



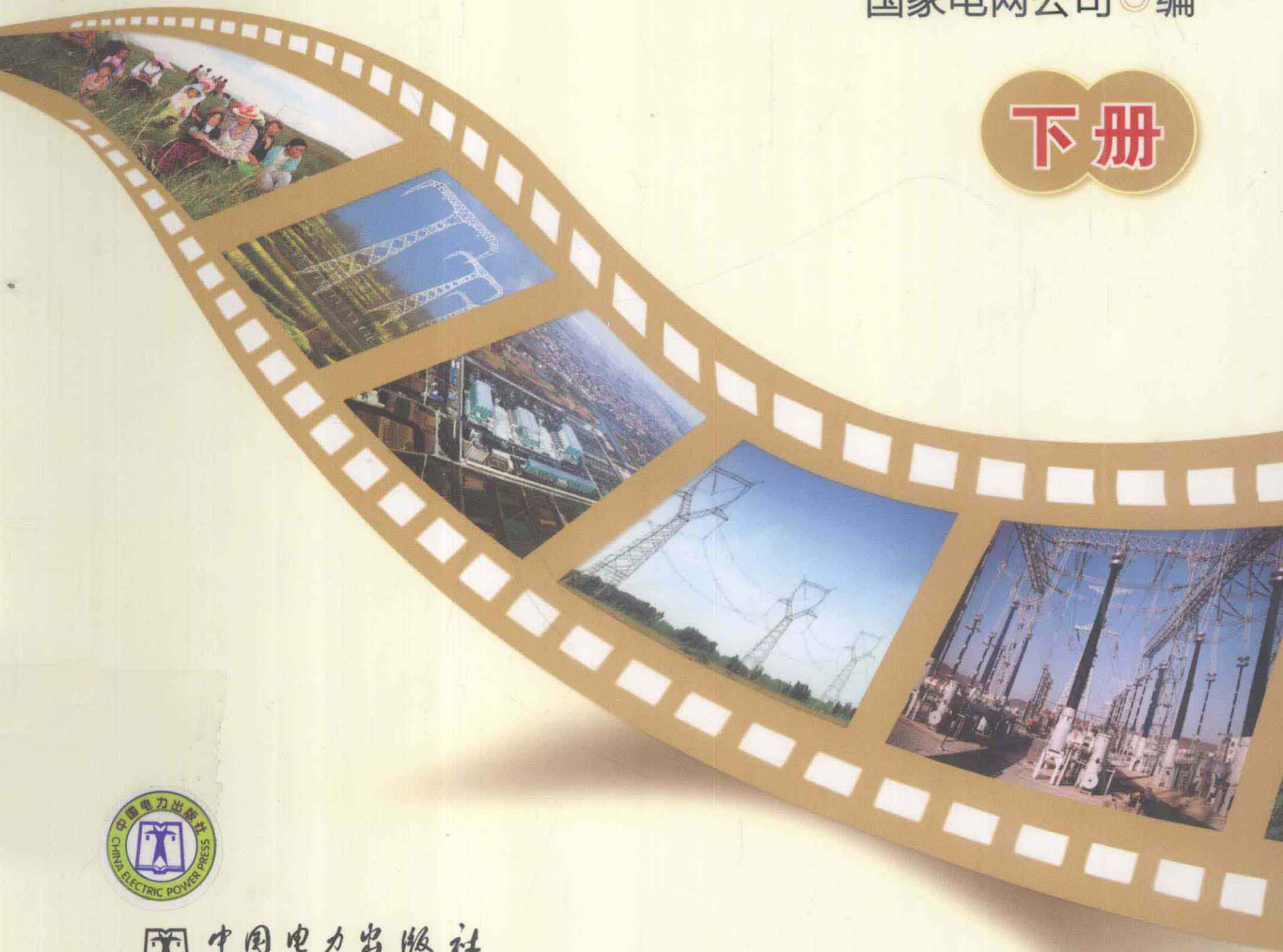
国家电网
STATE GRID

创新与超越

——“十一五”电网建设

国家电网公司 编

下册



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

创新与超越

——“十一五”电网建设

(下册)

