

供热机组在线监测技术规范

Technical specification for on-line monitoring of heat supply unit

2025 - 02 - 14 发布

2025 - 03 - 14 实施

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 监测范围 2

5 监测设备 2

 5.1 通用要求 2

 5.2 主站设备 2

 5.3 厂站设备 2

 5.4 通信通道 3

 5.5 证实方法 3

6 监测方法 3

 6.1 通用要求 3

 6.2 运行监视 4

 6.3 程序监听 4

 6.4 故障处理 4

 6.5 证实方法 4

7 数据处理 4

 7.1 通用要求 4

 7.2 数据提取 5

 7.3 数据汇集 5

 7.4 数据传输 5

 7.5 数据接收 5

 7.6 数据管理 5

 7.7 数据计算 5

 7.8 证实方法 6

8 运行和维护 6

 8.1 日常运维 6

 8.2 证实方法 7

附录 A（资料性） 设备架构图 8

附录 B（资料性） 典型设备配置清单 9

附录 C（资料性） 监测要求及主要参数 10

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。

本文件由山东省能源局提出并组织实施。

本文件由山东省能源标准化技术委员会归口。

供热机组在线监测技术规范

1 范围

本文件规定了供热机组在线监测的监测范围、监测设备、监测方法、数据处理、运行和维护方面的要求，描述了对应的证实方法。

本文件适用于建设有在线监测系统的100 MW及以上容量的供热机组，100 MW以下容量的供热机组参照执行。

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 14394 计算机软件可靠性和可维护性管理
- GB/T 29831.3—2013 系统与软件功能性 第3部分：测试方法
- GB/T 39788—2021 系统与软件工程 性能测试方法
- GB/T 41479 信息安全技术 网络数据处理安全要求
- 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IEC60870-5-101网络访问
- DL/T 904 火力发电厂技术经济指标计算方法
- HJ 76 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

供热机组在线监测 on-line monitoring of heat supply unit

依托在线监测系统实时监测供热机组运行状态及运行参数。

3.2

在线监测系统主站 main station of on-line monitoring system

管理在线监测系统的运行、安全和数据传输、处理、应用以及与其它系统数据交换的管理中心。

注：简称主站，通常由前置服务器、数据库服务器、通信设备、网络安防设备等组成。

3.3

在线监测系统厂站 plant station of on-line monitoring system

安装在电厂侧的综合通信管理终端（3.4）、采集装置、通信设备、网络安防设备等设备的集合。

注：简称厂站，用于实现各电厂供热数据采集和上传。

3.4

综合通信管理终端 integrated communication management terminal

用于接收采集装置采集的实时数据，完成数据的汇集、存储，并通过通信通道上传至主站，同时支持主站召唤其存储的历史数据的厂站（3.3）核心设备。

注：简称综合终端。

4 监测范围

供热机组在线监测范围包括汽轮机（主蒸汽系统、供汽抽汽系统等）、锅炉、发电机、供热首站以及电锅炉、熔盐储热、热泵等其他辅助供热设备的相关参数，数据来源为分散控制系统（DCS）、供热首站等通过现场的压力、温度、流量变送器采集的机组实时数据，作为供热量、热电比等指标计算的原始依据，主要监测参数有：主蒸汽流量、主蒸汽温度、主蒸汽压力、采暖抽汽流量、采暖抽汽温度、采暖抽汽压力、工业抽汽流量、工业抽汽温度、工业抽汽压力、过热器减温水流量、给水流量、有功功率、上网功率、热网供水流量、热网回水流量等。

5 监测设备

5.1 通用要求

监测设备应具备数据采集、数据处理、数据可视化、数据通信、安全防护等基本功能，安全防护应满足GB/T 41479等国家有关信息安全的要求，关键主机设备、网络设备或关键部件应进行相应的冗余配置。设备架构图见附录A。

5.2 主站设备

5.2.1 整体架构

主站按功能划分为数据接收存储区和业务应用展示区，其中数据接收存储区应部署在生产控制大区的非控区（又称安全区Ⅱ），由前置服务器、数据库服务器、隔离装置组成，实现厂站上传数据的接收、存储及转发；业务应用展示区应部署在管理信息大区，由数据中转服务器、防火墙、应用服务器、电厂应用后置服务器、电厂端Web服务器组成，负责处理业务逻辑和实现相关功能的可视化展示。主站应具备对外交互功能，能共享供热量等信息。

