

烟台港西港区矿石码头建设绿色港口 发展方向的探讨

刘国田

(山东港口烟台港集团有限公司, 山东 烟台 264000)

摘要: 随着全球贸易的快速增长, 港口作为国际贸易的关键节点, 面临着巨大的环境和能源压力, 特别是干散货码头尤为突出。绿色港口作为一种可持续发展的战略选择, 旨在实现港口运营对环境和社会的最小化影响, 同时提高能源效率和经济效益。文章以烟台港西港区矿石码头为例, 分析了烟台港现有环保措施比较常规, 对标国内先进的绿色港口还存在很大的差距, 同时对烟台港建设绿色港口的发展方向进行探讨, 可以从污染防治措施、低碳节能技术、清洁能源利用和管理策略等多方面改进, 逐步建成国内先进的绿色港口。

关键词: 绿色港口; 干散货码头; 环境保护

中图分类号: U651.1

文献标志码: C

文章编号: 2095-7874(2023)11-0100-05

doi: 10.7640/zggwjs202311017

Development direction of green port construction for ore terminal in the west port area of Yantai Port

LIU Guo-tian

(Yantai Port of Shandong Port Group Co., Ltd., Yantai, Shandong 264000, China)

Abstract: With the rapid growth of global trade, ports, as a key node in international trade, are facing huge environmental and energy pressures, especially dry bulk terminals. As a strategic option for sustainable development, green port aims to minimize the environmental and social impact of port operations while improving energy efficiency and economic benefits. The existing environmental protection measures of Yantai Port relatively conventional, there is still a significant gap in benchmarking with advanced green ports in China, the development direction of building a green port in Yantai Port was discussed in this paper, which can be improved from various aspects such as pollution prevention and control measures, low-carbon and energy-saving technologies, clean energy utilization, and management strategies, etc., so that it can gradually build an advanced green port in China.

Key words: green port; dry bulk terminal; environmental protection

0 引言

随着全球经济一体化的加速推进, 港口在经济发展和国际贸易中的地位日益突出。然而, 港口的运营和发展给环境和社会带来了许多负面影响, 如空气污染、水污染、噪音污染等, 特别是干散货码头, 影响最为突出^[1-2]。因此, 绿色港口作为实现港口可持续发展的重要途径, 越来越受

到各国政府和港口企业的关注。

绿色港口是指在港口规划、建设、运营和维护过程中, 充分考虑环境和社会因素, 采用环保技术和管理措施, 实现港口对环境和社会的最小化影响, 提高能源效率和经济效益^[3-4]。绿色港口的意义体现在保护环境和生态系统、节约能源和资源、提高港口竞争力和促进港口产业升级等多

个方面^[5]。

然而，绿色港口在实现可持续发展的过程中，面临着诸多挑战，如技术瓶颈、资金投入、政策支持等。为有效应对这些挑战，港口企业可采取相应对策，包括加大技术研发投入、优化政策环境、加强国际合作等^[6-7]。

目前，国内很多港口已经率先建设成为了国际领先的绿色港口，例如黄骅港、日照港及青岛港，其中运用了很多先进的、可靠的技术，可以为烟台港建设绿色港口提供宝贵的经验，结合这些建设经验，本文对烟台港未来建设绿色港口的发展方向进行了分析和探讨。

1 工程概况

烟台港西港区矿石码头于 2013 年建成投产，共计建设 2 个专业化矿石卸船泊位和 2 个专业化矿石装船泊位，卸船泊位分别为 30 万吨级和 20 万吨级，装船泊位均为 7 万吨级；码头卸船采用了 6 台桥式抓斗卸船机，额定能力为 2 750 t/h，装船采用 2 台装船机，额定能力为 6 000 t/h。散货的水平运输采用带式输送机，堆场堆取料作业全部采用专业化的堆取料机，火车装车采用矿石装船机。

