

通信用整流设备

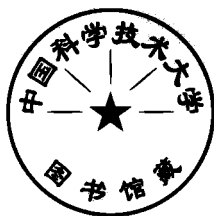
苏联 И. А. 卡扎林諾夫著

俞維揚 朱雄世譯

人民邮电出版社

通信用硒整流設備

苏联И. А. 卡扎林諾夫 著
俞維揚、朱雄世 譯



人民邮电出版社

И. А. КАЗАРИНОВ
СЕЛЕНОВЫЕ
ВЫПРЯМИТЕЛИ
ДЛЯ
ПРЕДПРИЯТИЙ СВЯЗИ
СВЯЗЬИЗДАТ 1951

內 容 提 要

在本書中介紹了自动化硒整流設備的設備情況與工作制度，敘述了這些設備的主要元件的計算及在電信企業中的應用方法。

本書適用於有線通信企業的工程技術人員。

通信用硒整流設備

著 者： 苏联 И. А. 卡 扎 林 諾 夫
譯 者： 俞 維 揚 宋 雄 世
出 版 者： 人 民 郵 電 出 版 社

北京東四區 6 號胡同 13 號

(北京市刊出登記證登許可證出字第〇四八號)

印 刷 者： 北 京 市 印 刷 廠
發 行 者： 新 華 書 店

開本 850×1168 1/32
印張 7 1/2 頁數 119
印刷字數 200,000 字
印數 1—1,100 冊

1958 年 4 月北京第一次
1958 年 4 月北京第一次印刷
統一書號：15045·總 735—布 138
定價：(10) 1.40 元

前 言

偉大衛國戰爭以後的年代里，蘇聯工業解決了有綫通信企業專用的電源設備的大量生產。因此，陳旧的電源設備已被新的電源設備所代替，新的設備是根據用現代的將交流轉換為直流的方法以及新的調整和穩定電流和電壓的方法等原則所製成的。這些方法的理論問題，在蘇聯科學技術文獻中已經充分而完全地解決了。

這本“通信用的硒整流設備”主要是供給在有綫通信企業中服務的工程技術人員用的。在本書中研究了有綫通信企業使用的硒整流設備的工作條件和特殊要求，並且也研究了這些設備的電路和結構。本書的開端介紹了交流電整流理論的簡要知識以及關於硒整流閥的特性和結構的資料。

在有綫通信企業的維護過程中，那些地方常常需要修理或配裝電源設備的某些元件，因此作者考慮有必要在書中介紹一些自動硒整流設備主要部件的工程計算方法和例子。

在書中敘述了有綫通信企業中與自動化硒整流設備共同運用的輔助電源設備，也說明了採用這種設備的供電電路圖。附錄內則載有各種主要數值的記號。

最後作者向責任編輯 О.Е. 高列金表示感謝，他的寶貴的指示已被採用于這本書中，並向 П.А. 柯科施金，評論家 В.Г. 柯馬爾和 И.И. 拉特加烏茲表示感謝，他們的指示使本書得以改善。

對於本書的一切意見請寄蘇聯郵電出版社(Москва центр, Чистопрудный бульвар, 2)

И. 卡扎林諾夫

目 录

前言

第一章 硒整流器在通信企业中的应用	1
1.1 各种整流器适用的范围	1
1.2 供电系统的要求	5
第二章 交流电整流的理论叙述	7
2.1 交流电整流的原理	7
基本的整流器	7
理想整流阀和实际整流阀的伏特安培特性	9
2.2 整流器的电路	10
电路的分类	10
整流相数和一次谐波频率	11
各种整流器电路应用的范围	12
2.3 在各种负荷下整流器的工作	13
电阻负荷	13
带有电感的负荷	16
在反电动势时整流器的工作	17
电压和电流值之间的关系	18
第三章 硒整流阀	20
3.1 物理特性和构造	20
3.2 硒整流阀的电气特性	23
3.3 工业程式整流阀的技术数据	25
第四章 硒整流器设备	28
4.1 在有綫通信企业中采用的硒整流器设备的工作	
制度和主要部件	28
工作制度	28
主要部件	30
4.2 整流电流和电压的调整	31
在整流电流侧的调整	31
在交流电流侧的调整	32
4.3 磁饱和式扼流圈	37
工作原理	37

