

T/CECS XXX-**202**X

**中国工程建设标准化协会标准**

区域供热热水蓄热系统技术规程

**Technical specification for hot water thermal storage system of district heating**

**（征求意见稿）**

**XXX出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**区域供热热水蓄热系统技术规程**

**Technical specification for hot water thermal storage system of district heating**

**T/CECS XXX-202X**

主编单位：哈尔滨工业大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：**202**X年XX月XX日

**XXX出版社**

**202**X北京

**前言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字﹝2022﹞13号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章和2个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、设计、设备、施工安装、调试与验收、运行与维护等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程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城市供热专业委员会归口管理，由哈尔滨工业大学负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见和建议，请反馈给哈尔滨工业大学（地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区黄河路73号，邮编：150090，邮箱：cahnburg@hit.edu.cn）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总则 5](#_Toc158592222)

[2 术语 6](#_Toc158592223)

[3 基本规定 8](#_Toc158592224)

[4 设计 9](#_Toc158592225)

[4.1选址 9](#_Toc158592226)

[4.2热水蓄热系统 9](#_Toc158592227)

[4.3蓄热计算 12](#_Toc158592228)

[4.4电气系统 15](#_Toc158592229)

[4.5监测与控制系统 16](#_Toc158592230)

[4.6辅助系统 17](#_Toc158592231)

[5 设备 18](#_Toc158592232)

[5.1热水蓄热设备 18](#_Toc158592233)

[5.2水泵 20](#_Toc158592234)

[5.3防腐与保温 20](#_Toc158592235)

[6 施工安装 22](#_Toc158592236)

[6.1一般规定 22](#_Toc158592237)

[6.2设备与管道的安装 22](#_Toc158592238)

[6.3电气与监控系统的安装 23](#_Toc158592239)

[7 调试与验收 24](#_Toc158592240)

[7.1一般规定 24](#_Toc158592241)

[7.2调试 24](#_Toc158592242)

[7.3验收 25](#_Toc158592243)

[8 运行与维护 26](#_Toc158592244)

[8.1一般规定 26](#_Toc158592245)

[8.2运行 26](#_Toc158592246)

[8.3维护 26](#_Toc158592247)

[附录A 热水蓄热性能试验记录表 28](#_Toc158592248)

[附录B 热水蓄热系统竣工验收记录表 29](#_Toc158592249)

[用词说明 31](#_Toc158592250)

[引用标准名录 32](#_Toc158592251)

[附：条文说明 34](#_Toc158592252)

**Contents**

[1 General provisions 5](#_Toc158592253)

[2 Terms 6](#_Toc158592254)

[3 Basic requirements 8](#_Toc158592255)

[4 Design 9](#_Toc158592256)

[4.1 Site selection 9](#_Toc158592257)

[4.2 Hot-water thermal storage system 9](#_Toc158592258)

[4.3 Calculation of thermal storage 12](#_Toc158592259)

[4.4 Electrical system 15](#_Toc158592260)

[4.5 Monitoring and control system 16](#_Toc158592261)

[4.6 Auxiliary system 17](#_Toc158592262)

[5 Equipment 18](#_Toc158592263)

[5.1 Hot-water thermal storage container 18](#_Toc158592264)

[5.2 Pump 20](#_Toc158592265)

[5.3 Corrosion prevention and insulation 20](#_Toc158592266)

[6 Construction and installation 22](#_Toc158592267)

[6.1 General requirements 22](#_Toc158592268)

[6.2 Installation of equipment and pipe system 22](#_Toc158592269)

[6.3 Installation of electrical, monitoring and control systems 23](#_Toc158592270)

[7 Commissioning and acceptance 24](#_Toc158592271)

[7.1 General requirements 24](#_Toc158592272)

[7.2 Commissioning 24](#_Toc158592273)

[7.3 Acceptance 25](#_Toc158592274)

[8 Operation and maintenance 26](#_Toc158592275)

[8.1 General requirements 26](#_Toc158592276)

[8.2 Operation 26](#_Toc158592277)

[8.3 Maintenance 26](#_Toc158592278)

[Appendix A Performance test form of hot-water thermal storage 28](#_Toc158592279)

[Appendix B Acceptance form of hot-water thermal storage system 29](#_Toc158592280)

[Explanation of wording 31](#_Toc158592281)

[List of quoted standards 32](#_Toc158592282)

[Addition: Explanation of provisions 34](#_Toc158592283)

1 总则

**1.0.1**为促进我国城镇供热事业的发展，提高热电联产、可再生能源和工业余热供热的灵活性、稳定性和经济性，推广热水蓄热系统在供热领域的应用，做到安全可靠、技术先进和经济适用，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于在区域供热系统中新建、改建和扩建以短期蓄热模式运行的热水蓄热系统的设计、施工、调试、验收及运行维护。

