文章编号：2097-5899(2026)02-0022-06　　中图分类号：U294　　文献标识码：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202412160001
引用格式：韩沛文，赵飞. 东北地区沿海港口铁路集疏运能力分析与提升研究[J]. 铁路物流，2026，44(2)：22-27,43.
HAN Peiwen，ZHAO Fei. Analysis and Enhancement of Railway Collection and Distribution Capacity for Coastal Ports in Northeast China[J]. Railway Logistics，2026，44(2)：22-27,43.

东北地区沿海港口铁路集疏运能力分析与提升研究

韩沛文，赵　飞

(中国铁路设计集团有限公司 交通运输规划研究院，天津　300308)

摘　要：随着东北振兴的不断推动和降低全社会物流成本方案的实施，东北地区沿海港口铁路集疏运比例将持续提升。为识别东北地区主要港口集疏运存在问题，明确铁路服务港口集疏运举措，在梳理大连港、营口港、锦州港、葫芦岛港、盘锦港和丹东港后方通道技术标准及能力利用的基础上，分析研判了六大港口铁路集疏运存在问题，包括疏港铁路及后方通道能力紧张、场站设施相对落后、集疏运体系衔接不畅等，提出推进港口铁路后方通道提升、提升设施服务水平、加强港口铁路衔接3个方面提升措施，为深化铁路服务东北振兴和推进东北地区“公转铁”实施提供参考。

关键词：东北地区；港口铁路；集疏运；技术标准；通过能力；提升措施

0　引言

东北地区沿海分布着众多优良港口，在承担“北粮南运”等大宗物资运输中发挥作用明显。港口集疏运体系反映港口服务能力[1]，而疏港铁路是港口集疏运的重要方式[2]。从东北地区沿海港口“十四五”发展情况来看，在高质量推动东北海陆大通道建设背景下[3]，东北地区大连港、营口港、锦州港、葫芦岛港、盘锦港和丹东港(以下简称“六大港口”)需要补齐设施短板，促进既有设施改造升级、提质增效，优化系统综合服务水平[4-5]。目前，六大港口的疏港铁路中存在相当比例的单线铁路，并且电气化率偏低，线路能力有待提高[6-8]。系统分析六大港口后方铁路通道现状问题，并结合发展形势提出铁路服务港口集疏运的若干提升措施。

1　东北地区港口铁路集疏运现状及存在问题分析

东北地区沿海港口主要后方通道如图1所示。大连港、营口港后方通道为沈大线(沈阳北—大连)，丹东港后方通道为沈丹线(沈阳—丹东)，锦州港、葫芦岛港后方通道有赤锦线(大木头沟—锦州西港口)、赤大白铁路(赤峰—白音华)、沈山线(沈阳—山海关)等。六大港口各港区集疏港铁路如表1所示。结合现状技术标准、能力适应性、运输效率以及未来发展趋势，各港口疏港铁路及后方通道存在不同程度的问题。

1.1　港口发展形势及集疏运需求研判

(1) 东北地区港口在全国港口布局中发挥更重要

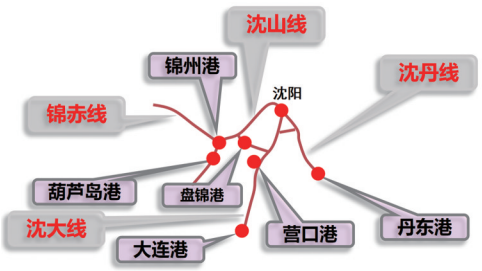


图1　东北地区沿海港口主要后方通道

Fig.1　Main rear passage of seaports in Northeast China

收稿日期：2024-12-16
基金项目：国家铁路局科技研究计划项目(KF2021-32)；中国铁路设计集团有限公司科技开发课题(2024A0225802)

表1　六大港口各港区集疏港铁路

Tab.1　Collection and distribution of port railways in each port area of six major ports

港口	港区	疏港铁路
大连港	大窑湾	金窑线
	鲇鱼湾	
	大孤山	
营口港	鲅鱼圈	沙鲅线
	营口港区	营口线
丹东港	大东	沈丹线
锦州港	笔架山	高天线
盘锦港	荣兴	沈金线
葫芦岛港	柳条沟	葫芦岛支线

