

ICS 13.060.99

CCS P 40

团体标准

T/DZJN 81—2022

数据中心蒸发冷却水质标准

Water quality standard for evaporative cooling of data centers

2022 - 03 - 15 发布

2022 - 05 - 01 实施

中国电子节能技术协会 发布

数据中心蒸发冷却水质标准

1 范围

本文件规定了数据中心蒸发冷却水质相关的术语和定义、水质要求、水处理方案及检验方法。

本文件适用于以水为制冷工质的直接蒸发冷却、间接蒸发冷却或多级蒸发冷却的复合式间接蒸发冷却空调机组及冷水机组。

为实现数据中心蒸发冷却空调开式水系统和闭式水系统运行维护的规范性、安全性和及时性，确保电子信息设备运行环境的稳定可靠，制订本文件。

数据中心蒸发冷却水质标准除应符合本文件外，尚应符合国家现行有关文件的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 6904 工业循环冷却水及锅炉用水中pH的测定

GB/T 6908 锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定

GB/T 6909 锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定

GB/T 6913 锅炉用水和冷却水分析方法 磷酸盐的测定

GB/T 12149 工业循环冷却水和锅炉用水中硅的测定

GB/T 13689 工业循环冷却水和锅炉用水中铜的测定

GB/T 14424 工业循环冷却水中余氯的测定

GB/T 14427 锅炉用水和冷却水分析方法 铁的测定

GB/T 15451 工业循环冷却水总碱及酚酞碱度的测定

GB/T 15452 工业循环冷却水中钙、镁离子的测定

GB/T 15453 工业循环冷却水和锅炉用水中氯离子的测定

GB/T 15893.1 工业循环冷却水中浊度的测定 散射光法

GB/T 25147 工业设备化学清洗中金属腐蚀率及腐蚀总量的测试方法 重量法

GB/T 31962 污水排入城镇下水道水质标准

GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

JGJ 342 蒸发冷却制冷系统工程技术规程

HJ 536 水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法

HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

HG/T 4207 工业循环冷却水异养菌菌数测定 平皿计数法

HG/T 4323 循环冷却水中军团菌的检测与计数

3 术语和符号

3.1 术语

3.1.1

蒸发水量 amount of evaporation

在冷却过程中，由于蒸发而逸入大气的水量，单位为 m^3/h 。

3.1.2

排污水量 amount of blowdown

在确定的浓缩倍数条件下，需要从循环冷却水系统中排放的水量，单位为 m^3/h 。

3.1.3

飞溅水量 amount of drift

在冷却过程中，由于飞溅（包括滴落、风吹和渗漏）而损失的水量，单位为 m^3/h 。

3.1.4

补充水量 amount of makeup water

指补充循环冷却水系统运行过程中损失的水量，又称为补水量，单位为 m^3/h 。

3.1.5

浓缩倍数 cycle of concentration

循环冷却水中某物质的浓度与补充水中同一物质浓度的比值。

3.1.6

循环冷却水系统 recirculating cooling water system

以水作为制冷工质，并循环运行的一种给水系统，一般由换热设备、冷却设备、水处理设施、水泵、管道及其他有关设施组成。

3.1.7

直接蒸发冷却水系统 cooling water system for direct-evaporative cooling

