

MP-1磷化工艺在变速箱二轴上的应用

常州南车汽车零部件有限公司 (江苏 213011) 杨胜国

神龙富康轿车的手动变速箱二轴（以下简称“二轴”）要求具有良好的磨合性能和啮合状态，需采用磷化工艺，使其表面附着一层锰磷化膜。

二轴上的锰磷化膜，要求符合PSA集团标准B153100《磷化覆盖层》PIB的要求。由于技术要求苛刻，法国雪铁龙现行的磷化工艺进口生产线价格高达250万法郎，且辅料（进口）价格昂贵。我厂的变速箱项目启动后，决定采用东风公司工艺研究所的MP-1磷化工艺，经过试验，产品磷化质量能达到PSA标准要求，且工艺稳定可靠，收到了良好效果。

一、二轴零件及磷化技术要求

1. 二轴零件

二轴材质为27MC5 JV（法国标准），覆Mn-Fe磷化膜，零件形状如图1所示。

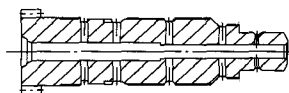


图1 变速箱二轴

2. 磷化膜技术要求

磷化膜厚：5~10 μm。

磷化膜质量：14~24g/m²。

基体损失：<4 μm。

磷化膜分布均匀，不能有任何残渣、磕碰；用四球试验机检验磷化膜的耐磨负荷，不低于3500N。

二、磷化工艺

1. 磷化工艺辅料

(1) MP-1磷化液 采用特殊配方，优化组合

主成膜剂酸式磷酸锰、磷酸、促进剂B及促进剂D。

(2) MF-1细化剂 在MF-1细化剂的外动力下，晶粒细小，附着力大，使磷化处理温度下降到85~90℃，磷化质量优异。

(3) 促进剂B 氧化型促进剂B可以有效提高磷化膜的致密程度，缩短反应时间。降低渣量，同时能加速钢的阳极溶解，并将Fe²⁺氧化成Fe³⁺，使Fe²⁺保持在一个合理范围，有助于晶粒的迅速生成。

(4) 促进剂D 加速金属离子在钢铁表面形成磷酸盐晶核，以提高成膜速度。

2. 设备平面布置及流程

二轴生产在神龙公司变速箱分厂进行，磷化是最后一道工序，工艺流程如下：上挂具→前期除油→热水洗→除油→清洗→漂洗→细化→磷化→清洗→漂洗→冲洗→浸乳化液→干燥→下挂具。其设备平面布置如图2所示，具体工艺参数见表1。

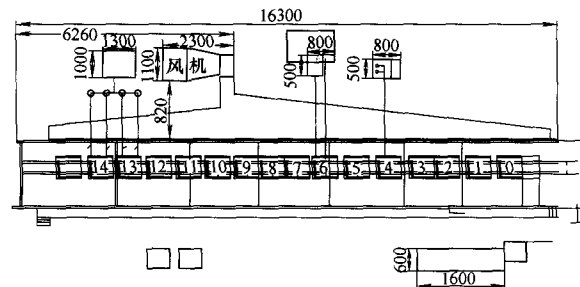


图2 设备平面布置

三、工艺试验结果

1. 磷化膜质量

为了确定东汽MP-1磷化工艺能否生产出符合要求的产品，按MP-1磷化处理两件二轴，检测磷化膜质量，结果如表2所示。

表1 磷化工艺参数

工艺流程	溶液成分		工艺参数			备注 (工位号)
	名称	含量 /g·L ⁻¹	pH	温度 /℃	时间 /min	
上料						0
前期除油	CK-SO ₂	40~50	12~14	50±5	6~8	4
热水洗	工业用水			40±5	1	5
除油	CK-SO ₂	40~50	12~14	50±5	3~8	6
冷水清洗	工业用水				0.2~1	7
冷水清洗	工业用水				0.2~1	8
细化 (表面调整)	MF-1	2~3		45±5	0.5~1	9
磷化	MP-1	230~240				13(14)
	总酸	44~54		85±5	7~12	
	游离酸	3~6				
冷水清洗	工业用水			室温	1	12
冷水清洗	工业用水			室温	1	11
冲洗	工业用水			室温	1	10
浸乳化液	F-8			45±5	0.5~5	3
烘干	热风			95±5	8	2
下料						1
检查						
去垢	H ₂ SO ₄ (工业)	180~200		室温		

