

国家电网公司



STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

特高压交流输电技术

研究成果专辑

(2006年)

主 编 刘振亚



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

特高压 交流 输电技术

研究成果专辑

(2006年)

主 编 刘振亚

副主编 舒印彪



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

建设特高压电网,实施“一特三大”发展战略,是保证国家能源安全的必然要求,是建设资源节约型、环境友好型社会和创新型国家的重要举措,是落实科学发展观的具体体现,具有重大而深远的历史意义。本书是国家电网公司继《特高压交流输电技术研究成果专辑(2005年)》之后,对2006年特高压交流试验示范工程建设和特高压交流输电技术研究成果的全面回顾和总结。

本书系统介绍了2006年度开展的30项关键技术课题、单项研究专题的研究成果,包括特高压交流输电关键技术研究成果,变电技术研究成果和输电线路技术研究成果。本书不仅可供读者全面了解2006年度特高压交流输电技术研究取得的成果和进展情况,同时还为今后特高压交流骨干网架建设提供统一的基础条件和数据平台。另外,书中提出的许多开放性思想也为下一步的研究提供了思路 and 方向。

图书在版编目(CIP)数据

特高压交流输电技术研究成果专辑. 2006年 / 刘振亚主编.
北京: 中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-7784-1

I. 特… II. 刘… III. 高电压-交流-输电技术-研究
IV. TM726.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第128034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9月第一版 2008年9月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 20.5印张 393千字

印数 0001—3000册 定价 80.00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



STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

编写人员名单

主 编	刘振亚				
副 主 编	舒印彪				
编委会成员	刘本粹	于 刚	孙 昕	赵庆波	张启平
	张 贺	刘泽洪	丁 扬	张文亮	陈维江
	肖世杰	张运洲			
编写组组长	孙 昕	丁 扬	刘泽洪		
编写组副组长	韩先才	葛旭波	葛 俊	袁 骏	王绍武
编写组成员	孙 岗	刘洪涛	谷定燮	林集明	张翠霞
	邬 雄	张广州	班连庚	汪亚平	万启发
	胡 毅	王力农	陈家宏	宿志一	周 军
	陈海波	朱宽军	刘胜春	王景超	朱永平
	赵全江	蔡德江	万建成	孙朝阳	高 选
	苏 巍	李奇峰	陆庭龙	李 健	段国平
	杨 林	薛春林	陈 光	李永双	张谢平
	陈传新	吴祎琼	刘晓瑞	尹洪江	彭 华
	卢 铭	曹玉杰	高文龙	李振华	张耀民
	王 帅	余春雨			

前 言

建设特高压电网,实施“一特三大”发展战略,是保证国家能源安全的必然要求,是建设资源节约型、环境友好型社会和创新型国家的重要举措,是落实科学发展观的具体体现,具有重大而深远的历史意义。特高压输电具备超远距离、超大容量、低损耗的送电能力,能够提高资源的开发和利用效率,缓解环保压力,节约宝贵的土地资源,具有显著的经济效益和社会效益,符合我国国情和国家能源发展战略,得到了党和国家领导人及政府主管部门的高度重视和支持。2005年2月,国家发展和改革委员会下发了《关于开展百万伏级交流、±800kV级直流输电技术前期研究工作的通知》(发改办能源[2005]282号)。经过一年多的研究论证,2006年8月9日,特高压交流试验示范工程正式获得核准,标志着我国特高压工程正式进入了实施阶段。

2006年8月19~26日,晋东南变电站、南阳开关站和荆门变电站先后奠基。9月21日国网特高压直流试验基地在北京奠基,10月10日,国网特高压交流试验基地在武汉奠基,并在同年底一次带电成功。两基地全面建成后将创造30项世界第一,为特高压输电技术研究提供优越的科研试验条件。10月30日,国家电网公司在北京召开特高压交流试验示范工程建设誓师动员大会,标志着我国首个特高压交流工程进入全面建设阶段。2006年11月,国家电网公司、中国机械行业联合会、中国电机工程学会联合在北京成功举办了2006特高压输电技术国际会议,进一步加强国际合作和技术交流,使发展特

高压输电技术在国内外形成了广泛共识，极大地推动了特高压输电技术的发展。12月27日，特高压试验示范工程主设备合同签字仪式举行，标志着特高压设备研制生产进入全面实施阶段。

