



长江口航道疏浚土利用方式与发展方向

李波¹, 付桂^{1,2}, 高梁³

(1. 交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003; 2. 上海航鸿工程管理有限公司, 上海 200137;
3. 中港疏浚有限公司, 上海 200136)

摘要: 结合近年来长江口航道维护疏浚土利用现状, 从疏浚土的处理模式、实施过程及取得成效等方面总结了近年来航道疏浚土综合利用实践所取得的成功经验, 主要包括3方面: 分期实施, 适应不同工程阶段的航道疏浚土特点; 权责明晰, 创建疏浚土利用的沟通协调模式; 合作共赢, 探索疏浚土利用的长效运行机制。在此基础上, 探讨了今后一段时期长江口航道疏浚土利用的发展方向及建议, 针对“十四五”及以后长江口航道疏浚土利用的可持续问题, 提出实施横沙浅滩(N23潜堤以东)滩涂整治、横沙六期至八期加高整治工程, 以及在深水航道南北坝田区修建大泥库等疏浚土利用的发展方向。研究成果对上海市滩涂资源整合与保护等具有一定指导意义, 也可为我国海洋疏浚土资源化利用提供参考。

关键词: 长江口航道; 疏浚土; 利用; 可持续

中图分类号: U 616

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)11-0178-06

Utilization mode and development directions of dredged soil in the Yangtze River Estuary channels

LI Bo¹, FU Gui^{1,2}, GAO Liang³

(1.Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, Ministry of Transport, Shanghai 200003, China;
2.Shanghai Hanghong Engineering Management Co., Ltd., Shanghai 200137, China;
3.CHEC Dredging Co., Ltd., Shanghai 200136, China)

Abstract: Given the utilization status of dredged soil in waterway maintenance of the Yangtze River Estuary (YRE) in recent years, this study summarizes the successful experience of comprehensive utilization of dredged soil in waterways from the aspects of the treatment mode, implementation process, and achievements of dredged soil. Specifically, it mainly includes three aspects: 1) phased implementation to adapt to the characteristics of dredged soil in waterways at different engineering stages, 2) clear rights and responsibilities to create a communication and coordination mode of dredged soil utilization, and 3) win-win cooperation to explore the long-term operation mechanism of dredged soil utilization. On this basis, this paper discusses the development directions and suggestions for the utilization of dredged soil in the YRE channels in the future. In view of the sustainable utilization of dredged soil in the YRE channels during the 14th Five-Year Plan period and thereafter, the study preliminarily proposes several development directions of dredged soil utilization, including the implementation of the beach regulation of Hengsha Shoal(east of N23 submerged breakwater) and the elevation regulation project of Hengsha Phase 6-8, as well as the construction of large mud reservoirs in the north and south dam fields of deep-water channels. The research results are of certain guiding significance for the regulation and protection of beach resources in Shanghai and can also provide a reference for the resource utilization of marine dredged soil resources in China.

Keywords: the Yangtze River Estuary channel; dredged soil; utilization; sustainable

收稿日期: 2022-02-14

作者简介: 李波(1987—), 男, 工程师, 从事航道工程管理与航道整治研究。

长江口深水航道治理工程 1998—2020 年累计产生疏浚土 12.68 亿 m^3 , 目前长江口 12.5 m 深水航道、南槽航道、上海港罗泾及外高桥港区支航道、黄浦江航道维护等项目每年产生的维护疏浚土量约为 7 000 万 m^3 。科学合理地利用长江口航道疏浚土, 既能缓解长江口砂土资源短缺矛盾、推动上海市造陆进展、获得宝贵的土地资源, 又能减少疏浚土外抛对海洋水体环境的扰动, 减少国家在航道建设和维护中的投入。

关于长江口航道疏浚土的综合利用, 有关专家学者结合工程需要已开展了诸多探索研究, 取得了长足的进展和实践经验^[1-6]。在此基础上, 本文拟结合近年来长江口航道维护疏浚土利用现状, 总结疏浚土用于吹填造地工程的若干实践经验, 并针对疏浚土可持续性利用等问题, 探讨今后一段时期长江口航道疏浚土利用的发展方向及建议。本文研究结果对后续长江口航道疏浚土处置出路、上海市滩涂资源开发利用与保护等具有一定指导意义, 也可为我国海洋疏浚土资源化利用提供参考。