表2 磷化膜质量

检测结果	要求	雪铁龙零件	MP-1磷化零件
磷化膜质量 /g·m ⁻²	14~24	18.8	17.7
基体损失/ μ m	<4	3.2~2.7; 3.9~4	3~4; 2.7~3.1
磷化膜分布	均匀	OK	OK
外观	无残渣、磕碰	OK	OK

2. 四球试验

依据PSA D551136标准进行试验,通过优化试验,选出两组不同配方、不同厚度磷化膜工艺进行磷化膜耐磨试验,试验条件如下:

(1) 旋转速度1140r/min,时间60s,润滑油L—HL—100。

(2) 法国进口试球 100C6淬火钢球 ϕ 12.7mm, 62~65HRC。

(3) 测定不同负荷下钢球的磨斑直径,根据负荷-磨斑直径曲线确定最大卡咬负荷点和烧结负荷。

四球试验结果如表3所示。

表3 四球试验结果

内容	项目	磷化钢球 第一组	磷化钢球 第二组
磷化 条件	温度/℃	80±2	80±2
	总酸/g·L ⁻¹	35.2	50.8
	游离酸/g·L ⁻¹	4	6
	磷化膜层质量/g·m ⁻²	10.2	21.2
四球 试验	卡咬负荷/N	3200	3600
	卡咬负荷磨斑直径/mm	2.25	1.78

从测试结果可以看出:第二组磷化膜层较第一组厚,耐磨性较第一组高,3600N负荷时磨斑直径

1.78mm,超过B153100规定的3500N。磷化工艺将采用第二组配方。

3. 批量生产质量检测

磷化生产线经安装调试后,磷化零件质量结果如表4所示。

表4 磷化零件质量

零件	要求	1	2	3	4	5
磷化膜质量 /g·m ⁻²	14~24	15.2	10.5	11.2	15.6	12.8
基体损失 / μ m	<4	2.6	3.6	3.1	2.8	2.7
磷化膜 分布均匀	均匀	OK	OK	OK	OK	OK
磷化膜厚 / μ m	-	5~5.1	5.3~5.4	6.0~6.4	4.4~5.8	5.2~5.4
外观	无残渣、磕碰	OK	OK	OK	OK	OK

试验钢球随工艺零件一起进行磷化处理,结果如表5所示,耐磨负荷大于3500N。

表5 耐磨试验结果

负荷/N	2800	3000	3200	3400	3600
磨斑直径/mm	1.45	1.37	1.45	1.37	1.56

四、试验结果分析

采用MP-1磷化工艺进行变速箱二轴磷化处理,其磷化膜完全能满足技术要求。这主要由于在磷化前增加了细化处理(表面调整)。这些细化剂是极细微的颗粒状粉末物质,配制成悬浮液,经过细化处理的钢铁表面均匀地吸附一层颗粒状MF-1细化剂,可以大幅提高磷化活性点的形成,并诱发磷酸锰结晶核心,为磷化提供外动力,提高成膜反应速度,细化晶粒,降低磷化温度,缩短反应时间。东汽工艺研究所研究表明:细化时间超过20s后,其结膜厚度趋于稳定,结晶细化均匀,并能降低磷化膜厚度和孔隙度,减少渣子的生成,极大提高二轴的耐磨和耐腐蚀性能。

五、结语

MF-1磷化细化剂是一种高效的表面调整剂,能提高成膜反应速度,细化晶粒,缩短反应时间。采用国产设备及东汽工艺研究所研制的MP-1磷化工艺,所生产的变速箱二轴磷化膜,完全能满足PSA B153100标准,获得了良好的经济效益。MW

(20120210)