

柔性低频输电换频站低频设备运维规程

Code of operation for flexible low-frequency transmission frequency converter

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 竣工验收.....	2
5 运行维护.....	4
6 巡视检查项目及要​​求.....	7
7 缺陷管理.....	16
8 故障处理.....	20
9 技术管理及培训.....	22
10 备品备件管理.....	23

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）由浙江省电力学会××××提出并解释。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）起草单位：国网杭州供电公司、国网浙江省电力有限公司、国网台州供电公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）主要起草人（按对标准的贡献大小排列）：国网杭州供电公司、国网浙江省电力科学研究院、国网台州供电公司。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）首次发布（或本标准×年×月首次发布，×年×月第一次修订，×年×月第二次修订）。

本文件为首次发布。

引 言

为规范柔性低频输电换频站低频设备的运行、维护、异常及故障处理的一般要求和防范，制定本标准。

柔性低频输电换频站低频设备运维规程

1 范围

本文件规定了10kV-500kV柔性低频输电换频站一次、二次低频设备的竣工验收、运行维护、巡视检查、缺陷管理、故障处理、技术管理及培训、备品备件管理要求。

本文件适用于额定频率为10Hz-30Hz范围内的某一固定值，电压等级为10kV-500kV柔性低频交流输电系统低频设备，包括低频换频阀、低频变压器、低频组合电器、低频开关柜、低频避雷器、低频电抗器等设备。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分
- GB/T 1094.1 电力变压器 第1部分：总则
- GB/T 7674 额定电压72.5kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备
- GB/T 11022 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- GB/T 22071.1 互感器试验导则 第1部分：电流互感器
- GB/T 22071.2 互感器试验导则 第2部分：电磁式电压互感器
- GB/T 20840.5 互感器 第5部分：电容式电压互感器的补充技术要求
- GB/T 25092 高压直流输电用干式空心平波电抗器
- GB/T 36955 柔性直流输电用启动电阻技术规范
- GB/T 20990.1 高压直流输电晶闸管阀 第1部分：电气试验
- DL/T 593 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- DL / T 969—2005 变电站运行导则
- Q/GDW 10492—2022 高压直流输电换流阀运行规范
- Q/GDW 10528—2022 高压直流输电换流阀冷却系统运行规范

3 术语和定义

DL/T 1831及DL/T 393界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低频 low-frequency

一种电力系统或电气设备以低于常规工频50Hz运行的额定频率范围，本文件内规定为10~30Hz。

3.2

柔性低频输电换频站 flexible low-frequency transmission frequency converter

能将交流电从工频转换为低频或从低频转换为工频的变电站。

3.3

换频阀 specific frequency converter valve

能将交流电从工频转换为低频或从低频转换为工频的装置。

4 竣工验收

4.1 通用要求

低频设备投产和技改大修后应开展竣工验收，验收内容包括外观检查、设备试验和档案资料验收。低频设备临时检修验收工作参照执行。

4.2 外观检查

4.2.1 低频换频阀

应开展以下外观检查：

- a) 换频阀形态完好，无爆裂、发黑、缺部件等异常问题；
- b) 均压电阻外观整洁、接线正确、紧固，无松动；
- c) 驱动板及中控板金属外壳连接紧固、无松动或脱落，外观完好，无色变；
- d) 模块光纤连接正确，外观完好，无变色，无光纤松动或脱落；
- e) 电容器形态完好，接线端口绝缘子无破损、无变色，电气连接端无松脱痕迹。

4.2.2 低频阀冷设备

应开展以下外观检查：

- a) 主循环泵、喷淋泵、补水泵、原水泵等泵体安装端正，连接管道无松动；
- b) 冷却塔运行正常，无漏水、溢水现象；
- c) 罐体无明显凹陷、砂眼，焊缝无夹渣、疤痕；
- d) 管道无明显凹陷、砂眼，焊缝无夹渣、疤痕；
- e) 阀门紧固无松动，外观无刮花、生锈或掉漆；
- f) 传感器表面无刮伤、破损、生锈，连接处无渗漏水；
- g) 电控柜涂漆均匀，柜体无明显向前/后倾斜，接地连接可靠，柜内接线排列整齐、牢固；
- h) 风机无锈蚀，法兰、阀门、接口、丝堵、排水栓处无渗水现象。

4.2.3 低频控保及阀控设备

应开展以下外观检查：

- a) 外观无损伤、变形；
- b) 面板、各元件、（切换）开关位置命名、标示正确，符合设计要求；
- c) 接线应排列整齐、清晰、美观，屏蔽、绝缘良好，无损伤；
- d) 屏柜内外清洁无锈蚀，端子排清洁无异物。

4.2.4 低频电抗器

应开展以下外观检查：

- a) 电抗器包封完好，无起皮、脱落；
- b) 支柱绝缘子完整无裂纹、无破损，表面清洁无积尘；
- c) 引线、接头、接线端子等连接牢固完整；

- d) 安全围栏安装牢固,接地良好, 围栏门应可靠闭锁

4.2.5 低频变压器

应开展以下外观检查:

- a) 表面干净无脱漆锈蚀, 无变形, 密封良好, 无渗漏, 标志正确、完整, 放气塞紧固;
- b) 接线组别和极性与铭牌一致;
- c) 瓷套表面无裂纹, 清洁, 无损伤, 注油塞和放气塞紧固, 无渗漏油;
- d) 油位计就地指示应清晰, 便于观察, 油位正常, 油套管垂直安装油位在1/2以上(非满油位), 倾斜15°安装应高于2/3至满油位;
- e) 相色标志正确、醒目;
- f) 储油柜外观完好, 部件齐全, 各联管清洁、无渗漏、污垢和锈蚀;
- g) 吸湿器密封良好, 无裂纹, 吸湿剂干燥、自上而下无变色, 在顶盖下应留出1/5~1/6高度的空隙, 在2/3位置处应有标示;
- h) 油封油位油量适中, 在最低刻度与最高刻度之间, 呼吸正常;
- i) 冷却装置无变形、渗漏; 外接管路清洁、无锈蚀, 流向标志正确, 安装位置偏差符合要求。

4.2.6 低频组合电器

应开展以下外观检查:

- a) 基础平整无积水、牢固, 水平、垂直误差符合要求, 无损坏;
- b) 安装牢固、外表清洁完整, 支架及接地引线无锈蚀和损伤;
- c) 均压环与本体连接良好, 安装应牢固、平正, 不得影响接线板的接线; 安装在环境温度零度及以下地区的均压环, 宜在均压环最低处打排水孔;
- d) 开关机构箱机构密封完好, 加热驱潮装置运行正常检查。机构箱开合顺畅、箱内无异物;
- e) 电流互感器、电压互感器接线盒电缆进线口封堵严实, 箱盖密封良好。

4.2.7 低频开关柜

应开展以下外观检查:

- a) 开关柜外壳平整光滑、漆面无脱落;
- b) 开关柜主铭牌内容完整, 互感器、避雷器、断路器、接地刀闸等铭牌齐全;
- c) 手车位置应有位置指示标志; 开关柜前面板一次接线图应与柜内接线方式一致; 开关柜可触及隔室、不可触及隔室、活门和机构等关键部位在出厂时应设置明显的安全警告、警示标志; 继保二次小室二次接线回路标号清晰正确, 保护跳闸压板连接片开口朝上;
- d) 断路器及隔离手车操作顺畅、无卡涩、活门开启关闭正常; 触头插入深度符合技术条件要求; 机械防误操作或电气联锁功能可靠;

4.2.8 低频避雷器

应开展以下外观检查:

