

T/BSRS

北京市辐射安全研究会团体标准

T/BSRS 138—2025

核设施供暖热力站工艺自动化控制系统技 术要求

Technical Requirements for Process Automation Control System of Heating Station
for Nuclear Facilities

（发布稿）

本电子版为发布稿。请以北京市辐射安全研究会出版的正式标准为准。

2025-08-29 发布

2025-08-29 实施

目 次

前 言 11

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 4

5 辐射防护技术要求 4

6 工业控制系统技术要求 4

7 仪表系统技术要求 5

8 工艺自动化控制逻辑技术要求 12

9 人机界面技术要求 14

10 工艺生产报警系统技术要求 14

11 电气系统技术要求 15

前 言

本文件按照GB/T1.1-2020《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。

本文件起草单位:中核四〇四有限公司。

本文件主要起草人:张玉、薛小华、郭建勇、雷钰洋、胡开平、武振海、程小锋、寇静静、宋桂贤、张世杰、管志强、魏仪、田培乾、毛超、徐振辉。

核设施供暖热力站工艺自动化控制系统技术要求

1 范围

本文件规定了核设施供暖热力站辐射防护、工业控制系统、仪表系统、工艺自动化控制逻辑、人机界面、工艺生产报警系统、电气系统的技术要求。

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 10257-2001 核仪器和核辐射探测器质量检验规则
GB/T 38536-2020 热水热力网热力站设备技术条件
GB/T 41261-2022 过程工业报警系统管理
HJ 61-2021 辐射环境监测技术规范
CJJ/T 55-2011 供热术语标准
CJJ 34-2010 城镇供热管网设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

核仪器 nuclear instrumentation

用来测量有关致电离辐射的物理量或控制涉及电离辐射作业的仪器设备。

[来源：GB/T 10257-2001，3.1]

3.2

人机界面 human machine interface; HMI

操作员所使用的硬件和软件集，以监测并与控制系统产生交互作用，从而通过控制系统与过程产生交互作用。

[来源：GB/T 41261—2022/IEC 62682:2014，3.1.55]

3.3

一次侧 primary system

热量的提供侧。

[来源：GB/T 38536—2020，3.1]

3.4

二次侧 secondary system

热量的接收侧。

[来源：GB/T 38536—2020，3.2]

3.5

除污器 strainer

热水供热系统中阻留、收集并便于清除循环水中的污物和杂质的装置。

[来源：GB/T 38536—2020，3.6]

3.6

操作员 operator

控制人员 controller

负责监视和改变过程的人员。

[来源：GB/T 41261—2022/IEC 62682:2014，3.1.63]

3.7

操作员站 operator station

操作员控制台中的人机界面。

注：操作员站可以包括多个屏幕。

[来源：GB/T 41261—2022/IEC 62682:2014, 3.1.65]

3.8

报警 alarm

通过声音和/或可视的手段向操作员指示需要及时响应的设备故障、过程偏差或其他异常情况。

[来源：GB/T 41261—2022/IEC 62682:2014, 3.1.7]

3.9

报警系统 alarm system

为应对异常工况，用于生成和处理报警的操作员支持系统。

[来源：GB/T 41261—2022/IEC 62682:2014, 3.1.28]

3.10

辐射环境监测 radiation environmental monitoring

为了解环境中的放射性水平，通过测量环境中的辐射水平（外照射剂量率）和环境介质中放射性核素含量，并对测量结果进行解释的活动，也称为环境辐射监测。狭义的辐射环境监测专指电离辐射环境监测，也称为环境放射性监测；广义的辐射环境监测还包含电磁辐射环境监测。本标准中指狭义的辐射环境监测。

[来源：HJ 61—2021, 3.3]

3.11

计量器具 metrological instrument

能用以直接或间接测出被测对象量值的装置、仪器仪表、量具和用于统一量值的标准物质。

[来源：HJ 61—2021, 3.13]

3.12

供水 supply water

从热源供给热力站或热供暖热用户的热水。

[来源：CJJ/T 55-2011, 2.2.4]

3.13

回水 return water

从热力站或热供暖热用户返回热源的热水。

[来源：CJJ/T 55-2011, 2.2.5]

3.14

供水温度 temperature of supply water

从热源供给热力站或热供暖热用户的热水温度。

[来源：CJJ/T 55-2011, 2.2.14]

3.15

回水温度 temperature of return water

从热力站或热供暖热用户返回热源的热水温度。

[来源：CJJ/T 55-2011, 2.2.15]

3.16

供水压力 pressure of supply water

热水供热系统供水管道中、热源设备出口、热供暖热用户入口处的热水压力。

[来源：CJJ/T 55-2011, 2.2.25]

3.17

回水压力 pressure of return water

热水供热系统回水管道中、热源设备入口、热供暖热用户出口处的热水压力。

[来源：CJJ/T 55-2011, 2.2.26]

- 3.18
供热管网循环水泵 circulation pump of heating network
使水在热水供热系统里循环流动的水泵。
[来源: CJJ/T 55-2011, 4.2.12]
- 3.19
供热管网补水泵 make up water pump of heating network
为保持供热系统充满水, 并稳定在设定的压力范围, 向系统内补充水的水泵。
[来源: CJJ/T 55-2011, 4.2.13]
- 3.20
调速水泵 variable speed pump
选用变频器或液力耦合器等方法改变转速的水泵。
[来源: CJJ/T 55-2011, 4.2.15]
- 3.21
变频泵 variable frequency pump
通过改变水泵电动机的电流频率来改变交流电动机的转速从而使转速可连续发生变化的水泵。
[来源: CJJ/T 55-2011, 4.2.16]
- 3.22
软化水 softened water
钙离子和镁离子浓度低于某一给定指标的水。
[来源: CJJ/T 55-2011, 4.2.26]
- 3.23
供热管网 heating network
由热源向热供暖热用户输送和分配供热介质的供热管道、热力站及中继泵站等设施的总称管道系统。
[来源: CJJ/T 55-2011, 5.1.1]
- 3.24
疏水器 steam trap
能自动排除凝结水, 阻止蒸汽通过的器具。
[来源: CJJ/T 55-2011, 5.7.12]
- 3.25
调节阀 control valve
通过改变阀门开度来调节或限制介质参数和流量的阀门。
[来源: CJJ/T 55-2011, 5.7.13]
- 3.26
流量调节阀 flow control valve
以流量为控制参数的调节阀。
[来源: CJJ/T 55-2011, 5.7.17]
- 3.27
温度调节阀 temperature control valve
以温度为控制参数的调节阀。
[来源: CJJ/T 55-2011, 5.7.18]
- 3.28
电动调节阀 power operated control valve
带有电动执行机构的自动调节阀。
[来源: CJJ/T 55-2011, 5.7.22]
- 3.29
热力站 heating station
用来转换供热介质种类、改变供热介质参数、分配、控制及计量供给热供暖热用户热量的综合体。
[来源: CJJ/T 55-2011, 6.1.1]
- 3.30

