

国家示范性高等职业院校核心课程 · 电子电气类
“十一五”规划教材



ianzi Dianqi Lei

电工基本实训

主 编◎秦祖铭 朱奎林



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

国家示范性高等职业院校核心课程 · 电子电气类
“十一五”规划教材

Diangong Jiben Shixun

电工基本实训

主 编 秦祖铭 朱奎林

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内 容 简 介

本实训教材着重培养高等职业院校电子电气类专业学生的实际操作技能和在实际工作中解决问题的能力。全书包括三部分：第一部分为电工基本技能，共包括 7 个实训；第二部分为电动机及基本控制电路，共包括 9 个实训；第三部分为手工焊接技能与电子元件基础，共包括 6 个实训。本书配有 6 个附录，其中介绍了安全用电常识以及电气设备、电源线路、电工系统的常用文字符号等。

本书作为高等职业院校电子应用技术、电气工程、机电工程、自动化等专业的教材，也适合中等职业院校和企业职工培训选作教材，同时可供企业相关技术人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

电工基本实训 / 秦祖铭, 朱奎林主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2009.1

国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教材. 电子电气类

ISBN 978-7-81104-976-3

I. 电… II. ①秦…②朱… III. 电工技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 006605 号

国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教材·电子电气类

电 工 基 本 实 训

主 编 秦祖铭 朱奎林

*

责任编辑 张华敏

特邀编辑 李科亮

封面设计 跨克创意

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川锦祝印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 170 mm×230 mm 印张: 10.5

字数: 184 千字 印数: 1—3 000 册

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-976-3

定价: 18.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

《国家示范性高等职业院校核心课程 “十一五”规划教材》编写委员会

顾 问

徐 益 (重庆工业职业技术学院)
王 华 (吉林铁道职业技术学院)
李惕新 (机械工业第三设计研究院)
礼慕尹 (重庆川仪控制仪表分公司)
苏国成 (重庆川仪一厂)

主任委员 易 谷

委 员 (按姓氏笔画)

毛才局	毛臣健	王 睿	王树祥	邓 莉
邓书蕾	冉晟伊	田宜驰	伍小兵	伍家洁
刘 贇	刘慰平	向文斌	朱 斌	朱奎林
严兴喜	何 兵	何 弢	吴晓艳	张 莉
张 辉	张晓琴	张艳红	张渠扬	张慧坤
怀越生	李 华	李 媛	李 明	李 静
李经智	李茂清	李庭贵	杨启军	肖前军
苏 渊	邱富军	陈 亮	陈 挺	周进民
周洪江	罗德雄	侯 涛	赵文钊	赵文宣
赵淑娟	凌泽明	晏剑辉	徐纯新	秦祖铭
索 娜	贾正松	黄 戎	黄礼超	黄俊杰
龚于庆	蒲晓湘	廖建文	樊明哲	潘 锋

出版说明

进入 21 世纪以来,在国家的高度重视与大力支持下,我国高等职业教育得到了迅猛发展,截止 2007 年底,全国独立设置的高职学院已达 1100 多所,高职教育招生人数和在校生人数均占高等教育招生人数的半壁河山。高职教育在优化高等教育体系结构、促进教育大众化、培养高技能人才,促进并加快地方经济的建设和发展等方面起到了重要作用,作出了重大贡献。但由于我国高等职业教育起步较晚,在高速发展的过程中还存在一些亟待解决的问题,特别是在课程体系和教材形式上,“中专延长型”及“本科压缩型”的影子始终挥之不去,真正适合我国国情的高职课程体系及相应的教材正处在探索与改进之中。

2006 年,我国财政部、教育部启动了国家示范性高等职业院校建设项目,财政部拨出数十亿专项资金在之后三年中重点支持 100 所高等职业院校的建设。示范性高等职业院校建设主要围绕重点专业及专业群的实验/实训条件建设、课程体系及教学内容改革、师资培养三方面开展,其中课程体系及教学内容改革是示范建设的主要内容。为了配合高等职业院校核心专业课程的示范建设,我们在全中国范围内组织了一批高职高专院校,由国家级示范性高职院校牵头,组织编写这套电子电气类专业核心课程教材。

重庆工业职业技术学院是 2006 年全国首批 28 所示范高职院校之一,其电气自动化技术专业是国家重点建设专业。2007 年初,由重庆工业职业技术学院电气自动化技术专业牵头,组织重庆工程职业技术学院、重庆电力高等专科学校、四川省信息职业技术学院、黑龙江交通职业技术学院、郑州铁路职业技术学院、宜宾职业技术学院、泸州职业技术学院、吉林铁道职业技术学院等十多所高职院校的相关专业教师成立了《国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教材》编写委员会,共同编写本套系列教材,从 2008 年开始陆续出版,计划用 1~2 年时间出版 20 本左右教材。为了满足多层面、多类型的教学需求,同类教材可能出版多种版本。

