

“十二五”国家重点图书出版规划项目



国家电网
STATE GRID



西藏中部220kV电网工程建设

国家电网公司◎组编

青藏电力联网工程



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

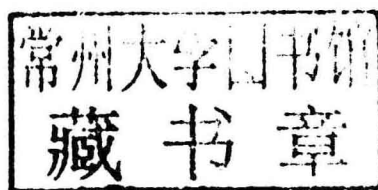
“十二五”国家重点图书出版规划项目

青藏电力联网工程

专业卷

西藏中部220kV电网工程建设

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《西藏中部 220kV 电网工程建设》, 共 10 章, 具体内容包括: 工程概况, 系统方案论证, 变电站设计与创新, 线路设计与创新, 工程管理理念与组织机构, 施工建设, 工程安全、质量、进度、投资管理, 施工技术创新, 物资供应, 环境保护。

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. 西藏中部 220kV 电网工程建设/
国家电网公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 6

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3194 - 5

I. ①青… II. ①国… III. ①电力工程—建设—西藏 IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 130064 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 15.25 印张 230 千字

定价 46.00 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 莹 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	雷 洪	张新盟	严福章	于明国	
		李 鹏	朱任翔	宓士强	吴安平	何其武	
		张正勇	廖显春	李登富	郭 辉	党亚利	
		杨小力	漆 威				

五、本册责任编辑

袁 娟

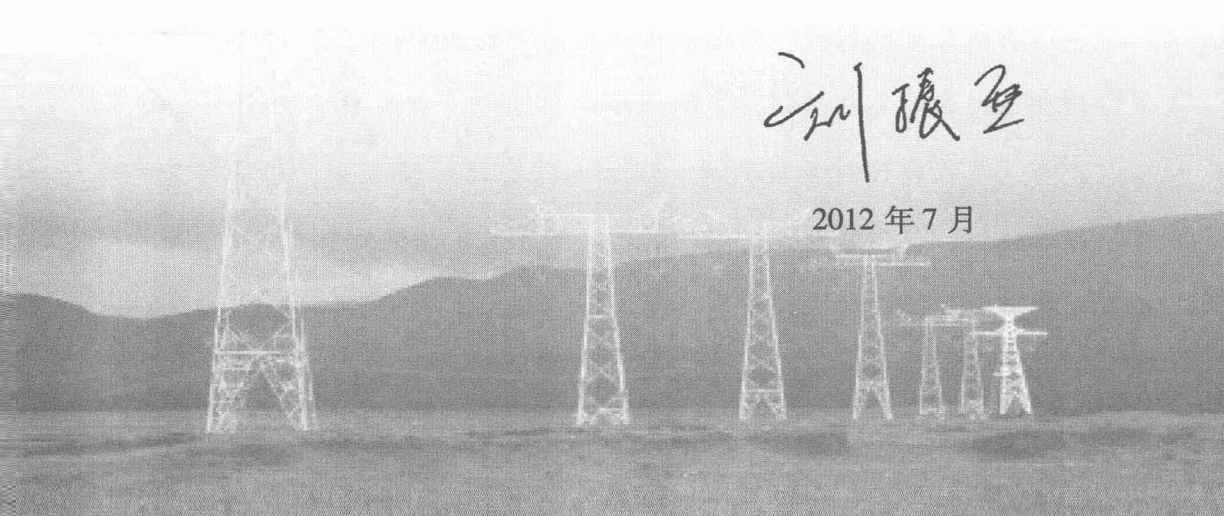
序

“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

西藏中部 220kV 电网工程由乃琼、夺底、曲哥等 4 座变电站及 220kV 输电线路构成的环网组成，是青藏交直流联网工程的配套落地工程。工程于 2010 年 7 月 20 日开工，2011 年 8 月全线竣工，比原计划提前一年完成建设任务。2011 年 12 月 9 日，由西宁—柴达木 750kV 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 电网工程三大部分组成的联网工程，全面投入生产试运行，实现了除台湾外的全国联网，彻底结束了西藏电网长期孤网运行的历史，打破了影响西藏人民群众生活和制约西藏跨越式发展的缺电瓶颈。220kV 环形主网的形成，同时结束了 110kV 电网作为西藏电网主网运行的历史，实现了西藏电网电压等级的越升，极大地改善了电网网架结构，提高了电网安全供电的可靠能力。

