



团体标准

T/CES XXX-XXXX

沙储热调控系统技术导则

Technical Guidelines for Sand Thermal Storage Regulation Systems

(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 次

前 言..... II

1 范围..... 3

2 规范性引用文件..... 3

3 术语和定义..... 3

4 总体原则..... 4

5 调控对象..... 4

6 系统架构..... 5

7 调控主站..... 5

8 调控终端..... 6

9 通信网络..... 7

附 录 A（规范性附录） 调控终端采集数据项 8

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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电力能效技术工作组归口。

本文件起草单位：国网甘肃省电力公司电力科学研究院、国网甘肃省电力公司、国网甘肃省电力公司酒泉供电公司、中国科学院电工研究所、华中科技大学。

本文件主要起草人：梁琛、李亚昕、牛继恩、魁五军、薛谦谦、罗利、李吉侗、赵龙、李威武、向昱瑾、彭小圣、吴理心、覃国元、杨劼、刘启冉、霍群海、杨兴琼。

本文件为首次发布。

沙储热调控系统技术导则

1 范围

本文件规定了沙储热调控系统的调控对象、调控载体、协同调控策略与方式、系统架构、功能要求、通信要求及主要技术指标。

本文件适用于沙储热调控系统的设计、改造、建设、使用和验收。

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 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
 GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
 GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
 GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
 GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
 GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
 GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
 GB/T 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验
 GB/T 19964 光伏发电站接入电力系统技术规定
 GB/T 31366 光伏发电站监控系统技术要求
 GB/T 31960.6—2015 电力能效信息集中与交换终端技术条件
 DL/T 634.5104 远动设备及系统 第 5-104 部分：传输规约 采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-

101 网络访问

DL/T 890.301 能量管理系统应用程序接口（EMS-API） 第 301 部分：公共信息模型（CIM）基础

IEC 61850-7-420 电力自动化通信网络和系统 第 7-420 部分：基本通信结构 分布式能源（DER）逻辑节点

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沙储热系统 sand thermal storage system

一种用沙子颗粒材料作为主要储热介质，通过电加热使其存储热能，并在需要时通过冷却释放热能的储热装置及其附属设备组成的系统。通常包括充热单元、储热单元、换热单元、保温系统等。

3.2

充热单元 heat charging unit

沙储热系统中实现电能向热能转换的设备组合，通常包括电加热器、测温装置、功率调节器及其控制接口等。

3.3

储热单元 thermal storage unit

沙储热系统中，实现热能存储的物理装置组合，通常包括沙粒介质及其储热罐体等。

3.4

换热单元 heat exchange unit

沙储热系统中实现热能释放的物理装置组合，通常包括换热介质（水、油等）、换热器、高温循环风机/循环泵、风道及换热管路、阀门等。

3.5

保温单元 thermal insulation unit

沙储热系统中实现保温的物理装置组合，通常包括石棉、玻璃纤维等保温材料。

3.6

沙储热调控系统 sand thermal storage regulation systems

通过调节控制系统，对沙储热系统的电热转换、充热、放热等过程进行实时监测与调节控制，以实现特定运行目标的技术过程。

4 总体原则

沙储热调控系统对充热、储热、换热和保温四个单元的运行状态进行监测，并根据热负荷需求和设备运行条件实施协调控制，是实现沙储热系统安全、稳定、经济运行的技术支撑，其总体原则要求如下：

- 1) 应以满足热负荷需求为目标，统筹考虑充热能力、储热容量、换热能力及保温性能，实现各单元的协调运行
- 2) 应具备各单元运行数据的采集、监视、分析及异常告警功能，满足沙储热系统运行状态感知和调控决策的需要；
- 3) 应结合各单元的运行特性和调节能力，合理安排充热与放热过程，实现能量输入、存储与输出的协调匹配；
- 4) 应满足调控主站与调控终端之间的信息传输和指令交互要求，保障运行数据和控制指令传输的准确性、完整性和可靠性；
- 5) 应以设备安全运行边界为约束，建立各单元之间的联锁保护机制，在设备故障、通信中断或运行参数越限等异常情况下采取相应措施，保障系统安全。

5 调控对象



图 1 沙储热系统图

沙储热调控系统的调控对象按功能划分为若干调控单元，包括充热单元、储热单元、换热单元，其组成及各单元之间的关系见图 1。每个调控单元对应一个调控终端，由该终端完成对本单元的感知、控制和执行接口功能。调控单元、调控终端与通信网络共同构成协同调控的调控系统。沙储热调控系统以满足热负荷需求、保障设备安全运行为基本目标，根据各单元的运行状态和调节能力，对充热、储热及换热过程进行协调控制。

6 系统架构

沙储热调控系统应采用分层分布式架构，主要由调控主站、调控终端和通信网络三部分构成（系统构成见图 2）。调控主站是系统的核心，负责数据汇集、高级应用和集中决策。调控终端部署于各现场，集成感知与测量、就地控制以及执行机构接口等功能，负责数据采集和指令执行。通信网络连接主站与终端，并承担对外信息交互，保障信息可靠传输。

