

❖ 城市轨道交通系列教材 ❖

B

BIANDIAN JIANXIU


变电检修

昆明地铁运营有限公司 编



西南交通大学出版社

❖城市轨道交通系列教材❖



B

BIANDIAN JIANXIU

变电检修

昆明地铁运营有限公司 编

西南交通大学出版社

·成都·

图书在版编目 (C I P) 数据

变电检修 / 昆明地铁运营有限公司编. —成都:
西南交通大学出版社, 2015.4
城市轨道交通系列教材
ISBN 978-7-5643-3716-2

I. ①变… II. ①昆… III. ①城市铁路 - 变电所 - 检
修 - 教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 020632 号

城市轨道交通系列教材

变电检修

昆明地铁运营有限公司 编

责任编辑 李芳芳
特邀编辑 韩迎春 李娟
封面设计 墨创文化

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话 028-87600564 028-87600533
邮政编码 610031
网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷 成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成 品 尺 寸 185 mm × 260 mm
印 张 27.5
字 数 684 千
版 次 2015 年 4 月第 1 版
印 次 2015 年 4 月第 1 次
书 号 ISBN 978-7-5643-3716-2
定 价 87.50 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

编委会

主任 王 征

副主任 赵磊 宋政严

委员 朱统世 王树文 徐 斌 张 杰 任 晔
李志辉 罗曦春 宋 建 孟红波 樊 盈
周 云 林云松 魏成阳 许敏娟 何志彬
李志敏 刘 兰 达世鹏 孟 敏 赵建国
王 娜 王贵有 杨伟俊 李淑红 蔡贵雄
郭永权 杨 颀

