

大學用書選譯

學視電

Kenneth Fowler 著

俞祖禎 譯

教育部出版
正中書局印行

大學用書選譯

電

視

學

正中書局印行
教育部出版

俞祖禎 譯
Kenneth Fowler 著



版權所有

翻印必究

中華民國六十三年十一月臺八版

大學用電視學
書選譯

全一冊 基本定價 平四元二角
精五元三角
(外埠酌加運費匯費)

著者	Kenneth	Fowler等
譯者	俞	祖
出版者	教	育
發行人	黎	元
發行印刷	正	中
		書局

(臺灣臺北市衡陽路二十號)

暫遷臺北市南昌路一段十二號

海外總經銷 集成圖書公司

(香港九龍旺角洗衣街一五三號地下)

海風書店

(日本東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地)

內政部登記證 內版臺業字第〇六七八號 (4518) 臺大興
(1000)

譯 者 序

本書爲 Fowler 及 Lippert 兩氏所合著。其所論述之對象以電視接收機爲主，至電視發射機、電視廣播體系、及彩色電視等，均未列入，故資料稍欠完備。然而，本書對於基本電路之剖析及常見故障之排除討論極詳，確爲一專門研究電視接收機之參考良書。如欲研究電視收發體系之組成及彩色電視原理，可參閱余所譯著之電視原理與實用、電視廣播工程學、及彩色電視等三書，該等圖書當可予讀者諸君以一清楚完整之概念。

余薄植，且成稿於僥促間，舛誤難免，尙希海內先進不吝教正。

承蒙李熙謀、張仲智、姚善輝、江德曜、田保羅諸先生多所指正，暨林敏成、馮品三兩同學代爲校對，謹此申謝。

江陵俞祖禎敬識

四九年八月廿八日於中國電視工程傳習所困學齋

目 錄

序

第一章	電視體系之簡析.....	1
第二章	圖像管.....	19
第三章	電視訊號.....	47
第四章	電視接收機——通論.....	73
第五章	射頻、振盪器、及變頻器電路.....	87
第六章	視訊及聲訊中頻電路.....	113
第七章	視訊檢波器及放大器.....	151
第八章	掃盪訊號產生器.....	175
第九章	偏向電路.....	197
第十章	同步.....	227
第十一章	水平掃盪訊號產生器之自動頻率控制作用.....	249
第十二章	電源設備.....	291
第十三章	接收天線及其架設法.....	311
第十四章	檢驗儀器及校準法.....	391
第十五章	接收機之調整及修護.....	445
第十六章	圖像解析故障檢修法.....	485

電 視 學

第一章 電視體系之簡析

1-1 導論 (Introduction)

在開始討論電視接收機之各式電路、裝置、及調節器以前，茲先就電視體系之形成大要作一簡明之分析，俾使讀者諸君對於新興之電視工藝能獲一通盤之認識。

正如吾人所知，電視之在今日，對於人類貪得無厭之欲念而言，確係一種不可多得之事物。電視發射機將影像剖分成若干圖像元素 (Picture Elements)，並轉變成電性訊號播出。遠地之電視接收機自空中截獲此等電視訊號，復將其轉變為光學訊號，於螢幕上顯出原像。接收機中之顯像乃由衆多之圖像元素所鋪成，故於展鋪之際，各圖像元素之先後次序及相對位置不可或有差錯；再者，聲光之配合亦須恰到好處。此種精確之控制任務，悉賴同步制時訊號 (Synchronization Pulses) 達成之。在電視機中，除光電、電光訊號之轉變部門外，另一重要部門即為產生同步訊號之同步電路。

1-2 電視體系通論 (General-operation of the Television System)

當然，電視體系之構成遠較普通聲訊廣播體系為複雜。圖 1-1 所示者，為一典型之電視體系方塊圖。為使讀者諸君易於瞭解起見，茲將各部門之工作狀態同時於圖中表出。

如圖所示，電視發射機係由兩個分離之發射系統所組成，其一為聲訊通道系統，另一為圖訊通道系統。聲訊發射機採用調頻法 (Frequency Modulation)，將與圖景相伴存在之聲音訊號同

