

429751

5453
10867



可控硅 在铁路信号中的应用

北京铁路局电务器材厂 编

人 民 交 通 出 版 社

可控硅
在铁路信号中的应用
北京铁路局电务器材厂 编
人民交通出版社出版
(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
人民交通出版社印刷一厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 5.875 插页: 2 字数: 159千

1975年1月 第1版

1975年1月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4,700 册 定价(科二): 0.44元

(内部发行)

内 容 提 要

本书分五章，第1～3章为第一部分，简单介绍二极管、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。为了便于读者使用参考，列出了各元件的技术参数；第4～5章着重介绍可控硅、单结晶体管应用实例，主要是介绍铁路电务部门，技术革新运动中推广使用可控硅所取得的成果，另外也适当选摘了一些国外成熟的电路。

本书可供具有初中文化程度的铁路信号工人和工程技术人员自学和参考。

本书由张德全执笔。

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	9
五、小功率二极管使用注意事项	9
第二节 稳压管	10
一、稳压管的特性	10
二、稳压管的基本参数	11
三、稳压管在电路中的削波作用	12
四、稳压电阻的选用	13
五、稳压管使用注意事项	15
六、常用稳压管主要技术参数表	16
第三节 晶体三极管	17
一、晶体三极管的结构和作用	17
二、电流在晶体管里是怎样流动的	18
三、三极管的穿透电流 I_{CEO}	19
四、三极管的特性曲线	20
五、三极管的主要参数和使用注意事项	21
六、用万用表识别三极管型号、电极	22
七、常用三极管主要技术参数表	23
第二章 可控硅	47
一、可控硅是怎样工作的	48
二、可控硅的工作原理	49
三、可控硅的基本伏安特性	51

四、可控硅触发及相位控制	52
五、可控硅主要参数及规格	59
六、可控硅的关断方法	63
七、可控硅测量	66
八、可控硅元件的选择	68
九、用万用表识别可控硅的三个电极	69
第三章 单结晶体管	72
一、单结晶体管的结构及其表示符号	72
二、单结晶体管的工作原理	73
三、单结晶体管的特性	74
四、单结晶体管的参数	76
五、采用单结晶体管的弛张振荡器	78
六、弛张振荡器的振荡周期 T	78
七、单结晶体管型控制电路的设计基础	79
八、用万用表识别单晶体管的电极	90
第四章 可控硅在铁路信号电路中的应用	94
第一节 可控硅开关	94
一、直流静止开关	94
二、直流可控硅开关	95
三、交流静止开关解决交流计数电码传输继电器接点烧损	96
四、交流无触点开关	97
五、接近开关	99
六、利用光控制的开关	100
七、温度控制开关	101
第二节 过电流和过电压的保护	102
一、负载过流保护装置	102
二、直流电路的短路故障保护电路	103
三、交流过电流检出器	104
四、交流电路中用可控硅吸收过电压装置	104
五、电子线路保护装置	105

六、变流器产生快速过载保护	106
七、功率晶体管的过压保护	107
第三节 逆变器	108
一、用一个可控硅输出正弦波	108
二、并联逆变器	109
三、串联逆变器	111
四、直流——交流变换器	112
五、GNB-3型单相可控硅逆变器	113
第四节 多谐振荡器及计数器	120
一、单稳态多谐振荡器	120
二、两个可控硅的单稳态多谐振荡器	121
三、大功率单稳态多谐振荡器	123
四、大功率自激多谐振荡器	123
五、双边触发多谐振荡器	124
六、二进位计数器	125
七、可控硅环形计数器	126
第五节 可控硅在铁路信号中的应用	127
一、信号蓄电池充电机	128
二、防止蓄电池过充过放装置	129
三、用可控硅解决FB型摆式发码器的接点烧损	129
四、WD型可控硅双灯丝转换器	131
五、W1型可控硅双灯丝转换器断丝报警器	132
六、信号电源接地报警器	134
七、电源接地报警器	136
八、交流整流闪光电路	136
九、光控大功率交流闪光器	137
十、可控硅直流12—24V/2.5A×2闪光电源	139
十一、点焊机延时控制电路	141
十二、脉冲峰值指示器	142
十三、可控硅电冲发码器	144