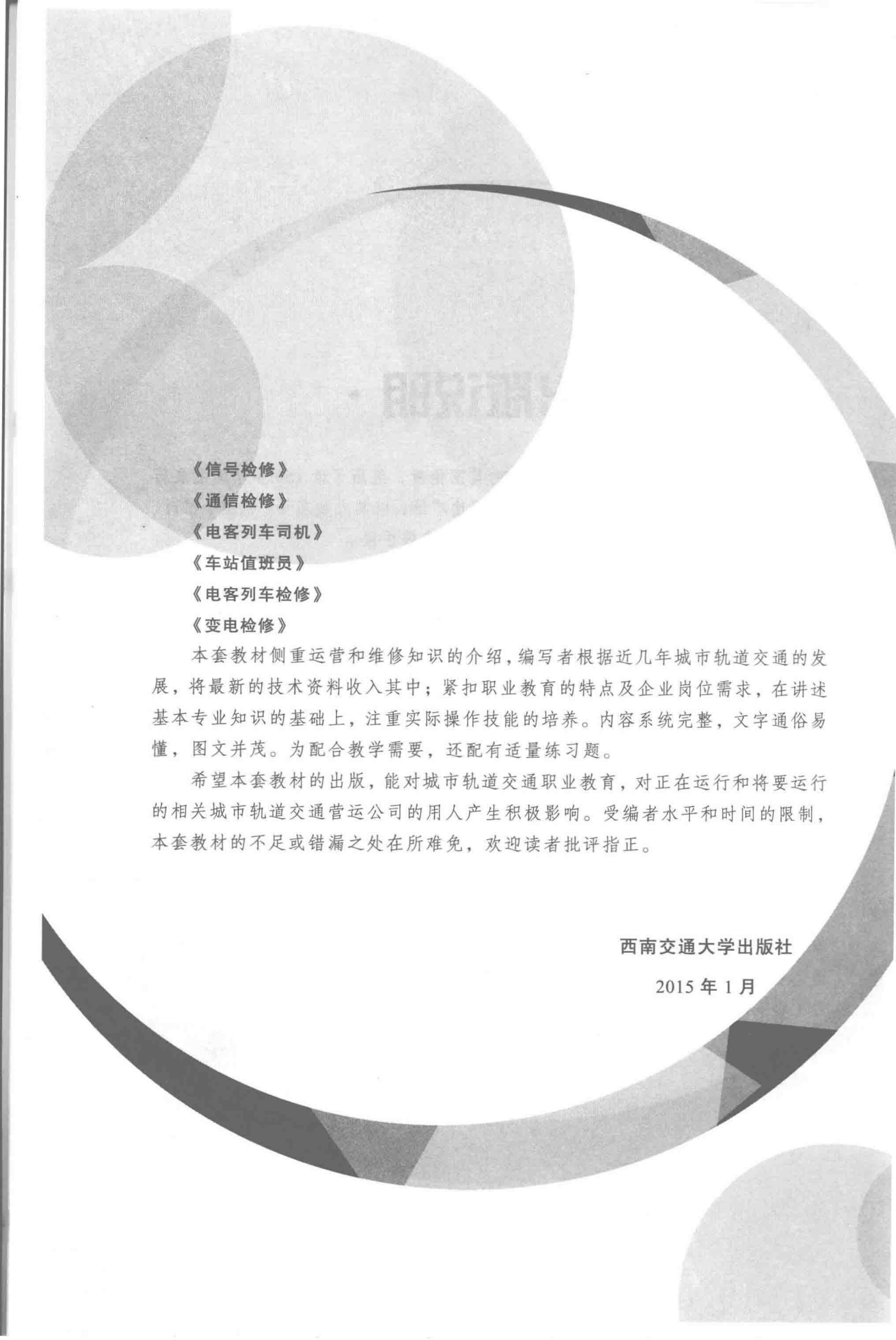
策 划 朱统世

· 出版说明 ·

城市轨道交通诞生于 19 世纪中叶的英国伦敦，经历了近 150 多年的发展历史。它技术成熟、安全可靠、形式多样、用途广泛，以其大载客量、快捷、准时、环保而成为解决日益严重的城市交通堵塞的最有效手段。

随着我国经济社会的发展，内地城市化进程大大加快，城市交通问题已然成为制约城市发展的一大问题。为此，国家确立了优先发展城市公共交通的城市发展战略。2009 年年底，国务院批准几个城市轨道交通建设计划。到目前为止，除北京、上海、广州已建成并使用的城市轨道交通线路外，许多二线城市已在建或拟建城市轨道交通线路。根据统计，到 2015 年年底，我国拥有城市轨道交通的城市将达到 30 个。未来 10 年，我国内地将新建城市轨道交通线路 60 多条，新建线路里程在不断扩大；北京、上海、广州等一线城市的城市轨道交通已经形成网络化格局，并呈现密集态势。我国城市轨道交通迎来了最好的发展时机。

城市轨道交通的发展，急需大量德才兼备的各类专业人才，如运营、供电、驾驶与检修等。为满足企业对人才特别是高、中级技能型人才培养的迫切需要，同时为适应职业教育“校企合作、工学结合”的教改形势，促进轨道交通行业职业教育教材体系趋于完善，西南交通大学出版社与昆明地铁运营公司及几所高中职学校共同策划，拟出版一套（有 20 余种）适合高、中级职业学校城市轨道交通类专业学生学习以及城市轨道交通营运公司员工培训的教材，首期推出以下 6 种（余下的后续出版）：

- 
- 《信号检修》
 - 《通信检修》
 - 《电客列车司机》
 - 《车站值班员》
 - 《电客列车检修》
 - 《变电检修》

本套教材侧重运营和维修知识的介绍,编写者根据近几年城市轨道交通的发展,将最新的技术资料收入其中;紧扣职业教育的特点及企业岗位需求,在讲述基本专业知识的基础上,注重实际操作技能的培养。内容系统完整,文字通俗易懂,图文并茂。为配合教学需要,还配有适量练习题。

希望本套教材的出版,能对城市轨道交通职业教育,对正在运行和将要运行的相关城市轨道交通运营公司的用人产生积极影响。受编者水平和时间的限制,本套教材的不足或错漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。

西南交通大学出版社

2015年1月

· 序 ·

经过多年的发展，我国城市轨道交通将在 2015 年迎来发展的一个高峰。从已经开通和正在修建的城市轨道交通线路来看，我国的城市轨道交通建设已呈现稳健、持续的态势。城市轨道交通的发展无疑给我们的城市带来诸多益处，让城市魅力得到展现。

为更好地落实“十二五”城市轨道交通人才发展规划，强化人才培养和实践锻炼，加快建设一支数量充足、结构合理、素质过硬的专业技术人才队伍，尽快满足并确保城市轨道交通运营对专业技术人才的需要，昆明地铁运营有限公司本着立足当前、着眼长远、瞄准前沿、务求实用的原则，编写了这套既可为企业培训所用，亦可为开设有城市轨道交通课程学习的职业学校所用的专业系列教材。

