

DAOGUCHE
DIANQI XITONG CHANGJIAN GUZHANG PAICHA
SHIYONG SHOUC

捣固车

电气系统常见故障排查 实用手册

◎ 张 坤 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

捣固车电气系统常见故障 排查实用手册

张 坤 主编

中国铁道出版社

2011年·北京

图书在版编目(CIP)数据

捣固车电气系统常见故障排查实用手册/张坤主编. —北京:中国铁道出版社,2011.8

ISBN 978-7-113-13307-8

I. ①捣… II. ①张… III. ①捣固机—电气系统—故障检测—技术手册

IV. ①U216.63-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 162736 号

书 名:捣固车电气系统常见故障排查实用手册

作 者:张 坤 主编

责任编辑:张 婕 电话:(010)51873141 电子信箱:crph_zj@163.com

封面设计:冯龙彬

责任校对:焦桂荣

责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河市华丰印刷厂

版 次:2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

开 本:880mm×1230mm 1/16 印张:11.75 字数:310千

书 号:ISBN 978-7-113-13307-8

定 价:35.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

联系电话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

自 1984 年从国外引进大型养路机械进行线路维修、大修以来,全路线路养护修理的质量、效率得到了极大的提高,大型养路机械已成为确保线路质量、提高既有线路效能,保证高速、重载、大密度铁路运输必不可少的现代化装备。

大型养路机械是集机、电、液、气于一体的结构复杂的设备,要求职工不仅能够会使用,还要会检修。为适应现代化管理需要,更好地为全路工务系统服务,使用好、管理好、维修好大型养路机械,必须要打造一支与大型养路机械运用相适应的高素质的职工队伍,特别是提高职工的应急处理能力尤为重要。

为此,笔者组织有关技术人员编制了这本针对捣固车的故障排查手册,以期指导职工在施工现场处理出现的问题。

本书由张坤主编,温大臣主审。参加编写工作的有张坤(全部)、霍峰(第六章)、侯永猛(第六章)、董晓鹏(第六章)、刘志伟(第六章)、马传礼(第七章)、张革谨(第八章),李建、黄勇、关维克分章节审查。在编写过程中,得到了相关大型养路机械车间同仁的支持和帮助,在此表示感谢。

限于我们的知识水平和实践能力,书中难免有纰漏和错误,恳请专家与读者批评指正。

作 者

2011.4

目 录

第一章 模拟电子电路知识	1
第一节 电路的概念	1
第二节 基本物理量	1
第三节 欧姆定律	2
第四节 电路的工作状态	3
第五节 半导体二极管	4
第六节 特殊半导体二极管	6
第七节 半导体三极管	8
第八节 放大电路	11
第二章 数字电路知识	17
第一节 数制和 BCD 码	17
第二节 逻辑代数	19
第三节 逻辑函数的表示法	21
第四节 逻辑电路	24
第三章 电路元器件	34
第一节 电源	34
第二节 电阻	35
第三节 电容	37
第四节 传感器	40
第五节 继电器	40
第六节 编码器	42
第七节 译码器	43
第八节 加法器	44
第九节 数值比较器	45
第十节 数据选择器(多路转换器)	47
第十一节 触发器	47
第十二节 寄存器	50
第十三节 计数器	52
第四章 电气识图知识	55
第一节 电气识图方法	55
第二节 电气符号	56
第三节 电气图的分类	57
第四节 万用表	58

第五章 捣固车电路知识	61
第一节 捣固车各种端子号的基本含义	61
第二节 捣固车电路知识	61
第三节 注意事项	65
第六章 DC-32 捣固车故障排查	67
第一节 DC-32 捣固车程控输入输出逻辑表	67
第二节 DC-32 捣固车故障排查	69
第七章 DCL-32 捣固车故障排查	92
第一节 DCL-32 捣固车程控输入输出逻辑表	92
第二节 DCL-32 捣固车故障排查	99
第八章 CDC-16 捣固车故障排查	130
第一节 CDC-16 捣固车程控输入输出逻辑表	130
第二节 CDC-16 捣固车故障排查	152

第一章 模拟电子电路知识

第一节 电路的概念

一、电 路

电流经过的路径叫做电路。

一个完整的电路,一般由电源、负载、中间环节(导线、开关等)三部分组成。

电路又分为外电路和内电路。从电源的一端经过负载再回到电源另一端的电路,叫做外电路。电源内部的通路,如电池内部两极之间的通路,叫做内电路。

电路通常具有三种工作状态,即负载状态、短路状态和开路状态。

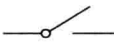
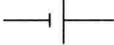
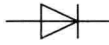
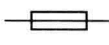
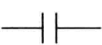
用电池、直流发电机等做电源的电路,称为直流电路;用交流发电机等做电源的电路,称为交流电路。

二、电 路 图

在实际中将实物用特定的电路符号来表示,即画成电路原理图。通常所说的电路图,都是指电路原理图。

电路图中常用的电路符号如表 1—1 所示。

表 1—1 常用的电路图形符号

符 号	名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号	名 称
	开 关		抽头线圈		电压表		连接导线 不连接导线
	电 池		电阻		二极管		熔断器 或保险
	直流发电机		电位器		接机壳		灯
	电感或 线 圈		电容		接 地		
	带铁心 电 感		电流表		端 子		

第二节 基本物理量

一、电流及其参考方向

电荷的有规则运动称为电流。金属导体中的电流是电子的有规则运动,电解液中的电流则是正、负两种离子向两个相反方向的有规则运动。电流的方向规定为正电荷运动的方向;电流的大小用电流强度来衡量。电流强度在数值上等于单位时间内通过导体横截面积的电荷量。用 i 表示电流强度。

