



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

低品位余热跨季节蓄热供暖技术规程

Technical specification for low grade waste heat storage

heating across seasons

(报批稿)

****出版社

中国工程建设标准化协会标准

低品位余热跨季节蓄热供暖技术规程

Technical specification for low grade waste heat storage
heating across seasons

T/CECS *** -20XX

主编单位：沈阳建筑大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年××月××日

XXXX出版社

2025 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2023]50号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标规程。

本规程共分 8 章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、水箱蓄热供暖、水体蓄热供暖、岩土蓄热供暖、施工与验收、运行监测与管理。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由沈阳建筑大学负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给孙佳琳（地址：辽宁省沈阳市浑南区沈阳建筑大学，邮政编码：110000，邮箱：609333613@qq.com）。

主编单位：沈阳建筑大学

参编单位：中国建筑科学研究院有限公司

清华大学

中国科学院电工研究所

辽宁建大产学研节能科技集团有限公司

大唐东北电力试验研究院有限公司

辽宁省市政工程设计研究院有限责任公司

联美量子股份有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	3
4 水箱蓄热供暖	4
4.1 一般规定	4
4.2 地点选取	4
4.3 蓄热水箱设计	4
4.4 蓄热供暖运行方案	6
5 水体蓄热供暖	8
5.1 一般规定	8
5.2 地点选取	8
5.3 蓄热水体设计	9
5.4 蓄热供暖运行方案	10
6 岩土蓄热供暖	12
6.1 一般规定	12
6.2 地点选取	12
6.3 蓄热岩土设计	13
6.4 蓄热供暖运行方案	14
7 施工与验收	16
7.1 施工前期准备	16
7.2 蓄热供暖系统施工	17
7.3 配电及控制系统施工	17
7.4 竣工验收	18
8 运行监测与管理	19
8.1 监测与控制	19
8.2 节能管理	20
用词说明	21
引用规程名录	22
附：条文说明	23

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 Basic Requirements	3
4 Water tank heat energy storage and heating	4
4.1 General provisions	4
4.2 Location selection	4
4.3 Thermal tank design	4
4.4 Heat storage Aand heating operation plan	6
5 Pit heat energy storage and heating	8
5.1 General provisions	8
5.2 Location selection	8
5.3 Pit heat energy storagek design	9
5.4 Heat storage Aand heating operation plan	10
6 Borehole heat energy storage and heating	12
6.1 General provisions	12
6.2 Location selection	12
6.3 Borehole heat energy storagek design	13
6.4 Heat storage Aand heating operation plan	14
7 Construction and Acceptance	16
7.1 Preparatory work before construction	16
7.2 Construction of heat storage heating systems	17
7.3 Construction of power distribution and control systems	17
7.4 Completion acceptance	18
8 Operation monitoring and management	19
8.1 Monitoring and Control	19
8.2 Energy conservation management	20
Explanation of Wording	21
List of Quoted Standards	22
Addition: Explanation of Provisions	23

1 总则

1.0.1 为规范低品位余热跨季节蓄热供暖的工程应用，切实保障工程质量，做到技术先进、科学合理、绿色低碳、经济高效，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建工程的低品位余热跨季节蓄热供暖系统设计、运行、施工、验收、监测与管理。。

1.0.3 低品位余热跨季节蓄热供暖系统的工程设计、运行、施工、验收、监测与管理除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 低品位余热 low grade heat source

能量品位较低，难以直接利用的热能资源，如太阳能、工业余热、废热、城市污水（中水）、河水、湖水、城市景观水等。

2.0.2 跨季节蓄热供暖 cross seasonal heat energy storage and heating

将非采暖季的热量向蓄热装置中贮存、且蓄热周期不低于一个月，并在采暖季放热用于供暖的技术。

2.0.3 蓄热装置 heat energy storage device

用于存储热量的装置，包括地埋管换热器与岩土体组成的岩土换热系统，以及采用水体为蓄热介质的水箱、水池等。

2.0.4 水箱蓄热 water tank heat energy storage

以水箱作为蓄热装置的跨季节蓄热系统。

2.0.5 水体蓄热 pit heat energy storage

以人工开挖水体作为蓄热装置的跨季节蓄热系统。

2.0.6 岩土蓄热 borehole heat energy storage

以岩土作为蓄热介质，地埋管换热器为换热设备的跨季节蓄热系统。

2.0.7 耐高温土工膜 high temperature geomembrane

采用高密度聚乙烯等优质塑料原料制成，使用温度上限可达 95°C 的土工膜。

2.0.8 蓄热量 heat charge capacity

在整个蓄热阶段中，能够有效存储在蓄热装置中的总热量。

2.0.9 热损失率 heat loss rate

蓄热装置内的介质因泄漏或传热损失，在一次跨季节蓄热、静置和放热循环过程内造成的损耗量与总蓄热量的比值。

3 基本规定

3.0.1 低品位余热跨季节蓄热供暖工程建设应符合国民经济发展规划、国土空间总体规划、能源规划、供热规划和 GB/T 51074 等要求。

3.0.2 低品位余热跨季节蓄热供暖工程可行性研究报告编制前，应进行工程场地及地质勘查，获取当地低品位余热种类、总量及水文地质资料，明确周边及地下管线种类、位置及深度，并预留重型设备进出场地的交通位置。

3.0.3 低品位余热跨季节蓄热供暖工程不能影响周边山体、土壤和地下水，不能破坏地下文物，尤其注意安全问题，如塌方、化学腐蚀、物理污染等。

3.0.4 低品位余热跨季节蓄热供暖系统的蓄热方式应根据蓄热系统形式、投资规模、当地的水文、土壤条件及使用要求等进行经济、效益综合分析。

3.0.5 低品位余热跨季节蓄热供暖系统应分别对余热热源全年余热量、供暖建筑末端热负荷需求进行动态计算，典型年计算周期不少于一年，时间步长不高于 1 小时。

3.0.6 余热热源的选择应以当地能源、资源普查结果为依据，优先利用余热总量规模大、温度品位高的工业余热、电厂余热、弃风弃光电等，其次考虑太阳能、空调制冷、生活污水、自然水体、人工水体、谷电等资源确定余热热源。

3.0.7 低品位余热跨季节蓄热应根据蓄热介质、蓄热温度、放热方式确定供热方式，当介质温度大于 80 度，应直接加热一次网；当介质温度在 50-80 度之间，应直接加热一次网回水；当温度低于 50 度，应直接加热二次网。

