

## 內 容 提 要

本集譯自苏联“电信”、“無綫电技术”、“無綫电技术和电子学”三种杂志，共选論文 22 篇。中心内容是研討半导体管放大器和振蕩器电路。

## 晶 体 管 譯 丛 (第二集)

編 者: 趙 美 衛 民 遠 程 等

出版者: 人 民 郵 電 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 華 書 店

开本850×1168 $\frac{1}{32}$

1958年8月北京第一版

印张8 $\frac{1}{2}$  页数136 插页1

1958年8月北京第一次印刷

印刷字数229,000字

統 一 書 号: 15015·总779—第198

印数1—1,550册

定 价: (10)1.45元

# 目 录

## 第二集編者序

### 第 一 編

#### 半导体管放大器

1. 論半导体三極管放大器电路的計算方法……………Я. А. 費多托夫 ( 1 )
2. 电子管放大器理論和半导体三極管放大器  
理論的比較及其統一的可能性……………А. А. 庫里柯夫斯基 ( 9 )
3. 半导体三極管放大器的放大系数和其它  
基本特性的計算……………Г. С. 崔金 ( 21 )
4. 面接触型半导体三極管的等效电路和参数……………И. Н. 米古林 ( 27 )
5. 电子管放大器和半导体三極管放大器的通用理論……………А. А. 利茲金 ( 37 )
6. 放大器的統一分析……………А. А. 利茲金 ( 44 )
7. 面接触型半导体三極管多級放大器的計算……………И. Н. 米古林 ( 52 )
8. 論电子管电路的計算……………В. П. 西高尔斯基 ( 62 )
9. 半导体三極管复杂电路的分析方法……………Я. К. 特罗希明科 ( 74 )
10. 面接触型半导体三極管放大器的工作状态的選擇,  
負載的計算和非綫性失真的确定……………Г. С. 崔金 ( 82 )
11. 用再生法計算半导体三極管放大器……………А. А. 利茲金 ( 92 )
12. 在無綫电設備中半导体的总体应用……………В. В. 別斯特梁柯夫 ( 102 )
13. 半导体三極管低頻放大器的設計  
……………В. В. 利布捷夫 Д. И. 斯麦塔妮娜 ( 115 )
14. 半导体三極管功率放大級的設計……………Г. С. 崔金 ( 133 )
15. 鍍面接触型半导体三極管多級諧振放大器……………Ю. Д. 林傑波拉金 ( 157 )
16. 半导体三極管中頻放大級的分析  
……………Е. Я. 普姆別尔 Е. М. 彼得洛夫 ( 175 )
17. 半导体三極管視頻放大器……………С. А. 加利依諾夫 ( 191 )

## 第 二 編

### 半 导 体 管 振 盪 器

1. 面接触型半导体三极管高频自激振荡器  
电路的近似分析..... П. Д. 別列斯特涅夫 (206)
2. 半导体三极管超临界频率振荡器的分析  
“ ..... К. С. 尔热夫金 Л. А. 罗古諾夫 Л. Н. 卡普佐夫 (213)
3. 在超临界频率范围工作的半导体管他激  
振荡器的能量指标..... С. М. 盖拉西莫夫 (222)
4. 面接触型半导体三极管振荡器自激条件的研究  
..... С. М. 盖拉西莫夫 (242)
5. 几种半导体三极管 RC 型振荡器电路的分析  
..... Г. А. 阿尔汉盖勒斯基 (253)

# 第一編

## 半导体管放大器

### 1. 論半导体三極管放大器电路的計算方法

Я. А. 費多托夫

---

本文論述了半导体三極管中控制集電極电流的基本原理，并且論述了選擇便于实际运用的三極管特性参数体系的依据。最后提出了各种放大器理論的統一問題，使放大器理論对各种放大元件都能通用。

---

#### (1) 半导体三極管中集電極电流的控制

人們常常从半导体三極管輸出电流的控制方法方面把半导体三極管同电子管比較。电子管是用加在栅極与陰極之間的电压控制輸出电流（陽極电流），而半导体三極管是借助輸入电流（發射極电流）控制輸出电流（集電極电流）。