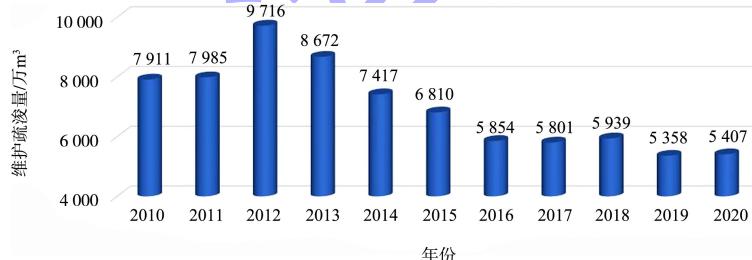


图 1 2010—2020 年航道维护疏浚工程量

1.2 航道疏浚土利用现状

目前, 长江口航道疏浚土的利用主要是通过耙吸船将疏浚土运输至吹泥站后, 直接艏吹上滩, 或在吹泥站通过绞吸船吹填上滩(图 2)。利用航道疏浚土可为上海市营造优质湿地, 该利用方式既能缓解长江口砂土资源短缺矛盾、推动上海市湿地营造进展、获得宝贵的湿地资源; 且航道疏浚土就近处理可缩短运距, 减少国家在航道建设和维护中的投入; 从长远看, 疏浚土上滩固化也可减少航道回淤量; 同时, 疏浚土利用可减少对海洋水体环境的扰动, 保持河口生态环境稳定。

1 长江口航道疏浚土利用现状

1.1 航道疏浚土产生量

长江口的航道疏浚维护主要集中在长江口 12.5 m 深水航道和南槽 6.0 m 航道, 航道回淤量大、回淤区域集中, 需要常年实施维护性疏浚。其中南槽 6.0 m 航道 2019 年 11 月开始基建疏浚, 2020 年 3 月交工验收, 基建疏浚量共计 582.5 万 m^3 , 除少量用于整治建筑物筑堤材料试验以外, 全部外抛至长江口外 3#、4#倾倒区。自 2020 年 4 月进入南槽一期试通航期, 至 2020 年底累计疏浚 439.6 万 m^3 , 疏浚土全部采取外抛处理。

长江口深水航道于 1998 年开始建设, 至 2020 年底已产生疏浚量 12.68 亿 m^3 。2010 年 12.5 m 深水航道开通后, 平均年维护疏浚量为 0.6~1.0 亿 m^3 ; 2012 年疏浚量近 1.0 亿 m^3 , 为历年最大; 之后随着减淤工程建设和疏浚管理精细化, 航道维护量有所减少, 2016—2018 年为 5 800 万 m^3 左右, 2019—2020 年为 5 400 万 m^3 左右, 见图 1。

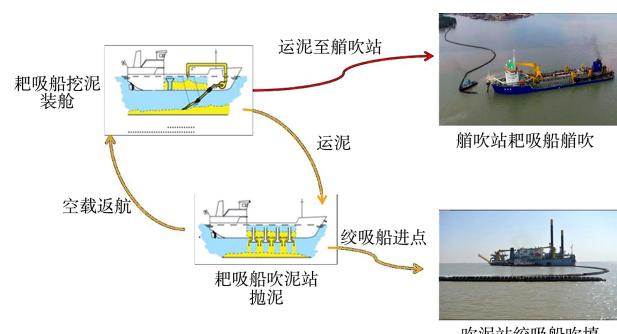


图 2 疏浚土吹泥上滩模式

近年来, 长江口航道疏浚土综合利用取得了突出成效。长江口航道疏浚土吹填上滩项目平面布置见图 3, 利用情况统计见表 1。

2016年长江口航道疏浚土总量为5 854万m³,其中抛至吹泥站方量为3 112万m³,艏吹方量为211万m³,疏浚土利用率为57%;2017年长江口航道疏浚土总量为5 801万m³,其中抛至吹泥站方量为4 473万m³,无艏吹,疏浚土利用率为77%,较2016年大幅提高。

截至2020年底,长江口航道约4.37亿m³的疏浚土抛至吹泥站用于吹泥上滩,完成了上海横沙东滩三期、六期、七期、八期等滩涂整治项目,累计为上海市营造湿地约105 km²。同时,通过减少疏浚土运输费、疏浚土供应费等节约了大量的

