

1.5 振动诊断和校正

1.5.1 规格

1.5.1.1 轮胎和车轮跳动规格

轮胎状况

如果达到最小轮胎胎面深度（轮胎上看到磨损指示器），必须通知客户，并在保养计划检查表上的“观察现象”栏中填写“轮胎磨损指示器可见”，VL/VR、HL/HR的单位为毫米。这种情况下，必须测量并记录实际剩余胎面深度（除非是备胎，对于备胎，文字“轮胎磨损指示器可见”足够）。

注意：出于安全原因，胎面深度为2至3毫米时，必须更换轮胎。胎面磨损到胎面磨损指示器可见的程度

时，应达到法律规定的最小胎面深度（1.6毫米）。有许多磨损指示器平均分配在胎面基部。它们的位置标记在侧壁上。

所有上海通用汽车公司出厂的车辆都配备了胎面磨损指示器。关于防滑链的使用，参见《用户手册》。

使用轮胎的工作剖面来估算车辆方向保持性或车桥是否需要检查 - 单独付款。

对于单向胎面的轮胎，确保正确遵循方向标记。仅成对更换同一车桥上的轮胎。

1.5.2 诊断信息和程序

1.5.2.1 振动分析一路试

专用工具

EL-38792-A电子振动分析仪

关于当地同等工具，参见专用工具和设备。

测试说明

以下编号指的是诊断表中的步骤号。

4. 获取轮胎/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电子振动分析仪或通过人工计算获得。

注意：首先务必观察符合客户描述的扰动状态，然后再查看电子振动分析仪对此扰动的响应频率。

9. 将电子振动分析仪的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任何扰动。
10. 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并将发动机转速降至怠速，然后在扰动速度范围内减速滑行。
11. 该测试将排除或确认发动机是否是导致客户报修的原因。

振动分析一路试

步骤	操作	是	否
警告： 参见有关路试的警告。			
1	客户报修的振动问题是否仅在车辆静止时出现？	转至步骤5	转至步骤2
2	目视检查轮胎和车轮总成、转向部件和悬架部件是否存在任何可能的故障。 轮胎和车轮总成、转向部件和悬架部件的工作状况是否良好？	转至步骤4	转至步骤3
3	注意： 未纠正故障前，切勿操作车辆。 在继续操作前，纠正轮胎和车轮总成、转向部件和/或悬架部件的故障。 是否纠正了轮胎和车轮总成、转向部件和/或悬架部件的故障？	转至步骤4	转至步骤2
4	1. 获取驱动桥主减速比。 2. 如果振动分析仪有合适的软件，则获取变速器传动比。 3. 若没有振动分析仪可用，则记下各车桥上轮胎的尺寸，然后计算出已使用的每种尺寸轮胎的转速。参见部件转速计算。 是否使用振动分析仪获得动力总成传动比？或在没有振动分析仪可用的情况下，计算出了部件的转速？	转至步骤5	—
5	1. 安装故障诊断仪。 2. 使用故障诊断仪，显示“Powertrain Control Module（动力总成控制模块）”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6	—
6	使用振动分析仪是收集必要的振动频率数据的首选方法。如果没有振动分析仪可用，则所需的振动频率数据将根据测试中观察到的症状获得。查阅症状－振动诊断和校正，以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”。 是否有振动分析仪可用？	转至步骤7	转至步骤8
7	安装振动分析仪。 振动分析仪是否正常工作？	转至步骤8	检查振动分析仪
8	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9

振动分析一路试（续）

步骤	操作	是	否
9	- 将振动分析仪传感器（如可用）安装在客户确定对振动最敏感的部件上。如果未确定任何部件，则将振动分析仪传感器（如可用）安装在转向柱上。随后，可能需要将传感器移到其他位置。 - 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。 - 观察车辆是否发生符合客户描述的扰动，并记录以下内容： - 车速 - 发动机转速 - 变速器档位范围和具体档位 - 振动频率读数，如果被振动分析仪检测到的话 - 扰动的感觉和/或声音 - 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，则将振动分析仪传感器（如可用）移到该部件上，然后重复步骤2和步骤3。 能否再现客户报修的问题？	转至步骤10	转至振动诊断帮助
10	- 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，则在换回档位前让车辆滑行至停止。 - 将车辆换到空档，然后使车辆在扰动速度范围内减速滑行。在空档减速滑行时，扰动是否仍然出现？	转至步骤12	转至步骤11
11	- 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。 - 减速并安全地降低一个档位。 - 在发生扰动的相同车速下驾驶车辆。 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？	转至振动分析 – 轮毂和/或车桥输入	转至振动分析 – 发动机
12	如果没有振动分析仪可用，则参见症状 – 振动诊断和校正。 振动分析仪是否检测到振动主频？	转至步骤13	转至症状 – 振动诊断和校正
13	- 如果振动分析仪有这些功能，则将驱动桥主减速比、特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。 - 如果振动分析仪无这些功能，则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。 频率数据是否只明显符合轮胎/车轮参数？	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 部件转速计算

专用工具

GE-38792-A电子振动分析仪

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

用电子振动分析仪可以获得轮胎和车轮总成的转速。使用振动分析仪，按以下步骤获得8公里/小时（5英里/小时）时的转速。按“Enter（回车）”键前进，按“Exit（退出）”键返回。

- 在“Main Menu（主菜单）”屏幕上，选择“Auto Mode（自动模式）”。
- 在“Suspected Source（可疑来源）”屏幕上，选择“Vehicle Speed（车速）”。

- 在“Tire Info Source（轮胎信息来源）”屏幕上，选择“Manual Entry（手动输入）”。
- 在“Tire Width（轮胎宽度）”屏幕上，输入轮胎宽度。
例如：对于P245/45/R18轮胎，输入245。
- 在“Aspect Ratio（扁平率）”屏幕上，输入轮胎扁平率。
例如：对于P245/45/R18轮胎，输入0.45。
- 在“Rim Diameter（轮辋直径）”屏幕上，输入轮辋直径尺寸。
例如：对于P245/45/R18轮胎，输入18.0。
- 在“Driveshaft Configuration（驱动轴配置）”屏幕上，输入“FWD（前轮驱动）”，即使车辆是后轮驱动。
- 下一个屏幕将显示刚才输入的轮胎尺寸，以便进行确认。

例如：245 0.45 18.0 - 前轮驱动。如果显示的轮胎尺寸是正确的，则按下“Enter（确认）”键。

9. 在“Vehicle Speed Units（车速单位）”屏幕上，按下“Enter（确认）”键，忽略英里/小时或公里/小时。
10. 慢慢地按下“Exit（退出）”键几次，同时查看屏幕上的退回进程。在“Tire Info Source（轮胎信息来源）”屏幕停住。
11. 在“Tire Info Source（轮胎信息来源）”屏幕上，选择车速为5英里/小时的“RPS（每秒转数）”。
12. 下一屏幕将显示特定轮胎尺寸在车速为8公里/小时（5英里/小时）的每秒转数（RPS）。

例如：P245/45/R18显示轮胎每秒转数为1.08。

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

如果没有振动分析仪可用，则轮胎和车轮总成的转速可以按以下步骤近似计算。

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，轮辋直径18英寸换算为45.72厘米，除以2 = 轮辋半径22.86厘米。
3. 将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，然后按照轮胎侧壁高度减小时轮胎的近似载荷，从结果里减去7%（乘以93%）。
例如：对于P245/45/R18轮胎，胎面宽度245毫米 X 轮胎扁平率（以十进制表示）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 X 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 X 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100,000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，100,000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. 将每公里行程的近似转数除以以8千米/小时的车速行驶1公里的秒数（450秒），计算近似的轮胎每秒转数（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，除以以8千米/小时的车速行驶1公里的秒数450秒 = 轮胎近似的每秒转数（RPS）或者Hz（频率）1.069，四舍五入为1.07。

计算报修问题出现时的车速下，轮胎每秒转数或者频率。

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（1RPS），或者频率为1赫兹。这表示，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. 根据扰动出现时的车速，确定该车速为几个增量，以8公里/小时（5英里/小时）为一个增量。
例如：假设在车速为96公里/小时（60英里/小时）时出现扰动。96公里/小时（60英里/小时）的车速有12个8公里/小时（5英里/小时）增量：96公里/小时（60英里/小时）除以8公里/小时（5英里/小时）= 12个增量
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）增量数目乘以一个增量的转速（转/秒或赫兹）：

12个增量 X 1.08赫兹 = 12.96赫兹，四舍五入到13赫兹

注意：如果没有振动分析仪可用，则将计算的转速与出现振动问题症状的相关频率范围进行比较。参见症状 - 振动诊断和校正。

4. 将扰动出现时特定车速下的轮胎转速，与测试过程中电子振动分析仪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/车轮总成转动有关的一阶扰动。
如果频率不符，则该扰动可能与轮胎/车轮总成转动的高阶扰动相关。
5. 要计算与轮胎/车轮总成转动有关的高阶扰动频率，用扰动出现时特定车速下的轮胎转速乘以阶数：

13赫兹 X 2（二阶）= 26赫兹，与二阶轮胎/车轮总成转速有关

13赫兹 X 3（三阶）= 39赫兹，与三阶轮胎/车轮总成转速有关

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有关。

部件转速工作表

使用下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。

如果填完了轮胎/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。

如果可能与轮胎/车轮总成转速有关的频率仍然与扰动主频不符，则扰动很可能属于扭矩/负载敏感型振动。

轮胎/车轮总成转速工作表

车辆信息

报修车速：英里/小时

年份：车型：

症状：

车辆识别号：

频率：

发动机：变速器：

发动机转速：转数/分

轮胎规格：驱动桥主减速比：：

档位：

轮胎性能标准规格：

轮胎/车轮转速

振动发生于：英里/小时 ÷ 8 (公里/小时)
5 (英里/小时)

=8公里/小时
/5英里/小时的增量

轮胎/车轮转速，每
秒转速(赫兹)

8公里/小时
/5英里/小时
的增量

×

8公里/小时
/5英里/小时
时的轮胎每
秒转速* (来自图表)

=1阶

1阶

× 2

=2阶

1阶

× 3

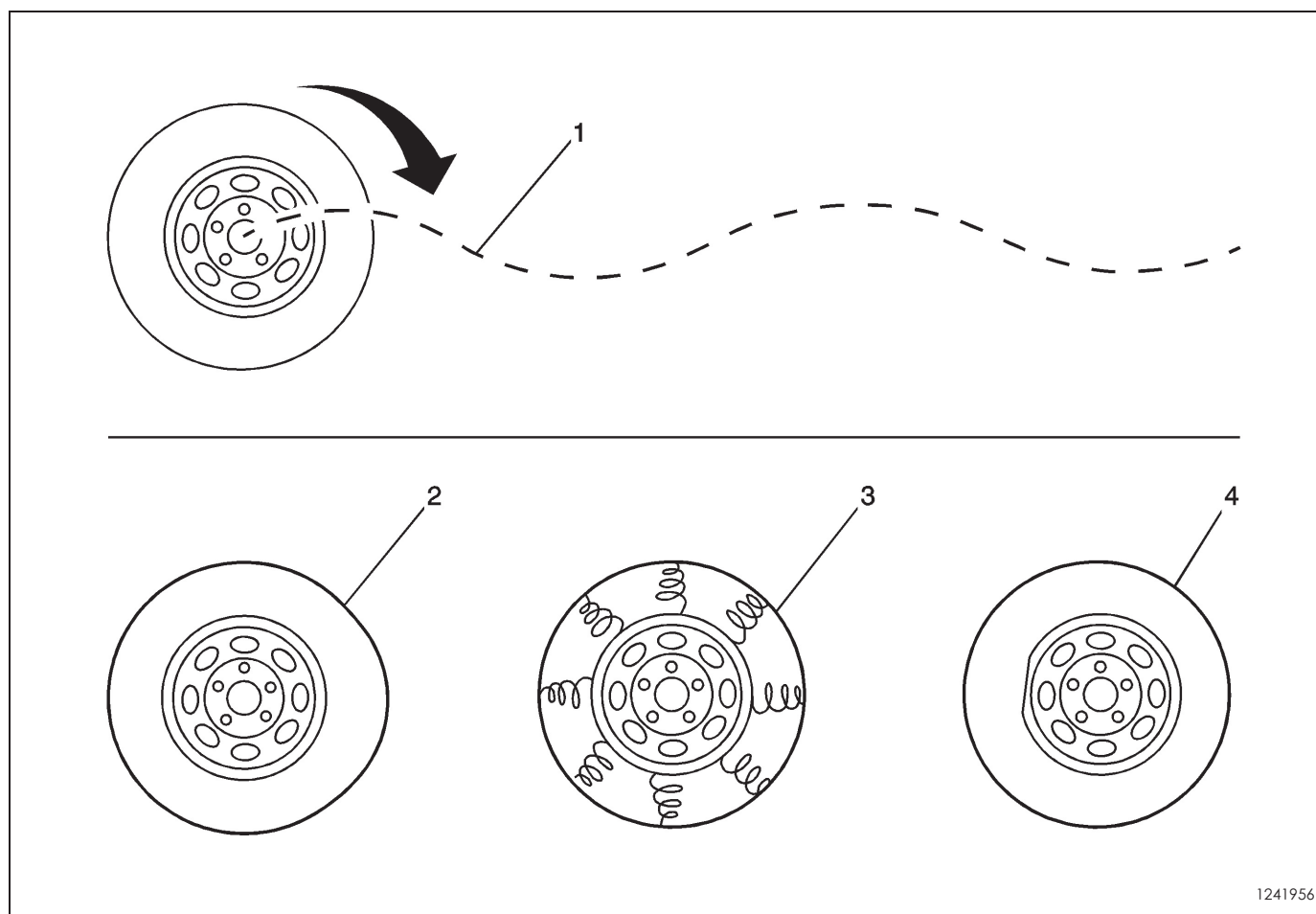
=3阶

*RPS= 每秒转速，等于每秒转数 (赫兹)。

95609

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/车轮总成的转动有关。

1.5.2.3 振动分析—轮胎和车轮



1241956

警告： 参见有关工作间测试的警告。

车轮不平衡引起大多数高速公路振动问题。进行动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，只能查明问题的部分原因。所有3个原因，即承载径向跳动量（1），必须检查，方法是在故障车辆上换上已知良好的轮胎和车轮总成。

