



雄津水运通道选线方案初步分析*

姜兴良¹, 王伟², 刘建超¹

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007; 2. 天津港(集团)有限公司, 天津 300450)

摘要: 针对雄安新区、山西省水运出海通道选线方案的问题, 系统总结了运河连通工程选线原则, 进行了河库情况、地形地质、水资源等建设条件和近远期建设方案的论述, 采用定性分析与定量比较相结合, 得出运河连通工程应充分利用既有河库条件并综合考虑运量、生态、碍航设施改造等因素进行选线, 结果表明: 雄安新区通过独流减河出海方案基本可行, 山西省可考虑多式联运方案出海。为研究规划雄安新区和山西省水运出海方案提供了初步思路, 对于运河连通工程选线和航道工程设计规范修编具有积极的借鉴意义。

关键词: 航道选线; 水运; 雄安; 天津港

中图分类号: U 643.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)02-0109-07

Preliminary analysis on route selection scheme of canal from Xiong'an to Tianjin Port

JIANG Xing-liang¹, WANG Wei², LIU Jian-chao¹

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

2. Tianjin Port Group Co., Ltd., Tianjin 300450, China)

Abstract: A systematic summary for canal route selection principles is conducted refer to the route selection practice of Xiong'an New Area and Shanxi Province's sea corridor. The construction conditions such as river and reservoir conditions, topography and geology, water resources and short-term and long-term construction schemes are discussed, and the methods of qualitative analysis and quantitative comparison are adopted, it can be concluded that current status of the river and reservoir, transportation volume, ecology, obstructions shall be taken into consideration when selecting the canal route. It is feasible for Xiong'an New Area to connect to the sea with Duliujianhe River, and Shanxi Province to connect to the sea with multimodal way. Preliminary schemes are provided for Xiong'an New Area and Shanxi Province to connect to the sea, which can be references for canal route selection projects and waterway design codes updating.

Keywords: channel alignment; water transportation; Xiong'an; Tianjin Port

雄安新区是河北省管辖的国家级新区, 定位为北京非首都功能疏解集中承载地, 正在有序推进基础设施建设, 需要耗用大量建筑材料。山西省东与河北省相邻, 南与河南省接壤, 煤炭保有储量约2 700亿t, 铝土矿、铁矿、铜矿和金红石等适水货种非常丰富。天津港是京津冀及“三北”地区的海上门户、雄安新区主要出海口, 是我国

对外开放的国际枢纽港。

水运具有运能大、能耗小、占地少、成本低、污染少等优势, 适于建材、煤炭、矿石等大宗货物的运输^[1]。规划建设雄津水运通道将连通山西、雄安、天津港, 打通雄安新区和山西省出海口, 促进沿线产业融入新发展格局, 对贯彻京津冀协同发展战略, 带动华北地区经济社会发展, 实现

收稿日期: 2022-06-03

*基金项目: 中交集团重大科技项目(2019-ZJKJ-06)

作者简介: 姜兴良(1983—), 男, 正高级工程师, 从事港航工程咨询设计及项目管理工作。

“双碳”目标具有重要意义。

运河选线与自然条件、环保要求、区域经济发展等因素密切相关，对工程投资影响显著，是运河工程建设最为基础和关键的技术问题。交通行业标准 JTS 181—2016《航道工程设计规范》规定了天然径流航道选线原则和运河航道线位选择的一般要求，缺少对跨水系运河连通工程选线的具体规定。目前，有关部门正在推进平陆、湘桂、赣粤运河等跨水系运河连通工程的前期工作，提

出的选线原则概括为与相关规划要协调，充分利用地形和河势条件，利于保护生态环境，航线相对顺直，减少沿线影响，工程投资最省，适当兼顾沿线开发等^[2-4]。

雄津水运通道正在按Ⅲ级及以上标准开展规划研究，地理位置及总体走向见图 1。雄津水运通道线路长，涉及多处水系连通，其选线原则和工作思路对运河连通工程选线和航道工程设计规范修编具有积极借鉴意义。