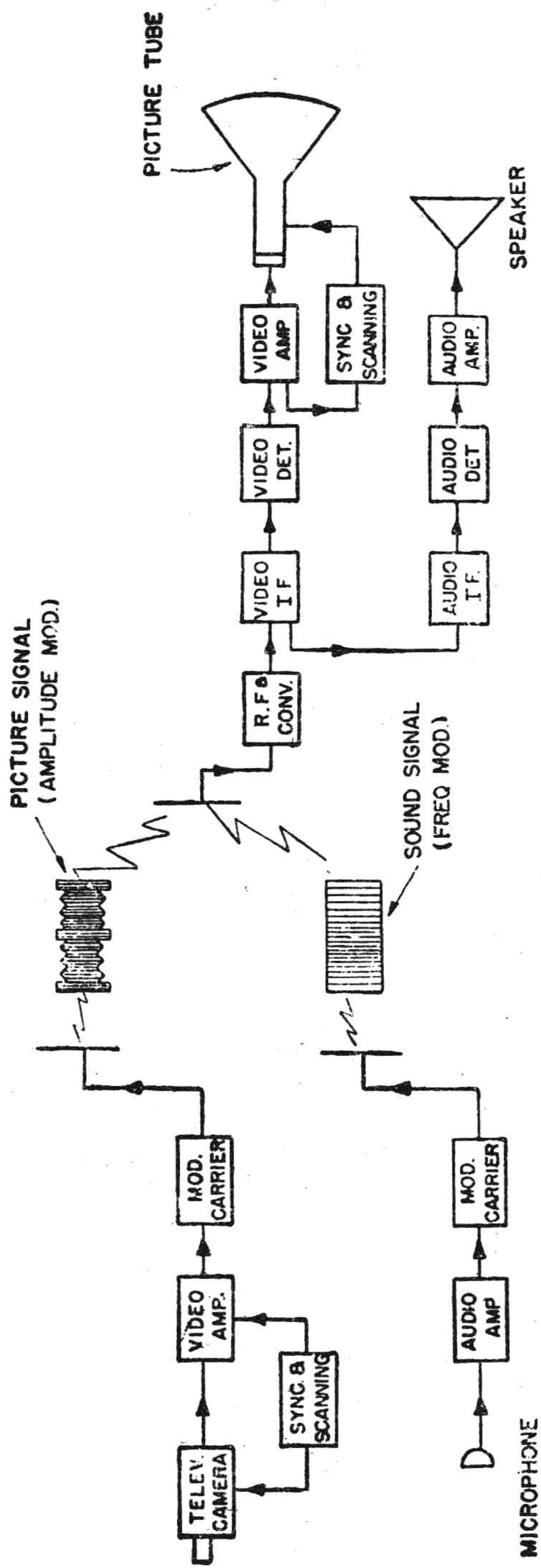


圖 1-1 電視體系

時播出。注意，圖訊發射機與聲訊發射機均各自備有一特製之天線。

電視發射機中裝有一種名爲像幕器 (Iconoscope) 之拾影器械。此種拾影器之功能與普通聲訊發射機中之微音器極爲相似，藉之可將光學訊號轉變爲電學訊號。此電學訊號之強度與圖像各點之光亮強度一一相對應，稱爲圖像訊號。其後吾人即利用此放大之圖像訊號調變電視發射機中之高頻載波，產生射頻圖像調幅訊號，由天線播出。

此外，尚有數種特殊訊號亦須自發射天線播出，用使接收機與發射機產生同步連鎖作用，顯現完整清晰之圖像。掃描(Scanning) 及同步 (Synchronizing) 電路之詳細工作原理容於下述各章中分別討論，於此玆不贅言。

電視接收機通常僅備有一支天線，用以截取空中之圖像訊號及聲音訊號。天線感應電壓在射頻放大器中加以放大，隨後圖訊載波 (Picture Carrier) 及聲訊載波 (Sound Carrier) 即在變頻級中轉變成兩系分離之中頻訊號，其一與聲訊載波相對應，另一與圖訊載波相對應。電視接收機中共設有兩系中頻放大級，圖像訊號與聲音訊號各占其一，其詳請見第六章。

聲音中頻訊號 (Sound I-f Signal) 經適度放大後，即被調頻檢波器 (FM Detector) 解調變成音頻訊號。然後吾人再利用音頻放大器將此音頻訊號予以放大，並使之推動揚聲器，產生原有之聲音訊號。

圖像中頻訊號 (Picture I-f Signal) 經適度放大後則被調幅檢波器 (AM Detector) 所解調，產生視頻訊號，其情形與普通收音機中者相若。然後吾人再利用視頻放大器將此視頻訊號予以放大，並使之推動圖像管，顯出原有景物之影像。

在普通收音機中，音頻放大器之次級爲揚聲器，而在電視接收機中，視頻放大器之次級則爲一座特製之顯像裝置。此種顯像裝置可將視頻訊號之波幅變化轉變爲對應之光學變化，使原有之景象重新顯現。

所謂顯像裝置，即一製作精巧之陰極射線管，其結構大致與示波器 (Oscilloscope) 中所用者相同。因為此種陰極射線管可將遠地景物之影像顯現於螢幕上，故常稱之為圖像管。圖像管之構成約可分為下述幾大部份：(1) 外罩玻璃管，(2) 電子槍，(3) 強度控制柵極，(4) 偏向裝置，及 (4) 螢幕。其詳容後再述。

