

# 聚甲醛生产过程中的成本控制及探讨

黄友发 蒋兴涛 (兖矿鲁南化工有限公司, 山东 滕州 277500)

**摘要:** 本研究旨在深入探讨聚甲醛生产过程中的成本控制策略, 通过对聚甲醛生产工艺、原材料采购、生产管理等各个环节进行全面分析, 找出影响成本的关键因素, 并提出针对性的成本控制措施和优化方案。这不仅有助于聚甲醛生产企业降低成本、提高经济效益, 增强市场竞争力, 实现可持续发展, 还能为整个聚甲醛行业的健康发展提供有益的参考和借鉴, 推动行业的技术进步和产业升级。

**关键词:** 聚甲醛; 成本控制; 生产工艺; 原材料采购; 生产管理

聚甲醛 (POM) 作为一种重要的热塑性工程塑料, 在现代工业中占据着不可或缺的地位。近年来, 随着全球经济的复苏和制造业的持续发展, 市场对聚甲醛的需求不断攀升。然而, 随着聚甲醛生产企业数量的增加和产能的不断扩张, 市场竞争日益激烈。国内聚甲醛产能已达相当规模, 但市场需求增长速度相对较慢, 导致产能过剩问题凸显。与此同时, 高端产品技术长期被国际企业垄断, 国产产品集中于中低端市场, 造成供需矛盾突出, 价格波动频繁, 企业面临严峻的市场挑战。在此背景下, 成本控制对于聚甲醛生产企业而言具有至关重要的意义。

## 1 聚甲醛生产过程成本构成分析

聚甲醛生产过程中的成本构成涵盖了原材料、能源、设备折旧、人工成本等多个方面, 其各部分成本在总成本中所占比例因生产工艺、企业规模、生产效率等因素的不同而有所差异。

### 1.1 原材料成本

原材料成本在聚甲醛生产成本中占比最高, 约为 40%–60%, 且会受到工艺路线影响显著。均聚工艺方面, 甲醛是均聚工艺的主要聚合单体, 而甲醛通常是通过甲醇氧化法制备的, 所以甲醇成为了重要的间接原材料。甲醇的价格会受到国际市场供需关系、原油价格、国内产能以及出口政策等多种因素的综合影响, 波动较为频繁, 这直接对采购成本产生作用。共聚工艺方面, 三聚甲醛和二氧化戊环是共聚工艺的主要聚合单体。三聚甲醛的生产过程较为复杂, 它是由甲醛在硫酸等催化剂的作用下三聚而成, 之后还需要经过萃取精馏等方法进行提纯, 这一过程涉及多种原材料和辅助材料。二氧化戊环的生产和采购同样受到市场供需和成本因素的限制。在实际生产中, 三聚甲醛和二氧化戊环的价格波动对共聚工艺聚甲醛的原材料成本影响较大。

### 1.2 能源成本

聚甲醛生产属于高能耗过程, 其能源成本占比可达总成本的 30%–40%。在聚合反应阶段, 需严格控制温压条件, 主要依赖蒸汽提供热能, 而蒸汽系统多以化石燃料为热源。物料处理环节 (输送、搅拌、分离等) 则高度依赖电能驱动设备运行。不同工艺路线能耗特征差异显著: 均聚工艺因反应条件严苛, 对温度和压力的控制要求更高, 所以在聚合反应阶段消耗的热能相对较多, 可达 60% 以上; 共聚工艺虽然反应条件相对温和, 但后处理环节涉及更多分离提纯操作, 从而消耗更多的电能。此外, 能源成本还受到能源价格波动的影响, 当能源价格上涨时, 企业的能源成本会显著增加, 进而压缩企业的利润空间。

