



# 目 录

## 模块一 模拟电子技术

### 单元 1 整流与滤波电路的装调

- 任务 1 识别与检测二极管 ..... ( 4 )
- 任务 2 显示器电源电路的装调 ..... ( 15 )

### 单元 2 交流放大电路的装调

- 任务 1 识别与检测三极管 ..... ( 32 )
- 任务 2 短路故障探测电路的装调 ..... ( 43 )
- 任务 3 音响功放电路的装调 ..... ( 64 )

### 单元 3 集成运算放大电路的装调

- 任务 1 比例运算电路的装调 ..... ( 76 )
- 任务 2 电压比较电路的装调 ..... ( 91 )

### 单元 4 信号发生电路的装调

- 任务 1 正弦波振荡电路的装调 ..... ( 103 )
- 任务 2 收音机振荡电路的装调 ..... ( 114 )

### 单元 5 直流稳压电路的装调

- 任务 1 收音机电源电路的装调 ..... ( 124 )
- 任务 2 开关电源电路的装调 ..... ( 135 )



## 模块二 数字电子技术

### 单元 1 逻辑门电路的装调

- 任务 1 楼梯灯控制电路的装调 ..... ( 146 )
- 任务 2 数码比较电路的装调 ..... ( 159 )

### 单元 2 组合逻辑电路的装调

- 任务 1 表决器电路的装调 ..... ( 173 )
- 任务 2 数值比较器电路的装调 ..... ( 183 )
- 任务 3 1 位数显示电路的装调 ..... ( 194 )
- 任务 4 4 位数显示电路的装调 ..... ( 207 )

### 单元 3 时序逻辑电路的装调

- 任务 1 智力抢答器电路的装调 ..... ( 219 )
- 任务 2 流水灯电路的装调 ..... ( 232 )
- 任务 3 数字钟电路的装调 ..... ( 241 )

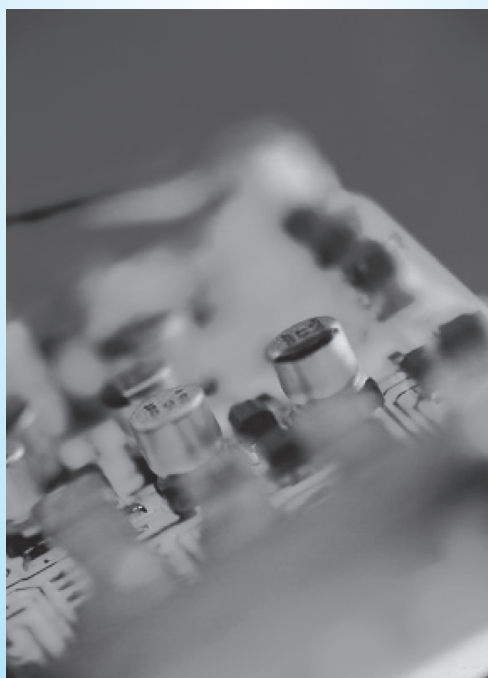
### 单元 4 脉冲变换电路的装调

- 任务 1 环形振荡电路的装调 ..... ( 257 )
- 任务 2 防盗报警器电路的装调 ..... ( 268 )

参考文献 ..... ( 279 )

# 模块一

## 模拟电子技术





笔记

模拟电子技术的主要内容有整流与滤波电路、交流放大电路、集成运算放大电路、信号产生电路、直流稳压电路等的装调。

模拟电子技术

单元1 整流与滤波电路的装调	任务1 识别与检测二极管
	任务2 显示器电源电路的装调
单元2 交流放大电路的装调	任务1 识别与检测三极管
	任务2 短路故障探测电路的装调
	任务3 音响功放电路的装调
单元3 集成运算放大电路的装调	任务1 比例运算电路的装调
	任务2 电压比较电路的装调
单元4 信号发生电路的装调	任务1 正弦波振荡电路的装调
	任务2 收音机振荡电路的装调
单元5 直流稳压电路的装调	任务1 收音机电源电路的装调
	任务2 开关电源电路的装调





