

厉泽逸，向广文

(长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010)

摘 要: 散货在港口装卸、运输和存储等生产过程中易产生粉尘, 对环境的污染较大。我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段, 即由粗放型高速增长转变为集约型增长。设计是工程建设的龙头, 其质量和深度影响到整个工程的建设品质。在新时代背景下, 如何推动散货码头设计高质量发展, 是港口工程设计人员必备的技能。本文结合工程实例, 系统地介绍了在散货码头设计中, 如何贯彻资源利用、环境保护、节能减排和港口安全等绿色港口设计理念, 以及智慧港口设计理念, 以推动散货码头设计高质量发展, 可供今后类似工程设计参考与借鉴。

关键词: 散货码头; 设计; 绿色港口; 智慧港口; 高质量发展; 工程实例

中图分类号: U652.7 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2022) 08—0046—04

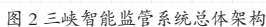
散货作为港口四大类货物之一，在装卸、运输和存储等生产过程中易产生粉尘，对环境的污染较大。设计是工程建设的龙头，其质量和深度影响到整个工程的建设品质。在新时代背景下，如何在散货码头设计中推动高质量发展，是港口工程设计人员必备的技能。

推动散货码头设计高质量发展,必须贯彻绿色港口理念。目前,不少发达国家都已在建设绿色港口方面取得重大进展,例如美国洛杉矶—长滩两港联合实施的“圣佩罗湾洁净空气行动计划”、澳大利亚悉尼实施的“绿色港口指南”等,均有效地改善了所在地区的环境空气质量,提高了绿色化的发展水平^[2]。国内绿色港口建设,以天津港为例,其在港口建设过程中生产性项目与环境改善性项目并重,实施了“蓝天工程”和“碧水工程”,

有效地改善了港区整体环境,实施了“北煤南移”战略,使港区环境发生了显著变化^[3]。

推动散货码头设计高质量发展,同时必须贯彻智慧港口理念。近年来,随着云计算、大数据、物联网、智能控制等新一代信息技术的蓬勃兴起,产生了许多智慧型港口,例如国外的鹿特丹港、新加坡港等。国内交通运输部于2017年,选取了上海港、天津港等13家港口开展智慧港口示范工程,带动其他港口竞相参与^[4]。

本文结合牛头山港区矿石码头一期工程实例,重点介绍了在散货码头设计中如何推动高质量发展的思路和方法,强调了绿色港口和智慧港口的设计理念。对今后类似工程的设计具有一定的指导意义。



3 结论

在现有监管系统以及技术手段的基础上，充分利用5G、物联网、大数据等信息化技术，进一步明确三峡通航智能预警及监管、智能伴航服务需求，优化辖区智能

监管策略,研究三峡通航智能安全监管需求,构建三峡智能监管系统总体架构,为建设智能综合监管平台建设打下基础,有效提升三峡河段水上交通安全管理水平和水上突发事件的预警与处置能力。

参考文献:

[1] 南航、张义军. 三峡-葛洲坝船舶监管系统在船舶过闸管理中的应用 [J]. 价值工程, 2010.

[2] 蔡永剑. 物联网技术在海事监管的应用和发展展望 [J]. 计算机时代, 2011(10):36-37.

[3] 陆校君. 大数据时代的船舶安全监管模式的研究 [J]. 科技风, 2018.

[4] 胡素青. 试水“互联网+”——广东海事的智慧监管模式改革 [J]. 珠江水运, 2015.

1 项目简介

牛头山港区矿石码头一期工程，位于长江下游安庆河段鹅毛洲汊道右岸，是长江内河最大规模最现代化的散货码头工程。本工程建设 7 个 5000t 级散货出口泊位，设计年吞吐量 3500 万 t，货种为砂石骨料，使用长江岸线 975m。

1.1 总平面布置

本工程总平面布置见图 1，共设 7 个 5000t 级散货出口泊位。码头平台上 7 个泊位轨道内设 2 条装船皮带机；上游 4 个泊位轨道后方设 1 条装船皮带机，下游 3 个泊位轨道后方设 2 条装船皮带机。在码头平台中部设 1# 转运站，1# 转运站与码头后方堆场转运站之间设 36m 宽高架皮带机栈桥连接。另在码头平台上游及 1# 转运站下游各设 1 座 5m 宽检修栈桥。

码头陆域位于大堤内侧，设骨料堆场，骨料堆场纵深 98.5m，长度 700m，共布置 4 个大型骨料料堆，骨料堆场总面积 6.5 万 m²，总堆存容量 128 万 t。

1.2 装卸工艺

本工程布置 7 个泊位，配备 5 条装船作业线。上游 4 个泊位配备 3 台装船机，下游 3 个泊位配备 2 台装船机，装船机额定效率为 3000t/h，轨距 14m。

