

航空结构装配过程中的质量管理与控制体系研究

侯玮如 景海雍

西飞国际航空制造(天津)有限公司 天津 300300

摘要: 航空结构装配过程中的质量管理与控制体系研究,旨在提升装配精度与产品可靠性。通过构建全面质量管理体系,结合装配工艺优化、工装设备精密管理、人员技能提升及环境严格控制,实现装配过程的全链条质量控制。研究聚焦于识别关键控制点,运用先进检测技术和智能化手段,确保每道工序符合高标准要求,为航空制造业提供坚实的质量保障。

关键词: 航空结构装配;质量管理;控制体系

1 航空结构装配过程中质量管理与控制体系的重要性

在航空结构装配这一高度复杂且技术密集型的领域中,质量管理与控制体系的重要性不言而喻。航空结构作为飞行器的核心组成部分,直接关系到飞行器的安全性能、运行效率及使用寿命,任何细微的质量缺陷都可能导致灾难性的后果。建立一套科学、严谨、高效的质量管理与控制体系,对于确保航空结构装配过程的准确无误、提升产品质量、保障航空安全具有至关重要的意义。第一、确保飞行安全:航空结构装配的质量直接关系到飞行器的结构强度和稳定性,任何结构上的瑕疵都可能成为安全隐患。通过严格的质量管理与控制,可以及时发现并纠正装配过程中的问题,避免不合格产品流入下一道工序或最终产品,从而从源头上保障飞行安全。第二、提升产品质量:完善的质量管理体系能够规范装配流程,明确质量标准和检验要求,促使生产人员严格按照规程操作,减少人为失误和不合格品的产生。通过持续的质量改进活动,不断提升装配工艺水平和产品质量,增强产品的市场竞争力。第三、降低成本:虽然初期建立和实施质量管理与控制体系需要一定的投入,但长期来看,其带来的效益远超过成本。通过减少返工、报废和维修费用,降低因质量问题引发的客户投诉和索赔,企业能够显著节约成本,提高经济效益^[1]。第四、增强企业信誉:高质量的航空结构装配产品是企业信誉的基石。通过实施严格的质量管理与控制,企业能够向客户展示其专业能力和对品质的承诺,赢得客户的信任和忠诚,进而在激烈的市场竞争中脱颖而出。第五、符合法规要求:航空工业受到严格的国际和国内法规监管,对产品质量有极高的要求。建立符合法规要求的质量管理与控制体系,是企业获得生产许可、进入国际市场的前提条件,也是企业合法经营、持续发展的基础。

2 航空结构装配过程特点分析

2.1 构造复杂,变更频繁

航空结构的装配过程显著特点之一是其构造的极端复杂性。由于飞行器需要承受高速飞行、高海拔、极端温差及复杂气动载荷等多种极端条件,其结构设计往往采用多层次、多部件的组合方式,以实现最佳的力学性能与重量比。这种复杂性不仅体现在零部件的数量众多、形状各异上,还体现在它们之间精密的配合关系和复杂的装配顺序上,随着航空技术的不断发展和客户需求的不断变化,航空结构的设计也经常需要进行迭代和更新,导致装配过程中的变更频繁发生。这些变更可能涉及零部件尺寸、装配工艺乃至整体结构布局的调整,给装配工作带来了极大的挑战。

2.2 装配周期长,计划繁琐

航空结构的装配是一个耗时且需要高度精细规划的过程。由于结构复杂,每个零部件的加工、检验、运输和装配都需要精心安排和严格控制。此外,不同零部件之间往往存在严格的装配顺序和依赖关系,一旦某个环节出现延误或问题,就可能影响整个装配进度。制定和执行一个科学合理的装配计划至关重要。然而,这个计划往往涉及多个部门、多个工种和多个阶段的协同作业,需要综合考虑各种因素,如人员配置、设备状态、物料供应等,使得计划制定变得繁琐且复杂。装配周期的长期性也要求企业必须具备强大的项目管理和协调能力,以确保装配工作的顺利进行。

2.3 物料配套复杂,工装种类多

航空结构装配过程中,物料的配套管理是一个重要的环节。由于零部件种类繁多、规格不一,且往往需要根据装配进度进行动态调配,使得物料管理变得极为复杂。企业需要建立完善的物料管理系统,对物料的采购、存储、运输和使用进行全程跟踪和控制。为了确保

