

# 化工工程项目施工阶段材料供应链管理优化

伊春文 (南京诚志清洁能源有限公司, 江苏 南京 211500)

**摘要:** 化工工程项目施工材料繁杂、技术与安全要求高且工期紧, 材料供应链效率直接关乎工程质量、进度、成本及安全。本文以化工项目为对象, 剖析其施工阶段材料供应链现状与问题, 明确关键影响因素, 从供应商、采购库存、信息化、运输物流及成本风险控制五方面提出嵌入技术参数的优化策略, 并结合案例验证效果。研究显示, 优化可使材料供应延迟率降 30% 以上、库存周转率升 25% 以上, 为相关管理提供技术与实践支撑。

**关键词:** 化工工程项目; 施工阶段; 材料供应链; 供应商管理; 信息化优化

**中图分类号:** TQ-9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 007-0043-03

## Optimization of Material Supply Chain Management in the Construction Phase of Chemical Engineering Projects

Yichun Wen (Nanjing Chengzhi Clean Energy Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 211500, China)

**Abstract:** Chemical engineering projects have complex construction materials, high technical and safety requirements, and tight schedules. The efficiency of the material supply chain directly affects the quality, progress, cost, and safety of the project. This article takes chemical projects as the object, analyzes the current situation and problems of the material supply chain during the construction phase, clarifies the key influencing factors, and proposes optimization strategies for embedding technical parameters from five aspects: suppliers, procurement inventory, informatization, transportation logistics, and cost risk control. The effectiveness is verified through case studies. Research shows that optimization can reduce material supply delay rates by more than 30% and increase inventory turnover rates by more than 25%, providing technical and practical support for related management.

**Keywords:** chemical engineering projects; Construction phase; Material supply chain; Supplier management; Informationization optimization

### 1 施工阶段材料供应链现状分析

化工工程项目施工牵涉特种钢材、防腐材料等众多材料, 其技术参数、存储及运输要求差别明显, 当下材料供应链管理问题显眼, 供应商管理碎片化, 合格供应商库覆盖比例不到 40%, 供应商替换频次超 35%, 易引发质量问题带来损失; 采购计划依靠经验估量, 与施工需求脱节, 材料到货提前期偏差率超出 20%, 关键材料延迟比例为 28%, 通用材料积压情形严重; 信息化水平滞后, 以纸质票据和 Excel 记载为主, 信息传递延后 2 ~ 3 天, 数据核对差错率有 8%; 运输与储存管控不足, 12% 危险品被普通货车运输, 15% 储存区域没按要求划分区域, 存在安全隐患; 成本和风险控制不完备, 总成本偏差率 25% ~ 20%, 缺乏风险动态预警机制, 易因价格起伏等添增成本。

### 2 影响施工材料供应链效率的关键因素

结合化工工程项目施工特点, 影响材料供应链效率关键因素能归纳成五类, 其权重和影响经专业办法验证, 供应商综合能力权重最大, 包含生产、质量、交货及售后服务等关键方面, 直接决定供应稳定性和质量水准; 采购计划和库存管理精度排在其次, 计划和施工需求匹配度、库存管控合理性, 对防止缺货和

积压很关键; 信息化和数字化水平是效率提升重要支撑, 能实现信息高效传递和共享, 大幅优化管理流程; 运输和物流配套能力得适配化工材料特性, 专用设施和规范管控是降低风险的关键之处; 成本和风险管控能力权重较低, 完善体系可有效把控总成本, 降低各类风险致使的损失, 五类因素共同作用决定供应链整体效率。

### 3 材料供应链优化策略

#### 3.1 供应商管理优化

构建化工材料专项供应商分级管控体系, 明确量化审核标准与合作机制, 首先, 构建多维度资质审核指标体系, 核心指标有: 特种材料生产许可证等级、近 3 年化工项目供货业绩 (要  $\geq$  5 个同类项目)、出厂检验报告完整性 (包含成分分析、力学性能等 12 项核心参数)、质量追溯能力 (能追溯到原材料批次)、应急供货能力 (紧急订单响应时间  $\leq$  48h), 月应急产能  $\geq$  项目月需求 30%。经本体系筛选建起合格供应商库, 库内供应商依综合得分分成 A、B、C 三级, A 级供应商占比控制在 30% 左右, 享有优先订货、价格优惠政策; C 级供应商每季度复核, 连续两次没达标就剔除出库。

其次,构建长期战略合作伙伴关联,和A级供应商签年度框架协议,明确材料质量标准(如特种钢材屈服强度 $\geq 345\text{MPa}$ 、耐腐蚀性符合GB/T 19292.1—2018标准)、交货周期(关键设备配件交货周期 $\leq 20$ 天)、售后服务(现场技术支持响应时间 $\leq 12\text{h}$ )等核心条款。同时,构建供应商协同平台,共享项目施工进度规划和材料需求预估数据,促使供应商提早备料,把交货周期偏差率控制在 $\pm 3$ 天内。此外,建立供应商动态评价机制,每季度按质量(占比40%)、交货期(占比30%)、服务(占比20%)、价格(占比10%)四个方面来打分,评分结果和合作份额直接关联。

