

ICS32. 020

T40

团 体 标 准

T/CSAEXX—2020

乘用车镁合金前端模块性能测试规范

The test method of magnesium alloy front-end module carrier

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-XX-22XX发布

2020-XX-XX实施

中国汽车工程学会 发布

目 录

目 录.....	I
前 言.....	III
镁合金前端模块性能测试规范	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义.....	1
4 镁合金前端模块材料性能测试项目及测试方法	2
5 镁合金前端模块环境性能要求及测试方法	3
6 镁合金前端模块零件性能要求及测试方法	5

前 言

本标准按照 GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国汽车工程学会提出。

本标准由中国汽车工程学会批准。

本标准由中国汽车工程学会归口。

本标准起草单位：重庆长安汽车股份有限公司、重庆大学、北京汽车股份有限公司、上海交通大学、北京工业大学、北京科技大学、重庆博奥镁铝制造有限公司、中国第一汽车集团有限公司、东风汽车集团有限公司、浙江大学、东北大学。

本标准参加起草单位：

本标准主要起草人：杨琴、贾少伟、冯刚、王志白、刘波、吴仙和、胡耀波、蒋斌、查建双、曹伟、王旭、王峰华、王朝辉、宋起峰、王泽忠、郑旭、铁镛。

本规范于2020年XX月首次发布。

镁合金前端模块性能测试规范

1 范围

本规范规定了镁合金前端模块性能测试项目及测试方法。

本规范适用于镁合金前端模块性能的测试。

注：XXXXXX

2 规范性引用文件

下列引用文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 1771 色漆和清漆耐中性盐雾性能的测定

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 11551 汽车正面碰撞的乘员保护

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

GB/T 13748 镁及镁合金化学分析方法

GB/T 16865 变形铝/镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法

GB/T 24550 行人碰撞保护

GB/T 25747 镁合金压铸件

GB/T 29092 镁及镁合金压铸缺陷术语

ISO 26203-2 高速拉伸试验

IEC 62321 电子电气产品—测定六种限制物质的浓度

II HS VersionIII 小偏置碰撞性评估试验程序

3 术语和定义

3.1 前端模块

前端模块是指集成组装前碰撞横梁、保险杠、冷却风扇和散热器、空调冷凝器、前机盖锁、前照灯、线束和各种电子传感器，以及在撞击事件中控制气囊爆破的碰撞传感器等部件的车身前部模块系统。

3.2 镁合金前端模块

镁合金前端模块是指采用镁合金材料通过一定的工艺制造的零件，是前端模块各部件的安装和支撑平台，也是整车结构及其力学性能的重要组成部分。通常成型后还需要进行机加、表面防腐处理、螺母铆接等二次处理。

4 镁合金前端模块材料测试项目及测试方法

4.1 材料性能测试项目如下表 1

表 1 镁合金前端模块材料性能测试项目

序号	测试项目	单位	测试样数量
1	密度	g/cm ³	5
2	化学成分	%	30g
3	金相组织	/	3
4	静态拉伸	MPa	3
5	高速拉伸	MPa	3
6	拉伸强度	MPa	5
7	拉伸模量	MPa	10
8	弯曲强度	MPa	5
9	弯曲模量	MPa	5

4.2 材料性能测试方法

4.2.1 试验结果判定

试验结果采用修约值判定法，应按 GB/T 8170 标准执行。

4.2.2 试验标准环境

进行试验前，必须先将试样在 ISO 291 23/50 标准气候中至少作 48 小时的预处理，除非有特殊说明，所有实验均应在此环境下操作。

4.2.3 密度

密度测试方法参照标准 ISO 1183 进行，试样尺寸要求为 10mm×10mm×4mm，试样可从拉伸试样上切取，至少需要 5 个测试试样。

4.2.4 化学成分

化学成分测试方法参照标准 GB/T 13748-2013 进行，试验所用试剂均为符合国家标准或行业标准的分析纯试剂，所用水均为蒸馏水；试验应加工为厚度不大于 1mm 的碎屑，重量要求 30g。

