ICS 23.040.01
CCS J 15

T/GDSS

团　　体　　标　　准

T/GDSS 021—2026

液冷用不锈钢管路技术规范 数据中心

Technical specification for stainless steel pipeline for liquid cooling—Data center

2026－08－12 发布　　2026－09－15 实施

广东省不锈钢材料与制品协会　　发 布

公布日期：2026-08-20　下载时间：2026-08-20 15:55:58

全国团体标准信息平台

公 布 日 期 ：2026-08-20　下 载 时 间 ：2026-08-20 15:55:58

全国团体标准信息平台

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 总则 2
5 材料 2
6 设计 3
7 管路组件预制及出厂前测试 3
8 包装及运输 5
9 安装施工 5
10 现场试验与验收 6

公布日期：2026-08-20　下载时间：2026-08-20 15:55:58

全国团体标准信息平台

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。

本文件由广东省不锈钢材料与制品协会提出并归口。

本文件主编单位：广东品汇流体科技有限公司、民乐管业（江门）有限公司。

本文件起草单位：广东炜联长城金属有限公司、广州美亚股份有限公司、广东联塑不锈钢管业有限公司、维谛技术有限公司、广东东阳光液冷科技有限公司、广东海悟科技有限公司、广东美的暖通设备有限公司、广东申菱环境系统股份有限公司、广东省电信规划设计院有限公司、玫德雅昌集团有限公司、广东凯盟钝化防锈技术有限公司、广州共誉不锈钢流体设备有限公司、广东益家管业有限公司、广东美美管业有限公司、佛山市南海区喜有沃不锈钢有限公司、广东阳诚机械科技有限公司、广东联塑阀门有限公司、广东汉高科技有限公司、浙江铭仕不锈钢有限公司、广东志达精密管业制造股份有限公司、广东星群金属科技有限公司、浙江正康实业股份有限公司、佛山市远兴鸿焊管机械模具有限公司、福建晟达通节能科技有限公司、浙江芯通液冷科技有限公司、浙江驰升阀门科技有限公司、广东荣骏宝管业科技有限公司、广东永泉阀门科技有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、佛山市质量计量监督检测中心、广东省佛山市质量技术监督标准与编码所。

本文件主要起草人：李石贤、徐志华、陈培华、严国标、王东方、邹宇飞、王振宇、王舜、李元阳、张学伟、杨子欣、邓衡、刘子灿、汪仁清、甘新金、王辉阳、单帅、陈榕、叶铭钊、肖远平、刘一统、杨帆、应祖仁、余腾忠、柴利华、周张辉、叶德余、叶泽锦、朱超雄、陈键明、孙飞龙、潘辉、黄耿燕、蔡卫旭、吴星宇。

本文件审查人：赵力军、万雨龙、付明健。

公布日期：2026-08-20　下载时间：2026-08-20 15:55:58

液冷用不锈钢管路技术规范 数据中心

公布日期：2026-08-20 下载时间：2026-08-20 15:55:58

1 范围

本文件规定了数据中心液冷用不锈钢管路的材料、设计、管路组件预制及出厂前测试、包装及运输、安装施工、现场试验与验收等要求，并描述了对应的试验方法。

本文件适用于数据中心应用场景的液冷不锈钢管路项目，储能系统、高功率电子设备等其他应用场景项目可参照执行。

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 1040（所有部分） 塑料 拉伸性能的测定
GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定
GB/T 5720 O形橡胶密封圈试验方法
GB/T 5750.4 生活饮用水标准检验方法 第4部分：感官性状和物理指标
GB/T 5750.6 生活饮用水标准检验方法 第6部分：金属和类金属指标
GB/T 5750.12 生活饮用水标准检验方法 第12部分：微生物指标
GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 12771 流体输送用不锈钢焊接钢管
GB/T 14976 输送流体用不锈钢无缝钢管
GB/T 20878 不锈钢 牌号及化学成分
GB/T 25150 工业设备化学清洗中奥氏体不锈钢钝化膜质量的测试方法 蓝点法
GB/T 30062—2013 钢管术语
GB/T 39534 金属和合金的腐蚀 液体中不锈钢和镍基合金均匀腐蚀速率测定方法
GB/T 50011 建筑抗震设计标准（2024年版）
GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
GB 50316 工业金属管道设计规范（2008年版）
NB/T 47013.2—2015 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
NB/T 47013.3—2023 承压设备无损检测 第3部分：超声检测
NB/T 47013.4—2015 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
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
T/GDSS 008 给水用不锈钢管道安装技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

