

ICS 19.020  
CCS K 85

T/CSEE 0372—2023

# 团 体 标 准

T/CSEE 0372—2023

## 陆上风电场智慧化建设技术规范

Technical specifications for intelligent construction of onshore wind farms

团 体 标 准  
陆上风电场智慧化建设技术规范

T/CSEE 0372—2023

\*

中国电力出版社出版、印刷、发行  
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

\*

2024 年 1 月第一版 2024 年 1 月北京第一次印刷  
880 毫米×1230 毫米 16 开本 0.5 印张 20 千字

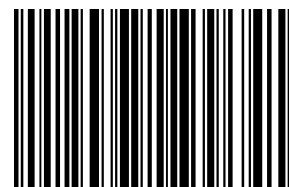
\*

统一书号 155198 • 5065 定价 20.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电机工程学会官方微信



155198.5065

2023-08-14 发布

2023-11-14 实施

中国电机工程学会 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 缩略语..... 1

5 一般要求..... 1

6 硬件要求..... 2

7 软件要求..... 3

8 信息安全要求..... 7

## 前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，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》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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会火力发电专业委员会技术归口并解释。

本文件起草单位：西安热工研究院有限公司、国电南京自动化股份有限公司、华能陕西发电有限公司、华能山东发电有限公司、华能江苏发电有限公司、西安交通大学。

本文件主要起草人：王忠杰、王照阳、韩斌、刘滨江、李佳东、张磊、赵勇、邓巍、张世磊、陈臣、朱辰泽、孙达康、陈玉。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条 1 号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：[cseebz@csee.org.cn](mailto:cseebz@csee.org.cn)）。

# 陆上风电场智慧化建设技术规范

## 1 范围

本文件规定了陆上风电场智慧化建设过程中应配备的硬件、软件技术要求和安全管理技术要求。  
本文件适用于指导陆上风电场在智慧化建设方面的技术和管理工作。

## 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 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求  
GB/T 30155 智能变电站技术导则  
GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则  
GB/T 50549 电厂标识系统编码标准  
DL/T 666 风力发电场运行规程  
DL/T 793（所有部分）发电设备可靠性评价规程  
DL/T 796 风力发电场安全规程  
NB/T 10321 风电场监控系统技术规范  
NB/T 31071—2015 风力发电场远程监控系统技术规程  
NB/T 31145 风电场标识系统编码规范  
T/CSEE 0329 海上风电场智慧运维规范

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AGC：自动发电控制（automatic generation control）

App：智能手机的第三方应用程序（application）

CMS：风电机组振动状态监测系统（condition monitoring system）

SCADA：数据采集与监视控制（supervisory control and data acquisition）

SOE：事件顺序记录（sequence of event）

## 5 一般要求

5.1 对风电场设备和实时监测数据应进行标准化编码。设备编码应包括公司编码、场（站）编码、设备编码，编码标准可按 GB/T 50549 或 NB/T 31145 执行；实时监测数据分类宜包括公司、场（站）、设备、系统和子系统。

5.2 数据格式统一和兼容要求，对于结构化的机组 SCADA 系统、变电站综合自动化系统、运维管理系统、风功率预测系统、电能量计量系统数据应建立数据仓库，并提供开放数据服务；对于 CMS 振动数

据及其他高频时变参量监测系统产生的数据，应提供原始数据读取规则和数据接口，在不具备实时传输条件时，采集单元应采用条件传输和定时传输。

5.3 在风电机组、箱式变电站、升压站内的主要设备配置传感器或者智能辅助装置时，应充分考虑温度、湿度、风沙、雨雪、盐雾等气候环境条件，确保其能够适应所处环境。

5.4 风电场无线网络信号应实现升压站、风电机组、箱式变压器等主要设备的有效覆盖。在电信运营商 4G、5G 信号覆盖良好的区域应优先使用运营商建设的公共网络服务。对于信号无法覆盖或信号较弱的作业面或机位，应对人员、车辆、船只配备移动信号中继设备，或补充建设固定无线通信设备和设施。

5.5 无线网络建设时，无线网络接入节点处应采取信息安全防护措施。网络建设、生产数据传输和数据接入应符合安全分区等网络安全防护要求，并应符合当地电信、电力安全管理政策。无线网络接入终端应具有安全限制和接入认证功能。

