

总装配流程优化与装配效率提升策略研究

李伟

天津航空机电有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12473

[摘要] 航空航天产业作为高端制造业的代表,其总装配流程的高效性关系产品质量、交付周期与企业竞争力。本文研究航空航天总装配流程,详细分析现有流程的现状,挖掘存在的问题并剖析成因。从流程再造、引入先进生产模式、优化装配线布局与物流配送等方面提出装配流程优化策略;通过自动化装配技术与设备应用、员工技能培训与激励机制、生产计划与调度优化等途径探索装配效率提升策略,旨在为航空航天企业提升总装配水平提供理论与实践指导。

[关键词] 航空航天; 总装配流程; 装配效率; 流程优化; 提升策略

中图分类号: E274.1 **文献标识码:** A

Research on Optimization of General Assembly Process and Strategy for Improving Assembly Efficiency

Wei Li

Tian Jin Aviation-Mechanical CO.LTD.

[Abstract] As a representative of the high-end manufacturing industry, the high efficiency of the total assembly process of the aerospace industry is related to the product quality, delivery cycle and enterprise competitiveness. This paper studies the total assembly process of aerospace and aerospace, analyzes the current situation of the existing process in detail, excavates the existing problems and analyzes the causes. Provide assembly process optimization strategy from the aspects of process reengineering, introducing advanced production mode, optimizing assembly line layout and logistics distribution; explore the assembly efficiency improvement strategy through automatic assembly technology and equipment application, staff skill training and incentive mechanism, production planning and scheduling optimization, aiming to provide theoretical and practical guidance for aerospace enterprises to improve the total assembly level.

[Key words] aerospace; total assembly process; assembly efficiency; process optimization; improvement strategy

引言

航空航天产品具有结构复杂、技术含量高、安全性要求严格等特点,其总装配过程涉及众多零部件的精确安装与系统调试,是一个高度复杂且关键的环节。在全球航空航天市场竞争日益激烈的背景下,提升总装配流程的效率和质量成为企业关注的焦点。高效的总装配流程不仅能够缩短产品交付周期,降低生产成本,还能提高产品的可靠性和稳定性,增强企业在国际市场上的竞争力。然而,当前航空航天总装配流程面临着诸多挑战,如流程复杂导致的生产周期长、装配精度难以保证、物流配送不顺畅等问题,亟待深入研究并提出有效的优化与提升策略。

1 航空航天总装配流程概述

在航空航天领域,飞机的总装配是一项极为复杂且关键的工作。以传感器这种重要部件的装配为例,其装配流程涵盖多个

精密环节。航空工业中的传感器,肩负着收集飞机飞行过程中各类关键数据的重任,从飞行姿态到发动机运行参数等信息的精准采集,都离不开传感器的稳定工作。传感器的装配工艺有着严格要求。在装配前,需对传感器进行全面检测,确保其性能符合航空标准。装配过程中,要精准定位传感器位置,保证其安装角度和位置的精确性,以实现最佳的数据采集效果。同时,装配人员需严格遵循工艺规范,对连接线路进行细致布线和可靠连接,防止线路松动或短路等问题,影响传感器信号传输。然而,当前传感器装配工艺仍存在一些不足。装配流程中的部分环节缺乏标准化操作,不同装配人员的操作差异可能导致装配质量参差不齐。同时,装配过程中各工序之间的衔接不够紧密,存在等待时间,影响了整体装配效率^[1]。

2 总装配流程现状分析与问题挖掘

2.1 现有流程问题分析

现有流程问题主要存在如下问题: (1) 装配周期长。航空航天产品结构复杂, 装配环节繁多, 且各环节之间存在严格的先后顺序和依赖关系, 导致总装配周期较长; (2) 装配精度难以保证。航空航天产品对装配精度要求极高, 任何微小的装配误差都可能影响产品的性能和安全性。然而, 在实际装配过程中, 由于人工操作的局限性、装配设备的精度限制以及环境因素的干扰, 装配精度难以完全达到设计要求; (3) 物流配送不顺畅。总装配过程中需要大量的零部件供应, 物流配送的及时性和准确性对装配效率影响重大。但目前部分航空航天企业存在物流配送规划不合理、库存管理不善等问题, 导致零部件供应中断、配送时间过长或配送错误等情况时有发生^[2]; (4) 生产计划与调度不合理。航空航天总装配涉及多个部门、多种资源和复杂的工艺流程, 生产计划与调度难度较大。一些企业在生产计划制定过程中, 未能充分考虑实际生产能力、零部件供应情况以及各工序之间的衔接关系, 导致计划与实际生产脱节。