**1.0.3**区域供热热水蓄热系统工程除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准和中国工程建设标准化协会现行有关标准的规定。

2 术语

**2.0.1**热水蓄热系统 hot-water thermal storage system

由一个或多个热水蓄热设备，以及辅助设备构成，能够实现热量存储和释放功能的系统。

**2.0.2**热水蓄热设备 hot-water thermal storage container

利用热水显热存储热量的容器。

**2.0.3**常压热水蓄热设备 atmospheric pressure hot-water thermal storage container

顶部设计压力小于0.1MPa，设计温度低于当地大气压力对应的饱和温度的热水蓄热设备。

**2.0.4**开式常压热水蓄热设备 open-type atmospheric pressure hot-water thermal storage container

与大气相通的常压热水蓄热设备。

**2.0.5**闭式常压热水蓄热设备 closed-type atmospheric pressure hot-water thermal storage container

不与大气相通的常压热水蓄热设备。

**2.0.6**承压热水蓄热设备 atmospheric pressure hot-water thermal storage container

顶部设计压力大于等于0.1MPa的热水蓄热设备。

**2.0.7**自然分层式热水蓄热设备 displacement hot-water thermal storage container

高温水和低温水因密度差形成自然分层而隔离的热水蓄热设备。

**2.0.8**蓄热功率 charge rate

在蓄热期内向热水蓄热设备中存储热量的速率。

**2.0.9**放热功率 discharge rate

在放热期内从热水蓄热设备中释放热量的速率。

**2.0.10**终止蓄热状态 state at completion of charge

热水蓄热设备在设计工况下蓄热，进口热水温度等于设计供水温度，当进口与出口热水温度的差值不超过允许值时所处的状态。

**2.0.11**终止放热状态 state at completion of discharge

热水蓄热设备在设计工况下放热，进口热水温度等于设计回水温度，当进口与出口热水温度的差值不超过允许值时所处的状态。

**2.0.12**有效蓄热量 effective thermal storage capacity

热水蓄热设备从终止放热状态开始蓄热，直至终止蓄热状态时所储存的热量。

**2.0.13**有效放热量 effective thermal discharge capacity

热水蓄热设备从终止蓄热状态开始放热，直至终止放热状态时所释放的热量。

**2.0.14**蓄热效率 thermal storage efficiency

有效放热量与有效蓄热量的比值。

**2.0.15**静置热损失量 stationary heat loss

有效放热量与热水蓄热设备达到终止蓄热状态并静置24h后放热量的差值。

**2.0.16**静置热损失率 stationary heat loss rate

静置热损失量与有效放热量的比值。

**2.0.17**设计蓄热量 design thermal storage capacity

按设计工况和热水蓄热设备有效容积计算的热量。

**2.0.18**设计蓄热-放热周期 design period of charge and discharge

在设计条件下，热水蓄热系统完成一个蓄热、放热循环所需的运行时间。

**2.0.19**稳压系统 pressure stabilization system

采用氮气或蒸汽等介质为热水蓄热设备内热水稳定压力、隔绝空气的系统。

**2.0.20**斜温层 thermocline

热水蓄热设备内不同温度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温度梯度变化最大的过渡水层。

**2.0.21**布水器 diffusor

高温水和低温水流入或流出热水蓄热设备的流道结构。

3 基本规定

**3.0.1**供热系统符合下列条件之一时，宜设置热水蓄热系统：

**1**供热热源以电力为能源时，利用峰谷电价差可获得经济效益；

**2**热电机组发电与供热相互制约，电力调节的灵活性差；

**3**热负荷周期波动较大，峰值热负荷显著高于平均热负荷；

**4**可再生能源供热不连续、不稳定，或热量供给与需求的波动趋势显著不一致；

**5**热源非满负荷效率显著低于满负荷效率；

**6**需设置备用热源以应对故障工况的供热；

**7**其它经分析具有提高系统节能性、安全性或经济性的情况。

**3.0.2**热水蓄热系统的设计应综合考虑区域供热总体规划、热源条件、热负荷、安全性、安装和运输条件等因素，经技术经济分析后确定。

**3.0.3**热水蓄热系统的设计应积极采用经运行实践检验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。

**3.0.4**热水蓄热系统的设计寿命不应小于30年。

**3.0.5**热水蓄热系统的标识应采用与区域供热或热源统一的标识系统。

4 设计

4.1选址

**4.1.1**热水蓄热系统的选址与站房设计应符合现行国家标准《供热工程项目规范》GB 55010的有关规定。

**4.1.2**热水蓄热系统宜设置在热源或热力站内，或紧邻厂站，并应符合厂站规划的要求。当热水蓄热系统独立建站时，选址应符合下列规定：

**1**应符合城镇总体规划、城镇供热规划的要求；

**2**应根据供热管网布置和热负荷分布，按有利于热量输配、经济合理的原则布置；

**3**应满足供热系统静态和动态水力计算的要求；

**4**应有利于建筑自然通风、采光和防潮；

**5**应位于地质条件较好的地区；

**6**应具有供电、给排水、通信及交通运输条件；

**7**应满足防洪的要求，并应有可靠的防洪排涝措施；

**8**应节约用地，减少对环境的破坏；

**9**当有扩建需求时，扩建端宜留有扩建余地；

**10**应考虑对周边环境的安全影响。

**4.1.3**热水蓄热系统站房内的建（构）筑物之间与站房外的建（构）筑物之间的防火间距和消防通道，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

4.2热水蓄热系统

**4.2.1**热水蓄热系统宜采用常压热水蓄热设备。

**4.2.2**采用常压热水蓄热设备时，可采用图4.2.2-1所示的系统形式；利用常压热水蓄热设备兼为供热系统定压时，可采用图4.2.2-2所示的系统形式。采用承压热水蓄热设备，且热水蓄热系统设置在热源内时，可采用图4.2.2-3所示的系统形式；热水蓄热系统独立建站时，可采用图4.2.2-4所示的系统形式。



图4.2.2-1 采用常压热水蓄热设备的系统形式

1-热源，2-供热管网循环水泵，3-常压热水蓄热设备，4-蓄热水泵，5-放热水泵，6-放热调节阀，7-蓄热调节阀，8-补热设备



图4.2.2-2 常压热水蓄热设备兼定压的系统形式

1-热源，2-热源循环水泵，3-供热管网循环水泵，4-常压热水蓄热设备



图4.2.2-3 采用承压热水蓄热设备、且在热源内的系统形式

1-热源，2-供热管网循环水泵，3-承压热水蓄热设备，4-蓄热调节阀，5-放热调节阀



图4.2.2-4 采用承压热水蓄热设备、且独立建站的系统形式

1-热源，2-供热管网循环水泵，3-承压热水蓄热设备，4-蓄热调节阀，5-放热水泵

**4.2.3**热水蓄热系统与热源、供热管网的连接宜采用直接连接形式。

**4.2.4**承压热水蓄热设备的设计温度应与供热系统的设计供水温度一致。常压热水蓄热设备的设计温度宜与供热系统的设计供水温度一致。当供热系统设计供水温度高于常压热水蓄热设备的设计温度时，在蓄热工况下应设置混水管路；在放热工况下应设置补热设备。

**4.2.5**承压热水蓄热设备高温水和低温水的设计蓄热温差不应低于50℃，常压热水蓄热设备的设计蓄热温差不宜低于30℃。

**4.2.6**热水蓄热系统的压力工况应符合以下规定：

**1**系统运行和静止时，设备和管道任一点的压力不应低于设计供水温度对应的汽化压力，并应留有30kPa~50kPa的富裕压力；

**2**系统运行和静止时，任一点的压力不应超过设备和管道的设计压力；

**3**系统运行时，水泵吸入侧的压力不应低于设计供水温度对应的汽化压力，并附加水泵要求的汽蚀余量；

**4**系统静止时，设备和管道任一点的压力不低于其充水高度。

**4.2.7**热水蓄热系统的设计蓄热流量和设计放热流量应按下列公式计算：

  (4.2.7-1)

  (4.2.7-2)

式中：*Gc*——设计蓄热流量（t/h）；

*Qc*——设计蓄热功率（kW）；

*t*——热水蓄热设备的设计蓄热温差（℃）；

*Gd*——设计放热流量（t/h）；

*Qd*——设计放热功率（kW）。

**4.2.8**热水蓄热系统宜设置补水系统；当热水蓄热系统与供热系统间接连接，或独立建站时，应设置补水系统。补水点应设在热水蓄热设备低温水进口附近。

**4.2.9**热水蓄热系统的水质应符合与其直接连接的热源和供热管网的水质要求，并应符合现行行业标准《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34的有关规定。

4.3蓄热计算

**4.3.1**热水蓄热系统的设计蓄热量、蓄热功率和放热功率宜根据蓄热设计目标、运行模式、热负荷和热源供热能力等技术经济条件，经最优化计算或方案比选后确定。

**4.3.2**蓄热计算时间宜为全年或供暖期，也可采用设计蓄热-放热周期。

**4.3.3**设计蓄热-放热周期应按热水蓄热系统设计目标选择的呈现周期性波动规律的对象来确定。当以供暖热负荷为对象时，设计蓄热-放热周期宜取24h。

**4.3.4**热水蓄热系统的热负荷应计算设计蓄热-放热周期内的逐时热负荷。

**4.3.5**对于在既有供热系统上新建、改建和扩建的热水蓄热系统工程，宜采用实测和计算相结合的方法推算热负荷。

**4.3.6**当设计蓄热-放热周期内热水蓄热系统和热源运行模式明确时，热水蓄热系统的蓄热计算应符合以下规定：

**1**设计热水蓄热系统和热源在设计蓄热-放热周期内的运行模式。

**2**热源供热能力应按下式计算；

  (4.3.6-1)

式中：*Qf*——热源供热能力（kW）；

*Qu*,*i*——第*i*小时的平均热负荷（kW）；

*n*——设计蓄热-放热周期的总时长（h）；

*nf*——热源供热的总时长（h）。

**3**对于既有热源，其供热能力不应低于式(4.3.6-1)的计算值。否则，应调整热水蓄热系统和热源的运行模式，或补充既有热源的供热能力。

**4**选取设计蓄热-放热周期的计算初始时刻，第*k*小时末热用户的累计耗热量应按下式计算：

  (4.3.6-2)

式中：*Wu*,*k*——从计算初始时刻到第*k*小时末热用户的累计耗热量（kW·h）。

**5**第*k*小时末热源的累计供热量应按下式计算：

  (4.3.6-3)

式中：*Wf*,*k*——从计算初始时刻到第*k*小时末热源的累计供热量（kW·h）。

*Qf*,*i*——第*i*小时的热源供热能力（kW）；

**6**第*k*小时末热水蓄热设备的蓄热量应按下式计算：

  (4.3.6-4)

式中：*Ws,k*——第*k*小时末热水蓄热设备的蓄热量（kW·h）。

**7**热水蓄热设备的蓄热量*Ws,k*不应小于0。当计算的*Ws,k*小于0时，应调整设计蓄热-放热周期的计算初始时刻，按4~6的规定重新计算。

**8**热水蓄热设备的设计蓄热量应取逐时蓄热量中的最大值。

**4.3.7**对于采用汽轮机抽汽供热的热电机组，以热电解耦为设计目标的热水蓄热系统的蓄热计算应符合以下规定：

**1**设计蓄热-放热周期应满足电网对热电机组的调度要求。

**2**确定蓄热-放热周期内热电机组在蓄热期和放热期的供热能力。

**3**按蓄热期计算的蓄热量应按下式计算：

  (4.3.7-1)

式中：*Ws,c*——按蓄热期计算的蓄热量（kW·h）；

*nc*——蓄热总时长（h）；

*Qf*max,*i*——蓄热期内第*i*小时热电机组的供热能力（kW）。

**4**按放热期计算的放热量应按下式计算：

  (4.3.7-2)

式中：*Ws,d*——按放热期计算的放热量（kW·h）；

*nd*——放热总时长（h）；

*Qf*min,*i*——放热期第*i*小时热电机组的供热能力（kW）。

**5**热水蓄热设备的设计蓄热量应取蓄热量和放热量的最小值。

**6**当放热量大于蓄热量时，应设置调峰热源。调峰热源的供热能力应按下式计算：

  (4.3.7-3)

