

基于公铁联运的沥青集装箱多式联运路径优化研究

杨 强

云南交投集团现代物流有限公司 云南 昆明 650000

摘要: 随着“一带一路”倡议与西部陆海新通道建设推进,构建高效、绿色、低成本的现代物流体系成为区域高质量发展的关键。针对沥青传统运输存在损耗高、成本高、效率低等问题,本文以云南交投集团现代物流有限公司(以下简称本公司)的“沥青集装箱海铁公多式联运试点项目”为研究对象,系统提出基于公铁联运的路径优化方案。研究结合项目背景与战略目标,通过市场分析与需求预测论证其可行性,并从设备选型、服务采购、组织运营等方面构建完整优化模型,辅以财务分析与风险评估量化效益。结果表明,“一箱到底”的海铁公联运模式可显著降低综合物流成本、缩短运输周期、实现全程零损耗,有效提升企业竞争力与品牌影响力。该研究为大宗液体化工品多式联运提供了可复制、可推广的实践范式。

关键词: 公铁联运; 沥青集装箱; 多式联运; 路径优化

引言

在全球化与区域一体化加速背景下,多式联合作为集约高效、绿色低碳的运输组织方式,已成为优化物流结构、提升产业竞争力的战略选择。我国《交通强国建设纲要》及“十四五”规划均强调大力发展多式联运。沥青作为道路建设核心原材料,其传统运输依赖散装船和槽罐车,存在货损率高、效率低、信息割裂、仓储成本高及碳排放大等痛点^[1]。针对此,本公司响应国家及集团“绿美通道经济”和“通道物流三年行动”部署,创新推出“沥青集装箱海铁公多式联运”项目,拟通过标准化罐式集装箱,构建从新加坡/钦州/防城港至云南工地的“一单制、一箱制”全程物流通道,实现降本增效、零损耗与绿色运输。本文将系统研究该项目中基于公铁联运的路径优化策略,为大宗液体化工品多式联运提供理论与实践参考。

1 项目背景与实施意义

1.1 战略背景

本项目立足于三大国家战略机遇:一是“一带一路”倡议,强化了中国与东南亚国家的互联互通;二是西部陆海新通道建设,云南省作为其关键节点,承担着面向南亚、东南亚辐射中心的重要角色;三是集团公司内部“绿美通道经济”和“通道物流三年行动方案”的具体要求。这三大背景共同构成了项目实施的宏观驱动力。

1.2 实施意义

本项目实施具有重要战略与现实意义:一是打造“物流+贸易管控”“铁路运输组织调度”“集装箱运营管理”和“下游配送管理”四项核心能力,构筑竞争壁垒;二是构建“一箱到底”的全程物流体系,取代传统“船-库-

箱”多环节模式,实现从工厂到工地的一站式直达,显著缩短运输周期、降低综合成本、确保全程零损耗;三是推动产业升级,通过引入智能物流锁、GPS定位、智能温控等技术,引领沥青物流向数字化、智能化转型;四是提升品牌影响力,依托高效稳定的供应链,增强集团在沥青市场的话语权与竞争力,为未来业务拓展奠定坚实基础^[2]。

2 市场分析与需求预测

2.1 市场态势与存量分析

2023—2024年,公司通过钦州、防城港向云南调入沥青6—10万吨,物流费用分别达1100万元和1300万元,2024年运输量同比增长18.1%,完成约1.8万柜铁路运输。展望2025年,“十四五”末及“十五五”初基建项目集中启动,钦州港至云南沥青周转量预计达2000柜。存量方面,集团公司已中标大理、昆明、玉溪等地养护及勐打、师丘等道路工程,形成12.0万吨沥青需求;叠加滇南、滇西、滇中未提货量(合计6.27万吨),现有合同与库存总量达18.27万吨,为项目初期提供稳定业务基础。

2.2 远期需求预估

针对新开工的新昆石改扩建、马西富高速等20个重点项目,以及未来五年的养护市场,项目方案预估的沥青总需求量高达71.5万吨。其中,新开项目需求约为63.5万吨,五年养护市场用量预测约为8万吨。这一庞大的远期需求,与现有存量相结合,共同构成了超过89万吨的巨大市场空间。如此规模化的市场需求,不仅足以支撑项目初期30个自购集装箱和70个租赁集装箱的运营,更为项目未来的扩张与成熟阶段提供了无限可能,确保了沥青集装箱采购与运营策略的长期可行性。

