

机械装配中钳工的操作技能分析

张 涛 王春颖 汤云鹏 刘 京
首都航天机械有限公司 北京 100076

摘 要: 机械装配是制造业生产链的关键环节, 钳工操作技能作为装配过程的核心支撑, 直接决定产品质量与性能。随着装备制造业向高质量发展迈进, 传统装配钳工技能面临新的挑战与机遇。当前, 部分企业在制造过程中仍存在装配钳工技能低、精度控制不足、缺陷处理不及时等问题, 影响产品竞争力。本文系统研究发动机制造中装配钳工操作技能的基础体系、核心内容及质量控制方法, 结合现代制造业智能化、集成化发展需求探讨技能升级路径, 对提升装配钳工专业素养、保障装配质量、推动制造业转型升级具有重要的现实意义与应用价值。

关键词: 发动机制造; 装配钳工; 操作技能

引言: 发动机制造中装配钳工操作技能至关重要, 其基础体系为操作提供支撑, 以核心技能保障装配质量, 以质量控制确保产品合格。随着装备制造业不断发展, 对装配钳工操作技能的要求日益提高, 传统装配钳工技能已难以满足高端制造生产需求, 需不断培育、更新与提升。本文深入剖析发动机制造中装配钳工操作技能的基础体系、核心技能、质量控制方法, 以及现代制造业带来的新要求, 旨在助力装配钳工适应行业发展, 提升装配水平。

1 发动机制造中装配钳工操作技能的基础体系

1.1 装配钳工操作的理论基础

装配钳工操作的理论基础是指导实践的核心依据, 涵盖机械制图、公差与配合、金属材料与热处理以及三维设计软件等关键内容。机械制图知识使装配钳工能够准确解读零件图与装配图, 明确零件的结构形状、尺寸标注及装配关系, 为装配操作提供清晰的技术指引和质量判据。公差与配合理论则帮助装配钳工理解零件加工精度要求, 掌握间隙配合、过盈配合等不同配合方式的特点以及装配尺寸链逻辑关系, 确保装配后零部件的尺寸、配合精度与密封性。金属材料与热处理知识让装配钳工熟悉各类钢材、有色金属的力学性能与材料加工特性, 了解退火、淬火等热处理工艺对材料性能的影响, 从而合理选择加工方法与工具, 避免因材料特性把握不当导致零件损坏或装配质量下降。此外, 三维设计软件知识也为装配钳工适应新设计状态, 更直观地开展装配操作提供支持, 助力其提高装配质量和生产效率。

1.2 装配钳工操作的工具与设备掌握

工具与设备是装配钳工开展操作的物质基础, 熟练掌握各类工具的使用方法与设备的操作规范是装配钳工技能的重要组成部分。常用装配钳工工具包括划线工具

(如划针、划规)、錾削工具(如錾子、手锤)、锯削工具(如手锯)、锉削工具(如平板锉、圆锉)、钻削工具(如钻头、丝锥、板牙)、打磨工具(如砂纸、角磨机、抛光机)以及测量工具(如游标卡尺、千分尺、百分表)等。装配钳工需掌握每种工具的结构特点、适用范围及操作技巧, 例如划线时需保证线条清晰准确, 锉削、打磨时需控制力度与角度以保证零件表面粗糙度与尺寸精度。同时, 装配钳工还需熟悉台虎钳、钻床、砂轮机、测量台等设备的操作流程与安全注意事项, 台虎钳的正确装夹能确保零件在加工过程中的稳定性, 钻床的规范操作、钻头的修磨则是保证操作安全与钻孔精度的关键。只有实现工具与设备的熟练运用, 装配钳工才能高效完成零件加工与装配任务, 保障产品的装配质量与生产效率^[1]。

2 发动机制造中装配钳工的核心操作技能分析

2.1 零件的清洗与检测技能

零件的清洗与检查是发动机装配的首要环节, 直接影响后续装配质量与设备运行可靠性。(1)在清洗技能方面, 装配钳工需根据零件的材质、精度等级及污染程度选择合适的清洗方法与清洗剂。对于表面附着油污、铁屑等杂质的零件, 常用的清洗方式包括手工清洗、超声波清洗等。手工清洗时需选用无腐蚀性清洗剂并搭配专用毛刷、抹布等工具, 避免划伤零件表面; 超声波清洗则适用于结构复杂、精度要求高的零件, 能有效去除缝隙内的顽固污渍。清洗过程中需严格控制清洗剂的浓度与温度, 防止对零件造成腐蚀或损伤, 对于管式零件清洗完成后还需及时进行烘干处理, 避免水分残留导致零件锈蚀。(2)检测技能则要求钳工熟练运用各类测量工具, 对零件的尺寸精度、形状公差、表面粗糙度等进行全面检测。例如, 利用游标卡尺测量零件的长度、直径等线性尺寸, 通过千分尺获取更高精度的测量数据, 借助百