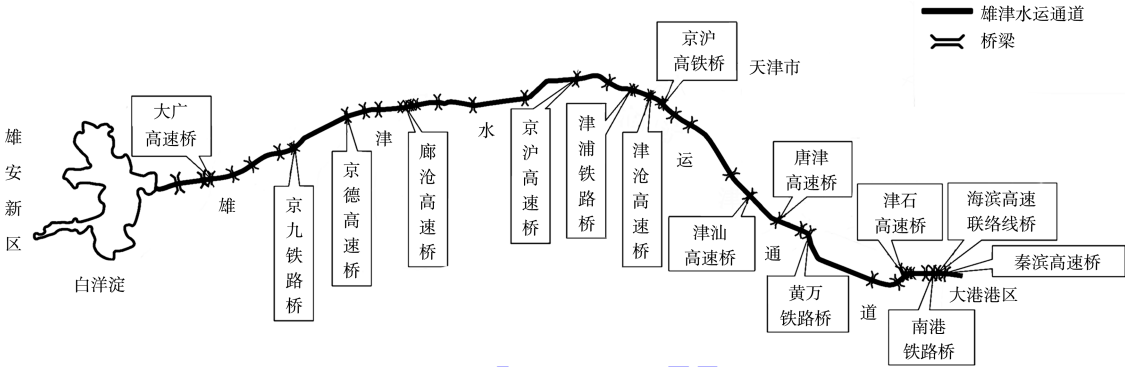


图 1 雄津水运通道地理位置

1 选线原则

运河线路是在线路走向和航道控制点基本确定后，通过在图纸上选线或现场踏勘选线来论证线路走向方案，并开展技术经济论证，综合多因素优缺点比较后，择优选定。总结运河连通工程选线主要原则如下：

1) 选择水资源丰富、河势稳定的河道。发展水运需“借水行舟”，丰富的水资源和稳定的河槽是发展水运的必要条件。作为水运通道不仅要求有水，还要求有一定的水位保证率。作为高等级航道，其通航水位保证率不应低于 95%。运河选线应充分利用地表径流给航道自流供水，尽量减少泵站翻水量。同时，利用现有的江、河、湖泊作为运河航道的一部分，有效降低工程投资。

2) 选择货源丰富、运量大、效益好的线路。运河工程的经济效益主要体现在运能大的方面。京杭运河上 1 艘货船可装载 2 000 t 左右的货物，1 个船队更是能装载上万吨的货物，其运输能力远大于汽车和火车，规模效益显著。运河选线应与矿产资源开发规划等结合，途经矿产资源丰富、

工业基础雄厚的区域。

3) 选择对经济社会发展带动作用大的线路。京杭运河沿线的城镇多因运河而兴起、繁荣，其发展经验证实了运河工程串珠成线、带动区域经济社会发展的作用。运河选线应与沿线城镇规划相结合，尤其要与港口、工矿企业群或大型企业等货流据点靠近和协调，尽可能发挥对经济社会发展的带动作用。

4) 选择生态环境影响小的线路。运河工程是线性工程，其开发建设必然占用一定的土地资源，涉及一定数量的自然保护地。运河选线应贯彻绿水青山就是金山银山的理念，减少对生态环境的影响。同时，尽可能避开压覆矿藏和历史文物。

5) 选择碍航设施少、工程投资少的线路。河道上未建设通航设施的闸坝，通航净空尺度不满足要求的桥梁，埋置深度不足的管线，都将成为运河建设的碍航设施，其改建费用将计入运河开发投资。另外，河床应稳定、碍航滩险少，后期维护工程量少，有利于节约工程投资。

6)选择水资源综合利用效益高的线路。运河工程应与河道的防洪、灌溉、供水、生态景观等功能相结合,实现水资源综合利用效益的最大化。在实现水运通航的同时,完善流域河道防洪体系,改善流域河道水质和生态环境。

7)选择易于构建综合立体交通网的线路。运河选线应与地区综合交通运输网中的公路、铁路等其他交通运输方式相互协调,既发挥各自优势又可进行互补。同时,应有利于与其他水运通道衔接,便于形成四通八达的航道网。

2 建设条件

2.1 河道条件

京津冀和山西省河道水系资源较为丰富,研究范围内水系分布见图2。规模水库主要有官厅水库、白洋淀、北大港水库、黄壁庄水库、岗南水库、西大洋水库等,相关情况见表1。大型河流主要有桑干河、永定河、京杭运河、海河、大清河、赵王新河、独流减河、子牙河、汾河、潇河、桃河、绵河、冶河、滹沱河、潞龙河等,相关情况见表2。