3.0.8 余热热源能量品位具备直接利用条件时，宜采用换热器直接利用；余热热源能量品位不具备直接利用条件时，宜采用热泵等设备提升能量品位后利用。

3.0.9 跨季节蓄热供暖系统采用岩土体为蓄热介质，应通过地埋管换热系统进行蓄热、取热；跨季节蓄热供暖系统采用水体为蓄热介质，应采用水箱、水池作为蓄热装置。

3.0.10 采用余热热源供热时，应尽量降低回水温度，宜采用大温差、低阻力蓄供热管网设计。

3.0.11 跨季节蓄热供暖系统应根据热源种类选取换热器，热源侧换热器选型应符合 GB/T 151 的相关规定。

4 水箱蓄热供暖

4.1 一般规定

4.1.1 水箱等蓄热装置布置应满足厂区总体规划的要求，宜统一集中布置在热网循环水管道附近，不得影响厂区扩建。

4.1.2 蓄热水箱在使用过程中的水质应符合设计要求。

4.1.3 蓄热水箱应安装保温材料。

4.2 地点选取

4.2.1 跨季节蓄热供暖系统相关场地调查、勘察工作应根据工程及场地的特点进行调查，并对区域热源利用条件、建筑用能条件及施工条件等进行详细评估。

4.2.2 蓄热装置及配套泵房等主要设备区的布置应符合下列规定：

- 1 结合厂区地形、设备特点和施工条件，合理安排、因地制宜；
- 2 布置在土质均匀、地基承载力较高地段；
- 3 与厂前建筑风貌相协调。

4.2.3 采用水箱蓄热时，蓄热水箱区域下的软弱土、暗塘、暗沟及生活垃圾等均应清除，并采用素土配砂石或灰土分层压实，压实后地基土的力学性质与同一基础下未经处理的土层相一致。当清除有困难时，应采取有效的处理措施。

4.3 蓄热水箱设计

4.3.1 蓄热水箱主体材料应符合下列规定：

- 1 蓄热水箱主体材料宜使用混凝土、不锈钢或碳钢材质；
- 2 蓄热水箱主体材料长期耐温上限应高于蓄热介质最高设计工作温度 5℃ 以上。

4.3.2 蓄热水箱体型应符合下列规定：

- 1 碳钢和不锈钢单体体积不宜大于 5 万 m³。
- 2 混凝土水箱单体体积不宜大于 10 万 m³；

4.3.3 蓄热装置宜采用常压水箱，但应按照微正压设计，并核算微负压工况。

4.3.4 常压蓄热水箱高度应小于供热系统静水压线 5 米以上。

4.3.5 蓄热水箱应安装布水器等措施，保证沿水箱高度方向具有良好温度分层特性。

4.3.6 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 布水器进出口水速度宜在 0.02m/s 到 0.2m/s 之间，并宜通过计算机模拟后确定，布水器进出口方向宜轴对称分布；
- 3 热水布水器宜吊装在蓄热装置顶部，作用在顶部的重量应均匀分布。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蓄热装置底部，喷嘴方向应朝下。
- 5 布水器材质宜采用碳钢。

4.3.7 布水器的设计宜使介质平稳地流入或流出蓄热装置，同一时间不同径向位置的斜温层厚度偏差宜小于 0.1m。

4.3.8 蓄热水箱至少应设置以下接口：

- 1 供热管道进/出口；
- 2 蓄热管道进/出口；
- 3 溢流管道出口；
- 4 排空管道接口；
- 5 排污管道出口；
- 6 液位计接口；
- 7 压力真空阀接口；
- 8 水箱侧壁人孔；
- 9 水箱、水池顶人孔。

4.3.9 蓄热水箱侧壁顶端应预留不低于水平地震力作用下液面晃动波高的气体空间。布水器上方应预留蓄热介质膨胀空间，蓄热水箱底部应预留淤泥存留空间。

4.3.10 蓄热水箱内、外壁应长期耐腐蚀，对不具有防腐性能的内外壁材料应使用防腐涂料，同时设置防虫防鼠等防护措施。

4.3.11 在蓄热水箱顶部应至少均匀开设 2 个人孔，开孔顶部及四周需设置保温结构。

4.3.12 蓄热水箱应设置排污系统，定期排除水箱底部的杂质。

4.3.13 蓄热水箱应设置自动补水装置，补水装置应配套水处理设备。

4.3.14 蓄热水箱宜采用非承压式水箱。在水箱的顶部应具有至少 2 个开口面积不小于 300mm² 的通气孔与大气相通，中间不得设置阀门，通气孔应设置防尘罩。

4.3.15 蓄热水箱应设置泄洪通道。

4.4 蓄热供暖运行方案

4.4.1 采用水箱蓄热时，其运行调节方案应根据余热热源及用热末端的特征进行优化设计，系统的总蓄热容积应根据设计蓄热时间周期及蓄热量等参数通过模拟计算确定。

4.4.2 蓄热水箱最高蓄热温度不宜高于 95℃，且应设置防过热保护。根据不同末端需求确定供水温度。余热蓄热系统、采暖系统与蓄热水箱的连接管位置应布置合理，实现不同温度供热或换热需求。

4.4.3 蓄热水箱进水口宜设置在水箱底部，确保冷水进入后能均匀分布，避免扰动热水层。出水口宜设置在水箱顶部，优先抽取温度较高的水，通过自动控制阀和温度传感器调节出水，确保供暖系统稳定运行。

4.4.4 蓄热水箱作为独立热源运行应按满足下列规定：

- 1 供热温度应符合负荷需求，通过调节蓄热水箱放热速率，保证用户端供热质量。
- 2 蓄热水箱的充放热应依据室外气温和热负荷需求自动调节，以确保供热系统高效稳定运行。
- 3 当蓄热水箱无法确保在最冷时段满足热负荷需求时，可采用热泵与蓄热水箱进行联合供热。

4.4.5 蓄热系统并入环状管网时，需进行详细水力计算与分析，保证各节点流量分配合理，维持管网系统良好水力工况，避免水力失调。通过调节水泵转速和阀门开度，维持管网各节点压力稳定，确保管网压力在设计允许范围内，防止压力过高引发安全隐患或过低影响供热效果。

4.4.6 多热源联合供热时，系统宜采用自动调节系统，优先选用集中质调节或“质-量”调节方式。在热源未满足负荷阶段，由基本热源供应全部热负荷；满负荷

阶段，调峰热源补充供热，以提高能源利用效率，降低热损失。

4.4.7 跨季节蓄热水箱结合区域锅炉房联合供热时，宜根据热负荷变化，合理分配工业余热、跨季节蓄热和区域锅炉房的供热量。在低负荷时段，优先利用工业余热和跨季节蓄热；供热高峰时，区域锅炉房补充供热，保障供热稳定。

4.4.8 跨季节蓄热体结合热电联产联合供热时，宜结合热电联产的发电和供热特性，优化工业余热、跨季节蓄热和热电联产的供热量分配。在满足电力需求的同时，高效利用热源，提高能源综合利用率。