在编写本套教材的过程中,结合示范建设工作的推进,我们反复学习了教育部有关高等职业教育改革的文件精神,多次聆听了教育部领导及国内高职教育专家的讲话,基本明确了高职教育改革的方向。同时,我们也组织教师到澳大利亚、新加坡、德国、中国香港地区的职业院校进行了学习和交流,

广泛学习和吸收了国际先进的职业教育理念、课程体系、教学内容、教学方法等。通过学习和思考，我们将本套教材编写的指导思想确定为：学习国际职业教育先进经验，结合我国实际情况，针对电气电子类专业特点，突出职业教育与工程实际应用紧密结合，坚持工作过程系统化的课程开发理念和行动导向的教学理念。

本套专业课程教材的突出特点是：以典型的工作任务为载体，按照资讯、决策、计划、实施、检查、评估六个步骤，培养学生的方法能力、专业能力、社会能力。由于电气电子类专业具有就业岗位涉及行业范围广、工作任务技术性强、对学生创新能力要求高等特点，本套教材没有像某些以技能为主的专业一样将专业基础课程的内容解构后与专业课程进行重构，而是基本保持了专业基础课程的构架。在专业基础课程教材的编写中，大量采用了项目导向的教学方法，突出了与工程实际和应用相结合，强化了与后续课程的联系与衔接。我们相信，通过使用本套教材进行教学，既能明显提高学生解决工程实际问题的能力，实现学生毕业与就业的“零距离”，又能为学生可持续发展和创新能力的提高打下坚实的基础。

本系列教材的主要读者群是高职电子电气类专业及相关专业的学生和教师，以及企业相关技术人员。我们希望，本套教材在符合专业培养目标、反映专业教育改革方向、满足专业教学需要的同时，努力创造使之成为具有先进性、创新性、适用性和系统性的特色品牌教材，为高职电气电子类专业的教学质量提高贡献一份力量，为教学改革探索出一条新路。

感谢使用本系列教材的广大教师、学生和科技工作者的热情支持，并欢迎提出批评和意见。

《国家示范性高等职业院校核心课程
“十一五”规划教材》编写委员会
2008年1月

前 言

高职教育以培养应用性人才为目的，因而操作技能水平是衡量学生能力水平高低的重要要素之一。为此，设法提高学生的动手能力，进而提高解决实际问题的能力，是高职教育的中心任务。

为了培养学生的实践操作能力，只有使学生在“学”中“做”，然后从“做”中“学”，才能提升学生的职业技能。基于这种指导思想，本教材具有以下特点：

1. 在兼顾基础知识的同时，强调实用性和操作性。

2. 以实用的内容和知识点，按照由浅入深、循序渐进的方式编写，实践操作层次清楚、步骤详尽，突出实践技能的培养。

3. 用简洁的语言配以直观的图形来说明深奥理论，使教材在重点体现实训的同时，又能加深学生对理论知识的理解并融会贯通。

本教材由泸州职业技术学院秦祖铭和四川信息职业技术学院朱奎林主编。全书分为三篇：第一篇为电工基本技能，其中实训 1～实训 3、实训 6 由四川信息职业技术学院陈伟老师编写，实训 4、实训 5、实训 7 由泸州职业技术学院秦祖铭、晏剑辉老师共同编写；第二篇为电动机及基本控制电路，其中实训 1～实训 8 由泸州职业技术学院秦祖铭老师编写，实训 9 由晏剑辉老师编写；第三篇为手工焊接技能与电子元件基础，由四川信息职业技术学院朱奎林老师编写。本教材附录部分由秦祖铭老师编写。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

第一篇 电工基本技能

实训 1 电工常用工具的外形和使用	3
§ 1.1 测 电 笔	3
§ 1.2 改 刀	4
§ 1.3 钳 子	4
§ 1.4 电 工 刀	6
§ 1.5 活 络 扳 手	6
实训 2 电工常用仪表的外形和使用	8
§ 2.1 万 用 表	8
§ 2.2 摇表(又称兆欧表)	11
§ 2.3 电流表与电压表	13
实训 3 导线材料和导线头的连接	16
§ 3.1 常见导线材料	16
§ 3.2 常见导线头的基本连接要求	16
实训 4 常用低压开关的外形结构和使用	19
§ 4.1 胶盖闸刀开关	19
§ 4.2 组 合 开 关	21
§ 4.3 倒 顺 开 关	23
§ 4.4 低压断路器	24
实训 5 主令电器和熔断器的外形结构和使用	28
§ 5.1 按 钮	28
§ 5.2 行 程 开 关	29
§ 5.3 熔 断 器	30
实训 6 家用照明器具的安装和使用	34
§ 6.1 单相电度表	34

