

“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



西宁—柴达木750kV输变电工程建设

国家电网公司◎组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

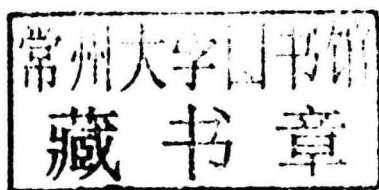
“十二五”国家重点图书出版规划项目

青藏电力联网工程

专业卷

西宁—柴达木750kV输变电工程建设

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《西宁—柴达木 750kV 输变电工程建设》,共10章,具体内容包括:工程规模、工程特点与难点、工程目标和施工组织体系、工程建设管理、施工准备、工程施工、工程创优、施工创新成果、物资管理和后勤保障、环境保护和水土保持。

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. 西宁—柴达木 750kV 输变电工程建设/国家电网公司组编. —北京:中国电力出版社, 2012. 6
ISBN 978-7-5123-3188-4

I. ①青… II. ①国… III. ①输电—电气工程—建设—青海省②变电所—电气工程—建设—青海省 IV. ①TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第130107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>)

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 22.25印张 342千字

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
			刘开俊	丁永福		丁 扬
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	张成松	张新盟	李海峰	王树潭
		李 鹏	朱任翔	冯慧恩	高旭东	梁来先
		甘生霖	李永伽	刘 海	杨启发	李智年
		田 浩	邵宗辉	杨云龙	李智长	余国栋
		施 敏	罗文华	孙海民	邹 斌	石 鑫

五、本册责任编辑

刘 薇 肖 敏

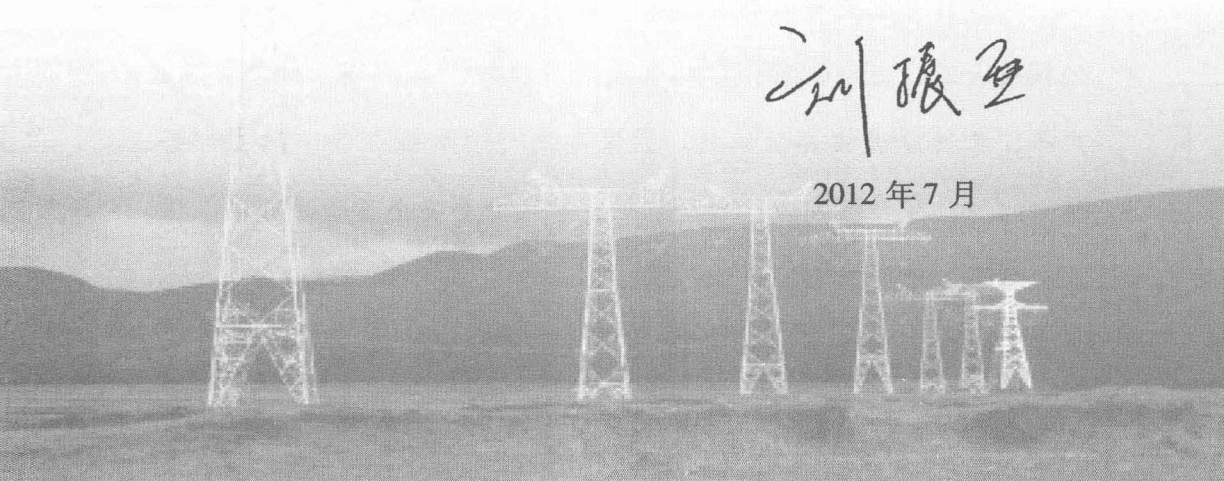
序

“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国家实施西部大开发战略的 23 项重点工程之一，是国家电网公司贯彻落实中央第五次西藏工作座谈会精神的具体行动，也是国家电网公司“十二五”电网发展规划的重点项目。工程由西宁—日月山—海西—柴达木 750kV 交流输变电工程、柴达木—拉萨 $\pm 400\text{kV}$ 直流输电工程和西藏中部 220kV 电网配套工程三部分组成。

