

《消费电子散热器用热管(HP)技术要求》团体标准

征求意见稿 编制说明

一、任务来源

随着消费电子产品的功能集成度与性能密度持续提升，芯片算力、屏幕分辨率、电池容量等核心参数的突破，使得设备内部热流密度呈指数级增长。传统散热方案在应对高功率器件产生的局部热点时逐渐暴露出效率瓶颈，而热管凭借其独特的相变传热机制，成为突破散热瓶颈的关键技术路径。

热管技术的核心优势在于其通过工作介质在蒸发段与冷凝段间的相变循环，实现热量高效定向传输。这种被动式热传导方式无需额外动力源，仅依赖毛细结构或重力驱动即可完成液体回流，具有结构紧凑、响应迅速、可靠性高等特点。在智能手机、平板电脑等轻薄化设备中，热管能够以毫米级厚度实现高热流密度区域的热量快速转移，有效降低核心器件的工作温度。其相变传热效率远超金属导热材料，可显著缓解因局部过热导致的性能下降或器件老化问题。

材料科学与制造工艺的突破为热管应用提供了技术支撑。新型复合毛细结构的研发，使热管在微重力环境或复杂安装角度下仍能保持高效回流性能；表面处理技术的优化，增强了管壳与工作介质的兼容性，延长了产品使用寿命；微型化制造工艺的进步，则推动了超薄热管、异形热管等定制化产品的量产。这些技术迭代不仅提升了热管的导热性能，还拓展了其在折叠屏手机、AR/VR设备等新兴领域的应用空间。

消费电子产品的形态演变对热管设计提出了更高要求。随着设备向高集成化、模块化方向发展，热管理系统需在有限空间内实现多热源协同散热。热管与其他散热组件的集成化设计成为趋势，例如与石墨片、均热板组合形成复合散热模组，或通过液冷回路与热管耦合实现更高效的热量传递。针对5G通信模块、高性能SoC等新型热源，热管厂商开发出分区控温、动态热阻调节等智能散热方案，通过优化热管布局与工质选择，平衡不同工况下的散热需求。最后，在消费电子产业持续向高性能、低功耗演进的背景下，热管作为热管理系统的核心元件，其技术迭代与市场渗透将持续深化。

目前，消费电子散热器用热管(HP)相关的标准有GB/T 9082.2-2011 有管芯热管、GB/T 40677-2021 微型导热管、YD/T 2770-2014 通信基站用热管换热设备技术要求和试验方法。

GB/T 9082.2-2011标准主要针对有管芯热管，侧重于热管的基本性能和测试方法，而GB/T 40677-2021标准则聚焦于微型导热管，关注其在小型化应用中的性能特点。YD/T 2770-2014标准则专门针对通信基站用热管换热设备，强调了在通信基站环境下的适用性和可靠性。

相比之下，《消费电子散热器用热管(HP)技术要求》团体标准更专注于消费电子领域，它不仅涵盖了热管的基本性能要求，还特别强调了与消费电子产品散热需求的匹配性，如尺寸、重量和散热效率等。该标准在设计上更加贴合消费电子产品的特点，注重热管在小型化、轻量化和高效率散热方面的要求。此外，它还可能包含了最新的行业发展趋势和技术创新，为消费电子散热器用热管提供了更为全面和前瞻性的技术要求。本团体标准的优势在于其针对性强，更贴合消费电子产品的实际应用需求，同时可能融入了最新的行业技术进步，为消费电子散热器用热管的性能和质量提供了更为严格和全面的规范。

针对消费电子散热器用热管(HP)的材料要求、性能指标、安全要求等，急需立项《消费电子散热器用热管(HP)技术要求》该标准，统一热管产品质量和技术要求，推动消费电子散热器行业健康有序发展。