国家电网公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

创新与超越 : “十一五” 电网建设 . 下 / 国家电网公司编 .
北京 : 中国电力出版社, 2011.5

ISBN 978-7-5123-1685-0

I. ①创… II. ①国… III. ①电网 - 电力工程 - 科技发展 -
概况 - 中国 - 2006 ~ 2010 IV. ① TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 088245 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](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月北京第一次印刷
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 36.5 印张 616 千字
印数 0001—3000 册 定价 150.00 元 (上、下册)

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

◆ 编 委 会 ◆

主 副 委	编	刘振亚				
	主 编	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
	员	孙 昕	李文毅	刘广迎	伍 萱	赵庆波
		李荣华	张启平	苏胜新	孙吉昌	葛正翔
		黄 强	刘泽洪	王益民	陈晓林	尹积军
		辛绪武	张智刚	丁广鑫	丁 扬	郭剑波
	刘开俊	王海啸				

编 写 组 组 长	黄 强				
编写组副组长	郭日彩	盛大凯			
编 写 组 成 员	苏朝晖	李东亮	黄世暄	王 艳	宋 涛
	王春娟	周 纬	郗 鑫	李培栋	房庆红
	谭利民	张 强	吴云喜	许子智	易建山
	徐志军	赵多青	李 明	李明华	甘 羽
	姜丽敏	乔振宇	朱任翔	曲 辉	吴 迪

特 约 审 稿 人 员	刘本粹	张 贺	成 卫	孙竹森	陈维江
	高理迎	刘 博	袁清云	杨建平	李 正
	肖 兰	余 乐	赵 彪	孙 涛	齐立忠
	温卫宁	张禹芳			



目录

CONTENTS

序 前言

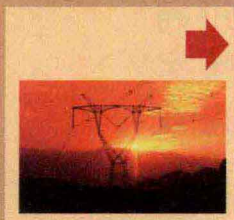
上 册

建设回顾篇

“十一五”电网建设综述	3
全面完成电网建设任务	3
服务国家经济社会发展	6
基建管理取得明显成效	9
电网建设积累宝贵经验	11
“十一五”电网建设成就	14
特高压输电技术国际领先	14
三峡输变电工程全面建成	17
各等级网架结构不断完善	21
智能电网取得突破性进展	25

管理创新篇

基建管理制度	31
基建管理制度建立	31
基建标准化建设	38
“三横五纵”管理体系框架	38
基建管理机制创新	44
“三通一标”标准化成果应用	48
“两型一化”、“两型三新”工程建设	52



基建集约化管理	60
初步设计评审集中管理	60
设计施工监理招标集中管理	65
工程结算集中监督管理	67
基建新技术研究及应用集中管理	70
物资集约化管理	74
基建信息化建设	77
基建管控模块	77
跨区、跨省电网工程建设管理	81
特高压及跨区电网工程建设管理	81
基建管理体制创新	85
“大建设”体系研究	85



科技进步篇

技术标准	95
基建技术标准	95
特高压技术标准	98
智能输变电技术标准	101
基建与生产类标准协调	103
新技术、新材料、新工艺	105
新技术	105
新材料	143
新工艺	158
新设备研制	174
特高压交流设备	174
特高压直流设备	184
直流控制与保护	196
500kV可控串补装置	200

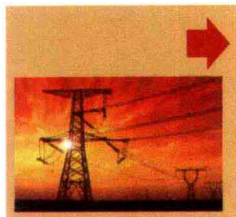
重大试验研究基地建设	203
特高压交流试验基地	203
特高压直流试验基地	208
特高压杆塔试验基地	215
西藏高海拔试验基地	218
特高压直流工程成套设计研发中心	223
智能输变电研究	227
智能输变电试点工程建设	227