- a) 外壳平整光滑、漆面无脱落。绝缘件无颜色变化、漆面无剥落;
- b) 无异常的噪声或气味;
- c) 接线箱无显著的锈蚀或破损, 螺栓和螺帽无松动。

4.2.9 低频快速断路器

应开展以下外观检查：

- a) 基础平整无积水、牢固，水平、垂直误差符合要求，无损坏；
- b) 安装牢固、外表清洁完整，支架及接地引线无锈蚀和损伤；
- c) 开关机构箱机构密封完好，加热驱潮装置运行正常检查。机构箱开合顺畅、箱内无异物；
- d) 检查断路器分合闸指示器位置是否正常；
- e) 电流互感器、电压互感器接线盒电缆进线口封堵严实，箱盖密封良好。

4.3 试验项目

4.3.1 常规项目

应开展以下试验项目：

- a) 低频换频阀试验；
- b) 低频阀冷设备试验；
- c) 低频控保及阀控设备试验；
- d) 低频电抗器试验；
- e) 低频变压器试验；
- f) 低频组合电气试验；
- g) 低频开关柜试验；
- h) 低频避雷器试验。

4.3.2 带电项目

应开展以下试验项目：

- a) 动态性能试验；
- b) 稳态性能试验；
- c) 保护试验；
- d) 空载加压试验。

4.4 档案资料

4.4.1 基本设备台账

应包含以下设备的技术参数以及交接试验报告：

- a) 低频换频阀；
- b) 低频阀冷设备；
- c) 低频控保及阀控设备；
- d) 低频电抗器；
- e) 低频变压器；
- f) 低频组合电器；
- g) 低频开关柜；
- h) 低频避雷器。

5 运行维护

5.1 低频换频装置

5.1.1 低频换频阀

运行维护项目包括：

a) 应定期对换频阀设备进行红外测温，建立红外图谱档案，进行纵、横向温差比较，及时发现设备隐患并利用停电时机进行处理。测温对象应包括阀子模块、并联回路、阀电抗器、散热器、水管、通流回路及连接点、光纤槽盒、阀避雷器等；

b) 每周至少开展1次红外测温普测，迎峰度夏期间每天开展1次；

c) 每月至少开展1次精确红外测温；

d) 可使用阀厅智能红外巡检设备进行红外测温，阀厅红外测温系统自动巡检周期应不小于每日2次，大负荷运行、重要保电期间应缩短周期。如巡检周期内设备故障不能修复的应转为人工测温；

e) 应对换频阀设备进行紫外测试，每年至少开展2次，及时发现设备隐患并利用停电时机进行处理。

5.1.2 低频阀冷设备

运行维护项目包括：

a) 主循环泵及电机

1、设备运行时，应定期对主循环泵进行红外测温，出现异常发热时应切换至备用泵，并通知检修人员处理。

2、巡检时应重点对主循环泵的油位和渗漏油、漏水及异常振动等情况进行检查。

3、应定期测量主泵电源回路接触器运行温度，停电检修时对接触器触头烧蚀情况进行检查，烧蚀严重时应进行更换。

4、应定期监测电机电源的三相电流平衡，三相电流相差应小于10%。当主循环泵噪音增大或异常时，应立即手动切换至备用泵，并通知检修人员到现场排除故障。

5、主循环泵电机冷却风扇积尘过多时应清理干净，防止在风扇上面聚集尘埃，使电机转子产生不平衡及振动。

b) 就地电源控制盘柜

1、设备巡检时应注意对主泵电源和冷却塔风机电源进行红外测温，温度异常应及时汇报，必要时切换至备用设备。

2、应定期进行就地电源控制盘柜柜门风扇检查，柜内接线检查及清灰，并对动力电缆进行红外测温，确保动力电缆无局部过热、烧损等现象。

c) 加药系统

1、外冷水加药系统中的加药泵、搅拌泵及加药泵流量计需定期检查，确保其功能正常；

2、加药系统的化学药剂应定期补充，确保充足；

3、应定期对加药系统的就地操作箱内接线及回路进行检查；

4、加药系统的化学药剂应定期补充，药剂应合格、充足。

d) 其它

1、应定期检查氮气瓶压力，必要时更换氮气瓶；

2、对采用金属波纹管的部位，应注意其外层金属编织护套是否存在破损和锈蚀，如有问题应及时处理；

3、应定期检查和清洗保安过滤器；

4、应定期检查和清洗外冷水反渗透膜。

5.1.3 阀控设备

运行维护项目包括：

a) 应定期开展阀控设备的红外检测工作；

- b) 检测板卡工作温度满足要求，电源模块无异常发热，端子接线、光纤无发热现象。

5.2 低频变压器

运行维护项目包括：

- a) 普通检测每周不少于1次，迎峰度夏期间每天1次；
- b) 检测范围为低频变压器本体、附件及汇控柜等；
- c) 重点检测储油柜、引线接头、套管本体及其接头、电缆接头。

5.3 低频组合电器

运行维护项目包括：

- a) 每1-2周对设备的分、合指示位置及其动作、机构箱的状态进行检查；
- b) 每1-2周在运行状态下进行气室压力、噪声、异响、锈蚀或破损、螺栓松动检查。

5.4 低频开关柜

运行维护项目包括：

- a) 每年进行一次整体检查：外观完好、无变形，外绝缘表面清洁、无裂纹现象，无放电痕迹，无异常声响、异常振动和异常气味；
- b) 二次回路检查：接线应无机械损伤，端子压接应紧固，无松动现象；
- c) 接地检查：接地线连接牢固、无脱落，接地部位无锈蚀；
- d) 接头无过热，各连接引线无发热迹象，本体温度无异常；
- e) 连接螺栓无松动、缺失，定位标记无变化；
- f) 位置状态指示正确，隔室照明正常，带电显示装置显示正常；
- h) 接地开关位置正常；
- i) 柜内无异物；
- j) 传动部位转动灵活无卡阻；轴、销、锁扣和机械传动部件无锈蚀、变形或损坏；传动链条无锈蚀，链条接头的卡簧紧固正常无松动，表面涂抹适合气候条件的润滑脂；传动连杆与转动轴无松动，润滑良好；连接螺栓无松动、缺失，定位标记无变化；螺栓、螺母无严重锈蚀或丝扣损伤情况；储能电机无异常声响或气味，外观检查无异常；
- k) 手车触头表面无氧化、松动，烧伤，涂有薄层中性凡士林，手车、接地开关及柜门的联锁正常；
- l) 导体与接地部件保持足够的安全距离。

5.5 低频避雷器

运行维护项目包括：

- a) 每1-2周在运行状态下进行气室压力、噪声、异响、锈蚀或破损、螺栓松动检查；
- b) 每1-2周对巡视记录监测器泄漏电流计放电次数以及放电电流进行数据统计分析。

5.6 低频控保及阀控设备

运行维护项目包括：

- a) 控制保护系统具有完善的自监视功能，运行人员应根据后台事件及时处理异常；
- b) 运行人员每日应按照巡检线路对各小室的控制保护装置的状态进行检查；
- c) 低频控制保护均应正常投入，不允许无低频控制保护运行，一次设备不允许无主保护运行；

d) 正常运行时,手动切换主机值班系统前,检查备用主机状态正常、无异常出口信号后,在运行人员工作站上进行。如运行人员工作站不能进行操作,可就地低频控制保护主机上通过切换按钮进行切换。

5.7 低频快速断路器

运行维护项目包括:

- a) 每周至少一次对气室压力进行检查,出现气室气体压力不足时和过快的漏气趋势时,联系检修单位处理;
- b) 每周至少一次对斥力机构驱动电容的电容状态进行检查,确保斥力机构驱动电容就绪状态;
- c) 开关动作后,需及时通过在线监测平台监测开关机械特性;
- d) 每周及每次计划动作前,需对选相装置的状态和采集的主回路电流进行监视;
- e) 每周需对选相分闸装置的指示灯及液晶显示状态进行确认,出现异常及时上报处理。

5.8 低频电抗器

运行维护项目包括:

