

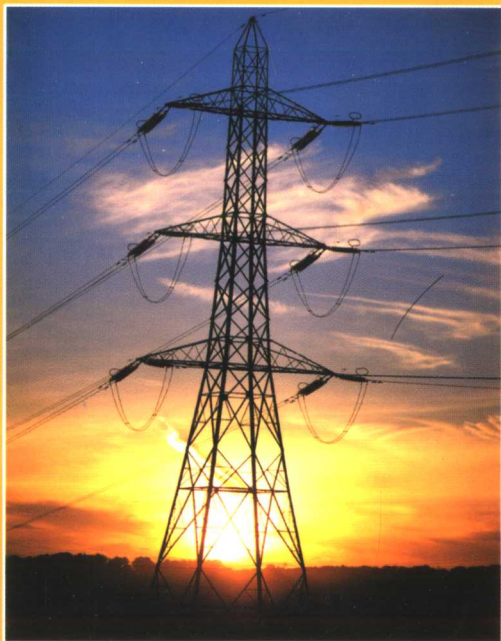
电力工人技术等级培训教材

(初、中、高级工适用)

变电运行工

第三版

● 刘清汉 林 虔 丁毓山 主编
丁毓山 刘清汉 刘 杰 等编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

电力工人技术等级培训教材

(初、中、高级工适用)

主 编 刘清汉 林 虔 丁毓山

副主编 孙成宝 刘力男 徐义斌 金 哲

变 电 运 行 工

第 三 版

丁毓山 刘清汉 刘 杰 等编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

变电运行工/刘清汉等主编. —3版. —北京: 中国
水利水电出版社, 2003

电力工人技术等级培训教材

ISBN 7-5084-1492-6

I. 变… I. 刘… II. 变电所-电力系统运行-
技术培训-教材 N. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 029035 号

书 名	电力工人技术等级培训教材(初、中、高级工适用) 变电运行工 (第三版)
作 者	刘清汉 林虔 丁毓山 主编 丁毓山 刘清汉 刘杰 等编
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 32开本 20.125印张 452千字
版 次	1996年11月第1版 1999年11月第2版 2003年12月第3版 2006年5月第13次印刷
印 数	61741—66740册
定 价	29.50元

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

内 容 提 要

本书是为帮助电力工人达到《电力工人技术等级标准》的要求，进行自学、培训而编写的，是《电力工人技术等级培训教材》第三版之一。

本书共十二章。包括：变压器的运行；电压和电流互感器；高压电器；重合器；线路分段器与自动配电开关；高压电器的运行；重合器、分段器、自动配电开关的运行；变电所的主接线和倒闸操作；逻辑运算和计算机基础；模数（A/D）转换电路和变送器；微机保护基本知识；变电运行人员的综合技能要求。每章后附有大量复习思考题。

本书为上岗、晋级的技术考核培训教材，也适用于具有初中以上文化水平的电力工人自学。

面向二十一世紀

為電力工業

培育優秀職工

張鳳祥

加强职工培训
提高人员素质
为电力工业服
务

李天

序

中华人民共和国第八届全国人民代表大会第四次会议批准了《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》，《纲要》是国民经济和社会发展的指导方针和奋斗目标，对深化改革，推进两个转变，加强和改善宏观调控，保证国民经济持续、快速、健康地发展，实行科教兴国，促进两个文明建设，有巨大的推动作用。

科教兴国的伟大战略，是党中央的高瞻远瞩。国运兴衰，系于教育，我们正处在新旧世纪的交接时代，面对21世纪科学和技术的挑战，要在激烈的国际竞争中占据主动地位，关键问题在于人才，要实现社会主义现代化的宏伟目标，关键问题还是人才。

电力部门的岗位培训和职工教育是科教兴国宏伟战略中的重要组成部分。当前，电力工业正处在向大电网、大机组、大电厂、超高压、现代化方向发展的时期，新技术不断引进，设备正在更新换代，管理体制和管理方式正在不断地改革和完善，技术和电网运行水平的要求正在不断地提高。面对这种新的发展形势，我们深深感到：电力部门广大工人的技术素质还不适应现代化要求的水平。为此，各电力部门的领导同志，应该充分认识和全面落实“科学技术是第一生产力”的战略思想，要大力加强科教意识和科教投入，大力加强人才培养的力度，把电力的岗位培训和职工教育摆在电力工业发展的重要位置。我们应确信，只有提高电力工业部门广大技

术工人的技术素质,才能从根本上增强电力工业的科技实力,才能增强向现实生产力的转化能力,才能提高电网的管理和运行水平,才能从根本上发展电力工业,才能担负起振兴电力工业的伟大历史任务。

为了做好岗位培训工作,提高广大电力工人的技术素质,我们责成中国水利水电出版社,组织有关专家和富有实践经验的工程技术人员,遵照《电力工人技术等级标准》的要求,编写了这套“电力工人技术等级培训教材”,借以促进和配合电力工人岗位培训工作的开展。

本教材的编写提纲是由中国水利水电出版社组织有关省市电力部门的领导,有关院校的教授,富有实践经验的专家,经几次会议研究确定的。其编写的基本宗旨是:严格遵照《电力工人技术等级标准》,密切联系生产实际,既注意基本技术和技能的训练,又注意有关电力规程和规范的贯彻,使其有助于广大技术工人的技术水平和管理水平的提高。

要把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来,岗位培训是一项不容忽视的工作,切不可重物轻人,轻人才资源开发。我们应该在科教兴国的热潮中,满怀信心地把这项工作抓实、抓好,为培养跨世纪的人才,为振兴电力工业,进行不懈的努力!

