

电影放映光源 整流设备

傅 肃 雍 著

858

国 电 影 出 版 社

内 容 说 明

近年来，直流低压、大电流固体整流设备广泛地被采用于固定式35毫米电影放映机中，本书在介绍整流元件、单相与三相整流电路、整流器稳定装置的基础上，系统地阐述了磁放大自动调整电路的整流器和可控硅控制式自动调整系统的整流器的结构、工作原理、使用维护与检修的方法。

本书可供电影放映人员和电影机械修理人员阅读，也可供制造或使用整流设备的工人、技术人员及中等电影学校师生参考。

电影放映光源整流设备

傅 肃 雍 编著

*

中 国 电 影 出 版 社 出 版

文物出版社印刷厂印刷 全国新华书店发行

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：5¹/₈ 插页：2 字数：110,000

1981年1月第1版 1981年1月北京第1次印刷 印数：1—16,300册

统一书号：15061·160

定价：0.67元

目 录

概 述	(1)
第一章 整流元件	(2)
第一节 硒整流元件	(2)
一 硒片的构造和基本性质	(2)
二 硒整流元件的应用	(3)
第二节 晶体二极管	(5)
一 PN结	(5)
二 PN结的单向导电性	(6)
三 晶体二极管的伏安特性	(8)
四 晶体二极管的种类及其命名方法	(9)
五 晶体二极管的测量、检查	(10)
六 晶体二极管的主要参数	(12)
第三节 可控硅	(12)
一 可控硅的构造	(12)
二 可控硅的特性	(13)
三 可控硅的伏安特性	(14)
四 可控硅的基本工作原理	(15)
五 可控硅的主要参数	(18)
六 可控硅的命名	(20)
七 可控硅的测量、检查	(20)
八 选择和使用可控硅元件的注意事项	(22)

第二章 单相整流电路.....	(23)
第一节 单相半波整流.....	(24)
一 单相半波不控整流电路.....	(24)
二 单相半波可控整流电路.....	(26)
第二节 单相全波整流.....	(30)
一 单相全波不控整流电路.....	(30)
二 单相全波可控整流电路.....	(33)
三 单相桥式不控整流电路.....	(34)
四 单相桥式可控整流电路.....	(37)
第三章 三相整流.....	(39)
第一节 三相半波整流.....	(40)
一 三相半波不控整流电路.....	(40)
二 三相半波可控整流电路.....	(44)
第二节 三相桥式整流.....	(46)
一 三相桥式不控整流电路.....	(46)
二 三相桥式可控整流电路.....	(49)
第三节 六相半波整流电路.....	(53)
第四章 整流器的稳定装置.....	(54)
第一节 镇定电阻和磁饱和扼流圈.....	(57)
一 镇定电阻.....	(57)
二 电磁常识.....	(58)
三 磁饱和扼流圈.....	(59)
第二节 磁饱和扼流圈在整流器中的应用.....	(61)
第五章 磁放大器式自动调整电路的整流器.....	(63)
第一节 磁放大器.....	(63)
第二节 铁磁谐振式交流稳压器.....	(65)

第三节	63 T—21 B 型和 WLX—80 型硒整流器…	(67)
一	63 T—21 B 型和 WLX—80 型硒整流器的结构…	(67)
二	硒整流器的技术特性…	(69)
三	硒整流器的工作原理…	(70)
四	硒整流器的操作与维护…	(76)
第四节	GFA 型硅整流器…	(80)
一	GFA—60/42 型硅整流器的结构…	(80)
二	GFA—60/42 型硅整流器的技术特性…	(80)
三	GFA—60/42 型硅整流器的工作原理…	(81)
四	短路电流缓冲机构的工作原理…	(84)
五	GFA—100/55 型硅整流器…	(85)
六	GFA 型硅整流器的故障与检修…	(86)
第五节	FG—35 型硅整流器…	(89)
一	FG—35 型硅整流器的技术特性…	(89)
二	FG—35 型硅整流器的工作原理…	(89)
第六章	可控硅控制式自动调整系统的整流器…	(96)
第一节	晶体三极管及其应用…	(96)
一	晶体三极管的构造…	(96)
二	晶体三极管的工作原理…	(97)
三	晶体三极管的主要参数…	(99)
四	晶体三极管的识别法…	(100)
第二节	稳压管及其应用…	(102)
一	稳压管的特性…	(102)
二	稳压电路…	(103)
三	稳压管在电路中的削波作用…	(104)
四	稳压管的基本参数…	(106)

