

发射电子管电报工作状态的 理论与计算

苏联 Б. С. 阿格福諾夫著

戴詩正譯

005000

人民邮电出版社

73.61
235
2

發射电子管电报工作状态的 理論与計算

苏联 B. C. 阿格福諾夫著

戴 詩 正 譯
刘 錦 德 校

人民邮电出版社

Б. С. АГАФОНОВ
ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ
РАДИОТЕЛЕГРАФНЫХ РЕЖИМОВ
ГЕНЕРАТОРНЫХ ЛАМП
СОВЕТСКОЕ РАДИО
МОСКВА 1954

內 容 提 要

本書首先介紹了發射电子管陰極、屏極、柵極等的構造特性及其參量，進而介紹三極管、集射四極管、五極管等的電報工作狀態的計算方法。計算時以近似的經驗公式為主，極其簡單易于掌握，舉了大量計算實例，每個實例又附有實驗數據及用圖解分析所得結果進行比較，最大誤差在3-5%。

本書不僅講述了發射管電報工作狀態的計算，對末級電路也作了很詳細的分析。書中基本上沒有用高深數學，一切計算均以簡單的代數為主。

書末附有蘇聯出品的重要發射管的特性曲線及參數等。

本書適合無線電工程師、技師及大學無線電系師生參考之用。

發射电子管電報工作狀態的理論與計算

著 者：（蘇聯）Б. С. 阿 格 福 諾 夫
譯 者：戴 詩 正
校 者：劉 錦 德
出版者：人 民 郵 電 出 版 社

北京東四六條13號

（北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號）

印刷者：北 京 市 印 刷 一 厂
發行者：新 華 書 店

開本850×1168 1/32	1958年12月北京第一版
印張17 10/32 頁數277	1958年12月北京第一次印刷
印刷字數480,000字	統一書號：15045·總344·第222
印數1—2,000冊	定價：(11)3.20元

序 言

蓬勃發展着的苏联电真空工業，每年都大量地生产着各式各样应用在各种無綫电設備中的电子管。社会主义經濟不断增長的需要，促使电真空工厂的工作人員不断地增加产量，改进制造工艺，改善和革新所产电子管的品种。在这巨大的創造性活动中，电子学專家和無綫电技术專家是一直紧密地团結在一起。从1918年开始在根据偉大的列宁的指示而成立的尼日格勒得無綫电实验室内，苏联科学院通訊院士 M. A. 邦奇-伯魯也維奇就領導了全俄罗斯無綫电和电真空技師，在封鎖和國內战争的条件下，制成了第一批国产（苏联产）的無綫电台的样机。

在將 A. C. 波波夫的天才發明付諸实现的过程中，實驗室曾得到当时在新尼日格勒得工作的 B. M. 莫洛托夫和 A. A. 日丹諾夫很大的帮助。1923年这實驗室制成了世界上功率最大的發射管；也就是在这里，B. M. 沃洛格金院士組織了最新式的整流設備的生产，并建立了它的計算理論。

此后，在 C. A. 維克辛斯基院士的领导下，組織了对所有各种类型的电子管的大規模生产。

建造大功率無綫电發射台的領導地位是属于苏联的，苏联也是强力水冷發射管的誕生地，功率最大的無綫电發射台是在苏联科学院通訊院士 A. Л. 閔次的领导下所建成的。

与此同时，科学思想也有了發展。在莫斯科高等技术学校中 M. B. 許列依金院士开出了工程無綫电技术的普通課程，課程中的許多章节后来都被他的学生很成功地發展成独立的現代的無綫电学科。

A. И. 別尔克院士首先开出了無綫电發送設備的工程課程，在課程中闡明了电子管振盪器各种运用状态的最新工程計算方法。

党非常关心本国（苏联）無綫电技术和电子学的發展。在1930年以前这段时期中，在苏联已培养出大批苏維埃無綫电技术方面的領導干部，这样就保證了無綫电和电真空工業在以后年代里的巨大發展。

