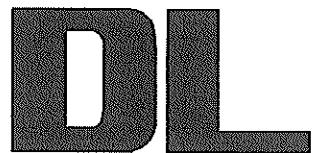


ICS 29.180

K 40

备案号: 31185-2011



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 354 — 2010

换流变压器、平波电抗器检修导则

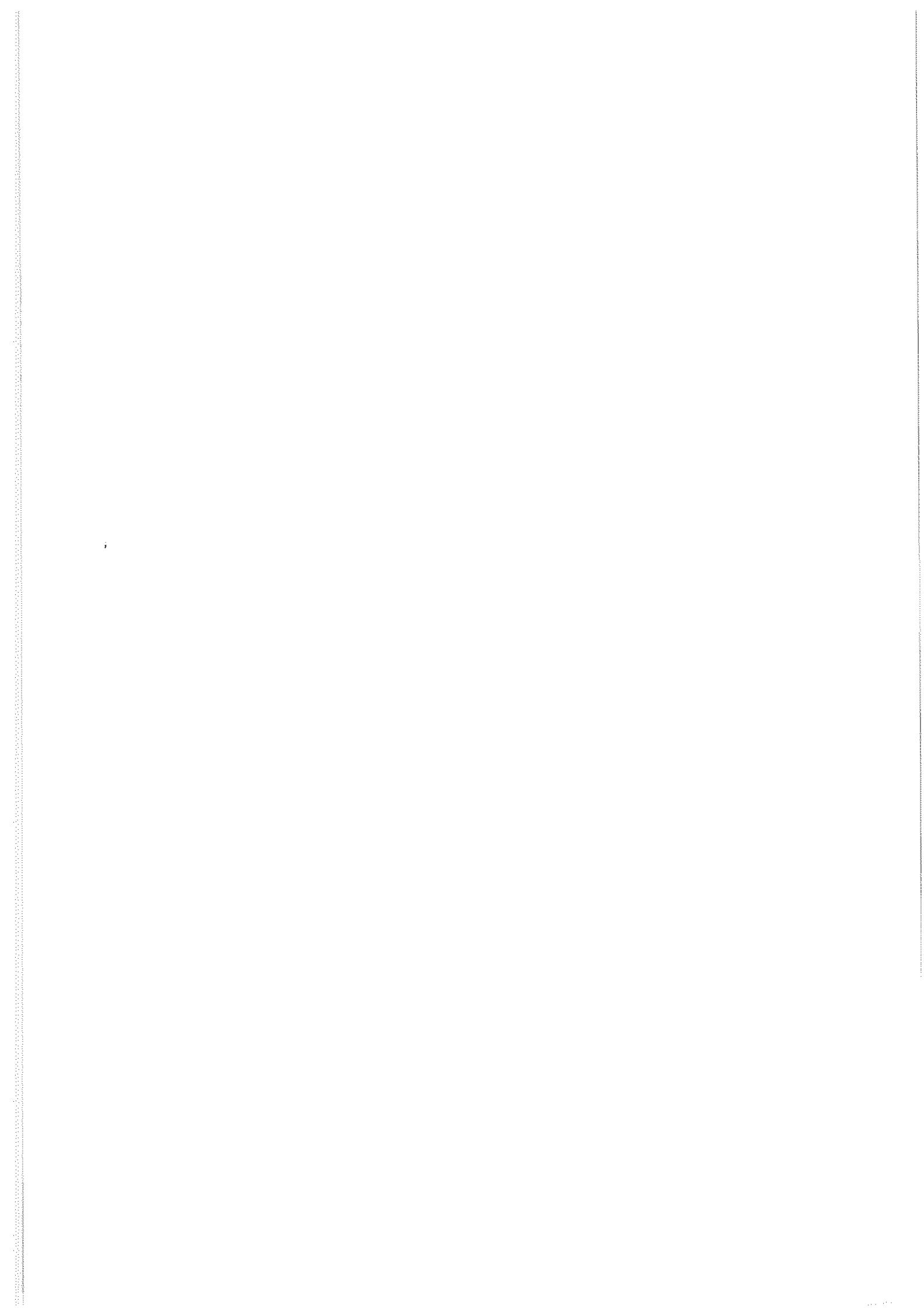
Guide for maintenance of converter transformer and smoothing reactor

2011-01-09发布

2011-05-01实施

国家能源局 发布





目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	1
5 检修前准备	2
6 检修项目、周期及要求	2
7 备品备件和专用工器具	6
附录 A (资料性附录) 换流变压器检修报告格式	7
附录 B (资料性附录) 平波电抗器检修报告格式	11

前　　言

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高压直流输电技术标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：国家电网公司运行分公司。

