

团 体 标 准

T/CES XXX XXX

输电线路智能辅助带电作业安全监测预警系统

Intelligent Auxiliary Live Working Safety Monitoring and early
warning system of Transmission Line

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会

发布

目 录

1	范围.....	3
2	规范性引用文件.....	3
3	术语和定义.....	4
4	分类和组成.....	4
4.1	分类.....	4
4.2	组成.....	4
5	技术要求.....	5
5.1	工作条件.....	5
5.2	人体体征监测预警.....	5
5.3	安全距离监测预警.....	6
5.4	现场视频采集.....	7
5.5	检修现场管控.....	7
6	试验方法.....	8
6.1	性能测试.....	8
6.2	环境适应性试验.....	8
6.3	电磁兼容试验.....	9
6.4	机械性能试验.....	9
6.5	电池性能试验.....	9
7	检验规则.....	9
7.1	型式试验.....	9
7.2	出厂试验.....	10
8	标志、使用说明书、包装、运输和贮存.....	11
8.1	标志.....	11
8.2	使用说明书.....	11
8.3	包装.....	11
8.4	运输.....	12
8.5	贮存.....	12

前 言

本标准依据 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》制定。

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这些专利的责任。

本标准由国网湖南省电力有限公司输电检修分公司提出。

本标准由中国电工技术学会归口。

本标准起草单位：国网湖南省电力有限公司输电检修分公司、国网湖南省电力有限公司、武汉大学、广州南方卫星导航仪器有限公司、广州南方智能技术有限公司。

本标准主要起草人：李勇、牛捷、李化旭、郭昊、汪志刚、王伟、席崇羽、杨琪、向云、王振宇、杨开平、李承农、毛盾、张森林、陈新开、秦威楠。

输电线路智能辅助带电作业安全监测预警系统

1 范围

本标准规定了输电线路智能辅助带电作业安全监测预警系统的分类、型号编码、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装等。

本标准适用于电网运行检修企业进行输电线路智能辅助带电作业安全监测预警系统建设。

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）适用于本标准。

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.51 电工术语 架空线路

GB/T191 包装储运图示标志

GB/T 14286 带电作业工设备术语

GB2894 安全标志及其使用导则

GB5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T7251.8 低压成套开关设备和控制设备 智能型成套设备通用技术要求

GB/T9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 25095 架空输电线路运行状态监测系统

GB/T36321 特种机器人分类、符号、标志

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T39399 北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范

GB/T 26804.7 工业控制计算机系统 功能模块模板 第7部分：视频采集模块通用技术条件及评定方法

GB40165 固定式电子设备用锂离子电池和电池组安全技术规范。

IEC60601-2-59 医用电气设备 第2-59部分：基本安全和人类发热体温筛查温度及的基本性能的特殊要求

DL/T 1248 架空输电线路状态检修导则

DL/T 1006 架空输电线路巡检系统

Q/GDW 242 输电线路状态监测装置通用技术规范

Q/GDW 245 架空输电线路在线监测系统通用技术条件

Q/GDW 1799.2 电力安全工作规程（线路部分）

Q/GDW1905 输变电设备状态检修辅助决策系统技术导则

Q/GDW 11399 架空输电线路无人机巡检作业安全工作规程

Q/GDW 11796 智能输电线路技术导则

AQ/T 4206 作业场所职业危害基础信息数据

DB32/T 3800 智能手环通用技术条件及测试方法

3 术语和定义

Q/GDW 1799.2-2013、Q/GDW 242-2010 中界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 智能辅助带电作业 Intelligent auxiliary live working

采用无人机、机器人、监测装置、预警装置、可视化装置等智能化装置辅助开展的带电作业。

3.2 带电作业安全监测预警系统 Live Working Safety monitoring and early warning system

通过采集带电作业人员体征指标、安全距离情况及作业视频等数据，对带电作业现场危险因素进行分析判断，并通过预警装置提前发出危险告知信号的装置。

3.3 人体体征监测预警装置 Human body sign monitoring and early warning device

通过采集带电作业人员心率、血压、体温、脉搏等体征数据，对作业人员的健康状况进行分析诊断，并通过预警功能发出危险告知信号的装置。

3.4 安全距离监测预警装置 Safety distance monitoring and early warning device

通过实时采集带电作业人员在带电作业过程中的空间定位信息、视频等数据，实时计算作业人员与危险区域间的相对距离，分析判断作业人员是否超出安全作业边界，并通过预警装置提前发出危险告知信号的装置。