目前，矿石码头在绿色环保方面已经做了相应的措施，包括：

1) 在堆场四周增设了防风网等设施，防止粉尘外溢。

2) 在各皮带转接机房物料转运处首先采取密闭措施，并设置相应的干式除尘系统。

3) 在桥式抓斗卸船机接料斗及皮带机收料处、堆取料机和火车装车机物料转运处均设置洒水抑尘系统。

4) 建设了含煤含矿污水处理场，处理场的处理能力为 100 m³/h。污水处理达标后回用。

5) 本工程为减少噪声对周围环境的影响对移动声源采取优先选用优质低噪声设备。对固定声源采取机器间与工作间分开布置并在设备上加装减震消声设施。

以上措施属于比较常规的措施，相对于现在国内领先的绿色港口还存在很大的差距，对于未来的发展还需多方面、多维度的改进。

2 污染防治措施

2.1 粉尘污染防治措施

粉尘污染是煤炭、矿石等散货码头普遍存在

的问题，散货码头粉尘污染排放主要包括静态堆存排放和动态作业排放 2 个方面。粉尘具有漂移运动特性，且在不同的环境下，呈现出不同的存在方式，见表 1。露天堆场堆放的散货构成了港口扬尘污染的主体，同时由于沿海港区地势平坦、风力较大，更易引起较多扬尘。此外，在堆取料、装卸船、装卸车和水平输送转接过程中，松散的物料不断受到挤压，把物料间隔中的空气猛烈挤压出来，当这些气流向外高速运动时，由于气流和粉尘的剪切作用，将带动粉尘一起逸出。粒状物料在空中高速运动时，会带动周围空气随其流动，这部分空气即为诱导空气。如：带式输送机落料管中的物料由高处下落时，由于物料粉尘和空气的剪切，被挤压出的高速气流会带着粉尘向四周飞扬，同时诱导空气会将粉尘充满整个空间，形成更大危害。

表 1 粉尘运动特性表

Table 1 Dust motion characteristics table

粉尘颗粒大小	风速/(km·h ⁻¹)		
	8(2级)	16(3级)	32(5级)
10 μm 级	悬浮空中	飘行数十公理	飘行百公理
20 μm 级	部分悬浮空中	悬浮空中	飘行百公理
100 μm 级	部分悬浮空中	大部分悬浮	飘行数十公理
150 μm 级	静止	部分跳滚	大部分跳滚

加强粉尘污染防治措施如下：

1) 防风绿化体系设置

为加强防风抑尘效果，强化立体空间防尘措施，可以沿防风抑尘网外侧与道路之间设置绿化林带。靠近防风网侧可种植高大、防风效果好的林木，一方面可与防风网联合减弱风速，另一方面也可提高港区总体绿化率，并在道路侧适度遮挡向堆场内视线，强化港区绿化效果，形成“人在港中、港在画中”的效果。

2) 道路扬尘控制系统

道路扬尘污染是造成港区粉尘排放超标的重要因素之一。从多角度采取措施杜绝道路扬尘的产生：①道路硬化，硬化后的路面可进行机械化清扫或冲洗，能够及时清除路面积尘，杜绝二次扬尘的产生；②机械化清扫，场内汽车短倒作业过程中会造成物料洒落，应及时清扫，否则极易造成二次扬尘，污染环境；③定期对港区道路进行洒水和机械化清扫，清理道路中洒落物料和尘土，抑制道路起尘。

3) 装卸工艺系统的全流程除尘抑尘设施

带式输送机转接机房物料转运处首先采取密闭措施,设置密闭溜筒和密闭导料槽,物料进、出口设橡胶帘,除装卸大机走行范围内的带式输送机外,其它露天带式输送机沿线均设皮带罩进行封闭输送。

在每个转接机房的落料点设相应的微雾抑尘系统,对物料转接过程中产生的粉尘进行湿式除尘。确定微雾喷嘴的性能、数量和布置,使喷出的水雾能够覆盖整个导料槽,有效抑制物料转运过程中产生的粉尘。

2.2 水污染防治措施

从港口现状来看,运输煤炭、矿石等货物的散货码头重要的污染源之一是含尘(煤、矿)污水,其来源主要有堆场径流雨水、码头面径流雨水、码头及转接机房的地面冲洗水等。要实现绿色港口的建设目标,港区的污水收集和处理是污染防治内容的重点。水污染防治目标是实现含尘污水“零排放+利用回收”。设置完备的系统将堆场径流雨水、码头面径流雨水、码头及转接机房等的地面冲洗水全部收集,并经过含尘污水处理场处理,

