

# 非标机械设备技术改造与其创新路径分析

王玉启

山东博克工业装备有限公司, 山东 淄博 255000

DOI: 10.61369/TACS.2026050030

**摘 要：** 在现代制造业向智能化、柔性化转型过程中，非标机械设备成为支持定制化生产、实现产线柔性重构的核心要素，对其改造创新则成为当前亟待关注的焦点问题之一。本文通过系统梳理非标机械设备的概念基础与基本特征，进而从市场需求、技术瓶颈、政策驱动等层面详细阐述其改造创新的现实需求与重要意义。同时在此基础上，依托“数字化—智能化—模块化—绿色化—系统化”五个维度建立非标机械设备技术改造与创新范式，以此实现从“替代人工的工具”向“赋能生产全链路的智能伙伴”的转变目的，为我国制造业高质量发展提供助力。

**关 键 词：** 非标机械设备；技术改造；模块化设计；智能制造；数字孪生；柔性生产

## Analysis on Technical Renovation and Innovation Paths of Non-Standard Mechanical Equipment

Wang Yuqi

Shandong Boke Industrial Equipment Co., Ltd., Zibo, Shandong 255000

**Abstract：** In the transformation of modern manufacturing toward intelligence and flexibility, non-standard mechanical equipment has become a core element supporting customized production and realizing flexible reconstruction of production lines. Its renovation and innovation have thus become one of the key issues urgently needing attention. This paper systematically sorts out the conceptual basis and basic characteristics of non-standard mechanical equipment, and then elaborates on the practical needs and significance of its renovation and innovation from the perspectives of market demand, technical bottlenecks, and policy drivers. On this basis, an innovation paradigm for the technical renovation of non-standard mechanical equipment is constructed from five dimensions: digitization, intelligence, modularization, greenization and systematization. This aims to realize the transformation from "labor-substituting tools" to "intelligent partners empowering the whole production chain", so as to boost the high-quality development of China's manufacturing industry.

**Keywords：** non-standard mechanical equipment; technical renovation; modular design; intelligent manufacturing; digital twin; flexible production

### 引言

随着全球制造业格局重构，人工智能、工业互联网、数字孪生等新兴技术成为推动新一轮科技革命和产业变革的核心动力，并由此推动制造业生产范式向多元化转变，而在“小批量、多品种、定制化”的柔性生产模式中，非标机械设备有着重要作用。非标机械设备旨在根据企业特定的需求、工艺或产品特性，为其提供量身定制的专用设备制造服务。传统非标机械设备行业面临研发时间长、复用率极低、运维成本高等现实问题。2025年，我国发布《机械工业数字化转型实施方案》，为非标机械设备行业发展提供了明确的政策导向，也成为非标机械设备技术改造与创新的关键依据。

### 一、非标机械设备技术改造的标识、现状需求与意义

#### （一）非标机械设备的内涵标识与行业定位

非标机械设备属于制造业领域的特殊装备，可以从三个层面概括其特征与内涵。第一，在产品特征方面，非标机械设备没有标准化的设计要求与规范，不受型号与规格约束，仅需要按照需求完成个性化设计或集成组合。第二，在应用领域层面，我国的

非标自动化设备主要在汽车零部件、电子电器和加工制造等领域具有广泛应用价值。第三，在产业链位置层面，非标机械设备处于制造业中游环节，向上对接核心元器件生产，向下接续制造企业终端生产。

随着现代制造业持续升级发展，非标机械设备的角色定位逐步发生转变，从传统认知中的“标准设备补充”转向“解决标准自动化方案无法覆盖工序”的核心载体<sup>[1]</sup>，进而成为产线柔性重

构、辅助智能决策的关键。

## （二）技术改造的现状困境与现实需求

“两高两低”是现阶段非标机械设备技术改造中面临的结构性难题。

第一，研发与设计时间较长，成本较高。传统生产模式下的非标设备设计需要以工程师丰富的工作经验为基石，并且需要通过反复物理试错的方式验证设备可行性与安全性，这就使得其设计周期难以压缩，成本无法降低，对优秀骨干工程师的依赖性较强<sup>[2]</sup>。

第二，企业转型困难，设备复用率低。非标设备属于量身定制的特殊产品，因此其使用条件受到限制，难以实现复用。同时，每次变更产品或转型，都需要进行停机调整<sup>[3]</sup>，并由工程师进行机械重构与程序重写，导致其设备生产线呈现出“一次性定制”的特性。

