

附件 2:

《商用汽车用橡胶悬架设计规范》

团体标准编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1.1 工作任务来源

随着商用汽车在物流运输、城市公交、重型货运等领域的广泛应用，其行驶安全性、舒适性和耐久性要求日益提高。橡胶悬架作为商用汽车底盘系统的核心部件，直接影响车辆的减震性能、承载能力及整体行驶稳定性。然而，目前国内外针对商用汽车橡胶悬架的技术标准尚不完善，现行标准多集中于乘用车或传统钢板悬架，难以满足商用汽车高负荷、高耐久性及其复杂工况下的技术需求。

制定《商用汽车用橡胶悬架设计规范》旨在填补该领域标准空白，为设计、生产、测试提供统一技术依据，推动行业规范化发展。通过明确材料性能、承载能力、疲劳寿命等关键指标，可有效提升产品质量，降低安全风险，促进技术创新与产业链协同。

经相关标准起草组及专家组深入调研论证，并依据《团体标准管理规定》，特立项《商用汽车用橡胶悬架设计规范》标准，项目计划编号为 T/CASME-XXX-2025。

1.2 主要工作过程

1.2.1 主要参加单位

本标准主要起草单位：博戈橡胶塑料（株洲）有限公司（牵头）、徐州大长实工程机械有限公司、安庆汇通汽车部件股份有限公司、华兴中科标准技术（北京）有限公司。

1.2.2 工作分工

1.2.2.1 第一次工作会议

2025 年 1 月 17 日，于线上腾讯会议举行项目启动会。博戈橡胶塑料（株洲）

有限公司技术专家赵萍博士宣讲《商用汽车用橡胶悬架设计规范》的标准草案，多家参编单位共同讨论。

1.2.2.2 工作进度安排

2024 年 7 月，项目市场调研。

2024 年 8 月—9 月，开启立项论证会议，项目申报立项。

2024 年 11 月—2025 年 1 月，编写团体标准项目草案，召开标准启动会。

2025 年 2—3 月，公开征求意见。

2025 年 4 月，召开编制组内部讨论会议。

2025 年 5 月，召开标准审定会。

2025 年 8 月，报批，发布。

二、标准编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前商用汽车橡胶悬架的现状，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》的规定及相关要求编制。

三、标准主要内容的确定及依据

3.1 核心设计规范

3.1.1. 结构分类

按橡胶功能：压缩型、剪切型、压缩-剪切复合型。按主簧形状：一字圆形/矩形截面、V 形截面。按均衡梁球铰：金属向心关节轴承型、橡胶球铰型。商用汽车橡胶悬架的分类依据主要基于其结构特点、功能特性以及关键组件的类型。下面是对上述分类依据的详细解释。

3.1.2 按橡胶功能分类：

压缩型：这类橡胶悬架主要依赖橡胶的压缩变形来吸收和缓冲车辆行驶时产生的震动和冲击。橡胶材料的压缩性能在这里起到了关键作用。

剪切型：与压缩型不同，剪切型橡胶悬架主要利用橡胶的剪切变形来发挥作用。这种设计通常用于需要更高侧向支撑或特定角度变形要求的场合。

压缩-剪切复合型：这类悬架结合了压缩和剪切两种变形模式，以提供更全

面的减震和支撑效果。它们通常用于需要同时应对多种震动和冲击方向的复杂工况。

3.1.3 按主簧形状分类：

一字圆形/矩形截面：主簧的形状决定了其力学性能和适用场景。一字圆形或矩形截面的主簧通常具有较好的刚度和稳定性，适用于不同类型的商用汽车。

V形截面：V形截面的主簧设计用于提供特定的变形模式和支撑效果。这种形状通常能够更有效地分散和吸收冲击力，适用于特定工况下的商用汽车。

3.1.4 按均衡梁球铰分类：

金属向心关节轴承型：这类悬架使用金属向心关节轴承作为连接和支撑的关键组件。金属轴承具有较高的强度和耐久性，适用于承受较大负载和复杂工况的商用汽车。

橡胶球铰型：与金属轴承不同，橡胶球铰利用橡胶材料的弹性和变形能力来提供连接和支撑。橡胶球铰通常具有更好的减震和隔震效果，适用于需要更高舒适性和行驶平稳性的商用汽车。