陰極射線管顯像之基本原理甚為簡單；管內之電子束可同時在水平及垂直方向進行掃描活動，將明暗受制於圖像訊號之光點依次鋪滿螢幕，托出原有景物之影像。圖像管之柵極於此係用以控制電子束之強度，其功能與普通放大管柵極者相似。

在上述有關電視接收機之敘述中，筆者已將不可或缺之掃描及同步作用暫時略除，此乃在使讀者諸君對電視機之構成體系先獲一簡明之認識。在接收機中，掃描及同步作用通常均在視頻放大輸出級與圖像管之間發生，此可於圖 1-1 中見之。其詳請見第八、第九、第十、及第十一章。

1-3 圖像之基本結構 (Basic Structure of a Picture)

在討論如何可將光學影像轉成電學訊號之前，吾人應先使初學讀者明瞭圖像元素面 (Picture Elements) 之基本特性。

任何圖像皆係由衆多微小之光亮或陰暗小面所鋪合而成，此種構成圖像之基本要素即為習常所稱之圖像元素面，間亦名之為像素。

圖像輪廓清晰與否，全視其圖像元素面之大小與多寡而異。如欲顯像清晰，則應使圖像元素面盡量減小。布紋照片及銅版印像皆其適例。精細圖像之元素面，除非持近詳細觀察，通常均不易以肉眼察出。倘圖像元素面過大，則顯像模糊不清，必須持遠觀看方可粗見輪廓，鐫版印像即其一例。

顯像元素面之大小及數量通常均取決於下述之兩項重要因素；其一為吾人所欲獲致之輪廓清晰度，另一為觀賞者與圖像所應取有之距離。

一般言之，僅需兩百萬個圖像元素面即可鋪成一幅輪廓清晰

之電視影像。至於觀賞距離，則視圖像幅面之大小而有所不同。倘將一含有兩百萬個元素面之圖像放大一倍，則各圖像元素面隨之亦被放大，此時原有之觀賞即嫌不足。如不放大觀賞距離，此等放大之圖像元素面勢將難於人眼網膜上托出清晰之圖像。因此之故，吾人在觀賞廣大鏡頭時均寧與幕屏取一較大之距離。

1-4 影像之電性傳送法 (Electrical Transmission of an Image)

如上所述，任何光學影像均須先行變成對應之電性訊號，然後方可傳送至電視接收機中。惟應注意者，圖像中之成像元素面並不悉數同時由發射機中播出，蓋此需用十數萬條分離之傳送波道故也。光學影像於發射機拾影器中被轉變成電學影像，其後再藉電子束之掃描處理將此電學影像分成若干分離之元素面，或逕直變成電學訊號依序播出。因此，在任一瞬間中發射機中僅有一個元素訊號產生。

電子束之掃描步驟與吾人閱讀橫排印刷物之步驟相似。閱讀時，人眼皆由左而右，由上至下移動，電子束對影像之掃描亦復如是。於是，拾影器中之電學影像被掃描電子束分成無數之元素小面，並轉成一串電性脈衝訊號傳出。在今日之電視體系中，每幅圖像均係由 525 條水平掃描線所鋪成。此 525 線之電視圖像中約有圖像元素面廿萬個。

1-5 連續傳送法 (Successive Methode of Transmission)

所謂連續傳送法，即採用連續掃描法將起出訊號依次播出之發射方法。

採用此種發射法，僅需一條訊號波道即可將脈衝訊號依序迅速播出。見圖 1-2，此種傳送法可以一幅由五條水平掃描線鋪成之簡單圖像說明之。惟應注意者，電子束之掃描動作必須平穩連續，以使起出訊號變成對應之電流波形播出。

