

团 体 标 准

T/GDRA 14—2025
代替T/GDRA 14—2024

变电站足式机器人巡检技术导则

Technical guide for legged robot inspection in substation

2024-11-30 发布

2024-12-30 实施

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南方电网通用航空服务有限公司提出。

本文件由广东省机器人协会归口。

本文件的起草单位：南方电网通用航空服务有限公司、广东电网有限责任公司、广东电网有限责任公司东莞供电局、联想（北京）有限公司、广东元晟智能装备制造有限公司。

本文件的主要起草人：宁雪峰、李端姣、程天宇、张捷、汪万伟、刘平原、黄楚茵、李龙、林志强、芦大伟、韦薇、吴俊、袁展图、刘贯科、谭传明、廉迎战、纪丹霞、秦立斌、张海鹏、张卫辉、钟将为、徐浩煜、张敏、周海昌、黄振辉、万珩、郑新宇、陈志颖、陈子昂、张学毅、罗雪峰、智建军、卢春鹏、谢琳、陈子楠、曾加亮。

本文件为首次发布。

变电站足式机器人巡检技术导则

1 范围

本文件规定了电力行业在变电站场景下足式机器人巡检系统、作业要求、巡检方式、巡检内容、任务规划和巡检报告。

本文件适用于电力行业35 kV~500 kV变电站足式机器人巡检系统的应用场景。

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/T 44253-2024 巡检机器人安全要求

DL/T 664-2016 带电设备红外诊断应用规范

DL/T 1610-2016 变电站机器人巡检系统通用技术条件

DL/T 1637-2016 变电站机器人巡检技术导则

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

3.1

足式机器人 Foot-type robot

由足式机器人本体、通信设备和检测设备等组成，采用遥控或全自主运行模式，用于变电站设备巡检作业的移动巡检装置。

3.2

机械臂 Robot Arm

一种由多个关节连接而成的机械装置，由基座、臂杆、关节和末端执行器等部分组成，可以通过控制系统实现各种复杂的运动轨迹和姿态。

3.3

自动门装置 Automatic door device

由感应器、控制器、电机、传动装置等组成，是控制门及挡鼠板开启和关闭的设备。

3.4

图像识别 Image recognition

采用计算机图像处理、分析等技术，提取图像中的目标和对象特征，从而判断出图像中不同目标和对象区域的技术方法。

3.5

可见光摄像机 Visible light camera

可见光摄像机是一种利用可见光谱的光线进行图像捕捉的设备。它通过镜头将光线聚焦在图像传感器上，传感器再将接收到的光信号转换为电信号，然后经过电路处理和信号放大，最终转换为数字图像信号，并在监视器或屏幕上显示出来。

3.6

红外热成像仪 Infrared thermal imager

红外热像仪是通过非接触探测红外热量，并将其转换生成热图像和温度值，进而显示在显示器上，并可以对温度值进行计算的一种检测设备。

3.7

正常巡检方式 Normal patrol inspection mode

正常巡检方式是指作业人员根据变电站巡检计划，安排足式机器人对站内设备进行周期性巡检工作。

3.8

特殊巡检方式 Special patrol inspection mode

特殊巡检是指变电站设备正常运行时，因特殊原因在正常巡检以外安排足式机器人进行的辅助巡检工作。

4 巡检系统

4.1 系统组成

4.1.1 变电站足式机器人巡检系统应包括：足式机器人支持系统、巡检专用工作站，足式机器人本体、足式机器人充电桩等基础设备。

4.1.2 变电站足式机器人巡检系统至少应配备机械臂、云台、可见光摄像机、红外光热成像仪等检测设备。

4.2 系统功能

4.2.1 自动巡视作业

变电站足式机器人巡检系统应具备巡视功能，可制定巡检计划，对变电站设备开展外观检查、表计读取、红外测温、声音采集分析等巡视工作。

4.2.2 自主导航与定位

变电站足式机器人巡检系统应具备自主导航与定位功能，能够在变电站内自主行走，实现对设备的精准定位。

4.2.3 图像采集与处理

变电站足式机器人巡检系统应配备高清摄像头和红外热像仪等图像采集设备,能够实现对变电站设备的图像采集。同时,机器人应具备图像处理能力,能够对采集到的图像进行预处理、特征提取等操作,为后续的数据分析提供基础。

4.2.4 数据通讯与传输

变电站足式机器人巡检系统应具备稳定的数据通讯与传输能力,能够将采集到的图像和数据实时传输到控制中心和数据处理与分析系统。

4.2.5 数据分析和处理

变电站足式机器人巡检系统应具备数据分析和处理功能,可查询历次巡检计划编制、数据记录和报表生成情况,可获得表计历史数据曲线,可开展设备测温、闸刀分合状态判断、悬挂异物判断、声音判断等缺陷或故障诊断工作,并对异常情况报警。

4.2.6 设备状态检测

变电站足式机器人巡检系统应具备对变电站设备状态进行检测的功能,能够识别设备的异常情况,如过热、漏油等,并及时上报,远程调度机器人自动行驶至目标点位,控制机械臂完成紧急分闸操作。

4.2.7 按钮复归功能

变电站足式机器人巡检系统应具备按钮复归功能,通过足式机器人支持系统远程下发按钮复归任务,远程调度足式机器人自动行驶至目标点位,控制机械臂完成按钮复归操作。

5 作业要求

5.1 作业人员要求

5.1.1 作业人员应具有变电站运行维护经验,熟悉电力安全工作规程和有关技术标准,并取得变电运行岗位胜任力资格。

5.1.2 作业人员应通过变电站足式机器人巡检系统的相关操作培训和操作能力考核。

5.1.3 作业人员应熟悉变电站足式机器人巡检系统的基本原理和性能,掌握操作程序和日常维护法。系统制造所用材料及外购元器件、部件,入厂时需经检验部门复检,并应符合有关标准规定。

5.1.4 作业人员根据变电站设备运行状态及巡检要求,提前编制足式机器人的巡检计划,开展巡检工作。

5.2 环境设备要求

5.2.1 变电站足式机器人巡检系统应通过型式试验和出厂试验,检测合格。

5.2.2 作业人员应定期对变电站足式机器人巡检系统进行维护和保养。

5.2.3 室内作业时,变电站足式机器人巡检系统应能可靠控制自动门开闭。

5.2.4 变电站足式机器人巡检系统应能在室内、室外等各类环境下,可靠运行。

5.2.5 作业前作业人员应确认足式机器人电量充足,系统各部分工作正常。

5.3 安全维保要求

5.3.1 变电站足式机器人巡检系统应规划设计变电站内巡检路径,并建立紧急情况下的避障策略。

5.3.2 变电站足式机器人巡检系统在变电站的安装与调试过程应遵循相关安全规范,确保系统的正常运行。

5.3.3 应定期按照巡检系统各组成部分技术要求进行维护与保养工作,包括:清洁、检查、校准等操作。

6 巡检方式

6.1 正常巡检方式

6.1.1 正常巡检方式一般无需人工监视。

6.1.2 正常巡检区域为变电站巡检机器人应完成室外部分和室内部分各类一次设备的巡视,无法安全到达的区域除外。

6.1.3 巡检模式:各项巡检内容可以单独进行也可以根据需要组合进行,巡检周期可与人工巡检不同,一般宜短于人工巡检。

6.1.4 足式机器人在正常巡检中发出报警信号后应及时检查处理。

6.2 特殊巡检方式

特殊巡检一般在以下情况下进行:

- 1) 气象或环境突变,如大雪、大雾、寒潮、大风、雷雨、高温、地质灾害等恶劣天气或环境突变,导致高负荷或电力设备受影响时;
- 2) 保供电、迎峰度夏等对电力设备的可靠性和稳定性有特殊要求时;
- 3) 电网发生风险变化对电力设备可靠性有特殊要求时;
- 4) 其它特殊需要时,如设备异常、有缺陷时、新设备投运或消缺后、设备高温、重载时、设备位置需要确认时、事故应急巡检等。