本标准主要起草人：娄殿强、余克武、余振球、唐开平、廖文锋、张海燕、周广、曹诗玉。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

换流变压器、平波电抗器检修导则

1 范围

本标准规定了换流变压器（以下简称换流变）及平波电抗器的检修项目、周期及要求。本标准以油浸式平波电抗器（以下简称油浸式平抗）为例进行介绍，干式平波电抗器参照执行。

本标准适用于换流站换流变及油浸式平抗运行现场的日常检查、例行检修和特殊性检修。本标准不适用于返厂进行的检修工作。

2 规范性引用文件

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/T 7252 变压器油中溶解气体分析和判断导则
- GB/T 7595 运行中变压器油质量
- DL 408 电业安全工作规程（发电厂和变电所电气部分）
- DL/T 573 电力变压器检修导则
- DL/T 574 变压器分接开关运行维修导则
- DL/T 596 电力设备预防性试验规程
- DL/T 664 带电设备红外诊断应用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 日常检查 **routine maintenance**

指不需要停电所进行的检查。

3.2 例行检修 **termly maintenance**

指定期需要停电进行的检修。

3.3 特殊性检修 **special overhauling**

指重大危急缺陷及事故处理、设备更换及设备解体检修。

4 一般要求

- 4.1 本标准是编制换流变及油浸式平抗检修计划的依据。
- 4.2 开展现场检修工作时，应根据本标准和设备技术文件编制相应检修性作业文件。
- 4.3 在本标准中将检修划分为日常检查、例行检修、特殊性检修三大类型，日常检查和例行检修通常按周期定期进行。
- 4.4 设备管理者可依据设备状态、地域环境等因素调整周期或项目时，应履行相关审批手续。
- 4.5 检修应做好设备检修记录，并整理和归档。
- 4.6 当制造厂家技术要求与本标准要求不一致时，应按规定严格的一方要求执行。

5 检修前准备

5.1 收集整理相关资料

主要内容如下：

- 运行中所发现的缺陷和异常（事故）情况，出口短路的次数和情况。
- 负荷、温度、油位、套管、冷却器、分接开关、气体继电器、压力释放阀、油流继电器等附属装置的运行情况。
- 上次检修总结报告和技术档案。
- 试验记录（包括油的化验和色谱分析）。
- 确认渗漏油部位。

5.2 编制检修作业文件

编制检修作业文件，包括检修的组织措施、安全措施和技术措施，主要内容如下：

- 人员组织及分工。
- 检修项目及进度表。
- 检修安全、技术措施和防火措施。
- 主要检修工具、设备明细表，主要材料明细表。
- 绘制现场检修作业定置图。

5.3 检修设备及材料的准备

根据现场检修需要准备必要、充足的检修材料、备品备件和完备的工器具及仪器设备。

5.4 其他注意事项

检修时应注意与带电设备保持安全距离，准备施工电源及照明，安排好储油容器、大型机具、拆卸附件等放置地点，消防器材合理布置，做好防雨、防潮、防尘等措施。作业人员应熟悉 DL/T 408 中的相关要求。

6 检修项目、周期及要求

6.1 日常检查项目、周期及要求

日常检查项目主要有巡视检查、红外热像检测、本体油样色谱分析、直流偏磁电流检查等，具体项目见表 1。

表 1 日常检查项目、周期及要求

序号	项 目	周 期	技 术 要 求	说 明
1	外观检查	必要时	无异常	本标准 6.1.1 a)
	油温和绕组温度检查	必要时	符合设备技术文件的要求	本标准 6.1.1 b)
	呼吸器检查	必要时	干燥剂总量的 1/3 为干燥状态	本标准 6.1.1 c)
	冷却系统检查	必要时	无异常	本标准 6.1.1 d)
	有载分接开关检查	必要时	无异常	本标准 6.1.1 e)
	声响及振动检查	必要时	无异常	本标准 6.1.1 f)
2	红外热像检测	必要时	无异常	本标准 6.1.2
3	本体油样色谱分析	3 个 月 必 要 时	乙炔≤1 (μL/L) (注意值) 氢气≤150 (μL/L) (注意值) 总烃≤150 (μL/L) (注意值)	本标准 6.1.3
4	直流偏磁电流检查	必 要 时		本标准 6.1.4

