

# 面包板

# 电子制作

# 130例

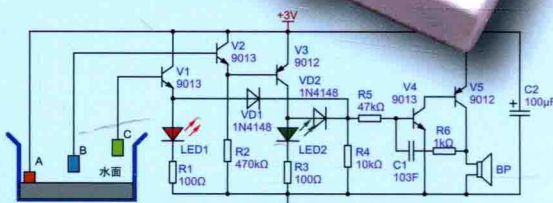
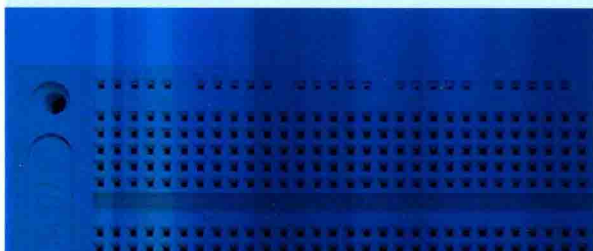
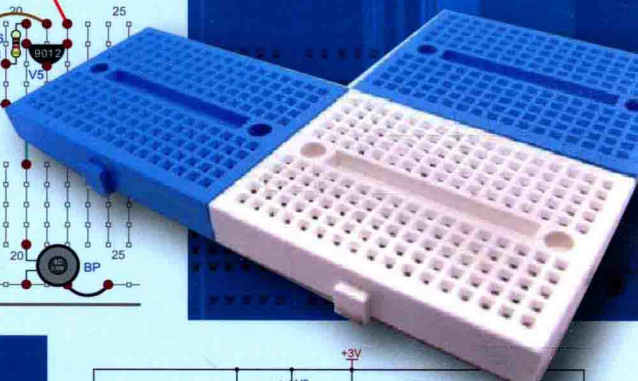
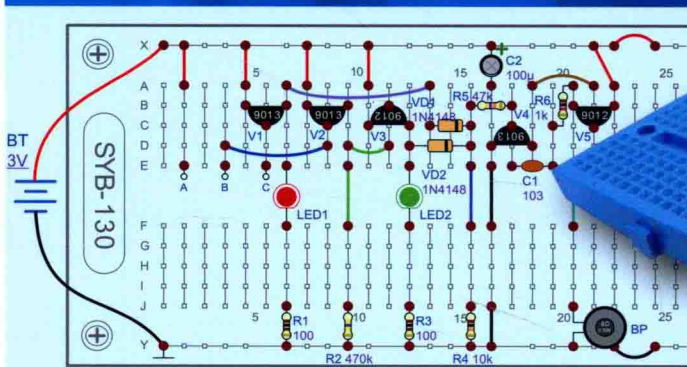


全彩印刷，电路图和  
装配图清晰可辨

每个案例都有二维码，  
扫一扫  
即可看实验视频



可配备全部实验器材  
附赠555学习课程视频



全彩印刷

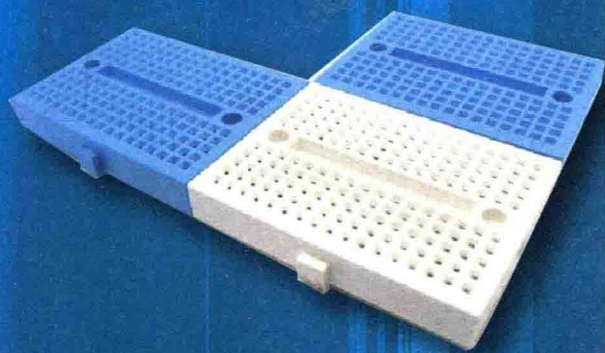
# 面包板

## 电子制作

# 1300例

南京师范大学图书馆藏书

王晓鹏 编



化学工业出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

面包板电子制作 130 例 / 王晓鹏编. —北京 : 化学工业出版社, 2015.9

ISBN 978-7-122-24759-9

I. ①面… II. ①王… III. ①电子器件-制作  
IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 ( 2015 ) 第 173557 号

---

责任编辑: 宋 辉  
责任校对: 边 涛

装帧设计: 王晓宇

---

出版发行: 化学工业出版社 ( 北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011 )  
印 装: 北京瑞禾彩色印刷有限公司  
710mm × 1000mm 1/16 印张14<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 字数274千字 2015年9月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 ( 传真: 010-64519686 ) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 58.00元

