

一种大型数控拉床表面涂层修复工艺探索及应用

蔡林宏, 孟金文, 吴昊

(中国兵器装备集团自动化研究所有限公司, 四川 绵阳 621000)

摘要: 针对一种数控深孔螺旋拉床经长时间使用后床身表面涂层出现开裂、掉落等缺陷, 在固有的工况下, 提出了一种涂层修复的工艺方法并实施。结果表明: 经修复后的涂层达到了预期效果, 能满足设备防腐蚀和外观装饰效果, 本修复工艺适用于类似工况下装备涂层修复施工, 为涂层修复积累了施工经验。

关键词: 拉床; 涂层; 修复工艺; 施工

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)11-0035-03

Exploration and Application of A Large-scale CNC Broaching Machine Surface Coating Repair Technology

CAI Lin-hong, MENG Jin-wen, WU Hao

(Automation Research Institute Co., Ltd. of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, Sichuan, China)

Abstract: in view of the defects such as cracking and dropping of the coating on the bed surface of a CNC deep-hole spiral broaching machine after a long time of use, this paper puts forward and implements a coating repairing process method under the inherent working condition, the results show that the coating after repair has achieved the expected effect, and can meet the corrosion protection and appearance decoration effect of the parts, for the coating repair accumulated construction experience.

Key words: broaching; coating; repair process; construction

0 引言

数控深孔螺旋拉床是一种可在深孔工件内壁加工螺旋槽的机床, 主要用于火炮身管膛线加工, 其制造质量决定了火炮的射程、命中率和寿命^[1], 该机床本体由工件床身机构、刀杆床身机构以及进给机构等组成。工件床身机构由工件床身、工件支架和夹具等组成, 工件床身整体为铸铁基材, 外表面喷涂油漆层防护, 机床工作时使用 20# 机油和 32# 机油混合的矿物油进行润滑, 长时间运行下, 混合机油经铸铁床身向外溢出, 在旧漆膜表面与灰尘混合后形成严重的黑色油垢; 另外, 拉床经长时间使用, 外表面漆膜出现不同程度的掉落, 拉床表面外观见图 1。为满足客户改善产品外观质量的需求,

针对上述拉床体积较大、不易移动、车间安全等级较高等固有工况, 提出并实施了一种涂层修复工艺。

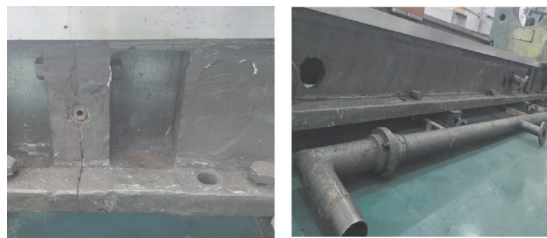


图 1 拉床涂层表面破损、油垢

1 工艺探讨及施工

1.1 除油

对于涂装施工而言, 除油工序是保证涂层具备良好附着力和防护性能的基础。针对工业重油污的清洗, 传统的方式一般采用溶剂清洗, 溶剂清洗主要利用烃类物质相似相溶的原理, 具有除油效果好, 较强挥发性

收稿日期: 2024-01-30

作者简介: 蔡林宏(1993—), 男, 本科, 工程师, 主要从事金属材料表面处理与腐蚀防护工艺技术研究工作。E-mail: 892941453@qq.com。

及清洗后表面残留较少等优点。伴随清洗技术的发展,水基金属清洗剂清洗、激光清洗技术等现在也应用较多。由于本设备修复需要在车间现场作业,若使用水基清洗剂,需要现场升温,兑水以及使用大量的清水冲洗,对现场的其他设备会存在一定的影响,因此使用溶剂清洗较为方便。溶剂清洗采用的原材料一般有汽油、三氯乙烯、甲苯、乙醇等。汽油容易汽化,挥发性极强,闪点很低,为避免擦洗除油过程中汽油挥发达到燃爆浓度,现场采取间歇性作业、禁止用电、用火并加强通风换气等措施。

1.2 遮蔽

遮蔽工序非常简单,使用纸胶带以及废旧纸张将滑轨、支座等不需要涂漆的部位包裹起来,粘接胶带时需做好边缝处理,以减少在涂装面交接处的漆膜瑕疵。

1.3 除漆

除漆一般分为两种情况,一种是把局部失效的涂层从基材除去,保留局部功能完好的涂层,而另一种则是将涂层完全从基材除去,直至漏出基材本体。为提高装备涂层修复后的可靠性、稳定性,确保涂层高效防护装备表面,因此,本工艺决定将旧涂层完全从基材除去。除漆可以使用机械法、火焰法及脱漆剂法^[2],应针对不同的基材、设备工况及除漆效率等选择不同的除漆方法。常见除漆方法原理及优点对比见表1。

