



自动化集装箱码头水资源综合利用技术

蔡波妮¹, 马建汶¹, 陶永飞²

(1. 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032; 2. 洋山深水港区四期工程建设指挥部, 上海 201308)

摘要: 从上海国际航运中心洋山深水港区四期自动化集装箱码头项目水源和供水量要求出发, 结合洋山港船舶用水量现状和环保用水水源分析, 进行了船舶用水节水设计和雨污水回收利用设计, 提高水资源综合利用。同时分析了将海绵城市理念引入自动化集装箱港区的可行性, 进一步确保港区排水安全, 并通过雨水的资源化, 增加对雨水的利用。

关键词: 自动化集装箱码头; 水源; 用水量; 雨污水; 回收利用; 海绵城市

中图分类号: U 652.7⁺2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0147-04

Comprehensive utilization technology of water resource in automated container terminal

CAI Bo-ni¹, MA Jian-wen¹, TAO Yong-fei²

(1. CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China;

2. Yangshan Deepwater Port Project Phase IV Construction Headquarters, Shanghai 201308, China)

Abstract: Considering the demand of water source and water supply quantity in the phase IV of Yangshan deepwater port in Shanghai international shipping center, current situation of water consumption and environmental protection water source are analyzed. The ship-water saving system, rainwater collection system and wastewater recycling system are designed, which can improve the comprehensive utilization of water resources. Furthermore, the feasibility of applying sponge city concept on the port with automated containers is analyzed in order to ensure the safety of port drainage. To fully utilize the rainwater, rainwater allocation is also discussed.

Keywords: automated container terminal; water resource; water supply; rain & waste water; reclamation; sponge city

水资源通常指逐年可以得到恢复和更新的那部分淡水量, 它是一种动态的、不可替代的资源。港口区域水资源严重缺乏不但导致生态系统的日益恶化, 也将成为制约港口持续发展的重要阻力。随着国际集装箱运输业的快速发展和船舶大型化的趋势, 自动化集装箱码头、港区的建设已日显重要。如何结合自动化集装箱码头、港区自身特点, 在建设设计过程中充分考虑对水资源的利用保护, 显得尤为重要。

1 洋山四期项目水源和供水量要求

洋山深水港区位于浙江舟山嵊泗崎岖列岛的

大、小洋山海域, 距离上海芦潮港约 32 km, 由于其远离大陆, 为确保港口区域用水, 项目整体由芦潮港新城给水泵站供水, 采用 2 根 DN500 给水管, 沿东海大桥、颍珠山大桥和东海大道敷设至小洋山岛大城子山山腰处的高位水库(总容积 1.6 万 m³)。洋山深水港区一、二、三期工程均由高位水库供水。洋山深水港区四期工程位于颍珠山汉道西侧, 东海大桥以南, 主要依托颍珠山岛及大、小乌龟岛围海填筑形成。受地形条件和平面位置的限制, 已建高位水库无法为四期工程供水。为满足四期工程用水需要, 同时避免对原供水系统产生不利影响, 考虑在大乌龟岛规划保留山体处新建高位

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 蔡波妮(1982—), 女, 高级工程师, 从事港口给排水设计。

清水库(有效容积 $3\,000\text{ m}^3$)调蓄供水。

根据洋山四期用水量估算,船舶供水约占总用水量的50%,其次为危险品箱喷水补充水(16.7%)及环保用水(7.5%)。

洋山四期项目给水主要面临的问题可以概况为:

- 1) 项目地块独立,需另行新建给水调蓄设施。
- 2) 项目占地面积大,用水点分散。
- 3) 项目用水量季节性变化大,受船舶加水影响极大。
- 4) 项目中环保用水量大,可采用其它非饮用水水源。

2 洋山四期项目船舶用水量分析

沿海集装箱港区,尤其是海岛深水港区,常常面临水源不足的问题,如何在有限的资源条件下实现“节流”是生活给水设计的关键所在。

根据资料^[1],已建洋山深水港区一、二、三期工程实际给水具有以下特点:船舶的吨级与船舶的用水量间没有明显的对应关系,但船舶间加水量的差异仍然存在,其用水量与船舶航线、水价、水质等众多因素相关,就其平均值而言,实际用水量远小于规范规定的用水指标,约为规范值的30.9%~38.6%。据此,洋山深水港区四期工程在满足《海港总体设计规范》的前提下,适当降低泊位同时上水率和船舶总用水量。

