

# 紧固件扭矩测试方法

序号	方法名称	具体方法	优点	缺点	备注
一	拧紧法(增拧法)	扭力扳手平稳用力逐渐增加力矩(切忌冲击),当螺母或螺栓刚开始产生微小转动时它的瞬时扭矩值最大(因要克服静摩擦力),继续转动,扭矩值就会回落到短暂的稳定状态,这时的扭矩值即为检查所得的扭矩。	操作简单,但必须熟练有经验	1、存在二次紧固的可能; 2、对螺栓何时开始启动很难确定,存在主观因素; 3、螺栓启动的时候,实际扭矩值应该是大约安装时候的扭矩值,所以测试值一般偏大。	静态扭矩,该方法用于残余扭矩的测试,适用于装配现场拧紧质量的检测
二	标记法(划线法)	检验前先在被检螺栓或螺母头部与被连接体上划一道线,确认相互的原始位置。然后将螺栓或螺母松开些,在用扭矩扳手将螺栓或螺母拧紧到原始位置(划线处要线对准),这时的最大扭矩值再乘以0.9~1.1所得的值即为检查所得的扭矩。	技术水平不高,操作较繁琐,不适宜有防松功能的紧固件	相对方法一更精确	动态扭矩,设计人员从设计角度给出的扭矩即为动态扭矩,故拆车时建议采用该方法
三	松开法	用扭矩扳手慢慢地向被检螺栓或螺母施加扭矩,使其松开,读取开始转动时的瞬时扭矩值,并根据试验和经验乘以一个系数:1.1~1.2即为检验扭矩值。	操作简单,但必须熟练有经验	扭矩偏小	

残余扭矩值是再继续拧紧螺栓/螺母时旋紧一个小角度测得的最小扭矩值。起动扭矩不能作为残余扭矩。

动态扭矩:当紧固件再被固定的过程中测量得到的最大峰值。扭力扳手和动力工具都可以施加动态扭矩,动态扭矩不能在紧固件被紧固完之后测量。动态扭矩加载时进行在线测量得到的扭矩值。

静态扭矩:在一个紧固件被固定好之后,将其在拧紧方向上继续旋转的瞬时所需要的扭矩。加载后对扭矩进行测量。

检测扭矩:与静态扭矩相同

动态与静态两种扭矩的监控与使用何种工具无任何关系,但是在确认扭矩时却非常有用。动态扭矩和静态扭矩的测量结果可能并不相同。静态扭矩会随着时间的推移而衰减,被紧固件为非金属时尤为明显;而且影响静态扭矩的因素较多,与

预紧力之间的线性关系不明显。动态扭矩不存在随时间推移而衰减的问题；与静态扭矩相比，动态扭矩与预紧力之间的线性关系更明显；通过动力工具可以直接控制动态扭矩。

螺纹副装配扭矩直接影响整车质量和可靠性。在螺纹副装配过程中，影响装配扭矩的因素很多，除了螺纹的材料、螺纹表面的粗糙度、螺栓头下的摩擦因数、螺纹的直径大小和装配速度对装配扭矩有较大的影响外，螺纹副之间的联接件状态对装配扭矩的精度也起到重要的作用。

## 1 螺纹副之间联接件状态

螺纹副所联接件的状态对扭矩精度的获得有着重要的影响。根据联接件状态对扭矩的影响程度，可分为软联接、硬联接和联合联接。软联接是指联接件本身比较软或者联接件中间存在橡胶件等弹性原件，存在扭矩衰减；硬联接是指联接件硬度比较大，是刚性的且结合面光滑贴合好的联接，硬联接一般无扭矩衰减，可能还有扭矩反冲；联合联接是介于软联接和硬联接之间的联接，一般不存在扭矩衰减或反冲的情况。由于联接状态不同，扭矩精度的获得也存在着差异。硬联接一般螺纹副到达贴合点后，旋转 $30^{\circ}$ 以内可达到目标扭矩，而软联接螺纹副到达贴合点后，旋转2圈以上才能达到目标扭矩。

