

进网作业电工实用技术手册

进网作业电工实用技术手册

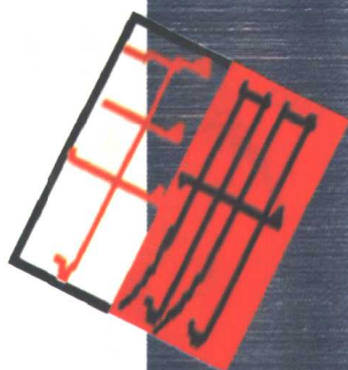
杨存葆 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

责任编辑 王永法

封面设计 王鹏



科技新书目：458-365 ISBN 7-80124-650-0/TM·89
定价：86.80 元

ISBN 7-80124-650-0



9 787801 246509 >

671.1
33
1

进网作业电工实用技术 手 册

杨存葆 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书主要以《电力工人技术等级标准》及“进网作业电工培训考核大纲”为依据,且与《进网作业电工培训教材》相配套的一部集理论和实践为一体的工具书。其主要内容有电子技术、中小型发电机、变压器、异步电机、直流电机、电工仪表及测量、低压电器、自动控制、高压电器、短路电流、继电保护、变配电站、防雷及接地、配电线路、电气照明、电气安全技术、电工材料等。本书除适合电力行业发电厂、变电所、供用电、电网调度管理部门的技术工人学习和参考之外,还适合工矿企业电工、乡镇电工等进网作业电工学习和使用。

图书在版编目(CIP)数据

进网作业电工实用技术手册/杨存葆主编. —北京:中国水利水电出版社, 1998

ISBN 7-80124-650-0

I. 进… II. 杨… III. 电工-技工手册 IV. TM62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 00877 号

书 名	进网作业电工实用技术手册
作 者	杨存葆 主编
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: sale@waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京密云红光照排厂
印 刷	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 57 印张 1338 千字
版 次	1998 年 9 月第一版 1998 年 9 月北京第一次印刷
印 数	0001—5400 册
定 价	86.80 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻版必究

本书编委会

主任委员 杨洪义

副主任委员 霍宏烈 原固均 杨存葆

委员 (按姓氏笔划为序)
王 瑞 王澍田 王 芃 孙小燕 马殿敏
狄富清 陈香久 武文相 施玉芳 徐昶昕
董录凤

主 编 杨存葆

编 者 (按章次顺序排列)
孙小燕 周志坚 蒙海强 翟庆志 金实青
张元栋 陈淑芳 陈香久 陈一飞 郭 健
张筱慧 王泽甫 王 芃 修志明 罗 红
狄富清 狄晓渊 顾为民 杨存葆

序

江泽民总书记在中国共产党第十五次全国代表大会上的报告“高举邓小平理论伟大旗帜把建设有中国特色社会主义事业全面推向二十一世纪”中指出“科学技术是第一生产力，科学进步是经济发展的决定性因素。”更强调了“……把加速科学技术进步放在经济社会发展的关键地位，使经济建设真正转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。”从战略的高度指出科技进步是经济社会发展的关键，而发展科学技术离不开人才，人才的培养离不开教育。优先发展教育，培养数以亿计的高素质劳动者，是关系到二十一世纪我国社会主义现代化建设全面发展和社会主义历史命运的根本问题。

近年来电力工业发展迅速，1996年全国装机容量达2.36亿kW，总发电量10794亿kW·h，农村用电为4088亿kW·h且处于现代化方向发展时期，技术不断革新，设备逐步换代，管理方式不断完善，运行水平要求日益提高，在此新的发展形势下，电力部门广大工人的技术素质须与之相适应，尤其是上网操作青年电工，其技术素质急待提高。为此应充分认识、全面贯彻落实“科学技术是第一生产力”的战略思想，加强技术力量的培养，加强科教意识，提高广大工人的技术素质，增强科学技术实力，是发展电力工业，使电力工业扎扎实实地完成其先行工业历史任务的必由之路。

为了做好岗位培训，加强上网操作青年电工技术素质培养，曾由辽宁科学技术出版社组织专家，遵照《电力工人技术等级标准》的要求，配合培训工作编写了一套《进网作业电工培训教材》（上、下册），考虑到技术工人对电工技术各方面深入一步理解与提高，由中国水利水电出版社，再次组织专家编写这本与之配套的手册。手册内容丰富，包括了电工学的理论基础及实用的电工技术；包括了电机电器，也包括了电工材料；有《电力工人技术等级标准》要求必须掌握的基础知识，也有进一步深入学习的必要知识。每一章内容都可与出版的培训教材配合使用。总之这是一本有实用价值的手册。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，岗位培训是一项迫切且重要的工作，电力部门各级领导应切实抓好这项工作，为培养跨世纪技术人才，为振兴电力工业而不懈努力！

