

分段塔器现场制造的创新工艺与质量控制策略研究

覃业幸 胡荣玲

荆门宏图特种飞行器制造有限公司 湖北 荆门 448124

摘要：通过深入探讨分段塔器现场制造的创新工艺与质量控制策略。在创新工艺方面，研究聚焦于自动化焊接、三维测量定位及智能辅助工具的应用，显著提升了制造效率与精度。质量控制策略则围绕原材料、焊接、加工精度及组装调试等关键环节展开，通过建立质量管理体系、实施全过程控制、强化监控检测与人员培训等措施，确保产品质量。本研究为分段塔器制造领域提供可行的技术路径与质量控制框架。

关键词：分段塔器；创新工艺；质量控制

引言：随着工业技术的不断进步，分段塔器作为化工、石油等领域的关键设备，其制造质量直接影响到工程的安全性与效率。本文旨在探讨分段塔器现场制造的创新工艺与质量控制策略，通过引入自动化、智能化技术，优化制造流程，提升产品质量与生产效率。深入分析质量控制的关键环节与策略，为分段塔器制造提供科学的指导与参考，推动行业向更加高效、安全、可持续发展的方向发展。

1 分段塔器在化工、石化等行业的重要性

在化工与石化行业中，分段塔器作为关键设备，其重要性不言而喻。这些高耸的设备不仅是生产流程中的核心组件，还直接关系到生产效率、安全性能以及后期维护的便捷性。第一、从生产效率的角度来看，分段塔器通过优化结构设计，如分担载荷、加强刚度以及降低风荷载，显著提升了整体工作效率。这种设计不仅使塔器在运行时更加稳定，还减少了因气流速度过快而导致的能量损失，从而增强了传热效率和化学反应效果。在石油化工生产中，这种效率的提升直接关联到产品产量和质量的提升，对于企业的经济效益具有重要影响。第二、安全性能是化工、石化行业不可忽视的要素，塔器因其高度和面积较大，若不进行分段处理，将显著增加自重质量和风荷载，容易导致变形、裂缝甚至塌落等严重安全事故。分段设计有效降低这些风险，提高塔器的整体结构强度，为生产过程的安全稳定提供有力保障^[1]。第三、分段塔器还极大地方便了后期维护工作，在化工生产过程中，塔器内部组件可能会因磨损、腐蚀等原因而损坏，需要定期检查和更换。若塔器未进行分段，则维修难度极大，甚至可能需要将整个塔器进行拆卸，这不仅耗时耗力，还可能影响正常生产。而分段塔器则允许维修人员仅对需要维修的部分进行拆卸和更换，同时保证其他部分的稳定运行，从而降低维修成本和时间。

2 分段塔器现场制造的创新工艺研究

2.1 制造工艺

在化工与石化行业中，分段塔器的制造工艺是一个复杂而精细的过程，它涵盖了材料选择、结构设计、加工制造、质量检测等多个环节。传统的分段塔器制造工艺往往面临运输限制、现场安装难度大、焊接质量难以保证等挑战。为了克服这些难题，现代制造工艺不断引入新技术和新方法，以提高生产效率和产品质量。在材料选择方面，分段塔器通常采用高强度、耐腐蚀的合金钢材材料，以确保在恶劣工况下的稳定运行，材料的预处理也至关重要，包括除锈、喷砂、涂漆等工序，以提高材料的附着力和防腐性能。在结构设计上，分段塔器采用模块化设计思想，将塔体分为多个独立的部分进行制造，既便于运输和安装，又便于后期维护和升级。加工制造环节是分段塔器制造工艺的核心。根据设计图纸和工艺要求，对原材料进行切割、卷制、校圆等预处理工作采用先进的焊接技术，如自动化焊接、激光焊接等，对塔体各部件进行精确焊接。在焊接过程中，需要严格控制焊接参数，如焊接电流、电压、速度等，以确保焊接质量，还需要对焊接接头进行无损检测，如X射线检测、超声波检测等，以发现并消除潜在的缺陷。

2.2 创新工艺设计

为了进一步提升分段塔器的制造效率和产品质量，创新工艺设计成为了关键。在创新工艺设计中，传统模块化设计虽然已在一定程度上提高了分段塔器的可制造性和可维护性，但仍有优化空间。通过引入更精细的模块化划分，如将塔体、塔盘、附件等进一步细分，可以实现更高效的制造和更灵活的装配，模块化设计还应考虑运输和安装的便利性，确保各模块在运输过程中不受损坏，并在现场能够迅速准确地组装。焊接质量直接关系到分段塔器的整体性能和使用寿命，在创新工艺设

