

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CAICI

中国通信企业协会团体标准

T/CAICI XXXX—XXXX

液冷系统工程技术规范

Technical Specification for Liquid Cooling System Engineering

（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

中国通信企业协会 发布

目 次

前 言 III

引 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

 3.1 算力数据中心 错误!未定义书签。

 3.2 算力中心 错误!未定义书签。

 3.3 算力 错误!未定义书签。

 3.4 算效 错误!未定义书签。

 3.5 数据中心电能利用效率 错误!未定义书签。

 3.6 数据中心水资源利用效率 错误!未定义书签。

 3.7 液冷 错误!未定义书签。

 3.8 液冷系统 错误!未定义书签。

 3.9 冷板 错误!未定义书签。

 3.10 冷板式液冷 错误!未定义书签。

 3.11 浸没式液冷 错误!未定义书签。

 3.12 喷淋式液冷 错误!未定义书签。

 3.13 二次冷却环路 错误!未定义书签。

 3.14 一次冷却环路 错误!未定义书签。

 3.15 冷量分配单元 错误!未定义书签。

 3.16 自然冷却单元 错误!未定义书签。

 3.17 热回收系统 错误!未定义书签。

 3.18 柜内分集液单元 错误!未定义书签。

 3.19 液冷占比 错误!未定义书签。

4 液冷系统规划要求 3

 4.1 一般规定 3

 4.2 规划要求 3

5 液冷系统机房工程技术要求 4

 5.1 建筑与结构要求 4

 5.2 机柜及通道系统要求 4

 5.3 电气系统要求 4

 5.4 综合监控系统要求 5

 5.5 给排水系统要求 5

 5.6 通风系统要求 5

6 液冷系统冷却工程技术要求 5

 6.1 一般规定 5

 6.2 负荷计算 5

 6.3 液冷系统技术要求 5

6.4 设备选择 7

7 液冷系统供配电工程技术要求 7

8 液冷系统能效要求 8

8.1 能效要求及节能措施 8

8.2 能效监管系统 8

9 液冷系统工程施工要求 8

9.1 一般规定 8

9.2 安装要求 8

10 液冷系统工程交付验收要求 9

10.1 一般规定 9

10.2 交付 9

10.3 综合测试 10

10.4 产品质量管控措施 10

10.5 竣工验收 11

11 液冷系统运维技术要求 11

11.1 一般规定 11

11.2 运行维护范围 11

11.3 运行维护基本要求 11

11.4 液冷系统维护基本要求 12

11.5 冷板式液冷运维技术要求 12

11.6 浸没式液冷运维技术要求 13

附录 A 本规范用词说明..... 16

条文说明 17

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。

本文件由中国通信企业协会标准化管理委员会提出并归口。

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。

本文件起草单位：中国移动通信集团设计院有限公司、广东海悟科技有限公司、四川华鲲振宇智能科技有限公司、广西自贸区见炬科技有限公司、深圳市英维克科技股份有限公司、维谛技术有限公司、上海邮电设计咨询研究院有限公司

本文件主要起草人：姜宇光、吴宏杰、李可柏、宋鹏、左瑾浩、徐华、张兴星、廖月鹏、李勤、黄强、李书华、姜峰、徐磊、王文明、孙颖

本文件为中国通信企业协会首次发布。

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到……[条]……与……[内容] ……相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：……

地址：……

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

液冷系统工程技术规范

1 范围

本文件提出了算力中心液冷系统分类和分级，规定了液冷机房工程、冷却工程、供配电工程、能效、施工、交付验收、运维等技术要求。
本文件适用于算力中心液冷系统的规划、设计、建设、维护与运营。

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。

GB50174-2017	数据中心设计标准
T/CCUA 016-2021	超级计算数据中心设计要求
GB51195-2016	互联网数据中心工程技术规范
YD/T 3979-2021	数据中心浸没式液冷服务器系统技术要求和测试方法
YD/T 3980-2021	数据中心冷板式液冷服务器系统技术要求和测试方法
YD/T 3981-2021	数据中心喷淋式液冷服务器系统技术要求和测试方法
YD/T 3982-2021	数据中心液冷系统冷却液体技术要求和测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 算力数据中心 computing power data center

是集信息算力、网络运载力、数据存储力于一体的新型信息数据中心，可实现信息的集中计算、存储、传输与应用，呈现多元泛在、智能敏捷、安全可靠、绿色低碳等特征，对助推产业转型升级、赋能我国科技创新、满足人民美好生活 and 实现社会高效能治理具有重要意义。

3.2 算力中心 computing power center

是以风火水电等基础设施和IT软硬件设备为主要构成，具备算力、运载力和存储力的设施，包括通用数据中心、智能计算中心、超算中心等。

3.3 数据中心 data center

为集中放置的点赞信息设备提供运行环境的建筑场所，可以是一栋或几栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分，包括主机房、辅助区、支持区和行政管理区等。

3.4 智算中心 intelligent computing center

指通过使用大规模异构算力资源，包括通用算力（CPU）和智能算力（GPU、FPGA、ASIC 等），主要为人工智能应用（如人工智能深度学习模型开发、模型训练和模型推理等场景）提供所需算力、数据和算法的设施。智能计算中心涵盖设施、硬件、软件，并可提供从底层算力到顶层应用使能的全栈能力。

3.5 超算中心 supercomputing center

为集中放置的超级计算机（由通用或专用的高性能硬件和软件组成的，为处理复杂的数据、算法和应用等提供算力的高性能计算平台提供运行环境的建筑场所）设备提供运行环境的场所。

3.6 算力 computational power

算力是体现信息设备对数据计算的能力,包含通用算力、智能算力、超算算力。常用计量单位是FLOPS (Floating-point Operations Per Second),即每秒执行的浮点运算次数。

3.7 算效 computational efficiency

是数据中心算力与IT设备功耗的比值,即“数据中心每瓦功耗所产生的算力”(单位:FLOPS/W)。

3.8 算力碳效 the carbon efficiency of computing power

是兼顾服务器的碳排放量和算力性能的综合指标,指服务器使用周期内产生的碳排放与所提供的算力性能的比值,为服务器设备设计、选型提供重要参考。

3.9 数据中心碳利用效率 carbon usage effectiveness

指数据中心 CO2总排放量与 IT 负载能源消耗的比值,单位是 kg/kWh。

3.10 数据中心电能利用效率 power usage effectiveness

指数据中心总耗电量与数据中心IT 设备耗电量的比值,一般用年均PUE 值衡量。详细计算和测量要求参照YD/T 2543《电信互联网数据中心(IDC)的能耗测评方法》。

