



团 体 标 准

T/CET 104—2024

光伏电站智慧运维管理系统建设规范

Specification for intelligent PV station O&M system

2024-12-10 发布

2024-12-10 实施

中国电力技术市场协会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 建设需求	2
4.1 电站业主	2
4.2 运维公司	2
4.3 监管部门	2
5 集成要求	2
5.1 设备集成	2
5.2 系统集成	3
6 功能要求	3
6.1 数据采集与数据传输	3
6.2 智能诊断与实时预警	3
6.3 性能评估与设备优化	3
6.4 运维管理	4
6.5 大数据分析	4
7 性能要求	4
7.1 稳定性	4
7.2 准确性	4
7.3 实时性	4
7.4 可扩展性	5
7.5 兼容性	5
7.6 安全性	5
7.7 易用性	5
7.8 高效性	5
8 数据要求	5
8.1 地理数据	5
8.2 三维模型数据	5
8.3 属性数据	5
9 安全要求	6
9.1 部署环境	6
9.2 系统设计	6

10 其他要求.....	6
10.1 用户界面	6
10.2 交付验收	6
10.3 售后支持	6
参考文献.....	8

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。

本文件由中国电力技术市场协会综合智慧能源专业委员会提出。

本文件由中国电力技术市场协会归口。

本文件负责起草单位：国核电力规划设计研究院有限公司、中国大唐集团有限公司宁夏分公司、中国电力技术市场协会综合智慧能源专业委员会。

本文件参加起草单位：安徽省国家电投和新电力技术研究有限公司、国家电投集团四川电力有限公司、大同中电光伏发电有限公司。

本文件主要起草人：刘超、牛章玉、郝海、王斌、熊昌全、程宇航、赵瑞、倪恒、刘锐峰、张天保、张宇宁、王泽、张明、吴晓琳、杨枫、周涛、史仲、黄星宇、董斌、陈超、贾真山、花秀峰、战祥伦、王以磊、吴任洪、李磊、李鹤峰、高桂棠、郑跃、杨舒越、尹少隆、褚宏佳、官少鹏、宋双、马乐、王方、陈刚、张振超。

本文件主要审查人：左晓文、谢秋野、孙耀唯、赵风云、齐越、宣勇、柴茂、赵家敏、王聪生、余莉、何学铭、翟晨阳、舒彬、孙耀平、王随林、王永利。

本文件在执行过程中如有意见和建议，请反馈至中国电力技术市场协会标准化技术委员会秘书处（地址：北京市西城区广安门外大街 168 号朗琴国际大厦 A 座 806，邮编：100055）。

光伏电站智慧运维管理系统建设规范

1 范围

本文件规定了光伏电站智慧运维管理系统建设的建设需求、集成要求、功能要求、性能要求、数据要求、安全要求和其他要求。

本文件适用于集中式光伏电站和分布式光伏电站的站群级及站级智慧运维管理系统的建设。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏电站 photovoltaic power station

利用太阳能光伏电池板将太阳能转化为电能的发电设施。它通常由多个光伏组件、逆变器、变压器、电缆、支架等设备组成,安装在一定的场地内,如地面、屋顶、水面等。

3.2

站级 station-level

对单个光伏电站进行统一管理的层级。

3.3

站群级 station cluster level

对多个光伏电站进行统一管理的层级。

3.4

智能诊断模型 intelligent diagnostic model

一种利用先进的人工智能技术和数据分析方法,对特定系统或设备的运行状态进行自动检测、分析和诊断的工具,用于快速准确地识别光伏电站中的设备故障、性能异常等问题。

3.5

地理信息系统 geographic information system

一种采集、存储、管理、分析和展示地理空间数据的信息技术系统。

3.6

数字孪生 digital twin

充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据,集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程,在虚拟空间中完成映射,从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。