计中,引入了先进的焊接工艺和设备,如机器人焊接、激光复合焊接等。这些新技术不仅提高了焊接效率和精度,还降低了焊接缺陷的发生率,还开发了专门的焊接工艺参数库和焊接质量控制系统,以确保每一道焊缝都能达到最优的焊接效果。随着数字化技术的发展,分段塔器的制造过程也迎来了革命性的变革,通过引入数字化制造技术,如三维建模、仿真分析、智能制造等,可以实现塔器设计的精准化、制造过程的自动化和质量控制的智能化。

2.3 制造工艺优化

在制造工艺优化的过程中,主要围绕提高生产效率、降低制造成本、提升产品质量等方面展开工作。通过重新梳理和优化制造流程,减少不必要的工序和等待时间,提高生产效率和资源利用率。建立健全的质量控制体系,对制造过程中的每一个环节进行严格监控和检测。通过引入先进的检测设备和技术手段,如在线监测、自动检测等,实现对产品质量的实时监控和反馈,加强员工培训和意识教育,提高全员质量意识和技能水平。通过优化材料采购、库存管理、能源消耗等环节,降低制造成本^[2]。

3 分段塔器现场制造的创新工艺的技术实现

3.1 设备与工具的应用

在分段塔器现场制造的创新工艺中,设备与工具的应用是技术实现的基础。随着科技的进步,现代化、智能化的设备与工具正逐步取代传统方式,极大地提升了制造效率和产品质量。自动化焊接设备是分段塔器制造中的核心设备之一,相比传统的手工焊接,自动化焊接具有焊接速度快、焊缝质量高、操作环境友好等优点。在分段塔器的制造过程中,通过编程控制焊接路径、速度、电流等参数,实现焊接过程的自动化和精确化,配合焊接机器人等高精度设备,可以在复杂空间内进行灵活操作,完成高难度的焊接任务。为确保分段塔器各部件的精确对接和安装,三维测量与定位技术被广泛应用,通过激光测距仪、全站仪等高精度测量设备,对塔体各部件的尺寸、形状、位置进行精确测量,并将数据实时传输至计算机处理系统。在此基础上,利用三维建模软件对塔体进行虚拟装配,模拟实际安装过程,优化安装方案。还可利用GPS、RTK等定位技术,对现场安装位置进行精确定位,确保塔体安装的准确性和稳定性。除了上述核心设备外,各种智能辅助工具也在分段塔器制造中发挥着重要作用。例如,智能焊接质量检测仪能够实时监测焊接过程中的电流、电压等参数,评估焊缝质量;智能喷涂机器人能够自动完成塔体表面的防腐涂

层施工,提高涂层均匀性和耐腐蚀性;智能吊装设备则能够精确控制吊装角度和力度,确保塔体部件的安全吊装和安装。

3.2 关键工艺参数的确定

在分段塔器现场制造过程中,关键工艺参数的确定对产品质量具有决定性影响。这些参数包括但不限于焊接参数、热处理参数、加工精度等。焊接参数是影响焊缝质量的关键因素,在确定焊接参数时,需综合考虑材料性能、焊接方法、焊接位置等多种因素。通过焊接试验和数据分析,确定合适的焊接电流、电压、速度、层间温度等参数,以保证焊缝的强度和密封性,还需关注焊接过程中的热输入量和冷却速度,避免产生焊接裂纹、变形等缺陷。热处理是改善材料性能、消除焊接应力的重要手段,在确定热处理参数时,需根据材料种类、厚度、焊接接头形式等因素进行选择。通过模拟试验和现场测试,确定合适的加热温度、保温时间和冷却方式,以达到预期的热处理效果,还需关注热处理过程中的温度均匀性和控制精度,确保热处理质量。加工精度是保证分段塔器各部件尺寸准确、形状规范的关键,在加工过程中,需采用高精度的加工设备和测量工具,对加工尺寸、形状、位置等进行精确控制。

3.3 工艺实施的关键环节

在分段塔器现场制造的创新工艺实施过程中,关键环节的控制对于保证产品质量和制造效率至关重要。原材料的质量直接影响产品的最终性能,在原材料进厂前需进行严格的质量检验,确保材料符合设计要求。还需对原材料进行预处理,如除锈、喷砂、涂漆等,以提高材料的附着力和防腐性能。焊接是分段塔器制造中的关键工艺之一,在焊接过程中,需严格按照焊接工艺规程进行操作,确保焊接参数的准确性和稳定性。还需加强焊接过程的监控和检测,及时发现并处理焊接缺陷。对于重要的焊接接头,还需进行无损检测或破坏性试验以验证其质量。组装是分段塔器制造的最后一道工序,在组装过程中,需确保各部件的尺寸准确、形状规范、位置正确。同时还需加强组装过程中的质量控制和检验工作,确保组装质量符合设计要求^[3]。在组装完成后,还需进行调试工作以检验塔器的整体性能和稳定性。通过调整各部件的配合间隙、紧固力矩等参数以优化塔器的运行效果。

