

ICS 27.100

P 60

备案号: J3151-2024

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 11401—2023

热电厂储热系统设计规范

**Code for design of thermal storage system of
cogeneration power plant**

2023-12-28 发布

2024-06-28 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

热电厂储热系统设计规范

Code for design of thermal storage system of
cogeneration power plant

NB/T 11401—2023

主编部门：电力规划设计总院

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：2024年6月28日

2023 北 京

国家能源局
公告

2023 年 第 8 号

根据《中华人民共和国标准化法》《能源标准化管理办法》，国家能源局批准《新能源场站智能化建设基本技术规范》等 281 项能源行业标准（附件 1）、《Specification for Preparation of Special Geological Report on Impoundment-Affected Area for Hydro-power Projects》等 33 项能源行业标准外文版（附件 2）、《水电工程放射性探测技术规程》等 3 项能源行业标准修改通知单（附件 3），现予以发布。

- 附件：1.行业标准目录
2.行业标准外文版目录
3.行业标准修改通知单

国家能源局
2023 年 12 月 28 日

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期

66	NB/T 11401—2023	热电厂储热 系统设计规范			中国计划 出版社	2023-12-28	2024-06-28

前 言

根据《国家能源局综合司关于下达 2020 年能源领域行业标准制修订计划及外文版翻译计划的通知》(国能综通科技〔2020〕106 号)的要求,编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国内外有关标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准主要技术内容有:总则、术语、基本规定、储热系统选择及计算、热水储罐储热系统、电锅炉储热系统、其他技术要求。

本标准由国家能源局负责管理,由电力规划设计总院提出,由能源行业发电设计标准化技术委员会负责日常管理,由中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送电力规划设计标准化管理中心(地址:北京市西城区安德路 65 号,邮编:100120,邮箱:bz_zhongxin@eppei.com)。

本 标 准 主 编 单 位:中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司

本标准主要起草人员:裴育峰 赵宏鹏 王 喆 方 联
杨 眉 秦 鹏 郑振雷 米彦明
黄 硕 徐 坤 曲树鹏 刘天英
王冬佶 任继来 王 昊 张海涛
艾立双

本标准主要审查人员:林 磊 孙即红 马欣强 杨 强
许玉新 徐红波 董炳南 阎占良
徐梓原 张欢畅 杜小军 包一鸣
王勇奉 姜 东 王向东 廖内平
彭红文

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	储热系统选择及计算	(4)
4.1	储热方式	(4)
4.2	储热容量	(4)
5	热水储罐储热系统	(7)
5.1	一般规定	(7)
5.2	储热系统	(7)
5.3	储热设备	(8)
6	电锅炉储热系统	(11)
6.1	一般规定	(11)
6.2	电极式锅炉储热系统	(11)
6.3	固体储热电锅炉储热系统	(13)
6.4	电极式锅炉	(13)
6.5	固体储热电锅炉	(14)
7	其他技术要求	(15)
7.1	总平面设计	(15)
7.2	仪表与控制	(16)
7.3	电气	(16)
7.4	建筑	(17)
7.5	结构	(18)
7.6	采暖通风与空气调节	(20)
7.7	消防与供排水系统	(21)

7.8 劳动安全与职业卫生 (21)

本标准用词说明 (22)

引用标准名录 (23)

附：条文说明 (25)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Thermal storage system selection and calculation	(4)
4.1	Thermal storage mode	(4)
4.2	Thermal storage capacity	(4)
5	Hot water storage tank thermal storage system	(7)
5.1	General requirements	(7)
5.2	Thermal storage system	(7)
5.3	Thermal storage equipment	(8)
6	Electric boiler thermal storage system	(11)
6.1	General requirements	(11)
6.2	Electrode boiler thermal storage system	(11)
6.3	Solid electric boiler thermal storage system	(13)
6.4	Electrode boiler	(13)
6.5	Solid thermal storage electric boiler	(14)
7	Other technical requirements	(15)
7.1	General layout design	(15)
7.2	Instrumentation and control	(16)
7.3	Electrical system	(16)
7.4	Architecture	(17)
7.5	Structure	(18)
7.6	Heating ventilation and air conditioning	(20)
7.7	Fire protection and drainage systems	(21)

7.8 Occupational safety and health	(21)
Explanation of wording in this code	(22)
List of quoted standards	(23)
Addition : Explanation of provisions	(25)

1 总 则

1.0.1 为规范热电厂的储热系统设计,满足安全可靠、技术先进、经济合理的要求,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建及改建热电厂热水储热系统及固体储热系统设计。

1.0.3 热电厂储热系统设计除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 储热介质 thermal storage medium

储热系统中用来存储和释放热能的物质载体。

2.0.2 储热功率 charging power of thermal storage system

热源供给储热系统的热功率。

2.0.3 储热容量 thermal storage capacity

储热介质从储热装置完全释放到负荷侧达到的最大热量值。

2.0.4 储热时长 thermal storage time duration

在特定工作边界条件下,储热系统的储热介质所存储的可释放热量的储存时间。

2.0.5 储热时段 thermal storage time interval

在特定工作边界条件下,储热系统的储热介质存储热量的某一段或几段时间。

2.0.6 热电解耦时长 thermoelectric decoupling time duration

满足电网热电解耦要求的时长。

2.0.7 电极式锅炉 electrode boiler

将电极浸入液体中,利用液体的热阻特性将电能转化为热能
的电锅炉。

2.0.8 固体储热锅炉 solid thermal storage electrical boiler

利用电阻加热固体储热物质用于存储热量的电锅炉。

2.0.9 斜温层 thermocline

储热水罐内的水由于密度差而形成自然分层,上层高温水和
下层低温水之间的水层称为斜温层。

3 基本规定

- 3.0.1 储热系统设计应综合考虑当地区域电网特性、热负荷需求、安装和运输条件等因素,通过技术经济比较后确定。
- 3.0.2 储热系统的设计应采用经运行实践或工业试验证明的先进技术、先进工艺、先进材料和先进设备。
- 3.0.3 储热系统的设计应能实现热电机组的解耦运行,储热系统的设置不应降低机组额定出力。
- 3.0.4 储热系统与热电厂热网循环水系统的分界在热网供(回)水母管分支管段接口的第一个关断阀前。
- 3.0.5 设置以汽轮机抽汽为热源的储热系统的热电厂应满足锅炉的最低稳燃负荷率与热电机组解耦工况相适应,并应采取技术措施满足锅炉在最低稳燃负荷工况下的环保设施正常投入的要求。
- 3.0.6 储热系统的辅机冷却水、除盐水、压缩空气、氮气等应就近接入热电厂相关系统。
- 3.0.7 储热系统的设计寿命应与主体工程一致。
- 3.0.8 储热系统的标识系统宜与全厂一致。

4 储热系统选择及计算

4.1 储热方式

- 4.1.1 热水采暖供热宜采用水储热系统。
- 4.1.2 以汽轮机抽汽为热源的热热水采暖项目宜采用水储热系统。
- 4.1.3 电极式电锅炉宜与水储热系统配套设置。
- 4.1.4 对于多种供热介质需求的项目宜采用固体储热系统。

4.2 储热容量

- 4.2.1 储热系统设计储热容量应根据当地电网负荷特性及电网调峰要求确定,并宜考虑调峰运行补偿机制的影响。
- 4.2.2 储热系统的储热时段及储热时长应符合以下规定:
 - 1 应满足当地电网对机组调度运行的需求;
 - 2 任何时段内,供热电厂的供热能力不应小于电厂的设计热负荷。
- 4.2.3 以汽轮机抽汽为热源的储热系统设计储热容量宜按照最冷月平均供暖热负荷确定。
- 4.2.4 电锅炉容量选择宜在满足电网深度调峰要求下,经技术经济比较后确定。
- 4.2.5 以汽轮机抽汽为热源的热热水储热系统应符合以下规定:
 - 1 当热电解耦工况下的机组平均供热能力大于或等于设计热负荷时,可设置储热系统来实现热电解耦;当热电解耦工况下的机组平均供热能力小于设计热负荷时,机组平均供热能力加上外部调峰热源应大于或等于设计热负荷。

满足热电解耦要求的机组平均供热能力应按照下式计算:

$$P_{\text{avg}} = [P_{\text{max}} \times (24 - t) + P_{\text{min}} \times t] / 24 \quad (4.2.5-1)$$

