

# 基于防锈油对汽车螺纹接头影响分析

文 / 上海集团乘用车公司技术中心 紧固件工程师 朱建明

**摘要：**本文研究防锈油对汽车螺纹接头的影响。通过汽车零部件常用的三组不同类型的防锈油处理汽车较为典型的螺纹接头，进行扭矩试验，得出：不同的防锈油会使得螺纹接头最大破坏扭矩不同；也会改变螺栓屈服到破坏的转角大小。同时，也表明不同防锈油具有不同的润滑效果，能影响螺纹接头的摩擦系数。

**关键字：**螺纹接头 防锈油 摩擦系数 扭矩试验 最大破坏扭矩 屈服

**在**汽车制造工业中，零部件分散生产、整车集中组装已成为其特点，对于种类繁多的金属部件要确保贮运周期不锈蚀显得十分重要，目前，汽车金属零部件表面常用的防锈蚀方式有：非电解镀锌涂层、电镀锌、氧化、磷化处理、电泳漆等。但对于表面氧化、磷化、金属本色的零件，大多数都采用表面浸涂防锈油处理。防锈油由于具有效果好、使用方便、成本低廉、易于施工、操作简便和易于去除等优点，已被国内外大量生产和使用。

防锈油主要由基础油、防锈剂、成膜剂等组成，其各成分的作用如下：「基础油」作为载体，使防锈剂在基础油中均匀分散，在添加剂的共同作用下，使吸附膜更紧密，从而更好地保护金属；「防锈剂」具有很强的极性，其极性部分在金属表面形成定向吸附，从而有效抵挡腐蚀介质的入侵；「成膜剂」增强防锈油膜的机械强度。

对于防锈油的防锈性能在国内外都有非常多的研究，本文以常用的几种防锈油进行试验，侧重介绍防锈油对螺纹接头的影响。以汽车上一个较为典型的螺纹接头进行试验，该螺纹接头形式为使用M8的六角法兰面螺栓固定一支架到铝合金的变速箱壳体上（见图1）。使用汽车零部件常用的快干防锈油（1号油）、乳化防锈油（2号油）、润滑防锈油（3号油）分别浸泡支架、螺栓，再进行扭矩试验至破坏。通过多组试验，综合比较、分析防锈油对

汽车螺纹接头的影响，为汽车整车装配质量优化，提供一定价值的参考；也为防锈油的正确选择，提供指导。



图1 螺纹接头试验

## 试验

### 1. 工艺流程

防锈油浸、涂工艺的工艺过程一般为：表面清洁→表面干燥→表面脱水→浸、涂、喷防锈油。

### 2. 实验样件

(1)汽车变速箱铝合金壳体上取下的试验块，材料为A380，带M8-6H盲孔内螺纹，无表面处理；

(2) 支架，材料为Q235，用于固定的通孔尺寸  $8.5^{+0.20}$ ，无表面处理；

(3) 六角法兰面螺栓，尺寸符合GB/T 16674，机械性能为8.8级，材料为SWRCH35K，磷化处理；

(4) 1号快干防锈油、2号乳化防锈油、3号润滑防锈油。

### 3. 实验设备

试验符合《ISO 16047—紧固件的扭矩/夹紧力测试》试验测试机满足：能够应用扭矩扭矩和用自动或手动旋转螺帽和螺栓头部，测量功能能够显示表1中的专案，显示精度值要求 $\pm 2\%$ ，除非有其他的特殊要求。角度的测量精度要求无论什么条件下必须达到显示值的 $\pm 2^\circ$ 或 $\pm 2\%$ 。为达到仲裁目的，扭紧时使用能控制的动力工具并控制旋转速度保持恒定。测量结果能以电子记录方式记录。本文试验设备采用多功能螺栓紧固分析系统，感测器精度均为0.5%。



