

ZUIXIN TONGYI BIANXIE

JINWANG ZUOYE DIANGONG

PEIXUN JIAOCAI

《进网作业电工培训教材》编委会 编

最新统一编写

进网作业电工 培训教材

精编版

(上册)



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

最新统一编写

进网作业电工培训教材

精 编 版

(上册)

《进网作业电工培训教材》编委会 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

这套供全国各地进网作业电工培训使用的新颖实用教材,是根据部颁《进网作业电工管理办法》、《进网作业电工培训考核大纲》及国标《电工作业人员安全技术考核标准》精心编就的。全书共十五章,分上、下两册。这套书也可作为对社会人员实施职业技能培训和再就业的培训用书,同时它又是一本兼容知识性、技术性和实用性的常用工具书。书中内容丰富、题材充实;结合生产,注重实用;简练扼要,通俗易懂。

本教材集中介绍了供用电基本知识、专业知识、应用技术与常用数据,阐明了系统各环节与设备的原理结构、技术性能、应用方法、选用步骤、施工安装、运行维护、检修测试和技术管理等方面的实用知识及应用技术,还突出了供用电的安技措施、节电措施及新技术、新设备、新工艺。在强调实用、选材精练的前提下,以电气技术、安技知识和操作技能为主线贯穿全书,以提高实际应用能力为基础,贯彻学以致用原则。

该教材由全国各地电业部门、电力院校、电器制造厂及安装施工单位等近百名专家学者、工程技术人员、高级技师和基层一线的电工班组长等参加编写与审定。同时吸取以往教材的长处,针对其不足进行了结构、选材及内容上的大胆探索与合理调整,组稿后历经两年讨论撰写并广泛征求意见,又多次修改充实后审定。

本书除作为进网作业电工培训教材外,还可供各行业从事电气工作的技术人员、管理人员及安技人员参阅;尤其适于广大进网作业电工,包括维修电工、安装电工、值班电工及农村电工在平时工作中应用;还可作为初中以上文化程度读者自学成才的桥梁,以及电气专业院校、技校与职校的教学与实习用书。

图书在版编目(CIP)数据

最新统一编写进网作业电工培训教材.上册:精编版/
《进网作业电工培训教材》编委会编.——北京:中国水利水电出版社,2005

ISBN 7-5084-2745-9

I.最... II.进... III.电工—技术培训—教材
IV.TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第027749号

书 名	最新统一编写进网作业电工培训教材(精编版)(上册)
作 者	《进网作业电工培训教材》编委会 编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 32.5印张 811千字
版 次	2005年4月第1版 2005年4月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	99.00元(上、下册)

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

高素质技术工人的劳动，是将科学技术转化为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。高超的技术可以引进，先进的设备也可引进，但经济建设所需的数千万技术工人是无法引进的。实践证明，大搞岗位技能培训是提高技工素质的有效途径，发达国家都异常注重职业培训，并将其视作经济奇迹的“秘密武器”。

王平洋

中国电机工程学会名誉理事长、国际 IEEE 特级会员、中国电力科学研究院咨询委员、《ELECTRICITY》总编辑、本书编委会名誉主任兼首席顾问王平洋题词

本书编委会名单

名誉主任	王平洋				
主任	万载扬				
副主任	王培华	王秋梅			
委员	张伯盛	李海霞	辛国良	金福林	英金明
	吴青军	白忠敏	龙海军	杨育鉴	陈宇飞
	周中一	顾国栋	张克全	沈继东	史伯方
	王树南	唐力	陆立民	刘夕玲	张澄
	崔景云	牛勇	文锦新	许幸乐	沈建珂
	黄祖寅	胡明贵	张瑶	刘兆林	崔文成
	徐延佑	刘永清	翟俊豪	王庆生	王昌儒
	赵润兰	吴洪	郑文彬	张超	赵培臣
	张世忠	孙良龙	张仁良	刘猛	李玉良
	吕静同	龙惠民	艾明	杜晓宏	李宗书
	顿珠平措				
首席顾问	王平洋				
顾问	浩生	丁秀珍	谈湘舟	张金升	刘承勋
	陈芝涛	万福安	于德福	林信	蔡若吾
	张宁海				
主审	胡蓉	冯祈善			
审稿	陶复华	费柏年	张世植	张英书	高顺
	李致恒	贾云华	傅昌锬	姚志松	孙成宝
	骆国富				
策划	万载扬	王春学	谈潇天	李春林	张展
	张伯盛	冯祈善	胡蓉	裴良鉴	

