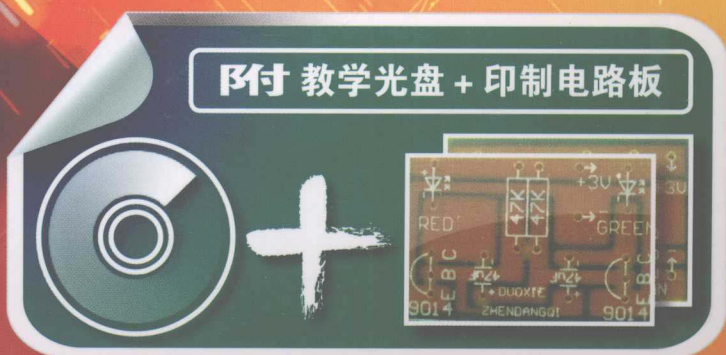


经典电子设计与实践

DIY

周宝善 编著

附 教学光盘 + 印制电路板



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

经典电子设计与实践 DIY

周宝善 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

经典电子设计与实践 DIY / 周宝善编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.8
ISBN 978-7-115-18260-9

I. 经… II. 周… III. 电子电路—电路设计 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 082067 号

内 容 提 要

本书系统讲述了电子电路的设计方法与制作技巧。全书内容由 4 部分组成: 第一部分通过 3 个经典实例介绍了有关电子设计制作的相关知识和工艺; 第二部分详细讲解了 54 个典型设计实例, 给出了有关电路图和工作原理及元器件型号参数; 第三、四部分主要介绍了成为电子技师应了解的相关知识。

本书可作为广大电子技术初学者、爱好者——特别是青少年爱好者学习和开展电子科技活动的参考用书。

经典电子设计与实践 DIY

-
- ◆ 编 著 周宝善
责任编辑 王朝辉
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 11.5
字数: 249 千字 2008 年 8 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2008 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18260-9/TN

定价: 25.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着电子技术的迅速发展和社会的进步，目前在人们的日常生活中到处都可以见到电子产品，电子技术应用水平也已成为现代化的重要标志之一。大力普及现代电子技术知识，培养电子科技的后备人才是一项十分紧迫的任务。而在电子技术的学习领域，仅掌握理论知识是远远不够的，广大电子技术爱好者不应仅仅停留在对知识的学习方面，而是应该动起手来，自己进行电子电路的设计开发与制作，提高对知识的应用能力与实践能力，以及在电子技术设计方面的创新能力。广大青少年对无线电和电子技术也怀有浓厚的兴趣，许多学校和青少年活动中心都开设了无线电科技班，开展无线电测向、电子技师认证等活动，大力培养青少年的动手实践能力以及发明创造能力。为了丰富广大电子技术爱好者以及青少年的技术知识，向广大读者提供简单、实用、可行的电子设计实践资料，将理论与实践相结合，把技术知识转变为实用技能，作者根据自己多年的制作实践与教学经验，历时 7 年、修改 5 次，编写了这本《经典电子设计与实践 DIY》。

本书主要有以下几个特点：

（1）求真务实，实用易懂。本书内容浅显易懂，语言表述简明扼要，意在培养广大读者（特别是青少年读者）对电子技术的兴趣，丰富技术知识，培养后备人才。

（2）切实可行，行之有效。书中所选实例均经过作者多年教学实践验证，侧重实用性、趣味性、创新性，便于自学自用。通过参照本书进行练习操作，可快速提高电子制作的动手能力。

（3）互动教学，学以致用。本书配有部分教学资料（视频教学案例、演示文档）、线路板实物等相关配套产品，书中所有实例用的原材料套件作者也可按成本价提供，给读者创造出真正动起手来边学边练的硬件条件。

书中所有的单片机程序均经作者在 Windows95 及以上版本操作系统下，通过 PGM89 软件编译验证成功。

由于作者能力有限，书中难免有错误和不尽人意之处，敬请有关专家与广大读者批评指正。

作 者

光盘使用说明

一、硬件配置

586DX/66 以上的 CPU, 16MB 以上的内存, VGA 或 Super VGA 显示器, 标准 VGA 或兼容显卡, 声卡, 光盘驱动器, 鼠标、键盘及兼容音箱。