装配精度和效率,航空结构装配还需要使用大量的工装设备。这些工装设备种类繁多、功能各异,如夹具、模具、定位器等,它们在装配过程中起着至关重要的作用。工装设备的设计、制造、调试和维护也需要投入大量的人力、物力和财力,进一步增加了装配过程的复杂性和成本。

3 航空结构装配过程质量管理与控制体系构建

3.1 质量管理体系框架

在航空结构装配过程中,构建一个全面、系统的质量管理体系框架是确保产品质量和装配精度的基石。这一框架应涵盖质量策划、质量控制、质量保证和质量改进四个核心环节,形成一个闭环的质量管理流程^[2]。

(1) 质量策划作为体系的起点,需要明确装配项目的质量目标、质量标准和检验要求。通过详细分析装配过程的各个环节,识别潜在的质量风险,制定针对性的预防措施和应对策略。根据项目的复杂性和变更频率,制定灵活可调整的质量计划,确保质量管理的有效性和适应性。(2) 质量控制是体系的核心环节,贯穿于装配过程的始终。通过设立严格的质量控制点,对关键零部件、关键工序和关键装配过程进行实时监控和检测。采用先进的检测技术和设备,确保数据的准确性和可靠性。对于发现的质量问题,及时采取纠正措施,防止问题扩大和传递。建立质量问题反馈机制,对问题进行深入分析,找出根本原因,避免类似问题再次发生。(3) 质量保证通过内部审核、管理评审和第三方认证等方式,对质量管理体系的有效性进行定期评估。确保体系符合国际、国内和行业标准的要求,持续满足客户需求和期望。通过持续改进和优化体系,提升装配过程的质量管理水平和产品质量。(4) 质量改进是体系不断完善和提升的动力源泉。通过收集和分析装配过程中的质量数据,识别质量改进的机会和领域。采用六西格玛、精益生产等先进质量管理工具和方法,开展质量改进项目,解决装配过程中的瓶颈问题和质量难题,鼓励员工参与质量改进活动,激发员工的创新精神和质量意识,形成全员参与、持续改进的良好氛围。

3.2 控制模型与策略

在航空结构装配过程的质量管理与控制中,采用合适的控制模型和策略至关重要。过程控制模型是一种基于装配过程特性的控制方法,它将装配过程划分为若干个子过程或阶段,对每个子过程或阶段进行独立的质量管理和控制。通过设定明确的输入输出要求、关键控制参数和检验标准,确保每个子过程或阶段的质量达到预定目标,建立子过程或阶段之间的衔接和协调机制,确

保整个装配过程的连续性和一致性。风险管理策略是一种针对潜在质量风险的预防和控制方法,通过对装配过程进行全面的风险评估,识别可能影响产品质量的关键因素和环节。根据风险的严重性和发生概率,制定相应的风险应对策略和预案。通过加强监控、培训和演练等方式,提高员工对风险的认识和应对能力,降低风险发生的可能性和影响程度。持续改进策略是一种基于质量数据分析和反馈的控制方法,通过收集和分析装配过程中的质量数据,识别质量改进的机会和领域。采用统计过程控制(SPC)、失效模式与影响分析(FMEA)等先进质量管理工具和方法,对质量问题进行深入分析和诊断。根据分析结果制定针对性的改进措施和行动计划,并跟踪改进措施的实施效果,确保质量问题的有效解决和持续改进的实现。

3.3 关键控制点识别

在航空结构装配过程中,关键控制点的识别是确保质量管理有效性的关键环节。这些控制点通常涉及装配过程的核心环节、关键零部件和关键工序等方面。从装配过程的核心环节入手,识别那些对产品质量和装配精度具有决定性影响的环节。这些环节可能涉及零部件的定位、紧固、焊接、涂装等关键工序。通过设立严格的质量控制点和检验标准,确保这些工序的质量达到预定目标。关注关键零部件的质量控制。航空结构中的关键零部件往往对产品的整体性能和安全性具有重要影响。在装配过程中需要对这些零部件进行特别关注和控制。通过加强检验和测试力度,确保零部件的质量符合设计要求和标准。还需要关注装配过程中的特殊工艺和特殊要求。在识别关键控制点的过程中,还需要充分考虑装配过程的变更和动态调整。由于航空结构装配过程中经常涉及设计变更和工艺改进等因素的影响,因此需要定期对关键控制点进行重新评估和更新。