5.2.2 设备及功能

5.2.2.1 主站设备及功能主要如下：

- 前置服务器，与厂站数据传输设备通讯，接收厂站上传数据并实时写入数据库服务器；
- 数据库服务器，实时存储厂站上传数据，并通过计算程序提供供热量等数据；
- 数据中转服务器，将数据库服务器镜像的数据转发至应用服务器；
- 应用服务器，运行主站应用程序和业务逻辑，完成监测指标的计算和统计分析，并对厂站数据进行备份；
- 电厂应用后置服务器，连接应用服务器，将部分业务功能通过电厂端Web服务器发布，为发电企业提供数据可视化服务；
- 隔离装置，实现生产控制大区与管理信息大区之间安全隔离；
- 防火墙，实现管理信息大区内部的安全区之间的访问控制功能。

5.2.2.2 主站设备配置清单见附录B。

5.3 厂站设备

5.3.1 整体架构

厂站按功能划分为数据采集区和数据上传区，其中数据采集区应部署在生产控制大区的控制区（又称安全区Ⅰ），与现场各机组DCS、RTU装置、供热首站等通信并读取实时数据上传至综合终端；数据上传区应部署在生产控制大区的非控区（又称安全区Ⅱ），由维护工作站、综合终端、纵向加密装置等组成，实现数据汇集，经由网络安全设备后通过通信通道传输至主站。

5.3.2 设备及功能

5.3.2.1 厂站设备及功能主要如下：

- a) 采集装置，用于相关数据的采集；
- b) 隔离装置，实现安全区Ⅰ与安全区Ⅱ之间安全隔离；
- c) 维护工作站，用于厂站数据采集参数设置、软硬件部署等；
- d) 综合终端，完成数据的汇集、存储并上传至主站；
- e) 探针，安装至综合终端，用于侦听网络数据包，完成数据包捕获、过滤、分析等；
- f) 纵向加密装置，实现主站与厂站网络层双向身份认证、数据加密和访问控制。

5.3.2.2 厂站设备配置清单见附录B。

5.4 通信通道

通信通道采用调度数据网，通信规约应符合DL/T 634.5104的要求。

5.5 证实方法

5.5.1 台账管理

应查阅主站、厂站设备清单、设备组建纪录、网络、冗余热备测试记录、性能评估报告等信息，包括：

- a) 设备清单：列出所有相关设备及其规格、型号、数量和位置，确保所有设备都已安装并符合设计要求；
- b) 设备组建记录：记录设备组建过程，包括设备安装、配置、测试、解决的问题等；
- c) 网络服务测试：测试相关网络服务，包括数据传输的稳定性、速度和安全性；
- d) 冗余和热备测试：确保在主设备故障时，备用设备能够无缝切换并继续工作；
- e) 性能评估：对设备性能进行评估，包括数据接入的频率、准确性、实时性和响应时间等。

5.5.2 性能测试

应按GB/T 39788—2021描述的方法测试，包括：

- a) 负载测试：在高负载情况下的性能表现；
- b) 压力测试：在长时间高负载运行下的稳定性和可靠性；
- c) 容量测试：容量上限；
- d) 峰值测试：设备与软件在短时间内负载大幅度超出常规负载时的性能表现；
- e) 扩展性测试：设备与软件适应外部性能需求变化的性能表现。

6 监测方法

6.1 通用要求

应对供热机组热、电参数采集、传输、处理的整个过程进行在线监测，满足热力、电力负荷实时监测要求。厂站通过采集装置完成数据的提取，经由网络安全设备与综合通信管理终端通信，综合终端完成数据的汇集，通过通信通道上传至主站，主站完成数据的接收、存储、计算等。

6.2 运行监视

运行监视应具备但不限于以下功能：

- a) 具备实时监测界面展示功能，能够展示全厂和单台机组供热流程信息；
- b) 具备在线图表生成功能；
- c) 监视界面能直观查看向主站转发的数据列表及实时数据值，并能查阅历史趋势；
- d) 具备通道可用率、中断时间统计功能；
- e) 监视界面能查询各综合终端的运行信息；
- f) 量测数据不刷新、越限告警，人工数据录入超时告警。

