

汽车传动轴总成台架试验方法

本标准规定了汽车传动轴总成(以下简称传动轴)台架试验方法。

本标准是为确保传动轴试验方法标准化,便于对产品的性能、强度和寿命等可靠性进行比较和评价而制订的。

本标准适用于轿车或载货车、客车及越野车的传动轴总成台架试验,对于重型车亦可参照应用。

1 名词、术语

本标准的采用的名词、术语含义如下:

1.1 传动轴

带有十字轴式万向节的轴管或实心轴或两十字轴式万向节直接连接的,用来把发动机的扭矩和旋转运动传递给驱动轴的总成。

1.2 基准面

指传动轴安装在汽车上时的装配面,装配轴和支承部位。

1.3 标准状态

传动轴两万向节中心之间的长度等于汽车在水平位置时静止、满载状态下的传动轴长度,并且传动轴水平放置,万向节夹角为零。

1.4 额定负荷

1.4.1 传动轴的额定负荷首先采用传动轴的设计计算扭矩做为试验负荷,即按发动机最大扭矩计算值和按最大附着力计算的扭矩值并取二者中较小的扭矩做为额定负荷。

a) 按发动机最大扭矩计算时:

$$M_G = M_{c \max} \cdot i_{k1} \cdot i_{p1} / n \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: M_G ——按发动机最大扭矩计算时传动轴所承受的扭矩, $N \cdot m$, (当采用贯通轴时,通向贯通轴的传动轴所承受的扭矩应乘以 2);

$M_{c \max}$ ——发动机最大扭矩, $N \cdot m$;

i_{k1} ——变速器 I 档速比;

i_{p1} ——分动器低档速比;

n ——使用分动器低档时的驱动轴数目。

b) 按最大附着力计算时:

$$M_{\phi \max} = G \cdot r_x \cdot \phi / i_o \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: $M_{\phi \max}$ ——驱动轮最大的附着力换算到传动轴上的最大的附着扭矩, $N \cdot m$;

r_x ——车轮的滚动半径, m ;

G ——满载时驱动轴上的负荷, N ;

ϕ ——轮胎与地面的附着系数(在良好的沥青路面上取 $\phi=0.8$);