4.2.5 金相组织

金相组织测试方法参照标准 GB/T 13298-91 进行，试样尺寸要求：以磨面面积小于 400mm²，高度 15-20mm，至少需要 3 个测试样。

4.2.6 标准静态、高速拉伸试样要求

如无特殊要求，基于当前结构件要求，压铸镁合金试样使用板材，通过专用模具压铸试样，试样外观均匀，无冷裂纹、缩孔、气孔等铸造缺陷，测试方法参照 GB/T 228 进行，其中静态拉伸试样尺寸如图 1，高速拉伸试样尺寸如图 2。

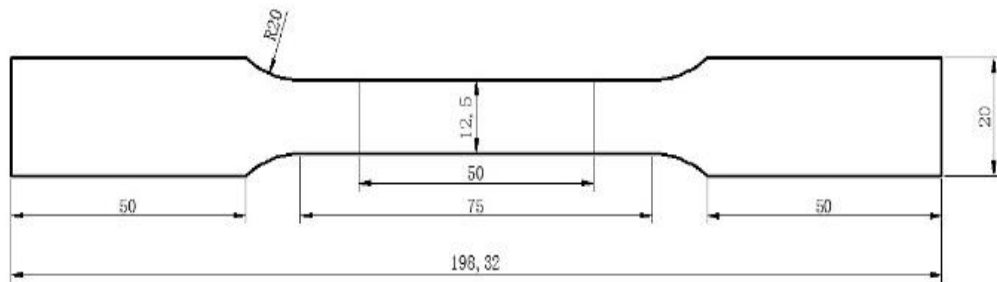


图 1 静态拉伸试样

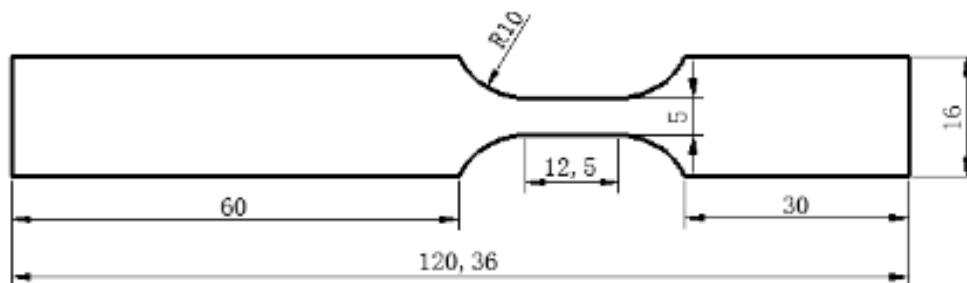


图 2 高速拉伸试样

4.2.7 拉伸强度和拉伸模量

测试方法按照 ISO 527 进行，拉伸速度为 5mm/min，试验设备为电子万能材料试验机。拉伸强度试样数量要求至少 5 个，拉伸模量试样数量要求至少 10 个，如果每个试样的弹性模量测试结果都与平均弹性模量相差小于 5%，那么试样数量可以减少到 5 个。

4.2.8 弯曲强度与弯曲模量

测试方法按 ISO 178 进行测试，试样尺寸为 80mm×10mm×4mm，速度为 2mm/min，跨距 64mm，试验设备为电子冲击试验机。试样数量要求至少 5 个。

5 镁合金前端模块环境性能要求及测试方法

5.1 镁合金前端模块环境性能要求如下表 2

表 2 镁合金前端模块环境性能要求

序号	测试项目	测试条件	测试时间	性能要求
1	耐湿性	温度(23±2)℃， 相对湿度(50±5)%	至少 16h	耐湿性试验结束后，观察试样表面：1.没有红锈或者发白，2.涂层的粘附力没有变差或软化 3.无起泡，试验后评定等级≤1 级合格
2	耐酸性	温度(23±2)℃	24h	耐酸性试验在 23±2℃下经 24 小时试验后观

				察漆膜变化情况，漆膜无变化为合格；
3	耐碱性	温度(23±2)℃	4h	耐碱性试验在55±1℃下经4小时试验后观察漆膜变化情况，漆膜无变化为合格；
4	耐制动液	温度(23±2)℃	48h	耐制动液试验结束后，在喷涂面没有过度软化或其他有害的结果，耐制动液48h后漆膜无变化为合格；
5	耐水性	温度(50±1)℃	480h	耐水试验480h(20周期)后按GB/T 9286规定的方法测试附着力≤2级为合格；
6	耐腐蚀性	温度(25±2)℃	48h/120h/240h/480h/720h/1000h	耐腐蚀性试验结束后，在连接试样分离之前，拍照并描述试样的腐蚀形貌，无发白现象即为合格。

