



# 绿色散货码头智慧环保系统研究

万海霞, 张伟红, 吕昭江

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

**摘要:** 通过对比国内外港口绿色环保建设的现状研究, 找出我国绿色港口发展过程中存在的问题, 分析我国散货港口绿色环保系统的建设趋势, 充分利用信息技术、粉尘控制新技术、新能源及智慧能源管理体系等理念提出绿色散货码头智慧环保系统建设方案。

**关键词:** 绿色港口; 散货码头; 智慧环保

中图分类号: U 656.1<sup>+</sup>39

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)10-0177-05

## Green intelligent environmental protection system of bulk cargo port

WAN Hai-xia, ZHANG Wei-hong, LYU Zhao-jiang

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

**Abstract:** Comparing the domestic and oversea's ports in research on the green port's environmental protection, we find out the problems existing in the development process of China's green ports and analyze the trend of construction of China's bulk port's green environmental protection system. Making full use of the information technology, dust control new technology, new energy and smart energy management system concept, we put forward the construction scheme of the green bulk cargo port's intelligent environmental protection system.

**Keywords:** green port; bulk cargo terminal; intelligent environmental protection

近年来, 中国沿海港口建设在数量、规模和能力等方面发生了日新月异的变化。随着港口的快速建设发展及货物贸易量的不断增加, 港口生产建设对海洋、陆域的环境影响问题日益突显, 如水体质量、空气质量、噪声以及固体废物污染等。随着国家对环保问题的重视程度越来越高, 创建节约资源、保护环境、生态和谐、清洁文明的绿色港区, 实现高效节能、低碳环保、可持续发展的新兴港口发展模式成为推动港口经济发展的前提。尤其是散货码头在日常的生产作业过程中产生的粉尘和污水排放污染比较严重, 更需要加强智慧环保系统建设的重点, 从而实现散货码

头的绿色运营。

## 1 国内外港口环保建设现状

### 1.1 国外港口现状

国外许多国家在绿色环保港口建设方面起步较早, 已取得很大进展, 进入实质性阶段。

#### 1) 美国休斯顿港。

通过一系列环保措施为休斯顿港带来显著效果, 如: 用环保清洁产品替代有害产品, 港区每月有害废料的排放量低于 113 L; 在集装箱中转站上安装暴雨雨水处理器, 使集装箱码头水域中的金属含量符合标准; 开展沉积物控制工程, 引进

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 万海霞 (1977—), 女, 硕士, 工程师, 从事港口 IT 技术及自动化、智慧港口应用研究。

最先进的降低气体挥发技术等。

## 2) 美国长滩港。

美国长滩港是“绿色港口”的倡导者之一。其在绿色港口建设方面取得的成就为世界瞩目,是绿色港口建设的楷模。2005年1月长滩港首次推出“绿色港口”政策,制定了包括维护水质、清洁空气、保护土壤、保护野生动植物及栖息地、减轻交通压力、可持续发展、社区参与这7个方面近40个项目的环保方案。目前,长滩港水质已达到10年来的最佳水平<sup>[1]</sup>。

## 3) 英国伦敦港。

英国政府出台了一系列法规,涉及海洋污染防治、水生生物保护、船舶垃圾处理、石油污染防治、污水处理、作业污染防治、环境风险应急等方面。伦敦港强制执行海洋环保措施,保护了海洋环境。

## 4) 澳大利亚悉尼港。

澳大利亚悉尼港依据绿色港口指南等,从注重水体质量、空气质量、生物多样性到噪声控制、垃圾管理、危险货物管理等各方面,再到环保教育与培训,提高员工的环保意识着手,来改善港口环境质量,提高了港口绿色度,绿色港口建设走在了世界港口业界的前列<sup>[1]</sup>。

## 5) 意大利威尼斯港。

威尼斯港在2010年启用岸电系统,该套系统的使用可减少约30%的二氧化碳和95%的一氧化氮排放,并大幅降低噪声<sup>[1]</sup>。

## 1.2 国内港口现状

国内绿色港口建设起步较晚,但有些港口已经意识到绿色建设的重要性,并开始采取环保措施,并取得了一些成果。

### 1) 上海港。

为推进港口装卸设备节能减排,上海港对部分轮胎式集装箱门式起重机(以下简称“RTG”)进行了高架滑触线供电方式的“油改电”改造。采用此种方式供电的RTG与柴油发电的RTG对比,能源单耗下降47%以上,能耗成本降低72%以上。