西宁—日月山—海西—柴达木 750kV 交流输变电工程包括西宁 750kV 变电站扩建工程，新建日月山 750kV 换流变电站、柴达木 750kV 换流变电站、海西 750kV 开关站和 750kV 西宁—柴达木两回输电线路，变电容量 4200MVA，线路长度 1492km。工程沿线海拔高度为 2420 ~ 3950m，是世界相同电压等级中海拔最高、输电线路最长的高原输变电工程。工程于 2010 年 7 月 29 日开工建设，经过 1.5 万余名建设者的不懈努力，于 2011 年 9 月 25 日投入试运行。

工程的建成加强了青海电网的网架结构，扩大了电网的覆盖范围。此前，青海西部柴达木地区电网仅通过两回 330kV 输电线路（输电能力 500MW）与青海主电网相联，中间缺少强电源支撑。工程建成后，增强了青海 750kV 电网结构，使其从西北电网的末端电网转变为东接甘肃、西联西藏、北通新疆的多端枢纽电网，使青藏交直流联网工程的安全稳定得到了有力支撑，同时增强了海西电网与主电网的联系，加速了海西电网升

级，满足了柴达木经济循环试验区和藏青工业园区用电需求，为海西新能源大规模开发创造了有利条件。

工程沿线穿越高寒荒漠、高原草甸、湿地沼泽、戈壁、灌木丛等不同生态系统，政治意义重大，受到国家电网公司的高度重视。工程的建设得到了青海省委、省人民政府的大力支持，创造了良好的外部环境。国家电网公司成立了工程建设总指挥部，青海省电力公司成立了分指挥部，参建单位主管领导组建业主、施工和监理项目部，并建立了严密的组织保障体系。总指挥部组建了九大保障体系，涉及组织保障、技术保障、物资供应及运输保障、安全质量保障、通信信息保障、新闻宣传保障、医疗后勤生活保障、环保水土保持保障、维稳保障，为工程建设顺利实施发挥了重要作用。基建管控系统、ERP 系统、电视电话会议系统为工程管理提供了信息平台，以国家电网公司基建“三横五纵”标准化管理体系全面推进基建业务信息化，全面贯彻项目管理、安全管理、质量管理、造价管理、技术管理五大管理体系，为工程生产管理的标准化、集约化、精益化提供了有力保障。

由于工程处在高海拔地区，易发生参建人员严重缺氧、人机降效以及工期紧、任务重等问题。工程建设创新管理，组成了三级管理体系，制订规则，完善制度，从安全、质量、进度等方面进行了优化和创新，突出抓重点、抓难点、抓关键环节。青海省电力公司先后组织了 7 批管理人员到省内外实地考察学习，借鉴工程创优争奖的成功经验和先进的管理方法。组建专家库，统筹指导工程创优工作，积极推广应用基建标准化施工工艺，先后开展了涉及安全、质量及档案管理等内容的大型培训班，培训人数累计 863 人次，使各级人员管理水平得到了提高。

工程中各级领导靠前指挥，坚持问题在一线解决、作风在一线转变、工作在一线落实，在安全管理方面，形成与各参建单位安全稽查队有机联动的反违章防线，有效遏制工程中各类违章现象得到了。现场抓制度执行、抓措施落实、抓监护到位，巩固了施工安全基础。在质量管理方面，坚持精心策划、试点先行、样板引路、过程管理、严格验收，稳步提高工程建设质量和工艺水平，强化工程建设规程规范的执行，严格落实创优措施及亮点，开展强化通用设备条件的落实，强化工艺标准的应用，提升了设计质量、设备质量和施工质量。有效促进了安全质量的精益化管理，使工程安全质量处于可控、能控、在控状态。

合理安排施工时间是解决人机降效、预防高原病的重要措施。为缩短建设者在高海拔地区的施工时间，施工单位按 1.5 倍比例配置了人力和机械设备，极大地提高了工作效率，降低了施工人员劳动强度，充分体现以人为本的施工理念。在保证施工质量的前提下，优化工期，开展土建、电气和调试三个阶段进度攻坚，坚持“日协调、周平衡、月攻坚”，积极协调解决设备安装、物资供应、系统试验、调试运行、医疗保障等方面存在的问题。为早日解决西藏缺电问题，使青藏交直流联网工程发挥效益，二十多家参建单位的建设者以强烈的责任感、无私的奉献精神，凝聚成“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”的精神，提前 9 个月完成了建设任务，实现了工程建设“四零”（零高原死亡、零高原伤残、零高原后遗症、零鼠疫传播）目标。

