

1.5 振动诊断和校正

1.5.1 规格

1.5.1.1 轮胎和车轮跳动量规格

轮胎和车轮跳动规格

应用	规格	
	公制	英制
轮胎和车轮总成 - 端面和径向		
车下	1.27 毫米	0.050 英寸
车上	1.52 毫米	0.060 英寸
铝制车轮		
端面	0.762 毫米	0.030 英寸
径向	0.762 毫米	0.030 英寸
钢制车轮		
端面	1.143 毫米	0.045 英寸
径向	1.015 毫米	0.040 英寸
轮毂 / 车桥法兰 - 指标	0.132 毫米	0.0052 英寸
车轮双头螺栓 - 指标	0.25 毫米	0.010 英寸

1.5.2 诊断信息和程序

1.5.2.1 振动分析 - 路试

测试说明

以下编号与诊断表中的步骤号相对应。

5. 获取在轮胎 / 车轮旋转时旋转部件的转速，对于系统地排除特定的车辆部件组十分重要。这些部件的转速可以使用 GE-38792-VS 振动软件，或手工计算获得。

注意： 首先应观察符合客户描述的扰动状况，然后再查看 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2) 对此扰动的响应频率。

10. 将GE-38792-VS电子振动分析仪 (EVA) 2 (EVA 2) 传感器正确置于振动扰动最明显的部件上，这对于获得准确的频率读数十分重要。
该测试将再现车辆运行时出现的几乎所有的扰动。
11. 将车辆加速到足以超过扰动出现时的速度，以便留出足够的时间切换到空档 (N) 并将发动机转速降至怠速，然后减速滑行经过扰动的车速范围。
12. 该测试将排除或确认发动机是导致客户报修问题的原因。

振动分析 - 路试

步骤	操作	是	否
警告： 参见 “有关路试的警告”。			
1	是否查阅了 “诊断起点 - 振动诊断” ？	转至步骤 2	—
2	客户报修的振动问题是否仅在车辆静止时出现？	转至步骤 6	转至步骤 3
3	目视检查轮胎和车轮总成、转向系统部件和悬架系统部件是否存在任何可能的故障。 轮胎和车轮总成、转向系统部件和悬架系统部件的工作状况是否良好？	转至步骤 5	转至步骤 4
4	注意： 未排除故障前，不要操作车辆。 在继续操作前，排除轮胎和车轮总成、转向系统部件和 / 或悬架系统部件的故障。 是否排除了轮胎和车轮总成、转向系统部件和 / 或悬架系统部件的故障？	转至步骤 5	转至步骤 3
5	1. 获取驱动桥主减速器传动比。 2. 如果配备 GE-38792-VS 振动软件，获取变速器传动比。 3. 如果未配备 GE-38792-VS 振动软件，记下各车桥上轮胎的尺寸，然后计算出每种尺寸轮胎对应的轮胎转速。参见 “部件转速的计算” 。 如果配备 GE-38792-VS 振动软件，是否使用 GE-38792-VS 振动软件获得动力系统传动比，或计算出部件的转速？	转至步骤 6	—
6	1. 安装故障诊断仪。 2. 使用故障诊断仪，显示 “Powertrain Control Module（动力系统控制模块）” 数据列表，并选择 “Engine Speed（发动机转速）” 。 故障诊断仪是否正常工作？	转至步骤 7	—
7	使用 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2)，是收集所需振动频率数据的首选方法。 如果未配备 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2)，所需的振动频率数据将基于测试中观察到的症状而获得。查阅 “症状 - 振动诊断和校正”，熟悉可能的频率范围。在诊断程序的其余部分，必要时查阅 “症状 - 振动诊断和校正” 。 是否配备可使用的 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2)？	转至步骤 8	转至步骤 9
8	安装 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2)。 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2) 是否正常工作？	转至步骤 9	转至 “电子振动分析仪 (EVA) 的说明与操作”
9	客户报修的振动问题是否仅在车辆静止时出现？	转至 “振动分析 - 发动机”	转至步骤 10

振动分析 - 路试 (续)

步骤	操作	是	否
10	<p>1. 将 GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2) 传感器 (若配备) 安装到客户认为对振动响应最明显的部件上。如果不能识别组件, 则将 GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2) 传感器 (若配备) 安装至转向柱。随后, 可能需要将传感器移到其他位置。</p> <p>2. 选择平坦、水平的路面, 缓慢地将车辆加速到高速公路行驶速度。</p> <p>3. 观察车辆是否发生符合客户描述的扰动, 并记录以下内容:</p> <ul style="list-style-type: none">• 车速• 发动机转速• 变速器档位范围和具体档位• 如果用 GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2) 检测, 则记录振动频率读数• 扰动的感觉和 / 或声音 <p>4. 如果振动对车辆某个特定部件的影响大于对转向柱的影响, 则将GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2) 传感器 (若配备) 转移到该部件上, 然后重复步骤 2 和步骤 3。</p> <p>能否再现客户报修的问题?</p>	转至步骤 11	转至“振动诊断帮助”
11	<p>1. 车辆加速行驶, 直至高于扰动出现时的速度。 注意: 如果车辆配备自动变速器, 在换回档位前让车辆滑行至停止。</p> <p>2. 将车辆切换到空档 (N), 然后使车辆减速滑行经过扰动的车速范围。</p> <p>在空档 (N) 减速滑行时, 扰动是否仍然出现?</p>	转至步骤 13	转至步骤 12
12	<p>1. 选择平坦、水平的路面, 缓慢地将车辆加速到扰动发生时的速度。</p> <p>2. 减速并安全地降低一个档位。</p> <p>3. 在发生扰动的相同车速下行驶车辆。</p> <p>在较低档位下以相同车速行驶时, 是否仍然出现相同的扰动?</p>	转至“振动分析 - 轮毂和 / 或车桥输入”	转至“振动分析 - 发动机”
13	<p>如果未装备 GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2), 参见“症状 - 振动诊断和校正”。</p> <p>GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2)是否检测到主频?</p>	转至步骤 14	转至“症状 - 振动诊断和校正”
14	<p>1. 如果配备 GE-38792-VS振动软件, 将驱动桥主减速器传动比、规定的变速器传动比和发动机转速与所记录的主频读数进行比较。</p> <p>2. 如果未配备 GE-38792-VS振动软件, 将记录的主频读数和前面计算出的部件转速数据进行比较。</p> <p>频率数据是否明显地仅落在轮胎 / 车轮参数范围内?</p>	转至“振动分析 - 轮胎和车轮”	转至“症状 - 振动诊断和校正”

1. 5. 2. 2 部件转速的计算

专用工具

GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2)

轮胎转速

确定车速为 8 公里 / 小时 (5 英里 / 小时) 时轮胎每秒钟的转数 — 使用电子振动分析仪

通过使用 GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2), 可以获得轮胎和车轮总成的转速。使用 GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2), 按以下步骤获得 8 公里/小时

- (5 英里/小时) 的转速。按 “Enter (回车)” 键前进, 按 “Exit (退出)” 键返回。
1. 在 “Main Menu (主菜单)” 界面上, 选择 “Auto Mode (自动模式)”。
 2. 在 “Suspected Source (可疑来源)” 界面上, 选择 “Vehicle Speed (车速)”。
 3. 在 “Tire Info Source (轮胎信息来源)” 界面上, 选择 “Manual Entry (手动输入)”。
 4. 在 “Tire Width (轮胎宽度)” 界面上, 输入特定的轮胎宽度。
- 例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 输入 245。

5. 在“Aspect Ratio (轮胎扁平率)”界面上, 输入特定的轮胎扁平率。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 输入 0.45。
6. 在“Rim Diameter (轮辋直径)”界面上, 输入特定的轮辋直径尺寸。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 输入 18.0。
7. 在“Driveshaft Configuration (驱动轴配置)”界面上, 输入“FWD (前轮驱动)”, 即使车辆是后轮驱动。
8. 下一个界面将显示轮胎尺寸, 只是用来确认信息。
例如: 245 0.45 18.0 - 前轮驱动。如果显示的轮胎尺寸是正确的, 按下回车键。
9. 在“Vehicle Speed Units (车速单位)”界面上, 按下回车键, 忽略英里/小时或公里/小时。
10. 慢慢地按下“Exit (退出)”键几次, 同时查看屏幕上退回的进程。在“Tire Info Source (轮胎信息来源)”界面处停住。
11. 在“Tire Info Source (轮胎信息来源)”界面上, 选择车速为 5 英里/小时的每秒钟转数。
12. 下一界面将显示特定尺寸轮胎在车速为 8 公里/小时 (5 英里/小时) 时的每秒钟转数 (RPS)。
例如: P245/45/R18 轮胎会显示 1.08 转/秒。

计算车速为 8 公里/小时 (5 英里/小时) 时轮胎每秒钟的转数 — 不带电子振动分析仪

如果未配备 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2), 轮胎和车轮总成的转速可以按以下步骤近似地计算。

1. 将轮辋直径尺寸从英寸换算为厘米。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 轮辋直径 18 英寸 X 2.54 换算为 45.72 厘米。
2. 将轮辋直径除以 2, 计算轮辋半径。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 18 英寸的轮辋直径转换成 45.72 厘米, 除以 2, 轮辋半径 22.86 厘米。
3. 将特定轮胎胎面宽度乘以轮胎扁平率, 计算轮胎侧壁高度的近似值, 然后从结果里减去 7% (乘以 93%) 以对应承载时轮胎侧壁高度减小的近似值。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 胎面宽度 245 毫米 X 轮胎扁平率 (按十进制为) 0.45 = 110 毫米 X 0.93 = 侧壁高度的近似值 102.30 毫米。
4. 将计算出的轮胎侧壁高度近似值从毫米换算成厘米。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 侧壁高度的近似值 102.30 毫米换算成 10.23 厘米。
5. 以厘米为单位, 将轮辋半径加上侧壁高度近似值, 计算轮胎和车轮总成半径的近似值。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 轮辋半径 22.86 厘米 + 10.23 厘米 = 轮胎和车轮总成半径的近似值 33.09 厘米。

6. 将轮胎和车轮总成半径的近似值乘以 $2 \times \pi$ 或 6.283185, 计算轮胎和车轮总成周长的近似值。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, $6.283185 \times$ 轮胎和车轮总成半径近似值 33.09 厘米 = 轮胎和车轮总成周长近似值 207.911 厘米。
7. 将 1 公里换算成厘米, 即 100000 厘米, 并除以轮胎和车轮总成的周长近似值, 即可计算每公里行程轮胎和车轮总成的近似转数。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 100000 厘米除以轮胎和车轮总成的周长近似值 207.911 厘米 = 每公里行程轮胎和车轮总成的近似转数 480.975。
8. 每公里行程的近似转数除以每公里行程的秒数 (车速为 8 公里/小时, 450 秒钟), 计算轮胎近似的每秒钟转数 (RPS) 或者 Hz (频率)。
例如: 对于 P245/45/R18 轮胎, 每公里行程的近似转数 480.975, 除以每公里行程的秒数 (车速为 8 公里/小时, 450 秒钟) = 轮胎近似的每秒钟转数 (RPS) 或者频率 1.069 Hz, 圆整为 1.07。

在问题出现时的速度下, 计算轮胎每秒钟转数或者频率

在 8 公里/小时 (5 英里/小时) 车速下, P235/75R15 尺寸的轮胎每秒钟转 1 整圈 (1 RPS), 或者频率为 1 赫兹。也就是说, 在 16 公里/小时 (10 英里/小时) 车速下, 同样尺寸的轮胎每秒钟将转 2 整圈, 即频率为 2 赫兹, 以此类推。

1. 根据轮胎尺寸, 确定轮胎在 8 公里/小时 (5 英里/小时) 车速下的每秒钟转数 (RPS) 或赫兹 (Hz)。参见上文中的“轮胎转速”信息。
例如: 根据“轮胎转速”信息, P245/45/R18 轮胎在 8 公里/小时 (5 英里/小时) 车速下转速为 1.08 转/秒钟 (赫兹)。也就是说, 车速每增加 8 公里/小时 (5 英里/小时), 轮胎转速就增加 1.08 转/秒 (赫兹)。
2. 以 8 公里/小时 (5 英里/小时) 为一个增量, 根据扰动出现时的车速, 确定该车速具有多少增量级。
例如: 假设在车速为 96 公里/小时 (60 英里/小时) 时出现扰动。车速 12×8 公里/小时 (5 英里/小时) = 96 公里/小时 (60 英里/小时):
 96 公里/小时 (60 英里/小时) $\div 8$ 公里/小时 (5 英里/小时) = 12 的增量。
3. 确定在扰动出现的特定车速 (公里/小时, 英里/小时) 下的轮胎转速 (转/秒或赫兹)。
例如: 要确定 96 公里/小时 (60 英里/小时) 车速下的轮胎转速, 可将 8 公里/小时 (5 英里/小时) 增量级的数目乘以一个增量级的转速 (转/秒或赫兹):
 12×1.08 赫兹 = 12.96 赫兹, 四舍五入到 13 赫兹

注意: 如果未配备 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2), 将计算的转速和出现振动问题症状的相应的频率范围作比较。参见“症状 - 振动诊断和校正”。

4. 将扰动出现时的特定车速下的轮胎转速与测试过程中 GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2) 所记录的振动主频进行比较。如果频率相符，则该扰动是与轮胎/车轮总成转动相关的一阶振动。
- 如果频率不符，则该扰动可能与轮胎/车轮总成转动的高阶振动相关。
5. 要计算与轮胎/车轮总成的转动相关的高阶扰动频率，用阶数乘以扰动出现时的特定车速下的轮胎转速：
- 13 赫兹 × 2（二阶）= 26 赫兹（二阶） 轮胎/车轮总成转速相关
- 13 赫兹 × 3（三阶）= 39 赫兹（三阶） 轮胎/车轮总成转速相关
- 如果以上任何一个计算值和扰动频率相符，则表明出现了该特定阶次的扰动，与轮胎/车轮总

成和/ 或以同样速度旋转的传动系统部件转动相关。

部件转速工作表

使用以下工作表，有助于计算车辆中可能出现的与轮胎/车轮总成转速相关的一阶、二阶和三阶扰动频率。

如果完成了轮胎/车轮总成转速工作表后，发现计算的频率和测试中记录的振动主频不符，则重新检查这些数据或者尝试在考虑了 1½ - 8 公里/小时（1 - 5 英里/小时）的车速表误差后再次比较这些数字。

不要换行如果可能与轮胎/车轮总成转速相关的频率仍然与扰动的主频不符，则扰动很可能属于扭矩/负载敏感型振动。

如果完成了轮胎/车轮总成转速工作表后，发现计算的某个频率和扰动主频相符，则该扰动与该部件组 - 轮胎/车轮总成的转动相关。

轮胎/车轮转动工作表

车辆信息

保修速度: _____ 英里/小时 年: _____ 车型: _____

症状: _____ 车辆识别号: _____

频率: _____ 发动机: _____ 变速器: _____

发动机转速: _____ 转/分 轮胎尺寸: _____ 驱动桥传动比: _____ : _____

档位: _____ 轮胎性能标准规格: _____

轮胎/车轮速度

振动发生时: 英里/小时 ÷ 8(公里/小时)5(英里/小时) = 以8公里/小时或5英里/小时速度的增量

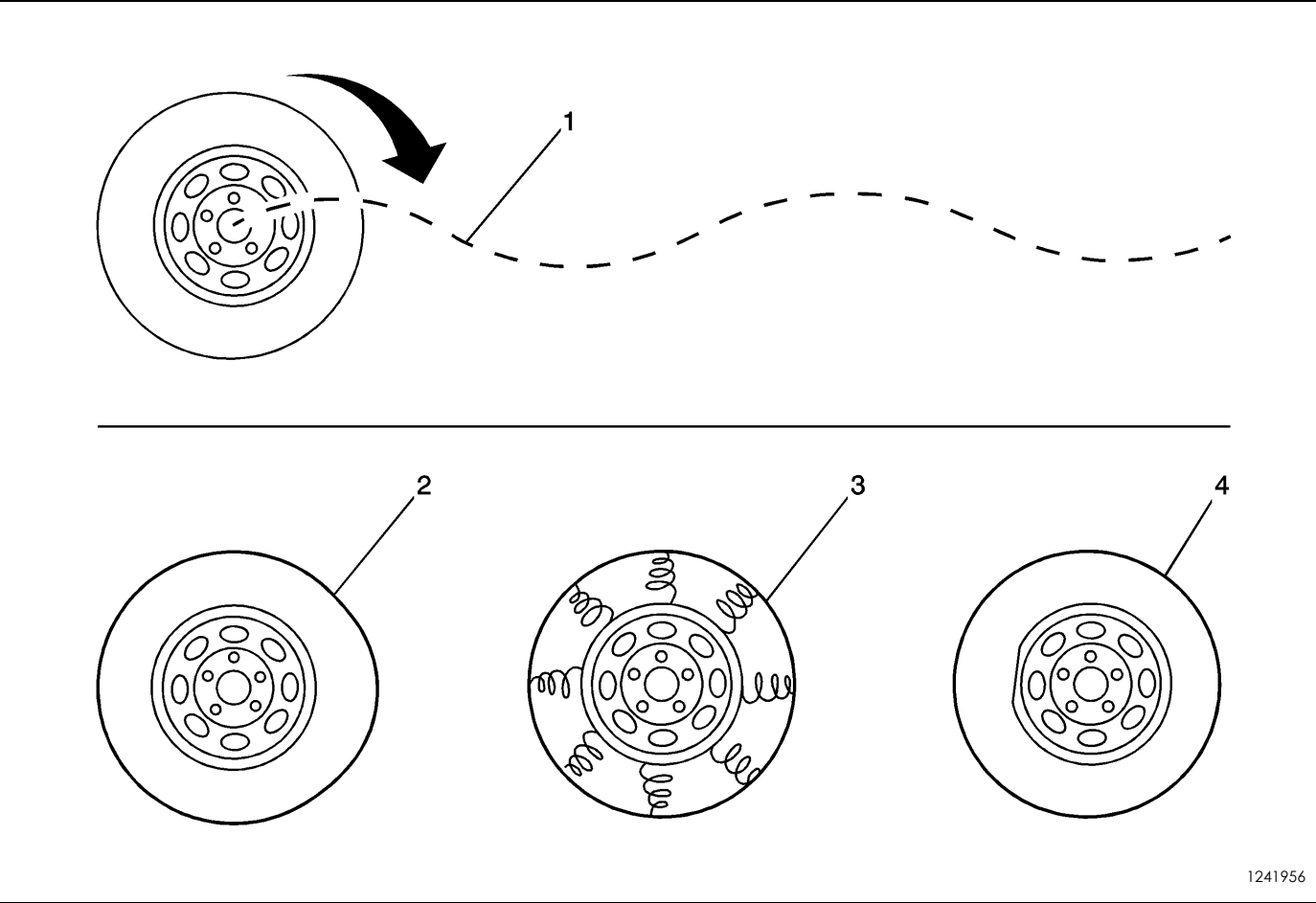
8公里/小时或5英里/小时速度的增量 × 轮胎每秒钟转速* 8 公里/小时或 5 英里/小时 (来自表格) = 一阶

一阶 × 2 = 二阶

一阶 × 3 = 三阶

*RPS revolutions per second; equates to cycles per second (Hz).

