ICS 23.080
CCS J 71

团　　体　　标　　准

T/CAPS XXXX—XXXX

数据中心液冷系统二次侧液冷循环泵技术要求和试验方法

Technical requirements and test methods for secondary side liquid cooling circulation pumps of data center liquid cooling systems

（征求意见稿）

20XX－XX－XX 发布　　20XX－XX－XX 实施

中国生产力学会　　发 布

目　　次

前言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　技术要求 2
4.1　基本要求 2
4.2　性能 2
4.3　噪声 2
4.4　振动 2
4.5　电气安全 2
4.6　电磁兼容性 3
4.7　环境适应性 3
4.8　防护等级 3
4.9　耐久性要求 4
4.10　介质兼容性 4
4.11　功能 4
4.12　承压件 5
4.13　抵抗异物能力 5
4.14　限量物质含量 5
4.15　外观 5
5　试验方法 5
5.1　性能试验 5
5.2　噪声 5
5.3　振动 5
5.4　电气安全试验 5
5.5　电磁兼容性试验 6
5.6　环境适应性试验 6
5.7　防护等级试验 6
5.8　耐久性试验 6
5.9　介质兼容性试验 7
5.10　功能检查 7
5.11　水压试验 7
5.12　异物混入试验 7
5.13　限用物质含量检测 8
5.14　外观 8
6　检验规则 8
6.1　检验分类 8
6.2　出厂检验 8

6.3 型式检验 9
7 标志、包装、运输和贮存 9
7.1 标志 9
7.2 包装和运输 9
7.3 贮存 10

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由利欧集团浙江泵业有限公司提出。

本文件由中国生产力学会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

数据中心液冷系统二次侧液冷循环泵技术要求和试验方法

1 范围

本文件规定了数据中心液冷系统二次侧液冷循环泵（以下简称“液冷循环泵”）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于数据中心液冷系统中，用于驱动去离子水、乙二醇水溶液、氟化液等二次侧冷却液循环的离心式泵及屏蔽式泵。

本文件不适用于冷水机组、干冷器、冷却塔等一次侧冷源设备内部用泵及液冷系统中用于补水、排污等辅助功能的泵类设备。

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/T 191 包装储运图形符号标志

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3216—2016 回转动力泵 水力性能验收试验 1级、2级和3级

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 4706.1—2024 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB/T 5171.1 小功率电动机 第1部分：通用技术条件

GB/T 7021 离心泵名词术语

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14832 标准弹性体材料与液压液体的相容性试验

GB/T 29529 泵的噪声测量与评价方法

GB/T 29531—2013 泵的振动测量与评价方法

GB 29743.1 机动车冷却液 第1部分：燃油汽车发动机冷却液

JB/T 14292 农用水泵有毒有害物质限量及检测方法

IEC 61000-3-2-2018 电磁兼容性（EMS） 第3-2部分：限值 谐波电流发射限值（设备输入≤16 A)(Electromagnetic compatibility(EMC)-Part3-2:Limits-Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤16 A per phase)）

EN 55032-2015 多媒体设备的电磁兼容性 排放要求（Electromagnetic compatibility of multimedia equipment-Emission Requirements）

3 术语和定义

GB/T 7021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据中心液冷系统 data center liquid cooling system

采用液体作为传热介质，通过强制循环流动直接或间接带走数据中心发热器件（如CPU、GPU、ASIC等）热量，以维持设备正常工作温度的冷却系统。

3.2

二次侧液冷循环泵 secondary side liquid cooling circulating pump

安装在数据中心液冷系统二次侧回路中，用于驱动冷却液在冷量分配单元（CDU）与液冷设备（如冷板、浸没槽）之间循环流动，实现热量传递的专用泵。

注：冷量分配单元是用于进行液冷电子设备间的冷却液体分配的系统，提供一、二次侧液体热交换、二次侧液体动力、流量分配、温度及压力控制、物理隔离、防凝露等功能。

3.3

冷却介质　cooling medium

在液冷系统中循环流动，用于吸收和传递热量的液体。

4　技术要求

4.1　基本要求

4.1.1　液冷循环泵的设计、制造和检验应符合本文件的规定，并应按经规定程序批准的产品图样和技术文件制造。

4.1.2　泵的额定流量范围宜为 1 m^3/h～200 m^3/h，额定扬程范围宜为 25 m～80 m，工作介质温度范围为-40 ℃～70 ℃，系统设计压力不大于 1.0 MPa。

