



紧固件原材料表面氧化铁皮处理工艺优化改进

■ 廖宗军

摘要: 为从根本上解决紧固件原材料表面氧化铁皮用酸洗工艺所引起环境污染,对表面氧化铁皮用酸洗工艺进行优化改进,对原材料采用通过式抛丸,抛丸→喷淋→表面涂敷润滑层,经过一系列工艺优化,产品质量、环境得到提升,设备、工人健康得以保证。

关键词: 酸洗工艺;通过式抛丸;环境;设备;健康;质量

经热轧或热处理后的钢材都有一层较薄的氧化铁皮覆盖在钢材表面。氧化铁皮的存在,一方面影响润滑效果,另一方面,在冷拔时,由于氧化铁皮硬度较大,易造成划道等表面缺陷,同时也会使拉拔力增加,使模具磨损加剧,造成拔制困难,达不到冷拔钢材光洁表面的要求。因此,钢材在冷拔前必须将其表面氧化铁皮清理干净,氧化铁皮成分主要为 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 。

1. 传统去氧化皮工艺

在紧固件传统生产工艺中,第一道生产工艺即原材料除氧化铁皮工艺常用有以下两种。

(1) 原材料线材弯曲脱壳的方法,主要是将原材料线材弯曲变形,借拉拔机强大拉力,从而使线材表面的氧化铁皮在线材弯曲变形过程中被剥离,但这种生产工艺只限于原材直径在20mm以下的低碳钢原材料。如果原材料直径超过20mm,原材

料为中碳钢或低合金钢时,其屈服强度增加,采用弯曲脱壳的方法,原材料金属纤维在弯曲变形及强拉力作用下,必被破坏或被拉断,从而影响材料的力学性能,所以原材料线材弯曲脱壳的方法在紧固件生产中有一定局限。

(2) 在紧固件传统生产工艺中,原材料除氧化皮工艺都采用酸洗,其酸洗工艺流程为:酸洗→水洗→中和→表面涂敷润滑层,又称为皂化,酸洗是紧固件生产中冷拔钢材生产的关键。

2. 酸洗除氧化铁皮的不足

原材料线材用酸洗除氧化铁皮存在以下几个问题:

(1) 由于酸洗过程中,受酸浓度、酸洗液温度及原材料线材摆放的影响,金属与酸产生化学反应,产生部分氢原子会渗透到金属结晶格中去,并使其变形。变形后使氢更向金属内扩散,其中部分氢原子穿过金属并

分子化,从酸液中逸出。部分氢原子的分子化在晶格变形产生的“显微空孔”边界上,或金属的夹杂及孔隙中进行,氢在空孔中的压力可达到很大值,使金属内产生了引起氢脆的内应力。

(2) 金属在酸液中停放时间过长,在酸溶液作用下,表面逐渐变成粗糙麻面的现象称为过酸洗。过酸洗的原材料其力学性能伸长率明显降低,在拉拔过程中易产生断裂和破碎。

(3) 由于原材料线材的摆放或酸洗时间不足,造成材料表面部分氧化铁皮未清理干净,称为欠酸洗。欠酸洗中未清理的氧化铁皮在冷拔过程中,氧化铁皮硬度较大,附在原材料表面随原材料进入拔丝模内,造成划道等表面缺陷,同时也会使拉拔力增加,使模具磨损加剧。

(4) 水的浪费,钢材在经过酸洗后,吊入清洗池内清洗材料表面附着的酸液。原材料从清洗池内吊出后再用高压水对其进

行清洗,在整个水洗过程中水的浪费较大。

(5) 酸洗后废酸处理及清洗液对环境的影响。废酸处理也就是工艺中的中和,主要是将废酸放入中和池中,再向中和池加入固体烧碱,让废酸与烧碱发生化学反应,生成水和氢气。但废酸中还存在大量硫酸亚铁不能正常反应,同时清洗液中也有大量酸的存在,浓度不大。最后加入烧碱中和反应,但中和后的废液虽然达到排放标准,但这样的工业废水排放出去后,也会造成土壤板结,硫酸亚铁也随同排出,势必影响农作物生长,而且酸洗废水中还含有大量的重金属离子,因其超标而造成对水体的污染,对生物毒害,乃至最终对人类健康的伤害都是不言而喻的。

