

内蒙古自治区地方标准

DB15/T 3994—2025

低碳/零碳产业园清洁能源供暖技术规范

Specification for clean energy heating in low-carbon and zero-carbon
industrial parks

2025-04-18 发布

2025-05-18 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 2

4 基本规定 3

 4.1 系统设计 3

 4.2 施工安装 3

 4.3 调试及验收 4

 4.4 运行维护 4

 4.5 效益评估 4

5 清洁供暖方式 4

 5.1 工业低品位余热供暖 4

 5.2 地热能供暖 5

 5.3 太阳能供暖 8

 5.4 熔盐储热供热 11

 5.5 空气源热泵供暖 13

 5.6 生物质能供暖 16

6 清洁能源耦合供暖方式选择 16

 6.1 一般选用原则 16

 6.2 耦合式供暖系统用电原则 17

 6.3 建筑类型、建筑供热负荷与供暖方式的选择 17

7 节能管理及安全、环境评估 17

 7.1 节能管理 17

 7.2 安全、环境影响评估 18

参考文献 19

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。

本文件由内蒙古自治区工业和信息化厅归口。

本文件起草单位：内蒙古东润绿能科技有限公司、鄂尔多斯市碳中和研究应用有限公司、内蒙古自治区质量和标准化研究院、内蒙古环能科技有限公司。

本文件主要起草人：杨茂华、王晶、杨建功、刘月、贾向春、白雪峰、刘一扬、涂伟伟、刘晶、宝玉梅、郭延军、白杨、贾元、杨敏、寇伟强、梁学敏、王小燕。

低碳/零碳产业园清洁能源供暖技术规范

1 范围

本文件规定了低碳/零碳产业园清洁能源供暖技术基本规定，清洁供暖方式，清洁能源耦合式供暖方式选择，节能管理及安全、环境评估等内容。

本文件适用于低碳/零碳产业园清洁能源供暖建设以及管理过程。

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 1028 工业余热资源评价方法
- GB 2893 安全色
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3215 石油、石化和天然气工业用离心泵
- GB/T 6075.7 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第7部分：工业应用的旋转动力泵（包括旋转轴测量）
- GB/T 11615 地热资源地质勘查规范
- GB/T 25127 （所有部分）低环境温度空气源热泵（冷水）机组
- GB/T 25857 低环境温度空气源多联式热泵（空调）机组
- GB/T 40821 太阳能热发电站换热系统检测规范
- GB/T 41087 太阳能热发电站换热系统技术要求
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50027 供水水文地质勘察标准
- GB 50041 锅炉房设计标准
- GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准
- GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
- GB 50185 工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
- GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
- GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范
- GB 50314 智能建筑设计标准
- GB 50366 地源热泵系统工程技术规范
- GB/T 50627 城镇供热系统评价标准
- GB/T 50801 可再生能源建筑应用工程评价标准

GB/T 50893 供热系统节能改造技术规范
GB 51245 工业建筑节能设计统一标准
GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
GB 55017 工程勘察通用规范
GB 55020 建筑给水排水与节水通用规范
CJJ 28 城镇供热管网工程施工及验收规范
CJJ/T 34 城镇供热管网设计标准
CJJ 88 城镇供热系统运行维护技术规程
CJJ 138 城镇地热供热工程技术规程
DZ/T 0260 地热钻探技术规程
JB/T 13573 低环境温度空气源热泵热风机
JGJ/T 67 办公建筑设计标准
JGJ 142 辐射供暖供冷技术规程

3 术语和定义

DL/T 5508界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

清洁能源 clean energy

不排放污染物、能够直接用于生产生活的能源,如太阳能、生物质能、地热能等。

3.2

清洁能源供暖 clean heating

利用清洁能源,通过多能互补和冷热联供的方式,发展低能耗、清洁低碳的供暖模式。

3.3

分布式供能站 distributed energy station

以分布式供能系统为主,并设置其他辅助系统及相关配套设施的区域或场所。

[来源: DL/T 5508-2015, 2.0.2]

3.4

太阳能供暖系统 solar heating system

将太阳能转换成热能,供给建筑物冬季供暖和其他用热的系统。

3.5

空气源热泵热水供暖系统 air source heat pump water heating system

由电力驱动蒸气压缩制冷循环,以空气热能为热源制取热水进行供暖的系统。

3.6

地源热泵供暖系统 ground-source heat pump heating system

以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供暖系统。

3.7

浅层地热能 shallow geothermal energy

从地表至地下200 m范围内，储存于水体、土体、岩石中的温度低于25 ℃，采用热泵技术可提取用于建筑物供热或制冷等的地热能。

3.8

中深层地热 medium-deep geothermal energy

储存在地球内部一定深度范围内（通常为地下 200 m～3000 m 左右）的热能资源。

3.9

生物质能供热 biomass energy heating

利用生物质成型燃料、生物质液体燃料等燃烧时产生的热能进行供热。

3.10

多源耦合 multi-source coupling

两种或者多种能源组合、耦合式的应用，而不是单一能源。

4 基本规定

4.1 系统设计

4.1.1 供暖热负荷计算应符合 GB 50019 与 JGJ/T 67 的有关规定。

4.1.2 园区建筑主要供暖房间室内设计温度及厂房设计温度应符合 GB 55015 与 GB 51245 的有关规定。

4.1.3 供暖系统热源的供热参数应与末端供暖系统相适应。

4.1.4 末端供暖系统设计应符合 GB 50019、JGJ 142 和 GB 55020 的有关规定。

4.1.5 能源类型选择和适用范围符合系列规定：

- a) 园区有污水、烟气等余热资源时利用工业低温余热供暖，若无上述工业低温余热资源则可采用太阳能、地热、空气源可再生能源进行供热；
- b) 实际根据投资、能源价格、供给条件等技术需求和经济成本综合分析后，选取采用单一或符合清洁能源供暖热源类型；

4.2 施工安装

4.2.1 工程施工前应具备下列条件：

- a) 设计施工图纸和有关技术文件齐全；
- b) 进场原材料及配套设备应有质量合格证明文件、出厂合格证及检验报告；
- c) 有完善的施工方案和施工组织设计，并已完成技术交底；

- d) 对施工人员进行岗前培训;
- e) 施工现场具有供水、供电条件及储放材料的临时设施;
- f) 设备基础已验收,设备的基础应平整。

4.2.2 管道及末端设备的施工安装应符合 GB 55020、GB 50243 的有关规定。

4.2.3 管道及设备绝热与防腐应符合 GB 50019 的有关规定。

4.2.4 电缆线路和电气设施的安装应符合 GB 50168 和 GB 50303 的有关规定。

4.2.5 电气接地装置的施工应符合 GB 50169 的有关规定。

4.3 调试及验收

4.3.1 工程应由专业技术人员进行调试。

4.3.2 工程调试过程中应进行记录。

4.3.3 工程验收应由建设单位组织设计、施工、监理、用户等多方共同进行。

4.3.4 工程验收时,验收资料应包括下列文件及记录:

- a) 施工图、竣工图、设计变更通知书;
- b) 主要设备、材料、成品、仪表的出厂合格证明及进场检(试)验报告;
- c) 隐蔽工程检查和验收记录;
- d) 设备和管道的安装和检验记录;
- e) 水系统冲洗和试压试验;
- f) 系统试运行与调试记录。

4.4 运行维护

4.4.1 工程交付使用前,施工单位和产品生产厂家应主动对建设单位、运行管理单位和用户进行工作原理交底和操作培训。

4.4.2 运行管理单位应制定供暖系统运行管理制度、日常运行的记录文件,规范供暖系统日常操作和维护管理。

4.5 效益评估

4.5.1 工程验收后,宜对供暖系统实际运行能耗进行短期检测和长期监测,并对系统效益进行评估。

4.5.2 系统短期检测和长期监测的方法应符合 GB/T 50801 中短期和长期测试的规定。

5 清洁供暖方式

5.1 工业低品位余热供暖

5.1.1 一般规定

5.1.1.1 余热供热系统技术方案应符合城市发展规划、城市供热规划、节能环保政策等要求。

5.1.1.2 余热热源宜作为基础热源,同时应配置相应的备用热源和调峰热源;对于波动性、间断性余热热源宜配置储热装置以提高系统稳定性,确保供热系统安全稳定运行。

5.1.1.3 根据余热资源品位,按照从高到低、以高带低的原则,规划、设计余热回收利用技术方案,优选高效热交换装置或热泵,在安全可靠、经济可行的前提下,优化匹配余热资源与供热需求。

5.1.2 系统设计

5.1.2.1 工业低品位余热供热系统包括余热管网系统、换热系统、供热系统。

- 5.1.2.2 余热供热系统的设计应符合 GB/T 50893、CJJ 28、CJJ/T 34、CJJ 88 的要求。
- 5.1.2.3 余热热源宜与多热源联网，在供热系统设计中优先考虑互为备用热源；余热供热系统设置备用热源和调峰热源时，应比常规热源供热系统在容量选择方面提出更高要求。
- 5.1.2.4 工业余热热源易受主生产系统负荷波动影响，余热集中供热系统宜设置储热装置；对于波动性、间断性较大的余热热源应根据其稳定性及热负荷需求情况，配置满足相应补偿能力和调峰能力的储热装置。
- 5.1.2.5 余热供热系统备用热源供热能力宜不低于设计热负荷的 75%。
- 5.1.2.6 采用余热热源时，宜尽量降低回水温度，宜采取大温差、低阻力供热管网设计。
- 5.1.2.7 余热供热系统宜采用多热源、多用户环状管网设计。
- 5.1.2.8 余热资源温度低于热网回水温度时，宜采用热泵技术深度利用余热。
- 5.1.2.9 有余热资源和供热需求，但不适宜敷设管网时，宜采用移动储热供暖方式。
- 5.1.2.10 以采暖热负荷为主的供热系统应采用热水作为供热介质。
- 5.1.2.11 余热供热系统根据供热末端形式不同宜分区调节。
- 5.1.2.12 余热供热系统所选用的设备优先采用高效节能产品。

5.1.3 施工安装、调试及验收

工业余热供热系统施工安装、调试及验收按照 CJJ 28 相关要求进行操作。

5.1.4 运行维护

- 5.1.4.1 应定期监测余热供热系统实际运行能耗，并对余热供热系统运行状况进行记录，建立技术档案。
- 5.1.4.2 对于多热源供热系统，应制定供热系统运行调节方案或运行规程。
- 5.1.4.3 宜与余热资源提供企业建立联调联动机制，同时确保余热供热系统和工业生产稳定运行。
- 5.1.4.4 余热供热系统节能评价可按照 GB/T 1028、GB/T 50627 要求执行。
- 5.1.4.5 应及时淘汰供热系统中的落后用能设备。
- 5.1.4.6 加强余热供热系统动力设备调速装置、供热参数检测装置、调节控制装置、计量装置等的维护保养。

5.2 地热能供暖

5.2.1 一般规定

- 5.2.1.1 地热能供暖可采用浅层地热地源热泵和中深层地热水供暖。
- 5.2.1.2 浅层地热地源热泵系统方案设计前，应进行工程场地状况调查，并应对浅层地热能资源进行勘查。
- 5.2.1.3 中深层地热水供暖适用于地热资源条件良好、地质条件具备完全回灌的地区。
- 5.2.1.4 水地源热泵机组正常工作冷热源温度范围见表 1。

表1 水源热泵冷热源温度范围

机组形式	制冷 ℃	制热 ℃
水环式	20~40	15~40
地下水式	10~25	10~25
地埋管式	10~40	5~25
地表水式	15~25	1~15

5.2.2 供热系统直接碳排放下降比例 60%以上。

5.2.3 系统设计

5.2.3.1 地热能供热系统包括地热取热系统、热泵系统、供热系统。

5.2.3.2 地埋管地源热泵方案设计前应完成下列勘察、试验：

- a) 对工程场区内岩土体地质条件进行勘察。岩土体地质条件勘察应按 GB 55017 及 GB 50027 的有关规定执行；
- b) 建筑面积在 3000 m²～5000 m² 时，宜进行岩土热响应试验；建筑面积大于或等于 5000 m² 时，应进行岩土热响应试验。

5.2.3.3 地埋管换热系统设计应进行全年动态负荷计算，最小计算周期宜为 1 年。

5.2.3.4 地埋管换热器设计应根据现场实测岩土体及回填料热物性参数，采用专用软件进行计算。

5.2.3.5 地埋管换热系统应设泄漏报警系统。

5.2.3.6 地表水地源热泵系统方案设计前，应对工程场区地表水源、水资源利用条件、利用方式进行勘查和评价。勘查和评价的具体内容应符合 GB 50366 的有关规定。

5.2.3.7 地表水换热系统设计方案应根据水面用途及地表水深度、面积、水质、水位、水温情况综合确定；地表水换热盘管的换热量应满足地源热泵系统最大吸热量或释热量的需要。

5.2.3.8 开式地表水换热系统取水口应远离回水口，并宜位于回水口上游。取水口应设置污物过滤装置，并能够进行清洗。

5.2.3.9 闭式地表水换热系统宜为同程系统。换热盘管设置处水体的静压应在换热盘管的承压范围内。

5.2.3.10 地表水是污水时，与污水连通的所有设备、部件及管道应具有过滤、清理的功能。采用闭式水系统的污水源热泵，在进行污水换热器的设计时，应计算污垢热阻。

5.2.3.11 中深层地热水供暖项目的地热资源勘查程度应达到 GB/T 11615 规定的预可行性勘查阶段，确定具备长期规模开发利用的资源条件，并获得地热资源主管部门的开采许可。