6.1.1 巡检项目说明

巡检项目如下：

- a) 外观检查。本体、套管、有载分接开关油位是否正常，有无渗漏油。
- b) 油温和绕组温度检查。记录油温和绕组温度，特别是最大负荷时的温度，同时一并记录当时的环境温度、运行工况和冷却器开启组数，如果温度与以往比较有明显变化，应查明原因。
- c) 呼吸器检查。检查呼吸器工作是否正常，油位是否正常，干燥剂颜色是否正常，必要时对干燥剂予以处理。
- d) 冷却系统检查。检查冷却系统的风扇运行是否正常，检查出风口风量是否正常，检查散热器积污是否严重，必要时可用高压水冲洗，检查潜油泵有无异常声响、振动，检查油流指示器指示是否正确，必要时进行处理。
- e) 有载分接开关检查。检查有载分接开关位置指示是否正常。
- f) 声响及振动检查。检查换流变及油浸式平抗声响及振动有无异常。

6.1.2 红外热像检测

检测换流变及油浸式平抗箱体、储油柜、套管、引线接头、控制柜及电缆等温度应无明显变化。检测方法及要求按照 DL/T 664 执行。

6.1.3 本体油样色谱分析

检测方法及要求按照 GB/T 7252 执行。

6.1.4 直流偏磁电流检查

在网侧绕组中性点接地引下线处使用直流钳型表进行测量。

6.2 例行检修项目、周期及要求

例行检修项目除日常检查项目外，其项目、周期及技术要求应满足表 2 的要求。检修试验完成后，需要填写检修报告，见本标准附录 A 和附录 B。

表 2 例行检修项目、周期及要求

序号	项 目	周期	技术 要求	说 明
1	油位计检查	1 年	油位在正常范围	
2	冷却装置冲洗及维修		符合制造厂家技术要求	本标准 6.2.1
3	安全保护装置（包括储油柜、压力释放阀、气体继电器、油流继电器、压力继电器等）维修		符合制造厂家技术要求	本标准 6.2.2
4	测温装置（包括压力式温度计、绕组温度计、棒形温度计等）检查		检查合格	按照 DL/T 573
5	有载分接开关检查		检查合格	本标准 6.2.3
6	接地系统检查		按照 DL/T 573 执行	
7	所有阀门检查及维修		阀门位置正确、无渗漏点	按照 DL/T 573
8	油箱和附件清扫		符合制造厂家技术要求，必要时补漆	按照 DL/T 573
9	预防性试验		按照 DL/T 596 执行	
10	SF ₆ 气体绝缘套管维修		按照相关标准进行检修	本标准 6.2.4
11	油纸绝缘套管维修		按照相关标准进行检修	本标准 6.2.5

6.2.1 冷却装置冲洗及维修

冷却装置冲洗及维修项目如下：

- a) 启动潜油泵检查其运行时声音，必要时对轴承进行更换。
- b) 风扇电机绝缘电阻测量合格，保护网罩完好，风扇转动方向正确，人工转动风机扇叶无卡阻，不摩擦侧壁及外罩，风机安全开关功能正常。
- c) 油流继电器检查校验，详细情况按照 DL/T 573 执行。
- d) 散热器外观检查并冲洗，冲洗方法按照 DL/T 573 执行。

6.2.2 安全保护装置维修

安全保护装置维修项目如下：

- a) 压力释放阀、压力继电器检查，气体继电器油窗中油位检查，必要时进行排气。
- b) 压力释放阀、压力继电器、气体继电器的功能检查，功能检查按照制造厂家技术要求，必要时进行校验。

6.2.3 有载分接开关检查

有载分接开关检查项目如下：

- a) 检查有载分接开关油枕油位是否在正常位置，呼吸器呼吸是否正常、无渗漏，必要时可按照制造厂家技术要求进行排气。
- b) 检查在线滤油机，各连接部件无渗漏，压力表读数必须低于规定值（必要时更换滤芯）。
- c) 检查有载分接开关传动齿轮盒，当润滑不足或齿轮锈蚀变形时，添加润滑油或更换锈蚀、变形的齿轮盒。
- d) 有载分接开关机构箱的维护，按照制造厂家技术要求执行。
- e) 控制箱检修及调试，按照制造厂家技术要求执行。

6.2.4 SF₆气体绝缘套管维修

SF₆气体绝缘套管维修项目如下：

- a) 油纸绝缘套管检修的全部项目。
- b) SF₆气体压力检查，必要时应进行补气。

6.2.5 油纸绝缘套管维修

油纸绝缘套管维修项目如下：

- a) 外观检查无损伤、无严重污秽、各密封面不应有渗漏现象，引线及金具连接完好牢固，套管法兰与本体应接地良好。
- b) 末屏接地应良好。
- c) 阀侧套管头部均压环、金具及管母等应光洁，安装牢固。
- d) 油位检查及调整，油位在正常范围内。
- e) 套管外表面清洗。