(6) 酸洗过程中酸对设备、人的危害。在酸洗过程中,酸池散发出大量的酸雾,也就是所谓的酸气。酸雾一方面是由酸的挥发;另一方面是酸洗中金属铁与酸发生反应,生成大量氢气并从酸池中逸出,与酸液形成微粒水滴一起被带出来,形成酸雾。由于空气中酸雾的存在,使车间内房屋、设备受到侵蚀而过早损坏,车间内桥式起重机由于受酸雾侵蚀,一般使用寿命仅为5~6年,同时还影响工人身体健康。

(7) 由于原材料经酸洗后所产生的氢脆、过酸洗、欠酸洗,对后工序防锈处理要求较高。原材料在皂化过程中,皂化液的配制要求首先将所需的肥皂、动物油和生石灰三者混合均匀,并经过一定时间发酵后,再

放入清洗池,加入适量水,由于在配制中加入了较多动物油,原材料在皂化时必须用锅炉对皂化液进行加热。

针对以上酸洗过程中的7点危害与不足,为更好地治理环境,保护工人身体健康,提高钢材表面氧化铁皮清理质量,结合钢材实际情况,将通过式抛丸机引用到紧固件原材料表面除氧化铁皮中,其工艺流程为:抛丸→喷淋→表面涂敷润滑层;抛丸除去氧化铁皮是利用高速旋转的叶轮将钢丸抛向钢材表面来达到除氧化铁皮的目的。

3. 钢材表面抛丸清理质量分级

根据国家标准化组织发布的ISO8501-1标准,钢材表面抛丸清理质量分成以下四个等级。

(1) 最彻底清理级Sa3 不使用放大镜观察,整个被清理表面呈现完全一致的金属本色。清理后的表面上不存在油脂和脏物,也不存在氧化皮、锈、旧漆和杂质。

(2) 很彻底清理级Sa2.5 不使用放大镜观察,清理后的表面上不存在油脂和脏物,也不存在氧化皮、锈、旧漆和杂质。未被清除彻底的杂质只是以依稀可见的片状或条状存在。

(3) 较彻底清理级Sa2 不使用放大镜观察,大部分的氧化皮、锈、旧漆和其他杂质被清除。残留在表面上的氧化皮、锈和旧漆与基体结合牢固。

(4) 非彻底清理级Sa1 不使用放大镜观察,清理后的表面

上不存在油脂和脏物,松动的氧化皮、锈、旧漆和其他杂质被全部清除。

4. 抛丸除氧化皮

我公司紧固件原材料有低碳钢、中碳钢、低合金钢,主要以中碳钢、低合金钢为主,直径20~35mm,中碳钢、低合金钢的力学性能中的屈服强度比低碳钢高,伸长率比低碳钢低,低碳钢屈服强度为230MPa,伸长率为27%,而中碳钢屈服强度为360MPa,伸长率为16%,低合金钢的两指标比中碳钢还差。为使原材料在经抛丸后其力学性能指标不受影响,彻底清理原材料表面氧化铁皮,选用Sa2.5标准,在抛丸过程中,必须做好以下几个参数的确定工作。

(1) 抛丸所用钢丸直径大小的选定 原材料表面粗糙度值直接影响后工序冷拔过程中原材料拉拔后表面外观质量及拔丝模的使用寿命。由于中碳钢、低合金钢的力学性能中的屈服强度比低碳钢高,伸长率比低碳钢低,如果钢丸粒度选得过大,在抛丸中原材料表面必然受到大面积大冲击力打击,从而使材料表面形成加工硬化,造成原材料屈服强度比低碳钢增高,伸长率比低碳钢降低。同时钢丸过大,抛丸还将使原材料表面粗糙度降低,在拉拔过程中都会造成原材料被拉断和缩短拔丝模的使用寿命。如果钢丸粒度过小,虽然原材料表面获得了较低表面粗糙度值,但由于原材料自身硬度较高,钢丸的使用寿命短。

