



国家电网
STATE GRID

国家电网公司运行分公司

GRID OPERATION BRANCH OF
STATE GRID CORPORATION OF CHINA

特高压直流换流站检修标准化作业指导书

特高压直流换流站 大型设备更换标准化作业指导书

国家电网公司运行分公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网
STATE GRID

国家电网公司运行分公司

GRID OPERATION BRANCH OF
STATE GRID CORPORATION OF CHINA

特高压直流换流站检修标准化作业指导书

特高压直流换流站 大型设备更换标准化作业指导书

国家电网公司运行分公司 组编

图书在版编目 (CIP) 数据

特高压直流换流站检修标准化作业指导书. 特高压直流换流站大型设备更换标准化作业指导书/国家电网公司运行分公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5123-6093-8

I. ①特… II. ①国… III. ①特高压输电—直流换流站—大型设备—设备更换—标准化管理—中国 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 137897 号

特高压直流换流站检修标准化作业指导书. 特高压直流换流站大型设备更换标准化作业指导书

中国电力出版社出版、发行

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

2014 年 6 月第一版

2014 年 6 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 横 16 开本 25.5 印张

856 千字

定价 **596.00** 元 (1 套)

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

编 委 会

主 任 叶廷路

副 主 任 熊幼京 余克武

编写人员	陕华平	廖卉莲	胡锦根	常 勇	张 豪	曹力潭	靳海路	李腾亮	何露芽	许 杨
	廖文锋	阮思烨	喻春雷	马永斌	张一坤	鲁 阳	朱云华	李锋锋	徐 兵	魏华兵
	杨世贵	吴 宁	刘之奎	郝跃东	欧阳震	张 勇	程 锦	焦晨骅	桂传林	李跃婷
审核人员	张 平	李建建	彭广才	殷俊新	汤晓峥	李继辉	仝培理	衣福全	张 民	孙 杨
	李 辉	程 炯	凌 云	郭 涛	张海滨	沈志刚	钟 义	曾喜闻	李华兵	屈万一



序

特高压直流输电工程具有输送容量大、送电距离远、功率损耗低等特点，在促进能源资源大规模、大范围优化配置，推进实施“一特四大”战略，推动能源发展方式转变，破解当前雾霾困局方面具有重要的基础性作用。作为特高压直流输电工程的核心组成部分，换流站的运维检修水平的高低在很大程度上决定了整个直流输电工程能否安全可靠运行。国家电网公司运行分公司是从事直流输电工程换流站运维检修业务的专业公司，主要负责±800kV及以上换流站的运维检修管理，并为属地化管理的换流站提供运维检修技术支持和运维检修技能培训等专业化服务。

特高压直流换流站设备检修是国家电网公司运行分公司核心业务之一，是发现设备隐患、消除设备缺陷、提高设备性能、提升直流输电系统可用率的有效方法。与常规换流站相比，特高压直流换流站检修有设备多、工作量大、技术复杂和创新点多等特点。为做好特高压直流换流站设备检修工作，国家电网公司运行分公司按照“标准统一、纵向贯通、横向协同、管控有力、运转高效”的原则，在充分总结多年换流站检修经验的基础上，组织多名长期从事换流站检修工作的专业技术人员，经过前后长达五年的时间编写完成了《特高压直流换流站检修标准化作业指导书》，用以指导特高压直流换流站现场检修标准化作业的开展，实现特高压直流换流站检修工作规范、高效、经济的目的。

期望这套指导书的出版发行，能对推动特高压直流换流站的检修标准化作业起到积极作用，为直流输电事业健康发展作出贡献。

叶廷路

2014年5月



前 言

检修标准化作业是将检修工作以安全、质量、效益为目标，对检修的安全、质量、技术、工艺和流程要求，以制度标准的形式发布，现场按标准的工艺、流程进行实施的作业。

为规范特高压换流站检修工作，国家电网公司运行分公司全面总结 20 年来直流换流站运维检修经验，组织公司系统多名长期从事直流换流站检修工作的专业技术人员编制了本套标准化作业指导书。本指导书是基于国家电网公司相关检修试验标准、设备结构原理、厂家运维说明及换流站故障抢修实际事例编制而成的，编制目的是为了进一步规范检修现场作业，实现检修流程、工艺、质量标准化。

