

普通高等院校工程训练系列规划教材

机电工程训练教程

——电子技术实训（第2版）

朱朝霞 主编
杨其华 主审

014035651

TN-43
39-2

普通高等院校工程训练系列规划教材

机电工程训练教程

——电子技术实训（第2版）

朱朝霞 主编



清华大学出版社
北京



北航

C1722986

p
TN-43
39-2

内 容 简 介

本书是根据工科类专业对电子实习的基本要求,结合编者多年实践教学的经验,以培养学生工程实践能力及创新能力为目标而编写的。全书包括安全用电及常用测试仪器操作,常用电子元器件识别与测试,焊接技术,印制电路板设计与制作,电子产品设计、生产工艺流程,综合实习产品制作共6章。本书第2版配套了多媒体课件,包括PPT课件、视频课件和Flash自主播放型课件等,对于教师授课和学生自学都有非常大的帮助。

本书既可作为高等院校工科专业学生电子实习的教材,又可作为相关从业人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机电工程训练教程:电子技术实训/朱朝霞主编.--2版.--北京:清华大学出版社,2014
普通高等院校工程训练系列规划教材
ISBN 978-7-302-34669-2

I. ①机… II. ①朱… III. ①电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第290819号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18 字 数:434千字
(附光盘1张)

版 次:2008年6月第1版 2014年4月第2版 印 次:2014年4月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:38.00元

产品编号:057416-01



改革开放以来,我国贯彻科教兴国、可持续发展的伟大战略,坚持科学发展观,国家的科技实力、经济实力和国际影响力大为增强。如今,中国已经发展成为世界制造大国,国际市场上已经离不开物美价廉的中国产品。然而,我国要从制造大国向制造强国和创新强国过渡,要使我国的产品在国际市场上赢得更高的声誉,必须尽快提高产品质量的竞争力和知识产权的竞争力。清华大学出版社和本编审委员会联合推出的普通高等院校工程训练系列规划教材,就是希望通过工程训练这一培养本科生的重要窗口,依靠作者们根据当前的科技水平和社会需求所精心策划和编写的系列教材,培养出更多视野宽、基础厚、素质高、能力强和富于创造性的人才。

我们知道,大学、大专和高职高专都设有各种各样的实验室。其目的是通过这些教学实验,使学生不仅能比较深入地掌握书本上的理论知识,而且掌握实验仪器的操作方法,领悟实验中所蕴含的科学方法。但由于教学实验与工程训练存在较大的差别,因此,如果我们的大学生不经过工程训练这样一个重要的实践教学环节,当毕业后步入社会时,就有可能感到难以适从。

对于工程训练,我们认为这是一种与社会、企业及工程技术的接口式训练。在工程训练的整个过程中,学生所使用的各种仪器设备都来自社会企业的产品,有的还是现代企业正在使用的主流产品。这样,学生一旦步入社会,步入工作岗位,就会发现他们在学校所进行的工程训练,与社会企业的需求具有很好的一致性。另外,凡是接受过工程训练的学生,不仅为学习其他相关的技术基础课程和专业课程打下了基础,而且同时具有一定的工程技术素养,开始走向工程了。这样就为他们进入社会与企业,更好地融入新的工作群体,展示与发挥自己的才能创造了有利的条件。

近10年来,国家和高校对工程实践教育给予了高度重视,我国的理工科院校普遍建立了工程训练中心,拥有前所未有的、极为丰富的教学资源,同时面向大量的本科学生群体。这些宝贵的实践教学资源,像数控加工、特种加工、先进的材料成形、表面贴装、数字化制造等硬件和软件基础设施,与国家的企业发展及工程技术发展密切相关。而这些涉及多学科领域的教学基础设施,又可以通过教师和其他知识分子的创造性劳动,转化和衍生出为适应我国社会与企业所迫切需求的课程与教材,使国家投入的宝贵资源发

挥其应有的教育教学功能。

为此,本系列教材的编审,将贯彻下列基本原则:

