

集中空调水处理节能服务规范

Specification for Energy-saving Services in Centralized Air Conditioning Water Treatment

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般性要求 3

 4.1 现场检查与准备 3

 4.2 集中空调水处理节能服务范围和清洗周期 3

 4.3 水冷主机或板式换热器的物理清洗作业要求 3

 4.4 水冷主机、板式换热器化学清洗服务作业要求 4

 4.5 集中空调冷却塔清洗作业要求 4

 4.6 集中空调部件水箱/水池作业要求 4

 4.7 过滤器清洗作业要求 4

 4.8 水处理设备的清洗作业要求 4

5 技术性要求 4

 5.1 水系统管道的化学清洗预膜处理 4

 5.2 集中空调循环水系统的缓蚀阻垢处理 5

 5.3 集中空调循环水系统的微生物控制 6

 5.4 水质检测与控制 6

 5.5 集中空调水处理节能服务的数字化规范要求 7

 5.6 清洗保养服务质量要求与评价 8

 5.7 水处理服务节能效果评价——水处理节能率 ESWT 9

 5.8 排放水环保要求 9

 5.9 绿色低碳技术的应用 9

6 服务安全措施要求 9

 6.1 作业人员 9

 6.2 作业设备 10

 6.3 集中空调水系统相关设备 10

 6.4 现场环境 10

7 服务档案管理 10

 7.1 档案内容 10

 7.2 档案保存 10

8 服务评价与改进 10

9 集中空调水处理节能服务机构基本要求（见附录 C）。 10

附 录 A （资料性） 项目信息调查表 11

附 录 B （资料性） 水处理服务节能效果评价——水处理节能率 ESWT 可操作化评价流程演示 13

附 录 C （资料性） 集中空调水处理节能服务机构基本要求 16

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。

本文件由湖南省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：长沙亚欣电器技术服务股份有限公司、湖南省工业通信业节能监察中心、湖南省节能研究与综合利用协会、长沙穗城轨道交通有限公司、中国移动通信集团湖南有限公司、中国联合网络通信有限公司湖南省分公司、湖南中烟工业有限责任公司长沙卷烟厂、湖南中烟工业有限责任公司常德卷烟厂、湖南杰楚微半导体科技有限公司、长沙永旺梦乐城、湖南大学、湖南劳动人事职业学院、青岛海尔智慧楼宇科技有限公司、江西浩金欧博环境科技有限公司、湖南汇中暖通工程有限公司、湖南省环卫清洁行业协会等。

本文件主要起草人：田亮、薛文芳、杨志红、张健、张泉、黄鹤、杨光耀、魏源、肖平、贾琨、刘小虎、蔡仲谋、胡磊、袁超、刘泽方、陈明、许珂、谭毅等。

集中空调水处理节能服务规范

1 范围

本文件规定了集中空调水处理节能服务规范的一般性要求、技术性要求、服务安全措施要求、服务档案管理、服务评价与改进、专业水处理清洗维护保养机构及服务人员的要求。

本文件适用于集中空调循环水系统的全生命周期管理。

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 8979-1996 污水综合排放标准
- GB/T17981-2007 空气调节系统经济运行
- GB/T 21534 工业用水节水术语
- GB/T 25146-2010 工业设备化学清洗质量验收规范
- GB/T 25148-2010 工业设备化学清洗中除垢率和洗净率测试方法
- GB/T 29044 采暖空调系统水质
- GB/T 31188-2014 化学清洗废液处理技术规范
- GB/T 31962 污水排入城镇下水道水质标准
- GB/T 39296 循环冷却水处理运行效果评价监测换热器法
- GB/T 50050-2017 工业循环冷却水处理设计规范
- WS10013-2023 公共场所集中空调通风系统卫生规范

3 术语和定义

GB/T 21534、GB/T 50050、GB/T 29044界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

集中空调水处理节能服务 specifications for energy-saving services in centralized air conditioning water treatment

为保证集中空调水系统的正常运行，提高能源效率、防止设备腐蚀、结垢、微生物滋生问题，对集中空调水系统进行水质处理、设备清洗维护、监测等系列服务的活动。

3.2

专用清洗消毒设备 specialized cleaning and disinfection equipment

专门用于集中空调水系统（包括管道、主机、换热器、冷却塔、水箱等）的物理清洗、化学清洗及消毒作业，由以下主体设备、配套工具与耗材、安全防护装置的设备系统总称。

注1：主体设备：高压水射流清洗机、化学循环清洗设备、物理通炮清洗设备。

注2：配套工具与耗材：换热管内壁刷具、喷头适配器、水质在线监测传感器、专用水处理稳定剂（缓蚀剂阻垢剂、杀菌灭藻剂、清洗类药剂、钝化预膜剂等）。

注3：安全防护装置：药剂自动配比与投加系统、废水回收处理装置、操作人员防护装备（呼吸器、耐腐蚀手套等）。

3.3

专业集中空调水处理机构 professional central air conditioning water treatment service provider