- a) 对于电抗器及电气连接部分每周应进行带电红外线测温和不定期重点测温。红外测温发现有异常过热,应申请停运处理;
- b) 发现包封表面有放电痕迹或油漆脱落,以及流(滴)胶、裂纹现象,应及时处理;
- c) 定期检查防雨罩是否安装牢固、无破损,观察包封表面憎水性能是否劣化。

6 巡视检查项目及要

6.1 例行巡视

6.1.1 低频换频阀

应包含以下巡视项目及要

- a) 关灯检查换频阀组件、阀电抗器、阀避雷器、光纤等设备无异常放电;
- b) 检查换频阀塔各部位无火光、烟雾、异味、异响和振动;
- c) 检查阀体各部位包括阀塔屏蔽罩、阀塔底盘及阀塔内部无漏水现象,以及阀避雷器、管母、阀厅地面、墙壁无水迹;
- d) 检查阀塔内部、阀厅地面清洁无杂物;
- e) 检查换频阀、阀避雷器、悬挂绝缘子无放电痕迹;
- f) 检查阀厅温度、湿度符合换频阀运行技术要求;
- g) 检查换频阀子模块损坏数量、换频阀子模块正向保护触发数量无变化;
- h) 检查阀塔元件、屏蔽罩、阀避雷器和绝缘子等无严重积灰;
- i) 检查阀厅高空附属设备如电缆穿管、探头、阀厅红外测温装置等无脱落迹象。

6.1.2 低频变压器

应包含以下巡视项目及要

- a) 运行监控信号、灯光指示、运行数据等均应正常;
- b) 各部位无渗油、漏油,油位读数正常;
- c) 低频变压器声响和振动正常;
- d) 引线接头、电缆应无发热迹象;

- e) 外壳及箱沿应无异常发热;
- f) 低频变压器各部件的接地完好;
- g) 套管压力正常或油位正常, 套管外部无破损裂纹、无严重油污、无放电痕迹, 防污闪涂料无起皮、脱落等异常现象;
- h) 套管末屏无异常声音, 接地引线固定良好, 套管均压环无开裂歪斜。
- i) 分接档位指示与监控系统对应, 且低频变压器三相分接档位应一致;
- j) 机构箱电源指示正常, 密封良好, 加热、驱潮等装置运行正常;
- k) 分接开关的油位、呼吸器应正常;
- l) 分接开关传动机构电机运行正常, 无传动卡涩;
- m) 在线滤油装置电源、压力表指示正常;
- n) 在线滤油装置无渗漏油;
- o) 各冷却器(散热器)的风扇、油泵运转正常, 油流指示器工作正常;
- p) 风扇和散热器无异物附着或严重积灰;
- q) 潜油泵无异常声响、振动, 油流指示器指示正确;
- r) 冷却器及连接管道无渗漏油, 特别注意散热器无渗漏油;
- s) 本体储油柜的油位应与制造厂提供的油温油位曲线相对应;
- t) 分接开关储油柜的油位应处于最高油位与最低油位之间;
- u) 呼吸器完好, 油杯内油封及油色正常、表面洁净, 呼吸畅通;
- v) 呼吸器的密封应良好, 吸湿剂潮解变色部分不应超过总量的2/3, 吸湿剂变色应由底部开始, 如上部颜色发生变色则说明呼吸器密封不严。

6.1.3 低频组合电器

应包含以下巡视项目及要 求:

- a) 设备出厂铭牌齐全、清晰;
- b) 运行编号标识、相序标识清晰;
- c) 外壳无锈蚀、损坏, 漆膜无局部颜色加深或烧焦、起皮现象;
- d) 伸缩节外观完好, 无破损、变形、锈蚀;
- e) 外壳间导流排外观完好, 金属表面无锈蚀, 连接无松动;
- f) 盆式绝缘子分类标示清楚, 可有效分辨通盆和隔盆, 外观无损伤、裂纹;
- g) 套管表面清洁, 无开裂、放电痕迹及其它异常现象; 金属法兰与瓷件胶装部位粘 合应牢固, 防水胶应完好;
- h) 增爬措施(伞裙、防污涂料)完好, 伞裙应无塌陷变形, 表面无击穿, 粘接界面牢 固; 防污闪涂料涂层无剥离、破损;
- i) 均压环外观完好, 无锈蚀、变形、破损、倾斜脱落等现象;
- j) 引线无散股、断股; 引线连接部位接触良好, 无裂纹、发热变色、变形;
- k) 设备基础应无下沉、倾斜, 无破损、开裂;
- l) 接地连接无锈蚀、松动、开断, 无油漆剥落, 接地螺栓压接良好;
- m) 支架无锈蚀、松动或变形;
- n) 对室内低频GIS, 进门前检查氧量仪和气体泄漏报警仪无异常;
- o) 运行中低频GIS无异味, 重点检查机构箱中有无线圈烧焦气味;
- p) 运行中低频GIS无异常放电、振动声, 内部及管路无异常声响;
- q) SF₆气体压力表或密度继电器外观完好, 编号标识清晰完整, 二次电缆无脱落, 无 破损或渗漏油, 防雨罩完好;

- r) 对于不带温度补偿的SF6气体压力表或密度继电器，应对照制造厂提供的温度-压力曲线，并与相同环境温度下的历史数据进行比较，分析是否存在异常；
- s) 压力释放装置（防爆膜）外观完好，无锈蚀变形，防护罩无异常，其释放出口无积水（冰）、无障碍物；
- t) 开关设备机构油位计和压力表指示正常，无明显漏气漏油；
- u) 断路器、隔离开关、接地开关等位置指示正确，清晰可见，机械指示与电气指示一致，符合现场运行方式；
- v) 断路器、油泵动作计数器指示值正常；
- w) 机构箱、汇控柜等的防护门密封良好，平整，无变形、锈蚀；
- x) 带电显示装置指示正常，清晰可见；
- y) 各类配管及阀门应无损伤、变形、锈蚀，阀门开闭正确，管路法兰与支架完好；
- z) 避雷器的动作计数器指示值正常，泄漏电流指示值正常。

6.1.4 低频开关柜

应包含以下巡视项目及要求的：

- a) 设备出厂铭牌齐全、清晰；
- b) 运行编号标识、相序标识清晰；
- c) 外壳无锈蚀、损坏，漆膜无局部颜色加深或烧焦、起皮现象；
- d) 外部螺丝、销钉无松动、脱落；
- e) 观察窗玻璃无裂纹、破碎；
- f) 柜门无变形，柜体密封良好，无明显过热；
- g) 泄压通道无异常；
- h) 开关柜无异响、异味、放电痕迹；
- i) 各隔室照明正常；
- j) 开关柜间母联桥箱、进线桥箱应无沉降变形；
- k) 接地开关分、合闸正常，分、合闸指示正确，位置正确，能可靠闭锁电缆室柜门；
- l) 断路器与柜门联锁正常，分、合闸、储能指示正确，位置正确；
- m) 带电体无位移、过热、明显弯曲；
- n) 一、二次电缆孔洞封堵良好，一次电缆相位标记清晰，一次电缆屏蔽层接地线固定牢固、接触良好；
- o) 设备基础应无下沉、倾斜，无破损、开裂；
- p) 接地连接无锈蚀、松动、开断，无油漆剥落，接地螺栓压接良好；
- q) 支架无锈蚀、松动或变形；
- r) 带电显示装置显示正常；
- s) 若加热驱潮装置采用自动温湿度控制器投切，自动温湿度控制器应工作正常；
- t) 二次线及端子排无锈蚀松动，柜内无异物；
- u) 避雷器计数器/监测仪指示值正常，监测仪泄漏电流指示值正常。

6.1.5 低频避雷器

应包含以下巡视项目及要求的：

- a) 设备出厂铭牌齐全、清晰；
- b) 运行编号标识清晰；
- c) 本体外观壳体、接线箱无显著锈蚀或破损；
- d) 螺栓和螺帽紧固、无松动；

- e) 绝缘件无异常，无颜色变化、漆面剥落现象；
- f) SF₆气体压力正常，气体压力检查大于闭锁压力；
- g) 校表阀状态正常，阀门处于开启状态；
- h) 避雷器的动作计数器指示值正常，泄漏电流指示值正常。

