



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

数据中心水蓄冷系统应用技术规程

Technical Specification for the Application of Water Cool Storage System in Data Center

****出版社

目录

1 总则	1
2 术语、符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	4
3 基本规定	5
3.1 基本要求	5
3.2 系统关键性能指标	5
3.3 水蓄冷罐关键指标	6
4 设计	7
4.1 一般规定	7
4.2 系统	7
4.3 水蓄冷罐	8
4.4 管路系统及材料	11
5 安装与调试	12
5.1 一般规定	12
5.2 安装	12
5.3 设备调试	13
5.4 系统调试	14
6 验收与维护	16
6.1 一般规定	16
6.2 验收	16
6.3 维护	18
本规程用词说明	20
引用标准名录	21
附：条文说明	

Contents

1 General Provisions.....	(1)
2 Terms and ymbols.....	(2)
2.1 Terms.....	(2)
2.2 Symbols.....	(4)
3 Basic requirements.....	(5)
3.1 Basic Requirements.....	(5)
3.2 Key Performance Indicators of the System.....	(6)
3.3 Key Indicators of Water Cold Storage Device.....	(6)
4 Design.....	(8)
4.1 General Requirements.....	(8)
4.2 System.....	(9)
4.3 Water Cold Storage Device.....	(9)
4.4 Pipeline System and Materials.....	(13)
5 Installation and Commissioning.....	(14)
5.1 General Requirements.....	(14)
5.2 Installation.....	(14)
5.3 Equipment Commissioning.....	(15)
5.4 System Commissioning.....	(16)
6 Acceptance and Maintenance.....	(18)
6.1 General Requirements.....	(18)
6.2 Acceptance.....	(18)
6.3 Maintenance.....	(20)
Explanation of Wording.....	(22)
List of quoted standards.....	(23)
Addition: Explanation of provisions.....	(24)

1 总则

1.0.1 为规范数据中心水蓄冷系统（以下简称水蓄冷系统）设计、安装与调试、验收和维护，保障数据中心运行，确保系统稳定、技术先进、经济合理、安全适用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建、改建数据中心的水蓄冷系统，并主要针对钢制开式水蓄冷罐及钢制闭式水蓄冷罐，提出相应技术要求

1.0.3 数据中心水蓄冷系统的应用，除执行本规程的规定外，尚应符合国家现行的有关标准的相关规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 数据中心 Data center