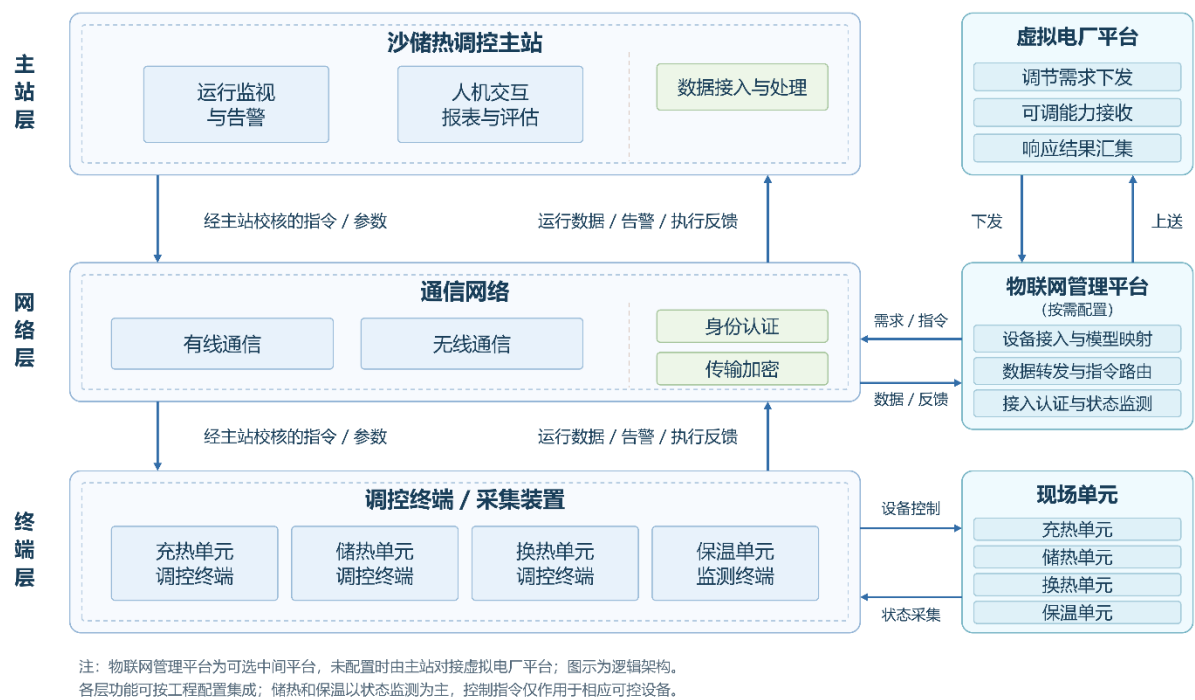


图 2 沙储热调控系统构成示意图

7 调控主站

调控主站应具备数据接入与处理、运行监视与告警、报表与统计、系统对时及人机交互等基本功能，并支持调控潜力评估、经济效益分析和对外信息交互等扩展功能。各项功能要求如下：

- 1) 数据接入与处理：应支持多种通信协议的数据接入，实现运行数据、外部输入信息及历史数据的汇集、校验、预处理和分类存储。
- 2) 运行监视与告警：应展示充热、储热、换热和保温各单元的运行参数及设备状态，对越限、故障和保护动作等事件进行分级分类告警，并支持告警确认、查询和记录追溯。
- 3) 安全校核与保护协调：应在指令下发前校核温度、压力、流量、设备功率及通信状态等约束，并在异常情况下协调执行限功率、停止加热等保护措施。
- 4) 报表与统计：应生成运行日报、月报及统计分析报表，实现充放热量、耗电量、运行效率、设备运行时长和警告事件等信息的统计与查询。
- 5) 系统对时：应接收标准时钟信号并向各调控终端提供对时服务，满足运行数据及事件顺序记录的时间一致性要求。
- 6) 人机交互：应提供系统状态查看、运行模式选择、控制指令确认、参数设置、告警处理和历史数据查询等操作功能。

7) 对外信息交互：应支持与虚拟电厂平台进行调节需求、可调能力、运行状态和响应结果等信息的交互。

8 调控终端

8.1 组成与功能

调控终端是部署于现场设备侧的监测与控制装置，面向充热、储热、换热和保温四个单元，具备数据采集、指令执行与本地控制、就地自治控制、就地安全保护、数据传输与对时、参数设置与维护等功能。终端可根据实际工程需要独立或集成设置，采集数据项应符合附录 A 的规定，控制与保护功能应与所辖设备的运行要求相适应。各项功能要求如下：

- 1) 数据采集：应按所辖单元配置采集电气量、温度、压力、流量及设备状态等数据，采集周期应满足运行监测要求，关键安全数据应满足就地保护的实时性要求。
- 2) 指令执行与本地控制：应执行主站下发的加热档位切换、循环泵启停与调节、运行模式切换等指令，并提供受权限和安全联锁约束的就地操作功能。
- 3) 就地自治控制：应在主站通信中断时，根据设备状态和安全条件执行预设的就地运行策略，并在通信恢复后补传运行数据，经主站确认后平滑恢复统一调控。
- 4) 就地安全保护：应具备独立于主站的就地保护逻辑，在过载、过温、过压或无法确认安全运行条件等异常情况下执行限功率、停止加热或切除故障设备等措施，并记录和上报保护动作信息。
- 5) 数据传输与对时：应与主站进行安全通信，实现运行数据和设备状态上传、控制指令接收及时钟同步，并具备通信异常检测和通信状态上报功能。
- 6) 参数设置与维护：应支持远程及本地参数设置、程序升级和故障诊断，并对相关操作实施权限管理和日志记录。

