

国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2012AA112509)

连云港淤泥质海岸深水航道建设

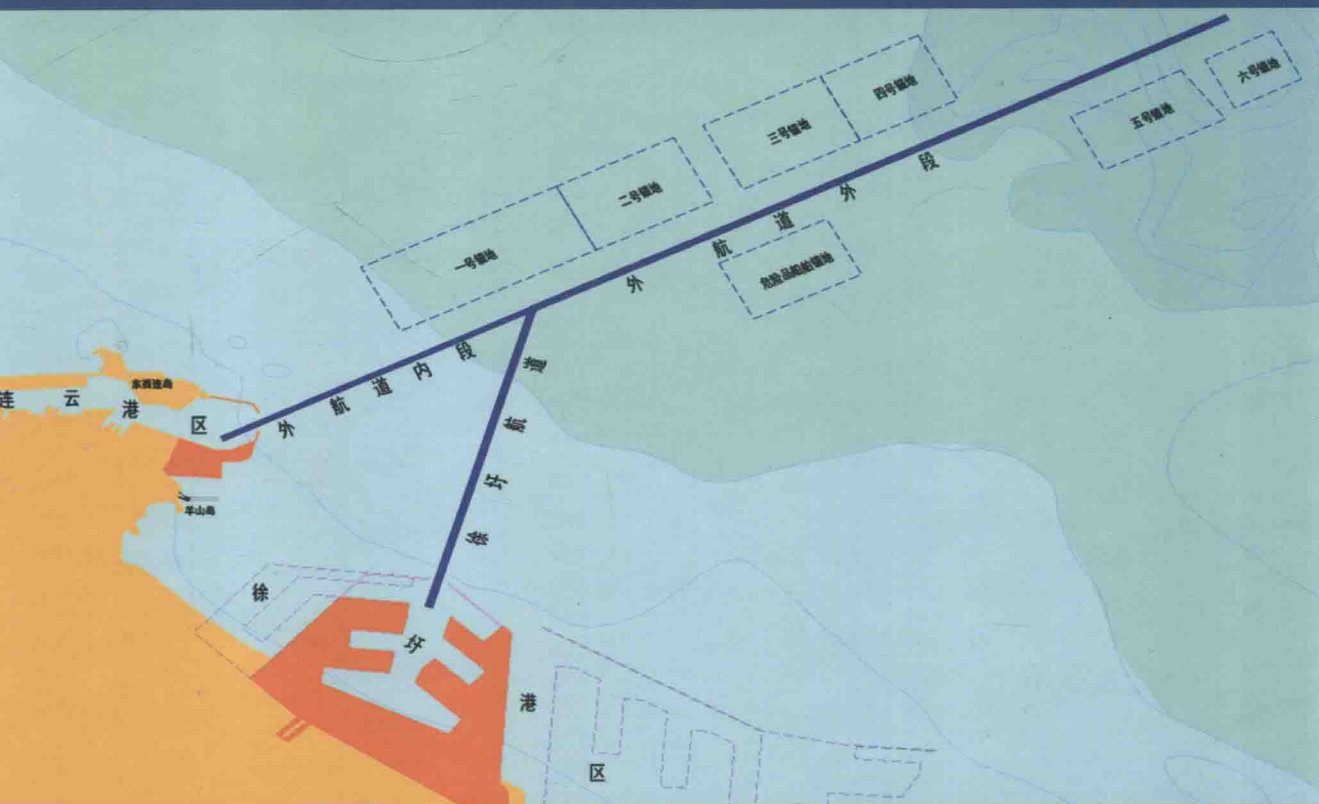
理论与实践

(设计施工篇)

主 编 沈雪松

副 主 编 顾 勇 马兴华

主编单位 连云港港30万吨级航道建设指挥部



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(2012AA112509)

连云港淤泥质海岸深水航道 建设理论与实践

Lianyungang Yunizhi Hai'an Shenshui Hangdao
Jianshe Lilun yu Shijian

(设计施工篇)

主 编 沈雪松

副 主 编 顾 勇 马兴华

主编单位 连云港港 30 万吨级航道建设指挥部



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为《连云港淤泥质海岸深水航道建设理论与实践》的“设计施工篇”,由 62 篇优秀论文组成,比较全面地反映了连云港淤泥质海岸深水航道在建设管理、勘察设计、现场观测研究、施工、监理、环境保护等方面的理论和实践经验、创新成果和实际成效。

本书可供从事深水航道建设的管理、勘测、设计、施工、监理和环境保护的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

连云港淤泥质海岸深水航道建设理论与实践. 设计施工篇 / 沈雪松主编. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015. 3

ISBN 978-7-114-12121-0

I. ①连… II. ①沈… III. ①淤泥质海岸—深水航道—设计—连云港市②淤泥质海岸—深水航道—工程施工—连云港市 IV. ①U612.32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 054940 号

书 名: 连云港淤泥质海岸深水航道建设理论与实践(设计施工篇)

著 作 者: 沈雪松

责任编辑: 张征宇 郭红蕊

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.cccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 31

字 数: 780 千

版 次: 2015 年 3 月 第 1 版

印 次: 2015 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12121-0

定 价: 90.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

《连云港淤泥质海岸深水航道建设 理论与实践(设计施工篇)》

编写委员会

顾 问：徐 光 梁应辰 陈吉余 吴以桥
金 鏐 吴兴元 周 海 陈学良
虞志英 刘家驹 乐嘉钻 林 风

主 任：沈雪松

副主任：顾 勇 马兴华

委 员：(按姓氏笔画排序)

王玉东 王仙美 王建平 关云飞
束 梁 吴柏宣 应 铭 张建锋
陈 雄 武可贵 金雪英 侯海伟
高正荣 蔡 辉

前言

连云港港是处于丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路交汇点上的国家级枢纽港,是 2014 年 6 月国务院常务会议审议通过的全国七大炼化产业基地之一。连云港重要的地理位置和交通运输的便利条件为重大产业布局提供了极好条件,产业发展和国际重要交通枢纽的需求对连云港港口加快发展既提供了更多机会,也提出了更高要求。

