



国家电网
STATE GRID

中国三峡输变电工程

交流工程与设备国产化卷

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

交流工程与设备国产化卷

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。

本卷对三峡输变电交流工程做了整体介绍,选取了几个具有代表性的交流重点工程项目,分别反映了不同时期三峡输变电工程建设的特点和取得的成绩;并重点介绍了交流输变电工程设备国产化方面取得的突破和成果。

图书在版编目(CIP)数据

中国三峡输变电工程. 交流工程与设备国产化卷/国家电网公司编著. —北京:中国电力出版社, 2008

ISBN 978 - 7 - 5083 - 8078 - 0

I. 中… II. 国… III. ①输电 - 电力工程 - 交流技术 - 三峡②输电 - 电力工程 - 交流 - 电气设备 - 三峡③变电所 - 电力工程 - 交流技术 - 三峡④变电所 - 电力工程 - 交流 - 电气设备 - 三峡 IV. TM7 TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 170703 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 21 印张 284 千字

印数 0001 - 2500 册 定价 68.00 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 琮

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 陆廷昌 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	梁旭明	孙竹森	肖安全	梁政平	
成 员	丁燕生	王祖力	郑怀清	余 乐	张禹芳
	宋继明	王力争	孙 涛	陈 广	朱京平
	王建忠	张金德	贺 虎	任旭东	袁建辉
	马志坚	付春衡	张湘潭	郝志斌	王培龙
	唐 宁	王 岳	张 友	赵瑞航	张阳志
	张旭宏	孟 晨	胡旭辉	李九虎	沈 军
	谭 凌	徐成斌	陆红波	刘晶晶	芮志浩
	李勇伟	李宝金	李喜来	俞敦耀	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	

四、本卷责任编辑

丁 雁 谭学奇 刘丽平 王 磊 翟巧珍

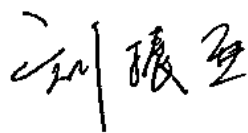
长江三峡水利工程（以下简称三峡工程）是国家重点工程，也是目前世界上最大的水利枢纽工程。工程由枢纽工程、输变电工程和移民工程三部分组成，在防洪、发电、航运等各方面具有巨大的社会效益和经济效益，对我国的经济建设、社会发展具有重大战略意义。

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。



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，它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。

三峡交流输变电工程共计 120 项，其中：线路工程 57 项，线路总长度 6408km，含大跨越 14 座。变电工程 63 项，新建变电站 21 座，变电扩建 42 项，变电总容量 2125 万 kVA。工程项目在各地区的分布情况：华中地区（含重庆地区）49 个线路单项工程，线路长度 5235km；44 个变电单项工程，变电容量 1200 万 kVA。华东地区 8 个线路单项工程，线路长度 813km；19 个变电单项工程，变电容量 850 万 kVA。全部交流输变电工程项目，详见本卷的附录二和附录三。

在交流输变电工程中，贯彻执行“五制”（项目法人责任制、资本金制、招投标制、监理制、合同制），以及在工程建设安全、质量、进度、文明施工、环境保护、投资控制、设备国产化、科技创新等方面，经历了探索、规范、提高、完善的阶段，取得了可喜的成绩。

本卷共三章。第一章对三峡输变电交流工程做了一个整体介绍。第二章介绍了几个具有代表性的交流重点工程项目，分别反映了不同时期三峡输变电工程建设的特点和取得的成绩。第三章重点介绍了交流输变电工程设备国产化方面取得的突破和成果。

长寿—万县 I 回 500kV 输变电工程是三峡输变电工程第一个单

项工程。它在国家大力推进法制化建设的大背景下，率先探索了“五制”的管理体制和创一流工程的建设目标，成功进行了达标投产试点，为三峡输变电工程建设形成完善的管理体制打下了良好基础，是三峡输变电工程中具有开创性、探索性的工程项目。

