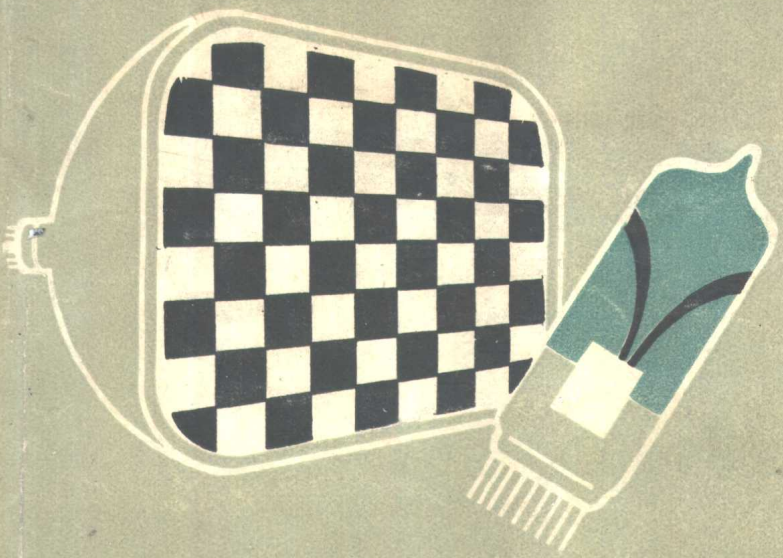


收信电子管及其应用

（日本）森田孝一 編·王 雪 村 譯

人民邮电出版社

高校全本请访问 www.ertongbook.com

眞空管・トランジスター
ハンドブツク

1956

森田孝一　編

ラジオ科学社

內　容　提　要

本書是介紹怎样实际运用电子管。首先講一講电子管的構造、工作原理，然后对各种放大器、檢波器、变頻器、振蕩器及整流器的工作原理及設計方法等作了簡明而扼要的叙述，最后介紹了各种电子管的使用方法、注意事項以及怎样查閱特性表等。

在叙述各种电路的同时并列出适用于該电路的典型电子管及其类似管的規格特性，查閱比較方便。

为了便于我国讀者使用，書中由譯者加入一些国产电子管以及国产北京牌电子管与代用管对照表，都未一一加以註明。

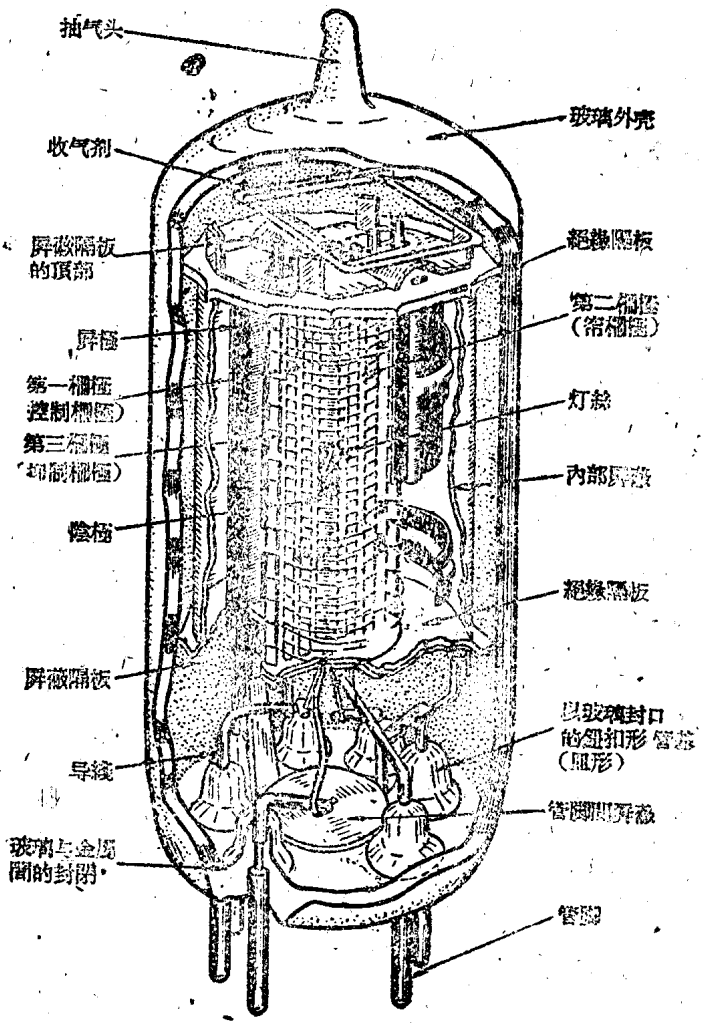
原書中不适合我国具体情况的部分均已刪去。

收信电子管及其应用

編　　者：（日本）森田孝一
譯　　者：王　雪　村
校　　者：刘灯宝吳政三
出版者：人民郵电出版社
北京东四6条13号
（北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号）
印刷者：北京市印刷一厂
發行者：新华書店