为及时总结特高压输电技术研究工作取得的成果，国家电网公司计划组织相关科研、设计、咨询和高等院校等单位编写《特高压交流输电技术研究成果专辑》和《特高压直流输电技术研究成果专辑》，按照年度出版。本书是国家电网公司继《特高压交流输电技术研究成果专辑》（2005年）之后，对2006年特高压交流输变电技术研究成果的全面回顾和总结，凝聚着各级领导和工作人员的汗水，是参与特高压输电技术研究和工程建设全体人员劳动和智慧的结晶。

本书系统介绍了2006年度开展的30个特高压交流输电关键技术课题和单项研究专题的研究成果，主要包括关键技术研究，变电技术研究和输电线路技术研究。根据已取得的科研成果，国家电网公司特高压建设部组织编写了34篇专题论文，对研究成果进行了逐一、详尽地论述。本书不仅可供读者全面了解2006年度特高压交流输电技术研究取得的成果和进展情况，同时还为今后特高压交流骨干网架建设提供了统一的基础条件和数据平台。另外，书中提出的许多开放性思想也为下一步的研究提供了思路 and 方向。

一年来，特高压输电技术研究的参与者付出了辛勤的劳动，换来了累累硕果，承担研究任务的单位全力以赴，克服重重困难，圆满完成了既定的研究任务，在此表示衷心感谢，并籍此向为本书编辑出版提供支持和帮助的单位和个人致谢！

国家电网公司

2007年9月

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 2006 年特高压交流试验示范工程建设工作回顾	2
一、工程核准	2
二、关键技术研究	2
三、国际技术交流	3
四、工程设计	3
五、特高压设备供应	3
六、工程建设	4
第二节 2006 年特高压交流输电技术主要研究成果概要	4
一、概述	4
二、科研课题主要研究内容	6
第二章 特高压交流输电关键技术研究成果	12
课题 1 特高压交流输电系统 110kV 侧系统研究	13
课题 2 特高压交流输电系统防雷保护技术研究	25
课题 3 特高压交流输电线路地线电量计算及 地线运行方式研究	41
课题 4 特高压交流输变电工程电磁环境研究	47
课题 5 特高压交流输变电工程设备电晕特性研究	56
课题 6 特高压交流输变电工程多分裂间隔棒及变电金具、 线路金具开发研究	63
课题 7 特高压变电导线及母线、输电线路刚性跳线及扩径 导线的开发研制	82

第三章 特高压交流变电技术研究成果	96
课题 8 特高压变电站站用电设计	97
课题 9 特高压变电站场地竖向及边坡设计研究	109
课题 10 特高压变电站地基处理研究	115
课题 11 特高压变电站直流系统配置方案研究	124
课题 12 特高压变电设备与导线及金具连接方式专题研究	131
课题 13 特高压变电站大型油浸设备消防方案研究	138
课题 14 特高压变电构架设计及设备支架设计研究	145
课题 15 特高压变电站导体选择	153
课题 16 特高压变电站电气主接线研究	162
课题 17 特高压交流试验示范工程变电站 110kV 侧谐波分析	172
第四章 特高压交流输电线路技术研究成果	183
课题 18 特高压交流输电线路风速设计标准研究	184
课题 19 特高压交流输变电工程绝缘子选型研究	198
课题 20 特高压交流输电线路杆塔方案及荷载研究	209
课题 21 特高压交流输电线路导线防振防舞研究	225
课题 22 特高压交流输电线路对地及交叉跨越间隙研究	243
课题 23 特高压交流输电线路大跨越技术方案研究	249
课题 24 特高压交流输电线路电气不平衡度分析及换位方式研究	256
课题 25 特高压交流输电线路与天然气、输油管道交叉跨越及平行走线 距离研究	263
课题 26 特高压交流输电线路塔型规划、经济档距及塔高分析研究	279
课题 27 特高压交流试验示范工程线路走廊雷电分布特征研究	287
课题 28 采动影响区变形规律及稳定性的量化研究	294
课题 29 特高压交流试验示范工程概算取费费率测算研究	303
课题 30 机载激光雷达技术在特高压输变电工程中的可行性应用研究	312