(1) 努力贯彻教育部和财政部有关“质量工程”的文件精神,注重课程改革与教材改革配套进行。

(2) 要求符合教育部工程材料及机械制造基础课程教学指导组所制订的课程教学基本要求。

(3) 在整体将注意力投向先进制造技术的同时,要力求把握好常规制造技术与先进制造技术的关联,把握好制造基础知识的取舍。

(4) 先进的工艺技术,是发展我国制造业的关键技术之一。因此,在教材的内涵方面,要着力体现工艺设备、工艺方法、工艺创新、工艺管理和工艺教育的有机结合。

(5) 有助于培养学生独立获取知识的能力,有利于增强学生的工程实践能力和创新思维能力。

(6) 融汇实践教学改革的最新成果,体现出知识的基础性和实用性,以及工程训练和创新实践的可操作性。

(7) 慎重选择主编和主审,慎重选择教材内涵,严格按照和体现国家技术标准。

(8) 注重各章节间的内部逻辑联系,力求做到文字简练,图文并茂,便于自学。

本系列教材的编写和出版,是我国高等教育课程和教材改革中的一种尝试,一定会存在许多不足之处。希望全国同行和广大读者不断提出宝贵意见,使我们编写出的教材更好地为教育教学改革服务,更好地为培养高质量的人才服务。

普通高等院校工程训练系列规划教材编审委员会

主任委员:傅水根

2008年2月于清华园



“工程训练”虽然只有四个字，却事关高等教育大局。

我国《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》中指出：“把高等教育发展的重点放在提高质量和优化结构上，加强研究与实践，培养学生的创新精神和实践能力”。工程训练所具有的“实践”与“创新”的特质决定了其重要性。

人们探索了几千年教育的规律，其中王阳明的“知行合一”不只是限于道德的范畴，更是增见识明事理的信条，古语的“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行”是最好的印证，而工程训练是对当今高等工程教育“行”的诠释。

素质教育已被人们所推崇，工程训练是素质教育的平台和有效途径，是将知识、素质、能力和创新融为一体的综合训练。工程训练不仅可以培养学生的动手能力和分析问题与解决问题的能力，而且能磨砺学生的世界观、思维方式和作风，让学生领悟技术、质量、管理、环境、安全、协调、机制、经济的真实含义以及彼此间的关系。

“工程训练”尽管只有四个字，要实至名归也并非易事。

工程训练是根据学生的特点，在特定的工程实践环境中进行高度综合的工程技术训练。美国等发达国家已建立了国家、学校、企业、教师、学生五位一体完整的工程训练教育体系，其中又以美国模式和德国模式最为典型，前者偏重实践能力和岗位适应性的培养，工程训练主要在大学毕业后完成；后者则强调学生在校内完成工程师的训练。而目前我国还没有建立高校工程训练与企业高度结合的机制，这就要求高校更为重视校内工程训练基地的建设。

中国计量学院工程训练中心自创建以来，在培养学生工程意识、工程素质和工程能力以及对学生进行综合性的工程技术训练方面，取得了很好的成绩，其实力与水平在浙江省属高校工程训练中心中处于前列。中心于2006年7月通过ISO 9000质量管理体系认证，现为浙江省实验教学示范中心，“机电综合创新实验室”为省财政建设实验室，并有省级精品课程1门。这次出版的教材是中国计量学院工程训练中心的教师们根据长期的教学实践编写而成，是他们工作成果的结晶。可以期望，教材的出版使用将对工程训练的实施和教学水平的提高起到积极的促进作用。

是为序。

林建忠

2008年4月20日

第2版前言

《机电工程训练教程——电子技术实训》自 2008 年出版以来,在兄弟院校师生及广大读者的支持下,迄今总印刷量已超过 2 万册。通过几年的教学实践及来自读者的批评和建议,编者认识到教材中的有些内容已不能适应当前教学改革形势的需要。因此在第 1 版的基础上,结合这几年的教学实践,对教材内容作了修改和更新,并设计制作了与本书配套的多媒体课件。此次修订的原则是:既要符合本课程的基本要求,又要适当引进电子技术中的新技术;既要使学生掌握基础知识、基本操作技能,又要培养学生分析问题、解决问题的能力及创新意识。具体做法如下:

(1) 为了体现先进性,我们删除了原书中已过时的内容,比如第 1 章中的常用仪器设备,新增目前比较先进的操作方便的数字存储示波器、使用数字合成技术(DDS)制造的函数信号发生器、程控式线性直流电源等。对 4.5 节重新编写,采用现在比较热门的 Altium Designer 软件绘制电路原理图、设计印刷电路板图等。

(2) 为了便于学生自学,设计制作了与本书配套的多媒体课件,包括 PPT、Flash 动画、视频课件等。制作的多媒体课件具有以下特点:内容丰富、条理清晰、重点突出、图文并茂、操作简便,适用于课堂教学、远程教学及自学等。