2.2 问题产生原因剖析

问题产生原因主要如下: (1) 流程设计不合理。部分航空航天企业的总装配流程在设计时, 过于注重功能实现, 忽视流程的优化和效率提升。流程中存在一些不必要的环节和重复操作, 各环节之间的衔接不够紧密, 导致生产周期延长; (2) 技术与设备落后。尽管航空航天技术不断发展, 但仍有部分企业在装配技术和设备方面更新换代缓慢。一些传统的装配工艺和设备难以满足高精度、高效率的装配要求, 限制了装配质量和效率的提升; (3) 人员技能不足。航空航天总装配需要高素质、高技能的专业人才, 但目前部分企业存在员工技能水平参差不齐的问题。新员工缺乏足够的培训和实践经验, 在装配过程中容易出现操作失误, 影响装配质量和效率; (4) 信息沟通不畅。总装配过程涉及多个部门和供应商, 信息沟通不畅容易导致生产计划变更、零部件供应不及时等问题^[3]。

3 装配流程优化策略研究

3.1 流程再造理论与方法应用

精益生产理论强调以客户需求为导向, 通过消除浪费、优化流程来提升生产效率与质量。在航空航天传感器总装配流程中, 该理论具有重要应用价值。首先, 运用价值流分析方法, 对传感器装配的整个流程进行梳理。从原材料采购、零部件加工, 到最终装配与调试, 逐一分析每个环节的价值创造与非价值创造活动。例如, 识别出装配过程中等待零部件配送、设备调试时间过长等非增值环节, 为后续优化提供方向。其次, 致力于消除浪费。在传感器装配中, 常见浪费包括过量生产、库存积压、不必要的运输与动作等。通过实施准时化生产(JIT), 根据实际订单需求安排生产, 避免过量生产与库存积压。优化装配车间布局, 减少零部件与人员的运输距离, 降低不必要动作浪费。再者, 持续改进是精益生产的核心。建立装配流程持续改进机制, 鼓励装配人员反馈工作中的问题与改进建议。定期对装配工艺进行评估与优化, 如通过实验设计(DOE)方法, 优化装配参数, 提高装配质量与效率。同时, 开展员工培训, 提升其对精益生产理念的理解与

应用能力, 使持续改进成为全体员工的自觉行动, 不断推动航空航天传感器总装配流程的优化与效率提升^[4]。

3.2 引入先进生产模式

在航空航天总装配中引入精益生产模式, 以消除浪费、提高效率为目标。实施准时化生产(JIT), 确保零部件在需要的时间、以需要的数量供应到装配线, 减少库存积压和等待时间。例如, 某航空企业与零部件供应商建立了紧密的合作关系, 采用看板管理系统, 实现零部件的准时配送, 使装配线的停工等待时间减少30%。同时, 推行持续改善(Kaizen)理念, 鼓励员工积极提出改进建议, 不断优化装配流程和工作方法; 此外, 利用数字化技术, 构建数字化装配车间。通过虚拟装配技术, 在计算机上对产品装配过程进行模拟仿真, 提前发现装配过程中可能出现的问题, 并进行优化调整。在某新型火箭的总装配前, 利用虚拟装配技术对火箭的结构装配、电缆铺设过程进行模拟, 发现并解决了多处装配干涉问题, 避免在实际装配过程中的返工, 缩短装配周期。采用数字化管理系统, 实现对生产过程的实时监控和管理, 提高生产计划与调度的准确性和灵活性。随着智能制造技术的发展, 逐步引入智能制造模式。利用机器人、自动化设备等进行装配作业, 提高装配精度和效率^[5]。

3.3 优化装配线布局与物流配送

根据产品的装配工艺流程和生产批量, 对装配线布局进行优化。采用U型布局、模块式布局等先进的布局方式, 减少零部件的搬运距离和时间。例如, 某航空发动机总装车间采用U型布局, 将相关的装配工序集中在U型区域内, 使零部件的搬运路径缩短了40%, 提高了装配效率。同时, 合理规划工作区域, 设置物料暂存区、工具存放区等, 提高工作场地的利用率和操作便利性; 此外, 建立高效的物流配送体系, 优化物流配送路径和配送方式。采用准时配送、循环取货等配送模式, 确保零部件及时、准确地送达装配线。例如, 某航天企业与第三方物流企业合作, 采用循环取货模式, 由物流车辆按照固定的路线和时间间隔, 从多个供应商处取货并直接配送至装配车间, 减少了物流配送环节和运输成本, 提高了配送效率。同时, 加强库存管理, 利用信息化手段实时监控库存水平, 实现库存的合理控制, 避免零部件积压或缺货现象的发生。