本書只研究結構上已經發生過很大質變的發射管。對於老式發射管書中將只作簡要的介紹，因為本書的目的專在建立新型發射管的無綫電報工作狀態的工程計算方法。

如果說，以前曾認為採用鎢絲陰極的三極管是典型的發射管，那末現在最常用的則是採用氧化物陰極或碳化塗鈹鎢絲陰極的（后者甚至用在五百瓩的強力三極管內）屏柵管（五極管或集射四極管）。採用鎢絲陰極的強力三極管為數已不多，而且它們絕大多數的特徵是沒有飽和狀態。飽和電流的概念在技術上已經過時了。

絕大多數的电子管具有扇形的屏—柵特性曲綫，因此對於這種电子管不能採用根據屏—柵特性曲綫必然平行的概念所建立的計算方法。

在電報工作狀態下，屏—柵管的主要計算參量將是扇形屏—柵特性曲綫的交變互導 S ，以及從屏極特性曲綫求出的邊界狀態綫的斜率 S_K 。對於具有扇形特性曲綫的三極管，斜率 S_K 就成為唯一的計算參量；對於少數具有平行的屏—柵特性曲綫的三極管，則放大係數 μ 是一輔助參量。由於參量減少，全部計算大為簡化，並且這樣算出來的數據與圖解分析法所得的數據只差 3—5%。

如果說，對於工作在飽和狀態下的老式电子管，額定屏極耗散功率 P_{aV} 是唯一起限制作用的數值，那末對於大多數現代的电子管來說，电子管最大容許輸入功率 $P_{0\text{прод}}$ 和最大容許屏流 $I_{a0\text{прод}}$ 是更能起評定作用的數值。特別是在計算超短波电子管的運用狀態時，就一定要採用這些數值。

电子管屏極電路內的功率（通常認為它等於电子管所產生的功率；在超短波時這兩個概念並不相同，因為部分功率被消耗在电子管本身結構中，而根本沒有進入屏極電路）往往是不能作為計算基礎的。

為了增加互導以及創造激活陰極工作安全的條件，所有現代的电子管都工作在密度很大空間電荷狀態下。因此飽和電流的概念已不適用了。

如果說，老式电子管的标准屏流截止角是 $80^\circ—90^\circ$ ；那末對於大

1113201

多数現代的电子管來說 $\theta = 50^\circ - 70^\circ$ ，同时 θ 小可作为超短波电子管的特征。

如果說，老式电子管在作無線電報工作时很少采用到过压状态，那末現在許多小功率和中等功率的超短波电子管就必須工作在这种状态下。

本書所敘述的理論問題都是研究了大量實驗材料（其中包括現代电子管的靜特性曲綫和动特性曲綫，以及它們标准运用状态的数据）而得的結果。

本書的特点是：对所敘述的計算方法都用許多能表达各种电子管特点的例子来加以严格地論証。計算的結果都与用圖解分析法研究电子管特性所得的結果进行比較，并且也与电真空工厂推荐的标准运用状态的数据进行比較。

書中也特別強調必須采用标准工作狀態的理由，因为只有在严格地遵守这种状态下，工厂才能保證电子管說明書上所註的使用期限。必須指出，电真空工業对使用者所提出的主要要求是：不超过最大容許值 (E_{aN} , P_{aN} , $I_{a0\text{прод}}$, $P_{0\text{прод}}$)。假如脱离了电子管正常工作的具体条件，即不能超出最大容許值的标准工作狀態的条件，那么对电子管振盪器工作狀態的任何理論研究都將是毫無意义的。

每一个使用發射管的無線電專家都必須遵守标准工作狀態，因为这样会促使国民經济方面获得重大的經济效果——由于延長电子管的使用期限而節約数百万盧布。

本書最后附有索引，从中找到書中述及的發射管的特性曲綫、參量以及运用状态的数据，因此本書在某种程度上也可以替代發射管手册。本書最后也附有書中所涉及的主要电气量的符号索引。