金属软管 metal hose

用金属薄板、带制成，管壁呈波纹状，并用金属编织物铠装的柔性管。

[来源：GB/T 30062—2013，2.3.3]

3.2

冷量分配单元（CDU） coolant distribution unit

用来进行液冷电子设备间的冷却液体分配的系统，提供二次侧流量分配、压力控制、物理隔离、防凝露等功能。

[来源：YD/T 3980—2021，3.1.4]

4 总则

数据中心液冷用不锈钢管路应遵循下列基本原则：

a) 安全可靠：管路系统的强度、密封性和耐久性应满足设计要求，运行中无泄漏；
b) 流动顺畅：管路布局和管径设计应保证冷却介质流动顺畅，减少局部阻力；
c) 便于维护：管路系统应设置必要的阀门、接口和检修空间；
d) 预制化施工：应采用工厂预制、现场组装的施工方式，禁止现场焊接；
e) 系统适应性：设计时应综合考虑冷却液特性、工作压力、温度变化及水锤效应等因素；
f) 绿色环保：管路系统设计、施工及运维应充分考虑节能减排要求，优先选用环保材料和工艺。

5 材料

5.1 管材与管件

5.1.1 管材、管件应由具备资质的检测机构出具产品质量检验合格报告，其型号、规格、性能应符合设计文件要求。

5.1.2 液冷用不锈钢管材质应选用 06Cr19Ni10（S30408）或以上牌号的不锈钢材料制造。不锈钢焊接钢管应符合 GB/T 12771 的规定，不锈钢无缝钢管应符合 GB/T 14976 的规定，不锈钢管配套使用的不锈钢管件材质与不锈钢管一致。

5.1.3 液冷用不锈钢阀门的阀体、阀杆、阀芯等金属部件应选用 06Cr19Ni10（S30408）或以上牌号的不锈钢材料制造，其化学成分符合 GB/T 20878 的规定。阀门金属部件宜选用与钢管一致的材质，避免电化学腐蚀。

5.2 密封件

密封圈、垫片应采用耐冷却介质、耐温老化性能优异的材料，如氟硅橡胶、氟橡胶(FKM)、聚四氟乙烯（PTFE）、三元乙丙橡胶（EPDM）等，密封件材质应与所使用的冷却介质兼容，并满足工作温度范围要求。

5.3 材料兼容性要求

与冷却介质（如15%～25%乙二醇水溶液等）接触的材料，应满足表1的兼容性要求，不得因电化学作用或介质影响而发生腐蚀、降解。

表1 材料与冷却介质兼容性要求

材料类别	项目	要求	检测方法
金属	质量变化（mg/试片）	≤10	GB/T 39534
塑料	拉伸强度	保持率≥50%	GB/T 1040（所有部分）
	断裂伸长率	保持率≥50%	
	冲击强度	保持率≥50%	GB/T 1843
橡胶O型圈	拉伸强度	保持率≥50%	GB/T 5720
	断裂伸长率	保持率≥50%	
	质量保持率	115%≥保持率≥100%	
	体积保持率	115%≥保持率≥100%	
	硬度	保持率≤100%	
	压缩永久变形	＜50%	

公布日期：2026-08-20 下载时间：2026-08-20 15:55:58

公布日期：2026-08-20 下载时间：2026-08-20 15:55:58

6 设计

6.1 一般要求

6.1.1 管路系统应设计为现场无焊接连接，采用工厂预制成型、现场拼装的方案。
6.1.2 管路不应穿越易燃易爆区域，应在机柜下方设置防泄露检测装置或围堰。
6.1.3 架空设计管道应按照 GB/T 50011 规定设计抗震支架。

6.2 管路系统设计

6.2.1 液冷用不锈钢管的管径与壁厚应按 GB 50316 规定计算确定，常用规格及尺寸应符合 GB/T 12771 和 GB/T 14976 的规定。
6.2.2 每个支路应在供回水干管连接点和两侧设置阀门，便于隔离和维护。
6.2.3 管网最高点应设置自动排气阀，最低点应设置排污阀。
6.2.4 干管宜设置补偿装置（如不锈钢金属软接等），以吸收热位移及振动。
6.2.5 与机柜软管连接的支管末端应预留标准卫生级卡箍接口。
6.2.6 DN80 及以下钢管宜采用卫生级卡箍连接，卡箍应带防松脱装置。
6.2.7 管道选用阀门压力等级不应低于系统最高工作压力的 1.5 倍，推荐 PN16 及以上压力等级。
6.2.8 阀门通径应与管道通径一致，禁止使用缩径阀门。
6.2.9 阀门前后应设置管道支架，禁止阀门承受管道重量和应力。
6.2.10 管路系统设计要求应在设计文件中予以明确，并在施工完成后通过现场核对验证。

