

长江沿线矿产型港口城市矿运疏解工程方案研究

胡志勇

武汉综合交通研究院有限公司 湖北 武汉 430000

摘要: 基于统一大市场, 畅通大物流的经济社会发展现状, 我国长江沿线矿产型港口城市存在着物流资源供需不平衡、矿运疏解成本高、生态环境破坏大等影响发展的环节, “如何减少生态破坏”、“如何兼顾货运效率和降低成本”成为亟待解决的问题。

为了让矿运市场大物流更通畅, 让矿产型港口城市经济发展更协调, 让长江沿线港口城市生态更美好, 有必要妥善解决好长江沿线矿产型港口城市长江大航道大物流疏通流转问题, 尽快打通交通脉络和物流堵点。研究中首次提出“新型生态廊水联运、绿色交融廊道工程、全生命周期综合成本”三个全新概念来进行问题解决阐述和论证, 并通过长江沿线某矿产型港口城市进行案例分析。本论文采取全新矿运疏解工程方案, 为长江沿线矿产型港口城市提供了环保、高效、低成本的矿产资源物流疏解方案, 结合实际案例分析, 为我国同类型城市矿产资源物流运输疏解提供借鉴。

关键词: 新型生态廊水联运; 绿色交融廊道; 全生命周期综合成本

引言: 我国地大物博, 矿产资源丰富, 尤其是长江沿线矿产资源, 其保有储量占全国储量50%以上的有约30种, 矿产型港口型城市主要分布长江沿线贵州、四川、湖北、江西、安徽、江苏、浙江等省份大中小城市。我国长江沿线矿产资源开采量和运输量大, 如何在长江大保护、统一大市场、加快基础设施的社会经济发展形势下, 建立良好的矿产物流运转机制、规划建设统一协调的交通物流工程对长江沿线矿产型港口城市畅通矿运物流至关重要。

1 目前存在的主要问题

长江沿线矿产型城市资源丰富, 矿石量大, 尤其是大宗散货、件杂货等矿产需要快速运往需求地, 实现矿产资源高效开采利用。目前城市物流运输环节受交通运输方式本身特征、当地交通物流环节、现有资源等约束, 笔者认为长江沿线矿产型城市物流运输主要存在以下3个影响矿产运输发展的环节:

(1) 物流资源供需不平衡。城市矿产大量快速开发, 对外矿石运输量较大, 极易造成交通物流资源供需不平衡。根据有关资料, 长江沿线矿产资源保有储量占全国储量50%以上的有约30种, 其中钛、钒、汞、磷等矿产储量占全国的80%—90%以上; 铜、钨、锰、锑、铋等矿产储量占全国的50%以上; 铁、铅、锌、钼、金、银等矿产量占全国的30%以上, 货运量极大, 但物流运输供给侧相对不足, 供需不平衡;

(2) 建设成本建设费用和运输成本高。交通物流载体的建设成本一直是投资建设关注的核心, 建设成本过高带来的是运输成本过高, 导致矿石成本加大, 销售价格随之升高, 市场竞争力相比减弱, 不利于矿产资源在市场上正常流通;

(3) 交通物流运输对长江沿线城市生态环境破坏较大。比如公路运输汽车尾气、转运过程中的扬尘等污染大气的颗粒, 严重影响长江沿线城市生态环境。

针对以上大宗散件矿石、石制品货运疏解的三大影响, 长江沿线矿产资源型港口城市的交通物流运输体系中存在两大亟待解决的问题:

(1) 在建立疏解交通和交通运行时, 如何减少对长江经济带港口城市生态环境的破坏?

(2) 选择何种交通运输方式, 既能提高运输效率, 又能降低矿石运输成本? 尤其是对于大宗矿石件杂货, 如何选择较好的交通运输工具, 才能既节省工程造价, 又大大节省运输成本?

2 对外交通运输方式优选分析

考虑航空运输费用高, 矿石对外交通一般采用公路运输、铁路运输、水运三种方式为主。

根据国内相关资料, 笔者经数据统计和对比分析, 公路货运、铁路货运、水运货运三种对外交通方式优缺点主要有: 从货运速度来看, 铁路运输速度一般为90km/h, 大于公路运输和水运运输, 三种货运平均时速; 从货运运输量来看, 轮船货运量一般为5000t/艘, 大于铁路和公路; 从运输成本来看, 水运平均运输成本0.03元/t·km, 小于铁路和公路, 详见图1、图2。

