



〔美〕汤姆·彼德鲁德利斯 著
张宝玲 董启雄 李晓波 译

电子技术 完全实践

工作室的创建

各种仪器仪表使用

电路制作与故障检测



科学出版社
www.sciencep.com

电子技术完全实践

〔美〕 汤姆·彼德鲁德利斯 著

张宝玲 董启雄 李晓波 译

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从实用的角度出发,对电子电路制作与电子故障检修所需要的工作场所、测试仪器与仪表及常用元器件、工具等作了非常全面的介绍。对各种仪器仪表的性能、基本工作原理、基本电路和购买途径都作了适当的说明,并对常用电子电路故障检修技巧和电子元器件测试方法进行了介绍,同时给出了许多仪器仪表的电路的制作与测试方法。刚刚步入电子学领域的人从本书中会学到大量有用的知识,而对于富有经验的电子工程师、技术人员或故障检修人员,本书也会令其受益匪浅。

本书适合于刚刚从事电子技术领域工作的工程技术人员,电器维护人员及广大电子爱好者,也可供电子、仪器仪表等专业的师生阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术完全实践/(美)彼德鲁德利斯(Petruzzellis, T.)著;张宝玲等译.
—北京:科学出版社,2005

书名原文:Build Your Own Electronics Workshop

ISBN 7-03-016619-1

I. 电… II. ①彼…②张… III. 电子技术 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 147885 号

责任编辑:肖京涛 崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面制作:李 力

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>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 3 月 第 一 版 开本: B5(720×1000)

2006 年 3 月 第一次印刷 印张: 23 1/4

印数: 1—4 000 字数: 446 000

定 价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

前言

本书是为了帮助刚刚步入电子技术领域且渴望了解如何创建自己的电子事业的电子爱好者、刚毕业的电子类专业的学生、初级工程技术人员以及不熟悉实用电子技术领域的人们而编写的。在专门为以上人员设计的电子工作室中,读者可以方便地着手进行工作,如测试电子器件、排除一个设备或收音机装置中的故障或制作一个新的电子作品或工具。在专门设计的电子工作室中,你可以免受外界的干扰。当你离开一个正在进行的一项工作一段时间再返回来时,你会发现一切如故,没有人动过你的工作台,可以方便地继续工作。创建了自己的电子工作室后,你就再也不用在厨房餐桌上工作了,也不必担心自己的东西被丢到盒子里,小零件被扔得到处都是。本书将帮助你建立一个有效的、具有良好采光与通风条件的新电子工作室,专用的测试仪器和工具,从此不再受外界的打扰。

本书包括许多主题,如怎样在家中、地下室或车库中确定一个合适的地方来创建你的新电子工作区;是制作还是购买你的新电子工作台;采光与通风设计以及电源要求等。通过本书你可以了解测试仪器、元器件和工具的基本部分是什么,并学会使用和购买它们;还可以了解如何购买测试仪器、元器件和工具;还可以读图、设计与制作电路板以及制作自己的电子测试设备;还可以学习如何焊接并利用不同的实用电路制作技术来制作电路。本书还介绍测试各种电子元器件的方法,以及各种实用公式、图表和资源。

第1章介绍在家里创建一个电子工作室所需要的条件。介绍建造自己的电子工作室的各种方法,包括布局、工作台的类型、制作还是购买你的电子工作台、电源要求、采光、通风以及备用电源概念。

第2章介绍万用表,它可能是电子工作台上必须准备的最重要的一种仪器。本章介绍的主题包括:模拟万用表与数字万用表之间的区别,万用表的使用方法,各种可测试的物理量以及良好的测试引线的重要性。

第3章介绍示波器,它是工程师和技术人员最好的朋友。你可以利用示波器测试出几乎所有电子器件故障并确定其故障类型。本章还介绍模拟显示器与数字显示器之间的区别,起示波器作用的模拟PC卡和数字PC卡,接下来是测试引线与探头、最重要的调节器及操作方法,最后介绍示波器的保养方法。

第4章重点介绍函数发生器,它是电子测试台上的一项非常有用的工

具,用于测试逻辑电路、滤波器和放大器。本章还介绍不同类型的函数发生器,从简单的信号发生器到非常复杂的函数与任意脉冲发生器,以及函数发生器的实际用法和如何制作你自己的低成本函数发生器。

第5章介绍工作台上必须准备的测试仪器的“四大件”中的最后一部分——频率计。在故障检测或制作一个新电路时,频率计通常与信号发生器、示波器一起使用。通过本章你还可以学会如何制作自己的1GHz频率计。