数据中心指集中放置电子信息设备的建筑场所，可涵盖多栋建筑或单栋建筑的部分区域，设有主机房、辅助区、支持区和行政管理区

2.1.2 水蓄冷系统 Water storage cooling system

将冷量以显热的形式储存在水中，并在需要时释放出冷量的空调系统。

2.1.3 水蓄冷罐 Water cold storage device

由水蓄冷罐主体及附属阀门、配管、传感器等相关附件组成的蓄存冷量的设备。

2.1.5 蓄冷量 Cold storage capacity

由水蓄冷罐蓄存的、可供使用的冷量。

2.1.6 释冷量 Cold release capacity

由水蓄冷罐可以释放出来供使用的冷量。

2.1.7 蓄冷温度 Cold storage temperature

蓄冷工况时，进入水蓄冷罐的水温度称为蓄冷温度。

2.1.8 释冷温度 Cold release temperature

释冷工况时，水蓄冷罐供冷的水温度称为释冷温度。

2.1.8 有效利用率 The effective utilization rate

在水蓄冷系统中，水蓄冷罐的有效利用率指的是一个周期内实际释冷可利用的冷量与罐体设计最大蓄冷量的比值。

2.1.9 控制策略 Control strategy

控制和设定制冷机、水泵、板换等设备或阀门的运行状态，以实现某种运行模式或控制目标的方法。

2.1.10 不间断供冷 Uninterrupted cooling supply

是数据中心空调系统持续获冷的模式。市电正常时，冷水机组供冷；市电掉电，水蓄冷系统接力供冷。

2.1.11 等温式水蓄冷系统 Isothermal water storage cooling system

蓄冷水温与机房空调水系统水温相同的水蓄冷系统。按蓄冷时水蓄冷罐与机房空调的连接方式分为并联式、串联式。

2.1.12 温差式水蓄冷系统 Temperature difference type water storage cooling system

蓄冷水温度低于机房空调水系统水温的水蓄冷系统。

2.1.13 开式水蓄冷系统 Open type water storage cooling system

在开式水蓄冷系统中，蓄冷罐与大气相通，水在储存和释放冷量的过程中，直接与外界空气接触。

2.1.14 闭式水蓄冷系统 Closed type water storage cooling system

在闭式水蓄冷系统中，蓄冷罐是封闭的，不与大气直接相通。

2.1.15 运行策略 Operation strategy

在系统或设备的运行过程中，为了达到特定的目标和效果，所制定和采用的一系列规划、方法和措施。

2.1.15 系统综合能效 Comprehensive energy efficiency of the system

用于评估整个系统能源利用效率的综合性指标。

2.1.16 能源综合利用率 Comprehensive utilization rate of energy

用于衡量一个系统或设备对多种能源的有效利用程度的指标。

2.1.17 制冷负载系数 Cooling Load Factor

是指在特定时间周期内，制冷系统耗电量与 IT 设备耗电量的比值，简写 CLF。

2.1.18 水蓄冷罐供冷时长 Cooling - supply Duration of Cold storage device

是指蓄冷空调系统中，一个蓄释冷周期（常为一天）内，水蓄冷罐自放冷开始，持续提供满足特定冷负荷要求冷量的时间。

2.2 符号

- V_1 —不间断供冷水蓄冷罐总容积
- V_2 —不间断供冷需要的蓄冷水量
- V_3 —为水蓄冷罐与冷冻水供水管路中保有的冷水量
- V_4 —削峰填谷所需蓄冷水量
- V_5 —A 级机房削峰填谷蓄冷总容积
- V_6 —A 级机房节能调优所需蓄冷水量
- V_7 —A 级机房节能调优蓄冷总容积
- η —水蓄冷罐有效利用率
- Q_1 —不间断供冷蓄冷量，
- Q_2 —削峰填谷蓄冷量
- Q_3 —节能调优蓄冷量
- C —水的定压比热容，一般取 $4.18\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- ρ —蓄冷水密度，一般取 1000kg/m^3
- ΔT —蓄冷进水温度与释冷回水温度间温差
- n —相关冷冻水系统供水各段管路
- r —相关冷冻水系统供水管路各段的半径
- L — 相关冷冻水系统供水管路各段的长度

3 基本规定

3.1 基本要求

3.1.1 水蓄冷系统形式应根据数据中心等级、建筑高度、园区布置情况、室内空间情况、冷冻水与水蓄冷罐连接方式、空调系统形式、水蓄冷功能等多种因素综合确定。

3.1.2 数据中心水蓄冷系统应符合下列规定：

- 1 应符合《数据中心设计规范》GB 50174 中各等级数据中心空调系统技术要求。
- 2 间断供冷用水蓄冷系统的设计、安装、调试、验收、维护，蓄冷时间应满足电子信息设备的运行要求。
- 3 实行峰谷电价的数据中心，技术经济合理时可设置削峰填谷用水蓄冷系统。
- 4 采用水蓄冷系统的数据中心应可实现小负荷供冷模式。

3.1.3 数据中心应为水蓄冷装置预留安装、运输、检修通道。水蓄冷装置安装在地下室时，应设事故排水设施。

3.2 系统关键性能指标

3.2.1 水蓄冷系统用于不间断供冷时关键性能指标为不间断供冷量、不间断供冷时长、蓄冷温度、释冷温度；

- 1 不间断供冷时长应不小于不间断电源设备的供电时间，宜大于等于 15 分钟。
- 2 蓄冷温度、释冷温度宜与系统供回水温度一致。

3.2.2 削峰填谷或节能调优型水蓄冷系统宜选用制冷负载系数、供冷时长、蓄冷温度、释冷温度作为关键性能指标。

1 制冷负载系数、水蓄冷罐供冷时长宜考虑水蓄冷系统设计日工况，根据技术经济情况合理确定。

2 削峰填谷或节能调优型水蓄冷系统，制冷负载系数不大于 0.4，水蓄冷罐供冷时长宜满足日间 2 小时以上需求。

3 运行策略应根据当地峰谷电价时段、负荷变化、经济性因素确定。

4 蓄冷温度、释冷温度应根据末端供回水需求情况、经济性因素综合确定。

3.3 水蓄冷罐关键指标

3.3.1 开式水蓄冷罐关键指标包括：总容积、有效容积、罐体直径、液位高度、高径比、 Fr 、 Re 、有效利用率、蓄冷量、释冷量、阻力、24 小时温升/24 小时冷损失率等。

3.3.2 闭式水蓄冷罐关键参数包括：罐体直径、承压等级、有效利用率、蓄冷量、释冷量、阻力、24 小时温升/24 小时冷损失率等。

3.3.3 水蓄冷罐的各类关键指标应结合数据中心功能需求、抗震烈度、气象条件等确定。

3.3.4 不间断供冷用水蓄冷罐，高径比宜小于 6；削峰填谷用水蓄冷罐高径比宜小于 3；容积大于 5000m^3 的大型开式水蓄冷罐高径比宜取为 0.8-1.5。

3.3.5 水蓄冷罐的布水器的关键指标宜符合以下要求， $Fr < 1$ ， $Re < 2000$ 。

3.3.6 有效利用率宜不小于 85%。

3.3.7 24 小时温升宜小于 0.3°C ，24 小时冷损失率宜小于 5%。

3.3.8 水蓄冷罐的阻力应符合以下要求：

1 开式水蓄冷罐阻力范围 $20\text{Kpa} \sim 30\text{ Kpa}$ ；

2 闭立式水蓄冷罐阻力范围 $20\text{Kpa} \sim 30\text{ Kpa}$ ；

3 闭卧式水蓄冷罐阻力范围 $30\text{Kpa} \sim 50\text{ Kpa}$ 。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 数据中心水蓄冷系统设计除应符合本规程的要求，尚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、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019、《公共建筑节能设计标准》GB50189。

4.1.2 蓄冷装置主体设计根据适用范围应符合现行标准《压力容器》GB150、《容器支座》NB / T47065、《塔式容器》NBT47041、《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB5034、《钢制焊接常压容器》NB / T47003。