3 洋山四期项目环保用水水源分析

3.1 雨水

洋山深水港区一、二、三期工程场地雨水经收集后就近排入海域。

洋山深水港区四期工程集装箱堆场采用全自动化作业,堆场垂直码头,紧密布置,将整个港区陆域纵向分割为堆场后沿区块、堆场、码头3部分。为保证雨水排水的通畅性,堆场后沿采用以排水管道为主的收集方式,堆场区采用排水明沟为主的收集方式,雨水经收集后纳入堆场前沿排水总沟(水电综合管沟),并经雨水干管排入海域。

洋山四期项目雨水排水具有以下特点:1) 项

目占地面积大,堆场区径流系数高,雨水排水设计量大;2) 项目靠海,远离城区,污染少,雨水相对清洁。因此港区雨水可作为环保用水水源之一。

3.2 污水

洋山深水港区一、二、三期工程生活污水、油污水经处理后,达到GB 8978—1996《污水综合排放标准》中一级标准后排入港区附近海域。

洋山四期工程生活污水、油污水分别经处理后,达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》标准后回用于绿化、道路浇洒。洋山四期工程设生活污水处理站1座,处理能力为 $15\text{ m}^3/\text{h}$;油污水处理站3座,每座处理能力为 $1\text{ m}^3/\text{h}$ 。

洋山四期项目污水排水具有以下特点:1) 项目占地面积大,污水产生点分散;2) 生活污水水质较为稳定,水量存在一定的冲击负荷;3) 为便于管理,考虑生活污水集中处理。通过对污水深度处理后的水质和水量分析,其处理水可作为环保用水水源之一。

4 洋山四期工程雨污水回收利用

4.1 中水回用设计

港区北侧大乌龟山脚绿化带内设置1座 $1\,000\text{ m}^3$ 的贮水池,收集清洁雨水作为道路喷洒及绿化浇灌用水。

港区危险品箱堆场设置1座调节沉淀池(分成3格,每格有效容积 540 m^3),在正常情况下,最多可收集 $1\,080\text{ m}^3$ 清洁雨水,作为危险品箱喷淋降温水源,循环使用。

港区各油污水处理站设中水回用水池各1座,各池有效容积 24 m^3 ,能储存油污水处理站1d连续运行处理水。各油污水处理站处理后出水达标回用。

港区生活污水处理站内设中水回用水池1座,有效容积 540 m^3 ,能储存生活污水处理站1.5d连续运行处理水。生活污水处理站处理后出水达标回用。

4.2 水量平衡

洋山四期除危险品箱意外泄漏产生的危险品污水外运处理外,生活污水量和油污水量分别为219.3、8.2 m³/d,合计227.5 m³/d;而一般情况下,洋山四期可利用中水回用的项目包括绿化浇灌用水180 m³/d、道路喷洒用水48 m³/d等,合计用水量228 m³/d,两者相比,大致平衡。

4.3 采用回用水冲厕的可行性

1) 采用雨水回用作为冲厕水源。

目前洋山四期雨水收集后,仅进行了简单的沉淀处理,水质不能达到冲厕要求,此外,由于降雨的不确定性,其水源保证度较差。

2) 采用污水回用作为冲厕水源。

由于油污水处理站出水量少、分散,且作为冲洗水源循环使用,水量基本平衡;生活污水处理站出水作为港区绿化浇灌、道路喷洒水源,水量也基本平衡,因此目前的污水处理中水回用工艺设计,无法满足冲厕水源要求。

3) 冲厕水量分析。

自封闭式冲洗阀大便器和小便器一次用水量分别约为12 L和1.5 L,如按港区1 200人、每人每天使用大便器1次、小便器5次考虑,港区大便器和小便器冲洗用水量约为21 m³/d(约占港区日生活用水量的1/12)。

以水费单价为10元/m³/d计,港区冲厕水费约为210元/d,如采用中水回用,水费抵扣基建折旧费+运行管理费,目前经济上并不一定划算,但随着生态绿色港口的发展,随着污水处理能力的提升和成本的降低,设计中引入该部分将成为趋势。

5 自动化集装箱港区与海绵城市相结合的可行性

所谓海绵城市,即城市能够像海绵一样,在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的弹性,下雨时吸水、蓄水、渗水、净水,需要时将蓄存的水释放并加以利用^[2-3]。

结合海绵城市理念,自动化集装箱港区可从以下几方面入手调整雨水设计思路。

5.1 降低堆场径流系数

集装箱堆场面层结构通常由于承载力的要求,采用混凝土稳定层加联锁小块或钢筋混凝土箱角基础加素混凝土填档,因此其渗透系数很小、径流系数很大,从而使得堆场的径流雨水量很大。如果堆场采用钢筋混凝土箱角基础,填档区直接采用碎石垫层或垫层加联锁小块覆盖,整个堆场的径流系数会大大降低,雨水大量下渗,产生的径流量大幅度减小,也就相当于雨水径流量不变,暴雨设计的重现年成倍提高,港区排水会更加安全。

