



电工技术入门丛书

低压电工入门

赵进京 鲁玉昇 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

● 电工技术入门丛书

低压电工入门

赵进京 江苏鲁玉业学院图书馆
藏书章



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容提要

本书以初级电工实用为原则,以讲述实际应用为主导思想。内容共分为两部分:第一部分为电工基础知识,包括第一章电工安全作业概述,第二章电工基础及电工仪表测量,第三章常用低压电器及电动机,第四章电气施工图的识读,第五章电容器,第六章接地与防雷,第七章电气照明及供电线路;第二部分为电工基本操作技术,包括第八章电工常用工具及基本操作,第九章常用电工仪表的使用,第十章电气配电路的安装。

本书注重将专业知识由浅入深地进行讲解,并注意将专业理论知识与实际工作紧密结合,适用于初涉电工工作的人员,以及准备从事电工工作的人员自学之用。

图书在版编目(CIP)数据

低压电工入门 / 赵进京, 鲁玉昇主编. —北京: 中国电力出版社, 2008. 4

(电工技术入门丛书)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 6736 - 1

I. 低… II. ①赵…②鲁… III. 低压 - 电工技术 - 基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 016253 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 4 月第一版 2008 年 4 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 12.25 印张 324 千字

印数 0001—3000 册 定价 23.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言



随着我国改革开放的日益深入,各行各业中从事电气工作的人员日渐增多。在进城务工的人员中,有相当数量的人在从事着电气安装或维修工作,他们为电工队伍增加了活力。

近年来,新的电气技术、电气设备及电工材料发展很快,电气施工的要求也更加规范化、标准化,并且在迅速与国际接轨。根据《中华人民共和国安全生产法》及国家对特种作业的有关法律法规,我们编写了这本《低压电工入门》。按照相关规定,从事低压电工作业的人员通过自学及培训学习,掌握本工种作业的基本安全技术理论和安全操作技能,经国家特种作业考试,成绩合格后,可取得“中华人民共和国特种作业操作证”中“低压运行维修”操作项目证书,具有独立上岗工作资格和能力。本书可以作为从事低压电工安装与维修工作的人员考取上岗任职资格的自学教材。

在本书编写中,以国家有关电气安全技术标准、规程为依据,特别强调了《中华人民共和国安全生产法》和特种作业人员劳动安全管理的相关规定,使特种作业人员的安全技术学习规范化,提高特种作业人员的安全素质,以达到安全生产和预防事故的目的。

本书的内容是我们几十年来的工作经验和教学经验的总结,全书由浅入深地讲述了电工基础理论知识和实际操作技能,并使用大量的图片说明,尽最大可能把电工专业理论知识与实际工作相结合,使学习者在阅读本书时,能体会到电工知识不难学、易掌握。

在编写中,我们以实际应用举例来进行讲解,以轻理论重实践为主导思想,力争做到内容全面,通俗易懂,为读者提供一本可以自学的专业书籍。本书的第一部分为低压电工基础知

识，主要介绍了初级电工应学习和了解的电工学知识，内容力求简单明了，以工作中够用为原则。这一部分较为详细地介绍了各种电路、电气器件和电工识图等专业知识。本书的第二部分为低压电工操作技术，这部分以初级电工特种作业上岗证的要求为编写标准，理论联系实际，详细地讲解了初级电工各项操作技术、方法、要求和安全注意事项。在电工常用工具及基本操作一章，比较全面细致地介绍了手工工具和电动工具的名称、规格、使用方法及注意事项，使学习者一看就会用。在常用电工仪表的使用一章，主要介绍了常用的电工仪表，如万用表、绝缘电阻表等。

本书第二章由李晓洁同志编写，第三章由林向淮同志编写，第四章由张文升同志编写，其他各章由赵进京、鲁玉昇同志编写。韩艳梅、赵家熹同志参与了本书的图文采集制作工作。本书在编写过程中，还得到了上海神模电气有限公司祝志斌同志的大力协助，为本书的编写提供了很多资料，袁梅、王丽芬等同志参与了资料的搜集、编写工作，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，本书内容如有不妥之处，请读者批评指正。

