

离子渗氮炉的应用与维护

武汉材料保护研究所 (湖北 430030) 郑 辉

离子渗氮是20世纪70年代中期获得迅速发展的一门新技术,它是利用稀薄含氮气体(如氨气等)的辉光放电现象进行渗氮的一种化学热处理新工艺。

离子渗氮对材料的适用范围宽。如低(中)碳合金结构钢、高合金工具钢、模具钢、不锈钢、球墨铸铁、钛及钛合金等材料,都能进行离子渗氮处理。

离子渗氮具有表面质量优异,渗氮速度快,渗氮层组织易控制,脆性小,无公害,节约能源和气源,变形小,以及适用材料广等优点,已在生产中得到了广泛应用,现仍呈稳步发展趋势。

笔者从事离子渗氮工艺设备研发20余年,积累了一定的经验,愿与国内同行分享。

1. 清洗工件

渗氮工件在入炉前,必须将其表面和孔内的各种油渍、毛刺、切屑、锈斑、漆层及划线涂料等异物清洗干净,否则在渗氮过程中易造成频繁打弧,使溅射清理时间延长,甚至会损伤工件表面。溅射物会污染炉体,残存的油渍随着工件温度升高会挥发分解,在高温时形成炭黑附着在工件表面上,阻碍氮的渗入。因此,工件表面的洁净程度会直接影响工件的渗氮质量,必须认真对待。工件清洗干净后,既缩短了开炉时间,节约了成本,又保证了工件的质量,可起到事半功倍的效果。

一般清洗方法如下:先将工件表面上的油污用棉纱擦净,清除毛刺、锈斑、漆层与划线涂料等异物,以及孔内的残存切屑;然后用工业洗涤剂或无铅汽油清洗工件表面和孔内的油污等,然后须用清水冲洗干净工件表面残留的清洗剂,再用棉布擦干表面的水分,入电炉中烘干($\leq 200^{\circ}\text{C}$)或用电扇吹干;用汽油清洗后,让其自然挥发干,或用电扇吹干。

我所生产的PA30—IA系列脱脂剂,用水稀释后在常温下清洗工件表面的油脂,效果很好。可先将工件浸

入洗涤剂中浸泡一段时间,然后取出,用清水(热水尤佳)冲洗,效果更好。用工业洗涤剂清洗工件,效率高,成本低,劳动强度小,适合大批量生产。用汽油清洗,除油效果好,但成本高,不安全。

2. 装炉

装炉前,应将待渗氮工件按材料、形状进行分类,同炉处理的工件宜为同种工件、形状尺寸相近或表面积和重量之比相接近的工件,这样能较好地控制工件温度的均匀性,保证渗氮质量。

装工件时,注意工件之间的间距应 $>15\text{mm}$,因料板外边缘距炉罩近,易散热,因此,形状相近的工件在装炉时,内圈应装得稀一些,外圈应装得密一些;实心工件与空心工件混装时,实心工件应装在内圈,而空心工件应装在外圈,这样才能保证工件温度较为一致。

对长杆形工件,上下部温差较大,应考虑设置辅助阴极(如盖板)或辅助阳极(料板中心孔位置)。

对细长杆工件,应尽量吊装防止变形。

工件需防渗部位和小孔,应进行覆盖屏蔽,以免孔内打弧或起辉,造成温度严重偏高乃至工件局部烧损。若小孔内确需渗氮处理,应考虑单独装炉。

为检验渗氮质量,每炉应放1~2个试片,试片所放位置应保证在渗氮时与工件的温度一致,这样试片的渗氮效果与工件一致,检验结果才有说服力。

3. 升温

升温时,应注意两点:一是控制好辉光厚度;二是掌握好升温速度。将增大辉光电流和增加氨气流量交替进行,使辉光厚度保持一致。增大辉光电流,升温功率增加,需加大氨气流量,增加导电离子数量,不然辉光电流调不上去,辉光厚度也要变厚。随时注意观察工件温度,并根据工件温度的高低,增大或减小辉光电流,调节升温速度。对易变形工件,应缓慢升温,并在

300℃左右停顿一段时间,让工件温度均匀,以减小工件变形的趋势。

4. 冷却出炉

保温结束后,工件必须随炉冷却,冷却方法有以下两种:

(1) 关闭辉光电源后,关闭蝶阀,停泵,过几分钟再关闭氨气流量计,使炉内充入一定量氨气;也可立即关闭氨气流量计,停止供气,让工件在原渗氨气氛中随炉冷却,同时关闭氨瓶阀和氨气减压器。

(2) 关闭辉光电源后,关闭氨气流量计,不停真空泵,边抽真空边冷却。

推荐使用第一种方法,因为充一定的氨气,一方面可增加工件对流传热效果,工件冷却快;另一方面关停真空泵,节电节能,可延长真空泵的使用寿命。第二种方法工件冷却慢,如果炉体密封不好,空气会进入炉体内,工件会局部氧化,出炉后表面颜色不好看,且浪费能源。

工件温度降至250℃以下时可关冷却水,降至150℃以下出炉,工件表面颜色才好看。

出炉后最好同时装入下一炉工件。若暂时不装入工件,应将炉罩吊回到炉底上,并抽真空,使炉内始终处于真空状态,以防止炉体腐蚀生锈。

出炉后的工件非渗氮部位应及时涂油防锈。

5. 日常维护

离子渗氮炉的日常维护非常重要,必须认真对待。该工作做好了,一方面可保证工艺稳定性;另一方面可延长设备的使用寿命。笔者认为重点有以下几点:

(1) 定期检查冷却水进出水管是否畅通,水压是否正常。

(2) 经常检查阴极输电装置、热电偶装置和支撑

柱部件阴阳极之间的绝缘性能。

如果阴极输电装置和热电偶装置是独立的两个部件,尤其要注意热电偶的绝缘性。如果热电偶是陶瓷管或玻璃管绝缘,经常会因为震动而发生破裂,必须经常检查。推荐采用阴极输电测温一体化装置,该装置是将不锈钢外壳的热电偶直接穿过阴极杆,热电偶外壳与阴极同电位,而热电偶芯与其外壳是绝缘的,这样就从根本上消除了热电偶打弧的隐患,而且可以直接测量阴极(工件)的温度。此结构更换热电偶时要注意,除要求型号、规格一致外,还要求热电偶芯与外壳(不锈钢管)绝缘,以免高压直流信号通过热电偶芯线传至测温仪表,烧坏仪表,且外壳顶端密封性好,以免影响炉腔内的真空度。接热电偶导线时,也要避免线头与热电偶外壳接触。

支撑柱部件的护隙宽度应为1mm左右,发现“搭桥”应及时清理调整。如果发现绝缘支柱上溅射物较厚或出现短路现象,应用砂布将溅射沉积物打磨干净后再使用。

阴阳极间绝缘电阻的测量方法是:断开热电偶线和阴极连线,在非真空状态下,用1000V兆欧表(俗称摇表)测量阴阳极间的电阻,其绝缘电阻阻值应不低于4MΩ。

(3) 定期用无水酒精或丙酮擦洗观察窗玻璃上的溅射物,便于观察工件的实际温度。

(4) 定期更换或烘干氨气干燥罐中的干燥剂,以保持其良好的干燥作用。氨气如水分过高,影响渗氮效果。

(5) 注意保养好真空泵,特别是应该3~6个月更换一次真空泵油,勤换真空泵油,可大大延长其使用寿命。

6. 常见故障排除

常见故障现象、原因分析及排除方法见附表。

现象	原因分析	排除方法
抽真空时,抽到一定值抽不上去,关闭蝶阀,压升率很大	(1) 炉体漏气 (2) 密封圈老化或损坏,漏气	(1) 检查炉底上是否有异物 (2) 更换密封圈
抽真空时,抽到一定值抽不上去,关闭蝶阀,压升率不大	(1) 真空泵抽力不够 (2) 真空泵出故障	(1) 检查真空泵是否漏油 (2) 更换真空泵
阴极输电装置定点打弧	(1) 密封处有漏气 (2) 护隙破坏	(1) 检查密封圈,紧固或更换密封圈 (2) 调整间隙
排除电源原因,电压很低而电流剧增	(1) 工件打弧 (2) 阴阳极间短路	(1) 检查工件是否很脏,是否有小孔或小缝隙未堵好 (2) 检查阴阳级之间的绝缘电阻是否合格
排除电源原因,电压达1000V而无辉光电流	(1) 阴极线未与阴极装置连接好 (2) 炉体内真空度不高	(1) 检查阴极线 (2) 炉体内真空度抽到≤100Pa再起辉

MW (20091112)