§ 6.2 电源插板和插座	35
§ 6.3 电源开关	36
§ 6.4 灯泡和灯座	36
§ 6.5 日 光 灯	37
实训 7 接触器和继电器的外形结构和使用	41
§ 7.1 交流接触器	41
§ 7.2 热 继 电 器	45
§ 7.3 中间继电器	47
§ 7.4 时间继电器	48

第二篇 电动机及基本控制电路

实训 1 三相异步电动机的结构与拆装	53
§ 1.1 三相异步电动机的结构	53
§ 1.2 三相异步电动机的拆卸	55
§ 1.3 三相异步电动机的装配	59
实训 2 三相异步电动机的维修与检查	63
§ 2.1 三相笼型异步电动机运行中的巡视	63
§ 2.2 三相笼型异步电动机的定期检修	64
§ 2.3 三相笼型异步电动机的故障分析	67
§ 2.4 定子绕组局部故障的分析检修	69
实训 3 单相异步电动机的结构、拆装和检查	72
§ 3.1 单相异步电动机的结构	72
§ 3.2 电扇用电动机绕组的拆换	73
§ 3.3 单相电容式电动机的故障检查与排除	77
实训 4 三相异步电动机单向运转控制电路	79
§ 4.1 三相异步电动机的点动控制电路	79
§ 4.2 三相异步电动机的自锁及停止控制电路	80
§ 4.3 三相异步电动机的热保护控制电路	81
§ 4.4 技能训练	82

实训 5 三相异步电动机可逆运行控制	84
§ 5.1 接触器联锁的正、反转控制电路	84
§ 5.2 按钮联锁的正、反转控制电路	86
§ 5.3 按钮、辅助触点双重联锁的正、反转控制电路	87
§ 5.4 技能训练	88
实训 6 三相异步电动机的 Y- Δ 起动控制	90
§ 6.1 接触器自动控制的 Y- Δ 起动控制	90
§ 6.2 时间继电器控制的 Y- Δ 起动控制	92
§ 6.3 技能训练	93
实训 7 三相异步电动机能耗制动控制电路	95
§ 7.1 单向起动反接制动控制电路	95
§ 7.2 半波整流能耗制动控制电路	96
§ 7.3 技能训练	97
实训 8 三相异步电动机自动循环控制电路	99
§ 8.1 工作原理	99
§ 8.2 技能训练	100
实训 9 相对编号接线法	102

第三篇 手工焊接技能与电子元件基础

实训 1 手工焊接操作技能	107
§ 1.1 手工焊接工具	107
§ 1.2 手工焊接步骤	109
§ 1.3 对手工焊接质量的基本要求	112
实训 2 阻容元件的识读	114
§ 2.1 电阻元件的识读	114
§ 2.2 电容元件的识读	117
实训 3 电感线圈和变压器	119
§ 3.1 电感线圈	119
§ 3.2 变压器	120

实训 4 常用半导体器件识别和极性判别	123
§ 4.1 二 极 管	123
§ 4.2 三 极 管	125
§ 4.3 可控硅	127
实训 5 导线的加工和元器件引脚加工	130
§ 5.1 导线的加工	130
§ 5.2 元器件引脚加工	130
实训 6 集成电路使用常识	135
§ 6.1 集成电路的封装	135
§ 6.2 集成电路的引脚识别和安装	136
§ 6.3 集成电路的使用注意事项	138
附录 1 安全用电常识	139
§ 1.1 电流对人体的作用和伤害程度	139
§ 1.2 触电方式和安全电压	140
§ 1.3 防止触电的保护措施	142
§ 1.4 安全用电及触电急救	145
附录 2 电气设备文字符号	148
附录 3 按钮的颜色、含义及应用	150
附录 4 电气设备常用辅助文字符号	151
附录 5 电源线路和三相电气设备的标记代号	152
附录 6 电工系统图形符号	153
参考文献	156