编者

目 录



前言

第一部分 低压电工基础知识	1
第一章 电工安全作业概述	2
第一节 概述	2
第二节 安全生产法和安全生产条例	5
第三节 低压带电作业的安全技术要求	7
第四节 触电急救知识	10
第五节 电气防火	15
第二章 电工基础及常用电工仪表	18
第一节 直流电路	18
第二节 磁与电磁	31
第三节 单相交流电	44
第四节 三相交流电路	64
第五节 常用电工仪表的分类和符号	71
第六节 电压和电流测量	78
第三章 常用低压电器及电动机	84
第一节 常用低压电器	84
第二节 保护电器和控制电器	118
第三节 电动机的分类和工作原理	132
第四节 电动机的起动和控制	143
第四章 电气施工图的识读	161
第一节 建筑电气施工图的识读步骤	162
第二节 照明和动力电气施工图	168
第三节 防雷和接地平面图	184

第五章 电容器	195
第一节 电容器的原理和结构	195
第二节 电容器的应用	198
第三节 并联电容器在电力系统中的作用	199
第四节 并联电容器的结构与容量选择	201
第五节 并联电容器的运行与维护	206
第六章 接地与防雷	215
第一节 接地的基本概念	215
第二节 接地装置的安装	227
第三节 接地装置的检查与维护	233
第七章 电气照明及供电线路	239
第一节 电气照明基本电路与照明装置	239
第二节 电力系统	253
第二部分 低压电工操作技术	267
第八章 电工常用工具及基本操作	268
第一节 电工常用手工工具的分类及使用	268
第二节 登高工具	289
第三节 电工常用电动工具的使用	294
第九章 常用电工仪表的使用	305
第一节 万用表	305
第二节 电能表	314
第三节 钳形电流表、绝缘电阻表和 接地电阻测量仪	328
第十章 电气配电路的安装	344
第一节 室内配电路安装	344
第二节 导线的连接与封端	357
第三节 电缆线路安装	372
参考文献	383

第一部分

低压电工基础知识

本教材是根据《中华人民共和国人力资源和社会保障部颁布的《中华人民共和国职业资格证书制度》和《中华人民共和国职业技能鉴定规范》的要求，参照《中华人民共和国国家标准》和《中华人民共和国行业标准》的有关规定，结合我国低压电工职业技能鉴定的实际情况，在广泛征求有关专家、学者和从事该行业工作的技术人员意见的基础上，参照国外同类教材编写而成的。本教材可作为从事低压电工工作的初、中级职业技能鉴定考核命题的依据，也可作为从事该行业工作的初、中级职业技能鉴定考核命题的依据。

本教材共分五章。第一章为绪论，第二章为安全用电，第三章为低压配电系统，第四章为低压电器，第五章为低压线路。本书可作为从事低压电工工作的初、中级职业技能鉴定考核命题的依据，也可作为从事该行业工作的初、中级职业技能鉴定考核命题的依据。

第一章 电工安全作业概述

第一节 概 述

国家的建设和人民的生活处处都离不开电。电能是工业的基础，是农业现代化的重要条件，是改善人们物质生活的重要因素。电力工业的发展在国民经济建设中起着重要的作用。

由发电厂、变电所、输配电线路和电力用户联系起来的供电整体称为电力系统。发电厂的种类很多，一般根据所利用能源的不同分为火力发电厂、水力发电站、核电厂等。我国目前电能的主要来源是火力发电厂，约占全部发电量的70%左右，其次是水力发电站，核电厂在我国仍处于起步阶段。

一、安全用电的重要意义

电能生产和输送的目的是供给用户使用。发电、供电、用电过程都要保证安全、可靠、优质、经济。由于电力系统的生产、供应、使用实际上是同时进行的，所以要求发电机组发出的总功率和负荷消耗的总功率保持平衡。如果供给的电量小于或大于负荷的需要，就无法保证供电质量，严重时会造成事故，甚至使供电系统崩溃。电气设备在使用中，也应安全、可靠，否则也会造成重大生产和人身安全事故。

二、从事电工作业应具备的基本条件

《中华人民共和国安全生产法》和相关安全生产条例等明确规定，从事特种作业的人员，应具备初中及以上学历；年满18岁；且必须按规定的要求进行学习和专业培训并经考试合格后，

持证上岗方可从事相应的电气工作。从事电气工作的人员必须具备如下基本条件：

1. 电气工作人员应有良好的精神素质
这种素质包括遵纪守法和为人民服务的思想；忠于职守的职业道德；精益求精的工作作风。工作上要坚持岗位责任制，作风严谨、文明、细致，不敷衍了事，常备不懈的安全用电意识，对不安全的因素应时刻保持警惕。