TV 接收機圖像管中之電子束亦應採取相同之方法掃描螢光幕，將電性訊號再度轉變成光學訊號，顯現原播景物之影像。收

發兩地之電子束通常均同步而動，所以在任何瞬間圖像管螢幕上之顯像均與攝影管所攝得者相同。

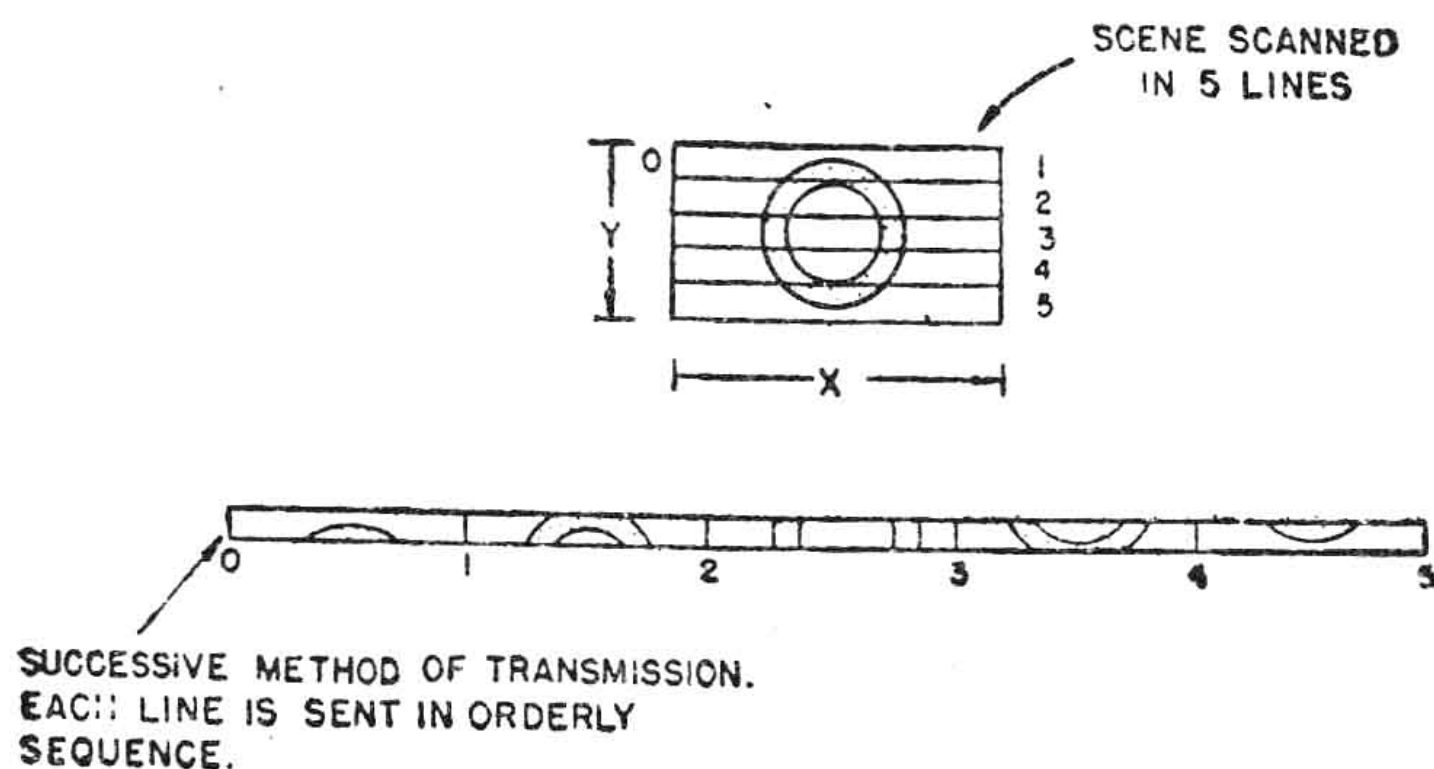


圖 1-2 掃描原理

1-6 視覺暫留作用 (Persistence of Vision)

上述連續傳送法之顯影效果，全仗人眼具有視覺暫留作用方可成就。因為電視影像係由無數之圖像元素面鋪合而成，所以，如欲人眼獲見完整之圖像，電子束之掃描動作應在極短之時間內完成。

所謂視覺暫留作用，即人眼對移去景物之保影能力。當令電炬迅速作環形運動時，吾人即獲見一圓形之連續光圈。此為視覺暫留作用之最簡例證。

因為人眼之視覺暫留期僅約 $\frac{1}{20}$ 秒，所以，圖像元素訊號應悉數在此期間以內傳送完畢，否則吾人將無法獲見完整之圖像。質言之，電子束必須具有相當之掃描速率，俾人眼於末線掃描完畢時對始線之螢光尚保有清晰之印象。今日之電視發射機將廿萬個圖像元素訊號(一幅圖像中者)播完，約需時 $\frac{1}{30}$ 秒。可是，此 $\frac{1}{30}$ 秒掃描期通常均因下述之理由而被劃分為前後兩段，各長 $\frac{1}{60}$ 秒；電子束先由幅頂至幅底局部掃描一次，然後再於次一 $\frac{1}{60}$ 秒內自頂至底填掃一次。此種掃描法習稱為間置掃描法。其詳請見下述，於此茲不贅言。

1-7 攝影管 (The Camera Tube)