抛丸粒度与材料表面粗糙度

的选定对应关系见附表。从表中可知，为了确保原材料抛丸后的表面粗糙度值的减小及钢丸的合理使用寿命，一般应采用直径0.5～0.75mm的钢丸为宜；如果原材料是低碳钢则选用直径1.2～2mm钢丸为宜。

(2) 抛丸过程中钢丸每分钟抛丸量的确定 对于中碳钢、低合金钢，表面要达到Sa2.5标准，每个抛头每分钟抛丸量按照标准10～15kg/kW，但我们采用地通过式抛丸机，原材料是一件一件地通过来抛丸处理，都是圆钢，原材料表面不大，钢丸的利用率只能达到25%～40%，所以选用上限为宜。

(3) 抛丸过程中原材料送料速度的确定 我公司采用的通过式抛丸机，抛头为三个，是将原材料圆钢一件件经过抛丸机内抛丸，从原材料进料→抛丸→原材料出料，整个设备采用PLC控制，原材料在整个抛丸过程中每一件间都保证了连续性，并在送料过程到原材料出来卸下，原材料都在不停转动，以保证材料各个表面都能得到清理。

为保证原材料表面加工能达到Sa2.5标准，还需控制原材料进给速度。由于我公司原材料主要以中碳钢、低合金钢为主，原材料进给速度显得更为重要。当速度过快时，原材料表面的氧化铁皮清理不干净，表面还残留氧化铁皮，达不到Sa2.5要求；而当速度过慢时，钢丸对材料表面的连续冲击打击，必造成原材料表面加工硬化，二者都将影响下道冷拔工序原材料的拉拔质量及拔丝模的使用寿命。结合每分

钟抛丸量及原材料直径大小，原材料直径在20～25mm时，在PLC程序中选定原材料送料速度以32m/min为宜；原材料直径在26～35mm时，在PLC程序中选定原材料送料速度以30m/min为宜。选择送料轮原材料送料速度与直径的关系如附图所示。

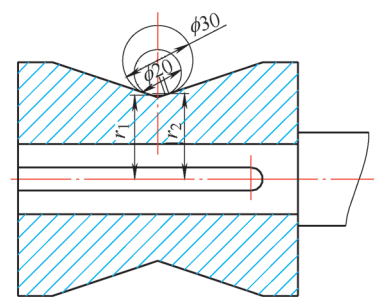
由于原材料直径越大，其自重原因，与送料轮的摩擦因数增大，所以其进给速度也较直径小的快。同时由于原材料直径增大，与送料轮接触时，更远离送料轮中心，也就是说与送料轮的送料半径更大，即 $r_2 > r_1$ ，半径大较半径小的送料轮线速度快，以上两因素也就是PLC上直径小的比直径大的送料速度设定大的原因。

原材料在经抛丸后，其表面必会产生加工硬化和出现凹凸不平，为不影响冷拔工序材料的拉拔质量，必须合理解决抛丸中出现的问题，并充分利用材料表面的凹凸不平。

首先在原材料抛丸后经出料导料机构上，利用材料抛丸后的余热，增加一道对材料表面喷淋工序，经过抛丸后的原材料在高温下喷淋，表面快速生成一层非常细的锈粉。锈粉的产生降低了原材料在冷拔过程中材料与拔丝模的摩擦因数。由于材料与拔丝模的摩擦因数得到有效改善，

经抛丸后的原材料在下道工序表面涂敷润滑层，发现皂化液在配制中所需的动物油及肥皂都可淘汰。因为动物油在低温下凝固，而加入肥皂在常温下也不易溶化，为了让动物油及肥皂与石灰、清水四者反应生成具有良好的润滑性脂肪酸盐，必须用锅炉将动物油及肥皂与石灰、清水加热才能满足生产条件。

通过反复调查试验，利用过饱和脂肪酸、氢氧化钠常温下能快速溶于水的特性，用过饱和脂肪酸、氢氧化钠替代动物油及肥皂，饱和脂肪酸、氢氧化钠溶于水后，饱和脂肪酸、氢氧化钠、石灰、清水在常温下快速反应生成润滑性良好脂肪酸盐。在配制皂化液时，只需将过饱和脂肪酸、氢氧化钠按比例直接放入皂化池，并加入按比例所需石灰，搅拌均匀，在配制过程中，过饱和脂肪酸、氢氧化钠、石灰、清水用量严格按比例配制。正因为动物油及肥皂的淘汰，材料在涂敷润滑层皂化工序上不需对皂化