i_o ——减速器速比。

1.4.2 按传动轴系列化生产的产品,其额定负荷取传动轴静扭转强度试验结果中破坏扭矩值的三分之一。

1.5 最高转速

指发动机的额定最高转速除以变速器最小传动比所得值。

2 试验项目

试验项目如下：

2.1 静态跳动量试验

将传动轴安装在试验装置上，用手或其它方法慢速旋转，测量其相对旋转轴心跳动量。

2.2 剩余不平衡量试验

将传动轴安装在试验装置上，按规定的转速旋转，测量其剩余不平衡量。

2.3 临界转速试验

将传动轴安装在试验装置上，使它旋转或激振，测量临界转速或共振频率。

2.4 扭转间隙试验

将传动轴安装在试验装置上，一端固定，另一端施加规定扭矩，测量其周向间隙。

2.5 静扭转刚性试验

将传动轴安装在试验装置上，测定其静扭转刚度。

2.6 静扭转强度试验

将传动轴安装在试验装置上，测量它的静态扭转强度。

2.7 冲击强度试验

将传动轴安装在试验装置上，测定其冲击强度。

2.8 扭转疲劳试验

将传动轴安装在试验装置上，测定其扭转疲劳寿命。

2.9 万向节磨损试验

将传动轴安装在试验装置上，使其传动，确定其耐磨损性及耐烧蚀性。

2.10 滑动花键磨损试验

将传动轴安装在试验装置上，使滑动花键滑动，确定其耐磨损性及耐擦伤性。

3 试验条件

在上述各项试验项目中，应具备的共同试验条件如下：

3.1 传动轴的质量

传动轴必须是依照按规定程序批准的产品图纸制造，经过质量检查合格，且是未经使用的新总成。

3.2 试验装置及仪表

所有试验装置应具有足够的测试精度，各类仪器仪表应在试验前校正到能表示正常的测试值。

3.3 样品的数量

为保证试验数据的可靠性，每项试验的样品不少于3件。

3.4 试验结束后，应附有损坏情况的照片并对损坏样品的材料进行有关的金相化学分析及宏观断口分析。

4 静态跳动量试验

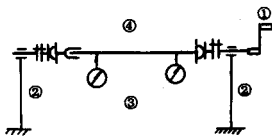
4.1 试验装置

试验装置采用如图1所示的静态跳动量试验台。

4.2 试验步骤

4.2.1 用传动轴的基准面按标准状态安装在试验台上。

4.2.2 用手或其它方法缓慢旋转传动轴，测量其跳动量（偏心量的2倍）。



①—旋转装置；②—支承装置；③—测量装置；④—试件

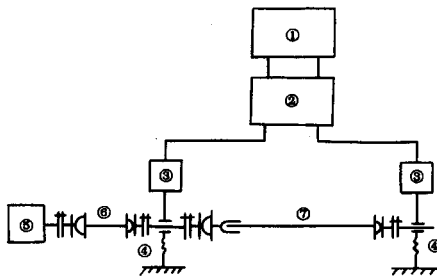
图1 静态跳动量试验台示意图

4.2.3 试验结果记录在附表1所示的记录纸上。

5 剩余不平衡量试验

5.1 试验装置

试验装置采用如图2所示的动平衡试验机。



①—指示仪表；②—计测线路；③—传感器；④—弹簧片；⑤—驱动装置；⑥—传动联轴器；⑦—试件

图2 动平衡试验机示意图

5.2 试验步骤

5.2.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

5.2.2 动平衡复试应在未注润滑油之前进行。

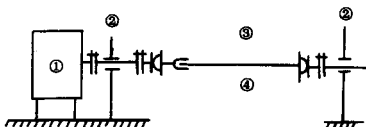
5.2.3 试验转速原则上取最高转速的二分之一，使传动轴旋转并进行测量。

5.2.4 试验结果记录在如附表2所示的记录纸上。

6 临界转速试验

6.1 试验装置

试验装置采用如图3所示的回转试验台或图4所示的激振试验台。



①—驱动装置；②—测量振动的传感器；③—测量变形用传感器；④—试件

图3 回转试验台示意图

6.2 试验步骤

6.2.1 采用回转试验装置时

6.2.1.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

6.2.1.2 在理论临界转速的 0.5~1.2 倍的转速范围内,将传动轴缓慢地加速和减速。

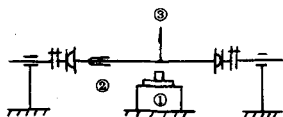
理论临界转速用下式计算:

$$n_k = 1.2 \times 10^3 \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{L^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中: n_k ——理论临界转速, r/min; D ——轴管外径, mm; d ——轴管内径, mm; L ——传动轴长度(两万向节中心之间的长度), mm。

