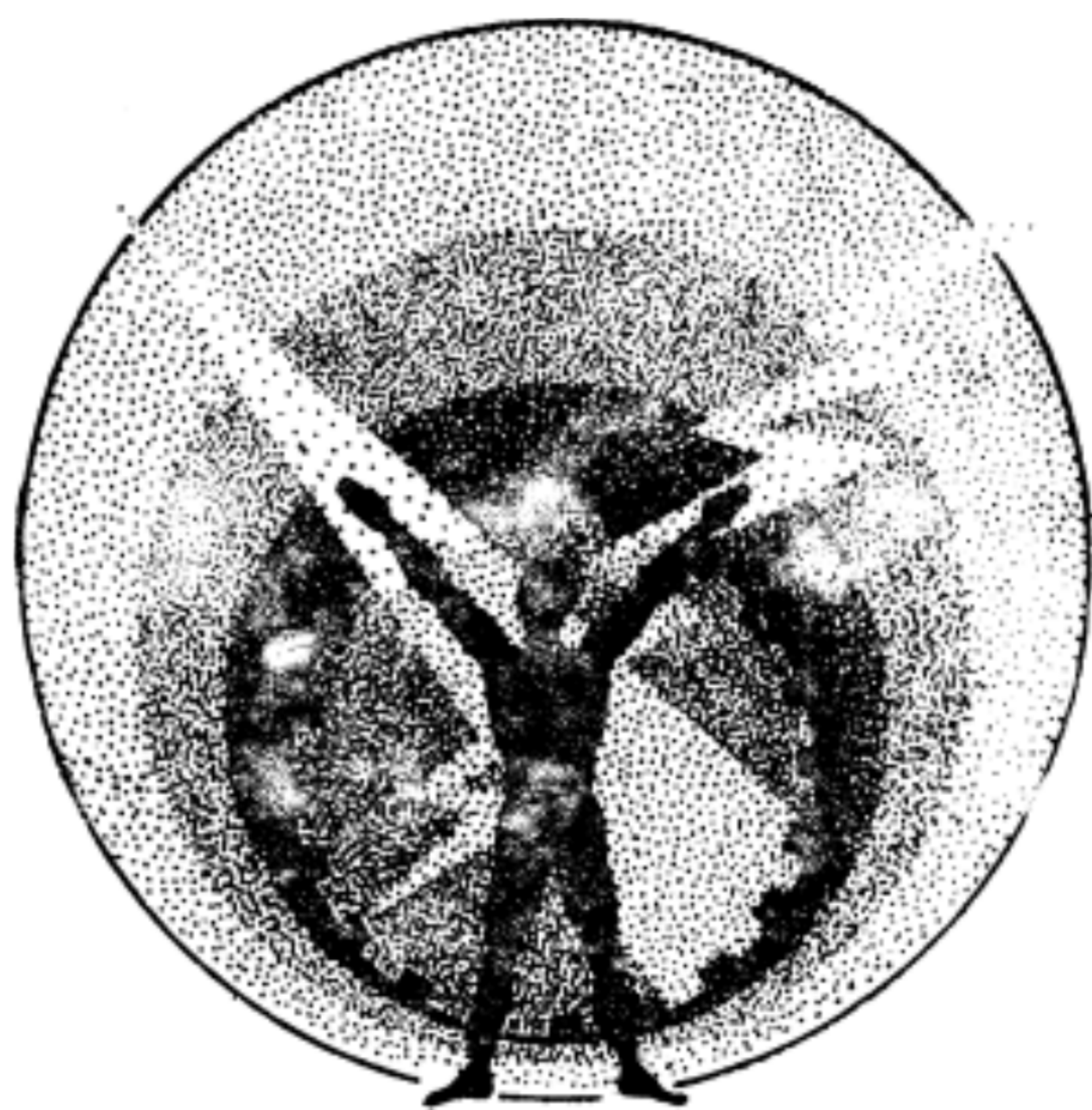


# 國防科學參考資料

第一卷 第一期



中華民國三十七年一月

國防部國防科學委員會編

# 本期目錄

- (一) 發刊詞 ..... 徐庭瑤 ( 1 )  
李運華
- (二) 雷達檢討 ..... 關東伯 ( 3 )
- (三) 錐形火砲 ..... 羅澤沛 ( 13 )
- (四) 目前美國軍用雷達之種類與性能 ..... 邵 鉞 ( 16 )
- (五) 製造工具的設計 ..... 羅高華 ( 21 )
- (六) 原子彈的傷害 ..... 葉仲饒 ( 33 )
- (七) 鈾之鑑定與分析 ..... 葉逢耕 ( 42 )

## 發刊辭

徐庭瑤  
李運華

自第二次世界大戰發生，科學在戰爭上之應用日廣。近代一切新式武器，如各種彈藥與兵器，以至火雷雷達原子彈等，均屬科學之結晶。蓋因歐美先進國家，平時對於國防建設工作，不遺餘力，集中科學技術人才，支出龐大經費，從事有關國防各種科學之研究，因能日新月異，精益求精，在戰場收克敵制勝之宏效，由此觀之，科學之於國防，息息相關，如空氣之與人生不可一日分離，若祇談國防，而忽視科學，則國防終無常固之日也。

世界戰爭，現在雖已結束，但國際風雲，瞬息萬變，居安思危，吾人豈能高枕無憂？蓋立國於地球之上，必有足以自衛之國防建設，方可維持國家民族之安全。試觀戰後歐美各國，對軍備之籌劃，迄未少懈。在戰場上最具威力之原子能之研究演習，時有報導，蓋以目前國際問題之衝突，日趨尖銳，謀國者對於國家民族安全所繫之國防，尤為寢食難忘，關於國防科學之發展，常思迎頭趕上，以奠國家民族於磐石之安。

本會成立目的，係欲建國防於科學基礎之上呼籲全國科學人士從事於國防科學之研究，以挽救目前國家民族之危機。惟環顧國內，關於國防科學之報導，為數不多，對於國防科學之研究查考至感不便。用特由會內同仁，多方搜集是項資料，每月發刊一次，藉作

國防科學之提倡與介紹。際茲本刊初次面世，同仁等自知棉力有限，希望海內先進，不吝指正，曷勝厚幸！

三十七年一月三十日於國防部

# 雷達檢討

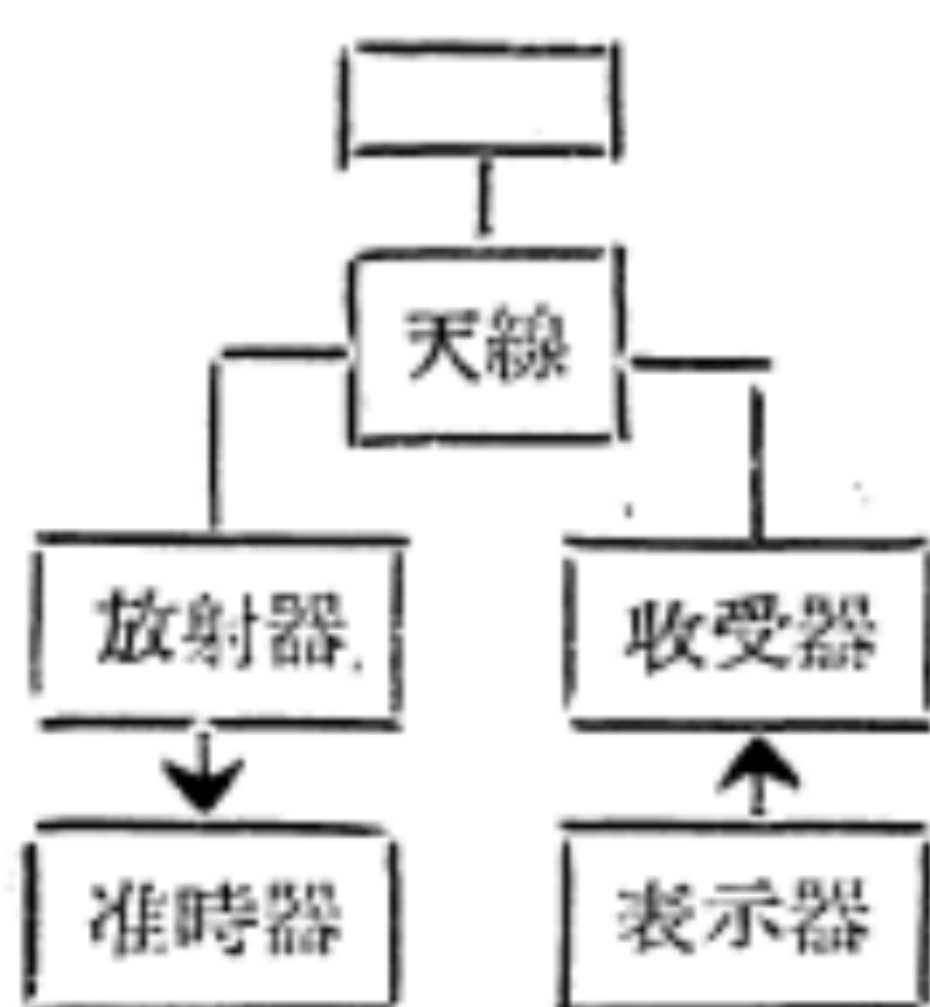
關東伯

空谷傳聲。鏡面回光。返折之原理。自古習知。無線電波既創。高週震盪。不須籍假而能及遠。即有擬利用之者。而困阻重重。訖未能成功。超高短電波 **Ultra-high Short Wave** 既發明之後。電學者復從事於茲。設法改良衝動之波型。加以控制。可隨需要而變更。適值第二次世界大戰之際。遂有雷達之發明。雷達之意義。乃無線電 **Radio** 方位 **Direction** 及 **and** 測距 **Ranging** 四字。各取始起字母。拼湊成字為 **Radar**。譯音而為雷達。惟方位之取意。復有偵察 **Detection** 之意。故機具之繁簡。因之而可增減。遂聚訟焉。據應用者之意。自以能准測方位。俾可發揮作用。但機件遂因之不得不加繁笨重。為轉運之累。尤其雙方戰爭須覆蔽之際。最感不便。得失迴環。萬物一理。中肯難擇。惟求其適用而已。

雷達之創作。基於人目難以及遠。易為雲霧所蔽障。黑暗之中。更失效能。超距離火器既發明。射擊目標不能專恃眼目所視。否則受限制。殊難充份發揮其功能。科學研究雖有電子夜視儀 **Men-toscope** 等之發明。然頗難及遠。範圍狹隘。故乃提倡利用超高週波 **Uetra-high Frequency** 無線電波之發射。遇有所阻。其迴波 **Echo** 拆返。若以儀器測得。因而可計算受阻目標之所在。其方位

高下距離皆須能立即得知。若活動之目標。則其未來之地點。皆須推定。以備火器發射之描准。蓋現時高速航空機速度。每小時已可達五百英里以上。每秒瞬時即移動七百五十英尺。若乃依前秒時之測定地位射擊。即失其效用。况將後火箭射擊。更有進展。是以雷達之製作。首須準確測定射擊目標之所在。次即須敏捷。無失瞬間之時機。而推算之配備。尤須貫連熟練。至久於一秒半鐘之內。必須將各項問題之結果提出。以免遺誤。否則即失測准之意義。而無效能。重量減輕。消耗減低。運用靈敏。尙其次焉者也。

雷達制之結構可略分為五部。如第一圖所示。放射器 **Transmitter** 收受器 **Receiver** 天線 **Antenna** 作用彷彿普通無線電訊收發報機。雖稍有變更。以適專用。原理大致相仿。所異於一班無線電訊者。雷達新創。另增者為準時器 **Timer** 以劃分準確時間。為