## 单元 1 整流与滤波电路的装调

日常生活中很多家用电器，如收音机、电视机、微型计算机等工作时都要使用电源，把市电网提供的 50 Hz 交流电转换成符合这些电器电路要求的直流电，就要用到整流与滤波电路。能够将交流电转换成脉动直流电的电路称为整流电路；能够将脉动直流电转换成比较平滑的直流电的电路称为滤波电路。





# 任务 1

## 识别与检测二极管

### 任务目标

通过学习本任务，学生应该达到以下目标。

- 了解半导体二极管的基本常识；
- 了解半导体二极管的特性及参数；
- 掌握根据外形识别半导体二极管的方法；
- 掌握半导体二极管的选用和代换原则，以及查阅器件手册的方法；
- 掌握用万用表检测半导体二极管质量的方法。

### 任务描述

#### ● 任务内容

二极管是常用的电子元器件，在电路中应用非常广泛，其外形如图 1-1-1 所示。从图中可以看出，二极管种类繁多，因此识别常用半导体二极管的种类、掌握其质量检测方法及原则是学习电子技术知识必须掌握的一项基本技能。

本次学习任务要求识别图 1-1-1 所示半导体二极管的型号、规格和极性，并通过查阅器件手册获取二极管性能参数以及使用万用表检测常用半导体二极管质量。

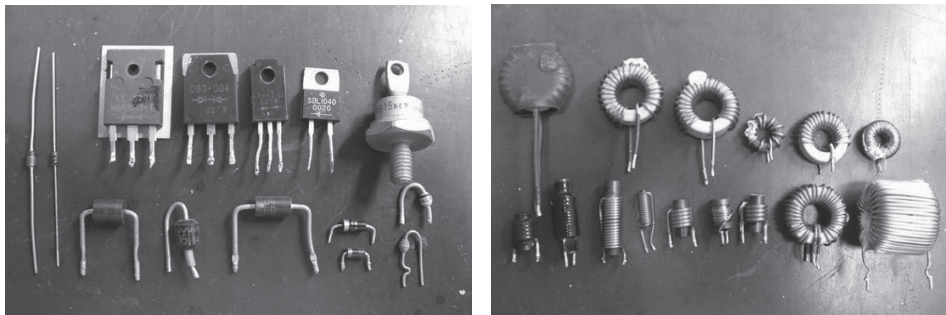


图 1-1-1 常见二极管外形及封装形式

## ● 实施条件

1. 万用表。
2. 各种二极管，包括电阻、电容在内的电子元器件等。

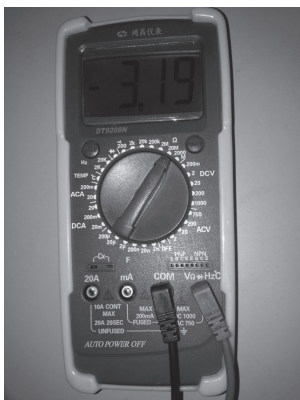
## 程序与方法

### 步骤一 学习使用万用表

#### 相关知识

#### 一、认识万用表

万用表是装配和检修电子线路及元器件最常见的仪表，分为数字式和指针式两种。数字式万用表的特点是读数直观，而指针式万用表对元器件的检测有独到之处，更能反映元器件的性能。两种万用表的外形如图 1-1-2 所示。



(a) 数字式

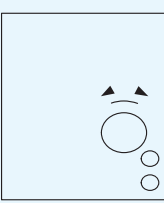



(b) 指针式

图 1-1-2 万用表外形

#### 二、万用表调零和测量电阻的方法 (见表 1-1-1、表 1-1-2)

表 1-1-1 万用表调零的方法

调零旋钮	表针指示	说明
		在需要准确测量时，更换不同欧姆挡量程后均需要进行一次调零，其方法是红、黑表笔接通，表指针向右偏转，调整有“Ω”的旋钮，使表指针指向“0”处