5.2.3.12 中深层地热水直接供暖系统设计应采取下列措施：

- a) 采用地热梯级综合利用形式；
- b) 采用自动控制装置；
- c) 采用高效的末端装置。

5.2.3.13 中深层地热水供暖工程应采用地热水间接供暖系统。间接供暖系统热源除了热源井外还包括换热器等。

5.2.3.14 中深层地热水供暖系统的地热井成井除应执行 DZ/T 0260 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- a) 地热井的设置应避开有污染的地面或地层。井口应严格封闭，井内装置应使用对地下水无污染的材料；
- b) 地热井布井间距设计应根据不同类型热储层确定地热井井间距，一般井间距不小于 500 m；
- c) 泵室段井斜不应大于 1°；泵的入口水温度与井口出水温度之差不应大于 5℃；
- d) 成井时含砂量的容积比不应高于 1/20000，当地热水含砂量的容积比大于 1/50000 时，井口应设置除砂器。

5.2.3.15 中深层地热水供暖地热井泵宜采用耐热潜水电泵或长轴深井热水泵，具体选型计算应按 CJJ 138 的有关规定执行。

5.2.3.16 中深层地热水供暖地热井井口装置应符合下列规定：

- a) 地热井应根据地热水压力和温度的不同，采用不同类型的井口装置。温度超 70℃ 或压力超过 0.1 MPa 的自流地热井，应采用防喷型井口装置；
- b) 当含有天然气或其他有害气体时，井口应安装气水分离器、可燃有毒气体检测装置；

c) 井口宜设置微正压氮气保护系统，且充氮装置应设置自动压力控制设备。

5.2.3.17 中深层地热水供暖系统应采用原水同层回灌。当采用异层回灌时，应进行回灌水对热储及水质的影响评价。

5.2.3.18 中深层地热水供暖系统地热回灌设计应符合 CJJ 138 的有关规定。

5.2.3.19 中深层地热水供暖系统应在便于观察到的位置设置监测仪表，监测参数应符合 CJJ 138 的有关规定。

5.2.3.20 中深层地热水供暖系统防腐宜使用耐腐蚀材料或安装换热器的形式。严禁采用在地热流体中添加防腐剂的处理方法，宜采取隔绝空气或井口充氮气的防腐措施。

5.2.4 施工安装

5.2.4.1 地埋管换热系统施工前应了解埋管场地内已有地下管线、其他地下构筑物的功能及其准确位置，并应进行场地清理，达到施工要求。

5.2.4.2 地埋管换热器安装前后均应对管道进行试压和冲洗。

5.2.4.3 地埋管换热器的铺设和回填应符合的 GB 50366 有关规定。

5.2.4.4 地埋管室外换热系统安装完成后，应对换热区域或管线位置做出标识。

5.2.4.5 地表水换热器系统安装前后，应对换热器系统进行冲洗和排气，并对系统进行流量和压力测试。

5.2.4.6 中深层地热水供暖工程施工应具备工程区域的工程勘察资料、项目可行性分析、设计文件、施工图纸和图纸会审记录等，并应符合 CJJ 138 的有关规定。

5.2.4.7 中深层地热水供暖的地热井口装置施工时应保证井口水平和密封，硬连接的井管露出地面时，应设置隔离保护套。

5.2.5 调试及验收

5.2.5.1 地源热泵供暖系统交付使用前，应按 GB 50366 的有关规定进行整体试运转、调试与验收。

5.2.5.2 地源热泵系统整体验收前，宜进行运行测试，并对地源热泵系统的实测性能作出评价。

5.2.5.3 中深层地热水供暖工程施工安装完成后，应对管道系统依次进行强度试验、严密性试验和清洁，并应符合 CJJ 28 的有关规定。

5.2.5.4 中深层地热水供暖系统投入运行前应按 CJJ 138 有关规定进行试运行、调试和验收。

5.2.6 运行维护

5.2.6.1 地热能供暖系统运行期间应进行系统运行状态参数监测和控制。系统的监测与系统控制设计应符合 GB 50019、GB 50189、GB 50314 的有关规定。

5.2.6.2 地源热泵系统运行期间，应定时记录系统以下运行数据：

- a) 地源侧供/回水温度、流量、压力降值；
- b) 用户侧供/回水温度、流量、压力降值；
- c) 热泵机组和水泵功率。

5.2.6.3 地埋管地源热泵系统地温监测深度宜与换热孔深度一致，埋管区内部和外部宜分别设置监测孔，监测孔数量可根据换热孔数量、布置方式确定。

5.2.6.4 当地表水采用具备连续反冲洗功能的过滤器时，应观察反冲洗功能，保证满足运行要求，并对排污阀进行检查。

5.2.6.5 中深层地热水供暖系统应监测以下重要参数：

- a) 地热水侧和循环水侧的热量；
- b) 地热供回水压力和循环供回水及补水压力；

c) 地热井的水位。

5.2.6.6 地热井泵应每年检修一次，出现下列情况之一时应立即停止运行：

- a) 井泵的电压为额定值而电流超过电机额定电流值；
- b) 出水量不正常，水中含砂量显著增加；
- c) 机组有明显噪声和异常振动。

5.2.6.7 运行管理中应对机组、水泵、末端装置等的能耗及其他基础数据进行统计分析，优化运行策略。

5.3 太阳能供暖

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 太阳能供暖宜在充分利用被动式太阳能供暖技术基础上，采用主动式太阳能热水或热风供暖方式，并应设置辅助热源。

5.3.1.2 应根据工业建筑的节能等级、安装条件、使用方式等因素，选择单一类型或不同类型组合的太阳能供暖形式。

5.3.1.3 供暖季的太阳能供暖系统平均热损失率应小于等于 20%。

5.3.1.4 太阳能供暖系统中的太阳能和辅助热源之间的控制与切换，应遵循优先利用太阳能、减少使用辅助热源的原则进行。

5.3.1.5 太阳能热水供暖系统采取的防冻措施应经济、可靠。供暖周期内的防冻总能耗量不应高于太阳能供暖系统总集热量的 10%。

5.3.1.6 太阳能供暖系统负荷计算应包括太阳能集热系统负荷计算和辅助加热设备负荷计算。太阳能供暖系统应同时具备全年综合利用功能。

5.3.1.7 供热系统直接碳排放下降比例 50%以上。

5.3.2 系统设计

5.3.2.1 太阳能供热系统包括太阳能集热系统、储热水箱、辅助热源、控制系统、供热系统。

5.3.2.2 太阳能集热系统的设计应符合下列规定：

- a) 集热系统宜采用温差循环方式收集太阳能。热水型集热系统的循环温差宜控制在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内；
- b) 热水型太阳能供暖的集热系统的防冻设计，采用平板集热器或金属流道真空管集热器的，可采取停泵回流排空或者防冻工质间接换热方法；采用全玻璃真空管集热器的，可采取停泵回流排空或者沿管道敷设电伴热带的防冻措施；采取停泵回流排空防冻方式的，集热系统管路沿水流方向，应设不小于 8% 的向上坡度，且不应出现返弯；
- c) 热水型太阳能供暖的集热系统管路应采用导热系数小于等于 $0.04\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的保温材料进行保温；
- d) 室外保温管路和保温风管的外敷防护材料，宜采用镀锌板或铝板。室内保温管路或风管的外敷防护层，可采用与保温材料同寿命的材料；
- e) 热水型太阳能供暖系统集热管路的最高处或易发生气堵的位置，应设置排气装置；最低处应设置泄水阀。