凝结水箱 condensate tank

凝结水回收系统中汇集和储存凝结水的水箱。

[来源: CJJ/T 55-2011, 6.1.23]

3.31

换热器 heat exchanger

两种不同温度的流体进行热量交换的设备。

[来源: CJJ/T 55-2011, 6.2.3]

3.32

供暖热用户 space-heating consumer

供暖期为保持一定的室内温度而消耗热量的供暖系统。

同义词: 采暖热供暖热用户。

[来源: CJJ/T 55-2011, 6.3.2]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS: 分布式控制系统(Distributed Control System)

HMI: 人机界面 (Human Machine Interface)

I/O: 输入和输出(Inputand Output)

PLC: 可编程逻辑控制器(Power Line Communication)

PID: 比例, 积分, 微分控制(proportion integration differentiation)

UPS: 不间断电源 (Uninterruptible Power System)

5 辐射防护技术要求

5.1 应按照的要求, 确保热力站供回水以及站内的辐射剂量在安全限值内, 避免对操作员和环境造成危害。

5.2 具备必要的安全防护设计, 如核仪器、屏蔽措施、辐射环境监测、计量器具、紧急停机装置等。

6 工艺自动化控制系统技术要求

6.1 一般要求

6.1.1 热力站应由自动化控制系统 (PLC、DCS)、核仪器、仪表系统、电磁阀、电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀、调速水泵、变频器、变频器组成, 实现数据采集、就地显示、自动控制、参数存储、实时通信、故障报警输出等功能。

6.1.2 系统应选用安全可靠的工业级设备, 满足I/O (输入/输出信号) 采集处理、控制逻辑编程智能设备通信、数据传输。

6.1.3 采集对象包含辐射环境监测数据、温度、压力、液位、流量、热量、阀门状态、电源电压、电流、电源状态、调速水泵运行/停止/故障状态信号、运行频率等。

6.1.4 控制对象包含电磁阀、电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀、调速水泵、变频器等。

6.1.5 热力站选用无人值守模式, 应与调度中心实现远程数据传输并实现远程控制, 包含水泵的切换、启停, 电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀的开关控制、设定运行模式、控制指标等操作。

6.1.6 热力站电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀、调速水泵、变频器均应选用PID自动调节控制。

6.2 控制柜技术要求

6.2.1 控制柜触摸屏本地仅有显示功能, 不具备参与参数调整、设备控制功能。

6.2.2 热力站工业控制系统控制柜、操作员站工控机、UPS, 应有独立的弱电机房, 且配置空调、温湿度计。

6.2.3 热力站变频控制柜应有独立的配电室, 且通风散热环境良好。

6.3 工艺自动化控制系统柜硬件功能应满足以下要求：

- a) 具备两路供电功能，一路市电供电、一路UPS供电，UPS时刻处于运行供电状态，无需切换。且UPS供电持续时间不得低于30min。
- b) 柜内24VDC电源应冗余配置，运行过程中处于热备用状态，当一路电源出现故障，另一路电源无切换自动投入使用，避免电源故障，导致热力站停运。
- c) 柜内控制器应冗余配置，运行过程中处于热备用状态，当一台控制器出现异常，另一控制器自动投入使用，避免控制器异常导致热力站停运。
- d) 柜内内网通讯交换机和外网通讯交换机均应冗余配置，运行过程中处于热备用状态，当一台交换机出现异常，另一交换机自动投入使用，避免通讯中断，导致上位机与现场失控。

6.4 工艺自动化控制系统软件功能应满足以下要求：

- a) 与硬件直接适配，不得选用第三方组态管理软件进行硬件通讯控制；
- b) 具备工程项目搭建、组态管理、HMI画面监控等功能；
- c) 具备系统编程、组态下载/上装、发布等功能；
- d) 具备HMI画面绘制、报表开发、发布等功能；
- e) 具备I/O分组，报警管控/分组、历史趋势记录/监测、权限管控等功能；
- f) 选用标准工业协议进行通信，如Modbus RS485、TCP/TP、OPC等。

6.5 工艺自动化控制系统系统监测参数技术要求，包含以下内容：

- a) 一次侧供热管网温度(℃)、一次侧供热管网压力(MPa)、一次侧供热管网瞬时流量(t/h)，累计流量(t)、一次侧供热管网瞬时热量(GJ/h)，累计热量(GJ)；
- b) 二次侧供热管网补水瞬时流量(t/h)，累计流量(t)；
- c) 二次侧供热管网供、回水温度(℃)；二次侧管网供、回水压力(MPa)；
- d) 二次侧供热管网除污器前后压力(MPa)；
- e) 二次侧供热管网供水瞬时流量(t/h)，累计量(t)；
- f) 二次侧供热管网回水瞬时流量(t/h)，累计量(t)；
- g) 电动阀、电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀阀位(%)；
- h) 凝结水箱水位(m)；
- i) 补水瞬时量(t/h)、累计量(t)；
- j) 供热管网循环水泵变频器频率(Hz)、电流反馈信号(A)；
- k) 供热管网补水泵变频器频率(Hz)、电流反馈信号(A)；
- l) 循环泵运行状态；
- m) 供热管网补水泵、供热管网循环水泵运行状态；
- n) 工业运行统计报表数据。