从事集中空调水系统日常投药维护保养、设备清洗、管路消毒、水质监测的专业技术服务单位。

3.4

敞开式循环水系统 open recirculating cooling water

冷却水与空气直接接触冷却的循环冷却水系统。

〔来源：GB/T 21534-2008工业用水节水术语〕

注：在中央空调系统内，敞开式循环冷却水由冷却塔、换热器（主机）、循环泵组成的循环回路，冷却塔与大气直接接触、利用蒸发散热实现循环冷却的水系统，如中央空调系统的开式冷却水系统。

3.5

密闭式循环水系统 closed recirculating water system

冷却水不与空气直接接触冷却的循环冷却水系统。

〔来源：GB T 21534-2008工业用水节水术语〕

注：在中央空调系统内，冷却水不与空气直接接触在封闭管路内通过间接方式传递冷(热)量的循环水系统。包括冷冻水系统，采暖水系统以及采用闭式冷却塔运行的冷却水系统。

3.6

化学清洗 chemical cleaning

采用化学药剂与被清洗设备或管线表面污垢发生化学作用而去除污垢的方法。

〔来源：GB/T 25146-2010工业设备化学清洗质量验收规范〕

3.7

化学预膜 chemical coating

向循环水系统中投加化学药物,使金属设备和管道表面形成均匀、致密保护膜的过程。

3.8

置换 replacement

在化学清洗或化学预膜结束后,采用大量排污与补水,用清洁的补充水逐步代替系统清洗后产生的污水或含高浓度预膜剂的水的过程。

3.9

浓缩倍数 concentration factor

在敞开式循环冷却水中，由于蒸发使循环水中盐类不断累积浓缩，循环水的含盐量与补充水的含盐量的比值。

〔来源：GB T 21534-2008工业用水节水术语〕

3.10 水处理节能率 energy saving rate of water treatment; ESWT

衡量集中空调循环水系统实施水处理措施后节能成效的量化指标，指处理后主机换热器减少的能耗量与未处理时主机换热器能耗量的比值。

3.11

集中空调水处理数字化运行 digital operation of water treatment for central air-conditioning

通过在循环水回路安装智能传感装置、通信模块及控制设备，实现水质数据（浊度、电导率、pH值等）、设备状态（排污阀启停、加药泵启停等）的实时采集与上传，依托线上平台进行远程监控、数据分析及策略优化的运行方式。

4 一般性要求

4.1 现场检查与准备

专业集中空调水处理机构应查阅水系统有关技术资料，调查集中空调循环水系统能效现状相关资料，进行现场勘查和检查，确定适宜的清洗消毒工具、设备、个人防护用品和工作流程。其中集中空调能耗运行数据记录内容参考GB/T17981-2007中4.2空调系统用能分项计量，现场收集项目信息参考附录A。

4.2 集中空调水处理节能服务范围和清洗周期

4.2.1 应将节能目标贯穿清洗保养全过程，重点关注以下环节对系统能效的影响：包括水系统（冷却水、冷冻水、采暖水）管路、制冷（热）主机换热器、板式换热器、集水器、分水器、冷却塔、水过滤器、水箱/水池的清洗维护。清洗周期原则上不超过3年一清洗，应结合能耗监测数据（如换热器进出水温差变化），动态调整清洗周期。其中制冷（热）主机换热器的清洗应结合实际运行工况，当传热系数下降 $\geq 10\%$ 时，或维保拆检时发现结垢严重，即时进行清洗。水系统管道的化学清洗预膜周期详见5.1.2。

4.2.2 集中空调水系统日常运行维护保养，包括冷却水系统、冷冻水、采暖水系统的投加水处理剂、清洗冷却塔、水质化验、定期排污等维护保养工作；冷却水浓缩倍数稳定控制不低于5倍，减少排污量与补水能耗。投药服务的周期应根据现场实际运行工况进行设定，缓蚀阻垢剂的投加周期原则上不低于每月一次，杀菌灭藻剂的投加周期原则上不低于每月一次，详见参考5.2和5.3。

4.2.3 当冷却水、冷凝水检测出军团菌时，应对相关部件进行清洗消毒处理。当空气传播性疾病暴发流行时，应每周对运行的集中空调系统的开放式冷却塔、冷凝水盘等设备或部件进行清洗、消毒。相关要求参照WS10013-2023公共场所集中空调通风系统卫生规范进行。

4.3 水冷主机或板式换热器的物理清洗作业要求

4.3.1 水冷主机物理清洗，适用于水走管程，且因泥沙、锈垢堵塞导致换热效率下降超10%的主机换

热器（如冷凝器、蒸发器）。清洗作业以恢复设备设计传热性能、降低流体输送能耗为目标。清洗标准化流程包括泄水、拆端盖、专用清洗装置通炮、高压冲洗、端盖做防锈处理，复原试压。原则上不超过3年一清洗。