7 巡检内容

7.1 正常巡检内容

变电站足式机器人系统利用可见光摄像机、红外热成像仪等设备,根据变电站的巡检计划,应安排足式机器人系统对站内设备正常巡检。

正常巡检内容参见附录A。

7.2 特殊巡检内容

变电站足式机器人系统利用可见光摄像机、红外热成像仪等设备,对变电站的气象或环境突变、迎峰度夏、风险变化、设备异常等特殊状况,应安排足式机器人系统对站内设备特殊巡检。

特殊巡检内容参见附录B。

8 任务规划

8.1 基本要求

8.1.1 足式机器人按照任务规划自动执行变电站设备巡检任务。

8.1.2 足式机器人巡检任务规划应包括巡检区域、巡检任务点、巡检设备、巡检项目、巡检内容、巡检数据处置等方面的内容，足式机器人能够根据规划数据准确自主规划路线执行任务。

8.2 巡检任务点

8.2.1 巡检任务点的布设包括确定拍摄地点、拍摄角度、视场范围、拍摄数量等，确保巡检设备本体和附属表计处于良好视角，具有足够清晰度。

8.2.2 不同变电站、不同电压等级设备外观结构及尺寸存在差异，巡检任务点应根据现场实际情况确定。

8.2.3 变电站足式机器人巡检系统巡检的变电站主变压器范围为35kV~500kV变压器。巡检任务点参见附录C。

8.3 任务规划生成

8.3.1 足式机器人巡检系统应能生成足式机器人可执行的巡检任务、路径规划指令文件。

8.3.2 任务规划分为周期性和临时性两类，周期性任务规划可先行制定，重复使用；临时性任务规划根据临时性巡检任务制定。

8.3.3 足式机器人应支持在单次巡检任务中自主管理电量和充电周期，能够中途返回充电完成所有的巡检工作任务。

9 巡检报告

9.1 足式机器人巡检作业后，巡检系统监控后台应能自动记录本次巡检数据和相关信息并存档和自动生成《变电站足式机器人巡检报告》。

9.2 《变电站足式机器人巡检报告》应包含巡检区域、设备间隔、主设备双编、设备部件、巡检点位、数据来源、采集时间、算法识别巡视结果、点位状态、异常原因、巡视图像等信息。

10 其他

本技术规范对变电站足式机器人巡检系统的巡检系统、作业要求、巡检方式、巡检内容、安全与环保要求等方面进行了详细规定，为巡检系统在变电站的应用提供了有力保障。

在实际应用中，应遵循本技术导则要求，确保系统的稳定性和可靠性，提高巡检效率，降低运维成本，保障电网安全。

附录 A
(资料性)
变电站足式机器人巡检系统正常巡检内容

变电站足式机器人巡检系统正常巡检内容见表 A.1。

表 A.1 变电站足式机器人巡检系统正常巡检内容表

巡检设备	巡检项目	巡检内容	巡检手段
35kV ~ 500kV 油浸 式电力变 压器 (含高 抗)	视觉巡视	<ol style="list-style-type: none"> 1. 油温、绕组温度是否正常。现场温度计指示的温度。 2. 油位、油渗漏情况。特别检查以下部位的渗漏油情况：本体每个阀门、表计、分接开关及在线滤油装置，法兰连接处及焊缝处。冷却器阀门、散热管、油泵、瓦斯继电器、压力释放阀等处连接部分。套管及套管升高座电流互感器二次接线盒等处。对照油温与油位的标准曲线检查油位指示在正常范围内。 3. 吸湿器中油色是否变黑、硅胶变色是否超过 2/3，油杯的油位应在油位线范围内。 4. 瓦斯继电器防雨罩完好。瓦斯继电器与集气盒内无气体，油色无浑浊变黑现象。 5. 铁芯、夹件、外壳及中性点接地良好。 6. 变压器与各侧引线上无异物，引线接头无松动，过热、烧红。 7. 低压母排热缩包裹及接头盒应无缺损、脱落现象。 8. 变压器基础无下沉。 9. 有载分接开关的分接位置及电源指示应正常，三相档位相同，且与远方一致。 10. 套管瓷瓶无污秽，无破损、裂纹和放电痕迹。复合绝缘套管伞裙无龟裂老化现象。橡胶伞裙形状能够与瓷伞裙表面吻合良好，表面洁净、光滑，硅伞裙无开裂、搭接口无开胶、伞裙无脱落、粘结位置无爬电等现象。 11. 压力释放装置密封良好，无渗油。 12. 喷淋装置或排油充氮灭火装置良好。 13. 控制箱和二次端子箱应密封是否良好。 14. 油流指示器指示正常，箱体的接地是否良好。 15. 散热片无积聚大量污尘。同一工况下，各散热片的温度应大致相同。 16. 无励磁分接开关应无渗漏油。分接开关档位指示器清晰、指示正确，机械操作装置应无锈蚀（针对调压机构在变压器下部时进行）。集气装置不应集有气体。 17. 变压器中性点接地状态正确。 18. 在线监测变压器绝缘油状态正常。 	可见光摄像机
	红外检测	<ol style="list-style-type: none"> 1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。 	红外热成像仪
	数据分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主变油位、油温、绕温记录。 2. 主变分接开关操作机构动作次数记录。 3. 避雷器动作次数、泄漏电流记录：与泄漏电流初始值对比不超过 20%。 	巡检系统分析
35kV ~ 500kV 电 流互感器	视觉巡视	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查设备外观是否完整无损，各部分连接是否牢固可靠。 2. 外绝缘表面是否清洁、有无裂纹及放电现象。外涂漆层清洁、无大面积掉漆。 3. 瓷套有无裂纹、破损和放电痕迹。 4. 检查接点、接头有无过热发红，引线有无抛股断股现象，金具应完整。 5. 接地应良好。 6. 二次端子箱门关闭良好。 7. 检查底座构架是否牢固，有无倾斜、变位。 8. 检查压力表指示是否在正常规定范围，有无漏气现象，密度继电器是否正常（SF6 式）。 9. 检查油位、油色是否正常（油浸式）。 10. 膨胀器无渗漏、无变形，瓷套、底座、阀门和密封法兰等部位应无渗漏（油浸式）。 11. 复合绝缘套管表面是否清洁、完整、无裂纹、无放电痕迹、无老化迹象，憎水性良好。 	可见光摄像机

巡检设备	巡检项目	巡检内容	巡检手段
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
	数据检测分析	1. SF6 压力值及密度继电器记录（如有）：记录 SF6 压力值，检查 SF6 压力指示正常，在温度曲线合格范围内，并与上次记录值进行比对，以提前发现是否存在泄漏。	巡检系统分析
35kV ~ 500kV 电压互感器	视觉巡视	1. 检查设备外观是否完整无损，各部分连接是否牢固可靠。 2. 外绝缘表面是否清洁、有无裂纹及放电现象。设备外涂漆层清洁、无大面积掉漆。 3. 瓷套有无裂纹、破损和放电痕迹。 4. 检查接点、接头有无过热、发红，引线有无抛股断股现象，金具应完整。 5. 油浸式互感器无渗、漏油现象，油位、油色应正常。 6. 检查压力表指示是否在正常规定范围，有无漏气现象，密度继电器是否正常。（SF6 式）。 7. 分压电容器及电磁单元无渗漏油。 8. 接地应良好。 9. 检查底座构架是否牢固，有无倾斜、变位。 10. 复合绝缘套管表面是否清洁、完整、无裂纹、无放电痕迹、无老化迹象，憎水性良好。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
	数据检测分析	1. 油位检查记录：检查电压互感器的油位并记录。	巡检系统分析
10kV ~ 66kV 集合式并联电容器组	视觉巡视	1. 电容器外壳有无膨胀变形、渗油现象。外部涂漆无变色。 2. 油位指示在标准范围内。吸湿器外观无破损，干燥剂变色部分不超过 2/3。 3. 套管有无破损裂纹、闪络放电现象。 4. 接点有无松脱发热现象。 5. 接地引线无严重锈蚀、松动。 6. 检查放电线圈油位是否正常，有无渗、漏油。 7. 串联电抗器附近无磁性杂物存在。油漆无脱落、线圈无变形。无放电及焦味。油电抗器应无渗漏油。 8. 检查防鼠和消防设施是否完备。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
	数据检测分析	1. 油温、油位检查记录：检查油位、油温，并记录。 2. 避雷器动作次数、泄漏电流记录：与泄漏电流初始值对比不超过 20%。	巡检系统分析
10kV ~ 66kV 框架式并联电容器组	视觉巡视	1. 检查框架安装牢固，无变形、锈蚀情况。 2. 检查瓷绝缘无破损裂纹、放电痕迹，表面清洁。 3. 检查连接引线是否过紧过松，设备连接处有无松动、过热。 4. 检查设备外表涂漆是否变色，变形，外壳无鼓肚、膨胀变形，接缝无开裂、渗漏油现象。电容器各接头无发热现象。 5. 串联电抗器附近无磁性杂物存在。油漆无脱落、线圈无变形。无放电及焦味。油电抗器应无渗漏油。 6. 检查接地装置、接地引线有无严重锈蚀、断股。熔断器、放电回路、避雷器是否完好。 7. 检查网门关闭严密，防小动物和消防设施完备。检查标识是否正确齐全。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪

巡检设备	巡检项目	巡检内容	巡检手段
	数据检测分析	1. 油温、油位检查记录：检查油位、油温，并记录。 2. 避雷器动作次数、泄漏电流记录：与泄漏电流初始值对比不超过 20%。	巡检系统分析
35kV ~ 500kV 金属氧化物避雷器	视觉巡视	1. 瓷瓶应清洁，无裂纹、破损，无放电痕迹，复合外绝缘无龟裂。 2. 引线无断股、烧伤痕迹，无松动现象。 3. 接头无松动、过热现象。 4. 接地装置完整、无松动、无锈蚀现象。 5. 均压环无松动、锈蚀、歪斜。 6. 避雷器记录器是否完好，动作是否正确，内部无积水。 7. 避雷器铁法兰、底座瓷套有无破裂等。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
	数据检测分析	1. 避雷器动作次数、泄漏电流记录：与泄漏电流初始值对比不超过 20%。	巡检系统分析
35kV ~ 500kV 断路器	视觉巡视	1. 检查 SF6 气体压力、油位在厂家规定正常范围内、无渗（漏）油、漏气现象。 2. 检查断路器液压/气动储能指示正常。液压、空压系统各管路接头及阀门应无渗漏现象，各阀门位置、状态正确。 3. 检查接头接触处有无过热和变色发红及氧化现象，引线弛度适中。 4. 瓷套清洁、无损伤、裂纹、放电闪络和严重污垢、锈蚀的现象。 5. 断路器实际分合闸位置指示与机械、电气指示三者一致。 6. 动作计数器读数正常。 7. 断路器基础杆件无下沉、移位，铁件无锈蚀、脱焊，接地装置连接可靠。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
	数据检测分析	1. SF6 压力值及密度继电器记录：记录 SF6 压力值、密度值及环境温度。检查压力指示正常，在温度曲线合格范围内，并与上次记录值进行比对，以提前发现是否存在泄漏。 2. 断路器液压或气压操作机构打压次数检查记录。 3. 断路器动作次数检查。	巡检系统分析
110kV ~ 500kV 组合电器	视觉巡视	1. 检查 GIS 外壳表面无生锈、腐蚀、变形、松动等异常，油漆完整、清洁。外壳接地良好。 2. 检查运行中母线应无异响、过热等现象。 3. 检查 SF6 密度继电器外观无污物、损伤痕迹，观察窗面清洁，气压指示应清晰可见，压力正常。检查 SF6 密度表与本体连接可靠，无渗漏油。 4. 检查各部分管道无异常，管道连接头完好正常。 5. 检查操作机构箱、控制箱箱门处于关闭状态。 6. 检查断路器、隔离开关、接地刀闸的位置指示信号、告警信号正常，应与实际运行方式一致。分合闸指示牌应到位，若分合闸指示牌倾斜过大，应查明原因。 7. 各断路器、隔离开关、接地刀闸的外部传动连杆外观正常，无变形、裂纹、锈蚀现象。连接螺栓无松动、锈蚀现象。各轴销外观检查正常。拐臂连杆位置标识清晰且已到位。 8. 分、合闸弹簧外观无裂纹、断裂、锈蚀等异常。液压、空压系统各管路接头及阀门应无渗漏现象，各阀门位置、状态正确。 9. 隔离开关、接地刀闸连杆和转轴等机械部分应无变形，各部件连接良好。 10. 避雷器的动作计数指示值，泄漏电流正常。 11. 互感器二次接线盒表面无严重锈蚀和涂层脱落，应密封良好。 12. 出线套管无损伤裂纹、放电闪络痕迹和严重污垢。 13. GIS 基础杆件无下沉、移位，支承架无松动，各接地点连接牢固，金属部件无锈蚀、脱落。 14. GIS 设备上无杂物。 15. 各种配管及阀门有无损伤，开闭位置是否正确，管道的绝缘法兰与绝缘支架是否	可见光摄像机

巡检设备	巡检项目	巡检内容	巡检手段
		良好。 16. 检查引线接头接触处有无过热和变色发红及氧化现象，引线弛度适中。	
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
	数据检测分析	1. SF6 压力值及密度继电器记录：记录 GIS 设备的 SF6 压力值及环境温度。压力指示正常，在温度曲线合格范围内，并与上次记录值进行比对，以提前发现是否存在泄漏。 2. 避雷器动作次数、泄漏电流记录：与泄漏电流初始值对比不超过 20%。	巡检系统分析
35kV ~ 500kV 隔离开关	视觉巡视	1. 瓷瓶应清洁、无破损或放电痕迹及麻点。 2. 导电臂无变形、损伤、镀层无脱落；导电软连接带无断裂、损伤。 3. 防雨罩、引弧角、均压环等无锈蚀、裂纹、变形或脱落。 4. 各部分接头、接点接触完好，无螺丝断裂松脱，无过热变色现象。 5. 引线无松动、严重摆动或烧伤、断股现象，线夹无裂纹、变形。 6. 闭锁装置完好，机械锁应无锈蚀或锁不上现象。 7. 刀闸底座牢固无位移、无锈蚀。架构无倾斜变位。 8. 刀闸传动连接、限位螺丝安装牢固。垂直连杆、水平连杆无弯曲变形，无严重锈蚀现象。 9. 刀闸的分、合闸位置指示正确。 10. 绝缘子无裂痕，无电晕。 11. 接地良好，附近无杂物。 12. 操作箱、端子箱及辅助接点盒应密封良好。 13. 机构箱无锈蚀、变形，密封良好。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
35kV ~ 500kV 独立接地刀闸	视觉巡视	1. 瓷瓶应清洁、无破损或麻点。 2. 触指无变形、锈蚀。 3. 各部分连接完好，无螺丝断裂松脱。接地软铜带无断裂。 4. 闭锁装置完好，地刀出轴锁销位于锁板缺口内。 6. 架构底座有无倾斜变位。 7. 正常运行时接地开关处于分闸位置，分闸时刀头不高于瓷瓶最低的伞裙。 8. 接地良好，附近无杂物。 9. 底座牢固无位移、无锈蚀。基础无裂纹、沉降。 10. 传动连接、限位螺丝安装牢固。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
一般母线（封闭母线、绝缘管型母线）	视觉巡视	1. 支柱瓷瓶应清洁、无破损或放电痕迹及麻点。 2. 各部分接头接触完好，无螺丝断裂松脱，无过热变色现象。 3. 引线无松动、严重摆动或烧伤、断股现象。 4. 架构无倾斜变位，基础无下沉。 5. 绝缘子无裂痕，无电晕。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
穿墙套管	视觉巡视	1. 瓷套完好无脏污、破损，无放电现象。 2. 油位指示在正常范围内或 SF6 压力在正常范围内。 3. 末屏接地无放电发热（仅针对老式外露末屏的套管进行）。 4. 复合绝缘套管伞裙无龟裂老化现象。 5. 各部密封处应无渗漏。	可见光摄像机

