

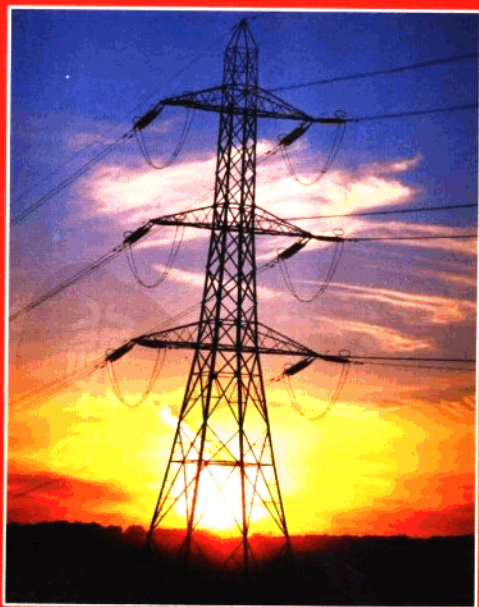
电力工人技术等级培训教材

(初、中、高级工适用)

继电保护工

第三版

● 刘清汉 林 虔 丁毓山 主编
丁毓山 金开宇 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 度 丁毓山

副主编 孙成宝 刘力男 徐义斌 金 哲

继电保护工

第 三 版

丁毓山 金开宇 等编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

继电保护工/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 7-5084-1708-9

I. 继… II. 刘… III. 继电保护-技术培训-教材 N. TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 083789 号

书 名	电力工人技术等级培训教材 (初、中、高级工适用) 继电保护工 (第三版)
作 者	刘清汉 林 虔 丁毓山 主编 丁毓山 金开宇 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 14.5 印张 338 千字 3 插页
版 次	1997 年 8 月第 1 版 1999 年 11 月第 2 版 2003 年 12 月第 3 版 2006 年 7 月第 7 次印刷
印 数	30231—33230 册
定 价	25.00 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

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

赵家天

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。

鉴于变电所综合自动化事业的发展，微机保护装置大有取代经典保护的趋势，因此在《继电保护工》第三版改编时采取经典保护装置和微机保护装置各半的方针。删去了原书中的距离保护、高频保护、母线保护各章的内容，增加了逻辑电路和计算机基础知识，增加了变压器微机保护、线路微

机保护、电容器微机保护的内容。以使本书能够突出重点、加强基础，更好地适应于继电保护的发展形势。全书共分十四章，由金开宇、程云峰、赵作述、周丽、王洁、王文涛、丁毓山等同志联合改编，最后由刘清汉、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。

本书在修订时考虑到经典继电保护部分变化不大，故只对第十三章微机保护基本知识进行了适当的补充，增加了计算机网络，微机保护系统的硬件配置方案，微机保护软件设置等基本知识，供教学中参考使用。

编 者

1999 年 8 月

第一版前言

本书是根据《电力工人技术等级标准》对继电保护工的要求编写的。编写中注意到对基本知识和基本操作技能的培养，文字力求通俗易懂，并以论理性叙述为主，尽量少做公式的推演。为便于复习，每章后给出足够数量的复习思考题，这些习题适于初、中（*）、高（**）三级应用。全书共分十四章，第一、二章由赵作述同志编写；第三章由田建屏同志编写；第四章由刘明同志编写；第五章由金开宇同志编写；第九章由李荟同志编写；第六、七章由石玉书同志编写；第八章由王刚同志编写；其余各章由丁毓山同志编写。全书由丁毓山同志统稿。

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。

编者的意愿是良好的，但限于时间短促，水平也有限，不足之处，在所难免，恳望广大读者不吝指正。

编 者

1996 年 5 月

目 录

序

第三版前言

第二版前言

第一版前言

第一章 继电保护和二次回路的基础知识·····	1
第一节 继电保护和二次回路的发展概况·····	1
第二节 二次回路的文字和图形符号·····	4
第三节 屏体设计要求和电流互感器、仪表装设原则·····	23
第四节 电气仪表的装设原则·····	29
第五节 电流电压互感器二次回路·····	35
复习思考题·····	49
第二章 常用继电器及二次回路的接线图·····	51
第一节 继电保护的任务和继电器的分类·····	51
第二节 电磁型电流和电压继电器·····	54
第三节 时间和中间继电器·····	63
第四节 信号及气体继电器·····	69
第五节 二次回路的接线图·····	74
第六节 安装接线图·····	79
复习思考题·····	91
第三章 数据采集系统基础知识·····	93
第一节 逻辑电路及其应用·····	93
第二节 触发器和运算放大器·····	100

第三节	数据采集系统	112
第四节	模数 (A/D) 转换电路	121
复习思考题		131
第四章	微机保护的基本知识	132
第一节	计算机的组成	132
第二节	中文 Windows 98 基础	139
第三节	利用资源管理器管理文件	146
第四节	单片机的组成及应用	151
第五节	计算机局域网的组成和结构	161
复习思考题		167
第五章	变送器	169
第一节	电流、电压变送器	169
第二节	功率变送器	173
第三节	电量变送器和频率变送器	181
第四节	影响变送器精度的因素和提高精度的方法	186
第五节	交流变送器和小电流接地选线变送器	188
复习思考题		190
第六章	综合自动化厂站端总体布局	191
第一节	布局方式	191
第二节	110kV 变电所厂站的综合自动化装置总体布局 方案	195
第三节	设备配置	198
第四节	RTU	202
第五节	遥信输入电路	206
复习思考题		210
第七章	线路经典保护装置	211
第一节	三段过流保护装置	212