1.5.2.3 振动分析 - 轮胎和车轮



警告： 参见“有关工作间测试的警告”。

车轮不平衡引起多数的高速公路振动的问题。进行平衡后振动仍然出现因为：

- 轮胎不圆 (2)。
- 轮辋不圆 (4)。
- 轮胎存在刚性振动 (3)。

测量轮胎和车轮的自由跳动量仅能发现部分问题。所有的 3 个原因，即承载径向跳动量 (1)，必须被检查，采用在故障车辆上换上已知良好的轮胎和车轮总成的方法。

在低于 64 公里/小时（40 英里/小时）出现的低速振动，通常由跳动量引起。在高于 64 公里/小时（40 英里/小时）出现的高速振动，通常由失衡或跳动引起。

校正轮胎不统一

有两种方法校正已正确平衡但仍然振动的轮胎。一种方法是使用自动机械，加载轮胎并在外侧两排胎面上从高点打磨少量橡胶。如果正确操作，采用该方法校正通常是永久的，且对轮胎的外观和胎面寿命没有很大的影响。轮胎校正不推荐使用刀片型机械，因为它会明显缩短胎面寿命且通常不能永久校正问题。

另一种方法是拆下轮胎并在轮辋上将其转动 180 度。仅在轮胎和车轮总成上进行此操作将会引起振动，因为该方法仅仅如同引起良好的总成发生振动。

1.5.2.4 振动分析 - 轮毂和/或车桥输入

测试说明

- 以下编号与诊断表中的步骤号相对应：
- 2. 该测试将确定转向输入对振动的影响。
 - 6. 该测试将确定初始大扭矩负载对振动的影响。
 - 7. 损坏或磨损的车轮驱动轴可能会导致噪声或者振动，这些噪声或振动可能会传递到乘客舱中。
 - 8. 损坏或磨损的车轮轴承可能会导致噪声或者振动，这些噪声或振动可能会传递到乘客舱中。
 - 9. 损坏或磨损的悬架部件可能会导致噪声或者振动，这些噪声或振动可能会传递到乘客舱中。
 - 10. 损坏或磨损的动力系统支座和/或排气管支座可能会导致噪声或者振动，这些噪声或振动可能会传递到乘客舱中。
 - 11. 车身翘头高度错误可能会导致部件之间卡滞和/或干扰，这些都可能产生振动。

振动分析 - 轮毂和/或车桥输入

步骤	操作	是	否
警告： 参见“有关路试的警告”。			

振动分析 - 轮毂和/或车桥输入 (续)

步骤	操作	是	否
1	是否完成“振动分析 - 路试”表?	转至步骤 2	转至“振动分析 - 路试”
2	1. 以振动问题出现时的速度行驶车辆。 2. 保持振动问题出现时的车速, 使车辆先朝一个方向缓慢而平稳地转向, - 然后朝另一个方向转向。 3. 观察车辆是否有振动扰动的变化。 4. 选择一个平坦、水平的路面, 比如空停车场或者偏僻的道路。 5. 尽可能地使车辆保持振动问题出现时的速度, 使车辆先朝一个方向急转弯 360 度, 然后朝另一个方向转向。 6. 观察车辆是否有振动扰动的变化。 在上述步骤中, 振动特性是否明显变化—加剧或消失—?	转至步骤 3	转至步骤 6
3	在上述步骤中是否听到咔嗒声和/或感觉到震颤?	转至步骤 7	转至步骤 4
4	在上述步骤中是否听到隆隆声?	转至步骤 8	转至步骤 5
5	在上述步骤中是否听到爆裂声?	转至步骤 9	转至步骤 12
6	1. 使车辆处于静止状态, 踩下常规制动器并将变速器置于最低档 (前进档)。 注意: 不要加速至驱动轮发出尖叫声、打滑或者跳动 — 这会使测试结果不明确。 2. 松开常规制动器并迅速加速至 32 公里/小时 (20 英里/小时)。 3. 观察车辆是否有振动扰动的变化。 在上述步骤中是否感觉到震颤或者抖动?	转至步骤 7	转至“振动诊断帮助”
7	1. 检查车轮驱动轴 (若装备) 是否损坏、异常和/或过度磨损。 2. 如果检查显示车轮驱动轴损坏、异常和/或过度磨损, 更换车轮驱动轴。 是否发现并排除了故障?	转至步骤 12	转至步骤 9
8	1. 检查车轮轴承是否磨损和/或损坏。 2. 更换任何磨损和/或损坏的车轮轴承。 是否发现并排除了故障?	转至步骤 12	转至“振动诊断帮助”
9	1. 检查以下悬架部件是否磨损、损坏、松动和/或可能刮碰到车辆其他部件: <ul style="list-style-type: none"> • 滑柱/减振器 • 弹簧 • 衬套 • 隔振垫 2. 更换任何磨损、损坏、松动和/或与车辆其他部件刮碰的悬架部件。 是否发现并排除了故障?	转至步骤 12	转至步骤 10

振动分析 - 轮毂和/或车桥输入（续）			
步骤	操作	是	否
10	<div>1. 检查动力系统支座 — 发动机、变速器、分动箱、直接安装的差速器（若装备）— 和所有动力系统撑杆是否有以下情况：<ul style="list-style-type: none">• 紧固件松动和/或缺失• 定位不当• 隔振垫开裂、干腐和/或浸油• 隔振垫扭曲、断裂、撕裂和/或塌陷• 托架弯曲、扭曲和/或变形</div> <div>2. 必要时，更换动力系统支座。</div> <div>3. 检查排气系统部件是否存在以下情况：<ul style="list-style-type: none">• 紧固件松动和/或缺失<ul style="list-style-type: none">- 隔热板- 联接和/或连接件： 螺母、螺栓、双头螺栓、卡箍、箍带- 托架和/或隔振垫安装• 与车身和/或底盘部件间隙不足<div>在空档 (N)、前进档 (D) 和倒档 (R) 位置且排气系统处于冷、热两种状态下检查</div><ul style="list-style-type: none">• 定位不当• 隔振垫断开和/或缺失• 隔振垫开裂、干腐和/或浸油• 隔振垫拉伸、扭曲、破裂、撕裂和/或塌陷• 托架弯曲、扭曲、开裂和/或变形<div>4. 必要时，修理、更换和/或重新定位排气系统部件。</div><div>是否发现并排除了故障？</div></div>	转至步骤 12	转至步骤 11
11	<div>检查车身翘头高度，必要时进行调节。参见“车身翘头高度的检查”。</div> <div>是否发现并排除了故障？</div>	转至步骤 12	转至“振动诊断帮助”
12	<div>1. 安装或连接诊断期间拆下或断开的所有部件。</div> <div>2. 执行“振动分析 - 路试”表。参见“振动分析 - 路试”。</div> <div>振动是否仍然存在？</div>	转至步骤 2	系统正常

1.5.2.5 振动分析 - 发动机

测试说明

以下编号与诊断表中的步骤号相对应。

2. 如果出现与动力系统相关的故障诊断码，则可能存在某个导致客户报修问题的动力系统性能故障。

5. 将客户的车辆与同等配置、相同车型年和型号且已知良好的车辆进行比较，这将有助于确定某种扰动是否属于车辆的设计特性。

振动分析 - 发动机			
步骤	操作	是	否
警告：参见“有关工作间测试的警告”。			
1	是否完成“振动分析 - 路试”表？	转至步骤 2	转至“振动分析 - 路试”
2	使用故障诊断仪，确定是否设置了故障诊断码。 是否设置了故障诊断码？	—	转至步骤 3

振动分析 - 发动机 (续)

步骤	操作	是	否
3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用楔块挡住前轮。 2. 踩下行车制动器和驻车制动器。 3. 在故障诊断仪和 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 仍然安装的情况下, 起动发动机。 4. 将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 5. 缓慢地提高发动机转速, 直至扰动最为明显为止。 6. 记录故障诊断仪显示的发动机转速, 并记录主频读数 (如果从 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 获得了此数据)。 7. 将变速器挂前进档 (D)。 8. 缓慢地提高发动机转速, 直至扰动最为明显为止。 9. 记录故障诊断仪显示的发动机转速, 并记录主频读数 (如果从 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 获得了此数据)。 10. 如果没有获得频率数据或者未配备 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2, 将变速器挂倒档 (R), 然后重复步骤 8 和 9。动力系统的倒档负载可能增强或改变振动特性。 <p>能否再现客户报修的问题?</p>	转至步骤 4	转至“振动诊断帮助”
4	GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 是否检测到振动主频, 或者出现明显的振动?	转至“振动分析 - 发动机/附件的隔振”	转至步骤 5
5	<p>在同等配置、相同车型年和型号且已知良好的车辆上, 以相同的发动机转速运行相同的测试, 然后将其结果与客户车辆的测试结果进行比较。参见“车辆与车辆的诊断比较”。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 将故障诊断仪安装至已知状况良好的车辆。 2. 将 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 安装至已知良好的车辆; 将传感器放置在与客户车辆完全相同的位置。 3. 用楔块挡住前轮。 4. 踩下行车制动器和驻车制动器。 5. 起动发动机。 6. 将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 7. 缓慢地提高发动机转速, 直至客户车辆上扰动最为明显的转速。 8. 记录故障诊断仪显示的发动机转速, 并记录主频读数 (如果从 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 获得了此数据)。 9. 将变速器挂前进档 (D)。 10. 缓慢地提高发动机转速, 直至客户车辆上扰动最为明显的转速。 11. 记录故障诊断仪显示的发动机转速, 并记录主频读数 (如果从 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 获得了此数据)。 12. 如果没有获得频率数据或者未配备 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2, 将变速器挂倒档 (R), 然后重复步骤 10 和 11。动力系统的倒档负载可能增强或改变振动特性。 <p>两车是否显示出相同的特性?</p>	转至“振动诊断帮助”	转至“振动分析 - 发动机/附件的隔振”

1.5.2.6 发动机阶次类别

发动机一阶类别

1. 将扰动再现时记录的发动机每分钟转数 (RPM) 除以 60 秒钟，转换为赫兹数，或每秒钟转数 (RPS)。参见以下例子：
 $1200 \text{ 转/分} \div 60 = 20 \text{ 赫兹（或每秒钟转速）}$
2. 将扰动再现时记录的主频（赫兹）与刚才换算为赫兹的发动机转速进行比较，确定它们是否相关。
3. 如果扰动再现时记录的主频（赫兹）与转换为赫兹的发动机转速相关，那么此振动与发动机的一阶转动频率相关。发动机的一阶扰动通常与部件不平衡相关。参见“与发动机阶次相关的扰动”表。
4. 如果扰动再现时记录的主频（赫兹）与转换为赫兹的发动机转速不相关，则确定此扰动是否与发动机的点火频率相关。转至“发动机点火频率类别”。

发动机点火频率类别

发动机点火频率是一个用于描述点火脉冲（一个点火脉冲 = 一次气缸点火数）的术语，即曲轴转动一整圈时的点火脉冲数乘以曲轴的每秒钟转数（赫兹）。

1. 计算发动机点火频率。
 - 要确定曲轴转动一整圈时一个 4 冲程发动机的点火频率，用发动机气缸数的一半乘以发动机转速（赫兹）。
 - 例如：发动机转速转换为赫兹后为 20 赫兹；如果车辆配备的是 V8 发动机，则曲轴转动一整圈时实际点火的气缸数为 8 个气缸中的 4 个。
 - 用 4 个点火气缸数乘以转换后的发动机转速（20 赫兹）。
 $20 \text{ 赫兹} \times 4 = 80 \text{ 赫兹}$
 - 如果 V8 发动机以扰动再现过程中记录的原发动机转速（1200 转/分）运转，则发动机点火频率应为 80 赫兹。
 - 同样，一个 6 缸发动机在相同的发动机转速（1200 转/分）下，其点火频率应为 60 赫兹。
 $20 \text{ 赫兹} \times 3 = 60 \text{ 赫兹}$
2. 将扰动再现时记录的主频（赫兹）与刚才计算的发动机点火频率（赫兹）进行比较，确定其是否相关。

3. 如果扰动再现时记录的主频（赫兹）与刚才计算的发动机点火频率（赫兹）相关，那么此扰动与发动机点火频率相关。与发动机点火频率相关的扰动通常与部件隔振不当有关。参见“与发动机阶次相关的扰动”表。
4. 如果扰动再现时记录的主频（赫兹）与刚才计算的发动机点火频率（赫兹）不相关，则确定此扰动是否与其他发动机阶次类别相关。转至“其他发动机阶次类别”。

其他发动机阶次类别

1. 用其他可能的阶数（一阶以外或者用来确定发动机点火频率的数字）乘以扰动再现过程中记录的发动机转速（转换为赫兹数）。
2. 将扰动再现时记录的主频（赫兹）与刚才计算的其他可能的发动机阶次的转速进行比较，确定其是否相关。
3. 如果扰动再现时记录的主频（赫兹）与刚才计算的发动机其他阶次频率（赫兹）之一相关，那么此扰动与发动机该阶次相关。如果与发动机相关的扰动与一阶或点火频率不相关，那么该扰动可能与由发动机驱动的附件系统相关。转至“与发动机阶次相关的由发动机驱动的附件”。

与发动机阶次相关的发动机驱动的附件

根据附件皮带轮直径与曲轴皮带轮直径之间的关系，由发动机驱动的附件系统可与特定的发动机阶次相关。例如：

- 如果曲轴皮带轮直径测量值为 20 厘米（8 英寸），由发动机驱动的附件皮带轮之一的直径测量值为 10 厘米（4 英寸），则曲轴皮带轮每转 1 圈，附件皮带轮转 2 圈。如果该附件系统未正确隔振或者未正确工作，则将产生与发动机转速 2 阶相关的扰动。
- 同样，如果由发动机驱动的附件皮带轮直径测量值为 5 厘米（2 英寸），则曲轴皮带轮每转 1 圈，附件皮带轮将转 4 圈。如果该附件系统未正确隔振或者未正确工作，则将产生与发动机转速 4 阶相关的扰动。

隔振不当会导致振动传递至乘客舱内或车身的其他主要部件，由发动机驱动的附件通常就是因为此原因而导致扰动、激发扰动或成为扰动的唯一原因。

使用 GE-38792-VS 振动软件，精确测量附件皮带轮和曲轴皮带轮的直径，并完全执行相应的诊断程序，即可确定导致或引起客户报修问题的特定附件系统。

与发动机阶次相关的扰动

发动机阶次	发动机布局						
	L4 不带平衡轴	L4 带平衡轴	L5	L6	60 度 V6	90 度 V6 带平衡轴	90 度 V8
½阶次 对扭矩敏感	异常 - 可能是单缸缺火	异常 - 可能是单缸缺火	异常 - 可能是单缸缺火	异常 - 可能是单缸缺火	异常 - 可能是单缸缺火和/或废气再循环/燃油变化	异常 - 可能是单缸缺火和/或废气再循环/燃油变化	异常 - 可能是单缸缺火

与发动机阶次相关的扰动（续）

发动机阶次	发动机布局						
	L4 不带平衡轴	L4 带平衡轴	L5	L6	60度 V6	90度 V6 带平衡轴	90度 V8
一阶	异常 - 可能是部件失衡	异常 - 可能是部件失衡	异常 - 可能是部件失衡	异常 - 可能是部件失衡	异常 - 可能是部件失衡	异常 - 可能是部件失衡	异常 - 可能是部件失衡
1½阶 对扭矩敏感	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	异常 - 可能是不同缸组的废气再循环/燃油变化	异常 - 可能是不同缸组的废气再循环/燃油变化	可能与发动机驱动的附件相关
					可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	
二阶 非扭矩敏感	发动机布局特性 - 可能与动力系统的隔振相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	发动机布局特性 - 可能与动力系统的隔振相关	发动机布局特性 - 可能与动力系统的隔振相关	可能与发动机驱动的附件相关
二阶 对扭矩敏感	特性 - 发动机点火频率 - 可能与动力系统的隔振相关	特性 - 发动机点火频率 - 可能与动力系统的隔振相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	异常 - 可能是不同缸组的废气再循环/燃油变化
	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关					可能与发动机驱动的附件相关
2½阶 对扭矩敏感	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	特性 - 发动机点火频率 - 可能与动力系统的隔振相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关
			可能与发动机驱动的附件相关				
三阶 对扭矩敏感	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	特性 - 发动机点火频率 - 可能与动力系统的隔振相关	特性 - 发动机点火频率 - 可能与动力系统的隔振相关	特性 - 发动机点火频率 - 可能与动力系统的隔振相关	可能与发动机驱动的附件相关
				可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	
四阶 对扭矩敏感	特性 - 最小量 - 发动机布局 - 可能与动力系统的隔振相关	特性 - 最小量 - 发动机布局 - 可能与动力系统的隔振相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关	特性 - 发动机点火频率 - 可能与动力系统的隔振相关
	可能与发动机驱动的附件相关	可能与发动机驱动的附件相关					可能与发动机驱动的附件相关

1.5.2.7 振动分析 - 发动机/附件的隔振

测试说明

以下编号与诊断表中的步骤号相对应。

- 如果动力系统隔振垫和/或托架松动、损坏、错位或者有缺陷，则可能形成将振动传递到乘客舱的路径。

6. 如果排气系统隔振垫和/或托架松动、损坏、错位或者有缺陷，则可能形成将振动传递到乘客舱的路径。

7. 如果动力系统部件和/或排气系统部件就位和/或定位不当，则可能形成将振动传递到乘客舱的路径。
松开动力系统支座以重新安置动力系统时，请注意以下事项：
如果使用支座托架，切勿松开支座托架至发动机的螺栓/螺母，切勿松开支座托架至车架的螺栓/螺母。
如果使用支座托架，松开支座至支座托架的螺栓/螺母，如果采用直接安装，松开支座至车架槽孔的螺栓/螺母。

8. 由发动机驱动的附件部件系统若不旋转，就不再产生独立的扰动。
9. 由发动机驱动的附件部件若不旋转，就不再产生独立的扰动。如果扰动仍然存在，但是特性已经改变，则这些部件系统可能是发动机点火频率或发动机一阶扰动的传递路径。
如果扰动仍然存在，但是特性没有改变，则这些部件系统不可能是发动机点火频率或者发动机一阶扰动的传递路径。

10. 执行该项测试时，如果由发动机驱动的附件皮带轮正面的标记看起来静止不动，则表明该附件系统正在响应现有频率（如发动机点火脉冲），或者产生扰动。

11. 如果由发动机驱动的附件系统隔振垫和/或托架松动、损坏、错位或者有缺陷，则可能形成将振动传递到乘客舱的路径。

12. 将发动机驱动的附件和托架从发动机上拆下，进行彻底地检查，以确定是否出现形成将振动传递到乘客舱的路径的故障。

振动分析 - 发动机/附件的隔振

步骤	操作	是	否
警告： 参见“有关工作间测试的警告”。			
1	是否从“振动分析 - 发动机”表转至此处？	转至步骤 2	转至“振动分析 - 发动机”
2	是否配备 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2)？	转至步骤 3	转至步骤 5
3	1. 使用记录的客户车辆发动机转速和频率数据，确定哪一阶的发动机转速与扰动相关。 2. 确定与发动机转速特定阶数相关的扰动的可能原因。 参见“发动机阶次类别”。 “发动机阶次类别”表是否表明该扰动的阶次与发动机点火频率相同？	转至步骤 5	转至步骤 4
4	“发动机阶次类别”表是否表明扰动可能与发动机驱动的附件相关？	转至步骤 8	转至步骤 5
5	检查动力系统支座—发动机、变速器、分动箱、直接安装的驱动桥（若装备）—和所有动力系统撑杆是否有以下情况： <ul style="list-style-type: none">紧固件松动和/或缺失定位不当隔振垫开裂、干腐和/或浸油隔振垫扭曲、断裂、撕裂和/或塌陷托架弯曲、扭曲和/或变形 根据检查结果，重新定位或更换动力系统支座。 是否发现并排除了故障？	转至步骤 13	转至步骤 6

振动分析 - 发动机/附件的隔振 (续)

步骤	操作	是	否
6	<p>检查排气系统部件是否存在以下情况：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 紧固件松动和/或缺失 <ul style="list-style-type: none"> - 隔热板 - 联接和/或连接件： <ul style="list-style-type: none"> 螺母、螺栓、双头螺栓、卡箍、箍带 - 托架和/或隔振垫安装 • 与车身和/或底盘部件间隙不足 <p>在空档 (N)、前进档 (D) 和倒档 (R) 位置且排气系统处于冷、热两种状态下检查</p> <ul style="list-style-type: none"> • 定位不当 • 隔振垫断开和/或缺失 • 隔振垫开裂、干腐和/或浸油 • 隔振垫拉伸、扭曲、破裂、撕裂和/或塌陷 • 托架弯曲、扭曲、开裂和/或变形 <p>根据检查结果，修理、更换和/或重新定位排气系统部件。 是否发现并排除了故障？</p>	转至步骤 13	转至步骤 7
7	<p>执行动力系统支座平衡程序（若可行）或执行以下程序以重新安置动力系统：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 松开所有动力系统支座和排气系统吊架，但不要拆下。 2. 如果排气系统装备了挠性联轴节，确保其移动自如。 3. 起动发动机。 4. 将变速器从前进档 (D) 换至倒档 (R)，安置动力系统。 5. 将变速器挂空档 (N)。 6. 将点火开关置于 OFF 位置。 7. 在动力系统处于松弛位置时，紧固所有松开的紧固件。 <p>是否完成操作？</p>	转至步骤 13	—
8	<p>告诫：在附件传动皮带拆下后，发动机的运行时间不得超过 60 秒钟，否则会导致过热和/或损坏。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 拆下发动机附件传动皮带或传动皮带。 2. 用楔块挡住前轮。 3. 踩下行车制动器和驻车制动器。 4. 在故障诊断仪仍然安装的情况下，起动发动机。 5. 将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 6. 提高发动机转速，直至扰动再现时所记录的转速。 7. 使发动机怠速运行，然后将变速器挂前进档 (D)。 8. 提高发动机转速，直至扰动再现时所记录的转速。 9. 将点火开关置于 OFF 位置。 10. 安装发动机附件传动皮带或传动皮带。 <p>扰动是否显著减少或消除？</p>	转至步骤 10	转至步骤 9
9	扰动的特性是否改变但仍然存在？	转至步骤 11	转至步骤 15

振动分析 - 发动机/附件的隔振 (续)

步骤	操作	是	否
10	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在可疑的附件皮带轮表面作标记，包括任何相关的情轮，用油漆在靠近外缘处作标记。 2. 将 GE-38792-VS感应式正时检测灯安装至 GE-38792-VS电子振动分析仪 (EVA) 2。 有关电子振动分析仪功能的信息，请参见“电子振动分析仪 (EVA) 的说明与操作”。 3. 用楔块挡住前轮。 4. 踩下行车制动器和驻车制动器。 5. 在故障诊断仪和 GE-38792-VS电子振动分析仪 (EVA) 2 仍然安装的情况下，起动发动机。 6. 选择 GE-38792-VS电子振动分析仪 2 (EVA 2) 上的“Smart Strobe (智能频闪)”功能。 7. 输入所记录的扰动频率，作为频闪操作的初始频率。 8. 请助手将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 9. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动再现时所记录的转速，然后保持该转速。 10. 使用 GE-38792-VS感应式正时检测灯，检查每一个可疑的附件皮带轮，以确定是否和扰动频率相关。 在接合和最大负载以及分离或最小负载这两种状态下，检查每一个附件系统。 11. 使发动机怠速运行，然后将变速器挂前进档 (D)。 12. 缓慢提高发动机转速，直至扰动再现时所记录的速度水平，然后保持该速度。 13. 使用 GE-38792-VS感应式正时检测灯，检查每一个可疑的附件皮带轮，以确定是否和扰动频率相关。 在接合和最大负载以及分离或最小负载这两种状态下，检查每一个附件系统。 14. 将点火开关置于 OFF 位置。 <p>是否确定发动机驱动的附件系统与扰动频率相关？</p>	转至步骤 11	转至“振动诊断帮助”
11	<p>检查发动机驱动的附件系统部件是否存在以下情况：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 紧固件松动和/或缺失 <ul style="list-style-type: none"> - 隔热板（若装备） - 联接和/或连接件： <ul style="list-style-type: none"> 螺母、螺栓、双头螺栓、卡箍、箍带 - 托架和/或隔振垫安装 • 与车身和/或底盘部件间隙不足 <p>在加载和未加载状态下，检查附件系统</p> <ul style="list-style-type: none"> • 定位不当 • 皮带轮弯曲或损坏 • 隔振垫断开和/或缺失 • 隔振垫开裂、干腐和/或浸油 • 隔振垫拉伸、扭曲、破裂、撕裂和/或塌陷 • 部件托架弯曲、扭曲、开裂和/或变形 <p>根据检查结果，修理、更换和/或重新定位由发动机驱动的附件系统部件。</p> <p>是否发现并排除了故障？</p>	转至步骤 13	转至步骤 12