国家电力公司农电发展局局长

杨洪义

1997年12月

前 言

电力工业是国民经济的先行工业，是现代先进技术的前驱，因此也就显出电力部门职工素质提高的重要性及其迫切性。于是我们具体地分析研究了《电力工人技术等级标准》及“进网作业电工培训考核大纲”，为了能提供一部比较完整，有理论有实践，且可查阅的手册，组织一些电工技术教育培训骨干及电力生产一线的工程技术人员，编写了这部《进网电工实用技术手册》。该手册所包括的内容比较广泛，主要是为工业企业电工、乡镇电工等进网作业电工编写的，手册中有一些内容标有“*”号，这是一些比较深入的内容，对于一些希望深入学习的读者可作参考。这本手册的内容适应面也还比较广，对于不同层次的需求，都可在作适当删减或增添后使用，也可作中等技术学校或职业高中的教学参考书籍。从主观上设想虽是如此，但编者往往与读者有着一些距离，再加上编者的水平限制，可以肯定这本手册存在有不少不足之处，这种意愿也只是一种尝试，我们希望广大读者能不吝赐教，则编者将感到莫大荣幸。

本手册共有十九位同志参加编写，有的同志为编写收集了大量资料，使该手册为之生色。全手册一共由二十章组成，最后统稿由杨存葆同志完成。主要内容及编写者如下。

第一章 常用单位及电气符号	孙小燕
第二章 电工学的理论基础	周志坚 孙小燕
第三章 电子技术	蒙海强
第四章 中小型发电机	翟庆志 金实青
第五章 变压器	张元栋 陈淑芳
第六章 异步电动机	陈香久 陈一飞 杨存葆
第七章 直流电机	翟庆志 金实青
第八章 电工仪表及测量	郭 健 孙小燕
第九章 低压电器	张筱慧
第十章 自动控制	王泽甫 王 芃
第十一章 高压电器	修志明
第十二章 短路电流	顾为民
第十三章 继电保护	张筱慧 顾为民
第十四章 变、配电站	杨存葆
第十五章 防雷和接地	郭 健
第十六章 配电线路	罗 红
第十七章 电气照明	郭 健 杨存葆
第十八章 电气安全技术	杨存葆
第十九章 电工材料	狄富清 狄晓渊
第二十章 瓷绝缘子、金具、电杆及工具	狄富清 狄晓渊

本手册得到国家电力公司农电发展局杨洪义局长的大力支持,并于百忙中为本书作序,在此谨表谢忱。电机工程学会、电机工程学会农电专委会对本书也给予了很大帮助,一并表示谢意。

编 者

1997 年 11 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。

电工作业人员安全技术考核标准

GB8833—88

为了提高电工作业人员安全技术素质，实现安全生产，提高经济效益，特制定本标准。
本标准对电工作业人员的从业条件和安全技术要求作了基本规定。
本标准适用于在中华人民共和国境内的一切从事电工作业的人员。