### 1.3 设备折旧成本

设备折旧成本是聚甲醛生产成本的重要组成部分, 约占 10%–20%。聚甲醛生产设备通常具有较高的投资成本, 包括反应釜、精馏塔、干燥设备、造粒设备等, 使用寿命一般在 10–20 年左右。随着时间的推移和使用次数的增加, 设备会逐渐磨损, 其价值也会逐渐降低, 这部分价值的减少构成了设备折旧成本。设备折旧成本的计算方法通常有直线法、加速折旧法等, 企业会根据自身的财务政策和设备的实际使用情况选择合适的折旧方法。设备的投资规模和技术水平会影响设备折旧成本。采用先进生产技术的企业, 其设备往往具有更高的自动化程度和生产效率, 但设备投资成本也相对较高, 相应的设备折旧成本也会增加。大型聚甲醛生产企业由于生产规模较大, 设备的利用率相对较高, 单位产品分摊的设备折旧成本相对较低; 而小型企业由于生产规模较小, 设备利用率较低, 单位产品分摊的设备折旧成本相对较高。企业还需要定期对设备进行维护和保养, 这也会增加一定的成本支出。

### 1.4 人工成本

在聚甲醛生产中人工成本占比约为 5%–10%。聚甲醛生产过程需要专业技术人员和操作人员，技术人员负责生产工艺的设计、优化和技术难题的解决，他们需要具备较高的专业知识和技能水平；操作人员则负责生产设备的操作、监控和日常维护，需要熟悉生产流程和设备的操作方法。人工成本的高低受地区经济发展水平、劳动力市场供需关系、企业薪酬政策等多种因素的影响。在经济发达地区，劳动力成本相对较高，企业的人工成本支出也会相应增加；而经济欠发达地区，人工成本支出也会相对较少。

### 1.5 其他成本

除了上述主要成本构成部分外，聚甲醛生产过程中还会涉及其他一些成本，如管理成本、运输成本、环保成本等。管理成本包括企业管理人员的薪酬、办公费用、行政管理费用等，约占总成本的 3%–5%；运输成本主要是原材料和产品的运输费用，其占比因企业地理位置和运输距离的不同而有所差异；环保成本包括环保设备的投资、运行和维护费用，以及污染物处理费用等，约占总成本的 2%–5%。

## 2 聚甲醛生产过程成本影响因素

### 2.1 内部因素

#### 2.1.1 生产技术水平

生产技术水平是决定聚甲醛生产成本的核心要素。先进技术能大幅提升生产效率，降低单位产品的能耗和原材料消耗。在聚合反应阶段，高效催化剂和优化的反应条件可加快反应速率、提高转化率，进而增加单位时间内的产品产量，分摊固定成本。先进的分离提纯技术能减少原材料浪费，提高产品纯度，降低次品率，避免因质量问题增加成本。均聚工艺中，先进的甲醛提纯和封端技术能提升产品质量和稳定性，减少后处理成本；共聚工艺里，精准控制共聚单体配比和聚合反应，可提高产品性能，降低能耗和原材料消耗。拥有自主研发先进技术的企业，在成本控制和应对市场变化方面更具优势。

#### 2.1.2 设备运行状况

设备的稳定性和可靠性直接影响生产成本和效率。设备频繁故障会导致生产中断、维修成本增加，还会影响产品产量和质量，造成物料浪费。定期维护保养是确保设备稳定运行的关键，企业应制定科学的维护计划，及时更换零部件，延长设备寿命。加强设备管理可使故障率降低 20%–30%，减少生产损失。

设备老化会增加成本，老化设备能耗高、效率低、产品质量难保证。

#### 2.1.3 原材料采购管理

原材料采购价格直接影响生产成本，其价格受市场供需、产地、供应商信誉等因素影响波动较大。企业应加强市场研究，与供应商建立长期合作，签订长期合同、集中采购以降低成本，锁定价格避免风险。原材料质量也很重要，质量不稳定会导致产品质量问题，增加次品率。企业要建立严格的检验制度，确保原材料符合要求，特别是共聚工艺所需的三聚甲醛和二氧戊环，要把控纯度和杂质含量。

#### 2.1.4 人员管理

员工的工作效率和技能水平影响生产效率和产品质量。高素质员工能熟练操作设备，遵守工艺规程，减少失误和浪费。企业应加强培训，开展技能培训、技术比武等活动，提高员工技能和积极性。员工的工作态度和责任心也会影响成本，不认真、责任心不强可能导致安全事故、设备损坏。企业应加强文化建设，培养员工责任感，建立绩效考核制度，将绩效与薪酬、晋升挂钩，激励员工积极工作。

