

T/TMAC

团 体 标 准

T/TMAC XXXX—XXXX

增程式电动汽车动力总成热管理系统技术要求

Technical requirements for thermal management system of extended-range electric vehicle powertrain

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。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国技术市场协会 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 一般要求 1

 4.1 系统组成 1

 4.2 润滑与散热协同 1

 4.3 散热要求 2

5 技术要求 2

 5.1 电池热管理系统 2

 5.2 电机控制系统（MCU）热管理系统 2

 5.3 电机热管理系统 3

 5.4 发动机热管理系统 3

6 试验方法 3

 6.1 电池热管理系统 3

 6.2 电机控制系统（MCU）热管理系统 3

 6.3 电机热管理系统 4

 6.4 发动机热管理系统 4

7 检验规则 4

 7.1 检验分类 4

 7.2 检验项目 4

 7.3 出厂检验 5

 7.4 型式检验 5

 7.5 组批 5

 7.6 抽样 5

 7.7 判定规则 5

8 标志、包装运输和贮存 5

 8.1 标志 5

 8.2 包装 5

 8.3 运输 5

 8.4 贮存 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。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

增程式电动汽车动力总成热管理系统技术要求

1 范围

本文件规定了增程式电动汽车动力总成热管理系统技术要求的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于增程式电动汽车动力总成热管理系统技术要求的设计、检验。

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。

QC/T 1206.1 电动汽车动力蓄电池热管理系统第1部分：通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

增程式动力系统 extended-range powertrain system

指由驱动电机、电池、电控系统及一套辅助供能装置（如发动机+发电机）构成的动力系统。车辆主要以电机驱动，发动机不直接驱动车轮，仅用于发电补能。

3.2

电池热管理系统 battery thermal management system, BTMS

用于监控和调节动力电池组温度，确保电池在安全温度范围内运行，提高电池寿命和性能的系统。

3.3

电机控制系统（MCU）热管理系统 motor control unit thermal management system

用于监测和调节电机控制系统（MCU）温度，防止因过热导致控制性能下降或故障的系统。

3.4

电机热管理系统 motor thermal management system

用于对电机在运行过程中产生的热量进行散热和调节，保证电机高效稳定运行的系统。

3.5

发动机热管理系统 engine thermal management system

用于调控增程式动力系统中辅助供能装置运行时产生的热量，保障发动机在适宜温度区间工作、为发电机稳定发电提供支持，助力增程式动力总成热管理系统整体高效可靠运行的系统。

4 一般要求

4.1 系统组成

系统应由电池热管理系统、电机控制系统热管理系统、电机热管理系统、发动机热管理系统组成。

4.2 润滑与散热协同

对于采用油冷方式的电机，润滑油需兼具良好的润滑性能和散热性能，其粘度应符合电机运行要求，且在整个工作温度范围内保持稳定。油冷系统应配备过滤装置，应定期检查润滑油的品质和油量，及时更换和补充。

4.3 散热要求

散热通道应具备良好的通畅性，不得存在阻碍气流或液流的异物、堵塞等情况。散热翅片等结构设计合理，其表面积和散热效率应满足驱动电机控制器（MCU）在各种工况下的散热需求，避免因散热不良导致MCU性能下降或故障。

5 技术要求

5.1 电池热管理系统

5.1.1 冷却性能

冷却性能应符合表1的规定。

表 1 冷却性能

冷却系统类型	最高温度/℃	最大温差/℃
主动风冷系统	不超过制造商规定的最高温度	≤10
液冷系统		≤7
直冷系统		≤8

5.1.2 加热性能

加热性能应符合表2的规定。

表 2 加热性能

类别		最大温差/℃	温升速率/（℃/h）
主动风冷系统	PTC加热	≤10	≥20
	电加热膜	≤15	
液冷系统	PTC加热	≤15	
	电加热膜	≤15	
直冷系统	电加热膜	≤15	