大小和方向都不随时间变化的电流叫做稳恒电流,简称直流,英文缩写为 DC。直流电流强度常用大写字母 I 表示。

大小和方向(或其中之一)随时间做周期性变化的电流称为周期电流。若周期电流在一个周期内的数学平均值等于零,则称为交变电流,英文缩写为 AC。

国际单位制中,电流强度的单位为安培,符号为 A,中文符号为安。其十进制倍数和分数单位千安(kA),毫安(mA)和微安(μA)等,也是常用的电流单位,他们与安培的关系分别为: $1\text{ kA} = 10^3\text{ A}$; $1\text{ mA} = 10^{-3}\text{ A}$; $1\text{ }\mu\text{A} = 10^{-6}\text{ A}$ 。

为了分析、计算的需要,对电路中的电流须预先假定他们的方向,这个预先假定的电流方向称为电流的参考方向(或正方向)。在电路图中用实线箭头表示电流的参考方向;若需要标出电流的实际方向,可用虚线箭头表示。当电流的实际方向与参考方向一致时,电流的值为正;若实际方向与参考方向相反,则电流值为负。电流值的正、负结合参考方向才能也足以说明电流的实际方向。离开参考方向来谈电流的正、负是没有意义的。

二、电压及其参考方向

电路中 a 、 b 两点间的电压,在数值上等于单位正电荷从 a 点移动到 b 点时电场力所作的功,用 u_{ab} 表示 a 、 b 两点间的电压。

电压的单位为伏特,符号为 V,中文符号为伏。千伏(kV)和毫伏(mV)也是常用的电压单位,他们与伏特(V)的关系分别为: $1\text{ kV} = 10^3\text{ V}$; $1\text{ mV} = 10^{-3}\text{ V}$ 。

与电流类似,分析、计算电路时,也要预先假定电压的参考方向。电压的参考方向可以用实线箭头表示,也可以用“+”、“-”号表示,所以电压的参考方向也称为参考极性。用“+”、“-”号表示电压的参考方向时,“+”称为参考正极,“-”称为参考负极,电压的参考方向为从“+”指向“-”。此外,也常用双下标来表示电压的参考方向,如 u_{ab} 表示电压的参考方向从 a 指向 b ;而 u_{ba} 则表示电压的参考方向从 b 指向 a ,即与 u_{ab} 相反。显然 $u_{ab} = -u_{ba}$;若需要标出电压的实际方向,也可用虚线箭头表示。

电压值的正、负也是相对于参考方向而言的。电压值为正值,说明电压的实际方向与参考方向一致;若为负值,表示实际方向与参考方向相反。离开参考方向来谈电压的正、负是没有意义的。

第三节 欧姆定律

一、部分电路欧姆定律

图 1—1 为不含电源的部分电路。

流过电阻的电流 I ,与电阻两端的电压 U 成正比,与电阻 R 成反比,这个结论叫做欧姆定律。在电压、电流的参考方向一致的条件下,它的数学表达式为

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-1)$$

或 $U = IR$ 。

若电压、电流的参考方向不一致,则应写为

$$I = -\frac{U}{R} \quad \text{或} \quad U = -IR$$

式中,若电压 U 的单位为伏特(V),电阻 R 的单位为欧姆(Ω),则电流 I 的单位就是安培(A)。

欧姆定律揭示了电路中电流、电压、电阻三者之间的关系,是电路的基本定律之一,它的应用非常广泛。

二、全电路欧姆定律

全电路是指含有电源和负载电阻的闭合电路,如图 1—2 所示。图中的虚线框内代表一个电源,用字母 G 表示。电源的内部一般都是有电阻的,此电阻称为内电阻(以下称内阻),用 R_0 表示。为了分析方便,通常在电路

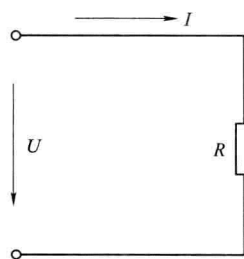


图 1—1 部分电路

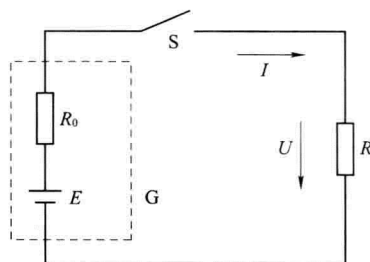


图 1—2 全电路

图上把 R_0 单独画出。实际上内阻 R_0 是在电源内部,与电动势(E)是分不开的,所以,内阻也可以不单独画出,只在电源符号的旁边注明内阻的数值。虚线框外的电阻 R 是电源的负载电阻。

在图 1—2 所示电路中,开关 S 闭合,电路接通,负载 R 上就有电流流过。

当开关 S 断开时,电源的端电压 U 在数值上等于电源的电动势 E (方向是相反的)。

当开关 S 闭合后,如果用电压表测量电阻 R 两端的电压便会发现,所测数值比开路电压小,或者说,闭合电路中电源的端电压 U 小于电源的电动势 E 。这是因为电流流过电源内部时,在内阻 R_0 上产生了电压降, $U_0 = IR_0$ 。可见电路闭合时端电压 U 应该等于电源电动势 E 减去电源内部压降 U_0 ,即

$$U = E - U_0$$

把 $U_0 = IR_0$ 和 $U = IR$ 代入上式可得

$$I = \frac{E}{R + R_0} \quad (1-2)$$

式(1—2)表明:在一个闭合电路中,电流强度 I 与电源的电动势 E 成正比,与电路中的内阻 R_0 与外电阻 R 之和成反比。这个规律称为全电路欧姆定律。

第四节 电路的工作状态

在实际工作中,电路通常具有三种工作状态,即负载状态、短路状态和开路状态。

一、负载状态

负载状态就是正常的有载工作状态,即电路中的开关闭合,负载中有电流流过。在这种情况下,电源端电压与负载电流的关系可用电源的外特性确定。根据负载的大小可分为满载、轻载、过载三种情况。负载在额定功率下的工作状态叫做额定工作状态或满载;低于额定功率的工作状态叫做轻载;高于额定功率的工作状态叫做过载或超载。由于过载易烧坏电器,所以一般情况下不允许出现过载。