事实是这样的：發射極發射到基極区域內的少数載流子的流动使“集電極——基極”結的电阻改变，从而使“集電極——基極”电流發生变化。因为和少数載流子从發射極向集電極流动的同时，有符号相反的等量多数載流子也向同一方向运动，所以不存在从發射極到集電極的电流路綫。結果，由發射極和基極構成的二極管中的电流是在“發射極——基極”电路中流动；而由基極和集電極構成的二極管中的电流是在“集電極——基極”电路中流动。發射極电流的任何变化都会使“集電極——基極”結的电阻發生成比例（对小信号而言）变化，最后也相应地引起集電極电流成比例变化。

这样看来，不論在点接触型半导体三極管中或在面接触型半导体三極管中，集電極电流都是由發射極电流控制的。但是，因为發射極电流是加在“發射極——基極”結的电压的函数，所以，一般可

以認為發射極電流是由加在基極和發射極之間的電壓控制的，因而集電極電流也可認為是由這一電壓控制的。

在點接觸型半導體三極管中，由於強烈的內部正回授，輸入電壓和輸入電流之間的函數關係可能不是單值的：同一發射極電流值可能會對應兩個不同的發射極電壓值。因此，在點接觸型半導體三極管的輸入端宜於選擇發射極電流作為自變數。

在集電極與基極間沒有附加結的面接觸型半導體三極管中，發射極電流與發射極電壓的函數關係是單值的；因此，對於這樣的管子，無論選取電流或電壓作自變數都是可以的。此外，對面接觸型半導體三極管來說，可以把集電極電流看作是發射極電流中的一大部分，這一部分電流是由到達集電極的少數載流子形成的。在這種情況下，流過基極的發射極和集電極的差電流便應看作為發射極電流在基極方向的一小分支。

雖然這樣的輪廓想像不能反映出基極區域內的物理過程，但是使得共基極連接的面接觸型半導體三極管和柵極接地的電子管兩者之間可以完全相比擬。在這種情況下，實際上可以認為面接觸型半導體三極管是由電壓而不是由電流控制的。

## (2) 從放大性質看半導體三極管

為了進一步討論，宜於把放大元件根據其放大性質作如下分類：

**A. 電壓放大元件：**這種放大元件的特点是輸入電阻很高（在理想情況下  $R_{BX} \rightarrow \infty$ ）。因此，在輸入端實際上不消耗功率。由於沒有輸入電流，於是便只有選取電壓作為輸入端的參數。

**B. 電流放大元件：**這種放大元件的特点是輸入電阻很低（在理想情況下  $R_{BX} \rightarrow 0$ ）。因此，在輸入端實際上不消耗功率。由於沒有輸入電壓，於是便只有選取電流作為輸入端的參數。

**B. 功率放大元件：**這種放大元件的特点就是輸入電阻是有限值。因此，在其輸入端要消耗一定量的功率。在輸入端，電壓和電流都有。因為在綫性放大情況下，電流與電壓之間的關係一定是綫

性的，所以既可以选用电流、也可以选用电压作参数。

在頻率足够低的情况下，陰極接地的电子管（工作于無栅流工作状态）就是电压放大元件之一例。对于这种情况，唯一可能的参数体系是以輸入电压作为独立参数的体系。如果选用输出电压作为第二个独立参数，那么在綫性放大情况下就会得到一組系数为导納因次的联立方程式。

在有栅流的工作状态下、在超高频工作情况下以及在栅極接地情况下，电子管將成为功率放大元件。使用电子管的工作經驗証明：可以利用表示电压放大器特性的参数去計算功率放大器，而且現在在計算功率放大器时所利用的就是这些参数。

輸入电阻無限小而电流放大系数大于1的放大元件是理想的电流放大元件。这样的放大元件只能用电流控制，并且只能用电流放大系数来表示它的特性。因此，这种放大元件是与电压放大元件（即陰極接地的电子管）相对偶的。但是这种放大元件現在还没有。