二、软件配置

Windows 95、Windows NT 3.51 及以上版本, 屏幕分辨率 800×600, 颜色设置为 16 位真彩色 (推荐使用 32 位真彩色)。

三、启动方式

把光盘放入光盘驱动器中, 在光盘根目录下用鼠标双击进入相应的标题文件夹, 选择相关的内容双击启动。

四、主要内容

本光盘主要包括“教学资料”和“视频播放”两大部分内容。

1. 教学资料: 主要以演示文档的形式来讲解“红绿灯多谐振荡器”、“可调光电开关”、“程控 7 灯单片机”实践案例。
2. 视频播放: 主要以视频教学的方式来介绍“红绿灯多谐振荡器”、“可调光电开关”、“程控 7 灯单片机”实践案例以及“红绿灯多谐振荡器”、“可调光电开关”的完全 DIY 制作案例。

可用鼠标双击进入相应的标题文件夹, 然后选择相关的内容进行浏览。

五、注意事项

1. 本光盘适合在计算机上使用, 其中“视频播放部分”也可在 VCD、DVD 机上播放。
2. 在播放过程中, 按键盘上的“ESC”键或单击鼠标右键选择“结束放映”选项, 即可退出播放程序。
3. 对于配置比较低的机器, 读取光盘和页面跳转过程会长一些, 请耐心等待一会儿。
4. 由于有些用户的计算机上装有超级解霸等影音播放软件, 运行此光盘时, 最好将光盘自动探测器关闭或设置为无效, 否则可能会造成影音文件的播放冲突。

目 录

第 1 章 基础知识	1
第 1 节 常用电子元器件基础知识	1
第 2 节 电子焊接基本技能技巧	16
第 3 节 “红绿灯多谐振荡器”实践案例	19
一、概述	19
二、电路原理图	19
三、元件器介绍	20
四、制作过程	22
五、原理分析	25
六、电子制作实践 DIY	26
第 4 节 “可调光电开关”实践案例	28
一、概述	28
二、电路原理图	29
三、元件器介绍	29
四、制作过程	32
五、原理分析	36
六、电子制作实践 DIY	37
第 5 节 “程控 7 灯单片机”实践案例	39
一、概述	39
二、电路原理图	39
三、元件器介绍	40
四、制作过程	44
五、“程控 7 灯单片机”源程序	47
第 2 章 经典电子电路设计实例	50
1. 防空警报	50
2. 声控闪光灯	50
3. 电子秋虫	51
4. 变色电子花饰	51
5. 植物缺水报警器	52

6. 电容定时器	52
7. 电池电压判别器	53
8. 可调温控开关	53
9. 超级放大器	54
10. 三极管雪崩开关	54
11. 测光仪	55
12. 可调闪光灯	55
13. 电子讯响器	56
14. NE555 定时器	56
15. NE555 光线不足报警器	57
16. DVD 耳机功放	57
17. 轻触双稳态开关	58
18. 6 灯六进制电子转盘	58
19. 可控硅报警器	59
20. 音乐门铃	59
21. 光控闪光灯	60
22. 简易声控延时灯	60
23. 红黄绿循环灯	61
24. NE555 信号灯	61
25. 有线电话	62
26. LM386 功放	62
27. 轻触 2D 触发器	63
28. 10 灯十进制电子转盘	63
29. 声控延时灯	64
30. 闪光变音报警器	65
31. 汽车喇叭	65
32. DVD 功放	66
33. 有线话筒	67
34. 5 键 3 位密码灯	67
35. 冰箱关门提醒器	68
36. MP3 音乐功放	69
37. TDA2030A 汽车功放	69
38. 高精度测光灯	70
39. 信箱信件判别器	71
40. 红外线传感器	71
41. 直流稳压防短路电源	72
42. 程控 14 灯单片机	73
43. 可控 7 灯单片机	75