第 2 版由朱朝霞主编,编写了修订章节内容,并编写了第 1~5 章以及第 6 章的实训一和实训三,唐建祥编写了第 6 章的实训二和实训四,俞国华编写了第 6 章的实训五,牛耀国编写了第 6 章的实训六。全书由朱朝霞统稿。配套的多媒体课件由朱朝霞、詹雯、唐建祥编制,其中朱朝霞编制了所有 PPT 课件,詹雯编制了 Flash 动画课件,詹雯、唐建祥主持了视频课件的拍摄、配音及制作工作等,詹雯负责整个多媒体课件的整理等。

在编写本书过程中,中国计量学院杨其华教授、工程训练中心主任徐向紘教授审阅了全书,提出了很多宝贵的建议和意见,教研室朱广伟老师负责对原教材及新教材修订内容的纠错,在此谨向他们及对原教材提出批评和建议的读者们表示衷心的感谢。

本书及配套的多媒体课件中引用了国内外许多专家、学者的著作,及来自互联网及厂家提供的资料等,特此致以衷心的感谢。

本书在编写过程中,虽然编者已经尽量努力,但由于水平所限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请读者提出宝贵的意见和建议。

所有意见和建议请寄往:hjpcx@cjlu.edu.cn

编 者

于中国计量学院

2013年11月



前言

电子技术是高等工科院校的重要专业之一,电子实习是电子技术的一个重要实践环节。电子实习以提高学生的实践能力、创新能力为目标,以传授电子元器件及电子产品的基本知识、电子工程相关的理论和技术为主线,以电子产品制作为训练手段,要求学生完成设计、装配和调试。通过基础技能的训练,使学生对电子产品的生产工艺流程及新的电子系统安装技术有较全面的了解。编者在结合多年实践教学经验,以培养学生的工程实践能力及创新能力为目标,编写了这本主要用于电子实习的教材。

本书的主要特点是:

(1) 涉及面较广。本书涵盖的知识面较宽,包括安全用电及常用仪器操作、常用电子元器件识别与测试、焊接技术、印制电路板设计与制作、电子产品设计生产工艺流程、综合实习产品制作 6 章,包含了工科类专业电子实习的主要内容。

(2) 实用性较强。突出工程意识,强调工程观念,注重工程能力及创新能力培养的思想贯穿全书。本书内容丰富,将基本的技能训练与基础知识相结合,将传统技术与现代高新技术相配合。书中第 2 章常用元器件识别与测试的介绍,图文并茂;第 6 章介绍的制作电路都以实际应用为基础,涵盖模拟电路、数字电路、单片机应用等,具有实用价值。电路设计合理,电路中元件、集成电路都给出具体的型号与参数,而且集成块等器件都是当前市场上流行的,容易买到,学生在设计电路时可直接借鉴或参考。

(3) 体现先进性。随着科学技术的飞速发展,新技术、新材料、新工艺、新器件层出不穷,特别是第 3 代组装技术的迅猛发展,使电子制造技术发生了巨大变化。电子技术教材必须及时反映这些新进展,才能胜任现代电子技术的教学任务。本书对表面安装技术(SMT)和波峰焊等新工艺、新技术进行了重点介绍,拓宽了学生的视野。

(4) 趣味性较浓。本书第 6 章介绍的制作电路实例,取材新颖,特别是红外线心率计的制作,趣味性较浓,学生选做率较高。产品制作完成后,只要把手放在光电传感器上,数码管就能直观地显示每分钟心跳次数,引发学生对电路知识的学习兴趣,并给学生留有独立思考和创新的思路。

朱朝霞拟定了本书的章、节目录和编写大纲,并编写了 1~5 章以及第 6 章的实训一和实训三,唐建祥编写了第 6 章的实训二和实训四,俞国华编写

了第6章的实训五,牛耀国编写了第6章的实训六。全书由朱朝霞统稿。杨其华教授审阅了全书,并提出了很多指导意见,在此表示衷心的感谢。本书中引用了国内外许多专家、学者的著作,特此致以衷心的感谢。