4 航空结构装配过程质量控制技术与方法

4.1 装配工艺控制

装配工艺控制是航空结构装配质量控制的核心环节,它涉及到装配过程的每一个环节和细节,必须制定详尽、科学的装配工艺流程,明确各道工序的操作规范、技术要求和质量标准。这要求工艺设计人员对产品结构、材料特性、装配顺序等有深入的理解,并能预见可能出现的质量问题,从而在设计阶段就采取预防措施。在装配过程中,实施严格的工艺纪律和质量控制程序至关重要。这包括对每个工序的严格检查,确保操作符合工艺要求;对关键工序和特殊过程实施重点控制,如采用首件检验、过程检验和最终检验相结合的方式,

确保装配质量；利用先进的检测技术，如无损检测、精密测量等，对装配结果进行验证和确认^[3]。工艺优化也是装配工艺控制的重要方面。通过不断收集和分析装配过程中的数据，识别工艺瓶颈和质量问题，运用工艺改进和创新技术，如自动化装配、智能化检测等，提高装配效率和精度，降低质量风险。

4.2 工装设备管理

工装设备是航空结构装配过程中的重要工具，其状态直接影响装配质量和效率。因此对工装设备的管理也是质量控制的重要环节，必须建立完善的工装设备管理制度，明确设备的采购、验收、使用、维护和报废等各个环节的管理要求。在使用过程中，应定期对工装设备进行检查和维护，确保其处于良好的工作状态。对于精密和关键的工装设备，应实施更为严格的控制和管理，如定期进行精度校准、性能测试等，确保其满足装配要求，建立工装设备的使用记录和档案，为设备管理和故障排查提供依据。随着航空技术的不断发展，工装设备的更新换代也日益加快。企业应关注行业动态和技术发展趋势，及时引进先进的工装设备和技术，提高装配质量和效率，加强对新设备、新技术的培训和推广，确保员工能够熟练掌握和使用新设备、新技术。

4.3 人员培训与管理

人是航空结构装配过程中的主体，其技能水平、质量意识和责任心直接影响装配质量。应建立完善的人员培训制度，针对不同岗位和职责的员工制定相应的培训计划和内容，培训内容应涵盖装配工艺、质量标准、操作规程、安全知识等方面，确保员工具备完成工作任务所需的知识和技能。加强质量意识教育，让员工充分认识到质量对企业和个人重要性，树立“质量第一”的理念。通过案例分析、经验分享等方式，提高员工对质量问题的敏感性和识别能力，增强员工的质量意识和责任心^[4]。在人员管理方面，应建立科学的考核和激励机制，激发员工的工作积极性和创造力。通过定期考核和评估员工的工作表现和质量成果，给予相应的奖励和晋

升机会，形成正向激励的氛围，加强对员工的日常管理和监督，确保员工遵守工艺纪律和质量控制程序，减少人为因素对装配质量的影响。

4.4 环境控制

航空结构装配过程对环境条件有严格的要求，如温度、湿度、洁净度等。这些环境因素直接影响装配质量和产品的可靠性。加强环境控制是质量控制的重要方面。建立完善的环境管理制度，明确环境控制的目标和要求，制定相应的控制措施和方案。在装配现场，应设置符合要求的温度和湿度控制系统，确保装配环境处于稳定状态。对于对洁净度有严格要求的装配区域，应建立严格的清洁和消毒制度，定期进行清洁和消毒工作，确保装配环境的洁净度符合要求。还应加强对环境因素的监测和记录工作，定期检测装配环境的温度、湿度、洁净度等参数，并记录监测结果。对于发现的异常情况，应及时采取措施进行处理和调整，确保装配环境始终处于受控状态。

结束语

航空结构装配的质量管理与控制体系研究，不仅是对技术细节的深入探索，更是对航空安全与质量承诺的践行。通过持续优化管理体系，强化过程控制，我们不断提升装配效率与产品质量，为航空工业的发展贡献力量。展望未来，随着技术的不断进步，航空结构装配的质量管理将更加智能化、精细化，为航空事业的安全翱翔保驾护航。

参考文献

- [1]雷宝,屈博训.浅议航空产品质量评价指标体系构建[J].中国设备工程,2022(2):55-56.
- [2]龚俊杰.基于“3P模型”的航空产品质量问题分类研究及应用[J].航空标准化与质量,2019,0(4):25-28.
- [3]赵序海,林乔青,李益华,朱兰舟.信息质量管理在企业内部控制中的设计和应用[J].新理财,2021(08):55-57.
- [4]赵团结.企业产品质量管理内部控制体系构建探析[J].财务与会计,2020(14):48-51.