44. 程控 1 位数字单片机	79
45. 程控 2 位数字单片机	84
46. 可控 1 位数字单片机	87
47. 可控 2 位数显定时器	89
48. 可控 3 位数显计数器	92
49. 程控 1 位汉字单片机	98
50. 程控 8 路数显抢答器	107
51. 单片机声控开关	110
52. 热释电程控报警器	113
53. 程控 16 键电子琴	117
54. 程控密码锁	121
第 3 章 三级电子技师理论实训	125
第 1 节 电路和电路图	125
第 2 节 电流	128
第 3 节 电压	131
第 4 节 电阻	134
第 5 节 欧姆定律	136
第 6 节 电功	137
第 7 节 电功率	139
第 8 节 安全用电	141
第 9 节 电阻器	142
第 10 节 电容器	144
第 11 节 电感器	146
第 12 节 半导体二极管	147
第 13 节 半导体三极管	148
第 14 节 音乐集成电路	149
第 15 节 无线电波	150
第 4 章 二级电子技师理论实训	153
第 1 节 正弦交流电	153
第 2 节 交流电路	154
第 3 节 谐振电路	155
第 4 节 直流电源	157
第 5 节 三极管放大电路	161
第 6 节 振荡电路	164
第 7 节 可控硅与继电器	164
第 8 节 无线电发射机	166

第 9 节 无线电接收机.....	167
第 10 节 数字万用表.....	168
第 11 节 超外差收音机.....	169
第 12 节 二进制与十六进制.....	170
第 13 节 AT89C2051 单片机.....	171
第 14 节 单片机编程器与汇编语言格式.....	173
第 15 节 AT89C2051 单片机常用指令.....	174
参考文献.....	176

第1章 基础知识

第1节 常用电子元器件基础知识

1. 电阻器

电阻器简称电阻。在电子制作过程中，常见到 1/4W 五色环碳膜电阻器，它是碳氢化合物在高温真空下热分解的结晶碳沉积在陶瓷骨架上形成的膜式电阻器，通过控制碳膜厚度和对膜刻槽的方式控制电阻值的大小，其外表面一般涂有蓝色保护漆。电阻器的外形结构及图形符号如图 1-1 所示。



图 1-1

电阻器在电子制作中十分普遍，它的作用是：可以导电，但对电流有阻碍作用。这好比中心是空心的水管，可以通水，但对水流有阻碍作用。水管越粗，水管对水流的阻碍作用越小；水管越细，水管对水流的阻碍作用越大。

当电阻器两端的电压相同时，电阻器的阻值越大，通过的电流越小，电阻器在电路中能起到控制电流大小的作用。

电阻器阻值的大小，通常可用万用表的电阻挡测试出来，或根据电阻器上的色环标志计算出来，颜色“棕红橙黄绿蓝紫灰白黑”分别表示数字“1、2、3……9、0”为了方便记住颜色与数字的对应关系，可通过以下口诀和故事来加强记忆。

口诀：一棕熊，二红眼，三橙子，四黄瓜，五绿豆，六朵蓝花送妻子（七紫），挥（灰）巴（八）掌，打白酒（九），黑零。

《一只棕熊的故事》：从前，有一只棕色的熊，瞪着两只红色的眼睛，吃了三个橙子、四根黄瓜和五颗绿豆，然后这只棕熊摘了六朵蓝色的花，送给他的妻子（七紫），后来他挥一巴掌（灰八），打翻了一瓶白酒（九），嘿，您（黑零），酒没有了。

在五色环电阻器上，第 1 圈色环、第 2 圈色环、第 3 圈色环表示电阻值的前 3 位有效

数字；第 4 圈色环表示电阻值的倍率，即添加 0 的个数，例如棕色表示加 1 个 0、红色表示加 2 个 0、黑色表示不添加 0、金色表示减 1 个 0；第 5 圈色环表示电阻器允许的偏差，通常第 5 圈色环为棕色，表示电阻器允许的偏差为 1%，如规格是 100Ω 的电阻器的实际电阻值为 99~101Ω。

典型的五色环电阻色环与阻值对照如表 1-1 所示：

表 1-1 典型五色环电阻色环与阻值对照表

	电阻器上的色环颜色	表示的数字	表示的阻值	实测电阻值
1	棕黑黑棕棕	1001 1%	100 0=1kΩ	
2	棕黑黑红棕	1002 1%	100 00=10kΩ	
3	棕黑黑橙棕	1003 1%	100 000=100kΩ	
4	棕黑黑黄棕	1004 1%	100 0000=1MΩ	
5	棕黑黑黑棕	1000 1%	100 Ω	
6	棕黑黑金棕	100-1 1%	10 Ω	
7	黄紫黑红棕	4702 1%	470 00=47kΩ	
8	黄紫黑棕棕	4701 1%	470 0=4.7kΩ	
9	橙白黑黑棕	3900 1%	390Ω	
10	橙白黑棕棕	3901 1%	390 0=3.9kΩ	
11	蓝灰黑棕棕	6801 1%	680 0=6.8kΩ	
12	绿蓝黑棕棕	5601 1%	560 0=5.6kΩ	