2006

特高压交流输电技术研究成果专辑



第一章

概

论



第一节 2006 年特高压交流试验示范工程建设工作回顾

2006 年是“十一五”的开局之年，是特高压交流试验示范工程全面转向工程建设的关键一年。在国家电网公司党组的正确领导下，在特高压试验示范工程建设领导小组的直接指导下，特高压建设部坚持以集团化运作抓工程推进、集约化协调抓工程组织、精细化管理创精品工程、标准化建设技术管理体系。坚持“科研为先导、设计为龙头、设备为关键、建设为基础”的方针，遵循建立“两个体系”、坚持“两个三结合”、实现“两个创新”的原则，严密组织、精心策划，严格要求、科学管理，精心设计、精心施工，真抓实干、勇于创新，抓实、抓细、抓好特高压交流试验示范工程建设的全过程管理，全力以赴推进项目核准、科研、咨询、设计、设备采购和建设管理等各项工作。

一、工程核准

2005 年 10 月，特高压交流试验示范工程可研报告上报国家发展和改革委员会，年内取得了水土保持及地灾、压矿、地震、文物等专题评估报告的批件；2006 年 2 月 28 日，取得国家环保总局关于环境影响报告的批复文件；2006 年 6 月 20 日，国家发展和改革委员会正式发出《国家发展改革委办公厅关于开展交流 1000 千伏、直流 ± 800 千伏特高压输电试验、示范工程前期工作的通知》（发改办能源〔2006〕1264 号）；2006 年 6 月 30 日，取得国土资源部关于三个变电站用地预审的批复；2006 年 8 月 9 日，国家发展和改革委员会印发《国家发展改革委关于晋东南至荆门特高压交流试验示范工程项目核准的批复》，正式核准建设特高压交流试验示范工程，标志特高压交流试验示范工程建设全面启动。

二、关键技术研究

2005 年，国家电网公司先后下达特高压交流关键技术研究课题共三批 46 项；下达单项研究专题 5 项。2006 年根据工程实际需要，增加 10 项特高压交流关键技术研究课题和 23 项工程单项研究专题。在 2006 年底主设备完成招标采购后，又下达第四批与主设备研制相关的 12 项课题。

2006 年，国家电网公司特高压建设部组织了 50 多次课题研讨会。对重大关键技术问题先后组织召开了 4 次公司级审查会，会议由国家电网公司领导或顾问主持，国内知名专家参加，以确保关键技术研究课题结论的正确性。总体说来，关键技术研究取得了重大成果，课题的研究结论或中间成果都在工程中得到应用，为工程设计和设

备规范编制发挥了重要支撑作用。

在进行大量研究的同时，为了及时总结成果和保护知识产权。特高压建设部组织编写出版了《特高压交流输电技术研究成果专辑（2005 年）》和《特高压知识问答》。今后将按年度整理出版《特高压交流输电技术研究成果专辑》。

国家电网公司会同中国电力企业联合会多次向国家标准化委员会汇报，阐明国家电网公司关于以特高压交流试验示范工程为依托建立特高压交流标准体系的思路。2006 年 12 月，国家标准化委员会已复函同意在国家电网公司特高压试验示范工程建设领导小组下设特高压交流标准化工作委员会，拟在建立企业标准的基础上，完成向行业标准、国家标准的转化，同时推动与国际标准的接轨工作。目前，相关工作已开始启动。

三、国际技术交流

对外技术交流包括无功补偿、过电压和绝缘配合、对地及交叉跨越距离、杆塔方案及荷载、导线防振防舞、变电站设计技术、电磁环境、外绝缘污秽对比试验共 8 项专题。公司分别与日本电力中央研究所、东京电力公司成立工作组，通过团组考察、专题汇报、技术交流等多种形式开展技术交流工作。截至 2006 年 6 月底，技术交流工作全部完成，达到了预期目的：充分了解日本在特高压输电理论研究、工程设计、设备研发、实证试验等方面的成果和经验；充分发挥日方开展的独立研究对国内科研、设计的校核作用；咨询及技术交流成果对我国试验示范工程的建设具有重要的参考价值。

对俄技术交流内容以线路技术为中心，包括特高压交直流系统的过电压与绝缘配合，特高压交直流系统的外绝缘技术，特高压交直流系统的电磁环境影响，特高压交直流输电线路设计，特高压交流输电线路带电作业等内容，2006 年 12 月完成了全部技术交流工作。