特高压直流换流站按照检修方式分为例行检修和特殊性检修；按照检修对象可分为换流阀、直流控保、阀水冷等核心设备检修及交直流一二次电气设备、辅助设备设施检修。本指导书分为六册，包括《特高压直流换流站设备检修、例行试验工艺和质量标准（一次设备、二次设备、例行试验共三册）》《特高压直流换流站换流变压器特殊性检修工艺》《特高压直流换流站大型设备更换标准化作业指导书》《特高压直流换流站自验收标准化作业指导书》，适用于直流输电工程运维检修和生产管理人员。

本书在编写过程中得到了国家电网公司、有关省公司、技术监督单位、检修施工单位以及设备制造厂家的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢！限于编者水平和经验，书中难免存在缺点和不足之处，欢迎批评指正。

编 者

2014 年 5 月



目 录

序
前言

第一部分 换流变压器更换

换流变压器更换施工方案	3	换流变压器更换阀侧套管标准化作业指导书	98
换流变压器更换一次标准化作业指导书	13	换流变压器更换散热器标准化作业指导书	121
换流变压器更换二次标准化作业指导书	35	换流变压器更换储油柜胶囊标准化作业指导书	133
换流变压器更换试验标准化作业指导书	68	换流变压器更换网侧套管标准化作业指导书	142
换流变压器更换大件运输标准化作业指导书	86	换流变压器更换有载切换开关标准化作业指导书	151

第二部分 换流阀更换

换流阀更换施工方案	165	换流阀更换标准化作业指导书	172
-----------------	-----	---------------------	-----

第三部分 平波电抗器更换

平波电抗器更换施工方案	189	平波电抗器更换标准化作业指导书	196
-------------------	-----	-----------------------	-----

第四部分 GIS 设备更换

GIS 设备更换施工方案	221	GIS 设备 TA 更换标准化作业指导书	228
--------------------	-----	----------------------------	-----

GIS 设备断路器更换标准化作业指导书	244	GIS 设备隔离开关更换标准化作业指导书	276
GIS 设备套管更换标准化作业指导书	261		

第五部分 直流穿墙套管更换

直流穿墙套管更换施工方案	291	直流穿墙套管更换标准化作业指导书	297
--------------------	-----	------------------------	-----

第六部分 交直流开关更换

交直流开关更换施工方案	315	交直流开关更换标准化作业指导书	321
-------------------	-----	-----------------------	-----

第七部分 直流分压器更换

直流分压器更换施工方案	337	直流分压器更换标准化作业指导书	343
-------------------	-----	-----------------------	-----

第八部分 直流场避雷器更换

直流场避雷器更换施工方案	361	直流场避雷器更换标准化作业指导书	367
--------------------	-----	------------------------	-----

第九部分 直流场光 TA 更换

直流场光 TA 更换施工方案	381	直流场光 TA 更换标准化作业指导书	387
----------------------	-----	--------------------------	-----

