

进网作业 电工操作手册

An illustration of a power plug and a screwdriver. The power plug is at the top right, with a grey cord extending from it. The screwdriver is below it, with a brown handle and a metal shaft. The background is dark green with a diagonal light green band.

山西省电力行业协会 编

- 包括施工手册和设备手册两部分
- 施工手册：提供现场施工要领和安装技巧
- 设备手册：提供大量常用电气设备的型号、适用场合、技术参数



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

进网作业电工操作手册

山西省电力行业协会 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内
容
提
要

本手册是专门为已经通过进网作业电工培训考核,并领取了进网作业电工许可证的具有初中以上文化程度的电工编写的工具书,是根据国家经贸委令第13号《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》和《进网作业电工考核大纲》的要求,结合新版电力标准、规程、规定和《国家职业技能鉴定规范》及实践经验,主要讲述进网作业电工、用户电工应掌握施工要领及常用设备的型号、技术参数、使用场合,全书分为两部分,分别为施工手册和设备手册。

施工手册包括:10kV线路施工及安装;低压线路施工及安装;变(配)电站施工及安装;便携式仪表的使用;电缆线路施工及故障处理;起重机械作业。

设备手册包括:变压器;断路器及负荷开关;隔离开关及熔断器;导体和电缆;金具;互感器;阀型避雷器;电动机;电瓷;无功补偿设备;组合电器与成套设备;低压电器。

本书可作为从事电气安装、运行、检修、维护和管理工作的,具有进网作业电工许可证,35kV及以下工业企业电工、农村低压电工、建筑电工、建筑安装电工、企业变电值班员、企业供用电人员、社会维修电工、乡镇供电营业所电工、乡镇电工和村电工等进网作业必备工具书。

图书在版编目(CIP)数据

进网作业电工操作手册/山西省电力行业协会编.北京:中国电力出版社,2003

ISBN 7-5083-1472-7

I.进... II.山... III.电工-技术手册
IV.TM-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第025552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)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003年7月第一版 2003年7月北京第二次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 36.5印张 909千字
印数5001—8000册 定价59.00元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

《进网作业电工操作手册》

编 委 会

主 任：蔡 衡

副主任：李援朝 郭 明 宋宏亮 王靖中

编 委：蔡 衡 李援朝 郭 明 宋宏亮 王靖中
赵乃方 米 杰 冯宗莱 张毓哲 胡庆辉
刘 林 石 生 解 存 尉伟民

主 编：王靖中

副主编：解 存 尉伟民

撰稿人：韩肖宁 刘致敏 阎晓霞 张 炜 张滨生
李红卫 穆志贵 杨守辰 王 温 余 鹏
石亚林 容建伟 蒋开元 张建中 邓可庆
王文红 王运选 张大钊 石 芳 左思孟

序

由山西省电力行业协会组织编写的《进网作业电工考试必读》和与之配套的《进网作业电工操作手册》，经中国电力出版社即将正式出版发行，这是电力行业 and 全社会电力用户电工的一件好事。

20 世纪电力得到广泛应用。电力技术的不断发展，电力生产及应用的日益增长，迅速改变了人类社会的生产和生活面貌，同时也极其深刻的影响了人们的生活方式。新世纪将是一个科学技术更加迅猛发展，空间技术、信息技术、生物技术等高科技广泛应用的时期。电力工业作为国民经济和社会发展的基础产业，在新世纪、新时代任重道远。

长期以来，由于全国较大面积的电力供应偏紧，大多数地区处于缺电状态，形成了“重发轻供不管用”的状况。虽然，近几年随着供电能力的提高和社会主义市场经济体制的建立，人们对用电管理给予重视。但是，在实际工作中深感工作在电力工业第一线的广大进网作业电工的管理、培养、使用等方面诸多的问题，仍没有提到重要日程上来，特别是进网作业电工的技术素质亟待提高。由此造成了许多本可以避免的，但由于管理和技术素质等原因引发的生产事故，给国家、社会、企业乃至职工带来不必要的损失。

当前，我国电力工业正在不断深化改革、打破垄断、引入竞争、提高效率。改善服务，促进发展已成为当前电力行业的大趋势，电力科学技术迅速发展，电力管理水平进一步提高是电力行业面临的又一新特点。因此，更好地适应电力改革发展和电力新技术发展要求，加强对进网作业电工的管理、考核，加大对进网作业电工的培训力度，提高其技术素质，不仅是维护电网安全生产，保障电力系统安全经济运行的重要环节，而且是保障电力用户安全生产、经济运行的重要措施。