四、工程设计

按照“安全可靠，技术创新，先进实用，经济合理”的原则，精心组织、合理安排、有序推进工程设计工作。制订并印发初步设计工作大纲，分别成立了变电、线路设计工作组，采取联合设计的组织模式和分步评审的工作模式；引入设计监理，推行设计例会和设计联络会的协调机制，工程设计按计划顺利推进。2006 年，先后完成变电站四通一平设计，线路工程初步设计路径设计，变电站及线路大跨越初步设计，一般线路工程初步设计。

五、特高压设备供应

特高压设备供应的总体目标是保证设备按期供货、安全运行；依托工程建设，建立全套标准和规范；通过原始创新、集成创新、引进消化吸收再创新，实现试验示范



工程供货以及国产化目标;推动电网技术进步,推动国内电工装备制造业的产业升级,培育核心竞争力。在特高压设备国产化调研和《交流特高压试验示范工程主设备技术条件书》的基础上,2006年6月初形成了特高压交流试验示范工程主设备国产化方案;2006年6月中旬通过了国家发展改革委组织召开的特高压设备研制工作会议的审查;2006年6月下旬正式上报国家发展改革委;2006年8月4日取得《国家发展改革委办公厅关于印发特高压输变电设备研制工作会议纪要的通知》;2006年11月10日取得《国家发展改革委办公厅关于晋东南至荆门1000千伏特高压交流试验示范工程设备国产化方案和招标方式的复函》。随后,国家电网公司正式启动了特高压交流试验示范工程变压器、高压电抗器、开关设备竞争性谈判工作。经过技术、商务、零部件供货来源、交货期等关键问题的多轮谈判,于2006年底确定了设备供应商。

特高压设备研制阶段质量控制坚持国内和国外监造相结合、全过程监造与关键点见证相结合、驻厂监造和专家组重点检查相结合的原则。强化设备设计审查,重视中间过程管理,加大监造与试验见证力度,建立全过程的质量控制与风险管理体系。目的是集中国内外智慧资源,确保成功研制出满足工程要求的特高压设备;出发点是把问题和难点解决在制造厂内,给现场安装调试的顺利进行创造条件。2006年底确定了设备国内、国外监造单位。

六、工程建设

2006年,按照集团化运作抓工程推进、集约化协调抓工程组织、精细化管理创精品工程的工作思路,工程建设实施的各项工作加速推进,特高压交流试验示范工程已进入建设实施阶段,变电站征地取得国务院批件。2006年,完成变电站监理、场平施工、建筑施工、安装施工、线路工程监理、大跨越施工招标工作。2006年8月,晋东南、南阳、荆门三个变电站举行了隆重奠基仪式。2006年底,场平施工、线路大跨越施工正式开工。

第二节 2006年特高压交流输电技术主要研究成果概要

一、概述

2005年初,国家电网公司党组做出了建设特高压电网的重大决策,指出科技工作要敢为人先,敢于走在世界电网科技发展的前列,坚定不移走中国特色的电网发展之路。从实现国家电网公司和国家电网发展方式转变的高度,提出并全面实施科技兴企战略,着力自主创新,提高发展质量,降低发展成本,为国家电网发展提供持久

的技术支撑,使国家电网公司在发展中赢得主动。

为此,按照国家电网公司提出的“组织落实,智力、技术落实,资金落实”三落实精神,国家电网公司科技部组织编制了《特高压交流输电关键技术研究框架》,截至 2007 年 3 月,共计下达特高压交流试验示范工程关键技术研究课题 70 项;国家电网公司特高压建设部根据特高压交流试验示范工程需要,陆续下达了专门针对该工程特殊问题的 28 项工程单项研究专题。

这些科研课题在电磁环境控制指标、过电压与绝缘配合、变电站和线路设计、防雷技术、施工试验等方面取得了重要成果。通过特高压科研工作的顺利开展,不仅掌握了核心关键技术,而且全面增强了国家电网公司自主创新的能力。科研工作取得的成果已经为特高压输电工程可研、初步设计收口、施工图设计、主设备研制、工程施工等工作的顺利开展奠定了坚实的技术基础。

本专辑对 2006 年度特高压交流输电技术研究取得的成果进行了全面总结,系统介绍了 2006 年度开展的 30 个关键技术课题、单项研究专题、设计专题的研究成果。开展的主要研究课题如下:

1. 特高压交流输电关键技术研究

课题 1: 特高压交流输电系统 110kV 侧系统研究

课题 2: 特高压交流输电系统防雷保护技术研究

课题 3: 特高压交流输电线路地线电量计算及地线运行方式研究

课题 4: 特高压交流输变电工程电磁环境研究

课题 5: 特高压交流输变电工程设备电晕特性研究

课题 6: 特高压交流输变电工程多分裂间隔棒及变电金具、线路金具开发研究

课题 7: 特高压变电导线及母线、输电线路刚性跳线及扩径导线的开发研制

2. 特高压交流变电技术研究

课题 8: 特高压变电站站用电设计

课题 9: 特高压变电站场地竖向及边坡设计研究

课题 10: 特高压变电站地基处理研究

课题 11: 特高压变电站直流系统配置方案研究

课题 12: 特高压变电设备与导线及金具连接方式专题研究

课题 13: 特高压变电站大型油浸设备消防方案研究

课题 14: 特高压变电构架设计及设备支架设计研究

课题 15: 特高压变电站导体选择

课题 16: 特高压变电站电气主接线研究

课题 17: 特高压交流试验示范工程变电站 110kV 侧谐波分析



3. 特高压交流输电线路技术研究

课题 18: 特高压交流输电线路风速设计标准研究

课题 19: 特高压交流输变电工程绝缘子选型研究

课题 20: 特高压交流输电线路杆塔方案及荷载研究

课题 21: 特高压交流输电线路导线防振防舞研究

课题 22: 特高压交流输电线路对地及交叉跨越间隙研究

课题 23: 特高压交流输电线路大跨越技术方案研究

课题 24: 特高压交流输电线路电气不平衡度分析及换位方式研究

课题 25: 特高压交流输电线路与天然气、输油管道交叉跨越及平行走线距离研究

课题 26: 特高压交流输电线路塔型规划、经济档距及塔高分析研究

课题 27: 特高压交流试验示范工程线路走廊雷电分布特征研究

课题 28: 采动影响区变形规律及稳定性的量化研究

课题 29: 特高压交流试验示范工程概算取费费率测算研究

课题 30: 机载激光雷达技术在特高压输变电工程中的可行性应用研究

二、科研课题主要研究内容

下面对以上 30 项课题主要研究内容进行简要介绍:

课题 1: “特高压交流输电系统 110kV 侧系统研究”由中国电力科学研究院承担。课题主要研究内容为:通过对特高压变电站 110kV 侧系统研究,提出低压电容器的最低配置容量和需要的组数,提出 110kV 侧采用的接地方式和过电压水平及绝缘配合,提出 110kV 保护控制方式,为有关部门制定设备规范、设备招标、工程实施和运行提供技术依据。

课题 2: “特高压交流输电系统防雷保护技术研究”由中国电力科学研究院和国网武汉高压研究院分别承担,研究成果互相印证。课题研究主要内容为:通过对特高压变电站雷电侵入波和直击雷保护过电压研究,提出特高压变电站防雷措施,MOA 布置方案,变电站设备上雷电过电压水平和绝缘水平选择;进行特高压线路直击雷防护的研究,提出特高压输电线路提高耐雷性能的措施,提出绕击跳闸率预计值和不同塔形特高压输电线路的地线保护角建议值;提出特高压变电站和输电线路防雷相关标准和设计规程的相关技术参数。

课题 3: “特高压交流输电线路地线电量计算及地线运行方式研究”由西北电力设计院承担。课题研究主要内容为:深入调研现有超高压输电线路工程地线运行方式、运行情况;通过计算地线表面电位梯度,确定地线最小直径,计算分析各种地线运行方式条件下,地线的电能损耗、感应电压,单相短路条件下的地线电压、电流及电流特性,分析、确定地线绝缘子间隙;确定架空地线运行方式,确定 OPGW 的运行方式。

课题 4：“特高压交流输变电工程电磁环境研究”由国网武汉高压研究院承担。课题研究主要内容为：研究特高压输电线路工频电场、磁场分布；研究导线截面、分裂方式和杆塔尺寸的优化配置，以及母线型式和高度；研究不同截面和分裂方式导线，以及不同杆塔情况下的可听噪声、无线电干扰和工频电磁场水平，提出满足电磁环境参数控制要求的最优导线截面、分裂方式和杆塔尺寸，并根据场强水平确定适合的母线型式和高度；进行特高压变电站可听噪声和电磁环境影响研究，确定特高压交流输电系统电磁环境限值标准，提出满足站内外电磁和噪声要求的技术措施；提出经济合理的特高压输变电工程电磁环境控制参数指标；进行正常运行方式和故障状态下对通信、电视等信号的电磁环境影响及防护措施研究；提出 1000kV 变电站二次设备抗扰度试验要求。