6.2.1.3 这时测量如图所示的传动轴两端支承处的加速度(速度)和传动轴中间部位的变形(应力)。

6.2.1.4 试验结果记录在附表 3 所示的记录纸上。

附表 3 图中的 n_1 就是所求的临界转速。

①激振器; ②试件; ③测量振动用传感器

图 4 激振试验台示意图

6.2.2 采用激振试验装置时

6.2.2.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

6.2.2.2 用一定的激振力,使传动轴振动。

6.2.2.3 在理论临界转速的 0.5~1.2 倍相对应频率的范围进行激振,并测量振幅(加速度)。

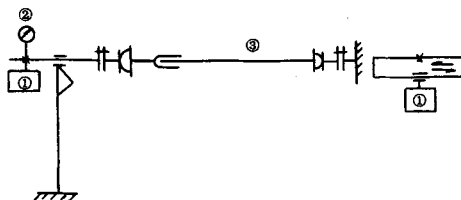
6.2.2.4 试验结果记录在附表 4 所示的记录纸上。

附表 4 图中的 f_1 就是所求的临界转速相对应的频率。

7 扭转间隙试验

7.1 试验装置

试验装置采用如图 5 所示的扭转间隙试验台。



①—加载装置; ②—检测装置; ③—试件

图 5 扭转间隙试验台示意图

7.2 试验步骤

7.2.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

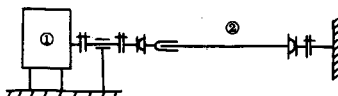
7.2.2 加载装置按 $10\text{ N}\cdot\text{m}$ 在一个方向上加载,此时检测装置测得一数值,然后在反方向按 $10\text{ N}\cdot\text{m}$ 进行加载,检测装置又测得一值,上述检测装置读数差即为所测扭转间隙值。

7.2.3 试验结果记录在附表 5 所示的记录纸上。

8 静扭转刚性试验

8.1 试验装置

试验装置采用如图 6 所示扭转试验机。



①—加载及检测装置； ②—试件

图 6 扭转试验机示意图

8.2 试验步骤

8.2.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

8.2.2 按一定的方向对传动轴施以予加扭矩,予加扭矩加到额定负荷为止,然后退回到原始状态。

8.2.3 按一定方向施加扭矩进行试验,扭矩加到额定负荷,然后卸载到负荷为零,用检测装置自动记录扭矩及其相应扭角(或逐级加载和卸载并记录扭矩及其相应的扭角)。

8.2.4 试验结果记录在附表 6 所示的记录纸上,并计算传动轴静扭转刚度。

9 静扭转强度试验

9.1 试验装置

试验装置采用如图 6 所示的扭转试验机。

9.2 试验步骤

9.2.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

9.2.2 按一定的方向对传动轴施以予加扭矩,予加扭矩加到额定负荷为止。然后退回到原始状态。

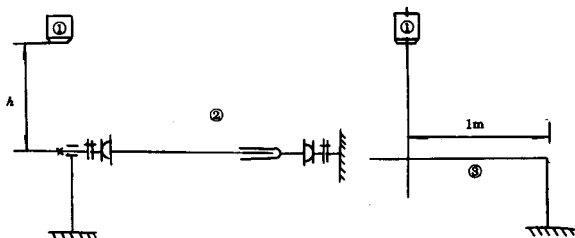
9.2.3 按一定方向施加扭矩进行试验,用检测装置自动记录扭矩及其相应的扭角(或逐级加载并记录扭矩及其相应的扭角),直到传动轴最薄弱的零件损坏为止。

9.2.4 试验结果记录在附表 7 所示的记录纸上,并绘制扭转曲线图。

10 冲击强度试验

10.1 试验装置

试验装置采用如图 7 所示的落锤式冲击试验台。



①—重锤；②—试件；③—横臂

图7 落锤式冲击试验台示意图

10.2 试验步骤

10.2.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

10.2.2 试件的一端作刚性固定另一端通过轴承支座与长度大于1 m的横臂相连。

10.2.3 落锤重量按传动轴轴管的规格而定(详见表1)使通过落锤重心的铅直线与水平横臂的中心线相交于 $l=1\text{ m}$ 处,从落锤底平面至横臂上表面高度 $h=0.25\text{ m}$ 开始冲击,再逐级增加高度(级差 0.25 m) 进行冲击,如在 $h=1.5\text{ m}$ 时冲击后仍未损坏,则仍在此高度下反复冲击,直至传动轴某薄弱零件破坏为止。

表 1

轴管外径 mm	85~90	75~80	60~65	50~55
轴管壁厚 mm	2.5			
落锤重量 N	1 200	1 000	600	400

10.2.4 如果轴管和壁厚与表 1 不符时可用下式计算落锤重量

$$G = 0.49M/l \dots\dots\dots (4)$$

式中: G ——落锤重量, N;

