



国家电网公司
电力科技著作出版项目

特、超高压 多回并行交直流输电线路 运维检修技术

主 编 陈安伟

副主编 蔡 炜 陈锡祥 邓鹤鸣



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网公司
电力科技著作出版项目

特、超高压 多回并行交直流输电线路 运维检修技术

主 编 陈安伟

副主编 蔡 炜 陈锡祥 邓鹤鸣



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

全书分为六章,第一章概述了我国特、超高压输电线路的发展现状以及湖州地区特、超高压输电线路多回并架情况,第二章介绍了特、超高压多回并行线路理论基础,第三章介绍了特、超高压多回并行线路带电作业方法,第四章介绍了特、超高压多回并行线路检修技术,第五章介绍了特、超高压多回并行线路巡检技术,第六章介绍了特、超高压多回并行线路运行检修工具。

本书可供输电线路运维检修人员阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

特、超高压多回并行交直流输电线路运维检修技术 / 陈安伟主编. —北京: 中国电力出版社, 2016. 11

ISBN 978-7-5123-8845-1

I. ①特… II. ①陈… III. ①超高压输电线路-检修②特高压输电-输电线路-检修 IV. ①TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 190740 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>)

北京天宇星印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 238 千字

印数 0001—1000 册 定价 50.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

前言

我国能源资源和生产力发展呈逆向分布，西部能源丰富地区远离东部经济发达地区，西部能源基地与东部负荷中心距离 800~3000km，长距离、大容量输电系统成为必然选择。随着我国输电电压等级不断提高，特、超高压交直流输电线路数量不断增多，输电线路走廊日益紧张，出现了大量多回输电线路在窄通道内并行的情况。浙江省湖州市境内该情况尤为突出，1000kV 淮南—上海直流输电线路、±800kV 向家坝复龙—上海奉贤直流输电线路、±800kV 锦屏—苏南直流输电线路、±500kV 葛洲坝—南桥/湖北团林—上海枫泾直流输电线路共 6 回特、超高压交直流输电线路并行在 300m 窄通道内，给设计、运行和检修带来了一系列难题。

针对浙江省湖州地区特、超高压输电线路多回并行运行状态下的线路密集地带输电线路运维问题，吸取我国在同走廊输电通道的科研、工程设计建设和运行维护的经验，结合国家电网公司科技项目“特、超高压交直流输电线路多回并架运行检修关键技术研究与应用”的成果，以及国内外输电线路运行检修的最新动态，国网浙江省电力公司湖州供电公司 and 国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司联合编写了本书。

全书分为六章，第一章概述了我国特、超高压输电线路的发展现状以及湖州地区特、超高压输电线路多回并架情况，第二章介绍了特、超高压多回并行线路理论基础，第三章介绍了特、超高压多回并行线路带电作业方法，第四章介绍了特、超高压多回并行线路检修技术，第五章介绍了特、超高压多回并行线路巡检技术，第六章介绍了特、超高压多回并行线路运行检修工器具。

本书由陈安伟担任主编，蔡炜、陈锡祥、邓鹤鸣担任副主编。楼平、范松海、张龙、岳灵平、柯睿、邓慰、刘春翔、汤亮亮、程鹏、吴驰、朱弘钊、李龙、张志亮、曹征领、龚浩、李庚、王韬、冯俊杰、王志勇、夏星航、姚建锋、章旭泳、张鹏、庄文兵、徐国华、高旭、梁伟、汪里、尤正军、俞强、王一波、戴建华、韦舒天等参加了相关章节的编写工作。

本书编写过程中，得到了国网浙江省电力公司、国网电力科学研究院的大力支持。国网电力科学研究院教授级高级工程师万启发、研究员张广洲和武汉大学教授

阮江军对本书理论部分提出了宝贵建议，国网湖北省电力公司教授级高级工程师涂明、国网四川电力科学研究院高级工程师刘凡和国网河南省电力公司高级工程师张建斌对本书运行检修部分提出了宝贵建议，在此一并表示感谢。

