

图解电子创新制作

人体探秘项目 趣味制作



〔美〕 Brad Graham 著
Kathy McGowan

李学海 黄永强 熊爱华 译
黄 刚 审校

19 项目



科学出版社

图解电子创新制作

人体探秘项目趣味制作

〔美〕 Brad Graham Kathy McGowan 著
李学海 黄永强 熊爱华 译
黄 刚 审校

科 学 出 版 社

北 京

图字：01-2011-0919 号

内 容 简 介

本书是“图解电子创新制作”丛书之一。本书共6个部分,有19个制作项目,内容包括入门指南、探测人体、梦境世界、心理旅行、结论及代码清单。这些小制作简单、实用,适合电子技术爱好者自己动手制作,提高操作能力,拓展兴趣空间。

本书即可作为电工、电子、自动化等相关专业技术人员的阅读材料,又可作为广大电子技术爱好者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

人体探秘项目趣味制作/(美)Brad Graham, Kathy McGowan 著;李学海, 黄永强,熊爱华译. 黄刚 审校. —北京:科学出版社,2011

(图解电子创新制作)

ISBN 978-7-03-030452-0

I. 人… II. ①B…②K…③李…④黄…⑤熊…⑥黄… III. 仿生-电子器件-制作-图解 IV. TN-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 034601 号

责任编辑:孙力维 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:朱 平

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

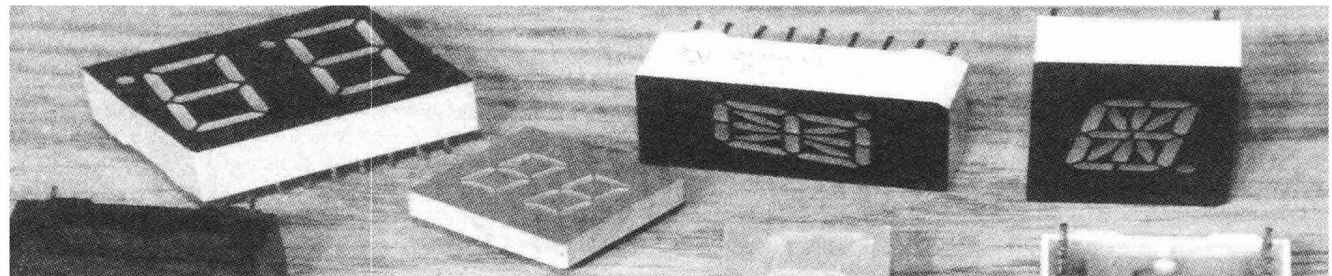
2011年4月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2011年4月第一次印刷 印张: 14 1/4

印数: 1—5 000 字数: 277 000

定 价: 29.00 元

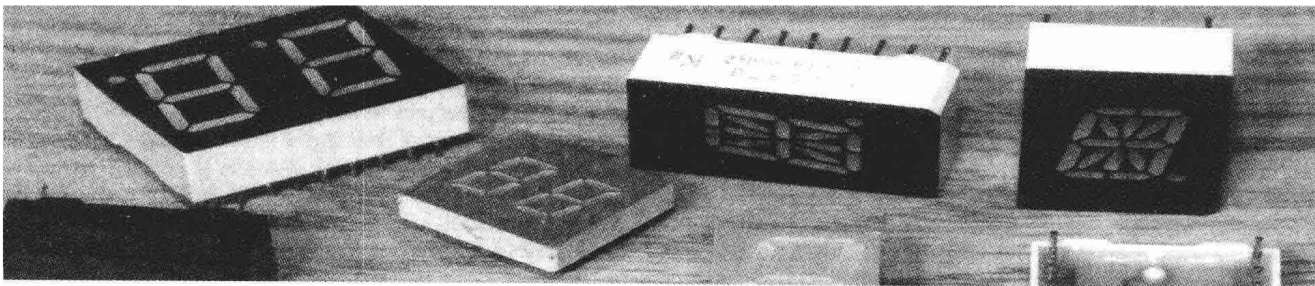
(如有印装质量问题,我社负责调换)



致 谢

首先,我们要以最真挚的谢意感谢 Evil Genius 系列丛书的合作伙伴 Judy Bass 女士,她是纽约 McGraw-Hill 专业出版社的高级编辑,也是本系列丛书的策划编辑。正是由于她的热情鼓励和全力支持,才使得我们不言放弃,勇往直前。

同时还要感谢那些对我们的项目抱有兴趣且激励我们追求梦想的人。在这里我们要特别感谢加拿大国家研究委员会和工业研究援助计划的工业顾问 Paul Tulonen,以及安大略 Thunder Bay 数字工程公司的那些极富才华的朋友们。



目 录

1 入门指南

指南 1	新手上路	1
指南 2	电路实验板	1
指南 3	电路构建模块	7
指南 4	电阻器	9
指南 5	电容器	13
指南 6	二极管	16
指南 7	晶体管	17
指南 8	规格说明书	20
指南 9	请求帮助	21
指南 10	需要购买的工具	23
指南 11	电路实验板之外的电子部件	27

