

电视接收机电路及计算

簡志堅 編

上海科学技术出版社

序

在总路綫的光輝照耀下，我国的电视技术水平正在不断地提高。毫无疑问，电视接收技术也将随之日益普及。因此对于电视接收机的計算、制造及修理等問題将会大量地出现在无线电工作者和爱好者的面前。作为一个无线电工作者，在这里将自己的一点点知識，編写成这本小册子，希望它能够对于需要了解这方面問題的人有所帮助，或者能够帮助讀者减少一点查閱資料的时间。

本书是在参考了若干种国外书刊后編写而成的，为了适合于广大的无线电工作者和爱好者閱讀，在介紹計算問題上只着重于計算的方法。至于这些方法的取得过程，本书沒有加以介紹，只有在个别比較簡單的問題上，为了使讀者了解清楚起見，也作了一些計算方法取得过程的分析，但所用的数学都是比較淺的。

书中沒有关于电视原理的通俗介紹，也避免重复某些在介紹收音机的书里常常涉及到的問題，因为这方面的知識可能是讀者早已熟悉的，或者是可以从其他书籍中获得的。

书中的第一、二两章介紹了一些技术术语，并对电视接收机的基本結構作了叙述。从第三章开始就进行具体电路和計算方法的討論。第六章里介紹了电视接收天綫，这是因为在电视接收时，天綫是必不可少的。在第七章至第十章中对于无线电常見的电路，如混频、本机振盪及檢波等，只着重介紹这些部分在电视接收机中的工作特点。

由于个人的水平所限，书中錯誤和遺漏的地方可能不少。热誠地希望讀者能給予批評和指正。

目 录

序

第一章 概說	1
第二章 电视接收的特点	6
1. 图象信号	6
2. 单旁带接收	7
3. 伴音	9
第三章 显象管	12
1. 电子枪	13
2. 聚焦	14
3. 偏轉	16
4. 屏幕	17
5. 阳极及其他部分	18
6. 显象管	19
第四章 扫描与整步	24
1. $R-C$ 及 $R-L$ 电路	26
2. 整步信号分离	29
3. 垂直整步信号与水平整步信号分探	31
第五章 偏轉电路与电源供給	38
1. 整步振荡器	39
2. 偏轉电路	48
3. 电源供給	55
4. 自动整步	62
第六章 接收天綫	65
1. 超短波傳播	65

2. 对天线的要求	67
3. 基本接收天线	70
4. 定向天线	74
5. 宽频带接收天线	78
6. 其他型式的接收天线	81
7. 天线的选择	83
第七章 射頻部分	86
1. 輸入电路	86
2. 射頻放大电路	91
3. 射頻放大的調諧方式	99
4. 混頻电路	102
5. 本机振盪	105
6. 电路介紹	107
第八章 中頻放大	110
1. 放大电路	113
2. 組合特性	120
3. 拒却伴音信号	125
第九章 視頻部分	130
1. 檢波及自动增益控制	130
2. 視頻放大	134
3. 直流分量恢复	153
4. 显象管的調制	156
第十章 伴音电路	160
1. 伴音中頻放大及限幅	161
2. 鉴頻器	168
3. 电路介紹	175
第十一章 实际电路	179
1. 苏联出品的“列宁格勒 T-1”型电视接收机	179
2. 民主德国出品的“EF 885 A 型”电视接收机	183

第一章 概 說

在电视接收机屏幕上看到的活动图象与在电影院的银幕上看到的很相似。后者已经为人们所熟知，是將有着連續动作的 24 幅画面在一秒钟里依次放映出来，虽然每一幅画面中的影象并不活动，但人們看起来却感觉不到。电视接收机屏幕上的活动图象构成方法也与电影有些相似，同样以若干幅有着連續动作的画面依次呈现在屏幕上。通常称这样的每一幅画面为一帧象。