开本 787×1092 1/32　1958年11月北京第一版
印張6 16/32　頁数104　1958年11月北京第一次印刷
印刷字数152,000字　統一書号：15045·总846－無224
印数1－13,000册　定价：(9) 0.69 元

小型管的構造


抽气头
玻璃外壳
收气剂
屏蔽隔板的顶部
绝缘隔板
第二栅极(帘栅极)
屏极
灯丝
第一栅极(控制栅极)
第三栅极(抑制栅极)
内部屏蔽
阴极
绝缘隔板
屏蔽隔板
以玻璃封口的纽扣形管基(凹形)
导线
管脚用屏蔽
玻璃与金属间的封闭
管脚

目　录

第1篇　收信管

第1章　收信管的工作 …… 1

1·1　阴極的种类 …… 1

1·2　二極管和空間电荷 …… 2

1·3　三極管 …… 3

（1）三極管的参数 …… 4

1·4　五極管 …… 6

1·5　四極管和集射管 …… 7

（1）四極管 …… 7

（2）集射管 …… 8

1·6　可变放大因数管 …… 9

1·7　多極管和組合管 …… 10

1·8　电子管的構造 …… 10

（1）管壳 …… 10

（2）电極部分 …… 11

（3）电子管的[illegible] …… 13

第2篇　收信管的应用

第2章　电子管放大器 …… 14

2·1　放大器的分类、畸变和等效电路 …… 14

（1）分类 …… 14

（2）放大器的畸变（即失眞）——高忠实度放大器的主要条件 …… 15

（3）放大器和它的等效电路 …… 16

2·2　音頻电阻耦合放大器 …… 17

(1)放大特性的計算……18
(2)电阻耦合放大器的設計实例……19
2·3 音頻变压器及电感耦合放大器……21
(1)变压器耦合……21
(2)变压器耦合的特性……22
(3)阻抗耦合……24
2·4 高頻調諧式电压放大器……24
(1)初級調諧式……25
(2)次級調諧式……26
2·5 中間頻率放大器……28
2·6 輸入导納和等效噪声电阻……30
(1)輸入导納……30
(2)射頻放大器的杂音……32
2·7 功率放大器……47
(1)功率放大器和它的工作特性……47
(2)輸出功率及效率……49
(3)决定工作狀态的方法……49
(4)五極管及束射管功率放大器……51
2·8 推挽放大器……52
(1)推挽輸出的激励电路……55
2·9 負反饋放大器……61
(1)負反饋放大器的工作……62
(2)由于負反饋而使畸变及噪音減輕……64
(3)負反饋放大器的实际电路……64
2·10 音量控制和音調补償……66
(1)音量控制……66
(2)音調补償……67
第3章 檢波器和变頻器……70
3·1 二極管檢波器……70

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(1)二極管檢波器的效率和輸入阻抗……71
(2)二極管檢波器的实用电路和它的畸变……71
3·2 屏極檢波器……73
(1)屏極檢波器的等效电路……73
(2)屏極檢波器的实用电路……75
3·3 变頻(外差檢波)……75
(1)实际应用的变頻器……77
3·4 柵極檢波……79
3·5 二極檢波兼放大管的电路……87
(1)自动音量控制电路……89
(2)調諧指示管——电眼……90
(3)自动杂音限制电路……91
第4章 屏柵电源整流器……93
4·1 整流管和整流电路……93
(1)整流管……93
(2)整流电路……94
4·2 濾波器……94
(1)电感輸入式……95
(2)电容輸入式……98
(3)單相半波电容輸入式……100
(4)濾波器特性的比較……101
第5章 电子管振蕩器……107
(1)自激振盪器和它的設計……108
(2)自激振盪器的实际調整……110
(3)調屏調柵振盪器……110
第6章 电視接收机用电子管……111
6·1 电子管用于高頻电路时的各种問題……111
(1)各电極間的靜电电容……111
(2)引出綫电感……114