2 探测人体

项目 1	生物反馈仪	31
项目 2	速度测试仪	40
项目 3	体温监测仪	48
项目 4	呼吸监测仪	57
项目 5	心率监测仪	63
项目 6	测谎仪	79

3 梦境世界

项目 7	白噪声发生器	87
项目 8	“清醒梦”概述	93
项目 9	现实测试仪	99
项目 10	音频梦境导向仪	107
项目 11	光电感应“清醒梦”面罩	122
项目 12	运动感应“清醒梦”面罩	132
项目 13	“清醒梦”面罩控制器	139

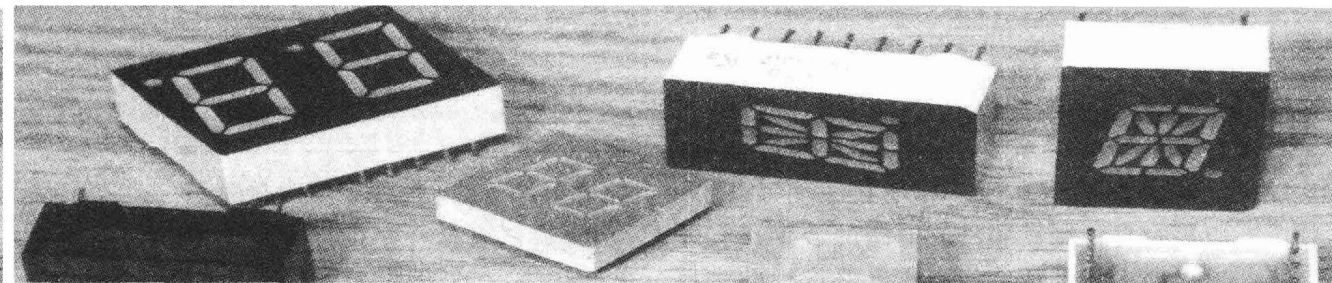
4 心理旅行

项目 14	甘兹菲尔德眼罩	155
项目 15	阿尔法冥想眼镜	164
项目 16	千里眼测试仪	171
项目 17	视觉催眠辅助仪	182
项目 18	色彩治疗仪	187
项目 19	脑电波同步机	196

5 结 论

6 附录 代码清单

代码清单 1	体温检测仪源代码	205
代码清单 2	心率监测仪源代码	207
代码清单 3	基于光学传感器的源代码	210
代码清单 4	基于加速传感器的源代码	213
代码清单 5	千里眼测试仪源代码	216



入门指南

1

指南1 新手上路

如果你已经具有电子实践方面的经验,那么你可以跳过这一章而直接翻到本书的后面部分,因为那里可能会有你感兴趣的项目。如果你只是个新手,那么在项目开始之前你需要先花些时间来先储备一些基础知识,但是不用担心,因为这些基础知识对于任何一个富有创意并渴望尝试新鲜事物的电子学爱好者来说都是很容易掌握的。

俗话说“万事开头难”,在电子学这条道路上,如果你需要从零开始,那么就需要做好品尝失败滋味的心理准备。我们很多电子学“狂人”把电子试验的失败称作“释放魔烟”,当你第一次接反了电源线时,就会完全明白这句话的含义了。请不要被那些用在电子元器件和电子设备上的大量技术原材料所吓倒,因为你有可能只需要选择其中极少量的有用原材料就可以完成一个项目。所有难题都可以被分解成若干小部分,电路图就是这方面最好的例证。一旦你掌握了基本原理,那么你就可以看懂一些更大更复杂的电路图,它们看上去就像是一面砖墙,但是组成它们的最基本单位却是很多个简单的砖块。

因本书篇幅限制,我将只向你介绍在享受这项乐趣时所需要掌握的基础知识,其实,每当你向前进一步,前方就可能会出现无数个需要你去研究的可用资源。每个人的心中都有一颗创意的种子,您是否感觉有点急不可耐了呢?那么现在,你所需要的就是一大堆废弃物和一些基本的工具来将你的创意付诸实践。

指南2 电路实验板

早期的电路实验板是用面包板制作成的,所以被称为面包板,你很难想象这个有着古怪名称的工具会是电子试验中最重要的电路原型设计装置,它在这项实践中绝对是必不可少的,所以你将一直都需要它。电路实验板(或称作无焊料

电路实验板)是一个不需要接线就可以连接半导体组件引线,然后不用焊接就可以很容易地测试和修改电路的装置。实际上,它就是一块有着一排排可以相互连接的小孔来帮助你完成电路设计的木板。在早些年,我们的电子发烧友前辈们在一块实实在在的木板(比如面包板)上密密麻麻地钉上一大堆的钉子,然后将他们的电子元器件连接在那些引脚上,所以我们需要去感激那些曾经坐在满是电子管和电线的面包板之间的发烧友前辈们,因为面包板的名称正是这样得来的。

