

非标自动化设备研发中的模块化设计与案例分析

张海东

奥克斯空调股份有限公司 浙江 宁波 315100

摘要: 非标自动化设备研发中, 模块化设计方法逐渐成为主流。该方法通过将设备分解为多个独立功能模块, 实现设计的灵活性和可定制性。每个模块负责特定任务, 具有独立接口, 便于并行开发和快速组合。本文以汽车零部件生产线和电子产品组装线为例, 分析模块化设计在非标自动化设备中的应用。案例显示, 模块化设计显著提高研发效率、生产灵活性和设备可维护性, 为企业带来显著的经济效益。

关键词: 非标自动化设备; 模块化设计; 研发; 案例分析

1 非标自动化设备概述

非标自动化设备, 即非标准自动化设备, 是相对于标准自动化设备而言的。它是指根据用户的特定需求和实际应用场景, 由专业制造商定制开发的自动化系统集成设备。这类设备不遵循国家颁布的统一行业标准和规格, 而是完全基于客户的工艺要求、生产流程、工作环境等因素进行独立设计、开发和制造。非标自动化设备具有高度的个性化和定制化特点, 能够满足用户在特定生产过程中的自动化需求, 提高生产效率, 降低成本, 提升产品质量。非标自动化设备的应用范围极为广泛, 涵盖了汽车制造、食品加工、电子电器、物流仓储、加工制造等多个行业。在汽车制造行业, 非标自动化设备被广泛应用于汽车零部件的生产制造及安装; 在食品行业, 则用于生产输送、包装和检测等环节; 在电子电器生产线, 非标自动化设备能够实现产品的高效输送和检测。随着智能制造的不断发展, 非标自动化设备在医疗、航空航天等领域的应用也逐渐增多。非标自动化设备的研发过程相对复杂, 需要设计师充分了解客户的需求, 并结合自身的技术实力和行业经验, 进行创意性的设计。在研发过程中, 设计师需要关注设备的结构、性能、安全性、可靠性等多个方面, 确保设备能够满足客户的实际需求, 并达到预期的自动化效果。

2 非标自动化设备研发中的模块化设计的原则

2.1 功能独立性

功能独立性是模块化设计的核心原则之一。在非标自动化设备的研发过程中, 设计师需要将设备的功能模块进行细致的划分, 确保每个模块都能够独立完成一个或多个特定的功能。这样, 在设备的组装和调试过程中, 各个功能模块可以相互独立地进行测试和验证, 从而大大简化了设备的调试过程, 提高了设备的可靠性和稳定性^[1]。为了实现功能独立性, 需要在设计初期就充分

考虑设备的整体架构和功能需求, 将相关的功能模块进行合理的划分和组合。同时还需要关注模块之间的接口设计, 确保模块之间的连接稳定可靠, 能够满足设备的正常运行需求。

2.2 接口标准化

接口标准化是模块化设计的另一个重要原则。在非标自动化设备的研发过程中, 设计师需要制定统一的接口标准, 确保各个功能模块之间的连接和通信能够顺畅进行。接口标准化不仅能够提高设备的通用性和可维护性, 还能够降低模块之间的连接成本和调试难度。为了实现接口标准化, 需要在设计初期就制定详细的接口规范, 明确各个功能模块之间的连接方式和通信协议。还需要关注接口的可扩展性和兼容性, 确保设备在后续的功能升级和扩展过程中能够顺利进行。在接口标准化的实现过程中, CAD技术发挥了重要作用, 通过CAD技术, 可以对设备的三维模型进行精确的建模和仿真, 从而直观地展示各个功能模块之间的连接关系和接口标准。这不仅能够提高设计师的设计效率, 还能够降低设计错误和漏洞的发生概率。

2.3 易于组合与分解

易于组合与分解是模块化设计的另一个关键原则。在非标自动化设备的研发过程中, 设计师需要关注设备的可维护性和可扩展性, 确保设备在后续的使用过程中能够方便地进行模块的组合和分解。这样, 在设备出现故障或需要进行功能升级时, 用户能够快速定位问题并进行修复或升级。为了实现易于组合与分解, 需要在设计初期就充分考虑设备的结构布局和模块之间的连接方式。设计师还需要关注模块的可拆卸性和可替换性, 确保用户能够方便地更换或升级出现故障的模块。另外, 还需要为设备提供详细的操作手册和维护指南, 帮助用户更好地了解设备的结构和功能, 提高设备的易用

