

电力场所无人值守运维识别技术规范

Technical Specification for identification of unattended operation and
maintenance in power places

(征求意见稿)

2022-00-00 发布

2022-00-00 实施

中国电工技术学会 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.....	2
5 技术要求.....	5
5.1 运维识别.....	5
5.2 参数采集.....	8
5.3 事件告警.....	9
5.4 专家远程指导.....	9
6 证实方法.....	10
6.1 运维识别证实.....	10
6.2 参数采集证实.....	10
6.3 事件告警证实.....	11
6.4 专家远程指导证实.....	11
参考文献.....	12

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。

本文件由中国电工技术学会提出并归口。

本文件起草单位：山东海瑞智慧数据科技有限公司、国家电力投资集团公司陕西分公司、国家电网西咸供电公司、北京中电飞华通信有限公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司、国网陕西省电力有限公司电力科学研究院、大唐陕西能源营销有限公司、盛隆电气集团有限公司、广东南方电力通信有限公司、云南电网有限责任公司电力科学研究院、云南电网有限责任公司文山供电局、云南电网有限责任公司怒江供电局、云南电力技术有限责任公司、广州市标准化研究院、重庆市质量和标准化研究院、山东产业技术研究院、济宁市产业技术研究院、济宁中科先进技术创新中心、济宁经济开发区经济发展局、国网济宁供电公司、山东国能工程有限公司

本文件主要起草人：XXX

电力场所无人值守运维识别技术规范

1 范围

本文件规定了电力场所无人值守运维识别的术语和定义、总体要求、技术要求和证实方法。
本文件适用于指导电力场所无人值守运维识别监控建设。

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 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
DL/T 860（所有部分） 电力自动化通信网络和系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机器视觉 machine vision

用机器代替人眼来做测量和判断。如 AI 物体识别等。

3.2

固定资产 permanent assets

无人值守运维电力场所必备的消防器材、绝缘手套、绝缘靴、安全帽、标识、标牌、停电工器具等。

3.3

设备运行状态 equipment operating status

无人值守运维电力场所电力设备运行状态。

3.4

人员标准着装 staff standard attire

对进入无人值守运维电力场所人员进行安全帽、工服、绝缘手套等必备着装的检测。

3.5

信息预警 information warning

以正常状态为标准，当检测结果与正常状态不一致时，系统发出报警信息。

3.6

人脸识别装置 face recognition device

指提前对人员进行面部信息录入，门禁系统采用人脸识别进入的装置。

3.7

RFID 识别装置 RFID identification device

指一种非接触式的自动识别系统，它通过射频无线信号自动识别目标对象，并获取相关数据，由电子标签、读写器和计算机网络构成。

3.8

越界识别 cross-border recognition

针对变电站内工作区域进行边界划分，一旦视频监控内的作业人员移动超出自身工作区域，会触发越界告警，系统自动检测识别，发出预警信息提醒作业人员。预防作业人员走错工作区域，保障工作人员的人身安全。

3.9

工程车辆识别 construction vehicle recognition

对输电线路保护区内出现大型工程车辆异常闯入时进行自动识别，例如对出现在输电保护区范围内的吊车、泵车、挖掘机等大型施工机械进行主动识别，通过通道外破类隐患识别，提前发出预警信息。

3.10

作业人员 staff

具备电气技术知识和经验，在电力场所里进行工作的人员。

4 总体要求

4.1 基本要求

4.1.1 应符合 DL/T 860 系列标准的要求，实现全站信息统一建模和接入。

4.1.2 应支撑远程对电力场所设备的安全可靠操作控制。

4.1.3 应支撑电力场所设备的运维业务，实现对电力场所设备的远程/就地运行与维护。

4.1.4 重要设备应冗余配置，保障设备的可靠性。

4.2 硬件基本配置要求

4.2.1 摄像机配置

摄像机应根据无人值守运维电力场所情况提供 2 种配置，见表 1 所示。地上或照明条件良好的无人值守运维电力场所可使用序号 1 配置，地下或照明条件较差的无人值守运维电力场所可使用序号 2 配置。

摄像机配置数量为 3 台，分别监控固定资产、主通道、高压柜。若具备良好的实施条件，摄像机配置数量可以增加至 6 台，可实现对无人值守运维电力场所进行无死角监控。

表 1 无人值守运维电力场所摄像机配置标准

序号	像素	红外灯补光距离	白光灯补光距离	防护等级
1	2 000 000 dpi	50 m	30 m	IP66
2	4 000 000 dpi	50 m	30 m	IP66

