

石油化工专用机械优化设计与降本增效

刘俊贤 (信联电子材料科技股份有限公司, 河北 黄骅 061108)

摘要: 剖析当下专用机械存在的问题, 从结构、能耗、可靠性、数字化四个维度出发, 提出优化设计途径。同时, 配套构建制造成本管控、运维成本优化、效能提升等有助于降低成本、提高效益的策略, 进一步完善由技术、人才、制度、资金共同组成的保障体系。其目的在于通过设计优化, 实现专用机械在整个生命周期内降低成本、提高效益的目标, 推动石油化工行业装备升级和高质量发展, 从而为企业的装备优化和效益提升提供具有实践价值的参考。

关键词: 石油化工专用机械; 优化设计; 降本增效; 设计优化路径

中图分类号: TE96 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 003-0071-03

Optimization Design and Cost Reduction for Petrochemical Specialized Machinery

Liu Junxian (Xinlian Electronic Materials Technology Co., Ltd., Huanghua Hebei 061108, China)

Abstract: This paper analyzes the existing issues in dedicated machinery and proposes optimization design approaches from four dimensions: structure, energy consumption, reliability, and digitalization. Additionally, it introduces supporting strategies such as manufacturing cost control, operational cost optimization, and performance enhancement to reduce costs and improve efficiency. These measures further refine the safeguard system composed of technology, talent, policies, and funding. The goal is to achieve cost reduction and efficiency improvement throughout the entire lifecycle of dedicated machinery through design optimization, thereby promoting equipment upgrading and high-quality development in the petrochemical industry. This provides practical references for enterprises to optimize equipment and enhance benefits.

Keywords: Specialized machinery for petrochemical industry; Optimized design; Cost reduction and efficiency improvement; Design optimization pathway.

目前, 行业正遭遇环保约束增强、原料成本上涨等方面的压力, 专用机械因设计欠妥而引发的能耗偏高、维护成本偏大、运行效率偏低等状况, 极大地阻碍了企业达成降本增效目标。优化设计借助技术上的革新以及设计层面的升级, 能够提高专用机械的性能, 还可以降低其在整个生命周期内的成本。本文着重围绕石油化工专用机械的优化设计与降本增效展开, 攻克设计与效益转化过程中的关键难题, 促使专用机械朝着高效、节能、低成本的方向迈进, 帮助企业提高核心竞争力。

1 设计与降本增效的核心关联

石油化工领域的专用机械所涉及的优化设计与实现降低成本、增加效益这两个目标之间存在着相互促进的关键联系。从一个角度来看, 优化设计其实是达成降本增效目标的核心前置条件, 对机械结构进行优化处理, 能够有效减少在制造过程中材料的使用量与整体制造成本; 对能耗进行科学优化可以大幅降低生产运行期间能源的浪费程度; 而对可靠性进行提升优化, 能够显著降低机器出现故障而停机的概率以及后续的维护成本。运用数字化技术开展设计工作还能够增强设计的精准度, 同时缩短产品从研发到上线的周期。从另一个角度而言, 降本增效又为优化设计提供了动力方面的有力支持, 因为设计优化而带来的

效益增长, 能够反过来为技术研发以及设计的升级工作投入资源, 进而形成一个“先进行设计优化然后实现降本增效, 接着再开展新一轮设计”的良好循环模式。这种循环模式有助于推动专用机械的设计水平不断提高, 同时带动企业的整体效益实现同步提升^[1]。

2 现状与现存困境

现阶段, 我国石油化工专用机械设计的整体状况呈现出“技术升级速度加快、设计同质化问题显著”的态势。部分规模较大的企业已经达成了核心装备的定制化改良设计, 然而, 行业整体依旧遭遇了不少难题。首先, 设计同质化的情况十分严重, 大部分中小型企业对传统设计方案存在依赖, 缺少针对自身生产工艺的定制化设计, 致使专用机械的适配性不够理想, 运行效率较低。其次, 在能耗优化方面存在不足, 传统专用机械的动力系统设计较为滞后, 能源转化效率低下, 能耗损耗远远超过了行业内的先进水平, 使得运行成本偏高。再者, 可靠性设计有所欠缺, 部分机械的关键部件设计不够合理, 在长期高强度运行的情况下, 故障频繁发生, 维护成本不断上升, 并且对生产的连续性产生了影响。再加上, 数字化设计的应用比较薄弱, 多数企业仍然运用二维设计模式, 缺乏三维建模、仿真模拟等数字化设计方法, 导致设计精度不高、研发周期较长、试错成本偏高。最后, 设计与

