

ICS 27.020

CCS J 92

团 体 标 准

T/CSICE 042-2025

基于液力缓速器的重型发动机智能热管理系统技术条件

Technical specification for intelligent thermal management system of
heavy-duty engines integrated with hydraulic retarder

2025-12-26 发布

2025-12-26 实施

中国内燃机学会 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 技术要求	2
4.1 一般要求	2
4.2 功能安全要求	2
4.3 兼容性要求	2
5 试验	3
5.1 试验条件	3
5.2 智能热管理控制阀	3
5.3 发动机水泵	4
5.4 风扇	5
5.5 发动机热管理系统	6
6 实施与维护	7
6.1 实施建议	7
6.2 维护要求	7
附录 A (资料性) 试验记录表	8
附录 B (资料性) 智能热管理系统选型建议表	9

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》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。

本文件由中国内燃机学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：潍坊力创电子科技有限公司、博鼎宏业汽车(重庆)有限公司、中国内燃机学会、哈尔滨工程大学、上海交通大学、中汽研汽车检验中心(昆明)有限公司、福伊特驱动技术系统(上海)有限公司、东风商用车有限公司、中国重型汽车集团有限公司、博鼎精工智能科技(山东)有限公司、博鼎动力(山东)有限公司。

本文件主要起草人：吴龙龙、车聪聪、衣金水、李树生、杨国峰、刘龙、林赫、郑永明、苏洪运、潘亮、李达、于健、徐仲亮、孙祥鸣。

本文件于2025年首次发布。

基于液力缓速器的重型发动机智能热管理系统技术条件

1 范围

本文件规定了基于液力缓速器的重型发动机智能热管理系统技术条件及主要零部件的术语和定义、技术要求、试验方法。

本文件适用于装备了液力缓速器辅助制动系统的重型商用车用发动机。

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 773-2006 汽车散热器电动风扇技术条件
- GB/T 12534-1990 汽车道路试验方法通则
- GB/T 32692-2023 商用车缓速制动系统性能试验方法
- GB/T 34590-2022 道路车辆 功能安全
- QC/T 288.1-2001 汽车发动机冷却水泵技术条件
- QC/T 288.2-2001 汽车发动机冷却水泵试验方法
- QC/T 1046-2016 商用车辆后置液力缓速器性能要求及台架试验方法
- QC/T 1122-2019 汽车发动机用电动水泵技术条件
- SAE J1939-84:2024 商用车控制器局域网通信协议

3 术语和定义

3.1

冷却液小循环 small coolant circulation

低温工况时，冷却液仅在发动机内部循环，不流经散热器的冷却模式。

3.2

冷却液大循环 large coolant circulation

冷却液温度达到设定阈值后，冷却液流经发动机和散热器进行循环的冷却模式。

3.3

热管理控制阀 thermal management control valve

具有控制发动机冷却液大、小循环切换功能的装置，种类包括蜡式节温器、电控三通阀等。

3.4

智能热管理控制阀 intelligent thermal management control valve

具有根据工况主动控制开度功能的热管理控制阀。

3.5

热管理控制阀响应时间 response time of thermal management control valve

热管理控制阀从最小开度切换到最大开度的切换时间最大值。

3.6

电控旁通阀 electric control bypass valve

利用电控旁通功能调节液力缓速器冷却液流向和流量的控制阀，调控方式包括通过旁通功能增加液力缓速器冷却液流量和通过旁通功能增加散热器冷却液流量两种方式。

3.7

发动机热管理系统 engine thermal management system

对发动机冷却液温度进行调控的系统，包括风扇、水泵、散热器、热管理控制阀、电控旁通阀、冷却液及其控制器等。

4 技术要求

4.1 一般要求

基于液力缓速器的重型发动机热管理系统（以下简称：系统）不应降低发动机的其他技术要求，还应满足以下要求。

- a) 系统散热能力应满足整车上发动机的热平衡需求。
- b) 系统应主动采集液力缓速器开启报文信号，散热量调节速度应快于液力缓速器制动功率变化速度。
- c) 系统开启至最大散热功率的响应速度 ≤ 2 s，包括热管理控制阀从零开度开启到最大开度时间、电子水泵从最小流量开启到最大流量时间、风扇从零转速开启至最高转速时间均小于等于 2 s。
- d) 系统应具备液力缓速器冷却管路热量损失调节功能，比如在环境温度低于 0℃条件下，主动调节冷却液流量，减少液力缓速器冷却管路热量损失。