每一帧象都是由许许多多小的象素組合而成，每一象素的面積很小，組成一帧象大約有几十万个象素之多。它們如果位于象的黑色的部位，就應該是不发亮的。反之，如处于白色的部位就應該的发亮的。至于亮度，是由射在显象管屏幕上的电子束决定，电子束若固定不动就只能使一个象素呈現出不同的亮度。倘若以一定的規律使电子束左右上下偏轉，屏幕上的每一象素就能按照象的需要发亮或不发亮。这种对电子束的控制称为扫描。当电子束从左到右扫描一次称为扫描了一行。

扫描的顺序是有规定的，在发送与接收方面都按着这同一的规定，以同一步調进行扫描，这就是所謂同步。一帧象的扫描順序如图 1-1 所示，即自左上角开始横扫，一行一行从上到下。每一行扫描完毕以后，电子束即迅速

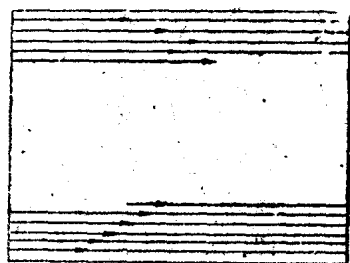


图 1-1

开始下一行的扫描，所以它應該在保証屏幕上不发亮的情況下迅

速回到左側，然後開始第二行掃描。完成一幀後緊接著又開始下一幀。可以想象，如果一秒鐘裡要掃描若干幀象，電子束就應該偏轉得很快，也正由於一幀一幀很快的交換，人們的視覺不僅不能分辨出每一幀象是先後一行行掃描成，並且看起來圖像還是活動的。

接收機接收進來、使屏幕上構成圖像的信號稱為圖像信號。電視接收機除了能收圖像信號外，還須能接收節目的配音，這種信號常被稱為伴音信號。兩種信號在發送方面必須是同時發送的。但為了避免它們相互間的影響，在發送時又必須各有不相同的頻率。兩信號的載頻頻率間隔也是保持一定的，所採用的調制方法也各不相同。圖像信號大多採用調幅制（即與普通無線電廣播所用的調幅相同）；而伴音信號則採用調頻制。因此，在接收伴音信號與普通收音機所用的方法有些不同，這一點在後面第十章裡將要作比較詳細的討論。

目前各國所採用的掃描行數與幀數並不完全相同。例如：英國採用的，是每秒 25 幀，每幀掃描 405 行。美國、日本則採用每幀掃描 525 行，每秒 30 幀。蘇聯及各人民民主國家都採用最新的每幀掃描 625 行，每秒 25 幀的系統。雖然這樣，各國所採用的不同標準中也有許多相同之處。例如：

- (1) 象的幅面寬高比，各國都採用 4:3；
- (2) 掃描的順序都是從左到右，自上而下；
- (3) 圖像信號都採用調幅方式。

現在先用方框圖來扼要的介紹一下電視接收機的工作全貌。圖 1-2 是一架超外差式電視接收機的方框圖。

接收機的天線通常用符號 π 來代表，這是與收音機不同的。從符號上就可以知道接收機常配用對稱式的天線，因此天線的引入線也就常常是對稱的。但在某些機器裡也有配用非對稱引入線的。