这套教材与其他的城市轨道交通教材不同，它既突出企业管理新理念，又突出职业学校“产学研结合、校企合作”的办学新理念。企业化培训教学，是由国际劳工组织开发推广的以现场教学为主、技能培训为核心的一种教学模式。因其教学模式具有灵活性、针对性、现实性、经济性的特点，即通过科学高效的培训，可大大提高职工业务技术、操作技能水平和应急处理能力，在国内外现代企业中被广泛应用。而我国职业教育发展到今天，校企合作成为一种必然选择。无论哪种职业教育，只有注重培养质量，注重学校学习与企业实践相结合，注重学校与企业资源、信息共享，才能使自身筋骨更强劲，道路更宽广。

这套教材针对地铁一线生产岗位需要，以应知应会、实作技能为重点，涵盖了地铁行车组织、调度指挥、客运、供电、工务、通信、信号等专业系统知识。教材内容通俗易懂、信息量大、专业性强，侧重地铁运营管理中的新技术、新设备，既立足实际应用又有适度超前，部分章节在各类地铁教材中属于首次涉及，因而对培训者与学习者来说具有重要意义与参考价值。编排体例上进行了分类处理，分章节模式和模块模式，对涉及地铁运营、调度岗位的采用章节模式，对涉及地铁维修岗位的采用模块模式。

这套教材由昆明地铁运营有限公司人力资源部组织筹划，体现了公司及客运站段、维保中心专业部室骨干人员的技术力量与智慧，公司工程师以及上海地铁专家对教材内容进行了评审。在此，谨对撰写者付出的辛劳，对专家们给予的大力支持表示衷心感谢！

王 征

2015年1月

· 前 言 ·

随着昆明地铁运营有限公司的日益发展壮大,迫切需要形成完善的专业技术体系以及技术过硬的轨道交通变电检修工队伍。在运营实践经验的基础上,维修事业部供电中心组织专业技术人员对变电检修工的培训教材进行编撰。

本教材从城市轨道交通供电系统的设备、原理、功能、结构等方面对昆明地铁供电系统设备进行了讲述。该培训教材的编写具有以下意义:一、为城市轨道交通变电检修工职业技能鉴定培训提供了一套系统化的培训教材;二、为昆明地铁运营有限公司变电检修工岗位技能和操作技能的提高,提供了一套自学教材;三、通过职业技能培训教材的编写,锻炼和培养了一批昆明地铁供电系统变电检修专业技术人员,同时也填补了维修事业部供电中心变电检修专业技术培训教材的一项空白。

本书包括两大部分内容:LA至LE为第一部分,是对电路、供电系统的基本理论和城轨常用电气设备的介绍,主要包括:城轨供电系统介绍;城轨电气设备继电保护基础知识、原理及应用;变电所安全工作要求、注意事项以及触电急救知识;介绍城轨供电系统中各类电气设备的基础知识、结构、原理;设备运行时的维护及检查;介绍部分供变电设备故障情况下的应急处理;城轨电气新设备及新技术的介绍。SA与SB为第二部分,主要对城轨变电检修工基本操作技能

及专业操作技能进行相关介绍,包括城市轨道交通电气维修常用仪表及专用试验仪器设备的种类、技术参数、结构、工作原理及使用方法、注意事项;介绍城轨电气设备相关高压试验、特性试验原理及操作方法;介绍电气图纸的识图方法;故障录波及波形分析等。

本教材由供电中心经理袁伟主持编写,理论知识 L:分模块 LA 由王涛、杨振宇同志编写;分模块 LB 由杨振宇编写;分模块 LC 由李中尧、邱新春、张晨皓编写;分模块 LD、LE 由王人杰编写。实作技能 S:分模块 SA 由陈宇超、廖光明、方志彬编写;分模块 SB 由左晶龙、刘春华、李雄编写。本书紧扣变电检修专业的特点,在讲述基本专业知识的基础上,注重实际操作技能的培养。内容简洁明了,文字通俗易懂。