6.2.6 接地系统检查

检查铁心接地、夹件接地、油箱接地、中性点接地、等电位连线是否锈蚀、松动。

6.3 特殊性检修项目、要求及方法

在特殊性检修期间应同时完成例行检修项目，特殊性检修项目及要求见表 3。

表 3 特殊性检修项目、要求及方法

序号	项 目	周期	技术要求	说明
1	本体内部检查	必要时	符合制造厂家技术要求	本标准 6.3.1
			按照 DL/T 573 执行	本标准 6.3.2
			按照 GB/T 7595 执行	本标准 6.3.3
			按制造厂家技术要求及 DL/T 573 执行	本标准 6.3.4
			按制造厂家技术要求及 DL/T 573 执行	本标准 6.3.5
			按制造厂家技术要求及 DL/T 573 执行	本标准 6.3.6

表3(续)

序号	项 目	周期	技术要求	说明
2	压力释放阀更换	压力释放阀故障时	符合制造厂家技术要求	本标准 6.3.7
3	有载分接开关检修	按制造厂家技术要求执行	按制造厂家技术要求及 DL/T 574 执行	
4	套管更换	必要时	符合制造厂家技术要求	

6.3.1 排油

排油的步骤、方法及要求应按制造厂家技术要求进行，排油前应做好如下工作：

- a) 准备至少 5t 合格的备用油。
- b) 油罐、油桶、管路等，应保持清洁干燥，无灰尘杂质和水分。
- c) 检查真空滤油机、真空泵、工作正常。
- d) 选用的干燥空气装置所制造的干燥空气的露点小于 -40℃。
- e) 换流变、油浸式平抗必须采用真空滤油机进行排油。
- f) 有载分接开关油室内的油应用板式滤油机分开抽出。

6.3.2 内部检查

除根据故障情况进行针对性的检查外，还应进行如下项目检查：

- a) 分接开关的切换开关、选择开关、极性开关、电位开关的动静触头接触情况检查。
- b) 引线、绝缘支架检查，等电位连接线检查。
- c) 磁屏蔽、磁分路检查，接地螺栓、夹件和铁心接地连接检查。
- d) 交、直流套管升高座下端均压环接地连接检查。
- e) 器身外观及压紧情况、铁心及结构件连接检查。
- f) 油箱底部清洁度检查。

检查的方法及要求按 DL/T 573 执行。

6.3.3 油罐中油处理

油罐中的油在注入换流变、油浸式平抗前应先用真空滤油机进行处理，油温控制在 70℃，处理后的油应满足以下指标：耐压 $\geq 60\text{kV}$ 、含气量 $\leq 0.5\%$ 、介损系数 $\tan\delta \leq 0.5\%$ 、微水 $\leq 10\text{ppm}$ 。

6.3.4 抽真空及真空注油

按制造厂家技术要求及 DL/T 573 执行。

6.3.5 真空热油循环

按制造厂家技术要求及 DL/T 573 执行。

6.3.6 静置排气

热油循环完毕后应静置排气，静置时间不少于 72h。

6.3.7 压力释放阀更换

压力释放阀更换按下列步骤进行：

- a) 断开压力释放阀信号电缆，关闭本体与油枕之间阀门，从底部排油阀进行排油，直至本体油位低于压力释放阀安装法兰为止。
- b) 拆除压力释放阀，并安装新的压力释放阀，回装信号电缆并进行功能试验。
- c) 打开本体与油枕之间阀门进行回油，并排气。若油位低于规定值时应补油。

6.3.8 有载分接开关检修

按制造厂家技术要求及 DL/T 574 执行。

6.3.9 套管更换

按制造厂家技术要求及 DL/T 573 执行。

6.3.10 外围设备的检修

对换流变及油浸式平抗外围设备的检修，如在线油色谱分析装置，降噪装置上配置的风机等。

7 备品备件和专用工器具

7.1 各换流站应根据运行情况准备充足的易损件备品，如换流变冷却器风扇电机、套管密度继电器、油流指示器、本体油位指示器、有载分接开关传动齿轮盒等。

7.2 备品备件应能与原设备互换，并具有与原设备相同的材料和质量。备品应按照要求进行处理和包装，并分别装箱，箱上应有明显的标记。电气线圈和其他精密的电气元件、仪器、仪表等，必须先装在带有干燥剂的塑料袋中，或采取其他有效的防潮措施后装箱。