最后作者衷心感謝 A. M. 別尔克院士，因为他对这本供广大讀者——無線電工程师和技师所用的書，在內容的特色方面曾給予重要的指示。

作者也对 A. Г. 亞历山大洛夫、A. A. 索洛金以及 П. A. 康托敏所提的許多宝贵意見表示感謝，同时这些意見作者都已加以採納。 作者

目 录

序言

第一章 發射管陰極的特性	1
§ 1 發射管陰極的一般特征	1
§ 2 飽和狀態和空間電荷狀態的概念	1
§ 3 陰極電流概念的擴展	3
§ 4 陰極的參量	5
§ 5 陰極對屏流直流分量的動態效率	7
§ 6 各組電子管的陰極對屏流的動態效率	8
§ 7 陰極對陰極電流直流分量的動態效率	10
§ 8 電報工作狀態下的陰極峰值效率	11
§ 9 陰極峰值效率概念的擴展	11
§ 10 鎢絲陰極	12
§ 11 時常停止工作的強力管的燈絲電路狀況	15
§ 12 碳化塗鈹鎢絲陰極	15
§ 13 氧化物陰極	18
§ 14 氧化物陰極的特性	18
§ 15 旁熱式陰極的特性	20
§ 16 管底的結構	20
第二章 發射管的屏極	26
§ 1 屏極耗散功率	26
§ 2 製造屏極的材料	28
§ 3 自冷式發射管的屏極	29
§ 4 柵極的結構	30
§ 5 水冷式電子管	31
§ 6 強迫風冷式電子管	35
第三章 調制三極管和發射三極管的特性和參量	36
§ 1 二極管的特性和參量	36
§ 2 調制三極管的特性和參量	38

§ 3	具有低放大系数的發射三極管	41
§ 4	具有中等放大系数的發射三極管	44
§ 5	具有高放大系数的三極管	47
§ 6	發射三極管的計算參量	49
§ 7	边界狀態綫的斜率——三極管的主要計算參量	50
§ 8	电子管工作在空間電荷狀態下互導的增加	54
§ 9	等流特性曲綫	57
第四章	發射四極管和五極管的特性和參量	58
§ 1	四極管和五極管中屏極电路与柵極电路間的去耦	58
§ 2	各种陰極放射利用情況下四極管屏極特性曲綫的特点	60
§ 3	五極管的結構和电子流在各電極間的分配	62
§ 4	集射四極管結構上的特点	66
§ 5	边界狀態綫的概念在四極管和五極管中的扩展	71
§ 6	四極管和五極管屏-柵特性曲綫的扇形現象	75
§ 7	对电子管振盪器运用狀態进行工程計算时 选用正确互導值的必要性	75
§ 8	屏柵管參量 μ 及 R_t 的次要性	77
§ 9	各种屏柵压下的四極管和五極管的屏-柵特性曲綫	80
§ 10	各种 E_{g2} 及 E_{g3} 下的五極管屏極特性曲綫	80
§ 11	四極管的控制电压	83
第五章	他激电子管振盪器中所發生的物理过程	85
§ 1	他激电子管振盪器	85
§ 2	屏流脈冲的組成分量	90
§ 3	电子管振盪器工作情况的圖解分析	93
第六章	計算發射四極管和五極管的 電報工作狀態的方法	110
§ 1	电子管振盪器的計算	110
§ 2	电子管振盪器中的能量关系	111
§ 3	电子管振盪器各种工作狀態的概念对电子管的 电压和电流的利用情况	115
§ 4	各种屏压下和各种电子管屏流利用情況下 最佳負載电阻的变化	120