在64公里/小时（40英里/小时）以下出现的低速振动，通常是由跳动造成的。在64公里/小时（40英里/小时）以上出现的高速振动，通常是由不平衡或跳动造成的。

校正不一致的轮胎

有两种方法来校正已经过正确平衡但仍存在振动的轮胎。一种方法是使用自动机械，加载轮胎并在外侧2排胎面上从高点打磨少量橡胶。这种方法进行的校正通常是永久性的；如果操作得当，不会明显影响轮胎外观和轮胎胎面寿命。不建议用刀类机器修整轮胎，因为这种做法显著缩短胎面寿命，而且通常不能永久解决问题。

另一种方法是拆卸轮胎，并将它在轮辋上调转180度。仅在轮胎和车轮总成上进行此操作将会引起振动，因

为该方法恰好极有可能引起良好的轮胎和车轮总成发生振动。

1.5.2.4 振动分析—轮毂和/或车桥输入

测试说明

以下编号指的是诊断表中的步骤号：

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. 损坏或磨损的动力总成支座和/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。			
1	是否完成了“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驾驶车辆。 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变化。 在上述步骤中，振动特征是否明显变化（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砰砰声？	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前进档。 注意： 不要加速至驱动轮发出尖叫声、打滑或者跳动的速度 - 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（如装备）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，则更换驱动轴。 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/或可能触碰到其他车辆部件： • 滑柱/减振器 • 弹簧 • 衬套 • 隔振垫 2. 更换任何磨损、损坏、松动和/或与车辆其他部件触碰到悬架部件。 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	1. 检查动力总成支座 - 发动机、变速器、分动箱、直接安装式差速器（如装备） - 和所有动力总成撑杆是否有以下情况： • 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 2. 必要时，更换动力总成支座。 3. 检查排气系统部件是否存在以下情况： • 紧固件松动和/或缺失 - 隔热板 - 接头和/或联轴节： 螺母、螺栓、双头螺栓、卡箍、箍带 - 托架和/或隔振垫安装件 • 与车身和/或底盘部件间隙不足 在空档、前进档和倒档位置且排气系统处于冷、热两种状态下检查 • 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 4. 必要时，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？	转至步骤12	转至步骤11
11	检查车身翘头高度，必要时进行调节。 是否发现并排除了故障？	转至步骤12	转至振动诊断帮助
12	1. 安装或连接诊断期间拆下或断开的所有部件。 2. 按“振动分析 - 路试”表进行检测。参见振动分析 - 路试。 振动是否仍然存在？	转至步骤2	系统正常

1.5.2.5 振动分析—发动机

专用工具

EL-38792-A电子振动分析仪（EVA）2

关于当地同等工具，参见专用工具和设备。

测试说明

以下编号指的是诊断表中的步骤号。

2. 如果出现与动力总成相关的DTC，则可能存在某个导致客户报修问题的动力总成性能故障。
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，这将有助于确定某些扰动是否属于车辆的设计特征。

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	是否完成了“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DTC。 是否设置了DTC？	-	转至步骤3

振动分析－发动机（续）

步骤	操作	是	否
3	1. 用木块垫好前轮。 2. 同时施加行车制动器和驻车制动器。 3. 在故障诊断仪和EL-38792-A分析仪（EVA）2（如可用）仍然安装的情况下，起动发动机。 4. 将变速器挂在空档或驻车档。 5. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 6. 记录故障诊断仪上获取的发动机转速，如果配备了EL-38792-A分析仪（EVA）2并获取到了主频读数，则一并记录主频读数。 7. 将变速器挂在行车档。 8. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 9. 记录故障诊断仪上获取的发动机转速，如果配备了EL-38792-A分析仪（EVA）2并获取到了主频读数，则一并记录主频读数。 10. 如果没有获得频率数据或者没有EL-38792-A分析仪（EVA）2可用，则将变速器挂在倒档（R），然后重复步骤8和9。动力总成的倒档负载有可能增强或改变振动特征。 能否再现客户报修的问题？	转至步骤4	转至振动诊断帮助
4	EL-38792-A分析仪（EVA）2是否检测到主频，或者是否出现明显振动？	转至振动分析－发动机/附件隔振	转至步骤5
5	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进行相同的测试，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。 1. 将故障诊断仪安装至已知状况良好的车辆。 2. 将EL-38792-A分析仪（EVA）2（如可用）安装至已知良好的车辆内；将传感器放置在与客户车辆完全相同的位置。 3. 用木块垫好前轮。 4. 同时施加行车制动器和驻车制动器。 5. 起动发动机。 6. 将变速器挂在空档或驻车档。 7. 缓慢地提高发动机转速，直至客户车辆上的扰动最为明显为止。 8. 记录故障诊断仪上获取的发动机转速，如果配备了EL-38792-A分析仪（EVA）2并获取到了主频读数，则一并记录主频读数。 9. 将变速器挂在行车档。 10. 缓慢地提高发动机转速，直至客户车辆上的扰动最为明显为止。 11. 记录故障诊断仪上获取的发动机转速，如果配备了EL-38792-A分析仪（EVA）2并获取到了主频读数，则一并记录主频读数。 12. 如果没有获得频率数据或者没有EL-38792-A分析仪（EVA）2可用，则将变速器挂在倒档（R），然后重复步骤10和11。动力总成的倒档负载有可能增强或改变振动特征。 两车是否显示出相同的振动特征？	转至振动诊断帮助	转至振动分析－发动机/附件隔振

1.5.2.6 发动机阶次类别

专用工具

EL-38792-VS振动软件

关于当地同等工具，参见专用工具和设备。

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，即每秒转数（RPS）。参见以下例子：

1,200转/分除以60 = 20赫兹（或每秒转数）

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，以确定它们是否相关。
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，那么此扰动与发动机的一阶转速相关。发动机的一阶扰动通常与部件不平衡有关。参见“与发动机阶次有关的扰动”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有关。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数量的术语（一个点火脉冲 = 一次气缸点火），即曲轴转动一整圈的点火脉冲数乘以曲轴每秒钟的转数（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：发动机转速转化为赫兹后为20赫兹；如果车辆配备的是V8发动机，则曲轴完整转动一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赫兹 X 4 = 80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（1,200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（1,200转/分）下，其点火频率应为60赫兹。
20赫兹 X 3 = 60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有关。与发动机点火频率有关的扰动通常与部件隔振不当有关。参见“与发动机阶次有关的扰动”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有关。转至“其他发动机阶次类别”。

其他发动机阶次类别

1. 用扰动再现过程中记录的发动机转速（转换为赫兹数），乘以其他可能的阶数（一阶除外）或者用来确定发动机点火频率的数字。
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，确定它们是否相关。
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，那么此扰动与该发动机阶次有关。如果与发动机相关的扰动与一阶转速或点火频率不相关，那么该扰动可能与由发动机驱动的附件系统有关。转至“由发动机驱动的和与发动机阶次有关的附件”。

由发动机驱动的和与发动机阶次有关的附件

- 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能与特定的发动机阶次有关。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，则将表现为与发动机2阶转速相关的扰动。
 - 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，则将表现为与发动机4阶转速相关的扰动。
- 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EL-38792-VS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附件系统。

与发动机阶次有关的扰动

发动机阶次	发动机布局	
	L4 不带平衡轴	L4 带平衡轴
½ 阶 扭矩敏感型	异常 - 可能是单缸缺火	异常 - 可能是单缸缺火
1 阶	异常 - 可能是部件失衡	异常 - 可能是部件失衡
1½ 阶 扭矩敏感型	可能与发动机驱动的附件有关	可能与发动机驱动的附件有关
2 阶 对扭矩不敏感	发动机布局特征 - 可能与动力总成的隔振有关	可能与发动机驱动的附件有关
2 阶 扭矩敏感型	特征 - 发动机点火频率 - 可能与动力总成的隔振有关	特征 - 发动机点火频率 - 可能与动力总成的隔振有关
	可能与发动机驱动的附件有关	可能与发动机驱动的附件有关

与发动机阶次有关的扰动（续）

发动机阶次	发动机布局	
	L4 不带平衡轴	L4 带平衡轴
2½ 阶 扭矩敏感型	可能与发动机驱动的附件有关	可能与发动机驱动的附件有关
3阶 扭矩敏感型	可能与发动机驱动的附件有关	可能与发动机驱动的附件有关
4阶 扭矩敏感型	发动机布局特征 - 最小量 - 可能与动力总成的隔振有关	发动机布局特征 - 最小量 - 可能与动力总成的隔振有关
	可能与发动机驱动的附件有关	可能与发动机驱动的附件有关

1.5.2.7 振动分析—发动机/附件隔振

专用工具

EL-38792-A电子振动分析仪

关于当地同等工具，参见专用工具和设备。

测试说明

以下编号指的是诊断表中的步骤号。

5. 如果动力总成隔振垫和/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. 如果动力总成部件和/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。
8. 由发动机驱动的附件部件系统若不旋转，就不再产生特有的扰动。
9. 由发动机驱动的附件部件若不旋转，就不再产生特有的扰动。如果扰动仍然存在，但是特征已经改变，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，但是特征没有改变，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似乎静止不动，则表明该附件系统要么将响应现有频率（如发动机点火脉冲），要么将产生扰动。
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，进行彻底的检查，以确定是否存在形成将振动传递到乘客舱的路径的异常情况。

振动分析—发动机/附件隔振

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	是否配备了电子振动分析仪？	转至步骤3	转至步骤5
3	1. 利用所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有关。 2. 确定与特定发动机阶次转速有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”表是否表明该扰动具有与发动机点火频率相同的阶次？	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有关？	转至步骤8	转至步骤5

振动分析－发动机/附件隔振（续）

步骤	操作	是	否
5	检查动力总成支座 - 发动机、变速器、分动箱、直接安装式驱动桥（如装备） - 和所有动力总成撑杆是否有以下情况： • 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总成支座。 是否发现并排除了故障？	转至步骤13	转至步骤6
6	检查排气系统部件是否存在以下情况： • 紧固件松动和/或缺失 - 隔热板 - 接头和/或联轴节： 螺母、螺栓、双头螺栓、卡箍、箍带 - 托架和/或隔振垫安装件 • 与车身和/或底盘部件间隙不足 在空档、前进档和倒档位置且排气系统处于冷、热两种状态下检查。 • 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 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？	转至步骤13	转至步骤7
7	检查动力系统部件和/或排气系统部件就位和/或定位是否不当。 是否完成操作？	转至步骤13	-
8	告诫： 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。 1. 拆下发动机传动皮带。 2. 用木块垫好前轮。 3. 同时施加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. 将变速器挂在空档或驻车档。 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，然后将变速器挂在行车档。 8. 提高发动机转速，直至扰动再现时所记录的转速。 9. 关闭点火开关。 10. 安装发动机附件传动皮带。 扰动是否显著减少或消除？	转至步骤10	转至步骤9
9	扰动特征是否改变，但仍存在？	转至步骤11	转至步骤15

振动分析—发动机/附件隔振（续）

步骤	操作	是	否
10	1. 用油漆在靠近外缘处，对可疑的附件皮带轮表面作标记，包括任何相关的情轮。 2. 将感应式传感器安装至振动分析仪。 关于电子振动分析仪功能使用的信息，参见用户手册。 3. 用木块垫好前轮。 4. 同时施加行车制动器和驻车制动器。 5. 在该故障诊断仪和振动分析仪仍然安装的情况下，起动发动机。 6. 输入所记录的扰动频率，作为频闪操作的初始频率。 7. 请助手将变速器挂在空档或驻车档。 8. 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。 9. 使用振动分析仪检查每一个可疑的附件皮带轮，以确定是否和扰动频率有关。 在接合和最大负载以及松开或最小负载这两种状态下，检查每一个附件系统。 10. 使发动机怠速运行，然后将变速器挂在行车档。 11. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动再现时所记录的转速，然后紧密保持该转速。 12. 使用振动分析仪检查每一个可疑的附件皮带轮，以确定是否和扰动频率有关。 在接合和最大负载以及松开或最小负载这两种状态下，检查每一个附件系统。 13. 关闭点火开关。 是否确定发动机驱动的附件系统与扰动频率相关？	转至步骤 11	转至振动诊断帮助
11	检查由发动机驱动的附件系统部件是否存在以下情况： • 紧固件松动和/或缺失 - 隔热板（如装备） - 接头和/或联轴节： - 螺母、螺栓、双头螺栓、卡箍、箍带 - 托架和/或隔振垫安装件 • 与车身和/或底盘部件间隙不足 在加载和未加载状态下，检查附件系统 • 定位不当 • 皮带轮弯曲或损坏 • 隔振垫断开和/或缺失 • 部件隔振垫开裂、干腐和/或浸油 • 部件隔振垫拉伸、扭曲、破裂、撕裂和/或塌陷 • 部件托架弯曲、扭曲、开裂和/或变形 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。 是否发现并排除了故障？	转至步骤 13	转至步骤 12

振动分析－发动机/附件隔振（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、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在发动机上。 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. 将振动分析仪（如可用）安装到客户的车辆上；将传感器准确放在原来放在车上的位置上。 3. 用木块垫好前轮。 4. 同时施加行车制动器和驻车制动器。 5. 起动发动机。 6. 将变速器挂在空档或驻车档。 7. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 8. 记录故障诊断仪上获取的发动机转速，如果配备了振动分析仪并获取到了主频读数，则一并记录主频读数。 9. 将变速器挂在行车档。 10. 缓慢地提高发动机转速，直至扰动最为明显为止。 11. 记录故障诊断仪上获取的发动机转速，如果配备了振动分析仪并获取到了主频读数，则一并记录主频读数。 12. 如果扰动已显著减少或消除，则将变速器挂在倒档，确认其结果，然后重复步骤10和11。动力总成的倒档负载有可能增强或改变振动特征。 扰动是否显著减少或消除？	转至步骤18	转至步骤14
14	是否已将动力总成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	是否配备振动分析仪？	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的所有部件。 2. 按“振动分析-路试”表进行检测。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

将电子振动分析仪传感器沿发动机机油底壳的前后缘放置在油底壳的底面上，并进行比较，这将有助于缩小扰动原因的范围。

对离合器压盘和发动机飞轮作标记，以便其中一个的较重部位与另一个的较轻部位正确配合。如压盘与飞轮之间未正确配合，则会产生扰动。

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/或缺少配重块；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/或缺少配重块，则它们的质量组合时，有可能产生扰动。

1.5.2.9 振动诊断帮助

本诊断帮助中包括的诊断信息，有助于您确定以下4种主要情况发生时，要采取的正确操作。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征

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：如果您没有按指示完成“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，或者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2½-5厘米（1-2英寸）。

发动机驱动的附件噪声

注意：用带探头的听诊器帮助识别可能的振动部件时，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，则就会出现甩动现象。
- 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声即消失，或者存在相反情况。

