

国家电网公司 750kV

输变电示范工程建设总结

施工分册



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

施工分册



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。

本书为施工分册, 分为线路施工和变电施工两篇。本书从工程建设施工管理, 施工组织, 质量、工期和安全, 管理信息, 档案管理, P3 动态管理, 环境保护与文明施工等方面全面介绍了 750kV 输变电示范工程施工建设过程的管理; 针对 750kV 输变电示范工程施工特点及难点, 介绍了 750kV 输变电示范工程施工技术研究及应用、重要及特殊工序施工方案; 最后, 以经验和体会方式, 对施工中的经验和不足之处进行了客观评述。

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. 施工分册/国家电网公司编. —北京: 中国电力出版社, 2006

ISBN 7-5083-4228-3

I. 国... II. 国... III. ①输电-电力工程-工程施工-中国 ②变电所-电力工程-工程施工-中国 IV. TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 033025 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 17.25 印张 238 千字

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 施工分册》
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 刘增胜 巨晓军 黄 炜
徐君辉 刘玉杰 周勤涛 张克海 朱复兴
李 宏 范克强 周建国 孟洛飞

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，西北电两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、试验调试六个专业分册。

本书为施工分册，共分为线路施工和变电施工两篇，从工程建设施工管理，施工组织，质量、工期和安全，管理信息，档案管理，P3 动态管理，环境保护与文明施工等方面全面介绍了 750kV 输变电示范工程施工建设过程的管理；针对 750kV 输变电示范工程施工特点及难点，介绍了 750kV 输变电示范工程施工技术研究及应用、重要及特殊工序施工方案；最后，以经验和体会方式，对施工中经验和不足之处进行了客观评述，希望能对关注 750kV 输变电工程施工的同行们有所帮助和借鉴。

在本分册编写过程中，得到了陕西送变电工程公司、甘肃送变电工程公司、宁夏电力建设工程公司、青海电力建设总公司、东北电业管理局送变电工程公司、湖南省送变电建设公司、山东送变电工程公司及西北电力国际经贸公司等的大力支持和帮助，在此谨向他们的辛勤劳动表示感谢。

由于编者水平有限，时间紧迫，不足之处，恳请广大读者批评指正。

《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

第一篇 线路施工	1
1 工程概况及特点	2
1.1 工程概况	2
1.2 工程及自然环境特点	4
2 工程建设目标	9
2.1 质量目标	9
2.2 安全目标	9
2.3 进度目标	10
2.4 投资目标	10
3 现场施工组织体系	11
3.1 施工组织体系的确立	11
3.2 建设单位组织体系	13
3.3 监理组织体系	14
3.4 施工组织体系	16
4 质量目标及质量保证措施	23
4.1 质量管理目标	23
4.2 质量管理的控制措施	24
4.3 质量保证技术措施	26
5 工期目标及施工进度计划	34
5.1 工期计划要求	34
5.2 工程建设进度	34
6 安全目标、安全保证体系及技术组织措施	36

6.1	安全管理目标	36
6.2	安全保证体系	37
6.3	安全管理措施、制度	40
6.4	安全技术组织措施	42
7	施工技术研究及应用	44
7.1	技术准备阶段	44
7.2	技术实施阶段	53
8	工程建设创新	82
8.1	工程管理信息化	82
8.2	工程档案管理	85
8.3	750kV 输变电示范工程 P3 动态跟踪	90
8.4	新型钢铝混合抱杆的研制	99
8.5	迪尼玛软索带电跨越	103
8.6	工程现场采取的改进措施	109
9	环境保护与文明施工	113
9.1	环境保护目标	113
9.2	环境保护方针	113
9.3	环境保护的规划	113
9.4	环境保护的过程控制措施	115
9.5	文明施工的目标和实施方案	118
9.6	全面开展 750kV 输变电示范工程建功立业活动的社会主义 劳动竞赛	120
10	经验、教训及建议	122
10.1	经验总结	122
10.2	教训及建议	127

第二第 变电施工

131

11 概况	132
11.1 工程概况	132
11.2 工程建设规模	133
11.3 工程建设目标	136
11.4 工程施工进度	136
12 工程施工特点	138
12.1 施工难点	138
12.2 技术领先	140
12.3 管理特点	142
12.4 工程施工亮点	145
13 施工招投标	151
13.1 招标方案的确认, 参与单位的选择	151
13.2 中标机会和抽签	151
13.3 专家的邀请	152
13.4 评标	152
13.5 定标	152
14 现场施工组织及施工准备	154
14.1 现场施工组织及主要人员岗位职责	154
14.2 施工准备	160
15 施工工序安排	165
15.1 总体安排	165
15.2 建筑分部工程	165
15.3 电气安装及调试分部工程	167
16 建筑工程主要施工方案	169
16.1 重要及特殊工序施工方案	169
16.2 常规工序施工方案	183
17 电气工程主要施工方案	206