### 2.2 外部因素

#### 2.2.1 原材料市场价格波动

聚甲醛主要原材料甲醛和甲醇的价格受国际市场供需、原油价格、生产成本等影响频繁波动。全球甲醛和甲醇生产消费格局变化会直接影响价格，供应增加、需求增长缓慢时价格下降，反之则上涨。原油价格间接影响甲醛和甲醇价格，甲醇生产以天然气为原料占比较大，天然气价格与原油相关，原油价格上涨会带动天然气价格上升，增加甲醇成本，进而推动甲醛价格上涨。近年来，环保压力增大，各国加强监管，关停小型不达标甲醛企业，导致供应减少、价格上涨，增加聚甲醛生产成本。

#### 2.2.2 政策法规

政策法规变化对成本影响显著，环保法规日益严格是重要趋势。各国提高环保标准，要求企业投入更多资金购置、升级和维护环保设备，如安装废气、废水处理设施，治理挥发性有机物，深度处理废水达标排放，这些会直接增加成本。环保法规还可能影响原材料选择和生产工艺，企业可能需选择更环保但价格高的原材料，或改进工艺降低排放和能耗，导致成本上升。若企业不能适应，可能面临罚款、停产等风险，增加运营成本。



### 2.2.3 市场供需关系

市场供需关系影响成本,需求旺盛、供应不足时,产品价格上涨,企业销售收入增加,可缓解成本压力,加大生产、提高产能利用率,降低单位固定成本。需求低迷、供应过剩时,价格下跌,企业销售困难、利润压缩,即使降低生产成本也难抵消价格下降影响,可能亏损。市场供需还影响库存管理成本,需求不稳定时,企业难准确预测,可能出现库存积压或缺货。库存积压增加仓储、资金占用和产品贬值风险,缺货则失去销售机会,影响客户满意度,增加营销和客户维护成本。

## 3 聚甲醛生产过程成本控制方法

### 3.1 优化生产工艺

优化生产工艺是聚甲醛生产过程成本控制的核心环节。通过改进反应条件、优化工艺流程和提升反应效率等系统性措施,可显著降低生产成本,增强企业市场竞争力。

在反应条件优化方面,温度、压力和催化剂参数的调整对生产效率影响显著。某企业通过实验将聚合反应温度从80℃提升至85℃,压力由5MPa增至5.5MPa,并优化催化剂配方。调整后反应速率提升33%,生产周期缩短25%(从8小时降至6小时),转化率从85%提高至92%,原材料利用率显著提升。尽管温度和压力提升导致能耗增加,但因生产效率提高,单位产品能耗反而下降15%,综合成本降低约12%。

工艺流程优化通过技术创新实现生产流程再造。某企业取消传统工艺中的三道中间分离工序,采用一体化连续生产技术,配合自动化控制系统,使生产周期缩短40%,设备维护成本降低30%。原材料预处理环节引入磁选除杂技术,将原料纯度从98.5%提升至99.2%,生产波动减少60%。后处理阶段采用智能化检测设备,次品率从5%降至1.8%,年节约返工成本超200万元。

反应效率提升依赖催化技术突破。某企业研发的新型负载型催化剂使反应活化能降低18%,在保持反应温度80℃的条件下转化率从88%提升至95.6%,副产物减少42%。催化剂选择性提高使产品纯度达到99.8%,满足高端电子级需求。生产能力提升50%的同时,单位固定成本下降30%,原材料成本降低8%,年新增效益超5000万元。

### 3.2 设备管理与维护

设备全生命周期管理是成本控制的重要保障,涵

盖设备选型、预防性维护和智能化改造等关键环节。

设备选型需进行技术经济综合评估。某企业对比进口设备与国产设备的全生命周期成本:进口设备初始投资高40%,但生产效率高35%,能耗低28%,次品率仅1%(国产设备为5%)。经测算,进口设备在5年使用期内总成本反而低12%。设备扩展性设计可降低未来产能提升成本,模块化结构使产能扩展成本减少60%。