3.11 数据中心水资源利用效率 water usage effectiveness

数据中心总耗水量与数据中心IT设备耗电量的比值,一般用年均WUE值。WUE值越小代表数据中心利用水资源的效率越高。

3.12 液冷 liquid cooling

一种适用于需提高计算能力、能源效率、部署密度、解决高热流密度热源散热冷却问题等场景,采用液体冷却工质带走热源热量,实现对热源温度控制的热控制技术。

3.13 液冷系统 liquid cooling system

液冷系统由液冷算力设施、液冷连接部件、冷量分配单元(CDU),以及室外冷却系统等构成。室外冷却系统主要采用冷却塔或干冷器供冷及配套循环水泵。对于低温液冷系统,还包括机械压缩补冷装置,如冷水机组。

3.14 冷板 cold plate

由基板和封闭液体盖板形成的封闭腔体,内设流体通道,冷却工质经过该腔体内的通道将通道内的热量带走。

3.15 冷板式液冷 cold plate liquid cooling

通过冷板将发热器件的热量间接传递给封闭在循环管路中的冷却液体,通过冷却液体将热量带走的一种实现形式。

3.16 浸没式液冷 immersion liquid cooling

将发热元器件完全浸没在冷却液体中,通过直接接触带走热量的一种实现形式。

根据冷却介质吸热后是否发生相变,又分为单相浸没式液冷和相变浸没式液冷。单相浸没式液冷的冷却液体在热量传递过程中仅发生温度变化,而不存在相态转变,过程中完全依靠物质的显热传递热量。相变浸没式液冷的冷却液体在热量传递过程中发生相态转变,依靠物质的潜热传递热量。

3.17 喷淋式液冷 spray liquid cooling

面向芯片级器件精准喷淋、直接接触式,通过重力或系统压力直接将冷却液喷洒至发热 IT 器件或与之连接的导热元件上的液冷形式。

3.18 二次冷却环路 secondary liquid cooling loop

简称“二次侧”，液冷系统内负责将算力设施高热流密度元件的发热量带出机房，送抵与外循环系统做热交换的冷却介质循环系统。

注：主要由冷量分配单元（二次侧循环通道部分）、液冷算力设施、柜内配流管路、管路系统、连接管路、过滤装置等组成。

3.19 一次冷却环路 primary liquid cooling loop

简称“一次侧”，液冷系统内负责将二次冷却环路送抵的机房内高热流密度元件产生的热量排至室外大气环境，或通过热回收系统取热单元回收利用，同时实现介质冷却循环的冷却系统。

注：主要由冷量分配单元（一次侧循环通道部分）、冷却单元、热回收系统取热单元、外循环泵、补液装置、稳压系统、连接管路、过滤装置、水质控制模块等组成。

3.20 冷量分配单元 coolant distribution unit (CDU)

用于进行冷却液分配的单元，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。根据不同应用分为集中式 CDU 和分布式 CDU 两种形式。

注：主要由冷却液循环泵、控制系统、板式换热器、自动补液装置、流量调节阀、传感器、变频器等组成。

3.21 自然冷却单元 free cooling unit

可通过自然冷却的方式向外界环境释放热量的外部冷却单元。

注：常采用的设计有闭式冷却塔、开式冷却塔、干冷器等。

3.22 热回收系统 heat recovery system

用于回收液冷系统的余热或废热，并把回收的热量通过直接转移或借助热泵的形式转移，作为供热或其他加热设备的热源而加以利用或存储的系统。

3.23 柜内分集液单元 manifold

用于向机柜内各节点内的冷板分配冷却液，介于冷量分配单元（CDU）与冷板之间的冷却液集中分配装置。

3.24 液冷占比 liquid performance efficiency (LPE)

液冷系统中直接通过液体带走的热量（功耗）与系统总热量（功耗）的比值。液冷占比计算公式如下：

$$LPE = PL / P0$$

PL ——直接液冷功耗，为直接由液冷带走的冷却功耗；

P0 ——系统总功耗，包含直接液冷功耗和风冷功耗两部分。

4 液冷系统规划要求

4.1 一般规定

4.1.1 液冷系统分为冷板式液冷、浸没式液冷和喷淋式液冷三类。

4.1.2 液冷系统部署在数据中心、智能计算中心、超算中心等不同场景时，应根据业务需求确定系统形式。

4.2 规划要求

4.2.1 液冷系统应根据算力中心使用性质、数据丢失或网络中断在经济或社会上造成的损失或影响程度确定级别，级别划分应符合《数据中心设计规范》GB50174-2017 中的 A、B、C 三级。

4.2.2 算力中心液冷系统规模划分见表 1，具体要求如下：

表4.2.2 算力中心液冷系统规模等级划分

等级	指标参数量
超大型液冷系统	液冷机柜≥100架，或算力≥2EFLOPS
大型液冷系统	液冷机柜≥50架，或算力≥1EFLOPS
中小型液冷系统	液冷机柜<50架，或算力<1EFLOPS

5 液冷系统机房工程技术要求

5.1 建筑与结构要求

5.1.1 采用液冷系统的数据中心园区规划宜结合液冷需求预留预制模块化变电站、预制冷站、集装箱发电机等设施的室外布放条件。

5.1.2 新建液冷系统机房平面布局要求应满足以下要求：

- (1) 应具有灵活性、通用性和兼容性，应满足液冷机柜、液冷系统的工艺要求，宜兼容风冷机柜、风冷系统的工艺要求，并预留未来机架向更高密度演进的条件。
- (2) 搬运通道的宽度及门的尺寸应满足设备和材料的运输要求，通道净宽不应小于 1.5m。多层和高层数据中心应设置货梯，货梯额定载重不宜低于 3 吨，货梯门净高不宜小于 2.4m，净宽不宜小于 1.5m。其他楼梯、电梯、走道设计应符合《数据中心基础设施工程技术规范》YD/T 5235、《民用建筑通用规范》GB55031、《建筑防火通用规范》GB55037规定。

5.1.3 利用现有机房改造的液冷系统机房，场地布局应满足以下要求：

- (1) 应统筹现有建筑周边场地和屋面空间，合理部署因液冷系统增加的设备；
- (2) 应优先考虑使用屋面空间布设室外制冷设备。

5.1.4 建筑气候分区和围护结构热工设计应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 的相关规定

5.1.5 液冷系统机房室内装修材料的选用应符合《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 关于防火性能的要求。

