

项目3

电平指示电路的安装



学习目标

1. 了解发光二极管电平指示电路的结构特点；
2. 熟悉电容器的结构特点和标注方法；
3. 懂得常见电容器的正确检测方法；
4. 了解二极管的结构、特性,会对二极管进行性能检测；
5. 能对发光二极管电平指示电路进行正确的焊接与调试。



项目描述

在收音机、录音机或扩音机中,通常会有很多个指示灯。随着声音高低的变化,指示灯亮的个数相应地变化。利用发光二极管的亮暗,直接判断输出电平的高低。那么,简易的发光二极管电平指示电路是如何做到的?

根据图 3-1 所示的电平指示电路安装图,在多功能板上焊接如图 3-2 所示的电平指示电路。

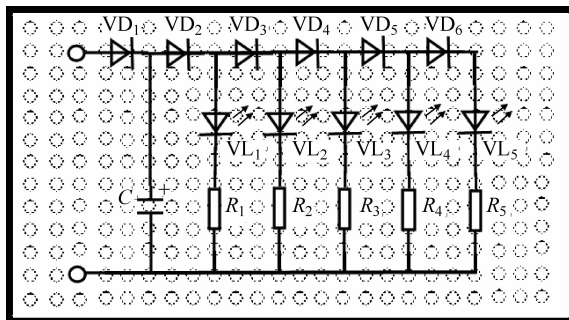


图 3-1 电平指示电路安装图

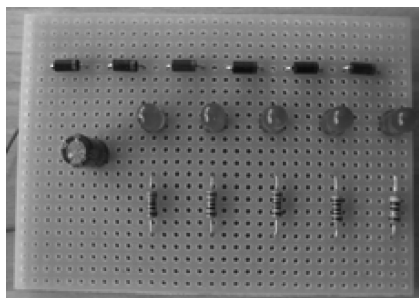


图 3-2 电平指示电路实物图

该电平指示电路中是由多个整流二极管、发光二极管和电阻组成的串并联电路。输入适当的交流电压,发光二极管将发光。随着输入电压不断升高,发光二极管发光的个数

相应地增加。

学生通过装接该电路,了解串并联电路的基本结构,熟悉整流二极管和发光二极管的工作特性,同时了解该电路的基本结构和电路的工作原理。在安装过程中,要注意二极管和电解电容的极性问题,并注意焊接工艺。



项目准备

一、电路原理

图 3-3 所示为发光二极管电平指示电路原理图。电路的工作过程为:输入电压 U_i 时,经过 VD_1 和 C_1 整流、滤波后,提供直流电压。当电流经过 VD_2 时,使 VL_1 灯亮;经过 VD_3 时,使 VL_2 灯亮;以此类推,最终根据发光二极管亮灯的数量来指示电流的大小。

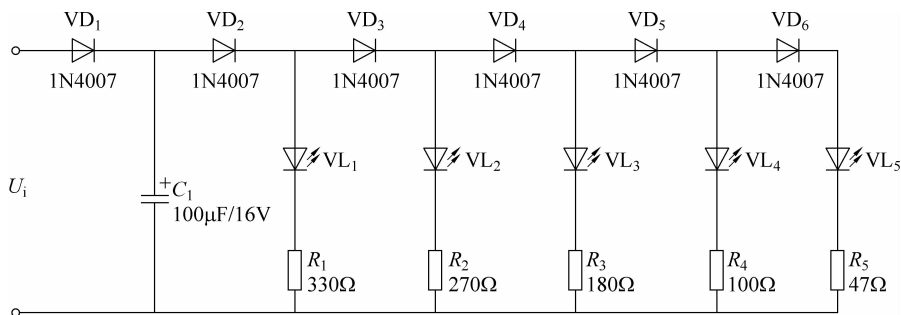


图 3-3 发光二极管电平指示电路原理图

二、认识二极管

1. 二极管的外形与符号

二极管是一种常见的半导体器件,其核心是 PN 结。将 PN 结用金属或塑料封装,从两端各引出一条金属引线,就构成二极管。它具有单向导电特性,即加正向电压时导通,加反向电压时截止。二极管常应用于整流、检波、开关、限幅、变容等场合,其外形、符号如图 3-4 和图 3-5 所示。