4.1.3 水蓄冷管路系统及材料设计选用应符合国家现行标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736。

4.1.4 水蓄冷系统管道保冷层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T8175 中经济厚度和防止表面结露的保冷层厚度方法计算，并应取大值。

4.1.5 管道支架、托架及吊架的设置应符合 GB50243《通风与空调工程施工质量验收规范》、GB50738《通风与空调工程施工规范》、《建筑机电工程抗震设计规范》(GB50981)的相关要求。

4.1.6 数据中心水蓄冷系统的设计，应保证数据中心安全等级的前提下，降低系统初投资，提高系统综合能效和能源综合利用率。

4.1.7 数据中心水蓄冷系统应符合下列规定：

- 1 数据中心水蓄冷系统设备，应在设计工况及部分负荷工况下均能高效运行；
- 2 应结合数据中心机房服务器负荷、系统配置因素，以提高系统安全性、系统效率、降低系统运行能耗、降低运行费用为目标，确定运行策略。
- 3 根据蓄冷形式和蓄冷规模，水蓄冷罐布置应满足安装检修及设备运输要求。并应根据设备荷载对放置部位的结构承载力进行校核。

4.1.8 水蓄冷系统应对制冷站、冷却塔、水蓄冷罐、各类循环水路等的设备及管路进行监控。当被监控设备自带控制单元时宜采用数字通信接口方式。

4.2 系统

4.2.1 数据中心宜采用等温式水蓄冷系统。

- 4.2.2 采用等温式系统的数据中心水蓄冷系统，设计蓄冷温度和蓄释冷温差应按末端空调水系统的供水温度及供回水温差确定。
- 4.2.3 场地条件受限时可采用温差式水蓄冷系统。
- 4.2.4 采用温差式系统的数据中心水蓄冷系统，应设置板式换热器或混水装置进行释冷。
- 4.2.5 采用温差式系统的数据中心水蓄冷系统，设计温差应超过末端空调水系统供回水温差，温差不宜超过 10℃。
- 4.2.6 水蓄冷系统用于削峰填谷供冷时，宜采用开式水蓄冷系统。
- 4.2.7 削峰填谷型水蓄冷系统的设计，应满足数据中心空调系统不同阶段运行工况下负荷需求。
- 4.2.8 蓄冷用冷水机组宜与数据中心制冷系统共用冷水机组。
- 4.2.9 冷水机组应选用高效机组，机组的能效不应低于现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 规定的能效
- 4.2.10 冷水机组的冷却侧，宜设置在线清洗装置。
- 4.2.11 水蓄冷系统的循环水泵能效不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 规定的节能评价值。部分负荷时应采取技术措施，保证满足规范要求的能效。
- 4.2.12 水蓄冷系统宜设置应急补水。

4.3 水蓄冷罐

- 4.3.1 水蓄冷罐宜结合水蓄冷系统形式、使用功能、蓄冷水量、场地条件、成本进行选择。
- 4.3.2 数据中心水蓄冷系统用于不间断供冷时，水蓄冷罐容积应按下列规定确定：
- 1 容积应满足系统不间断供冷水量设计要求，供冷管道中的蓄冷水量可扣除。
 - 2 不间断供冷型水蓄冷罐容积宜按下式计算：

$$V_1 = \frac{V_2 - V_3}{\eta} \quad (\text{式 4.3-1})$$

式中：

V_1 —不间断供冷型水蓄冷罐容积， m^3 ；

η —水蓄冷罐有效利用率，%。

3 不间断供冷需要的供冷水量宜按下式计算：

$$V_2 = \frac{Q_1}{C \times \rho \times \Delta T} \quad (\text{式 4.3-2})$$

式中：

V_2 —不间断供冷需要的供冷水量， m^3 ；

Q_1 —不间断供冷蓄冷量， kJ ；

C —水的定压比热容， $4.18\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ ；

ρ —蓄冷水密度，一般取 1000kg/m^3 ；

ΔT —蓄冷进水温度与释冷回水温度间温差；

4 冷冻水供水管路中保有的冷冻水量：

$$V_3 = \sum_1^n \pi \times r^2 \times L \quad (\text{式 4.3-3})$$

式中：

V_3 —为水蓄冷罐与冷冻水供水管路中保有的冷水量， m^3 ；

n —为相关冷冻水系统供水各段管路；

r —为相关冷冻水系统供水管路各段的半径， m ；

L — 为相关冷冻水系统供水管路各段的长度， m 。

4.3.4 数据中心水蓄冷系统用于削峰填谷时，水蓄冷罐容积应按下列规定确定：

1 采用削峰填谷水蓄冷系统的 A 级数据中心，水蓄冷罐容积除满足削峰填谷水蓄冷量外，还应满足不间断供冷用水蓄冷量。

2 削峰填谷型水蓄冷罐容积宜按下式计算：

$$V_4 = \frac{Q_2}{C \times \rho \times \Delta T} \quad (4.3-1)$$

式中：

V_4 —削峰填谷型水蓄冷罐容积， m^3 ；

Q_2 —削峰填谷蓄冷量， kJ

3 A 级机房削峰填谷型水蓄冷罐容积宜按下式计算：

$$V_5 = \frac{V_2 + V_4 - V_3}{\eta} \quad (4.3-1)$$

式中 V_5 为 A 级机房削峰填谷型水蓄冷罐容积， m^3 ；

4.3.5 数据中心水蓄冷系统用于节能调优时，水蓄冷罐容积应按下列规定确定：

1 设置节能调优型水蓄冷系统的 B、C 级数据中心，水蓄冷罐容积可不预留不间断供冷蓄冷水量；设置节能调优型水蓄冷系统的 A 级数据中心，水蓄冷罐容积应预留不间断供冷蓄冷水量。