第一圖

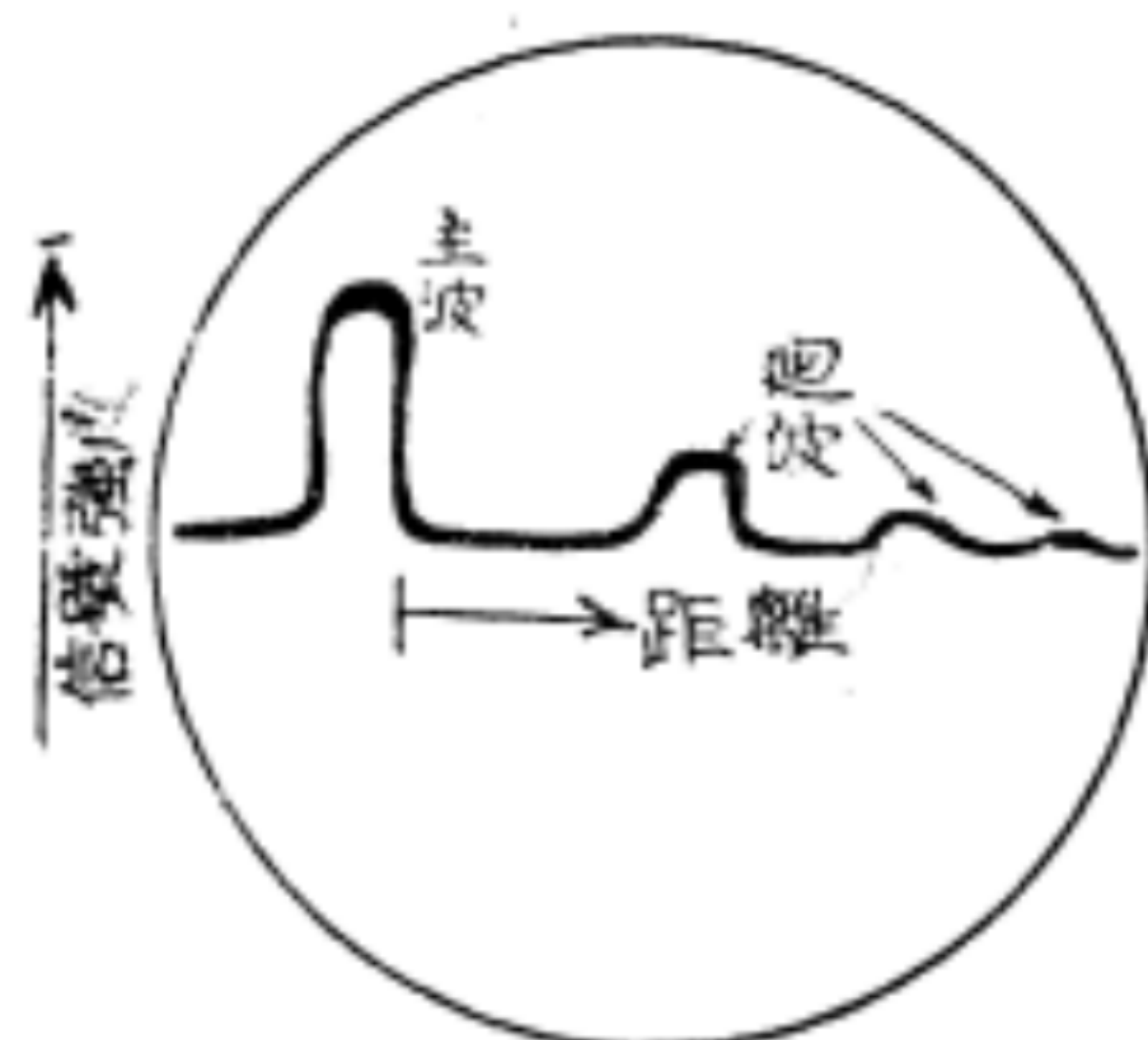
一班測量之標準。及表示器 **Indicator** 以顯示由收受器所收得之迴波。由茲而以陰極光管更變電波為光線。投射於螢光板屏之上。而可供觀察。

表示器係雷達制中主要部份。其構造以陰極光管影屏所表示之方法不同。而可分別為兩類。

(一) 平面位置指示型 **Plane Position Indicator Scope**。

P.P.1.。(二)詳示型 **Ascan Presentation Scope. A.P.**

。第一類屬於單向偵察。影屏作用僅明示一水平直線。若放射器准時器動作。則依其電波而動與時間之先後。而有曲線表示之。如第二圖所示之A形。若是電波放射而出。遇有阻止目標。電波不能



第二圖

前進。迴折返至原放射處。為收受器所得。則此迴波作用於影屏上如B形。其高低以示其力率之大小。迴波必較弱於主動。常為其二三份之一。兩者間隔所示時間。即屬電波經過距離之時間。

依准時器所示而可計算得之。

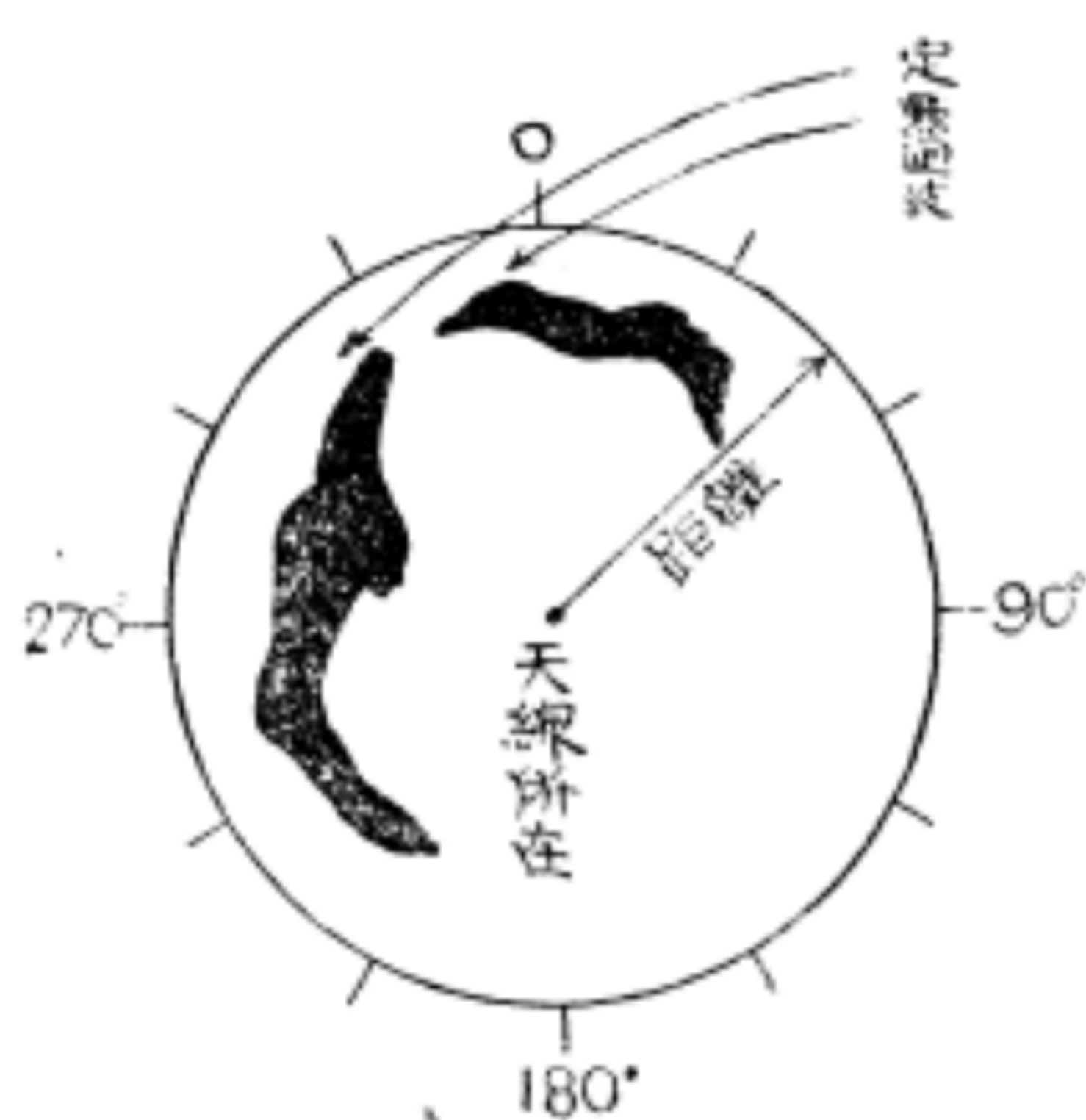
雷達方向之測定。則完全利用天線定向。惟因現時放射方度 **Beam angle** 之控制。頗難減為極狹。因而影響準確度。距離之遙遠設為二十英里。則每度 **Degree** 之展開即達一千八百英尺是以若求目標射擊之有效。復不欲縮短距離。則天線之定向。遂不得不加長加大。以求其精確。一分度之展開。約相當於五十呎之目標。長架式天線。應用於活動雷達制。遂長至四十餘呎。蓄有不得已之苦衷焉。雖若是放射方度縮小。所測之範圍亦減少。所獲結果縮減。若以通常放射方度為半度計。則半圓面必須旋轉一百八十次。始能溥遍全面積。即以最重要之角度。僅係半數四十五度而計。亦須

旋轉九十次。輕便雷達。每分鐘僅能旋轉二十次。則須時間四分半鐘。在此時間之內。飛行目標之前進。可達三十餘英里矣。雷達測遠距離約為二十英里。則遠超越是範圍以外。敵人即其機會可衝入保衛線之內。而發揮其作用。故雷達實際應用。保衛之能力。並不強大。况雷達所放射之電波。極易為對方所欲偵察之目標。（無論飛行機船艇或隊伍）以收受器探偵得知。而變更其前進之路線及速率。脫避射擊之命中。雷達測距離之測定。完全依賴放射時而擊表示於陰極管螢光板屏上之曲突線。與此衝擊遇目標折返收受迴波表示於此板屏曲突。兩者間隔之經過之時間。可計算距離。蓋電波與光波速率相等。每秒鐘計十八萬六千三百英里。每千碼之距離。其時間差僅為百萬份之六。二秒鐘而已。於此標準之下。欲求準確度較短於五十呎殊屬難能。况板屏上迴波之曲突線。變動甚不整齊。躍跳無定。究以何者為主。稍分前後。其距離自達數百呎。射擊目標難能命中。

第二類詳示型。又名探察式雷達。則利用電子放射之電磁屈折特性。以磁線圈包圍於陰極管之外。可由收受器所得之電流。以控制其方位角性。天線反射所得迴波之巨細。凡電子離陰極管而向影屏前進。可依形狀屈折。以投射於影屏之上。任何位置。以示其目標之所在。若收受天線不絕旋轉。高週波電流自磁圈發出。而變為旋轉之磁場。與天線諧和而動。由是電子之反折。不復回於



中心。而依迴波散佈表示於影屏之上。如第三圖所示。負電壓連



第三圖

於電子管放射器之正負兩端上。使其數量適足任少數之電子達於影屏之上。則放大器增強其力率。可能於影屏上現呈一強光點。為人目所觀察。其位置距離皆依其目標而變更為。凡有區別之目標。無論海岸沿線島嶼江河建築物

。甚而至於顯露之船艦。凡在偵察範圍之內者。皆呈於影屏之上無異於活動之圖形。是以此類設備。多可供航空引導者、以偵察其不能以眼目察觀之目標。及周圍景狀。可能降落。或投射爆炸物焉。推而廣之。航海引港以觀察海岸線。及其他阻礙物。而避免相觸。潛水艇魚雷之搜索。實際應用皆獲有相當成績。

雷達制結構實具相當困難。有反復衝突之點。收受電波皆須同在一處。且由一其天線以供兩用。實因天線方向作用與探射燈之放射光線。以傳達信號之作用相似。而收受迴波則同於望遠鏡之察視。是兩者必須向位相同。其感覺始有所收受。否則反射達於他處。無有作用矣。此所以必須一天線以供兩用。惟若是結構。則當發射

之際。停止收受。兩種作用。不能參雜。以互相妨害其靈敏性。亟分清楚斷然截止。其於瞬電學上實屬困難。而為雷達發展之阻礙。瞬電作用不僅於百萬份之一秒內。斷絕收受。使放射作用立即發揮。且於此瞬息之中。即須完全隔絕。以免吸收微量之效能。而致迴波不清楚現顯於影屏之上。舉其一端而言。導引電能自發射機至天線。其距離雖短。但高週微量。極易散失。故通常之絞線編纜皆不能適用。而須應用電波傳導。wave Guides 即利用具相當比例尺度之空心細導體管。雷達界名之為勃羅姆平。Plumbing 是項傳導物可視為乃水利工程界之矩形。噴水管。以引導水力。蓋自放射器所發之高週波電流。傳至管端時。皆化為電磁波放射。由之而接續反射於管之內面。以達於他端。而重變為高週波電流。以入天線。再放射於一定方位而外出。天線之設計。則必須具高級方位性。是以通常利用多數小型天線之集中。傾斜曲線。以求其中心。或用耳形曲面鏡型天線。以集中發射。兩者皆必須尺度長廣。始能獲得狹窄之放射波形銳利。惟如活動應用。或須載於航空機之上。則其度量受限制。難以充份增大。且有時利用雷達以偵察海面天空。上下皆須顧及。天線旋轉活動。以指定任何各方位角度。其準確度即係應用之價值。不得不精密構作之。

雷達所收受電波作用。明示於電視屏上以供觀察。最簡單之平示型。使一點發光。以平均速度經過影屏而成直線。若此點始起於

一端。適當發射作用停止之際。而有迴波收入。則此點依迴波之力率向上移動。突躍成曲線。此離原點直線之距離。即為迴波返回之時間經過。是以由此而能計算目標之距離。或刻哩度劃份於影屏之上。則觀察而可識知。惟準確度頗不易得耳。如發射光點至影屏中央。而使其依天線方位向外移動。其迴波亦以所得發光點表示目標之方向及距離。而可視作圖形之一種。以供管理者之觀察。實際應用之例。車輛移動隊伍前進。皆能觀察。海軍之中爆炸物擊中水面。其濺激之浪花。皆可於飛機上雷達影屏者及。效用可見一斑矣。雷達制之作用略如前述。其精確度實具相當限制。視其探測目標。僅恃迴波之反折。無法察知其受阻之目標。究屬何項物質。或其材料色彩形狀等項。是以敵方之偽佈。甚且逃脫。飛行機航空之際。速度甚疾。雷達制所能察視原不能十分準確。若此時飛行機散佈金屬物質。以增大其體積。則雷達制影屏所示之點影。亦隨之增大。其確實地位。益難測得。不能加以射擊矣。實際應用。多採取鋁箔。Aluminum Foil 薄葉質。一吋寬六吋長厚度僅達三四萬份之一吋。則每束六千片。僅重六英兩Ounces而已。飛機航空時。將此鋁箔一束。投於空中。則受氣流吹散。廣佈若障幕。是時自雷達制影屏上視之。其作用相當於三架爆炸機之出現。其原因即以鋁箔係電波反射之良體。依度量比例。而反還相當量之雷達迴波。影屏上增多光點。迷惑其目標之所在。此種情形通常名之曰開窗。