第三，运维工作复杂，全生命周期消耗的成本较高。由于非标设备结构复杂且缺乏标准化规范，因此其故障模式也呈现出多样化特征，往往需要工程师出差进行现场服务，使得服务响应周期长、费用高。

第四，智能化水平较低。传统非标设备生产基本以替代人工为目标，因此未能建立数据感知与智能分析系统，也无法实现自主决策服务，难以将人工智能与物联网等技术集成融合。

## （三）技术改造的多重意义

非标机械设备技术改造的意义可以从三个维度进行分析。

第一，在企业维度，技术改造可以显著提升其核心竞争力。一方面，通过数字化仿真技术与模块化设计改造，可以大幅缩短非标机械设备的研发周期，提升交付效率<sup>[4]</sup>。另一方面，在人工智能应用改造后，非标机械设备的综合效率得到显著提升，同时单位产品能耗也会有所下降，从而实现降本增效与绿色低碳的效果。

第二，在产业维度，技术改造为制造业高质量发展提供了支持。非标机械设备是现代制造装备体系中的关键组成部分，其技术水平提升可以带动产业链条的全面升级，进而形成产业溢出效应。

第三，在国家维度，技术改造为践行落实制造强国战略提供了核心抓手。现代机械工业转型对非标机械设备有着刚性需求，而技术改造不仅可以加速行业发展，同时还能达成节能降耗、绿色制造的改造目的。

# 二、非标机械设备技术改造创新路径

## （一）数字化设计路径：以数字孪生驱动研发范式变革

在非标机械设备研发与生产环节，数字化设计转型是实现缩短研发时长、压缩试错成本的关键环节。企业应围绕数字孪生技术展开变革，建立“设计—验证—优化”的设计流程。

第一，深化应用数字孪生技术。企业应基于虚拟仿真技术构建与物理设备实时映射的数字孪生系统，以此满足设备模拟运行需求，可以用于检测结构强度、运动路径、振动特性、热力学行

为等，从而降低物理样机的实验次数<sup>[5]</sup>。此外，在必要时数字孪生系统还可以支持远程调试与参数优化，从而改进跨地域设备交付方式。

第二，优化CAD/CAE/CAM一体化设计。传统非标设备设计同样有着明确的工艺流程，需要按照结构设计、力学分析、加工路径等规划实施，但其信息传递容易出错<sup>[6]</sup>。因此企业还需要构建CAD/CAE/CAM一体化设计平台，从而将概念设计到数控加工的全流程进行无缝衔接，既可以提高设计精度，又可以建立“数据驱动”设计范式。

第三，前置处理虚拟仿真与调试环节。企业在物理设备制造与实验前，可以基于虚拟仿真平台建立全流程验证实验，包括运行逻辑、控制程序、节拍平衡等，从而有效缩短调试时间。

## （二）智能化升级路径：从“被动执行”到“主动决策”

随着现代制造业的数字化与智能化升级，非标机械设备技术也应向智能化转变，尤其应在自主感知、数据分析与自主优化方面优化改造，以此发挥其“智能决策”功能。

第一，深度融合AI与机器视觉技术。企业可以在非标机械设备检测环节构建高分辨率视觉系统，由此通过深度学习算法实时识别产品缺陷类型，并自动提出参数优化建议。在焊接、装配等环节，也可以利用AI算法结合大数据分析当前的焊接温度、拧紧扭矩等具体参数<sup>[7]</sup>，以此提高工艺质量。

第二，建立自适应控制与预测性维护机制。企业可以在非标机械设备内部植入人工智能系统。通过机器学习算法，该系统可以持续学习设备的生产数据，进而可以根据生产工况变化，自适应调整运行参数。同时，在维护环节，可以借助各类传感器与数据分析系统，实时分析设备的运行状态，并分析其零件寿命，提前发出故障风险、维护需求与零件更换等提醒。

第三，建立边缘计算与实时响应系统。企业应为非标机械设备建立物联网系统，从而将云端数据载入设备端，建立毫秒级的工况感知与响应系统。

## （三）模块化与柔性化路径：以标准化组合应对定制化需求

“非标定制”与“效率成本”是企业面临的矛盾点，因此可以通过模块化设计进行平衡与优化，将不同的功能单元拆分为具有复用价值的标准化模块，从而实现通过模块组合满足个性化需求的效果。

第一，建立功能模块的标准化拆解与复用机制。企业可以根据功能单元特征建立非标设备模块拆解方案，通过统一的接口与协议确保输送、抓取、检测、装配等模块可以自由组合<sup>[8]</sup>，由此既可以降低成本，还可以降低后期维护与修理难度。