5.1.3 保温性能

保温性能应符合表3的规定。

表 3 保温性能

项目	最大温差/℃	温降/温升速率（℃/h）
低温环境保温性能	≤15	≤6
高温环境保温性能		≤5

5.2 电机控制系统（MCU）热管理系统

5.2.1 冷却性能

冷却性能应符合表4的规定。

表 4 冷却性能

项目	内容	指标/℃
液冷系统	在温度40℃、额定负载下表面温度	≤85
	冷却液进出口温差	≤10
风冷系统	在温度（40℃、额定负载下）表面温度	≤90
	风扇转速自动调节	满足

5.2.2 温度监测与保护

系统应配备高精度温度传感器实时监测MCU关键部位温度，当温度超过预设阈值时，应立即触发报警，并自动采取降低功率、加强散热等保护措施。

5.3 电机热管理系统

5.3.1 冷却性能

冷却系统应符合表5的规定。

表 5 冷却性能

项目	内容	指标
液冷系统	温差/℃	≤15 ℃
	冷却介质流量自动调节	支持
风冷系统	在温度40 ℃、额定负载下，表面温度	≤90 ℃

5.3.2 预热功能

在环境温度低于不大于-30 ℃时，具备预热功能的电机热管理系统，应能在启动前将电机温度提升至适宜范围，以降低启动阻力，且预热过程中电机各部位温度上升应均匀，温差不应超过10 ℃。

5.4 发动机热管理系统

5.4.1 冷却性能

冷却性能应符合表6的规定。

表 6 冷却性能

项目	内容	指标
液冷系统	在环境温度40 ℃、发动机额定工况下，冷却液进出口温差	≤12 ℃
风冷系统	在环境温度40 ℃、发动机额定工况下，发动机缸体表面温度	≤110 ℃

5.4.2 温度监测与保护

系统应配备高精度温度传感器，实时监测发动机缸体、缸盖、冷却液等关键部位温度；当温度超过预设阈值（如冷却液温度≥105 ℃）时，应立即触发报警，并自动采取降低发动机负荷、加大冷却液流量或提高散热风扇转速等保护措施，防止发动机过热损坏。

5.4.3 低温适应性

在环境温度不高于-25 ℃时，系统应具备预热功能，能在启动前将发动机冷却液温度提升至5 ℃以上，降低冷启动阻力，且预热过程中发动机各关键部位温度温差不应超过8 ℃。

6 试验方法

6.1 电池热管理系统

6.1.1 冷却性能

试验方法应按QC/T 1206.1的规定执行。

6.1.2 加热性能

试验方法应按QC/T 1206.1的规定执行。

6.1.3 保温性能

试验方法应按QC/T 1206.1的规定执行。

6.2 电机控制系统（MCU）热管理系统

6.2.1 冷却性能

6.2.1.1 液冷系统冷却性能试验：在环境温度 40℃条件下，将 MCU 置于额定负载运行，使用高精度温度传感器监测 MCU 表面温度，同时测量冷却液进出口温度。试验持续至系统达到热稳定状态，记录表面温度、热稳定时的 MCU 表面温度及冷却液进出口温差，试验结果应符合表 4 的规定。

6.2.1.2 风冷系统冷却性能试验：在环境温度 40℃、额定负载工况下，监测 MCU 表面温度，并观察风扇转速自动调节情况。使用转速测量仪记录风扇转速变化。

6.2.2 温度监测与保护

6.2.2.1 温度传感器精度校准：使用标准温度源对系统配备的温度传感器进行校准，将传感器测量值与标准温度源输出值对比。

6.2.2.2 报警与保护功能测试：人为设置温度传感器模拟 MCU 关键部位温度超过预设阈值，观察系统是否能立即触发报警装置，并自动执行降额运行、提高风扇转速、增大冷却液流量等加强散热等保护措施。记录报警响应时间及保护措施执行效果。

