

电视技术基础

苏联 A. Я. 克洛波夫著

許 中 明
陈 成 全 譯

人民邮电出版社

TN 9C
2K 274

电视技术基础

苏联 A. Я. 克洛波夫著

許 中 明
陳 成 全 譯

人民邮电出版社

А. Я. КЛОПОВ
ОСНОВЫ ТЕХНИКИ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

издат. "Советское радио" 1953

内 容 提 要

这本书简短地叙述了电视影像发送过程中所发生的主要物理现象,并且比较详细地叙述了电视影像接收的技术和物理原理。介绍了电视接收机的全部主要电路以及这些电路的用途、结构、线路和工作情形。此外,还引用了一些主要的公式,以便读者能独立地计算上述电路的主要元件。

电 视 技 术 基 础

著 者: 苏 联 А. Я. 克 洛 波 夫

译 者: 薛 中 明 陈 成 全

出版者: 人 民 电 出 版 社

北京东四6条13号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第〇四八号)

印刷者: 北 京 市 印 刷 一 厂

发行者: 新 华 书 店

开本 850×1168 1/32

1956年6月北京第一版

印张 9 6/32 页数 147

1963年8月北京第三次印刷

印刷字数 208,000 字

印数 5,807—9,006 册

统一书号: 15045·总372—无67

定价: (10) 1.40 元

序 言

我國是無線電傳送和接收影像這門技術的誕生地。正是在我國，奠定了這一技術的科學基礎，找到並研究出了實際運用這些科學基礎的途徑。1880年俄國科學家 П. И. 巴赫麥季耶夫作出了用導線傳送和接收影像系統的第一個科學的、現實的設計，他首先倡議在發送機中將影像按順序析成像素，而在接收機中依同一順序將像素集合起來。П. И. 巴赫麥季耶夫理應稱為無線電傳送和接收影像的機械方法的創始人。

1888年俄國科學家 А. Г. 斯托列托夫教授發現了所謂外部光電效應的現象，這是技術史上極重要的事件，它為無線電傳送和接收影像的實現創造了現實的可能性，而這一效應則是現代所有無線電傳影設備的基礎。1910年，俄國科學家 А. И. 科瓦連科夫教授發明了用電子管放大微弱電訊號的方法，因之就有了可能實現利用光電效應進行傳影的辦法。

Б. Л. 羅津格在發展影像接收技術方面作了重大的貢獻，他曾多年地研究過採用電子射束管來接收影像的問題，並於1911年第一次在這種管子的光屏上得到了一個最簡單的影像。許多外國科學家們曾經徒勞無功地試圖用機械方法來實現無線電傳送影像和接收影像，但在他們了解到這種作法沒有前途以前二十年左右，Б. Л. 羅津格教授就已經作出了自己的發明。

在1930—1933年代裏，在無線電傳影技術中發生了一個根本的技術轉變，當時蘇聯的科學家在先進的蘇維埃技術的基礎上利用

並發展了前輩的成就，研究出了从原理上說是全新的電傳影像的方法。1930年，蘇聯物理學家 А.И. 康司坦廷諾夫 首先提出了一個从理論上說是理想的、聚集電荷式電子射束攝像管的結構圖，在這結構圖中提出了把充電區與放電區分離開來的途徑。А.И. 康司坦廷諾夫所提出的原理，是最現代化的攝像管——低壓電子束攝像放大管的基礎。

當時由於製造技術上存在着的困難較大，А.И. 康司坦廷諾夫所提議的用雙面嵌鑲幕的攝像管沒有製造成功，因此，當初曾採用單面嵌鑲幕的方法來實現他這個建議，而在1931年，蘇聯科學家 С.И. 卡塔耶夫教授提出了一種攝像管，創造了傳送優質影像的實際可能，這種攝像管後來叫作光電像管，直到現在，這種攝像管還沒失去價值。

為了進一步改良電視攝像管，И.В. 什馬科夫教授和 И.В. 季莫菲也夫教授在1933年提出了一種帶有電子移像的攝像管。這種攝像管的工作原理在國外曾被廣泛地採用過，但沒人提到這一原理的發明者。