5 水体蓄热供暖

5.1 一般规定

5.1.1 水体蓄热至少应包含防水层、保温顶盖、排水孔、人孔、补水装置、进出水等装置。

5.1.2 最高蓄热温度应比水体蓄热工作压力对应的工质沸点温度至少低 5℃。

5.1.3 水体蓄热布置应满足规划要求。

5.1.4 水体蓄热应设置顶部保温。

5.1.5 水体在使用过程中的水质应符合设计要求。

5.2 地点选取

5.2.1 水体蓄热的地点选取应满足下列规定：

- 1 选择地质结构稳定、相对平坦，便于挖掘的地点；同时避开低洼地带，以防止雨季积水；远离山体陡坡，减少泥石流风险；尽量选择地下水位较低的区域，不在洪水多发区域布置水体；
- 2 水体边界外一个当量直径范围内应远离居民区、农田，同时避开生态保护区域，考虑周边植被情况，尽可能减少对生态环境的影响；
- 3 避开主要交通干道，保证周围有一定的运输道路，便于材料运输与维护；
- 4 考虑周边区域的长期发展规划，有条件的情况下，预留水体蓄热扩建空间；
- 5 土地征用成本合理；地质条件不会造成过高的建设成本；
- 6 远离高压电线、燃气管道等危险设施。

5.2.2 水体蓄热可利用废弃矿井进行蓄热，应对矿井安全稳定性、密闭性、水体规模、开发效果等进行勘察与评估。

5.2.3 水体蓄热的选址应规避地下水影响；在地下水位较高的区域进行水体挖掘时，需将开挖土壤回填至地表并形成高于原始地面的覆土层，以提升蓄热体埋设基准面，确保开挖深度不超过地下水位线。

5.3 蓄热水体设计

5.3.1 水体的结构设计可划分为：

- 1 本体结构包含容量设计、地基与基础设计、保温顶盖设计、边坡设计、抗震设计、材料设计。其中，材料设计应考虑耐久性，可采用混凝土围挡水体，但要注意裂缝控制、防腐等；
- 2 防水设计包含接缝防水、管道穿墙处理等；
- 3 温度分层设计包含进出水装置布置位置与结构、溢流和排空管道布置等；
- 4 附属设施设计包含检修口和人孔、通气设施、测量与监控设施等。

5.3.2 蓄热水体的容量确定应遵循以下原则：

- 1 蓄热水体的容积大小应与其蓄热容量以及所能承受的最大温差共同决定，至少大于 1 万 m³。在确定容积时，需综合考虑蓄热介质的性质、热损失情况、系统设计要求以及运行维护的便捷性等因素，以确保蓄热水体在高效、安全的状态下运行；
- 2 蓄热水体的蓄热容量应依据其承担区域的热负荷进行合理确定，确保在任何时段内，蓄热系统均能满足该区域的热负荷需求；
- 3 蓄热水体的最低温度依据热网回水温度确定，对于集成热泵的蓄热水体需依据热泵源侧回水温度来确定。

5.3.3 蓄热水体的顶部保温设计确定应遵循以下原则：

- 1 水体顶部应做保温，顶部保温可适当覆盖外部土壤，以减少顶部与侧部夹角处的热量损失。水体侧部是否敷设保温可根据保温材料投资和水体热损失的经济计算确定。
- 2 水体的保温厚度应结合平均蓄热温度、平均室外温度、运行时间、散热表面积、热损失系数进行热量损失计算后确定，热损失率应控制在 20%以内。热损失系数可参考 0.2W/(m²·K)。
- 3 蓄热水体的保温顶盖应采用耐高温、耐水汽的材料；保温材料上下与防水土工膜紧密结合，避免雨水渗透和水汽损耗。

5.3.4 蓄热水体顶部应设置防过热温度传感器，防过热执行温度应根据土工膜的耐温上限值或者当地沸点确定。

5.3.5 水体的进出水装置通常采用圆盘形的布水器以降低流动掺混程度，保证良好的温度分层特性。

5.3.6 在条件适宜地区，宜集中设置较大规模的跨季节蓄热供暖热力站，尽量降低回水管温度。

5.3.7 水体蓄热系统的材料要求：

1 蓄热水体进出水装置及布水器应采用防腐材料，并与水质 PH 值匹配。

2 蓄热水体应采用土工膜作为防水层，并满足如下要求：

1)土工膜的物性参数需符合 GB/T 17643-2011 土工合成材料聚乙烯土工膜的规定；

2) 土工膜应保证至少 25 年的工作寿命，土工膜最高耐热温度的确定应依据水体在该温度下工作寿命周期内的累计工作时长小于该温度下土工膜的耐热时长；

3) 土工膜的渗透系数应低于 $2 \times 10^{-17} \text{cm/s}$ 。

3 蓄热水体保温材料应满足如下要求：

1) 保温材料的最高耐热温度应保证水体在该温度 25 年寿命周期内的累计工作时长小于材料最大耐热时长；

2) 保温材料应采用憎水性材料，吸水率应不大于 5%；

3) 顶盖保温材料的抗压强度应不小于 1.0 Mpa，以防受到压缩载荷时产生开裂，破坏保温结构。

4 蓄热水体内的水质应满足如下要求：

1)PH 值介于 7~10 之间；

2)硬度应低于 3 mmol/L。

5.3.8 水体蓄热的安全性设计应满足以下要求：

1 蓄热水体的进出水管和防水层应采用密封结构，以避免水向基础渗漏；

2 蓄热水体应设置排气装置；

3 蓄热水体的坡度比应根据相关水利工程的设计规范确定，并通过地质勘测和结构计算校核，若不能满足勘测条件，坡度比应满足边坡坡度的基高与底宽之比不大于 1/2。在保证边坡稳定的前提下，坡度应该提高。

5.4 蓄热供暖运行方案

5.4.1 蓄热水体的蓄热结束时间应为供热季开始时间，以缩短蓄热水体静置储热时间，减少热损失。

5.4.2 蓄热水体蓄热时应根据热源温度的波动选择不同高度的进水口进行蓄热。

5.4.3 水体蓄热供暖系统应采用间接换热方式，防止与热网和末端水掺混。

5.4.4 蓄热水体在整个供热季节持续运行，与其它热源共同满足全部热需求。可划分为三种运行模式：

- 1 蓄热系统独立承担某区域热负荷，当蓄热系统温度不满足供热需求，可以开启热泵提升供热温度；
- 2 蓄热系统承担某区域峰值热负荷以缓解热网峰值供热压力，供热管网承担基础热负荷；
- 3 蓄热系统和其他热源通过供热管网连接起来，共同作为热网热源。