振动分析 - 发动机/附件的隔振 (续)

步骤	操作	是	否
12	1. 将发动机驱动的附件和托架从发动机上拆下。 2. 彻底检查附件托架、托架螺栓/螺母/双头螺栓以及附件本身是否存在以下情况： 弯曲、扭曲、开裂和/或变形 3. 更换所有存在此类情况的部件。 4. 将这些部件重新安装至发动机上。 是否发现并排除了故障？	转至步骤 13	转至步骤 17
13	检查车辆，以确定现在扰动是否已显著减少或消除。执行以下步骤： 1. 将故障诊断仪安装至客户的车辆。 2. 将 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 安装到客户的车辆上，将传感器准确放置到原来的位置上。 3. 用楔块挡住前轮。 4. 踩下行车制动器和驻车制动器。 5. 起动发动机。 6. 将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 7. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 8. 记录故障诊断仪显示的发动机转速，并记录主频读数 (如果从 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 获得了此数据)。 9. 将变速器挂前进档 (D)。 10. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 11. 记录故障诊断仪显示的发动机转速，并记录主频读数 (如果从 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 (若配备) 获得了此数据)。 12. 如果扰动已显著减少或消除，将变速器挂倒档 (R)，确认其结果，然后重复步骤 10 和 11。动力系统的倒档负载可能增强或改变振动特性。 扰动是否显著减少或消除？	转至步骤 18	转至步骤 14
14	是否已将动力系统隔振作为导致扰动的可能原因并进行了检查？	转至步骤 15	转至步骤 5
15	是否已将发动机驱动的附件作为导致扰动的可能原因进行了检查？	转至“振动分析 - 发动机平衡”	转至步骤 16
16	是否配备 GE-38792-VS 电子振动分析仪 2 (EVA 2)？	转至步骤 8	转至“振动诊断帮助”
17	更换导致扰动的发动机驱动的附件部件。 是否完成更换？	转至步骤 18	—
18	1. 安装或连接诊断期间拆下或断开的所有部件。 2. 执行“振动分析 - 路试”表。参见“振动分析 - 路试”。 扰动是否仍然存在？	转至步骤 2	系统正常

1.5.2.8 振动分析 - 发动机平衡

测试说明

以下编号与诊断表中的步骤号相对应。

- 如果有足够的间隙从发动机飞轮/挠性板分离变速器变矩器，则在进一步测试时可以将变速器与发动机隔离。
- 如果发动机飞轮/挠性板的端面跳动量过大，与变速器变矩器的质量组合在一起，会产生扰动。

- 如果发动机飞轮/挠性板在发动机曲轴处松动或开裂、损坏，与变速器变矩器的质量组合在一起，会产生扰动。
- 该步骤为了将变速器从发动机上隔离，以确定扰动是否仅与发动机相关。
- 将变速器变矩器重新定位到发动机飞轮/挠性板上，将改变变矩器与发动机后端的平衡关系。
- 将 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 传感器沿发动机油底壳的前后缘放置在油底壳的底侧，并进行比较，这将有助于缩小扰动原因的范围。

13. 如果发动机飞轮的端面跳动量过大，则与离合器压盘和离合器从动盘的质量组合在一起，会产生扰动。
14. 对离合器压盘和发动机飞轮作标记，以便将一个新的高点与另一个的低点正确配合。如压盘与飞轮之间未正确配合，则会产生扰动。
15. 如果发动机飞轮在发动机曲轴处的连接松动或者发动机飞轮开裂、损坏和/或缺失配重；和/或离合器压盘和离合器从动盘弹簧松动、开裂、翘曲、损坏和/或缺失配重 - 则它们的质量组合时会产生扰动。
16. 如果发动机飞轮在发动机曲轴处的连接松动或者发动机飞轮开裂、损坏和/或缺失配重；和/或离合器压盘和离合器从动盘弹簧松动、开裂、翘曲、损坏和/或缺失配重 - 则它们的质量组合时会产生扰动。
17. 将压盘重新定位到发动机飞轮上，将改变压盘/飞轮总成与发动机后端之间的平衡关系。
18. 发动机飞轮/挠性板损坏、错位和/或失衡，会产生扰动。
19. 发动机曲轴平衡器损坏、错位和/或失衡，会产生扰动。

振动分析 - 发动机平衡

步骤	操作	是	否
警告： 参见“有关工作间测试的警告”。			
1	是否从“振动分析 - 发动机/附件的隔振”表转至此处？	转至步骤 2	转至“振动分析 - 发动机/附件的隔振”
2	是否配备 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2？	转至步骤 3	转至“振动诊断帮助”
3	车辆是否装备手动变速器？	转至步骤 11	转至步骤 4
4	1. 举升并支撑车辆。参见“提升和举升车辆”。 2. 拆下飞轮/挠性板至变速器螺栓的检修孔盖（若装备）。 3. 确定是否有足够的间隙，以便将变速器变速器从发动机飞轮/挠性板分离，并确保变速器不会与飞轮/挠性板意外接合。 是否有足够的间隙，使变速器变速器与发动机飞轮/挠性板分离并确保其不触碰到发动机飞轮/挠性板？	转至步骤 5	转至步骤 11
5	1. 使飞轮/挠性板至变速器的检修孔盖保持拆下状态，车辆保持举升状态，然后标记变速器变速器与发动机飞轮/挠性板的相对位置。 2. 断开变速器并且将其移离飞轮/挠性板。 3. 将变速器变速器固定在离开发动机飞轮/挠性板的位置，以避免与飞轮/挠性板意外接合。 4. 降低车辆，起动发动机并怠速运行发动机。 5. 举升并支撑车辆。参见“提升和举升车辆”。 6. 目视检查飞轮/挠性板的端面跳动量是否过大。 7. 降下车辆。 8. 将点火开关置于 OFF 位置。 飞轮/挠性板的端面跳动量是否过大？	转至步骤 8	转至步骤 6
6	1. 举升并支撑车辆。参见“提升和举升车辆”。 2. 检查飞轮/挠性板是否存在以下情况： <ul style="list-style-type: none"> • 发动机曲轴处连接松动 • 开裂和/或损坏 • 缺失配重 飞轮/挠性板是否存在上述任何情况？	转至步骤 8	转至步骤 7

振动分析 - 发动机平衡 (续)

步骤	操作	是	否
7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在变速器变矩器仍然固定在离开发动机飞轮/挠性板的位置，以避免与飞轮/挠性板意外接合的情况下，降下车辆。 2. 用楔块挡住前轮。 3. 踩下行车制动器和驻车制动器。 4. 在故障诊断仪和 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 仍然安装的情况下，起动发动机。 5. 将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 6. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 7. 记录故障诊断仪显示的发动机转速，并记录主频读数（如果从 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 获得了此数据）。 8. 将点火开关置于 OFF 位置。 扰动是否显著减少或消除？	转至步骤 9	转至步骤 11
8	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如果飞轮/挠性板在发动机曲轴处连接松动，按规定顺序和紧固规格紧固飞轮/挠性板安装螺栓。 2. 如果飞轮/挠性板开裂、损坏和/或缺失配重，更换损坏的飞轮/挠性板。 是否完成了紧固或更换操作？	转至步骤 20	—
9	<ol style="list-style-type: none"> 1. 举升并支撑车辆。参见“提升和举升车辆”。 2. 从原来位置转动 120 度，将变速器变矩器重新定位至发动机飞轮/挠性板。 3. 将变速器变矩器重新连接至发动机飞轮/挠性板。 4. 降下车辆。 5. 用楔块挡住前轮。 6. 踩下行车制动器和驻车制动器。 7. 在故障诊断仪和 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 仍然安装的情况下，起动发动机。 8. 将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 9. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 10. 记录故障诊断仪显示的发动机转速，并记录主频读数（如果从 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 获得了此数据）。 11. 如果扰动仍然明显，再次重新定位变矩器，以使扰动达到最小。 扰动是否显著减少或消除？	转至步骤 20	转至步骤 10
10	更换失衡的变速器变矩器。 是否完成更换？	转至步骤 20	—

振动分析 - 发动机平衡 (续)

步骤	操作	是	否
11	1. 举升并支撑车辆。参见“提升和举升车辆”。 2. 将 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 传感器沿发动机油底壳的前缘放置到油底壳的底侧上。 3. 降下车辆。 4. 用楔块挡住前轮。 5. 踩下行车制动器和驻车制动器。 6. 在故障诊断仪和 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 仍然安装的情况下, 起动发动机。 7. 将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 8. 缓慢地提高发动机转速, 直至扰动最为明显为止。 9. 记录故障诊断仪显示的发动机转速, 并记录主频读数 (如果从安装在发动机油底壳底侧的 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 处获得此数据)。 10. 重复步骤 1 至 9, 将 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2 传感器沿发动机油底壳的后缘放置到油底壳的底侧。 沿发动机前缘放置时, 扰动是否更大?	转至步骤 19	转至步骤 12
12	车辆是否装备了自动变速器?	转至步骤 18	转至步骤 13
13	1. 举升并支撑车辆。参见“提升和举升车辆”。 2. 拆下飞轮检查孔盖。 3. 起动发动机。使发动机怠速运转。 4. 目视检查发动机飞轮离合器表面的端面跳动量是否过大。 发动机飞轮离合器表面的端面跳动量是否过大?	转至步骤 18	转至步骤 14
14	检查离合器压盘至发动机飞轮的安装位置是否符合工厂规定。离合器压盘是否正确地安装至发动机飞轮?	转至步骤 16	转至步骤 15
15	1. 将离合器压盘和离合器从动盘从发动机飞轮上拆下。 2. 检查发动机飞轮是否有以下情况: <ul style="list-style-type: none"> • 发动机曲轴处连接松动 • 开裂、翘曲和/或损坏 • 缺失配重 3. 检查离合器压盘和离合器从动盘是否有以下情况: <ul style="list-style-type: none"> • 离合器从动盘减振弹簧松动和/或损坏 • 离合器压盘膜片弹簧松动和/或损坏 • 开裂、翘曲和/或损坏 • 缺失配重 是否存在任何上述情况?	转至步骤 18	转至步骤 17
16	1. 将离合器压盘和离合器从动盘从发动机飞轮上拆下。 2. 检查发动机飞轮是否有以下情况: <ul style="list-style-type: none"> • 发动机曲轴处连接松动 • 开裂、翘曲和/或损坏 • 缺失配重 3. 检查离合器压盘和离合器从动盘是否有以下情况: <ul style="list-style-type: none"> • 离合器从动盘减振弹簧松动和/或损坏 • 离合器压盘膜片弹簧松动和/或损坏 • 开裂、翘曲和/或损坏 • 缺失配重 是否存在任何上述情况?	转至步骤 18	转至“振动诊断帮助”
17	将压盘重新定位到发动机飞轮上。是否完成了重新定位?	转至步骤 20	—

振动分析 - 发动机平衡（续）

步骤	操作	是	否
18	更换发动机飞轮/挠性板。 是否完成更换？	转至步骤 20	—
19	更换发动机曲轴平衡器。 是否完成更换？	转至步骤 20	—
20	检查车辆，以确定现在扰动是否已显著减少或消除。执行以下步骤： 1. 安装或连接诊断期间拆下或断开的所有部件。 2. 将故障诊断仪安装至客户的车辆。 3. 将 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2（若配备）安装到客户的车辆上，将传感器准确放置到原来的位置上。 4. 用楔块挡住前轮。 5. 踩下行车制动器和驻车制动器。 6. 起动发动机。 7. 将变速器挂空档 (N) 或驻车档 (P)。 8. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 9. 记录故障诊断仪显示的发动机转速，并记录主频读数（如果从 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2（若配备）获得此数据）。 10. 将变速器挂前进档 (D)。 11. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 12. 记录故障诊断仪显示的发动机转速，并记录主频读数（如果从 GE-38792-A 电子振动分析仪 (EVA) 2（若配备）获得此数据）。 13. 如果扰动已显著减少或消除，将变速器挂倒档 (R)，确认其结果，然后重复步骤 11 和 12。动力系统的倒档负载可能增强或改变振动特性。 扰动是否显著减少或消除？	转至步骤 21	转至“振动诊断帮助”
21	执行“振动分析 - 路试”表。参见“振动分析 - 路试”。 扰动是否仍然存在？	转至“振动诊断帮助”	系统正常

1.5.2.9 振动诊断帮助

在本“诊断帮助”中含有诊断信息，将有助于确定以下 4 种主要情况发生时的正确操作。参见本列表中相应的情况：

- 振动诊断帮助 - 间歇性再现或无法再现的振动
- 振动诊断帮助 - 振动再现，但无法确定故障部件
- 振动诊断帮助 - 振动再现，但难以隔振/平衡部件
- 振动诊断帮助 - 振动再现，似乎属于潜在工作特性

1.5.2.10 振动诊断帮助 - 间歇性再现或无法再现的振动

注意：如果没有按指示完成“振动分析”表，且没有查阅“振动诊断帮助”，则在继续操作前请参见“振动诊断帮助”。

如果不能再现振动问题或者只能间歇性地再现问题，请查阅以下信息。

大多数不能再现的振动问题，是由于特定的条件在再现过程中没有出现，或没有按指定顺序正确执行为再现振动而设计的程序。

影响振动问题的特定条件

考虑在再现振动问题时可能未出现的以下条件。设法从客户处获得更多的相关信息，了解客户遇到报修的振动问题时出现的确切条件。重新创造必要的确切条件（那些引起安全问题或者是超出正常行驶范围的条件除外，比如车辆超载等），设法再现振动问题。

大多数振动问题的再现操作是在车辆开至修理厂后进行的，甚至在再现操作时车辆可能已在此放置了一段时间；但在执行再现操作时，车辆仍可能过热，以致于无法检测出振动问题。与此相反，如果车辆在较冷的环境中放置了一段时间，在再现振动时无法完全达到工作温度，也会因过冷而无法再现振动问题。

温度、配合间隙超差、附件负载

轮胎上的平斑

轮胎停放并冷却一段时间后，会产生平斑现象。

轮胎胎面不规则磨损

轮胎停放并冷却一段时间后会变得更加坚硬，不规则磨损的状况也比轮胎热态时和软化后的状况更为明显。

排气系统的膨胀

冷态时，排气系统可能会出现配合间隙超差现象，而在系统热态时该故障现象即消失。也可能出现相反情况，即冷态时排气系统状况良好，但当系统达到工作温度时就出现配合间隙超差现象。热态时，排气系统可能增长 $2\frac{1}{2}$ – 5 厘米（1 – 2 英寸）。

发动机驱动的附件噪声

注意：带探头的听诊器是用来帮助识别可能的振动部件，其结果必须与同等配置、相同车型年和车型、已知良好的车辆的相同附件在相同条件下的音质作比较。参见“车辆与车辆的诊断比较”。

带探头的听诊器可以作为附加的方法，帮助识别那些可能导致或引起振动问题的附件。

- 皮带甩动
如果发动机附件传动皮带性能退化且皮带底面聚积了杂质，就会出现甩动现象。
- 安装托架松动或者部件配合间隙超差
如果安装托架松动或者附件系统的相关部件在该系统的某个操作中存在配合间隙超差现象，则发动机驱动的附件（如发电机、动力转向泵或者空调压缩机等）就会出现噪声。
- 冷态或热态
在冷态下，这些附件可能出现噪声，而在系统完全预热后噪音即消失，或者存在相反情况。
- 附件部件上的负载
在重载条件下附件可能会出现噪声 – 可能与冷态或完全预热条件结合。
- 皮带轮弯曲或错位
如果一个或多个发动机驱动的附件系统中的皮带轮弯曲或者错位，会导致噪声或者振动。
- 附件系统中的液位
如果附件所属系统的液体量异常，这些附件可能会出现噪声。例如：
 - 动力转向液液位不正确会使动力转向系统产生噪声。
 - 空调制冷剂液位不正确或者制冷剂油过量，会使空调系统产生噪声或者可能振动。
- 附件系统中不正确的液体类型
如果附件所属系统的液体类型不正确，这些附件可能会出现噪声。

车辆有效载荷

振动问题可能仅在车辆重载或者牵引挂车时出现；而在再现过程中，车辆可能是空载的。

重载

在再现振动问题时，车辆可能是空载，但是客户实际遇到振动问题可能是在车辆重载时。

挂车牵引

客户遇到的振动问题可能仅在牵引挂车时出现。

路面选择

执行振动再现程序使用的车道很可能选择在修理厂的附近，可能无法提供与客户通常行驶的路面相近的路面。

客户可能只是在特定路面下遇到振动。也许路面过度凸起或者十分颠簸或崎岖不平。

1.5.2.11 振动诊断帮助 – 振动再现，但无法确定故障部件

注意：如果没有按指示完成“振动分析”表，且没有查阅“振动诊断帮助”，则在继续操作前请参见“振动诊断帮助”。

售后加装附件

如果售后加装附件未正确安装，就会传递并放大转动部件固有的转动频率。

安装附件时应采用隔振方法，避免使其成为将振动传递到车辆其他部位的传递路径。例如，如果一组脚踏板未正确安装，而它们对某个转动部件的特定频率较为敏感，一旦（或许在较高车速下）该频率的振幅达到足够大时，脚踏板就会对该频率作出响应，从而产生扰动。如果同一组脚踏板被正确安装—被正确隔振—传递路径就被消除，扰动也不再出现。

1.5.2.12 振动诊断帮助 – 振动再现，但难以隔振/平衡部件

注意：如果没有按指示完成“振动分析”表，且没有查阅“振动诊断帮助”，则在继续操作前请参见“振动诊断帮助”。

如果已经再现了振动问题，但是很难平衡相关部件或隔离该部件，则请参见以下信息。

大多数振动问题是通过以下几种方式校正或消除的：校正部件过大的跳动量，校正部件的平衡或者隔离与其他物体/部件异常接触的部件。

产生大量能量并且存在跳动量过大、失衡或配合间隙超差现象的部件，会产生振幅很大的振动，而该类振动会被传递至与其最相关的部件。这类情况通常与扭矩负荷相关，对扭矩负荷敏感。最可能出现这种情况的系统是传动系统。

1.5.2.13 振动诊断帮助 – 振动再现，似乎属于潜在工作特性

注意：如果没有按指示完成“振动分析”表，且没有查阅“振动诊断帮助”，则在继续操作前请参见“振动诊断帮助”。

查阅维修通讯

如果以下两种状况都存在，则应查阅维修通讯中是否有相关故障的识别。如果故障情况在本车之前已被确定，且经认定该情况不属于车辆的工作特性，或者可能不是车辆的设计意图，那么很可能存在解决该故障情况的已确定的调整或校正措施。

- 已查阅了“诊断起点 – 振动诊断”，完成了指定的振动分析表，严格按指示执行了步骤，并且已经再现了振动问题。
- 与相同配置、相同车型年和车型、且已知良好的车辆进行比较后，得出的结论是客户报修的问题似乎属于车辆潜在工作特性。

1.5.2.14 症状 – 振动诊断和校正

注意：在使用这些症状表前，请按顺序执行以下步骤。

在使用这些症状表之前，先执行“振动分析 - 路试”表，以再现和有效诊断客户报修问题。

症状表

根据在客户振动问题出现的相应条件下所感觉到的或听到的最主要特征，查阅以下症状表中指示的“振动分析”表。

感觉到的振动症状

类型	说明	典型频率范围	产生的条件	重点部位
抖动	有时能在方向盘、座椅或控制台上观察到或者感觉到。 相关术语：摆振，颤振，摆动，震颤，跳跃	5 – 20 赫兹	对车速敏感 在空档 (N) 减速滑行时仍然出现	转至“振动分析 - 轮胎和车轮”
			对车速敏感 受扭矩 / 负载和 / 或转向输入影响	转至“振动分析 - 轮毂和 / 或车桥输入”
			对发动机转速敏感	转至“振动分析 - 发动机”
粗糙不平	类似于握住线锯的感觉。	20 – 50 赫兹	对车速敏感 在空档 (N) 减速滑行时仍然出现	转至“振动分析 - 轮胎和车轮”
			对车速敏感 受扭矩 / 负载和 / 或转向输入影响	转至“振动分析 - 轮毂和 / 或车桥输入”
			对发动机转速敏感	转至“振动分析 - 发动机”
喘振	类似于手握电动剃须刀的感觉。 可能会在手握方向盘时、脚踩车内地板时或者坐在座位中时感觉到。	50 – 100 赫兹	对车速敏感 受扭矩 / 负载和 / 或转向输入影响	转至“振动分析 - 轮毂和 / 或车桥输入”
			对发动机转速敏感	转至“振动分析 - 发动机”
刺痛感	可能产生“针刺”的感觉或者手、脚“发麻”的感觉。 人能感觉到的最高振动频率范围。	大于 100 赫兹	对车速敏感 受扭矩 / 负载和 / 或转向输入影响	转至“振动分析 - 轮毂和 / 或车桥输入”
			对发动机转速敏感	转至“振动分析 - 发动机”