式中： P_{avg} ——热电解耦工况下的机组平均供热能力(MW)；

P_{max} ——机组最大抽汽工况下对应的汽轮机最大供热功率(MW)；

P_{min} ——最低稳燃负荷工况下对应的汽轮机最大供热功率(MW)；

t ——热电解耦时长(h)。

2 最大储热容量应根据机组设计供热负荷与机组最低稳燃负荷工况下对应的汽轮机最大供热能力确定,最大储热容量按下式计算：

$$Q_{\text{max}} = (P_{\text{d}} - P_{\text{min}}) \times t \quad (4.2.5-2)$$

式中： Q_{max} ——最大储热容量(MW·h)；

P_{d} ——设计热负荷(MW)。

4.2.6 电极式锅炉的总功率不应大于设计热负荷,以电极式锅炉为热源的热热水储热系统的最小储热容量可按下式计算：

$$Q_{\text{min}} = P_{\text{eb}} \times t \quad (4.2.6)$$

式中： Q_{min} ——最小储热容量(MW·h)；

P_{eb} ——最大单台电极式锅炉的功率(MW)。

4.2.7 固体储热电锅炉的最大储热容量应符合本标准式(4.2.5-2)要求,最小电功率应按下式计算：

$$P_{\text{emin}} = Q_{\text{max}} / (24 - t) \quad (4.2.7)$$

式中： P_{emin} ——固体储热锅炉的电功率(MW)。

4.2.8 热水储罐的储热量应按下式计算：

$$Q = \frac{\rho c_p V (T_1 - T_2)}{3.6 \times 10^6} \quad (4.2.8)$$

式中： Q ——储热罐的储热量(MW·h)；

ρ ——储热介质的密度(kg/m³)；

V ——储热罐的有效容积(m³)；

c_p ——水的定压比热容[kJ/(kg·℃)]；

T_1 ——储热罐内热水温度(℃)；

T_2 ——储热罐内冷水温度(℃)。

4.2.9 储热系统的放热量应按下式计算：

储热罐放热功率按下式计算：

$$P_{h2, \max} = P_d - P_{h1, \min} \quad (4.2.9-1)$$

储热罐提供的最大放热量按下式计算：

$$Q_{\text{release}} = P_{h2, \max} \cdot t \quad (4.2.9-2)$$

式中： Q_{release} ——放热量(MW·h)；

$p_{h2, \max}$ ——放热功率(MW)；

$p_{h1, \min}$ ——最小供热功率(MW)。最小供热功率指锅炉最低稳燃负荷下汽轮机供热能力。

5 热水储罐储热系统

5.1 一般规定

5.1.1 热水储罐储热系统可分为常压储罐储热系统及承压储罐储热系统。

5.1.2 常压热水储热罐的储热温度应低于当地气压条件对应饱和温度,并留有不低于 2°C 的裕量。

5.2 储热系统

5.2.1 储罐储热系统设计应包括储热罐本体,储、放热系统及附属系统设计。储罐储热系统设计按照储热罐与热网循环水系统的连接方式分为直接连接系统及间接连接系统两种系统方案。常压储罐宜设置蒸汽(或氮气)的稳压系统。

5.2.2 储热升压泵的设置应符合以下规定:

- 1 储热升压泵应不少于2台,其中1台备用;
- 2 储热升压泵3台以上时,可不设备用泵;
- 3 储热升压泵的总流量不应小于储热系统热网循环水设计流量的110%。

5.2.3 储热升压泵扬程应为下列各项之和:

- 1 储罐最低工作液位与储罐出水口液位间静压差,取负值;
- 2 储罐出水口到泵进口之间管段流动总阻力,加10%的裕量;
- 3 储热升压泵出水口到首站热网循环水管道接口之间管段流动总阻力,加10%裕量;
- 4 热网循环水泵的出口压力。

5.2.4 储热升压泵设计温度应与热电厂热网循环水泵相同。

5.2.5 储热升压泵宜采用卧式离心泵,并宜设调速装置。

- 5.2.6 储热循环水宜采用母管制系统。
- 5.2.7 储热升压泵的进出口母管间应设置带止回阀的旁路,旁路容量不宜小于单台最大储热升压泵的设计流量。
- 5.2.8 在储热升压泵出口宜设置缓闭式止回阀。有控制要求的阀门采用动力执行机构。
- 5.2.9 在间接连接系统中的气压罐内介质宜采用压缩空气,最低工作压力应保证回水管道任何一点不汽化,并应有 30kPa~50kPa 的裕量。
- 5.2.10 常压储罐储热系统中储热罐的液位高度应高于热电厂供热系统静水压线 5m 以上。
- 5.2.11 常压储罐储热系统应设置储热罐稳压系统,并应符合以下规定:
- 1 稳压介质宜采用蒸汽或氮气;
 - 2 稳压系统应保证储热罐不出现负压运行工况;稳压系统的压力应保证储热介质在任何工况不汽化。
- 5.2.12 承压储罐储热系统应设置储热罐稳压系统,并应符合以下规定:
- 1 稳压介质宜采用氮气;
 - 2 在储热罐顶部设置安全阀;
 - 3 在储热罐底部设置排污阀。
- 5.2.13 储热系统应设置溢流系统。常压储罐储热系统的溢流管道宜直接排放;承压压储罐储热系统的溢流管道应先接入扩容器降温后排放。

5.3 储热设备

- 5.3.1 储热罐应包括储热罐罐体、储热罐上下布水器、储热罐盘梯、操作平台、栏杆、安全装置及管道接口等附件。
- 5.3.2 常压储热罐设计应符合现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 的规定,承压储热罐设计应符合现行

国家标准《压力容器》GB/T 150.1~GB/T 150.3 的规定。

5.3.3 储热罐应进行温度场模拟分析,并根据模拟分析结果对储热罐进行应力分析。

5.3.4 常压储热罐施工及验收应符合现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128 的规定,承压储热罐施工及验收应符合现行国家标准《压力容器 第4部分:制造、检验和验收》GB/T 150.4 的规定。

5.3.5 常压储热罐设计温度应取用热电厂热网循环水供水设计温度;承压储热罐设计温度应取用热电厂热网循环水供水设计温度并附加 5℃裕量。

5.3.6 常压储热罐应按照微正压设计,并核算微负压工况。

5.3.7 承压储热罐设计压力应取用下列各项之和:

- 1 设计温度下介质的饱和压力;
- 2 罐体液柱压力。

5.3.8 储热罐罐体材质宜采用碳素结构钢或低合金高强度结构钢,储热罐内壁宜设置防腐蚀涂层。

5.3.9 储热罐宜采用较高的高径比。

5.3.10 布水器设计应符合以下规定:

- 1 布水器的设计在任何工况下不应破坏斜温层的层流状态。
 - 2 布水器进出口流速宜通过数值模拟后确定,布水器进出口方向宜轴对称分布。
 - 3 热水布水器宜吊装在储热罐顶部,作用在罐顶的重量应均匀分布;热水布水器应布置在正常水位以下,喷嘴方向应朝上。
 - 4 冷水布水器宜采用支撑结构作用于储热罐底部;喷嘴方向应朝下。
 - 5 热水布水器的进口及冷水布水器出口设计应保证在热电解耦时间内储热罐放热完成。
 - 6 布水器材质可采用不锈钢或碳钢。
- 5.3.11** 储热罐至少应设置以下管道接口:

- 1 储热供水管道进口/出口；
- 2 储热回水管道进口/出口；
- 3 溢流管道出口；
- 4 蒸汽(氮气)管道进口；
- 5 排空管道接口；
- 6 排污管道出口；
- 7 液位计接口；
- 8 压力真空阀接口；
- 9 罐壁人孔；
- 10 罐顶人孔。

5.3.12 储热罐宜设置采光孔。

5.3.13 储热罐的保温油漆设计应符合现行行业标准《发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072 的规定。

6 电锅炉储热系统

6.1 一般规定

6.1.1 电锅炉储热系统可分为电极式锅炉储热系统和固体储热电锅炉储热系统。

6.1.2 电锅炉储热系统宜全厂设置不少于 2 台电锅炉,且应并联运行。

6.2 电极式锅炉储热系统

6.2.1 电极式锅炉储热系统一次侧系统应采用闭式循环系统,并应独立设置。循环介质宜采用除盐水。

6.2.2 一次侧热水循环水泵的设置应符合以下规定:

- 1 每台电极锅炉宜设置 1 台 100%容量的热水循环泵;
- 2 热水循环水泵的流量不应小于单台电锅炉供热循环水设计流量的 110%;
- 3 热水循环水泵宜采用离心泵。

6.2.3 一次侧热水循环水泵扬程应为下列各项之和:

- 1 电锅炉最高工作液位与热水循环水泵入口液位间静压差;
- 2 电锅炉出水口到泵进水口泵进口之间管段流动总阻力,加 10%的裕量;
- 3 泵出水口到电锅炉进水口之间管段流动总阻力,加 10%的裕量;
- 4 电锅炉循环水侧保证阻力;
- 5 换热器一次侧保证阻力;
- 6 电锅炉最大工作压力。

6.2.4 一次侧热水循环水泵入口应设置过滤器。

6.2.5 电锅炉出水口管道及换热器一次侧循环水进口前管道应设置安全阀。

6.2.6 每台电极锅炉应设置一台 100% 容量的热网循环水换热器, 换热器宜采用板式换热器。

6.2.7 一次侧热水循环系统宜设置一套稳压装置, 水源宜接自一次侧定压补水管道。

6.2.8 一次侧热水循环系统应设置一套化学加药装置。

6.2.9 一次侧热水循环系统应设置补水定压装置, 补水水源宜接自全厂除盐水系统。

6.2.10 补水泵的设置应符合以下规定:

1 定压补水系统应设置 2 台 100% 容量的补水泵, 其中 1 台备用;

2 补水泵流量不应小于一次侧循环水总容量的 2%;

3 补水泵宜采用变频调节。

6.2.11 补水箱宜按常压设置, 容积应满足不小于补水泵 5min 的流量。

6.2.12 二次侧热水循环水升压泵的设置应符合以下规定:

1 循环水升压泵台数不应少于 2 台, 其中 1 台备用。

2 循环水升压泵宜采用离心泵。

6.2.13 二次侧热网循环水升压泵扬程应为下列各款之和:

1 热网循环水母管进水口压力, 取负值;

2 热网循环水出水口到泵进水口之间管段流动总阻力, 加 10% 的裕量;