§ 5 必須充分利用电子管屏流的理由	121
§ 6 最佳屏压利用系数的計算式的推导	122
§ 7 激励电压振幅 U_{mg} 和栅偏电压 E_g 的計算式的推导	125
§ 8 給定有效功率时計算發射管电报工作状态的方法	128
§ 9 四極管和五極管在用平頂屏流脈冲工作时的計算公式	131
§ 10 屏極电路中交流功率概念的扩展	136
§ 11 并联饋电式电子管振盪器的电路	140
§ 12 电子管振盪器的等效电路	142
第七章 計算發射三極管电报工作状态的特点	144
§ 1 各种电子管屏極电路和控制栅極电路的計算方法	144
§ 2 發射三極管中屏流脈冲的形狀	145
§ 3 具有高放大系数的發射三極管的电报工作状态的計算	145
§ 4 發射三極管在用平頂屏流脈冲时的工作情况	151
§ 5 具有中等放大系数的三極管的电报工作状态的計算	154
§ 6 具有中等放大系数的三極管在用余弦形脈冲工作时 激励电压振幅的計算	174
§ 7 具有低放大系数的三極管在用余弦形屏流脈冲工作时 栅偏电压 E_g 和激励电压振幅 U_{mg} 的計算	180
§ 8 具有低放大系数的三極管在用平頂屏流脈冲工作时 激励电压振幅 U_{mg} 和栅偏电压 E_g 的計算	186
§ 9 用直綫性理論的公式計算發射管工作状态的准确性	193
§ 10 計算三極管、四極管和五極管的电报工作 状态的公式彙集	195
第八章 控制栅極电路的計算	196
§ 1 控制栅極电路中所發生的物理过程	196
§ 2 控制栅流的基波振幅和直流分量的計算	203
§ 3 控制栅極自生偏压的供給	204
§ 4 激励功率	207
§ 5 發射管的功率放大系数	209
§ 6 曲綫 $P_g = f(P)$ 的說明	212
§ 7 影响功率放大系数值的因素	213
§ 8 各种电子管的电流 I_{a0} 与 I_g 的关系	214

§ 9 各組电子管作為功率放大器時的評價	216
第九章 屏柵電路的計算	218
§ 1 屏柵流靜特性曲線 $i_{g_2} = f(e_g)$	218
§ 2 屏柵流脈沖的分解	219
§ 3 屏柵流脈沖的持續時間。電流 I_{g_2} 和功率 P_{g_2} 的計算	221
§ 4 欠壓狀態下與過壓狀態下的屏柵流	224
§ 5 各種电子管的電壓 E_a 與 E_{g_2} 和電流 I_{a_0} 與 I_{g_2} 間近似關係式	225
§ 6 供給屏柵極電壓的方法	226
§ 7 普通四極管內屏柵極二次放射的危險性	228
§ 8 發射屏柵管的總效率	231
§ 9 抑制柵極電路中的電流	232
§ 10 利用陰極電流產生柵偏壓的方法	234
§ 11 固定偏壓與自生偏壓的比較	236
§ 12 計算電流 I_{g_2} 、 I_g 和激勵電壓振幅 U_{mg} 的準確性	238
第十章 現代發射管的負載特性曲線	33
§ 1 負載特性曲線的概念	239
§ 2 超短波电子管的負載特性曲線	244
§ 3 負載特性曲線的計算	247
§ 4 电子管振盪器最佳工作狀態的概念的擴展	253
§ 5 具有低放大系數的三極管的負載特性曲線	257
第十一章 發射管的标准運用狀態	259
§ 1 發射管內可能受到的損壞	260
§ 2 幾個運用上的要求	261
§ 3 电子管的真空度	262
§ 4 标准運用狀態	262
§ 5 決定正確使用發射管的最大容許電氣量	265
§ 6 保證各柵極正常工作的最大容許電氣量	273
§ 7 決定額定屏極耗散功率值的因素	275
§ 8 只供電報用的电子管的額定屏極耗散功率 P_{aN} 與有效功率 P_N 間的關係	276
§ 9 各組电子管的功率 P_{aN} 與 P_N 間的關係	277