听到的振动症状

类型	说明	典型频率范围	产生的条件	重点部位
隆隆声	通常听到的内部噪声，类似于保龄球在球道上滚动的声音、沉雷或低音鼓的声音。 <ul style="list-style-type: none"> 相关术语 — 嗡嗡声，隆隆声，呜咽声，轰鸣声，辘辘声，哼哼声 可能不会伴有能感受到的振动或起伏不稳 	20 – 60 赫兹	对车速敏感 在空档 (N) 减速滑行时仍然出现	转至“振动分析 - 轮胎和车轮”
			对车速敏感 受扭矩 / 负载和 / 或转向输入影响	转至“振动分析 - 轮毂和 / 或车桥输入”
呜咽声或嗡嗡声	类似于野蜂飞舞或在瓶口吹气的声音。 <ul style="list-style-type: none"> 相关术语 — 哼哼声，嗡嗡声，共鸣声 可能伴随能感受到的振动如喘振 	60 – 120 赫兹	对车速敏感 受扭矩 / 负载和 / 或转向输入影响	转至“振动分析 - 轮毂和 / 或车桥输入”
			对发动机转速敏感	转至“振动分析 - 发动机”

听到的振动症状（续）

类型	说明	典型频率范围	产生的条件	重点部位
呼啸声	类似于风的呼啸声。	120 – 300 赫兹	对车速敏感 受扭矩 / 负载和 / 或转向输入影响	转至“振动分析 - 轮毂和 / 或车桥输入”
			对发动机转速敏感	转至“振动分析 - 发动机”
呜呜声	类似蚊子、涡轮发动机或真空吸尘器的声音。	300 – 500 赫兹	对车速敏感 受扭矩/负载影响	转至变速器诊断信息

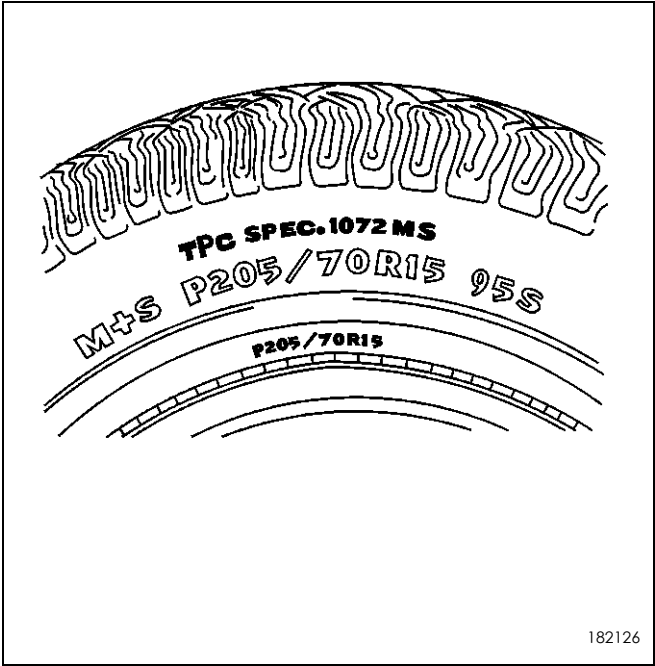
1.5.2.15 车辆与车辆的诊断比较

将客户车辆和基本相同且已知良好的车辆作比较，将有助于确定客户报修问题是否属于车辆的设计特性。为了得到有效的结论，比较必须使用相同标准在相同条件下进行，且比较车辆应安装与客户车辆相同的选装件。

比较车辆在以下方面必须和客户车辆相同：

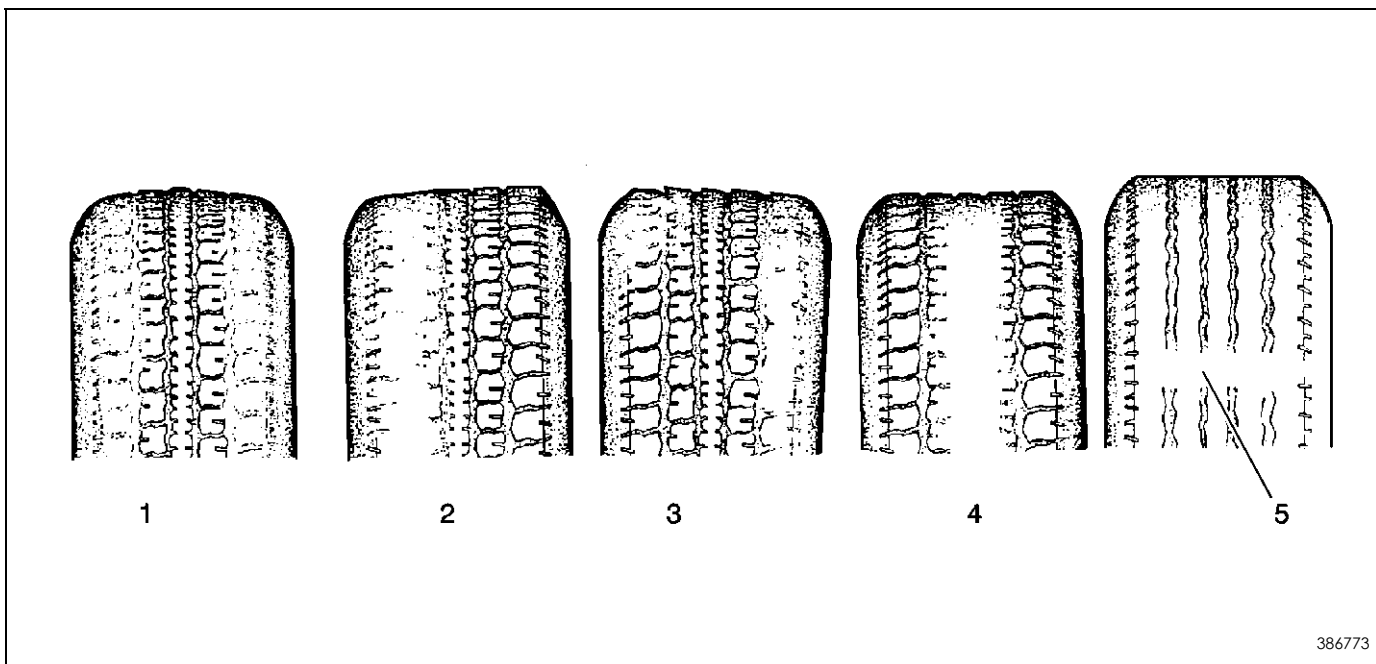
- 车型年
- 品牌
- 型号
- 车身款式
- 动力系统配置
- 传动系统配置
- 主减速器传动比
- 轮胎/车轮的尺寸和类型
- 悬架系统组件
- 拖挂组件
- 车辆额定载重量
- 高性能选装件
- 豪华型选装件

1.5.2.16 轮胎和车轮检查



所有新生产车型的轮胎上都带有轮胎性能标准 (TPC) 规格号，模压在侧壁上。轮胎性能标准规格号为一个 4 位数字，带有前缀字母“TPC SPEC”，位于侧壁上，轮胎尺寸旁。更换轮胎应具有相同的轮胎性能标准规格号。

轮胎磨损



图标

- (1) 转向过猛/充气不足
- (2) 定位不正确/缺少换位
- (3) 定位不正确/轮胎不统一
- (4) 加速过猛/轮胎气压过高
- (5) 磨损指示器

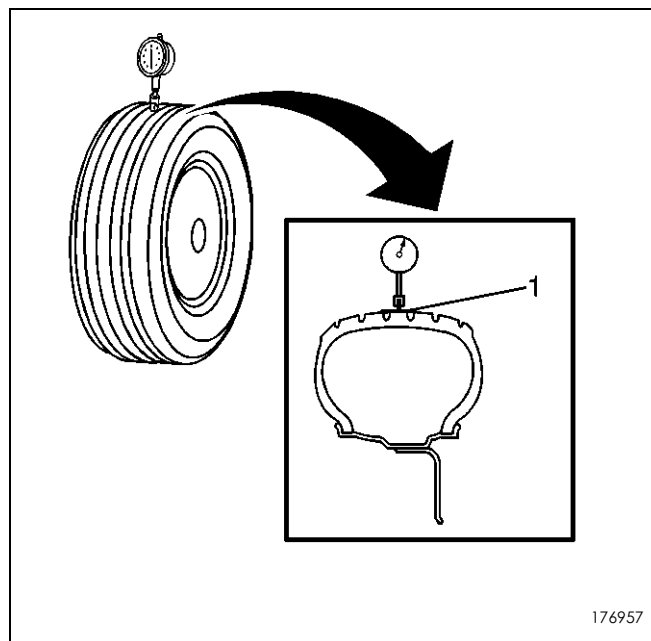
检查轮胎和车轮总成是否有以下情况：

- 异常磨损，如胎面凹陷、平斑和/或胎面边缘磨损
这些情况会使轮胎发出隆隆声、呼啸声、拍打声和/或导致整个车辆振动。
- 轮胎充气压力符合规格
- 轮胎侧壁鼓包
切勿将鼓包这一异常状况与正常的帘布接头（通常表现为侧壁上的印痕）混淆。
- 轮辋凸缘弯曲

1. 5. 2. 17 轮胎和车轮总成跳动量的测量

- 车上

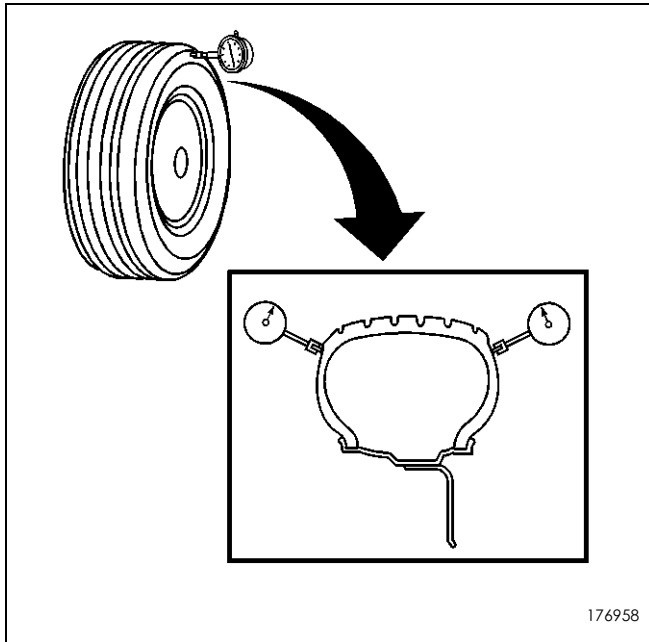
1. 举升并支撑车辆。
2. 仔细检查每个轮胎是否正确且胎圈均匀地嵌入到位。
3. 如果轮胎胎圈未正确地或均匀地嵌入，使轮胎胎圈重新就位，然后转至步骤 4。参见“轮胎和车轮的拆卸与安装”。



4. 用胶带 (1) 沿每个轮胎的胎面中心部位包裹轮胎一周。
用胶带包裹胎面时应考虑到要使径向跳动的读数平稳准确。
5. 将千分表置于胶带包裹的胎面上，使千分表与轮胎胎面垂直。
6. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动的低点。
7. 在低点位置将千分表归零。
8. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一圈以上，测量总的径向跳动值。

规格

轮胎和车轮总成的最大径向跳动量 - 车上测量：1.52 毫米 (0.060 英寸)



176958

9. 将千分表置于轮胎侧壁光滑部位，尽可能地接近胎面，使千分表与轮胎侧壁表面垂直。
10. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动的低点。忽略因侧壁帘布接头导致的任何跳动。
11. 在低点位置将千分表归零。
12. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一圈以上，测量总的端面跳动值。忽略因侧壁帘布接头导致的任何跳动，获得一个平均跳动测量值。

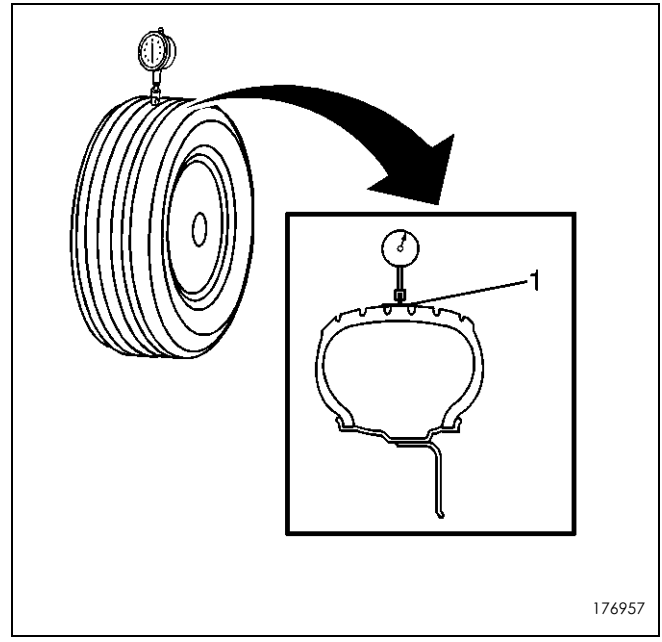
规格

轮胎和车轮总成的最大端面跳动量 - 车上测量：1.52 毫米 (0.060 英寸)

13. 重复步骤 4 至 12，直到所有轮胎和车轮总成都进行了径向和端面跳动测量。
14. 降下车辆。

1.5.2.18 轮胎和车轮总成跳动量的测量 - 车下

1. 举升并支撑车辆。
2. 标记车轮到车轮双头螺栓的相对位置，并且在每个轮胎和车轮（左前、左后、右前、右后）上标记具体的车辆位置。
3. 将轮胎和车轮总成从车辆上拆下。
4. 仔细检查每个轮胎是否正确且胎圈均匀地嵌入到位。
5. 如果轮胎胎圈未正确地或均匀地嵌入，使轮胎胎圈重新就位，然后转至步骤 6。参见“轮胎和车轮的拆卸与安装”。
6. 将轮胎和车轮总成安装在旋转式车轮平衡机上。使锥体穿过中心导孔背面，将轮胎和车轮总成固定在平衡机上。

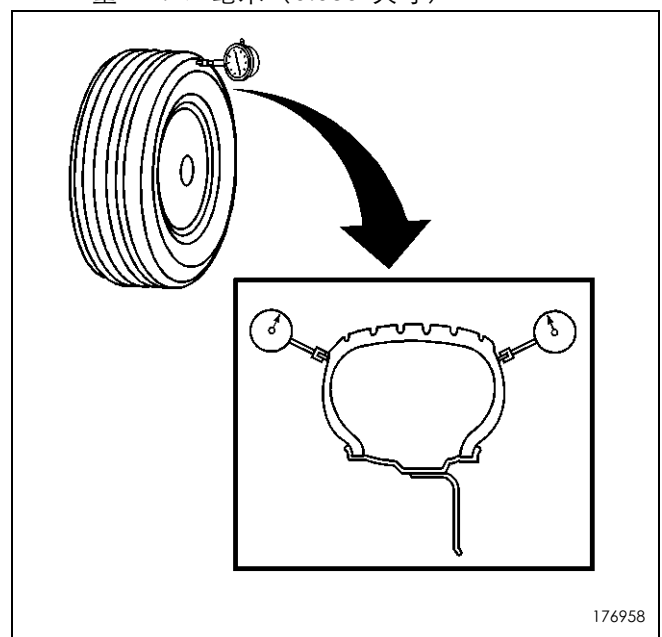


176957

7. 用胶带 (1) 沿每个轮胎的胎面中心部位包裹轮胎外圈一周。
用胶带包裹胎面时应考虑到要使径向跳动的读数平稳准确。
8. 将千分表置于胶带包裹的胎面上，使千分表与轮胎胎面垂直。
9. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动的低点。
10. 在低点位置将千分表归零。
11. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一圈以上，测量总的径向跳动值。

规格

轮胎和车轮总成的最大径向跳动量 - 车下测量：1.27 毫米 (0.050 英寸)



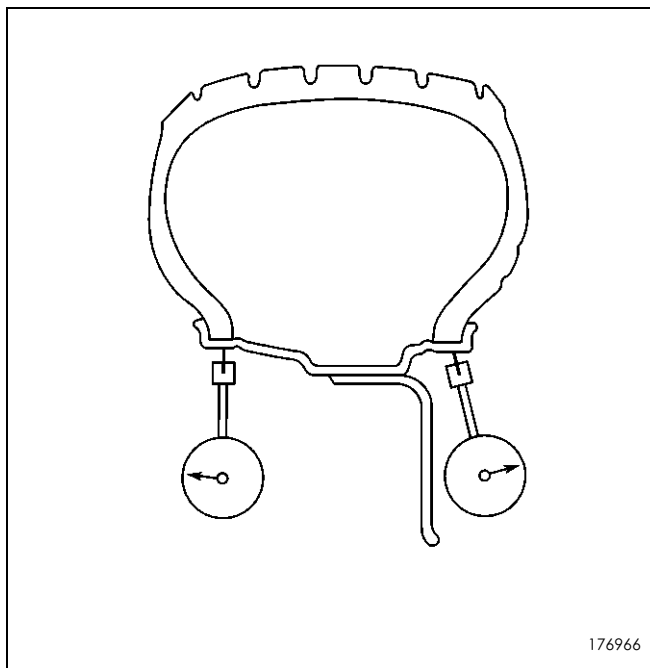
176958

12. 将千分表置于轮胎侧壁光滑部位，尽可能地接近胎面，使千分表与轮胎侧壁表面垂直。
13. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动的低点。忽略因侧壁帘布接头导致的任何跳动。
14. 在低点位置将千分表归零。
15. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一圈以上，测量总的端面跳动值。忽略因侧壁帘布接头导致的任何跳动，获得一个平均跳动测量值。

规格

轮胎和车轮总成的最大端面跳动量 - 车下测量：1.27 毫米 (0.050 英寸)

16. 重复步骤 6 至 15，直到所有轮胎和车轮总成都进行了径向和端面跳动测量。
17. 如果任何轮胎和车轮总成的跳动量测量值不在规格范围内，转至步骤 19。
18. 如果所有的轮胎和车轮总成的跳动量测量值都在规格范围内，则可认为轮胎和车轮总成的车下跳动量合格。

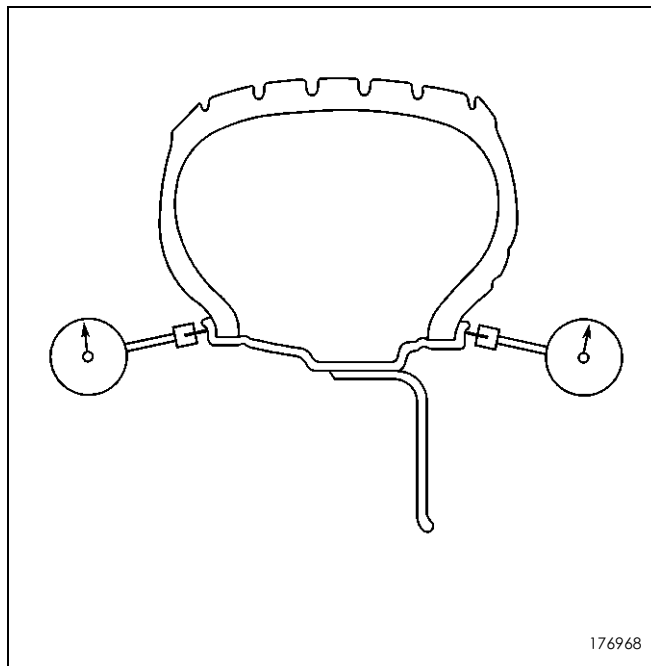


19. 使轮胎仍旧安装在车轮上，然后将千分表置于轮辋凸缘的水平外表面上，使千分表与轮辋凸缘表面垂直。
除非车轮设计不允许，否则车轮跳动应在车轮的内侧轮辋凸缘和外侧轮辋凸缘进行测量。忽略因漆点、碎屑或焊接导致的任何跳动。
20. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动的低点。
21. 在低点位置将千分表归零。
22. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一圈以上，测量总的车轮径向跳动值。

规格

- 铝制车轮的最大径向跳动量 - 车下测量 (安装轮胎)：0.762 毫米 (0.030 英寸)

- 钢制车轮的最大径向跳动量 - 车下测量 (安装轮胎)：1.015 毫米 (0.040 英寸)



23. 使轮胎仍旧安装在车轮上，然后将千分表置于轮辋凸缘的垂直外表面上，使千分表与轮辋凸缘表面垂直。

除非车轮设计不允许，否则车轮跳动应在车轮的内侧轮辋凸缘和外侧轮辋凸缘进行测量。忽略因漆点、碎屑或焊接导致的任何跳动。

24. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动的低点。
25. 在低点位置将千分表归零。
26. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一圈以上，测量总的车轮端面跳动值。

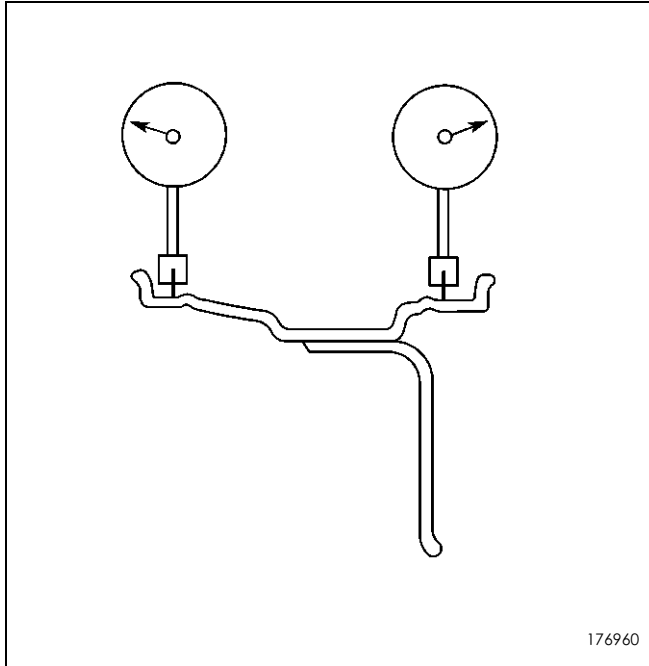
规格

- 铝制车轮的最大端面跳动量 - 车下测量 (安装轮胎)：0.762 毫米 (0.030 英寸)
 - 钢制车轮的最大端面跳动量 - 车下测量 (安装轮胎)：1.143 毫米 (0.045 英寸)
27. 重复步骤 19 至 26，直到对所有跳动量测量值不在规格范围内的轮胎和车轮总成都进行了车轮径向和端面跳动测量。
 28. 如果有任何车轮的跳动测量值不在规格范围内，转至“测量车轮跳动量 - 不安装轮胎”。
 29. 对于任何车轮跳动测量值在规格范围内，而轮胎和车轮总成的跳动测量值不在规格范围内的情况，应更换轮胎，然后平衡轮胎和车轮总成。参见“轮胎和车轮总成的平衡 - 车下”。
 30. 更换轮胎后，务必重新测量相应轮胎和车轮总成的跳动量。
 31. 使用拆卸前所作的装配标记，将轮胎和车轮总成安装到车辆上。