3 泵出水口到热网循环水入水口之间管段流动总阻力, 加 10% 的裕量;

4 水—水换热器阻力;

5 热网循环水母管出水口压力。

6.2.14 二次侧系统及设备的其他技术要求应满足本标准第 5.2 节和第 5.3 节的规定。

6.3 固体储热电锅炉储热系统

- 6.3.1 固体电锅炉储热系统不宜单独设置储热升压泵。
- 6.3.2 热网循环水系统供回水管道的的设计参数应取用热电厂热网循环水供回水管道的的设计参数。
- 6.3.3 热网循环水系统用阀门应采用动力驱动,在回水设置流量调节阀组。

6.4 电极式锅炉

- 6.4.1 电极式锅炉的设计及制造应符合现行法规《锅炉安全技术规程》TSG 11 的规定。
- 6.4.2 锅炉受压元件的材料选用应符合现行国家标准《锅壳锅炉 第 2 部分:材料》GB/T 16508.2 的规定;电极锅炉受压元件的强度计算应符合国家标准《锅壳锅炉 第 3 部分:设计与强度计算》GB/T 16508.3 的规定。
- 6.4.3 锅炉安全附件、计量仪表的配置选用应符合现行国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167 及《锅壳锅炉 第 5 部分:安全附件和仪表》GB/T 16508.5 的规定,并应满足现行技术规范《锅炉节能环保技术规程》TSG 91—2021 的规定。
- 6.4.4 电极热水锅炉的额定工作压力应不低于额定出水温度加 20℃ 相对应的饱和压力。
- 6.4.5 锅炉内筒的进、出水管道应采用耐高温绝缘材料,耐高温绝缘管应满足在 200℃ 高温下长期使用,绝缘管尺寸设计应满足高压隔电作用和水动力要求。
- 6.4.6 锅炉的电极布置应均匀、平衡、合理,中性点绝缘,绝缘性能应符合现行国家标准《高压电力用户用电安全》GB/T 31989 的规定。
- 6.4.7 瓷绝缘子尺寸设计时应考虑电器安全间隙、爬电距离。瓷绝缘子材料、尺寸偏差应符合现行国家标准《高压绝缘子瓷件 技术条件》GB/T 772 的规定。

6.5 固体储热电锅炉

6.5.1 固体储热电锅炉的主体寿命不应小于 25 年,加热元件的寿命不应少于 10000h。

6.5.2 储热式电锅炉电加热装置应符合现行国家标准《蓄热型电加热装置》GB/T 39288 的规定。

6.5.3 锅炉换热器设计应符合下列规定:

1 当换热器出口温度低于供热介质标准沸点时,换热器设计压力不应小于 0.6MPa;

2 当换热器出口温度高于供热介质标准沸点时,换热器设计压力应符合现行国家标准《压力容器 第1部分:通用要求》GB 150.1 的规定,且不应小于 0.6MPa。

6.5.4 热风风机的设计和制造应符合现行行业标准《高温离心通风机 技术条件》JB/T 8822 的规定。

6.5.5 储热材料宜采用镁砖,并应符合现行国家标准《镁砖和镁铝砖》GB/T 2275 的规定;当采用其他材料时应符合相关现行国家标准或行业标准的规定。

7 其他技术要求

7.1 总平面设计

7.1.1 电厂储热系统布置应满足全厂总体规划的要求,宜统一集中布置在热网循环水管道附近,且不应影响电厂扩建。

7.1.2 储热罐、电锅炉房、泵房等主要设备区的布置应符合下列规定:

- 1 应结合厂区地形、设备特点和施工条件,合理安排、因地制宜;
- 2 宜布置在土质均匀、地基承载力较高地段;
- 3 不宜布置在厂前建筑区内。

7.1.3 热电厂储热系统区的主要建(构)筑物火灾危险性及耐火等级应按表 7.1.3 的规定确定。

表 7.1.3 建(构)筑物在生产过程中的火灾危险性分类及其最低耐火等级

序号	建筑物名称	火灾危险性	耐火等级
1	储热罐	戊类	—
2	电锅炉房	丁类	二级
3	泵房	戊类	二级

7.1.4 油浸变压器与电锅炉房的间距不应小于 10m,当符合本标准第 7.2.6 条的规定时,其间距可适当减小。

7.1.5 电锅炉区域应设消防车道或通道。

7.1.6 储热罐、电锅炉房、泵房之间及与其他建(构)筑物之间的防火间距应符合现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

7.1.7 储热系统区域的防洪标准应与主体热电厂一致。

7.1.8 储热系统区域的总平面设计除应符合本标准要求外,尚应符合现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660、《小

型火力发电厂设计规范》GB 50049,现行行业标准《火力发电厂总图运输设计规范》DL/T5032 的规定。

7.2 仪表与控制

7.2.1 储热系统自动化水平应符合下列规定：

- 1 储热系统自动化控制水平应与机组的相一致；
- 2 随储热系统设备本体成套提供及装设的检测仪表和控制设备应满足储热系统运行要求和机组整体自动化水平要求；
- 3 储热系统在事故工况下不应影响机组正常运行。

7.2.2 储热系统控制方式及控制室应符合下列规定：

- 1 储热系统控制宜纳入机组 DCS 控制系统；
- 2 储热系统宜在集中控制室统一监控,也可设置就地控制室。

7.2.3 储热系统仪表及控制功能应符合现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660 和现行行业标准《火力发电厂热工检测及仪表设计规程》DL/T 5512 的规定。

7.2.4 储热系统宜设置视频监视摄像头,并接入全厂视频监视系统。

7.2.5 储罐储热系统仪表及控制功能应符合下列规定：

- 1 储热罐本体应设置压力、温度、液位测量仪表;并宜设置就地温度监测装置；
- 2 储热罐应设置液位保护和温度保护；
- 3 储热罐应设置液位控制和流量控制。

7.2.6 电锅炉的控制宜采用电锅炉本体自带控制系统,并与机组 DCS 通信。

7.2.7 电锅炉应设置进水温度、压力;出水温度、压力、pH 值等测量仪表。

7.2.8 电锅炉应设置电锅炉的功率调节。

7.3 电 气

7.3.1 储热系统用电负荷的电源宜由电厂电气系统引接。对参

与电网调峰辅助服务的电厂,电源引接位置应结合辅助服务运营规则的要求确定。

7.3.2 需设置高压厂用变压器(或电抗器)为储热系统用电负荷供电时,高压厂用变压器(或电抗器)负荷侧宜就近设置保护电器。

7.3.3 3kV 及以上导体及电气设备的选择设计应符合现行行业标准《导体和电器选择设计规程》DL/T 5222 的规定。

7.3.4 厂用电系统的设计应符合现行行业标准《火力发电厂厂用电设计技术规程》DL/T 5153 的规定。

7.3.5 露天布置且高度在 15m 以上的储罐防雷分类应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。当钢质储罐顶板厚度大于或等于 4mm 时可不设避雷针、线保护,但应设防雷接地。

7.3.6 储热系统的防雷接地设计应符合现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064、《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 及《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定。

7.4 建 筑

7.4.1 热电厂储热系统厂房的建筑设计应满足工艺生产流程及安全使用要求。建筑布置应包括内部交通、防火、防爆、防排水、防噪声、抗震、采光、自然通风、防腐、防冻和生活设施等设计。

7.4.2 热电厂储热系统厂房的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

7.4.3 建筑物室内采光应优先考虑利用天然采光,以人工照明作为辅助手段。

7.4.4 热电厂储热系统厂房宜采用自然通风。通风口的布置应避免气流的短路和倒流,并应减少气流死角。

7.4.5 热电厂储热系统厂房在噪声控制上应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 中的相关规定。

7.4.6 热电厂储热系统厂房应符合下列规定：

1 厂房的安全出口不应少于 2 个,且应有 1 个直通室外的出口,最远工作地点到直通室外的安全出口或楼梯间的距离不应大于 50m;

2 控制室疏散门不应少于 2 个;当控制室位于 2 个安全出口之间,且建筑面积不大于 120m^2 时可设置 1 个;

3 控制室应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和耐火极限不低于 1.50h 的楼板与其他部位分隔,隔墙上的门窗应采用乙级防火门窗;

4 当电锅炉房的墙外 5m 以内布置有变压器时,在变压器外轮廓投影范围外侧各 3m 内的上述建筑物外墙上不应设置门、窗、洞口和通风孔,且该区域外墙应为防火墙;当建筑物墙外 5m~10m 范围内布置有变压器时,在上述外墙上可设置甲级防火门,变压器高度以上可设防火窗,其耐火极限不应小于 0.90h。

7.4.7 热电厂储热系统厂房的外墙应在每层设置可供消防救援人员进入的窗口,且每个防火分区不应少于 2 个。

7.5 结 构

7.5.1 除临时性结构外,储热系统建(构)筑物结构和结构构件的设计工作年限应为 50 年。

7.5.2 储热系统建(构)筑物的安全等级应为二级。

7.5.3 热水储罐的地基基础设计等级应为甲级,其余建(构)筑物的地基基础设计等级可为乙级。

7.5.4 建(构)筑物的抗震设防类别应为丙类。

7.5.5 电锅炉房、泵房的屋面活荷载标准值可取 0.7kN/m^2 。

7.5.6 热水储罐基础沉降稳定后,基础边缘上表面应高于设计地坪不小于 300mm。

7.5.7 热水储罐基础沿灌壁圆周方向任意 10m 弧长的沉降差不应大于 25mm,沿直径方向基础沉降差允许值应按表 7.5.7

采用。

表 7.5.7 热水储罐径向沉降差允许值

储罐直径 D (m)	沉降差允许值 (m)
$D \leq 22$	$0.015D$
$22 < D \leq 40$	$0.010D$
$40 < D \leq 60$	$0.008D$