社会责任篇

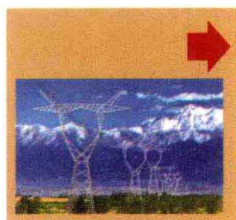
服务社会发展	237
户户通电工程	237
奥运供电工程	242
世博供电工程	246
电铁配套工程	251
构建绿色电网	256
资源节约型、环境友好型电网建设	256
挺起光明脊梁	264
卧冰踏雪抗冰保网	264
众志成城抗震救灾	271
快速反应抗击洪流	277
超前防范应对台风	283
提升抗灾能力	288
抗冰、防舞、防雷、防风偏、防震专题研究	288
快速抢修杆塔基础研究	294
直流融冰技术研究	297

下 册



创新引领篇

- 1000kV晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程
——目前世界上运行电压最高的交流输变电工程 303
- 向家坝—上海 ± 800 kV特高压直流输电示范工程
——世界上电压等级最高、输送容量最大的直流输电工程 325
- 宁东—山东 ± 660 kV直流输电示范工程
——世界上首项 ± 660 kV电压等级的直流输电工程 339



重要联网篇

- 新疆与西北联网750kV输变电工程
——新疆煤电风电及甘肃风电送出工程 353
- 宜都—华新 ± 500 kV直流输电工程
——我国掌握直流输电关键技术的标志性工程 360
- 宝鸡—德阳 ± 500 kV直流输电工程
——西北与华中直流联网工程 366
- 呼伦贝尔—辽宁 ± 500 kV直流输电工程
——呼伦贝尔煤电基地电能外送直流工程 370
- 高岭背靠背换流站工程
——我国首项设计、制造完全国产化的直流工程 374
- 灵宝背靠背换流站扩建工程
——世界上首次采用6英寸、4500A换流阀的直流工程 377
- 葛沪直流综合改造工程
——国内首次采用同塔双回及共用接地极的直流联网工程 380



示范工程篇

江苏锡西南500kV变电站工程	
——“两型一化”变电站首项试点工程	389
浙江宁海电厂—苍岩500kV输电线路工程	
——“两型三新”输电线路首项试点工程	394
安徽安庆500kV变电站工程	
——“全生命周期”设计首项试点工程	401
陕西延安750kV变电站工程	
——智能变电站首批试点工程	408
江苏无锡西泾220kV变电站工程	
——智能变电站首批试点工程	414
四川北川永昌110kV变电站工程	
——智能变电站首批试点工程	423
湖南复兴500kV变电站工程	
——直流融冰兼SVC试点工程	427
上海±35kV柔性直流输电示范工程	
——柔性直流输电关键技术示范工程	431
江苏220kV茅蓄线改造工程	
——复合材料杆塔应用试点工程	436



技术突破篇

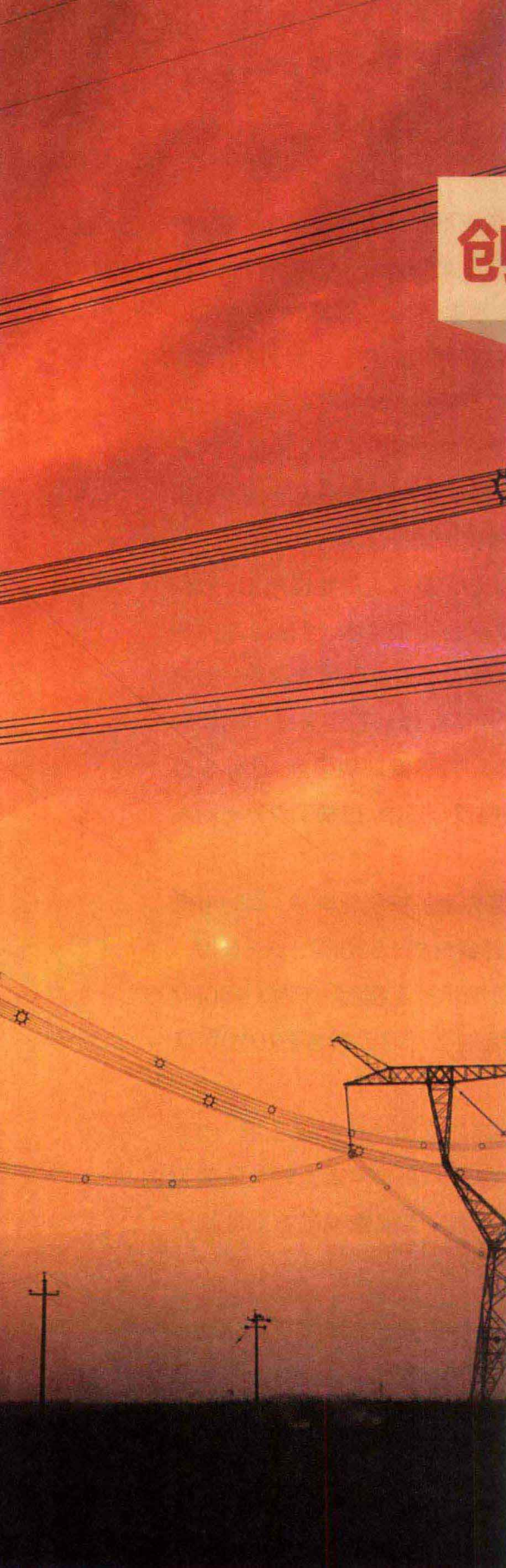
宁夏银川东750kV变电站工程	
——新中国成立60周年100项经典暨精品获奖工程	443
上海静安500kV变电站工程	
——上海世博会配套全地下变电站工程	449
辽宁北宁500kV变电站工程	
——国内首次采用全联合角钢构架的变电站工程	454