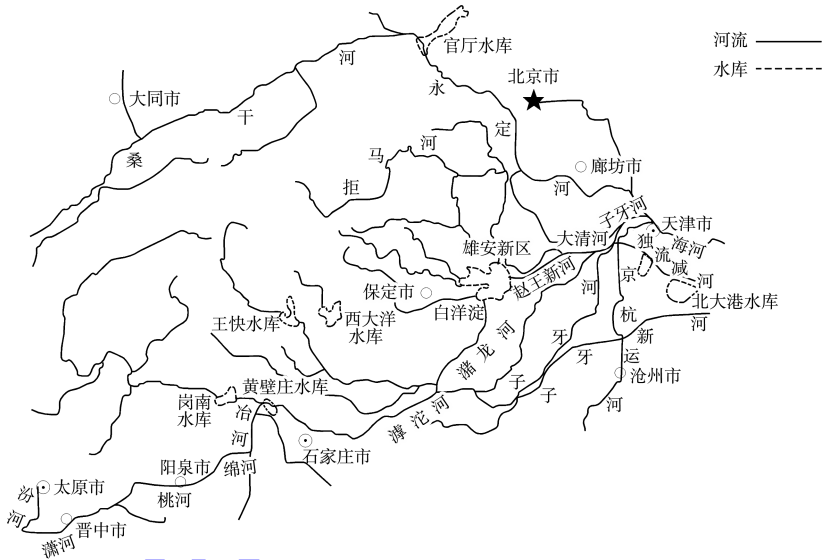


图2 研究范围内水系分布

表1 沿线规模水库

水库名称	地理位置	控制流域 面积/km ²	库容/ 亿 m ³	功能与作用
官厅水库	河北张家口市与北京延庆区	43 400	41.6	拦洪调蓄作用;可削减洪峰流量 70%~96%;供水作用;水库每年累计向下游供水约 150 亿 m ³
白洋淀	河北保定市与沧州市	31 200	13.2	蓄水供水作用;平均年蓄水量 13.20 亿 m ³ ,年蒸发量 2 亿 m ³ ,年生态供水量 2 亿 m ³
北大港水库	天津滨海新区	150	5.03	蓄供水为主,兼顾灌溉、养殖等综合功能,兴利库容 4.41 亿 m ³ ,死库容 0.62 亿 m ³
黄壁庄水库	河北鹿泉市	23 400	12.10	以防洪为主,兼顾城市用水、灌溉、发电等综合功能,多年平均径流量 21.5 亿 m ³ ,主要承接冶河来水,与黄壁庄水库联合调度,以防洪为主,兼顾灌溉、发电、工业及城市生活用水等综合功能
岗南水库	河北石家庄市	15 900	17.04	调洪库容 9.17 亿 m ³ ,兴利库容 7.80 亿 m ³ ,死库容 3.41 亿 m ³ ,以防洪为主,兼顾城市供水、灌溉、发电等综合功能调洪库容 8.79 亿 m ³ ,
西大洋水库	河北保定市	4 400	12.58	兴利库容 5.15 亿 m ³ ,死库容 0.80 亿 m ³

表 2 沿线大型河流

河流名称	长度/ km	流域面 积/万 km ²	流量	流经地区	备注
桑干河	506	2.39	平均流量 7.4 m ³ /s	山西忻州、朔州、大同;河北张家口	山西境内河长 252 km,河道宽度 20~80 m
永定河	747	4.70	年径流量 20.8 亿 m ³	山西、内蒙、河北、北京、天津	河道平均比降 2.85‰
海河水系	1 031	26.36	年径流量 228 亿 m ³	山西、河北、北京、天津、山东、河南	—
大清河	483	4.01	年径流量 11.69~18.88 亿 m ³	山西、河北、天津	南支流入白洋淀,北支流入东淀
赵王新河	42	0.10	设计流量 2 700 m ³ /s	河北沧州、廊坊	现状过水能力 1 500~1 800 m ³ /s
独流减河	67	0.05	设计流量 3 200 m ³ /s	天津静海区、西青区和滨海新区南部	—
子牙河	769	4.69	平均流量 100 m ³ /s	山西、河北、天津	主要任务是航运、排涝、灌溉及宣泄 300 m ³ /s 的洪水
汾河	713	3.97	年径流量 22.86 亿 m ³	山西忻州、太原、吕梁、晋中、临汾、运城	汾河是山西最大的河流,对山西省的历史文化有深远影响
潇河	147	0.39	最大流量 1 200 m ³ /s,	山西太原、晋中	河床下游宽 70~150 m
桃河	91	0.11	设计流量 700 m ³ /s	山西阳泉	山西省阳泉市流域面积仅次于滹沱河和温河的一条穿境大河
绵河	125	0.28	平均流量 10 m ³ /s	山西阳泉;河北石家庄	可通航客运船与货运船,主要港口有阳泉港、井径港等
冶河	187	0.64	平时流量 11 m ³ /s	河北石家庄	冶河流域石灰岩分布较广,有丰富的岩溶裂隙水,沿岸灌溉便利
滹沱河	587	2.73	年径流量 9.02 亿 m ³	山西忻州、阳泉;河北石家庄、衡水、沧州	上游北、西、南环绕五台山;中游河床宽 500~1 000 m,河道平缓;下游河床窄处 30~50 m,水流湍急
潞龙河	75	0.86	北郭村设计流量 3 000 m ³ /s,陈村以下设计流量 1 500 m ³ /s	河北衡水、保定	河道纵坡 1/2 500,河口宽 250~500 m,现状过水能力陈村以上 2 000 m ³ /s,陈村以下 1 000 m ³ /s