6.1.6 低频控保及阀控设备

阀控设备应包含以下巡视项目及要

- a) 检查低频控保及阀控机柜外观是否有明显划痕，各结构件是破损；
- b) 检查低频控保及阀控装置机箱与机柜、机箱面板间的螺钉无松动，脱落；
- c) 检查低频控保及阀控设备装置面板状态指示灯运行正常，无“跳闸”、“保护动作”红色故障指示灯亮；
- d) 检查低频控保及阀控装置各网线连接正常，无通讯中断等相关信息；
- e) 检查低频控保及阀控装置监控系统无异常告警等相关信息；
- f) 检查屏面板运行、报警、动作指示灯显示是否正常；
- g) 检查屏内小开关在正常的分合状态；
- h) 检查光纤及收发模块的光纤无脱落、断裂；
- i) 检查电源模块指示灯正常；
- j) 检查屏柜接地线牢固，无脱落、断裂；
- k) 检查装置压板按要求投入或退出；
- l) 屏柜内无异常焦糊味道，无受潮现象，柜内清洁无灰尘；
- m) 室内温度正常，空调无冷凝水渗漏等异常现象；
- n) 屏柜运行声音正常，无异常声响和振动，无焦糊味，无凝露现象；
- o) 保护屏玻璃门和继电器面板完好无损；
- p) 房间内防小动物装置完善。

6.1.7 低频快速断路器

应包含以下巡视项目及要

- a) 设备的操动机构和控制箱等的防护门、盖是否关严，汇控柜内是否有异味、异声等异常现象，是否有进水现象，观察电器元件接线端子有无锈蚀；
- b) 有无漏气(SF₆气体)、漏油(液压油)现象；
- c) 断路器外观是否清洁，外壳、支架等漆膜是否有起皮等情况，外壳温度是否过热；
- d) 金属软管、电缆表皮是否有破裂；
- e) 各密度继电器和充气口处的管道及阀门有无损伤、锈蚀，阀门的开闭位置是否正确；
- f) 断路器位置指示正确，并与当时实际运行工况相符；
- g) 选相装置是否有异常告警，后台各监测节点有无报警情况；
- h) 各种压力表、密控器和油位计的指示值是否正常；
- i) 各种指示灯、信号灯和带电监测装置的指示是否正确，控制开关的位置是否正确。

6.1.8 低频阀冷设备

阀冷系统应包含以下巡视项目及要

- a) 内冷水系统日常巡检
 - 1、检查主循环泵、内冷水管道、各阀门及法兰连接处外观正常，无严重锈蚀，渗漏水等现象。内冷水管道阀门位置正确，指示清晰。

2、检查主循环泵、各控制盘柜运行声音无异常，内冷水管道无异常振动，现场气味无异常。

3、内冷水控制屏、电源控制显示屏显示正常无异常告警，各指示灯状态正常，无报警灯亮。

4、内冷水进、出水温度正常，流量正常，膨胀罐水位不低于报警值。原水罐内液位正常，原水充足。

5、内冷水电导率低于报警值，氮气罐及减压阀压力不低于正常值；主循环泵出口压力正常，主过滤器前后压差正常。

6、主循环泵、母线排、负荷开关、接触器无明显过热点。

7、定期进行红外测温，红外检测范围为动力电源柜、控制保护柜及主循环泵；重点检测主循环泵轴承，动力电源柜开关、接触器、二次回路。

8、管道、阀门及传感器的运行编号应完整清晰，回路标识和流向指示应齐全清晰，无锈蚀、无渗漏。

b)外冷水系统日常巡检

1、现场检查各类水泵、电机、阀门、罐体、过滤器等连接处无漏水现象，加药管路及连接处无渗漏、无腐蚀现象。

2、检查各阀门位置正确，高压泵、自循环泵、反洗泵、喷淋泵、加药泵、冷却塔风扇（包括风扇电机和传动皮带）无异常声音和明显震动，无渗漏水、溢水等现象。

3、检查各冷却塔的喷水情况是否平衡，冷却塔风扇的转速是否平衡。

4、就地控制盘柜的控制方式与参数显示正常；盘面上的相关电压、电流、水位、压力表的指示值正常，无异常告警。

5、定期进行红外测温，红外检测范围为动力电源柜、控制保护柜及喷淋泵；重点检测喷淋泵轴承，动力电源柜开关、接触器、二次回路。

6、检查阀外水冷动力及控制柜柜体冷却风扇运行正常。

7、管道、阀门及传感器的运行编号应完整清晰，回路标识和流向指示应齐全清晰，无锈蚀、无渗漏。

c)风冷系统日常巡检

1、检查整个系统有无渗漏、锈蚀现象。

2、检查各阀门位置，开度正常。

3、检查冷却风机和电机有无震动、噪音等异常现象。风叶有无松动、变形。

4、检查变频器运行正常，无异常现象。

5、检查风机隔离网、管束上下无杂物。

6、红外测温风扇电机，风冷控制柜及动力柜内开关、接触器、继电器、二次端子无温度异常。

7、管道、阀门及传感器的运行编号应完整清晰，回路标识和流向指示应齐全清晰，无锈蚀、无渗漏。

6.1.9 低频电抗器

应包含以下巡视项目及要​​求：

a) 设备外观完整无损，防雨帽完好，无异物；

b) 引线接触良好，接头无过热，各连接引线无发热、变色；

c) 外包封表面清洁、无裂纹，无爬电痕迹，无油漆脱落现象，憎水性良好；

d) 撑条无错位；

e) 支柱绝缘子金属部位无锈蚀，支架牢固，无倾斜变形，无明显污染情况；

- f) 无异常振动和声响；
- g) 接地可靠，周边金属物无异常发热现象。

6.2 特殊巡视

6.2.1 新投运或经大修后巡视项目

6.2.1.1 低频换频阀

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 投运前巡视阀塔是否有异物存在，螺栓是否按要求全部紧固；
- b) 投运后，利用阀厅红外测温装置查看是否有过热点出现；
- c) 投运后利用音视频监控装置查看阀塔本身是否有异常声响；
- d) 观察是否有漏水点出现，尤其是在设备大修后投运。

6.2.1.2 低频变压器

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 查看油面温度、油位变化、储油柜有无冒油或油位下降的现象；
- b) 查看、视听变压器运行声音是否正常，有无异常的杂音。

6.2.1.3 低频组合电器

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 外壳无锈蚀、损坏，漆膜无局部颜色加深或烧焦、起皮现象；
- b) 伸缩节外观完好，无破损、变形、锈蚀；
- c) 外壳间导流排外观完好，金属表面无锈蚀，连接无松动；
- d) 盆式绝缘子分类标示清楚，可有效分辨通盆和隔盆，外观无损伤、裂纹；
- e) 套管表面清洁，无开裂、放电痕迹及其它异常现象；金属法兰与瓷件胶装部位粘合应牢固，防水胶应完好；
- f) 增爬措施（伞裙、防污涂料）完好，伞裙应无塌陷变形，表面无击穿，粘接界面牢固；防污闪涂料涂层无剥离、破损；
- g) 均压环外观完好，无锈蚀、变形、破损、倾斜脱落等现象；
- h) 引线无散股、断股；引线连接部位接触良好，无裂纹、发热变色、变形；
- i) 设备基础应无下沉、倾斜，无破损、开裂；
- j) 接地连接无锈蚀、松动、开断，无油漆剥落，接地螺栓压接良好；
- k) 支架无锈蚀、松动或变形；
- l) 对室内低频GIS，进门前检查氧量仪和气体泄漏报警仪无异常；
- m) SF₆气体压力表或密度继电器外观完好，编号标识清晰完整，二次电缆无脱落，无破损或渗漏油，防雨罩完好；
- n) 对于不带温度补偿的SF₆气体压力表或密度继电器，应对照制造厂提供的温度-压力曲线，并与相同环境温度下的历史数据进行比较，分析是否存在异常；
- a) 压力释放装置（防爆膜）外观完好，无锈蚀变形，防护罩无异常，其释放出口无积水（冰）、无障碍物；
- o) 开关设备机构油位计和压力表指示正常，无明显漏气漏油；
- p) 断路器、隔离开关、接地开关等位置指示正确，清晰可见，机械指示与电气指示一致，符合现场运行方式；