二、短路状态

在图 1—3 所示的电路中,当电源的两端 a 和 b 由于某种原因而连在一起时,电源则被短路。电源短路时,外电路的电阻可视为零,在电流的回路中仅有很小的电源内阻 R_0 ,此时的电流很大, $I_D = \frac{E}{R_0}$,称为短路电流。短路电流会使电源烧毁,必须严加防止。

电源短路时,由于负载电阻为零,所以电源的端电压也为零,这时电源的电动势全部降在内阻上。

电路短路时的特征可用下列各式表示:

$$U = 0$$

$$I = I_D = \frac{E}{R_0}$$

需要说明的是,短路可发生在负载端或线路的任何地方。在通常情况下,短路是一种严重的事故,应尽量加以避免。产生短路的原因往往是由于接线不慎或者是电气设备绝缘的损坏,也有可能是其他一些因素,如老鼠咬噬以及非人为的意外短接等。因此我们接线时应非常慎重,同时还应经常性地检查电气设备及线路的绝缘情况,并保持电气设备周围良好的工作环境等。

为了防止短路所引起的事故,通常在电路中安装熔断器或其他自动保护装置,以期在一旦发生短路时能迅速切断故障电路,从而防止事故的扩大并保护电气设备和供电线路。

但有时为了某种需要,在功率不大的情况下,也可有意识地将电路中的某一段短路(常称为短接)来进行短路实验,以获得一些必要的实验数据和参数。

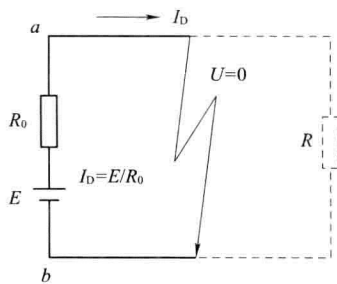


图 1—3 短路状态

三、开路状态

开路就是电源两端或电路某处断开,电路中没有电流通过,电源不向负载输送电能。对于电源来说,这种状态叫做空载,这时电源的端电压等于电源电动势,电源不输出功率,内阻及负载上均没有功率消耗。

电路开路时的特征可用下列各式表示:

$$I = 0$$

$$E = U$$

第五节 半导体二极管

二极管的电路符号如图 1—4(b) 所示,箭头所指方向为二极管正向导通时电流的方向。

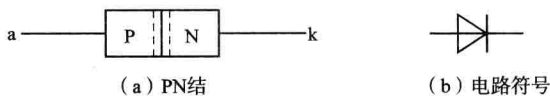


图 1—4 二极管的结构及符号

几种常见的二极管的外形如图 1—5 所示。

二极管的分类方法很多,一般有以下几种:

- (1) 按半导体材料分,有硅二极管、锗二极管、砷化镓二极管等。
- (2) 按 PN 结的结构分,有点接触型、面接触型、平面型等,如图 1—6 所示。
- (3) 按用途分,有普通二极管、整流二极管、检波二极管、开关二极管、稳压二极管、变容二极管、发光二极管、光敏二极管等等。

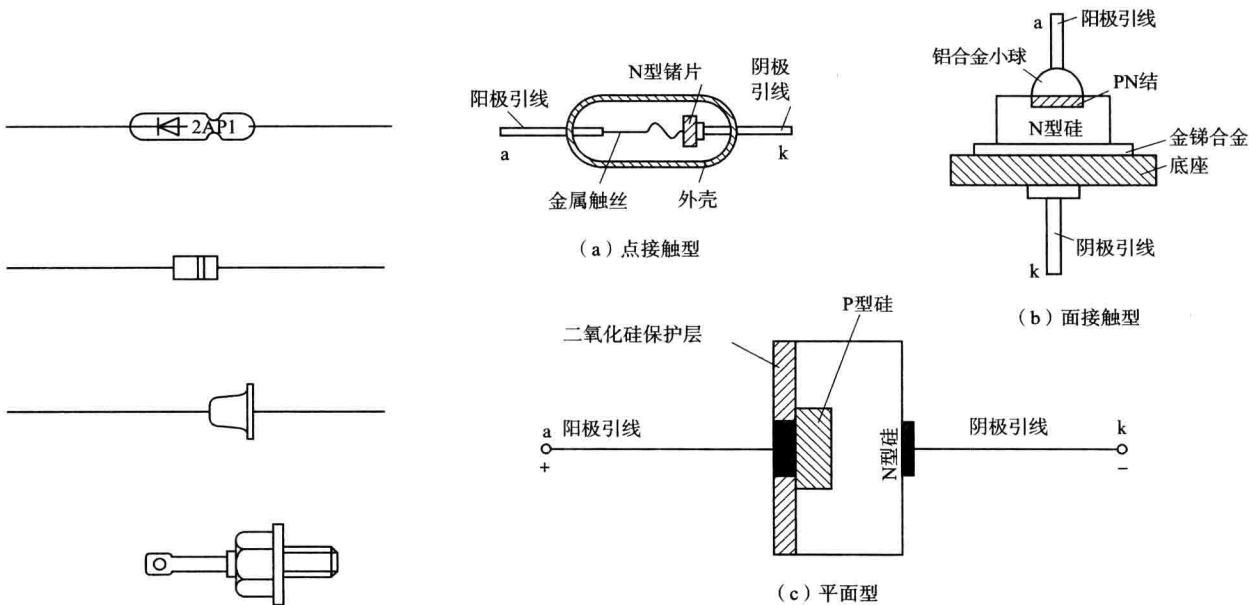
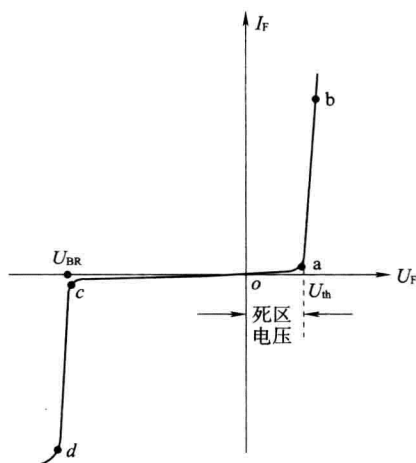