式中：*Qp*——调峰热源的供热能力（kW）。

**4.3.8**热水蓄热设备的设计容积应按下式计算：

  (4.3.8)

式中：*V*——热水蓄热设备的设计容积（m3）；

**——考虑蓄热效率、静置热损失率等对设计蓄热量的附加系数，可取1.1~1.15；

*v*——热水蓄热设备的容积利用率，可取90%~95%。

**4.3.9**热水蓄热设备的设计蓄热功率和设计放热功率应符合以下规定：

**1**逐时蓄热功率应满足下列公式要求：

  (4.3.9-1)

  (4.3.9-2)

式中：*Qc,i*——第*i*小时的蓄热功率（kW）；

*Ws,*——热水蓄热设备的设计蓄热量（kW·h）；

*Ws,i*-1——第*i*-1小时的蓄热量（kW·h）。

**2**逐时放热功率应满足下列公式要求：

  (4.3.9-3)

  (4.3.9-4)

式中：*Qd,i*——第*i*小时的放热功率（kW）。

**3**热水蓄热设备的设计蓄热功率和设计放热功率应分别取逐时蓄热功率和放热功率的最大值。

4.4电气系统

**4.4.1**热水蓄热系统的电力负荷分级不宜低于二级。

**4.4.2**当热水蓄热系统设置在热源或热力站内时，其电力负荷的电源应由厂站电气系统引接，共用配电室，应单独计量热水蓄热系统用电量。当热水蓄热系统站房独立建设时，应设专用配电室。

**4.4.3**热水蓄热系统的配电线路宜采用电缆放射式布置。配电线缆宜采用桥架或钢管敷设。在进入设备接线盒处应设置防水弯头或金属软管。在室内架空明敷的电缆与供热管道的净距，平行时不应小于1.0m，交叉时不应小于0.5m；当净距不能满足要求时，应采取隔热措施。

**4.4.4**配电系统的电击防护应采取基本防护、故障保护组合或兼有的保护措施，以及特殊情况下应采用剩余电流保护器和辅助等电位联结的附加保护。人员可触及的可导电部位应采取安全防护措施，并设置警示标识。

**4.4.5**热水蓄热系统站房与设备的防雷和接地设计应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《建筑物防雷设计规范》GB 50057和《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065的有关规定，并应符合下列规定：

**1**供电线路、信号线路由室外进入站房内时，在引入端及终端设置电涌保护器。

**2**露天布置且高度在15m以上的热水蓄热设备防雷分类应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057的有关规定。

**3**当露天布置的热水蓄热设备顶板厚度等于或大于4mm时，热水蓄热设备可不设接闪器，但应接地，且接地点不应少于2处。

**4**所有设备与管道金属外壳、金属导管与槽盒、线缆屏蔽层均应可靠接地。

**4.4.6**电气系统电磁兼容性应符合现行国家标准《电磁兼容 环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平》GB 18039.3、《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204的有关规定。

**4.4.7**水泵配电应符合以下规定：

**1**采用变频调速时，应符合现行国家标准《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549的有关规定；

**2**现场宜设事故停机按钮。

**4.4.8**站房内和热水蓄热设备顶部照明应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034的有关规定。

**4.4.9**在可能危及航行安全的站房或室外设置的热水蓄热设备上，应根据现行行业标准《民用机场飞行区技术标准》MH5001的有关规定设置航空障碍灯。

4.5监测与控制系统

**4.5.1**热水蓄热系统应具备必要的热工参数监测与控制装置，应纳入所属供热系统的计算机监控系统中，并应符合现行行业标准《城镇供热监测与调控系统技术规程》CJJ/T 241的有关规定。

**4.5.2**监测与控制系统硬件选型和软件设计应满足热水蓄热系统运行控制的要求，并应安全可靠、操作简便和便于维护管理。

**4.5.3**监测与控制系统应采用不间断电源UPS供电。

**4.5.4**监测与控制系统中的仪表、设备、元件，应选用标准系列产品。

**4.5.5**热水蓄热设备的监测应符合下列规定：

**1**监测设备高温水接口、低温水接口和设备内主要流动方向的热水温度；

**2**对于自然分层式热水蓄热设备，垂直方向的温度测点间距不应大于设备高度的10%，且不宜大于1m；

**3**监测设备高温水接口、低温水接口、底部和顶部压力；

**4**监测液位，液位测点不应少于2个；

**5**对于设置稳压系统的常压热水蓄热设备，监测蒸汽或氮气稳压系统管道内蒸汽或氮气压力。

**4.5.6**除热水蓄热设备外的其他设备和管道的参数监测应包括以下内容：

**1**监测高温水和低温水管道内的热水温度、压力、流量；

**2**监测每台水泵入口及出口的压力；

**3**监测水泵变频器频率、电流、电压；

**4**监测具有调节功能的电动阀门的开度，以及其它电动或电磁阀门的开关状态；

**5**监测除污器前后的压力；

**6**监测稳压系统流量；

**7**监测补水箱液位。

**4.5.7**热水蓄热系统站房内和室外热水蓄热设备宜设置视频监视摄像头。

**4.5.8**热水蓄热系统站房的能源和资源消耗监测应包括有效蓄热量、有效放热量、耗电量、耗水量，以及蒸汽或氮气稳压系统的蒸汽或氮气耗量。

**4.5.9**热水蓄热系统应具备以下正常运行工况的自动控制功能：

**1**能控制水泵的启停和转速，阀门的开关和开度；

**2**能控制补热设备的启停和运行功率；

**3**能根据热源的调度和热负荷的变化，切换蓄热和放热工况；

**4**能根据供热调节规律，调节供水温度、蓄热和放热功率。

**4.5.10**热水蓄热系统应具备以下安全保护功能：

**1**热水蓄热设备的液位、温度和压力保护；

**2**工作水泵停止运行时切换至备用水泵；

**3**运行参数偏离正常范围报警，保护动作及主要辅助设备故障报警，监控系统故障报警，电源和电气设备故障报警，辅助系统故障报警；

**4**热水蓄热系统出现故障时，及时与供热系统隔离，不影响供热系统的运行。

4.6辅助系统

**4.6.1**热水蓄热系统站房内的消防、供暖通风与空调、给排水系统的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《工业建筑采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019和《建筑给水排水设计规范》GB 50015的有关规定。

**4.6.2**热水蓄热系统站房冬季室内空气温度不应低于5℃，夏季运行时室内空气温度不宜高于35℃。

5 设备

5.1热水蓄热设备

**5.1.1**热水蓄热设备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。

**5.1.2**热水蓄热设备的形式应根据厂区规划和有效容积确定，宜采用立式圆筒形热水蓄热罐。

**5.1.3**热水蓄热设备的布置应符合以下规定：

**1**热水蓄热设备容积较小时，宜布置在站房内。当站房内布置受限时，应紧邻站房布置在室外，且热水蓄热设备与站房的净距应符合本规程第4.1.3条的规定。

**2**热水蓄热设备可布置在地上、地下或半地下。当布置在地下或半地下时，应设置辅助排水系统。

**5.1.4**热水蓄热设备应包括箱体或罐体、布水器、仪表和安全装置等附件。

**5.1.5**开式常压热水蓄热设备应在顶部设置通气孔。通气孔的直径不应小于DN200，且孔口应设置防护装置。

**5.1.6**闭式常压热水蓄热设备顶部应设置呼吸阀。呼吸阀的呼气开启压力应高于热水蓄热设备顶部的最高工作压力，呼吸阀的吸气开启压力应低于热水蓄热设备顶部设置的最低保护压力。

**5.1.7**闭式常压热水蓄热设备应设置稳压系统。稳压系统应符合以下规定：

**1**稳压系统的介质宜采用蒸汽或氮气；

**2**稳压系统的压力应高于常压热水蓄热设备内热水汽化压力；

**3**稳压系统的压力应保证常压热水蓄热设备内最高点热水处于微正压。

**5.1.8**承压热水蓄热设备的工作压力应满足供热系统运行的压力要求，且其顶部压力不低于设计温度对应的热水汽化压力。

**5.1.9**常压热水蓄热设备应设置以下开孔：

**1**高温水管道接口；

**2**低温水管道接口；

**3**溢流管道接口；

**4**排污管道接口；

**5**仪表接口；

**6**安全装置接口；

**7**人孔；

**8**开式常压热水蓄热设备通气孔；

**9**闭式常压热水蓄热设备呼吸阀管道接口；

**10**闭式常压热水蓄热设备稳压系统接口。

**5.1.10**承压热水蓄热设备应设置以下开孔：

**1**高温水管道接口；

**2**低温水管道接口；

**3**放气管道接口；

**4**排污管道接口；

**5**仪表接口；

**6**安全装置接口；

**7**人孔。

**5.1.11**热水蓄热设备的热水经溢流管道和排污管道排出时，应降温后再进入排水系统。

**5.1.12**地上布置的热水蓄热设备，当设计温度高于60℃的应采用钢制罐体或箱体；当设计温度不高于60℃时，可采用混凝土槽体。

**5.1.13**布水器应根据热水蓄热设备中高温水和低温水的隔离形式布置。对于自然分层式热水蓄热设备，宜通过计算机模拟设备内的流场和温度场，优化布水器结构。

**5.1.14**对于自然分层式热水蓄热设备，设计蓄热和放热条件下斜温层厚度应符合以下规定：

**1**斜温层厚度应按热水温度介于*Tl*+Δ*T*和*Th*–Δ*T*的水层厚度计算，其中*Tl*为低温水设计温度，*Th*为高温水设计温度，Δ*T*为斜温层温差。

**2**斜温层温差应按下式计算。

  (5.1.14)