- q) 断路器、油泵动作计数器指示值正常；
- r) 机构箱、汇控柜等的防护门密封良好，平整，无变形、锈蚀；
- s) 带电显示装置指示正常，清晰可见；
- t) 各类配管及阀门应无损伤、变形、锈蚀，阀门开闭正确，管路法兰与支架完好；
- u) 避雷器的动作计数器指示值正常，泄漏电流指示值正常。

6.2.1.4 低频开关柜

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 接地开关分、合闸正常，分、合闸指示正确，位置正确；
- b) 断路器分、合闸、储能指示正确，位置正确；
- c) 导电体搭接部位的温升是否超过允许值。

6.2.1.5 低频避雷器

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 本体外观壳体、接线箱无显著锈蚀或破损。
- b) 螺栓和螺帽紧固、无松动；
- c) 绝缘件无异常，无颜色变化、漆面剥落现象；
- d) SF₆气体压力正常，气体压力检查大于闭锁压力；
- e) 校表阀状态正常，阀门处于开启状态；
- f) 避雷器的动作计数器指示值正常，泄漏电流指示值正常。

6.2.1.6 低频控保及阀控设备

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 压板、转换开关、按钮、电源开关完好，位置正确；
- b) 屏柜内部无接点异常抖动、风扇振动等异常声响；
- c) 屏柜内照明正常，打印机工作正常（如有），打印纸充足；
- d) 端子排接头无放电现象，屏内无焦糊味。
- e) 检查各光纤连接、同轴电缆连接、网线连接牢固，无松动、脱落现象，检查光纤弯曲度满足要求；
- f) 主机/屏柜风扇（如有）运行正常；
- g) 屏内外清洁、无杂物；
- h) 装置面板触摸屏或按键功能正常；
- i) 屏内防火封堵完好，无凝露现象；
- j) 标签完整清晰，定义明确，规格标准
- k) 投运后检查各装置是否运行正常；
- l) 通过监控后台观察各信号和参数是否正常。

6.2.1.7 低频快速断路器

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 本体外观壳体、接线箱无显著锈蚀或破损；
- b) 螺栓和螺帽紧固、无松动；
- c) 绝缘件无异常，无颜色变化、漆面剥落现象；
- d) SF₆气体压力正常，气体压力检查大于闭锁压力；

6.2.1.8 低频阀冷设备

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 阀冷却设备声音应正常，如发现响声不均匀或异常声响，应认为相应设备内部有故障；
- b) 水位变化应正常，如发现水位异常应及时查明原因；
- c) 各阀门位置应正确，水回路的流量在正常范围内；
- d) 水温变化应正常，阀解锁后，水温应缓慢上升，并稳定在报警值以下；
- e) 应对新投运阀冷却设备进行红外测温。

6.2.1.9 低频电抗器

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 投运期间用红外测温设备检查电抗器包封内部、引线接头发热情况；
- b) 电抗器接地体及围网、围栏有无异常发热，可对比其他设备检查；积雪融化较快、水汽较明显时进行重点判断。

6.2.2 异常天气巡视项目

6.2.2.1 低频换频阀

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 雷雨、冰雹后，阀厅内有无异常声音；
- b) 室外气温低于0℃，检查阀厅冷却水管道内有无结冰现象；
- c) 高温潮湿天气应检查阀厅温湿度是否满足要求；
- d) 阀厅温度过低应检查换频阀表面是否有凝露现象。

6.2.2.2 低频变压器

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 持续高温天气应多巡视温度计指示；
- b) 持续潮湿天气应巡视温度计表盘内有无潮气冷凝；
- c) 台风过境多巡视变压器上部异物情况。

6.2.2.3 低频组合电器

除例行巡视要求外，还应包含以下巡视项目及要求：

- a) 机构箱、汇控柜等的防护门密封良好，平整，内部无凝露；
- b) SF₆ 气体压力表或密度继电器外观完好，编号标识清晰完整，二次电缆无脱落，无破损或渗漏油，防雨罩完好；
- c) 对于不带温度补偿的 SF₆ 气体压力表或密度继电器，应对照制造厂提供的温度-压力曲线，并与相同环境温度下的历史数据进行比较，分析是否存在异常；
- d) 开关设备机构油位计和压力表指示正常，无明显漏气漏油。

6.2.2.4 低频开关柜

应包含以下巡视项目及要求：

- a) 开关柜无异味、放电痕迹；
- b) 柜内是否凝露，查看加热驱潮装置的温度、湿度，是否投切加热器；
- c) 避雷器计数器/监测仪的放电次数，监测仪泄漏电流的数值。

6.2.2.5 低频避雷器

应包含以下巡视项目及要求：

- a) 本体外观壳体、接线箱无显著锈蚀或破损；
- b) 绝缘件无异常，无颜色变化、漆面剥落现象；
- c) SF6 气体压力正常，气体压力检查大于闭锁压力。

6.2.2.6 低频控保及阀控设备

应包含以下巡视项目及要求：

- a) 雨雪天气，应查看保护小室是否存在漏水现象；
- b) 高温潮湿天气应检查保护小室温湿度是否满足要求；
- c) 气温骤变时，应增加巡视频次，重点检查户外端子箱、加热器是否工作正常，二次端子、电缆是否存在断裂、破损现象；
- d) 大雨、冰雹或沙尘暴前后，重点检查户外控制箱和二次端子箱、机构箱密封情况是否良好，无进水、受潮现象；
- e) 设备新投入运行、设备变动、设备经过检修、改造或长期停运后重新投入运行后，应增加巡视频次；
- f) 迎峰度夏、迎峰度冬及特殊保电期间，应增加巡视频次；
- g) 设备存在缺陷和隐患时，应根据设备具体情况增加巡视频次。

6.2.2.7 低频快速断路器

应包含以下巡视项目及要求：

- a) 气温骤变时，膨胀罐水位是否有明显变化，是否有渗漏现象；
- b) 雷雨、冰雹后，冷却塔风扇有无异常声音，有无杂物；
- c) 室外气温低于0°C时，检查阀冷却系统流量值、温度值是否正常，判断管道内有无结冰现象；
- d) 高温天气应检查水温、水位、传感器是否正常；
- e) 暴雨时检查排水泵抽水是否正常，喷淋泵是否运行正常；
- f) 大风天气后检查冷却塔风扇、风冷风扇进气片处有无吸附漂浮物；
- g) 低温天气时，应检查户外管道、法兰处有否结冰现象，各密封处有无渗漏现象。加热器是否正常投运，辅助加热装置是否配备齐全；
- h) 高温天气应检查风机、动力电源柜、变频器是否存在发热情况，辅助降温装置是否配备齐全并运行正常。