达到国家回用水水质标准,将处理后的水通过大型蓄水池存储起来,再用于港区的堆场洒水、道路冲洗、绿化浇洒等环保用水。

在堆场轨道梁侧壁沿线设置排水偏沟,偏沟末端设置偏沟沉淀池,快速排除堆场中的雨水,有效防止堵塞问题,同时可方便地清除沉淀物。另外排水偏沟同时兼做堆场的消防通道,节约了占地面积。

2.3 大气污染防治措施

1) 船舶岸电系统

目前,船舶电力供应主要采用燃油发电的方式,靠港停泊后,燃油发电机继续运转,为船舶负荷供电。燃油在燃烧过程中产生大量有害气体,由于干散货码头停靠船舶均为中大型散货船,所以在停靠过程中大气污染较严重。采用港口岸上电源为停靠的船舶供电,可有效解决环境污染的问题。

船舶采用岸基供电时,需要港口提供能变频变压的供电系统。岸电系统由以下部分组成:岸电变压变频电源、电缆插接箱、电缆卷筒连接装置、船用连接系统组成,见图1。

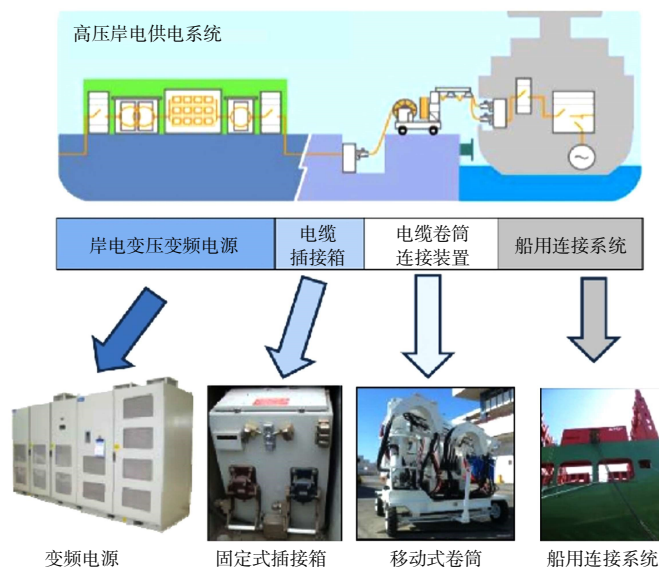


图1 高压岸电系统组成示意图

Fig. 1 Schematic diagram of composition of high-voltage shore power system

2) 配置雾炮车、洒水车和清扫车

配置洒水车和清扫车,及时清扫道路,避免道路二次扬尘。配置雾炮车,对散货物料的流动装卸作业进行喷洒,控制扬尘。

3) 严格管理洒水设施

密切注意天气预报,在大风来到之前,做好

堆场的喷淋工作,堆场和道路加大洒水频次;洒落的物料及时清扫;在大于6级风时停止装卸作业。夏季气温较高,蒸发量大,根据天气情况加大喷淋频率。尤其是在10:00—16:00期间,气温为全天最高时段,保证喷淋次数在3次以上,夜间气温较低,可适当降低喷淋次数。

2.4 噪声控制

1) 加强绿化,既可以降低噪声,又起到美化工作环境的作用。

2) 选购低噪声高效的装卸机械和场内车辆。

3) 合理布置港内道路,各交通路口设置标志信号,使港内交通行驶有序,减少鸣笛。

4) 加强机械、车辆和设备的保养维修,保持正常运行、正常运转,降低噪声。

2.5 固体废物处理

1) 陆域垃圾

含尘污水处理场污泥的储存和处理过程中,渗滤液均经排水沟收集,回到含尘污水处理场的水处理系统,不外排。所有污泥处理和储存构筑物均采取防渗措施,不污染地下水。脱水污泥集中堆放,避免分散处置可能造成的污染。配置垃圾箱,用于储存少量其他一般工业固体废物,及时外运。垃圾箱应防雨、防渗、稳定、强度高、抗老化、耐腐蚀、操作方便。一般工业固体废物通过上述方式贮存,可以满足环境保护的要求,由环卫部门及时清运处理。产生的危废利用南区公用的危废暂存库,不再新建。

