



可控硅 在铁路信号中的应用

(修订本)

张德全 编



人 民 铁 道 出 版 社

可控硅 在铁路信号中的应用

(修订本)

张德全 编

人 民 铁 道 出 版 社

1979年·北京

内 容 简 介

本书简单介绍晶体二极管、稳压管、三极管、可控硅和单结晶体管元件结构、工作原理和性能；为便于使用，书中列出了各元件的技术参数。着重介绍可控硅、单结晶体管应用实例，主要是介绍铁路电务部门，技术革新推广使用可控硅的一些电路，另外也选摘了一些国外较好的电路。书中增添了近二年来国内、外在铁路信号设备上运用的一些电路共有50多个，可供实际工作中参考。

本书可供铁路信号技术人员参考。

可控硅在铁路信号中的应用

(修订本)

张德全 编

人民铁道出版社出版

责任编辑 陈广存

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：9.375 字数：197 千

1975年1月 第1版 1979年9月 第2版

1979年9月 第2次印刷

印数：4701—13,300 册

统一书号：15043·4055 定价：0.75 元

前 言

可控硅在铁路信号中的应用一书，1975年出版以来，得到了广大读者的热情支持，特别是许多单位和读者来信来访提出了不少宝贵意见。另外随着我国电子工业迅速发展，铁路信号设备越来越多地采用了电子新技术，并收到了良好的效果。为适应这一新的形势，我们对可控硅在铁路信号中的应用一书进行了修订和充实。书中增添了近二年来国内外在铁路信号设备上运用的一些新成果，计有电路50多个。由于水平不高，业务知识有限，国内外技术情报收集了解不多，所以修改补充工作一定还会有缺点和错误，希望广大铁路电务职工和读者给予批评指正。

目 录

第一章 二极管、稳压管和晶体三极管	1
第一节 二极管	1
一、二极管的单向导电现象	1
二、二极管的伏安特性	2
三、国产半导体器件型号命名方法和常用 二极管参数表	2
四、用万用表识别二极管的电极	18
五、小功率二极管使用注意事项	18
第二节 稳压管	19
一、稳压管的特性	20
二、稳压管的基本参数	21
三、稳压管在电路中的削波作用	22
四、稳压电阻的选用	23
五、稳压管使用注意事项	24
六、常用硅半导体稳压二极管主要技术参数	25
第三节 晶体三极管	32
一、晶体三极管的结构和作用	32
二、电流在晶体管里是怎样流动的	33
三、三极管的反向截止电流 I_{CE0}	35
四、三极管的特性曲线	35
五、三极管的主要参数和使用注意事项	37
六、用万用表识别三极管型号、电极	40
七、常用三极管主要技术参数表	44
第二章 可控硅	57

一、可控硅是怎样工作的.....	57
二、可控硅的工作原理.....	59
三、可控硅的基本伏安特性.....	61
四、可控硅触发及相位控制.....	62
五、可控硅主要参数及规格.....	70
六、可控硅的关断方法.....	74
七、可控硅测量.....	78
八、可控硅元件的选择.....	81
九、可控硅的串联和并联.....	82
十、可控硅的过电流保护.....	87
十一、可控硅的过电压保护.....	88
十二、可控硅控制极防止误触发措施.....	95
十三、用万用表识别可控硅的三个电极.....	97
第三章 单晶体管	99
一、单晶体管的结构及其表示符号.....	99
二、单晶体管的工作原理	100
三、单晶体管的特性	101
四、单晶体管的参数	104
五、采用单晶体管的弛张振荡器	105
六、弛张振荡器的振荡周期 T	106
七、单晶体管型控制电路的设计基础	107
八、用万用表识别单晶体管的电极	123
第四章 可控硅在铁路信号电路中的应用	127
第一节 可控硅开关	127
一、直流静止开关	127
二、直流可控硅开关	128
三、交流静止开关解决交流计数电码 传输继电器接点烧损	129

