

国家电网公司 750kV

输变电示范工程建设总结

设计分册



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

国家电网公司 750kV 输变电示范工程建设总结



ISBN 7-5083-4231-3



9 787508 342313 >

定价：75.00 元

销售分类建议：电力工程 / 输变电

国家电网公司 750kV

输变电示范工程建设总结

设计分册



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

国家电网公司 750kV 输变电示范工程，填补了我国 500kV 以上电压等级超高压输变电工程技术和标准方面的空白。该工程的建设，对加快我国电网发展，积累特高压电网建设经验，发展和加强西北骨干输电网架，促进超高压输变电设备国产化，具有极其重大的意义。

为了更全面、详实地反映 750kV 输变电示范工程建设过程并指导今后 750kV 输变电工程的建设，国家电网公司继 2005 年 12 月出版《国家电网公司 750kV 输变电示范工程建设总结》之后，继续组织编写了系统规划、科研、设计、设备、施工、试验调试等六个专业分册。

本书为设计分册。全书共分 6 章，分别为工程概况、各设计阶段主要工作内容及设计成果、线路工程设计、变电工程设计、工程设计特点和经验及结束语。

本书可供各区域电网公司、省（自治区、直辖市）电力公司、电力系统各建设单位，以及从事电网建设工程规划、设计、管理、生产运行、设备制造等人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

国家电网公司 750kV 输变电示范工程建设总结. 设计分册/国家电网公司编. —北京: 中国电力出版社, 2006

ISBN 7-5083-4231-3

I. 国… II. 国… III. ①输电-电力工程-工程设计-中国 ②变电所-电力工程-工程设计-中国 IV. TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 033737 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 6 月第一版 2006 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20 印张 276 千字 2 插页

印数 0001—1000 册 定价 75.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

**《国家电网公司 750kV 输变电示范
工程建设总结 设计分册》
编写组织人员名单**

编 委 会

主 任：刘振亚

副主任：郑宝森 舒印彪

委 员：刘本粹 王 敏 杜至刚 张国厚 李庆林 王益民
孙佩京 吴玉生 喻新强 栾 军 张 贺 梁旭明
王剑波 刘泽洪 刘肇绍 陈 峰 李卫东 时家林
王季平

专 家 组

组 长：周小谦

副组长：卢元荣 邵仲仁

成 员：(以姓氏笔画为序)

于幼文 王世阁 王海龙 方 静 印永华 兰增钰
付锡年 孙家骏 朱 跃 李 正 李宝金 郑怀清
林集明 胡 明 胡惠然 邬 雄 宿志一 谢景命

编 写 组

组 长：喻新强

副 组 长：李卫东 李新建

顾 问：刘本粹 邵仲仁

成 员：

梁旭明	王剑波	何德兆	衣立东	左园忠
田卫东	丁燕生	李志刚	杨 林	项力恒
王虎长	穆华宁	吴利军	薛 勤	张玉明
郎旭海	张小力	胡建民	朱永平	吴 彤
但 刚	赵 捷	崔 玲	薛永兴	管顺清
吕文娟	汪 伟			

前 言

国家电网公司 750kV 输变电示范工程，西起青海省民和县官亭变电站，东至甘肃省榆中县兰州东变电站，线路全长 140.708km，是我国目前电压等级最高、世界上相同电压等级中海拔最高的输变电工程。该工程的开工建设和顺利投运，填补了我国 500kV 以上电压等级超高压输变电工程技术和标准方面的空白，对于加快我国电网发展，积累特高压电网建设经验，发展和加强西北骨干输电网架，促进超高压输变电设备国产化，具有极其重大和深远的意义。

750kV 示范工程是我国第一次自主设计、自主建设、自主设备制造、自主调试、自主运行管理的具有世界领先水平的输变电工程。本工程集电网规划、科研、设计、设备制造、试验调试、运行于一体，机械制造与电力行业团结协作，以企业为主体，以市场为导向，产学研相结合，走自主创新之路，攻克了一个个难关，不仅技术起点高，新材料、新工艺、新技术应用多，而且建设速度快、工程质量好、管理水平高。本工程从 2001 年开始前期工作，2003 年 9 月正式开工，在工程建设中，成功解决了多个具有挑战性的难题，仅用两年时间，就高标准、高质量、高效率地完成了整个工程建设任务；仅用 12 天时间，就顺利完成了从零起升流、零起升压到 72 小时试运行的全部调试试验任务，2005 年 9 月 26 日正式投入商业运营。750kV 示范工程的成功投产，标志着我国的电网建设项目从科研、工程设计、设备制造、施工到生产运行达到国际先进水平，创造了世界相同电压等级输变电工程建设的奇迹，并取得重大成果，代表了我国目前输变电工程建设的最高成就，谱写了我国电网发展史上的新篇章。