1 定义

1.1 电工作业

是指从事发电、输电、变电、配电和用电装置的安装、运行、检修、试验等电工工作。

1.2 电工作业人员

是指直接从事电工作业的技术工人、工程技术人员及生产管理人员。

1.3 电力系统

是指电能的生产、输送、转换、分配的设备和装置的总组合体。

1.4 用户受送电装置

是与电力系统供电网络有直接电联系的电气设备的组合体。

2 电工作业人员的基本条件

2.1 年满十八周岁。

2.2 身体健康，无妨碍本职工作的病症和生理缺陷。

2.3 具有不低于初中毕业的文化程度和本标准所规定相应的电工作业安全技术、电工基础理论和专业技术知识，并有一定的实践经验。

3 培训、考核、发证、复审

3.1 培训

3.1.1 电工作业人员的安全技术培训，必须根据其工作岗位的要求，按本标准相应内容进行。培训时间不得少于八十学时。

3.1.2 培训由劳动部门（或其指定的单位）和电业部门分别进行。电力系统和在用户受送电装置上从事电工作业的人员，由电业部门培训。

3.2 考核

3.2.1 培训期满后，由地、市及以上劳动部门（或其指定的单位）和电业部门分别按本标准的规定命题考核。

3.2.2 考核分为安全技术理论和实际操作两部分。理论考核和实际操作都必须达到合格要求。考核不合格者，可进行补考；补考仍不合格者，须重新培训。

3.3 发证

3.3.1 考核合格后，由地、市及以上劳动部门（或其指定的单位）和电业部门分别审核发证。取得操作证后方准独立作业。

3.4 复审

3.4.1 复审期限为一至两年一次。对脱离本岗位工作连续超过六个月以上者亦需进行复审。

3.4.2 复审不合格者，可在两个月内再进行一次复审；仍不合格者，收缴操作证。到期而未经复审者不得继续独立作业。

3.4.3 复审内容

- a. 体格检查；
- b. 电工作业的安全理论知识和实际操作；
- c. 对事故责任者检查。

3.4.4 复审由考核发证部门或其指定的单位进行。

4 考核内容

4.1 了解电气事故的种类、危险性和电气安全的特点、重要性。

4.2 了解电伤害的类型、构成原因和电流对人体的作用、触电事故发生的规律。

4.3 了解触电事故的处理方法。掌握现场触电急救方法。

4.4 了解我国安全电压等级。掌握安全电压的选用和使用条件。

4.5 了解绝缘、屏护、间距等防止直接电击的措施和绝缘破坏的原因、绝缘指标。掌握防止绝缘损坏的技术要求和基本的绝缘测试方法。

4.6 了解保护接地、保护接零，加强绝缘、电气隔离、不导电环境、等电位连接等防止间接电击的措施。掌握保护接地和保护接零的安全原理、应用范围、基本技术要求和安装、测试方法。

4.7 了解漏电保护装置的类型、原理和特性参数。掌握漏电保护装置的选择、使用及维护方法。

4.8 了解电气安全用具的种类、性能及用途。掌握其使用、保管方法和试验周期、试验标准。

4.9 根据本岗位的环境特点，了解潮湿、高温、易燃、易爆、导电性粉尘、腐蚀性气体或蒸汽、强电磁场、多导电性物体、金属容器、地沟、隧道、井下等环境条件对电气设备和安全作业的影响。掌握相应环境条件下的安全措施。

4.10 了解周围环境对电气设备安全运行的影响（如建筑物、施工搭架、烟囱、树木、挖掘、爆破作业等）。掌握相应的防止事故措施。

4.11 了解电气设备的过载、短路、欠压、失压、断相等保护的原理。掌握本岗位中电气设备保护方式的选择和保护装置的安装、调试技术。

4.12 掌握照明装置、家用电器、移动式电器、手持式电动工具及临时供电线路的安装、运行、检修、维护的安全技术要求。

4.13 掌握与电工作业有关的登高、机械、起重、搬运、挖掘、焊接、爆破等作业的安全技术。

- 4.14 掌握本岗位中电气设备的性能、主要技术参数及其安装、运行、检修、维护、测试等项工作的技术标准和安全技术要求。
- 4.15 了解电气装置的安全屏护和间距规定的要求。掌握在邻近带电设备或有可能产生感应电压的设备上工作时的安全技术。
- 4.16 了解带电作业的理论知识。掌握相应的带电作业操作技术和安全要求。
- 4.17 掌握低压配电装置的控制电器、保护电器、二次回路的安全运行技术。
- 4.18 了解静电的特点、危害和产生的原因。掌握静电防护的基本方法。
- 4.19 掌握本岗位电力系统结线图、设备编号、运行方式、操作步骤和事故处理程序。
- 4.20 掌握调度管理要求和用电管理规定。
- 4.21 掌握本岗位的现场运行规程和操作票制度、操作监护制度、巡回检查制度、交接班制度。
- 4.22 掌握电工作业中保证安全的下列组织措施和技术措施：
- a. 工作票制度；
 - b. 工作许可制度；
 - c. 工作监护制度；
 - d. 工作间断制度；
 - e. 工作转移制度；
 - f. 工作终结和恢复送电制度；
 - g. 停电；
 - h. 验电；
 - i. 装挂接地线；
 - j. 悬挂标示牌、装设遮栏和开关加锁等。

目 录

序

前 言

进网作业电工管理办法

进网作业电工培训考核大纲

电工作业人员安全技术考核标准 GB8833—88

第一章 常用单位及电气符号	1
一、单位及单位制	1
二、我国法定计量单位	1
三、常用计量单位及其换算	3
四、电气图符	7
第二章 电工学的理论基础	18
一、电路的基本概念	18
二、电阻与电导	20
三、欧姆定律	20
四、电阻的联接方式	21
五、电能与电功率	22
六、复杂电路	22
七、克希荷夫定律	22
* 八、复杂电路的计算	23
* 九、叠加原理	26
十、电阻的星形联接与三角形联接	27
* 十一、二端网络	27
十二、磁场及其物理量	29
十三、磁场内的载流导体	30
十四、电磁感应	30
十五、电感	30
十六、电场及电容	31
十七、正弦交流电路	33
十八、正弦交流电路的功率及功率因数	38
十九、三相正弦交流电路	40
二十、三相交流电路的功率	45
二十一、对称分量的基本概念	45
* 二十二、对称分量的应用	46
第三章 电子技术	54
一、半导体	54