可以使它容易製造些。一只照相鏡頭應該造成清楚的像，而且它的形狀不應與原物有所差異。這也就是說造像時五種光學缺陷，即球面像差，慧形像差，光散現象，像的彎曲和像的扭曲以及顏色的像差(色差)皆應該完全驅除。可是一則由于繞射理論的原因，再則因為設計的困難，事實上不能達到這個目的。照相鏡頭于是各就它預定的用途使某種缺陷去盡，而又將其餘的一些儘可能地減小。平常照相鏡頭或者對像的扭曲一層不太注意，因為這種缺陷使物與像的形狀略有差異，例如一個正方形造出來的像，四角會特別尖一些出來，一般的情形却不足為害。但如軍用時欲以照相測定二點間的距離時，這種缺陷則不允許了。

除造像的理論上的各種缺陷以外，製造時透鏡的球面未必能與計算出的數值完全符合，而總有些差誤的。又當許多塊透鏡組合成一個透鏡組的時候，那些球面的中心未必能如計算時所假設的完全在一條直線(光軸)之上，而其間的距離也不能全如計算的數字所示。還有，玻璃未必如理想那末均勻。所謂均勻是要看它的折射係數和分光率是否到處保持不變，其中不能有氣泡，不能有張力，不能有結晶式雜質。要完全達到理想的境地，自不可能，平常稱為光學玻璃的却與之相差不過遠。製造各種光學儀器都用光學玻璃，而照相鏡頭所用的則特別的嚴格些，它所要的玻璃的性質(即折射係數與分光率)也複雜些。

軍用照相機自要大些的鏡頭，方能在較昏暗的環境下拍照。換言之，在較亮的環境下就能拍「快鏡」，像在幾百分之一秒乃至千分之一秒的時間內就能留下持久的影子。這于是牽涉到膠片的感光靈敏度，新式的膠片確已能滿足這種要求。不但如此，膠片的感光範圍還可以遠於肉眼為廣，大家都知道膠片可以感受紫外線，但有一種膠片特別對於紅外線靈敏，這可以利用在夜間照像。

(七)探照燈 欲在黑暗中看見遠物，當將光送到那遠物上去，而且送去的光愈多看得愈清晰。換言之，我們應將光源在遠處造出一個像，這種作用是將望遠鏡的物鏡反轉來。探照燈的光源多用弧光燈，因為它的光強。而造像的透鏡的直徑以愈大為愈佳。于是有問題產生了。因為直徑大了以後色差和球面像差都太利害，而且大透鏡的中部很厚，吸收的光能很多，製造也不無困難。

其間經過許多改良，現在所認為好的辦法是用拋物線旋轉面的反射鏡放在光源之後，光源則在它的焦點上。所謂拋物線的旋轉面僅是裏面不鍍銀的一面如此，外面的一面則與之微有出入，使裏面那一面第一次反射後所成的像，和從外面鍍銀面的第三次以至更多次的反射像相疊合。如此點光源，在無窮遠造成一個無球面像差與色差的像。至于反射鏡的玻璃約只有一二釐的厚度，所吸收的光能不多，不足為患。

軍隊中傳遞信號有時應用燈光，這種燈也就是一架較小的探照燈，其中不過還有快門可資啓閉而放發信號。另外它還有一隻光軸與探照燈的光軸完全平行的望遠鏡，以便觀察信號是否播送到目的地。如能利用日光，則信號只要二片平面鏡即可放出。二片的意思是——片對着日光，一片對着目的地，二者可以相對移動而將日光從任何方向反射到任何目的地去。

以上就筆者個人的看法，將軍用光學儀器加以分類，并由每一類中敘述其一二代表的儀器，惟以篇幅所限，不及詳論其理論與構造的情形。至於疏漏不當之處，尚幸賢達之士加以指教。

工作時間與動作 (Motion and Time Study)

江元方

(兵工署工業司製造科科長)

任何工作，其時間，自以愈少愈佳，其工作程序及動作，自以愈簡愈佳，此項科學即係對此作精密澈底有系統之研究，美國各大學工學院率皆設有此課程，對此努力作精進之研討，各大工廠皆設有專門負責工程師，專司此事，以求工作效率之增高。

此學原分爲二：一爲時學 (Time Study)，在 1821 年泰氏 (Frederick W. Taylor) 開始提倡，一爲動學 (Motion Study) 在 1885 年吉氏 (Frank B. Gilbreth) 及其夫人 (Lillian M. Gilbreth) 最早研究。近年合併爲一，初爲某項工作動作之分析，進而爲工作程序之研究，再進而爲計劃全廠佈置，美人對此努力不斷，提倡研究儀器工具及理論，日新月異。各學府學者與各廠工程師打成一片，因之工廠出品效率日高，成本日低，造成大量生產 (Mass Production) 之燦爛工業國家，實爲工程師血汗結晶之果，決非偶然者也。

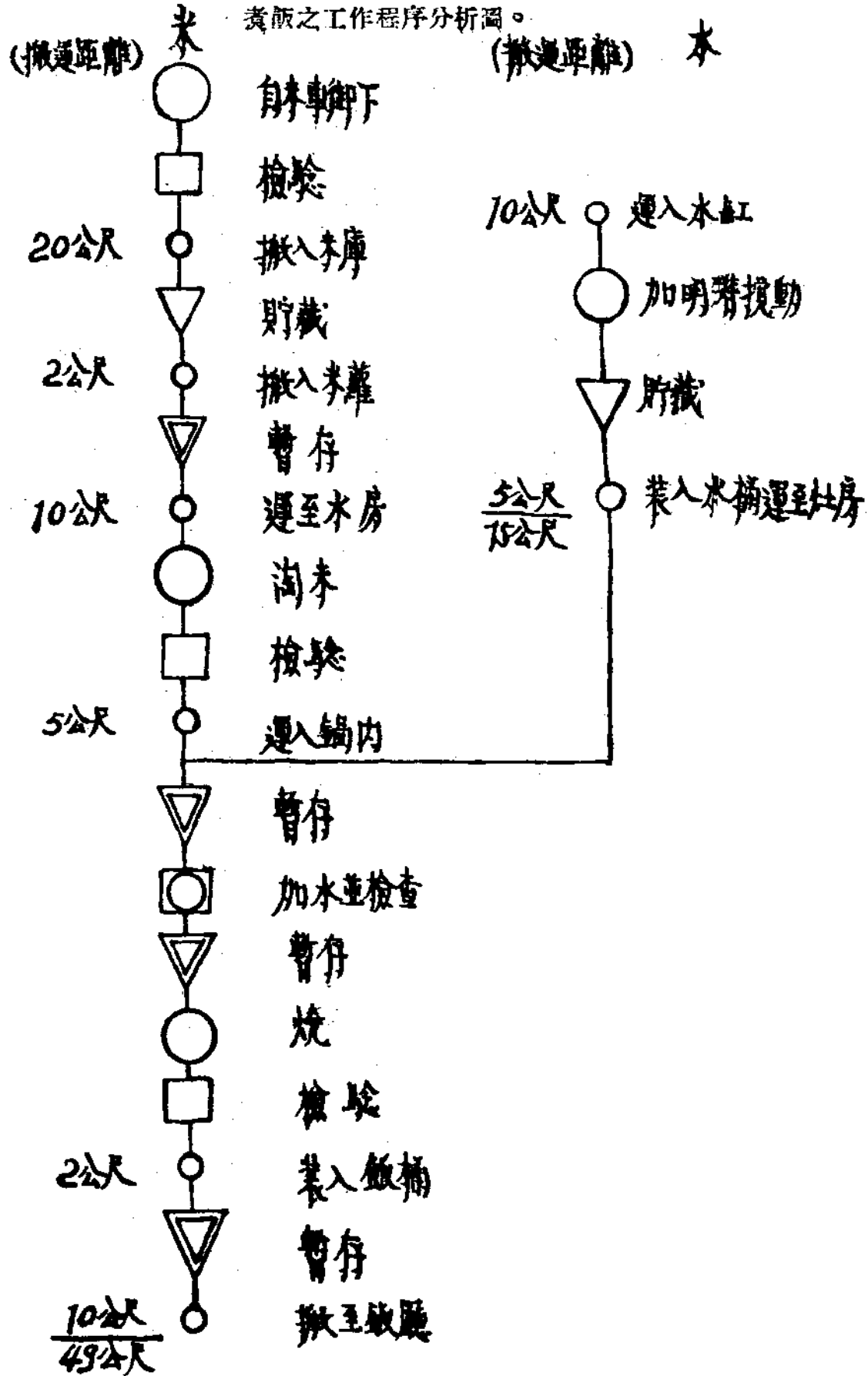
此學可分爲工作程序之分析，及細微動作之研究二部分 筆者在美西北大學曾讀此課程，深感興趣，茲簡略介紹於后：

一、工作程序及動作之分析 (Process and Operation Analysis)

大量生產工廠出品浩繁，其工作程序，工廠佈置，工作動作，經濟與否，實有重大關係；如成品多搬運一次，某項材料多一次往返，則積日累月，總計其人力物力之不必要浪費，實堪驚人，故事先佈置，事後研究，實極重要，吉氏 (Gilbreth) 對工作物在廠內之動態，發明各種符號代表之；其主要者有右列數種：

- 工作 (Operation)
- 運輸 (Transportation)
- 檢驗 (Inspection)
- ▽ 暫時存放 (Temporary Storage)
- ▽ 永久存放 (Permanent Storage)

煮飯之工作程序分析圖。






工作物在廠內之路程及動態，以第卅七頁所列符號製成圖表，詳加研究分析，其材料之收付，工作物之傳遞，是否有一寸一尺不必要之浪費與重複，設法改善之，至最經濟之辦法為止。

茲以最平常之煮飯工作為例，用上列符號，將其工作程序及動作分析如第卅八頁圖表：飯之直接材料為米與水，即二項開始。

觀上圖可知煮飯工作，由材料以至成品，其材料須搬運 54 公尺之距離，如係三五升米之小量生產，似無所謂；但如係 50 担甚至 100 担之大量生產，則必需加以研究改善，如改用自來水而龍頭裝於飯鍋上，則可省 5 公尺，他如米車與米庫，米車與淘米處，淘米處與灶，廚房與飯廳間之距離，及相互之佈設法，大有研究之價值，必須繪成佈設圖，依據上述之分析，用有經驗之煮飯者（應稱工程師，一笑，）逐步作精細之研究檢討，庶可設計成一最經濟最有效之煮飯工作程序或飯廠。

二、細微動作之研究(Micromotion Study)

工作程序雖已近理想，但如每一道工作不科學不經濟，亦決不能得優良結果。如上述之淘米，如用手淘，則 50 担米要若干工人，搓到那一下！必須設計一效率甚高之工具或另法，是以對工作程序中之每一道工作，是否科學化，是否經濟，必作詳盡細微之分析，其不被注意之浪費方易察覺改進此項細微研究，對工作動作有下列各種符號代表之：

Sh.		找	Search
F.		找着	Find
St.		送	Select

G.	∩	抓	Grasp
TL.	∩	運送	Transport-loaded
P.	○	置	Position
A.	≡	裝	Assemble
U.	U	用	Use
DA.	≡	拆	Disassemble
P.P.	8	預放	Pre-position
I	○	驗	Inspect
RL	∩	放	Release-load
T.E.	∩	運空	Transport-Empty
R.	♀	休息	Rest
A.D.	⊥	可避免耽擱	Avoidable-delay
Pn	♀	思	Plan
U.D.	∧	不可免耽擱	Unavoidable-delay
H	∩	持	Hold

上列符號，稱為 Therblig Symbol，為吉氏 (Gilbreth) 所發明，Therblig 一字，即為 Gilbreth 名氏之倒寫。

茲舉一例，以示其研究之精微。如吾人持箸夾菜而食之動作，若得以上述符號

表示之，得如右圖之連系：	0.2 秒		思	考慮一下
經上列分析，可知欲食	0.3 "		找	覓欲食之菜
菜之速，則口與菜碗之距離	0.1 "		找着	找着了
，及每次所取之重量等均有	0.2 "		選	挑選菜塊
關係，每道工作動作，應如	0.8 "		運空	持箸前取
此分析，同時必須研究所需	0.2 "		抓	夾住之
時間是否浪費，故須有一跑	1.2 "		運送	回送口方
馬鐘，其準度為 $\frac{1}{2000}$ 秒，	0.2 "		置	對準口處
必要時，並須以特製電影機	0.2 "		放	放下菜
	3.4 秒			

拍攝電影，詳加分析，製成各種表格，以求最科學之標準動作，其他如機器工具亦可，照此研究其動作而改進之。

三、動作之標準原則

經各學者之研究，認為工作經濟之標準原則，有下列二十二條：

關於人體方面：

1. 兩手須同時開始，同時完畢。
2. 不可有一手休息，等候其他一手工作。
3. 兩手動作方向須對稱，不可同向一側取物。
4. 手之動作以利用下層為宜，最好只用手指，而以手連身動為最不妥當。
5. 最好利用工作物之慣性以搬運。
6. 工作線路以圓曲為宜。
7. 動作以有彈道性 (Ballistic Movement) 較用有管制性者為快且準確。
8. 動作以有拍子及節奏為佳。

關於工作地點：

9. 材料及工具須置放一定不移動之處。
10. 工具，材料須置放工作者位置之前，愈近愈佳。
11. 裝配之零件宜用特設裝具，自動墮至裝配者手前。
12. 裝成之件宜利用其本身重量，自動墮至盛具。
13. 零件工具置放順序須合乎工作順序。
14. 光線之光度，方向，顏色，皆須適合工作之需要。
15. 工作物或檯之高度，須可以調整，以便工人坐立皆可工作。
16. 工作椅之式樣及高度須適合工作者正式姿勢。

關於工具及設備：

17. 須盡量利用腳或身體其他部份代替手之動作。
18. 隨用之工具以能合併為宜；如帶橡皮之鉛筆使用甚便。
19. 工具須置於靜待使用之地位。
20. 用手指之工作須注意各手指能負擔力量之區別。
21. 工具手柄之形狀須注意設計，使適合工作。
22. 機器之手桿手輪須裝於使工人極易使用之位置。

四、結論

上列各節僅係對此項科學作一簡略之介紹，希引起讀者之研究興趣，此學乃大量生產之根本要點，捨此而求大量生產，而求工業化，無異緣木求魚，反觀我國工程界對此似並無興趣，是以各工廠不科學之佈置，不必要之浪費隨處可見；對英國工廠出品之多效率之高，只加以驚嘆，並未研究其所以然，以致因效率不高，工人太多而發生之成本問題，住宅問題，福利問題，種種困難不得解決而至窒息，如原用 1500 工人工廠，因效率提高只用 100 人，或仍用 100 人，而出品增加十倍，則一切問題均可迎刃而解矣。

筆者深感，如欲我國工業化，或挽救我國工業界，提高效率乃根本之途徑；而提高效率之方法，在急起直追對工作時間與動作 (Motion and Time Study) 作精確之研究，庶幾有補焉。

雷達指示器 (二)

陳載華

(本校訓練部兵勤組教官)

(C) 利用真空管之齒波電壓產生器 (Vacuum-tube Sawtooth Sweep Generator)

在雷達機構中，常需由一脈波發生器嚴密控制掃波電壓于指示器上，在此種情形下，充氣三極管之掃波電路即應改以真空管掃波電路。此電路中之真空管並非用以作施放式(Relaxation)振盪，因其作用係完全由柵極控制，容電器上所充之電壓高低與真空管之導電與否無關，除非在柵極之負電壓已取去時始能開始導電。

如圖 20 所示者為一最簡單之真空管齒波產生器線路。在此線路中，有一觸發

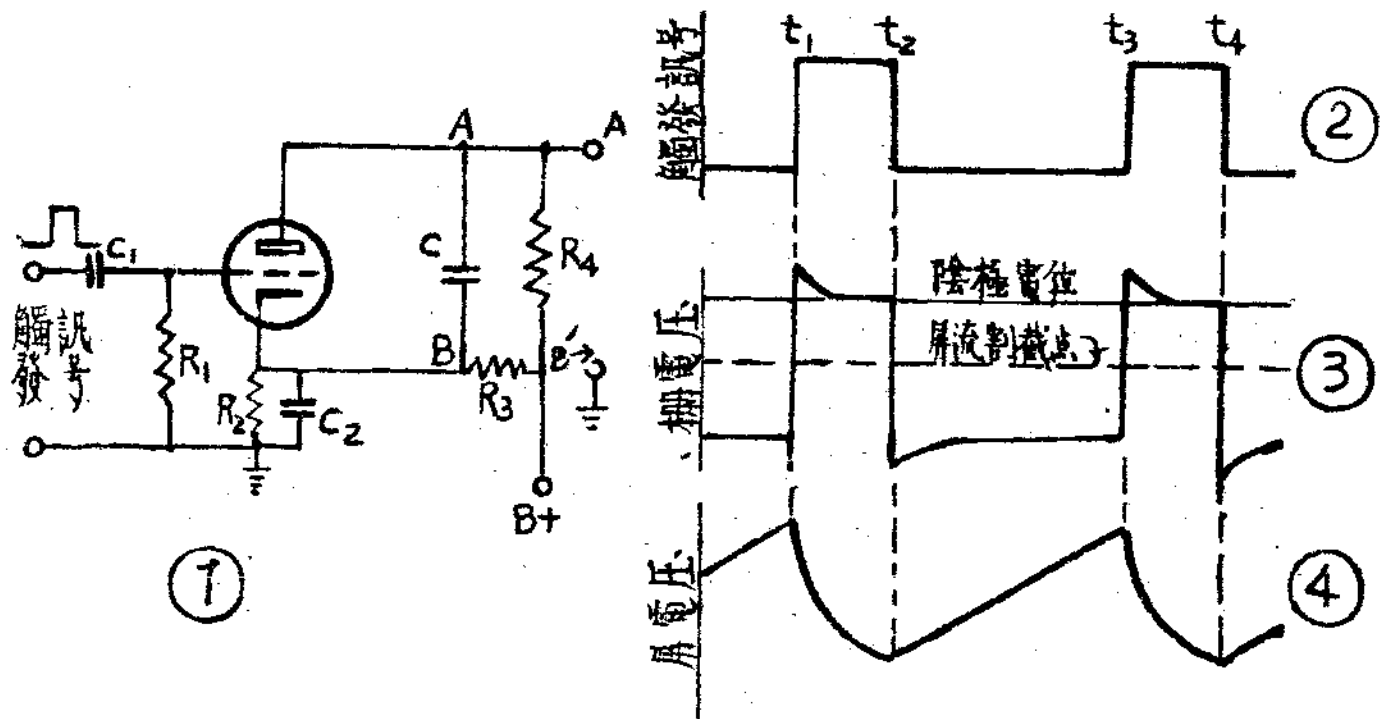


圖 20. 真空管齒波電壓產生器

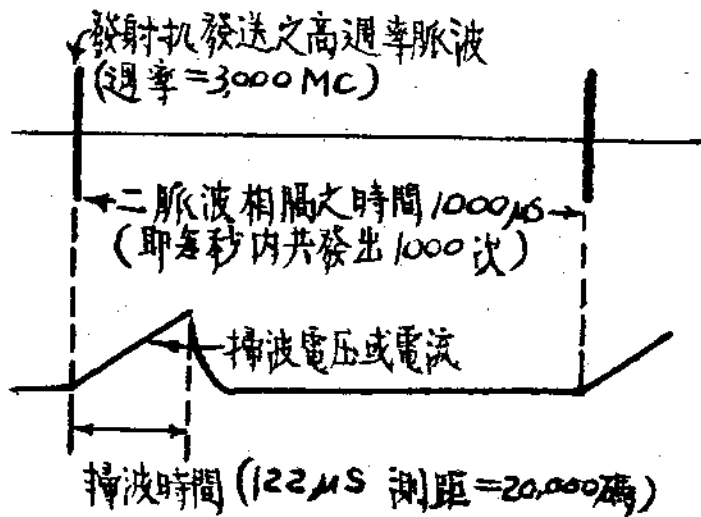
訊號(Trigger Signal)，其波形為正向矩形波 (Positive Rectangular Wave) 來自一多譜展波器(Multi-Vibrator)——(此等電路容後詳論)。此矩形波之脈衝經 C_1 交

連至真空管柵極，當其前導邊 (Leading Edge) t_1 到達柵極之時，立使柵極變為正電性，此時柵極吸收電子產生電流，此電流將使容電器 C_1 充入少量之電。當矩形波之後邊 t_2 到柵極後，柵極本返于原來之負電位上，但此時因容電器 C_1 上所充之電經電阻 R_1 而放電，使柵極更趨負性。但因時間常數 $C_1 R_1$ 頗短，故容電器上所充之電能，得以在第二脈波到達柵極前完全經電阻漏去。陰極上所接之柵漏壓在平常無訊號時係使屏流割斷，在割斷點 (Cut-off) 以下。當屏流割截時容電器 C_1 被充電，但當達 t_3 時，容電器上之所充之電尚遠低于最後所能達之電源電壓，另一脈波已輸至柵極上，此脈波使真空管大量導電，于是 C_1 上所充之電壓即在 t_3 與 t_4 之一段時間內被真空管所放電。因此時真空管內之電阻極低，故容電器 C_1 經真空管而極快放電完盡，于是乃產生鋸齒形之電壓波得作為掃波電壓之用。此電壓波之輸出，吾人可自容電器之兩端或 A 點與地線上接出，因旁路容電器 C_2 之容電量甚大，其對交流之阻抗極低，實際上 B 點之交流電位，即等于地線上之電位。實用上輸出電壓均自 A 點與地線接出，蓋較為便利也。

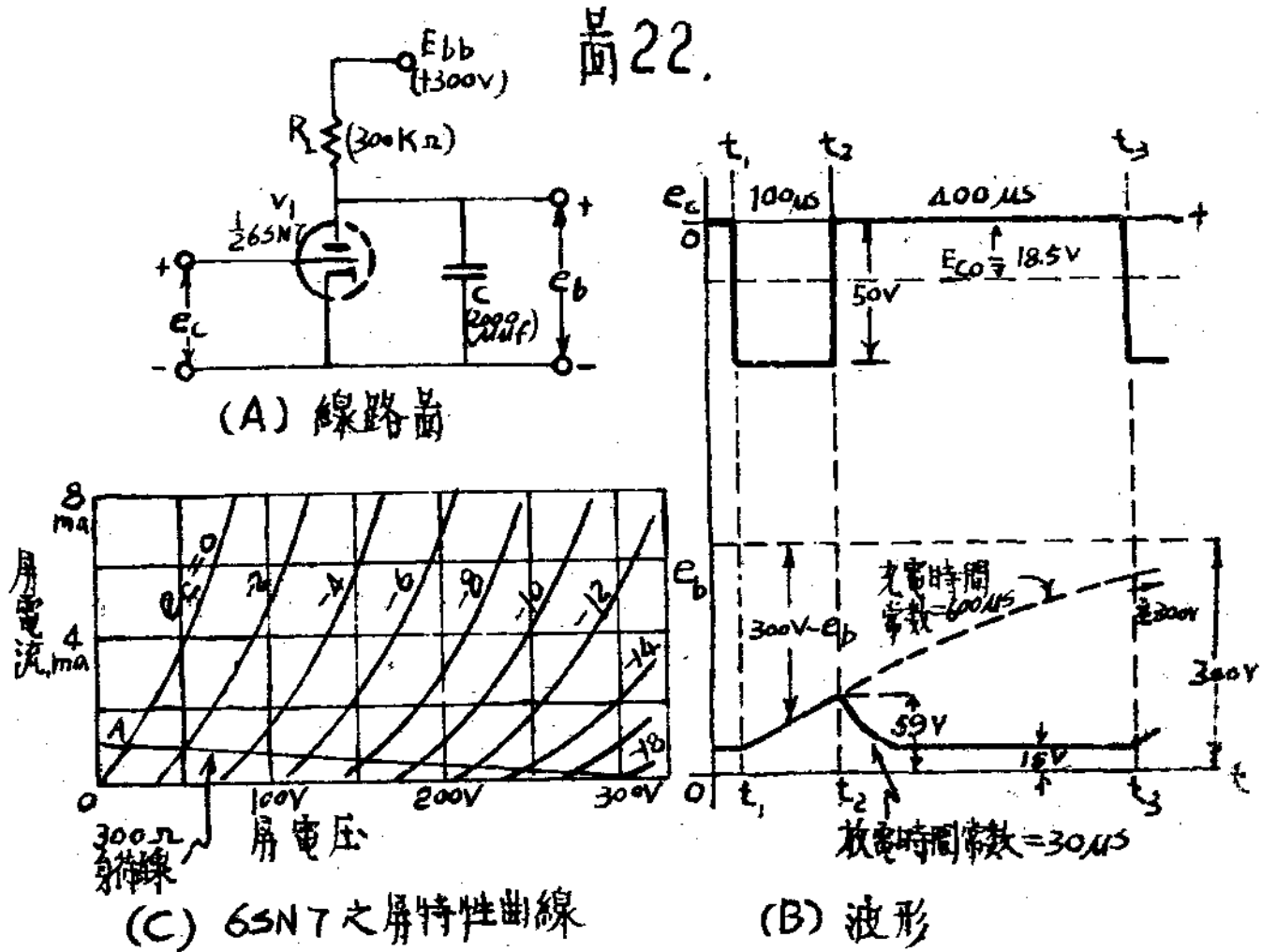
上述之真空管齒波產生器，當其應用于雷達上時，通常之時

間關係，並不盡如上圖 20 所指示者，但無論如何掃波電壓之開始，大致均當發射機在發出一脈波之時則為一律。通常之時間關係如圖 21 所舉之例示：其掃波所佔之時間，視欲測之距離而定，在長距離時所佔之時間較長。而在短距離下，所佔之時間較短。甚多之雷達機上，常裝有測距開關 (Range Switch)，以改變掃波所佔之時間，使能觀察各種長短不同距離內之情形，俾作詳細追蹤目標物之用。故通常掃波時間並不佔二發射脈波間之全部時間，而為其一部份。

圖 21. 發射脈波與掃波之時間關係



以上情形，吾人于此舉一實例，以便明瞭齒波產生器內之工作詳情：為便于解釋起見，將線路簡化如下圖 22 A 所示形狀，真空管柵極上所輸入脈波 e_c 如圖 B



所示之短形波。此脈波之形狀大小須在時間 $(t_1 - t_2)$ 內使真空管維持于屏流割截點以下，而在另一時間 $(t_2 - t_3)$ 內使柵壓 $(e_c = 0)$ 變為零，使真空管導電。只須合于此條件之電壓波即可，並非一定限于矩形之形狀。

當在時間 t_1 之前時，真空管處于導電情況下其屏壓甚低。當時間到達 t_1 時，屏流突被柵極上所加之負電壓割截，此時容電器 C 即由電源經負荷電阻 R_1 而充電，容電器兩端之電壓 e_b 沿指數曲線向 300V 之電源電壓上升，但當其僅升高至全值之一部份時，時間已至 t_2 ，真空管又再導電，于是容電器乃經真空管之內阻 r_p 而放電。因充電所經之部份為指數曲線上開始時甚短之一部份，故所形成之鋸齒形電壓波極近于直線上升。

當在 t_1 將達前真空管導電時，容電器上已無電荷之變動，此時真空管之屏流即等于負荷電阻 R_L 中之電流，故可在特性曲線上畫出一 $300k\Omega$ 之負荷線有如 C 圖所示，此直線與 $e_c=0$ 曲線相交之 A 點即為真空管在上述時間下之工作點。