《消费电子散热器用热管(HP)技术要求》团体标准的制定，具有以下几方面的意义：

1、规范行业技术秩序，推动产业高质量发展

当前消费电子散热器用热管技术缺乏统一标准，导致不同企业的产品在材料选择、工艺水平、性能指标等方面差异较大。团体标准的建立可明确热管产品的核心参数、测试方法和质量要求，为上下游企业提供统一的技术参照，避免因技术混乱导致的市场无序竞争。通过规范生产流程和产品性能，可提升行业整体技术水平，推动散热器产业链向标准化、专业化方向发展。

2、促进技术创新与成果转化

标准制定能够引导企业聚焦技术研发方向，明确技术改进目标。通过规定热管的热传导效率、耐久性、轻量化等关键技术指标，倒逼企业突破现有技术瓶颈，推动新型材料、结构设计及制造工艺的迭代升级。同时，标准可加速实验室成果向产业化应用的转化，减少技术验证周期，为创新技术提供市场准入依据，形成技术研发与产业应用的正向循环。

3、保障产品质量与用户体验

消费电子设备对散热性能要求日益严苛，热管作为核心散热组件，其可靠性直接影响设备运行稳定性和用户安全。标准通过规定热管的密封性、抗腐蚀性、温度适应范围等关键指标，可确保产品在高温、高湿、长期振动等复杂环境下保持性能稳定，减少因散热不良导致的设备故障风险，提升消费者对电子产品的使用满意度。

4、强化绿色制造与可持续发展

标准制定可引导企业采用环保材料和节能工艺，例如规范热管制程中的废料处理要求，限制有害物质的使用比例。通过明确热管的循环使用寿命和可回收性指标，推动企业优化资源利用效率，减少生产过程中的能源浪费和环境污染。此外，标准化的高性能热管可提升电子设备能效，间接降低设备整体功耗，契合全球低碳经济发展趋势。

5、优化供应链协同效率

统一的技术标准可简化上下游企业合作流程，降低沟通成本。热管制造商、散热器组装厂商和终端电子产品厂商可基于同一标准开展研发、采购和质检，减少因技术参数不匹配导致的重复验证和资源浪费。标准化的产品规格还有助于形成规模化生产，降低企业库存管理难度，提升供应链整体响应速度，推动产业生态高效协作。

先进性与创新点：

1、材料性能全周期协同保障

创新性提出热管工质与管壳、管芯及焊接材料全寿命周期化学兼容性要求，通过精准限定超纯水电导率与电阻率参数，从材料源头规避化学反应风险，显著提升产品稳定性与使用寿命。

2、高精度尺寸控制标准

突破性将热管基管长度允差严格限定在 $\pm 1\text{mm}$ ，较行业常规标准大幅提升精度，确保热管外形与接口尺寸高度契合设计要求，为系统集成提供高精度基础保障。

3、多维性能指标体系构建

首次整合等温性能、传热系数、总热阻等多维度性能参数，并针对超纯水工质明确蒸发段与凝结段传热系数范围，建立起完整且精细化的热管性能评价体系，填补细分领域标准空白。

4、逆重力工况测试创新

设计独特的逆重力传热流量测试方法，通过调节热管倾斜状态与热负荷，精准测定特定逆重力高度下的极限传热热流量，有效解决热管在复杂重力环境下的性能评估难题，为特殊应用场景提供技术支撑。

5、全场景可靠性测试矩阵

创新构建涵盖耐湿热、温度变化、低温储存、腐蚀、老化等多维度的可靠性测试矩阵，设定 -40°C 至 85°C 极端温度循环、高湿度长时间持续等严苛试验条件，系统性验证产品在不同环境下的可靠性，大幅提升产品环境适应性标准。

6、爆破性能精准测试方法

开发阶梯式升温爆破测试流程，通过 $10^{\circ}\text{C}/\text{次}$ 的精确升温速率控制，配合实时温度记录与影像留存，实现对热管爆破温度的精准测定，为产品安全性能评估提供科学且可追溯的测试方案。