### 3.2 采购计划与库存管理优化

依据化工施工工艺逻辑和进度计划,构建精细化采购计划编制体系,借助WBS把项目分解到工序层面,结合各工序材料需求清单(BOM),清楚材料型号规格、技术参数、需求量、到货时间。例如,某个化工装置安装项目中,把管线安装工序拆分成预制、安装、试压三个子工序,依据试压合格才可开展后续工序的规定,把管线材料到货时间定在预制工序开始前7天,阀门等配件到货时间提前3天。同时,引进MRP II(制造资源计划)系统,输入施工进度规划、材料库存数据、供应商交货周期等参数,自行生成采购规划,计划准确率提至92%以上。

实施分类库存管理策略,依据化工材料重要程度、需求频次、储存难易度,把材料分成A、B、C三类,A类材料如特种设备配件、关键管线运用“零库存+应急储备”模式,安全库存设成满足5~7天施工需要,库存周转率把控在8次/年之上;B类材料(如普通钢材、防腐涂料)采取“定量订货”模式,订货点设成平均需求量的1.5倍,订货批量依照经济订货量模型(EOQ)计算出来;C类材料如螺栓、垫片采用“集中采购+批量储备”模式,降低采购成本。同时,建立库存动态监控机制,凭借条码技术给材料入库、出库、库存做实时记录,库存数据更新延迟时长 $\leq 1\text{h}$ ,避免过多积压和缺货情况。表1是某化工项目材料分类库存管理参数表。

### 3.3 信息化与数字化管理

构建化工工程项目材料供应链一体信息平台,整

合采购、库存、运输、施工等全流程数据,实现可视化管理,平台核心包含供应商管理、采购管理、库存管理、运输管理及施工协同五大模块,能实现资质录入、计划编写、库存监测、路线谋划、进度分享等核心功能,采用云服务架构,支持多终端访问,经加密协议保数据安全。一并引进RFID技术和智能传感设备提高自动化程度,在特种设备、管线等关键材料黏贴RFID标签,录入核心信息,入库时自动辨认录入系统,识别准确程度达到99.8%,大幅缩减入库用时,仓库中装温湿度和气体传感器,实时监测储存环境,异常时自动预警。此外,借助大数据剖析技术,挖掘材料需求趋向、供应商履约和库存动态等数据,给采购调整、供应商优化、库存管控予以支撑,让材料需求预测准确程度提高到95%以上,全面提高供应链管理效率和精准度。

### 3.4 运输与物流优化

对着化工材料特性,构建专业化运输与物流管控体系。首先,建立运输供应商资质审核标准,要求运输危险物品材料的供应商有危险物品运输许可证,运输车辆要配备专用防护设施(如防爆装置、泄漏收集装置),司机要有5年以上化工材料运输经历且定期参与安全培训。按材料特性和运输需求,挑选适宜的运输方式和路线,如易燃易爆材料优先用铁路运输或专用危险品运输车辆,运输路线避开人口密集区与敏感区域,运输时间躲开高温、暴雨等恶劣天气,把运输风险降低超60%。

优化运输与装卸流程,制订标准化操作规范,材料装车前,查验运输车辆和容器,保证没破损、泄漏风险;装车时依照材料特性恰当放置,避免挤压、碰撞,若管线材料用专用支架固定,防腐材料单独装车免得和其他材料混装。运输过程中,通过GPS定位技术给运输车辆做实时跟踪,每2h反馈一次运输状态;到货后,安排专业人去卸车,卸车过程依照操作规程来做,避免材料损坏。同时,优化物流节点布局,在项目周边设置临时物流库房,储存常用材料与应急材料,缩减材料运输距离和到货时间,把材料运输延迟率降到3%以下。

### 3.5 成本与风险控制

建立全生命周期成本核算体系,包括材料采购价、

表1 化工项目材料分类库存管理参数表

材料类别	代表材料	管理模式	安全库存	库存周转率	订货策略
A类	特种阀门、换热器管板	零库存+应急储备	5-7天需求	$\geq 8$ 次/年	优先向战略供应商订货
B类	304不锈钢管、环氧煤沥青涂料	定量订货	10-15天需求	6-8次/年	EOQ模型计算订货批量
C类	高强度螺栓、石棉垫片	集中采购+批量储备	30天需求	$\geq 4$ 次/年	季度集中采购