图 1—5 常见二极管的外形

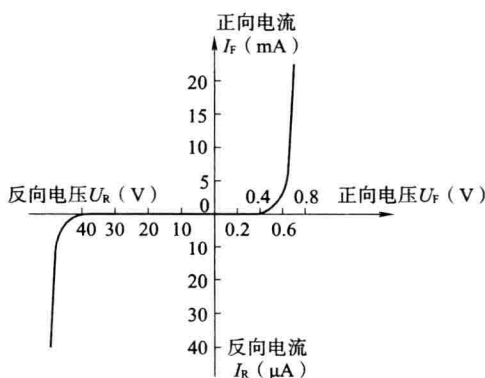
图 1—6 二极管的结构及符号

一、正向特性

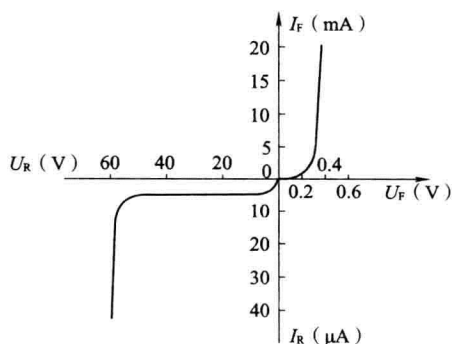
二极管的正向特性可分为以下几个区域,如图 1—7 所示。



(a) 伏安特性示意图



(b) 硅二极管2CP10的伏安特性曲线



(c) 锗二极管2AP15的伏安特性曲线

图 1—7 二极管的伏安特性

1. 死 区

当外加电压 U_F 为零时, 电流 I_F 为零, 外加正向电压较小时, 电流也几乎为零。只有当正向电压超过某一数值时, 才有明显的正向电流出现, 这个电压数值称为死区电压或门限电压, 以 U_{th} 表示, 硅二极管的 U_{th} 约为 0.5 V, 锗二极管的 U_{th} 为 0.1 ~ 0.2 V。

2. 过 渡 区

当外加电压大于 U_{th} 以后, PN 结内电场被大大削弱, 正向电流开始明显上升。这时, 如正向电压较小, 电流随电压的增加按指数规律增加, 这一范围称为过渡区, 具体在图 1—7(a) 曲线的 a 点附近。硅二极管过渡区正向电压在 0.5 ~ 0.7 V 之间, 锗二极管在 0.1 ~ 0.3 V 之间。

3. 正向导通区

当外加电压大于过渡区电压后, 二极管处于高导通状态, 这时正向电压有微小变化就会导致正向电流的很大变化, 曲线陡直上升, 见图 1—7(a) 曲线的 ab 段, 二极管呈现的电阻很小。二极管进入正向导通区的正向电压称为正向导通电压。一般近似取硅二极管的正向导通电压为 0.7 V, 锗二极管为 0.3 V。

流过二极管的正向电流不能过大, 否则会使 PN 结过热而烧毁二极管。二极管正向导通后, 其正向电流主要受外电路电阻的限制, 为此常在二极管电路中串入限流电阻, 以保护二极管, 如图 1—8 所示。

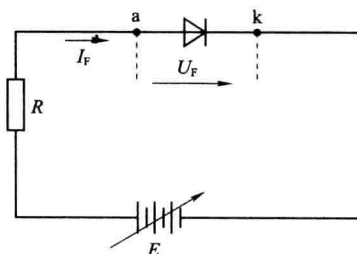


图 1—8 二极管接正向偏置电压的电路

二、反向特性

二极管加反向偏置电压 U_R , 如图 1—9 所示。

二极管的反向特性可分为反向截止区和反向击穿区两个区域。

1. 反向截止区

二极管加反向电压时, 外电场加强了 PN 结的内电场, 少数载流子的漂移运动形成了反向电流。反向电压增加时, 反向电流基本不变, 并且数值很小, 如图 1—7(a) 曲线中的 oc 段所示, 所以此反向电流称为反向饱和电流, 以 I_R 表示。对于小功率硅二极管, I_R 为零点几微安, 锗二极管的 I_R 为十几微安。但由于 I_R 是由少数载流子形成的, 所以它随温度的升高而迅速增加, 温度每升高 10°C , I_R 约增加 1 倍。

2. 反向击穿区

当二极管的反向电压超过某一数值时, 反向电流将急剧增加, 这种现象叫做反向击穿, 如图 1—7(a) 曲线中的 cd 段。对应于电流突变这一点的电压值, 称为二极管的反向击穿电压, 以 U_{BR} 表示。二极管的反向击穿电压一般在几十伏到几千伏之间。

二极管在发生反向击穿后, 若反向电压和反向电流的乘积 (即加于二极管的功耗) 不超过它所允许的最大功耗, 则击穿过程是可逆的, 即当反向电压下降到击穿电压以下时, 管子又会回复到击穿前的状态而不致损坏。如果不限制击穿电流, PN 结上的功耗过大, PN 结就会被烧毁。二极管在正常使用时应避免出现反向击穿, 因此所加的反向电压应小于 U_{BR} 。