版权所有 违者必究

# 前言

## Foreword



本书的前身《面包板电子制作68例》出版以来，受到广大读者的喜爱。书中所选取的电路样例丰富、典型、应用广泛、易于实现，特别是书中直观的装配图，方便了读者实际操作。手拿这样一本指导书，加上配套的实验器材，将原本枯燥的电路知识学习，转变成生动有趣的动手实验，由此将更多的青少年引入到多姿多彩的电子世界。因此，该书首次出版后又多次重印，被全国多所大中专院校和各类职业学校选作课程实践指导用书，足见用户对此书的喜爱。

我们在编写《面包板电子制作68例》一书之前，还编印过一本《555集成电路60种实验套件指导手册》，并提供配套元器件，同样是在面包板上完成有关555集成电路的若干实验，经过一些专业媒体的广泛宣传，也取得了良好的效果。

现在，我们将这两本书的内容进行了重新编排，全新绘制了电路图和彩色装配图，尤其是针对装配图，采用了俯视图，接近实物的方式绘制。例如电阻，采用了四色环电阻的样式，使得装配图较之先前的更加清晰、美观、易懂。与此同时，我们还将两本书“合并同类项”，取消了内容重复的部分，删减了若干实验效果不显著、电路原理有重复的例子，同时又选编了一些新实例补充进来，新增编的实例以数字电路与555集成电路相结合为主，电路装配难度介于中级到高级之间，并使本书总实例增加到130例，超过了原先两本书的总和，实现 $1+1 > 2$ 的效果。

与此同时，本书中所列举的130个实例均拍摄有实验视频演示，视频中的元器件在面包板的坐标位置、连线方式均与书中的装配图一致。因此看书、看视频都能清楚地了解到元件的装配位置和方式。

为方便用户体验，我们将继续提供书中实验的配套器材，需要的读者可通过应用电子网的官方网站以及应用电子网的淘宝店、拍拍店，

下单购买，足不出户就能开启神奇的电子之旅。拍下面的二维码就可直达相关店铺。

这本彩色印刷的电子制作实践图书，对于我们来说也是一种尝试，希望能为读者带来全新的体验，欢迎读者提出宝贵意见和建议，为我们今后继续编写电子进阶制作图书提供宝贵的经验。

编 者

# 目 录

## Contents



### 第一章 元器件基础..... 004

- 第一节 元器件的准备 / 004
- 第二节 面包板介绍 / 006
- 第三节 电阻器 / 008
- 第四节 电容器 / 014
- 第五节 二极管 / 016
- 第六节 三极管 / 019
- 第七节 CMOS 数字集成电路 / 022
- 第八节 555 集成电路 / 026
- 第九节 其他器件 / 028
- 第十节 万用表和工具 / 035

### 第二章 分立元件实验篇..... 039

- 例 1 电容充电、放电显示器 / 039
- 例 2 简单变调电子门铃 / 041
- 例 3 双音调电子门铃 / 042
- 例 4 延迟式电子门铃 / 043
- 例 5 多路延时电子门铃 / 045
- 例 6 低电压光控 LED 闪烁灯 / 046
- 例 7 声控 LED 闪烁灯 / 047
- 例 8 3 只 LED 循环灯  
(之一) / 048
- 例 9 3 只 LED 循环灯  
(之二) / 050
- 例 10 光控开关 / 052
- 例 11 光控延时开关 / 053
- 例 12 光控点动开关 / 054
- 例 13 光控安全保护开关 / 055
- 例 14 声、光双控延时开关 / 057
- 例 15 光控防盗报警器 / 058
- 例 16 简易电子催眠器 / 060
- 例 17 电子定时催眠器 / 061
- 例 18 假性近视矫正治疗仪 / 062
- 例 19 预防近视测光指示器 / 063
- 例 20 声、光提示预防近视  
测光器 / 065
- 例 21 土壤湿度检测器 / 066
- 例 22 变调水位报警器 / 067
- 例 23 双向水位报警器 / 069
- 例 24 延迟式婴儿尿湿  
报警器 / 071
- 例 25 多路断线报警器 / 072
- 例 26 在线电位测试器 / 073
- 例 27 触摸电子开关 / 074
- 例 28 三极管延时开关 / 076
- 例 29 音频放大器 / 077
- 例 30 音频功率放大器 / 078
- 例 31 太空音响器 / 080
- 例 32 机关枪声模拟器 / 081
- 例 33 警笛音响器 / 082
- 例 34 三极管密码锁 / 084