7.3 专用工器具应齐备、完好，专用工器具的准备应按制造厂家技术要求和 DL/T 573 执行。

附录 A
(资料性附录)
换流变压器检修报告格式

A.1 换流变压器检修报告封面见图 A.1。

换流变压器检修报告	
换流站	_____
换流变压器	_____
批准:	_____
审核:	_____
编写:	_____
年 月 日	

图 A.1 换流变压器检修报告封面

A.2 换流变压器检修报告见表 A.1。

表 A.1 换流变压器检修报告

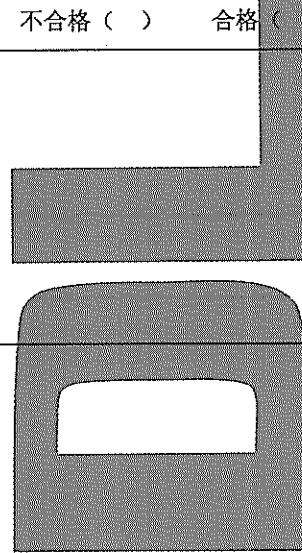
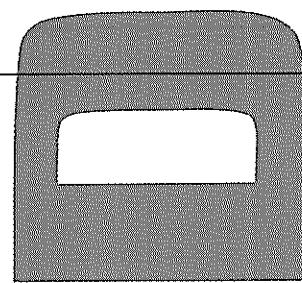
换流站		换流变压器				
型 号						
制造厂及序列号						
上次检修日期	年	月	日			
本次检修日期	年	月	日			
检修原因						
检修工期	年	月	日至	年	月	日
检修项目完成情况	不合格 ()	合格 ()	良好 ()	优秀 ()		
检修中处理的主要缺陷						
检修遗留问题						
检修验收意见						
参加验收人员						
	日期： 年 月 日					

表 A.1 (续)

序号	检修部位	检修项目	检修内容及工艺	检修人	检查人	备注
1	本体检修	油箱及附件清洗	表面清洁，无油迹、灰尘和污垢			
		油位检查	油位处于正常位置			
		密封部件检查	无渗漏			
		接地系统检查(铁心接地、夹件接地、油箱接地、中性点接地、等电位连线)	接地良好，无锈蚀部位			
		呼吸器硅胶及油杯检查	呼吸器硅胶至少有 1/3 未变色，呼吸器玻璃缸无损伤，呼吸器密封圈、管连接未受损及连接良好；油封完整无损，呼吸系统油杯里的油清洁透明			
		防腐、生锈处补漆	无生锈点，补漆合格			
		阀门位置检查	阀门在工作位置，油路处于导通状态			
2	套管	测温装置检查	测温装置检验合格			
		外表面检查	表面清洁无损伤			
		油位检查	油位正常			
		阀侧套管管母及均压环外观	表面清洁无破损			
		套管各密封面检查	无渗漏油现象			
		SF ₆ 气体压力检查	压力在正常范围内			
		引线及金具连接检查	引线及金具连接完好坚固，力矩符合制造厂家技术要求			
3	冷却器	末屏接地检查	接地良好			
		电机、风扇运行情况检查	保护网罩完好，风扇转动方向正确，人工转动风机扇叶无卡阻，不摩擦侧壁及外罩，风机安全开关功能正常			
		电机绝缘检查	电机绝缘不低于 0.5MΩ			
		接线盒检查	导线接触良好，风机接线盒无破损，电机接线相序正确，密封良好			
		潜油泵检查	功能正常，声音无异常			
		油流指示器	功能正常			
		安全开关检查	能可靠动作			
4	潜油泵	散热片检查及清洗	散热片清洁无损			
		潜油泵运行情况检查	潜油泵无异常声音及振动			
		电机绝缘检查	电机绝缘不低于 0.5MΩ			
5	有载分接开关	分接头呼吸器硅胶及油杯检查	呼吸器硅胶至少有 1/3 未变色，油杯里的油清洁透明，油位处于正常位置			

表 A.1 (续)

序号	检修部位	检修项目	检修内容及工艺	检修人	检查人	备注
5	有载分接开关	密封部件检查	无渗漏			
		油位检查	油位正常			
		在线滤油机检查	工作正常, 压力值满足要求			
		油流继电器检查	功能测试正常			
		检查计数器并记录读数	计数器动作正确			
		传动机构检查	传动系统工作正常, 无卡塞现象, 操作灵活可靠			
		操动机构箱检查	机构箱清洁, 端子紧固, 无松动, 转动件灵活, 加热元件工作正常			
		不施电压时手动操作、就地电动操作、远方电动操作各三个循环	手动操作应轻松, 电动操作无卡涩, 无连动现象, 电气和机械限位动作正常, 远方、就地信号指示正确			
		绝缘油试验	按照 GB/T 7252 和 GB/T 7595 执行			
6	气体继电器检查	本体气体继电器检查	本体气体继电器外观良好, 无渗漏, 试验合格			
		分接头气体继电器检查	分接头气体继电器外观良好, 无渗漏, 试验合格			
7	压力释放阀检查	本体压力释放阀检查	外观良好, 无渗漏			
		分接头压力释放阀检查	外观良好, 无渗漏			
8	预防性试验		按照 DL/T 596 执行			
9	其他					