在国家电网公司党组的直接领导下，集中了国家电网公司系统区域电网公司、省电力公司的优势和专家的力量，西北电网有限公司作为示范工程建

设管理单位，组织广大参建单位协作攻关，克服了重重困难，终于完成了这一历史性的工程，是国家电网公司发挥集约化管理优势的成功典范。750kV 示范工程的顺利投运，充分体现了我国在电网规划、科研、工程设计、设备制造、施工及试验调试等各方面所具备的能力和潜力。

750kV 示范工程，是我国继三峡大型水电站送出工程之后，在电网建设方面又一个具有划时代、里程碑意义的重点工程，具有重要的示范作用。该工程不仅为充分利用西部地区丰富的能源，加快资源优势向经济优势转化，创造了更好的条件和机遇，而且对于推进“西电东送”北通道的建设，加快黄河上游水电和新疆、宁夏、陕北火电“打捆外送”，带动西北电力和地区经济社会的健康、持续发展将起到极为重要的作用。

认真总结示范工程建设的经验，对于加快后续 750kV 输变电工程的建设及相关各项工作的开展具有十分重要的借鉴作用。为了更全面、详实地反映 750kV 输变电示范工程建设过程并指导今后 750kV 输变电工程的建设，2005 年 12 月，《国家电网公司 750kV 输变电示范工程建设总结》正式出版。国家电网公司继续组织编写了系统规划、科研、设计、设备、施工、试验调试等六个专业分册。

本书为设计分册。全书共分 6 章，分别为工程概况、各阶段主要工作内容及设计成果、线路工程设计、变电工程设计、工程设计特点和经验及结束语，较全面地介绍了 750kV 输变电示范工程设计工作的主要过程和主要内容，分别以线路工程设计和变电工程设计两大专业为主线重点突出地描述 750kV 输变电示范工程设计中的关键技术，并对 750kV 输变电示范工程设计的技术特点和经验进行了简明扼要地总结，以期为我国超高压电网和特高压电网的加速发展提供借鉴。

本书不仅是全体设计人员的智慧结晶，也是示范工程全体建设者的心血和汗水的结晶。本书编纂工作，得到了国家电网公司、西北电网有限公司和西北电力设计院领导及各部门的极大关注、支持与参与，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，难免存在一些不足之处，希望读者批评指正。

《国家电网公司 750kV 输变电示范工程建设总结》编写组

2006 年 3 月 27 日

目 录

前言

1 工程概况	1
1.1 工程范围和建设依据	1
1.1.1 工程范围	1
1.1.2 工程设计、设计咨询及设计监理单位	2
1.1.3 工程建设依据性文件	3
1.2 750kV 官亭至兰州东线路工程概况	4
1.2.1 750kV 官亭至兰州东线路工程建设规模	4
1.2.2 750kV 官亭至兰州东线路路径	5
1.2.3 气象条件	5
1.2.4 导线和地线	6
1.2.5 机电部分	6
1.2.6 杆塔和基础	9
1.2.7 导线对地距离和交叉跨越距离	13
1.2.8 主要技术经济指标	13
1.3 750kV 官亭变电站工程概况	15
1.3.1 建设规模	15
1.3.2 站址概况及站址环境条件	15
1.3.3 电气主接线	18
1.3.4 电气主设备选择	19
1.3.5 电气总平面布置	24
1.3.6 二次部分	24
1.3.7 土建部分	29
1.3.8 主要技术经济指标	31

1.4	750kV 兰州东变电站工程概况	31
1.4.1	建设规模	31
1.4.2	站址概况及站址环境条件	32
1.4.3	电气主接线	35
1.4.4	电气设备选择	35
1.4.5	电气总平面布置	38
1.4.6	二次部分	39
1.4.7	土建部分	41
1.4.8	主要技术经济指标	42
2	各设计阶段主要工作内容及设计成果	44
2.1	工程可行性研究	44
2.2	关键技术研究	47
2.3	编制设计暂行技术规定	50
2.4	工程选站和工程选线	52
2.4.1	工程选站	52
2.4.2	工程选线	55
2.5	预初步设计和初步设计	56
2.5.1	750kV 变电工程预初步设计和初步设计	56
2.5.2	750kV 线路工程初步设计	60
2.6	施工图设计	62
2.6.1	750kV 变电工程施工图设计	62
2.6.2	750kV 线路工程施工图设计	71
2.6.3	工地技术服务	75
3	线路工程设计	77
3.1	线路工程设计重点和难点问题	77
3.2	线路路径	78
3.2.1	变电站进出线	78

