



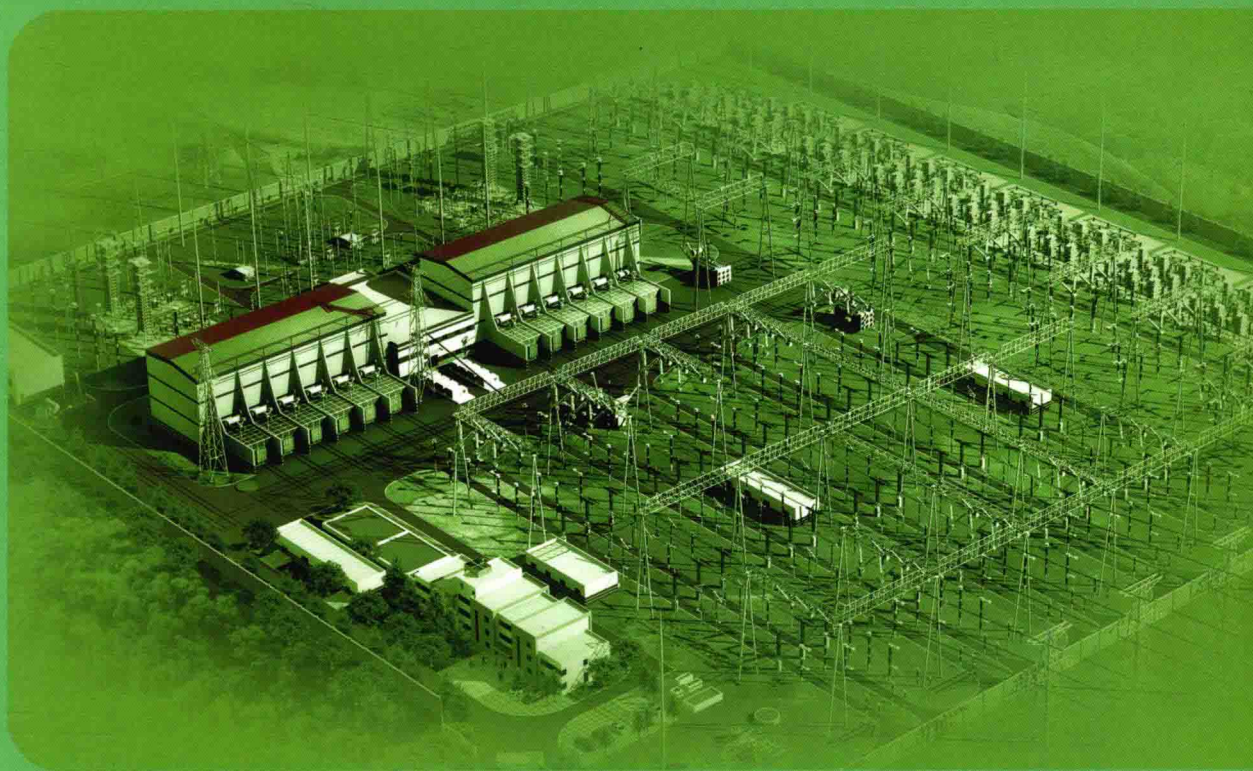
特高压直流工程建设管理实践与创新

TEGAOYA ZHILIU GONGCHENG JIANSHE GUANLI SHIJIAN YU CHUANGXIN

换流站工程

标准化作业指导书（下册）

国家电网公司直流建设分公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



特高压直流工程建设管理实践与创新

TEGAOYA ZHILIU GONGCHENG JIANSHE GUANLI SHIJIAN YU CHUANGXIN

换流站工程

标准化作业指导书(上、下册)

国家电网公司直流建设分公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为全面总结十年来特高压直流输电工程建设管理的实践经验，国家电网公司直流建设分公司编纂完成《特高压直流工程建设管理实践与创新》丛书。本丛书分标准化管理、标准化作业指导书、典型经验和典型案例四个系列，共 12 个分册。

本书为《换流站工程标准化作业指导书》分册，包括 9 个土建作业指导书、5 个电气安装作业指导书、7 个分系统调试作业指导书、10 个调相机作业指导书，共四个篇章 31 个换流站工程特有分部分项工程作业指导书。