式中：Δ*t*——热水蓄热设备的设计蓄热温差（℃）。

**3**斜温层厚度不应超过热水蓄热设备内上、下布水器出口间距的1/10，且不应大于1m。

**5.1.15**对于自然分层式热水蓄热设备，立式圆筒形的高径比和方形水箱的高宽比宜大于1.5。

**5.1.16**热水蓄热设备高度超过1.2m，且顶部有操作需求时应设置顶部操作平台和扶梯。扶梯与防护栏杆的设计应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求》GB 4053的有关规定。

**5.1.17**热水蓄热设备的基础上应预留沉降观测点。基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《构筑物抗震设计规范》GB 50191的有关规定。钢制热水蓄热设备的基础设计还应符合现行国家标准《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473的有关规定。

5.2水泵

**5.2.1**蓄热（放热）水泵的设置应符合以下规定：

**1**流量不应小于热水蓄热系统的设计蓄热（放热）流量；

**2**扬程不应小于设计流量下热水在管道与设备中的流动总阻力与水泵进、出口管道连接处静压差之和；

**3**应减少并联水泵的台数，并联运行的循环水泵台数不超过3台时，应设1台备用泵。

**5.2.2**水泵宜采用变频调速泵。

**5.2.3**水泵出口应设置缓闭式止回阀。

**5.2.4**连接水泵的管道应采取隔振措施，站房噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096的有关规定。

5.3防腐与保温

**5.3.1**钢制热水蓄热设备外表面和内表面应进行防腐处理，并应符合下列规定：

**1**安装地点为沿海地区时，应考虑防盐雾腐蚀措施；

**2**外表面涂装前应根据钢材表面锈蚀等级和底层涂料种类选择钢材表面除锈等级；

**3**开式常压热水蓄热设备内表面应进行防腐处理，保证在设计水质条件下内表面不产生腐蚀，当设计水质含氧量较高时应提高内表面的防腐性能；

**4**闭式常压热水蓄热设备内的防腐气体应与稳压系统统筹设计，宜为氮气或水蒸气；

**5**设备内的液相空间和气相空间中宜分别设置腐蚀检测片，腐蚀检测片应能定期取出并更换。

**5.3.2**热水蓄热设备的保温应符合下列规定：

**1**钢制热水蓄热设备外表面应设置保温层，保温层外侧应设置保护层；底部与基础间应设置隔热层，隔热层材料应能承受在设计液位下设备总重产生的压力；

**2**混凝土热水蓄热水箱底部内表面应设置保温层，保温层两侧应设置防水层；地上布置时外壁表面应设置保温层，保温层外侧应设置保护层；地下布置和半地下布置时内壁表面应设置保温层，保温层两侧应设置防水层；

**3**与建筑基础相邻的热水蓄热设备，外表面与建筑基础之间应设置保温层。

**5.3.3**热水蓄热设备的保温设计应符合现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175的有关规定，且静置热损失率不应超过5%。

**5.3.4**设备与管道应在试压合格后进行保温。保温施工应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程质量验收规范》GB 50185的有关规定。

6 施工安装

6.1一般规定

**6.1.1**热水蓄热系统的施工安装应符合现行国家标准《供热工程项目规范》GB 55010和行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28的有关规定。

**6.1.2**热水蓄热系统在施工安装前应具备下列条件：

**1**设计施工图纸和有关技术文件齐全；

**2**完成施工方案和施工组织设计，并应完成技术交底；

**3**施工单位技术人员应完成现场勘察，施工现场应具有用水、用电，储存和放置设备、管道、其他材料的临时设施；

**4**与热水蓄热系统接驳的供热系统具备施工条件；

**5**进场材料、设备的技术文件应齐全，产品合格证、各种标志应清晰，外观检查应合格，并应按有关要求抽样检测合格。

**6.1.3**施工环境应满足下列要求：

**1**无易燃气体泄漏或有强烈腐蚀性其他流体；

**2**无粉尘、油烟等可吸附、粘黏设备的污染物；

**3**无强磁场干扰；

**4**在防雷设施保护范围内。

**6.1.4**施工场地周围应设置护栏和警示设施，并应符合现行国家标准《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》GB 55034的有关规定。

6.2设备与管道的安装

**6.2.1**重大设备运输及吊装时，应制定安装方案并做好防护措施，确保施工安全。

**6.2.2**热水蓄热设备、水泵、补热设备及其它设备安装前准备工作应符合下列规定：

**1**先进行设备基础验收，基础应满足设备承重要求，表面平整；

**2**设备到场后，组织建设单位、监理单位、施工单位及设备供应商联合进行设备开箱验收，并做好验收记录；

**3**设备临时存放时，应有防潮、防磕碰等措施；

**4**安装人员进入现场后，应按设备、电气图纸核对预留孔、洞，预埋件标高与位置，设备基础等；

**5**设备安装应符合说明书及安装手册要求。

**6.2.3**热水蓄热设备的安装应符合下列规定：

**1**在临时存放及运输过程中，与设备底面接触的地面应平整；

**2**基础应平整，倾斜度不应大于1/1000；

**3**室外安装时应采取符合安装工艺的安全措施，防止大风等恶劣条件对设备造成破坏。

**4**承压热水蓄热设备的安装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 150.4的有关规定；

**5**立式圆筒形热水蓄热罐的安装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的有关规定。

6.3电气与监控系统的安装

**6.3.1**电气系统的施工安装应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303和《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169的有关规定。

**6.3.2**监测与控制系统的施工安装应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093和行业标准《城镇供热监测与调控系统技术规程》CJJ/T 241的有关规定。

7 调试与验收

7.1一般规定

**7.1.1**热水蓄热系统应在调试合格后竣工验收。

**7.1.2**热水蓄热系统的调试与验收应符合现行国家标准《供热工程项目规范》GB 55010和行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28的有关规定。

**7.1.3**电气系统的调试与验收应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303和《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169的有关规定。监测与控制系统的调试与验收应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093和行业标准《城镇供热监测与调控系统技术规程》CJJ/T 241的有关规定。