4.3.2 板式换热器因板片结垢、微生物黏泥导致传热温差大于设计值10%的设备，作业流程强化流阻优化与换热提升双重目标。板式换热器拆卸清洗按标准化流程进行，涵盖安全泄压、板片拆卸、深度清洗（高压水枪物理清洗）、密封系统重建及精密回装；注意优化板片排列顺序，提升流体湍流程度，降低压降的同时提高换热系数。

4.3.3 物理清洗作业所采用的工具以不伤害换热界面金属为前提，清洗结束后复原试压不漏水。清洗前后制作清洗报告，含清洗前后照片记录。

4.4 水冷主机、板式换热器化学清洗服务作业要求

化学清洗作业以最小化能耗损失、最大化换热效率恢复为目标，在确保设备安全的前提下，通过精准药剂控制与工艺优化实现节能效果。水冷主机、板式换热器在进行化学清洗前，需全面检查各系统阀门、传感部件及仪表，确保其完好；拆除或隔离易受清洗液损害、影响正常运行的部件与配件。取垢样分析，根据分析结果，合理配比化学清洗和钝化预膜药剂，并通过小试确定清洗工艺。化学清洗预膜结束后，需符合GB/T 25146-2010 的要求。

4.5 集中空调冷却塔清洗作业要求

按有关操作规程对冷却塔相关部位进行清洗，以提升冷却效率、降低风机能耗为目标，有效去除塔内的沉积物、腐蚀物、藻类、生物膜等污物，使冷却塔内部件表面无残留污染物。冷却塔清洗出的污垢应集中无害化处理，清洗过程优先采用低能耗清洗工艺（如高压水射流压力 $\leq 8\text{MPa}$ ），依据实际情况选择物理清洗、化学循环清洗或浸泡法清洗。

4.6 集中空调部件水箱/水池作业要求

在水箱、水池等有限空间内作业时，应严格遵循有限空间作业规范。采用节能型清洗工艺（如低压脉冲清洗技术）清除箱内污垢，针对金属材质水箱，同步实施长效防腐除锈处理（如喷涂节能型防锈涂层），确保作业安全与设备清洁。

4.7 过滤器清洗作业要求

水系统管道内的过滤器的清洗，应注意关闭前后水阀，视过滤网上的污垢情况，采用物理清洗或化学清洗，洗后的过滤器滤网无异物，端盖不漏水，确保过滤阻力恢复至设计值以内，现场恢复整洁。

4.8 水处理设备的清洗作业要求

对于循环水回路上安装的节能型水处理设备（如多介质过滤器、自清洗过滤器、电子除垢装置等），依据系统特性与设备厂家技术要求，定期进行维护保养，确保设备运行效率维持在设计值的90%以上。重点检查设备能耗参数（如自清洗过滤器反洗水耗、电子除垢装置功耗），保障设备外观清洁、操作灵活、低能耗运行。

5 技术性要求

5.1 水系统管道的化学清洗预膜处理

5.1.1 集中空调开式循环冷却水、闭式循环冷冻水、采暖水等系统以提升系统换热效率、降低能耗为

目标, 进行化学清洗预膜处理, 使系统达到清洁状态, 并在金属表面形成一层致密性保护膜。

5.1.2 化学清洗与化学预膜处理应在以下情况下进行:

- 系统初次运行(或开机调试)前, 消除安装杂质降低初始能耗;
- 运行中的系统因腐蚀、结垢或微生物的影响而工况恶化时;
- 停运期间未采取保护措施或保护效果不好的季节性运行系统在换季运行前。

5.1.3 水系统化学清洗、化学预膜宜采用如下程序:

- 新系统: 水冲洗→除油脱脂清洗→除锈清洗→预膜;
- 既有系统: 水冲洗→杀菌黏泥剥离→除锈除垢清洗→预膜。

5.1.4 新系统的水冲洗要求如下: 管道内的冲洗水流速宜大于 1.5m/s。

5.1.5 冲洗水应从换热设备(冷凝器、蒸发器、板式换热器等)的旁路通过。

5.1.6 水冲洗应达到目测水质干净, 清洗后应拆洗相关过滤器。

5.1.7 化学清洗药剂与清洗方式应根据系统实际情况选择, 化学清洗结束后宜在 24h 内使水质置换合格。

5.1.8 化学清洗后应立即进行化学预膜处理。

5.1.9 化学预膜剂配方和预膜操作条件应根据系统材质、水质、水温等因素由试验或相似条件下的运行经验确定, 预膜时间不宜小于 24h。

5.1.10 化学处理工艺应采用低毒、易生物降解、无环境污染的药剂, 排放水质量应达到排放标准。

5.2 集中空调循环水系统的缓蚀阻垢处理

5.2.1 集中空调循环水系统均应进行缓蚀处理, 开式冷却水系统应同时进行阻垢处理, 其它系统的阻垢处理要求应根据水质和工艺条件确定。

5.2.2 集中空调水系统缓蚀、阻垢处理的药剂与配方宜通过试验或根据类似系统的运行经验确定。

5.2.3 缓蚀剂应能对系统中的各种金属材料具有良好的保护作用。

5.2.4 阻垢剂应能适应冷却水高浓缩倍数运行, 能有效地抑制碳酸钙、硫酸钙、磷酸钙、硅酸镁等盐类生成, 并能对氧化铁、氧化硅等悬浮物有很好的分散作用。

5.2.5 阻垢剂、缓蚀剂通过复配形成协同体系, 实现阻垢效率与缓蚀性能的同步提升, 达到“1+1 大于 2”的增效效果。厂家使用的缓蚀阻垢剂, 应采用低磷或无磷的环保型药剂, 具有高效低毒、易生物降解的性能。