近年来，许多省（市）电力行业协会，接受政府有关部门的委托，相继开展了进网作业电工的培训、考核及管理工作。山西电力行协组织专家，结合现场实际，编写了以进网作业电工实际操作技能为主要内容的《进网作业电工考试必读》和《进网作业电工操作手册》作为培训教材。这套教材的主要特点是在详细讲解进网作业电工应知的电力基础知识外，重点讲述了进网作业电工应会的施工作业要领、常见故障处理等具体操作技术。同时，也吸收了近年来电力工业的新技术、新产品的应用知识。教材的基础知识主要内容包括：电路、计算机基础知识、电力系统与电力网、发电厂简介、变电站运行管理、供电线路运行与维护、无功补偿装置、电工仪表、电气试验、电气安全操作技术、节约能源与环境保护等。操作手册的主要内容包括：高压线路、低压线路、变（配）电站、便携式仪表使用、运输起重、施工机具、电缆制作和主要设备的介绍。为了便于进网作业电工学习掌握，本套教材还配有 60 分钟操作工艺录像带。

当前，我们正在按照社会主义市场经济体制的要求，深入进行我国电力工业管理体制改组，加快建设规模宏伟的能适应国民经济发展，全面建设小康社会需要的电力工业。随着我国现代化建设的发展，工农业生产和人民生活电气化程度的普及和提高，广大电业职工，尤其是社会用户电工迫切需要学习新的技术和管理知识。《进网作业电工考试必读》和《进网

作业电工操作手册》的出版发行，正是适应这一需要编写的一本具有实际意义的教材。对于提高电工技术素质，特别是提高社会各用户电工的实际操作能力，必将起到积极的作用。在此，向所有关心、支持和参与本书编撰工作的领导、专家及编辑出版人员表示衷心的感谢！

中国电力企业联合会常务副理事长

刘宏

二〇〇三年五月十五日
于北京

前言

《进网作业电工操作手册》是专门为已经通过进网作业电工培训考核，并领取了进网作业电工许可证的，具有初中以上文化程度的电工编写的工具书，本手册是根据有关国家标准、部门标准以及《进网作业电工考核大纲》的要求，结合新版电力标准、规程、规定和《国家职业技能鉴定规范》及实践经验而编写的，本手册可与《进网作业电工考试必读》配套使用。

鉴于目前进网作业电工知识水平参差不齐的现状，山西省电力行业协会组织了供电企业、大专院校从事供电生产工作和具有丰富实践经验的专业技术人员及多年从事教育工作的教授，查找了大量的专业资料，并到基层企业进行了详细的考察，力求使本手册通俗、易懂和实用。

全书分为两部分，分别为施工手册和设备手册，主要讲述进网作业电工、用户电工应掌握的施工技能及常用设备的型号、技术参数、使用场合。

施工手册内容包括：10kV 线路施工及安装；低压线路施工及安装；变（配）电站施工及安装；便携式仪表的使用；电缆线路施工及故障处理；起重机械作业。

设备手册内容包括：变压器；断路器及负荷开关；隔离开关及熔断器；导体和电缆；金具；互感器；避雷器；电动机；电瓷；无功补偿设备；组合电器与成套设备；低压电器。

本手册第一章、第二章由张建中编写，贺临元审定；第三章由邓可庆、王文红编写，贺临元审定；第四章由王运选编写，贺临元审定；第五章、第六章由张大钊编写，王晓林审定；第七章至第十八章由石芳、左思孟编写，王靖中审定。

本书在编写过程中，得到了郑承平、张建设、尹庆福、成健、李茂田、苏小林、安立进、吴万军、李永生、张建昌等同志的大力协助，在此一并表示感谢。

本手册参考和辑录了部分书刊中的有关资料，因涉及面较广，种类较多，恕不一一列举，谨向这些书籍、刊物的作者致谢。由于编写时间仓促、经验不足、水平和资料有限，虽经反复修改，仍难免有疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 5 月