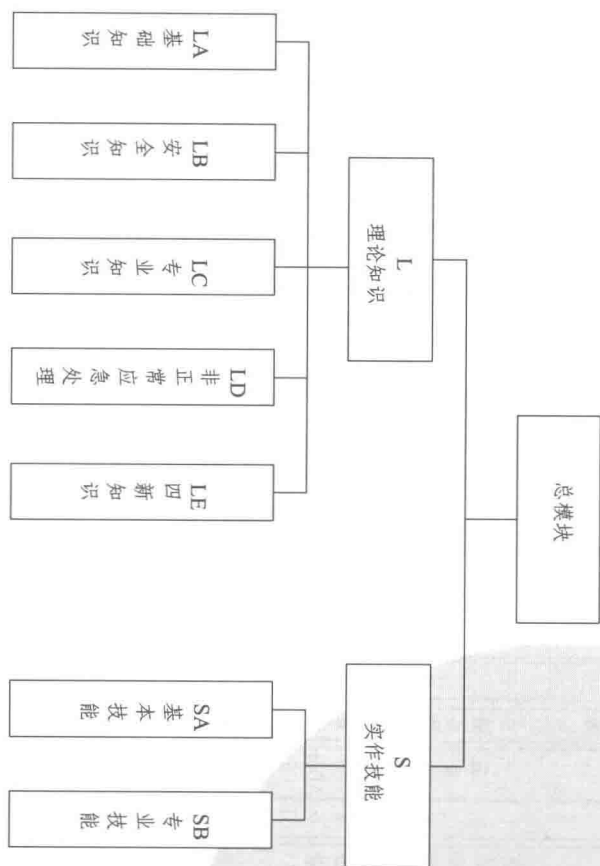
在编写过程中,编者参阅了大量专业书籍和部分杂志中的专题文章。该培训教材凝聚了多位专业技术骨干、安全生产人员的心血和汗水,在此对参与该教材编写的人员表示衷心的感谢,愿本教材能对变电检修从业人员的培训与学习有所裨益。

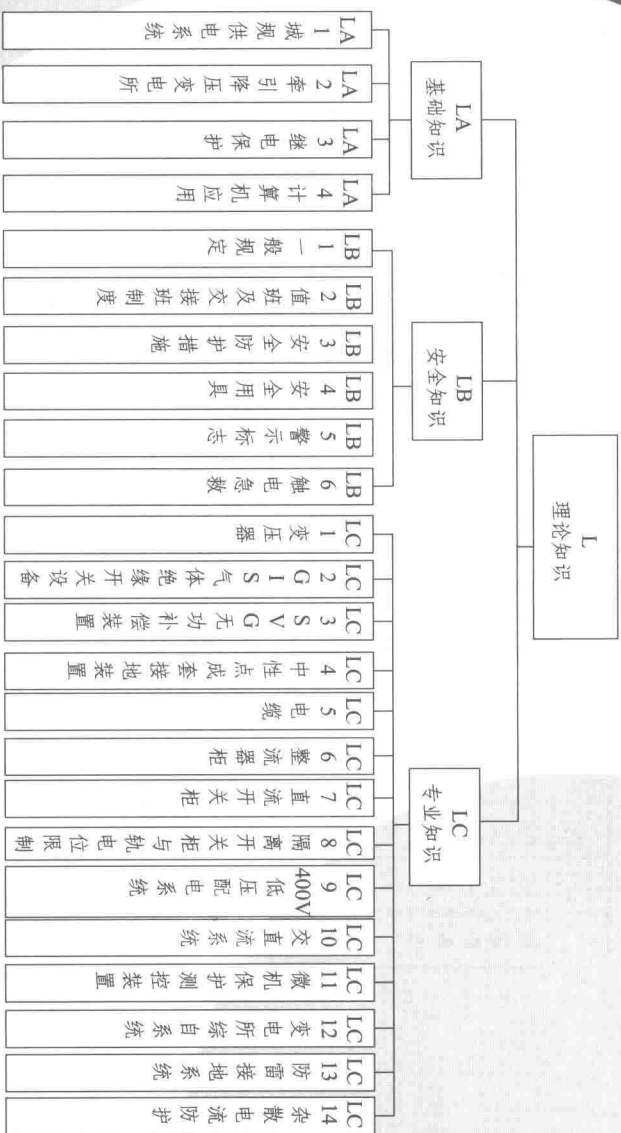
由于编者水平有限,教材中难免存在疏漏之处,敬请广大读者提出修改意见,我们将不胜感激,并定期进行修订,不断完善。