技術科學博士、斯大林獎金獲得者 Г.В. 布拉烏捷在發展和改進電視的事業中作了巨大貢獻，他在1938年提出了關於電容耦合的雙面嵌鑲幕的建議，實際上解決了把充電區和放電區分開的問題。

Г.В. 布拉烏捷教授還提出了校正寬頻帶放大器的一些方法，這些方法對於傳影、收影技術說來具有很大的意義。

И.А. 庫別茨基所發明的二次電子倍增器對於製造現代化攝像管說來具有重大意義。在現代化的攝像管——低壓電子束攝像放大器中，把蘇聯科學家 А.И. 康司坦廷諾夫，Г.В. 布拉烏捷，И.В. 什馬

科夫, И. В. 季莫菲也夫和 Л. А. 庫別茨基的思想都諧調地結合起來了, 這又一次地証明了這種電視攝像管是真正的蘇聯的發明。

技術科學候補博士 А. В. 莫斯克文在製造示影管光屏發光物質方面所進行的工作對於電視事業有重大意義, 他在 1937 年就做出了發白光的光屏, 而當時外國的示影管光屏則只能發黃綠色或綠色的光。

蘇聯的其他許多科學家和發明家的工作在發展電視技術方面也起了巨大的作用。

本書的目的是要簡短地敘述用無線電傳送和接收影像的技術基礎, 而重點則正是在於敘述較多讀者所感興趣的電視接收設備。其任務就在於把這一極有趣味的現代技術部門的基本知識介紹出來, 無論是要取得有關電視的一般概念, 或是要進一步深入了解電視技術中某些部分, 這些基本知識都是必要的。

本書是為了那些願意了解用無線電傳送和接收影像技術的無線電專家和修養較高的無線電愛好者而寫的, 最後, 也是為了那些對這一門技術發生興趣的人而寫的。

目 錄

序言

第一章 概說	1
1. 眼睛怎样看見东西	1
2. 傳送各个像素訊号的办法	2
3. 析像像素的數量	3
4. 像素訊号的傳送順序	4
5. 行數与像素數量之間的關係	5
6. 每秒鐘的幀數	6
第二章 轉換設備的工作原理	8
1. 光电像管的工作原理	9
2. 光电像管中產生訊号的机构	12
3. 複式光电像管	14
4. 低压电子束攝像管	16
5. 低压电子束攝像放大管	18
第三章 示影設備的工作原理	23
1. 示影光屏的基本特性	24
2. 光屏發光强度与控制电極电压的關係	28
3. 關於所收影像的顏色問題	29
第四章 电子射束的聚焦和偏轉	31
1. 电子射束的靜电聚焦	31
2. 控制电極对聚焦的影响	34
3. 电子射束的磁聚焦	35

目 錄

4. 电子射束的偏轉	38
第五章 取得偏轉电压和偏轉电流的幾种方法	48
1. 鋸齒形电压振盪器的一般綫路	48
2. 使用充气管的鋸齒形电压振盪器	56
3. 鋸齒形电压的电子振盪器	58
4. 鋸齒形电压的放大	68
5. 取得鋸齒形电流的幾种方法	91
6. 對於行扫描振盪器和幀扫描振盪器的要求	109
第六章 扫描过程中影像的失真	114
1. 非綫性失真	114
2. 供电电源引起的失真	116
3. 扫描圖案的桶形失真	119
4. 扫描圖案的枕形失真	120
第七章 發送設備和接收設備中扫描的同步	125
1. 同步必需的準確度	125
2. 同步的办法	126
3. 接收机中扫描振盪器与發射机中扫描的同步	131
第八章 影像訊号的發送	140
1. 影像訊号的頻率成份	141
2. 載波頻率的选择	149
3. 影像訊号的頻帶	151
4. 載頻振盪的產生	153
5. 載波振幅的調制	156
6. 影像訊号的發射	158
7. 無綫电傳送影像所能達到的远度	159
8. 增大無綫电影像發射远度的方法	164
9. 無綫电傳送影像播送室的設備	168

