

ICS 29.240

CCS F 23

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1148—2023

代替 DL/T 1148—2009

电力电缆线路巡检系统

Patrol inspection system for power cables

2023-12-28 发布

2024-06-28 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 总体要求 1

 4.1 一般要求 1

 4.2 开放性 2

 4.3 安全性 2

 4.4 智能性 2

 4.5 可扩展性 2

 4.6 稳定性 2

 4.7 可靠性 2

 4.8 易维护性和替代性 3

5 巡检方式 3

6 巡检策略 3

 6.1 执行规定 3

 6.2 巡检内容 3

 6.3 智能巡检要求 4

7 巡检系统技术要求 4

 7.1 通道视频监控装置 4

 7.2 轨道式电缆隧道巡检机器人 4

 7.3 电缆隧道环境监测系统 4

 7.4 多旋翼无人机 4

 7.5 电缆线路设备状态监测系统 5

8 巡检数据处理 5

附录 A（资料性） 电缆线路主要巡检内容及缺陷描述 6

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



扫码免费兑换电子书

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。

本文件代替 DL/T 1148—2009《电力电缆线路巡检系统》，与 DL/T 1148—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了 3.2 巡检平台、3.3 管控平台的定义，并提出相关要求；
- 增加了 4.3.2 巡检平台关于多旋翼无人机、机器人的相关要求；
- 增加了 4.4.4 管控平台关于数据分析、管理、挖掘、应用等功能软件相关要求；
- 修订了 3.1 巡检系统的定义；
- 删除了原 3.2 巡检后台、原 3.3 巡检终端的定义及相关要求。

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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由能源行业电网设备智能巡检标准化技术委员会（NEA/TC 41）归口。

本文件起草单位：广东电网有限责任公司、南方电网电力科技股份有限公司、中国南方电网有限责任公司、南方电网深圳供电局有限公司、广东电网电力科学研究院、广东电网广州供电局、广东电网佛山供电局。

本文件主要起草人：张峰、陈浩、朱凌、周华敏、彭炽刚、李端姣、李雄刚、宋禹飞、周强辅、李国强、蒙华伟、张虎、余欣、孙廷玺、何泽斌、罗智奕、周冷紫、缪钟灵、刘云根、郭圣、孙文星、郭锦超、林俊省、廖建东、王年孝、郭启迪、陈赞、王丛、徐健儿。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2009 年首次发布为 DL/T 1148—2009；
- 本次为第一次修订。

本文件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）。

电力电缆线路巡检系统

1 范围

本文件规定了电力电缆线路巡检系统的总体要求、巡检方式、巡检策略、巡检系统技术要求和数据应用等要求。

本文件适用于 35kV 及以上电力电缆线路巡检系统规划、设计、建设、验收和应用，不包括海缆。

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 5271 信息技术 词汇（ISO/IEC 2382，EQV）

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 2900.10 电工术语 电缆

GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则

DL/T 1253 电力电缆线路运行规程

DL/T 1278 海底电力电缆运行规程

DL/T 1636 电缆隧道机器人巡检技术导则

3 术语和定义

GB/T 2900.10 和 GB/T 5271 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

巡检系统 patrol inspection system

对电力电缆线路巡检业务及相关装备、巡检数据进行管理和应用的专用系统，包括巡检装备、巡检平台、管控平台三大部分。

3.2

巡检装备 patrol inspection device

电力电缆线路人工巡检工具和智能巡检装备，包括可见光照相机（摄像机）、红外测温仪、钳形电流表、万用表、有害气体检测仪、正压隔绝式逃生呼吸器、对讲机、移动 PDA 等。

3.3

管控平台 management and control platform

用于存储、综合分析巡检数据和相关设备数据，并对照巡检策略，对巡检工作实现闭环管控的信息化工作平台，包括数据分析、管理、挖掘、应用等功能软件，具备多源数据融合和多工况分析、载流量校核、风险评估、防灾预警等智能功能。