四、交流无触点开关	132
五、接近开关	134
六、利用光控制的开关	135
七、温度控制开关	137
八、可控硅变速步进开关	138
九、可控硅延时开关	139
十、可控硅定时功率开关	140
第二节 利用可控硅作过电流和过电压的保护	141
一、负载过流保护装置	141
二、直流电路的短路故障保护电路	143
三、交流过电流检出器	144
四、交流电路中用可控硅吸收过电压装置	144
五、电子线路保护装置	145
六、变流器产生快速过载保护	147
七、功率晶体管的过压保护	147
第三节 逆变器	148
一、用一个可控硅输出正弦波	148
二、并联逆变器	150
三、串联逆变器	152
四、直流-交流变换器	153
五、GNB-3 型单相可控硅逆变器	154
第四节 多谐振荡器及计数器	163
一、单稳态多谐振荡器	163
二、零(静态)功率单稳态电路	165
三、两个可控硅的单稳态多谐振荡器	167
四、大功率单稳态多谐振荡器	168
五、大功率自激多谐振荡器	169
六、双边触发多谐振荡器	170

七、可控硅弛张振荡器	171
八、锯齿波发生器	172
九、二进位计数器	173
十、可控硅环行计数器	174
十一、高速环行计数电路	175
十二、可逆可控硅环行计数电路	177
十三、可控硅程序控制线路	179
第五节 可控硅在铁路信号中的应用	180
一、信号蓄电池充电机	181
二、可控硅自动充电器	182
三、可逆恒流恒压充电机	186
四、防止蓄电池过充电电路	189
五、极限电压控制电路	191
六、用可控硅解决FB型摆式发码器的接点 烧损	192
七、WD型可控硅双灯丝转换器	193
八、WD型可控硅双灯丝转换器断丝报警器	195
九、无交流地区信号电源接地自动报警器	199
十、交流220伏电源接地自动报警	203
十一、直流24伏电源接地自动报警	207
十二、熔断器熔断自动接通	209
十三、交流整流闪光电路	210
十四、光控大功率交流闪光器	212
十五、可控硅直流12~24伏/2.5安×2闪光电源	213
十六、可推动步进继电器的低功率定时器	215
十七、点焊机延时控制电路	217
十八、脉冲峰值指示器	217
十九、可控硅电冲发码器	220

二十、脉冲轨道电路发送器	221
二十一、高压电冲轨道电路发生器	222
二十二、极性脉冲接收器	227
二十三、相位、极性脉冲接收器	230
二十四、报警器	230
二十五、直流电压表量程自动转换电路	231
二十六、开关闭合时步进一次的电路	232
二十七、无接点颠倒继电器	233
二十八、简单读出器	236
二十九、交流停电表示电路	236
三十、不停电交流、直流点灯电路	237
三十一、非符合检测器	239
三十二、继电器接点颤动检测器	241
三十三、单相交流调压	242
三十四、可调整流电源	244
三十五、可控硅控制电动机转速	245
三十六、电动机激励电路	246
三十七、直流电机调速电路	248
三十八、直流稳压电源 (50V-10A -1%)	249
三十九、1千伏安交流调感式稳压电路	252
四十、可控硅交流稳压器	257
四十一、调光器电路	260
四十二、减少远距离连线数目的指示灯电路	262
四十三、可控硅和继电器构成的脉冲输出器	263
第五章 单晶体管的应用	264
一、JSBX型继电器	264
二、三分钟及以上的延迟电路	266
三、500千赫单晶体管振荡器	267

四、线性频率扫描振荡器	268
五、交替脉冲发生器	269
六、压控锯齿波及触发脉冲发生器	270
七、分频器	272
八、可控硅激励电感性负载的单结晶体 管自保电路	274
九、锯齿波电路	275
十、阶梯波电路	276
十一、矩形波发生器	276
十二、方波发生器	277
十三、交流延时电路	279
十四、单结晶体管时间程序控制器	280
十五、电缆接地自动报警器	282