受播景物於攝影管中轉變成對應之電學影像。其後此電學影像為電子束所掃描，被分成無數之元素訊號播出。

圖 1-3 所示者為常用之一種電視攝影管，名為像幕器 (Iconoscope)。此“像幕器”一詞係自希臘語中引用而來，“Icono”意謂影像，“scope”意謂顯現。

攝影管中備有一塊感光性特強之鑲板 (Mosaic Plate)，由透鏡焦聚而來之影像光線即投射其上，此種光影投射情形與普通照像機中者相似。感光鑲板於 TV 攝影管中所占之地位，與感光軟片於普通照像機中所占者極為相當。

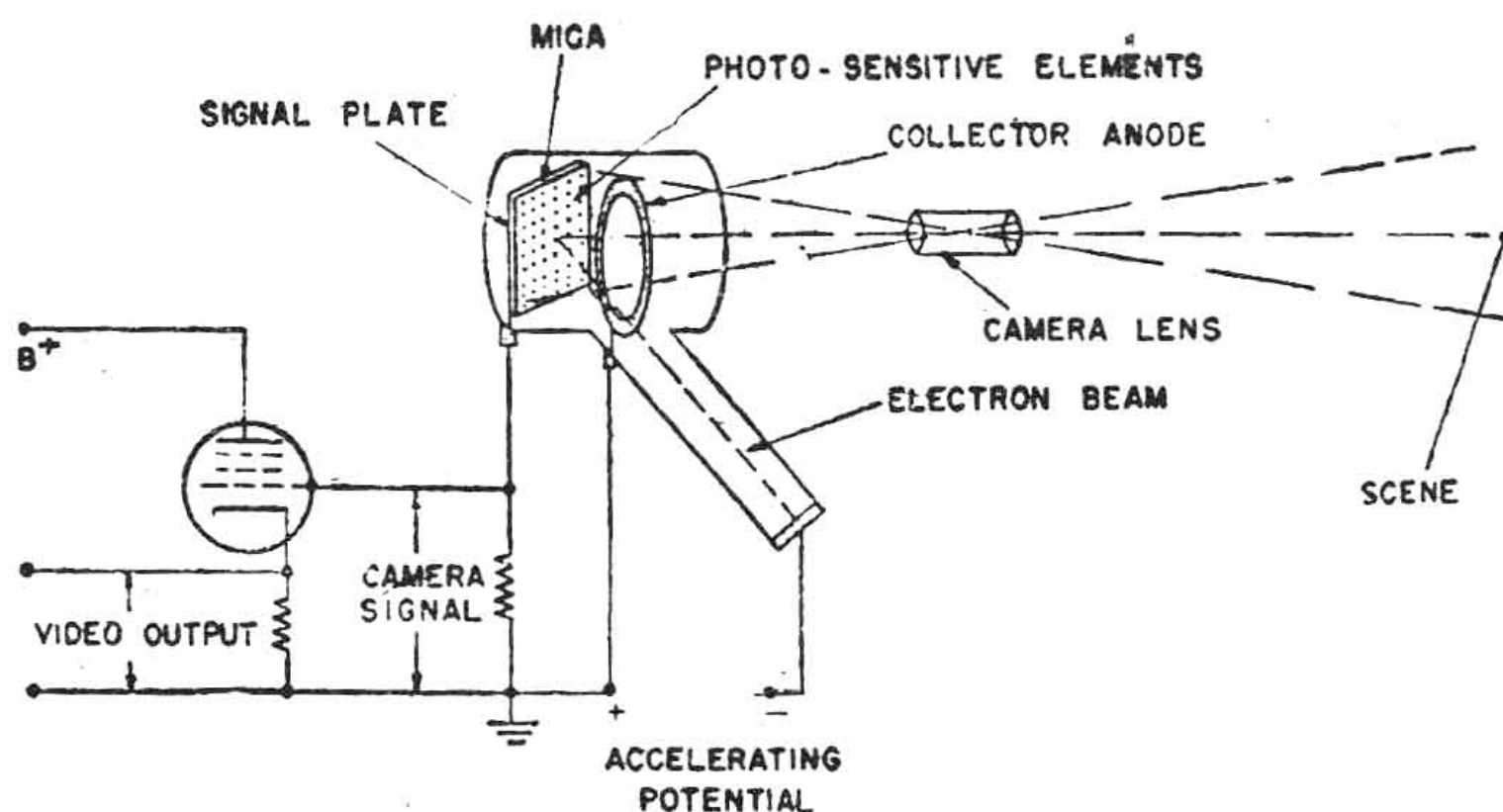


圖 1-3 像幕器

所謂鑲板，即鑲有數百萬粒絕緣小銀球之雲母板。各銀球之外表均覆有一層氧化銫，故其可比於入射之光亮射出相當數量之電子。吾人另在雲母片之背面設有一壁金屬導電屏。此金屬屏以雲母片為介質，分別與各銀球構成一微量電容器。因為每一銀球皆有與此金屬屏作成電容器之機會，所以實際上此金屬板無異為一無數小型電容器之共屏。