十四、极性脉冲接收器	145
十五、报警器	147
十六、直流电压表量程自动转换电路	148
十七、无接点颠倒继电器	149
十八、简单读出器	151
十九、交流停电表示电路	152
二十、非符合检测器	153
二十一、继电器接点颤动检测器	154
二十二、单相交流调压	155
二十三、可调整流电源	158
二十四、电动机激励电路	159
二十五、直流稳压电源 (50V—10A—1%)	160
二十六、调光器电路	162
第五章 单结晶体管的应用	164
一、JSBX 型继电器	164
二、三分钟及以上的延迟电路	166
三、500千赫单结晶体管振荡器	167
四、交替脉冲发生器	167
五、压控锯齿波及触发脉冲发生器	169
六、可控硅激励电感性负载的单结晶体管自保电路	170
七、锯齿波电路	171
八、阶梯波电路	171
九、矩形波发生器	172
十、方波发生器	173
附录 SBE-5 型二踪示波器的使用方法	175

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。

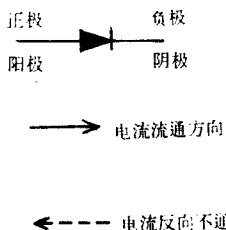


图 1—1 二极管的正负极电流流通方向

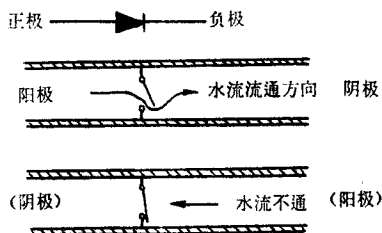


图 1—2 二极管用水管比喻图

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。

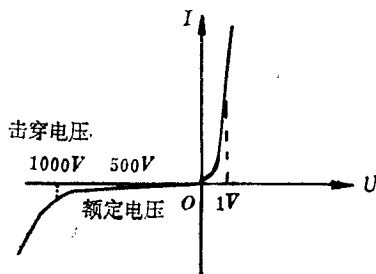


图 1—3 二极管正向和反向特性曲线

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方法

依据国家科学技术委员会六四年二月二十七日颁布的国家标准“GB249—64”号的规定，无线电电子设备所用半导体器件的型号命名由四个部分组成：

第一部分 用阿拉伯数字表示器件电极数目。例如：

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。例如：

A —— N型锗材料或PNP型，锗材料；

B —— P型锗材料或NPN型，锗材料；

C —— N型硅材料或PNP型，硅材料；

D —— P型硅材料或NPN型，硅材料。

第三部分 用汉语拼音字母表示器件的类型。例如：

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； U —— 光电管； K —— 开关管；

X —— 低频小功率管（截止频率 $<3\text{MHz}$ ，耗散功率 $<1\text{W}$ ）；

G —— 高频小功率管（截止频率 $\geq 3\text{MHz}$ ，耗散功率 $<1\text{W}$ ）；

D —— 低频大功率管（截止频率 $<3\text{MHz}$ ，耗散功率 $\geq 1\text{W}$ ）；

A —— 高频大功率管（截止频率 $\geq 3\text{MHz}$ ，耗散功率 $\geq 1\text{W}$ ）；

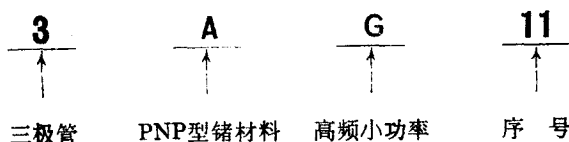
T —— 可控整流器。

第四部分 用阿拉伯数字表示序号，以区别同一类型不同规格的管子。

例（1）N型锗材料普通二极管2AP5；



例（2）锗PNP型高频小功率三极管3AG11；



2. 普通二极管主要技术参数 (续)

表 1—1

型 号	额定整流电流 mA	反 向 工 作 电 压		工 作 频 率	主 要 用 途
		(有效值)	(峰值)		
	V				
2AP1	≤16	-10		0~150MHz	整流, 检波
2AP2	≤16	-25			
2AP3	≤25	-25			
2AP4	≤16	-50			
2AP5	≤16	-75			
2AP6	≤12	-100			
2AP7	≤12	-100			
2AP9	≤5	-10		0~100MHz	检波
2AP10	≤5	-20			
2AP11	≤25	-10		0~40MHz	整流, 检波
2AP12	≤40	-10			
2AP13	≤20	-30			
2AP14	≤30	-30			
2AP15	≤30	-30			
2AP16	≤20	-50			
2AP17	≤15	-100			
2AP21	50		10	0~100MHz	整流, 检波
2AP22	16		30		
2AP23	25		40		
2AP24	16		50		
2AP25	16		50		
2AP26	16		100		
2AP27	8		150		
2AP28	16		100		
2AP29	25		75	50KHz以下	整流
2AP71	300		50		
2AP72			100		
2AP73			150		
2AP74			200		
2AP75			300		
2AP76			350		
2AP77			400		