第一章 二极管、稳压管 和晶体三极管

第一节 二 极 管

二极管分锗二极管及硅二极管，前者大多用在检波、调幅、限幅，后者一般用在整流、稳压等方面。二极管是电子设备中基本元件之一，用途很广。二极管的最主要特点是单向导电，无论是硅管还是锗管，内部都包含有一个 PN 结，这是它的基本结构。本节概述它的单向导电现象、特性及识别方法。

一、二极管的单向导电现象

二极管的主要特点就是单向导电。常用符号 $\rightarrow|$ 来表示，箭头所指方向就是它导电的方向，如图 1—1 所示。我们把二极管的一个极叫做正极或阳极，另一个极叫做负极或阴极。电流总是由正极流向负极。用水流和阀门来比喻二极管的单向导电作用如图 1—2 所示。

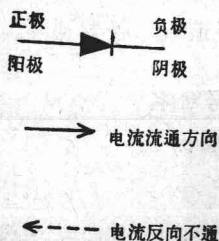


图 1—1 二极管的正负极电流通方向

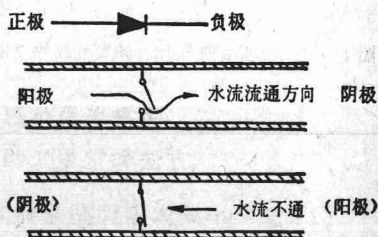


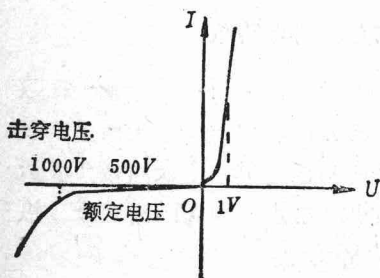
图 1—2 二极管用水管比喻图

二极管允许电流流通方向称为正向，二极管的正向也不是完全畅通地能够让电流流过的，就是说它的正向电阻并不是零，一般流过额定正向电流时大约有 1 伏左右的电压降落。同样，二极管的反向也不是绝对地阻挡电流流通，就是说它的反向电阻并不是无限大，一般加上反向额定电压时，可以有若干毫安或微安的漏电流流过。

二、二极管的伏安特性

二极管的单向导电性能如上述，但是正向究竟允许有多大电流通过，受什么限制，有多大电压降落，反向可以承受多大电压，有多少漏电流，为解决这些问题，可通过实验进行分析。

给二极管通以正向直流电，量出其正向管压降与正向电



流，如图 1—3 所示。可以看到，它的正向特性不是一条直线，而是在小电流时压降增加很小。

当加反向电压时，漏电流很小，反向电压增大到某一值时，（击穿电压），漏电流迅速增大，漏电流过大

图 1—3 二极管正向和反向特性曲线 时，将造成二极管损坏。

三、国产半导体器件型号命名方法和常用二极管参数表

1. 国产半导体器件型号命名

依据四机部 (74) 四器字 0142 号文精神，颁布“GB 249—74”号的规定，无线电电子设备所用半导体器件的型

号命名由五部分组成:

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分
				用汉语拼音字母表示规格号
			用阿拉伯数字表示序号	
		用汉语拼音字母表示器件的类型		
	用汉语拼音字母表示器件的材料和极性			
用阿拉伯数字表示器件的电极数目				

注: 场效应器件、半导体特殊器件、复合管、PIN型管, 激光器件的型号命名只有第三、四、五部分

第一部分 用阿拉伯数字表示器件电极数目 见表 1—1。

表 1—1

符 号	意 义
2	二 极 管
3	三 极 管

第二部分 用汉语拼音字母表示器件的材料和极性见表 1—2。

表 1—2

符 号	意 义
A	N型, 锗材料
B	P型, 锗材料
C	N型, 硅材料
D	P型, 硅材料
A	PNP型, 锗材料
B	NPN型, 锗材料
C	PNP型, 硅材料
D	NPN型, 硅材料
E	化合物材料