7 管路组件预制及出厂前测试

7.1 管路组件预制

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 管材及管件内外表面应光滑平整，无裂纹、折叠、重皮、披锋、尖锐划痕等缺陷，端口及各加工面边缘应无毛刺。
7.1.1.2 金属软管内外表面应清洁干燥，不允许有锈蚀、铁屑等残余物存在，接头的密封表面不允许有裂纹、擦伤、毛刺、砂眼、焊渣等缺陷。
7.1.1.3 钢带网套的网花应均匀分布，表面应平整光滑，不允许有折叠、扭曲等缺陷。
7.1.1.4 焊接宜采用钨极惰性气体保护焊或激光焊，焊缝应确保单面焊双面成形。
7.1.1.5 阀门的装配、试压、包装应在洁净车间完成，阀门装配应使用与阀门同材质工具进行装配。
7.1.1.6 预制管段需工厂试装合格，完成保压检漏测试、焊缝检测。
7.1.1.7 与冷却介质直接接触的管道内壁应进行机械抛光或电解抛光，粗糙度不应大于 Ra0.8 μm。其他辅助管道可根据设计要求确定粗糙度指标。

7.1.2 酸洗钝化

经过焊接的管路组件，应进行酸洗钝化处理。

7.2 出厂前测试

7.2.1 焊缝检测

7.2.1.1 外观及尺寸检测

焊缝外观应采用目测检验，尺寸应使用符合精度要求的量具测量。焊道与母材之间应平滑过渡，表面光洁、不得有裂纹、未熔合、气孔、夹渣、飞溅、残留氧化斑等缺陷；管道焊缝咬边深度不应大于0.5 mm，连续咬边长度不应大于100 mm，且焊缝两侧咬边总长度不大于该焊缝全长的10%。

7.2.1.2 焊缝探伤检测

7.2.1.2.1 外观检查合格的焊缝方可进行无损探伤。
7.2.1.2.2 制冷系统有压水管路的焊缝应进行如下无损检测：

a) 应100%对承插焊焊缝、补强圈焊缝、密封焊缝、支吊架与管道直接焊接的焊缝，以及管道上的其他角焊缝进行磁粉检测或渗透检测；
b) 应100%对对接接头焊缝进行超声波检测或射线检测。

7.2.1.2.3 焊缝质量合格标准应不低于下列要求：
a) 磁粉检测的合格标准不应低于NB/T 47013.4—2015 中规定的Ⅰ级；
b) 渗透检测的合格标准不应低于NB/T 47013.5—2015 中规定的Ⅰ级；
c) 射线检测的合格标准不应低于NB/T 47013.2—2015中规定的Ⅲ级；
d) 超声检测的合格标准不应低于NB/T 47013.3—2023中规定的Ⅱ级。

7.2.2 酸洗钝化检测

7.2.2.1 蓝点试验

按GB/T 25150进行蓝点试验，30 s内应无蓝点。

7.2.2.2 耐腐蚀性能

按GB/T 10125进行中性盐雾试验，试验96 h后试样表面应无锈蚀。

7.2.3 压力试验

7.2.3.1 管路在工厂预制组装成环网后，应进行压力试验。
7.2.3.2 压力试验应符合下列规定：
a) 气压试验
1) 试验前，应将管路系统中的所有阀门开启；
2) 试验压力应稳压60 min后压力值在±0.02 MPa内，则连接处无泄漏；
3) 试验前应进行预试验，预试验压力宜为0.2 MPa；
4) 试验时应逐级缓慢升压。当压力升至试验压力的50%时，如未发现异常或泄漏，可继续按试验压力的10%逐级升压，每级稳压3 min，直至试验压力，保压时间不应少于60 min；
5) 试验介质应采用氮气或其他不易燃和无毒的气体。
b) 水压试验
室内给水管道的水压试验应符合设计要求，当设计未注明时，各种材质的给水管道系统试验压力均为工作压力的1.5倍，但不得小于0.6 MPa。
7.2.3.3 压力试验应制定专项安全方案，做好现场防护。

