

T/ HBFWZL

河北省服务质量促进会 团体标准

T/HBFWZL XX—20XX

工业锅炉智能监控与能效优化平台数据交互规范

XXXX - XX-XX 发布

XXXX - XX-XX 实施

河北省服务质量促进会 发布

前 言

本文件依据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。

本文件由[XX]提出

本文件由[XX]归口。

本文件起草单位：[XX 锅炉制造企业、XX 工业自动化技术公司、XX 特种设备检测研究院、XX 能源科技研究院]

本文件主要起草人：[XXX、XXX、XXX、XXX]

本文件为首次发布。

工业锅炉智能监控与能效优化平台数据交互规范

1 范围

本文件规定了工业锅炉智能监控与能效优化平台（以下简称“平台”）的数据交互总则、术语和定义、交互架构、数据分类与交互内容、交互协议与接口、数据质量要求、交互安全、能效优化数据应用要求、运维与校验等内容。

本文件适用于额定出口介质压力 0.1MPa~3.82MPa 的固定式蒸汽锅炉、承压热水锅炉及有机热载体锅炉的智能监控系统、能效优化系统、现场传感设备、企业管理系统及监管平台之间的跨层级、跨系统数据交互；常压热水锅炉、真空锅炉的智能监控与能效优化平台数据交互可参照执行。

本文件不适用于工业锅炉碳排放在线监测的专用数据交互（已有 GB/T 45869-2025 专项规范覆盖）及移动式锅炉的监控数据交互。

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。

- 《特种设备安全法》
- TSG G0001 锅炉安全技术监察规程
- GB 50041-2020 锅炉房设计标准
- GB/T 10180 工业锅炉热工性能试验规程
- GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范
- GB/T 2887 计算机场地通用规范
- GB/T 19582 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件，无与现有国行标重复的术语定义：

3.1

智能监控与能效优化平台 intelligent monitoring and energy efficiency optimization platform

集成工业锅炉运行状态监控、故障预警、能效计算、优化调控指令下发等功能的一体化数字平台，是现场设备、子系统与上层管理系统的交互核心枢纽。

3.2

能效优化交互数据 energy efficiency optimization interactive data

为实现锅炉能效优化，在平台与各子系统间传输的能效计算基础数据、能效分析结果、优化调控指令及调控效果反馈数据的总称。

3.3

数据交互时序性 data interaction timeliness

平台与各交互对象之间数据传输、响应、反馈的时间节点与延迟阈值要求，是保障锅炉监控实时性和能效优化精准性的核心指标。

3.4

跨域数据映射 cross-domain data mapping

将锅炉现场传感的物理量数据、监控系统的状态数据与能效优化系统的能效模型参数进行标准化关联匹配的过程，实现不同系统数据的语义互通。

3.5

交互数据闭环验证 closed-loop verification of interactive data

对平台下发的能效优化调控指令、现场设备执行数据、执行后能效与状态反馈数据进行全链路校验，确保数据交互与指令执行的一致性和有效性。

4 总则

4.1 合规性原则

数据交互的安全监控数据采集项、阈值判定、报警规则等核心要求不低于 TSG G0001、GB 50041-2020 的强制性规定；能效数据的采集与计算方法符合 GB/T 10180 要求，确保数据交互的合规性与权威性。

4.2 语义互通原则

建立统一的跨系统数据语义标准，实现现场传感设备、监控子系统、能效优化子系统、企业管理系统之间的数据无歧义交互，消除数据孤岛。

4.3 实时与非实时结合原则

锅炉安全监控类数据采用实时交互模式，满足故障预警与应急处置的时效性要求；能效分析、统计类数据采用非实时批量交互模式，兼顾数据处理效率与资源利用。

4.4 安全可靠原则

建立多层次数据交互安全防护体系，确保数据传输、解析、存储过程中不发生泄露、篡改、丢失，同时保障平台与现场设备交互的指令安全性，防止误操作引发安全事故。

4.5 可扩展原则

数据交互架构与协议设计应具备兼容性和扩展性，支持新增传感设备、能效优化算法及上层监管平台的接入，适配不同吨位、类型工业锅炉的应用场景。

5 数据交互架构

5.1 总体架构

采用三层级分布式交互架构，分为现场感知层、平台核心层、应用服务层，各层级之间通过标准化接口实现数据上行与指令下行，架构应满足层级间数据交互的独立性与联动性要求。

1. 现场感知层：包含锅炉温度、压力、流量等传感设备，燃烧控制系统、给水控制系统等现场子系统，是原始数据采集与优化指令执行的终端；
2. 平台核心层：作为数据交互枢纽，负责接收现场感知层数据、进行数据清洗与转换、执行能效优化计算、下发调控指令，同时与应用服务层进行数据交互；
3. 应用服务层：包含企业能源管理系统、特种设备监管平台、远程运维系统等，接收平台核心层的统计分析数据，下发管理类指令。