第三节	RC电路·····	(106)
一	RC充放电电路·····	(106)
二	RC微分电路·····	(108)
三	RC积分电路·····	(109)
第四节	单晶体管及其触发电路·····	(110)
一	单晶体管的构造及其特性·····	(110)
二	单结管的识别法·····	(112)
三	单结管的主要参数·····	(112)
四	单结管组成的触发电路·····	(113)
五	触发电路的同步与移相·····	(114)
第五节	WLG型硅可控整流器·····	(115)
一	WLG型硅可控整流器的结构·····	(115)
二	WLG型硅可控整流器的工作原理·····	(117)
三	WLG型硅可控整流器的稳流过程·····	(124)
四	WLG—2型硅可控整流器·····	(125)
五	KGFA100/22—55型硅可控整流器·····	(133)
第六节	可控硅控制式硅整流器的维护和检修·····	(134)
一	整流器的维护·····	(134)
二	整流器的测试·····	(134)
三	整流器的故障检修·····	(140)
四	自动调整系统的调试·····	(142)
第七节	73型可控硅整流器·····	(145)
一	73型可控硅整流器的结构·····	(145)
二	73型可控硅整流器的技术特性·····	(145)
三	73型可控硅整流器的电路结构和工作原理·····	(146)
四	73型可控硅整流器的自动稳流过程·····	(157)
五	73型可控硅整流器的使用和维护·····	(158)

概 述

目前国产固定式35毫米电影放映机的放映光源有炭精弧光灯和超高压短弧氙灯两种，它们都要求在直流低电压和大电流的条件下工作。为此，目前持有固定式35毫米放映机的放映单位，都配制了将三相交流电转换成适合于放映光源用的直流低压、大电流整流设备。这些整流设备中，常用的有：常州电子仪器厂生产的63 T—21 B型和上海无线电十四厂生产的WLX—80型硒整流器；上海青浦电器厂生产的WLG可控硅整流器；上海整流器厂生产的GFA—60/42和100/55型放映用硅整流设备和黑龙江电影机械厂生产的KGFA—100/55型可控硅整流器等几种。这些固体整流器同交流电动机驱动式直流发电机组相比，具有损耗少、重量轻、体积小、效率高、无噪声、无振动，外部性能好、易于维护等优点。因此，近几年来它们已基本上取代了交流电动机驱动式直流发电机组和汞弧整流器，而被广泛地应用在各地影院和俱乐部中。

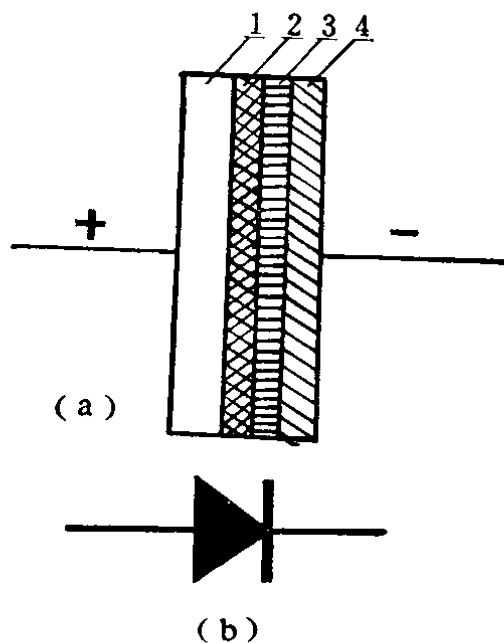
为使电影放映和修理单位从事这一工作的同志了解这方面的基础知识，掌握这方面的维护技能，本书对上述设备的构造、工作原理和维护常识作一些基本知识的介绍。