附录 B
(资料性附录)
平波电抗器检修报告格式

B.1 平波电抗器检修报告封面见图 B.1。

平波电抗器检修报告	
换流站	_____
平波电抗器	_____
批准:	_____
审核:	_____
编写:	_____
年 月 日	

图 B.1 平波电抗器检修报告封面

B.2 平波电抗器检修报告见表 B.1。

表 B.1 平波电抗器检修报告

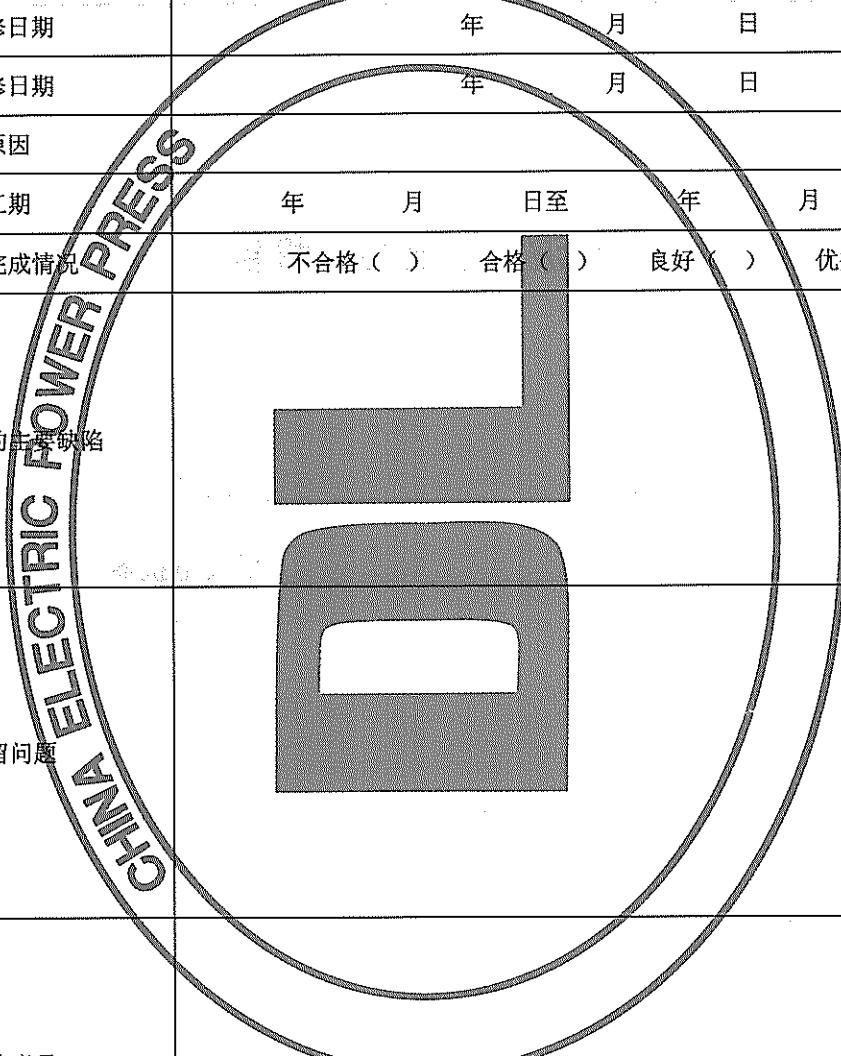
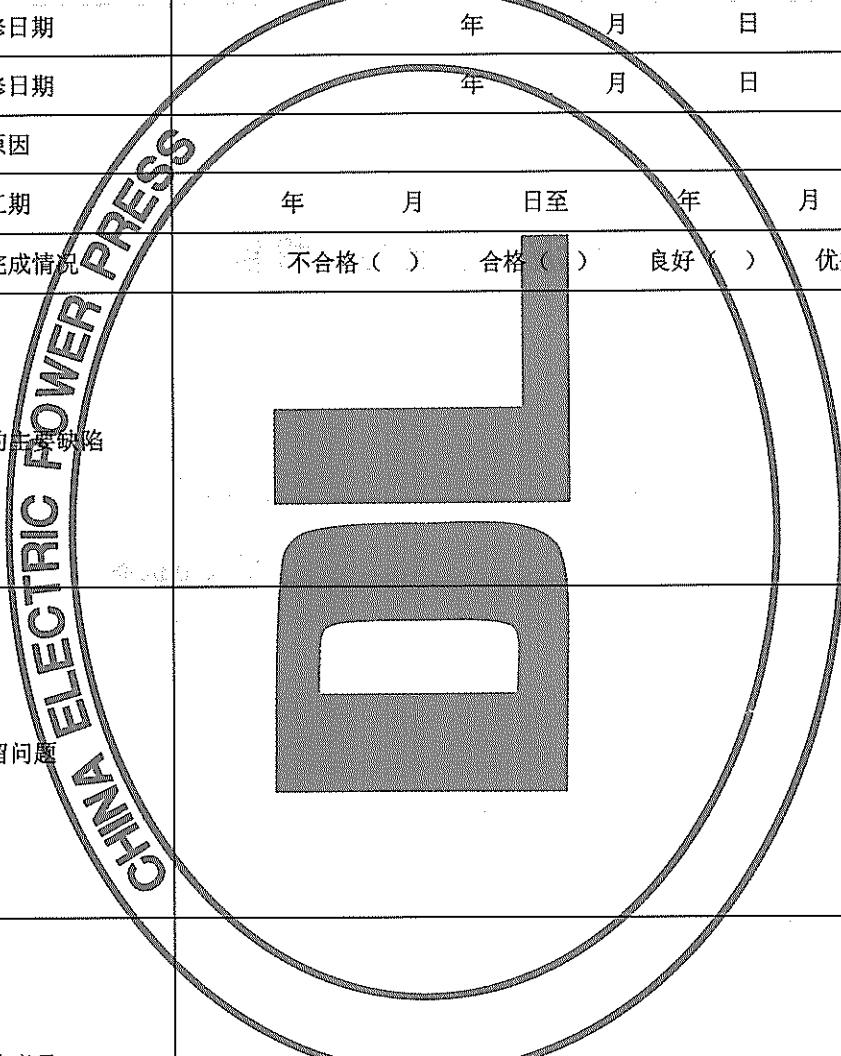