3.7

地理数据 geographic data

与地理空间位置相关的数据信息,它描述了地球表面及相关现象的特征、属性和关系。

注:地理数据能通过测量、观测、调查、统计等方式获取,并以数字化的形式进行存储、管理和分析。

3.8

地理数据坐标系统 geographic data coordinate system

用于确定地球上任意一点位置的数学框架,为地理数据提供了统一的空间参考,使得不同来源的地理数据能够在同一坐标系下进行准确的定位、测量和分析。

4 建设需求

4.1 电站业主

4.1.1 高效发电。系统应能够实时监测电站设备的运行状态,及时发现并解决影响发电效率的问题;系统应能够提供发电性能分析和预测功能,帮助业主合理安排电站的运行和维护计划,提高发电量。

4.1.2 降低成本。系统应能够实现自动化运维,减少人工巡检和维护的工作量,降低人力成本;通过对设备的故障诊断和预测,及时安排维护维修工作,避免设备故障导致的高额维修费用和发电量损失。

4.1.3 安全可靠。系统应能够实时监测电站的安全状况,提供安全预警和应急处理功能,达到辅助处理安全隐患,保障电站的人员和设备安全的目标;系统应能够对电站的运行数据进行加密和备份,防止数据丢失和泄露,确保电站的信息安全。

4.1.4 便捷管理。系统应能够根据使用场景和用户角色提供电脑终端应用交互界面和移动端应用交互界面,方便业主随时随地查看电站的运行状态、发电数据和故障信息;业主通过系统应能够对电站设备进行远程操作和参数调整,提高管理效率;系统应能够提供报表生成和数据分析功能,帮助业主了解电站的运营情况,为决策提供依据。

4.2 运维公司

4.2.1 提高运维效率。系统应能够实现自动化巡检和故障诊断,减少人工巡检的工作量和时间成本;系统应能够提供工单管理和任务分配功能,优化运维工作流程,提高运维人员的工作效率;系统应能够对运维数据进行分析 and 统计,帮助运维公司了解电站的运行状况和维护需求,制定合理的运维计划。

4.2.2 提升服务质量。系统应能够及时响应电站的故障报警,快速定位和解决问题,确保电站的稳定运行;系统应能够对运维工作进行全程跟踪和记录,提供服务质量评估和反馈功能,帮助运维公司不断提升服务质量。

4.2.3 降低运维风险。系统应能够实时监测电站的安全状况,提供安全预警和应急处理功能,降低安全事故的发生概率;系统应能够对设备的故障进行准确诊断和预测,提前安排维护工作,及时处理突发故障,避免设备故障导致的高额维修费用和发电量损失。

4.3 监管部门

4.3.1 安全监管。系统应能够实时监测电站的安全状况,及时发现并处理安全隐患,提供安全预警和应急处理功能,保障电站的人员和设备安全;系统应能够对电站的运行数据进行分析 and 统计,为监管部门提供决策依据,加强对光伏电站的安全监管。

4.3.2 数据监管。系统应能够将电站的运行数据实时上传至监管平台,方便监管部门进行数据监测和分析;系统应能够对电站的数据进行加密和备份,确保数据的真实性和完整性;系统应能够为监管部门提供数据查询和统计功能,方便监管部门进行监管和决策。