连云港港 30 万吨级航道工程项目建议书于 2009 年年初获得国家发改委批准,要求“一次立项,分期实施,先期实施一期工程”。一期工程工可报告于 2010 年 12 月获得国家发改委批准,包括建设连云港区 25 万吨级航道、徐圩港区 10 万吨级航道及其配套工程,工程于 2011 年 3 月正式开工,2013 年 10 月完成交工验收。建设期间,先后经历了先导试挖实施阶段、徐圩港区 5 万吨级航道施工阶段、连云港区 25 万吨级航道施工阶段和徐圩港区 10 万吨级航道施工阶段,在每一施工阶段的事中和事后都安排了系统的水文、泥沙和回淤观测,用以验证前期物理模型和数学模型的预测成果,及时检验和修正完善设计、施工方案,实现了对工程的动态管理,并为二期工程的工可研究与设计打下了坚实基础。

连云港港 30 万吨级航道建设指挥部组织参建单位根据工程推进情况,将丰富的理论探索、前期研究和设计施工管理经验分别凝炼成论文,按淤泥质海岸建港的理论与前期研究、深水航道的设计与施工以及关键技术研究成果三大板块,分别汇总成册奉献给读者。本书为第二篇,即“设计施工篇”,主要根据连云港深水航道勘察、设计、施工、监理及其过程管理总结凝炼而成。本书共收集论文 62 篇,资料丰富翔实,比较全面地反映了建设管理、勘察设计、现场观测研究、施工、监理、环境保护等实际成效和创新成果,具有较高的学术水平和实用价值。

本书在编写过程中得到了交通运输部、江苏省交通运输厅以及长期参与连云港港口建设的广大科技工作者和工程建设者的大力支持,中交上海航道勘察设计研究院有限公司为本书的编辑出版做了大量工作,各位顾问和编委对本书的编写提出了宝贵意见;同时,本书还得到了国家高技术研究发展计划(863 计划)的资助,在此一并表示衷心感谢!

吴以桥
2014 年 9 月

目 录

连云港港 30 万吨级航道一期工程建设项目管理实践	沈雪松(1)
---------------------------------	--------

建设管理篇

连云港港 30 万吨级航道一期工程科研设计管理	沈雪松	张海文(17)
浅谈连云港港 30 万吨级航道一期工程投资控制管理	方利鹤(24)	
探析水运工程项目档案标准化——连云港港 30 万吨级航道一期工程案例解析	聂 琴(28)	
连云港港 30 万吨级航道工程总体院工作和设计项目管理经验	顾 勇	马兴华 金雪英(33)
连云港港 30 万吨级航道一期工程建设期现场观测和科研工作总体部署	马兴华	顾 勇 张 华 金雪英 谢 军 张建锋(44)
徐圩航道、徐圩及旗台围堤监理措施和效果	王建平	芮永强 顾文萍 王健祥(50)
旗台围堤爆破挤淤质量监理控制	芮永强	王健祥 朱义平(58)
连云港港 30 万吨级航道一期工程环境监理实践	白景峰	杨 阳 马锦宁 王清彪(65)

勘测设计研究篇

连云港港 30 万吨级航道一期工程设计特点及建设效果分析	顾 勇	马兴华 金雪英 张建锋 侯海伟(75)
连云港港 30 万吨级航道二期工程主要技术问题研究	马兴华	顾 勇 金雪英 侯海伟(87)
水深测量潮位改正研究和软件解决方案	吴柏宣	邹学海 王志荣(95)
基于 VB. net 实现原始水深文件数据格式的转换	邹学海	吴柏宣 杜 浩(101)
精密海洋导航测量集成系统开发以及在连云港深水航道建设中的应用	吴柏宣	邹学海 王志荣(108)
基于 RTK 三维测深技术的航道回淤观测	万 军	王朝金(116)
海洋综合物探技术在港口航道建设中的应用实践	丁大志	胡 绕 陆礼训 马文亮(123)
连云港港徐圩港区软土地基性质研究与比较	刘长风	郭正法 葛坤山(130)
连云港港 30 万吨级航道一期工程总平面布置研究	金雪英	马兴华 顾 勇(140)

连云港港 30 万吨级航道二期工程建设规模及时机论证
..... 顾 勇 金雪英 车 军 马兴华(147)

连云港港旗台作业区岸线、防波堤、港内水域及进港航道综合布置研究
..... 马兴华 朱从富 金雪英 谢 军 黄志扬(156)

连云港区旗台作业区水域综合布置定床潮流物理模型试验研究
..... 高正荣 卢中一 吴治明 杨程生(174)

连云港港 30 万吨级航道一期疏浚工程设计特点及实际效果评价
..... 张建锋 金雪英 郭冬冬(183)

连云港港 30 万吨级航道二期工程徐圩港区航道疏浚土处理方案研究
..... 郭冬冬 侯海伟 马兴华(190)

连云港港 30 万吨级航道一期工程围堤平面布置及结构选型研究
..... 殷 昕 侯海伟 马兴华 盛懿洁(196)

爆破挤淤堤内侧反滤结构设计计算方法创新与应用..... 侯海伟 马兴华 殷 昕(205)

充填袋斜坡堤结构在连云港围堤中的创新与应用..... 马兴华 侯海伟 殷 昕(209)

爆破挤淤堤与充填袋斜坡堤衔接及龙口方案研究..... 侯海伟 马兴华 殷 昕(217)

爆破挤淤填石筑堤技术在连云港区南防波堤深厚淤泥条件下的应用
..... 蔡云晟 宋 兵 郭玉昌(222)

高桩墩台结构在离岸海洋站中的应用..... 陈 喆(226)