性和可维护性。

3 非标自动化设备模块化设计流程

非标自动化设备的模块化设计是一种高效、灵活的设计方法，它通过将设备分解为多个独立的功能模块，实现了设备的快速定制和灵活调整。

3.1 需求分析

在非标自动化设备模块化设计的初期阶段，首先需要进行详细的需求分析。这一阶段，设计师需要与客户进行充分的沟通，了解客户的实际需求、生产流程、工作环境以及设备需要实现的具体功能。通过需求分析，能够明确设备的整体架构和性能要求，为后续的模块划分和设计提供基础。需求分析还能够帮助设计师识别出设备中的关键功能模块，确保这些模块在设计过程中得到充分的重视和优化。

3.2 模块划分

在需求分析的基础上，设计师需要进行模块的划分。模块划分是模块化设计的核心步骤之一，它决定了设备的功能结构和组装方式。设计师需要根据设备的整体架构和性能要求，将设备分解为多个独立的功能模块。每个模块都应该具有明确的功能和接口，能够独立完成一个或多个特定的任务^[2]。模块之间的划分应该合理，避免模块之间的功能重叠和依赖，提高模块的独立性和可维护性。在模块划分的过程中，还需要考虑模块的大小和复杂度。模块过大或过于复杂会增加设计和制造的难度，而模块过小或过于简单则可能导致设备组装时的接口过多，增加连接成本和调试难度。因此需要在模块划分时找到一个平衡点，确保模块的大小和复杂度适中，既方便设计和制造，又方便组装和调试。

3.3 模块设计

模块设计是模块化设计的具体实现阶段。在这一阶段，需要对每个模块进行详细的设计，包括模块的结构、性能、接口以及制造工艺等方面。需要确保每个模块都能够满足设备的整体性能要求，同时具有良好的可靠性和可维护性。在模块设计的过程中，需要充分考虑模块之间的接口标准和连接方式。接口标准是模块之间通信和连接的基础，需要制定统一的接口规范，确保模块之间的连接稳定可靠。同时还需要关注模块的可拆卸性和可替换性，方便用户在后续的使用过程中进行模块的更换或升级。另外，还需要对模块的制造工艺进行充分的考虑。制造工艺的选择直接影响模块的成本和质量，要选择适合的制造工艺，确保模块能够高效、准确地制造出来，同时保证模块的性能和可靠性。

3.4 模块组合与调试

在模块设计完成后，需要进行模块的组合与调试。这一阶段是模块化设计的最后一步，也是验证设备性能的关键环节。需要按照设备的整体架构和性能要求，将各个模块进行组合，形成完整的设备。在组合过程中，要确保模块之间的连接正确、稳定，关注模块之间的配合和协调。组合完成后，要对设备进行调试。调试的目的是验证设备的性能和功能是否满足设计要求，同时发现并解决设备中存在的问题。在调试过程中，需要对设备的各个功能模块进行逐一测试，确保每个模块都能够正常工作。还需要关注设备整体的运行效果和稳定性，对设备进行优化和调整，提高设备的性能和可靠性。

4 非标自动化设备模块化设计关键技术

非标自动化设备的模块化设计不仅提高了设备的灵活性和可维护性，还大大缩短了研发周期和降低了成本。在这一设计过程中，有几项关键技术起着至关重要的作用，它们分别是接口设计技术、标准化设计技术和可靠性设计技术。

4.1 接口设计技术

接口设计技术是模块化设计的核心之一。在非标自动化设备的模块化设计中，各个功能模块之间的连接和通信都依赖于接口。因此接口的设计必须既精确又灵活，以确保模块之间的无缝对接和高效通信。接口设计需要考虑到模块的物理连接、电气连接以及数据通信等多个方面。物理连接方面，接口的形状、尺寸和连接方式都必须标准化，以便模块能够轻松地对接和拆卸。电气连接方面，接口的电压、电流和信号传输特性都必须明确规定，以确保模块之间的电气兼容性和稳定性。数据通信方面，接口需要支持必要的数据传输协议和通信标准，以实现模块之间的信息交换和协同工作。优秀的接口设计不仅能够提高模块的互换性和可维护性，还能够降低模块之间的连接成本和调试难度，是非标自动化设备模块化设计不可或缺的关键技术。

4.2 标准化设计技术

标准化设计技术是模块化设计的另一项重要技术。在非标自动化设备的研发过程中，通过采用标准化设计，确保各个模块之间的兼容性和一致性，从而提高设备的整体性能和可靠性。标准化设计涉及到模块的尺寸、形状、材料、制造工艺以及性能参数等多个方面。通过制定统一的标准和规范，设计师可以确保每个模块都符合特定的要求，实现模块之间的无缝对接和协同工作。标准化设计还能够简化设计过程，减少设计错误和漏洞，提高设计效率和质量^[3]。在非标自动化设备的模块化设计中，标准化设计技术不仅能够提高设备的通用性