巡检设备	巡检项目	巡检内容	巡检手段
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
动态无功补偿装置（STATCOM、SVG）	视觉巡视	重点巡视项目如下： 一、电阻器 1. 观察电阻器安装牢固，外表清洁，无破损、闪络、裂纹、杂物，无明显脏污，外壳无膨胀变形。 2. 连接牢固、无断裂，内部无异常响声，无过热现象。 3. 接地线完好、无断裂和锈蚀现象。 4. 标识清晰无脱落，附近无杂物。 二、电抗器 1. 检查设备安装基础无下沉、支架无倾斜。 2. 引线接触良好，接头无过热，各连接引线无发热变色。 3. 外包封表面清洁、无裂纹，无爬电痕迹，无油漆脱落现象。 4. 撑条无错位、无动物巢穴等异物。 5. 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。 三、电容器 1. 外观完好，无变形、鼓胀、渗油、喷油现象。 2. 引线瓷套无损坏、放电痕迹，表面无污垢沉积。 3. 接线端头螺母、垫圈齐全，无烧伤、损坏，连接紧固可靠。 四、避雷器 1. 检查避雷器计数器动作情况、无进水。 2. 检查泄漏电流监测仪指示正确，较前后数据变化在正常范围。 3. 检查套管应无破损、裂纹及放弧痕迹，导线、接地线无断脱和放电痕迹。 五、STATCOM 阀厅设备（具备条件情况下） 1. 检查阀厅内各部位无烟雾，无异常发热。 2. 检查阀塔水冷却系统各部位无渗、漏水现象。 3. 检查阀监控设备工作正常。 4. 检查阀厅的温度、湿度正常。 5. 检查阀厅的温湿度，注意保持环境温度不超过 40 度，湿度 35~75%RH，地面无积水和异物，设备无放电、冒烟、过热变色。 6. 检查阀厅空调工作正常，无异常关机以及空调水管漏水现象；切换站用电后检查交流配电柜电源正常，空调运行正常。 六、水冷系统 1. 观察主泵、风机运行状态正常。 2. 阀门螺栓连接处、焊缝，保持干燥。 3. 观察空冷器风机运转正常，无明显异常。 4. 检查水冷系统进、出阀温度、供水压力、液位、冷却水电导率以及流量等参数在正常范围内。 5. 检查水冷控制屏装置运行正常，无告警信号。	可见光摄像机
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664 设定。	红外热成像仪
串补平台设备	视觉巡视	一、平台设备 1. 对串补设备外观进行检查，无异响，无杂物，外观正常，平台围栏大门关闭良好。 2. 瓷质绝缘子表面应无污垢沉积，无破损伤痕，无闪络痕迹，螺丝无松动脱落。 3. 复合绝缘外套伞裙无变形、无电灼伤现象，均压环安装牢固、无变形。 4. 绝缘子、光纤柱接地良好，无松动、锈蚀或变形现象。 5. 检查引流线应连接可靠，引流线因呈似悬链状自然下垂，三相松弛度应一致。 6. 检查串补平台设备外观完好，一次设备连接线紧固、无脱落，串补平台下无设备碎片。 7. 检查基础无变形、无下沉。 二、电容器	可见光摄像机

巡检设备	巡检项目	巡检内容	巡检手段
		后台检查电容器不平衡电流在正常范围内，无越限告警或突变现象。 二、避雷器 测量 MOV 本体表面以及引流线连接部位表面温度，应无异常过热现象。 三、火花间隙 1. 火花间隙房表面无污垢沉积、无放电痕迹，间隙房上无杂物，防小动物栅栏完整。 2. 套管、斜拉绝缘子及支柱瓷瓶清洁、完整，穿墙套管无渗油、无放电现象，充油套管油位正常。 3. 阻尼电阻、放电阻表面清洁、完整，安装牢固。 4. 接线端子连接牢固可靠，无松动、锈蚀现象。 5. 场地平整、无杂草。 四、阻尼装置 1. 阻尼电阻外观完好无损伤。 2. 阻尼电抗器一次接头无发热、变色现象，撑条（引拔棒）无错位脱落。 五、可控硅阀组 1. 阀厅门关闭严紧，无明显损坏现象。 2. 阀厅无沉积物、渗漏、闪络放电痕迹。 六、水冷系统 1. 电导率检查：电导率传感器完好，读数在正常范围内。 2. 水位检查：1) 膨胀水箱指示器工作正常，读数在 30%~80%之间。2) 补水箱无漏水，水位在 80%以上。 3. 水泵：水泵无渗水。 4. 管路检查：管路及支架清洁、无锈蚀、无损坏，接头无渗漏现象，阀门位置指示正确。	
	红外检测	1. 夜间或阴天开展红外测温。 2. 按照智能巡视终端设备设定的测温点和测温路线，开展设备测温。 3. 智能巡视终端设备的测温报警值应参照 DL/T 664-2016 设定。	红外热成像仪
接地装置 (避雷针、 避雷线)	视觉巡视	一、避雷针检查 1. 本体无锈蚀、断裂、脱焊，接地良好，安装牢固。 2. 避雷针无倾斜现象。 二、避雷线检查 1. 架空避雷线在出线构架处与地网连接可靠且有便于分开的连接点，检查连接处应无放电痕迹。 2. 避雷线无过松过紧、松脱。	可见光摄像机
建筑物、构筑物设施	视觉巡视	一、建筑物检查 1. 外墙面砖无大面积空壳、开裂、脱落。 2. 外墙涂料饰面无大面积开裂、空鼓、起皮和脱落。 3. 检查外墙窗无渗漏现象。 4. 屋面排水通畅，无积水，雨水排水口无堵塞。 5. 防护栏杆稳固，金属构件无锈蚀、脱漆现象。 6. 外露管道无锈蚀、破损，无变形。 7. 建筑物无明显不均匀沉降。 8. 建筑散水、坡道及台阶无沉陷、开裂。 二、构筑物检查 1. 设备基础无破损，表面无结构性裂缝，无沉陷。 2. 操作小道地面无损坏及明显沉陷。 3. 道路及站前区广场地面无开裂、破损、大面积积水。 4. 开关场地平整、无沉陷、无积水、无杂草、无外露基土。 5. 电缆沟道、构支架基础、排水管沟等二次填土无明显沉陷。 6. 户外雨水口完好，排水顺畅、无堵塞。 7. 电缆沟盖板完好，表面无开裂、破损。 8. 变压器、电抗器、电容、油坑完好，表面无开裂和沉降变形。 9. 金属构支架表面无脱漆和锈蚀，连接螺栓完好、无缺件。 10. 围墙饰面无大面积开裂、脱壳，无明显沉降变形。	红外热成像仪

巡检设备	巡检项目	巡检内容	巡检手段
		11. 挡土墙结构完好，无开裂和变形，泄水孔无堵塞。 12. 挖填方边坡无明显变形和坍塌、坡顶无结构性裂缝，坡面排水通畅、无孔洞。 13. 蓄水池、事故油池无孔洞和裂缝，池体无渗漏。 14. 设备围栏内地坪无开裂，表面无积水。 15. 变电站大门关启灵活，外露金属无锈蚀及脱漆。 16. 桥架吊（若有），外观检查无异常、破损，无漏油现象。 三、标识、划线检查 1. 站内标识、标牌清晰、准确、粘贴位置正确，内容与实际相符，无脱落、重叠、破损、缺失。 站内划线清晰、准确、完整，划线位置及功能正确，无破损、缺失。	