连云港港 30 万吨级航道工程导标总体设计研究 朱 飞 丁鸿林(230)

连云港港 30 万吨级航道一期工程导标结构方案研究
..... 杨 勇 朱媛媛 华凤妹 陈 喆(236)

连云港港 30 万吨级航道一期工程建后经济社会效益评价
..... 翟剑峰 李 巍 岳巧红 葛建钰(244)

连云港徐圩海域海岸性质研究..... 张 华 马兴华 顾 勇 金雪英 虞志英(250)

连云港徐圩海域海床和岸滩稳定性监测研究
..... 刘 红 蔡 辉 马兴华 张 华 丁 琦 卢立江(260)

连云港区 25 万吨级航道和徐圩 5 万吨级航道常年回淤观测研究
..... 沈雪松 应 铭 马兴华 丁 琦 张 华(271)

连云港港 30 万吨级航道一期工程大风天回淤观测研究
..... 应 铭 马兴华 丁大志 张 华 蔡 军(281)

二维泥沙数学模型改进及其在连云港港 30 万吨级航道二期工程中的应用
..... 丁 琦 谢 军(288)

工程施工篇

复杂土质及工况条件下大型绞吸船疏浚施工关键技术研究..... 张日国(301)

开敞海域淤泥质浅滩条件下绞吸船疏浚吹填施工关键技术和施工安全管理
..... 罗伟昌 周禹扬(309)

连云港港 30 万吨级航道一期工程疏浚工程质量通病防治 王玉东 沈徐兵(316)

连云港港 30 万吨级航道一期工程疏浚工程 H1.1 标段水下排泥管线铺设和控制

..... 沈徐兵 葛卫东 张国辉 钱勇强(323)

耙头改造提高复杂土质挖掘效率研究..... 程 飞 张 诚(330)

薄层回淤淤泥条件下大型耙吸船扫浅施工措施研究..... 杨 帆(340)

求导算法确定大型耙吸船长运距工况下挖泥装舱时间研究与应用

..... 于 亮 李 晟(346)

连云港港 25 万吨级矿石码头泊位区及淤槽施工工艺优化研究 唐星磊(353)

3 500m³/h 绞吸挖泥船长排距吹淤试验研究 江 波 芮永强 王建平(359)

绞吸船与接力泵船串联工艺在长排距硬质土疏浚中的应用

..... 王建平 沈徐兵 顾文萍 王健祥 芮永强(363)

营运航道加深拓宽施工过江沉管绞吸工艺与抛吹工艺方案比选..... 胡晓军(372)

高强机织布充填袋接缝施工关键技术研究与应用..... 王少灿 裴洪伟 潘晓炜(376)

大型疏浚土充填袋筑堤技术施工工艺研究

..... 沈雪松 黄康理 何 宁 杨守华 周彦章 黄宙晟(384)

“引水爆破”新工艺在潮间带爆破挤淤施工中的应用

..... 沈雪松 王建平(391)

爆破挤淤填石技术在徐圩港区深厚淤泥围堤中的应用..... 张卫民(395)

旗台作业区爆破挤淤堤新型内侧反滤结构施工技术研究..... 胡晓军(402)

徐圩港区爆破挤淤堤新型内侧反滤结构施工工艺..... 张卫民(408)

连云港港 30 万吨级航道一期工程徐圩吹填 2 区围堤合龙施工

..... 沈雪松 周厚亚 郭志鹏(415)

连云港港徐圩吹填 1 区爆破挤淤堤与充填袋斜坡堤衔接段施工..... 周厚亚 张爱刚(423)

倾斜岩基条件下高耸导标基础锚杆栽设施工工艺..... 潘晓炜 尤 捷(433)

徐圩港区深厚淤泥地基充填袋斜坡堤沉降观测研究..... 龚永康 苏俊剑 蔡 建(439)

探地雷达探测在爆破挤淤堤效果检测中的应用

..... 俞先江 顾章川 曾 辉 姚 伟(447)

环境保护篇

连云港港 30 万吨级航道一期工程环保研究与实践 庞 亮 孙 琳 王翹楚(455)

连云港港 30 万吨级航道一期工程海洋生态修复——中国对虾增殖养护效果初探

.....

张 虎 刘培廷 于雯雯 贵成恺 袁健美 吴福权 高继先 郭仲仁 汤晓鸿(468)

连云港港 30 万吨级航道一期工程生态修复技术探讨 张 硕 吴卫强 张 虎(475)

连云港港 30 万吨级航道一期工程建设项目管理实践

(代序)

沈雪松

(连云港港 30 万吨级航道建设指挥部 连云港 222042)

连云港地处我国海岸线中部,连接南北,沟通东西,是中西部地区最便捷的出海口,但其属于典型的淤泥质海岸,除连岛对连云港区有一定的掩护作用外,海州湾处于开敞无掩护状态;近岸滩高水浅,需人工开挖才能形成大型船舶航道。连云港港 30 万吨级航道工程建设标准高、规模大,自然条件及工程技术复杂,为达到“挖得出、稳得住、用得起”的目标,江苏省交通运输厅和连云港市联合组织国内数十家一流设计、咨询与科研单位,并聘请二十多位国内知名专家,对该工程的建设必要性、技术可行性和经济合理性进行了历时 4 年的科学研究与论证,对连云港开敞海域高滩面淤泥质海岸建设深水航道的关键问题给出了肯定的答案,冲破了“连云港不能建设深水大港”的禁锢。2009 年 1 月,国家发展和改革委员会(后简称“国家发改委”)批复航道项目建议书,同意建设 30 万吨级航道,航道呈“人”字形布局连接连云港区和徐圩港区,按“一次立项、分期实施”的原则,先期实施 30 万吨级航道一期工程(以下简称一期工程)。