飽和扼流圈繞卷的联接电路及鉄心的構造	39
飽和扼流圈特性曲綫和等效电路	46
飽和扼流圈作为磁放大器	49
4.4 用磁飽和扼流圈来自动控制	53
在硒整流設備中的穩定系統	53
电子管穩定器	55
电磁穩定器	60
4.5 电源变压器和平滑濾波器	69
电源变压器	69
等效杂音电压	70
整流电压的交流成分	71
平滑濾波器的电路和电气数据	73
4.6 硒整流設備自动裝置的元件	76
技术要求	76
工作制度選擇的自动化的方法	77
熔綫燒坏的信号	78
自动穩定损坏的信号	79
过負荷和短路保护	81
第五章 硒整流設備元件的計算	82
5.1 硒整流閥的整流器的計算	82
基本数据与电路的選擇	82
整流閥数目、尺寸、級別和类别的选定	83
变压器次級綫卷上的电压和电流	88
負荷特性的影响	89
整流器的發热和效率	90
硒整流閥計算举例	91
5.2 磁飽和扼流圈的結構計算	94
原始数据	94
無負荷运用	95
鉄心尺寸的決定	93
飽和扼流圈繞卷的計算	103

考虑负荷的电感在内的扼流圈计算	109
反馈饱和扼流圈的直流线卷的计算和调整特性的计算	111
5.3 饱和扼流圈电路中电流与电压关系和最佳磁感应的计算	115
饱和扼流圈的工作制度	115
负荷电阻不变时饱和扼流圈的工作	115
负荷端电压不变的条件下饱和扼流圈的工作情况	125
饱和扼流圈计算举例	126
5.4 电源变压器和平滑滤波器扼流圈的计算	131
电源变压器的计算	131
滤波扼流圈的计算	140

第六章 有线通信企业中所采用的硒整流

设备的工业类型	143
6.1 BCA 类型的充电用整流设备	143
名目	143
结构	144
6.2 通信企业用的 BCK 型整流设备	144
这类整流设备的特点	144
技术数据	146
电路	147
稳压器	151
控制、闭塞与自动切断系统	161
信号系统	165
BCK 型整流设备的构造	169
6.3 通信企业用的 BCC-51 型整流设备	170
特殊的优点	170
名号	171
交流电源的接入	172
整流电压和电流值的调整	172
一次整流的电路	173
稳压器	177
手动调整	180

保护、自动切斷和信号	182
結構	184
6.4 电报外綫及局内电路供电的整流設備	185
用途及名号	185
6.5 特种整流設備	187
BC3B-62/27 充电浮充整流設備	187
煤炭工業部的無接点、油入式充电用硒整流設備	189
BCAП-2 型充电用整流設備	191
第七章 应用硒整流設備的供电系統	192
7.1 有綫通信企業电源系統的自动化組合安裝制	192
概說	192
組合安裝制主要設備的配置	195
混合制中整流設備數量及型號的選擇	196
蓄電池型號的決定	198
設備的組成和用途	198
交流配電盤 ШПТ-2	200
自動轉換盤 ША-1	201
標準型的電池配電盤	203
控制反壓電池及尾電池組的接觸器盤	204
馬達發電機配電盤	205
充電——修理用整流設備 2BC3-13.5/200	206
總故障信號盤	208
綫路浮充用整流器架	208
電報局綫路及局內電池配電盤	210
7.2 自动化組合安裝制在有綫通信企業中的應用	211
長途電話干綫及音頻電報載波機綫室的電源設備	211
OV 型長途電話局的電源設備	215
區間中心局型的長途電話局及共電人工局的電源設備	217
十進位步進制自動電話局的電源設備	220
電報局的電源設備	223
附錄：本書所採用的各種主要數值的記号	228
參考書目	231

第一章 硒整流器在通信企業中的应用

1.1 各种整流器适用的范围

最近十年以来，我国在有綫通信事業發展方面所达到的显著技术进步，表現在广泛地采用音频电报、十进位步进制自动电话局、电缆和明綫干綫多路复用上。因此就产生了对有綫通信設備供电系統的各种要求。

以交流变为直流的旋轉換流机为主要內容的供电設備既不能滿足技术上的新要求，也不能滿足經濟上的新要求。改善供电系統电能效率、延長蓄電池的使用寿命以及供电系統功率的迅速增長都愈来愈需要广泛的使用連續补充充电制度。如果使用帶有整流子的旋轉換流机（它需要不間断的守护），因此从充放制改为連續补充充电制时，就要增加維護人員，这样就使得这种轉变在經濟上是不合算的。这一矛盾只有在供电系統全部自动化时才能消除，如果要保留旋轉換流机就会变得十分复杂。