7.5.8 每个热水储罐基础的沉降观测点数量不应少于表 7.5.8 规定的数量,并应沿圆周均匀布置。沉降观测精度等级不应低于二级。

表 7.5.8 热水储罐沉降观测点数量

储罐容积 (m^3)	沉降观测点数量	储罐容积 (m^3)	沉降观测点数量
2000 及以下	4	10000	12
3000	8	20000	16
5000	8	30000~50000	24

注:储罐容积位于表中数值之间时,沉降观测点数量可插入取值。

7.5.9 热水储罐基础的抗震设计应符合现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 的规定。

7.5.10 热水储罐基础形式可分为护坡式基础、环墙式基础、外环墙式基础、桩承台基础。

7.5.11 热水储罐基础的选型,宜符合下列规定:

1 当修正后的地基承载力特征值大于或等于基底平均压力,地基变形满足规定的允许值且场地不受限制时,宜采用护坡式基础,也可采用环墙式基础、外环墙式基础;

2 当场地受限制或采用承压储罐时,宜采用环墙式基础;

3 当修正后的地基承载力特征值小于基底平均压力,但地基变形满足要求时,应对地基进行处理或充水预压并满足承载力要求,基础宜采用环墙式基础,也可采用外环墙式基础、护坡式基础;

4 当修正后的地基承载力特征值小于基底平均压力,地基变形不满足要求时,应对地基进行处理或充水预压并满足承载力和

变形要求,基础宜采用环墙式基础;

5 当地基为深厚软弱土层或液化土层时,可采用桩承台基础。

7.5.12 钢筋混凝土环墙的埋深宜大于标准冻深。

7.5.13 钢筋混凝土环墙基础厚度不应小于 300mm。环墙的环向受力钢筋的截面最小总配筋率不应小于 0.4%,且应按环墙的全截面面积计算;竖向每侧构造钢筋的截面最小配筋率不应小于 0.2%,钢筋直径不宜小于 12mm,间距不宜大于 200mm,竖向钢筋宜为封闭式。

7.5.14 钢筋混凝土环墙的环向受力钢筋接头,应采用焊接连接或机械连接。

7.5.15 当钢筋混凝土环墙弧长超过 40m 时,宜设置后浇带。

7.5.16 热水储罐基础应设置泄漏孔,泄漏孔间距宜为 10m~15m 并沿圆周均匀布置。

7.5.17 热水储罐基础的设计除应符合本标准的规定外,尚应符合现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 和《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473 的规定。

7.6 采暖通风与空气调节

7.6.1 热电厂储热系统供暖方式宜采用厂内的热水供暖系统;当采用电暖气供暖时,其电气安全性能和热工性能应满足使用要求及相关规定。

7.6.2 当热电厂储热系统房间设有变频器时,通风应符合下列要求:

1 宜设置机械通风系统,通风系统的设备宜采用 2 台或 2 台以上同型号设备的配置方式,进风宜过滤;

2 当通风不能满足设计要求时,应采取降温措施;

3 当变频器采用空气冷却时,变频器柜体排风宜直接引至室外,室内排风由空冷变频器柜体排风和房间设置的排风机共同保证。

7.6.3 当电气房间设有干式变压器时,通风应符合下列要求:

1 当周围空气含尘严重时,应采用正压通风,进风应过滤;

2 宜采用自然进风、机械排风系统；当机械通风不能满足要求时，应采取降温措施。

7.6.4 当电锅炉房布置有电极式锅炉时，通风应符合下列要求：

1 锅炉房顶棚最高点应设置自然排氢风帽，当顶棚被梁分隔时，每个分隔均应设置自然排氢风帽，其筒体直径不应小于 300mm；

2 设置换气次数不小于 12 次的事故通风系统，事故通风系统的排风机与电机应为防爆型，并应直接连接；

3 事故排风机应与氢气浓度检测报警装置联锁，当空气中氢气体积浓度达到 0.4% 时，事故通风系统应自动投入运行；

4 室内吸风口上缘距顶棚平面或屋顶的距离不得大于 0.1m。

7.6.5 泵房宜采用自然通风系统，当自然通风不能满足要求时，应设置机械通风系统。

7.7 消防与供排水系统

7.7.1 储热系统的除盐水、工业水、冷却水、生活用水和消防用水宜由电厂相应系统接引。

7.7.2 储热系统的生活污水、生产废水和雨水排水应排至电厂厂区内相应排水系统。

7.8 劳动安全与职业卫生

7.8.1 储热系统安全设施设计应符合现行行业标准《火力发电厂职业安全设计规程》DL 5053 的规定。

7.8.2 储热系统职业病防护设施设计应符合现行行业标准《火力发电厂职业卫生设计规程》DL 5454 的规定。

7.8.3 储热系统作业人员个体防护装备选用应符合现行国家标准《个体防护装备配备规范》GB 39800 的规定。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《小型火力发电厂设计规范》GB 50049
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064
- 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087
- 《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128
- 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229
- 《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341
- 《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473
- 《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660
- 《压力容器 第1部分:通用要求》GB 150.1
- 《压力容器 第2部分:材料》GB/T 150.2
- 《压力容器 第3部分:设计》GB/T 150.3
- 《压力容器 第4部分:制造、检验和验收》GB/T 150.4
- 《高压绝缘子瓷件 技术条件》GB/T 772
- 《镁砖和镁铝砖》GB/T 2275
- 《锅壳锅炉 第2部分:材料》GB/T 16508.2
- 《锅壳锅炉 第3部分:设计与强度计算》GB/T 16508.3
- 《锅壳锅炉 第5部分:安全附件和仪表》GB/T 16508.5
- 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167
- 《高压电力用户用电安全》GB/T 31989
- 《蓄热型电加热装置》GB/T 39288

《个体防护装备配备规范》GB 39800
《火力发电厂总图运输设计规范》DL/T 5032
《火力发电厂职业安全设计规程》DL 5053
《发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072
《火力发电厂厂用电设计技术规程》DL/T 5153
《导体和电器选择设计规程》DL/T 5222
《火力发电厂职业卫生设计规程》DL 5454
《火力发电厂热工检测及仪表设计规程》DL/T 5512
《高温离心通风机 技术条件》JB/T 8822
《锅炉安全技术规程》TSG 11

中华人民共和国电力行业标准

热电厂储热系统设计规范

NB/T 11401—2023

条文说明

制 定 说 明

《热电厂储热系统设计规范》NB/T 11401—2023,经国家能源局 2023 年 12 月 28 日以第 8 号公告批准发布。

本标准编制遵循的主要原则:

(1)对热电厂储热系统设计提出基本要求,达到成熟先进的设计水平。

(2)坚持科学性、先进性、实用性和安全第一的原则,积极采用成熟的先进技术和可靠的设备。

(3)与国内现行的国家标准和行业同级相关标准相协调,避免重复或矛盾;本标准中涉及的要求,若在现行国家标准或行业标准中已有明确规定,则本标准仅指明应符合相关标准的有关规定,并写出标准的名称和编号,本标准不重复其内容。

(4)参考和吸收国外相关技术标准。

本标准是在深入研究分析现有国家标准和行业标准相关内容的基础上新制定的标准,专业性强。现有分析和研究的问题较多,编制组对其中一些关键技术问题进行了专题调查研究,形成了《热电厂储热系统设计规范调研报告》调研专题报告。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单元有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明和解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

3	基本规定	(31)
4	储热系统选择及计算	(32)
4.2	储热容量	(32)
5	热水储罐储热系统	(36)
5.2	储热系统	(36)
5.3	储热设备	(37)
6	电锅炉储热系统	(40)
6.2	电极式锅炉储热系统	(40)
6.3	固体储热锅炉储热系统	(40)
6.4	电极式锅炉	(41)
6.5	固体储热电锅炉	(42)
7	其他技术要求	(43)
7.1	总平面设计	(43)
7.2	仪表与控制	(43)
7.3	电气	(43)
7.5	结构	(45)
7.6	采暖通风与空气调节	(48)
7.8	劳动安全与职业卫生	(48)

3 基本规定

3.0.4 电力系统灵活性要求火电机组在用电负荷较大时段能够多出力,向上调节以满足尖峰负荷的需求,在用电低谷时段能够向下调节,全面参与深度调峰,促进新能源消纳。由于占火电机组装机容量近一半的热电联产机组在冬季承担着重要的供热任务,特别在热需求大的“三北”地区(东北、华北、西北),热发电机组的电出力和热出力存在强耦合关系。冬季为保证供热,热发电机组电出力上下限受到制约,调峰能力弱,热电矛盾突出。随着“碳中和”进程推进,新能源大量并网,电力系统将面临更为严峻的灵活性短缺问题。2021年11月,国家发改委、国家能源局深入推动煤电“三改联动”,联合印发《全国煤电机组改造升级实施方案》,提出“十四五”期间实施节能降碳改造3.5亿kW、灵活性改造2亿kW、供热改造5000万kW的目标。火电灵活性改造是电力系统调节能力提升的关键手段,灵活性改造的推进难度最大。