(3)电子渡越时間 ……115
(4)采用五極管还是三極管 ……116
6·2 电視接收机用电子管 ……117
(1)电視机用电子管的使用方法 ……117
(2)电視机用电子管的种类 ……126

第3篇 收信管的使用方法和特性表

第7章 收信管的使用方法……131
7·1 电子管的現狀 ……131
(1)外形 ……131
(2)灯絲电压 ……131
(3)电子管的性能 ……131
(4)小型管 ……132
(5)小型管在使用上的各項注意 ……133
(6)超小型管 ……134
(7)小型 SF 类管 ……136
7·2 电子管的标准运用值和最大值 ……138
(1)电子管的标准运用值 ……138
(2)最大規定值 ……140
7·3 由于电子管而引起的收音机失常 ……140
(1)柵極放射現象 ……140
(2)初速电流 ……141
(3)由于电子管引起的哼声 ……142
(4)因抽气不良、过負、徐緩漏电等产生的障碍 ……143
7·4 收信管的正确使用方法 ……143
7·5 在收音机上使用时的注意事項 ……145
(1)机械構造和外观 ……145
(2)灯絲电路的接法 ……146
(3)高頻电压放大管 ……146

（4）功率輸出管 ……147
（5）电阻耦合电压放大管及檢波管 ……148
（6）变頻管 ……148
（7）整流管 ……149
（8）哼声和其他的注意事項 ……149
（9）小型管和干电池管 ……149
第8章 收信管的特性表和电路 ……151
8·1 电子管的名称和編号 ……151
（1）苏式管（新編号） ……151
（2）美式管 ……151
（3）日式管 ……152
8·2 电子管的特性表和它的查看方法 ……153
（1）电压变換圖表的使用方法 ……153
（2）关于按照用途、管种区别的分类表 ……154
（3）电子管特性表的查看方法 ……156
（4）負反饋圖表的查閱方法 ……158
（5）电阻耦合放大器圖表 ……162
8·3 电視接收机用显象管 ……193
附录：
国产北京牌电子管与代用管对照表 ……198

第1篇 收信管

第1章 收信管的工作

1·1 陰極的种类

陰極分直热式的和間热式兩种。直热式的多用于携帶式收音机，用电省（約为間热式的 $^1/_{10}$ 以下）。間热式的一般都是用交流加热的。所有的收信管都是敷氧化物陰極，加热后呈暗紅色，工作温度約为700—750°C。

为了發射电子而使热电子發射体达到高温的方法是可以用灯絲本身就作为陰極，来把它通上电流加热；或者做成圓筒形的陰極，在它的里面放进鎢絲加热体（灯絲）来加热。前者叫做直热式，后者叫做間热式或傍热式。

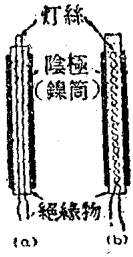
过去的电子管和普通灯泡一样，都是用鎢絲做陰極的，而現在除了高电压，大功率的發射管和間热式的以外，几乎不再使用鎢絲了。但鎢陰極具有高的熔点，可在高温下运用以及机械强度高的特長。它的运用温度应保持在 2200—2300°C 之間。

除了鎢陰極以外，近来多使用含釷鎢陰極和敷氧化物陰極。

含釷鎢陰極是在鎢里加入少量的氧化釷和炭，它的运用温度是 1700°C（呈黃色光輝），比鎢陰極低 500—700°C。現在多用于約 1000 伏以上的中等空气冷却式發射管。

在全部收信管里所用的敷氧化物陰極，是在鎳合金的表面上塗敷一層鋇或者鍶的氧化物，并且做成間热式的。它的構造

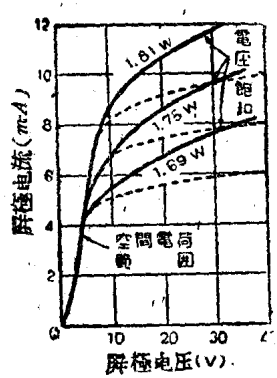
像第 1·1 圖所示的那样，是間接加热电子發射体的。从防止交流加热时所产生的哼声的观点着想，正如同我們所熟知的那样，做成这种間热式的是十分必要的。它的运用温度是 700—750°C。可以当作發射管使用的807之类的电压在 1000 伏以下而且屏極損耗少的电子管，也可以使用这种型式的陰極。这是由于这种电子管的殘余气体的影响小，而且电極放散的气体也少的緣故。这是能够以間热式的陰極来工作的唯一的發射管。