效益相互脱节,部分优化设计仅仅专注于性能的提升,却忽略了成本控制,造成设计升级之后制造成本大幅增长,未能达成降低成本、提高效益的目标^[2]。

3 石油化工专用机械优化设计路径

3.1 结构优化设计,降低制造成本

将轻量化、高强度当作核心要点,开展专用机械结构的优化设计工作,从而降低制造所需成本以及运行时的负荷。依据专用机械的受力特性以及生产时的具体工况,对核心部件的结构予以优化,运用拓扑优化这一技术去除那些多余的结构。在确保结构具备足够强度以及运行保持稳定的基础条件下,削减材料的使用量;选用具备高强度、轻量化特点的新型材料来替换传统材料,提高材料的利用程度,与此同时减轻机械的整体重量,降低动力方面的能耗以及运输安装所需的成本;对机械的连接结构进行优化,让装配流程变得更为简便,缩短生产所需要的周期,提高制造的效率。聚焦加氢反应器、换热器这类关键核心装备,着重对腔体结构、换热结构的设计予以优化,进而提高设备的适配性能以及运行效率,削减其制造成本。

3.2 能耗优化设计,降低运行成本

紧密贴合节能降耗方面的实际需求,开展针对专用机械的能耗优化设计工作,进而降低生产运行进程中的能源损耗。对动力系统设计加以优化,运用高效节能的电机以及变频控制系统来替换传统的动力装置,达成动力输出依据实际需求进行调节的目的,减少不必要的无效能耗;对流体力学设计进行优化,针对像泵、风机这类流体机械,优化其叶轮以及流道的结构,降低流体所受到的阻力,提高能源转化的效率;引入能量回收相关设计,在机械设计中额外增设余热余压回收装置,将运行过程中所产生的余热余压转化成可以使用的能源,实现能源的梯次利用。借助能耗优化设计这一举措,显著地削减专用机械在单位产量时所产生的能耗,进而增强其运行的经济效能。

3.3 可靠性优化设计,降低维护成本

当以延长设备使用时长、降低故障发生概率为目标时,应当推进专用机械的可靠性优化设计工作。开展对关键部件疲劳强度的深度分析,对部件的结构和材料选择进行优化调整,从而增强部件的抗疲劳性能,延长其使用寿命;优化润滑和密封系统的设计,选用高性能的润滑材料和密封结构,减少部件磨损和介质泄漏,降低设备维护频率;增加故障预警设计内容,在机械设计过程中融入智能监测传感器,实现对关键部件运行状态的实时监测和故障预警功能,以便提前开展维护工作,减少突发故障造成的损失。通过可靠性优化措施,实现降低专用机械因故障导致的停机率

和维护成本的目标,进而确保生产持续、稳定地进行。

3.4 数字化设计赋能,提升设计效能

凭借数字化转型这一契机,推动专用机械的数字化设计工作,让设计的精度与效率得到提升。运用三维建模以及仿真模拟的技术手段,打造专用机械的数字化模型,借助仿真分析来对设计方案予以优化,在前期就避免设计方面的缺陷,使试错所需的成本得以降低;引入参数化设计的技术,针对成系列的专用机械创建参数化设计库,达成设计方案的快速迭代以及定制化的调整,让研发的周期得以缩短;搭建数字化的协同设计平台,达成设计、制造、运维等环节之间的数据相互流通,保证设计方案能够与生产需求、运维需求精确匹配,提高设计和生产的协同效率^[3]。

4 石油化工专用机械降本增效策略

4.1 优化制造流程,降低制造成本

基于设计优化与制造环节的优化形成联动,从而降低专用机械的制造成本。采用模块化的制造模式,同时结合对结构进行优化设计,将专用机械拆解成标准化的模块,达成模块的批量生产,以此提高制造效率、削减生产成本。对供应链管理加以优化,和材料供应商、零部件制造商构建战略协同的关系,借助集中采购、定制化生产等途径,降低材料以及零部件的采购成本。引入精益制造的理念,对生产工序进行优化,减少生产流程中材料的浪费以及工时的损耗,提升制造的精细化水平。

4.2 强化运维管理,降低运维成本

凭借可靠性的优化设计,搭建起覆盖全生命周期的运维管理体系,从而削减运维成本。创建专用机械在整个生命周期内的档案,将设计参数、运行数据、维护记录这类信息记录下来,为精准的维护工作提供数据方面的支持;施行预测性的维护模式,与设计集成的智能监测系统相结合,预先判断故障可能出现的风险,开展具有针对性的维护工作,防止因过度维护以及突发故障而造成损失;对维护资源进行优化配置,组建专业化的维护团队,配备专用的维护设备和工具,提高维护工作的效率,降低维护过程中的人工成本以及设备成本。

4.3 提升运行效能,实现增效目标

凭借设计方面的优化来提高专用机械的运行效能,进而推动企业产能以及效益的提升。对机械的运行参数加以优化,依照生产工艺的具体需求,借助设计优化达成专用机械运行参数的精确匹配,以此提高生产效率以及产品质量;推进专用机械朝着智能化方向升级,与数字化设计相结合,整合智能控制系统,达成机械自动化、智能化的运转,提高生产的连续性