6.3 程序监听

程序监听应具备但不限于以下功能：

- a) 支持开机自启动；
- b) 支持对厂站连接监测和重启功能；
- c) 支持监听配置文件变化和自动更新。

6.4 故障处理

故障处理应具备但不限于以下功能：

- a) 设备预留升级和扩展接口，满足软、硬件扩充能力要求，符合 GB/T 14394 等相关标准的规定，具备硬件、软件、运行参数的可维护性，可迅速、准确确定异常和故障发生的位置及原因；
- b) 主站程序意外退出，支持重启程序，重启时间不大于 5 s；
- c) 主站运行过程中，支持添加/修改/删除厂站和厂站配置，保存后生效时间不大于 5 s。

6.5 证实方法

6.5.1 功能台账

应查阅以下台账，包括：

- a) 主站数据管理、校对台账；
- b) 主站程序监听台账；
- c) 厂站实时数据采集通信、管理台账；
- d) 厂站人工录入数据上报台账；
- e) 厂站运行监视台账。

6.5.2 功能测试

按 GB/T 29831.3—2013 描述的技术测试法测试在线监测功能，可根据被测对象和测试目的，选择适用的自动化测试工具或进行人工测试。

7 数据处理

7.1 通用要求

供热机组在线监测应对监测的数据进行数据处理，应符合下列指标：

- a) 遥测量刷新时间符合 HJ 76 的要求，从量测变化到综合终端上传时间不大于 5 s；
- b) 单点数据上传的时间间隔不大于 5 s；
- c) 遥信变位刷新时间从遥信变位到综合终端上传时间不大于 1 s；
- d) 历史数据存储的时间间隔不大于 5 min，存储时间不小于 4 yr。

7.2 数据提取

7.2.1 实时提取

厂站与 DCS、RTU 装置、供热首站等通信并读取实时数据，测点参见附录 C，同时具备响应主站数据召唤功能，支持断点续传。

7.2.2 人工录入

厂站监视界面支持手动录入人工监测数据并能自动上传至主站。

7.3 数据汇集

厂站经由网络安全设备与综合通信管理终端通信，综合终端完成数据的汇集。

7.4 数据传输

汇集后的实时运行数据、人工录入数据等量测值不进行处理直接传输至主站。

7.5 数据接收

主站接收并存储、备份厂站上传的实时数据，并能生成实时及历史曲线，支持数据异常告警，并能实时查询和导出报表。

7.6 数据管理

主站支持浮点型、整型、布尔型与字符串型 4 种数据类型和时间序列数据常用统计方法，可根据测点属性和类型进行统一编码，可实现数据压缩、数据过滤、数据校对，并支持厂站历史数据召唤及自动补录。