經天線、輸送線引入的信號（包括圖像與伴音信號）輸入到接收機的第一級，即射頻放大級。有許多接收機在設計時沒有安排

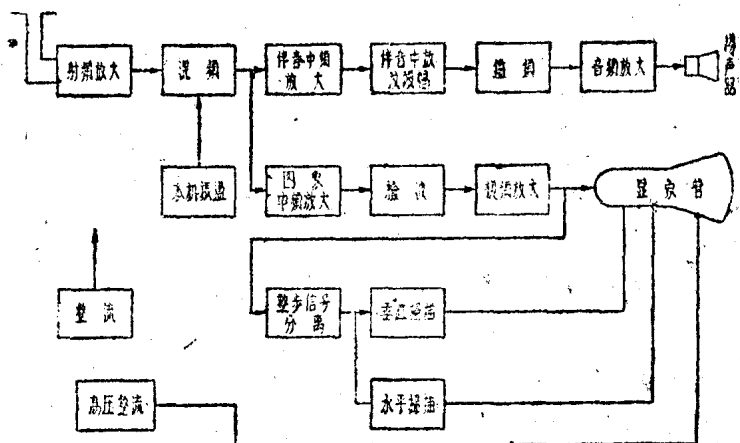


图 1-2

射頻放大，天線引入的射頻信號直接送到混頻級。放大級擔任着將接收的微弱信號加以放大的工作，放大後的信號電平能較噪聲電平更高一些。應該特別指出：在射頻放大的過程里是將映象與伴音信號一起進行放大的。因此，射頻級就與收音機里的有許多不同之點。

經放大後射頻信號送至混頻級與本機振盪級所產生的振盪信號混合。本機振盪級與收音機內的區別不大，不過所產生的振盪頻率較高一些；為保證振盪頻率的穩定，對其頻率穩定性的要求也較高一些。振盪信號送至混頻器與圖象及伴音信號差拍，因而混頻級也與射頻放大級一樣，其中同時有圖象和伴音兩種信號存在。通過混頻管後輸出的中頻信號也包含兩部分，其中一部分是圖象中頻，另一部分是伴音中頻。它們分別差拍產生的原理是與收音機里混頻原理相同的。

圖象與伴音中頻信號將被分別送到圖象中頻放大與伴音中頻放大級。從圖 1-2 中可以發現經混頻後電路分成兩路，其中一路的最終結果是從揚聲器獲得聲音，另一路則將信號送給顯示管，以便獲得圖象。

伴音中頻信号經中頻放大級后就进行限幅。前面已經提过伴音信号是調頻的，所以声音是表現在信号載波頻率的变化上，而与信号的振幅无关。为减少信号中的噪声与干扰，可以利用限幅方法来除去由于噪声或干扰所引起的振幅变化。因此，經限幅后的信号免除了干扰，而对于伴音却没有影响。

調頻信号是利用鉴頻級来將載波信号的这种頻率变化轉变成声頻信号，亦即变成振幅变化的信号，再經放大就可以送至揚声器。

再看另一路，从混頻級送出的图象中頻信号先經中頻放大。图象的中頻放大与收音机里的不大相同，因前者頻帶寬，常达若干兆周以上；混頻后的中頻也很高，大多在短波的頻率以上。虽然称之为中頻，实际上有时比收音机的射頻还高。在电视接收机里为了与未經混頻前的射頻区别，所以称为中頻。图象信号的中頻放大常有若干級，以求获得足够的增益。

图象信号經過中頻放大送至檢波器，經檢波后得到的信号称为視頻信号。經過視頻放大，信号有了足够的电平，就可以去調制显象管。显象管是一个与阴极射綫示波器中所用的阴极示波管类似的真空管，管子里能产生前面所提到过的电子束。視頻信号就直接来控制电子束中所含的电流量，从而使电子束射在屏幕上获得不同的亮度，这就給予构成图象的許多象素具有不同亮度的可能。

不过，視頻信号里还包含着一个极其重要的組成部分，它被用来控制发送与接收方面的整步工作。这样的部分称为整步信号，在方框图中可以看到經視頻放大后的信号分两路送出，一路就是去調制显象管，另一路送至整步信号分离器；在这里，整步信号被分离出来，供垂直与水平扫描整步之用。

水平扫描装置产生一种信号来控制显象管的电子束进行水平扫描，也就是使电子束能从左到右地扫描。而垂直扫描装置經整

步后，按照要求的时间控制电子束自上至下地偏转。不过垂直扫描的时间比较水平扫描长得多，所以电子束就能按照如图 1-1 的顺序进行扫描。

方框图中显象管除接受三路输入以外，还有一路来自阳极高压整流器，显象管阳极所需高达数千伏以上的电压是由单独的整流器供给的。各级真空管工作所需的屏压、帘栅压以及负偏压均由另一整流器供给。