通讯作者: 胡志勇, 男, 汉族, 浙江杭州人, 硕士研究生, 高级工程师, 交通运输研究、路桥工程、工程开发与投资等。E-mail: 390496593@qq.com

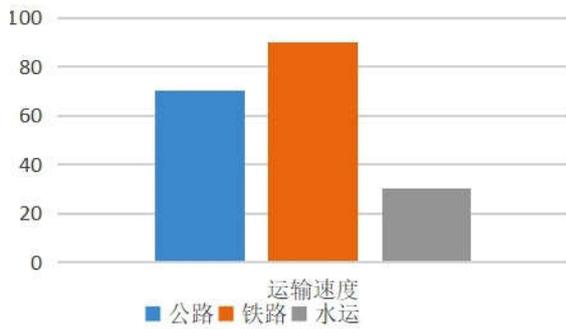


图1 平均时速统计图

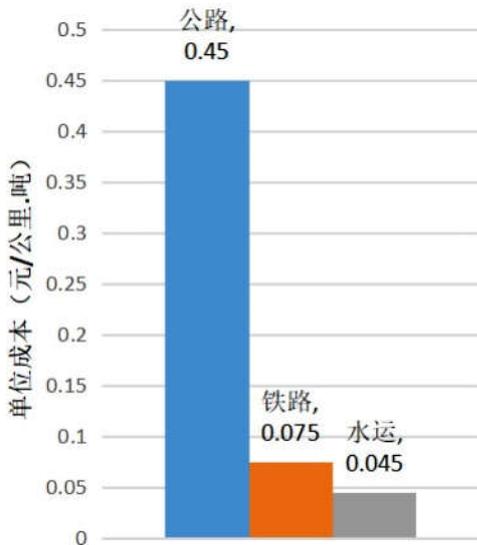


图2 平均货运量和单位运输成本统计图

除上图外，从建设投资成本角度三者相比：铁路>公路>水运，从生态环境保护角度来看，水运最环保，铁路略高于公路，但水路货运运输受河流分布、通航条件、港口码头等限制和影响。

综合考虑上述三种运输方式的特点，结合矿产型港口城市靠近长江的区位优势，水路运输可以运输大运量的矿石，且运输费用相对铁路、公路较低，优先考虑水运交通，采用水运为主，多种运输并行的对外综合交通运输方式。

3 矿产物流疏解影响因素和问题解决措施

3.1 矿产物流疏解影响因素

城市内部如何将矿石由矿山开采、加工后快速高效的运往城市港口码头是矿石物流疏解的核心问题，在研究城市内部矿石疏解方案过程中，主要考虑矿石运输效率、生态型运输、全生命周期综合成本，生态环境保护尤其重要。

矿石运输效率指在矿石运输过程中，相同时间内运输量的大小。不同运输方式运输效率不同，在面对大流量矿石，运输效率要求相对较高。

生态型运输指长江沿线矿产资源型城市在提高运输效率的同时尤其要注重选用生态保护好的运输方式，减

少运输过程中尾气排放、扬尘暴露等污染大气的物质，始终坚持“生态优先、绿色发展”的理念，尽量减少对长江沿线生态破坏^[1]。

全生命周期综合成本是在交通运输工具选用时，不单单考虑运输工具的建设成本，还要考虑它的运营成本，综合建设成本和运营成本在全生命周期中进行考量选取。

3.2 新型廊水联运解决措施

目前水运联运方式主要有公路-水路联运、铁路-水路联运，也有少量管道运输方式。结合国内某航务工程局最新工程实践，矿产陆水联运、生态物流要求，笔者根据长三角及长江沿线地区矿产码头现状，提出加快长江沿线地区码头建设和陆水联运建设^[2]，建议采用生态型廊道运输+水路运输联运方式，简称“新型生态廊水联运”。交通物流运输工程中采用新型生态廊水联运进行矿石等运输的工程即新型廊水联运工程。

新型生态廊水联运工程是指在长江经济带沿线矿产资源型城市矿产运输，对外货运出行主要采用水运交通为主的综合交通运输方式，陆水联运主要采用新型生态廊道直接将矿石或石制品从开采区、加工厂运往码头的工程，该新型生态廊水联运工程中的廊道采用全封闭自动传送带管道，同时在管道外环增加藤条绿色植物环绕，增设自动喷水管，以补充植物水分，减少扬尘，加强长江水运干线环境监测^[3]，保护长江经济带沿线生态环境。

