



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

(2008年版)

国家电网公司输变电工程

典型设计

±125kV、750MW

直流背靠背换流站分册

刘振亚 主编 国家电网公司 颁布



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

(2008 年版)

国家电网公司输变电工程

典型设计

$\pm 125\text{kV}$ 、 750MW
直流背靠背换流站分册

刘振亚 主编 国家电网公司 颁布



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是国家电网公司输变电工程典型设计的重要组成部分，是国家电网公司深化标准化建设，统一建设标准、统一设备规范，提高电网建设效率和效益的重要手段，是落实科学发展观，大力提高自主创新和集成创新能力，促进资源节约型、环境友好型社会建设的重要实践。

本书为《国家电网公司输变电工程典型设计 125kV、750MW 直流背靠背换流站分册》，共三篇，分为总论，125kV、750MW×1 直流背靠背换流站典型设计（第二篇），125kV、750MW×2 直流背靠背换流站典型设计（第三篇）。总论包括概述、编制过程、设计依据、主要技术条件、推荐方案技术组合、推荐主要技术指标和推荐方案使用说明，每个方案包括设计说明、主要设备材料清单、使用说明和设计图。

本书可供电力系统各设计单位，从事电力工程规划、管理、咨询、施工、安装、生产运行以及设备制造等专业技术人员使用，并可供大专院校有关专业的师生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

国家电网公司输变电工程典型设计：2008 年版. 125kV、750MW 直流背靠背换流站分册/刘振亚主编；国家电网公司颁布. —北京：中国电力出版社，2008

ISBN 978-7-5083-7747-6

I. 国… II. ①刘…②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 TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 119800 号

国家电网公司输变电工程典型设计 125kV、750MW 直流背靠背换流站分册 (2008 年版)

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)

2008 年 10 月第一版

880 毫米×1230 毫米 横 16 开本 9 印张 3 彩页

北京市同江印刷厂印刷

2008 年 10 月北京第一次印刷

294 千字

各地新华书店经售

印数 001—600 册

定价 130.00 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

张

电力工业是关系国计民生的基础产业，在我国电力工业发展中，国家电网承担着优化能源资源配置、保障国家能源安全 and 促进国民经济发展的重要作用。国家电网公司作为国有重点骨干企业，以服务党和国家工作大局、服务电力客户、服务发电企业、服务经济社会发展为宗旨，承担着建设运营和发展国家电网的重大责任。

我国正处于工业化、城镇化加速发展时期，电力需求持续较快增长。国家电网公司认真落实科学发展观，坚持以市场为导向，致力于建设以特高压电网为骨干网架的坚强国家电网，努力实现各级电网协调发展，满足更大范围优化资源配置的需要。要实现电网又好又快发展，必须遵循电网发展规律，转变电网发展方式，坚持全面、协调、安全、经济的原则，在加快基本建设的同时，注重技术改造，改善电网结构，提高电网科技含量，节约资源、保护环境，实现内涵式发展。

直流输电具有远距离、大容量、低损耗的特点,能够提高资源的开发和利用效率,缓解环保压力,节约宝贵土地资源,在远距离大容量输电和电力系统联网方面具有广阔的应用前景。背靠背直流输电工程无直流输电线路,系统损耗小,直流电压低,有利于提高电网稳定性、节省工程投资,是实现电力系统非同步联网的重要形式。

直流换流站典型设计是国家电网公司输变电工程典型设计的重要组成部分，坚持“安全可靠、技术先进、保护环境、标准统一、运行高效”的设计原则，努力做到统一性与可靠性、先进性、经济性、适应性和灵活性的协调统一。应用典型设计，有利于统一建设标准、统一设备规范，有利于提高工作效率，有利于降低建设和运营成本。应用典型设计，是推进标准化建设、实现电网发展方式转变的客观需要，是公司落实党的十七大精神，落实科学发展观，大力提高自主创新能力，促进资源节约型、环境友好型社会建设的重要实践。

《国家电网公司输变电工程典型设计》±500kV、3000MW 直流输电换流站和±125kV、750MW 背靠背直流换流站分册是国家电网公司推行标准化建设的又一重要成果,希望本书的出版应用,为建设坚强的国家电网,保障安全、经济、可靠供电,为全面建设小康社会和构建社会主义和谐社会作出更大的贡献。

劉張姓

2008年8月，北京

前 言

为贯彻落实党的十七大精神,服务于构建和谐社会和建设“资源节约型、环境友好型”社会,实现公司“一强三优”发展战略,国家电网公司以科学发展观为指导,按照“集团化运作、集约化发展、精益化管理、标准化建设”的要求,强化管理创新,发挥规模优势,继续深化完善基建标准化建设工作。公司基建部会同建运部、发展策划部、安全监察部、生产技术部、国家电力调度通信中心,在中国电力顾问集团公司的密切配合下,组织国网直流工程建设有限公司和华东、中南、西北电力设计院的科研、设计人员,编制完成了《国家电网公司输变电工程典型设计 125kV、750MW直流背靠背换流站分册》(2008年版)和《国家电网公司输变电工程典型设计 125kV、750MW直流背靠背换流站分册》(2008年版)(以下简称“直流换流站典型设计”)。