用数字万用表的 200、2k、20k、2M 电阻挡，分别测试 100Ω、1kΩ、10kΩ、1MΩ 五色环电阻器的阻值。用万用表的红表笔和黑表笔同时接触电阻器的两只脚（电阻器的两只脚没有正负极之分），请将测试结果填写到表 1-1 的空格栏里。

✦小实验 这一实验说明了实测值与标称值两者之间存在一定的差异，这是允许的，上述测试结果的允许偏差（大于、小于）1%（选择括号内答案作标记）。

2. 电位器

在电子制作过程中，常见到 3 只脚带旋转轴臂的电位器。它的外形结构及图形符号如图 1-2 所示。

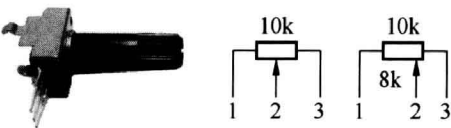


图 1-2

电位器的第 2 脚连着一个电刷，可随着旋转轴臂滑动，该脚将电位器分作电阻 12 与电阻 23，在轴臂旋转过程中，电位器第 1 脚与第 3 脚间的总电阻不变。假如电位器第 1 脚

与第3脚间总电阻为 $10\text{k}\Omega$ ，第1脚与第2脚间电阻为 $8\text{k}\Omega$ ，那么第2脚与第3脚间电阻为 $10\text{k}\Omega - 8\text{k}\Omega = 2\text{k}\Omega$ 。

电位器的作用是：可改变电阻的分配比例。就好比一张 10cm 长的纸条，剪去 8cm ，还剩 2cm 。

用数字万用表的 20k 电阻挡，测试规格为 $10\text{k}\Omega$ 的电位器的第1脚与第3脚间电阻值，即用万用表的红表笔和黑表笔同时接触电位器的第1脚与第3脚（电位器的3只脚没有正负极之分），测得 $R_{13} = (\quad)$ ，向第1脚端旋转轴臂，测试第1脚与第2脚间的电阻，测得 $R_{12} = (\quad)$ ，测试第2脚与第3脚间的电阻，测得 $R_{23} = (\quad)$ ， R_{13} （大于、小于、等于） $R_{12} + R_{23}$ 。

✦ 小实验

然后将旋转轴臂转到某一位置，再次测试第1脚与第2脚间的电阻，测得 $R_{12} = (\quad)$ ，测试第2脚与第3脚间的电阻，测得 $R_{23} = (\quad)$ ， R_{13} （大于、小于、等于） $R_{12} + R_{23}$ 。

这一实验说明了 R_{13} 与 $R_{12} + R_{23}$ 两者之间存在一定的差异，这是允许的。

3. 光敏电阻

在电子制作过程中，常见到直径为 5mm 、用半导体材料硫化镉制成的电子元器件，它的名字叫光敏电阻。光敏电阻的外形结构及图形符号如图 1-3 所示。

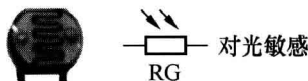


图 1-3

光敏电阻的最主要特点是：电阻值的大小随光线的亮暗变化，光线越亮，电阻值越小；光线越暗，电阻值越大。

用数字万用表的 200k 电阻挡测试光敏电阻的阻值，用万用表的红表笔和黑表笔同时接触光敏电阻的两只脚（光敏电阻的两只脚没有正负极之分），在光线较亮的地方，光敏电阻的电阻值约为 $1\text{k}\Omega$ ；用手挡住光敏电阻上方的光线，发现光敏电阻的电阻值明显增加，电阻值甚至可超过 $200\text{k}\Omega$ 。

✦ 小实验

4. 负温热敏电阻

在电子制作过程中，有时会遇到一种标着“ -1K ”的电子元器件，它是由锰、钴、镍、铁、铜等过渡金属氧化物混合烧结而成的负温热敏电阻。其外形结构及图形符号如图 1-4 所示。