除了超外差式电视接收机以外，还有采用其他电路结构的电视接收机，但在目前超外差电路仍然被绝大多数接收机所采用，本书所讨论的也仅仅是这种电路的接收机。

第二章 电视接收的特点

1. 图象信号

图象信号虽然也是調幅信号，但它却与收音机所接收的声音調幅信号不同。它們的区别表现在許多方面。首先它們的載波頻率不同，普通的图象信号載波頻率都在40多兆周以上，也必須在40多兆周以上；其次是在信号的組成上，图象信号比普通声音調幅信号复杂一些，它不仅包含能使屏幕产生不同亮度的信号，也包含着使接收与发送两方面整步的信号。图2-1a就是图象信号，图中横坐标表示時間，信号的波形是随時間的增加而变化，纵坐标表示

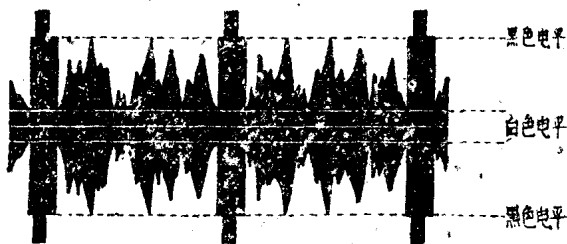


图 2-1a 負极性調制

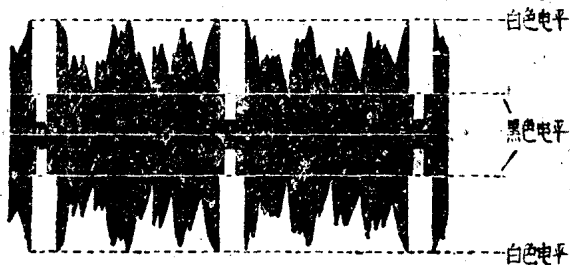


图 2-1b 正极性調制

不同的振幅。信号表示成为黑色的一片。因为载波频率比代表亮度的信号频率高得多，所以图中只能以連續的一片来代表载波存在，实际载波是呈正弦波形的。信号以全黑的电平线分为两部分，上面是整步信号，下面是純粹的图象信号。整步信号突出于黑色电平线以上有許多好处，一方面使得整步信号虽包含在图象信号中，但不影响图象品质，因为它高于黑色电平，屏幕上显现不出来。另一方面使得接收时容易将整步信号从整个信号里分离出来。在整步脉冲的前后，都有着一段时间是全黑的，这是給予电子束扫描到右边后，再从右回左端时用的。因此在回扫时屏幕上什么也显现不出来。

在两整步脉冲之間，正是当电子束从左到右扫描的时刻，信号处在黑色与白色电平线之間变化。每一个高低起伏，即信号所代表的不同亮度（或称黑白程度），都在扫描过的屏幕上留下深浅不同的光点，来組成图象中的某一行。

象图 2-1 a 中表示的，当調制的振幅大时代表黑色，即在屏幕上呈現暗的信号。調制振幅小代表白色，即呈現亮的信号。这种信号称为負极性調制信号。在图 2-1 b 中所示的是正調制信号，在信号中振幅越大則越亮，振幅越小就愈暗。在后面的表 2-1 中列举出各国所采用的調制极性并不相同，有負的亦有正的。

2. 单旁带接收

人所能听得的聲音最高频率不过 15,000 周，如果以这最高频率去調制载波，就可能产生载频加上音频及载频减去音频的两个旁带频，一个比载频高一些，一个比载频低一些。因此傳送这样的信号就必须要有二倍于声频的頻帶寬度，实际上在傳送这种信号时，是否必須将这两个旁带频都送出去才能达到目的是值得研究的。不过聲音的最高频率仅 15 千周，即使两倍也不过 30 千周。在射頻范圍里 30 千周所占的頻寬毕竟很小，但是再看一一看傳送图