7.2调试

**7.2.1**热水蓄热系统在调试前应符合下列规定：

**1**热水蓄热系统安装完毕，设备、附件和管道的安装符合设计要求；

**2**环境和工业卫生条件（温度、防静电、电磁干扰等）符合设备技术文件要求；

**3**供热系统具备供热条件。

**7.2.2**热水蓄热系统的调试应符合下列规定：

**1**应按照水压试验、设备调试、分系统调试和整体调试的顺序进行；

**2**制定调试方案，并应包括与供热系统切断的应急方案；

**3**整体调试结束后，应试运行一个蓄热和放热周期，且不少于24h，填写试运行记录；

**4**试运行结束后，应进行热水蓄热设备蓄热-放热性能试验，且不少于两个蓄热和放热周期，按附录A填写热水蓄热性能试验记录；

**5**撰写调试、试运行和性能试验报告。

**7.2.3**热水蓄热设备的调试应符合下列规定：

**1**外观和安装状况应符合设计要求；

**2**运行时状态平稳，仪表读数稳定，无异常振动和声响；

**3**启动和停止时无异常振动和声响；

**4**附属安全装置动作灵敏，工作可靠；

**5**附属阀门启闭正常；

**6**附属仪表读数准确。

**7.2.4**热水蓄热系统的整体调试应符合下列规定：

**1**系统在至少一个蓄热和放热周期内运行正常、平稳，水泵压力无大幅度波动，系统运行噪声符合设计要求；

**2**压力、温度、流量、蓄热功率、放热功率、有效蓄热量、有效放热量、蓄热效率和静置热损失率符合设计要求；

**3**蓄热和放热工况下系统运行应正常、平稳，运行参数符合设计要求；

**4**蓄热和放热运行工况转换时动作应灵敏、正确；

**5**保护装置的动作灵敏、可靠。

7.3验收

**7.3.1**热水蓄热系统站房和附属设施等建筑工程的验收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的有关规定。

**7.3.2**竣工验收资料应包括附录B规定的验收表格及下列文件和记录：

**1**图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；

**2**主要设备、材料、仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告；

**3**隐蔽工程验收记录；

**4**设备和管道的安装和检验记录；

**5**常压热水蓄热设备的满水试验记录；承压热水蓄热设备的压力试验记录；

**6**系统压力试验记录；

**7**系统清洗记录；

**8**系统调试与试运行记录；

**9**工程质量验收记录。

**7.3.3**验收结果应分为合格和不合格，验收合格的系统应全部符合要求。验收不合格时应限期整改，直至验收合格，否则不得通过验收。

8 运行与维护

8.1一般规定

**8.1.1**应具有运行与维护的规章制度，日常运行记录文件和维护记录文件。

**8.1.2**运行和维护人员应经培训、考核，并按规定取得相应级别的操作证后方可上岗操作。

**8.1.3**运行和维护人员个体防护装备选用应符合现行国家标准《个体防护装备选用规范》GB/T 11651的有关规定。

8.2运行

**8.2.1**当实际热负荷分布、燃料或能源价格等条件与设计条件不一致时，应按实际条件，经技术经济分析后，制定热水蓄热系统运行模式，并制定相应的操作规程。

**8.2.2**应定期监测和分析热水蓄热设备的蓄热量、放热量、蓄热效率，以及供热系统的相关指标，合理调整运行模式和控制策略，提高热水蓄热系统的目标达成度。

**8.2.3**热水蓄热系统运行时的噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096的有关规定。

**8.2.4**应用于电锅炉供热的热水蓄热系统运行还应符合现行国家标准《电加热锅炉系统经济运行》GB/T 19065的有关规定。

8.3维护

**8.3.1**热水蓄热系统冬季不使用或检修时，应采取防冻措施。非运行季节应进行满水保养，并定期检查是否满水。

**8.3.2**热水蓄热设备的维护应符合下列规定：

**1**检查保温层有无破损，发现破损时及时修补；

**2**检查监测仪表的准确性；

**3**检查安全装置的功能是否完好；

**4**检查各管路接口阀门的启闭功能是否完好；

**5**检查有无异物进入热水蓄热设备内；

**6**检查罐体或箱体内壁的腐蚀情况。

**8.3.3**钢制热水蓄热设备的维护还应符合现行行业标准《立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规范》AQ 3053的有关规定。

附录A 热水蓄热性能试验记录表

**A.0.1**热水蓄热性能试验记录应按表A.0.1的规定填写。

表A.0.1 热水蓄热性能试验记录表

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 |  |
| 起止日期 |  |
| 序号 | 测试项目 | 测试结果 | 备注 |
| 1 | 蓄热测试 | / | / |
| 1.1 | 蓄热时间 |  |  |
| 1.2 | 蓄热期室外平均温度 |  |  |
| 1.3 | 高温水温度 |  |  |
| 1.4 | 低温水温度 |  |  |
| 1.5 | 蓄热工况流量 |  |  |
| 1.6 | 蓄热功率 |  |  |
| 1.7 | 有效蓄热量 |  |  |
| 2 | 放热测试 | / | / |
| 2.1 | 放热时间 |  |  |
| 2.2 | 放热期室外平均温度 |  |  |
| 2.3 | 高温水温度 |  |  |
| 2.4 | 低温水温度 |  |  |
| 2.5 | 放热工况流量 |  |  |
| 2.6 | 放热功率 |  |  |
| 2.7 | 有效放热量 |  |  |
| 2.8 | 蓄热效率 |  |  |
| 3 | 静置热损失测试 | / | / |
| 3.1 | 静置时间 |  |  |
| 3.2 | 静置期室外平均温度 |  |  |
| 3.3 | 静置后放热量 |  |  |
| 3.4 | 静置热损失量 |  |  |
| 3.5 | 静置热损失率 |  |  |
| … | … |  |  |

附录B 热水蓄热系统竣工验收记录表

**B.0.1**热水蓄热系统的竣工验收记录应按表 .0.1的规定填写。

表B.0.1 热水蓄热系统竣工验收记录表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 验收单位 |  |
| 施工单位 |  | 项目经理 |  |
| 分包单位 |  | 分包项目经理 |  |
| 专业工长（施工员） |  | 施工班组长 |  |
| 序号 | 项目 | 施工单位评定检查记录 | 监理（建设）单位验收记录 |
| 1 | 热力系统 | 设备及基础的验收 |  |  |
| 2 | 配套设备、管材及配件验收 |  |  |
| 3 | 热水蓄热设备安装 |  |  |
| 4 | 补热设备安装 |  |  |
| 5 | 水泵安装 |  |  |
| 6 | 管道与支吊架安装 |  |  |
| 7 | 阀门安装 |  |  |
| 8 | 其他管路附件安装 |  |  |
| 9 | 系统冲洗 |  |  |
| 10 | 水压试验 |  |  |
| 11 | 热水蓄热设备保温 |  |  |
| 12 | 其他设备与管道保温 |  |  |
| 13 | … |  |  |
| 14 | 电气系统 | 电气设备及材料验证 |  |  |
| 15 | 电源质量测试 |  |  |
| 16 | 配电箱(柜)等电气装置安装与接线 |  |  |
| 17 | 配电线路安装、敷设与接线 |  |  |
| 18 | 剩余电流动作的保护装置测试 |  |  |
| 19 | 电气绝缘电阻测试 |  |  |
| 20 | 防雷与接地检验 |  |  |
| 21 | 安全防护措施检验 |  |  |
| 22 | 电磁环境检验 |  |  |
| 23 | 低压电器交接试验和电气设备负载运行记录 |  |  |
| 24 | … |  |  |

（续表B.0.1）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 施工单位评定检查记录 | 监理（建设）单位验收记录 |
| 25 | 监测与控制系统 | 传感器和控制器等验证与安装 |  |  |
| 26 | 自控线路安装、敷设与接线 |  |  |
| 27 | 电气绝缘电阻测试 |  |  |
| 28 | 通信与信号传输检测 |  |  |
| 29 | 传感器信号精度测试 |  |  |
| 30 | 控制功能完整性测试 |  |  |
| 31 | 上位/本地系统调试 |  |  |
| 32 | … |  |  |
| 施工单位检查评定结果 | 项目专业质量检查员：年 月 日 |
| 监理（建设）单位验收结论 | 监理工程师：（建设单位项目专业技术负责人）年 月 日 |

**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规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《压力容器 第4部分：制造、检验和验收》GB 150.4

《声环境质量标准》GB 3096

《固定式钢梯及平台安全要求》GB 4053

《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175

《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》GB/T 8923

《个体防护装备选用规范》GB/T 11651

《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549

《低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护》GB/T 16895.21

《电磁兼容 环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平》GB 18039.3

《电加热锅炉系统经济运行》GB/T 19065

《太阳能中低温蓄热装置》GB/T 40517-2021

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《建筑给水排水设计规范》GB 50015

《建筑设计防火规范》GB 50016

《工业建筑采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019

《建筑照明设计标准》GB 50034

《供配电系统设计规范》GB 50052-2009

《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065

《建筑物防雷设计规范》GB 50057

《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093

《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128

《石油化工企业设计防火规范》GB 50160

《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169

《工业设备及管道绝热工程质量验收规范》GB 50185

《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015

《构筑物抗震设计规范》GB 50191

《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341-2014

《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473

《太阳能供热采暖工程技术标准》GB 50495-2019

《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204

《供热工程项目规范》GB 55010

《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024

《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》GB 55034

《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28

《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34

《城镇供热监测与调控系统技术规程》CJJ/T 241

《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106

《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018

《民用机场飞行区技术标准》MH5001

《供冷供热用蓄能设备技术条件》JG/T 299-2010

《立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规范》AQ 3053

**中国工程建设标准化协会标准**

区域供热热水蓄热系统技术规程

**T/CECSXXX-202X**

**条文说明**

**制定说明**

本规程编制过程中，编制组进行了热水蓄热技术的调查研究，总结了我国热水蓄热系统工程的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过热水蓄热系统的理论和实验研究，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、技术先进；（3）保证质量、提高效率。