- 附件部件上的负载
在重载条件下 - 也许再加上冷态或完全预热状态，附件可能会产生噪声。
- 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，则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，那么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过量，会使空调系统产生噪声，或者可能产生振动。
- 附件系统中的液体类型不正确
如果附件所属系统的液体类型不正确，那么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拖车时出现；而在再现过程中，车辆可能是空载的。

重载

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拖车时出现。

道路选择

执行振动再现程序选用的道路很可能在修理厂附近，可能无法提供与客户通常行驶的路面类似的路面。

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：如果您没有按指示完成“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，如果一组登车踏板未正确安装，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，登车踏板就会对该频率作出响应，从而产生扰动。

如果该登车踏板正确安装、正确隔振 - 传递路径就会消除，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：如果您没有按指示完成“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征

注意：如果您没有按指示完成“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已识别的故障情况。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征，或者可能不是车辆的设计意图，那么很可能已经确定了解决该故障情况的调整或校正措施。

- 您查阅了“诊断起点 - 振动诊断”，完成了指定的“振动分析”表，认真执行了注明的步骤，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征。

1.5.2.14 症状—振动诊断和校正

注意：在使用这些故障症状表前，请按顺序执行以下步骤。

在使用该故障症状表前，执行振动分析－路试表，以再现和有效诊断客户报修问题。

故障症状表

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，查阅以下故障症状表中指示的“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
起伏	类似于握住线锯的感觉。	20-50赫兹	对车速敏感 在空档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。 仍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、沉雷或低音鼓的声音。 - 相关术语 - 嗡嗡声、隆隆声、呜咽声、轰鸣声、辘辘声和哼哼声 - 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。 - 相关术语 - 哼哼声、嗡嗡声和共鸣声 - 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
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

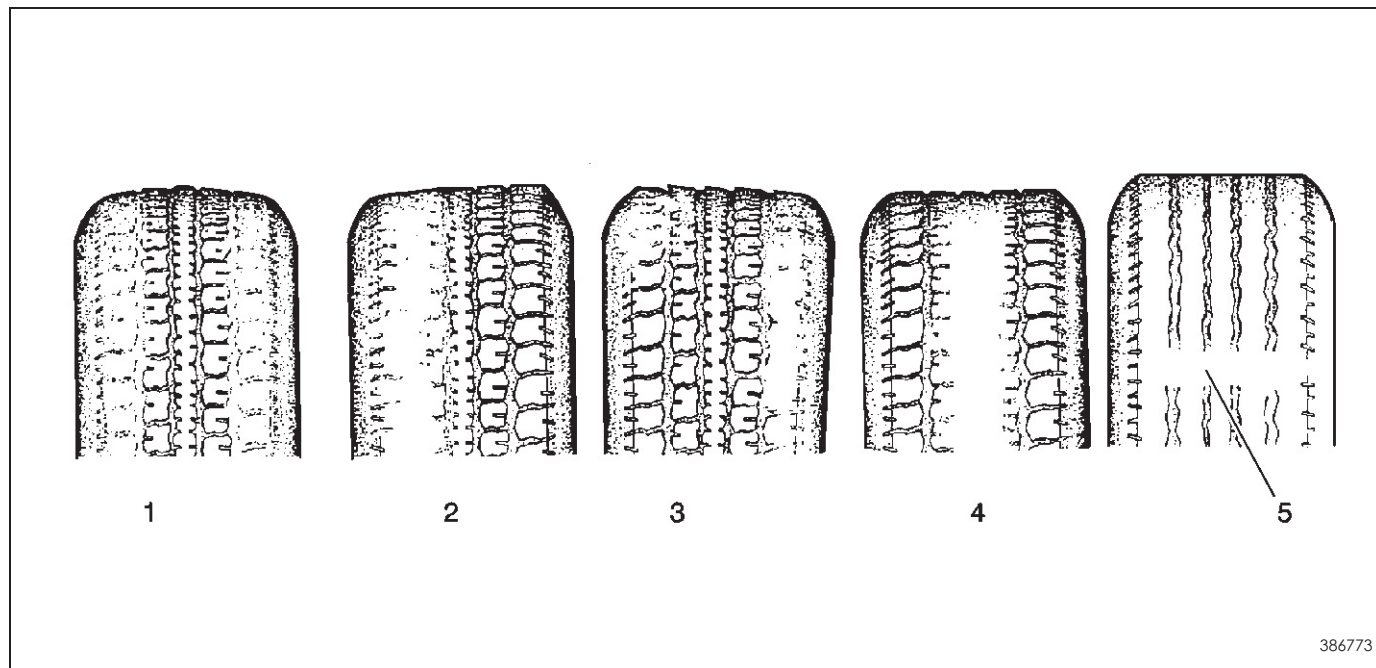
将客户车辆与基本相同且已知良好的车辆进行比较，将有助于确定客户报修问题是否属于车辆的设计特征。为了得到有效的结论，比较必须使用相同标准在相同条件下进行，且比较车辆应安装与客户车辆相同的选装件。

比较车辆在以下方面必须和客户车辆相同：

- 车型年
 - 品牌
 - 车型
 - 车身款式
- 动力总成配置
 - 传动系统配置
 - 主减速比
 - 轮胎/车轮的尺寸和类型
 - 悬架系统组件
 - 拖挂组件
 - 车辆额定总重量
 - 高性能选装件
 - 豪华型选装件

1.5.2.16 轮胎和车轮检查

轮胎磨损



图标

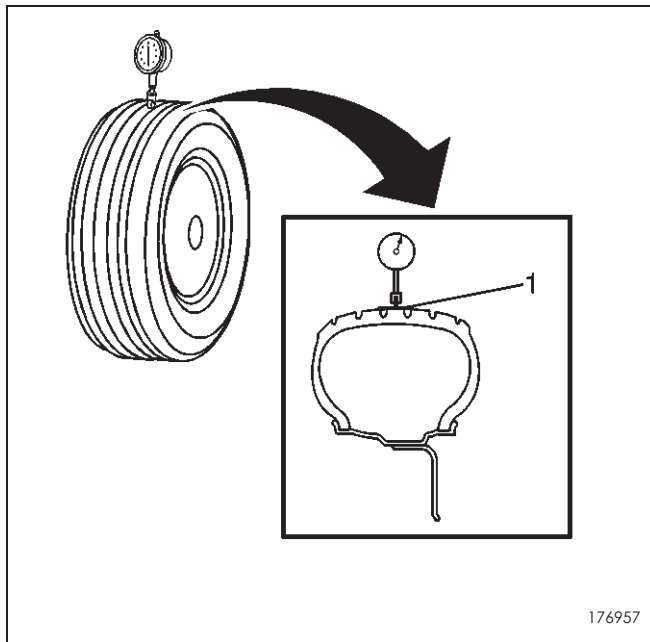
- | | |
|-----------------|-----------------|
| (1) 转向过猛/充气不足 | (4) 加速过猛/轮胎气压过高 |
| (2) 定位不正确/缺少换位 | (5) 磨损指示器 |
| (3) 定位不正确/轮胎不一致 | |

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。
- 轮胎充气压力符合车辆规格
- 轮胎侧壁鼓包
切勿将鼓包这一异常状况与正常的帘布层搭接头（通常表现为侧壁上的凹痕）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—车下

1. 举升和顶起车辆。
2. 标记车轮相对车轮双头螺栓的位置，并且在每个轮胎和车轮上标记具体车辆位置 - 左前、左后、右前和右后。
3. 将轮胎和车轮总成从车辆上拆下。
4. 仔细检查每个轮胎，胎圈是否正确、均匀地嵌入到位。
5. 如果轮胎胎圈未正确或均匀地嵌入，则重新嵌好轮胎胎圈，然后转至步骤6。参见轮胎和车轮的拆卸和安装。
6. 将轮胎和车轮总成安装在旋转式车轮平衡机上。将锥体穿过中心导孔背面，将轮胎和车轮总成安装在平衡机上。

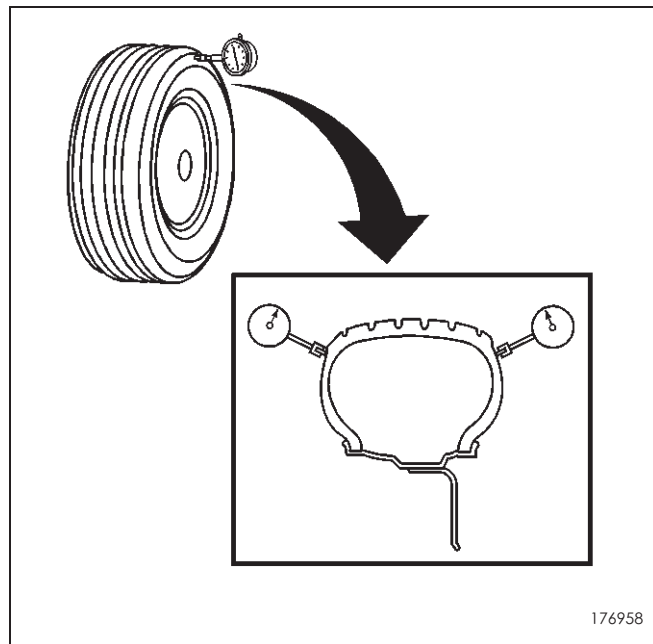


7. 用胶带（1）沿每个轮胎的胎面中心部位包裹住轮胎外周。
用胶带包裹胎面应使径向跳动的读数平稳、准确地得到。

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，测量总的径向跳动量。

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）

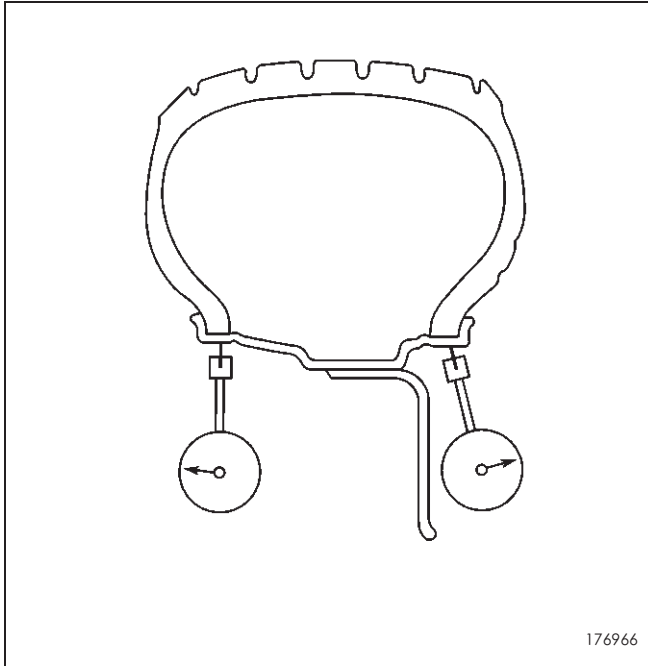


12. 将千分表置于轮胎侧壁光滑部位，尽可能地靠近胎面，使千分表与轮胎侧壁表面垂直。
13. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动低点。忽略因侧壁帘布层搭接头导致的任何跳变。
14. 在低点位置将千分表归零。
15. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一圈以上，测量总横向跳动量。忽略因侧壁帘布层搭接头导致的任何跳变，获得平均跳动测量值。

规格

轮胎和车轮总成的最大横向跳动量 - 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横向跳动测量。
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，则转至步骤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。



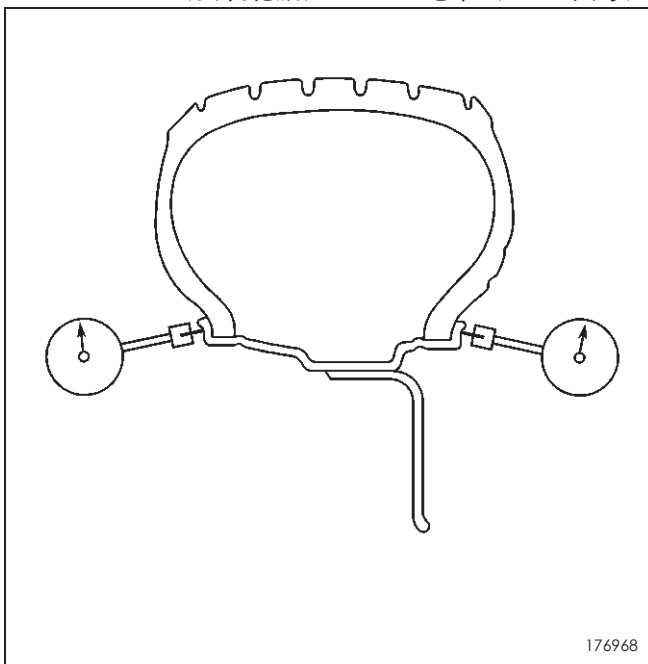
19. 使轮胎仍旧安装在车轮上，然后将千分表置于轮辋凸缘的水平外表面上，使千分表与轮辋凸缘表面垂直。

除非车轮设计不允许，否则，应在内外轮辋凸缘两个部位测量车轮跳动。忽略因漆点、碎屑或焊缝导致的任何跳变。

20. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动低点。
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量。

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，应在内外轮辋凸缘两个部位测量车轮跳动。忽略因漆点、碎屑或焊缝导致的任何跳变。

24. 缓慢地旋转轮胎和车轮总成一整圈，找到跳动低点。
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，测量总的车轮横向跳动量。

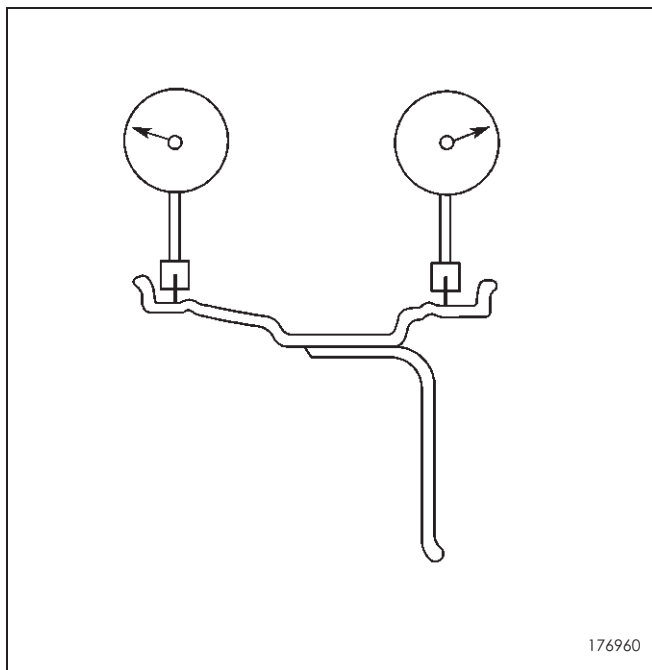
规格

- 铝制车轮的最大横向跳动量 - 车下测量（安装轮胎）：0.762毫米（0.030英寸）
- 钢制车轮的最大横向跳动量 - 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横向跳动测量。
28. 如果有任何车轮的跳动测量值不在规格范围内，则转至“测量车轮跳动量 - 轮胎未安装”。
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. 利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. 降低车辆。