主 编 谈潇天

副 主 编 吴青军 英金明

参编人员 张 展 钟树海 严德群 李海霞 施 勇
金福林 温建君 王保权 李希武 李春林
谢维娜 詹 宏 冯家林 刘夕玲 李良鉴
李浩明 马 玉 杨辅心 张 沂 谢明辉
朱勤伟 杨芳芳 吕 湧 陈 小 桑菊娣
杨 诚 梁国源 陆 宏 黄柳蓉 张 瑶
高志兴 张青青 李 竞 谭仲勤 裘绍成
景华强 陈仲奕 尤 汉 孙宪平 陈大公
黄正苏 沈建伟 徐 丰 承申尧 蒋乃建
刘燕宁 高雪荣 奚 煥 韩胜修 齐道恩
费 邓 裴盘华 姚 仁 谈笑君 尹春燕
杨光瑜 沈文龙 次 仁 王 玉 珍
陶 平 顾巧珍 王 松

正值盛世又欣逢世纪之初，在这千载难逢的美好时光，我们组织编写了这套新颖实用的《进网作业电工培训教材》，以供各地作为电工岗位技能培训、造就上百万高素质技工使用；同时也藉此算作献给全国 400 万社会电工的一份新世纪贺礼！电力是国民经济发展及人们生活所不可缺少的一种宝贵能源，它在现代生产、日常生活及各个领域已获得了极广泛的应用。离开了电力，要想实现人类社会的物质文明和精神文明是根本不可能的；用不好电力，欲要实现国家的现代化也是办不到的。

科学技术是第一生产力，发展科技离不开人才，人才培养则离不开教育。所以优先发展各类教育，大力实施岗位培训，培养数以亿计的高素质劳动者，是关系到 21 世纪我国现代化建设全面发展和社会主义历史命运的根本问题。经济建设必须依靠科技进步，必须以提高劳动者的素质为基础，故实行岗位培训是一项既迫切又重要的基础工程，各地各级电力部门都在努力抓好这项工作。电气事故对社会、企业乃至个人与家庭来说是一大灾难，加之电气技术的复杂性与特殊性，国家将电工作业列为特殊作业，电气工种列为特殊工种并予以高度重视。国务院及主管部委明确规定，全国进网作业电工必须经过当地电业部门培训考核、持有《电工进网作业许可证》方准上岗操作。

近几年来各地在进网作业电工培训方面做了许多工作，取得了一定成绩，但其内容与方式较为单调或重复，适用教材短缺，每年的培训、考核、发证和审核工作尚未能注重实质性提高，流于形式的现象还不同程度地存在。致使实践中暴露的问题还不少，各种电气事故仍屡有发生，有的甚至严重威胁着电网的安全运行、企业的正常生产及职工的生命安全。这反映了社会电工的操作技能还不过硬，安技知识还普遍地较为缺乏，现有电工队伍的实际技能与安全水平亟待提高。随着我国经济的不断发展，各行业从事电气工作的职工队伍迅速扩大；不同电压等级的供用电设备容量不断增长；新产品、新工艺的大量涌现以及电气技术的更新与自动化程度的提高，对社会电工的技术素质与安全技能也同时提出了更新更高的要求。

鉴于上述情况，为了更好地贯彻“安全第一”的生产方针，加强培训，切实提高广大电工的实际技能和安全水平，满足各行业各类电工有效地掌握和更新电气技术与安全知识的需要，特针对基层电工队伍的实际状况与发展要求，