7 仪表系统技术要求

7.1 仪表分类

7.1.1 监测仪表应满足以下要求：

- a) 核仪器，具备现场就地显示以及远程传输功能，用于热力站现场辐射环境监测以及将测量参数传输至工业控制系统。
- b) 核辐射探测器，具备现场就地显示以及远程传输功能，用于热力站现场辐射环境监测以及将测量参数传输至工业控制系统。
- c) 压力表(耐震压力表、一体化压力变送器)，具备就地显示以及远程传输功能。就地显示仪表选用耐震压力表，用于热力站现场监测压力参数；远程传输仪表选用一体化压力变送器，用于热力站现场监测工艺运行参数以及将测量参数传输至工业控制系统。
- d) 温度计(双金属温度计、热电阻、一体化温度变送器)，具备就地显示以及远程传输功能；就地显示仪表选用双金属温度计，用于热力站现场监测温度参数；远程传输仪表选用热电阻或一体化温度

变送器，热电阻可以使用三线制或四线制，输出电阻信号；一体化温度变送器，用于热力站现场监测工艺运行参数以及将测量参数传输至工业控制系统。

e) 流量计（电磁流量计、匀速管流量计），同时具备就地显示以及远程传输功能，一次侧高温水或蒸汽选用匀速管流量计搭配差压变送器进行使用，二次侧供、回水（低温水）选用电磁流量计；测量参数即可现场监测，又可远程传输至工业控制系统。

f) 热量积算仪，同时具备就地显示仪表以及远程传输功能，可采集流量、温度、压力信号，具有热量换算功能；可将仪表参数远程传输至工业控制系统。

g) 液位计（磁翻板液位计、投入式液位变送器），同时具备就地显示以及远程传输功能，主要用于凝结水箱液位参数监测。就地显示仪表选用磁翻板液位计，用于热力站现场凝结水箱液位现场监测；远程传输仪表选用投入式液位变送器，用于热力站凝结水箱液位参数现场监测以及将测量参数传输至工业控制系统。

g) 振动传感器，具备远程传输功能，主要用于热力站换热器末端管网震动测量，可将测量参数传输至工业控制系统。

h) 室外温度测量（气象站、百叶箱封闭温度传感器）气象站，具备信号远程传输功能。可采集室外温度、风速等多种气象信号，可将气象站采集参数远程传输至工业控制系统。百叶箱封闭温度传感器，具备信号远程传输功能，可将温度传感器采集参数远程传输至工业控制系统。

7.1.2 智能仪表应满足以下要求：

a) 电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀，根据工艺生产要求自动调整阀门的开启度；其流通能力及管径应满足工艺流量的要求，可将调节阀参数远程传输至工业控制系统，实现远程调控。

b) 一次侧如果选用蒸汽进行热交换，温度调节阀应选用失电自动关闭或者控制回路有失电保护的装置，如UPS供电等方式；

c) 对于多机组热力站，每套换热机组或换热器应单独安装温度调节阀；

d) 电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀具有正/反向选择控制，现场手动操作的功能；

e) 电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀具有阀门行程自检功能；

f) 故障状态下，电动调节阀、温度调节阀、流量调节阀具有保持原位功能。

7.2 仪表设置应满足以下要求：

a) 热力站站内循环泵进口设置核仪器一台；热力站二次侧供热管网各工艺子项、单元入口供回水应设置核仪器、电动调节阀、电磁流量计、热电阻、压力变送器各一套。

b) 热力站站内入口明显位置设置核辐射探测器一台。

c) 一次侧管网（蒸汽或者高温水）入口，安装耐震压力表、一体化压力变送器各一套，双金属温度计、热电阻各一套，匀速管流量计一套，温度、压力、流量信号分别接入热量积算仪，通过Modbus RS485信号接入工业控制系统；一次侧管网（高温水）出入口，安装耐震压力表、一体化压力变送器各两套，双金属温度计、热电阻各两套，匀速管流量计两套，温度、压力、流量信号分别接入两台热量积算仪，通过Modbus RS485信号接入工业控制系统。

d) 一次侧管网温控阀前端，安装耐震压力表、一体化压力变送器各一套；双金属温度计、一体化温度变送器各一套，信号接入工业控制系统。

e) 一次侧管网换热机组端，安装耐震压力表、一体化压力变送器各一套；双金属温度计、一体化温度变送器各一套，信号接入工业控制系统。

f) 热力站二次侧站内供水管网，安装耐震压力表、一体化压力变送器各一套，双金属温度计、一体化温度变送器各一套，电磁流量计一台，信号接入工业控制系统。

g) 热力站二次侧站内回水管网，安装耐震压力表、一体化压力变送器各一套，双金属温度计、一体化温度变送器各一套，电磁流量计一台，信号接入工业控制系统。

h) 热力站循环泵进出管道，安装一体化压力变送器各一套，信号接入工业控制系统。

i) 热力站供热管网补水泵出口管道，安装一体化压力变送器一套、电磁流量计一台，信号接入工业控制系统。

j) 热力站除污器前后管段，各安装一体化压力变送器一套，信号接入工业控制系统。

k) 热力站站外二次侧供回水各工艺厂房或单元设施入口处，安装一体化压力变送器一套、热电阻一套、电磁流量计各一台，核仪器一台，信号接入工业控制系统。

1) 室外温度监测点应采气象站或百叶箱封闭温度传感器,气象站安装在室外高点,且周围无遮挡物。室外温度监测点应安装在热力站外墙上,不得阳光直射,应选用百叶箱封闭温度传感器,信号接入工业控制系统;

m) 仪表表盘安装应面向操作面或巡检面,便于现场监测仪表示值。

7.3 仪表选型及安装技术要求

7.3.1 核仪器技术要求

a) 核仪器选型应符合下列技术要求:

——精度等级:不应低于0.5级;

——接线标准:两线制或四线制;

——输出标准:Modbus RS485、DC4mA~20mA的模拟量信号;

——根据工艺现场实际需求,明确测量对象(如 α 、 β 、 γ 射线,中子等)、量程范围、精度要求(如剂量率、活度、浓度等),确保仪表参数与被测物理量一致;

——考虑使用环境(如高温、潮湿、粉尘、振动、强电磁干扰等),选择具备相应防护等级(如IP65)和抗干扰能力的仪表;