直流换流站典型设计方案按功能特征,分为125kV、3000MW直流换流站和125kV、750MW直流背靠背换流站两种类型。125kV、3000MW直流换流站根据交流配电装置形式、阀的安装和冷却形式的不同分成4个方案,125kV、750MW直流背靠背换流站根据换流单元数的不同分成2个方案。

直流换流站典型设计对直流换流站围墙以内,设计0m以上部分,采用模块化设计,能够很好地适应实际工程不同的地理、气候、环境、经济、出线走廊等条件,以及换流站的建设规模、设备和配电装置形式。典型设计统一了电气主接线、短路电流水平、电气二次设备配置、主控楼房间设置、标识墙样式等设计,优化了主控楼和综合楼设计。

为方便有关设计人员使用,除常规的设计说明、图纸和主要设备材料清册外,还编制了典型设计使用说明。使用说明对典型设计的使用条件、方案选用、拼接方法、组合条件等方面进行了详细说明。

由于编者水平有限,错误和遗漏在所难免,敬请读者批评指正。

国家电网公司直流换流站典型设计编制工作组

2008年7月,北京

目 录

序
前言

第一篇 总 论

第1章 概述.....	1	4.3 电气一次部分	5
1.1 直流换流站典型设计的目的和意义	1	4.4 电气二次部分	5
1.2 直流换流站典型设计的原则	1	4.5 土建部分	5
1.3 直流换流站典型设计的组织形式	2	第5章 推荐方案技术组合	6
第2章 编制过程	2	第6章 推荐方案模块说明	8
第3章 设计依据	3	第7章 各方案主要技术指标	9
3.1 设计依据	3	7.1 各方案主要技术指标	9
3.2 主要设计标准、规程规范及文件	3	7.2 各方案的子方案主要技术指标	9
3.3 主要电气设备技术标准	4	第8章 设计方案使用说明	10
第4章 各方案主要技术条件	4	8.1 使用总体说明	10
4.1 概述	4	8.2 推荐方案设计文件	10
4.2 电力系统部分	4	8.3 设计方案说明	10
第二篇 $\pm 125\text{kV}$、$750\text{MW} \times 1$ 直流背靠背换流站典型设计(方案BTBDC-1)			
第9章 设计说明	13	9.4 电气二次部分	18
9.1 总的部分	13	9.5 土建及辅助设施	23
9.2 电力系统部分	14	第10章 主要设备材料清单	28
9.3 电气一次部分	15	10.1 电气一次部分	28

10.2 电气二次部分	34	11.2 电力系统部分	42
10.3 通信部分	35	11.3 电气一次部分	43
10.4 水工及消防部分	36	11.4 电气二次部分	44
10.5 采暖通风及阀冷却系统	39	11.5 土建及辅助设施	45
第11章 使用说明	42	第12章 设计图	46
11.1 概述	42		

第三篇 $\pm 125\text{kV}$ 、750MW $\times 2$ 直流背脊背换流站典型设计(方案BTBDC-2)

第13章 设计说明	73	14.4 水工及消防部分	97
13.1 总的部分	73	14.5 采暖通风及阀冷却系统	100
13.2 电力系统部分	74	第15章 使用说明	103
13.3 电气一次部分	75	15.1 概述	103
13.4 电气二次部分	79	15.2 电力系统部分	104
13.5 土建及辅助设施	84	15.3 电气一次部分	104
第14章 主要设备材料清册	89	15.4 电气二次部分	105
14.1 电气一次部分	89	15.5 土建及辅助设施	106
14.2 电气二次部分	96	第16章 设计图	107
14.3 通信部分	96		



第一篇

总 论

第1章 概 述

1.1 直流换流站典型设计的目的和意义

为贯彻落实的十七大精神，服务于构建和谐社会和建设“资源节约型、环境友好型”社会，实现公司“一强三优”发展战略，国家电网公司以科学发展观为指导，按照“集团化运作、集约化发展、精益化管理、标准化建设”的要求，强化管理创新，发挥规模优势，通过广泛深入的调查研究和总结已有和陆续开工建设直流工程设计、建设、运行维护经验和成果，编制完成了《国家电网公司输变电工程设计±500kV、3000MW直流换流站分册》(2008年版)和《国家电网公司输变电工程设计±125kV、750MW直流背靠背换流站分册》(2008年版)(以下简称“直流换流站典型设计”)。

直流换流站典型设计是国家电网公司输变电工程典型设计的重要组成部分，主要内容包括±500kV、3000MW直流换流站典型设计(含高压直流输电接地极典型设计)，±125kV、750MW×1(2)直流背靠背换流站典型设计，以及高压直流输电接地极典型设计。

开展直流换流站典型设计工作的目的是进一步统一直流换流站的设计原则，提高设计质量，加快电网建设的速度，提高工作效率；统一直流换流站建设标准，统一设备规范，方便运行维护，提高电网安全稳定运行水平，降低直流换流站建设和运营成本；发挥规模优势，提高整体效益。

1.2 直流换流站典型设计的原则

直流换流站典型设计采用模块化设计手段，严格遵循国家电网公司输变电工程典型设计的原则：安全可靠、环保节约；技术先进、标准统一；提高效率、合理造价；努力做到可靠性、统一性、适应性、经济性、先进性和灵活性的协调统一。