5.1.6 液冷系统机房净高不宜小于 4.25 米。

5.1.7 液冷机柜区的楼板或地面应采取防潮、防水漫溢、防液体渗漏的技术措施，并应设置专用回收与排液措施。

5.2 机柜及通道系统要求

5.2.1 算力中心内的各类设备应根据工艺设计进行布置，满足系统运行、人员操作和安全、设备和物料运输、设备散热、安装和维护的要求。

5.2.2 建筑物形态的算力中心宜按主机房区、支持区进行分区布置。主机房区为 ICT 设备布置区域，支持区为机电配套设备区域。

5.2.3 主机房区内，ICT 设备宜按设备功能分架分列集中设置，方便维护和跳线。

5.2.4 机架布置和间距等宜满足《数据中心设计规范》GB 50174 的相关要求。

5.2.5 对于采用预制化产品形态的算力中心，设计时应根据产品的规格、尺寸、搬运需求等，规划好运输、卸载区域及流线。安装室内集装箱和室外集装箱的数据中心，集装箱之间的距离，应根据采购的集装箱规格、型号、开门方式、场地情况等设计合理距离，满足搬运设备装卸、运送需求。

5.3 电气系统要求

5.3.1 液冷系统机房应采用高效节能灯具，灯具应采用分区与分组控制措施。

5.3.2 液冷系统机房的一般照明的照度标准值不应小于 300lx，显色指数不宜小于 80。

5.3.3 液冷系统机房应设置备用照明，备用照明的照度值不应低于一般照明照度值的 10%

5.3.4 液冷系统机房的防雷合接地设计应满足人身安全及电子信息系统正常运行的要求，并应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 合《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343 的有关规定。

5.3.5 液冷系统主机房内设备的金属外壳、各类金属管道、金属线槽、建筑物金属结构必须进行等电位联结并接地。

5.4 综合监控系统要求

5.4.1 液冷系统机房应设置综合监控系统，应包括环境和设备监控系统、安全防范系统、火灾自动报警系统、基础设施管理系统。

5.4.2 综合监控系统应具有先进性、可靠性、安全性、集成性、可扩展性，并应支持后期建设的升级改造和新系统的接入，宜支持手机 APP 或小程序登录；

5.4.3 综合监控系统主设备宜集中设置在总控中心内，各系统设备应集中布置，单独回路供电，且应由 UPS 供电；

5.4.4 综合监控系统应具备显示、记录、控制、报警、提示、时钟同步及趋势分析功能，宜通过集成平台形式统一监视、管理及展示；

5.5 给排水系统要求

5.5.1 冷却用水、生活用水、公用系统用水等的排水，宜按水质分类收集。经集中处理可以达到不同使用水质要求的排水，宜重复或多次应用。

5.5.2 应结合场地具体情况制定合理的雨水利用方案，降低场地径流总量，加大雨水入渗、调蓄和回用。场区设置水景的推荐采用雨水作为景观水体的补水，并采用景观水体作为雨水的调蓄。

5.5.3 给水排水管网应采取有效措施避免管网漏损，用水器具应采用二级及以上节水器具。

5.5.4 生活用热水的热源，宜选用数据中心产生的余热、太阳能、热泵等多种热源后回用。

5.6 通风系统要求

5.6.1 主机房应维持正压。机房与其它房间、走廊的压差不宜小于 5Pa，与室外静压差不宜小于 10Pa。

5.6.2 设置了气体灭火的区域，应设置通风系统，通风换气次数不小于 5 次/小时，其排风口应避开人员密集场所或者经常有人经过的场所。

5.6.3 机房内空调系统用循环机组宜设置初效过滤器或中效过滤器。

6 液冷系统冷却工程技术要求

6.1 一般规定

6.1.1 液冷系统应符合现行国家规范《数据中心设计规范》GB 50174、《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》GB 50019 的有关规定。

6.1.2 液冷系统应满足国家节能、环保的相关要求，并应根据高密算力规模、形态、设备散热量特点、所在地区气候条件等，通过技术经济比较确定系统形式，应兼顾安全性、节能性、适用性和运维便利性，积极采用适合的制冷技术。

6.1.3 对于单机架功率 20kW 及以上的制冷需求，宜优先采用解耦型冷板液冷或浸没液冷，具备条件时可采用喷淋液冷。

6.1.4 当液冷系统与风冷系统合建时，宜单独建设冷源系统。通过技术比较，节能经济性较优时，也可合用冷源系统。

6.2 负荷计算

6.2.1 服务器液冷散热部分负荷可根据机架液冷部分运行功率进行计算。液冷占比按照系统形式及服务器器件散热情况进行确定。

6.2.2 对于液冷系统机房，风冷部分负荷需要考虑液冷系统向房间的散热负荷。

6.2.3 液冷机架对应的电力设备发热负荷，可按效率损失转换成热能计算。

6.3 液冷系统技术要求

6.3.1 设计中应分别针对不同的液冷系统特点，合理布置设备及设计管路系统形式。在条件具备时，

宜采用服务器与机柜解耦式液冷系统。

6.3.2 设置冷板式液冷的主机房应做好冷板液冷系统和风冷系统两套冷却系统管路的路由规划、标识，保证路由紧凑、合理，各管道能够清晰识别，具备检修空间。

6.3.3 液冷系统，宜分为一次侧和二次侧两部分。一次侧可采用风冷或水冷散热方式，主要由冷塔（或干冷器）、循环动力组件、管路系统构成，对于自然冷却无法满足的液冷系统，还包括机械压缩补冷装置；使用侧主要由液冷末端、管路系统、冷量分配单元 CDU 构成。

6.3.4 液冷冷源应综合考虑室外环境气象参数（干球温度、湿球温度），以及建筑物规模、当地水资源条件等因素确定，宜全年利用自然冷源：

（1）当采用液-液型 CDU 时，优先采用开式塔+板换或闭式塔方案，不应直接使用开式冷却塔冷却水；当采用风-液型 CDU 时，室外侧优先采用风冷冷凝器。

（2）对于极端缺水地区、严寒地区可采用干冷器方案，同时为满足夏季冷却侧供水温度需求，可配置水喷雾冷却系统或进风侧湿膜加湿系统。

（3）对于无法全年使用自然冷源的液冷系统应配置机械压缩补冷装置，机械压缩补冷装置与室外散热装置通过管路及阀件等连接应采用并联形式。

6.3.5 当液冷服务器一次侧冷却工质最高温度要求与风冷服务器差异较大时，冷板液冷风冷侧与液冷侧不宜共用风冷侧低温冷源；差异较小时，可共用冷源。

6.3.6 冷板液冷风冷侧与液冷侧共用液冷冷源时，空调末端宜采用列间级或机柜级形式，同时结合高温服务器采用高水温设计参数。

6.3.7 液冷侧冷源建设规模较小或需求不明确时，可采用预制集成冷（泵）站，设置在机楼屋面或室外地面。

6.3.8 为提高液冷侧节能性，宜提高冷源系统一二次侧供回液温度，加大供回液温差，降低冷源设备的功耗。

6.3.9 浸没式液冷机柜内部冷却液与 IT 设备直接接触进行热交换，对于布置的 IT 设备热功耗差异较大的场景，宜通过 CFD 模拟机柜流场温度场以保证机柜内温度场分布均匀，按需分配冷却液流量，避免出现局部热点，导致设备过热宕机。