- 例 35 双色闪光灯 / 086
- 例 36 光敏百灵鸟 / 087
- 例 37 电子萤火虫 / 089
- 例 38 叮咚音响门铃 / 090
- 例 39 具有闪烁指示功能的  
门铃 / 091
- 例 40 防盗电子门铃 / 093
- 例 41 能记忆的门铃 / 094
- 例 42 延时电子门铃 / 095
- 例 43 触摸延时门铃 / 096
- 例 44 多门延时门铃 / 098
- 例 45 单按键开关控制灯 / 099
- 例 46 开机自动延时开关 / 100
- 例 47 触摸开关灯 / 102
- 例 48 延时保护开关 / 103
- 例 49 防盗报警器 / 104
- 例 50 多路断线报警器 / 105
- 例 51 门锁识别报警器 / 106
- 例 52 模拟汽笛声报警器 / 108
- 例 53 救护车警笛 / 109
- 例 54 消防车警笛 / 110
- 例 55 延时定时器 / 111
- 例 56 长延时定时器 / 112
- 例 57 触摸定时音响器 / 114
- 例 58 分段式定时器 / 115
- 例 59 抗干扰的定时器 / 116
- 例 60 演讲限时器 / 118
- 例 61 通、断时间分别可调的  
循环定时器 / 119
- 例 62 声、光计时器 / 120
- 例 63 可变间歇定时器 / 122
- 例 64 电阻测量电路 / 123
- 例 65 三极管好坏判别器 / 124
- 例 66 通、断测量仪 / 125
- 例 67 通路检测器 / 126
- 例 68 两线逻辑状态识别器 / 128
- 例 69 数字逻辑测试笔 / 129
- 例 70 占空比 50% 的方波  
发生器 / 130
- 例 71 正、负电源变换电路 / 131
- 例 72 直流电压倍压电路 / 132
- 例 73 三倍压直流电源 / 133
- 例 74 三极管升压输出电路 / 135
- 例 75 光控开关 / 136
- 例 76 预防近视测光器 / 138
- 例 77 光控闪光电子鸟 / 139
- 例 78 催眠器 / 140
- 例 79 可定时催眠器 / 141
- 例 80 耳穴探测仪 / 143
- 例 81 渐响式睡眠唤醒器 / 145
- 例 82 电话铃声模拟器 / 146
- 例 83 简易电子琴 / 147
- 例 84 会眨眼的电子猫 / 148
- 例 85 动物鸣叫模拟器 / 149
- 例 86 疲劳程度检测器 / 151
- 例 87 碰铃节拍器 / 152
- 例 88 静思器 / 153
- 例 89 间歇单音音响电路 / 155
- 例 90 模拟闪光玩具枪 / 156
- 例 91 电子闪光胸花 / 158
- 例 92 循环灯控制器 / 159

- 例 93 LED 闪光灯 / 161
- 例 94 交替闪烁信号灯 / 163
- 例 95 按键控制延时灯 / 164
- 例 96 三闪信号灯 / 166
- 例 97 光控路障闪烁警示灯 / 167
- 例 98 声、光控延时灯 / 169
- 例 99 延时开关 / 171
- 例 100 触摸开关 / 172
- 例 101 触摸延时开关 / 173
- 例 102 按键控制开关 / 175
- 例 103 模拟按钮自锁开关 / 176
- 例 104 停电自锁开关 / 178
- 例 105 可调自激多谐振荡器 / 180
- 例 106 警笛发生器 / 181
- 例 107 颤音音响发生器 / 183
- 例 108 D 触发器组成音频  
信号发生器 / 184
- 例 109 可预设音调的音响  
电路 / 186
- 例 110 声、光音响模拟器 / 188
- 例 111 倍压电路 / 190
- 例 112 正负电压转换电路 / 191
- 例 113 升压正负电源 / 192
- 例 114 脉冲选择电路 / 194
- 例 115 用 D 触发器组成  
分频器 / 196
- 例 116 发光逻辑显示电路 / 199
- 例 117 多挡定时器 / 200
- 例 118 间歇定时开关 / 202
- 例 119 多路断线报警器 / 204
- 例 120 模拟掷硬币电路 / 206
- 例 121 模拟抢答器 / 208
- 例 122 反应能力测试器 / 209
- 例 123 模拟电子蜡烛 / 211
- 例 124 电子音乐五音盒  
(之一) / 213
- 例 125 电子音乐五音盒  
(之二) / 214
- 例 126 9 只 LED 顺序循环  
显示灯 / 216
- 例 127 9 只 LED 猜谜循环灯 / 217
- 例 128 触摸式 9 只 LED 猜  
谜循环灯 / 219
- 例 129 声控彩灯 / 221
- 例 130 红黄爆闪灯 / 222





