



长距离引桥的散货码头给排水设计要点

梁军波

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

摘要: 以某作业区泊位工程为背景, 对长距离引桥的散货码头给排水设计中存在的若干难点问题进行讨论。通过对比相关消防规范, 提出散货码头的消防泵房可执行 3 000 m 保护距离的观点, 并阐述了单引桥码头宜采用枝状消防供水管网的理念。针对散货码头初期降雨深度取值问题, 从保护环境的角度出发, 结合当地降雨资料, 提出经济合理的取值。码头排水明沟因结构原因无法设置坡度, 引入了平坡明沟计算公式。

关键词: 散货码头; 消防设计; 初期雨水; 平坡明沟

中图分类号: U 658.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)09-0071-05

Design points of water supply and drainage of bulk wharf with long approach bridge

LIANG Jun-bo

(CCCC Third Harbour Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: Taking a work area berth project as the background, some difficult problems in the water supply and drainage design of the bulk cargo wharf with the long approach bridge are discussed. By comparing the relevant fire protection codes, this paper offers the view of 3,000 m radius of protection about fire pump-rooms in bulk cargo terminal and the design of fire water pipe branch-shaped network for single approach bulk wharf. Aiming at the problem of the initial rainfall depth value of the bulk wharf, from the perspective of environmental protection, combined with the local rainfall data, an economical and reasonable value is proposed. The slope of the wharf drainage open ditch cannot be set due to structural reasons, so the calculation formula of the flat slope open drain is introduced.

Keywords: bulk wharf; fire design; initial rainfall; flat slope drain

散货码头给排水是各类码头给排水设计难度较大的类型。一方面用水点较多, 且水质、水压要求不同, 设计中一般采用多个独立的给水系统; 另一方面装卸、转运时存在一定的粉尘污染, 造成初期雨水中含有一定量的悬浮物和浊度。因此需要对初期雨水进行收集, 目前规范对初期雨水降雨深度取值进行了规定, 但由于各界对水域生态环境的保护意识逐渐增强, 各地区收集要求也各不相同, 取值问题在执行中存在一些争议。本文以防城港企沙港区赤沙作业区 1、2 号泊位工程为背景, 借鉴国外工程经验提出了初期雨水降雨深度取值办法, 并对

长距离引桥散货码头的消防泵房保护半径、消防供水管网采用环装管网、生活污水化粪池容纳容积计算和码头平坡明沟水力计算等若干难点问题进行了探讨, 并给出了相关解决方案。

1 工程概况

防城港企沙港区赤沙作业区 1、2 号泊位工程位于广西防城湾东湾东岸、企沙半岛西南侧沿岸, 规划的防城港企沙港区赤沙作业区内。项目拟建设 2 个 20 万吨级泊位, 水工结构按 30 万吨级预留, 码头为开敞式布置, 长 930 m、宽 32.5 m, 引桥长

收稿日期: 2020-12-31

作者简介: 梁军波(1980—), 男, 硕士, 高级工程师, 注册公用设备工程师(给排水), 注册环保工程师, 注册咨询工程师(投资), 注册环评工程师, 从事给排水、消防、环保方面相关设计与研究工作。

度 1 500.2 m、宽 13.5 m。项目设计年吞吐量 1 900 万 t，近期装卸铝土矿和铁矿石，远期增加煤炭。码头设置桥式抓斗卸船机 6 台，配备皮带机 2 条用于水平运输，配套建设 T1/T2 转运站、皮带棚、A101/A102 栈桥、A201/A202 廊道等附属构筑物。

本项目码头泊位等级较高，引桥较长，装卸转输自动化程度高，装卸散货存在一定粉尘和废水污染。该项目以建设绿色港口为目标，环保要求较高，设计中执行 3R(Reduce 减少、Recycle 回收、Reuse 再用)设计理念。

