



国家电网
STATE GRID

中国三峡输变电工程

系统规划与工程设计卷

国家电网公司 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

中国三峡输变电工程

系统规划与工程设计卷

国家电网公司 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本卷隶属于《中国三峡输变电工程》丛书体系,整个丛书共有八卷,包括《综合卷》、《系统规划与工程设计卷》、《工程建设与环境保护卷》、《科技创新卷》、《交流工程与设备国产化卷》、《直流工程与设备国产化卷》、《工程调试卷》、《调度通信自动化与生产运行卷》,规模超过400万字,在资源配置、能源消费、建设管理、电力市场、产业升级和科技创新等各个方面全面反映了三峡输变电工程顺利建设运行的重大意义。

本卷内容包括系统规划和工程设计两篇,对电力系统规划和三峡输变电工程设计进行了高度概括和综合,反映了系统规划的工作过程、研究内容和主要结论,所选单项工程涵盖了所有直流输电工程和部分有特点、亮点以及获得工程奖的交流输电工程。希望通过本卷的出版能够让电力工作者更加系统地了解三峡输变电工程,让普通读者更加清楚地认识三峡输变电工程。

图书在版编目(CIP)数据

中国三峡输变电工程.系统规划与工程设计卷/国家电网公司编著. —北京:中国电力出版社,2008

ISBN 978-7-5083-8074-2

I. 中… II. 国… III. ①输电-电力系统规划-三峡②变电所-电力系统规划-三峡③输电-电力工程-工程设计-三峡④变电所-电力工程-工程设计-三峡 IV. TM7 TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第169269号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008年12月第一版 2008年12月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 13.5印张 182千字

印数0001-2500册 定价48.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

《中国三峡输变电工程》丛书

一、编写委员会

主任委员	刘振亚				
副主任委员	祝新民	陈进行	郑宝森	陈月明	舒印彪
	曹志安	栾军	李汝革	汪建平	
委 员	马治中	刘肇绍	王敏	卢健	于刚
	张丽英	杜至刚	欧阳圣英	吴玉生	李庆林
	崔继纯	王风华	赵庆波	李荣华	余卫国
	王益民	王相勤	曹永新	郭剑波	李一凡
	喻新强	孙昕	李向荣	张启平	许以作
	邓建利	林野	许世辉	冯雪原	杜宝增
	王颖杰	刘广迎	胡贵福	张智刚	吕建平
	陈玉芬	梁旭明	王剑波	汤文全	崔吉峰
	李文毅	路书军	张建坤	孙竹森	殷琼
	刘建明	张文亮	卜凡强	张运洲	葛正翔
	王海啸	宗健			

二、顾问专家组

组 长	陆延昌	周小谦			
成 员	刘本粹	赵遵廉	许可达	霍继安	孙家骏
	周仲仁	魏恭华	孙竹森	印永华	丁功扬
	尤传永	向力	郑怀清	牛山	余乐

陶 瑜 邬 雄 李 正 谢国恩 宋璇坤
李宝金 曾南超 胡惠然 付锡年 黄晓莉
杨崇儒 方 静

三、本卷编写工作组

组 长 喻新强
副 组 长 梁政平 宋璇坤
成 员 李勇伟 李宝金 李喜来 刘志铎 俞敦耀
唐平雅 黄晓莉 徐东杰 熊 煌 肖晋宇
薛 勤 陈 光 梁学宇 李 谦 俞 正
廖宗高 薛春林 王小凤 王宝清 钱广忠
梁言桥 王 钢 汪 雄 谢 龙 朱 毅
高 选 孟 轩 张芳杰 钟西岳 王 劲
王代荣 许 泳 傅春衡 储 农 吴志力
汪立峰 王志毅 黄 健 李 辉 吕 夷
戴 敏 刘树林 张 勇 甘世新 王 虔
周献林 郑英芬 朱天游 郭相国 马进霞
张立平

四、本卷责任编辑

丁 雁 谭学奇 邓 春 柏 松 聂 庆



序

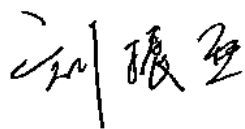
长江三峡水利工程（以下简称三峡工程）是国家重点工程，也是目前世界上最大的水利枢纽工程。工程由枢纽工程、输变电工程和移民工程三部分组成，在防洪、发电、航运等各方面具有巨大的社会效益和经济效益，对我国的经济建设、社会发展具有重大战略意义。

三峡输变电工程是三峡工程的重要组成部分，承担着三峡水电送出的重要任务。工程于1997年开工建设，2007年竣工投产。工程总投资394.5亿元，建成直流输电工程4项、交流输变电工程88项，新增变电容量2275万kVA、输电线路6519km。工程以三峡电站为中心，向华东、华中、南方电网送电，供电范围包括九省两市，共182万km²，惠及人口超过6.7亿。

