



广州港南沙港区四期工程平面布置要点

黄炳林, 丘耀桦

(广州南沙联合集装箱码头有限公司, 广东 广州 511462)

摘要: 广州港南沙港区四期工程采用全新的自动化集装箱码头技术方案, 其自动化作业模式、装卸作业和水平运输设备选型、集疏运特点、陆域和岸线形态等方面与其他自动化集装箱码头均存在较大差异。针对这一情况, 结合该全新技术方案的自动化作业流程、设备运行特点、交通组织方案, 通过分析码头前沿作业地带、自动化集装箱堆场、维修测试区、办公及闸口区等陆域各功能区域平面布置需要考虑的因素, 总结出该自动化集装箱码头技术路线的功能区域组成、尺度要求等平面布置要点。

关键词: 自动化; 集装箱码头; 平面布置

中图分类号: U 656. 1+35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)10-0053-06

Key points of general layout for Phase IV project of Nansha Port Area in Guangzhou Port

HUANG Bing-lin, QIU Yao-hua

(Guangzhou Nansha United Container Terminal Company Limited, Guangzhou 511462, China)

Abstract: The Phase IV project of Nansha Port Area in Guangzhou Port adopts a new technical scheme for an automated container terminal, which is greatly different from other automatic container terminals in terms of automatic operation mode, loading and unloading operations, selection of horizontal transport equipment, characteristics of collection and distribution, and land area and coastline forms. In view of these, this paper considers the automatic operation process, equipment operation characteristics and traffic organization scheme of the new technical scheme, and analyzes related factors in the general layout of various functional areas in the land area, such as the frontier operation area of the terminal, automatic container yard, maintenance and testing area, office area and gate area. Furthermore, the paper summarizes the key points of the general layout, such as the functional area composition and scale requirements of the technical route of the automated container terminal.

Keywords: automation; container terminal; general layout

广州港南沙港区四期工程采用“堆场箱区水平布置+智能导引车+单小车自动化岸边装卸桥”的全新自动化集装箱码头技术路线^[1-2], 其自动化作业模式、装卸作业和水平运输设备选型、集疏运特点、陆域和岸线形态等方面与其他自动化集装箱码头均存在较大差异。因此需要对平面布置方案进行重点分析研究, 保证自动化集装箱码头高效、安全运行, 提高土地集约化利用水平。

本文结合南沙四期工程自动化作业流程、设备运行特点、交通组织方案, 通过分析码头前沿作业地带、自动化集装箱堆场、维修测试区等细部设计内容, 提出该自动化集装箱码头技术路线的平面布置要点, 为类似工程提供借鉴。

1 工程概况

广州港南沙港区四期工程建设2个10万吨级和2个5万吨级集装箱船海轮泊位、12个2 000吨级

集装箱内河驳船泊位，其中驳船泊位布置在海轮泊位侧面；工程设计年通过能力 480 万 TEU，水水中转比例高达 75%^[3]。

南沙四期工程码头前沿作业地带采用自动化单小车岸桥、自动化集装箱堆场采用自动化单悬臂轨道龙门吊和自动化双悬臂轨道龙门吊、水平运输采用智能导引车(IGV)进行自动化作业。

2 陆域平面总体布置

南沙四期工程位于广州港南沙港区南沙作业区(龙穴岛)规划的中部挖入式港池，东南侧紧邻

已建的南沙港区一期工程，陆域西侧规划物流园区，南侧为在建铁路。

基于水水中转比例高的特点，驳船码头布置在海轮码头岸线侧面，海轮码头与驳船码头在空间形态上呈一定夹角，从而实现江海联运的无缝对接^[4]。

根据自动化作业流程，从海侧往陆侧依次在港区陆域布置自动化作业区和非自动化区，其中自动化作业区包括码头前沿作业地带、自动化集装箱堆场，非自动化区包括维修测试区、闸口区、办公区等。陆域平面布置见图 1。