7.7 数据计算

7.7.1 供热指标应按照 DL/T 904 中的要求进行在线计算和统计分析，并通过正向隔离装置传给上级调度部门。

7.7.2 直接供热量是指由汽轮机直接或经减温减压向热用户提供的热量，按公式 (1) 计算：

$$Q_{zg} = (D_i h_i - D_j h_j - D_k h_k) \times 1000 \dots\dots\dots (1.)$$

式中：

Q_{zg} ——机组的直接供热量，单位为千焦每小时 (kJ/h)；

D_i ——机组的直接供汽流量，单位为吨每小时 (t/h)；

h_i ——机组直接供汽的供汽焓值，单位为千焦每千克 (kJ/kg)；

D_j ——机组直接供汽的凝结水回水量，单位为吨每小时 (t/h)；

h_j ——机组直接供汽的凝结水回水焓值，单位为千焦每千克 (kJ/kg)；

D_k ——机组用于直接供热的补充水量，单位为吨每小时 (t/h)；

h_k ——机组用于直接供热的补充水的焓值，单位为千焦每千克 (kJ/kg)。

7.7.3 间接供热是指通过热网加热器等设备加热供热介质后间接向用户提供热量的供热方式，间接供

热量采用下述方法计算：

- a) 机组应具有对外供热蒸汽流量测量装置，间接供热量按公式（2）计算：

$$Q_{jg} = D_{qs}(h_q - h_{qs}) \times 1000 \dots\dots\dots (2.)$$

式中：

Q_{jg} ——机组的间接供热量，单位为千焦每小时（kJ/h）（t/h）；

D_{qs} ——间接供热时机组的对外供汽流量，单位为吨每小时（t/h）；

h_q ——间接供热时采用向外供出的蒸汽的供汽焓值，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

h_{qs} ——间接供热时采用向外供出的蒸汽的疏水焓值，单位为千焦每千克（kJ/kg）。

- b) 当机组采用低真空循环水供热、热泵回收热量等特殊间接供热方式时，间接供热量按公式（3）计算：

$$Q_{jg} = \frac{D_{rgs}(h_{rgs} - h_{rhs})}{\eta_{hr}} \times 1000 \dots\dots\dots (3.)$$

式中：

D_{rgs} ——机组热网循环水流量，当采用低真空循环水供热时，取进入凝汽器的循环水流量；当采用热泵回收热量供热时，取进入热泵的热网循环水总流量，单位为吨每小时（t/h）；

h_{rgs} ——机组热网循环水供水焓值，当采用低真空循环水供热时，取凝汽器出口的循环水焓值；当采用热泵回收热量供热时，取热泵出口混合后的热网循环水焓值，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

h_{rhs} ——机组热网循环水回水焓值，当采用低真空循环水供热时，取凝汽器进口的循环水焓值；当采用热泵回收热量供热时，取热泵进口的热网循环水焓值，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

η_{hr} ——换热器效率，对于热泵取100，%。

7.7.4 热电比是指统计期内电厂向外供出的热量与供电量的当量热量的百分比，统计期内机组热电比按公式（4）计算：

$$R = \frac{\sum Q_{wgr}}{3600W_g \times 10^{-6}} \dots\dots\dots (4.)$$

式中：

R ——热电比，%；

Q_{wgr} ——机组对外供出的热量，单位为吉焦（GJ）；

W_g ——供电量，单位为千瓦时（kW·h）。

7.8 证实方法

数据处理设立以下台账信息：

- 性能指标台账，包括遥测量刷新时间、数据上传频率、遥信变位刷新时间、历史数据采集频率、历史数据存储时间；
- 主站在线监测台账，包括监测对象的全厂和单台机组供热数据、供热流程信息、监视界面、在线图表、实时及历史曲线、厂站通道可用率统计、数据异常告警等。

8 运行和维护

8.1 日常运维

运维人员应开展日常巡检工作并做好记录，巡检内容包括：

- a) 硬件状态检查：检查数据采集卡、传感器、通讯接口、电源供应等，确保它们处于良好的工作状态；
- b) 软件状态检查：软件运行正常，并且已经安装了所有必要的更新和补丁；
- c) 通讯链路检查：检查网络连接，包括有线和无线通讯，确保传输链路的稳定性；
- d) 数据完整性和准确性检查：定期验证接入数据准确性，通过对比不同传感器或设备的数据来检测是否有偏差，同时确保没有数据丢失或错误上传；
- e) 运行环境检查：确保设备所在环境的温度、湿度等条件在设备规定的工作范围内，做好防尘、防潮、防腐蚀等措施；
- f) 数据备份和恢复维护：定期备份设备的数据和配置文件，以防数据丢失或设备故障，确保有有效的数据恢复流程，以便在需要时快速恢复数据；
- g) 测点更新维护：由于设备更新、工艺调整或监测需求变化，及时对现有的数据接入点进行增加、移除或修改；
- h) 培训管理：定期对运维人员进行培训，提升相关人员的知识和技能，以适应技术发展和设备升级。