图 3-4 二极管实物图



图 3-5 二极管符号

2. 二极管的检测方法

二极管的检测方法有两种,一种是经验判别法,另一种是万用表检测法。

经验判别法的具体操作如下：一般将负极端用色环做标记，即有色环标记的一端为负极，另一端为正极。

万用表检测法的操作步骤如下：选择万用表的电阻 $R \times 1k$ 或 $R \times 100$ 挡，并调零。将两支表笔分别接在二极管两个引脚上，观察指针的偏转情况；然后对调表笔再测一次，观察指针的偏转情况。正常情况下，二极管的正向电阻一般为几千欧（锗二极管的正向电阻约为 $1k\Omega$ ，硅二极管的正向电阻约为 $5k\Omega$ ），反向电阻接近 ∞ 。此时，当阻值测得为几千欧时，黑表笔所接的引脚为二极管正极，另一个引脚为负极，如图 3-6 所示。若在测量过程中，测得正、反向电阻都为 ∞ ，说明该二极管断路；若测得正、反向电阻都为 0，说明该二极管内部短路。



图 3-6 万用表检测二极管示意图

三、认识电容器

1. 电容器的外形与符号

电容器通常简称为电容，用字母 C 表示。它是“装电的容器”，是一种容纳电荷的器件。电容是电子设备中大量使用的电子元件之一，广泛应用于电路中的“隔直通交”、耦合、旁路、滤波、调谐回路、能量转换、控制等方面。任何两个彼此绝缘且相隔很近的导体（包括导线）间都构成一个电容器，其外形、符号如图 3-7 和图 3-8 所示。



图 3-7 常见电容器实物图

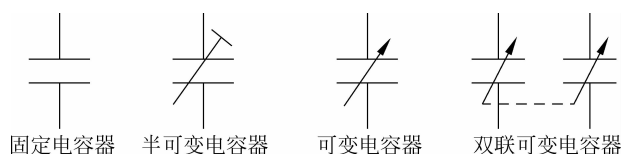


图 3-8 电容器一般符号

2. 电容器的标注方法

电容器的标注方法有直标法、文字符号法、数码法等。

(1) 直标法：直标法是将电容器的主要参数(标称电容量、额定电压及允许偏差)直接标注在电容器上,一般用于电解电容器或体积较大的无极性电容器。标称电容量的单位有微法(μF)、皮法(pF)。

(2) 文字符号法：文字符号法是采用数字或字母数字混合的方法来标注电容器的主要参数。此标注方法是用 2~4 位数字表示有效值,用 p、n、M、 μ 等表示单位。例如,4p7 表示 4.7pF ,8n2 表示 8200pF ,M1 表示 $0.1\mu\text{F}$,3m3 表示 $3300\mu\text{F}$,G1 表示 $100\mu\text{F}$ 。

(3) 数码法：数码法一般是用 3 位数字表示电容器的容量。其中,前两位为有效值数字,第 3 位数字为倍乘数(表示有效值后有多少个 0)。例如,104 表示 $10 \times 10^4 \text{pF} = 0.1\mu\text{F}$,109 表示 $10 \times 10^{-1} \text{pF}$ 。

3. 电解电容器的检测

检测电解电容器时,应针对不同容量选用合适的量程。根据经验,一般情况下,1~ $47\mu\text{F}$ 间的电容,可用 $R \times 1\text{k}$ 挡测量;大于 $47\mu\text{F}$ 的电容,可用 $R \times 100$ 挡测量。具体操作时,将万用表红表笔接负极,黑表笔接正极,在刚接触的瞬间,万用表指针向右偏转较大角度(对于同一电阻挡,容量越大,摆幅越大),接着逐渐向左回转,直到停在某一位置。此时的阻值便是电解电容的正向漏电阻,此值略大于反向漏电阻。实际使用经验表明,电解电容的漏电阻一般应在几百千欧以上;否则,将不能正常工作。

在测试中,若正向、反向均无充电的现象,即表针不动,说明电容器容量消失或内部断路;如果所测阻值很小或为零,说明电容漏电大或已击穿损坏,不能再使用。

对于正、负极标志不明的电解电容器,可利用上述测量漏电阻的方法来判别。即先任意测一下漏电阻,记住其大小;然后交换表笔,再测出一个阻值。两次测量中,阻值大的那一次便是正向接法,即黑表笔接的是正极,红表笔接的是负极。