4 总体要求

4.1 一般要求

为提升电力电缆线路的巡检技术水平和运行可靠性，本系统应用先进的巡检平台和巡检装备，利用

前沿智能巡检作业管控平台，实现对电力电缆线路设备及附属设施、通道的智能巡检全流程闭环管控，提高巡检质量和效率，满足电力电缆线路的实际运维需求。

4.2 开放性

4.2.1 巡检平台、巡检装备和数据系统应采用符合国际、国家或行业标准的产品和技术。

4.2.2 巡检系统软件应兼容大型数据库系统，具备云备份和本地备份功能；应可以在数据和流程上与现有的企业信息系统连接，避免数据的重复录入。

4.2.3 巡检装备所使用的硬件产品应是通用的、可互换的。

4.2.4 巡检系统应提供开放的接口，以便和其他系统对接。

4.3 安全性

4.3.1 巡检系统软硬件均应采用符合 GB/T 22239 和 GB/T 36572 安全性要求。

4.3.2 巡检用无人机、机器人必须经过航空、公安等专业的安全性评估，严禁非法飞行和无照飞行，巡检作业须落实安全措施。

4.3.3 巡检装备及检测工具安全，按期进行安全性检查。

4.3.4 管控平台安全应满足要求：

- a) 巡检软件的电网生产信息应在内部安全区域内使用，巡检数据符合 GB/T 22239 和 GB/T 36572 的相关要求；
- b) 巡检数据应采取加密、接口传输等安全手段来保证信息的安全，保护信息不被非法截获或非法修改；
- c) 用户必须通过身份验证才能使用巡检系统数据；
- d) 只有经过授权的巡检工具才能够和巡检后台交换资料。

4.4 智能性

4.4.1 巡检系统在建立先进三维数字化线路“本体”“通道”“附件”模型等方面，应优先采用巡检数据采集、数据分析、数据挖掘、装备智能管控等领域智能技术，以保证满足未来业务需求。

4.4.2 隧道机器人、多旋翼无人机等巡检平台应具备 RTK 精确定位功能，具备智能控制单元。

4.4.3 巡检装备均应定期进行精度校验，并具备与巡检平台对接的功能。

4.4.4 管控平台中巡检装备智能控制、巡检数据采集现场作业、巡检数据智能分析挖掘等软件应互相保留数据接口，实现软件之间的数据共享和无缝对接；应有数据化的输出功能，有条件宜具备边缘计算功能并能与后台实时对接，实现远程监控和诊断功能。

4.5 可扩展性

管控平台应兼容大型数据库系统，具备云备份和本地备份功能；应可以在数据和流程上与现有的企业信息系统连接，避免数据的重复录入；应提供开放的接口，以便和其他系统对接。

4.6 稳定性

4.6.1 巡检平台应有良好的稳定性，对于用户的误操作应能自纠正；应能适应使用地的气候和其他环境条件。

4.6.2 巡检装备控制及数据分析应用软件应具备较强的稳定性，平均故障间隔时间不少于 3 年，保证长期不间断稳定运行。

4.7 可靠性

4.7.1 可按巡检作业工作量和巡检任务选择巡检作业平台和巡检作业用工具。对于常规班组巡检，巡检

平台可采用多旋翼无人机、隧道机器人等。

4.7.2 巡检平台和巡检装备应满足如下要求：

- a) 操作界面应简单易用；
- b) 能根据巡检作业需要，实现无缝对接；
- c) 能与管控平台的数据系统实现无缝对接，巡检系统应能区分因管理原因导致的缺陷和其他原因（如市政改造）导致的非永久性的不正常状态；
- d) 应满足方便携带和户外使用需要，具有防水、防震、抗干扰等性能。