由于水平和经验有限，书中难免有缺点或错误，请读者批评指正。

编 者

2016 年 8 月

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 我国特、超高压输电线路发展历程	1
第二节 特、超高压交直流输电线路多回并架的特点	3
第二章 特、超高压多回并行线路运维基础理论	5
第一节 过电压计算	5
第二节 稳态感应电压计算	37
第三节 带电作业安全防护	55
第三章 特、超高压多回并行线路带电作业方法	73
第一节 带电作业方法	73
第二节 典型带电作业项目	88
第四章 特、超高压多回并行线路检修技术	94
第一节 检修管理	94
第二节 检修技术	106
第三节 检修安全技术	122
第五章 特、超高压多回并行线路巡检技术	130
第一节 线路巡检模式	130
第二节 线路协同巡检方法	151

第六章 特、超高压多回并行线路运行检修工器具	155
第一节 复合绝缘子憎水性检测设备	155
第二节 棒形瓷绝缘子更换专用卡具	162
第三节 光学检测设备	165
第四节 非接触式验电器	169
第五节 专用电场测试仪	173
 参考文献	 181
索引.....	185

第一章 概 述

第一节 我国特、超高压输电线路发展历程

近 20 年以来,我国电力需求旺盛,发展迅速。截止到 2014 年底,装机容量增长到 13.6 亿 kW,年均装机容量增长率达到 8.7%。全国总发电量也迅速提高,2015 年全国发电量达到 5.52 万亿 kWh。从 1996 年起,中国电网总装机容量和总发电量均居世界第二。为了满足大容量长距离的送电要求,我国电力系统的运行电压等级也在不断提高:1972 年 6 月,我国第一条 330kV 超高压输电线路(刘家峡—天水—关中)建成投入运行;1981 年 12 月,我国第一条 500kV 超高压输电线路(平顶山—武汉)在华中电网建成投入运行;2005 年 9 月,我国第一条 750kV 超高压输电线路(官亭—兰州东)在西北电网建成投入运行,为我国特高压电网建设奠定了基础;2009 年建成首条 ± 800 kV 特高压直流输电线路,拉开了特高压直流工程建设的序幕。

1989 年投运的 ± 500 kV 葛洲坝—上海(简称葛沪)直流输电工程,实现了华中与华东电网的互联,首次实现了跨大区电力联网;2001 年 5 月,华北与东北电网通过 500kV 线路实现了第一个跨大区交流联网;2002 年 5 月,川电东送工程实现了川渝与华中电网联网;2003 年 9 月,华中—华北联网工程的投运,形成了东北、华北、华中(包括川渝)区域电网构成的交流同步电网,2004 年华中电网通过三峡—广东直流工程与南方电网相联;2005 年 3 月,山东电网联入华北电网;2005 年 6 月,华中—西北电网通过灵宝背靠背直流输电工程相联;2008 年 12 月,我国第一条特高压输电线路晋东南—南阳—荆门 1000kV 特高压交流试验示范工程正式投入试运行。截止到 2015 年底,我国已建成投运的特高压项目还有:云南—广东 ± 800 kV 直流输电示范工程;向家坝—上海 ± 800 kV 特高压直流输电示范工程;锦屏—苏南 ± 800 kV 特高压直流输电工程;淮南—上海 1000kV 特高压交流输电示范工程;云南普洱—广东江门 ± 800 kV 直流输电工程;溪洛渡左岸—浙江金华 ± 800 kV 特高压直流输电工程;新疆哈密—河南郑州 ± 800 kV 直流输电工程;宁夏宁东—浙江绍兴 ± 800 kV 特高压直流输电线路等。截止到 2015 年底,全国除台湾以外,将全部运行在全国交直流联合电网中,形成全国联网的基本框架。现阶段,各区域电网的网架结构以及区域之间的联系还较为薄弱,区域交换容量有限,目前主要联络线的输送能力为 120GW。根据国家电网公司的规划,西电东送、南北互供的输电容量在

