发动机皮带张紧力的测量与研究

□ 东风商用车有限公司 / 黄硕

目前，人们对于发动机性能的要求越来越高，发动机的宽度和高度不断降低，输出的功率却不断提高，这就要求传动带的数量不断减少，厚度不断降低，而能够传递的力矩却不断增大。

发动机皮带张紧力对发动机的正常工作有很大影响。皮带张紧力每时每刻都在发生着变化。皮带张紧力过大，会加快皮带的磨损，且增加相关部件轴承的负荷，加速零部件的损坏；皮带张紧力过小，将引起皮带相对皮带轮打滑，风扇的扇风量减少，使发动机过热从而降低动力传动效率。由此可见，皮带张紧力过大或过小都会影响发动机的性能，进而影响整车使用。

调整发动机皮带张紧力是发动机装配过程中的重要工序。发动机风扇和发电机一起由曲轴皮带轮通过三角皮带驱动，通常将发电机的支架做成可移动式的，以便调节皮带的紧度，发动机皮带张紧力调整得是否准确将直接影响到整车质量。为保证整车质量，必须准确测量出发动机皮带张紧力的取值范围。目前，检查发动机皮带的张紧力已经成为评价车况好坏的一个重要参考指标。

带传动的工作情况分析

1. 带传动的受力分析

带传动工作前，传动带以一定的初拉力张紧在带轮上。

带传动工作时，因带和带轮间的静摩擦力作用使带的一边拉紧，一边放松。紧边拉力为，松边拉力为。

带轮的初拉力必须大于带传动正常工作所要求的最小的初拉力，否则主动带轮将带不动从动轮，带传动将出现整体打滑。但过大的初拉力是没有必要的，传动带的紧边拉力与松边拉力取决于带的初拉力和带传动的有效拉力。在传动有效拉力给定的条件下，把传动带张得过紧，只会无谓的增大传动带的紧边拉力和松边拉力，从而使传动带因为过度磨损和很快松弛。

2. 带的弹性滑动和打滑

传动带在受到拉力作用时会发生弹性变形。在小带轮上，带的拉力从紧边拉力逐渐降低到松边拉力，带的弹性变形量逐渐减少，因此带相对于小带轮向后退缩，使得带的速度低于小带轮的线速度；在大带轮上，带的拉力从松边拉力逐渐上升为紧边拉力，带的弹性变形量逐渐增加，带相对于大带轮向前伸长，使得带的速度高于大带轮的线速度。这种由于带的弹性变形而引起的带与带轮间的微量滑动，称为带传动的弹性滑动。因为带传动总有紧边和松边，所以弹性滑动也总是存在的，是无法避免的。

带在开始绕上小带轮时，带的速度等于小带轮的线速度；带在绕上小带轮时，带的速度低于小带轮的线速度。在大带轮上发生着类似的过程。带在开始绕上大带轮时，带的速度等于大带轮的线速度；带在绕出大带轮时，带的速度高于大带轮的线速度。带经过上述循环，带速没有发生变化。但是大带轮的

线速度却因此而小于小带轮的线速度。

在带传动正常工作时，带的弹性滑动只发生在带离开主、从动轮之前的那一段接触弧上，这一段弧称为滑动弧，所对中心角为滑动角；而把没有发生弹性滑动的接触弧称为静止弧，所对的中心角为静止角。在带传动的速度不变的条件下，随着带传动所传递的功率逐渐增加，带和带轮间的总摩擦力也随之增加，弹性滑动说发生的弧段的长度也相应扩大。当总摩擦力增加到临界值时，弹性滑动的区域也就扩大到了整个接触弧。此时如果再增加带传动的功率，则带与带轮间就会发生显著的相对滑动，即整体打滑。打滑会加剧带的磨损，降低从动带轮的转速，甚至使传动失效，故应极力避免这种情况的发生。但是，当带传动所传递的功率突然增大而超过设计功率时，这种打滑却起到过载保护的作用。

发动机皮带动态张紧力计算

通过上文对皮带受力情况的分析，结合目前的测量技术手段，本章提出了使用转速差估算发动机皮带张紧力的方法。

1. 试验步骤

为使试验能顺利进行，首先设计试验的总体流程图，如图1所示。

步骤如下：

（1）做好发动机台架试验的相关准备工作，如台架试验所需的冷却水、启动电源及燃油等。

（2）用千分表检查曲轴末端和风扇末端的垂直度，直至垂直度满足要求。

（3）安装编码器和夹具，将编码器牢牢固定在夹具上。

（4）连接线路，其中BBM的15通道连接曲轴，16通道连接风扇。编码器通过接口与5V电源连接在一起，其中黑色线接地，红色线接5V电源。根据测试需求再将A相连接到BBM上。

