

“十二五”国家重点图书出版规划项目



国家电网
STATE GRID

青藏电力联网工程



柴达木—拉萨±400kV直流输电工程建设

国家电网公司◎组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

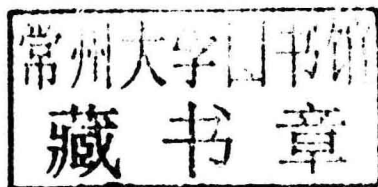
“十二五”国家重点图书出版规划项目

青藏电力联网工程

专业卷

柴达木—拉萨±400kV直流输电工程建设

国家电网公司◎组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《青藏电力联网工程》共有 2 卷 12 册, 其中: 综合卷 3 册, 分别为《柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程》、《西宁—柴达木 750kV 输变电工程》、《西藏中部 220kV 电网工程》; 专业卷 9 册, 分别为《柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程前期论证与工程设计》、《柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程建设》、《柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程科技攻关》、《柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程调试与试运行》、《柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程环境保护·医疗保障·物资供应》、《柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程风采纪实》、《西宁—柴达木 750kV 输变电工程设计》、《西宁—柴达木 750kV 输变电工程建设》、《西藏中部 220kV 电网工程建设》。本书是国家电网公司对青藏电力联网工程建设情况的全面回顾与总结, 规模超过 400 万字, 通过系统、翔实的记录, 全面反映了工程建设全过程及其建设特点。

本册为《柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程建设》, 共 12 章, 具体内容包括: 工程管理与保障体系、工程规模与施工难点、投资计划及合同管理、设计管理、安全管理、质量管理、进度管理、直流线路工程施工、换流站工程施工、光纤通信工程施工、工程信息档案管理、建设成果综述。

本书可供我国输变电工程相关科研设计单位、大专院校、咨询单位和设备制造厂家的工程技术人员及管理人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

青藏电力联网工程. 专业卷. 柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程建设/国家电网公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 6

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3191 - 4

I. ①青… II. ①国… III. ①直流—输电线路—电力工程—建设—青海省②直流—输电线路—电力工程—建设—西藏
IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 130081 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月北京第一次印刷

710 毫米 $\times$ 980 毫米 16 开本 23.25 印张 361 千字

定价 70.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《青藏电力联网工程》

一、编写委员会

主任委员 刘振亚

副主任委员 郑宝森 陈月明 杨 庆 舒印彪 曹志安

栾 军 李汝革 潘晓军 王 敏 帅军庆

编 委 张丽英 孙佩京 张文亮 杜至刚 孙 昕

陈 峰 王中兴 王风华 喻新强 张启平

韩 君 费圣英 吴玉生 李庆林 王颖杰

许世辉 王相勤 李文毅 孙金平 任 寰

余卫国 伍 萱 赵庆波 李荣华 尹昌新

邓永辉 苏胜新 孙吉昌 王益民 丁广鑫

刘泽洪 李向荣 陈晓林 张春城 李 凯

辛绪武 邓建利 刘广迎 杜宝增 贾福清

陈栋才 刘 光 殷 琼 胡贵福 张智刚

崔吉峰 张 晶 丁永福 丁 扬 王宏志

刘克俭 蓝 海 高理迎 刘建明 郭剑波

刘开俊 石玉东 梁旭明 王海啸

二、编写工作组

组	长	喻新强					
副	组	长	刘泽洪	丁广鑫	王宏志	刘克俭	丁 扬
			刘开俊	丁永福			
成	员	蓝 海	叶廷路	马士林	文卫兵	全生明	
		张 韧	赵宏伟	张金德	郑福生	李士良	
		王 成	丁燕生	薛更新	王 强	宋 芑	

三、顾问专家组

组	长	周小谦		刘本粹			
成	员	曾南超	宿志一	郑怀清	李宝金	陆家榆	
		吴巾克	李勇伟	王国尚	弋长青	冯玉昌	
		宋玉东	黄显昌	陈慧芳			

四、本册编写工作组

组	长	喻新强					
副	组	长	丁永福	全生明	张 韧	文卫兵	
成	员	赵临云	齐立忠	张新盟	严福章	黄 杰	
		郎鹏越	朱 泽	王文学	范克强	陈立斌	
		朱岸明	李 鹏	杨志伟	郭 军	于明国	
		朱任翔	王绍伟	许德操	祁正吉	郑树海	
		谭启斌	李 昱	阮 峰	陆泓昶	李伟华	
		李志坚	高学彬	白文峰	董晓红	张少鹏	