课题 5：“特高压交流输变电工程设备电晕特性研究”由国网武汉高压研究院承担。课题研究主要内容为：进行特高压设备及设备用典型均压环可见电晕模拟试验研究；进行 1000kV 分裂耐热扩径软导线及分裂导线、管型母线起晕电压试验研究，进行输电线路典型均压环和绝缘子串起晕电压试验研究；进行典型结构布置下变电站无线电干扰水平、地面场强和电晕噪声水平试验研究；选择西宁实验室对典型分裂导线形式进行可见电晕试验，求取海拔校正参数。

课题 6：“特高压交流输变电工程多分裂间隔棒及变电金具、线路金具开发研究”由国网北京电力建设研究院承担。课题研究主要内容为：按照特高压交流试验示范工程输电线路的技术参数研制阻尼间隔棒；按照特高压交流试验示范工程输电线路的技术参数和导线、间隔棒的动力学参数研究次档距布置方案；按照特高压交流试验示范工程输电线路的技术参数研制悬垂金具串和耐张金具串，并研制串中的金具；按照特高压交流试验示范工程变电站的技术参数研制防振锤。

课题 7：“特高压变电导线及母线、输电线路刚性跳线及扩径导线的开发研制”由中国电力工程顾问集团公司承担。课题研究主要内容为：研究提出特高压电压等级大直径多分裂耐热扩径软导（母）线和管型母线技术参数；开发、设计、研制适应于 1000kV 不同海拔条件下的大直径多分裂耐热扩径软导（母）线和管型母线试验段，并开展相应的机械性能和电气性能测试研究；开展刚性跳线和扩径导线的全性能测试研究；根据输电线路工程设计要求研究选定工程用刚性跳线和扩径导线及其技术条件；研究刚性跳线和扩径导线生产工艺技术应研制试验样品。

课题 8：“特高压变电站站用电设计”由中南电力设计院承担。课题研究主要内容为：通过对站用电电源引接的可靠性分析，结合 1000kV 变电站负荷特点，研究站用电接线和站用电布置方式，经技术经济比较提出推荐接线、布置方案，提出站用变压器容量选择。



课题 9: “特高压变电站场地竖向及边坡设计研究”由中南电力设计院承担。课题研究主要内容为: 支护工程是工程建设中重要的一个环节, 处理不好, 便会由于暴雨、洪水和风暴等因素造成边坡的冲蚀或损坏, 影响工程的安全性及使用寿命。1000kV 变电站占地面积大, 工程的土方挖填方量和支护工程量浩大。课题总结国内用于工程实践的支护工程方案类型的优缺点, 根据 1000kV 变电站的特点, 提出适合特高压试验示范工程支护工程的结构方案, 选择合理的竖向布置, 以减少占地、保护生态环境、降低工程造价。

课题 10: “特高压变电站地基处理研究”由中南电力设计院承担。课题研究主要内容为: 根据安全、经济、施工方便原则, 分析地基处理相关资料, 包括地质勘测报告、总平面布置图、土方初平图、膨胀土地基处理设计资料, 研究地基处理方案, 通过地基处理方案技术及经济比较, 提出推荐方案。

课题 11: “特高压变电站直流系统配置方案研究”由中南电力设计院承担。课题研究主要内容为: 根据荆门变电站计算机监控控制方式和继电保护小室设置方案, 分析了直流操作电源常规集中配置和分散配置方式的优劣, 提出了相对集中的配置方案, 并对推荐方案进行了优化和技术经济比较; 讨论了直流系统电压等级选取、直流系统接线方式以及直流系统主要设备设备选择等方面的问题, 给出了工程设计建议。

课题 12: “特高压变电设备与导线及金具连接方式专题研究”由华东电力设计院承担。课题研究主要内容为: 针对各设备具体情况, 对变电设备、导线及连接固定金具开展研究, 包含设备内部、外部电场分布、设备端子和金具强度; 提出设备均压环的合理设置; 进行对利用避雷器和电压互感器支持铝管母线方案开展研究; 进行硬管母线在穿过 CVT、MOA 均压环后对电场分布影响的研究。