目 录

序 前言

第一部分 施工手册

第一章 10kV 线路施工及安装	3
第一节 架空电力线施工方法	3
一、杆型	3
二、电杆的定位	6
三、电杆的组装	8
四、电杆的起立	9
五、拉线	11
六、放线	13
七、紧线	13
八、弛度观测	14
第二节 混凝土电杆基坑及基础埋设	15
第三节 钢杆基坑及基础制作与养护	15
一、土石方工程	15
二、基础工程	15
第四节 电杆焊接	16
第五节 电杆组立要求	17
第六节 附件安装	18
第七节 放线、紧线要求	19
第八节 变压器与箱变及变台安装	20
一、变压器的装设	20
二、变压器的装卸与运输	20
三、变压器的安装	20
四、箱式变电站的安装	21
第九节 断路器及隔离开关安装	21
一、空气断路器	21
二、六氟化硫断路器	22
三、六氟化硫断路器的安装与调整	22

四、真空断路器	23
五、真空断路器的安装与调整	23
六、隔离开关、负荷开关及高压熔断器	23
第十节 避雷器及接地装置安装	24
一、避雷器安装的基本要求	24
二、电气装置的接地	25
三、接地装置的选择	25
四、接地装置的敷设	25
第十一节 拉线制作	26
第十二节 基础、杆基地面的恢复及双重编号、色标、警示牌	27
第十三节 自检和验收	28
第二章 低压线路施工及安装	29
第一节 绝缘子、金具、横担安装	29
一、低压架空线路的绝缘子	29
二、低压架空线路的金具	29
三、低压架空线路的横担	30
四、组装低压架空线路横担的具体要求	30
第二节 拉线制作	31
第三节 电杆组立	32
一、混凝土电杆在组立前应做的检查	32
二、电杆组立后（未架线）的要求	32
三、电杆架线后的要求	32
四、相线、中性线在杆上排列时的要求	32
五、低压架空线路的线间距离	32
六、低压架空线路横担间的垂直距离	33
七、低压架空线路的档距	33
八、线路的弧垂	33
九、低压架空线路对地距离	33
第四节 低压架空线路常用杆型及导线排列方式	33
一、低压架空线路常用的杆型	33
二、低压架空线路的排列方式	34
第五节 室内、外布线	34
一、室内、外布线的设计要求	34
二、对室内、外布线的要求	35
三、导线的连接	35
四、室内、外布线的分类和工艺要求	36
第六节 配电箱安装	40

第七节 漏电保护器安装	40
一、漏电保护器的安装要求	40
二、漏电保护器的接线	41
三、漏电保护器的运行管理	41
第八节 低压电力电缆敷设	42
一、低压电力电缆敷设方式	42
二、电缆敷设前的检查	43
三、电缆线路施工方案的拟定	43
四、低压电缆敷设的准备工作	43
五、低压电缆敷设的一般要求	44
六、低压电缆的直埋要求	45
第九节 终端头中间头制作	45
一、电缆接头的基本要求	45
二、制作电缆接头的一般规定	45
三、电缆终端的干包制作	46
第十节 防雷接地	47
一、低压线路的防雷保护	47
二、低压配电室的防雷保护	47
第十一节 电气安装与其他工种的配合	48
一、电气安装施工与土建工的配合	48
二、电气安装工程与其他安装工程的配合	49
第十二节 常用工器具使用	49
第十三节 电工基本操作工艺	51
一、绝缘导线的连接	51
第十四节 低压配电线路验收项目	60
第三章 变(配)电站施工及安装	61
第一节 架构及基础	61
一、基础	61
二、架构、支架组立	63
第二节 防雷设施及接地装置	67
一、氧化锌避雷器的安装	67
二、避雷针组立	68
三、接地网的敷设	68
第三节 架空母线和引线设备	74
一、架空软母线	74
二、引线及引线设备	77
第四节 变压器安装	79

一、变压器	79
二、10kV 配电变压器的安装	79
第五节 高压配电设备安装	90
一、隔离开关及其操作机构	90
二、隔离开关的用途和类型	90
三、户内隔离开关	91
四、户外隔离开关	92
五、隔离开关的操作机构	96
六、隔离开关安装验收标准	97
七、LW8-35 型六氟化硫断路器	97
第六节 PK 屏安装	104
一、PK 屏安装	104
二、端子箱安装	105
第七节 高压成套柜	107
一、GG-1A (F) 高压柜	107
二、XGN-10、JYN2-10、JYN1-35 成套柜	116
第四章 便携式仪表的使用	120
第一节 概述	120
一、测量方法	120
二、测量仪表的分类	120
三、主要技术要求	121
四、对电工仪表的基本要求	121
第二节 便携式指示仪表	121
一、直读式指示仪表测量机构	121
二、几种常用指示仪表介绍	122
三、仪表的选用	122
第三节 几种指示仪表的使用方法	123
第四节 几种比较式仪表的使用方法	133
一、直流电桥	133
二、几种常用仪表简介	136
第五章 电缆线路施工及故障处理	139
第一节 电力电缆的敷设	139
一、电缆线路的选择	139
二、电缆线路敷设方式	140
三、常用电缆敷设要求	141
第二节 35kV 及以下电缆头的制作	144