车轮跳动量测量 - 轮胎未安装

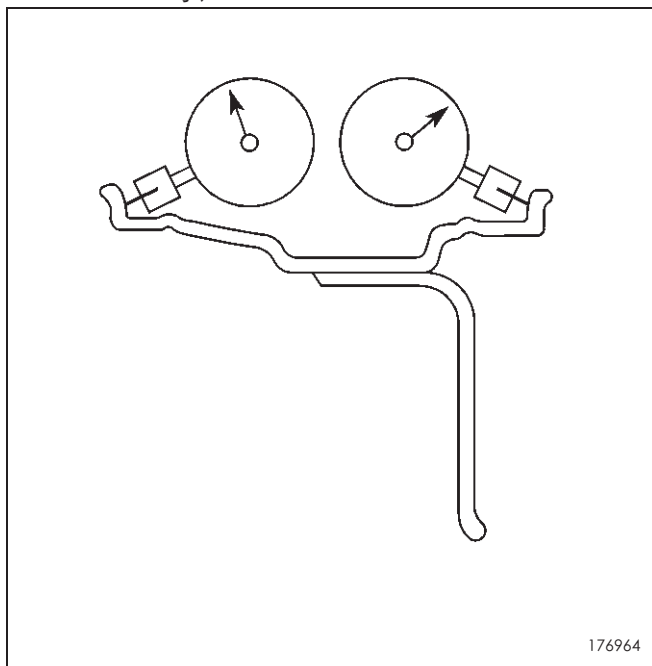
1. 在车轮跳动测量值（安装轮胎）不在规格范围内的轮胎和车轮总成上，标记每个轮胎和车轮彼此的相对位置。
2. 将轮胎从车轮上拆下。
3. 将车轮安装在旋转式车轮平衡机上。
4. 将锥体穿过中心导孔背面，将车轮固定在平衡机上。



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外轮辋凸缘两个部位进行测量。忽略因漆点、碎屑或焊缝导致的任何跳变。
6. 缓慢地旋转车轮一整圈，找到跳动最低点。
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量。

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外轮辋凸缘两个部位进行测量。忽略因漆点、碎屑或焊缝导致的任何跳变。
10. 缓慢地旋转车轮一整圈，找到跳动最低点。
11. 在低点位置将千分表归零。
12. 缓慢地旋转车轮一圈以上，测量总的车轮横向跳动量。

规格

- 铝制车轮的最大横向跳动量 - 车下测量（未安装轮胎）：0.762毫米（0.030英寸）
 - 钢制车轮的最大横向跳动量 - 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横向跳动测量（未安装轮胎）。
 14. 如果有任何车轮的跳动测量值（未安装轮胎）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平衡 - 车下。
 16. 利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. 利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. 降低车辆。

1.5.2.18 制动盘/制动鼓平衡检查

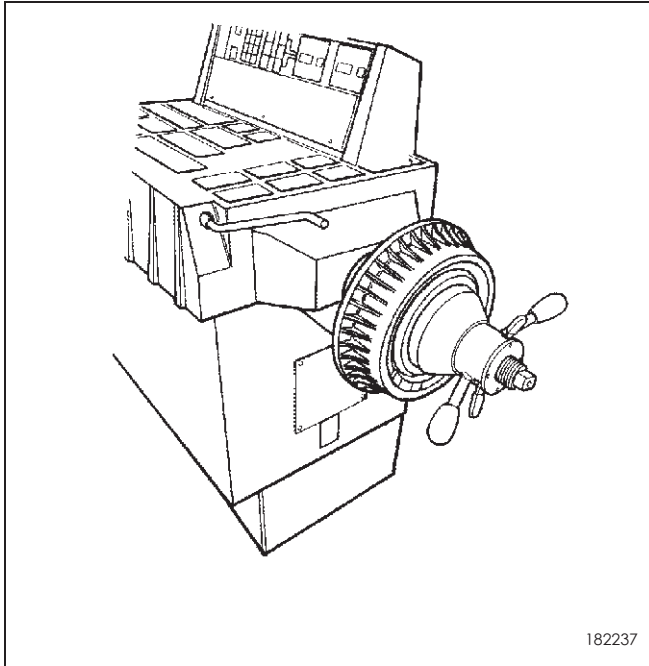
1. 用合适的举升机支撑车辆驱动桥。参见举升和顶起车辆。
2. 将轮胎和车轮总成从驱动桥上拆下。参见轮胎和车轮的拆卸和安装。

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离开制动盘时，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。



182237

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/鼓是否存在静失衡；忽略动失衡的读数。

- 7.2. 检查制动盘/鼓是否静失衡。

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

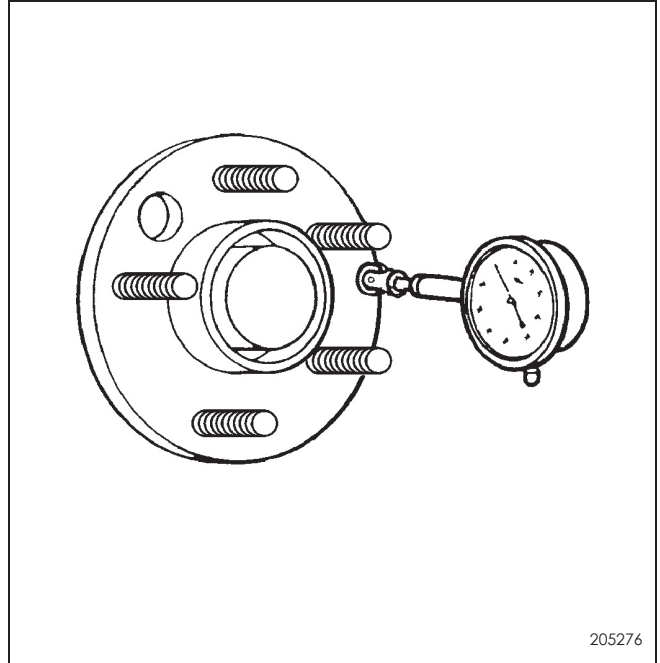
1.5.2.19 轮毂/车桥法兰和车轮双头螺栓跳动量检查

专用工具

GE-8001千分表组件，或同等工具

1. 举升和顶起车辆。参见举升和顶起车辆。
2. 标记车轮相对车轮双头螺栓的位置，并且在每个轮胎和车轮上标记具体车辆位置 - 左前、左后、右前和右后。
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和安装。

4. 将制动盘和/或制动鼓从车辆上拆下。清除制动盘、制动鼓（如装备）和轮毂/车桥法兰装配面上的任何碎屑、锈斑和腐蚀。



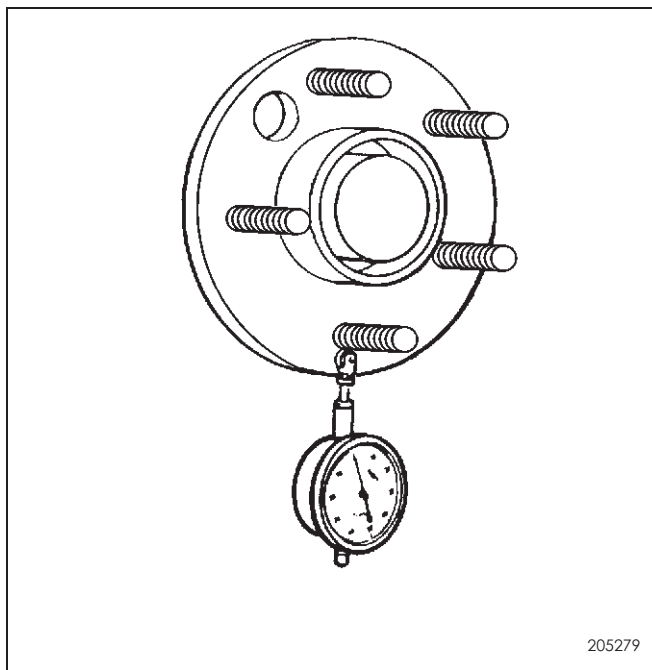
205276

5. 将GE-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，找到跳动低点。
7. 将GE-8001千分表组件或同等工具在跳动低点时归零。
8. 缓慢地旋转轮毂一圈以上，测量总的轮毂/车桥法兰跳动量。

规格 - 指导标准

轮毂/车桥法兰跳动量公差指南：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。



205279

13. 放置GE-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GE-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南：0.254毫米
(0.010英寸)

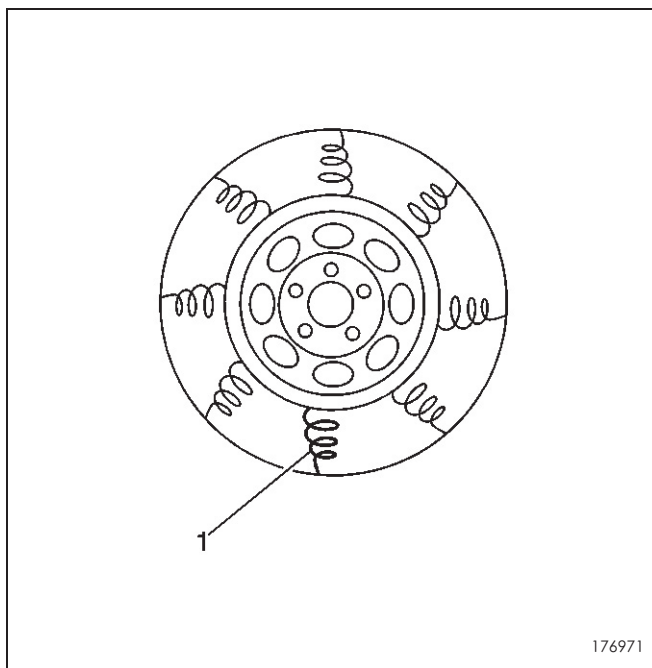
17. 如果车轮双头螺栓（双头螺栓圆周）的跳动量为临界值，车轮双头螺栓可能是，也可能不是扰动源。
18. 如果车轮双头螺栓（双头螺栓圆周）的跳动量过大，视情况更换车轮双头螺栓。测量新的车轮双头螺栓的跳动量。
19. 检查每一个车轮螺栓的螺纹和锥型座部分是否损坏。
20. 螺纹和/或锥形座损坏的车轮螺栓必需更换。
21. 将每个车轮螺栓的螺纹部分沿着直尺放置，以检查其平直度。
22. 不直的车轮螺栓必需更换。

1.5.2.20 轮胎和车轮总成隔振测试

作用力变化

作用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，但是作用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。

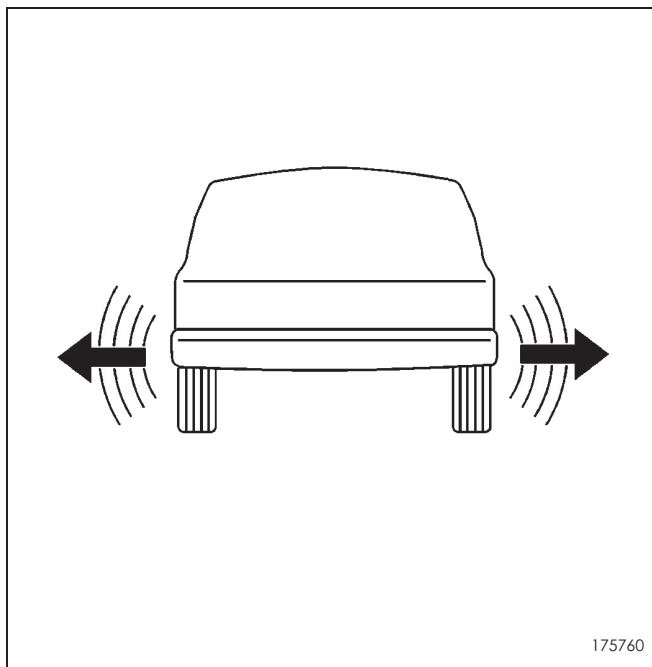
径向力变化



176971

径向力变化指轮胎旋转并接触路面时，轮胎侧壁刚性部位的差异。由于轮胎各帘布层内的搭接头，轮胎侧壁具有一些刚性部位，但是这些刚性部位之间的差异不会产生问题，除非作用力变化过大。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



175760

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一致性的差异。轮胎帘布带可能存在刚度或一致性差异，但是这些差异不会产生问题，除非作用力变化过大。轮胎帘布带的这些变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）低速行驶时会出现颤振或摆动。

隔振测试程序

为了确定车辆是否存在作用力变化，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怀疑导致振动的总成。参见轮胎和车轮的拆卸和安装。
2. 上路测试车辆，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，则导致振动的原因不是作用力变化。
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轮胎和车轮总成中的一个。参见轮胎和车轮的拆卸和安装。上路测试车辆，确定振动是否重新出现。参见振动分析 - 路试。
5. 继续安装原来的其余轮胎和车轮总成，一次安装一套，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，然后平衡该总成。参见轮胎和车轮总成平衡 - 车下。

1.5.3 维修指南

1.5.3.1 轮胎和车轮总成平衡一车下

警告： 轮胎平衡前未遵循以下注意事项，可能导致人身伤害或部件损坏：

- 清除车轮内侧的污物或积垢。
- 清除胎面上的石子。
- 戴好护眼罩。
- 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校准