第 1·1 圖
間热式陰極的構造

1·2 二極管和空間电荷

二極管是由屏極和陰極構成的，当屏極是負电位时（对陰極而言），就排斥从陰極發射出来的电子，而沒有屏極电流流动；当它是正电压时，則吸收电子即有屏極电流流动。



实綫＝氧化物敷層陰極
虛綫＝鎢陰極
第 1·2圖　二極管的特性

二極管的屏極电压和陽極电流間的关系，如第 1·2 圖所示。

当屏極电压較低的时候，屏極电流就被聚集在屏極和陰極間的电子所形成的負电荷所限制。这种負电荷的产生是由于屏極电压低，因而飞向屏極的电子的数目比起陰極發射出来的电子的数目少的緣故。这样一来，在存在空間电荷的时候，屏極电流就根据屏極电压的大小来决定，而和陰極的电子發射几乎沒有关系。而实际上

各电子管的使用都是不超出这种空間电荷的作用范圍。

这时，屏極电流可用下式来表明：

$$[\text{屏極电流}]=KE_b^{\frac{3}{2}} \qquad (1\cdot1)$$

式中：K＝根据电極的構造而定的常数

E_b＝对陰極而言的屏極电压。

二極管里的电流只通过交流週期的半週，所以叫做半波整流管，像 12F，80HK，5M-K9，35Z5GT 等。把 2 組二極管装进一只管壳里的叫做全波整流管，这时交流一周的兩个半周都可以通过。这种电子管一般都是合用一个陰極。像80,5Y3GT，6X4① 等。用来进行高頻整流工作的是二極檢波管。

1·3 三極管

电子的流动可用柵極来控制。柵極通常都加有負电位的，所以它不吸收电子，但是由于柵極形成的电場分佈在陰極的表面上，所以能够通过它来控制从陰極向屏極运动的电子数目。柵極通过它的網孔可以切断或者放过从屏極向陰極表面散佈的靜电場。它是起着一种可变的靜电屏蔽的任务。

柵極的構造是对称的，假如沒有空間电荷，陰極表面电場是与$\left(E_C+\frac{E_b}{\mu}\right)$成比例的。这里 E_C 和 E_b 各为对陰極而言的柵極电压和屏極电压。μ 是和这些电压無关的，是根据电極尺寸而定的参数，叫做放大因数。可以看做是表示柵極和屏極电压在陰極表面上所产生的电場的相对有效性。因而三極管的电

① 国产管 6Ц4П 也屬于此类——譯者

需要全本请访问 www.ertongbook.com

子流是和（1·1）式同样，与$\left(E_C+\frac{E_b}{\mu}\right)^{\frac{3}{2}}$成比例，如果栅極电压是負时，这个电子流則全部成为屏極电流，

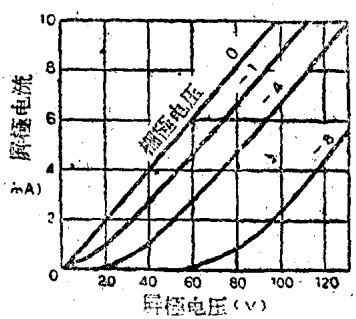
就是：

$$\text{屏極电流}=K\left(E_C+\frac{E_b}{\mu}\right)^{\frac{3}{2}} \qquad (1\cdot2)$$

式中：K＝根据电極尺寸而定的常数

如果$(E_c+\frac{E_b}{\mu})$是負时，当然屏極电流是零值。比較第（1•2）和（1•1）兩式，很明显的可以把$(E_C+\frac{E_b}{\mu})$当做有效屏極电压来考虑。倘E_b和E_c是已知，就能求出屏極电流I_b。

第 1•3 圖是三極管特性曲綫的一个例子。



第 1·3圖 三極管的特性

（1）**三極管的参数** 簡單的表示电子管特性的三个参数有：**放大因数，屏極內阻和互導**。

(a)**放大因数μ** 是在陰極表面上由于栅極电压和屏極电压所形成的兩电場的有效值的比。栅極的構造对它的影响最大，当屏極与陰極間的靜电屏蔽作用越大，μ的值也就越大。三極管的μ值在3—100之間；功率輸出管的μ值較小，是根据这些电子管的設計目的的不同而有差異。

放大因数μ＝

$$\frac{\text{同样很小的屏流变化所需要的屏極电压的变化值}}{\text{同样很小的屏流变化所需要的栅極电压的变化值}} \qquad (1\cdot3)$$

