

再制造技术在石油钻井设备修理应用研究

唐鹏飞（中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司，天津 300452）

摘要：文章主要是分析了再制造研究的目的和意义，在此基础上讲解了再制造流程及关键技术，最后探讨了再制造技术的应用情况。通过综合评估，探索再制造行业的发展特征和行业发展前景。望可以为有关人员提供参考和帮助。

关键词：再制造；石油钻井；表面修复

1 再制造研究的目的意义

所有再制造项目都可以使用表面工程和各种先进的成形技术来生产具有比本体材料更好性能的零件，有更好的耐磨、耐高温、耐腐蚀等特性。再制造部件不仅可以用于旧设备，还可以用于新设备，这不仅体现了绿色制造技术，还可以丰富和发展产品生命周期的内涵。设备全生命周期管理的过程不是设备报废，而是扩展到设备报废后的再生利用，再制造产品开发的步骤包括提高材料质量，降低材料消耗，优化工艺流程，延长生命周期，减少环境污染，优化废物处理和优化系统功能。

2 再制造技术的流程

2.1 工程机械拆解

第一阶段是工程机械的拆解，即是将工程机械装置的单元机构拆卸成单一的零部件。拆解作为工程机械再制造的头道工序，直接影响再制造的加工效率和旧件再利用率。

传统的拆解方法缺乏科学和综合评估，盲目性和随意性大，造成拆解过程耗时、耗能、耗力，效果不佳。

目前比较科学的方法是根据拆解对象的设计图纸及装配工艺，结合相对应的拆解工具和拆解方法，应用高效无损拆解技术和分类回收技术，可有效提高废旧零部件的回收利用率，达到无损、高效、节能的目的，提高工程机械再制造企业的规模化和自动化水平。

2.2 工程机械零部件清洗

工程机械废旧零部件的清洗工作是工程机械再制造过程的重要环节。工程机械在使用过程中零部件会产生各种污垢，如外表面沾染灰尘、油泥，漆层的老化变质，机械润滑及燃油系统残留的润滑油和燃油污垢，金属表面产生的腐蚀物等。因此，将已拆卸的零部件进行清洗很有必要。通常使用烘焙炉进行保温烘焙、表面抛丸、喷砂、高压水射流、超声波等的清理技术可实现无损清洗，同时可减少清洗过程中的环境影响，避免二次污染。

目前，国外先进再制造企业已能做到清洗物理化（完全取消化学清洗），拆洗水平已完全达到零排放。应用无污染、高效率、适用范围广、对零件无损害的自动化超声清洗技术、热膨胀不变形高温除垢技术、无损喷丸清洗技术与设备，可以显著提高再制造生产过程的排污

标准。

2.3 工程机械零部件的检测和寿命评估

工程机械再制造的寿命评估包含两方面内容：①废旧零件的剩余寿命评估。通过它回答废旧零件能否再制造，能再制造几次（剩余疲劳寿命是否足够）的问题；②再制造零件（即再制造之后的零件）的服役寿命预测。通过它判定再制造零件是否具有足以维持下一个服役周期的使用寿命。

废旧零件的剩余寿命评估：将金属磁记忆技术用于废旧零件的剩余寿命评估的探索研究。该技术基于铁磁性材料的磁致伸缩效应，利用地磁场环境中铁磁材料具有磁畴结构和自发磁化的特点，当外力作用于铁磁材料，会引起材料中磁畴的变化，变化会以漏磁场的形式被“记忆”，外力消除后仍然保留。通过对“记忆”内容的检测，即可知应力集中和宏观裂纹，实现损伤早期诊断和寿命评估。借助无损检测技术（如涡流检测、超声波检测、X射线检测、磁粉检测等），结合力学和材料学等多学科理论和技术，探索再制造无损寿命评估理论与方法，进行零部件的损伤检测和寿命评估。

2.4 工程机械零部件的修复和再制造

工程机械零部件的修复和再制造是工程机械再制造的核心阶段，将废旧零部件进行修复和再制造，并进行相关的测试、升级，使其性能能够满足使用要求。表面工程技术（包括纳米表面工程技术和自动化表面工程技术）是工程机械再制造的核心关键技术。纳米技术是21世纪的三大高新技术之一（信息技术、纳米技术、生物技术）。整体纳米化技术的应用估计还需20~30年时间。在现阶段，将纳米颗粒弥散分布在表面涂层内，使纳米材料与传统表面工程技术相融合，发挥纳米材料的优异效果，我国开发了具有自主知识产权的纳米表面工程技术。

2.5 工程机械零部件的组装

将维修好的零部件进行重新组装。一旦发现装配过程中出现不匹配的现象，还需进行二次优化的过程。装配好的产品要经过测试、检验，确保质量达到使用标准。

3 再制造技术的关键

3.1 清洗技术研究

在清洁零部件的过程中，可以清楚认识零部件表面

附着的各种油渍、碳沉积物,通过清理了解到设备的现状,例如零部件制造的时间、型号等数据,并记录到公司数据库。在生产过程中可以通过超声波清洗、高频振动、化学清洗对再制造零件进行清洗。对存在巨大环境污染的化学试剂浸泡清洗可以使用热裂解和喷砂来取代,这样才可以实现真正的绿色制造。