——界面友好,操作流程简单,具备清晰的显示(如背光屏幕)和报警功能(声光报警),适合非专业人员快速上手;

——结构设计便于检修,易更换耗材(如探测器等),校准方法简单,无需复杂设备支持。

b) 核仪器安装应符合下列要求:

——支持在线管线安装测量;

——不得安装在阀门、泵设备附近,防止振动干扰测量。

7.3.2 核辐射探测器技术要求

a) 核辐射探测器选型应符合下列技术要求:

——精度等级:不应低于0.5级;

——接线标准:两线制或四线制;

——输出标准:Modbus RS485、DC4mA~20mA的模拟量信号;

——根据工艺现场实际需求,明确测量对象(如 α 、 β 、 γ 射线,中子等)、量程范围、精度要求(如剂量率、活度、浓度等),确保仪表参数与被测物理量一致;

——考虑使用环境(如高温、潮湿、粉尘、振动、强电磁干扰等),选择具备相应防护等级(如IP65)和抗干扰能力的仪表;

——界面友好,操作流程简单,具备清晰的显示(如背光屏幕)和报警功能(声光报警),适合非专业人员快速上手;

——结构设计便于检修,易更换耗材(如探测器等),校准方法简单,无需复杂设备支持。

b) 核辐射探测器安装应符合下列要求:

——应安装在热力站进出口明显位置;

——不得安装在阀门、泵设备附近,防止振动干扰测量。

7.3.3 耐震压力表技术要求

a) 耐震压力表选型应符合下列技术要求:

——精度等级:不应低于0.5级;

——一次侧应选用耐热耐震型;

——二次侧应选用普通耐震型;

——防护等级:IP54。

b) 耐震压力表安装应符合下列要求:

——在变送器和介质间安装压力截止阀、压力缓冲装置;

——在耐震压力表加压前应用截止阀排净管内的空气,防止超压过载;

——在一次侧/二次侧管网管道上,便于观测的位置安装;不得选在阀门、焊缝等阻力部件的附近和介质流速导流角处安装。

7.3.4 一体化压力变送器技术要求

a) 一体化压力变送器选型应符合下列技术要求:

- 精度等级：不应低于0.5级；
- 供电电压：DC12V~36V；
- 输出标准：4mA~20mA信号；
- 接线方式：两线制或三线制；
- 显示方式：4位LCD显示；
- 防护等级：IP54。

b) 一体化压力变送器安装应符合下列技术要求：

- 在变送器和介质间安装压力截止阀、压力缓冲装置；
- 在变送器加压前应用截止阀排净管内的空气，防止超压过载；
- 一体化压力变送器电缆接头应密封。

——在一次侧/二次侧管网管道上，便于观测的位置安装；不得选在阀门、焊缝等阻力部件的附近和介质流速导流角处安装。

7.3.5 双金属温度计技术要求

a) 双金属温度计选型应符合下列技术要求：

- 精度等级：不应低于1.0级；
- 一次侧、二次侧应选用铠装双金属温度计，可在管网带载运行过程中更换；
- 一次侧应选用耐热耐震型，量程根据被测对象的温度范围选择，确保实际测量值在温度计量程的1/3-2/3之间；

——在振动较大的场合（如泵体出口），应选择带防震结构的双金属温度计，或增加阻尼装置，避免指针抖动影响读数；

- 防护等级IP55及以上。

b) 双金属温度计安装应符合下列技术要求：

- 管道测量，插入长度应不小于管道直径的 1/2；
- 应在一次侧/二次侧管网管道上，便于观测的位置安装；不得选在阀门、焊缝等阻力部件的附近和介质流速导流角处安装。

7.3.6 热电阻技术要求

a) 热电阻选型应符合下列技术要求：

- 热电阻输入信号：Pt100铂电阻信号输入；
- 精度等级：应低于1.0级；
- 一次侧、二次侧应选用铠装热电阻，可在管网带载运行过程中更换；
- 应选用三线制或四线制铠装热电阻；
- 防护等级IP55及以上。

b) 热电阻安装应符合下列技术要求：

- 管道测量，插入长度应不小于管道直径的 1/2；
- 在一次侧/二次侧管网管道上，便于观测的位置安装；不得选在阀门、焊缝等阻力部件的附近和介质流速导流角处安装。

7.3.7 一体化温度变送器技术要求

a) 一体化温度变送器选型应符合下列技术要求：

- 一体化温度变送器输入信号：Pt100铂电阻信号输入；
- 精度等级：不应低于0.5级；
- 供电电压：DC12V~36V；
- 输出标准：DC4mA~20mA信号；
- 接线标准：两线制或三线制；
- 显示方式：4位LCD显示；
- 选择铠装一体化温度变送器，可在管网带载运行过程中更换；
- 防护等级IP55及以上。

b) 一体化温度变送器安装应符合下列技术要求：

- 管道测量，插入长度应不小于管道直径的 1/2；

——在一次侧/二次侧管网管道上，便于观测的位置安装；不得选在阀门、焊缝等阻力部件的附近和介质流速导流角处安装。

7.3.8 电磁流量计技术要求

- a) 电磁流量计选型应符合下列技术要求：
 - 结构：应选用分体式；
 - 精度等级：不应低于0.5级；
 - 供电电压：AC110V~220V或DC12V~36V；
 - 输出标准：4mA~20mA信号、Modbus RS485通讯；
 - 显示方式：应具备瞬时正反向流量、累计正反向流量、流速、故障报警等信息显示；
 - 运行介质温度：小于等于90℃，防止高温损坏里衬和传感器；高温水、蒸汽不得采用电磁流量计测量流量；
 - 防护等级：IP68及以上。
- b) 电磁流量计安装应符合下列技术要求：
 - 传感器应垂直安装在水平管线上，确保方向箭头与流体方向一致；
 - 电磁流量计不得安装在阀门、泵设备附近，防止振动干扰测量；
 - 为确保流体流速稳定（呈充分发展的湍流状态），传感器前后端必须预留足够直管段，上游直管段，若上游有弯头、阀门、异径管等阻力件，直管段长度需大于等于10倍管道内径（10D）；若为全开闸阀，可缩短至7D。下游直管段，长度需大于等于5倍管道内径（5D），确保流体流经传感器后流态稳定；
 - 传感器上游应避免安装节流阀、调节阀等可能产生湍流或气泡的部件，若必须安装，需预留足够直管段（大于等于30D）；
 - 传感器前后可安装截止阀，便于检修时切断流体；测量管内严禁安装任何阻碍流体流动的部件（如滤网、温度计套管）。