## 6 硬件要求

### 6.1 风电机组

6.1.1 叶片监测，可安装用于测量叶片挥舞、摆振、噪声及应力的传感器。

6.1.2 变桨系统监测，可在每个变桨轴承安装用于测量振动和电流的传感器。

6.1.3 主轴轴系监测，可安装用于测量位移和振动的传感器。

6.1.4 塔筒监测，宜在机组塔筒顶部及底部安装用于测量倾角的传感器。

6.1.5 传动链监测，宜在合适位置安装用于测量齿轮箱和发电机振动、轴承及齿轮箱温度和压力、液压系统压力、叶轮及发电机转速、发电机三相电流的传感器或监测装置。

6.1.6 润滑系统监测，对采用自动润滑加注装置的偏航轴承、变桨轴承、主轴承和发电机轴承，可安装用于监测自动润滑加注装置运行状态的监测装置；对采用油液润滑的主齿轮箱，可安装用于实时监测金属颗粒数量、油液黏度、水分、酸值和介电常数的监测装置。

6.1.7 刹车系统监测，应安装实时监测偏航制动和高速刹车片磨损程度及压力、油位变化情况的监测装置。

6.1.8 控制柜监测，可安装用于监测开关柜和环网柜中接头发热情况的测温设备。

6.1.9 机舱与塔筒底部监测，可安装用于监测温湿度的传感器和烟雾探测器，以及高清摄像机和双向语音对讲等装置。

### 6.2 集电线路

6.2.1 应监测架空线和地下电缆接头处的温度。

6.2.2 可安装防雷检测装置监测雷击。

### 6.3 升压站

6.3.1 宜具备变电站设备运行温度、湿度等环境定时检测功能，实现空调、通风系统、加热器的远程控制或与温湿度控制器的智能联动。

6.3.2 可在升压站厂界处部署电子围栏、警示标志和警告设备。

6.3.3 其他可按 GB/T 30155 执行。

### 6.4 视频监视

6.4.1 风电机组机舱内部、塔筒底部及塔筒外部位置均应设置视频监视点。

6.4.2 机舱内部宜架设摄像机监视发电机、齿轮箱、偏航设备和舱内控制柜等主要设备的运行情况。

- 6.4.3 塔筒底部宜架设摄像机监视主控制柜、变流器柜、电气柜运行情况和塔筒开门处情况。
- 6.4.4 塔筒外部宜架设摄像机监视风电机组出入口及箱式变压器附近情况。
- 6.4.5 升压站主变压器及配电装置处可部署红外热成像监视装置。
- 6.4.6 升压站内宜配置视频监控系统并可远传，用于和站内监控系统在设备操控、事故处理时协同联动，并具备设备就地、远程视频巡检及远程视频工作指导的功能。

## 6.5 安防系统

- 6.5.1 可在集控室、电子间、升压站入口处安装人脸识别或指纹识别装置，并与门禁联动。
- 6.5.2 可在场站办公场所入口处安装车辆自动识别装置。
- 6.5.3 可采用卫星定位、蓝牙信标或二维码扫描对人员及交通工具实时定位。

## 6.6 通信网络

- 6.6.1 自建无线网络带宽不应小于 100 Mbit/s，支持工作现场实时画面或视频信息多路回传。
- 6.6.2 网络通信架构设计应确保在运行维护时试验部分的网络不影响运行系统。
- 6.6.3 防护等级应满足现场实际工作环境要求，室内设备防护等级不应低于 IP54，室外设备防护等级不应低于 IP65，沿海设备防护等级不应低于 IP66。设备及通信线缆应采用电磁屏蔽措施。应自动避开干扰频率，网络恢复时间不应大于 1 min。
- 6.6.4 网络信号应兼容通用的工业、民用设备网络信号制式。设备接口应和通用设备平滑连接且互通。应支持移动终端在通信节点间平滑切换。

## 6.7 其他设备设施

- 6.7.1 风电场可配置具备路线规划、远程操作的无人机系统，并可配备无人机自动机库或无人机自动机巢。
- 6.7.2 无人值守升压站可配备具备路线规划、远程操作、可见光和红外成像功能的机器人系统。

# 7 软件要求

## 7.1 集控系统

### 7.1.1 系统主站功能

- 7.1.1.1 系统应支持通过标准化信息模型与电网调度系统和配电自动化系统实现交互。
- 7.1.1.2 监控系统应配置实时数据库、历史数据库和关系数据库。对来自子站的实时数据应更新、存储，对系统配置、二次加工数据应进行关系型存储。
- 7.1.1.3 支撑软件宜包括数据库管理子系统、网络通信管理子系统、图形管理子系统等模块。
- 7.1.1.4 机组运行状态监测应包括运行、限功率运行、待机、故障、检修、离线状态。
- 7.1.1.5 监控系统人机界面应满足 NB/T 31071—2015 中 7.2.1 的要求，监控显示还宜包括下列内容：
  - a) 发电负荷一览表，显示场站上网负荷、AGC 下发值等。
  - b) 升压站电气主接线图、分接线图及光字牌等。
  - c) 箱式变压器设备运行监控图。
- 7.1.1.6 系统报警处理应具备下列功能：
  - a) 报警信息应包括设备运行状态改变事件、告警、故障、保护信息、测量值越限、通道通信故障等信息。