3. 普通二极管主要技术参数(硅)

表 1—2

型 号	额定整流电流 mA		反向工 作电压 峰 值 V	管壳颜色标记		工作频率	主要 用途	高温 用需加 散热片
	1.	2.		北京	八三厂			
2CP1	400	500	100			0~3KHz	整流	40mm ² ×1mm 铝 板
2CP2			200					
2CP3			300					
2CP4			400					
2CP1D			500					
2CP1E			600					
2CP1F			700					
2CP1G			800					
2CP1H			900					
2CP1I			1000					
2CP6A	100		100				整流	
2CP6B			200					
2CP6C			300					
2CP6D			400					
2CP6E			600					
2CP6F			800					
2CP10	5~100		25	粉红	粉红	0~50KHz	整流	
2CP11			50	红	红			
2CP12			100	橙	橙			
2CP13			150	黄	黄			
2CP14			200	白	白			
2CP15			250	蓝	蓝			
2CP16			300	绿	绿			
2CP17			350	黑	黑			
2CP18			400	蓝粉	蓝蓝			
2CP19			500	黑红	红红			
2CP20			600	红红	黄黄			
2CP21	300		100				整流	
2CP22			200					
2CP23			300					
2CP24			400					
2CP25			500					
2CP26			600					
2CP27	300		700				整流	
2CP28			400					
2CP21F			700					
2CP21G			800					
2CP21H			900					

续表 1-2

型 号	额定	反向工作电压 (有效值) V								反向	工作频率	主 要 用 途
	整流	A B C D E F G H								工作		
	电流	25 50 100 150 200 250 300 350 400								电压		
	mA	额 定 工 作 电 流 mA								峰值 V		
20P31		250									0~50KHz	作为整流元件
20P32		350										
20P33		500										
20P41	100									50	低频	用于整流和脉冲电路
20P42										100		
20P43										150		
20P44										200		
20P45										250		
20P46										300		
20P47										350		
20P48										400		
20P49										450		
20P50										500		
20P51	75									50		用于整流和脉冲电路
20P52										100		
20P53										150		
20P54										200		
20P55										250		
20P56										300		
20P57										350		
20P58										400		
20P59										450		
20P60										500		

4. 开关二极管主要技术参数

表 1-3

型 号	最大正向 电流 mA	最大允 许电流 mA	正 向 电 压 降 V	反 向 电 压 降 V	最大反 向工 作电 压 V	反向恢复 时 间	工 作 电 压 幅 值 V	主 要 用 途
2AK2A	140		≤ 0.45	10		$\leq 150\text{ns}$	20	开关元件
2AK2B				20			25	
2AK2C			≤ 0.50	30			30	
2AK2D				50			50	
2AK2E			≤ 0.45	30			30	
2AK2G				50			50	
2AK1		100			10	$< 200\text{ns}$		整流、开关、 检波
2AK2		150			20			
2AK3					30	$< 150\text{ns}$		
2AK4		200			35			
2AK5					40			
2AK6					50			
2AK7					30	$< 150\text{ns}$		开关元件
2AK8		10			35			
2AK9					40			
2AK10					50			
2AK11		250			30			
2AK12					35			
2AK13		250			40	$< 150\text{ns}$		开关元件
2AK14					50			
2AK15		2			12	$30 \sim 80\text{ns}$		
2AK16		1			12			
2AK17					20	$< 120\text{ns}$		
2AK18					35	$< 100\text{ns}$		大电流开关元 件
2AK19		250			40			
2AK20					50			

5. 大功率硅整流二极管 (2CZ) 主要技术参数

表 1—4

参 数 额定电流 (安)	反向峰值电 压 (V)	正向电压降 平均值 (V)	反向电流 平均值 (mA)	反向浪涌电 流峰值 (KW)	额定结温 (°C)	温升 (°C)	散热器面积 (参考值) (cm) ²	冷却方式	电 流 过 载 倍 数		
									一个周波	5 秒过载	5 分过载
5	30~3500	≤0.65	1.5		140	100		自冷	11.5	2	1.25
10	"	≤0.65	2		"	"		"	10	"	"
20	"	≤0.65	5		"	"	400	"	9	"	"
50	"	≤0.7	5		"	"		风冷	8	"	"
100	"	≤0.7	8		"	"	900	"	7	"	"
200	"	≤0.7	10	>10	"	"	1200	"	6.5	"	"
300	"	≤0.75	15	>10	"	"		"	6	"	"
500	"	≤0.75	20	>10	"	"		"	5	"	"
800	"	≤0.75	30	>10	"	"			5	"	"
1000	"	≤0.75	40	>10	"	"			5	"	"