三峡输变电工程的建成投产，对于促进全国电网互联，优化国家能源布局，推动西部水电大开发；对于促进资源优化配置，减轻煤炭供应和运输压力，缓解华中、华东、广东等地区能源紧张局面；对于减少二氧化硫和碳排放，促进国家节能减排目标实现，推动经济社会与生态环境协调发展；对于强化自

主创新，推动我国输变电技术和设备国产化水平迈上新台阶，为加快建设以特高压为骨干网架，各级电网协调发展的坚强国家电网，构建科学合理的能源综合运输体系，都具有非常重要的作用。

为了系统地总结三峡输变电工程在决策、管理、建设、科研设计以及设备制造等各方面的经验与成绩，为今后的大型工程项目实施提供有益参考，国家电网公司组织上百名三峡输变电工程的决策者、管理者、建设者以及广大科研设计、设备制造人员，编纂完成了《中国三峡输变电工程》丛书。丛书共八卷，400余万字，包括《综合卷》、《系统规划与工程设计卷》、《工程建设与环境保护卷》、《科技创新卷》、《交流工程与设备国产化卷》、《直流工程与设备国产化卷》、《工程调试卷》和《调度通信自动化与生产运行卷》。丛书全面、客观地记载了三峡输变电工程实施历程和主要成果，希望能在今后我国电网发展和重大工程建设过程中发挥积极的作用。

Handwritten signature in black ink, appearing to read '刘张'.

二〇〇八年十二月

中国三峡输变电工程是举世瞩目的三峡工程的重要组成部分，是三峡枢纽电站电力送出及其效益实现的根本保证。2007年12月20日，国家发展和改革委员会主持的国务院长江三峡三期输变电工程国家验收顺利通过，标志着三峡输变电主体工程较原计划提前一年全面建成，三峡输变电工程建设华美落幕，她所创造的价值远远超出了三峡电力外送配套工程的本意，她的顺利投运使我国电网的运行水平正在朝着前所未有的高度提升。国家电网公司总经理刘振亚曾经这样评价三峡输变电工程：“三峡输变电工程建设不仅确保了三峡电力‘送得出、落得下、用得上’，而且通过三峡电网建设，促进了以三峡电网为中心的全国电网互联格局的形成，对加速实现西电东送通道建设目标、对全面提高我国输变电工程建设水平都起到重要作用。”

三峡输变电工程是一项跨世纪的庞大系统工程，为了更加全面、系统地对三峡输变电工程进行总结，2005年伊始，国家电网公司倾全系统的力量，组织编写《中国三峡输变电工程》丛书，力图从不同侧面、不同角度，从综合到具体，全面、系统地总结和反映三峡输变电工程决策者、管理者、建设者以及科研设计工作人员的智慧，并为今后的大型工程项目实施提供参考和借鉴。

丛书体系共计八卷，包括《综合卷》、《系统规划与工程设计卷》、《工程建设与环境保护卷》、《科技创新卷》、《交流工程与设

备国产化卷》、《直流工程与设备国产化卷》、《工程调试卷》、《调度通信自动化与生产运行卷》，共计超过 400 万字。丛书全面反映了三峡输变电工程顺利建设运行的重大意义，通过三峡输变电这个平台建立了更优化的资源配置手段、形成了更安全的能源消费局面、开创了更高效的建设管理体制、促进了更开放的电力市场体系、打造了更自主的国内产业实力、推动了更先进的科技创新进程。

《系统规划与工程设计卷》由中国电力工程顾问集团公司组织相关设计院专业人员成立编写组开展工作，本卷内容包括系统规划和工程设计两篇，对电力系统规划和三峡输变电工程设计进行高度概括和综合，反映了系统规划的工作过程、研究内容和主要结论，所选单项工程涵盖了所有直流输电工程和部分有特点、亮点以及获得工程奖的交流输电工程。

三峡工程分为枢纽工程、移民工程、输变电工程三大部分。三峡水电站装机总容量 1820 万 kW（不含地下电站），由于规模巨大，丰、枯出力相差悬殊，必须要有足够大的电网来输送才能最大限度地发挥工程的经济效益，所以三峡输变电工程是一项供电范围广、建设时间长、起点高、具有特殊的艰巨性和复杂性、能反映中国 21 世纪初先进输变电技术水平的巨大系统工程。20 世纪 50 年代末至 60 年代初曾进行过三峡输电系统规划初步研究工作，三峡输电系统规划主要的设计工作开展过 3 次：20 世纪 80 年代初、中期，90 年代及 2001 年至今。

(1) 20 世纪 80 年代初，配合长江三峡工程可行性论证开展三峡输电系统规划工作。1986 年，配合长江三峡工程可行性研究，重新论证可行性研究工作开展三峡输电系统规划工作，提供电力系统