表1 常见除漆方法原理及优点对比

名称	原理	优点
机械法	利用外部工具以一定的能量接触已经失效的涂层,将涂层全部或局部除去	适用于维修场合,特别是修理局部区域和部位
火焰法	火焰灼烧涂层,使其焦软、起泡,然后用刮刀刮除	设备简单、成本低廉,除漆需要专用工具,能在一般条件下施工
脱漆剂法	溶胀作用使涂层的体积不断增大。体积增大所产生的内应力,减弱并最终破坏了涂膜对基材的附着力	效率高,可常温使用,对金属腐蚀性小,施工简单,不需增加设备

由于本装备已在车间安装并运行多年,且车间有较高防火等级,不适用火焰法除漆,同时设备体积较大,亦不适用脱漆剂除漆。综合安全、环保及现场可行性操作,最终选取机械法除漆,手持角磨机打磨旧漆面,然后使用铲刀铲除旧漆膜,裸露底漆,此法效率虽低,但除漆较为彻底。现场实物除漆效果见图2。

1.4 底漆选择及涂装

底漆作为整个涂层体系的第一道,直接与基材接触,需要具备优良的附着力和防护性能,受设备场地限

制,只能使用常温自干底漆,目前市面上广泛使用的常温自干底漆有环氧类、醇酸类以及丙烯酸类。我公司使用的3种类型底漆的附着力对比见表2。



图2 局部面漆除漆后露出底漆层

表2 常温自干底漆附着机理对比

油漆名称	附着力机理
锌黄丙烯酸聚氨酯底漆	该底漆中含有锌铬黄,锌铬黄能与钢铁基材表面紧密结合
高固体环氧底漆	该底漆中含水合多磷酸盐等磷酸盐助剂。磷酸盐中磷酸根离子水解后生成磷酸和OH ⁻ ,生成的磷酸会破坏钢铁基材表面,与之发生化学反应,形成化学螯合
醇酸底漆	醇酸树脂中含有较多的—OH,—COOH等亲水性基团,与基材表面的—O—形成氢键,氢键键能大大提升涂层附着力

查阅以往设计资料,旧涂层采用铁红环氧底漆,为确保底漆一致性,本次修复工艺决定使用同类型的环氧底漆作为整个涂层修复的底漆。一方面,无铬高固体环氧底漆具有优良的耐油性,对拉床使用过程中从基体铸件向外渗油有一定的抑制作用,另一方面,其VOC远低于军标标准,减少了环境污染和人员伤害。

取0.5 kg A组分无铬高固体环氧底漆于小号调漆杯中,按A组分:B组分=5:1的配比添加0.1 kg B组分固化剂,然后加入0.3 kg配套的X-7环氧稀释剂,测量涂-4杯黏度为30 s,搅拌均匀后,静置熟化15 min。

为确保所选择的底漆兼容性较好,借鉴医院“皮试”操作,在拉床床身的基材表面选择4处1 m²左右区域,先刷涂调配合格的底漆,静置48 h后观察其有无咬底及划格试验等情况,见表3。局部测试合格后,床身底漆施工采用刷涂法,先检查板刷刷头与刷柄是否出现松动,握住板刷在调漆杯中。每次蘸漆为毛长的2/3左右,蘸漆后应将刷子的两面在调漆杯的内壁上轻拍几下,这样刷漆时漆液不易滴落,刷涂时必须握紧刷柄不得松动,靠手腕的力量移动刷子,同时以手臂和身体的移动配合来扩大涂刷范围,拉床均匀刷涂底漆后静置48 h。

表3 局部刷涂底漆后的测试情况

序号	有无咬底	划格法附着力/级
1	无	1
2	无	1
3	无	1
4	无	1

1.5 刮腻子与打磨

因基体铸铁件采用砂型铸造,其表面较为粗糙、存在气孔等缺陷。刷涂底漆后仍不能较好地遮蔽这些缺陷,需要进一步刮腻子整平处理,腻子选用 MP-40 猫牌环氧原子灰。在调腻子盘上混合调配腻子 A、B 组分后,钢制刮刀每次拾取 100 g 左右的腻子,与基材面以 45° 夹角按压并匀速移动刮刀抹平腻子,在上一道刮刀收尾处再次拾取腻子并抹平处理,按照 SJ/T 10537 涂料涂覆典型工艺的规定,每层腻子的厚度不能超过 0.5 mm,因此基材缺陷严重的部位,需要待腻子干燥后再次刮涂,刮涂后的腻子层没有出现卷边、起翘、起泡等缺陷,符合刮腻子要求。同时,床身曲面部位使用弹性更好的橡胶刮刀进行刮涂腻子操作,多次刮涂,直至缺陷基本消除。将 320# 气动打磨砂纸粘贴在 WM-8526 型气动打磨机的磨垫上,气源接头接上压缩空气,握住手把稳定气动打磨机,按压上盖使其旋转打磨床身腻子层。