4.7.3 管控平台应能掌握现场作业巡检平台、巡检装备状态，必要时可直接下令停止作业，还应在作业前或作业中提供直观的导航、任务变更、安全警示及操作指引等功能。

4.7.4 巡检数据分析应用手持终端进行远程数据交互。

4.7.5 涉及多条电缆线路的公共设施如隧道、管沟等，可单独巡检，其巡检数据也可单独处理，并可关联到相关的电缆线路。

4.8 易维护性和替代性

4.8.1 智能巡检平台和装备应能够自动识别装备控制软件最新版本，自动实现升级和维护，与后台数据保持同步。

4.8.2 巡检装备应能够在夜间无照明环境使用，数据录入操作的等待时间不应超过 1s。

4.8.3 巡检人员可以通过手持设备或笔记本电脑远程访问或使用巡检管控平台数据，可高效地与后台进行人机交互。

4.8.4 巡检管控平台应能支持用户根据巡检任务的要求，自定义设备类型、设备属性、巡检项目的内容和缺陷类型，可自行完成系统的备份、恢复等系统维护工作。

4.8.5 巡检管控平台应能支持用户根据设备的属性变化，修改缺陷、隐患的定义和定级，具备良好的适应性，用户可通过网页浏览器使用。

4.8.6 巡检平台、巡检装备和管控平台所使用的地图、三维数字化模型等基础数据应能够方便地更换并保持同步。

5 巡检方式

5.1 按照 DL/T 1253 巡检检查要求，电力电缆线路智能巡检按照运维任务和管理模式可分为定期巡检和非定期巡检，其中非定期巡检包括故障巡检、特殊巡检等。

5.2 结合目前巡检内容的不断细化拓展和各种智能作业技术应用的成熟经验，巡检系统的使用流程为：

- a) 管理人员通过管控平台制定计划和安排任务；
- b) 管理人员对管控平台上的巡检记录进行审批、统计分析等管理工作；
- c) 巡检人员利用巡检装备进行任务接收和现场巡检作业，并提交巡检结果到管控平台。

6 巡检策略

6.1 执行规定

巡检策略执行 DL/T 1253、DL/T 1278 相关要求。

6.2 巡检内容

巡检应包括隧道内电缆、电缆附件、土建结构、通风设备、消防设备、照明设备、排水设备、在线监测装置等相关设备的外观检测；高压电缆本体、电缆接头、交叉互联接地箱、接地箱、接地线、回流线等的温度检测；隧道环境参量检测。

6.3 智能巡检要求

6.3.1 运行单位应结合电缆线路所处环境、巡检检查历史记录、状态评价结果及智能装置的配置情况编制智能巡检工作计划。

6.3.2 运行人员应根据智能巡检工作计划开展智能巡检工作，收集记录巡检中发现的缺陷和隐患。

6.3.3 运行单位对智能巡检中发现的缺陷和隐患进行分析，及时安排处理并上报上级生产管理部门。智能巡检分为日常巡检和特殊巡检。相关的实现方式按照表 1 要求执行，并结合设备差异化运维策略动态调整。

表 1 电力电缆线路的智能巡检项目及实现方式

序号	项目	实现方式	备注
1	路径检查	通道视频监控装置	—
2	电力隧道检查	电缆隧道巡检机器人、电缆隧道环境监测系统	同隧道内不同电压等级电缆应同时进行检查
3	污秽区检查	通道视频监控装置、多旋翼无人机	根据地域气候特征开展
4	防外力破坏检查	通道视频监控装置	—

7 巡检系统技术要求

7.1 通道视频监控装置

装置不应影响输电线路的运行安全；安装的各功能部件应采取防振、防松措施，而且不应降低设备原有的机械强度。

7.2 轨道式电缆隧道巡检机器人

7.2.1 装置在隧道环境下可正常运行，相关性能不受异常情况影响。

7.2.2 电缆隧道机器人巡检系统应包含智能巡检机器人、智能灭火机器人、本地监控平台、远程集控平台、轨道系统、动力系统和数据通信系统等，各部分之间应联动协作。

7.2.3 巡检系统应支持自主和遥控巡检模式。灭火机器人应与巡检机器人共用轨道系统、通信系统、电源系统、后台管理系统等；高清视频应具有防抖功能；在隧道黑暗、高湿度或漏水情况下系统应能清晰成像，后台能流畅观看实时视频。热成像仪在机器人视角应能适应隧道中低温差环境，并能将对象设备清晰成像。

7.2.4 巡检系统的其他要求应满足 DL/T 1636 的相关要求。

7.3 电缆隧道环境监测系统

7.3.1 应能远程监控隧道内水位、温度、湿度变化、出入口门禁状态、烟雾及空气含氧量等；监控氧气、硫化氢、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、氨气等有害气体及甲烷、氢气等可燃气体浓度。

