

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××-××××

轨道交通缓冲器用弹性胶泥物理性能 测试技术规范

Testing Specification for Physical Property of Elastic mastic in
Railway rolling stock buffers

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

轨道交通缓冲器用弹性胶泥物理 性能测试技术规范

Testing Specification for Physical Property of
Elastic mastic in Railway rolling stock buffers

JJF XXXX—XXXX

归口单位：全国铁路专用计量器具计量技术委员
会测试分技术委员会

主要起草单位：中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司
株洲轨道交通高分子材料及制品质量监督检验中
心

参加起草单位：中车青岛四方车辆研究所有限公司
中车南京浦镇车辆有限公司
中车齐齐哈尔车辆有限公司

本规范委托全国铁路专用计量器具计量技术委员会测试分技术委员会负责
解释

本规范主要起草人：

刘景梅（中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司）

刘仕远（中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司）

丁新艳（株洲轨道交通高分子材料及制品质量监督检验中心）

岳 伦（中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司）

参加起草人：

孙志强（中车青岛四方车辆研究所有限公司）

刘晓军（中车南京浦镇车辆有限公司）

商雪松（中车齐齐哈尔车辆有限公司）

目 录

引 言	II
1 范围	3
2 引用文件	3
3 术语	3
4 概述	5
5 测试项目	5
6 测试条件	5
6.1 环境条件	5
6.2 仪器	5
7 测试方法	6
7.1 黏度测试	6
7.2 玻璃化转变温度测试	7
7.3 密度测试	8
8 测试记录	10
9 测试报告	10
附录 A 黏度测试推荐的转子及转速	11
附录 B 玻璃化转变温度测试推荐的测试程序及结果表示	12
附录 C 测试记录参考格式	13
附录 D 测试报告内页参考格式	14

引 言

JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范测试方法参照NB/SH/T 0739-2025《沥青温黏度测定法 旋转黏度仪法》、ASTM D 3418-2021《用差示扫描量热法测定聚合物的转变温度、熔化焓和结晶化的试验方法》、GB/T19466.2-2025《塑料 差示扫描量热法（DSC）第2部分：玻璃化转变温度和台阶高度的测定》、GB/T611-2021《化学试剂 密度测定通用方法》编写。

本规范为首次制定。

轨道交通缓冲器用弹性胶泥物理性能测试技术规范

1 范围

本规范适用于机车、客车、货车及动车组缓冲器用弹性胶泥粘度、密度、玻璃化转变温度的测试。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 130 工作用玻璃液体温度计检定规程

JJG 1002 旋转黏度计检定规程

NB/SH/T 0739 沥青黏度测定法 旋转黏度仪法

GB/T611 化学试剂 密度测定通用方法

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T19466.2 塑料 差示扫描量热法（DSC）第2部分：玻璃化转变温度和台阶高度的测定

ASTM E473 热分析与流变学相关标准术语

ASTM D 3418 用差示扫描量热法测定聚合物的转变温度、熔化焓和结晶化的试验方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

3.1 黏度测试相关术语

3.1.1 表观黏度 apparent viscosity

在规定温度、指定转子与剪切速率条件下，旋转黏度计测得胶泥的动力黏度。

[来源：NB/SH/T0739-2025 3.1]

3.1.2 剪切速率 shear rate

转子外表面处流体的速度梯度。

[来源：NB/SH/T0739-2025 3.2]

3.2 玻璃化转变温度测试相关术语

3.2.1 differential scanning calorimetry (DSC)

Technique measuring heat-flow difference between sample and reference specimen

under controlled heating/cooling profile

差示扫描量热法（DSC）：测定试样与参比样之间的热流差值

[来源：ASTM E473-25a 有改变]

3.2.2 glass transition temperature(T_g)

The temperature range over which an amorphous material (or amorphous regions within a semicrystalline material) changes from a relatively hard, brittle state to a relatively soft, viscous state. On a DSC curve, three characteristic temperatures may be reported: onset temperature, midpoint temperature, and end temperature.

玻璃化转变温度(T_g)：非晶材料（或半结晶材料的无定形区域）由坚硬脆态转变为柔软粘流态的一段温度区间。在DSC曲线上包含三个特征温度：起始温度、中点温度、终止温度。（见图1）

3.2.2.1 onset temperature (T_{eg})

The intersection of the extrapolated baseline before the transition and the tangent at the steepest part of the transition step.