10. 播送室外的播送(实况播送)	171
第九章 影像訊号的接收	173
1. 接收天綫	174
2. 高频放大	178
3. 混頻器和本地振盪器	182
4. 影像的中頻放大器	184
5. 檢波器	195
6. 輸出放大器	199
7. 从總的訊号中分出同步脈衝	236
8. 各种同步脈衝的分离	244
9. 接收設備的輔助綫路	253
10. 接收的影像的对比度	264
第十章 伴音	266
1. 無綫电調頻發射概論	266
2. 調頻波的接收	267
3. 接收調頻波的專門綫路	268
第十一章 彩色影像的傳送方法	273
1. 同時傳送各种顏色的系統	274
2. 依次傳送各种顏色的系統	274

★ 参考文献

第一章 概 說

任何一个物体或是一个物体的像，只有在受到光綫照射或者它本身就是發光体的時候，人眼才能看見它。人眼所見的物体或物体的像，由於其各部分反射或發射光綫的多少不同，因而分出明亮的和黑暗的地方；又由於其對於總光通量中各种顏色的組成部分吸收或放射的程度不同，因而分出不同的顏色。

因此，既然在用無線電傳送声音時，是把声音所造成的周圍空气压力的变化变成了電訊号，那末，在用無線電傳送影像時，就應該把影像反射的光通量或影像發出的光通量變成電訊号。

要用無線電來傳送影像，必須有一个像人眼一样能对影像起反应的机器來代替人眼，这和用一个对声波的振動能像人耳的鼓膜一样起反应的送話器來代替人耳的情形很相似。因此，这个机器要能像送話器把薄膜的振動變成電訊号一样，把來自所傳影像的光訊号變成相当的電訊号。

1. 眼睛怎样看見东西

任何影像，即便是比較簡單的影像，都是由大量亮度不同、顏色不同的片段組成的。这些片段的大小可能不一样，既可能很大，大到佔有影像上相当大的一部分，也可能很小，小到連眼睛都很难看清楚。从一个片段到另一片段間的界限可能很清晰，也可能模糊不清。

圖 I-1 是人眼構造的圖解。人眼所見的物体所射出的光綫經過

透明的角膜，聚焦在網膜上。

構造複雜的網膜是由兩種為數極多的感光體——桿狀細胞和錐狀細胞組成的。在整个網膜上有一萬萬多個桿狀細胞和將近七百萬個錐狀細胞。

錐狀細胞大多分佈在網膜的中部，其感光能力較桿狀細胞為弱，每一個錐狀細胞都單獨地與一根神經纖維相連接。因此，錐狀細胞能分辨所看的物體的細微部分。感光能力較強的桿狀細胞很多個結合成組地與神經纖維相連接，用來那些光綫暗弱的物體。

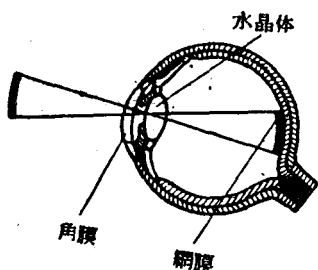


圖 I. 1

當人在看某一件物體的時候，眼睛會把來自物體的光綫聚焦在網膜上佈有錐狀細胞的部分。網膜上與一個錐狀細胞所佔面積相當的每一小塊影像都會給人一個單獨的感覺。這樣，人眼就把網膜上所收到的影像分成了很多單獨的像素，像素的數量等於這

個影像所覆蓋的錐狀細胞的數量。各錐狀細胞按所受光綫強度和顏色的不同而得到不同的刺激，這些刺激由與錐狀細胞相連接的一根根單獨的神經纖維送到大腦皮層去，在那裏就構成了一個總的感覺。

2. 傳送各個像素訊號的辦法

人眼的構造給我們指出了一條用電訊號來傳送影像的道路。這條道路就是：把映在轉換設備感光部分上的整個影像分成極多的個個獨立的像素，然後把這些像素所變成的電訊號分別地傳送出去。在無線電傳影系統的收信端，每一個像素的訊號將使光屏上與其對應的某一塊地方發光，所有各點發光的總和就重新構成了所傳的影