一般地, 半导体器件在正常工作时, 硅管允许的最高结温为 $150^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$, 锗管为 $75^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 。

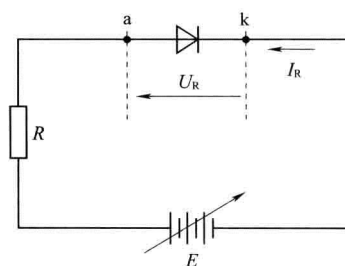


图 1—9 二极管接反向偏置电压的电路

第六节 特殊半导体二极管

除前面所述的普通二极管外, 还有若干种特殊的二极管, 如稳压二极管、发光二极管、光电二极管、变容二极管等, 它们分别满足不同的需要。

一、稳压二极管

1. 稳压管及其伏安特性

稳压管是一种用特殊工艺制造的面接触型硅二极管, 它在电路中能起稳定电压的作用。稳压管的电路符号与伏安特性曲线如图 1—10 所示。

由图 1—10(b) 可知, 稳压管的正向特性曲线与普通硅二极管相似, 但是它的反向击穿特性较陡。

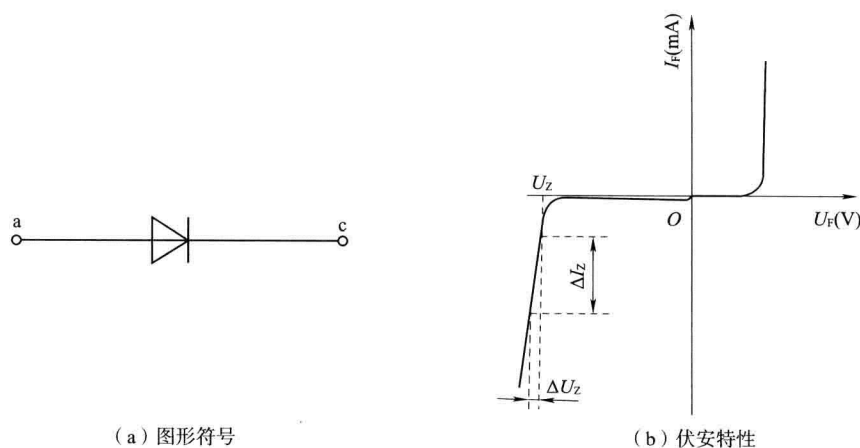


图 1—10 硅稳压管

稳压管通常工作于反向击穿区。只要击穿后的反向电流不超过允许范围,稳压管就不会发生热击穿损坏。为此,必须在电路中串接一个限流电阻。

反向击穿后,当流过稳压管的电流在很大范围内变化时,管子两端的电压几乎不变,从而可以获得一个稳定的电压。

2. 简单的稳压管稳压电路

图 1—11 是一个简单的稳压管稳压电路。它的工作原理为,当输入电压增大时,流过限流电阻 R 的电流 I 增大,稳压管 V_Z 中的电流 I_Z 也相应增大,维持负载电流 I_0 不变,从而保证了输出电压的恒定。当负载电阻 R_L 数值变小时,稳压管中的电流 I_Z 也相应减少,同时 I_0 增大,维持了输出电压 U_0 的恒定。

总之,当电路状态改变时,稳压管中的电流相应变化,而它始终工作于反向击穿区,两端电压基本恒定。

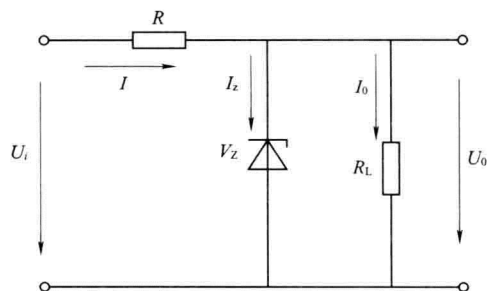


图 1—11 稳压管稳压电路

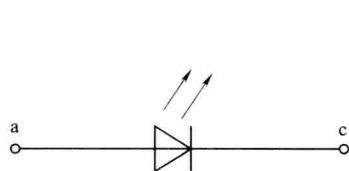
二、其他特殊二极管

1. 发光二极管

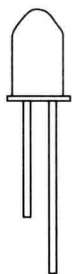
发光二极管是一种将电能转换成光能的发光器件。其基本结构是一个 PN 结,采用砷化镓、磷化镓等化合物半导体材料制造而成。它的伏安特性与普通二极管类似,但由于材料特殊,其正向导通电压较大,为 $1 \sim 2 \text{ V}$ 。当管子正向导通时将会发光。

发光二极管简称为 LED (Light Emitting Diode)。发光二极管具有体积小、工作电压低、工作电流小 ($10 \sim 30 \text{ mA}$)、发光均匀稳定、响应速度快和寿命长等优点,常用作显示器件,除单个使用外,也可制成七段式或点阵式显示器。

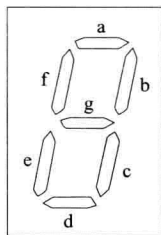
发光二极管的图形符号和外形如图 1—12 所示。图 1—13 是七段 LED 数码管的外形和电路图。