本书可供从事全球能源互联网构建的建设、设计、施工、调试、运行、维护和检修，直流输电设备制造等方面的专业技术人员、工程专家、建设管理人员使用。

图书在版编目（CIP）数据

特高压直流工程建设管理实践与创新. 换流站工程标准化作业指导书：全 2 册 / 国家电网公司直流建设分公司编. —北京：中国电力出版社，2017.12

ISBN 978-7-5198-1505-9

I. ①特… II. ①国… III. ①特高压输电—直流换流站—工程施工—标准化管理—中国 IV. ①TM726.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 303735 号

出版发行：中国电力出版社

地 址：北京市东城区北京站西街 19 号（邮政编码 100005）

网 址：<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑：肖 敏（010-63412363） 李文娟

责任校对：王开云 马 宁 郝军燕 太兴华

装帧设计：张俊霞 左 铭

责任印制：邹树群

印 刷：北京大学印刷厂

版 次：2017 年 12 月第一版

印 次：2017 年 12 月北京第一次印刷

开 本：787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张：64.25

字 数：1470 千字

印 数：0001—2000 册

定 价：350.00 元（全 2 册）

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

《特高压直流工程建设管理实践与创新》丛书

编委会

主 任 丁永福

副 主 任 成 卫 赵宏伟 袁清云 高 毅 张金德

刘 皓 陈 力 程更生 杨春茂

成 员 鲍 瑞 余 乐 刘良军 谭启斌 朱志平

刘志明 白光亚 郑 劲 寻 凯 段蜀冰

刘宝宏 邹军峰 王新元

本书专家组

郭贤珊 黄 勇 谢洪平 卢理成 赵大平

本书编写组

组 长 陈 力

副 组 长 刘良军 白光亚 谭启斌 吴 畏 杨洪瑞

姚 斌

成员（土建）（排名不分先后）

陈绪德 曹加良 刘凯锋 李 昱 张春宝

程宙强 王国庆 黄成相 王俊宇 关海波

王节勇 万 磊 程元友 刘 标

成员（电气）（排名不分先后）

徐剑峰 李 旻 王茂忠 郎鹏越 李 斌
刘 超 张 栋 伍 飞 胡文华 楼 渊
冯昆仑 李品良 朱红星 郑炳焕 王开库

成员（调试）（排名不分先后）

徐剑峰 李 勇 潘励哲 李天佼 张 鹏
牛艳召 孟 进 毛绍全 刘运龙 肖青云

成员（调相机）（排名不分先后）

宋 明 宋 涛 陈 毅 周 斌 龙荣洪
吴娅妮 胡宇光 阿怀君 张志华 徐 磊
姚 磊



特高压直流工程建设管理实践与创新

——换流站工程标准化作业指导书

序 言

建设以特高压电网为骨干网架的坚强智能电网，是深入贯彻“五位一体”总体布局、全面落实“四个全面”战略布局、实现中华民族伟大复兴的具体实践。国家电网公司特高压直流输电的快速发展以向家坝—上海±800kV 特高压直流输电示范工程为起点，其成功建成、安全稳定运行标志着我国特高压直流输电技术进入全面自主研发创新和工程建设快速发展新阶段。

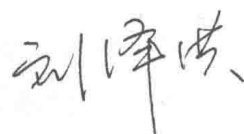
十年来，国家电网公司特高压直流输电技术和建设管理在工程建设实践中不断发展创新，历经±800kV 向上、锦苏、哈郑、溪浙、灵绍、酒湖、晋南到锡泰、上山、扎青等工程实践，输送容量从 640 万 kW 提升至 1000 万 kW，每千千米损耗率降低到 1.6%，单位走廊输送功率提升 1 倍，特高压工程建设已经进入“创新引领”新阶段。在建的±1100kV 吉泉特高压直流输电工程，输送容量 1200 万 kW、输送距离 3319km，将再次实现直流电压、输送容量、送电距离的“三提升”。向上、锦苏、哈郑等特高压工程荣获国家优质工程金奖，向上特高压工程获得全国质量奖卓越项目奖，溪浙特高压双龙换流站荣获 2016 年度中国建设工程鲁班奖等，充分展示了特高压直流工程建设本质安全和优良质量。