5 集成要求

5.1 设备集成

5.1.1 传感器设备集成。系统应集成光伏电站内主要发电系统传感器设备,实时采集、传输、存储、应

用传感器数据。

5.1.2 监控设备集成。系统应集成光伏电站内高清摄像头、红外热成像仪等监控设备,对光伏电站设备的状态、环境情况进行实时监控。

5.1.3 网络安全设备集成。系统应集成网关、隔离、防火墙等网络安全设备,保障系统运行不受网络攻击,保障数据安全。

5.1.4 巡检设备集成。系统应集成无人机巡检、机器人巡检等光伏电站巡检设备,通过自动化巡检提升巡检效率和巡检质量。

5.1.5 维护设备集成。系统应集成灰尘清扫机器人等光伏电站维护设备,通过自动化的维护设备提高维护效率。

5.2 系统集成

5.2.1 生产系统集成。系统应集成生产系统,接收光伏组件、逆变器等电站主要电气设备运行参数,对光伏电站各个生产环节进行实时监控。

5.2.2 气象系统集成。系统应集成气象系统,接收光辐射、环境温度、湿度、风速、降水等参数,对光伏电站气象条件实时监控。

5.2.3 功率预测系统集成。系统应集成功率预测系统,接收光伏电站功率预测结果。

5.2.4 售电系统集成。系统应集成到售电系统,为售电系统提供系统分析结果,辅助售电决策。

5.2.5 设备效率分析和故障预警系统集成。系统应集成设备效率分析和故障预警系统,完成运行设备效率分析,提供设备检修、维修、区域电站发电效率评估的依据,提供故障报警并指示故障区域故障类别等信息。

6 功能要求

6.1 数据采集与数据传输

6.1.1 数据采集。系统应能够实时采集光伏电站中逆变器、汇流箱、升压站电气等设备的电压、电流、功率等运行参数数据;系统应能够实时采集光照强度、风速、气温、湿度等环境参数数据;系统应能够采集地理信息、人员信息、组织信息等数据。

6.1.2 数据传输。应能够采用手工录入、有线通信、无线通信等方式将数据快速、准确地传输到系统中,保证数据传输的稳定性和可靠性。

6.2 智能诊断与实时预警

6.2.1 智能诊断。智能诊断在站级和站群级提供功能分别如下。

- a) 站级:系统应能够通过采集的数据结合智能诊断模型,及时发现组件老化、逆变器故障、线路接触不良、升压站一二次电气设备故障等潜在的故障隐患;系统应能够通过智能诊断模型对故障特征进行识别和分析,准确判断故障类型和位置。
- b) 站群级:系统应能够对多个电站的故障信息进行综合分析,识别出共性问题和潜在的系统性风险。

6.2.2 实时预警。当通过智能诊断发现设备运行参数超出正常范围或出现故障迹象时,系统应能够立即发出预警信息,通知站级运维人员及时处理;预警方式应包括短信、邮件、手机 APP 推送等多种形式,确保运维人员能够及时收到通知。

6.3 性能评估与设备优化

6.3.1 性能评估。性能评估在站级和站群级提供功能分别如下。

- a) 站级:系统应能够对单个光伏电站的发电性能进行实时分析,包括发电量、发电效率、功率曲线等指标的计算和分析;系统应根据历史数据和实时数据,预测电站的未来发电量,为电站的运行管理和调度提供参考。
- b) 站群级:系统应能够对站群的整体发电性能进行评估和分析,比较不同电站之间的发电效率和发电量差异,找出性能优秀的电站和存在问题的电站;系统宜能够通过站群级的性能分析,为设备维护维修和运维策略的制定提供依据。

6.3.2 设备优化。系统应能够根据性能评估结果和智能诊断,找出影响发电性能的原因,提出清洗光伏组件表面灰尘等设备的优化调整建议,提高设备的发电效率和可靠性。

6.4 运维管理

6.4.1 巡检管理。系统应能够制定巡检计划和巡检路线,通过人工、巡检设备等手段对光伏电站的设备和设施进行巡检。

6.4.2 工单管理。工单管理在站级和站群级提供功能分别如下。

- a) 站级:当单个电站内的设备出现故障或需要进行维护时,系统应能够自动生成工单,并将工单分配给相应的运维人员;运维人员应可以通过系统查看工单详情、记录处理过程和结果,实现工单的全流程管理;工单应包含故障信息、处理要求、处理时间、处理结果等内容。
- b) 站群级:系统应能够对站群内的工单进行统一管理和调度,根据各电站的实际情况和运维人员的工作安排,合理分配工单任务,提高运维效率;系统应对工单的处理情况进行跟踪和监督,确保故障及时得到处理。

