



中华人民共和国国家标准

GB/T 44228.1—2024



智能光伏电站 第1部分：总则

Smart photovoltaic power station—Part 1:General

2024-07-24 发布

2024-07-24 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目次

前言 III

引言 IV

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

5 系统架构 2

6 智能运行 2

7 智能检修维护 2

8 物资管理 3

9 市场营销管理 3

10 安全管理 3

附录 A（资料性） 智能光伏电站智能化程度划分 4

附录 B（资料性） 智能光伏电站的系统架构 7

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。

本文件是 GB/T 44228《智能光伏电站》的第1部分。GB/T 44228 已经发布了以下部分：

——第1部分：总则。

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并归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、阳光电源股份有限公司、华为数字能源技术有限公司、南京南瑞水利水电科技有限公司、浙江正泰智维能源服务有限公司、能建时代（上海）新型储能技术研究院有限公司。

本文件主要起草人：吴福保、陈志磊、张军军、刘美茵、曹雪原、万松、芮钧、秦筱迪、李建周、林小进、张祥文、杜荣华、陈红平、张晓琳、吴蓓蓓、董玮、姚广秀、丁明昌、周荣蓉、徐亮辉、杨青斌、卢永倩、金阳坤、袁力翔、施志明、冀婉玉、陈晓溪。



引 言

随着信息技术高速发展，互联网、人工智能等技术与实体经济的深度融合已成为我国经济技术发展方向，为积极响应我国重大战略目标，人工智能、大数据、5G 等新技术与新能源发电等深度融合是光伏技术发展必然趋势，在太阳能光伏发电领域，“智能+光伏”为我国实现“双碳”目标提供了新的动力。智能光伏电站是以自动化、数字化、信息化为基础，利用云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能等手段，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应能力，实现安全、稳定、高效和自主运行的光伏电站。目前，智能光伏电站已得到广泛应用，GB/T 44228《智能光伏电站》旨在确立普遍适用于智能光伏电站生产、运行、检修维护等过程的规范，为智能光伏发电提供技术指导，助力推进光伏发电产业智能化健康发展。GB/T 44228《智能光伏电站》拟由 7 个部分构成。

- 第1部分：总则。旨在规范智能光伏电站的系统架构、智能运行、智能检修维护、物资管理、市场营销管理、安全管理的技术要求，为智能光伏电站智能化提出总体纲领原则。
- 第2部分：智能作业装备。旨在规范智能作业装备的功能、性能等技术要求。
- 第3部分：智能一体化平台。旨在规范智能一体化平台的架构、功能、接口要求等技术要求。
- 第4部分：智能运行。旨在规范智能光伏电站运行控制等相关要求。
- 第5部分：智能检修维护。旨在规范智能光伏电站检修维护等相关要求。
- 第6部分：智能统一化信息模型。旨在规范智能统一化信息模型的技术要求。
- 第7部分：智能化程度评价。旨在规范智能光伏电站初级、中级、高级等智能化水平的评价方法等相关要求。

智能光伏电站 第 1 部分：总则

1 范围

本文件规定了智能光伏电站的总体要求，系统架构、智能运行、智能检修维护、物资管理、市场营销管理、安全管理的技术要求。

本文件适用于智能光伏电站的设计、施工、验收、运行、检修和维护，集群控制的智能光伏发电系统可参照执行。

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 36572 电力监控系统网络安全防护导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能光伏电站  smart photovoltaic power station

以自动化、数字化、信息化为基础，利用云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能等手段，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应能力，实现安全、稳定、高效和自主运行的光伏电站。

[来源：GB/T 40222—2021，3.1，有修改]

3.2

数字孪生 digital twin

用于理解、预测和优化实体对象性能的数字仿真。

[来源：GB/T 40222—2021，3.5]

4 总体要求

4.1 智能光伏电站建设应结合多类型、多场景光伏发电形式整体规划，具有运行、检修维护、物资管理、市场营销管理、安全管理等智能化生产运行与运营管理能力。

4.2 智能光伏电站应采用智能装置及设备实现数据采集和处理，宜部署一体化管控平台。

4.3 智能光伏电站应整体规划网络架构，网络安全应符合 GB/T 36572 的要求。

4.4 智能光伏电站应建立与实际物理布局一致的统一信息模型和编码体系。

4.5 智能光伏发电应具备信息库间的实时联动功能，具备各环节告警、决策等信息自动推送的功能，智能光伏发电算法、模型、信息库宜具备自主学习、自动寻优、迭代进化的功能。

4.6 智能光伏发电应支持环境、设备设施、生产人员和运营管理等信息的多源采集和交叉验证，实现与电网调度、集控中心等相关方的互动。

4.7 智能光伏发电应建立数字孪生模型，实现生产数据和管理数据的融合共享。

4.8 智能光伏发电应具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应的能力，智能化水平可为初级、中级、高级三个等级，智能化程度划分见附录 A。