通过水的蒸发来冷却空气并加湿空气的冷却水系统。

3.1.8

间接蒸发循环冷却水系统 circulating water system for indirect-evaporative cooling

通过水的蒸发来冷却空气（二次空气或称为工作空气），空气（一次空气或称为产出空气）在被冷却时未被加湿的循环冷却水系统。

3.1.9

蒸发冷凝循环冷却水系统 circulating water system for evaporative condensation cooling

冷却水通过喷淋装置直接与冷凝器接触，通过水的蒸发来冷却制冷剂的循环冷却水系统。

3.1.10

阻垢 scaling inhibition

抑制或延缓结垢类物质在循环冷却水系统内的形成和生长过程。

3.1.11

缓蚀 corrosion inhibition

抑制或延缓金属在循环冷却水系统内被腐蚀的过程。

3.1.12

生物黏泥 slime

微生物及其分泌的黏液与其他有机和无机杂质混合在一起的黏浊物质。

3.1.13

生物黏泥量 slime content

用生物过滤网法测定的循环冷却水所含生物黏泥体积，单位为 mL/m³。

3.1.14

黏附速率 adhesion rate

换热器单位传热面上每月的污垢增长量，单位为 mg/(cm²·月)。

3.1.15

易溶盐沉积物 soluble salt deposit

易溶盐沉积物是蒸发冷却空调设备换热芯体表面由易溶性无机盐组成的沉积物。

3.1.16

腐蚀率 corrosion rate

以金属腐蚀失重而算得的每年平均腐蚀深度，单位为 mm/a。

3.1.17

旁流水 side stream

从循环冷却水系统中分流并经处理后，再返回系统的那部分水。

3.2 符号

- Q_e ——蒸发水量 (m^3/h) ;
 Q_b ——排污水量 (m^3/h) ;
 Q_d ——飞溅水量 (包括滴落、风吹和渗漏) (m^3/h) ;
 Q_m ——补充水量 (m^3/h) ;
 N ——浓缩倍数;
 Q_r ——(循环)冷却水水量 (m^3/h) ;
 Q_{si} ——旁流处理水量 (m^3/h) 。

4 水质要求

4.1 一般规定

4.1.1 补充水水质

补充水水质应符合表1的规定。

表1 蒸发冷却空调设备补充水水质要求

序号	检测项目	单位	直接蒸发冷却水系统	间接蒸发循环冷却水系统	蒸发冷却冷水机组开式冷却水系统	蒸发冷却冷水机组闭式冷却水系统
1	浊度	NTU	≤3	≤5	≤5	≤5
2	pH值(25℃)	-	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~9.5
3	电导率(25℃)	μS/cm	不限定*A	不限定*A	不限定*A	不限定
4	钙硬度 (以CaCO ₃ 计)	mg/L	不限定	不限定; 再生水≤250	不限定; 再生水≤250	不限定
5	总硬度 (以CaCO ₃ 计)	mg/L	不限定*B	不限定*C	不限定*C	不限定
6	总碱度 (以CaCO ₃ 计)	mg/L	不限定	不限定	不限定	不限定
7	总铁	mg/L	≤0.3	≤0.5	≤0.5	≤0.5
8	氯离子(Cl ⁻)	mg/L	≤100	≤150; 再生水≤250	≤150; 再生水≤250	≤250
9	氨氮(NH ₃ -N)	mg/L	≤0.5	≤5	≤5	-
10	COD	mg/L	≤3	≤30	≤30	-
11	细菌总数	CFU/mL	≤100	≤1000	≤1000	-

注:

*A 电导率大于750μS/cm的水质应降低浓缩倍数预期(值)。

*B 总硬度≤142 mg/L属于软水(如长江、松花江、珠江等水质),可直接使用。

*C 总硬度≥178 mg/L时,应降低浓缩倍数预期(值)或经预先软化后使用。

- a) 直接蒸发冷却水系统补充水应采用生活饮用水；
- b) 间接蒸发循环冷却水系统补充水可采用再生水；
- c) 蒸发冷却冷水机组开式冷却水系统补充水可采用再生水。