第6章介绍你可能想为电子工作室配备的其他重要的测试仪器。这些次要的测试设备可以使解决电子设备问题变得更容易。本章还介绍了函数或信号发生器、频率计、电池检验器、电容测试仪、L/C测试仪、电感表(亨利计)、逻辑注入器、逻辑探头、集成电路测试仪、钳式安培计和电子管与晶体管测试仪。

第7章的主要内容是电源,它可能是在你的电子工作台上必须具备的仪器中的一个最重要组成部分。本章还介绍了不同类型的电源,包括实验室电源、双电源、直流-直流电源以及你应该购买它们还是制作它们。最后,介绍了如何建立你自己的实验室电源。

第8章的内容包括电池与电池电源。本章深入地阐述了各种电池及其特性的异同,介绍了如何及何时使用它们,以及怎样实现最有效的充电。本章还展示了如何制作一个给12V电池充电的充电器、一个太阳能电池充电系统以及一个使用深循环12V电池和逆变器的后备电源。

第9章介绍各种电子元器件,如电阻、电容、电感、变压器和半导体器件以及它们的基本原理与特性、怎样及何时使用它们。本章还介绍了如何将它们连接到电路中以及元件的串联与并联等。

第10章阐述测试电子元件的测试方法,如电阻、电容、晶体管、SCR和MOSFET。通过本章你可以学到如何使用万用表和示波器来测试电子元件。本章还介绍一些简单测试技巧。

第11章介绍许多电子故障排除技巧与方法,以帮助你解决将来在电子器件修理中遇到的问题。首先介绍用于测试模拟设备(如示波器、放大器和电源)中电路级的信号跟踪与信号注入技术,以及如何排除一些电路存在的诸如不希望的振荡和失真等问题的方法。本章还介绍一些用于数字电路和微处理器维修的故障检修技术。

第12章介绍电子工作台上非常有用的各种工具,它们是必须具备的或是主要的工具,如钻孔机、螺丝刀、尖嘴钳、小刀、剪钳、克丝钳以及你会在电子工作室见到的那些非常宝贵的其他各种类型的重要工具。本章还介绍这些工具的清洁与保养。

第13章涉及焊接问题,应该购买什么样的烙铁、要购买的焊料类型以及烙铁与焊枪的对比。本章介绍了点到点接线和电路板焊接技术。本章还介

绍焊接工具的保养、如何焊接一个好焊点以及如何制作你自己的焊台控制器。

第 14 章的内容包括电路制造的大量主题,从点对点的接线技术到绕接技术、实验板构造和面包板电路制作。本章还介绍电路制作,从使用 CAD/CAM 和布局软件来设计电路到构造你的电路板的不同方面。

第 15 章所展示的主题是购买测试仪器,从哪里和怎样购买设备以及如何查找设备。本章还介绍怎样和如何购买电子元件和电子工作室工具,以及怎样成为一个聪明的消费者以节省资金。本章还涉及购买和制作自己的测试仪器的内容。

第 16 章介绍你可以自制的测试仪器的几个部分。通过制作自己的设备,你不仅可以省钱,而且在制作过程中还可以学习到许多知识,这还不包括当你创建了自己的测试设备时的巨大成功感。本章将为你展示如何制作一个连续性测试仪、ESR 电容表、逻辑注入器/探头、电容/电感测试仪、晶体管测试仪、齐纳二极管测试仪、电子保险丝和脉冲发生器。

附录中提供了许多有用的电子图表和公式,以及能够提供各种电子产品资源的公司列表,这些公司可以提供测试设备、元器件、电路板、工具、工作台和图书,这些资源对于电子爱好者或专门人员而言都是非常有用的。

在准备和创建自己的电子工作室过程中的许多方面,本书都会为你提供有益的帮助。无论你在当前或未来将电子技术作为自己职业还是业余爱好,都会发现本书的确是物有所值。

在此我要感谢在本书的创作中给予帮助的人们和公司: McGraw-Hill 公司技术出版物高级编辑 Judy Bass 自始至终给予有益的建议; Nell Heckt 和 Almost All Digital Electronics 提供 L/C 测试仪的详细资料; Tony Van-Roon 提供第 7 章中的资料和图表。特别感谢 American Radio Relay League, 书中使用了他们的图表、原理图和资料。非常感谢以下公司授权使用照片和数据表资料: Exar Corp.、Tektronix Corp.、Protek Test Equipment Corp.、Electronic Design Specialists、Microchip Corp 和 Phillips Corp.