現在所使用的点接触型或面接触型半导体放大元件是一种典型的功率放大元件，因为在一般情况下，它們都能放大功率、并且在輸入端都消耗功率。

因为輸入电流和輸入电压都存在，所以既可以說成是电流放大，也可以說成是电压放大。因此，既可以选用电流、也可以选用电压作为輸入端的独立参数。如果选取与輸入端的独立参数因次相同的輸出端参数作为第二独立参数，那么就可以得到兩組相对偶的联立方程式。其中一組系数的因次是阻抗，而另一組系数的因次則是导納。这不仅对于半导体三極管是正确的，而且对于任何功率放大元件也都是正确的。

电子管以导納因次的参数来表示其特性。这是由于选用輸入电压作为自变数的結果。选用輸入电压作为自变数是由电子管屬於电压放大元件这一特性所决定的。

半导体三極管以阻抗因次的参数来表示其特性，理由如下。最

早出現在無綫电技术中的点接触型半导体三極管具有很强的电流正回授 因而在許多情況下，当輸入电極或輸出电極短路时，这种管子就会处于不稳定状态。由于这个原因，正如前面曾談过的一样，这种管子的静态特性曲綫有一段是下降的，因而使得电流是电压的非單值函数。如果选取电压作为自变数，那么在直綫性放大情況下我們將得到一組系数为导納因次的联立方程式，而确定这些系数需要进行短路和反向短路实验。

对点接触型半导体三極管作短路与反向短路实验，在許多情況下都会使电路工作不稳定。因此，对于点接触型半导体三極管应选用电流作为自变数。在这种情况下，确定有源綫性四端網絡方程式的系数需要作开路和反向开路实验，而这两种实验根本不会使管子工作不稳定。在选取电流作自变数的情况下，靜特性曲綫是單值的，于是就有了表示半导体三極管特性的联立方程式，以及从此联立方程式导出的阻抗型等效电路。

在电流放大系数  $\alpha$  大于 1 而  $(r_3 + r_6) \rightarrow 0$  的理想情況下，共基極連接的点接触型半导体三極管就成了典型的电流放大元件。因此，对点接触型半导体三極管选用这样的联立方程式，在某种程度上被証明是正确的。对于集电極与基極間有附加結的面接触型半导体三極管也可以这样來說。

在集电極与基極間沒有附加結的面接触型半导体三極管，其电流放大系数  $\alpha < 1$ 。因此，[这种管子沒有点接触型半导体三極管所特有的那种强的电流正回授，因而它在短路时是稳定的，在选用輸入电压作为自变数时不会使其靜特性曲綫成为双值的。但是，由于已經形成了的傳統習慣，这种面接触型半导体三極管也是用和点接触型半导体三極管同一种参数体系来表示其特性。

理想的面接触型半导体三極管，其电流放大系数  $\alpha$  应趋近于 1，并且基極电流应趋近于零。当把这种管子連接成共發射極电路时，我們就会得到趋近于無穷大的輸入电阻。理想的面接触型半导体三極管是一个电压放大元件。从这一观点出發就可以認為：对

接触型半导体三極管宜于选用共發射極电路作为基本电路、而选用电压作为自变数。在这种情况下，面接触型半导体三極管似应采用与电子管相同的参数体系来表示其特性。

### (3) 对半导体三極管参数体系选择有决定性的几个因素

在某种程度上，参数体系是根据内部回授的性質而进行选取的。有一种参数体系是把管子化成由阻抗参数表示的T型網絡，并包括一支自輸出到輸入的串联电流外部回授电路。另一种参数体系是把管子化成由导納参数表示的Π型網絡，并包括一支自輸出到輸入的并联电压外部回授电路。实际上，第一种参数体系是半导体三極管（特别是点接触型）所特有的，并且它所代表的網絡在短路时最不稳定；第二种参数体系是电子管所特有的，并且它所代表的網絡在开路时最不稳定。