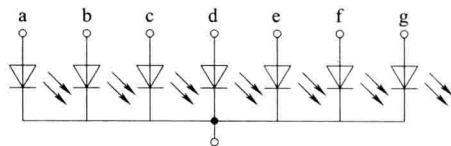
(a) 图形符号



(b) 外形图



(a) 外形



(b) 电路图

图 1—12 发光二极管

图 1—13 LED 数码管

常见的 LED 发光颜色有红、黄、绿等,还有发出不可见光的红外发光二极管。

2. 光电二极管

光电二极管又叫光敏二极管,它是一种将光信号转换为电信号的器件。

光电二极管的基本结构也是一个 PN 结,但管壳上有一个窗口,使光线可以照射到 PN 结上。

光电二极管工作在反偏状态下。当无光照时,与普通二极管一样,反向电流很小,称为暗电流。当有光照时,其反向电流随光照强度的增加而增加,称为光电流。图 1—14(a) 是光电二极管的图形符号,图 1—14(b) 是它的特性曲线。

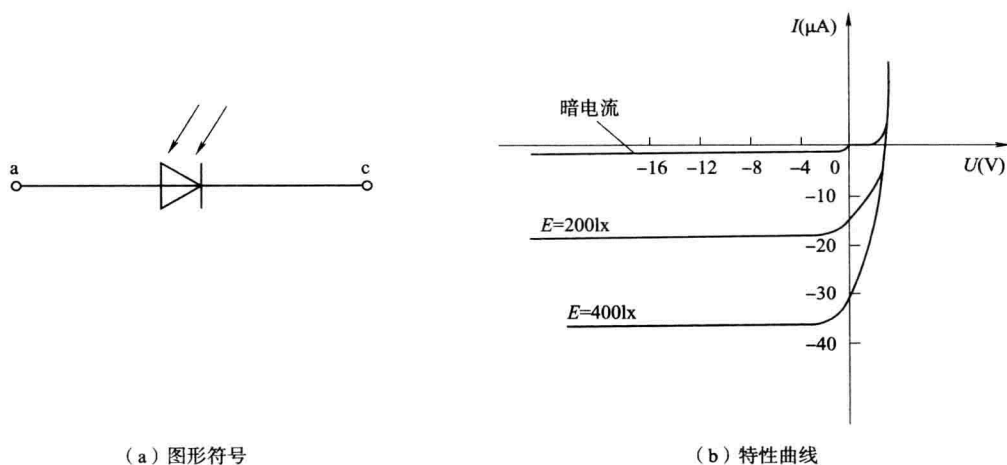


图 1—14 光电二极管

第七节 半导体三极管

半导体三极管也称晶体三极管(简称三极管),具有电流放大作用,它是放大电路的核心。三极管是电子电路中的主要电子器件,它的应用比二极管更为广泛。

一、三极管的结构

通过一定的制作工艺,将两个 PN 结组合起来,并引出三个电极,经过封装就成为三极管。按材料的不同,三极管可分为硅管和锗管两类;按 PN 结的组合方式不同,三极管可分为 NPN 型和 PNP 型两种。图 1—15 所示是几种三极管的外形。图 1—16 和图 1—17 分别是 NPN 型和 PNP 型三极管的结构示意图、管芯和符号。

