

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXXX—2026

汽车高效散热器结构设计规范

Specification for design of high efficiency radiator structures for automobiles

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中国机电设备工程协会 发布

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 设计总则	1
4.1 设计目标	1
4.2 设计原则	1
5 结构设计要求	2
5.1 芯体结构设计	2
5.2 水室结构设计	2
5.3 进出水口结构	3
5.4 安装支架结构	3
6 材料选用	3
6.1 金属材料	3
6.2 复合材料	4
6.3 密封与绝缘材料	4
6.4 智能组件材料	4
7 制造工艺控制	4
7.1 铝合金芯体制造工艺	4
7.2 复合材料芯体制造工艺	5
7.3 智能组件装配工艺	6

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××××提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

汽车高效散热器结构设计规范

1 范围

本文件规定了汽车高效散热器的结构设计总则、结构设计要求、材料选用、制造工艺控制。

本文件适用于传统燃油汽车和新能源汽车（包括纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车）所用的高效散热器的结构设计。

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 7306.1 55°密封管螺纹 第1部分：圆柱内螺纹与圆锥外螺纹

GB/T 7306.2 55°密封管螺纹 第2部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹

GB/T 28046.3 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 设计总则

4.1 设计目标

4.1.1 满足不同散热场景的热管理效率要求，新能源汽车电池散热效率 $\geq 15\text{W/W}$ 、电机散热 $\geq 18\text{W/W}$ 、电控散热 $\geq 20\text{W/W}$ 。

4.1.2 实现轻量化设计，散热器质量较传统铸铁散热器降低50%以上。

4.1.3 保证结构可靠性，满足汽车全生命周期内的振动、冲击、腐蚀等环境要求。

4.1.4 适配汽车电子电气架构，支持与车载网络通信，实现智能化热管理控制。

4.2 设计原则

4.2.1 高效性原则

通过优化芯体翅片结构、流体通道布局，最大化散热面积与换热效率，采用高导热材料提升热传导性能。

4.2.2 轻量化原则

优先选用铝合金、镁合金、碳纤维复合材料等轻质高强度材料，优化结构设计减少冗余质量。

4.2.3 可靠性原则

结构设计应满足汽车行驶过程中的机械负荷、环境温度变化、冷却液腐蚀等要求，关键部件采用冗余设计。

4.2.4 兼容性原则

适配不同车型的安裝空间、冷却系统接口及管路布局，实现模块化设计与快速装配。

4.2.5 智能化原则

支持传感器数据采集、实时温控调节、故障自诊断等功能，兼容CAN FD、LIN等车载通信协议。

5 结构设计要求

5.1 芯体结构设计

5.1.1 管带式芯体

5.1.1.1 散热管

采用扁管结构，管宽应为16 mm~32 mm，管高宜为2 mm~4 mm，壁厚应为0.2 mm~0.4 mm。管间距应根据散热需求设置，应为8 mm~12 mm。