由圖 C 可知此時之屏流， $I_b=0.95\text{ ma}$ ，屏壓 = 15 伏特，當到達 t_1 時間屏流被割裁（由圖所示，柵負壓在 -18.5V

時之即達割裁點，實際上所用之柵負壓為 -50V 以保證其完全割裁）。此時 A 圖之線路可化成如圖 23 所示之較簡單情形。容電器兩端有 15V 之電壓，此電壓係先前在未達割裁點 t_1 以前之屏壓，由圖 23 可知，此時容電器 C 上

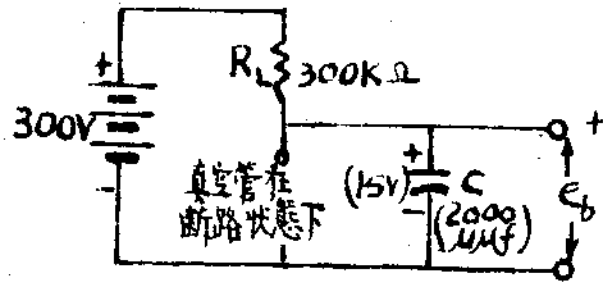


圖 23. 屏流割裁時之相當電路

之電壓係由 15V 起沿指數曲線充電向 300 伏特端上升，有如前圖 22 B 中所示，其充電時之時間常數為

$$\begin{aligned} \text{時間常數 } RC &= R(\text{Megohm}) \times C(\mu\text{f}) \\ &= T_{ch} (\mu\text{S}) \text{ 微秒} \end{aligned}$$

$$\text{故 } T_{ch} = (300 \times 10^{-3}) \times 2000 = 600 \mu\text{S} (\text{microsecond})$$

此處之 T_{ch} 表示容電器充電 (Charge) 時之時間常數。當充至時間 t_2 時容電器兩端之電壓 e_b 可由下式計之：

$$300 - e_b = (300 - 15)e^{-\frac{t_2}{600}} = 241\text{V}$$

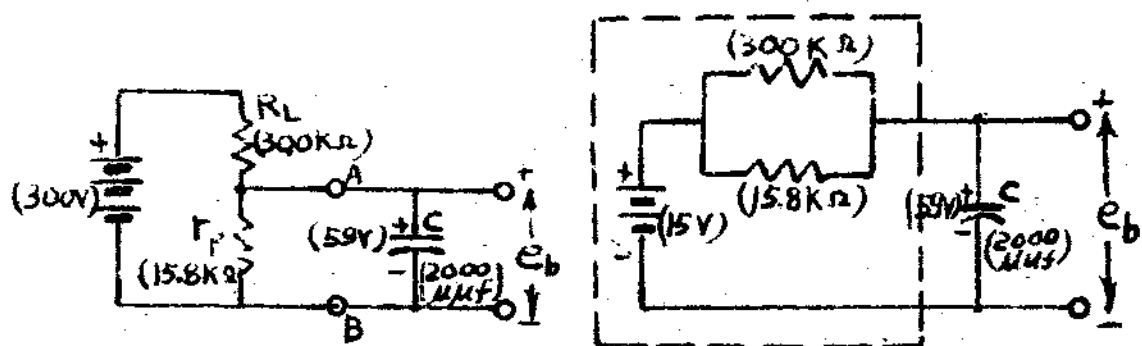
$$e_b = 300 - 241 = 59\text{V}$$

究竟此電壓由 15V 升至 59V 所沿之線與完全直線相差多少？亦可由計算方式明瞭之，設電壓之上升係按開始時之充電速率沿一直線上升，此速率即為在一個時間常數 $(600\mu\text{S})$ 內升高 235V 之值。故如完全沿直線上升，則在 $100\mu\text{S}$ 後之 e_b 值應為

$$15 + 235 \times \frac{100}{600} = 62.5V$$

由此可知，實際上所沿之曲線與完全之直線在 t_2 時相差 $62.5 - 59 = 3.5V$

當至 t_2 點後，柵極之電壓回歸于零，此時真空管又開始導電，其電路乃可簡化成如圖 24(A) 之相當電路。圖中之 59V 為容電器上所充之初電壓，即為屏流割



(A) 相當電路

(B) 按 Thevenin's 原則簡化後之電路

圖 24. 導電時間內之相當電路

裁期間內，最後所充達之電壓值。至 t_2 後，因 $e_c = 0$ ，在真空管導電之時間內，由屏極至陰極之內阻 r_p 幾等于一固定電阻，此電阻值，可由前 22 C 圖中所示之 A 點計算之，在此點之電壓 = 15 伏特，電流 = 0.95 ma，故 $r_p = \frac{15}{0.95} = 15.8K\Omega$ 。

為簡化(A)圖以便於計算起見，吾人可使用 Thevenin's 原則，將(A)圖 A, B, 二點左面部份之線路化成為右圖(B)內虛線正方形所包括之相當部份。按 Thevenin's 原則為「任何包含一箇或一箇以上電源，並有兩端之直線式電網 (Linear Network)。從其兩端所聯接之負載阻抗而觀，其特性可以視作另一簡單之相當線路，內包含阻抗 Z 及電源 E 所構成。內 E 為兩端不接任何負載時之電壓，Z 為電網中各電源或短路時外端所測得之阻抗」。此處在圖(B)中之電源電壓 E 為在 A, B, 兩端開路時之電壓 (Open Circuit Voltage)，此值為

$$300 \times \frac{15.8}{300 + 15.8} = 15 \text{ 伏特}$$

而其相當電路內之內阻 Z 值，即將電源短路時由 A, B 兩端所測之值，故為 $300K\Omega$ 及 $15.8K\Omega$ 二電阻值之並聯；隨 t_2 之後，容電器開始放電， e_b 沿指數曲線由 $59V$ 降至 $15V$ ，此指數曲線之時間常數，由圖(2)可知為

$$T_{dis} = \left(\frac{300 \times 18.5}{300 + 18.5} \times 10^{-3} \right) \times 2000 = 30 \text{ 微秒}$$

由此可知放電時間常數 T_{dis} 少于二脈波間之時距數倍，(30 微秒 \ll 400 微秒)，故在第二脈波未開始前，容電器上所充之電早已完全放盡，以準備第二次之充電。

當在 t_2 時間到達之時，真空管內之屏流開始時之值實較大于其最後值 $0.95ma$ ，蓋此時容電器之放電電流流過真空管，故其實際上屏流之總值為容電器放電電流(屏壓 e_b 被除于真空管內阻 r_p ，即 $\frac{59}{15.8} = 3.74ma$) 加上流經負荷電阻 R_L 之電流值，當容電器在繼續放電時，屏流逐漸減低，最後在放電完盡後屏流即等于流經電阻 R_L 之值。

在使用 Thévenin's 原則時，須注意在圖(B)虛線方括內之各物，並非實有其物，故並不能用以計算屏流等值。例如由此圖中，吾人可計算通過 $15.8K\Omega$ 電阻內之電流為 $2.78ma$ ，但此 $2.78ma$ 之電流值，既非屏流值，亦非任何其他電路內之電流值，並無意義存在，圖(B)僅能用以計算虛線方括外面之電流電壓，而方括部份只代表一整個之相當電路而已。

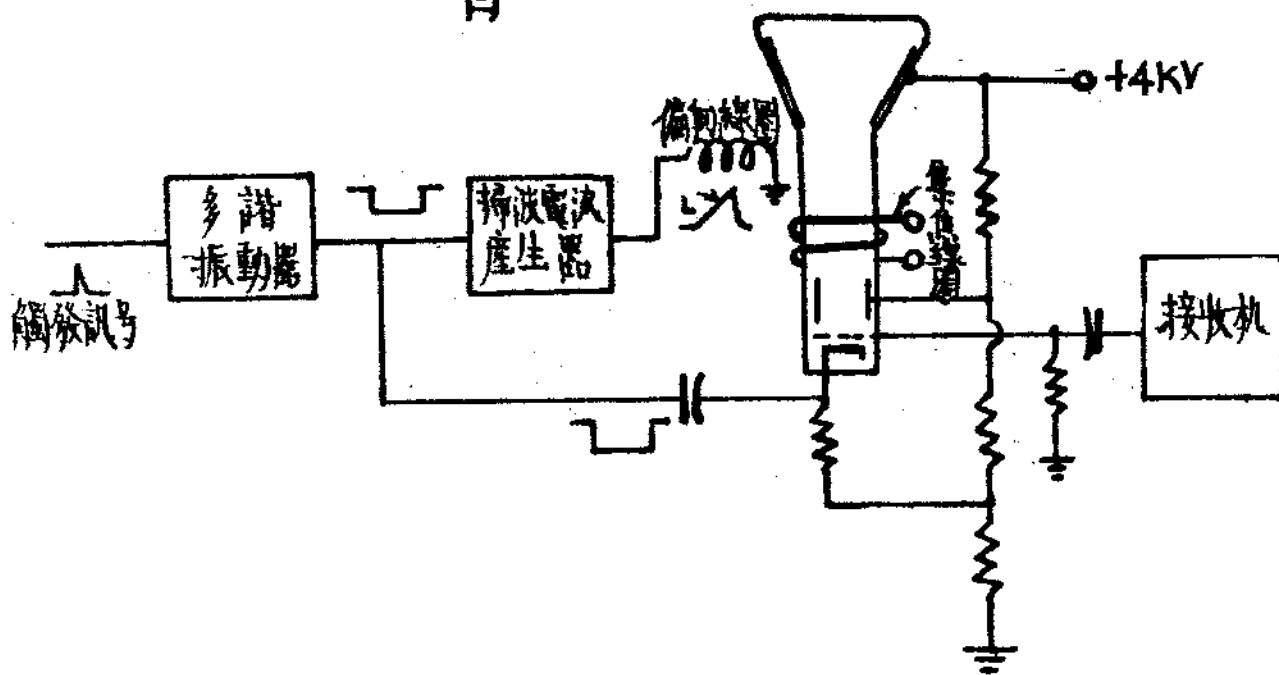
由上所算得，可見放電時時間常數遠較充電時之時間常數為短。此乃因充電時之電阻為 $300K\Omega$ ，而在放電時，被並聯入一 $15.8K\Omega$ 之低電阻所致。因在充電時須要一長時間常數，以得產生近于直線之齒波。而在放電時，則須短時間常數，俾使在發射機第二脈波發出前，容電器得完全放電完盡。 t_2 與 t_3 一段二掃波電壓波所相隔時間，不應在指示器之掃波基線上出現，通常均于此時加負電壓于高極線管控制柵上，使光點在該段時間內熄滅。

掃波電流之產生電路

(Sweep Current Circuit)

以上所述之各掃波電路，其所產生者均為掃波電壓。此等掃波電壓，乃用于加入靜電式陰極線管之偏向屏上，使二偏向屏間之電壓變化，而使電子注在螢光幕上移動者。但在磁電式陰極線管中，用作使電子注偏向之裝置為偏向線圈，而非偏向屏，偏向線圈所用作偏向者為線圈中電流之變化，而並非如靜式管之使用電壓變化，故前述之掃波電壓波，不能用于此處，所需者，為如何產生掃波電流波。在大部份雷達之應用強度調幅(Intensity Modulation)指示器者，均採用磁電式陰極線管，此式陰極線管中使電子注偏向之磁場強度，幾完全正比于通過偏向磁場線圈中電流之大小。故在此式指示器中掃波電路之佈置，以產生掃波電流為目的。如在欲得一直線形之掃波時，則通過偏向線圈中電流之形式必須為一鋸齒形之電流波。

圖 25



磁電式陰極線管指示器作用之基本原理，有如圖 25 實體圖解所示：

此指示器中，當在兩次掃波之中間時，電子注因受控制柵之高負電位控制，無光點出現于幕上。但在掃波時間內，則有一表示距離之掃波電流，送入一組偏向線

圈內，同時有一發光脈波(Intensifier Pulse)，加至控制柵或陰極上，使螢光幕上之光點在掃波恰開始時出現。其全部程序如圖中所示：當一觸發訊號送至多諧振動器時，在該振動器中即產生一負矩形脈波，此脈波一面送至掃波電路，使發生掃波電流于偏向線圈中。同時一面送至陰極，使控制柵之負電位降低，而使光點在掃波開始時出現。至于接收機所收到之見像脈波(Video Pulse)〔其接至指示器處以及表示方法，隨各式指示器而異，當于後詳論〕，此處所舉之例為接至控制柵，作攝度調幅，使有回波時光點由一僅可見之亮度增至甚亮。

欲決定一目標之正確距離，吾人必須使掃波電流與時間成一直線關係，如此方能由發射波與回波在指示器幕上之距離，以決定目標物之實際距離。產生直線掃波電流之方法有數種，茲論之于下：

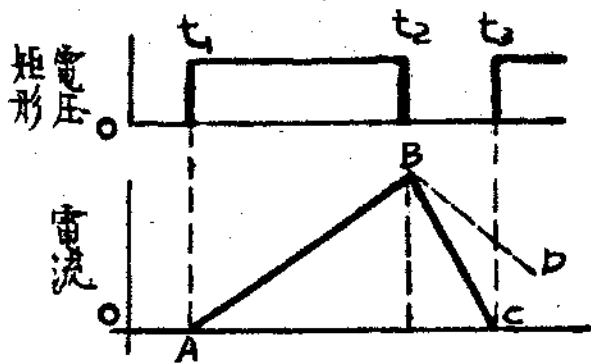
(a)用梯形電壓波以產生鋸齒形掃波電流——偏向線圈之構造，係由甚多導線繞于一非磁性物質線圈心上，或繞于一鐵心上而成。無論其所用之導線如何粗大，均有電阻存在其上。同時線圈且有感應量(Inductance)故掃波電流所流過之地，實為一含有電阻 R 及感應量 L 之串聯電路。

當一直流電壓突加于此包含 R 及 L 之電路中時，電流之上升，將按指數公式 $i = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$ 沿指數曲線上升。因線圈內電流增加時，磁力線向外移，此磁力線割切本身線圈，由自感應作用產生一反電壓，此反電壓之大小，隨電流變動率及感應量而變化，其值為 $-L \frac{di}{dt}$ 。即因此反電壓之作用，故使線圈內電流，按指數曲線而緩緩增加。在電流開始增加時之一小段曲線內，其增加率極近于一直線，可用之以作掃波電流。故如欲得極近直線之掃波，則其時間常數必須遠較掃波時間為大，如此所工作之曲線一段乃易近于直線。

由上所述，吾人可知，當一矩形波加于一純為感應量上之時，其電流因 $L \frac{di}{dt}$ 反電壓之原因緩緩沿直線上升，但當電路中有電阻存在時，電流即將按指數線而上升。于討論偏向線圈中之情形時，為便利起見可將其分作為一電阻 R 及一純感應量 L 之串聯電路討論之，如圖 26 所示。當矩形波加至純感應量上時，電流將沿

A, B, 線上升, 當升至 t_2 時, 兩端電壓突降為零, 此時, 如線路內之各常數, 並未改變, 則電流將按 B, D 線下降, 與上升時情形完全相同。但在實際上使用時, 均于此時藉一電子開關接入電阻, 變化線路內之常數, 使先前所儲于磁場中之電能, 甚快放電, 于是放電時電流改由 BC 線下降, 在一短時期內降至零。

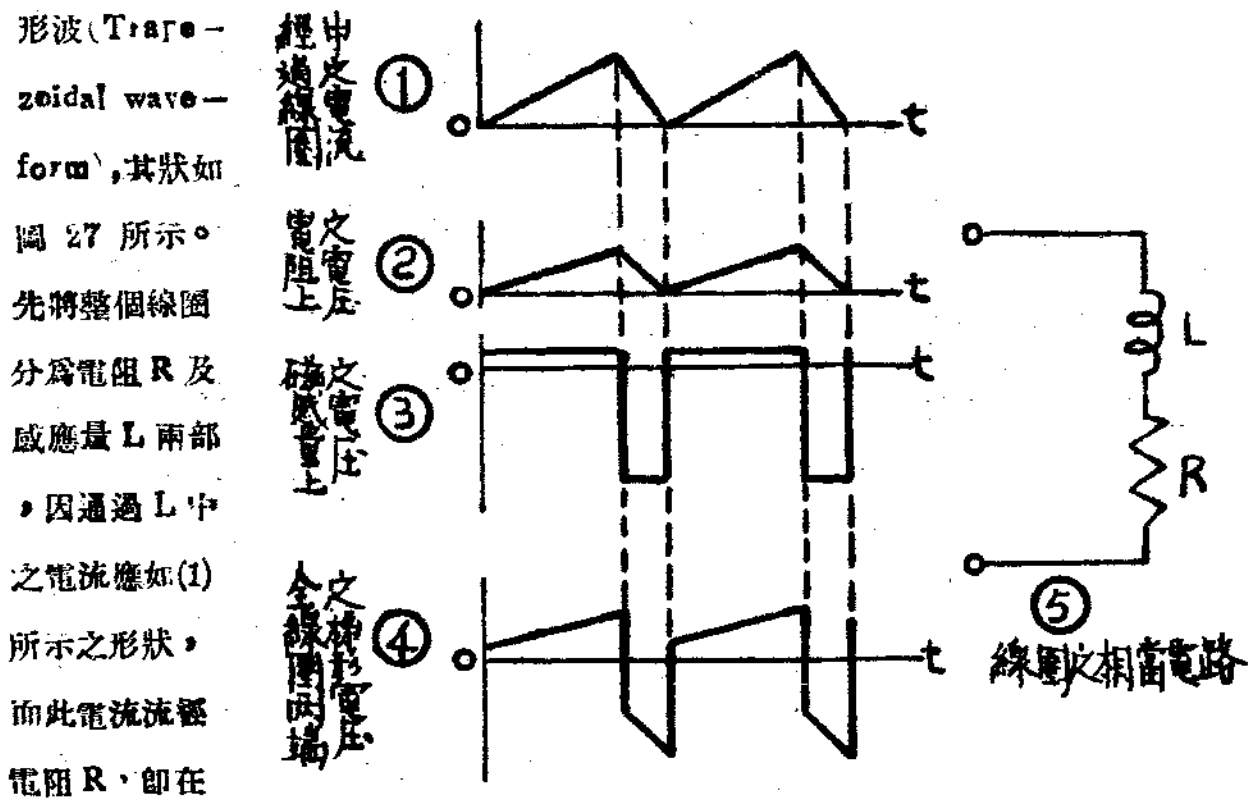
圖 26. 在純感應量上加一矩形電壓時之電流數值



因在偏向線圈中除上述之純感應量外, 尚有電阻之存在。如欲使通過感應量中之電流, 仍如上述之直線上升波形, 則所加之電壓並不能再如上所示之簡單矩形, 須同時有能抵消之線圈內電阻之作用, 此種電壓波應為一梯形波 (Trapezoidal wave form), 其狀如圖 27 所示。

先將整個線圈分為電阻 R 及感應量 L 兩部, 因通過 L 中之電流應如 (1) 所示之形狀, 而此電流流經電阻 R, 即在其上產生一相同形狀之電壓波, 如 (2) 所示。但如欲在感應量 L 中產生如 (1) 之電

圖 27.



其產生一相同形狀之電壓波, 如 (2) 所示。但如欲在感應量 L 中產生如 (1) 之電

流，則其兩端所加之電壓應如(3)所示之矩形電壓波。用電阻 R 與 L 為串聯，故所需加于整個線圈兩端之電壓波形，應為(2)及(3)二電壓之相加，結果可見所需加之電壓為(4)所示之梯形波狀。

梯形電壓波產生器 (Trapezoidal Voltage Generator)——欲獲得梯形電壓，可以圖 28 之梯形電壓波產生電路發生之，此電路與鋸齒電壓波產生電路極相似，所異者即容電器 C_1 加接一電阻 R_2 而接地，其各部工作波形有如 29 圖所示：圖中 (1) 為一矩形脈波加于輸入端結果在柵極上之波形，由圖可見，在時間 t_1 時， V_1 之柵壓在屏流割截點以下，此時電源電壓經 R_1, C_1 及 R_2 而將 C_1 充電，電壓上升沿近直線部份 $A B$ 而充電。(如圖(2)示)此穩定之充電電流流經電阻 R_2 ，乃在其上產生一穩定之電壓(如圖中(3)示)，但當時間到達 t_2 點時，柵極上突有一觸發脈波加入，使屏壓突降，於是 C_1 上所充之電能，經 V_1 及 R_2 而放電，此放電電流之方向與原充電時之電流方向相反，此電流使電阻 R_2 上之電壓極快移至相反負方向，(圖中(3)B-B線)，容電器亦于 t_2 至 t_3 一段時間內完全放電。因 V_1 管屏壓之值，為電阻 R_2 與容電器 C_1 上二電壓之和，故其結果屏極之電壓波形即如圖中(4)所示之梯形波，其軸為 $X-X'$ 線。梯形波經交連容電器 C_2 而檢至電流放

圖 28.

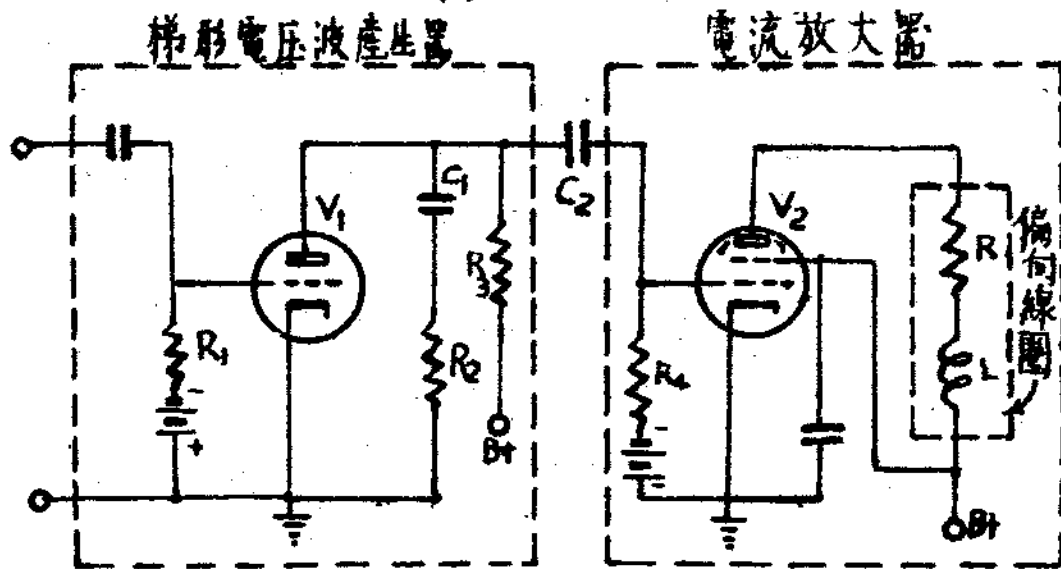
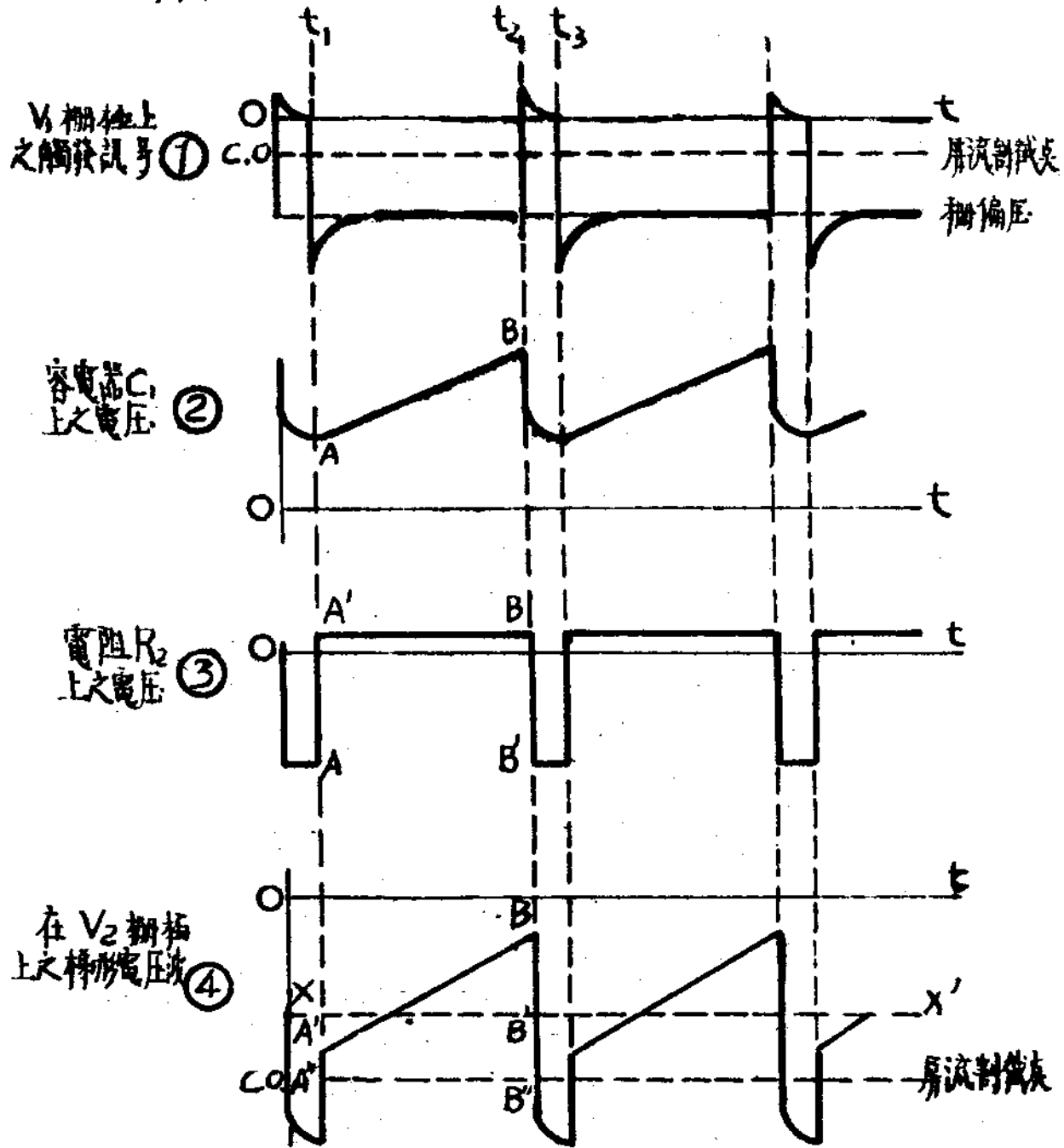


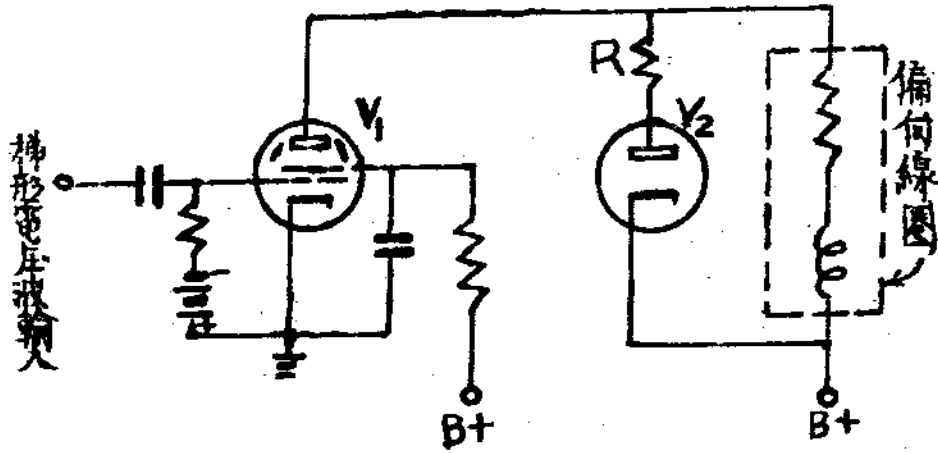
圖 29. 28 圖中電路內電壓波形狀圖



大管 V_2 之柵極上，梯形波中之 $A''-A'-B-B'-B''$ 部份，在放大管屏流割截點以上，使偏向線圈中有掃波電流通過，在 B'' 點下時， V_2 內之電流減至零，因此時柵負壓已至割截點，因而在偏向線圈中之電流亦必同時降至零值。由上可知加于偏向線圈兩端之電壓為一梯形波，故結果能得所需之鋸齒形掃波電流于線圈中。

當在電流掃波之最後點時，真空管 V_2 屏流突降為零，當此種電流之突變時，因線圈磁力線之忽然收縮，由 Lenz 定律，吾人可知線圈內將由感應作用生一電壓，此電壓之方向在維持其原來方向之電流流動，同時因線圈中潛佈容電量之存在 (Distributed Capacitance)，使線圈相當於一 L, C 諧振電路，遂至發生高週率振盪。此振盪妨礙掃波工作，須使振盪電流甚快減幅，及使原儲於磁場中之能量迅速降為零，故通常均將一電阻經一二極管而並聯於線圈之兩端，如圖 30 所示。平常在掃波時二極管之屏極對陰極為負電壓，管的電路不通，等於斷路。但在線圈中電

圖 30.