Window. 若切鋸片之長度適需於雷達制所發電波長之半數。則其效果更巨。前次歐戰是種實際應用。確呈效果。美國方面約拋投二千萬磅之鋸箔於歐洲戰場。以用此用。甚至於國內之香煙糖果皆乏鋸箔之包裹焉。試驗之際。曾派遣飛機三架。散佈鋸箔之障幕於空中。雷達嚴密觀察之。是時聞窗多數光點發現於影屏之上。雖半小時之後。有其他飛機經過。是障幕之預跡中。尚不能察及之。其作用可見一斑矣。

電波擾亂。則與通常之無線訊干涉妨害Radio Inter—Feren—ce 相同。雷達制名之曰電子戰。Electronic Jammer 自目標上發射相似等長之電波。擾亂對方雷達之迴波。使之無法辨別清晰。究係何者實為目標。應用相位天線。則收受對方雷達之電波。即可測知其波長。天線之而可放射等長之電波以迷亂之。相位天線之收受範圍。較廣於雷達制之迴波。故在雷達制未收得清楚迴波之前。對方之擾亂電波。已能發揮其作用於此矣。

雷達制之最大缺點。以其僅可視作係掃測器之一種。而不能應用於目標附近之考察。普通應用之際。其位置必須四無遮翳之高處。以免有所妨害其迴波。但機具過巨。則覆蔽又為難解決之問題。尤其戰場之前線。甚易被敵方所偵察。是以常須置於壕溝之內。夜間普通人目不能窺察之際。再應用之。其運轉行動亦不便利。再則若遇潮溼氣候。雨露水滴附著於樹木之上。則皆可視同目標。而反

折迴波。有時突出之地形岩石等。與大地導接之物體。皆不能辨別其究屬何物。與金屬物建築物無殊焉。則雷達制即完全失其效用。而無信任之價值矣。據美軍實際應用SCR584型雷達製於歐洲戰場。一九四五年之統計。其有效成績尚不及十份之一。雖有時可測得砲隊之所在。隊伍之行進。但究不能辨別其究為敵軍抑屬於友軍。故僅可以此項記錄通知友軍以作參考。而不可直接指揮砲隊。加以射擊。然因茲而雷達制應用之管理人員。亦必須增加。偵察計算、管理記錄、皆須不斷長時間有專門之負責者。而其所得之報告。僅能視作敵情偵察之補助。又不能為主要情報。得不償失。若依陣地全綫。每隔相當距離即裝設雷達制一具。且常時間應用。則事實上製造供給有相當困難。若是衆多之管理人員。訓練亦屬不易。皆須事前之準備。以免屆時之不及。

就而言之。雷達制之結構。必須準確、靈敏、機動、輕便四者皆備。而後管理人員之訓練。熟練不疲。並與軍隊連絡密切。始能奏效於危傾之際。預為防禦之準備。或偵察敵軍陣地。確實之情狀。以免彈藥之空耗於無用之處。其應用之價值。現尚有多項未盡量發揮。必須實際應用之考察。始能識之。則更有待焉。是故目下惟有訓練管理人員。充份操作準備之條件。以備未雨之繆。是為上焉者也。若盲目之航行。降落之引導。則航空界平時之應用。確具重大價值。可免相當之危險。因是而言雷達制之效用。防禦勝於攻

擊。安全優於乘危。和平之際。航空航海界皆可依爲必需之臂助。而不必視作毀滅之指導物。始屬真實之意義。而希將後有以發展之世。

# 錐形火砲

羅澤常

一般砲管各點內徑均相等而錐形砲管各點內徑從砲口向砲尾逐漸增大成錐體形狀故稱錐形火砲茲從彈道學上研究其設計之原理於後：

火砲之射程愈遠愈合軍事上之要求，而決定射程之三主要因素為初速，彈道係數與射角，設後二者不變而增加初速則射程增大，設僅射角不變而增加初速則彈道係數可能亦增，因二者對射程影響相反結果可能減少射程，研究如何增加初速而不增加彈道係數為設計錐形火砲之動機。

子彈在砲內之運動方程式為

$$\frac{p}{g} \frac{dv}{dt} = Pw - Rw$$

式中  $\frac{p}{g}$  為子彈質量， $\frac{dv}{dt}$  為子彈加速度， $P$  為膛內氣體壓力， $w$  為子彈截面， $R$  為子彈與管壁間阻力，此式可變成。

$$V dv = \frac{g}{p} w \cdot (p dx - R dx)$$

積分後得 
$$V^2 = \frac{2g}{p} \cdot W \cdot \left[ \int P dx - \int R dx \right]$$

由上式知增加初速方法為

- (1)減輕彈重 $P$  例如步槍彈重由 10 克改為 2.64 克初速由 895 米 1 秒增至 2.0) 米 1 秒。

(2) 增加壓力即增加火藥量其缺點為同時須增強砲身材料。

(3) 增加砲管長俱亦增砲重其缺點為減低砲之運動性。

(4) 減小阻力R。

(5) 增加截面W即增加口徑

子彈道係數為  $\frac{W}{P} \frac{\Delta}{1.22}$ ，i 之簡寫式中  $\Delta$  為空氣密度，I 為彈形係數故由此式知減小彈在空氣飛行損失動能方法為56%。

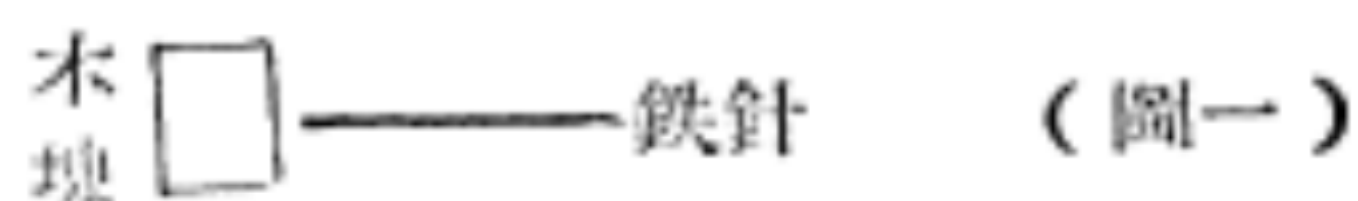
(1) 增加彈重

(2) 減小空氣密度即增加射角至某一限度使子彈大半時間在稀薄空氣中飛行例如巴黎砲之射角為56°。

(3) 改良彈形減小I值

(4) 減小彈截面即減小口徑。

由上述知為增加初速計則要求增加截面，為減小彈道係數計則又要求減小截面。1855年德人研究解決此雙重之要求發明理想之木針彈，如圖一所示

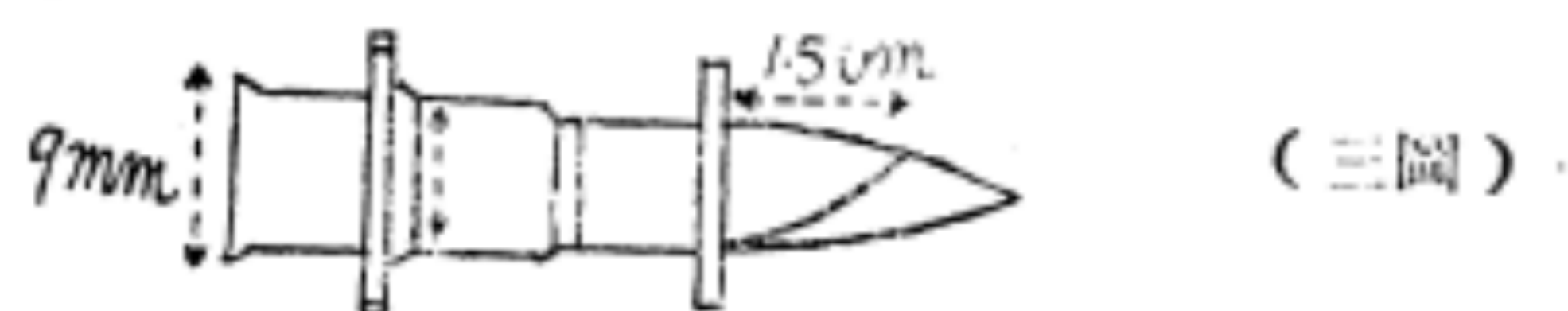


此彈為一長鐵針裝在直徑甚大之木塊上。出口後木塊落下而鐵針繼續飛行如此同時可以滿足上述雙重之要求。1903年德人 Carl Puff 從此理想設計錐形火砲增加射程 20% 1930年 Gerlich 繼續研究完成 7mm 口徑之錐形槍，其槍管分為三部份如圖二所示





槍兩端槍身均為元桶狀以安定子彈運動，中部為錐體。其彈如圖三所示。



當彈進入錐體時彈旁凸出部份逐漸壓入其後槽中，出口時變成最佳之彈形。復因其在腔內運動時僅凸出部份與管壁相接觸阻力  $R$  因此甚小，初速達1358米1秒較之中正步槍增加70%。

此種砲身與子彈目前雖因製造困難不能大量生產應用於戰場，但將來殊能預卜，未能臻於實用蓋今日雖有火箭砲與無後座砲然因其精度不良射程不遠殊難用以抗高速之飛機與堅甲之坦克車，設計3.7m至5m口徑之錐形砲身與砲彈尚待吾人努力。

## 目前美國軍用雷達之種類與性能 邵 鈞

雷達雖屬近數年間之產物，然而種類之多，構造之複雜，即不欲自製，僅購他人之成品以供我用，亦如採購者之進入百貨商店，有不知選購何者為宜之嘆；就以重量一項而論，最重者為十萬磅，最輕者為一百二十磅，故無論積極的自製，與消極的購買，對國外出品之種類與性能皆應急加研究，筆者本此宗旨，謹將美國現時軍用雷達之種類用途及性能收集成篇，以供參考。

欲知雷達之種類與性能，必先知雷達之用途，滿足此種用途所需要之要求，及實際上各種機件能完成此種要求之程度，然後雷達之性能始可決定。

雷達之用途約可分為三大類：

1. 對敵方活動之偵察與警報，並包括敵我及目標種類之鑑別。
2. 指引武器，如指引探照燈及炮火等。
3. 觀察地形，指示轟炸，及引導航行等。

用途既有不同，滿足各種用途所需之要求自然亦各異，各種要求之性質雖極端複雜，但在原則上可作下列之分類：

1. 物理數據要求(Physical Requirements)：物理數據要求係指整個儀器之大小，形狀，重量，與裝配及搬運之方式等而言。
2. 目標數據要求：目標數據包含以下之內容，偵察某一特殊目

標在某一特殊位置之最遠與最近距離，方位角與高低角所能探照之角度，對於距離，方位角，高低角所需之準確度，數種目標間及目標與背景間之鑑別程度，允許之觀察時間間隔等。

以上之種種要求必須用機件以完成之，至於機件能完成之程度全視機件之性能為斷，故決定機件之性能為採用某種雷達之最重要條件，雷達機件之性能，可作下列之分類：

1. 射束(Beam)之性能：射束之性能由射束之大小，形狀，及能量分配來決定。
2. 探照(Scanning)之性能：掃照之性能由掃照方式，及角速度來決定。

射頻之性能，射頻之性能由頻率之大小來決定，可影響輻射天線之大小，及儀器之靈敏度等。

4. 脈衝(Pulse)性能：脈衝之性能由功率來決定。
5. 指示器之性能，由指示管及偏轉板之形式及大小來決定。

雷達機件之性能可視為雷達體系之常數，由此常數可決定雷達之用途，決定雷達性能之因素經已介紹，現進而論述現在美國軍用雷達之性能與用途，為簡單明瞭計，將各種形式之雷達列成表格如下：

# 甲、基地雷達

式樣	用途	大小與重量	波長與頻率	轉射體之大 小射束寬度	掃照種類特性	脈衝特性	接收特性	指示器之性能	最遠距離
SCR-27 0-B	對付飛機之長距離基地基與聲雷達	三大車與一拖引機， 81,400磅	270至290 cm 104至112 mc	四個極子高 九個極子高 方位角25°，高 度角10°	依方位角作360° 之圓形掃照，每 分鐘一次	寬10—30 $\mu$ sec 次數821 pps 頂值功率100kw 能量1—3Joules	噪音率12 db 帶寬1.5 mc	A式, 5吋	轟炸機80- 12)哩 戰鬥機50- 75哩
SCR-6 02-A	對付飛機之輕重量之移動式之聲雷達	300立方呎 4,709磅	140 cm 212 mc	四隻 yaris 天 線，6呎，方 位角24°，高度 角30°	依方位角作360° 之圓形掃照，每 分鐘6次	寬2 $\mu$ Sec 次數400 pps 頂值功率100kw 能量0.2Joules	噪音率15 db 帶寬1.75 mc	A式, 5吋 PPI式, 9吋	轟炸機45哩 戰鬥機40哩
SCR-5 84-1	控制高射砲雷達	8X10X20 呎 20,000磅	10—1cm 2,700— 2,900mc	6呎拋物面， 方位角4度， 高度角7度， 锥形掃照	振子線式經360° 之掃照，每分鐘 四次高度角從一 5度至185°， 自動追蹤時有錐 形掃照	寬0.8 $\mu$ sec 次數1,707 pps 頂值功率300kw 能量0.24Joules	噪音15db 帶寬1.5 mc	兩個 J 式, 3吋 PPI式, 7吋	轟炸機34哩 戰鬥機確 士15碼 角度準確 士0.06度
AN/CP S-1	固定，微波與指戰雷達	25呎長轉射 體排成40呎 之板狀， 100,000磅	10 11cm 2,700— 2,900mc	兩隻25呎背 背之拋物狀高 ，方位角0.8度 ，高度角23度	圓形掃照，四次 每秒，高度角變 化從0°至4度	寬1微秒 頂值功率700kw 能量0.7Joules 次數350pps	噪音率17 db 帶寬1.5 —2mc	5隻B式, 12吋 5隻B式, 7吋 一隻A式, 5吋 PPI式	單個轟炸 175哩 單個戰鬥 100哩
AN/MP G-1	海岸砲控制雷達	裝在8X10 X20呎之拖 引車上， 28,000磅	3 cm 10,000mc	迅速掃照角與 拋物面圓錐， 方位角0.6度 高度角3度	作100°度形狀迅 速掃照，每秒16 次，偵察時作36 度之圓形掃照	寬1與0.25 $\mu$ sec 次數1,25與 4,097 pps 頂值功率60kw 能量0.06與0.01 Joules	噪音率17 db 帶寬10 mc	兩隻B式, 7吋 一隻PPI式, 7 吋	兵艦28哩 水面上沉 艇9哩