手册



学习自主学习手册模块一：单元 1 任务 1 相关知识。



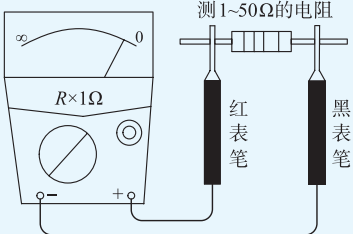
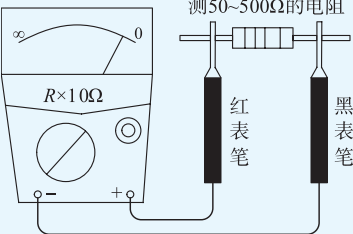
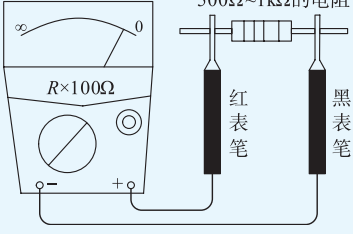
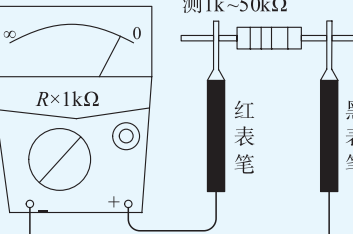
手册



完成自主学习手册模块一：单元 1 任务 1 学习任务。

## 笔记

表 1-1-2 万用表测电阻的方法

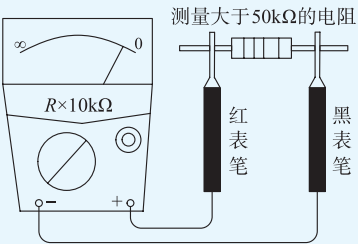

接线状态	说明
 <p>测 1~50Ω 的电阻</p>	<p>万用表置于 <math>R \times 1</math> 挡，两根表棒任意接电阻的两脚，这时的指针应向左偏转，指向该电阻标称的阻值处</p>
 <p>测 50~500Ω 的电阻</p>	<p>万用表置于 <math>R \times 10</math> 挡，接线方法同置于 <math>R \times 1</math> 挡时一样，在表中读出的数值要乘以 10</p> <p><b>做一做</b></p> <p>用万用表测量电阻值为 <math>100\Omega</math> 的电阻。</p>
 <p>500Ω~1kΩ 的电阻</p>	<p>接线方法同置于 <math>R \times 1</math> 挡时一样，在表中读出的数值要乘以 100，不同万用表中欧姆挡的挡位有所不同，有的为 5 挡，有的则比较少</p> <p><b>做一做</b></p> <p>用万用表测量 <math>510\Omega</math> 的电阻值。</p>
 <p>测 1k~50kΩ</p>	<p>接线方法同置于 <math>R \times 1</math> 挡时一样，在表中读出的数值要乘以 1000，根据不同的阻值大小选择适当的量程，其原则是测量时表针要落在刻度盘的中间区域</p> <p><b>提示</b></p> <p>若测量时表针没有落在刻度盘的中间区域，则要调整测量的量程。</p>

## 手册

完成自主学习手册模块一：单元 1 任务 1 学习任务。



续表

接线状态	说明
 <p>测量大于 <math>50\text{k}\Omega</math> 的电阻</p>	<p>接线方法同置于 <math>R \times 1</math> 挡时一样, 在表中读出的数值要乘以 10000。如果测量中表针不动, 则说明电阻断路</p> <div style="border: 1px dashed #000; padding: 10px; border-radius: 10px;"><p> <b>提示</b></p><p><math>R \times 10\text{k}</math> 挡 9V 电池是方块形的, 如果没有电, 也不影响欧姆挡的其他挡位测量。</p></div>

### 注意事项

万用表电阻挡为  $R \times 10\text{k}$  时, 内部电源电压为  $10.5\text{V}$  (不同型号万用表的电源电压略有差异), 其余电阻挡的内部电源电压为  $1.5\text{V}$ 。

## 步骤二 认识二极管

### 相关知识

#### 一、用万用表检测二极管

使用万用表电阻挡测量时, 可以把万用表等效看成由内部电源与电流表串联, 黑表笔与电源正极相接, 红表笔与电源负极相接。当红、黑表笔分别与二极管的两个电极相接时(见表 1-1-3), 相当于给二极管施加了正向或反向电压, 所测得电阻值差异会很大, 可以以此来判断二极管的正、负极性及其单向导电性能。



#### 想一想

使用万用表前应该先做什么工作?