由鑲板射出之電子，悉數皆為收渠環所吸取。於是，各小型電容器各視其感光之強弱而充電，使光學影像轉變成電學影像貯於鑲板上。迨此種光電轉變作用完成後，吾人即以電子束掃描此

電學影像，將電性脈衝訊號起出。

電子束掃射鑲板時，多由左而右，由上至下，其偏向活動若非藉靜電場力即係藉電磁場力促成。其詳請見第二章，於此茲不贅言。

各感光元素面於受電子束掃描時開始放電。此種放電作用係經由共用訊號屏而完成。由於電子束之迅速掃動，外電路中遂因而產生一串對應之電壓變化。輸出電壓之強度與各元素面上之充電量成正比，亦即與各元素面上之受光度有關。

質言之，輸出訊號之強度隨鑲板各點之電位而異。惟此電位又為各點受光量之函數，故此輸出訊號一一與受播景物各點之光亮相對應。

上述各點僅為攝影管產生圖像訊號之工作原理大要，實際之情形當然絕不如此簡單。其詳容後再論。

1-8 影像複現率 (Image Repetition)

至此，關於螢幕影像之形成，光電訊號之轉變，及電性訊號之發射與接收等基本理論，吾人均已略知一二。今後吾人將以景物運動狀態之顯現為主要之研究課題。

如眾所週知，活動影片乃係由一串上下相差極微之靜止圖片構成。各圖片於通過投影透鏡時均被羈留片刻。呈出瞬時靜止之影像。然後，關閉蔽光器，並將次幅圖片迅速移至放映位置。當此次幅圖片於放映位置停穩時，蔽光器即又再行開啓。因此，此幅圖片之影像可緊隨前幅影像之後，投射於影幕上。因為在投影期間內圖像保持靜止狀態，所以投影清晰悅目。倘各圖片以相當速率依次通過投影透鏡之後方，銀幕上即有連續之影像顯現。此時，吾人利用視感官之視覺暫留特性將各片影像中之細微差異前後連綴，即可獲一平滑連續之幻覺。

倘人眼缺乏此種視覺暫留特性，則由電影機投至銀幕之影像將驟變不續，蔽光器疊次之啓閉亦將映入吾人之眼簾，使連續之幻覺不可而得。

1-9 閃爍 (Flicker)

當電影機之投影率不足使人眼獲得穩態之印象時，銀幕上即有耀眼之閃光現象產生。此種閃光現象俗名爲亮度閃爍。

目前電影機之投影率均爲每秒廿四幅。此一數值對顯像之連續性而言，似無不足之感。但是，此低值投影複現率將於銀幕上產生嚴重之閃爍現象，尤以在强光情況下爲然。在電影機中，此種缺點可藉使蔽光器之啓閉率增高一倍而獲致矯正。蔽光器之啓閉率增高一倍後，在相同之時間內每幅圖片可被連續投影兩次，亦即此時銀幕上之影像更遞率已由每秒廿四幅增至每秒四十八幅。在此種情況下，人眼利用其視覺暫留特性對此遞變頻仍之影像仍可獲一穩態印象，但是，耀眼之閃爍現象自此即因蔽光器啓閉率之提高而消失。電視機中所採之閃爍消除法亦大致與此相似，其詳請見下述。

1-10 連續運動之幻影 (Illusion of Continuity of Motion)

目前之電視發射機，發射一幅圖像之訊號共需時卅分之一秒。至於發射率何以必須爲每秒卅幅，除爲適應人眼之視覺暫留特性外，當然尚另有原因存在，其詳請見本書後半部。

今假設每秒鐘可收發卅幅圖像訊號，各幅圖像彼此雖小有差異，但吾人利用視感官特性可將之串成連續之幻覺。

倘電視攝影管所採用者爲連續掃描法，則接收機螢幕一次將被照亮卅分之一秒。此種連續式掃描法習又稱爲『進行式掃描法 (Progressive Scanning)』，單就鋪成圖像及產生連續運動之幻覺而言，此種掃描法並無任何不妥之處。但是，倘採用此種掃描法，則每幅圖像僅可在螢幕上顯現一次，質言之，即螢幕上之明暗變化每秒只有卅次。此低值變化率甚難滿足吾人視感官之需要，以致常感螢幕光影發生劇烈之跳動。因此，新式電視機極少採用此種進行式掃描法分解及鋪合影像。