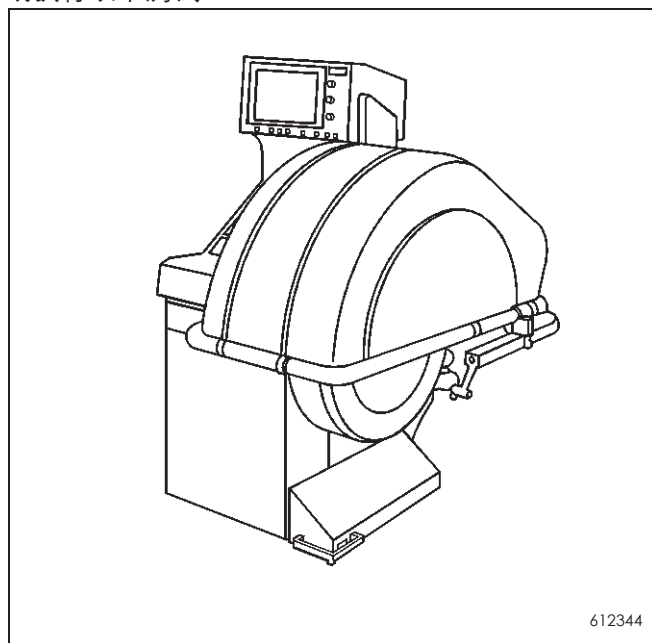
轮胎和车轮平衡机随着时间的推移可能会偏离校准状态，或者可能由于重度使用而变得不准确。而校准问题很可能没有任何可察觉的迹象。如果未将平衡机校准到规定范围，而在该机器上进行轮胎和车轮总成的平衡，则该总成可能不能达到实际平衡。

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校准测试

注意： 如果平衡机未通过该校准测试中的任一步骤，则应按照制造商的说明校准平衡机。如果平衡机无法进行校准，则联系制造商提供帮助。

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. 在轴上没有车轮或任何适配器的状态下，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. 如果平衡机在规格范围内，则使用同一个平衡机将轮胎和车轮总成平衡到“ZERO（零）” - 就是在径向和横向跳动公差范围内。

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下，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）的配重块。
 - 在动平衡模式下，还应在与测试配重块相对的车轮凸缘上增加配重块。
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. 总成置于新的位置后，旋转平衡机。
10. 检查平衡机读数：

规格

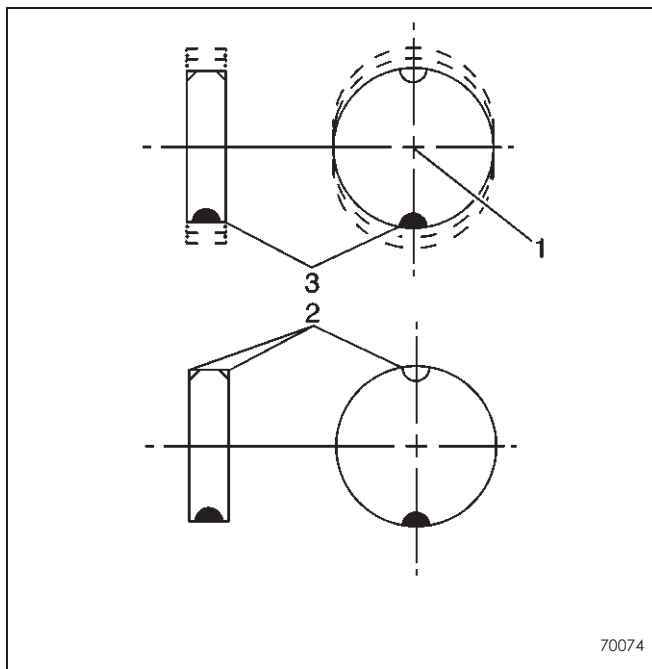
最大变化：7克（ $\frac{1}{4}$ 盎司）

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指南

轮胎和车轮平衡有2种：

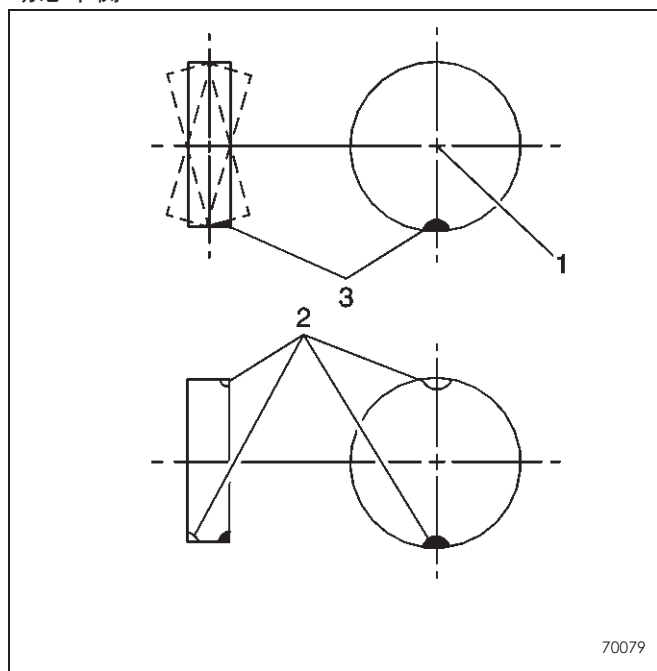
静态平衡



70074

静态平衡就是将重量均匀分布在车轮周围。将车轮配重块（2）放置在车轮上，以抵消较重部位（3）的影响。具有静不平衡的车轮可能会产生跳动，叫做跳振。

动态平衡



动态平衡指在轮胎和车轮总成中心线的两侧均匀分布重量。将车轮配重块（2）放置在车轮上，以抵消较重部位（3）的影响。具有动不平衡的车轮有左右摆动的趋势并可能导致叫做摆振的动作。

大多数车外平衡机能够同时检查两种类型的平衡。

总的来讲，大多数车辆对静失衡要比动失衡更为敏感，但是，对于配备了低断面、宽胎面花纹、高性能轮胎和车轮的车辆，即使动失衡较小，也很容易受到影响。在某些车型中，即使是小到14-21克（ $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ 盎司）的失衡量也会引起振动。

平衡程序

注意：在对轮胎和车轮总成进行平衡时，使用设置到最精确可用平衡模式的已知良好、最近经校准、车下、双平面动平衡机。

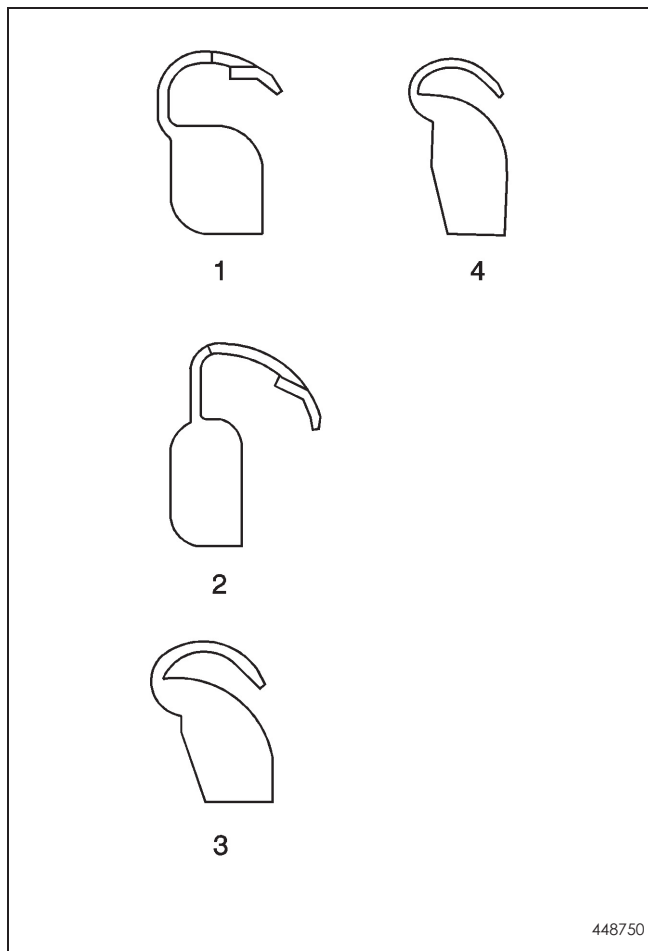
1. 举升并顶起车辆。参见举升和顶起车辆。
2. 标记车轮相对车轮双头螺栓的位置，并且在每个轮胎和车轮上标记具体车辆位置 - 左前、左后、右前和右后。
3. 逐个拆下轮胎和车轮总成，并将其安装在旋转式车轮平衡机上。参见轮胎和车轮的拆卸和安装。
4. 认真按照车轮平衡机制造说明书上针对不同类型车轮使用的正确安装技术执行。
应考虑售后加装车轮，尤其是采用了通用凸耳螺栓的车轮，因为这类车轮是径向跳动和安装问题的潜在根源。
5. 确保使用了适合被平衡轮辋的正确类型的车轮平衡配重。确保铝质车轮上使用了正确类型的有镀层车轮平衡配重。参见“车轮配重块的使用方法”。

6. 尽可能无差别地平衡所有四个轮胎和车轮总成。
7. 利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和安装。
8. 降低车辆。

车轮配重块的使用方法

轮胎和车轮总成可以使用静态或动态方法进行平衡。

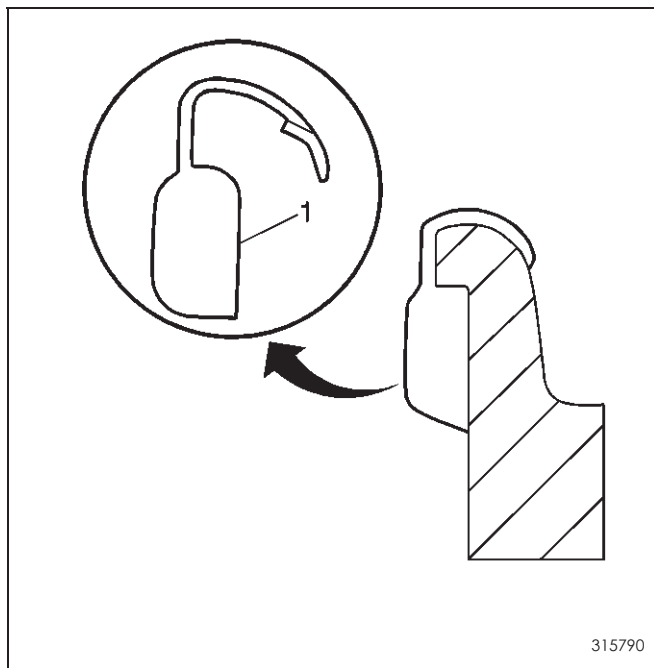
夹装式配重块



注意：当用夹装式车轮配重平衡工厂铝质车轮时，确保使用专用聚酯涂覆配重。这些有涂层的配重降低了铝制车轮受到腐蚀和损坏的可能性。

这些有涂层的配重降低了铝制车轮受到腐蚀和损坏的可能性。

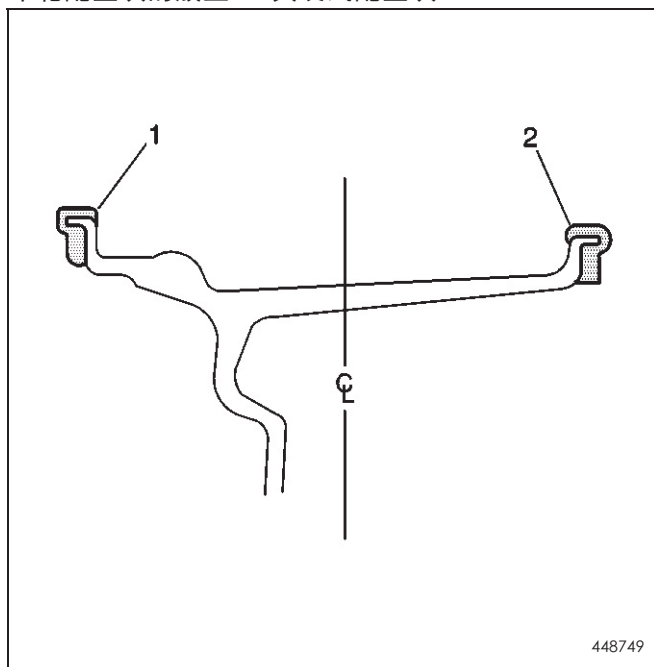
- MC（1）和AW（2）系列配重块允许在铝质车轮上使用。
- P（3）系列配重块只允许在钢制车轮上使用。
- T（4）系列涂层配重块在钢制和铝质车轮上都可使用。



注意：在安装涂覆夹装式车轮配重时使用尼龙或塑料头锤，以最大限度地减小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夹装式车轮配重块（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。

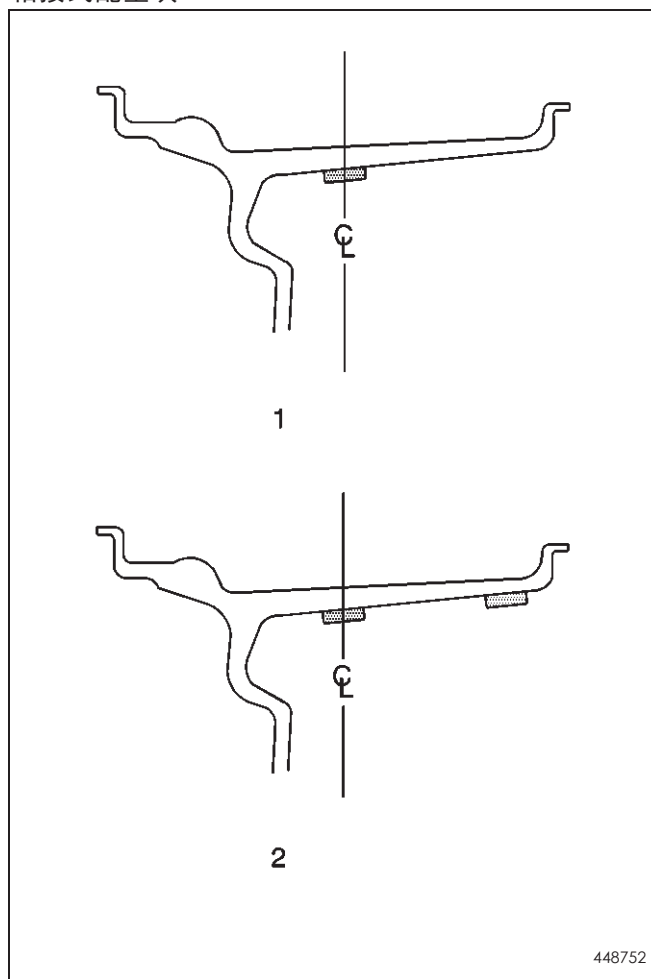
车轮配重块的放置 - 夹装式配重块



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车轮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：在将粘接式配重安装在无法兰车轮上时，不要将配重安装在轮辋外侧表面上。

工厂铝质车轮上可能会使用粘接式车轮平衡配重。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. 确保车轮配重块与制动系统部件之间留有足够的间隙。