# 写在前面的话



## 关于本书

您手里的这本书是面向电子技术初学者的实践指导用书。本书共列举了130个实验，其中分立元件实验34例，555集成电路实验58例，数字集成电路实验38例。在各大类中，按照电路的具体功能来排序，功能相似的排在一起。每个实例都有原理简介、原理图和装配图，并标有制作难度，共分5级，用“★”的个数来表示，数量越多难度越高。

在装配图中，为了清晰、统一，除特别说明以外，面包板的X排均定义为电源正极，Y排均定义为电源负极（⊥）。凡是与电源正极相接的线路，均采用了红色线，凡是与电源负极（⊥）相接的均采用黑色线。我们建议读者实际装配时也固定采用这样的颜色线连接，既一目了然，也便于检查测量。

装配图中其他连线采用了除红色和黑色以外的随机颜色线，并且同一连接网络使用了同一颜色的线。图中线的颜色数量会比用户手中的导线颜色数量要多，用户可根据实际所拥有的导线颜色自行确定，没必要和装配图上的线颜色一致。但同一连接网络最好使用相同颜色的导线，这样看起来连线关系比较清晰。

装配图中元件和导线与面包板的插接点均用棕色的圆点来表示，所有器件均选用俯视图，并采用接近实物的绘制方式，使得装配图更加清晰直观，易于理解。部分连线采用了绕行、多次跨接等方式，目的是为了尽量表达清晰的连接关系，并不代表最佳的连接方式。用户在熟练之后，完全可以自行采用更加简洁、方便的连线。



## 关于实验

在我们经营电子制作产品10余年的时间里，接触到更多的是青少年学生群体。他们有着积极的学习热情，强烈的动手实践欲望。但有时在实践技能尚不熟练的情况下，急于求成，仓促上手，“以为”的思想占据了大脑，从而遇到不少问题，反倒影响了学习兴趣。下面这几种就是我们经常遇到的“以为”情形。

以为1：不少读者拿到器材后出于好奇，在不事先了解器件特性的情况下，就立即开始摆弄，比如LED（发光二极管），直接将电源接在LED的引脚两端，想看一下LED点亮时的样子，但结局往往就是瞬间闪了一下就再也不亮了，甚至都没

来得及看到LED点亮，LED就烧毁了。懊恼的同时伴随着抱怨，说元器件质量不好，或器件本身就是坏的等。

实际是：本书中使用的各种颜色的LED，额定工作电流一般在5 ~ 20mA，建议控制在5 ~ 10mA之间为宜，因此使用时必须接有限流电阻，不能直接接在电源上，否则必然导致烧毁。

以为2：有的时候，读者搭接完电路后，通电检查发现电路不工作或者工作不正常，显然还存在故障，却不认真仔细检查线路装配，就一口认定电路设计本身就是错误的，买的器件本身就是坏的，导致实验不成功。

实际是：电路装配错误，如何能正常工作呢？本书里选取的电路都是经典的电路，有的都已历经10余年的历史，还有配套的实验视频演示可以证明电路的正确性。

以为3：有的时候，读者在尚不熟练的情况下，就改动接线方式，以为这样也是可以的，没问题的。

实际是：没有清楚了解面包板自身的连线关系，有的地方原本并不相通，却以为是通的，又没有用万用表核对，这就是问题所在。

以为4：有的时候，电池盒内的电池没装好，甚至电池都没有与极片接触上，导致电池盒没有电源输出，或者电池盒引线没有与面包板上插孔接好，导致电路没电，但却以为电源都是好的，电路就是不工作。

实际是：只需用万用表量一下电压就能立刻找到断点所在，非常简单。

这里有必要再啰唆一下，搞电子制作，检修调试电路，万用表是必须要有的，且会使用，这点真的没有任何可以回旋的余地。这等同于开车需要有驾照一样，没有驾照就不能开车上路。万用表可新可旧，可以是数字式的，也可以是指针的，不在乎档次与价格的高低。有，正常，会用就够了。