## 乙、空 用 雷 達

式 樣	用 途	大小與重量	波長與頻率	掃射體之大 小射束寬度	掃射範圍 特性	脈 衝 特 性	接收機 特 性	指示器 之性能	最遠距離
ASB	飛機偵察 水面船隻 雷達	120磅	58Cm 515mc	兩 Yagi 式 天線，花瓣 式開關，方 位角60度	能作90度之 掃射	寬 2.4 μsec 次數 400 pps 頂值功率 5—10kw 能量 0.01 Joules	噪音率 12 —20 db 帶寬 1.4 —3 mc	U 式 .5 吋	兵艦 40 哩 轟炸機 6 哩
SCR-720	空用偵察 與攔擊雷 達	415磅	10Cm 3,000mc	29 吋拋物面 ，方位角與 高度角皆為 10度	振子線狀掃 射，100 或 360轉每秒， 高度角 10° 15或30度	寬 0.75 μsec 次數 1,500 pps 頂值功率 100—150 kw 能量 0.08—0.11 Jo ules	噪音率 11 —15db 帶寬 3 mc	B 式兩隻， 3 吋與 5 吋 C 式一隻， 3 吋	轟炸機 10 哩 戰艦 5 哩
AN/APO-13	空用轟炸 雷達	619磅	3米厘 10,000mc	30 吋反射體	圓形式，20 轉每分，高 度角從 10° 至—45度	寬 0.5 至 1.0 μsec 次數 624 至 1,348 pps 頂值功率 35kw 能量 1.018 Joules	噪音率 17 —db 帶寬 5mc	兩隻 PPI 式 5 吋大	對地面 100 哩 對兵艦 50 哩 對飛機 5 哩
AN/AP-3	空用偵察 與攔擊雷 達	235磅	3Cm 10,000mc	17 吋反射體 ，方位角與 高度角皆為 5度	扇形掃射 35次每分	寬 1.0 μsec 次數 700 pps 頂值功率 35kw 能量 0.355 Joules	噪音率 15 db 帶寬 2,5 至 3mc	兩隻 B 式 ，5 吋	兵艦 50 哩 飛機 8 哩
AN/APO-7	空用轟炸 雷達	75 磅	3米厘 10,000mc	16 吋種子天 線	扇形掃射	寬 0.4—1.0 μsec 次數 400, 800 與 1,000 pps. 頂值功率 50kw. 能量 0.05 Joules	噪音率 15 db 帶寬 4 mc	兩隻 PPI 式，5 吋 —隻 A 式 ，3 吋	城市 75—至 100 哩

丙、船上雷達

式樣	用途	大小與重量	波長與頻率	輻射體之大小射束寬度	掃照種類特性	脈衝特性	接收機特性	指示器之性能	最遠距離
SK	艦艇偵察 飛機之用	4,600磅	15至155 米厘 193至198 mc	36隻平行極 子組成之網	圓形掃照 五次每秒	寬5.4 sec 次數60pps. 頂值功率200 kw. 能量1.1 Joules	噪音率6 db 帶寬1.5 mc	A式, 5 吋 PPI式 , 12吋, 與PPI重 現器	轟炸機11 0哩 兵艦20哩
SL	船隻偵察 水面目標 之用	1,500磅	10.1至10 .4cm 2.915 至 2967mc	21×42吋之 拋物體	圓形掃照 18轉每分	寬1.5 μsec 次數8.0 pps 頂值功率120 kw. 能量0.18 Joules	噪音率13 db 帶寬2mc	PPI式7 吋	轟炸機15 哩 兵艦20哩
SO-3	船隻偵察 水面目標 之用	750, 磅	3米厘 1,0.0mc	8×24吋拋 物體	圓形掃照 5次每分	寬1.0 μsec 次數40 pps 頂值功率20 kw 能量0.02 Joules	噪音率15 db 帶寬2 mc	PPI式, 5吋	轟炸機10 哩 兵艦20哩
Mark 4	船上控制 火炮之用	3,900磅	43米厘 700mc	6×7呎拋物 筒	四路花瓣 式開關掃 照	寬1.5 μsec 次數1639.3pps 頂值功率2 kw 能量1.03 Joules	噪音率1 db. 帶寬1 mc	兩隻A式 , 3吋 一隻A式 , 5吋	轟炸機23 哩 兵艦17哩
Mark 13 Modo	船上控制 火炮之用	6,000磅	3.3 米厘 9,000mc	8×2呎拋物 筒	正弦形高 速掃照	寬0.3 μsec 次數1,800pps 頂值功率34 至 45 kw 能量0.01 Joules	噪音率10 db 帶寬3 mc	六隻B式 , 3吋	轟炸機17 哩 兵艦23哩

## 製造工具設計

羅高華

戰爭有促進世界文明之功效換言之戰爭可使科學發明加速之進步，有第一次大戰始有潛艇戰車發明有第二次大戰始有雷達及原子彈發明然此種發明並非始於戰時，平時即已有成功者且其如何製造，製造所用之工具等皆已備有藍圖深藏不宣，殆戰事發生即送工廠內大量製造爭取時間，時間是不等待的，立國於今日，不獨發明應追上時間，即發明後之製造能力亦應能迅速配合，美國人常說：他們以六十多年的預備功夫，一躍而為世界上一等強國，在今日原子能的世界中，今後六十年之美國又將若何殊難預料作者恆驚奇美國由平時之民營工廠改變而為戰時工廠動員之神速，例如平時之汽車工廠在戰時變為飛機及戰車工廠，戰後，不到三個月又恢復平時而且更進步之新式汽車製造工廠矣，在此種改變期間內最忙者即為工具製造及工具裝配蓋若新的工具裝上了母機，則新的成品就可立即產生了。

製造工具之最重要者即樣板 ( Jigs ) 及托架 ( Fixture )，此種工具之發展不過為近三十年之事，二十年以前因生產不重大量多數樣板及托架皆盡量採用其價廉者，蓋除製造步槍及機關槍等須用較大之生產優良工具外其他小量製造即用價廉之工具亦不易磨損而能應付其生產，昔日此種工具之製造恆先粗定一製造程序表 ( List of Operation ) 然後照該表之工作次序大約用手劃出每一母

機(Machine Tool)上此需要之樣板或托架總圖交給工具室之工具製造匠去做，該總圖上之各種分圖(Details)及其他規定等概無，完全由工匠自己會意製造，如該工匠需要模型(Pattern)時，得自己到模型間去告訴模型工的大概尺寸替他做一個模型去翻砂，翻完後這工具工匠才把輪拿到工具室把輪和其他另件製好裝起來才裝到母機上去試製，如有不對之處則臨時再改及至可用為止。

近日之工具設計則迥然不同，須與現代之製造場合配合須對於母機製造工廠之各式母機深切了解與運用；須知刀具(Cutting-tools)，刀速(Cutting Speed)刀口加工進度(Feed)之理論與經驗及其類似者；他更須對以上各項有關工廠實地工作之訓練後才能利用他自己之經驗而決定某種母機如何運用及如何樣之刀子可應用於該母機以製其所擬製之件，否則不能將他應做的工作很有効而可靠的製出來。

我國工廠目前之製造就用上述方法，大多數皆用手工，雖大量生產(Mass Production)之理想太遠，本編將詳述製造工具樣板及托架等之設計使讀者能洞悉現代生產方法之梗概，進而謀發展我國之製造業與歐美共進，實亦國防上之基本需要也，

工作程序表(Listing of Operation)——在現代之工具設計工程第一步驟即為把交下來應製之機件或機構中每一零件列出一工作程序表，在這種工作程序表之每一製造步驟之規定須特別注意



及研究下列各點，即：工作物在母機上之固定問題，母機必須選擇適宜；工具設備之充分問題；生產量之多少問題，應製工作物之精度問題；樣板及托架之採用問題，檢驗工具儀器問題等等，有時工作物(Work)亦有須熱處理(Heat Treatment)者，部份淬火(Local Hardening)者，淬火後須磨光(Grinding)者，電焊或汽焊(Electric or Flame Welding)與他工作物鉚合(Riveting)者，須擦光(Polishing)者，發藍(Bluing)或鍍鎳(Nickelplating)者，皆須於設計工作程序表時一一考慮週到，由是可知工具設計工程師不獨應熟知製造，淬火，檢驗及光磨等事而已且更須對其應製之機器或機構之構造(Construction of The mechanism)全部皆須透澈明了，如是始可決定某一面是要銑的(Milling)某個是要車的(Turn on a Lathe)某一部工作是要先做某個是後，先定一個或二個靠點(Location point)以為隨後各製造步驟之標準固定點(Location point for the Following Machining Steps)然後才可得到其他各面或孔眼間相互之正確距離及位置，誠如是則整個的工作程序始可連串，而得到正確且能互換(Interchangeable)之工作品。

設計應考慮之點——現在讓我們假設應製之機器中某一零件之藍圖已交到工具設計室，且說明該藍圖已經校閱以備設計工具之用，如是則工具設計之工程師在製造其工作程序表中須即考慮下

列各點：

(1) 生產量之需要，——此為一重要之事，蓋對於工具種類之採用有密切之關係，設若應製之數量不多，則宜採用較簡單而價廉之工具以求製品或工具之成本低廉，但若應製之數量甚大，則優良而複式之托架 (Multiple Fixtures) 及快式夾頭 (Rapid Clamping devices) 等應須採用，以求出品迅速製出，後者所用之工具價格頗高，但其產量甚大，則所用之較多工具費用分佈在每一製成品之成本上，不應高出前者，此點應事先籌算。

(2) 製品之材料——製品之毛坯可能為鑄品，煅品 (Forging) 或鐵板鐵皮 (Stamping) 元鐵或鐵條 (Bar Stock) 片鐵 (Flat stock) 或角鐵 (Angle plate) 等，若為生鐵鑄品則須選擇優良者，應用噴砂 (Sandblast) 方法以洗濯之，及用粗砂輪以磨去其鑄口以備加工之用，若該鑄品為極薄而不規者，則須先行檢驗，除去其鑄品品質之不良部份，及其形狀已變動而不如圖樣上所規定之尺寸者，若為煅品，為防其局部太硬之故，則應事先加以熱處理，使其軟化，或在某一加工步驟須用淬火及粹火後加磨，在熱處理及淬火與磨光之一段時間中應有充份之備製品俾磨床 (Grinding machine) 或隨後之其他母機之工作不致間斷，若製品之原料為鐵，則須先用鋸床 (Machine Saw) 或截斷機 (Cut-off Machine) 截斷之後始送上母機加工，由是觀之，製品原料之種類不同則