6.3.10 液冷系统应根据管道布置空间、液冷机柜建设规模、机柜上柜进度、维护难度、经济性综合对比分析后确定 CDU 形式，对于需求不确定需要分期启用的场景宜优先采用分布式 CDU 形式。

6.3.11 当液冷系统有防冻功能要求时，应在相应管路添加防冻液，防冻液宜选择乙二醇或丙二醇水溶液，溶液体积浓度应根据项目地冬季极端温度进行选取，溶液宜采用原厂成品溶液。

6.3.12 冷却水管进入液冷主机房时，确保配电列头柜远离水管，并在机房内设有漏水报警，同时设置防止水漫溢和渗漏措施。

6.3.13 液冷二次侧水系统不平衡率应控制在 10%以内，在最不利单点故障工况，不平衡率应不大于 15%。

6.3.14 液冷二次侧管路宜采用不锈钢材质，同时管路中管路管件、阀门等应采用相同材质，接液材质应与液体具备兼容性，同时二次侧管路施工方式宜采用预制化形式。

6.3.15 环路工艺冷媒供回歧管底部需设置集水盘，集水盘需支持分段预制且可实现定向排水，集水盘建议设置不小于 $i=0.003$ 坡度，内部需沿管路由全部铺设米级定位式漏水告警绳，定位式漏水告警绳敷设应覆盖环路工艺冷媒供回歧管及阀门。漏水绳上需安装定位标识，漏水检测的告警信号应可接入机房动环管理系统，当出现漏液告警时可发生泄漏的物理位置定位到某个主管路。

6.3.16 液冷系统设备应通过不间断电源保障连续供冷，保障时间与服务器不间断电源配置时间一致。

6.3.17 液冷机房内可改造增加隔墙设置独立管道空调区用于主管走管。

6.3.18 液冷一次侧所需冷却塔、板换、水泵等宜采用 N+1 冗余备份设置，进入 CDU 之前管路及集中式 CDU 之后管路宜采用双管路或环管形式。

6.3.19 液冷系统应设置物理及化学水处理设备保证系统水质。

6.3.20 液冷系统宜考虑余热回收，以提高液冷系统综合能源利用效率，根据计算中心所在地的热源状况、供热需求，经技术经济比较后选取余热回收方案。

6.3.21 设置浸没液冷的主机房，应根据热量耗散情况宜设置保证人员运维环境要求的房间空调。

6.3.22 电力、电池室可采用常规冷却空调系统。

6.4 设备选择

6.4.1 液冷系统设备的选用应符合运行可靠、经济适用、节能和环保的要求。

6.4.2 液冷系统冷源设备的选择应不低于现行《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 中各类冷源设备的性能系数（COP）和综合部分性能系数（IPLV）规定值。

6.4.3 机房宜采用温湿度独立控制，设置专用恒温机，加湿采用湿膜加湿等方式，不应采用电极加湿、红外加湿等能耗较高的方式。恒湿机宜与算力设施机柜并排布置或靠墙布置，恒湿机内部应有可靠防水措施，底部设集水盘及排水接口，机组下方配置漏水告警监测点。

6.4.4 冷却塔或干冷器依照室外空气参数选型时，应符合如下要求：湿球温度宜采用近 20 年以来的极端湿球温度；夏季干球温度宜采用近 20 年以来的最高干球温度，冬季干球温度宜采用近 20 年以来的最低干球温度，统计年份不足 20 年者，也可按实有年份采用，但不宜少于 10 年。

6.4.5 冷板液冷冷却液的选用应满足《数据中心液冷系统冷却液体技术要求和测试方法》（YDT 3982-2021）中的技术要求。

6.4.6 浸没式液冷冷却液应根据粘度和沸点等热物理性能、闪点等易燃性或可燃性能、材料兼容性、对传输信号影响、绝缘性、环境影响、安全性、可维护程度、长期稳定和清洁度、成本等，全面统筹考虑后进行选取。

6.4.7 冷量分配单元（CDU）

（1）冷量分配单元应在一次侧管路系统配置流量调节装置，用以调节冷却水/冷冻水流量，控制二次侧供液温度。

（2）冷量分配单元宜在二次侧管路系统配置变频泵，用于自动调节二次侧冷却液的供液流量。

（3）冷量分配单元应在一次侧、二次侧配置自动排气阀、排气口、排液口及过滤器，过滤器宜支持在线更换和维护。过滤器维护时，仍然需要保障机内正常过滤要求。

（4）冷量分配单元的额定冷却能力宜满足其液冷系统负荷的 1.1 倍。

（5）液冷 CDU 宜支持双路电源输入；宜内置双泵，一用一备；电源切换时，水泵宜不停机运行。

6.4.8 浸没液冷、冷板液冷及喷淋液冷冷却液不应随意排放，排液应有回收措施或无害化处理措施。

6.4.9 液冷系统一次侧、二次侧均应具备紧急补液系统，且两部分的补液系统互相独立。

6.4.10 浸没式液冷服务器可根据运行维护需要选择配置吊装机械臂，便于将服务器下架维护。

6.4.11 在假负载或液冷服务器上架之前，应使用专业设备对其进行保压，注液，排液，烘干，注氮等操作。确保内部的气密性和洁净度。

7 液冷系统供配电工程技术要求

7.1.1 液冷系统的供配电系统应满足业务运行的需求。供配电系统的配置按本规范附录 A 有关规定执行。

（1）A 级液冷机房的供配电系统宜按容错系统配置，供配电系统应在一次意外事故后或单系统设备维护或检修时仍能保证算力设施正常运行。

（2）B 级液冷机房的供配电系统应按冗余要求配置，供配电系统在冗余能力范围内，不得因设备故障而导致电子信息系统运行中断。

（3）C 级液冷机房的供配电系统应按基本需求配置，在供配电设施正常运行时，应保证电子信息系统运行不中断。

7.1.2 液冷机房的低压配电系统设计应满足《低压配电设计规范》GB 50054 的规定。智能计算中心的低压配电系统，应具备可扩展性，预留备用容量。

7.1.3 液冷机房应由专用配电变压器或专用回路供电，变压器宜采用干式变压器，变压器宜靠近智算主机房布置。

7.1.4 液冷机房的配电可用配电列头柜或专用配电母线。

1 采用配电列头柜时，配电列头柜应靠近用电设备安装。

2 专用配电母线应通过插接箱的调整灵活匹配需求，其安装位置应便于后期的使用与维护。

7.1.5 A 级液冷机房应由双重电源供电，并应设置备用电源。备用电源宜采用独立于正常电源的、可

快速启动的发电机组或燃料电池等设施,也可采用供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路。当正常电源发生故障时,备用电源应承担数据中心正常运行所需要的用电负荷。