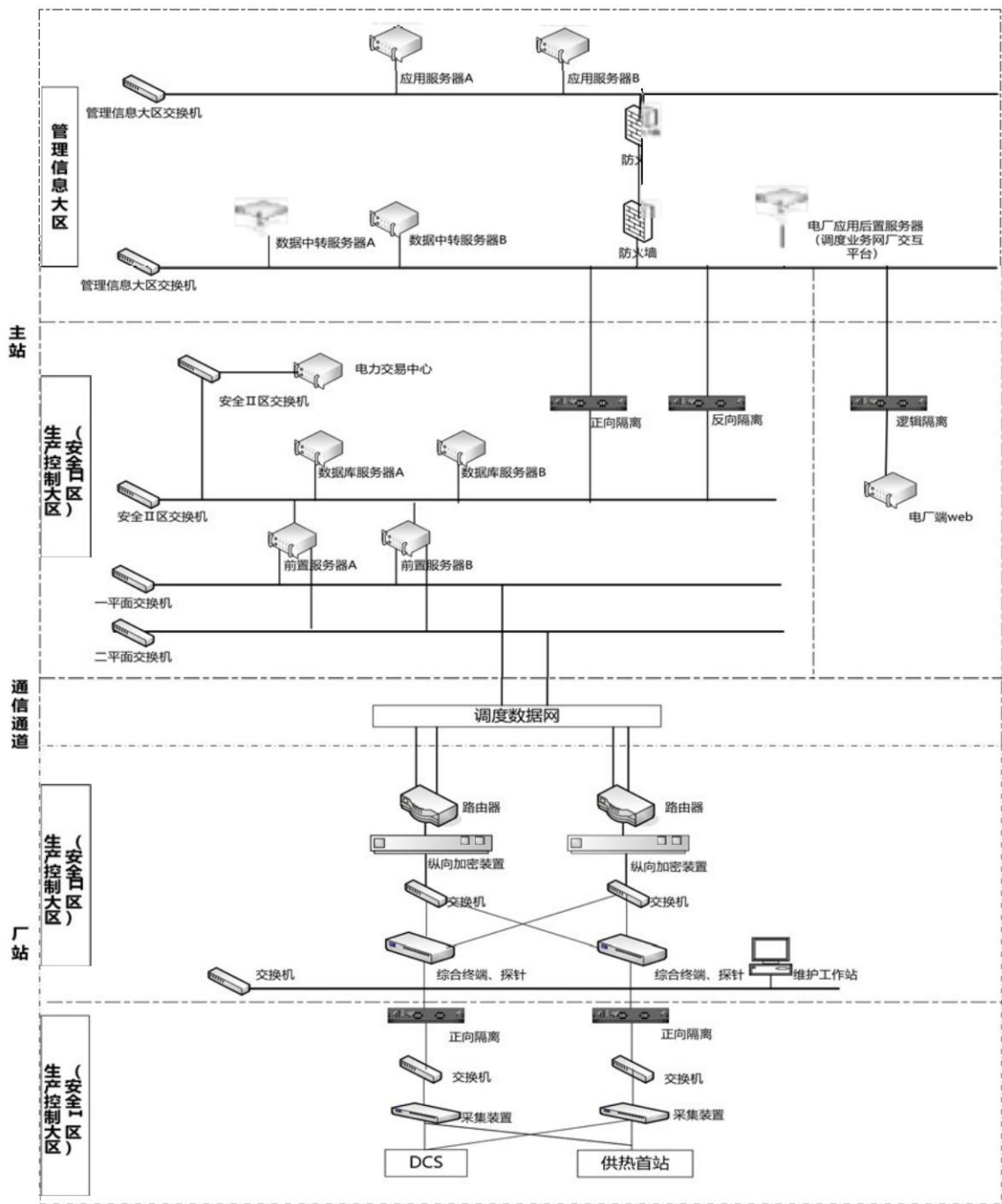
8.2 证实方法

查阅运维记录，具体内容包括：

- a) 日常巡检中的设备状况和运行数据；
- b) 日常设备维护日志；
- c) 数据中断记录；
- d) 数据异常处理记录。

附录 A
(资料性)
设备架构图

主站、厂站和通信通道的主要架构见图A.1。



图A.1 设备架构图

附 录 B
(资料性)
典型设备配置清单

主站所需设备的配置清单见表B. 1，厂站按两台机组所需设备的配置清单见表B. 2。

表B. 1 主站典型设备配置清单

序号	名称	用途	数量	单位	备注
1	前置服务器	数据接收	2	台	冗余配置
2	数据库服务器	数据存储，向其它应用和模块提供数据服务	2	台	冗余配置
3	应用服务器	数据指标计算、存储、分析应用及 Web 展示	2	台	根据控制系统数量按需配置
4	数据中转服务器	数据从生产控制大区中转至管理信息大区	2	台	根据控制系统数量按需配置
5	隔离装置	生产控制大区与管理信息大区安全隔离	2	台	根据通信方式及控制系统数量按需配置
6	防火墙	管理信息大区跨业务部门网络隔离	2	台	根据通信方式及控制系统数量按需配置
7	电厂应用后置服务器	连接应用服务器，并对外发布业务	1	台	根据控制系统数量按需配置