5.3.2.3 储热水箱的设计应按下列原则进行：

- a) 可根据不同形式的太阳能供暖系统，选择承压式或非承压式储热水箱；

- b) 无蓄热功能的太阳能供暖系统用储热水箱应能储存单日的太阳能集热量，水箱容积可按 $30 \text{ L/m}^2 \sim 50 \text{ L/m}^2$ (太阳能集热器采光面积)取值；具备一定蓄热功能的太阳供暖系统，储热水箱容积宜按模拟计算和技术经济分析结果设计；
 - c) 储热水箱耐热温度应大于等于贮存热水最高温度+10℃；
 - d) 储热水箱的设计储热温度，宜根据系统供热末端形式确定，设计储热温度不宜高于供暖系统设计供水温度 10℃；
 - e) 储热水箱应使用导热系数 $\leq 0.04 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 的材料保温。水箱宜置于室内，室内水箱保温层厚度不宜小于 50 mm；当水箱置于室外时，保温层厚度不宜小于 80 mm；紧凑式真空管太阳能热水系统储热水箱的保温层厚度不宜小于 60 mm。保温层外敷的防护材料，可采用 0.4 mm~0.5 mm 厚的不锈钢薄板、彩涂钢板或镀锌铝板等；
 - f) 水箱连接管应合理布置，按集热、辅热及供暖的不同温度需求进行合理分区设计。
- 5.3.2.4 太阳能供暖系统的供暖末端应按下列原则设计：**
- 热水型太阳能供暖系统宜采用地面辐射或风机盘管末端供暖形式。采用既有散热器的，应根据太阳能供暖供水温度，对散热器面积进行校核计算和必要的散热器组数增补。
- 5.3.2.5 辅助热源设计应符合下列规定：**
- a) 辅助加热设备供热量应按建筑供暖设计热负荷确定；
 - b) 辅助加热设备应优先选用热泵等节能型设备；
 - c) 以热泵作为辅助热源的，辅助热源应设置在太阳能供暖系统的供热管网出口处，并宜可以按房间进行供热量的单独调节；
 - d) 以直接电加热设备作为辅助热源的，宜采取按供暖房间分别设置即热式电加热器的分散辅助加热方式；采取电加热器集中辅助加热的，应采取蓄热形式；电加热器宜采用水电隔离类型。
- 5.3.2.6 控制系统设计应符合下列规定：**
- a) 控制与切换，应遵循方便操作且安全可靠原则进行；
 - b) 控制系统应能够方便的进行参数设置并即时显示主要运行参数；应具备在系统出现异常情况时的及时报警功能；
 - c) 应具备按室内温度需求进行自动运行控制的功能；
 - d) 供暖系统供水温度宜设置为供暖末端能正常使用的低值；
 - e) 热水型太阳能供暖用控制系统，应具备可靠防冻控制功能；当采用沿管道敷设电伴热带防冻措施时，电伴热宜设置独立于控制系统的电源。
- 5.3.3 施工安装**
- 5.3.3.1 基座及钢结构支架施工应符合下列规定：**
- a) 设备基座应与建筑主体结构牢固连接，不应破坏屋面防水层。基座使用的预埋件应做防腐处理；
 - b) 支架用材料应符合设计要求；支架抗风能力应满足设计要求；
 - c) 钢结构支架应与建筑物接地系统可靠连接。
- 5.3.3.2 集热系统施工应符合下列规定：**
- a) 集热器阵列安装的朝向、倾角和间距应符合设计要求，集热器应与建筑主体结构或集热器支架牢靠固定，防止滑脱；
 - b) 集热器连接完毕，应按设计及相关规范的规定进行检漏试验；
 - c) 集热器之间连接管的保温应在检漏试验合格后进行，保温材料的材质与厚度应符合设计要求。
- 5.3.3.3 储热水箱施工应符合下列规定：**
- a) 储热水箱材质和规格，应符合设计要求；

- b) 钢板焊接的储热水箱内外壁，均应按设计要求做防腐处理。内壁防腐材料应能承受所贮存工质的最高温度；
- c) 现场制作的储热水箱保温，应在检漏试验合格后进行。储热水箱保温应符合 GB 50185 的规定。

5.3.3.4 管道施工应符合下列规定：

- a) 太阳能供暖系统的管路安装，应符合 GB 50242 的规定；
- b) 水泵与风机的安装，应符合 GB 50275 的规定；
- c) 安装在室外的水泵与风机，应采取防雨和防冻保护措施；
- d) 承压管路及设备应做水压试验；非承压管路和设备应做灌水试验。试验方法应符合设计要求；
- e) 管路保温应在水压试验合格后进行，保温施工应符合 GB 50185 的规定；
- f) 太阳能空气供暖的风管施工，应符合 GB 50243 的规定。

5.3.3.5 电气与控制系统施工应符合下列规定：

- a) 电气与控制系统的施工，应能确保系统正常运行以及集热器进出口温度、贮水箱温度、贮水箱的水位、水泵和电磁阀的开关状态、辅助加热装置开关状态等参数的正常观测和调整；
- b) 辅助热源系统中直接加热的电热管及其它电气设备的施工，应符合 GB 50303 的规定；
- c) 所有电气设备均应做等电位连接。各种传感器的接线应牢固并做屏蔽处理。

5.3.4 调试与验收

5.3.4.1 安装完成后，应首先进行单机调试。调试后确保水泵、风机、辅助加热设备、电气装置、阀门等，工作正常、稳定，符合设计要求。

5.3.4.2 太阳能热水供暖系统安装完毕且管道保温之前，应进行水压试验。试验压力应为设计工作压力的 1.5 倍。设计未注明时，开式太阳能集热系统应以系统顶点工作压力加 0.1 MPa 作为水压试验的试验压力；闭式太阳能集热系统和供暖系统按 GB 50242 的规定执行。系统试压合格后，应对系统进行不少于 30 min 的冲洗，直至排出水不含泥砂、铁屑等杂质且水色不浑浊为合格。

