

二硫化钼涂层在汽车零部件中的应用

顾飞

河北京联机械制造有限公司 河北衡水 053901

摘要：主要介绍了运用二硫化钼涂层良好的润滑性，实现汽车变速器运转减小噪声的目的。进而提供一个思路，在一些特殊的领域，利用二硫化钼或其他涂层的特性，在高负载，高温，高湿、高耐腐蚀性环境中，实现产品的可靠功能和增加寿命的目的。

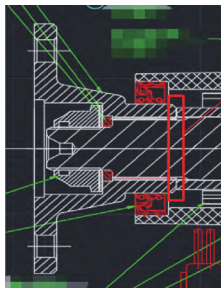
关键词：二硫化钼涂层；润滑；减小噪声；功能；寿命

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.06.002

涂层，是涂料一次施涂所得到的固态连续膜。在汽车零部件中的涂层，常见采用电泳、达克罗、喷漆以及电镀等方式。为了满足不同的目的，采用防护、绝缘、防锈以及装饰等不同的涂层方式，还有一些齿轮机构和轴承采用二硫化钼涂层，实现润滑、减噪的目的。

二硫化钼（ MoS_2 ）作为固体润滑剂的历史，在17世纪就有使用。二硫化钼的晶体结构决定了其良好的润滑性能，在19世纪中期的加利福尼亚淘金热时代，二硫化钼就被作为马车轴承用润滑剂。1950年开始用于军事。从20世纪60年代起，二硫化钼在工业中的应用逐渐盛行起来。同石墨一样，二硫化钼现在也作为粉末添加在润滑油或润滑脂中，或是以复合材料和涂层等形式，广泛应用与产业机械。

河北京联机械制造有限公司有一款用于汽车变速器总成的法兰盘，在机器启动运转瞬间，法兰盘端面与其接触的工件之间有微小的相对运动（见图1），两种钢件的相互摩擦导致产生尖锐的噪声，引发乘车者的听觉不适。



红框内所示为两工件的接触面

图1 工件相对运动示意

为了改善和消除这种情况，尝试采用了在工件端面涂覆二硫化钼涂层的工艺，并对涂层工艺进行了探索和研究。

工件的涂层工艺简介

1.待涂表面粗糙度的控制

金属表面的粗糙度直接影响二硫化钼涂层质量。基体表面粗糙度值太大，涂层与基体结合时在界面容易产生明显缺陷和气泡；基体表面粗糙度值太小，基体表面太光滑，导致涂层的附着力变差。把基体表面

粗糙度控制在一定范围内，二硫化钼分子就会沉积在基体表面的微凸体上，从而形成牢固的二硫化钼涂层。

2. 清洁度的控制。

工件表面的洁净程度，直接影响涂层的附着力和质量，所以涂前清洗是不可缺少的工序，需要通过一些手段进行。可根据产品品类或批次数量大小，选择合适的清洗方式，如擦拭、通过式清洗机、超声波清洗、喷丸及激光等。

涂覆方式

1. 浸涂

是将被涂物全部浸没在漆液中，待各部位都沾上漆液后将涂物提起离开漆液，经干燥后在被涂物表面形成涂膜。

浸涂是高效，操作简单，涂料损失少的涂覆方式，因为任何多余的涂料都会滴落回浸槽中，以用于下一轮应用。适用于小型的五金零件、标准件、薄片以及结构比较复杂的器材或电气绝缘体材料等。

2. 空气喷涂

用压缩空气将涂料带出并雾化，附着在工件表面。小端面是法兰盘需要涂层部位（见图2），属于局部涂层，只能采用喷涂的方式，且其他部位需要做好防护，避免污染。

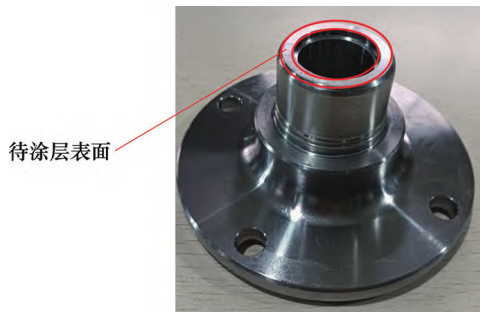


图2 待涂层表面位置示意

固化

工件喷涂完成后，经流平，在温度为 120~200℃ 的烘干箱中进行固化，时间控制在30min（注：根据不

同二硫化钼涂料的特性设置适合的烘烤温度和烘烤时间）。经烘烤后，涂层的附着力会大大提升。

附着力的检测：根据GB/T 9286—1998附着力检测标准，在涂层上画格，用3M 胶带贴紧画格部位，并用力揭开胶带，对面进行检查，根据黑色粉末状粘附物的脱落情况，判断试验结果分级。

结语

本文所述产品应用在汽车变速器内，涂覆二硫化钼涂层后，经客户的台架试验和整车客户路试验证，完全满足相关的试验要求。可以说，本方案利用二硫化钼特殊性能，即耐高温性、耐油性、润滑性及耐磨减损的特性，很好地解决了汽车零部件装配中的异响和噪声问题。

随着生活水平的提高，人们对汽车的安全性、动力性、经济性等功能要求之外，对车辆的舒适性和驾驶环境要求也越来越高。

在汽车的发动机、变速器，或航空航天、机电化工等领域，在高负载，高温，高湿、高耐腐性的特殊工况环境中，一些特殊的部位，需要实现功能良好的润滑性能，和降噪性能，可运用二硫化钼的优良特性来实现。MoS₂的性能，需要不断地加强新工艺的开发，挖掘其特性潜力。MoS₂特殊的结构以及优异的性能也必将在更广泛领域中体现更大的应用价值和商业价值。

参考文献：

- [1] 西村允，王安钧. 固体润滑概论(6)[J]. 固体润滑，1987（4）：229-236.
- [2] 孙荣禄，孙树文，郭立新，等. 固体润滑技术在空间机械中的应用[J]. 宇航材料工艺，1999（1）：17-22.
- [3] 何玉均，李云川. 二硫化钼滚动涂覆工艺研究[J]. 涂装与电镀，2010（1）：20-23.
- [4] 林春元. 二硫化钼的润滑机理[J]. 中国钼业，1993（2）：40-46
- [5] F.P 鲍登，D. 泰伯. 固体的摩擦与润滑[M]. 袁汉昌，张绪寿，译. 北京：机械工业出版社，1986. **AUTO1950**