但是，回授的性質仅仅在确定放大級的穩定度时才具有重要意义，而且这在很大程度上是針對点接触型半导体三極管而言的。对于面接触型半导体三極管來說，在接近截止頻率时其内部回授和簡單的T型或Π型網絡中的外部回授相比就具有更复杂的性質，在一般情况下可以化为这种或那一种形式。此外，在綫性放大的情况下，两个網絡可以單值地相互轉化。

另一方面，参数体系又是根据最便于直接測量这一要求而选取的。从这一观点来看，对于共基極連接的面接触型半导体三極管來說，以上两种参数体系都有缺点。

直接測量T型網絡的参数需要进行开路实验。但是，由于共基極連接的面接触型半导体三極管的輸出电阻很大（数十万欧或数百万欧），实际上这是难以实现的。

直接測量Π型網絡的参数需要进行反向短路实验。但是，在輸入电阻極低（几十或几百欧姆）的情况下，这也是很难实现的。

实际进行开路实验之所以复杂，是因为需要測量出所給定的工作状态下的开路輸出电压，而这就需要接上其內阻比半导体三極管輸出电阻要大得多的电压表和信号电源才行。

同理，实际进行反向短路实验之所以复杂，是因为需要在半导体三极管输入端接上比三极管输入电阻低得多的外加测试电阻，并从此电阻上的电压降测量出小电流，而这进行起来是很困难的。

测量半导体三极管的混合参数体系中的各参数实际上是最方便的，在这种参数体系中，输入电流和输出电压被取作自变数。在这种情况下，确定系数（一个是阻抗因次，一个是导纳因次，两个是无因次值）需要进行短路和反向开路实验，这在实际上是很容易做到的。这样得到的系数可以直接用来计算，或者根据大家所熟知的有源线性四端网络理论中的主要关系式，把它换算成前两种参数体系中的任何一种。

必须指出：当面接触型半导体三极管按照共发射极电路连接时，其输入电阻较高、而输出电阻较低，因而使前两种参数体系中各参数的测量变得较容易进行。从这一观点来看，应当建议把共发射极电路作为面接触型半导体三极管的基本连接电路。应用面接触型半导体三极管的经验也证明这种连接电路是放大级所最常用的。

#### （4） 半导体三极管电路设计上所采用的对偶法

国外和国内（苏联）文献都曾很广泛地阐述了借助对偶法计算和设计半导体三极管电路的方法。各论文的作者比较了半导体三极管和电子三极管两者的静特性曲线和基本方程式之后，他们做出结论，认为这两种器件是互相对偶的，并且认为采用前一类放大元件和后一类放大元件的电路也一定是互相对偶的。这些作者们没有提出任何更确凿的根据，而只是对这两种器件的静特性曲线作了一些纯粹形式上的比较，他们就倡议把有关电子管电路作对偶变换来制定相应的半导体三极管各种电路（不仅包括线性电路，即放大电路，而且也包括非线性电路，如：振荡器、多谐振荡器、检波器和混频器）。

上面已经谈过，电子三极管和半导体三极管两者的特性曲线和基本方程式是否对偶乃决定于自变数的选取。因此，如果点接触型半导体三极管在某种程度上尚可认为与电子管对偶，那么面接触型

半导体三極管可以而且应当認為只是与电子管相类似而已。

В.Я. 苏恰金比較了面接触型半导体三極管和电子管兩者的实验靜特性曲綫，完全証实这两种管子是相类似的。他采用电子管放大級的有关計算方法对面接触型半导体三極管功率放大級作了圖解計算，并对結果进行了实验驗證，最后也証实这两种管子是相类似的。