### 2) 青岛港。

扩大使用绿色能源油改电、油改气技术,坚持依靠科技进步和技术创新提高港口现代化水平,以信息技术改造传统码头工艺,其智能拖车调度系统运行经验,走上了世界讲台<sup>[2]</sup>。

### 3) 连云港。

连云港联合河北远洋集团开发的全球首套高压变频数字化船用岸电系统,成为国内首创、国际领先的低碳环保节能项目。

虽然我国有些港口已经开始向绿色化港口转型,但大多数港口还处于第二代港口向第三代港口转型得过程中,同西方发达国家相比,我国绿色港口建设明显滞后,在绿色环保建设方面有以下几个特点:

#### 1) 环保意识逐渐增强,环保改造开始起步。

国家对环保越来越重视,环保部门渐渐把焦点转移到港口生产过程中。我国散货码头数量多、分布广泛,进出口散货种类多,不同货物的污染因子不同,给环保统计和研究工作带来很大的困难,相对集装箱码头来说环保措施的改造更慢一步。

#### 2) 发展模式相对滞后,缺乏绿色发展战略规划。

目前,我国生态绿色港口企业建设大多停留在港区绿化、污染源治理等低层次阶段,没有形成完善的绿色战略体系,对于绿色港口的具体实现途径没有足够清晰的认识。

#### 3) 企业缺乏科学的标准体系。

港口在规划建设时缺少对环境保护问题的考虑,较少把环境等可持续发展因素列入港口评价体系。

#### 4) 绿色环保港口建设理念在行业 and 全社会相对缺乏共识。

虽然绿色港口理念已开始慢慢被业界接受,却没有形成统一的绿色港口行业组织来共同促进、约束成员进行绿色港口建设,以形成企业整体的绿色竞争力。

## 2 智慧环保系统建设趋势

以绿色观念为指导, 建设环境健康、生态保护、资源合理利用、低能耗、低污染的新型港口。绿色港口将港口发展和资源利用、环境保护有机结合起来, 实现港口经济发展利益最大化、资源利用合理化以及环境污染最小化, 最终实现港口发展与环境保护和谐统一协调发展。

港口要实现其发展必然会带来相应的环境问题, 为了能够建设环境友好型、资源节约型的绿色港口, 建立一套科学合理、适用性强的绿色港口评价体系势在必行。

技术瓶颈是港口绿色化发展的最大压力, 是影响绿色效益的关键因素。目前, 我国在绿色港口技术的发展方面同国外相比还有较大的差距。因此, 应加大对绿色环保技术的开发和创新力度, 进一步开发防风防尘、“油改电”、新能源(太阳能和风能)等新技术, 并充分利用信息技术, 建设港口智慧环保系统, 监测和指导港口环保措施的实施。

## 3 智慧环保系统的研究

### 3.1 研究目标

1) 通过“分析污染场景、制定治理措施、执行污染治理、监控和检测”4大环节建立精细化管理机制;

2) 引入全自动智能洒水系统实现前瞻性的预防性管理;

3) 多种环境监测站组成完善监控系统。

### 3.2 监测内容

监测内容见表 1。

### 3.3 系统组成及关键技术

智慧环保系统首先通过各类智能仪表获取各项环境监测数据, 充分利用新能源技术、数据建模与分析技术, 建立一套散货码头智慧环保系统。其中的关键技术有:

- 1) 粉尘管理;
- 2) 撒漏煤控制管理;
- 3) 智慧能源管理。

表 1 智慧环保系统多种环境因素监测内容

监测重点	监测位置	监测频率
气象监测		
温度、相对湿度、降雨、风速、风向以及风向变化率	气象自动监测站	持续监测, 数据采集平均时间为 15 min
腐蚀和沉积控制		
在沉积物清理的控制方面, 结构的稳定性和有效性	排水、腐蚀和沉积物监控设施	每月, 以及大型降雨之后(>24 h 20 mm降水)
噪声		
关注点和非关注点的噪声监测	港区生产区界	每季度
遭到投诉的噪音监测	被投诉位置	自运营开始起
空气质量		
粉尘监测	DG1 ~ DG6(粉尘计)	每月
	HVAS1 ~ HVAS4(大容量空气取样器)	每 6 d
	EBAM1 ~ EBAM4(环境自动化监控)	持续监测
	港口	通过定期的咨询
酸碱度(pH)、导电性(EC)、总溶解固体物(TDS)和总悬浮固体(TSS)	二级沉淀池	每月
	地表水监测站	每月
水位	一级和二级沉淀池	在大型降雨之后(>24 h 20 mm的降水)
排水、腐蚀和沉积物监控	南区的所有区域	每月
地下水		
pH、EC、TDS、TSS、含硫量、多环芳烃含量、As <sup>III</sup> 、Cd、Cu、Pb、Hg、Zn、Cr、Vi、Mn 和 Ni	GW1	每 6 个月
地下水位		每 6 个月