第三部分 用汉语拼音字母表示器件类别见表 1—3。

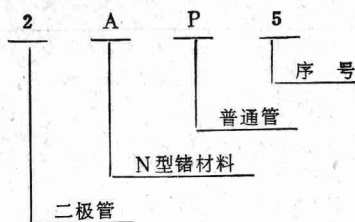
表 1—3

符 号	意 义
P	普通管
V	微波管
W	稳压管
C	参量管
Z	整流器
L	整流堆
S	隧道管
N	阻尼管
U	光电器件
K	开关管
X	低频小功率管 ($f_c < 3\text{MHz}$, $P_c < 1\text{W}$)
G	高频小功率管 ($f_c \geq 3\text{MHz}$, $P_c < 1\text{W}$)
D	低频大功率管 ($f_c < 3\text{MHz}$, $P_c \geq 1\text{W}$)
A	高频大功率管 ($f_c \geq 3\text{MHz}$, $P_c \geq 1\text{W}$)
T	可控整流器
Y	体效应器件
B	雪崩管
J	阶跃恢复管
CS	场效应器件
BT	半导体特殊器件
FH	复合管
PIN	PIN型管
JG	激光器件

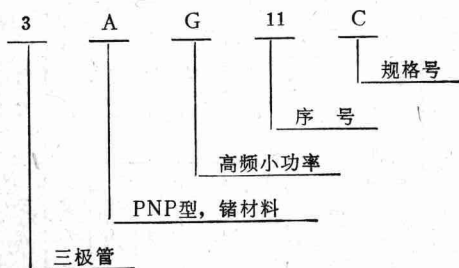
第四部分 用阿拉伯数字表示器件序号，以区别同一类型不同规格的管子。

第五部分 用汉语拼音字母表示规格号。

示例 (1) N型锗材料普通二极管2AP5



示例(2) 锗PNP型高频小功率三极管3AG11C



2. 普通锗二极管主要技术参数

2AP1~2AP7型锗二极管见表1—4

用途：在电子设备中作检波和小电流整流用。

表1—4

型号	最大整流电流 I_F (mA)	最高反向 工作电压(峰值) V_R (V)	反向击穿 电压 V_B (V)	正向电流 (mA)	反向电流 I_R (μ A)	最高工 作频 率 (MHz)	结电 容 C_j (pF)	外形图
2AP1	16	20	≥ 40	≥ 2.5	≤ 250	150	≤ 1	附录 部 E A-3型 (图1)
2AP2				≥ 1.0				
2AP3	25	30	≥ 45	≥ 7.5				
2AP4				≥ 5.0				
2AP5	16	50	≥ 75	≥ 2.5				
2AP6				≥ 1.0				
2AP7	12	100	≥ 150	≥ 5.0				
测试条件			反向电流 为 400μ A	正向电压 为1V	反向电压 分别为 10V、25V、 50V、75V、 100V			

2AP11~2AP17型锗二极管见表1—5

用途：在无线电电子设备中作检波和小电流整流用。

表 1—5

型 号	最大整流电 流 I_F (mA)	最高反向工作 电压 (峰值) V_R (V)	正向电流 (mA)	反向电流 I_R (μ A)	最高工作 频 率 (MHz)	结 电 容 C_j (pF)	外 形 图
2AP11	≤ 25	10	≥ 10	≤ 250	40	≤ 1	附录二 部 标 EA-2型 (图1)
2AP12	≤ 40		≥ 90				
2AP13	≤ 20		≥ 10				
2AP14	≤ 30	30	≥ 30				
2AP15	≤ 30		≥ 60				
2AP16	≤ 20		≥ 30				
2AP17	≤ 15	100	≥ 10				
测 试			正向电压 1 V	反 向 电 压 分 别 为 10V、10V、30V、 30V、30V、50V、 100V			
条 件							