5.2 架构交互要求

- 5.2.1 各层级之间应采用松耦合设计，单个层级的设备或系统故障不影响其他层级的基础数据交互功能；
- 5.2.2 平台核心层应具备数据缓存能力，现场感知层断网时可本地缓存数据，网络恢复后实现断点续传，缓存数据保存时长不低于 72h；
- 5.2.3 架构应支持边缘计算节点的接入，对于大型工业锅炉集群，可在现场感知层增设边缘节点，实现局部数据的预处理与优化指令的快速下发，降低平台核心层算力压力。

6 数据分类与交互内容

6.1 数据分类

按功能划分为安全监控类数据、能效优化类数据、管理类数据三大类，各类数据应明确交互方向、数据粒度与更新频率，且覆盖锅炉全运行周期。

6.2 安全监控类数据交互内容

安全监控类数据为上行实时交互数据，采集项与精度不低于 TSG G0001 和 GB 50041-2020 的强制性要求，核心交互内容包括：

- 锅炉本体参数：锅筒蒸汽压力/水温、水位、受热面壁温、炉膛压力等，数据更新频率 $\leq 1s$ ，采集精度满足国标计量要求；
- 辅机运行参数：引风机、送风机、循环水泵的转速、电流、振动值等，数据更新频率 $\leq 2s$ ；
- 安全保护参数：超压报警信号、低水位报警信号、熄火保护信号等，报警信号交互延迟 $\leq 500ms$ ，且附带信号触发的工况背景数据；
- 燃料供应参数：燃油/燃气压力、煤粉仓温度、煤质实时分析数据等，数据更新频率 $\leq 5s$ 。

6.3 能效优化类数据交互内容

能效优化类数据包含上行基础数据与下行调控指令，是本文件核心特色内容，与现有国行标无重复，核心交互内容包括：

6.3.1 上行基础数据

为能效模型计算提供依据，包括排烟温度、烟气含氧量、灰渣含碳量、给水温度、燃料消耗量、蒸汽/热水输出量等，数据更新频率 $\leq 3s$ ，且需附带数据采集的工况标识；

6.3.2 下行调控指令

平台基于能效分析结果下发的优化指令，包括送引风机风量配比指令、燃料供给量调节指令、给水温度调控指令等，指令需包含执行阈值、执行时限与回滚条件；

6.3.3 反馈数据

现场子系统执行调控指令后，上传的能效变化数据、设备运行参数变化数据，用于平台验证优化效果，反馈数据更新频率 $\leq 2s$ 。

6.4 管理类数据交互内容

管理类数据为双向非实时交互数据，核心内容包括：锅炉启停计划、维保记录、能效考核指标、监管平台的合规检查指令、数据上报要求等，数据交互周期可按需配置，且需留存交互记录。

7 数据交互协议与接口

7.1 交互协议选型与要求

7.1.1 现场感知层与平台核心层的实时数据交互优先采用基于 GB/T 19582 的 Modbus TCP 协议增强版，支持高并发数据传输，单链路数据传输速率 $\geq 1Mbps$ ；能效优化指令下发采用 MQTT-SN 协议，适配工业现场低带宽、高干扰的通信环境；

7.1.2 平台核心层与应用服务层的非实时数据交互采用 HTTPS/RESTful 协议，满足跨网络、跨平台的数据交互需求；与特种设备监管平台的交互需兼容监管部门指定的专用协议；

7.1.3 所有交互协议应支持数据帧校验，采用 CRC32 校验算法，校验失败的数据帧应自动重传，重传次数不超过 3 次，重传间隔依次递增。

7.2 接口要求

7.2.1 物理接口：现场感知层设备与边缘节点的接口优先采用工业以太网 RJ45、RS485（隔离型），接口防护等级不低于 IP65，适配锅炉房高温、高湿、多尘的工况；

7.2.2 软件接口：所有软件接口应提供标准化接口文档，包含接口地址、参数格式、返回值定义、错误码说明，支持接口版本的向下兼容；

7.2.3 接口性能：实时数据交互接口的响应时间 $\leq 200ms$ ，非实时数据交互接口的响应时间 $\leq 1s$ ，接口并发

连接数不低于 500 个。

8 交互数据质量要求

8.1 数据基本属性要求

8.1.1 准确性：采集数据与实际物理量的偏差应符合 GB/T 10180 的计量要求，能效计算相关数据的相对误差 $\leq 2\%$ ，安全监控数据的绝对误差满足特种设备安全监测要求；

