



临海双孔雨排水箱涵施工措施浅析

万立¹, 向鑫²

(1. 上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080;
2. 中交第三航务工程局第二工程有限公司, 上海 200122)

摘要: 以临海护坡雨排水箱涵的施工为例, 针对临海雨排水箱涵施工中受到高潮水冲刷及基坑防护的问题, 结合现场实践进行论述。雨排水箱涵施工过程中, 针对护岸边坡受高潮水冲刷及陆侧深基坑边坡失稳的双重安全隐患问题。通过现场踏勘及查阅潮汐资料, 因地制宜地采取“堆叠扭王块+砂袋围堰”的防冲刷措施及陆侧基坑“拉森钢板桩+分级放坡开挖”的防护措施。经现场实际施工控制及相关实测, 通过上述措施基坑开挖后总沉降量控制在 60 mm 内, 箱涵出水段比计划节点工期提前 8 d 完成, 同时节省了 50 t 钢板桩打设的施工措施成本。上述措施有效地保证了临海雨排水箱涵施工中的基坑稳定性及安全性, 施工进度及施工措施成本达到预期目标, 为类似工程提供一定的借鉴价值。

关键词: 临海护坡; 雨排水箱涵; 砂袋围堰; 拉森钢板桩

中图分类号: U65

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)S1-0253-06

Construction measures for seaward double-hole stormwater drainage culvert

WAN Li¹, XIANG Xin²

(1. Shanghai International Port (Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China;

2. No. 2 Engineering Co., Ltd. of CCCC Third Harbor Engineering Co., Ltd., Shanghai 200122, China)

Abstract: Taking the construction of the stormwater drainage box culvert along the coast as an example, this paper discusses the problems of high tide water erosion and foundation pit protection in the construction of coastal rainwater drainage box culverts based on on-site practice. During the construction of the stormwater drainage box culvert, the dual safety hazards of the coastal slope being eroded by high tide water and the instability of the deep foundation pit slope on the land side are addressed. Through on-site investigation and review of tidal data, the anti-erosion measures such as “stacking accropode+sandbag cofferdam” and the protection measures such as “Larsen sheet pile+staged slope excavation” are taken according to local conditions for the onshore foundation pit. Through on-site construction control and relevant measurements, the total settlement after excavation of the foundation pit is controlled within 60 mm, and the outlet section of the box culvert is completed 8 d ahead of the planned node schedule. At the same time, the construction cost of driving 50 t of sheet piles is saved. The above measures effectively ensure the stability and safety of the foundation pit during the construction of the coastal stormwater drainage box culvert, and the construction progress and cost of the measures have reached the expected goals, providing certain reference value for similar projects.

Keywords: coastal slope protection; stormwater drainage box culvert; sandbag cofferdam; Larsen sheet pile

排水箱涵属于排水构筑物的一种, 主要起到疏导和传输水流的作用, 有效地控制和管理水的流动, 从而减少水灾风险和保护环境。在当前水

工工程中, 箱涵施工技术作为一种下穿临海护岸施工技术得到了广泛应用。临海箱涵在实际施工过程中, 往往涉及涵身开挖、潮水冲刷、深基坑

收稿日期: 2025-05-15

作者简介: 万立(1991—), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为港口工程建设管理。

边坡防护等实质性问题。采取哪些措施能够有效保证箱涵施工进度及安全性,成为许多项目研究分析的重点。通过查阅相关文献,基坑支护有双排咬合水泥搅拌桩^[1]、土钉墙^[2]、拉森Ⅳ型钢板桩+钢支撑^[3-4]、预制方桩加固法^[5]等有效形式。

1 工程概况

排水箱涵长度约 20 m,宽度为 7.8 m,为双孔箱涵结构,每个孔净尺寸为 3.2 m×2.5 m。排水箱涵结构采用双孔结构形式,每个孔净尺寸为 3.2 m×2.5 m,箱涵出水口设置玻璃钢拍门,每个箱涵共设 2 个拍门。箱涵底板、顶板厚度为

500 mm,两侧侧墙厚度为 500 mm,中间隔墙厚度为 400 mm。箱涵陆域侧内底高程为 4.27 m,海侧出水口内底高程为 4.25 m,见图 1。排水箱涵陆侧存在已建道路,且道路与箱涵之间铺设地下水管及电缆,管线与箱涵陆侧结构边线距离仅 5 m。