如欲克服此種缺點，唯一有效之辦法即提高螢幕顯影之次數

。此項願望固可藉令圖像更遞率由每秒卅幅增至每秒五十幅而達成，然而，因此引起之技術困難則非吾人想像之所能及，其中電視頻道之急劇加寬即為一個無法解決之問題。

1-11 間置掃描法 (Interlaced Scanning)

為免顯像幅率增高加多技術困難起見，新式電視機現均捨進行式掃描法而採間置式掃描法。此種間置掃描法可使螢幕上之明暗變化率提高一倍，將耀眼之閃爍現象完全消除，但無增寬電視頻道之缺點。

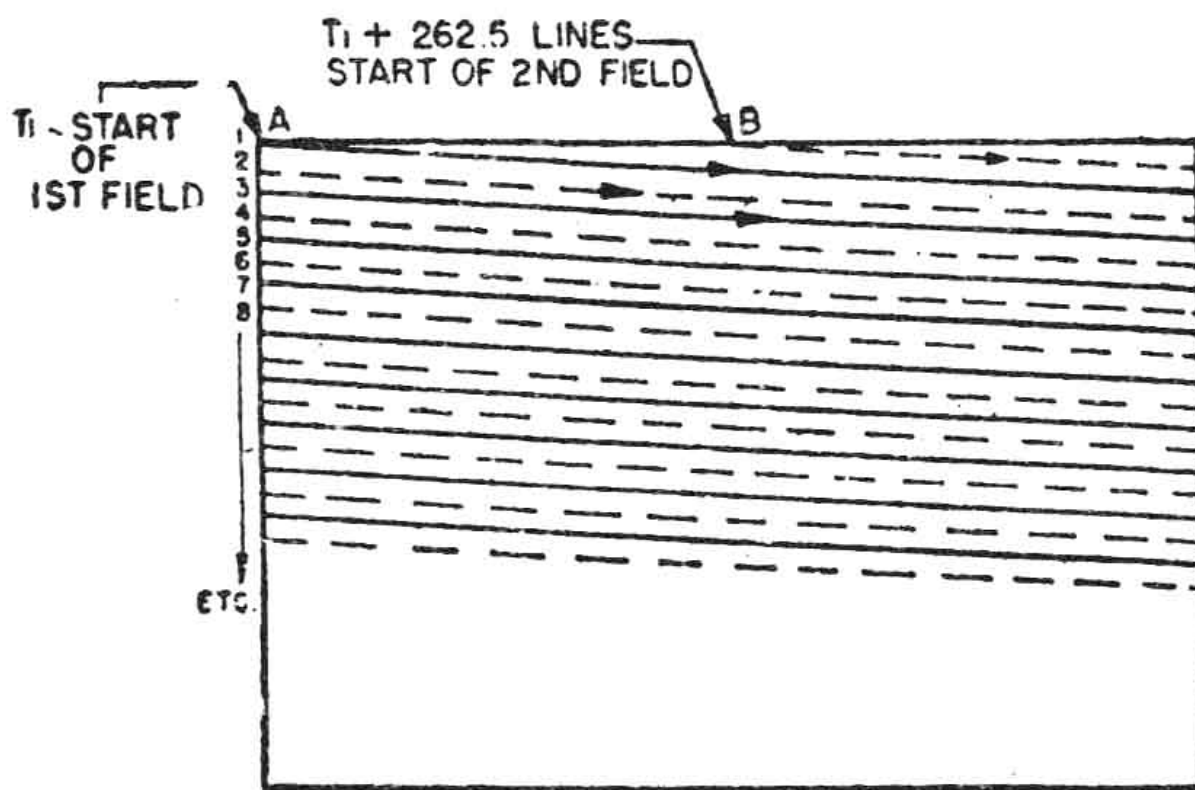


圖 1-4 交錯間置掃描法。實線 1,3,5...等代表第一圖場——在 $1/60$ 秒時間內電子束由 A 點掃至幅底，再由幅底返回幅頂，共掃 $262\frac{1}{2}$ 線。虛線 2,4,6...等代表第二圖場——在 $1/60$ 秒時間內電子束由 B 點掃至幅底，再由幅底返回幅頂，亦共掃 $262\frac{1}{2}$ 線。實線組與虛線組共同織成一幅完整之掃描圖，即在 $1/30$ 秒內共掃 525 線。

在未詳細研究此種間置掃描法之前，讀者可先參閱圖 1-4，藉窺其大要。如圖中之實線所示，兩連續掃描線在影屏或螢幕上之位置並不毗鄰，其間另再鋪有一條掃描線，此與前述進行式掃描法中者迥然兩異。電子束第一次由幅頂掃至幅底（如實線所示者）共費時六十分之一秒。在工程上，吾人稱此為第一掃描期，或稱此 1,3,5,7,9...等奇數掃描線為第一圖場 (First Field)。在 525 條掃描線中，奇數線共有 $262\frac{1}{2}$ 條。當電子束將此 $262\frac{1}{2}$ 條