4 装配效率提升策略研究

4.1 自动化装配技术与设备应用

一方面, 根据航空航天产品的装配特点和要求, 选择合适的自动化装配设备。如自动化铆接设备、自动化拧紧设备、自动化检测设备等。在飞机机翼装配中, 应用自动化铆接设备, 能够实现对不同规格铆钉的快速、精准铆接, 提高铆接效率和质量。同时, 通过自动化检测设备对装配后的产品进行实时检测, 及时发现装配缺陷, 避免后续返工, 进一步提高装配效率。另一方面, 将多种自动化装配设备进行系统集成, 构建自动化装配生产线。通过自动化控制系统, 实现设备之间的协同工作和生产过程的自动化控制。例如, 在某卫星总装过程中, 将自动化的卫星结构装配设备、电子设备安装设备、电缆铺设设备等集成在一起,

形成一条高度自动化的卫星总装生产线。在生产过程中,产品按照设定的工艺流程自动在各设备之间流转,实现从零部件装配到卫星整体调试的全过程自动化,装配效率提高数倍。

4.2 员工技能培训与激励机制

建立完善的员工技能培训体系,针对不同岗位、不同技能水平的员工制定个性化的培训方案。培训内容包括装配工艺知识、操作技能、质量控制、安全知识等方面。对于新入职的装配工人,先进行基础装配工艺和操作技能的培训,使其掌握基本的装配方法和技巧;对于经验丰富的员工,开展高级装配技术、新技术应用等方面的培训,提升其专业技能水平。同时,采用内部培训、外部培训、在线学习等多种培训方式,满足员工不同的学习需求;此外,建立员工技能考核与认证制度,定期对员工的技能水平进行考核评估。根据考核结果,为员工颁发相应的技能等级证书,并与员工的薪酬待遇、晋升机会等挂钩。例如,某航空企业将装配工人的技能等级分为初级、中级、高级和技师四个级别,通过技能考核认证的员工,其薪酬将得到相应提升,且在晋升管理岗位时具有优先资格。这种考核与认证制度激励员工不断提升自己的技能水平,提高工作效率和质量。

4.3 生产计划与调度优化

采用先进的生产计划制定方法,如基于约束理论(TOC)的生产计划制定方法。在制定生产计划时,充分考虑企业的生产能力、零部件供应情况、装配工艺流程等约束因素,确定生产的关键路径和瓶颈环节。分析发现某型号飞机总装配过程中,发动机安装工序是整个生产过程的瓶颈环节,在制定生产计划时,优先保障发动机安装工序的资源需求,合理安排其他工序的生产进度,使生产计划更加科学合理,提高了生产效率;同时,建立生产调度实时监控系統,利用信息化技术对生产过程进行实时跟踪和监控。及时掌握生产进度、设备运行状态、人员工作情况等信息,当出现设备故障、人员缺勤、零部件供应中断等突发情况时,能够迅速做出响应,调整生产调度计划;此外,加强生产计划与调度部门之间的协同合作,实现生产计划与调度的一体化管理。生产计划部门在制定计划时,充分考虑调度的可行性和灵

活性;调度部门在执行调度任务时,严格按照生产计划进行,并及时将实际生产情况反馈给计划部门。建立有效的沟通机制和协同工作流程,实现生产计划与调度的协同优化,提高装配效率。

5 结论

航空航天总装配流程的优化与装配效率的提升是一个复杂而系统的工程,涉及流程设计、技术应用、人员管理、生产计划与调度等多个方面。对现有总装配流程的深入分析,挖掘出存在的问题并剖析其成因,针对性地提出了一系列优化与提升策略。在装配流程优化方面,应用流程再造理论与方法,引入先进生产模式,优化装配线布局与物流配送;在装配效率提升方面,积极应用自动化装配技术与设备,加强员工技能培训与激励机制建设,优化生产计划与调度。这些策略的实施,能有效缩短装配周期、提高装配精度、降低生产成本,提升航空航天企业的核心竞争力。未来,应进一步加强对新技术、新模式的研究与应用,不断探索适合航空航天总装配的创新方法和路径,为航空航天产业的发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]张晓梅.基于模型的航空脉动装配生产线关键数字化技术研究[J].航空制造技术,2020,63(4):74-81.
- [2]徐张桓.基于模型定义的航空发动机虚拟装配技术研究[D].江西:南昌航空大学,2022.
- [3]黄小东,宁勇,刘杰,等.航空发动机智能化装配技术体系构建探索[J].航空发动机,2020,46(1):91-96.
- [4]唐怀奎.M1-1394B航空总线机载测试设备设计与实现[D].黑龙江:哈尔滨工业大学,2020.
- [5]党春勃.基于某型机总装配生产线物料配送技术研究[D].浙江:浙江大学,2019.

作者简介:

李伟(1996—),男,汉族,河北省保定市人,大学本科,职称:助理工程师。工作领域:装配工艺师。