附 录 B
(资料性)
变电站足式机器人巡检系统特殊巡检内容

变电站足式机器人巡检系统特殊巡检内容见表 B.1。

表 B.1 变电站足式机器人巡检系统特殊巡检内容表

巡检项目	触发条件	巡检内容	巡检手段
基于气象或环境突变的特殊巡检	大雪、大雾、寒潮	充分利用足式机器人对现场设备进行检查，重点关注： 1. 检查设备有无放电闪络现象。 2. 检查充油充气设备有无渗漏情况，抄录表计数值。 3. 必要时对设备引线接头进行测温，检查接头有无松动、发热异常。	可见光摄像机 红外热成像仪
	高温、高负荷	充分利用足式机器人对现场设备进行检查，重点关注以下巡视项目： 1. 油温、绕温、油位正常，无渗漏油现象。 2. 一次设备测温正常。	红外热成像仪
	大风、雷雨（冰雹）后	充分利用足式机器人对现场设备进行检查，重点关注： 1. 检查变电站及设备上有无漂浮物。 2. 检查设备外观有无破损，有无雷击痕迹，避雷器是否动作。 3. 必要时对设备引线接头进行测温，检查接头有无松动、发热异常。	可见光摄像机 红外热成像仪
	地质灾害发生后	充分利用足式机器人对现场设备进行检查，重点关注： 1. 检查建筑物、构筑物有无破损，基础有无裂纹、下沉，构架有无倾斜。 2. 检查设备有无变形，导电杆、线夹、引流线有无断裂。	可见光摄像机
基于保供电、迎峰度夏的动态巡检	迎峰度夏或有保供电需求时	充分利用足式机器人对现场设备进行检查，重点关注： 1. 设备缺陷和异常是否有进一步发展趋势，影响安全运行的应在保供电到来前完成消缺。 2. 保供电期间开展设备巡视和红外测温。	可见光摄像机 红外热成像仪
基于风险变化的动态巡检	电网风险变化	对于调级后管控级别为 I、II、III 级的设备，充分运用足式机器人应在风险生效前及风险期间，开展设备巡视和红外测温。	可见光摄像机 红外热成像仪
其他特殊状态巡检	设备异常、有缺陷时	通过足式机器人监视设备缺陷和异常是否有进一步发展趋势。	可见光摄像机
	新设备投运或消缺后	通过足式机器人检查设备运行情况，必要时开展红外测温。	红外热成像仪
	设备高温、重载时	通过足式机器人检查设备运行情况，开展红外测温。	红外热成像仪
	设备位置需要确认时	需要进行设备远方倒闸操作现场无人时，可利用足式机器人检查开关刀闸位置。	可见光摄像机
	事故应急巡检	变电站发生事故跳闸或发生设备异常，运维人员不具备现场检查条件时，可安排巡检足式机器人进行巡检。	可见光摄像机

附录 C
(资料性)
巡检任务点表

巡检任务点表见表 C.1~C.16。

表 C.1 主变压器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
主变压器	本体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	外壳及箱沿无异常发热现象，变压器外壳无变形无异物，各部位无渗油、漏油。	可见光照片+红外图谱
主变压器	套管外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	套管外部无破损裂纹、无严重油污、无放电痕迹，无渗油、漏油，防污闪涂料无起皮、脱落。无异常发热现象。无覆冰现象。	可见光照片+红外图谱
主变压器	引线及接头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	引线无散股、断股。引线接头、电缆应无发热迹象。接头及引线绝缘护套良好。	可见光照片+红外图谱
主变压器	均压环	日常巡视、防风防汛特巡	套管均压环无开裂、无歪斜、无脱落、无异物。	可见光照片
主变压器	套管末屏	日常巡视	套管末屏接地良好，无过热现象。	可见光照片+红外图谱
主变压器	本体吸湿器	日常巡视	外观完好，吸湿剂变色比例符合要求，油封油位正常。	可见光照片+数值结果
主变压器	本体油位表计	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	油位应与制造厂提供的油温、油位曲线相对应。抄录表计	可见光照片+数值结果
主变压器	本体储油柜外观	日常巡视	储油柜外观无破损、锈蚀等。	可见光照片
主变压器	分接开关储油柜外观	日常巡视	储油柜外观无破损、变形、锈蚀等。	可见光照片
主变压器	气体继电器	日常巡视	气体继电器内无气体。防雨罩完好。巡视点位包括本体瓦斯继电器、分接开关瓦斯继电器等。	可见光照片
主变压器	温度表计	日常巡视、表计巡视、高温高负荷特巡	温度计外观完好、指示正常，表盘密封良好，无进水、凝露，温度指示正常。温度计防雨措施完好。抄录表计	可见光照片+数值结果

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
主变压器	压力释放阀	日常巡视	外观完好、无渗漏和喷油现象、动作指示杆位置正确。	可见光照片
主变压器	压力突变继电器	日常巡视	连接法兰无渗漏油。	可见光照片
主变压器	分接档位	日常巡视、表计巡视	三相分体式变压器分接档位三相应置于相同档位。抄录表计	可见光照片+数值结果
主变压器	机构箱	日常巡视、防风防汛特巡	机构箱指示正常，密封良好。	可见光照片
主变压器	在线滤油装置	日常巡视	在线滤油装置无渗漏油。	可见光照片
主变压器	冷却器外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	冷却系统及连接管道无渗漏油。检查各散热片的温度正常。	可见光照片+红外图谱

表 C.2 断路器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
断路器	本体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	断路器本体无异常发热现象。瓷套、绝缘子表面无破损现象。外绝缘无放电痕迹。外观无异物；防污涂料无脱落、起皮现象；金属法兰无裂痕；金属法兰连接螺栓无松动、脱落。外绝缘无覆冰情况。	可见光照片+红外图谱
断路器	套管电流互感器	日常巡视	断路器套管电流互感器外壳无变形；密封条无脱落。	可见光照片
断路器	SF6 密度压力表	日常巡视、表计巡视、高温高负荷特巡、雪雾降温特巡	SF6 密度压力表外观无破损；防雨罩无脱落。SF6 密度压力表指示数值在正常范围内。	可见光照片+数值结果
断路器	引线及接头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	引线无散股、断股。三相引线弛度适中；两端线夹无松动、裂纹、变色现象。引线及接头、线夹无发热现象。	可见光照片+红外图谱
断路器	均压环	日常巡视、防风防汛特巡	均压环安装牢固，无锈蚀、变形、破损、脱落。	可见光照片
断路器	套管防雨帽	日常巡视	套管防雨帽无鸟巢、蜂窝等异物堵塞。	可见光照片
断路器	断路器动作计数器	日常巡视、表计巡视	断路器动作计数器指示值正常。	可见光照片+数值结果
断路器	绝缘子	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	绝缘子无倾斜、断裂。无覆冰现象。	可见光照片
断路器	位置指示	日常巡视	识别并记录断路器位置状态。指示正常无偏移	可见光照片+数值结果
断路器	压力表计	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	液压、气动操作机构压力表指示正常。	可见光照片+数值结果
断路器	储能指示	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	弹簧储能机构储能指示到位。	可见光照片+数值结果
断路器	机构箱、汇控柜	日常巡视、防风防汛特巡	机构箱箱门密封良好，无变形、锈蚀；锁具完好。	可见光照片

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
断路器	基础架构	日常巡视、防风防汛特巡	基础架构无破损、开裂、下沉；支架无锈蚀、松动或变形；支架无鸟巢、蜂窝等异物。	可见光照片
断路器	接地引下线	日常巡视	接地引下线标识无脱落；接地引下线连接牢固可靠；接地引下线无放电、锈蚀、变形。	可见光照片
断路器	标示牌	日常巡视	标识齐全、明显。	可见光照片
断路器	整体外观	日常巡视、防风防汛特巡	检查各部件无搭挂杂物。	可见光照片