第一章 整流元件

第一节 硒整流元件

一 硒片的构造和基本性质

早期的整流器中，多用硒片作为整流元件。硒片有钢质基片和铝质基片两种。钢质基片易于受潮，受潮后会使钢迅速腐蚀而导致元件自行短路，因此，常用的是铝质基片的硒整流元件，它的构造如图 1 之 (a) 所示。在铝质基片 1 上以



金属喷镀法喷涂了一层金属铈 2。在铈层外面敷有一层结晶硒 3。硒层的上面覆盖着一层薄薄的镉锡合金 4。基片 1 是硒整流元件的阳极，而镉锡合金 4 是阴极。它们在电路中的符号如图 1 之 (b) 所示。当硒整流元件的阳极接在电源的正极，阴极接在电源的负极上时，硒整流元件具有较小的内电阻，

因而电路中的电流较大。反之，当硒整流元件的阳极接电源的负极，阴极接电源的正极时，硒整流元件具有很大的内电阻，因而此时电路中的电流很小。通常把电流从基片（阳极）流向阴极合金（阴极）的方向，叫做通流方向。这个电

流叫做正向电流。这时加在硒片两端的电压，叫做正向电压。把电流从阴极合金层流向基片的方向，叫做阻流方向。这个电流叫做反向电流。这时加在硒片两端的电压，叫做反向电压。硒片这种单方向导电的性能，确定了它可以用来作为将交流电转换成直流电的整流元件。

二 硒整流元件的应用

每个硒整流元件所能承受的反向电压，决定于它的质量。一般约为20~25伏。当所需整流电压超过每个元件的耐压时，可将几个元件串联起来使用。 n 个质量相同的硒整流元件串联起来之后，每个元件上所承受的反向电压，仅为电路中总反向电压的 $1/n$ 倍。

硒整流元件允许通过的电流，与元件的面积成正比。换句话说，流过元件的电流密度有一定的限制。当元件上通过的整流电流密度为40毫安/厘米²时，元件上的平均压降约为0.8~1.2伏左右。整流电流密度过大，特别是反向电流的密度过大时，会使硒片的温度升高。硒整流元件只允许在低于75°C的温度下工作，超过75°C时，整流电压会直线下降，镉锡合金层有可能被熔化而从硒片上掉落。因此，在要求整流电流较大的场所，一般是将数个硒整流元件并联起来使用。 n 个大小相同的元件并联后，流过每个并联元件的电流仅为总电流的 $1/n$ 。

当所需整流电压和电流均较大时，可将硒整流元件按复联方式连接起来使用。通常在电影放映光源的整流器中，由于整流电压高于单个硒整流元件的耐压，因而多将数个元件串成一组，使每个元件上所受的反向电压处在它的耐压范围

之内，然后再借助于汇流排将各组元件并联起来，使每个元件上流过的电流密度不致过大。此外，还多在元件与元件之间留出一定的空间，这个空间叫做通风槽。通风槽是由每个元件之间套入一定数目的间距垫圈来形成的。间距垫圈和硒片一起套在一根被绝缘的螺栓上，组成硒整流柱（或称硒