注：液力缓速器热管理系统管路系统较长，散热面积较大，冬季行车过程中会造成比较大的能量损失，因此需要对其内部冷却液流量进行热管理，降低该部分能量损失。

4.2 功能安全要求

4.2.1 系统设计应符合 GB/T 34590-2022 道路车辆 功能安全（等同 ISO 26262）中 ASIL-B 安全等级要求，确保热管理控制失效概率不大于 $10^{-8}/h$ 。

4.2.2 系统需实现以下安全机制。

- a) 热管理控制系统故障时自动切换至最大散热模式。
- b) 实时监控冷却液温度，超温时触发降功率保护。

4.3 兼容性要求

4.3.1 系统通信协议应与 J1939-84（2024 版）兼容，并支持扩展至 J1939-XX（V2X 接口）。

4.3.2 系统硬件接口需适配 GB 34660-2017 道路车辆电磁兼容性要求和试验方法。

5 试验

表 1 系统主要零部件试验参数简表

试验参数	指标要求	测试方法
热管理控制阀响应时间	从零开度开启到最大开度时间 ≤ 2 s	本文件 5.2.2
热管理控制阀流阻特性	流阻 ≤ 40 kPa@500 L/min	本文件 5.2.3
热管理控制阀耐久性	2000 h 耐久试验考核	本文件 5.2.4
水泵响应时间	从最小流量开启到最大流量时间 ≤ 2 s	本文件 5.3.2
水泵扬程	入口压力 ≥ 50 kPa@最大流量	QC/T 288.2-2001
水泵耐久性	2000 h 试验后性能衰减 $\leq 5\%$	QC/T 288.1 & QC/T 1122
风扇响应时间	从零转速开启至最高转速时间 ≤ 2 s	本文件 5.4.2
风扇最高散热功率测试	满足散热系统热平衡试验要求	本文件 5.4.3
风扇耐久性	2000 h 试验后风量衰减 $\leq 8\%$	GB/T 773-2006
整车转鼓台架热平衡试验	整车转鼓热平衡温度 ≤ 110 °C	本文件 5.5.2

5.1 试验条件

5.1.1 标准环境

环境温度：25 °C \pm 5 °C；
相对湿度： $\leq 80\%$ ；
大气压力：57 kPa~106 kPa。

5.2 智能热管理控制阀

5.2.1 试验装置

搭建试验台应满足以下要求：

- 所用流量传感器测量误差 $\leq \pm 1.5\%$ ；
- 工作介质温度测量误差 $\leq \pm 1$ °C；
- 系统采样频率 ≥ 100 Hz；
- 试验冷却系统应满足液力缓速器冷却液流量的设计要求。

5.2.2 响应时间

- 将热管理控制阀样品按要求安装在试验台上；
- 测试台冷却液流量应符合液力缓速器最大冷却液流量需求；
- 启动试验台水泵，向热管理控制阀发送从最小开度切换到最大开度命令，或者模拟液力缓速器制动功率加热冷却液；

- d) 重复开启、关闭液力缓速器，使液力缓速器冷却液温度升至80℃以上；
- e) 待测试台大循环通路流量稳定后，记录大循环通路流量随时间变化的关系曲线；
- f) 当响应时间 ≤ 2 s时，判定符合4.1c条款要求。