M ——额定负荷, N·m;

l ——横臂长度($l=1\text{ m}$), m。

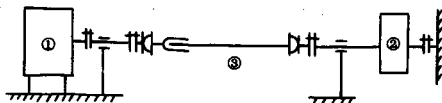
10.2.5 每次冲击前将横臂置于水平位置,冲击后检查试件损坏情况。

10.2.6 试验结果记录在附表 8 所示的记录纸上

11 扭转疲劳试验

11.1 试验装置

试验装置采用如图 8 所示的扭转疲劳试验机。



①—加载装置；②—扭矩检测装置；③—试件

图 8 扭转疲劳试验机示意图

11.2 试验步骤

11.2.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

11.2.2 试验采用非对称循环, 交变扭矩的最大试验扭矩 (M_{max} , 取规定的额定负荷, 最小试验扭矩 (M_{min}) 取额定负荷的 30%, 交变扭矩的幅值为

$$M_a = \frac{M_{max} - M_{min}}{2} \dots\dots\dots (5)$$

式中: M_a ——交变扭矩的幅值, $N \cdot m$;

M_{max} ——最大试验扭矩, $N \cdot m$;

M_{min} ——最小试验扭矩, $N \cdot m$ 。

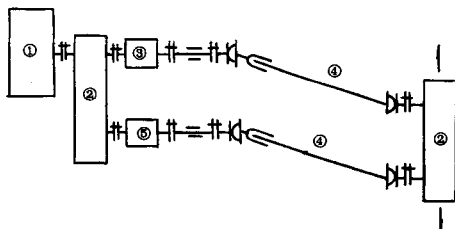
11.2.3 按上述规定施加交变扭矩, 进行试验直到传动轴中某个最薄弱零件疲劳损坏为止。

11.2.4 试验结果记录在附表 9 所示的记录纸上。

12 万向节磨损试验

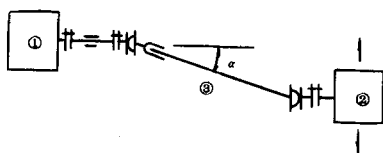
12.1 试验装置

试验装置采用如图 9 所示的封闭式传动轴试验台或如图 10 所示的开式传动轴试验台。



①—驱动装置; ②—齿轮箱; ③—加载装置; ④—试件; ⑤—检测装置

图 9 封闭式传动轴试验台示意图



①—驱动装置; ②—测功机; ③—试件

图 10 开式传动轴试验台示意图

12.2 试验步骤

12.2.1 用传动轴的基准面按标准状态的长度装在试验台上, 传动轴的装置角度不小于 7° 。

12.2.2 试验前及试验结束后, 按附表 10 的要求测量扭转间隙和十字轴轴颈尺寸。

12.2.3 试验转速按公式来计算:

$$n + g\alpha = 57 \dots\dots\dots (6)$$

式中: n ——试验转速, r/min ;

α ——传动的装置角度。

12.2.4 取 20% 的额定负荷作为走合负荷, 走合 4 h。

12.2.5 走合结束后, 对万向节进行润滑, 直到润滑油溢出油封外为止。

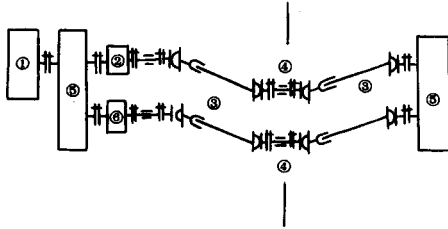
12.2.6 试验时施加额定负荷,试验过程中要求连续运转,其中每隔 2 h 测量万向节温度及环境温度并进行记录,当万向节温度上升到 $60 \pm 50^\circ\text{C}$ 时即终止试验。