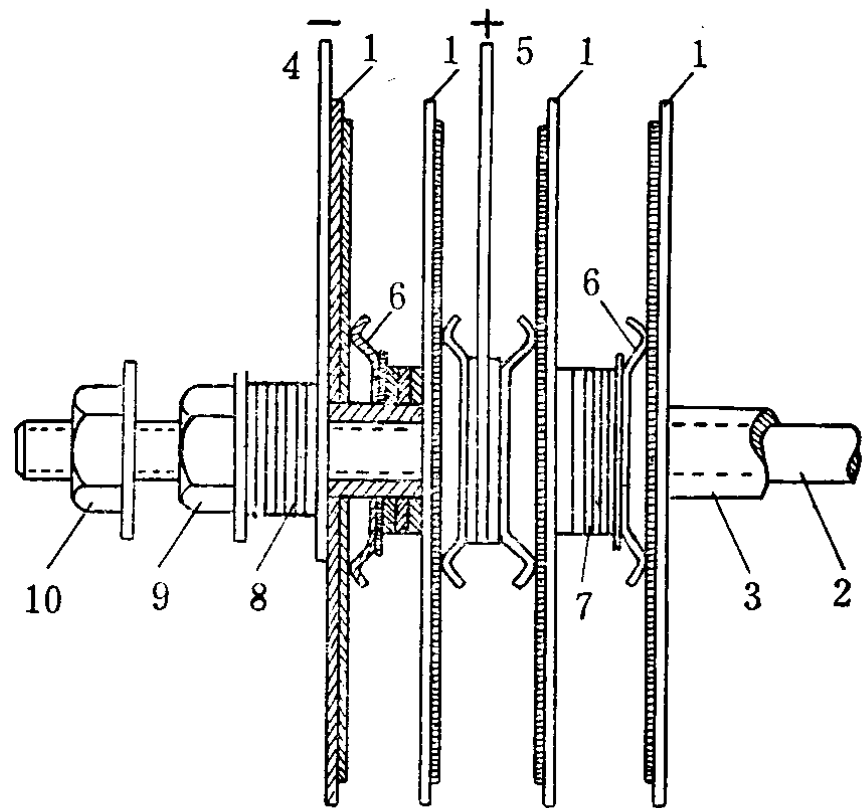


图 2 标准硒整流柱的结构

堆)。图 2 所示为整流柱的构造。图中整流元件 1、间距垫圈 7 和弹性垫圈 6 套在裹有绝缘层 3 的螺栓 2 上，4 和 5 是将电流引出的汇流排。8 是绝缘垫，9 是将硒柱拧紧的螺母。拧紧螺母时，可以保证使硒元件、间距垫圈和汇流排之间紧密接触。螺母 10 用来将硒整流柱固置在整流器的框架上，再通过适当的电气连接，组成适用的整流器。

第二节 晶体二极管

一 PN结

一切不含杂质而晶格完整的半导体,叫做本征半导体。在本征半导体中,电子和空穴都是成对出现的。它们的数目相等,但数量较少,因此,导电能力很差。在本征半导体中适当加入一些不同的杂质,就会分别形成P型半导体和N型半导体。P型半导体中大量存在的是空穴,电子只占很小的数量。在外电场作用下,起导电作用的主要是空穴运动,所以对P型半导体来说,把空穴叫做它的“多数载流子”,而把电子叫做它的“少数载流子”。

N型半导体中大量存在的是电子,空穴数量很少。起导电作用的主要是电子。所以在N型半导体中的多数载流子是电子,少数载流子是空穴。

图3所示是紧密接触在一起的一块P型半导体和一块N型半导体。由于P区中多数载流子空穴的浓度大于N区中少数载流子空穴的浓度,而N区中多数载流子电子的浓度又大于P区中少数载流子电子的浓度。因此在两种半导体的交界处,就会产生载流子的扩散运动。扩散的结果,分界处的电子与空穴互相复合,使靠N区的一边少了电

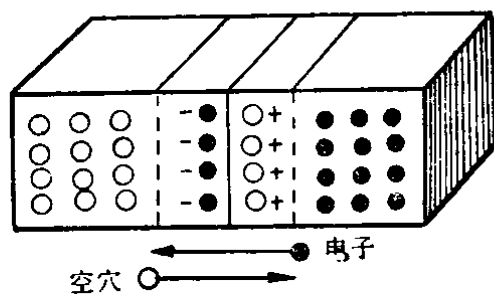


图3 PN结的形成

子,形成正电荷的积累;靠P区的一边少了空穴,形成负电荷的积累。由于交界面附近出现了正负电荷的积累,因而在

这里形成一个电场。这个电场叫做自建电场。它在靠N区的一侧为正，靠P区一侧为负。扩散进行到一定程度后，这个电场会逐步增强到最终能阻止P区的多子（空穴）和N区的多子（电子）的继续扩散，使之达到所谓的“动态平衡”状态。自建电场有阻碍多子向对方扩散的作用，所以又叫做阻挡层。阻挡层因由P型半导体和N型半导体结合而成，所以又叫做PN结。