5 系统架构

5.1 智能光伏电站的系统架构应包含感知执行层、智能应用层、决策指挥层，系统架构见附录 B。

5.2 感知执行层应能感知光伏电站环境、设备设施、生产人员和运营管理等信息，具备设备设施控制、生产人员行为管控、运营管理决策执行等功能。

5.3 智能应用层应具有运行、检修维护、物资管理、市场管理、安全管理等方面的分析评估、预测预警、控制策略制定功能。

5.4 决策指挥层应具有运行、检修维护、物资管理、市场管理、安全管理等方面的协调、决策、应急指挥等功能。

6 智能运行

6.1 智能光伏电站应具备自感知气象数据和运行数据、运行方式、故障及告警状态等运行信息的功能。

6.2 智能光伏电站应具备建立电站运行信息库，并实时对比分析电站运行状态的功能。

6.3 智能光伏电站宜具备三维可视化模型、三维实景监视等状态可视化展示的功能。

6.4 智能光伏电站宜具备预测设备运行状态、电站运行性能等电站趋势分析的功能。

6.5 智能光伏电站运行应建立预报、调度、运行的协调互动策略，具备根据气象、遮挡、地理、电网需求、经济收益、设备状态等进行多目标发电自寻优运行功能。当与储能等其他电源联合运行时，应具备联合优化运行的智能决策和控制功能。

6.6 智能光伏电站宜具备根据电力系统运行状态进行自适应运行的能力。

6.7 智能光伏电站应建立巡检信息库，结合电站运行信息库及电站健康状态，自动生成巡检方案。巡检信息库应包含历史巡检方案及记录、人员、物料、工器具等信息。

6.8 智能光伏电站应采用智能作业装备进行巡检，具备智能作业装备的实时定位、状态记录、异常告警、巡检信息分析上送等功能。

6.9 智能光伏电站应具备异常及故障在线监测、定位、诊断、追溯与事故反演、处置等功能。

7 智能检修维护

7.1 智能光伏电站应建立检修维护信息库，结合电站运行信息库、巡检信息库及电站健康状态，自动生成检修维护方案。检修维护信息库应包含历史检修维护方案及记录、人员、物料、工器具等信息。

7.2 智能光伏电站应具备自动计算设备损耗、电站能效、设备故障率等指标，对电站健康状态进行多维对比分析的功能。

7.3 智能光伏电站宜采用智能作业装备进行检修维护，应具备智能作业装备的实时定位、作业规范、状态记录、异常告警、检修维护信息分析上送等功能。

7.4 智能光伏电站应具备结合运行信息及电站健康状态进行检修维护结果自评价及动态预警功能，评价内容应包括检修后设备状态、检修流程、人员安排、材料使用等，并动态优化检修维护方案，形成决策和指挥策略。

8 物资管理

- 8.1 智能光伏电站应具备自动生成物资需求计划、采购流程、配送过程等最优策略的物资管理功能，并具备动态预警功能。
- 8.2 智能光伏电站应具备物资采购、物流轨迹的实时跟踪和进度提醒功能。
- 8.3 智能光伏电站宜具备物资的采购、使用、结算等业务系统之间的智能协同功能。
- 8.4 智能光伏电站应具备设备台账和资产出入库的库存管理功能，支持快速扫码领用入库，具备设备全过程管理、可靠性管理、失效分析及自动周期管理等功能。

9 市场营销管理

- 9.1 智能光伏电站市场营销管理应具备自感知政策动态、市场供需、送出能力、用电需求、交易等信息的功能。
- 9.2 智能光伏电站市场营销管理应具备电站发电能力趋势分析功能，能够预测电站全生命周期的发电量和收益。
- 9.3 智能光伏电站市场营销管理宜具备市场供给与需求、价格、发电能力与成本等自动分析与预测的功能，自动生成长、中、短期报竞价营销策略。
- 9.4 智能光伏电站宜具有交易方案和交易过程的后评价功能。

10 安全管理

- 10.1 智能光伏电站安全管理应具备自感知人员、车辆、设备、气象、火情、网络、市场、环保等信息的功能。
- 10.2 智能光伏电站宜部署全厂人员定位系统，宜实现与操作票及工作票、门禁、应急广播之间的联动功能。
- 10.3 智能光伏电站应建立现场作业风险知识库，具备智能识别隐患、评估风险、生成管控策略的功能，根据设备对象和作业内容自动生成风险列表。
- 10.4 智能光伏电站宜部署网络安全态势感知系统，对光伏电站网络安全状态进行感知、追溯与预测。
- 10.5 智能光伏电站应具备火灾自动预警功能，当火灾故障发生后，宜自动切断和隔离故障区域。
- 10.6 智能光伏电站宜具备入侵告警功能，应实现与视频监控、应急广播等系统的联动功能，宜对电站周界进行自动监测管理，入侵自动驱离。