32. 降下车辆。

车轮跳动量的测量 - 不安装轮胎

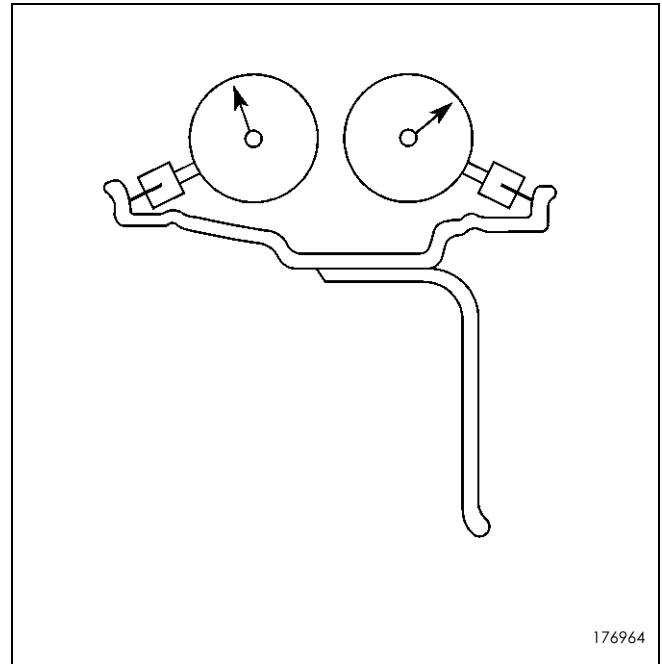
1. 在车轮跳动测量值（安装轮胎）不在规格范围内的轮胎和车轮总成上，标记每个轮胎和车轮彼此的相对位置。
2. 将轮胎从车轮上拆下。参见“轮胎的拆卸和安装”。
3. 将车轮安装在旋转式车轮平衡机上。
4. 使锥体穿过中心导孔背面，将车轮固定在平衡机上。



5. 轮胎未安装在车轮上时，将千分表置于轮辋凸缘的水平内表面上使千分表与轮辋凸缘表面垂直。车轮跳动量应该在内侧和外侧轮辋凸缘上进行测量。忽略因漆点、碎屑或焊接导致的任何跳动。
6. 缓慢地旋转车轮一整圈，找到跳动的最低点。
7. 在低点位置将千分表归零。
8. 缓慢地旋转车轮一圈以上，测量总的车轮径向跳动值。

规格

- 铝制车轮的最大径向跳动量 - 车下测量（未安装轮胎）：0.762 毫米（0.030 英寸）
- 钢制车轮的最大径向跳动量 - 车下测量（未安装轮胎）：1.015 毫米（0.040 英寸）



9. 轮胎未安装在车轮上时，将千分表置于轮辋凸缘的垂直内表面上，使千分表与轮辋凸缘表面垂直。
车轮跳动量应该在内侧和外侧轮辋凸缘上进行测量。忽略因漆点、碎屑或焊接导致的任何跳动。
10. 缓慢地旋转车轮一整圈，找到跳动的最低点。
11. 在低点位置将千分表归零。
12. 缓慢地旋转车轮一圈以上，测量总的车轮端面跳动值。

规格

- 铝制车轮的最大端面跳动量 - 车下测量（未安装轮胎）：0.762 毫米（0.030 英寸）
 - 钢制车轮的最大端面跳动量 - 车下测量（未安装轮胎）：1.143 毫米（0.045 英寸）
13. 重复步骤 2 至 12，直到对所有跳动测量值（安装轮胎）不在规格范围内的车轮都进行了车轮径向和端面跳动测量（不安装轮胎）。
 14. 如果有任何车轮的跳动测量值（不安装轮胎）不在规格范围内，则更换车轮。
务必测量更换车轮的跳动量。
 15. 对于任何车轮跳动测量值在规格范围内，而轮胎和车轮总成的跳动测量值不在规格范围内的情况，应更换轮胎，然后平衡轮胎和车轮总成。参见“轮胎和车轮总成的平衡 - 车下”。
 16. 使用拆下轮胎前所作的装配标记，将轮胎安装到车轮上，然后平衡轮胎和车轮总成。参见“轮胎和车轮总成的平衡 - 车下”。
拆下和装上轮胎后，务必测量轮胎和车轮总成的跳动量。
 17. 使用拆卸前所作的装配标记，将轮胎和车轮总成安装到车辆上。
 18. 降下车辆。

1.5.2.19 制动盘/制动鼓平衡检查

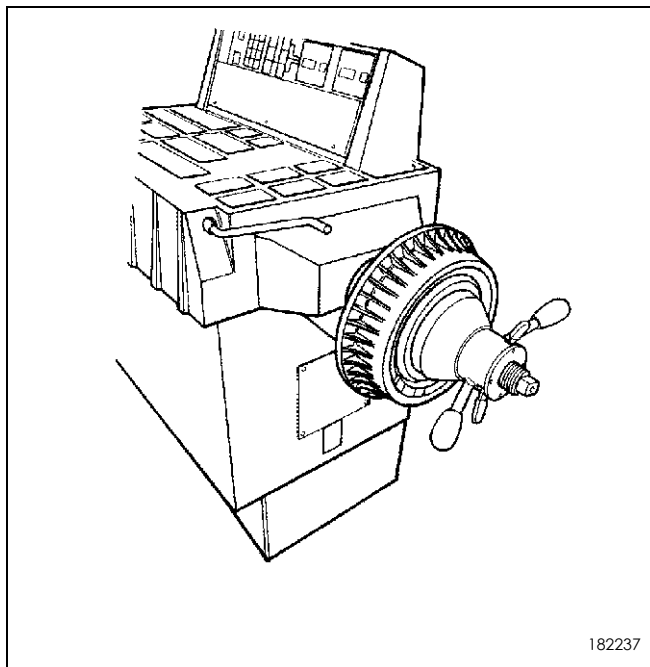
1. 用适当的举升机支撑车辆驱动桥。参见“提升和举升车辆”。
2. 将轮胎和车轮总成从驱动桥上拆下。参见“轮胎和车轮的拆卸与安装”。

警告： 参见“有关工作间测试的警告”。

3. 重新安装车轮螺母，以固定制动盘。
4. 使车辆在出现振动问题的速度下行驶，同时检查是否出现振动。

告诫： 在制动盘和/或制动鼓拆下时或制动钳移开制动盘时，不要踩制动踏板，否则可能导致制动系统损坏。

5. 如果仍然出现振动，将制动盘从驱动桥上拆下，然后使车辆在出现振动问题的速度下行驶。
6. 制动盘从驱动桥上拆下后，如果振动消失，则一次安装一个制动盘重复进行测试。更换导致或引起振动问题的制动盘。



7. 如果按照前面的步骤更换了制动盘，或者如果需要确认前面步骤中所获得的结果，和/或检查驱动桥部件以外的其他部件，则执行以下步骤：

- 7.1. 采用与轮胎和车轮总成相同的方式将制动盘/鼓安装到平衡机上。

注意： 仅检查制动盘/制动鼓是否静态不平衡；忽略动态不平衡的读数。

- 7.2. 检查制动盘/鼓的静态不平衡。

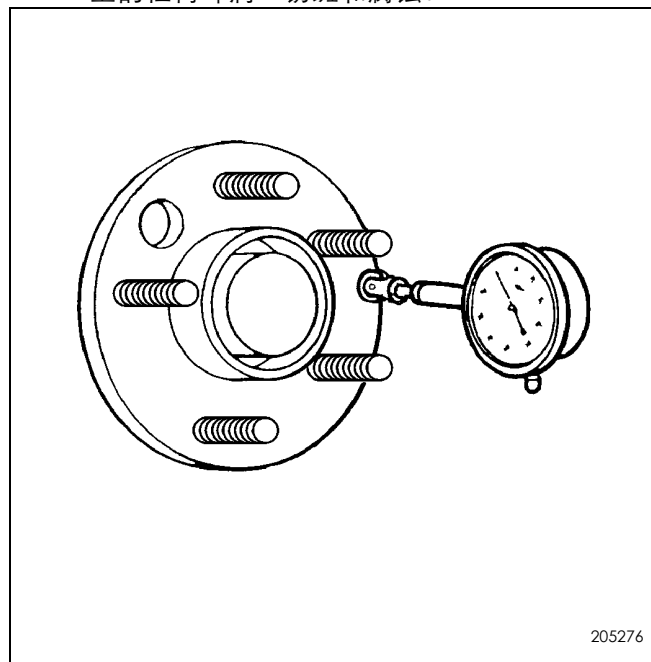
制动盘/制动鼓静态不平衡没有固定的公差。但是，任何制动盘/鼓按这一方式测量，不平衡量超过了 21 克 ($\frac{3}{4}$ 盎司)，可能导致或引起振动。应该更换导致或引起振动的可疑的制动盘/制动鼓。应以相同方式检查所有已更换的制动盘/制动鼓是否不平衡。

1.5.2.20 轮毂/车桥法兰和车轮双头螺栓跳动量的检查

专用工具

J-8001 千分表组件，或同等工具

1. 举升并支撑车辆。参见“提升和举升车辆”。
2. 标记车轮到车轮双头螺栓的相对位置，并且在每个轮胎和车轮（左前、左后、右前、右后）上标记具体的车辆位置。
3. 将轮胎和车轮总成从车辆上拆下。参见“轮胎和车轮的拆卸与安装”。
4. 将制动盘和/或制动鼓从车辆上拆下。清除制动盘、制动鼓（若装备）和轮毂/车桥法兰装配面上的任何碎屑、锈斑和腐蚀。



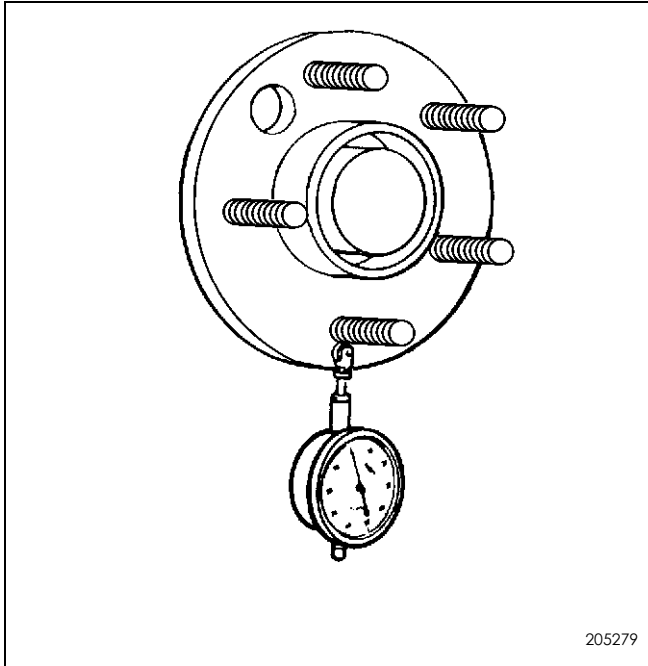
5. 将 J-8001 千分表组件或同等工具，放置在车轮双头螺栓外的轮毂/车桥法兰的机加工表面上。
6. 缓慢地旋转轮毂一整圈，找到跳动的最低点。
7. 在低点位置，将 J-8001 千分表组件或同等工具归零。

8. 缓慢地旋转轮毂一圈以上，测量总的轮毂/车桥法兰跳动值。

规格 - 指导标准

轮毂/车桥法兰跳动量公差的指标：0.132 毫米 (0.005 英寸)

9. 如果轮毂/车桥法兰跳动量在规格范围内且车辆装有车轮双头螺栓，转至步骤 13。
10. 如果轮毂/车桥法兰跳动量在规格范围内且车辆装有车轮螺栓，转至步骤 19。
11. 如果轮毂/车桥法兰跳动量为临界值，轮毂可能是，也可能不是扰动源。
12. 如果轮毂/车桥法兰跳动量过大，则更换轮毂/车桥法兰。测量新轮毂/车桥法兰的跳动量。



13. 定位 J-8001 千分表组件或同等工具，使其接触到车轮安装双头螺栓。
尽可能在靠近法兰的位置测量双头螺栓的跳动量。
14. 旋转轮毂一整圈，以在每个车轮双头螺栓上作好标记。
15. 在最低位置的双头螺栓上，将 J-8001 千分表组件或同等工具归零。
16. 缓慢地旋转轮毂一整圈，测量车轮双头螺栓（双头螺栓圆周）总的跳动量。

规格 - 指导标准

车轮双头螺栓跳动量公差指标：0.254 毫米 (0.010 英寸)

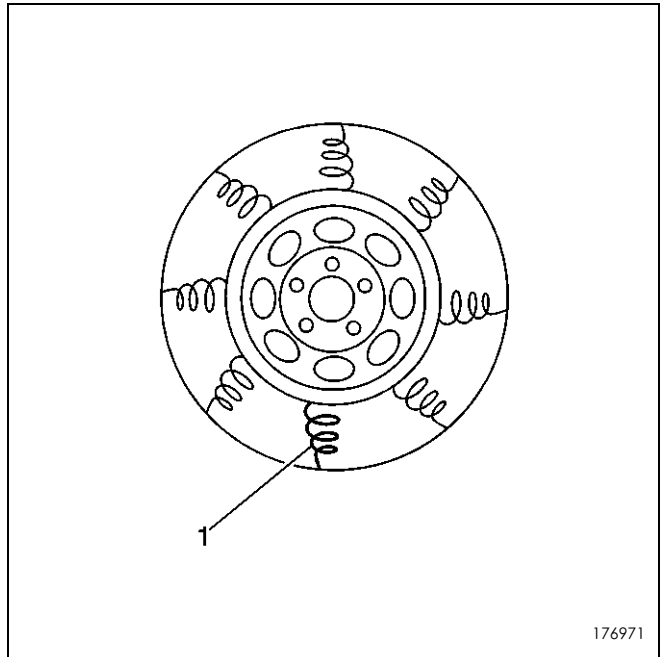
17. 如果车轮双头螺栓（双头螺栓圆周）的跳动量为临界值，车轮双头螺栓可能是，也可能不是扰动源。
18. 如果车轮双头螺栓（双头螺栓圆周）的跳动量过大，必要时，更换车轮双头螺栓。测量新的车轮双头螺栓的跳动量。
19. 检查每一个车轮螺栓的螺纹和锥型座部分是否损坏。
20. 螺纹和/或锥形座损坏的车轮螺栓，需要更换。
21. 将每个车轮螺栓的螺纹部分沿着直尺放置，以检查其直线度。
22. 不直的车轮螺栓需要更换。

1.5.2.21 轮胎和车轮总成隔离测试

力变化

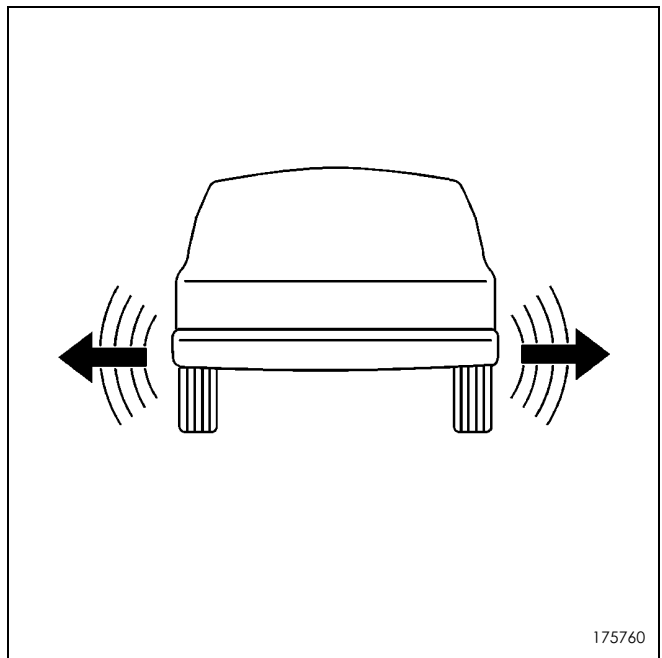
力变化指轮胎和车轮总成的径向或横向运动，十分类似于跳动，但是力变化与轮胎结构的变化有关。即便是轮胎和车轮总成的跳动和平衡都在规格范围内，轮胎结构中存在的变化实际上仍可导致车辆的振动。

径向力变化



径向力变化指轮胎旋转并接触路面时轮胎侧壁刚性的差异。由于轮胎各帘布层内的接头，轮胎侧壁会有多种刚性，但是这些刚性之间的差异不会产生问题，除非力变化过大。当轮胎和车轮总成接触路面时，轮胎侧壁中的坚硬点 (1) 会使轮胎和车轮总成向上反弹。

横向力变化



横向力变化指轮胎旋转并接触路面时轮胎内帘布带刚度或贴合性的差异。轮胎帘布带可能存在有刚度或贴合性差异，但是这些差异不会产生问题，除非力变化过大。轮胎帘布带的这些偏差会使车辆侧向或横向偏转。轮胎内部的帘布带移位可能会导致横向力变化。在大多数横向力变化过大的情况下，车辆在平整路面上以 8-40 公里/小时 (5-25 英里/小时) 的低速行驶时会出现颤振或摆动。

隔离测试程序

为了确定车辆是否存在力变化，执行以下测试。

1. 用一套已知良好、经过测试且尺寸和型号相同的轮胎和车轮总成替换原来被怀疑是导致振动的总成。参见“轮胎和车轮的拆卸与安装”。
2. 路试车辆，确定振动是否仍然存在。参见“振动分析 - 路试”。
3. 如果使用了已知良好的轮胎和车轮总成后振动仍然出现，那么导致振动的原因不是力变化。
4. 如果使用已知良好的轮胎和车轮总成后振动消除了，则根据拆下前所作的装配标记安装原来的一个轮胎和车轮总成。参见“轮胎和车轮的拆卸与安装”。路试车辆，确定振动是否重新出现。参见“振动分析 - 路试”。
5. 继续安装其他原来的轮胎和车轮总成，一次安装一套总成，然后进行路试，直到确定了是哪一套轮胎和车轮总成引起了振动。
6. 更换引起振动的轮胎和车轮总成上的轮胎，然后平衡总成。参见“轮胎和车轮总成的平衡 - 车下”。

1.5.3 维修指南

1.5.3.1 轮胎和车轮总成的平衡 - 车下

警告： 在轮胎平衡前不遵循以下注意事项，可能导致人身伤害和部件损坏：

- 清除车轮内侧的污物或积垢。
- 清除胎面上的石子。
- 戴好安全眼镜。
- 在铝制车轮上使用有涂层的配重块。

轮胎和车轮总成平衡机的校准

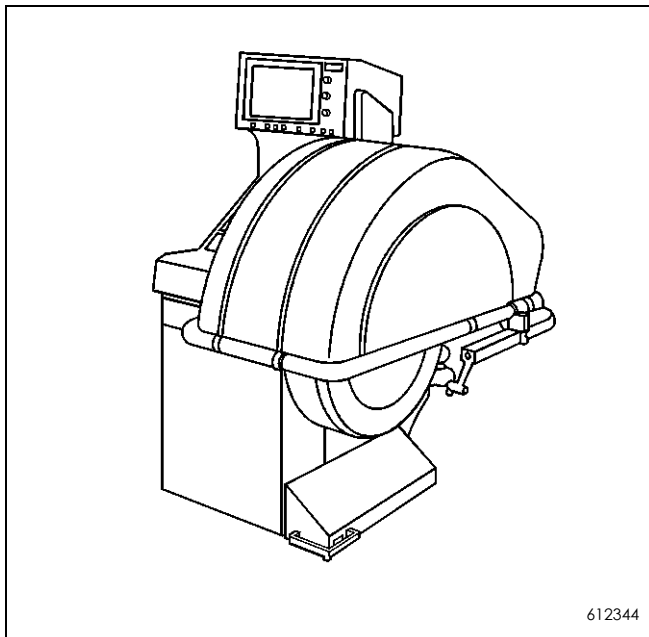
轮胎和车轮平衡机长时间使用后会漂离校准状态，或因经常使用而变得不准确。而校准问题很可能没有任何可察觉的迹象。如果平衡机未按规定进行校准，则在该平衡机上进行平衡的轮胎和车轮总成实际上可能并未获得平衡。

如果轮胎和车轮总成平衡机经常使用，和/或平衡机读数有疑问，则应大约每 2 周对平衡机的校准状态进行一次检查。

轮胎和车轮总成平衡机的校准测试

注意： 如果平衡机在校准测试的任何一个步骤中出现问題，则应该根据制造商的使用说明来校准平衡机。如果平衡机无法校准，请与制造商联系以获取帮助。

根据制造商的建议检查轮胎和车轮总成平衡机的校准，或执行以下测试。



612344

1. 在不带车轮或轴适配器的状态下，转动平衡机。
2. 检查平衡机读数。

规格

0 到 7 克 ($\frac{1}{4}$ 盎司)

