搅拌机拉深模的离子渗氮及渗氮工艺

安徽飞彩集团公司 （宣城 242000） 汤荣兵

我公司生产出口的搅拌机系列，其机体蜗壳拉深成形模采用 Cr12MoV 的材料制造，产品材料为 1.5mm 厚的 ST15 钢板，如图 1 所示。

生产中遇到的主要难题是拉深件外侧壁和凹模表面出现拉伤现象，严重影响了产品的表面质量和凹模寿命。为了减少摩擦力，我们曾在凹模表面涂润滑剂，这样产品的表面性能虽有所改善，但不能明显减缓凹模表面的性能，后来，我们对凹模的表面进行离子渗氮处理，处理后的模具表面性能及其寿命得到大幅度提高。

模具的渗氮分为气体渗氮、离子渗氮、碳氮共渗三种。离子渗氮是将被渗氮的零件放在密闭的真空容器中，加热到 350～570℃，真空度在 2.6Pa 左右，达到这一真空度后，充入一定比例的氮、氢混合气体或氨气，当气压在 70Pa 左右时，以工件为阴极，在真空容器中相对一定的距离设置阳极，然后在两极上加以 400～1000V 的直流电压，使之点燃辉光放电，在高压电场作用下正离子以极高的速度轰击零件（模具）表面，并在其表面发生能量转换，使其表面的温度升高，并使氮离子转换为氮原子而渗入模具表面，然后经过扩散而形成高硬度和高耐磨的渗氮层。

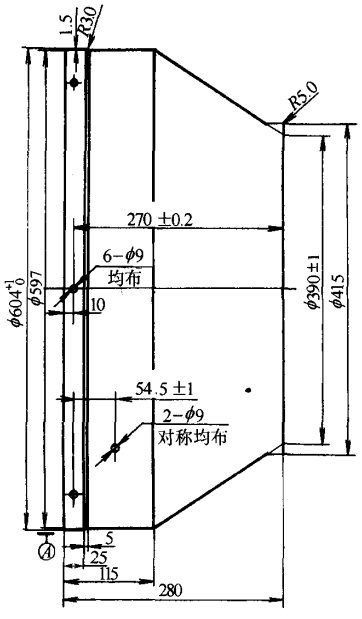
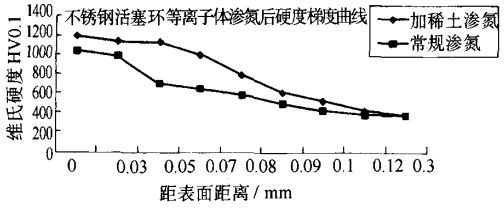


图 1

化、吸附和扩散三过程均产生促进作用。



就是说，稀土元素的加入促进了氮、氢的离子化过程，以及 N_2 分解成活性氮原子和氮离子过程。在离子渗氮气氛中存在微量的氧，或者说被处理零件表面有一层氧化膜，如不锈钢，表面钝化膜妨碍氮离子的吸附，而稀土元素能与氧结合，将渗氮气氛中存在的氧去除，净化或活化零件表面，有利于氮原子的扩散。另一方面稀土元素的原子半径大于铁、铬等元素原子半径，在高能量轰击时，由于稀土元素的渗入，工件表面产生较深的畸变及高密度位错，促进氮原子沿着畸变区及位错区偏聚而作为氮化物的核心，向钢的内部迁移，加速氮原子的扩散。