3.2.2	路径选择方法	79
3.2.3	路径特点	80
3.2.4	施工图路径介绍	82
3.3	气象及水文条件	85
3.3.1	设计气象条件选取依据	85
3.3.2	基本气象要素统计	85
3.3.3	最大设计风速选取	85
3.3.4	导线覆冰	86
3.3.5	设计气象条件	88
3.4	导线和地线	89
3.4.1	导线选型	89
3.4.2	导线防振	100
3.4.3	地线选型	101
3.4.4	地线运行方式	106
3.4.5	地线防振措施	107
3.5	机电设计	109
3.5.1	绝缘配合	109
3.5.2	防雷及接地	115
3.5.3	绝缘子串	116
3.5.4	金具	122
3.5.5	耐张转角塔及跳线	126
3.5.6	铝管式硬跳线的研制及应用	129
3.5.7	导线换位	130
3.5.8	导线对地距离和交叉跨越距离	132
3.6	杆塔与基础设计	134
3.6.1	杆塔规划	134
3.6.2	铁塔优化设计	140

3.6.3 基础设计	160
3.7 对电信设施的影响及其防护	170
3.7.1 对有线电信线路的电磁影响	170
3.7.2 对无线设施的电磁影响	171
3.8 环境保护	172
3.8.1 主要原则	172
3.8.2 铁塔设计环保措施	173
3.8.3 基础设计环保措施	174
4 变电工程设计	179
4.1 变电工程设计重点和难点问题	179
4.2 一次部分	181
4.2.1 电气主接线	181
4.2.2 750kV 配电装置的过电压保护	187
4.2.3 750kV 屋外配电装置最小安全净距	188
4.2.4 750kV 电气设备的绝缘水平	195
4.2.5 750kV 电气主设备选择	197
4.2.6 电气布置	215
4.2.7 防雷与接地	228
4.2.8 站用电	230
4.2.9 照明及检修	231
4.3 二次部分	232
4.3.1 计算机监控系统	232
4.3.2 元件保护	240
4.3.3 系统保护	243
4.3.4 系统通信	247
4.3.5 调度自动化系统	253
4.3.6 电能量计量计费系统	255

4.3.7 操作电源系统及其他	258
4.3.8 设备状态在线监测系统	260
4.4 土建部分	261
4.4.1 总图设计	261
4.4.2 建筑设计	270
4.4.3 结构设计	273
4.4.4 水工设计	287
4.4.5 暖通设计	291
4.5 环境保护	292
5 工程设计特点和经验	294
5.1 线路工程设计特点	294
5.2 变电工程设计特点	295
5.3 设计经验及建议	297
5.3.1 设计经验	297
5.3.2 建议	302
6 结束语	305

1 工程概况

1.1 工程范围和建设依据

1.1.1 工程范围

国家电网公司 750kV 输变电示范工程，是我国第一次自主设计、自主建设、自主设备制造、自主调试、自主运行管理的具有世界领先水平的输变电工程。该工程包括新建 750kV 官亭变电站 1 座、新建 750kV 兰州东变电站 1 座及新建 750kV 官亭至兰州东送电线路工程 1 条，以及 330kV 公伯峡水电站配套送出工程。750kV 官亭变电站和 750kV 兰州东变电站分别位于青海省民和县官亭镇和甘肃省榆中县小康营乡，一期工程建设规模均为 $1 \times 1500\text{MVA}$ 。750kV 官亭至兰州东送电线路全长 140.708km。国家电网公司 750kV 输变电