分表检查零件的平面度、圆跳动等形位公差。同时,装配钳工还需通过目视检查零件表面是否存在焊接裂纹、变形、砂眼等缺陷,确保装配的零件符合设计要求^[2]。

2.2 零件的装配连接技能

零件的装配连接技能是发动机装配的核心环节,装配钳工需根据零部件的结构特点与工作要求,选择恰当的装配连接方法并保证修配质量。常见的装配方式主要包括修配法、调整法和互换法。(1)修配法是一种通过手工操作(如锉削、磨削、刮削等)对零件的尺寸、形状或相对位置进行微量调整,达到装配精度要求的工艺方法。其核心在于利用钳工的经验和技术,在装配过程中动态修正零件,而非依赖高精度加工或互换性。这种方法特别适用于发动机类结构复杂、加工难度大的单件小批量生产。(2)调整法是在装配中通过改变可调整零件的相对位置或选用合适的调整件,使产品达到规定装配精度。这种方法无需修配即可达到装配精度,适应于大批量生产。(3)互换法指装配时各配合零件无需选择、调整或修配即可达到装配精度,依赖零件的制造精度与标准化实现直接互换,这种方法适装配简单高效、质量稳定,适用于大批量、流水线与自动化生产。

常见的连接方式包括螺纹连接、键连接、销连接等。(1)在螺纹连接中,装配钳工需掌握螺栓、螺母的拧紧顺序与力矩控制,避免因受力不均导致零件变形或连接松动,对于重要部位的螺纹连接,还需采用防松措施,如加装弹簧垫圈、止动垫圈或使用螺纹锁固剂。(2)键连接与销连接则要求钳工准确把握键与键槽、销与销孔的配合精度,装配时需确保键和销的安装到位,必要时采用敲击或压装的方式,但需控制力度以防零件损坏。另外,钳工还需注重零件的对中性与密封性,确保连接后的零部件能够正常传递运动与动力。

2.3 部件的装配与校调技能

部件的装配与校调技能是保障机械装配精度与运行性能的关键,主要针对装配后零部件的位置精度及配合间隙进行调整优化。(1)位置精度调整方面,装配钳工需通过测量工具检测部件的平行度、垂直度、同轴度等,必要时通过精密定位工艺装备来保证装配质量,确保各零部件之间的相对位置符合设计图纸要求。(2)配合间隙调整是调整与校调技能的重要内容,不同类型的配合需控制不同的间隙范围,如法兰与基座的焊接间隙、防护钢套与基体的配合间隙等,钳工需通过塞尺等工具测量间隙大小,并根据测量结果进行调整,以保证装配后产品质量,又能满足工作强度要求。此外,在装配与校调过程中,钳工还需通过观察设备的运转状态等方式,及时发现并解

决存在的问题,确保部件装配质量达到标准^[3]。

2.4 密封与润滑装配技能

密封与润滑装配技能对于防止机械泄漏、减少磨损、延长设备使用寿命具有重要意义。(1)密封装配方面,钳工需根据密封部位的工作压力、温度及介质特性,选择合适的密封件类型,如O型圈、密封圈、密封垫等。安装过程中需涂抹适量的密封胶或润滑剂,以增强密封效果。(2)润滑装配技能要求钳工熟悉各类润滑剂的性能与适用范围,根据设备的工作条件选择合适的润滑油或润滑脂。装配过程中需按照设计要求的润滑部位与润滑量进行加注,确保润滑剂能够充分润滑零部件的摩擦表面。

3 发动机制造中装配钳工操作的质量控制技能

3.1 装配过程中的精度控制方法

装配精度是发动机产品性能的核心保障,装配钳工需采用科学的精度控制方法确保装配质量。(1)基准选择是精度控制的首要步骤,需以设计图纸为依据,明确装配基准与测量基准的一致性,通常选择零件的主要工作面、轴线或对称中心作为基准,避免基准不重合导致的误差累积。在装配顺序上,应遵循“先基准后其他、先主要后次要、先整体后局部”的原则,通过合理安排装配工序,减少后续工序对已装部件精度的影响。(2)误差补偿是精度控制的关键手段,钳工可通过调整修配零件表面、选择合适的装配间隙等方式,抵消零件制造误差、装配误差以及焊接变形。例如在法兰装配中,需要采取措施控制焊接变形保证精度。此外,钳工必要时还需借助高精度测量工具实时监控装配精度,如利用水平仪检测设备安装的水平度,确保每道工序的精度都符合设计要求。