§ 10 用高于最大容許頻率工作时發射管降低屏压的必要性	279
§ 11 發射管各种标准状态的选择	283
第十二章 計算电子管振盪器电报工作状态的各种方法	293
§ 1 計算方法隨發射管結構改变的变化	293
§ 2 發射管电报工作状态的各种計算方法	296
§ 3 采用鎢絲陰極的強力管的电报工作状态的計算	298
§ 4 采用鎢絲陰極的屏柵管的計算	304
§ 5 根据已知的最大容許功率 $P_{0\text{прод}}$ 計算發射管电报工作状态的方法	309
§ 6 在低屏压下工作的發射管的电报工作状态的計算方法	312
§ 7 在最大容許溫度状态下工作的电子管的电报工作状态的校核計算	320
§ 8 根据最大容許陰極电流計算小功率电子管电报工作状态的方法	323
§ 9 利用陰極动态效率来决定电流 I_{a0}	328
§ 10 小功率电子管的最佳工作状态的約略計算	331
§ 11 电子管工作状态的換算圖	333
第十三章 过压状态的計算	340
§ 1 某些超短波电子管中过压状态的存在	340
§ 2 过压状态下三極管和五極管中所發生的过程	342
§ 3 过压状态下的屏流脉冲的計算系数	345
§ 4 过压状态的計算方法	348
第十四章 波段發射机輸出級电子管工作状态的計算	356
§ 1 屏回路与天綫回路的參量	357
§ 2 計算發射机电感耦合輸出級的主要公式	360
§ 3 計算波段發射机所需的一些关系式	362
§ 4 采用可变天綫耦合的复式輸出級的計算方式	365
§ 5 最佳工作状态选在波段的中間波長而屏回路与天綫回路間采用固定耦合的复式輸出級的計算	369
§ 6 采用固定天綫耦合的波段發射机輸出級的計算方式	373
§ 7 最佳工作状态选在波段中的最長波長上而屏回路与天綫回路采用固定耦合的复式輸出級的計算	375

§ 8 具有小負載電阻的电子管	381
第十五章 超短波發射管工作狀態的特点	383
§ 1 超短波發射管的工作狀態	383
§ 2 超短波电子管屏極電路中功率的減少	385
§ 3 發射管的溫度狀態。超短波电子管所固有的較坏溫度条件	387
§ 4 超短波电子管中降低屏壓的必要性	394
§ 5 在超短波波段中激勵功率的增加	399
§ 6 超短波發射管的輸入導納	402
§ 7 影响激勵功率值的因素	404
§ 8 超短波电子管中采用小截止角的必要性	406
§ 9 电子慣性所引起的輸入導納的增大	412
§ 10 能使超短波發射管的渡越角減小的因素	419
§ 11 超高频振盪器的效率	420
第十六章 推挽式五極管的工作特点	421
§ 1 推挽式五極管出現的原因	421
§ 2 推挽電路	423
§ 3 双五極管和双四極管	425
§ 4 几种双五極管和双四極管的特点	429
§ 5 計算推挽電路的電報工作狀態的方法	430
§ 6 變生电子管的屏極負載	443
第十七章 倍頻	450
§ 1 二次倍頻時發射管中所發生的过程	450
§ 2 电子管在二次倍頻狀態下工作時的能量关系	452
§ 3 在二次倍頻狀態下工作時电子管屏極的热負載	454
§ 4 二次倍頻器的電報工作狀態的計算方法	456
§ 5 二次倍頻狀態的缺點	458
§ 6 用超短波五極管作倍頻器	459
第十八章 柵極接地三極管的電路	472
§ 1 電路中所發生的物理过程	472
§ 2 電路中的能量关系	474
§ 3 電路的輸入導納	477

§ 4 屏極电路与柵極电路間的去耦.....	478
§ 5 柵極接地三極管的計算特点.....	479
第十九章 發射管及調制管的一覽表	486
§ 1 电子管的符号.....	486
§ 2 电子管按照尺寸和功率的分类.....	488
§ 3 电子管按照主要使用頻段的分类.....	489
發射管数据索引	538
主要电气量的符号	541

第一章 發射管陰極的特性

本章將研究發射管所採用的各種陰極，確立陰極對屏流直流分量 I_{a0} 的動態效率和陰極值峯電流 I_{mK} 的效率的定義。此外再指出絕大多數的現代發射管是工作在空間電荷狀態下，所以飽和電流的概念無論如何是不適用的。