当港区处于极度缺水的地方时,下渗的雨水需要加以利用,那么堆场基础施工时,就要在堆场面层以下某一基层处,先行采用强夯等方法进行地基处理,摊铺防水土工膜,上设透水通道,将水引至储水池。

目前,业界已开始研究采用一种高载重透水混凝土铺面工法(图1)^[4],该方法既避免了大面积采用碎石铺面可能产生的扬尘污染,又增加了雨水的渗透性与土壤的透气性,而原先采用盲沟等易损、易堵、不易维护等问题都得以较好解决。

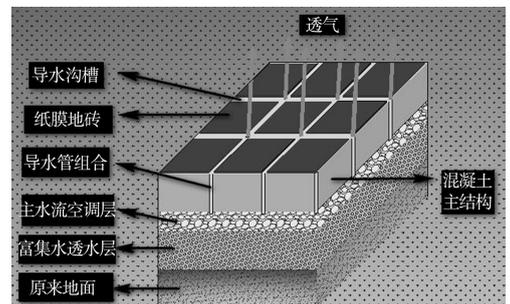


图1 透水与透气特性

但该铺面的承载能力、其作为围海造陆吹填区的适用性,以及在港口项目投资上的经济效益情况尚需相关专业核实论证。

5.2 降低港区绿化高程,提高港区排水能力

对于集装箱港区而言,道路边的绿化高程常常高于道路面层,并通过侧石将绿化与道路分隔。如果降低道路边绿化高程,道路与绿化带之间采

用挡土墙隔离，或道路坡向绿化带中心，呈浅V字型布置，绿化采用喜水性植被，一旦雨水量超出暴雨设计强度，过量的雨水会通过绿化下渗或暂存在绿化内。

目前在市政道路绿化设计中，逐渐采用了透水化草沟，即将原有高出路面的绿化(约高出路面200 mm)做在低洼处(可低于道路面1 m，视绿化带宽度而定)，取消侧石，绿化采用喜水性植被。雨水量较少时，利用植被土壤的天然渗透性涵养水分；雨水量较多时，通过溢流设施实现排水，见图2^[4]。但该方法引入集装箱港区道路排水，其经济效益尚待论证。

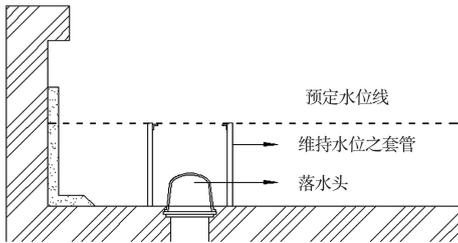


图2 溢流设施排水

当然，虽然对雨水资源的充分利用是恢复和重建港口生态最经济有效的方式^[5]，但由于降雨时间及降雨量的不可预见性，其在以生产经营为主的港口项目中的实际效益尚待评估。

6 结论

本文从上海国际航运中心洋山深水港区四期工程合理给水、雨污水回收利用等方面入手，阐述其在水资源综合利用方面所采取的措施，并进一步结合自动化集装箱码头特点，分析其与海绵城市理念相结合方面的可行性，得出自动化集装箱码头水资源综合利用可采取以下技术措施：1) 分质供水，提高给水的有效性。2) 充分利用港区可以利用的污水，以降低污水对周边生态影响的同时，提高对水资源的利用率。3) 结合海绵城市理念，通过雨水的资源化增加对雨水的利用。

参考文献：

- [1] 蔡波妮, 沈觉明, 马建汶. 集装箱港区船舶供水水量取值研究[J]. 港湾技术, 2014(1): 66-69.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建(试行)[M]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2014.
- [3] 仇保兴. 海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J]. 建设科技, 2015(1): 11-18.
- [4] 林宪德. 绿色建筑: 生态·节能·减废·健康[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [5] 葛玉洁. 绿色港口的规划建设及其雨水收集利用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.

(本文编辑 武亚庆)

· 消 息 ·

上航局承建的东营港东营港区南防波堤工程开工

7月16日，上航局承建的东营港东营港区南防波堤工程开工。

南防波堤为东营港区的南部边界，位于港区现有南防砂堤南侧2 800 m处。项目将新建防波堤8 613 m，采用充填袋结构和抛石斜坡堤结构实施。项目投资约12.76亿元，工期730 d。

工程建成后，可与在建的北防波堤、规划建设的一突堤共同构成东营港区的掩护体系，对实现港口的可持续发展意义重大。

http://en.ccccltd.cn/pub/ccccltd/xwzx/zgsdt/201607/t20160721_49509.html (2016-07-21)