7.3.2 可远程控制风机、水泵、照明等现场设备，控制方式应支持联动控制与远程手动控制模式；可支持风机、水泵和照明的状态采集。

7.4 多旋翼无人机

用于电力电缆线路巡检的多旋翼无人机应搭载可见光照相机（摄像头）、红外测温摄像头，可对位于地面部分的电缆终端、本体及通道环境进行检测和记录。

7.5 电缆线路设备状态监测系统

7.5.1 电缆本体状态监测系统可包括护层接地环流、光纤测温、故障定位、局部放电等监测装置，应根据电缆线路实际情况因地制宜配置。

7.5.2 监测装置的接入不应改变电缆线路的连接方式、密封性能、绝缘性能及电气完整性，不应影响现场其他设备的安全运行。

7.5.3 装置应满足模块化和标准化要求，并预留足够的通道，方便扩充数据采集单元和传感器，支持热插拔和互换性要求。

7.5.4 应具备监测、记录、报警、分析展示、抗干扰、远程控制等功能。

8 巡检数据处理

8.1 巡检作业后，巡检系统监控后台应能记录本次巡检数据和相关信息并存档，必要时能自动生成电力电缆线路巡检记录单。

8.2 巡检作业完成后，应对巡检中发现的异常数据进行核实，确认并及时处理电力电缆线路设备及通道缺陷。电缆线路主要巡检内容及缺陷描述见附录 A。

8.3 宜定期利用巡检系统对巡检数据进行统计分析，评价电力电缆线路设备及通道状态，制定防范措施。

附录 A

(资料性)

电缆线路主要巡检内容及缺陷描述

电缆线路主要巡检内容及缺陷描述见表 A.1。

表 A.1 电缆线路主要巡检内容及缺陷描述

设备	巡检部位	主要巡检内容	巡检缺陷或异常情况描述
电缆	通道	电缆线路保护区内是否有挖掘、钻探、钻孔(桩)作业, 是否有重型车辆通过或大型机械作业	有挖掘、钻探、钻孔(桩)痕迹或现象 有重型车辆通过或大型机械作业
		电缆盖板及电缆沟、槽盒是否完好	盖板缺失
			盖板破损有孔洞、露主筋, 或出现贯通性裂缝
			电缆沟变形、下沉、倾斜
			电缆支架缺失、生锈、变形、破损
			槽盒破损
			填砂流失严重
		电缆保护区内是否有堆放垃圾、矿渣、易燃易爆物, 是否有倾倒酸、碱、盐及其他有害化学物品	堆放有垃圾、矿渣、易燃易爆物 有倾倒酸、碱、盐及其他有害化学物品
		通道内是否有白蚁	发现白蚁
		电缆保护区内是否有兴建建筑物或种植根系发达的乔木类植物	有兴建建筑物 有根系发达的乔木类植物
		电缆线路标示牌是否完好、明显	标示牌缺损
		工井、竖井、隧道、电缆夹层内的电缆与支架或金属构件处有无磨损或放电迹象; 支架是否完好; 衬垫是否失落; 电缆及接头位置是否固定正常; 电缆及接头上的防火涂料或防火带是否完好	电缆与支架或金属构件处有放电现象
			支架缺失、生锈、变形、破损
			衬垫失落
			电缆接头位置无固定, 异常
		通过桥梁的电缆保护管(槽)有无异常; 上、下桥处和桥梁伸缩缝处的连接装置和电缆有无异常	电缆防火涂料或防火带脱落
			保护管(槽)脱开或损坏
		海底电缆近岸地方是否有受潮水冲刷的现象, 电缆盖板是否移位	伸缩连接装置异常
			近岸地方有受潮水冲刷的现象
		过江、过河的电缆两岸警告牌、警示灯是否完好	电缆盖板移位
			两岸的警告牌油漆脱落, 远观不清楚
		临时保护通道	两岸的警示灯不亮
			现场作业与技术交底表中的内容不相符
			电缆保护设施异常
			电缆本体外露, 外护套有破损
			电缆警示标志缺失

表 A.1 (续)