3.5 可视化采集装置 Visual acquisition device

对带电作业人员所处作业现场采用可见光摄像头、麦克风、激光雷达等传感器进行可视化视频采集、处理、存储、发送至其他终端的装置。

3.6 检修现场管控装置 Overhaul on-site control devices

将带电作业人员在作业现场中的人体体征监测数据、安全距离监测数据、作业现场视频、预警信息等数据进行融合展示的装置。

4 分类和组成

4.1 分类

按通信方式可分为：

- a) wifi 通信；
- b) 蓝牙通信；
- c) 4G/5G 通信；
- d) 图传/数传电台。

4.2 组成

输电线路智能辅助带电作业安全监测预警系统通常由人体体征监测预警装置、安全距离监测预警装置、现场视频采集装置以及检修现场管控装置等终端设备组成。具备采集作业现场信息，对带电作业现场危险因素进行分析判断，并通过预警装置提前发出危险告知信号等功能。

5 技术要求

5.1 工作条件

工作条件分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三种等级，其工作条件应满足表 1 的规定。

表1 工作条件

等级	环境温度	工作温度	相对湿度	大气压力
Ⅰ级	-15℃～+45℃	0℃～+30℃	5%～80%	50kPa～106kPa
Ⅱ级	-20℃～+45℃	-5℃～+35℃		
Ⅲ级	-25℃～+45℃	-10℃～+40℃		

5.2 人体体征监测预警

人体体征监测预警功能通过人体体征监测预警装置实现，具体功能要求如下：

5.2.1 采集参量要求

应能采集作业人员心率、血压、温度等标准人体体征状态的数据。

5.2.2 采集方式

应使用自动采集方式。

5.2.3 采集频率

采集频率可根据使用需要进行调整设置。不小于 1 分钟 1 次。

5.2.4 数据传输

具备输出所采集的人员体征信息的功能，能将数据传输至其他终端设备。采用无线通信时，空旷无遮挡条件下，通信距离应大于 1000m。在带电作业环境下，通讯信号稳定，信息传递没有阻滞、断线情况。

5.2.5 预警

具备预警功能，当采集的数据超过设定的阈值则进行预警，应能发出危险告知信息。

5.2.6 装置工作状态输出

应具备将设备号、电池电量等装置自身软硬件工作状态输出的功能。

5.2.7 装置更新

应具备身份辨认、远程更新程序的功能，具备完善的更新机制与方式。

5.2.8 外观要求

表面不可有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形等现象；表面涂覆层应均匀不气泡、龟裂和脱落；金属部件不可锈蚀和损伤，没有肉眼可见的尘点附着物；无刺激性气味。电源视检按钮、指示灯颜色应符合 GB/T4025—2010 中 4.2.1.1 的规定，功能应正常。

5.2.9 工作环境适应性

应满足 DB32/T3800-2020 中 4.3.2 的要求，防尘防水防护等级不低于 GB/T 4208 中规定的 IP34 等级，续航时间不小于 4 小时。

5.3 安全距离监测预警

安全距离监测预警功能通过安全距离监测预警装置实现，具体功能要求如下：

5.3.1 采集参量要求

应能采集塔上作业人员手部、脚部、头部等部位的位置信息（经度、纬度、高程）。测量精度应满足 GB/T39399-2020 中 4.9 的要求，且精度应优于 50cm。

5.3.2 采集方式

应使用自动采集方式。

5.3.3 采集频率

采集频率可根据使用需要进行调整设置。不小于 1 分钟 10 次。

5.3.4 数据传输

具备输出所采集的位置信息的功能，能将数据传输至其他终端设备。采用无线通信时，空旷无遮挡条件下，通信距离应大于 1000m。在带电作业环境下，通讯信号稳定，信息传递没有阻滞、断线情况。

5.3.5 预警

具备预警功能，当采集的数据超过设定的阈值则进行预警，应能发出危险告知信息。

5.3.6 装置工作状态输出

应具备将设备号、电池电量等装置自身软硬件工作状态输出的功能。

5.3.7 装置更新

应具备身份辨认、远程更新程序的功能，具备完善的更新机制与方式。

5.3.8 外观要求

表面不可有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形等现象；表面涂覆层应均匀不气泡、龟裂和脱落；金属部件不可锈蚀和损伤，没有肉眼可见的尘点附着物；无刺激性气味。电源视检按钮、指示灯颜色应符合 GB/T4025—2010 中 4.2.1.1 的规定，功能应正常。