4.2.2 人脸识别装置配置

人脸识别装置配置要求见表 2。

表 2 人脸识别装置配置

项目	要求
操作系统	Linux 操作系统
摄像头	≥2 000 000 dpi、1080P，宽动态

表 2 人脸识别装置配置（续）

项目	要求
电源类型	DC 12V/3A（不带电源，集中供电）
门禁功能	支持
通讯方式	10/100/1000 Mbps 自适应网口, WIFI
面部识别容量	≥100 张
显示屏	≥4.3 in

4.2.3 人工智能服务器配置

人工智能服务器配置要求见表 3。

表 3 人工智能服务器配置

项目	要求
CPU	性能优于酷睿 i9 9900
主板	性能优于技嘉 Z390
内存	≥2*16 G
固态硬盘	≥240 G
机械硬盘	≥1 T
显卡	性能优于 NVIDIA GeForce RTX 2080 SUPER
散热器	水冷
电源	≥850 W

4.2.4 电子标签配置

电子标签配置要求见表 4 所示。

表 4 电子标签配置

项目	要求
工作频段	840 MHz~960 MHz
容量	2K bits
接口	非接触超高频
容量	满足用户需求，支持反复擦写
抗电磁干扰	在±500 kV 换流站内正常使用情况下电子标签内信息不丢失、错误
位置	应可适当弯曲贴于圆柱表面
材质	采用 ABS、PET 等绿色环保材质
数量	根据工器具数量配置

4.2.5 RFID 一体机配置

RFID 一体机配置要求见表 5 所示。

表 5 RFID 一体机配置

项目	要求
机身	立式或挂壁式一体机终端机，触摸屏
显示屏	19 寸及以上，并配有人脸、指纹识别功能
CPU	≥2.9 GHz
内存	≥8 GB、DDR3
硬盘	≥512 G
以太网	≥1、USB3.0 或以上≥4
操作系统	优先采用国产系统或非 Windows 操作系统，严禁使用停用 Windows 操作系统
声响	配有音箱，可发出声音报警
网络接口	应具备 1 个或以上有线网络接口，具备无线网络和蓝牙功能
天线	与房门处安装的圆极化天线、窄边天线
数量	每个库房配备 2 套

4.2.6 手持 RFID 终端配置

手持 RFID 终端配置要求见表 6 所示。

表 6 手持 RFID 终端配置

项目	要求
工作频率	840 MHz~845 MHz；920 MHz~925 MHz
读取距离	0 m~3 m（取决于标签与工作环境）
尺寸	≥3.5 寸
报警	可发出声音报警

4.2.7 RFID 天线

使用 RFID 电子标签进行识别，终端一体机可进行 RFID 标签的信息写入、读取。管理员使用手持终端设备可进行盘点、入库、移库等操作。RFID 天线应放置于库房门内侧，可记录 RFID 工器具借、还情况。

4.2.8 智能门锁

智能门锁应满足如下要求：

- 1) 使用金属材料；
- 2) 可使用钥匙开门，或与人脸门禁联动开门。

4.2.9 环境监测

应配置配电室温湿度检测单元，用于检测配电室温湿度数据并上传至监控系统。

4.2.10 电力运行参数监测

应配置配电室高低压配电进线柜及重要出线柜或出线回路电力运行参数的监测和测量装置，并将监测数据上传至监控系统。

4.3 软件基本配置要求

4.3.1 门禁身份识别

门禁身份识别要求见表 7 所示。

表 7 门禁身份识别要求

项目	要求
3D 人脸识别	容量满足用户需求
人脸识别	基于视频流实现动态人脸检测、人脸跟踪、人脸识别
误识率	1: N 识别 \geq 97%，1: 1 人脸比对识别 \geq 99.8%
摄像头分辨率	2 000 000 dpi
指纹识别	容量满足用户需求
协议	支持 ONVIF，应符合 GB/T 28181 相关要求
网络	支持 WIFI 或 POE（客户选配）
接口	1 路音频输出，USB 扩展，RJ-45/RS-232/RS-485 多种通信接口
通讯方式	10 M/100 M/1000 M 自适应以太网口
白平衡	自动
工作温度	-10 °C~+60 °C
工作湿度	10%~90%
显示屏	7 寸彩色非触摸 TFT LCD
分辨率	\geq 1024*600

4.3.2 鱼眼摄像头及 AI 训练算力

鱼眼摄像头应实现视频、图片标注，算力可实现使用 pytorch 搭建 yolo 进行训练，使用 labelImg 工具进行人工标注，将标注好的图片以及坐标文件、类别文件放入特定的目录，训练的标准为把各种目标拍摄各种角度，A 视频进行训练，然后使用 B 视频进行测试，测试类别要求完全正确，精确值应高于 90%，复杂种类应高于 80%，训练得到的模型，loss 应小于 0.1%。