2 给水设计

2.1 设计概述

根据水质和水压不同以及陆域给水系统设置

情况，项目设置了生活给水系统、防尘给水系统和消防给水系统 3 个独立的给水系统。生活给水供给船舶用水和前方办公楼生活用水，水源来自陆域市政生活给水管网，由陆域生活给水管网引入 1 根 DN150 给水管供给；防尘给水系统供给转运站干雾除尘用水、卸船机水槽用水和廊道以及码头面等冲洗用水，水源优先采用 1[#]、2[#]生产水处理站处理后的达标水，不足部分采用后方港区防尘给水管网供给，见图 1，每个蓄水池设置变频潜污泵 2 台(一用一备)，随液位启停，水泵启动后采用恒压变频控制；消防给水系统供给码头、引桥、廊道、转运站、栈桥等建筑物室内外消防用水，水源来自陆域消防水池，由陆域环状消防给水管网引入 1 根 DN200 消防给水管供给。

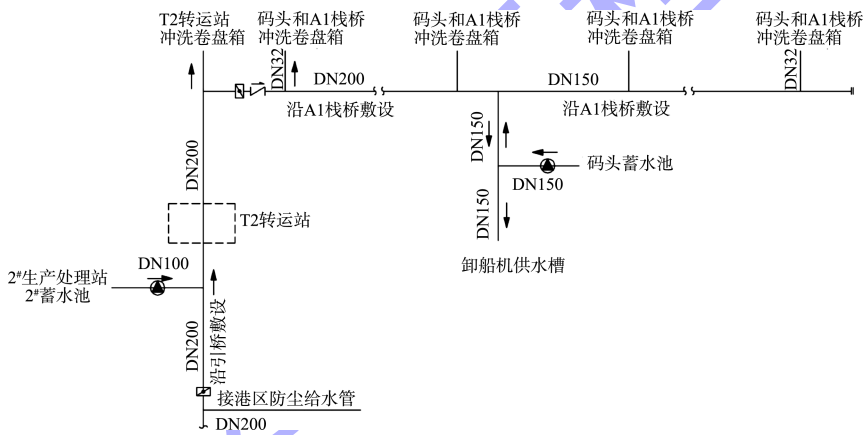


图 1 防尘给水系统原理

2.2 关键问题探讨

2.2.1 消防泵站保护半径问题

本项目引桥长 1 500.2 m、码头长 930 m，根据《消防给水及消火栓系统技术规范》^[1]“建筑群共用临时高压消防给水系统时，工矿企业消防供水的最大保护半径不宜超过 1 200 m”的要求，宜在中间位置设消防泵站，以满足 1 200 m 保护半径。但仔细查阅消防规范提出 1 200 m 保护半径的出发点，是针对不同管理单位之间责任不明确、管理易出现纰漏的情况而提出的保护措施。如果码头管理部门唯一、火灾类型简单、采用自动化控制、皮带机沿线设置感温报警装置，火灾危害性较低，水域增设泵房形成陆域、海域双消防泵房模式，更易出现管理漏洞；消防规范主要适用于建筑群的区域，对于引

桥和码头组成的水运行业构筑物，适用性较差。《油气化工码头设计防火规范》^[2]规定消防水泵站的供水管线距离不宜超过 3.0 km，此标准制定中充分考虑到长距离引桥的情况，对消防泵站的保护半径进行了适当放大，以指导设计。本项目对比化工码头，火灾危险类型更低，为丙 2 类，因此，本设计参考《油气化工码头设计防火规范》执行 3 000 m 保护距离的要求。

2.2.2 消防管网的布置形式

根据《消防给水及消火栓系统技术规范》要求，“向两栋或两座以上建筑供水时”应采用环状给水管网，其目的是保证建筑群供水可靠性。本项目水域存在多个建筑单体或构筑物，但由于单引桥特点，无法设置有效的环状给水管网，如果严格执行

规范，同一管架设置 2 根消防给水管，发生火灾时同一着火点会同时破坏 2 根管线，其供水可靠性无法保证；针对水运行业单引桥无法实现有效环状供水给水管网的工程特点，《油气化工码头设计防火规范》中明确了“码头引桥和引堤区段消防供水主管道可采用枝状”的要求，本项目参考执行此规范，码头和引桥采用枝状消防管网，但消防泵房至引桥根部的陆域消防给水管网采用环状。