2. 无妨碍从事电气工作的病症

电气工作人员必须经过医师鉴定，确无妨碍从事电气工作的病症。根据行业规定，电气工作人员每隔两年应进行一次身体检查。凡是有高血压、心脏病、气喘、癫痫、精神病以及听力障碍、色盲、高度近视和肢体功能障碍者，都不宜从事电气工作。这是由于电气工作的特殊性所决定的。

3. 定期参加专业知识和安全操作规程考试
根据有关要求，电气工作人员定期参加专业知识和安全操作规程考试。考试合格者方可独立从事电气工作。凡考试没能达到合格者，禁止独立从事电气工作。必须重新经考试合格后方可恢复工作。

4. 具备必要的电气专业知识和操作技能
电气工作人员应具备必要的电气专业知识和操作技能。电气工作技术性强，危险性大，对电气工作人员来说，应按技术等级对其进行专业技术理论和实际操作技能的培训和考试，并掌握安全用电知识。

5. 新参加电气工作的人员要求
凡是新参加电气工作的人员，在独立担任工作以前，必须经过安全技术教育和专业知识学习，并在安全技术等级高、操作熟练的工作人员指导下进行工作。

6. 电气工作人员必须掌握触电紧急救护法
这是每一个从事电气工作的人员所必须具备的专业知识之一。工作中一旦发生人身触电事故，工作人员能够快速、正确

地实施人工呼吸法和胸外心脏挤压法进行救护，以赢得最佳救护时间，减少触电伤亡事故的发生。

每一个从事电气工作的人员，都应明确作为电气工作的职责和应具备的条件，严格要求自己，努力学习电工专业知识，苦练电工专业操作技能，使自己成为一名合格的电气操作工作者，以便更好地履行自己的职责，为国家的建设贡献自己的一份力量。

三、电工作业人员的岗位职责

1. 岗位责任制

岗位责任制是企业管理基础工作之一，是否建立健全并很好地贯彻执行岗位责任制，标志着管理水平的高低。它不仅影响企业的经济效益，同时还直接影响安全用电。在电工作业中，任何工作人员若对自己的岗位职责不明确，都会由此带来经济损失或引发事故，严重者将产生重大经济损失和人身伤亡事故，这是绝对不能忽视的。电气工作人员应全面掌握、认真执行岗位责任制，进行文明生产，才能保证企业的生产活动顺利进行。

岗位责任制，实行定岗位、定人员、定责任，使在岗人员明确本岗位的工作和安全责任，熟悉本岗位的有关安全操作规程和设备运行技术规程，方能胜任本岗位的工作，保质保量执行本岗位的职责。在电气工作中，岗位责任制显得更加重要，它是安全生产、设备安全运行和人身安全的重要保障。

2. 文明生产

文明生产是“两个文明”建设的重要内容之一，是对每个企业组织生产的基本要求，电气工作更是如此。不文明生产，不仅影响电工工作、电气设备的使用寿命，影响操作技能的发挥，严重的还影响到人身生命的安全及对设备破坏性损坏，甚至造成重大的政治影响。所以，开始学习电工基本操作技能时，就应养成文明生产的良好习惯。

文明生产，要求每一个电气工作人员，努力学习《中华人

民共和国安全生产法》，学习为人民服务的思想，以认真负责的态度从事电气工作，工作中做到严谨求实，精益求精。

第二节 安全生产法和安全生产条例

为了加强安全生产监督管理，防止和减少生产安全事故，保障人民群众生命和财产安全，促进经济发展，《中华人民共和国安全生产法》于2002年11月1日颁布实施。安全生产法中规定：在中华人民共和国领域内从事生产经营活动单位的生产，适用本法。安全生产法和安全生产条例，已经被列为特种作业操作证考核过程中的理论考核试题内容。所以本书将部分有关内容摘录如下，以供从事特种作业的人员学习之用。

一、安全生产法有关要求

(1) 坚持安全第一、预防为主的方针。安全生产管理，坚持安全第一、预防为主的方针。生产经营单位必须遵守本法和和其他有关安全生产的法律、法规，加强安全生产管理，建立、健全安全生产责任制度，完善安全生产条件，确保安全生产。生产经营单位的主要负责人，对本单位的安全生产工作全面负责。

