

推荐一种金属表面耐磨新技术

应用低温离子渗硫渗氧表面处理技术（以下简称 LGM），可在机件表面形成梯度渗层，该渗层具有减小摩擦系数、提高耐磨性从而延长零件使用寿命的特性。

为准确认识、掌握该项技术，自 2003 年 3 月起，我们曾陆续选择 A 型泵和 AW 泵柱塞偶件、VE 泵端面凸轮和滚轮部件、AW 泵出油阀座、PW 泵拉杆等产品零件和针阀体内腔量具、气动锥度量头、风磨套管等工装作为试件。经对它们在 LGM 表面处理前后尺寸、形状与位置精密的测量，了解其变形程度，并跟踪使用效果。试验结果表明，该项技术尤其适用于以摩擦磨损为主要失效原因的精密、关键零件。

针对 LGM 表面处理技术在生产过程中应用的可能性，我们主要从两方面进行考察：在零件的原材料和热处理不改变的前提下，可否提高其耐磨性，延长使用寿命及保证原零件性能不变的条件下，能否实现材料替代。

一.应用 LGM 表面处理技术，提高零件耐磨性

这是在零件原有材料和热处理的基础上进行 LGM 表面处理。所选试验件包括精密轴承、极限量规、多种定位芯轴、气动测量头、拉伸模具等等。这些零件经 LGM 表面处理后，尺寸、形状及位置精度基本不改变，表面粗糙度和硬度不变，而耐磨性显著提高，使用寿命延长 2-10 倍。

由于上述零件的使用条件各异，寿命延长的程度有所差别。现举

例说明:

1. 气动锥度测量头: 将成品测量头进行 LGM 表面处理后, 工作表面的尺寸略有增大, 增大量比较均匀; 工作表面对公共轴心线的跳动变化微小; 表面粗糙度未改变。具体测量数值见下表。

序号	气动锥度测量头					
	直径 Φ (mm)			跳动 (mm)		
	处理前	处理后	数值	处理前	处理后	数值
1	9.517	9.5185	+ 0.0015	0.005	0.005	0
2	9.500	9.501	+ 0.001	0.010	0.010	0
3	9.503	9.504	+ 0.001	0.002	0.005	+ 0.003
4	9.488	9.489	+ 0.001	0.035	0.030	-0.005
5	9.488	9.489	+ 0.001	0.010	0.010	0
6	9.517	9.518	+ 0.001	0.010	0.010	0
7	9.4745	9.4755	+ 0.001	0.005	0.004	-0.001
8	9.503	9.503	0	0.010	0.010	0
9	9.501	9.5028	+ 0.0018	0.005	0.005	0
10	9.475	9.477	+ 0.002	0.010	0.010	0

由于处理后的量头对原有精度保持较好, 不影响使用。经无锡威孚马山油泵油嘴有限公司应用, 平均每支可测零件(柱塞套)33000 只, 未处理的量头平均每支可测零件(柱塞套)14000 只, 使用寿命提高 2~2.5 倍。

2. 风磨芯轴: 该芯轴用于出油阀座中孔定位磨削密封锥面。成品芯轴由仪征油泵油嘴厂提供, 并负责测量了 LGM 处理前后的精度和记录使用效果。具体测量见下表。

序号	风磨芯轴					
	直径 Φ (mm)			跳动 (mm)		
	处理前	处理后	数值	处理前	处理后	数值
1	5.010	5.011	+ 0.001	0.0015	0.0015	0
2	5.013	5.014	+ 0.001	0.0010	0.0010	0
3	5.015	5.016	+ 0.001	0.0014	0.0014	0
4	5.012	5.0125	+ 0.0005	0.0013	0.0013	0
5	4.990	4.991	+ 0.001	0.0015	0.0015	0
6	4.985	4.986	+ 0.001	0.0010	0.0010	0
7	4.987	4.988	+ 0.001	0.0010	0.0010	0
8	4.984	4.985	+ 0.001	0.0015	-0.0015	0.003
9	4.987	4.988	+ 0.001	0.0010	0.0010	0
10	4.990	4.991	+ 0.001	0.0015	0.0015	0

由上表可见，处理后，风磨芯轴的精度变化很小，且有规律。在生产中的使用情况统计如下：

序号	加工零件数(只)	加工效果
1	1206	按一等品质量要求检验，合格
2	1130	同上
3	1124	同上
4	1000	同上
5	1150	同上
6	1200	同上
7	1150	同上
8	1100	同上

工作表面未作 LGM 处理的风磨芯轴，一般可用来磨削合格出油阀座 100 只。比较上表数据，芯轴的使用寿命达到原来的十倍以上。这不仅降低了芯轴的消耗，节省部分资金，还因减少芯轴更换次数而有益于提高座面加工质量和生产效率。

二.应用 LGM 技术，实现材料替代

为探索采用 LGM 技术实现材料替代的可行性，我们分析了出油阀偶件工作状态下的受力状况，决定选出油阀座为试件，以 45 钢替代优质轴承钢。具体是：出油阀仍为 GCr15 轴承钢，出油阀座分别应用 45 钢和 GCr15 轴承钢制造，并对 45 钢制造出的油阀座进行了 LGM 处理。如此来比较不同出油阀偶件的性能及使用寿命。

这个研究课题的有关工作于 2000 年 5 月开始，主要做了以下各项对比试验：

1. 快速磨损试验：在同等条件下，使用两种不同材质的出油阀偶件承受远远大于工作负荷的强力磨损。试验后，用扫描电镜观察密封座面的表面状态。受损状态基本相当。
2. 装泵可靠性(冷跑)试验：取不同材质的出油阀偶件各六付，间隔安装于两台六缸喷油泵。根据“JB/T51171.1-94 关于出油阀偶件可靠性规定”：装于多缸泵出油阀偶件一等品的无故障可靠性 750h、使用寿命 2500h 的标准，两台试验泵的冷跑历经 7 个月，开机总时间分别为 2519h 和 2525h。全过程未发生任何异常。试验期间及之后，曾四次检测出油阀偶件的性能，结果是：所有偶件的座面密封、径部密封性均合格；径部间隙都略有增大，增加的平均值分别为：GCr15 钢出油阀偶件 1.45um；45 钢阀座的出油阀偶件 1um。

3. 装车使用：自 2000 年 10 月起，由一汽集团公司济南第三售服务站和南昌威孚油泵维修服务有限公司安排，把间隔安装两种材质出油阀偶件的喷油泵，在济南和南昌两地的公交车及邮政车上使用。共装车六辆，平均每月行车约 5000 公里。至 2001 年 9 月，未发现出油阀偶件任何故障。

上述情况表明，用 45 钢加工并进行 LGM 处理，是可以替代 GCr15 钢制造出油阀座的。45 钢的价格约为 GCr15 钢价格的一半，LGM 处理的成本又较低，若用于批量生产，会明显降低生产成本，有相当的经济效益。更重要的事，我们对低温离子渗硫渗氧技术的研究，为以低价值材料替代高价值材料开辟了一条先进、可靠、经济的途径。

综上所述，LGM 是一种先进的金属表面处理新技术，其应用领域较广，适用于钢、铁、及合金、钢铁的渗碳、渗氮、碳氮共渗的多种行业的易损件。如：钢材轧辊、挤压模具、滑动轴承、齿轮、活塞环、缸套等等。目前，我公司拥有批量生产的专用设备，可以为需要者提供服务。

无锡威孚吉大新材料应用开发有限公司

2001.9.