加工方法恆異，不得不事先週密計劃。

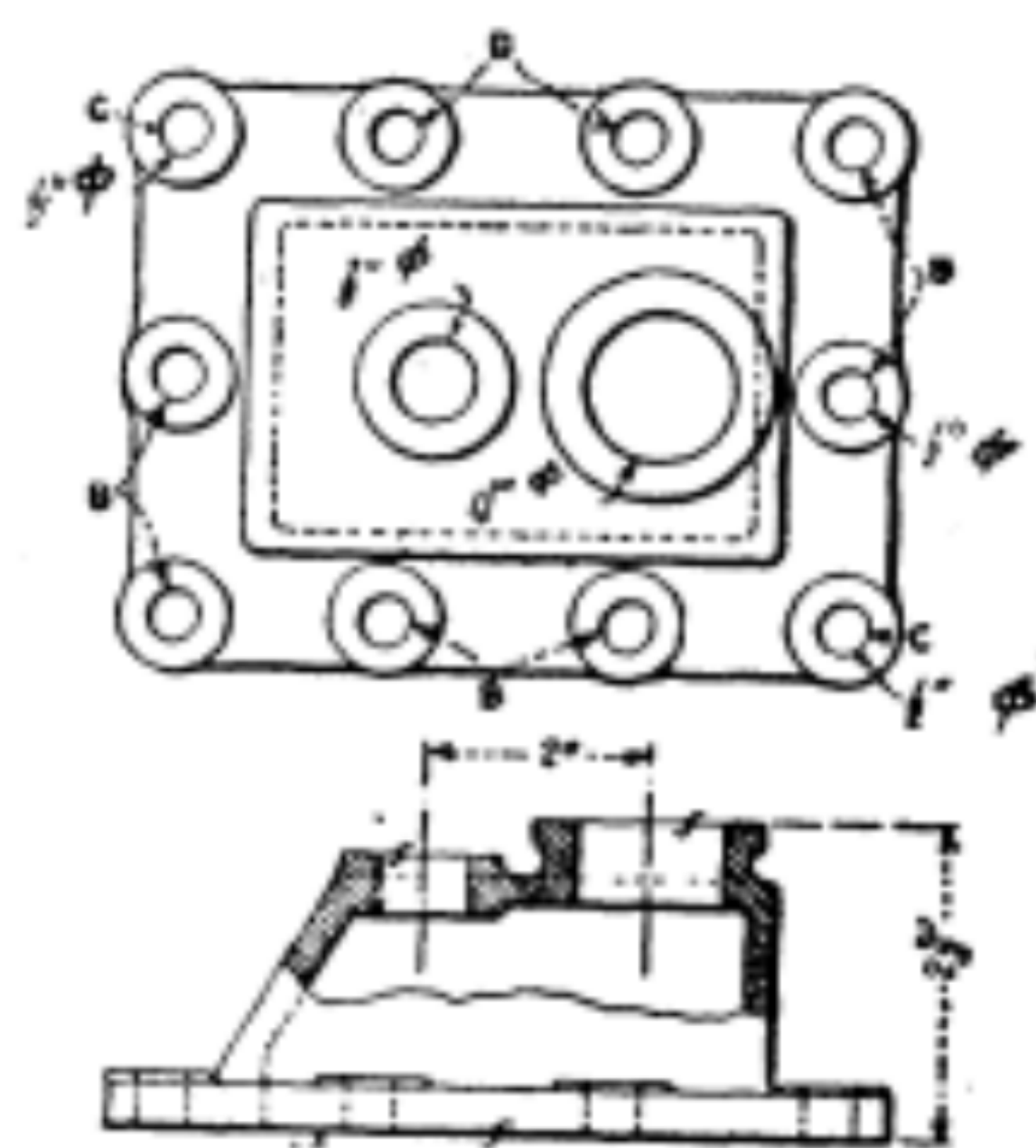
(3) 應加工之面，——製品上應加工之面如鑽眼鏗眼 (Boring)，鏗眼 (Reaming) 或光面 (Facing) 等須特別考慮此眼係在一個樣板上加工抑或用數個樣板連續加工及應銑之面擬在一次銑抑或分作數個步驟去銑皆須週密考慮以求最經濟之方法，普通鑽床之鑽頭直徑不同其旋轉速度亦各異，即大鑽頭之速度應比小鑽頭為慢，鑽頭直徑之差愈大則其速度差亦愈大，故若鑽床不能改造大小相差甚鉅之鑽輪速度時，則該項眼孔不應用同一樣板在同一鑽床上加工，但若眼孔之大小相差不大或其他特別情形時不妨用一板板一次鑽好，蓋大可省時省工也。

(4) 需要之精確程度，——在任何機構中，往往有許多基本因素對該機構之全部系統動作之影響甚大，其最重要者厥為該機構之各個零件皆須造成相當限度之精確 (Certain Limits of accuracy) 此種精確度恆註明在各該件之圖樣上，工具設計者設計任何一件之工作程序表及檢驗工具時，須時刻留意及之，同時亦須考慮某種母機是否可能製出這種已規定之精確，如若不能，則最後仍須加磨或研磨 (Polish) 亦應加入工作程序之中，故精確程度亦為工作程序表之一重要因素也。

(5) 加工基點之選擇，——欲求高度精確之製造，必須先確定適當之工作基點 (Location Points) 此項基點之選擇甚為重要蓋每

一加工步驟皆以此等基點爲固定之根據，且亦爲樣板設計或托時架計算各加工面距離之標準點，此種基點之選擇並無一定之法則，蓋因被製之零件不同及設計之方法範圍寬廣，實難得一固定之選擇方法也，普通選擇之優劣恆視工具設計者之經驗，經驗豐富之設計者，往往能選擇適當之基點對每一加工步驟皆能得正確之加工及容易從樣板或托架上卸下及裝上，一種較良而常見之基點，厥爲利用眼孔，蓋若用梢子固定該項眼孔於樣板或托架上，然後整個工作物用夾頭夾緊，則該工作物不易於加工時有絲毫之移動，普通此種基點之製造，如工作可能時恆先銑或磨一平面後再鑽兩個或多個之眼孔于該工作物應鑽眼之處，用鉸刀(Reamer)鉸光此等眼孔以爲隨後各加工步驟之固定基點，有時工作品上不能找到此類眼孔者則須另謀他法，總之工作物之形狀既各有不同，基點之選擇恆異，但加工基點必須於設計工作程表之前決定。

第一圖所示表明一種以眼子爲基點之良好實例，先將該工作物之凸緣(Flange)，A、 $\phi$ 平，次則以此平面爲基礎置於鑽牀上把眼子B及C鑽好，且C所示之二眼孔用鉸刀鉸成至規定之尺寸，用該兩眼孔以爲隨後各加工步驟之加工基

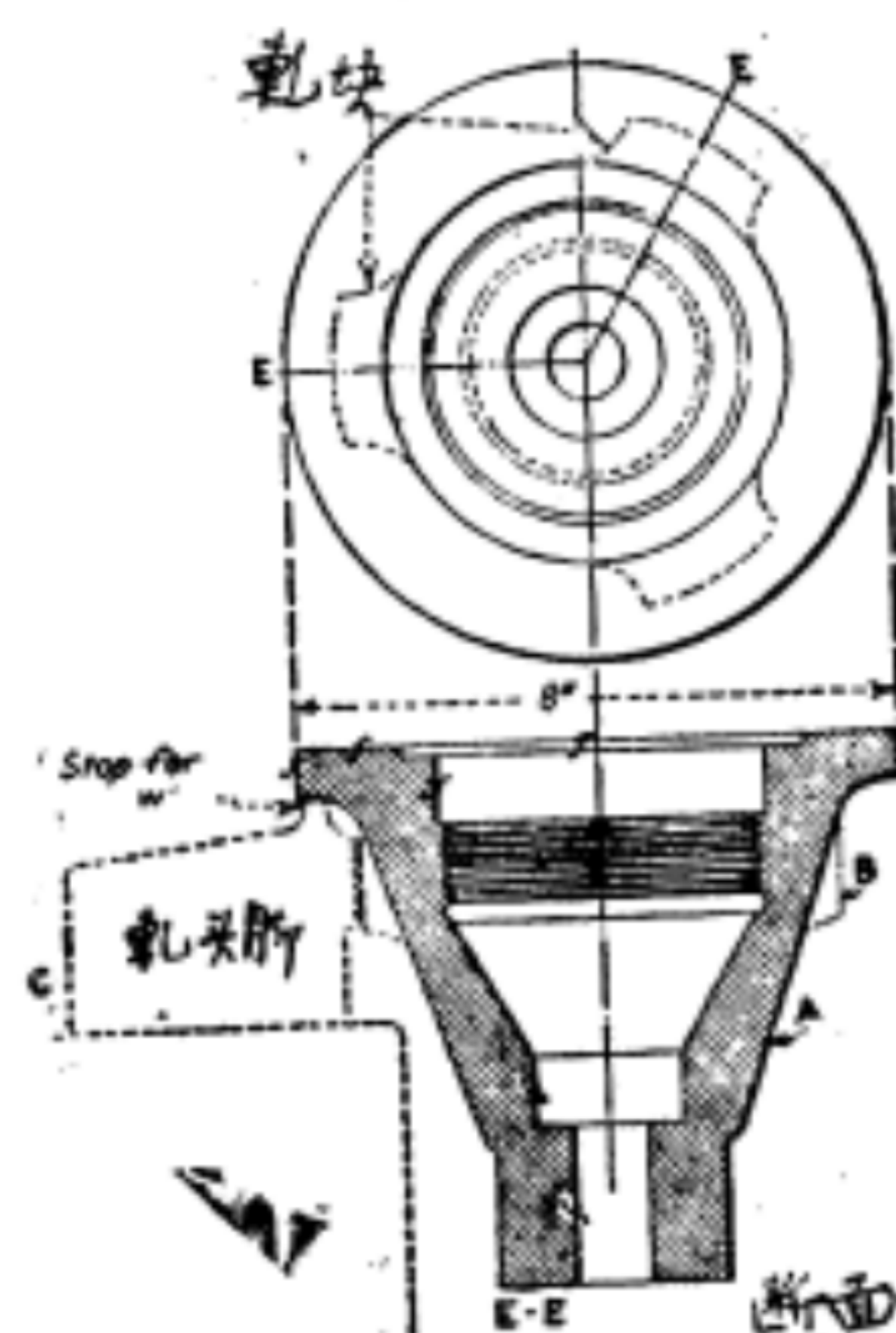


(第一圖)

點，顯然隨後各加工之面皆可得到與此二眼孔成功規定之尺寸。

(6) 預定車床或其他母機之軋頭設計，——在六角車床 (Turret Lathe) 上有時在第一步工作時，工作物之固定恆須採用特別方法蓋六角車牀上工作物之固定普遍皆用軋頭 (Chuck) 以固定之，固然很多的工作物可直接用普通軋頭可以固定，但有時亦須將普通軋頭稍加改造始合乎要求，第 2 圖即為表示此類改造之一例，該工作物之 A 部份為一圓錐形，不易為普通之軋頭所固定，因之或

改造特別之軋頭脚 (Chuck Jaws)；或於該工作物之錐形部份加添三個軋块 (Chuck Lugs) 如第 2 圖 B 所示，然後軋頭脚始易將該工作物固定，若該工作物為鑄品，則工具設計者須預造改製該品之圖樣，俾模型工不致照原圖製模，又若該加添之三軋块不能在隨後的各加工步驟內截去，且對該工作物之外表及與他

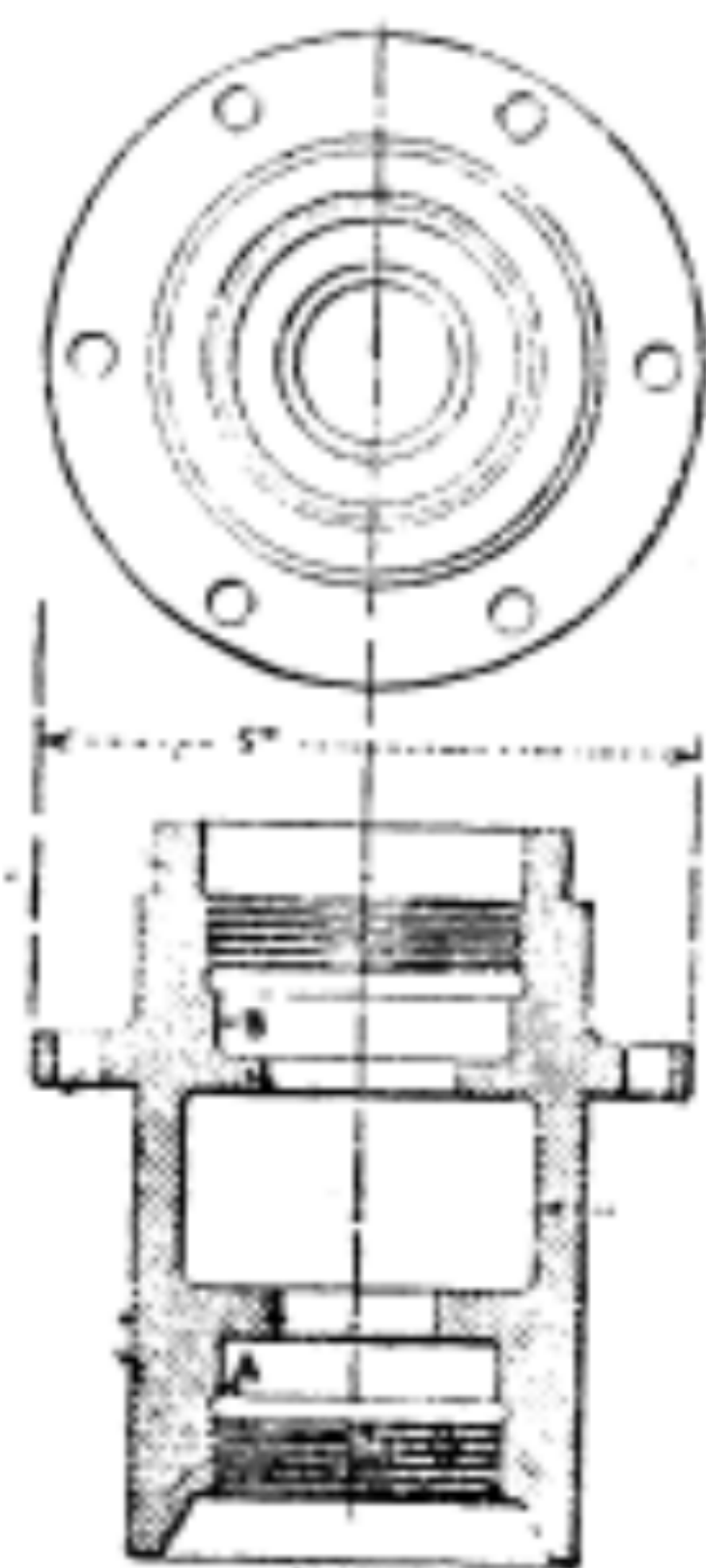


(第二圖)