第一篇

电工基本技能

实训 1 电工常用工具的外形和使用

§ 1.1 测 电 笔

1. 测电笔是检验线路和设备是否带电的工具, 低压测电笔通常制成钢笔式和螺丝刀式两种, 见图 1-1-1。

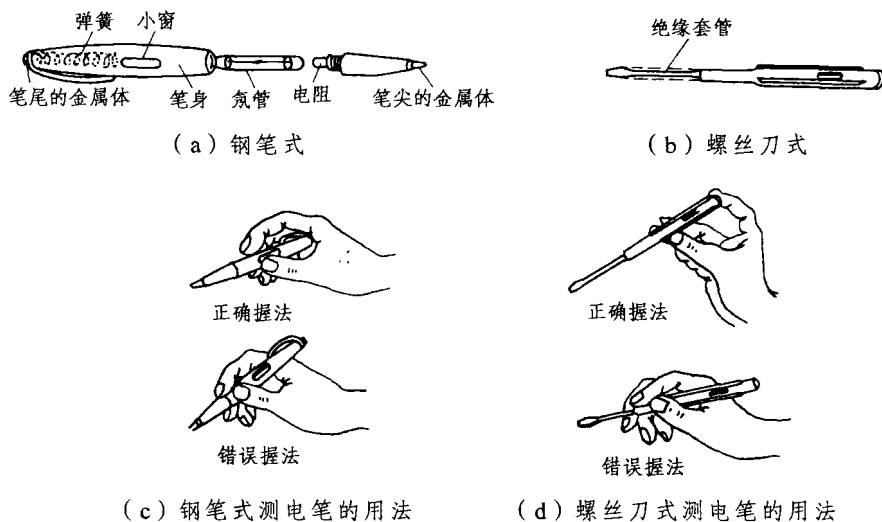


图 1-1-1 低压测电笔及其用法

2. 使用时, 注意手指必须接触金属笔挂 (钢笔式) 或测电笔顶部的金属螺钉 (螺丝刀式), 使电流由被测带电体经测电笔与人体和大地构成回路。

3. 测电笔使用前, 应先在带电体上试验, 确认其能否正常验电, 以免因氖管或其他部件损坏, 在检验中造成误判, 从而危及人身或设备安全。凡是性能不可靠的, 一律不准使用。

4. 要注意防止测电笔受潮和强烈震动, 平时不得随便拆卸。

5. 螺丝刀测电笔裸露部分较长, 可在金属杆上加绝缘套管, 以便使用时更安全。

操作实训: 使用低压测电笔判断插座孔和灯座是否带电。

§ 1.2 改 刀

1. 改刀又叫螺丝刀、改锥或起子。按照其头部形状不同可分为一字形和十字形, 见图 1-1-2。按其握柄材料不同, 又可分为木柄和塑料柄两类。

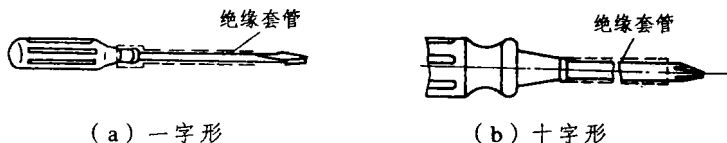


图 1-1-2 螺丝刀

2. 一字形螺丝刀以柄部以外的刀体长度表示规格, 单位为 mm, 电工常用的规格有 100 mm、150 mm、300 mm 等几种。

3. 十字形螺丝刀按其头部旋动螺钉规格的不同, 分为四个型号: I、II、III、IV 号, 分别用于旋动直径为 2~2.5 mm、6~8 mm、10~12 mm 等的螺钉。其柄部以外的刀体长度规格与一字形螺丝刀相同。