因此，在近代化的供电系統中都采用靜止的換流設備，这种換流設備就是整流器。

在通信企業電力設備上所采用的靜止整流器，按照所采用的整流閥而分为二極管式，气体放电管式和半导体式。

在二極管整流器中利用二極整流管作为整流閥。二極整流管的內阻是很高的。因此在整流低压大电流时不采用二極整流管。在有綫通信設備中，二極整流管在某些程式的机械中用作独立的整流器。为了获得低压整流电流，在有綫通信設備中采用气体放电管式的整流器。这些整流器又根据所采用的整流閥而分为充气管式和水銀整流管式两种。

各种气体放电管式整流閥的显著优点在于其內部电压降与陽極

电流無關。甚至当电流有显著的变动时其内部的电压降实际上是稳定不变的。并且对于每一种整流閥來說是一个十分固定的数值（从 10 到 30 伏）。因此，整流的电压愈高，气体放电管式整流器的效率就愈高。其中充气整流器的效率最低而水銀整流器的效率最高。

在滿負荷下水銀整流器的效率与整流电压值之間的关系用实綫表示于圖 1·1 中。从这个曲綫可以看出当整流的电压約为 50 伏时水銀整流器的效率已經开始低于 0.5，而当整流电压再降低时則更加显著降低。充气整流器的效率比水銀整流器的更低。由此可以得出結論，采用气体放电管式整流器只有在整流电压值比較高时始为有利。在圖 1·1 中以虛綫表示用充气管作为整流閥的整流器的效率曲綫。

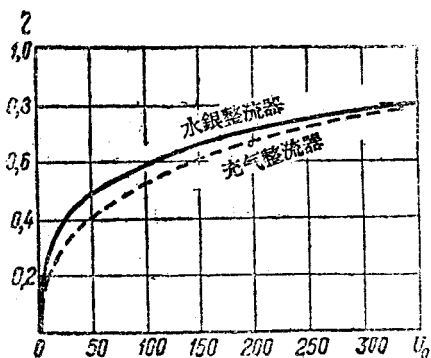


圖 1·1 充气整流器和水銀整流器的效率与电压的关系的曲綫

半导体整流器的效率只有在整流电压很低时（低于 7 伏）才与整流电压值有关。靜止的整流器的效率，特别是半导体整流器的效率不决定于功率，因而当負荷不足时，它們的效率甚至于高过于全負荷时的效率。

圖 1·2 中的实綫表示最大功率为 9 瓩的 БСК 1-36/250 型自动稳压半导体(硒)

整流设备的效率与負荷关系的曲綫。这种整流设备的說明詳見后述（第六章）。

各种半导体整流器共同的主要缺点是其內阻比較高，因此，即使其中最新型的整流器——硒整流器的效率也不能超过 0.8。

讓我們來比較靜止整流器和通信企業中获得大量应用的旋轉整流机——馬达發電机的性能。

由圖 1·2 的曲綫对照可知，在滿負荷时功率为 9 瓩的馬达發電

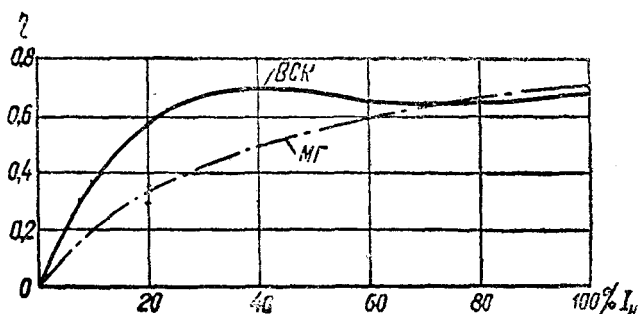


圖 1·2 BCK1-36/250 型硒整流器和与同等功率的 馬达發电机的效率曲线

机的效率較同等功率的自动硒整流設備为高。但是当負荷不足时 [这是在通信企業中（例如在自动電話局中）常常遇到的]，这同样功率的馬达發电机的效率就显著地低于硒整流設備的效率。