(2) 生产经营单位的从业人员有依法获得安全生产保障的权利，并应当依法履行安全生产方面的义务。

(3) 生产经营单位必须执行依法制定的保障安全生产的国家标准或者行业标准。国家实行生产安全事故责任追究制度，依照本法和有关法律、法规的规定，追究生产安全事故责任人员的法律责任。

(4) 生产经营单位应当具备本法和有关法律、行政法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件；不具备安全生产条件的，不得从事生产经营活动。生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生

产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。

(5) 生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

二、安全生产法对从业人员的要求

(1) 生产经营单位的特种作业人员，必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。

(2) 从业人员有权对本单位安全生产工作中存在的问题提出批评、检举、控告；有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。

(3) 因生产安全事故受到损害的从业人员，除依法享有工伤社会保险外，依照有关民事法律尚有获得赔偿的权利，有权向本单位提出赔偿要求。

(4) 从业人员在作业过程中，应当严格遵守本单位的安全规章制度和规程，服从管理，正确佩戴和使用劳动防护用品。

(5) 从业人员应当接受安全生产教育和培训，掌握本职工作所需的安全生产知识，提高安全生产技能，增强事故预防和应急处理能力。生产经营单位发生生产安全事故后，事故现场有关人员应当立即报告本单位负责人。

(6) 生产经营单位的从业人员不服从管理，违反安全生产规章制度或者操作规程的，由生产经营单位给予批评教育，依照有关规章制度给予处分；造成重大事故，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。

三、安全生产条例有关要求

(1) 生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培

训。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。

(2) 生产经营单位主要负责人、安全生产管理机构和从业人员每年接受的在岗安全生产教育和培训时间不得少于8学时。

(3) 生产经营单位不得以任何形式与从业人员订立协议，免除或者减轻其对从业人员因生产安全事故伤亡依法应当承担的责任。

(4) 生产经营单位应当按照国家标准或者行业标准，为从业人员无偿提供合格的劳动防护用品，不得以货币形式或者其他物品替代。

(5) 任何单位或者个人对生产安全事故隐患或者安全生产违法行为，均有权向安全生产监督管理部门和政府其他有关部门报告或者举报。

第三节 低压带电作业的安全技术要求

一、电工安全操作知识

(一) 防止触电的安全措施

电气工作人员在进行电气设备检修时，在有条件的情况下，应进行停电检修，尽可能不要进行带电作业。停电作业是指在电气设备或电气线路不带电情况下，所进行的电气检修工作。停电作业分为全部停电作业、部分停电作业。全部停电是指在室内高压设备全部停电（包括进户线），以及室外高压设备全部停电（包括进户线）情况下的作业。部分停电作业是指高压设备部分停电或室内全部停电作业。在电气设备上进行检修工作，正常情况下，均应停电后进行。停电作业的程序如下：

1. 停电

在检修设备时，应把电源断开，断开电源不仅要拉开电源开关，而且还要拉开刀闸，使每一个电源至检修设备或线路至少有一个明显的断开点，对于多回路的线路，特别要防止从低

压侧向被检修设备返送电。拉闸时应先拉低压侧各支路开关，后拉高压侧开关；先拉负荷开关，后拉隔离开关。

2. 验电

拉闸停电以后，工作前，必须用电压等级合适的验电器（验电前应对验电器进行安全检查）对检修设备的进出线两侧各相分别进行验电。验电时，手不得触及验电器（试电笔）的前端金属部分，并应注意人体与带电体之间应保持的安全距离。经确认无电后，方可开始工作。

3. 装设接地线

对于可能送电到检修设备的各电源侧及可能产生感应电压的地方，都要装设携带型临时接地线。装设接地线时，必须先接接地端，后接导体端，接触必须良好。拆接地线时的顺序与此相反。装拆接地线均应使用绝缘杆或戴绝缘手套，人体不得碰触接地线，并应有人监护。接地线必须使用专用的临时接地线，它必须是多股裸铜软导线（编织型），截面积不应小于 25mm^2 ，有绝缘操作手柄，严禁使用不符合规定的导线作接地线和短路线。