预防性维护体系通过状态监测实现精准维护。某企业建立三级维护制度:日常点检(每班前15分钟)、周检(停机4小时)、月检(全面深度保养)。引入振动分析、红外测温等技术,设备故障预警准确率达92%。实施后设备故障率下降67%,年维修成本减少45%,生产中断损失降低80%。

设备智能化改造显著提升效能。某企业对反应釜系统进行数字化改造,加装智能搅拌控制系统,使反应均匀度提高30%,反应时间缩短20%。采用AGV物流系统替代传统传送带,物料周转效率提升40%,损耗率从3%降至0.8%。生产线改造后综合能效提升25%,年节约电费180万元。

### 3.3 原材料采购与管理

供应链优化是成本控制的关键环节,涉及供应链管理、采购策略和库存控制。战略供应商合作可实现双赢。某企业与核心供应商签订5年框架协议,约定价格联动机制:当原材料市场波动超过 $\pm 5\%$ 时启动价格协商。供应商承诺优先保障供应,企业则给予采购量30%的增量。实施后采购价格稳定度提升70%,年采购成本降低8-12%。

动态采购策略有效应对市场波动。某企业建立原材料价格预测模型,结合期货市场对冲操作。2024年甲醇价格低位时提前采购3个月用量,节约成本15%。通过集中采购整合集团需求,单次采购量增加50%,获得8%的价格折扣。供应商管理库存(VMI)模式使交货周期缩短40%,紧急采购成本减少60%。

智能化库存管理系统实现精准控制。某企业应用ERP+WMS系统,结合ABC分类法和EOQ模型,将库存周转率从4次/年提升至6.5次/年。安全库存设置降低30%,仓储成本减少22%。通过物联网技术实现原材料全流程追溯,损耗率从2.5%降至0.5%。库存管理优化释放流动资金超5000万元。

### 3.4 人力资源管理

人力资源优化是提升生产效率的核心驱动力,涉

及组织架构、技能培训和激励机制。

组织架构优化通过流程再造实现。某企业将传统三段式生产班组（早中晚班）改为四班三运转模式，每班工作时间从 12 小时调整为 8 小时，员工疲劳度下降，操作失误率减少 35%。通过岗位价值评估合并冗余岗位，生产人员减少 18%，人均产能提升 22%，年人工成本节约 1200 万元。

系统化培训体系提升员工技能。某企业建立“三级九阶”培训体系：岗前培训（1 周）、技能提升（季度轮训）、专家研修（年度外训）。引入 VR 模拟操作培训，使新员工上岗时间缩短 40%。技术比武活动促进技能交流，关键岗位持证率达 100%。培训投入产出比达 1:5.2，年节约成本 800 万元。

创新激励机制激发员工潜能。某企业实施“双轨制”晋升通道：技术序列设初级工至首席技师 5 级，管理序列设班长至厂长 6 级。技能津贴与岗位价值挂钩，最高档津贴达基础工资的 80%。创新提案奖励制

度年均收集有效建议 200 余项，采纳实施率 65%，年创造效益超 1000 万元。

#### 4 结语

总之，聚甲醛生产过程中的成本控制是一个系统工程，需要从多个方面入手，综合考虑各种因素的影响。展望未来，随着科技的飞速发展，聚甲醛生产技术将不断创新，这将成为成本控制的关键驱动力。新型催化剂和聚合技术的研发与应用，有望进一步提高反应效率和产品质量，从而降低单位产品的生产成本。通过优化催化剂的活性和选择性，能够使聚合反应在更温和的条件下进行，减少能源消耗和原材料浪费，提高生产效率。

#### 参考文献：

- [1] 陈威, 李亚斌, 杨学红. 浅谈聚甲醛在成本和工艺上的改进方向 [J]. 天津科技, 2014(10):21-23.
- [2] 聂涛. 李新我国聚甲醛生产和改性发展现状 [J]. 石化技术, 2022(07):267-269.