2) 船舶垃圾

营运期到港船舶外轮和来自疫情地区的船舶需进行检疫,非疫情地区的船舶生活垃圾和保养固废等由海事局认可的有资质单位接收处理。

3 低碳节能技术

1) 装卸设备改造

桥式抓斗卸船机可采用变频或直流驱动技术和能量回馈技术,带式输送机采用变频驱动技术,从而降低大功率设备的能耗。

2) 作业工艺优化

采用全场设备资源调度工艺,减少由于调度不合理造成的资源浪费。多级带式输送机采用顺料流方向启动技术,节约电能。运输结构合理规划,矿石、煤炭、焦炭等大宗货物铁路水路年集疏运比例稳步提升,重点区域煤炭集港由铁路或水路运输;矿石、焦炭等大宗货物原则上主要由铁路或水路运输。

3) 能源消费

港口机械尽量采用清洁能源或新能源作为动力驱动;港作拖轮采用清洁能源或新能源作为动力驱动;大力发展太阳能、风能、地源、海水或空气源热泵等技术。

4) 电厂余热利用

烟台港西港区矿石码头南侧紧邻华能烟台八角电厂,电厂发电机组的余热可用于本工程的生产生活供暖,降低能源消耗。

5) 辅助设施

采用电网谐波污染治理技术和电网无功补偿技术;变电站采用节能型变压器;室外照明采用智能化控制;采用节能灯照明系统;采用余热采暖、供热;采用能效等级为I级的空调器。

4 清洁能源的利用

目前全球能源日益紧张、燃油价格持续走高的形势下,利用“充电”代替“燃油”的方式为船舶供电,可大大降低船舶燃油成本^[8]。因此无论从经济效益还是环保节能的角度来看,船舶岸电系统的使用将成为一种趋势。为推广应用船舶岸电技术。各省也出台了相关政策,鼓励靠港船舶使用岸电设施。为了更好地响应国家政策,减少港区环境污染,实现绿色港口的建设目标,船舶岸电建设十分关键。

另外,主要工艺设备包括门座起重机、带式输送机、堆取料机等大型设备,均采用电能驱动,属清洁能源,节能环保性好。

5 管理策略

1) 在烟台港设置能源管控中心,对港区用水、电、热、燃油等能源实行集中管控,实时采集用能数据,建立历史数据经验库,及时发现用能超标,分析预测未来用能情况,并通过数据分析总结改进,从而优化工艺,达到减少能源消耗的目的。

2) 制定绿色港口发展规划,港口企业将绿色港口理念融入港口发展规划,明确绿色港口的发展目标、路径和措施。

3) 建立绿色港口评价体系,建立一套完善的绿色港口评价体系,对港口的环保、节能、资源利用等方面进行全面评价,为绿色港口建设提供依据。

4) 加强绿色港口人才培养,注重人才的培训和引进,提高港口企业的绿色管理水平。

6 结语

绿色港口作为一种可持续发展战略,对于保护生态环境、提高能源效率、促进港口产业升级具有重要意义。在未来,绿色港口的发展将面临更多的挑战和机遇。因此,港口企业应积极探索

绿色港口的发展路径,加大技术研发投入,优化政策环境,加强国际合作,共同推进绿色港口事业的发展。

参考文献:

- [1] 关坤,刘磊磊,洪宁宁,等.专业化煤炭码头绿色港口建设路径研究[J].交通节能与环保,2021(6):37-40.
GUAN Kun, LIU Lei-lei, HONG Ning-ning, et al. Research on the construction method of green and intelligent logistics chain of specialized coal terminal[J]. Transport Energy Conservation & Environmental Protection, 2021(6): 37-40.
- [2] 王延高,李伟,郭智.秦皇岛港煤四期码头的绿色发展之路[J].中国港口,2016(12):22-25.
WANG Yan-gao, LI Wei, GUO Zhi. The green development road of Qinhuangdao Port Coal Phase IV Terminal[J]. China Ports, 2016(12): 22-25.
- [3] 张惠茗,王杰.港口低碳化发展存在的问题及评价指标体系构建[J].中国水运,2020(11):59-61.
ZHANG Hui-ming, WANG Jie. Problems in the low-carbon development of ports and construction of evaluation index system[J]. China Water Transport, 2020(11): 59-61.
- [4] 邵超峰,鞠美庭.国内外生态港口建设现状分析及启示[J].中国港湾建设,2012(2):68-73.