五、结论

（1）在一定的工艺条件下，不锈钢渗氮时，稀土溶剂的通入量在 3%～5%时，催渗效果最佳。

（2）微量稀土元素渗入不锈钢表面，可起到微合金化作用，与普通离子渗氮相比，表面硬度高，有效硬化层深、硬度高，硬度梯度平缓。

（3）由于在一定的工艺条件下，稀土催渗明显，为了满足渗氮技术要求，减少零件的变形量，可适当降低常规的渗氮温度。 （20041228）

一、离子渗氮处理特点

（1）离子渗氮往往是零件（模具）工艺路线中的最后一道工序，渗氮后最多进行精磨或研磨。为使工件心部有良好的力学性能，必须对零件（模具）进行调质处理。

（2）离子渗氮的零件（模具）不再需要淬火便有很高的硬度（≥850HV）及耐磨性，这是由于表面渗层形成坚硬的氮化物，且抗粘附性、抗氧化性和韧性都较好。

（3）离子渗氮的零件（模具）温度低，变形很小，渗氮速度快。

二、Cr12MoV的渗氮工艺规范

Cr12MoV钢模具的加工工序为：毛坯锻造→球化退火→机加工→调质（淬火、回火）→精加工→离子渗氮→装配。

1. 模具的预先热处理

（1）球化退火　为消除锻造应力，改善内部组织，降低硬度，便于切削加工，采用860℃加热3h、再在740℃等温4h的球化退火。

（2）调质处理　淬火前在模具表面涂WAC—1型防氧化脱碳涂料，采用550℃预热40min，加热到1030℃，保温30min，在油中淬火后，200℃回火1h，模具表面硬度可达720～860HV。

2. 离子渗氮处理

离子渗氮处理在离子渗氮炉中进行，通过氨分解气，气压保持在低于一个大气压范围内，电压500～600V，电流密度1mA/cm^2。经500℃×5h渗氮，渗氮层深度接近0.2mm，渗氮层硬度为1200HV。

3. 离子渗氮的主要参数和性能

与其他表面强化方法相比较，离子渗氮的主要参数和性能见表1。

表1　Cr12MoV渗氮的主要参数和性能

表面层成分	热处理方式	处理时模具温度/℃	时间/h	硬化层厚度/μm
Fe_2N、Fe_3N、Fe_4N及活性N原子	离子渗氮	500～600	10～30或1～8	10～200

硬化层均匀性	变形倾斜	局部处理	与热处理工序的关系	后加工必要性	适用材料
好	中	可能	热处理后或同时	不必要	钢铁及非铁合金

4. 离子渗氮设备

离子渗氮的设备如图2所示，主要由渗氮工作室、真空泵及真空测量系统、渗氮介质供给系统、供电及控制系统、温度控制及测量系统等组成。

三、效果及分析

Cr12MoV钢拉深凹模经淬火、回火和离子渗氮处理后，拉深件的表面性能大大提高，拉深件外侧壁和凹模表面不再有拉伤现象出现，凹模的失效形式由原来的刮伤、粘着磨损变为正常磨损，模具的寿命显著提高（见表2）。

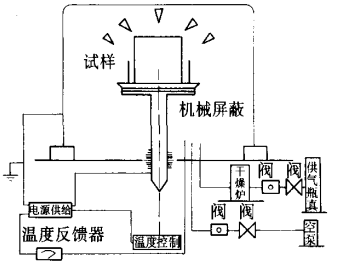


图2　离子渗氮装置示意图

表2　离子渗氮对模具寿命的影响

材料	处理方法	寿命（件）	失效形式
Cr12MoV	淬火＋回火	2000	刮伤、粘着磨损
	淬火＋回火＋渗氮	50000	均匀磨损

从表2可见，离子渗氮处理后显著提高了拉深模的使用寿命，这主要是渗氮后模具的表面渗氮层具有很高的硬度和耐磨性，更重要的是使模具的表面形成了一层化合物保护膜，这就大大降低了模具表面与工件之间的摩擦系数，同时，化合物层也降低了摩擦副之间的互熔性，这就避免了粘着磨损形式的出现。

我们仅对搅拌机蜗壳拉深凹模进行渗氮，而未对凸模渗氮，其理由是考虑到凹模侧壁与工件间的摩擦力不仅增大了拉深件传力区的拉应力，而且是刮伤凹模和拉深件表面、引起凹模表面粘着磨损的主要原因，因此要尽量降低。而凸模侧壁与工件间的摩擦力可阻止拉深件在危险截面部分变薄而有利于拉深，因此不宜降低，且原凸模的耐磨性明显高于凹模。

（20041216）