注：一、风冷元件的散热器出口风速为 5 米/秒。
二、电流过载时间均为工频 50 周/秒的周波数。

四、用万用表识别二极管的电极

二极管有二个极，可用万用表测量二个极的电阻值就可以，见图1—4所示。

使用万用表测定二极管的导电方向，将负表笔接二极管的正极，正表笔接负极，这时表针指示电阻值较小（通常为100~1000欧左右），反之把负表笔接负极，正表笔接正极，电阻值将会很大（一般大于几百千欧），如果反复测量两端电阻，电阻值差不多，则说明此二极管已经损坏。用这个方法，就简便地识别出二极管的正负极性。

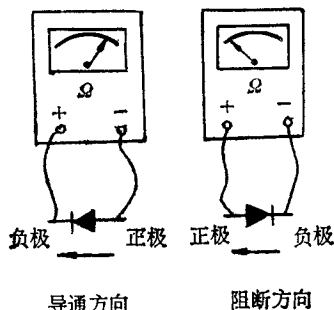


图1—4 用万用表测二极管的极性

我们用万用表测二极管的正向电阻时，还会发现一个现象，就是把旋钮放在不同的档位，读出的电阻欧姆数相差很大。例如放在 $R \times 1$ 档，测得的电阻是10欧， $R \times 10$ 档电阻就变成90欧， $R \times 100$ 档电阻为850欧， $R \times 1000$ 档电阻就成为4000欧了。这是因为旋钮拨在不同档位上，加给二极管的电压数值不同，而二极管的正向电阻在外加电压数值不同时阻值是不同的，这种特性称为非线性。二极管的正向电阻就是一个非线性电阻，二极管的反向电阻也是非线性的。

五、小功率二极管使用注意事项

1. 在容性负荷的单相半波线路中，供给二极管的交流电压不应超过该型二极管额定交流电压的一半，且整流电流应较额定整流电流值降低20%；
2. 在三相线路中加于二极管上的交流电压须较相应单相线路中降低15%；
3. 二极管不应直接串联或并联使用。串联使用时，每个二极管应并联适当的均压电阻；并联使用时，每个二极管应串联适当的均流电阻，

以免二极管过载;

4. 二极管与电路连接时可用焊接法,也可直接插入接线柱内。在焊接时应使用低温焊料,焊接点离管壳的距离不应小于10mm,所用电烙铁功率为45~60W,焊接时间为2~3秒,并保证焊接部分有良好的散热;

5. 使用时必须将二极管固定好,并避免靠近电路中的发热元件;

6. 二极管引出线的弯曲处离管壳不得小于5mm,以免引出线损坏。

第二节 稳压管

可控硅装置的电路中常常用到稳压管,它有什么作用。简单的说稳压管具有稳定电压的作用。例如电网电压有波动,可利用稳压管两端电压较稳定的这个特性,把它经一电阻后接到整流电路输出端图1—5所示。

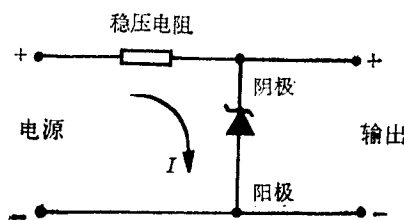


图1—5 稳压管线路基本接线方式

示。从稳压管的两端向控制电路供电,就能使控制电路的工作比较稳定。稳压管为什么能起这种作用呢?了解稳压管的基本特性就可以知道了。

一、稳压管的特性

有比较才能鉴别。前面我们学习了二极管的伏安特性,当反向电压等于击穿电压时,二极管将会被击穿,反向电流会突然增大,二极管将会被损坏,从实验中发现,二极管的击穿现象非常明显,二极管在击穿电压时,通过二极管的电流可以在很大范围内变化,而二极管两端的电压不变,仍然保持击穿电压的数值,稳压管就是利用这个特性,使在反向