象信号問題就不大相同了。

图象信号的最高頻率可以这样来估計，如果屏幕上构成图象中一行的每一相鄰象素都是黑白相間的，那末图象信号的頻率必然最高，实际这种极端的情况是不可能出現的。真在这种情况下，每两个象素就将是一个周期。在一幀象中假定扫描了 625 行，同时幅面寬高比为 4:3，于是可以求出一幀象中所包含的象素数目

$$W = \frac{4}{3} \times 625 \times 625 = 524,000 \text{ 个。}$$

既然每两个象素占一周期，則一幀象将有 262,000 周，假定每秒扫描 25 幀，可以求得最高頻率

$$f_{\max} = 262,000 \times 25 = 6,500,000 \text{ 周。}$$

实际上，由于黑白相間的可能性不大，所以图象信号的最高頻率总比 6.5 兆周小一些，約为 5 兆周左右。用这样的頻率去調幅，可由前面所提到的相同道理得出傳送所需的頻帶寬度，約为 10 兆周以上。由于这一原因利用中波或短波来傳送图象信号已不可能，不得不采用頻率更高的超短波。即使使用超短波傳送，縮減頻帶寬度的問題仍然存在。現代的电视在傳送时都采用单旁带方法，

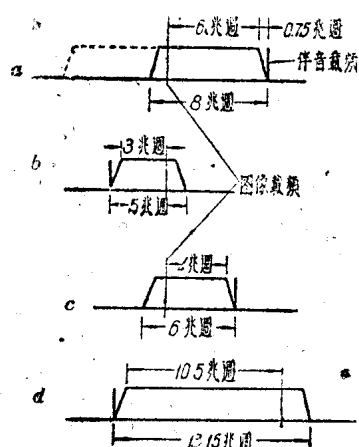


图 2-2

简单地說就是将信号中的一个旁带頻去掉，保留一个高或低的旁带頻。究竟应保留高旁带頻还是低旁带頻，至今在世界各国也还是不一致的。

在图 2-2 a 中是苏联及各人民民主国家所采用的单旁带发送特性，图中虛綫所示是没有被遏止时的下旁带，所占頻帶寬总共約为 12 兆周以上。实际上，采用单旁带傳送所占的頻帶如图中实綫所示約 7

兆周左右。图象信号所占的頻帶寬度既然取決於圖象的最高頻率，在作單旁帶傳送時顯然也不例外，因之信號所採用的每秒幀數和每幀掃描行數也將使所占頻帶寬度不同。在圖 2-2b、c 及 d 中，就是各種不同的掃描標準在單旁帶傳送時的特性；其中 d 圖中的特性所占頻帶最寬，約 12 兆周，這是由於採用每一幀象掃描 819 行的緣故。從各圖中還可以看到有的去掉了上旁帶，有的去掉了下旁帶。雖然有這些不同，但在傳送時都仍然保留了被去掉的旁帶的一部分，殘留的這一部分約占 1.25 兆周的頻帶。

應用單旁帶傳送在接收上有許多好處，首先是可使接收機所用的元件及附件（如天綫、真空管等）的要求低一些，放大電路、輸入電路的設計也可以簡單一些；其次是減少干擾。

3. 伴音

伴音的載波頻率常常選擇得靠近圖象的載波頻率，使它們共占一個電視廣播的波道。這樣的安排只須略為加寬一點原來圖象信號所占的頻帶，就可以使得在接收方面獲得許多便利。因為接收伴音信號所需的頻帶寬度，不過數百千周，如將接收圖象信號的各级頻帶稍為放寬就可以將伴音信號一起收進來。因此現代電視接收機的射頻級、混頻級是伴音與圖象信號共用的，而不需單獨各有一套。

