



# 东北东部地区进口铁矿石海铁联运系统优化

尹慧慧, 赵有明

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

**摘要:** 东北东部铁路贯通后, 东北老工业基地的铁矿石原材料海铁联运系统优化成为辽宁沿海各港关注的焦点。基于大量的港口、钢企、铁路数据信息, 总结分析东北地区进口铁矿石海铁联运系统的现状及存在的主要问题。采用运输成本、服务水平、能耗等多目标线性规划, 构建东北东部铁路贯通后东北东部地区进口铁矿石海铁联运系统的数学模型, 系统提出海铁联运优化方案 and 对策。

**关键词:** 进口铁矿石; 运输系统; 东北东部铁路

中图分类号: U 69

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)06-0031-06

## Optimization of imported iron ore integrated transport system in northeast China

YIN Hui-hui, ZHAO You-ming

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

**Abstract:** After Northeast Eastern Railway's connecting, how to optimize the original sea-train transport structure of the imported iron ore in the northeast region has become the focus of each port across Liaoning coastal. The article analyses the profiles of the importing iron ore integrated transport system, and summarizes the existing problems of its railway transport system development. The optimal transport program is computed through the multi-objective linear programming mode, such as the transportation cost, service level, energy consumption, etc. It poses the low-cost transportation solutions of the iron ore imports transport system, and researches the countermeasures of optimizing the transport system construction in the east of northeast China.

**Keywords:** imported iron ore; transport system; eastern railway of northeast China

东北老工业基地传统工业基础雄厚, 钢铁工业居支柱性地位, 形成了以鞍钢为主, 包括本钢、抚钢、通钢、鸡钢、凌钢和吉林、锦州铁合金厂等在内的黑色冶金工业体系, 钢铁产量占全国产量的 1/9 ~ 1/10。随着钢铁产业的升级调整, 我国经济社会发展的基本面仍将呈现长期向好的趋势, 东北地区钢铁产量在一定时期内基本保持平稳, 未来还将稳步增长。然而, 其铁矿石原材料对外依存度较高, 其海铁联运系统的建设和优化是东北钢铁工业血液输送的关键问题。

### 1 东北东部地区进口铁矿石海铁联运系统现状及存在的问题

东北地区是我国老工业基地之一, 钢铁产业规模大, 铁矿石能源的产运销呈现规模化、多元化等特点。2013年, 东北地区粗钢产量已达 8 358 万 t, 其铁精矿的需求量约 13 373 万 t。2013年, 东北三省自产矿产量为 18 240 万 t, 但由于自产矿品位多为 30% 左右, 除了使用鞍-本矿区的自产矿外, 还需要从澳大利亚、巴西等地进口高品位的外贸铁矿石。从辽宁沿海港口进口铁矿石吞吐量为 4 458 万 t, 比上年下降 15.6%。外贸进口铁矿

收稿日期: 2014-10-17

作者简介: 尹慧慧 (1980—), 女, 高级经济师, 从事水运相关的港口经济、产业经济、物流等研究工作。

石依存度达 44.7%，且从外贸进口铁矿石吞吐量 增长趋势讲，进口依存度处于上升趋势（表 1）。

表 1 2013 年东北地区主要钢厂钢铁产量及铁精矿使用情况

万 t

钢铁企业	粗钢产量	所需铁精矿总量			经港口运进外矿					
		总计	外矿	自有矿	地矿	合计	鲅鱼圈	大连	丹东	葫芦岛
鞍钢	2 373	3 800	1 800	1 500	500	1 800	1 300	500	100	
本钢	1 940	3 100	1 800	1 000	300	1 800	600	700	500	
通钢	417	670	100	300	270	100	100			
新抚钢	321	520	220		300	220	220			
凌钢	521	840	720		120	720	400	240		80
鸡西	100	160	130		30	130		130		
四平现代	103	170	20		150	20	20			
磐石明城	100	160	40		120	40	40			
双鸭山建龙	200	320	190		130	30	30			
合计	6 075	9 740	5 020	2 800	1 920	4 860	2 710	1 570	600	80