5.4.5 蓄热水体独立承担某区域全部热负荷，适用于供热面积较小的直连式供热场景，供热温度不超过 60℃。蓄热水体应同时具备满足峰值热负荷的能力。若室内温度连续 3 小时不满足 GB50736-2016 标准的要求，则应切换至主网供热。

5.4.6 蓄热水体承担某区域峰值热负荷时，由供热管网热源提供稳定的基础热负荷。蓄热水体应匹配峰值热负荷的变化，通过量调节或质-量调节保证室外温度变化时稳定的室内温度。

5.4.7 蓄热水体和其他热源联合共同作为热网热源时，由蓄热水体和其他热网高温热源形成梯级供热，通过量调节来满足供热需求。

5.4.8 蓄热水体供热时应依据末端温度需求，在中位或高位出口放热。当蓄热水体温度不满足供热温度需求，应将热网水与高位出口换热后与热泵联合供热。热泵应选择水体低位口交换热量。当蓄热水体温度低于热网最低温度要求时，应仅将蓄热水体作为热泵热源，由热泵供热。

6 岩土蓄热供暖

6.1 一般规定

6.1.1 岩土蓄热系统的设计寿命不应少于 50 年。

6.1.2 岩土蓄热系统施工完成后，应在埋管区域做出标志或标明管线的定位带，并应采用 2 个现场的永久目标进行定位。

6.1.3 地埋管蓄热供暖系统的水质应符合 GB/T 29044 中的规定，对于水质条件不符合的热源，应采取间接蓄热方式。

6.1.4 岩土蓄热系统设计前，应先获取钻孔区域的岩土体热物性参数。所获取数据至少应包括：岩土体导热系数、岩土体密度、比热容。若埋管区域已具有权威部门认可的热物性参数，则可直接采用已有数据，否则应按照 GB 50366-2005 规定的测试方法进行岩土热响应测试。

6.1.5 岩土蓄热系统宜在每年的恢复季进行一次检修保养，消除隐患和缺陷，减少供暖期事故的发生。

6.2 地点选取

6.2.1 岩土蓄热系统地点选取的场地调查、勘察工作应根据工程及场地的特点，采用工程地质勘察、岩土体热物性测试等方法进行调查，并对区域内地热能资源、热源利用条件、建筑用能条件及岩土蓄热系统的钻孔施工条件进行详细分析，评估该区域岩土蓄热能力、蓄热可行性及经济性。

6.2.2 测试孔应具有场地代表性，根据地质条件分区布置，测试孔数量和位置应符合《地埋管地源热泵岩土热响应试验技术规程》（T/CECS 730-2020）的要求。

6.2.3 岩土蓄热系统工程不应在下列区域开展：

- 1 存在既有地下管线及构筑物的区域；
- 2 地下具有承压含水层的区域；
- 3 地下水径向流速高于 1m/s 的区域；
- 4 地下结构具有蒸发岩层的区域。

6.2.4 地质勘察宜在不同热源场景下做针对性勘察，对于余热热源品位较高的太阳能、工业余热、电厂余热等，应重点关注地下浅表层水渗流、导水率、耐高

温的化学水等。

6.2.5 岩土蓄热系统地点选取应避开湿地、水源保护区等生态敏感区，并通过环境影响性评价。

6.3 蓄热岩土设计

6.3.1 岩土蓄热系统规模应根据建设项目的规模、热负荷需求、蓄热量、取热量等进行综合设计。

6.3.2 地埋管换热器设计计算时，环路集管不应包括在地埋管换热器长度内。

6.3.3 地埋管换热器应选用竖直埋管换热器，埋管深度应根据工程勘察结果确定，深度宜大于 40 米，间距宜为 2-5 米。水平连接管的深度应在冻土层以下 0.6m，且距地面不宜小于 1.5m。

6.3.4 地埋管每米换热量可采用数值模拟的方式，对项目运行状况以及地温场的影响进行 2 年以上的模拟预测分析；供热面积 10000 平方米及以上的工程，宜进行 10 年以上的模拟预测分析。

6.3.5 地埋管环路两端应分别与供、回水环路集管相连，且应同程布置，各环路长度的不平衡率应小于 10%。

6.3.6 岩土蓄热系统的地埋管群应根据余热热源种类与蓄热、取热模式进行合理布置或分区，形成蓄热体内部中心温度高、周围温度低的温度梯度分布。

6.3.7 岩土蓄热体在场地允许的情况下宜布置成近圆柱形。

6.3.8 岩土蓄热系统应选取不少于一口蓄热、取热井进行现场实验，以确定实验井的蓄热、取热能力，其它蓄热、取热井可根据勘查获取的数据用类比的方式确定换热能力。

6.3.9 地温监测传感器可直接与岩土或钻孔回填料接触，也可安装在保护套管内。当地温监测传感器安装在保护套管内时，宜使用导热介质密封传感器与保护套管之间的空隙。

6.3.10 地埋管换热器所使用的管材及管件应符合下列规定：

- 1 地埋管管材不宜采用聚氯乙烯管，宜采用耐热聚乙烯管，选用的管材应符合 GB/T 28799 的规定；

2 管材、管件的化学稳定性好，耐腐蚀，不与地下水及地埋管周边土壤发生化学反应；

3 应校核地埋管在最大设计承压条件下的耐温上限是否满足设计要求，据此确定地埋管管材及管壁厚度。

6.3.11 岩土蓄热系统应设循环流量、水温和蓄热区域土壤温度的监测系统。

6.3.12 岩土蓄热系统应设自动充液及泄漏报警系统，需要防冻的地区，应设防冻保护装置。

6.3.13 岩土蓄热系统应根据地质特征确定回填料配方，回填料的导热系数不应低于钻孔外或沟槽外岩土体的导热系数，且应具有密封低渗透性能。

6.3.14 岩土蓄热系统钻孔回填应密实，无空腔，可采用膨润土、细砂或水泥基料。

6.3.15 岩土蓄热系统的钻孔应垂直，孔位偏差不超过规定值，钻孔完成后需清孔。

6.3.16 安装前需进行水压试验，水压试验应按现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的有关规定进行，确保管道无泄漏。