结合历年来电业、工厂与农村的供用电实践，以及电工考核与培训工作的特点，在认真总结经验教训及寻找对策等基础上，我们组织全国各地电业部门、电力院校、电气安装单位及电器制造厂等计近百位具有多年实际工作与培训经验的专家学者、工程技术人员、高级技师以及生产第一线的电工班组长等，精心编就了这部《进网作业电工培训教材》。

撰稿时本着通俗易懂、说理清晰、结合生产、讲求实用的方针，系统地介绍了供用电的专业技术知识；选材上既突出重点又强调基本概念，既兼顾全面又注重内容的专一性。编写时根据部颁《进网作业电工管理办法》、《进网作业电工培训考核大纲》及国标《电工作业人员安全技术考核标准》的规定与要求，始终贯彻学以致用原则，突出实际技能的应用与提高，紧紧围绕生产，密切联系实际。以使学有所获，学了能用，注重电工素质的实质性提高，使能更好地为发展生产服务。

近几年来，国家下大决心、花大力气投入 1200 亿元巨资，对全国 280 多个地（市）级电网实施大规模建设改造工程，这次城乡电网改造是我国电网发展的难得机遇。与此同时，广大用户的电力设施、尤其是电工队伍的技术素质也一定得相应地跟上，否则便难以取得或巩固网改工程预期的理想效果。为配合这一历史性网改工程大潮，我们适时编订出版这部教材，也就更具有现实意义。它集中介绍了供用电基本知识、专业知识、应用技术与常用数据；阐明了系统内各主要环节与相关设备的原理结构、技术性能、应用方法、选用步骤、施工安装、运行维护、检修测试和技术管理等方面的实用知识及应用技术；同时突出了电工作业方面的新技术、新设备、新材料、新工艺；还着重列出了变、配、用电方面的安技措施和节电措施。

全书共 15 章，分上、下两册。上册集中介绍了电工基础知识、电力网和供电工程、架空线路与电缆、内线工程及照明、电动机和电力拖动、低压电器及成套装置、电工仪表与计量 7 章；下册系统介绍了变压器和互感器、高压电器及成套装置、继电保护及二次回路、变电所运行与维护、变电所管理和安全、接地接零与防雷、安全作业制度及措施、电气防火与触电急救 8 章及 3 个附录。凡城镇工矿企事业单位的低压安装维修电工和广大农村电工，可重点学习第一、二、三、四、五、六、七、十三、十四、十五各章；凡城乡高压安装、检修及变配电值班电工，则重点学习第一、二、七、八、九、十、十一、十二、十三、十五各章。

各地在办班时也可根据具体情况与不同要求（如办班层次、培训对象及时间长短等），重点选择本教材中相关章节或调整各章学时安排。每期培训内容要由浅入深、有所侧重；培训形式尽可能灵活多样，除课堂讲授外，还要辅以

播放录像教学片(带),以及采用请老师傅示范或让学员自己动手实际操作等现场教学方法。务使电工们通过一、两次培训,能较好地掌握本教材所介绍的电气技术、安全知识和实际技能,以求事半功倍的效果。

在本教材组织、编写与审定的全过程中,多承全国各地电业部门的大力支持与鼓励;特别是受到了我国电业界与教育界德高望重的资深老前辈王平洋先生和浩生先生的热情指导与关怀;还有众多电气专家、学者、技师和工程技术人员积极参与,在此一并表示诚挚的敬意和由衷地感谢。由于这部教材内容所涉技术面广、专业门类又多,加之成书条件所限,书中倘有不妥之处,恭请读者不吝赐教。

《进网作业电工培训教材》编委会

2005年2月

进网作业电工管理办法

第一章 总 则

第一条 为加强进网作业电工的管理,提高其技术素质,以维护供用电的公共安全,保障电力系统安全经济运行,根据电力供应与使用特殊需要,制定本办法。

第二条 本办法所称进网作业电工,是指进入用电单位的受(送)电装置内,从事电气安装、试验、检修、运行等作业的工人、技术与生产管理人员的统称。

第三条 电力部门的用电(农电)管理机构按职责分工,分别负责进网作业电工的培训、考核、发证和日常的监理工作。

第四条 进网作业的电工,须经电力部门培训、考核,并取得《电工进网作业许可证》后,方准进网作业。

《电工进网作业许可证》由国务院电力主管部门或其授权单位统一监制,地(市)、县(市)电力部门签发,全国通用。

第二章 培 训

第五条 接受进网作业培训的人员,须具备下列条件:

1. 年满十八周岁;
2. 有初中及以上文化程度;
3. 身体健康,无妨碍从事电工作业的病症和生理缺陷;
4. 工作认真,遵章守纪。

第六条 进网作业人员,须接受下列技术培训:

1. 电气理论及电力系统运行知识;
2. 电业安全与作业技能;
3. 电业作业规定。

第七条 承担进网作业电工培训任务的单位以及教员的资格,应经省电力部门认可。

第八条 承担进网作业电工培训任务的单位,须具备下列条件:

1. 有符合培训要求的教学设施、场地和必要的教学手段;
2. 有省电力部门认可的教员;
3. 有健全的培训管理组织系统。

第九条 承担进网作业电工培训任务的教员,应具备下列条件:

1. 具有中级及以上技术职称;
2. 从事电气专业工作在五年以上;
3. 有坚实的专业基础理论水平或电业作业技能;
4. 精通电业作业规定;
5. 有一定的教学经验。

第十条 进网作业电工培训时间,低压电工不得少于 100 学时,高压电工不得少于 160 学时,低压电工转为高压电工不得少于 60 学时;特种电工不得少于 120 学时。

第十一条 进网作业电工接受培训时，应按规定缴纳相应的教学培训费。教学培训费标准每人每学时不得超过 1.0~1.5 元。

教学培训费应单独建帐，应用于与培训有关事务的开支和教育设施的改善，并接受财务监督。

第十二条 进网作业电工的培训教材，由能源部统一组织编制或指定。

第三章 考核与发证

第十三条 进网作业电工经培训期满后，由地（市）、县（市）电力部门组织考核。考核按《进网作业电工培训考核大纲》规定的要求进行。

第十四条 进网作业电工考核的科目为：

1. 电气理论及电力系统运行知识；
2. 电业安全和作业技能；
3. 电业作业规定。

第十五条 考核进网作业电工的主考人员，须经省电力部门认可，每种科目的主考人员一般不得少于二人。主考人员应具备下列条件：

1. 思想作风正派，能坚持原则，秉公办事；
2. 具有中级及以上技术职称；
3. 从事电气专业工作在五年以上；
4. 具有丰富的电业作业经验和较高的技能水平。

第十六条 具有中等及以上电气专业学历者，经本人申请，地（市）、县（市）电力部门核准认可，可免除电气理论知识的培训，但考核照例进行。

第十七条 经考核全部科目成绩合格者，由地（市）县（市）电力部门发给《电工进网作业许可证》；考核成绩不合格者，允许补考一次。补考仍不合格者，应重新进行培训考核。

第四章 监督管理

第十八条 对取得《电工进网作业许可证》者，电力部门至少两年进行一次复审。未参加复审者，《电工进网作业许可证》自动失效；复审不合格者，应重新接受培训考核。

第十九条 对进网作业电工的复审内容包括：

1. 作业期间作业行为；
2. 电业作业规定熟悉程度；
3. 学习新技术、新规章及事故案例的教学；
4. 身体健康状况。

第二十条 电力部门持有《用电监察证》的人员，负责进网作业电工的日常监理工作，监理内容包括：

1. 作业行为；
2. 《电工进网作业许可证》持有检查；
3. 作业现场及安全保障措施检查。

第二十一条 电力部门对进网作业电工应建立管理档案。进网作业电工需调动时，应

办理转档手续。跨省际作业时，进网作业电工应持证向当地电力部门办理登记手续。

第二十二条 进网作业电工离开作业岗位半年以上，需重新进网作业者，应对其进行电业作业规定的重新考核，合格者方可进网从事原作业。

第二十三条 电力部门对下列行为，可视其情节，给当事人以批评教育，或吊扣、吊销《电工进网作业许可证》的处罚：

1. 未持证从事进网作业的；
2. 涂改、伪造或转借《电工进网作业许可证》的；
3. 违章作业或违章造成责任事故的；
4. 违反国家有关供用电方针、政策、法规的。