配合资料。

这阶段工作研究思路、研究成果等对后来三峡输电系统规划工作有一定的借鉴作用。但因为当时研究的三峡电站规模与后来批准的三峡电站建设规模不同，且这部分成果散失较多、保存不完整，从工程总结的角度出发，详细总结必要性不大。

(2) 20 世纪 90 年代，在长江三峡工程获得批准后，全面开展三峡输电系统规划工作。

全国人民代表大会七届五次会议批准了兴建枢纽工程，并成立了国务院三峡工程建设委员会和中国长江三峡工程开发总公司，明确了输变电部分由电力工业部（原能源部）负责。1992 年 10 月，原能源部在北京召开了三峡输变电设计工作会议，拉开了再一次开展三峡输电系统规划设计工作的序幕。1992 ~ 1994 年，由电力规划设计总院、中南电力设计院、华东电力设计院、西南电力设计院 4 个单位共同完成了《三峡输电系统设计》共 10 卷报告。基本确定了三峡电站的输电方向、输电方式、大区间的送电能力及三峡电力外送网架方案等。1994 年 3 月，原能源部对 10 卷报告进行了审查，原则同意后上报国务院三峡工程建设委员会。同年 9 月，国务院三峡工程建设委员会组织了 26 位专家对设计文件进行了审查，并以国三峡委发办字 [1995] 35 号文下达了《关于三峡工程输变电设计的批复意见》。这 10 卷报告成为以后三峡规划深化、修正、滚动和开展输变电项目的基础。

(3) 2001 年开始至今，开展三峡输电系统规划滚动、调整工作。

2001 年，根据全国及三峡近区电力市场、电网规模及网架结构变化情况，对三峡电站供电范围和电能消纳方案进行了调整。为了

使三峡输电系统及相应的输变电工程建设适应系统条件的变化，确保三峡电站电力送得出、落得下、用得上，在 20 世纪 90 年代设计的三峡输电系统规划方案的基础上，中国电力工程顾问集团公司再次组织中南电力设计院、华东电力设计院和西南电力设计院等对三峡输电系统进行设计补充研究，明确了三峡输电系统方案。2002 年，由国务院三峡工程建设委员会批复确定了三峡输变电工程总体规模和投资，以及具体工程项目。

三峡输变电工程系统规划工作采用了统一组织、统一规划、尊重科学、民主集中的原则，全体工作人员发挥了勇于拼搏、勇于创新、协调配合的精神，自 1992 年开始至今，经历了十多年时间，基本上完成了三峡输电系统设计及其滚动规划工作。随着近几年三峡输电项目的建设、投产和运行，证明三峡输电系统规划是成功的，输电方案既能满足三峡电站电力送得出、落得下、用得上的目标，而且建设规模适宜，达到了技术、经济、环境的和谐统一。同时也证明了三峡工程所使用的一次性确定大型输变电工程建设规模、投资规模，在年度计划中组织工程分批实施的方法（即统一规划、分步实施）是科学的、合理的，能保障大型电源的安全可靠送出，并具有高效、经济等特点。

三峡输变电工程遍及上海、浙江、江苏、河南、湖北、湖南、广东、江西、安徽、重庆八省两市，包括直流输电工程和交流输电工程两大类共 114 个单项输变电工程。直流输电工程共 4 项，包括：三峡—常州直流输电工程换流站 2 座，容量为 $2 \times 3000\text{MW}$ ，线路长度为 860.173km；三峡—广东直流输电工程换流站 2 座，容量为 $2 \times 3000\text{MW}$ ，线路长度为 940.618km；三峡—上海直流输电工程换流站 2 座，容量为 $2 \times 3000\text{MW}$ ，线路长度为 1040.307km；西北与华中联

网灵宝背靠背工程，换流容量 360MW。交流输变电工程共 88 项，包括线路工程 55 项，线路总长度 6519km；变电工程 33 项，变电总容量 22 750MVA。三峡输变电工程项目繁多，技术难度大，其工程设计分别由中南、西南、华东、华北、西北、东北六大电力设计院和湖北、湖南、江西、河南、江苏、浙江、安徽七个省电力设计院负责完成。ABB 公司和北京网联咨询公司参与了直流换流站的设计工作。中国电力工程顾问集团公司负责工程设计的评审工作。