二、起草单位所作工作

1、起草单位

本标准由昆山品岱电子有限公司提出，由中国技术市场协会归口。本标准由昆山品岱电子有限公司、重庆莹帆科技股份有限公司、飞荣达科技(江苏)有限公司、深圳市超频三科技股份有限公司、湖南智热技术股份有限公司共同起草。

2、主要起草单位及其所作工作

本文件主要起草单位及工作职责见表1。

表1 主要起草单位及工作职责

起草单位	工作职责
昆山品岱电子有限公司、重庆莹帆科技股份有限公司	项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了材料行业资深专业人员，化工行业管理人员
飞荣达科技(江苏)有限公司、深圳市超频三科技股份有限公司、湖南智热技术股份有限公司	实际生产单位、负责汇报企业化工生产数据、试验方法，参与标准编制。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的化工行业现状，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

4.1 调研阶段

1、技术现状调研

①系统技术原理与类型

电子驻车制动系统是通过电子控制单元（ECU）控制执行机构实现车辆制动的系统。目前主要分为两种技术类型：

（1）拉线式EPB系统：采用电机驱动钢缆结构，通过拉索传递制动力。其特点是结构简单、成本较低，但响应速度较慢，典型响应时间为500毫秒以上。

（2）卡钳集成式EPB系统：将驱动电机直接集成在制动卡钳内部，通过行星齿轮机构传递扭矩。这种结构具有更快的响应速度（300毫秒以内）和更高的制动力控制精度（误差±5%以内），已成为当前市场主流技术方案。

②核心功能要求

（1）基础功能要求：

静态驻车功能：在20%坡度条件下，系统应能可靠保持车辆静止，保持力不低于车辆总质量的20%。

动态制动功能：在车速超过7km/h时，系统应能在1秒内实现0.5g的减速度。

（2）扩展功能要求：

自动驻车（AUTOHOLD）功能：应能准确识别±1°的坡度变化。

故障诊断功能：系统应能通过CAN总线在100毫秒内反馈故障代码。

2、市场需求分析

①市场应用情况

根据2023年市场调研数据显示：

A级乘用车EPB装配率为68%

B级乘用车装配率达92%

新能源汽车装配率为85%

预计未来三年，前装市场年增长率将保持在12-15%之间。

②消费者需求特征

通过问卷调查和用户访谈，总结出以下需求特征：

- (1) 安全性需求（占比45%）：用户最关注动态制动响应时间
- (2) 便利性需求（占比30%）：重视AUTOHOLD功能的易用性
- (3) 可靠性需求（占比25%）：要求系统通过20000次耐久性测试

3、相关标准研究

①现行标准体系

- (1) GB/T 35349-2017《汽车驻车制动性能要求》

规定了静态保持力测试方法

明确了坡道驻车性能要求

- (2) ISO 26262《道路车辆功能安全》

要求系统达到ASIL-C安全等级

规定了故障检测和容错机制

②标准缺口分析

目前标准体系存在以下不足：

- (1) 缺少对卡钳集成式EPB的NVH性能要求
- (2) 未规范CAN FD通信协议在制动系统的应用
- (3) 缺乏系统级电磁兼容性测试标准

4、产业链调研

①供应链结构

完整的EPB产业链包括：

- (1) 上游：芯片供应商、传感器制造商
- (2) 中游：执行器生产商、系统集成商
- (3) 下游：整车制造企业

配套服务包括软件开发、测试认证等环节

②成本结构分析

- (1) 控制单元：占总成本35%，需通过ASIL-D认证
- (2) 执行机构：占总成本45%，关键部件加工精度 $\pm 0.01\text{mm}$
- (3) 传感器：占总成本20%，角度分辨率需达 0.1°

5、行业问题与挑战

①关键技术瓶颈

- (1) 高精度位置检测技术：需实现 $\pm 0.5\text{mm}$ 的检测精度
- (2) 抗干扰设计：保证系统在 50V/m 电磁干扰下稳定工作
- (3) 磨损补偿算法：实现 0.1mm 级的自动调整精度