表 C.3 隔离开关巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
隔离开关	传动部分外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	传动连杆、拐臂、万向节无锈蚀、松脱、变形现象。接地开关可动部件与其底座之间的软连接完好无断开。无覆冰现象。	可见光照片
隔离开关	触头及导电臂	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	导电臂(管)无损伤、变形现象。无异常发热。无覆冰现象。	可见光照片+红外图谱
隔离开关	位置指示	日常巡视	操动机构的分、合闸指示与本体实际分、合闸位置相符。	可见光照片
隔离开关	引线及接头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	引线无散股、断股。三相引线弛度适中；两端线夹无松动、裂纹、变色现象。引线及接头、线夹无发热现象。无覆冰现象。	可见光照片+红外图谱
隔离开关	导电底座	日常巡视	导电底座无变形、裂纹，连接螺栓无锈蚀、脱落现象。	可见光照片
隔离开关	均压环	日常巡视、防风防汛特巡	套管均压环无开裂、无歪斜、无脱落、无异物。	可见光照片
隔离开关	基座	日常巡视	基座无裂纹、破损，连接螺栓无锈蚀、脱落现象，其金属支架无变形现象。	可见光照片
隔离开关	机械闭锁及限位部分	日常巡视	机械闭锁位置正确，机械闭锁盘、闭锁板、闭锁销无锈蚀、变形、开裂现象。	可见光照片
隔离开关	绝缘子外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	绝缘子无倾斜、断裂。无覆冰现象。	可见光照片
隔离开关	机构箱	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	机构箱无锈蚀、变形现象，机构箱锁具完好，接地连接线完好。箱门密封良好，	可见光照片
隔离开关	基础构架	日常巡视、防风防汛特巡	基础无破损、开裂、倾斜、下沉，架构无锈蚀、变形现象，无鸟巢、蜂窝等异物。	可见光照片
隔离开关	接地引下线	日常巡视	接地引下线标识无脱落，接地引下线可见部分连接完整可靠，	可见光照片
隔离开关	标示牌	日常巡视	标示齐全明显。	可见光照片

表 C.4 接地刀闸巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
接地刀闸	传动部分外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	传动连杆、拐臂、万向节无锈蚀、松脱、变形现象。接地开关可动部件与其底座之间的	可见光照片

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
			软连接完好无断开。无覆冰现象。	
接地刀闸	触头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	触头无损伤、变形现象。无覆冰现象。	可见光照片
接地刀闸	位置指示	日常巡视	分、合位指示与本体实际分、合位置相符。	可见光照片
接地刀闸	机构箱	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	机构箱无锈蚀、变形现象，机构箱锁具完好，接地连接线完好。箱门密封良好，	可见光照片
接地刀闸	接地引下线	日常巡视	接地引下线标识无脱落，接地引下线可见部分连接完整可靠，	可见光照片
接地刀闸	标示牌	日常巡视	标示齐全明显。	可见光照片

表 C.5 组合电器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
组合电器	本体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	外壳无锈蚀、变形、损坏，漆膜无局部颜色加深或烧焦、起皮现象。罐体无温度异常。	可见光照片+红外图谱
组合电器	伸缩节	日常巡视、雪雾降温特巡	伸缩节外观完好，无破损、变形、锈蚀。金属表面无锈蚀。	可见光照片
组合电器	盆式绝缘子	日常巡视	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。	可见光照片
组合电器		日常巡视	接地连接无锈蚀、断开，无油漆剥落，本体接地线无异常发热现象	可见光照片+红外图谱
组合电器	SF6 密度压力表	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	SF6 密度压力表外观无破损；防雨罩无脱落。SF6 密度压力表指示数值在正常范围内。	可见光照片+数值结果
组合电器	位置指示	日常巡视	断路器、隔离(接地)开关位置指示正中，清晰可识别。	可见光照片+数值结果
组合电器	断路器压力表计	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	开关设备机构压力表指示正常。	可见光照片+数值结果
组合电器	断路器动作计数器	日常巡视、表计巡视	断路器动作计数器指示值正常。	可见光照片+数值结果
组合电器	机构箱	日常巡视、防风防汛特巡	机构箱的防护门密封良好，平整，无变形、锈蚀。	可见光照片
组合电器	避雷器表计	日常巡视、表计巡视	避雷器的动作计数器指示值正常，泄漏电流指示值正常。	可见光照片+数值结果
组合电器	带电显示器	日常巡视	带电显示装置指示正常，清晰可见。	可见光照片
组合电器	汇控柜外观	日常巡视、防风防汛特巡	汇控柜等的防护门密封良好，平整，无变形、锈蚀。	可见光照片
组合电器	汇控柜面板	日常巡视	巡视指示灯、压板、空开、切换开关，按设备实际情况	可见光照片
组合电器	标示牌	日常巡视	标示齐全明显、与实际设备命名一致。	可见光照片
组合电器	整体外观	日常巡视、防风防汛特巡	本体及支架无异物，运行环境良好。	可见光照片
组合电器	基础构架	日常巡视、防风防汛特巡	设备基础应无下沉、倾斜，无破损、开裂。支架无锈蚀、松动或变形。	可见光照片
组合电器	套管外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	套管外部无破损裂纹、无严重油污、无放电痕迹，无渗油、漏油，防污闪涂料无起皮、脱落。无异常发热现象。无覆冰现象。	可见光照片+红外图谱
组合电器	均压环	日常巡视、防风防汛特巡	套管均压环无开裂、无歪斜、无脱落、无异物。	可见光照片
组合电器	引线及接头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	引线无散股、断股。引线接头、电缆应无发热迹象。接头及引线绝缘良好。	可见光照片+红外图谱

表 C.6 高压柜巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
高压柜	面板	日常巡视、表计巡视	巡视内容包括指示灯、压板、带电显示器、切换开关的位置状态	可见光照片
高压柜	位置指示	日常巡视	断路器、手车开关、隔离（接地）开关机械分、合闸位置指示。	可见光照片
高压柜	本体外观	日常巡视、高温高负荷特巡	柜体无变形现象，柜门关闭良好，开关柜门锁盒、五防锁具闭锁良好。无异常发热现象。	可见光照片+红外图谱
高压柜	储能指示	日常巡视	开关柜内断路器储能指示正常。	可见光照片
高压柜	断路器动作计数器	日常巡视、表计巡视	断路器动作计数器指示值正常。	可见光照片+数值结果
高压柜	测温窗	日常巡视、高温高负荷特巡	测温窗清晰可透视，无异常发热现象。	可见光照片+红外图谱
高压柜	标示牌	日常巡视	标示齐全明显、与实际设备命名一致。	可见光照片

表 C.7 电流互感器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
电流互感器	引线及接头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	各连接引线及接头无发热、变色迹象，引线无断股、散股。无覆冰现象。	可见光照片+红外图谱
电流互感器	本体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	金属部位无锈蚀，外绝缘表面完整，无裂纹、放电痕迹、老化迹象，防污闪涂料完整无脱落。无渗漏油现象。无发热无覆冰现象。	可见光照片+红外图谱
电流互感器	基础构架	日常巡视、防风防汛特巡	底座、支架、基础无倾斜变形。底座接地可靠，无锈蚀、脱焊现象，整体无倾斜。	可见光照片
电流互感器	二次接线盒	日常巡视、防风防汛特巡	二次接线盒关闭紧密。	可见光照片
电流互感器	油位表计	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	油浸电流互感器油位指示正常。	可见光照片+数值结果
电流互感器	SF6 密度压力表	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	SF6 电流互感器压力表指示在规定范围，密度继电器正常。	可见光照片+数值结果
电流互感器	金属膨胀器	日常巡视	油浸电流互感器金属膨胀器无变形，膨胀位置指示正常。	可见光照片
电流互感器	末屏	日常巡视	末屏接地良好，无过热现象。	可见光照片+红外图谱
电流互感器	标示牌	日常巡视	标示齐全明显。	可见光照片

表 C.8 电压互感器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
电压互感器	本体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	外绝缘表面完整，无裂纹、放电痕迹，防污闪涂料完整无脱落。金属部位无锈蚀。各部位无渗漏油现象。无发热无覆冰现象。	可见光照片+红外图谱
电压互感器	引线及接头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	各连接引线及接头无松动、发热、变色迹象，引线无断股、散股。无覆冰现象。	可见光照片+红外图谱
电压互感器	基础构架	日常巡视、防风防汛特巡	底座、支架、基础无倾斜变形。底座接地可靠，无锈蚀、脱焊现象，整体无倾斜。	可见光照片
电压互感器	末屏	日常巡视	末屏接地良好，无过热现象。	可见光照片+红外图谱
电压互感	接地引下线	日常巡视	接地引下线无锈蚀、松动情况。	可见光照片