4 分段塔器现场制造的质量控制策略研究

4.1 质量控制要点

在分段塔器现场制造过程中,质量控制是确保产品性能、安全性和可靠性的关键环节。以下是几个关键的

质量控制要点；（1）原材料质量控制：原材料是制造的基础，其质量直接影响最终产品的质量。必须严格控制原材料的采购、验收和存储环节，确保原材料符合设计要求和相关标准。对于关键材料，还需进行复检和性能测试，以验证其质量和适用性。（2）焊接质量控制：焊接是分段塔器制造中的核心工艺之一，焊接质量直接关系到塔器的结构强度和密封性。因此必须严格控制焊接过程，包括焊接参数的设定、焊接工艺的执行、焊接接头的检测等。采用先进的焊接技术和设备，如自动化焊接、激光焊接等，以提高焊接质量和效率。（3）加工精度控制：分段塔器的各部件需要精确加工以确保其尺寸、形状和位置的准确性。在加工过程中，应使用高精度的加工设备和测量工具，制定严格的加工工艺流程和检验标准。加强员工培训和管理，提高操作技能和质量意识，确保加工精度符合设计要求。（4）组装与调试质量控制：组装是分段塔器制造的最后一道工序，也是质量控制的重要环节。在组装过程中，应确保各部件的准确对接和安装，避免产生错位、变形等问题。加强组装过程中的质量监控和检测，及时发现并处理潜在的质量问题。

4.2 质量控制策略

为了有效实施分段塔器现场制造的质量控制，建立完善的质量管理体系是确保质量控制有效实施的基础。通过制定质量方针、质量目标和质量手册等文件，明确质量管理的职责、权限和程序。建立质量审核和持续改进机制，对质量管理体系进行定期评估和优化。分段塔器的制造过程涉及多个环节和阶段，必须实施全过程质量控制以确保每个环节都符合质量要求。从原材料采购、加工制造、组装调试到最终检验和交付使用，每个阶段都应制定相应的质量控制措施和检验标准。在制造过程中加强质量监控和检测是及时发现并处理质量问题的有效手段。通过采用先进的检测设备和手段，如无损检测、在线监测等，对制造过程中的关键参数和指标进行实时监控和检测，建立质量信息反馈机制，及时将检测结果和问题反馈给相关部门和人员进行处理^[4]。人员是质量控制的关键因素之一，通过加强员工培训和管理，提高员工的操作技能和质量意识，确保员工能够按照质量要求进行作业，建立激励机制和考核机制，激发员工的积

极性和创造力，推动质量管理的持续改进和创新。

4.3 质量控制案例分析

某化工企业在进行分段塔器现场制造时，遇到了焊接质量不稳定的问题。经过分析发现，主要原因是焊接参数设置不合理和焊接工艺执行不严格。为了解决这个问题，企业采取以下措施：第一、优化焊接参数：通过焊接试验和数据分析，对焊接参数进行优化调整。确定合适的焊接电流、电压、速度和层间温度等参数范围，并制定详细的焊接工艺规程供操作人员参考执行。第二、加强焊接工艺执行：对焊接操作人员进行培训和指导，确保他们能够严格按照焊接工艺规程进行操作。同时加强现场监督和检查力度，对焊接过程进行实时监控和检测，及时发现并纠正操作不当的问题。第三、引入先进检测设备：为了更准确地评估焊接质量，企业引入先进的无损检测设备和手段。通过对焊接接头进行X射线检测、超声波检测等无损检测手段的应用，有效地发现焊接缺陷并进行及时处理。经过上述措施的实施，该企业的分段塔器焊接质量得到显著提升。焊接接头的强度和密封性均达到设计要求和用户需求，通过加强质量控制和检测工作，也提高企业的整体制造水平和市场竞争力。

结束语

分段塔器现场制造的创新工艺与质量控制策略相辅相成，共同推动了行业技术的进步与发展。未来，随着智能化、自动化技术的不断革新，有理由相信，分段塔器的制造将更加高效、精准且可靠。持续加强质量控制策略研究与实践，对于提升产品竞争力、保障工程安全具有重要意义。

参考文献

- [1] 缪红,郭燕.分段塔器现场制造的创新工艺与质量控制策略探讨[J].化工装备技术,2023,42(05):28-31.
- [2] 王海峰,张伟.大型分段塔器现场制造的工艺优化与质量控制研究[J].石油工程建设,2023,35(03):45-48+52.
- [3] 陈强,李晓华.分段塔器现场制造的创新质量控制策略与实践[J].压力容器,2023,36(02):73-77.
- [4] 刘洋,赵刚.超大型分段塔器现场制造的工艺挑战与质量控制策略[J].石油加工设备,2023,52(01):30-34.