以为5：有的时候，用户不想准备电池，不愿意使用电池盒，而用自己外接电源适配器、手机充电器以及电脑USB口等代用来做实验，以为都是直流电源，都一样用。

实际是：这些外接电源，有的空载电压远高于标称电压，有的存在严重的交流干扰，导致电路工作异常。有的时候，实验的电路还存在短路性故障，就使用电脑USB口供电，导致USB口烧毁，损失惨重。如果使用电池盒供电，即使出现问题，也不会有多严重的后果。

这里顺便提一句，用普通5号电池做电源，电源最干净，没有杂波的干扰，最有利于电路的稳定工作。另外，其输出功率也有限，理论上，只有在电源极性接反的情况下，或者集成电路本身插反的情况下通电了，此时集成电路有被烧坏的可能。还有就是上面提到的LED直接加载电源的情形，也会烧毁。其他器件，用5号电池供电，即使电路装配有错误，都罕有被烧坏的可能。

现在的电子元器件，都是工业现代化大批量生产的，特别是我们实验所用的器件都是最为普通的、常用的器件，其质量的可靠性、稳定性是非常高的，也没有想象的那么脆弱。全新出厂就是坏的器件概率非常低，几万只、十几万只里面都不一定能遇到一个坏的，所以，读者遇到电路有问题时，要仔细检查。

搞电子线路实际装配，和学习其他功课一样，出现问题不足为奇，就怕没有严谨仔细认真的学习态度。就本书的电路而言，出现故障原因不外乎面包板上元件、导线错插、漏插，电源不通等几种情形，直接观察，加上用万用表检测，没有查不出的故障。

因此，我们特别建议大家，在动手实践前，先掌握好必要的理论知识，了解实验所需器件的基本特性之后，再动手开始实验。比如，第一章所讲述的内容都是需要知晓的，这是保障实验成功的前提。“磨刀不误砍柴工”、“工欲善其事，必先利其器”。有了充分的准备，有了必要的知识和技能，实验的成功反倒是轻而易举的事了。



## 关于视频

为方便读者观看视频，我们在书中每个实例中都有一个二维码，用微信扫描即可观看。视频也可以免费下载，下载方式是登录化学工业出版社网站（[www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)），在首页“资源下载”中的“配书资源”中搜索本书书名，即可下载。也可登陆应用电子网官方网站（[www.yydzw.net](http://www.yydzw.net)），检索本书书名，也可查到下载方式。亦可向我们的邮箱 [17326003@qq.com](mailto:17326003@qq.com) 发邮件索取下载地址。视频请使用 16:9 的方式播放。为了帮助广大读者学习，我们免费提供 555 集成电路的学习视频，共 2 课时，该视频由专业老师主讲，详细介绍了 555 集成电路的工作原理和一些典型应用电路，需要的读者可发邮件至 [17326003@qq.com](mailto:17326003@qq.com) 索取下载地址。

应用电子网官方网站

[www.yydzw.net](http://www.yydzw.net)



应用电子网淘宝旗舰店

<http://yydzw.taobao.com>



应用电子网手机淘宝店

<http://shop33520415.m.taobao.com>



应用电子网拍拍店

<http://shop.paipai.com/17326003>





# 元器件基础

## 第一节 元器件的准备

首先，感谢您阅读本书，它将引领您迈进浩瀚的电子技术的大门，您将在电子装配制作过程中，体验自己动手的乐趣，领略遇到挫折的困惑，享受获得成功喜悦！

本书的一大亮点是理论联系实际，并且侧重实际装配，重点培养和锻炼动手能力。通过这些实验，我们可以非常直观地看到电路工作状态，了解电路的工作原理，提升对电子技术的感性认识，为今后继续探索电子技术打下坚实的基础。

在做实验之前，首先需要准备一些器材，这些器材包括元器件和工具两大类。随着电子元器件制造技术的飞速发展，现在市场上的元件种类非常多，几乎每天都能冒出新品种、新样式的器件来。在逛电子元器件市场的时候，往往会被琳琅满目的器件品种弄花了眼，但作为初学入门者，我们建议还是选择常见的、标准的、普通的元器件的为好。一方面，这类元器件应用广泛，相关资料比较丰富，可以随手拈来，几次应用熟悉后，这些器件的参数、外观、规格，甚至价格就能熟记于心，以后应用就会得心应手。另一方面，常用的器件一般货源充足，价格平稳，购买渠道多样，不论是实体店还是网店，都能便捷地找到所需品种，不会为缺货、价格暴涨而烦恼。在表1-1-1中详细列出了本书所需的器材明细，表1-1-2中列出了所需的工具。采用的元件和工具都是市面上货源充足的、易于采购的、价格实惠的、通用性较强的器件，在一般电子元器件市场都能买得到的品种。通过网络也能轻松采购到所需的器件。