件裝配時皆無防礙，則可任其留下，否則必設計截去以符合原圖之形狀。

(7) 各同心圓面中心線之合一，——當計劃工作程序表時，對

全一工作物上之各同心圓面或圓錐面之中心線合一之精確度須特別考慮，蓋若中心線不合一，將使該工作物對其機構發生不圓滑或阻礙之動作，最好將該各圓面定於某一加工步驟一次加工完畢，顯然各圓面之中心線皆可合而為一，然多數之工作物不能在同一步驟內加工完畢者，則對該工作物在每一步驟所用母機上之固定方法須特別注意，如第3圖所示，該工作物之軸承面座（Bearing sets）A及B之中心線應合而為一，但該兩面不易在同一工作步驟，即一次固定工作物之下而加工，故於設計工具時，須先加工於一軸承面，如B，然後用B為基本面（Location Surface）以固定該工作物於母機上承受加工於軸承面，A始易得到中心線精確的合一。



（第三圖）

（8）母機數量及質量之選擇——對於母機之選擇工具設計者恆須擇其對已設計之工作物最適合者，在舊式之廠中，當工具設計者正設計其工作程序表時，須具備一種對該廠原有之各式母機之式樣，能量（Capacity）及其工作限度（Working Ranges）等之詳細記載表以協助決定某一工作可以用某一母機，另一工作則在他一母機上加工，但其選擇範圍僅限於該廠原有之設備，然在今日之

大量生產其母機之選擇固然應盡量採用已有之設備，然亦須視工作之需要而可另置新的機器以代替過時代性之舊母機，而求得最高之生產效率，顯然工具設計者應大量收集各母機製造廠之說明書（Catalogues）並予以充份之認識，有時若有特別設計可增加生產效率，但母機製造廠家並無是項之母機製造出售則不妨自己設計一種特別之機器以合乎其生產之要求。 （待續）

# 原子彈的傷害

葉仲堯

一個名外科家向述有說過：「乳腺癌腫開刀，不要考慮到縫合問題。可以叫割和縫分爲兩個醫生辦理」。他的意思是說乳癌常常是一個縫不上的傷口。可是、嚴重可怕，是少數病人的問題，而原子彈的傷害，則是一個全生物的生命問題，是所有生命的一個縫不上的問題。其嚴重性，較「談癌色變」，不知大若干萬倍。

這一個大的嚴重問題所至的傷害，爲本文所敘述者。

## 第一節 造成傷害的原因

以往醫學上外科傷害，有挫傷、擦傷、刺傷、切傷、燒傷、鎗砲彈傷以及化學傷害、X光傷害、鐳錠傷害等。現在的原子彈傷害，有鎗砲彈傷與X光鐳錠傷害之相似處，但其範圍與程度，以及空間時間的情況，則遠非昔比，述者根據已知之資料，名爲原子彈傷害，其造成傷害的原因有三：

(一) 爆炸 第一枚原子擊碎後，產生每秒鐘七千哩速率之爆炸，有暴風(Blast)之稱。通常鈾一磅之原子能，可等於二萬噸T·N·T。按照科學上的演進，這種爆炸力還可以增加。假如投彈飛機，不按照一定方法投彈，則可能炸燬投彈飛機的本身。

這種威力，對物質的破壞(機械能)與所引起的空氣震盪可將炸點周圍一哩以內建築等，完全夷爲平地，其殺傷人與生物當然很多



。其與普通炸彈的威力比較，請參看附表一。

比基尼 (Bikini) 主持海軍原子防禦之海軍少將白蘭生 (William Stealing Parsans) 說，原子彈爆炸點半哩半徑以內，可視為人類及艦隻不能忍受之區域，(Intolerable Zone) 殺傷原子彈人類與距離之關係，請參附看表二。

原子彈爆炸之防禦，據說安全防禦，至少在地面以下五哩而附有防熱放射線設備之處。鉛、錫與三合土，水泥，普通泥土均能作隱蔽材料，而減傷少亡。據廣島小學生死亡與普通隱蔽之關係。如附表三。

(附表一) 原子彈與普通炸彈炸日本的威力比較

	飛機架數	炸彈數	每方哩人口數	炸毀包圍	傷亡與人口之比例		死亡		受傷	
					人口總數	傷亡總數與人口之百分比	總數	每方哩平均數	總數	每方哩平均數
日本九十九城市 轟炸平均 結果	173架	普通炸彈 平均 1129噸		1,8哩			1,800	1,000	1,800	2,000
東京	279架	普通炸彈 1667噸	13,000	15,8哩	7,000,000	<3%	83,000	5,000	12,000	12,000
廣島	1架	原子彈 1個	46,000	4,7哩	300,000	50%	70,000 80,000	15,000	70,000	32,000
長崎	1架	原子彈 1個	65,000	1,8哩	210,000	40%	4,000	20,000	33,000	43,000

(附表二) 原子彈殺傷人類與距離之關係

距離(英里)	廣 島		長 崎	
	傷患率%	死亡率%	傷患率%	死亡率%
0.5 (半英里以內)	99	93	94	85
0.5—1.0	94	83	78	50
1.0—1.5	83	51	67	38
1.5—2.0	63	20	25	3
2.0—2.5	41	8	11	2
2.5—3.0	39	3	8	1
3.0—3.5	26	2		
3.5—4.5	10	2		

(附表三) 廣島小學生死亡在普通隱蔽下之統計

距原子彈爆炸點之距離	有 隱 蔽		無隱蔽之死亡率
	傷患率%	死亡率%	
1.0 (一英里以內)	77.6	60.5	19.7%
1.0—1.5	60.7	19.2	85.3%
1.5—2.0	60.1	14.2	83.7%
2.0—3.0	23.1	2.5	14.5%

(二) 燃燒 原子彈爆炸時之熱量非常強大，熱高在華氏四十萬度以上，其閃灼之熱光，能燃燒動物以及植物與菓實等。其燒傷面，偏於閃光面，恰與太陽光對植物年齡圈之關係相似。即偏陽光側之年齡圈寬，偏原子彈閃光側之燒傷劇烈是也。此種燒傷，亦如普通燒傷可分為一二三級，即距離近者燒傷重，距離遠者燒傷輕是也。又此種燃燒與顏色顯然有關，廣島長崎之報告記載，有黑色燒傷顯著之實例：「有一白色板，其上之黑字完全燒焦，白板本色則無顯著之影響。又一婦人穿白地黑色方格條紋之和服，黑色條紋沿一肩而燃燒」。此與黑色吸熱量多之原則有關。

據統計、原子彈燒傷之死亡人數甚多，廣島因原子彈已死之七萬人中，有約百分之六十因燒傷致死；因爆炸後碎片等墜擊而死者，為百分之三十。長崎因原子彈已死之四萬人中，有約百分之八十因燒傷致死；因碎片等墜擊而死者，尚不及百分之十五。且因建築物失火而釀成間接之燒傷者亦甚多。

(三) 放射線 原子彈爆炸時放出放射線，與X光過度曝射相類似。惟X光傷害，通常僅為表皮潰爛，以及生殖細胞停止功能。原子彈傷害則不僅限於紅外線紫外線，可致多數生命於死地。其致死原因，概由於立即放射可透金屬的加馬線(Gamma Rays)及中子(Neutron)起破壞之結果。日人曾因距離爆炸中心之遠近及有無隱蔽建築之保護，而感受極輕微以致於若干倍於致死量之放射線。(鋼骨水泥

建築或山洞內的人受放射線之輻射較少，甚至毫無影響)。據調查、原子彈在廣島及長崎爆炸之結果，其持續之輻射作用，在爆炸後並無嚴重險危。因此種炸彈中放射出之危險輻射物質，大部已為次同溫層(Sub-Stratosphere)所吸收，以使此種物質之破壞力消滅。但已進入人體者，則發生或持續發生各項症狀。又水下之輻射，常與海水起混合，激起巨大水柱，水中氫份，可使之生間接輻射作用。所以阿發(Alpha)和培他(Beta)線，對於污水接觸的人體，加以極大的傷害。又比基尼試驗報告，原子彈對軍艦之襲擊，水面下之攻擊較空炸為有效，此種有效，當包括爆炸力而言之也。

## 第二節 傷害的狀況與病理

造成原子彈傷害的原因，已於上述。其傷亡現象與臨床及病理上之改變，據已知之資料，可敘述如次：

(一)立時的死亡 因原子彈爆炸而起之空氣震盪致人於死者，皆立即死亡。在砲彈普通炸彈爆炸時亦有此種震盪但圍範僅及於少數人；而原子彈爆炸的威力，則可距離爆炸點三千呎以至建築物，完全毀滅。又將八千呎遠的日本式木房毀滅，其瓦片送到三哩半以外。

原子彈爆炸點的熱力，有謂比太陽中心的熱力還要大。在此種高熱狀況下，可使距離熱中心一萬一千呎遠的可燃性物體燒焦或燒着。再遠的地方，能看到光的那一方，都可以起一二三級燒傷其危

險界爲五哩之遙。

放射線的致死量，尙無適當的數字。測量放射線，現以發現 X 光線之龍根氏之龍根 (Raentgens) 爲單位。其致死量，大概爲八百龍根單位。

原子彈的爆炸燃燒與放射線所立即殺死的人數，約佔傷亡總數六分之一以上。此外尙有若干於原子彈炸後短時間內死亡者。

(二)持續的現象 未立即死亡的傷患者，包括建築物碎片墜擊傷，未死的燒傷，未死的放射線傷，其數字根據資料概列如附表四

(附表四) 原子彈傷害的區分

廣島		長崎	
死亡總數	死傷總數 19,041 人	死亡總數	死傷總數 10,100 人
致死原因	創傷 30%	致死原因	創傷 14%
	燒傷 8%		燒傷 80%
	其他 10%		其他 6%
傷患區分	創傷總數 11%	傷患區分	創傷佔總創傷數 70%
	骨折 3%		燒傷佔總傷數 70%
	打壞 52%		放射傷大於 30%
	燒傷佔總傷數 15—85%		
	放射傷佔總放射傷數 30—40%		

(附註)

本表中死亡總數，非指立時死亡人數，故在轟炸之直後，傷患總數必更多，大約在原子彈轟炸的那一天，廣島可有能八萬至九萬人需要治療，長崎有八萬人需治療。

傷患者於受傷後，除隨時有死亡外，其持續的現象記載如后：

(A) 各種創傷如碎片墜擊之挫傷刺傷擦傷等，其狀況與一般創傷同。

(B) 創傷燒傷斑痕，有持續長至一年以上，才停止長大者，概因同時受放射線傷之故。又原子彈熱光直接燒傷，其傷部的顏色比較黑暗。

(C) 據Henshaw及Anstin M. Brues起草之原子彈傷亡委員會報告稱：「就已有之經驗，即有充足理由，使吾人相信原子能可致生殖擾亂，遺傳變性，發生各種惡性疾病及促短壽命」。

(D) 比基尼試驗後，有一部份魚類海藻等，吸收大量輻射，可使軟片感光。又比基尼機試驗用之六十五艘船中，在一年以上，尚有五十隻帶有強度的放射線而不能駕駛，且目下尚無法加以消除。其作試驗用的諸鼠與百分之七十五之鼠均已死亡。據說鼠的死亡率較低。

(E) 廣島長崎受傷未死者，有落髮與皮膚顏色的改變。其斑痕特大而起各種障礙與畸形，脫落之髮以後有續生者，但均粗糙或有形狀顏色改變。植物方面，廣島長崎在爆炸點附近，刻僅生畸形雜草，及缺乏色素而有斑點的植物，無生長茂盛之植物。未死之居民，皮膚斑痕厚而突出，有白色褐色及肉紅等異狀。其癌重(Carcinoma)生成處，神經感覺不一，或麻木或過敏，或溫度較高。

(三) 臨牀症狀 受傷者除創傷燒傷者一般症狀外，受放射傷在四百龍穆單位左右者，於一月內有半數相繼死亡。接近致死單位者，單位愈多死亡愈速。其臨牀症狀如次：

(A) 原子彈轟炸之直後，傷患者似均有惡心嘔吐，並常伴以發熱有時發熱甚高。

(B) 傷患者漸漸發生頭痛與疲勞，併繼以不思飲食。其受傷較重者，則漸發其他症狀。

(C) 炸後一二日起，傷患者發生劇烈腹瀉，及黏膜潰瘍。其腹瀉與細菌痢疾大致相似，(無裏急後重)以致於缺水及發生酸中毒而死亡。

(D) 輻射最普通症狀為脫皮脫毛，但多自一星期後方發現，重傷者常於此期內已死亡。

(E) 出血及紫斑，亦為傷後三五日之最普通症狀，各種紫斑均可發現。齒齦出血、皮膚大塊出血、中樞神經及內臟器官之出血等，亦甚為常見。

症狀方面，據美醫學雜誌(J.A.M.A)一九四七年八月號製附表五。

(附表五)放射線傷害發生症狀之日期

	最重者	重者	次重者
心嘔吐	轟炸日	轟炸日	轟炸日
發熱	2—7日	14—28日	
腹瀉	2—7日	4—21日	14—85日
白血球減少	2—7日	7—28日	7—28日
脫髮		7—28日	14—35日
粘膜潰瘍		14—28日	14—28日
貧血		7—38日	10—35日
死亡	4—10日	10—42日	30—91日