2 节能调优型水蓄冷罐容积宜按下式计算：

$$V_6 = \frac{Q_3}{C \times \rho \times \Delta T} \quad (4.3-1)$$

式中：

V_6 —A 级机房节能调优型水蓄冷罐容积， m^3 ；

Q_3 —节能调优蓄冷量，kJ

3 A 级机房节能调优型水蓄冷罐容积宜按下式计算：

$$V_7 = \frac{V_2 + V_6 - V_3}{\eta} \quad (4.3.5-2)$$

式中 V_7 为 A 级机房节能调优型水蓄冷罐容积， m^3 ；

4.3.6 水蓄冷罐应设置绝热措施，寒冷或严寒地区布置在室外的水蓄冷罐，还应采取防冻结措施。

4.3.7 绝热层应符合下列规定：

1 绝热层应满足蓄冷罐表面不出现结露的要求。且应满足水蓄冷罐的 24 小时温升不大于 $0.3^{\circ}C$ 或水蓄冷罐 24 小时冷损失率小于 5%。

2 绝热材料宜选用难燃 B1 级聚氨酯发泡。

3 水蓄冷罐的绝热层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T8175 中经济厚度和防止表面结露的保冷层厚度方法计算，并应取大值。

4 水蓄冷罐设置在室外时，应设置外保护层。

5 水蓄冷罐应做防冷桥处理。

4.3.8 水蓄冷罐材质及防腐应符合下列规定

1 闭式水蓄冷罐主体材料宜选用 Q345R，开式水蓄冷罐主体材料宜选用 Q235B。

2 水蓄冷罐采用碳钢材质时内外应进行除锈防腐处理。内壁宜进行底漆-中间漆-面漆三道防腐，外壁宜进行底漆-面漆二道防腐，单层干膜厚度应不小于 $40 \mu m$ ；

3 水蓄冷罐防腐材料宜采用环氧漆。

4.3.9 水蓄冷罐应置布水器，布水器设计按下列要求设计：

- 1 有效利用率、阻力、Fr 准则数、Re 准则数性能指标应符合条款 3.3.3 的相关要求。
- 2 布水器宜采用组合布水技术。
- 3 水蓄冷罐的布水器性能宜采用专业的仿真软件模拟，保证蓄冷罐内自然分层效果。

4.3.10 水蓄冷罐宜配置就地显示装置，就地显示装置应符合以下要求：

- 1 就地显示装置显示内容为各温度传感器温度值、开式水蓄冷罐的液位数值、闭式水蓄冷罐的压力数值。
- 2 水蓄冷罐应设置测温系统，温度传感器宜选用可在线维修及更换的安装方式，测温点间距宜控制在 500mm~1000mm。信号传输线路应采用屏蔽线缆，采用保护层外线槽布线。
- 3 开式水蓄冷罐应设置液位传感器，闭式水蓄冷罐应设置压力传感器，且采用可在线维修及更换的安装方式。
- 4 水蓄冷罐就地显示装置，应为群控系统预留信号采集接口。

4.3.11 闭式水蓄冷罐应设置检修人孔、自动排气阀，泄水阀；开式水蓄冷罐应设置顶部检修人孔、底部检修人孔、泄水阀。顶部检修人孔上方净空应不小于 0.8m。

4.3.12 闭式水蓄冷罐主体，应根据直径、承压等级、风雪荷载进行封头设计、筒体设计、支座选择与设计、风雪荷载作用及地震作用设计，应满足系统承压、材料强度的要求。

4.3.13 开式水蓄冷罐主体，应对罐壁、罐底及罐顶分别进行设计。应根据罐体直径、液位高度、风雪荷载、不同的高径比，在设防地震烈度下，进行抗震验算设防地震及锚栓设计。抗震验算必须满足规范要求合格标准，抗震验算不合格则须重新调整罐壁及罐体设计后，再进行抗震验算。