张统罗

第三版前言

由中国电力企业联合会名誉理事长张绍贤作序，原电力工业部副部长张凤祥和赵庆夫题词的第一套《电力工人技术等级培训教材（初、中、高级工适用）》自1996年第一版、1999年第二版出版以来，已印刷达10余次，总印数约达60万册，培训人数约达200万人，深受电力系统广大职工的好评。但是，随着电力体制改革形势的发展，以及新技术、新设备的采用，本套教材中有些内容已略显陈旧。同时，在教材使用过程中，许多读者对本套教材也提出了许多改进意见和建议。为此，中国水利水电出版社从2001年开始组织有关专家和培训一线的教师对这套教材进行了第二次修订。这就是呈现在广大读者面前的第三版电力工人技术等级培训教材。同时，为了考核方便，对教材配备的专用题库也进行了修订。

在本次修订时，广泛听取了有关专家和读者的意见，认为电力工人的培训教材，应以基本知识、基本训练、基本技能为主，删去那些过于专业化和繁杂的部分。根据上述意见，编者在改编中对原教材进行了大幅度的删减和适当的补充。作者希望本书的第三版能继续在电力工人培训工作中再次发挥更大的作用。

在科学技术发展的强有力推动下，电力系统的一、二次设备发生了急剧的更新换代，这无疑将会大幅度的改变变电所运行人员的工作环境。鉴于这种发展形势，本次修订对原有的《变电运行工》的内容作了全面的修改。因为少油断路器雄踞高压开关主导地位的时代已经过去，因此，在改编时

大量地删减了少油断路器的内容，增加了 SF₆ 断路器、真空断路器的工作原理和运行方面的知识。在 10kV 和 35kV 系统中，各种配电网自动化设备，诸如重合器、线路分段器、分段断路器、自动配电开关皆早已投网运行，故在此次改编时，补充了这些设备的原理和运行知识。现代的变电所，已是强弱电紧密的结合体，尤其是计算技术、检测技术、微机保护技术，在变电所中应用的非常广泛，故而在改编中增加了这方面的内容，删去了经典保护的内容。编者的意愿是良好的，但是上述想法是否符合生产实际要求，还需要广大的授课教师和读者来鉴定。因此，编者在这里恳求使用本书的专家和读者，多提宝贵意见。全书由丹东电业局刘清汉同志、四川省信息工程学校王凌同志、沈阳农业大学丁毓山、刘杰、耿立明同志改编，另外韩其宽同志也参加了本书的部分编写工作。全书由丁毓山同志统稿。

编 者

2003 年 10 月

第二版前言

由中国电力企业联合会名誉理事长张绍贤作序，原电力工业部副部长张凤祥和赵庆夫题词的中国第一套《电力工人技术等级培训教材（初、中、高级工适用）》自1996年出版以来，已印刷达7次，总印数约达40万册，培训人数约达100万人，深受电力系统广大职工的好评。但是，随着电力体制改革形势的发展，以及新技术、新设备的采用，本套教材中有些内容已略显陈旧。同时，在教材使用过程中，许多读者对本套教材也提出了许多改进意见和建议。为此，中国水利水电出版社从1998年开始组织有关专家和培训一线的教师对这套教材进行了修订。这就是呈现在广大读者面前的第二版电力工人技术等级培训教材。同时，为了考核方便，还为教材配备了专用题库。

本书在修订时，广泛听取了有关专家和读者的意见，认为电力工人的培训教材，应以基本知识、基本训练、基本技能为主，删去那些过于专业化和繁复部分。根据上述意见，编者在改编中对原教材进行了大幅度的删减和适当的补充。处理的是否恰当，尚希广大培训教师和读者在教学中给予认证。希望本书的第二版能在电力工人培训工作中再次发挥更大的作用。

本书的改编由丁毓山同志完成。

编 者

1999年8月

第一版前言

变电运行是电力企业的重要工种之一，变电运行工的岗位技术素质，将对电力系统中的电气设备和电网的安全运行产生直接的影响。为帮助变电运行工达到《电力工人技术等级标准》的要求，我们编写了这本《变电运行工》，本书为《电力工人技术等级培训教材》之一。

本书根据《电力工人技术等级标准》对变电运行工的要求，在编写中对初、中、高三级工的应知应会内容作了统筹的考虑，对上岗所必备的基本知识、基本技能、基本操作，以及有关的规程和标准给予了充分的注意。撰写中，文字力求通俗易懂、深入浅出。为便于掌握本书的内容和参加上岗技术考核，每章后附有适用于初级、中级（*）、高级（**）工的复习思考题。