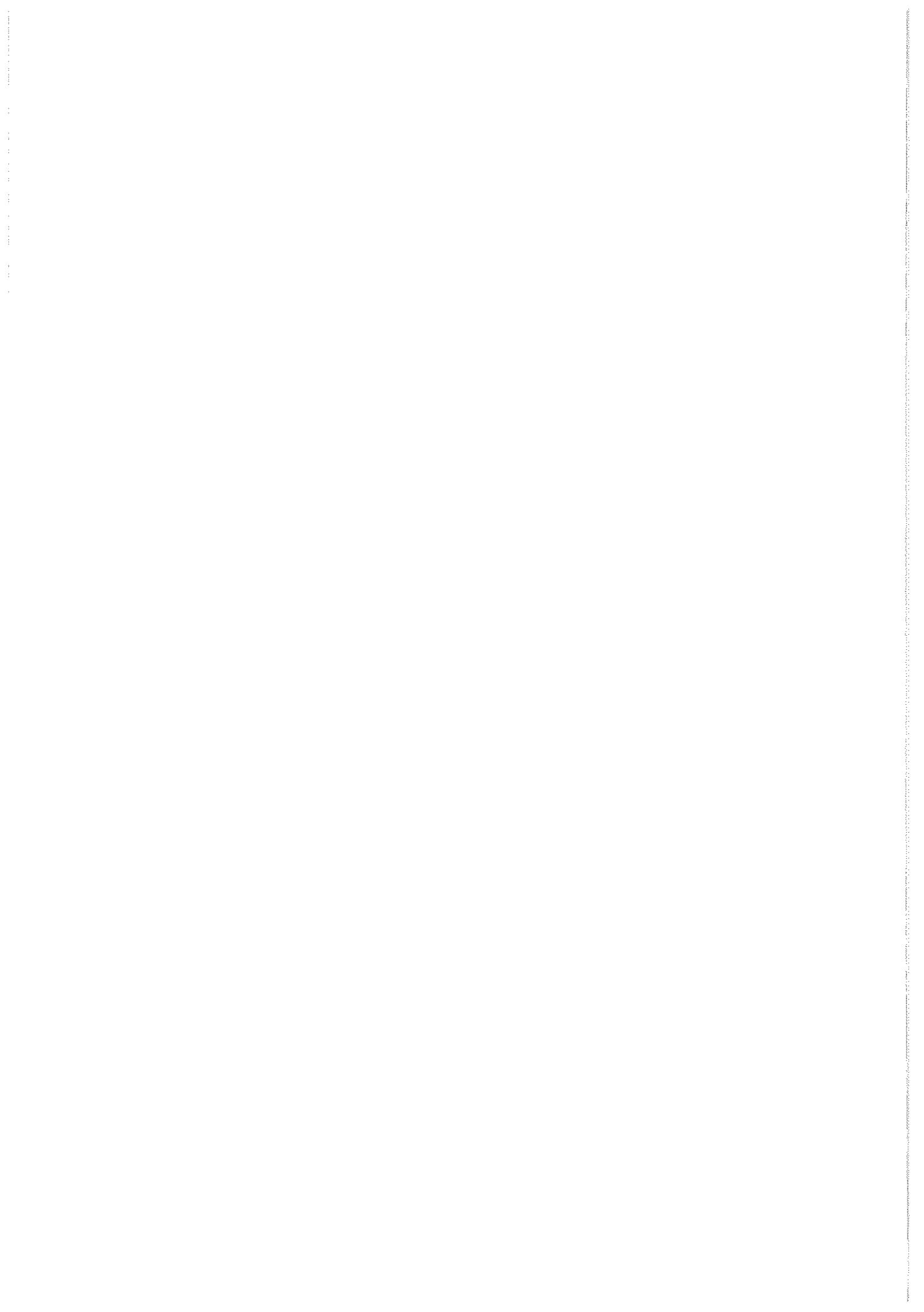
换流站		平波电抗器		
型 号				
制造厂及序列号				
上次检修日期	年 月 日			
本次检修日期	年 月 日			
检修原因				
检修工期	年 月	日至	年 月	日
检修项目完成情况	<input type="checkbox"/> 不合格 <input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 优秀			
检修中处理的主要缺陷				
检修遗留问题				
检修验收意见				
参加验收人员	日期: 年 月 日			