5.2.3 流阻特性

- a) 将热管理控制阀样品按要求安装在试验台上；
- b) 测试台使用冷却液进行测试，冷却液为水和乙二醇1:1比例的混合溶液；
- c) 测试台冷却液流量应符合液力缓速器最大冷却液流量需求；（实际上与RET无关，这个需求实际来自发动机，液缓只是适应）
- d) 启动试验台水泵，试验台水泵需模拟发动机水泵流量特性，分别测试热管理控制阀最小开度状态和最大开度状态下的流阻。

5.2.4 耐久性

- a) 将热管理控制阀样品安装在试验台上，正确连接水、电、气等设施。
- b) 加注冷却液，冷却液为水和乙二醇1:1比例的混合溶液。
- c) 热管理控制阀循环从最小开度到最大开度再到最小开度为一次循环。
- d) 热管理控制阀内冷却液最低温度0℃持续时间0.5 h，最高温度110℃持续时间0.5 h，温度切换时间0.5 h，控制阀20 s内开关一次，耐久控制程序满足图1。
- e) 试验时长：按照发动机B10寿命要求不得小于2000 h。

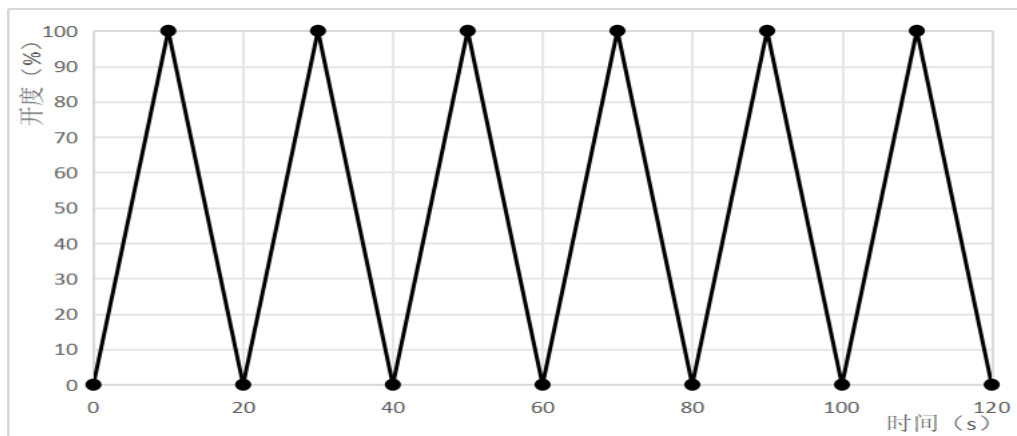


图1 热管理控制阀耐久性试验温控曲线示意图

5.3 发动机水泵

5.3.1 总则

水泵试验方法除另有规定外，按 QC/T 288.2-2001 汽车发动机冷却水泵试验方法和 QC/T 1122-2019 汽车发动机用电动水泵技术条件执行。

5.3.2 响应时间

按 QC/T 288.2-2001 第5.3条（流量特性试验）搭建试验台，测试步骤：

- a) 向水泵发送从最小转速切换至最大转速的指令；
- b) 记录流量从10% 升至 90% 最大流量的时间；
- c) 响应时间应 ≤ 2 s（满足 4.1c 条款要求）。

5.3.3 扬程要求

按 QC/T 288.2-2001 第 5.2 条（扬程试验）测试，在液力缓速器最大冷却液流量工况下，水泵入口压力应 ≥ 50 kPa。

5.3.4 耐久性

按 QC/T 288.1-2001 第 4.5 条（耐久性）和 QC/T 1122-2019 第 5.8 条（耐久性）执行，试验时长 2000 h，试验程序如下。

- 冷却液温度循环：室温 \rightarrow 110 $^{\circ}\text{C}$ \rightarrow 室温（单程切换时间 0.5 h）。
- 转速循环：每 10 s 从最小转速切换至最大转速一次。
- 试验后水泵性能衰减 $\leq 5\%$ 。