(四)病理改變 原子輻射可以改變人體組織：

(A)白血球減少(Leukopenia)發現甚早，重症者轟炸後二日即行發現。長崎第四週抽象調查之紀錄，為無白血球者，佔百分之廿六，白血球在二千者，佔百分之十六，白血球二千至四千者，佔百分三十三，白血球在四千至六千者，佔百分之三十二。(正常人白血球數為八千至一萬(其受蕩器者，在五六週後，白血球可重新增多。

(B)血小板減少(Thrombocytopenia)亦為常見之現象，但亦有血小板數目不少，而凝血時間延長者。(正常人凝血時間為



數分鐘，此種傷患凝血時間可延至五十小時）。然紫癍消失潰瘍好轉時，血小板數目及凝血時間，亦即恢復正常。

(C) 紅血球 傷後六至八週均呈減少，而有貧血現象，以增加傷患者之危險。其在第三四週，紅血球及血色素即劇烈減少時傷患者之生命即相當嚴重。又傷患之紅血球多轉變只有巨形血球，其網狀血球數字亦減少。

(D) 皮膚 根據屍體解剖，發現毛髮囊腺、皮脂腺、汗腺均萎縮。

(E) 淋巴腺 脾臟及腸胃之淋巴腺，在轟炸後三日即現萎縮此種萎縮，於三個月後仍能看出。在受炸後之第一週末期，發現有畸形巨大之網狀細胞，與Reed sternberg Cells形狀相似。

(f) 骨髓 第一週內死亡之傷患者，其骨髓造血細胞已消失。第一週末，網狀細胞之生長，乃表示造血細胞已再生。此種網狀細胞之生長，多產生原漿細胞與淋巴細胞，又傷者於三四週後方發現髓細胞有顯明之初生，但發育仍不正常。不生長之貧血，常為傷患者合併消化系傳染，呼吸系傳染相繼致死之原因。

(g) 生殖腺 婦人於被炸後常致停經，病理方面，卵巢起細微之變化常發現初發性腺之存在，無成長之腺胞，子宮內膜常為靜止狀態，亦無黃體刺激之反應。

男子睪丸有顯著變化，在第一週內，小管中初生性細胞消失，

則爲色脫力 (Sortoli) 細胞。其在小窩內精囊之成熟精子，係完整而且健康，發育不良之精細胞，則均告死亡。此外、睪丸中尚可見有內皮細之增生角化，與基層膜之增厚及血管變化。

(H) 腸胃 腸中有白膜及粘膜潰瘍，在顯微鏡下潰瘍部可發現大單核細胞，與細菌性病所見相似。

### 第三節 傷害的治療

原子彈傷害的治療，聞美國原子能委員會將開始訓練專門醫治放射性疾病的醫護人材。但目下爲止，對未死者均爲盡最大的努力而已。現時所知之方法，皆爲一面對症，一面試驗。其治療目標，則爲維持體液與酸鹼之平衡，抑制出血之傾向，改正貧血現象，及防止傳染之發生。

(A) 輸血 傷患者通常多爲出血不止與貧血，輸血對較輕之傷患者及有轉機者實有絕大之幫助。

(B) 盤尼西林 許多美國醫師，均認爲如用輸血及盤尼西林，可以減少當時日本之若干死亡。蓋盤尼西林至少可以防治消化系及呼吸系之細菌感染也。

(C) 葉酸 (Folic acid) 葉酸爲貧血之一種新藥，若干醫師相信可以治原子彈損傷之一部份貧血患者。

(C) 酪丁 (Rutin) 存在於蕃茄以及大部蔬菜水菓中，有抗拒原子能放射之若干力量。

E) 多露丁藍 (Toluidine Blue) 對於受過放射線之傷患者，有制止其出血之作用。有人報告其功用大於輸血及鈣與維生素「C」「K」等。

(F) 鎳 (Zirconium) 放射時間長的元素「鎳」，進入人體後，積於肝脾及骨中使臟器損壞，及引起骨癌等。此種情形，經芝加哥阿耳汞 (Argonne) 實驗室發現，用無毒金屬鎳注入人體，把有毒之鎳次第換出，在動物試驗頗上為圓滿。

(G) 油類 有許多醫師在設計一種最好的油類，以治療原子彈的燒傷。吾人早知油為治燒傷之良藥，原子彈燒傷用黃胺油膏、盤尼西林油膏，抑或另有一種更好的油膏，現均在試驗中。

(H) 其他對症治療 如減少患者痛苦等，均非特效方法。僅加強醫院設備，護病方法及管理而已。

原子彈傷害，就現有之資料，已如上述。此種殺人利器，物理學家，不讚同應用。至醫藥界，則希望原子能為和平建設之動力，在建設運用下，醫師們當盡力研究防治其萬一發生之傷害。此外，則希望發現更多之放射性同位元素，能醫治已往醫學上不能治療之病症及檢查已往醫學上不能查出之問題。

# 鈾之鑑定及分析

葉耕

## 1. 引言

自1789年，德人M. H. Klaproth 自瀝青礦中析出金屬物暫定名為鈾 (Uranium)；其後繼續關於鈾之研究發明，1896年，法人 H. Becquerel 發現鈾礦之放射性現象。1897年英人 Ruthertord 研究鈾之放射性，證明三種射線—— $\alpha$ 、 $\beta$  及  $\gamma$  之存在。1898年波人 Marie 與法人 Pierre Curie 夫婦對鈾與錒之研究發明。直至1936年德人 O. Hahn 與 F. Strassman 以中子轟擊鈾，在鈾核分裂碎片中，發現氙與鋇。Lise Meitner 與 O. Frisch (均德人) 創立原核分裂一名詞，并建議謂鈾原子之分裂，應有大量能隨之釋出。自是以後，原子能之研究，與日俱長。在這次世界大戰中，由於美國科學之研究，投擲在日本廣島之原子炸彈，其威力足以懾服窮兵黷武的日本，無條件向同盟國投降，戰事賴以縮短，生靈對於戰爭的痛苦，早日得以解除，人類對於鈾之認識所以日深者，蓋以鈾之原子核可以分裂，今後原子能之利用，將有更偉大之發明也。

鈾為稀有元素之一，原子量為238.07；比重18.7。熔點小於1850°C，其氧化物為  $UO_2$ ， $UO_3$ ，及  $U_3O_8$ 。鈾的原子價，最低為三，其他已確定者有四，五與六。而最穩定之鈾化合物，為六價化合物

。在自然界中，鈾礦為少見之礦提物。滙青鈾礦 (Pitchblende) 及鉬酸鉀鈾礦 (Carnotite) 為提煉鈾之主要礦石。世界各國，發現鈾礦之地不多，然最初開採者，當首推德國與捷克交界之波希米亞 (Bohemia) 及薩克遜 (Saxony) 之礦山 (Frzge hirge)，其後美國西部 Colorado 及 Utah 二洲之鉬酸鉀鈾礦，比非洲比屬剛果 (Belgian Congo) 滙青鈾礦；加拿大西北大熊湖之 (Great Bear Lake) 滙青鈾礦，為 193 年發現，質量俱優，尤推世界首席。吾國廣西台灣東北等地，亦有鈾之發現，是項國防工業之資源，彌足珍貴，今後應如何開發利用，科學界人士應負此重責。本文僅就鈾之鑑定與分析有關的知識，略為介紹如下：

## 2. 鑑 定

將含鈾礦石，加 (1:1) 足量之硝酸，溫暖直至完全分解而止。將此溶液用水稀釋，繼將足量之碳酸鈉混入，煮後濾過。加入足量之硝酸以中和此碳酸，放出二氧化碳并煮之，以氫氧化鈉加入於濾液。即呈一黃色沉澱物，即鈾是也。此沉澱物在此種多量之溶液中，為不溶解，但可溶解於碳酸鈣中。

鈾鹽為青色或藍色及由青色至青藍色溶液，由此種鹼性沉澱之氫氧化鈾，為棕紅色，不溶解于多量之溶液中，但漸漸被氫氧化鈣溶解。鈾鹽為一強性還元劑。

鈾鹽鹽係黃色，碳酸鈉金屬能把鈾鹽鹽沉澱，并於多量溶液時

溶解。U<sup>o</sup><sub>2</sub><sup>++</sup>常被視為鹼性根，稱為鈾鹽。此鹽根在電解時附于陽極。鈾鹽比較鈾鹽為穩定。

當亞鐵氰化鉀加入鈾鹽或鈾鹽鹽時，呈棕紅色沉澱（或在稀溶液中呈紅色），其沉澱溶解於多量之鹽酸中，如有足量之亞鐵氰化鹽時，其顏色可于煮時變為青色，如加氫氧化鈉於亞鐵氰化鹽之鈾鹽沉澱物中，則變其色為黃色。（與亞鐵氰化銅有分別，氰化鐵與鈦得一青色沉澱，於加入硝酸後其色為深。與高價鐵化合生成藍色，與鉻化物無變色。與鈦，鉻及鐵有分別）

碳酸鈾能把多價之鈾離子沉澱（與錳、鈷、錳、鋅等離子有分別。）

加磷酸氫三鈉于鈾鹽溶液中，如有醋酸鹽化物，或游離之醋酸存在，則呈現白黃色沉澱，U<sub>o</sub>2HPO<sub>4</sub>.XH<sub>2</sub>O 溶於鹽物酸中。加熱，有沉澱。

加酒石酸，有機化合物鹽酸羧酸，碳酸錳等，則由于與鹼金屬及錳之化合而有鈾沉澱。

二氧化鈾，為棕色或黑色，三氧化鈾，磚紅色，二氫氧化鈾鹽，黃色，所有氧化鈾，將由於在空氣中燃燒而變為U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>。

### 3. 分 析

重量及容量分析，均可用作分析鈾的方法。惟最困難者，為如何能把硝酸完全除去，蓋當容量分析時，硝酸不是用作分解，而對

於還元及其滴定，均有妨礙，但其對於重量分析無影響。

試液之製備——鈾元素，溶解於鹽酸與硫酸中，不容易溶於硝酸，牠不能溶於鹼性溶液。鈾之氧化物，溶解在硝酸及濃硫酸中。

八氧化三鈾易溶於硝酸中，但難溶於鹽酸中。五氧化二鈾難溶於硝酸中，但易溶於鹽酸。（紅色溶液）；八氧化三鈾漸漸溶解於冰醋酸與硝酸(100:5)之混合液，五氧化二鈾及三氧化二鈾（燃燒）部份不溶解於此藥液中。

氟化鈾鹽，及磷酸鈾鹽 $UO_2(HPO_4)_2 \cdot 4H_2O$ 為不溶解於水，但溶解於強鹽酸中。

礦石溶液之製備——取一克或較多些礦石溶解於15至20ml 王水中，先置此混合物於水蒸汽浴盤約十至十五分鐘，隨後在低火焰之熱板而漸煮之。直至此溶液乾燥，矽質常不能水解，其殘渣用10 ml 熱鹽酸處理後，用熱水稀釋至50 ml，把矽質濾去。鈾過濾入濾液，此溶液照下面分離方法處理。如果矽質過多或不溶解於酸時，須盛以白金杯用濃氟酸處理之，兩次在蒸汽浴盤用鹽酸蒸發以排除氟酸，其剩餘物，以鹽酸及水溶解之，傾入初次所得之溶液內。

鉍酸鈾礦液溶之製備——此類礦石之溶液，係漸漸將硝酸及少許之氟酸加入煮之而得。一克礦石用20ml硝酸及5ml 氟酸煮沸至五分鐘即完全分解，含有銀之礦石，加入硫酸去析出銀與鈾。如果醋酸鉍被用來分離鈾，則硫酸必須於分離之前除去，重量分析法步

驟，查看下節分離法。

容量分析法分解之準備——礦石被硫酸分解。如果鉍、鈾及其他高度反射物存在，用焦硫酸鈉鎔融，隨後再用硫酸或硫酸與硝酸同用。最後排除氫化氫。礦石如含高度矽質，則最好以硝酸及鹽酸或硫酸分解之。

#### 4. 分 離

鈾與、銅、鉛、鉍、砷、錳、及其他硫比氫組之金屬——其溶液含有鈾等，每 100 ml 之溶液所含酸性約 5ml 濃鹽酸，通過飽和之硫化氫，令其靜置後，再通過飽和之硫化氫，此硫化物濾去并用水洗。其濾液及水洗溶液所含之鈾即試樣之全部含量也。

鈾與鐵及不溶解於水之碳酸化合物各元素之分離，——由硫化氫組過濾後出之溶液濃縮至 150 ml，加入 15ml 二氧化二氫，其溶液用碳酸鈉中和之，大約加三克，令其過量，煮之約二十分鐘，蒸發除去水份，此氫氧化鐵，不溶解之碳酸鹽等均濾去之，并用熱水洗之，此濾液放置於旁邊，檢驗是否尚含鈾，收回所有含鈾之沉澱物，用僅足溶解之硝酸溶解此沉澱物，再加二氫化二氫及碳酸鈉去把鐵沉澱如前法，由此沉澱物溶解所得之合併濾液，濃縮僅至 25 ml，鐵亦可以伊打浸出法除去之。