热电解耦是针对以热定电提出来的,热发电机组的发电量与供热量存在线性相关的耦合关系,热电解耦本质上就是用其他热源替代汽轮机供热,减少汽轮机供热功率,进而降低以热定电的发电功率。通过增添储热水罐、电锅炉等设备或对蒸汽流程进行改造,将热能通过储能设备储存或将电能转换成热能,以实现在满足热负荷出力的前提下,扩大电负荷出力调整范围,提升灵活性。热电解耦是打破热电联产机组“以热定电”约束,提升热电联产机组灵活性,解决电热矛盾的重要手段。

4 储热系统选择及计算

4.2 储热容量

4.2.1 常压储热罐系统的储热及放热考虑以采暖期一日 24h 内完全储热并完全放热一次作为标准过程,在实际运行时,只要热电联产机组与热泵组成的供热系统的对外供热能力满足热网热负荷需求并有富裕,便可以进行储热。同时,参与热电解耦深度调峰而降低负荷造成对外供热能力不足时,就可以启动常压热水储热罐系统对外放热,即可以根据需要调整 24h 内储热与放热的次数。

(1)储热过程。

在采暖期用电高峰时段内,由于社会总用电负荷较高,需要热电厂提供的发电负荷较高。热电联产机组发电功率与供热功率之间存在耦合关系,发电负荷较高的同时,供热能力也较高。

由于储热罐只是对热量进行了重新分配而并没有增加供热能力,因此设置储热罐后,在非热电解耦时段,电厂的发电负荷不应低于目前采暖期平均发电负荷,以保证机组总的供热能力能够满足热网全天的需求。原则上,在一日 24h 中除热电解耦放热时间段外的时间均可用来进行储热。

(2)储热过程开始。

在储热过程开始前,应首先判断以下两个条件是否满足:一是热电联产机组与热泵组成的热源系统对外供热能力是否高于热网热负荷,二是目前热水储热罐内是否还有热水充入的空间,即充水温度高于储热罐下部设定位置传感器的温度。如果上述两个条件均满足,则可以打开储热罐热网循环水系统与原有机组热网循环水系统的隔离阀门,开始储热。

根据热网加热器热网循环水出口水温,储热过程分为两种

工况：

1)直接储热。

储热开始前,如热网加热器热网循环水供水温度低于 95°C ,则直接将热网加热器出口的热水减压后经过储热罐上部的热水布水器注入热水储热罐中。与此同时,开启储热系统中的一台热网循环水泵,将储热罐中底部的冷水通过泵升压后送至原热网首站热网循环水泵出口母管,而后再进入热网加热器,从而保证供至一级热网的热网循环水流量不变。

2)混水储热。

储热开始前,如热网加热器热网循环水供水温度不低于 95°C ,则需要先打开储热系统热网循环水泵至原热网首站热网循环水泵出口管道的冷水母管至热水母管之间的减温水管道,通过流量调节阀的控制,将部分罐内冷水与热网循环水供水进行混合,以保证通过热水布水器进入储热罐的热水温度低于 95°C 。

针对电厂实际情况,其常压热水储热罐系统热水温度不会超过设计最高值 91°C 。因此,仅考虑直接储热工况即可,不需要再考虑储热罐的温度调节。

(3)储热过程结束。

当储热罐内温度传感器的平均温度与热水罐进水温度基本相同时,就可以认为储热过程结束,与此同时,还应对储热罐内斜温层的位置进行精确的监控,当斜温层的位置位于设定的最下部时,也可以认为热水已经充满储热罐的有效容积,储热过程可以结束。此时,应关闭储热水泵以及热水储热罐系统与原有热网循环水系统的隔离阀门。

(4)放热过程。

在采暖期用电低谷时段内,由于社会总用电负荷下降,风电等可再生能源发电功率不变或增加,电网调峰困难。在这一时段,根据电网调度指令,对机组进行深度调峰,实现热电解耦,按照热电联产机组的特性,随着发电功率的降低,机组供热量也相应减少,

为满足热网热负荷需求,不足的供热量需要由热水储热罐系统进行补充,储热罐启动放热过程。

(5)放热过程开始。

当电网调度发出调峰指令时,经过火电厂灵活性改造的热电厂逐渐降低发电功率至设定的调峰负荷或锅炉最低稳燃负荷,机组保持在该发电负荷下的最大抽汽量。与此同时,由于抽汽量减少,热电联产机组及热泵供热系统对外供热功率也将显著降低。当热网需要的热负荷基本等于供热功率时,可以开始进行放热过程的准备,检查系统储热量以及热网系统压力与温度。由于目前大型热网具备较大的热容量,因此短时的热负荷不足基本不会影响整个热网的供热,不会对采暖区域居民的正常生活造成影响,因此,放热过程有较为充分的准备时间。当热网所需的热负荷与供热功率的差值大于某一设定值(约5%~10%热负荷)并持续一段时间后,可以开始进入放热工况,也可以根据确定的热电解耦时间,采用定时放热的运行方式。

在放热过程中,实际是热电联产机组与热水储热罐进行联合供热,两个系统作为两个独立的热源分别向热网中供热。放热开始时,应首先启动热水储热罐系统的一台热网循环水泵作为放热泵,将热水储热罐中的热水通过放热泵直接送至热网加热器出口的热网循环水供水母管,与原热网首站系统联合供热,与此同时,还应打开原热网循环水泵出口母管至储热罐底部冷水区域的隔离阀门,将没有经过热网加热器加热的部分热网循环水回水经过减压阀的减压后送至储热罐。如果同时启动储热罐系统的三台放热泵,则整个系统循环水流量切换过于快速,可能会导致热网循环水系统波动,难以快速达到平衡,因此推荐三台放热泵逐渐投入,由于三台储热罐系统的热网循环水泵均为变频调速,具备调节功能,因此能够保持系统平稳,在三台放热泵逐渐投入的过程中,应同时根据流量情况适时调整原热网首站中的热网循环泵,以达到系统平衡。

储热过程如果是直接储热工况时,表明热网热负荷需求较低,热网供水温度相对较低,对应此时的放热过程,热网加热器出口的部分热网循环水与储热罐出口热网循环水温度基本相同,流量混合后送至一级热网循环水系统。储热过程如果是混水储热工况时,表明热网热负荷需求较高,热网供水温度较高,对应此时的放热过程,由于经过热网加热器的水量降低,其对应的吸热量高于储热工况,因此热网加热器出口的部分热网循环水温度高于储热罐出口热网循环水温度,二者同样混合后送至一级热网循环水系统。

(6)放热过程结束。

放热过程开始后,热水储热罐内斜温层的位置会逐渐上升,这表示储热罐内热水逐渐放出,热水水量逐渐减少。当储热罐内的温度传感器的平均温度与储热罐的进水温度基本相同时,可以认为放热过程结束。为尽可能增加热电解耦时间,充分利用储热罐的功能,放热过程中应通过放热量调整放热功率,满足热网的热量需求及水量平衡。放热结束后应关闭系统隔离阀,等待下一次储热过程开始。