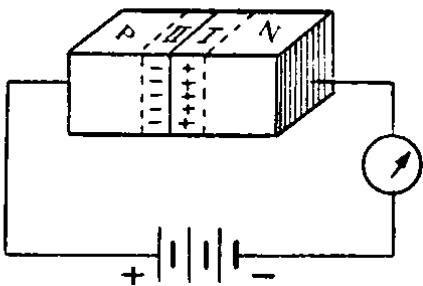


图 4 PN结正向连接

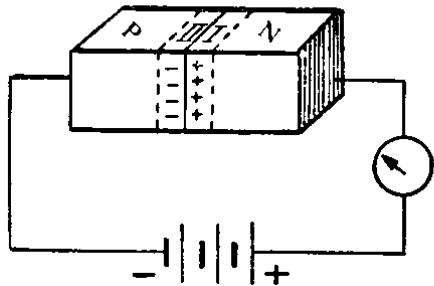


图 5 PN结反向连接

二 PN结的单向导电性

如果如图 4 所示，在PN结两端加一电压，使它的极性在P区为正，N区为负，则由于外加电场的极性与自建电场的极性相反，使自建电场或者说阻挡层阻挡多子扩散的作用削弱，这时P区的多子空穴和N区的多子电子将很容易地通过阻挡层而向对方扩散。由于电子流动的方向与习惯所定电流的方向相反，而空穴流动的方向则与习惯所定的电流方向相同，因此，流过PN结的电流，等于空穴电流和电子电流之和，它的方向与外电场的方向相同。由于多子在两种半导体中都大量存在，因此，这时电路中的电流很大。这个由多数载流子流动而构成的电流叫做正向电流。这时所加的电压，叫做正向电压。正向电压加得越高，阻挡层电场被削弱得越

厉害，扩散就越容易进行，正向电流也就越大。电流越大，意味着电路中呈现的电阻越小。这时的电阻叫做正向电阻。综上所述，当P区接电源正极，N区接电源负极时（这种接法叫做正向连接），正向电流很大，正向电阻很小。

反之，当电源负极接P区，电源正极接N区（这种接法叫反向连接），如图5所示，则外加电场的方向和阻挡层电场的方向相同，使阻挡层的作用加强，这时，多数载流子被阻挡层挡住，由多子扩散而形成的电流等于零。但阻挡层与外电场合成的这个强电场，却对少子（P区的电子和N区的空穴）起吸引作用，能帮助它们越过阻挡层而形成电流。这个由少子飘移运动而形成的电流，叫做反向电流。由于在P型半导体和N型半导体中少子的数量都很少，所以反向电流很小。当反向电压只有零点几伏时，反向电流就已达到饱和。继续增加反向电压，反向电流也不再增大。这时电路中呈现出很大的电阻，这个电阻叫做反向电阻。