航道维护资金。

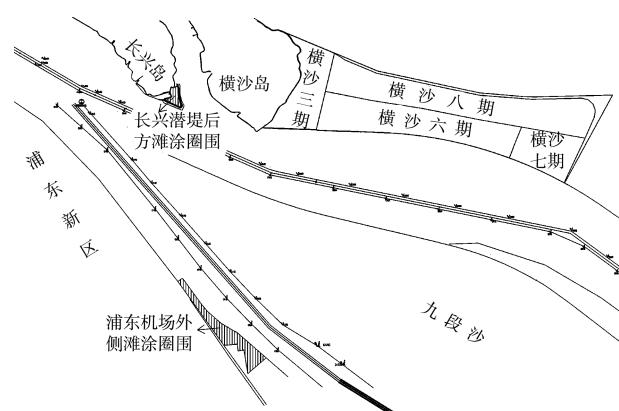


图3 长江口航道疏浚土利用项目

表1 长江口航道疏浚土利用情况

项目名称	开工时间	完工时间	形成湿地面积/km ²	吹泥上滩量/万 m ³	备注
横沙三期滩涂整治工程	2009年12月	2011年1月	17.33	2 700	-
横沙六期滩涂整治工程	2012年9月	2016年11月	32.33	7 907	-
浦东机场外侧滩涂圈围工程	2013年4月	2013年11月	3.53	480	-
长兴围堤后方滩涂圈围整治工程	2016年6月	2016年11月	1.13	211	艏吹工艺
横沙七期滩涂整治工程	2016年5月	2017年12月	2.02	3 149	-
横沙八期滩涂整治工程	2016年3月	2020年12月	6.36	9 882	-

2 长江口航道疏浚土利用实践

长江口深水航道治理二期工程结合横沙东滩促淤圈围工程于2003年首次在北槽坝田区内建设4座吹泥站,开展航道疏浚土综合利用的探索实践至今已近20 a,累计约4.37亿m³疏浚土抛至吹泥站用于滩涂整治,积累了一定工程实践经验。

2.1 创新模式,适应不同工程阶段的航道疏浚土特点

2.1.1 横沙东滩滩涂整治分期实施

横沙东滩整治工程截至目前共分8期实施,见表2。从疏浚土利用层面分析,工程分期实施不仅拓宽了作业面,提高了疏浚土利用率,而且可节约大量吹填砂土资源。先行实施的横沙一、二、四期促淤工程设置一定的纳潮口,利用长江口的自然潮汐特性,将部分随涨潮进入促淤区内的泥沙在低流速时段促淤成滩,用最经济的方法为后续吹填工程积累了大量的砂土资源。横沙六~八期在促淤成滩的基础上,分期实施滩涂整治,有效拉长长江口航道疏浚土利用周期,一定程度上缓解了长江口泥沙资源供需关系紧张的局面,使

每年产生的航道疏浚土利用率大大增加。

表2 横沙东滩一~八期工程情况

工程分期	工程内容	实施时间
横沙一期	促淤工程	2003年12月—2005年3月
横沙二期	促淤工程	2006年3月—2007年9月
横沙三期	圈围滩涂整治工程	2006年9月—2010年3月
横沙四期	促淤工程	2008年3月—2009年7月
横沙五期	通海大堤工程	2009年4月—2010年12月
横沙六期	圈围滩涂整治工程	2011年9月—2015年11月
横沙七期	圈围滩涂整治工程	2015年10月—2017年12月
横沙八期	圈围滩涂整治工程	2016年3月—2020年12月

2.1.2 实施横沙八期工程前期吹泥上滩

横沙八期工程开工之前,受长江口航道疏浚土产量洪枯季差异大、吹泥上滩施工作业面局限等实际情况制约,疏浚土无法得到充分有效利用。为了确保“十三五”期间长江口航道疏浚土供应量满足横沙八期滩涂整治的需求,提出横沙八期前期吹泥上滩实施方案:即在围堤未施工前,将前期吹泥上滩作为滩涂整治工程的组成部分,先期组织实施,提前将航道疏浚土吹泥上滩

至围区范围。前期吹泥上滩施工使用 3 个吹泥站, 编号分别为 1#、2#、C1-1#, 吹泥站及管线布置见图 4。长江口北槽航道耙吸挖泥船将疏浚土抛至吹泥站, 再由绞吸船进点, 将吹泥站疏浚土吹至围区范围。