3.2 开发流程

3.2.1 整体性能参数设计

刚度匹配：基于悬架偏频公式（ $f=2\pi\sqrt{1/mk}$ ），结合剪切/压缩复合弹簧的刚度组合（ k_1, k_2 ），确保空载至满载的平顺性。

阻力特性：阻尼比（ ξ ）推荐值 0.25-0.35，减振器阻力计算（公式 6-7），拉压阻力比（ $q=8\sim12$ ）。

汽车悬架系统的相对阻尼系数 ξ 是一个关键参数，它影响着车辆的操控性、乘坐舒适性和道路适应性。推荐值 0.25~0.35 在汽车悬架系统的相对阻尼系数中是一个合理的范围。它兼顾了操控性、乘坐舒适性、道路适应性、系统稳定性和能耗效率等多个方面，使得悬架系统能够在多种工况下都能表现出良好的综合性能。当然，具体的阻尼系数还需要根据车辆类型、使用环境和用户需求等因素进行进一步的优化和调整。

汽车悬架的拉压阻力比推荐值 8~12 是一个合理的范围。它兼顾了操控性、乘坐舒适性、悬架动态响应、道路适应性、悬架寿命与耐久性以及车辆类型与用

途等多个方面。当然，具体的拉压阻力比还需要根据车辆的具体设计、使用环境和用户需求等因素进行进一步的优化和调整。

金属材料选择：推荐 GB/T 3273 标准的 370L、440L 等钢材，需满足 2 倍以上安全系数。

在汽车橡胶悬架系统中，金属骨架件作为关键的支撑和连接部件，其材料的选择和强度设计至关重要。在选择材料时留出 2 倍以上安全系数是一种常见的设计策略。

3.2.2 三维模型设计：

强调零件命名与编码一致性、装配顺序合理性、干涉检查及客户接口验证。本设计原则基于本公司的经验总结。

系统分析：动力学分析：模拟常规（空/满载、不同路面）和特殊工况（单轮跳动、侧倾、俯仰等），提取动载荷与隔振性能。本系统分析基于本公司的经验总结，综合平衡各工况下的动力学特点。

静力学分析：通过有限元法验证三向刚度（X/Y/Z）、金属应力（安全系数 ≥ 2 ）及橡胶应变（ $\leq 30\%$ ）。本分析原则基于本公司的经验总结。

3.3 技术要求

3.3.1. 性能指标

刚度要求：垂向/纵向/横向静刚度需满足客户或图纸要求。

环境适应性：高低温下刚度变化可控，常温蠕变量符合标准。

疲劳性能：橡胶裂纹深度 $\leq 10\text{mm}$ 、长度 $\leq 1/4$ 周长；金属件无裂纹。

隔振性能：通过加速度传感器测试主动端（车桥）与被动端（车架）振动传递。性能指标基于本公司的经验总结，并充分考虑行业的通用情况。

3.3.2. 其他要求

尺寸公差：符合图纸或客户规范。

表面防护：外露金属涂漆防锈（盐雾试验 ≥ 240 小时，锈点等级 ≥ 2 级）。

3.4 试验方法

静刚度测试：垂向（80mm/min）、纵向/横向（40mm/min）加载 3 循环，取第三循环数据。

高低温试验：恒定温度（T）下保持 24 小时，测试刚度变化。

蠕变试验：额定载荷下保持时间（H），计算垂向高度变化。

疲劳试验：正弦波交变载荷（频率 2-3Hz），循环次数 $\geq 6 \times 10^6$ 次，验证裂纹与刚度衰减（ $\leq 25\%$ ）。

隔振测试：按 GB/T 4970 布置加速度传感器，分析振动传递特性。

试验方法中涉及到的加载速度，测试频率和循环次数基于本公司的经验总结，实际执行时可结合客户的需求据此适当上下调整。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

目前国内外的相关标准主要针对乘用车或传统钢板悬架，对商用汽车橡胶悬架的高负荷、高耐久性 & 复杂工况适应性覆盖不足。对商用汽车（如重型卡车、城市公交）的极端环境适应性（如高低温、高湿、盐雾腐蚀）缺乏针对性要求。

五、与国内相关标准的关系

本标准的制定过程、设计基本要求、制造基本要求设置等符合现行法律法规和强制性国家标准的规定。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

八、其他

本标准不涉及专利。由于本标准首次制定，没有特殊要求。

团体标准起草组

2025 年 5 月