作用。根据《全国沿海港口布局规划》(发改交运〔2006〕1886号)，集装箱运输方面，辽宁沿海将形成以大连港为干线港的布局，继续巩固在区域外贸集装箱运输中的枢纽作用，相应发展大连、锦州等港口内贸集装箱运输；煤炭运输方面，根据“西煤东运、北煤南运”铁路通道规划，布局锦州港为北方煤炭装船港之一；进口原油运输方面，辽宁沿海布局大连、营口为主要接卸港，共同为东北腹地炼厂服务；外贸进口铁矿石运输方面，辽宁沿海布局以营口港、大连港为主，丹东港为辅的接卸格局，服务于东北地区钢铁企业；粮食运输方面，水路散粮运输主要服务于东北地区“北粮南运”和外贸进口粮食运输，“北粮南运”装船港布局在辽宁沿海营口港、丹东港、锦州港、大连港、盘锦港。

(2) 运输结构调整优化，铁路在港口集疏运中发挥更重要作用。《交通强国建设纲要》(中发〔2019〕39号)指出要优化运输结构，“推进大宗货物及中长距离货物运输向铁路和水运有序转移”。辽宁省铁路集疏运产品主要为以矿石、煤炭、钢材等冶炼物资为主，目前铁路在煤炭疏港中占比为27.8%，在金属矿石疏港中占比54.8%，在钢材集港中占比47.2%，铁路在大宗货物运输中的比例偏低。结合“公转铁”相关政策，为发挥铁路能耗低、运量大的优势，未来辽宁省港口大宗货物铁路集疏运比例将进一步提升。

(3) 铁路集疏运需求进一步增长。辽宁沿海港口是东北地区对外开放的门户，在承担“北煤南运”“北粮南运”中发挥重要作用。未来将形成以大连港为核心，营口港为骨干，其他港口共同发展的总体格局。随着东北振兴各项政策的进一步落实，辽宁省沿海港口铁路集疏运比例将持续提升。同时受益于当前大宗物资运输“公转铁”力度的空前加强，预计未来煤炭、铁矿石铁路运输比例将进一步增加，铁路承担石油、粮食、集装箱运量也会迎来增长。结合国际形势、国家政策及港口规划，预测研究年度(2035年)东北地区港口铁路集疏运比例提升至30%，铁路集港运量达1.21亿t，铁路疏港运量达1.06亿t。

1.2　大连港铁路集疏运现状及存在问题

1.2.1　疏港铁路及后方通道概况

大连港上水货物疏港主要去往鞍钢、本溪、北台、营口等地区，疏港铁路及后方通道有金窑线、沈大线、辽溪线，大连港疏港通道现状主要技术标准及能力利用率如表2所示。这些线路中，沈大线能力处于紧张状态，辽溪线能力有一定富余，金窑线能力富余较多。

表2　大连港疏港通道现状主要技术标准及能力利用率

Tab.2　Main technical standards and capacity utilization of current situation of port dredging channel in Dalian Port

名称	区段	正线数目	限制坡度/‰	牵引种类	牵引质量/t	到发线有效长/m	闭塞类型	现状能力利用率/%
金窑线	大窑湾—金州	双线	6.0	电力	5 000	1 050	自动	33
沈大线	大连—大石桥	双线	9.4/11.6	电力	5 000	1 050	自动	79
	大石桥—沈阳北	双线	6.1/5.9	电力	6 000	1 050	自动	85
辽溪线	辽阳—本溪	单/双	10.2/15.2	内燃	3 000	650	半自动	60

注：“限制坡度**/**”左边数字表示上行方向限制坡度，右边数字表示下行方向限制坡度，下同。

1.2.2　港口集疏运存在问题

除沈大线能力紧张外，大连港后方通道还存在沈大线与辽溪线技术标准不统一的问题，列车需要进行内电换挂和改编作业，影响运行效率和到发线能力，同时也会延长货物在途运输时间。

此外根据客货运量预测，研究年度沈大线、辽溪线能力适应性如表3所示。可见沈大线及辽溪线能力虽然可以满足研究年度运输需求，但均已接近饱和，无法适应阶段性运输增量。

表3　研究年度沈大线、辽溪线能力适应性

Tab.3　Capacity adaptability of Shenyang–Dalian rail line and Liaoyang–Benxi rail line in the year of study

线路	区段	年度	旅客列车/(对/d)	货物列车/(对/d)	能力利用率/%
沈大线	沈阳—大连	2035	21	100	89
辽溪线	辽阳—本溪	2035	3	26	97

1.3　营口港铁路集疏运现状及存在问题

1.3.1　疏港铁路及后方通道概况

营口港上水货物主要去往灵山、老边、金珠、瓢屯儿等地，以及鞍钢、五矿中板厂、建龙等东北钢企，疏港通道主要有沙鲅线、沈大线、辽溪线、营口线等。除沈大线、辽溪线外，营口港疏港通道现状主要技术标准及能力利用率如表4所示，二者现状能力均比较富余。