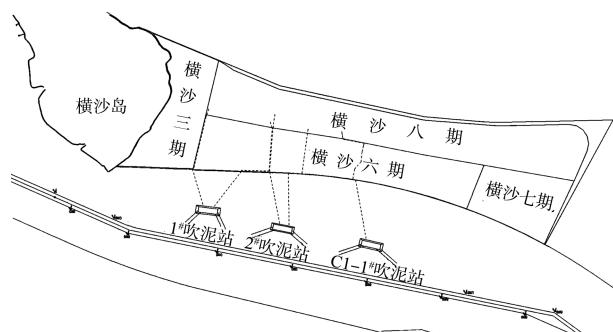


图 4 横沙八期前期吹泥上滩

为了减小前期吹泥上滩疏浚土的流失, 吹泥管口设置在横沙八期围区南侧(即靠近横沙六期位置), 以延长吹填泥沙的沉积时间, 有效减小流失。通过高度沟通协调, 耙绞高效配合, 最终横沙八期前期吹泥上滩吹泥上滩疏浚土 1 446 万 m^3 , 固结成陆量 1 175 万 m^3 , 前期吹泥上滩吹填成陆率高达 81%, 充分利用了长江口航道疏浚土资源, 有效降低了深水航道维护费用和滩涂整治工程吹填费用, 保障横沙八期工期目标如期实现。

2.1.3 长兴潜堤后方滩涂圈围整治工程疏浚土艏吹利用

长兴潜堤后方滩涂圈围整治工程位于长兴岛东南角、长江口深水航道治理三期工程长兴潜堤工程后方, 圈围面积约 1.11 km^2 、围内设计吹填量约 663 万 m^3 , 其中 208 万 m^3 吹填土是由长江口航道疏浚土艏吹完成(图 5)。受施工条件限制, 本工程仅能设置一个艏吹站, 为了避免出现施工工作面不足、航道维护疏浚责任不清、船舶调度混乱等现象, 采取疏浚吹填一体化艏吹施工工艺。该工艺直接吹泥上滩, 疏浚土不抛卸, 不需开挖储泥坑, 可提高疏浚土利用效率, 且不扰动水体环境; 同时, 耙吸船既进行航道维护疏浚, 又可营造湿地, 中短距离“挖+运+艏吹”工效较高, 经济效益较好。

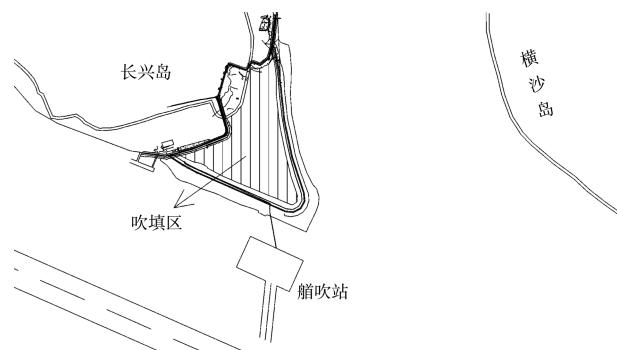


图 5 长兴潜堤后方滩涂圈围整治工程疏浚土艏吹

2.2 权责明晰, 创建疏浚土利用的沟通协调模式

航道维护部门和上海滩涂整治部门各司其责, 航道部门负责航道疏浚, 滩涂整治部门负责吹泥上滩整治; 疏浚土产生后, 航道部门通过挖泥船把疏浚土运输至贮泥坑, 再由滩涂整治部门从贮泥坑把疏浚土吹泥上滩整治。为提高疏浚土利用率, 部分疏浚土需要远距离运输至贮泥坑, 将导致运距、费用增加等, 滩涂整治部门对航道部门将予以相应补偿。

利用疏浚土吹泥上滩整治对维护与吹填作业之间统筹协调工作要求较高, 长江口航道维护疏浚与疏浚土利用现场管理要高度衔接, 需提前做好各项技术准备。为适应长江口航道维护及疏浚土利用要求, 航道维护部门设立现场管理组, 旨在加强长江口航道维护疏浚调度管理和疏浚土利用现场调度管理, 细化吹泥站调度工作, 动态调整维护疏浚耙吸船抛坑作业和吹泥站绞吸船吹填进度, 将航道维护疏浚抛坑作业与吹泥站吹填作业高度衔接起来。同时, 航道维护部门通过协调沟通向海洋局申请增加吹泥站数量, 及时召开疏浚土利用协调会, 为航道维护施工船舶抛坑作业常态化提供可靠稳定的施工环境, 有效提高疏浚土利用率。