注：双鸭山建龙陆路进口铁矿 160 万 t。

经过多年发展，东北地区进口铁矿石已基本形成了由大连港、营口港及哈大铁路等构成的海铁联运系统<sup>[1-2]</sup>。从外贸铁矿石港口格局看，辽宁沿海港口已基本形成了以大连港、营口港为主，丹东港、锦州港为辅的接卸外贸铁矿石的港口格局。除了大连港、营口港拥有 3 个 20 万吨级以上矿石专用泊位外，丹东港在建 1 个 20 万吨级矿石专业化泊位即将投产，其余港口均采用 5 万、7 万吨级通用泊位接卸铁矿石。总体上，港口泊位专业化程度逐步加强，泊位能力适应性局部过高（营口港泊位能力紧张）。从铁路运输铁矿石的架构看，东北地区现已形成以哈大线为主干线，通过“三纵四横”的铁路网向腹地钢企输送外贸进口铁矿石。东北东部地区典型钢企的运输通道见图 1。根据相关铁路网规划，东北东部铁路拟把东北东部的 11 个地级市和 1 个州紧密连接起来，全线既有铁路 1 372 km，新建铁路 420 km，线路标准为国铁 I 级，部分区间双线电气化。该铁路通道将新建庄河—前阳、灌水—新通化、白河—和龙 3 段铁路以及 3 条联络线，通道贯通后，将形成一条并行于哈大铁路的纵贯东北三省东部地区的铁路交通大动脉。东北东部铁路的建设，将深入东北经济区东部经济腹地，打破进口铁矿石依靠单一铁路干线运输的格局，成为沿辽东半岛东海岸及中朝、中俄边境的南北走向的铁路干线。

东北东部铁路大动脉融入东北地区进口铁矿

石海铁联运系统，将给海铁联运系统提出优化建设的诸多问题。

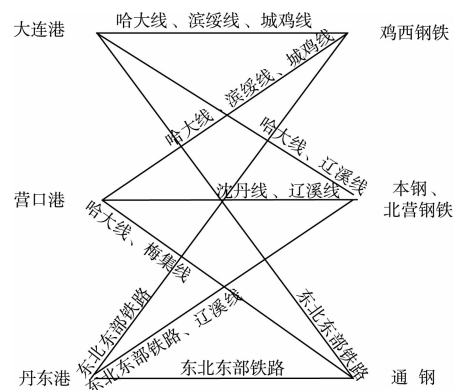


图 1 港口经哈大线铁路至典型矿石消费企业的路径

1) 运输需求增长带来港口、铁路的生产压力增大。

根据东北东部地区主要冶金企业的生产纲领和未来发展规划，预计 2017 年北营、本钢、通钢、鸡西钢铁的进口铁矿石需求量分别为 1 050 万、1 100 万、580 万、170 万 t，共计 2 900 万 t，比 2013 年增长 870 万 t（表 2）。

表 2 东北东部钢铁企业铁矿石需求量预测 万 t

企业	生铁产量	铁矿石需求量预测	其中:自有矿、地产矿	其中:进口铁矿石
本溪钢厂	1 360	2 300	1 200	1 100
本钢集团北营钢铁公司	800	1 350	300	1 050
通化钢铁集团	700	1 180	600	580
鸡西北方制钢公司	120	200	30	170
合计	2 980	5 030	1 930	2 900

对于现有港口和运输铁路而言, 新增 870 万 t 的铁矿石通过量, 加重了东北东部海铁联运系统的负荷。结合东北钢铁企业的布局, 哈大线铁路成为进口铁矿石供给鞍钢、鸡西钢铁、抚顺新钢铁、通钢、西林钢铁、东北特钢、营口中板和凌钢等企业的铁路生命线, 由于哈大线双线电气化改造以及哈大铁路客运专线的建设, 将提升铁路运能达到亿吨以上, 从通过能力上不存在压力, 但同时哈大铁路也是东北地区电煤、粮食、石油、化肥等物资供应的生命线, 尤其是煤炭运量约占我国铁路总货运量的 40% 以上, 仅依托一条哈大铁路干线的发展格局将难以保障东北地区生产、生活的健康、可持续发展, 因此, 完善东北地区进口铁矿石铁路运输网络成为有待优化的问题。另外, 在为东北东部冶金企业提供海铁中转服务中, 辽宁沿海港口——丹东港新建 1 个 20 万吨级矿石专用泊位将发挥怎样的作用需要进一步明确。