第二十四条 无《电工进网作业许可证》人员从事进网电工作业或从事的电工作业与证件规定不符的，电力部门应责令当事人停止作业，上述行为是其单位领导指使的，应责令单位领导改正；情节严重的，可不予检验接电或中止供电。

第五章 附 则

第二十五条 《进网作业电工培训考核大纲》由国务院电力主管部门统一制定。

第二十六条 省（自治区、直辖市）电力部门可根据本办法制定实施办法。

第二十七条 本办法由电力主管部门负责解释。

第二十八条 本办法自颁布之日起施行。

进网作业电工培训考核大纲

第一条 为统一进网作业电工的培训考核要求，保证培训考核质量，制定本大纲。

第二条 进网作业电工按作业电压和种类的不同，分为：低压电工、高压电工、特种电工。

第三条 进网作业电工的培训、考核按第二条规定的分类，分别进行。培训、考核的内容和方式应符合本大纲的规定。

第四条 进网作业电工经过技术培训期满后，由地（市）、县（市）电力部门按本大纲规定，组织考核。

第五条 进网作业电工培训、考核的科目为：

1. 电气理论及电力系统运行知识；
2. 电业安全与作业技能；
3. 电业作业规定。

第六条 对进网作业电工的培训应注重实际能力的提高。培训工作应做到有计划、有教材、有教学日程。培训可采用课堂讲授、电化教学、现场教学、作业演示、作业实习等方式进行。

第七条 对进网作业电工的考核，应以教学内容为依据，结合作业需要进行命题考核。考核可采用口试、笔试、实际作业等方式进行。

《电气工人技术考核问答丛书》可作为考核命题的试题库。

第八条 低压电工培训、考核范围。

（一）电气理论知识

1. 电工学基础知识；
2. 低压电器控制、保护装置工作原理、构造及功能；
3. 电气参数测量基本知识；
4. 低压电气设备选配知识；
5. 防雷、绝缘、接地基本知识；
6. 低压电网运行知识；
7. 预防触电基本知识。

（二）电业安全与作业技能

1. 低压电器设备与线路安装；
2. 常用安全用具使用；
3. 常用测量仪表使用；
4. 低压电气设备运行、操作与维护；
5. 低压作业安全措施；
6. 低压电器事故判断及处理；
7. 触电救护。

（三）电业作业规定

1. 电业安全工作规程（低压部分）；

2. 低压作业规程与制度；
3. 供用电有关规定。

第九条 高压电工培训考核范围，除包括本大纲第八条内容外，还有：

(一) 电气理论知识

1. 电路及电磁场理论；
2. 常用高压电气设备工作原理、构造、功能及选择；
3. 电气测量及仪用互感器；
4. 电力系统运行知识；
5. 继电保护及二次回路；
6. 过电压防护与接地；
7. 电子学基础知识。

(二) 电业作业技能

1. 高压电气设备安装；
2. 高压电气设备运行、检修与维护；
3. 高压电气事故判断及处理；
4. 高压试验及继电保护校验；
5. 作业安全组织及技术措施；
6. 测量仪表使用；
7. 安全用具使用。