（5）开启发动机，当转速稳定后让BBM开始采集数据。

（6）待数据采集完后，改变发动机的转速，当发动机稳定在另一预定转速时，再次让BBM采集数据，如此往复，直到采集到所需数据为止。

（7）关闭发动机，关闭BBM，卸下夹具和编码器，整理试验器具。

2. 试验结果

试验中，相关参数见表1。

试验采集了皮带在发动机怠速时的数据。编码器输出的数据是光栅出现的时刻，为了更加精确的研究其中的数值关系，在采集到的数据中，截取连续的190个数据进行数据处理。

依据公式可以求出曲轴的转速和风扇转速，图2和图3为风扇转速曲线图和曲轴转速图。

3. 数据处理与结果分析

带传动的动力传递路线是：动

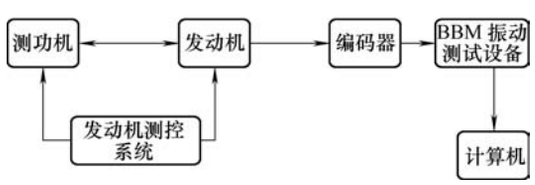

图1 试验总体流程图

表1 测试台架基本参数

发动机额定功率	125kW
发动机额定转速	250r/min
曲轴末端直径d1	190mm
风扇末端直径d2	130mm
测试段皮带长度	400mm
皮带上宽	12mm
皮带下宽	6.5mm
皮带厚度	10mm
测试皮带EA	约1.5×104N

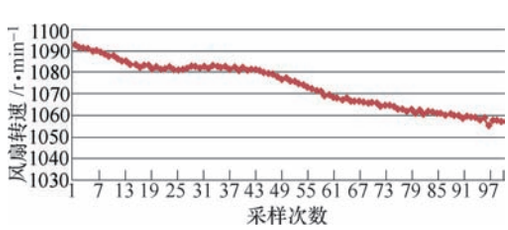

图2 风扇转速曲线

力由主动轮传到皮带，再由皮带传递到从动轮。由于皮带是弹性体，在受到拉力后会伸长。这个伸长量就会使得皮带轮与皮带的速度出现偏差，具体来说是靠近从动轮处的皮带的速度低于靠近主动轮处的皮带的速度，进而从动轮的速度就低于主动轮的速度。

如果测量出了从动轮和主动轮的瞬时转速，就可以得到两带轮间皮带的瞬时变形量。

依据相关公式所绘制的皮带动态张紧力如图4所示。

由于发动机是由静止开始转动，所以实测动态张紧力由500N左右逐渐上升到1000N左右。

从图4可以看出，当发动机转速稳定以后，皮带动态张紧力维持在800～1000N，符合预期结果。

总结与展望

1. 全文总结

本文从理论和试验两方面探索了测试发动机皮带张紧力的新方法，即通过测量两带轮的瞬时转速差，来测试发动机皮带的动态张紧力。两方面的探索都表明此方法可行。

在理论研究方面，分析了传动带在运转过程中的受力情况，提出了通过测量两带轮转速差来估算发动机皮带动态张紧力的方法并推导出了张紧力的计算公式。

在试验研究方面，采用了1024线的光电编码器及BBM振动测试设备，对某六缸柴油机的曲轴和风扇的瞬时转速进行了测试，计算出了皮带的动态张紧力，在误差允许的范围内，验证了此方法能较好测出发动机皮带的动态张紧力。

2. 展望

本课题提出的利用转速差测量发动机皮带动态张紧力的方法简单可行，但其中也存在许多不足之处：

（1）本课题中将皮带假设为简单的线性变形体，但实际上皮带属于多自由度粘弹性系统，其动力学模型为非线性的。应该将皮带的动力学模型考虑得更接近于实际。

（2）由于实验条件限制，本课题实验中只测出了发动机处于怠速状况，张紧轮处于一个角度的皮带张紧力，其方法可行性不是很充分。应该在原有理论基础之上，测试发动机处于不同转速，张紧轮处于不同位置是的皮带张紧力，这样的出来的数据才更有分析的价值。

（3）本课题只做了柴油发动机皮带动态张紧力的测量与研究。应该在条件允许的情况下对汽油发动机的皮带张紧力也做此测量研究，并把两种发动机的实验结果进行对比。

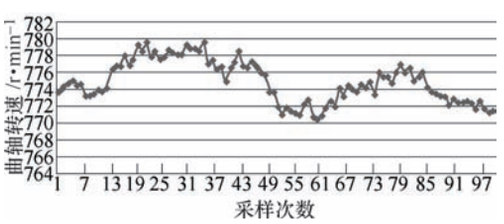

图3 曲轴转速曲线

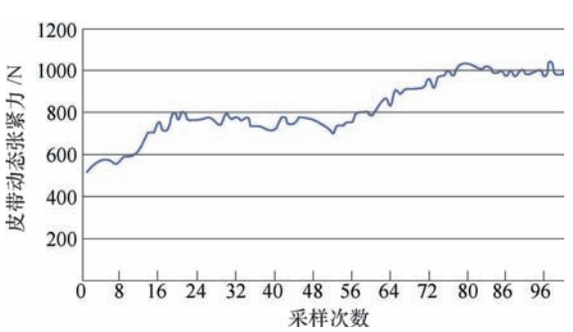

图4 皮带瞬时张紧力

AUTO1950

汽车工艺师
auto1950.com

汽车工艺师（auto1950）是汽车制造领域优秀的数字传播平台，没有之一。关注它，你在汽车方面更专业；关注它，你在汽车领域更容易成功！