转变前基线延长线与台阶最大斜率切线交点（起始点）

3.2.2.2 midpoint temperature (T_{mg})

Half-height midpoint of the heat capacity step change; the official reporting value for T_g .
热容台阶变化的半高中点； T_g 规定出具此数值

3.2.2.3 end temperature (T_{efg})

Extrapolated baseline after transition intersect tangent line

转变结束外推交点（终止温度）

[来源：ASTM E473-25a 有改变]

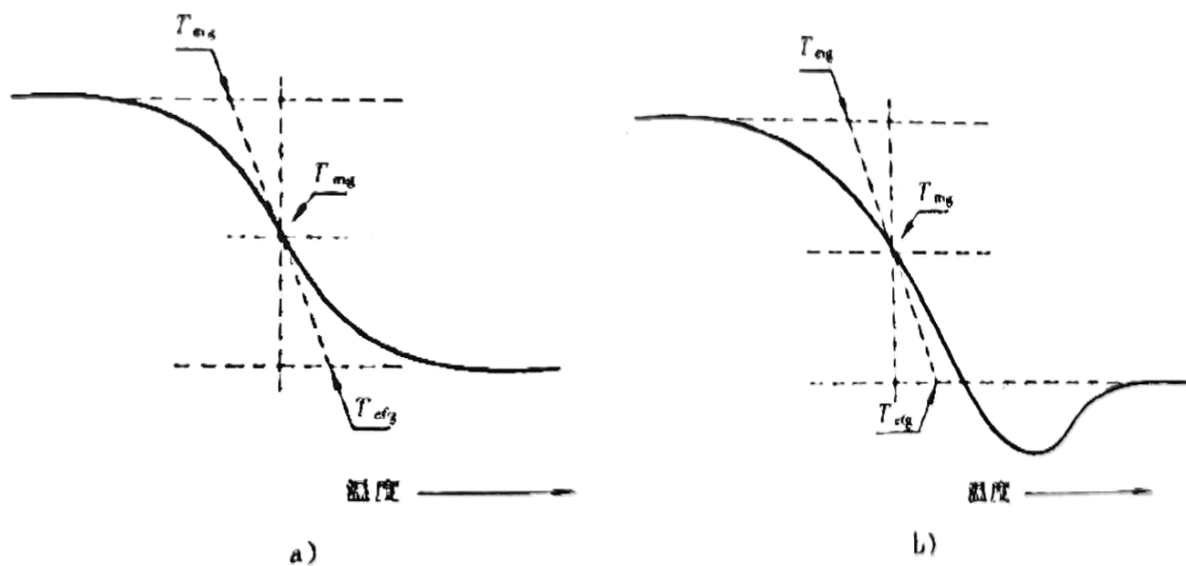


图1 玻璃化转变特征温度示例

4 概述

弹性胶泥是轨道交通车辆缓冲器核心粘弹性阻尼介质，依靠材料粘弹性耗散列车连挂、制动、碰撞产生的冲击能量，是保障车辆运行平稳、降低纵向冲击、保护车体结构的关键材料。为验证弹性胶泥各项物理性能是否满足轨道车辆设计相关标准要求，把控原料来料质量、配方定型可靠性、成品使用寿命，需开展相关检测。本规范规定了弹性胶泥粘度、密度、玻璃化转变温度的测试方法。

5 测试项目

测试项目见表 1。

表 1 测试项目

序号	测试项目	测试要求
1	黏度（mPa·s）	常温黏度(23±2℃)
		低温黏度（-50℃）
		高温黏度(50℃)
2	玻璃化转变温度（℃）	不高于-80℃
3	密度（g/mL）	密度瓶法（20℃）