5.3.4.3 单机调试及水压试验完成后，应进行系统联动调试。联动调试应满足下列要求：

- a) 对温度、温差、水位、时间等控制仪器的控制区间或控制点进行的调试，应使各种控制仪器工作参数满足设计要求；
- b) 对辅助加热系统的调试，应使辅助加热系统正常启动和停止，并应满足供暖系统优先使用太阳能热量和供暖系统对加热温升的设计要求；
- c) 联动调试应在设计工况下进行。调试后热水供暖系统的流量和供热温度均应符合设计规定。

5.3.4.4 系统联动调试后，应进行连续试运行。

5.3.4.5 太阳能供暖系统联动调试及试运行后，同时满足下列条款为验收合格判定条件：

- a) 验收资料齐全，涵盖本规程的各项检验、调试内容，结果均符合设计要求；
- b) 供暖期内，太阳能供暖系统连续正常运行且室内温度达到设计要求。

5.3.5 运行维护

5.3.5.1 太阳能系统的日常维护，应符合下列规定：

- a) 定期清扫或冲洗集热器表面灰尘；
- b) 使用全玻璃真空管型集热器的系统，不应在发生空晒后立即上冷水；
- c) 检查水箱、管路的保温状态及密封性，发现破损及时修补。

5.3.5.2 系统日常维护中，发现下列故障或隐患，应报专业人员及时维修：

- a) 集热器、管路、水箱或系统部件破损，液体泄漏；
- b) 水泵或风机运行中的电机温升过高、异常噪声、振动或松动；
- c) 电气元件或控制系统设备发生异常或损坏等情况。

5.3.5.3 非供暖期或系统因故需停用较长时间时，应对供暖系统设备采取如下对应防护措施：

- a) 供暖期系统长时间停用时，应对设备及系统进行防止水系统冻损的排水处理；非供暖期长时间停用时，应对集热器进行防止设备过热损坏的遮盖；
- b) 非供暖期但热水需求量有限或供暖期但供热需求量不大时，应根据实际供热需求量采取对集热器部分遮盖或进行集热系统散热循环等防过热措施。

5.4 熔盐储热供热

5.4.1 一般规定

5.4.1.1 熔盐储热系统应放置在平坦、坚硬、无积水、通风、排水良好，远离人员密集区域和易燃物品存放区的场地上。

5.4.1.2 储热罐是熔盐储热系统的核心设备，需要放置在便于操作和维护的位置。熔盐具有高温和腐蚀性，储热罐周围应设置防护措施。在储热罐的布置中，还要考虑到与其他设备的配合和管道的布置等因素。

5.4.1.3 熔盐储热系统需要通过管道与其他设备相连，管道布置应考虑到熔盐的流动性、热膨胀和收缩等因素。同时，管道应采用耐高温、耐腐蚀的材料，并设置必要的阀门、泵等设备。在管道布置中，应考虑到管道的维护和清洗等因素。

5.4.1.4 熔盐储热系统是一种高温、高压的设备，需要采取必要的安全措施来确保人员和设备的安全。为了确保熔盐储热系统的稳定性和安全性，应设计合适的基础结构来支撑储热罐和其他设备。基础结构应能够承受熔盐的重量、热膨胀和收缩等因素引起的应力。在基础设计中，应考虑到地质条件、气候条件等因素，以确保基础的稳定性和耐久性。

5.4.2 系统设计

5.4.2.1 熔盐储热供热系统包括熔盐罐、熔盐泵、油盐换热器、控制系统、辅助系统、供热系统。

5.4.2.2 熔盐罐应符合下列规定：

- a) 储罐应采用立式圆筒形钢制焊接罐，应能承受 25 年使用年限内正常运行条件下传热工质的腐蚀，冷盐罐材料的腐蚀裕量不应小于 2 mm，热盐罐材料的腐蚀裕量不应小于 1.5 mm；
- b) 储罐内应具有进盐均布装置，储罐内部的各向盐温应分布均匀，进盐过程中，同一罐体内最高盐温与最低盐温差值不宜超过 56 ℃；
- c) 储罐底部对应侧壁位置环墙应设置避免作用于隔热基础顶部集中荷载过大的措施；
- d) 储罐本体与外部管道宜采用波纹管过渡连接结构；
- e) 保温材料应采用导热系数小、线膨胀系数小、具有足够抗压强度且耐久性好的材料。宜选用整体性好、不易破损的憎水性制品；非憎水性材料应考虑湿度对导热性能的影响。对于部分需要长期检修的部位，宜采用预制成型的保温材料；
- f) 储罐应设置防止熔融盐泄漏扩散的设施，宜采用储罐下沉式布置或储罐周边设置围堤。

5.4.2.3 熔盐泵应符合下列规定：

- a) 储热系统的熔融盐泵应包括冷盐泵、热盐泵、调温泵等；
- b) 冷盐泵应具有向集热系统泵入低温熔融盐的功能，热盐泵应具有向换热系统泵入高温熔融盐的功能，调温泵应具有调节换热系统入口熔融盐温度的功能；
- c) 熔盐泵宜采用立式悬吊式泵，并应具有在重力作用下完全排空熔融盐介质的功能；
- d) 熔盐泵电机应采用变频电机，泵应采用调速泵。

5.4.2.4 油盐换热器应以导热油作为传热介质的间接储热系统中油盐换热器的型式、性能应符合 GB/T 41087 的要求。

5.4.2.5 阀门及管道应符合下列规定：

- a) 熔盐管道的最小尺寸不宜小于 DN50；
- b) 公称直径不大于 DN80 的熔盐管道坡度不宜小于 3%；
- c) 熔盐管道内熔融盐介质流速宜为 2 m/s~4 m/s；
- d) 阀门的选型和布置应避免熔融盐在管道和阀门低点产生积盐；
- e) 阀门宜设置单独的伴热装置；
- f) 阀门的设置应满足熔融盐储罐运行与启停，检修、维护和应急处置等工况变化的要求；
- g) 阀门应避免采用法兰连接，宜采用对焊连接；
- h) 阀门的选型应满足介质温度、压力、流量、流向、严密性的要求；
- i) 熔盐阀门宜采用耐高温耐熔盐腐蚀的材质；
- j) 在任何工况下，阀门填料的最高温度不应超过 400 ℃。