2.3 集装箱需求匹配策略

沥青市场需求具有显著的淡旺季波动特征，如2024年瑞孟高速项目在淡季几乎无发货，而旺季月均发货达3375吨，用箱量在32至291个标准箱间剧烈变化。为此，项目采取分阶段、动态调整的集装箱投入策略：初期自购30个箱，聚焦功小高速、宣会高速等项目，打通钦州港—天生桥站/曲靖站—工地的联运流程；扩张期将租赁70个市场箱，形成100箱运力矩阵，覆盖滇西、滇中及养护市场；成熟期则整合远期项目资源，建立专业调度中心，依托信息化手段提升调度效率，并向外拓展至邻省运输及炼厂端海铁公联运服务，推动业务多元化发展。

3 多式联运路径优化方案设计

3.1 核心装备选型：20尺沥青罐式集装箱

在设备选型上，最终选定20尺沥青罐式集装箱作为

核心装备。这一决策源于对公司现有合作模式及市场主流箱型的深入分析。目前，公司与铁龙、兆华、新越三家单位合作，其中铁龙与兆华均采用20尺标准沥青罐式集装箱，这些箱子以其卓越的耐久性、可靠的耐腐蚀和抗冲击性能，完美适应了沥青运输的特殊环境，且对末端物流网络和基础设施的要求较低^[3]。相比之下，新越公司的轻量化设计虽增加了装载量，却因去除了保温层，导致末端需额外配备锅炉、卸油池等设施，大幅提高了后期投入。进一步分析市场上的两种主流箱型，35吨箱虽在容积和载重上占优，但其非标准尺寸在海运订舱时受到船公司诸多限制，难以应用。而30.480吨的20尺标准箱，因其完全符合ISO国际标准及中国铁路、海运的相关规范，能无缝衔接海、铁、公三种运输方式，展现出无可比拟的兼容性优势。如表1所示

表1：20尺沥青罐式集装箱规格及参数表

集装箱型号	加温方式	规格尺寸	箱型简介	优点	缺点
沥青罐式集装箱	火焰加温	箱外 6058*2438*2591	最大容积28.8，最大总量30480kg，最大载重26000kg	可海铁公联运，耐热抗腐蚀性较好，常规使用箱型	装载量较少，25吨，现沥青运输常规箱型

3.2 物流服务采购与合作模式

考虑到项目团队在专业技能和经验上尚存不足，为规避初期运营能力不足的风险，项目在发运端（钦州/防城）和到达端（云南各区域）均选择与经验丰富的第三方物流服务商进行合作。这种合作并非简单的外包，而是让公司的装箱管理团队全程参与操作环节，通过实践学习来汲取宝贵经验，为未来独立开展业务打下坚实基础。

在采购方式上，鉴于项目对定制化需求响应速度的要求，以及需要抢占使用高峰期的市场机遇，项目采用了流程更为简单高效的非招标询比采购方式，而非耗时较长的公开招标。这种“自持核心资产+租赁补充运力+专业第三方服务”的轻资产混合运营模式，既能保证公司对关键资产（集装箱）的控制力，又能快速启动业务，有效整合了各方优势资源。如表2所示

表2：采购流程与方式

采购方式	主要流程	优	劣
招标采购	招标文件编制-招标文件审查(备案)-招标公告发布-招标文件发出一补遗书发布-项目开标-评标委员会组建-项目评标-评标结果审查-中标候选人公示-中标通知书发出。	1、潜在供应商较多，竞争性大。 2、获得更低报价或更优服务条件。 3、法律规范及合规性强。	1、公开招标流程复杂、耗时较长，不利于抢项目使用高峰期机遇。 2、对定制化需求响应慢。
非招标询比采购	采购文件编制-采购文件审查-采购公告发布或邀请函发出-采购文件发出-补遗书发布(若有)-接收并开启响应文件-组织评审-评审结果审查-候选成交供应商公示-成交通知书发出及成交结果公告发布等规定的流程。	1、流程简单，效率高。 2、成本可控，搭配灵活性适配定制化需求。 3、优先选择市场优质供应商，保障服务稳定性。	1、范围较小，可能错失优质供应商。 2、合规性较弱，需严格把控。 3、较公开招标相比，成本稍高。

3.3 组织架构与运营管理

为保障项目高效运行，公司建立了“强矩阵型+跨职能敏捷团队”的混合组织架构。项目经理作为核心决策者，全权负责项目目标的达成，并直接领导由运营管理岗、合同结算岗、计划调度岗组成的专职核心团队。同时，项目经理还需统筹协调来自物贸事业部、财务中心、经管中心等八个职能部门的专业支撑。这种架构确保了

权责清晰、资源整合高效、响应迅速。在具体的运营管理上，项目构建了多层次的堆存网络：一方面充分利用集团内部高速公路沿线的土地资源（如安丰营、小团山等），将其打造为临时周转堆存加温中心；另一方面，深度整合兆华、铁龙等现有合作伙伴的加温配送网点，形成了覆盖全省的下游服务网络。此外，项目还创新性地推行“以箱代库”模式，在港口库容紧张时，直接利用