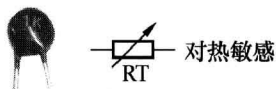


图 1-4

负温热敏电阻的最主要特点是：电阻值的大小随温度的高低而变化，温度升高，电阻值减小；温度降低，电阻值增大。

小实验

用数字万用表的 2k 电阻挡测试 “-1K” 负温热敏电阻的阻值，用万用表的红表笔和黑表笔同时接触热敏电阻的两只脚（热敏电阻的两只脚没有正负极之分），在常温下，热敏电阻的电阻值约为 1.4kΩ，用手捏住热敏电阻，可发现热敏电阻的电阻值明显减小，最后电阻值将小于 1kΩ。

5. 瓷片电容器

在电子制作过程中，常见到标着“104”、“103”或“30”字样、外表面为黄色的电子元器件，它是用陶瓷片制作成的瓷片电容器（陶瓷两面喷涂银膜，银膜连接着两引线，银膜外涂黄色绝缘保护漆）。瓷片电容器的外形结构及图形符号如图 1-5 所示。

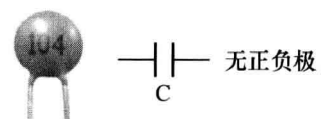


图 1-5

瓷片电容器的作用是：可储存电荷，隔直流电，通交流电。

瓷片电容器的特点是：容量小，性能稳定，无正负极之分，用于高频电路。

小实验

用数字万用表的 200nF 电容挡测试 104 瓷片电容器的电容量，将 104 的两只脚插入到标有“CX”的两个插座上（104 瓷片电容器的两只脚没有正负极之分），测试结果为 CX=()，104 瓷片电容器的标称值为 100000pF=100nF。这一实验说明了实测值与标称值两者之间存在一定的差异，这是允许的，上述测试结果的允许偏差（大于、小于）20%。

6. 电解电容器

在电子制作过程中，常见到标着“50V10μF”、“25V2200μF”字样、圆筒状、颜色多为黑色的电子元件，它的名字叫电解电容器（电解电容器由两块金属薄片，中间用绝缘介质隔开，卷成圆柱体，装在铝质圆筒内，介质内含液体电解质，因而称之为电解电容器）。电解电容器的外形结构及图形符号如图 1-6 所示。



图 1-6

通常情况下，电解电容器的两只脚不一样长，长的脚为正（+）极，短脚为负（-）极。如果两只脚一样长，则在电容器外壳上标有“-”一侧对应的元器件脚为负极。

电解电容器的最主要作用是：储存电荷。电容器好比一只杯子，杯子可用来装水，也

可把水倒掉；电容器可充电，并储存起来，也可以把电放掉。杯子的容量越大，可装的水越多；电容器的容量越大，可储存的电量越多。

电解电容器的特点是：容量大，漏电大，有正负极之分，用于低频电路，电源滤波。

✦ 小实验

用 6V 的电源给“25V2200 μ F”电解电容充电（注意正负极不要接反了），3s 后断电，将这只电解电容的正负极间接一只发光二极管（注意发光二极管的正负极不要接反了），将发现发光二极管（不发光，持久发光，点亮一会迅速变暗），这是因为电容放电，电量（增多，减少），两端电压（升高，降低）的缘故。

7. 二极管

二极管有许多种，如发光二极管、整流二极管、红外线发光二极管、红外线接收二极管等。

在电子制作过程中，常见到红色、绿色、黄色等颜色的发光二极管。发光二极管外形结构如图 1-7 所示。

二极管中还有黑色塑料封装的、一端带有银白色圈、标有“1N4007”字样的整流二极管（银白色圈的一端为负极）；玻璃封装的一端带有黑色圈、标有“1N4148”字样的开关二极管；透明的、颜色是淡蓝色的红外线发光二极管，这种二极管内的两电极一大一小，大电极中央呈锅形，就好像车灯内的凹形聚光灯罩（其作用是聚光）。红外线发光二极管外形结构如图 1-8 所示。



图 1-7



图 1-8

另外还有一种颜色是黑色的二极管，它的名字叫红外线接收二极管，其外形结构如图 1-9 所示。

发光二极管的电路图符号如图 1-10 所示。



图 1-9



图 1-10

通常情况下，发光二极管的两只脚不一样长，长的脚为正（+）极，短脚为负（-）极。如果两只脚一样长，则须用万用表判别它的正负极。1N4007 整流二极管有银白色标志的一侧为负极，1N4148 开关二极管有黑色圈标志的一侧为负极。