(1) 可靠性。确保各设计方案的安全可靠性，确保各个模块和模块拼接后的可靠性，确保直流换流站设备的可靠性，确保工程投运后电网的安全稳定运行。

(2) 统一性。建设标准统一，基建和生产运行的标准统一，外部形象风格体现“两型一化”要求和国家电网公司企业文化特征。

(3) 适应性。综合考虑各地区的实际情况，在国家电网公司系统不同地区具有广泛的适用性，在一定的时间内，对不同规模、形式、外部条件均能适用。

(4) 经济性。按照全寿命周期成本综合考虑，在保证高可靠性的前提下，进行技术经济综合分析，优先采用性价比高的技术和设备。

(5) 先进性。提高原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新能力，坚持技术进步，推广应用新技术，设计和设备要能代表国内外先进水平和电网技术发展趋势。建立滚动修订的机制，不断完善设计成果。

(6) 灵活性。典型设计方案和模块间接口灵活，增减方便，组合形式多样。

样,可灵活应用于公司系统相应类型和电压等级的新建直流换流站。

1.3 直流换流站典型设计的组织形式

为加强组织协调工作,成立了直流换流站典型设计工作组、编制组和专家组,分别开展相关工作。

工作组是以国家电网公司基建部为牵头单位,以国家电网公司建运部、发展规划部、安监部、生产技术部、国家电力调度通信中心等部门,中国电力工程顾问集团公司、国网直流工程建设有限公司等单位为成员,主要负责直流换流站典型设计总体工作方案策划,组织、指导和协调直流换流站典型设计研究编制工作。

编制组由华东、中南、西北电力设计院组成,负责编制 $\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 直流换流站, $\pm 125\text{kV}$ 、 750MW 直流背靠背换流站及直流输电接地极典型设计。编制分工一览表见表1-1。

专家组由国家电网公司总部相关部门人员,设计、生产运行、成套设计、科

研等相关单位的专家组成,受工作组委托,负责技术原则和方案的评审、把关。

表 1-1 直流换流站编制分工一览表

序号	工 作 内 容	编制单位
一	$\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 直流换流站分册	
1	$\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 直流换流站送端站第 1 个方案: 5HVDC-1-1	西北电力设计院
2	$\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 直流换流站送端站第 2 个方案: 5HVDC-1-2	中南电力设计院
3	$\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 直流换流站受端站第 1 个方案: 5HVDC-2-1	华东电力设计院
4	$\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 直流换流站受端站第 2 个方案: 5HVDC-2-2	华东电力设计院
5	高压直流输电接地极	中南电力设计院
二	$\pm 125\text{kV}$ 、 750MW 直流背靠背换流站分册	
1	$\pm 125\text{kV}$ 、 $750\text{MW} \times 1$ 直流背靠背换流站 1 个单元方案: BTBDC-1	中南电力设计院
2	$\pm 125\text{kV}$ 、 $750\text{MW} \times 2$ 直流背靠背换流站 2 个单元方案: BTBDC-2	中南电力设计院

第 2 章 编制过程

直流换流站典型设计工作于 2007 年 7 月开展研究策划和技术方案论证工

作,2007 年 7 月~11 月开展典型设计技术方案修订完善,以及典型设计方案论证及评比工作,2007 年 12 月正式委托编制,2008 年 7 月形成最终成果,期间召开了 5 次研讨会,2 次评审会,明确了各阶段工作内容,对编制原则和技术方案组进行了评审,提高了直流典型设计的科学性、实用性、合理性。具体编制过程如下:

2007 年 7 月,成立了直流换流站典型设计工作组,通过对公司系统直流换流站现状分析,形成了包括典型设计目的、原则、工作方式和计划等内容的典型设计工作策划,确定按照具有普遍性和代表性 $\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 换流站, $\pm 125\text{kV}$ 、 $750\text{MW} \times 2$ 换流站两种的类型开展典型设计。

2007 年 7 月~8 月,国家电网公司基建部召开了 3 次研讨会,组织有关单位和专家总结分析三常、三广、三沪和灵宝背靠背等多个直流工程,以及陆续开工建设的呼辽直流、高岭背靠背、黑河背靠背、德宝直流和灵宝扩建等多个直流工程的经验和成果,形成了 $\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 换流站, $\pm 125\text{kV}$ 、

$750\text{MW} \times 2$ 换流站典型设计的技术原则。

2007 年 8 月,印发了《关于开展直流换流站典型设计工作的函》(基建技术函[2007]31号),委托有关设计院按照直流换流站典型设计的设计对象和基本技术条件,分别编制直流换流站典型设计备选方案。

2007 年 10 月,基建部组织国网直流工程建设有限公司、国网运行有限公司、中国电力工程顾问公司等有关单位召开了会议,专家组对设计单位提出的方案进行了梳理,并参照变电站典型设计模块化设计的先进理念和成熟经验,结合直流换流站特点,确定了直流换流站最终组合方案。

2007 年 12 月,基建部根据直流换流站方案论证结果,印发了《关于委托研究编制国家电网公司直流换流站典型设计的函》(基建技术函[2007]53号),委托中国电力工程顾问集团公司、国网直流工程建设公司、华东电力设计院、中南电力设计院、西北电力设计院等单位研究编制“国家电网公司直流换流站典型设计”。