目 录

第 1 章 电子工作室的创建	1
1.1 工作垫	7
1.2 测试设备	8
1.3 工具与材料	10
1.4 读 图	11
第 2 章 万用表的工作原理、种类及使用方法	22
2.1 模拟万用表	23
2.2 模拟万用表的特性	24
2.3 电压表	25
2.4 电流表	27
2.5 多量程电流表	28
2.6 欧姆表	30
2.7 交流表	32
2.8 数字万用表	33
2.9 DVM 的基本特性	34
2.10 DVM 其他特性	41
2.11 DVM 专用功能部件	43
第 3 章 示波器的工作原理、种类与使用技巧	45
3.1 模拟示波器	46
3.2 双踪示波器	47
3.3 示波器技术规范	48
3.4 示波器调节器	49
3.5 示波器输入电路	51
3.6 示波器的启动	55
3.7 示波器信号测量	57
3.8 数字示波器	63

第 4 章 函数发生器	74
4.1 信号发生器和波形发生器综述	75
4.2 制作你自己的函数发生器	82
第 5 章 频率计的工作原理、结构及使用方法	88
5.1 频率计的结构	89
5.2 选择合适的时基	90
5.3 分辨率与精度之间的区别	92
5.4 如何调整灵敏度避免噪声触发	92
5.5 低频测量问题	93
5.6 频率计测量技术	94
5.7 频率计术语	95
5.8 频率计附件	97
5.9 1GHz 频率计项目	98
第 6 章 各种测试仪器的使用方法	105
6.1 万用表	105
6.2 真空管电压表	106
6.3 电容表	107
6.4 ESR 电容表	108
6.5 电感/电容(L/C)表	108
6.6 电阻/电容十进箱	109
6.7 惠斯通电桥	109
6.8 频率计	110
6.9 音频信号发生器	110
6.10 函数发生器	111
6.11 任意波形发生器	111
6.12 脉冲信号发生器	112
6.13 射频信号发生器	112
6.14 音调测试装置	112
6.15 信号注入器	113
6.16 信号跟踪器	113
6.17 钳式安培计	114
6.18 绝缘测试仪	114
6.19 电缆测试仪	114
6.20 电视测试图案信号发生器	115

6.21	晶体管测试仪	115
6.22	晶体管特性曲线测试仪	115
6.23	电子管测试仪	116
6.24	RF 阻抗电桥	117
6.25	场强计	118
6.26	SWR 或 VSWR 电桥	118
6.27	示波器	118
6.28	频谱分析仪(频谱仪)	119
6.29	逻辑脉冲发生器	120
6.30	逻辑探头(针),逻辑笔	121
6.31	逻辑分析仪	121
6.32	微处理器编程器	121
6.33	自耦变压器	122
6.34	隔离变压器	122
6.35	电池检验器	123
6.36	电池与充电器	123
6.37	电 源	124
6.38	温控焊台	125
6.39	去焊台	125
 第 7 章 电源的选择、结构与制作		
7.1	如何选择电源	126
7.2	电源组件	128
7.3	制作你自己的工作台/实验室电源	139
 第 8 章 电池电源的种类及特性		
8.1	电池与充电	148
8.2	化学危险与其他危险	150
8.3	内 阻	151
8.4	电池容量	151
8.5	放电设计	152
8.6	充放电要求	152
8.7	电池组充电	154
8.8	太阳能电池充电器	158
8.9	应急电源系统	162
8.10	电池安全	166

第 9 章 常见电子元器件	167
9.1 电 阻	167
9.2 电 容	175
9.3 变压器	185
9.4 半导体器件是如何工作的	186
9.5 保护元件	188
第 10 章 电子元件的测量	190
10.1 测试的重要性	190
10.2 万用表	190
10.3 示波器	191
10.4 你最好的测试仪器是逻辑思考	191
10.5 电阻测试	191
10.6 电容测量	195
10.7 电感测试	197
10.8 其中连续性	199
10.9 其他故障	199
10.10 变压器基础	199
10.11 半导体器件测量	201
10.12 用示波器进行测试	209
10.13 制作自己的二极管和三极管测试仪	212
10.14 简单的扩展量程测量	214
第 11 章 电子故障检修技术	215
11.1 测试设备	215
11.2 安 全	216
11.3 文 档	217
11.4 充分利用你自己的感觉	218
11.5 定义问题	218
11.6 简化问题	219
11.7 查找明显的问题	219
11.8 打开设备	219
11.9 在设备的内部察看	220
11.10 故障检修方法	220
11.11 信号跟踪	221
11.12 信号注入法	222