集装箱作为临时仓储单元，有效缓解了入库压力^[4]。在技术层面，通过“交物通”平台，集成GPS轨迹、温控数

据、智慧物流锁信息，实现了对集装箱的全流程、可视化动态监控。如图1所示

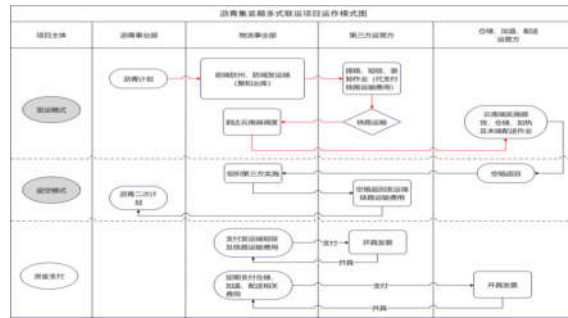


图1：运作模式图

3.4 关键运营策略

在加热管理上，严格规定将沥青加热至135℃后暂停并闷箱一段时间，以确保沥青充分熟化，防止因过热或低温导致的品质下降和粘壁损耗。在计划调度上，通过精准的需求预测和区域内整体规划，力求实现集装箱在钦州港、防城港及云南省内各点位之间的高效循环，最大化提升周转率。在成本控制上，制定了详细的计划以减少超期堆存、滞期费等不必要的开支，并针对钦州港、防城港仓储的潜在超期费用，提前规划了中转堆存方案。这些策略共同构成了项目高效、低成本运营的坚实基础。

4 财务效益与风险分析

4.1 成本效益分析

初期固定资产投资为360万元（用于自购30柜），年度运营成本合计约为145.76万元。通过对三种主流运输方案的详细成本对比——铁龙运输、自持箱运输、槽罐车+仓储模式——结果显示，自持集装箱运输模式优势显著：相较于铁龙运输，年节省成本约105.86万元；相较于槽罐车模式，年节省更是高达361.71万元。尤为关键的是，该模式完全避免了因计划外因素产生的高额滞期费用，这在成本控制方面构成了决定性优势。

4.2 动态盈亏平衡分析

财务分析表明，当年周转率达到6次时，项目基本可以保本；当年周转提升至8次时，年净收益可达62.0万元。基于此，项目自购30个集装箱的静态投资回收期约为5.8年。这一分析结果为项目的实施优先级提供了明确指引：短期应优先替代部分高成本的槽罐车运输；中期大力推广“以箱代库”的仓储模式；长期则需引入智能调度系统，进一步提升周转率，以实现更高的投资回报。

4.3 风险识别与管控

面对市场竞争加剧的风险，项目将通过优化网络、打通全链条、投入信息化研发来打造差异化优势。针对资产闲置风险，则通过拓展外部市场、维护内部基本盘、结

合冬储窗口期“以箱代库”以及拓展沥青延伸品加工等多渠道化解。对于计划调度偏差、末端资源垄断、季节性波动等运营风险，项目通过强化沟通机制、签订固定单价协议、建立应急准备金等方式加以控制。特别值得注意的是，项目还前瞻性地识别了专利侵权风险，要求在采购环节严格核查供应商的专利授权文件，并在合同中设置免责条款，确保了业务的合法合规性。

5 结语

本研究通过对本公司“沥青集装箱海铁公多式联运项目”的深入分析，系统论证了基于公铁联运的路径优化方案在沥青供应链中的显著优势。该方案依托标准化装备、一体化运营、智能化管理与网络化布局，成功打造了一条高效、低成本、零损耗的绿色物流通道，不仅为企业年均节省超百万元成本，还显著提升了其产业链核心竞争力与品牌价值。未来，随着项目成熟，其模式有望复制至其他大宗液体化工品运输领域，助力我国现代物流体系高质量发展。为进一步深化成效，可从三方面推进：一是将“一箱到底”模式前移至上游炼厂装货环节，压缩中间流程；二是拓展大数据与AI算法在需求预测、路径规划及动态调度中的应用；三是构建开放共享的区域多式联运生态圈，吸引更多上下游企业共建共赢的沥青物流平台。

参考文献

[1]尉伟.集装箱多式联运路径优化研究[J].时代汽车, 2025,(10):192-194.
 [2]农婷.多式联运网络下集装箱运输路径优化规划方法[J].中国储运,2025,(05):122-123.
 [3]何维,何世伟,迟居尚,等.集装箱多式联运全程运输路径与接驳集卡调度协同优化[J].控制与决策,2025,40(07): 2175-2184.
 [4]陈芊,谢美全,魏伟.集装箱多式联运利益分配优化:基于纳什均衡视角[J].物流技术,2024,43(11):151-160.