2.2 地形地质条件

选线区域地形总体为西高东低，丘陵地区高程在 100~400 m 之间，平原高程在 100 m 以下，滨海地区高程约 1~40 m。天津港海岸为粉砂淤泥质平原海岸，沿岸地势平坦，高程 1.0~2.5 m，潮滩和水下浅滩宽缓，潮间带浅滩宽约 3~8 km。

丘陵地区钻孔揭露岩土自上而下分布有素填土、粉质黏土、全风化泥岩、强风化泥岩等；平原地区钻孔揭露岩土自上而下分布有素填土、黏性土、粉质黏土、粉细砂、强风化泥岩等；滨海地区钻孔揭露岩土自上而下分布有粉细砂、淤泥质黏土、淤泥、黏土、粉土等^[5]。

选线区域内地层分布较稳定，未见不良地质作用，场地总体适宜工程建设。地质成库条件总体较好，局部可采取防渗措施控制渗透量。运河沿线土质开挖难度总体较小，适宜运河工程开挖建设。

2.3 水资源条件

经过多年的建设，大清河流域已形成包括当地地表水、地下水、外调水和非常规水源等供水工程在内的较为完整的供水工程体系。雄津水运通道水源主要来自 3 部分：1) 流域径流，主要包括白洋淀及其上游水库下泄水；2) 城市再生水；3) 调水工程补水，主要包括南水北调中线、引黄入冀补淀、南水北调东线一期北延应急供水工程、天津市北水南调工程、南水北调东线后续工程等。补水方式较丰富，通航保障能力较高。

2017 年雄安新区设立后，河北省高度重视白洋淀生态环境治理保护工作。根据白洋淀生态目标需求，统筹引黄水、引江水、水库水、再生水等各类水源，建立多水源生态补水机制，推进白洋淀生态补水工作，持续改善白洋淀水生态环境，补水生态效果显著。为进一步改善白洋淀水生态环境，水利部、河北省将继续推进白洋淀补水工

作, 年下泄水量保证率较高, 是雄津水运通道最为重要的水源。

2.4 生态环境条件

雄津水运通道通过拓宽和浚深航道, 将显著改善白洋淀下游有关河道行洪能力, 既有利于流域防洪体系建设, 保障雄安新区“千年大计”安全, 又能通过下泄多余水量, 清除多年淤积在白洋淀的有害物质, 改善下游生态环境, 同时满足通航用水需求, 一举多得。

受独流减河宽河槽净化湿地、大港电厂取水口影响, 北深槽通航条件较差。雄津水运通道独流减河段利用南深槽发展通航, 相关水域为北大港湿地自然保护的一般控制区, 需开展通航对生态环境影响的专题论证。

2.5 桥梁条件

在航道的跨临拦河设施中, 桥梁拆改工程投

资大, 对通航的约束作用最强。雄津水运通道全线 142 km 范围内共有跨河桥梁 44 座(不含水闸交通桥), 其中赵王新河 16 座、大清河 4 座、独流减河 24 座。按照设施类型分类, 公路桥(含高桥)36 座、铁路桥 6 座、管线桥 2 座。沿线 44 座桥梁中跨径在 20 m 以上的仅 18 座; 净空宽度 10 m 以上桥梁的数量达 31 座。总体来看, 沿河桥梁修建年代跨度大, 桥梁类型各异, 设计标准不一, 桥梁跨径大小不等, 大多需拆除重建^[6]。