西藏中部 220kV 电网工程在实现联网工程电力供应“落得下、用得好”的重要工程，实现了西藏电网发展方式的转变。西藏中部 220kV 电网工程使西藏电网运行具有极大的灵活性，不仅缓解了藏中电网电力供需矛盾，而且可以通过青藏交直流联网工程实现电力外送，使西藏电网富余的电力电量得到有效利用，充分发挥西藏的资源优势，为西藏的经济腾飞、社会进步提供坚强的电力支撑。

西藏中部 220kV 电网工程的建成，是西藏电力工业发展史上的里程碑。2011 年是中国共产党建党 90 周年和西藏和平解放 60 周年，工程在这

一年建成，其意义远远超出了工程本身。工程建设是广大建设者对党忠诚、对西藏人民热爱的最高礼献，对中国社会经济的发展，人民生活水平的提高，边疆地区的稳定，将发挥出重大作用。

西藏中部 220kV 电网工程是全国相同电压等级输变电工程中海拔最高、建设难度最大的工程。工程建设得到西藏自治区党委、政府的大力支持，以及国家电网公司的高度重视。在青藏交直流联网工程建设总指挥部的统一协调组织下，西藏电力有限公司全力以赴，设立了主管领导亲自挂帅的工程建设领导小组，在开工前就确立了“高标准、严要求、顾大局、抓细节”的建设管理理念，提出了“工程平安、工期高效、造价合理、环境友好”的建设目标，明确了争创国家电网公司优质工程的创优目标。通过建立业主协调办公室、业主项目部和施工项目部的三级管理体系，分别制定安全、质量、进度、环境保护、物资供应等管理目标，细化各项管控措施，建立“日通报、周例会、月总结”管理制度，全面推进工程建设。

西藏中部 220kV 电网工程位于高烈度地震带，输电线路穿越高山峡谷，工程建设必须挑战高寒缺氧、大风、强紫外线照射、空气干燥、风沙扬尘等一系列难题。面对恶劣的自然条件和全新电压等级，工程在历时两年多的规划和设计过程中，对输电线路设计涉及的绝缘配合、导地线选型、金具选型和自然灾害防治等进行了全新论证和全面设计。根据藏中电网“大机小网”的特征和联网工程“大直流、小系统、弱受端”的问题，进行了科学研究和专题论证。工程设计积极采用新技术、新工艺和新标准，例如，设计的斜柱式基础，主柱与铁塔主材方向一致，地基应力分布均匀，受力合理，经济指标良好；掏挖式基础减少了基础开挖和混凝土用

量，降低施工对环境的破坏，有效保护了塔基周围的自然地貌，而且在浇筑混凝土时不需要支模，加快了施工速度。同时，特别注意细节设计，设计铁塔时在塔身设计了休息平台，提高了工作效率；特殊设备单独设计了防尘室；变电站照明设计全部采用太阳能，既节能又环保；所有建筑物外墙涂料均采用真石漆饰面，配以具有藏区特色的灰白色，达到了人文和自然环境的高度和谐。

西藏中部 220kV 电网工程沿线海拔 3670 ~ 5300m，属于高原山地，地势险峻，高山峻岭占 73%，地质条件复杂，给材料运输造成了极大困难，建设者们采用缓坡修建施工便道，将设备及材料分拆后用骡马驮运，陡峭高山修建索道运输。冬季施工一个工作日的有效施工时间不足 3 小时，建设者们以几倍的人力投入保证了施工进度。面对这些艰难险阻，建设者们发扬“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”的青藏联网工程精神。高度重视施工质量，树立施工样板示范区，统一质量标准 and 验收标准，编制了《冻土基础施工作业指导书》、《人工挖孔桩基础施工措施》等标准，严格执行“三级自检”“及时消缺”。在大体积混凝土施工过程中，定期通过基础上布设的测温孔，及时监测和调整混凝土温度，保证了基础施工质量。同时针对冻结土体硬度大的特点，经设计试验，研制出“牛角”式挖土机及专用模板支撑器，巧妙解决了模板固定困难的问题，设计加工了玻璃钢模板专用固定夹具，有效控制了模板变形。电缆沟施工采用定型竹胶合模板一次浇筑成型，加快了施工进度。基础开挖采用钢管支架和电动葫芦提升的方法，基础底板部分采用掏挖方法，减少开挖，减少原状土的扰动。