五、本册责任编辑

罗 艳 王 磊 吴 冰

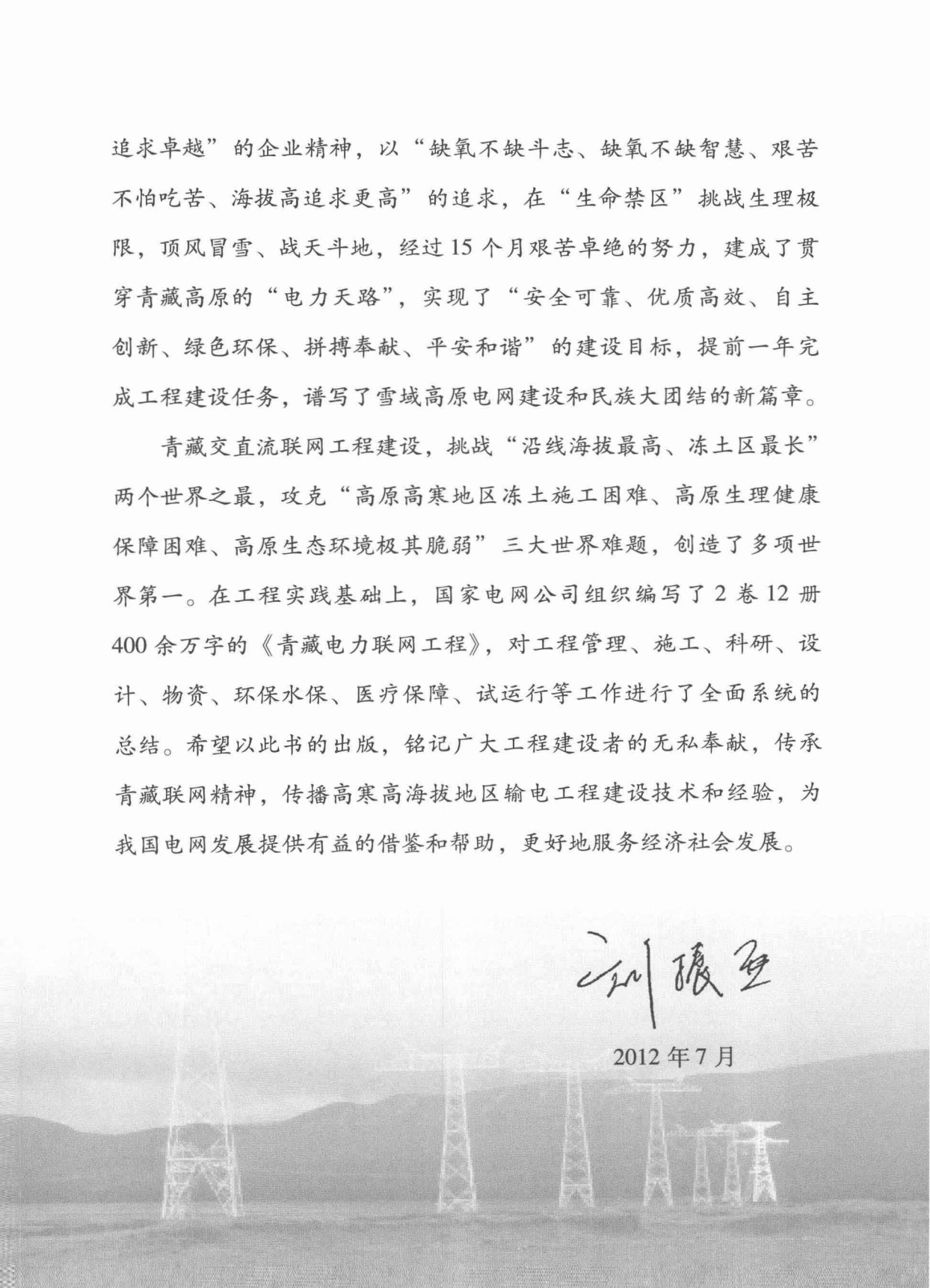
序

“电力天路”——青藏交直流联网工程是国家电网公司贯彻科学发展观，落实中央第五次西藏工作座谈会精神，促进西部大开发，造福青藏各族人民的民生工程、惠民工程和光明工程。党中央、国务院高度重视，温家宝、贾庆林、李克强等中央领导同志多次作出重要批示，提出明确要求，充分肯定成绩。该工程由西宁—柴达木750kV输变电工程、柴达木—拉萨 ± 400 kV直流输电工程和西藏中部220kV电网工程组成，全长2530km，总投资162.86亿元。工程的建成投运，彻底改变了西藏电网长期孤网运行的历史，根本解决了制约西藏社会经济发展的缺电问题，实现了除台湾外全国电网互联，对于西藏电网建设和青藏经济社会发展、对于全国联网格局形成都具有重要的里程碑意义。