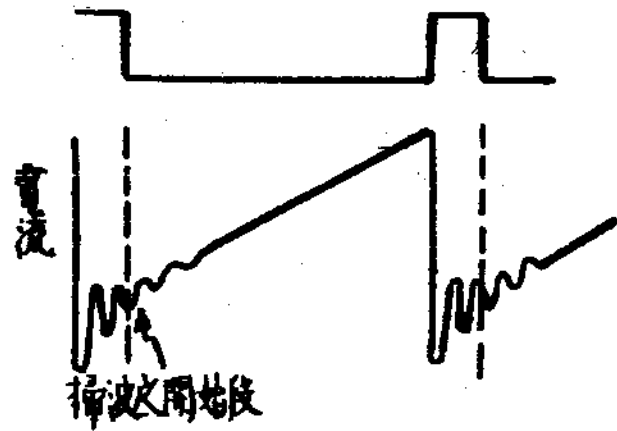
速降為零，故通常均將一電阻經一二極管而並聯於線圈之兩端，如圖 30 所示。平常在掃波時二極管之屏極對陰極為負電壓，管的電路不通，等於斷路。但在線圈中電

流突變時，因自感應而生之電壓，其極性與原來者相反，使二極管之屏極對陰極變為正電壓，管內即導電，於是電流流經電阻 R 而將磁場所儲能量釋放。此電阻之作用另一方面為用以減低偏向線圈之 Q 值，因在掃波末了電流突降為零時，線圈產生振盪，如其 Q 值相當高，則振盪可繼續

至第二次掃波時間內，如圖 31 所示。此種現象，使掃波開始時之情形完全脫離直線形，如接入電阻減低線圈 Q 值後，可使振盪極快減幅至零，不致於第二次掃波時出現故又名減幅電阻 (Damping Resistor)。

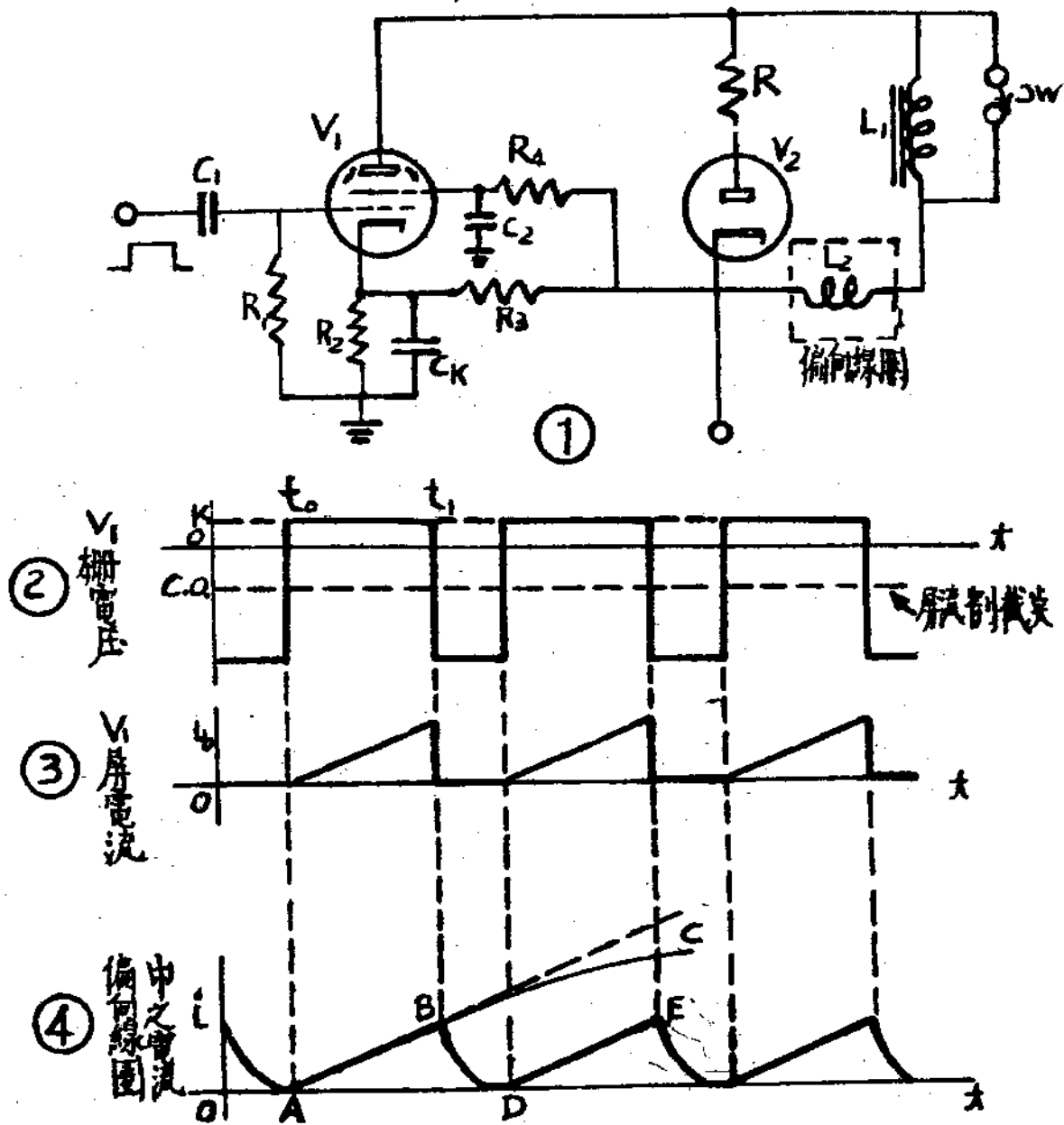
(b) 由線圈內電流之指數上升以獲得掃波電流電路——前已述之，當一直

圖 31.



電壓加於一包括 R 及 L 之電路中時，電流之上升將沿一指數曲線，如線路之時間常數 $\frac{L}{R}$ 遠大于掃波時間時，則電流之上升將在指數曲線之開始部分，極近於直線，得用以作掃波電流。利用此理，由矩形電壓波以產生鋸齒形掃波電流於偏向綫圈中之電路如下圖 32 所示：此電路與以前所述用於靜電管中之鋸齒波電壓產生器極相似，所異者。不過將 R-C 電路改以 R-L 電路以獲得鋸齒形電流而已。如

圖 32. 掃波電流產生器



圖示，此電路當在二掃波之中間時，柵負電壓由分壓器 R_2R_3 之配置其負電壓值使屏流在割截點以下，故此時間內偏向線圈中無電流通過。當達時間 t_0 時(圖中(2))，一矩形之正脈衝波加至 V_1 柵極上，使柵極電壓突變為正性，屏流乃產生而通過電阻 R_2 及真空管 V_1 及 L_1 及偏向線圈 L_2 內，此時電流之增加，將沿指數曲線 ABC 而上升，曲線之開始部分極近直線，(圖中(1))，至於其電流之增加率及由此電流而發生磁場使電子注在陰極線管幕上之偏向速率，由屏極之電源及電路內之時間常數決定之，此常數包括線圈 L_1 及 L_2 內之感應量與電阻並真空管 V_1 內之屏極電阻。當電流上升至時間 t_1 點，曲線尚未離開直線部分時，柵電壓又突降返割截點以下，屏流突停止(圖中(3))，儲於磁場中之電能乃急速經二極管 V_2 及 R 釋放，放電電流沿指數曲線下降返於零，因此時之電阻值遠較電流上升時為低，故甚快即返於零，如圖中(4)BC 段所示。當掃波時，吾人如欲變化其掃波速率，可以開關接於 L_1 兩端以改變其時間常數。當 L_1 短路時，線路中之感應量遂之減少，時間常數縮短、掃波時間加快，得可以精確觀察短距離內之目標物。而在欲有長距離掃波時，則仍將 L_1 加入電路內，增長其時間常數，以減低其掃波速度也。

掃波電路實例

述至此，吾人將舉一由梯形電壓產生掃波電流之實例，俾得明瞭全盤電路中之工作實況：

有一磁電式陰極線管上之偏向線圈，其內電阻為 300Ω ，磁感量為 10MH 。如圖 33 A 所示，欲在其上產生一直線鋸齒形之掃波電流時，則加至該線圈兩端之電壓，必須為一梯形波，設此梯形電壓波之形狀如圖 33 B 所示。當在線圈中之電流沿直線上升時，因為一等速之增加，故電流之增加率 $\frac{di}{dt}$ 為一常數。欲克服由自感應作用在磁感量部分所生之反電壓，須加一等值電壓於線圈磁感量部分，其值為 $L\frac{di}{dt}$ ，此為一固定值。至於在線圈電阻部分電壓，則為 Ri ，其形狀完全與流過其中直線上升電流之波形狀相同。故偏向線圈兩端之總電壓 C，應為此二電壓之

和，即為由磁感量兩端之矩形電壓波加電阻兩端之鋸齒形電壓波成為如圖 33 B 中所示之梯形波情狀。

圖 33. 偏向線圈中之電壓與電流

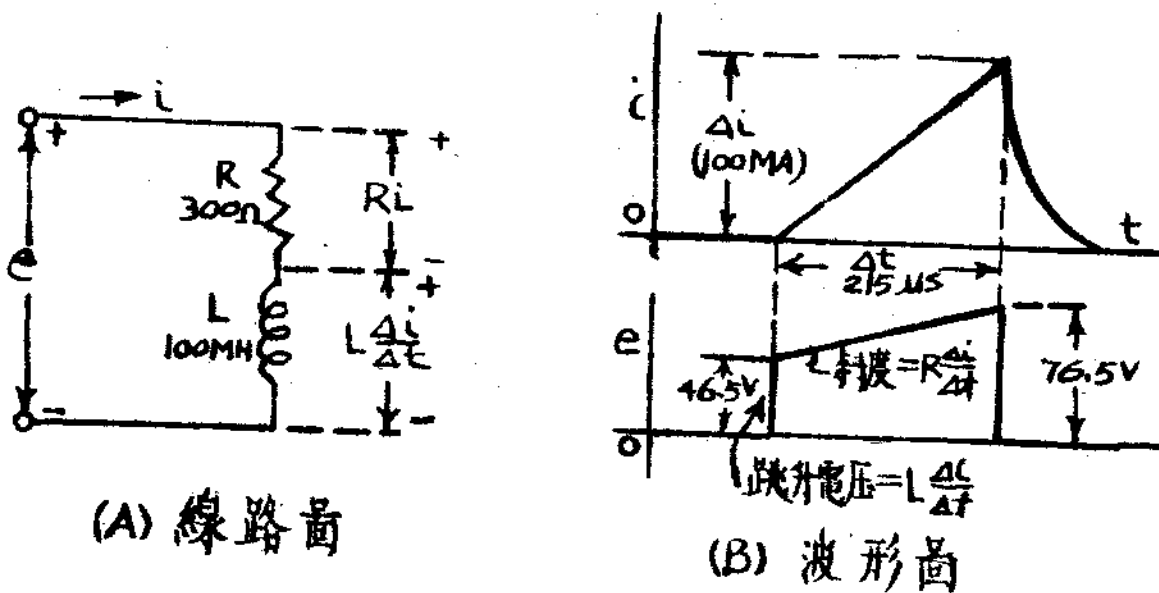


圖 B 中所示者為在偏向線圈中有 100ma 電流上升，及有 20 哩之距離掃波，所需之梯形電壓波狀。〔電波在空中每行一哩需時 5.375 微秒 (μs)，20 哩掃波時，電波往返須行經 40 哩，故需時為 215 μs〕由上可知梯形波之跳升電壓 (Jump Voltage) 即磁感量上之反電壓其值應為

$$L \frac{di}{dt} = (100 \times 10^{-3}) \times \frac{100 \times 10^{-3}}{215 \times 10^{-6}} = 46.5 \text{ V}$$

梯形波之斜度 (Slope)，即電阻兩端之電壓為 Ri ，但 L 隨時間而變，故其斜度即每微秒內之上升率應為：

$$R \frac{\Delta i}{\Delta t} = 300 \times \frac{100 \times 10^{-3}}{215 \times 10^{-6}} = 0.14 \text{ Volt} / \mu\text{s}$$

故梯形波最後所應升達之電壓為：

$$46.5 + 0.14 \times 215 = 76.5 \text{ V}$$

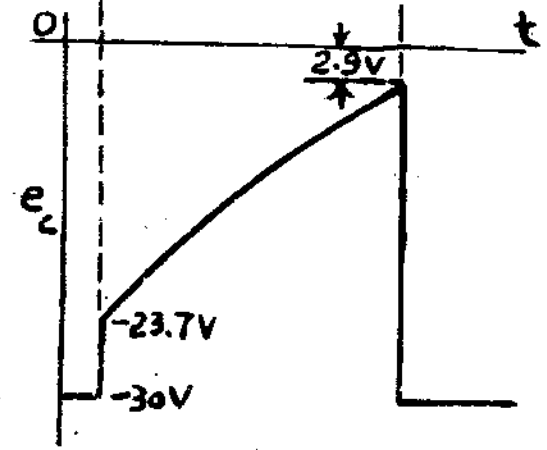
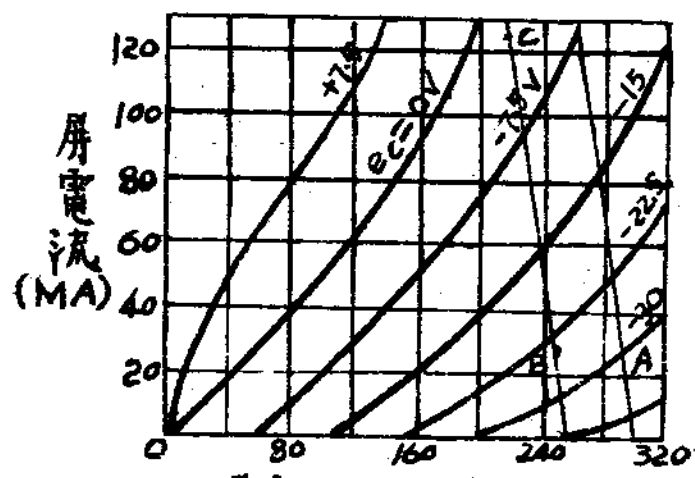
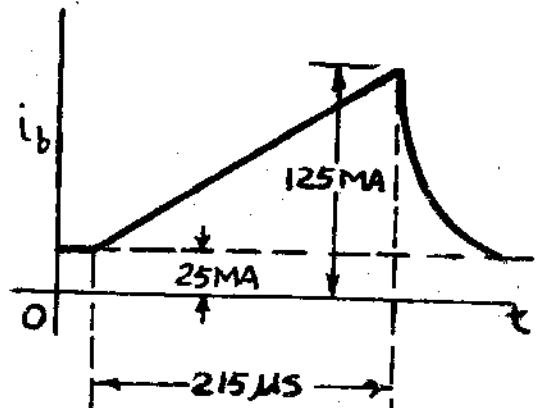
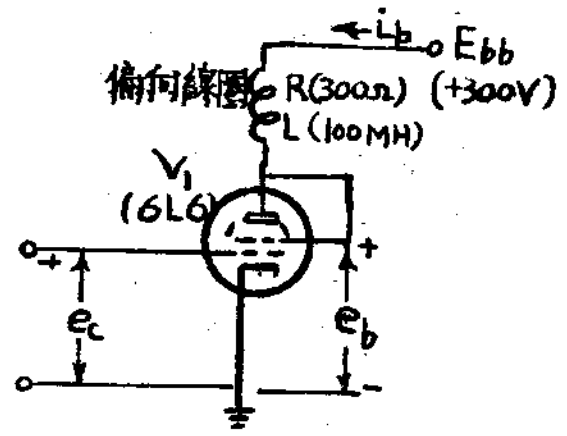
跳升電壓與電壓上升斜度之比率為，

$$\frac{\text{跳升電壓}}{\text{斜度}} = \frac{L \frac{\Delta i}{\Delta t}}{R \frac{\Delta i}{\Delta t}} = \frac{L}{R} = \text{偏向線圈之時間常數}$$

由上可知，此二者之比率即為偏向線圈之時間常數。

因偏向線圈上所須之電流(100MA)及電壓(76.5 V)均為一相當大之數目，故須用一電力放大器(Power Amplifier)供給之。通常將其接於一電力放大管之屏極電路中，放大管常用 6L6。此處將就 6L6 接成三極式作放大管舉例說明，並同時

(A) 線路圖 圖 34



(B) 波形圖
(C) 6L6 三極管特性曲線

以此例說明如何決定放大管柵極上所加之電壓波形；至於偏向線圈之一切常數及電流則均如圖 33 所舉之例，所不同者，僅爲須加入一屏極初電流 25mA，因在此情形下時，放大管可工作於其特性曲線之最近直線放大一部份。

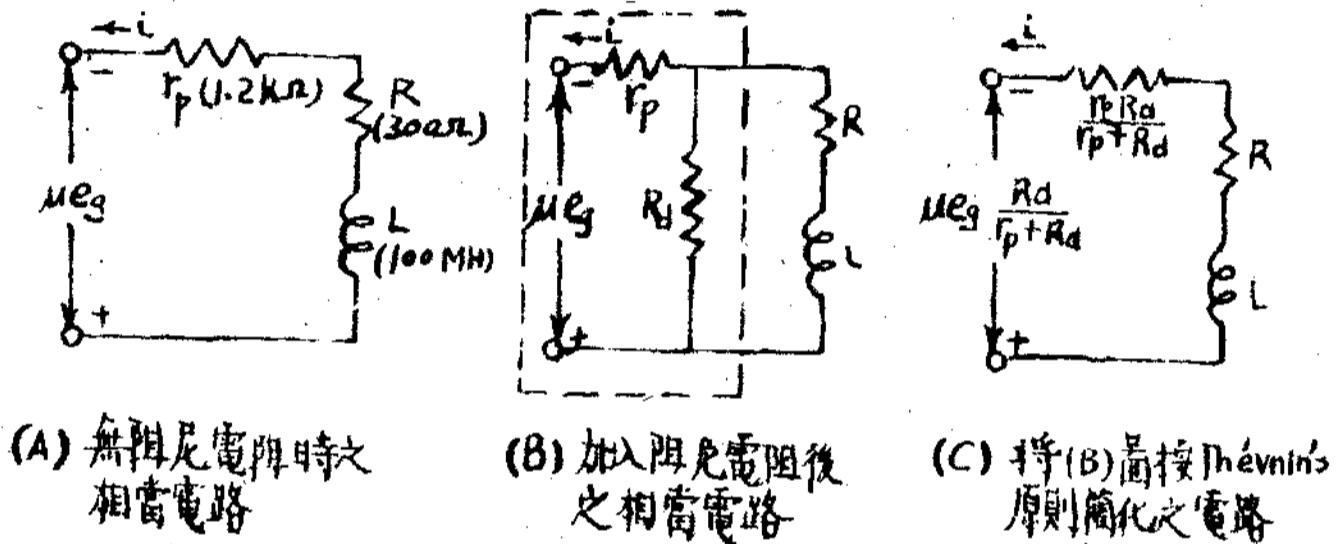
如圖 34，在二掃波之中間時， V_1 之屏極負載電阻爲線圈內之 300Ω 電阻，故可在放大管特性曲線圖 34(C) 內畫一經過屏電壓爲 360 V 點之一 300Ω 電阻負荷直線表示之，由此吾人立可決定在掃波未開始前放大管所處之狀態，因屏流 25MA，可知 6L6 係工作於 A 點，此點所需之柵電壓爲 -30 V。

前以述之，當掃波開始之時，須先有一跳升電壓加至偏向線圈上，因電流之上升爲一直線，自感應反電壓爲 $L \frac{\Delta i}{\Delta t} = 46.5 \text{ V}$ ，故跳升電壓自掃波開始以至終了，均應維持在同一值 46.5 V。換言之，此線圈之感應電壓，等於有一 46.5V 之電池，其極性與屏電源相反，接在屏電路中，結果等於將屏壓減低 46.5 V，將圖 C 中之 300Ω 負荷曲線跳向左移 46.5 V。故可知掃波開始之時，其工作點，在加跳升電壓後，應由 A 點轉至 B 點。自圖可見，自 A 點至 B 點須將柵電壓自 -30 V 跳升至 -23.7 V。此後在掃波時間內，工作點即自 B 點沿新負荷曲線上升，最後達 C 點。在此段期間內，屏電壓之變化，僅爲屏流流經線圈電阻中之所生降壓值。同時因每一點時間上各有其相當之電流值，於是由此負荷曲線上各點，即可得出在各點電流值下所需加之柵負電壓值。例如在掃波終點時爲 C 點，此點所需之柵壓 $e_c = -2.9 \text{ V}$ 。由上法自許多點上所求得之柵壓值將其連成一線，即得出柵極上所應加之電壓波形，如圖(B)所示。因真空管放大特性曲線之微微彎曲，故所求得柵極上所應加之電壓波形 e_c 斜線部分，亦略彎曲，如此方能在偏向線圈中得完全直線上升之掃波屏電流。此柵極電壓波形，極近於一完全梯形波之形狀。

上述柵極應加之電壓波，亦可大致由圖 35(A) 之相當電路中求出，此圖爲將放大管電路簡化而成者。不過此處係假定真空管之特性曲線爲一直線放大器。

前已述之，當電流 i 流過屏極電路時，感應電壓 $L \frac{\Delta i}{\Delta t}$ 即等於跳升電壓之數值，亦即屏電壓於掃波開始時所應變化之值。因在放大管柵極加一電壓 e_g 之結果等於在屏極電壓上有 μe_g 之改動 (μ 爲真空管放大係數)，故將 $L \frac{\Delta i}{\Delta t}$ 被除以 μ

圖 35. 偏向線圈電流放大器, 在假定為直線放大時之相當電路



即可得柵極所應如梯形電壓波之跳升電壓值。在本例中，真空管之平均放大係數為 7.5，故此值為

$$\frac{L}{\mu} \frac{\Delta i}{\Delta t} = \left(\frac{10^{-3} \times 10^{-3}}{7.5} \right) \left(\frac{100 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-6}} \right) = 6.2 \text{ V}$$

由 A 圖之相當電路中視之，在掃波時，屏電壓之變化為 $L(r_p + R)$ ，此值被除以放係數 μ 後，即為柵極梯形電壓波斜度部分全部所應升高之電壓值。本例中放大管所工作之屏極特性曲線範圍內屏阻 r_p 平均為 $1.2K\Omega$ ，故柵電壓斜度部分之升高值應為

$$\frac{i}{\mu} (r_p + R) = \frac{100}{7.5} (1.2 + 0.3) = 20 \text{ V.}$$

自此結果與由前圖解法所求得者，大致相同。不過在此法中係假定為直線放大器，故所得結果，不能包括計算出用以抵消真空管之非完全直線放大性而所應稍行彎曲向下之斜度。

此處柵梯形波中跳升電壓與斜度之比率為

$$\frac{\text{跳升電壓}}{\text{斜度}} = \frac{\frac{L}{\mu} \frac{\Delta i}{\Delta t}}{\frac{\Delta i}{\mu \Delta t} (r_p + R)} = \frac{L}{r_p + R} = \text{全線路之時間常數。}$$

其比率為偏向線圈之時間常數加入屏阻二者所合成，須注意在本法中估計柵極電壓上之跳升電壓與斜度之比率時，屏電路之時間常數應同時包括屏阻 r_p ，並非如前法中之僅為偏向線圈中之時間常數者。

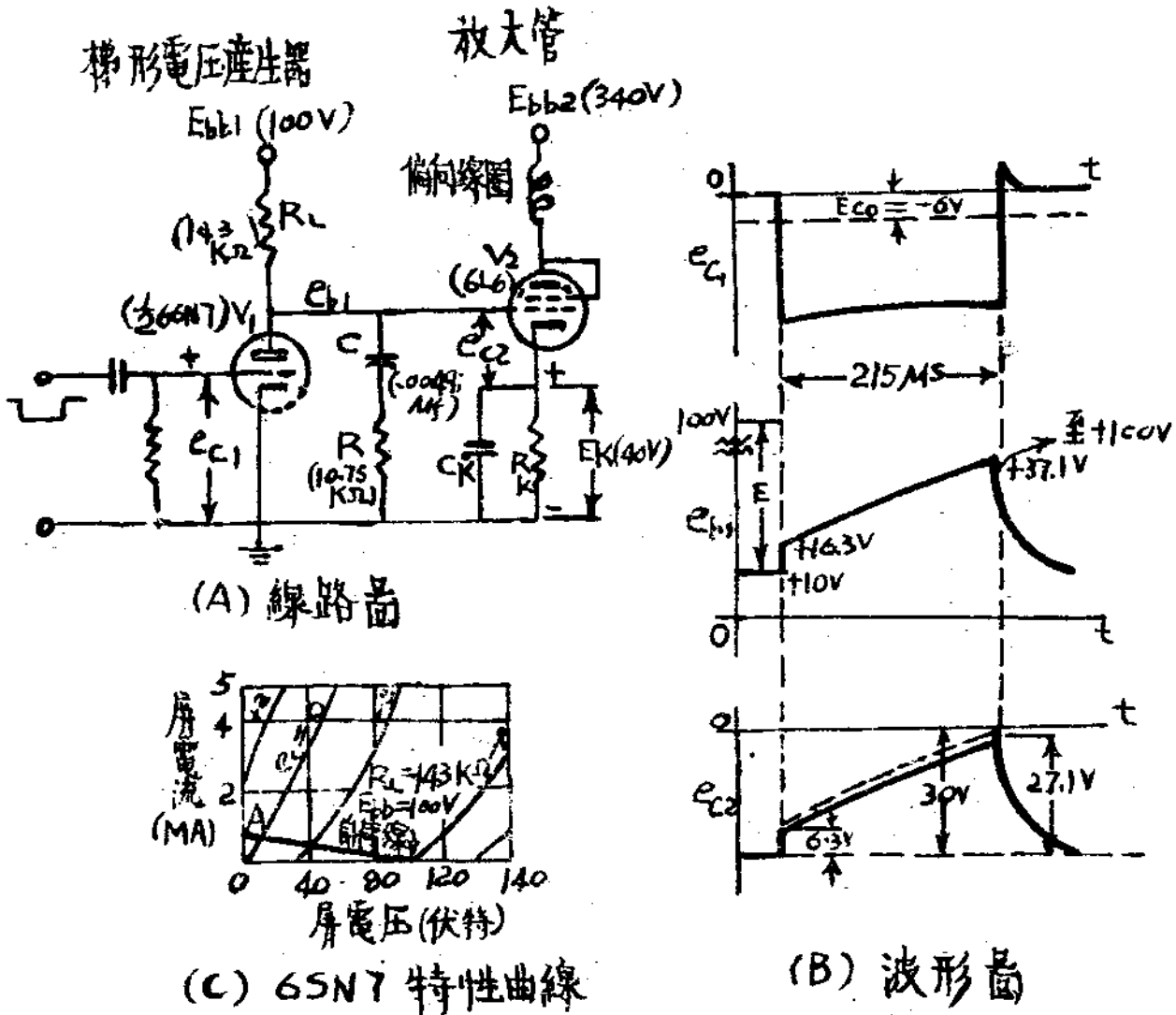
在此例中，6L5 係接成三極管式，其目的在使柵極跳升電壓波形完全與屏極所需電壓相似。但通常使用時常將其接作四極管用，此時因屏電阻之遠大於接成三極時，故柵極電壓中之跳升電壓所佔之比率，除在一極短距離之掃波外，將變為全部所升高電壓之一小部分。跳升電壓在全部電壓中之重要性可由實例中明瞭之，當在一掃波經 T 微秒達終點時，屏極電壓之變化為 $L \frac{\Delta i}{\Delta t} + r_p \frac{\Delta i}{\Delta t} T$ (偏向線圈之電阻因較屏阻為甚小，可略去不計) 如在一 50 微秒之掃波下，0.1 h 之偏向線圈在 20K Ω 之屏阻電路中，跳升電壓所佔總升高電壓之百分比為：

$$\begin{aligned} \frac{\text{跳升電壓}}{\text{總電壓}} &= \frac{L \frac{\Delta i}{\Delta t}}{L \frac{\Delta i}{\Delta t} + r_p \frac{\Delta i}{\Delta t} T} = \frac{L}{L + r_p T} = \frac{0.1}{0.1 + 20 \times 10^3 \times 500 \times 10^{-6}} \\ &= \frac{0.1}{0.1 + 10} = \frac{1}{101} = 1\% \end{aligned}$$