7.3.9 匀速管流量计技术要求

- a) 匀速管流量计选型应符合下列技术要求：
 - 精度等级：不应低于1.0级；
 - 测量方式：选用差压变送器测量；
 - 差压变送器精度等级：不应低于0.5级；
 - 差压变送器输出标准：DC4mA~20mA信号、HART通讯；
 - 差压变送器显示方式：4位LCD显示；
 - 接线方式：两线制；
 - 用于高温水、蒸汽流量测量；
 - 防护等级：IP55及以上。
- b) 匀速管流量计安装应符合下列技术要求：
 - 匀速管流量计应安装管道下方160度，确保方向箭头与流体方向一致，避免气泡或冷凝液回流影响测量；
 - 匀速管流量计不得安装在阀门、泵设备附近，防止振动干扰测量；
 - 为确保流体流速稳定（呈充分发展的湍流状态），传感器前后端必须预留足够直管段，上游直管段，若上游有弯头、阀门、异径管等阻力件，直管段长度需大于等于10倍管道内径（10D）；若为全开闸阀，可缩短至7D。下游直管段，长度需≥5倍管道内径（5D），确保流体流经传感器后流态稳定；
 - 传感器上游应避免安装节流阀、调节阀等可能产生湍流或气泡的部件，若必须安装，需预留足够直管段（大于等于30D）；
 - 传感器前后可安装截止阀，便于检修时切断流体；测量管内严禁安装任何阻碍流体流动的部件（如滤网、温度计套管）。

7.3.10 热量积算仪技术要求

- a) 热量积算仪选型应符合下列技术要求：
 - 精度等级：不应低于1.0级；
 - 供电电压：AC110V~220V或DC12V~36V；
 - 输入标准：多通道，可采集流量、温度、压力等信号接入；

- 输出标准：4mA~20mA信号、Modbus RS485通讯；
- 显示方式：液晶屏显示瞬时流量、温度、压力、累计流量、瞬时热量、累计热量等参数；
- 防护等级：IP55及以上。

b) 热量积算仪安装应符合下列技术要求：

- 应安装在室内通风良好、操作方便的位置（如控制柜、仪表盘），高度以人体平视读数为宜（通常距地面 1.2m~1.5m）；
- 避免阳光直射（防止仪表外壳老化和内部温度过高），应选用双层门仪表柜，第一层具有可视窗功能，必要时加装遮阳板。

7.3.11 磁翻板液位计技术要求

a) 磁翻板液位计选型应符合下列技术要求：

- 材质：应选用不锈钢316L，介质温度小于等于100℃；
- 浮子的浮力需大于自身重量，需根据介质密度（ ρ ）选择浮子；
- 按容器工作压力选择液位计的公称压力（PN）；
- 液位计长度需覆盖容器的最高液位至最低液位，通常比实际测量范围长50mm~100mm（预留安装余量）。

b) 磁翻板液位计安装应符合下列技术要求：

- 地下储罐或顶部开口容器，必须确测量起点（如从罐底开始）；
- 避开强磁场干扰（如大型电机、电磁铁），防止磁场影响浮子与翻板的磁耦合，导致显示失真；
- 远离泵入口等介质剧烈波动的位置，避免浮子剧烈晃动；若无法避开，需在液位计与容器之间加缓冲管；

——确保安装垂直度：侧装式液位计需与水平面垂直（偏差小于等于1度），顶装式需与容器底面垂直，否则浮子可能卡住；

——预留操作与维护空间：液位计周围需有大于等于500mm 的空间，方便观察、清洁及更换部件（如浮子、翻板）。

7.3.12 投入式液位变送器技术要求

a) 投入式液位变送器选型应符合下列技术要求：

- 量程：应根据凝结水箱最大高度选择；
- 精度等级：不应低于0.5级；
- 供电电压：DC12V~36V；
- 输出标准：DC4mA~20mA信号、HART通讯；
- 接线方式：两线制或三线制；
- 显示方式：4位LCD显示；
- 防护等级：IP68及以上。

b) 投入式液位变送器安装应符合下列技术要求：

——远离泵、阀门等易产生湍流、气泡的设备，避免液体剧烈波动影响测量（若无法避开，需加装稳流管或缓冲装置）；

——离强电磁干扰源（如大功率电机、变压器），防止电磁信号干扰变送器输出信号；

——避免安装在液面易受阳光直射、风雨影响的露天区域（如需安装，需加装防护遮阳棚）；

——变送器探头需完全浸没在被测液体中，且淹没深度应大于50mm（避免液位波动时探头暴露在空气中）；

——安装点应选择液体相对平稳的区域，避免液面有大量泡沫、悬浮物或沉淀（若存在，需选用带防堵设计的探头）；

——对于有腐蚀性的液体，需确保探头材质（如 316 不锈钢、四氟乙烯）与介质兼容，避免腐蚀损坏；

——根据测量范围确定探头安装深度，确保最低液位时探头仍处于浸没状态，最高液位时不超过变送器量程上限；

——探头垂直或倾斜安装（倾斜角度不超过 30° ），避免水平放置导致沉积物堆积在感应面上；

——选用支架、法兰或螺纹连接固定变送器，确保安装牢固，防止因振动导致位置偏移。

7.3.13 振动传感器技术要求

a) 振动传感器选型应符合下列技术要求：

- 精度等级：不应低于0.5级；
- 量程：0mm/s~20mm/s；
- 频率范围：10Hz~1000Hz；
- 供电电压：DC12V~36V；
- 输出标准：4mA~20mA信号、HART通讯；
- 接线方式：两线制或三线制；
- 防护等级：IP68及以上。

b) 振动传感器安装应符合下列技术要求：

- 选用高强度螺栓（如内六角螺栓）固定，螺栓规格与传感器安装孔匹配；
- 螺栓应涂抹螺纹胶，防止振动导致松动；
- 传感器底座与设备表面应完全贴合，不允许加装垫片（除非设备表面不平整且垫片为刚性材质）。