(三) 电业作业规定

1. 电业安全工作规程；
2. 运行、检修、试验规程；
3. 安装及验收规范；
4. 现场作业制度；
5. 调度规程；
6. 供用电有关法规。

第十条 特种电工的培训考核范围，除应满足本大纲第九条规定外，还应根据作业的特点由各省电力部门自行增补特种作业内容。

目 录

前 言

进网作业电工管理办法

进网作业电工培训考核大纲

上 册

绪论	1
第一章 电工基础知识	5
第一节 电的基本概念	5
第二节 直流电路	13
第三节 电与磁的关系	17
第四节 交流电路	23
复习思考题	31
第二章 电力网和供电工程	32
第一节 电力系统及电能	32
第二节 供电与用电的关系	43
第三节 节电措施及无功补偿	53
第四节 中性点运行方式和自发电	82
第五节 用户供配电工程	95
第六节 识图知识及电气图纸	107
复习思考题	112
第三章 架空线路与电缆	114
第一节 电力线路的作用及构成	114
第二节 架空线路的技术要求	126
第三节 架空线路的施工技术	139
第四节 架空线路的运行维护	162
第五节 电缆线路的敷设与运行	172
第六节 电力外线常用工具	185
复习思考题	202
第四章 内线工程及照明	204
第一节 工程内容和低配方式	204
第二节 内线负荷计算与导线选择	212
第三节 接户进户及量电配电	220
第四节 室内布线的施工工艺	230
第五节 电气照明装置	244

第六节 民用电和漏电保护	268
复习思考题	283
第五章 电动机和电力拖动	285
第一节 异步电动机参数与运行特性	285
第二节 电动机的选择、安装及使用	298
第三节 电动机的保护与整定	317
第四节 电动机的故障检测和修理	319
第五节 电力排灌设备与电气装置	335
第六节 电力拖动控制电路	341
复习思考题	365
第六章 低压电器及成套装置	367
第一节 低压电器分类及选用原则	367
第二节 低压配电电器	372
第三节 低压断路器	387
第四节 低压控制电器	399
第五节 电机起动器	424
第六节 低压成套装置	437
复习思考题	452
第七章 电工仪表与计量	453
第一节 仪表分类与准确度	453
第二节 固定式电工仪表	464
第三节 电能表及计量装置	473
第四节 便携式电工仪表	488
复习思考题	499

下 册

第八章 变压器和互感器	501
第一节 电力变压器	501
第二节 特种变压器	538
第三节 仪用互感器	545
第四节 箱式变电站	559
复习思考题	565
第九章 高压电器及成套装置	566
第一节 高压电器基础知识	566
第二节 断路器及操动机构	578
第三节 隔离开关和负荷开关	593
第四节 高压成套装置	618
复习思考题	638
第十章 继电保护及二次回路	639
第一节 常用继电器和保护的选择	639
第二节 变电所的继电保护	651

第三节 变电所的二次回路	668
第四节 变电所的直流系统	692
第五节 微机保护及变电所综合自动化	709
复习思考题	722
第十一章 变电所运行与维护	723
第一节 变配电设备的运行与维护	723
第二节 变电所的倒闸操作	728
第三节 电气设备异常运行分析及处理	744
第四节 补偿电容器的运行与故障处理	766
第五节 变配电所的事故及其处理方法	773
复习思考题	784
第十二章 变电所管理和安全	785
第一节 变电所的管理	785
第二节 变电所安全作业措施	808
第三节 绝缘在电气安全中的作用	808
第四节 电气安全用具	815
复习思考题	825
第十三章 接地接零与防雷	826
第一节 接地接零的作用和要求	826
第二节 接地装置的装设与维护	834
第三节 接地电阻的要求及测量	842
第四节 防雷装置的种类与作用	847
第五节 电力设施和建筑物的防雷	855
第六节 防雷装置的安装及维护	861
复习思考题	870
第十四章 安全作业制度及措施	871
第一节 安全方针与责任制	871
第二节 电气安全基本知识	874
第三节 电气安全作业制度	882
第四节 农村电工安全作业制度	888
第五节 电工作业安技措施	900
第六节 常用电器与设备的安全措施	907
复习思考题	917
第十五章 电气防火与触电急救	918
第一节 电气火灾与爆炸	918
第二节 火灾扑救及消防用具	934
第三节 静电的危害与防护	941
第四节 触电事故典型实例	946
第五节 触电紧急救护方法	950
复习思考题	965
附录一 国家有关电气的标准与规范	966
一、常用电气新旧文字符号对照表	966