8.2 技术要求

8.2.1 环境条件

调控终端的环境条件应符合 GB/T 31960.6—2015 的相关规定。

8.2.2 机械影响

调控终端的机械影响要求应符合 GB/T 31960.6—2015 的相关规定。

8.2.3 工作电源

调控终端的工作电源要求应符合 GB/T 31960.6—2015 的相关规定。

8.2.4 结构

调控终端的结构要求应符合 GB/T 31960.6—2015 的相关规定。

8.2.5 绝缘性能

调控终端的绝缘性能应符合 GB/T 31960.6—2015 的相关规定。

8.2.6 温升

调控终端的温升要求应符合 GB/T 31960.6—2015 的相关规定。

8.2.7 电磁兼容性

电磁兼容性应满足如下要求：

- 1) 电压暂降和短时中断抗扰度应符合 GB/T 17626.11 的规定；
- 2) 工频磁场抗扰度应符合 GB/T 17626.8 的规定；
- 3) 射频电磁场辐射抗扰度应符合 GB/T 17626.3 的规定；
- 4) 射频场感应的传导骚扰抗扰度应符合 GB/T 17626.6 的规定；
- 5) 静电放电抗扰度应符合 GB/T 17626.2 的规定；
- 6) 电快速瞬变脉冲群抗扰度应符合 GB/T 17626.4 的规定；

- 7) 振铃波抗扰度应符合 GB/T 17626.12 的规定；
- 8) 浪涌（冲击）抗扰度应符合 GB/T 17626.5 的规定。

8.2.8 数据采集准确度

调控终端的电气量测量误差不应超过 $\pm 0.5\%$ ，温度测量误差不应超过 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；其他采集数据的准确度应与采集源的数据准确度相匹配。

8.2.9 采集容量要求

调控终端的数据采集容量应不少于 1000 个数据项（含扩展）。附录 A 规定基本采集数据项，实际工程应根据终端类型和点表配置进行扩展。

8.2.10 可靠性指标

调控终端平均无故障工作时间（MTBF）应不低于 50000 h。

9 通信网络

9.1 通信方式

调控系统应根据调控主站、智慧能源管理单元、量测监控单元、调控终端及现场设备之间的业务需求、实时性要求、通信距离和安全防护要求，合理选择通信方式，应包括以下形式：

- 1) 调控主站与智慧能源管理单元、调控终端之间宜采用光纤、工业以太网等有线通信方式；采用无线专网或 4G/5G 等无线公网通信方式时，应满足业务传输要求，并按所属安全分区及接入条件落实相应的安全防护措施；
- 2) 智慧能源管理单元与调控终端、调控终端与现场设备之间，可根据设备接口及现场条件采用工业以太网、RS-485、控制器局域网（CAN）等通信方式；采用无线通信时，应校核信号覆盖、通信稳定性、传输时延及现场干扰对业务的影响，满足相应业务的可靠性和安全性要求；
- 3) 通信协议应与通信接口及业务需求相适应。采用 IEC 60870-5-104 远动通信协议时，应符合 DL/T 634.5104 的规定；现场设备可根据接口条件采用 Modbus 等通信协议，并统一数据地址、数据类型、计量单位和读写权限。采用协议转换设备时，应保证转换前后数据含义及控制对象的一致性；

9.2 通信安全

调控终端与主站间的通信应采用硬件加密模块或软件加密算法，实现身份认证、访问控制和数据传输加密，并满足《电力监控系统安全防护规定》^[1]的要求。

附 录 A（规范性附录） 调控终端采集数据项

表 A.1 调控终端采集数据项

类别	数据项	光伏侧终端	储热侧终端	备注
电气量	三相电压、电流	必备	必备	—
	总有功/无功功率	必备	必备	—
	功率因数	必备	必备	—
	总有功电能	必备	必备	—
状态量	电加热器运行状态	—	必备	启停、故障
	泵/风机运行状态	—	必备	—
热工量	储热体关键点温度	—	必备	多点测量
	换热介质进/出口温度	—	必备	—
	储热罐压力	—	选配	适用于承压系统
	换热介质流量	—	必备	如水流量、导热油流量
	系统实时充/放热功率	—	选配	通过温度、流量计算得出
评估量	当前可用储热量	—	必备	基于温度分布计算，表征储热能力
	储热系统 SOC	—	选配	荷热状态，可用储热量/总容量的百分比
环境量	光照强度	选配	—	—
	环境温度	选配	选配	—

注：必备——相应类型终端应采集；选配——按工程需要配置。

参考文献

[1] 电力监控系统安全防护规定（国家发展和改革委员会令第 27 号）