点接触型半导体三極管和电子管的对偶問題需要更深入地研究。現在可以肯定地說，在設計点接触型半导体三極管功率放大級电路时，把有关电子管电路作对偶轉化是不适用的。現在可以談得上的只是从电子管电压放大級电路到点接触型半导体三極管电流放大級电路的对偶变換。然而，当所采用的点接触型半导体三極管的电流放大系数很大而其輸入电阻無限低的情况下，才宜采用电流放大級电路。至于用对偶法来得到非綫性的半导体三極管电路，那么可轉而提醒一下，即对偶法是針對电流和电压之間是綫性关系的电路系統而拟定的，并且只能运用于这样的电路系統。半导体三極管出現七年以来，对其电路应用經驗的研究表明：直到現在还未曾發表过一个切实可用的半导体三極管电路方案是根据对偶变換原理从有关的电子管电路轉化来的。因此，目前关于应用对偶法設計半导体三極管各种电路的問題，只能給以否定的答复。

根据以上所述，可以做出以下几点結論：

1. 点接触型和面接触型半导体三極管均屬於功率放大元件。因此，在綫性放大情況下，既可以选用电流也可以选用电压作为自变数。

2. 面接触型半导体三極管应当看作是与电子管相类似的器件。

3. 放大器，特別是低頻放大器，最好采用面接触型半导体三極管，因为这种管子比点接触型半导体三極管工作稳定，同时放大系数也大。故为了統一放大电路的計算方法，宜于采用与电子管同一种参数体系来表示面接触型半导体三極管的特性，并且取共發射極电路作为基本电路。此外，目前在外国雜誌中發表了一些文章，在这些文章中指出：当面接触型半导体三極管工作于規定頻率範圍

內时，也宜于采用共發射極电路連接情况下的 $\Pi$ 型導納網絡作为基本等效电路。

4. 应用对偶法，即把电子三極管有关电路作对偶变换来拟定半导体三極管电路方案（特别是非綫性电路方案），既沒有理論根据，也不正确。这种方法仅仅对于把电子三極管电压放大級电路作对偶变换以得到半导体管电流放大級电路这一情况可以認為是适用的。級与級之間有串联諧振电路的共基極連接的点接触型半导体三極管电流放大器就是这种电路之一例。然而，实际上只有当采用在参数上接近理想电流放大元件的点接触型半导体三極管情形下，才宜于制作这种放大級。在电压放大級的情况下，要求輸出电阻足够大，俾使諧振系統有足够大的質量因数；在电流放大級的情况下，这一要求就变为要求輸出电阻足够低，俾使串联諧振电路不被納入很大的損耗。

5. 在任何情况下对偶法都不能够，也不應該用到电路中的直流路徑上去，因为饋电电路和偏压电路的选取不决定于放大元件的微分参数。例如，在电子管电路中，現在既采用并联式饋电电路和偏压电路，也采用串联式饋电电路和偏压电路，两种程式具有同样的使用效果。

6. 必須拟定既适用于各种程式的放大器、也适用于各种类型放大元件（电子管、各种类型的半导体放大元件、介电質放大元件和磁放大元件）的放大电路統一理論。

譯自苏联“無線电技术”（“Радиотехника”）1955年第8期

張国楷譯 黃科美校

## 2. 电子管放大器理論和半导体三極管放大器理論的比較及其統一的可能性

A. A. 庫里柯夫斯基

本文对电子管放大器理論和半导体管放大器理論作了比較，并研究了这两个理論差別的原因以及統一的可能性。本文是作者就自己在 1955 年于 A. C. 波波夫全苏“無線电技术和电信”科学技术协会举办的無線电节学术性紀念会上所作报告的提綱加以扩充而成。

### (1)

现有的半导体三極管放大器理論是离开已很完善且为大多数無線电專家所習慣了的电子管放大器理論而發展起来的。因此，这两种理論具有一系列的差別，但在很大程度上是形式上的差別。这种情况造成許多明显的不便，增加了無線电專家掌握半导体管放大器技术的困难，因而也減緩了半导体三極管在無線电设备中的推广速度。从教学观点来看，两种独立理論的同时存在同样也是不方便的。因此，有必要把电子管放大器理論和半导体管放大器理論作一比較，以弄清楚这两个理論是否有統一的可能，如果作不到完全統一，即使作到部分統一也好。