2.3 合作共赢, 探索疏浚土利用的长效运行机制

针对航道维护需要产生疏浚弃土、上海市滩涂整治砂土资源短缺的具体情况, 长江口航道疏浚土综合利用工程通过资源利用、通力合作, 实现了上海市获得宝贵湿地资源, 国家节约航道建

设和维护投入、海洋环境生态稳定的三方共赢。

根据交通运输部与上海市政府 2012 年签署的《加快推进国际航运中心建设合作备忘录》中有关探索建立利用长江口航道疏浚土为上海市营造湿地的互利共赢的长效运行机制的精神，交通运输部与上海市政府将重点围绕优化现代航运集疏运体系、发展现代航运服务体系、探索建立国际航运发展综合试验区、促进邮轮产业发展 4 个方面，共同推进上海国际航运中心建设，加大力度利用长江口航道疏浚土为上海营造湿地、探索建立互利共赢的合作模式。后续通过相关部门协商沟通，形成了疏浚土利用联席会议制度，加强疏浚土利用规划计划的衔接，并具体解决了实施过程中发生的一系列问题，不断创新疏浚土综合利用的合作模式，有力推动疏浚土利用工作。上海市承担部分吹泥上滩工程费用和疏浚土超运距费用，旨在减少疏浚土外抛运距，有效降低航道维护费，减轻国家财政投入。

3 疏浚土利用存在的主要问题

3.1 可持续问题

2016 年，由于横沙八期只实施了前期吹泥上滩施工，深水航道疏浚土利用率为 57%。2017 年 3 月，横沙八期滩涂整治工程正式开工，长江口航道维护疏浚船舶将抛坑作业常态化，大大提高了疏浚土利用率，2017 年航道疏浚土利用率达 77%，较 2016 年有了大幅提升，通过减少疏浚土外抛运距，有效降低航道维护费用，疏浚土利用局势持续向好。随着工程的持续推进，横沙七期滩涂整治工程于 2017 年完工，横沙八期滩涂整治工程于 2020 年完工，后续滩涂整治计划尚未出台，而航道疏浚土还将源源不断的产生，2020 年后长江口航道面临着疏浚土综合利用的可持续问题^[7]。

3.2 推广与创新

长江口航道疏浚土综合利用的合作模式经历了多个阶段的探索，最终形成了当前三方共赢的合作模式。该模式仅在横沙七、八期滩涂整治项目实施，应注重合作模式的后续发展和推广，促

进疏浚土资源在更大时空范围内的有效利用。而长江口疏浚土利用目前仅有吹泥上滩整治一种方式，利用模式还有待创新突破。

4 疏浚土利用发展方向及建议

针对疏浚土利用存在的问题，建议立足于疏浚土资源保护和生态化利用，除探求横沙东滩东侧区域(N23 护滩潜堤以东的横沙浅滩水域)后续固沙保滩的可行性外，可结合国家战略需要研究推动横沙东滩六~八期工程滩涂整治区域加高整治工程实施，及加高南北坝田挡沙堤形成封闭围区泥库的可能性。

4.1 实施横沙浅滩滩涂整治，保滩护滩

横沙浅滩位于横沙东滩围区东侧，利用疏浚土在横沙浅滩进行保滩护滩、滩涂保育，保滩护滩所用砂土的来源可主要利用横沙浅滩南边长江口深水航道的疏浚土。前期长江口航道疏浚土利用形成了大面积湿地，按照国务院《关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》中“加强海洋生态保护修复”“坚持自然恢复为主、人工修复为辅”的要求，利用疏浚土开展长江口滩涂资源保育工作具备现实必要性和可行性。关于 2020 年后长江口深水航道疏浚土处置问题，王恒宾等^[8]也认为结合横沙浅滩滩涂整治是一种较为经济合理的选择，并给出了初步处置方案，可为长江口航道疏浚土可持续利用提供一定借鉴参考。

4.2 实施横沙六~八期加高整治工程

上海市横沙东滩滩涂整治工程各期均按照农业用地设计，高程为 3 m，与现横沙岛高程基本持平，考虑到吹填区下卧土层大部分为软基，吹填疏浚土含泥量也较高，在考虑吹填区农业用途时，较低的滩涂高程影响不大，但今后如将滩涂土地用于其他用途，将遇到因软基处理、排水固结等导致的地基大面积、大幅度沉降问题，导致使用高程不足，也将造成今后使用中出现排水问题。现阶段适当加高滩涂区域的高程，可为该区域今后综合开发预留空间，且能避免增加再次吹泥上滩的开支。