关于热水蓄热系统的设计、设备、施工安装、调试与验收、运行与维护等重要问题，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进行多方取证、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，《区域供热热水蓄热系统技术规程》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 37](#_Toc158592284)

[2 术语 38](#_Toc158592285)

[3 基本规定 39](#_Toc158592286)

[4 设计 40](#_Toc158592287)

[4.1选址 40](#_Toc158592288)

[4.2热水蓄热系统 40](#_Toc158592289)

[4.3蓄热计算 41](#_Toc158592290)

[4.4电气系统 43](#_Toc158592291)

[4.5监测与控制系统 44](#_Toc158592292)

[5 设备 45](#_Toc158592293)

[5.1热水蓄热设备 45](#_Toc158592294)

[5.2水泵 47](#_Toc158592295)

[5.3防腐与保温 47](#_Toc158592296)

[6 施工安装 49](#_Toc158592297)

[6.1一般规定 49](#_Toc158592298)

[6.2设备与管道的安装 49](#_Toc158592299)

[7 调试与验收 50](#_Toc158592300)

[7.2调试 50](#_Toc158592301)

[7.3验收 50](#_Toc158592302)

1 总则

**1.0.1**蓄热技术在时间维度上转移热量，从而维持供需动态平衡。面对我国供热能源结构的多元化发展，成熟的热水蓄热技术既是实现热电解耦，通过热电机组深度调峰消纳可再生能源发电，助力电力生产能源结构转型的重要手段，也是提升可再生能源和工业余热供热的能源利用效率，实现供热领域“碳达峰碳中和”目标的主要技术路径。不仅如此，热水蓄热技术通过利用低价谷电、提升热源高效运行时长、承担峰值热负荷等措施，提供可观的经济效益。

热水蓄热技术已在欧洲供热领域应用了几十年。丹麦几乎所有热电厂都配有热水蓄热设备，其容器从3600m3到75000m3不等，多为常压热水蓄热设备。位于哥本哈根的Avedøre热电厂建设了2个容积24000m3的承压热水蓄热罐，单体蓄热量约4000GJ。芬兰艾斯堡Suomenoja电厂和楠塔利电厂分别建有20000m3和15000m3的热水蓄热罐。在荷兰鹿特丹热电联产供热系统中，热电厂设置了2个8000m3的热水蓄热罐，在供热管网的远端还设有1个6000m3的热水蓄热罐。

随着近些年对火电灵活性改造和可再生能源供热的日渐重视，热水蓄热技术在我国热电联产系统和分布式能源系统中得到了较多的应用。大型热水蓄热罐包括北京左家庄热电厂8000m3热水蓄热罐，华电富拉尔基发电厂9000m³热水蓄热罐，内蒙古兴安盟电厂10000m³热水蓄热罐，国电投吉电股份白山热电10000m³热水蓄热罐，国电投吉电股份白城热电12000m³热水蓄热罐，国电投霍林河坑口电厂8000m³热水蓄热罐，国电投阜新电厂6000m³热水蓄热罐等。在小规模供热系统中容积500m³以下的热水蓄热罐也得到较多的应用。此外，一些分布式能源系统建设了供热供冷兼用的热水蓄热罐或水池。

多元化的能源结构在对外部环境响应、供热运行规律、运行成本和碳排放等方面的差异与运行中相互冲突，为蓄热技术发挥动态制衡优势提供了丰富的情境。

**1.0.2**参考现行国家标准《太阳能供热采暖工程技术标准》GB 50495-2019第2.0.5条，短期蓄热是指以储存数小时或数天热量的蓄热模式，对应地，放热时间也为数小时或数天。

2 术语

**2.0.10**理论上，当出口与进口热水温度相等时，热水蓄热设备达到终止蓄热状态。但是，考虑在蓄热过程中高温水和低温水掺混，按照进、出口热水温度相等来规定终止蓄热状态，将排出较多接近供水温度的热水，损失较多可利用的热量。因此，当出口热水温度接近进口热水温度时，即进口与出口热水温度的差值不超过允许值时，认为达到终止蓄热状态。

允许值的大小主要考虑热水蓄热设备的设计供回水温度和对斜温层的规定，按本规程第5.1.14条的规定计算斜温层温差作为允许值。

**2.0.21**对于自然分层式热水蓄热设备，布水器是控制斜温层厚度的重要结构，一般分为上布水器及下布水器。

3 基本规定

**3.0.1**

**1**供热热源以电力为能源时，如热泵和电锅炉，在电价低谷时段启动热源，将热源生产的热水储存在热水蓄热设备中；在电价高峰时段关闭热源，热水蓄热设备释放热量供热，从而节约电价高峰时段的用电量和运行费用。从宏观上，该系统对电网起到移峰填谷的作用，有益于电网的运行安全和经济性。

**2**我国北方地区热电联产是集中供热的主要热源，但是热电机组的发电和供热能力耦合，为保证冬季供热，热电机组的电力调节受到制约。利用热水蓄热系统实现热电解耦，即是在热电机组出力较高、对外供热有富裕时，利用热水蓄热设备储存热量，而在热电机组出力不足时释放热量。热水蓄热系统在保障冬季供热的同时，可扩大热电机组的调节范围，有条件参与电力深度调峰。

**3**热负荷周期波动较大，可利用热水蓄热技术迁移不同时段的热负荷，实现热量的削峰填谷。利用热水蓄热系统承担峰值热负荷，可降低调峰热源的运行成本。

**4**可再生能源供热，如太阳能供热受制于气象条件，污水源热泵供热受制于污水流量，而工业余热供热受制于工艺和产量，供热的稳定性和可靠性不高。热水蓄热系统通过迁移热源生产的热量，弥补热源出力不足和间歇性，提高供热质量，并提升可再生能源和余热资源的利用率。

**5**利用热水蓄热系统迁移热负荷，提高热源满负荷运行时长，减少或避免非满负荷运行工况，可提升系统能效，带来可观的经济效益。

**6**利用热水蓄热系统在热源出力富裕时储存热量，可作为备用热源使用。热水蓄热系统造价较小，可节省初投资。

**7**除第1~6款所列有利于设置热水蓄热系统的条件以外，热水蓄热系统在各类应用场景中都或多或少的具有一定技术优势，以及经济和环境效益。条件许可时，应尽可能考虑在区域供热中设置热水蓄热系统的方案，通过技术经济分析论证其可行性。

4 设计

4.1选址

**4.1.2**选址是热水蓄热设备和站房规划建设的第一步。选址与众多因素有关，主要遵循三条原则：一是满足工艺需要的原则；二是必须贯彻节约用地的原则，三是从经济角度考虑的经济合理原则。

**2**~**3**可考虑集中式和分布式的布局形式，技术经济分析时根据水力计算结果确定输配运行费用。

**4**~**6**综合考虑工程地质条件、水文地质条件，要利于自然通风、采光和防潮，要有完善的供电、给排水、通信和交通运输条件，便于热水蓄热设备和站房的建设。

**8**“珍惜和合理利用每寸土地，切实保护耕地”是我国的一项长期基本国策。减小占地面积，对降低工程造价、节省投资有很大作用。

**10**当发生热水蓄热设备内热水大量外泄的事故时，可能对周边处于低洼区域的有人员活动的低洼建筑，尤其是地下室产生危害。因此，选址要避免或采取必要措施消除此类潜在危害。

**4.1.3**为保护财产和人民群众的生命安全，提出本条。在某一建（构）筑物发生火灾时，为了减少对相邻建（构）筑物的危害，根据不同建（构）筑物火灾危险性等级，要求建（构）筑物之间满足一定的间距（防火间距）。

4.2热水蓄热系统

**4.2.1**与承压热水蓄热设备相比，常压热水蓄热设备的投资低，安全性较高。

**4.2.2** 图4.2.2-1中，蓄热和放热过程中应通过水泵和调节阀共同控制使得高温水和低温水的流量一致，以保证常压热水蓄热设备内的液位维持在允许范围内。

图4.2.2-2利用常压热水蓄热设备为供热系统定压，常压热水蓄热设备内的液位高度要满足供热系统定压的要求，常压热水蓄热设备设计时还要考虑液面上方留有足够的供热系统热水膨胀空间。该系统利用热源循环水泵2和供热管网循环水泵3的配合来改变热水蓄热设备4在供热系统供水管道和回水管道连接处的压差，从而控制热水蓄热设备的蓄热和放热。应注意的是，该系统只能有一个为供热系统定压的常压热水蓄热设备，系统中的其他常压热水蓄热设备不能为供热系统定压。