馬达發电机的功率愈小，則硒整流設備的效率与同等功率的馬达發电机的效率的比值就愈高。但此时必須指出圖 1·2 曲线所表示的整流設備的效率是考虑了在其电路中的保安設備，开关及濾波器等部件的损失在内的，而这时馬达發电机的效率曲线却没有計算这些损失在内。如果考虑这些损失，那就很清楚，当电动發电机的功率在 9—10 瓩以下时自动硒整流設備的效率与同等功率的馬达發电机在滿負荷时約为相等，而当負荷不足时就显著地超过它。馬达發电机的功率超过 10 瓩而在 100% 負荷时，在馬达發电机方面具有效率略为高些的优点。我們要提醒一下，硒整流設備和馬达發电机的效率都和直流电压无关。

如果將硒整流設備和馬达發电机的效率同水銀整流器相比較，那末对照一下圖 1·1 和 1·2 曲线的数据可以得出結論，当整流电压在 150—170 伏以內时，优点是在硒整流設備与馬达發电机这方面，在更高的整流电压时——則在水銀整流器这一方面。当每套整流設備的功率超过 9—10 瓩在比較硒整流設備与水銀整流器时，上述的界限保持不变，而当比較馬达發电机与水銀整流器时則移向更高的电压范围。如果以充气整流器代替水銀整流器来作比較，那末这

个界限將在 180—200 伏的範圍內。

綜合以上的結論，可以得到适宜使用这一种或另一种整流器的从根据以整流电流侧功率和电压获得最高效率的观点来拟定的近似範圍。这个範圍在圖 1·3 中是以实綫来互相划分的。

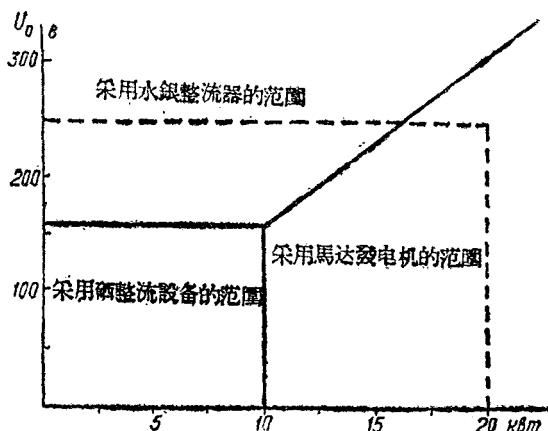


圖 1·3 各种換流設備的范围

但是选定这一种或另一种換流設備适当与否不应完全决定于效率。还必须考虑到其他因素：設備的价值，維護和修理費用等等。維護的自动化大大地扩大了硒整流設備的使用範圍。考虑到这个情况，而且它可以不要帶控制極的水銀灯泡，就使得自动化硒整流設備的使用範圍变广了。这个範圍包括在圖 1·3 的座标軸与虛綫之內，它在电压为 250 伏以下时包括了 20 瓩以內的功率，因而能够包括有綫通信企業中絕大部分电源設備的要求。因为超过 250 伏的电压在这些設備中是不采用的，那末很自然，一般來說，标准的供电設備中就都不采用水銀整流器了，而在重新設計的电源設備中，馬达發电机也要从每組設備的功率为 18—20 瓩时才开始采用。由此显然可見，通信企業の电源設備，主要应当配备自动稳压的硒整流設備。

1.2 供电系統的要求

在設計有綫通信的局內設備時，其所在的地点应力求選擇在有公共市電或工業用的市電所在的地区。由已建成的電網來供電可以大大簡化通信企業電源設備的裝備和維護。如果由于地方条件的限制，有綫通信企業仍然必須建設在沒有市電的地区，那么应为它裝置專用的电站。这类电站的持續工作時間通常限于每晝夜 8 小时。这种限制除了能延長機器的使用寿命以外尚能使电站維護費用減到最少。在个别情況下，当証明是經濟合算時，也允許延長电站的工作時間。

由市電獲得電能的電源設備分为二類。其中由可靠電源保證供電的設備属于第一類。这里，由蘇聯國營的、区的或大工業區供电系統來保證供電的設備属于这一類。这类供电系統一般都具有好几千瓩的功率。在个别情況下，属于这一類的電源設備也可以是由功率較小的，但必需是可靠的，由重要電力用戶的工作特点所規定的供电系統來供電。这类企業应能晝夜不停地而且在全年中所有的時間都獲得供電。

属于第二類的是由不規則的供电的設備。这类里包括由公用的或工業用的功率不大的地方電力站或鐵路小电站供电的有綫通信企業的電源設備。在这类情況下的電能可能供电中斷，或仅能在一晝夜的一部分時間內獲得供電。