11.13	分而治之	223
11.14	直觉法	224
11.15	在中间级进行测试	224
11.16	电压电平测试	225
11.17	自激振荡问题	225
11.18	振幅失真问题	226
11.19	频率与失真问题	227
11.20	噪声问题	227
11.21	失真测量	228
11.22	调 整	228
11.23	打火(飞弧)问题	229
11.24	污染问题	229
11.25	焊点“搭桥”(焊点间短路)	229
11.26	更换故障元件	230
11.27	典型现象与故障	230
11.28	故障检修点滴	235
 第 12 章 电子工作室中的常用工具		
12.1	工具及其使用	238
12.2	工具的维护	239
12.3	工具的组织	240
12.4	部件组织	240
12.5	磨 锋	241
12.6	正确地使用工具	241
12.7	专用工具和材料	243
12.8	工具来源	250
12.9	有用的部件和工作间材料	251
12.10	工作间安全	251
 第 13 章 焊接设备与技巧		
13.1	焊 接	253
13.2	烙 铁	254
13.3	焊接台	255
13.4	焊 枪	255
13.5	烙铁的准备与使用	256
13.6	焊接的准备工作	257

13.7	如何焊接	257
13.8	建造你自己的焊接台	262
第 14 章	电路制作技术	265
14.1	电子电路	265
14.2	静电放电保护	265
14.3	电子制作技术	267
14.4	点到点技术	267
14.5	免焊接面包板结构	267
14.6	实验板结构	268
14.7	接地面结构	268
14.8	懒惰制作者的 PC 板	269
14.9	“现成的”或“通用”PC 板	270
14.10	绕接结构	271
14.11	表面安装结构	271
14.12	PC 板何时是最好的选择	273
14.13	原理图到 PC 板	273
14.14	粗略布局——手工法	274
14.15	PC 板设计软件	275
14.16	印制电路板	276
14.17	双面 PC 板	279
14.18	复杂的印制电路板	280
14.19	设计要点	280
14.20	电路板生产	281
14.21	商业生产的费用	281
14.22	给你的 PC 板钻孔	282
14.23	PC 板装配技术	283
14.24	最终检查	285
14.25	底板制作	286
第 15 章	设备、元器件和工具的购买	291
15.1	新设备的购买	291
15.2	选择新的还是二手设备	291
15.3	二手设备的购买原则	293
15.4	购买二手测试设备时的其他考虑	295
15.5	购买与制作测试仪器的对比	297

15.6	电子元器件的购买	298
15.7	新旧工具的购买	300
第 16 章	测试设备的制作	302
16.1	连续性测试仪	302
16.2	逻辑探针	303
16.3	线路故障寻找器电路	304
16.4	齐纳二极管(稳压二极管)测试仪	305
16.5	可视二极管/三极管特性曲线描绘仪	307
16.6	晶体管测试仪	308
16.7	电子保险丝	318
16.8	脉冲发生器	321
16.9	电感/电容(L/C)测试仪	328
附 录		336
译后记		354

第 1 章

电子工作室的创建

对于电子爱好者、电子技术人员和电子工程师而言,电子工作室也就是他们工作的场所,它就像木工的工作室、珠宝匠的工作室和机械师的工作室一样,是一个不可或缺的工作场所。每一个让人感兴趣、爱好的或技巧性强的专门领域都需要一个工作场所——一个进行专门工作的活动场所。通常是在地下室、空余房间甚至是在车库或阁楼中留出的一块地方,一个让你可以免受打扰、安心工作的地方。在这里,你的设备等可以放在桌子上,在你返回来继续对其进行组装、测试或故障检修之前,它们都会放在原地不动。这也就是厨房餐桌不适合用作电子工作台的主要原因,因为你每天都要创建自己的工作室并重新开始工作。

电子工作室与其他可以完成专门工作的专用工作区或场地没有什么不同,只是可能会需要专用的工具、仪器设备或测试工具来完成手头的工作,也许是制作一块电路板,或者是检测与维修一台设备。从事电子学方面的工作一般需要专用设备和工具进行组装、测试和故障检修。