5.3.9 工作环境适应性

满足 GB/T39399-2020 中 4.13 中的要求，并能在 110kV 及以上电压等级环境下正常工作，续航时间不小于 4 小时。

5.3.10 信号接收性能

满足 GB/T39399-2020 中 4.6 中的要求。

5.4 现场视频采集

现场视频采集功能通过现场视频采集装置实现，具体功能要求如下：

5.4.1 采集参量要求

- a) 应能采集作业现场视频语音数据，对音视频数据进行本地存储；
- b) 应能将音视频数据发送至其他终端。数据传输距离应大于 1000m；
- c) 视频采集像素不低于 2000 万。
- d) 符合 GB/T 26804.7-2017 中 6.1 基本要求。

5.4.2 采集方式

装置应同时具备自动采集方式与受控采集方式。

5.4.3 数据传输

采用受控方式进行采集时，空旷无遮挡条件下，与控制器的通信距离应大于 100m。在带电作业环境下，通讯信号稳定，信息传递没有阻滞、断线情况。

5.4.4 工作环境适应性

应符合 GB/T 26804.7-2017 中 6.3 环境适应性要求，续航时间不小于 1 小时。防尘防水防护等级不低于 IP54。

5.4.5 外观

外观应符合下列基本要求：

- a) 视频采集模块的外观应光洁、无划痕、无断裂、无机械损伤，元器件和固件不应松动和脱落，插件应可靠接触；
- b) 视频采集模块表面的型号、文字、符号应字迹清晰，无损伤、无脱字。

5.5 检修现场管控

检修现场管控功能通过检修现场管控装置实现，具体功能要求如下：

5.5.1 通信要求

应具备电台、wifi、蓝牙、4G/5G 等多种通信模块，在带电作业环境下，通讯信号稳定，控制信息传递没有阻滞、断线情况，视频图像清晰，采用无线通信时，空旷无遮挡条件下，通信距离应大于 1000m。

5.5.2 环境适应性

续航时间不小于 4 小时。防尘防水防护等级不低于 IP34。

5.5.3 数据存储要求

运行内存不小于 16G，硬盘内存不小于 1T，硬盘可支持扩展。

5.5.4 预警信息

应能够将人体体征预警信息、安全距离监测预警信息等进行可视化展示，将预警信息进行突出显示，向使用人发出警告。

6 试验方法

6.1 性能测试

6.1.1 人体体征监测预警功能

6.1.1.1 心率监测

具有心率监测功能的装置，心率参数的测试按照 DB32/T 3800-2020 中 5.3.1.3 的要求执行。

6.1.1.2 血压监测

具有血压监测功能的装置，心率参数的测试按照 DB32/T 3800-2020 中 5.3.5.3 的要求执行。

6.1.1.3 温度监测

具有温度监测功能的装置，温度参数的测试按照 IEC60601-2-59 的要求执行。

6.1.2 安全距离监测预警功能

6.1.2.1 距离监测精度

距离监测精度测试应按照 GB/T39399-2020 中 5.11 的要求执行。

6.1.2.2 数据处理软件

按照软件说明进行软件安装。安装完毕后运行软件，至少进行一次软件运行使用；运行软件后，按照软件提供的卸载方式卸载软件，查看是否能正常卸载。再进行必备功能检查，根据软件提供的功能按照数据传输、参数设置、预警分析功能顺序进行逐项操作检查。必备功能检查通过后，对软件说明书声称的其他功能进行逐项操作检查。