5 技术要求

5.1 运维识别

5.1.1 人员识别

5.1.1.1 工服识别

作业人员进入无人值守运维电力场所应身着业主方规定的工服，机器视觉应对穿着工服的情况进行判定，若判定为穿着工服时不进行报警，若判定为未穿着工服时应语音提示作业人员进行标准化着装。

5.1.1.2 安全帽识别

作业人员进入无人值守运维电力场所应佩戴安全帽，机器视觉应对安全帽佩戴情况进行判定，若判定为佩戴安全帽时不进行报警，若判定为未佩戴安全帽时应语音提示作业人员佩戴安全帽。

5.1.1.3 报警语音

应根据不同情况播报“未佩戴安全帽——请佩戴安全帽”、“未穿着工服——请标准化着装”或“未佩戴安全帽、未穿着工服——非法入侵请离开”。

5.1.1.4 行为识别

应对作业人员行为安全情况进行判定，实时监测人员的行为，判断倒地等异常行为，并实时输出告警。

应对作业人员聚集进行检测，当检测区域内出现人员聚集时，并输出告警。

应进行徘徊检测，当同一目标在检测区域内运动超过一定时间时，并输出告警。

5.1.2 设备运行状态识别

5.1.2.1 高压柜运行状态识别

高压配电柜是无人值守运维电力场所最高等级的配电柜，机器视觉应对进线柜、PT柜、出线柜进行指示灯状态判定。

当出现异常时，除了对相应配电柜名称进行报警外，应报出具体配电柜，应识别目标并进行坐标位置判定。

5.1.2.2 变压器运行状态识别

变压器是无人值守运维电力场所最重要的变配电核心设备，机器视觉应对变压器的运行温度进行监测和判定。

当出现变压器运行温度异常时，除了对相应的变压器进行报警外，应识别目标并进行坐标位置判定。

5.1.2.3 低压柜运行状态识别

低压进线柜是无人值守运维电力场所进行用电分配的重要配电柜，机器视觉应对进线柜的指示灯状态监测和判定。

当出现异常时，除了对相应配电柜名称进行报警外，应报出具体配电柜，应识别目标并进行坐标位置判定。

5.1.2.4 低压电容补偿柜运行状态识别

低压电容补偿柜是无人值守运维电力场所进行用电无功补偿的重要配电柜，机器视觉应对低压电容补偿柜的指示灯状态及功率因数控制器状态进行监测和判定。

当出现异常时，除了对相应配电柜名称进行报警外，应报出具体配电柜，应识别目标并进行坐标位置判定。

5.1.2.5 报警语音

应根据不同情况播报“进线柜——XXX（编号）高压进线柜设备状态异常”、“出线柜——XXX（编号）高压出线柜设备状态异常”或“PT柜——XXX（编号）高压PT柜设备状态异常”。

应根据不同情况播报“XXX（编号）变压器A/B/C相运行温度异常”。

应根据不同情况播报“进线柜——XXX（编号）低压进线柜设备状态异常”。

应根据不同情况播报“电容柜——XXX（编号）低压电容补偿柜设备状态异常”。

5.1.3 固定资产识别

5.1.3.1 灭火器

应定期对无人值守运维电力场所配置的二氧化碳灭火器、七氟丙烷灭火装置等进行检测，出现检测目标物丢失时进行报警。

当灭火器出现人员遮挡无法报警，应在灭火器一定区域范围内进行人员识别，当满足无人状态下缺失才可报警。

5.1.3.2 标识标牌

无人值守运维电力场所标识标牌是指导作业人员的关键辅助物品，在条件允许的情况下应尽可能全部识别，现场情况不允许全部识别的情况下，应当对一次进线图、无人值守运维电力场所管理条例进行优先识别，当出现丢失时报警。

当标识标牌出现人员遮挡时不进行报警，在标识标牌一定区域范围内，应进行人员识别，只有满足无人状态下缺失才可报警。

5.1.3.3 工器具

各类工器具是无人值守运维电力场所必须配备的器材，应摆放在明显可见位置，各无人值守运维电力场所应对所有工器具进行规范整齐的摆放，机器视觉系统对其全部进行识别，出现任一物品缺失应报出缺失名称。