2009 年 6 月,国务院常务会议讨论并原则通过《江苏沿海地区发展规划》,连云港港口发展上升为国家战略,并赋予其牵引江苏沿海开发、促进国家东中西区域共同发展的重任,正式拉开了连云港港以“一体两翼”为构架的大开发序幕。江苏省委省政府提出举全省之力支持连云港港发展,交通运输部对连云港港发展也给予特别支持,将连云港港 30 万吨级航道工程作为加快连云港港发展的战略要点着力推进。经过大量研究论证和一系列前置许可审批,一期工程工可报告、初步设计和施工图设计已相继获批。

1 工程建设任务及特点

2009 年 9 月开始实施先导试挖工程,2011 年 3 月一期工程正式开工,与先导试挖工程实现无缝对接。一期工程概算为 47.71 亿元,建设规模为:连云港区航道按照 25 万吨级散货船乘潮单向通航标准设计,人工开挖航道长度为 42.8km,在原有 15 万吨级航道轴线基础上增深拓宽延长,设计有效宽度为 270/290m,设计底高程为 -19.8/-20.3m(当地理论最低潮面,下同);徐圩港区航道为新开辟航道,按照 10 万吨级散货船乘潮单向通航标准设计,航道长度为 24.9km,设计有效宽度为 210/240m,设计底高程为 -13.3m。疏浚工程总量为 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,疏浚泥土处理采用吹填与外抛相结合,其中吹填约 $0.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,外抛约 $0.6 \times 10^8 \text{ m}^3$;连云港区旗台纳泥围堤长度为 8 608m,徐圩港区纳泥围堤长度为 9 037m,围成旗台和徐圩两处疏浚泥土吹填区,总面积达 12 km^2 。

一期工程位于开敞海域,大风天波浪作用强,海岸性质和沉积环境复杂,滩浅坡缓,航道

开挖里程长,航槽挖深厚度大,淤泥深厚,地基承载力低,在12~20m厚的淤泥层下面普遍零星分布着钙质结核,可挖性较差。本期工程是淤泥质海岸建设深水航道的典型代表;由于云台山风景保护限采石料,沿海限采海砂等原因,附近地区砂石料供应远不能满足工程建设需求。连云港区航道在原有15万吨级航道基础上拓宽加深延长,边运营边扩建相互干扰频繁,随着航道的逐渐浚深,需不断调整疏浚工艺以适应复杂的土质变化;徐圩港区航道为新开辟航道,海域条件复杂,部分专家担心会受埭子口以东粉砂质底质影响,需分阶段验证航道回淤预测情况,因而需分层分段推进;围堤建设除采用连云港传统的爆破挤淤结构外,首次大规模应用新型充填袋斜坡堤结构以缓解石料紧缺。

在项目建设过程中,我们以合同管理为主线,以优质安全为目标,以科技创新为支撑,明确指挥部及各参建单位行为责任和目标,不断完善制度体系建设,充分发挥设计支撑作用和科技保障作用,规范控制关键施工要点,通过抓现场、现场抓,管监理、监理管,防反复、反复防等手段确保了工程安全、优质、节约,分阶段实现工期目标。连云港区25万吨级航道于2012年6月建成,可满足25万吨级散货船乘潮单向通航、7万吨级以下船舶全潮双向通航要求,标志着连云港港成功跻身国际深水大港行列;总长17.6km的纳泥区围堤建成投入使用,为徐圩港区起步和旗台作业区拓展奠定了坚实基础;徐圩港区10万吨级航道已于2013年7月完工,可满足10万吨级散货船乘潮单向通航要求,为徐圩港区开港提供了必要条件。

自2012年6月以来,我们安排了长42.8km的连云港区25万吨级航道(人工开挖段)和长15km的徐圩港区10万吨级航道(外段)的分季度回淤观测和台风后回淤观测与分析研究。结果表明,一期工程完工后的回淤强度小于预测强度,可以排除大风天骤淤碍航的担忧,进一步验证了该工程前期研究结论的正确性,也为二期工程的可行性论证奠定了坚实基础。

2 工程建设管理

连云港港30万吨级航道建设指挥部作为市政府授权的独立法人机构全权负责30万吨级航道的建设管理工作,内设综合处、计划财务处、工程处和现场管理处。指挥部的建制体现了现代化工程管理的特色,现场管理处由专业项目管理公司抽调精兵强将组建,承担工程质量、安全、进度管理工作;委托专业检测单位成立指挥部中心试验室,承担监理、施工单位的检验检测工作并代表建设单位对工程原材料、实体质量进行抽检。指挥部以“强强联合构建枢纽大港,提升功能有创新;优势互补确保安全优质,队伍优秀创国优”为指南,重点围绕工程招投标、质量、安全、资金、档案、环保和廉政等要素开展建设管理工作。本工程建设管理组织架构和主要参建单位如图1所示。

2.1 科技创新与管理

指挥部坚持科学发展观,坚持以科技创新支撑工程建设,向科技要质量、要进度、要效益。科研质量是设计质量的源泉,设计质量是工程质量的灵魂,工程设计和施工都需要大量的科技成果来支撑。指挥部注重发挥设计、施工单位科技创新的主动性和积极性,推动设计和施工的科技创新。同时,本着科研紧紧围绕和结合设计施工、科研为工程服务和推动技术进步的原则,借鉴同类工程经验,指挥部采取了由对航道工程效果总负责的总体院梳理建设期和运营期需要解决的关键技术问题,起草编制总体科研工作大纲(计划),协助业主组织专业科研单位实施,并负责技术把关的科研模式。从解决项目立项、验证和优化设计、指导工程建设、降低成本、推动行业技术进步与创新等出发,重点解决徐圩海域海床性质及灌河口