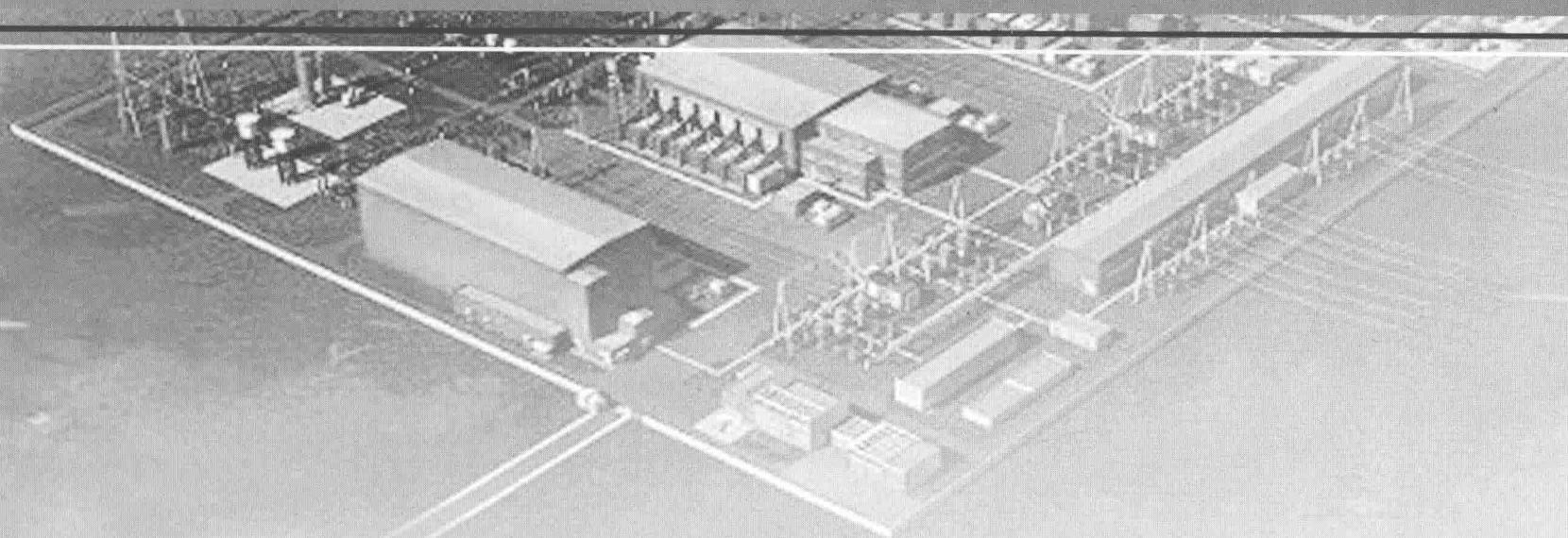


国家电网
STATE GRID

国家电网公司运行分公司
GRID OPERATION BRANCH OF
STATE GRID CORPORATION OF CHINA

第一部分

换流变压器更换



换流变压器更换施工方案

批 准：_____ 年__月__日

审 核：_____ 年__月__日

编 写：_____ 年__月__日

作业负责人：_____

作业日期：_____年__月__日__时至_____年__月__日__时

国家电网公司运行分公司



目 次

一、应用范围	5
二、引用文件	5
三、人员组织	6
四、施工流程	6
五、安全保证措施	6
六、质量保证措施	7
七、换流变压器更换时间进度计划	8

一、应用范围

本方案适用于特高压××换流站换流变压器更换作业。

二、引用文件

下列文件中的条款通过本方案的引用而成为本方案的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本方案，然而，鼓励根据本方案达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本方案。