《消防给水及消火栓系统技术规范》要求“室外消防给水管网，应采用阀门分成若干独立段，每段室外消火栓的数量不超过 5 个”，此条文意义在于环状给水管网进行消火栓检修时，不影响消防系统的正常供水。对于枝状消防管网设置分段检修阀门作用不大，故仅在引桥和码头根部设置了检修阀门便于室外消火栓检修，参照美标《NFPA24》^[3] 要求，室外消火栓均采用支管安装，栓前设置检修阀门。

2.2.3 消防设计流量确定

《海港总体设计规范》^[4] 和《消防给水及消火栓系统技术规范》均未对码头消防设计流量进行规定，设计中参考《河港总体设计规范》^[5]，码头(含 A101/A102 栈桥)和引桥(含 A201/A202 皮带机)，均采用设计流量 15 L/s，火灾延续时间采用 3 h；TH2 转运站与引桥 A201/A202 廊道、预留的 A301/A302廊道、预留的取制样楼皮带机廊道以及 BC1/BC2 廊道连接，TH2 转运站为多层厂房，建

筑耐火等级为二级，火灾危险性为丙类，总建筑面积 2 190 m²，根据《建筑设计防火规范》^[6]，每个防火分区最大建筑面积为 4 000 m²，为了节省造价，将 A201/A202 廊道(建筑面积 1 719 m²)与 TH2 并入一个防火分区考虑，建筑面积合计 3 909 m²，同时为了满足防火分区面积要求，在 A301/A302 廊道、取制样楼皮带机廊道以及 BC1/BC2 廊道的敞口处设置防护分隔水幕，以满足防火分区面积要求。TH2 位于陆域，室内消火栓系统由室外环状消防给水管网引入两根 DN200 给水管供给，并为码头提供 DN200 消防用水接口。水幕系统另由室外环状消防给水管网单独引入 1 根 DN200 给水管供给。码头消防设计流量见表 1。

表 1 码头消防设计流量

单体	设计流量/(L·s ⁻¹)			
	室内消火栓	室外消火栓	水幕系统	合计
TH1	10	20		30
TH2(含 A201/A202 廊道)	20	30	90	140
码头		15		15
引桥		20		20

本工程消防设计水域最不利点为 TH1，消防设计流量 30 L/s，火灾延续时间 3 h，一次消防用水量 324 m³；陆域最不利点为 TH2，消火栓设计流量 50 L/s，火灾延续时间 3 h，水幕系统设计流量 90 L/s，火灾延续时间 1 h，一次消防用水量 864 m³。消防供水系统原理见图 2。

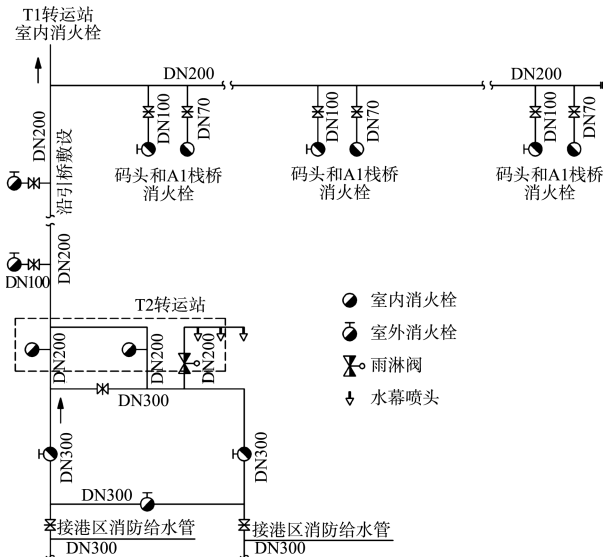


图 2 消防供水系统原理

3 排水设计

3.1 设计概述

本项目污废水含生活污水, 码头、转运站、廊道冲洗废水, 码头和引桥初期雨水; 后期清洁雨水溢流排海; 码头前方办公楼卫生间产生的生活污水储存于化粪池, 定期环卫车抽取外运处理; 冲洗废水和初期雨水经明沟收集后排入污水池, 通过潜污泵提升送至码头 1[#]生产水处理站和引桥 2[#]生产水处理站处理, 处理达标后回用于防尘用水。