2008 年 1 月,工作组在北京召开第一次协调会并印发会议纪要,明确了各编制单位设计工作大纲,细化了编制工作安排。

2008年3月,工作组在北京召开第二次协调会,组织有关单位和专家对典型设计初稿进行中间检查,形成了典型设计初稿修改意见。

2008年4月,国家电网公司基建部在武汉召开了直流换流站典型设计评审会议,公司总部科技部、建运部,中国电力工程顾问公司,国网直流工程建设有限公司,国网运行有限公司,华北、东北、西南电力设计院等有关单位和专家参加了会议,会议分专业对典型设计方案进行了评审,形成评审意见。

第3章 设计依据

2008年5月~6月,典型设计编制单位,根据评审会专家意见,对直流换流站典型设计进行了修订完善。

2008年7月,国家电网公司基建部在西宁召开了直流换流站典型设计统稿会议,中国电力工程顾问公司,中国电力出版社,各典型设计编制单位参加了会议,会议讨论和协调典型设计统稿中的共性问题,形成统稿修改意见,进一步修改完善。

3.1 设计依据

(1) 国家电网公司《关于开展直流换流站通用设计工作的函》(基建技术函[2007]31号)。

(2) 国家电网公司《关于委托研究编制国家电网公司直流换流站通用设计的函》(基建技术函[2007]53号)。

(3) 国家电网公司《关于印发研究编制国家电网公司直流换流站通用设计第一次协调会议纪要的通知》(基建技术函[2008]9号)。

(4) 国家电网公司《关于印发研究编制国家电网公司直流换流站通用设计第二次协调会议纪要的通知》(基建技术函[2008]39号)。

(5) 国家电网公司《关于印发国家电网公司直流换流站通用设计评审会议纪要的通知》(基建技术[2008]71号)。

3.2 主要设计标准、规程规范及文件

GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合
GB 3096—1993 城市区域环境噪声标准
GB 4387—1994 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程
GB 12348—1990 工业企业厂界噪声标准
GB/T 14285—2006 继电保护和安全自动装置技术规程
GB 50009—2006 建筑结构荷载规范(2006年版)
GB 50010—2002 混凝土结构设计规范
GB 50011—2001 建筑抗震设计规范

GB 50017—2003 钢结构设计规范
GB 50019—2003 采暖通风和空气调节设计规范
GB 50074—2002 石油库设计规范
GB 50116—1998 火灾自动报警系统设计规范
GB 50217—2007 电力工程电缆设计规范
GB 50229—2006 火力发电厂与变电站设计防火规范
GB 50260—1996 电力设施抗震设计规范
GB 50016—2006 建筑设计防火规范
DL/T 605—1996 高压直流换流站绝缘配合导则
DL/T 620—1997 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合
DL/T 621—1997 交流电气装置的接地
DL/T 5044—2004 电力工程直流系统设计技术规程
DL/T 5056—2007 变电站总布置设计技术规程
DL/T 5136—2001 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程
DL/T 5137—2001 电测量及电能计量装置设计技术规程
DL/T 5149—2001 220kV~500kV变电所计算机监控系统设计技术规程
DL/T 5155—2002 220kV~500kV变电所用电设计技术规程
DL/T 5218—2005 220kV~500kV变电所设计技术规程
DL/T 5222—2005 导体和电器选择设计技术规定
DL/T 5223—2005 高压直流换流站设计技术规定
DL/T 5225—2005 220kV~500kV变电所通信设计技术规定
DL/T 5352—2006 高压配电装置设计技术规程

第4章 各方案主要技术条件

Q/GDW 166—2007 变电所初步设计内容深度规定
IEC 60071—2—1996 绝缘配合 第2部分：应用导则
IEC 60099—4—2004 避雷器 第4部分：交流电系统用无间隙金属氧化物避雷器

IEC 60633—1998 高压直流电传输术语

IEC 61803—1999 高压直接电流 (HVDC) 转换站功率损失的测定

CIGRE 3314 高压直流输电换流站用无间隙金属氧化物避雷器应用导则 (WG05 报告)

国家电网基建 [2007] 1109 号 国家电网公司“两型一化”变电站设计建设导则

国家电网公司基建 [2008] 20 号 关于印发协调统一基建类和生类标准差异条款 (变电部分) 的通知

电监会 5 号令 电力二次系统安全防护规定

电监安全 [2006] 34 号 电力系统安全防护总体方案、变电站二次系统防护方案

国家电网安监 [2006] 904 号 国家电网公司防止电气误操作安全管理规定

3.3 主要电气设备技术标准

主要电气设备选择应符合国家电网公司输变电设备技术标准。

4.1 概述

4.1.1 设计对象

本次直流换流站典型设计的内容包含 $\pm 500\text{kV}$ 、 3000MW 直流换流站和 $\pm 125\text{kV}$ 、 750MW 直流背靠背换流站。

本分册设计对象为国家电网公司系统内 $\pm 125\text{kV}$ 、 $750\text{MW} \times 1$ (2) 直流背靠背换流站。

4.1.2 运行管理方式

原则上按有人值班设计。

4.1.3 设计范围

推荐方案设计范围是换流站围墙以内，设计标高 0m 以上。

不包括受外部条件影响的项目，如系统通信、保护通道、进站道路、站外给排水、地基处理等。

4.1.4 设计深度

参照 Q/GDW 166—2007 有关内容深度要求开展工作。本典型设计暂不编制概算。

4.1.5 分类原则

$\pm 125\text{kV}$ 、 750MW 直流背靠背换流站按换流单元个数划分为两个推荐方

案：本期和远期均为 1 个换流单元 ($\pm 125\text{kV}$ 、 $750\text{MW} \times 1$)；本期 1 个换流单元，远期两个换流单元 ($\pm 125\text{kV}$ 、 $750\text{MW} \times 2$)。