当選擇合理的電信供电系統時，必須根据这些電源設備供电可靠性的条件來決定。应当考虑到蘇聯电气化每年的高速發展正在不斷減少着第二類供电設備的數目，这类設備正在轉變成为以可靠的晝夜供电所保證的設備。

对于近代化的有綫通信企業電源系統的要求如下：

1. 供电系統必須是可靠的。这个要求只可能由用优等質量的設備和最大限度的簡化配电电路來實現。为此，應該將所有的不是顯得絕對必要的开关配电零件从电路中去掉，并且分出那些在經常的

維護使用情況下不常用的部件。這些部件為：例如在連續補充充電制的電源設備中電池由充電轉換到放電的開刀等；基本配電電路的簡化可以使供電系統自動化變得易於實現，並且也促使总的可靠性的提高。此外，去除了配電電路中多余設備還可以在基本電路切換時消除“跳動”(“толчок”)和電源中斷的現象。從供電系統中除去轉動機械——電機(特別是帶整流子的)或者機械傳動的調整器也能提高供電系統的可靠性。

2. 供電系統應該在維護使用和建造方面是經濟的。因此，其換流設備的總效率應該不低於以前採用的換流設備，而蓄電池組的工作制度則照例應採用連續補充充電制，因為這種制度在消耗電能方面要比充放制要經濟 0.5 倍。在安排這種供電系統所包括的各種設備時，應當有可能比現有設備節省房屋面積，並且應當有可能蓄電池組的容量減少，因為這是供電系統中最龐大和最貴重的設備。

3. 供電系統中的設備應當適用於三相交流的标准电压(380 或 220 伏)。由一種标准电压改接為另一種电压應該很簡單，以避免錯誤和設備的損壞。

4. 供電系統應當最大限度地自動化，但是自動裝置的設備和電路應該簡單，以便不致成為整個供電站工作可靠性降低的原因。自動化應當保證有可能使供電系統不需要監視而能正常運行，這就可以大大地降低維護人員的費用，因而也就能大大地降低建築和維修維護人員所用房屋住所等方面的費用。在連續補充充電制時，換流設備輸出端的电压應該自動保持穩定，其準確度應不低於 $\pm 2\%$ 。蓄電池的充電和由連續補充充電制轉換為充電制，以及換回到連續補充充電制時同樣也應該可以自動化。供電系統應該裝備有必要的可見及可聞的選定信號，以便迅速地消除障礙。

5. 採用的設備應該最大限度地標準化。供電系統用的設備無論從電路上或是功率上來說，型類的數目都應該減到最少。此外，同一種标准設備應按照最廣泛使用的标准部件來構成之，而部件則又應採用最常用的标准零件來構成。設備型類的種數增多只可能引致

質量降低和維護变得复杂，并且使培养维护人員更费时、设备本身的成本更加昂贵。

新的供电系統迅速付諸应用的可能性及其可靠性，决定于对于各种通信方式及工作制度下的最少型类的标准设备的正确选定。

6. 供电系統应保証在随着本通信企業范围的扩大而增加供电功率时，有可能不必更換主要设备，只需增加标准设备組即可。

这就表明，供电系統应该按照組合的原则来建造，此时所需要的輸出功率相当于设备各單元或組件的功率之和。但这时不应该要求再采用組件之間相互連接用的任何特殊设备(例如，配电盤等)。按照組合安裝原則建成的供电系統有可能使安裝工作随着企業的扩建而有循序地来組織进行，并且可以允許由这种电源系統供电的正在使用的企業的扩建而不需大規模的更換设备。

应当指出，对于电源设备來說以前这样的要求沒有提出来过，而且在1947年以前所使用的这类设备中包括帶硒整流器的进口设备在內沒有一套设备能够滿足这些要求。

1946—1948年苏联在世界上首先拟制了具有前面所列举各种要求的通信企業电源设备。这类设备順利地在邮电部的工厂中开始生产。現在，它已在大部分通信企業中已經有了巩固的地位了。

第二章 交流电整流的理論叙述

2.1 交流电整流的原理

基本的整流器

交流电的整流是利用与負荷串联接在交流电路中的电气閥来完成的。当整流閥的电导最大时，这时电压和电流的方向就叫做正向，而当它的电导最小时，电流和电压的方向則称为反向。整流系数等于整流閥正向电导和反向电导之比，整流系数愈大則整流閥的