5.2 镁合金前端模块环境性能测试方法

5.2.1 外观要求

试验表面质量检测采用目视的方法。

5.2.2 耐湿性

耐湿性测试方法参照标准 GB/T 1740 进行，除非另有规定，试验底材参照标准 GB/T 9271 要求，尺寸约为 150mm×70mm×1mm。

除非另有规定，试验底材按照标准 GB/T 9271 进行处理，按照标准 GB/T 1765 的要求涂覆底材；将每一块已涂装的试板在规定的条件下干燥（或烘烤）并放置规定的时间。

除非另有规定，试验前试板应在温度 23±2℃ 和相对湿度 50±5% 的条件下至少调节 16h，试验结果按照 GB/T 1766 中的相关规定进行。

5.2.3 耐酸性

耐酸性测试方法参照标准 GB/T 9274 点滴法进行，试液为 0.05mol/L 的 H₂SO₄ 溶液，将试板置于水平位置，并在涂层上滴加数滴试液，每滴体积约 0.1ml，液滴中心至少间隔 20mm，并且至少离试板边缘 12mm。

除非另有规定，温度维持在 23±2℃，在 24h 内，使试板不受干扰，充分接触空气，达到规定期后，用水彻底清洗，并立即检查涂层变化。

5.2.4 耐碱性

耐碱性测试方法参照标准 GB/T 9274 规定的浸泡法进行，试液为 0.1mol/L 的 NaOH 溶液，将足够量的试液倒入适当容器中，以完全或部分（2/3）浸没规定的试样，且容器需加盖，在 55±1℃ 下经 4 小时试验后，用水彻底清洗试样，立即观察涂层变化情况，可与未浸泡试样进行对比。

5.2.5 耐制动液

耐制动液测试方法参照标准 GB/T 9274 规定的使用吸收性介质方法进行，试液为零件实际接触的制动液型号，吸湿盘可采用 1.25mm、直径 25mm 左右的层压纸板。

除非另有规定，测试应该在温度 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 继续宁，使吸湿盘浸入适当数量的试液，然后让多余液体滴干，将盘放置试板上，使盘均匀分布，且至少离试板边缘 12mm，用圆盘加盖，试验时间应为 48h，达到规定时间后，使用对涂层无害的已知溶剂清洗，用适当的吸湿纸或布吸去残留制动液，并立即检查试板涂层变化。

5.2.6 耐水性

将试样浸在 $50\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中，观察漆膜变化情况，加温在 $50\pm 1^{\circ}\text{C}$ 保持 8h，然后停止加热，在保温的设备中自然冷却 16h 为一个周期，耐水试验 480h（20 周期）后按 GB/T 9286 规定的方法测试附着力。

5.2.7 耐腐蚀性

耐腐蚀性参照 GB/T 10125 规定在温度为 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 时，配制质量浓度为 $(50\pm 5)\text{g/L}$ 氯化钠喷雾溶液。氯化钠应是白色的，质量分数 $\geq 99.5\%$ ，铜和镍的质量分数应少于 0.001%，碘化钠的质量分数应 $\leq 0.1\%$ 。试验周期控制为 48h/120h/240h/480h/720h/1000h，试验结束后，在连接试样分离之前，拍照并描述试样的腐蚀形貌。