未来的 15 年将超过 200GW。

要满足未来电力负荷增长的需要，首先要确保一次能源的充足供应。我国能源资源具有总量多、人均量少和区域分布不平衡三大特点，对我国电力资源开发提出相应的要求：① 水能煤炭资源较丰富，油气资源贫乏，我国的水能资源总量和经济可开发量均居世界第一，煤炭远景储量和可开采储量均居世界第二，石油和天然气资源比较贫乏，分列世界第 10 位和第 22 位，这一特点决定了我国今后的电源结构仍将以煤电和水电为主。② 人均能源资源相对较少，仅为世界平均水平的 40%。为了保障电力能源的持续供应，促进我国经济健康发展，必须提高能源使用率，推广应用节能技术。③ 能源资源和生产力发展呈逆向分布，能源丰富地区远离经济发达地区；我国 2/3 以上的经济可开发水能资源分布在四川、西藏、云南，煤炭资源 2/3 以上分布在山西、陕西、内蒙古和新疆。东部地区经济发达，能源消费量大，能源资源却十分匮乏，西部能源基地与东部负荷中心距离达 800~3000km，建设长距离、大容量输电系统成为必然，也是我国电力流的总体格局。结合西电东送、南北互供的全国联网战略，加强特高压输变电技术的开发和运用，促使我国电网的发展迈上一个新台阶，有利于我国电网的长远发展和安全、稳定、经济运行。

特高压交流输电输送能量大，一回 1150kV 交流输电线路可替代 6 回 500kV 交流输电线路，通过减少线路回数，可节省线路走廊，明显提高电能传输的经济性。对于能源基地来说，一方面，众多线路的汇集将使走廊的选择十分困难；另一方面，随着经济的发展，征地费用在全部线路投资中所占的费用比例将越来越高，采用特高压输电不仅易于解决走廊问题，且使单位容量输送价格降低。特高压交流输电线路还可根据需要中途落点向沿途地区供电，连接大区电网，错开高峰，互为备用。建设 500kV 以上特高压主网架可使电网更加坚强，有利于解决短路电流过大超过开关容量极限的问题。当然，在特高压建设初期形成主网架之前，电源的集中送出会带来稳定性问题，而且就单一工程来说，特高压也不一定是最佳经济选择，但是，随着电网建设的发展及主网架的形成，电网将更加坚强，而且特高压输电的技术经济优势将更加凸显。截至 2015 年，我国已建成向家坝—上海、锦屏—苏南、哈密—郑州、溪洛渡—浙江金华、云南楚雄—广东广州、云南普洱—广东江门等多条 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流线路。2015 年，国家电网公司为实现全国能源有限调配，规划建设“五交八直”特高压电网，分别是雅安—武汉、蒙西—长沙、张北—南昌、陇彬—豫北、榆衡—潍坊 5 条交流特高压线路，以及酒泉—湖南、呼盟—山东、蒙西—湖北、陕北—江西、准东—四川、上海庙—山东、山西—江苏和锡盟—江苏等 8 条直流特高压线路，满足未来电力负荷增长的需要。不仅如此，国家电网公司还计划到 2020 年建成“五纵五横”，合计 27 条特高压输电线路。

第二节 特、超高压交直流输电线路多回并架的特点

随着我国输电线路电压等级的不断提高,特、超高压交直流输电线路数量不断增多,输电线路走廊日益紧张,特高压交直流输电线路的建设必须满足环境方面的要求。此外,随着电网不断建设,为节省线路走廊,缩小拆迁范围,会涌现出越来越多的特、超高压交直流输电线路多回并架共用走廊架设情况,同走廊架设的高压输电线路日益凸显出“线路间距近、电压等级高、交直流并存”的特点。

浙江省湖州市境内现建成有 $\pm 800\text{kV}$ 向家坝复龙—上海奉贤直流输电线路(简称复奉线)、 $\pm 800\text{kV}$ 锦屏—苏南直流输电线路(简称锦苏线)、 1000kV 淮南—上海直流输电线路(简称淮上线)、 $\pm 500\text{kV}$ 葛洲坝—南桥直流输电线路(简称葛南线)、 $\pm 500\text{kV}$ 湖北团林—上海枫泾直流输电线路(简称林枫线)共6回特、超高压交直流输电线路。

为有效节约线路通道走廊土地资源, $\pm 800\text{kV}$ 复奉线、锦苏线、 1000kV 淮上线和 $\pm 500\text{kV}$ 葛南/林枫线在湖州境内采取多回平行架设,其中4条线路同通道架设段线路长度为72.62km。整个通道占地总宽度300m左右,横贯湖州市三县(长兴、德清、安吉)两区(吴兴、南浔)。整条通道走廊宽度280m,塔中距60~80m。只有湖州段72km存在6回耦合状态,其他线路段存在两线或多回耦合。