附录 A
(资料性)

智能光伏电站智能化程度划分

智能光伏电站智能化程度划分见表 A.1。

表 A.1 智能光伏电站智能化程度划分

智能化程度			初级	中级	高级
总体特征			具有较完整的智能光伏电站系统架构，实现站内不同业务之间的信息融合，具备预测预警、系统联动等系统决策支持功能。实现人工为主、机器为辅的生产过程及运营管理模式	具有完善的智能光伏电站系统架构，具备智能自主、人机协同的组织形态。实现光伏电站内部、外部的互联互通；达到事前预警纠偏、事中监督管控、事后评估迭代的管控水平。实现机器为主、人工为辅的生产过程及运营管理模式	具有完整的智能光伏电站系统架构，深度应用数字化、智能化等技术，实现生产过程及运营管理模式的自感知、自学习、自决策、自执行、自适应功能，达到资源的最优配置
能力	自感知	气象、生态等环境数据的采集	a) 实现气象数据采集覆盖率达到80%以上； b) 实现电力生产相关的生态数据采集覆盖率达到70%以上	a) 实现气象数据采集覆盖率达到90%以上； b) 实现电力生产相关的生态数据采集覆盖率达到80%以上	a) 实现气象数据采集覆盖率达到95%以上； b) 实现电力生产相关的生态数据采集覆盖率达到90%以上
		设备设施电气数据的采集	a) 实现电力生产相关的设备设施自动测量，设备设施数量的采集覆盖率达到80%以上； b) 实现设备设施电气数据的在线监测，单台设备设施数据的采集覆盖率达到85%以上	a) 实现电力生产相关的设备设施自动测量，设备设施数量的采集覆盖率达到85%以上； b) 实现设备设施电气数据的在线监测，单台设备设施数据的采集覆盖率达到90%以上	a) 实现电力生产相关的设备设施自动测量，设备设施数量的采集覆盖率达到90%以上； b) 实现设备设施电气数据的在线监测，单台设备设施数据的采集覆盖率达到95%以上
		生产人员数据的采集	实现人员定位、状态记录信息等人员数据采集，采集覆盖率达到70%以上	实现人员定位、状态记录信息等人员数据采集，采集覆盖率达到80%以上	实现人员定位、状态记录信息等人员数据采集，采集覆盖率达到90%以上
		工器具、备品等物资数据的采集	实现仪器定位、工器具、备品信息等物资数据采集覆盖率达到70%以上	实现仪器定位、工器具、备品信息等物资数据采集覆盖率达到80%以上	实现仪器定位、工器具、备品信息等物资数据采集覆盖率达到90%以上
		市场供需、客户动态、交易、安全生产等运营管理数据的采集	实现运营管理数据采集覆盖率达到50%以上	实现运营管理数据采集覆盖率达到60%以上	实现运营管理数据采集覆盖率达到80%以上

表 A.1 智能光伏电站智能化程度划分（续）

智能化程度			初级	中级	高级
能力	自感知	采集数据的准确率	大于90%	大于95%	大于98%
	自学习	实现运行、巡检与检修、物资管理、市场营销管理和安全管理等业务模型	通过固定规则，构建自学习机制，实现参数调优	通过专家知识库，构建自学习机制，实现数据闭环驱动	通过机器自我学习，实现自学习迭代升级
		数字孪生模型	构建主设备数字仿真模型	构建主设备及其附属设备数字仿真模型	构建光伏电站生产运行及经营管理孪生模型
	自决策	自决策机制	根据人为设定的业务规则和模型推荐决策，人员选择、确认	自主和人工决策结合，自动推荐较优决策，人员确认后执行	多场景、多维目标自动协同，机器自主提供运营管理最优决策
		运行、巡检与检修等生产运行决策	a) 实现最优联合运行决策、异常及故障处置决策等采用率达到30%以上； b) 实现设备故障诊断、健康状态预测和设备检修策略准确率达到60%以上	a) 实现最优联合运行决策、异常及故障处置决策等采用率达到60%以上； b) 实现设备故障诊断、健康状态预测和设备检修策略准确率达到80%以上	a) 实现最优联合运行决策、异常及故障处置决策等采用率达到90%以上； b) 实现设备故障诊断、健康状态预测和设备检修策略准确率达到95%以上
		物资、市场营销、安全等运营管理决策	a) 实现物资动态预警策略准确率达到80%以上； b) 实现长、中、短期报竞价营销策略采用率30%以上； c) 实现安全管控策略采用率40%以上	a) 实现物资动态预警策略准确率达到90%以上； b) 实现长、中、短期报竞价营销策略采用率60%以上； c) 实现安全管控策略采用率60%以上	a) 实现物资动态预警策略准确率达到95%以上； b) 实现长、中、短期报竞价营销策略采用率90%以上； c) 实现安全管控策略采用率90%以上
	自执行	异常和故障处置	具备快速应急响应能力，对风险进行预控，使风险在可控范围内	具备运营管理协同指挥机制，实现设备故障自隔离、系统自愈合	在具备生产运行过程快速应急响应、运营管理协同指挥的基础上，实现设备故障自隔离、系统自愈合、管理自变革
		调度指令执行	初步具备	基本达到	完全实现
		物资管理	初步具备	基本达到	完全实现
		安全管理	初步具备	基本达到	完全实现