5.1.1.2 散热带

采用波纹状结构，翅片高度应为8 mm~16 mm，翅片间距应为1.5 mm~2.5 mm，翅片厚度宜为0.08 mm~0.12 mm。

5.1.1.3 芯体厚度

根据散热功率需求确定，应为20 mm~60 mm。

5.1.1.4 结构完整性

散热管与散热带的连接应牢固，无虚焊、漏焊现象，芯体整体在1.5倍工作压力下无泄漏。

5.1.2 微通道芯体

5.1.2.1 通道尺寸

单通道宽度应为0.5 mm~1 mm，高度应为2 mm~5 mm，壁厚应为0.2 mm~0.3 mm。

5.1.2.2 翅片结构

采用锯齿形或百叶窗形翅片，翅片间距应为1 mm~2 mm，翅片厚度应为0.05 mm~0.1 mm。

5.1.2.3 芯体布局

采用平行流结构，冷却液在通道内均匀分布。

5.1.2.4 密封结构

芯体与水室的连接采用钎焊或机械密封，密封面粗糙度不应大于 $1.6\ \mu\text{m}$ 。

5.1.3 智能芯体集成结构

5.1.3.1 温度传感器

应安装在冷却液进出口或散热对象附近，传感器探头与冷却液直接接触，安装位置应便于更换与校准。

5.1.3.2 流量传感器

应安装在主冷却液通道上，避免安装在弯道或涡流区，保证测量精度。

5.1.3.3 智能控制单元

应集成在散热器非高温区（环境温度 $\leq 85^\circ\text{C}$ ），具备防水、防尘、防电磁干扰能力，防护等级不应小于IP67。

5.1.3.4 执行机构

电子水泵、电动调节阀应与芯体流体通道直接连接，连接管路采用快速接头。

5.2 水室结构设计

5.2.1 容积设计

水室有效容积应满足冷却液循环需求，应为散热器芯体体积的15%~25%，保证冷却液在芯体内的停留时间不应小于2 s。

5.2.2 密封结构

5.2.2.1 采用橡胶密封圈或钎焊密封，密封圈材质为EPDM或氟橡胶，硬度邵氏70~80。

5.2.2.2 密封面应平整、无划痕，表面粗糙度不应大于3.2 μm 。

5.2.2.3 水室与芯体的连接螺栓扭矩应均匀，扭矩值宜为8 N·m~12 N·m。

5.2.3 排气与排水结构

5.2.3.1 水室顶部应设置排气阀，排气阀开启压力宜为0.1 MPa~0.2 MPa。

5.2.3.2 水室底部应设置排水阀，便于冷却液更换与系统清洗。

5.3 进出水口结构

5.3.1 尺寸与接口

5.3.1.1 进出水口内径应适配汽车冷却系统管路，常见尺寸为 $\phi 25\text{ mm}$ ~ $\phi 40\text{ mm}$ 。

5.3.1.2 接口形式采用螺纹连接或快速接头，螺纹规格符合GB/T 7306.1和GB/T 7306.2的规定。

5.3.2 布局与角度

5.3.2.1 进出水口的位置与角度应便于管路布置，应采用90°或180°布局。

5.3.2.2 进出水口的中心距应根据车型安装空间确定，偏差不应大于 $\pm 2\text{ mm}$ 。

5.4 安装支架结构

5.4.1 强度要求

5.4.1.1 安装支架应能承受散热器质量5倍以上的静载荷，加载后变形量不应大于0.5 mm。

5.4.1.2 按GB/T 28046.3的振动试验后，支架无变形、裂纹，连接螺栓无松动。

5.4.2 刚度要求

5.4.2.1 安装支架的固有频率应避开汽车发动机（20Hz~200Hz）和底盘（10Hz~50Hz）的振动频率范围。

5.4.2.2 支架与散热器的连接应采用弹性缓冲结构，减少振动传递。

5.4.3 兼容性设计

5.4.3.1 安装支架应适配多种车型的安装孔位，采用可调式结构或模块化设计。

5.4.3.2 支架表面应进行防腐处理，盐雾试验48 h后无明显腐蚀。

6 材料选用

6.1 金属材料

6.1.1 铝合金材料

6.1.1.1 芯体散热管与散热带

选用3003、6061牌号铝合金，室温导热系数不应小于180 W/(m·K)，抗拉强度不应小于140 MPa，伸长率不应小于18%。

6.1.1.2 水室与进出水口

选用6061或5052牌号铝合金，经阳极氧化处理后，盐雾试验48 h后无明显腐蚀。

6.1.1.3 安装支架

选用6061-T6铝合金，抗拉强度不应小于260 MPa，屈服强度不应小于240 MPa。

6.1.2 镁合金材料

6.1.2.1 适用于轻量化要求极高的车型，选用符合 AZ31B 或 AZ91D 牌号的镁合金，室温导热系数不应小于 150 W/(m·K)，抗拉强度不应小于 230 MPa。

6.1.2.2 表面需进行化学转化膜处理，盐雾试验 24h 后无明显腐蚀。

6.2 复合材料

6.2.1 铝基复合材料

6.2.1.1 用于高温散热场景，室温导热系数不应小于 180 W/(m·K)，密度不应大于 3.0 g/cm³，抗拉强度不应小于 300 MPa。

6.2.1.2 具备良好的高温稳定性，150℃时导热系数保持率不应小于 90%。

6.2.2 碳基复合材料

6.2.2.1 用于新能源汽车电池散热，室温导热系数不应小于 500 W/(m·K)，密度不应大于 2.0 g/cm³，抗拉强度不应小于 300 MPa。

6.2.2.2 具备良好的绝缘性能，体积电阻率不应小于 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

6.3 密封与绝缘材料

6.3.1 密封圈

选用EPDM或氟橡胶，耐冷却液温度范围-40℃~120℃，压缩永久变形不应大于20%。

6.3.2 智能组件绝缘材料

选用聚酰亚胺（PI）或环氧树脂，体积电阻率不应小于 $1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ ，耐温范围-40℃~150℃。