也许在一些刚开始入门的读者看来，对是否能够一一采购到全部元器件还心存畏惧，但这没有关系，我们在给读者提供书本理论知识的同时，还可以配



套提供全部实验器件，“一无所有”的读者，可全部一站式购齐，简便实惠，足不出户，就可以拿到自己所需的全部器材。

下面我们将对这些元器件和工具做简要介绍，限于篇幅，仅对涉及的器件进行讲述，其他更多更详细的元器件介绍资料可参考相关书籍资料。

表 1-1-1 电子元件明细表

序号	元器件名称	建议准备规格	建议准备数量	备注
1	面包板	130线	1块	
2	电阻	100Ω、470Ω、1kΩ、2kΩ、4.7kΩ、10kΩ、27kΩ、47kΩ、100kΩ、200kΩ、470kΩ、1MΩ	每种规格3只	1/4W
3	可变电阻	10kΩ (103)、200kΩ (204)	每种规格2只	3脚卧式
4	光敏电阻	MG45	1只	
5	瓷片电容	102 (0.001μF)、103 (0.01μF)、104 (0.1μF)	每种规格3只	耐压50V
6	电解电容	1μF、4.7μF、10μF、47μF、100μF	每种规格3只	耐压16V以上
		220μF、470μF	每种规格2只	
7	二极管	1N4148	5只	
8	发光二极管	φ3mm 红色、绿色、黄色	每种颜色3只	
9	三极管	9012	5只	PNP型
10	三极管	9013	5只	NPN型
11	CMOS 数字集成电路	4011、4013、4017、4069	每种1只	DIP封装 (双列直插)
12	555 时基集成电路	双极型	4只	DIP封装 (双列直插)
13	拨码开关	4位	1只	
14	扬声器	φ40mm, 8Ω	1只	引线需事先焊好
15	继电器	4100超小型	1只	线圈电源5V
16	驻极话筒	φ10mm	1只	引脚需要事先焊好
17	电池盒	4节5号	1只	电池自备
18	导线	优质 0.2mm <sup>2</sup> 单股 镀锡 铜线	多种颜色 (总计约60根) 红色线、黑色线 建议多备一些	长度 3cm 约30根 长度 5cm 约20根 长度 8cm 约10根

表 1-1-2 所需工具明细表

序号	名称	建议准备规格	数量
1	数字万用表	DT830B	1块, 使用其他表亦可
2	镊子	尖头	1个
3	螺丝刀	小号一字型	1个

注：本书实验虽然是在面包板上插接完成，但如果有烙铁备用则更好，因为部分器件，如扬声器、驻极话筒、电池盒引线等，含有事先焊好的引脚，多次反复插接后，可能会导致金属引脚疲劳而发生折断，此时只需用烙铁重新焊接一下，并将线头重新镀锡就可以恢复正常使用了。

## 第二节 面包板介绍

面包板是一种多用途的万能实验板，可以将小功率的常规电子元器件直接插入，搭接出各式各样的实验电路，由于元器件可以反复插接、重复使用，便于电路调试、元件调换，因此面包板非常适合初学电子技术的用户使用。

市面上的面包板种类较多，大小各异，价格相差也较大。常见的国产面包板有130线、120线、46线等多种规格，进口也有多种样式和规格。常用的面包板样式如图1-2-1所示。