和以前相比,现在的电路实验板发生了很大的改变,它往往含有数百行的接线孔来适应现在复杂性和引脚数都与日俱增的电路系统。一块有着 50 个或更多复杂集成电路的试验板,其运行速度高达 100MHz 是很常见的,所以电路实验板能完成很多事情。我最近的电路实验板项目之一,是一个有着双缓冲视频图形阵列(VGA)输出和复杂声音发生器的全功能 8 位计算机。这个项目能完美地运行在电路实验板上,其速度超过 40MHz,集成电路数超过 30 个。所以,如果还有人告诉你,电路实验板只是一个简单而低速的原型设计装置,那么这个人绝对已经 OUT 了。现在,让我们来看一下一个可以在大多数电子设备销售点购买到的典型的无焊接电路实验板,如图 1.1 所示。

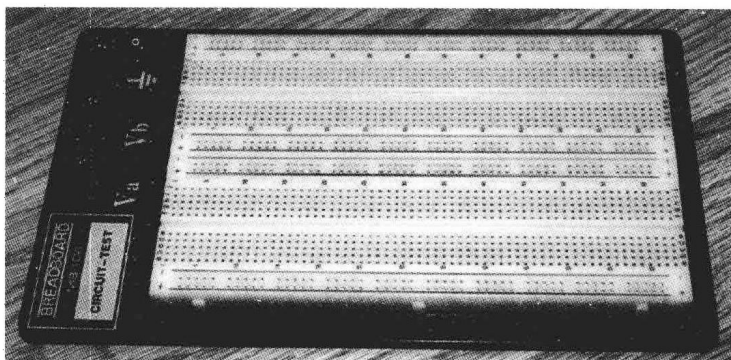


图 1.1 典型的无焊料电路实验板

图 1.1 所示的电路实验板一般只需要花费 30 美元左右,却可以用上好些年。如果没有电路实验板,你就不得不利用焊接的方式来连接你的电子元器件。如果你希望自己的设计可以一步到位,那么我告诉你,在这项爱好中这个希望就好像是白日做梦。通过电路实验板上的塑料孔的连接设计我们可以看到,电路实验板的移动式电源插座(标有+和-)是水平连接的,而原型电路设计区域的小孔是垂直连接的。原型设计小孔的排与排之间都有细小的槽,有了这些细小的槽,你可以将集成电路压入实验板的任何设计区域。图 1.2 所示是对塑料板下小孔的相互连接情况的一个特写。

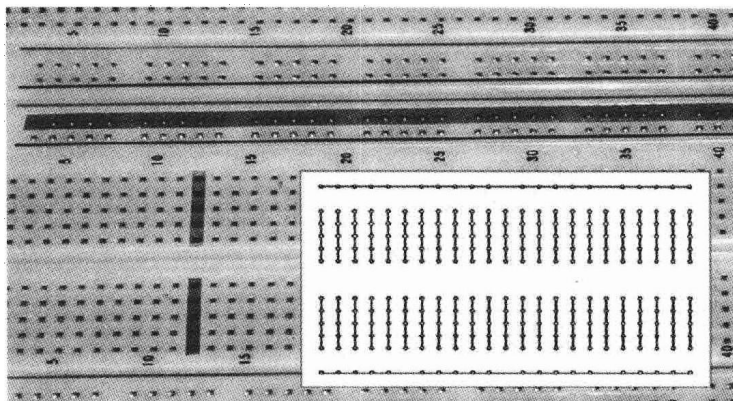


图 1.2 电路实验板上的小孔之间的连接方法

从图 1.2 中可以很明显地看到,电源插座小孔水平连接,而原型区小孔垂直连接。在一个电路中往往需要多个连接点来接地(GND)和连接电源(V_{CC}),有了这种设计之后,我们就可以很容易地在电路实验板的整个区域都获取到电源。如果你已经非常熟悉电路实验板,那么你可以在短短几分钟之内轻松装配出一个测试电路,甚至可以在电路中加入高级的逻辑计算组件。当你的电路通过测试并能够正常工作之后,你可以将它制作成一个更具长久性的电路,比如镀铜箔板,也可以是印制电路板(Printed-Circuit Board, PCB)。

为了将一排插孔连接到另外一排插孔,你需要接线,而且是大量的接线。电路实验板上使用的接线应该是结实的非绞线,通常大概有 $1/4$ 的裸线和很多不同颜色不同长度的接线,它们可以使你的电路更容易追踪。你可以从电子设备供应商那里买到各式各样的电路实验板的接线包,而当你进行更庞大的原型电路设计时,你需要购买尽可能多的比较昂贵的接线,因为它们必不可少。我找到一个最好的获得接线的办法,那就是找一根足够长的、计算机通信用的 5 类线,然后剥去外皮就可以直接用在电路实验板上。用 5 类线的好处在于它有 8 种颜色各异的线,而且都是结实的铜芯线,铜芯的尺寸也刚好适合电路实验板的小孔。如图 1.3 所示,将 5 类线切断并剥去外皮之后就可以直接用在电路实验板上了。