尽管我们在电子实习的教材建设方面作了许多努力,但由于水平所限,书中不妥之处在所难免,在取材新颖性等方面还有不足,敬请读者批评指正。

所有意见和建议请寄往: hjpcx@cjlu.edu.cn

作 者

于中国计量学院

2008年5月



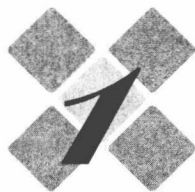
1 基础知识	1
1.1 安全用电	1
1.1.1 人身安全与防范	1
1.1.2 设备安全与防范	3
1.1.3 触电急救与电气消防	4
1.2 基本工具及常用测试仪器、仪表的使用	5
1.2.1 常规操作工具	5
1.2.2 万用表	6
1.2.3 示波器	9
1.2.4 直流稳压电源	16
1.2.5 函数信号发生器	19
思考题	25
实训一 常用测试仪器、仪表的操作训练	25
2 电子元器件	27
2.1 电阻器	27
2.1.1 电阻器的种类与命名	27
2.1.2 电阻器的主要参数与标识	30
2.1.3 电阻器在电路中的作用	32
2.1.4 电阻器的检测	33
2.1.5 电阻器的正确选用	33
2.2 电位器	34
2.2.1 电位器的种类	34
2.2.2 电位器的主要参数	35
2.2.3 电位器的检测	36
2.2.4 电位器的正确选用	36
2.3 电容器	37
2.3.1 电容器的种类与命名	37
2.3.2 电容器的主要参数与标识	39
2.3.3 电容器的作用	40

2.3.4	固定电容器的测量	41
2.3.5	可变电容器的检测	43
2.3.6	电容器的正确选用	43
2.4	电感器	44
2.4.1	电感器的种类	44
2.4.2	电感器的主要性能参数与标识	45
2.4.3	电感器在电路中的作用	45
2.4.4	电感器的检测	46
2.4.5	电感器的选用	46
2.5	变压器	47
2.5.1	变压器的种类	47
2.5.2	变压器的主要参数	48
2.5.3	变压器的检测	48
2.5.4	变压器的选用	49
2.6	半导体分立器件	49
2.6.1	半导体器件的命名和封装	49
2.6.2	二极管	49
2.6.3	三极管	55
2.6.4	场效应管	60
2.6.5	可控硅	61
2.6.6	半导体分立器件的选用注意事项	64
2.7	半导体光电器件	65
2.7.1	光电二极管	65
2.7.2	光电三极管	66
2.7.3	光电耦合器	66
2.8	集成电路	67
2.8.1	集成电路的型号命名	67
2.8.2	集成电路的分类	69
2.8.3	集成电路的检测	69
2.8.4	使用集成电路的注意事项	70
2.9	开关和继电器	71
2.9.1	开关	71
2.9.2	继电器	72
	思考题	74
	实训一 电阻、电容和电感器件的识别与检测	75
	实训二 半导体器件的识别与检测	76

3	焊接技术	77
3.1	手工焊接	77
3.1.1	手工焊接工具	77
3.1.2	焊接材料	80
3.1.3	手工焊接技术	80
3.2	典型焊接方法及工艺	83
3.2.1	印制电路板的焊接	83
3.2.2	集成电路的焊接	84
3.2.3	导线焊接技术	84
3.3	电子产品工业中常用的焊接技术	86
3.3.1	浸焊	86
3.3.2	波峰焊	86
3.3.3	再流焊	86
3.4	表面安装技术	87
3.4.1	概述	87
3.4.2	SMT 的基础材料	89
3.4.3	表面安装设备	90
3.5	电子焊接技术的发展	91
	思考题	91
	实训一 手工焊接训练	92
	实训二 手工操作 SMT 技能训练	93
4	印制电路板设计与制作	100
4.1	概述	100
4.2	印制电路板设计	101
4.2.1	印制电路板的设计方法	101
4.2.2	印制电路板的排版布局	104
4.2.3	印制电路板上的焊盘及导线	108
4.2.4	印制电路板上的干扰及抑制	112
4.3	板图设计的要求和制板工艺文件	114
4.3.1	板图设计	114
4.3.2	制板工艺文件	116
4.4	印制电路板的制造工艺	116
4.4.1	印制电路板制造的基本环节	116
4.4.2	印制电路板的生产工艺	117
4.4.3	印制电路板的检验	120
4.5	印制电路板 CAD	121
4.5.1	关于绘图软件 Aitium Designer	121