17.1 重要及特殊工序施工方案	206
17.2 常规工序施工方案	234
18 施工质量	237
18.1 质量评价	237
18.2 质量控制措施	237
18.3 工程质量管理经验	241
19 安全施工、文明施工及环境保护	247
19.1 安全管理	247
19.2 文明施工管理	249
19.3 环境保护	255
19.4 建功立业和劳动竞赛	256
20 示范工程施工经验、体会	258
20.1 施工经验	258
20.2 建议	261
结束语	263

一、线路施工



1 工程概况及特点

1.1 工程概况

1.1.1 工程简述

750kV 官亭—兰州东输电线路工程起于青海省民和县境内的 750kV 官亭变电站，止于甘肃省榆中县境内的 750kV 兰州东变电站。线路经过青海省的民和县以及甘肃省永靖县、东乡县、临桃县、榆中县和兰州市七里河区。线路全长为 140.705km，其中青海省境内约 13.0km，甘肃省境内约 127.705km。

1.1.2 主要技术型式及设计条件

(1) 铁塔。全线共使用铁塔 263 基，其中直线塔 228 基，耐张塔 35 基；最大档距为 1235m，平均档距 537m，有 6 档档距超过 1000m；平均耐张段长度 4.138km；使用到的最高塔高为 67.5m。

(2) 导线换位。根据线路两端变电站相序情况，线路采取整循环换位。分别在 N86、N175、N254 塔进行换位，换位方式采用耐张转角塔加辅助塔方式，其中 N86 采用双辅助塔换位，N175、N254 采用单辅助塔换位。

(3) 导、地线。全线共使有 LGJ—400/50 和 LGJK—300/50 两种型号的钢芯铝绞线，相导线采用六分裂正六边形布置，分裂间距取 400mm，用间隔棒固定。其中 LGJK—300/50 型在全线占 24.462km，即占线路全长的 17.38%，其中在Ⅳ标段使用 17.547km(N184 ~ N216)，在Ⅴ标段使用 6.905km(N254 ~ N267)。

工程两根架空地线，一根为 OPGW，另一根为普通地线，普通地线全线采用 1×19—11.5—1270—B (GJ—80) 型钢绞线。

(4) 绝缘配置。本工程段导线绝缘子采用瓷绝缘子和合成绝缘子；地线

绝缘子均采用瓷绝缘子。绝缘子的强度共有 6 个等级：70kN 级、100kN 级、210kN 级、300kN 级、400kN 级、420kN 级，其中：70kN 级用于跳线支撑杆的绝缘，100kN 级瓷绝缘子用于换位辅助塔，100kN 级合成绝缘子用于跳线铝管的悬吊；悬垂塔采用 210kN 级、300kN 级、420kN 级绝缘子，耐长串采用 210kN 级（变电站进出线）、400kN 级、420kN 级瓷质绝缘子。地线绝缘子采用 XDP—70C、XDP—70CN，并联间隙采用 25mm。

(5) 铁塔型式。本工程铁塔型式共有 14 种，其中自立式塔型 13 种，拉线门型塔 1 种。为提高纵向强度，便于进行全方位高低腿的设计和使用，塔身均采用正方形结构。直线塔塔头为“酒杯”形、耐张转角塔塔头为“干”字形。为保护环境，充分利用地形，尽量减少植被破坏，保持原状地形，所有塔型均采用全方位长短腿设计，并因地制宜地配合高低基础使用，力求不降或少降基面，减少土石方的开挖，确保塔基稳定，满足环保需求。

本工程中 JG2、JG3 与 DG 塔主材采用 Q420 等边角钢，其他铁塔主材采用 Q345 等边角钢，斜材及辅助材一般采用 Q235 等边角钢，特殊情况时少数斜材亦采用 Q345 等边角钢；节点板一般采用 Q235 钢板，主要接头、挂线点处板材及挂线角钢采用 Q345。

(6) 基础。本工程共使用了 4 种基础型式：扩展柔板斜柱基础、掏挖基础、岩石嵌固基础和刚性基础。

1.1.3 工程自然条件

750kV 官亭—兰州东输电线路工程所在区位于青藏高原与黄土高原的交接地带，次级地貌单元属陇西黄土高原西南部边缘。由于受构造运动的影响，且在流水、风等多种地质营力作用下，形成了较为复杂的地貌形态，根据地貌的成因类型及形态特征，工程所在区地貌类型可分为四种：河谷地貌区、低中山地貌区、中山地貌区、山前冲洪积平原区。