图2 多功能螺栓紧固分析系统

### 4. 实验方法

实验采用1号、2号、3号防锈油浸泡支架、磷化处理的螺栓15秒，放在过滤网上自然风干一小时，为使实验更贴近实际装配，实验块使用变速箱壳体切割而成，并以实际零件的工艺完成内螺纹孔加工。以装配线实际转速为20r/min，将该接头拧紧至破坏，查看最大破坏扭矩及扭矩试验拧紧过程曲线。

## 试验结果与分析

### 1. 扭矩试验结果

采用1号防锈油处理过的支架、螺栓扭矩试验结果如表1，最大破坏扭矩范围为：12.59~17.73Nm，平均最大破坏扭矩为14.61Nm，标准差为1.76，失效形式均为螺栓紧缩过载断裂。扭矩试验拧紧过程曲线如图3；扭矩曲

线从屈服点到螺栓完全破坏的转角离散较大，最大相差 $500^\circ$ 。

表1 最大破坏扭矩

颜色	序号	最大破坏扭矩(Nm)
蓝色	1	15.01
灰色	2	13.19
紫色	3	14.45
红色	4	12.59
绿色	5	14.77
蓝色	6	17.73
灰色	7	17.21
紫色	8	12.82
红色	9	14.94
绿色	10	13.34

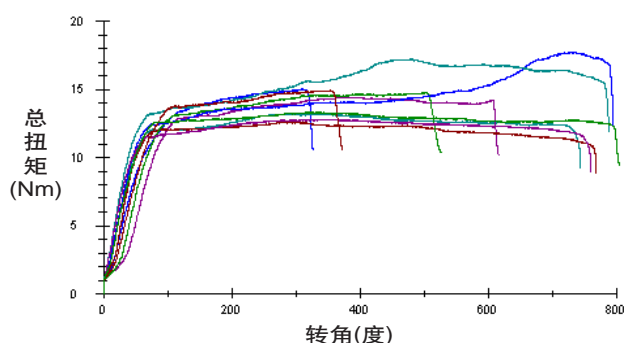


图3 验扭矩试验拧紧过程曲线（扭矩-转角）

采用2号防锈油处理过的支架、螺栓扭矩试验结果如表2，最大破坏扭矩范围为：16.06~19.72Nm，平均最大破坏扭矩为18.31Nm，标准差为1.26，失效形式均为螺栓紧缩过载断裂。扭矩试验拧紧过程曲线如图4；扭矩曲线从屈服点到螺栓完全破坏的转角离散较小，最大相差 $100^\circ$ 。

表2 最大破坏扭矩

颜色	序号	最大破坏扭矩(Nm)
蓝色	1	19.50
灰色	2	17.96
紫色	3	19.72
红色	4	19.28
绿色	5	16.71
蓝色	6	18.32
灰色	7	17.50
紫色	8	18.42
红色	9	16.09
绿色	10	19.61

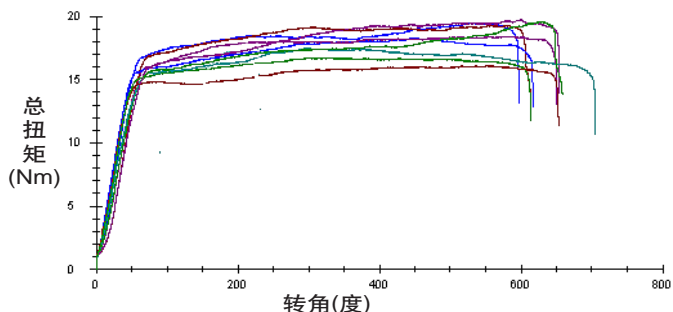


图4 扭矩试验拧紧过程曲线 (扭矩-转角)

采用3号防锈油处理过的支架、螺栓扭矩试验结果如表3，最大破坏扭矩范围为：12.31~14.75Nm，平均最大破坏扭矩为13.52Nm，标准差为0.83，失效形式均为螺栓紧缩过载断裂。扭矩试验拧紧过程曲线如图5；扭矩曲线从屈服点到螺栓完全破坏的转角基本一致，最大相差50°。