4.1.3　液冷循环泵应结构合理，运行平稳可靠，便于安装、操作和维护。

4.1.4　液冷循环泵与冷却介质接触的零部件应采用耐腐蚀、耐磨损、化学相容性好的材料制造。

4.1.5　液冷循环泵使用的冷却介质包括：

a)　水基冷却液，如：去离子水、乙二醇水溶液、丙二醇水溶液等；

b)　绝缘冷却液，如：矿物油、合成酯、氟化液等；

c)　专用冷却液，如：相变冷却液、纳米流体等。

4.2　性能

4.2.1　液冷循环泵的性能容差应符合 GB/T 3216—2016 中的 2B 级。

4.2.2　对于液冷循环泵的输入功率不大于 10 kW 的泵的容差应符合 GB/T 3216—2016 中 4.4.2 的规定。

4.3　噪声

根据液冷循环泵的实际应用需要，对不同功率的整泵噪音进行限定。液冷循环泵在额定工况下运行时，泵体表面1 m处的噪声A计权声压级应符合表1的规定。

表1　计权声压级限值

序号	功率（kW）	噪声dB（A）
1	≤1	65
2	1～10	70
3	＞10	75

4.4　振动

液冷循环泵在额定工况下运行时，振动应符合GB/T 29531—2013中B级的要求。

4.5　电气安全

4.5.1　温升

液冷循环泵在规定的试验条件下，各部分的温升限值应符合以下要求：

a)　绕组（按 F 级绝缘要求）：△t≤90K；

b)　电机外壳：△t≤50K。

4.5.2　泄漏电流

液冷循环泵在工作温度下的泄漏电流应满足以下要求：

a)　I 类驻立式电动器具：≤3.5 mA；

b)　泄漏电流不应随时间增大。

4.5.3 工作温度下的电气强度

液冷循环泵应能承受规定电压的电气强度试验，试验期间不应发生闪络或击穿现象。

4.5.4 绝缘电阻

液冷循环泵的绝缘电阻应符合产品技术规范的要求，在常态下绝缘电阻应≥10 MΩ，在湿热试验后绝缘电阻应≥2 MΩ。

4.5.5 接地措施

液冷循环泵应有可靠的接地措施。

4.6 电磁兼容性

4.6.1 电磁骚扰限值（EMI）

液冷循环泵的电磁骚扰水平应满足以下要求：

a) 传导骚扰：应符合 EN 55032-2015 中 Class A 限值要求；
b) 辐射骚扰：应符合 EN 55032-2015 中 Class A 限值要求；
c) 谐波电流：应符合 IEC 61000-3-2-2018 中 Class A 限值要求。

4.6.2 电磁抗扰度水平（EMS）

液冷循环泵应具备以下电磁抗扰度能力：

a) 静电放电抗扰度：接触放电±6 kV，空气放电±8 kV；
b) 辐射抗扰度：80 MHz～1 000 MHz，10 V/m；
c) 传导抗扰度：150 kHz～80 MHz，10 V；
d) 浪涌抗扰度：线对地±2 kV，线对线±1 kV；
e) 快速瞬变脉冲群抗扰度：电源端口±2 kV，信号端口±1 kV。

4.7 环境适应性

4.7.1 高温适应性

液冷循环泵在+85 ℃环境下持续工作72 h后，应满足以下要求：

a) 电气性能正常；
b) 扬程和流量偏差＜5%；
c) 无可见变形和损坏。

4.7.2 湿热适应性

液冷循环泵通过交变湿热试验后，应满足无机械损伤、电气性能无异常、性能无劣化。

4.7.3 温度循环适应性

液冷循环泵通过高低温循环试验后，应保证水力性能满足要求、无泄漏现象、耐压和绝缘符合要求。

4.7.4 低温适应性

液冷循环泵在-40 ℃环境下放置72 h后，应能正常启动和运行。

4.7.5 低温低电压启动能力

液冷循环泵在-40 ℃环境下，在0.85倍额定电压下应能正常启动，稳定运转3 s。

4.8 防护等级

4.8.1 液冷循环泵的防尘等级应不低于 IP5X。
4.8.2 液冷循环泵的防水等级应不低于 IPX5。
4.8.3 潮湿试验在空气相对湿度为（93±3）%的潮湿箱内进行 48 h，试验后泄漏电流和电气强度应符合要求。

4.9 耐久性要求

4.9.1 压力循环耐久性

液冷循环泵应能承受10万次压力循环测试，无泄漏现象，功能正常。

4.9.2 整机耐久性

液冷循环泵应满足以下耐久性要求：

a) 常温清水间歇运行：满足循环通电检查要求；
b) 高温连续运行：在 65 ℃环境温度下，最大功率点连续运行 6 个月，性能满足要求；
c) 启停耐久性：经受 10 000 次启停循环，每次循环开 9 min 停 1 min，性能、功能、噪音满足要求。