4.3.14 水蓄冷罐主体宜采用专业的软件进行结构模拟，满足相应抗震烈度下的变形量不大于 1%的要求，保证蓄冷罐设备安全。

4.3.15 水蓄冷罐宜针对蓄冷罐不同的支承形式，设置不同的基础形式及预埋件形式。基础形式宜采用平板基础。

4.4 管路系统及材料

4.4.1 水蓄冷罐的进出口宜设置软连接；

4.4.2 水蓄冷罐的进出口应设置手动检修阀门，宜设置电动阀门。

5 安装与调试

5.1 一般规定

5.1.1 水蓄冷系统安装前应有施工图纸、技术文件、施工组织设计和施工方案，并完成技术交底。

5.1.2 水蓄冷罐生产厂家应满足资质要求。

5.1.3 进场设备、材料对应的产品合格证、技术文件等资料应齐全，标志应清晰，外观检查应合格，抽样检测结果应合格。

5.1.4 水蓄冷系统调试与检测应在设备、管道、绝热、配套电气施工全部完成，且设备单机试运转完成后进行。

5.1.5 水蓄冷系统的联合调试宜在最冷(热)月或与设计室外参数相近的条件下进行。冬季进行调试时，系统应有防冻措施。

5.1.6 系统调试完成后应形成书面报告。

5.2 安装

5.2.1 水蓄冷系统设备安装前准备工作应符合下列规定：

1 设备安装前应进行设备基础及预埋件验收，验收内容包括设备承重及表面平整度等；

2 设备到场后，施工单位应组织建设单位、监理单位及生产厂家进行联合设备开箱验收，并填写验收记录；

3 设备临时存放应采取防潮、防磕碰等措施；冷水机组不应在高温、低温环境下长时间存放；

4 安装人员应按图纸核对预留孔洞及预埋件标高与位置、设备基础等；

5 设备安装应符合说明书及安装手册要求。

5.2.2 水蓄冷系统安装过程中除应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《通风与空调工程施工规范》50738 的要求。在重大设备运输及吊装时，还应制定专项方案并采取防护措施；

5.2.3 水蓄冷罐的安装应符合下列规定：

1 水蓄冷罐安装前应进行设备基础及预埋件验收，验收内容包括设备承重，基础倾斜

度、表面平整度。

2 工厂加工完成的水蓄冷罐，整体运输至现场，应制定专项吊装方案，进行现场吊装就位安装。

3 现场组装类水蓄冷罐，应制定现场组装专项施工规范，进行现场组合安装。

4 布水器的外观与安装应符合产品设计要求。上下布水器应对称安装，上下布水器对正率不低于 98%。布水器安装稳固且位置正确，上布水器须浸入液面。

6 水蓄冷罐内部管道应合理安置管道支架。

7 闭式水蓄冷罐温度传感器应垂直安装，插入深度应不小于 200mm；开式蓄冷罐测温电缆，应采用顶板开孔垂直安装的方式。

8 闭式水蓄冷罐压力传感器及开式水蓄冷罐液位传感器，应安装在罐体底部，寒冷地区应缠绕电伴热。

9 闭式水蓄冷罐制造完工且无损检测合格后，应进行耐压试验。试验压力和强度校核按《压力容器》GB150.1 的规定执行。合格标准应满足试验过程中，容器无渗漏，无可见的变形和异常声响。

10 开式水蓄冷罐建造完成且无损检测合格后，应进行充水实验，充水实验按《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB50128 相关规定执行。合格标准应满足试验过程中，容器无渗漏，无异常变形。

5.5.3 管道支托架应焊接平整，固定牢固。支架焊接完毕后，应做防腐处理。支架、托架、吊架之间的距离应满足设计要求，当设计无要求时，应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 的相关要求。

5.3 设备调试

5.3.1 水蓄冷系统设备调试应符合下列要求：

1 设计负荷下，冷源主机、水泵、冷却塔、末端空调应连续正常工作，各项指标达到设计的要求；

2 各控制部件、监控显示设备显示正常；

3 有辅助电加热的系统，漏电保护开关正常；

4 电压、水压符合设计要求；

- 5 电气装置接线正确，接地良好；
- 6 各类阀门的安装位置、安装方向正确，开启正常、动作到位、密封严密；
- 7 蓄冷罐应已完成闭水或严密性试验：蓄冷罐已充水完成，且传感器应已调试完成且性能正常，并应完成其与自控系统的连接。

5.3.2 控制系统设备单体调试应符合下列要求：

- 1 设备的外观和安装应符合设计要求，并完成可靠性测试；
- 2 控制系统的传感器工作正常并已完成校对；
- 3 控制器、输入输出组件和监控点元件的硬件、接线位置应与软件的地址、型号、状态一致，完成控制程序编写并下载到控制器中；
- 4 应使用计算机或现场测试仪器，对控制器和现场控制设备以手动控制方式，按设计要求测试模拟量、数字量的输入输出，并作记录；
- 5 现场网络通信系统应稳定可靠。

5.3.3 当水蓄冷系统首次启动循环前，应符合下列要求：

- 1 水蓄冷系统各管路已按设计要求充满循环介质；
- 2 冷热源主机应已完成水蓄冷工况参数设定；
- 3 水蓄冷空调系统应有足够的负荷消耗蓄冷罐内所有蓄冷量；

5.4 系统调试

5.4.1 水蓄冷系统安装完毕投入使用前，应按设计要求进行系统调试。

5.4.2 系统调试正常后，应对系统做不少于 3 天的连续试运行观察，观察各设备是否运行正常、各系统的联动协调是否正常，并记录系统的蓄冷量、释冷量、流量、温度指标。

5.4.3 控制系统调试前应符合下列规定：

- 1 系统设备已安装完毕，线路敷设和接线应符合设计要求；
- 2 系统的受控设备、子系统单体及自身系统的调试已结束设备或子系统的测试数据应符合设计和工艺要求；
- 3 系统的调试环境和工业卫生条件应符合设备技术文件要求。