工器具报警时间应根据无人值守运维电力场所性质灵活设置报警时间，避免出现正常使用时报警缺失。

5.1.3.4 物体取用

AI 物体取用识别装置用于采集所述电力工器具的图像，识别所述用户对象当前拿取的目标电力工器具的目标器具信息。

所述图像包括样本图像和待测图像，并按照下列流程进行：

- 1) 根据所述样本图像进行学习训练，得出识别模型；
- 2) 将待测图像输入至所述识别模型中，得出对应的识别器具信息；
- 3) 根据各所述识别器具信息得出所述器具信息列表。

5.1.4 区域越界识别

电力场所内作业人员应按照相关要求且根据工作内容在允许区域内进行作业。区域越界识别模型，可根据工作票内容对变电站内工作人员进行工作区域边界划分，当工作人员越过自己的工作区域时应立即报警，同时截取图像并上传告警信息。通过该模型的建立可确保工作人员的工作范围，有效预防工作人员走错工作区域，降低事故发生的可能性，保证工作人员的安全。

5.1.5 输电线路工程车辆识别

架空输电线路具有所处地理位置特殊、运行环境复杂、运维工作点多面广、涉及任务繁杂等特点。基于人工智能建设安全隐患预防体系，为了控制地面危险因素对架空输电线路和高压铁塔安全运行的影响，实现输电线路防外力破坏的在线智能监控。对出现在输电保护区范围内的吊车、泵车、挖掘机等大型施工机械应进行主动识别，提前预警，降低因外力破坏而引起的跳闸率，以解决输电线路以往人工排查效率低下、排查周期过长、出现隐患违规不能及时发现造成危险因素持续等问题。

5.1.6 动物入侵识别

电力场所发热设备易成冬季野生动物（如蛇、猫、狗等）的避寒场所，影响了电力场所的运行安全。避免野生动物入侵的影响，对出现在电力场所范围内的动物进行主动识别，同时截取图像并上传警告信息，降低事故发生的可能性，保障电力场所设备的正常运转。

5.1.7 烟火识别

使用可见光或红外热成像智能分析技术，当检测出以下异常时输出告警：主变压器等重点设备周边的烟雾、火焰；变电站内作业区域的动火热源。

5.2 参数采集

5.2.1 电流

电流主要采集进线柜电流，采集频率要求至少 3 s/次，电流采集后应进行电流曲线绘制。横坐标为时间，纵坐标为采集数值。

5.2.2 电压

电压主要采集进线柜电压，采集频率要求至少 3 s/次，电压采集后应进行电压曲线绘制。横坐标为时间，纵坐标为采集数值。

5.2.3 有功功率

有功功率主要采集进线柜数据，采集频率要求至少 3 s/次，有功功率采集后应进行有功功率曲线绘制。横坐标为时间，纵坐标为数值。

当有功功率低于预设值时，系统应发出报警。

5.2.4 无功功率

无功功率主要采集进线柜数据，采集频率要求至少 3 s/次，无功功率采集后应进行无功功率曲线绘制。横坐标为时间，纵坐标为数值。

5.2.5 三项不平衡

三相不平衡应纳入监测之中，并绘制相应波动曲线，以便查看波动时间点。

当出现三相不平衡大于 2%时，系统应发出报警。

5.2.6 功率因数

功率因数应纳入监测之中，并绘制相应波动曲线，以便查看波动时间点。

当出现功率因低于设定值时（ $1 < \cos < 0.9$ ），系统应发出报警。

5.2.7 频率

频率应纳入监测之中。

5.2.8 有功电量、无功电量，峰、谷、平时段的用电量

有功电量、无功电量，峰、谷、平时段的用电量主要采集进线柜数据，采集频率要求至少 3 s/次，并绘制相应用电量曲线，以便统计用户的用电负荷。

5.2.9 用电报表

根据用户需要定期（每月）给提供用户配电室用电参数（三相电流、三相电压、频率、总功率因数、总有功、总无功）及用电量（总有功电量、总无功电量，峰、谷、平时段的用电量）报表。