设计是工程建设的龙头。三峡输变电工程技术要求高、难度大，工程设计在很多方面都进行了大胆的创新和探索，对换流站国内成套设计、换流站设备国产化、输电线路大截面导线、大跨越导线和金具、交、直流输电线路塔型和路径的优化、紧凑型线路和同塔双回线路、变电站的 HGIS 设备的应用，工程设计中重点考虑了工程对环境的影响。在换流站的噪声控制设计、各种原状土基础和全方位高低腿技术、塔基基面综合治理等方面都做了大量的应用技术的研究和创新，并成功投入实际应用。例如三峡输变电工程第二个 500kV 变电站——南昌变电站，在初步设计阶段就大胆创新，提出了国产化综合自动化、保护下放的模式，在国内属首创。南昌变电站成功投运后，全国新建的 500kV 变电站都采用了这种先进的模式，带动了全国变电站先进技术的应用，提高了变电站的自动化水平。通过三峡输变电工程的设计，国内设计单位在输变电领域的设计能力得到大幅提升。特别是直流输电工程设计，国内设计单位通过引进国外关键技术，加快消化吸收，设计能力逐步提高和设计范围不断扩大，实现了直流输电工程设计的自主化。

三峡输电系统是世界上少有的特大型电力系统之一，在全国电网互联格局中处于中心位置，是全国联合电网的核心部分。三峡输

电系统的形成不仅可以在其供电范围内取得巨大的送电效益、错峰效益、水火互补效益、互为备用效益等联网效益，也为实现全国联网奠定了重要基础。

希望通过本卷的出版发行能够让电力工作者更加系统地了解三峡输变电工程，让普通读者更加清楚地认识三峡输变电工程，让那些三峡输变电工程的参与者们能以此为骄傲和自豪。虽然在历时3年的编写过程中，我们力求让整个编写工作遵循完整、精确、系统和规范的原则，但是要在不算充裕的时光中做到如今全面、清晰地反映三峡输变电工程全貌，书中的疏忽和遗漏在所难免，幸好在任重道远的3年征程中，我们一直且行且珍惜。

《中国三峡输变电工程·系统规划与工程设计卷》

编写工作组

二〇〇八年十二月

序
前言

第一篇 系统规划

第一章 三峡电站简介及系统规划原则	3
第一节 长江三峡工程论证概述.....	3
第二节 三峡电站建设规模和主要技术经济指标.....	4
第三节 三峡电站装机进度及蓄水过程.....	6
第四节 三峡水库发电调度与电站运行特性.....	7
第五节 系统规划基本思路和设计原则.....	8
第二章 三峡电站供电范围论证	10
第一节 三峡输变电工程建设前全国电力系统概况	10
第二节 供电范围	14
第三节 供电区域系统规划概况	15
第三章 三峡输电系统方案	22
第一节 概述	22
第二节 三峡外送输电方式	34
第三节 三峡输电方案	37

第四节	三峡输电系统动模试验	48
第五节	电气计算	51
第六节	系统设计中新技术的应用及三峡输电系统的意义	64
第四章	三峡电力电量在各供电区的消纳方案	67
第一节	三峡电站出力特性	67
第二节	三峡电站电力电量消纳方案	72
第三节	2003 ~ 2005 年三峡电站电能消纳情况	80
第四节	“十一五”期间三峡电站新增电能消纳方案	80
第五章	三峡电站机电设计系统配合要求	83
第六章	系统二次方案	87
第一节	概述	87
第二节	系统通信	89
第三节	调度自动化	101
第四节	电能量计量计费系统	104
第五节	交易管理系统	105
第六节	系统继电保护及安全稳定控制系统	106
第七节	电网动态安全监测系统	106
第八节	三峡输电系统二次系统项目汇总表	108
第七章	三峡输变电工程规模及投资估算	112
第八章	三峡输电系统规划小结	119

第二篇 工程设计

第九章 工程设计管理	125
第一节 工程设计的组织机构	125
第二节 工程设计的招标管理	126
第三节 工程设计的技術质量管理	126
第十章 工程设计程序	129
第一节 可行性研究阶段	129
第二节 设计招标阶段	135
第三节 初步设计阶段	137
第四节 初步设计审查与批复	141
第五节 施工图设计阶段	142
第十一章 设计理念、指导思想及设计手段	144
第一节 设计理念	144
第二节 设计指导思想	147
第三节 设计手段和措施	148
第十二章 设计变更、现场服务及工程回访	154
第一节 设计变更	155
第二节 现场服务	158
第三节 工程回访工作	163
第十三章 新技术、新材料、新设备的应用	164
第一节 设计采用的新技术	164

第二节	开创性的设计内容	166
第三节	采用的新设备	167
第四节	采用的新材料	169
第十四章	工程设计评价和成果	171
第一节	三峡输变电设计总体评价	171
第二节	设计项目获奖情况	176
附录一	三峡输变电工程系统规划设计单位一览表	178
附录二	三峡输变电工程设计单位一览表	179
附录三	三峡输变电工程系统规划重要研究工作及报告	194
附录四	与三峡输电系统规划有关的重要文件	197