(1) $\pm 800\text{kV}$ 复奉特高压直流输电示范工程是四川溪洛渡水电站输出工程,线路起于四川省向家坝复龙换流站,止于上海市奉贤换流站,线路全长约1906km(途经8省1市和4处长江大跨越),输电能力为640万kW,导线采用 $6\times\text{ACSR}-720/50$ 钢芯铝绞线。湖州境内运行维护共113.6km线路、杆塔247基。

(2) $\pm 800\text{kV}$ 锦苏特高压直流输电工程是云南金沙江水电站输出工程,起于云南锦屏西昌换流站,止于江苏吴江市苏南换流站,输电距离2100km(途径9省1市和4处长江大跨越),输送功率为720万kW,导线采用 $6\times\text{ACSR}-900/50$ 钢芯铝绞线,湖州境内运行维护112.89km线路、杆塔257基。

(3) 1000kV 淮上特高压交流输电工程始于安徽省淮南变电站,经过皖南变电站和浙北变电站,止于上海沪西变电站,线路全长 $2\times 656\text{km}$ (包括淮河大跨越2.42km、长江大跨越3.18km),输送功率为12000MW,导线采用 $8\times\text{JL}/\text{G}1\text{A}-630/45$ 高强钢芯铝绞线和 $8\times\text{JL}/\text{LHA}2-460/210$ 铝合金芯铝绞线,地线一根为 $\text{JLB}20\text{A}-240$ 铝包钢绞线,另一根为 $\text{OPGW}-240$ 光缆。该工程淮南—皖南线路长度 $2\times 334.5\text{km}$,皖南—浙北线路长度 $2\times 153\text{km}$,浙北—沪西线路长度 $2\times 162.9\text{km}$,线路工程按 1000kV 电压等级同塔双回路设计。其中浙江湖州境内线路长109.7km,除浙北变电站出线外,线路与 $\pm 800\text{kV}$ 复奉线、锦苏线共用廊道、平行架设。

(4) $\pm 500\text{kV}$ 葛南/林枫直流综合改造工程是三峡地下电站电力外送的主要通

道,采用 $\pm 500\text{kV}$ 直流双回设计方案,是世界上第一条直流同塔双回直流输电线路,导线采用 $4\times\text{ACSR}-720/50$ 钢芯铝绞线,2根地线采用GJ-100型钢绞线。其中一回为葛南线,起于湖北葛洲坝换流站,止于上海南桥换流站,线路全长 1113.907km ,于2010年4月20日投运;另一回为林枫线,起于湖北团林换流站,止于上海枫泾换流站,线路总长 976km ,于2011年5月2日正式投产。湖州境内运维线路长度为 $2\times 119.396\text{km}$,杆塔282基。

特、超高压交直流输电线路多回并架方式的确立,除了对输电走廊、导线排列方式、带电作业等关键问题提出了新的要求之外,也对属地运行检修单位认真做好运行维护工作、确保线路安全运行等提出了更高的要求。针对特、超高压输电线路多回并架运行的现状以及将来线路密集地带输电线路运维问题,本书重点介绍特、超高压多回并行交直流输电线路运维基础理论、带电作业方法、运行检修技术、巡检技术以及运行检修工器具等内容。

第二章 特、超高压多回并行线路 运维基础理论

输变电工程中，为减轻输电线路走廊征地的困难，两条或多条线路共用走廊并行架设的情况越来越多。其中，存在一条双回交流特高压线路、两条直流特高压线路和一条双回直流超高压线路共用走廊的密集架设情况，在国内外仅有一处，该段输电走廊由国网湖州供电公司负责运维。

特、超高压多回并行通道内共 6 回 14 相（极）线，共用走廊内线路间距较窄，线路间距宽处 50~60m，窄处仅有 30~40m。同塔双回高压线路杆塔高度较高，普遍有 60~120m 高。同时由于彼此邻近，相（极）线间的电磁耦合效应较明显，相互产生感应电压，而传统单线走廊内的线路上不存在此类感应电压。这些客观情况都为日常带电作业工作带来诸多运检难题。

鉴于上述特、超高压输电线路多回并行的现状，需要对稳态感应电压产生机理、特点和影响因素进行分析，通过仿真计算多回并行线路间的稳态感应电压、暂态感应电压等过电压水平，评估其对线路检修作业的影响程度，提出特、超高压线路带电作业和停电检修方式和方法，以提高检修作业的安全性。