横沙七、八期滩涂整治工程已有完善的吹泥

管线网络、合理的排水设施和成熟的船机力量, 若实施加高整治工程, 无需重新铺设管线, 组织船机力量比较方便。如在已竣工的横沙六期滩涂整治工程基础上实施加高整治工程, 则将横沙八期的管线缩短即可用于横沙六期, 两期工程的排水设施相同, 方便实施加高整治施工。

4.3 深水航道南北坝田区修建泥库

结合南北坝田区挡沙堤减淤工程, 加高挡沙堤, 修建辅助工程, 形成封闭的围区泥库, 将长江口航道疏浚土固化保存起来, 以备未来滩涂整治、土地规划使用, 预估南北坝田区挡沙堤加高后可存放 1 亿 m^3 以上的疏浚土, 可缓解疏浚土在“十四五”期间的可持续利用问题。该方案还需经过多方论证与研究, 既要确保整治建筑的功能完好, 又要符合生态文明绿色环保理念。

5 结论

1) 长江口航道疏浚土利用主要结合上海市滩涂整治展开, 初步形成了当前互利共赢的合作模式, 有效提高了航道疏浚土利用率, 2003 年以来, 累计超过 4 亿 m^3 疏浚土抛至吹泥站被用于横沙东滩促淤圈围、浦东机场外侧滩涂和长兴潜堤后方滩涂等整治工程。

2) 长江口航道疏浚土利用探索实践将近 20 a, 疏浚土用于滩涂整治工程取得了一定的实践经验。主要包括 3 方面: 分期实施, 适应不同工程阶段

的航道疏浚土特点; 权责明晰, 创建疏浚土利用的沟通协调模式; 合作共赢, 探索疏浚土利用的长效运行机制。

3) 针对“十四五”及未来长江口航道疏浚土利用的可持续问题, 初步提出了横沙浅滩(N23 潜堤以东)滩涂保育、横沙六~八期加高整治工程, 以及在深水航道南北坝田区修建大泥库等疏浚土利用的发展方向。

参考文献:

- [1] 徐元, 朱治. 长江口深水航道治理工程疏浚土综合利用[J]. 水运工程, 2009(4): 127-133.
- [2] 高敏, 朱剑飞. 长江口深水航道治理工程疏浚土利用现状及前景[C]//世界疏浚协会联合会. 第十九届世界疏浚大会论文集. 北京: [出版者不详], 2010: 267-271.
- [3] 季岚, 唐臣, 张建峰, 等. 长江口疏浚土在横沙东滩吹填工程中的应用[J]. 水运工程, 2011(7): 163-167.
- [4] 赵德招, 杨奕健. 长江上海段疏浚土有益利用的框架性建议[J]. 水利水运工程学报, 2015(1): 82-88.
- [5] 石进, 刘栓, 宋理想. 长江口深水航道疏浚吹填一体化施工工艺[J]. 水运工程, 2017(10): 216-220.
- [6] 程海峰, 刘杰, 寇军, 等. 长兴潜堤后方滩涂圈围工程疏浚土利用研究[J]. 水运工程, 2013(11): 18-24.
- [7] 赵德招, 刘杰, 程海峰, 等. 长江口深水航道疏浚土处理现状及未来展望[J]. 水利水运工程学报, 2013(2): 26-32.
- [8] 王恒宾, 唐臣, 楼飞, 等. 2020 年后长江口深水航道疏浚土处置方案研究[J]. 中国港湾建设, 2017, 37(10): 22-26.

(本文编辑 王传瑜)

· 消息 ·

福州机场第二高速公路项目开工

近日, 由总承包分公司、二航局、三航局、四航局、一公局集团参建的福建福州机场第二高速公路项目正式开工。

福州机场第二高速公路项目是福建省重点工程, 起于福州市马尾区, 终于长乐区, 路线全长 24.3 km, 主线共设置隧道 3 座, 特大桥和大桥 12 座, 桥隧比达 91.4%, 到目前为止, 其控制性工程闽安特大桥在同类型桥梁中主跨长度居世界第二, 桥宽为国内之最。

项目的建成对优化区域骨干网布局, 完善福州长乐国际机场集疏运体系, 促进闽东北协同发展及交通基础设施互联互通, 构建福州大都市区具有重要意义。