2) 开辟东北东部通道带来新的系统优化问题。

预计 2014 年东北东部铁路通道全面贯通, 具有 2 000 万 t 货运能力的南北新通道, 将成为东北地区哈大干线的重要补充。尤其是本钢、北营钢铁、通钢、鸡西钢铁经东北东部铁路至丹东港的铁路运输距离缩短 5 ~ 306 km, 通钢至大连港的铁路运输距离缩短 113 km, 钢铁企业面临如何选择既经济又安全的海铁联运线路。以新贯通铁路南北干线——东北东部铁路为契机, 优化进口铁矿石海铁联运系统, 拉动港口、铁路全方位改善系统环境, 成为当前有待解决的问题。

## 2 海铁联运系统分析

### 2.1 海铁联运系统描述

完整的外贸进口铁矿石海铁联运系统包括陆上运输(矿山—装船港)→装船港→远洋运输→一次接卸港→(水上二程运输→二次接卸港→)内陆疏运(接卸港—钢厂)等环节构成的运输网络, 由于外贸进口铁矿石从矿山到装船港的陆上运输和装船港 2 个环节发生在国外, 不会对运输

线路比选产生影响, 因此, 本研究的范围是从远洋运输至钢厂的路径中远洋运输、接卸港和内陆疏运 3 大环节, 包含多个海运(供给)起始点、多个(需求)终到点、可经由的港口节点和铁路线路。

与固有运输系统不同的是, 新增一条铁路线路的情况下, 各条运输线路的运输结构将发生变化。系统要素需要满足:

1) 系统中起始点的货运总量要满足终到点的货运需求;

2) 各线路货运量不能超过港口节点、铁路线路的通过能力限制, 尤其是新增铁路线路要适当留有客运或其他货物运输的空间, 即要适当考虑系统外对港口节点、铁路线路能力的需求;

3) 海运起始点至港口节点的货运船型不超过港口的靠泊吨级。

### 2.2 进口铁矿石海铁联运系统目标分析

优化海铁联运系统的目标就是要在满足一定的服务水平前提下, 尽可能降低运输过程中的物流成本, 降低能耗。因此, 进口铁矿石海铁联运系统的目标为物流成本、服务水平和低碳运输目标<sup>[3]</sup>。

1) 物流成本。

单位运输成本是衡量运输线路经济性的最直观的物流成本指标<sup>[4-5]</sup>, 包含不同航线的航运费用, 港口节点装卸、堆存、港口设施保安费、倒载等港口费用, 以及铁路运费。

2) 运输服务水平。

取决于网络饱和度和铁路货运结构特征。所谓网络饱和度就是运输系统的能力及适应需求的程度, 也代表了运输系统的拥挤程度。对于铁路, 线路越长, 运输货种结构越复杂、货运量越大, 网络饱和度越高, 服务水平越低, 因此, 服务水平近似与线路运输距离成反比关系。

3) 运输系统单位能耗。

该指标是各种运输方式节能、低碳、环保的衡量指标之一。低碳运输要考虑运输车辆、船舶消耗的燃料、船用柴油等, 而能源消耗与运输

装备的工作耗时成正比，因此要实现全系统的节源降耗，除采用节能减排的先进运输装备和工艺技术外，努力缩短海铁联运系统的总运输距离、减少运输时间是节能降耗的重要措施之一，即低碳运输的重要指标——能源消耗量与线路运输距离成正比关系。

### 3 建模与求解

为方便研究，本文模型给出如下假设条件：

- 1) 假设共有  $I$  个供给起始点 ( $i = 1, 2, \dots, I$ )， $J$  个铁矿石需求终到点 ( $j = 1, 2, \dots, J$ )， $K$  个港口中转点 ( $k = 1, 2, \dots, K$ )， $L$  陆路运输的路径 ( $l = 1, 2, \dots, L$ )；
- 2) 既有线路和新线路；
- 2) 采用铁路方式运输铁矿石时，不存在其他货类等运输干扰；
- 3) 本文考虑运输系统中的海铁联运，因而公路短途运输矿石的方式可忽略；
- 4) 相邻两节点之间只能选择一种运输方式；
- 5) 海运运力和支线铁路的运能没有限制，视为能够满足货运量需要。