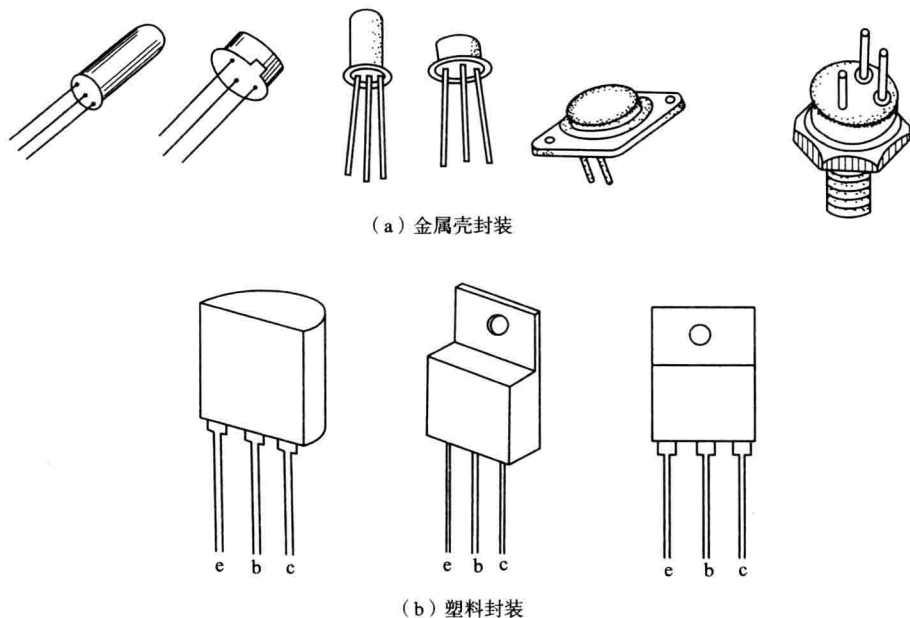


图 1—15 几种三极管的外形

三极管中的三个区分别叫发射区、基区和集电区。由它们中引出的电极分别叫发射极(e)、基极(b)和

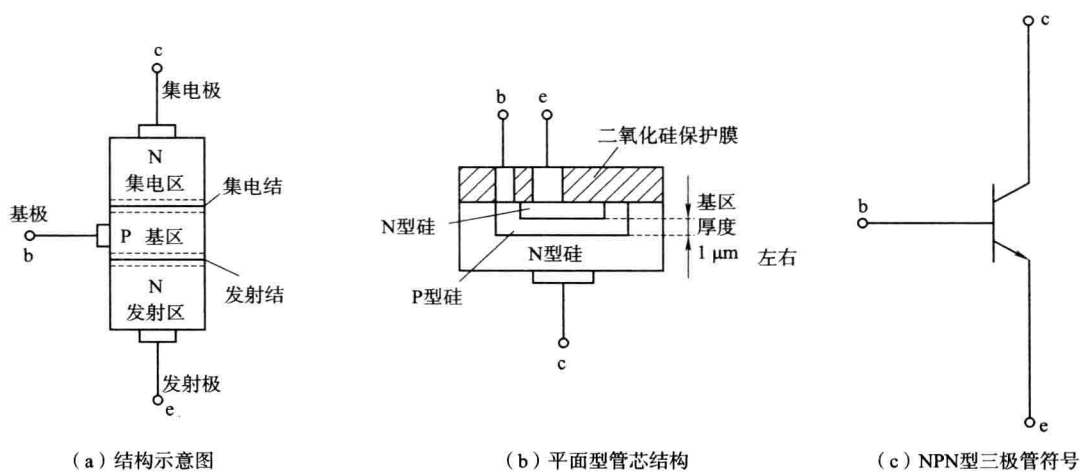


图 1—16 NPN 型三极管

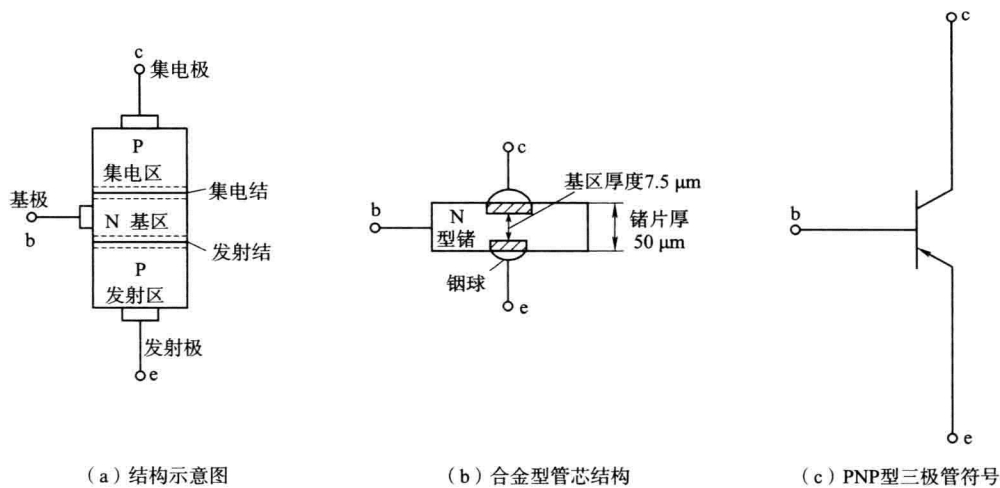


图 1—17 PNP 型三极管

集电极(c)。发射区和基区之间的PN结称发射结,集电区与基区之间的PN结称集电结。图形符号中,画箭头的电极是发射极,箭头的方向表示发射结正向偏置时电流的方向。箭头向外表示NPN型管,箭头向里表示PNP型管;目前多数的NPN型管是硅管,多数的PNP型管是锗管。三极管在电路中主要起放大作用或开关作用。在使用三极管时,集电极和发射极是不能对调使用的。

二、三极管的工作原理

由于三极管具有放大作用,因此常用它组成放大器。放大器有两个输入端和两个输出端,在输入端加入一个微弱信号 u_i ,通过放大器放大了的信号 u_o 从输出端输出,如图1—18所示。

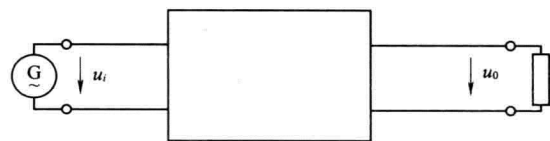


图 1—18 放大器的方框图

三极管只有三个电极,用它组成放大器时,一个电极作为信号输入端,另一个电极作为信号输出端,则第三个电极势必成为输入和输出信号的公共端。根据公共端选用基极、发射极或集电极的不同,三极管有

共发射极、共基极和共集电极三种不同的连接方式,如图 1—19 所示。

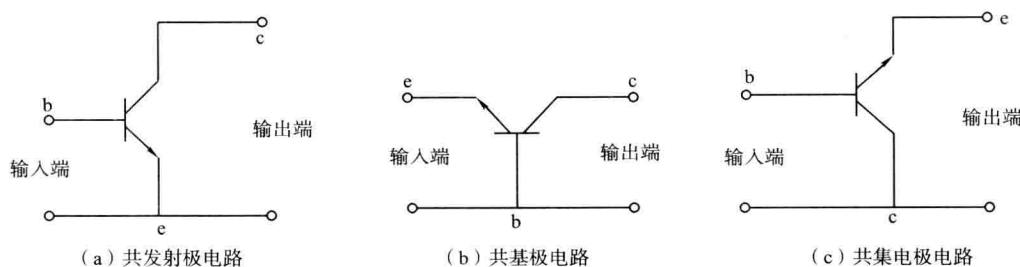


图 1—19 三极管的三种连接方式示意图

三极管的三种连接方式中,共发射极电路使用最多。

三极管具有放大作用是由它的内部结构决定的,但还要满足外部电路条件,这个条件是:必须给三极管的两个 PN 结加上正确的直流电压。对发射结必须加正向电压,习惯上叫做正向偏置(正偏);对集电结必须加反向电压,或叫做反向偏置(反偏)。