《中华人民共和国安全生产法》

《中华人民共和国工程建设标准强制性条文 电力工程部分（2011年版）》

《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》（GB 50147—2010）

《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》（GB 50148—2010）

《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》（GB 50150—2006）

《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》（GB 50169—2006）

《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》（GB 50171—2012）

《交流电气装置的接地》（DL/T 621—1997）

《电力设备典型消防规程》（DL 5027—1993）

《直流换流站二次电气设备交接试验规程》（DL/T 1129—2009）

《高压直流输电工程系统试验规程》（DL/T 1130—2009）

《±800kV 及以下直流换流站电气装置安装工程施工及验收规程》（DL/T 5232—2010）

《±800kV 及以下直流换流站电气装置施工质量检验及评定规程》（DL/T 5233—2010）

《高压直流设备验收试验》（DL/T 377—2010）

《±800kV 换流站换流变压器施工及验收规范》（Q/GDW 220—2008）

《直流换流站二次电气设备交接试验规程》（Q/GDW 118—2005）

《输变电工程建设标准强制性条文实施管理规程》（Q/GDW 248—2008）

《电力建设安全工作规程 第3部分：变电站》（DL 5009.3—2013）

《国家电网公司电力安全工作规程 变电部分》（Q/GDW 1799.1—2013）

《国家电网公司安全事故调查规程》（国家电网安监〔2011〕2024号）

《国家电网公司电力建设起重机械安全监督管理办法》（国家电网安监〔2008〕891号）

《国家电网公司〈关于加强气体绝缘金属封闭开关设备全过程管理重点措施〉的通知》（国家电网生〔2011〕1223号）

《国家电网公司输变电工程工艺标准库（2012年版）》

《国家电网公司输变电工程质量通病防治工作要求及技术措施》（基建质量〔2010〕19号）

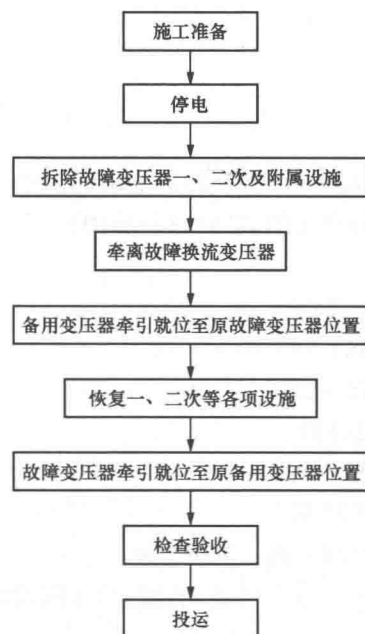
《换流站工程质量隐患排查手册（2013年版）》



三、人员组织

序号	姓名	职务	职责
1	×××	现场负责人	全面负责本次施工工作
2	×××	工作负责人	现场工作具体负责人
3	×××	施工班长	协助工作负责人完成本次工作
4	×××	起重指挥	负责本次工作起重司令
5	×××	安全监护	负责本次工作安全管理及监护
6	×××	质量管控	负责本次更换工作的质量工艺
7	×××	施工工人（20人）	参加本次工作

四、施工流程



五、安全保证措施

1. 换流变压器安装施工应办理工作票，有施工技术负责人在场指导，编制安全保证措施，施工前做好危险点的分析和预防控制措施，严格执行《事故应急预案》，所有施工严格按照已审批的施工方案执行，施工前做好技术交底，每天站班会做到“三交、三查”。

2. 参加本项目的人员,应学习《电力建设安全工作规程 第3部分:变电站》(DL 5009.3—2013)和《国家电网公司电力安全工作规程(变电部分)》(Q/GDW 1799.1—2013)的内容,熟悉图纸。

3. 进入现场的所有人员必须正确佩戴安全帽,登高人员必须系牢安全带。

4. 在小车安装过程中,不得将手指伸入螺栓孔内。

5. 机具吊装过程中,非工作人员未经许可不得进入吊装现场,吊件回转范围内严禁有人逗留,严禁于吊件下方作业。

6. 所配工器具的型号、规格应有足够的安全裕度,禁止以小带大使用,每班工作前应仔细进行卷扬机、卸扣、滑车等外观检查,确保完好无损。

7. 现场应确定专人为施工吊装指挥。换流变压器移位指挥由大件运输公司负责。参加拆除、吊装和设备移位的工作人员必须熟悉指挥信号,“紧急停止”信号不论谁发出都应执行。

8. 吊车支腿下土质必须坚实并铺垫道木,必要时在支腿下设保险垛。

9. 加强文明施工,努力做到“工完、料尽、场地清”。

10. 在进入现场作业前,先由项目技术人员对全体人员进行安全技术交底,明确每组负责人及任务、每人的分工,明确作业地点范围。结合工作票上的安全措施,认真交底安全注意事项。施工人员须严格执行安规、作业指导书以及运行变电站的安全运行规定。