注意：不可使用研磨材料清洁任何车轮表面。

3. 使用浸有通用清洁剂的干净抹布或纸巾，彻底清除指定配重附着区域的任何腐蚀物、飞漆、灰尘或任何其他杂质。
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. 加热车轮配重上的粘合剂背衬至室温。

-
7. 将配重块背面的背胶衬纸撕下。切勿触摸背胶面。
 8. 将车轮平衡配重粘在车轮上，用手将其压入到位。
 9. 用辊子施加90牛（21磅）的力，将配重块固定到车轮上。

1.5.4 说明和操作

1.5.4.1 振动原理和术语

振动原理

近几年来，车辆的设计和制造要求发生了巨大变化。

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那么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。

目前很多车上，对路面并没有足够多的隔振点。如果某个部件产生了足够强的振动，那么它有可能克服现有的隔振措施，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。

振动是物体前后或者上下往复运动。以下部件造成了大部分车辆振动：

- 旋转部件
- 发动机燃烧过程中的点火脉冲

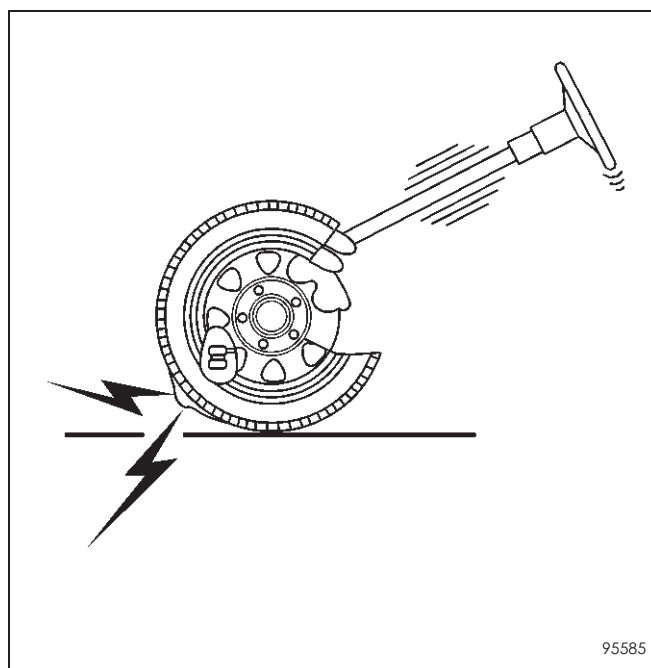
旋转部件严重不平衡或存在跳动量时会引起振动。在振动诊断中，允许的不平衡量或跳动量应视为公差，而不是规格。换言之，不平衡量或跳动量越小越好。

当旋转部件没有与乘客舱正确隔振时，就会导致振动问题：如果电机支座破裂，发动机点火脉冲会被检测为振动。

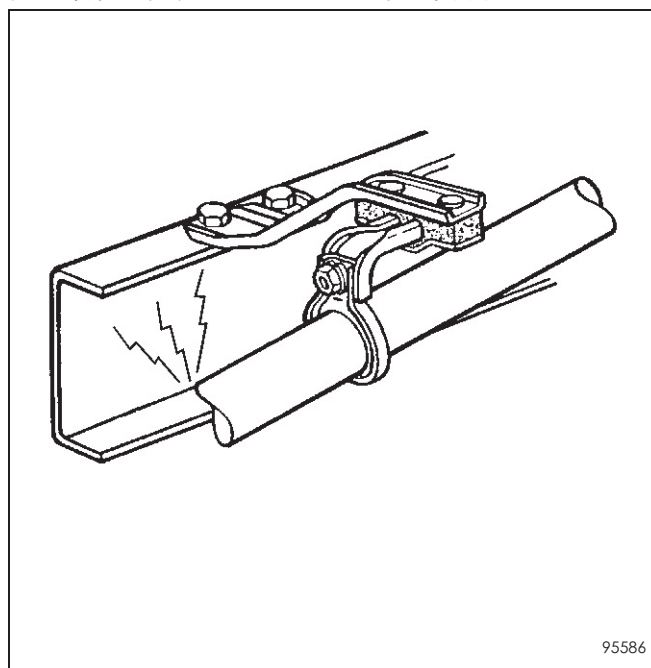
振动部件在稳定的速率（公里/小时、英里/小时或转/分钟）下工作。测量振动速率。速率/速度确定后，将振动与以相同速率/速度工作的部件相关联，以找到振动源。振动也有可能通过车身结构传递到其他部件。因此，不能仅仅因为座椅在振动，就认为振动源在座椅中。

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



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。



振动还会产生噪声。例如，假设有一辆车，其排气管固定在车架上。振动源是发动机点火脉冲，它通过排气系统传递。传递路径是固定的或弹跳的排气系统吊架。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，校正排气管在车架上的固定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
- 仪表板

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. 将频率与以相同速率或转速工作的部件的旋转速度相关联。
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）伸出桌子边缘。
2. 向下拉动码尺边缘并松开，同时观察码尺的运动。

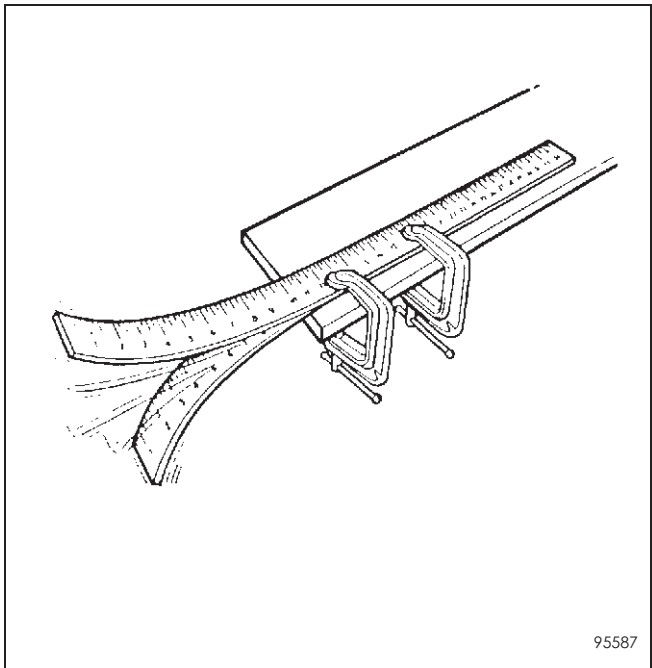
码尺的运动为周期性运动。周期始于中点，继续运动到行程最低点，然后再返回中点，再运动到行程最高点，然后再返回中点，这时周期重新开始。

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1分钟内完成的周期数，那么测量值应为10周 x 60秒 = 600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：

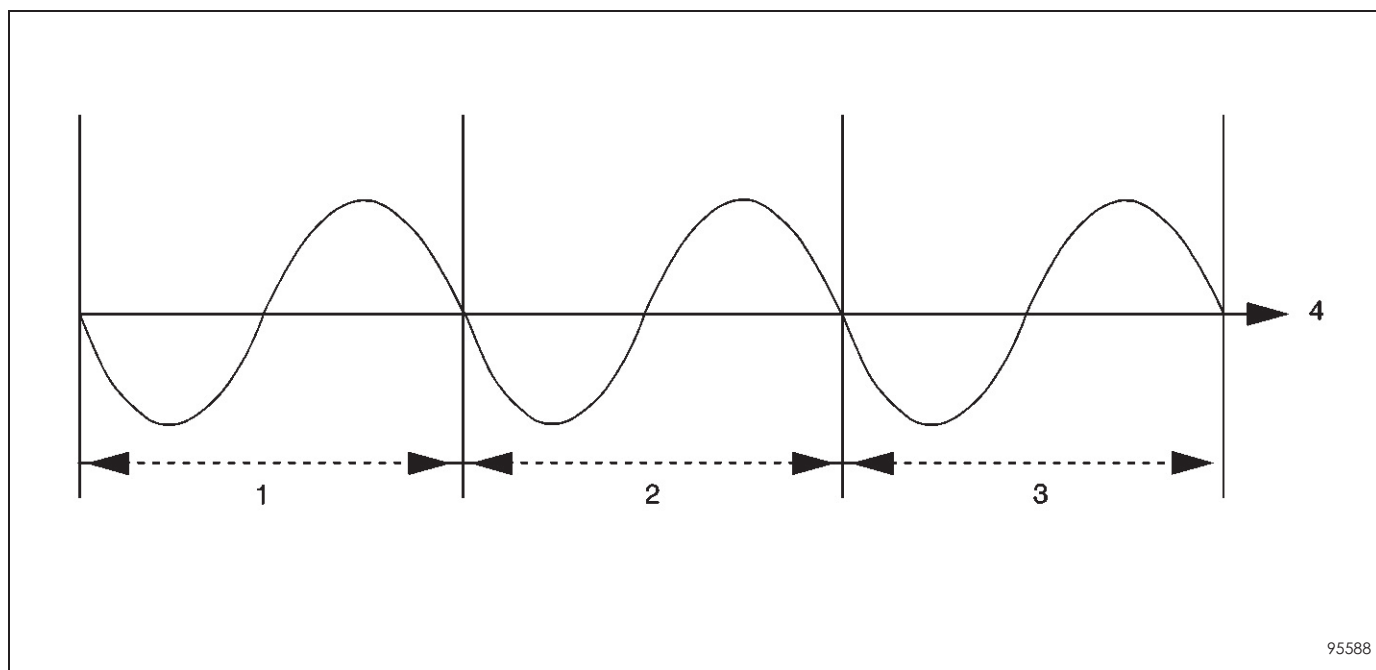
1. 将码尺重新夹在桌子边缘，并留出25厘米（10英寸）伸出桌子边缘。
2. 向下拉动码尺边缘并松开，同时观察码尺的运动。