4.10 介质兼容性

4.10.1 金属材料兼容性

液冷循环泵的金属材料兼容性应满足GB 29743.1的要求。

4.10.2 非金属材料兼容性

液冷循环泵的非金属材料经兼容性测试后，应满足以下要求：

a) 体积变化率：-5%～+20%；
b) 硬度变化：±10；
c) 拉伸强度变化率：≤-50%；
d) 拉断伸长率变化率：≤-50%。

4.11 功能

4.11.1 过压/欠压保护功能

液冷循环泵应具备过压/欠压保护功能：

a) 过压保护：当输入电压超过 1.2 倍额定电压持续 3 s 时，应进入停机保护状态；
b) 欠压保护：当输入电压低于 0.8 倍额定电压持续 6 s 时，应进入停机保护状态；
c) 恢复条件：电压恢复至 1.15 倍（过压）或 0.85 倍（欠压）额定电压时，应自动恢复运转。

4.11.2 过温保护功能

液冷循环泵应具备过温保护功能：

a) 保护温度：当温度超过 95 ℃时，应停止运行；
b) 恢复温度：当温度低于 85 ℃时，应自动重启运行。

4.11.3 缺水保护功能

液冷循环泵应具备缺水保护功能：

a) 保护动作：空载无水状态下运行 15 s 后应停止运行；
b) 重启间隔：停止 5 s 后再次启动；
c) 循环次数：循环 3 次后应停止运行并报故障。

4.11.4 过载保护功能

液冷循环泵应具备过载保护功能：

a) 保护动作：堵转 1 s 后应停机；
b) 重启间隔：停机 2 s 后重启；
c) 循环次数：循环 5 次后应停机报故障。

4.11.5 软启动功能

液冷循环泵应具备软启动功能，从通电到达到额定转速的时间应≤5 s。

4.11.6 电源反接保护功能

液冷循环泵应具备电源反接保护功能，电源正负极反接时不应损坏。

4.11.7 记忆功能

液冷循环泵应具备记忆功能，断电后重新上电能按断电前的状态运行。

4.11.8 输出缺相保护功能

液冷循环泵应具备输出缺相保护功能，缺相后应停机、重启、报故障。

4.12 承压件

液冷循环泵应能承受1.5 MPa的静水压力，持续时间10 min，无泄漏现象。

4.13 抵抗异物能力

验证在冷却介质中含有一定量的异物状态运行，液冷循环泵无卡滞、泄露，试验后样件结构无开裂、脱胶、变形等。

4.14 限量物质含量

液冷循环泵中限用物质的含量应符合JB/T 14292要求。

4.15 外观

4.15.1 液冷循环泵外观应整洁美观，表面处理均匀，无划伤、锈蚀、变形等缺陷。
4.15.2 液冷循环泵经 720 h 中性盐雾试验后，外观应满足 3/3mF 等级要求。

5 试验方法

5.1 性能试验

按GB/T 3216规定的方法进行。

5.2 噪声

按GB/T 29529规定的方法进行。

5.3 振动

按GB/T 29531规定的方法进行。

5.4 电气安全试验

5.4.1 温升试验

按GB/T 4706.1—2024中第11章规定的方法进行。

5.4.2 泄漏电流测试和电气强度

按GB/T 4706.1—2024中第16章规定的方法进行。

5.4.3 绝缘电阻测定

按GB/T 5171.1规定的方法进行。

5.4.4 接地措施检查

通过视检和手动试验检查接地标志和接地措施。

5.4.5 潮湿试验后的泄漏电流和电气强度试验

在潮湿试验结束后立即进行泄漏电流和电气强度试验：

a) 泄漏电流测试：器具不通电，施加 1.15 倍额定电压，在 5 s 内测量泄漏电流，限值应符合 GB/T 4706.1—2024 第 16 章要求；
b) 电气强度试验：试验电压 500 V+2Un，历时 1 min，应无闪络、击穿现象。

5.5 电磁兼容性试验

5.5.1 电磁骚扰测试（EMI）

按EN 55032规定的方法进行电磁骚扰测试。

5.5.2 电磁抗扰度测试（EMS）

按IEC 61000系列标准规定的方法进行。

5.6 环境适应性试验

5.6.1 高温试验

按GB/T 2423.2规定的方法进行。

5.6.2 交变湿热试验

按GB/T 2423.4规定的方法进行。

5.6.3 高低温循环试验

挑选温升最大的型号，在最大功率点运行，选用说明书内标注的适配冷水介质为试验介质并保持介质温度65 ℃，按-40 ℃±2 ℃运行8 h、+25 ℃运行8 h、+65 ℃运行8 h为一个周期进行高低温循环试验，循环30次。