为建模需要，拟设定以下模型参数：

- $Z$ ——进口铁矿石海铁联运系统的优化目标；
- $X_{ijk}$ ——起运港  $A_i$  经过接卸港  $D_k$  到钢厂目的地  $B_j$  的运量，( $i = 1, 2, 3, 4, j = 1, 2, k = 1, 2, 3$ )
- $A_i$ ——供应地  $i$  对铁矿石的最大供应量；
- $B_j$ ——钢厂  $j$  对铁矿石的需求量；
- $D_k$ ——中转点  $k$  为本模型中所有钢厂提供的最大中转通过能力；
- $R_l$ ——陆路运输路径  $l$  的最大货运能力；
- $E$ ——铁矿石的单位运输费用；
- $h$ ——单位港口费用（包含装卸费、堆存费、港口设施保安费、倒载费等）；
- $C$ ——铁矿石的单位运输成本；
- $F_{ijk}$ ——从供应地  $i$  经过国内港口中转点  $k$  到达钢厂用户  $j$  的服务水平；
- $F_{ijk}$  与  $S_{ijk}$  成反比关系，即  $F_{ijk} = \frac{f}{S_{ijk}} = \frac{f}{cC_{ijk}}$ ， $f$  为常数，设  $\frac{f}{c} = \varepsilon$ ，则  $F_{ijk} = \frac{\varepsilon}{C_{ijk}}$ ， $\varepsilon$  为常数；

$V_{ijk}$ ——从供应地  $i$  经过国内港口中转点  $k$  到达钢厂用户  $j$  的能耗；

$v$ ——单位距离能耗，为常数；

$V_{ijk}$  与  $S_{ijk}$  成正比关系，即  $V_{ijk} = v S_{ijk} = vcC_{ijk}$ ，设  $vc = \lambda$ ，则  $V_{ijk} = \lambda C_{ijk}$ ， $\lambda$  为常数。

#### 3.1 建模

$$\text{目标函数: } Z = \min \left( \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K E_{ik} X_{ik} + \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K E_{jk} X_{jk} + \sum_{k=1}^K h X_{ijk} \right) + \min \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{1}{F_{ijk}} + \min \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K V_{ijk} \tag{1}$$

$$\text{则 } Z = \min \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K C_{ijk} X_{ijk} + \min \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (\varepsilon + \lambda) C_{ijk}$$

由于  $\min \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (\varepsilon + \lambda) C_{ijk}$  不随模型变量变动，是常数项，因此，将式(1)目标函数调整为

$$Z' = \min \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K C_{ijk} X_{ijk}, \text{ 当 } Z' \text{ 最小时, } Z \text{ 也为最小。}$$

则模型调整为：

$$\text{目标函数: } Z' = \min \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K C_{ijk} X_{ijk} \tag{2}$$

$$\text{S. T. } \sum_{i=1}^I A_i \geq \sum_{j=1}^J B_j \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} \leq A_i \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K X_{ijk} = B_j \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J X_{ijk} \leq D_k \tag{6}$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{jlk} \leq R_l \tag{7}$$

$$X_{ijk} \geq 0 \quad \forall i, j, k \tag{8}$$

#### 3.2 模型求解

对于多目标线性规划的求解，单纯形方法是线性规划最有效的方法之一。经过有限次迭代，或者找到最优基本可行解，或者判断该问题无界。通过模型计算，系统运输总成本最低时，也相应反映了服务水平最高、碳排放量最低，使得多个目标同时达到最优状态。

#### 4 东北东部地区进口铁矿石海铁联运系统实例分析

东北东部铁路新通道的建设, 选取受其影响较大的4家钢铁企业作为运输需求终到点, 将外贸铁矿石主要来源地澳大利亚、巴西、印度、南非这4个国家作为供应起始点<sup>[6]</sup>, 建立从 $A_i$ 到 $B_j$ 的进口铁矿石运量 $OD$ 矩阵(表3)。