一、油浸纸绝缘电缆头的基本操作工艺	144
二、热缩电缆头的制作	146
第三节 电缆故障原因分析及查找	150
一、故障电缆原始资料的收集和故障部位的解剖检查	150
二、电缆故障原因分析	152
三、电缆故障的测寻	153
第四节 电缆预防性试验	161
一、试验项目及标准	161
二、试验结果的判断	163
第五节 电缆路上工作的安全知识	164
一、电缆敷设的安全知识	164
二、电缆检修的安全知识	165
第六章 起重机械作业	167
第一节 起重基础知识	167
一、起重机械的分类	167
二、吊物质量及重心位置的确定	168
第二节 旋转类型起重机械	170
一、汽车起重机	171
二、轮胎起重机	171
第三节 简单起重机械安全技术	171
一、千斤顶	171
二、滑车	172
三、葫芦吊	173
四、卷扬机	173
五、桅杆	174
六、吊钩与吊环	176
第四节 起重指挥挂钩工基本要求	176
一、指挥挂钩工一般安全要求	176
二、起重指挥技术	176
三、起重挂钩工常用绳结形式	178
四、选用钢丝绳的原则及使用注意事项	182
五、挂钩工安全操作要求	182
六、起重吊运指挥信号	183
第五节 起重搬运安全技术	193
一、起重设备的选择原则	193
二、撬棍	194
三、抬和杠	194

四、滚杠·····	195
五、危险品的搬运·····	196
六、翻转物体的绑扎与起吊·····	196
七、设备吊装的安全工作·····	198

第二部分 设备手册

第七章 变压器·····	203
--------------	-----

第一节 电力变压器·····	203
----------------	-----

一、35kV 级三相油浸式电力变压器·····	203
二、10kV 级三相油浸式电力变压器·····	203
三、35kV 级 S6 系列电力变压器·····	203
四、35kV 级 SL7 系列电力变压器·····	205
五、35kV 级 SF7 系列电力变压器·····	206
六、10kV 级 S6 系列电力变压器·····	206
七、10kV 级 SL7 系列电力变压器·····	207
八、10kV 级 S9 系列电力变压器·····	208
九、SG3 系列干式电力变压器·····	208
十、SGZ3 系列有载调压干式电力变压器·····	209
十一、SC 系列干式电力变压器·····	209
十二、SCL2 系列树脂浇注干式电力变压器·····	214
十三、SG 系列干式电力变压器·····	214
十四、SG (B) 系列干式配电变压器·····	215
十五、新 S9、S9-M 系列低损耗节能电力变压器·····	216

第二节 特种用途变压器·····	218
------------------	-----

一、自耦变压器·····	218
二、试验变压器·····	218
三、整流变压器·····	220
四、电炉变压器·····	220
五、盐浴炉变压器·····	221
六、恒压变压器·····	222
七、互感器·····	222
八、弧焊变压器·····	223
九、小型控制变压器·····	226

第八章 断路器及负荷开关·····	228
-------------------	-----

第一节 断路器·····	228
--------------	-----

一、高压少油断路器	228
二、高压真空断路器	230
第二节 高压负荷开关	242
一、FN 系列户内高压负荷开关	242
二、FW 系列户外负荷开关	242
三、FB-6 型隔爆负荷开关	242
四、MFF-10 型全绝缘负荷开关	243
五、BK3、BR3 型负荷开关	244
第九章 隔离开关及熔断器	245
第一节 隔离开关	245
一、户外型高压隔离开关	245
二、户内型高压隔离开关	249
三、接地开关	253
第二节 熔断器	254
一、户内高压熔断器	254
二、户外高压熔断器	259
三、BRW、BRN 系列并联电容器单台保护用熔断器	263
第十章 导体和电缆	264
第一节 导体	265
一、裸导体	265
二、绝缘导线	269
第二节 电力电缆	285
一、额定电压 10、35kV 架空绝缘电缆	287
二、油浸纸绝缘电力电缆	287
三、聚氯乙烯绝缘电力电缆	289
四、交联聚氯乙烯绝缘电力电缆	290
五、橡皮绝缘电力电缆	292
六、通用橡套软电缆	293
第十一章 金具	295
第一节 电力金具产品型号及用途	295
一、电力金具产品型号的命名方法	295
二、常用金具及用途	296
第二节 线路金具	297
一、悬垂线夹	297
二、耐张线夹	301