僅為百分之一，如此微小之值，直可省去而並無影響，仍能獲得滿意之掃波電流。故實用上，在此情形下，雷達之作 40 哩以上距離之掃波時，均直接用鋸齒形電壓波接至柵極以產生掃波電流。

實際上，偏向線圈之兩端，常並聯一 25K Ω 至 5K Ω 之電阻，如圖 85(B) 中之所示，此電阻之作用，前已述之，其目的有二：(1) 更在每次掃波終了時，因電流突降而在偏向線圈中所生之振盪甚快或幅至零。(2) 掃波末了時，因電流之突降，偏向線圈所生之感應電壓甚高，加入電阻後，使感應電壓保持在一安全值以下，不致過高，以免損害。此電阻在加入電路後之影響可求之如下：

圖 36 R-C 梯形電壓波產生器



先用 Thevenin's 原則將括線內之部分，變為一相當電路，如圖 35 C 所示之情形。由此相當電路，可見此阻尼電阻在接入後，將減低真空管之有效屏阻 (Effective Plate Resistance)，因此減低屏極電路中之時間常數，故此時必須將柵極電壓波中之跳升電壓與斜度部分之比率增大，方得維持偏向線圈中之電流直線上升，其比率之計算法可按圖 35(C) 先計算屏極上所須之梯形電壓波狀，而後用 $\mu \frac{R_d}{r_p + R_d}$ 除之即得。

R—C 梯形電壓波產生器舉例

前述之掃波電流放大管上所需加於柵極上之梯形電壓波，常以如圖 36(A)所示之電路產生之。其作用原理前已述過，綫路與鋸齒電壓波產生器相似，所不同者僅為屏容電器 C 多經一電阻 R 而通地，因此電阻之加入遂得產生梯形電壓波。

設放大管 V_2 柵極上所需之電壓波形 e_{c2} 為前 34 圖(B)中之梯形波，當在二掃波之間， V_1 係處在導電情形下，其柵壓 $e_c = 0$ ，此時該真空管 6SN7 之工作點為圖 33(C)中屏極特性曲線上之 A 點，從此看，可見此時之 e_{b1} 為 10V。

因放大管柵壓 $e_{c2} (= E_k + E_{b1})$ 在未開始掃波時應為 -30V，而 $e_{b1} = 10V$ ，故此時須將 E_k 校至 -40V，其極性如圖 A 中所示，此時放大管 $V_2(6L6)$ 之屏極電壓 E_{bb2} 亦應升高為 310V，如此方可維持屏極至陰極之電壓為 300V，與前(34)圖中之各條件相同。

當掃波開始時，有一負啓動電壓(Negative gate Voltage)，送至 V_1 之柵極，如圖 36(B)中所示，此電壓之加入，突使屏流割截，於是 V_1 之屏極電壓 e_{b1} 亦自 10V 突行跳升，因在容電器 C 上之電壓並不能立時隨之變化，故電壓突跳升高，其所升之值為 $(100-10) \frac{R}{143+R} = 9 \frac{1.7}{143+1.7} = 6.3V$ 。

故此時之 V_2 柵極電壓，亦自 -30V 跳升 6.3V。此後容電器 C 即開始充電， e_{b1} 沿指數曲線向 100V 上升，其時間常數為 $(R_1 + R)C$ ，此時間常數之選定，必須能使在 R_1 兩端之電壓在 215 微秒掃波時間內自其初值。

$$100 - 16.3 = 83.7V \quad \text{減至}$$

$$100 - 37.1 = 62.9V \quad \text{令 } T = \text{時間常數}$$

$$\text{因 } 62.9 = 83.7V$$

$$T = 753 \text{ 微秒}$$

如欲得 735 微秒之時間常數，容電器 C 之值應為

$$\text{因 } T = (R_1 + R)C \quad C = \frac{T}{R_1 + R} = \frac{735}{143 + 1.75 \times 10^{-3}} = 0.0049 \mu f$$

由上所得出之放大管屏極電壓波形 e_{c2} 為 (B) 圖中實線所示之部份。但實際所需者應如虛線所示之波形，如欲得與虛線極相近似之波形，可變化 V_1 屏電壓 E_{bb1} ，重算定 R_L, R, C 之值以試之。結果必可求得一 E_{b1} 之指數曲線上升線，極近於虛線波狀。

如 E 表示電壓 E_{b1} 與 E_{bb1} 當在 $e_{c1} = 0$ 時之電壓差 (見 B 圖 e_{b1} 波形圖)，則跳升電壓可以 $E_{jump} = \frac{FR}{(R_1 + R)}$ 表示之。

其指數曲線開始上升時之斜度，因 $\frac{dE}{dt} = \frac{E}{RC}$ ，故可以

$$\frac{E - E_{jump}}{(R_1 + R)C} \text{ 或 } \frac{FR_1}{(R_1 + R)^2 C} \text{ 表示之。}$$

但因 R 之值通常與 R_1 相比為甚小，不甚重要，故跳升電壓可簡化成

$$E_{jump} = \frac{ER}{R_1}$$

其斜度可簡化為 $\frac{E}{R_1 C}$ 故

$$\frac{\text{跳升電壓}}{\text{斜度}} = \frac{\frac{FR}{R_1}}{\frac{E}{R_1 C}} = RC$$

由此可知，跳升電壓與斜度之比率乃大致等子 RC ，如 E 變動時，跳升電壓及斜度二者將同時變化於同一係數下，並不影響其比率。此點表示當放大管 V_2 柵極上梯形電壓之幅度及因此電壓而生之屏極滯後電流幅度雖起變化，但並不影響掃波電流之直線上升波形。同理，在變化 R_1 時亦應同時改變跳升電壓與斜度二部分，但不影響其比率。故此種電路，在使用時，可以變化電阻 R_1 之阻力來調節掃波電流之上升率。

(C) 反饋放大掃波電流發生電路 (Feedback-Amplifier Sweep Circuit) 一如圖 37 所示者為另一方式之掃波電流發生電路，亦為在偏向線圈兩端加梯形電壓以產生掃波電流者。由圖可見。此電路內包括一多諧振動器，一鋸齒電壓波產生器

，及一具有三級之反面輸放大器，掃波電流即由此末級放大管供給。此電路全部作用如下：先由多諧振動器生一負啓動電壓 (Negative gate voltage) 使鋸齒波產生器工作，其所產生之鋸齒形電壓波送至反回輸放大器，由反回輸放大器將此所輸入之鋸齒形轉變成偏向線圈中之鋸齒形電流波。

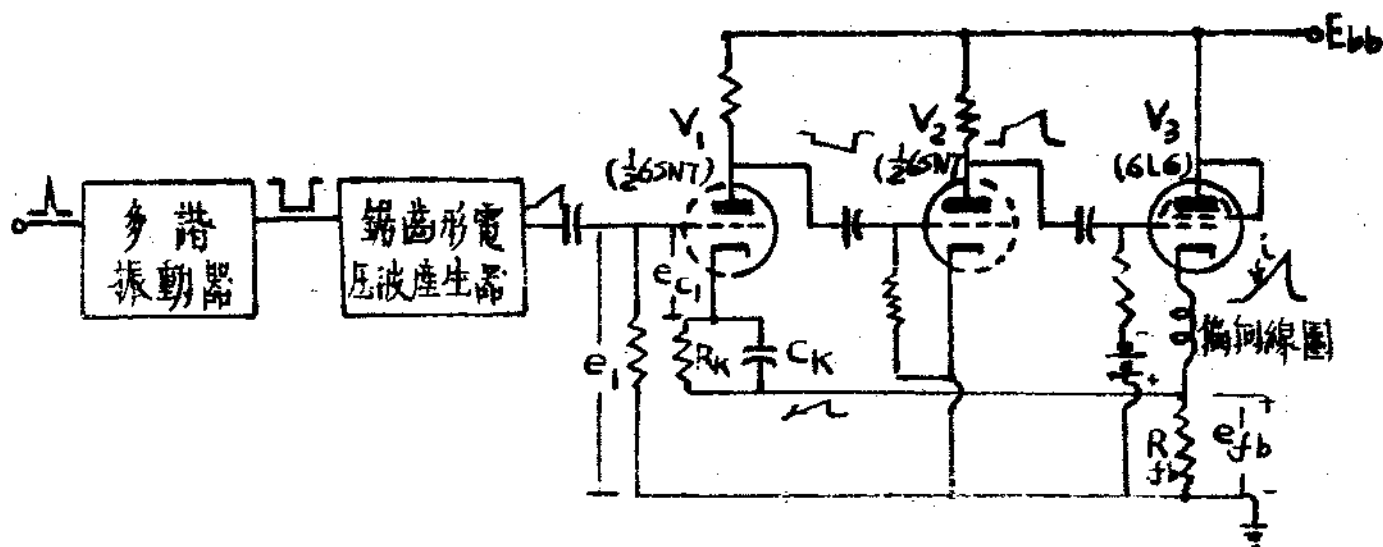
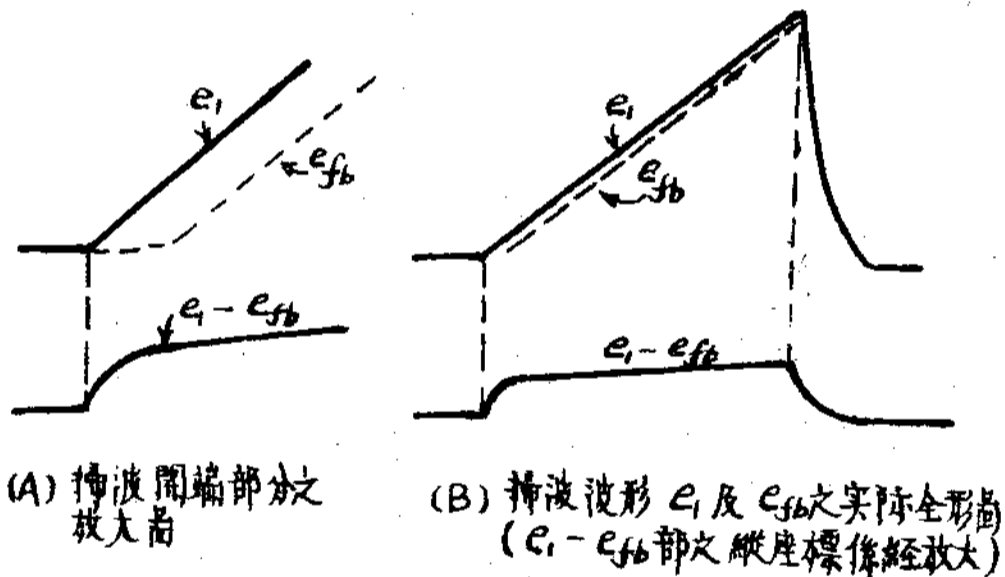


圖37. 反回輸放大掃波電路

真空管 V_1, V_2, V_3 用作爲一直線放大器，在輸出級上有一與輸出管 V_3 輸出電流或正比之電壓經電阻 R_b 而反回輸至 V_1 之陰極上，此反回輸電壓係與 V_1 上之輸入電壓 e_1 成反相。自圖可見，當 V_1 之柵極上有一電壓上升時，將使 V_2 柵極上生一電壓下降，再又使 V_3 柵極上生一電壓上升。 V_3 爲一陰極耦合 (Cathod Follower) 電路，於是，在偏向線圈及陰極電阻 R_b 上亦同時有一電壓上升出現，此電壓使 V_1 之陰極對地端電壓上升，結果使 V_1 之柵極至陰極間電壓 e_{c1} 減小 (因 $e_{c1} = e_1 - e_b$)，僅變爲 e_1 之一小部分。此處負反回輸之作用，在使流經偏向線圈中之電流得與輸入之鋸齒形電壓波 e_1 極近於完全相似。因 V_1, V_2 及 V_3 三管所組成之放大器能將 V_1 柵極上之輸入電壓放大 500 倍左右，再在 R_b 上產生反回輸電壓，如因放大失真使電壓波形 e_b 有稍許脫離其輸入波形時，此脫離之部分，即產生一相當大之反相電壓於 V_1 柵極，此反相電壓經放大後即能完全將失真

部分抵消，結果使 e_1 與 e_{fb} 能成極相似之形狀。由此可知，在 R_{fb} 電阻兩端之電壓及流過該電阻之電流，與輸入之鋸齒形電壓波形狀，完全相似。因流經偏向線圈中之電流，即為 R_{fb} 電阻內之電流，亦同為一鋸齒波形，故此時在偏向線圈兩端之電壓，必為一梯形電壓波，同理 V_2 之柵電壓亦必為一梯形波，同時 V_2 之柵電壓及 V_1 之柵極至陰極間之電壓 e_c 亦應為一較小之梯形波。但此梯形波究從何而生？此可由圖 38 解答之：

圖38. 反回輸放大輸入端之梯形電壓波合成圖



此處由 e_{fb} 上來之近似鋸齒形電壓波反回檢至 V_1 柵極上後，與 V_1 柵極上自前面鋸齒波產生器所輸入之齒形電壓波 e_1 相減結果，得 V_1 柵至陰電壓 e_c ，因放大器電路組合中之時間常數使放大延遲作用， R_{fb} 上之齒波發生點略遲於 e_1 。同時又因此延遲作用，使放大後之掃波電流在開端時並不能成一完全直線形，此非完全直線形之部分，在一標準之線路中所佔之掃波時間，約為一微秒。即因此放大之時間延遲及非直線之開端，在 e_{fb} 與 e_1 相減後之結果，乃得出一所需之梯形電壓波。

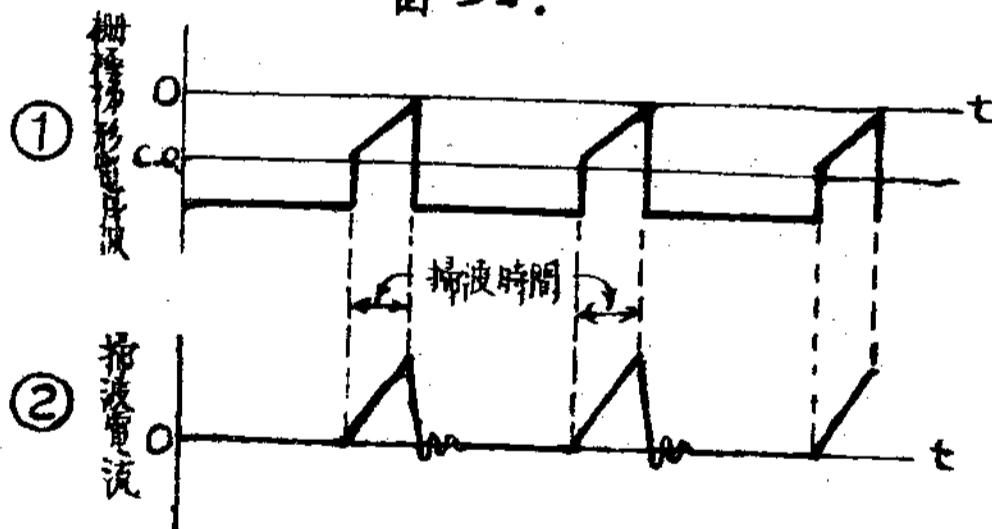
在上圖 37 之放大器電路中，回輸電壓係正比於負載電流，故可稱有一負電流

回愈，此負電流回愈使放大器之輸出電阻增高，故所應加之輸入電壓 e_1 之波形應主由在輸出電阻兩端之電壓降波形決定。偏向線圈之電壓，僅為其一小部分，不足輕重。因此，即在一極短距離之掃波情形下，輸入電壓波 e_1 上之跳升電壓與斜度相比較，亦為一極小之值，可云與鋸齒波無異。

有時偏向線圈之位置並不接于陰極電路中而接於屏極電路內，此二種接法之作用均相同，並不影響變化電路內之工作情形。

在一般雷達中，普通掃波之時間，僅佔發射機天線所發二次脈波中時間之一部分。故在掃波產生器上，所加入之啓動電壓 (Gate voltage) 亦只佔一段時間，如圖 39 所示。掃波電流產生器只在此段時間內發生作用。此種只佔部分時間之工作，有一便利處，即無須注意如何以阻止偏向線圈內當每一次掃波未了時所發生之振盪，蓋此等振盪產生之時間，已在陰極線管電子注光點被控制柵所割截之時間內(圖 59())，並不出現於螢光幕上或影響至第二次掃波時之波形也。

圖 39.



— (待續) —

錐孔裝藥理論之研討

張昭德

(兵工署第六十兵工廠火工所技術員)

裝甲兵大出風頭的今天，破甲的武器也沾了光，各式各樣，形形色色總不下幾十種，不過所根據的原理不外：

(一)利用硬度極大彈頭和它的動能。

(二)利用「錐孔裝藥」的炸藥。

這兩大方法，要說簡單輕便有效還是後者佔先，這一來「錐孔裝藥」便成了極新鮮的玩意兒，各處都有人在研究，在試驗室裏都得着差不多結論，不過大多都是偏重實際試驗，在這裏我想嘗試用炸藥爆炸的理論來解釋這個現象，找出最有效的孔型，再用試驗來證明，從這錐孔破甲的現象也可以尋出炸藥爆炸時所謂「流體動力理論的爆轟波」的性質。

這不過是嘗試，錯誤恐不能免，敬祈學長指示：

甲、現有利用錐孔裝藥武器的檢討。

在國內一般試驗的結論都說如果是圓錐的孔，孔的半角從 15° 到 22.5° 都不差，所以設計彈藥的時候，孔的半角都以這為根據。

不過讓我們看看一些外國利用錐孔裝藥的武器。

(一) 2.36" 火箭彈。

直徑	2.36"
圓錐孔半角	21°
風帽長	100 m.m.

(二) 日造九四式七五破甲彈。

藥包直徑	66 m.m.
圓錐孔半角	15°
風帽長	70 m.m.

(三) 德國三公斤磁性藥包 (German 3kg. Magnetic Hollow Charge)

孔直徑 4.2"

圓錐孔半角 30°

腳長 3"

(四) 德國破甲藥包 (German Shaped Demolition Charge)

孔直徑 5.3"

孔型 半球

(五) 德國 13.5 公斤破甲藥包

孔直徑 9.84"

孔型 半球

腳長 13.2"

(六) 德國破甲槍榴彈

孔直徑 1.2"

錐孔半角 9.75°

風帽高 1.5"

(七) 美國 40 磅破甲藥包 (M3)

藥包直徑 8"

腳長 5"

這些都是人家研究成功的武器，不成問題的這些孔型都是經試驗證明是「頂好」這一來問題便來了。

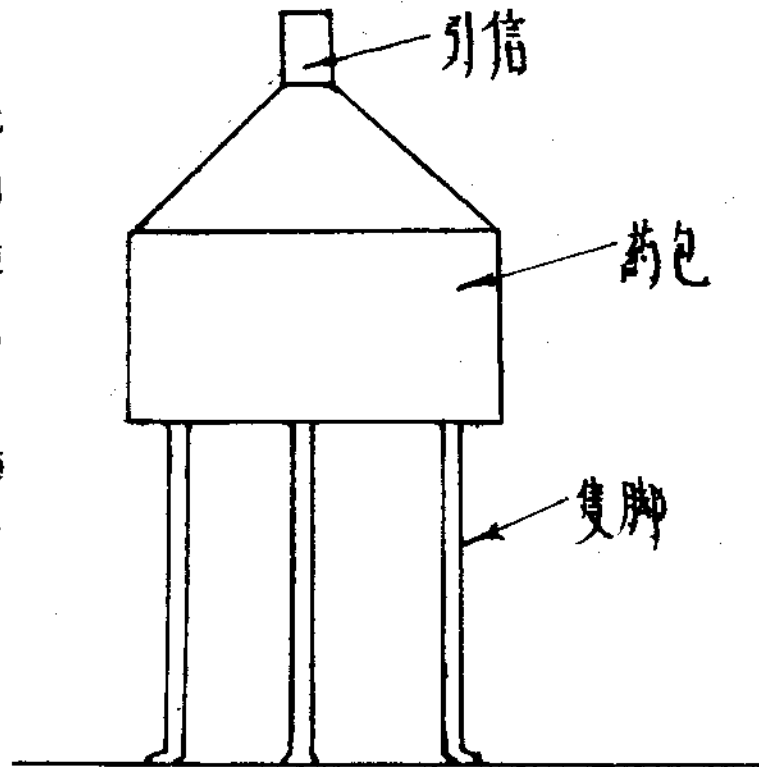
第一、孔型：圓錐型的孔，孔的半角有小到 9.75° 的，有大到 30° 的，甚至於有用半球的，都是「頂好」，這似乎我們 15°~22.5° 的試驗結果有了問題。

第二、風帽高與腳長：所有錐孔裝藥的武器在使用時，藥面與所破壞物之面中間，一定要保持某一定的距離，它的破壞作用才能收到最大的效果，在彈是用風帽在藥包是用支腳(如下圖)。

而我們大多對這點都忽略了。

乙、炸藥爆發時實際的情形。

炸藥是一種極不穩定的化合物有如鳳仙花筴，無論受到衝擊或是熱花筴一破，種子便四散飛躍，種子打到另一個花筴，這花筴更破裂，所以當用雷管使炸藥爆炸的時候，炸藥分子一層層的破裂，這破裂的速度漸漸達到一極限，便是「爆速」，一般的說，凡是炸藥安定性較小，炸後每分子所產生的氣體較多的爆速都比較大。



分子在離開炸藥塊以後的情形 Patry 曾作試驗找出第七十一頁圖表的結果。從該圖的曲線可以知道：

- (一) 在 3cm. 以內壓力波與火藥氣體一致，以 6000 m/sec. 的等速前進。
- (二) 在 3~10 cm. 壓力波與火藥氣體一致，速度降低得非常的快。
- (三) 20 cm. 以後速度降低的變慢。
- (四) 35 cm. 以後壓力波與火藥氣體分開。