1.6 面漆选择及涂装

现阶段,常用的常温自干面漆种类较多,我公司产品主要使用丙烯酸聚氨酯面漆、氟聚氨酯面漆两种。丙烯酸聚氨酯面漆以脂肪族异氰酸酯和羟基丙烯酸树脂为主要成分,配以助剂和颜填料,在综合性能上兼具了丙烯酸面漆和聚氨酯面漆的优点,在耐蚀性能上高于单一的丙烯酸面漆,在耐候性能上高于单一的聚氨酯面漆。氟聚氨酯面漆主要由氟树脂、异氰酸酯、助剂及颜填料组成,在耐热、耐化学品、耐老化等性能方面,氟聚氨酯涂料是目前所有涂料中综合性能最好的^[3],但氟聚氨酯面漆价格比丙烯酸聚氨酯面漆昂贵,从工程经济角度考虑,选择丙烯酸聚氨酯面漆性价比更高。

取用适量 13-2 丙烯酸聚氨酯磁漆于调漆杯,调配好 A、B 组分后,熟化 30 min,加入 13-2 丙烯酸聚氨酯漆稀释剂测量涂-4 杯黏度为 18 s,用 300 目丝绢过滤后装入喷枪枪杯,调整喷枪气压至 0.3 MPa,喷枪与待涂面在 20 cm 左右的垂直距离,以 30~60 cm/s 匀速移动喷枪,下一次喷涂行程的涂装面与上一次喷涂行程的涂装面有 1/4~1/2 的重叠,面漆涂装后常温自干 24 h,涂层均匀光滑、质地丰满。

2 修复效果

涂层修复、翻新后的拉床在现场工作 1 年以后,涂

层表面状况较好,拉床运行过程中飞溅的混合机油经擦拭后,涂层表面依然良好,漆膜无溶胀、脱落等问题发生,达到了客户的预期效果。

3 结语

通过工艺探讨及实施,对一种数控深孔螺旋拉床表面的涂层进行了翻新及修复,设计的环氧底漆和丙烯酸聚氨酯面漆的涂层体系能较好地满足修复要求,在设备固有的工况下,最大程度降低了修复成本,取得一定的经济效益,积累了修复施工的现场经验,但也有几点需要引起关注:

1) 打磨及涂装工序需要严格执行安全和职业健康的要求。全程佩戴防护工具,禁止明火作业,加强通风和间歇作业。

2) 涂料施工过程的环境温湿度。不同季度对应的环境温湿度有明显不同,本次拉床涂层修复是在夏天进行的,因此,如在冬天施工应关注温湿度变化。

3) 可尝试采用水性涂料来降低 VOC。本次拉床涂层修复使用的仍是溶剂型涂料,随着国家“双碳”战略的实施,应加强水性涂料在设备涂层翻新、修复工作中的研究和应用。

参考文献:

- [1] 谭胜龙,王新科,景富军.小口径火炮数控拉线机床设计与研究[J].制造技术与机床,2012(11):74-75.
- [2] 李群英.涂装工常用技术手册[M].上海:上海科学技术出版社,2008:98-109.
- [3] 王晨,张德晓.氟聚氨酯涂料在舰载航空电子设备中的应用[J].航空电子技术,2017(2):40-42. ◆

(上接第 34 页)

4 结语

通过对全自动温滚喷工艺参数的优化验证,得到了最优喷涂参数组合,在保证涂层外观、结合力满足标准要求的前提下,能够显著提升涂层厚度均匀性,有效避免了人工手动涂覆对涂层厚度的不良影响,产品合格率显著提升,生产成本降低。

参考文献:

- [1] 航天精工股份有限公司.紧固件概论[M].北京:国防工业出版社,2014.
- [2] 万冰华,张晓斌,游冀君,等.航空航天紧固件铝涂层性能对比研究[J].电镀与涂饰,2021(24):1809-1816.
- [3] 万冰华,张松林,林忠亮,等.航空航天钛合金紧固件铝涂层评价指标及方法研究[J].航天标准化,2017(1):3. ◆