工程委托专业单位对施工环境保护和水土保持的措施、方案实施全过程监督检查。按建设绿色环保工程的要求，变电站废油由供油厂家回收处

理；划定行车范围和往返路线，道路铺设棕垫、草垫对草皮进行防护；高原草甸塔位采取植被移植和回植，地形陡峭塔位采用索道运送材料，以减少植被的破坏，沙漠塔基区采用碎石压盖；土建施工采用生土与熟土分离、施工区隔离，材料堆放与地面隔离方法，诸多环保、水保措施有效落实，使高原生态环境得到了有效保护。

在国家电网公司的统一领导下，青海省电力公司坚持以科技创新为主导、以管理创新为基础，提升工艺水平和新材料、新技术运用。围绕工程中的系统安全稳定分析、外绝缘特性、检测监测技术、地质特性研究、施工关键技术等，系统组织了一系列子课题的专题研究。通过开展高海拔地区输变电设备外绝缘特性研究，成功解决了相当于平原地区 1000kV 电气外绝缘水平的高海拔地区超高压电气设备外绝缘配置技术难题，首次获得海拔 4500m 等不同地区典型铁塔空气间隙放电特性试验数据，填补了国内外空白。开发研制了三组份湿固化路基改性材料，提出了高海拔盐渍土地地区输电线路塔基混凝土的防腐技术措施，为施工提供了技术支持。通过开展 750kV 电气设备检测监测技术研究，研发了电气设备现场冲击电压试验系统，率先提出了应用 X 射线进行电气设备内部检测的可视性诊断方法，提高了高海拔地区输变电设备综合检测、监测水平。工程成功解决了 750kV 线路首次使用拉 V 塔吊装、日月山 750kV 变电站夯扩钢筋混凝土灌注桩地基处理、大截面 1400mm² 扩径分裂导线制造等技术难题。通过应用新技术和开展科技创新工作，获得国家专利 25 项；获得省部级和行业科技进步奖 9 项；制订省部级工法 18 项，获得 QC 成果 16 项；发表科技论文 43 篇，省电力技术标准 16 项。日月山 750kV 变电站工程先后荣获青海

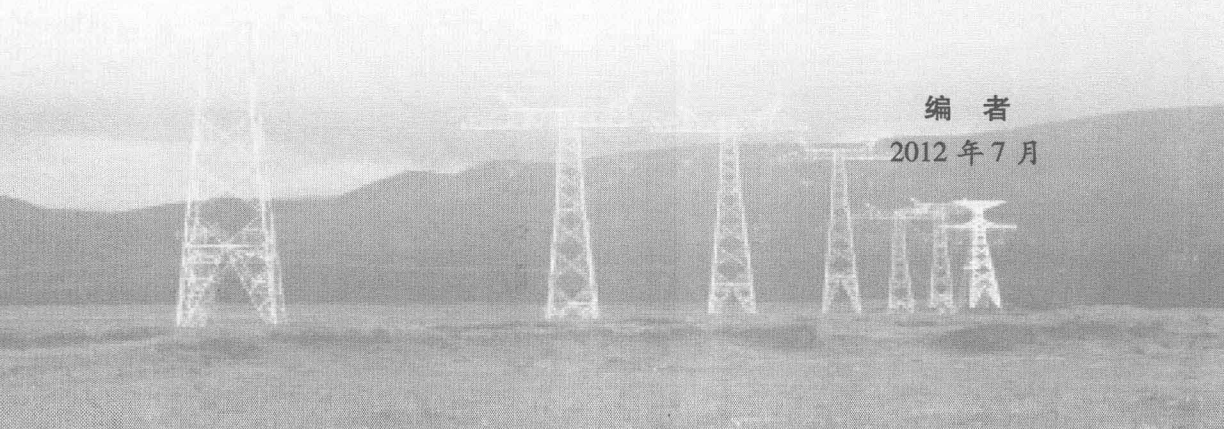
省优质工程“江河源”杯、中国电力优质工程、中国电力优秀设计一等奖、电力建设新技术应用示范工程、青海省建设工程安全文明标准化示范工地、青海省绿色施工示范工程等荣誉称号，尤其是2011年11月荣获了中国建筑业工程质量最高荣誉——“鲁班奖”。此外，海西750kV开关站夺得了2011年国家电网公司质量管理流动红旗。