5 类线是由 4 根双绞线组成的,所以我只需要截取其中一束,将双绞线分开,然后在线的两端用一把钝刀剥去塑料外皮。具体做法是将钝刀片压在接线上,用大拇指抵住,然后在一端刻画出需要剥去外皮的地方,用手一拉就可以剥去外皮。实际上用剥线钳也可以,但当你的电路实验板上需要 100 根或更多这样的接线时,用钝刀片剥线的方法似乎要快得多。刚开始时,你需要用到大概 20 根接线,长度分别是 1, 2, 4 和 6in,另外还需要准备一些较长的接线,用于连接外围设备。1in 的线中需要包含红色和绿色(或相近颜色)的线,用这两种颜色可以很容易区分电源的正负极连接。电源线是在试验板上用得最多的接线,所以你需要事先准备足够

多的电源线。

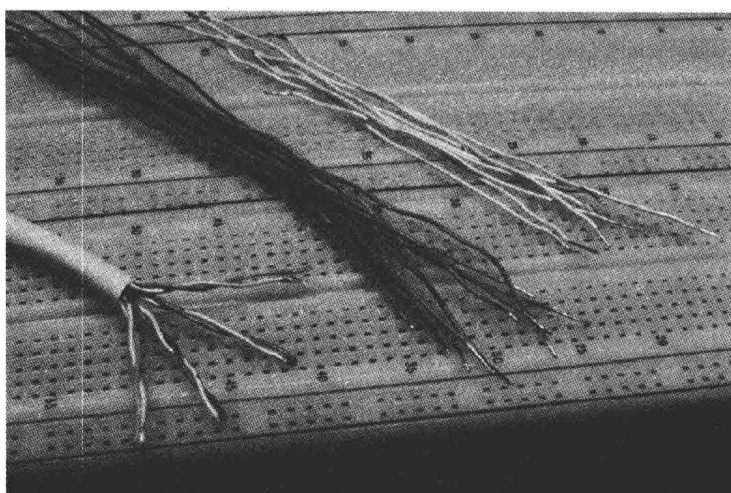


图 1.3 接线越多越好

图 1.4 说明,如果你选择用钝刀片剥线的话,那么拥有一把钝刀是必不可少的。我使用的钝刀是一把工具刀,我故意用纱布将工具刀的刀口磨钝,使它的锋利程度足以刻画接线却不会伤到我的大拇指,用它连续制作上百根接线也没问题。其实也可以用剥线钳,但是我发现,当我想在天亮之前完成电路上需要的 128 根蓝色汇流线时,用剥线钳好像会显得有些慢。现在如果你已经准备好一个电路实验板和足够多的可以直接插入小孔的接线,那么你就可以开始设计你的第一个电路了。学习怎样看电路原理图,区分半导体组件,然后将原理图上电子元器件的连接关系展现到电路实验板上,这样你就打开了这项爱好的整个世界。现在让我们来

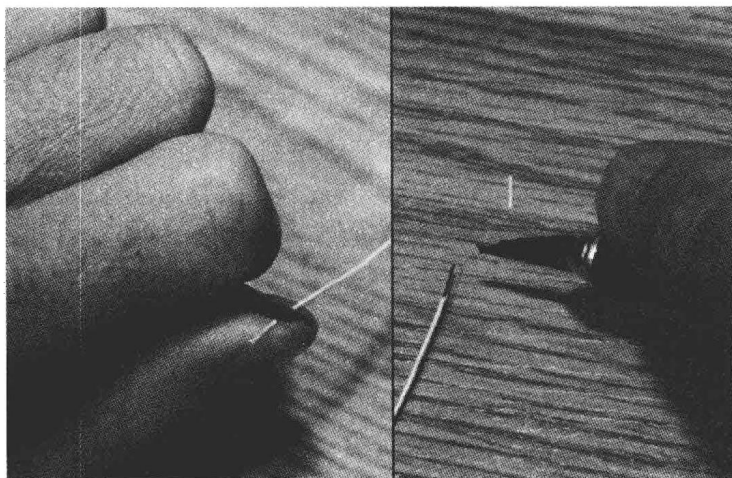


图 1.4 用 5 类线制作电路试验板上的接线

看看这些应该怎么实现吧。

图 1.5 的右上角所示是将一个电容器和一个电阻器并联的电路图。我们只需要将这两个电子元器件的引线插入电路实验板的孔中,然后用接线连接这两行,就可以将这个电路图转移到电路实验板上了。因为所有纵向小孔都是相互连接的,所以接线可以插在排成一行的五个小孔中的任何一个孔上。虽然有些电路图可能会需要 500 根接线,但是在电路实验板上不会有比这个更多的了。通过这个电路你可以发现,在电路实验板上设计电路是很容易的,且修改起来也很方便。