3. 如果平衡机符合规格，则使用该平衡机将符合径向和端面跳动公差 of 的轮胎和车轮总成平衡到零为止。
4. 在轮胎和车轮总成平衡后，在车轮的任一位置上加上 85 克 (3 盎司) 的测试配重块。

5. 再次旋转轮胎和车轮总成。记下读数。

- 在静平衡和动平衡模式中，平衡机应要求在与测试配重块相对 180 度位置上再加上 85 克 (3 盎司) 的配重。
- 在动平衡模式中，也应在与测试配重块相对的车轮法兰上增加配重。

6. 在总成不平衡达 85 克 (3 盎司) 情况下，转动平衡机 5 次。

7. 检查平衡机读数：

规格

最大变化：7 克 ($\frac{1}{4}$ 盎司)

8. 在平衡机轴上重新定位轮胎和车轮总成，从其原来位置旋转 90 度。
9. 将总成置于新的位置上，旋转平衡机。

10. 检查平衡机读数：

规格

最大变化：7 克 ($\frac{1}{4}$ 盎司)

11. 重复步骤 8 至 10，直到轮胎和车轮总成在平衡机轴的 4 个位置上依次进行了旋转和检查。

轮胎和车轮总成平衡准则

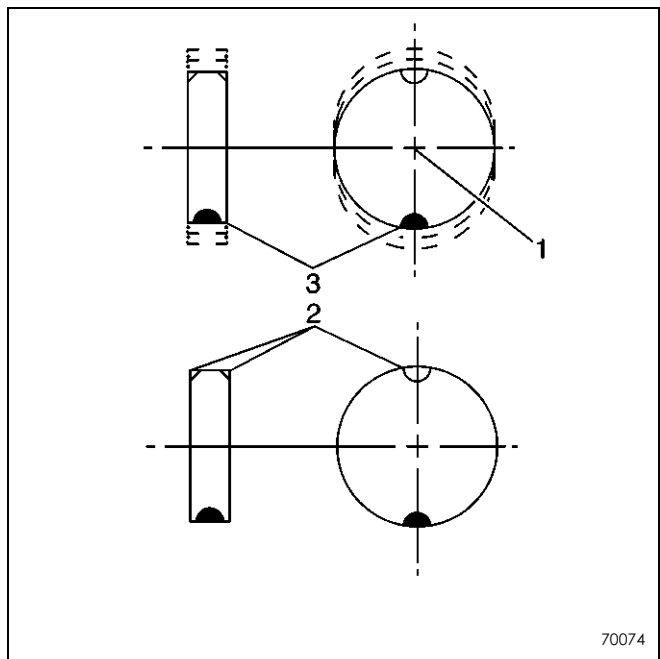
注意： 即使轮胎和车轮总成进行了平衡，但跳动量过大的轮胎和车轮总成仍会产生振动。

在轮胎和车轮总成平衡之前，如有必要，强烈建议对轮胎和车轮总成的跳动量进行测量和校正。

如果未测量轮胎和车轮总成的跳动量，请在继续操作前参见“轮胎和车轮总成跳动量的测量 - 车下”。

轮胎和车轮平衡有 2 种类型：

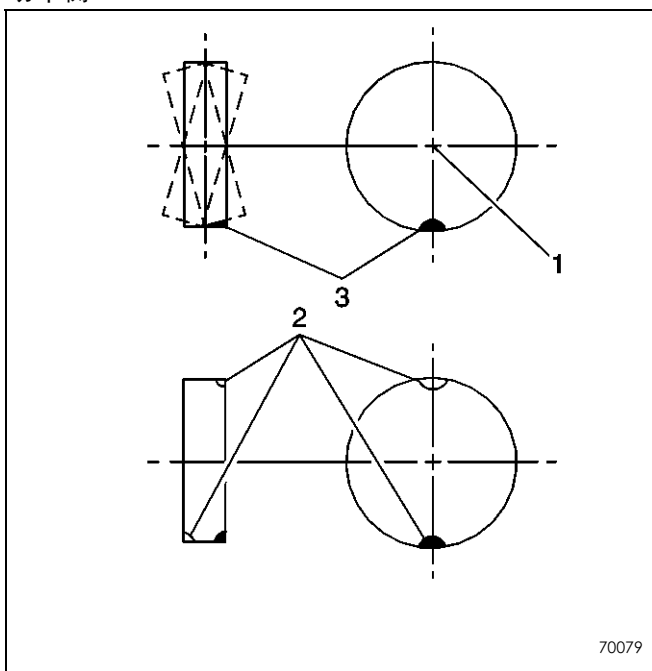
静平衡



70074

静平衡指沿车轮圆周均匀分配重量。为了抵消较重的点 (3) 的影响，将车轮配重块 (2) 放置在车轮上。静态不平衡的车轮可能会产生弹跳动作，称为“跳震”。

动平衡



动平衡指在轮胎和车轮总成中心线的两侧均匀分布重量。为了抵消较重的点 (3) 的影响，将车轮配重块 (2) 放置在车轮上。动态不平衡的车轮有一种从一侧向另一侧运动的趋势，会导致“摆振”。

多数的车下平衡机能够同时检查这两种平衡。

总的来讲，大多数车辆对静不平衡要比动不平衡更为敏感，但是，对于装备了低截面、宽胎面花纹、高性能轮胎和车轮的车辆，即使动不平衡量较小，也易受到影响。在某些车型中，即使是小到 14-21 克 ($\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ 盎司) 的不平衡量也会引起振动。

平衡程序

注意：在平衡轮胎和车轮总成时，请使用已知良好、刚经过校准的车下双平面动平衡机，并将其设定为最精细平衡模式。

1. 举升并支撑车辆。参见“提升和举升车辆”。
2. 标记车轮到车轮双头螺栓的相对位置，并且在每个轮胎和车轮（左前、左后、右前、右后）上标记具体的车辆位置。
3. 逐个拆下轮胎和车轮总成，并将其安装在旋转式车轮平衡机上。参见“轮胎和车轮的拆卸与安装”。
4. 严格遵守车轮平衡机制造商提供的说明，采用正确的安装方法来安装不同类型的车轮。
将售后加装车轮（特别是采用通用凸耳的车轮）假定为导致跳动和安装问题的潜在原因。
5. 确保车轮配重块适合于要平衡车轮的轮辋类型。确保在铝制车轮上使用正确的带涂层的车轮配重块。参见“车轮配重块的使用方法”。
6. 尽可能将所有四个轮胎和车轮总成平衡到接近于零为止。

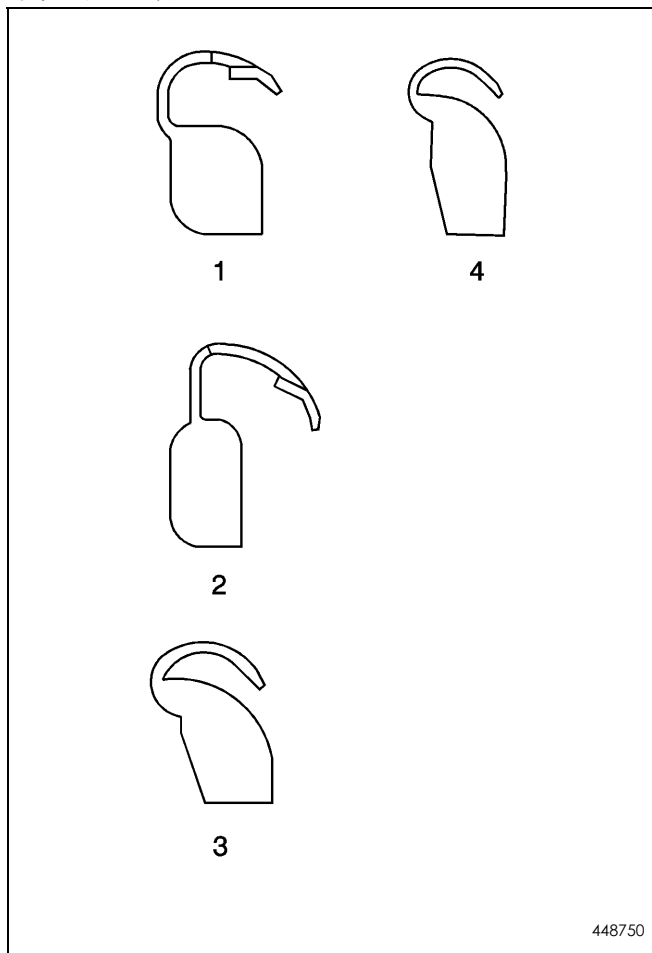
7. 使用拆卸前所作的装配标记，将轮胎和车轮总成安装到车辆上。参见“轮胎和车轮的拆卸与安装”。

8. 降下车辆。

车轮配重块的使用方法

轮胎和车轮总成可使用静平衡或动平衡法进行平衡。

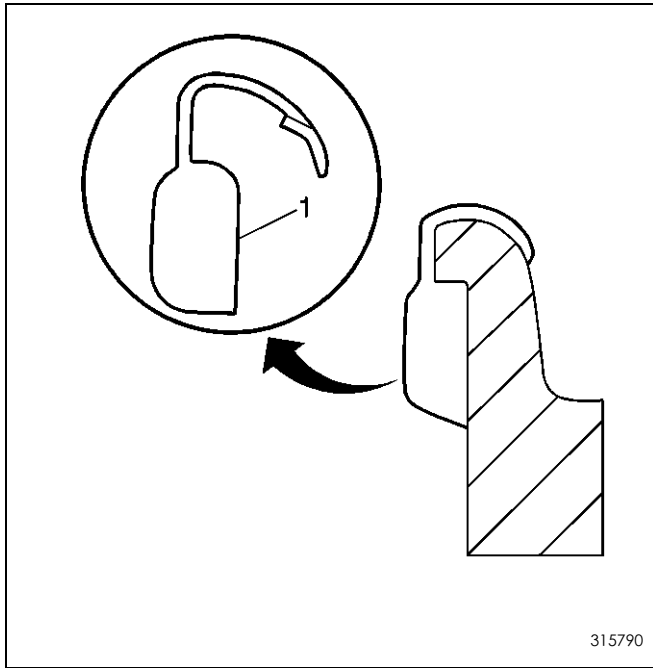
卡住式配重块



注意：在使用卡住式配重块来平衡原厂铝制车轮时，必须使用专用的聚酯涂层配重块。这些涂层配重块降低了腐蚀或损坏铝制车轮的可能性。

这些涂层配重块降低了腐蚀或损坏铝制车轮的可能性。

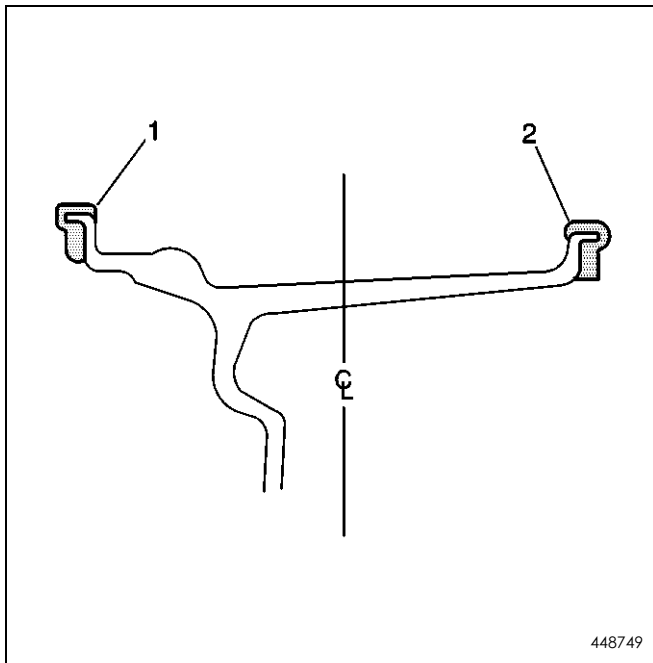
- MC (1) 和 AW (2) 系列配重块允许在铝制车轮上使用。
- P (3) 系列配重块只允许在钢制车轮上使用。
- T (4) 系列涂层配重块在钢制和铝制车轮上都可使用。



注意：在安装聚酯涂层卡住式车轮配重块时，请使用尼龙或塑料锤，以最大程度地降低损坏聚酯涂层的可能性。

轮辋凸缘的轮廓和类型决定了应该采用哪种类型的卡住式车轮配重块 (1)。配重块应贴紧轮辋凸缘的轮廓。配重块卡子应牢固卡在轮辋凸缘上。

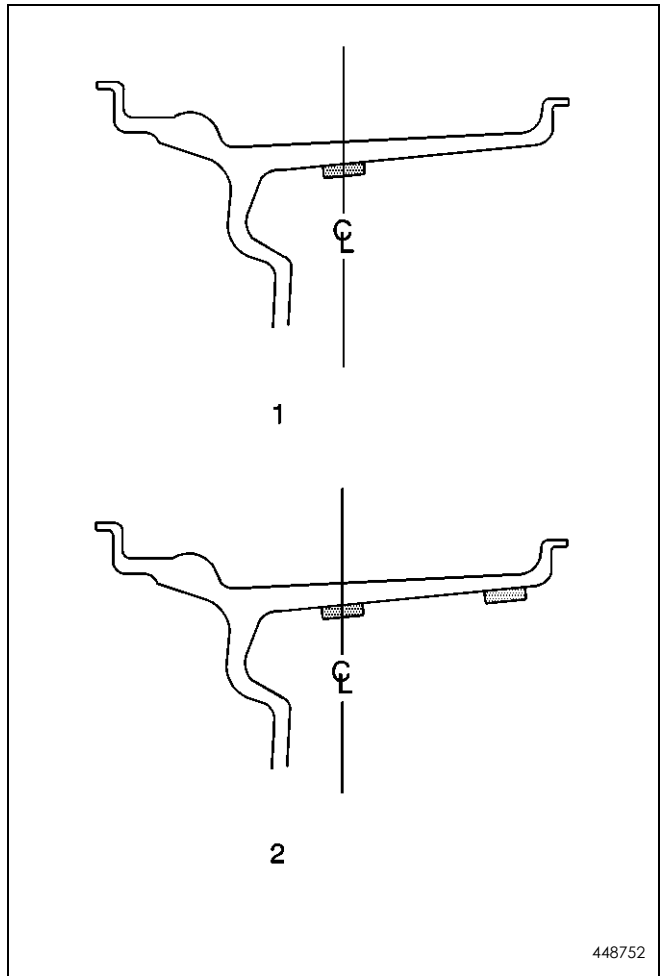
车轮配重块的放置 - 卡住式配重块



进行静平衡时，如果仅要求 28 克（1 盎司）或以下的配重块，则将其放置在内侧凸缘 (2) 上。如果静平衡需要 28 克（1 盎司）以上的配重块，则尽可能将配重块均匀分配在内侧凸缘 (2) 和外侧凸缘 (1) 之间。

进行动平衡时，将车轮配重块安装在轮胎平衡机指定的位置的内侧轮辋凸缘 (2) 和外侧轮辋凸缘 (1) 上。

粘接式配重块



注意：在无凸缘的车轮上安装粘接式配重块时，切勿将配重块安装在轮辋的外侧表面上。

粘接式配重块可用在原厂铝制车轮上。按以下程序安装粘接式车轮配重块。

1. 确定车轮配重块放置在车轮上的正确放置位置。
 - 进行静平衡时，如果要求仅 28 克（1 盎司）或以下的配重块，则在车轮内侧表面上沿车轮中心线 (1) 放置车轮配重块。如果要求 28 克（1 盎司）以上的配重块，则尽可能在车轮中心线和车轮内表面 (2) 的内侧边缘之间均匀分配配重块。
 - 进行动平衡时，按车轮平衡机指定的位置，沿车轮中心线和车轮内表面 (2) 的内侧边缘放置配重块。

2. 确保配重块与制动系统部件之间留有足够的间隙。

注意：切勿使用研磨剂来清理车轮表面。

3. 用沾有通用清洁剂的干净的抹布或纸巾，彻底清除配重块指定安装部位上的任何腐蚀物、过量喷涂物、污物或其他任何异物。
4. 为确保没有任何残余物，用干净的抹布或纸巾沾取按 1: 1 混合的异丙醇和水混合液，再次擦拭配重块的安装部位。

-
5. 用热风干燥安装部位，直到车轮表面摸上去温热。
 6. 将车轮配重块的背胶预热至室温。
 7. 将配重块背面的背胶衬纸撕下。切勿触摸背胶胶面。
 8. 将配重块贴到车轮上，并用手按压到位。
 9. 用辊轮施加 90 牛（21 磅）的力，将配重块固定到车轮上。

1.5.4 说明与操作

1.5.4.1 振动原理和术语

振动原理

近几年来，车辆的设计和制造工艺要求发生了巨大的变化。

与以前相比，车辆的刚性更大，对来自路面的扰动具有更大的隔离作用。现在设计的车辆结构的刚性更强，许多在早期设计的车辆会发生的振动已不太容易对现在的车辆造成影响，但是，如果在旋转部件和车身之间存在传递路径，即使是比较新型的车辆，也会检测到振动。

当前很多车辆与路面之间并没有足够多的隔离点。如果某个部件产生了足够强的振动，那么现有的隔离可能就无法阻隔振动，而该部件就需要修理或更换。

是否存在扰人的噪声和振动直接影响到客户对车辆整体质量的感觉。

振动是物体的前后或者上下往复运动。以下部件导致了大多数的车辆振动：

- 旋转部件
- 发动机燃烧过程中的点火脉冲

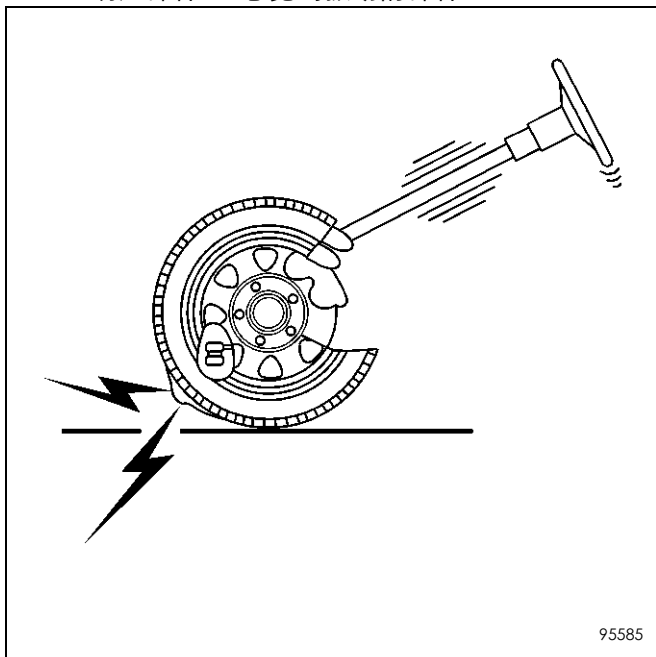
旋转部件严重不平衡或跳动量过大时会引起振动。在振动诊断中，允许的不平衡量或跳动量应视为公差，而不是规格。换言之，不平衡量或跳动量越小越好。

当旋转部件与乘客舱没有正确隔离时，将导致振动问题：如果电机支座损坏，发动机点火脉冲可能被检测为振动。

振动部件在稳定的速率（公里/小时、英里/小时或转/分钟）下运行。测量振动的速率。速率/速度确定后，将振动与以相同速率/速度工作的部件相关联，以找到振动源。振动也有可能通过车身结构传递到其他部件。因此，不能仅仅因为座椅在振动，就认为振动源在座椅中。

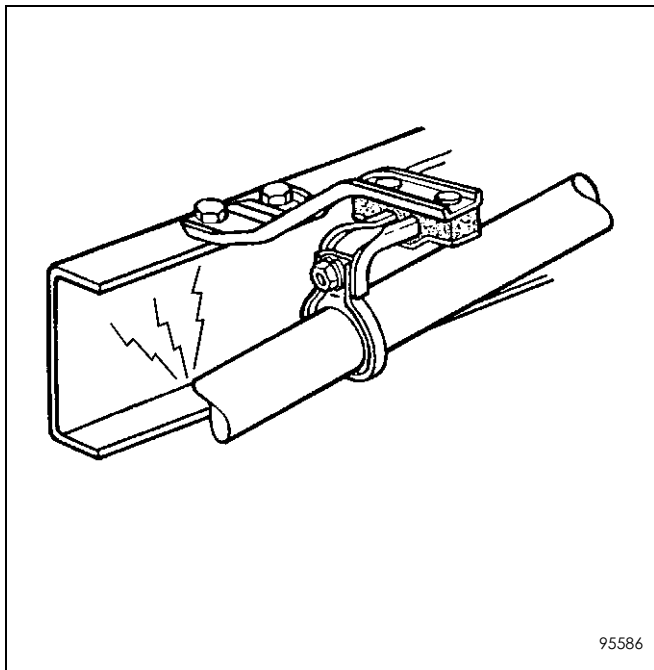
振动由以下三个要素构成：

- 振动源 - 振动的起因
- 传递路径 - 振动通过车辆传递的路径
- 响应部件 - 感觉到振动的部件



95585

在上图中，振动源为失衡的轮胎。传递路径即振动通过车辆悬架系统进入转向柱的途径。响应部件为方向盘，客户报告方向盘有振动。消除三个要素中的任意一个要素，通常就能排除故障。利用收集到的信息，确定修理哪个要素最合理。给转向柱加一根撑杆可以防止方向盘振动，但添加撑杆的方法并不实用。最直接、最有效的修理方法就是正确地平衡轮胎。