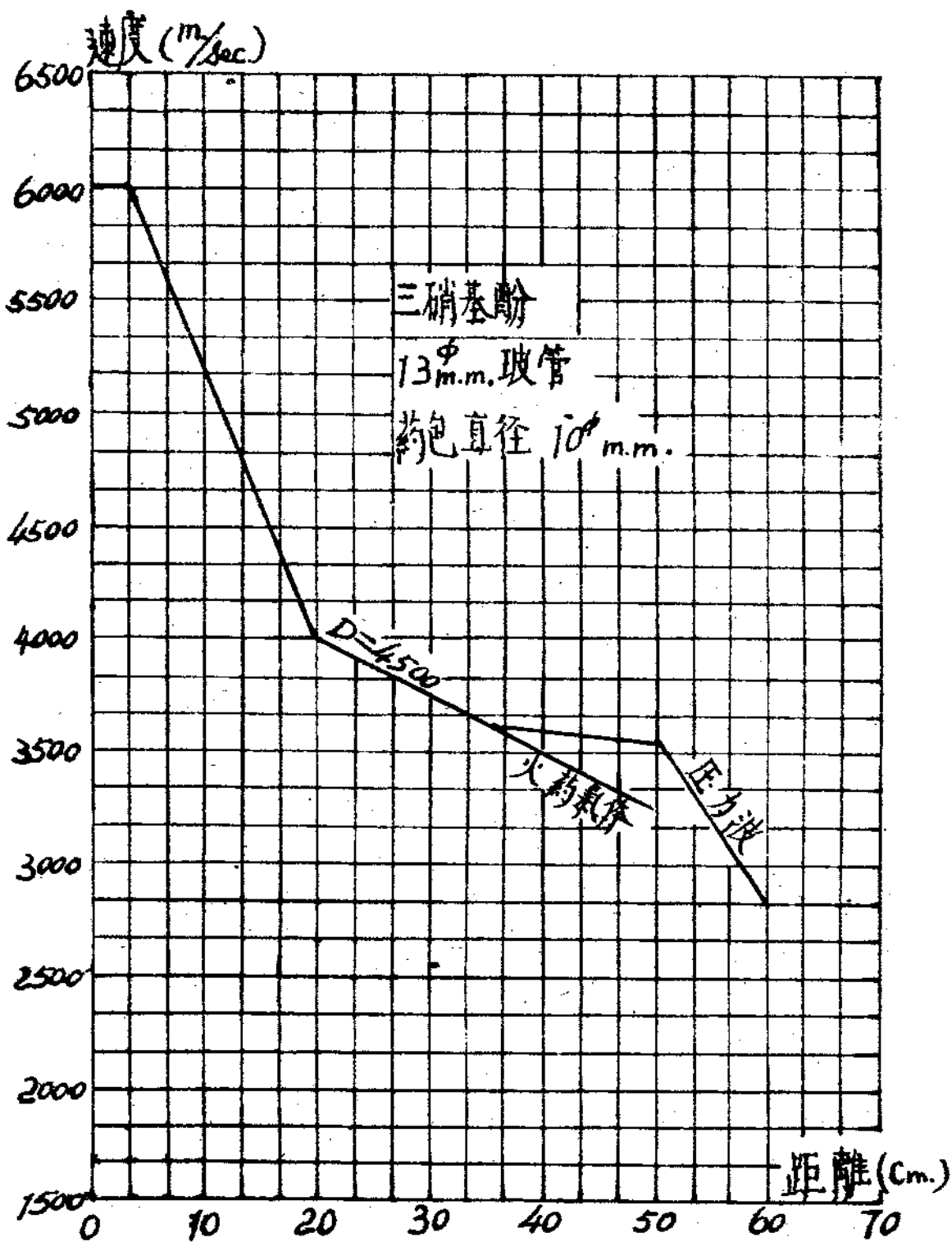
最值得注意的，他找出各種炸藥的速度曲線，歸納起來有下列幾點：

- (一) 各種炸藥最初的速度都差不多是 6000~6500 m/sec. 除非裝填比重特別的小。
- (二) 藥包直徑較大或者裝填比重較大的速度降低得較慢。

丙、炸藥破甲的研討。

炸藥在鋼板上打一個洞是因為什麼呢？現在有兩大派別來解釋它，一派提倡要

力波，另一派說是由于火藥氣體分子的動能，說不定還有個中庸派，說壓力波與分子動能兼而有之，不過大家對錐孔裝藥的破甲現象，始終未說出個所以然。

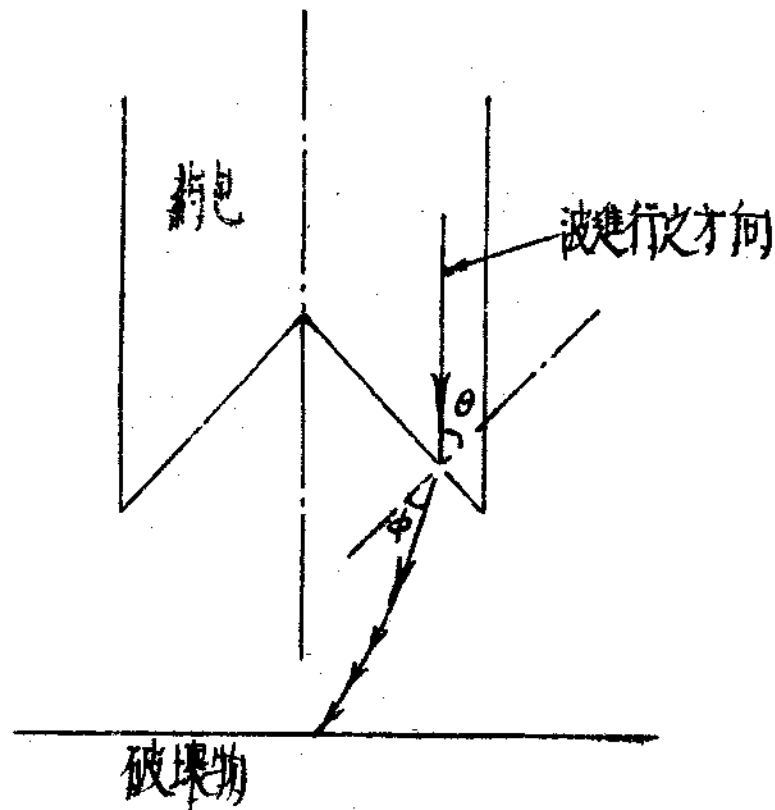


現在我們不防用這兩個學說，應用到「錐孔」上去再做幾個試驗看看合不合。

(一) 壓力波：

這派是 Becker, Schmidt 等等提倡，頗為摩登的流體動力學論，所謂「爆轟波」是也，既然是「波」，那麼波的特性「曲折」和「反射」也一定得有。

現在所用錐孔裝藥的武器，它的裝藥比重都是盡可能的大，而且盡可能的用爆速較高的火藥，普通爆速都大過於 6500 m/sec. 一離炸藥便立刻降到 6000~6500 m/sec. 這時便應該有曲折現象發生，經過 3~4 cm. 後，速度又漸漸降低，此時波應該沿曲線前進如下圖：



它曲折時應該依照正弦定律：

$$\frac{\sin \theta}{\sin \phi} = \frac{V_1}{V_2}$$

這一來看上去似乎很好，因為：

(*) 波因為曲折而集中起來當然破甲能力增加。

(b) 因為集中需要某一定的距離，所以得有某一定長度的風帽或是支脚。

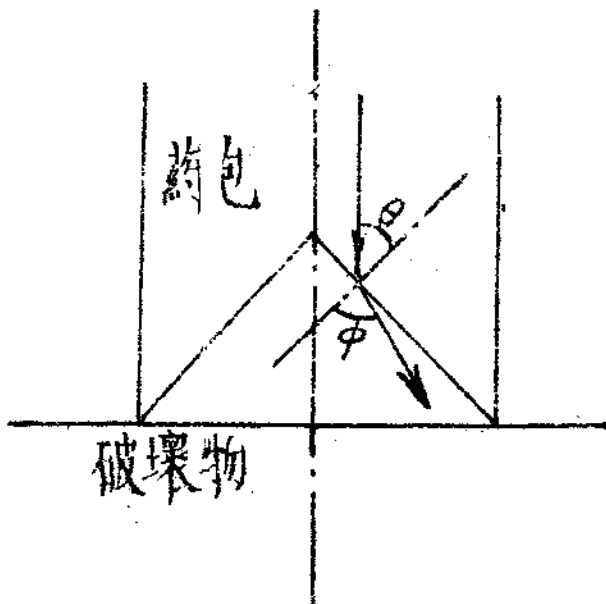
問題還有，在裝填比重小的時候錐孔現象依然存在，裝填比重小爆速也小，如果小過 6000 m/sec. 可是離開炸藥後的速度還是在 6000~6500 m/sec. 這一來波不是向中間集中了，由正弦定律

得知它是向外如下圖：

這還沒有什麼關係因為：

(a) 波集中在四週依然是「集中」，破壞效力應該加強。

(b) 在裝填比重小時，由試驗得知藥包和破壞物的距離越稍遠效力越差，這點倒和理論一致，因為越遠越分散。



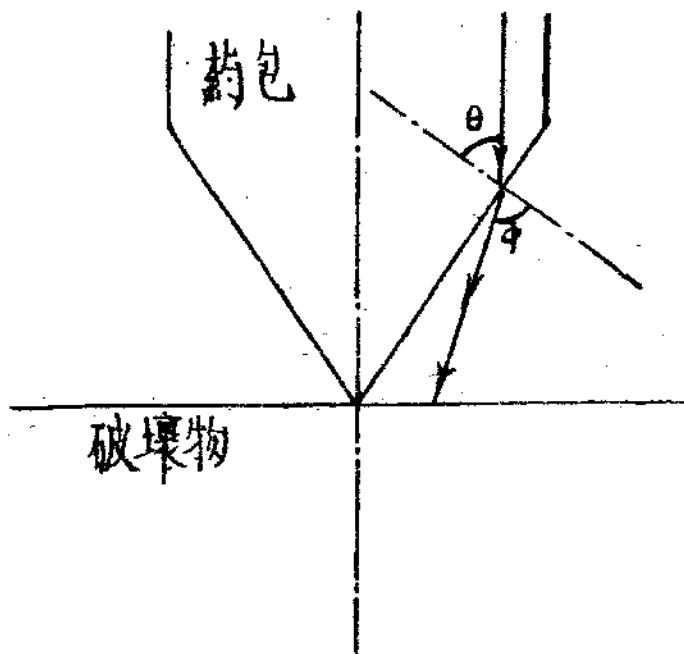
不過 在下面的 幾個試驗裏

「曲折」的理論被整個推翻：

(a) 裝填比重小的凸錐藥包。因為爆速小於 6000 m/sec. 所以波應該向中心集中，破壞的效力照理應該很大，可是試驗的結果，找出它的破壞效力還不如一塊普通平底的藥包。

(b) 環起爆：

要造成波的集中不一定要錐孔，可以利用環起爆。



波是集中了，可是試驗的結果，它的破壞效力與平底用一隻雷管在中心起爆的完全一樣。

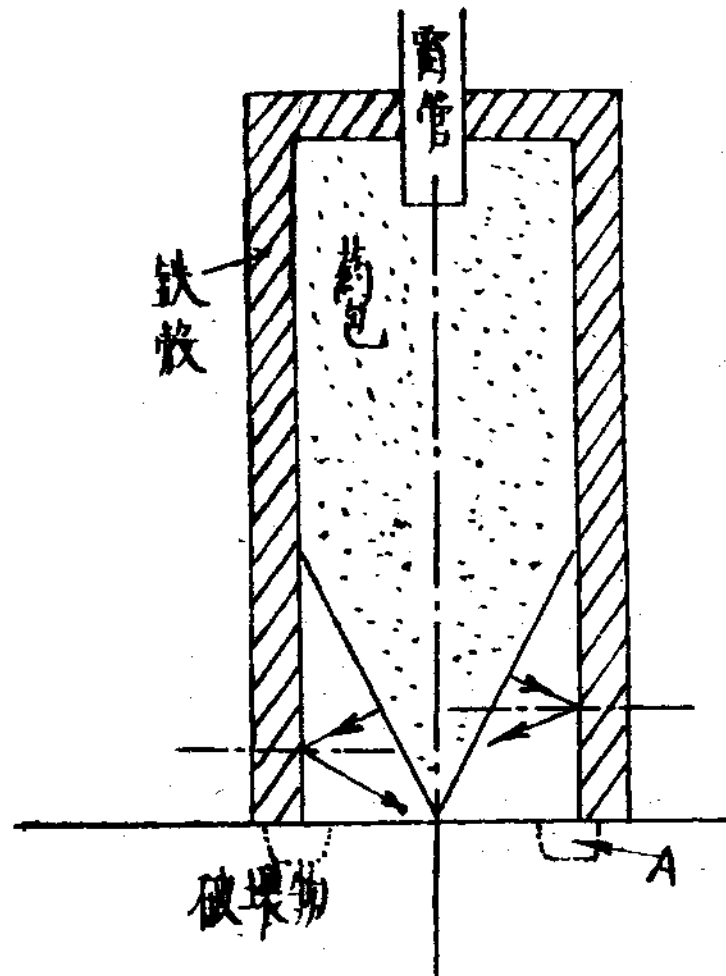
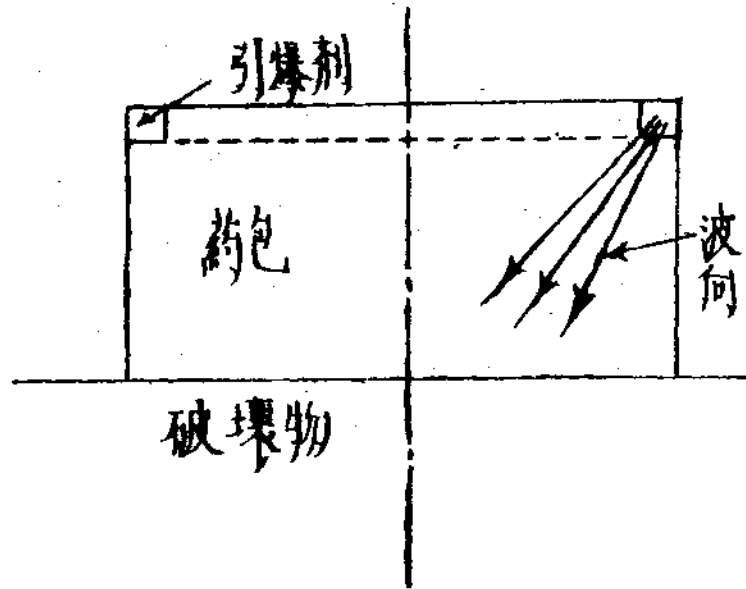
這樣一來「曲折」似乎不能成立，不過我們可以作這樣一個假說，認為壓力波

在離開炸藥面時，是垂直於藥面方向的，這還是不圓滿因為：

(a) 無法解釋圓錐半角小到 15° 時，波還有集中的情形。

(b) 在下面的試驗裏找出所謂的壓力波，竟然連「反射」的特性也沒有，或者也可以說破壞板決不是壓力「波」。

試驗如下圖：



在厚鐵殼裏的凸錐型藥包，壓力波碰到鐵殼應該反射而集中在中心，或者平均分佈在底部，但是試驗所得的結果，僅在沿鐵殼的邊沿被擊成環形的A槽，這點足夠證明它沒有反射的特性，而是一種氣體分子碰撞 (Impact of Jets)；如果將藥包離開破壞物 2cm. 處爆炸，所得的結果依然是環形 A 槽，不過稍淺一點，這一點更強調了氣體分子碰撞學說。

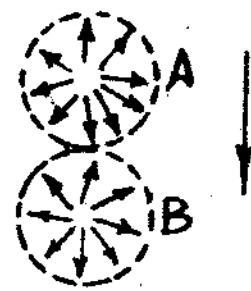
如果有人說這種壓力波速度是超聲速的，是一種輸送波 (Wave of Transmission)，但輸送波依然有「曲折」「反射」等現象。

根據 Patry 的試驗壓力波是存在的，但是破壞鋼板有效的不是它，而是火藥氣體分子。

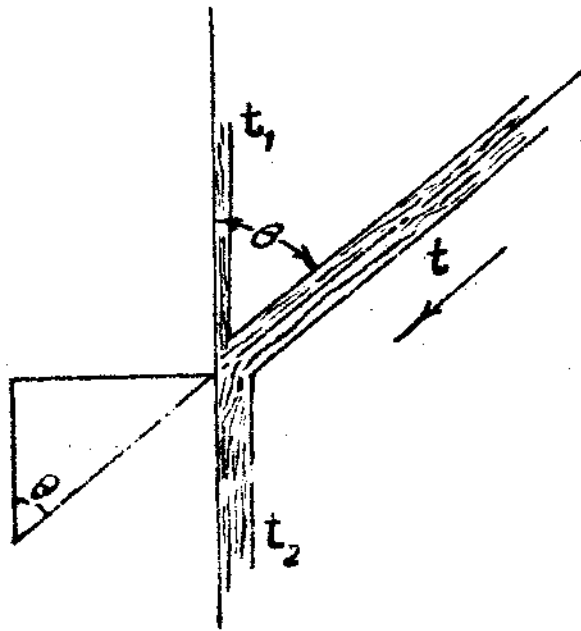
(二) 分子運動學說

這派是 Marjouv 等提倡的，他用 Maxwell 定律解釋了炸藥的燃燒與爆轟現象，但是對火藥氣體分子離開炸藥處以後沒有說到，現在試用它來解釋穿孔裝藥，用理論來找尋最好的孔型，再以試驗來證明，在未談正文以前先說幾件事：

(a) 如果爆速一樣，一個高藥包和一個矮的，底部截斷面積相同時，它對鋼板的破壞效力相同，這點是試驗的結果，指出破壞效力僅正比於底部面積，只有底部一薄層的炸藥分子是有效的，依照分子運動學說：由 A 向 B 方向的爆轟 A 分子先炸裂分成若干個分子四散飛揚，其中有一個擊中了 B，而更 B 分子破裂，所破裂而生的分子也四散飛揚，這許多飛揚的分子互相碰撞的結果，使沿爆轟方向那一薄層分子的速度增加而達到一定的極限值，所以爆速一定，藥包長短而底面積一樣的破壞效力一樣。



(b) 一股氣體流斜撞擊一平面上，



氣流分成兩路，假設原來的是 t 分成 t_1 和 t_2

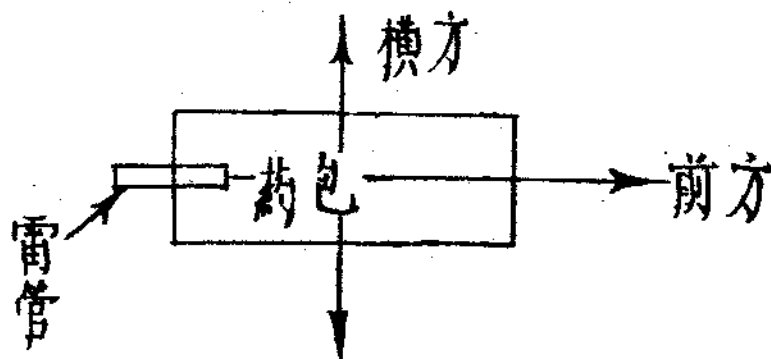
$$\left. \begin{aligned} \text{則 } \frac{t V^2}{g} \cos \theta &= \frac{V^2}{g} (t_2 - t_1) \\ \text{和 } t &= t_2 + t_1 \end{aligned} \right\}$$

解出得：

$$t_1 = t \left(\frac{1 - \cos \theta}{2} \right)$$

$$t_2 = t \left(\frac{1 + \cos \theta}{2} \right)$$

(c) 炸藥爆發時，沿爆轟方向和垂直爆轟方向的分子速度不同，Payman 用 Celmonite 炸藥 113 克爆速為 295) m/sec. 以六號雷管引爆，測得前文與橫方的氣體速度如下：



距離	前方	橫方
0-10 cm.	3040 m/sec.	1820 m/sec.
10-20	2350	1670
20-30	2290	1440
30-40	1400	680
40-50	500	330
50-60	340	

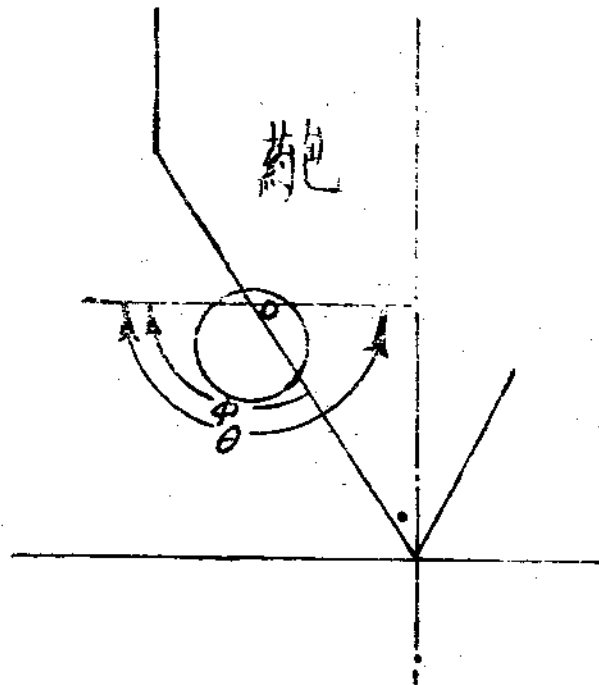
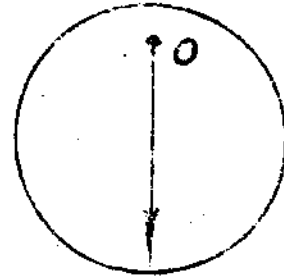
由上面的結果，我們可認為炸藥底部的分子爆炸時，受上部分子的影響，它速度向量曲線由圓而被變成偏心率球，如右圖：

根據上面三點現在討論錐孔現象：

(a) 為要增加破壞效力，必須增加底部面，環起爆的藥包底部面積沒有增加，所以無效。

(b) 為要使氣體分子集中，所以孔最好用旋線形而使所有的能力集中於一點。

至於凸錐型，表面積雖然增加了不少，可是：



(1)有效的分子運動角度由 $\angle\theta$ 減少到 $\angle\phi$

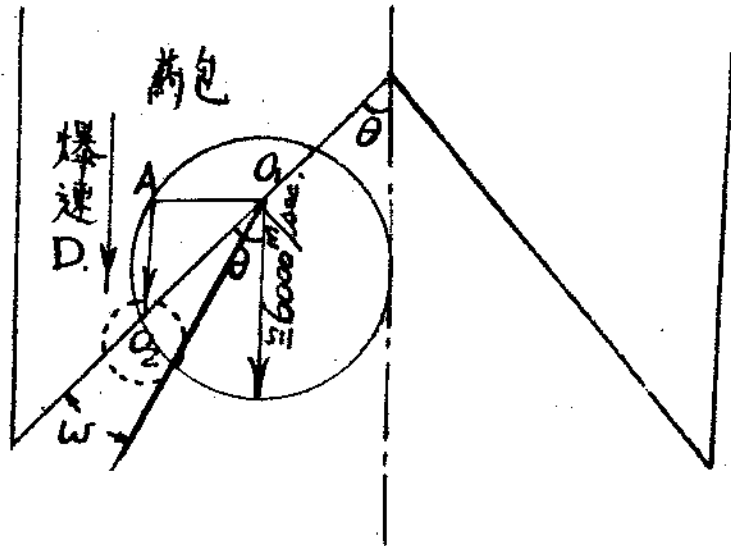
(2)因為距離增加 $\angle\phi$ 的分子，分散得非常利害，得不到集中破壞的效果。

(3)假如在藥包外面加一層厚鐵殼，那麼 $\angle\phi$ 的分子打到鐵殼上，便沿着壁集中起來，造成上節試驗裏的環形 A 槽。

(c)為要收到大的破壞效力，只有用旋線體的孔了，這在下一節詳細的討論了、旋線孔破甲的討論。

首先對於破甲效力的大小訂一個標準，規定在孔底半徑相等時所得破壞孔的最深處，為比較的標準，也就是說要鋼板沒有被擊穿的情形下作比較，這樣才能得着準確的結果，有很多報告裏鋼板是被擊穿了，而比較破壞孔半徑的大小，這似乎不很合理。

現在先討論爆速與錐孔的影響。



由右圖：

假設 A 與 O_1 兩點為同時爆炸的兩點。

(1)如果爆速 $D < 600 \cos\theta$ 。

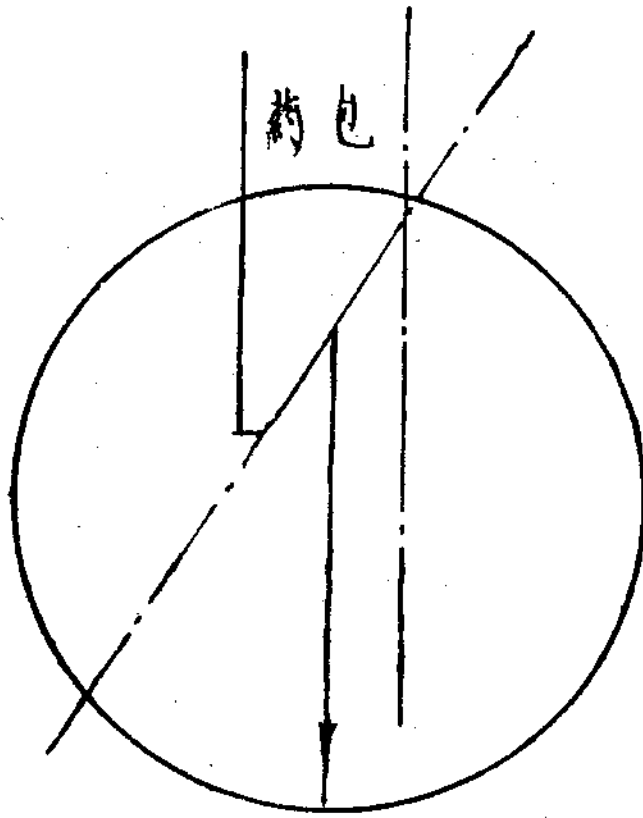
即 O_2 未爆炸前 O_1 分裂的分子已達到 O_2 。

則 O_1 與 O_2 完全無關。

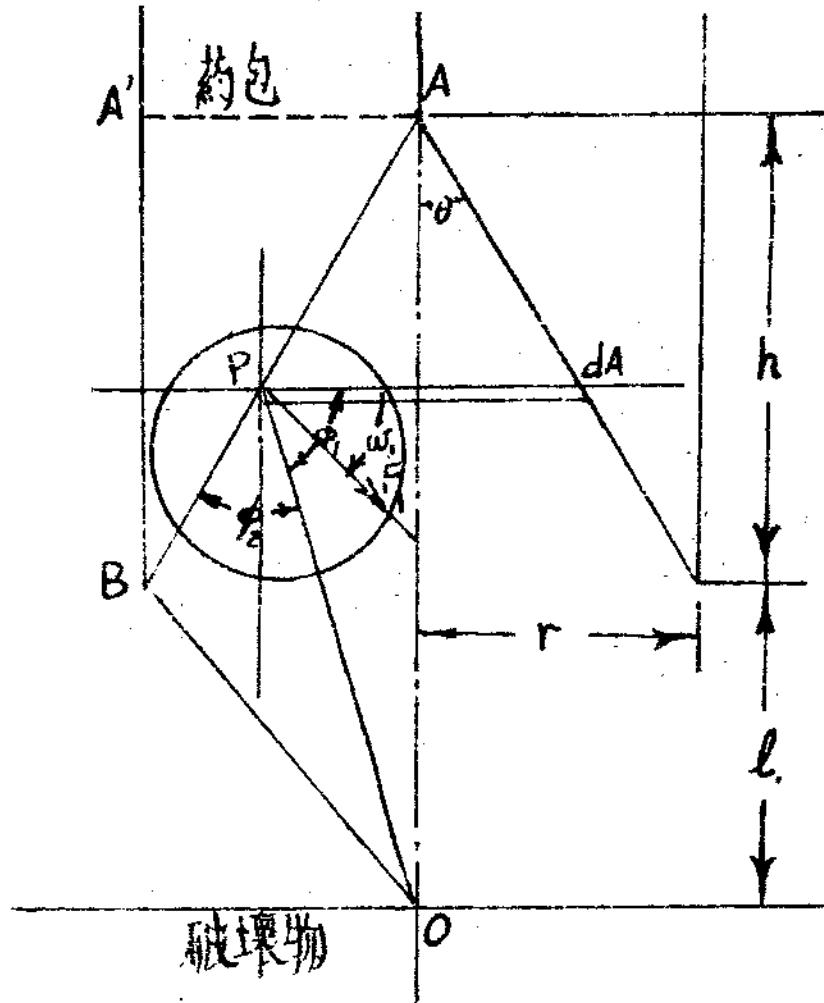
(2)如果爆速 $D > 600 \cos\theta$ 。

即 O_1 分裂的分子尚未到 O_2 ， O_2 已分裂。

則 O_1 與 O_2 之分子互相碰撞，碰撞的結果我們可以認為整個錐孔作一個單位，如下圖：



這兩種在鑽孔理論的討論上頗為相似，我們就以前一種來討論，請看下圖：



(a) $dA = 2\pi x dy$

$$\phi_1 = \text{Tan}^{-1} \frac{y}{x}$$

∴ 集中於 O 點之能量為

$$\int_A \int_O^{-\text{Tan}^{-1} \frac{y}{x}} F \left(\frac{1 + \cos(\pi - w)}{2} \right) dw dA$$

(b) 如此多的能量集中在 O 點，我們希望在時間上也集中，也就是從 A 到 O 與從 A' 經 B 再到 O 的時間相差越少越好，因為火藥氣體分子離開炸藥以後的速度約 6000 m/sec. 所以希望炸藥的爆速大於 6000 m/sec. 這點也可以說明裝填密度小的炸藥，破壞力小。

(c)從(a)節看來，似乎圓錐的半角越小越好，破壞物與藥面的距離(l)越大越好。其實在(a)節討論時忽略了一點「炸藥氣體分子，離開炸藥 3 cm. 以後，速度銳減」圓錐半角(θ)減小靠近錐頂的分子，距破壞物的距離增加，速度減低，能量反而減少。