4.1.2 设计浓缩倍数

浓缩倍数用于表示水浓缩的程度。间接蒸发冷却空调设备循环水的浓缩倍数不应小于3.0。浓缩倍数可按下式计算：

$$N = Q_m / (Q_b + Q_d)$$

式中：N——浓缩倍数；

Q_m ——补充水量（ m^3/h ）；

Q_b ——排污水量（ m^3/h ）；

Q_d ——飞溅水量（包括滴落、风吹和渗漏）（ m^3/h ）。

4.2 蒸发冷却系统水质要求与管理

4.2.1 一般要求

蒸发冷却系统水质应符合表2的规定，检测项目2和4不宜单独作为判定依据，应采用综合判断指标。

表2 蒸发冷却空调设备冷却水水质要求

序号	检测项目	单位	直接蒸发冷却水系统限值	间接蒸发循环冷却水系统限值	蒸发冷却冷水机组开式冷却水系统限值	蒸发冷却冷水机组闭式冷却水系统限值
1	浊度	NTU	≤3	≤10	≤10	≤10
2	pH值（25℃）	-	7.0~9.5	7.0~9.5	7.0~9.5	7.5~10
3	电导率（25℃）	μS/cm	不限定*D	不限定*D	不限定*D	-
4	钙硬度+总碱度(以CaCO ₃ 计)	mg/L	≤1100	≤1100	≤1100	-
5	总铁	mg/L	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
6	氯离子（Cl ⁻ ）	mg/L	≤300	≤500	≤500	≤250
7	硅酸（以SiO ₂ 计）	mg/L	≤150	≤150	≤150	-
8	氨氮（NH ₃ -N）	mg/L	≤1.0	≤10	≤10	-
9	COD _{Cr}	mg/L	≤5	≤100	≤100	-
10	细菌总数	CFU/mL	≤100	≤100000	≤100000	-
11	总磷（以P计）	mg/L	-	0.5	0.5	0.5

注：

*D：通过电导率控制排污（电导率在线监测与排污水量应连锁控制）。

4.2.2 水质综合判断指标

综合判断指标宜采用碳酸钙饱和指数（LSI）、稳定指数（RSI）和 Puckorius 结垢指数（PSI），同时满足 $LSI = 0.75 \pm 0.25$ ， $RSI = 6.0 \pm 0.5$ ， $PSI = 6.0 \pm 0.5$ 为宜。碳酸钙饱和指数（LSI）、稳定指数（RSI）和 Puckorius 结垢指数（PSI）按下式计算：

$$LSI = pH - pH_s$$

$$RSI = 2pH_s - pH$$

$$PSI = 2pH_s - pH_{eq}$$

式中： $pH_s = (9.3 + A + B) - (C + D)$

$A = 0.11 \lg(TDS) - 0.1$ ，溶解性总固体因数；

$B = pK_2 - pK_s = 2.596 - 0.0256T$ ，温度因数；

$C = \lg(\text{钙硬度}) - 0.4$ ，钙硬度因数；

$D = \lg(M\text{-碱度})$ ，总碱度因数。

$pH_{eq} = 1.465 \lg(M\text{-碱度}) + 4.54$ ，循环水的平衡 pH 值。

pH = 循环水的实际 pH 值。

4.2.3 蒸发冷却空调设备水质管理

水质不能满足要求时，应采取相应的水处理措施。

- 预防水垢沉积，应采取第五章水处理方案中提及的水处理措施，并通过在线电导率控制排污（电导率在线监测与排污水量联锁控制）；
- 预防藻类滋生，应阻止阳光直射水系统并定期投加灭藻药剂，宜定期干燥、清理涉水部件；
- 预防腐蚀，应避免水垢、污垢和黏泥沉积，宜设置缓蚀措施；
- 直接蒸发冷却空调设备水系统不宜采用有挥发性物质的设施，不宜添加挥发性阻垢剂、缓蚀剂和杀菌剂等化学药品；
- 直接蒸发冷却空调设备冷却水水质管理应设置军团菌处置预案；
- 蒸发冷却冷水机组闭式冷却水系统不宜补充软化水、去离子水，应采取控制腐蚀和微生物滋生的措施。

4.2.4 蒸发冷却空调设备（喷淋塔）腐蚀防护与停机维护

蒸发冷却空调设备（喷淋塔）腐蚀防护与停机维护应包括四方面要求：设备例行检查的要求、化学品的使用要求、停机期间的维护要求以及数据机房不间断供冷的要求。

4.3 蒸发冷凝循环冷却水水质要求

蒸发冷凝循环冷却水系统运行水质标准宜符合表 3 的规定。

表 3 蒸发冷凝循环冷却水系统运行水质标准

序号	检测项目	单 位	初始运行允许值	正常运行允许值
1	浊度	NTU	≤20	≤20
2	pH 值 (25°C)	-	8.0~8.5	8.0~9.0
3	电导率 (25°C)	μS/cm	≥150	≥150
4	钙硬度 (以 CaCO ₃ 计)	mg/L	100~300	100~500
5	总碱度 (以 CaCO ₃ 计)	mg/L	100~300	100~500
6	氯离子 (Cl ⁻)	mg/L	≤250	≤500

注:

- a) 其他未见指标按《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T 50050 执行;
- b) 初始运行允许值是针对蒸发式冷凝器冷凝排管或箱体板采用热浸镀锌材料的工况;
- c) 细菌总数不宜大于 1×10^5 CFU / mL;
- d) 本表只规定了最低允许值, 电导率的实际运行数值, 应由水处理公司及蒸发式冷凝器生产厂家根据补充水水质及实际工况确定。

5 水处理方案

5.1 一般要求

蒸发冷却空调设备水质处理方案, 应结合数据中心水平衡方案和各水处理工艺情况, 经技术经济比较确定。设计方案应包括下列内容:

- a) 补充水来源、水量和水质;
- b) 设计浓缩倍数、循环冷却水处理方法所需要的控制条件;
- c) 补充水处理方案;
- d) 旁流水处理方案;
- e) 清洗方案;
- f) 物化综合方案;
- g) 排污方案。

5.2 补充水处理方案

补充水总硬度 ≥ 178 mg/L 时, 应降低浓缩倍数预期 (值) 或经预先软化后使用。

5.3 旁流水处理方案

旁流水处理方案是一种综合处理冷却水的解决方案, 它以循环冷却水处理的总体效果为目标, 并不针对补充水的某一项或几项指标进行预先处理。

5.4 清洗方案

除了日常水处理方案外,蒸发冷却空调系统水质处理还应具备对已经出现结垢的换热芯体进行补救性清洗的预案,清洗可分为物理清洗和化学清洗。

5.5 物化综合方案

当补充水水质和冷却水水质不能满足用户要求时,宜采用物理化学综合处理方案。

5.6 排污方案

排污方案是一种针对系统排污水、排泥、补充水处理过程中的排水(如树脂反洗产生的浓盐水)、旁流水处理过程中的排水排垢、清洗和预膜处理过程中的排水等进行处理,并达到排污要求的解决方案。

6 检验

6.1 取样

6.1.1 取样点

6.1.1.1 冷却水取样点宜设置于冷却水回水端。

6.1.1.2 补充水取样点宜设置于补充水总管上。

6.1.1.3 水系统外排水取样点宜设置于排水总管上。

6.1.1.4 旁流处理取样点宜设置于旁流处理设备出水端。

6.1.2 取样要求

6.1.2.1 一般检测项目的采样容器可用无色硬质玻璃瓶或聚乙烯塑料瓶,在使用前应将其洗涤干净。玻璃瓶可用洗液浸泡,再依次用自来水和蒸馏水洗净;聚乙烯瓶可用10%的盐酸溶液浸泡,再依次用自来水和蒸馏水洗净。

6.1.2.2 测定水质化学需氧量应使用专用贮样容器,无机项目的贮样容器可选用高密度聚乙烯或硬质玻璃器皿。

6.1.2.3 采集补充水水样时,应先放水数分钟,使积留在取样水管中的杂质及陈旧水排净,然后取样。

6.1.2.4 取样器的安装和取样点的布置应根据系统工况、水质监督的要求(或试验要求)进行设计、制造、安装和布置,以保证采集的水样有充分代表性。

6.1.2.5 补充水、冷却水的取样管道及阀门等涉水部件,应采用不锈钢等耐腐蚀性材料制造。

6.1.2.6 采集冷却水水样前应冲洗有关取样管道,并适当延长冲洗时间。冲洗后应间隔10分钟方可取样,以保证采集的水样有充分代表性。

6.2 检测及方法

6.2.1 常规/非常规检测

常规检测宜在使用现场化验室进行,非常规检测宜由水处理公司或委托第三方检测机构进行。

6.2.2 常规检测项目

应根据补充水水质和冷却水水质要求确定,宜符合表4的规定。

表 4 常规检测项目

序号	检测项目	蒸发冷却开式 冷却水系统	蒸发冷却闭式 冷却水系统	蒸发冷凝循环 冷却水系统
1	浊度	宜在线监测或每天 1 次	宜在线监测或每天 1 次	宜在线监测或每天 1 次
2	pH 值 (25°C)	在线监测或每天 1 次	在线监测或每天 1 次	在线监测或每天 1 次
3	电导率 (25°C)	在线监测或每天 1 次	在线监测或每天 1 次	在线监测或每天 1 次
4	钙硬度	每天 1 次	每周 1 次或抽检	每天 1 次
5	总硬度	每天 1 次	每周 1 次或抽检	每天 1 次
6	总碱度	每天 1 次	每周 1 次或抽检	每天 1 次
7	总铁	每月 1 次	每月 1 次	每月 1 次
8	氯离子 (Cl ⁻)	每天 1 次	每周 1 次或抽检	每天 1 次
9	余氯	视处理方式而定	视处理方式而定	视处理方式而定
10	细菌总数	每月 1 次	每月 1 次	每月 1 次