### 笔记

---

---

---

---

---

---

---

---

---







---

### 手册

学习自主学习手册模块一: 单元 1 任务 1 应知应会。

## 笔记

表 1-1-3 用万用表测试二极管

测试操作	说明	测试操作	说明
	万用表调零： 将万用表量程置于 $R \times 1k$ 或 $R \times 100$ 挡，短接红、黑表笔，调整“ $0\Omega$ ”电位器，使指针与“ $0\Omega$ ”刻度线重合		检测发光二极管： 将万用表的量程置于 $R \times 10k$ 挡，测量其正、反向电阻，判断出发光二极管的正、负极性。用万用表 $R \times 10$ 与 1 节 1.5V 电池串联，使它能够正常发光，以判别发光二极管的质量
	测二极管正向电阻： 将万用表的黑表笔与二极管的正极相接，红表笔与二极管的负极相接，所测得的电阻值称为二极管的正向电阻		测发光二极管反向电阻： 将万用表的红表笔与二极管的正极相接，黑表笔与二极管的负极相接，所测电阻的值应该很大（接近无穷大），所测得的电阻称为二极管的反向电阻
	测二极管反向电阻： 将万用表的红表笔与二极管的正极相接，黑表笔与二极管的负极相接，所测电阻的值应该很大（接近无穷大），该电阻值称为二极管的反向电阻		测大功率二极管正向电阻： 将万用表的黑表笔与二极管的正极相接，红表笔与二极管的负极相接，该电阻值称为二极管的正向电阻

## 做一做

使用万用表检测实验室提供的各种二极管。



## 小知识

一般来说，硅二极管的正向电阻为几百到几千欧姆，锗二极管小于  $1k\Omega$ 。如果正向电阻较小，那么基本是锗二极管。若要准确地知道二极管的材料，可将管子接入正偏电路中测其导通压降。若电压降在  $0.6 \sim 0.7V$ ，则是硅管；若电压降在  $0.2 \sim 0.3V$ ，则是锗管。



**想一想**

利用数字万用表测量二极管是否更简单？试一试。

**二、二极管的结构与符号**

在一个 PN 结的两端加上电极引线并用外壳封装起来，就构成了半导体二极管。由 P 型半导体引出的电极，叫作正极（或阳极）；由 N 型半导体引出的电极，叫作负极（或阴极）。通常用图 1-1-3 (c) 所示的图形符号表示 PN 结。按照结构工艺的不同，二极管有点接触型和面接触型两类，它们的结构如图 1-1-3 (a)、(b) 所示。

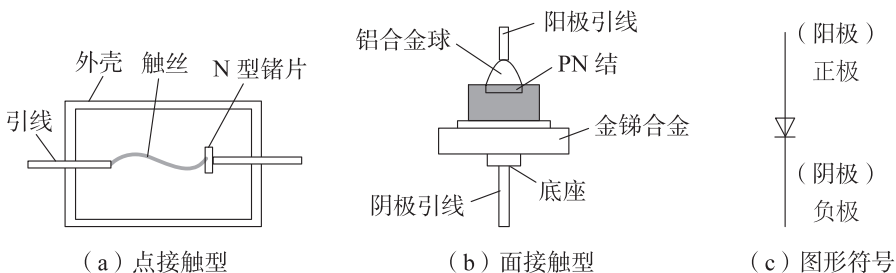


图 1-1-3 二极管的结构和图形符号



**小知识**

点接触型二极管（一般为锗管）的 PN 结结面积很小（结电容小），工作频率高，适用于高频电路和开关电路；面接触型二极管（一般为硅管）的 PN 结结面积大（结电容大），工作频率较低，适用于大功率整流等低频电路。半导体二极管的种类和型号很多，因此用不同的符号来代表它们，如 2AP9，其中“2”表示二极管，“A”表示采用 N 型锗材料为基片，“P”表示普通用途管（P 为汉语拼音字头），“9”为产品性能序号；又如 2CZ28，其中“C”表示采用 N 型硅材料作为基片，“Z”表示整流管。