发光二极管的作用是：可以发光，具有单向导电性。

发光二极管的正向导通电压降为 $1.6\sim 2\text{V}$ ，用一节干电池不能直接地让发光二极管发光。
1N4007 整流二极管正向导通电压降为 $0.5\sim 0.7\text{V}$ ，1N4148 开关二极管正向导通电压降为 $0.5\sim 0.7\text{V}$ 。

发光二极管的正向导通电流为 $1\sim 30\text{mA}$ ，在实际应用中，有的发光二极管正向电流仅仅只有 1mA ，就已经很亮了，有的发光二极管正向电流达 30mA 发出的光也不是特别亮。为了避免发光二极管因流过的电流过大而烧毁的现象，通常在 6V 供电的电子制作中要串联一只 390Ω 的电阻器，此电阻器可起到限流分压的作用。1N4007 整流二极管最大正向导通电流为 1000mA ，1N4148 开关二极管最大正向导通电流为 450mA 。

用数字万用表的二极管挡测试发光二极管、1N4007 整流二极管、1N4148 开关二极管的正向电压降，用万用表的红表笔和黑表笔同时接触二极管的两只脚（二极管的两只脚有正负极之分，红表笔接正极，黑表笔接负极）。填写测试结果，发光二极管正向电压降为（ ），此时的发光二极管（发光，不发光）（如果发光二极管发光，说明红表笔接的是正极，黑表笔接的是负极，此方法可判别发光二极管的正负极；如发光二极管不发光，则可能是两只表笔的正负极接反了，或发光二极管坏了）。1N4007 整流二极管正向电压降为（ ），1N4148 开关二极管正向电压降为（ ）。

用数字万用表的二极管挡测试红外线发光二极管的正向电压降，用万用表的红表笔和黑表笔同时接触红外线二极管的两只脚（红外线发光二极管的两只脚有正负极之分，红表笔接正极，黑表笔接负极）。填写测试结果，红外线发光二极管正向电压降为（ ），此时的红外线发光二极管（发光，不发光）（如果万用表示数有反应，说明红表笔接的是正极，黑表笔接的是负极，此方法可判别红外线发光二极管的正负极；如果万用表示数无反应，则可能是两只表笔的正负极接反了，或红外线发光二极管坏了）。

用数字万用表的二极管挡测试红外线接收二极管的正向电压降，用万用表的红表笔和黑表笔同时接触红外线二极管的两只脚，同时将红外线接收二极管正对着点亮的红外线发光二极管（红外线接收二极管的两只脚有正负极之分，红表笔接正极，黑表笔接负极）。填写测试结果，红外线接收二极管正向电压降为（ ）（如果万用表示数有反应，说明红表笔接的是正极，黑表笔接的是负极，此方法可判别红外线接收二极管的正负极；如万用表示数无反应，则可能是表笔的正负极接反了，或红外线接收二极管坏了）。

8. 共阴极双色二极管

在电子制作过程中，会遇到一种白色的类似于发光二极管但有 3 只脚的电子元器件，它的名字叫共阴极双色二极管。它是由一只红色发光二极管和一只绿色发光二极管组合在一起，共用负极，因而形成 3 只脚。共阴极双色二极管的外形结构及图形符号如图 1-11 所示。

通常情况下，该元器件可发红光或绿光，但如果红色发光管和绿色发光管同时发光，

则呈现出橙黄色光。

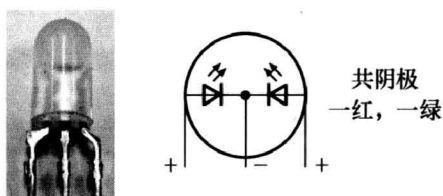


图 1-11

✦小实验 用数字万用表的二极管挡测试共阴极双色二极管, 用万用表的黑表笔接触双色二极管的中间一只脚, 红表笔接触双色二极管的两侧脚, 可发现一侧发红光, 另一侧发绿光(双色二极管发绿光相对比发红光要暗些)

9. 共阴极数码管

在单片机程控电路制作过程中, 常见到一个方形的塑料块, 中间呈现出 8, 旁边还有一个小点的电子元器件, 它有 10 只脚, 标着“LC5611AH”或“SM42056”字样, 它的名字叫共阴极数码管, 其外形结构如图 1-12 所示。共阴极数码管的图形符号及原理图如图 1-13 所示。