表3 东北东部地区进口铁矿石运量 $OD$ 矩阵 万t

$O$	$D$			
	$B_1$ 本钢、北营	$B_2$ 通钢	$B_3$ 鸡西钢铁	小计
A1-澳大利亚	$X_{11k}$	$X_{12k}$	$X_{13k}$	1 595
A2-巴西	$X_{21k}$	$X_{22k}$	$X_{23k}$	1 015
A3-印度	$X_{31k}$	$X_{32k}$	$X_{33k}$	145
A4-南非	$X_{41k}$	$X_{42k}$	$X_{43k}$	145
合计	2 150	580	170	2 900

运输线路选择是决定运输系统优化的重要途径, 要遵从现有运输规律。本研究选择大连港、营口港、丹东港作为进口铁矿石海铁联运一次接卸港, 且主要选择以哈大线、东北东部铁路为主, 沈丹线、辽西线、滨绥线、城鸡线、梅集线为辅的铁路运输网络。卸船港的接卸能力受到泊位吨级、港口设备、堆场、集疏运条件等多方面影响, 大连港、营口港接卸新增进口铁矿石的通过能力上限分别为1 470万t和800万t。丹东港受东北东部铁路通道建设影响最大, 依据岸线水深、风浪等自然条件, 新建20万吨级大型铁矿石接卸泊位的通过能力为2 500万t。考虑铁路运输结构主要集中在煤炭、石油、钢铁、矿石、粮食等基础性战略物资以及旅客运输, 预计东北东部铁路最多有80%的货运能力运输铁矿石。

东北东部铁路的贯通, 将拉近丹东港、大连港与腹地实体企业的距离。经丹东港进口的铁矿石, 本钢(本部、北营公司)铁路运距节省13 km, 通钢运距节约306 km, 鸡西钢铁运距基本相差不大, 仅节省5 km; 经大连港进口的铁矿石, 通钢铁路运距节省113 km, 本钢(本部、北营公司)、鸡西钢铁运距变长。

根据铁路和港口收费相关规定, 测算进口铁矿石港口与铁路运输的单位运输成本 $C_{ijk}$ 取值(表4)。

表4 东北东部进口铁矿石综合运费 $C_{ijk}$ 测算 元/t

单位运输成本	铁路运费	海运费	综合运费
$C_{111}$	47.1	99.2	146.3
$C_{121}$	68.6	99.2	167.8
$C_{131}$	118.4	99.2	217.6
$C_{112}$	30.9	102.8	133.7
$C_{122}$	62.8	102.8	165.6
$C_{132}$	107.3	102.8	210.1
$C_{113}$	24.9	102.8	127.7
$C_{123}$	31.1	102.8	133.9
$C_{133}$	114.9	102.8	217.7
$C_{211}$	47.1	259.4	306.5
$C_{221}$	68.6	259.4	328.0
$C_{231}$	118.4	259.4	377.8
$C_{212}$	30.9	262.7	293.6
$C_{222}$	62.8	262.7	325.5
$C_{232}$	107.3	262.7	370.0
$C_{213}$	24.9	291.1	316.0
$C_{223}$	31.1	291.1	322.2
$C_{233}$	114.9	291.1	406.0
$C_{311}$	47.1	201.3	248.4
$C_{321}$	68.6	201.3	269.9
$C_{331}$	118.4	201.3	319.7
$C_{312}$	30.9	207.9	238.8
$C_{322}$	62.8	207.9	270.7
$C_{332}$	107.3	207.9	315.2
$C_{313}$	24.9	207.9	232.8
$C_{323}$	31.1	207.9	239.0
$C_{333}$	114.9	207.9	322.8
$C_{411}$	47.1	263.6	310.7
$C_{421}$	68.6	263.6	332.2
$C_{431}$	118.4	263.6	382.0
$C_{412}$	30.9	268.2	299.1
$C_{422}$	62.8	268.2	331.0
$C_{432}$	107.3	268.2	375.5
$C_{413}$	24.9	268.2	293.1
$C_{423}$	31.1	268.2	299.3
$C_{433}$	114.9	268.2	383.1

通过单纯形方法在Excel平台上对线性模型进行求解, Excel平台经13次迭代计算, 找到最优基本可行解, 即东北东部地区进口铁矿石海铁联运系统最优的运输方案及总运输成本(表5、6)。