5.2.6 季节性运行的水系统在停运期间应采取相应的保护措施。

5.2.7 水系统中的缓蚀、阻垢剂投加量可按以下方法计算。

a) 首次加药量及清洗、预膜加药量计算:

$$G_f = \frac{V \times g}{1000} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

V----系统水容量, (m³);

g----系统水中应保持的药剂浓度, (mg/L)。

b) 开式冷却水系统运行过程中的加药量计算:

$$G_r = \frac{(Q_b + Q_w) \times g}{1000} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

G_r ——系统运行时的加药量, (kg/h);

Q_b ——排污水量, (m³/h);

- Q_w ——风吹损失水量(m^3/h), (0.2-0.5%) Q_r ;
 Q_r ——循环冷却水量(m^3/h);
 g ——系统水中应保持的药剂浓度, (mg/L)。
c) 闭式循环系统运行过程中的加药量计算:

$$G_r = \frac{Q_m \times g}{1000} + G_0 \dots\dots\dots (3)$$

- 式中:
 G_r ——系统运行时的加药量, (kg/h);
 Q_m ——系统运行中的补水量, (m^3/h);
 g ——系统水中应保持的药剂浓度, (mg/L);
 G_0 ——药剂自身衰减量, (kg/h)。

5.3 集中空调循环水系统的微生物控制

- 5.3.1 冷却水、冷冻、水温低于 50℃的采暖热水、空气冷凝水系统均应投加杀生剂进行微生物控制。
5.3.2 杀菌灭藻剂应选用杀菌效果好、低毒、广谱、pH 值适应范围广、与缓蚀阻垢配方相容性好, 且易于降解、对环境无影响的杀菌剂。
5.3.3 杀菌灭藻剂根据水质分析的结果, 可采用氧化型杀菌剂或非氧化型杀菌剂。
5.3.4 开式循环冷却水采用氧化性杀生剂, 投加方式可采用连续投加或冲击式投加。连续投加时, 可控制冷却水中的余氯(溴)浓度为 0.1mg/L~0.5mg/L; 冲击式投加时, 每周不少于一次, 每次控制水中的余氯(溴)浓度为 0.5mg/L~1.0mg/L。
5.3.5 开式循环冷却水采用非氧化性杀生剂, 投加频率宜为: 夏季每月不少于 2 次; 冬季每月不少于 1 次。投加浓度应根据药剂性能和现场情况确定。
5.3.6 闭式循环水系统宜采用非氧化性杀生剂的投加频率和浓度应根据药剂性能和现场情况确定。

5.4 水质检测与控制

- 5.4.1 应对集中空调循环水系统的水质进行定期分析, 检测周期每个月不少于一次。
5.4.2 针对开式循环冷却水、闭式循环水进行相应的水质检测, 水质检测项目及标准参照 GB/T29044 采暖空调系统水质。
5.4.3 开式循环冷却水必测项目为: pH、浊度、电导率、钙硬度、总碱度、氯离子、总铁、异养菌总数。选测项目为: 游离余氯(采用含氯氧化型杀菌剂)、铜离子(系统内含铜材质)。
5.4.4 闭式循环水必测项目为: pH、浊度、电导率、钙硬度、总碱度、氯离子、总铁、异养菌总数。选测项目为: 有机磷(采用磷系药剂)、铜离子(系统内含铜材质)。
5.4.5 集中空调水系统的补水和循环水质指标要求见表 1~表 2。

表 1 集中空调开式冷却水系统水质要求

检测项	单位	补给水	循环水
pH(25℃)	\	6.5~8.5	7.5~9.5
浊度	NTU	≤10	≤10(当换热器为板式、翅片管式、螺旋板式)
			≤20
电导率(25℃)	μs/cm	≤600	≤2300

Cl ⁻	mg/L	≤100	≤500
总铁	mg/L	≤0.3	≤1.0
钙硬度（以CaCO ₃ 计）	mg/L	≤120	\
总碱度（以CaCO ₃ 计）	mg/L	≤200	≤600
钙硬度+总碱度（以CaCO ₃ 计）	mg/L	\	≤1100
异养菌总数	个/ml	\	≤1×10 ⁵
*游离余氯	mg/L	\	0.1~0.5（连续） 0.5~1.0（冲击）
*铜离子	mg/L	\	≤0.1