### 3.3.1 粉尘管理

粉尘管理的关键绩效指标包括总悬浮颗粒物、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>和沉积尘 4 项。主要由设备配件、洒水系统、煤湿度监测系统和空气监测 4 部分组成, 其中煤湿度监测系统是体现精细化、自动化管理的亮点。

1) 空气监测。

降尘系统与空气质量监测程序(AQMP)联通, 后者是一个全自动的控制系统, 包括网络布局的空

气质量监测站、空气质量/粉尘触发器、气象监测和空气质量/粉尘投诉回应协议。

## 2) 煤湿度监测系统。

煤湿度监测系统为洒水系统提供工作基础,精细化的设计和监控抑制粉尘的产生。它应用了煤湿度监测系统,其核心是干燥公式,包括煤品种类、风速、温度等因素。

①消除粉尘的湿度水平(DEML)通过取样和测量湿度水平,把煤分为14种,对应各自的消除粉尘湿度水平;

②根据煤品种类和所处位置确定洒水或喷雾;

③定点实时监测煤的湿度;

④装船前,监测煤的湿度;

⑤每月针对不同位置取样,比较实际湿度与消除粉尘湿度水平并形成报告,并对体系进行修正。

## 3) 智能洒水系统。

①通过干燥公式分析粉尘的产生,影响因素包括风速、空气质量/粉尘监测触发器、煤堆的湿度、卸载和取料执行。系统根据计算结果控制雾/水喷洒系统的工作周期<sup>[3]</sup>。

②雾/水喷洒被科学地设置在堆场和皮带的两侧。

③通过PLC控件和电感元件,SCADA系统可以远程操作洒水系统。同时,作业区内的粉尘监控数据实时传输到SCADA系统中,如果出现粉尘超标的情况,可以自动开启洒水系统,防止粉尘扩散。

④手动操控集成在整体降尘系统中,以防系统维护或出现故障(例如,当风力过大,气象站不能正常工作时,环境代表或指定的负责人可以授权煤堆洒水枪进行手动控制,直到系统恢复正常)。

⑤维护和粉尘监控设备的校准的工作,由专业的外包商承担,每个季度1次<sup>[3]</sup>。

⑥对于沉积尘,传送设备和转向点的常规监测每周进行1次,识别并移除遗撒的煤。每月检测所有传输带、漏斗、传输和存储设备,识别煤遗撒点和维护需求。

4) 在设计时充分利用设备配件的作用。

在传送带和运输关键点上,应用机械密闭的

方式,使煤的溢出和移洒降到最低,包括皮带支撑、防遗撒裙围、耐磨护板、橡胶防尘帘和密闭罩。

## 3.3.2 撒漏煤控制管理

精细化的防漏煤措施为码头节省大量清理和检查工作,监测工具和专业的皮带辅助设备是管理煤撒漏的重要手段。它应用皮带压力监测、取料速度上限设定和皮带纠偏器等手段,系统化、自动化地解决煤撒漏的管理问题。可以从3个方面重点解决问题:

### 1) 皮带超载。

①卸载至堆料环节:卸车站工作人员需要监测皮带的压力,通过控制卸煤的速度防止皮带超载。

②取料至装船环节:取料机自动控制取料量,装船机人员监控皮带压力,防止皮带超载。

③中控室:监测皮带整体压力,如果超出设定值则报警,中控室人员进行排查并通过人工干预调整流量。

### 2) 皮带跑偏。

①通过安装输送机纠偏器,应用“轴杆和倾斜”设计,对输送带偏移作出反应并矫正,确保输送带远离输送架构且物料停留在输送带上。



图1 输送机纠偏器设计实例

②传感器托辊可让输送带在预定大小范围内移动(一般小于25mm),输送带一旦超过此范围,两个传感器托辊会啮合输送带的边缘,使顶部框架开始旋转。旋转会立即触发相应的倾斜动作,从而增加输送带偏移一侧的张力并减小另一侧的张力。这种不平衡张力会使输送带移回中心位置<sup>[4]</sup>。