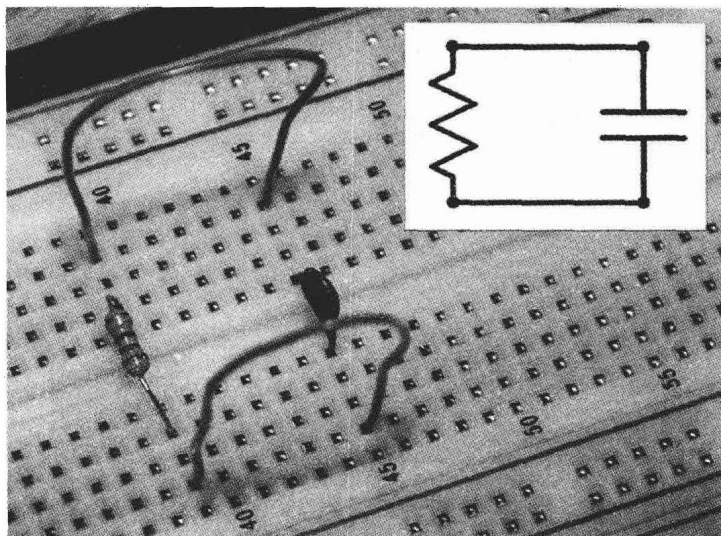


图 1.5 学习怎样使用电路实验板

因为小孔之间非常密集和紧凑,这会使金属板如同一个电容器,所以电路实验板上的串扰问题将不可避免。如果在电路上引发了噪声,那么很可能导致试验失败或者产生一些难以预料的偏差。无线电或高速数字电路就常常会因为电路中产生噪声和串扰而导致千奇百怪的问题,这通常是令电子发烧友很头疼的事情。有时你设计出了一个高速数字电路或无线电电路,可能它在电路实验板上能够完美地正常工作,但是当你在更加稳定的电路板上重做这个电路时,你会发现你的设计完全失败,或者是存在很大的偏差,这是因为电路实验板上的电容实际上已经成了电路的一部分!虽然不可能完全消除这种误差,但是总会有大大减弱这种噪声的办法,这需要在电源上添加几个解耦电容器。

解耦电容器的作用就像一个筛选器,它可以避免无线电和交流电噪声影响电源从而破坏整个电路。当需要在时钟脉冲源或无线电电路上使用高速逻辑微控制器时,解耦电容器就显得至关重要,其作用是不容忽视的。你可以仔细观察一块旧的逻辑电路板,很快你会发现几乎每一个集成电路旁边或者是直接穿过电源(V_{CC})和接地插脚的地方都有一个陶瓷电容器。图 1.6 所示的电路中,两个电源导轨的

电源和接地之间各安装了一个电容为 $0.01\mu\text{F}$ 的陶瓷电容器。从图中还可以看到, 因为每条轨道都是独立的, 所以电源导轨之间需要相互连接。如果你忘记连接其中任何一条导轨, 那么, 你将既不能连接电源也不能接地, 你的电路也就面临失败。通常, 在电源轨道的每一端都增加一个解耦电容器就足够了, 但是在一个高速数字电路或无线电电路中, 你可能还需要在离集成电路电源线或其他主要元器件更近的地方再安装一些解耦电容器。