5.4.4 控制系统调试后应符合下列规定：

- 1 应具备与其他子系统通信能力；
- 2 对蓄能系统内各类设备控制应安全、可靠；

- 3 应具备实时采集、记录并应保存设备、关键点运行数据的能力，并应方便导出；
- 4 应有历史记录存储容量和保存时间，应满足趋势分析要求；
- 5 应具备故障诊断和报警功能；
- 6 应具有扩展性和上下兼容性，在系统升级或有新设备接入后，可集成到控制系统中。

6 验收与维护

6.1 一般规定

6.1.1 工程验收应按照《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的要求执行。

6.1.2 电气工程和自控工程调试和验收除应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303,《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254、《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575、《自动化仪表工程施工质量验收规范》GB 50131、和《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601 的有关规定。

6.2 验收

6.2.1 水蓄冷系统竣工验收前,应完成联合试运转及调试。

6.2.2 水蓄冷系统由建设单位组织设计单位、施工单位、监理单位对该项目进行联合验收,验收合格后应办理竣工验收手续。

6.2.3 水蓄冷系统竣工验收时,各设备及系统应完成调试并可正常运行。

6.2.4 工程质量的验收应按分项、分部及单位工程三级进行,当工程不划分分部工程时,可按分项、单位工程两级进行验收。

6.2.5 蓄冷-释冷周期的工况检测和验收应包括下列内容:

- 1 冷源主机、蓄冷罐、水泵、阀门的运行状态;
- 2 空调供回水温度、流量及压力;
- 3 冷源主机、水泵等设备的耗电量、变频水泵运行频率。

6.2.6 水蓄冷罐的验收应符合下列要求:

- 1 罐体表面应平整、光滑,无明显的凹凸、划痕、裂缝和锈蚀等缺陷;涂层应均匀、完整,无剥落、起泡和颜色不均的现象。
- 2 罐体的结构应稳固,无变形、倾斜和松动现象,各连接部位,如法兰、焊缝,应密封良好,无泄漏。
- 3 罐体的直径、高度等主要尺寸,各类管口的管径、位置和数量应符合设计要求。
- 4 保温保护层厚度应符合设计要求,保护层外观应平整美观。
- 5 罐体应按相应规范要求水压试验或气压试验。

6 就地显示装置，应可实时采集并显示各类传感器数值，相关数值能满足精度要求，并已预留采集接口。

6.2.7 冷水机组供冷工况验收应符合下列要求：

1 系统连续运行正常、平稳，水泵压力及电流无大幅波动，系统运行噪声符合设计要求；

2 各水系统压力、温度、流量符合设计要求；

3 当多台冷水机组及冷却塔并联运行时，各机组及冷却塔的水流量与设计流量的偏差不大于 10%。

6.2.8 冷水机组蓄冷及蓄冷罐单独供冷工况验收应符合下列要求：

1 系统冷冻水的流量、压力、温度符合设计要求；

2 系统实际蓄冷量和释冷量符合设计要求；

3 系统的蓄冷速率和释冷速率符合设计要求；

4 系统在蓄冷、释冷过程中运行应正常、平稳，水泵压力及电流应无大幅波动，系统运行噪声符合设计要求。

6.2.9 水蓄冷系统联合运行工况验收应符合下列规定：

1 单体设备及主要部件联动应符合设计要求，动作应协调、正确，无异常；

2 各运行模式下系统运行应正常、平稳，运行参数应满足设计要求；各运行模式转换时动作应灵敏、正确；

3 系统运行过程中管路应无泄漏及产生凝结水等现象；

4 系统各保护动作反应应灵敏、动作应可靠；

5 各自控计量、检测元件及执行机构应工作正常，对系统各项参数的反馈及动作应正确、及时。

6.2.10 工程验收合格后，施工单位应将验收资料整理成册，验收资料至少应包括以下内容：

1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；

2 主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证明质量证明文件

3 设备、管道系统安装及检验、试验记录；

4 分项或子分项工程质量验收记录；

- 5 设备单机试运转记录;
- 6 设备单机试运转记录;
- 7 系统无负荷联合试运转与调试记录;
- 8 其他有关水蓄冷系统安装过程中的现场检验记录。

6.2.11 水蓄冷系统未经验收或验收不合格者,不得使用。

6.2.12 工程竣工验收后,保修期不应少于 24 个月。

6.3 维护

6.3.1 水蓄冷系统维护应符合下列要求

- 1 水蓄冷系统应经过调试验收后投入运行。
- 2 水蓄冷系统应有运行管理、检查检测、维护保养的操作规程及日常运行记录文件。
- 3 运行维护人员应经培训、考核合格,并应按规定取得相应级别的操作证后持证上岗。运行操作应符合技术文件以及设计文件的规定。

4 系统运行策略应根据冷负荷特点、系统特性及电力供应状况等因素制定相应的操作标准。

5 水蓄冷系统的主要设备应定期进行维护保养。

6 各类水输送系统每年应进行检查和维修。

6.3.2 蓄冷罐的维护内容应符合下列规定:

- 1 检查蓄冷罐应无渗水现象;
- 2 罐底及预埋件应不被腐蚀;
- 2 水蓄冷外绝热层及金属保护层应不破损;
- 4 蓄冷罐的相关仪器的运行温度要保持在规定温度下,并周期性进行校准。

6.3.3 水泵的运行与维护应符合下列规定:

- 1 水泵及电机应固定良好,电机不能有过高的温升,轴封处、管接头均应无漏水现象,并应无异常噪声、振动、松动和异味,压力表指示应正常且稳定,无剧烈抖动;
- 2 当发现漏水时,应压紧或更换油封;
- 3 每年应对水泵进行一次解体检修,内容包括清洗和检查。
- 4 每年应对没有进行保温处理的水泵泵体表面进行一次除锈刷漆作业。

6.3.4 管道的日常运行与维护应符合下列规定:

- 1 管道保温层和表面防潮层不应破损或脱落;

2 管道内应没有空气，防止热水因气堵而无法输送至各配水点；

3 系统管道应保持通畅。

6.3.5 阀门的日常运行与维护保养应符合下列规定：

1 被动动作的阀门应定期转动手轮或者手柄，防止阀门生锈咬死；

2 自动动作的阀门应经常检查，确保其正常工作；

3 电力驱动的阀门，除阀体的维护保养外，还应特别加强对电控元器件和线路的维护保养。

6.3.6 管路系统的支撑构件，包括支吊架和管等运行中出现断裂、变形、松动、脱落和锈蚀应采取更换、补加、重新加固、补刷油漆等相应的措施。

6.3.7 控制系统的运行与维护应符合下列规定：

1 控制系统中的仪表指示应正确，其误差应控制在规范规定范围内；

2 控制系统执行元件的运行应正常；

3 控制系统的供电电源应合适；

4 控制系统应正确输入设定值。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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

- 《数据中心设计规范》（GB50174-2017）
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）
- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736-2012）
- 《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》（GB50341-2014）
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》（GB50264-2013）
- 《工业设备及管道绝热工程施工规范》（GB50126-2008）
- 《压力容器》（GB/T150.1～GB150.4-2024）
- 《石油化工钢制设备抗震设计标准》（GB/T50761-2018）
- 《蓄冷系统性能测试方法》（GB/T26194-2010）
- 《数据中心基础设施运行维护标准》（GB/T51314-2018）
- 《蓄冷空调系统的测试和评价方法》（GB/T 19412-2003）
- 《制冷系统绩效评价与计算测试方法 第1部分：蓄能空调系统》（GB/T 37227.1-2018）
- 《蓄冷系统用蓄冰槽 型式与基本参数》（GB/T 25859-2010）
- 《通信局（站）用相变蓄能设备》（YD/T 3033-2016）
- 《供冷供热用蓄能设备技术条件》（JG/T 299-2010）
- 《蓄冷设备的性能标定》（SB/T 10343-2012）
- 《蓄能空调工程技术标准》（JGJ158-2018）
- 《电蓄冷（热）和热泵系统现场测试规范》（DL/T 359-2010）
- 《绿色数据中心空调设计》（北京：中国建筑工业出版社 2015.062）

中国工程建设标准化协会标准

数据中心水蓄冷系统应用技术规程

Technical Specification for the Application of Water Cool Storage System in Data Center

条文说明

****出版社

1 总则

1.0.2 水蓄冷系统的蓄冷装置主要为钢制水蓄冷罐与砼结构蓄冷水槽。砼结构蓄冷水槽的长期运行应用仍存在技术难点，水蓄冷装置当前市场上主流采用钢制水蓄冷罐。

3 基本规定

3.1.2 数据中心水蓄冷系统应符合下列规定：

1 C 级数据中心可设置水蓄冷系统，当供电系统或需要维护时，可以中断电子信息设备的运行；设置削峰填谷或节能调优型水蓄冷系统，水蓄冷罐容积可不考虑数据中心不间断供冷蓄冷水量。

2 B 级数据中心宜设置水蓄冷系统，空调水系统设施应设置冗余，在设备冗余能力范围内，设备故障不会影响电子信息设备的正常运行；设置削峰填谷或节能调优型水蓄冷系统蓄冷罐装置，宜考虑数据中心不间断供冷蓄冷水量。

3. A 级数据中心应设置水蓄冷系统，空调水系统设施应设置冗余，任一组件故障或维护时，不应影响电子信息设备的正常运行；设置削峰填谷或节能调优型水蓄冷系统，水蓄冷罐容积必须考虑数据中心不间断供冷蓄冷水量；削峰填谷、节能调优等运行模式，水蓄冷罐应预留足够的间断供冷水量，且水蓄冷罐供应冷冻水的时间，不应小于不间断电源设备的供电时间。

3.1.3 预留通道及事故排水，水蓄冷装置体积较大，安装、检修和设备更换时需要足够的空间和通道，预留合理的通道尺寸能降低施工和维护难度。当安装在地下室时，若发生漏水等事故，事故排水设施可快速排出积水，避免对地下室结构和其他设备造成损坏，保障数据中心的安全运行。