**笔记**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## 手册

学习自主学习手册模块一：单元1任务1相关知识。

## 三、了解半导体材料

半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的物质。在纯度极高的半导体材料（硅或锗）中掺入少量的磷或硼后，即成为N型或P型半导体。

随着电子技术的不断发展，半导体材料的应用越来越广泛，如交通信号灯里的发光二极管（见图1-1-4）、LED显示屏（见图1-1-5）、太阳能电池板（见图1-1-6）等都是利用半导体制成的。

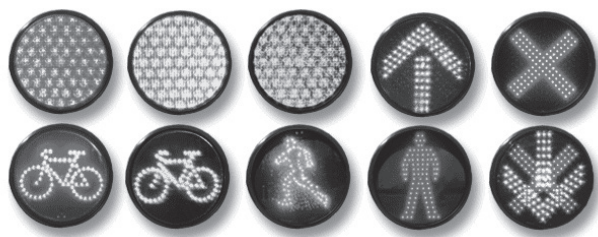


图 1-1-4 用发光二极管制作的交通信号灯



图 1-1-5 LED 显示屏

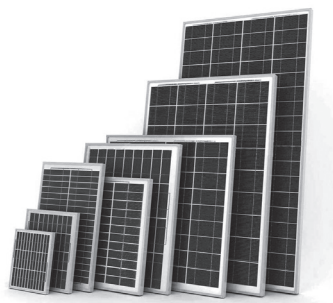


图 1-1-6 太阳能电池板

## 笔记



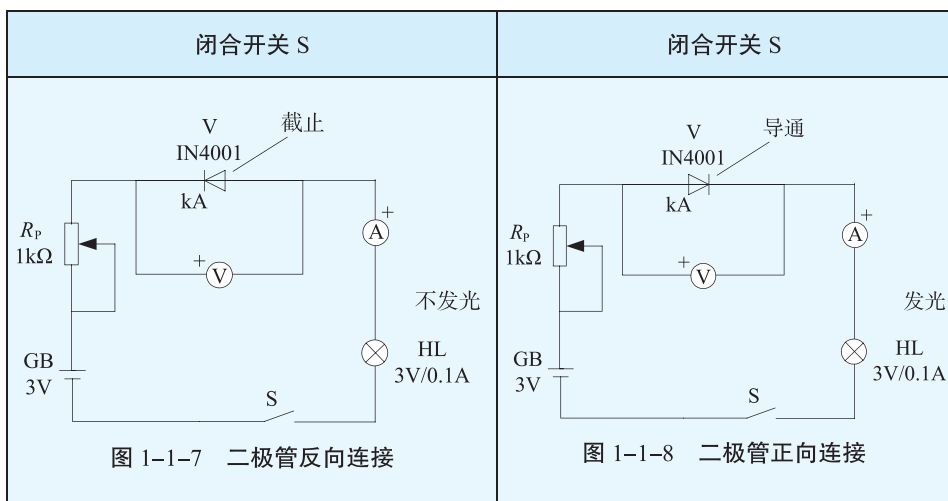
## 想一想

1. P型半导体、N型半导体各有什么特点？
2. PN结是怎样形成的？

## 步骤三 测试二极管的特性

## 做一做

按照图1-1-7、图1-1-8所示电路图连线，说出S闭合时图中二极管及红灯的工作状态。



### 想一想

你会按照图 1-1-9、图 1-1-10 所示对发光二极管进行测试吗？

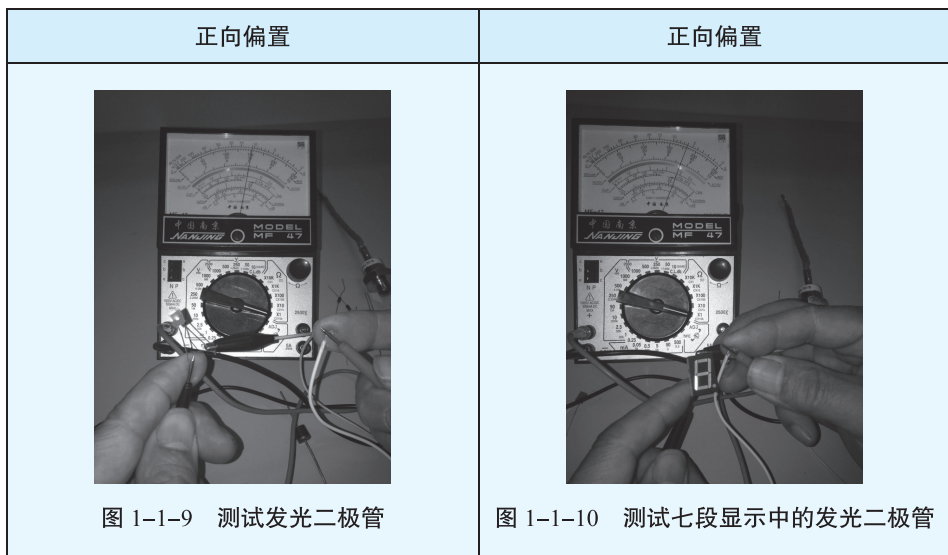


### 笔记



### 手册

完成自主学习手册模块一：单元 1 任务 1 学习任务。