4. 悬挂标示牌

检修工作前，应在断开的开关和刀闸操作手柄上悬挂符合规程规定的“禁止合闸，有人工作”的标示牌，必要时加锁固定。对多回路的线路，更要做好防止突然来电的措施。在室外地面高压设备上工作，应在工作地点四周用绝缘绳做围栏。围栏上要悬挂适当数量的“止步，高压危险！”的标示牌。严禁工作人员在工作中移动或拆除遮拦及标示牌。

（二）带电作业中的防触电措施

在电工作业中，低压带电作业在工业企业主要是在带电设备上检修工作。如因特殊情况必须在电气设备上或线路上进行带电工作时，应按照带电工作的安全规定进行，且必须执行操作监护制度。带电作业的时间不宜太长，以免检修人员注意力分散而发生事故。带电检修作业使用的工具应经过检查和

试验，作业人员应经过严格训练，能熟练掌握不停电作业的技术。

低压带电作业应注意以下几点：

(1) 在低压电气设备和线路上从事带电工作时，应派有经验的电工专人进行监护。监护者应由经过训练的、考试合格的、能熟练掌握带电检修技术的高等级电工担任。

(2) 带电作业人员应穿长袖衣，戴安全工作帽、防护手套和与工作内容相适应的防护用品。

(3) 工作中，应使用基本绝缘安全用具进行操作，携带试电笔，不准用无绝缘的金属工具（如钢锯、钢锉、钢卷尺等）以免造成接地事故、短路事故及人身触电事故。

(4) 杆上作业，登杆前应进行安全检查。包括杆基是否牢固，登高工具有无破损，选好上杆位置，分清相线、中性线，工作时，不准穿越带电导线，接线时，先接中性线后接相线，拆线顺序相反，传递工具时，严禁抛掷，应设监护人。

(5) 在低压配电装置上作业，要防止带电体间相对地的短路。人体不得同时接触两根导线，带电部分只允许位于作业人员一侧。为了防止触及带电体，必要时可设置绝缘屏护。

(6) 在对电能表进行维护时，检查电流互感器的二次绕组接地应可靠，断开电流回路时，应事先将电流互感器二次侧的专用端子短路。禁止带电拆、入表尾线和电流互感器的二次回路。

(7) 移动带电设备时，应先断开电源。接线时，应先接负荷侧后接电源侧，拆线时顺序相反。

(8) 带电检修工作时间不宜过长，以免检修人员因疲劳过度注意力分散而发生事故。工作结束后，工作负责人按工作票内容做完质量检查，拆除所有的接地线，全部工作人员离开工作现场后，方可申请送电。

二、安全用电知识

(1) 对于运行中的电气设备，应定期进行安全检查。对出

现故障的电气设备和线路，不能继续使用，必须及时进行检修。

(2) 工作人员必须严格按照操作规程进行运行操作。如合闸时，应先合隔离开关，后合负荷开关；拉闸时，应先拉负荷开关，后拉隔离开关。

(3) 电气设备应注意防止受潮，安装在室外的电气设备应有防雨雪和水侵袭的措施；电气设备在运行时，在注意有良好的通风条件及防火措施。

(4) 所有电气设备的金属外壳，都必须有可靠的接地或接零保护。

(5) 凡是有可能被雷击的电气设备，应有可靠的防雷保护装置。

(6) 电源插座在使用时，应注意其容量。不可在一个插座上接过多的或功率过大的用电器具。

(7) 工作人员应注意，不允许用湿手去接触带电的电器，如开关、灯座等，更不可以用湿布去擦拭带电器具。

(8) 在搬运和移动电气设备（如电钻、电焊机等）时，要先切断电源，不允许在没断电的情况下，拖拽着电源线来移动电气设备。

(9) 在潮湿环境中使用的电气设备，必须采用 36V 的安全电压；对工作电压在 500V 以下且外壳为金属外壳的移动性设备，所用的电源线单相设备应用三芯护套线、三相设备应用四芯护套线，接地或接零保护线应可靠接牢。

第四节 触电急救知识

在电工作业及其他各行各业工作过程中，都有可能出现触电安全事故。当发现有人触电后，必须尽快使触电者脱离电源，然后根据触电者的具体情况，进行相应的救治。事实上大部分触电者是可以救治痊愈的。触电急救的基本原则是动作迅速、判断准确、救护得法，切不可惊慌失措、束手无策。