3.2 现代表面修复技术

该技术主要通过强化修复法,采用高新表面工程技术修复磨损件,增强零部件的综合性能与质量,达到延长产品寿命的目的。其次功能替换法以采用最新多功能模块替换旧模块或增加新模块为特点,能够有效恢复产品的各种性能,包括可靠性、环保性和产品基础功能。最后对产品的局部结构进行改善和调整,常用于原产品自身性能缺陷的修复,能够很好地提升产品可靠性,让再制造产品更好地适应生产条件和环境。

该技术能够利用激光、电弧、火焰、等离子等热喷涂技术,完成对机床导轨、燃料泵摇杆和活塞环的修复。发动机的曲轴轴颈和缸体的凸轮轴、主轴承座孔则可以用粉末喷涂的方式进行处理。液压柱塞和各种模具小孔、传统主轴甚至是发动机的气缸套内表面和油缸都可以用刷镀技术进行处理与修复。在生产中,激光熔覆和超音速喷涂也是很好的办法,可以有效修复各种轴类零部件。离子注入法、激光束等处理非晶态合金表面层,能节约大量的镍、钴、铬、铝等战略物资,修复各种仪器设备、机件、模具等。另外在粘接的时候,会用到很多种胶黏剂,这些胶黏剂用于修复其他方法无法处理的零部件,同样具有不错的处理效果。比如在修复轴类零部件的时候,就可以用到索雷高分子纳米修粘接材料做快速修复,当然减速箱壳体同样也是经常修复的对象,可以有效节省大量修理费用和时间。

3.3 测量技术

采用电子多参数测量仪完成对设备零部件的参数检测工作。这种方式测量精准,可以极大地提高测量参数的精准度。

4 再制造技术应用分析

4.1 阀箱再制造技术研究及应用

当前常用的焊接技术在焊接过程中易产生各种类型的砂孔,导致返工;其次,为确保焊接的连续性,零件在某个方向上需要连续焊接 5-6h,具有高劳动强度;第三,可加工性差,焊接部位硬度较大,可切削性能差,加工精度不能满足要求;第四,由于焊接温度高和局部加热不均匀,易退火,影响阀箱的总体强度。经过 2-3 次重复焊接修复后,阀箱被报废。采用现代技术进行再制造和维修,采用等离子脉冲弧焊和冷焊技术。首先,温度不超过 40℃,不影响阀箱的机械性能,可重复维修和再制造;二是焊丝的选择,阀箱采用 35CrMn 材料,既保证了硬度和强度,又保证了与阀箱木材的结合,保

证了可加工性,提高了加工精度;三是采用合理的焊接方法和环焊,提高焊接表面的平整度,防止出现砂眼。球形罐的整体焊接热处理方法是消除焊接残余应力的有效方法,表面喷丸屏蔽改变了金属表面的应力特性,改变了压应力的拉应力,并尽可能消除了应力腐蚀的热喷涂涂层,并且电位低于焊缝。

4.2 轴类零件的再制造技术研究及应用

镶套修复技术是在轴后的预埋轴上安装一个套筒,或整体热安装一个套筒或两个半圆焊接套筒,以确保外径。优点是简单方便,但其存在致命缺陷,降低了轴承载负荷,镶补后会产生很多轴向裂纹。补焊工艺是对轴面进行补焊,一是焊接工艺要求高,焊接过程中容易发生断裂,导致返工,由于焊接温度高,局部加热不均匀,容易退火,从而降低了轴的整体强度,其次,焊接零件质量差,加工精度不能满足要求。

激光熔覆技术是一种采用激光进行融覆的技术,优点是焊接温度低,轴的强度不受影响,另外使用数控位移装置,在无砂眼的情况下,焊接表面平整均匀,保证了钢筋的连续性和焊接质量,覆层材料的选择确保了硬度和强度与轴的硬度和强度相同,改善了轴的熔融性和加工性,提高了加工精度。轴部件可采用索雷纳米聚合物粘接材料进行修复,这种方法操作简单且效率高。当然加工技术也要改进,做好车床程序优化,使用合理且先进的刀具,控制好形位公差。加工技术也需要进行改进,为工具轴零件的材料选择合适的粘合剂,并掌握溶剂的比例;刷制工艺,保证均匀性和凝固时间,设计制造模具,保证尺寸;加工刀具以确保表面精度,优化数控车床程序,采用先进的组合刀具,可一次切削加工,既保证色差,且可以有效的提高到了其表面的精度。

4.3 钻井泵缸套再制造技术应用

钻井泵缸套是石油钻井设备中的消耗件,每年使用消耗的缸套多达 4000 多种,直接报废造成巨大的浪费,采用再制造技术重新制造缸套,效益可观。按照双金属缸套过盈配合间隙,利用双金属热膨胀冷缩量不同的原理,将整个缸套加热到 350-400℃ 左右的效果,然后对内套进行冷水或液氮冷却,使用液压设备进行挤压实现内外套的快速分离,完成一次内外套分离的平均时间在 6min,不仅提高了效率,而且可以有效的降低劳动强度。

5 结束语

由上可知,在再制造技术加工处理后的合格再制造部件的节能可以达到了 60% 以上,且可以有效的降低排放污染量,再制造技术的应用对保护环境,降低企业投入的成本,资源再利用有很不错的应用前景。

参考文献:

- [1] 高明星.再制造技术在石油钻井设备修理应用研究[J].石化技术,2020,27(03):136+141.