7.3.14 气象站技术要求

a) 气象站选型应符合下列技术要求：

- 精度等级：工业级（ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}/\pm 3\% \text{RH}$ ）；
- 供电电压：DC12V~36V；
- 输出标准：4mA~20mA信号、Modbus RS485通讯；
- 监测参数：气温、相对湿度、气压、风速、风向等；
- 传感器防护等级：IP68及以上。

b) 气象站安装应符合下列技术要求：

——远离建筑物（距离 $\geq$ 建筑物高度的10倍）、树木（距离 $\geq$ 树高的2倍），防止遮挡阳光、阻碍气流；

——避开热源，防止干扰。

7.3.15 百叶箱封闭温度传感器技术要求

a) 百叶箱封闭温度传感器选型应符合下列技术要求：

- 精度等级：不应低于0.5级；
- 测量传感器：铂电阻Pt1000；
- 温度测量范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
- 接线方式：三线制；
- 防护等级：IP67及以上。

b) 百叶箱封闭温度传感器安装应符合下列技术要求：

——温度传感器中心应与百叶箱底板保持1.5米高度（气象标准），或按监测需求设定；

——温度传感器应安装在百叶箱中心区域，远离箱体四壁（距离大于等于10cm），避免箱壁传导的热量影响；

——温度传感器探头应水平放置，感温部分（如铂电阻探头）无遮挡，确保空气能自由流通（避免被线缆或固定支架遮挡）；

——温度传感器探头应选用非金属支架（如ABS塑料、木质）固定传感器，避免金属支架导热影响测量（金属易传递箱外温度）。

7.3.16 调节阀技术要求

a) 调节阀选型应符合下列技术要求：

——电动调节阀及执行机构：供电电压AC380V，输出DC4mA~20mA或DC0V~10V的模拟量信号，应具备手动、自动功能；

——温度调节阀、流量调节阀应选用智能调节型，供电电压AC36V或AC24V，输出DC4mA~20mA或DC0V~10V的模拟量信号，应具备手动、自动功能。

b) 调节阀安装应符合下列技术要求：

——电动调节阀、温度调节阀应安装在水平管道上，管道上调节阀执行机构垂直朝上。小于或等于DN80管道电动阀可安装在垂直管道上，前后应保留20D以上直管段；

——电动调节阀应安装在软化水进水管段，用于软化水进水自动控制；

——一次侧如果选用蒸汽进行热交换，换热器出口必须冷凝水疏水器必须安装旁通，且旁通安装电动调节阀，用于换热器水击防护；

——温度调节阀应安装在一次侧供热管网，用于热力站温度调控，同时应加旁通管和阀门；

——流量调节阀应安装在二次侧供热管网，用于二次侧管网的热平衡调控。

7.4 仪表线路的技术要求

7.4.1 电缆、电线的绝缘电阻试验应选用500V兆欧表测量。

7.4.2 线路不应敷设在易受机械损伤、潮湿及有强磁场和强电场干扰的区域，当无法避免时，应采取防护或屏蔽措施。

7.4.3 线路不应敷设在影响操作和妨碍设备、管道检修的位置，应避开运输，人行通道和吊装孔。

7.4.4 线路不应敷设在高温设备和管道上方。

7.4.5 线路与设备及管道外护层之间的距离不应小于200mm，与其他设备和管道之间的距离不应小于150mm。

7.4.6 线路不应有中间接头，无法避免时应该将接头放在接线盒内，以便于维修检查。

7.4.7 线路敷设完毕，应进行校线和标号，并测量电缆电线的绝缘电阻。

7.4.8 普通仪表连接导线应选外径为 $3\text{mm}^2 \times 1.5\text{mm}^2$ 的阻燃型屏蔽铜芯聚氧乙烯屏蔽电缆线。

7.4.9 热电阻连接导线应选外径为 $4\text{mm}^2 \times 1.5\text{mm}^2$ 的阻燃型屏蔽铜芯聚氧乙烯屏蔽电缆线。

7.4.10 不得与交流输电线敷设在同一电缆桥架内。

8 工艺自动化控制逻辑技术要求

8.1 换热机组保护系统工艺自动化控制逻辑应满足以下要求：

a) 换热机组防水击自动化联锁控制选用振动传感器、电动调节阀，对换热机组出口进行防水锤保护；

b) 具有管道振动预警、报警、联锁功能，同步信号应在热力站操作员站实时监测；

c) 具有联锁自动打开冷凝水电动调节阀功能，管道振动预警值触发，触发时间大于等于20s，电动调节阀自动打开；

d) 具有联锁自动关闭冷凝水电动调节阀功能，管道振动预警值未触发，电动调节阀自动关闭；

e) 具有联锁自动关闭温度调节阀功能，振动报警值触发，触发时间大于等于20s，温度调节阀自动关闭，切断一次侧热交换；

f) 具有联锁温度调节阀功能，振动报警值未触发，温度调节阀自动调节控制。

8.2 循环水泵系统工艺自动化控制逻辑应满足以下要求：

a) 最少选用两台变频调速水泵，遵循多用一备的原则，且每台循环泵控制应安装远程/本地切换开关以及变频器，可以实现循环泵控制方式的切换；

b) 在回水管网加装超压泄水电磁阀，用于管网内部气体/液体的自动排出；

c) 选用三种闭环控制模式，分别是供水压力控制、回水压力控制、供回水压差控制；

d) 三种闭环控制模式，具备热力站系统运行过程中自由切换的功能，且不会影响工艺运行的稳定性；

e) 具有供水压力控制、回水压力控制、供回水压差控制自由切换的功能；

f) 具有选择1#循环水泵、2#循环水泵或3#循环水泵的控制方式，两用一备或一用两备等功能；

g) 具有供水压力超过工艺生产规程限值，自动打开超压泄水电磁阀的功能；同时应具有供水压力低于工艺生产规程限值，自动关闭超压泄水电磁阀的功能；

h) 具有联锁自动启动循环泵的功能，供热管网补水泵运行且回水压力达到工艺生产规程限值，循环泵自动启动；