沙嘴稳定性、航道回淤规律与选线、边坡稳定与设计、航道有效宽度与通航安全、港航建筑物对航道的影响、围堤抗风浪能力、充填袋斜坡堤的经济稳定断面等问题。为了加强科研工作的管理力度,江苏省交通运输厅和连云港市人民政府联合聘请了包括院士、大师在内的 21 位知名专家担任 30 万吨级航道工程技术顾问和专家,从 2009 年起每年召开一次大型咨询会议;指挥部聘请了江苏省水运工程技术研究中心协助进行科研项目的管理,依据工程《科研管理办法》,紧紧依靠工程技术顾问、专家的智慧 and 国内一流大学、科研院所的强大智力支持,经常就工程建设的重大技术、设计、科研和管理事项进行咨询,有效破解技术难题。

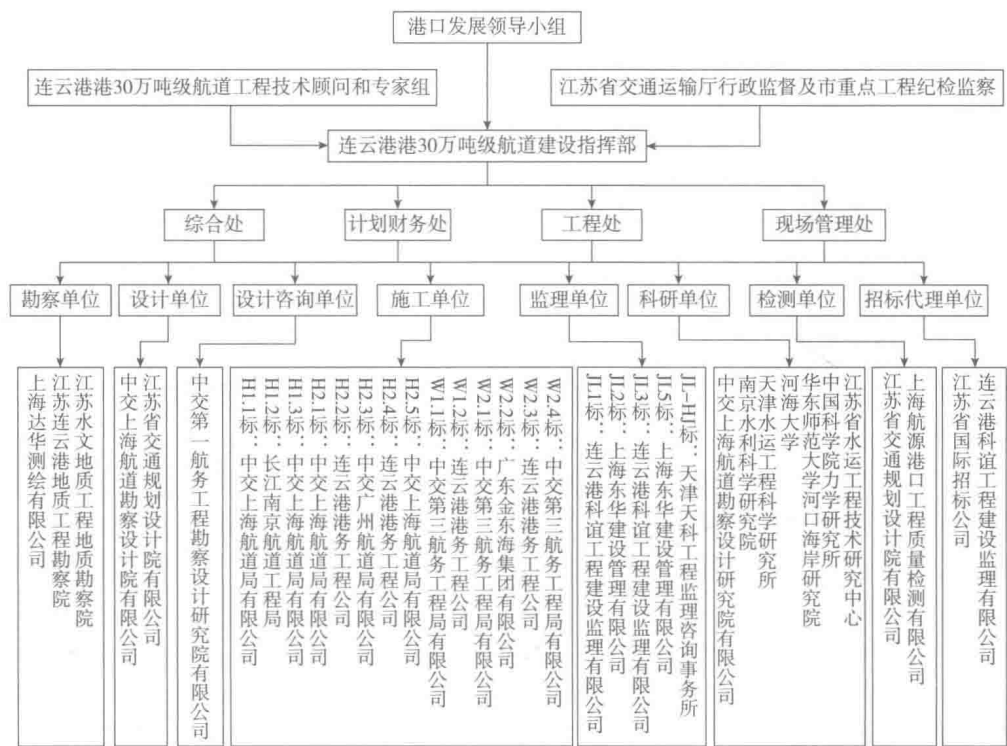


图 1 工程建设管理组织构架和主要参建单位框图

依托 30 万吨级航道工程开展的“863”计划课题《开敞海域淤泥质浅滩深水航道建设关键技术研究》于 2012 年 3 月立项,各项任务推进顺利,取得了一系列创新性成果,部分研究成果已在工程中得到了推广与示范应用。

一是针对徐圩港区邻近淤泥质海岸和粉砂质海岸过渡地段的复杂性,通过创新性的现场观测、室内试验和专题研究,在业界首次提出黏粒含量影响泥沙水力特性、泥沙水力特性决定海岸带性质,在淤泥质海岸和粉砂质海岸性质分类时除了依据中值粒径外,还要考察其黏粒含量的观点和方法,系统提出了海岸性质分类的改进意见和标准,被纳入《海港水文规范》(JTS 145-2—2013),同时形成了具有行业领先水平的一整套方法体系,是海岸性质分类标准的重要突破性成果,同时无可辩驳地支持了徐圩港区航道沿线属于淤泥质海岸的结论,为工程的立项建设解决了海床性质和灌河口沙嘴的稳定性这一关系航道稳定性的关键问题。

二是充分利用主航道实测回淤成果和新开辟徐圩航道分阶段实施、与产业和码头进度相适应的有利条件,理论联系实际,紧密结合航道建设,分阶段开展航道回淤观测及研究,取得了不同等级航道常年和大风天的实际回淤资料,特别是超强台风“达维”风后航道回淤观

测堪称回淤观测的典范,为率定数学模型参数提供依据,为 30 万吨级航道建设提供有力的技术支撑。回淤观测研究表明,大风过后的回淤物主要为浮泥,是暂时和不碍航的,具有先淤后恢复的特征,残留固结为淤泥的实质性回淤很小,进一步证实了连云港区及徐圩港区航道不存在台风骤淤碍航风险的科学论断。同时结合浮泥生成及运动规律、室内试验研究、浮泥密实等室内试验成果,深化解析了浮泥运动过程,进一步证实了连云港航道大风后淤积物为黏性细颗粒泥沙并以浮泥形式存在、经一段时间后消失而不至于碍航的结论,深入揭示了大风天回淤规律和浮泥形成、运动、消失的机理,为在开敞式淤泥质浅滩建设深水航道提供了理论依据。

三是开展淤泥质海岸破波区泥沙运动研究,探讨了航道开挖深度、浅滩含沙量对泥沙回淤的影响,为深水航道的防淤减淤研究奠定了基础。

四是利用建设期实测回淤资料,对二维潮流泥沙数模进行了率定完善。基于间断有限元方法建立了三维泥沙数学模型,实现了间断有限元泥沙模块的并行计算,并进行了实际应用,得到了较好的效果。对 FVCOM 模型进行改进,将三维水动力泥沙数学模型与新开发的二维浮泥模块进行结合,实现了对浮泥在重力作用下流动过程的模拟。