在本章前一節里提到過傳送聲頻調幅的信號所需的頻帶寬度不過幾十千周，伴音雖然屬於聲頻範圍，但因信號傳送採用調頻的方式，情況就與普通廣播有所不同了。伴音信號採用調頻方式有着許多調幅廣播所不具備的優點，其中最主要的是抗干擾性高。在傳送中受到天電、人為噪聲及其他可能引起信號振幅發生變化的干擾，都可以在接收機內除去，而不至於影響所傳送信號的品質。雖然調頻方式具有這一優點，但亦不能被所有的廣播都採用，因為調頻信號傳送時所需的頻帶要比調幅信號寬得多。這是由於前者

所傳送的聲頻是表現在載頻的變化上，而傳送這種載頻變化的信號，以及它所有的旁帶頻就不是調幅信號的那種關係。信號所占的頻帶寬度是與信號載頻的變化有密切的關係。調頻信號的載頻變化通常稱為頻率偏移。雖然同是調頻信號，而且傳遞的同樣是聲頻，由於所採用的頻率偏移標準不同，所需的頻帶寬度也就不同。電視的伴音信號頻率偏移大多為 ± 75 千周以內，傳送這種信號所需的頻帶寬度約為 200 千周左右。很明顯，如果普通廣播採用調頻，則標準中波廣播帶 550~1600 千周只能容納五個電台，這種情況是目前中波波帶內電台擁擠的情況所不能容許的。因此，調頻用在超短波波帶就非常適宜，這波帶的範圍很寬，在數十到數百兆周內，可以容納下幾百個調頻電台，因為每一個電台只不過占 200 千周而已。電視圖像信號傳送必須利用超短波波帶，而伴音信號載頻靠近圖像信號的載頻又具有許多便利，因此伴音信號採用調頻方式是有條件的。

調頻信號接收時也有著一些特點，例如前章已經提到過的，必須使用限幅器與鑑頻器；其次接收機內本机振盪級所產生的振盪頻率應該很穩定。否則，與外來信號差拍以後，將使伴音中頻里引入由於本机振盪頻率不穩定所產生的頻率偏移。這就意味着使伴音的質量變壞。

在圖 2-2a 中，距離圖像載波頻率 6.75 兆周的右側就是伴音頻帶。普通伴音載頻却在距圖像上旁帶的邊緣 0.25 兆周處。因伴音信號的頻帶比圖像頻帶狹得多，所以它只能以一條綫來表示。

由圖 b、c 及 d 中還可以看到，伴音載波頻率有時選擇得高於圖像載頻，而有時又選得低於圖像載頻。前者如圖 a 及 c；后者如圖 b 及 d。

在表 2-1 中列舉了目前世界各國所採用的掃描標準、調制方式及傳送時所占的頻帶寬度等。從表中很明顯地可以看出，從掃描上說，社會主義各國所採用的 625 行是最為適宜的。因為如采

用的行数少,象 405 及 525 行,象的构成象素就将减少,因此象的清晰度就较差。但是如采用 819 行,又嫌过多,因为象的清晰度当行数增加达一定数值后,由于视觉的分辨能力,已经无法觉察到。所以扫描行数再增加,就只是徒然使信号傳送所需的頻帶加寬,从而使得在接收与发送上增加不便。

表 2-1

主 要 特 性	社 会 主 义 国 家	英 国	日本及美国	法 国
1. 每幀扫描行数	625	405	525	819
2. 每秒幀数	25	25	30	25
3. 行頻率(周)	15625	10125	15750	20475
4. 图象頻帶寬度(兆周)	6	3	4	10
5. 載波間距离(兆周)	6.75	3.5	4.5	11
6. 总頻帶寬度(兆周)	8	5	6	13.15
7. 图象調制方式	調 幅	調 幅	調 幅	調 幅
8. 图象調制极性	負	正	負	正
9. 伴音調制方式	調 頻	調 幅	調 頻	調 幅