本章针对国网湖州供电公司所辖多回并行线路上开展带电作业的安全性和可行性进行了分析，根据该并行线路的特点，研究了电场效应对人体的影响及电场、电流安全控制水平，并分别与单塔同电压等级带电作业方法进行了比较，提出了带电作业安全防护措施。

第一节 过电压计算

一、线路运行参数

（一）交直流线路的参数

1. 1000kV 淮上特高压交流线路

1000kV 交流线路长度 $2 \times 656\text{km}$ ，其中：淮南—皖南段 $2 \times 340.1\text{km}$ （含淮河大跨越 $2 \times 2.42\text{km}$ 、长江大跨越 $2 \times 3.18\text{km}$ ，采用特强钢芯铝合金绞线，导线截面 $6 \times$

640mm²), 皖南—浙北段 2×153km, 浙北—沪西段 2×162.9km。导线为 8×LGJ-630/45, 一根地线为 LBGJ-240-20AC, 另一根为 OPGW-240, 导线伞型垂直排列。为满足导线对地面及交叉跨越物的距离要求, 工频、雷电、操作过电压的最小空气间隙要求以及环境指标要求, 根据不同的水平档距、垂直档距, 转角度数, 线路的地形、环境气候 (如最大风速和覆冰厚度) 和杆塔功能等条件, 有不同的塔型, 其呼高和横担长度等不同, 典型的杆塔结构见图 2-1。

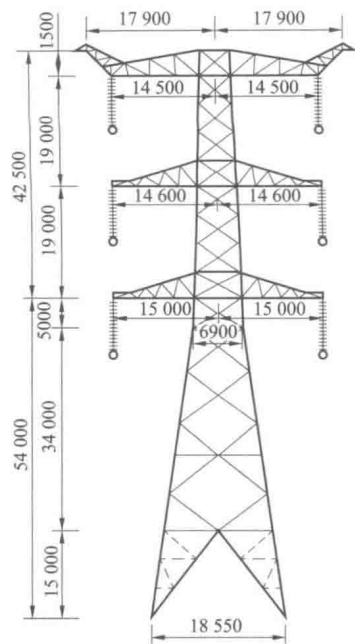


图 2-1 1000kV 同塔双回线路典型直线铁塔结构

2. ±800kV 复奉特高压直流线路

±800kV 复奉特高压直流线路参数见表 2-1。

表 2-1 ±800kV 复奉特高压直流线路参数

项目		直流线路	接地极引线
架空地线	型号	GJ-80	GJ-80
	直流电阻	2.8Ω/km	2.8Ω/km
	导线外径	11.4mm	11.4mm
	水平距离	16m	距塔中心 0.6m
	塔上悬挂高度	48m	25m
	弧垂	13m	10m
	地线是否分段	连续	连续

续表

项目		直流线路	接地极引线	
导 线	型号	6×ACSR-720/50	4×LGJ-500/35（逆变侧）	4×LGJ-400/50（整流侧）
	直流电阻	0.03984Ω/km	0.05812Ω/km	0.07232Ω/km
	导线外径	36.23mm	30.00 mm	27.63 mm
	钢芯直径	9.06mm	7.5mm	9.06mm
	分裂间距	45cm	45cm	45cm
	水平距离	22.2m	10m	10m
	塔上悬挂高度	33.2m	20m	20m
	弧垂	15.2m	10m	10m
	长度	1906.7km	90km	60km
大地平均电阻率		100Ω·m		

3. ±800kV 锦苏特高压直流线路

±800kV 锦苏特高压直流线路参数见表 2-2。±800kV 锦苏线典型直线杆塔见图 2-2。

表 2-2 ±800kV 锦苏特高压直流线路参数

项 目		直流线路	接地极引线	
架 空 地 线	型号	GJ-80	GJ-80	
	直流电阻	2.8Ω/km	2.8Ω/km	
	导线外径	11.4mm	11.4mm	
	水平距离	29.1m	距塔中心 0.6m	
	塔上悬挂高度	63m	25m	
	弧垂	13m	10m	
	地线是否分段	连续	连续	
导 线	型号	6×LGJ-900/40	4×LGJ-500/50（整流侧）	4×LGJ-500/35（逆变侧）
	直流电阻	0.0321Ω/km	0.05812Ω/km	0.05812Ω/km
	导线外径	39.9mm	30.0mm	30.0mm
	钢芯直径	7.98mm	7.5mm	7.5mm
	分裂间距	45cm	45cm	45cm
	水平距离	22.15m	10m	10m
	塔上悬挂高度	47.58m	20m	20m
	弧垂	18m	10m	10m
线路长度		2095km	147km	42km
大地平均电阻率		100Ω·m		