表 A.1 智能光伏电站智能化程度划分（续）

智能化程度			初级	中级	高级
能力	自适应	自适应机制	根据人工预先设定的规则，进行在线寻优获取最佳运行参数或控制量，使设备或电站处于较优的运行状态	根据优化目标函数的选择，并自动进行校验、补充及优化，使设备或电站较优状态运行	根据智能控制技术及管理方式，自动调整控制策略、控制参数、控制模型及管理方式，实现设备或电站最佳运营管理
		对环境、调度指令、市场营销等外部变化的自适应	初步具备	基本达到	完全实现
		对运行、巡检与检修、物资、安全等内部变化的自适应	初步具备	基本达到	完全实现



附录 B
(资料性)

智能光伏电站的系统架构

智能光伏电站的系统架构见图 B.1。

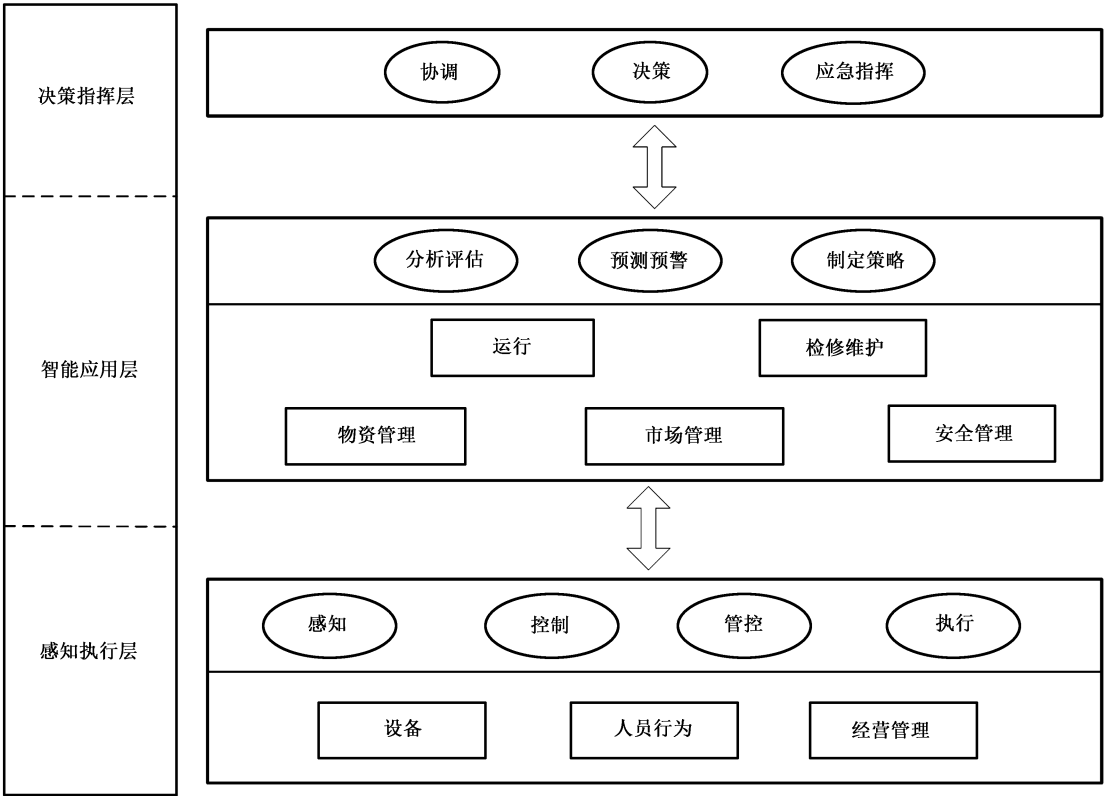


图 B.1 智能光伏电站的系统架构示意图



参 考 文 献

- [1] GB/T 39264—2020 智能水电厂一体化管控平台技术规范
 - [2] GB/T 40222—2021 智能水电厂技术导则
-



