

中国电子装备技术开发协会

《数据中心液冷系统用管路及组件 冷板式》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1.任务来源

团体标准《数据中心液冷系统用管路及组件 冷板式》由中国电子装备技术开发协会于2025年12月批准立项，计划编号：2025—113T-CAEE。本团体标准由北京中标华耀标准技术发展有限公司提出，主要起草单位XXX、XXX、XXX。

2.编制背景及目标

2.1 编制背景

随着人工智能、大数据技术的飞速发展，服务器CPU、GPU等核心芯片的热流密度急剧增加，传统风冷散热已难以满足需求，液冷技术特别是冷板式液冷成为主流解决方案。然而，当前市场上冷板式液冷模块产品质量参差不齐，缺乏统一的技术规范。现行通用标准（如T/XXX XXXX.1）主要针对管路及组件的通用技术要求，缺乏针对冷板散热效率、均温性、软管动态弯曲半径、高频振动疲劳及复合疲劳等关键性能的具体指标和试验方法。这导致产品在实际应用中存在散热不均、泄漏风险高、使用寿命不确定等问题，亟须制定专用技术规范以填补空白。

2.2 编制目标

统一技术内涵：明确冷板式液冷模块、接触热阻、均温性等关键术语定义，厘清产品分类与标记规则。

量化核心指标：确立可检测的关键性能指标，包括冷板基板导热系数（铜 ≥ 380 W/(m·K)，铝 ≥ 200 W/(m·K)）、软管最小弯曲半径（ ≤ 4 倍外径）、整机氦质谱检漏率（ $\leq 1 \times 10^{-9}$ Pa·m³/s）、压力脉冲疲劳次数（ $\geq 500,000$ 次）及长期运行可靠性（10,000小时性能衰减 $\leq 5\%$ ）。

完善试验体系：构建针对冷板散热性能（热阻、均温性）及软管组件在严苛环境下的专项试验方法（如软管专项复合疲劳试验），解决功能“测不了、测不准”难题。

引导产业应用：规范产品材料工艺（如强制 316L 不锈钢用于腐蚀性介质、激光焊接工艺）、结构设计（防呆结构、流向标识）及检验规则，为数据中心液冷系统的设备选型、验收及运维提供技术依据。

3、工作过程

（一）成立编制小组

2025 年 12 月，北京中标华耀标准技术发展有限公司搜集、整理了国内外数据中心液冷系统相关的技术现状、标准体系及应用案例，梳理出我国在冷板散热效率测试、软管动态疲劳验证等方面的标准缺口，确定了本标准的主要条款。

（二）成立编制小组

2025 年 12 月，由北京中标华耀标准技术发展有限公司牵头，与各起草单位共同组建标准编制小组，召开了标准编制小组内部启动会议。标准编制小组制定了标准编制工作计划、编写大纲，明确了任务分工及各阶段进度时间，并结合标准制定工作程序的各个环节进行了探讨和研究，于 2025 年 12 月编制完成《数据中心液冷系统用管路及组件 冷板式》标准草案与项目建议书。

（三）标准立项

2025 年 12 月，中国电子装备技术开发协会对报送的该标准立项申请进行专家质询后，同意将本标准列入标准制定计划，《数据中心液冷系统用管路及组件冷板式》正式立项。

二、标准编制原则和主要内容

1. 标准制定原则

（1）编制原则：本文件的制定符合 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》的规范性要求。标准中有关内容以相关法律法规、政策文件、国家行业标准为主要依据，结合本团体发展现状，参考相关标准，形成本标准草案。