6.1.3 现场视频采集功能

6.1.3.1 基本要求检查

对视频、音频等基本要求的检查，应按照 GB/T26804.7-2017 中的 7.2、7.3 规定的程序和方法进行试验。

6.1.3.2 数据传输功能

应按 GB/T35697-2017 中 7.2.5 中规定的程序和方法进行试验。

6.1.4 检修现场管控功能

按照装置使用说明书的规定，对主要功能进行逐项检查，核实其能否正常工作。

6.2 环境适应性试验

6.2.1 耐温耐湿环境试验

按照 JB/T8896 中 5.10 规定进行。

6.2.2 防尘防水试验

按照 GB/T4208 中 13.4、14.2.4 规定进行。

6.3 电磁兼容试验

6.3.1 静电放电抗扰度

按 GB/T 17626.2 等级 3 的要求进行接触放电试验，试验后设备应能正常工作。

6.3.2 工频磁场抗扰度

设备应能承受 GB/T 17626.8 等级 4 的试验要求，试验后设备应能正常工作。

6.3.3 脉冲磁场抗扰度

应满足 GB/T 17626.9 中规定的试验等级为 5 级的脉冲磁场抗扰度要求，试验后设备应能正常工作。

6.4 机械性能试验

6.4.1 振动试验

按照 GB/T35697-2017 中 7.2.10.1 的要求进行试验。试验后装置应无损坏，紧固件，连接件无松动、脱落等现象，通电后装置能正常工作。

6.4.2 碰撞试验

按 GB/T2423.6 中规定的试验方法和要求进行试验。试验后，装置应无损坏，紧固件，连接件无松动、脱落等现象，通电后装置能正常工作。

6.4.3 耐跌落试验

按照 GB/T2423.7 中 5.2 所述的方法 1 规定进行。试验后，装置应无损坏，紧固件，连接件无松动、脱落等现象，通电后装置能正常工作。

6.5 电池性能试验

6.5.1 一般安全要求试验

按 GB40165-2021 的要求进行试验，满足 GB40165-2021 中对电池一般安全的要求。

6.5.2 电安全试验

按 GB40165-2021 的要求进行试验，满足 GB40165-2021 中对电池电安全的要求。

6.5.3 电池环境安全试验

按 GB40165-2021 的要求进行试验，满足 GB40165-2021 中对电池环境安全的要求。

6.6 数据传输试验

按照 GB/T35697 的要求开展数据传输试验，被测试设备应满足 5.2.4、5.3.4、5.4.3、5.5.3 规定的功能。

7 检验规则

7.1 型式试验

7.1.1 检验规则

有下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型鉴定时；
- b) 已定型的产品，如设计、关键工艺、材料有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产的产品，每 4 年进行一次；
- d) 产品停产 3 年恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时。

7.1.2 检验项目

应按表 2 中型式试验的检验项目执行。

表2 检验项目

序号	检验项目分类	检验项目	型式试验	出厂试验
1	外观和结构检查	外观和结构检查	●	●
2	功能检验	人体体征监测预警功能检验	●	●
3		安全距离监测预警功能检验	●	●
4		现场视频采集功能检验	●	●
5		检修现场管控功能检验	●	●
6	环境适应性试验	耐温耐湿环境试验	●	—
7		防尘防水试验	●	—
8	电磁兼容试验	静电放电抗扰度试验	●	—
9		工频磁场抗扰度	●	—
10		脉冲磁场抗扰度试验	●	—
11	机械性能试验	振动试验	●	○
12		碰撞试验	●	○
13		耐跌落试验	●	○
14	电池性能试验	一般安全要求试验	●	○
15		电安全试验	●	○
16		电池环境安全试验	●	○
17	数据传输试验	数据传输试验	●	●
注：●表示必做的项目，○表示可选做的项目，—表示不做的项目				

7.1.3 样品

型式试验的样品应不少于 3 台。

7.1.4 结果评定

样品全部通过试验为合格。

7.2 出厂试验

7.2.1 检验规则

应对整套装置进行逐台出厂检验。

7.2.2 检验项目

应按表 1 中出厂检验的项目执行。

7.2.3 结果评定

检验中出现任一检验项目不合格，均判该套装置为不合格。

8 标志、使用说明书、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 设备标志

在装置的显著位置应有铭牌，内容至少应包括：

- a) 装置名称、型号；
- b) 生产厂名、商标、产地
- c) 出厂编号
- d) 出厂年月等

8.1.2 包装标志

在包装箱的适当位置，应标有显著牢固的包装标志，内容至少应包括：

- a) 生产企业名称、地址；
- b) 装置的名称、型号；
- c) 设备数量；
- d) 包装箱外形尺寸（mm）；
- e) 净重或毛重（kg）；
- f) 运输作业安全标志。

8.2 使用说明书

使用说明书按 GB/T9969 的规定编写。

8.3 包装

8.3.1 基本要求

装置的包装应满足 GB/T13384，符合牢固、美观和经济的要求，做到结构合理、紧凑，防护可靠，在正常储运、装卸条件下，保证装置不致因包装不善而引起设备损坏、散失、锈蚀、长霉和降低准确度等。

8.3.2 包装环境要求

装置包装时，周围环境级包装箱内应清洁、干燥、无有害气体、无异物。

8.3.3 产品防护

装置的防振、防尘、防潮等防护包装应按 GB/T13384 中的有关规定进行。

8.3.4 随机文件清单

随机文件应齐全，至少包含如下文件清单：

- a) 装箱清单；
- b) 安装使用说明书；
- c) 出厂合格证；
- d) 出厂检验报告。

8.4 运输

包装完整的装置在运输过程中应避免雨、雪的直接淋袭，并防止受到剧烈的撞击和振动。

8.5 贮存

应存放在室内或能避雨、雪、风、沙的干燥场所，环境温度为-10℃~+45℃，相对湿度应小于80%；周围无腐蚀性挥发物，无强电磁场作用。