4.2 电力系统部分

4.2.1 建设规模

额定直流功率：对于本期和远期均为 1 个换流单元方案，额定直流功率为 $750\text{MW} \times 1$ 。本期 1 个换流单元，额定直流功率为 $750\text{MW} \times 1$ ，远期 2 个换流单元，额定直流功率为 $750\text{MW} \times 2$ 。

换流变压器：对于本期和远期均为 1 个换流单元， $750\text{MW} \times 1$ 方案，每站 6 台工作+1 台备用单相三绕组变压器；对于本期 1 个换流单元， $750\text{MW} \times 1$ ，远期 2 个换流单元， $750\text{MW} \times 2$ 方案，每站本期 6 台工作+1 台备用单相三绕组变压器，远期 12 台工作+1 台备用单相三绕组变压器。单台变压器容量约为 290MVA 。

额定直流电压： $\pm 125\text{kV}$ 。

额定交流电压： 500kV 。

额定直流电流： 3000A 。

交流滤波器：对于 $750\text{MW} \times 1$ 方案，整流侧和逆变侧各 2 大组，各 8 小组；对于 $750\text{MW} \times 2$ 方案，整流侧和逆变侧各 2 大组，远期各 8 小组，本期各 5 小组。
交流出线：对于 $750\text{MW} \times 1$ 方案，整流侧和逆变侧各 1 回；对于 $750\text{MW} \times$

2 方案, 整流侧和逆变侧远期各 2 回, 本期各 1 回。

4.2.2 系统继电保护、运动和通信

典型设计不涉及系统继电保护、系统调度自动化和系统通信的具体内容, 仅需要根据工程规模, 进行原则性配置, 并提出布置要求。

4.3 电气一次部分

4.3.1 电气主接线

典型设计不完全涉及系统保护、调度自动化和系统通信专业的全部内容, 只是根据换流站的型式规定了相关系统二次方面的特殊设计要求和设计内容。

换流阀组接线: 每 1 个换流单元整流侧和逆变侧各采用 1 个 12 脉动阀组接线。

换流变压器接线: 每 1 个换流单元整流侧和逆变侧各采用 3 台单相三绕组换流变接入。

交流 500kV 接线: 对于本期和远期均为 750MW×1 方案, 整流侧和逆变侧交流 500kV 接线均采用四角形接线; 对于本期 750MW×1, 远期 750MW×2 方案, 整流侧和逆变侧交流 500kV 接线均采用 3/2 断路器接线。

交流滤波器组接线: 采用交流滤波器大组直接接入交流 500kV 的接线方式。

4.3.2 配电装置

500kV 交流配电装置采用户外 AIS。

交流滤波器及并联电容器组按“一”字形布置。

阀门及换流变压器布置: 阀门布置在站区的中间, 每一换流单元整流侧和逆变侧各采用 1 个 12 脉动阀组, 面对面安装在一个阀门内。每一换流单元整流侧和逆变侧换流变压器采用一字排列布置在阀门的交流进线侧并紧靠阀门, 中间用防火墙隔开, 变压器阀侧套管直接穿入阀门的布置形式。阀门内阀塔采用四重阀结构。

4.3.3 短路电流水平

交流 500kV 短路水平按 50kA 或 63kA 考虑; 直流侧短路电流按 36kA 考虑。

4.3.4 主要电气设备选择

换流阀采用强迫水循环、空气绝缘, 悬吊式四重阀结构, 外冷却方案可采用水冷却或空气冷却, 具体工程应结合工程实际情况比较确定。

换流变压器采用单相三绕组, 强迫油循环风冷却 (OFAP) 或强迫导向油循环风冷却 (ODAF), 可采用隔声屏障或 box-in 降噪措施, 具体在工程设计中进行比较确定。

平波电抗器可采用油浸式或干式, 具体工程应结合工程实际情况比较确定。

交流滤波器高压电容器及并联电容器采用内熔丝形式, 低压电容器采用无熔丝电容器; 交流滤波电抗器采用干式空芯电抗器; 交流滤波器组不平衡电流互感器以及进线电流互感器可采用光电式或独立式。

交流 500kV 配电装置采用户外 AIS 设备。

4.4 电气二次部分

4.4.1 计算机监控

换流站内计算机监控系统的投交、直流系统合建一个统一平台的运行人员监控系统, 运行人员监控系统的设备配置和功能要求按有人值班设计, 采用分层分布式系统, 双重化原则配置。

五防闭锁及备自投功能由计算机监控系统实现。

4.4.2 二次设备布置

换流站内控制保护设备采用集中布置方式, 500kV 交流场控制保护设备下放至就地继电器室。

4.4.3 直流保护及自动化装置

高压直流保护按数字式双重化或多重化原则冗余配置, 高压直流保护与控制相对独立。

4.4.4 直流系统

直流系统电压采用 110V, 背靠背换流单元和站公用设施配置 2 套直流电源系统, 每套直流电源系统宜配置 3 套或 2 套 (充电模块按 N+1 备份) 高频开关电源装置, 采用单母线分段接线, 蓄电池容量按满足事故放电 2h 考虑。