## 相关知识

### 一、二极管的伏安特性

二极管的伏安特性是指加在它两端的电压与流过它的电流的关系，简称  $U-I$  特性。实际二极管的  $U-I$  特性如图 1-1-11（硅管）和图 1-1-12（锗管）所示。二极管的伏安特性有正向导电性、反向截止特性和反向击穿特性。

## 笔记

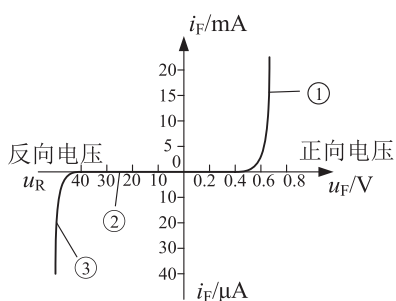


图 1-1-11 硅二极管 2CP10 的伏安特性

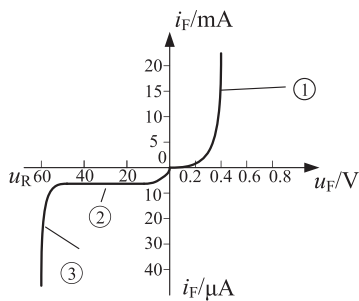


图 1-1-12 锗二极管 2AP15 的伏安特性

① 正向导电区；② 反向截止区；③ 反向击穿区



## 提示

温度升高时，因少数载流子浓度增加，所以反向电流将随之增加。但由于少数载流子的数量很少，所以反向电流仍然是很小的；当反向电压增加到一定值时，反向电流剧增，这叫作二极管的反向击穿。

## 手册

完成自主学习手册模块一：单元 1 任务 1 学习任务。

## 二、二极管的参数

二极管的特性除用伏安特性曲线表示外，还可用一些数据来说明，这些数据就是二极管的参数。各种参数都可从半导体器件手册中查到，下面只介绍几个常用的主要参数，如表 1-1-4 所示。

表 1-1-4 二极管的主要参数

二极管的主要参数	说明
最大整流电流 $I_F$	$I_F$ 是二极管长时间使用时，允许流过二极管的最大正向平均电流。当电流超过这个允许值时，二极管会因过热而烧坏，使用时务必注意
最大反向工作电压 $U_{RM}$	$U_{RM}$ 是二极管在使用时所允许加的最大反向电压。超过此值，二极管就有可能被击穿
最大反向电流 $I_R$	$I_R$ 是在二极管上加最大反向工作电压时的反向电流值。反向电流大，说明二极管单向导电性能差，并且受温度的影响大