7.1.6 B 级液冷机房宜由双重电源供电,当只有一路电源时,应设置可快速启动的发电机组或燃料电池等设施作为备用电源。

7.1.7 后备柴油发电机组的性能不应低于 G3 级。A 级液冷机房发电机组应连续和不限时运行,发电机组的输出功率应满足数据中心最大平均负荷的需要。B 级液冷机房发电机组的输出功率可按限时 500h 运行功率选择。

7.1.8 A 级机房的液冷系统的冷却塔或干冷器、冷却水泵、CDU、液冷控制系统的应采用不间断电源供电;高密度 B 级机房的液冷系统的冷却塔或干冷器、冷却水泵、CDU、液冷控制系统宜采用不间断电源供电。

7.1.9 柴油发电机组、燃料电池等备用电源应设置现场燃料储备装置,燃料的供应时间应按本规范附录 A 执行。

7.1.10 液冷机柜主体与服务器采用盲插形式,液冷机柜宜通过集中供电系统为机柜内部用电设备提供电力,供电系统主要包含电源柜、电源模块和供电母排(busbar)等;液冷机柜主体与服务器采用非盲插形式,机柜内供电系统主要包含 PDU 及联结电缆。

8 液冷系统能效要求

8.1 能效要求及节能措施

8.1.1 能效要求

(1) 采用液冷系统的算力中心全年电能利用效率 PUE 设计值不应大于 1.2。

(2) 采用液冷系统的水资源使用效率 WUE 设计值不应超过 1.8 (L/kW·h)。

(3) WUE 测算时,应测算加湿给水、冷却塔补水、冷冻水补水等环节用水量,计算数据中心全年累计水流量,计算得出水资源利用效率。

8.1.2 液冷算力中心应使用非化石能源产生的电力,因地制宜采用蓄冷、储能、余热回收、废能废水利用等技术,提高可再生资源利用水平,降低碳排放。

8.2 能效监管系统

8.2.1 能效监管系统设计应符合 GB 40897、GB/T 32910.3、GB/T 50378 和 JGJ/T 285 的有关规定;

8.2.2 能效监管的范围宜包括智能计算中心内的算力设施、冷源、通风和空气调节、给排水、供配电、照明、电梯等;

8.2.3 能效监管系统应支持不同类型的能耗计量装置的接入;

8.2.4 能效监管系统的内容应能够记录和处理电量、水量、集中供冷耗冷量等相关数据,并应对电能使用效率(PUE/EEUE)、水资源使用效率(WUE)进行检测和计算;

8.2.5 能效监管系统通过互联网传输数据时,应采用数据加密措施;

8.2.6 能效监管数据应采取冗余和备份措施,数据保存时间不宜少于 3 年。

9 液冷系统工程施工要求

9.1 一般规定

9.1.1 液冷系统施工应按照设计要求编制专项施工方案,并经参建相关各方审核合格后方可施工。

9.1.2 液冷系统安装应符合设计图纸、深化图纸等相关技术要求。

9.2 安装要求

9.2.1 液冷二次侧管路宜采用 304/316 不锈钢管道,管道宜采用工厂预制,现场进行整体组装。

9.2.2 液冷二次侧管路采用预制时,应包含酸洗钝化、清洗、探伤检测、烘干密封、压力测试等工艺流程,确保管路外表面及内壁无腐蚀、无黄锈、无内壁拉伤起砂等。

- 9.2.3 不锈钢管道采用去离子水清洗时要求 pH 在 6~8，电导率不大于 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，水中氯离子含量小于 25PPM，水质中无可见杂质，所有支路管口内侧用无尘布擦拭或紫光灯监测检查无油污、无杂质。
- 9.2.4 对去离子水冲洗使用的泵的材质要求是塑料或者不锈钢。
- 9.2.5 不锈钢预制管路在现场的安装宜分段进行；不锈钢预制管路的防尘包装不应拆除，直到安装工作开始。
- 9.2.6 液冷不锈钢管路在现场安装前宜确保安装空间洁净；无明显灰尘及颗粒杂质，施工现场无焊接、切割、动火等作业活动。
- 9.2.7 预制的不锈钢管路宜符合设计单线图并做好编号；预制好的不锈钢管路在运输、安装的过程中应小心轻放，宜采用三元乙丙橡胶、聚四氟乙烯等柔性材料进行保护；不锈钢管路的安装支架和固定管卡宜采用不锈钢材质或者采用三元乙丙橡胶或聚四氟乙烯对管路与支架进行有效隔离；安装前宜进行检查，核定管件无损伤且干净无灰尘；
- 9.2.8 不锈钢连接件（法兰或卡盘）应与管道同心，并确保螺栓可自由穿入、法兰螺栓孔跨中安装；同方向管路的法兰间应保持平行，其偏差不得大于法兰外径的 1.5%，且不得大于 2mm；成对法兰的卡盘间应保持对称，错位偏差不宜大于 1mm，不宜用强紧螺性的方法消除歪斜；
- 9.2.9 不锈钢预制管路连接的密封垫应根据管道内流体类型选择相容性良好的材质；
- 9.2.10 液冷设备与系统安装需要满足的前置条件应包括：冷源侧（一次侧）管道已完成安装、冲洗、打压、镀膜、保温、首次充液等；已经完成舒适性空调、通风和消防等系统的安装与初步调试；已完成强电&弱电配电柜及相关桥架、线缆的安装；已完成排水设施的安装；已完成液冷设备和 CDU 的基础安装；已完成环境的初步清洁；已经具备畅通的搬运通道；已完成管路物料检查、密封检查、外观一致性检查、阀门位置检查、清洁度检查等。
- 9.2.11 液冷系统用冷侧（二次侧）安装应符合：分段组装的管路，预先摆放到实际安装位置，确保管路接口和 CDU 及液冷机柜的接口对齐，同时，确保管路的 routed 与地板支脚、机柜支撑架、地板下走线槽、集水盘、集液槽等无碰撞；安装过程中应确保分段阀门处于关闭状态，避免引入杂质；应确保连接软管的转弯半径与机柜支撑架等无干涉；应确保卡箍或法兰、阀门手柄的操作空间；采用卡箍或法兰连接时，密封垫圈应不透气、不起尘、与冷却液兼容且具有一定弹性的材料，紧固时，不得损坏密封垫圈；管道穿墙时，对底座、隔墙接缝处应采取密封措施；管道下方应设有支架，支架宜设置橡胶垫等减振装置，且支架不应穿过集水盘。
- 9.2.12 液冷设备与 CDU 安装应符合：设备与冷源侧（一次侧）、用冷侧（二次侧）供回液管路应连接正确，液冷设备与 CDU 搬运至指定位置后，应确保设备与基础的安装精度；设备与基座之间应固定牢靠。
- 9.2.13 液冷工质液必须选择已经与机柜产品完成兼容性测试的厂家及型号。