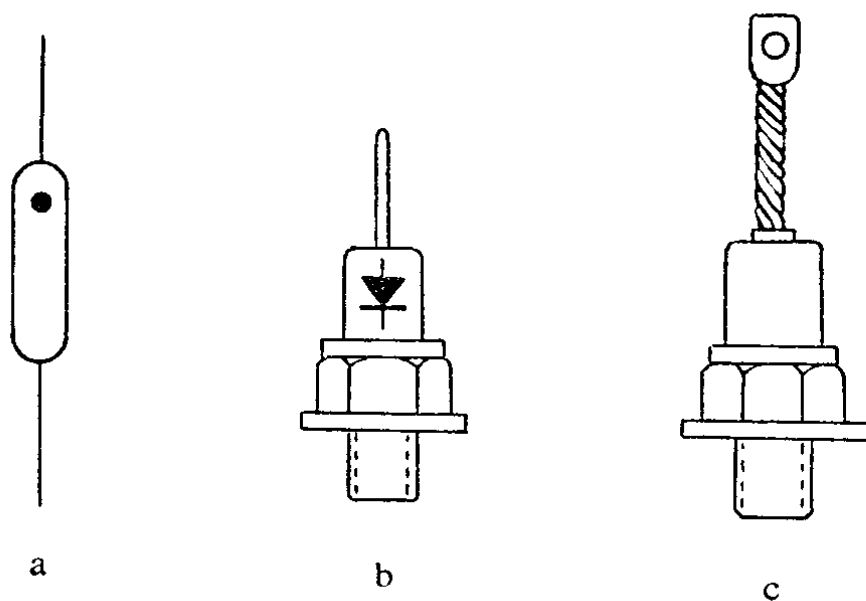


图6 二极管的几种外形

由此可见，PN结的导电能力与外电压的方向有关，即PN结作正向连接时，电阻很小，反向连接时，电阻很大。这种特性叫做PN结的单向导电性。

三 晶体二极管的伏安特性

晶体二极管就是由一块P型半导体和一块N型半导体结合而成的一个半导体器件。这种结合不是将二者简单地接触在一起，而是用扩散法、外延法等特殊加工方法使在二者交界处形成PN结，而后在两端各引出一个电极所组成。它

的外形有图6中所示的几种。从P区引出的电极叫正极，从N区引出的电极叫负极，在电路图中常以图7所



图7 二极管在电路中的符号

示符号代表之。

图8所示为晶体二极管的伏安特性曲线，用它可以帮助

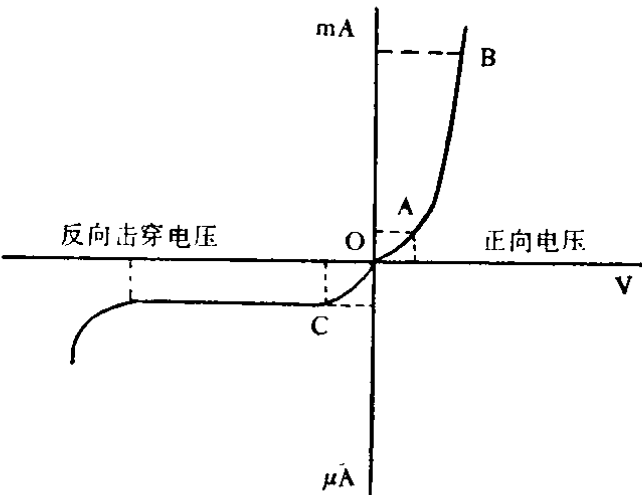


图8 二极管的伏安特性曲线

我们进一步了解二极管通电后电压和电流之间的关系：

1. 正向特性。二极管加正向电压时的特性，如图 8 中右上方所示。开始时，由于外加电压数值较小，不足以完全克服阻挡层电场的阻力，因此正向电流仍然很小，二极管呈现的电阻较大，曲线较为平坦，如图中OA段所示。二极管两端的电压超过一定的数值后，阻挡层电场被大大削弱，二极管的电阻变得很小，因此电流增加很快。这时电流的增加与电压的增加几乎成正比例，因而曲线呈直线状，如图中AB段所示，服从于欧姆定律。

2. 反向特性。二极管加反向电压时的特性，如图 8 中左下方所示。电路中只有少数载流子可以通过二极管的阻挡层，少子的数量有限，因此反向电流很小。除了开始阶段反向电流随反向电压的增加而稍有增加如图中OC段之外，以后的反向电压再增加时，反向电流几乎不再增加，达到饱和状态。这时，曲线呈平直状态，这个电流叫做反向饱和电流。当反向电压不断增加以致达到某一数值时，反向电流会突然急剧增大，这种现象叫做崩溃。这时的电压叫做反向击穿电压。

四 晶体二极管的种类及其命名方法

晶体二极管的种类很多：根据它所选用的半导体材料不同，目前有硅管和锗管两类，根据它的结构不同，又可分为点接触型和面接触型两类。点接触型由于接触面积小，不能通过大的电流，所以多在收音机中作检波元件或小电流整流之用。面接触型的接触面大，可以通过较大的电流，多用来作为整流元件。下表是我国晶体管的命名表，它由四个部分组合而成。