箱涵基础采用 30 cm 碎石及 10 cm 混凝土垫层的弹性基础。变形缝采用橡胶止水带,规格为 B-300×8。箱涵设计流量、内底坡度等相关技术参数见表 1。根据邓钦等^[6]的研究,造成箱涵渗漏的主要问题是箱涵主体结构出现了渗漏裂缝、孔洞,比如变形缝处止水带破损、施工缝处渗漏、止水螺杆处渗漏、蜂窝状空洞、混凝土不规则裂缝等。

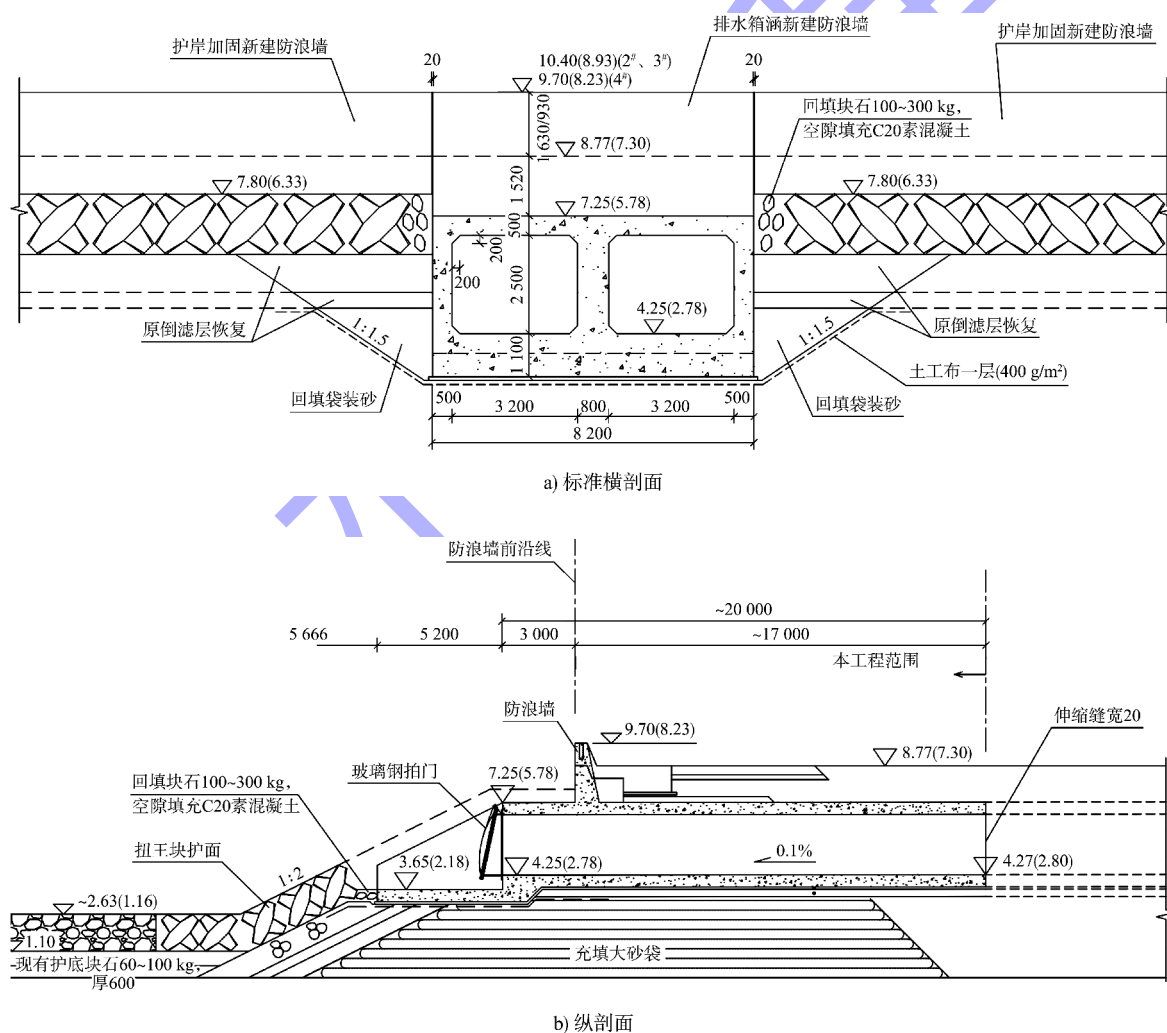


图 1 排水箱涵剖面 (尺寸: mm; 高程 m)