（2）先进性：充分兼顾了冷板式液冷技术在高热流密度芯片散热领域的最新发展，引入了氦质谱检漏、复合疲劳试验等先进检测手段，确保标准技术指标处于行业领先水平。

（3）适用性与可行性：本文件充分考虑了数据中心实际运行环境（如振动、腐蚀介质），兼顾了规范性和灵活性，确保标准内容可操作、可落地，适应不同材

质（铜、铝、复合材料）及连接形式（硬管、波纹管、金属软管）的产品。

2. 标准主要技术内容

本标准规定了数据中心冷板式液冷模块（含冷板本体、波纹管及金属软管连接组件、密封件及接头）的分类、材料与工艺、结构与尺寸、性能、试验方法、检验规则及标志包装的特殊要求。

核心指标：明确了铜/铝基板导热系数下限、软管动态最小弯曲半径（ $\leq 4D$ ）、长度公差（ $\pm 2\text{mm}$ ）、整机氦检漏率（ $\leq 1 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ）、压力脉冲疲劳（ ≥ 50 万次）、高频振动疲劳（48 小时@10Grms）及长期可靠性（1 万小时衰减 $\leq 5\%$ ）。

专项试验：新增了冷板散热效率与热阻测试方法（附录 A）、软管专项复合疲劳试验方法，以及流阻测试方法。

特殊要求：对强腐蚀介质下的材料选用（316L 不锈钢）、焊接工艺（自动激光焊）、防呆结构、包装定型及清洁度控制提出了强制性或推荐性要求。

3. 标准解决的主要问题

本团体标准主要解决冷板式液冷模块领域标准缺失与技术规范不统一的问题。

填补性能指标空白：现行标准缺乏对“散热效率”“均温性”“动态弯曲下的流阻变化”等核心功能的定义与指标要求，本标准首次量化了这些指标。

解决测试难题：针对冷板散热性能测试不统一、软管在振动与压力复合工况下易失效的问题，构建了专项试验方法体系。

提升可靠性：通过严格的材料工艺要求（如焊缝 100%氦检、激光焊接）和疲劳寿命指标，显著降低数据中心液冷系统的泄漏风险，保障长期运行安全。

三、主要章节内容框架

第四章 分类与标记	规定按连接组件形式（硬管、波纹管、金属软管）分类，统一包含类型代码的产品标记规则。
第五章 材料与工艺的特殊要求	补充冷板基板材料（铜/铝/复合）的导热系数及化学成分要求；强制规定腐蚀环境下软管材质为 316L，要求采用自动

	激光焊接及 100%焊缝氦检。
第六章 结构与尺寸的特殊要求	规定软管动态最小弯曲半径 ($\leq 4D$) 及弯曲后通流面积减少量 ($\leq 5\%$)；严格控制长度公差 ($\pm 2\text{mm}$)；要求具备防旋转定位结构及接口兼容性。
第七章 性能的特殊要求	量化散热性能 (热阻、均温性)、流体阻力 (冷板压降、软管单位长度流阻 $\leq 15\text{kPa/m}$)、密封性 (氦检漏率)、疲劳寿命 (压力脉冲、高频振动、复合疲劳) 及长期可靠性指标。
第八章 试验方法	详述散热性能测试平台搭建与步骤 (附录 A)、软管专项复合疲劳试验方法 (同时施加压力脉冲与随机振动)、流阻测试方法。
第九章 检验规则	在通用出厂检验基础上, 增加软管流阻抽检、外观防呆全检、氦检复测; 型式检验涵盖散热、疲劳、金相分析及长期可靠性评估, 并明确判定规则
第十章 标志、包装、运输和贮存	增加最小弯曲半径、流向箭头、防呆标识等永久性标志要求; 规定软管定型包装、防扭曲固定、真空/充氮包装及清洁度随附文件要求。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利。

五、采用国际标准和国外先进标准情况, 与国际、国外同类标准水平的对比情况, 国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

本标准无相关国际标准。

六、在标准体系中的位置, 与现行相关法律法规、规章及相关标准, 特别是强制

性标准的协调性

本标准属于团体标准，与现行法律法规、规章和政策以及有关基础和相关标准不矛盾。

七、其他应予说明的事项

无