第一部分 (数字) 电极数目	第二部分 材料和极性	第三部分 (拼音) 晶体管类型	第四部分 (数字) 晶体管序号
2 —— 二极管	二极管 A — N 型锗	P — 普通管 V — 微波管	如第一、二、三部分相同，仅第四部分不同，则是在某些性能上有差别。
3 —— 三极管 可控硅	B — P 型锗 C — N 型硅 B — P 型硅	W — 稳压管 Z — 整流管 X — 低频小功率管	
	三极管 A — PNP 锗	G — 高频小功率管	
	B — NPN 锗 C — PNP 硅	D — 低频大功率管	
	D — NPN 硅	A — 高频大功率管 T — 可控硅	

例如：一只标有 2 CZ11 的管子，即表示它是一只 在 N 型半导体材料上生成 PN 结的硅整流二极管。

五 晶体二极管的测量、检查

测定晶体二极管时，只需使用一只万用表。用万用表测量小功率二极管时，应将万用表量程旋钮置于 $R \times 100$ 或者 $R \times 1000$ 挡，不可放在 $R \times 10 K$ 一挡上，因为 $R \times 10 K$ 一挡的表内接的是高电压，用它测量时，可能在测量过程中使被测的二极

管击穿。

实际工作中，常常会遇到标志不清的二极管。这时，只要用万用表量一下二极管的正、反向电阻，即可作出判断。如果量得的阻值在数百欧姆之内，则接万用表负表棒(黑色)的那一极是二极管的正极；如果读数在数百 $k\Omega$ 以上，则接万用表正表棒(红色)的那一极是二极管的正极。

判断二极管好坏的方法也很简单，只要先用万用表的正表棒(红色)接二极管的负极，负表棒(黑色)接二极管的

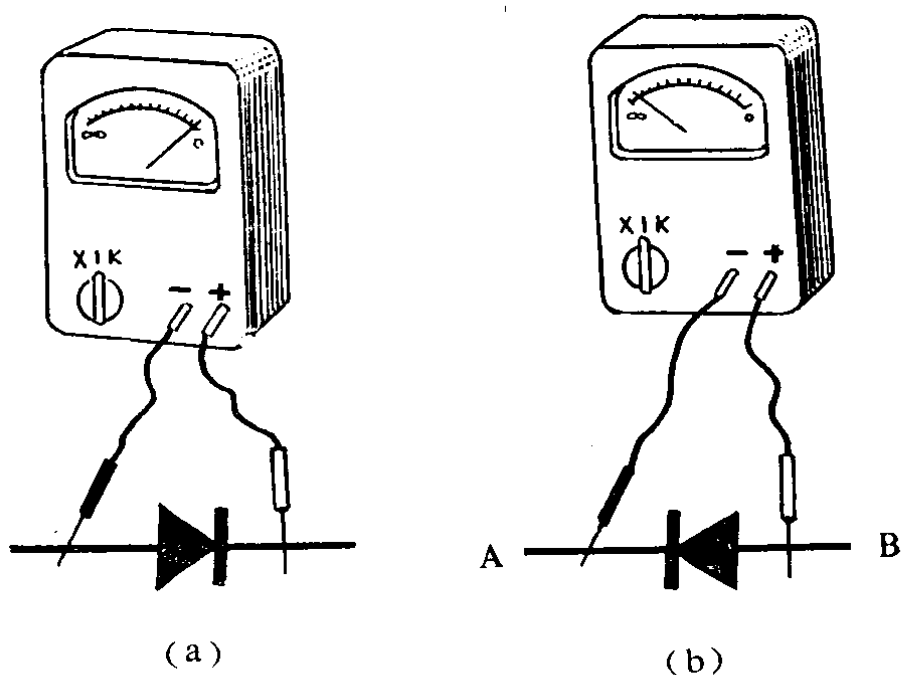


图9 二极管的测量

正极，如图9中(a)所示。此时，电阻一般应在 $100\sim 1000\Omega$ 左右。这个电阻越小越好。阻值太大的管子，效率不高。反之，用万用表的正表棒接二极管的正极，负表棒接二极管的负极，如图中(b)所示，则量出的阻值一般应在 $100k\Omega$ 以上。此值越大越好，但又不可为无穷大，无穷大(测量时表棒完全不动)说明管子内部已经开路。此值太小，则说明