五是开展连云港区 15 万吨级和 25 万吨级航道实船航行观测及研究,获得了一般航道和口门段航道的实船航行资料,首次引入航道宽度和航迹带保证率概念,并通过数理统计研究了船舶漂移分布,得到了不同置信区间下船舶的漂移倍数,对大型海轮航道设计规范的修编有重要的理论价值。

六是选择典型航段开展疏浚边坡观测研究,提出了适合开敞海域淤泥质海岸的航道疏浚边坡稳定计算公式及参数取值,克服了现行规范仅仅依据土质查表确定的不足。对于在保证疏浚边坡的安全性前提下提高航道设计的经济性具有重要意义,为规范修编和工程设计提供了科学依据。

七是流变特性试验研究发现,不同重度下的剪切力曲线存在转折现象,为适航深度的选取提供了客观的科学依据。针对适航淤泥重度值提出了新的确定方法,并采用现场观测、室内试验和数值模拟相结合的手段综合研究了适航淤泥对船舶阻力和操作性能的影响,特别是数值模拟中采用了现代计算流体力学(CFD)方法,进一步提升了适航水深技术。

八是首次成功开发应用 760g/m^2 高强机织加筋砂被的充填袋和抛石组合堤身斜坡堤,并在深厚淤泥地基围堤大规模应用,显著减少了石料用量,保证了材料供应可靠性和工期可靠性,降低了工程投资,为连云港地区大规模高强度筑堤解决了关键技术问题。研究提出了爆破挤淤堤新型内侧反滤结构设计计算方法,并成功用于实际工程,有效解决了爆破挤淤堤内侧反滤结构失效引起的吹填漏泥这一长期以来困扰业界、未能解决的技术难题。开展航道疏浚土充填袋筑堤技术现场试验研究,可大大节省砂石料用量和工程建设成本,具有明显的经济、环境和资源效益。首次对围堤采用玻璃纤维经编复合土工布加筋进行了尝试,取得了初步经验。

九是研制了提高硬黏土疏浚效率的绞吸新设备,提高了效率,降低了能耗;研制了密实粉土和粉砂土耙吸效率的耙齿设备和高压冲水设备,节省了成本,缩短了工期。

这些研究成果直接支撑了 30 万吨级航道工程建设,通过解决关键技术难题,降低了工程建设风险,提高了施工效率,节省了工程投资,在科学技术部(后简称“科技部”)组织的中期检查中得到了肯定。根据该课题研究计划,将继续深化下列研究,提炼研究成果。

一是深化在复杂条件下开敞海域淤泥质浅滩泥沙运动规律研究及淤积预报技术,提出

浅滩深挖槽航道淤积预报公式,进行现场回淤验证;揭示泥沙回淤规律和机理,特别是大风天航道回淤规律和机理。

二是提炼和完善开敞海域淤泥质浅滩深挖槽航道总体设计关键技术,提出航道有效宽度设计方法、边坡设计方法和开敞海域淤泥质浅滩深挖槽航道设计维护量的计算方法,编制相应的技术指南。

三是深化疏浚土筑堤新技术,提出疏浚土筑堤断面稳定计算理论与设计方法,突破充填袋筑堤规范对含泥量限制,并形成成套技术与技术指南。

四是复杂土质条件下航道疏浚技术,通过技术攻关,研制相应的新设备,从而提高疏浚效率,降低疏浚成本。

2.2 招投标及合同管理

一期工程开工前,按照总体建设计划,从节省资金、便于衔接和管理、保证工程进度等出发,将整体工程预先进行施工、监理标段分割。在招投标过程中,对招标文件逐字逐句修改以满足该标段建设的实际需要,如要求连云港区航道涉及的三个疏浚标段分层疏浚,该航道边施工边通航等。指挥部还就各标段的施工工艺及其涉及的原材料进行研究和市场调查,合理限价以控制投资。另外,指挥部对不宜进行招标的事项进行竞争性报价,并按照会签制度履行相关手续。

为保证工程招投标程序合法,过程公开透明,省交通运输厅建设管理办公室、市重点工程建设监督办公室和港口工程质量监督站全程监督,并由连云港港 30 万吨级航道工程定标委员会审核定标。指挥部按总体进度计划的各控制节点分批次、按照正规程序开展项目招投标工作,待评标委员会推荐中标候选人之后,定标委员会听取该批次项目招投标全过程情况汇报,最后形成定标决议。一期工程共设 7 个监理标、8 个疏浚施工标、9 个围堤施工标及 3 个其他附属工程标,共分 10 批次开展招投标工作。

为严格参建单位和人员的资质管理,招标文件中明确要求,并在人员进场时按照合同约定对资质进行复验,对参建方要求变更的人员进行严格审核。严格变更管理,对重大变更组织专家进行咨询,并对变更造价进行审查,确保变更有理有据、公正、合理。指挥部制定的设计变更立项审查程序如图 2 所示。

2.3 质量管理

通过明确责任坚持标准、健全制度完善体系、规范控制施工要点、要素管理持之以恒等措施,为提升建设工程质量管理文化,把关工程质量过程控制和创建优质品牌工程创造了条件。

2.3.1 明确责任坚持标准

工程质量的优劣是参建各方共同控制的结果,各方的质量管理行为直接影响工程质量。建设单位在整个建设活动中处于主导地位,在工可研究、初步设计和施工图设计阶段,指挥部委托中交第一航务工程勘察设计院进行设计审查与咨询,借助专业力量把关设计质量。指挥部与施工、监理单位签订三方质量管理责任状,要求树立“质量是生命、质量是责任、质量是财富”的质量文化价值观,规范质量管理行为,严格执行强制性标准和设计文件要求,大力推行标准化工艺。标准化是提升工程质量管理水平的重要手段,指挥部非常重视施工工艺的分析和整理,尤其对关键施工工艺,在首件成品的基础上不断总结和优化完善,对作业流程、作业方法、作业条件加以规定并贯彻执行,使之标准化。同时,组织各参建单位将质量管理要素整合优化,明确符合实际和规范要求的操作性标准,将质量管理落实到工程各