i) 具有联锁自动停止循环泵的功能，供热管网补水泵停运且回水压力低于工艺生产规程限值，循环泵自动停运；

j) 具有循环泵自动调控频率的功能；

k) 具有运行参数设定、模式选择的功能。

8.3 供热管网补水泵系统工艺自动化控制逻辑应满足以下要求：

- a) 最少选用两台供热管网补水泵，遵循一用一备的原则，且每台供热管网补水泵控制应安装远程/本地切换开关以及变频器，可以实现供热管网补水泵控制方式的切换；
- b) 在补水管网加装电磁流量计，首先注意电磁流量计本身不能作为荷重支撑点，它不能支撑比邻的工作管道，应有夹持它的管道承重。为获得正常测量精确度，电磁流量传感器上游必须有一定长度直管段。
- c) 在补水管网加装排气电磁阀，用于管网内部气体的自动排出；
- d) 在热力站供水、回水管网总进水口、出水口加装一体化压力变送器，实现供回水压力信号的本地/远程监测；
- e) 选用三种闭环控制模式，分别是供水压力控制、回水压力控制、供回水压差控制；
- f) 三种闭环控制模式，具备热力站系统运行过程中自由切换的功能，且不会影响工艺运行的稳定性。
- g) 具有供水压力控制、回水压力控制、供回水压差控制自由切换的功能；
- h) 具有选择1#供热管网补水泵或2#供热管网补水泵的控制方式；
- i) 具有联锁自动停供热管网补水泵的功能，凝结水箱液位低于凝结水箱高度的三分之一时，供热管网补水泵应自动停运；
- j) 具有联锁自动启供热管网补水泵的功能，凝结水箱液位高于凝结水箱高度的五分之四时，供热管网补水泵应自动启动；
- k) 具有供热管网补水泵启动排气电磁阀自动排气30S关闭的功能；
- l) 具有供热管网补水泵自动调控频率的功能；
- m) 具有设定供回水压力高限、低限预警功能以及高高限、低低限报警联锁的功能。

8.4 软化水系统工艺自动化控制逻辑应满足以下要求：

- a) 选用电动调节阀进行软化水的本地/远程调控；
- b) 选用一体化压力变送器、电磁流量计对进水压力、流量信号进行本地监测/远程传输；
- c) 凝结水箱液位应选用导波雷达液位计变送器，对水箱液位信号进行本地监测/远程传输。
- d) 凝结水箱液位低于水箱高度的三分之一时，自动开启软化水电动调节阀；
- e) 凝结水箱液位低于水箱高度的五分之四时，自动关闭软化水电动调节阀；
- f) 凝结水箱液位应根据工艺运行规程，设定高限、低限预警，低低限报警。

8.5 温控系统工艺自动化控制逻辑应满足以下要求：

- a) 具有现场手动、远程自动调控的功能；
- b) 在热力站总供水管网加装电磁流量计，实现供水流量信号的远程/本地监控；
- c) 选用冷凝水调节阀以及振动传感器，实现冷凝水调节阀本地远程调控、冷凝水管道振动信号反馈；
- d) 选用三种闭环控制模式，分别是供水温度控制、回水温度控制、气象温度控制；
- e) 三种闭环控制模式，具备热力站系统运行过程中自由切换的功能，且不会影响工艺运行的稳定性。
- f) 具有供水温度控制、回水温度控制、气象温度控制自由切换的功能；
- g) 具有联锁自动打开温度调节阀的功能，循环泵运行信号反馈正常且供水流量大于等于热力站总负荷流量的百分之30%，温控阀自动打开；
- h) 具有联锁自动关闭温度调节阀的功能，循环泵停止信号反馈正常且供水流量小于等于热力站总负荷流量的百分之30%，温控阀自动关闭；
- i) 具有联锁自动打开冷凝水电动阀的功能，冷凝水管道振动值大于等于报警值时，冷凝水电动阀自动打开，同时关闭温度调节阀；
- j) 具有联锁自动关闭冷凝水电动阀的功能，冷凝水管道振动值小于报警值时，冷凝水电动阀自动打开；
- k) 具有温度调节阀自动调控开度的功能。

8.6 供热管网二次侧调控系统工艺自动化控制应满足以下要求：

- a) 采电磁流量计或远传超声波热量表、流量调节阀、热电阻（一体化温度变送器）、一体化压力变送器，对热力站二次侧关键节点进行供回水流量、温度、压力信号进行本地/远程监测；
- b) 具有二次侧供回水流量差值预警功能；
- c) 具有联锁自动打开供热管网补水泵的功能，二次侧供回水流量差值大于等于热力站供水流量的百分之一，供热管网补水泵自动打开；
- d) 具有联锁自动关闭供热管网补水泵的功能，二次侧供回水流量差值小于热力站供水流量的百分之一，供热管网补水泵自动关闭；
- e) 具有联锁自动预警功能，预警信号应在热力站操作员站实时显示。
- f) 具有二次侧供热管网热平衡调节功能，根据供暖热用户末端温度实时监测数据，通过二次侧供热管网流量调节阀，对相应支线供回水流量进行自动调节。

8.7 辐射联锁保护系统工艺自动化控制逻辑技术要求

- 8.7.1 热力站二次侧外网各工艺子项、单元出入口应安装核仪器、电动阀；核仪器的分别安装在电动阀前后端，其控制、监测信号接入工业控制系统，实现远程控制。
- 8.7.2 热力站站内供回水管线应安装核仪器、电动阀，其控制、监测信号接入工业控制系统，实现远程控制。
- 8.7.3 热力站站内供回水应设置供回水超辐射应急排放管线，管线上应安装电动阀，可将隔离后的供回水直接排放到特下。
- 8.7.4 工控系统HMI画面应具有二次侧外网各工艺子项、单元出入口供回水辐射数据实时监测预警功能；
- 8.7.5 当某一工艺子项、单元出入口监测辐射值超过工艺生产标准值，工业控制系统自动关闭工艺子项或单元进出口的电动阀，切断工艺子项、单元供回水。由辐射超标工艺子项、单元内部紧急处理辐射超标供回水。直至辐射降至工艺生产标准值，方可打开供回水电动阀，进行供暖。
- 8.7.6 热力站站内供回水如果突然监测到辐射值超过工艺生产标准值，工业控制系统立刻关闭温度调节阀，连锁停循环泵，关闭各工艺子项、单元供回水电动调节阀；工控系统自动打开生产废水排放阀，软化水超越进水电动阀，置换、冲洗热力站供回水管网，直至供回水辐射监测值达到正常工艺生产标准值，方可补水运行热力站。