3.2.1 不间断供冷量直接决定了系统在市电中断时的冷量供应能力，需与数据中心的瞬时冷负荷相匹配；不间断供冷时长不小于不间断电源供电时间，是为了确保在备用电源支撑期间冷量不中断，15 分钟的推荐值是基于多数数据中心备用电源切换和恢复的实际情况制定的；蓄冷温度和释冷温度与系统一致，可减少换热损失，保证供冷效果稳定。

3.2.2 制冷负载系数，体现了数据中心能效的情况，不大于 0.4 的要求是为了避免设备在低负荷下低效运行，提高能源利用效率；供冷时长满足日间 2 小时以上，能有效覆盖

用电高峰时段，充分发挥削峰填谷的作用，降低高峰时段的电费支出；运行策略结合峰谷电价等因素，可最大化系统的经济性收益。

3.3.5 布水器 Fr 、 Re 指标： Fr 准则数反映惯性力与重力的比值， Re 准则数反映流体的流动状态，两者均在合理范围内，可保证布水均匀，避免罐内冷水与温水过度混合，维持良好的自然分层，提高蓄冷罐的有效利用率，这是确保水蓄冷系统高效运行的关键设计参数。

3.3.6 有效利用率，需要综合考虑水蓄冷罐内水的混合、斜温层、体积利用率等影响因素。有效利用率是衡量蓄冷罐实际使用效率的重要指标，85% 的要求是综合考虑了罐内水流混合、温度分层、死水区等因素后确定的。提高有效利用率可在相同蓄冷量需求下减小罐的容积，降低初投资和占地面积，对系统的经济性有重要影响。

3.3.7 24 小时温升 / 冷损失率：这两个指标反映了蓄冷罐的保温性能和冷量保持能力。24 小时温升小于 0.3°C 且冷损失率小于 5%，能保证蓄冷量在储存期间不会过度衰减，确保在需要释冷时能提供足够的冷量，满足设计供冷要求，是评价蓄冷罐保温设计优劣的重要依据。

4 设计

4.2.1 设计的目标是在保证数据中心安全等级的前提下，降低初投资需合理选择系统形式、设备规格和材料；提高系统综合能效和能源综合利用率则需优化系统设计和运行策略，减少能量损失，使系统在全生命周期内的经济性和环保性达到平衡。

4.2.6 削峰填谷型水蓄冷系统，所需水蓄冷罐体积大，闭式水蓄冷罐造价高，经济性差，推荐采用开式水蓄冷罐。

4.2.8 共用冷水机组，蓄冷用冷水机组与数据中心制冷系统共用，可减少设备重复配置，降低初投资。同时，能提高冷水机组的运行负荷率，避免设备闲置，在蓄冷和正常供冷模式下灵活切换，提高设备的综合利用效率。

4.2.10 在冷水机组冷却侧长期运行易结垢、滋生微生物，影响换热效率。在线清洗装置可在机组运行过程中进行清洗，无需停机，保证冷却侧的换热效果，维持机组的高效运行，延长设备使用寿命。

4.3.6 绝热措施能减少蓄冷罐与外界环境的热量交换，降低冷损失，保证蓄冷效果；在寒

冷或严寒地区，室外的水蓄冷罐若不采取防冻结措施，可能导致易冻部位水结冰膨胀，损坏结构，因此需根据当地气候条件制定有效的防冻方案。

4.3.8 罐体材质及防腐，Q345R 钢材强度较高，适合闭式水蓄冷罐承受一定压力的工况；Q235B 钢材性价比高，能满足开式水蓄冷罐的使用要求。内外除锈防腐处理可有效防止罐体被水和空气腐蚀，延长使用寿命，三道或两道防腐涂层的设计是基于长期使用的防腐效果考量。

4.3.9 组合式布水技术，可通过设计合理的 Fr 准则数、Re 准则数，通过控制流速布实现水流均匀分布效果，形成斜温层。

组合布水技术结合了多种布水方式的优点，能更精准地控制水流状态；专业仿真软件模拟可在设计阶段优化布水器结构，确保罐内自然分层效果良好，减少冷量损失，提高蓄冷和释冷效率，是保证水蓄冷罐性能的关键设计环节。

4.3.14 水蓄冷罐的主体范围应符合以下规定：

- 1 开式水蓄冷罐主体应包含罐底、罐壁、罐顶主要结构部分；
- 2 闭式水蓄冷罐主体应包含内压圆筒、封头、支座主要结构部分。

5 安装与调试

5.1.5 调试环境，在最冷（热）月或接近设计室外参数的条件下调试，能更真实地反映系统在实际运行工况下的性能；冬季调试时的防冻措施，可避免低温对设备和管道造成冻害，保证调试工作的安全进行。

5.2.9 耐压试验与充水实验，闭式水蓄冷罐的耐压试验是检验其密封性能和结构强度的关键环节，确保在设计压力下不发生泄漏和变形；开式水蓄冷罐的充水实验则主要检验罐体的密封性和结构稳定性，保证在正常蓄水量下的安全运行。

6 验收与维护

6.3.2 蓄冷罐维护，定期检查蓄冷罐的渗水情况、腐蚀状况和绝热层完整性，可及时发现并采取修复措施，避免冷量损失加剧和罐体损坏；对相关仪器进行校准，能保证监测数据的准确性，为系统运行调控提供可靠依据，确保蓄冷罐长期稳定运行。