### (2)

半导体三極管和电子管类似，也是一有源三端網絡。从各电极在实际工作过程中所起作用的性質来看，發射極类似于电子管的陰極；集电极类似于电子管的陽極；基極（控制电极）类似于电子管的栅極。

半导体三極管放大級的几种基本电路如圖 1 所示。这几种电路的性質都是与輸出电路和輸入电路的公共端是由半导体三極管的那一电极充当密切相关。圖 1 a 所示为共發射極放大級电路，这种电路可以看成是和电子管陰極接地电路相类似。在这种放大电路

中，輸入信號和輸出信號相位相差 $180^\circ$ （在通帶的中間頻率上）。它的輸入電阻值和輸出電阻值都是中等值（輸入電阻約400歐姆、輸出電阻15—30千歐姆）<sup>①</sup>，而它的電壓放大系數和功率放大系數都為最大。

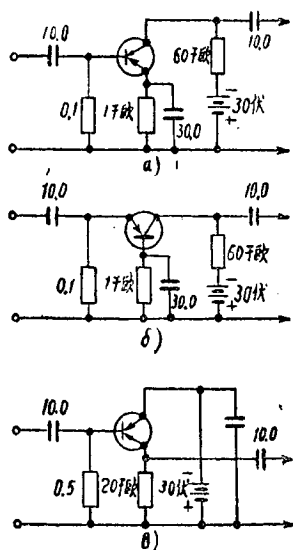


圖 1

圖16所示為共基極放大級電路，它類似於電子管柵極接地電路。這種放大級電路的特点是：輸入電壓與輸出電壓同相；輸入電阻較低（150—200歐）；輸出電阻較高（30—70千歐）；功率放大系數略小。

圖1б所示為共集電極放大級電路，它類似於電子管陰極輸出器電路（陽極接地電路）。這種放大級電路的特点是：輸入電壓與輸出電壓同相；輸入電阻較高（達30千歐）；輸出電阻低（600—1200歐）；電壓放大系數永遠小於1；功率放大系數不大（15—18分貝）。

由此可見，無論從電路結構上看，也無論從各特性指標隨公共電極的選取而改變的規律上看，以上幾種半導體三極管放大級電路都分別和有關的電子管放大級電路相類似。同時，上面曾經指出半導體三極管各電極與電子管的相應電極類似，這一事實到此也得到証實。

### (3)

放大器理論的大部分問題歸納起來不外乎是求放大器元件（電子管或半導體三極管）方程式和外部電路方程式兩者的聯立解。這可以用圖解法，或用分析法來完成。但是，為了統一電子管放大器

① 這些數字得自面接觸型半導體三極管。

理論和半导体管放大器理論，最好采用同一种方法。

人們認為半导体三極管和电子管比較起来似乎具有另外一些有根本性差別的外部特性，并經常以此为理由認為有必要为半导体管放大器电路專門建立一种理論。所謂主要差別通常是指半导体三極管需要消耗信号电源功率，并且具有显著的內回授效应。但是，就以电子管来論，当它按照栅極接地电路連接时、当工作于有栅流状态时以及超高频的情况下，它也需要消耗信号电源的功率。至于內回授效应，当电子管工作于足够高的頻率时，这种效应的影响同样是很大的。所不同的仅在于：在半导体三極管中，在所有頻率（直到最低頻率）上，都有內回授效应。現代面接触型半导体三極管的內回授效应很弱，以至于在許多情况下可以忽略不計。

在許多文献中也常常遇到这样的說法，即：半导体三極管与电子管不同，前者不是由电压控制、而是由电流控制。这个說法的根据如下：电子管的特性曲綫是以栅極与陰極間的电压当作自变数，因而在电子管等效电路中，非独立电源的电压或电流是与此电压成正比；半导体三極管的特性曲綫是以基極电流当作自变数，因而在半导体三極管等效电路中，非独立电源的电压或电流是与此电流成正比。