## 三、二极管的命名

按照国家标准 GB249-89《半导体分立器件型号命名方法》的规定，国产半导体极管的型号由 5 部分组成，请参阅自主学习手册的相关内容。

## 笔记



## 提示

半导体二极管的封装形式、封装材料、体积大小和外形等多种多样，所以二极管的正、负极一般都在外壳上用图形符号、色点、标志环等标注出来。通常，标有色点的一端是正极，带标志环的一端是负极。另外，二极管应用范围很广，可用于整流、检波、元件保护以及在脉冲与数字电路中作为开关元件。

## 做一做

1. 查找资料，完成以下工作。
  - (1) 在实验室分别找出塑料封装、金属封装和玻璃封装的二极管。
  - (2) 找出外壳上用图形符号、色点、标志环等标注的二极管。
  - (3) 查找资料，掌握半导体二极管的命名方法。
2. 请写出用万用表判别二极管极性的步骤和方法。



## 提示

1. 检测二极管时，人体不能同时接触二极管的两个引脚，以免影响测量结果。
2. 检测二极管时，必须交换红、黑表笔与二极管引脚相接，通过比较测得的两个电阻值进行判断。

## 相关知识

## 四、二极管的种类

二极管的种类如表 1-1-5 所示。

表 1-1-5 二极管的种类

划分方法及种类		说明
按功能划分	普通二极管	常见二极管
	整流二极管	专门用于整流的二极管
	发光二极管	专门用于指示信号的二极管
	稳压二极管	专门用于直流稳压的二极管
	光电二极管	对光有敏感作用



## 手册

学习自主学习手册模块一：单元 1 任务 1 附录 1。

续表

划分方法及种类		说明
按材料划分	硅二极管	硅材料二极管, 常用的二极管
	锗二极管	锗材料二极管
按外壳封装材料划分	塑料封装二极管	大量使用的二极管
	金属封装二极管	大功率二极管
	玻璃封装二极管	检波二极管

## 巩固与拓展

### 一、知识巩固

根据图 1-1-13 所示本任务知识体系, 梳理自己掌握的知识体系, 并与同学相互交流、研讨个人对二极管知识点的理解及对用万用表测量二极管极性的掌握情况。

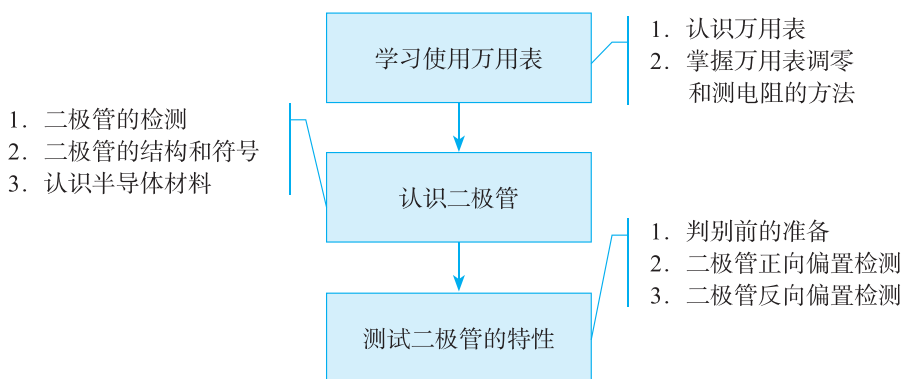


图 1-1-13 本任务知识体系

### 二、拓展任务

1. 根据任务 1 的学习步骤及方法, 利用所学知识自主完成自主学习手册中的其他学习任务。
2. 查阅企业员工规章制度, 谈谈自己作为企业一员应该具备哪些素质。

#### 手册

完成自主学习手册模块一: 单元 1 任务 1 相关学习任务。