骨料堆场共布置 4 个大型砂石骨料料堆，每种料堆顶部均采用卸料小车布料，堆场地面下方纵向布置 4 条地下带式输送机廊道，每条廊道设置首尾相接的 2 条出料皮带机，该皮带机设计输送能力为 3000 ~ 6000t/h。

1.3 水工建筑物

本工程码头平台为高桩梁板结构，排架间距 8.0m，上游 4 个泊位码头平台长 550m，宽 25m，每榀排架设 4 根直桩；下游 3 个泊位码头平台长 425m，宽 30m，每榀排架设 5 根直桩。桩基采用 $\phi 1500\text{mm}$ 钻孔灌注桩，桩尖持力层为风化砾岩或中风化灰岩。

2 绿色港口设计

港口绿色发展包括资源属性、环境属性、能源属性、安全属性等方面。本工程在设计中贯彻了绿色港口的设计理念，其设计要点如下。

2.1 资源利用

本工程建设 7 个 5000t 级泊位，使用长江岸线 975m。通过拆除 6 座“脏、乱、差”的散乱码头，对牛头山港区岸线资源进行了整合，实现了港口岸线的深水深用。本工程建设了专业化的散货出口码头，实现布局集约化和码头专业化，极大地提高了港口岸线使用效率，在满足本工程岸线使用的前提下，还为本项目二期工程预留了 5 个 5000t 级泊位的港口岸线，有效解决了岸线资源紧缺问题。

本工程是长江港口岸线资源整合的标杆工程，推动了长江地区港口的高质量发展，缓解了长江中下游地区砂石骨料的供需矛盾，策应了长江经济带国家发展战略。

2.2 环境保护

本工程设计贯彻长江大保护战略，采取的环保措施包括：陆域骨料堆场采用全封闭网架结构；皮带机廊道为全封闭结构；设置喷雾抑尘装置；在装船机的伸缩溜筒上方装设物料激光扫描系统，使落料高度可控制在

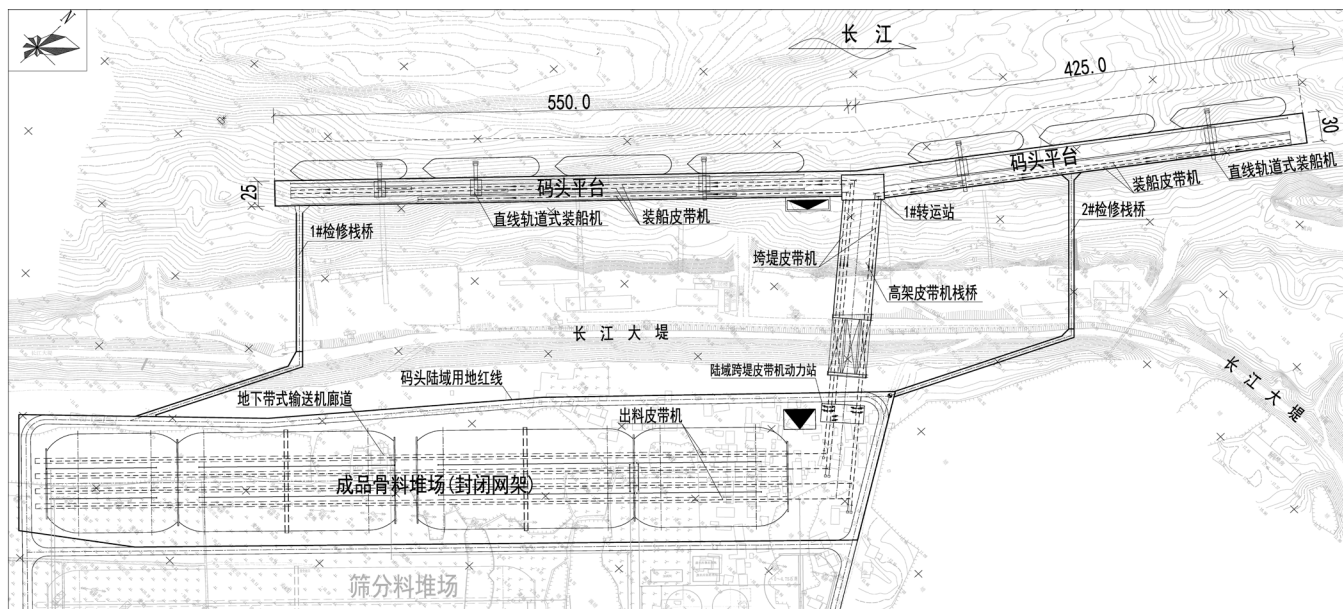


图 1 牛头山港区矿石码头一期工程平面布置图

0.2 ~ 0.3m 之间; 码头平台及到港船舶的废水、含油污水均送至后方处理; 每个泊位设置 1 台 200kW 智能刷卡岸电箱等。本工程环保设计的亮点是陆域散货堆场采用全封闭大跨度网架结构。