位系统进行核查,控制误差在允许范围之内;驻船监理工程师对各挖泥船耙头深度指示仪、装载吃水、泥浆流量计、浓度计等船载设备进行校验,控制误差。船舶开始施工后,利用“疏浚监测平台”系统,集成 DGPS 导航功能和耙头深度指示功能的耙臂位置指示系统等设备,用于船舶平面和耙头三维精确定位,平面控制定位精度控制在 $\pm 3\text{m}$ 之内,使得疏浚作业可以在计算机屏幕上预先按照施工地段、分带、分条编制设定施工区域。利用耙臂位置指示系统显示施工时耙头轨迹,通过控制耙迹线在施工区内的均匀分布,防止漏挖和超挖;对浅区实行重点浚挖,达到均匀增深、控制平整度的目的,若发现施工区内出现垄沟和浅埂,及时采取斜向或 S 形施工,提高航槽平整度。

二是绞吸吹填关键施工要点。根据绞吸船施工和本工程特点,对航道进行分侧、分段、分层、分条施工,将航道分东、西两侧;分段长度取浮管一次铺设可挖的有效长度;分层厚度取绞刀头直径的 1.2~1.5 倍;平行于航道轴线进行分条,分条数量和宽度根据航道底宽的一半加边坡挖宽确定。绞吸挖泥船采用船艏钢桩定位,主桩位于分条挖槽中心线上,作为横挖摆动中心,通过收放绞刀架两侧横移锚缆,左右摆动挖泥,通过定位桩台车顶推前移,前移距离保持适当,以避免重挖和漏挖。疏浚土通过排泥管线输送至围堤吹填区,在吹填过程中,根据所吹土质、吹填强度、实际堆高、接管难易程度等改变管线走向和管口位置,以保持泄水通畅及吹填平整度。该工程“一种绞吸挖泥船绞刀的传动装置”、“一种绞吸挖泥船绞刀液压马达的回油路”等获国家实用新型专利,“大型绞吸挖泥船吹挖坚硬黏土施工”、“大型绞吸挖泥船浅滩施工”等多种工法被评为交通运输部一、二级施工工法。

三是爆破挤淤关键施工要点。通过典型试验段施工校核抛填和爆破参数,不断优化;每次爆破循环施工前必须进行隐蔽报验,在施工单位自检的基础上,监理单位对炸药量、埋药深度、药孔间距、布药宽度等爆破参数进行检查,符合要求后方可同意起爆。定期统计爆破循环实际推进量、实际成形断面抛石量,并与设计断面理论方量进行体积平衡分析,初步验证石层落底情况;施工单位按照要求进行钻孔探摸,检测爆破挤淤实际落底效果后,指挥部安排独立第三方钻孔复核。该工程《提高侧爆落底率》、《引水爆破》等获国家级、市级 QC 成果奖。

四是砂被堤关键施工要点。采用 DGPS 测量系统对袋体铺设位置进行定位;采用充砂量和充砂时间相结合的办法控制袋体铺设速度和移船速度,以保证袋体充填平整;重点加强排尾铺设质量控制,防止排尾撕裂;采用水下探摸的方法对袋体进行检验。在塑料排水板打设施工前,规定试插淤泥深度,对于淤泥厚度与图纸不一致的区域及时调整排水板长度。在排水板打设过程中要求插板机插管标记刻度,保证排水板打设深度准确,对于回带长度超过 50cm 的必须重新补打;通过纬向采用涤纶线 3 道丁缝加密,径向采用 2 道涤纶线加环氧树脂胶结方式加工接缝,以确保接缝强度。该工程《降低海上塑料排水板打插回带率》、《充填袋径向接缝缝制工艺研制》、《提高混合型围堤充填袋铺设质量》等获国家级、省级 QC 成果一等奖。

2.3.4 要素管理持之以恒

一是强化考核管理。在招标文件和合同中设定优质优价、优监优酬条款,为工程创优提供条件,在合同履行中及时考核兑现;同时根据工程进展情况分阶段组织劳动竞赛活动,以“六比”即比工程质量、比工程进度、比安全施工、比技术创新、比文明施工、比科学管理为主要内容,形成了你追我赶的良好氛围,为工程又好又快建设加上了引擎,使承包人履约水平得到提升。

二是强化技术交底管理。工程开工前,要求参建各方熟悉制度、图纸、规范、标准和现场。要求施工单位在熟悉现场的基础上,对施工图进行全面复核和控制网的定期复测;开展施工组织设计、监理规划等控制性文件的编制,并报公司总部审查;编制重要的分部分项工程技术方案经监理审查通过后报备指挥部;对关键、危险性高的技术方案,由指挥部组织专家及有关部门审查把关,确保施工有序展开。严格落实三级技术交底,即项目技术、标段技术、班组技术交底,确保一线从业人员严格执行规章制度和相关规程,熟练掌握对应岗位的操作技能,使工程质量得到事前控制。

三是强化施工过程管理。指挥部人员经常深入施工现场,加强对施工全过程的监控。对监理单位涉及的旁站到位、监督组织、平行抽检、监理记录等一切可能影响施工质量的因素进行检查;重点检查施工单位质量保证体系、自检试验资料、仪器设备率定情况、隐蔽工程验收、质量隐患处理等,规范现场文明施工、材料存放、垃圾处理、环保措施等;加强施工细节的处理及成品保护,对存在问题及时要求整改,并进行跟踪检查,直至整改落实到位。