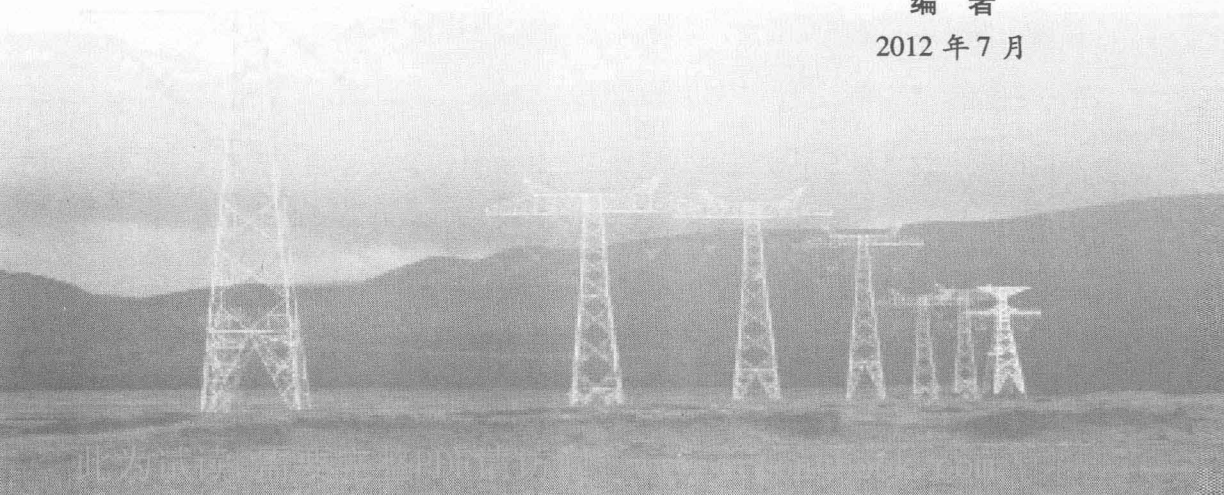
《青藏电力联网工程 专业卷 西藏中部 220kV 电网工程建设》由西藏电力有限公司组织编写。2011 年 11 月 28 日，青藏交直流联网工程建设总指挥部在北京组织召开联网工程建设后续工作协调会，正式启动《青藏电力联网工程》的编写工作。2011 年 12 月 9 日，西藏电力有限公司组建了编写领导小组和工作小组，并按计划依据编写大纲及职责分工启动丛书编写工作。2011 年 12 月于拉萨、2011 年 4 月于成都的两次集中编写，加快了本书的成书进度。

本书是在全体编纂人员的努力下，本着客观真实反映西藏中部 220kV 电网系统前期论证过程、工程设计过程、工程管理过程、施工建设过程及创新、物资保障过程及环境保护过程，经过多次反复审查、修订所成。本书在编纂过程中，得到国家电网公司、青藏交直流联网建设总指挥部、西南电力设计院的极大关注、支持和参与，凝聚着全体参编人员的心血和智慧，在此，对他们表示衷心的感谢！

由于编写时间紧迫，经验不足，疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 7 月



目 录

序

前 言

第一章 工程概况 / 1

第一节 建设意义 / 3

第二节 建设特点及难点 / 4

第三节 建设规模 / 5

第二章 系统方案论证 / 7

第一节 西藏中部 220kV 电网工程建设必要性 / 9

第二节 论证过程及项目核准 / 12

第三节 西藏中部 220kV 电网工程建设方案 / 14

第四节 系统二次方案 / 22

第三章 变电站设计与创新 / 27

第一节 变电站建设特点与难点 / 29

第二节 乃琼 220kV 变电站 / 38

第三节 夺底 220kV 变电站 / 48

第四节 曲哥 220kV 变电站扩建 / 58

第五节 变电站工程设计创新 / 62

第四章 线路设计与创新 / 67

- 第一节 线路建设规模及设计目标 / 69
- 第二节 曲哥—夺底 220kV 线路工程 / 73
- 第三节 乃琼—曲哥 220kV 线路工程 / 83
- 第四节 夺底—乃琼 220kV 线路工程 / 92
- 第五节 拉萨换流站—夺底 220kV 线路工程 / 100
- 第六节 线路工程设计创新 / 109