码尺的振动频率加快：每秒钟30个周期（每分钟1,800个周期）。



95587

周期

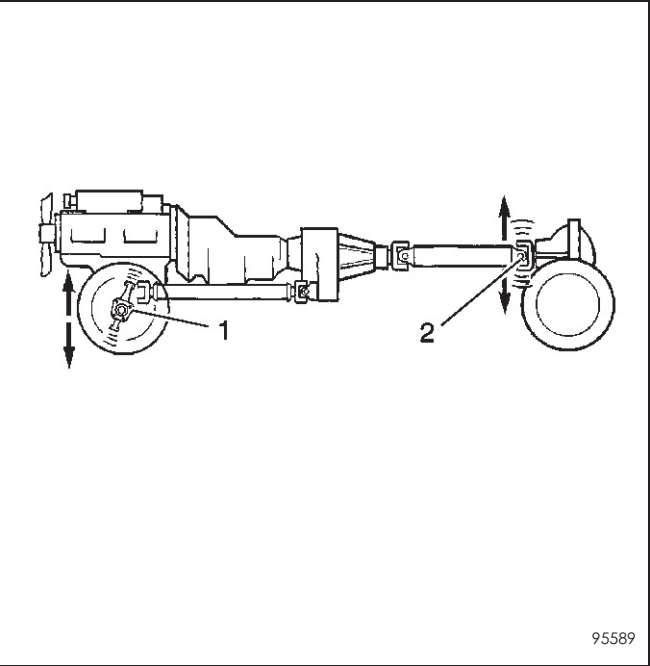


图标

- (1) 第1个周期
- (2) 第2个周期

- (3) 第3个周期
- (4) 时间

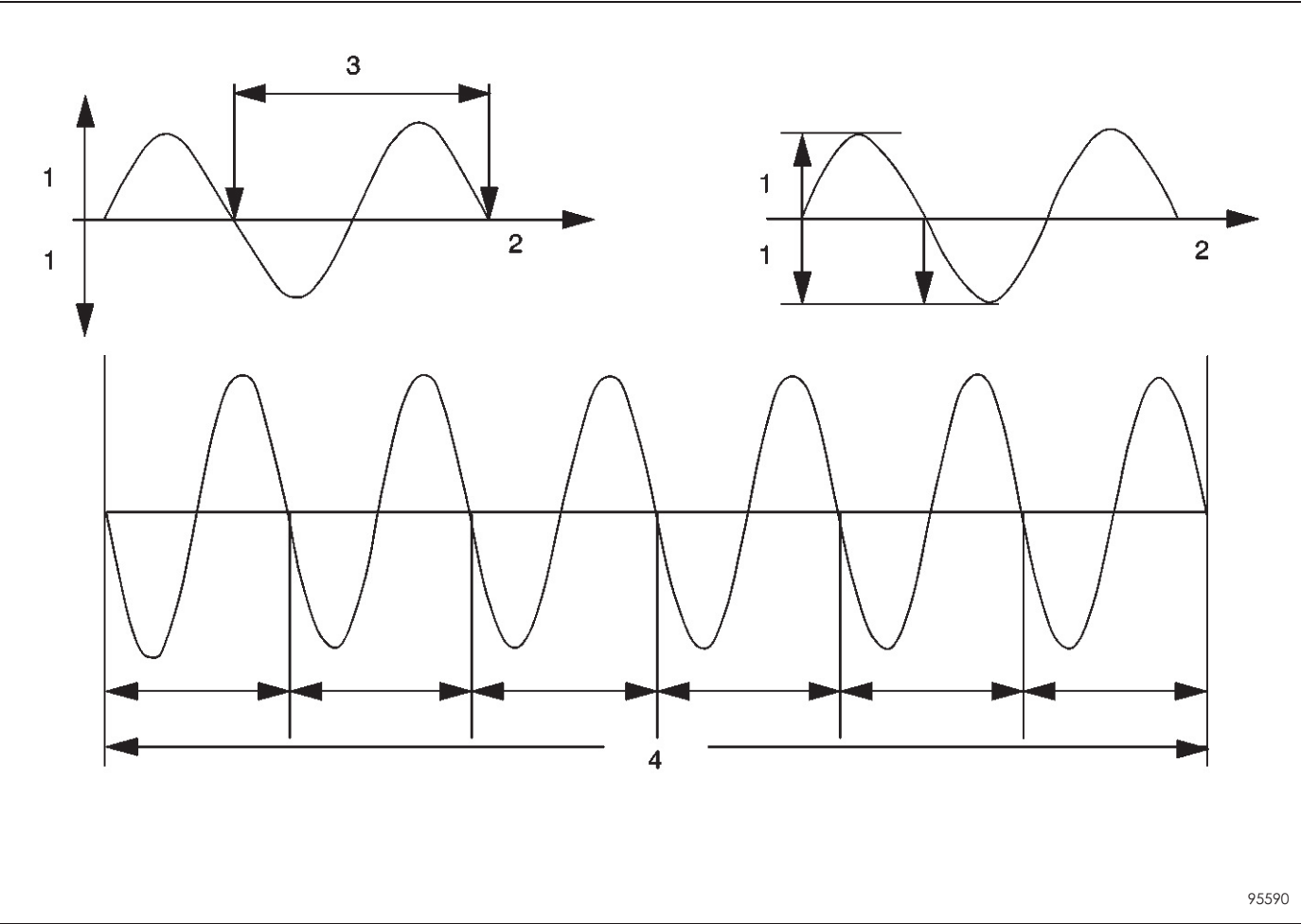
动力总成部件的振动周期



- (1) 芯轴
- (2) 小齿轮前端

单词周期（cycle）与圆周（circle）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。

图标
频率



图标
(1) 振幅

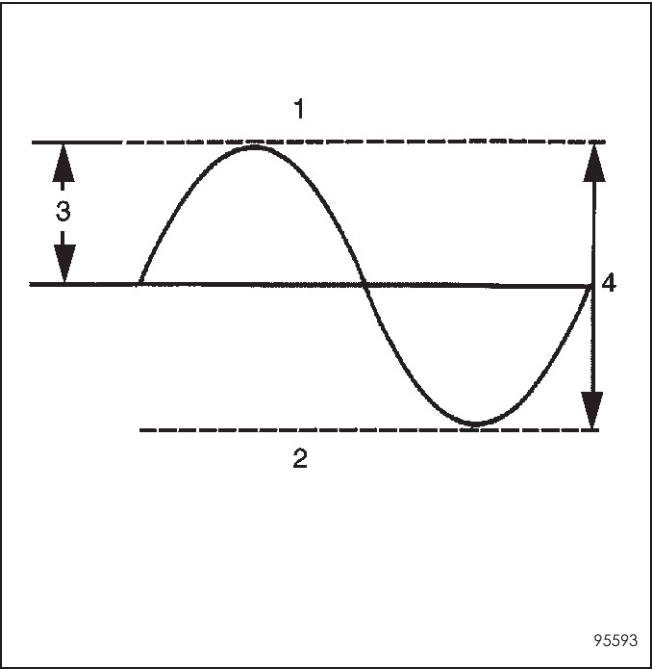
(2) 参考

(3)	时间 (秒)	(4)	1 秒
-----	--------	-----	-----

频率的定义为，在给定的时间内事件发生的速率。对于振动，事件就是周期，时间为1秒钟。因此，频率可表示为每秒钟的周期数。

适合表述每秒钟周期数的术语为赫兹（Hz）。这是测量频率最常用的方法。将赫兹乘以60，得出每分钟的周期数或转数（RPM）。

振幅



图标

- (1) 最大值
- (2) 最小值
- (3) 零值 - 峰值振幅
- (4) 峰值 - 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）和40公里/小时（25英里/小时）车速下产生的振动进行对比。随着车速增加，振幅也增大。

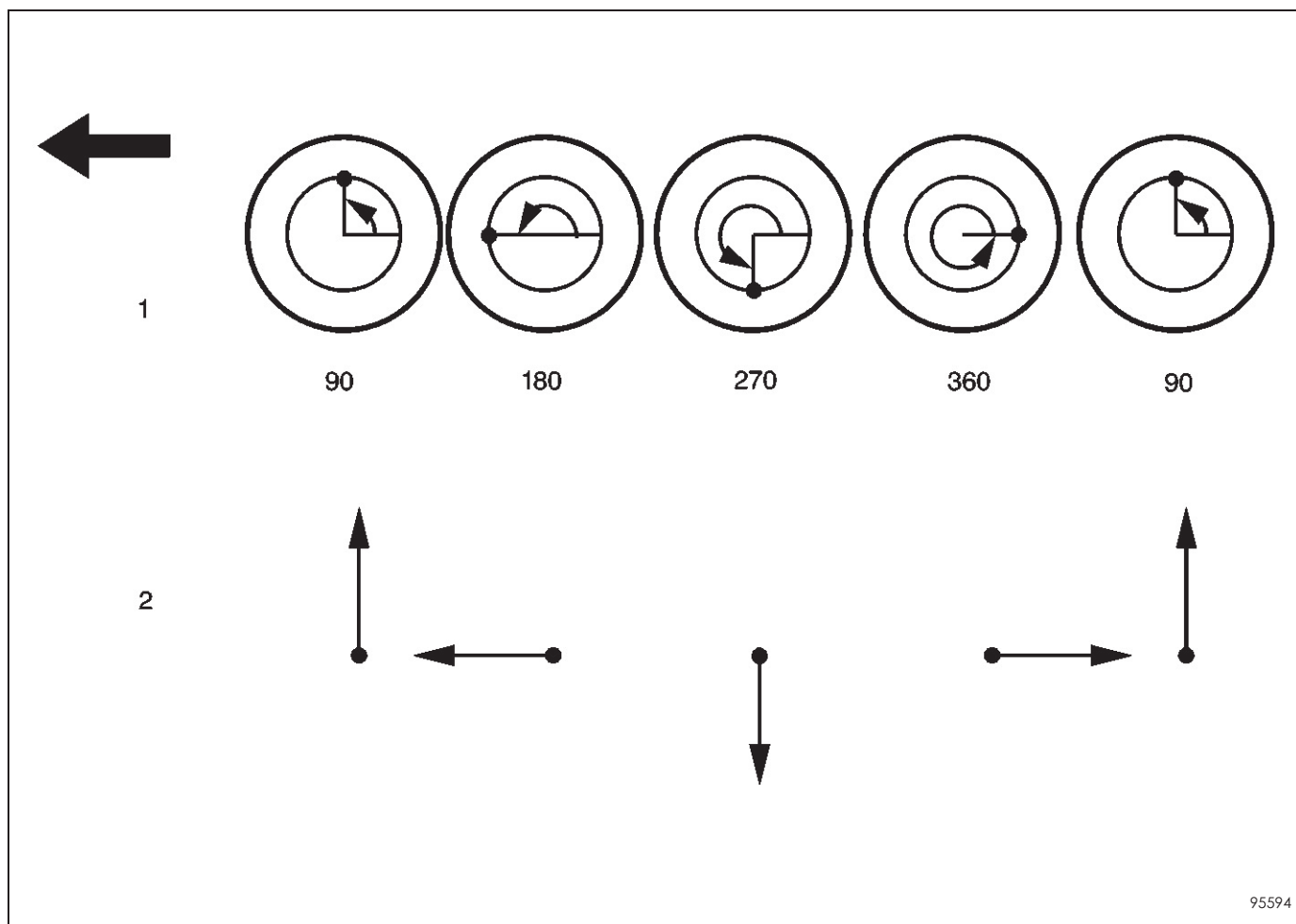
自由振动

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)

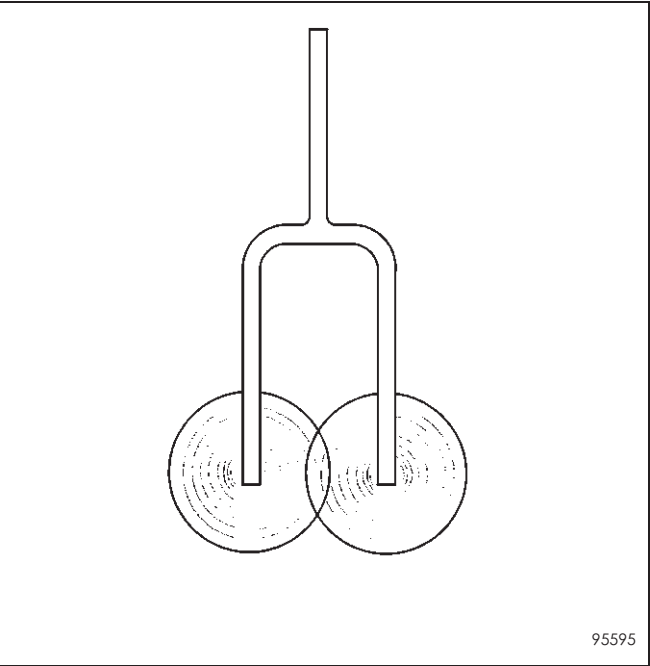
(2) 作用在芯轴上的离心力

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. 抓住绳子。螺母在重力作用下下垂。
3. 转动绳子。螺母将沿圆周旋转。

离心力试图让螺母向外飞出，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。由于轮胎旋转，不平衡量或离心力将轮胎和芯轴交替上提和下压，轮胎每转一圈，这种情况重复一次。

固有频率或共振频率

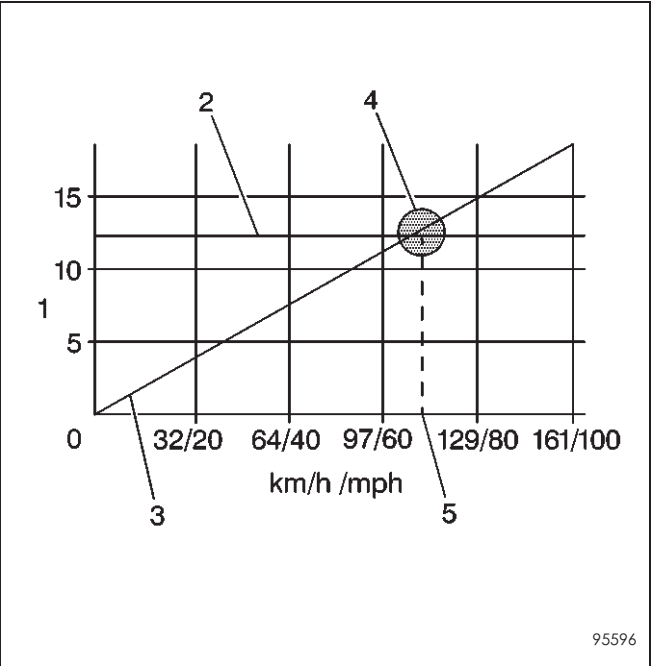


固有频率是一个物体趋向振动的频率。以钟、吉它弦和调音叉为例，当受到外力激励时，它们都趋向于以特定频率振动。

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。

材料的刚度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



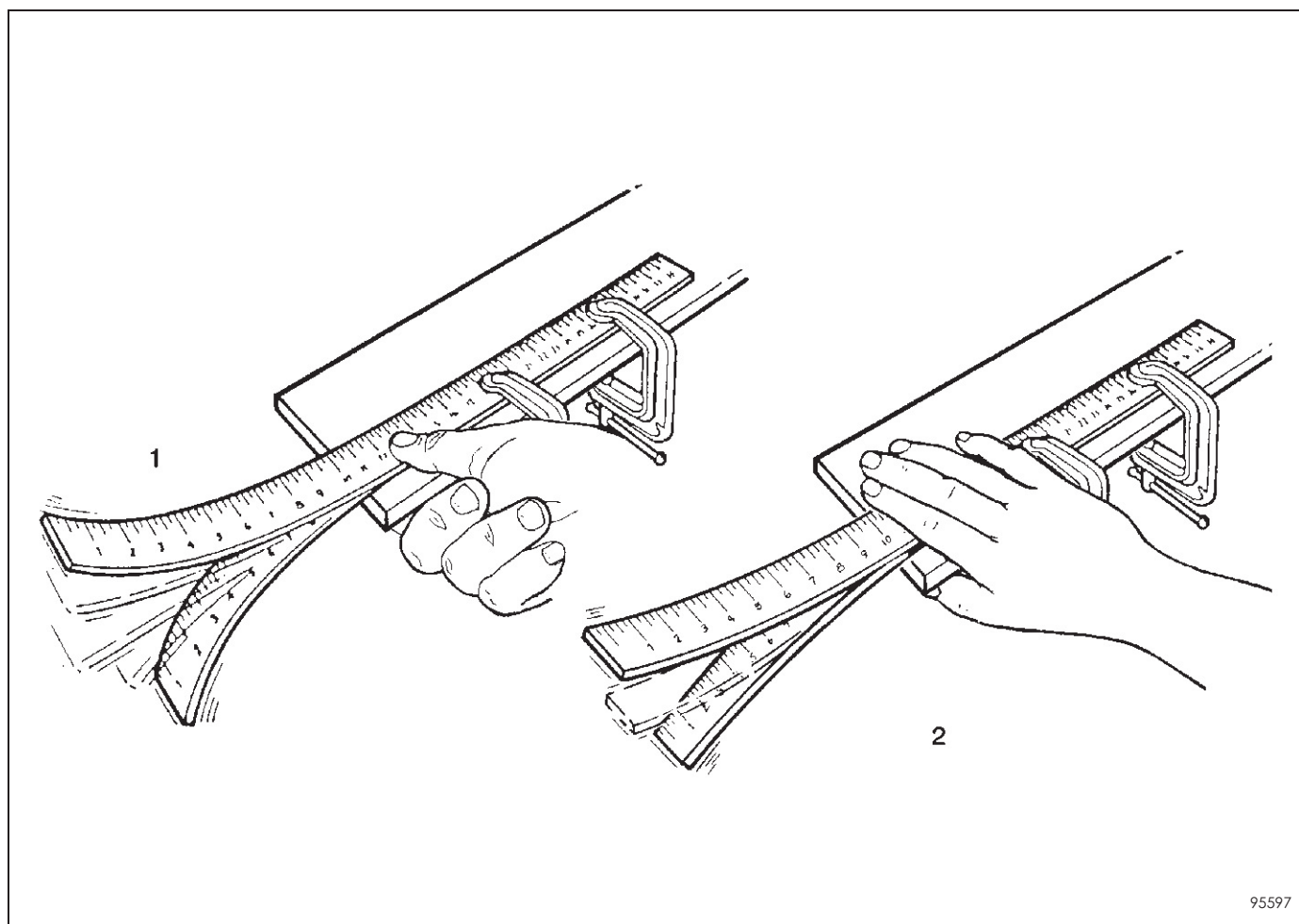
图标

- (1) 频率 - 每秒周数
- (2) 悬架频率
- (3) 不平衡的激励
- (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。当轮胎转速随着车速增加时，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。该交叉点称为共振点。