显然，具有無穷大輸入阻抗的放大器只能想像是由电压控制的，因为这种放大器的輸入电流等于零。这种情况实际就是电子管按照陰極接地电路連接并工作于低频無栅流状态时的情况，这也就是电子管特性曲綫所以要选用电压作自变数的理由。輸入阻抗为零的虛構放大器似乎只能想像是由电流控制的，因为它的輸入电压等于零。

有一种介乎中間的情形，半导体管放大器就是屬於这种情形，当其輸入电流和輸入电压是單值函数关系（在工作範圍）时，选取电流或电压作为自变数都是可以的。

在这种情况下，自变数有时是从照顧便于計算由于輸入电阻的非綫性所引起的非綫性失真这一角度出發而进行选取的。假如信号

电源的内阻抗比輸入电阻小許多倍，那末輸入电压是不失真的，而輸入电流則有非綫性失真。此时，以采用电压当作自變数为最方便。当信号电源内阻抗比輸入电阻大許多倍时，輸入电压將产生失真，而輸入电流不产生失真，因而此时以采用电流作为自變数比較方便。当这两个电阻彼此相差不大时，輸入电流和輸入电压同时都会产生失真，因而上述关于选取自變数的考虑依据就变得不重要了。应当指出：所有以上这些結論对于有栅流状态下工作的电子管也完全是正确的。

#### (4)

現在我們來比較一下电子管放大器理論与半导体管放大器理論兩者的主要方面。即：放大器各基本指标的定义；利用放大器元件各种特性曲綫簇进行的一些圖解計算（确定直流工作状态、非綫性失真、效率和其他一些指标）；等效电路的組成与运用（計算放大系数、頻率特性、瞬态特性）；放大器电路稳定性的分析。

#### (5)

任何类型的放大器，其外部指标和特性都不外乎是在接有信号电源和負載的工作情况下規定的。同时，信号电源和放大器的輸出端各相当于一个等效电源；放大器的輸入端和負載各相当于一个阻抗或导納。

在这方面，电子管放大器理論与半导体管放大器理論的分歧不是原則性的，并且此种分歧也容易消除。对于工作于有栅流状态的电子管放大器和超高频电子管放大器，人們引用了功率放大系数这一概念；与此相类似，由于半导体三極管放大器輸入端要消耗功率，所以对这种放大器也引用了功率放大系数的概念。由于半导体三極管放大器有輸入电流，所以对这种放大器又引用了电流放大系数的概念。这个指标对共栅極电子管放大器也宜于引用，因为这种放大器的輸入电流也相当大。

有时，人們把半导体三極管放大器的电压放大系数規定为輸出电压对信号电源电动势之比，而不像在电子管放大器理論中是把电

压放大系数規定为輸出电压对輸入电压之比。这样的定义注意到了信号电源内阻抗对具有回授的放大器的工作情况所起的重大影响，因为在給定的信号电源情况下，这种放大器的輸入电压决定于回授作用。在电子管放大器理論中，輸入电压通常認為是給定的。因此，回授的影响就被忽略掉。这样一来，在計算放大器的輸出阻抗时就会产生誤差。

## (6)

这两种理論中的各种圖解法有很大区别，这是由于电子管特性曲綫簇和半导体三極管特性曲綫簇是繪在坐标軸所代表的参数恰相对調的兩座标系統上。此外，电子管特性曲綫簇是在管子按照陰極接地电路連接情況下測繪的，而半导体三極管特性曲綫簇是在管子按照共基極电路（相当于电子管的柵極接地电路）連接时測繪的。

我們要特別指出：如果把按照柵極接地电路連接的普通电子三極管的特性曲綫繪在半导体三極管所采用的座标系中，那末特性曲綫就具有同半导体三極管特性曲綫一样的形狀。

可以把面接触型半导体三極管在其接成共發射極电路情形下的特性曲綫繪在电子管所采用的座标系中（圖2）。圖2a所示分別为集電極电流  $I_K$  以及基極电流  $I_B$  兩者对基極和發射極間电压  $U_{\text{ба}}$  的关系曲綫。这些曲綫是B.Я.苏恰金所測繪的，它們分別类似于电子管陽極电流和柵極电流对柵压的关系曲綫。所不同的是：这些曲綫是在座标系的第一象限，并且当基極电流不存在时集電極电流也將不存在。