青藏交直流联网工程是在世界最高海拔和高寒地区建设的迄今规模最大的输变电工程，穿越青藏高原腹地，沿线高寒缺氧、冻土广布，工程建设极具挑战性。国家电网公司加强领导、周密部署、精心组织，联合各方力量攻坚克难，建立健全安全质量、环保水保、工程技术、医疗后勤等九大保障体系。3万多名工程建设者怀着对青藏人民群众的深厚感情和高度的政治责任感，发扬“努力超越，

追求卓越”的企业精神，以“缺氧不缺斗志、缺氧不缺智慧、艰苦不怕吃苦、海拔高追求更高”的追求，在“生命禁区”挑战生理极限，顶风冒雪、战天斗地，经过15个月艰苦卓绝的努力，建成了贯穿青藏高原的“电力天路”，实现了“安全可靠、优质高效、自主创新、绿色环保、拼搏奉献、平安和谐”的建设目标，提前一年完成工程建设任务，谱写了雪域高原电网建设和民族大团结的新篇章。

青藏交直流联网工程建设，挑战“沿线海拔最高、冻土区最长”两个世界之最，攻克“高原高寒地区冻土施工困难、高原生理健康保障困难、高原生态环境极其脆弱”三大世界难题，创造了多项世界第一。在工程实践基础上，国家电网公司组织编写了2卷12册400余万字的《青藏电力联网工程》，对工程管理、施工、科研、设计、物资、环保水保、医疗保障、试运行等工作进行了全面系统的总结。希望以此书的出版，铭记广大工程建设者的无私奉献，传承青藏联网精神，传播高寒高海拔地区输电工程建设技术和经验，为我国电网发展提供有益的借鉴和帮助，更好地服务经济社会发展。



刘振亚

2012年7月

前言

青藏交直流联网工程是中央第五次西藏工作座谈会确定的实现西藏社会经济跨越式发展的重点工程之一，是国家电网公司“十二五”电网发展规划的重点项目，也是国家电网公司实施中央新一轮西部大开发战略的重大举措。柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程由换流站工程、直流线路工程和光纤通信工程三部分组成，线路全长 1038km。该工程的建成，将从根本上解决西藏缺电问题，进一步优化青海能源资源配置，支撑青海柴达木循环经济试验区快速发展，提升西部地区能源优化配置水平，加快青海、西藏两省区的经济社会发展，增进民族团结，构建和谐社会具有重要的意义。

创新工程管理、精心筹划、周密部署、科学管理，是确保这项工程顺利进行的关键。在青海、西藏两省区党委、政府大力支持下，国家电网公司党组决策部署，首次在单项跨区电网工程中，成立了青藏交直流联网工程建设总指挥部，充分发挥国家电网公司集团化运作的优势，并创新和建立了与各建设管理单位、业主项目部的三级管理体系。按照“目标一致、关口前移、扁平管理、高效精干”的原则，坚持“日协调、周平衡、月攻坚”等工作形式，对工程建设全过程实施总体指挥和高效协调。依托国内优秀的科研、设计、施工建设、设备制造、监理单位，建立保障体系，有力促进了工程建设的顺利开展。

柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程由于建设环境的特殊性，施工条件和生理环境极其恶劣，不仅面临海拔高、气压低、缺氧、高寒、日照强、风沙大、地质情况复杂、生态环保要求高等自然条件的挑战，还要面对高原缺氧、高原并发症等高原生理疾病的威胁。各参建单位围绕建设“安全可靠、优质高效、自主创新、绿色环保、拼搏奉献、平安和谐”世界高原直流输电精品工程的总体目标，大力推进“五个一”创优计划，采取“样板引路、示范先行”等多种措施，推行标准化施工、标准化作业，确保工程质量；开展“奋战 90 天、抓好关键月”、“大干 30 天、土建全交安、为西藏和平解放 60 周年献礼”等多项活动，推进工程进度，全面落实国家电网公司基建标准化管理体系要求。3 万多名建设者大力发扬“缺氧不缺斗志、缺氧不缺智慧、艰苦不怕吃苦、海拔高追求更高”的青藏联网精神，克服了人机降效、冻土基础施工、生态脆弱、高寒天气冬期施工等困难，在确保施工安全、施工质量的前提下，仅用了 500 天就圆满完成了施工任务，实现了工程全体建设者的“零高原死亡、零高原伤残、零高原后遗症、零鼠疫传播”（“四零”）的建设目标，达到了零缺陷移交的质量要求。