5.4.2.6 辅助系统应符合下列规定：

- a) 疏放系统。疏放系统应包括疏盐罐、疏盐泵和配套阀门、管道和仪表等；疏放系统应具有将储热系统除储罐外的设备、管道、阀门和仪表中熔融盐介质排放并输送返回至冷/热盐罐的功能；
- b) 氮封系统。冷盐罐、热盐罐、排盐系统、换热器等应根据防爆、抗氧化需求设置氮封系统；氮封系统应能够避免因氮气的注入而引起的储罐超压，当氮封系统的设计不能避免因氮气的注入而引起的超压问题时，应在储罐上设置合理的泄压装置；
- c) 防凝系统。防凝系统应具有保证在各种运行工况下，防止熔融盐在储热系统设备、管道、阀门和仪表中发生凝固的能力；所有与熔融盐介质接触的设备、管道、阀门和仪表均应设置防凝装置，防凝装置可采用矿物绝缘电伴热或其他电加热装置；防凝装置的工作功率不宜小于 1.5 倍的管道或设备在当地平均风速和平均温度下的表面散热功率，冗余配置功率不宜小于 50% 工作功率；
- d) 预热系统。预热系统应具有在熔融盐注入前加热冷盐罐和热盐罐，以保护其免受高温熔融盐损坏的功能；预热设备应采用空气加热方式并应能提供稳定热源，同时能够调节空气温度；预热时，储罐温变温速度不宜超过 5 ℃/min 且不宜超过 56 ℃/h，整个罐体最高温与最低温相差不宜超过 56 ℃；
- e) 电气系统。储热系统额定功率 200 kW 及以上的电动机宜采用中压 6 kV 或 10 kV 电压等级，200 kW 以下电动机采用低压 220 V 或 380 V 电压等级；额定功率 2000 kW 及以上的电动机、容量 2500 kVA 及以上的配电变压器应设置差动保护；储罐区应设置闭合的接地网，与全厂主接地网连接成一个整体。每个储罐本体应至少有两点和接地网可靠连接。

5.4.2.7 供热系统的设计应符合 GB/T 50893、CJJ 28、CJJ/T 34、CJJ 88 的要求。

5.4.3 施工安装

5.4.3.1 熔盐储热系统

熔盐储热系统施工包括：

- a) 储热罐安装：选择适宜的位置安装储热罐，确保其稳定且便于维护。储热罐应具有良好的保温性能，以减少热量损失；
- b) 换热器与泵阀安装：根据设计要求，安装换热器和泵阀，确保熔盐能够顺畅地循环流动，并实现与外部热源的热量交换；
- c) 管道连接：使用耐高温、耐腐蚀的管材和连接方式，确保熔盐在管道中流动的安全性和稳定性。

5.4.3.2 供热系统

供热系统施工安装按照 CJJ 28 相关要求进行操作。

5.4.4 调试验收

5.4.4.1 熔盐储热系统

熔盐储热系统调试验收包括：

- a) 熔盐罐。每间隔 1 h，记录各测点的温度，当测试过程中液位变化大于 50 mm 时停止记录，重复 3 次测量；
- b) 熔盐泵。流量、扬程、效率、汽蚀余量的检测应按 GB/T 3215 规定的方法进行；振动烈度检测应按 GB/T 6075.7 规定的方法进行；
- c) 油盐换热器。应按 GB/T 40821 规定的方法进行；
- d) 管道及阀门。应按 GB 50235 的规定进行；
- e) 连锁检测。熔融盐泵轴温超限连锁保护检测时，下发降低最高轴温限值至当前轴温以下的指令，观察泵是否停机；熔融盐泵振动超限连锁保护检测时，下发降低泵振动限制至泵当前振动烈度以下的指令，观察泵是否停机。

5.4.4.2 供热系统

供热系统调试验收按照 CJJ 28 相关要求进行操作。

5.4.5 运行维护

- 5.4.5.1 熔盐应保持清洁，不可与炭类、松香或还原性物质等有机物接触，以免引起剧烈的化学反应。
- 5.4.5.2 开始升温时，严格控制升温速度，尽量避免系统运行中急冷急热。在循环加热中流速恒定，不能超过膜温。
- 5.4.5.3 在高温使用中，严禁水和有机类物质混入。常用熔盐超过 550 ℃时，熔盐开始不稳定，发生反应，放出气体，熔盐的熔点升高，导致熔盐变质。
- 5.4.5.4 当热载体熔盐出现较多沉淀物时，应更换熔盐。

5.5 空气源热泵供暖

5.5.1 一般规定

- 5.5.1.1 空气源热泵供暖热源可采用低环境温度空气源热泵热水机组或热风机组。
- 5.5.1.2 连续供暖的系统选用空气源热泵热水机组宜设置辅助热源。
- 5.5.1.3 空气源热泵机组制热性能系数、空气源热泵制热季节性能系数等性能参数应符合下列规定：
 - a) 空气源热泵热水机组性能参数应依据 GB/T 25127（所有部分）进行测试，且应满足表 2 要求；
 - b) 空气源热泵热风机组性能参数应依据 GB/T 25857 或 JB/T 13573 进行测试，且应满足表 3 要求。

表2 空气源热泵热水机组性能参数

末端型式	名义制热性能系数 COP（环境温度-12 ℃）	低温制热性能系数 COP（环境温度-20 ℃）
地板辐射	≥2.3	≥1.6
风机盘管	≥2.1	≥1.4
散热器	≥1.6	≥1.2

表3 空气源热泵热风机组性能参数（按照温度标识 COP）

机组类型	名义制热量 HC(W)	名义制热性能系数 COP（环境温度-12℃）	低温制热性能系数 COP（环 境温度-20℃）
低环境温 度空气源 热泵热风 机	HC≤4500	≥2.2	≥1.5
	4500<HC≤7100		
	7100<HC≤14000		
低环境温度空气源多联式热 泵机组	HC≤18000	≥2.2	≥1.5
	HC>18000	≥1.9	≥1.2

5.5.1.4 系统设计工况下空气源热泵机组应在最初融霜结束后的连续制热运行中、融霜所需时间总和不超过一个连续制热周期 10%的性能。

5.5.1.5 供热系统直接碳排放下降比例 30%以上。

5.5.2 系统设计

5.5.2.1 空气源热泵供热系统包括空气源热泵、辅助热源、供热系统。

5.5.2.2 空气源热泵机组的设计与选型应符合下列规定：

- a) 未设置辅助热源的系统，按设计工况修正后的空气源热泵机组有效制热量应能满足设计工况下供暖热负荷需求；
- b) 设置辅助热源的系统，按空气源热泵系统平衡点温度修正后的空气源热泵 机组有效制热量，应能满足该温度下建筑设计供暖热负荷需求，且设计工况下空气源热泵机组有效制热量与辅助热源供热量之和应能满足建筑设计供暖热负荷需求；
- c) 应按有效制热量选取空气源热泵机组，当机组名义工况与设计工况不符时，应根据使用地室外温度、湿度，以及结霜、除霜工况，对机组有效制热量进行修正；
- d) 采用多联式空气源热泵机组时，还应对外机组之间的连接管长和高差影响进行修正。