6.4 蓄热供暖运行方案

6.4.1 岩土蓄热系统地埋管换热器直接进行热量交换的余热温度宜为 20~80℃。

6.4.2 岩土蓄热系统供热期间宜与热泵联合为热用户进行供热。

6.4.3 岩土蓄热系统的供热方式可分为：

1 岩土蓄热系统联合热泵直接为建筑供热，岩土蓄热温度为 20~30℃。

2 岩土蓄热系统与热泵、热网共同供热，热网承担基础热负荷，岩土蓄热系统联合热泵承担峰值负荷以缓解热网峰值供热压力，蓄热温度为 20~60℃。

3 岩土蓄热系统与高温热泵或吸收式热泵、热网共同供热，蓄热温度为 20~60℃。

6.4.4 岩土蓄热系统的蓄热设计应根据余热热源流量进行匹配设计计算，供热设计应根据使用侧需求流量进行匹配设计计算。

6.4.5 岩土蓄热系统全年运行方案包括蓄热季、取热季、恢复季三个阶段，蓄热季和取热季分别进行热量的蓄存和提取，恢复季系统停机，土壤温度自然恢复。

6.4.6 岩土蓄热系统的整体运行调节应按下列规定：

- 1 结合余热资源波动、热负荷需求变化及地下温度场特性，动态调整蓄热与取热策略，实现全年能源利用效率最大化；
- 2 通过监测如蓄热体温度、循环水流量、蓄/取热效率等系统参数，采用分区间歇运行模式，节约运行电耗和提升取热量。

6.4.7 岩土蓄热系统蓄热期的运行调节应按下列规定：

- 1 采用变流量设计，根据余热热源温度和地下温度场模拟结果调整循环泵流量，确保管内流体处于紊流状态（最低流速满足雷诺数要求）；蓄热阶段优先使用高温余热直接蓄热，减少热泵能耗；
- 2 监测岩土蓄热系统蓄热体温度，通过分区阀门控制蓄热体内部形成中心高温、外围低温的梯度分布，减少热损失；蓄热介质温度上限应低于管材耐温极限 5℃；
- 3 在非采暖季集中蓄热，优先利用太阳能、工业余热等资源；谷电时段可通过热泵提升余热品位后蓄热，降低运行成本。

6.4.8 岩土蓄热系统取热期的运行模式应按下列规定：

- 1 根据建筑热负荷需求，动态调整取热流量和温度，与调峰热源协同运行；采用初期高流量快速取热和后期降低流量延长供热周期的分阶段取热策略；
- 2 监测地温场变化，避免局部岩土蓄热体温度过低导致热泵效率下降；结合数值模拟结果，控制取热速率，确保地温场在采暖季结束后可自然恢复到初始地温。

6.4.9 岩土蓄热系统作为调峰热源时应按下列规定：

- 1 基本热源未满足负荷运行阶段，由基本热源供应全部热负荷，采用集中质调节或“质-量”调节方式；
- 2 基本热源满足负荷与调峰热源共同供热阶段，采用集中量调节或“质-量”调节。

6.4.10 蓄热和供热方式应根据余热温度和热用户需求温度进行选择。

7 施工与验收

7.1 施工前期准备

7.1.1 低品位余热跨季节蓄热供暖系统的施工安装应单独编制施工组织设计，并应包括与主体结构施工、设备安装等相关工种的协调配合方案和安全措施等内容。

7.1.2 建设单位应当按照下列规定组织编制环境影响报告书，向生态环境部提交电子版材料和纸质版材料各一份，并对材料的真实性负责。涉及国家秘密、商业秘密和个人隐私的，建设单位应当自行删除、遮盖等区分处理：

- 1 建设项目概况；
- 2 建设项目周围环境现状；
- 3 建设项目对环境可能造成影响的分析、预测和评估；
- 4 建设项目环境保护措施及其技术、经济论证；
- 5 建设项目对环境影响的经济损益分析；
- 6 对建设项目实施环境监测的建议；
- 7 环境影响评价的结论。

7.1.3 跨季节蓄热供暖项目申报审批流程：

- 1 项目单位申报；
- 2 开始检查申报资料完整性，进行受理；
- 3 勘察现场，对项目组织专家评估，征求公众意见，按照有关规定执行；
- 4 出具审查批复意见；
- 5 项目单位领取批复意见。

7.1.4 跨季节蓄热供暖系统施工前，工程场地状况调查应包括下列内容：

- 1 场地规划面积、形状及分布；
- 2 场地内已有建筑物和规划建筑物的占地面积及其分布；
- 3 场地内树木植被、池塘、排水沟及架空输电线、电信电缆的分布；
- 4 场地内已有的、计划修建的地下管线和地下构筑物的分布及其埋深；
- 5 场地内已有可利用热源条件。

7.1.5 跨季节蓄热供暖系统施工安装前应符合下列规定：

- 1 设计文件应齐备，且应已通过施工图审查；
- 2 应具备施工组织设计及施工方案；
- 3 施工场地应符合施工组织设计要求；
- 4 现场水、电、场地、道路等条件应满足正常施工需要；
- 5 预留基础、孔洞、设施应符合设计图纸。

7.1.6 跨季节蓄热供暖系统采用的材料、构件和设备，应在施工进场进行随机抽样复验，复验应为见证取样检验。当复验结果不合格时，工程施工中不得使用。

7.2 蓄热供暖系统施工

7.2.1 水体蓄热系统、水箱蓄热系统以及岩土蓄热系统安装过程中，应按隐蔽工程相关规定和方法进行检验，并符合现行相关标准的规定。

7.2.2 蓄热水箱、水体应符合下列规定：

- 1 应满足系统承压要求，并应能承受土壤等荷载；
- 2 应严密、无渗漏；
- 3 蓄热水箱、水体内部部件应作防腐蚀处理，内壁防腐涂料应卫生、无毒、能长期耐受所蓄存热水的最高温度；
- 4 选用的保温材料和保温构造应能长期耐受所蓄存热水的最高温度。

7.2.3 岩土蓄热体的施工应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定。

7.2.4 换热器等设备的安装应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的有关规定。

7.2.5 自动化仪表安装应符合国家现行标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的有关规定。

7.2.6 供热管道位置的选择、敷设方式、材料及连接、热补偿、附件与设施安装应符合现行国家标准《城镇供热管网设计标准》CJJT 34-2022 的有关规定。

7.3 配电及控制系统施工

7.3.1 监测与控制系统硬件选型和软件设计应满足运行控制调节及生产调度要求，并应安全可靠、操作简便和便于维护管理。

7.3.2 主要设备应就地安装控制装置与远程控制装置，就地控制级别应优先于远程控制。

7.3.3 跨季节蓄热供暖工程应设置监测与控制系统，监测与控制系统宜采用集中式。

7.3.4 控制室内应能对主要设备进行正常运行工况的监视和异常工况的报警，并能实现机组事故状态时紧急停机。

7.3.5 当采用计算机集中控制系统时，其功能应包括数据采集和处理、模拟量控制、顺序控制和电气控制。控制系统应预留与主要设备控制装置、自控调压器、自动并网保护装置的通信接口及与监控中心的通信接口。