6.2.2.8 低频阀冷设备

应包含以下巡视项目及要求：

- a) 气温骤变时，膨胀罐水位是否有明显变化，是否有渗漏现象；
- b) 雷雨、冰雹后，冷却塔风扇有无异常声音，有无杂物；
- c) 室外气温低于 0°C 时，检查阀冷却系统流量值、温度值是否正常，判断管道内有无结冰现象；
- d) 高温天气应检查水温、水位、传感器是否正常；
- e) 暴雨时检查排水泵抽水是否正常，喷淋泵是否运行正常；
- f) 大风天气后检查冷却塔风扇、风冷风扇进气片处有无吸附漂浮物；
- g) 低温天气时，应检查户外管道、法兰处有否结冰现象，各密封处有无渗漏现象。加热器是否正常投运，辅助加热装置是否配备齐全；

h) 高温天气应检查风机、动力电源柜、变频器是否存在发热情况，辅助降温装置是否配备齐全并运行正常。

6.2.2.9 低频电抗器

应包含以下巡视项目及要​​求：

- a) 大风扬尘、雾天、雨天外绝缘有无闪络，表面有无放电痕迹；
- b) 冰雪、冰雹外绝缘有无损伤，本体无倾斜变形，无异物；
- c) 电抗器接地体及围网、围栏有无异常发热，可对比其他设备检查；积雪融化较快、水汽较明显时进行重点判断。

7 缺陷管理

7.1 缺陷定义

a) 危急缺陷

设备或建筑物发生了直接威胁安全运行并需立即处理的缺陷，否则，随时可能造成设备损坏、人身伤亡、大面积停电、火灾等事故。

b) 严重缺陷

对人身或设备有严重威胁，暂时尚能坚持运行但需尽快处理的缺陷。

c) 一般缺陷

上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷，指性质一般，情况较轻，对安全运行影响不大的缺陷。

7.2 缺陷分类

7.2.1 低频换频阀

危急缺陷包含以下内容：

- a) 换频阀单桥臂子模块冗余数为零；
- b) 阀塔内水管严重漏水，未导致保护动作；
- c) 阀塔上出现放电、冒烟、着火现象。

严重缺陷包含以下内容：

- a) 换频阀单桥臂子模块冗余数为一个；
- b) 水管轻微渗水，水滴未落至其他子模块上；
- c) 阀厅温度接近设计限定值；
- d) 子模块部件温度异常，且有逐步上升过程。

一般缺陷包含以下内容：

- a) 子模块故障后旁路，且旁路后该桥臂子模块冗余大于等于2个；
- b) 阀塔上单个或少数元件（横向对比）轻微发热。低频变压器；
- c) 除上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷，情况较轻，对安全运行影响不大的现象。

7.2.2 低频变压器

危急缺陷包含以下内容：

- a) 设备接头过热；
- b) 轻瓦斯保护动作；
- c) 变压器内部出现异常声响。

严重缺陷包含以下内容：

- a) 变压器漏油致使油位下降;
 - b) 变压器温度异常。
- 一般缺陷包含以下内容:
- a) 油浸风冷装置故障;
 - b) 过负载;
 - c) 除上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷, 情况较轻, 对安全运行影响不大的现象。

7.2.3 低频组合电器

危急缺陷包含以下内容:

- a) 低频组合电器本体壳体有显著锈蚀或破损;
- b) 低频组合电器壳体持续发热, 温度不降低;
- c) 绝缘件发生异常, 有开裂、剥落现象;
- d) SF₆气体压力异常, 气体压力高于设计压力或低于最低压力。

严重缺陷包含以下内容:

- a) 低频组合电器本体壳体有少量锈蚀;
- b) 低频组合电器壳体发热, 持续一段时间后, 自然降至室温;
- c) 绝缘件外观颜色发生变化、有漆面剥落现象;
- d) SF₆气体压力异常, 气体压力高于额定压力但低于设计压力或高于最低压力但低于额定压力。

一般缺陷包含以下内容:

除上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷, 情况较轻, 对安全运行影响不大的现象。

7.2.4 低频开关柜

危急缺陷包含以下内容:

- a) 安装地点的短路电流超过开关设备的额定短路开断电流;
- b) 开关设备的累计故障开断电流超过额定允许的累计故障开断电流;
- c) 导电回路部件有严重过热或打火现象;
- d) 绝缘子/传感器/穿柜套管/触头盒有开裂、放电声或严重电晕;
- e) 操动机构的控制回路断线、辅助开关接触不良或切换不到位, 分合闸线圈引线断线或烧坏;
- f) 接地线引下线断开;
- g) 断路器/接地开关分合闸位置不正确, 与当时的实际运行工况不相符;
- h) 一次熔断器熔断;
- i) 互感器开裂;
- j) 固封极柱开裂。

严重缺陷包含以下内容:

- a) 短路电流: 安装地点的短路电流接近开关设备的额定短路开断电流。
- b) 操作次数和开断次数: 开关设备的累计故障开断电流接近额定允许的累计故障开断电流; 操作次数接近开关设备的机械寿命次数。
- c) 导电回路部件温度超过设备允许的最高运行温度。
- d) 绝缘子/传感器/穿柜套管/触头盒严重积污。
- e) 操动机构的分合闸线圈满足最低电压的动作要求。
- f) 接地线引下线松动。

一般缺陷包含以下内容:

- a) 编号/标识牌脱落。
- b) 相色标识不全、不清晰。
- c) 金属部位锈蚀。
- d) 照明灯、闭锁电磁铁、温湿度控制器等二次元器件损坏；
- e) 除上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷，情况较轻，对安全运行影响不大的现象。

7.2.5 低频避雷器

危急缺陷包含以下内容：

- a) 避雷器本体壳体有显著锈蚀或破损；
- b) 避雷器壳体持续发热，温度不降低；
- c) 绝缘件发生异常，有开裂、剥落现象。
- d) SF6气体压力异常，气体压力高于设计压力或低于最低压力；
- e) 避雷器的动作计数器指示值异常，泄漏电流指示值异常。

严重缺陷包含以下内容：

- a) 避雷器本体壳体有少量锈蚀；
- b) 避雷器壳体发热，持续一段时间后，自然降至室温；
- c) 绝缘件外观颜色发生变化、有漆面剥落现象；
- d) SF6气体压力异常，气体压力高于额定压力但低于设计压力或高于最低压力但低于额定压力；

- e) 避雷器的动作计数器指示值正常，泄漏电流指示值异常。

一般缺陷包含以下内容：

除上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷，情况较轻，对安全运行影响不大的现象。

7.2.6 低频控保及阀控设备

危急缺陷包含以下内容：

- a) 在监控后台上查看换频阀子模块平均电压超阈值；
- b) 监控后台显示“保护动作”、“跳闸”报文；
- c) 在监控后台上查看桥臂子模块旁路个数超冗余值；
- d) 两套及以上功能相同的低频控保或阀控系统退出运行；

严重缺陷包含以下内容：

- a) 值班信号异常；
- b) 单套阀控设备或阀保护设备通讯异常；

一般缺陷包含以下内容：

- a) 阀控装置或阀保护装置单路电源故障；
- b) 除上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷，情况较轻，对安全运行影响不大的现象。

7.2.7 低频阀冷设备

危急缺陷包含以下内容：

a) 主循环泵有异常响声，内部有爆裂声，备用泵在检修状态，且在规定时间内无法修复的；

- b) 内冷水管道破裂大量跑水，液位下降明显；
- c) 控制保护盘柜冒烟着火，系统无法自动补水，且平衡水池水位低于正常运行要求；
- d) 就地电源盘柜冒烟着火，主循环泵电源丢失；
- e) 主泵故障切换后，主水流量低且进水压力低。

严重缺陷包含以下内容：

- a) 水温升高明显且接近报警值；
- b) 就地电源盘柜内主泵动力回路严重发热或故障；
- c) 主泵运行工况异常（电机电流三相不平衡、主泵温度异常、机封严重漏水或油封严重漏油）；
- d) 多个冷却塔风扇或喷淋泵停运；
- e) 单套阀内冷水控制系统或主泵无冗余运行。