全书共分十章，前五章由韩其宽同志编写，第七章由石玉书同志编写，第八章由王刚同志编写，其余各章由赵作述同志编写。编者特约丁毓山教授审阅本书全稿，在此表示诚挚的谢意。

特别感谢：中国电力企业联合会理事长张绍贤为本书作序；全国政协常委、原水利电力部副部长赵庆夫，全国人大代表、原水利电力部副部长、中国电力企业联合会原理事长张凤祥为本书题词。

鉴于时间短促，又兼编者水平所限，书中不妥之处在所难免，深望广大专家和读者指正。

编 者

1996.5 于新金

目 录

序

第三版前言

第二版前言

第一版前言

第一章 变压器的运行	1
第一节 变压器的发展	1
第二节 变压器的工作原理和结构组成	12
第三节 三绕组、自耦变压器及其技术数据	28
第四节 变压器的运行和中点接地方式	41
第五节 变压器经济运行	49
第六节 无载分接开关的运行、检测与调试	62
第七节 电力变压器有载分接开关的运行	70
第八节 变压器安全运行	79
第九节 变压器的正常运行	93
第十节 变压器的异常运行和事故处理	103
复习思考题	107
第二章 电压和电流互感器	111
第一节 电压互感器	111
第二节 电压互感器的使用维护和故障处理	121
第三节 电流互感器	127
第四节 电流互感器常见故障与处理	134
第三章 高压电器	140
第一节 高压电器概述	140

第二节	高压断路器的组成和参数	157
第三节	多油断路器	169
第四节	SN10-10 型少油断路器	172
第五节	断路器的灭弧原理	186
第六节	操动机构	191
第七节	SW2- $\frac{110}{220}$ 型少油断路器	206
第八节	SF ₆ 断路器	215
第九节	真空断路器	228
第十节	高压隔离开关和负荷开关	239
第十一节	过电压保护和避雷器	249
第十二节	熔断器和电力电容器	268
复习思考题		286
第四章	重合器	291
第一节	重合器的分类和参数	291
第二节	真空重合器	299
第三节	SF ₆ 重合器和电子重合器	306
第四节	重合器的使用	311
第五节	重合器的安装和附件的应用	319
复习思考题		324
第五章	线路分段器与自动配电开关	325
第一节	液压型自动分段器	325
第二节	分段器的使用	328
第三节	自动配电开关	338
复习思考题		344
第六章	高压电器的运行	346
第一节	SF ₆ 断路器和真空断路器的运行	346

第二节	高压断路器的运行	355
第三节	隔离开关的运行	368
第四节	绝缘子的运行	379
第五节	金属氧化物避雷器的运行	386
第六节	电力电容器的运行	392
复习思考题		406
第七章	重合器、分段器、自动配电开关的运行	409
第一节	重合器与熔断器的配合	409
第二节	分段器与保护装置的配合	416
第三节	重合器其他配合方式	420
第四节	重合器最小跳闸电流的整定和定值电阻的选择	423
第五节	在辐射网中自动配电开关隔离故障域的过程	425
第六节	重合器和自动配电开关配合分离环网故障域的过程	428
第七节	国产新型自动配电开关	431
第八节	新型重合器和分段器的运行实例	434
第九节	VSP5 配电开关的环网运行	444
复习思考题		448
第八章	变电所的主接线和倒闸操作	450
第一节	变电所的主接线	450
第二节	变电所倒闸操作	458
第三节	倒闸操作的实施	462
第四节	变电所倒闸操作综合举例	471
复习思考题		482
第九章	逻辑运算和计算机基础	484
第一节	基本逻辑运算和基本逻辑电路	484
第二节	触发器	491

第三节	计算机原理	497
第四节	中文 Windows98 基础	509
第五节	利用资源管理器管理文件	517
第六节	计算机局域网	522
复习思考题		528
第十章	模数 (A/D) 转换电路和变送器	530
第一节	模数转换电路的基本知识	530
第二节	模数转换电路 (D/A)	534
第三节	模数转换电路 (A/D)	538
第四节	电流、电压变送器	541
第五节	功率变送器	545
第六节	电量变送器和频率变送器	553
第七节	功率总加器和变送器精度	558
第八节	交流变送器和小电流接地选线变送器	561
复习思考题		563
第十一章	微机保护基本知识	564
第一节	线路保护的装设原则及系统的功能配置	564
第二节	35/10kV 线路保护的基本原理	570
第三节	中点不接地系统单相接地分析	573
第四节	单相接地自动选线装置的硬件组成	578
第五节	变压器微机保护的装设原则	582
第六节	变压器微机差动保护的工作原理和保护配置	592
第七节	变压器后备保护	598
第八节	综合自动化系统问题的一般分析	602
第九节	变电所综合自动化系统的构成	610
复习思考题		618
第十二章	变电运行人员的综合技能要求	620

第一节 变电所的管理制度	620
第二节 变电所安全操作规程	622
复习思考题	626