7.2.4 氦质谱检漏

管路在工厂预制组装成环网后，使用氦质谱检漏仪等仪器对每个接头和焊缝进行定量检漏，往环管内部充氦，充气压力0.65 MPa±0.05 MPa(表压)，标准泄漏率≤1×10^{-6} Pa·m³/s，检漏不合格的接头应重新紧固或返修，返修后应重新进行检漏。

7.2.5 清洁度测试

压力试验合格后，应进行系统循环清洗。试验与冲洗用水氯离子含量不应大于25 mg/L，清洗后的管路系统的清洁度要求见表2。

表2 管路系统清洁度要求

项目	指标	检测方法
电导率	＜10 μS/cm，且波动＜2 μS/cm	GB/T 5750.4
浊度	＜10 NTU	
pH值	6～8	
细菌	＜1000 CFU/ml	GB/T 5750.12
总铁	＜1 ppm	GB/T 5750.6
杂质	过滤器无肉眼可见杂质（过滤器目数＞300目）	在循环回路末端设置目数不小于300目的过滤器，连续运行30 min后停机取出滤网，用洁净白绸布擦拭或在充足光线下目视检查，滤网上应无肉眼可见的固体颗粒、焊渣、氧化皮、纤维等杂质。

公布日期：2026-08-20 下载时间：2026-08-20 15:55:58

8 包装及运输

8.1 包装防护

8.1.1 预制且处理后的不锈钢组件、阀门应进行烘干，烘干后进行防尘封装，对管路端部进行封口保护，防止二次污染。

8.1.2 管组、阀门、阀件等应采用木箱包装，阀门、阀件单独包装时应增加防静电措施。

8.1.3 管组装箱时，阀门及法兰处固定在底板上，防止晃动、碰撞。

8.2 运输

8.2.1 管材管件运输途中，应有遮盖物，避免雨淋和其它污染。

8.2.2 不应与油污和化学污染性物品混运。

9 安装施工

9.1 施工准备

9.1.1 安装工程施工应具备下列条件：

a) 施工设计图纸和其他技术文件齐全；
b) 施工方案进行技术交底；
c) 材料、施工人员、施工机具等符合施工要求；
d) 施工现场的用水、用电和材料贮放场地条件满足施工需要；
e) 提供的不锈钢管和管件的规格、型号、数量与发货清单一致，并附有产品说明书和质量合格证书。

9.1.2 施工前应了解施工场地的结构，并清理工作面，做好原机房成品防护及地面防护。安装区域应进行洁净预处理，确保无明显灰尘及颗粒杂质。施工现场不得进行焊接、切割、打磨、动火等产生粉尘或飞溅物的作业活动。如确需进行局部焊接补焊作业，应划定隔离区域，对已安装管路进行有效遮蔽防护，并在作业完成后重新进行管路内部清洁。

9.1.3 施工前，施工人员应经过管道安装技术培训及施工安全风险识别培训，培训记录应存档备查。

9.1.4 施工前应对不锈钢管道和管件的外观和接头进行检查，对表面附着的污物和杂质进行清理。

9.1.5 施工前应对所有预制管段、部件及支架按工厂预装编号和发货清单进行核对与检查。

9.1.6 施工前相关施工人员应进行施工安全风险识别及培训。

9.2 安装

9.2.1 支架安装

9.2.1.1 管路支架宜采用不锈钢支架，安装应牢固，安装位置应符合设计文件要求，与管道接触紧密。支架应有足够的强度和刚度，其间距应符合 T/GDSS 008 规定。

9.2.1.2 管道与支架之间应采用胶质管托避免冷桥，与管道连接位置增加橡胶垫。

9.2.1.3 当采用碳钢支架时，支架与不锈钢管道之间应采用绝缘垫片或橡胶垫进行隔离，防止电化学腐蚀。

9.2.2 管路组装

9.2.2.1 管段组装应严格依照设计图纸和厂内预装的编号顺序进行，确保对位准确，减少现场调整与返工。

9.2.2.2 预制管段之间的连接，以及管路与 CDU、液冷机柜等设备的最终驳接，应采用不锈钢法兰或符合设计要求的卫生级卡箍连接。连接时应保证密封面清洁，垫片放置正确，螺栓对称均匀紧固。

9.2.2.3 连接处不应使用生料带或任何密封胶。

9.2.2.4 采用去离子水进行管路冲洗时，冲洗泵的过流部件材质应为工程塑料（如 PP、PVDF）或奥氏体不锈钢（S30408、S31603），不得使用铸铁、碳钢等易锈蚀材质。