6 镁合金前端模块零件性能要求及测试方法

镁合金前端模块零件性能测试，通过数显式推拉力计和千分表来确定关键区域的负载变化和位移变化，计算刚度。

6.1 镁合金前端模块零件力学性能要求如下表 3

表 3 镁合金前端模块力学性能要求

序号	测试项目	加载力方向	温度	刚度要求	外观要求
1	锁扣（快充支架）Z 向刚度	$\pm Z$	23°C	刚度要求视各整车厂情况设定	位移变化、产品形状、尺寸、外观变化视各整车厂情况设定
2	锁扣（快充支架）X 向刚度	$\pm X$	23°C		
3	锁机构（快充支架）强度	$\pm Z$	23°C	强度要求视各整车厂情况设定	
4	极限拉力强度	$\pm Z$	23°C		
5	散热器安装座的 X 向刚度	$\pm X$	80°C	刚度要求视各整车厂情况设定	
6	散热器安装座的 Z 向刚度	$\pm Z$	80°C		
7	引擎罩开关耐久试验	/	23°C	循环次数可根据整车厂具体	

				要求
8	扭转刚度	/	23℃	扭转角度要求 视各整车厂情 况设定
9	振动耐久性	/	/	振动频率及加 速度大小可根 据整车厂具体 要求
10	模态	/	/	约束状态和测 点位置可根据 各整车厂具体 情况
11	碰撞性能	/	/	参照最新的碰撞法规 C-NCAP/ 中保研要求

6.2 镁合金前端模块铸造缺陷控制要求如表 4

表 4 镁合金前端模块铸造缺陷控制要求

序号	缺陷名称	定义	检测方法
1	气孔	在铸件内部/表面大小不等的光滑孔眼, 单个或聚集成片	目视或小锤敲击
2	缩孔	在铸件厚断面内部, 两交界面的内部及厚断面和厚断面交接处的内部或表面, 形状不规则, 孔内粗糙不平, 晶粒粗大	X 探伤
3	缩松	在铸件内部微小而不连贯的缩孔, 聚集在一处或多处, 晶粒粗大, 各晶粒间存在很小的孔眼	水压试验机
4	渣眼	在铸件内部或表面形状规则的孔眼	目视/ X 探伤
5	冷裂	铸件表面长条形而且宽度均匀的裂纹, 裂口常穿过晶粒延伸到整个断面	目视
6	冷隔	在铸件上有一种未完全融合缝隙或洼坑, 其交接边缘处是圆滑的	
7	浇不足	由于金属液未完全充满型腔而产生的铸件缺肉	
8	多肉	铸件上有形状不规则的毛刺、披缝或凸出部分	
9	抬箱	由于金属液压力, 使上下型分离而造成的铸件外形和尺寸与图样不符	

10	变形	由收缩应力引起的铸件外形和尺寸与图样不服	
11	飞边	垂直于铸件表面上厚薄不均匀薄片状金属突起物，常出现在铸件分型面和芯头部位	
12	毛刺	铸件表面上金属突起物，常出现在型和芯的裂缝处，形状极不规则，呈网状或脉状分布	
13	针孔	在铸件表层出现的针头大小的成群小孔	
14	疏松	铸件缓慢凝固区出现的细小孔洞	
15	浇注断裂	铸件表面某一高度可见的接缝	
16	偏析	铸件各部分化学成分、金相组织不一致	化学成分和金相

6.3 镁合金前端模块零件性能测试方法

6.3.1 外观要求

力学性能表面质量检测采用目视的方法，铸造缺陷的表面质量检测参照 6.3.14 进行。

6.3.2 试验结果判定

试验结果采用数值修约值判定法，按照标准 GB/T 进行。

6.3.3 试验标准环境

进行试验前，必须将零件在 ISO 291 23/50 标准气候中至少作 48h 预处理，除非有特殊说明，所有试验均应在此环境下操作。

6.3.4 锁扣（快充支架）Z 向刚度

在 23℃ 条件下，将镁合金前端模块利用专用试验工装固定，在前端模块锁扣（快充支架）安装点处沿受力方向（±Z）施加大小为 1000N 的作用（加载力大小可根据整车厂具体要求）的载荷，采用千分表测量位移变化。

6.3.5 锁扣（快充支架）X 向刚度

在 23℃ 条件下，将镁合金前端模块利用专用试验工装固定，在前端模块锁扣（快充支架）安装点处沿受力方向（±X）施加大小为 1000N 的作用（加载力大小可根据整车厂具体要求）的载荷，采用千分表测量位移变化。