6 测试条件

6.1 环境条件

环境温度 15℃～30℃，相对湿度不大于 80%。无影响测试的灰尘、振动和腐蚀性气体

6.2 仪器

仪器技术要求见表 2，除另有说明外，测试过程中只使用符合 GB/T 6682 中规定的二级水。

表 2 测试仪器及技术要求

测试项目	仪器名称	技术要求
黏度：常温(23±2℃) 高温(50℃) 低温 (-50℃)	旋转黏度计及其 配套设备	在恒定试验温度下,在选择恒定速率下能够测量浸在胶泥材料中的旋转设备所需要的扭矩,能够将测量得到的扭矩转换为帕秒、毫帕秒、厘泊为单位的粘度。(建议 Brookfield HBDV-II+型旋转粘度计)、具有各种形状和尺寸的转子
	控温装置	将胶泥试样的温度维持在试验温度下的样品控制装置
	样品容器	可重复使用或一次性的容器,其形状与控温室的形状配套
玻璃化转变温度	差示扫描量热仪	a)能以 0.5℃/min~20℃/min 的速率,等速升温或降温; b)能保持试验温度恒定在±0.5℃内至少 60 min; c)能够进行分段程序升温或其他模式的升温; d)气体流动速率范围在 10mL/min~50mL/min,偏差控制在±10%范围内; e)温度信号分辨能力在 0.1℃内,噪音低于 0.5℃; f)为便于校准和使用,试样量最小应为 1mg(特殊情况下,样量可以更小) g)仪器能够自动记录 DSC 曲线,并能对曲线和准基线间的面积进行积分,偏差小于 2%; h)配有一个或多个样品支持器的样品架组件。
	样品皿	用来装试样和参比样,由相同质量的同种材料制成。在测量条件下,样品皿不与试样和气氛发生物理或化学变化样品皿应具有良好的导热性能,能够加盖和密封,并能承受在测量过程中产生的过压。
	天平	称量准确度为±0.01mg
	氮气	纯度 99.99%
	天平	称量准确度为±0.1mg
密度	密度瓶(见图 1)	容量为 25mL~50 mL.
	温度计	符合 JJG 130 的规定,分度值为 0.2℃的全浸式水银温度计
	恒温水浴	温度可控制在 20.0℃±0.1℃.
	辅助装置	见图 2

7 测试方法

7.1 黏度测试

7.1.1 试样准备

将具有代表性、搅拌均匀的规定数量的弹性胶泥样品盛于容器中（对于选定的转子，根据仪器生产商的规定确定加入到样品筒中试样的体积。确定试样体积方便的方法是通过样品大约密度数据计算出所需试样的质量。），在相应测试条件下（常温、高温、低温）条件下，静置24小时。

7.1.2 试样测试

- （1）按照仪器说明书安装好黏度计，并调节水平；
- （2）开启电源，仪器自动校“0”，预热约20min后开始实验；
- （3）选择合适的转子，设定合适的转速，使转子产生的扭矩在仪器扭矩容量的10%~98%范围内。（推荐转子转速见附件A）
- （4）将选好的转子放入控温装置中，恒温时间最少15min。以保证测试时，转子的温度已经达到试验温度
- （5）将选好并预热的转子插入到样品筒内试样中，并将转子连接到粘度计上，按照仪器生产商的说明将转子调整到正确的位置，使转子垂直位于样品容器中心。
- （6）开启旋转黏度计，使旋转黏度计在固定的速率下旋转，并使在这个速率下产生的扭矩在仪器扭矩容量的10%~98%之间。试样在这个速率下平衡5min。在试验恒温过程中，温度不能偏离试验温度的 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 。
- （7）平衡时间结束后，仪器可以自动进行测量。在紧接着的三分钟时间内，每分钟记录一次粘度，连续记录三次数据。

7.1.3 结果计算

以连续三分钟内每分钟测定的数据的算数平均值，作为试验报告结果，单位为帕·秒或毫帕·秒，将报告结果保留到三位有效数字。

7.2 玻璃化转变温度

7.2.1 仪器准备

- （a）接通电源至少 30 分钟。
- （b）接通气源，清洁样品池。
- （c）设置测试程序。（弹性胶泥推荐测试程序见附件 B）

7.2.2 试样准备

称取未改变过热历史、能代表受试样品的 4~10mg 试样，精确到 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

注：1.样品应均匀置于样品皿底部，尽量避免样品堆积。

2.样品皿的底部应平整，且皿和试样支持器之间接触良好

3.不能用手直接处理试样或样品皿，要用镊子或戴手套处理试样。

7.2.3 运行测试

- (1) 在开始升温操作之前,用氮气预先清洁 5min。
- (2) 从低于转变至少 50°C 开始以 10°C/min 的升温速率开始升温到高于转变至少 30°C 以上,以消除试验材料以前的热历史。保持 5min。
- (3) 将温度骤冷到至少低于转变温度 50°C。恒温 5min。
- (4) 按上述程序进行第 2 次升温并记录。

7.2.4 结果表示

提供玻璃化转变温度曲线图,标出特征温度,取中点温度为胶泥玻璃化转变温度 T_g 。(弹性胶泥推荐结果表示见附件 B)