4.5.2	Altium Designer 集成库的创建	125
4.5.3	用 Altium Designer 软件绘制电路原理图	130
4.5.4	用 Altium Designer 设计印制电路板图 PCB	140
实训一	用 Altium Designer 绘制电路原理图	153
实训二	用 Altium Designer 绘制印制电路板图	153
实训三	印制电路板的制作	154
5	电子产品设计、生产工艺流程	158
5.1	新产品研制	158
5.1.1	调研、选题	158
5.1.2	预研新产品、设计样机、试制	159
5.1.3	小批量试制——生产性试制	159
5.2	电子产品整机生产的基本工艺流程	160
5.2.1	生产准备	161
5.2.2	印制电路板的装配工艺	161
5.2.3	布线及扎线工艺	164
5.2.4	机壳面板装配工艺	167
5.2.5	整机总装工艺	167
5.2.6	电子产品调试工艺	169
5.3	整机产品检验	176
5.3.1	整机产品的老化和环境试验	176
5.3.2	包装工艺	178
	思考题	180
6	综合实习产品	181
实训一	数字万用表装调实训	181
实训二	红外线心率计装调实训	192
实训三	直流电机脉宽调速电路装调实训	205
实训四	基于单片机的红外线心率计	214
实训五	直流电机恒速控制系统装调实训	217
实训六	多路智力竞赛抢答器装调实训	232
	附录 A	249
	附录 B	251
	参考文献	271

基础知识



基本要求

- (1) 掌握安全用电的基本常识和实践操作规程。
- (2) 掌握设备使用中安全与防范的基本知识。
- (3) 熟悉基本仪器仪表设备的使用方法和基本工具的用途。

1.1 安全用电

电是现代物质文明的基础,也是可能危害人类的肇事者之一。随着科学技术的发展,在人们生活、学习、工作中对电能的应用越来越广泛,对电的依赖性也越来越强。安全用电是每个人生活和工作中的必备技能之一;预防用电事故发生、保障人身和设备安全,更是每一个从事电类工作的人员必须掌握的基本知识。

1.1.1 人身安全与防范

了解电可能造成人身伤害的各种方式和机制,预防和阻断伤害的途径,养成良好的用电习惯,是保障人身安全的根本。

1. 触电因素与危害

人体是一个不确定的非线性电阻。每个人两手之间、手脚之间、脚与脚之间以及人体皮肤表面,都可能成为触电情况下的电流通路。特定电压下通过的电流大小取决于人体电流通路上电阻的大小,而此电阻的大小因不同人体和不同环境等复杂因素存在很大差异。当电压升高后,同样的人体电流通路下,电阻会变小。一般工作和生活场所供电为 380/220 V 中性点接地系统,触电时不同的电流通路所呈现的人体电阻范围可能在数百 Ω 至数百 $k\Omega$ 之间。

一般有 1 mA 左右的电流通过时人体会感觉到。一定作用时间的电流对人体的致命危害是直接导致心室纤颤或心脏骤停(电流约大于 30 mA,但直接流过心脏导致异常的电流远小于此值),肌肉痉挛、神经紊乱等也可导致呼吸停止。电流大小和电流作用时间长短,都是决定是否造成危害的直接因素。同样电流时,40~100 Hz 以下频段的电流危害高于高频电流,其原因是集肤效应减小了心脏可能受到的损伤。

触电原因通常有以下几种。

- (1) 与电器带电电极单极直接接触,形成“电极→人体→大地”回路。如电线、插座(头)、灯具等的裸露火线,故障电器致使电器金属外壳直接带电(无外壳接地保护)。
- (2) 与供电相线双极接触,形成“相 A→人体→相 B”回路。
- (3) 静电接触,主要是大容量电容瞬间放电,形成导电回路。
- (4) 跨步电压,主要是人体通过意外带电区域时形成特定人体电流通道。

2. 安全防范措施

防止触电是安全用电的根本。相关人员应认真学习安全用电知识,增强安全意识;遵守安全操作规程,消除人为危险因素;落实电器设备的防范措施,彻底杜绝安全隐患。

实验室或其他生活、办公环境下必须首先遵循防范在先的原则,从使用设备环境的角度防止触电:

- (1) 所有电器设备及仪器的金属外壳、电源插座都应该装保护接地或保护接零,并确保室内保护部位可靠接地或接零。
- (2) 对正常情况下带电的部位(如电源板插口),一定要加绝缘防护,并确保带电部位置于人不容易碰到的地方。
- (3) 在所有使用市电的场所加装漏电保护器。
- (4) 确保工作台的绝缘。