6.3.6 锁机构（快充支架）强度

在 23℃ 条件下，将镁合金前端模块利用专用试验工装固定，在前端模块锁扣（快充支架）安装

点处沿受力方向（±Z）施加大小为 2500N 的作用（加载力大小可根据整车厂具体要求）的载荷，保持 10min，然后检查零件状态。

6.3.7 极限拉力强度

在 23℃ 条件下，将镁合金前端模块利用专用试验工装固定，在前端模块锁扣（快充支架）安装点处沿受力方向（±Z）施加大小为 3500N 的作用（加载力大小可根据整车厂具体要求）的载荷，保持 10min，然后检查零件状态。

6.3.8 散热器安装座的 X 向刚度

在 80℃ 条件下，将镁合金前端模块利用专用试验工装固定，在前端模块散热器质心处沿受力方向（±X）施加大小为 600N 的作用（加载力大小可根据整车厂具体要求）的载荷，保采用千分表测量位移变化。

6.3.9 散热器安装座的 Z 向刚度

在 80℃ 条件下，将镁合金前端模块利用专用试验工装固定，在前端模块散热器质心处沿受力方向（±X）施加大小为 600N 的作用（加载力大小可根据整车厂具体要求）的载荷，保采用千分表测量位移变化。

6.3.10 引擎罩开关耐久试验

在 23℃ 条件下，将镁合金前端模块利用专用试验工装固定，以每分钟 5 次的速度，让引擎盖做开启和自然跌落试验，一共进行 5000 次循环（循环次数可根据整车厂具体要求），达到规定循环次数后，检查零件状态。

6.3.11 模态

在 23℃ 条件下，将镁合金前端模块安装在白车身上，确定测点并安装传感器、连接测试系统、校准系统、建立几何模型，选用前纵梁合适点位置，以空间角度进行激励，并采集数据，进行系统参数识别，从测得的输入/输出数据中得出频响函数，识别对应的模态参数。

6.3.12 扭转刚度

在 23℃ 条件下，将镁合金前端模块一侧（三个方向分别固定：左/上部/下部）在专用试验工装台架，另外一侧沿中轴线旋转±9°（加载角度大小可根据整车厂具体要求）；加载角度继续增加到 10°，11°（加载角度大小可根据整车厂具体要求），采用数字量角器测量角度变化，检查零件状态。

6.3.13 振动耐久性

将镁合金前端模块及其附件总成按实际工作状态固定在振动试验台上，要求此振动试验台能实现上下、左右、前后三个坐标轴的正弦振动。振动性能试验条件：常温振动频率（33HZ）；振动加速度（3.5G）；试验时间（上下 4 小时，左右 2 小时，前后 2 小时）（振动频率及加速度大小可根据整车厂具体要求），检查零件及连接装配处的状态。

6.3.14 碰撞性能

正碰按照GB/T 37473-2019进行，装配好镁合金前端模块的试验样车数量1辆。偏置碰按照IIHS VersionIII要求的碰撞法规要求执行，装配好镁合金前端模块的试验样车数量1辆。行人保护按照GB/T 24550行人保护法规要求执行。

开始碰撞前保证灯光系统、测速仪、高速摄像机等准备到位，碰撞过程中碰撞车辆通过牵引系统进行牵引，保证碰撞瞬间，车辆速度满足标准规定要求，碰撞结束后根据测量系统采集的数据进行数据处理及碰撞评分。

6.3.15 铸造缺陷

铸件缺陷可通过目视检查和内部检查，外观检查也可使用仪表和工具，如铸件形状、尺寸和重量偏差通过划线和度量进行测定，内部检查主要通过破坏与不破坏方法检查（水压试验机或无损探伤装置）。

参考文献

- [1] GB/T 8170-2008 数值修约规则
- [2] GB 11551 汽车正面碰撞的乘员保护
- [3] ECE R94 前方碰撞成员保护
- [4] NO.78/2009/EC 行人碰撞保护
- [5] GBT 228.1-2010 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- [6] GBT 13748.1-2013 镁及镁合金化学分析方法
- [7] ISO 26203-2-2011 高速拉伸试验
- [8] GBT 10125-2012 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- [9] GB/T 1771-2007 色漆和清漆耐中性盐雾性能的测定
- [10] IEC 62321 电子电气产品—测定六种限制物质的浓度