§ 1. 發射管陰極的一般特征

在現代的發射管和調幅管中，採用着下列的陰極：

1. 鎢絲陰極。
2. 碳化鎢鈦鎢絲陰極。
3. 間熱式氧化物陰極（旁熱式陰極）。
4. 直熱式氧化物陰極。
5. 鋇陰極。

鎢絲陰極大多數是用在強力三極管中。

碳化鎢鈦鎢絲陰極是用在中等功率的電子管中。最近，這種形式的陰極已開始用於強力管中。碳化鎢鈦鎢絲陰極和氧化物陰極大多數是用在發射四極管和五極管中。因為現代的發射管大都是採用這兩種陰極，所以我們將對它們作較詳細的研究。

採用鋇陰極的小功率發射管和調幅管，目前已被直熱式氧化物陰極的電子管所代替。

§ 2. 飽和狀態和空間電荷狀態的概念

歷史上第一種發射管是三極管，它只有鎢絲的陰極。在選用額定的燈絲電壓時，它有着完全肯定的放射電流 I_e 。在三極管中，從陰極飛出的電子被分配在屏極與柵極上。這些電子形成了陰極電流，它等於屏流與柵流之和，即 $I_K = I_a + I_g$ 。

由於柵極電位與屏極電位的共同作用，在電子管內產生了控制電

壓 $E_{\text{yup}} = E_g + DE_a$ 。當這電壓較低時，陰極表面每秒鐘所放射出的電子數將大於從陰極附近飛向柵極的電子數。在這情況下，鎢絲陰極的放射並沒有被充分利用，因此陰極電流 I_k 小於放射電流 I_e 。 $I_k < I_e$ 的條件，就是我們所研究的所謂空間電荷狀態的一個特徵。此時，陰極附近出現了由於空間電荷作用而產生的負電位區。到柵極去的電子必須穿過這個負位壘，只有具有足夠初速的電子才能克服陰極附近空間電荷的斥拒作用。

必須指出，一切對採用鎢絲陰極的电子管的理論，都是從放射電流全部被利用的假設出發的，這時它滿足着條件 $I_k = I_e$ ，這條件就是所謂飽和狀態的特徵。在這情況下，放射電流全部被分配在柵極與屏極上。同時，陰極附近的負位壘是不存在的。

在動態下，發射管產生了屏流脈沖和柵流脈沖，現在分別用 I_m 和 I_{gm} 來表示。因此，也就出現了陰極電流脈沖

$$I_{mk} = I_{gm} + I_m.$$

這個脈沖不可能大於放射電流 I_e ，而在極限情況下即對飽和狀態，得到

$$I_e = I_{gm} + I_m = I_{mk}. \quad (1)$$

在研究採用鎢絲陰極的电子管的工作時，通常根據以下的假定出發，即正常使用發射三極管時必須大致上滿足下列關係式：

$$I_m \simeq 0.9 I_e, \quad (2)$$

$$I_{gm} \simeq 0.1 I_e. \quad (3)$$

在這情況下，陰極放射的利用是最適當的，因為實驗證明，在發射三極管的最佳工作狀態下，可以得到在關係式(2)範圍內的最大屏流，及在關係式(3)範圍內的最小柵流。

關係式(1)、(2)及(3)以前曾被認為是研究發射三極管的電報工作狀態的基礎。目前則只有對極少數採用鎢絲陰極的現代發射三極管，這些關係才是正確的。大多數採用鎢絲陰極的現代發射三極管都工作在放射電流利用得很不充分的狀態下，也即是具有空間電荷狀態。對於現代的強力三極管來說，必須將飽和狀態當作是不常見的現