10 液冷系统工程交付验收要求

10.1 一般规定

- 10.1.1 液冷系统工程交付验收应符合《数据中心基础设施施工及验收规范》GB 50462 及《互联网数据中心工程技术规范》GB 51195 有关规定。
- 10.1.2 液冷系统工程施工完工后，综合测试应组织施工、监理等单位进行，建设（使用）单位应及时组织办理工程项目的竣工验收。
- 10.1.3 液冷系统工程的竣工验收应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定，各分部工程的质量验收均应合格，工程验收不合格的不得投入使用。。
- 10.1.4 验证测试的主体单位应为独立的第三方，且现场验证测试期间，识别的问题销项需至少运维及建设方到场见证。
- 10.1.5 验证测试之前应确保液冷系统 CDU、一次侧冷源系统、配套强电系统、BA 监控系统、电力监控系统已实施完成。

10.2 交付

- 10.2.1 液冷系统工程交付条件应符合下列要求：

- 1 完成一次侧管道的安装、冲洗、打压、镀膜、保温、首次充液等。
- 2 完成舒适性空调、通风、消防等系统的安装与调试。
- 3 完成强电、弱电配电柜及相关桥架、线缆的安装。
- 4 完成液冷设备和 CDU 的基础安装及排水设施的安裝。
- 5 完成管路密封检查、阀门检查、清洁度检查等。

10.2.2 液冷系统工程交付流程应符合下列要求：

液冷管道安装→液冷设备与 CDU 的电缆布放端接→液冷设备与 CDU 的安装并柜→液冷管道打压与冲洗→液冷设备气密性检测→液冷系统的调试→完成安装

10.2.3 液冷系统管道安装应符合下列要求：

- 1 液冷系统管道安装应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的有关规定。
- 2 冷却液管路的材料及密封垫圈应与冷却液兼容，且二次侧浸润材料中不应有两种电位差较大的金属共存。
- 3 分段管路的组装应符合设计图纸要求，确保管路接口位置符合液冷设备要求。
- 4 安装时应确保各分段阀门处于关闭状态，避免引入杂质。
- 5 管道下方应设有支架，固定支架与管道安装应牢固可靠。
- 6 冷却液管路安装完成后应进行压力试验，试验压力为 0.6MPa。试验压力稳定后，在 120min 内压力下降不得大于 0.02MPa、外观检查无渗漏为合适。试验介质采用干燥空气或氮气。
- 7 冷却液管路安装完成后应用去离子水清洗，清洗后水质 pH 值应在 6~8 之间，电导率不应大于 10u/cm，且水中应无可见杂质。

10.2.4 液冷设备气密性检测应符合设计要求或产品要求。

10.2.5 采用冷板式液冷系统时，液冷系统调试应在液冷机柜、CDU 安装合格后进行。先进行 CDU 开机调试，CDU 开机调试完毕后应根据设计指标进行系统调试。

10.2.6 采用浸没式液冷系统时，液冷系统调试应在液冷设备安装和管路压力试验合格后进行。先进行液冷设备的单机调试，单机调试完毕后应根据设计指标进行系统调试。

10.3 综合测试

10.3.1 液冷系统工程综合测试条件应符合下列要求：

- (1) 测试区域所含分部液冷系统 CDU、一次侧冷源系统、二次侧管路系统均应自检合格。
- (2) 测试前应对整个测试区域和液冷系统进行清洁处理，液冷系统连续运行不应少于 24h。

10.3.2 液冷系统工程综合测试应满足以下技术要求：

(1) 核查数据中心液冷系统设计资料和设备参数，结合实际情况评判液冷系统选型设计是否合理，包括一次侧冷源设计、二次侧液冷架构设计、管网布局设计、风液融合方案设计等。

(2) 对液冷数据中心整体系统参数配置、制冷能力等进行测试评估，包括冬/夏季一次侧供水温度、二次侧供水温度、供液温差、室内环境温度、系统供水压差、供水流量、制冷量冗余、系统风液比等。

(3) 对液冷数据中心整体系统各设备部件及控制系统功能进行检测评估，设备、管路是否满足性能设计要求，监控参数和信息存储上传导出功能是否完备，显示界面操作和显示是否合理等。

(4) 对液冷数据中心整体系统运行稳定性、故障自恢复能力、关键器件寿命及备份冗余设计等进行检查评估。测试系统正常连续运行的稳定性、模拟故障触发后系统自恢复或自调节能力、核心器件运行寿命及 MTBF、关键系统和部件的备份或冗余设计能力等。

(5) 对液冷数据中心整体系统核心节能参数及节能控制方法进行检测评估，包括系统全年 PUE、WUE 等核心评价指标的设计核算和测试，检测系统智能化节能控制能力，如根据负载变化或环境温度变化，自适应调节制冷量和优化运行模式等。

10.4 产品质量管控措施

10.4.1 CDU 设备组成应包含不限于板式换热器，二次侧循环水泵，一次侧电动阀，二次侧旁通阀，定压补水系统，过滤器，控制系统，配电系统等。

10.4.2 机组内部材料应充分考虑触液材料的兼容性，保证液冷系统长期稳定运行，不发生腐蚀、结垢、微生物滋生等问题。

- 10.4.3 CDU 应具备防凝露功能，CDU 供液温度可以通过室内露点温度进行调整，防止发生结露。
- 10.4.4 Manifold 整体采用 304 不锈钢无缝方管焊接而成，单面焊接，双面成型，焊缝内外表面应光滑，无气孔，管路外表面及内壁无腐蚀，无黄锈等缺陷，无残留黑色，黄色，金色及蓝色氧化皮。
- 10.4.5 Manifold 所有组装宜在十万级无尘车间完成组装，组装完成后用纯水清洗内壁并烘干，清洗完成后，应进行氦检测试。
- 10.4.6 二次侧管路设计时，应综合考虑可维护行和成本，二次侧环网主管路应采用环网设计。
- 10.4.7 冷却塔产品宜通过 CTI 等相关热力性能认证。