SHAO Chao-feng, JU Mei-ting. Analysis of status-quo of ecological port construction at home and abroad and its enlightenments[J]. China Harbour Engineering, 2012(2): 68-73.

- [5] 徐超波.绿色发展视角下的宁波舟山港港口效率评价[J].水运管理,2022(2):8-10.
XU Chao-bo. Port efficiency evaluation of Ningbo Zhoushan Port from the perspective of green development[J]. Shipping Management, 2022(2): 8-10.
- [6] 何浩波,朱诗亮,常津.数智化绿色港口体系建设[J].中国港口,2022(11):54-56.
HE Hao-bo, ZHU Shi-liang, CHANG Jin. Construction of digital green port system[J]. China Ports, 2022(11): 54-56.
- [7] 戴璐.“双碳”目标导向下绿色港口建设发展探究——以广西北部湾港为例[J].中国市场,2023(23):193-196.
DAI Lu. Exploration of green port construction and development under the guidance of "dual carbon" goals: Take Guangxi Beibu Gulf Port as an example[J]. China Market, 2023(23): 193-196.
- [8] 邵能灵,王萧博,黄文焘,等.港口综合能源系统低碳化技术综述[J].电网技术,2022(10):3749-3763.
TAI Neng-ling, WANG Xiao-bo, HUANG Wen-tao, et al. Review of low-carbon technology for integrated port energy systems[J]. Power System Technology, 2022(10): 3749-3763.

(上接第94页)

的发展具有极高的推广价值。

参考文献:

- [1] 刘嘉乐.大跨度钢网架滑移法施工方案的对比研究[D].郑州:河南大学,2017.
LIU Jia-le. Comparative study on construction scheme of long span steel truss[D]. Zhengzhou: Henan University, 2017.
- [2] 罗尧治.108米跨度干煤棚三心圆柱面网壳研究与设计[C]/第二届全国现代结构工程学术研讨会论文集,2002:182-188.
LUO Yao-zhi. Research and design of three-center cylindrical surface grid shell for 108-meter span dry coal shed[C]//Proceedings of the 2nd national symposium on modern structural engineering, 2002: 182-188.
- [3] 董石麟.我国大跨度空间钢结构的发展与展望[J].空间结构,2000(2):3-13.
DONG Shi-lin. Development and prospect of large-span space steel structures in China[J]. Spatial Structures, 2000(2): 3-13.
- [4] 乔支昆,朱滢政,李竞远,等.全封闭煤棚结构形式与选取原则[J].施工技术,2020,49(8):81-86.
QIAO Zhi-Kun, ZHU Ying-zheng, LI Jing-yuan, et al. Structure forms and selection principle of fully enclosed coal storage shed[J]. Construction Technology, 2020, 49(8): 81-86.
- [5] 肖帆,马少华,王伟成.空间结构设计及施工[M].南京:东南大学出版社,1993.
XIAO Zhi, MA Shao-hua, WANG Wei-cheng. Spatial structure

design and construction[M]. Nanjing: Southeast University Press, 1993.

- [6] 尹新伟,李竞远,朱滢政,等.全封闭煤棚施工技术分析与比较[J].施工技术,2020,49(8):87-91.
YIN Xin-wei, LI Jing-yuan, ZHU Ying-zheng, et al. Construction technology analysis and comparison of completely enclosed coal shed[J]. Construction Technology, 2020, 49(8): 87-91.
- [7] 吴欣之.现代建筑钢结构安装技术[M].北京:中国电力出版社,2009.
WU Xin-zhi. Installation technology of modern building steel structure[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2009.
- [8] 郑永康.高空大跨空间结构施工技术应用与研究[D].南昌:南昌大学,2011.
ZHENG Yong-kang. Application and research of high-altitude large-span space structure construction technology[D]. Nanchang: Nanchang University, 2011.
- [9] 赵海洲,曲中宝.钢网架条形脚手架支撑悬臂扩展拼装技术[J].青岛理工大学学报,2010(6):31-35.
ZHAO Hai-zhou, QU Zhong-bao. Steel bar supporting frame construction technology of cantilever extended assembly[J]. Journal of Qingdao Technological University, 2010(6): 31-35.
- [10] GB 50205—2020,钢结构施工质量验收规范[S].
GB 50205—2020, Standard for acceptance of construction quality of steel structures[S].