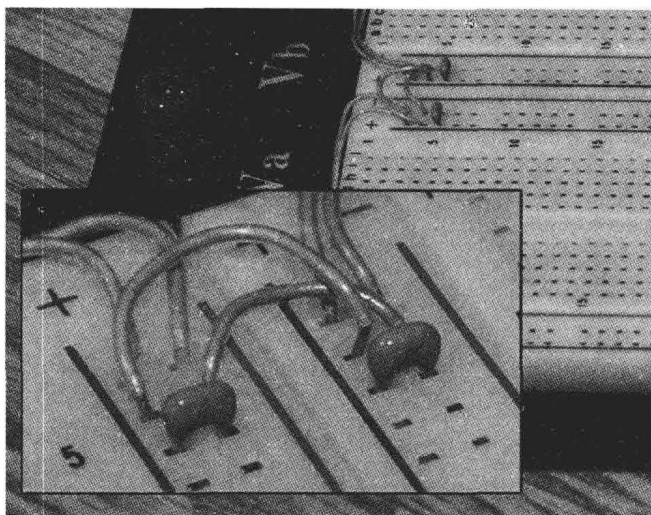


图 1.6 利用解耦电容器减弱电路实验板上的噪声

当你需要设计一个很庞大或者很复杂的电路时, 可能一个标准的电路实验板无法提供足够大的基板面, 不用担心, 这时你可以购买一些独特的电路板节段, 将它们折断, 然后拼凑成一个更大的电路设计区域。图 1.7 所示是一个将 10 张电路板节段拼凑在一起, 然后用螺栓固定在一个钢板工作面上的电路系统, 其中钢板基面用于接地。另外, 钢板基面有助于减弱噪声, 所有的电路实验板都应该有一个金属质基面板。图 1.7 中这个巨大的饼状电路板电路系统是一个全功能的 20MHz 视频计算机, 它可以在视频图形阵列 (Video Graphics Array, VGA) 监视器上显示高分辨率的图像, 并能够产生复杂的多波段音频。整个计算机系统的设计都是在图 1.7 所示的电路实验板上进行的, 甚至包括电路的最后设计阶段。我曾经在电路实验板上制作过大功率视频发射机、机器人电动机控制器, 以及本书每一个项目, 此外, 我还制作了一个至少 75MHz 的高速计算机系统。如果你能够突破 100MHz 的界限, 那么在电路实验板上你就无所不能了。因此, 你就把这个功能强大的设计工具当做你的好朋友吧!

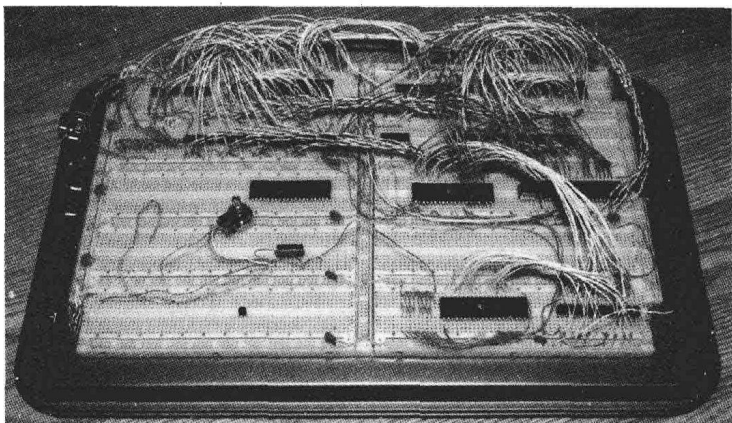


图 1.7 在电路实验板上可以制作很庞大的电路系统

指南3 电路构建模块

在开始动手实践之前,你可能已经从网上找到一个很酷的电路图,并且准备了一个全新的电路实验板和 100 根接线,看来似乎万事俱备,但是你去哪里找那些电子元器件呢?如果你做这行有好长一段时间了,那你的“废料箱”很可能就派上用场了。如果现在你只是个新手,手上一无所有,怎么办?为了节省你的预算,你必须变得足智多谋。虽然在附近的电子设备商店购买一个包含 10 个小型电子元件的简单电路图所需要的原料,可能只需要花费 5 美元,但是你常常需要比 10 个要多得多的电子元件,或许还需要一些特殊的半导体组件。获得免费的电子元件的最好办法,就是从旧的电路板中拆卸下来。废旧的录像机、电视机、收音机,甚至是咖啡机,都可以为我们的电路设计提供有用的电子元件。一个小小的收音机的印制电路板上可能焊接了 200 个半导体组件,虽然每个也就值 50 美分,但加起来可就不少了。你可能永远都不会用到你收集到的所有元器件,但是如果有一天当你在你的“疯狂科学家”实验室需要一些形形色色的电阻器时,那么这一箱零碎的电路板就能够派上用场了。

我储备了好几大箱子的电路板,当我在设计一个比较传统的电路时,我发现在通常情况下,它们是完全可以符合我的一般部件需求的,并且我常常可以找到一些很难找到的,或者是已经停产的集成电路,而这些正是我所需要的。我日积月累了 20 多箱印制电路板,图 1.8 展示的只是其中的一箱。从旧的电路板上拆除部件是很容易的事,尤其是两只引脚或三只引脚的部件,如电容器和晶体管。至于具有很多引脚的较大的集成电路,你就需要用到脱焊工具了,这种工具也被称作是“焊料吸管”。使用一把钝的尖嘴的低成本烙铁(34W 或更高)和焊料吸管,可以很容易地从旧的印制电路板上拆除电子元件。图 1.9 所示是用手工焊料吸管从一个旧