表 2 集中空调闭式冷却水系统水质要求

检测项	单位	补给水	循环水
pH(25℃)	\	7.5~9.5	7.5~10
浊度	NTU	≤5	≤10
电导率(25℃)	μs/cm	≤600	≤2000
Cl ⁻	mg/L	≤100	≤250
总铁	mg/L	≤0.3	≤1.0
钙硬度（以CaCO ₃ 计）	mg/L	≤300	≤300
总碱度（以CaCO ₃ 计）	mg/L	≤200	≤500
*铜离子	mg/L	\	≤0.1
异养菌总数	个/ml	\	≤1×10 ⁵

5.5 集中空调水处理节能服务的数字化规范要求

- 5.5.1 集中空调水处理数字化配套装置包含在线传感器配置的要求，电动调节阀及其通信参数的要求，加药泵要求，通信网络的要求、远程监控功能的要求。
- 5.5.2 在线传感器配置的要求，至少包含 pH 值、电导率。
- 5.5.3 电动调节阀配置的要求：补水/排污阀应具备 0-10V 模拟量控制或 Modbus 通信接口，调节精度≥0.5%，响应时间≤10s。
- 5.5.4 计量加药泵配置的要求：配备脉冲计数器反馈实际投加量，误差≤2%。
- 5.5.5 通信网络的要求如下：
- 现场层：传感器与边缘计算设备采用 Modbus RTU/TCP、Profibus 等工业总线，布线需屏蔽干扰，传输距离≤100m；
 - 网络层：边缘计算设备与云端平台通过 4G/5G、工业以太网或 LoRa 传输，数据上传频率≤1min/次，丢包率≤0.1%；
 - 安全要求：通信协议需加密，设备接入需认证，符合网络安全等级要求。
- 5.5.6 远程监控功能，可实现实时监控、远程控制、智能预警功能。
- 实时监控：通过 PC 端/移动端界面显示水质指标、设备运行参数，支持动态流程图、数据曲线、报警列表展示。

- 远程控制：具备手动/自动模式切换，可远程调节补水阀开度、加药泵频率，控制指令响应时间 $\leq 30s$ 。
- 智能预警：预设水质超标（如浊度 $> 20NTU$ ）、设备故障（如加药泵停机）等多级报警阈值，支持短信、邮件多方式通知。

5.6 清洗保养服务质量要求与评价

5.6.1 清洗服务质量要求

清洗后的设备内表面，满足GB/T 25146-2010 工业设备化学清洗质量验收规范的要求，除垢率、洗净率以及腐蚀率符合表3和表4的要求，除垢率和洗净率的检测方法参照GB/T 25148-2010 工业设备化学清洗中除垢率和洗净率测试方法。

表 3 腐蚀率及腐蚀量指标

设备材质	腐蚀率K (g/m ² . h)		腐蚀量A g/m ²
	实验室验证结果	现场实测结果	
碳钢	≤ 2	≤ 5	≤ 80
不锈钢	≤ 1	≤ 1.5	≤ 20
紫铜	≤ 1	≤ 1.5	≤ 20
铜合金	≤ 1	≤ 1.5	≤ 20
铝及铝合金	≤ 1	≤ 1.5	≤ 20

表 4 运行中的设备除垢率及洗净率指标

污垢类型	除垢率N %	洗净率B %
碳酸盐垢	≥ 95	≥ 95
硫酸盐垢	≥ 85	≥ 85
硅酸盐垢	≥ 85	≥ 85
锈垢	≥ 95	≥ 95
油垢	≥ 95	≥ 95
其他垢型	≥ 85	≥ 85

5.6.2 水处理服务质量要求

- 5.6.2.1 碳钢设备传热面水侧腐蚀速率应小于 0.075mm/a。
- 5.6.2.2 铜合金和不锈钢设备传热面水侧腐蚀速率应小于 0.005mm/a。
- 5.6.2.3 设备传热面水侧污垢热阻值不应大于 $3.44 \times 10^{-4} m^2 \cdot K/W$ 。
- 5.6.2.4 设备传热面水侧黏附速率不应大于 15mg/(cm²·月)。
- 5.6.2.5 闭式系统设备传热面水侧污垢热阻值应小于 $0.86 \times 10^{-4} m^2 \cdot K/W$ 。
- 5.6.2.6 监测方法参照 GB/T 39296-2020 循环冷却水处理运行效果评价监测换热器法。
- 5.6.2.7 水质应符合 GBT 29044-2012 采暖空调系统水质。
- 5.6.2.8 冷却水、冷凝水中不得检出军团菌。