南昌 500kV 变电站工程是三峡输变电工程第二个单项工程，也是三峡第一个新建的 500kV 变电站工程。该工程主要有两大突破：一是在当时阻力很大的情况下，项目法人力排众议，首次采用国产化微机监控保护下放设计创新模式；二是推行减少占地面积、建筑面积和控制建设标准的经济实用的工业化建设理念。该工程取得成功后，全国其他变电工程很快效仿国产化微机监控保护下放的创新模式，短时间内迅速遍及全国，对提高变电站建设的技术水平起到了良好的示范和推动作用。

长沙 500kV 变电站工程是三峡输变电工程中的万县变电站、南昌变电站之后第二批变电站工程之一，它的重要特点：一是开展了全过程创优策划的探索。在长寿—万县 500kV 输变电工程和南昌变电站创一流工作的基础上，提出了更高层次的“全过程创优策划”的理念、意识和目标，在实践中做了积极的探索，最终荣获国家优质工程银奖。二是首次开展了 500kV 变电站的设计招标。长沙变电站开工前，当时招投标法尚未颁布，项目法人组织研究了设计招标的办法和模式。1998 年，500kV 长沙变电站和孝感变电站首次开展了设计招标并取得了良好效果。本次招标不但是三峡输变电工程的首次设计招标，而且也是全国首次 500kV 变电站的设计招标。此后，这种设计招标的模式很快推广到全国，至今还在沿用。三是取消了 500kV 变电站的 220kV 旁路母线，对全国起到了示范作用。

荆州—潜江 500kV I 回输变电工程是配合三峡右岸机组发电、

第一个投产的输变电工程。该工程继承了万县、南昌、长沙 500kV 变电站等三峡左岸送出工程优点，并在此基础上，重点在一流工程的质量和管理水平上，完善了全过程创优策划，向更加精细化又迈进了一步。在管理方面，除了全过程创优策划外，首先提出了全体参建单位全员参与创优的意识和做法，使工程各个阶段和各个环节的质量切实达到精品工程的要求。荆州—潜江 I 回 500kV 输变电工程为三峡右岸送出后续的一批输变电工程树立了典范，并获得国家优质工程银奖。

宣城 500kV 变电站是三峡输变电工程建设后期的几个 500kV 变电站之一。此前，三峡输变电工程的 500kV 变电站建设，在工程质量和管理方面上已经具有较高的水平。宣城变电站在保持了原有水平的基础上，在两个方面又提高了一步：一是根据当时电网建设的形势需要，采用技术指标先进的 HGIS 设备，提高了设备可靠性，进一步节约了占地；二是在安全文明施工方面上了一个新的台阶，被国家电网公司系统树立为安全文明示范工程。宣城变电站的建设经验充分体现了较高的技术先进性和以人为本的现代文明理念，获得国家优质工程银奖。

三峡左岸和右岸电厂枢纽段线路途经坝区附近狭小区域，该区域内的线路途径的线路段分别被称为“左岸八回出线枢纽段”和“右岸七回出线枢纽段”，也称为“左岸内外八回线路工程”和“右岸内外七回线路工程”。该工程极具特殊性，首先它是右岸电站送出通道“咽喉中的咽喉”；而且坝区附近地域狭小，坝水相连地形复杂；同时，与三峡电站建设过程相互重叠，电站相关建设障碍较多，协调工作量较大。因此，该线路段工程在设计、施工、协调三个主要方面难度极大。为此，国家电网公司在工程建设总体安排

上，对该工程给予了特殊考虑，将复杂的左、右岸枢纽段线路工程作为独立的单项工程，提前设计、提前审批、提前开工。各参建单位克服了重重困难，及时打通了三峡左、右岸送出的咽喉通道。