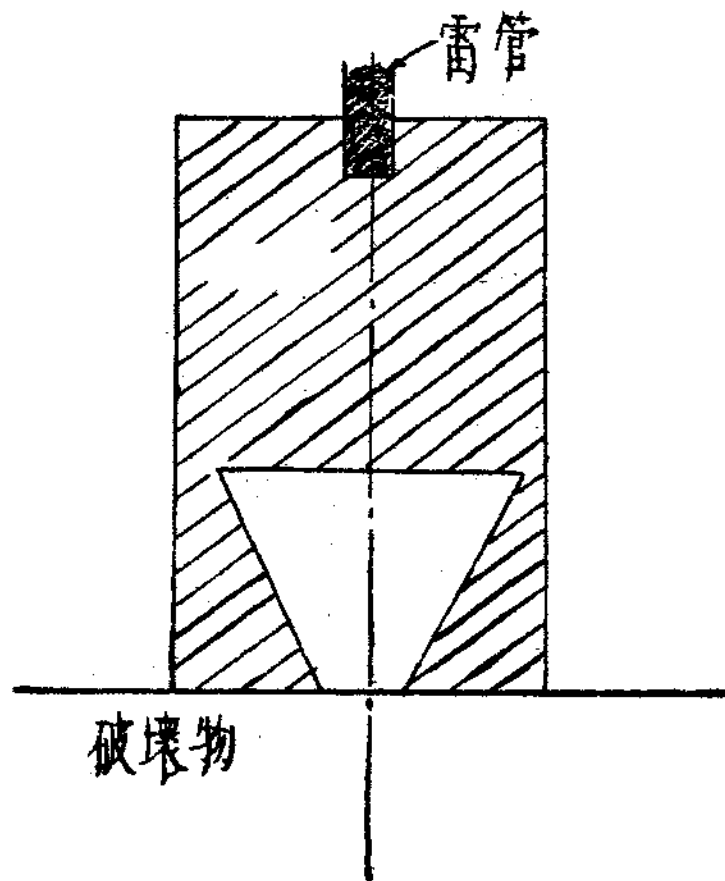
這一點可以說明為什麼德國破甲槍榴彈，圓錐半角小到 9.75° 因為它的直徑小，雖然角小，但它的錐頂距破壞物還不太遠，至於直徑越大的，它的圓錐角也越大，甚至於用半球。

至於風帽或支脚的長，加長，固然可以加大(ϕ_1)增加破壞效力，可是太長了能力因距離增加而減弱，所以圓錐半角和支脚都須要合合式式的，恰到好處。

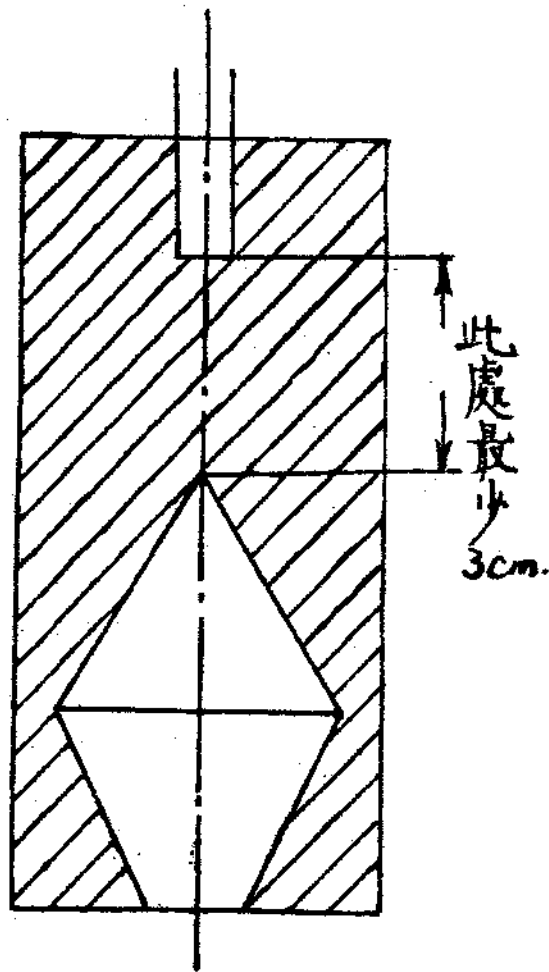
戊、結論。

因為國內測高速度氣體的儀器缺乏，所以要從理論上直接設計，某定爆速定直徑的錐孔，頗感缺乏數據的困難，所以只有參攷已成功的武器，再根據上述原理多試多試了。

最後提出一個有趣的試驗作結束。



像這樣的倒錐孔，確得着更大的破壞效力，諸位當可設計一個更有效力孔，下圖可作參攷。



中國機械工程學會上海分會主辦之新雜誌

汽 車 世 界

總編輯：黃叔培 常務編輯：張 燁

創刊號三十七年十月十日出版，每冊定價三角

上海華山路 1954 號汽車世界出版社發行

21cm×35 Cal. 要塞砲藥之設計

陳贊文

(兵工署新廠建設委員會專員)

引言

抗戰前，國內各要塞砲，均係前清舊物，射程甚短，必須加以改良，始有存在之價值。

增加砲彈之射程，除彈形之改良外，主要為發射藥之改良，抗戰前本人與王鶴雛同學，即從事於是項工作，歷時一年，始告完成，茲將設計經過，彙成斯篇，以就正於同道之前。

本文雖係舊作，且該項要塞砲，亦不復存在，但此係設計無煙藥經驗之談，在當今製藥技術，并無特異進步之時，（第二次世界大戰，美國製無煙藥之彈道性能，并不較戰前為佳），這篇文章，當不至昨日黃花之譏。

一、理論之探討

設計新藥，必須在砲內彈道學上，作理論之探求，然後從事製造，始收事半功倍之效，因此，吾人先作理論之計算工作。

(1) 21cm×35 Cal. 要塞砲藥諸元

口徑	21 cm.
來復線膛長	559 cm.
藥膛容積	50150 cm ³
來復線條數(深1.5mm,溝寬9mm,山寬4mm)	43 條
砲身重	18500 kg.
藥膛部砲身厚度	27.4 cm.
砲身鋼之強度(Poldi Hardness Tester)	70. kg/cm ²

最大後退距離	167 cm.
初速	530 m/sec
裝藥量(黑藥)	45 kg.
彈重	140 kg
最大射角(高低)	21° 13'
最大射程	11000 m
來復線總度	約 7°-7° 30'

(2) 相似藥之試射

茲分別以 24cm×35 Cal. 及 15cm×26 Cal. 七孔砲藥，用 24cm×35 Cal.

試射結果如下表：

砲藥種類	裝藥量 (磅)	飛行時 (秒)	初速 m/sec.	最大膛壓 (Atm.)	射 (m) 程		後退距 (cm)
					表尺	實測	
24cm×35 Cal. 七孔砲藥	20	8		535	4100	2200	127
”	25	8		751	”	2600	133
”	30	8.6	445	943	”	3000	135.5
”	35	9.5	494	1098	”	3600	137
”	33	10.0	512	1253	”	3800	148
15cm×26 Cal. 七孔砲藥	20	7.0		723	4100	2600	133
”	28	8.2	476	1240	”	3400	137
”	32	9.2	494	1456	”	3600	138
”	35	9.8	530	1736	”	4000	138
”	35	9.6	530	1687	”	4100	133

(3) 15cm×26 Cal. 七孔砲藥用於 21cm×35 Cal. 要塞 砲之彈道性能

由上試射結果，證明 24cm×35 Cal. 七孔砲藥，不適合於 21cm 砲，而 15cm 砲藥，則似可用，因此，吾人即計算 15cm 砲藥用於 21cm 砲之彈道曲線。

(用 Ingalls' Interior Ballistics 之方法)已知項：——

$d =$ 口徑 = 21cm = 8". 23	$= \log 0.91698$
$U_m =$ 來復線膛長度 = 559	$= 220''$
$V_c =$ 藥室容積 = 50150cm ³	$= 3020.1 \text{ in}^3$
$w =$ 裝藥量	$= 35 \text{ 磅}$
$V_m =$ 初速 = 530 m/sec	$= 1740 \text{ ft/sec.}$
$P_m =$ 最大膛壓 = 17255 atm.	$= 25379.55 \text{ lb./in}^2$
$W =$ 彈重 = 140 kg	$= 308.7 \text{ 磅}$
$2R =$ 15cm 砲藥外徑 = 0.635 mm	$= 0.025000''$
$2r =$ 15cm 砲藥內徑 = 0.9335 mm	$= 0.03713''$
$m =$ 藥粒長度 = 24 mm	$= 0.9449''$
$\delta =$ 火藥比重	$= 1.59$

設 $2l_0 =$ 藥粒厚度

$$\therefore l_0 = \frac{R-2r}{4} = 0.00318175''$$

$$x = R^2 - 7r^2 = 0.03343501''$$

$$y = R + 7r = 0.022357''$$

故火藥常數 α, λ, u 之值為：— (註：凡以下計算式中 [] 號內之數值均係對數)。

$$\alpha = \frac{x + my}{x + (m - 2l_0)(y + 2l_0)} = [1.85127202]$$

$$\lambda = \frac{l_0(3m-2y)}{x+my} = [1.832403223]$$

$$u = -\frac{6l_0^2}{x+my} = -[2.231025428]$$

火藥燃燒律 k 之值如下：

$$k = \frac{2l_0}{m} \left[1 + \frac{(m-2l_0)(y+3l_0)}{x} \right] = [1.923708142]$$

$$= 0.843780235$$

假定 $K' = 1 - (1-k)^{1/2}$

$$\therefore \log K' = 9.783137575 - 10$$

Δ 裝填比重

$$\Delta = \frac{27.68 \tilde{w}}{V_c} = [1.50050]$$

假定 $a = \frac{\delta - \Delta}{\delta \Delta} = [0.403068431]$

以 Z_0 為藥室空隙之長度

$$\text{則 } Z_0 = [1.54703] \frac{a \tilde{w}}{d^2} = [1.600258431]$$

$$x_m = \frac{u_m}{Z_0} = [0.68216159] = 4.8101285$$

查 Table I (Ingalls P. 199)

$$x_m = 4.5 \quad \log X_{0m} = 0.77977$$

$$x_m = 4.8 \quad \log X_{0m} = 0.77810$$

$\therefore x_m = 4.8)1285$ 時

$$\lg X_{0m} = 0.7781332919$$

$$\log X_{2m} = 9.6471339825 - 10$$

假定 $k_m = 1.0$

則 $\log K_m = 0.00000$ (Table II, Ingalls P. 211)

$$X'_0 = \frac{K' X_{0m}}{K_m} = K' X_{0m} = [0.564575863]$$

$$V_1^2 = \frac{V_m^2}{k_m X_{2m}} = \frac{V_m^2}{X_{2m}} = [6.8329660163]$$

$$M = \frac{\propto V_1^2}{X_0} = [6.1206674415]$$

$$M' = [7.8267-10] M \frac{w}{a w} = [4.4917390106]$$

$$N = \frac{\lambda}{X_0} = [2.7578303511]$$

$$N' = \frac{u N^2}{\lambda^2} = - [3.1518707042]$$

假定 $x' = 0.8$ (查 Table I, Ingalls P. 199)

$$\text{則 } \log X_1 = 9.83027 - 10$$

$$\log X_2 = 0.60179$$

$$\log X_3 = 1.17352$$

$$\text{既然 } P_m = M' X_0 \left\{ 1 + N X_1 + N' X_3 \right\}$$

$$\begin{aligned} \therefore P_m &= [9.86027 - 10] M' \left\{ 1 + [0.60179] N - [1.17352] N' \right\} \\ &= 27303.7161 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

此 P_m 之值較實測者高 192) . 661 lbs/in² , 因此, 吾人可知假定 k_m 之值為 1 係不正確, 茲再假定 k_m 之值為 0.9957 來計算。

既然 $k_m = 0.9957$

$$\therefore \log K_m = 9.970552 - 10$$

$$X'_0 = \frac{K X_{cm}}{K_m} = [0.51024]$$

$$V_1^2 = \frac{V_m^2}{k_m X_{2m}} = [6.935336]$$

$$M = \frac{\propto V_1^2}{X'_0} = [5.093092]$$

$$M' = [7.82837 - 10] M \frac{w}{a w} = [4.431162]$$

$$N = \frac{\lambda}{X_0^2} = [2.73839]$$

$$N' = \frac{u N^2}{\lambda^2} = -(3.1030)$$

$$\begin{aligned} \therefore P_m &= [9.86027 - 10] M \left\{ 1 + (0.60479)N - [1.17352] N' \right\} \\ &= [1.43172] = 25330 \text{ lb}_3/\text{in}^2. \end{aligned}$$

由以上之值，吾人開始求砲彈在膛內燃燒速度及壓力公式。

$$N_m = \frac{K_m}{2 X_{cm}}$$

$$\begin{aligned} \therefore \log N_m &= \log k_m - (\log 2 + \log X_{cm}) \\ &= 2.891083 \end{aligned}$$

$$M_m = 4 N_m V_1^2 = [6.32898]$$

既然 $X_0 = 0.59172$ $x' = 1.61$

$X_0 = 0.59232$ $x' = 1.63$

$\therefore X_0 = 0.591721$ $x' = 1.63367$

$\therefore u' = x' Z_0 = 1.63367 \times 45.74 = [1.87342] = 74.717''$

$$M_m = [3.82367] M_m \frac{w}{a w} = [4.70005]$$

設砲彈在膛內前進之速度及壓力為 V 與 P 。

則 當 u' 由 $0 \sim 74.717''$ 時

$$\begin{aligned} V^2 &= M X_1 \left\{ 1 + N X_0 + N' X_0^2 \right\} \\ &= (6.093152) X_1 \left\{ 1 + [2.73839] X_0 - [3.10300] X_0^2 \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= M X_3 \left\{ 1 + N X_1 + N' X_3 \right\} \\ &= [1.464162] X_3 \left\{ 1 + [2.73839] X_1 - [3.10300] X_3 \right\} \end{aligned}$$

又當 u' 由 $74.717''$ 至砲口

$$V^2 = M_m X_1 \left\{ 1 - N_m X_0 \right\}$$

$$= (6.32898) X_1 \left\{ 1 - (2.8)(8) X_0 \right\}$$

$$p = M'_m X_2 \left\{ 1 - N_m X_1 \right\}$$

$$= (1.70005) X_2 \left\{ 1 - (2.8)(8) X_1 \right\}$$

由上四式，吾人可求得火藥在砲膛內燃燒進行中 u 與 p 之值如下表：

x'	u' (in.)	V ft/sec.	p lbs/in ²	附 記
0.2	9.1472		19722.5	
0.4	18.2941		23391.0	
0.6	27.4416		25753.4	
0.8	36.5888		25670.0	
1.0	45.736		25175.5	
1.2	54.8832		24751.0	
1.4	64.0304		24218.0	
1.6337	74.717	1266.7	23535.0	
1.8	82.8248		16749.0	
2.0	91.472		15483.0	
2.5	114.840		12818.0	
3.0	137.28		10700.5	
3.5	150.076		8992.0	
4.0	182.947		7530.6	
4.5	205.812		6422.7	
4.810	220	1740	5704.0	

查該 21cm × 35 Cal. 要塞砲之砲身強度，經計算其最大強度約為 3300kg/cm² (即火藥最大膛壓之處) 因此證明 15cm × 25 Cal. 七孔砲藥雖可以應用於 21cm × 35 Cal. 砲，但有以下之缺點：

- (a) 砲口壓力太低，對於射程之增加受限制。
- (b) 藥粒太小，裝填不便。
- (c) 裝填比重太低，有生波動壓力之危險。

為避免上述之缺點，吾人進行設計一種新藥，茲有下列之優點：

(a) 藥條成束，與藥室同長，則縛扎容易，裝填容易。

(b) 減低最大膛壓，增高砲口壓力，使得較平直之膛壓曲線，以便增大射程。

(c) 火藥在藥室中燃燒面積平衡。

根據藥形燃燒式之討論，七孔砲藥燃燒情況，最初燃燒面積，近於平衡，但至 $l=l_0$ 時，其燃燒面積即逐漸減少，而祇有單管狀藥，燃燒面積為平衡，因此，吾人試作單孔管狀藥之設計。

(4) 新藥尺寸之決定及其膛內彈道之計算

假定藥粒長度為 110cm (即藥室長度)

火藥內徑為 0.23622" (i. e. 6 mm)

其他已知項照 3 節，求裝藥 35 磅，剛於砲口即燃燒完畢，其火藥厚度 (2 l₀) 之值為若干？

設火藥燃燒速度為 V_c

$$\text{則 } V_c = [1.43934] \frac{l_0 d^2}{X'_0 / a w w} = [2.98437] \\ = 0.0963575 \text{ in } \cdot \text{sec.}$$

$$u' = u_m$$

$$x' = x_m = 43101253$$

$$\therefore \log X'_0 = \log X_{0m} = 0.77844$$

$$l_0 = [8.56306 - 10] \frac{V_c X_0 \sqrt{a w w}}{d^2} \\ = [2.70531] = 0.0507356''$$

$$\text{外徑 } D = 2R = 4 l_0 + 2r = 0.4392''$$

故新藥之尺寸應為：

$$\text{長度 } m = 43.3'' = 1100 \text{ mm}$$

$$\text{內徑 } 2r = 0.2362'' = 6 \text{ mm}$$

$$\text{外徑 } 2R = 0.4392'' = 11.16 \text{ mm}$$

由上尺寸，求新藥之 V 與 p

$$x = \frac{2 l_0}{m} = [3.33985] = 0.0023434$$

$$\alpha = 1 + x = 1.0023434$$

$$\lambda = -\frac{x}{1+x} = -[3.36883] = -0.0021721$$

$$u = 0.$$

既然 $\log X_{0n} = \log X'_0 = 0.77844$

$$\therefore \log V_1^2 = 6.83581$$

$$M = \frac{\alpha V_1^2}{X'_0} = [6.05812]$$

$$M' = [7.82867 - 10] M \frac{w}{a w} = [4.42949]$$

因爲此藥爲長條單孔管狀藥，故可用 Monomial Formulas for V and p.

$$\therefore V = \sqrt{M X_1} = [3.02921] X_1^{1/2}$$

$$p = M' X_1 = [4.42949] X_1$$

由上式求火藥在膛內燃燒時 V 與 p 之值如下表：

由下表與 3 節之七孔砲藥比較，結果如初速相同，則最大膛壓低 573.9 lbs/in² 砲口壓力高 4924.5 lbs/in² 由此證明此新設計之單孔管狀藥，較七孔砲藥優良多矣，茲將 3 與 4 兩節之 p 之值製成曲線圖如後：

x'	u' (in)	V ft/sec.	p lbs/in ²	附 記
0.2	9.1472	319.1	16444.4	
0.4	18.2944		19054.8	
0.6	27.4416		19642.7	
0.8	36.5888		19647.7	
1.0	45.736		19483.1	
1.2	54.8832		19025.2	
1.4	64.0304		18438.3	
1.6	73.1776		17810.8	
1.8	82.3248		17183.0	
2.0	91.472		16575.0	
2.5	114.3400		15094.8	
3.0	137.208		14685.5	
3.5	160.0760		13568.4	
4.0	182.944		12615.0	
4.5	205.812		11733.3	
4.810	220"	1745.8	11086.7	
			10718.5	

二、製造實錄

(1) 藥模之設計

根據理論之計算，證明以單孔管狀藥為最優良，吾人即開始計劃製造，開始設計藥模。

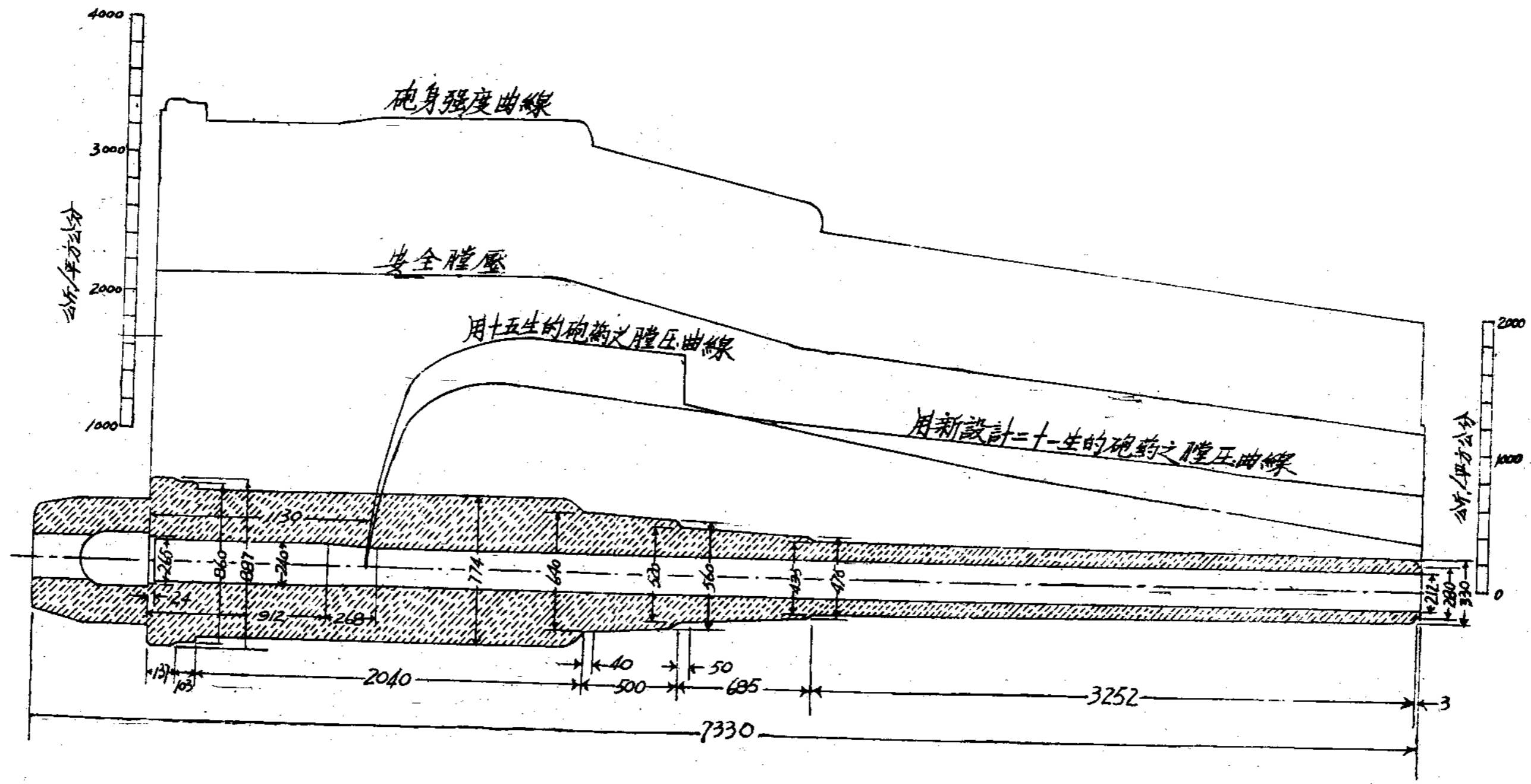
上節計算之藥粒尺寸，係最後完成之尺寸，設計藥模，須求濕藥之尺寸 (Green Dimension)。