图4.2.2-1~图4.2.2-4中蓄热水泵、放热水泵和调节阀的设置供参考，设计时根据供热系统的压力分布、热水蓄热设备与供热系统连接点来合理设置。如图4.2.2-1所示的系统形式，放热过程由放热水泵5和放热调节阀6共同实现，其前提是热水蓄热设备低温水管道与供热系统回水管连接点的压力高于热水蓄热设备内的水柱高度，以及低温水管道内的流动阻力。

**4.2.3**当有其他条件限制时，热水蓄热系统的温度或压力与热源或供热管网难以匹配，可根据具体情况合理采用间接连接形式。

**4.2.4**当供热系统设计供水温度高于当地大气压对应的饱和水温时，如采用常压热水蓄热设备，则常压热水蓄热设备的设计温度低于供热系统设计供水温度。在蓄热工况下，由混水管路将供热系统的回水与供水混合将供水温度降低至常压热水蓄热设备的设计温度；在放热工况下，在常压热水蓄热设备后设置如图4.2.2-1中的补热设备8来提高供水温度，以满足供热系统的要求。

**4.2.5**热水蓄热设备的设计蓄热温差，相同容积下蓄热量越大。考虑到利用可再生能源或新能源供热的小型系统，如污水源热泵和空气源热泵供热系统，设计供水温度一般为50℃左右，回水温度一般为40℃左右，热水蓄热设备的设计蓄热温差较小，经技术经济分析可行即可。

4.3蓄热计算

**4.3.2**根据全年或供暖期的运行模拟结果，能更准确的计算经济指标，优化热水蓄热系统的设计蓄热量。但是，按设计蓄热-放热周期规定的最不利工况计算可很大程度降低计算复杂度、节约时间，仍然是工程计算的常用方法。

**4.3.3**供暖热负荷具有较明显的日波动规律，设计蓄热-放热周期一般取24h。有条件时，建议根据热水蓄热系统的设计目标、热负荷的特点和热源的特点等因素经过技术经济比较确定。

**4.3.4**设计蓄热-放热周期内的逐时热负荷一般按设计热负荷的稳态方法计算。首先根据计算系统的设计热负荷，再根据供暖室外逐时计算温度按室内外温差的比例按下式计算逐时热负荷。

  (1)

式中：*Qu,i*——第*i*小时的热负荷（kW）；

*Q'u*——设计热负荷（kW）；

*tn*——供暖室内设计温度（℃）；

*tw,i*——供暖室外第*i*小时计算温度（℃），按行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018附录A执行；

*t'w*——供暖室外计算温度（℃）。

当供热区域内的建筑物数量较少时，也可采用动态负荷模拟计算软件进行计算，并计入供热管网的热损失。

**4.3.5**对既有供热系统，热负荷数据的主要来源包括：

**1**既有供热监测与控制系统的历史记录；

**2**在与设计气象数据相近的条件下进行测试得到的数据；

**3**根据非设计气象条件下的测试数据建立数学模型，计算设计气象条件下的热负荷。

**4.3.6**当在设计蓄热-放热周期内，可以根据设计目标要求或者经验规定热水蓄热系统和热源运行模式时，按本条的规定计算蓄热量。如以利用低价谷电为设计目标时，热源的运行模式常分为谷电运行和谷平电运行。根据国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015第4.2.2条规定，当以电锅炉作为公共建筑供暖热源时，仅可采用谷电运行模式。

**1**运行模式是蓄热量和热源供热能力设计的重要因素之一。以利用低价谷电为设计目标的热水蓄热系统为例，谷电运行模式中，热源仅在谷电时段开启，同时向热用户供热和蓄热设备蓄热；平电和峰电时段由蓄热设备向热用户供热。谷平电运行模式中，热源在平电时段也运行，并可根据需要设定其在平电时段仅向热用户供热，或同时向热用户供热和蓄热设备蓄热。谷电运行模式下，设计蓄热量大，并要求热源具有较大的供热能力，初投资高，但是运行费用较低；谷平电运行模式下，设计蓄热量和热源供热能力较小，初投资低，但是运行费用较高。

**4**一般以蓄热时段的起始时刻作为设计蓄热、放热周期的计算初始时刻。

**5**热源供热时，按满负荷运行考虑。

**6**当设计蓄热、放热周期内有多个蓄热时段时，计算初始时刻选取不当可能出现某小时蓄热量小于0的情况。只需将计算初始时刻调整为其他蓄热时段起始时刻，即可得到合理的结果。

**4.3.7**热电机组形式多样，热电解耦的做法也不尽一致。本条仅规定以汽轮机抽汽供热的热电机组在参与电力深度调峰时，由于降低负荷导致供热能力不足，而通过热水蓄热系统进行热电解耦的情景。

**1**热电解耦是提升热电机组灵活性，参与电力深度调峰的重要手段。以热电解耦为设计目标的热水蓄热系统应以电网对热电机组的调度要求来确定设计蓄热-放热周期。

**2**设计蓄热-放热周期内，蓄热期是热电机组的高负荷运行时段，热电机组的供热能力最大，同时向热用户供热和热水蓄热设备蓄热；放热期是热电机组参与电力调峰的时期，热电机组的供热能力最小，此时蓄热设备放热以弥补热电机组的供热不足量，必要时还要开启调峰热源。

**4.3.9**

**1**蓄热时，第*i*小时向热水蓄热设备内储存的热量不超过设计蓄热量与上一时刻蓄热量的差值。

**2**放热时，第*i*小时从热水蓄热设备放出的热量不超过热水蓄热设备上一时刻的蓄热量。

4.4电气系统

**4.4.1**对于规模较大的热水蓄热系统，如中断热水蓄热系统供电，可能导致经济上的较大损失，并影响较重要供热单位的正常工作，根据现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052-2009第3.0.1条的规定，其电力负荷分级不应低于二级。但是，考虑中小规模的热水蓄热系统，停止运行导致的经济损失较小，可采用三级负荷。

**4.4.2**当系统中有高压电气设备时，分别设置高压配电室和低压配电室。

**4.4.4**电击防护符合现行国家标准《低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护》GB/T 16895.21的有关规定，电击防护的基本原则是对于危险带电部分必须是不能触及的，而可触及的可导电部分在正常情况下或在单一故障情况下必须是不带危险电位的。

**4.4.5**

**2**考虑大容量立式圆筒形热水蓄热罐的高度较高，且罐体外表面设置非金属保温层，参照《建筑物防雷设计规范》GB 50057中关于高度在15米以上的烟囱、水塔的防雷分类要求确定热水蓄热罐的防雷分类。

**3**考虑热水蓄热设备材质宜为碳钢，常压热水蓄热设备内液面上的气体非可燃和易爆气体，参考《石油化工企业设计防火规范》GB 50160的有关规定，对顶板厚度不小于4mm的热水蓄热设备不必另外设置避雷针或避雷线，而是利用顶部本体金属结构作为接闪器。由于热水蓄热设备顶部可能布置仪表、传感器、呼吸阀等用电设备，按第4款的要求接地。

**4.4.6**为保证电气系统和设备在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中其他设备构成不能承受的电磁骚扰，要采取措施提高电磁兼容性水平，如为防电磁干扰，配电线路与自动控制系统信息传输线路应分开敷设，当受条件限制而平行贴近敷设时采取屏蔽措施等。若设备产生的谐波值超过规定限值时，在谐波源设备处采取措施，如设置有源或无源滤波器等。

4.5监测与控制系统

**4.5.5**

**1**热水蓄热设备内高温水和低温水的隔离方法不同，因此规定监测主要流动方向的热水温度。如立式圆筒形热水蓄热罐，监测沿罐体高度方向的热水温度。

**2**参考行业标准《供冷供热用蓄能设备技术条件》JG/T 299-2010第4.1.9条的规定。温度测点间距的大小是以判断斜温层厚度和位置为依据的。但是按斜温层厚度较小，为了判断厚度而布置的温度测点过多。一般工程上以能判断斜温层的大致位置为目的布置温度测点，间距大于斜温层厚度。