的录像机主板上拆除一个 8 只引脚的集成电路。操作焊料吸管的方法是,将烙铁咀紧压在焊盘上,加热焊盘使其脱焊,然后将焊料从电路板上吸走即可。

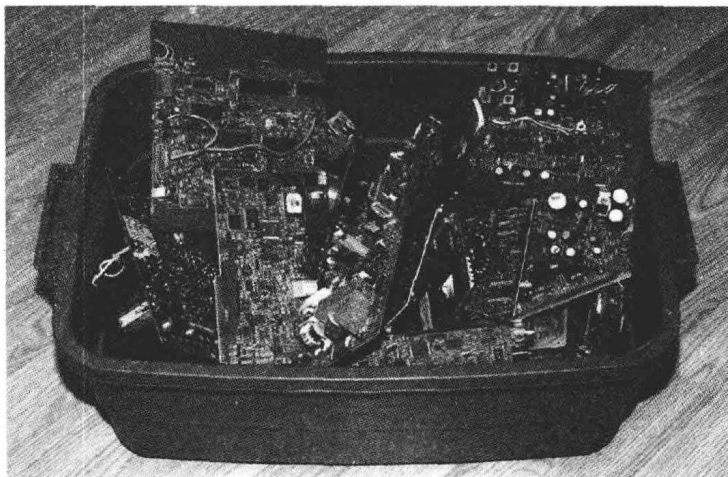


图 1.8 旧的印制电路板是最好的电子元器件来源

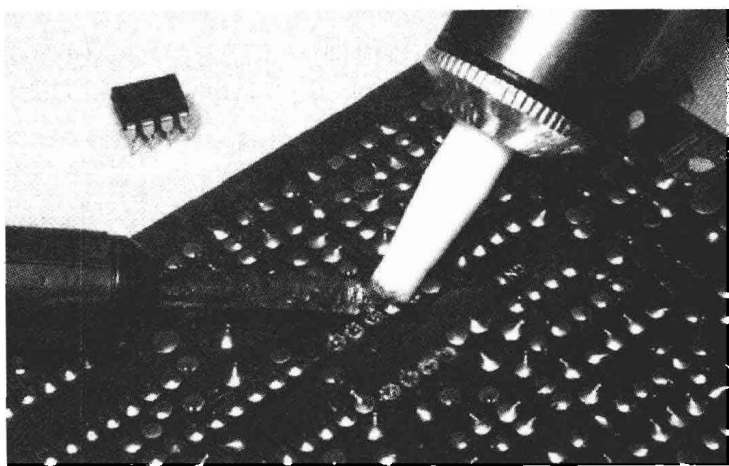


图 1.9 从一块旧的电路板上拆卸电子元器件

与标准烙铁相比,我更喜欢使用功率更高的、粗尖嘴的、价格便宜的烙铁来脱焊,因为它加热焊料更快,更容易同时加热到电路板的两面。还有其他的工具也可以用来脱焊,比如脱焊芯、小铲片,甚至是真空吸尘泵,但我一直都使用 10 美元的焊料吸管,用它来脱焊就连 40 只引脚的集成电路也完全没有问题。当你真正开始收集零部件时,你将可能收集一大盆的元器件,但这也可能给你带来麻烦,因为在这么一大堆东西里面,有时候你很难找到你想要的。因为收集的零部件太多,其中包含电阻器、电容器、晶体管和集成电路,所以当需要将它们区分时你会很费

劲。这时候你需要事先将它们归类,以便日后可以很容易地找到你需要的元器件。图 1.10 所示的储料箱非常适合存放电子元器件,你可以在上百个小抽屉里放各式各样的零部件,所以在项目开始前最好还是先准备些储料箱吧。



图 1.10 电子元器件的归类有助于在需要时快速寻找

我有一个小房间,整个房间都是这种存放零部件的抽屉,另外还有些塑料桶,用来装更大的部件或者是印制电路板。我几乎不会找不到我所需要的部件,哪怕是项目中需要的那种复古式的、很早就停产的元器件。当然,也常常会有需要新部件或者特殊部件的时候,这时候网上有很多卖主,他们会很高兴拿着你的钱,然后在几天之内将部件邮寄给你。

指南4 电阻器

如果你是这项爱好中的新人,那么你可能看到过一些电路图,并且觉得那些电路图就像是象形文字一样晦涩难懂。尽管如此也不用担心,因为当你能够熟练使用,并开始研读电子元器件的说明书时,电路图知识就随手拈来了。如果你想走捷径,那么你可以考虑买一本介绍电子学基础知识的书来专门学习,但是我觉得,对于那些喜欢边做边学的人来说根本没有这个必要,因为我这里所介绍的基础知识就足以帮助你完成本书中的所有项目。

图 1.11 所示的电阻器是你将要用到的最基础的半导体组件。电阻器所起的作用正如它们的名字一样,它们通过散发由电流转换成的自身热量来抵抗电流。电阻器的阻值越高,则当前通过的电流越小,反之亦然。如果一个电阻器的电阻值接近 0,则该电阻器对电流几乎没有阻碍作用,串联这种电阻器的回路将被短路,即电流无限大。如果一个电阻器具有无限大或太大的电阻值,则串联该电阻器的回路可看作开路,即电流为 0。在一块很大的电路板上,你能找到好几百个电阻器,就算是一块微小的电路板,它表面所包含的很多元器件中,大部分半导体组件