7.3.6 跨季节蓄热供暖控制系统应有下数据采集和状态监视、自动控制和运行模式切换、负荷预测、优化调度、能耗统计分析、安全报警及保护功能等功能。

7.3.7 电测量仪器装置，应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063 的有关规定。

7.4 竣工验收

7.4.1 跨季节蓄热供暖工程系统交付使用前，应进行蓄热模式、取热模式的系统调试、试运行与验收。系统调试前，施工单位应会同建设单位、设计单位进行全面检查，符合设计与施工相关规范要求后，才能进行运转与调试。

7.4.2 跨季节蓄热供暖系统的验收由建设单位组织开展，应进行分项工程验收和竣工验收，并填写工程验收记录，验收资料应单独组卷，验收合格后出具验收报告。

7.4.3 跨季节蓄热供暖系统应进行分项验收，包括：蓄热装置工程验收、跨季节蓄热系统工程验收、跨季节取热系统工程验收、检测与控制系统工程验收。

7.4.4 跨季节蓄热供暖系统检验、调试与验收除应符合本标准规定外，还应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411、《立式圆筒形钢制焊接储热罐施工规范》GB 50128 的规定。

8 运行监测与管理

8.1 监测与控制

8.1.1 监测与控制系统应根据工程规模、使用功能、系统形式、相关标准等综合确定，并包含以下内容：

- 1 运行参数监测和显示；
- 2 设备工作状态显示；
- 3 用能分项计量；
- 4 系统工况转换与条件；
- 5 设备联锁与自动保护。

8.1.2 监测与控制系统应对下列运行参数进行监测：

- 1 蓄热体本体温度；
- 2 蓄热系统进出水温度；
- 3 蓄热系统循环水流量；
- 4 蓄热系统进出水压力；
- 5 水泵、工况转换及连锁阀门的启停；
- 6 系统安全保护及故障报警；
- 7 蓄热、取热瞬时功率和累积热量；
- 8 热泵、水泵等设备的运行参数。

8.1.3 监测与控制系统宜采用智能化控制技术，蓄热系统各设备集中控制管理和智能运行，并根据余热量、热负荷变化，合理控制温度、压力、流量等运行参数，调节优化蓄热、取热工况。

8.1.4 蓄热系统宜对各主要耗能设备进行单独用电计量。

8.1.5 集中监测管理系统应具备与其他自动化系统兼容的通信接口。

8.1.6 监测与控制系统重要设备应采取冗余配置。

8.1.7 蓄热装置内应安装防腐传感器，蓄热装置体积大时应增加传感器安装数量。

8.1.8 蓄热水箱、水池监测与控制系统应符合下列规定：

- 1 沿蓄热装置高度方向，应均匀布置不少于 3 个温度测点，分别位于装置的上部、中部和下部；

- 2 沿蓄热装置水平方向，应均匀布置不少于 3 个温度测点，分别位于装置的边缘和中心；
- 3 应使用液位传感器对液位进行检测，液位探头至少位于液面以下 1.5m，并将传感器固定、防止传感器移位。液位传感器精度宜达到 0.1 级；
- 4 位于蓄热装置内的温度及液位传感器，应能够长期稳定工作于设计工作环境下；
- 5 应设置最低液位和最高液位，并设置报警系统。

8.1.9 岩土系统监测与控制系统应符合下列规定：

- 1 岩土换热系统宜在蓄热体内部设置不少于 3 口测温钻孔，对埋管区域的土壤温度进行监测；
- 2 所选择测温钻孔的安装位置宜能够代表蓄热体内部不同分区的平均温度；
- 3 不宜将温度测点放置于安装有地埋管的钻孔内；
- 4 每孔井内在不同深度应布置 2 组~3 组温度传感器；
- 5 埋入土壤的温度传感器应有防腐蚀措施，并考虑易更换性；
- 6 根据设置的地埋管换热系统分区，通过电动阀进行分组控制，实现地埋管换热系统的分区运行。

8.1.10 监测与控制系统设计除应符合本标准规定外，还应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《智能建筑设计标准》GB 50314、《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 的规定。

8.2 节能管理

8.2.1 跨季节蓄热供暖工程应建立实际运行能耗比对制度，并依据比对结果采取相应改进措施，制定跨季节蓄热供暖系统的运行管理制度，规范系统日常操作。

8.2.2 与热泵耦合的跨季节蓄热供暖工程应根据热泵制热量、蓄热温度变化、设备耗电量等运行监测数据，优化全年运行方案。

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《工业低品位余热集中供热系统技术》 GB/T 38680-2020

《工业余热梯级利用导则》 GB/T 39091-2020

《地源热泵系统工程技术规范》 GB 50366

《工业设备及管道绝热工程设计规范》 GB 50264

《太阳能热发电站储热系统性能评价导则》 GB/T 41308-2022

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736

《自动化仪表工程施工及验收规范》 GB 50093

《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB50243

《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》 GB 50274

《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411

《立式圆筒形钢制焊接储热罐施工规范》 GB 50128

《太阳能供热采暖工程技术标准》 GB 50495-2019

《设备及管道绝热技术通则》 GB/T 4272

《设备及管道绝热设计导则》 GB/T 8175

《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801

中国工程建设标准化协会标准

低品位余热跨季节蓄热供暖
技术规程

T/CECS *** -20XX

条文说明

制定说明

本规程制定过程中，编制组进行了低品位余热跨季节蓄热供暖发展现状的调查研究，总结了我国低品位余热跨季节蓄热供暖工程建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过对低品位余热跨季节蓄热供暖技术进行工程示范研究取得了阶段性成果。

本规程编制原则为：（1）科学合理、具有可操作性；（2）实事求是，规程使用人应严格遵守规程有关规定；（3）保证施工效率的同时又能保证质量等。

关于低品位余热跨季节蓄热的蓄供暖方案等重要问题，编制组给出了具有可操作性的解决措施，编制组将对其他尚需深入研究的有关问题多方取证、试验探究和工程应用后对规程进行更新补充。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《低品位余热跨季节蓄热供暖技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款的规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目次

1 总则.....	26
2 术语.....	27
4 水箱蓄热供暖.....	28
4.3 蓄热水箱设计.....	28
4.2 蓄热供暖运行方案.....	29
5 水体蓄热供暖.....	30
5.1 一般规定.....	30
5.2 地点选取.....	30
5.3 蓄热水体设计.....	30
5.4 蓄热供暖运行方案.....	31
6 岩土蓄热供暖.....	32
5.1 一般规定.....	32
5.2 地点选取.....	32
5.3 蓄热岩土设计.....	32
5.4 蓄热供暖运行方案.....	33
7 施工与验收.....	34
7.2 蓄热供暖系统施工.....	34
7.3 配电及控制系统施工.....	34
7.4 竣工验收.....	34
8 运行监测与管理.....	35
8.1 监测与控制.....	35
8.2 节能管理.....	35