- b) 报警输出信息应支持实时报警弹窗，支持声音报警，宜支持语音播报报警内容。
- c) 报警信息应默认按照时间倒序显示，并应支持对报警信息进行确认、复位和备注处理。已确认的和未确认的报警信息应有明显的区别。
- d) 报警应支持历史事件查询，可按场站、工期、设备、描述等信息筛选。
- e) 系统应支持风电机组代码型、比特型故障事件解析。

7.1.1.7 系统远程控制应具备下列功能：

- a) 系统应支持风电机组和箱式变电站的远程控制，风电机组远程控制应包括启机、停机、复位、有功调节。
- b) 系统应支持升压站设备远程控制。控制对象应包括断路器/隔离开关分合，无功补偿装置投切，有载调压变压器分接头调节。集控操控权限应与当地电网调度机构沟通确认。
- c) 主站宜具备集群控制功能，可预定义发电设备集群。主站应支持选择多个发电设备控制对象发出控制指令。
- d) 遥控操作只应在操作员工作站上进行，操作人员应具有权限和登录口令才能实施操作。电气设备操控应具备操作人和监护人两次权限验证功能。
- e) 系统应支持对电气设备 SOE 事件的接收和显示能力。
- f) 对具备 SOE 能力的风电机组主控系统，应通过场站侧风电机组 SCADA 系统的开放外送接口进行采集，集控系统宜具备采集、处理、存储和查询展示的能力。

7.1.1.8 集控系统宜具备事故追忆和事故反演能力。事故追忆记录应分事故前后两个时段，两个时段时长和采样间隔可调整。追忆记录采样速率宜为 1 次/s，记录时间长度不应少于 180 s，事故前时间长度不应少于 60 s，事故后时间长度不应少于 120 s。

7.1.1.9 系统时钟对时应具备接收卫星对时系统命令的功能，应支持网络时间协议（NTP）等方式对时，并可通过报文等方式对子站对时。

7.1.1.10 系统硬件和软件应支持按数据容量扩展。

7.1.2 系统子站功能

子站功能除应满足 NB/T 31071—2015 中 7.1 的要求外，还应具备以下功能：

- a) 子站采集对象应包括升压站综合自动化、风电机组、箱式变压器设备、电能计量、风功率预测、AGC 等。
- b) 子站与主站信息交换宜具备压缩功能。
- c) 子站应具有断点续传、通信多协议转换功能。通信中断时，采集系统应至少保存 7 天内的数据，通信恢复后继续上传。实时数据和历史数据双数据流传输时，宜保证实时数据传输，续传完成后恢复正常数据流。

7.1.3 性能技术指标

7.1.3.1 系统可用性应按 NB/T 31071—2015 中 7.1 的要求执行。

7.1.3.2 系统实时性应按 NB/T 31071—2015 中 7.3 的要求执行。

7.1.3.3 主站数据库容量，场站数量小于 5 个的小型规模不应小于 10 万点；场站数量小于 15 个的中型规模不应小于 50 万点；场站数量大于 30 个的大型规模不应小于 100 万点。

7.1.3.4 遥控操作正确率应为 100%。

7.1.3.5 系统资源应按 NB/T 31071—2015 中 7.5 的要求执行，还应符合下列规定：

- a) 主站数据存储时间不应少于 5 年。
- b) 子站数据缓存存储时间不应少于 7 天。

7.1.3.6 监控系统对时精度误差不应大于 1 ms。

## 7.2 智慧运管系统

### 7.2.1 风电场监测

风电场监测应具备下列监测能力：

- a) 在线和离线监测数据的范围及内容按 T/CSEE 0329 的相关内容执行。
- b) 性能指标监测内容应至少包括平均风速、平均温度、平均空气密度、平均风功率密度、有效风速小时数、风机可利用率、风电场可利用率、发电量、上网电量、等效利用小时数、容量系数、设备平均利用小时数、场用电量、综合场用电量、场用电率、综合场用电率、场损率、风能利用提高率、弃风率、送出线损率。
- c) 可靠性指标监测可按 DL/T 793（所有部分）执行。
- d) 运维作业信息监测应通过电子沙盘并结合数据形式展示设备运行状态、现场运维人员及人员作业内容、工作票和操作票情况。
- e) 其他监测内容可按 NB/T 10321、T/CSEE 0329 执行。