第二，打造柔性产线，提升快速重构能力。在硬件层面，企业应推广协作机器人设备，通过快换夹具缩短生产线产品规格切换时间。在布局方面，企业应设计U型或环形方案，并依托AGV实现柔性物料流转效果。在控制维度，企业则要建立PLC+MES架构系统，并按照生产计划实现参数同步<sup>[9]</sup>。

第三，趋向“自重构”进化发展。现阶段企业以可重构自动化为核心，重在推动生产任务快速重组与调整。未来可依托人工智能与历史数据，建立主执行重构系统，达到自主优化与创新改

革的效果。

**（四）绿色化与系统化路径：面向可持续与全局最优的创新**

在绿色、环保与低碳导向下，非标机械设备技术还应向绿色化与系统化发展，以此突出环境友好与可持续发展特性。

第一，坚持集成应用绿色化技术。在能源利用中，应优先使用高效伺服电机、永磁同步电机以及变频控制系统等软硬件，从根本上降低综合能耗。同时，根据设备需求建立余热回收、光伏供电等系统，以此实现能源的循环利用，甚至可以达到“零碳运行”。在材料应用中，企业应坚持轻量化设计原则，减少材料消耗量，同时增加可回收材料使用占比。在生命周期管理中，通过模块化设计可以提高零件更换与拆解速率，并且可以有效延长设备的整体寿命，减少废弃物产出量。

第二，坚持系统融合设计范式。在智能制造背景下，企业不应将非标设备视为孤立的自动化装置，而是要将其作为生产线中的一个物理节点，由此通过MES、数字孪生、物联网等技术集成，形成完整的系统与生态<sup>[10]</sup>。具体来说，设计阶段应明确数据采集方案，通过传感器与机械结构设计满足需求；在关键部件处应预留标准接口，以此实时监控器振动、温度等运行状态；在安全系统中则要建立人机协同安全防护标准，一旦发生危险可以自动启动防护机制。

第三，坚持从单机设备生产向智能工厂建设发展。企业不应

将技术改造停留在孤立单元层面，而是应打造系统化的智能工厂网络节点，确保每台设备都能与系统相连，并实时获取其运行数据，接收顶端调度指令，从而实现多设备自动协同的目的和效果。

**三、结语**

综上所述，非标机械设备的技术改造与创新升级，是我国现代制造企业提升核心竞争力的核心路径，也是我国制造业高质量发展的必然需求。本文从“数字化—智能化—模块化—绿色化—系统化”五个维度展开优化改革，通过数字化设计有效缩短研发周期，从而为智能化应用打好基础；通过智能化赋能提升设备自主检测与优化能力，使模块化重构更加高效；通过绿色化改造可以保障企业可持续发展，通过系统化设计可以实现全局优化革新。展望未来，非标机械设备的技术演进将在技术维度向自主重构与自我优化发展，在产业维度将向“全生命周期服务”模式升级，在生态维度将加强产业链各方协同发展，共同推动行业技术标准的建立与完善。总之，只有超越“单机设备”的局限，以系统视角和生态思维审视非标机械的技术改造，才能真正释放其在智能制造时代的核心价值。

**参考文献**

[1] 罗云龙. 非标自动化机械设备的标准设计[J]. 大众标准化, 2025, (14): 4-6.  
[2] 柏云华, 彭磐. 非标机械设备设计中的标准化机构应用与创新[J]. 大众标准化, 2025, (13): 7-9.  
[3] 孙静. A公司非标自动化设备制造项目进度管理研究[D]. 长春工业大学, 2025.  
[4] 容刚. 谈非标自动化机械设备的标准设计[J]. 装备机械, 2023, (04): 60-62.  
[5] 宋麒. 大数据驱动的非标自动化设备运维系统设计[D]. 武汉纺织大学, 2023.  
[6] 邱和龙. 基于半监督学习的非标机械生产过程异常检测方法研究[D]. 西安电子科技大学, 2023.  
[7] 黄选鑫. 机械加工非标自动化设备的设计及研究[J]. 现代工业经济和信化, 2023, 13(01): 306-307.  
[8] 吕旭东, 柳玉玲, 高铭. 非标自动化机械设备的创新设计探讨[J]. 中国设备工程, 2021, (16): 177-178.  
[9] 李宗旺. 非标机械设备技术改造与其创新路径分析[J]. 内燃机与配件, 2021, (13): 206-207.  
[10] 魏中信. 机械加工非标设备设计及加工研究[J]. 黑龙江科学, 2021, 12(04): 136-137.