5.7 水处理服务节能效果评价—水处理节能率 ESWT

5.7.1 集中空调系统内换热设备的结垢厚度与能耗呈非线性正相关，结垢厚度增加，能耗显著上升。

a) 结垢导致的能耗增量：

$$\Delta E = k \times h^n \times t \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ΔE——结垢引起的额外能耗（kW.h）；
- h——结垢平均厚度（mm）；
- t——系统运行时间（h）；
- k——综合影响系数（与水质、换热器设计、水流速等相关）；
- n——非线性指数（n>1，通过实验拟合确定，通常为1.5~2.5）。

b) 节能效果评价公式，水处理后结垢厚度从 h₁ 降至 h₂，计算公式如下：

$$ESWT = \frac{\Delta E1-\Delta E2}{\Delta E1} = 1 - \left(\frac{K_2}{K_1}\right)\left(\frac{h_2}{h_1}\right)^n \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- h₁——为水处理服务之前的换热器结垢厚度；
- h₂——为水处理服务之后的换热器结垢厚度；
- k₁——为水处理前的综合影响系数（包含原始水质影响）；
- k₂——为水处理后的综合影响系数（包含改善后的水质影响）；

5.7.2 水处理服务节能效果评价可操作化评价流程演示详见附录 B。

5.8 排放水环保要求

对集中空调系统内的管道、换热设备等进行化学清洗，产生的废液，处理方法参照GB/T 31188-2014 内的现场预处理技术要求。预处理后的废水指定检测项目pH值在6.5-9.5，其他可选检测项目结合具体情况，参照GB/T 31962 进行选择，统一排至市政污水处理厂进行深度处理，处理达标后方可排放。

5.9 绿色低碳技术的应用

5.9.1 以降低系统综合能耗为核心，优先选择冷凝水回收 + 智能能耗联动控制 + 高浓缩倍数运行等低成本、高可靠性技术，逐步推进排污水深度处理及再生水回用等节能节水协同措施，最终实现集中空调循环水系统 “低能耗运行 - 水资源循环 - 高效换热” 的节能目标。

5.9.2 集中空调循环水系统应积极采用循环水高效回用技术。对系统排放污水进行深度处理（如过滤、软化、反渗透、臭氧处理等），去除悬浮物、钙镁离子、有机物等污染物后，回用作循环水补水以减少新水取用量及水处理能耗。典型工艺包括：物理过滤 + 软化处理；通过石英砂 / 活性炭过滤、离子交换树脂软化，去除悬浮物和硬度离子；膜处理采用超滤（UF）、反渗透（RO）等膜工艺，实现排污水的高纯度回收。通过技术升级与智能化改造，促进集中空调节能服务行业向高效化、智能化、可持续化方向发展。

6 服务安全措施要求

6.1 作业人员

6.1.1 作业现场应配备安全监督管理人员。

- 6.1.2 作业人员应定期进行安全教育培训，提高危险源识别能力。
- 6.1.3 施工前需了解清洗水处理药剂属性，做好个人防护。
- 6.1.4 作业员应根据现场实际情况提前做好安全防护措施，避免触电、高处坠落、物体打击、缺氧、溺水等事故发生。

6.2 作业设备

- 6.2.1 清洗设备工具应定期检修维护。
- 6.2.2 清洗作业前检查设备工具安全性能。
- 6.2.3 严格按照设备工具操作手册进行操作。

6.3 集中空调水系统相关设备

- 6.3.1 清洗过程中应规范操作，避免损坏集中空调水系统相关设备。
- 6.3.2 清洗作业后检查系统设备的相关部件紧固等复原情况。

6.4 现场环境

- 6.4.1 清洗作业前做好现场环境的隔离、防护等工作。
- 6.4.2 清洗过程中确保用水、用电、拆卸、搬运等工作的安全。
- 6.4.3 清洗作业后做好现场恢复工作。

7 服务档案管理

7.1 档案内容

专业集中空调服务机构应有定期检查、监测、维护的记录，并建立专门档案，档案应包含但不限于以下内容：

- 集中空调水系统竣工图；
- 水质检测报告或评价报告书；
- 施工清洗及其资料记录（含所有清洗过程的影像资料，影像资料中应有区分不同清洗区域的标识）；
- 空调故障、事故及其他特殊情况记录；
- 预防清洗过程中的突发事件的应急预案和应急演练记录。