Fig. 1 Drainage box culvert section (dimension: mm; elevation: m)

表 1 排水箱涵相关技术参数

Tab. 1 Technical parameters related to drainage box culverts

排水箱涵 编号	设计流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	箱涵内底 高程/m	内底 坡度/%
2#排水箱涵	32	2.8(85 高程)	0.1
3#排水箱涵	31	2.8(85 高程)	0.1
4#排水箱涵	24	2.8(85 高程)	0.1

2 施工面临的问题

2.1 海侧潮流冲刷

由于箱涵出水段底板设计高程 3.65 m 低于设计高水计高水位 4.01 m, 箱涵开挖、底板浇筑等施工将受到大潮汐的冲刷影响。由于护岸大堤为充填大砂袋结构, 箱涵出水段底板开挖施工, 将破坏大堤砂袋结构, 如不能及时采取有效的防冲刷措施, 护岸将出现失稳的较大安全隐患。通过查阅相关潮汐资料, 在海岸可以见到一般潮的涨落为 12.4 h 的周期, 一日之内, 地球上除南北两极及个别地区外, 各处的潮汐均有两次涨落, 一个太阳日内出现两次高潮和两次低潮, 前一次高潮和低潮的潮差与后一次高潮和低潮的潮差大致相同, 涨潮过程和落潮过程的时间也几乎相等 (6 h 12.5 min), 及每次周期 12 h 25 min, 一日两次, 共 24 h 50 min, 所以潮汐涨落的时间每天都要推后 50 min。我国渤海、东海、黄海的多数地

点为半日潮型^[7]。因此每昼夜各有一次高潮水将影响施工,冲刷开挖护岸。

2.2 陆侧开挖紧邻施工道路

排水箱涵陆侧为已建道路,并且道路与箱涵之间铺设地下水管及电缆(管线距离道路边线约3 m范围)。如直接放坡开挖施工,开挖坡顶距离道路配套地下管线仅为0.5 m。如边坡失稳,将对地下管线及道路结构造成严重破坏,同时对道路上通行的车辆形成较大安全隐患。

3 采取措施

3.1 海侧护坡防冲刷措施

通过查阅相关研究文献,张军超^[8]提出护堤块体摩擦作用降低是导致护面块体失稳的主要原因,可采取加大护面块体质量、降低坡度等措施保证护面块体稳定性^[8]。根据现场工况,将出水段位置的坡面扭王块吊运堆叠至坡脚扭王块顶,见图2,利用扭王块进行消浪。同时待出水段底板及侧墙浇筑完成后,在海墙外侧排水箱涵四周1 m位置,堆叠高度为1 m(顶高程4.65 m)的砂袋围堰进行止水及防冲刷,有效避免后续大潮汐对箱涵施工的影响。其中扭王块按照相关规范要求随机安放时,应按测量定位方法计算安放参数,由下而上、分段分层、定点定量控制安放^[9]。