5.6.4 低温试验及低温低电压启动试验

按以下方法进行低温试验：
a) 试验介质：4.1.5 里的其他冷却介质；
b) 环境温度：-40 ℃±2 ℃；
c) 不间断放置时间：72 h；
d) 启动测试：每隔 24 h 接入 0.85 倍额定电压启动水泵 1 次，稳定运转 3 s 后停止；
e) 恢复时间：至少 1 h，使温度达到稳定；
f) 判定要求：水泵能正常启动。

5.7 防护等级试验

5.7.1 防尘试验

按GB/T 4208规定的方法进行。

5.7.2 防水试验

按GB/T 4208规定的方法进行。

5.7.3 潮湿试验

按GB/T 4706.1—2024中第15章规定的方法进行。

5.8 耐久性试验

5.8.1 压力循环测试

将液冷循环泵进口密封、出口连接至水锤测试设备，在1.0 MPa测试压力下按运行5 s、停止5 s的周期进行压力循环测试，累计100 000次。

5.8.2 整机耐久试验

5.8.2.1 常温清水耐久试验：

a) 挑选最小功率型号，开 1 天停 20 天，开 1 天停 40 天，开 1 天停 60 天；
b) 一个周期通电检查一次是否能正常启动。

5.8.2.2 高温耐久试验：

a) 挑选温升最高的一个型号，在最大功率点运行；
b) 清水 70 ℃、环境温度 70 ℃；
c) 持续运行 6 个月。

5.8.2.3 启停耐久试验：

a) 开 9 min 停 1 min，启停 10 000 次；
b) 每 5 000 次测量记录轴承、轴套、推力盘组件的尺寸；
c) 判定要求：试验结束后进行性能、功能、噪音测试；在测试过程中及结束后无水压泄漏现象，功能正常；试验结束后拆机观察内部零件磨损情况。

5.9 介质兼容性试验

5.9.1 金属介质兼容性测试

金属介质兼容性测试按GB 29743.1规定的方法进行。

5.9.2 非金属介质兼容性测试

按GB/T 14832规定的方法进行。

5.10 功能检查

5.10.1 过压/欠压保护试验

连接管路，启动水泵正常运行，在阀门全开状态下调节输入电压，验证过压/欠压保护功能。

5.10.2 过温保护试验

水泵正常运行，调节环境温度或负载，验证过温保护功能。

5.10.3 缺水保护试验

水泵空载无水运行，观察水泵运行状态。

5.10.4 过载保护试验

将叶轮固定运行，无转速，验证过载保护功能。

5.10.5 软启动试验

启动水泵，记录水泵通电到达到额定转速的时间，验证软启动功能。

5.10.6 电源反接保护试验

将电源正负极反接，验证电源反接保护功能。

5.10.7 记忆功能试验

保存断电前运行状态，下次启动按照上次参数运行。

5.10.8 输出缺相保护试验

当电机引出线异常断开任意一相时，验证缺相保护功能。

5.11 水压试验

使液冷循环泵注满水，确保排去全部空气，用水压的方法把压力升至1.5 MPa，持续时间10 min。试验应在高低温试验后进行。

5.12 异物混入试验

5.12.1 按实际应用姿态和安装方式固定接入水路，进、出水口使用软管组成环路。使用规格要求冷却

液，并添加杂质，工质杂质配比见表 2。

表2　杂质配比

杂质	平均颗粒（μm）	占冷却液质量比重（%）
Fe_2O_3	80	0.005
Al_2O_3	20	0.001
Al_2O_3	150	0.001
SiO_2	23	0.001
Cu_2O	2.7	0.003

5.12.2　测试总时长为 720 h，在额定电压、额定工况下全速运行 23 h，断电静置 1 h，交替循环运行。在测试过程中定期（测试周期的 1/4、1/2、3/4 以及结束时）监控样品的运行电流、水力性能、功耗、噪声振动量以及气密性能，完成后抽样 1pcs 进行拆机检视并拍照，其余留样保存。