第三章 显 象 管

显象管是一种电子射线管，由于在电视接收机里使用时的特殊要求，它们都具有一些特点。本章准备扼要地介绍一下这些特点，至于一般原理，在专门讨论电子射线管的书里大都都有着详细地介绍，这里就不再重复。

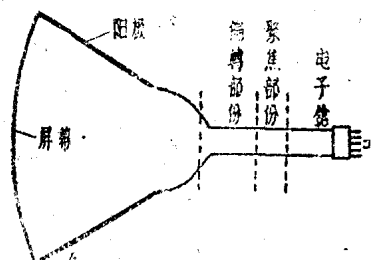


图 3-1

图 3-1 简略地画出一只显象管的轮廓，管子大体上可以分成五个部分，如图中所标注的。管子的一端是电子枪，它具有一个热电子发射阴极，一个用来控制射到屏幕上的电子数量的控制极。有些显象管在控制极后面还有加速极来使电子流获得很高的速度；在没有加速极的管子里电子仍然可以获得加速，只是方法不同一些。电子在通往屏幕的途中还须先经过聚焦，即使电子流集聚成束。在这通路上还有显象管的偏转部分，用以使电子束上下左右地偏转。经过聚焦的电子束射到屏幕上，使屏幕上已经敷好一层涂料的某一点发光。发光的亮度是按照电子束内电流大小而变化，这种电流常称为射线电流。

显象管根据使用的要求，必须具有以下的特点：

- (1) 屏幕上的涂料经电子射击后应该发白光。
- (2) 所发的光应有充分的亮度，使象能清晰可见。
- (3) 电子束应该是非常集中的射到屏幕上，使得屏幕上的光点可能成为组成一帧象的像素。否则，将不能采用较高的扫描标

准,以致象的质量降低。

(4) 偏轉应有充分的直线性,使屏幕上的象不畸变。

下面将按照各主要部分来分别加以叙述。

1. 电 子 枪

电子枪包括阴极、控制极及加速极等。在图3-2a中可以看到加热灯丝的外面套着发射电子的阴极,阴极的形状象一个套子。在阴极外面还有一个稍大些的套子,形状如图3-2b,就是控制极。控制极的顶端开有一个小孔,电子由此穿出。

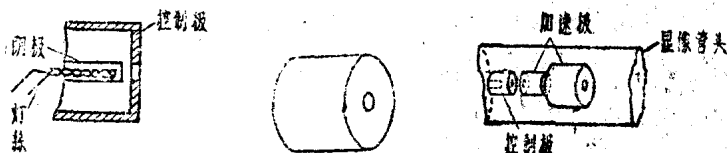


图 3-2

显象管的灯丝大多采用与普通接收真空管相同的电压,即6.3伏。控制极的电位通常较阴极更低一些,因此它并不吸引电子。由于控制极距离阴极很近,而且极上所开的小孔又很小,所以很容易控制注射到外边去的电子数量。这一点很象普通三极管里栅极对于通向屏极的电子有优越的控制条件一样。极上的电位变化就影响射线电流的大小,如图3-3的曲线,就是一种显象管的特性曲线。曲线横座标的控制极电压越负,射线电流就越小。这一特性说明可用控制显象管控制极电位的方法,来变化屏幕上光点的亮度。

有许多显象管并无加速极,从控

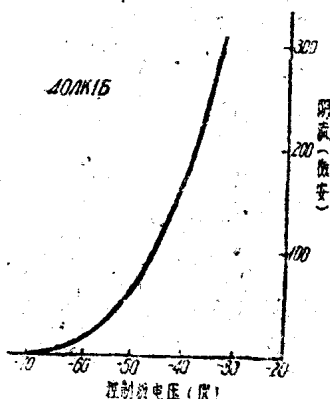


图 3-3