3.2 关键问题探讨

3.2.1 生活污水收集处理方式选择

最大日生活污水量约 4.7 m³/h, 若通过 DN100 管道输送至后方, 路由较长, 约 2 000 m, 管道收纳容积可达 15.7 m³, 污水量较少且间歇式输运的特征极易造成管道沉淀堵塞, 因此采用码头设置化粪池, 定期环卫车转输的方式。化粪池有效容积 32.9 m³, 清掏周期为 7 d 较合适。为了防止散发异味影响环境, 化粪池设置了密闭井盖和通气管, 通气管在高空避人处排气, 池子内设置了液位报警信号, 达到高液位时发出声光报警信号提示进行清掏, 此外高液位上方预留可使用 3 d 的安全容积。

3.2.2 初期雨水量确定

《水运工程环境保护设计规范》^[7] 规定“煤炭、矿石码头面初期雨水的降雨深度可取 0.01 m”, 可实际运行中, 0.01 m 的初期降雨深度无法将码头完全冲洗干净, 后期雨水中仍含有大量固体悬浮物且色度较大, 对海水还存在一定影响, 考虑铝土矿黏性较大, 附着力强, 参考国外项目经验, 提出按照 4~5 倍冲洗定额为 3~5 L/(m²·次) 的初期雨水量来进行收集, 本项目采用 5 倍冲洗定额的初期降雨深度, 即 25 mm。此外根据当地年鉴统计资料, 年降雨天数 176 d, 超过 25 mm 天数 27 d, 为此取 25 mm 降雨深度较为合适。85% 降雨天数内雨水量进行了全收集, 有效保护了海洋环境。码头设置 300 mm 高的护轮坎, 局部护轮坎因预留安装船舶测速仪探头设置了缺口, 码头面后期清

洁雨水经此缺口排放。

码头初期雨水量按照下式计算:

$$V = \psi HF \quad (1)$$

式中: V 为初期雨水量(m³); ψ 为径流系数, 取 0.9; H 为降雨深度(mm); F 为汇水面积(m²)。

根据公式计算码头初期雨水量 607 m³, 码头设置污水池 8 座, 有效容积共 535 m³, 明沟有效容积 404 m³, 两者相加总有效容积 939 m³, 满足初期雨水收集要求, 同时设置 1[#]生产污水处理站, 采用加药混凝沉淀处理工艺, 处理能力为 30 m³/h, 最大日处理能力为 720 m³/d, 设计规模较为合适。

为了减少粉尘污染, 引桥皮带机水平转输工程中全程罩壳封闭, 但无法避免黏附在下皮带机的物料洒落在引桥面上, 为此提出引桥面的初期雨水收集理念, 初期雨水收集量按 0.01 m 降雨深度取值。经计算引桥降雨量 186 m³, 引桥设置 172 m³污水池 1 座, 引桥明沟容积 375 m³, 两者相加合计 547 m³, 满足初期雨水收集要求。同时设置 2[#]生产污水处理站, 为了检修和运行监管方便, 处理规模和工艺同 1[#]生产水处理站。引桥明沟侧未设置挡坎, 初期雨水明沟截流, 后期清洁雨水直接翻越明沟排海。

3.2.3 明沟过水能力核算

码头排水明沟因水工结构特点, 无法实现放坡设置, 坡度为零, 采用谢才曼宁公式进行明沟过水能力计算时, 存在一定难度, 为了校核明沟过水能力采用水平长沟的排水流量经验公式^[8]:

$$q_{cg} = q_{dg} L_x \quad (2)$$

$$q_{dg} = k_{dg} k_{df} A_z^{1.25} S_x X_x \quad (3)$$

式中: q_{cg} 为水平长沟的设计流量(L/s); q_{dg} 为水平短沟的设计流量(L/s); L_x 为长沟容量系数; k_{dg} 为折减系数, 取 0.9; k_{df} 为断面系数, 取 3.89×10^{-5} ; A_z 为明沟的有效断面面积(mm²); S_x 为深度系数; X_x 为形状系数。