像。

这一种無線电傳影方法从原理上看來虽然是可能的，但是实际上却做不到，因为按照这个办法，發送端和收信端之間所需单独通信綫路的數目应和所傳影像析成像素的數目相同。

現代的無線电傳影技術利用了人類視覺的一种特性，即所謂的**視覺慣性**，或叫作連續性影像現象，解决了用一条通信綫路來傳送大量像素訊号的問題。視覺的这种特性就是：在光綫的作用終止以後，網膜所受的刺激並不立即停止，而是逐漸減弱，因此这个刺激仍然能够保留一段時間。

根据这一特性，現在不是把各像素的訊号同時傳送出去，而是一个接一个地以很高的速度傳送出去。在收信的光屏上，这些訊号按同一順序、同一速度分別使屏上的各个單独的點子發光，这些發光的點子在觀察者的眼裏就匯集成了一個總的視覺印象。在这种情况下，各像素訊号的傳送速度應該很快，在前一个被傳送的像素發光所引起的感覺消失之前，後一个像素就應該已經開始發光。

3. 析像像素的數量

傳送的影像析成的像素愈多，示影光屏上影像的質量也就愈好，因为像素的數量一多，就能把影像上更細微的部分傳送过去。像素數目最大限度就是人眼網膜上錐狀細胞的數目。

但是，經驗告訴我們，在像素數量远少於人眼所能辨清的極限數量時，就能得到質量够好的影像。

研究人類視覺特性的結果說明，對於观众來說，接收影像的直感清晰度的增長並不是和像素數量的絕對增長成正比，而是和像素數目的相對增長率成正比。圖 I-2 說明了直感清晰度与像素數量之

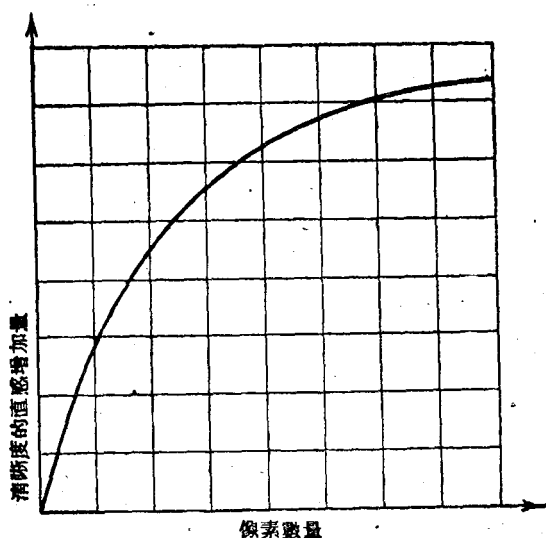


圖 I. 2

間關係的性質。

当像素數量增加時，所需發送設備、特別是接收設備的繁複程度增加得更要快一些，因此在現代的無線電傳影系統中，析像像素的數量一般限於三十萬個至五十萬個，在這種情況下，示影光屏上就可以得到和窄片電影清晰度相同的影像。

4. 像素訊号的傳送順序

最簡單的無線電傳影，可以採用所謂把影像逐行析成像素的辦法。採用這個辦法時，用以將所傳影像各像素光通量變成電訊号的轉換設備在影像上是逐漸自左向右移動，沿着一條寬度相當於一個像素高度的綫從影像的一端走到另一端。這樣的一條綫就叫作影像的析像行或者叫作掃描行。

轉換設備從影像的左上角開始，用均勻的速度掃過第一行，把分佈在第一行上的光通量依次變成相當的電訊號。當它走到像的右端時，就很快地回到左端，再沿着與第一行相鄰的第二行前進。隨後再來轉換分佈在第三行中的光通量，接着是第四行等等，直到把整個影像都走完一遍為止，其後這個過程將不斷重複。這樣逐行地把整個影像從光通量變成電訊號的一個完整的循環叫作一幀。轉換設備從左走到右，並且產生電訊號的過程叫作行的正行程，而其迅速返回左端的過程叫作行的逆行程。同樣，轉換設備沿行逐漸下降的過程叫作幀的正行程，而其迅速返回左上角的過程叫作幀的逆行程。