5.5.2.3 空气源热泵室外机的设置应符合下列规定：

- a) 机组应保证进风与排风通畅，正对室外机排风口 3 m 范围内应无遮挡；
- b) 防冻液量应满足化霜、除霜期间维持室内温度稳定的用水(防冻液)量要求。

5.5.2.4 空气源热泵供暖系统的电气系统宜采用三相五线制供电方式系统，控制箱(柜)内应设具有隔离功能的主开关。

5.5.2.5 空气源热泵供暖系统的节能控制设计宜符合下列规定：

- a) 根据室外气象参数、供暖末端供热能力和室内负荷需求设置供水(或回水)温度；
- b) 根据季节、昼夜、房间使用状态设置各个独立空间室温；
- c) 按使用时间进行定时启停控制，并对启停时间进行优化调整；
- d) 空气源热泵应采用除霜自动控制策略；
- e) 空气源热泵设置远程监控；
- f) 供暖系统可采用低温辐射供暖系统、散热器、风机盘管或室内冷凝装置。

5.5.2.6 末端设计宜满足下列要求：

- a) 采用散热器时，应选用适于低水温工况运行的散热器形式、并根据供回水温度、连接方式、安装形式等进行散热器数量的修正；
- b) 对于夏季有空调需求、室内温度独立调节要求的房间，宜采用风机盘管系统。

5.5.2.7 采用室内冷凝装置时应采取防止冷媒泄漏的安全措施。

5.5.3 施工安装

- 5.5.3.1 安装热泵机组时应采取减振措施，并应按设备动荷载校核屋面、墙体等结构的承载力。
- 5.5.3.2 室外机组、配电箱(柜)、水泵等机电设备均应设置防雨、防雪等防护措施。
- 5.5.3.3 制冷剂—水换热装置、水箱、水泵等设备的安装位置应符合设计要求，并应符合下列规定：
 - a) 热水水箱和底座间应设绝热措施；
 - b) 有振动的设备应采取隔振措施。
- 5.5.3.4 室内管道的敷设应符合下列规定：
 - a) 管道接头不应埋设在墙体和地面内；
 - b) 施以外敷保温装饰材料后的管道应便于检修。
- 5.5.3.5 管件与管材焊接处应进行有效防腐处理。
- 5.5.3.6 水系统施工安装应符合下列规定：
 - a) 闭式缓冲水箱上部应安装安全阀；
 - b) 补水系统进口处应安装过滤器，震动设备进出口宜采用柔性连接；
 - c) 供暖管路的最高处应设自动放气阀，系统最低处应设泄水阀，泄水阀出口应设置排水管路；
 - d) 空气源热泵机组或外置循环水泵的进出口应安装压力表或预留压力表及温度计安装接口；
 - e) 室外安装的压力表应采取防冻措施。
- 5.5.3.7 电气系统施工和安装应符合下列规定：
 - a) 系统的所有金属设备外壳、金属导管、金属槽/盒和线缆屏蔽层均应进行等电位联接；
 - b) 空气源热泵机组、水泵、风机应装设短路保护、接地故障保护，并应根据具体情况设置过负荷、断相或低电压保护等安全保护措施；
 - c) 除现行国家标准允许的插座连接外，所有线路导体两端均应直接固定在设备相应的接线端子上，接线端连接应可靠；
 - d) 控制面板和室温控制器应避免震动，牢靠固定，并应设置防水泼溅措施；
 - e) 室温控制器应安装在方便操作，同时能反映整个房间温度的位置。

5.5.4 调试与验收

- 5.5.4.1 空气源热泵供暖工程的试运行和调试，应包括水压试验、冲洗试验、系统设备单机试运行、水系统和风系统的试运行和调试、系统联合试运行和调试。
- 5.5.4.2 空气源热泵供暖系统的竣工验收资料应满足要求。
- 5.5.4.3 空气源热泵供暖系统联合试运行和调试期间的平均制热量与设计供暖负荷之比不应小于 60%。系统运行应符合下列规定：
 - a) 室内供暖温度应满足设计要求；
 - b) 水系统供、回水温差检测值不应小于设计温差的 80%；测试流量与设计流量的偏差不应大于 10%；
 - c) 空气源热泵热风机组的送风温度不应低于 35℃。

5.5.5 运行维护

- 5.5.5.1 系统保修期内主要设备应由专业人员定期进行含以下内容的维护保养：
 - a) 检查空气源热泵机组的整体运行情况，检查制冷系统压力、制冷剂外部管路接头和阀门处是否有油污，确保机组制冷剂无泄漏；
 - b) 检查确认水泵、水路阀门工作正常，水管接头无渗漏，排气装置工作正常，空气源热泵机组空气侧换热器未被杂物堵塞进风通道，闭式水系统压力正常，开式水系统补水(防冻液)容器内液位正常；

- c) 在供暖前后及使用过程中应及时进行水路过滤器清洗;
- d) 供暖期开始前, 根据需要清扫空气源热泵机组空气侧换热器;
- e) 供暖期开始前, 应检查确认机组的电源和电气系统的接线牢固, 电气元件动作正常;
- f) 应定期检查防冻液, 进行其浓度是否在设计许可范围内的判定。

5.5.5.2 空气源热泵机组工作环境应持续满足设备正常运行要求。

5.5.5.3 空气源热泵供暖系统的检修应委托专业人员进行。

5.5.5.4 空气源热泵供暖系统冬季不使用或检修时, 应采取防冻措施, 过渡季及夏季应进行满水保养, 定期检查是否满水, 检查间隔宜不长于 3 个月。

5.6 生物质能供暖

5.6.1 一般规定

5.6.1.1 生物质供热系统包括生物质锅炉系统、供热系统。

5.6.1.2 生物质供热系统设计应充分合理考虑园区所在地资源条件, 园区所在区域宜具有持续、可靠的生物质燃料供应量。

5.6.1.3 对改建的生物质供热系统, 应结合原有设计, 合理利用原有设备、管道, 同时与原有系统设备、管道布置和建筑形式相协调。

5.6.1.4 生物质供热系统设计前应取得建筑供热范围内的热负荷、燃料供应协议和供应协议约定的燃料理化特性分析。

5.6.1.5 生物质供热系统设计应采取减轻废气、废水、固体废渣和噪声对环境影响的有效措施。

5.6.1.6 生物质供热系统中锅炉台数及容量、供热介质及参数的确定应符合 GB 50041 的有关规定。

5.6.2 系统设计

生物质锅炉房设计、施工、安装调试、验收应符合 GB 50041 的有关规定。

5.6.3 运行维护

5.6.3.1 生物质燃料种类多, 入炉成分不易控制。要求锅炉运行人员加强与燃料管理及掺配人员之间的联系, 及时掌握入炉燃料的品种; 观察燃料的燃烧情况, 及时进行燃烧调整。