和可维护性,还能够降低研发成本和缩短研发周期,是推动模块化设计发展的重要技术支撑。

4.3 可靠性设计技术

可靠性设计技术是模块化设计中不可或缺的一环。在非标自动化设备的研发过程中,设备的可靠性直接关系到设备的运行稳定性和使用寿命,因此必须予以高度重视。可靠性设计技术涉及到模块的结构设计、材料选择、制造工艺以及性能测试等多个方面。需要通过合理的结构设计和材料选择,确保模块具有足够的强度和刚度,能够承受各种工况下的载荷和应力。还需要采用先进的制造工艺和严格的质量控制手段,确保模块的制造质量和性能稳定性。另外,还需要对模块进行充分的性能测试和可靠性评估,以确保模块在实际使用中能够可靠地工作。通过采用可靠性设计技术,可以提高非标自动化设备的整体可靠性和稳定性,降低设备的故障率和维修成本,从而提高设备的运行效率和经济效益。因此可靠性设计技术是非标自动化设备模块化设计中不可或缺的关键技术之一。

5 非标自动化设备模块化设计案例分析

5.1 案例一

在某汽车零部件生产线上,为了应对日益增长的生产需求和不断提升的产品质量标准,企业决定引入一套全新的非标自动化设备。这套设备不仅需要高度贴合生产线的具体布局,还要能够灵活适应复杂的工艺流程,因此必须进行定制设计。在模块化设计理念的深入指导下,设计师们将这套复杂的设备巧妙地分解为多个独立且功能明确的功能模块。这些模块包括零件上料模块、精密加工模块、智能检测模块以及高效下料模块等,每个模块都肩负着特定的生产任务,拥有独立的工作功能和接口设计,能够独立完成各自的操作流程。模块化设计的采用,极大地提高了设备的研发和制造效率。各个模块可以并行开发和制造,互不干扰,从而显著缩短了整体研发周期。这种设计方式也使得设备的维护和升级变得前所未有的方便。一旦某个模块出现故障或需要技术升级,工作人员可以迅速而准确地定位问题,并单独对该模块进行维修或更换,无需对整个设备进行大规模拆解或停机,确保其他模块的正常运行不受影响。这套非标自动化设备以其卓越的性能和灵活性,显著提高汽车零部件生产线的生产效率和产品质量。模块的灵活组

合和高效协同工作,使得生产线能够更加快速地适应不同型号零部件的生产需求,为企业的快速发展和市场竞争力的提升带来了显著的经济效益。

5.2 案例二

在某电子产品组装生产线上,由于产品种类繁多、组装工艺复杂,传统的自动化设备难以满足生产需求。因此企业决定引入一套非标自动化设备,以提高生产灵活性和效率。在模块化设计的思路下,设计师将设备划分为多个功能模块,如元件供料模块、组装模块、测试模块和包装模块等。每个模块都根据具体的组装工艺和产品特点进行定制设计,确保能够满足生产需求。模块化设计的优势在这套设备中得到了充分体现^[4]。首先,各个模块可以独立开发和制造,提高了研发效率。其次,模块化的设计使得设备的维护和升级变得更加简单。当产品更新换代或组装工艺发生变化时,只需要对相应的模块进行调整或更换,而不需要对整个设备进行大规模改造。在实际应用中,这套非标自动化设备显著提高电子产品组装生产线的生产效率和灵活性。模块的快速组合和调整能力,使得生产线能够更加迅速地适应不同产品的生产需求,为企业赢得市场竞争的先机。

结束语

通过以上的案例分析,可以看出模块化设计在非标自动化设备研发中的巨大潜力。它不仅简化设计流程,缩短研发周期,还提高设备的适应性和可维护性。随着技术的不断进步和应用场景的拓展,模块化设计方法将在非标自动化设备领域发挥更加重要的作用。期待未来能有更多创新性的模块化设计方案出现,为工业自动化发展注入新的活力。

参考文献

- [1]林永福.非标自动化设备的模块化设计分析[J].造纸装备及材料,2021,50(06):41-43.
- [2]麻建波.非标自动化设备控制系统的标准化研究[J].工业控制计算机,2021,34(01):12-13+16.
- [3]杨涛,顾复,顾新建.非标自动化生产线模块化标准化设计的研究及应用[J].成组技术与生产现代化,2022,39(2):1-12+62.
- [4]林永福.非标自动化设备的模块化设计分析[J].造纸装备及材料,2021,50(6):41-43.