设备	巡检部位	主要巡检内容	巡检缺陷或异常情况描述
电缆	电缆本体	电缆通道的不均匀沉降是否导致电缆轴向受力过大；排管或顶管两端的端部是否对电缆的外护层造成损伤；外护层是否被白蚁噬伤	电缆拖拉过紧
			电缆本体与保护管接触面过小，无保护措施
			沿线有尖锐物体与电缆接触
			外护层被白蚁噬伤
	电缆回流线	电缆线路的回流线是否完好	电气连接不良
			有被盗现象
电缆附件	充油电缆	暴露于空气中的充油电缆防火措施是否足够，是否漏油	防火措施不足
			电缆漏油
	中间接头	中间接头有无发热现象；防水密封是否良好；有无水浸；固定措施是否牢靠；编号标示牌是否完好	温度异常
			密封不良
			被水浸
			固定不牢靠
			编号标示牌缺失
	充油电缆附件	充油电缆塞止接头及终端的供油箱油压、油管、阀门是否正常；周围有无渗漏油现象	供油箱油压，油管、阀门不正常
			周围有渗漏油现象
	终端头	终端瓷套管表面有无放电痕迹，瓷套管有无破损	终端瓷套管表面污秽严重，有放电痕迹
			瓷套管有破损
		油终端底座有无渗油	有渗油现象
		复合外套表面有无老化痕迹	复合外套表面有无老化痕迹
		引线和连接点是否有松动或发热现象	终端头连接板生锈、氧化（严重）
			连接处有松动或发热现象
		终端尾管有无发热现象	尾管温度异常
		铭牌、标示牌是否正确、完好	铭牌、标示牌不完好
		终端各相接地线电流	接地电流偏大，与负荷电流的比值大于 10%
		终端构架是否牢固	终端构架变形
		GIS 终端所在的气室温度是否正常	气室温度异常
		固定电缆的夹具有无发热	固定电缆的夹具有发热
	交叉互联箱及接地线	交叉互联箱、接地箱内的接线是否正确，箱体温度是否正常	接线不正确
			箱体发热
		同轴电缆或单芯电缆、接地线是否完好，电气连接是否良好，固定是否牢靠	同轴电缆内外层绝缘、单芯电缆绝缘不合格
			电气连接不好
			固定不牢靠
电缆隧道	结构部分	隧道、电缆夹层、竖井孔洞是否封堵完好	未封堵
		隧道是否有渗漏、积水	有渗漏、积水
		隧道结构是否有相对位移或下沉	有相对移位或下沉

表 A.1 (续)

设备	巡检部位	主要巡检内容	巡检缺陷或异常情况描述
电缆 隧道	结构部分	隧道是否有开裂等现象	有贯通性裂缝
		隧道各出入口防盗门是否完好	防盗门或门锁损坏
	监控系统	监控摄像头是否正常	摄像头异常
		控制箱的部件是否齐备, 电源是否正常	控制箱的部件缺失, 电源异常
		后台视频信号传输是否正常	后台视频信号传输异常
		风机控制和监控灯开关是否正常	风机控制和监控灯开关异常
	照明系统	各开关的启闭状况是否正常	开关的启闭状况异常
		电源箱是否正常	电源箱损坏
		配电线路各接触点是否松动	配电线路接触点松动
		照明灯是否亮, 灯座是否牢固	灯具不亮, 灯座松动
	排水系统	排水系统的电气部分是否良好	电气部分有异常
		水位控制、水泵的运转性能是否正常	抽水装置损坏
		各出入口的排水管是否畅通, 排水管是否生锈	隧道巡检通道有积水
	通风系统	各区间风机运行状况	风机运转异常
		风机滤网是否有堵塞物	风机滤网有堵塞物
		区间进出风机控制按钮的联动性能是否完好, 启动是否正常	联动性能异常
			不能正常启动
		配电箱的工作状况是否良好	工作状况异常
	消防系统	消防电源开关位置正常	消防电源开关位置异常
		消防控制主机显示是否正常	消防控制主机显示异常
		隧道防火门处于正常开启位置	隧道防火门处于异常状态
		隧道的疏散标志是否正常	隧道的疏散标志不清晰或不亮
		隧道配置的手提式灭火器完好、有效	隧道配置的手提式灭火器失效、缺失
		消防电话、感温电缆、警铃、烟感探测器、模块箱外部是否正常、完好	有异常
附属 设施	终端站(塔)	终端站(塔)的构筑物结构、地面、围网、防雷及接地系统是否完好; 避雷器表面有无破损、放电痕迹, 放电计数器是否正常	有异常
			避雷器表面有破损、放电痕迹, 放电计数器不正常
	电缆 T 接房	电缆开关或 T 接房内是否堆置杂物; 房屋有无倾斜、断裂和渗漏迹象; 门窗防小动物设施是否完整; 房内是否设置了消防设施及使用期限是否符合规定	房内有杂物
			有渗漏
			防小动物的设施不健全
			消防设施已过期
	工井	工井是否正常	有污水流入工井