送料轮原材料送料速度与直径关系

抛丸粒度与材料表面粗糙度的选定对应关系

工件材质	弹丸直径/mm	工件表面粗糙度Ra/μm
钢材、不锈钢	0.3	3.2～6.3
	0.5	6.3～12.5
	1.0	12.5～25
	2.0	25～40
	3.0	50～80

发动机变速器壳体裂纹失效分析

■ 王其荣, 李克

摘要: 通过对变速器壳体裂纹断口分析, 确定了壳体裂纹性质为疲劳开裂; 同时结合显微组织、化学成分、硬度等综合分析, 找到了引起壳体疲劳开裂的根本原因是零件局部Si元素偏析严重, 导致局部硬度偏低, 降低了零件疲劳强度, 在循环载荷作用下导致裂纹萌生并扩展, 并针对性地提出了提高裂纹部位冷速、控制Si元素偏析的措施。

关键词: 变速器壳体; 硬度; 循环载荷; 疲劳裂纹

ADC12是一种Al-Si-Cu系压铸型铝合金, 其成形性能好, 强度高, 常用于铸造模具受尺寸和形状限制的零件。Si作为合金中的主要合金元素加入到Al基体中, 可提高合金的流动性, 降低合金的收缩量和热裂倾向, 减少疏松、缩孔和热裂纹等缺陷, 并提高气密性, 从而获得致密的优质铸件。但在生产过程中, 合金容易产生Si元素偏析, 严重时会影响合金的使用性能和零件安全。

某航空发动机变速器壳体采用该材料压铸成形, 在试验过程中发现壳体加强筋板与本体转接部位出现一条贯穿性裂纹。本文针对变速器壳体裂纹性质及产生原因开展了相关冶金分析, 确定了引起变速器壳体裂纹的原因, 并针对性地提出了措施。

1. 冶金分析

(1) 外观检查 经目视检查: 裂纹位于零件加强筋板与本体转接部位, 已裂透零件壁厚,

外表面侧裂纹长约48mm, 内表面侧裂纹长约23mm, 两端较细小, 呈弯折状, 表面及附近未见击打及碰磨痕迹, 形貌如图1、图2所示。

(2) 断口分析 将裂纹打断后观察: 裂纹断面较平坦, 呈浅灰色, 其上可见明显的疲劳台阶和疲劳弧线。由疲劳台阶及弧线的收敛方向判断, 裂纹起始于外表面拐角部位表面, 呈线源, 源区未见冶金缺陷, 如图2所示。经扫描电镜观察, 大部分断

液进行加热, 从而淘汰了锅炉, 生产中在常温状态就直接将经抛丸除锈后的材料吊入皂化池进行皂化, 起到了减少辅助工序的作用, 做到了低碳环保生产。同时由于过饱和脂肪酸、氢氧化钠本身具有非常好的润滑性, 反应后形成优质润滑脂黏附在钢材表面, 利于钢材拉拔润滑。钢材在经过拉拔后, 表面同时还保存较好的润滑脂, 为下道工序缩杆起

到了良好的润滑作用, 减少了缩杆模的损坏, 降低了成本。不足之处是原来由于用锅炉对液体加热, 钢材及皂化液都是热的, 钢材表面涂敷润滑层水分很快挥发, 由于淘汰了锅炉, 钢材及皂化液都是常温, 所以钢材在经过皂化后, 应及时将钢材摆放开, 从而利于钢材表面涂敷润滑层中水分挥发。

经过几年的使用和观察, 产

品质量得到有效提升, 环境得到了有效改观, 模具费用得到降低, 同时由于车间内没有酸雾, 车间内设备使用寿命增长几倍, 工人身体健康得到了保证, 锅炉加热和废酸中和的淘汰, 为公司节约了较高费用。

作者简介: 廖宗军, 中铁隆昌铁路器材有限公司。

MW 20170312