3.3 新型生态廊水联运工程优点

新型生态廊水联运工程的优点主要有以下三个方面：

运输效率高：可满足货运运输需求量1000-8000万吨/年。

运输过程更加生态环保：采用绿色交融廊道技术，为防治在装卸、输送及储存过程中所产生的粉尘污染，本工程采用喷雾、封闭、绿化等措施相结合的综合治理^[4]。在廊道工程中，增加绿色生态元素，采取全封闭、自动喷雾水管、环形密封藤条植物三种工程技术手段，建立封闭运输、绿色植物覆盖、水雾自动喷洒的系统生态工程体系，为建立生态环保廊水联运提供很好保障，为长江大保护政策落实，详见图3。



图3 新型廊水联运管廊示意图

全生命周期综合成本低：以往考虑工程项目成本时，往往从建设成本考虑，而忽视后续运营成本考量。新型生态廊水联运工程中的绿色交融廊道建设成本与铁路、公路相比相差不大，但运营成本相对低很多，综合全生命周期来看，新型生态廊水联运成本最低。

4 工程案例分

长江经济带某矿产资源型城市现状公路、铁路基本完善，规划年2030年城市港口矿石出口量为5205万t，港口进出口量很大，两矿区点占比0.91，矿石出口量为4735万t，因此本项目交通疏解方案主要考虑两个矿区点往城市港口方向交通疏解方案。根据物流需求分析，城市黄砂主要由内河水道通往长江航道出行和公路出行，且规划年2030其他货物规划年出口货运量分别为187吨，相比矿石量很小。考虑城市内矿区点矿石运输方式，通过对城市内河及其主要支流分布及河道运输条件，主要公路、铁路等陆上运输现状分析^[5]，以“运力资源透明、运输全程服务、三方协调联动、有序高效互利”为原则，科学优化运输组织，以确保疏港矿石运输^[6]。

本案例提出以下四种方案进行比选分析石材铁路专用线&长江航道、新型生态廊水联运（新型生态皮带式廊道&长江航道）、国道&河道运输&长江航道、公路运输（一级公路双6）&长江航道。

方案一：石材铁路专用线&长江航道

石材铁路专用线全长26km，贯串两个矿石厂，规划标准为电气化铁路（双线）；50对/d，3000t/对；红线宽度30m。起点位于远矿区点，终点位于码头。

从长江生态环境保护角度来看，沿线均为农田用地，按30m宽核算，占用农田1350亩。从经济、社会效益分析，两个矿点石材年产量5205万吨，实现年税收约8.3亿元，带动直接就业预计超百万人次/年。从运量分析核算，2030年石材铁路专用线最大运量为5000万t/年，石材铁路专线货运运输需求量4735万吨/年，可满足年石材交通运输。

石材铁路专用线采用电气化双线铁路，工程费用约4000万/km，工程费用10.4亿。其运输成本计算如下：根据国内铁路货物运价计算规则，货运铁路运输费用为 $7*4735+0.0319*26*4735=3.7$ 亿/年：

$$T_p = \sum (J_{dj(i)} * M_{(i)} + J_{yj(i)} * M_{(i)} * L_{(i)})$$

其中：

T_p ：货运年总价格；

J_{dj} ：发到基价，国内矿产运输均价为7元/吨，不同矿产单价略有差异；

J_{yj} ：运行基价，国内矿产运输均价为0.0319元/吨·公里，不同矿产价格略有差异；

M ：矿产年运输吨数；

L ：运输公里里程数；

i ：不同种类的矿产（ $i=1,2,3,4,5,6,\dots,n$ ，）

方案二：新型生态廊水联运（新型生态廊道+长江航道）。

新型生态廊道长度为25.3km，贯串两个矿石厂，起点位于远矿区点，终点位于港口码头，路线走向同石材铁路专线方案。整个廊道分两标段，贯串两个矿石厂，起点位于远矿区点，终点位于港口码头，路线走向同石材铁路专线方案，整个廊道分两标段实施。标段一长度13.3km；标段二长度17.5km；最大原料尺寸：1200mm，最佳进料级配：0-1000mm；工作时间：每天运转16h，每年280工作日。

（1）长江生态环境保护：考虑新型生态皮带式廊道采取支架式，工程只有支架式基础，基本不占用基本农田；采用新型生态廊道，采取全封闭廊道、自动喷雾水管、环形密封藤条植物，所以该方案可以更好保护长江沿线区域生态环境^[7]。