鈾與鈷之分離——手續一、用重量分析法之鈾。——由前法分離直接所得之溶液，用硝酸氧化之，加至微過量，煮之放出二氧化



炭或蒸發至乾燥。此酸性液用錳中和之至僅過量。於是再以硝酸酸化至僅過量。再後加入約4ml濃酸。由於加入10ml之10%醋酸鉛，隨加以足量之醋酸錳溶液（10容積氫氧化錳加，由1容積水加足量之冰醋酸以中和氫氧化錳）以中和游離時硝酸錳即被沉澱為錳酸鉛。此沉澱之錳酸鉛，令其靜置在蒸氣浴中一小時，然後過濾（其第一次濾液不清再復過濾之）以熱水洗之，鈾過濾入濾液中。

此過量之鉛留在濾液中者作第二次清除之。刻記過量之錳，加入熱濾液中，此濾液煮沸約一分鐘而過濾之，無須水洗。此沉澱物包含所有之鈾即鈾化錳，或者有些鐵及鋁之氫氧化物而另一部份為鉛。大多數鉛流過此濾液，此必須留意者。此沉澱物用濃熱碳酸錳溶液在濾紙上處理之，令含有少量之游離錳，直至所有鈾被溶解為止，繼以溶液洗之至稀釋。許多鉛及其他不純粹之混合物仍在濾紙上，此鉛為碳酸物。足量之強度硫化氫溶液，加入於濾液中，或以氣體之硫化氫通過，把所有之鉛沉澱。此混合物，熱至沸，令其靜置至澄清。任何鐵元素與鉛均被沉澱。最後，此含鈾之溶液，濾去其沉澱物，以含有少量之碳酸錳之硫化氫水溶液洗之。其過濾液煮沸以排除硫化氫及碳酸錳，濃縮200—250ml，鈾被沉澱為重量分析之用。（續見下面重量分析法）

方法(二)被用作鈾之容量分析法——由鈾與錳之分離，依下列方法處理，可將鈾沉澱為磷化物。其溶液加熱後，令其逐滴流過折

入頭漏斗，於一煮沸之溶液中，此溶液為15克之醋酸錒，5克之微粒鹽，溶解於100ml之水溶液，該液含有5ml冰醋酸。用一枝有帽頭的玻璃桿，放入溶液內，以免撞擊。此混合物，令其煮沸約數分鐘，將玻璃杯移開熱處，令其沉澱沉降下，先傾除清液，將此沉澱傾入濾紙內。以熱水洗一次，繼復洗回原玻璃杯，又以小量之熱稀硝酸溶解之，在未被酸溶解之前，其沉澱物先刮至濾紙中，令其于溶解時，經過濾紙而入玻璃杯。此硝酸溶液含有錒，稀釋至75 ml，而鈾(如有錒亦一齊沉澱)再沉澱為磷酸化物，此沉澱物再傾入過濾。用熱水洗過四至五次。錒通過入濾液中。此磷酸化物用1:3之熱稀硫酸15 ml溶解，濾過，鈾之檢定，係用高錳酸類滴定，依照下面容量滴定法。

冰醋酸法分離錒與鈾——硝酸鈾或氧化鈾，溶解于冰醋酸與硝酸之混合液，前者為20份，後者為1份。錒之硝酸鹽，及氧化物，為不溶解于此溶液者。加水令錒溶解。

鈾與鉍錒之分離——蒸發硝酸鈾及硝酸與鉍酸之混合液，或鉍酸鈉，或鉍酸鈉等所得殘餘物直至乾燥，此剩餘物，以硝酸(5ml硝酸比重為1.42)潤溼之，以醚液浸取，鈾完全溶解，而鉍，錒，及鉍仍不溶解。此蒸發手續以玻璃珠為最適當之接觸物，放在Soxhlet之浸出器紙環中，用普通之揮發溶劑。此浸出工作慢慢在醚液經過五至六次回流之後而完成。

用銅鐵試劑（亞硝酸基代苯胺）分離法——六價之鈾不能用銅鐵試劑沉澱，不能由鐵及鉛中分離三氧化鈾。此溶液含約百分之十容量之硫酸，將被加入高錳酸鉀溶液所氧化而呈一淡紅色。隨加以過量之百分之六銅鐵試劑溶液，在石棉濾紙上攪拌，濾過，及用百分之十鹽酸或硫酸內含每 20 ml 有 0.2 克銅鐵試劑之溶液洗之。鈾經濾過入濾液中。

鈾之沉澱——加少許之硝酸，蒸至硫酸發烟以除去有機物。其剩餘物取出以水稀釋，約為 100ml 含有 6ml 硫酸，鈾被鋅加入後還元。加入銅鐵試劑而沉澱。鋁，鎘，及磷，仍在溶液內。此沉澱物用稀硫酸（每 100ml 有 2ml 硫酸）及含有少量之銅鐵試劑洗滌之。燒灼之，成爲  $U_3O_8$ 。

六價之鈾化物，成爲可溶解之氟化物，四價之氟化鈾，爲不溶解物。此可以分開二種不同之形態。

碳酸錳可以阻止氫氧化錳或硫酸錳沉澱鈾化物。如此可能分離鐵，鋁，鎘，鋅等，酒石酸亦可阻止鈾之沉澱。如果鈉或碳酸鉀被使用時。加入過氧化錳被推許作分離之用。

### 5 重量分析法（鈾視作 $U_3O_8$ 計算）

手續——依照上面分離法所得含有鈾之過濾液，加硝酸，使成爲含有少許之酸性，煮沸少時，使無二氧化碳存在。然後加入過量之錳，此混合物煮沸數分鐘後過濾之。

無須常常洗滌，用濾紙或已濾過之高氏濾杯過濾之。其沉澱物乾燥後燒灼之秤得重量為  $U_3O_8$ 。

$$U_3O_8 \times 0.8480 = U.$$

注意：鈾氧化物之提淨，可將硝酸溶解之，用過氧化二氫以檢驗，用碳酸錳檢驗三氧化二鋁。

其氧化物，以氫通過其烘熱之剩餘物，使其還元，則得棕色之  $UO_2$ ，此氧化物在流通氫氣中冷卻之。

#### 6 重量分析法分析鈾礦

取 0.5 克礦石之細粉末，或照其含鈾份量而多取一點試品。以安士之銅瓶盛之。加硝酸或鹽酸，或二者，與約 1 至 2ml 之磷酸合用。漸漸加熱，使與鈾完全起作用。有時遇有方鋁礦存在，最好先用 810ml 或多些之鹽酸加熱，直至方鋁礦分解。當使用鹽酸時，煮之至乾，以排除多餘之鹽酸。在其剩餘物或其原礦物，如已無鹽酸存在，加 1ml 硝酸及 50ml 熱水，如此可見所有各溶解物溶化。

用錳加入，使成爲微鹼性，然加入硝酸使僅呈酸性，再用少許固體碳酸錳使成鹼性，隨加 5ml 濃錳及 3—4 克碳酸錳。

煮一分鐘後過濾，漏斗上置有吸水之小棉塊。用熱水洗二次。將過濾液在有蓋之玻璃杯煮之，使濃縮在過濾器上，以硝酸溶解其沉澱物，以原瓶盛接其過濾液。如前法再中和及沉澱之，用熱水將第二次沉澱物洗之，加此過濾液于第一次所得之溶液而濃縮至 150 至

200ml,加以硝酸使成酸性,于是加1ml過氧化氫。棕紅色表示有鐵。

甲、有鐵存在者,一一煮之令存在之二氧化碳排除,用錘加入。令其僅呈鹼性,於是用硝酸使其僅呈酸性,再後加入4ml硝酸,令其過量。此溶液常呈中和狀態。加1克醋酸鉛,并足量之醋酸錘,(約20ml)以中和此硝酸而沉澱出錘酸鉛。煮約十分鐘,以雙重濾紙過濾。如過濾液不清時,可回置於第一部液中。以熱水煮之,以大玻璃杯盛接。如太多,煮之使降至200—280ml。加錘,刻記其過量,煮一分鐘,以排除二氧化碳。熱濾,除非其顏色呈淺黃才不用,注意其混濁之過濾液,(如有混濁過濾液,用熱水洗其沉澱物,加以硝酸,使其再呈酸性,熱之至沸,以錘沉澱之,經過前面之沉澱物過濾)無須水洗。放置此最後之玻璃杯在漏斗之下,而注滿濃熱之炭酸錘於漏斗上,在這漏斗上,曾經加有游離之錘,通常滿一漏斗,可以溶解所有之錘,而剩餘白色之炭酸鉛,或者被一點鐵而脫色。以熱水洗之,用些少炭酸錘溶液。于濾液加入足夠濃度之氫化錘令所有剩餘之鉛沉澱,(通常用25ml硫化氫溶液)或通過氣體硫化氫以一短時間。此亦可除去一微量之鐵。煮沸後令其靜置。過濾,用含有些少炭酸錘之硫化氫水洗之。煮沸而排除硫化物,於是以硝酸酸化之,并煮沸而除去二氧化碳。繼續處置如丙。

乙、無鐵者,一一煮沸此硝酸液而排除所有之二氧化碳,于是加入刻度過量之錘,煮一些時間,以排除所有存在錘之二氧化碳。

將此熱溶液過濾，如濾液不清，可將濾液傾回再濾。無須洗滌。用碳酸錘在漏斗上溶解鈾化物，即如後節所討論者，在同樣情形下繼續處理之，即使無鉛存在，不能取消硫化錘之處理，此處通常為除去含些少之鐵。繼續處理如丙。

丙、加有刻量過量之錘，煮沸約一分鐘，然後在無灰濾紙過濾。如濾液不清，須傾回盛原始之玻璃杯內再過濾。不用水洗。在瓷土坩堝中徐徐燒灼濾紙及其沉澱物，冷後，稱其重量，即得八氧三鈾  $U_3O_8$ ，不純粹物常有存在。

以溫暖之少量硝酸溶其殘餘物于坩堝內。以過氧化氫稀釋及檢驗是否含有錒。如有淡棕色澤，可以忽略之。洗清此溶液於小玻璃杯，加多量之固體碳酸錘，煮一分或二分鐘，然後在小漏斗過濾，以熱水洗之。其殘餘物在漏斗上可能有錒，或其他不溶解物存在。將在原坩堝燒灼濾紙及殘餘物，稱其重量，與前者所得之重量以較量此不純粹之  $U_3O_8$  之含量。

醋酸錘溶液之製備為 80mm 濃錘，100ml 水，及 70ml 90% 冰醋酸。

注意——黃色過濾液為鈾化錘沉澱不完全。此因硝化錘之不足，致鈾化錘之沉澱溶解于水。加一克或足量之硝化錘於此過濾液，煮沸再過濾。或者將此沉澱物溶解于淡硝酸，于是此混合過濾液使之酸性，然後再以錘沉澱。則此過濾液將為無色。

用氫氧化銻沉澱鈾——若無其他原素包含，用氫氧化銻沉澱之。又無色及二氧化碳存在，則鈾可用氫氧化銻沉澱，而此沉澱物以60ml 硝酸銻洗之，燒灼後即為  $U_3O_8$ 。

以氫氧化銻沉澱鈾的方法，必需先將鐵，鋁，鈦等原素分離，及完全除去二氧化碳。四氧化磷及有機物必需沒有存在。

### 7. 容量分析法用氧化及還元法分析鈾

概述——將低級之二氧化鈾，氧化為三氧化鈾，以檢定鈾之方法，可用高錳酸鉀，同鑑定鐵一樣。銻土還元器，可作高級鈾還元為低級鈾之用。其金屬必須變成硫酸鹽，氟化物或醋酸鹽等，但不可變成硝酸鹽。如有氯化物存在，通常對有磷酸及硫酸亞錳存在時有妨礙。必需先將氯化鐵滴定，因為硫酸鹽之溶液，將被首先作用。雖然此各種還元程度不同之條件，可以尋出與空氣之氧接觸而成為二氧化鈾。

溶液——礦石用硫酸溶解，或用焦硫酸鈉熔溶，再用硫酸溶解，各元素用銻還元後，立即以高錳酸溶液滴定。鐵、鈦、鈾、錳及硝酸等，必須除去。在分離時，使用碳酸銻或碳酸鉀鈉，必須用硫酸使成為酸性後，煮沸，以排除二氧化碳。此硫酸鈾鹽之溶液，稀釋由100至150ml在此容量須含有二十分一容積之硫酸，熱至將沸，溶液如有有機物可在加入足量之高錳酸鉀時，氧化之，呈現淡紅色。此溶液冷卻後預備還元。十五至二十ml之淡硫酸，流入經過十八

寸高之鍾氏還元器內混合鋅粒，繼後將硫化鈾溶液徐徐滴下。十至十五ml 1:2之淡硫酸隨即此高級鈾溶液注入。

滴定——此橄欖青色之溶液傾入一玻璃杯。或蒸發皿中，在流通空氣下急速攪拌約五分鐘，此低級氧化鈾被空氣氧化成爲UO<sub>2</sub>。顏色變爲海水綠即，表現此作用，其溶液用十分之一高錳酸鉀定規液滴定之。此溶液當滴定时，漸漸變成深青黃色。直至淡粉紅爲止，此即表現高級氧化鈾已成。如有大量之鈾其顏色爲紅黃色。

$$1 \text{ mm. } \frac{N}{.10} \text{KMnO}_4 = 0.01190 \text{ gm. U.}$$

注意：55.848m.鐵相當于 119.04gm U.

——完——