电子工作室和普通的或传统的工作间是有所区别的。传统的工作间一般可以描绘成这样一个地方:你可以在这里锯木头、装配一个四轮马车,或者制作一个木玩具。一个电子工作室或工作台应该描绘成一个你在里面从事电子设计工作的专用场所。一般说来,电子设计项目都比用木头制作一些东西或管道工程的项目小。从事电子设备方面的工作一般都需要使用电子设计工作的专用工具和测试仪器。相对于电子工作室或工作台而言,与一个普通的工作间、一个木工房或金属加工间之间是有差异的。尽管也许你可以在电子工作台上做木工或金属加工工作,但通常做电子设备设计的项目需要更清洁,这里没有锯末、铁屑或油污。电子电路应该是无金属屑的,因为金属屑会毁坏电路。油污可以导电,所以应该使电子电路远离油污。因此,我们应该把注意力放在具有清洁的工作台面的电子工作台上,上面铺有不导电、抗静电的桌垫和一两个记事本。一个典型的电子工作台应该包含不导电的工具,如烙铁、剪钳和小螺丝刀,还要包含诸如万用表、示波器和频率计等测试仪器。

为了建立起自己的新电子工作室,你首先要选择一个房间或部分房间。在这里,你可以划出一块可以受自己支配的地方。这块地方可以在你的地下室、阁楼、储藏室、车库,甚至可以在部分牲口棚中。你将需要花费一些时间,并弄清你将花费时间从事

业余爱好或职业工作的地方应该是什么样的。电子工作室应该舒适并具有合适的取暖、制冷系统,以便你可以在大约几个小时内都感到舒适。如果你正在进行一项电路设计或故障检修工作,你也许需要在一个安静的、可以舒适地工作的地方呆上数小时。没有比在一个炎热或寒冷的环境中工作更糟糕的事情了。不舒适将会严重影响人的注意力。

接下来,你将需要确定你到底需要多大的空间来建立自己的电子工作室。你也许会希望要一大块地方或整个房间,但是实际上,你的实际情况允许你到什么程度?也就是说,你的配偶或室友能允许你到什么程度?给你自己提出这样一个问题:你是想让自己的电子工作台与自己的木工房或金属加工间相邻,还是在一个完全不同的地方?如果电子工作台将与其他工作区分开,那么你就将需要较少的房间。因为一个独立的电子工作台应该是一个清洁的地方,而不是一个木工房或一般的工作间,所以它也许可以与其他工作台共享一个房间,房间的一半用作电子设备项目,另一半用作工艺、缝纫或其他一些活动。

考虑确定电子工作场所的一个重要方面是心理学方面的因素。许多人特别是艺术家和作家,都认为在进行创作时必须有一个专用的工作空间,一个不受其他人干扰、可以专心工作的地方。这一理念可以拓展到金属加工或木工以及其他有创造性的工作领域。所以,大部分人认为“场所”远不止是一个安装、制作或测试电子电路的地方。例如,作家需要的是一个要在其中工作的安静的地方,他经常要在这里一次呆上几个小时而不受孩子们或其他人的妨碍或打扰。当你在自己的私人工作空间中时,像扔垃圾或给草坪浇水这种临时性工作会被暂时搁置。许多人视其工作场所为一个事情或计划免受打扰的避难所,不过这也拓展到对你需要得到在免受干扰的情况下完成某项工作的尊重。当你处于自己的私人场所中时,你的空间和计划都应受到别人的尊重。它可以是一个免受家庭干扰(电视机的嘈杂声、狗的吵闹声和孩子的哭声)的地方,以便专心完成手头的项目和任务,不管是在阅读手册、焊接电路还是在起草一个方案。“专用空间”的概念非常重要,特别是如果你的电子工作室是你谋生的场所时,或者可以将其视为在一段时间内脱离家庭的一个地方。不过,“专用空间”问题也是折中的问题。你不可能永远将自己关在自己的房间而完全逃脱自己的家庭和责任。你的“专用空间”应该受到他人的尊重,但不能一直将其作为自己逃避他人的借口。