### 7.2.2 故障诊断与预警

系统应具备下列故障的诊断与预警能力：

- a) 叶轮及叶片故障诊断与预警功能宜包括叶片开裂、表面脱落、叶轮气动不平衡等。
- b) 变桨系统故障诊断与预警功能宜包括变桨轴承、变桨电动机及变频器故障等。
- c) 主轴系统故障诊断与预警功能宜包括主轴开裂、主轴窜动及主轴轴承结构性故障等。
- d) 塔架故障诊断与预警功能宜包括塔筒倾斜及沉降等。
- e) 传动链故障诊断与预警功能宜包括轴承结构性故障、发电机绝缘故障及三相不平衡、齿轮箱齿轮结构故障，以及设备温度、压力异常等。
- f) 润滑系统故障诊断与预警功能宜包括润滑不良及润滑油金属颗粒数量、油液黏度、水分、酸值和介电常数超标等。
- g) 刹车系统故障诊断与预警功能宜包括刹车片磨损严重及液压系统故障等。
- h) 控制柜应具备超温告警功能。
- i) 机舱与塔筒底部应具备超温、凝露告警功能。
- j) 集电线应具备电缆接头超温告警故障。
- k) 视频系统应具备人工智能（AI）识别功能，应至少能够识别非法闯入、人员不安全行为、火灾及液体渗漏。对于识别出的火灾、非法闯入等重大隐患，应自动实现视频弹屏。
- l) 大数据故障诊断与预警功能应具备功率曲线不一致性识别、低效风机识别、偏航系统对风的系统性偏差计算、长停机组识别等大数据分析及预警功能；其余具体要求可按 T/CSEE 0329 执行。

### 7.2.3 故障告警管理

故障告警管理应符合下列规定：

- a) 故障告警应与检修管理系统联动，故障出现时系统可自动填写工单并派单。
- b) 报警状态识别应设置采集数据报警阈值，阈值应分为正常、异常和报警。
- c) 系统产生报警后应记录报警编号、报警机组、报警部件、报警原因、报警数据信息、报警开始时间等报警信息；报警消失后应记录报警编号、报警机组、报警部件、报警结束时间等报警信息。
- d) 宜推送报警信息给场站。发生报警后推送的报警信息应包括唯一序列号（ID）、设备编码、报警编号、附加描述信息、报警开始时间等；故障处理后，推送的故障消除信息应包括唯一序列

号、报警编号、设备编码、结束时间等。

- e) 故障溯源应在接收唯一序列号、报警编号等报警溯源请求时能准确定位报警原始数据及产生数据的设备或装置。

#### 7.2.4 故障知识管理

系统应自带故障知识库和风电机组典型故障模型，故障模型宜包括主轴总成窜动模型、齿轮箱轴承跑圈模型、齿轮副啮合不良模型、发电机电气故障模型、一般轴承损伤模型、变桨轴承损伤模型、叶片结构性故障模型、偏航系统静态误差评估模型、质量不平衡和气动不平衡等叶轮不平衡故障模型等。

#### 7.2.5 运行管理

运行管理应按 DL/T 666 执行，在数字化、智慧化方面还应满足下列要求：

- a) 应具备发电量报表、电量损失报表等自动生成功能。
- b) 应具备智能排班功能、交接班功能、交接班历史日志查看功能、交接班日志审批功能。
- c) 应具备设备运行、检修、存在问题、天气等信息填报功能，天气信息、设备状态变化及自动化系统采集信息应具有自动填报功能。
- d) 应关联两票管理，实现两票签批功能。
- e) 宜关联安全规章措施、应急预案、安全演练、反事故演习等功能。

#### 7.2.6 检修管理

检修管理应满足下列要求：

- a) 检修管理应具备定检维护功能和智能巡检功能。
- b) 定期检修应具备制订检修计划、执行检修计划、验收检修工作并具备延长检修计划的功能，宜具备基于中长期电量预测制订检修计划的功能。
- c) 巡检管理应具备制订巡检计划、执行巡检、巡检验收的闭环管理和展示巡检操作步骤、操作内容、现场照片上传等功能。
- d) 诊断与告警结果应与巡检计划联动，巡检获取的数据应上传至运管系统用于故障诊断分析。
- e) 应具备智能巡检与检修功能、隐患关联功能。巡检结果可关联创建检修或隐患工单。
- f) 风机叶片、塔筒、机舱、线路、变电站等设备巡检中，可使用无人机、工业机器人、光学或红外摄像头。
- g) 应使用二维码、视频感知对巡检过程进行监管。