4.4.5 图像监视及安全警卫系统

换流站设图像监视及安全警卫系统, 主要实现对换流站主要设备运行环境的监视。

4.5 土建部分

4.5.1 建构建筑物

(1) 标识墙。国家电网公司制定唯一的“标识墙”设计方案, 在具体工程设计时必须使用, 见彩图 1。

(2) 主体建筑。主体建筑设计要具备现代工业建筑气息, 建筑造型和立面

色调要与换流站整体状况以及变电站周围人文地理环境协调统一。外观设计应简洁、稳重实用。对建筑外立面较为特殊的装饰,如玻璃幕墙等,在设计中应避免使用。在主体建筑外立面不宜悬挂室外空调机,见彩图2~彩图3。

(3) 围墙大门。根据换流站实际情况,在换流站大门右侧应设置国家电网公司标识墙;换流站采用实体围墙,大门为电动推拉门,见彩图1。

(4) 构支架。构支架采用钢结构。

4.5.2 总平面布置

换流站的总平面布置应根据生产工艺、运输、防火、防爆、环境保护和施工等方面的要求,按远期规模对站区的建筑物、管线及道路等进行统筹规划。

划,合理布置,确保工艺流程顺畅,功能分区明确、合理,检修维护方便,有利于施工,便于扩建。换流站各典型设计方案鸟瞰图见彩图4~彩图5。

4.5.3 消防

换流站换流变压器消防可采用泡沫喷淋、排油注氮或水喷雾方案,具体工程应比较确定。

换流站设室内、外水消防系统。

4.5.4 环保及绿化

要考虑换流站的环保措施,如电磁辐射、无线电干扰和噪声控制方面的措施。

第5章 推荐技术方案组合

125kV、750MW×1 (2) 直流背靠背换流站按换流单元个数划分为两个 方案。直流换流站典型设计推荐技术方案组合见表5-1。

表5-1

国家电网公司±125kV、750MW×1 (×2) 直流背靠背换流站典型设计推荐技术方案组合

序号	项目名称	工程 技 术 条 件	
		BTEBC-1	BTEBC-2
一、系统部分			
1	建设规模	额定交流电压：500kV 额定直流电压：±125kV 额定直流电流：3000A 额定直流功率：1个换流单元，750MW×1（远期规模）	额定交流电压：500kV 额定直流电压：±125kV 额定直流电流：3000A 额定直流功率：本期1个换流单元，750MW×1 远期2个换流单元，750MW×2
2	出线回路数	整流侧和逆变侧各1回500kV交流出线	本期：整流侧和逆变侧各1回500kV交流出线 远期：整流侧和逆变侧各2回500kV交流出线
二、电气部分			
1	电气主接线	500kV交流侧：整流侧和逆变侧均采用四角形接线方式，整流侧和逆变侧各1回500kV交流出线、1回换流变压器进线、2回500kV交流滤波器进线 500kV交流滤波器：整流侧和逆变侧各2大组，每组采用单母线接线方式，作为一个元件接入500kV交流四角形接线中	500kV交流侧：整流侧和逆变侧均采用3/2断路器接线方式。本期整流侧和逆变侧各1回500kV交流出线、1回换流变压器进线、2回500kV交流滤波器进线，组成1个完整串和2个不完整串；远期整流侧和逆变侧各2回500kV交流出线、2回换流变压器进线、2回500kV交流滤波器进线，组成3个完整串 500kV交流滤波器：整流侧和逆变侧各2大组，每组采用单母线接线方式，作为一个元件接入500kV交流串中
2	短路电流	500kV交流侧：50kA ±125kV直流侧：36kA	500kV交流侧：63kA ±125kV直流侧：36kA

续表 5-1

序号	项目名称	工程技术条件	
		BTBDC-1	BTBDC-2
3	主要设备配置	换流变压器：整流侧和逆变侧各 3 台，全站另设 1 台备用 平波电抗器：全站共 2 台，另设 1 台备用 交流滤波器：整流侧和逆变侧各 10 小组，组成 2 大组 感性无功补偿设备：全站无低抗、母线高抗、线路高抗	换流变压器：本期 1 个换流单元，每个换流单元整流侧和逆变侧各 3 台，全站共 6 台，另设 1 台备用；远期 2 个换流单元，每个换流单元整流侧和逆变侧各 3 台，全站共 12 台，另设 1 台备用 平波电抗器：本期 1 个换流单元，每个换流单元 2 台，全站共 2 台，另设 1 台备用 交流滤波器：本期 2 个换流单元，每个换流单元 2 台，全站共 4 台，另设 1 台备用 交流滤波器：本期整流侧和逆变侧各 5 小组，远期整流侧和逆变侧各 8 小组，组成 2 大组 感性无功补偿设备：在 500kV 站用变压器低压侧设低抗，无母线高抗、线路高抗
4	主要设备选型	换流阀：户内空气绝缘，悬吊式四重阀结构，额定电流 3000A 换流变压器：油浸式单相三绕组，额定容量 299.1MVA 平波电抗器：干式，额定电感 120mH 500kV 交流场：户外 AIS 500kV 交流滤波器场：户外 AIS	换流阀：户内空气绝缘，悬吊式四重阀结构，额定电流 3000A 换流变压器：油浸式单相三绕组，额定容量 299.1MVA 平波电抗器：油浸式，额定电感 120mH 500kV 交流场：户外 AIS 500kV 交流滤波器场：户外 AIS
5	配电装置	500kV 交流场：户外 AIS 500kV 交流滤波器场：户外 AIS，高压电容器采用支撑式双塔结构	
6	站用交流电源	2 回引自站外，1 回引自站内 500kV 交流滤波器大组母线	
7	站内接地网	按常规镀锌扁钢接地材料	
8	防雷	避雷线与避雷针联合保护	
9	照明	按巡视道路照明、检修集中照明分别设置，室内照明配正常照明和事故照明，灯具、光源采用节能型	
10	监控	交/直流站控系统合建一套	
11	直流控制保护	直流控制、直流保护独立配置，设备集中布置	
12	交流保护	交流 500kV 保护双重化，设备下放布置	
13	通信	通信采用光纤通道。站内行政交换与调度交换机合一。	
14	站用直流	按换流单元和公用部分分别设阀控式铅酸蓄电池	
15	安全监视	按满足巡视设备外部环境、安全监视功能配置	
三、土建部分			
1	条件	海拔高度<1000m，抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g 设计风速：30m/s（离地面 10m 高，50 年一遇 10min 平均最大风速） 覆冰：10mm 以下 地基承载力特征值： $f_{sk}=150kPa$ ，无地下水影响，场地同一标高 非采暖区；交流设备污秽等级Ⅲ级，直流设备按给定盐密	
2	总平面布置	平坡式布置，0m 以下不在设计范围内	