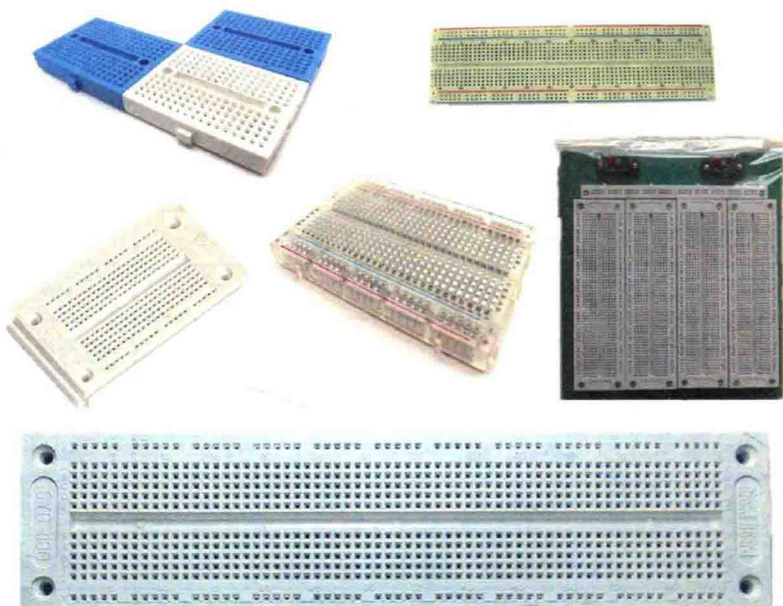


图 1-2-1 常用面包板样式

面包板一般可以在电子元器件市场里采购到，在网上也可以方便地选购到。在选购时，进口的产品一般带有纸盒包装，板子比较精致，插接可靠，质量好，但价格相对较高。而国产的板材价格相对便宜很多，多为广东、浙江等地生产，

但质量参差不齐，选购时要尽量选择颜色均匀、外观平整、四周边缘线有倒角处理的，相同规格选分量重的。而那些拿在手里轻飘飘的、外观也不是很平整、四周边缘线没有做倒角处理而显得十分锋利的，不宜选购，这样的产品其内部夹持簧片质量也差很多，基本没有弹性，实验时经常会导致接触不良而引发电路故障。

为方便初学者的使用，这里主要介绍130线的国产面包板，外观正面如图1-2-2所示，后面介绍的实验电路均是在130线面包板上完成的。之所以选用130线，是因为这款面包板在市面上销售货源充足、价格比较实惠、板型较长，可以同时容纳较多的元件。虽然在质量上比进口还有差距，但只要稍微细心一些，插接不用蛮力、不硬插粗引脚元件，还是能够胜任我们实验要求的。本书的实验视频也都是在这款130线板上完成的，图1-2-3是130线面包板背面图片，在揭开塑料绝缘胶布后，可以看到内部结构。

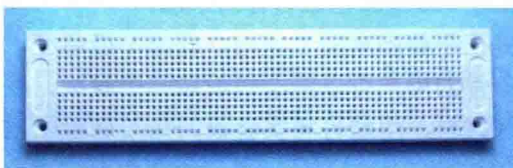


图 1-2-2 130线面包板正面

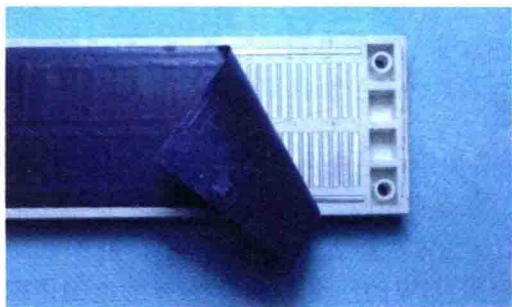


图 1-2-3 130线面包板背面

图1-2-4是该面包板的内部连线关系的示意图。将实验板水平方向放置，板上左侧标有“SYB-130”字样，即表示该板为130线的产品。板上最上端和最下端各有一排插孔，分别标注为“X”、“Y”。每排有11组，每组各5个插孔。这11组插孔中，左边的4组连通在一起组成一个大组，中间3组连通在一起组成一个大组，右边的4组连通在一起组成一个大组，这些大组原本并不互通，为了使用方便、统一，本套件中，除特别说明的实例外，都将“X”排定义为电源正极，将“Y”排定义为“ $\perp$ ”，即电源负极（地）。因此，在多数实验的装配图中可以看到，这些原本不互通的大组分别用红色和黑色导线连接在了一起。但有的实验装配图中，根据电路需要，充分利用了这些并不互通的断点安排元件，从而简化了电路装配。这种安装方式在相应的例子中都有提示说明。