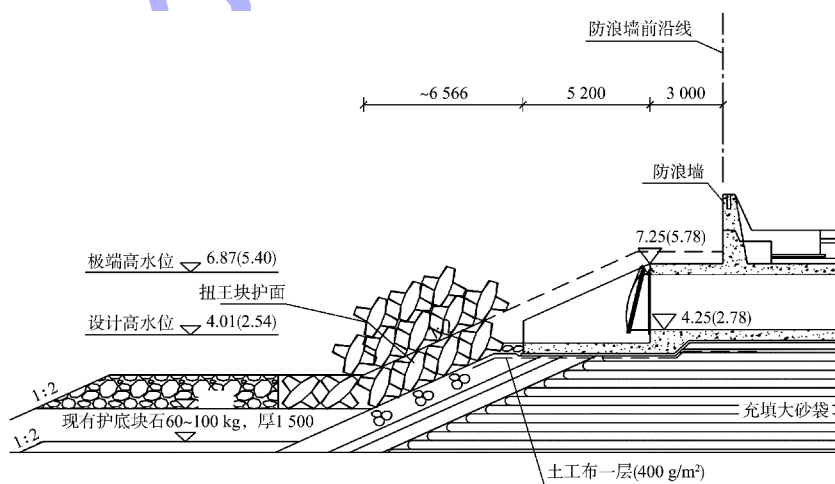


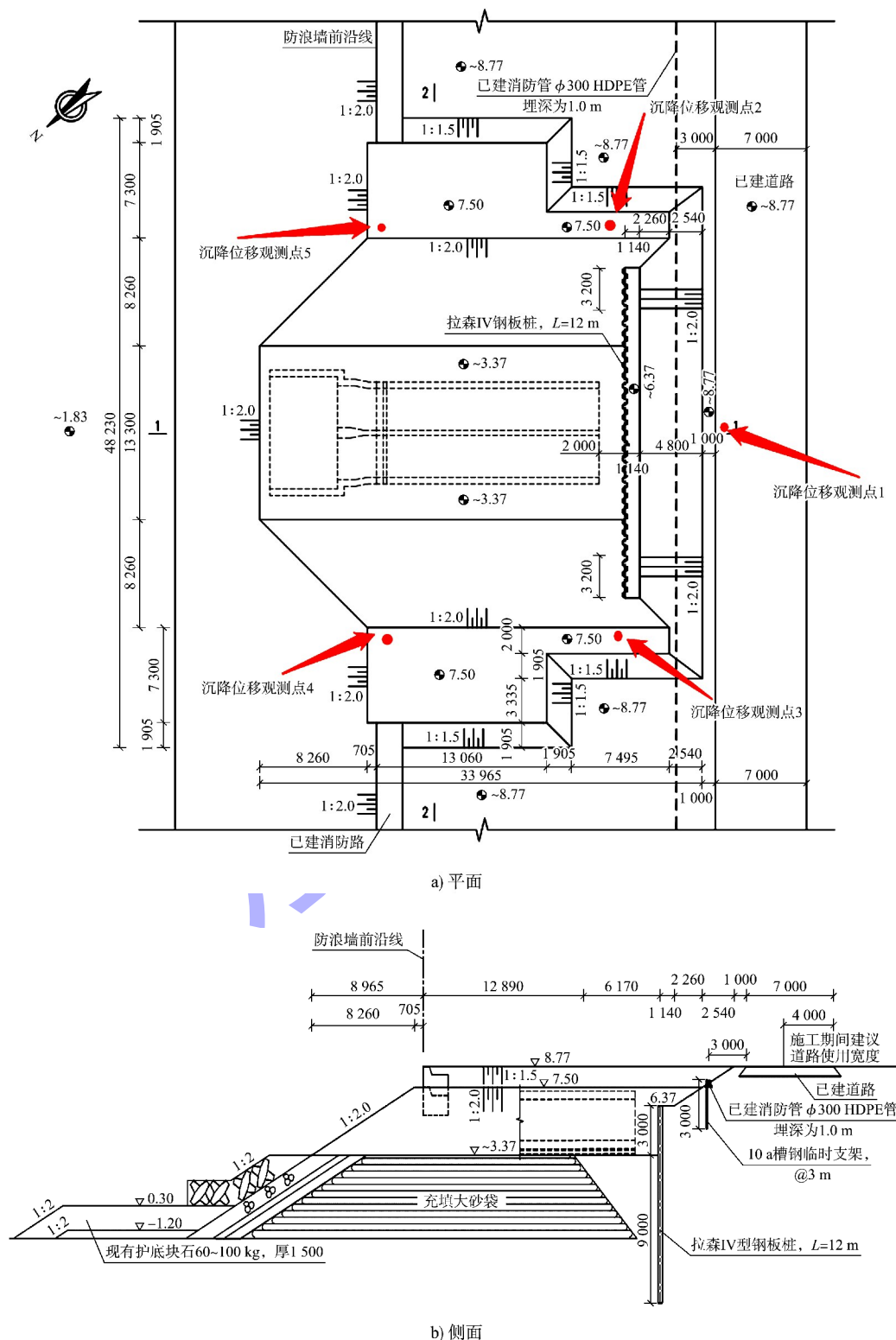
图2 雨排口出水段堆叠扭王块消浪示意图(尺寸:mm;高程:m)