5 热水储罐储热系统

5.2 储热系统

5.2.1 常压储热罐与热网循环水系统的连接系统见图 1,承压储热罐与热网循环水系统的连接系统见图 2。

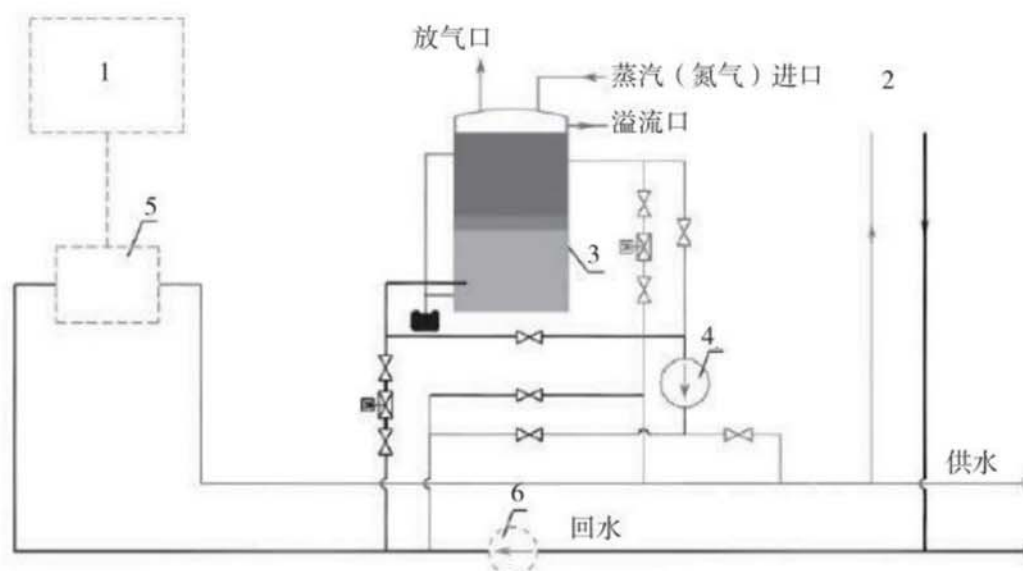


图 1 常压储热罐与热网循环水连接系统

1—热电厂; 2—热用户; 3—常压储热罐; 4—储热升压泵;
5—热网加热器; 6—热网循环水泵

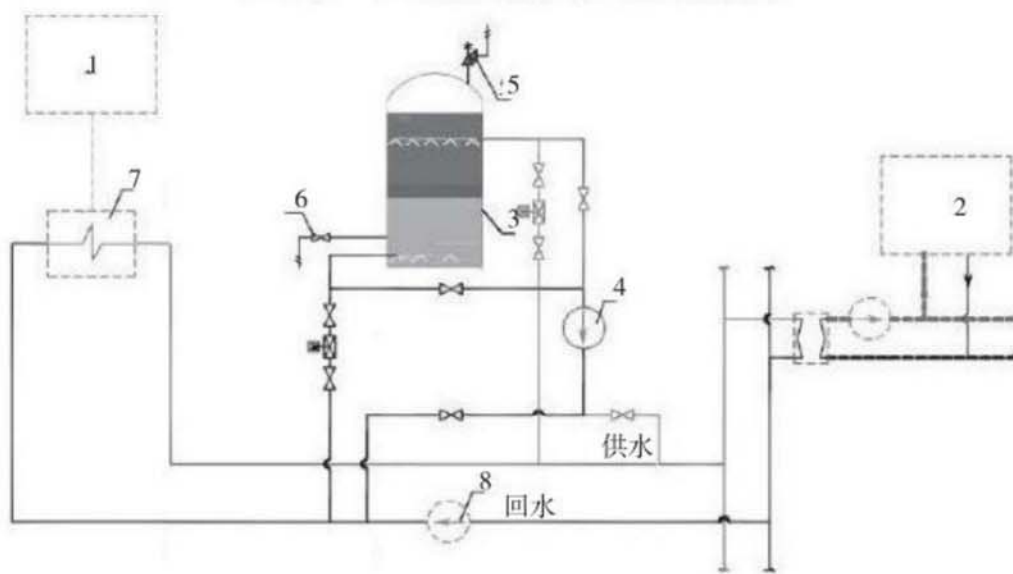


图2 承压储热罐与热网循环水连接系统

1—热电厂;2—热用户;3—承压储热罐;4—储热升压泵;5—安全阀;
6—排污阀;7—热网加热器;8—热网循环水泵

为防止进入常压储热罐热网水温度过高,可从热网循环水泵出口接一路冷水与高温热网循环水混合,然后进入常压储热罐。

5.2.2 本条文及第5.2.3条规定了储热系统内辅助设备选择相关要求。

5.2.8 当热网循环水泵突然故障停运时,为防止水锤发生,在供回水母管间设带止回阀的旁通管,泵停运后热网回水可通过此旁通管循环。

5.2.10 设计是以系统停运时不汽化为出发点。

5.2.11 采用氮气或蒸汽加压常压储热罐不受停电的影响,在一般情况下均能满足系统停运时储热介质不汽化的要求。

5.2.12 采用氮气加压承压储热罐不受停电的影响,在一般情况下均能满足系统停运时储热介质不汽化的要求。

5.3 储热设备

5.3.2 典型常压热水储热罐主要设计参数见表1,典型承压热水

储热罐主要设计参数见表 2。

表 1 常压热水储热罐主要设计参数

序号	项目	单位	数值
1	储热负荷	MW · h	1188
2	有效容积	m ³	26000
3	设计压力	kPa	+3/—1
4	设计温度	℃	98
5	储热 / 放热时间	h	18 / 6
6	介质高温	℃	90
7	介质低温	℃	50
8	储热罐内径	m	30
9	储热罐罐壁高度	m	43.7
10	储热罐总高	m	48.74
11	储热设计流量	m ³ / h	1650
12	放热设计流量	m ³ / h	4950

表 2 承压热水储热罐主要设计参数

序号	项目	单位	数值
1	罐体设计温度	℃	120
2	罐体设计压力	bar. a	2.59
3	罐内高温	℃	110
4	介质有效容积	m ³	16500
5	罐直径	m	24
6	罐壁总高	m	38.5
7	罐体总高	m	50.5
8	罐体容积	m ³	21037

续表2

序号	项目	单位	数值
9	顶部形式	—	球形
10	罐体材质	—	Q345R
11	储热罐总重	t	2008.6
12	储热设计流量	m ³ /h	920
13	放热设计流量	m ³ /h	2760
14	储热/放热时间	h	18/6
15	储热负荷	MW·h	1100

5.3.5 常压储罐设计温度取用热电厂热网循环水供水设计温度；承压储罐设计温度应取用热电厂热网循环水供水设计温度并附加5℃裕量，是防止储罐内热水汽化。

5.3.9 由于储热罐存在斜温层，且其需占用一定的垂直空间，为了更好地利用储罐的有效储热空间，建议储罐宜选择较高的高径比。

5.3.10 现有热电厂主要采用立式储热罐，热水布水器宜吊装在储热罐顶部。

6 电锅炉储热系统

6.2 电极式锅炉储热系统

6.2.1 电极式锅炉储热系统见图 3。

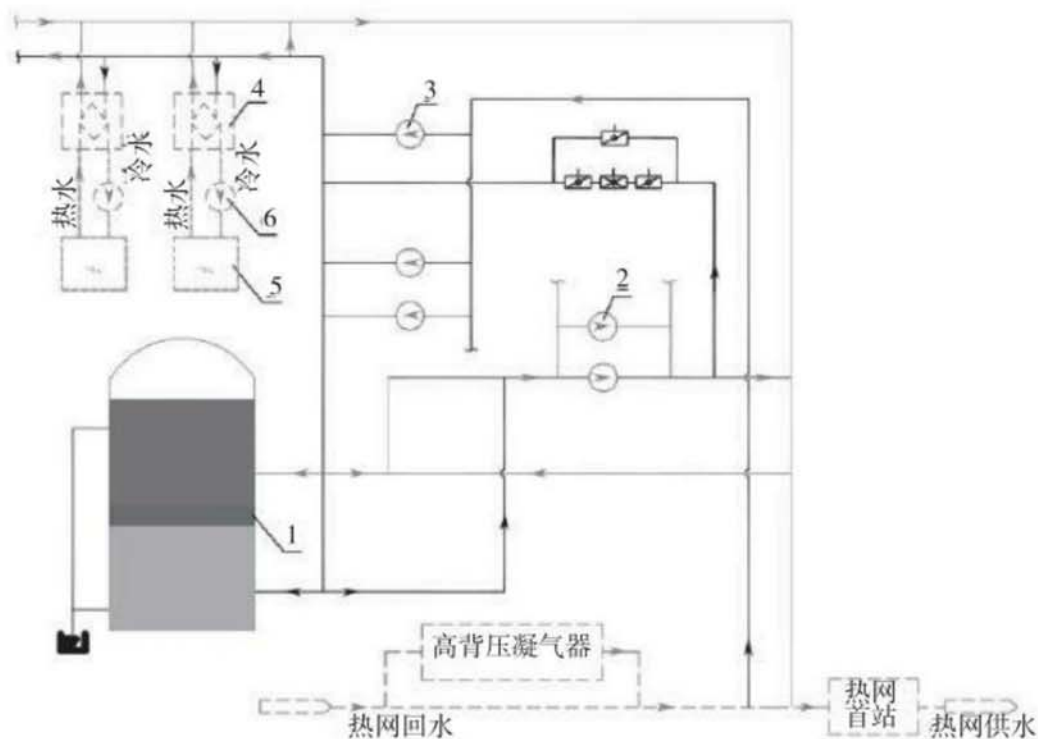


图 3 电极式锅炉储热系统示意图

1—储热水罐；2—储热热侧循环水泵；3—储热冷侧循环水泵；
4—储热热网循环水换热器；5 电极式锅炉；6—一次侧热水循环水泵

6.3 固体储热锅炉储热系统

6.3.1 固体储热电锅炉储热系统见图 4。

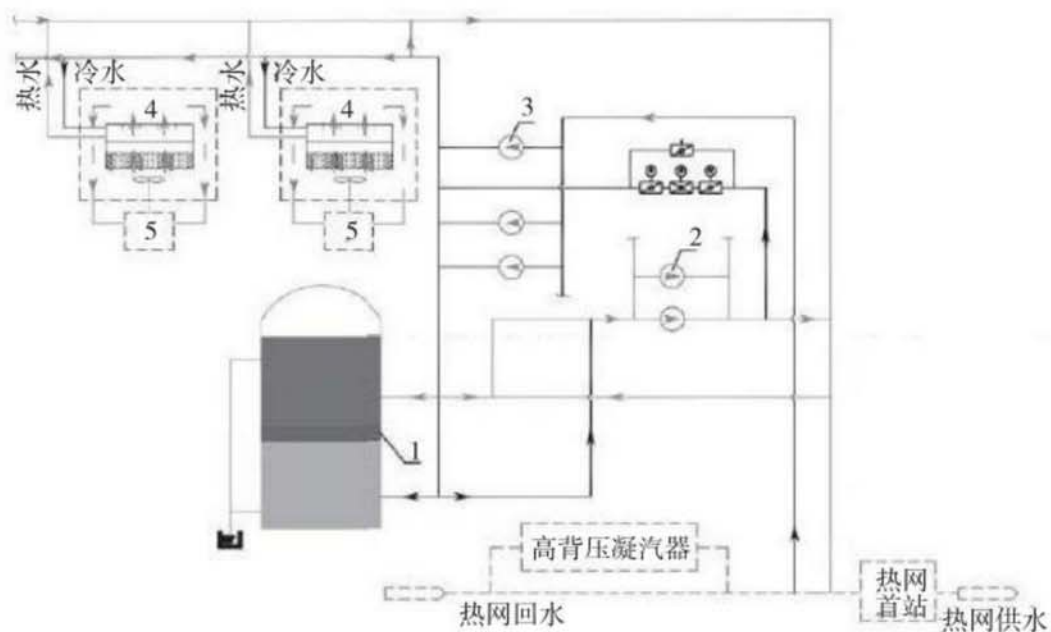


图4 固体储热电锅炉储热系统图

1—储热水罐；2—储热热侧升压泵；3—储热冷侧升压泵；
4—储热热网循环水换热器；5—热风风机

6.4 电极式锅炉

6.4.1 典型电极热水锅炉型号和参数见表3。

表3 电极热水锅炉型号和参数

型号	额定 热功率 (MW)	额定 出水压力 (MPa)	额定 出水温度 (℃)	额定进水 温度 (℃)	输入电压 (kV)
VDRJ 5-1.0/130/90-6	5	1.0	130	90	6
VDRJ 5-1.0/130/90-10					10
VDRJ 5-1.0/130/90-22					22
VDRJ 8-1.0/130/90-6	8	1.0	130	90	6
VDRJ 8-1.0/130/90-10					10
VDRJ 8-1.0/130/90-22					22