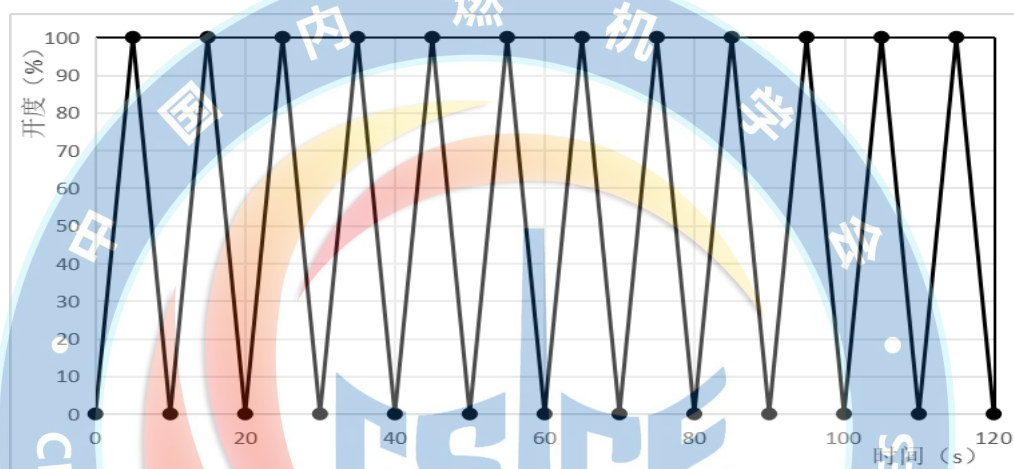


图 2 发动机水泵耐久性试验温控曲线示意图

5.4 风扇

5.4.1 总则

风扇试验方法按 GB/T 773-2006 汽车散热器电动风扇技术条件执行。

5.4.2 响应时间

按 GB/T 773-2006 第 5.3 条（转速特性）测试，步骤：

- 向风扇发送从零转速切换至最高转速的指令；
- 记录转速从 10% 升至 90% 最高转速的时间；
- 响应时间应 ≤ 2 s（满足 4.1c 条款要求）。

5.4.3 最高散热功率测试

按以下步骤验证液力缓速器匹配需求：

- 将风扇与散热器集成于试验台（符合 GB/T 773-2006 第 5.4 条风量试验要求）；
- 冷却液流量 = 液力缓速器最大需求流量；
- 风扇以最高转速运行，散热功率应满足附录 C 的选型要求。

5.4.4 耐久性

按 GB/T 773-2006 第 5.9 条（耐久性）执行，试验时长 2000 h，试验程序如下。

- a) 环境温度循环：室温 → 85 °C → 室温（单程切换时间 0.5 h）。
- b) 转速循环：每 5 s 从最小转速切换至最大转速一次。
- c) 试验后风扇风量衰减 ≤ 8%。