也都是由电阻器组成的。电阻器的大小通常决定了它能够散发多少的热量,但电阻器的功率是额定的,其中功率为 $1/4\text{W}$ 和 $1/8\text{W}$ 的电阻器是最常用的类型(图 1.11 中下方的两个电阻器)。有时候需要用到很大的由陶瓷制作而成的电阻器,尤其当电阻器额定阻值为好几瓦或者更大的时候更是如此。图 1.11 中最上边的那个就是一个 10W 的电阻器。有些电阻器可以组合起来成为单个元器件,这样可以有效地节省空间。图 1.11 中那个多个插脚的元器件就是电阻器的一个组合体。

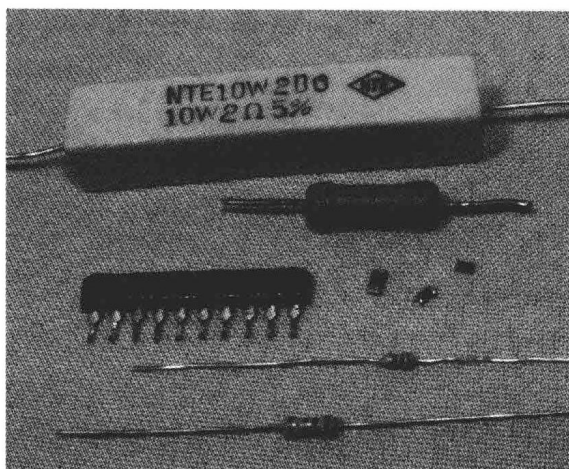


图 1.11 多种类型的固定阻值电阻器

因为大号电阻器都是很耗电的,且最近提倡要让电子产品更加“绿色”和节能环保,所以大号电阻器在日常家用电子产品中已经不常见了。现在一般使用交换式电源供应器或电压调节器来切换电流和电压,这比使用大号电阻器更加节能环保。目前大号的电阻器基本上被淘汰了,比较常见的是一些小型电阻器,你以后会发现,在很多简单的电路设计中都要用到它们,比如,通过限制电流来点亮一个发光二极管,设计一个简单的晶体管放大器偏压电路,以及其他成千上万种常见设计。在大多数常见的轴向电阻器中,它们的电阻值都是采用 4 种颜色的色环来表示在电阻器上,通过这 4 条色环你可以知道电阻的欧姆数。所有你在项目中常用的电阻器都是如此。欧姆数用希腊大写字母 Ω 来表示,当欧姆数超过 99Ω 时,通常可以省略这个字母,如 1k , 15k , 47k 或其他以 k 作单位的数值,这些表示千欧姆。以此类推,当欧姆数超过 999k 时,将用字母 M 来表示,如 1M 实际上就是 1 百万欧姆。如图 1.12 所示,通常在一个电路图中,用一个“Z”字形的曲折线段来表示电阻器,并在旁边用一个字母加一个数字(如 R_1 , V_1)来表示部件清单中的一个部件,或者直接在旁边注释一个欧姆数也行,如 1M , 220Ω 。在图 1.12 中,左边的那个电路图符号表示一个可变电阻器,在可变电阻器上一般都会表示它的最大欧姆数,我们可以将它的工作电阻值设置为 0Ω 到最大欧姆数之间的任何一个数。

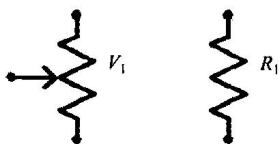


图 1.12 可变电阻器(左)和固定值电阻器(右)在电路中的符号

可变电阻器也称作变位器,当你通过一个旋钮将扩音器的音量调大时,你实际上就是在操作一个变位器。可变电阻器非常适合测试新设计的电路,因为你可以通过改变电阻来让电路达到你所要的效果,之后可以移除可变电阻器,测量出此时变阻器上的电阻值,并确定一个最佳欧姆数的固定电阻器来代替这个可变电阻器并安装到电路中。在变阻器上通常有 3 个接线柱,两头的两个接线柱连接其内部提供变阻器电阻值的固定碳电阻,中间的接线柱连接一个滑动片,这样就可以通过移动滑动片来改变电阻值,使其在 0 到最大值之间变化。图 1.13 所示是一些常用的可变电阻器,图的左上角部分展示了可变电阻器内部的电阻器和滑动片。



图 1.13 一些常见的可变电阻器

我们前面提到,大多数固定阻值的电阻器上都会标有 4 个色环,并且我们能够以此推断出它的电阻值,现在让我们来参看表 1.1。你可能会觉得有些迷惑,但是一旦你掌握了破译色环的技巧,你将只需要一瞥,就可以知道大多数电阻器的欧姆数,根本不需要去查看图表。

几乎每一个电阻器上都有一个银色环或金色环,这两种颜色的色环是电阻器上颜色序列的最后一个色环,它们是不能被转化成具体的电阻值的。金色环表示电阻器的允许偏差值为 5%,也就是说,当一个金色环电阻器的电阻是 10k 时(大多数情况下它都是非常精确的),它的真实电阻值可能会介于 9.5k~10.5k 之间。