奇數線掃描完畢後，第二圖場隨即又自幅頂開始，惟此時之始描點係 B 而非 A，A 點與 B 點應適恰相距半線之遙。原在第一掃描期中空出之偶線位置，均將分別為第二圖場中之掃描線所填補。結果，在此兩連續掃描期間內圖像幅面上所鋪設之描線仍為 525 條。由此可知，當第二圖場掃描完畢時，幅面各點在此卅分之一秒內必已均被電子束掃描一次。利用此種間置掃描法，吾人可使每幅圖像在卅分之一秒內分兩次顯出，使螢幕上之明暗變化次數增加一倍，而不令原有之圖像更遞率發生任何變化（即仍維持為每秒卅幅之數值不變）。此六十分之一秒之掃描過程習名之為場期 (Field Period)。至此，讀者當可明瞭，螢幕上之電視圖像乃係由奇偶兩個圖場所合併而成。

為求簡單明白起見，吾人僅在圖1—4中繪出數條象徵掃描線，藉以說明間置式之全部掃描過程。當電子束掃抵影屏或螢幕之右緣時，其即由右緣迅速飛返左緣。因為在此返馳期間內，電子束為蔽光電搏所遮斷，故接收機螢幕上無返馳線顯現。同理，在垂直返馳期間內，電子束另為垂直蔽光電搏所遮斷，故其自底至頂之返馳動作亦不為吾人所察覺。

當採用上述間置掃描法時，圖像管螢幕於每幅圖像之放映期間內被連續照亮兩次；即當奇線圖場及偶線圖場描畫完畢時各閃光一次，使螢幕上之明暗變化率由每秒卅次增高至每秒六十次，閃爍現象遂因此大為減輕。此時，顯像幅率雖仍保持為每秒卅幅，然就閃爍現象之改善而言，採用此間置掃描法所收之效果與增高顯像幅率所收者相同，蓋在此情況下吾人視感官於每幅圖像之放映期間（ $1/30$ 秒）內實際上感有兩次光訊遞變故也。

因為採用間置掃描法無須增減實際之顯像幅率即可將有效幅率提高一倍，所以閃爍現象可在不使 TV 頻道加寬之現狀下減至最輕程度，此厥工程上最稱理想之改善方法。

事實上，吾人採用間置掃描法之目的無他，僅在藉以提高螢幕上之明暗變化率，使閃爍現象減輕而已。若欲增高顯像之確度，則須增多幅面上之掃描線數。所以，間置掃描法僅可改善螢幕

上之光學情況，使觀賞者之視感官疲勞減輕，對於圖像本身之確度則一無好處可言。

1-12 RTMA 之定義 (RTMA Standard Definitions)

茲將無線電及電視製造者協會所訂各種標準之定義分述如下：

幅或圖框 (Frame) ——指一完整獨立之圖像。

掃描 (Scanning) ——一種解析圖像之方法，掃描有一定之方式，一經開始後即按照預定之程序進行，幅面上之圖像元素各視其光度之不同而被轉變成強度各異之電性脈衝訊號。

幅率或圖框頻率 (Frame Frequency) ——即電子束每秒所掃越之圖像幅數。其標準值現暫定為每秒卅幅。

進行式掃描法 (Progressive Scanning) ——此為一種連續單向掃描法，掃描線與圖像之頂緣相平行，連續線彼此相鄰。

間置掃描法 (Interlaced Scanning) ——此為一在連續掃描線間預留一相當間隔，然後再行填掃而構成 525 線幅面之特種掃描法。

圖場頻率或場率 (Field Frequency) ——即電子束每秒自幅面上掠過之次數。其標準值現暫定為每秒六十次。

1-13 電視頻道之特性 (Bandwith Requirements)

吾人早曾提及，圖像之確度係取決於圖像元素之多寡；而與掃描方法無關。因此，如欲使電視節目清晰悅目，則須設法於短期內播出極多之脈衝訊號。在通常情況下，一幅圖像約可被分為廿萬個元素小面。因為電視發射機之播送率為每秒卅幅圖像，故其必須每秒播出 $30 \times 200,000$ 個元素訊號。

由此可知，電視廣播機所征用之頻率極高，通常均約在 4MC 左右。

此 4MC 之近似值乃係基於每一週波可產生兩個元素影像之假設而認定。訊號頻率為每秒四百萬週，亦即每秒內可有八百萬