11. 严格执行安全施工的组织措施,即工作票制度、工作许可制度、工作监护制度和工作间断、转移和终结制度。

12. 现场安全措施须齐全,施工人员严禁挪用安全措施用具。

13. 坚持文明施工,每日收工应清理现场并向值班员汇报,次日复工应征得许可,工作负责人事前重新检查安全措施。

14. 施工人员在工作负责人带领下按规定路线进入现场,认清工作位置,工作负责人交代安全措施,停电工作要验明无电,各侧来电方向有明显断开点,检查接地短路良好。

15. 工作负责人应始终在施工现场,因故离开应指定合适人员临时代替,离开和返回须办理交接。

16. 高压区域梯子等长物体须两人放倒搬运。

17. 车辆行驶和作业应听从工作负责人指挥。

18. 使用的吊车等机械和电气设备外壳应可靠接地。

19. 对值班人员提出的安全建议应虚心接受。

20. 工作人员对工作环境认为不完善时,有权停止施工并汇报。

21. 工作票工作内容结束,应先行自检,对施工现场进行清理,经甲、乙双方检查验收,人员撤离现场后,工作负责人向值班员汇报并会同检查,最后办理工作票终结手续。

22. 换流变压器顶起位置应尽量靠近支撑板的本体侧。

23. 现场应配备屏蔽服,并做好防感应电安全接地措施。

24. 工作负责人、专职安全监护人应严守岗位,严密监护,及时制止违章及冒险行为。

六、质量保证措施

1. 一次搭接过程中,严格按照金具说明设定紧固力矩。导电面搭接前必须清除表面氧化膜,并均匀涂抹一层薄薄的导电脂后方可搭接在一起。

注意:阀厅内管母与金具的搭接面只可涂抹凡士林。



2. 法兰连接处油渗漏：充油设备渗漏主要发生在法兰连接处，安装时应详细检查密封圈材质及法兰面平整度是否满足标准要求，胶圈应厂家配置，螺栓紧固力矩应满足厂家说明书要求，不得过拧。

3. 二次搭接必须严格按图施工。搭接完成后，由另外一人依图复查，确保接线正确率，两根以上接地线接在同一个接地点，汇控柜内电缆接线较多，厂家带的接地铜排接线点少，不能满足接线要求时，应增加接地铜排，避免将两根以上的接地线接在一个接地点上。

4. 严防绝缘受潮。在现场进行安装可能会导致换流变压器绝缘受潮，安装的环境要求必须符合本措施的规定。安装的各个环节要严格按厂家资料及验收规范的规定进行，以确保绝缘不受潮。例如，安装前应确认换流变压器绝缘处于良好状态，注入换流变压器的油必须经净化处理试验合格，所有油气管道必须清洗干净，安装附件后应及时抽真空注油、检查密封等。

5. 确保导电回路接触良好。导电回路如果接触不良，会引起接触部位电阻增大、发热、放电，甚至烧蚀等严重后果。换流变压器中的导电接触部位有套管引流板、分接开关的触头及分接引线的接头等。在安装套管的内外连接时一定要处理好接触面，拧紧螺栓，螺栓紧固力矩必须符合厂家说明书要求；在器身检查时，应仔细检查分接开关触头接触是否良好，分接引线是否断裂及紧固件是否松动等。