1 总则

1.0.1 跨季节蓄热供暖具有综合能源利用效率高、长期储能成本低、供热保障稳定性好等特点。双碳目标下，化石能源逐步缩减，近期内非化石能源难以实现大规模发展，在城市化进程仍在不断发展的情况下，跨季节蓄热是满足增量发展需求，促进供热行业低碳发展的重要方式。近年来，跨季节蓄热供暖在北欧丹麦、瑞典等国家得到了快速的发展，我国赤峰、张家口、石家庄、馆陶、西藏等地进行了不同程度的尝试，但国内跨季节蓄热供暖相关标准体系仍不完善，工程建设缺乏规范指引。

本规程从跨季节蓄热供暖工程项目建设全过程出发，对工程的设计、施工、验收及运行管理提出具体要求，助力供热行业低碳发展。

3 基本规定

3.0.1 热源设施的建设受上位规划限制，在项目开展前期应与国民经济发展规划、国土空间总体规划、能源规划、供热规划等上位规划等相衔接，与自然资源和规划部门落实用地需求，提升项目建设可实施性。

3.0.4 对应于同一工程，有两种以上可选蓄热方式时，应根据实际工程的投资规模和当地的地质、水文、土壤条件及使用要求，经综合经济、效益分析选择确定。目前跨季节蓄热供暖工程的常用季节蓄热方式，多采用蓄热水体、蓄热水箱和埋管土壤蓄热。蓄热水体、蓄热水箱的蓄热量大，施工相对简便；埋管蓄热施工较复杂，但优点是能与地源热泵系统联合工作，特别是在冬季从土壤的取热量远大于夏季向土壤放热量的地区，可以通过向土壤蓄热来弥补冬、夏季负荷的不平衡。有条件时，应使用计算机软件通过性能比较和经济性分析选择确定。

3.0.5 全年余热量应依据气象参数、生产负荷特性、运行记录台账等资料进行测算。

3.0.6 本条规定了规程的适用范围，主要为跨季节蓄热供暖的蓄热系统设计、施工、验收及运行管理，不包含热源、管网、换热站、建筑末端等设施。根据当前技术应用进展，跨季节蓄热介质以水箱、岩土体和水体为主，蓄热类型为显热蓄热，本规程不适用于潜热蓄热、热化学蓄热以及其他方式的蓄热技术。

3.0.9 根据实际工程经验，跨季节蓄热供暖系统的规模越大，对应的经济性越好，其主要原因是水体、水箱和岩土体的容量加大后，相应的单方造价反而降低；因此，在拥有大量空闲土地条件下，例如新疆、西藏和内蒙等地，宜优先选用大型跨季节蓄热供暖系统，建设较大规模的区域采暖热力站，这样既能提高系统的节能效益，又可改善投资项目的经济性；此外，在进行大规模蓄热系统设计时，水体蓄热装置比水箱蓄热装置更具优势。在确定合理的蓄热体容积时，宜采用 TRNSYS 等相关软件进行模拟计算，从而实现系统的优化设计，提高项目的整体效益。

4 水箱蓄热供暖

4.3 蓄热水箱设计

4.3.5 采用布水器可使水流均匀分布，减少局部流速过高的现象，可降低水流对水箱内水温分层的扰动，维持水箱内良好的温度分层状态，保证热水的有效储存和高效利用。

4.3.6 蓄热水箱工作流量应不大于设计流量，蓄热过程和取热过程中高温蓄热介质和低温蓄热介质的质量流量宜保持一致，蓄热过程和放热过程中斜温层宜平稳，不宜出现扰动，斜温层厚度不宜超过斜温层设计厚度；

4.4 蓄热供暖运行方案

4.4.1 采用水箱蓄热时，由于余热热源的特性和用热末端需求不匹配，为确保蓄热系统高效、稳定运行，实现能源的合理利用，需对运行调节方案进行优化设计。同时，合理确定总蓄热水箱容积，可避免容积过大造成投资浪费、容积过小无法满足热负荷需求的问题，保障供热质量和系统经济效益。综合考虑余热热源与用热末端的实际特征，结合热力学原理和工程实践经验，通过模拟计算能够更准确地反映系统在不同工况下的运行情况，从而确定合适的运行调节方案和水箱容积。

4.4.3 蓄热水箱进水口设于底部，可使冷水均匀分布，避免冷水冲击热水层破坏水温分层，维持水箱内热水温度稳定；出水口设于顶部，优先抽取高温水，并通过自动控制阀和温度传感器调节出水，满足供暖系统对热水温度要求，确保供暖系统稳定运行，提高供热质量。安装自动控制阀和温度传感器时，需保证安装位置准确，灵敏度和精度达标，并定期校准维护。系统运行中密切关注水箱内水温变化，及时调整进水和出水策略，维持水温分层稳定性。

4.4.7 跨季节蓄热水箱结合区域锅炉房联合供热时，根据热负荷变化合理分配工业余热、跨季节蓄热和区域锅炉房的供热量，能够充分利用可再生能源和余热资源，减少常规能源的消耗，降低运行成本，提高能源利用效率。在低负荷时段，优先利用工业余热和跨季节蓄热，可最大限度地发挥这些资源的优势；供

热高峰时，区域锅炉房补充供热，能够保障供热稳定，满足用户需求。

4.4.8 跨季节蓄热体结合热电联产联合供热时，结合热电联产的发电和供热特性，优化工业余热、跨季节蓄热和热电联产的供热量分配，能够在满足电力需求的同时，高效利用热源，提高能源综合利用率，实现能源的梯级利用，降低能源消耗和环境污染。建立能源管理系统，实时监测各热源的运行状态和能源消耗情况，根据电力和热负荷需求，动态调整供热量分配方案。同时，要加强对各热源设备的协同运行管理，确保系统的稳定运行。

5 水体蓄热供暖

5.1 一般规定

5.1.1 水体蓄热一般埋置于室外空旷地下，因此应设置排雨水和保温装置，在水体顶部设置保温顶盖，并加装防水层、排水孔。水体蓄热导致水的高温蒸汽蒸发，应设置补水装置。进出口装置是为了进行蓄热和放热。人孔设置便于水体的建造和维护。

5.1.2 水体蓄热一般为常压蓄热，因此最高蓄热温度应低于水体蓄热工作压力对应的工质沸点温度。

5.2 地点选取

5.2.3 水体蓄热通过利用土壤的热容量实现侧部和底部的保温，地下水渗透会显著增加土壤导热系数，增加热损失。在地下水位较高区域，直接开挖水体可能导致地下水与蓄热体直接接触，造成热量流失和系统失效。通过回填土壤至地表并形成覆土层，将蓄热水体部分埋深转移至地上，可确保蓄热体完全位于地下水位线以上。