7.3 密度测试-密度瓶法

7.3.1 测试步骤

(1) 将密度瓶(见图 3)洗净并干燥带温度计(或瓶塞)及侧孔罩称量,然后取下温度计(或瓶塞)及侧孔罩,用新煮沸并冷却至 20°C 左右的水充满密度瓶,不得带入气泡,插入温度计(或瓶塞),将密度瓶置于 $20.0^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中,至密度瓶中液体温度达到 20°C,并使侧管中的液面与侧管管口齐平,立即盖上侧孔罩,取出密度瓶,用滤纸擦干其外壁上的水,立即称量,记录质量。

(2) 用试样代替水装入上述洗净干燥的密度瓶中,必要时将胶枪(见图 2)枪头伸入密度瓶底部再缓慢加入样品,尽可能将空气全部排出。插入温度计(或瓶塞),将密度瓶置于 $20.0^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中,至密度瓶中液体温度达到 20°C,并使侧管中的液面与侧管管口齐平,立即盖上侧孔罩,取出密度瓶,用滤纸擦干其外壁上的水,立即称量,记录质量。



图 2 胶枪

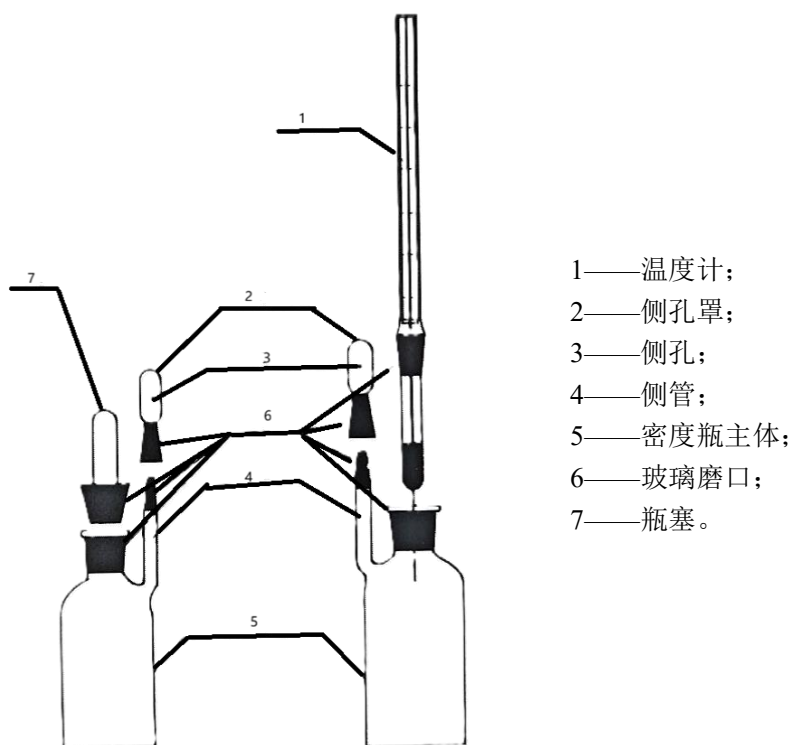


图3 密度瓶

7.3.2 结果计算

样品的密度 ρ ，数值以“g/mL”表示，按式（1）

$$\rho = \frac{m_1 + A}{m_2 + A} \times \rho_0 \quad (1)$$

式中：

m_1 —充满密度瓶所需样品的表观质量，单位为克（g）

m_2 —充满密度瓶所需水的表观质量，单位为克（g）

ρ_0 —20℃时水的密度为 0.99820g/mL

A —空气浮力校正值,单位为克（g）

空气浮力校正值 A ，以“g”表示，按式（2）计算

$$A = \rho_a \times \frac{m_2}{\rho_0 - \rho_a} \quad (2)$$

式中：

ρ_a —干燥空气在 20℃, 1013.25hPa 时的密度约为 0.0012g/mL;

m_2 —充满密度瓶所需水的表观质量, 单位为克 (g)

ρ_0 —20℃时水的密度为 0.99820g/mL

8 测试记录

测试记录参考格式见附录C, 应至少包括以下信息:

- a) 样品名称、型号规格;
- b) 试样编号、试样状态;
- c) 测试项目、测试依据;
- d) 测试地点, 测试日期、测试环境;
- e) 测试主要仪器设备及其溯源状态;
- f) 测试过程/结果;
- g) 测试记录编制人、审核人及其日期。

9 测试报告

测试报告内页格式参照附录D, 应至少包括以下信息:

- a) 样品名称、型号规格;
- b) 委托单位;
- c) 样品编号、样品状态;
- d) 测试日期;
- e) 测试项目、测试依据;
- f) 测试主要仪器设备;
- g) 测试结果;
- h) 测试报告编制人、审核人、批准人的签名。