5.3 事件告警

5.3.1 告警准确率

每一次告警应对告警准确率进行统计，并绘制相应准确率曲线。

5.3.2 告警查询

应具备按照周、年、月进行告警数查询功能，并绘制相应曲线。

5.3.3 告警信息发布

5.3.3.1 告警信息发布方式至少具备短信发布、平台发布两种，也可同时具备手机 APP/小程序发布功能。

5.3.3.2 短信发布接收人至少 2 人，即责任电工与主要负责人。

5.3.3.3 平台发布应在平台明显位置进行发布，并具有明显提示性信号。

5.3.3.4 APP/小程序的发布可根据无人值守运维电力场所管理方的具体需求进行配置，发布应具备主动通知功能。

5.3.4 局部放电监测

5.3.4.1 应采用非接触的监测方法，通过超高频传感器接收局部放电过程中辐射的超高频电磁波，从而实现局部放电的监测。

5.3.4.2 实时监测开关柜监测点局部放电幅值、频次局放数据、电缆连接处温度数据以及确定放电点相对位置，采集到异常数据时生成告警信息。

5.3.4.3 最小测量放电幅值：2pC，放电脉冲的时间分辨率为 10 μs，相位分辨率为 0.18°。测温精度为 ±0.5℃。

5.3.4.4 可根据局部放电严重程度给出报警状态。

5.4 专家远程指导

5.4.1 应联系专家参与指导，可通过专家远程指导的方式组建指挥部。

5.4.2 根据电力场所的运行情况、内外部环境，结合实际情况，专家可开展安全评估工作，安全评估可参照下列四个阶段：

- 1) 前期自查；
- 2) 研究分析；
- 3) 咨询整改；
- 4) 终期评估。

6 证实方法

6.1 验证运维识别

6.1.1 识别人员

测试机器视觉能否对作业人员身着规定的工服和其他服装、佩戴安全帽进入无人值守运维电力场所进行人员判定，应可发出对应的报警语音和自动留存数据记录。

6.1.2 识别设备运行状态

测试机器视觉能否对作业人员改变进线柜、PT柜、出线柜的状态出现的不同指示灯进行判定，应能相应报警，包括报出具体配电柜和坐标位置判定。

6.1.3 识别固定资产

测试机器视觉能否对灭火器、标识标牌、工器具、物体取用进行识别判断，并可对应报警。

6.1.4 识别区域越界

测试机器视觉能否对越过工作区的行为时截取图像保存并同时报警，并保存相关记录。

6.1.5 识别输电线路工程车辆

测试机器视觉能否对在输电保护区范围内的吊车、泵车、挖掘机等大型施工机械进行主动识别，提前预警，并保存相应记录。

6.1.6 动物入侵识别识别

测试机器视觉可否对在输电保护区范围内的蛇、猫、狗等等野生动物应进行主动识别，提前预警，并保存相应记录。

6.2 验证参数采集

6.2.1 电流

由独立测试人员对绘制的电流曲线进行检查并记录。

6.2.2 电压

由独立测试人员对绘制的电压曲线进行检查并记录。

6.2.3 有功功率

由独立测试人员对绘制的有功功率曲线进行检查，确认系统有否发出报警并记录。

6.2.4 无功功率

由独立测试人员对绘制的无功功率曲线进行检查并记录。

6.2.5 三项不平衡

由独立测试人员对绘制的三项不平衡波动曲线数据进行检查并记录，当作业人员可通过改变变压器状态，使其三项不平衡大于 2%，应检查系统是否发出报警状态。

6.2.6 功率因数

由独立测试人员对绘制的功率因数波动曲线数据进行检查并记录。

6.2.7 频率

由独立测试人员检查频率是否纳入监测之中。

6.2.8 有功电量、无功电量，峰、谷、平时段的用电量

由独立测试人员对用电量曲线数据进行检查并记录。

6.2.9 用电报表

由独立测试人员对对用电参数与用电量报表进行检查并记录。

6.3 验证事件告警

6.3.1 告警准确率

人工对绘制的告警准确率曲线与实际告警准确率是否一致进行核对。

6.3.2 告警查询

人工对周、年、月进行告警数量查询功能进行确认，检查绘制的告警数曲线真实与实际告警数是否一致。

6.3.3 告警信息发布

6.3.3.1 人工查看告警信息发布方式是否具备短信发布、平台发布两种功能，或同时具备手机 APP/小程序发布功能。

6.3.3.2 人工查看短信发布接收人是否包含责任电工与主要负责人。

6.3.3.3 人工查看平台发布是否在平台明显位置进行发布，且具有明显提示性信号。

6.3.3.4 人工查看 APP/小程序的发布是否根据无人值守运维电力场所管理方的具体需求进行配置，且发布是否具备主动通知功能。

6.4 验证专家远程指导

由作业人员确认专家参与远程指导并形成指导记录。

参 考 文 献

- [1] GB/T 30155-2013 智能变电站技术导则
 - [2] GB/T 37546-2019 无人值守变电站监控系统技术规范
 - [3] DL/T 1403-2015 智能变电站监控系统技术规范
 - [4] DL/T 5149-2020 变电站监控系统设计规程
-