第二节	电流互感器各种接线方式的工作	223
第三节	电流电压联锁速断保护	226
第四节	电流方向保护	233
第五节	零序电流保护	245
	复习思考题	253
第八章	断路器的控制	257
第一节	断路器控制要求和原则	257
第二节	具有防跳装置的灯光监视控制回路	258
第三节	音响监视和液压操动机构的断路器控制回路	263
第四节	自动重合闸装置	267
第五节	备用电源自动投入装置 (BZT)	277
第六节	低频减载装置	283
	复习思考题	286
第九章	微机线路保护	288
第一节	35/10kV 微机线路保护的整定计算	288
第二节	线路保护的程序设计	294
第三节	单相接地选线程序设计	300
	复习思考题	306
第十章	变压器经典保护装置	308
第一节	变压器瓦斯保护	309
第二节	变压器过流保护	314
第三节	变压器差动保护	317
第四节	变压器保护接线举例	330
	复习思考题	338
第十一章	变压器的保护	341
第一节	变压器微机差动保护的工作原理和保护配置	341
第二节	变压器微机后备保护	350

第三节 变压器后备保护	355
复习思考题	362
第十二章 电容器保护	364
第一节 电容器接线与保护的设置	364
第二节 电容器自动投切的方式	377
第三节 电容器的过流、过压保护	383
第四节 电容器的横差保护	386
第五节 电容器保护配置和整定计算	389
第六节 微机控制补偿装置	392
复习思考题	398
第十三章 电流、电压和时间继电器的调试方法	400
第一节 继电器的一般检查	400
第二节 DL—10 系列电流继电器和 DJ—100 系列电压 继电器的调试	401
第三节 时间继电器的调试	409
复习思考题	411
第十四章 中央信号和直流操作电源	413
第一节 控制开关	413
第二节 中央信号装置	420
第三节 保护装置和自动重合闸动作信号	427
第四节 操作电源	429
第五节 直流系统的绝缘监察和电压监察装置	443
复习思考题	447

第一章 继电保护和二次回路 的基础知识

第一节 继电保护和二次回路 的发展概况

电力系统的继电保护装置负有保证电力系统安全可靠工作、有效切除故障的重大使命，采用优质、廉价、灵敏、快速的继电保护系统，是广大电力工作者共同追求的目标。

随着我国电力系统向大电网、大机组、大电厂、超高压方向发展，继电保护和二次回路的发展可以基本上分为四个时代。

1. 电磁式继电保护

采用电磁式继电器的继电保护装置为第一代。这种保护装置经过了长期生产考验，具有一定的灵敏度和可靠性。由于大批设计、运行人员熟悉这种保护方式的设计、安装、调整和检修，因此，目前还在生产中广泛地应用。但是这种以电磁继电器为主体的继电保护系统存在着不少的缺点，具体是：容易发生线圈断线、触点抖动、钟表机构失灵，且体积和功耗大、调试复杂、灵敏度低、边沿刻度不准等。这些问题长期以来没有得到太大的改进。

2. 晶体管继电保护装置

20世纪70年代初期出现了晶体管保护装置，这种保护装置具有重量轻、体积小、功耗低、灵敏度高等优点。但是，由于元件质量差、焊点多、接线复杂、抗干扰能力差，曾一度限制了晶体管保护的发展。近几年来，就晶体管保护产品

的质量、抗干扰能力等问题曾召开了一系列的研讨会议，由于工艺上的改进，晶体管保护的产品日趋稳定，各种类型的晶体管保护继电器均有定型产品出售。从运行单位的经验表明，晶体管保护能经受住运行的考验，例如，有的 500 kV 系统便装设晶体管保护装置，经过几年来的运行，证明保护装置的动作是可靠的。另外，在一些小型的变电所中也有采用晶体管保护的。

3. 集成电路继电保护装置

第三代继电保护装置是以集成电路为主要保护元件，目前已有定型产品生产，市售产品多采用小规模集成元件进行组装，实践表明：由于集成电路的功能完善、通用性强、整定精度高、动作离散值小、有良好的返回系数、焊点少、动作速度快等一系列优点，国内已有不少变电所装设了这种保护装置。

从国内厂家生产的集成电路保护装置来看，有带微型计算机和不带微型计算机两种。带微型计算机的总体方案是：利用集成元件来检测、控制、保护输配电线路和电气设备，再用微型计算机给出各种保护的動作信息，显示各种开关的变位情况，以及变电所的运行方式等。不带微型计算机的仅在保护的逻辑回路方面相对于第一、二代产品作原则上的改进，在信号系统方面，仍采用灯光和音响的显示方式。

4. 微机保护系统

现代微机保护装置方向是向检测、控制、保护一体化方向发展。检测是指对电流、电压、功率、频率、电能等遥测量和各种开关变位遥信量的检测。控制是对断路器分、合闸、重合闸、综合自动重合闸等操作的控制。保护则是把传统继电保护装置中所要求的各种保护功能，改用微机加以实现。