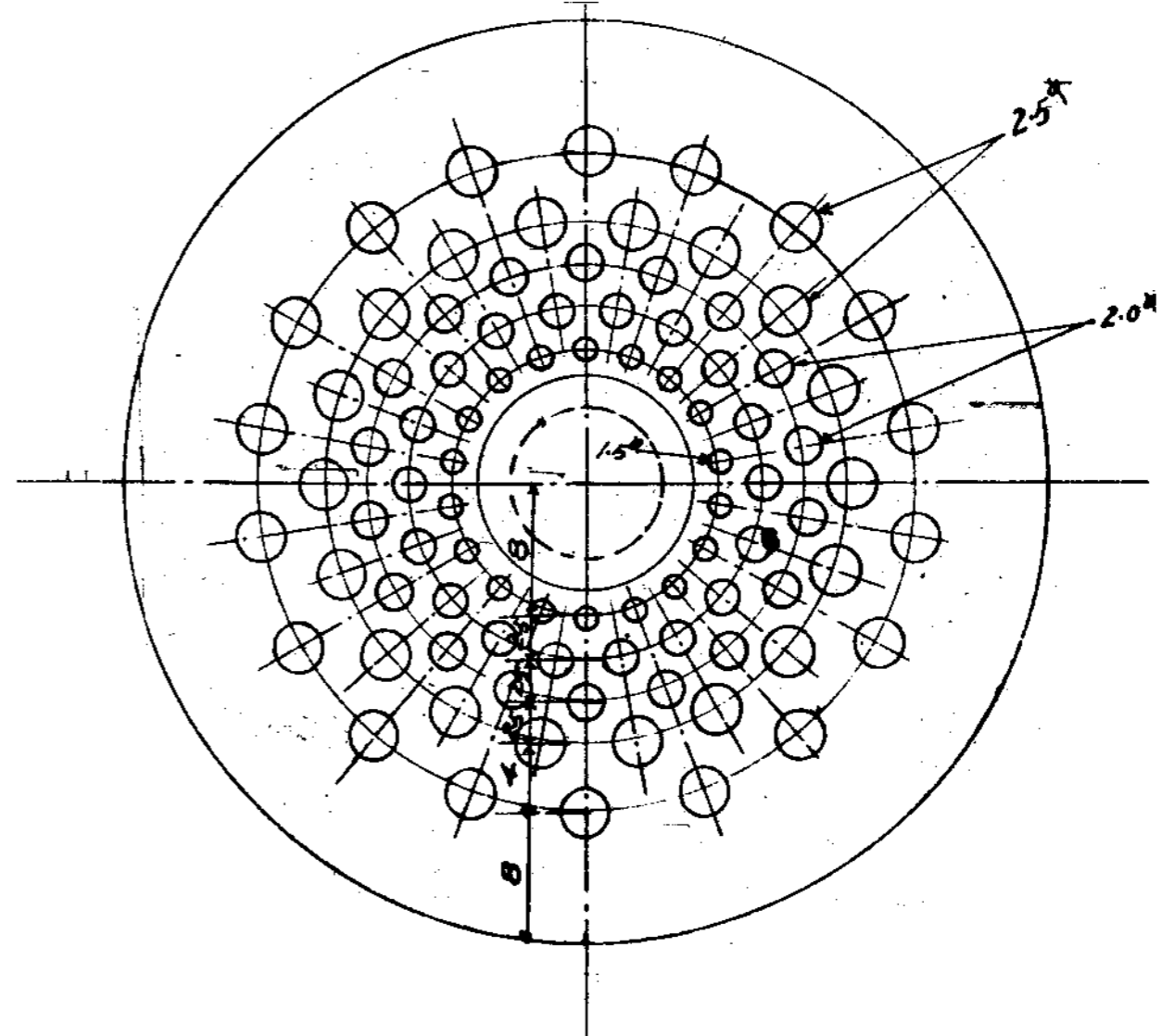
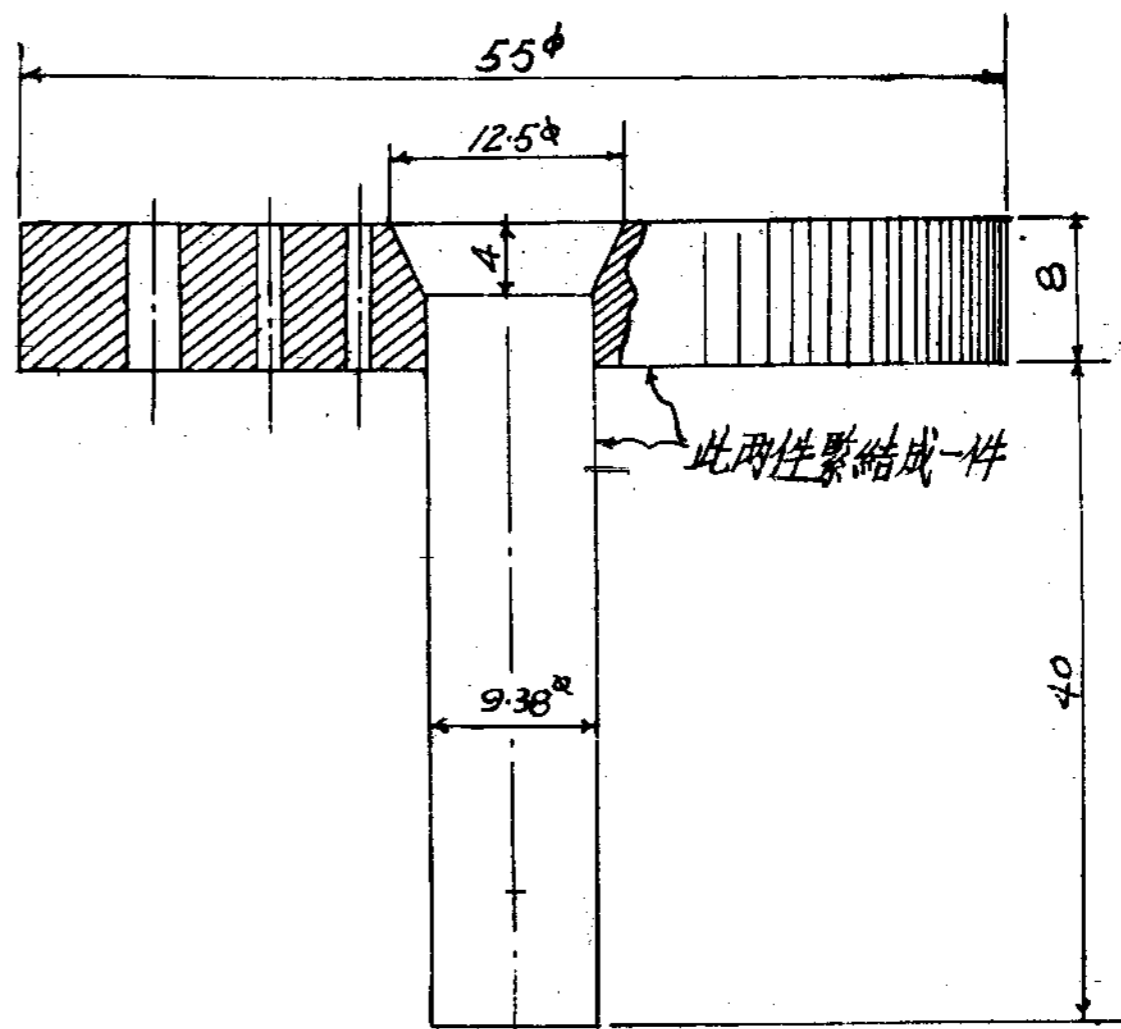
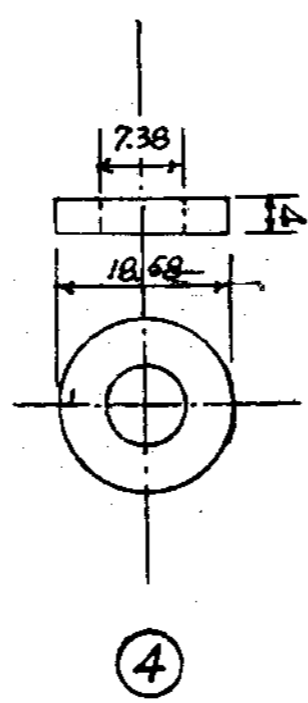
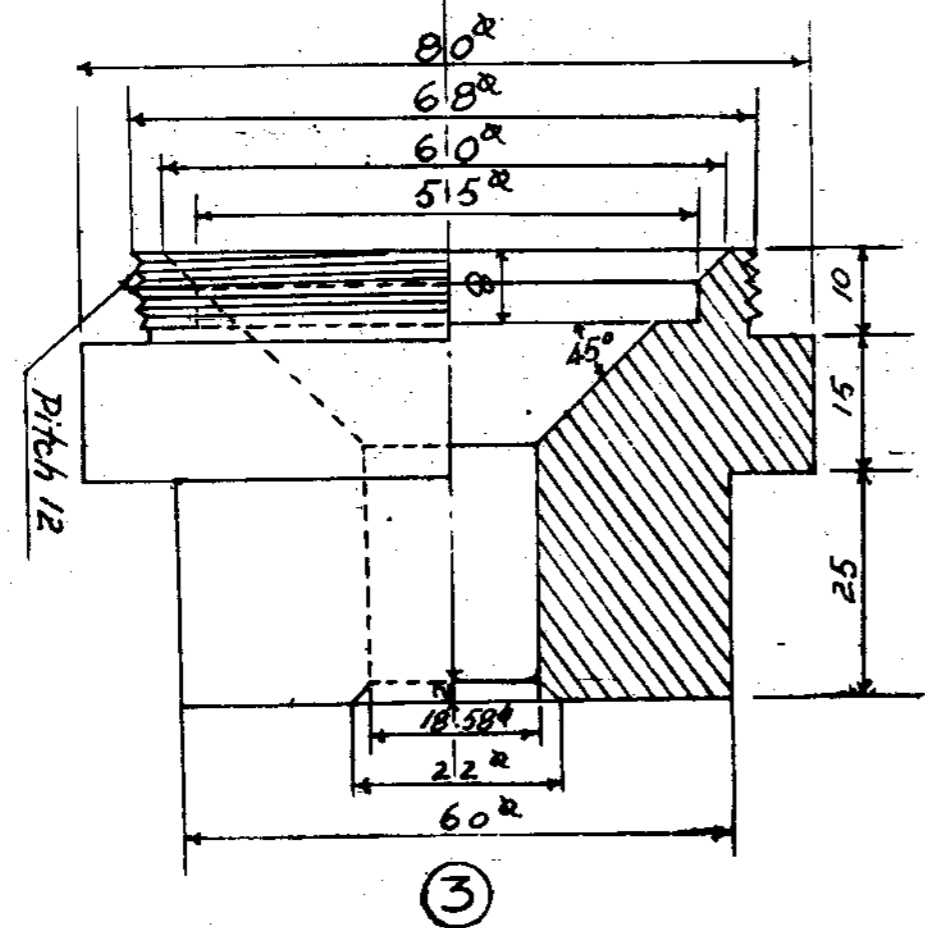
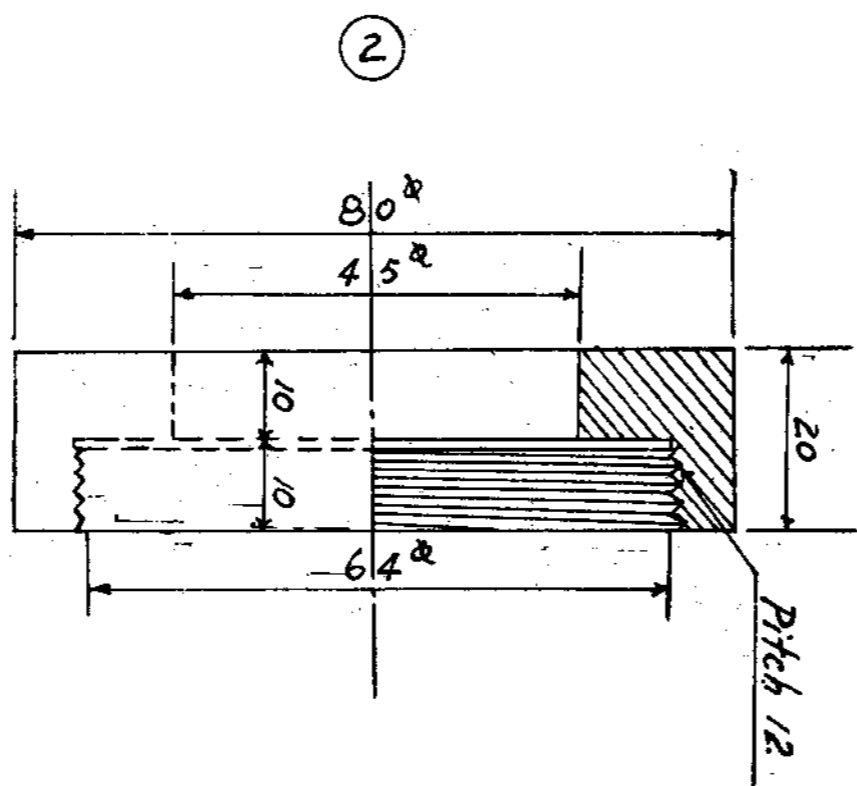
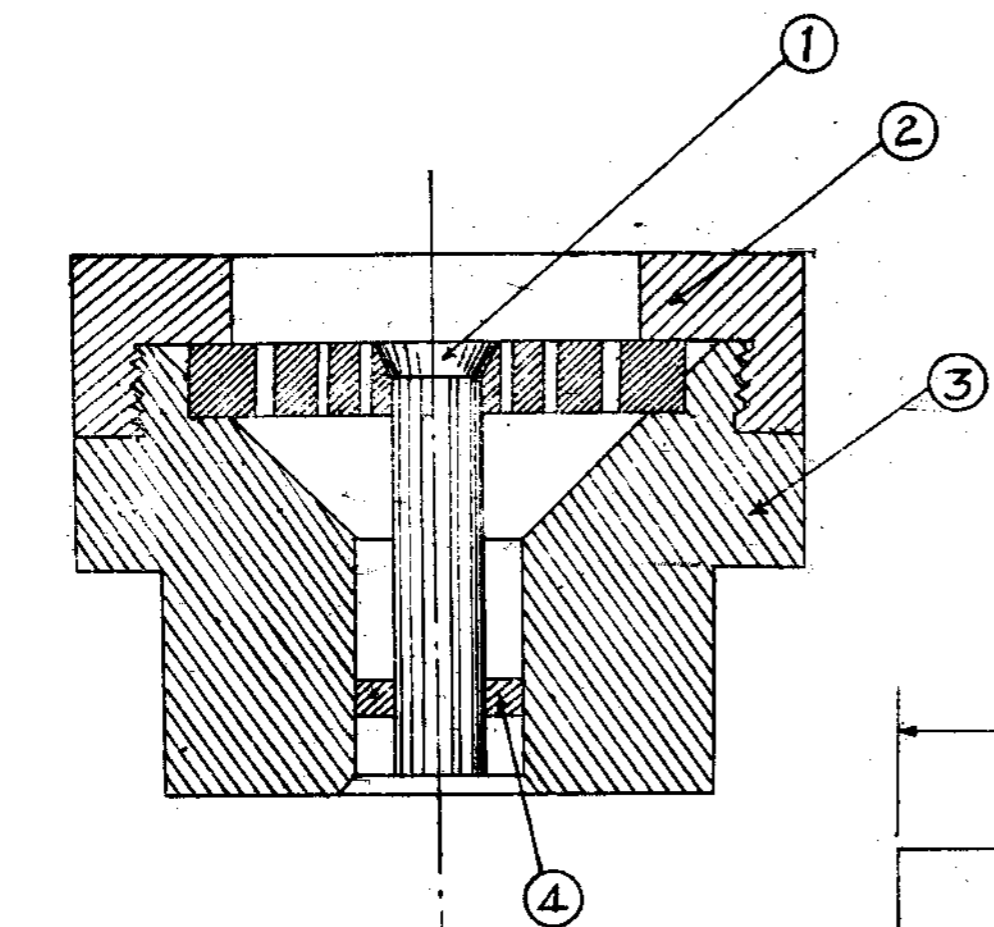
由經驗得大粒藥之收縮率約為：

外徑 40 %

內徑 36 %

厚度 44.15 %





長度 10 %

故濕藥之尺寸為：

外徑 18.58 mm

內徑 9.38 mm

厚度 4.61 mm

長度 1222.00 mm

茲照此尺寸設計藥模如附圖：

(2) 製造紀要

(a) 硝化棉含量 12.99 %

(b) 膠化

硝化棉(含酒精約 40 %) 50 磅

醚 25 磅

Diphenylamine 149 g.

膠化時間 2.30

(c) 壓藥及切藥

壓成之藥條，風乾 12 小時，然後切成每條長度，1222 mm 之藥條。

(d) 乾燥

Air drying 20 日

110°F drying 30 日

(e) 完成藥之尺寸及其他

厚度 2.51 mm

外徑 12 mm

內徑 6.74 mm

長度 1009 mm

水份 1.6 %
 得率 76.69 % (指由濕藥製成乾藥而言)
 每 35 lbs 藥之條數為 130 條。

(f) 收縮率

	實際數	比理論數多或少
厚度	45.55 %	+1.40
外徑	35.41 %	-4.59
內徑	27.99 %	-8.10
長度	10.00 %	0

(3) 試射記錄

裝藥量(磅)	射角 ^高 _低	表尺射程	實得射程	算得初速	測得膛壓	彈飛行時混
20	5°21'	4100公尺	3100公尺	449m/sec.	60 atm.	7.35秒
25	5°21'	4100	3500	435	817	8.5
32	5°21'	4100	3800	512	1226	8.70
34	5°21'	4100	4150	530	1363	9.10
34	5°31'	4200	4220	530	1322	9.60
34	12°43'	7800	7800	530	1322	20.00

裝藥量除上述數量外加傳火黑藥半磅於藥包底部，燃燒情形良好。

由此實際試射之結果，證明與理論推算適相符合，故此藥用於要塞砲上，是最良好的發射藥。

氣象學在軍事上之運用

楊友楨

(本校訓練部化兵組主任教官)

內容：一、引言

二、幾個故事

三、天氣學與天氣預告在軍事上之運用

四、氣候學在軍事上之運用

五、軍事氣象學的前途

六、結尾語

(一) 引言

人類自有歷史以來即有戰爭，有了戰爭，各色各樣的武器便應需要而產生，並隨時代和科學的進步而改良。但在從古以來所用到的武器中，有一種是無法製造也無法改良，就是到了目前人類已開始在利用原子能和廣大的電磁波的時代，它仍然保持着和幾千萬年前一樣的原始狀態和神祕面目。這種武器，和別的武器大不相同，看不見。聽不到。摸不着，抓不住，可是，聰明而仔細的科學家，却能知道它的來蹤和去跡，明瞭它那瞬息萬變的性格，因而把它利用作攻擊的武器或防禦的工具，這種武器，便是和萬物共同存在而無時無地不有的「天氣現象」。研究天氣現象及其變化的科學，即氣象學，應用氣象學原理於軍事方面的學術，稱軍事氣象學。指揮軍事者，不但須於作戰時預知該區內的天氣變化，即在準備作戰之前，對於軍隊活動範圍內的平均天氣狀況，亦須澈底明瞭。實言之，為將者不但要懂天氣學的運用，也要懂氣候學的運用。

在古代，運用天氣於戰爭，差不多都是出於偶然的機會，自一九一九年歐戰以後，軍事氣象學勃興，天氣的利用，乃成為正規的祕密武器之一，及至第二次世界大戰，由於航空和物理的進步，空軍成為作戰的主力，對於此種祕密武器的需要程

度大為增加，同時，因為科學的進步，測候儀器和方法均大為改良，於是對於此種武器的使用更具把握了。到了目前，雖然原子彈的威力鎮懾了整個地球，但仍有人認為還有比原子彈威力更大的三種武器，天氣便是其中之一。（見本年六月份科學雜誌——第三十卷第九期——消息欄 191 頁）。

（二）幾個故事

下面幾個故事，便是氣象影響戰爭成敗的證明：

（一）涿鹿之戰 黃帝和蚩尤的涿鹿之戰，史書稱蚩尤能作五里霧，幸黃帝用指南針判定方向，乃擒蚩尤而定戰局。這裏所說的五里霧，我想決不會是人工煙霧（煙幕），因為以當時人民的文化程度，即使能放煙幕，規模決不會有如此之大，若謂其係出於神仙法術，則屬無稽之談，故除利用天然霧外，別無理由足資解釋。

（二）睢水之役 楚漢爭鋒，漢王為楚兵困於睢水，幸有大風從西北起，折木毀屋，飛沙走石，白晝頓呈晦暗，楚軍大亂，漢王得與數十騎遁去。（見史記項羽本紀）。這是利用沙暴(Sandstorm)為突圍掩護的好例子。

（三）赤壁之戰 漢獻帝建安十三年，曹孟德統率大軍八十萬之衆，一鼓南下，甲盛兵利，勢不可當，東吳方面，以寡衆不敵，強弱懸殊，大局危如累卵，所幸北兵南來，氣候不適，疾病叢生，未交兵而士氣已挫，復以黃蓋詐降，天助東風，火攻計劃成功，魏軍遂一敗塗地，乃得轉危為安，成鼎足之局。（見三國志周瑜傳及曹公傳）。這是一個利用風向突變的真例。

（四）魁北克(Quebec)之役 美國獨立戰爭中，美軍將領蒙哥馬利及阿諾德率軍分兵合擊魁北克，不料天氣驟變，大雪紛飛，行軍既感困難，凍餒不堪忍受，士氣因而大挫，守軍則以逸待勞，一戰之後，蒙哥馬利陣亡，阿氏亦受重傷，獨立軍於是大敗。

（五）拿破崙的敗亡 拿破崙於1812年間兩次侵俄，第一次兵抵紐曼(Neman)，忽遇狂風暴雨，以致人馬疲乏不堪，軍需品為雨所淋濕，大部不能利用，士卒因而致病者在二萬五千人以上，未交鋒而士氣一落千丈，乃沉屍五百餘具，野砲百餘

門，兵車五千乘於維爾那(W ena)之路旁而返。同年晚秋(十一月)，不顧天時，再舉侵俄，兵已臨莫斯科，天氣忽為嚴寒，風雪交作。法軍來自西歐，習慣於溫和海洋性氣候，對於此種凜冽的大陸性氣候，實難忍受，於是棄甲曳兵相繼逃亡，死亡積野，潰不成軍，大敗而回。最後在 815年六月滑鐵盧之後，亦因十七日一夜大雨而為英將惠靈吞所敗，一世雄才，乃以荒島囚徒終生。拿破崙本為曠世無匹的將才，然以不明氣象學，以致失敗，氣象影響軍事之大，於此可見。

(五)德艦通過英倫海峽 1941年二月間，德國有兩隻大戰艦，一隻叫做夏恩霍斯特(Sharnhorst)號，一隻叫做格乃森瑙(Gneisenau)號，原停於法國的勃來斯特港，德海軍當局雷特爾上將欲將此二艦經英倫海峽駛回波羅的海，但英倫海峽的封鎖線，異常嚴密，何嘗天羅地網，雷氏乃請教於氣象學家，欲得“雲低，雲下能見度極劣，空中飛機積冰情形嚴重”的天氣，德國氣象學家乃蒐集若干年的氣象記錄，仔細推詳，乃於氣象的週期變化中，查出是月中旬可能有一風暴過峽，當風暴過峽之際，上項所要之天氣即可發生。二月九日，由氣象情報而測算出風暴將於三十六小時內過峽，當即通知海軍當局，準備行動，該兩德艦乃於二月十一日夜駛離勃來斯特，而於次日狂風暴雨之際通過英倫海峽，英國海防部隊，雖明知有德艦通過防線，但海面能見度十分惡劣，海岸砲無法瞄準，空中積冰情形又極嚴重，佈雷機不能活動，於是只好眼睜睜袖了手一任其通過，兩艦乃得安全駛回。這件事，曾震驚了全世界，人皆嘆為天助德國，其實也沒有什麼了不得，只不過是天氣的妙用而已。

(六)閃擊波蘭 1939年秋德軍進攻波蘭，當時波蘭政府認為在多雨的季節，大雨傾盆，泥濘滿地，對於空軍和地面機械化部隊的活動，均屬不利，故不作準備。然德國參謀本早已算定，當年的秋季，波蘭應有一段清爽乾燥的天氣，於是用排山倒海的閃擊方式，攻下了波蘭。

(七)日本偷襲珍珠港 日本於1941年十二月七日利用天氣為掩護，用美國自己所訂的大演習步驟與方式，偷襲珍珠港，美國太平洋艦的精華，於該役中完全被毀。這是一件舉世盡知的事實，雖然說是美海軍的防範疏忽，其實也是日本善於利用天氣的明證，美國政府有鑒於氣象關係國防的重要性，乃通令所屬各地的明碼氣象

廣播一律停止而改用密碼連絡。

(八)轟炸魯恩(Ruon) 有一次，美空軍準備攻擊法國的淪陷區——魯恩。當時，魯恩地方已起了風暴，按普通情形，有風暴的地方飛機是不能活動的。可是，美軍的氣象參謀已預則清楚：魯恩當天有冷鋒過境，冷鋒之後，跟着的是一條狹窄的晴天。天空只有一些疎散的積雲。奇襲的計劃，便根據這準確的氣象預告而決定了。攻擊的時間訂準到不差一分一秒，冷鋒剛剛過去，不用戰鬥機保護的美軍轟炸機羣便達到魯恩城市的上空，從積雲的空隙下去，順利地完成了任務。勝利的機羣於是毫無缺損的飛返基地。

(九)諾曼第登陸 盟軍於1944年六月六日在諾曼第登陸，也是一件驚天動地的史實。然而這其間是有氣象的根據的。在諾曼第一帶，六月裏的雨天，在全年各月中為最少，但在登陸的前幾天，陰雨連綿，盟軍統帥艾森豪威爾頗為魚慮，生忙就誤了日期。每天都和他的氣象參謀們商討這樁大事，到了六月四日，氣象參謀告以在三十六小時內天氣可以轉晴。艾帥於是決定在六月六日的夜間登陸，一舉而大功告成。

(三) 天氣學與天氣預告在軍事上之運用

天氣學為利用廣大地區的同時觀測報告繪成天氣圖以之為根據而預測天氣的科學。乃氣象學的基礎且為氣象學中發展最迅速用途最大的部門。茲就其與各軍種之關係分述其運用如下：

(一)空軍 飛機之於空氣，猶船之於水，此種關係，人所盡知，大氣之變化，對於飛行的安危，具有決定性的作用。影響飛行最甚的氣象要素為：(1)風與氣流；(2)雲霧及能見度；(3)線颯與雷雨；(4)積冰。

(1)風與氣流 空氣流動時，其方向若與地面平行則稱為風，否則不稱風而稱氣流。風對於飛行的影響，除風向風速能影響飛行速度外，尚有遇阻礙物而發生的氣流與亂流及因上下氣流與水平風速發生突變時所起之湍動(Bumpiness)。故於起飛之前，如能明瞭高空氣流的情形及飛行途中可能遭遇之障礙與危險，則在安全上

，當可獲得相當保障。針對此項目的，故在天氣預告中特有關於起飛降落及飛行途中氣流騷動（-Turbulence）的預測。

(2) 雲霧及能見度 雲霧同為大氣中水汽凝結之生成物。其對飛行之影響，主要在阻礙視線，減低能見度。雲之足以妨礙飛行者為低雲及直展雲。至若中雲及高雲，則關係殊小。雲對於飛行的關係，除直接影響能見度外，尚有簡接能使飛機發生搖動（積雲）以致操縱失靈及發生積冰（積雨雲及雨層雲）的危險。霧對於飛行的唯一障礙為影響能見度，各種霧中影響較大者為平流霧（Advection Fog）及鋒面霧（Frontal Fog），因其範圍廣，時間久而高度大，常可構成重大的障礙。至於輻射霧（Radiation Fog）則係成於地面夜間輻射，日出即消，對於飛行影響殊小，且此種霧乃天氣穩定之象徵，不但不足為飛行之害，且因其為良好天氣的保證，如能將活動時間巧為安排，則反足以有助於空軍之作戰也。

(3) 線颶與雷雨 線颶（Line Squall）又稱冷鋒雷雨，乃寒冷氣團下襲暖濕氣團時所生的天氣現象，過境時狂風驟雨，雷電交作，有時伴以冰雹，拔木毀屋。普通的雷雨（Thunderstorm），現象大致與線颶類似，但程度上則稍有差別，範圍亦大小不同。不論何種雷雨，對於飛行均有極大的危險性，茲分述如次：

(a) 雷雨激流 雷雨發生之時，天空必有積雨雲出現，此雲出現後，常有移動，在其前部有急烈的上升氣流，在其後部，則有猛烈的下沉氣流，在此兩種氣流之間，常有氣流漩渦生成，飛機若被捲入其中，無一能免於難者。

(b) 冰雹 積雨雲的氣流下沉區域，同時有傾盆大雨，甚或有冰雹適伴下，飛機遇之，常被擊毀。

(c) 觸電 雷雨雲之主體帶有負電，其頂部則帶正電，雲底常有一正電荷之集中點，此項電量常極強大，其每公分距離間之電位差（即電壓）可達66伏特，飛機誤墮入積雨雲中，常有觸電的危險。

(4) 積冰（Accretion） 積冰為飛機航行中最大危險之一，且關於積冰的天氣預告，因高空觀測不夠而不能十分精確，故其危險程度至今尚未能減低也。飛機積冰，大致可分為下述幾種：

(a)自霜(Hoar frost)由空中水汽直接凝結而成，多發生於機身之上。此種積冰，為量不多且質地鬆脆，極易掃除。

(b)霧凇(Rime)為不透明而多孔之顆粒狀冰層，多成於層狀雲中，此種積冰，為量較白霜多，質地亦堅硬，在掃除上稍感困難。

(c)清冰(Clear Ice)為透明之冰塊，不但可生成於機身之垂直表面，亦可生成於水平表面上，此種積冰，為量最多，且附着於物體表面，不易除去，故為積冰中之最危險者，其生成之原因，常為過冷雨或過冷水滴凝結之結果，在積雲狀雲中，為生成清冰最適宜的環境。

天氣之於空軍，其影響之大，關係之密切，已概述如上，由是吾人可知：空軍之一切活動，完全依天氣情況而定，若天氣情況不利，不但可能遭遇極大危險，即尋常之起飛著陸，亦有重大困難，若天候有利，則不但損機拆將之危可免，且可致非常之勝利(如魯恩之役)。簡言之，天氣可為知友，亦可為死敵，全視吾人能否利用而定。天氣學為研究天氣情況及其變化的科學，故若以天氣為武器，則天氣學實際即為一種兵器學，而天氣預告即相當於射擊技術，故空軍之武器，實際上應有三種，一為飛機，一為炸彈，一為天氣。天氣與空軍之關係，既如此重大密切，故天氣學在空軍方面之運用，亦最為廣泛，上述四種天氣現象，不過擇其影響最大而最直接者予以介紹而已，至於天氣預告，在空軍方面，項目上不厭其詳，達數十種之多；時次上不厭其煩，隨時詢問即需立刻答覆，所以如此者，蓋欲策萬全也。

(二)海軍 海軍之活動，受制於天氣之程度，雖不若空軍之甚，但其在海面上所遭遇之危險與困難，大部均由天氣變化而來，天氣現象對海軍之影響最著者，第一為颶風與海龍捲，第二為霧，第三為冰流。

() 颶風與海龍捲 颶風為熱帶氣旋的別名，乃發源於熱帶洋面的風暴，風力特大，破壞力極強，而所經路線又多在海洋部份，故對船隻航行，威脅最甚，颶風之活動，在各地區區域，有其一定的時期，一定或平均的路線，其運行之方向，在熱帶區域內，恆自東南趨向西北，移行極緩，甚至有靜止不動者，待入中緯區域，即轉向東北，在未轉向之前，中心以北之部份，因風向與整個系統之移行方向一致，故

風力特大，有危險半面(Dangerous Half)之專稱，在海面行駛之船隻，未遇颶風之前，應設法利用天氣預告迴避之，若不幸已進入颶風區域亦應設法避開此危險半面，颶風之距離與方向，除利用自天氣圖上測出之天氣預告外，尚有擬利用雷達及地震儀之設備直接探知者，但此種簡捷的方法，目前尚未達完滿成熟的階段。龍捲為範圍最小生命最短促而威力最強的小型風暴，其發生於海洋面上者特稱為海龍捲。船隻遇之，多遭顛覆，所幸其範圍最大不過一哩左右，經過之時間亦不過數十分鐘，避避較為容易。其特徵為漏斗形之積雨雲下垂及於洋面，風向在北半球為反時鐘方向旋轉。