振动幅度在共振点最大。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



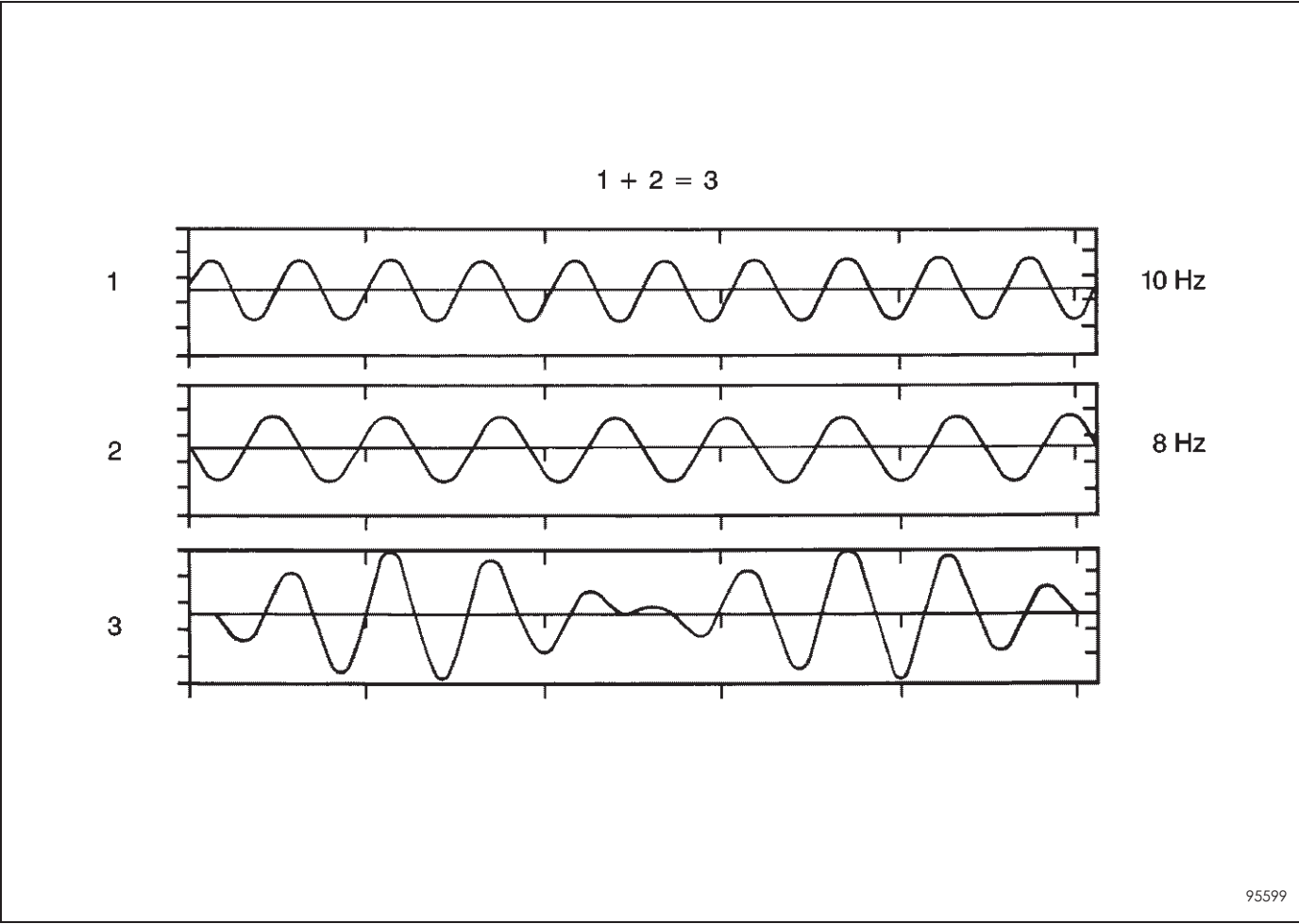
图标

(1) 低阻尼

(2) 高阻尼

振动阻尼是物体或材料分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）

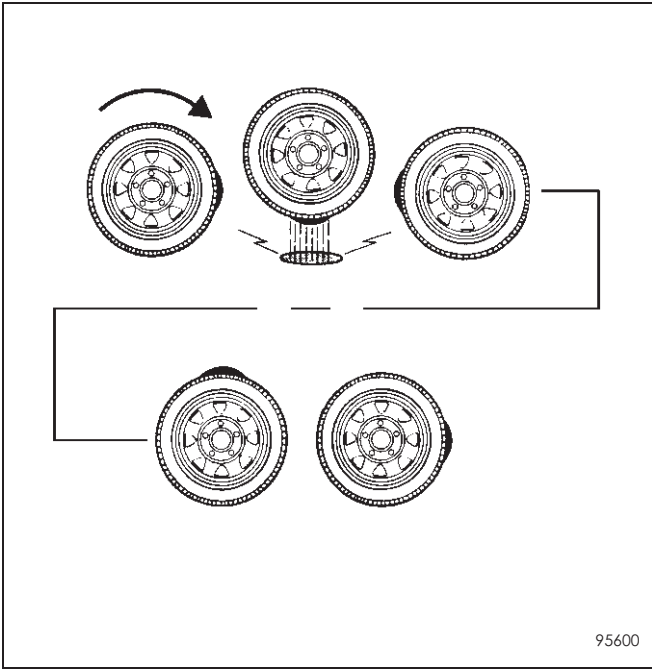


两个频率相近的独立扰动将导致一种称为差拍或相位干扰的状况。当车辆以稳定的速度行驶时，差拍振动的强度或振幅将以重复的形式增加。在一些车辆中能听到这种差拍振动产生的嗡嗡声。

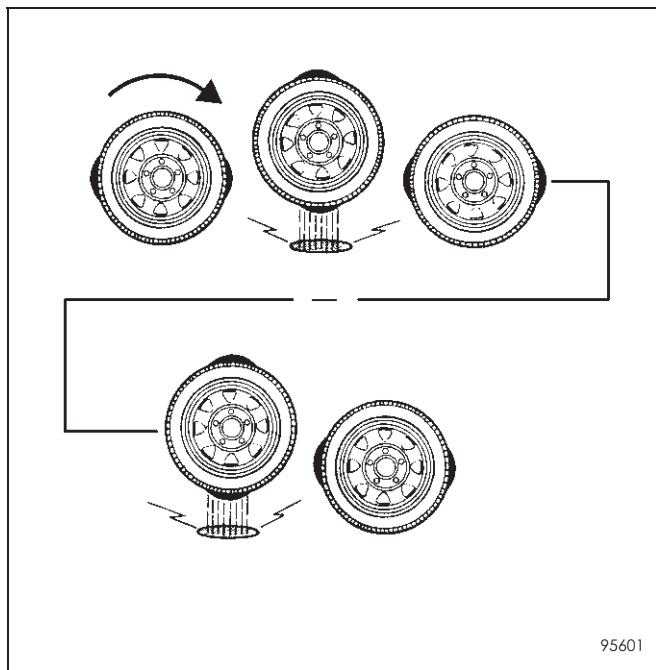
当两个振动力的振幅叠加时，出现差拍现象。但是，两个振动力也会使振幅相互抵消。频率相近的振幅相互叠加和抵消称为差拍。在很多情况下，消除其中某一个扰动，便可校正这种状况。

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。



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。两个一阶振动的振幅可能会使扰动总振幅增加，也可能使其削减，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

- EL-38792-25感应式传感器正时灯
- EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）

关于当地同等工具，参见专用工具和设备。

EL-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）。依据“振动分析诊断表”，通过EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）来获得振动问题发生时的频率。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

EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）的振动传感器自带一根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。

EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）包括2个传感器输入端口，它们可以被单独激活，来允许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EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）振动传感器（加速计），是确保通过EL-38792-A电子振动

分析仪2（EVA 2）获取正确的振动读数的关键。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。如果还没有确定是哪个部件，则先将传感器安装在转向柱上。

电子振动分析仪振动传感器与部件的连接

注意：EL-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，以获得准确的振动扰动频率读数。

EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）的振动传感器用于探测主要发生在竖直面上的扰动，因为大部分的振动都是在上下方向上被感知的。因此，EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）的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”（向上）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。

EL-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

EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）使用GE 38792-60软件模块，该软件模块为EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）提供各种信息。GE-38792-60为EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）提供了一个附加功能，这种附加功能是可选择的，对振动问题诊断提供帮助。

注意：EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）模块（GE-38792-60）的“Auto-Mode”（自动模式）功能仅用于支持“振动分析诊断表”。

这一支持功能通过EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）的“自动模式”功能实现。当选择这一功能时，EL-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。它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，识别可疑的振动源，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问题的主频，则EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）可用于确定某些失衡的旋转部件/系统。EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）装有频闪灯触发导线，它可与EL-38792-25感应式传感器正时灯或同等工具（包括GE-38792-25组件）一起使用，也可单独使用。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，如果该物体失衡，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问题的主频，则EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）可用于确定传动轴上的较轻部位。EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）装有频闪灯触发导线，它可以与GE-38792-25感应式传感器

正时灯或同等工具（包括J-38792-25组件）一起使用，也可单独使用，并可配合EL-38792-A电子振动分析仪2（EVA 2）的振动传感器，来识别传动轴上的较轻部位，帮助确定传动轴何时得到平衡。

平均/非平均模式

电子振动分析仪提供了两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。

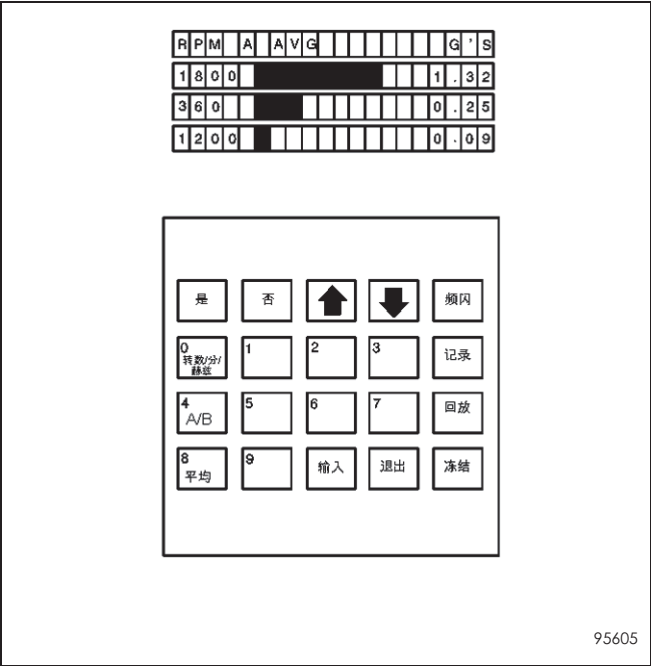
平均模式是利用一段时间内所采集到的多个振动样本值，进行平均，然后显示最主要的频率。采用平均模式，可以将与振动问题不相关，但也被显示出来的突然振动（如凹坑或不平路面产生的突然振动）的频率所引起的干扰减至最低程度。

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。

在平均模式以及“Auto Mode（自动模式）”下运行电子振动分析仪时，正在使用的振动传感器输入端口左侧的显示屏顶部将出现字母“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，显示屏的顶部中央会显示字符“AVG”。

在非平均（瞬时）模式以及“Auto Mode（自动模式）”下运行电子振动分析仪时，正在使用的振动传感器输入端口左侧的显示屏顶部将出现字母“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，显示屏顶部中央将是空白。

电子振动分析仪显示屏



从EL-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）或每秒转速“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）。

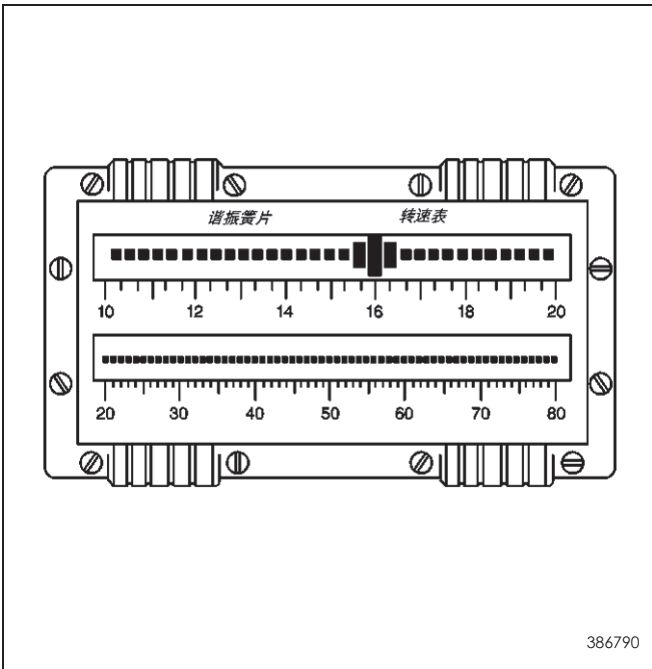
1.5.4.3 振动软件的说明与操作

EL-38792-VS振动软件是一个电脑软件程序，用于支持“振动分析”诊断表，与EL-38792-A电子振动分析仪（EVA）2和故障诊断仪配合使用，有助于确定振动源。EL-38792-VS振动软件根据用户输入的车辆数据参数，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。

EL-38792-VS振动软件利用车辆数据参数（如驱动桥主减速比，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。该图表显示可以修改，以显示只与车速、只与发动机转速或者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EL-38792-A电子振动分析仪（EVA）2获得的与振动问题相关的主频读数，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。

CH-51450-NVH示波器诊断组件（带NVH）在其帮助文件中有振动软件的版本说明。

1.5.4.4 簧片式转速表的说明



簧片式转速表由2排并列的簧片组成。在受到特定频率激励时，簧片会产生振动或共振。簧片按其特定的共振

频率排列，共振频率范围为10 - 80赫兹，从左至右依次增加。这样的排列可直观地显示该频率范围内的主频。

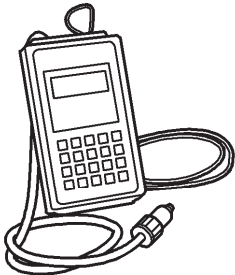
簧片式转速表是一个十分有用的诊断工具，但是它对与振动问题无关的外部输入极为敏感，如不平的路面等，因此其使用很难掌握。由于以上情况，簧片式转速表的诊断能力也受到限制。

由于簧片式转速表诊断能力有限、可用性有限以及成本增加，因此不建议将簧片式转速表作为主要的振动诊断工具。

诊断振动问题时，应使用EL-38792-A电子振动分析仪（EVA）2。EL-38792-A电子振动分析仪（EVA）2的设计克服了簧片式转速表的不足。参见电子振动分析仪（EVA）的说明与操作。

1.5.5 专用工具和设备

1.5.5.1 专用工具和设备

图示说明	工具编号/说明
 2019263	EL-38792-A J-38792 电子振动分析仪