### 3) 皮带撕裂。

皮带系统安装皮带撕裂监测装置,包括检测线圈和电信号收发器(图2)。皮带消耗程度由第三方负责检查。

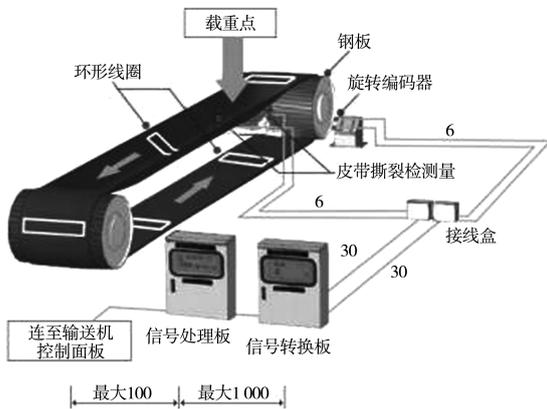


图 2 皮带机撕裂监测装置 (单位: m)

### 3.3.3 智慧能源管理

在港口设计时就应充分考虑增加清洁能源和再生能源的应用比例。在港口运营阶段, 建设智慧能源系统, 有效地进行能源消耗的监测以及能源绩效的分析, 从而达到节能的目的。

#### 3.3.3.1 绿色能源设计

条件许可的情况下, 充分考虑清洁能源及再生能源的应用, 如 LNG 能源、太阳能发电设备、岸电系统等。

从设计到建设阶段全过程遵循“标准化设计、工厂化加工、装配式建设”的管理理念, 引入模块化变电所设计理念, 变电所采用装配式模块化结构, 具有无人值守、智能巡检、绿色环保等优点; 建筑物采用装配式结构, 工厂预制、现场机械化安装, 实现设计、建设标准化, 有效提高建设质量、效率, 提升电网建设能力。

#### 3.3.3.2 智慧能源管理系统

能效管理所需的自动化、控制、优化和信息系统解决方案均较成熟并已获得大量实际应用。主动式能源管理是一种创新型思维方式, 改变被动统计能耗方式, 将能源有策略地投入生产过程, 减少低效和浪费, 使有限的能源资源投入获得最大盈利, 即通过将能源作为一项生产投入加以主动管理来获得更高的能耗回报。

主动的能源管理包括如下过程:

1) 基础: 能源评估和审计可以识别能耗, 确定能源节约的范围, 制订关键标准, 提出降低能源的改进方法;

2) 工厂监控: 了解厂级的能源消耗, 从而做出更好的设备实时运行决策;

3) 生产监测: 实时了解工厂车间中设备级的能源消耗;

4) 将能源消耗列入生产原材料清单—能源看作是一项可记录在生产材料上的管理投入;

5) 建模: 使用建模和模拟解决方案, 将能源作为一个优化利润率的变量计算在内;

6) 控制: 将能源作为一个变量来启动可配置的生产自动优化;

7) 响应: 对外部市场因素进行响应, 从而根据实时的供应进行生产优化;

8) 打分: 拓展基础设施从而提供能源的记分卡, 将能源视为考虑项来优化供应链。

企业通过这种构架搭建自己的智慧能源系统, 可以更好地控制能耗方式, 有效地节约能源投入, 从而减少成本, 提高企业的利润率。

## 4 结语

绿色环保是我国港口的发展趋势, 更是散货码头改造和发展的方向。宜充分借鉴国外先进的环保措施或环保技术, 更加广泛地应用绿色环保技术, 建设我国的绿色散货码头。

充分利用信息技术, 建设港口智慧环保系统, 监测和指导港口环保措施的实施, 能够降低能耗、减少成本、提升企业辅助绿色港口建设的综合竞争力。

### 参考文献:

- [1] 宋旭变. 浅谈我国绿色港口的发展现状及建议[J]. 港口科技, 2011(11): 17-20.
- [2] 薛志伟. 青岛港打造低碳绿色港口[N]. 经济日报, 2011-05-25(005).
- [3] 黄骅五期工可设计项目组. 澳大利亚纽卡斯尔港考察报告[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2014: 16-30.
- [4] 张伟红. 日照港石臼南区大宗散货码头绿色港区建设项目概念规划设计供应链模式研究与智能化专篇[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2015: 115-118.