## 2 动态扭矩和静态扭矩

由于螺纹副之间的联接件有软联接和硬联接等形

式，存在扭矩的衰减或反冲，因此如果仍使用紧固过程的扭矩来对拧紧结果进行控制就不够准确。那么如何对扭矩进行分类精确控制？这时就要用到动态扭矩和静态扭矩。

(1) 动态扭矩 (Dynamic Torque) 是设计人员从技术角度给定的扭矩值 (范围)。在装配工具上安装一个动态扭矩传感器，在拧紧螺栓的同时扭矩传感器测量的峰值扭矩，即为动态扭矩的测量值。如电动拧紧机和定扭矩气扳机所设定的停机时的扭矩及预置式扭矩扳手旋转 $270^{\circ}$  以上后发出“咔哒”声响时的扭矩。

(2) 静态扭矩 (Static Torque) 是对已处于拧紧状态螺纹紧固件继续拧紧且螺纹旋合面之间刚刚发生转动时的摩擦扭矩。测量时将直接读数的扭力扳手放置在刚刚拧紧的紧固件上，按拧紧方向平稳、连续、均匀地移动，向扭力扳手施加扭矩，直到紧固件刚好开始转动为止，在最初转动几度期间所指示的最大扭矩为静态扭矩测量值。如用表盘式扭矩扳手或数显式扭矩扳手检验螺纹紧固件的拧紧程度时，记忆表针或显示屏所指示的扭矩。

动态扭矩和静态扭矩之间是一种规律性的数学模型关系，视联接状态的不同而不同。根据统计规律和汽车行业多年积累的经验，总结出下列3种关系。

a.软联接：静态扭矩低于动态扭矩。

b.硬联接：静态扭矩高于动态扭矩。

c.联合联接：静态扭矩接近动态扭矩。

实测软联接的动、静态扭矩见表1。实测硬联接的动、静态扭矩见表2。

序号	装配（动态扭矩值）	手测（静态扭矩值）
1	100.2	88
2	100.5	84
3	100.7	92
4	100.3	86
5	100.4	90
6	100.8	88
7	100.5	86
8	100.2	85
9	100.2	84
10	100.4	84
统计	均值	86.7
	$\sigma$	2.8
	$3\sigma$	8.4

从表1可以看出，在软联接状态下，由于扭矩衰减的原因，静态扭矩较动态扭矩要偏小。

序号	装配（动态扭矩值）	手测（静态扭矩值）
1	102.6	112
2	102.6	110
3	101.4	111
4	101.2	110
5	102.4	113
6	100.9	109

开，读出松开时的瞬时值。由于螺纹升角的关系，松开扭力往往比装配扭矩小30%。这种方法测得的扭矩显然误差较大。

b.标记法。将装配好的螺纹副与主体件之间作上记号，然后将螺纹副松开，再将螺纹副紧固到标记位置，读出扭矩值，再乘以系数（0.9~1.1）。

c.紧固法。用表盘式扭矩扳手将装配好的螺纹副进一步紧固，当发生微小的转角时，记录下此时表盘式扭矩扳手上记忆表针所指示的扭矩值。

不论哪一种检测方法，除去方法本身的误差外，其检测的结果往往和设计给定的扭矩标准存在差异，要么就是扭矩偏大，要么就是扭矩偏小，为此还常常引起争议。

有了动态扭矩和静态扭矩的概念后，我们很容易就发现了问题所在。设计给定的扭矩标准是动态扭矩，而实际质检员用表盘式扭力扳手检测到的扭矩为静态扭矩。而动态扭矩与静态扭矩一般情况下都会存在差异。那么如何解决这一问题呢？我们所在的工厂借鉴国内先进合资汽车企业的控制方法，经过几年的实践，形成了一套完整的关键扭矩控制办法，对关键扭矩进行有效的控制，以确保产品质量稳定。

#### 4 动态扭矩和静态扭矩在汽车装配扭