续表 5-1

序号	项目名称	工 程 技 术 条 件	
		BTBDC-1	BTBDC-2
3	建筑物	阀门：单层、钢结构或钢筋混凝土结构 控制楼：框架结构 综合楼建筑面积 800m ² （BTBDC-1）、1000m ² （BTBDC-2）；检修备品库 600m ² （BTBDC-1）、800m ² （BTBDC-2） 继电器小室：单层结构 建筑装修：工业级	
4	构筑物	500kV 构架按远期规模建设，支架按本期规模建设 500kV 构、支架形式：钢管结构	
5	噪声治理	换流变压器、500kV 交流滤波器场设置隔声屏障	换流变压器和平波电抗器采用 box-in，500kV 交流滤波器场设置隔声屏障
四、水工部分			
1	供水	两路可靠水源	一路可靠水源
2	排水	场地设雨水井及排水管，考虑自流排水形式。事故油经事故油池分离后油回收，水排至场地下水道，生活污水处理达标后排放	
五、暖通			
1	阀冷系统外冷方式	水冷	空冷
2	阀门	除尘微正压，每极设一套空调系统	
3	控制楼	多联机空调	
4	其他建筑物	分体空调	
六、消防			
1	换流变、油浸平抗	水喷雾消防系统	排油充氮或泡沫喷淋
2	户外场地	移动灭火器	
3	建筑	控制楼内、外设消防栓，户内设移动灭火器	
4	火灾报警	全站火灾自动报警	

第 6 章 推荐方案模块说明

±125kV、750MW 直流背靠背换流站按换流单元个数划分为 2 个组合方案，即交流 500kV 配电装置模块、交流滤波器配电装置模块、换流变阀门控制楼方案，即 1 个换流单元的方案 BTBDC-1 和 2 个换流单元的方案 BTBDC-2。模块。各方案的子模块说明具体见表 6-1 和表 6-2。

针对各组合方案，按照影响总平面布置的主要因素划分为四类基本模块，

表 6-1
±125kV、750MW×1 直流背靠背
换流站 (BTBDC-1) 模块说明

序号	模块名称	模 块 说 明
1	交流 500kV 配电装置模块	整流侧和逆变侧各 1 回 500kV 交流出线 整流侧和逆变侧均采用四角形接线 户外敞开式设备
2	交流滤波器配电装置模块	整流侧和逆变侧各 2 大组 8 小组 户外敞开式设备 站用变接入其中 1 大组滤波器母线 全站无感性无功补偿设备
3	换流变阀厅控制楼模块	1 个换流单元, 750MW×1 换流变采用单相三绕组, 整流侧和逆变侧各 3 台, 全站另设 1 台备用 整流侧和逆变侧各采用一个 12 脉动阀组接线, 四重阀结构, 水外冷 阀厅采用单层钢—钢筋混凝土框架混合结构 控制楼为二层钢筋混凝土框架结构

表 6-2
±125kV、750MW×2 直流背靠背
换流站 (BTBDC-2) 模块说明

序号	模块名称	模 块 说 明
1	交流 500kV 配电装置模块	整流侧和逆变侧远期各 2 回 500kV 交流出线、本期各 1 回 500kV 交流出线 整流侧和逆变侧均采用 3/2 断路器接线 户外敞开式设备
2	交流滤波器配电装置模块	整流侧和逆变侧各 2 大组, 远期各 8 小组, 本期各 5 小组 户外敞开式设备 站用变接入其中 1 大组滤波器母线 在 500kV 站用变压器低压侧设低抗, 无母线高抗、线路高抗
3	换流变阀厅控制楼模块	远期 2 个换流单元, 750MW×2、本期 1 个换流单元, 750MW×1 换流变采用单相三绕组, 本期整流侧和逆变侧各 3 台, 全站另设 1 台备用; 远期 2 个换流单元, 每个换流单元整流侧和逆变侧各 3 台 整流侧和逆变侧各采用一个 12 脉动阀组接线, 四重阀结构, 空冷 油浸式平波电抗器 阀厅采用单层钢—钢筋混凝土框架混合结构 控制楼为二层钢筋混凝土框架结构