1.3.2　港口集疏运存在问题

与大连港情况相似，营口港主要疏港通道中沈大线能力较为紧张；此外营口线与沈大线技术标准不一致，货物列车在大石桥站同样存在内电换挂作业多、机车等待及换挂时间长的问题，影响运输效率和运输安全。

根据客货运量预测，研究年度营口线能力适应性如表5所示，其能力虽可满足运输需求，但已趋于饱和。沙鲅线为双线电气化铁路，研究年度能力仍有一定富余。

表4　营口港疏港通道现状主要技术标准及能力利用率

Tab.4　Main technical standards and capacity utilization of current situation of dredging channel in Yingkou Port

名称	区段	正线数	限制坡度/‰	牵引种类	牵引质量/t	到发线有效长/m	闭塞类型	现状能力利用率/%
营口线	营口—大石桥	单线	4.8/4.2	内燃	5 000	1 050	半自动	57
沙鲅线	鲅鱼圈北—沙岗	双线	6.7	电力	10 000、5 500/5 000	1 050	自动	25

注：“牵引质量**、**”分别表示大功率机车、普通机车牵引下的牵引质量，下同；“牵引质量**/**”左边数字表示上行方向牵引质量，右边数字表示下行方向牵引质量，下同。

表5　研究年度营口线能力适应性

Tab.5　Capacity adaptability of Yingkou rail line in study year

线路	区段	年度	旅客列车/(对/d)	货物列车/(对/d)	能力利用率/%
营口线	营口—大石桥	2035	2	22	90

1.4　锦州港铁路集疏运现状及存在问题

1.4.1　疏港铁路及后方通道概况

锦州港上水粮食、煤炭等大宗货物主要运往黑龙江、吉林和内蒙古东部；上水铁矿石、钢材等工业原料主要运往河北、山西等地；此外作为东北陆海新通道的门户港，锦州港的货物还可通过铁路经珠恩嘎达布其口岸进入蒙古国，再转运至俄罗斯。

锦州港疏港通道主要包括沈山线、锦承线、锦赤线、高天线等。锦州港疏港通道现状主要技术标准及能力利用率如表6所示，其中沈山线、锦赤线现状能力接近饱和，其余各线现状能力比较富余。

1.4.2　港口集疏运存在问题

沈山线方向存在运输组织不畅的问题。高天线现状为内燃铁路，由天桥站完成编组的直通车需要在高桥镇站换挂电力机车，易造成车流积压，影响沈山线运输秩序；高天线去往锦承线义县方向有大量直通车流，在高桥镇站会与沈山线车流发生交叉干扰，同样影响沈山线运输效率。

根据客货运量预测及规划方案，研究年度锦州港疏港通道能力适应性如表7所示。其中，锦赤线研究年

表6　锦州港疏港通道现状主要技术标准及能力利用率

Tab.6　Main technical standards and capacity utilization of current situation of dredging channel in Jinzhou Port

名称	区段	正线数	限制坡度/‰	牵引种类	牵引质量/t	到发线有效长/m	闭塞类型	现状能力利用率/%
沈山线	山海关—沈阳	双线	7.8/7.1	电力	10 000、5 000	1 050	自动	90
锦赤线	锦州—赤峰	单线	6/12	内燃	4 000、5 000	850	半自动	93
锦承线	锦州—义县	双线	5.4/5.8	电力	5 000	1 050	自动	25
	义县—叶柏寿	单线	11.7/8.9	内燃	5 000	1 050	半自动	57
高天线	高桥镇—天桥	单线	6	内燃	5 000	1 050	半自动	36

表7　研究年度锦州港疏港通道能力适应性

Tab.7　Capacity adaptability of dredging channel in Jinzhou Port in study year

线路	区段	年度	旅客列车/(对/d)	货物列车/(对/d)	能力利用率/%
沈山线	山海关—沈阳	2035	22	110	98
锦赤线	锦州—赤峰	2035	2	30	> 100
锦承线	锦州—叶柏寿	2035	3	21	91
高天线	高桥镇—天桥	2035		31	30