**4**液位是热水蓄热设备安全判断的重要参数，为保障液位监测的准确性以及相应的液位控制系统、安全联锁保护的可靠执行，规定本款。

**4.5.10**

**1**当供热系统停止运行后，压力保护系统要及时切断热水蓄热系统与供热系统的连接管路，以保障热水蓄热设备的压力不受到供热系统静态压力工况的影响。

5 设备

5.1热水蓄热设备

**5.1.2**热水蓄热设备的常用形式有方形蓄热水箱（水槽）、卧式圆筒形热水蓄热罐和立式圆筒形热水蓄热罐。其中立式圆筒形热水蓄热罐节约占地面积，且高、低温水的掺混程度易于控制。

**5.1.5**参考国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341-2014第9.7.2条的规定，罐顶通气孔有效通风面积不应小于300cm2，计算得到通气孔直径不应小于DN200。防护装置包括防雨雪罩和耐腐蚀的钢丝网。

**5.1.6**最低保护压力的设置与稳压系统相关。当热水蓄热设备内压力降低时，首先由稳压系统补充压力不足量；当稳压系统能力不足时，开启呼吸阀吸气，以保证设备内顶部压力高于设计负压。

**5.1.7**

**1**当热水蓄热系统站房设置在生产蒸汽的热源内时，宜采用蒸汽稳压系统，将调节装置调整参数后的蒸汽通过管道接入常压热水蓄热设备顶部。当无蒸汽热源时，亦可在热水蓄热设备顶部设置电加热器生产蒸汽。氮气稳压系统一般由配置制氮机、氮气工艺罐、氮气缓冲罐及氮气管道等组成。

**5.1.12**参考行业标准《供冷供热用蓄能设备技术条件》JG/T 299-2010第4.1.10条的规定。

**5.1.13**热水蓄热设备内高温水和低温水的隔离形式一般采用自然分层法，也可采用多水槽法、隔膜法或折流法。采用自然分层法时，布水器是控制斜温层的核心部件。

建议采用计算机模拟方法优化布水器结构，使高、低温水在流动中形成稳定的、厚度小的斜温层，减小高、低温水的掺混。布水器常见结构有八角形、H形和径向圆盘形等，近些年也出现了一些新型布水器结构。

另外，本规程没有规定布水器的出口流速。美国供热、制冷和空调工程师协会（ASHRAE）编制的《区域供热指南》规定流速不超过0.04m/s；行业标准《供冷供热用蓄能设备技术条件》JG/T 299-2010第A.5条规定流速宜小于0.6m/s；行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018第3.3.13条的条文说明规定流速小于0.3m/s。各参考文献中规定的数值相差较大，且考虑到新型布水器结构层出不穷，不对布水器的出口流速做出规定。

**5.1.14**在本规程第5.1.13条后，本条对自然分层式热水蓄热设备布水器设计应达到的效果提出要求，以斜温层厚度来评价布水器设计优劣。

**2**调研了斜温层温差的取值和斜温层厚度，详见表1。

表1 热水蓄热设备斜温层温差文献调研结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 文献来源 | 蓄热设备尺寸（m） | 研究方法 | 高/低温水温度（℃） | 系数 | 斜温层温差（℃） | 斜温层厚度（m） |
| [1] | 高0.7直径0.35 | 实验 | 50/20 | 0.15 | 4.5 | 0.11-0.17 |
| [2] | 高30直径20 | 模拟 | 97.85/57.85 | 0.15 | 6 | 0.87-1.95 |
| [3] | 高2直径2 | 模拟 | 80/40 | 0.15 | 6 | 0.18-0.26 |
| [4] | 高1直径0.3 | 实验 | 72/22 | 0.05 | 2.5 | 0.37-0.78 |

[1] 赵恒. 常压蓄热水罐布水结构的实验和数值模拟优化研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2023.

[2] Deng Y, Sun D, Niu M, et al. Performance assessment of a novel diffuser for stratified thermal energy storage tanks–The nonequal-diameter radial diffuser[J]. Journal of Energy Storage, 2021, 35: 102276.

[3] 张飞宇. 斜温层蓄热罐结构优化及性能模拟研究[D]. 华北电力大学, 2018.

[4] Wildin M W. Diffuser design for naturally stratified thermal storage[J]. ASHRAE Transactions, 1990, 96(1): 1094-1102.

表1中系数与蓄热温差的乘积即为斜温层温差，取值从2.5℃~6℃不等。国内学者多采用0.15的系数，文献[4]采用了0.05的系数。系数越小，相同温度场分布的情况下斜温层厚度的计算值越大。文献[1]~[3]斜温层厚度基本达到第3款的要求，而文献[4]由于系数过小，斜温层厚度达到了罐体高度的37%以上。因此，取0.15系数，按式(5.1.14)计算斜温层温差，进而确定斜温层厚度。

**3**参考美国供热、制冷和空调工程师协会（ASHRAE）编制的《区域供热指南》，规定斜温层厚度不大于1m。同时考虑高度较小的热水蓄热设备，结合本规程第4.5.5条第2款对温度测点的间距要求，斜温层厚度按上、下布水器出口间距的1/10来限制。

**5.1.15**高径比和高宽比是自然分层式热水蓄热设备的重要设计参数。一方面，减小高径比和高宽比，可以减小相对表面积，降低蓄热设备向周围环境的热损失角度出发；另一方面，增大高径比和高宽比，可以减小斜温层厚度，提高蓄热设备的有效蓄热量。参考美国供热、制冷和空调工程师协会（ASHRAE）编制的《区域供热指南》，一般认为重点考虑通过增大高径比和高宽比来减小斜温层厚度，建议大于1.5。行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018第3.3.13条的条文说明也指出，在条件允许时应尽可能加大高宽比以减弱冷热掺混程度。

5.2水泵

**5.2.4**站房的设备、水泵噪声较高时，对周围居民及机关、学校等有较大干扰。当噪声较高时，选址要注意加大与周围建筑的距离；当条件不允许时，可采取选用低噪声设备、建筑进行隔音处理等办法解决。当站房（泵站）所在场所有隔振要求时，水泵等有振动的设备采用减振基础、与振动设备连接的管道设隔振接头，并且附近的管道支吊点应选用弹簧支吊架等。为避免管道穿墙处管道的振动传给建筑结构墙体或楼板，采取隔振措施，例如管道与墙体间留有空隙，管道与墙体间填充柔性材料。当管道与墙体必须刚性接触时，振源侧的管道加装隔振接头。

5.3防腐与保温

**5.3.1**

**2**除锈等级执行现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》GB/T 8923的有关规定。

**5.3.3**国家标准《太阳能中低温蓄热装置》GB/T 40517-2021第3.9条和第6.3.4条的规定，按静置8h规定的静置热损失率不应大于6%；行业标准《供冷供热用蓄能设备技术条件》JG/T 299-2010第5.4条的规定，24h热损失率应小于6%；行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018第3.4.10条第2款的规定，蓄热装置的热损失不应超过蓄热-释热周期蓄热量的5%，其中根据第2.0.12条的条文说明，蓄热-释热周期一般为1d即24h。考虑日趋严苛的节能要求、价格较低廉的保温材料和大型热水蓄热设备可观的蓄热量，参考上述国家和行业标准中的有关规定，取其中最严格的要求，规定静置热损失率不应超过5%。

6 施工安装

6.1一般规定

**6.1.2**

**2**施工方案和施工组织设计应根据国家环境保护法律法规和工程项目情况，制定保护环境、减少污染和其他环境公害的措施，施工安全管理措施应符合国家法律法规及国家现行有关标准的规定。

6.2设备与管道的安装

**6.2.2**

**1**基础验收要求：基础定位位置、外形尺寸、标高、预留孔洞尺寸及深度满足设计及厂家技术文件要求。在基础干燥程度达到75%以上后进行设备就位安装。基础验收符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202和行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的有关规定，并按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202的有关规定进行基础沉降观测。

**2**设备开箱验收主要包括：设备型号及参数是否与设计相符、外观是否完好、有无漏油、锈蚀等。

7 调试与验收

7.2调试

**7.2.2**

**2**热水蓄热系统在冬季调试时不能影响供热系统的供热质量。当热水蓄热系统在调试中出现问题时，能及时与供热系统紧急切断。因此，调试方案要考虑可能出现的各种风险，并制定与供热系统切断的应急方案。

7.3验收

**7.3.2**

**5**常压热水蓄热设备的满水试验按现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128的规定执行。承压热水蓄热设备的压力试验，包括强度试验和严密性试验按现行国家标准《压力容器 第4部分：制造、检验和验收》GB 150.4的规定执行。

**6**~**7**系统压力试验和清洗按现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28规定执行。