Fig. 2 Schematic diagram of wave shaving by stacking accropode in outlet section of stormwater outlet
(dimension: mm; elevation: m)

3.2 陆侧基坑防护措施

在开挖基坑前, 先进行拉森钢板桩支护施工。排水箱涵东、西两侧和海侧采用放坡开挖,

坡比 1:2, 开挖后采用 250 g/m^2 的土工布对坡面进行防护, 土工布上采用袋装砂进行压载。基坑的平面布置、侧面和断面见图 3。



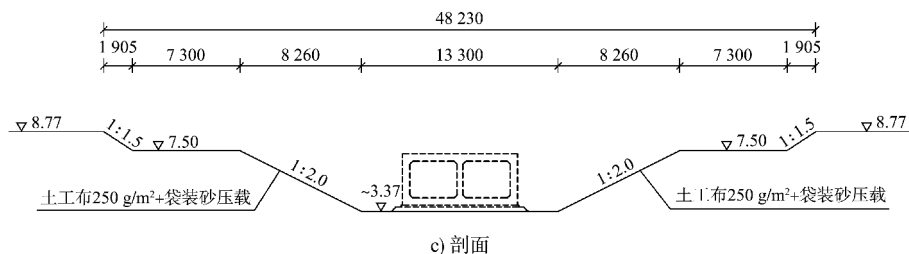


图3 基坑开挖(尺寸:mm;高程:m)

Fig. 3 Foundation pit excavation (dimension: mm; elevation: m)

基坑开挖前,按照基坑设计的要求,对基坑开挖范围先进行整体开挖至7.5 m,边坡采用1:1.5,对钢板桩施工区域开挖至6.3 m左右,钢板桩靠近道路侧,距离现有道路边线约1 m处按照1:2放坡,靠近钢板桩位置留1.14 m的平台。削坡时注意对现有管线的保护,施工至靠近管线位置时采用人工开挖,并按照设计要求,采用长3 m的10 a型槽钢,间隔3 m对管线进行加固处理。

钢板桩采用拉森Ⅳ型钢板桩,沿道路布置,单个排水箱涵钢板桩总长约25.6延米,从箱涵中心往两侧分布,中心区域的钢板桩单根长12 m,两侧3.2 m范围内单根长9 m。钢板桩中心位置距离现有道路约6.94 m,顶高程6.37 m。施工前测量人员根据设计的钢板桩位置,放样钢板桩打设线。钢板桩打设时从箱涵中心外置向两侧打设。钢板桩进场后,对钢板桩进行入场检查,检查的项目包括长度、有无变形及锁扣的顺直度,钢板桩锁口的顺直度以采用短钢板桩节套入钢板桩锁扣,人工能顺利拉通为标准。钢板桩打设的允许偏差:桩顶高程 ≤ 100 mm,轴线偏差 ≤ 100 mm,钢板桩垂直度偏差为1%。

拉森钢板桩打设完毕后,进行基坑开挖施工。基坑开挖时采用挖掘机配合自卸汽车从原海墙侧往道路侧分层进行开挖,在基坑开挖10 m范围内不得堆放弃土,开挖过程中施工机械不能碰撞钢板桩。动载距离钢板桩大于1.5 m,深基坑开挖面距离深基坑底面20~30 cm时,确认深基坑底地质

与设计相符,采用人工开挖清基至坑底设计高程。基坑开挖后,及时通知地质勘探及设计单位进行验槽。

考虑到基坑临海侧为敞开结构,潮水升降会对基坑的地下水位造成影响,开挖时确保开挖面在地下水位之上0.5~1.0 m,并充分利用小潮汛(高潮位低于设计开挖面)或大潮汛的退潮时段施工,以留有足够的时间对基坑边坡进行防护。基坑开挖完成后,坡面防护采用250 g/m²的土工布覆盖,土工布采用袋装砂压载。坡面防护的土工布上端应伸入边坡顶的土埂,下端穿过排水沟压入碎石垫层。基坑开挖前,在临近道路上、东西两侧防浪墙上及边坡顶设置沉降位移观测点,采集初始数据后定期对基坑进行沉降位移观测。