6.4 智能组件材料

6.4.1 传感器外壳

选用耐高温ABS或PPS塑料，耐温范围-40℃~120℃，防护等级不应小于IP67；

6.4.2 控制单元电路板

选用FR-4玻纤板，厚度不应小于1.6 mm，具备良好的电磁兼容性。

7 制造工艺控制

7.1 铝合金芯体制造工艺

7.1.1 挤压工艺

7.1.1.1 挤压坯料

选用符合GB/T 3190的铝合金铸锭，表面无裂纹、气孔、夹杂等缺陷。

7.1.1.2 挤压参数

挤压温度400℃~500℃，挤压速度1 m/min~5 m/min，挤压比不应小于20。

7.1.1.3 型材质量

挤压型材表面光滑、平整，无划痕、裂纹、气泡，尺寸偏差符合表1要求。

表1 铝合金型材尺寸偏差

尺寸范围 (mm)	允许偏差 (mm)
≤100	±0.5

尺寸范围 (mm)	允许偏差 (mm)
100~200	±0.8
>200	±1.2

7.1.2 钎焊工艺

7.1.2.1 钎焊材料

选用Al-Si系钎料，熔点不应大于580℃，与铝合金母材相容性良好。

7.1.2.2 钎焊参数

钎焊温度580℃~610℃，保温时间3 min~10 min，保护气体为氮气（纯度≥99.99%）。

7.1.2.3 钎焊质量

钎焊接头牢固、致密，无虚焊、漏焊、气孔，散热器在1.5倍工作压力下保持5 min无泄漏。

7.1.3 阳极氧化工艺

7.1.3.1 前处理

去除散热器表面油污、氧化膜，脱脂剂浓度5%~10%，温度50℃~60℃，时间10 min~15 min。

7.1.3.2 阳极氧化参数

温度15℃~25℃，电流密度1.5 A/dm²~2.5 A/dm²，时间20 min~40 min。

7.1.3.3 氧化膜质量

氧化膜厚度不应小于10 μm，表面均匀、光滑，无斑点、色差，耐盐雾试验48 h后无腐蚀。

7.2 复合材料芯体制造工艺

7.2.1 预浸料制备

7.2.1.1 碳纤维

选用T700、T800级碳纤维，抗拉强度不应小于4900 MPa，弹性模量不应小于230 GPa。

7.2.1.2 基体树脂

选用环氧树脂或酚醛树脂，玻璃化转变温度不应小于120℃，导热系数不应小于0.5 W/(m·K)。

7.2.1.3 预浸料质量

树脂含量35%~45%，挥发分含量不应大于1%，预浸料厚度偏差不应大于±0.05 mm。

7.2.2 模压成型工艺

7.2.2.1 模具预热

温度80℃~120℃，预热时间30 min~60 min；

7.2.2.2 成型参数

温度120℃~160℃，压力3 MPa~10 MPa，保温时间30 min~60 min。

7.2.2.3 成型质量

芯体尺寸偏差不应大于±0.5 mm，表面无分层、气泡、裂纹。

7.2.3 热压罐成型工艺

7.2.3.1 成型参数

温度130℃~170℃，压力0.5 MPa~2 MPa，保温时间60min~120 min。

7.2.3.2 冷却速率

降温速率不应大于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

7.2.3.3 后处理

去除飞边、毛刺，表面粗糙度不应大于 $3.2\text{ }\mu\text{m}$ 。

7.3 智能组件装配工艺

7.3.1 传感器安装

7.3.1.1 温度传感器：安装扭矩 $0.5\text{N}\cdot\text{m}\sim 1.0\text{N}\cdot\text{m}$ ，探头与冷却液接触良好，安装后进行密封性试验。

7.3.1.2 流量传感器：安装位置应保证流体满管，安装后进行精度校准。

7.3.2 控制单元装配

7.3.2.1 控制单元与散热器的连接采用螺栓固定，扭矩 $2\text{N}\cdot\text{m}\sim 3\text{N}\cdot\text{m}$ ，连接处加装橡胶缓冲垫。

7.3.2.2 线束连接采用防水连接器，连接器插针接触电阻不应小于 $10\text{ m}\Omega$ ，插拔次数不应小于1000次。

7.3.3 执行机构装配

7.3.3.1 电子水泵：与流体通道的连接采用O型圈密封，密封压力不应小于 1.5 MPa ，水泵转速控制精度不应小于 $\pm 5\%$ 。

7.3.3.2 电动调节阀：阀芯与阀座的配合间隙不应大于 0.05 mm ，调节响应时间不应大于 5 s 。