（2）经济、社会效益：两个矿点石材年产量5205万吨，实现年税收约8.3亿元，带动直接就业预计超百万人次/年。

（3）运量分析：2035年皮带廊道标段一规划最大运量为4300万t/年，满足标段一4208万吨矿石运量；标段二规划最大运量为4800万吨，满足货运运输需求量4735万吨/年，可满足年石材交通运输。

（4）工程造价：该方案总长度为25.3km，工程费用合计15.62亿。其中近矿区点至远矿区点距离为8.5km，工程单价按5735万/km，工程费为4.87亿元，满足4208万t矿石运量。近矿区点至远矿区点距离为16.8km，工程单价按6400万/km，工程费为10.75亿元，满足4735万t矿石运量。

（5）运输成本：根据相关市场调查，皮带式廊道石料运输成本单价为0.12-0.15元/吨*km，合计 $0.135*8.5*4208+0.135*4735*16.8=1.56$ 亿/年

方案三：某国道&河道运输&长江航道

该方案包含某国道拓宽段和内河河道改造拓宽段，全长70km，其中某国道扩宽工程长度为27.5km，内河河道改造工程为42.5km，其中二级航道18km，三级航道24.5km。公路为某国道扩宽工程长度为27.5km，一级公路，双向6车道。内河河道拓宽工程全长为42.5km，二级&三级航道。

从长江生态环境保护来看，沿线均为农田用地，占

用农田618亩，其中某国道拓宽占用农田99亩，河道拓宽占用农田519亩；从运量分析核算，石材年运输量为4735万吨/年，30t货车折算成小客车，日单向平均交通量为7891辆，日双向平均交通量为15782辆，约占《公路工程技术标准》道路适应小客车的年平均日交通量25000-55000辆^[7]的41%，经核算，某国道按一级公路拓宽后可满足年石材运输需求量4735万吨/年。内河运量根据《区域河航道规划》规划和核算，2030年内河年货运航运量为1240万吨，不满足货运运输新增需求量4735万吨/年。

从工程造价计算来看，该方案总工程费用8.34亿。其中某国道拓宽工程费27.5km，费用3.3亿。航道建设工程长度42.5km，2级航道整治18km，工程费用为5400万；3级航道22.7km，工程费用为4.5亿，合计航道建设工程费5.04亿；运输成本根据相关市场调查和核算每年需3.05亿；两个矿点石材年产量5205万吨，实现年税收约8.3亿元，带动直接就业预计超百万人次/年，项目经济、社会效益加好，且该方案带动该城市矿石产业发展，同时河道可引水对两岸农田进行灌溉，且可水利发电，社会效益较显著。

方案四：公路运输（一级公路双6）&长江航道

该方案公路运输全长30.8km，贯串两个矿石厂，起点位于远矿区点，终点位于港口码头，沿线经过远矿区点、沿线村镇、港口码头。公路规划标准为一级公路，

红线宽度21m，双向6车道，设计时速60km/h。

从长江生态环境保护角度看，沿线均为农田用地，按35m宽核算，占用农田1653亩，减少绿色植被，且汽车尾气排放和扬尘较多，对长江生态环境破坏较大；从运量分析来看，石材年运输量为4735万吨/年，30t货车折算成小客车，日单向平均交通量为7891辆，日双向平均交通量为15782辆，约占《公路工程技术标准》规范年平均日交通量25000-55000辆的41%，其余社会车辆占比59%以内，经核算，该国道可满足年石材运输需求量4735万吨/年；

从工程造价分析，一级公路（双向6车道）工程费用10.71亿，其中14.6km由双向2车道拓宽改造成双向6车道，改造费用4.23亿；16.2km新建一级公路需6.48亿。从运输成本核算，根据相关市场调查，公路货车运输单价为0.4-0.5元/吨·公里，合计0.45*14.6*4208+0.45*4735*16.8=6.35亿/年。从经济、社会效益来分析，两个矿点石材年产量5205万吨，实现年税收约8.3亿元，带动直接就业预计超百万人次/年。两矿点带动该城市矿石产业发展，社会效益较显著。一级公路带动该城市矿石产业发展，同时为城市产业工人交通出行提供便捷，社会效益较显著；