经计算, 当丹东港接卸量为960万t、营口港接卸量为940万t、大连港接卸量为1 000万t, 且东北东部铁路进口铁矿石运量达到960万t时, 东北东部地区进口铁矿石海铁联运系统运输最为合理, 总运费为61.2亿元。

表5 东北东部地区进口铁矿石海铁联运系统的运输优化方案

项目	钢厂	大连港	营口港	丹东港	水运量合计 万 t
2013年 水运量	本钢、北营钢铁	700	600	500	1 800
	通钢	0	100	0	100
	鸡西钢铁	130	0	0	130
	小计	830	700	500	2 030
运输系统 最优解	本钢、北营钢铁	1 000	770	380	2 150
	通钢	0	0	580	580
	鸡西钢铁	0	170	0	170
	小计	1 000	940	960	2 900
最优解结果比 2012年新增	增量	170	240	460	870

表6 运输系统最低运输成本

名称	初值	终值
最优目标函数	599 235	612 117.5

经过敏感性分析,当东北东部铁路运量在960万t的基础上每增加1个单位,总运费成本将下降5.7元,因此,若东北东部铁路改造扩能,系统中运输费用还将下降。

## 5 结论

1) 辽宁沿海港口铁矿石海铁联运格局调整动向。

经模型测算,进口铁矿石从原来以营口港、大连港为主接卸,转变为大连港、营口港、丹东港这3个接卸港的接卸量均有所上升,分别增长170万、240万、460万t,其中丹东港承担东北东部地区进口铁矿石吞吐量增幅最大。因此,为实现对港口资源、铁路资源的充分利用和整合,东北地区将形成以大连港、营口港、丹东港为主要接卸港,以哈大铁路、东北东部铁路为陆路运输干线的进口铁矿石海铁联运系统。

2) 物流基础设施建设尚待加强。

在港口、铁路等物流基础设施建设方面,丹东港现状仅使用5万吨级散货泊位,接卸能力最大达600万t,并有1个20万吨级铁矿石专用泊位即将投产,接卸能力为2500万t/a。经系统优化后,依托东北东部铁路运输、丹东港铁矿石吞吐量至少达到960万t,为铁路总运力的80%、港口

吞吐能力的38%,港口通过能力可以满足运输需求,而东北东部铁路能力则成为物流基础设施的瓶颈。

为实现钢企降低成本、提升利润空间、多港运输提高原料安全性,以及社会效益的最大化,东北东部铁路应通过改造或扩建,至少增加1540万t铁矿石运能,使铁路尽可能满足进口铁矿石的运输需要。

3) 推进钢企原材料运输通道的多元化。

本钢、北营钢铁、通钢和鸡西钢铁是东北东部地区的大型钢铁企业,尤其是本钢集团,其铁矿石供应安全更是与降低运输成本同等重要的大事。东北东部地区钢厂在通道选择上既要考虑线路短、成本低,又要考虑多个港口多条运输通道的综合利用,从货源供应各个环节降低风险。例如:本钢集团的铁矿石从大连港、营口港、丹东港中转铁矿石,由于东部铁路通道建设,可以适当考虑丹东港的市场份额有所增加;通钢的铁矿石进口需求从2013年的100万t,有望增长到580万t,也应考虑除了从丹东港运输距离缩短外,还应继续使用营口港中转少量矿石。

## 参考文献:

- [1] 于军苓,颜华锬.优化渤海地区进口铁矿石运输网络[J].水运管理,2011(1):26-29.
- [2] 王庆云.综合运输体系的建设与发展[J].交通运输系统工程与信息,2002,2(3):56-60.
- [3] 李艳红,袁振洲,陈静云,等.基于多目标决策的综合运输通道组合运能优化[J].吉林大学学报,2009(11):1480-1485.
- [4] 龚隐春.我国钢铁企业降低进口矿采购物流成本的途径[J].物流经济,2007(5):32-33.
- [5] Lu J, Fu M M, Sha J D. Research of import iron ore logistics system based on the minimum cost theory[J]. Services Systems and Services Management, 2005(1):391-396.
- [6] Beresford A, Pettit S L Y K. Multimodal supply chains: iron ore from Australia to China [J]. Supply Chain Management: An International Journal, 2011(1):32-42.

(本文编辑 郭雪珍)