95586

振动还会产生噪声。例如，设想有一辆车，其排气管碰到车架。振动源是发动机点火脉冲，它通过排气系统传递。传递路径是搭碰或弹撞到车架的排气系统吊杆。响应部件是车架。地板振动时，相当于一个大扬声器，会发出噪声。最佳的修理方法是消除传递路径。调整排气系统的位置，校正排气管碰到车架的状况便可消除传递路径。

基本振动术语

以下为振动诊断的两个主要因素：

- 物体的物理属性
- 物体传递机械能的属性

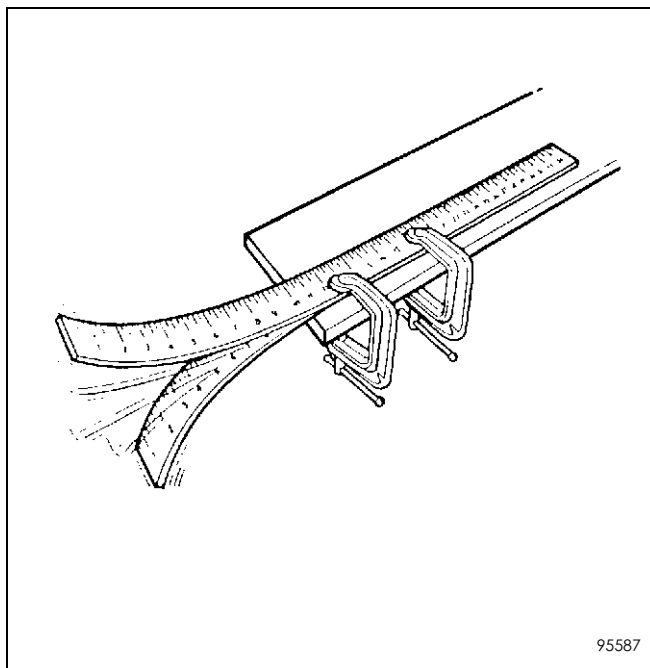
大多数客户报修振动问题是由部件上下或前后的往复运动引起的。以下为常见的振动部件：

- 方向盘
- 座垫
- 车架
- 仪表盘

振动诊断包括以下要点：

1. 测量往复运动，以每秒钟周期数或每分钟周期数为单位获得一个测量值。
2. 将频率与相同转速转动的部件相联系。
3. 检查并测试部件是否存在产生振动的状况。

例如，执行以下步骤将有助于说明振动原理：



1. 将码尺夹在桌子边缘，并留出 50 厘米（20 英寸）长度悬出桌子边缘。
2. 向下拉动码尺边缘并松开，同时观察码尺的运动。

码尺的运动为周期性运动。周期始于中点，继续运动到行程最低点，然后再返回中点，再运动到行程最高点，然后再返回中点，周期重新开始。

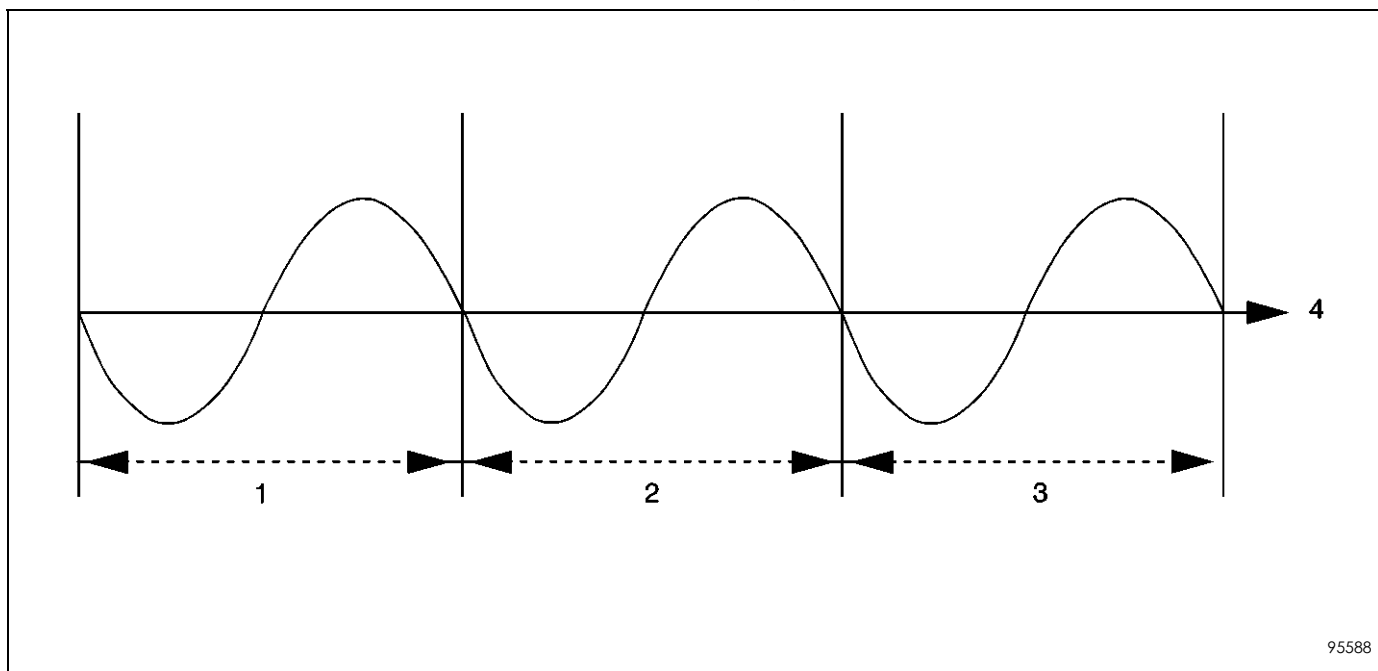
周期性运动以相同的速率或频率反复进行。在这种情况下，每秒钟约 10 个周期。如果我们测量频率，以反映码尺在一分钟内完成的周期数，那么测量值应为 $10 \text{ 周} \times 60 \text{ 秒钟} = 600 \text{ 周/分钟 (cpm)}$ 。

在码尺从最高点到最低点的总行程中，我们还发现了一个特定的运动量，即振幅。按以下方法重新进行实验：

1. 将码尺重新夹在桌子边缘，并留出 25 厘米（10 英寸）长度悬出桌子边缘。
2. 向下拉动码尺边缘并松开，同时观察码尺的运动。

码尺的振动频率加快：每秒钟 30 个周期（每分钟 1800 个周期）。

周期

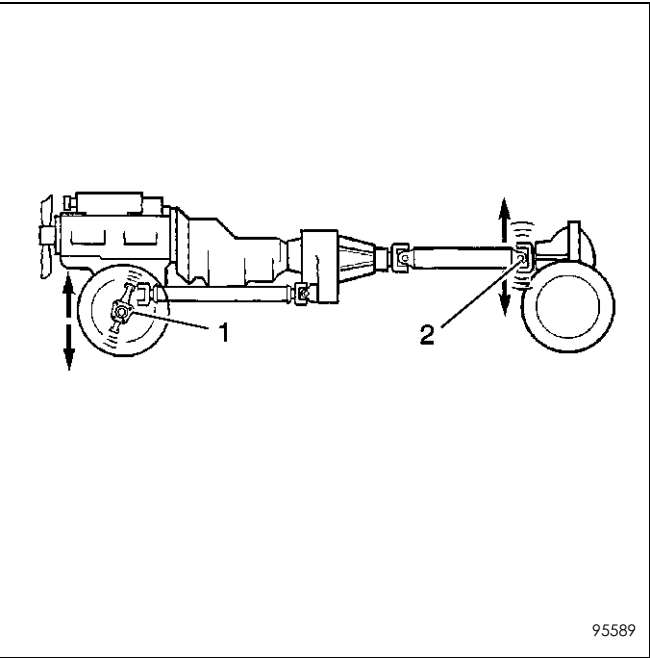


图标

- (1) 第一个周期
- (2) 第二个周期

- (3) 第三个周期
- (4) 时间

动力系统部件的振动周期

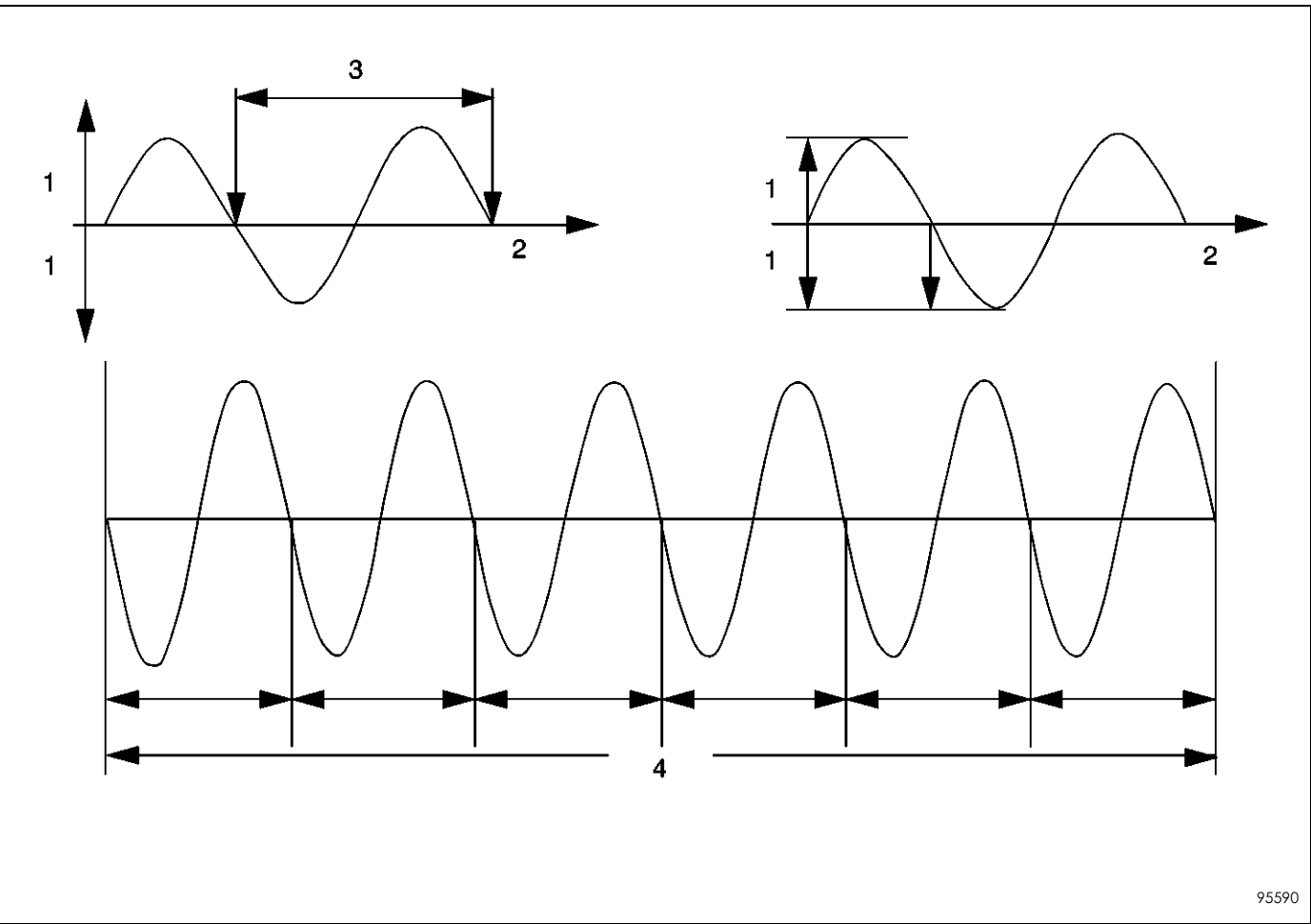


图标

- (1) 芯轴
- (2) 小齿轮前端

周期与圆周源自相同的词根。圆周的开始和结束都在同一个点，与此类似，周期也是如此。所有的振动都由重复的周期组成。

频率



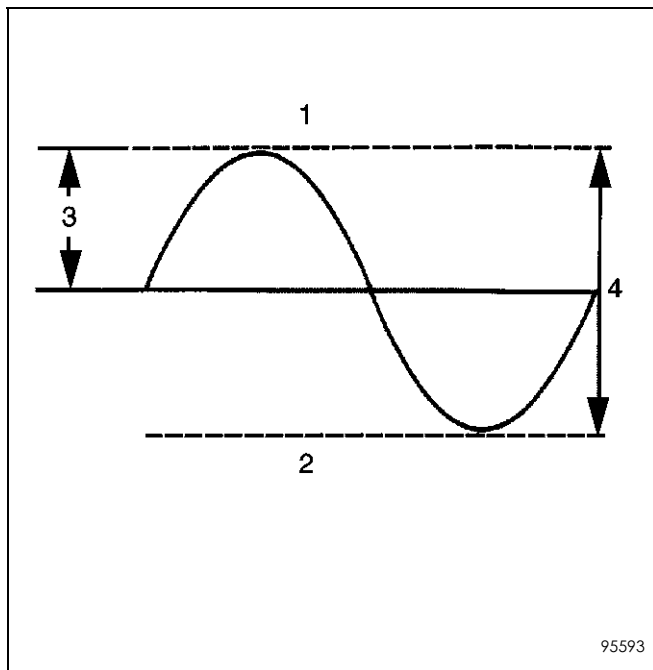
图标

- (1) 振幅
- (2) 参考
- (3) 时间（秒钟）
- (4) 1 秒钟

频率的定义为，在给定的时间内事件发生的次数。针对振动，事件为周期，时间为 1 秒钟。因此，频率可表示为每秒钟周期数。

表示每秒钟周期数相应的术语是赫兹 (Hz)。这是测量频率的最常用的方法。将赫兹乘以 60，得出每分钟周期数或转数 (RPM)。

振幅



图标

- (1) 最大值
- (2) 最小值
- (3) 零值至峰值振幅
- (4) 峰值至峰值振幅

振幅是周期性变化量的最大值。在振动诊断中，通常把振幅作为扰动的幅值。严重扰动的振幅较大；轻微扰动的振幅较小。

振幅按实际运动量或位移量测量。例如，将失衡车轮在 80 公里/小时（50 英里/小时）车速下产生的振动，与 40 公里/小时（25 英里/小时）进行对比。随着车速增加，振幅也增大。

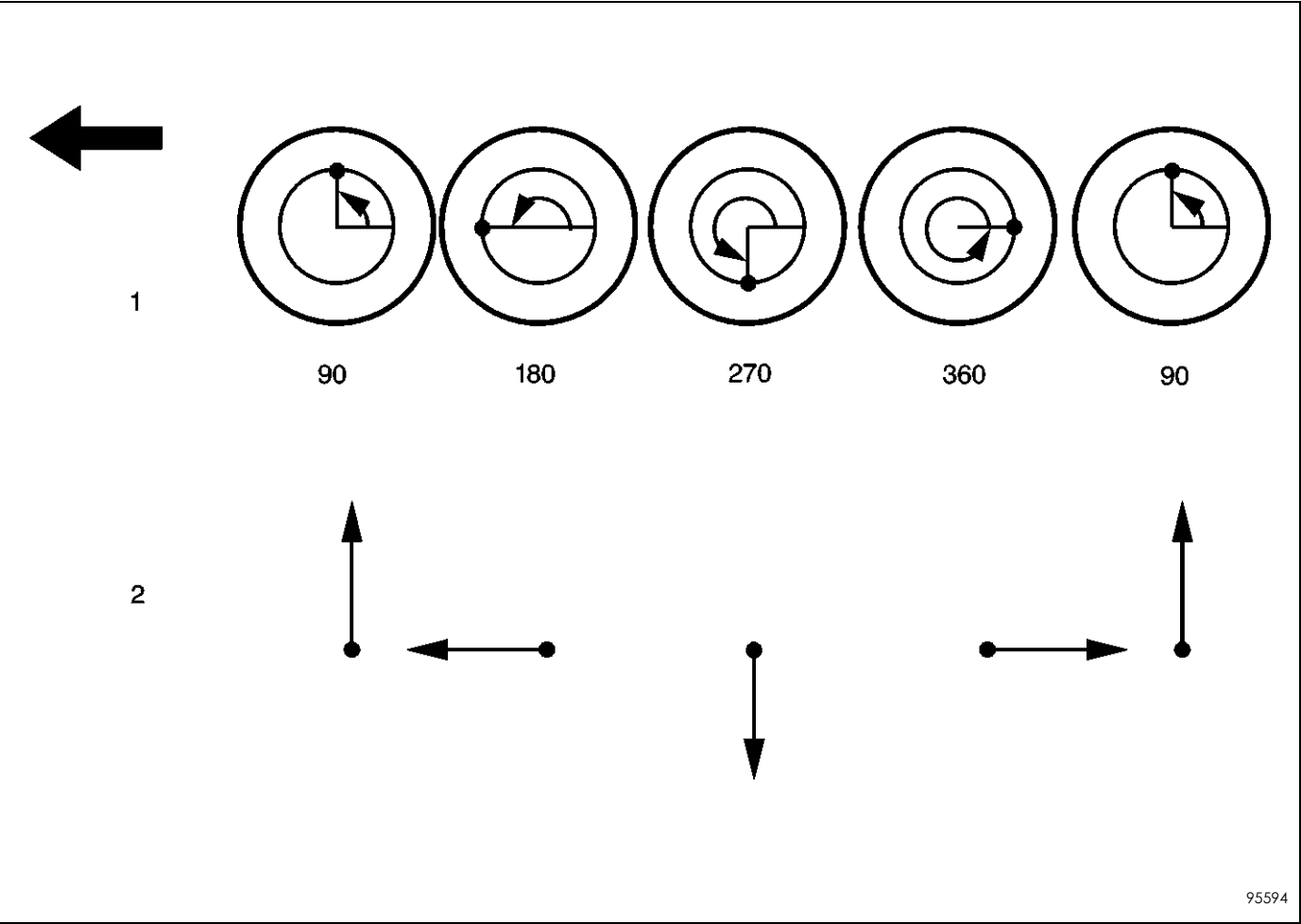
自由振动

自由振动是指没有外力作用下的一种持续性振动。在码尺例子中，即使在松开码尺端部后，码尺仍继续振动。

强迫振动

强迫振动是物体在外力作用下产生的连续性振动。

因失衡产生的离心力



图标

(1) 失衡位置（度）

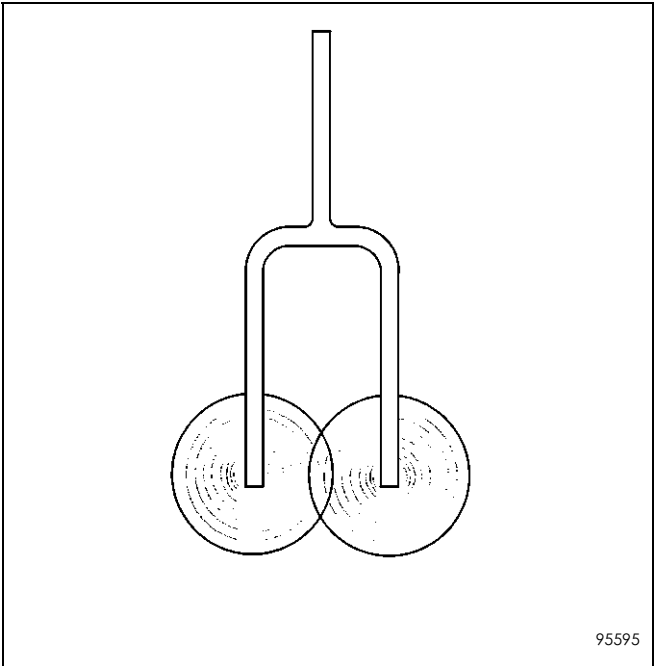
(2) 作用在芯轴上的离心力

失衡的旋转体产生离心力。执行以下步骤，有助于说明离心力：

- 1. 将螺母系在绳子上。
- 2. 握住绳子。使螺母在重力作用下下垂。
- 3. 转动绳子。螺母将沿圆周旋转。

离心力试图使螺母向外飞出，在手上可以感受到拉力。失衡的轮胎就属于这种情况。螺母就相当于轮胎中的不平衡量。绳子相当于轮胎、车轮和悬架总成。随着车速增加，可以通过方向盘、座椅和地板感觉到失衡轮胎产生的扰动力。该扰动是重复性的（赫兹），其振幅会增大。速度越高，频率和振幅也越大。随着轮胎旋转，轮胎每转一圈，不平衡量或离心力将轮胎和芯轴交替上提和下压。