9.2.2.5 不锈钢预制管路的防尘包装在安装工作开始前不得拆除。需进行预拼装定位时，可局部揭开包装，定位完成后应立即恢复防护。

公布日期：2026-08-20 下载时间：2026-08-20 15:55:58

9.2.3 软管安装

9.2.3.1 软管的安装弯曲半径应大于产品规定的最小弯曲半径，避免急弯或扭曲。
9.2.3.2 软管接入环管或机柜可采用卡盘连接或互锁接头连接。
9.2.3.3 同一区域的供、回水软管应平行敷设，排列整齐，避免相互交叉或缠绕。
9.2.3.4 软管安装时需超过机柜底座 500 mm。

9.2.4 标识

管路系统安装完毕后，应设置清晰、永久性的标识，并符合下列要求：
a) 供、回水管道应在显著位置悬挂或粘贴铭牌，注明介质名称、流向和管路代号；
b) 主管路及每根支管的两端均应粘贴或绑扎供回水标签；
c) 供、回水主管道应涂刷或粘贴识别色环，间隔宜为 1 m。

9.3 施工安全与环保

9.3.1 一般要求

9.3.1.1 施工单位应建立安全生产责任制，制定专项安全施工方案，并对施工人员进行安全技术培训。
9.3.1.2 施工现场应设置明显的安全警示标志，危险区域应采取隔离措施。
9.3.1.3 施工过程中产生的废水、废液、废弃物应分类收集，按国家和地方有关规定处置。

9.3.2 安装施工安全

9.3.2.1 施工人员高处作业时应佩戴安全带，搭设安全可靠的作业平台或脚手架。
9.3.2.2 管道吊装时应使用非金属吊带，严禁在管道下方站人。
9.3.2.3 使用电动工具时应符合临时用电安全要求，电缆不得破损、裸露。
9.3.2.4 现场需要进行返修焊接时，应清理周边易燃物，配备灭火器材，并设专人监护。

9.3.3 压力试验安全

9.3.3.1 气压试验和氦检漏试验所使用的气体钢瓶应有明确标识，远离热源、油脂及电气设备，存放于通风良好的区域，并采取防倾倒措施。
9.3.3.2 试压前应对管路系统进行全面检查，确认所有连接牢固、支架稳固后方可升压。
9.3.3.3 试压区域应设置警戒线，升压和氦气释放过程中严禁无关人员进入，严禁敲击管道和紧固螺栓。
9.3.3.4 试压介质为氮气或氦气时，应确保试验区域通风良好，防止因气体聚集造成缺氧。
9.3.3.5 发现泄漏时，应先泄压至大气压后方可进行处理，严禁带压操作。

9.3.4 环保

9.3.4.1 系统冲洗用水宜经处理达标后循环使用，无法达标使用需排放时应按当地环保要求处理。
9.3.4.2 废弃的密封件、垫片、包装材料等应分类回收。
9.3.4.3 施工过程中应采取降尘、降噪措施。

10 现场试验与验收

10.1 现场试验

10.1.1 现场安装完成后，应对整个管网进行水压试验，测试要求如下：
a) 强度试验：试验压力为设计压力的 1.5 倍，且不低于 1.0 MPa，稳压 10 min，压降≤1%；
b) 严密性试验：加压至管道设计压力并稳压 4 h，检视整个管路无泄漏；
c) 水压过程需逐步升压，确保试压安全。
10.1.2 水压试验合格后，应采用去离子水对系统进行最终循环冲洗，直至出水水质达到 7.2.5 表 2 的要求。

10.2 验收

公布日期：2026-08-20 下载时间：2026-08-20 15:55:58

10.2.1 应按 GB 50242、GB 50243 和其他相关文件要求，组织液冷用不锈钢管路安装工程的验收。

10.2.2 管路竣工验收宜具备下列文件资料：

a) 施工图、竣工图和设计变更文件；
b) 管材、管件和附件等的产品质量证明文件；
c) 材料兼容性报告；
d) 酸洗、钝化、洁净度等检测报告；
e) 阀门严密性测试报告；
f) 管道系统压力试验记录；
g) 使用、维护、故障排除等技术指导书。

10.2.3 工程质量验收合格后，应发布工程验收会议纪要，并出具工程交接检验评定书。

10.2.4 竣工验收不合格的系统，查明原因限期整改，重新进行试运行和验收。

公布日期：2026-08-20 下载时间：2026-08-20 15:55:58

全国团体标准信息平台