(b)**屏極內阻** r_p 也叫做电子管的內阻，是指由于極微量的屏極电压的变化和因之所引起的屏極电流的变化的比值，即：

$$\text{屏極內阻}\ r_p = \frac{\text{屏極电压的变化}}{\text{屏極电流的变化}}\ (\text{当栅極电压是常数时}) \qquad (1\cdot4)$$

三極管的屏極內阻約为1—30千欧，μ的值越大，r_p也越大。

(c)**互导** g_m(或s) 屏極电压不变时，栅極电流的变化和因此而引起屏極电流变化的比值，叫做互导，即：

$$\text{互导}\ g_m = \frac{\text{屏極电流的变化}}{\text{栅極电压的变化}}\ (\text{当屏極电不变时}) \qquad (1\cdot5)$$

把(1·3)式到(1·5)式組合在一起，則为

$$g_m = \frac{\mu}{r_p} = \frac{\dfrac{\text{屏極电压的变化}}{\text{栅極电压的变化}}\ (\text{即}\mu)}{\dfrac{\text{屏極电压的变化}}{\text{屏極电流的变化}}\ (\text{即}r_p)} = \frac{\text{屏極电流的变化}}{\text{栅極电压的变化}} \qquad (1\cdot6)$$

互导是电子管設計的标准。也就是用尽可能低的屏極电阻来設計放大因数高的电子管时，倘能获知它的互导，就能大致确定它是否能合乎設計的要求。

普通收信管的互导是800微模($\mu\sigma$)至2毫模(mσ)之間。这不論是四極管、五極管它的数值都在这个范圍之內。

1·4 五 極 管

第一柵極即控制柵極，第二柵極为帘柵極，第三柵極为抑止柵極。由于加进了帘柵極，使控制柵極和屏極間的电容从三極管的几个 pF（微微法）降到 0.01pF 以下。这在高頻放大方面是非常重要的。像第 1·5 圖的特性曲綫里所表明的那样，屏極电流在屏極电压高到一定数值之后屏压对屏流的影响就变得很小。对同样的直流輸入来說，它比三極管的輸出大。

五極管各个电極附近的电位分佈情况像第 1·4 圖所示。从陰極飞出来的电子的数量和三極管的情形一样，是由陰極表面的靜电場来决定的。这个靜电場主要是由控制柵極和帘柵極的电位以及电極的構造和它的尺寸所决定的，实际上和屏極电位沒有什么关系。原因是屏極所形成的靜电場被帘柵極和抑止柵極所屏蔽了。

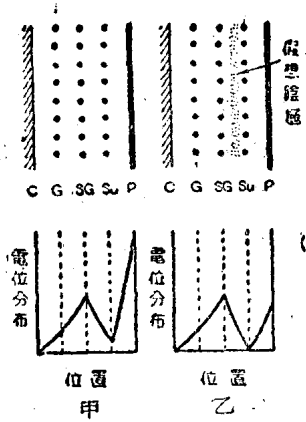
当屏極电压較低的时候，电子即使是靠近了抑止柵極，也由于屏極的吸引力已經很弱，电子羣就聚集在帘柵極和抑止柵極之間而形成空間电荷。这叫做"虛陰極"。在不形成虛陰極狀态时，五極管的各極电流和第（1·2）式相似，如下式所示：

全电子流＝（屏極电流＋帘柵極电流）

$$=K\left(E_c+\frac{E_{sg}}{\mu_{sg}}\right)^{\frac{3}{2}} \qquad (1\cdot7)$$

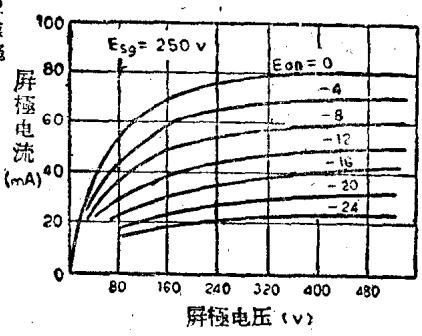
E_{sg} 是帘柵極电位。屏極电流和帘柵極电流的比，根据帘柵極到屏極表面上的投射面积的比例而定，不受帘柵極及屏極电压的影响。

第 1·5 圖是五極管的屏極电压和屏極电流的特性曲綫，拿



(甲)規定狀态
(乙)形成虛陰極的时候

第 1·4 圖
五極管的电位分佈



第 1·5 圖
五極管的特性

它来和第 1·3 圖比較，就可以看出他們的情况是極不相同的。从第 1·5 圖可以看出，在屏極电压的最低处也就是曲綫集合在一起的地方，是产生虛陰極的范圍；其次，曲綫呈平直的地方，則意味着屏極电流几乎不受屏極电压的影响且屏極內阻很高。具有代表性的功率放大用的五極管有 3S4，6F6GT，42 等。电压放大用的五極管有 144，6SJ7GT，6SK7GT，6BA6 等。