5.3 蓄热水体设计

5.3.2 工程上普遍认为 1 万 m^3 以上的储热体相对于水箱蓄热来说，水体蓄热更具有经济性。水体蓄热主要作用为转移季节性余热用以冬季供热，因此水体储热容量应由热负荷确定。

5.3.3 本条规定了蓄热水体顶部保温设计应遵循的原则

- 1** 蓄热水体顶部温度高但保温耗材费用高，为降低初投资，通常只在顶部设置保温，但侧部较高位置仍有较大的热损失，侧部保温可综合保温材料投资和水体热损失的经济确定。
- 2** 保温层厚度直接影响系统热损失率，计算公式需综合考虑环境温度波动、平均蓄热温度等。蓄热水体大温差运行，保温厚度较小。
- 3** 顶盖保温材料需长期耐受水体蓄热过程中的高温高湿环境，应采用耐高温、耐水汽的材料，防止水汽渗透导致保温性能衰减。土工膜与保温

材料紧密焊接形成整体，避免层间剥离造成的雨水渗入风险。

5.3.5 布水器作为水体的进出水装置，通过对出口水流的阻挡减缓水流速度，低流速水流更容易形成层流，减少流动掺混程度。

5.3.6 降低回水温度可以使得水体中的储热温度降低，提取更多的储热容量。此外，低温回水设计延长了管网使用寿命，降低管网的热损失。

5.3.8 蓄热水体坡度越大，热性能越好，但结构越不稳定。因此，应通过地质勘测和结构计算，确定临界最大坡度。若不满足勘测条件，蓄热水体坡度普遍保持在 1/2。

5.4 蓄热供暖运行方案

5.4.1 蓄热水体蓄热完成后的高温导致热损失增加，应控制蓄热时长，尽量缩短蓄热结束后的高温蓄热水体保温时间。

5.4.5 因蓄热水体温度随放热温度逐渐衰减，因此当蓄热水体独立承担全部热负荷时，无法满足管网长期的高温供热，更适用于供热面积较小的直连式供热场景。

5.4.8 蓄热水体的使用方法依据水体温度和热泵源侧温度限制，选择中位或高位出口进入热泵源侧；当蓄热水体温度衰减至不满足供热温度需求但高于热网最低温度要求时，仍有供热能力但无法满足全部热需求，应采取蓄热水体和热泵联合供热的方式。

6 岩土蓄热供暖

6.1 一般规定

6.1.2 埋管区域不应以树木、灌木、花园等作为标识。

6.1.4 岩土体热物性指岩土体的热物性参数，包括岩土体导热系数、密度及比热等。若埋管区域已具有权威部门认可的热物性参数，可直接采用已有数据，否则应进行岩土体导热系数、密度及比热等热物性测定。测定方法可采用实验室法或现场测定法。

6.2 地点选取

6.2.1 工程建设当地的土壤地质条件是能否应用土壤埋管季节蓄热的基础，土壤热物性对土壤埋管季节蓄热系统的性能和实际运行效果有很大影响；因此，在进行设计前，应进行地质勘察，从而确定当地的土壤地质条件是否适宜埋管；同时，应通过实际测试，得出系统设计所需的土壤温度及岩土体和回填材料的热物性等相关基础参数。

6.2.2 采用竖直地埋管换热器时，地埋管换热系统勘察采用钻探进行。钻探方案应根据场地大小确定，勘探孔深度应比钻孔至少深 5m。

6.2.3 管沟开挖施工中遇有管线、电缆、地下构筑物或文物古迹时，应予以保护，并及时与有关部门联系协同处理。

6.3 蓄热岩土设计

6.3.12 目的在于增加系统的安全性、可靠性。便于系统充液，一般在分水器或集水器上预留充液管。连接地埋管换热器系统的室内送、回液联管上要安装闭式膨胀箱、充放液设施、压力表、温度计等基本仪器与部件。

6.3.13 保证地下埋管的导热效果，但对于地质情况多为岩石的区域，回填料导热系数可低于岩土体导热系数。

6.3.14 灌浆回填料一般为膨润土和细砂（或水泥）的混合浆或其他专用灌浆材料。膨润土的比例宜占 4%~6%。钻孔时取出的泥砂浆凝固后如收缩很小时，也可用作灌浆材料。如果地埋管换热器设在非常密实或坚硬的岩土体或岩石情况

下，宜采用水泥基料灌浆，以防止孔隙水因冻结膨胀损坏膨润土灌浆材料而导致管道被挤压节流。对地下水流丰富的地区，为保持地下水的流动性，增强对流换热效果，不宜采用水泥基料灌浆。

6.4 蓄热供暖运行方案

6.4.1 余热品位过低不符合技术经济合理性，余热温度不能超出地埋管换热器的最高耐热温度限制，地埋管换热器管材的耐高温上限为 85℃，余热温度上限低于管材耐温极限 5℃。

7 施工与验收

7.2 蓄热供暖系统施工

7.2.2 蓄热水箱、水池现场施工时需保证水箱、水池质量和施工安全。

1 蓄热水箱、水池施工时，除按设计规定，满足系统的承压和承受土壤等荷载的要求外，还应在施工过程中，严格遵守施工程序，防止因土壤等荷载造成安全事故。

2 应严格按设计要求和相关标准规定的施工方法，进行蓄热水箱、水池的防渗漏施工，保证蓄热装置的防渗漏性能质量。

3 为保证蓄热水箱、水池的工作寿命，减轻日常维护工作量，避免危及人员健康、安全，应严格按照设计要求和相关规定的施工方法，进行蓄热装置及内部部件的防腐蚀处理。

4 蓄热水箱、水池需要长期蓄存热水，为尽可能延长水池的工作寿命，选用的保温材料和保温构造做法应能长期耐受所蓄存热水的最高温度，应采用外保温构造做法。

7.3 配电及控制系统施工

7.3.3 为保证自动控制系统能够长久、稳定、正常工作，确保系统部件、元件的性能、质量负荷相关产品标准是最低要求，进行系统设计时，应予以充分重视。控制方式不宜过于复杂，应设计简便、可靠、利于操作的自动控制与监测系统，不影响系统的运行效果。

7.4 竣工验收

7.4.2 竣工验收时，施工单位应按照相关单位要求对施工技术资料进行收集、整理，并经相关单位检查验收合格。

8 运行监测与管理

8.1 监测与控制

8.1.3 系统运行过程中，需要根据数据监测点位，制定科学的蓄热和取热策略，由此降低运行费用。

8.2 节能管理

8.2.2 运行管理中应对蓄热装置、水泵、末端装置等的能耗及其他基础数据定期进行统计与分析，以便于优化全年运行策略。