4 效果

通过本次护岸排水箱涵的施工分析,“堆叠扭王块+砂袋围堰”的防冲刷形式有效削减了潮汐的冲刷程度,保证了箱涵出水段的正常施工,箱涵出水段比计划节点工期提前8 d完成。经过观测,护岸沉降满足相关规范要求,护岸稳定性得到有效控制。

“钢板桩+分级放坡开挖”相结合的支护形式经过实践,基坑开挖后总沉降量控制在60 mm内,有效保证了深基坑的施工稳定性,同时节省了50 t钢板桩的打设,节省了该分项工程的施工措施成本约10万元。

5 结语

1) 采用“钢板桩+分级放坡”双重边坡防护形式相结合及施工资源合理配置,有效保证支护措施成本及支护效果。

2) 根据工况因地制宜采取防冲刷措施及充分利用小潮汛施工,减小潮汛对开挖边坡影响。

3) 基坑开挖后,严格按照规范及设计要求布置监测点,并按照监测频率要求及时观测。实时掌握监测数据,保证基坑稳定情况数据化。

参考文献:

- [1] 郭建新. 河道内地下箱涵深基坑支护施工技术[J]. 门窗, 2019(1): 67-68, 71.
GUO J X. Construction technology for deep foundation pit support of underground box culverts in river channels[J]. Door & window, 2019(1): 67-68, 71.
- [2] 姚仲杰. 箱涵施工技术与质量控制要点探讨[J]. 山西建筑, 2018, 44(23): 155-156.
YAO Z J. Discussion on the construction technology of box culvert and the key points of quality control [J]. Shanxi architecture, 2018, 44(23): 155-156.
- [3] 叶华安. 箱涵工程深基坑施工风险监控分析[J]. 四川水泥, 2023(8): 140-142.
YE H A. Risk monitoring and analysis of deep foundation pit construction for box culvert projects [J]. Sichuan cement, 2023(8): 140-142.
- [4] 范旭. 箱涵渗漏防治施工技术浅析[J]. 四川建筑, 2019, 39(2): 301-302, 305.
FAN X. Construction technology for preventing leakage in box culverts[J]. Sichuan architecture, 2019, 39(2): 301-302, 305.
- [5] 黄敏强. 排水箱涵地基处理的施工实践[J]. 中外建筑, 2017(4): 172-173.
HUANG M Q. Construction practice of foundation treatment of drainage box culvert[J]. Chinese & overseas architecture, 2017(4): 172-173.
- [6] 邓钦, 张志刚. 某排水箱涵深基坑基础处理及支护设计[J]. 江西建材, 2015(14): 18-19.
DENG Q, ZHANG Z G. Foundation treatment and support design of a deep foundation pit for a certain drainage box culvert[J]. Jiangxi building materials, 2015(14): 18-19.
- [7] 李明浩, 王永娟. 浅谈箱涵式排水工程的施工工艺及质量控制[J]. 科技信息, 2014(9): 279.
LI M H, WANG Y J. Construction technology and quality control of box culvert drainage projects [J]. Science & technology information, 2014(9): 279.
- [8] 张军超. 排水箱涵施工措施探讨[J]. 中国新技术新产品, 2013(6): 75-76.
ZHANG J C. Discussion on construction measures for drainage box culverts [J]. New technologies & new products of China, 2013(6): 75-76.
- [9] 李家华, 陈家悦, 陈良志, 等. 钢管板桩组合三维设计及拓展应用[J]. 水运工程, 2022(10): 228-233.
LI J H, CHEN J Y, CHEN L Z, et al. 3D design and extended application of steel pipes sheet pile combination[J]. Port & waterway engineering, 2022(10): 228-233.
- [10] 水运工程地基基础施工规范: JTS 206—2017[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017.
Code for foundation construction on port and waterway engineering: JTS 206-2017[S]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2017.
- [11] 水运工程结构耐久性设计标准: JTS 153—2015[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015.
Standards for durability design of port and waterway engineering structure: JTS 153-2015 [S]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2015.

(本文编辑 赵娟)