4. $\pm 500\text{kV}$ 葛南/林枫直流线路

$\pm 500\text{kV}$ 直流线路的导线为 $4 \times \text{ACSR}-720/50$ 钢芯铝绞线, 单根直径 36.23mm , 四分裂正方形布置, 分裂间距 450mm ; 两根地线均为 $\text{GJ}-100$ 钢绞线, 单根直径 13mm 。沿线平均土壤电阻率选 $100\Omega \cdot \text{m}$ 。直线塔采用合成绝缘子串, 结构高度 6.8m , 采用 V 串布置。

直线塔较多采用杆塔呼称高在 $27 \sim 45\text{m}$ 之间的 SGV1A 和 SGV2A 两种典型直线塔型, 其中 SGV1A 型塔见图 2-3。

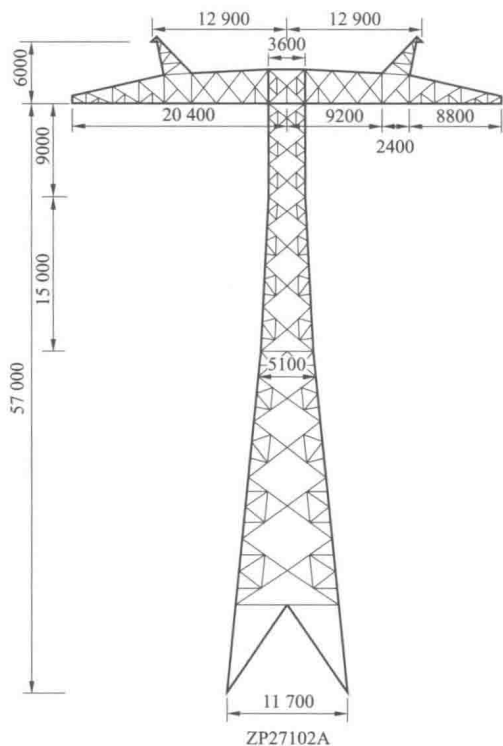


图 2-2 $\pm 800\text{kV}$ 锦苏线典型直线杆塔

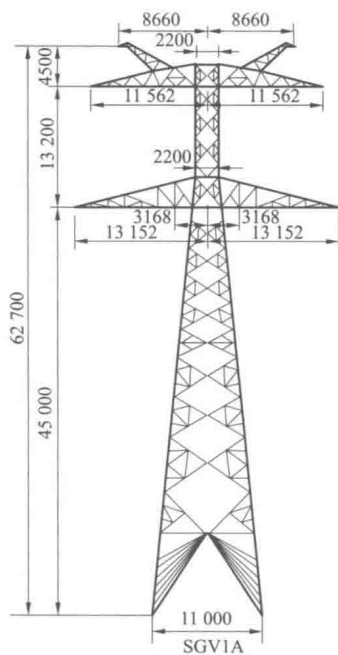


图 2-3 $\pm 500\text{kV}$ 葛南/林枫线典型杆塔

(二) 复奉线直流系统参数

1. 换流站结构方案

换流站结构为单极两组 12 脉动换流单元相串联。上下两组 12 脉动换流单元的额定电压 400kV 。

2. 换流站额定参数

向家坝换流站的直流额定运行电压为 $\pm 800\text{kV}$, 定义为平波电抗器出线侧直流极母线与直流中性点间的电压。在功率反送 5960MW (93% 额定功率) 时, 奉贤换流站的运行电压为 $\pm 745.7\text{kV}$ 。在功率正送方式下, 降压方式除外, 传输功率从最小功率至额定功率时, 考虑所有可能误差在内的直流运行电压不应超过 816kV , 不

应小于 784kV。直流输电系统输送的最小稳态运行功率，无论在功率正送或功率反送工况下，都暂取双极 6400MW、单极 3200MW。额定直流电流为 4000A。复奉线直流系统控制参数见表 2-3。