浙江舟山与大陆联网220kV输电线路工程	
——创造多项世界第一的大跨越工程.....	457
西北兰州东—平凉—乾县750kV输电线路工程	
——国内首项750kV同塔双回输电线路工程	468
江苏利港三期—梅里500kV输电线路工程	
——国内首项500kV同塔四回输电线路工程	473
福建罗源白花—碧里220kV输电线路工程	
——国内首项220kV同塔六回输电线路工程	476
河南平顶山—洛南500kV输电线路工程	
——国内首次应用Q460高强角钢塔的输电线路工程	483
华东练塘—泗泾500kV输电线路工程	
——国内首次应用Q460高强钢管塔的输电线路工程	486
甘肃陇西—洛大330kV输电线路工程	
——应用三相不等截面导线技术的输电线路工程	491
上海北京西路—华夏西路500kV电缆工程	
——国内首项城区500kV电缆工程	496

附录

“十一五”电网建设大事记	503
“十一五”电网建设荣誉榜	523
“十一五”期间典型工程参建单位	528

后记	559
----------	-----



创新引领篇

→ **1000kV晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程**：目前世界上运行电压最高的交流输变电工程。

→ **向家坝—上海 ± 800 kV特高压直流输电示范工程**：世界上电压等级最高、输送容量最大的直流输电工程。

→ **宁东—山东 ± 660 kV直流输电示范工程**：世界上首项 ± 660 kV电压等级的直流输电工程。

“十一五”之前,除西北地区采用交流330kV、正在建设750kV交流网架外,我国电网的最高电压等级为交流500kV、直流 ± 500 kV。

“十一五”期间,我国经济持续快速发展,对电力供应不断提出新的更高要求。根据全面建设小康社会的奋斗目标,电力需求将长期保持较快增长趋势,而我国的能源资源和生产力发展呈逆向分布,在相当长的时间内,煤电、水电仍然是主要的电源供应形式。我国煤炭资源保有储量的76%分布在山西、内蒙古、陕西、新疆等北部地区,80%的水能资源分布在四川、云南、西藏等西部地区,陆地风能主要集中在东北、华北北部、西北“三北”地区,但2/3以上的能源需求集中在缺少一次能源的东部和中部地区。为满足经济社会发展对电力的需求,必须走远距离、大容量输电和全国范围优化资源配置的道路,即要大力发展更高电压等级的交流和直流输电技术。

特高压输电即指交流电压1000kV和直流电压 ± 800 kV及以上的输电技术。为积极探索特高压电网规律,实现特高压发展战略,国家电网公司在科学、全面论证的基础上,启动了1000kV晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程和向家坝—上海 ± 800 kV特高压直流输电示范工程建设。在党中央、国务院、国家各相关部门的领导下,特高压交、直流示范工程分别于2009年1月和2010年7月相继成功投运,这标志着我国全面掌握了具有自主知识产权的特高压交、直流输电核心技术,占领了世界电网发展的制高点。