6.4.3 远程控制。系统应能够对监控设备、巡检设备、维护设备等设备远程控制,自动化完成运维工作。

6.4.4 人员管理。系统应能够对运维相关人员及其角色、组织等进行管理;系统宜能够对运维人员的工作进行监督和考核,记录人员的出勤情况、工作任务完成情况、监控人员分布等。

6.4.5 资产管理。系统应能够对光伏电站设备资产的设备的型号、规格、采购时间、安装位置、故障情况、维修记录等信息进行登记、管理和维护,实现资产的全生命周期管理,提高资产的使用效率和价值。

6.5 大数据分析

系统应能够通过光伏电站积累的电站发电数据、气象数据、运行数据、地理信息数据等形成的大数据,挖掘光伏电站运行的潜在规律和趋势,发现电站运行中的问题和优化空间,为决策提供依据。

7 性能要求

7.1 稳定性

系统应具备高稳定性,能够在长时间运行过程中保持稳定的性能,不出现频繁的故障或崩溃;对于关键设备和数据的监测应持续可靠,确保电站的安全稳定运行。

7.2 准确性

数据采集和监测应具有高准确性,确保所获取的设备运行参数、环境数据等真实反映实际情况;故障诊断和性能分析的结果应准确可靠,为运维决策提供正确的依据。

7.3 实时性

系统应能够实时采集和处理数据,及时反映电站设备的运行状态和变化情况;故障预警和报警应在最短时间内发出,以便运维人员能够迅速响应。

7.4 可扩展性

系统应具备良好的可扩展性,能够随着光伏电站规模的扩大和业务需求的增加进行功能扩展和升级;应支持新设备、新技术的接入,适应不断发展的光伏产业。

7.5 兼容性

系统应与不同厂家、不同型号的光伏设备兼容,能够实现对多种设备的统一管理和监测;与其他相关系统具有良好的兼容性,实现数据共享和业务协同。

7.6 安全性

系统应具备严格的安全防护措施,确保数据的安全性和保密性;应对用户权限进行严格管理,防止未经授权的访问和操作;系统应配置满足保存时间要求的存储设备。

7.7 易用性

系统的操作界面应简洁直观,易于使用和理解,方便运维人员快速掌握和操作;应提供详细的帮助文档和培训支持,提高用户的使用体验。

7.8 高效性

系统应具备高效的数据处理能力,能够快速分析大量的运行数据,为运维决策提供及时的支持;应优化系统的算法和流程,提高运维管理的效率和效益。

8 数据要求

8.1 地理数据

8.1.1 地理数据应满足系统用户对电站相关地理环境的查询、分析等需求。

8.1.2 地理数据应包括矢量数据、数字正射影像图(DOM)等二维数据和数字高程模型(DEM)等三维数据。

8.1.3 地理数据宜包括倾斜摄影数据、激光点云数据等。

8.1.4 地理数据坐标系统宜采用 2000 国家大地坐标系,单位为“度,分,秒”,秒保留到小数点后 3 位。高程采用 1985 国家高程基准,单位为米,保留到小数点后 2 位。