傳送一個影像全部析像像素所需的行數，等於影像高度被像素
去線高度除得的商數。因此，所攝影像形成的像素愈多，每幀的掃

幀的寬高比通常採用的標準值是： $P = 4/3$ 。

當寬高比 $P = 4/3$ 時，行數與像素數間的關係見表 I-1。

表 I. 1

Z	100	200	300	400	500	600
N	13300	53500	120000	213000	333000	480000
清晰度的 直感增長值	1.0	0.5	0.33	0.25	0.2	0.16

在這表中還列有行數增加時影像清晰度的直感增長值，表中以 100 行析像的清晰度作為單位。

現在世界上正規進行電視廣播的各國，其所採用的標準掃描行數如下：蘇聯——625；美國——525；英國——405。

由此可見，蘇聯的傳影質量最高。

6. 每秒鐘的幀數

採用依次傳送各像素訊號的辦法有一個先決條件，就是在示影光屏某一點上第一次發光所給予觀察者眼睛的感覺還沒有消失之前，第二次發光就一定要開始。因此，所傳送的影像全部行數的掃描時間，也就是傳送一幀影像的時間，不能長於視覺慣性的長度。

無線電傳影的經驗告訴我們：只有在每秒鐘傳像幀數不少於四十幀至五十幀時，觀察者才會感到示影光屏的發光是均勻的，當每秒傳送的幀數少於這一數目時，光屏上的影像就開始閃爍。

由於一系列的理，把幀的傳送頻率定得與電力網的頻率相同或者是後者的倍數較為方便。在蘇聯，電力網的頻率是五十週，所以每秒鐘傳送的幀數應該用五十。

假若幀的傳送頻率 n 是每秒五十幀，那末每秒傳送的總行數 Z 為 $Z = nz = 625 \times 50 = 31250$

每秒鐘掃描的總行數愈多，轉換設備中掃描機構的運動速度就愈高，做起來也就愈複雜。從這一觀點來看，幀的傳送頻率最好尽可能選得低些。

在蘇聯現代的無線電傳影系統中，幀的傳送頻率採用每秒二十五幀，這樣就把總的行數減到了15625行，因而大大地簡化了發送設備和接收設備的構造。為了避免示影光屏上影像的閃爍現象，採用了所謂隔行掃描法，就是先傳送奇數行中各像素的訊號，然後再傳送剩下來的偶數行的各像素的訊號。

用這樣一種掃描方法，整個的一幀影像，即是全部的625行，是在 $\frac{1}{25}$ 秒中傳送出去的。影像的清晰度相當於625行的清晰度，同時由於光屏的表面每秒發光50次，收到的影像就完全消除了閃爍的現象。

第二章 轉換設備的工作原理

把要傳送物体的影像析成像素，並把这些像素的照度轉換成電訊號這一工作是利用特種的电子射束攝像管來進行的。

最先根本解決了用無線電傳送優質影像問題的第一個攝像管，就是所謂的光電像管，這種攝像管是蘇聯學者 С. И. 卡塔也夫在一九三一年設計的，由工程師 А. В. 莫斯科文和 Г. В. 克魯謝爾製成的。

這種攝像管的工作原理，是利用一八九〇年 А. Г. 斯托列托夫教授所發現的光電效應這一現象作為基礎的。在這種攝像管裏擔任掃描的是能按任一所需速度而運動的自由電子所組成的電子流。

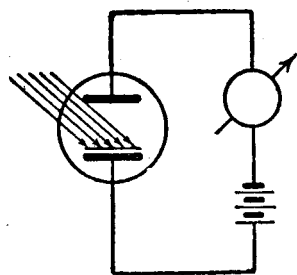


圖 II. 1

光電效應的現象就是：有一些金屬在可見光線的照射下能夠放射出電子來，而且放出電子的數目與射在金屬上的光通量的大小成正比。屬於這一類的金屬有：銫、銣、鉀、鈉等。

如果在真空裏，把一塊導電板放在這種金屬板的附近，並在兩塊板間加一個電位差，而使前者的電位為正（見圖 II-1），那末當這種金屬板受到光線照射時，外部電路中將會出現電流。受光線照射作用而產生的電流，其強度將與此照度的大小成正比。這樣，利用光電效應這一現象，就能夠把光通量轉換成與它成正比的電訊號。