同时，广大建设者还积累了大量的高原施工经验，取得了高海拔高寒地区冻土基础施工、高海拔装配式基础施工、高海拔减少冻土基础干扰、换流站框架结构冬期施工、搬运广场面层裂纹控制施工、冻土区基础钢模板成型施工、高原环境保护施工、高原植被恢复施工、超低损耗光纤施工等多种施工创新成果，对后续的高原电网建设工程具有重要的借鉴意义。

工程建设中，为了实现有效管理，在投资和合同上提前引入会计师事务所

务所，针对柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程建设过程中的招投标管理、合同签订与履行、物资采购、建设资金使用、投资控制、财务核算管理、转分包、征地补偿等工程管理方面的内容，开展合法合规性检查工作，有效避免了工程管理中的各类风险；在设计管理上，首次引入了三维数字化设计手段，广泛开展设计院、设备厂商、施工单位多方参与的联合设计，对工程特殊节点进行强化交底等管理措施，实现了全过程动态优化设计，确保了设计方案的安全性、先进性和合理性；在安全质量上，始终坚持“安全第一、预防为主、综合治理”和“百年大计，质量第一”的工作方针，工程建设过程中始终强化安全风险控制管理，深化隐患排查治理和反违章工作，全面推进工程建设标准化管理建设，提前开展工程建设创优策划，加强全过程质量安全管理，大力开展质量管理创新和技术应用；在工程进度上，特别是在工程里程碑进度计划先后五次优化后，为早日解决西藏缺电问题，为早日使工程发挥效益，青藏交直流联网工程建设总指挥部按照国家电网公司要求，科学合理的细化优化工程网络计划，分解了工程建设各个建设阶段，并有针对性地开展工程建设“三大战役”活动，确保了工程建设的顺利进行。

国家电网公司各级领导对青藏交直流联网工程总结工作高度重视。2012 年 2 月 28 日，起步开展《青藏电力联网工程 专业卷 柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程建设》的编写工作，2012 年 4 月 7 日完成编写任务。

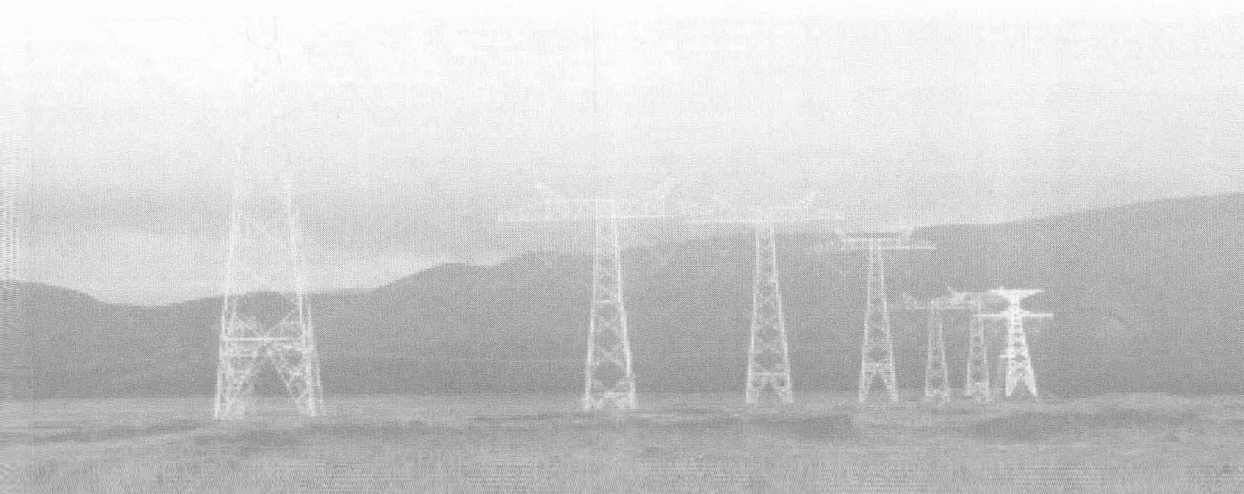
本册通过对柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程的管理与施工建设全过程进行回顾与总结，希望为今后的高原输变电建设提供有益的经验 and 借