6.2.3 非常规检测项目

应根据补充水水质和冷却水水质要求确定，宜符合表 5 的规定。

表 5 非常规检测项目

序号	检测项目	蒸发冷却开式 冷却水系统	蒸发冷却闭式 冷却水系统	蒸发冷凝循环 冷却水系统
1	药剂浓度	视处理方式而定	视处理方式而定	视处理方式而定
2	硅酸 (以 SiO ₂ 计)	每季度 1 次	每季度 1 次	每季度 1 次
3	总铜 *①	每月 1 次	每月 1 次	每月 1 次
4	腐蚀率	每季度 1 次	每季度 1 次	每季度 1 次
5	生物黏泥量	每月 1 次	每年 1 次	每月 1 次
6	黏附速率	每年 1 次	每年 1 次	每年 1 次
7	垢层或腐蚀产物成分	设备大修时	设备大修时	设备大修时
8	氨氮 (NH ₃ -N) *②	抽检	抽检	抽检
9	COD _{Cr} *③	抽检	抽检	抽检
10	军团菌	抽检	抽检	抽检

注：

- a) ①仅对含有铜材质的冷却水系统进行检测；
- b) ②仅对有氨泄漏可能或使用再生水作为补充水的冷却水系统进行检测；
- c) ③仅对使用再生水作为补充水的循环冷却水系统进行检测。

6.2.4 水质检测方法

水质检测应定期进行，检测方法宜符合表6所列标准的规定。

表 6 水质检测方法

序号	检测项目	检测方法	方法来源
1	浊度	散射光法	GB/T 15893.1
2	pH 值（25℃）	玻璃电极法	GB/T 6904
3	电导率（25℃）	电极法	GB/T 6908
4	钙硬度	EDTA 滴定法	GB/T 15452
5	总硬度	滴定法	GB/T 6909
6	总碱度	滴定法	GB/T 15451
7	总铁	1,10-菲啰啉分光光度法	GB/T 14427
8	氯离子（Cl ⁻ ）	硝酸银滴定法	GB/T 15453
9	余氯	DPD 分光光度法	GB/T 14424
10	硅酸（以 SiO ₂ 计）	分光光度法	GB/T 12149
11	总铜	分光光度法	GB/T 13689
12	氨氮（NH ₃ -N）	水杨酸分光光度法	HJ 536
13	COD _{Cr}	重铬酸盐法	HJ 828
14	细菌总数	平皿计数法	HG/T 4207
15	军团菌	平皿计数法	HG/T 4323

注：

- a) 腐蚀率的测试方法宜符合《工业设备化学清洗中金属腐蚀率及腐蚀总量的测试方法 重量法》GB/T 25147 的规定；
- b) 总磷的检测方法宜符合《锅炉用水和冷却水分析方法磷酸盐的测定》GB/T 6913 的规定。

6.3 水质判断

当数据中心蒸发冷却系统水质的检测项目均符合本文件规定时，可判断该系统的水质达标。

6.4 排污要求

当蒸发冷却空调设备水系统排水直接排入城镇下水道时，如检测的排水水质超过《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962的规定值，应作深度处理，符合标准后排放。

参 考 文 献

- [1] GB/T 5750.2 生活饮用水标准检验方法 水样的采集与保存
- [2] GB/T 11911 水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法
- [3] GB/T 14643.1 工业循环冷却水中菌藻的测定方法 第1部分：黏液形成菌的测定 平皿计数法
- [4] GB 50015 建筑给水排水设计标准
- [5] GB/T 50102 工业循环水冷却设计规范
- [6] GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- [7] GB/T 51188 建筑与工业给水排水系统安全评价标准
- [8] T/DZJN 10 数据中心蒸发冷却空调技术规范
- [9] T/CECS 646 制冷系统蒸发式冷凝器循环冷却水电化学处理工程技术规程

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，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 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/358017025020006031>