表 B.1 (续)

序号	检修部位	检修项目	检修内容及工艺	检修人	检查人	备注
1	本体检修	油箱及附件清洗	表面清洁, 无油迹、灰尘和污垢			
		油位检查	油位处于正常位置			
		密封部件检查	无渗漏			
		接地系统(铁心接地、夹件接地、油箱接地、中性点接地、等电位连线)检查	接地良好, 无锈蚀部位			
		呼吸器硅胶及油杯检查	呼吸器硅胶至少有 1/3 未变色, 呼吸器玻璃缸无损伤, 呼吸器密封圈、管连接未受损及连接良好; 油封完整无损, 呼吸系统油杯里的油清洁透明			
		防腐、生锈处补漆	无生锈点, 补漆合格			
		阀门位置检查	阀门在工作位置, 油路处于导通状态			
		测温装置检查	测温装置检验合格			
2	套管	外表面检查	表面清洁, 无损伤			
		油位检查	油位正常			
		阀侧套管管母及均压环外观	表面清洁无破损			
		套管各密封面检查	无渗漏油现象			
		SF ₆ 气体压力检查	压力在正常范围内			
		引线及金具连接检查	引线及金具连接完好坚固, 力矩符合制造厂家技术要求			
		末屏接地检查	接地良好			
3	冷却器	电机、风扇运行情况检查	保护网罩完好, 风扇转动方向正确, 人工转动风机扇叶无卡阻, 不摩擦侧壁及外罩, 风机安全开关功能正常			
		电机绝缘检查	电机绝缘不低于 0.5MΩ			
		接线盒检查	导线接触良好, 风机接线盒无破损, 电机接线相序正确, 密封良好			
		潜油泵检查	功能正常, 声音无异常			
		油流指示器	功能正常			
		安全开关检查	能可靠动作			
		散热片检查及清洗	散热片清洁无损			
4	潜油泵	潜油泵运行情况检查	潜油泵无异常声音及振动			
		电机绝缘检查	电机绝缘不低于 0.5MΩ			

表 B.1 (续)

序号	检修部位	检修项目	检修内容及工艺	检修人	检查人	备注
5	气体继电器检查	本体气体继电器检查	本体气体继电器外观良好, 无渗漏, 试验合格			
		分接头气体继电器检查	分接头气体继电器外观良好, 无渗漏, 试验合格			
6	压力释放阀检查	本体压力释放阀检查	外观良好, 无渗漏			
		分接头压力释放阀检查	外观良好, 无渗漏			
7		预防性试验	按照 DL/T 596 执行			
8		其他				



中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
换流变压器、平波电抗器检修导则

DL/T 354—2010

*

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>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2011 年 4 月第一版 2011 年 4 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 1 印张 29 千字

印数 0001—3000 册

*

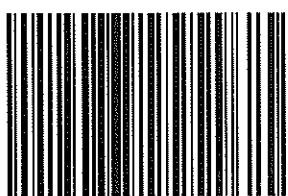
统一书号 155123 · 446 定价 9.00 元

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



155123.446

上架建议：规程规范/
电力工程/供用电