度能力不足；沈山线、锦承线能力可以满足运输需求，但均已接近饱和。

1.5　葫芦岛港铁路集疏运现状及存在问题

1.5.1　疏港铁路及后方通道概况

葫芦岛港上水粮食、矿石主要运往沈阳、长春等城市，煤炭、建材等货物主要运往河北、北京等地。

葫芦岛港疏港通道主要是沈山线、锦承线和葫芦岛支线。葫芦岛支线现状主要技术标准及能力利用率如表8所示，开行列车较少，能力有较大富余。

表8　葫芦岛支线现状主要技术标准及能力利用率

Tab.8　Main technical standards and capacity utilization of current situation of Huludao branch rail line

名称	区段	正线数	限制坡度/‰	牵引种类	牵引质量/t	到发线有效长/m	闭塞类型	现状能力利用率/%
葫芦岛支线	葫芦岛—龙港	单线	6	内燃	5 000	1 050	半自动	30

1.5.2　港口集疏运存在问题

葫芦岛港疏港通道与营口港类似：沈山线能力较为紧张；葫芦岛支线现状为内燃铁路，沈山线至葫芦岛支线货物列车需在葫芦岛站进行换挂机车作业，影响运输效率和运输安全。

根据客货运量预测，研究年度葫芦岛支线能力适应性如表9所示，其能力仍有较大富余，能够满足运输需求。

表9　研究年度葫芦岛支线能力适应性

Tab.9　The capacity adaptability of Huludao branch rail line in the year of study

线路	区段	年度	旅客列车/(对/d)	货物列车/(对/d)	能力利用率/%
葫芦岛支线	葫芦岛—龙港	2035	—	14	42

1.6　盘锦港铁路集疏运现状及存在问题

1.6.1　疏港铁路及后方通道概况

盘锦港上水石油化工品、粮食通过铁路运往东北腹地，下水大豆、玉米等农产品通过海铁联运模式运往长三角及华东地区。

盘锦港疏港通道主要包括沟海线、沈山线、沈金线，其中沟海线、沈金线现状主要技术标准及能力利用率如表10所示，二者的现状通过能力均有一定富余。

1.6.2　港口集疏运存在问题

盘锦港主要疏港通道中，沈山线能力较为紧张；另外沈金线为单线铁路，预留车站较多，在出现阶段性运量增量时容易出现能力紧张问题。

根据客货运量预测，研究年度沈金线、沟海线能力适应性如表11所示。可见研究年度沈金线能力已不能满足运输需求，沟海线能力也几乎饱和。

表10　沟海线、沈金线现状主要技术标准及能力利用率

Tab.10　Main technical standards and capacity utilization of current situation of Goubangzi–Haicheng rail line and Shenyang–Jinbowan rail line

名称	区段	正线数	限制坡度/‰	牵引种类	牵引质量/t	到发线有效长/m	闭塞类型	现状能力利用率/%
沟海线	沟帮子—海城	单线	6.1/5.9	电力	10 000、5 000	1 050	半自动	66
沈金线	渤海—盘锦港	单线	6	电力	5 000	1 050	半自动	64

1.7　丹东港铁路集疏运现状及存在问题

1.7.1　疏港铁路及后方通道概况

丹东港上水矿石、煤炭通过铁路运往东北腹地，部分货物通过铁路经丹东口岸进入朝鲜，再转运至韩国、日本。

丹东港疏港通道主要为沈丹线，沈丹线现状主要技术标准及能力利用率如表12所示，其中南芬至丹东段现状能力几乎饱和，而本溪至南芬段能力尚有一定富余。

1.7.2　港口集疏运存在问题

沈丹线目前存在的主要问题首先是南芬至丹东段

表11　研究年度沈金线、沟海线能力适应性

Tab.11　Capacity adaptability of Goubangzi–Haicheng rail line and Shenyang–Jinbowan rail line in study year

线路	区段	年度	旅客列车/(对/d)	货物列车/(对/d)	能力利用率/%
沟海线	沟帮子—海城	2035	12	16	99
沈金线	渤海—金帛湾	2035	2	18	> 100

能力接近饱和；此外，沈丹线为内燃牵引线路，与京哈线、沈山线、沈大线等干线铁路主要技术标准不一致，内电换挂作业多，对枢纽能力影响较大。

研究年度沈丹线能力适应性如表13所示。根据客货运量预测，研究年度沈丹线仍存在阶段性增量运输需求下能力趋于紧张的问题。

1.8　港口集疏运问题综述

1.8.1　疏港铁路及后方通道运输能力紧张

目前，港口铁路通道能力已成为制约港口货运增量的重要原因之一[9]。东北地区港口较为集中，后方通道现状线路能力多处于紧张或饱和状态，而车流交叉干扰、单线铁路预留车站较多等问题加重了这一趋势。此外，高天线、葫芦岛支线、营口线以及辽溪线存在与相邻线路牵引种类不一致的问题，导致接轨站内电换挂作业增加，机车等待和换挂时间较长，同样影响运输效率和运输安全。