以及稳定性；针对具有较高附加值产品的生产需求，对专用机械设计开展定制化的优化，提高装备的适配程度，帮助企业开拓高端产品市场，提高营收的水平。

4.4 推进协同优化，挖掘协同效益

搭建起涵盖“设计、制造、运维、回收”的全链条协同优化体系，深入探寻协同降低成本、提高效益的潜在能力，强化设计和工艺之间的协同配合，保证设计方案能够与生产工艺相契合，从而削减制造环节中因设计变更以及返工所产生的成本；推动设计和运维的协同作业，依据运维数据的反馈情况来优化后续的设计方案，增强机械的可靠性以及经济性；开展针对废旧机械回收再利用的设计工作，在进行优化设计时，将机械拆解和回收的便捷性纳入考量范围，提高废旧部件的回收利用比例，降低资源的浪费现象以及新装备的采购费用。

5 优化设计与降本增效的保障举措

5.1 技术保障，筑牢设计基础

搭建一个以“研发+引进+转化”为一体的技术保障体系，以此来为专用机械的优化设计给予支撑。增加对技术研发方面的资金投入，组织成立一支专业的设计研发队伍，将重点放在结构优化、能耗优化、数字化设计这类核心技术上，开展自主的研究开发；引入在行业内处于先进水平的设计技术以及相关装备，结合企业自身的实际状况进行符合本地情况的优化处理，从而提高设计技术的先进程度；构建起技术转化的机制，加速科研成果在产业方面的应用进程，让研发出来的技术能够迅速地转化为设计方面的实际成效；设立技术交流的平台，和科研机构、行业内的企业展开技术层面的合作，密切关注前沿的设计技术，以保证设计技术在行业中处于领先的状态^[4]。

5.2 人才保障，强化智力支撑

打造具备综合能力的设计人才群体，为设计的优化以及成本降低、效益提升给予智力方面的支持。引入拥有石油化工工艺、机械设计、数字化技术、成本管控等专业技能的综合型人才，让设计团队得到充实；进行常态化的培训活动，针对现有的设计人员开展结构优化、仿真模拟、数字化设计等技能方面的培训，使他们的专业素养得以提升；构建人才激励的机制，将设计优化的成果以及降本增效的成效列入绩效考核的范围，对表现十分出色的人才予以表彰和奖励，激发他们的创新活力；搭建人才发展的平台，为设计人员提供职业晋升的通道以及技术交流的机会，将核心人才留住。

5.3 制度保障，规范推进流程

构建起完善且适配的制度体系，对专用机械的优

化设计以及降本增效工作予以规范。拟定专用机械优化设计的管理办法，清晰界定设计从立项开始，历经论证、实施，直至验收等整个流程的具体要求，以此保障设计优化工作能够有条不紊地推进；健全成本管理方面的制度，对设计、制造、运维等各个环节的成本核算进行细致划分，增强成本管控的严格约束；设立设计成效的评价制度，搭建起“性能+成本+效益”这样多维度的评价指标架构，对设计优化方案展开全方位的评估；构建动态的调整机制，依据行业技术的进步情况与企业的生产需求，迅速对设计策略和降本增效举措进行优化。

5.4 资金保障，夯实投入基础

搭建具备多样性的资金保障架构，给专用机械的优化设计予以充裕的资金支持。增加企业自身资金的投放，科学地规划设计研发以及装备更新方面的预算，将重点优化设计项目的保障置于优先位置；开拓外部的融资途径，借助银行贷款、发行债券等办法来筹措资金，对融资构成加以优化，让融资成本得以降低；谋求政策资金的扶持，踊跃申报绿色化、智能化装备改造的专项补贴，缓解资金方面的压力；设立资金运用的监管机制，使资金使用的流程规范化，保证资金专门用于特定项目，提升资金的使用效能^[5]。

6 结论

综上所述，当聚焦石油化工领域，并对其专用机械实施优化设计后，将是实现降低成本、提高整体效益目标的一项核心举措。由此必将推动专用机械朝向高效能、低能耗以及低成本的方向转变，从而也将为现代石油化工行业的高质量发展和效益提升提供鼎力支持。

参考文献：

- [1] 赖炳海. 石油化工机械设备维护检修技术 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2024(002):23-25.
- [2] 吴健, 李玉杰, 袁闯. 大数据背景下石油化工机械设备运维优化策略研究 [J]. 科海故事博览, 024(19):13-7.
- [3] 魏克宁, 刘鉴桓. 数控加工自动化技术在石油化工机械设备模具制造中的应用 [J]. 石油化工建设, 2025,47(4):96-98.
- [4] 王加鹏, 高惠国, 陈鹤. 石油化工实验室仪器设备降本增效的对策探讨 [J]. 实验与分析, 2024,2(4):83-86.
- [5] 王一冰, 雷蕾. 降本增效是下半年石化行业高质量运行重中之重——2024 全国石油和化工行业经济形势分析会信息速递 [J]. 中国石化, 2024(9):60-63.

作者简介：

刘俊贤 (1993-)，男，汉族，籍贯：河北省沧州市，学历：大专，职称：工程师，研究方向：机械设计与制造。