鉴，以提高管理建设水平，为中国输变电工程建设的发展作出应有的贡献。

本册的编纂工作得到了国家电网公司领导、青藏交直流联网工程建设总指挥部、国家电网公司直流建设分公司、青海省电力公司、西藏电力有限公司、国网信息通信有限公司、国网北京经济技术研究院等有关参与单位的极大关注、支持和参与，凝聚着全体参编同志的辛勤劳动和积极奉献。在此，我们对所有给予本书编写以支持的领导、专家以及关心支持这项工作的有关部门和人员表示衷心感谢！由于时间较为仓促，加之编者水平有限，肯定存在一些不足之处，希望读者批评指正。

编 者

2012 年 7 月



目 录

序
前 言

第一章 工程管理与保障体系 / 1

- 第一节 工程管理体系 / 3
- 第二节 施工管理 / 13
- 第三节 工程保障体系建设 / 23

第二章 工程规模与施工难点 / 27

- 第一节 工程建设规模 / 29
- 第二节 施工特点与难点 / 33

第三章 投资计划及合同管理 / 37

- 第一节 投资计划管理 / 39
- 第二节 合同管理 / 43

第四章 设计管理 / 47

- 第一节 设计组织体系 / 49
- 第二节 设计管理措施 / 51

第五章 安全管理 / 59

第一节 工程安全管理 / 61

第二节 安全文明施工 / 69

第六章 质量管理 / 95

第一节 工程质量管理 / 97

第二节 施工质量控制 / 107

第七章 进度管理 / 121

第一节 工程进度管理 / 123

第二节 施工进度控制 / 137

第八章 直流线路工程施工 / 147

第一节 施工准备 / 149

第二节 基础施工 / 151

第三节 组塔施工 / 171

第四节 架线施工 / 182

第九章 换流站工程施工 / 187

第一节 施工准备 / 189

第二节 土建施工 / 196

第三节 安装施工 / 234

第十章 光纤通信工程施工 / 259

- 第一节 施工准备 / 261
- 第二节 中继站施工 / 264
- 第三节 光缆接续施工 / 266
- 第四节 设备安装与调试 / 268

第十一章 工程信息档案管理 / 271

- 第一节 工程信息管理 / 273
- 第二节 工程档案管理 / 279

第十二章 建设成果综述 / 285

- 第一节 工程管理创新 / 287
- 第二节 施工技术的创新 / 290

大事记 / 300

附录 重要文件 / 310

参考文献 / 356

CONTENTS

Preface

Foreword

Chapter 1 Engineering management and security system / 1

Section 1 Engineering management system / 3

Section 2 Engineering construction management / 13

Section 3 Engineering security system / 23

Chapter 2 Engineering scale and construction difficulties / 27

Section 1 Engineering construction scale / 29

Section 2 Construction characteristics and difficulties / 33

Chapter 3 Investment plan and contract management / 37

Section 1 Investment plan management / 39

Section 2 Contract management / 43

Chapter 4 Design management / 47

Section 1 Design organization system / 49

Section 2 Design management measures / 51

Chapter 5 Safety management / 59

Section 1 Engineering safety management / 61

Section 2 Safety civilized construction / 69

Chapter 6 Quality management / 95

Section 1 Engineering quality management / 97

Section 2 Construction quality control / 107

Chapter 7 Progress management / 121

Section 1 Engineering schedule management / 123

Section 2 Construction schedule control / 137

Chapter 8 DC transmission line engineering construction / 147

Section 1 Preparation for construction / 149

Section 2 Foundation construction / 151

Section 3 Tower erection construction / 171

Section 4 Line stringing construction / 182

Chapter 9 Converter station construction / 187

Section 1 Preparation for construction / 189

Section 2 Civil construction / 196

Section 3 Installation construction / 234

Chapter 10 Fiber-optic communication engineering construction / 259

- Section 1 Construction preparation / 261
- Section 2 Relay station construction / 264
- Section 3 Fiber-optic cable jointing construction / 266
- Section 4 Installation and commissioning / 268

Chapter 11 Files and information management / 271

- Section 1 Information management / 273
- Section 2 Engineering files management / 279

Chapter 12 Construction achievements / 285

- Section 1 Engineering management innovation / 287
- Section 2 Construction technology innovation / 290

Chronicle of events / 300

Appendix Important Documents / 310

Reference / 356