表12　沈丹线现状主要技术标准及能力利用率

Tab.12　Main technical standards and capacity utilization of current situation of Shenyang–Dandong rail line

线路	区段	正线数	牵引种类	机车类型	牵引质量/t	限制坡度/‰	到发线有效长/m	闭塞方式	现状能力利用率/%
沈丹线	本溪—南芬	双线	内燃	HXN	3 000	13.0/13.4	650	自动	40
	南芬—丹东	单/双	内燃	HXN	3 000	13.0/13.4	650	自动	71

表13　研究年度沈丹线能力适应性

Tab.13　Capacity adaptability of Shenyang–Dandong rail line in study year

线路	区段	年度	旅客列车/(对/d)	货物列车/(对/d)	能力利用率/%
沈丹线	本溪—南芬	2035	2	38	42
	南芬—丹东	2035	2	28	78

1.8.2　场站设施相对落后，现代物流服务不足

东北地区港口铁路场站设施以铁路专用线为主，仅大连港、葫芦岛港部分港区设有规模化的一、二级铁路物流基地，整体设施水平相对落后，智能化设施设备运用较少，与港口自动化运营要求不相匹配；联运信息平台开发不足，在协调运力资源与物流需求方面作用有限。因此，目前铁路设施难以为港口提供完备的运输、装卸、仓储、配送、流通加工、信息处理、贸易展示、物流金融等现代物流基础及增值服务，对于铁路部门创收及港口产业发展均存在制约。

1.8.3　集疏运体系衔接不畅，联运优势难以发挥

在港口集疏运体系构建过程中，铁路及港口部门考虑自身运输生产便利因素较多，在设施设备、管理机制等方面均存在衔接问题。除大连港、营口港等铁水联运走在前列的示范型港口外，其余港口与铁路无缝衔接较少，铁路专用线未能延伸至码头前沿，并且路港双方尚未建立起完善的协调组织机制，导致货物联运效率低。

2　铁路服务港口集疏运措施研究

2.1　推进港口铁路后方通道提升

大连港、营口港、葫芦岛港、锦州港及丹东港后方通道均存在因技术标准不一致导致的内电换挂作业，建议对辽溪线、营口线、葫芦岛支线、高天线以及沈丹线进行电化改造。此外，为疏解锦州港去往义县方向直通车流与沈山线的交叉干扰，建议新建沈山线锦州地区东直通线；为解决盘锦港后方通道沈金线阶段性能力不足问题，建议增开其预留车站。

东北地区六大港口集疏运能力强化项目如表14所示。

表14　六大港口集疏运能力强化项目

Tab.14　Enhancement project of port collection and distribution capacity in six major ports

港口	项目
大连港	辽溪线电化
营口港	营口线电化
锦州港	高天线电化及港区铁路配套
	新建沈山线锦州地区东直通线
葫芦岛港	葫芦岛支线电化
盘锦港	沈金线（盘锦港）增开预留车站
丹东港	沈丹线电化

2.2　提升设施服务水平，融入港口物流体系

对能力紧张的港口场站实施更新改造工程，注重智能化设备、现代信息技术应用，推进设施设备高效衔接、信息资源互联互通，支撑路港业务一体化运作，实现物流各环节、供应链上下游融合发展，以运输、仓储等服务为基础，逐步向流通加工、信息处理、国际贸易、金融结算等服务升级扩展，助力打造以港口为特色的物流服务体系，共建智慧物流枢纽生态圈。

2.3　加强港口铁路衔接，充分发挥联运优势

随着东北地区海洋经济的不断发展，港口群建设将日益完善，辐射范围将逐步扩大，铁路也应补强设施设备，完善协调机制。设施设备方面，港区内部大力推动铁路专用线、物流基地进港、延伸，港区外部协同腹地、口岸等铁路物流节点，整体形成铁路物流设施间的联动效应[10]，以节点建设完善经营网络，增加铁路、港口腹地辐射范围，充分发挥铁路集疏运作用，达到引流上线的增量目的。协调机制方面，统筹对接路港双方运输计划、管理规则等，充分发挥联运优势。