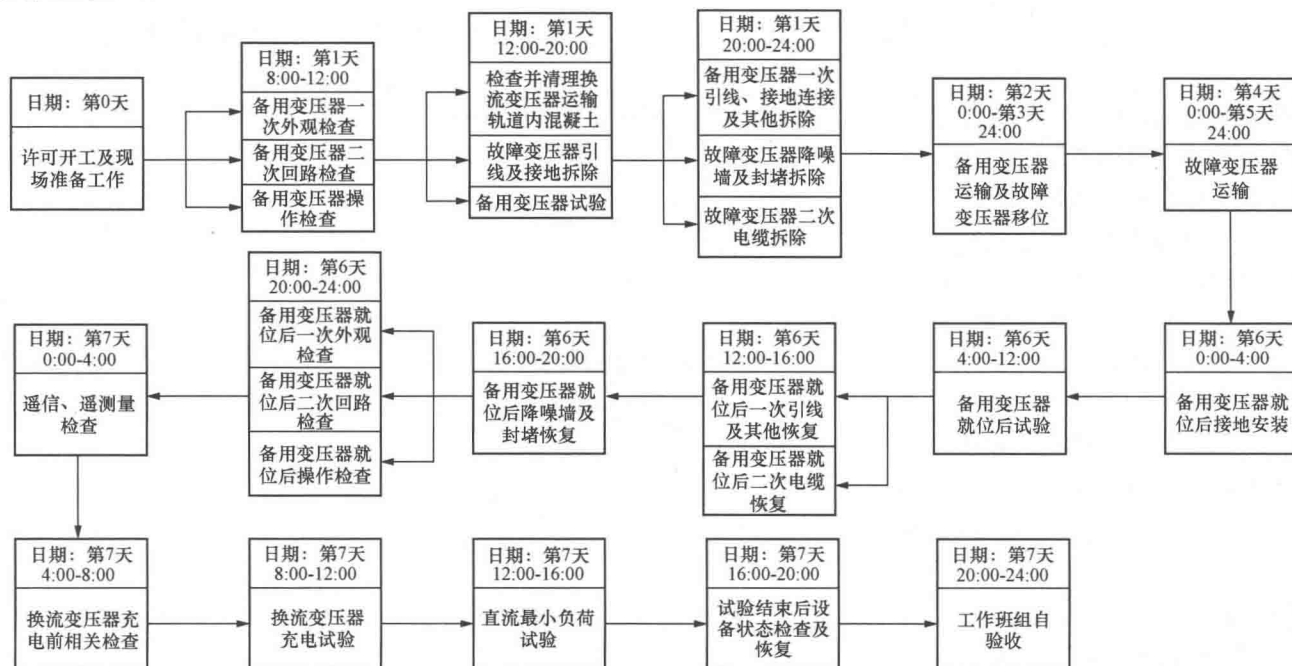
6. 套管穿墙孔封堵应密实、平整。

7. 电缆防火封堵应平整可靠。

8. 备用换流变压器就位前本体控制及风冷、油流回路应试验合格。

七、换流变压器更换时间进度计划

1. 800kV 换流变压器更换流程



序号	工 序	第 1 天				第 2 天						第 3 天					
		8:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	20:00-24:00	0:00-4:00	4:00-8:00	8:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	20:00-24:00	0:00-4:00	4:00-8:00	8:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	20:00-24:00
1	备用变压器一次外观检查																
2	备用变压器二次回路检查																
3	备用变压器操作检查																
4	检查并清除换流变压器 运输轨道内混凝土																
5	故障变压器引线及接地拆除																
6	备用变压器试验																
7	备用变压器引线、接地连接及其他拆除																
8	故障变压器降噪墙及封堵拆除																
9	故障变压器二次电缆拆除																
10	备用变压器运输及故障变压器移位																
11	故障变压器运输																
12	备用变压器就位后接地连线																
13	备用变压器就位后试验																
14	备用变压器就位后引线及其他恢复																
15	备用变压器就位后二次电缆恢复																
16	备用变压器就位后降噪墙及封堵恢复																
17	备用变压器就位后一次外观检查																
18	备用变压器就位后二次回路检查																
19	备用变压器就位后操作检查																
20	遥信、遥测量检查																
21	换流变压器充电前相关检查																
22	换流变压器充电试验																
23	换流变压器直流低负荷试验																
24	设备状态确认及验收																
25	工作班组自验收																