政平—宜兴 500kV 输电线路工程是全国第一条 500kV 同塔双回路紧凑型设计的线路工程，是三峡输变电工程中具有重要意义的单项工程。随着我国电网建设的发展，线路通道的矛盾越来越突出，特别是在经济发达、人口稠密的华北、华东等地区，通道资源问题更加突出。从国家整体利益看，如果电网建设无限度地占用通道资源，将对环境保护和经济发展产生不利影响。对此，国家电网公司积极开展了同塔双回、同塔多回线路的推广工作，以减少占用通道资源。500kV 政平—宜兴输电线路工程就是一个重要的具体实例，对 500kV 同塔双回路紧凑型线路建设做了积极的探索和实践，并取得了成功经验。

昌西 500kV 开关站工程建设之前，三峡输变电工程的孝感、长沙、益阳、新乡四个第二批 500kV 变电站已经建成，而且在工程质量、文明施工、实行“五制”的规范化管理等方面，较第一批变电工程有了较大幅度的提高。该工程的建设指导思想，继承了三峡输变电工程第一批和第二批变电站建设的先进性和“一流工程”的理念，该工程并没有技术上的重大突破点，而是在工程建设的每个细节上兢兢业业、一丝不苟，强调精品意识，强调规范化。该工程于 2005 年获得国优银奖。

安阳 500kV 变电站也是三峡输变电工程建设后期的几个 500kV 变电站之一。此前，三峡输变电工程的 500kV 变电站建设，在工程质量和管理方面上已经具有较高的水平。安阳变电站在保持了原有水平的基础上，在以下方面又提高了一步：一是与宣城变电站类

似，根据当时电网建设的形势需要，采用技术指标先进的 HGIS 设备，提高了设备可靠性，进一步节约了占地，而且提高了国产化的比例。二是在建设风格、工程质量和以人为本的人性化方面上了一个新的台阶，充分体现了较高的技术先进性和以人为本的现代文明理念。立足于“细节出精品”的观念，在大量的细节上全员动员、开动脑筋，使变电站内到处是创新点和亮点。三是工程创优从设计抓起，设计的全过程都贯穿了创优的理念，出现了大量的设计创新点和亮点，转化成工程实物效果良好。安阳变电站获得国家优质工程银奖。

凤凰山—咸宁—昌西 500kV 输电线路工程穿越高山大岭及山地，森林植被茂密。针对工程特点，在国内电网工程建设中首次提出“绿色施工”概念。各参建单位在文明施工和环境保护方面下了功夫，实现了“绿色环保施工”的目标。该工程倡导的“绿色环保施工”的理念和措施，是施工中注重文明施工和环境保护的优秀范例，得到了国务院三峡工程建设委员会的领导和专家们的一致好评，并且在全国电网建设行业得到广泛推广。该工程获得国家优质工程银奖。

郑西—新乡 500kV 输电线路工程，是三峡输变电工程中第一条全线双回路线路。在当年的发展阶段，调度和运行部门出于系统安全的考虑，还不赞成 500kV 输电线路采用同塔双回方案，该工程的方案论证阶段遇到了一定阻力。国家电网公司从国家长远的整体利益出发，充分考虑节约线路走廊资源和保护环境，全力推出了该方案。在设计阶段，从环境条件、电气设计、结构设计、通信保护以及同塔双回线路特有的异名相故障继电保护深入的论证和优化。在施工阶段，提出了安全文明施工的规范化和标准化管理；加强工程

质量的全过程控制；在工程施工中实施一系列创新，如：该工程首次提出“生熟土分开施工法”、“竹胶模板技术”等。这些举措深受原国家电网公司电网建设分公司的好评，对施工工艺和环境保护做了大量的有益的工作，在国内输变电工程施工中普遍推广，效果显著。该工程推荐建设部“鲁班奖”评选。

郑州—开封 500kV 输电线路工程建设中，在线路结构设计方面做了有益的实践和探索。在线路的基础设计和塔型设计方面，进行了优化设计。在结构优化设计的过程中，引入了送电线路初步设计方案决策软件，保证了优化设计的质量，节约了工程造价，提高了工效。为了解决河南省东部地区缺电问题，该工程相对于三峡的计划提前建设，于 2001 年 7 月建成，投入 220kV 降压运行，有效地缓解了豫东地区的供电问题。至 2002 年 10 月，开封 500kV 变电站建成后，该线路从 220kV 降压运行转为 500kV 运行。