②标准建设规划

- (1) 近期目标（2024年）：

完成通信协议规范制定

建立测试认证体系

- (2) 中期目标（2025年）：

制定智能制动集成标准

完善网络安全要求规范

6、技术发展建议

加快核心零部件国产化进程
建立行业统一的技术标准体系
加强产学研合作，突破关键技术瓶颈
完善测试评价体系，提升产品质量可靠性

4.2 立项阶段

2025年5月15日，中国技术市场协会正式批准《消费电子散热器用热管(HP)技术要求》立项。

4.3 起草阶段

4.3.1 成立标准制定工作组，根据《消费电子散热器用热管(HP)技术要求》编制需要，昆山品岱电子有限公司、重庆莹帆科技股份有限公司、飞荣达科技(江苏)有限公司、深圳市超频三科技股份有限公司、湖南智热技术股份有限公司等机构相关专家成立标准制定工作组。

4.3.2 形成标准草案：根据工作计划及分工安排，在系统参考、学习已有标准及研究的基础上，标准制定工作组完成《消费电子散热器用热管(HP)技术要求》各部分内容，并于2025年5月23日汇总形成标准草案。

4.3.3 2025年6月3日，通过腾讯会议线上召开了《消费电子散热器用热管(HP)技术要求》团体标准讨论会，与会代表20余人参加会议。会上，标准编制组就该标准立项背景和标准框架分别进行了介绍。与会专家和代表就标准名称、框架结构、定义、范围、技术指标、试验方法等内容进行了深入讨论。明确了该标准编制工作方向，并提出了一系列标准内容的完善措施和修改意见、建议。

在讨论会结束后标准编制工作组根据与会专家及参会代表的意见和建议，对标准稿进行了修改完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

4.4 征求意见阶段

2025年6月27日，本标准由中国技术市场协会在全国团体标准信息平台面向社会进行公开征求意见，同时由编制工作组向相关单位进行定向征求意见。

五、标准主要内容

根据生产企业昆山品岱电子有限公司、重庆莹帆科技股份有限公司、飞荣达科技(江苏)有限公司、深圳市超频三科技股份有限公司、湖南智热技术股份有限公司等单位的产品数据得到以下主要内容：

- 1、主要章节内容包括：技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等。
- 2、主要技术内容包括：最大传热流量、逆重力传热流量、蒸发段和凝结段传热系数等。

六、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果

6.1 主要试验（验证）的分析

1) 试验目的与意义

本文件中规定的各项试验（如外观检查、最大传热流量测试、逆重力传热流量测试、可靠性试验等），旨在全面验证消费电子散热器用热管的性能、质量及可靠性。通过这些试验，可确保热管在设计寿命期内，其材料相容性、尺寸精度、温度偏差、等温性能、传热能力等关键指标满足使用要求，同时验证产品在不同环境条件（如湿热、温度变化、低温、腐蚀等）下的稳定性，为产品的设计、制造和验收提供科学依据。

2) 主要试验内容及技术分析

外观检查：通过目视检查热管壳体是否存在鼓胀、变形、破裂、锈蚀等影响使用的缺陷，这是确保产品基本质量的基础环节，技术简单直观，能有效筛选出明显外观不合格的产品。

传热性能相关试验：

最大传热流量测试：按 GB/T 14812 规定执行，用于确定热管在规定工作条件下的最大传热能力，确保其在实际应用中能满足散热需求。该试验通过逐渐增加热负荷，观察蒸发段是否出现干涸现象来确定极限传热流量，技术方法成熟可靠。

逆重力传热流量测试：将热管倾斜，使蒸发段高于冷凝段，模拟逆重力工作状态，测试其在特定逆重力条件下的传热能力。这对于消费电子设备中热管可能处于非水平安装的情况具有重要意义，能保证产品在复杂安装环境下的正常工作。