为全面系统地对工程建设过程和成效进行总结，2011年3月由青海省电力公司牵头，集中组织管理、设计、建设等各方骨干力量，启动编写了本书，从建设管理到施工建设进行了全方位、多视角的总结，通过对工程管理及施工建设的总结，回顾了工程的建设管理与施工实践，认真总结了其中的经验，以期提高同类输变电建设项目建设管理水平，推进电网工程建设标准化先进经验，在今后电网建设中发挥重要的借鉴作用。

本书在编纂过程中，得到了国家电网公司、青海省电力公司各级领导以及社会友好人士的关心，得到了全体参建人员和工程设计参与单位的大力支持，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，书中难免存在一些不足之处，敬请读者批评指正。

编 者
2012年7月



目 录

序
前 言

第一章 工程规模 / 1

- 第一节 变电站工程 / 3
- 第二节 线路工程 / 6
- 第三节 通信系统工程 / 8

第二章 工程特点与难点 / 11

- 第一节 工程特点 / 13
- 第二节 工程难点 / 19

第三章 工程目标和施工组织体系 / 25

- 第一节 工程管理目标 / 27
- 第二节 工程建设管理机构 / 29
- 第三节 工程施工组织机构 / 32

第四章 工程建设管理 / 35

- 第一节 工程安全管理 / 37

- 第二节 工程质量管理 / 39
- 第三节 工程进度管理 / 43
- 第四节 工程合同管理 / 45
- 第五节 工程造价管理 / 49
- 第六节 工程档案和信息管理 / 51

第五章 施工准备 / 55

- 第一节 变电站工程施工准备 / 57
- 第二节 线路工程施工准备 / 61

第六章 工程施工 / 69

- 第一节 变电站施工 / 71
- 第二节 线路施工 / 115
- 第三节 通信系统施工 / 149

第七章 工程创优 / 169

- 第一节 工程创优组织机构与策划 / 171
- 第二节 工程创优管理 / 177
- 第三节 工程创优成果 / 193

第八章 施工创新成果 / 209

- 第一节 变电站工程 / 211
- 第二节 线路工程 / 253

第九章 物资管理和后勤保障 / 291

第一节 物资管理 / 293

第二节 后勤保障 / 299

第十章 环境保护和水土保持 / 305

第一节 环境概况 / 307

第二节 环境保护组织管理体系 / 313

第三节 环境保护及水土保持管理措施 / 315

第四节 环境保护及水土保持成效 / 325

大事记 / 329

参考文献 / 336

CONTENTS

Preface

Foreword

Chapter 1 Engineering scale / 1

- Section 1 Substation engineering / 3
- Section 2 Transmission line engineering / 6
- Section 3 Communication system engineering / 8

Chapter 2 characteristics and difficulties of construction / 11

- Section 1 Characteristics of construction/ 13
- Section 2 Difficulties of construction/ 19

Chapter 3 targets and the construction organization structure / 25

- Section 1 Engineering management target / 27
- Section 2 Engineering construction management organization / 29
- Section 3 Engineering construction organization / 32

Chapter 4 Engineering construction management / 35

- Section 1 Safety management / 37
- Section 2 Quality management / 39

- Section 3 Progress management / 43
- Section 4 Contract management / 45
- Section 5 Cost management / 49
- Section 6 Files and information management / 51

Chapter 5 Preparation for construction / 55

- Section 1 Preparation for substation construction / 57
- Section 2 Preparation for transmission line construction / 61

Chapter 6 Engineering construction / 69

- Section 1 Substation engineering construction / 71
- Section 2 Transmission line engineering construction / 115
- Section 3 Communication system construction / 149

Chapter 7 high-quality engineering creating / 169

- Section 1 Organization and planning for a high-quality engineering / 171
- Section 2 High-quality engineering creating management / 177
- Section 3 Riyueshan 750kV Substation construct Luban prize achievements / 193

Chapter 8 Construction innovation achievements / 209

- Section 1 Substation engineering / 211
- Section 2 Transmission line engineering / 253