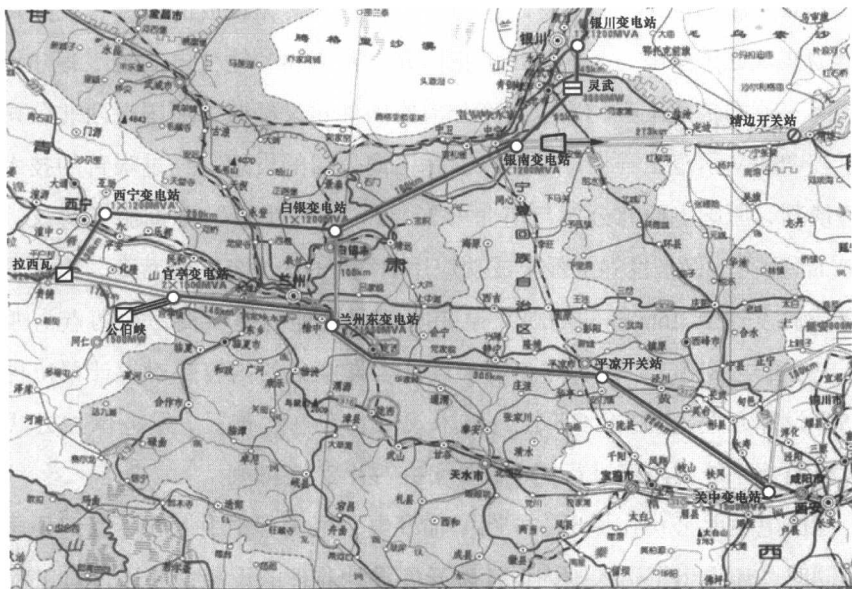


图 1-1 西北 750kV 电网规划地理接线图

示范工程总投资 14.5984 亿元，其中 750kV 输变电工程部分投资 10.9036 亿元，330kV 公伯峡水电站配套送出工程投资 3.6912 亿元。西北 750kV 电网规划地理接线图如图 1-1 所示。

1.1.2 工程设计、设计咨询及设计监理单位

中国电力顾问集团西北电力设计院（简称西北电力设计院）是我国六大直属电力设计院之一，从 20 世纪 70 年代末就开始对西北电网高一级电压等级的选择进行了长期、深入的研究和论证，完成了大量的技术论证报告，为国家相关部门科学决策提供了强有力的技术支持。从 2001 年起，西北电力设计院又全面开展了国家电网公司 750kV 输变电示范工程的工程可行性研究工作，并参与了关键技术研究、规程规范编制、工程设计、工程建设等全过程的工作。鉴于西北电力设计院已对 750kV 输变电示范工程设计进行了深入的研究，同时考虑到国内电力工程设计仅有 500kV 输变电工程经验，因此选择西北电力设计院作为 750kV 示范工程的设计单位。

750kV 输变电示范工程设计在国内尚属首次，无现成的经验、无适用标准。为实现原国家电力公司提出的把西北电网 750kV 输变电示范工程建设成为国际一流的精品工程的要求，充分借鉴国外建设经验，原国电西北公司提出了在 750kV 示范工程设计中引入国际咨询公司的设想。经过艰苦的技术和商务谈判，原国电西北公司与南非 E.E. 公司签订了设计咨询服务协议。南非 E.E. 公司不仅是世界上最早成功应用 800kV GIS 设备的运营商，而且是平均海拔高度达到 1500m 的 800kV 输变电工程设计的提供商，这两点与西北 750kV 输变电示范工程的特点相符。设计咨询服务的内容是对设计单位提供的初步设计方案、800kV GIS 设备技术规范、变电站布置、继电保护方式和计算机监控系统等内容进行复审、评价并提出建议。

原国电西北公司在提出在 750kV 输变电示范工程中引入国际咨询公司设想的同时，还提出了引入国内设计院开展设计监理的设想，并通过对工程设计的监理达到互学互长、锻炼队伍、培育市场和保证设计质量的目的。设计

监理的内容是预初步设计和初步设计阶段的全部设计文件。通过招标,确定由西南电力设计院负责对 750kV 线路工程设计进行监理,由中南电力设计院对 750kV 变电工程设计进行监理。在工程设计中采用监理这种方式在国内尚不多见,750kV 输变电示范工程中采用设计监理是一次有益的尝试和实践。

国家电网公司 750kV 输变电示范工程的工程项目法人、工程建设、设计评审、工程设计单位、设计咨询单位和设计监理单位如下。

工程项目法人:国家电网公司

工程建设单位:西北电网有限公司

设计评审单位:中国电力工程顾问集团公司

工程设计单位:西北电力设计院

设计咨询单位:南非 E.E. 公司

设计监理单位:中南电力设计院、西南电力设计院

1.1.3 工程建设依据性文件

2003 年 2 月 19 日,国务院第 68 次总理办公会通过了《西北电网公伯峡水电站送出及青海官亭至甘肃兰州东 750kV 输变电示范工程可行性研究报告》。2003 年 3 月 7 日,国家发展计划委员会正式批复西北电网公伯峡水电站送出及青海官亭至甘肃兰州东 750kV 输变电示范工程可行性研究报告。至此,国家电网公司 750kV 输变电示范工程正式批准立项。国家相关部委的批复文件以及工程设计评审文件等工程建设主要依据性文件如下。

(1) 国家发展计划委员会文件:《转发国家计委关于审批西北电网公伯峡水电站送出及青海官亭至甘肃兰州东 750 千伏输变电示范工程可行性研究报告的请示的通知》(计基础[2003]360 号)。

(2) 国家电力公司电力规划设计总院文件:《关于报送西北电网公伯峡水电站送出工程及 750kV 示范工程可行性研究审查意见的报告》(电规规[2002]23 号)。

(3) 国家电力公司电力规划设计总院文件:《西北电网 750kV 官亭—兰州