等級愈高。理想的整流閥应当具有趋于無穷大的正向电导和接近于

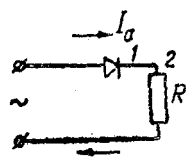


圖 2.1 整流器的基本电路圖

零的反向电导。研究繪于圖 2.1 中整流的基本电路，假定整流閥 1 具有理想整流閥的特性，即它的整流系数接近于無穷大，而負荷 2 是純电阻的。并且假定接到电路中的交流电压是正弦波的。在圖 2.2a 中此交流电压繪成曲綫 e ，因为按照上述条件，和負荷串联接入电路的整

流閥在正向时并不具有电阻，因此显然在一个半週的时间中，交流电源的电压完全加到負荷上并使負荷中产生电流，电流的曲綫繪于圖 2.26 中。此电流的瞬时值为

$$i_0 = \frac{u_0}{R},$$

其中 u_0 ——在負荷上的电压瞬时值 (圖 2.26)。在此半週的时间內电流 i_0 也按正弦波变化。

在第二个半週的时间內，接入到上述电路的交流电压的極性变成相反的，这时整流閥的电阻接近于無穷大，因而所有的电压 e 都在整流閥中降落。因此在电路中將沒有电流。为了要承受所謂整流器反向电压的电压，整流閥应当在电气上有足够的强度。

如果没有反向电流，即在理想整流閥的情况下，反向电压的振幅用下式表示：

$$E_m = E_{\phi} \sqrt{2},$$

其中 E_{ϕ} ——相电压的有效值。

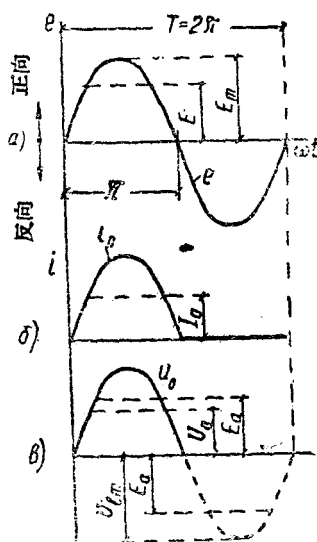


圖 2.2 理想整流閥电路中的电压和电流

理想整流閥和实际整流閥的伏特安培特性

理想整流閥的伏特安培特性示于圖 2·3a 中。实际整流閥和理想整流閥的不同点，是在正向时它具有某种有限的少量电阻，而反向时电阻也不是無穷大的，因而在反向电压的半週時間內总会产生較小的反向电流。在圖 2·3b 中繪出实际整流閥大概的伏特安培特性。

因此在实际整流閥中不可避免地会有功率的損耗。此功率变为热而使整流閥發热。因之通过整流閥的陰極 电流 I_a 不应当超过該型整流閥發热条件所允許的数值。

在正向和反向时整流閥的内阻是不相同的，并且是随着整流閥的型式而变的。例如，二極整流管正向内电阻是很高的，然而同时反向电流却極小；在閘流管，充气二極管和水銀整流閥中，正向电阻随电流的增大而下降，使得电流在一个很大範圍內变动时正向内电压降数值实际上保持不变动。通过这些整流閥的反向电流也是很小的。在半导体整流閥中，正向电阻也是随着电流的变动而变化的，但其中正向电压降还是在很大程度上随电流值而变化。

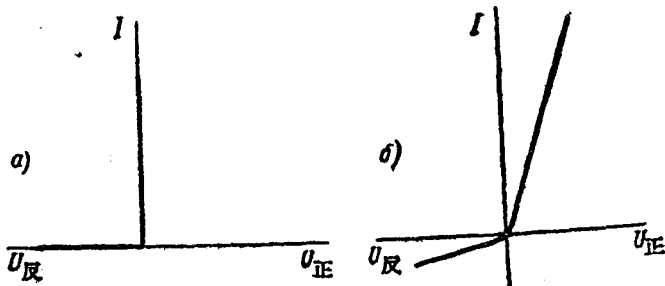


圖 2·3 理想和实际整流閥的伏特安培特性曲綫

半导体整流閥的反向电流很大，达到正向电流的 4—5%。但是在各种整流电路中，所有基本的公式和电压和电流之間的关系，一般都是在假定整流閥的特性是理想的基础上导出的。并且也假定