为满足未来我国直流输电在输送容量、输送距离等方面的多样化需求,同时考虑降低输电损耗、降低造价、实现设备制造的序列化,有必要形成 ± 500 kV、 ± 660 kV、 ± 800 kV等全系列电压等级。在全面建成特高压交、直流示范工程后,作为 ± 660 kV电压等级序列的标志性工程,宁东—山东 ± 660 kV直流输电示范工程也于2010年建成投运。

本篇系统介绍了1000kV晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程、向家坝—上海 ± 800 kV特高压直流输电示范工程和宁东—山东 ± 660 kV直流输电示范工程,旨在展示我国输变电工程在试验研究、设计、设备研制、工程建设等方面实现了“中国引领”和“中国创造”。

1000kV晋东南—南阳—荆门 特高压交流试验示范工程

——目前世界上运行电压最高的交流输变电工程

1000kV晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程（简称特高压交流试验示范工程）是我国自主规划、自主研制、自主设计、自主建设的首项特高压输变电工程，代表当今电力工业发展的最高水平，引领坚强智能电网的发展方向。工程建设



2006年8月19日，特高压交流试验示范工程山西晋东南变电站奠基仪式过程是电网技术全面创新的过程，攻克了科研、规划、设计、设备、施工、调试、运行等一系列技术难题，突破了电网技术瓶颈，其建设标准和管理方法对后续特高压工程建设具有试验和示范的双重作用。工程的成功建设和持续稳定可靠运行，充分验证了特高压交流输电的技术可行性和系统安全性，初显经济性，使我国电网技术水平跃居世界领先行列，同时也为

解决我国能源资源与经济发展电力负荷中心呈逆向分布的问题提供了有效手段,对促进经济社会清洁环保、可持续健康发展,助推经济发展方式转变,加快小康社会建设具有重要而深远的意义。

一、工程概况

特高压交流试验示范工程标称电压1000kV,最高运行电压1100kV。工程由国家电网公司投资建设,批准概算静态投资56.78亿元,动态投资58.56亿元。工程于2006年8月取得国家发展和改革委员会下达的项目核准批复文件,同年底开工建设;2008年12月,全面竣工。经过系统调试和试运行考核,于2009年1月6日22时正式投入运行,目前运行情况良好。

(一) 变电工程

1. 晋东南 1000kV 变电站

晋东南1000kV变电站位于山西省长治市长子县,围墙内占地面积 7.78hm^2 。装设1组 $3\times 1000\text{MVA}$ 特高压主变压器。1000kV出线1回、双断路器接线,采用 SF_6 气体绝缘金属封闭组合电器(GIS)。500kV出线5回,一个半断路器接线,采用混合式 SF_6 气体绝缘金属封闭组合电器(HGIS)。装设1组 $3\times 320\text{Mvar}$ 高压并联电抗器,2组240Mvar低压侧并联补偿电抗器、4组210Mvar低压侧并联补偿电容器。

2. 南阳 1000kV 开关站

南阳1000kV开关站位于河南省南阳市方城县,围墙内占地面积



晋东南 1000kV 变电站



南阳 1000kV 开关站

8.15hm²。本期不装设主变压器。
1000kV出线2回，双断路器接线，采用HGIS设备。500kV本期无出线。装设2组3×240Mvar高压并联电抗器。

3. 荆门 1000kV 变电站

荆门1000kV变电站位于湖北省荆门市沙阳县，围墙内占地面积11.45hm²。装设1组3×1000MVA特高压主变压器。1000kV出线1回，双断路器接线，采用HGIS设备。500kV出线3回，一个半断路器接线，采用HGIS设备。装设1组3×200Mvar高压并联电抗器，2组240Mvar低压侧并联补偿电抗器、4组210Mvar低压侧并联补偿电容器。