固有频率或共振频率

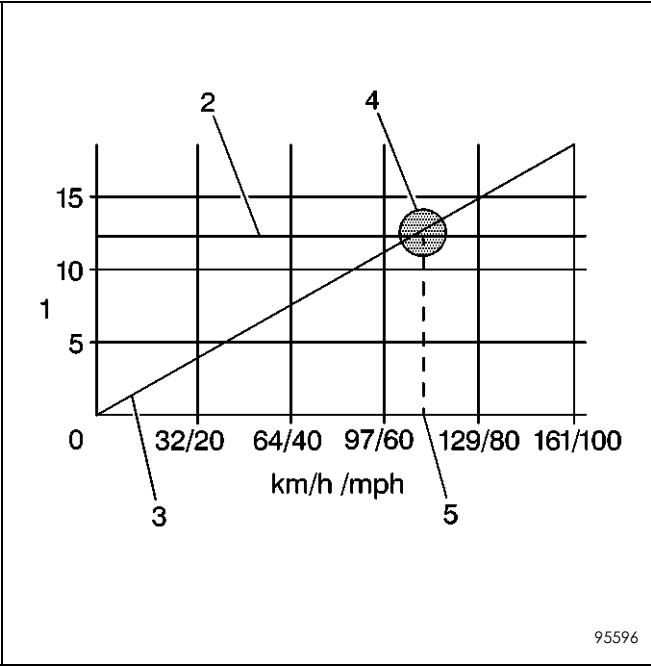


固有频率是一个物体趋向振动的频率。以钟、吉它弦和调音叉为例，当受到外力激励时，它们都趋向于以特定频率振动。

悬架系统，甚至支座内的发动机都有以一定的频率振动的趋势。这就是某些振动问题仅在特定的车速或发动机转速下出现的原因。

材料的刚性和固有频率有一定的关系。一般而言，材料刚度越大，固有频率越高。反之亦然。材料刚度越小，固有频率越低。相反，质量越大，固有频率越低。

共振



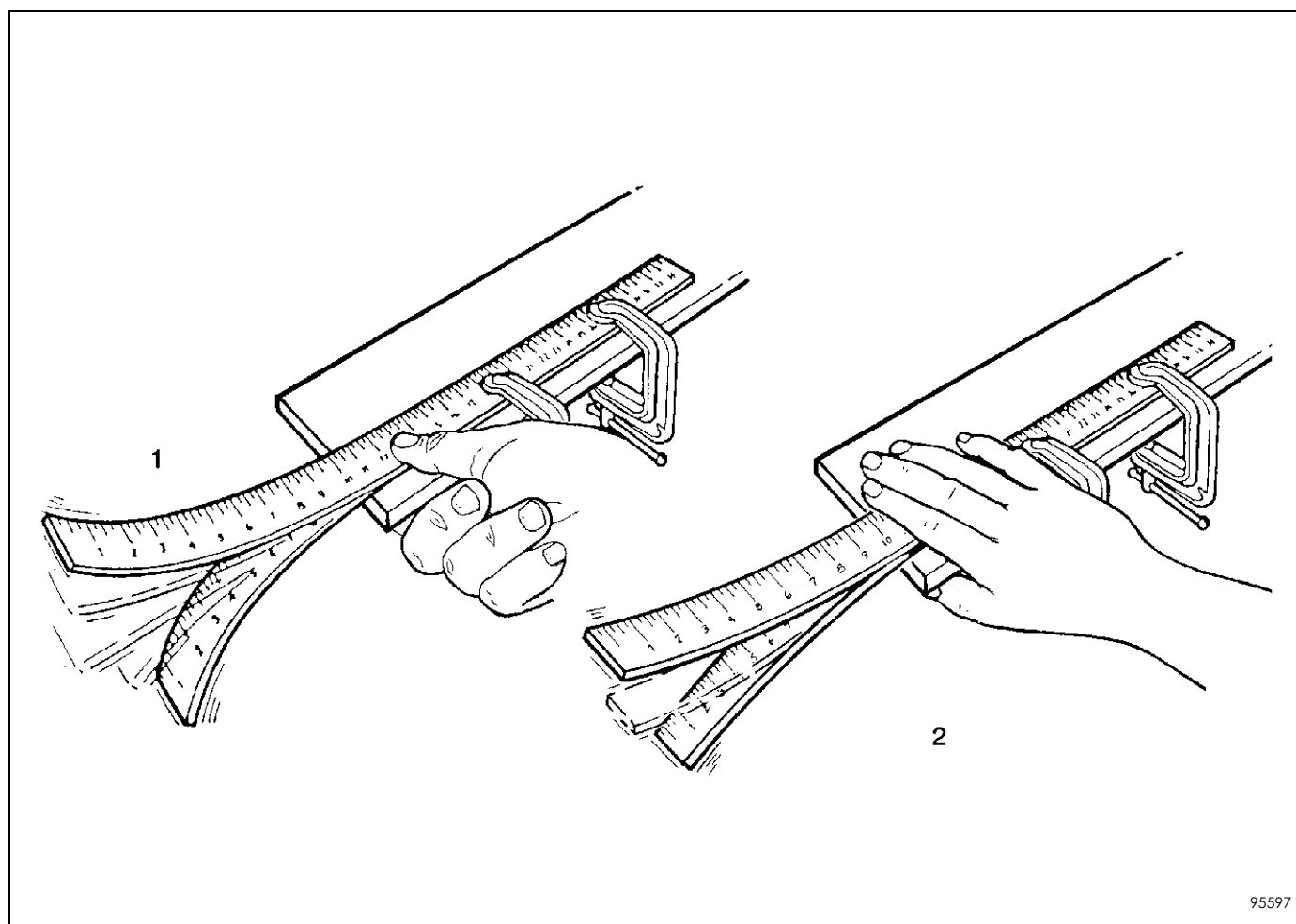
图标

- (1) 频率 - 每秒钟周期数
- (2) 悬架频率
- (3) 不平衡正弦
- (4) 共振点
- (5) 问题出现时的速度

所有物体都有固有频率。典型的汽车前悬架的固有频率在 10 - 15 赫兹范围内。该固有频率是悬架的设计属性。悬架的固有频率在所有车速下都相同。当轮胎速度随车速增加时，轮胎产生扰动的频率也增加。最终，失衡轮胎的频率与悬架的固有频率相交。从而导致悬架振动。交叉点称为共振点。

振幅在共振点最大。尽管在高于和低于出现问题时的速度时都可能有振动感，但在共振点感到的振动最强烈。

阻尼



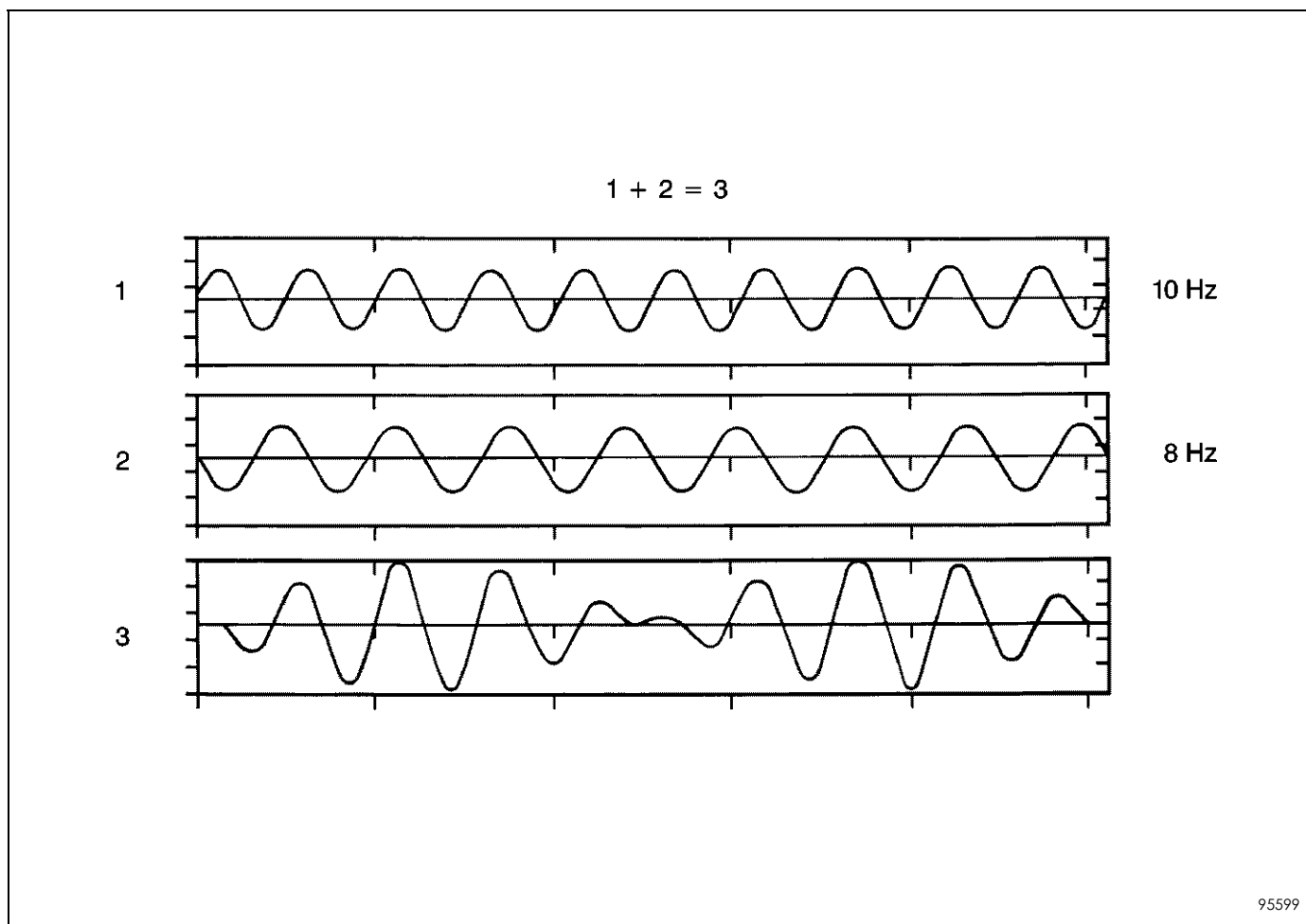
图标

(1) 低阻尼

(2) 高阻尼

振动阻尼是物体或材料扩散或吸收振动能量的能力。汽车的减振器就是一个很好的例子。减振器的功能就是吸收或衰减悬架系统的振荡。

差拍（相位干扰）

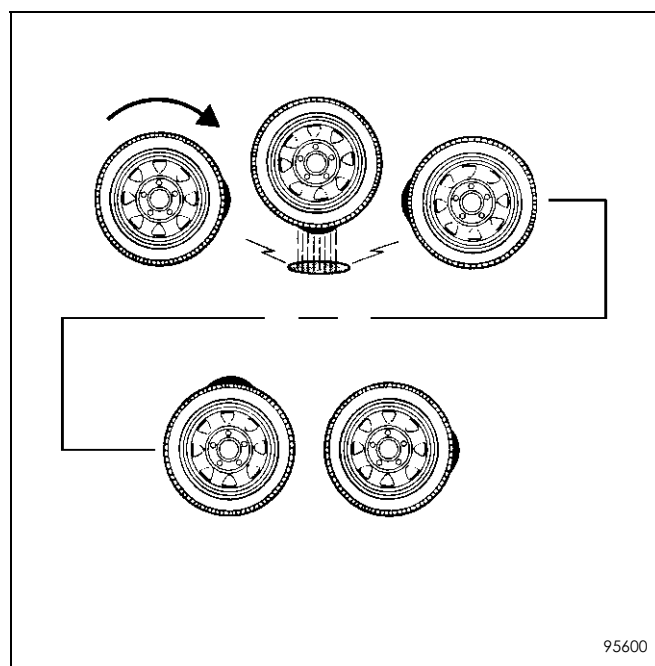


两个频率相近的独立扰动将导致一种称为差拍或相位干扰的状况。当车辆以稳定的速度行驶时，差拍振动的强度或振幅将以周期性模式不断增加。在一些车辆中能听到这种差拍振动产生的嗡嗡声。

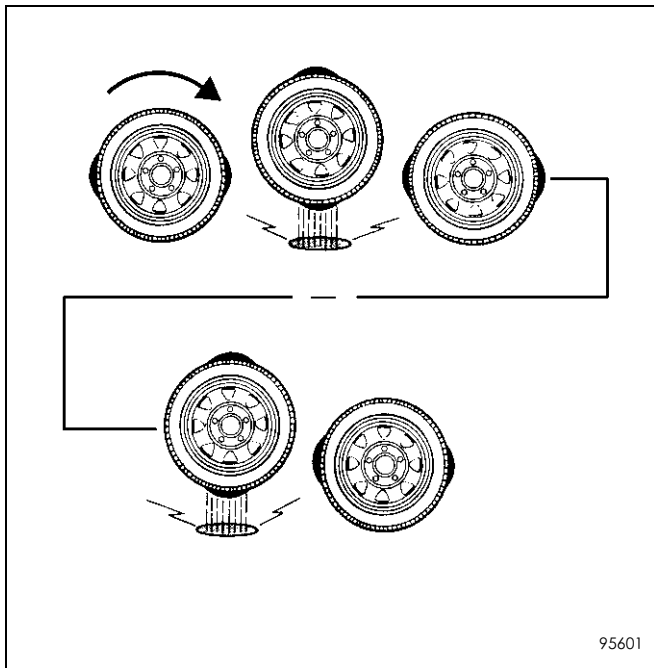
当两个振动力的振幅叠加时，出现差拍现象。但是，两个振动力也会使振幅相互抵消。相近频率的振幅相互叠加和抵消称为差拍。在很多情况下，消除其中某一个扰动，便可校正这种状况。

阶次

阶次是指旋转部件每旋转 1 圈，事件出现的次数。



例如，带有 1 个高点的轮胎，每旋转一圈产生一次扰动。称为一阶振动。



95601

有两个高点的椭圆形轮胎，每转一圈产生两次扰动。称为二阶振动。三个高点为三阶，以此类推。两个一阶振动的总振幅可能会相互叠加或抵消，但仅此而已。两个一阶振动不等于一个二阶振动。在离心力的作用下，失衡的部件总是会产生至少一个一阶振动。

1.5.4.2 电子振动分析仪（EVA）的说明与操作

专用工具

- GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2)
- GE-38792-25感应式正时检测灯

GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 是一个使用 12 - 伏电源的手持式装置，类似于故障诊断仪。它从连接的振动传感器或加速度计接收输入信号，并在液晶显示屏上显示最主要的输入频率（最多 3 个）。在执行振动分析诊断表时，使用 GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 可获得振动问题的频率。在用于振动分析诊断表时，所获得的频率将作为主输入频率，以帮助确定振动源。

电子振动分析仪振动传感器

GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 振动传感器包括 1 根 6.1 米 (20 英尺) 长的电缆，这使传感器可放置在车辆上任何一个感觉到有振动的部件上。

GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 包括 2 个传感器输入端口，它们可以单独启用，允许 2 个独立的振动传感器输入。因此振动传感器可以放置在车上 2 个不同的位置，可同时读取传感器各自的输入，无需停止检测、移动传感器然后再检测。使用 2 个振动传感器有助于在诊断过程中更快地寻找和记录振动的准确频率，更快地比较单个零件或车辆系统 2 个不同部位的振动。

电子振动分析仪振动传感器的放置

正确放置 GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 振动传感器（加速度计）对保证 GE-38792-A电子振动分析

仪 2 (EVA 2) 振动读数的正确性至关重要。振动传感器应该放在被认为对振动响应最强的车辆部件上。如果没有确定某个部件，则首先将传感器安装至转向柱。

电子振动分析仪振动传感器与部件的连接

注意：为了获得准确的振动扰动频率读数，GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 振动传感器必须按所示的方式连接到车辆部件。

由于大多数振动是在上下的方向上感觉到的，因此 GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 振动传感器的设计主要检测垂直面内出现的扰动。所以，GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 振动传感器对方向敏感，并且在安装到车辆部件上时，传感器的“UP”标记面必须朝上且传感器壳体应尽可能水平。每次重复测试或者与其他车辆作比较时，传感器必须安装在同一位置。

GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 振动传感器可以多种方式安装至车辆部件。对于有色金属表面，比如转向柱护罩，可以用油灰、挂钩或环状紧固件安置传感器。对于黑色金属表面，可以用传感器所带的磁铁安置传感器。

电子振动分析仪软件模块

GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 使用了一个软件模块，GE 38792 - 60，它向 GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 提供各种信息。GE 38792 - 60 为 GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 提供了可选择的附加功能，该功能可作为振动诊断的辅助手段。

注意：GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 的软件模块，GE 38792 - 60 具有“Auto-Mode（自动模式）”功能，该功能仅用于支持振动分析诊断表。

该支持功能通过 GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 的“Auto-Mode（自动模式）”实现。当选择该模式时，GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 会提示用户选择 2 个车辆系统（车速或发动机转速）中的一个作为可疑的振动源。利用已输入的车辆数据参数以及所获得的最主要的振动频率，J 38792-A 会确定一个可疑的振动源，比如一阶扰动的轮胎和车轮。这一功能可与振动分析诊断表配合使用，以确认诊断程序所获得的结果。

电子振动分析仪智能频闪功能

如果旋转部件的转速是振动的主频，则 GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 可用于确定某些不平衡的旋转部件/系统。GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 配备有一个频闪灯触发导线，它可以与感应式正时检测灯 GE-38792-25感应式正时检测灯 或同等工具包括 GE 38792 - 组件一起使用，或单独使用。智能频闪功能使用户可输入使频闪灯闪烁的振动频率。标记可疑的旋转部件（如皮带轮），调节频闪频率，使其与诊断过程中所记录的发动机转速下的振动主频相一致，然后在该转速下运转发动机，如果该部件不平衡，则其上的标记看上去是静止的。

电子振动分析仪频闪平衡功能

如果传动轴的转速是振动的主频，则 GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 可用于确定传动轴上的轻点。GE-38792-A电子振动分析仪 2 (EVA 2) 配备有一个频闪灯触发导线，它可以与感应式正时检测灯 GE-38792-25感应式正时检测灯或同等工具包括 GE 38792 - 组件一

起使用，或单独使用，并配合 GE-38792-A 电子振动分析仪 2 (EVA 2) 振动传感器确定传动轴上的轻点并帮助确定传动轴何时获得平衡。

平均/非平均模式

电子振动分析仪提供了 2 种模式来显示振动传感器（加速度计）检测到的振动主频：即平均和非平均（瞬时）模式。

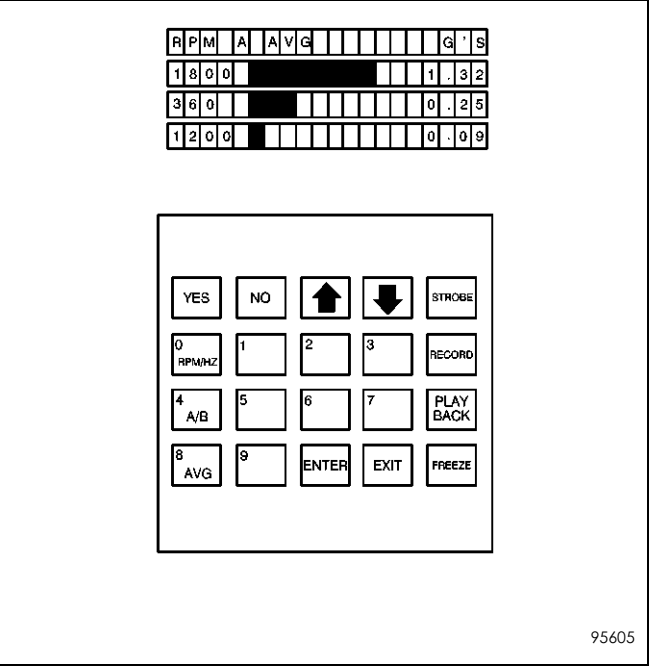
平均模式是利用一段时间内所采集到的多个振动样本值，进行平均，然后显示最主要的频率。采用平均模式，可以将与振动问题不相关，但也被显示出来的突然振动（如凹坑或不平路面产生的突然振动）的频率所引起的干扰减至最低程度。

非平均（瞬时）模式与平均模式相比，对振动扰动更为敏感。采用非平均模式可显示瞬时频率值，它不是一段时间内多个样本的平均值，而是诊断测试过程中特定时刻出现的特定振动频率，并在该时刻显示出来。在检测仪短时出现或加速/减速测试中出现的振动扰动时，非平均（瞬时）模式非常有用。

在平均模式连同“Auto Mode（自动模式）”下运行电子振动分析仪时，显示屏上端，正在使用的振动传感器输入端的左侧，将出现字母“A”。在平均模式连同“Manual Mode（手动模式）”下运行电子振动分析仪时，显示屏的上端中央会显示字符“AVG”。

在非平均（瞬时）模式连同“Auto Mode（自动模式）”下运行电子振动分析仪时，显示屏上端，正在使用的振动传感器输入端的左侧，将出现字母“I”。在非平均（瞬时）模式连同“Manual Mode（手动模式）”下运行电子振动分析仪时，显示屏上端中央将是空白。

电子振动分析仪显示屏



从 GE-38792-A 电子振动分析仪 2 (EVA 2) 振动传感器接收到的振动主频（最多 3 个）按振幅强度降序显示。

频率读数显示在显示屏幕的左侧，紧接着右边是柱状图或者可疑的振动源（取决于所选的模式），然后屏幕的右侧是各个频率的振幅读数。显示屏最上面的一行显示计量单位，左侧是频率，右侧是振幅。显示屏最上面的一行还显示通过键盘选择的振动传感器输入端口（A 或 B）以及所选择的模式：平均或非平均（瞬时）模式。

频率可按每分钟转数 (RPM) 或每秒钟转数，赫兹 (Hz) 显示。选定的显示类型 (RPM 或 Hz) 将在屏幕左侧、频率读数的上方显示。

当不使用“Auto Mode（自动模式）”时，各频率旁将显示柱状图，以便快速查看相关频率的振幅大小。

当使用“Auto Mode（自动模式）”时，各频率旁显示可疑的振动源，以支持诊断过程。

屏幕右侧显示各频率的实际振幅值，显示为“G（加速度力）”。

1.5.4.3 振动软件的说明与操作

GE-38792-VS 振动软件是一个设计用以支持振动分析诊断表的计算机软件程序，它与 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 和故障诊断仪配合使用，协助判断振动源。GE-38792-VS 振动软件根据用户输入的车辆参数，快速计算并生成特定车辆系统和部件的转速以及频率范围图表。

GE-38792-VS 振动软件利用车辆数据参数（如车桥传动比，发动机气缸数等）产生一个基础图表来描述各种车辆系统和/或部件的关系。该图表显示可加以修改，以显示只与车速、只与发动机转速或与车速和发动机转速都相关的数据。这样，用户就可以对通过 GE-38792-VS 电子振动分析仪 (EVA) 2 获得的振动相关的主频以及通过故障诊断仪获得的振动相关的发动机转速进行绘图。一旦这些数据被正确绘制出来，该图表就能指出振动源，以此确认通过振动分析诊断表获得的结果。

空白