水平长沟的经验公式适用于明沟坡度较小甚至无坡的明沟, 主要用于屋面雨水排水沟的能力核算; 码头和引桥排水明沟与屋面排水沟较为相似, 均具有路径长、自然放坡困难的特点, 为此

具有较好的适用性，该公式优点在于计算时可以简化谢才-曼宁公式水力坡度的试算过程。对码头明沟断面计算用于核算明沟断面的过水能力能否满足初期雨水的过流能力，以防止初期雨水因滞留而造成悬浮物沉积在码头面上；引桥面相对干净且明沟布置位置可以较好收集初期雨水，后期雨水越过明沟排海不会产生滞水问题。

码头均匀布置 8 个污水池，选取一个标准码头分段($L \times B = 106.5 \text{ m} \times 32.5 \text{ m}$)进行明沟断面核算，污水池位于码头标准段中间，明沟流经长度 53.25 m，明沟有效断面面积 47.75 万 mm^2 ，深度系 0.9，形状系数 1.0，长度容量系数 0.97，计算结果为：流经长度 53.25 m，有效断面面积 47.75 万 mm^2 ，设计流量 383.6 L/s，等量流速(等量流速为明沟设计流量与明沟有效断面的比值)0.80 m/s，流行时间(流行时间为流经长度与等量流速的比值)1.1 min，暴雨强度 474.9 L/($\text{s} \cdot \text{hm}^2$)，雨水量(雨水量为计算段明沟的降雨量)74.7 L/s。由结果可知，明沟设计过水能力远大于雨水量，不会产生滞水。

4 结语

1) 针对消防泵站保护半径和消防环状管网的问题，本文对比分析了《消防给水及消火栓系统技术规范》和《油气化工码头设计防火规范》中相关条文的编制依据、适用范围，并结合水运工程项目特点提出了码头项目不适用于“消防供水的最大保护半径不宜超过 1 200 m”的条文、长引桥散货码头消防泵站供给范围可执行 3 000 m 保护距离的观点。同时针对无设置环状管网条件的单引桥的散货码头，提出了码头区域可以采用枝状网，但

引桥根部的消防供水管网应为环状的观点。

2) 为了减少对水环境影响，实现环境友好型码头目标，借鉴国外经验提出码头初期雨水降雨深度为 25 mm、引桥初期雨水降雨深度为 10 mm 的设计思路。

3) 针对码头平坡明沟的水工结构特点，引入水平长沟计算经验公式，并对码头排水沟过水能力进行复核。

参考文献：

[1] 中元国际工程公司.消防给水及消火栓系统技术规范: GB 50974—2014[S].北京: 中国计划出版社, 2014.

[2] 中交水运规划设计院有限公司, 交通运输部公安局.油气化工码头设计防火规范: JTS 158—2019[S].北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019.

[3] NFPA24. Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances [S]. Quincy: National Fire Protection Association, 2016.

[4] 中交水运规划设计院有限公司, 中交第一航务工程勘察设计院有限公司.海港总体设计规范: JTS 165—2013[S].北京: 人民交通出版社, 2014.

[5] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司.河港总体设计规范: JTS 166—2020[S].北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2020.

[6] 天津消防研究所, 四川消防研究所.建筑设计防火规范: GB 50016—2014[S].北京: 中国计划出版社, 2018.

[7] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司.水运工程环境保护设计规范: JTS 149—2018[S].北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017.

[8] 中国建筑设计研究院, 深圳市建工集团有限公司.建筑屋面雨水排水系统技术规程: CJJ 142—2014[S].北京: 中国建筑工业出版社, 2014.

(本文编辑 武亚庆)

欢迎投稿 欢迎订阅