表B. 2 厂站典型设备配置清单

序号	名称	用途	数量	单位	备注
1	纵向加密装置	主站与厂站之间安全防护	2	台	根据通信方式及控制系统数量按需配置
2	正向隔离装置	系统与 DCS 等生产控制系统之间的安全防护	2	台	根据通信方式及控制系统数量按需配置
3	数据上传综合终端	汇集厂站数据，上传主站	2	台	冗余配置
4	数据采集装置	与 DCS 等生产控制系统通讯，采集机组实时数据	2	台	根据控制系统数量按需配置
5	路由器	厂站与主站组网路由	2	台	—
6	交换机	厂站组网	2	台	根据通信方式及控制系统数量按需配置
7	维护工作站	厂站维护	1	台	—
8	探针	主站与厂站之间二次系统安全防护设备	2	套	根据综合终端数量按需配置

附 录 C
(资料性)
监测要求及主要参数

- C.1 供热机组在线监测应满足以下要求：**
- a) 各监测参数为单台机组数据，采暖及工业抽汽采用母管混合的，应在进母管前单独计量各机组抽汽流量；
 - b) 机组拥有多级工业抽汽、采暖抽汽的，应监测各级抽汽温度、压力、流量；
 - c) 机组采暖抽汽疏水温度为热网加热器疏水返回低加的温度，如无测点，采用机组对应的热网加热器疏水温度；
 - d) 热网加热器疏水温度优先上传各加热器疏水混合后母管温度，如无母管温度，分别上传各热网加热器疏水温度；
 - e) 对于低真空循环水供热机组，需监测凝汽器真空、进、出水温度及进、出水流量；
 - f) 对于背压供热机组，需监测低压缸排汽压力、温度、流量；
 - g) 对于热泵供热机组，需监测热泵进、出水温度及进、出水流量；
 - h) 对于采用熔盐储热、电锅炉对外供汽的机组，需监测熔盐储热、电锅炉对外供汽压力、温度、流量；
 - i) 对于从汽轮机抽汽进入背压机发电，乏汽供热的机组，需监测背压机有功功率，进汽压力、温度、流量；
 - j) 人工录入数据应带时间戳。
- C.2 监测主要参数见表 C.1，主要包括 DCS 数据和人工录入数据。**

表C.1 监测主要参数

序号	名称	单位	备注
一、DCS 数据			
1	发电机有功功率	MW	
2	上网高压侧功率	MW	
3	上网中压侧功率	MW	
4	主蒸汽流量	t/h	
5	主蒸汽压力	MPa	
6	主蒸汽温度	℃	
7	给水流量	t/h	
8	过热器减温水总流量	t/h	
9	工业抽汽流量	t/h	
10	工业抽汽压力	MPa	
11	工业抽汽温度	℃	
12	采暖抽汽流量	t/h	
13	采暖抽汽压力	MPa	
14	采暖抽汽温度	℃	
15	采暖抽汽疏水温度	℃	
16	各热网加热器疏水温度	℃	

表 C.1 监测主要参数（续）

序号	名称	单位	备注
一、DCS 数据			
17	凝汽器补水温度	℃	
18	凝汽器补水流量	t/h	
19	凝汽器真空	kPa	
20	低压缸排汽温度	℃	
21	工业抽汽调节阀或旋转隔板开度	%	
22	采暖抽汽旋转隔板或低压缸进汽蝶阀开度	%	
23	采暖抽汽调节阀开度	%	
24	发电量	MWh	
25	上网电量	MWh	
26	热网供水流量	t/h	
27	热网供水压力	MPa	
28	热网供水温度	℃	
29	热网回水流量	t/h	
30	热网回水压力	MPa	
31	热网回水温度	℃	
32	热网补水流量	t/h	
33	热网补水温度	℃	
二、人工录入数据			
34	平均低位发热量	kJ/kg	
35	次日热负荷预测值	GJ/h	
36	供热关口表当月累计供热量	GJ	