其次,在用电项目的规划使用与故障处理中防止触电与火灾等事故的发生:

- (1) 不超负荷用电,不私拉乱接电线,严禁用铜、铝、铁丝代替保险丝或选用不适当的保险丝。
- (2) 强电线路(如电力线)与弱电线路(如通信线和广播线等)应明显分开。
- (3) 不使用不合格的灯头、灯线、开关、插座等用电设备,用电设备要保持清洁完好。
- (4) 电烙铁、灯泡等电热器具不能靠近易燃物,防止因长时间使用或无人看管时发生意外。

第三,明确统一的用电安全标志。标志分为颜色标志和图形标志。颜色标志常用来区分各种不同性质、不同用途的导线,或用来表示某处的安全程度。图形标志一般用来告诫人们不要去接近有危险的场所。为保证安全用电,必须严格按有关标准使用颜色标志和图形标志。我国安全色标采用的标准,基本上与国际标准草案(ISD)相同。一般采用的安全色有以下几种。

- (1) 红色:用来标志禁止、停止和消防,如信号灯、信号旗、机器上的紧急停机按钮等都是用红色来表示禁止的信息。
- (2) 黄色:用来标志注意危险,如“当心触点”、“注意安全”等。
- (3) 绿色:用来标志安全无事,如“在此工作”、“已接地”等。
- (4) 蓝色:用来标志强制执行,如“必须戴安全帽”等。
- (5) 黑色:用来标志图像、文字符号和警告标志的几何图形。

按照规定,为便于识别,防止误操作,确保运行和检修人员的安全,采用不同颜色来区别设备特征。如电气母线,A相为黄色,B相为绿色,C相为红色,明敷的接地线涂为黑色。在二次系统中,交流电压回路用黄色,交流电流回路用绿色,信号和警告回路用白色。

3. 安全操作规程

为防止触电,必须遵守以下安全操作规程:

- (1) 检修电路时必须确保断开电源,拔下电源插头。
- (2) 不要用湿手开关或插拔电器。严禁站在潮湿的地面上触动带电物体或用潮湿抹布擦拭有电的电器。
- (3) 遇到不明情况的电线,应按带电情况处置。
- (4) 养成单手操作习惯。
- (5) 在电子类产品通电调试时,应先接好电路,检查无误后方可通电调试;调试结束或遇到故障时,先断电后再拆电路,严禁带电操作。
- (6) 遇到较大体积的电容器时应先进行放电处理,再进行检修。

在电子工艺实习中,除了安全用电外,还要防止机械损伤和烫伤,因此还需养成以下安全操作习惯:

- (1) 用剪线钳剪去焊好的电子元器件多余的引线时,要让引线飞出方向朝着地面,绝不可向着人或设备。
- (2) 电烙铁在使用结束后,要放在烙铁架上;烙铁头上的多余焊锡不能乱甩,防止烫伤。
- (3) 在通电状态下不要触及发热电子元器件(如变压器、功率器件、散热片等),以免烫伤。

1.1.2 设备安全与防范

关于设备使用安全的相关问题,这里仅限于电子实验室和日常生活环境范畴。

1. 设备接电前检查

设备接电前检查的重点是设备供电电源的规格。符合生产要求的设备都有设备铭牌。按国家标准,位于设备醒目处的铭牌或标志上应该注明设备需要的电源电压、频率、电源容量等参数。

符合国家供电标准的国产或专为我国生产的一般设备,均应符合我国的市电 AC220 V/50 Hz 或三相(三相四线制)AC380 V/50 Hz 的标准。设备铭牌注明的供电要求与实际使用环境供电规格一致,且供电网容量足以提供设备所需的电流(功率),是设备安全运行的基本条件。

来自国外的某些设备,供电要求可能不同于我国的电源标准(不同国家有多种标准)。如设备上注明 AC110 V/60 Hz,电压与频率均与我国供电网不符。这时,要使设备正常使用,必须加上从我国供电标准至 AC110 V/60 Hz 的电源转换装置。还有另外一类设备,需要直流电源供电,如 DC36 V,需要为设备提供相应的直流电源(一般设备自带电源转换器)。

设备接电前必须注意做到“三查”:

- (1) 查设备铭牌,获取设备的基本信息和使用要求。
- (2) 查环境电源,看可供的电压、容量是否与设备标注相吻合。
- (3) 查设备本身,如电源线是否完好,外壳是否可能带电等。