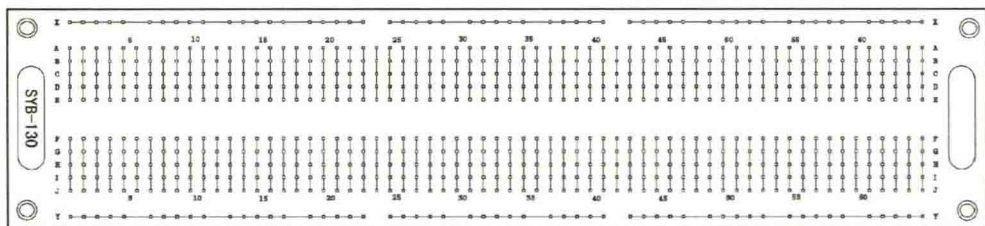


图 1-2-4 130 线面包板连线关系示意图

板上其余各组连接方式都与图 1-2-4 一致，即左侧标有“A、B、C、D、E”的各孔在垂直方向上是连通的，标有“F、G、H、I、J”的各孔在垂直方向上也是连通的。以上各组每组均有 5 个孔，在水平方向上均不连通。板上标有“5、10、…、65”字样是各组从左至右的顺序编号，上、下各有 65 组，总计 130 组（线）。这也就是 130 线面包板名称的来源。

面包板需要放置在平整的桌面上使用，底部不能悬空，否则，各组插孔容易从底面脱出。有条件的用户可以给面包板装一个底板，底板可以是木质、塑料、有机玻璃等绝缘材料，用螺钉将实验板四角与底板固定，可确保各组插孔不会脱出。

## 第三节 电阻器

### 1. 固定电阻器

电阻器通常简称为电阻，是电路中使用最为广泛的元件。电阻的种类很多，常见的有碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻、水泥电阻、贴片电阻等，功率从 1/16 瓦（W）到几十瓦（W）甚至更大功率都有，我们在面包板上做实验所用的固定电阻，建议使用 1/4W 的，这是由于 1/4W 的电阻体积大小合适，功率能够满足需要，而且易于购买，成本低廉。其外观如图 1-3-1 和图 1-3-2 所示。其中图 1-3-1 是四色环电阻，图 1-3-2 是五色环电阻。



图 1-3-1 1/4W 四色环电阻

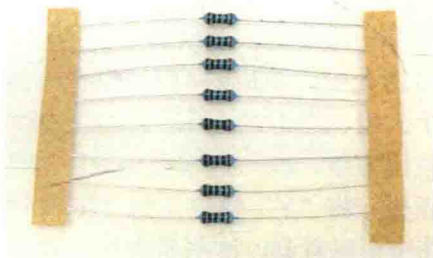


图 1-3-2 1/4W 五色环电阻

图 1-3-3 是普通固定电阻器的电路图形符号。从图中可以看出，电阻有两个



引脚，不区分正负极性，用大写字母R来表示，R后面的数字表示该电阻在电路中的编号， $1k\Omega$ 表示该电阻的阻值。在有的电路中，“R1”后面还标注有“\*”，即“R1\*”，这一般表示该电阻允许在一定范围内调整阻值，以满足实际需要。



图 1-3-3 普通固定电阻器电路图形符号

图 1-3-4 是另外一种电阻图形符号，这种符号经常出现在国外电路图中，我们在阅读翻译版本的图书中也会经常看到。



图 1-3-4 国外常用的固定电阻器电路图形符号

在电阻器制造过程中，由于成本和技术的限制，电阻的实际阻值与标称值之间不可避免地存在一定的误差，因此规定了一个允许的误差参数。显然，精度高的电阻，其制造难度就高，成本高，价格自然也会高一些。而精度低的电阻，制造难度低，成本也低，售价也就便宜一些。在不同的电路中，对电阻的精度要求也不尽相同，有的电路要求电阻值必须十分精确，而更多的电路则对电阻值允许存在一定的误差，这些误差的存在，对电路的稳定工作不会构成影响。

小功率的电阻一般都用色环来表示阻值和误差，常见的有四色环和五色环两种表示方法，表 1-3-1 列出了四色环电阻各道色环的具体含义。

表 1-3-1 四色环电阻的表示方法

色环颜色	第一道色环 (第一有效位)	第二道色环 (第二有效位)	第三道色环 (乘以 10 的 N 次方)	第四道色环 (误差范围)
黑	0	0	$10^0$	—
棕	1	1	$10^1$	—
红	2	2	$10^2$	—
橙	3	3	$10^3$	—
黄	4	4	$10^4$	—
绿	5	5	$10^5$	—
蓝	6	6	$10^6$	—
紫	7	7	$10^7$	—
灰	8	8	$10^8$	—
白	9	9	$10^9$	—
金	—	—	—	$\pm 5\%$
银	—	—	—	$\pm 10\%$