在特高压直流输电工程建设实践十年之际，国网直流公司全面落实专业化建设管理责任，认真贯彻落实国家电网公司党组决策部署，客观分析特高压直流输电工程发展新形势、新任务、新要求，主动作为开展特高压直流工程建设管理实践与创新的总结研究，编纂完成《特高压直流工程建设管理实践与创新》丛书。

丛书主要从总结十年来特高压直流工程建设管理实践经验与创新管理角度出发，本着提升特高压直流工程建设安全、优质、效益、效率、创新、生态文明等管理能力，提炼形成了特高压直流工程建设管理标准化、现场标准化作业指导书等规范要求，总结了特高压直流工程建设管理典型经验和案例。丛书既有成功经验总结，也有典型案例汇编，既有管

理创新的智慧结晶，也有规范管理标准要求，是对以往特高压输电工程难得的、较为系统的总结，对后续特高压直流工程和其他输变电工程建设管理具有很好的指导、借鉴和启迪作用，必将进一步提升特高压直流工程建设管理水平。丛书分标准化管理、标准化作业指导书、典型经验和典型案例四个系列，共 12 个分册 300 余万字。希望丛书在今后的特高压建设管理实践中不断丰富和完善，更好地发挥示范引领作用。

特此为贺特高压直流发展十周年，并献礼党的十九大胜利召开。

Handwritten signature in black ink, reading "刘平" (Liu Ping).

2017 年 10 月 16 日



特高压直流工程建设管理实践与创新

——换流站工程标准化作业指导书

前言

自 2007 年中国第一条特高压直流工程——向家坝—上海±800kV 特高压直流输电示范工程开工建设伊始，国家电网公司就建立了权责明确的新型工程建设管理体制。国家电网公司是特高压直流工程项目法人；国网直流公司负责工程建设与管理；国网信通公司承担系统通信工程建设管理任务。中国电力科学研究院、国网北京经济技术研究院、国网物资有限公司分别发挥在科研攻关、设备监理、工程设计、物资供应等方面的业务支撑和技术服务的作用。

2012 年特高压直流工程进入全面提速、大规模建设的新阶段。面对特高压电网建设迅猛发展和全球能源互联网构建新形势，国家电网公司对特高压工程建设提出“总部统筹协调、省公司属地建设管理、专业公司技术支撑”的总体要求。国网直流公司开展“团队支撑、两级管控”的建设管理和技术支撑模式，在工程建设中实施“送端带受端、统筹全线、同步推进”机制。在该机制下，哈密南—郑州、溪洛渡—浙江、宁东—浙江、酒泉—湘潭、晋北—南京、锡盟—泰州等特高压直流工程成功建设并顺利投运。工程沿线属地省公司通过参与工程建设，积累了特高压直流线路工程建设管理经验，国网浙江、湖南、江苏电力顺利建成金华换流站、绍兴换流站、湘潭换流站、南京换流站以及泰州换流站等工程。

十年来，特高压直流工程经受住了各种运行方式的考验，安全、环境、经济等各项指标达到和超过了设计的标准和要求。向家坝—上海、锦屏—苏州南、哈密南—郑州特高压直流输电工程荣获“国家优质工程金奖”，溪洛渡—浙江双龙±800kV 换流站获得“2016～2017 年度中国建筑工程鲁班奖”等。

《换流站工程标准化作业指导书》分册分上、下两册，包括 9 个土建作业指导书、5 个电气安装作业指导书、7 个分系统调试作业指导书、10 个调相机作业指导书，共四个篇

章 31 个换流站工程特有分部分项工程作业指导书。可供从事全球能源互联网构建的建设、设计、施工、调试、运行、维护和检修，直流输电设备制造等方面的专业技术人员、工程专家、建设管理人员等使用。

本书在编写过程中，得到工程各参建单位的大力支持，在此表示衷心感谢！书中恐有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2017 年 9 月