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
电压互感器	二次接线盒	日常巡视、防风防汛特巡	二次接线盒关闭紧密。	可见光照片
电压互感器	均压环	日常巡视、防风防汛特巡	均压环完整、牢固，无锈蚀、损伤、变形现象。	可见光照片
电压互感器	油位表计	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	油浸电压互感器油色、油位指示正常。	可见光照片+数值结果
电压互感器	金属膨胀器	日常巡视	金属膨胀器膨胀位置指示正常。	可见光照片
电压互感器	SF6 密度压力表	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	电压互感器 SF6 压力表指示在规定范围内，密度继电器正常。	可见光照片+数值结果
电压互感器	端子箱	日常巡视、防风防汛特巡	端子箱门关闭良好。	可见光照片
电压互感器	标示牌	日常巡视	标示齐全明显、与实际设备命名一致。	可见光照片

表 C.9 避雷器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
避雷器	引线及接头	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	引线无松股、断股。接头无松动、发热或变色。	可见光照片+红外图谱
避雷器	均压环	日常巡视、防风防汛特巡	均压环无位移、变形、锈蚀，无放电痕迹。	可见光照片
避雷器	本体外观	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	瓷套部分无裂纹、破损、无放电现象，防污闪涂层无破裂、脱落。硅橡胶复合绝缘外套伞裙无破损、变形，无电蚀痕迹。密封结构金属件和法兰盘无裂纹、锈蚀。无覆冰和发热现象。	可见光照片+红外图谱
避雷器	基础构架	日常巡视、防风防汛特巡	设备基础完好、无塌陷；整体无倾斜；绝缘底座表面无破损、积污。	可见光照片
避雷器	接地引下线	日常巡视	接地引下线，无锈蚀、断裂，引下线支持小套管清洁、无碎裂。	可见光照片
避雷器	避雷器表计	日常巡视、表计巡视	监测装置外观完整、清洁、密封良好，表计指示正常，数值无超标，抄录避雷器泄漏电流表、动作次数；放电计数器完好，内部无受潮、进水。	可见光照片+数值结果
避雷器	标示牌	日常巡视	标示齐全明显、与实际设备命名一致。	可见光照片

表 C.10 电容器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
电容器	母线及引线外观	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	母线及引线无散股、断股、无异物缠绕，各连接头无发热现象。	可见光照片+红外图谱
电容器	电容器	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	电容器壳体无变色、发热、膨胀变形；集合式电容器无渗漏油。套管完好无破损裂纹及放电痕迹。	可见光照片+红外图谱
电容器	油温表计	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、表计巡视	油温正常。	可见光照片+数值结果
电容器	油位表计	日常巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡、	储油柜油位正常。	可见光照片+数值结果

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
		表计巡视		
电容器	外熔断器	日常巡视、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	框架式电容器外熔断器完好，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
电容器	电抗器	日常巡视、防风防汛特巡、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡	干抗表面涂层无变色、发热、龟裂、脱落或爬电痕迹，无放电，油电抗器无渗漏油。	可见光照片+红外图谱
电容器	放电线圈	日常巡视、高温高负荷特巡	放电线圈二次接线无发热现象。干式放电线圈绝缘树脂无破损、放电。油浸放电线圈无渗漏。	可见光照片+红外图谱
电容器	油位表计	日常巡视、表计巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡	油浸放电线圈油位正常	可见光照片+数值结果
电容器	避雷器	日常巡视、高温高负荷特巡	避雷器垂直和牢固，外绝缘无破损、裂纹及放电痕迹，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
电容器	避雷器表计	日常巡视、表计巡视	运行中避雷器泄漏电流正常，巡视避雷器泄漏电流、动作次数。	可见光照片+数值结果
电容器	接地引下线	日常巡视	设备的接地良好，接地引下线无锈蚀、断裂	可见光照片
电容器	绝缘子	日常巡视、防风防汛特巡	支柱绝缘子完好，无破损裂纹及放电痕迹。	可见光照片
电容器	整体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	本体及支架上无杂物。	可见光照片
电容器	标示牌	日常巡视	标示齐全明显、与实际设备命名一致。	可见光照片

表 C.11 电抗器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
电抗器	本体外观	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	包封表面无裂纹、无爬电，无油漆脱落现象，防雨帽、防鸟罩完好，运行中无过热。	可见光照片+红外图谱
电抗器	引线及接头	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	引线无散股、断股、扭曲；连接金具接触良好，无裂纹、发热变色、变形。	可见光照片+红外图谱
电抗器	接地引下线	日常巡视	设备的接地良好，接地引下线无锈蚀、断裂。	可见光照片
电抗器	绝缘子外观	日常巡视、防风防汛特巡	瓷瓶无破损，金具完整；支柱绝缘子金属部位无锈蚀，无倾斜变形，无发热现象。	可见光照片
电抗器	围栏外观	日常巡视、防风防汛特巡	围栏门关闭，无杂物，五防锁具完好。	可见光照片
电抗器	整体	日常巡视、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	设备基础构架无倾斜、下沉。	可见光照片
电抗器	标示牌	日常巡视	标示齐全明显、与实际设备命名一致。	可见光照片

表 C.12 串联补偿装置巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
串联补偿装置	整体外观	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	平台各设备引线及本体上无搭挂异物，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
串联补偿装置	电容器	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	电容器无渗漏油，无发热现象，外壳无明显凹凸变形，地面及平台无油渍。电容器瓷瓶清洁、无破损和放电痕迹。	可见光照片+红外图谱
串联补偿装置	放电间隙外观	日常巡视	触发型间隙门关闭良好，外壳无破损，均压电容及其他部件无异常。	可见光照片
串联补偿装置	引线及接头	日常巡视、防风防汛特巡、雪雾降温特巡、高	软引线无松股、断股等异常。各连接金具、螺栓无锈蚀。管型母线本体或焊接面无开裂、	可见光照片+红外图谱

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
		温高负荷特巡	脱焊现象，外观无变形、破损，无发热现象。	
串联补偿装置	电流互感器外观	日常巡视、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	外观清洁、完好，充油型电流互感器无渗漏油，绝缘外套及膨胀器无异常，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
串联补偿装置	电阻分压器外观	日常巡视、高温高负荷特巡	外观完好，无破损，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
串联补偿装置	阻尼电阻外观	日常巡视、高温高负荷特巡	阻尼装置外观无破损、放电及其他异常，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
串联补偿装置	阀控电抗器	日常巡视、高温高负荷特巡	阀控电抗器外观无破损、放电及其他异常，防雨罩固定牢固，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
串联补偿装置	阻尼电阻 MOV	日常巡视、高温高负荷特巡	MOV 绝缘外套清洁、无破损和放电痕迹，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
串联补偿装置	支柱绝缘子	日常巡视、防风防汛特巡	外观清洁、完好，无倾斜，胶装部位防水胶完好。	可见光照片
串联补偿装置	平台构架外观	日常巡视、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	串补平台架构完好无锈蚀。检查串补平台上吊装工具等其他附属设备固定牢固，无异常。	可见光照片
串联补偿装置	光纤柱外观	日常巡视、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	光纤柱连接牢固，绝缘外套无破损、放电。	可见光照片
串联补偿装置	晶闸管阀外观	日常巡视、高温高负荷特巡	晶闸管阀及阀室的门关闭。阀室底部、水冷绝缘子外部无漏水现象。检查阀冷却系统的压力、流量、温度、电导率等仪表的指示值应正常，检查水位应正常。检查晶闸管阀无异常发热现象。	可见光照片+红外图谱
串联补偿装置	标示牌	日常巡视	标示齐全明显、与实际设备命名一致。	可见光照片
串联补偿装置	外观	日常巡视、高温高负荷特巡	检查水冷绝缘子无异常发热现象。	可见光照片+红外图谱