7.2 档案保存

纸质档案保存时间应不少于三年，电子档案保存时间应不少于五年。

8 服务评价与改进

规定对水处理及清洗服务的有效性、适宜性和顾客满意评价等方面的要求，以及对达不到预期效果的服务进行改进的要求。

9 集中空调水处理节能服务机构基本要求（见附录 C）。

附 录 A
(资料性)
项目信息调查表

表 A.1 项目信息调查表

主机	品牌	型号	类型	生产日期	额定制冷量 (kW)	台数
系统历史运行能耗数据	日用水消耗量: _____; 运行中排污量及排污规律: _____; 冷水机组年度总用电量: _____; 中央空调机房年度用电消耗量: _____;					
冷却水系统	冷却水管的长度				m	冷却系统循环水量: _____吨
	冷却水管的直径				cm	冷却水保有水量: _____吨
冷冻水系统	主机到最远末端的距离				m	冷冻水保有水量: _____吨
	制冷面积				m ²	
采暖水系统	主机到最远末端的距离				m	采暖水保有水量: _____吨
	供暖面积				m ²	
冷却塔	品牌	类型	型号	台数	额定流量 (吨/小时)	
运行周期	①全年运行 24 小时不停机运行。 ☐		②每天开机 8-12 小时, 夏季 3-10 月供冷运行。 ☐		其他:	
排水/补水时间	冷却水排空系统, 补水时间约: _____小时		冷冻水排空系统 补水时间约: _____小时		补充说明:	
清洗前系统水质	冷却水目测水质 浑浊 ☐ 澄清 ☐		冷冻水目测水质 浑浊 ☐ 澄清 ☐		采暖水目测水质 浑浊 ☐ 澄清 ☐	
补充水源	回用水 ☐ 自来水 ☐ 地下水 ☐ 软化水 ☐ 其它 (请注明): _____					
循环水回路内涉及的金属材质: 铜 ☐ 不锈钢 ☐ 碳钢 ☐ 锅炉钢 ☐ 其它 (请注明): _____						
日常维护中是否进行投药水处理。是 ☐ 否 ☐						
现有水处理设备与节能技术应用情况						

是否已安装智能加药系统：是 ☐ 否 ☐		
是否有冷凝水回收装置：是 ☐ 否 ☐		
添加药剂的数量		
药剂种类及品牌		
冷却水存在哪些问题	存在结垢问题：是 ☐ 否 ☐	存在藻类问题：是 ☐ 否 ☐
	存在细菌问题：是 ☐ 否 ☐	存在腐蚀问题：是 ☐ 否 ☐
	生物污染问题：是 ☐ 否 ☐	
其他信息		
循环水当前处理方法		
过滤器	网式 ☐ 介质 ☐ 叠片 ☐ 其他 ☐	
过滤方式	全滤 ☐ 旁滤 ☐ _____（旁滤百分比为%）	
6月-9月的日平均补水量（m ³ ）		
6月-9月的日平均排污量（m ³ ）		

- 情况说明：
- 1、本次服务项目：_____
- 2、最近一次同类服务时间和内容：_____
- 3、施工难度说明：高空 ☐ 高热 ☐ 高难度 ☐ 其它 _____
- 4、脏污程度说明：_____
- 5、技术要求：_____

附录 B

(资料性)

水处理服务节能效果评价—水处理节能率ESWT可操作化评价流程演示

B.1 结垢厚度检测

B.1.1 工具

超声波测厚仪或取样分析。

B.1.2 步骤

B.1.1.1 服务前：在换热器不同位置（如5个点）测量结垢厚度，计算平均值 h_1 。

示例： $h_1=0.5\text{mm}$ （多点测量后取平均）。

B.1.2.1 服务后：采用相同方法测量，计算平均值 h_2 。

示例： $h_2=0.2\text{mm}$ 。

B.2 能耗数据采集

B.2.1 工具

电表或能耗监测系统。

B.2.2 步骤

B.2.2.1 服务前：记录单位时间（如每小时）的额外能耗 $\Delta E_1/t$ （需在稳定工况下测量）。

B.2.2.2 服务后：相同工况下记录 $\Delta E_2/t$ 。

B.3 参数拟合

B.3.1 数据来源的核心逻辑

B.3.1.1 目的：通过多组结垢厚度（ h ）与单位时间额外能耗（ $\Delta E/t$ ）的对应关系，建立数学模型 $\Delta E/t=k \times h^n$ ，从而确定非线性指数 n 和综合影响系数 k 。

B.3.1.2 数据要求：至少需要3~5组不同结垢厚度下的能耗数据，数据点越多，拟合精度越高。

B.3.2 具体数据来源方法

B.3.2.1 历史运行数据（推荐）

B.3.2.1.1 适用场景：系统已长期运行，且有定期维护记录。

B.3.2.1.2 数据采集：

——结垢厚度（ h ）：从过去检修记录中提取不同时间点的结垢厚度（如每年清洗前后的测量值）；

——能耗（ $\Delta E/t$ ）：调取对应时间段的能耗记录（需排除负荷波动、季节变化等干扰）。

示例：某换热器2021年结垢厚度0.3mm，同期能耗增加3kW；2022年结垢厚度0.5mm，能耗增加7.5kW；2023年结垢厚度0.7mm，能耗增加14.7kW。通过公式 $E/t=k \times h^n$ ，计算得出 K 和 n 值。