特高压直流工程建设管理实践与创新

——换流站工程标准化作业指导书

目 录

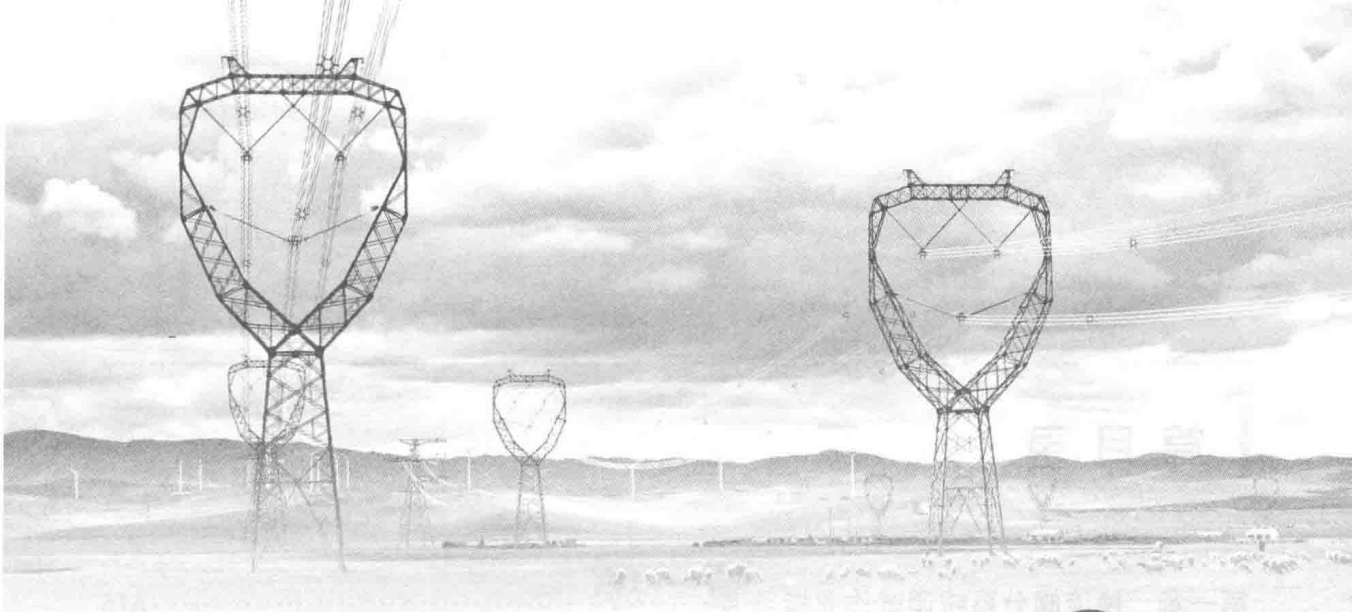
序言
前言

上 册

第一篇 土建篇	1
第一章 换流变压器防火墙施工方案	3
第二章 换流站防火墙（极 1 高端）脚手架专项施工方案	39
第三章 阀厅钢结构吊装施工方案	71
第四章 主控楼装饰工程施工方案	115
第五章 阀厅装修施工方案	171
第六章 压型钢板围护结构工程施工方案	197
第七章 换流变压器搬运轨道基础及广场面层施工方案	233
第八章 严寒地区特高压换流站工程大体积混凝土冬季施工方案	261
第九章 特高压换流站工程塔式起重机安装与拆除专项施工技术方案	291
第二篇 电气安装篇	341
第一章 换流阀系统安装作业指导书	343
第二章 换流变压器安装标准化作业指导书	399
第三章 控制保护及二次设备安装作业指导书	477
第四章 阀冷却系统安装作业指导书	531
第五章 分阶段启动安全隔离措施作业指导书	583

下 册

第三篇 分系统调试篇	613
第一章 换流阀分系统调试作业指导书	615
第二章 换流站换流变分系统调试作业指导书	633
第三章 换流站交流场分系统调试作业指导书	665
第四章 换流站交流滤波器场分系统调试作业指导书	691
第五章 换流站直流场分系统调试作业指导书	717
第六章 换流站工程站用电分系统调试作业指导书	745
第七章 换流站辅助系统调试作业指导书	771
第四篇 调相机篇	817
第一章 调相机本体安装作业指导书	819
第二章 定子吊装作业指导书（液压转向、顶升法）	835
第三章 调相机定子吊装现场安装作业指导书（液压顶升法）	857
第四章 调相机吊装作业指导书（液压提升法）	875
第五章 调相机转子穿装作业指导书（单行车起吊法）	897
第六章 调相机转子穿装作业指导书（液压提升法）	917
第七章 润滑油系统安装及冲洗现场安装作业指导书	929
第八章 水系统安装及冲洗现场安装作业指导书	943
第九章 调相机本体及出口电气设备现场安装作业指导书	955
第十章 仪控设备现场安装作业指导书	975