使用万用表电阻挡,采用给电解电容进行正、反向充电的方法,根据指针向右摆动幅度的大小,可估测出电解电容的容量。

注意：对于电解电容器,外壳标有“-”号一端的引脚为负极;若电容器有两个引脚,脚长的是正极,脚短的是负极。

四、万用表测直流电压的方法

1. 选择挡位与量程

用万用表测量直流电压时,选择开关应该旋至直流电压区,并选择合适的量程。量程

的选择一般为被测电压或电流的 1.5~2 倍。若事先无法确定被测值的大小,量程的选择一般应从大到小,直到合适为止。

2. 与被测电路的连接

测量直流电压时,万用表应与被测电路并联,红表笔接高电位端,黑表笔接低电位端。具体测量方法如图 3-9 所示。

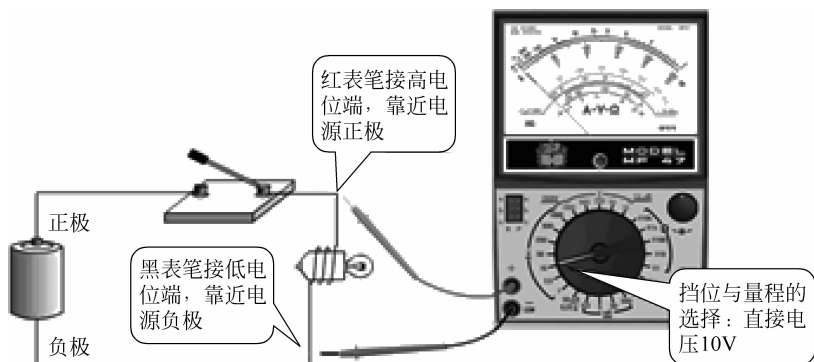


图 3-9 万用表测直流电压接线实例图

注意：用万用表测量直流电压时,万用表与被测电路并联。注意电压的极性,并选择合适的量程。

3. 正确读数

直流电压的实际测量值=指针所占的格数×每小格所代表的值

如在测量某一直流电压时,万用表的量程选择开关打在直流电压“10V”挡,指针所处位置如图 3-10 所示,则直流电压的测量值为 $37 \times 0.2\text{V} = 7.4\text{V}$ 。

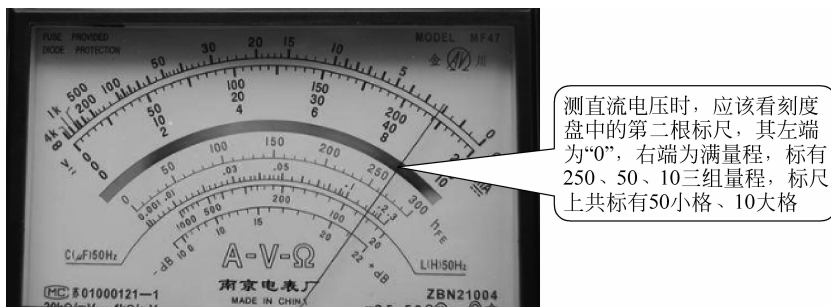


图 3-10 万用表测直流电压实例



项目实施

一、器材准备

根据表 3-1 所示的材料清单,选配元器件。

表 3-1 材料清单

代 号	名 称	规 格	数量
VD ₁ ~ VD ₆	二极管	1N4007	6
LED ₁ ~ LED ₆	发光二极管	红色 $\phi 10$	5
C ₁	电解电容器	100 μ F/16V	1
R ₁	电阻	330 Ω	1
R ₂	电阻	270 Ω	1
R ₃	电阻	180 Ω	1
R ₄	电阻	100 Ω	1
R ₅	电阻	47 Ω	1

二、元器件的检测

1. 电阻的检测

用万用表测量各电阻阻值,判断其质量好坏,然后将相关信息填入表 3-2。检测方法参考前面章节的相关内容。

表 3-2 电阻检测表

编号	万用表量程	色环阻值	测量阻值	质量好坏

2. 发光二极管的检测

用万用表检测发光二极管的质量好坏,然后将相关信息填入表 3-3。检测方法参考前面章节的相关内容。

表 3-3 发光二极管的识别与检测

编号	正向电阻		反向电阻		检测结果
	挡位	阻值	挡位	阻值	

3. 电解电容器的检测

识别与检测电解电容器,并将相关信息填入表 3-4。

表 3-4 电解电容器的识别与检测

编号	标称容量	耐压	有无极性	漏电阻	检测结果

4. 普通二极管的检测

用万用表 $R \times 1k$ 或 $R \times 100$ 挡,对二极管进行识别与检测,并将相关信息填入表 3-5。

表 3-5 二极管的识别与检测

编号	挡位	正向电阻	反向电阻	检测结果

三、电路安装与测试

- (1) 按工艺要求对元器件的引脚进行成型加工。
- (2) 根据图 3-2 所示电平指示电路实物图,在单孔印制电路板上完成元件排列、插装。
- (3) 按焊接工艺要求焊接元器件,直到所有元器件连接并焊完为止(焊前检查工具是否缺损,并为烙铁上锡处理)。
- (4) 焊接电路连接线。
- (5) 焊接完成后,根据电路安装图,检查电路焊接是否有误。