附录 A

黏度测试推荐的转子及转速

根据目前测试样品型号所涉及到的胶泥，DV2THBTJO 型黏度计匹配的转子和转速见下表：

产品型号	转子			转速		
	常温(23±2)℃	50℃	-50℃	常温(23±2)℃	50℃	-50℃
HM1A	6#	6#	7#	6rpm	6rpm	6rpm
HM1B	6#	6#	7#	6rpm	6rpm	6rpm
HM1C	7#	7#	7#	6rpm	6rpm	2rpm
HCJN-1 QKXJN-60 BS401 BS402 Kamax11 IAT-60 ...	7#	7#	7#	1rpm	1rpm	1rpm

附录 B

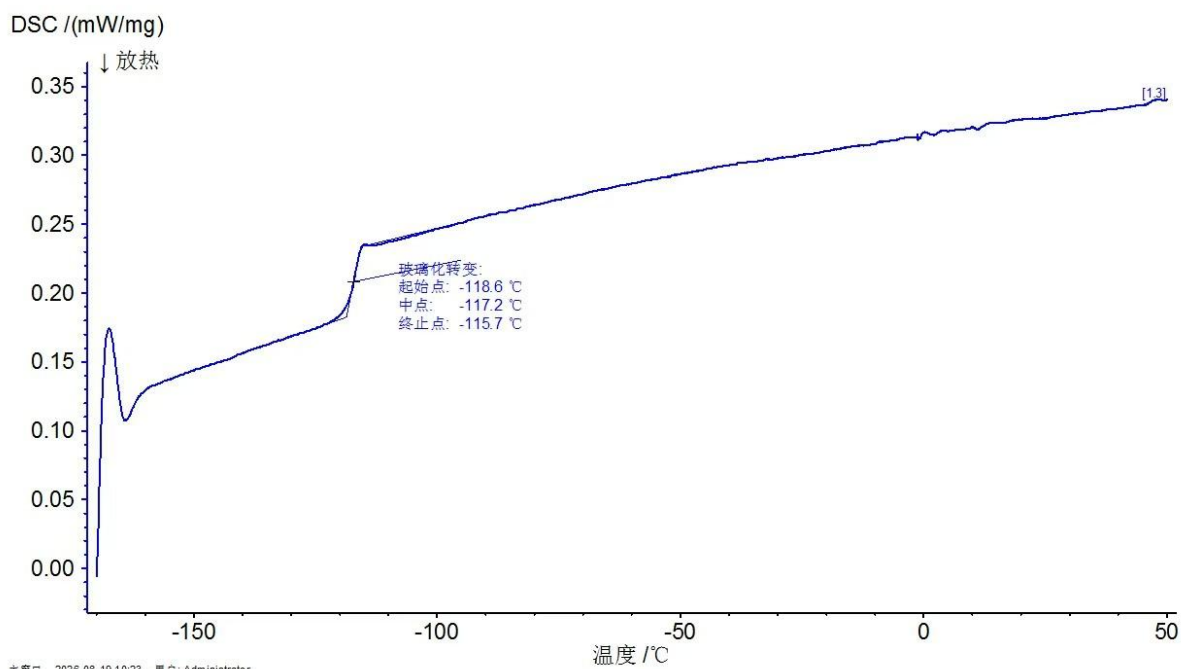
玻璃化转变温度测试推荐的测试程序及结果表示

B.1 测试程序

- (1) 从-170℃开始以 10℃/min 的升温速率开始升温到 50℃，保持 5min；
- (2) 将温度骤冷到至少低于-170℃，恒温 5min；
- (3) 按（1）的程序进行第 2 次升温并记录。

B.2 结果表示

给出玻璃化转变曲线（见下图），标注出起始温度（ T_{eig} ）、中点温度（ T_{mg} ）、终止温度（ T_{efg} ），取中点温度（ T_{mg} ）为玻璃化转变温度结果。



附录 C

测试记录参考格式

样 品	名称		编 号		试样状态	
	型号		委托单位		测试地点	
测试项目			测试依据/方法			
测试用主要仪器设备			检定/校准有效期		测试环境	温 度 ℃
						相对湿度 %
测试过程/结果						
测试结果：						

测试人：

审核人：

日期：

年 月 日

附录 D

测试报告内页参考格式

样品名称		型号规格	
委托单位			
样品编号		样品状态	
测试依据			
测试项目			
测试设备			
测试环境	温度 湿度	℃ %RH	测试日期
测试结果	(盖章)		
备 注			
编制：	审核：	批准：	