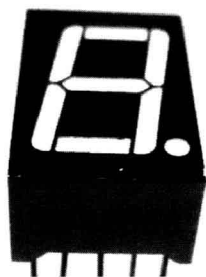


图 1-12

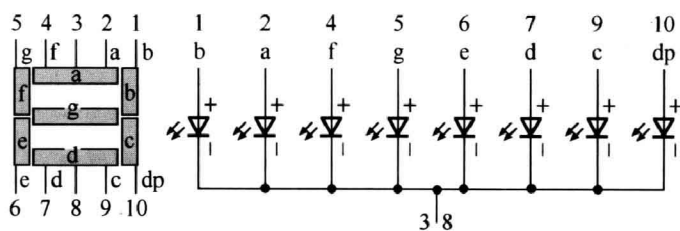


图 1-13

共阴极数码管由 7 段发光管+小数点发光管构成, 可以显示十六进制数 0~9、A~F。数码管显示十六进制数字如图 1-14 所示:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A b c d e f

图 1-14

✦小实验 在 3V 电源的正极上串联一只 100Ω 的电阻器, 将电源的负极接到型号为“SM42056”共阴极数码管的第 8 脚上。
将电阻器的另一端接触第 1 脚, 可以看到数码管的 (b) 段发光。
将电阻器的另一端接触第 2 脚, 可以看到数码管的 () 段发光。

将电阻器的另一端接触第 4 脚, 可以看到数码管的 () 段发光。
 将电阻器的另一端接触第 5 脚, 可以看到数码管的 () 段发光。
 将电阻器的另一端接触第 6 脚, 可以看到数码管的 () 段发光。
 将电阻器的另一端接触第 7 脚, 可以看到数码管的 () 段发光。
 将电阻器的另一端接触第 9 脚, 可以看到数码管的 () 段发光。
 将电阻器的另一端接触第 10 脚, 可以看到数码管的 (小数点) 段发光。

10. 三极管

在电子制作过程中, 常见到一种标着“9014”或“9012”字样、3 只脚、一面是平面、另一面为圆弧面的黑色塑料元器件, 它的名字叫三极管。三极管的外形结构及图形符号如图 1-15 所示。

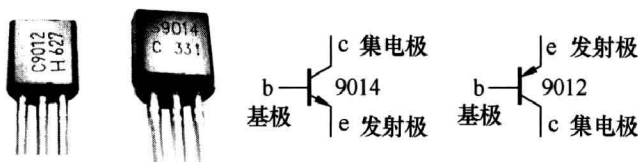


图 1-15

三极管有 3 个电极; 通常情况下, 将三极管平放, 平面朝上, 元器件脚朝下, 平面的左侧的一只脚为 E 极, 即发射极, 中间脚为 B 极, 即基极, 右侧的一只脚为 C 极, 即集电极。

三极管的最主要作用是: 作电子开关和放大电压、电流。

对于 9014 三极管而言, 当 $U_{be} \approx 0.7V$, CE 极导通, $U_{ce} \approx 0V$ 。

对于 9012 三极管而言, 当 $U_{eb} \approx 0.7V$, EC 极导通, $U_{ec} \approx 0V$ 。

墙上的开关属于机械开关, 而三极管则是用基极的微小的电压对集电极与发射极的电流进行控制的开关。

水管的水龙头, 通过操作手柄这种机械装置控制水的流动, 水龙头虽然说可用手柄控制水流的大小, 但不能放大水流。而三极管则通过给基极施加微小的电压可以控制集电极与发射极的电流, 可产生用小电流控制大电流的效果, 具有放大电流的功效。比如讲话的声音要想让很多人都能同时听得到, 需借助扩音机, 扩音机内有一种元器件可将微小的电信号放得很大, 这种元器件就是三极管。



小实验

用万用表的 h_{FE} 挡测 9012 三极管和 9014 三极管的直流放大倍数, 将 9012 三极管的 E、B、C 极插入到 PNP 型三极管对应的插孔里, 填写测得的结果, 9012 三极管的直流放大倍数为 ()。将 9014 三极管的 E、B、C 极插入到 NPN 型三极管对应的插孔里, 填写测得的结果 9014 三极管的直流放大倍数为 ()。