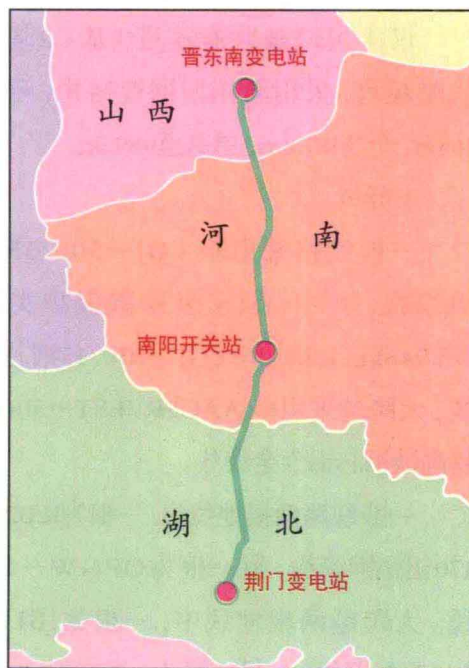


荆门 1000kV 变电站

(二) 线路工程

1. 路径

输电线路全长640km，跨越山西、河南和湖北3个省，途经22个县(市)级行政区。其中，晋东南至南阳段359km，起自晋东南1000kV变电站，途经山西省的长子县、沁水县、泽州市，河南省的沁阳市、博爱县、温县、孟州市、巩义市、偃师市、伊川市、汝州市、宝丰县、鲁山县、南召县、方城县，进入南阳1000kV开关站，山西省境内约115km，河南省境内约244km；南阳至荆门段281km，自河南南阳1000kV开关站出线后，经河南省的社旗县、唐河县，湖北省的枣阳市、襄樊市、宜城市、钟祥市、沙阳县，止于荆门1000kV变电站，河南省境内约100km，湖北省境内约181km。



特高压交流试验示范工程
输电线路路径示意图

黄河大跨越位于河南省孟州市境内,采用耐一直一直一直一耐的跨越方式,主跨越档1.22km,耐张段总长3.651km。汉江大跨越位于湖北省钟祥市境内,采用耐一直一直一耐的跨越方式,主跨档距1.65km,跨越耐张段总长2.956km。

2. 铁塔

全线为单回路塔,共有铁塔1284基。其中,一般线路1275基,黄河大跨越5基,汉江大跨越4基。一般线路采用酒杯型、猫头型、干字型、门型4类、49种塔型,平均高77.2m、重70.5t。

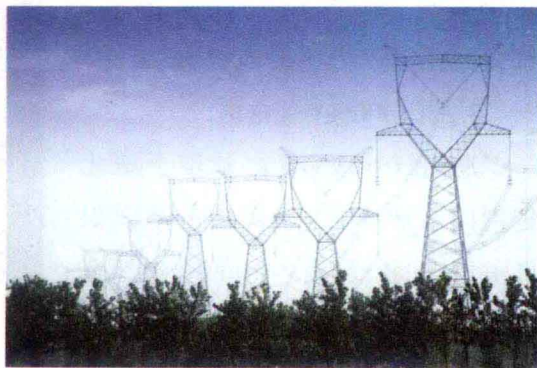
黄河大跨越共有铁塔5基。3基为直线跨越塔,采用酒杯型钢管结构,呼称高112m,全高122.8m,单基重460.25t。

汉江大跨越共有铁塔4基。2基为直线跨越塔,采用酒杯型钢管结构,呼称高168m,全高181.8m,单基重989.5t。

3. 导线

一般线路采用 $8\times\text{LGJ}-500/35$ 钢芯铝绞线。其中,国家级猕猴保护实验区(3.946km)采用 $8\times\text{LGJ}-630/45$ 钢芯铝绞线。大跨越采用 $6\times\text{AACSR/EST}-500/230$ 特高强钢芯铝合金绞线。

一般线路两根地线中,一根为JLB20A—170铝包钢绞线,另一根为OPGW—175光缆。大跨越两根地线中,一根为JBL20—240铝包钢绞线,另一根为OPGW—24B1—254光缆。



一般输电线路



黄河大跨越



汉江大跨越