注意: 元器件的排列与布局以合理、美观为标准。安装与焊接应符合工艺要求。在焊接过程中,注意发光二极管、二极管、电解电容的正、负极性。

- (6) 通电调试。然后将相关信息填入表 3-6。

① 确定电路连接正确后,输入连续可调的交流电压。用万用表测量 1 个、3 个、5 个发光二极管正常发光时,输入信号 U_i 、二极管 VD_1 两端电压及电容两端电压的变化情况。

② 用万用表测量当 1 个、3 个、5 个发光二极管正常发光,若二极管导通,其两端的电压;若发光二极管正常发光,其两端的电压以及电阻 $R_1 \sim R_5$ 两端的电压。

表 3-6 发光二极管电平指示电路测试表

测试项目	U_i	U_{VD1}	U_c	U_{VD2}	U_{LED}	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}	U_{R4}	U_{R5}
1 个 LED 正常发光时										
3 个 LED 正常发光时										
5 个 LED 正常发光时										



项目评价

焊接训练评价标准如表 3-7 所示。

表 3-7 评分标准

项 目	配分	评分标准(每项累计扣分不超过配分)	扣分	得分
元器件识别、检测	10	① 元器件识别,错一个,扣 1 分 ② 元器件检测,错一个,扣 2 分		
焊接工艺	30	① 虚焊、漏焊、碰焊、焊盘脱落,每处扣 2 分 ② 焊点表面粗糙,不光滑,有拉尖、毛刺、堆焊、焊点不均匀、夹渣,每处扣 2 分 ③ 同类焊点大小明显不均匀,总体扣 3 分 ④ 表面不清洁,有大块焊剂或焊料残留,总体扣 3 分 ⑤ 焊接后的元件引脚剪切不合理(过短、过长或长短不一),总体扣 2 分		
安装工艺	20	① 元器件标志方向、插装高度不符合工艺要求,每件扣 1 分 ② 元器件引脚成型不符合要求,每件扣 1 分 ③ 元器件插装位置不符合要求,每件扣 2 分 ④ 损坏元器件,每件扣 2 分 ⑤ 整体排列不整齐,总体扣 2 分		
简单测量与调试	30	① 万用表测量不正确,扣 5~10 分 ② 电路调试不成功,每次扣 5~10 分		
职业素养	10	① 工作台上的工具排放不整齐,扣 1 分 ② 未按要求统一着装,仪容仪表不规范,扣 1 分 ③ 破坏公物,视损坏程度扣 1~3 分 ④ 未能严格遵守安全操作规程,造成仪器设备损坏,扣 5~10 分		

项目拓展

一、固定电容器的检测方法

利用万用表的电阻挡,通过测量电容器两个引脚之间的漏电阻,根据指针摆动的情況判断其质量。检测可能出现的情况如表 3-8 所示。

表 3-8 电容器的检测

可选量程	不同容量	$<1\mu\text{F}$	$1\sim7\mu\text{F}$	$>47\mu\text{F}$
	相应量程	$R\times10\text{k}\Omega$	$R\times1\text{k}\Omega$	$R\times100\Omega$
检测	常见故障	检测现象		说 明
	正常	指针先向右偏转,再向左回归		在同一电阻挡,万用表指针向右偏转幅度越大,容量越大;万用表回转幅度越大,说明漏电越小,电容器性能越好;电解电容的反向漏电阻略小于正向漏电阻
	容量太小或消失	表针不动		
	击穿短路	表针不回转		
	漏电现象	表针回转幅度小		

1. 检测 10pF 以下的小电容

测量时,选用万用表 $R\times10\text{k}$ 挡。用两支表笔分别接电容的两个引脚,阻值应为 ∞ 。若测出阻值(指针向右摆动)为零,说明电容漏电损坏或内部击穿。

2. 检测 $10\text{pF}\sim 0.01\mu\text{F}$ 固定电容器

万用表选用 $R\times 1\text{k}$ 挡。两只三极管的 β 值均为 100 以上,且穿透电流要小。可选用 3DG6 等型号的硅三极管组成复合管。万用表的红、黑表笔分别与复合管的发射极 E 和集电极 C 相接。由于复合三极管的放大作用,把被测电容的充放电过程放大,使万用表指针摆动加大,便于观察。应注意的是,在测试操作时,特别是在测较小容量的电容时,要反复调换被测电容引脚,才能明显地看到万用表指针的摆动,连接方法如图 3-11 所示。