三、连接金具	304
四、接续金具	313
五、防护金具	317
六、拉线金具	319
七、T形线夹	322
第三节 变电金具	323
一、设备线夹	323
二、母线固定金具	326
第十二章 互感器	331
第一节 电流互感器	331
一、线路中用的电流互感器	331
二、配电设备中用的电流互感器	350
三、交流电力系统中的电流互感器	350
四、接地系统中的电流互感器	351
五、开关柜、计量柜和成套设备中的电流互感器	353
第二节 电压互感器	356
一、适用于电力系统中的电压互感器	356
二、电路中的电压互感器	358
三、线路用的电压互感器	361
四、用于配电屏、控制设备中的电压互感器	364
五、开关柜中用的电压互感器	364
第十三章 避雷器	365
第一节 氧化锌避雷器	365
一、无间隙氧化锌避雷器	365
二、有间隙氧化锌避雷器	369
第二节 阀式避雷器	372
一、普通阀式避雷器	373
二、磁吹阀式避雷器	374
第三节 特殊用途避雷器	375
一、直流避雷器	375
二、电流互感器用的阀式避雷器	375
三、消谐器	375
第十四章 电动机	377
第一节 交流电动机	377
一、Y系列三相异步电动机	378

二、T系列同步电动机	385
三、小功率电动机	387
第二节 直流电动机	400
一、大功率电动机	401
二、小功率直流电动机	410
第十五章 电瓷	417
第一节 线路绝缘子	417
一、盘形悬式绝缘子	418
二、针式绝缘子	421
三、棒式支柱绝缘子	422
四、碟式绝缘子	424
第二节 变电绝缘子	424
一、支柱式绝缘子	424
二、6~35kV 高压穿墙套管	426
第十六章 无功补偿设备	430
第一节 低压无功补偿设备	430
一、浸渍型并联电容器	430
二、金属化膜式低压并联电容器	432
三、串联电容器	436
第二节 高压无功补偿设备	436
一、浸渍型并联电容器	436
二、串联电容器	439
三、密集型并联电容器	440
第三节 无功补偿成套装置	440
一、并联电容器补偿成套装置	440
二、BAMHL 系列充气集合式并联电容器	442
第十七章 组合电器与成套设备	443
第一节 高压成套装置	443
一、GBC 系列手车式高压开关柜	443
二、GFC 手车式高压开关柜	444
三、GG 系列高压开关柜	445
四、GC 系列手车式高压开关柜	446
五、KYN 系列高压开关柜	446
六、JYN 系列高压开关柜	450
第二节 低压成套装置	451

一、固定式低压配电屏	451
二、抽屉式低压配电屏	454
三、组合式低压配电屏	466
第三节 组合变电站	472
一、ZBM 系列交流箱式变电站 (欧式箱变)	472
二、XBW-12 系列户外预装式变电站	473
三、XBW-40.5 系列户外预装式变电站	474
四、ZGS9-SR11 系列组合式变电站	475
五、YZB 系列箱式变电站	476
六、ZB-41 组合式变电站	476
七、NXB-10 箱式变电站	477
第十八章 低压电器	478
第一节 刀开关	478
一、HD、HS 系列板用刀开关	478
二、HX1 系列旋转开关	478
三、QAS、QPS 系列双投开关	479
四、HR3、HR5、HR11、QSA (HH15)、HR6、SF、HR20-160、HRS 系列 熔断器式刀开关	480
第二节 转换开关	483
一、HS11、HS12、HS13 系列刀型转换开关	483
二、HZ 系列转换开关	483
三、3ST 和 3LB 系列组合开关	488
第三节 熔断器	488
一、RM10 系列无填料封闭管式熔断器	488
二、R1 系列熔断器	489
三、RC1A 系列瓷插式熔断器	489
四、RL 系列螺旋式熔断器	489
五、有填料封闭管式熔断器	490
第四节 主令电器	493
一、按钮	493
二、位置开关	497
三、万能转换开关	500
四、主令控制器	501
五、DW17 (NE) 系列万能式断路器	503
六、DW15E 系列智能型万能式断路器	503
第五节 接触器	504
一、交流接触器	504