四是强化质量验收管理。建立健全覆盖监管部门、指挥部、监理部、项目部、施工队、班组到个人的纵向到底、横向到边、控制有效的质量检查体系,从实体到资料,严格落实自检、互检和专检相结合的三检制度,施工工序未经报验合格,不得转入下道工序施工,现场检测达规定频率,重点部位一次报验合格率达100%。同时,委托检测中心代表业主独立于监理、施工单位之外对围堤进行沉降位移、落底钻孔检测,做到实时监控;中心试验室代表业主对工程实施过程中的原材料、实体质量进行抽检,及时利用统计方法对检测数据进行汇总分析;委托第三方对航道疏浚情况进行检测,为检验施工质量提供了有力保障。

五是强化信息动态管理。在江苏省交通运输厅工程质量监督局的指导下,工程开工之前就编印并规定了各种用表,要求各参建单位及时、准确、全面采用规定的表格,认真做好原始记录和各种资料整理归档。严格做好周例会、月度例会、专项会议等会议要求的落实,在会上通报周期内的检测结果、安全监测结果及有关质量情况,并形成会议纪要分发。指挥部对接主流新闻媒体及时跟踪报道工程有关情况,同时及时编写工程动态信息,报上级主管部门;定期编辑信息专报将工程推进动态及重大事项报省、市各级领导、工程顾问和专家、各级管理部门以及各口岸相关单位,有效发挥了信息和舆论促进管理的作用。

2.4 安全管理

在一期工程实施过程中,指挥部认真贯彻执行交通运输部《公路水运工程安全生产监督管理办法》和《关于开展公路水运工程平安工地建设活动的通知》要求,组织参建单位全体人员认真学习交通运输部工程质量监督局编写的《公路水运工程施工安全标准化指南》;牢固树立以人为本、安全发展的科学理念,坚持安全第一、预防为主、综合治理的方针,以平安工地建设活动为抓手,丰富工程安全管理文化,将事故预防作为促进安全生产的主攻方向,把规范安全管理和施工作业行为作为促进安全生产的重要保障,把加强基层、基础工作作为促进安全生产的两个着力点,把科技进步、教育培训、信息化建设作为促进安全生产的三个重要支撑,切实将安全生产法律法规、技术标准落实到基层,全面夯实安全工作基础,基本实现施工现场安全防护标准化、场容场貌规范化、安全管理程序化、安全培训教育经常化,参建各方安全生产责任得到有效落实,施工安全风险得到有效控制,安全管理文化得到全面建设,真正实现了工程安全生产无事故。

2.4.1 明确安全管理责任

工程施工招投标文件明确要求每5 000万元施工合同额配备1名专职安全员。签合同

时,指挥部与施工、监理单位签订安全生产责任状,参建单位进点后分别成立安全管理机构,形成项目安全生产管理网络,建立安全生产责任制。明确参建各方及相关责任人的安全生产职责,确定指挥部法人代表、总监、项目经理为安全管理第一责任人,形成人人负责安全工作,人人承担安全管理责任的良好氛围。

2.4.2 把好源头关口

一是建立健全各项管理制度。按照交通运输部《公路水运工程安全生产监督管理办法》的相关要求以及省交通运输厅工程质量监督局安全生产督查的精神,指挥部制定了《安全生产管理实施细则》、《平安工地制度》、《安全生产报告制度》、《安全生产事故应急救援预案》等16项制度,并汇编成册,内容涉及安全检查、会议、教育、应急救援、考核、事故报告等各项安全管理工作,形成了横向到边、纵向到底的全覆盖安保体系。

二是排查危险源并做好标识。对该工程主要施工工艺流程进行分析,考虑施工海域自然条件、工程船舶本身的安全技术性能以及施工人员作业条件,排查出海上疏浚施工与潜水作业、爆破挤淤、人工铺排充填袋、充填袋和砂肋安放、海上抛石、护面块体安放、海上测量作业、船舶海上拖航、防台防汛和恶劣气候等10余项危险源。对各危险源点立牌警示,提醒相关人员加强防范。同时,进一步明确相应责任人,并在工地现场公示,做到责任公开,有效监督。

三是做好安全技术交底。要求施工单位在开工之前分别编制专项危险点安全预控措施,并将危险作业工序的安全技术措施和可能发生的危险情况向全体作业人员进行书面安全技术交底,确保施工作业人员在做好防护的同时,熟知工艺流程,掌握危险因素和应变措施。

2.4.3 开展安全专项活动

在工程实施过程中,指挥部通过组织监理、施工单位开展安全隐患排查月活动、“防人身事故,防人为责任事故,反违章”活动、安全生产月活动、百日安全生产大检查活动等安全专项活动,丰富了工程安全管理文化内容。在各项活动开展过程中,组织施工一线职工开展了观看安全警示教育片,召开现场安全防护用品使用知识讲解,进行安全应急救援演练等工作,调动了施工一线人员学习安全知识的积极性,形成了施工现场人人讲安全、保护自己、保护别人的良好安全氛围。

2.4.4 做好重大危险源和特殊时期安全保障

一是航道疏浚施工。该工程航道疏浚作业因进出港生产船舶带来的安全隐患较大,连云港海事局专门成立了“连云港港30万吨级航道工程海事保障指挥部”,对该工程给予专项安全保障。两个指挥部协同进行海上施工安全管理,坚持每天参加港口生产部门组织的早班会议,协调进出港生产船舶和疏浚船舶作业的关系;积极联系港口集团生产业务部、连云港引航站和上海海事局连云港航标处等单位,就海上施工船舶和进出港船舶安全事宜进行及时管理和协调,定期召开水工作业通航安全会议;建立海上施工和陆上指挥及海事管理人员的通信录,规定专项联系方式,以保证海上疏浚作业人员和海事监管人员信息畅通。经过各方共同努力,有效化解了许多矛盾和多起事故苗头,做到了航道施工与港口生产两不误、双安全。

二是爆破挤淤施工。在围堤工程施工中炸药、雷管等火工品使用量大,若发生火工品被盗流失,将对社会安全构成严重威胁,因此对储存保管工作要求尤为严格。指挥部加强该危