经过以上分析，上述各方案优缺点、各方案适用条件详见表1：

表1 某城市矿运疏解方案优缺点对比表

方案	方案一	方案二（推荐方案）	方案三	方案四	
长江生态保护	占用农田（亩）	1350	支架式，不占用农田	618；河道可改善水质	1653；尾气扬尘大
	评价	不好	好	较好	不好
经济、社会效益	年税收（亿）	8.3	8.3	8.3	8.3
	带动就业（万人/年）	350	350	350	350
	评价	好	好	好	好
运量分析	最大运量（万吨/年）	5000	一标段：4300 二标段：4800	国道：4800 水运：1240	4800
	运量需求（万吨/年）	4735	一标段：4208 二标段：4735	国道：4735 水运：4735	4735
	满足	满足	满足	水运不满足	满足
工程造价（亿）	10.4	10.75	8.34	10.71	
运输成本（亿/年）	3.7	1.56	3.05	6.35	

根据以上相关建设成本和运输成本计算数据，方案二新型生态廊水联运的全生命周期（含10年运营期）综合运营成本为31.21亿元，比方案一，方案三，方案四分别节省16.19亿，7.63亿，43亿。详见图4。

国内某航务工程局已建新型生态廊道工程案例简介，详见图5、图6：

新型生态廊道技术总体工艺参数：（1）年输送能力：1000-8000万吨/年；工作班制：每年工作330天，两班制，每天工作18小时；（2）分为2~3段输送机，中间设1~2座转运站一般架空处按6米；（3）一般跨度18~25m，跨铁路及高速公路处需专项设计。

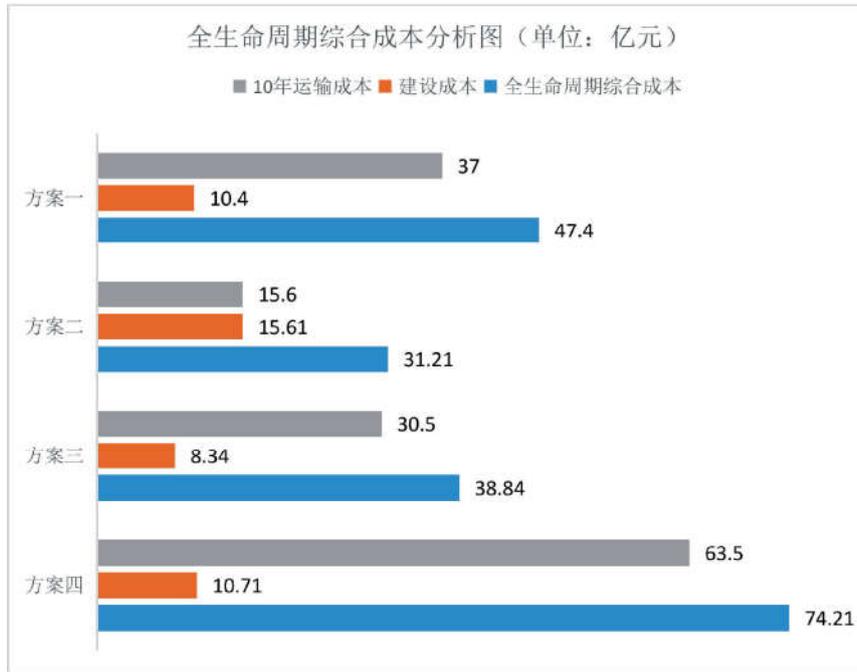


图4 全生命周期工程成本分析图



图5 国内某航务工程局新型生态廊道工程



图6 国内某航务工程局新型生态廊道工程案例

5 结论

在充分论证分析基础, 结合自然条件, 并考虑环境因素, 全生命周期综合成本, 优先选用“新型生态廊道+长江航运”方案。“新型生态廊道+长江航运”方案全生命周期综合成本最低, 很好保护长江生态环境, 运量大, 该方案适用于长江沿线长江大航道资源型港口城市固体矿产资源运输, 也适用于沿海港口型资源城市同类矿产运输。

参考文献

- [1]王勛, 黄伟, 陆纪腾, 荆江河段航道整治工程生态保护措施及效果, 中国港湾建设, 40 (2020.1): (17-20) .
- [2]董婧, 《加快长三角及长江沿线地区铁矿石码头建设》, 水运管理, 10 (2010.9): (27-28,42) .
- [3]王勛, 长江水运干线环境监测网的探讨, 中国港湾建设, 40 (2020-4) .
- [4]闫伟, 散货码头和堆场环保综合技术应用, 中国港湾建设, 39 (2019-6) .
- [5]李亚东、尹卫东, 优化港口直达运输组织 确保疏港矿石运输, 铁道货运, 21 (2009-6) .
- [6]黄江波, 高速公路景观生态综合体系研究, 武汉, 华中科技大学, 2007.
- [7]JTG B01-2014, 公路工程技术标准[S].