一般缺陷包含以下内容：

指上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷，其性质一般，情况较轻，对安全运行影响不大。

7.2.8 低频快速断路器

危急缺陷包含以下内容：

- a) 断路器机械特性与规定范围严重不符；
- b) 气室压力出现闭锁状态。

严重缺陷包含以下内容：

- a) 气室压力出现报警状态；
- b) 断路器机械特性超出规定范围；
- c) 斥力机构驱动电容出现频繁未就绪情况（频率1小时至少1次）。

一般缺陷包含以下内容：

- a) 在线监测系统通讯中断；
- b) 气室压力正常，但出现较快的下降趋势；
- c) 斥力机构驱动电容出现偶发未就绪情况；
- d) 其它上述危急、严重缺陷以外的设备缺陷，其性质一般，情况较轻，对安全运行影响不大。

7.2.9 低频电抗器

危急缺陷包含以下内容：

- a) 电抗器出现突发性声音异常或振动；
- b) 接头及包封表面异常过热、冒烟；
- c) 电抗器或绝缘子出现沿面放电；
- d) 绝缘子有明显裂纹；
- e) 电抗器包封表面有严重开裂现象；
- f) 设备的试验主要指标超过规定不能继续运行。

严重缺陷包含以下内容：

- a) 设备有过热点，接地体发热，围栏等异常发热；
- b) 包封表面存在爬电痕迹以及裂纹现象；
- c) 支持瓷瓶有倾斜变形(或位移)，暂不影响继续运行；
- d) 有撑条松动或脱落情况。

一般缺陷包含以下内容：

- a) 包封表面不明显变色或轻微振动；
- b) 绝缘支柱瓷瓶或包封不清洁，金属部分有锈蚀现象；
- c) 电抗器内有异物，影响通风散热；
- d) 其它不属于危急、严重的设备缺陷。

7.3 处理程序

值班人员应按照以下程序处理：

a) 值班人员在换频阀、低频变压器、低频组合电器、低频开关柜、低频避雷器、低频控保及阀控设备、低频阀冷设备、低频快速断路器、低频电抗器运行中发现任何不正常现象时，按规定程序上报并做好相应记录；

b) 值班人员若发现设备有威胁电网安全运行且不停电难以消除的缺陷时，应向值班调度员汇报，及时申请停电处理，并按规定程序上报；

c) 当发生危及换频阀、低频变压器、低频组合电器、低频开关柜、低频避雷器、低频控保及阀控设备、低频阀冷设备、低频快速断路器、低频电抗器等低频设备安全的故障，而有关保护装置没有动作时，应立即手动将故障的低频设备停运；

d) 因换频阀设备故障引起交流输电系统或阀停运，未经检查处理不得恢复换频阀运行；

e) 换频阀和阀冷却水系统在运行中发生异常时，按站内有关规程处理。当发生换频阀冷却水超温等影响输电系统送电能力的设备报警时，换流站运行值班员可向上级调度汇报并提出降低交流输送功率等措施。

8 故障处理

8.1 换频阀声音异常处理

a) 换频阀运行过程中声音明显增大时，并伴有放电、爆裂声时，应立即查明原因并采取相应措施，必要时申请将换频阀停运后进行登塔检查；

b) 若换频阀在运行过程中响声比平常增大且均匀时，应检查电网电压情况，确定是否为电网电压异常引起，同时检查换频阀负荷情况，并加强对换频阀的运行监视；

c) 运行中听到水声时，应立即检查换频阀冷却系统有无渗漏，检查阀漏水监测装置有无动作，若确认阀塔漏水，应立即申请停运处理。

8.2 换频阀温升异常处理

a) 现场检查冷却塔（或冷却风机）运行情况是否正常，风扇转速是否正常；

b) 检查喷淋泵（若有）运行情况是否正常，出水量是否正常等；

c) 检查对比当前系统和冗余系统，若测量值差异较大，应加强监视并采取必要措施进行处理；若测量值差异较小，应持续监视温度变化；

d) 若温度继续上升，宜申请降低交流负荷或停运换频阀组。

8.3 换频阀保护动作异常处理

a) 换频阀保护动作后，在查明原因消除故障之前不得将换频阀投入运行；

b) 换频阀保护动作后，运行人员应进行的工作：

1、立即将情况向调度及有关部门汇报；

2、检查其它换流阀运行情况，是否发生过负荷现象，必要时向调度申请调整直流系统运行方式；

3、检查保护装置和安控装置的动作信号情况；

4、检查交直流故障录波器的动作情况；

5、检查现场一次设备动作情况，检查保护范围内设备有无着火、爆炸、放电痕迹、导线断线、短路等情况；

6、整理故障录波、事件记录，现场检查换流阀一次和二次设备，并将检查情况详细汇报调度；

7、根据调度指令将换流阀转至检修状态。

8.4 内冷水温度高处理

处理步骤包括：

- a) 检查冷却塔运行情况是否正常；
- b) 检查喷淋泵运行情况是否正常；
- c) 在软件中检查两套保护系统测得的阀进出水温度及冷却塔出水温度是否相同，若差异较大，则将测量数据异常的保护系统退出运行，并联系检修处理；
- d) 若测量值接近，应监视温度，并根据现场情况采取辅助降温措施。当水温升高明显且接近报警值，可利用阀水冷保护定值与有无冗余冷却能力的关系，将冷却塔切至“手动”状态，使阀水冷控制保护系统收到“失去冗余冷却能力”信号，以提高保护动作定值门槛；在恢复时同样需要注意这一点，避免引起保护误动；
- e) 若温度继续上升，必要时申请调度降低直流负荷。降功率时采用阶梯式，并时刻关注内水冷温度的变化以及另一极是否过负荷。

8.5 内冷水泄漏处理

处理步骤包括：

- a) 检查内冷水膨胀水箱水位是否在正常范围内，若水位正常且无下降趋势，查找报警原因；
- b) 若水位在正常范围内，但缓慢下降，派人查找漏点，重点检查主循环泵、内水冷管道、内水冷室、阀厅、冷却塔等位置，并做好内冷水补水的准备工作；
- c) 若发现漏点且能有效封堵的，应立即进行封堵；若无法封堵但能够隔离的，应对漏水部分进行隔离；若不能隔离，立即申请调度停电处理；
- d) 以上部位都未检查到漏水，而且冷却塔有备用冗余，可以采用先关闭一组冷却塔内冷水进出水阀门，然后检查膨胀罐水位是否下降，以排查冷却塔内部是否漏水。注意在恢复冷却塔运行时，应退出微分泄漏保护。处理过程中，必要时可停用微分泄漏保护，在处理完毕后投入，并复归 24 小时泄漏报警；
- e) 若水位迅速下降，立即申请调度停电处理。

8.6 阀泄漏保护动作处理

处理步骤包括：

- a) 用摄像头检查阀厅地面是否有水；
- b) 若阀漏水检测器信号能复归且地面无水，则加强对该极内冷水系统运行情况的监视；
- c) 若阀漏水检测器信号不能复归且地面无水，应使用阀厅摄像头对漏水报警阀塔逐层进行检查，重点检查水管接头有无漏水、阀塔层间连接金具有无水渍，发现异常立即汇报调度，并申请停电处理，未发现异常时应加强监视；
- d) 若漏水检测器信号不能复归且检查阀厅地面有水，则立即汇报调度并申请停电处理。

8.7 内冷水主循环泵故障处理

处理步骤包括：

- a) 如果阀内水冷系统主循环泵故障，备用泵投入运行正常的处理步骤：
 - 1、立即将故障泵退出运行，并联系检修人员进行处理；隔离检查期间禁止进行相关站用电。
 - 2、检查备用泵投入运行正常，并加强对运行泵的监视。
- b) 阀内水冷系统主泵退出运行，备用泵投运后运行不正常的处理步骤：
 - 1、如果运行泵正常退出运行，备用泵投入后运行不正常，此时应立即对主泵进行切换，将已投运的备用泵退出运行，检查原运行泵投入正常，并联系检修人对故障泵进行处理，并加强对运行泵的监视。
 - 2、如果运行泵因故障退出运行，备用泵投入后运行不正常，现场检查备用泵是否影响直流系统运行，如果暂不影响直流系统运行，则尽快修复故障的运行泵，并对已投运的备用泵加强监视，一旦影响直流系统运行，立即申请调度停运对应的换频器，对故障的两台主泵