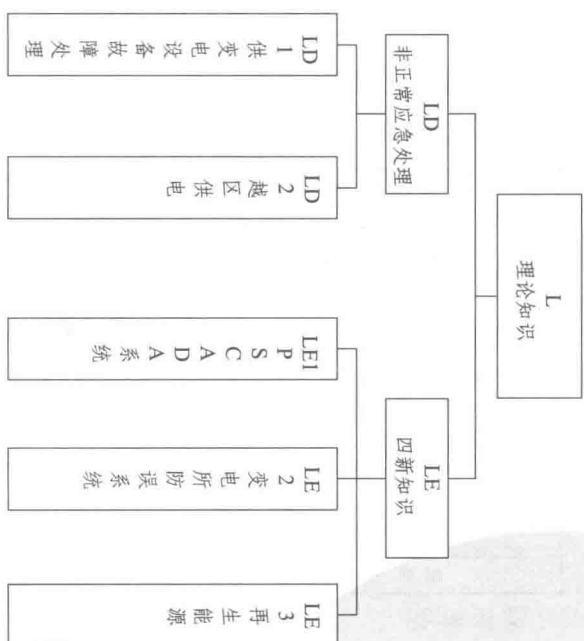
编者

2014年10月

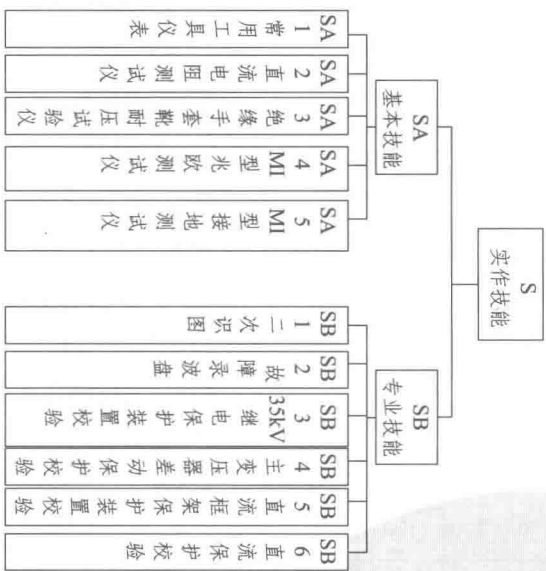
变电检修工职业技能模块化教学培训教材







变电检修工职业技能模块化教学培训教材



· 目 录 ·

● 总模块 L 理论知识	1
分模块 LA 基础知识	1
子模块 LA1 城轨供电系统概论	1
子模块 LA2 城市轨道交通供电系统运行方式	10
子模块 LA3 继电保护	18
子模块 LA4 微机继电保护	42
分模块 LB 安全知识	46
子模块 LB1 变电所安全工作的一般要求	46
子模块 LB2 变电所安全工作注意事项	46
子模块 LB3 安全用具	47
子模块 LB4 警示标志	52
子模块 LB5 触电急救	55
分模块 LC 专业知识	61
子模块 LC1 变压器	61
子模块 LC2 GIS 气体绝缘开关设备	84
子模块 LC3 中性点成套接地装置	102
子模块 LC4 防雷接地系统	105
子模块 LC5 电力电缆	113
子模块 LC6 整流器	119
子模块 LC7 直流开关设备	125
子模块 LC8 隔离开关柜与钢轨电位限制装置	132
子模块 LC9 400 V 低压配电系统	140
子模块 LC10 变电所用交直流系统	146

· 目 录 ·

子模块 LC11	铅酸蓄电池	164
子模块 LC12	变电所综自系统	172
子模块 LC13	SVG 无功补偿装置	192
子模块 LC14	杂散电流防护	197
子模块 LC15	常见微机保护测控装置介绍	204
分模块 LD	非正常故障处理	250
子模块 LD1	供变电设备故障应急处理	250
子模块 LD2	设备维护和故障处理	262
分模块 LE	新知识	281
子模块 LE1	局部放电在线检测技术	281
子模块 LE2	变电所防误系统	289
子模块 LE3	再生能源制动系统	297
● 总模块 S	实作技能	300
分模块 SA	基本技能	300
子模块 SA1	常用仪表	300
子模块 SA2	供电设备电力试验综述	310
子模块 SA3	绝缘电阻测试	313
子模块 SA4	电容相对介电常数及损耗因数的测量	322
子模块 SA5	泄漏电流和直流耐压试验	328
子模块 SA6	交流耐压试验	333
子模块 SA7	特性试验	339
分模块 SB	专业技能	361
子模块 SB1	电气图纸的识读方法	361

· 目 录 ·

子模块 SB2	故障录波及波形分析·····	378
子模块 SB3	35 kV 继电保护装置校验·····	385
子模块 SB4	110 kV 主变压器差动保护校验·····	398
子模块 SB5	整流机组及轨电位装置保护校验·····	401
子模块 SB6	直流保护校验·····	410
子模块 SB7	交直流盘蓄电池核容试验·····	415
● 附录	中英文对照表·····	420
● 参考文献	·····	421