第五章 工程管理理念与组织机构 / 117

- 第一节 管理理念与目标 / 119
- 第二节 工程管理机构与职责 / 122
- 第三节 管理工作机制 / 128

第六章 施工建设 / 129

- 第一节 施工准备 / 131
- 第二节 施工队伍及装备 / 133
- 第三节 变电工程施工 / 141
- 第四节 线路工程施工 / 148
- 第五节 通信工程施工 / 157

第七章 工程安全、质量、进度、投资管理 / 161

- 第一节 安全管理 / 163
- 第二节 工程质量管理 / 165
- 第三节 进度管理 / 169

第四节 投资管理 / 170

第五节 达标投产与工程创优 / 174

第八章 施工技术创新 / 177

第一节 技术创新与应用 / 179

第二节 新工艺、新材料推广与应用 / 184

第九章 物资供应 / 187

第一节 物资供应范围及特点难点 / 189

第二节 物资供应保障过程控制 / 191

第三节 建立物资管理评价机制 / 199

第十章 环境保护 / 201

第一节 工程环境特点及保护目标 / 203

第二节 环保水保要求 / 210

第三节 环保水保措施 / 213

第四节 工作成效 / 218

大事记 / 220

参考文献 / 224

CONTENTS

Preface

Foreword

Chapter 1 Overview / 1

- Section 1 Construction significance / 3
- Section 2 Characteristics and difficulties of construction / 4
- Section 3 Construction scale / 5

Chapter 2 System demonstration / 7

- Section 1 Necessity of Central Tibet 220kV Grid Project construction / 9
- Section 2 Demonstration progress and project approval / 12
- Section 3 Central Tibet 220kV Grid Project construction scheme / 14
- Section 4 Secondary system scheme / 22

Chapter 3 Substation design and innovation / 27

- Section 1 Characteristics and difficulties of substation construction / 29
- Section 2 Naqiong 220kV substation / 38
- Section 3 Duodi 220kV substation / 48
- Section 4 Quge 220kV substation expansion / 58
- Section 5 Substation engineering design innovation / 62

Chapter 4 Transmission line design and innovation / 67

- Section 1 Scale and design objective of transmission line construction / 69
- Section 2 Quge-duodi 220kV transmission line project / 73
- Section 3 Naiqiong-quge 220kV transmission line project / 83
- Section 4 Duodi-naiqiong 220kV transmission line project / 92
- Section 5 Lhasa convertor station-duodi 220kV transmission line project / 100
- Section 6 Transmission line project design innovation / 109

Chapter 5 Engineering management concept and organization / 117

- Section 1 Management concept and target / 119
- Section 2 Engineering management organization and responsibility / 122
- Section 3 Management mechanism / 128

Chapter 6 Engineering construction / 129

- Section 1 Construction preparation / 131
- Section 2 Construction team and equipment / 133
- Section 3 Transformation engineering construction / 141
- Section 4 Transmission line engineering construction / 148
- Section 5 Communication engineering construction / 157

Chapter 7 Management of engineering safety, quality, schedule and investment / 161

- Section 1 Safety management / 163
- Section 2 Engineering quality management / 165
- Section 3 Schedule management / 169
- Section 4 Investment management / 170
- Section 5 Operation and high-quality engineering creating / 174

Chapter 8 Construction technology innovation / 177

- Section 1 Technology innovation and application / 179
- Section 2 Promotion and application of new process and new materials / 184

Chapter 9 Material supply / 187

- Section 1 Range, characteristics and difficulties of material supply / 189
- Section 2 Progress control of material supply / 191
- Section 3 Establishing material management evaluation mechanism / 199

Chapter 10 Environmental protection / 201

- Section 1 Characteristics and protection targets of engineering environment / 203
- Section 2 Requirements of environmental protection & water and soil conservation / 210