续表3

型号	额定 热功率 (MW)	额定 出水压力 (MPa)	额定 出水温度 (℃)	额定进水 温度 (℃)	输入电压 (kV)
VDRJ 12-1.0/130/90-6	12	1.0	130	90	6
VDRJ 12-1.0/130/90-10					10
VDRJ 12-1.0/130/90-22					22
VDRJ 20-1.0/130/90-6	20	1.0	130	90	6
VDRJ 20-1.0/130/90-10					10
VDRJ 20-1.0/130/90-22					22
VDRJ 30-1.0/130/90-6	30	1.0	130	90	6
VDRJ 30-1.0/130/90-10					10
VDRJ 30-1.0/130/90-22					22
VDRJ 40-1.0/130/90-6	40	1.0	130	90	6
VDRJ 40-1.0/130/90-10					10
VDRJ 40-1.0/130/90-22					22

6.5 固体储热电锅炉

6.5.1 典型固体储热电锅炉技术参数见表4。

表4 固体储热电锅炉技术参数

单机额定热功率 (MW)	额定出水温度 (℃)	额定蒸汽温度 (℃)	出口热风温度 (℃)	输入电压 (kV)
13	130	100~180	100~300	10
48	130	100~180	100~300	35
90	130	100~180	100~300	66
150	130	100~180	100~300	110

7 其他技术要求

7.1 总平面设计

7.1.5 当设环形车道确有困难时,其四周仍应有尽端式道路或通道,并增设回车道或回车场。回车场的面积不应小于 $12\text{m} \times 12\text{m}$,供大型消防车使用时,不宜小于 $18\text{m} \times 18\text{m}$ 。

7.2 仪表与控制

7.2.2 本条对储热系统控制方式及控制室作出了规定。1 储热系统控制在设计中根据具体工艺系统配置,考虑纳入单元机组DCS系统或公用DCS系统。

7.3 电 气

7.3.1 热电厂储热系统用电负荷的电源由电厂电气系统引接不仅技术合理,也可以提高运行的经济性,因此推荐由电厂电气系统引接电源。当新增负荷容量较大,热电厂厂用电系统不满足供电要求时(例如电锅炉储热系统),一般需通过专门设置的高压厂用变压器(或电抗器),由发电机引出线或电厂高压配电装置引接电源;当新增负荷功率较小,经校验厂用电系统可以为其提供电源时,也可以由厂用电系统引接。电源的引接位置需根据储热系统规模、配置,结合发电厂电气系统情况在工程中确定,因此对其在电厂电气系统中的具体引接位置及方案在技术上未做具体规定。

另外,在有电力辅助服务市场运营规则的地区,目前很多电厂通过设置电锅炉的方式参与调峰辅助服务,采暖期通过电锅炉吸纳电厂内机组发出的电力参与电网调峰获得收益。确定调峰基准

时,有的地区采用全厂开机机组平均负荷率,此时只要能通过电锅炉的运行降低电厂上网电力即可满足要求,电锅炉储热系统电源由电厂内电气系统引接均可。如果地区采用规定特定机组负荷率的方式,电锅炉储热系统电源需要由参与调峰辅助服务的特定机组电气系统引接电源才符合运营规则要求。

7.3.2 当需要设置高压厂用变压器(或电抗器)为储热系统用电负荷供电时,其电源一般由热电厂发电机引出线系统或高压配电装置引接。考虑储热系统对运行可靠性的要求低于发电机组及热电厂高压配电装置,同时大机组由发电机引出线引接电源时高厂变高压侧又难以选择合适的保护电器,因此推荐在为其供电的专设高厂变(或电抗器)的负荷侧设置保护电器,以提高保护的选择性,尽量降低储热系统故障对机组和高压配电装置的影响。另外,该保护电器尽量靠近专设高厂变(或电抗器),有利于尽量扩大保护范围。

7.3.4 设置在热电厂的储热系统与电厂原有工艺系统关联性较大,运行特性相近,因此可将其用电负荷按热电厂厂用电负荷对待,相应厂用电系统设计应当符合《火力发电厂厂用电设计技术规程》DL/T 5153 的规定。

7.3.5 适用于发电厂防雷设计的《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064—2014 中对于钢制储水罐没有设置防雷装置的规定。但考虑大容量储罐的高度较高,可能超过15m,且储罐外表面可能会设置非金属的保温层,因此需参照《建筑物防雷设计规范》GB 50057—2010 中对于烟囱、水塔等高耸建筑物的防雷分类要求,并考虑由其布置位置而确定的重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性和后果,确定储罐的防雷分类。同时考虑储罐本体为钢质,罐内储存热水,且液面上的气体也非可燃或易爆气体,因此参考《石油化工企业设计防火标准》GB 50160—2008 的规定,对顶板厚不小于4mm的储罐不必另外设置避雷针或避雷线,而是利用罐体顶部本体金属结构作为接闪器。另外,罐体顶部可能布置仪表、传感器、呼吸阀等用电设施,按相关标准规

定,需要将这些用电设施接地,因此规定须设置接地。

7.5 结 构

7.5.4 储热系统的热水储罐容积较小,一般不超过 50000m^3 ,故将其抗震设防类别定为丙类。

7.5.10 护坡式基础、环墙式基础、外环墙式基础、桩承台基础的较常见做法可参见图 4~图 7。

7.5.11 护坡式基础造价较环墙式基础低,因此,在条件允许的情况下,应当优先采用护坡式基础。环墙式基础对储罐基础下的地基土具有约束作用,对于经地基处理或充水预压之后达到承载力和变形要求的地基,采用环墙式基础是最合适的。