8.1.5 二维数据宜数据轻量化处理后通过地理信息系统平台发布成 REST 服务、WMS 服务、WMTS 服务等服务形式。

8.1.6 二维数据和三维数据宜数据轻量化后通过地理信息系统平台发布成三维 REST 服务。

8.2 三维模型数据

8.2.1 三维模型的精度应满足系统用户的使用需求。

8.2.2 三维模型应能够进行转换后与地理数据进行叠加显示和分析。

8.2.3 三维模型应基于与地理数据统一的坐标系统和坐标原点。

8.2.4 三维模型宜实现材质的美化。

8.3 属性数据

8.3.1 属性数据应与相关联的地理数据和模型数据表达范围一致。

8.3.2 属性数据应分类设置。

8.3.3 属性数据应符合唯一性原则,即属性值和属性应相对应。

8.3.4 同一属性值格式和精度应保持一致。

9 安全要求

9.1 部署环境

9.1.1 软件环境。系统应选择合法的操作系统、数据库、中间件等软件环境进行部署,且部署环境中宜预先安装防病毒软件。

9.1.2 硬件环境。系统应选择合法的计算、存储等硬件环境进行部署,且存储宜具有热备份功能。

9.1.3 网络环境。系统应按照电力系统安全防护要求的网络环境进行部署,且不同网络间应配置隔离设备、防火墙等。

9.2 系统设计

9.2.1 服务代理设计。系统宜采用服务代理设计,设置代理服务器作为网络信息中转站,由代理服务器对网络信息进行安全性、缓存、内容过滤、访问控制等管理。

9.2.2 身份验证设计。系统应具有身份验证设计,采用令牌等方式进行访问身份确认,防止不明身份的服务访问。

9.2.3 加密通信设计。系统宜采用加密通信设计,通过 HTTPS 与服务器进行加密通信,通过 SSL 可对交互数据进行加密。

9.2.4 跨域访问控制设计。系统宜采用跨域访问控制设计,通过配置跨域访问策略文件的方式实现对访问的管理控制。

9.2.5 跨站脚本攻击防护设计。系统宜采用跨站脚本攻击防护设计,通过跨站请求白名单配置等方式实现对跨站脚本攻击的防护。

10 其他要求

10.1 用户界面

10.1.1 直观友好的界面设计。系统的用户界面应简洁明了、易于操作,方便运维人员快速查看设备运行状态、故障信息和性能数据;系统应采用图表、报表等形式展示数据,使数据更加直观、易懂。

10.1.2 沉浸体验设计。系统应融合地理数据、三维模型数据、属性数据等构建数字孪生场景,实现光伏电站物理实体与数字实体的映射,在场景中通过数字实体呈现实时信息、统计信息、预警信息等。

10.1.3 多终端支持。系统应为不同应用场景的用户提供电脑终端、移动终端等应用界面,方便用户进行运维管理,确保运维工作的高效性和便捷性。

10.2 交付验收

10.2.1 功能完整性。应通过测试的方法验证系统是否具备完整的功能。

10.2.2 性能指标。应通过测试方法验证性能指标符合要求。

10.2.3 安全性。应通过测试的方法检查系统的安全机制是否完善。

10.2.4 文档齐备。应通过人工检测的方法检查系统的相关文档是否齐全,包括用户手册、操作指南等,以使用户能够正确使用和维护平台。

10.3 售后支持

10.3.1 培训。系统研制厂家应提供培训,使用户能够熟练掌握系统的操作和维护技能。

10.3.2 问题整改。用户在系统使用过程中应记录对发现的问题进行记录并反馈给研制厂家,研制厂家应及时对问题进行分析定位并解决,保障系统平稳运行。

10.3.3 使用咨询。系统研制厂家应通过电话、邮件等方式提供咨询服务,研制厂家对咨询的问题答复应详细、准确、容易被理解。

10.3.4 系统升级。系统研制厂家应提供后期系统软硬件升级服务。

全国团体标准信息平台

参 考 文 献

- [1] GB/T 2297 太阳光伏能源系统术语
 - [2] GB/T 19964 光伏电站接入电力系统技术规定
 - [3] GB 21139 基础地理信息数据标准基本规定
 - [4] GB/T 22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求系统安全
 - [5] GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
 - [6] GB/T 25058 信息安全技术 网络安全等级保护实施指南
 - [7] GB/T 37138 电力信息系统安全等级保护实施指南
 - [8] GB/T 38335 光伏电站运行规程
 - [9] GB/T 38946 分布式光伏发电系统集中运维技术规范
 - [10] GB/T 39854 光伏电站性能评估技术规范
 - [11] GB/T 42766 光伏发电太阳能资源评估规范
 - [12] GB/T 42477 光伏电站气象观测及资料审核、订正技术规范
 - [13] DL/T 2202 发电厂监控系统信息安全防护技术规范
 - [14] NB/T 32031 光伏发电功率预测系统功能规范
-