2.2.1 国内港口陆域散货堆存型式

港口陆域散货堆存型式, 常用的露天堆存 + 防尘网型式将逐步退出, 新的堆存型式已发展为筒仓群、穹顶圆形料仓、平房仓、大跨度网架等全封闭型式。

我国港口陆域散货的堆存采用筒仓群型式, 首次在黄骅港三期工程中应用, 该工程共建设 24 座内径 40m, 高 43m 的筒仓群, 总设计容量 72 万 t, 共布置 4 条作业线, 每线布置 6 座筒仓^[5]。该工程已于 2016 年 12 月通过竣工验收并投产运营。

我国港口陆域散货的堆存采用穹顶圆形料仓型式, 首次在万华化学(宁波)码头公司煤堆场改造工程中应用, 该工程建设 2 座内径 120m, 高 75m 的圆形穹顶料仓, 设计容量 32 万 t。该工程一阶段工程已于 2017 年 5 月通过竣工验收并投产运营。

经对港口陆域散货堆存型式进行比选, 常规的露天堆存 + 防尘网型式, 由于防尘网有开孔、并且顶部为开敞式, 大量扬尘会逸到空中; 筒仓群和穹顶圆形料仓型式造价较高, 同时穹顶圆形料仓只有一个卸料点, 不利于多个泊位多路出口线的布置; 平房仓型式在我国应用相对较多, 但其跨度较小, 设计容量有限。因此, 本工程陆域散货堆存决定采用大跨度网架型式, 该型式具有一定经济性并能彻底解决扬尘污染问题。

2.2.2 本工程陆域散货堆存型式

本工程陆域骨料堆场, 总面积 6.5 万 m², 分为 4 个料堆, 最大堆高达 25m, 总堆存容量 128 万 t, 堆场设全封闭网架见图 2, 为拱型双层网壳结构, 平面尺寸为 708 × 102m, 跨度 102m, 拱高 35.5m, 网壳厚度 3.5m。该大跨度全封闭网架结构在国内港口散货堆场中首次采用, 具有一定的经济性并彻底解决了散货堆场扬尘污染问题, 具有良好的推广价值。

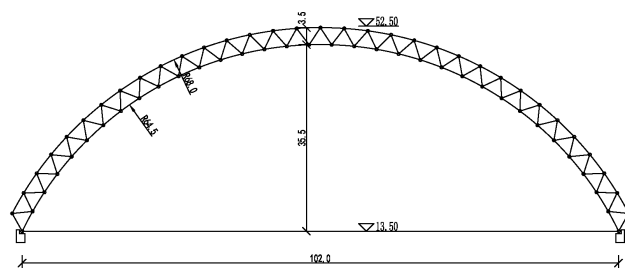


图 2 陆域散货堆场网架结构图 (单位: m)

2.3 节能减排

(1) 本工程节能减排设计技术措施。本工程建设 5 条装船线供 7 个泊位装船作业, 减少船舶装卸辅助作业与技术作业时间, 可提高装船效率, 减少能耗; 采用大规模高效散货自动堆存、出料、输送一体化的装船出口工艺, 工艺流程简捷、操作环节少、平面布局紧凑、生产效率高, 降低装卸生产的能耗量; 装船机、输送系统均为电力驱动, 装船机等大型设备采用变频驱动技术, 进一步降低作业能耗。

(2) 本工程节能减排设计亮点。陆域经横隔墙将堆场分设为 4 个不同粒径的堆存区, 堆存区底部纵向设置 4 条通长骨料输送廊道。廊道纵向长度 700m, 每条通长廊道设置首尾相接的 2 条出料皮带机, 可根据骨料输送要求, 将后半段皮带机停机, 从而大幅降低能耗。运输量为 6000t/h, 带宽为 1600mm 的特大型皮带机采用多电机驱动, 设置变频器、液压、电控系统等专项工艺以平衡多机间的动力分配, 降低启动负荷、顺柔启动特性, 可有效地保护电器及机械设备, 提高了胶带寿命并降低能耗。

2.4 港口安全

2.4.1 本工程港口安全设计技术措施

本工程装船作业采用专业化的装船设备, 水平运输采用技术成熟的带式输送机, 成品骨料堆场采用全封闭网架结构, 总体上装卸系统机械化、自动化程度较高。此外, 本工程还采取了防火灾事故、防意外事故、防海损事故、防雷击及天气事故、防溺水事故等安全防护措施; 并采取了防高温危害、防粉尘危害、防噪声污染等劳动卫生措施。

2.4.2 本工程港口安全设计亮点

本工程码头平台下游为灰岩区, 桩基设计为 $\phi 1500$ 钻孔灌注桩, 灰岩区约 40% 的桩基下伏基岩分布有溶洞。本工程溶洞的特点, 一是大小不等, 最大尺