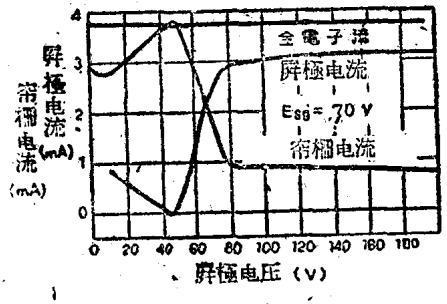
1·5 四極管和集射管

集射管可以看做是用屏極前面的空間电荷来代替抑止柵極之用的理想五極管。請参看第 1·7 圖。由于輸出大，功率灵敏度高和效率高，集射輸出管肯定是有發展前途的。

(1)**四極管** 电子管的發展順序是經历了三極管，四極管

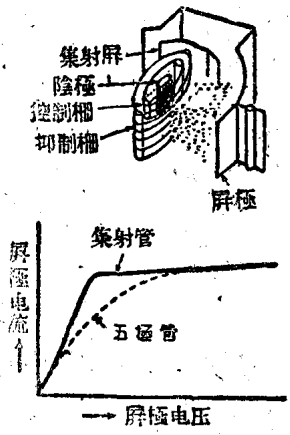
以至于五極管的过程的，但由于四極管的特性在使用上存在着許多缺点，所以近来几乎已經不再采用。

帘栅極四極管可以看做是去掉了五極管里的抑止栅極。因此，当屏極电位低于帘栅極电位的时候，从屏極逸出的二次电子会被高电位的帘栅極所吸引，遂在帘栅極和屏極中間有二次电子流动，从而構成它的特有的电压电流关系的特性曲綫，如第 1·6 圖所示。这时帘栅極电流的变化是和屏極电流的变化相反，原因是不能达到屏極上的电子流到帘栅極去了。所以全部电子流常是一定的。



第 1·6圖　帘栅管的特性

（2）**集射管**　集射管是一种特殊構造的帘栅極四極管，在它的帘栅極和屏極的空間內，利用由于电子运动所形成的負空間电荷效应而起着在五極管中的抑止栅極作用。为了达到这个抑止栅極的作用，就使帘栅極和屏極間的距离加大，使大量的电子經常存在于这个空間里，同时迫使电子收斂成为狹長的集射狀以增加它的密度。在这种情况下，帘栅極和屏極間就存在着極低的电位点，足以防止二电極間二次电子的交換作用。其結果集射管在实質上就具有和五極管同样



第 1·7圖　集射管的構造和特性

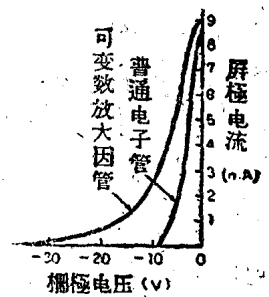
的特性。集射管的实际構造和特性像第 1·7 圖所示，集射屏在管里和陰極相連，像从圖里看到那样对电子流起着收斂的作用。同时集射管是把帘栅極和控制栅極的網孔作在同一平面內，这对完全形成电子的集射，減低帘栅極电流在全部电子流所佔的比例方面是很有效的。集射輸出管有 6V6-GT，6L6-GT，6AQ5① 等。

1·6 可变放大因数管

也叫做超控制管或遙截止管。可变放大因数特性是把控制栅極的螺旋狀的匝距做成不均等的形狀，于是各部分的放大因数就不相同，因此它的截止点也不同。电子管的整个特性就成为不能急剧地切断电子流。例如銳截止的6SJ7GT的截止点是数伏，而遙截止的 6SK7GT 則是 20 伏。

可变放大因数管像第 1·8 圖所表明那样，設計成使控制栅極的截止負电位达到很大，而且屏極电流是逐漸減少下去的。

可变放大因数管的工作原理虽然可应用于任何电子管，但主要的是利用在电压放大用的五極管上，以改变控制栅極电位来控制放大因数，用以达到減低串音干扰和畸变的功效。



第 1·8圖 可变放大因数管的特性

① 国产的 2Π2Π及6Π1Π也都是此类管——譯者

需要全本请访问 www.ertongbook.com