第 7 章 各方案主要技术指标

7.1 各方案主要技术指标

±125kV、750MW 换流站典型设计各方案的主要技术指标见表 7-1。

表 7-1 ±125kV、750MW 直流背靠背换流站典型设计各方案主要技术指标

项目	方案特征	围墙内占地面积 (hm ²)	总建筑面积 (m ²)	控制楼建筑面积 (m ²)
方案编号				
BTBDC-1	±125kV 背靠背、750MW×1, 500kV 户外 AIS 交流场	10.60	4344	1256
BTBDC-2	±125kV 背靠背、750MW×2, 500kV 户外 AIS 交流场	13.10	7010	2197

7.2 各方案的子方案主要技术指标

±125kV、750MW 直流背靠背换流站典型设计推荐方案主要技术指标见

表 7-2 和表 7-3。

表 7-2 方案 BTBDC-1 的子方案主要技术指标

子方案编号	方案特征	占地面积 (hm ²)	总建筑面积 (m ²)
BTBDC-1-V&T	阀厅及换流变压器	1.2768	1100
BTBDC-1-AC	户外 AIS 交流场	2.0203	—
BTBDC-1-ACF	户外 AIS 交流滤波器场	6.5212	—

表 7-3 方案 BTBDC-2 的子方案主要技术指标

子方案编号	方案特征	占地面积 (hm ²)	总建筑面积 (m ²)
BTBDC-2-V&T	阀厅及换流变压器	1.7035	1100×2
BTBDC-2-AC	户外 AIS 交流场	3.5855	—
BTBDC-2-ACF	户外 AIS 交流滤波器场	6.6684	—

8.1 使用总体说明

本换流站典型设计根据功能特征,将换流站分成两大类:第一类,±500kV、3000MW 直流输电换流站;第二类,±125kV、750MW 换流单元直流背靠背换流站。±125kV、750MW 直流背靠背换流站根据换流换流单元数的不同分为两个推荐方案。具体工程在使用时,应结合工程实际条件选用合适的成套方案,或通过模块拼接获得适用的设计方案。

对典型设计适用方案选择建议依据如下文件:

- 经批准或上报的计划任务书(设计任务书);
- 所址选择报告及批准文件;
- 接入系统设计(或接入系统设计的审批文件);
- 环境影响评价报告;

e. 上级部门对本工程的指示文件有关的技术条件和会议纪要。

本典型设计不涉及电力系统具体内容,接入系统条件按总论部分给定边界条件设定,具体工程可以根据实际情况进行调整。

由于超高压直流输电换流站设备功能要求涉及因素多,本典型设计仅根据已建工程典型配置提出基本方案,实际工程设备配置应根据工程成套设计研究结论确定。

本典型设计未考虑特殊环境要求。设计方案根据以往工程经验,对站内主要噪声源提出降噪措施建议,实际工程中应根据工程环境影响评价报告提出的要求,落实具体的降噪措施。

8.2 推荐方案设计文件

典型设计文件包括设计技术说明、使用说明、主要设备清册及设计图。在具体的工程设计中,可根据实际需要,有选择地使用。原则上各设计模块内部的基本尺寸不宜变动,总布置方案可根据工程的实际情况进行优化调整。

本典型设计用于工程的可行性研究和初步设计阶段。具体工程设计应按照相关设计阶段的设计内容深度要求补充。电力系统、站址条件、出线走廊

规划、给排水、供电、公共服务设施及站内地下设施等典型设计未涉及内容。

8.3 设计方案说明

8.3.1 电力系统

本典型设计不涉及及系统一次研究。500kV 交流侧的短路电流按 50kA 或 63kA 考虑。

对系统二次作如下考虑:

本典型设计未完全涉及系统保护、调度自动化和系统通信专业的全部内容,只是根据换流站的形式规定了相关系统二次方面的特殊设计要求和设计内容。换流站内的交流系统保护、通信、调度自动化等结合具体工程和二次系统接入规划要求按《国家电网公司输变电工程典型设计 500kV 变电站二次系统部分(2007 年版)》执行。

国家电网公司投运的 500kV 换流站直流保护系统都通过网络接口直接接入监控系统站控层网络实现与监控系统的通信,换流站交、直流保护系统宜通过网络接口,直接接入监控系统站控层 LAN 网实现与监控系统和交直流保护及故障信息管理子站的通信。

目前国内投运的 500kV 换流站直流暂态故障录波系统既有集成在高压直流控制保护系统中的方案(三常、三广工程),也有独立外置的方案(天广、贵广工程),实际工程应根据工程中直流控制保护设备的功能和直流开关测量装置的二次接口配置确定。

从国内已建成 500kV 直流输电工程的运行情况看,无论采用 PLC 还是 OPGW 系统,均能满足高压直流控制保护系统的传输速率要求,考虑到光纤通信系统在国内超高压电网已得到广泛的应用,且采用光纤通信系统作为传输通道可提高传输可靠性,因此本设计推荐采用光纤通道。

8.3.2 设计方案组合

共考虑 2 个推荐设计方案,实际工程可经过模块拼接组合,形成其他设计方案,见表 8-1。