3.2 常见装配缺陷的识别与处理技能

发动机装配过程中常见缺陷包括零件错位、配合过紧或过松、异响、泄漏、磕碰伤以及多余物等,钳工需具备快速识别与有效处理的技能。(1)零件错位多因装配基准找正不准确或安装时受力不均导致,识别时可通过观察零件相对位置、测量尺寸来判断,处理方法是重新找正基准,调整零件位置并紧固连接部件。(2)磕碰伤多因产品加工及周转运输防护不当造成表面磕碰,识别时可通过外观检查判断表面损伤程度,处理时需根据情况修配零件表面或更换合适规格的零件。(3)异响通常源于零件干涉、连接松动或存有多余物,识别时需通过听觉判断异响位置和类型,处理时需拆解检查零件是否存在变形、磨损,清理多余物,重新装配连接。(4)泄漏多发生在密封部位,可能因密封件损坏、安装不当或密封面不平整导致,识别可通过观察密封部位是否有介质渗出、

液压试验等,处理时需更换密封件、重新研磨密封面或调整安装位置,确保密封效果^[4]。

3.3 装配质量的检验与验收技能

装配质量的检验与验收是确保产品合格交付的最后环节,钳工需严格按照检验标准和设计图纸以及工艺文件要求开展工作。(1)外观检验主要检查零件表面是否有损伤、变形、锈蚀,连接部位是否牢固,装配标识是否清晰完整。(2)性能检验则根据设计要求进行相应测试,如焊缝建议通过荧光、着色或者X光检测等,验证有无焊接缺陷;负荷测试通过施加设计负荷,检查产品装配性能是否稳定,性能参数是否达标,例如液压试验、液流试验等。(3)精度检验需借助专业测量仪器,对设备的几何精度等进行全面检测,如测量机床的定位精度、重复定位精度,确保符合图纸要求。只有通过严格的检验与验收,才能确保装配后的产品质量满足使用要求。

4 现代制造业发展对装配钳工操作技能的新要求

4.1 智能化装配设备下的技能升级

现代制造业智能化转型推动装配设备升级,装配钳工需实现从传统手工操作向“人机协作”的技能转变。智能化装配设备如工业机器人、自动化装配线、智能测量仪器等逐渐普及,要求装配钳工掌握设备的基本操作、程序调试与日常维护技能。例如,需熟悉智能拧紧系统的参数设置,根据装配要求精准输入扭矩、转速等数据;能运用自动化测量设备进行数据采集与分析,通过计算机系统监控装配精度,及时识别偏差并调整。装配钳工还需具备一定的信息化素养,理解智能设备的工作原理,能够与技术人员协作完成设备的调试与优化^[5]。

4.2 精密化、集成化装配的技能挑战

制造业产品向精密化、集成化方向发展,对装配钳

工操作技能提出更高要求。精密化装配要求钳工对微米级精度控制有更精准的把握,需熟练使用高精度测量工具如三坐标测量仪、激光干涉仪等,精准检测零件的微观尺寸与形位公差,确保装配间隙控制在极小范围。集成化装配则涉及多系统、多部件的协同组装,要求装配钳工具备系统思维,熟悉各部件的功能关联与装配逻辑,能够统筹安排装配顺序,避免因局部装配不当影响整体系统性能。

结束语:发动机制造中装配钳工操作技能是融合理论、实践与质量控制的综合体系,其基础体系为操作提供支撑,核心技能是装配质量的关键,质量控制技能保障产品可靠性。在现代制造业智能化、精密化发展背景下,装配钳工需实现技能升级,适应人机协作与精密集成装配需求。未来,应加强装配钳工技能的系统化培养,注重传统经验与现代技术的结合,持续提升其专业能力。这不仅优化装配过程,提高产品质量与效率,也将为机械制造业的持续健康发展注入强劲动力。

参考文献:

- [1]李彪.机械装配中钳工的操作技能分析[J].南方农机,2022,53(18):188-190.
- [2]韩芙蓉,高文优.装配钳工的主要技能及设备操作研究分析[J].新型工业化,2022,12(4):177-180.
- [3]陈志中.机械装配中钳工的操作技能研究[J].造纸装备及材料,2024,53(9):105-107.
- [4]杨进禄.机械装配中钳工的操作技能研究[J].中国机械,2022(11):51-53.
- [5]甘伟俭,韦小艳.机械装配中钳工的操作技能探析[J].电脑爱好者(普及版),2021(10):445.