优点：成本低，无需额外停机检测。

缺点：需确保历史数据的工况一致性（如水流速、负荷率）。

B.3.2.2 主动周期性检测

B.3.2.2.1 适用场景：新系统或缺乏历史数据时。

B.3.2.2.2 数据采集步骤如下：

- 在系统自然运行中，每隔一定周期（如3个月）停机检测结垢厚度（h）；
- 同步记录该周期的平均额外能耗（ $\Delta E/t$ ）。

示例：

检测时间	结垢厚度 h (mm)	额外能耗 $\Delta E/t$ (kW)
第1季度	0.2	1.8
第2季度	0.4	5.0
第3季度	0.6	10.8

通过公式 $E/t=k \times h^n$ ，计算得出K和n值。

优点：数据可控，工况一致性较好。

缺点：需定期停机检测，影响系统运行。

B.3.2.3 多设备横向对比

B.3.2.3.1 适用场景：同一场所内有多个相似换热设备。

B.3.2.3.2 数据采集：对不同设备（结垢程度不同），测量 h 和 $\Delta E/t$ 。

示例：

设备编号	结垢厚度 h (mm)	额外能耗 $\Delta E/t$ (kW)
设备 A	0.3	3.0
设备 B	0.5	7.5
设备 C	0.7	14.7

通过公式 $E/t=k \times h^n$ ，计算得出K和n值。

优点：快速获取多组数据。

缺点：需确保设备设计、工况完全相同。

B.3.2.4 实验室模拟实验

B.3.2.4.1 适用场景：缺乏现场数据时，可加速结垢过程。

B.3.2.4.2 数据采集：在实验台上模拟实际水质和流速，人工加速结垢，定期测量 h 和对应 $\Delta E/t$ 。

示例：

实验阶段	结垢厚度 h (mm)	额外能耗 $\Delta E/t$ (kW)
第1周	0.1	0.5
第2周	0.3	3.0
第3周	0.5	7.5

通过公式 $E/t=k \times h^n$ ，计算得出K和n值。

优点：数据生成快，工况高度可控。

缺点：实验结果可能与实际系统存在偏差。

B. 4. 节能率计算

$$ESWT=1-\frac{K1}{K2}\times\left(\frac{h1}{h2}\right)^n$$

式中

通过上述的参数拟合得出 K 值和 n 值，测量 h 值，带入计算 ESWT。

长期监测：服务后需持续跟踪 h 和能耗，验证稳定性。

通过以上步骤，可系统化评估水处理服务的节能效果及经济性，为决策提供依据。

附 录 C

(资料性)

集中空调水处理节能服务机构基本要求

C.1 基本要求

- C.1.1 专业水处理节能服务机构应具有独立法人资格。
- C.1.2 专业水处理节能服务机构应有固定的办公和工作场地。
- C.1.3 专业水处理节能服务机构应具备相应技术能力。

C.2 人员要求

- C.2.1 从事集中空调水处理节能服务的专业机构应具有工程技术、设备清洗、环境消毒、集中空调循环水系统、仪器仪表等专业技术人员队伍，从事集中空调水系统化学投药处理的专业机构应还有化学专业技术人员。
- C.2.2 清洗、消毒人员上岗前应经过专门知识培训，如取得省人社厅颁发的《中央空调水系统清洗专项职业能力证书》，人数不少于5人。
- C.2.3 从事集中空调水系统化学投药处理的技术人员应具备大专以上学历，从事相关专业3年以上，经过专业技术培训，掌握水处理基本知识，具备水系统清洗维护职业技能。

C.3 管理体系要求

C.3.1 集中空调水处理节能服务质量管理

专业的服务机构应设计专门质量管理部门，建立健全集中空调水处理节能服务全过程的质量管理规章制度和水处理服务的工程档案、资料保管制度，制定出本机构具体的清洗设备、投药处理的操作规程，质量保证措施、自检方法等。应接受相关行业组织的现场安全质量控制或完工检查；应签署企业信用承诺书，纳入行业协会和社会信用征信机构的信用征信体系。

C.3.2 安全管理

专业的服务机构应制定严格的安全管理制度，主要包括现场安全员和现场工作人员的人身安全、人员防护、设备安全、环境保护、污染物处理等制度。

C.3.3 安全措施

专业的服务机构应为现场施工的工作人员提供必要的人身安全保护器材、个人防护用品、设备用电用气安全保护装置等。

C.4 集中空调水处理检测实验室要求

专业机构应配备经培训合格的检验人员，并满足质量管理体系、GB/T29044中的水质指标等检测设备及实验室等相关要求。

C.5 专用水处理清洗维护保养的设备及药剂种类

专业机构应具有与其技术水平和服务能力相适应的专用清洗维保设备以及其他清洗、保养水系统所需要的设备、器材、工具和试剂等，主要专用清洗保养械见表C.1。

表 C.1 主要专用清洗消毒药械清单

服务项目	药械名称
中央空调主机清洗预膜	物理清洗装置 化学循环清洗装置 化工流程泵 扳手类、螺丝刀类等常用工具 防护装备（防护手套、面具、现场保护材料等） 清洗、预膜、消泡等药剂 化学检验试剂 主机换热器材质挂片
中央空调水系统管道和相关部件	高压清洗机 物理清扫装置 化学清洗、预膜、消泡等药剂
日常运行维保	便携式pH仪、电导率、浊度仪 智能水质管理软件系统（需支持远程控制功能） 水质稳定剂（缓蚀阻垢剂、杀菌灭藻剂）