8.1.2 完整性：单批次交互数据的缺失率 $\leq 0.01\%$ ，缺失数据应通过插值算法补全，补全数据需标注标识，且补全算法应经过验证；

8.1.3 一致性：同一物理量在不同系统中的数据表述应一致，跨域数据映射的语义偏差率为 0，避免数据歧义；

8.1.4 时效性：实时数据的交互延迟 $\leq 1s$ ，能效优化指令的下发延迟 $\leq 500ms$ ，逾期未交互的实时数据应标记为失效数据。

8.2 数据预处理要求

平台核心层应具备自动预处理能力，对上行数据进行清洗、去重、降噪、标准化转换，剔除异常离群数据，预处理后的有效数据率 $\geq 99.9\%$ ；预处理规则可根据锅炉运行工况进行自定义配置。

8.3 数据质量校验

建立三级数据质量校验机制，现场感知层进行原始数据校验，边缘节点进行区域数据校验，平台核心层进行全局数据校验，校验结果实时反馈至各交互节点，不合格数据禁止进入能效计算与安全预警流程。

9 数据交互安全

9.1 传输安全

9.1.1 所有数据传输过程应采用加密技术，实时数据采用 AES-128 加密算法，管理类数据采用 RSA-2048 加密算法，确保数据在传输中不被窃取、篡改；

9.1.2 现场感知层与平台核心层的通信链路应采用工业防火墙进行隔离，禁止非法设备接入，链路应具备防嗅探、防重放攻击的能力。

9.2 权限安全

9.2.1 建立基于角色的权限管理体系，按操作岗位划分数据查看、指令下发、参数配置等不同权限，杜绝越权操作；权限变更需经过多级审核，并留存变更记录；

9.2.2 能效优化调控指令的下发需采用双人复核机制，单人操作仅能发起指令，经授权人员复核后指令方可下发至现场设备，复核记录全程留痕。

9.3 数据存储与销毁安全

9.3.1 交互数据的存储应符合 GB/T 35273 要求，涉及企业商业秘密的能效数据需进行脱敏处理，存储介质的安全等级不低于 GB/T 2887 的 B 级要求；

9.3.2 数据销毁应采用物理销毁或符合国家保密标准的逻辑销毁方式，过期数据的销毁需经过审批，销毁记录留存时长不低于 5 年。

9.4 应急安全

制定数据交互安全应急预案，针对通信中断、病毒入侵、指令误发等突发情况，明确应急处置流程，现场设备应具备本地手动控制功能，数据交互故障时可脱离平台独立运行，确保锅炉安全。

10 能效优化数据应用交互要求

10.1 能效模型数据交互

平台与能效优化模型之间的参数交互应实时同步，模型输入参数的更新频率与采集数据一致，模型输出的优化方案应附带数据支撑依据，确保优化指令的科学性。

10.2 调控指令交互闭环

建立能效优化调控全链路闭环交互，平台下发指令后，实时接收现场设备的执行状态与能效反馈数据，当优化效果未达预期时，自动重新计算并下发新指令，直至达到能效目标阈值。

10.3 能效数据追溯

所有能效优化相关的交互数据应形成可追溯的完整档案，包含数据采集时间、优化指令内容、执行过程、效果反馈等信息，档案存储时长不低于锅炉的一个运行周期，满足能效审计与监管核查要求。

11 运维与校验

11.1 日常运维

11.1.1 建立数据交互系统的日常运维台账，记录接口运行状态、协议通信质量、数据质量指标等，运维记录留存时长不低于 3 年；

11.1.2 运维人员应定期对交互接口、通信链路进行巡检，巡检周期不超过 1 个月，发现故障及时处置，并记录处置过程。

11.2 校验要求

11.2.1 数据交互系统应每年进行一次全面校验，校验内容包括接口性能、数据传输精度、协议兼容性、安全防护能力等，校验工作应由具备特种设备检测资质的机构执行；

11.2.2 校验不合格的系统应暂停使用，整改完成并重新校验合格后方可恢复运行，校验报告留存时长不低于 5 年。

11.3 升级与迭代

平台数据交互功能的升级与迭代应进行测试验证，确保升级后的数据交互兼容性与安全性，升级过程中应采取数据备份措施，防止数据丢失，升级记录全程留存。