运输费、装卸费、储存费、检验费、返工费、损耗费等全部成本。在采购环节,借助集中采购、长期合作等办法削减采购成本,若集中采购量达一定规模时,要求供应商给3%~5%的价格优惠;在运输环节,凭借优化运输路线、整合运输订单等办法降低运输成本,如联合别的项目一起采购且共享运输资源,运输成本能降10%~15%;在库存环节,靠精细化管理减少库存积压成本和损耗成本,让库存损耗率控制到0.5%以下。同时,建立成本动态监控机制,实时追踪成本花费情形,成本超出预算时,尽快分析缘由并采取调整办法,保证材料总成本处在预算范围内。

构建多维度风险预警与应对体系,辨认并把控供应链各环节风险,针对原材料价格起伏风险,和供应商签价格浮动协议,约定价格波动范围(如钢材价格波动 $\pm 5\%$ 以内不改变价格),同时建立原材料价格监测机制,价格超出波动范围时,尽快和供应商商量调整或更换供应商。针对质量风险,建立材料进场检验标准,对每批材料做抽样检验,检验项目包含外观、尺寸、性能等方面,检验合格后才可入库用,检验不合格材料赶紧退回供应商并要求赔偿损失,针对政策变动、自然灾害等不可抗力风险,建立应急储备机制,储备关键材料与应急资金,制定应急预案,当风险发生时,立刻开启应急预案,保证项目施工不被影响。

## 4 案例分析与应用效果评价

### 4.1 工程项目案例背景

一大型化工企业新造年产50万t乙烯装置项目,总投资80亿元,施工时间24个月,涉及材料种类有2000多种,其中关键材料包含特种不锈钢管线、低温阀门、换热器、防腐涂料等,材料总费用大概25亿元。项目初期,材料供应链管理有许多问题:供应商换得勤,材料质量不合规比例为2.3%;采购计划准确程度只78%,关键材料到货延迟比例为25%;库存积压严重,库存周转率只有3.2次/年;运输损耗比例为3.5%,材料总成本比预算超出18%。为解决上述问题,项目团队用本文提出的优化方法对材料供应链做全面优化。

### 4.2 优化方案实施过程

首先,优化供应商管理,经过多维度资质审核,挑选构建含30家A级供应商、50家B级供应商的合格供应商库,和10家关键供应商签长期战略合作协议,明确质量标准与交货周期。其次,构建精细化采购与库存管理体系,用MRP II系统做出采购计划,施行分类库存管理,A类材料安全库存设定为7天需求,B类材料采用EOQ模型计算订货批量。再次,构建一体化信息平台,引进RFID技术和智能传感设备,实

现材料全流程可视化管控。然后,优化运输与物流环节,挑3家有危险品运输资质的供应商,优化运输路线,在项目周边设置临时物流库房。最后,构建全生命周期成本核算体系和多维度风险预警机制,实时监控成本与风险。

实施过程中,清楚各环节责任划分,安排专人负责供应商管理、采购计划编订、库存监测、运输追踪等事项,定期开供应链管理协调会,及时解决实施过程中出现的问题。同时,给有关人员开展培训,提高其信息化操作能力和供应链管理水准。

### 4.3 优化效果评价

靠着优化方案施行,项目材料供应链管理水准明显提高,各项指标都达到预期目标:供应商综合履约率由72%升至98%,材料质量不合格比例由2.3%降到0.4%;采购计划准确程度由78%提升到93%,关键材料到货延迟比例由25%降到2.8%;库存周转率由3.2次每年提升到7.5次每年,库存积压资金降了1.2亿元;运输损耗率由3.5%降到0.4%,材料总成本比预算降了11%;项目施工进度提前15日实现,工程质量一次验收就合格。

## 5 结语

化工工程项目施工阶段材料供应链管理优化是一项系统工程,需结合化工材料的特性与项目施工需求,从供应商管理、采购计划与库存管理、信息化建设、运输物流、成本风险控制等多个维度统筹推进。本文提出的优化策略,强调以量化指标为支撑、以信息化技术为手段、以全流程管控为核心,突出实操性与专业性,通过实际案例验证,可有效提升供应链效率、降低成本、控制风险。未来,随着数字化技术的不断发展,化工工程项目材料供应链管理将向智能化、协同化方向迈进。

### 参考文献:

- [1] 吴镛. 化工材料自动化交易系统在供应链中的应用与优化研究[J]. 产业创新研究, 2025(02):79-81.
- [2] 于鹤. 石油化工工程项目物资采购标准化管理问题研究[J]. 中国设备工程, 2024(15):47-49.
- [3] 赵巍. 浅谈石油化工工程项目采购管理中的成本控制[J]. 现代经济信息, 2016,(24):78.
- [4] 王璐. 石油化工工程项目采购管理中的成本控制[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022,42(09):77-79.
- [5] 张淑琴, 李渤, 张申, 等. 化工工程项目管理咨询服务的改进策略探讨[J]. 化工管理, 2020(05):10-11.

### 作者简介:

伊春文(1989.03—),男,汉族,福建南平人,本科,学士学位,工程师,研究方向:工程项目管理。