10.5 竣工验收

- 10.5.1 液冷系统竣工后，应进行工程验收，验收不合格不得投入使用。
- 10.5.2 液冷系统验收应分为验收准备、系统初验、试运行、系统终验 4 个环节。
- 10.5.3 工程验收工作应由建设单位负责，并应组织设计、施工、监理等单位共同进行。
- 10.5.4 液冷系统工程竣工验收条件应符合下列要求：
 - (1) 液冷系统工程施工应符合设计文件、技术文件和本规范的要求。
 - (2) 液冷系统工程各系统的技术指标及性能和功能的测试应符合设计文件、技术文件和本规范的要求。
 - (3) 完成液冷系统工程的综合测试，测试结果应符合设计文件的要求。
 - (4) 施工单位应对整个施工环节过程文档、记录、变更、调试报告、测试报告、整改记录进行归档。工程施工的技术资料应完整。
- 10.5.5 液冷系统工程竣工验收程序：
 - (1) 液冷系统工程项目具备竣工验收条件后，施工单位应向建设（使用）单位提交竣工验收申请报告。
 - (2) 建设（使用）单位负责验收工作，并应组织设计单位、施工单位、监理单位等及时办理竣工验收。
 - (3) 参加验收的单位应对工程做出正确、公正、客观的评价，应按要求填写液冷管道、液冷制冷系统及隐蔽工程验收记录，并签署验收结论。
- 10.5.6 液冷系统验收应符合下列规定：
 - (1) 液冷系统内已完成液体充注，机房内配置泄露检测，各设备及系统应完成调试，并可正常运行。
 - (2) 液冷制冷及管路系统的管道、阀门及仪表安装位置应正确，标识符合设计要求，系统不应有渗漏。
 - (3) 液冷冷却液存储应考虑环保要求，设置冷却液回收装置、地漏及排风系统。

11 液冷系统运维技术要求

11.1 一般规定

- 11.1.1 液冷系统的运维应符合《数据中心基础设施运行维护标准》GB/T 51314 有关规定。
- 11.1.2 液冷系统运维工作应包括预防性维护、预测性维护和维修等内容。
- 11.1.3 液冷系统运维工作人员应持有相关操作作业证件，在进行液冷主机房运维的过程中，操作人员应按照职业健康防护要求，佩戴必要的防护器具。
- 11.1.4 液冷系统循环工质应考虑环保要求，按照环保法规要求进行工质的运输、存储、使用和废弃，严禁直接排放至下水道或环境中。

11.2 运行维护范围

- 11.2.1 数据中心基础设施运行维护范围应包括电气系统、通风 空调系统、消防系统和智能化系统。
- 11.2.2 电气系统的运行维护范围应包括供配电系统、不间断电源和后备电源系统、照明系统、配电线路布线系统、防雷与接地系统。
- 11.2.3 通风空调系统的运行维护范围应包括液冷冷源系统、机房空调和风系统。
- 11.2.4 消防系统的运行维护范围应包括火灾自动报警系统、消防联动系统、自动灭火系统。
- 11.2.5 智能化系统的运行维护范围应包括环境和设备监控系统、安全防范系统。

11.3 运行维护基本要求

- 11.3.1 运行维护团队宜提前参与基础设施系统和设备的安装、调试和验证过程。

- 11.3.2 电力、制冷和消防等系统应定期进行联动测试。
- 11.3.3 运行维护人员发现基础设施系统和设备隐患、异常、故障、报警等问题时，应按照事件管理程序或既定处理措施处理。
- 11.3.4 基础设施系统与设备故障和维护期间，应有相应的保障措施和应急预案。

11.4 液冷系统维护基本要求

- 11.4.1 液冷机房运行环境应符合液冷电子信息设备的设计温、湿度要求。
- 11.4.2 运行过程中应对冷却液损耗建立监控机制。
- 11.4.3 冷却液的贮藏应符合化学品安全说明书的要求，应定期检查冷却液贮藏间的冷却液容器以避免开盖、渗漏等现象。
- 11.4.4 已废弃冷却液的处理应交由有资质的化学品处理机构完成，使用过的冷却液包装物应交由许可的废弃物处理场所进行循环利用或处置。
- 11.4.5 工作人员在执行涉及冷却液的运维操作时，应遵从冷却液化学品安全说明书中相关个人防护的内容。
- 11.4.6 应对循环工质液进行定期的水质监测，产生水质超标等情况时，需要采取对应的处置措施（补液、换冷却液等）。避免腐蚀，微生物生长，结垢等现象。
- 11.4.7 当同一数据中心采用不同冷却液时，冷却液的运维工具不应混用。

11.5 冷板式液冷运维技术要求

- 11.5.1 冷板式液冷 CDU 设备应设置运行参数监控和报警系统，监控不宜少于下表所列内容。

表10.5.1 CDU设备监控内容

序号	监控项目	监控内容
1	CDU	开/关机状态；比例阀状态；一/二次侧供回液温度；一/二次侧供回液流量；一/二次侧供回液压力；储液箱液位；补液泵状态；循环泵前压力；报警

- 11.5.2 冷板式液冷系统日常巡检不少于下表所列内容。

表10.5.2 冷板式液冷系统日常巡检内容

序号	监控项目	监控内容
1	CDU控制面板	运行/停止、故障/正常、状态；报警信息
2	运行状态	异常声响、气味、振动；凝露和漏液情况
3	Manifold、软管、接头	凝露和漏液情况
4	一次侧/二次侧管路	水浸传感器状态
5	服务器	指示灯状态

- 11.5.3 冷板式液冷系统应定期进行预防性维护，维护不少于下表所列内容。

表10.5.3 冷板式液冷系统预防性维护内容

序号	维护项目	维护内容	周期
1	清扫清洁	表面清灰	月
2	水泵	前后压力检查及处理	月
3	控制单元	功能性检查及处理	季
4	二次侧工质	取样检测	季
5	一次侧/二次侧管路	管路凝露和漏液、保温检查及处理	月
6	液冷门	液冷门一次侧供回水压差、接水盘检查及处理	季
7	服务器	接水盒漏液痕迹检查及处理	月
8	过滤器	脏堵检查清洗	半年
9	安全阀、仪表、传感器	按照相关规范进行校准	年

- 11.5.4 冷板式液冷二次侧冷却液应贮存在阴暗、通风的地方，避免阳光直射。冷却液不应随意排放。
- 11.5.5 冷却液在取用、运输时，应穿戴符合标准要求的防护器具，且防护器具应按要求进行年检和更换。
- 11.5.6 二次侧冷却液应每季度进行一次预防性监测，如有指标异常，应立即取样送实验室进行综合项

目检测，并根据检测结果制定处置方案。监测项目不少于下表所列内容。

表10.5.6 二次侧冷却液预防性监测内容

序号	项目	指标	检测方法
1	外观	清亮透明，无颗粒物/悬浮物，无分层，颜色无明显变化	目测
2	气味	无刺激性异味	鼻嗅
3	pH	7.0-10	pH计
4	冰点b, °C	基准冰点±2°C	折射仪
5	乙二醇或丙二醇浓度, wt%	25%±2%	折射仪
6	电导率（25°C），μS/cm	报告值	电导率仪