其次,你要确定你是想购买还是想制作自己的工作台,以及你是想拥有一个金属的还是想要木质工作台。金属工作台一般可以通过 Sears(全美最大的百货商店)商店或建筑供应仓库买到,如 Home Depot(一家全球著名的家庭装修用品零售供应商)。金属工作台一般比较贵,而且尺寸受限,但它们具有良好接地性能。如果你工作于带电底板(即一个未绝缘的电路)上,则有可能受到有害电击或毁坏正在工作的设备。如果你计划使用金属工作台,那么应该考虑在桌面上放一层薄泡沫塑料、木板、塑料或胶木,以便将你要工作的电路和工作台进行绝缘。图 1.1 所示的工作台展示了一个装有木桌面的商用金属工作台。图 1.2 所示的工作台给出了一个具有绝缘桌面的双层金属工作台,第二层

可用于放置电子测试设备。图 1.3 所示的备选工作台给出了一个具有嵌入式绝缘工作台面的双层金属工作台。图 1.4 中的工作台不过是另一种具有绝缘木质台面和一整套抽屉的双层金属工作台,抽屉可用于放置专用工具、图纸、保险丝、跨接电缆等。

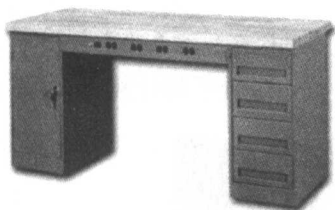


图 1.1 装有木桌面的商用金属工作台

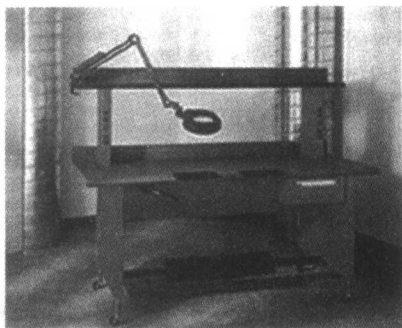


图 1.2 具有绝缘桌面的双层金属工作台

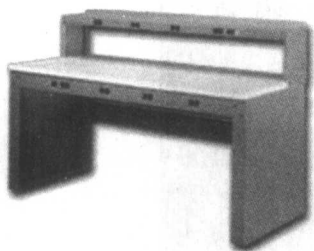


图 1.3 具有嵌入式绝缘工作台面的
双层金属工作台

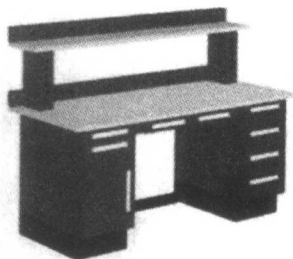


图 1.4 具有绝缘木质台面和一整套
抽屉的双层金属工作台

你应该能够通过本地办事处资产清理人或邮购业务找到一个剩余的金属工作台。另一种观点是购买一个比较老式的、带抽屉的大金属办公桌,或者是一个可用作电子工作台的大金属工作台。

许多人更喜欢木质工作台,因为木质工作台容易做。或只需 50~60 美元,就可以从如 Lowes 或 Home Depot 这样的供应商处获得用截面为 $2\text{in}^{1)} \times 4\text{in}$ 的标准建筑木材制作而成的组件形式的木质工作台。如果希望的话,可以很容易地利用截面为 $2\text{in} \times 4\text{in}$ 的标准建筑木材和放在木框中的木门,临时组装出木质工作台。另一个方法是利用 2~3 个带有木门的锯木架进行组装,这种工作台不太稳定,但可以做得更可靠。制作你自己的电子工作台的另一个更稳妥的方法是购置两个价格便宜、双垂直抽屉式文件柜,并在上面放一个 $6\text{ft}^{2)}$ 或 8ft 长的木门。用门作为工作台台面的一个备选方案

1) $1\text{in}=0.0254\text{m}$,下同。——编辑注

2) $1\text{ft}=0.3048\text{m}$,下同。——编辑注

是找一块剩余的或廉价的库存胶木工作台面。简单地将工作台面或木门放在两个文件柜上,并用凹入的机器螺栓或宽大的维可固(Velcro)带子将文件柜固定在台面上。

制作或购买木质工作台将使你可以很容易地在台面上做一些架子,以便为测试仪器设置出独立的仪器架。然后,如果需要的话,还可以将隔板放在工作台的台面上,并用螺钉进行固定。

图 1.5 所示的电子测试台展示了一个组装好的旧木质工作台配置。图 1.6 所示的电子测试台展示了一个放在木质文件柜上的木门,文件柜上有一些旧式装置。图 1.7 中的电子测试台是一个带有测试工具的木面金属工作台。

建立自己的电子工作台的另一种方法应该是寻找一个合适的计算机桌,桌上有许



图 1.5 组装好的旧木质工作台配置



图 1.6 放在木质文件柜上的木门