12.2.7 试验结果记录在附表 10 所示的记录纸上。

13 滑动花键磨损试验

13.1 试验装置

试验装置采用如图 10 所示的开式传动轴试验台或如图 11 所示的具有滑动支座封闭式传动轴试验台。



①—驱动装置；②—加载装置；③—试件；④—滑动支座；⑤—齿轮箱；⑥—检测装置

图 11 具有滑动支承的封闭式传动轴试验台示意图

13.2 试验步骤

13.2.1 用传动轴的基准面按标准状态装在试验台上。

13.2.2 试验前按附表 10 的要求测量花键齿厚原始值,按装配的技术条件规定的要求装复后加注润滑油直到润滑油从花键空隙处溢出为止。

13.2.3 在空载时走合 4 h,施加 16% 的额定负荷进行试验。试验时使花键的伸缩量 ≥ 10 mm,花键往复滑动的次数不得低于每分钟 30 次,试验转速不低于 500 r/min。

13.2.4 每隔 30 h 折检一次,观察花键表面磨损情况,测量花键齿侧磨损量并详细记录在附表 11 上,装置后加注润滑油直到润滑油从花键空隙处溢出为止。

13.2.5 被试花键的齿数超过半数以上产生擦伤时(粘着磨损)或三齿以上的磨损量达到 0.50 mm 时即可结束试验。

13.2.6 试验结果记录在如附表 11 所示的记录纸上。

附表1 静态跳动量试验记录

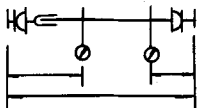
试验样品 _____ 试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 汽车型号 _____ 试验地点 _____
 试验装置 _____ 试验人员 _____
 测试仪器 _____

--

示 意 图

测量位置 NO	测 量 位 置				测量值	单位: mm
	1	2	3	4		
试验样品 NO						
1						
2						
X						
R						

备注: 示意图例:



附表2 剩余不平衡量试验记录

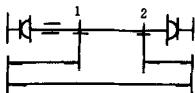
试验样品 _____ 试验装置 _____
 汽车型号 _____ 试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 样品质量 _____ kg 试验地点 _____
 试验转数 _____ r/min 试验人员 _____

--

示 意 图

		测量位置及测量值单位 $g \cdot cm$		
测量位置 NO		1	2	3
试验样品 NO	测量值			
1				
2				
X				
R				

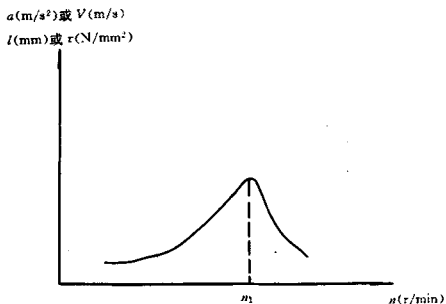
备注：示意图例：



附表 3 传动轴临界转速(回转试验时)试验记录

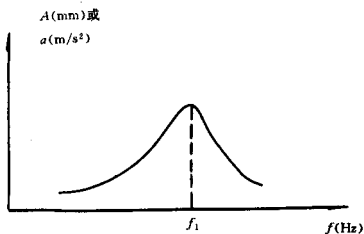
试验样品 _____
 汽车型号 _____
 试验装置 _____
 测试仪器 _____

试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 试验地点 _____
 试验人员 _____



附表 4 传动轴临界转速(激振试验时)试验记录

试验样品 _____ 试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 汽车型号 _____ 试验地点 _____
 试验装置 _____ 试验人员 _____
 测试仪器 _____



附表 5 扭转间隙试验记录

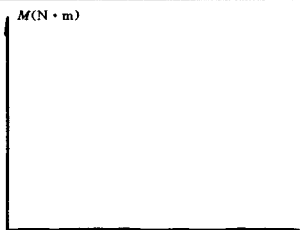
试验样品 _____ 试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 汽车型号 _____ 试验地点 _____
 试验装置 _____ 试验人员 _____
 测试仪器 _____