课题 13: “特高压变电站大型油浸设备消防方案研究”由中南电力设计院承担。课题研究主要内容为: 依据国家及电力行业设计规范进行变电站各类大型油浸设备消防型式的选择, 主要的技术难点是要充分考虑到 1000kV 特高压大型油浸设备尺寸较以往 500kV 油浸设备大、大型油浸设备布置比较分散、距离较远等特点, 结合总平面布置和综合管线布置, 合理地进行消防选型; 对多方案技术经济进行比较, 并推荐采用技术先进、经济合理、切实可行的方案。

课题 14: “特高压变电构架设计及设备支架设计研究”由中国电力工程顾问集团公司承担。课题研究主要内容为: 确定 1000kV 变电构架的结构型式, 确定经济弧垂及经济根开尺寸, 研究温度作用及地震作用对 1000kV 变电构架的影响, 进行 1000kV 构架的节点设计及节点构造研究, 设计 1000kV 试验构架加工图并进行试验构架的加工, 编制 1000kV 构架真型试验任务书并进行试验研究工作。

课题 15: “特高压变电站导体选择”由北京国电华北电力工程有限公司、中南电

力设计院承担。课题研究主要内容为：研究确定 1000kV 配电装置母线、跨线、设备连线以及引下线等导体的型式；进行管型母线载流量、导线拉力、风偏摇摆、无线电干扰、可听噪声等方面的计算；在通过理论计算确定导体型式的同时，调研管型母线、软导线以及金具厂家的供货情况，以确定经济合理可行的 1000kV 配电装置的导体型式。

课题 16：“特高压变电站电气主接线研究”由华东电力设计院承担。课题研究主要内容为：针对特高压试验示范工程变电站在电力系统的地位和作用，结合特高压试验示范工程有关专题的研究成果，充分考虑变电站本身运行的可靠型、灵活性和经济性要求，经过技术和经济比较，对特高压变电站的电气主接线进行可靠性分析研究，提出合理的 1000kV 变电站电气主接线方案。

课题 17：“特高压交流试验示范工程变电站 110kV 侧谐波分析”由中国电力科学研究院承担。课题主要研究内容为：结合特高压变电站设计方案，对特高压交流变电站的谐波源进行分析，对可能出现的谐波幅值、频率进行计算，从而提出串联电抗器的安装型式及参数以及限制谐波的有效措施。

课题 18：“特高压交流输电线路风速设计标准研究”由中南电力设计院承担。课题研究主要内容为：调研国内外超高压和特高压输电线路风速统计方法和相关取值，以及 500kV 输电线路现有设计风速下的安全运行记录；研究不同风速取值对工程造价的影响；确定 1000kV 特高压交流输电线路设计风速的基准高度、重现期和最小风速限值；确定 1000kV 特高压交流输电线路合理的可靠度目标以及杆塔的重要等级；推荐 1000kV 特高压交流输电线路山区和平地的设计风速值。

课题 19：“特高压交流输变电工程绝缘子选型研究”由中国电力科学研究院承担。课题研究主要内容为：提出 1000kV 交流输电线路绝缘子及串型选择初步方案，提出复合绝缘子在特高压、特殊地区使用的可行性研究报告，给出特高压交流试验示范工程线路绝缘子选用方案，不同海拔高度条件下不同类型、不同形状绝缘子污闪特性研究报告，提出特高压输变电工程运行维护的弥补措施，为工程初步设计及施工图设计提供服务。

课题 20：“特高压交流输电线路杆塔方案及荷载研究”由国网北京电力建设研究院承担。课题研究主要内容为：交流输电线路杆塔可靠性及设计荷载的调查、研究；高塔动态特性分析及计算方法研究；钢管构件微风振动控制研究；杆塔设计优化和新型杆塔研究；高强钢等新材料在 1000kV 输电线路杆塔上的应用研究；钢管塔受力体系完善及构造优化研究；交流输电线路工程装配基础和人工斜掏挖扩底型原状土基础的关键技术研究；杆塔具体设计条件，设计一基典型直线塔、一基典型耐张塔，并依托工程进行真型试验；按照 1000kV 交流输电线路工程基础荷载条件，设计一基杆塔