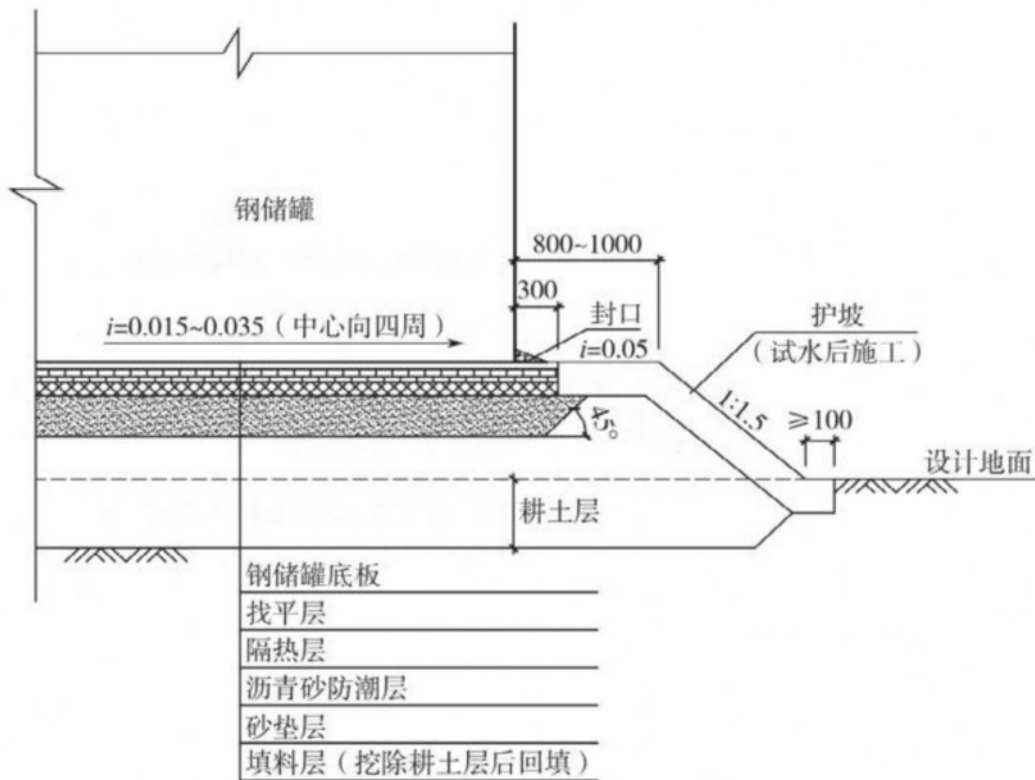


图 4 护坡式基础

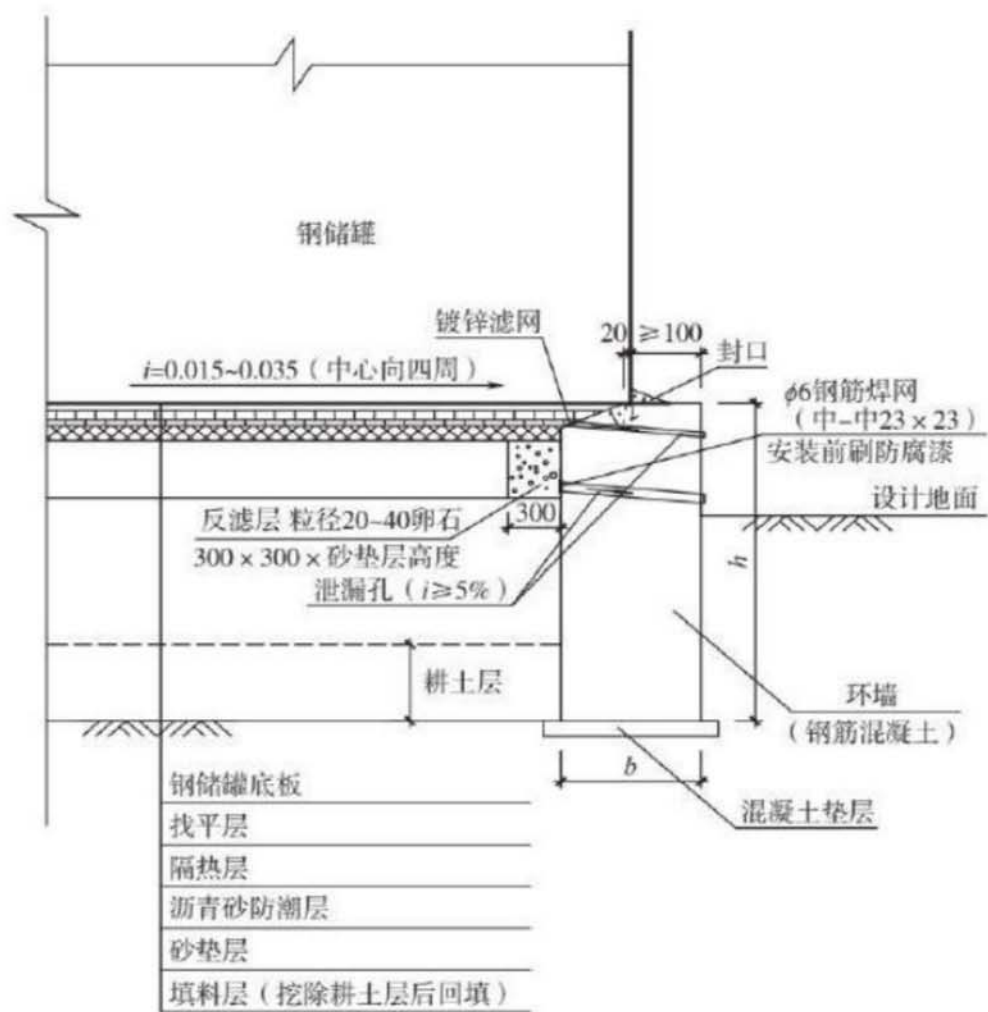


图 5 环墙式基础

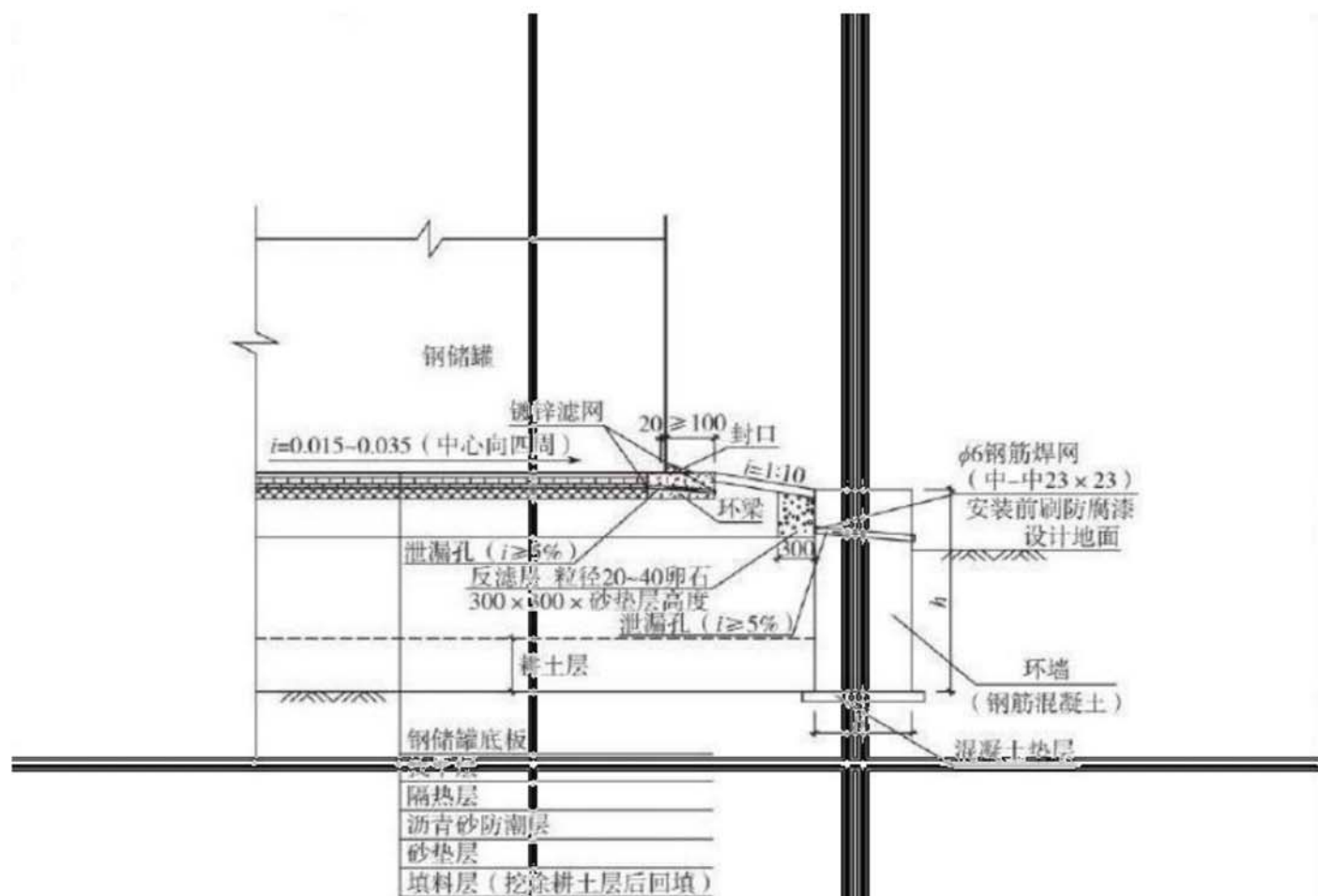


图6 外环墙式基础



图7 桩承台基础

7.6 采暖通风与空气调节

7.6.4 电极式锅炉运行时会产生少量氢气,为了防止电极式锅炉发生泄漏事故,避免溢出的氢气积聚,所以锅炉房顶棚最高点应设置自然排氢风帽,当顶棚被梁分隔时,每个分隔均应设置自然排氢风帽,以便及时排出氢气。事故排风机与氢气浓度检测报警装置联锁,当氢气超量形成隐患或事故发生时,能及时自动开启风机排除。

7.8 劳动安全与职业卫生

7.8.1 储热系统安全设施设计应严格执行《中华人民共和国安全生产法》中“新建、改建、扩建工程项目安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用”的规定,全面贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,同时扩建、改建和技术改造项目的安全设施设计应结合原有电厂的总平面布置、建(构)筑物、生产工艺系统及设备布置、个体防护装备、安全标志、安全色和安全管理等方面的情况,全面考虑,统筹协调,为劳动者创造符合职业安全标准的工作条件和环境。

各工艺系统应以专业标准和规范的相关规定为设计基本原则,并参考项目安全预评价的相关内容,落实相应安全设施设计,并应符合现行行业标准《火力发电厂职业安全设计规程》DL 5053 的规定。

7.8.2 储热系统的职业病防护设施设计应严格执行《中华人民共和国职业病防治法》中“职业病防护设施应与主体工程同时设计,同时施工,同时投入生产和使用”的规定,全面贯彻职业病防治工作坚持“预防为主、防治结合”的方针,同时扩建、改建和技术改造项目的职业病防护设施设计应结合原有电厂的总平面布置、建(构)筑物、生产工艺系统及设备布置、个体防护装备、职业病危害警示标识和职业病防治管理等方面的情况,全面考虑,统筹协调。为劳动者创造符合职业卫生标准要求的工作条件和环境。

各工艺系统应以专业标准和规范的相关规定为设计基本原则,并

参考项目职业病危害预评价的相关内容,落实相应职业病防护设施设计,并应符合现行行业标准《火力发电厂职业卫生设计规程》DL 5454 的规定。

7.8.3 储热系统作业人员个体防护装备的配置应结合作业人员作业类别、安全预评价和职业病危害预评价识别的危险有害因素及可能造成的事故类型,根据现行国家标准《个体防护装备配备规范》GB 39800 进行选用,保护作业人员安全与健康。