11.5.7 二次侧冷却液应每年进行一次预防性综合检测，检测项目不少于下表所列内容。

表10.5.7 二次侧冷却液预防性检测内容

序号	项目	指标	检测方法
1	项目	指标	目测
2	外观	清亮透明，无颗粒物/悬浮物，无分层，颜色无明显变化	鼻嗅
3	气味	无刺激性异味	SH/T 0069
4	pH	7.0-10	SH/T 0090
5	冰点b, °C	基准冰点±2°C	GB/T 6908
6	电导率（25°C），μS/cm	报告值	SH/T 0091
7	储备碱度, ml	报告值	JT/T 1230
8	硫酸根, mg/kg	≤100	JT/T 1230 SH/T 0621
9	氯离子c, mg/kg	≤25	GB/T 5750.12
10	细菌总数, CFU/mL	≤1000	NB/SH/T 0828
11	铁离子, mg/kg	≤20	
12	铜离子, mg/kg	≤20	
13	铝离子, mg/kg	≤20	
14	钙离子, mg/kg	≤50	
15	硅离子, mg/kg	≤50	
16	镁离子, mg/kg	≤20	
17	锌离子, mg/kg	≤10	
18	镍离子, mg/kg	≤10	

11.5.8 二次侧冷却液液体补充应符合下列要求：

（1）因运行过程中泄露导致系统工质减少，应补充原品牌和型号冷却液，严禁补充水、其他品牌或型号的冷却液。

（2）因运行过程水蒸发导致乙二醇浓度超标，应补充去离子水，去离子水应满足《分析实验室用水规格和试验方法》GB/T 6682 三级水要求。允许补充去离子水满足《电子级水》GB/T 11446.1 EW-IV要求。

11.5.9 液冷系统需要做到单个液冷机柜可维护，单个液冷的维护不应对系统内的其他液冷机柜产生影响。

11.6 浸没式液冷运维技术要求

11.6.1 浸没式液冷设备应设置运行参数监控和报警系统，监控不宜少于下表所列内容。

表10.6.1 浸没式液冷设备监控内容

序号	监控项目	监控内容
1	液冷TANK	进出口液体温度；服务器温度；液位状态；报警
2	冷却系统	开/关机状态；供回液温度；供回液压力；报警

11.6.2 浸没式液冷系统日常巡检不少于下表所列内容。

表10.6.2 浸没式液冷系统日常巡检内容

序号	监控项目	监控内容
----	------	------

1	控制面板	运行/停止、故障/正常、状态；报警信息
2	运行状态	异常声响、气味、振动；泄露情况
3	外部各接口及连接件	泄漏情况

11.6.3 浸没式液冷系统应定期进行预防性维护，维护不少于下表所列内容。

表10.6.3 浸没式液冷系统预防性维护内容

序号	维护项目	维护内容	周期
1	循环泵	运行状态、压力检查及处理	月
2	电动阀	开关状态、泄露检查及处理	月
3	控制单元	功能性检查及处理	季
4	冷却液	取样检测	半年
5	液冷管路	管路凝露和泄露、保温检查及处理	月
7	安全阀、仪表、传感器	按照相关规范进行校准	年

11.6.4 浸没式液冷系统冷却液加注初期第一年的取样检测的频次宜半年一次，稳定运行后检测频次宜每年一次。检测项目不宜少于下表所列内容。

表10.6.4-1 氟化类冷却液预防性检测内容

序号	项目	指标	检测方法
1	外观	透明，无杂质和悬浮物，颜色无明显变化	目测
2	酸值，mgKOH/kg	≤0.1	GB/T 264
3	水分，mg/L	≤饱和吸水量	GB/T 7600
4	介电损耗因数（40℃）	较原始值变化<3%	GB/T 5654
5	介电常数	较原始值变化<3%	GB/T 1409
6	击穿电压（2.5mm间隙），kV	≥15	GB/T 507
7	体积电阻率（40℃），Ω·cm	≥1x10 ¹¹	GB/T 5654
8	运动粘度，mm ² /s或cst	较原始值变化率≤10%	GB/T 10247 GB/T 265
9	纯度	≥98%	气相色谱法
10	不挥发残留物，ppm	≤50	GB/T 6324.2
11	氟离子浓度，ppm	≤10	离子色谱法

表10.6.4-2 油类冷却液预防性检测内容

序号	项目	指标	检测方法
1	外观	透明，无杂质和悬浮物，颜色无明显变化	目测
2	酸值，mgKOH/kg	≤0.1	GB/T 264
3	闪电（闭杯），℃	较原始值变化≤8%	GB/T 3536
4	水分，mg/L	≤饱和吸水量	GB/T 7600
5	介电损耗因数（40℃）	较原始值变化<3%	GB/T 5654
6	介电常数	较原始值变化<3%	GB/T 1409
7	击穿电压（2.5mm间隙），kV	≥15	GB/T 507
8	体积电阻率（40℃），Ω·cm	≥1x10 ¹¹	GB/T 5654
9	运动粘度，mm ² /s或cst	较原始值变化率≤10%	GB/T 10247 GB/T 265
10	腐蚀性硫	非腐蚀性	SH/T 0804
11	不挥发残留物，ppm	<100	ASTM D2369

11.6.5 浸没式液冷系统冷却液处置：

（1）浸没式液冷机房投入使用前，应制定相应的冷却液泄露应急处理程序，并规定冷却液的收集、回收、废弃处理方式，严禁直接排放至下水道或环境中。

（2）废弃冷却液的处理咨询冷却液生产厂商及当地的化学品废弃物处理企业。

11.6.6 浸没式液冷系统电子信息设备搬运，宜采用专用的设备，设备包括下列要求：

（1）使用专用起重设备进行电子信息设备的上下架操作。设备应满足电子信息设备的起吊空间、重量和移动要求。

（2）搬运设备应设置集液装置，避免冷却液滴落。

（3）搬运设备宜平滑启动、稳定移动，搬运过程中无明显震动。底部应有刹停功能，确保在非移动状态时可完全固定。

11.6.7 冷却液液体补充应符合下列要求：

- （1）运行过程中需要补液，应补充原品牌和型号冷却液，严禁混用不同品牌或型号的冷却液。
- （2）根据系统功能设计及现场情况，选择手动补液或通过补液系统进行补液。补液程序严格遵守操作文档要求。

附录 A 本规范用词说明

本规范条文中执行有关严格程度的用词，采用以下写法：

- A. 0. 1 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
- A. 0. 2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
- A. 0. 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- A. 0. 4 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

条文说明