2.4　实施效果分析

（1）港口集疏运能力及效率得到提高。解决沈丹线、营口线、高天线等项目与路网技术标准不匹配的痛点，相关线路强化改造后，预计港口后方通道电气化里程增加540 km，运输能力可提升约2 000万t，内电换挂和改编作业量明显下降，提高港口通道运输能力与效率。

（2）港口设施服务水平提升。通过智能化设备、现代信息技术的应用，助力打造以港口为特色的物流服务体系，共建智慧物流枢纽生态圈，融入港口物流体系。

（3）港口海铁联运水平提升。通过设施设备和管理机制双重作用，解决海铁联运“连而不畅、邻而不接”的运输组织断链短板，港口与铁路的衔接得到加强。

（4）助力辽宁省沿海港口地位提升。通过提升铁路运输保障能力，服务辽宁省进出港货运量较大规模增长，服务“一带一路”等成效得到加强，国际联运通道时空距离缩短，助力港口品牌的辐射面和影响力提升。

3　结束语

近年“公转铁”政策下，港口铁路疏运需求量有所提升，对铁路货运运能提出更高要求[7]。东北地区铁路建设普遍较早，存在一定数量的单线、非电气化铁路，制约通道能力。针对目前疏港铁路存在的能力适应性问题，建议推进沈丹线、营口线、高天线等项目电化改造，与路网技术标准匹配，提高港口通道运输能力与效率。同时加强港口铁路衔接，解决铁水联运“连而不畅、邻而不接”的运输组织断链短板；提升设施服务水平，注重智能化设备、现代信息技术应用，助力打造以港口为特色的物流服务体系。进一步发挥铁路低碳优势，推进“公转铁”政策的实施，助力地区经济绿色发展。

参考文献：

[1] 陈艳春，李　扬，赵玉斌. 环渤海港口综合竞争力评价与提升策略研究[J]. 石家庄铁道大学学报(社会科学版)，2022，16(3)：8-15.
CHEN Yanchun，LI Yang，ZHAO Yubin. Comprehensive Competitiveness Evaluation and Promotion Strategy of the Bohai Port[J]. Journal of Shijiazhuang Tiedao University (Social Science Edition)，2022，16(3)：8-15.

[2] 李晓东，匡海波，赵宇哲，等. 多式联运下的中国东北地区低碳运输实证研究[J]. 管理评论，2021，33(3)：282-291.
LI Xiaodong，KUANG Haibo，ZHAO Yuzhe，et al. An Empirical Study on Low-Carbon and Multimodal Transport in the Northeast China[J]. Management Review，2021，33(3)：282-291.

[3] 臧永亮. 辽港集团高质量推动东北海陆大通道建设[N]. 中国水运报，2023-04-21(5).

[4] 杜木子，刘春阳. 辽宁沿海港口建设“十三五”回顾与“十四五”展望[J]. 中国港口，2023(8)：5-10.

[5] 王子健. 东北地区铁路路网高质量发展探析[J]. 铁道运输与经济，2023，45(10)：82-88.
WANG Zijian. Analysis of High-Quality Development of Railway Network in Northeast China[J]. Railway Transport and Economy，2023，45(10)：82-88.

[6] 于　剑. 铁路发展集装箱多式联运问题及对策分析[J]. 铁道运输与经济，2021，43(11)：70-75，88.
YU Jian. Problems and Countermeasures in the Development of Railway Container Multimodal Transport[J]. Railway Transport and Economy，2021，43(11)：70-75，88.

[7] 权诗琦，游艳雯，陶媛媛，等. 进口铁矿石铁路运输制约因素与优化对策[J]. 铁道货运，2024，42(2)：16-22.
QUAN Shiqi，YOU Yanwen，TAO Yuanyuan，et al. Restrictive Factors and Optimization Strategies for Railway Transportation of Imported Iron Ore[J]. Railway Freight Transport，2024，42(2)：16-22.

[8] 段旭洋. 大连湾港集疏运能力对金州站站存车影响的仿真研究[D]. 大连：大连交通大学，2022.

[9] 宋　锴. 关于打通铁路网运输能力堵点对策探究[J]. 铁道经济研究，2024(2)：8-13.
SONG Kai. Strategy to Mitigate the Constraints on the Traffic Capacity of the Railway Network[J]. Railway Economics Research，2024(2)：8-13.

[10] HE J L，WANG Y，TAN C M，et al. Modeling Berth Allocation and Quay Crane Assignment Considering QC Driver Cost and Operating Efficiency[J]. Advanced Engineering Informatics，2021，47：101252.

（责任编辑：汪沁萱）

（下转第43页）