表 2-3 复奉线直流系统控制参数

描 述	范围/值
额定触发角	15°
α 的稳态控制范围	$\pm 2.5^\circ$
控制系统的最小限制角	5°
额定熄弧角	17°
分接头变化一档对应的整流侧直流电压变化范围： 功率正送方式 功率反送方式	$\pm 1.25\% U_{dRN}$ $\pm 1.25\% U_{dRN}$
分接头变化一档对应的直流电流变化范围： 功率正送方式 功率反送方式	$\pm 1.25\% I_{dN}$ $\pm 1.25\% I_{dN}$
$d_r = 0.3\% \quad U_T = 0.3kV$	

注 U_{dRN} —整流侧额定直流电压； I_{dN} —额定直流电流； d_r —电阻性标么压降； U_T —单个 6 脉动换流器的压降。

3. 平波电抗器参数

平波电抗器参数见图 2-4。

4. 直流滤波器参数

直流滤波器参数见图 2-4。

(三) 锦苏线直流系统参数

1. 换流站结构方案

换流站结构为单极两组 12 脉动换流单元相串联。上下两组 12 脉动换流单元的额定电压 400kV。

2. 直流系统参数

直流功率：额定值， $2 \times 3800MW$ ；最小值， $2 \times 380MW$ （10% 额定值）。

直流电压：额定值， $\pm 800kV$ ；最大值， $\pm 816kV$ ；最小值， $\pm 784kV$ 。

直流电流：额定值，4750A；最小值，475A。

触发角：额定值，15°；稳态控制范围， $\pm 2.5^\circ$ ；最小限制角，5°。

熄弧角：额定值，17°。

接地极电阻：整流侧，即送端 0.217Ω ；逆变侧，即受端 0.026Ω 。

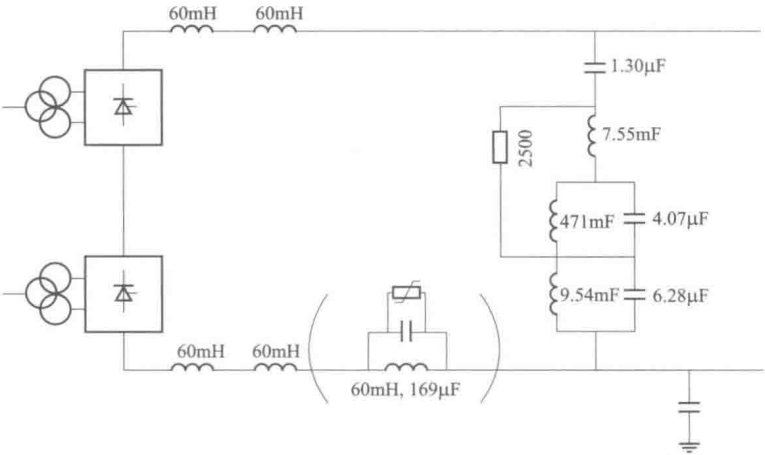


图 2-4 换流站端部设备参数

(四) 葛南/林枫线直流系统参数

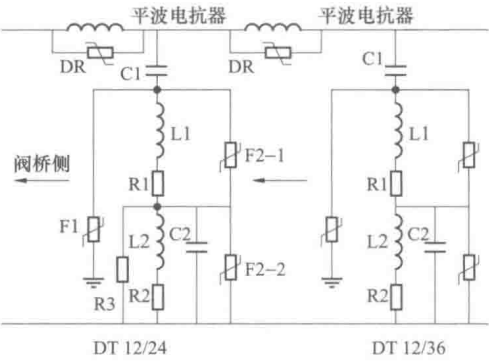
1. 换流站结构方案

换流站结构为单极 12 脉动换流单元。换流单元的额定电压 500kV。葛南直流工程单台平波电抗器电感值 150mH，电阻值 0.118Ω。葛洲坝换流站和南桥换流站平波电抗器各由两台串联而成。林枫直流工程单台平波电抗器电感值 290mH。

2. 直流滤波器

直流滤波器参数见表 2-4。

表 2-4 直流滤波器参数



调谐	DT 12/24	DT 12/36
C1 (μF)	0.9	0.3
L1 (mH)	38.93	77.86
R1 (Ω)	1.474	2.947
C2 (μF)	1.82	0.23