5.6.3.2 输送系统故障率高, 为减小磨损, 延长设备使用寿命, 电机采用变频调节, 减慢设备运行速度, 控制燃料的上料速度, 使料仓的物料堆积高度始终在合理的范围内, 给料机能够均匀进料, 很大程度减少堵料次数; 根据进料量及燃料的品种, 选择相应尺寸的给料机, 从根本上解决设备因素带来的卡堵问题。

5.6.3.3 加强锅炉房设备及供热系统检查, 及时处理所发现问题。

6 清洁能源耦合供暖方式选择

6.1 一般选用原则

6.1.1 耦合式供暖系统设计时, 应根据当地资源与适用条件进行规划。优先工业余热供暖, 无工业余热供暖情况下选择空气源热泵、地热能、太阳能、生物质能供暖。

6.1.2 空气源热泵、地热能、太阳能、工业余热耦合式供暖。本耦合式供暖方式适用于整体园区供热规划, 优先利用工业企业余热, 工业余热不足情况下利用太阳能、地热能及空气源热泵进行补充。

6.1.3 太阳能、地热能耦合式供暖。本耦合式供暖方式适用于单体建筑或者园区无工业企业或者无工业余热的情况下, 主要利用地热能进行供暖, 太阳能作为补充热源或者作为平衡浅层地热热量使用。

6.1.4 太阳能、空气源热泵耦合式供暖。本耦合式供暖方式适用于园区无工业企业或者无工业余热的单体建筑，主要利用空气源热泵进行供暖，太阳能作为补充热源降低能源使用成本。

6.1.5 太阳能、熔盐储热耦合式供暖。熔盐一般需要和太阳能进行耦合使用，主要适用于新建园区或无工业余热的情況。

6.1.6 其他耦合式供暖。主要利用以上几种供暖方式进行一种以上耦合式应用。

6.2 耦合式供暖系统用电原则

6.2.1 传统电能。利用传统电能作为耦合系统输入能源，为了低碳/零碳产业园的建设目标，最大化利用工业余热及太阳能光热、空气能作为热源，减少传统电能输入。

6.2.2 绿电/可再生能源电力。绿电可外部输入，也可利用园区规划的光伏发电、风力发电、太阳能熔盐发电等可再生能源电力作为耦合系统输入能源。

6.3 建筑类型、建筑供热负荷与供暖方式的选择

6.3.1 建筑类型与供暖方式的选择

6.3.1.1 公共建筑。园区公共建筑供暖方式可设置为白天使用正常供热，夜间低温供热防冻。根据这样的供暖方式，宜选择太阳能、浅层地热能耦合式供热。这一供暖方式的优势在于极低的能耗费用和零碳排放。

6.3.1.2 工业建筑。园区工业建筑供热分为保温供热、生产供热等。若工业建筑为保温供热，宜选择太阳能、浅层地热能耦合式供热，这一供暖方式的优势为极低的能耗费用；若工业建筑为生产供热，宜选择太阳能、空气源热泵耦合式供热，这一供暖方式的优势为较低的投资成本，若不考虑投资成本，则选择太阳能、浅层地热能耦合式供热或者太阳能、熔盐供热；若园区生物质资源丰富，宜选择生物质能供热。

6.3.1.3 商业建筑。园区商业建筑供热与公共建筑类似，运营时段正常供热，非运营时段低温供热防冻。根据商业建筑的供暖方式，宜选择太阳能、浅层地热能、空气源热泵耦合式供热，这一供暖方式的优势为极低的能耗费用和相对较低的投资成本。

6.3.1.4 生活建筑。园区生活建筑供暖方式为全天供热。根据这一供暖方式，宜选择生物质能供暖。

6.3.1.5 以上建筑供热优先利用工业余热供热。耦合供暖方式不限于上述方式，根据建筑实际使用方式进行设计。

6.3.2 建筑供热负荷与供暖方式的选择

6.3.2.1 单位面积供热负荷 $\leq 60 \text{ W/m}^2$ 。建筑单位面积供热负荷 $\leq 60 \text{ W/m}^2$ 的建筑大部分为节能建筑或者防冻类工业建筑，建筑供热负荷小。根据这一负荷特性，宜选择太阳能、浅层地热能耦合式供热，优势为极低的能耗费用。

6.3.2.2 单位面积供热负荷 $> 60 \text{ W/m}^2$ 。建筑单位面积供热负荷 $> 60 \text{ W/m}^2$ 的建筑大部分为工业建筑或者超高建筑。根据这一负荷特性，宜选择太阳能、空气源热泵耦合式供热或者生物质能供热，优势为相对较低的投资成本。

6.3.2.3 以上建筑供热优先利用工业余热供热。耦合供暖方式不限于上述方式，根据建筑实际使用方式进行设计。

7 节能管理及安全、环境评估

7.1 节能管理

7.1.1 清洁能源供热系统管理

清洁能源供热系统数据应进行单独统计，建筑能耗应以一个完整的日历年统计，能耗数据应纳入能耗监督管理系统平台管理。

7.1.2 建筑供热能耗统计内容

7.1.2.1 建筑供热系统耗电量。

7.1.2.2 建筑供热耗热量。

7.1.2.3 建筑供冷耗冷量。

7.1.3 合同能源管理

实施合同能源管理的项目，应在合同中明确节能量和室内环境参数的量化目标和验证方法。

7.2 安全、环境影响评估

7.2.1 安全

7.2.1.1 供热系统机房应有充足的照明和明显的疏散指示标志。

7.2.1.2 转动机械的所有转动、传动部件，应设防护罩。

7.2.1.3 工作场所的井、坑、孔、洞、平台或沟道等有坠落危险处，应设防护栏杆或盖板。

7.2.1.4 对人员有危险、危害的地点、设备和设施等处，均应设置醒目的安全标志或安全色。安全标志的设置应符合 GB 2894 有关规定，安全色的设置应符合 GB 2893 有关规定。

7.2.2 环境影响评估

7.2.2.1 生物质供暖

应按照国家现行有关法律、法规的要求建立环境监测制度，制定监测方案，对生物质锅炉大气污染物排放状况进行监测。

7.2.2.2 地热能、空气源热泵

7.2.2.2.1 加强环境影响评价，主要是利用深层地热能对地下水资源的影响。

7.2.2.2.2 采取环保措施，在深层地热井开挖和钻探过程中，采取保护地下水资源的措施，防止水质污染。

7.2.2.2.3 优化系统设计，优化深层地热能供暖设计，减少对水资源的消耗。

7.2.2.2.4 空气源热泵供热系统，优化输入电能供电方式，减少电网供电输入，间接降低碳排。

参 考 文 献

- [1] DL/T 5508-2015 燃气分布式供能站设计规范
 - [2] T/CDHA 505-2022 电加热熔盐储能热力站技术标准
-