三峡输变电工程共有 500kV 交、直流输电线路大跨越 21 座，均作为单项工程进行管理。其中：交流 500kV 输电线路大跨越 14 座，直流 500kV 输电线路大跨越 7 座，本卷中介绍了交流 500kV 输电线路大跨越工程中的三个重点项目——长江石矾头、长江李埠和沅水伍家嘴大跨越工程。

本卷第三章重点介绍了交流工程中设备国产化的情况，主要包括以下内容：

谈到三峡输变电工程的设备国产化，一般理解总认为是指“换流站直流设备的国产化”。但是实际上，三峡交流输变电工程的设备国产化，成绩也很显著。在这方面，国家电网公司所做出的成绩主要体现在两个方面：一是在交流设备国产化方面没有花费国家任何的技术转让费用，这一点与直流设备国产化情况不同，交流设备

的国产化是依托三峡国产化的装备政策，在国家不付出任何成本的前提下，取得了较好效果的成功范例；二是在交流设备应用方面主动推动国产化，很多国产交流设备都是国家电网公司在三峡输变电工程中首次使用，然后推广到全国。在设备国产化方面排除了很大阻力、做了大量工作，为推进设备国产化作出了重要贡献。

在交流工程建设中首次使用国产化微机监控和保护小室下放的形式、首次使用 500kV 国产双断口柱式断路器和 HGIS 单断口断路器、首次使用国产化微机系统保护和元件保护，开发使用了大截面导线，推动使用了国产合成绝缘子和 OPGW 光缆等。除了首次使用的国产设备外，原有的国产设备制造水平也有了较大提高。例如 500kV 主变压器、500kV 高压并联电抗器、500kV 的 HGIS 设备、500kV 避雷器、500kV 电容式电压互感器、35kV 并联电容器和电抗器等，各种自主创新技术得到有效应用，设备制造水平有了长足的进步。参与竞争的厂家数量也大幅度增多，形成了良性的竞争环境。

本卷通过对以上三峡输变电工程的概要介绍，希望大家对三峡输变电交流工程建设有一个初步了解，并从中吸取有益的工程建设管理经验。由于编者水平有限，书中的疏忽和遗漏在所难免，欢迎广大读者批评指正。

《中国三峡输变电工程·交流工程与设备国产化卷》

编写工作组

二〇〇八年十二月

序

前言

第一章 交流输变电工程概况	1
---------------------	---

第二章 重点单项工程	6
------------------	---

第一节 长寿—万县 I 回输变电工程	6
第二节 南昌 500kV 变电站工程	23
第三节 长沙 500kV 变电站工程	43
第四节 荆州—潜江 I 回输变电工程	63
第五节 宣城 500kV 变电站工程	106
第六节 三峡左岸和右岸枢纽段输电线路工程	128
第七节 政平—宜兴 500kV 输电线路工程	149
第八节 吕西 500kV 开关站工程	169
第九节 安阳 500kV 变电站工程	191
第十节 凤凰山—咸宁—吕西 500kV 输电线路工程	208
第十一节 郑西—新乡 500kV 输电线路工程	225
第十二节 郑州—开封 500kV 输电线路工程	240
第十三节 500kV 输电线路重点大跨越工程	254

第三章 交流设备国产化的创新和应用	267
-------------------------	-----

第一节 设备介绍	267
----------------	-----

第二节	设备应用创新	278
第三节	促进和推动国产化	291
第四节	经验与体会	293
附录一	三峡跨区电网地理接线图	296
附录二	三峡输变电工程交流变电项目一览表	297
附录三	三峡输变电工程交流线路项目一览表	303
附录四	三峡输变电工程主要厂商、供应物资及应用项目	309