3 线路方案

3.1 近期方案

雄津水运通道近期重点开发建设雄安新区至天津港河段, 主要由赵王新河、大清河、独流减河、南运河、海河等组成, 线路方案布置见图 3。



图 3 近期线路方案布置

方案 1: 利用独流减河既有河道出海, 线路西起雄安新区枣林庄闸, 经赵王新河于左各庄镇入大清河, 经大清河于第六埠入独流减河至防潮闸出海。运河全长 142 km, 其中赵王新河内航道 42 km, 大清河内航道 33 km, 独流减河内航道 67 km。

方案 2: 利用海河既有河道出海, 线路西起雄

安新区枣林庄闸, 经赵王新河于左各庄镇入大清河, 经大清河于第六埠入子牙河, 经子牙河至天子津渡遗址入海河至滨海新区出海。运河全长 180 km, 其中赵王新河内航道 42 km, 大清河内航道 33 km, 子牙河航道 32 km, 海河航道 73 km。

从线路长度、水资源条件等方面, 对两个方案进行综合比选, 见表 3。

表 3 近期方案综合比选

方案	线路长度/km	水资源条件	经济社会带动作用	生态环境影响	碍航桥梁/座	综合立体交通网构建
方案 1	142	较为紧缺	稍弱	途径北大港湿地、河口湿地	44	沿线正推进土地开发, 有发展综合交通潜力
方案 2	180	较为紧缺	较强	穿越生态用地保护区	80	穿越市区, 发展空间受限

雄安新区—天津港河段货运量主要是雄安新区建设所需建材与雄安新区及运河沿线外运产品，两方案货运需求基本相当。方案 1 线路长度较方案 2 缩短约 38 km，通航时间更短。两个方案水资源都较为紧缺，可通过挖湖蓄水、从其他河流调水或抽调海水满足通航要求。海河上自古建有大量各类桥梁，目前约 1 km 就有 1 座桥梁，部分桥

梁兼具景观功能或文物价值，拆改代价高，难度非常大。综合考虑上述因素，推荐方案 1。

3.2 远期方案

雄津水运通道远期将与山西省连通，初步设想北线、中线、南线 3 条线路，分别连通晋北大同市、晋中太原市、晋南晋城市，线路方案布置见图 4。

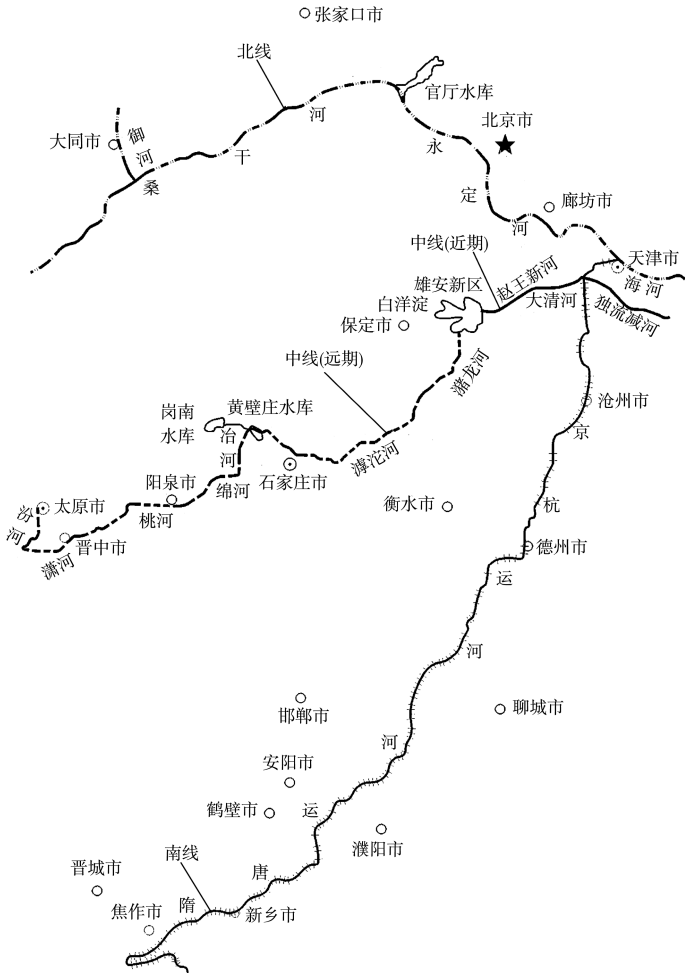


图 4 远期线路方案布置

北线以大同市为起点，经御河至吉家庄乡入桑干河，经桑干河于黑土洼入官厅水库，出官厅水库经永定河出海，线路总长约 500 km。串联大同、张家口、北京、廊坊、天津等城市。