#### 7.2.7 安全管理

安全管理应按 DL/T 796 执行，并在数字化、智慧化建设方面满足下列要求：

- a) 工作票、操作票宜通过移动终端 App 办理。App 应具有标准票、历史票引用功能，具备安全措施执行远程确认及安全措施恢复远程确认功能。
- b) 视频监控系统宜具备不安全行为识别、违章行为识别、语音警示和推送功能。
- c) 移动终端 App 具备反违章管理功能。
- d) 宜建立安全风险点和事故隐患数据库，并将安全风险点与业务应用相关联。
- e) 安全管理宜与运行管理、检修管理相互融合。
- f) 应使用人脸识别、智能门禁、电子围栏、通过卫星导航技术等达到系统对人员及设备进行智能实时定位，对进入位置偏离作业区域等自动安全警示；系统应通过智能穿戴设备对人员和设备进行特征数据监测、记录和预警。
- g) 应对人员资质和设备资质进行线上备案。

## 7.2.8 物资管理

物资管理宜具备下列功能：

- a) 宜具备采购预算、采购计划编制功能，并可具备物资采购预算监控功能。宜具备实现预算控制，需求提报提醒、需求占用预算及剩余可用预算提示功能。
- b) 宜具备库存盘点和库存物品清单和价格的管理功能，宜实现仓储物资收发结存等活动的有效管理。
- c) 宜具备供应商管理功能，包括供应商评估、改进、差异化管理等功能。
- d) 宜具备实体仓库和虚拟仓库关联及管理功能，宜实现区域公司、场站物资的优化配置。
- e) 宜具备关联智能巡检、“两票”（即工作票、操作票）管理、缺陷管理等模块的功能，宜实现物资和采购、库存、物流关联的综合管理。

## 8 信息安全要求

### 8.1 总体技术要求

8.1.1 安全等级保护定级应以系统为单位确定，应定期开展测评，针对存在的问题进行安全整改，信息系统安全等级保护定级应符合 GB/T 22239 的要求。

8.1.2 基于计算机和网络技术的业务系统应划分为生产控制大区和管理信息大区，生产控制大区可分为控制区（又称安全区 I）和非控制区（又称安全区 II）。智慧风电场各类系统建设应满足电力二次系统安全防护要求，系统总体安全应符合 GB/T 36572 的要求。

8.1.3 控制区与非控制区之间应采用国产防火墙或具有访问控制功能的设备隔离。

8.1.4 生产控制大区应部署安全审计系统，可对网络运行日志、操作系统运行日志、数据库访问日志、业务应用系统运行日志、安全设施运行日志等进行集中收集和自动分析。

### 8.2 其他安全要求

8.2.1 机房设计应配备电子门禁、视频监控、自动消防、温湿度自动调节等硬件和软件，电力供电应冗余可靠、配备不间断电源（UPS）。

8.2.2 在关键网络节点处，应部署防病毒软件，对恶意代码进行检测和清除，并维护恶意代码防护机制的升级和更新。应部署日志审计系统，对关键网络节点、网络边界及重要应用系统所产生的日志进行监控、审计、分析和报警。

8.2.3 业务应用系统及其运行环境的操作系统和数据库等应按信息安全等级要求具备身份鉴别、访问控制、安全审计、入侵防范和恶意代码防范的能力。

8.2.4 在数据安全方面，智慧化系统应提供重要数据本地数据备份与恢复功能，应保证鉴别信息存储空间被释放或重新分配前得到完全清除；应采用密码技术保证鉴别数据、重要业务数据和重要个人信息等重要数据在存储过程中的保密性；应采用校验技术或密码技术保证鉴别数据、重要业务数据、重要审计数据、重要配置数据、重要视频数据和重要个人信息等重要数据在传输过程中的完整性。

8.2.5 安全管理应具备包括安全策略、管理制度、操作规程等构成的安全管理制度体系，应定期组织人员对制度进行检查、修订和审定。

8.2.6 安全管理机构应配备相应岗位和人员，应设立系统管理员、网络管理员、安全管理员等岗位，并定义工作岗位职责；应通过制定文件明确安全管理机构和岗位职责、分工和技能要求。

8.2.7 在人员管理方面，系统权限分配应与人员录用、离岗、技能考核等活动联动，应定期进行安全意识教育和培训；外部人员访问受控区域应登记备案，应对允许访问区域、系统、设备、信息等进行监管。