4. 螺丝刀使用时, 应按螺钉的规格选用适合的刀口, 以小代大或以大代小均会损坏螺钉或电气元件, 螺丝刀的正确使用方法见图 1-1-3。

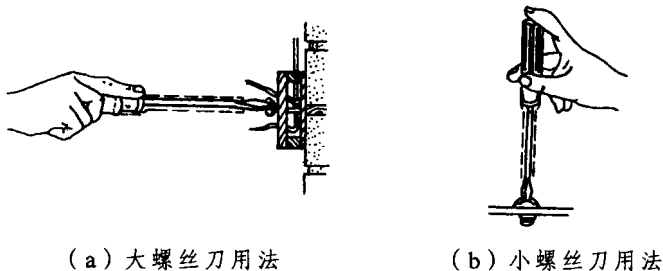


图 1-1-3 螺丝刀的正确使用

操作实训: 正确使用改刀安装和拆卸灯座插座或刀熔开关等。

§ 1.3 钳 子

1.3.1 钢丝钳

1. 钢丝钳是电工用于剪切或夹持导线、金属丝、工件的常用工具, 见图 1-1-4。

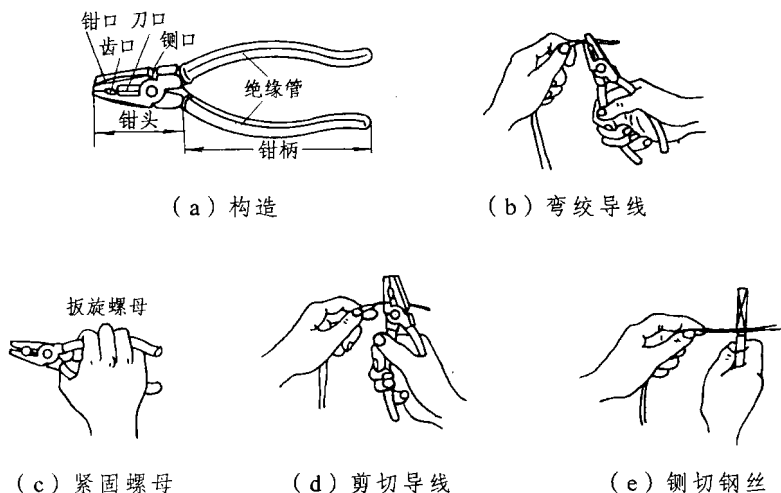


图 1-1-4 钢丝钳的构造和使用

2. 钳口用于弯绞和钳夹线头或其他金属、非金属物体。
3. 齿口用于旋动螺钉螺母。
4. 刀口于切断电线、起拔铁钉、剥削导线绝缘层等。
5. 侧口用于侧断硬度较大的金属丝，如钢丝、铁丝等。
6. 钢丝钳规格较多，电工常用的有 175 mm、200 mm 两种。
7. 电工用钢丝钳的柄部加有耐压 500 V 以上的塑料绝缘套。使用前应检查绝缘套是否完好，绝缘套破损的钢丝钳不能使用。
8. 在切断导线时，不得将相线和中性线或不同相位的相线同时在一个钳口处切断，以免发生短路。

操作实训：使用钢丝钳切断电线、起拔铁钉、剥削导线绝缘层，用齿口旋动螺钉螺母。

1.3.2 尖嘴钳和断线钳

1. 尖嘴钳主要用于切断较小的导线、金属丝，夹持小螺钉、垫圈，并可将导线端头弯曲成型，见图 1-1-5。
2. 断线钳，又名斜口钳、偏嘴钳，专门用于剪断较粗的电线和其他金属丝，其柄部有铁柄和绝缘管套。电工常用的是绝缘柄断线钳，其绝缘柄耐压在 1 000 V 以上，见图 1-1-6。

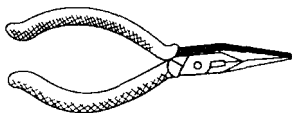


图 1-1-5 尖嘴钳

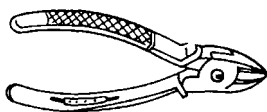


图 1-1-6 断线钳

操作实训：使用尖嘴钳切断较小的导线、金属丝，夹持小螺钉、垫圈，并将导线端头弯曲；使用断线钳剪断较粗的电线和其他金属丝。

§ 1.4 电工刀

1. 电工刀在电气操作中主要用于剖削导线绝缘层、削制木榫、切割木台缺口等，见图 1-1-7。



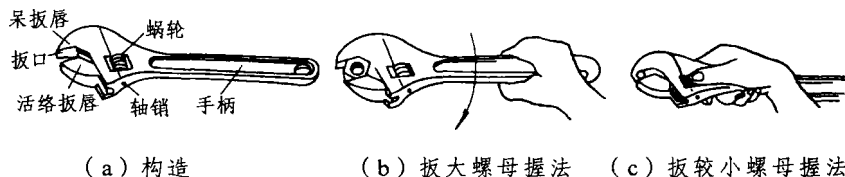
图 1-1-7 电工刀

2. 刀柄没有绝缘，不能直接在带电体上进行操作。
3. 剖削时刀口应朝外，以免伤手。剖削导线绝缘层时，刀面与导线成 45° 角倾斜，以免削伤线芯。

操作实训：使用电工刀剖削导线绝缘层、削制木榫、切割木台缺口。

§ 1.5 活络扳手

1. 活络扳手（即活动扳手）的钳口可在规格所定范围内任意调整大小，用于旋动螺杆螺母，见图 1-1-8。



(a) 构造

(b) 扳大螺母握法

(c) 扳较小螺母握法

图 1-1-8 活络扳手

2. 活动扳手规格较多，电工常用的有 $150\text{ mm} \times 19\text{ mm}$ 、 $200\text{ mm} \times 24\text{ mm}$ 、 $250\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 、 $300\text{ mm} \times 36\text{ mm}$ 等几种。