中线以太原市为起点，经汾河至清徐县入潇河，经潇河至羊头崖乡入白马河，经白马河至寿阳县入王玫河，在尹灵芝镇开挖 5 km 人工运河连通王玫河与绵河，经绵河至井陘县入冶河至黄壁庄水库，出黄壁庄水库入滹沱河，经滹沱河至安平县，在马店镇开挖 5 km 人工运河连通滹沱

河与滹龙河，经滹龙河入白洋淀，出白洋淀经方案 1 出海，线路总长约 600 km。串联太原、晋中、阳泉、石家庄、保定、雄安新区、天津等城市^[7]。

南线以晋城市为起点，经隋唐运河，连通京杭运河，与独流减河连通，线路总长约 800 km，串联晋城、焦作、新乡、濮阳、衡水、沧州、天津等城市。

从线路长度、水资源条件等方面，对 3 条线路进行综合比选，见表 4。

表 4 远期方案综合比选

线路	线路长度/km	水资源条件	经济社会带动作用	生态环境影响	碍航桥梁/座	综合立体交通网构建
北线	500	紧缺	稍弱	途径北大港湿地、河口湿地	90	相对容易
中线	600	稍好	较强	穿越生态用地保护区	180	相对容易
南线	800	紧缺	较强	涉及世界遗产	200	难度较大

大运河是我国第 46 个世界遗产项目, 展现了水运工程的现实价值, 增强了国民对大运河历史文化的保护意识和责任感, 同时也提出了遗产保护的要求。北线方案占用京杭运河部分河道, 且桑干河流量小, 补水难度非常大, 不推荐。南线方案要占用隋唐运河和京杭运河的部分河道, 与保护传承利用的要求有矛盾, 且水资源相对匮乏, 不推荐。中线方案串联雄安新区与天津港, 同样存在水资源不足、跨拦河设施拆改难度大等问题, 后续可考虑铁水联运、公水联运的方案。

4 结论

1) 雄安新区建设需耗用大量建材, 山西省有大宗适水货物需外运出海, 水运具有运能大、成本低、能耗小等优势, 契合实现“双碳”目标的要求, 因此开展雄津水运通道选线方案研究是必要的。

2) 运河工程选线应贯彻水资源综合利用的原则, 充分利用既有河库条件, 选择货源丰富、生态环境影响小、碍航设施改造难度小、对经济社会发展带动作用大的线路。

3) 雄安新区通过赵王新河、大清河、独流减河出海方案基本可行, 后续可组织碍航设施改造方案分析, 结合自然保护地管控要求, 开展技术经济方案比选。

4) 山西太原通过汾河、潇河、桃河、绵河、

冶河、黄壁庄水库、滹沱河、潞龙河与雄安新区连通, 总体可行, 涉及碍航设施改造较多, 后续可开展深入研究, 并与铁水联运、公水联运方案进行对比分析, 充分发挥各类交通运输方式的优势, 构建综合立体交通网。

参考文献:

[1] 刘俊生.平原地区内河航道建设设计理念[J].水运工程, 2009(5): 87-91.

[2] 中交水运规划设计院有限公司.平陆运河工程可行性研究报告[R].北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2022.

[3] 中交水运规划设计院有限公司.湘桂运河线路及梯级布置方案研究报告[R].北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2022.

[4] 华设设计集团股份有限公司.赣粤运河线路及梯级布置方案研究报告[R].南京: 华设设计集团股份有限公司, 2022.

[5] 中交水运规划设计院有限公司.天津独流减河通航工程项目建议书[R].北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2018.

[6] 天津港(集团)有限公司等.雄安新区至天津港水运通道复航方案研究报告[R].天津: 天津港(集团)有限公司, 2021.

[7] 中交水运规划设计院有限公司.山西与天津运河连通工程方案[R].北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2021.

(本文编辑 赵娟)

(上接第 91 页)

[2] 中国船舶工业总公司第九设计院.船台滑道结构设计[M].北京: 国防工业出版社, 1988.

[3] 马强.复杂地基条件下堆取料机轨道基础设计探讨[J].中国水运(下半月), 2017, 17(4): 267-268.

[4] 黄向平, 莫若瑜.软土地基上桩基轨道梁的沉降控制[J].水运工程, 2018(6): 274-278.

[5] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司.码头结构设计规范: JTS 167—2018[S].北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2018.

[6] 中交天津港湾工程研究院有限公司.水运工程地基设计规范: JTS 147—2017.北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017.

(本文编辑 王传瑜)