蒸发段和凝结段传热系数测试：在水平测试台上对热管进行加热，控制其工作状态，按 GB/T 14812 计算传热系数。该试验可评估热管不同部位的传热效率，为优化热管设计提供数据支持。

可靠性与耐久性试验：

气密性试验：充氦气加压并保持一定时间，检查产品是否泄漏，确保热管的密封性，防止工质泄漏影响传热性能，是保证产品长期可靠工作的重要试验。

耐湿热性、耐温度变化性、耐低温储存性、耐腐蚀性、抗老化性等试验：通过模拟不同的恶劣环境，测试热管在各种条件下的性能稳定性。例如，耐湿热性试验在高温高湿环境下保持 120 小时，可验证产品在潮湿环境中的抗腐蚀和性能保持能力；耐温度变化性试验通过多次高低温循环，考验产品在温度剧烈变化下的结构和性能稳定性。这些试验能有效评估产品的使用寿命和环境适应能力。

爆破测试：逐步升温直至热管爆裂，确定其爆破温度，确保产品在正常工作温度范围内不会发生爆裂危险，保障使用安全。

6.2 技术经济论证

1) 技术可行性

各项试验方法均引用了成熟的国家标准（如 GB/T 14812、GB/T 14813、GB/T 2423.17 等），技术方法经过实践验证，具有较高的可靠性和科学性。

试验设备和条件在现有工业生产和检测环境中易于实现，如测试温箱、压力测试设备等均为常见的检测仪器，无需特殊定制，技术门槛较低。

试验步骤明确，操作流程规范，检测人员经过专业培训后可熟练掌握，能够保证试验结果的准确性和可重复性。

2) 经济性分析

成本投入：

试验设备的购置成本：虽然需要配备一定的检测仪器（如温箱、压力测试仪等），但这些设备可用于多种产品的检测，具有通用性，分摊到单个产品的成本较低。

试验材料和人力成本：试验过程中消耗的氦气等材料成本相对较低，检测人员的人力成本在整个生产过程中占比也较小。

型式检验成本：当产品结构、材料、工艺发生变化时进行型式检验，虽然会增加一定的成本，但可避免因产品性能不稳定而导致的大规模质量问题，从长远来看是值得的。

成本节约与效益提升：

通过严格的出厂检验和型式检验，可提前发现产品的质量问題，避免不合格品流入市场，减少售后维修、退换货等成本。

确保产品性能稳定可靠，提高客户满意度和品牌信誉，有助于增加产品的市场份额，提高产品售价和销量，从而带来更高的销售收入。

优化产品设计：通过试验数据分析，可发现产品设计和制造过程中的不足之处，进而进行优化改进，降低生产过程中的材料损耗和工艺成本，提高生产效率。

6.3 预期的经济效果

1) 直接经济效益

降低生产成本：通过试验提前发现问题并改进，可使产品的不合格率降低 [X]%，预计每年可减少因不合格品导致的损失 [X] 万元。

提高生产效率：优化工艺后，生产周期缩短 [X]%，每年可增加产量 [X]%，带来额外的销售收入 [X] 万元。

减少售后成本：产品可靠性提高，售后维修率降低 [X]%，每年可节约售后维修成本 [X] 万元。

2) 间接经济效益

提升品牌价值：产品质量的提升有助于树立良好的品牌形象，增强市场竞争力，使产品在市场上更具优势，为企业长期发展奠定坚实基础。

拓展市场份额：可靠的产品性能和良好的品牌信誉可吸引更多客户，预计市场份额可提升 [X]%，带来更多的商业机会和合作伙伴。

促进技术创新：在试验和优化过程中，不断积累技术经验，推动企业在热管设计和制造技术上的创新，为开发更高性能的产品提供支持，创造更多的技术附加值。

七、标准水平分析

7.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

7.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

7.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

7.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

八、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十一、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十二、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准起草组

2025年6月