寸达 13m；二是分布各异，有的桩下为单一溶洞，有的为多溶洞。当桩端位于溶洞顶部时，既要保证桩的承载力，又要保证溶洞上的中风化灰岩一定的厚度，避免溶洞塌落带来严重的安全隐患。

本工程针对灰岩区多溶洞特点，利用桩基施工平台，进行了一桩一孔的超前钻探，查明了每根桩基处溶洞发育情况，设计及时调整了桩长及桩底高程，并对不同类型的溶洞进行了处理，彻底解决了灰岩区溶洞引起的安全隐患问题。

3 智慧港口设计

本工程建立了可独立运行的智慧码头管控系统，调度中心监控见图 3，实现了商务管理、船舶调度、陆运调度、陆域堆场料仓管理、计费、移动端管理等功能，推动了港口工程设计高质量发展。该管控系统为可视化平台，采用 BIM 技术、GIS 地理信息建立本工程三维电子地图，实现船舶、皮带机、装船机、电子皮带秤等元素的实时管控。特别是船舶调度管理，可根据船舶预到港计划编制船舶装船计划表；通过自动排位，计算船舶装船计划，并可人工调整；跟踪获取船舶实时位置和到港时间；通过船舶 APP 实现船舶自动调度；监视客户、泊位、装船机、皮带机、骨料、实时吨位、皮带负载率、給料数量、累计吨位等信息；可根据码头工作运行情况，向上游物联网中的输送线系统下发调整指令；建立了多用户支持的移动端，信息可实时互动。通过上述手段，解决了生产、调度信息传递问题，极大地提高了装船效率。

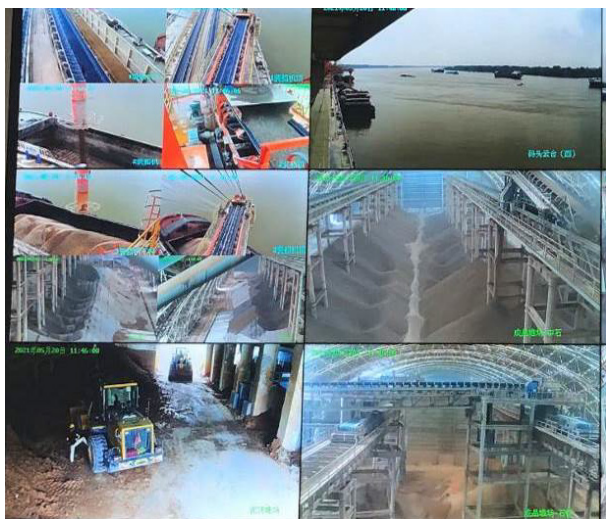


图 3 本码头调度中心监控画面

4 结论

散货在装卸、运输和存储等生产过程中易产生粉尘，对环境的污染较大。推动散货码头设计高质量发展必须贯彻绿色港口和智慧港口设计理念。其中绿色港口设计须全面采取有利于节约资源、环境保护、节能减排和港口安全等技术措施；智慧港口设计须加强港口建设与新一代信息技术的融合。推动散货码头设计高质量发展，强调几点如下。

(1) 可根据具体情况整合岸线资源，实现布局集约化和码头专业化，从而提高港口岸线使用效率。

(2) 港口陆域散货堆存常规的露天堆存 + 防尘网型式将逐步退出。新的港口陆域散货堆存型式已发展为筒仓群、穹顶圆形料仓、平房仓、大跨度网架等全封闭型式，以彻底解决散货堆场扬尘污染问题，实际选用时可根据具体情况，结合经济性原则，择优选用。

(3) 在散货码头堆场纵向长度较大时，可设首尾相连的 2 条或多条皮带机，并根据运行情况，将后部 1 条或多条皮带机停机，从而降低能耗。

(4) 在具有溶洞的灰岩地区，若采用灰岩为桩基持力层，宜进行一桩一孔的超前钻探，以查明每根桩基处的溶洞发育情况，并对溶洞进行处理，确保工程结构安全。

参考文献：

- [1] 长江勘测规划设计研究有限责任公司. 牛头山港区矿石码头一期工程初步设计 [R]. 武汉：长江勘测规划设计研究有限责任公司 & 中国电建中南勘测设计研究院有限公司，2018.
- [2] 李一静. 中国港口的绿色化发展 [J]. 价值工程，2020，30：246-247.
- [3] 李辉. 我国绿色生态港口发展现状及对策研究 [J]. 中国水运，2020，2：27-28.
- [4] 葛金，付丽. 高质量智慧港口发展建设的思考 [J]. 中国港口，2020，10：16-20.
- [5] 邢军，刘仲松. 浅谈黄骅港煤码头三期工程中储煤筒仓的应用 [J]. 港工技术，2012，12：11-14.