试验样品 NO	1	2	3	4		\bar{X}	R
测试值 min 或 rad							

附表 6 扭转刚性试验记录

试验样品 _____ 试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 汽车型号 _____ 试验地点 _____
 试验装置 _____ 试验人员 _____
 测试仪器 _____

试样样品 NO	1	2	3	4		\bar{X}
刚度 $N \cdot m/rad$						
备 注						



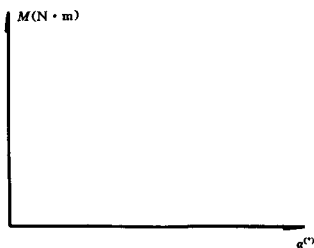
静扭转刚性曲线

附表 7 静扭转强度试验记录

试验样品 _____
 汽车型号 _____
 试验装置 _____
 测试仪器 _____

试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 试验地点 _____
 试验人员 _____

试验样品 NO	破坏扭矩 N·m	破坏扭转角度°	破坏位置	破坏情况	备注
\bar{X}					
R					



扭转曲线图

附表 8 冲击强度试验记录

试验样品 _____
 汽车型号 _____
 试验装置 _____
 落锤重量 _____

试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 试验地点 _____
 试验人员 _____
 测试仪器 _____

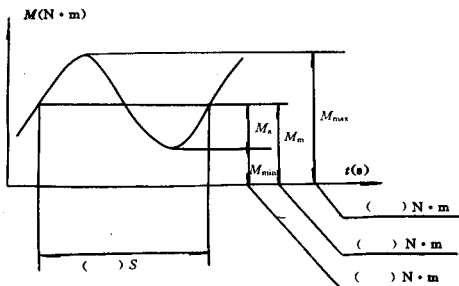
高度 m	试验样品 NO	1	2	备注
	损坏情况			
0.25				
0.50				
0.75				
1				
1.25				
1.5				

备注：记录每次冲击后的扭转角度及样品损坏情况。

附表 9 扭转疲劳试验记录

试验样品 _____ 试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 汽车型号 _____ 试验地点 _____
 试验装置 _____ 试验人员 _____
 测试仪器 _____

试验样品 NO	破坏次数	破坏位置	破坏情况	备注



扭矩波形图

附表 10 万向节磨损试验记录

试验样品 _____ 试验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 汽车型号 _____ 试验地点 _____
 试验装置 _____ 试验人员 _____
 测试仪器 _____ 测量仪表 _____

累计时间 h	扭转间隙值 mm 或 rad	温度 °C		十字轴轴颈尺寸 mm				万向节损坏情况		备注
		环境	万向节	I	II	III	IV	十字轴	十字轴轴承	
0										
2	/			/	/	/	/	/	/	/
4	/			/	/	/	/	/	/	/
2(n-1)	/			/	/	/	/	/	/	/
2n										

备注：测量十字轴轴颈时，十字轴注油嘴向上，并向着测量者，按顺时针方向为 I、II、III、IV。每个轴颈测量二个位置，取其平均值。

附表 11 滑动花键磨损试验记录

试验样品 _____
 汽车型号 _____
 试验装置 _____
 测量仪器 _____

试验日期 _____年____月____日
 试验地点 _____
 试验人员 _____

累计时间 h	花键滑动行程 mm	花 键 齿 厚				花键损坏情况	备 注
		I	II	III	IV		
(原始值)							
(最终值)							

备注:测量花键齿厚时,可随机测量四齿,并作标记,每齿沿齿长测三点取其平均值。

附加说明:

本标准是参照日本汽车标准化组织 JASO 7208《汽车传动轴总成试验方法》制订的。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:长春汽车研究所、第二汽车制造厂、上海汽车传动轴厂。

本标准主要起草人:孙志斌、崔万春、林 端。