第 三 篇

分 系 统 调 试 篇

篇 目 录

第一章	换流阀分系统调试作业指导书	615
第二章	换流站换流变分系统调试作业指导书	633
第三章	换流站交流场分系统调试作业指导书	665
第四章	换流站交流滤波器场分系统调试作业指导书	691
第五章	换流站直流场分系统调试作业指导书	717
第六章	换流站工程站用电分系统调试作业指导书	745
第七章	换流站辅助系统调试作业指导书	771

第一章

换流阀分系统调试作业指导书



目 次

1	概述	618
1.1	相关说明	618
1.2	适用范围	618
1.3	工作依据	618
2	整体流程及责任划分	618
2.1	总体流程图	618
2.2	职责划分	618
3	换流阀分系统调试实施准备	619
3.1	一次设备单体调试结果核实	619
3.2	相关二次设备单体调试结果核实	619
3.3	交流电源、直流电源准备	619
3.4	图纸、试验记录表格准备	620
4	二次回路及屏柜检查	620
4.1	注意事项	620
4.2	二次回路绝缘检查	620
4.3	屏柜通电检查	620
4.4	屏柜通信检查	620
5	信号及保护联调	620
5.1	注意事项	620
5.2	开关量信号联调	620
5.3	模拟量信号联调	621
5.4	遥控信号联调	621
5.5	保护跳闸传动联调	621

6	主通流回路接头直流电阻测试	622
6.1	注意事项	622
6.2	测试方法	622
7	换流阀低压加压试验	622
7.1	注意事项	622
7.2	主回路计算	622
7.3	低压加压试验步骤	622
8	换流阀分系统调试安全控制	625
9	换流阀分系统重点控制要点	627
10	参照表	628
10.1	二次回路及屏柜检查质量控制卡	628
10.2	信号及保护联调质量控制卡	628
10.3	阀厅内主通流回路接头直流电阻测试质量控制卡	630
10.4	换流阀低压加压试验质量控制卡	631



1 概述

1.1 相关说明

换流阀分系统调试是在阀厅一次设备安装调整完毕,阀组控制保护组网完成及二次线接线完毕后进行的一次设备和二次控制保护之间的联动试验。其主要目的是验证换流阀及阀厅内部相关组件与控制保护系统接口功能是否正确;验证换流变压器一次接线、阀控系统信号回报功能、换流阀点火控制同步电压是否正确;验证换流阀各阀臂触发顺序、换流阀触发角与触发信号关系、控制系统触发时序是否正确,并检查换流阀及阀厅内部相关组件性能是否满足相关标准、规范及合同规定技术要求。

1.2 适用范围

本作业指导书适用于 $\pm 1100\text{kV}$ 及以下换流站工程的换流阀分系统调试过程中标准化的安全质量控制。

1.3 工作依据

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 50150 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》

GB/T 7261 《继电保护和安全自动装置基本试验方法》

DL/T 1129 《直流换流站二次电气设备交接试验规程》

Q/GDW 275 《 $\pm 800\text{kV}$ 直流系统电气设备交接验收》

Q/GDW 293 《 $\pm 800\text{kV}$ 直流换流站设计技术规定》

国家电网公司电力安全工作规程(电网建设部分)

国家电网公司十八项电网重大反事故措施

国家电网公司防止直流换流站单、双极强迫停运二十一项反事故措施

2 整体流程及责任划分

2.1 总体流程图

总体流程图如图 1-1 所示。

2.2 职责划分

(1) 分系统调试单位与一次设备安装单位的调试接口界面在汇控柜(端子箱)端子排,没有汇控柜(端子箱)的在机构箱端子排处。端子排以外的由分系统调试单位负责。