沿线以山地为主，高山大岭、平地次之。平地主要分布在两端变电站进出线段、洮河右岸；高山大岭主要分布在甘青交界等其他地段，其余均为一

般山地。山体表面基本为黄土覆盖，部分地段基岩裸露，地表植被覆盖很少，沿线树木基本为道路两旁的行树，以及房屋周围的零星树木。

该线路的主要交叉跨越：2 标段跨黄河、洮河各 1 次，330kV 炳陇Ⅰ、Ⅱ回线各 1 次，110kV 电力线 1 次，213 国道 3 次；4 标段跨高速公路 1 次，110kV 电力线 1 次，212 国道 1 次。

1.2 工程及自然环境特点

1.2.1 工程特点

750kV 输变电示范工程具有高海拔、重污秽、地质条件差、自然环境恶劣、水土流失严重、多山地、人烟稀少等特点，是世界上同类工程中建设难度最高的输变电工程。

1. 土石方工程及交通运输中的难点

本线路工程所在区位于青藏高原与黄土高原的交接地带，次级地貌单元属陇西黄土高原西南部边缘。由于受构造运动的影响，且在流水、风等多种地质营力作用下，形成了较为复杂的地貌形态。线路工程位处高山大岭地段全长 30.955km，交通运输非常困难，许多塔位的小运距离达到 5km。

其中线路经过的黄土地区都具有湿陷性，个别地方湿陷性达到了Ⅲ、Ⅳ级。经设计单位综合考虑后，在部分基础设计上采用 2:8 灰土处理和上层采用土工布的处理方法；原本 750kV 基础就大、型式也多，共有 38 种基础型式，这就使得工程的土石方量大大增加。

此外，本工程的环保、水保要求非常高，在国家电网公司和西北电网有限公司的要求下，各施工单位采取各种措施，堆放材料根据现场情况，选择合理布置方案，力求占地最少，搬运距离最近，堆放砂石时也采取了下铺上盖，避免砂石散落在田内；施工现场做到工完料净场地清，对现场剩余的砂石料运至其他杆号使用，剩余的水泥运回项目部材料站统一保管，现场废弃的编织袋、塑料制品、线绳等杂物，不能乱丢，应及时清理、回收；开方施

工采取挡土墙措施,以免对山区植被造成破坏和水土流失,现场挡土墙如图 1-1 所示。

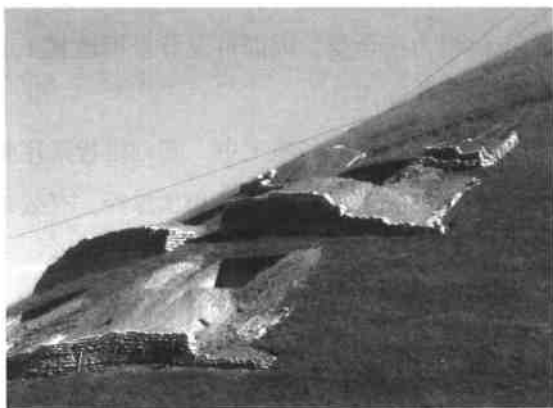


图 1-1 现场挡土墙

针对个别塔位施工中基面有限的情况,由于边上就是很陡的山坡,很容易造成弃土顺着山坡下滚,于是采取了以下两种措施来保证杜绝此现象的发生:

(1) 基础浇制时每次只浇筑 1 个基础腿,有效地节约了基面面积,使得弃土堆放有了保障;

(2) 向山下方向堆放挡土墙,保证弃土不会顺着山坡下滚。

2. 基础施工中的难点

750kV 输变电示范工程线路的基础大,单腿方量最大 20.9m^3 ,平均 7.9m^3 ;基础尺寸最高 7.7m,底盘最宽 4.4m,立柱 1.2m;钢材重量最大 2.3t/腿,平均 1.05t/腿,这是以前工程所没有的,再加上甘肃湿陷性地质,给施工造成很大困难。对此受国家电网公司委托,西北电网有限公司组织进行了 750kV 输电线路基础关键技术方案的方案研究,解决了 750kV 输变电示范工程线路基础施工问题。

设计单位在工程设计时,也考虑在地质条件满足的情况下尽可能使用原状土掏挖基础,减小土体开方量;配合铁塔长短腿,设计长短柱或高低基础;另外根据具体的地质条件,本着经济、可靠的原则,积极采用岩石嵌固式、岩石锚桩等基础形式。对于软塑、淤泥质黏性土和砂土层地基,根据技术经济比较,采用大板式或灌注桩基础。对于湿陷性强且为水浇地的塔位基础底部采用 2:8 灰土处理及上层采用土工布的处理方法。采用扩展柔板斜柱基础,因扩展柔板斜柱基础具有良好的结构和受力特性,能够明显地改善基