(2) 霧 在海面上生成之霧有兩種：一為陸性霧，一為海霧。

(a) 陸性霧 為高緯度之大陸冷氣流吹至較暖海面上時所生成之霧，此種霧於生成之後，若下層逆溫繼續存在，而風力又屬平靜時，則常濃密而持久，可成為船隻活動之極大障礙，另一種陸性霧為夏季陸風吹至海面，氣流下層之溫度降低，相對溫度增大至飽和，亦有霧生成。此種霧濃度亦相當大，範圍廣而持久。此種霧之生成，與海陸溫反及氣壓分佈之情形息息相關，故其預告，亦常以此為根據。

(b) 海霧 海霧乃暖水面之空氣吹至較冷海面而成。此種霧形成之條件，為鄰近區域之水溫差須甚大，故在寒暖洋流交匯之處，即為海霧經常發生之區域。海霧四季均可出現，然以春夏為最頻，一經形成即不易消散。

(3) 冰流 冰流為高緯洋面冰層受熱解凍後成為冰塊隨寒流流動之現象。故寒流之路徑，亦即冰流之路徑。冰流之發生以春夏之交為最頻，緯度愈高，離冰洋愈近，則冰流之為害亦愈烈。預測冰流，既無適當儀器，亦無完善方法，惟一途徑，全賴測冰隊之報告及注意寒流之向速而已。

上述三種天氣情況，其目的在指示吾人以海軍活動時所應警惕避之途徑，純係以防禦的立場而設論，然海軍對於天氣的利用，一如空軍，不宜僅從消極方面着想，能避開此種天氣的威脅與危害即為滿足，積極而廣泛的攻擊性利用，實為最聰明的措施，兩艘艦通過英倫峽的驚人史蹟，即海軍積極利用天氣的鐵證，故海軍在天氣學方面的研究和發展，天氣預告的設施與利用，均不能稍有疎虞，況近世氣象

學有系統的研究，原由於航海事業的發達，軍事氣象學的發軔，實因昔日海軍艦隊受天候影響而慘遭失敗後的結果，基於此點，海軍之武器，除戰艦大砲魚雷飛機之外，天氣亦有與焉。

(三)化學兵與砲兵 在地面作戰的陸軍中，與天候發生密切關係者，厥為化學兵與砲兵，而在此兩種兵當中，化學兵所受影響尤大。

(1)化學兵 化學兵在陸軍諸兵種中，受天氣現象的影響最大，在程度上實不亞於空軍與海軍，蓋因在一切彈藥之中，受天候之影響最甚者莫若化學彈藥，而大部份化學兵器則直接受制於天氣。因戰劑一經施放後，其汽化容易者，即迅速發成為氣態，與空氣混合而成為大氣的一部份，此後的行動：即由天氣變化而決定，即不易汽化者，其毒效時間及範圍，亦隨天氣情況而轉移，故天氣實為主宰化學戰的重要因素，不明氣象，即不足以言化學戰，茲就化學戰攻擊與防禦兩方面將氣象學在化學戰上的運用申論如下：

(a)攻擊 在作化學攻擊的準備中，天氣情況為選擇及使用戰劑的先決條件，在何種天氣下以使用何種戰劑為宜，在何種情況下不能使用等，均為化學戰參謀人員所不可不知的常識，戰劑的效力，亦常因天氣情況而不同，此在使用暫時性毒氣及烟霧劑時為尤然，故於計劃化學攻擊之初，首應考慮者，即為天氣條件，若置天氣情況於不顧，冒昧擬攻擊計劃，待一切準備完畢，而天氣情況轉趨不利，則所有計劃，勢非完全推翻不可，人力與時間，均屬浪費，重擬計劃，重新佈署，不但時間所不許，事實上亦不可能，即於情況必須貫徹原計劃時，則彈藥或材料的浪費，乃成為不可避免的事，而在極端不利的天氣情況(如逆風)下，甚至有危害本軍或友軍的危險，故在化學戰中，氣象條件的重要性，與敵情地形相較，實有過之無不及。

(b)防禦 天氣情況，既為使用戰劑的先決條件，則敵人行化學攻擊，必將於對彼有利的天氣中行之，故在積極性的化學戰防禦(戰術防禦)上，天氣情況乃預測敵人是否有行化學攻擊的可能的根據，而在敵已用之後，毒劑的效力，常隨天氣情況而不同，故在消滅防禦上，天氣條件又為決定毒氣效力及消毒上的主要參攷。

綜上所述，吾人可得一明確的觀念，即在化學戰中，不論攻擊或防禦，天氣學乃不可缺少的知識；氣象預告，為不可缺少的情報，不明未來天氣，不但無以計劃攻擊，亦無從籌或劃實施防禦。各氣象要素中，對化學戰的影響大小不一，茲就其重要程度簡述如下：

(1)風與氣流 風與氣流對化學戰的關係最為密切，此不但在使用吹放鋼瓶或其他靜置兵器時為然，即以砲兵射擊化學彈亦莫不然，風向風速及氣流騷動，在使用暫時性毒氣及烟幕時，常具決定性的作用，毒氣之濃度及毒效區域，烟幕之構成及濃度，所需彈藥數量之多寡，幾全視風的條件與氣流騷動情形而定。使用持久性毒氣時，其持久程度及毒效區域，亦因風速及氣流騷動程度而有不同，使用縱火兵器時，在風向風速上，亦應有適當的考慮。

(2)溫度與氣溫坡度 溫度對於若干化學戰劑，雖無直接的作用，但因各層空氣溫度差異而生的氣溫坡度，則對於多數戰劑，均有重大影響，特以對於暫時性毒氣及烟幕為甚，使用持久性毒氣時，溫度為影響持久度的主要因素。

(3)濕度 濕度對於化學戰的關係，較風及溫度為小，暫時性毒氣中的光氣，常因空氣中有水汽存在而發生水解作用，其效力因而降低。對於幾種必須吸收水分始能構成烟幕的煙幕劑，濕度的影響則甚大。

(4)雲 雲的存在與否，對於化學戰劑的應用，並無直接而嚴重的影響。但雲的有無及類型，則與大氣穩定度及氣流騷動有密切關係，故亦為使用化學戰劑時的重要參攷。

(5)降水 降水一詞，係指雨雪等現象而言，其對化學戰的影響，與溫度略似，小雨小雪及霧，對於多數戰劑的應用無疑，而對於烟幕的效力反可增強，但大雨大雪，則對任何一種戰劑之應用，均屬不利。

(6)氣壓 氣壓對於化學戰，無直接的影響，但氣壓的變化，關係天氣甚大，未來天氣的變化，常可由氣壓升降的軌跡中推知，其關係似淺而實深。

由上所述，天氣學在化學戰上之運用，亦相當廣泛，其重要性在若干人之心目中亦有相當地位，至於天氣預告在此方面之運用，則尚少有人體會，甚至若干化學

兵軍官誤認爲僅須明瞭其關係或能測出當地當時之天氣現況卽爲滿足，以爲天氣預告尙無可供利用之處，此種觀念，誠屬極大錯誤與危險，亟須予以徹底糾正。須知局地天氣之觀測，除每日廿四次之記錄可供六小時之野戰預告利用外，至於次數少於廿四次之觀測，除具參攷之效用外，並不足爲預告之基礎，尤不足爲計劃之根據，策劃化學作戰，必須以未來天氣爲準繩，此不容稍有懷疑者也。目前我國化學兵中之氣象人才與設備，較之其他先進國家，實瞠乎其後，野戰地面測候器材，不過數套，僅足供教育範圍之用，至於技術及專門人才，則至感缺乏，故化學兵之氣象教育，亟宜針對現實，從事專門人才之培育，技術教育，亦應自基本觀測進至天氣預告，庶幾則化學戰之準備始可期於完成。

(2) 砲兵 砲兵在氣象方面應注意之事項爲：(1)彈道風，(2)大氣密度，(3)彈道氣溫，(4)傳聲。

(a) 彈道風 口徑小而射程不大之兵器，如輕兵器及平射砲等，因彈飛時間甚爲短促，其彈道所及高度亦不大，天氣所予之影響因而甚微，普通在使用時並不考慮天候之條件，至口徑較大，射程或遠或射角較大之兵器，如海岸砲，重型山野砲，高射砲及曲射砲等，因砲彈面積大，射程遠，飛行高度及時間均大爲增加，是以其飛之路徑，受各層氣流之影響而發生偏差，命中精確程度乃大爲減小，故上述各種砲兵於射擊之前，對於彈道風須預爲測定，予以訂正，射擊時始可望其命中目標，在各種砲兵之射表上，均列有彈道風之射擊修正數字，此外並有關於計算彈道風之計算尺或計算圖表，俾射擊時無臨時計算之煩，關於彈道氣象之計算，普通係將自砲位至砲彈所能達到的最大高度間分爲若干層，稱爲砲兵射擊高度層(Artillery Altitude Zones)。然後根據測風氣球所測得或根據預告知的各高度風向風速，分析成南北方向及東西方向之兩分力，再求出砲彈飛行高度內各時間之平均分力，由此可算出風力對於彈道的影響而予以適當的修正。

(b) 大氣密度 砲彈在空中飛行時，其所受空氣之阻力，因各層空氣密度不同而有異，其影響於彈道形狀及射程亦因之而不同，故對於大口徑之遠射程砲或曲射砲，除作風之修正之外，尚須作彈道空氣密度的修正。空氣密度愈大，砲彈所受之阻

力亦愈大，故修正量應隨之增大。簡言之，即空氣密度與修正量有正比例的關係。然空氣密度，與當時之氣壓溫度濕度均有密切關係，若逐項列入計算，未免十分麻煩，故實際上係先將各標準高度之空氣密度與彈道空氣密度百分數列為一表，以便換算。由表中查出彈道空氣密度後，即以之為根據而作適當之修正。

(c) 彈道氣溫 上述空氣密度，並未將溫度計算在內，故除尚須將彈道氣溫加以測算再作適當的訂正，各射擊高度層之平均溫度，係用預測方法計算而得，由此計算所得之溫度，即按表換算成爲彈道氣溫，彈道氣溫通常以標準數的百分數表之。

(d) 傳聲 利用空氣中之傳聲速度以測定敵方砲位之方法，乃大氣學在軍事上之有效運用，此種方法，乃上次歐戰中之產物，推行甚廣，成績亦著，利用傳聲測定敵方砲位距離之法有，

(甲) 敵砲口火光可直接看見時，因光速與音速之差甚大，故當吾人看見砲口焰時，即爲砲彈離開砲口之時間，及至聞砲聲，乃音波到達觀測者之時間，設當時之空氣爲靜止，溫度爲已知，則以時間乘音速即得所求之距離。若在風的條件上予以修正則結果更爲精確。

(乙) 若敵砲之砲口焰不能直接看見，則在不同地點設立測音站數處，測知砲聲到達各站之時間，由此即可算出砲位之所在。

(四) 氣候學在軍事上之運用

天氣學與天氣預告在軍事上之運用，已概如上述，然此尙未盡氣象學之用，軍事與氣候，亦有莫大之關係，其用途亦不止一端，綜計可得而論者有以下數事：

(一) 軍隊衛生 軍隊衛生之要旨主保健，軍隊作戰，行跡無定，時而冰天雪地的極地，時而乾亢燥熱的熱帶，時而四季如春的溫帶。若一部隊未受適應氣候的訓練，或對各種氣候無適當的準備，則初抵一地之時，往往因不能適應當地氣候而疾病叢生，俗稱水土不服，蓋即指此而言也，故欲求作戰力能保持一定水準士兵之保健，實爲第一要訣，而保健工作中，預防重於治療，假想作戰地區的氣候，如能事

先明瞭，有所準備，則不但部隊的健康可以保持，即預期之勝利，亦不難獲致。

(二)軍隊編制與裝備 軍隊之編制與裝備，除應適合戰術上之要求外，並宜使與作戰地區之氣候相適合，第二次世界大戰中，有以謂沙漠部隊，滑雪部隊，森林部隊等，其編制與裝備，無不令與作戰地區之氣候環境相合，蓋若不如此，部隊作戰，必將遭遇重大困難與障礙，殆無疑義，且士卒對於氣候之適應程度，固與所受氣候上之訓練有關，但人體對於溫度之抵抗力，終屬有限，若無設計良好之裝備，則夏不勝其暑，而冬不勝其寒，在部隊健康方面，實有莫大之威脅，昔拿破崙兩次征俄之失敗，究其原因，實不外於裝備上，無適應氣候之裝備所致。此足供吾人參攷者也。

(三)補給與運輸 軍隊之補給與運，猶人身血脈之運行，稍有阻滯，病患即生，而作戰時若補給發生障礙，則軍隊之被服糧米彈藥武器不能按時送達，不但影響作戰力，甚而可牽涉大局之成敗。補給之靈活，有賴於制度與人事之處固多，而受制於天候或氣候之處亦復不少，故在計劃補給之初，對於補給區內或補給線上各地之氣候，應瞭如指掌，可能遭遇之氣候障礙，應設法排除，對於有利之氣候，應盡量利用，務使所給之軍需品，既無雨淋日晒霉爛失效之虞，亦無阻滯之弊，此在吾國物資艱難之境況下，尤宜注意。

(四)軍事設備 選擇各種軍事設備場所之時，對於氣候方面的攷慮，亦為不可疎漏的事，稍一不慎，弊患叢生，不獨徒耗國家財力，且有影響大局的危險，計劃軍事設備者，對此似應深加注意。以空軍之設備言，萬事莫如機場急，然機場之選擇，氣候因素，實為其先決條件之一，飛機場之主要氣候障礙有二，一曰風，二曰霧。最理想的飛機場，應為風平霧靜之地，適合此條件之地點為1.內陸，2.海洋之西岸，3.高緯度地帶，4.台地或平原，5.都會之上風地區，6.距森林沼澤較遠之處。以海軍之設備而論，港口及船塢之選定，氣候實為最重要之條件。除風與霧外，冰凍程度，亦為極關緊要之事。故軍港之海水溫度及最低氣溫，洋流之影響等，均宜詳加攷慮，務使在任何時機，任何季節，船隻之活動，不致蒙受氣候之影響為要。就一般陸地地面設備而論，各種倉庫或營房之選擇，氣候條件之攷慮，亦屬必要。

，補服倉，糧秣倉庫，均宜乾燥通風，化學軍需品之倉庫，除乾燥通風之條件外，最高最低溫度，亦為不可疎忽之因子。綜觀上述，吾人可得一結論：氣候對於軍事與國防，具有重大之影響，為將者知之可操勝利之左券，不知者有兵敗國亡之危機，曹孟德與拿破崙皆識才大略，一世之雄，即以不知天時而敗，可不戒哉！

(五) 軍事氣象學的前途

氣象學為一種綜合性的科學，其進步與發展，與其他自然科學如物理學數學化學工程機械天文地理等的進展息息相關，軍事氣象學為實用氣象學的一部門，其發展的趨勢與範圍，一方面受上述各種自然科學的重大影響，另一方面則隨國防與軍事上之需要程度而改變，軍事氣象學原為適應軍事之需要而產生。創始迄今，不過短短數十年的歷史，德國研究於先，至第一次歐戰間，英法美等國始因事實上之需要而相繼效法於後，軍中氣象機構及人員之設置，亦自此時期始，及至第二次世界大戰，因物理學及機械之發達，空軍之運用廣泛而重要，軍事氣象學之發展，乃隨其需要性而有一日千里之勢。德軍閃擊戰及盟軍反攻之成功，利用天候助力之處極多，時至今日，與原子能並駕齊驅之科學，厥為軍事氣象學，同溫層飛行之研究，雷雨雲內之探險飛行，雷達探測電離層之構造，雷達測候器材之研究，均為力謀發展軍事氣象學之重要工作，然發展軍事氣象事業之途徑，固不僅止於研究工作一隅，其他如人才之培育，氣象參謀之設置，軍中氣象機構之設置等，亦屬發展軍事氣象事業之必要事項，此在歐美各國，早於二十年前樹立根基，再經此後二十餘年之研究與發展，一切規模與設備，均日異而月新，此不但在空軍方面如是，海軍及地面部隊亦莫不如是。至於將來，原子彈，生物武器，細菌武器之使用，無疑將以飛機為散佈之工具，氣象條件之日趨重要，已不言可喻至若地面各兵種之作戰，補給與運輸之安全及便利，一切軍事活動，涉及氣象問題之處，有增無減，由是觀之，軍事氣象學之研究，將日趨重要與繁複，人才之訓練，人員與機構設置之需要性，日形增加，而軍事氣象學之運用，亦將日趨於廣泛之境地，殆無疑義。

(六) 結尾語

軍事上對於氣象方面之需要，已見上文，反觀我國情形，因受科學及工業落後之影響，氣象事業之發展，障礙重重，然民用氣象事業，得若干先進學者之努力倡導，得於抗戰期間樹立楷模並於抗戰結束之後力謀發展，至軍事氣象方面，除空軍因事實需要已建立基礎外，其他兵種中，人員與設備，均多付闕如，即偶有人員與機構，亦多難發揮其效用，言之殊堪一嘆。我國今後，不論建軍建國，不欲與列強為伍則已，欲與列強爭衡，民用軍用氣象事業之發展，乃極關重要之事項，民用氣象之發展，非屬本文範圍，至於軍事氣象事業之發展途徑，就本人管見所及，應注意下述各點：

(一)設立機構，召集專門人才，研究氣象在軍事上之運用，此項工作，雖可委託氣象研究所代辦，但研究人員，則以曾受軍事訓練，對各軍種各兵種之特性及武器性能有深切了解者為宜。

(二)在有關之軍事學校內，訓練大批軍用氣象人員。

(三)在各戰術或戰路單位內，設置氣象參謀，以供部隊長有關氣象之諮詢。

(四)在適當編制(如團)內設立氣象機構，專司氣象情報，蒐集，並與全國友軍及民用氣象機關取得密切連繫，組成嚴密之氣象情報網，以供高級司令部預測天氣之材料。

孫子始計篇曰“道天地將法”，願我國軍事當局在此五字(事)中，千萬不可略去天字，特引此以結全篇。

三十七年七月十日於馬鞍山

兵工學校第一次增進學術座談會

時間地點：卅七年十月三日於大禮堂。

出席人員：（校本部及隊部） 簡校長 主任研究委員張志純 處長俞鈺璣 陳大剛 余宗海 秘書曹路 廠長陳國怡 大隊長鄒世強 吳世英 隊長陸緯

（兵工工程學院） 院長何緒績 教授查雲彪 沈正功 助教邵懋 曾成

（訓練部兵勤組） 教官陳韶 向惠靜 潘應魁

（成績優異員生） 造兵系余用仁 濮三立 劉涵 高興民 常達道 褚元壽

應化系江家晉 劉介華 陳鍾祿

戰車系劉自創 吳振聲 江灝 孟宗政 袁俊龍

初級班王廷傑

主席：校長 記錄：張志純。

主席致詞：本會議之意義。

1. 研討改進學術康樂——本人到校時曾呈准 署長核定教育原則十六條，其第十條有「養成學術研究之風氣并儘量獎助進修人員及培植兵工師資」，第六條有「注重體育，提倡正當娛樂」之規定，本會議應作集思廣益的研討。

2. 接受校友之建議——校友六期曾有如下之建議：「希望在校服務校友，多多協助母校當局提倡求學風氣，維持并加強後繼者的素質」，我們能反省才能發現缺點，能接受批評才能求進步。

3. 適應環境確定目標——本校為軍事學校之一，上峯對本校軍人精神及軍風紀之改進十分關切，現已博有聞譽，此為本校之基礎，今後當以此基礎向高深技術方向邁進，本會議當陸續舉行，向此新方向努力。

發言內容：

何院長：（1）惰性人人不免今後將注重督促，如習題必須做好，考試必須嚴格之類。（2）要吸收新知識必須定閱新雜誌如美國機械工程師學會化學學會之刊物，

Chemical Abstracts SAE之刊物, **Army Ordnance**等等之類, 至於普通刊物, 尚在其次。(3)校長已下令將圖書館及教授室安裝玻璃窗并置火爐, 今後應多坐圖書館。(4)組織研究會, 交換心得。

陳處長：關於請領外匯，我們作了四次努力(1)最早之每年美金二千元購書刊案。(2)三月七日招待教授遊蘇州交換意見後又呈第一案。(3)第六廳分配化學兵研究費外匯後，本校將兵工書刊詳列上報。(4)總司令主持之上海區教育聯席會議中，校長即席提出請領購書刊之外匯案——四案均以種種原因而無下文。

查教授：Mc Graw Hill等公司在上海有代辦處，可以金元券定外國雜誌。

何院長：現教授缺額不成問題，明年必須增加十人，故新編制必須達目的。

陳處長：(1)專門教授如火藥冶金造兵戰車等應多僱備。(2)多聘專任教授。(3)兼任教授亦應提高待遇校長已指示本校兼任教授按照新規定提高待遇，函屬重要。(4)特別優待名教授如對於陸志鴻先生便是一例本期教授陣容一新。

何院長：(1)交大兼任教授鐘點費較高(2)教育部規定兼任教授每學分八元每年以十個月計并以每週四小時為限(3)研究工作可使助教上進并可增加學校學術地位如是才留得住教授(4)本校研究設備不夠。

校長：(1)南開大學常指定大學畢業生作專題研究二年以上再以担任講授有關課程成績甚至比留學生還好本校似可取法(2)兼任教授照交大待遇報請核定但暫照教育部規定先發。

陳處長：實習工廠擬聘曹保民向靜君為兼任講師協助指導學員生實習。

何院長：待遇以每週四小時為限。

校長：兼任教授總人數不得超過編制。

何院長：(1)教授薪金有兩位Overlap一月而兵工署兵器所記名之四位又遲了一個月薪津彌補真成問題(2)鍾教授以文請購火藥學十册已先給付。

余宗海處長：書款營務處當照付。

張主任：兵工署兵器研究所四個教授缺應速呈署任用使十月一日能起薪。

陳處長：本人所兼修配工廠系主任教官可讓出以補教授。

校長：甚善此缺由何院長支配記名四教授第一遞速報。

陸隊長：汽油節約接送教授大受影響十月份的油九月份早已用光經校長親自向供應局交涉始破例領得一五〇加侖維持接送教授專車之行駛據曾石虞先生云現各大學因汽油來源困難均停開校車本校能繼續接送教授已獲外界好評車輛輪胎之嚴重問題近亦經校長設法解決今後交通當無問題。

曾助教：普通化學實驗桌應趕快完成。

余宗誠處長：正在趕製但新生入校加製床舖影響完成日期。

何院長：(1) 張助教宇建深悉二十三廠有擱置不用之化工機械一批請轉請署長設法撥與本校供化工實習用(2) 查教授新由德國攻奈火藥火箭歸來盼能返校主持火藥研究。

校長：關於化工設備決親赴署洽辦自教授事已代電新廠建設委員會請允借調。

程秘書：國防部一般命令第十五號關於學術研究規定有廿門之多本校早已遵照成立十一研究小組後因暑熱中止僅士兵、英文、德文及國文等補習班由五月廿日至七月廿日上課兩月之久秋涼後擬繼續推行惟困難有二：(1) 教材教具缺乏(2) 教官鐘點費無着。

校長：學術團體有兩種性質(1) 補習(2) 研究希望學員生多多組織學會並常請名人專家講演。

何院長：研究應以班為單位要有報告多討論并且對於所學課程要有幫助。

張主任：養成濃厚的學術空氣應實行專題研究。

校長：補習班仍交訓導處辦理專題研究由各教授教官助教計劃。

陳隊長：(1) 研究應以系為單位組成學會(2) 請求第六廳發外匯多買些書。

程秘書：根據國防部一般命令十五號可呈請研究費。

查教授：學會研究的題目通常是在課程範圍以外。

沈教授(1) 研究學術應先打為基礎(2) 要興趣化(3) 充實人員及圖書雜誌儀器設備Engineering Index Microfilm等必須購到(4) 與外界學術團體密切聯繫(5) 制度方面可設立研究班或研究組。

校長：可成立研究組，此為担任專門研究之組織，與以學生為中心之普通研究的學會不同。

沈教授：論文並不能發現天才不如以選修之高等基本課程代之。

查教授：教授不過指引學員生一條讀書或研究的道路真正研究是將已知資料發現未知的理論

何院長：淺的學術研究不過提高學員生課外讀書興趣深的研究須由教授主持。

余道綏處長：組織由學員生發動但請教授教官指導。

江家晉：學員生課程負荷頗重希望校方充實設備，一切統籌辦理簡化手續

校長：關於設備方面，雖經費有限，但數目不大者當無問題，最好積極方面預為準備消極方面儘量減少不必要的手續。

張主任：教育方面緊急支付如數自不大應由有關單位勇於負責墊款先辦後報。

校長：數目不大應予照辦。

陳廠長：美國運到金屬組織用磨試片的機器因海關手續麻煩一再交涉均未能順利提貨。

陸家長：海關有熟人本人可以代辦。

江家晉：(1) 本校每週都放電影可惜大半是英美宣傳片子希望租些名片以提高興趣(2) 運動後不能用冷水浴身，希望本校即有熱水浴設備。

校長：(1) 以後應多租名片放映可按收入標準配售入場券(2) 其他康樂方面希望大家踴躍參加(3) 以往本校學生入校後有患肺病者實為本校最大憾事。但若生活有規律多運動少鬱抑即可減少病患，現本校體育設備已較充實，要充分利用它，熱水浴近已在籌備中。

余宗海處長：公共浴室熱水即可開始供應。

校長：時間已晚，本會議爾後當陸續舉行，平時如官佐員生有關於學術康樂之意見，有關於改進教務之意見，特准越級逕向本人提出，每日晚餐後九時前本人隨時接見貢獻意見之人，但有涉及人的問題，仍不能越級報告，現在散會。

上項會議紀錄中，得到不少寶貴之意見，坐而言尤望起而行，本人當有以促進

之。關於陳處長所提儲備專門師資問題，散會後本人加以推攷，覺得本校可用底缺，每年資送三五位出身本校而任教有成績且值得深造之同志，升入國內有名研究所專攻某項學術，或其中有欲自費留學而經濟不夠者，可以此底缺作為補助，但資助以兩年為限，畢業後應回校服務若干時。

立謙

兵 工 月 刊

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*
何緒纘	發展兵工教育之商討
張季侯	動員工業應有之準備
沈業勳	菟藟一束
曾石虞	熱力學第三定律之由來及其推論
林榮楷	金屬塗焊法
徐雲廣	改良榴榴彈引信之研究
陸申甫	細菌戰與瀉病毒之發展
余緯斯	日本之風球炸彈
洪瑞棻	日本軍用火藥概況
周守訓	兵工器材如何過冬
鄧敬襄	六十廢訊
門 吉	教官花絮
馬鞍山	化兵點滴

兵工月刊承登廣告價目表

種類	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	翟念浦
	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)

本刊預定祇限三期為限。

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，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，雷達，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、中外兵工界之各種動態

乙、投稿規定

- 一、來稿文體不拘，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、來稿中附有重要之圖片，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惠示
- 五、來稿本社有刪改權，其不愿者請預先申明
- 六、稿末請作者註明真實姓名，機關職位，及詳確地址

丙、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，承各方惠稿暨載後即贈本刊三份，俟將來業務發達再行履定稿費。