5.13　限用物质含量检测

按JB/T 14292规定的方法进行。

5.14　外观

5.14.1　目视检查液冷循环泵外观，其结果应符合 4.15.1 的规定。

5.14.2　按 GB/T 10125 规定的中性盐雾试验（NSS）方法和设备进行，其结果应符合 4.15.2 的规定。

6　检验规则

6.1　检验分类

泵的检验分为出厂检验和型式检验。

6.2　出厂检验

6.2.1　每台电泵均应检验合格后,并附有产品合格证和使用说明书方可出厂。

6.2.2　出厂检验项目见表 3。

表3　检验项目

检验项目	型式试验	出厂检验	技术要求	试验方法
性能	√	√	4.2	5.1
噪声测试	√	-	4.3	5.2
振动测试	√	-	4.4	5.3
温升试验	√	-	4.5.1	5.4.1
泄漏电流测试	√	√	4.5.2	5.4.2
电气强度	√	√	4.5.3	5.4.3
绝缘电阻测定	√	√	4.5.4	5.4.4
接地检查	√	√	4.5.5	5.4.5
电磁兼容	√	-	4.6	5.5
环境适应性	√	-	4.7	5.6
防护等级	√	-	4.8	5.7
耐久性	√	-	4.9	5.8
介质兼容	√	-	4.10	5.9
功能检查	√	√	4.11	5.10
水压试验	√	×	4.12	5.11
异物混入试验	√	-	4.13	5.12
限量物质含量检测	√	-	4.14	5.13
外观检查	√	×	4.15	5.14
注：表中“√”表示必检项目，“-”表示抽检项目，“×”表示不检。				

6.2.3　出厂检验的抽样检查和判断处理规定应符合 GB/T 2828.1 的规定。采用正常检查一次抽样方案，检查批为产品日产量或一次定货批量（台），检查水平为一般检查水平Ⅱ，接收质量限（AQL）为 4.0，

也可由供需双方协商确定。

6.3 型式检验

6.3.1 型式检验应在下列情况之一时进行：

a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
c) 产品停产一年以上，恢复生产时；
d) 正常生产时，定期或累积一定产量后，应周期性进行一次检验；
e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
f) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

6.3.2 检验项目见表 3。

6.3.3 抽样检查和判断处置规则应符合 GB/T 2828.1 的规定，采用正常检查一次抽样的方案。检查批量应满足样本大小至少为 2 台（也可按有关文件规定抽取），检验水平为特殊检验水平 S-2，接收质量限（AQL）为 6.5。

6.3.4 出厂检验合格的产品应附有合格证或检验合格标志。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

7.1.1.1 标牌的材料及标牌上数据的刻印方法应能保证其字迹在整个使用期内不易磨灭。标牌尺寸和技术要求应符合 GB/T 13306 的规定。

7.1.1.2 每台液冷循环泵应在明显位置固定永久性铭牌，铭牌应清晰、牢固，至少应表明的内容如下：

a) 制造厂名称；
b) 型号及名称；
c) 额定电压（V）；
d) 额定功率，单位为千瓦（kW）；
e) 额定流量，单位为立方米每小时（m^3/h）；
f) 额定扬程，单位为米（m）；
g) 额定转速，单位为转每分（r/min）；
h) 介质温度范围，单位为摄氏度（℃）；
i) 工作压力，单位为兆帕（MPa）；
j) 防护等级；
k) 质量（净重），单位为千克（kg）；
l) 制造日期或生产批号；
m) 产品执行标准编号。

7.1.1.3 泵机组应有明显的转向标志。

7.1.2 包装标志

包装箱外壁的文字和标志应清晰、整齐，主要内容如下：

a) 制造厂名称；
b) 产品名称、型号及数量；
c) 重量（净重及连同包装的毛重），单位为千克（kg）；
d) 包装箱外形尺寸（长×宽×高），单位为厘米（cm）；
e) 包装箱的适当部位应有符合 GB/T 191 规定的图示标志。

7.2 包装和运输

7.2.1 液冷循环泵的包装应符合 GB/T 13384 的规定。

7.2.2 每台泵的包装内应有下列随机文件和附件，文件应封装在防水的袋内：

a) 装箱单；
b) 合格证；
c) 使用说明书；
d) 必要的随机附件。

7.2.3 包装箱外表的文字和标志应整齐、清晰，内容包括但不限于：

a) 制造商名称；
b) 产品名称及型号；
c) 外形尺寸，单位为毫米（mm）；
d) 毛重，单位为千克（kg）；
e) 包装箱的包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

7.2.4 包装内应有防水措施。

7.2.5 泵的进出口应封堵，防止杂物进入。

7.2.6 泵的包装应保证在正常的运输条件下完好。

7.2.7 应确保泵在运输前进行安全检测，避免潜在的安全隐患。

7.2.8 应根据货物特性和运输距离选择合适的运输方式，泵宜采用海运或路况较好的公路运输。

7.3 贮存

7.3.1 检验合格的泵应放于干燥通风良好的场所内。

7.3.2 泵在存放过程中应采取措施防止锈蚀和损坏。

7.3.3 存放时间超过 12 个月的泵，出厂前应进行试运行检查。