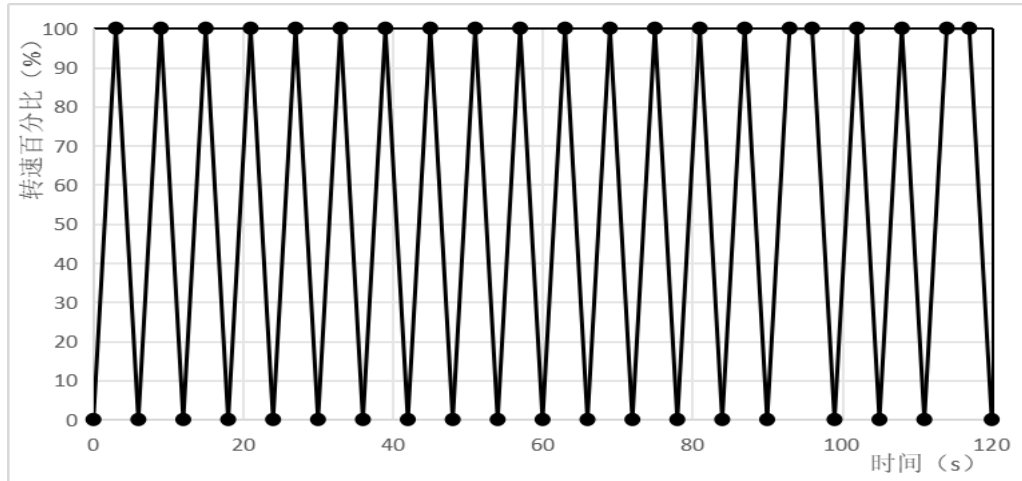


图 3 风扇耐久性试验温控曲线示意图

注：热管理控制阀耐久性测试温度为 110 °C，因其直接接触高温冷却液；风扇耐久性测试温度为 85 °C，因其工作环境受发动机舱温度限制。

5.5 发动机热管理系统

5.5.1 试验装置

按照 GB/T 32692-2023 商用车缓速制动系统性能试验方法标准要求搭建整车转鼓试验台架，对整车热管理系统进行热平衡测试。

注：高原试验需配备气压补偿装置，模拟高海拔气压环境。

5.5.2 试验程序

- a) 环境温度：35 °C ± 2 °C。
- b) 风速：< 5 m/s。
- c) 转鼓台架模拟：按照 CHTC-TT 运行。
- d) 液力缓速器：降速工况开启液缓制动。
- e) 测试时长：车速稳定后持续 12 min。
- f) 记录：冷却液温度随时间变化曲线。
- g) 模拟高原环境试验：试验温度根据 GB/T 12534-1990 《汽车道路试验方法通则》计算设置，模拟海拔 4500 m 地区环境，重复 (b)-(f) 步骤，冷却液温度 ≤ 110 °C。

6 实施与维护

6.1 实施建议

- a) 建议制造商在系统集成阶段参考GB/T 41588.1-2022 道路车辆控制器局域网进行通讯协议验证；
- b) 建议定期通过OTA（推荐无线升级）更新热管理控制算法，优化能耗与散热效率（参考ISO 24089:2023 道路车辆 软件升级工程）；
- c) 制造商需保留历史版本控制记录，确保OTA升级可追溯。

6.2 维护要求

系统故障诊断接口应支持GB/T 4022-2021 道路车辆统一的诊断服务协议，便于售后快速排查问题。



附录 A
(资料性)
试验记录表

表 A.1 热管理控制阀试验记录表

试验内容	样件1	样件2
响应时间		
流阻		
耐久时间		
...		

表 A.2 水泵试验记录表

试验内容	样件 1	样件 2
响应时间		
扬程		
耐久时间		
...		

表 A.3 风扇试验记录表

试验内容	样件 1	样件 2
响应时间		
最高散热功率		
耐久时间		
...		

附录 B

(资料性)

表 B.1 智能热管理系统选型建议表

典型应用场景	汽车吨位 t	发动机功率 范围 kW	液力缓速器制 动功率范围 kW	热管理系统散 热功率需求 kW	智能热管理阀流量 L/min	电子风扇功率 kW	水泵流量 L/min
区域物流、轻型工 程运输	6~14	80~200	200~350	150~350	≥300	≥4.0	≥350
长途干线运输、重 载运输	12~20	200~400	350~500	400~500	≥500	≥5.5	≥550
矿山运输、超重载 特种车辆	15~30	300~500	450~550	500~550	≥550	≥7.5	≥600
极端工况、超大型 工程机械车辆	≥30	≥500	≥600	≥600	≥600	≥8.0	≥650

注 1：发动机功率根据吨位和典型工况需求（如加速度、爬坡能力）确定，重型车辆需更高功率以匹配载重。

注 2：液力缓速器制动功率与发动机功率正相关，需覆盖车辆惯性制动需求，通常为发动机功率的 1.1~1.5 倍，并满足目前主流串联和并联液力缓速器散热功率要求。

注 3：热管理系统散热功率基于发动机和液缓的综合热负荷（液力缓速器制动功率 × 热转化效率 + 发动机本体散热需求）设计，结合具体工况（如高原、山区、高温环境）调整参数，建议冗余设计 20%~30%。

注 4：此表是根据车辆的标准载重提供的选型建议，应根据实际载运情况提高冗余度。