对于 PNP 型管,加入偏置电压的方式是一样的,只是外接电源的极性应全部相反,如图 1—20(b) 所示。

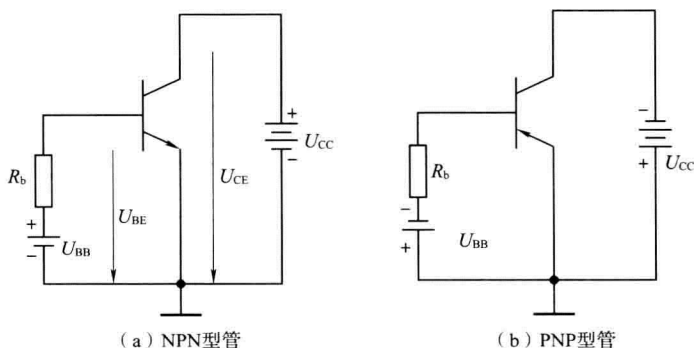


图 1—20 偏置电压的加入

三、三极管的简易测试

三极管的特性和参数可以用晶体管特性图示仪和专门的测试仪表进行测试。另外,在实际工作中还常用万用表对三极管的好坏和性能进行简易测试。

1. 检查三极管 PN 结的好坏

三极管是由两个 PN 结组成的。根据管子的型号查明电极位置,然后通过用万用表测极间电阻可检查 PN 结的好坏。

测试时使用万用表 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡。硅管的两个 PN 结正向电阻为几百欧到几千欧(表针指示在表盘中间或偏右一点),反向电阻应很大,在 $500 k\Omega$ 以上(表针基本不动)。锗管的正、反向电阻值比硅管相应小些。

如果测出的 PN 结正、反向电阻差不多,都很大或都很小,则表明三极管内部断路或短路,已经损坏。

2. 三极管电极的判别

有时手头没有半导体器件手册,又不知道三极管电极引线对应的是哪个电极,这时可以用万用表 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡来判别,方法如下:

(1) 基极和管型的判别

测试时,用一表笔接在假设的基极上,用另一表笔分别接到另外两个电极上。若测得的阻值均很小或均很大,把两表笔互换一下,再重复上述测试,若测得的阻值相反,即均很大或均很小,则原来假设的基极是正确的。否则,假设的基极是错误的,应重新假设再作测试。

如果用万用表的红表笔接基极,黑表笔分接另外两个电极,测得阻值都很大,则此管是 NPN 型;反之,如果都是低电阻,则此管是 PNP 型。

(2) 发射极的判别

确定出基极和管子类型后,其余两个电极哪个是发射极可以使用测试 β 值的方法来判定。先假设一电极为发射极,测量其 β 值的大小,然后按相反的假设再测一次 β 值。两次测量中,测得 β 值大的一次假设是正确的。

第八节 放大电路

放大电路也称放大器,其作用是将微弱的电信号进行放大,它是组成各种电子电路的基础。对放大电路的主要要求有两个方面:第一是要具有一定的放大能力,放大后的输出信号电压(电压放大器)或输出功率(功率放大器)达到要求;第二是失真要小,即放大后输出信号的波形应尽可能保持与输入信号波形一致。

放大器的种类很多,按照信号的频率划分,可分为低频放大器、中频放大器、高频放大器和直流放大器等。

本节通过对低频电压放大器(信号频率从 20 Hz ~ 200 kHz)的介绍,来了解放大电路的一些基础知识。

一、共发射极基本放大电路

1. 电路组成

图 1—21 所示是简单的单管共发射极放大电路。电路左边 aa' 两点间为输入端,要放大的输入交流信号 u_i 加于输入端;右边 bb' 两点间为输出端,输出放大后的交流信号 u_o 到外接负载 R_L 。电路以发射极作为输入和输出的公共电极,所以属于共发射极电路。

2. 电路元件的作用

(1) 三极管 V 的作用

它是放大电路的核心元件,利用它的电流放大作用可放大输入信号。即将微小的基极电流变化量转换成较大的集电极电流变化量,反映三极管的电流控制作用。

(2) 基极电源和偏置电阻 R_b 的作用

电压为 U_{BB} 的基极电源通过 R_b 给三极管发射结加正向偏置电压。在 U_{BB} 一定时, R_b 的作用是保证三极管处于合适的直流工作状态,即通过调节 R_b 的数值,可使在无输入信号($u_i = 0$)时,加于三极管发射结的直流电压 U_{BE} 和直流电流 I_B (简称偏流)达到合适的数值。所以 R_b 又常称为偏流电阻。通常 R_b 的数量级为 $10^1 \sim 10^2 \text{ k}\Omega$ 。

(3) 集电极电源和集电极电阻 R_c 的作用

电压为 U_{CC} 的集电极电源通过 R_c 给集电结加反向偏置电压, U_{CC} 一定时, R_c 可以在无输入信号时,使三极管的集电极直流电压 U_{CE} 达到合适的数值。此外, R_c 还将集电极电流的变化量转换为集电极电压的变化量,也就是通过 R_c 把三极管的电流放大特性转化为电压放大特性。 R_c 数量级为 $10^2 \sim 10^3 \Omega$ 。

(4) 耦合电容 C_1 、 C_2 的作用

C_1 和 C_2 分别接于放大电路的输入端和输出端,它们有如下两点作用:

① 隔断直流,即隔断放大电路与信号源、放大电路与负载的直流通路,使电路的直流工作状态不受信号源和负载的影响。

② 耦合交流,即输入的交流信号 u_i 可以通过 C_1 加于三极管基极到发射极间;输出交流信号 u_o 可以通过 C_2 输出给负载电阻 R_L 。

在低频放大电路中,耦合电容的容量较大,为 $5 \sim 50 \mu\text{F}$,一般采用电解电容,在电路中连接时要注意它的极性。

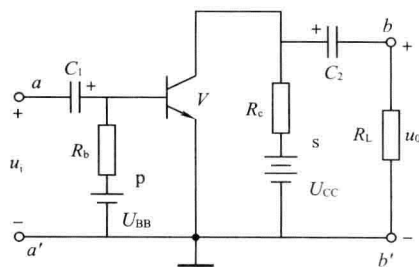


图 1—21 单管放大电路