9 人机界面技术要求

9.1 人机界面 HMI 功能应符合下列技术要求：

- a) 具备工艺流程展示、报表自动生成、实时数据展示、报警管理功能、设备控制面板、历史数据查询、趋势曲线查询等功能；
- b) 具备权限限制和操作日志功能；
- c) 具备与远程调度中心间应具有权限切换功能；
- d) 具备工艺流程展示、报表自动生成、实时数据展示、报警管理功能、设备控制面板、历史数据查询、趋势曲线查询等功能；
- e) 具备通过监控界面对各系统参数、设备的状态、仪表信号、工艺生产画面进行监视，对设备进行远程控制的功能；
- f) 有各类报警分级，画面显示和声光警报等功能；
- g) 具有仪器仪表监测及控制、报警应用、数据采集存储等功能，宜具有数据挖掘趋势分析等功能；
- h) 具备系统维护和诊断等功能，宜具有运维管理功能；
- i) 具备权限管理、系统组态等功能，宜具有报表生成及打印、工艺展示等功能；
- j) 具备工艺参数设定、调整功能；
- k) 具备实现监控与报警系统各组成系统之间跨系统联动的综合处理能力。

10 工艺生产报警系统技术要求

10.1 一般要求

10.1.1 报警系统用于向操作员,即监视和操作过程的人员,传达异常过程状况或设备故障并支持响应。有效的报警系统均是经过良好的设计、实施、操作和维护的。报警管理是确保有效报警系统的一系列实践和过程。

10.1.2 报警管理的基础部分是报警的定义,即通过一种有声和/或可视的方式向操作员指示需要响应的设备故障、过程偏差或其他异常状况,该定义的一个关键要素是对报警的响应。本文件描述的报警管理流程对该定义进行了进一步阐释。

10.2 工艺生产报警系统功能应符合下列技术要求:

- a) 具有报警分区、分组功能;
- b) 具有液位、温度与压力异常报警功能;
- c) 具有供热管网,一次网/二次侧供回水温度、压力超出设定阈值报警功能;
- d) 具有蒸汽温度、蒸汽压力、循环泵进出口压力异常时触发报警功能;
- e) 具有换热设备,换热器进出口温差异常报警功能;
- f) 具有凝结水箱液位低于安全限值或补水流量异常时,触发低液位报警功能;
- g) 具有循环水泵电流异常(如过载或欠流)时报警功能,并联动断电保护。

11 电气系统技术要求

11.1 一般要求

- 11.1.1 热力站电气系统应保障各用电单元可靠稳定运行。
- 11.1.2 电气系统由低压供电系统组成,包含低压配电柜、低压供电回路。
- 11.1.3 用电单元包含循环泵、供热管网补水泵、站内仪表、自控系统等。
- 11.1.4 电气线路应选用金属穿管或架空的专用电缆桥架敷设。
- 11.1.5 接线处不应裸露电线(电缆),不得选用明线敷设。
- 11.1.6 为避免电磁干扰,AC380V、AC 220V电缆应与通信线分开敷设。
- 11.1.7 热力站电气系统设计应遵守GB50054中第五章 配电线路的敷设相关规定;
- 11.1.8 热力站应选用双路互备电源,电源电流不应小于站内设备运行总电流的1.2倍;
- 11.1.9 热力站自控系统应选用UPS进行供电。

11.2 电气设备技术要求

- 11.2.1 电气设备的容量、电压、频率及断路器的型号、规格应符合设计和使用设备的要求。
- 11.2.2 电气回路接线应正确,端子固定牢固、接触良好、标志清楚。
- 11.2.3 电气设备应保护接地或接零良好。
- 11.2.4 为避免屏蔽信号的干扰,通信线缆应选用专用桥架敷设,信号采集和通信的桥架与动力线缆桥架应分别铺设。
- 11.2.5 声光信号装置应显示正确、清晰可靠。

11.3 配电柜技术要求

- 11.3.1 配电柜体防护等级不应低于IP41。
- 11.3.2 应选用冷弯型钢局部埋接到基的构实。构实专相及专用配会专件的应由型钢制成。
- 11.3.3 柜内的安装件与构架回应使几涂花假勾连接,的相问构成是影的接地保护电路。
- 11.3.4 防尘应选用正压风扇和过滤网。
- 11.3.5 柜门上配置的电气测量仪表电压、电流表,精度等级不应低于1.5级。
- 11.3.6 应配置起/停、自动/手动,等指示灯按钮。

11.4 其他技术要求

- 11.4.1 控制柜、配电箱、转动设备的周边应设有安全距离警戒线;
- 11.4.2 电动机电缆出口部分套装金属挠性软管,两端应分别插入电缆穿管和电动机接线盒内;电缆通过墙、楼板时,均应穿钢管保护,穿管内个不应小于电缆外径的1.5倍;

11.4.3 站内应设有专用检修电源和照明电源，且电源开关应配置相应容量的、合格的漏电保护器。

参考文献

- [1] GB18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
 - [2] GB/T 29247-2012 工业自动化仪表通用试验方法
 - [3] GB/T 38536-2020 热水热力网热力站设备技术条件
 - [4] GB/Z 41390-2022 工业自动化仪表用电源电压
 - [5] GB 50054-95 低压配电设计规范
 - [6] GB 50093-2013 自动化仪表工程施工及质量验收规范
 - [7] GB/T 50893-2013 供热系统节能改造技术规范
 - [8] GB 55010-2021 供热工程项目规范
 - [9] DL / T 2624—2023 电力供热术语
 - [10] CJJ T 241-2016 城镇供热监测与调控系统技术规程
 - [11] CJ/T 191-2004 换热站设计标准规范
 - [12] DB1506T 13-2020 热力站建设技术标准
-