圖26所示是当基極和發射極之間的电压作参变数时，集電極电流对集電極和發射極之間的电压的关系曲綫。这些曲綫类似于电子管的陽極电流对陽極与陰極間电压的关系曲綫，并且与五極管的这类关系曲綫形狀上大体相同。有了这几种特性曲綫就可以采取适用于电子管放大器的一些方法进行各种圖解計算。唯一不同的地方就是：必須补充繪出輸入电流（基極电流）的动态特性曲綫。这根特性曲綫是繪在所述的靜态特性曲綫簇上，即当以集電極和發射極間

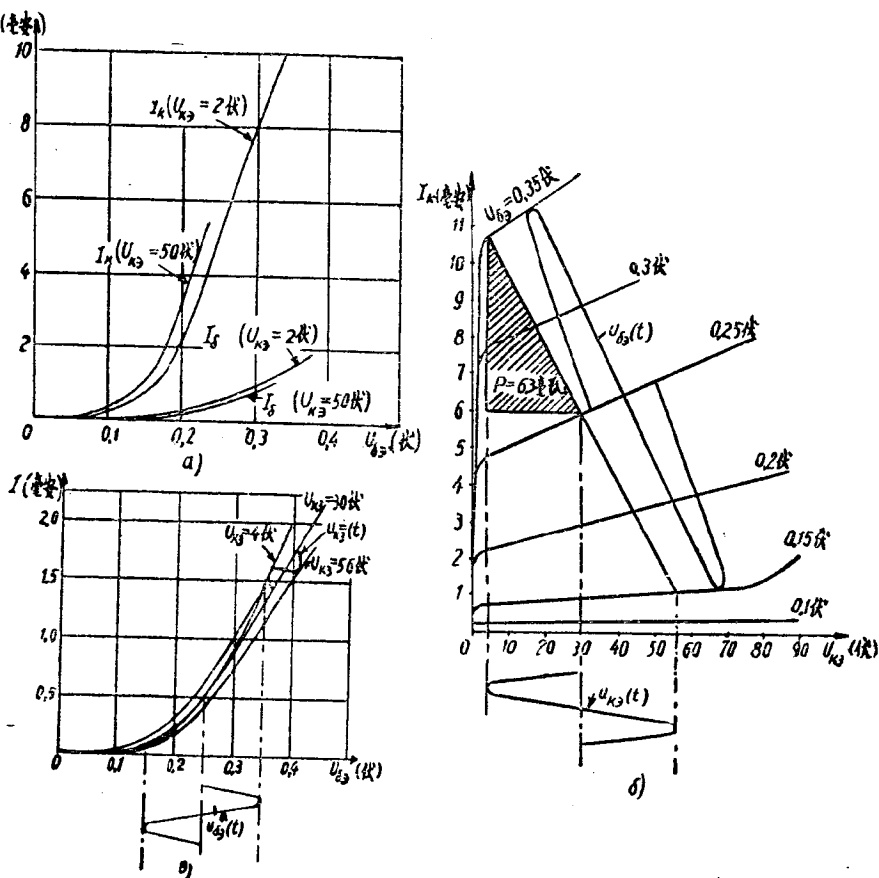


圖 2

的电压为参变数时，基极电流对基极和发射极间电压的关系曲线簇上。有了给定的输入电压，并从圖 26 的曲线上找出集电极和发射极中间的电压  $U_{K3}$  值，则不难绘出基极电流的动态特性曲线，如图 2a 所示。此动态特性曲线的斜率决定放大器的输入电阻数值。在绝大多数情况下，输入电流的动态特性曲线与静态特性曲线差别不大，且只有很不明显的一点非线性（在工作范围内）。