进行处理。

9 技术管理及培训

9.1 设备档案管理

9.1.1 基本设备台账

应包含以下设备的装置型号、技术参数以及出厂和投运日期：

- a) 低频换频阀
- b) 低频阀冷设备
- c) 低频控保及阀控设备
- d) 低频电抗器
- e) 低频变压器
- f) 低频组合电器
- g) 低频开关柜
- h) 低频避雷器

9.1.2 设备技术资料

换频站设备技术资料包括新设备投运前的技术资料以及换频站运行中的技术资料和档案：

- a) 新设备投运前的技术资料应包括：
 - 1、生产厂家提供的说明书、图纸及出厂试验报告；
 - 2、交接试验报告；
 - 3、低频设备安装全过程记录；
 - 4、低频设备保护回路的安装竣工图；
 - 5、备品配件清单；
 - 6、低频设备安装工程监理及验收报告。
- b) 低频设备运行中的技术资料和档案：
 - 1、低频设备履历卡片；
 - 2、低频设备及其附属设备历次的检修原因和检修全过程记录；
 - 3、低频设备及其附属设备历年的试验报告；
 - 4、低频设备红外测温记录；
 - 5、低频设备冷却系统运行记录；
 - 6、低频设备保护和测量装置的校验记录；
 - 7、低频设备事故及异常运行记录；
 - 8、低频设备现场运行规程。

9.2 运行设备分析及反措管理

9.2.1 运行设备分析

低频设备运行分析的目的是为了及时发现和消除缺陷隐患，促进检修工作做到工效高(检修工期短，耗用工时少)、用料省(器材消耗少，修旧利废好)、安全好(不发生重大人身、设备事故及一般事故)，维护低频设备良好状态，提升低频设备健康水平，确保低频设备安全稳定运行。

9.2.2 反措管理

应满足以下反措管理：

- a) 运行单位应根据国家电网有限公司《防止柔直换流站（换流阀）事故措施》的具体要求定期对换流阀的落实情况进行检查，督促落实。
- b) 配合主管部门按照反事故措施的要求，分析设备现状，制定落实计划。
- c) 作好反措执行单位施工过程中的配合和验收工作，对现场反措执行不利的情况应及时向有关主管部门反映。
- d) 定期对换流阀反事故措施的落实情况进行总结、备案，并上报有关部门。

9.3 检修人员培训管理

检修人员应通过培训，具备以下能力：

- a) 熟悉掌握国家及行业有关低频设备的技术标准；
- b) 熟悉换频原理，具有电工基础知识及低频专业技术、防雷保护专业知识，能看懂电气接线图及零件图；
- c) 掌握专用工器具（检修用升降平台、换流阀功能测试仪、液压泵等）和常用仪表（如电流表、电压表、绝缘电阻表、万用表、光纤测试仪、光功率测试仪等）的名称、规范、用途、使用方法及注意事项，掌握钳工工具的使用及保管方法，了解常用检修材料的名称、规范、用途、质量要求及使用保管方法；
- d) 熟悉低频设备检修质量标准及检修工艺过程。了解低频设备各元器件的构造、拆装的顺序及注意事项。熟悉各种检修材料的规格、用途、质量要求。了解绝缘材料、导电材的种类、性能；
- e) 了解低频设备检修试验项目、试验标准和各项试验项目的意义，了解低频设备的各种保护配置、保护原理，了解低频设备一般缺陷的产生原因及防止对策。能够组织进行低频设备的检修，制定检修施工措施计划；
- f) 了解《电业安全工作规程》有关内容，掌握紧急救护和人工呼吸法。

9.4 运行人员培训管理

运行人员应通过培训，具备以下能力：

- a) 了解国家及行业有关换流阀的技术标准，熟悉掌握低频换频站运行规程，了解低频设备预防事故措施要求；
- b) 熟悉换频原理，掌握低频设备的一般原理、低频设备的接线方式，掌握低频设备的各种保护配置、原理及一般情况下的各种保护投切方式，了解低频设备检修项目、试验项目的内容和要求；
- c) 掌握低频设备正常巡视及特巡内容及方式；
- d) 了解低频设备过电压、过负荷情况下的运行方式及紧急处置方法；
- e) 掌握低频设备保护跳闸、设备着火等紧急情况下的事故处理方法；
- f) 掌握安全生产知识，学会紧急救护和人工呼吸法，特别要学会触电急救。

10 备品备件管理

10.1 常规要求

10.1.1 低频换频阀

应包含以下备品备件：换频阀子模块、支撑绝缘子、底部绝缘子、层间绝缘子、横担绝缘子、阀塔水冷配管、进水干管、回水干管、侧母管、首端母管、尾端母管、横向母管、EPDM法兰密封垫、O型圈、光纤槽盒、竖线槽、竖线槽、下竖线槽、横向光纤槽。

10.1.2 低频变压器

应包含以下备品备件：密封垫、吸湿器硅胶。

10.1.3 低频组合电器

应包含以下备品备件：断路器分、合闸线圈、断路器压力开关、断路器辅助开关、断路器电机。

10.1.4 低频开关柜

应包含以下备品备件：储能电机、熔断器、带电显示器、仪表室/电缆室照明灯、分闸线圈、合闸线圈、闭锁电磁铁、手车闭锁电磁铁、接地开关闭锁电磁铁、润滑脂、手车摇进摇出手柄、储能手柄、接地开关操作手柄、门钥匙、电磁锁钥匙、转运小车/转运引轨、接地手车、验电手车。

10.1.5 低频避雷器

应包含以下备品备件：避雷器、计数器/监测仪。

10.1.6 低频控耗能装置

应包含以下备品备件：电源板、核心板、接口板、协处理板、主机箱灯板。

10.1.7 低频阀冷设备

应包含以下备品备件：主循环泵、补水泵、原水泵、电导率传感器、流量传感器、温度传感器、温湿度传感器、压力传感器、检漏传感器。

10.1.8 低频快速断路器

应包含以下备品备件：储能电机、充气工装、时间继电器、中间继电器、储能回路接触器、电容控制器扩展模块、端子短接连片、指示灯。

10.1.9 低频电抗器

应包含以下备品备件：不锈钢螺栓、支柱绝缘子、电抗器线圈。

10.2 保管和维护

a) 低频设备备品由运行维护单位负责保管。所有备品备件在开箱验收合格后，应恢复包装后入库，附属零件应随本体存放；

b) 备品备件保管单位应具有相应的设备专业知识和管理经验。保管单位应根据备品备件的特性，保证相宜的环境，按期保养和测试，并作好记录，确保备品备件随时处于良好状态。保管单位要做到帐、物、卡相符，并按时寄送报表。

10.3 补充和报废

a) 工程项目设备订货合同中订购的备品备件，在工程竣工时由电力建设单位按有关规定向各级责任单位移交备品备件及相关技术资料；责任单位应上报上级主管部门、及时登记归档和输入备品备件信息管理系统，并落实存放地点；

b) 损坏设备的可利用部分、改造工程换下的完好设备和退役设备，由资产所属单位决定换下后经修理、试验合格后留作备品备件；

c) 各运行单位和保管单位根据备品消耗情况和储备定额，及时向备品负责单位提出补充采购申请，由负责单位的生技部门会同备品管理部门根据申请编制补充备品备件计划，经上级公司批准后，形成采购目录。备品管理部门根据采购目录，负责备品备件的采购，生技部门配合选型验收等技术工作；

d) 设备到货后采购单位和保管单位必须认真验收，并作好验收记录，发现问题及时汇报处理。购入的备品备件由保管单位造册纳入备品备件管理系统；

e) 当备品备件丧失备用功能时，由保管单位向主管单位提出报废申请。