6.3 电机热管理系统

6.3.1 冷却性能

6.3.1.1 液冷系统冷却性能试验：启动液冷系统，调节冷却介质流量，使电机在额定负载下运行。使用温度传感器测量电机不同部位温度，计算温差，同时监测冷却介质流量自动调节功能是否正常工作。

6.3.1.2 风冷系统冷却性能试验：在环境温度 40℃、额定负载工况下，使用温度传感器监测电机表面温度。

6.3.2 预热功能

将电机置于环境温度低于不大于-30℃的试验箱中，启动电机热管理系统预热功能。使用温度传感器实时监测电机各部位温度，计算温度上升过程中的温差，同时记录电机温度提升至适宜范围的时间。

6.4 发动机热管理系统

6.4.1 冷却性能

6.4.1.1 液冷系统：在环境温度 40℃条件下，使发动机运行在额定工况，使用温度传感器测量冷却液进出口温度，持续试验至系统热稳定，记录温差。

6.4.1.2 风冷系统：在环境温度 40℃、发动机额定工况下，使用热成像仪监测发动机缸体表面温度，待温度稳定后，记录数值。

6.4.2 温度监测与保护

6.4.2.1 温度传感器精度校准：使用标准温度源对系统配备的温度传感器进行校准，对比传感器测量值与标准温度源输出值。

6.4.2.2 报警与保护功能测试：通过试验台模拟发动机关键部位温度超阈值，观察系统是否即时报警，同时检查降低发动机负荷、调节冷却液流量/风扇转速等保护措施是否自动执行，记录响应时间。

6.4.3 低温适应性

将发动机置于-25℃的低温试验箱中静置4 h，启动发动机热管理系统预热功能，使用温度传感器实时监测冷却液温度及发动机缸体、缸盖温度，记录冷却液升温至5℃的时间及各部位最大温差。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验应分为出厂检验和型式检验。

7.2 检验项目

检验项目应符合表7的规定。

表 7 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验
1	电池热管理系统冷却性能	√	√
2	电池热管理系统加热性能	—	√
3	电池热管理系统保温性能	—	√
4	电机控制系统热管理系统冷却性能	—	√
5	电机控制系统热管理系统温度监控与保护	—	√
6	电机热管理系统冷却性能	—	√
7	电机热管理系统预热功能	—	√
8	发动机热管理系统冷却性能	—	√
9	发动机热管理系统温度监测与保护	—	√
10	发动机热管理系统低温适应性	—	√

注：“√”为检验项目，“—”为非检验项目。

7.3 出厂检验

出厂检验项目应符合表7的规定。

7.4 型式检验

型式检验项目应符合表7的规定，有下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正常生产时，每年检验一次；
- c) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 停产半年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.5 组批

相同原材料，相同工艺的产品应作为一检验批。

7.6 抽样

从同一批次中随机抽取3台模块，抽样基数不少于10台。

7.7 判定规则

所有样品均通过全部检验项目，判定为合格。若1台不合格，允许加倍抽样复检，复检全部合格则判定合格，否则判定不合格。

8 标志、包装运输和贮存

8.1 标志

模块外表面应清晰标注下列内容：

- a) 产品型号；
- b) 制造商名称；
- c) 生产日期；
- d) 防护等级；
- e) 高压警示标识；
- f) 包装箱应标明防潮/防震标识、重量、堆码层数限制及“↑”方向标识。

8.2 包装

8.2.1 包装应采用防震、防潮材料，内部使用 EPE 或气泡膜缓冲。

8.2.2 随附文件应包括产品合格证、使用说明书。

8.3 运输

运输不应与腐蚀性物质混运，避免雨淋及剧烈震动。

8.4 贮存

贮存仓库应通风避光，堆码高度不超过1.5 m，贮存期限不应超过一年，温度为-10 ℃～40 ℃，相对湿度不应大于75%，定期对产品进行检查。