表 C.13 母线巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
母线	母线外观	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	外观完好，表面清洁，软母线无断股、散股及腐蚀现象 表面光滑整洁。硬母线应平直、焊接面无开裂、脱焊。绝缘母线表面绝缘包敷严密，无开裂、起层和发热变色现象。	可见光照片+红外图谱
母线	线夹及接头	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	线夹、接头无过热、无异常。	可见光照片+红外图谱
母线	带电显示装置	日常巡视	带电显示装置运行正常。	可见光照片
母线	引线及接头	日常巡视、防风防汛特巡、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡	引线无断股或松股现象，无腐蚀现象，无异物悬挂，线夹、接头无过热、无异常。	可见光照片+红外图谱
母线	金具外观	日常巡视、高温高负荷特巡	无锈蚀、变形、损伤。伸缩节无变形、散股及支撑螺杆脱出现象。均压环平整牢固，无过热发红现象。	可见光照片+红外图谱
母线	绝缘子外观	日常巡视、防风防汛特巡	绝缘子防污闪涂料无大面积脱落、起皮现象。绝缘子连接销子无脱落等，金具和螺栓无锈蚀。绝缘子表面无裂纹、破损和电蚀，无异物附着。支柱绝缘子伞裙、基座及法兰无裂纹。支柱瓷瓶及硅橡胶增爬伞裙表面清洁、无裂纹及放电痕迹。支柱绝缘子无倾斜。	可见光照片
母线	标示牌	日常巡视	标示齐全明显、与实际设备命名一致。	可见光照片
母线	整体外观	日常巡视、防风防汛特巡	无异物悬挂。	可见光照片

表 C.14 穿墙套管巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
穿墙套管	本体外观	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	表面及增爬裙无严重积污，无破损、无变色；复合绝缘粘接部位无脱胶、起鼓等现象。无放电痕迹，无异物搭挂。充油型穿墙套管无渗漏油，本体无明显过热。	可见光照片+红外图谱
穿墙套管	引线及接头	日常巡视、高温高负荷特巡、防风防汛特巡、雪雾降温特巡	连接柱头及法兰无开裂、锈蚀现象。引线连接线夹处无明显过热。	可见光照片+红外图谱
穿墙套管	末屏	日常巡视、高温高负荷特巡	末屏接地良好，无过热现象。	可见光照片+红外图谱
穿墙套管	油位表计	日常巡视、表计巡视、雪雾降温特巡、高温高负荷特巡	充油型穿墙套管无渗漏油，油位指示正常，无发热现象。	可见光照片+数值结果
穿墙套管	固定钢板外观	日常巡视、高温高负荷特巡	固定钢板无锈蚀、无孔洞或缝隙。穿墙套管四周与墙壁应封闭严密，无裂缝或孔洞，无发热现象。	可见光照片+红外图谱
穿墙套管	绝缘子外观	日常巡视、防风防汛特巡	绝缘子防污闪涂料无大面积脱落、起皮现象。绝缘子连接销子无脱落等，金具和螺栓无锈蚀。绝缘子表面无裂纹、破损和电蚀，无异物附着。支柱绝缘子伞裙、基座及法兰无裂纹。支柱瓷瓶及硅橡胶增爬伞裙表面清洁、无裂纹及放电痕迹。支柱绝缘子无倾斜。	可见光照片
穿墙套管	整体	日常巡视、防风防汛特巡	检查穿墙套管有无异物搭挂。	可见光照片

表 C.15 中性点接地成套装置巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
中性点接地成套装置	套管	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	瓷套管无放电痕迹及破裂现象、套管无沿表面闪络和放电。	可见光照片、红外图谱
中性点接地成套装置	本体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	干式消弧线圈、接地变表面无裂纹及放电现象。油浸式消弧线圈、接地变各部位密封应良好无渗漏。金属部位无锈蚀。检查各部位无渗油。检查消弧线圈本体各部件无异常发热。	可见光照片、红外图谱
中性点接地成套装置	避雷器	日常巡视、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	检查避雷器本体无异常发热现象。	红外图谱+数值结果
中性点接地成套装置	储油柜外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	外观无破损、锈蚀现象。	可见光照片、红外图谱
中性点接地成套装置	储油柜油位	高温、高负荷特巡、雪雾降温特巡、日常巡视、表计巡视	检查油位指示正常。检查油位正常。	可见光照片+数值结果
中性点接地成套装置	电容器	日常巡视、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	调容式消弧线圈单体电容器套管无渗油，壳体无膨胀变形、无异常发热现象。	可见光照片、红外图谱
中性点接地成套装置	端子箱	日常巡视、防风防汛特巡	各端子箱应一密封良好。	可见光照片
中性点接地成套装置	分接开关档位	日常巡视、表计巡视	档位指示应与消弧线圈控制屏、综自监控系统上的档位指示一致。	可见光照片+数值结果
中性点接地成套装置	互感器	日常巡视、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	表面无裂纹、损伤或爬电、烧灼痕迹。检查互感器本体无异常发热现象。	可见光照片+红外图谱+数值结果
中性点接地	基础构架	日常巡视、防风防汛特巡	底座、支架牢固，无倾斜变形。	可见光照片

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
成套装置		巡		
中性点接地成套装置	套管外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	套管外观正常，无裂纹、破损。检查套管无异常发热现象。	可见光照片、红外图谱
中性点接地成套装置	温度表计	日常巡视、高温、高负荷特巡、表计巡视、雪雾降温特巡	油浸式消弧线圈温度计外观完好、指示正常。检查油温指示正常。抄录消弧线圈温度指示。	可见光照片+数值结果
中性点接地成套装置	吸湿器	日常巡视	外观完好，吸湿剂符合要求，油封油位正常，各部位无渗油、漏油。	可见光照片+数值结果
中性点接地成套装置	引线及接头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	设备引线连接完好无过热，接头变色现象。各侧连接引线无断股或接头处发红现象。检查消弧线圈各引线及接头、电缆终端无过热现象。	可见光照片、红外图谱
中性点接地成套装置	油位表计	日常巡视、雪雾降温特巡、表计巡视、高温高负荷特巡	油位应与温度相对应。	可见光照片+数值结果
中性点接地成套装置	整体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	设备上无杂物。	可见光照片
中性点接地成套装置	中性点隔离开关	日常巡视、防风防汛特巡	分合位置正常，指示位置正确。识别并记录附属设施中性点隔离开关位置状态。	可见光照片

表 C.16 阻波器巡检任务点表

设备类型	巡视点位	巡视类型	巡视内容	数据格式
阻波器	本体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	设备外观完整，表面清洁、无放电痕迹或油漆脱落，以及流（滴）胶、裂纹现象，各部位连接是否牢固。套管瓷瓶及硅橡胶增爬伞裙表面清洁、无裂纹及放电痕迹，受潮痕迹。检查高频阻波器本体有无变形。检查高频阻波器本体无异常发热现象。检查高频阻波器调谐元件、避雷器、套管瓷瓶等内部各元件无异常发热现象。	可见光照片、红外图谱
阻波器	绝缘子外观	日常巡视、防风防汛特巡	悬式绝缘子完整，无放电痕迹，无位移。支柱绝缘子无破损和裂纹，防污闪涂料无鼓包、起皮及破损，增爬裙无塌陷变形，粘接面牢固。悬式绝缘子（支柱瓷瓶）有无沿表面闪络和放电。检查悬式绝缘子（支柱瓷瓶）无异常发热现象。	可见光照片
阻波器	引线及接头	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡、高温高负荷特巡	引线接头处，接触良好，无过热发红现象，无断股、扭曲、散股。	可见光照片、红外图谱
阻波器	整体外观	日常巡视、雪雾降温特巡、防风防汛特巡	检查设备上有无飘落积存杂物。	可见光照片

参 考 文 献

- [1] GB/T 12643 机器人与机器人装备 词汇
- [2] GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- [3] GB 11291.1-2011 工业环境用机器人 安全要求 第1部分：机器人
- [4] GB 11291.2-2013 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成
- [5] GB/T 12642-2013 工业机器人 性能规范及其试验方法
- [6] Q/GDW 11513.1-2016 变电站智能机器人巡检系统技术规范（编制说明）