象。採用鎢絲陰極的強力三極管的工作問題，將在第七章 § 3 中更詳細地研究，那時將提到某些型式電子管放射電流的利用程度。

用關係式 (1)、(2) 及 (3) 來敘述採用碳化塗鈹鎢絲陰極或氧化物陰極的三極管的電報工作狀態就更不合適了。採用碳化塗鈹鎢絲陰極的三極管雖然在理論上有着一個飽和電流，但是無論何時也不應當將屏流脈沖選得近於飽和電流。為了延長陰極的使用期限，工作時必須使陰極電流脈沖 I_{mk} 等於放射電流 I_e 的 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{1}{2}$ 。

具有氧化物敷層的陰極的特征是沒有明顯的飽和電流。因此對於採用氧化物陰極的電子管來說，飽和電流的概念在原理上就是不適用的。這種陰極對離子的撞擊極敏感，由於陰極附近有了電子雲可以減小離子撞擊陰極的強度，所以空間電荷狀態能起保護氧化物敷層的作用。

因此，絕大多數現代的發射管是工作在空間電荷狀態下，所以也就正如前面所說的，飽和狀態的概念是已經過時了。

§ 3. 陰極電流概念的擴展

在描述陰極電流時，我們可以用它的脈沖值 I_{mk} ，或者可以用它的直流分量 I_K 。但由於後一個的概念用得最多，因此通常所說的陰極電流就指它的直流分量，這個電流是屏流與各種柵流的直流分量之和。因此，對於三極管：

$$I_K = I_{a_0} + I_g, \quad (4)$$

式中 I_{a_0} 是屏流的直流分量，而 I_g 是柵流的直流分量；對於四極管：

$$I_K = I_{a_0} + I_{g_2} + I_g, \quad (5)$$

式中 I_{g_2} 是屏柵流的直流分量；對於五極管：

$$I_K = I_{a_0} + I_g + I_{g_2} + I_{g_3}, \quad (6)$$

式中 I_{g_3} 是抑制柵流的直流分量。

只有屏流是參與產生電子管的有效功率的。在發射管的最佳能量狀態下，它的柵流（在三極管中是 I_g ，在四極管和五極管中是 I_{g_2} 和

I_g) 必須尽可能地小。这个要求就等于要比值 $\frac{I_{a0}}{I_K}$ 尽可能接近于 1。

表 1 中列出了各种典型的电子管的 I_K 和它各个分量的数值以及从計算所得的比值 $\frac{I_{a0}}{I_K}$ 。

一些現代的發射管在电报工作状态下的数据

表 1

电子管名称	类 型	E_a , 伏	P , 瓦	I_{a0} , 毫安	I_g , 毫安	I_{g2} , 毫安	I_{g3} , 毫安	I_K , 毫安	I_{a0}/I_K
811	三極管	1500	115	125	35			160	0.78
ГY-39A	三極管	7500	10,000	2000	240			2240	0.894
ГKЭ-100	四極管	1500	120	100	4	16		120	0.834
Г-413	五極管	750	50	87	3.5	17	3	110.5	0.783
Г-411	集射五極管	400	30	100	2.5	5	0.5	103	0.926

从观察許多类型的电子管的类似状态，可以得出下列有关电流 I_K 与 I_{a0} 二者間关系的結論：

在中等功率的三極管中，通常有

$$I_{a0} \simeq (0.75-0.8) I_K. \quad (7)$$

大功率三極管的特点是有着較好的电流分配，并且有

$$I_{a0} \simeq (0.8-0.85) I_K. \quad (8)$$

在中等功率的普通四極管中

$$I_{a0} \simeq (0.8-0.85) I_K. \quad (9)$$

在小功率的和中等功率的普通五極管中

$$I_{a0} \simeq (0.75-0.8) I_K. \quad (10)$$

在集射四極管和五極管中

$$I_{a0} \simeq (0.85-0.95) I_K. \quad (11)$$

在用余弦形屏流脈冲或是稍許平坦一些的屏流脈冲工作时，对于大多数發射管关系式(7)–(11)是正确的。

与上述关系式不同的可以当作是例外。例如，对五極管 ГY-50 來說有着屏流 $I_{a0} \simeq 0.89 I_K$ ，即有着特別好的电流分配。而五極管 837