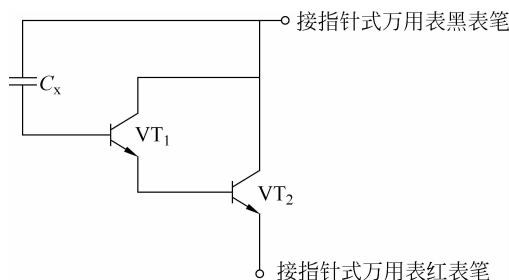


图 3-11 测量小电容连接示意图

3. 检测 $0.01\mu\text{F}$ 以上的固定电容

可用万用表的 $R\times 10\text{k}$ 挡直接测试电容器有无充电过程,以及有无内部短路或漏电;并可根据指针向右摆动的幅度大小估计出电容器的容量。

二、交流电压的万用表检测方法

1. 选择挡位与量程

测量交流电压时,选择开关应旋至交流电压区,并选择合适的量程。量程通常选择为被测电压或电流的 1.5~2 倍。若事先无法确定被测值的大小,量程的选择一般应从大到小,直到合适为止。

2. 与被测电路的连接

测量交流电压时,万用表应与被测电路并联,表笔不分正、负极电位。具体测量方法如图 3-12 所示。

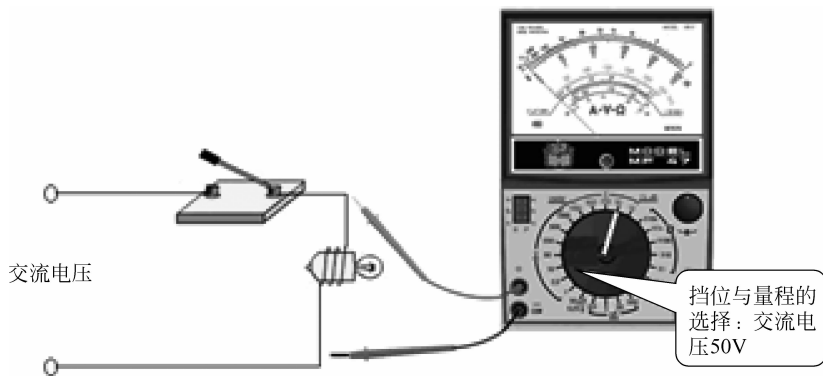


图 3-12 万用表测交流电压接线实例图

3. 正确读数

交流电压的实际测量值=指针所占的格数×每小格所代表的值

例如,在测量某一交流电压时,万用表的量程选择开关打在交流电压“50V”挡,指针所处位置如图 3-13 所示,则交流电压的测量值为 $37 \times 1\text{V} = 37\text{V}$ 。



测交流电压时,应该看刻度盘中的第二根标尺,其左端为“0”,右端为满量程,标有250、50、10三组量程,标尺上共标有50小格、10大格

图 3-13 万用表测交流电压实例

知识巩固

一、填空题

1. 二极管是一种常见的_____器件。二极管的核心是_____。它具有_____特性,常应用于_____、_____、_____、限幅、变容等场合。
2. 正常情况下,二极管的正向电阻一般为_____左右,反向电阻接近_____。
3. 电容器用字母_____表示,是一种容纳电荷的器件,广泛应用于电路中的_____、_____、_____、滤波、调谐回路、能量转换、控制等方面。
4. 电容器的标注方法有_____、_____、_____等。
5. $1\text{F} = \underline{\hspace{1cm}} \mu\text{F} = \underline{\hspace{1cm}} \text{pF}$ 。
6. 用万用表测量直流电压时,万用表与被测电路_____,红表笔接被测电路的_____,黑表笔接被测电路的低电位,并选择_____的量程。

二、简答题

1. 试说明二极管的结构特点及其特性。
2. 简述二极管的检测方法。
3. 简述万用表检测电解电容的方法。
4. 试说明万用表测量交流电压的方法。该方法与测量直流电压时有何不同?
5. 简述电平指示电路的工作过程。

三、能力题

根据图 3-3 所示的电平指示电路,试分析:①当 VD_1 反接时,会出现什么情况?为什么?②当 LED_1 反接时,电路会出现什么情况?③当 LED_5 短路或断路时,分别出现什么情况?