表3 最大破坏扭矩

颜色	序号	最大破坏扭矩(Nm)
蓝色	1	12.31
灰色	2	14.09
紫色	3	13.89
红色	4	12.53
绿色	5	14.75
深蓝色	6	13.86
浅灰色	7	14.33
深紫色	8	12.54
亮红色	9	13.55
亮绿色	10	13.33

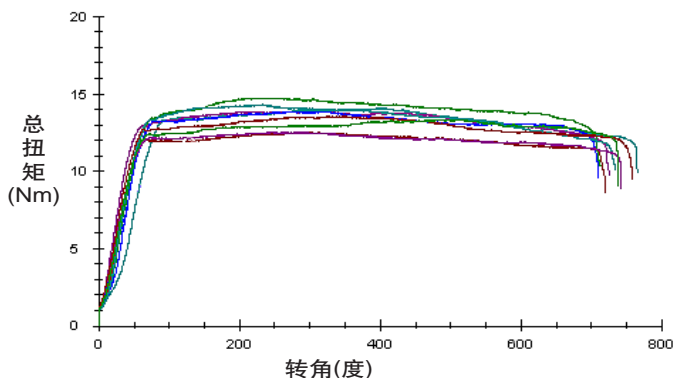


图5 扭矩试验拧紧过程曲线 (扭矩-转角)

## 2. 结果分析

通过1、2、3号防锈油处理过的支架、螺栓进行扭矩试验结果可以看出：1号快干防锈油处理过的螺纹接头最大破坏扭矩离散程度最大；2号乳化防锈油处理过的螺纹接头最大破坏扭矩最大，其离散程度也较大；3号润滑防锈油处理过的螺纹接头最大破坏扭矩最小，其离散也最小。通过三组试验扭矩试验拧紧过程曲线可以看出：1号快干防锈油处理过的螺纹接头螺栓过屈服后到断裂失效转角离散程度较大，范围为180°~700°，若采用扭矩法装配时，安装扭矩定义应充分考虑安全，否则容易产生扭矩过大螺栓断裂现象；2号乳化防锈油处理过的螺纹接头螺栓过屈服后到断裂失效转角离散程度较小；范围为575°~700°，由于最大破坏扭矩大，在装配时，应充分考虑扭矩产生的轴向预紧力大小，是否足够使得螺纹接头克服外载情况；3号润滑防锈油处理过的螺纹接头螺栓过屈服后到断裂失效转角离散程度较集中，范围为625°~700°，由于最大破坏扭矩小，在装配时，需注意定义较为安全的安装扭矩。

由此也可以推断出：经3号润滑防锈油处理过的螺纹接头产生的摩擦系数最小，且最稳定；经1号快干防锈油处理过的螺纹接头产生的摩擦系数其次，但离散程度较大；经2号乳化防锈油处理过得螺纹接头产生的摩擦系数最大，但离散程度较小。

## 结论

防锈油虽然在汽车行业应用广泛，由于防锈技术在汽车整车企业、汽车零部件制造企业中还未得到深层次的普及，导致不少企业往往对零部件的生产过程较为重视，而对防锈油的选择的重要性认识不足。由此每年都有因防锈油使用不当导致的质量事故，并造成较大的经济损失。

因此，对于成品零部件在防锈油选择时，除了考虑零部件的防锈效果外，还应该考虑防锈油其他性能，如润滑性对装配质量的影响。

## 参考文献：

- [1] 武玉玲，《防锈油脂发展现状》，石油商技：2001
- [2] 邓象贤、张志东、黄劲松，《浅谈防锈油的选择与应用》，用油全方位：2008.8
- [3] ISO 16047-2005 紧固件扭紧扭矩/夹紧力测试