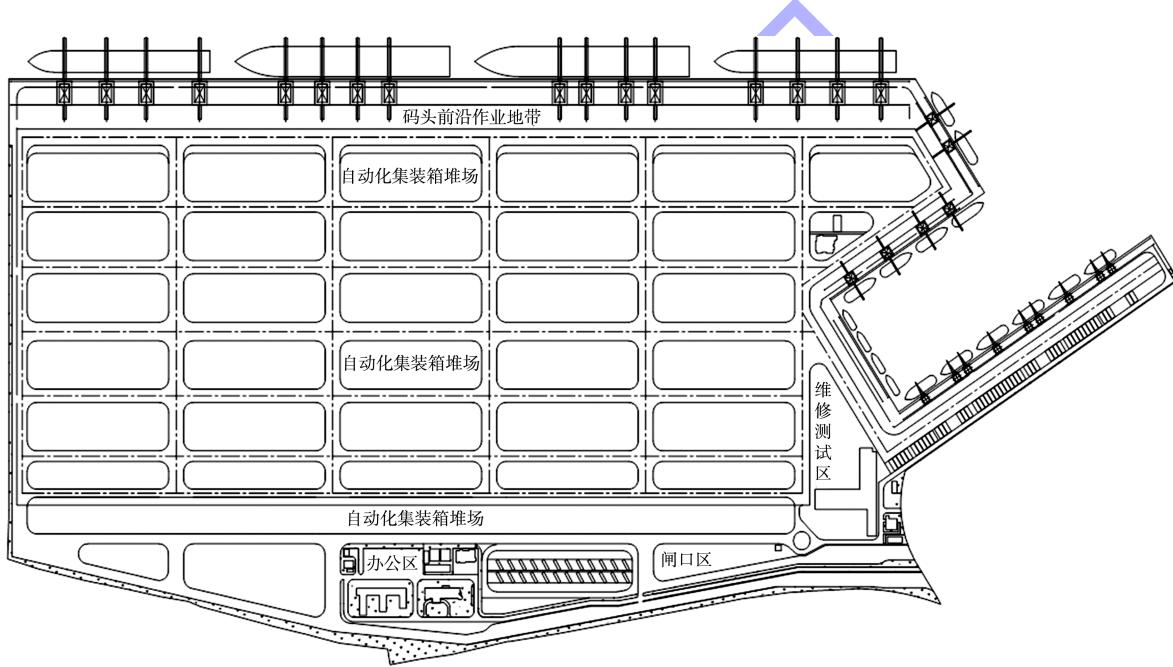


图 1 陆域平面布置

3 码头前沿作业地带布置

自动化码头的前沿作业地带内包含自动化作业区和非自动化作业区，其平面的合理布置是自动化装卸工艺系统顺畅运行及人工辅助作业可达性、便利性和安全性的重要保证。

码头前沿作业地带各功能区的布置主要根据码头装卸船和水平运输作业流程，考虑尽量实现自动化作业功能区、非自动化作业功能区各自集

中布置，同时充分利用不同功能区之间错时使用的特点实现部分功能区空间重叠布置。

南沙四期工程码头前沿装卸船采用岸桥轨内作业方式，码头前沿作业地带可分为多个功能区，由海侧往陆侧依次设置海侧附属设施区、非自动化车道、自动化装卸车道、舱盖板放置区、拆装扭锁区、IGV 转向区、检修车道、IGV 缓冲区、IGV 行车道、陆侧附属设施区等，见图 2。

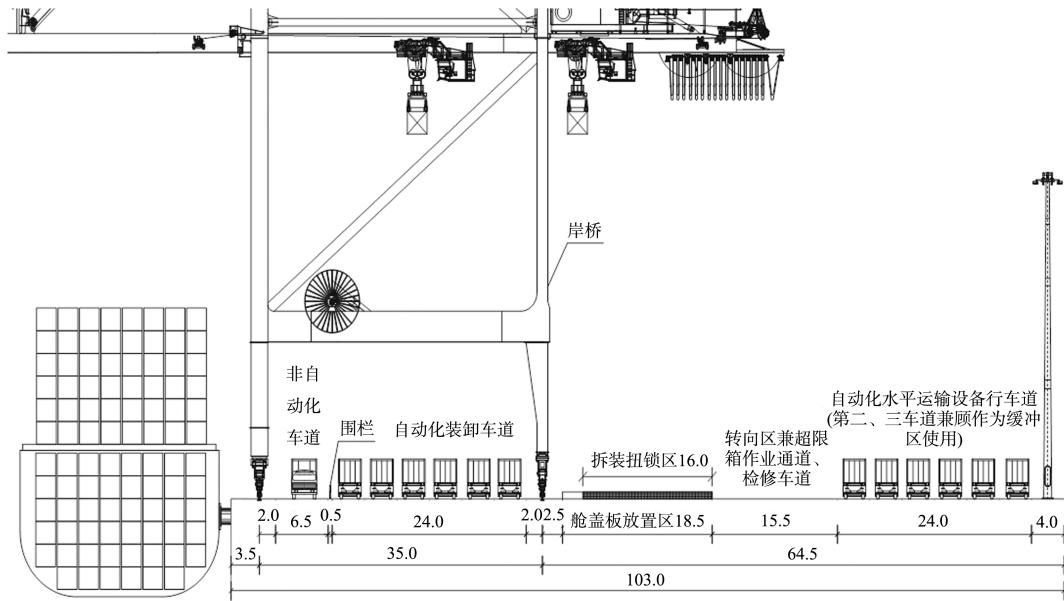


图 2 码头前沿作业地带布置 (单位: m)

3.1 海侧附属设施区

海侧附属设施区为码头前沿线至岸桥海侧轨中心之间的区域, 该区域应根据设计船型、设计水位、船舶侧摇角度、船舶舱盖板上集装箱的堆放高度、系船柱基础、岸桥轨道梁基础、船舶岸电及码头前沿供水供电管沟的需求等因素确定。南沙四期工程海轮泊位按靠泊 10 万吨级集装箱船设计, 海侧附属设施区宽度取为 $3.5\text{ m}^{[5]}$, 主要布置系船柱、岸桥轨道梁、船舶岸电箱、码头前沿供水供电管沟、岸桥系固设施等。

3.2 非自动化车道

自动化集装箱码头前沿的系缆解缆作业、特殊集装箱和危险货物箱的装卸船作业、海侧附属设施的检修作业、其他辅助作业车辆的通行等通常为人工操作, 不同作业之间具有一定的错时性, 因此在岸桥轨内、靠近海侧轨道一侧设置综合性的非自动化车道, 宽度 6.5 m , 与海侧轨道中心距离为 2 m 。

3.3 自动化装卸车道

自动化装卸车道主要用于自动化水平运输设备与岸桥交互作业和通行, 布置在岸桥轨内, 共 6 条 IGV 车道, 车道宽度 4 m 。为保证 IGV 顺利出入拆装扭锁区和岸桥轨内装卸车道, 根据轨迹仿真结果, 自动化装卸车道中第 2、3、5 车道(以海

侧起算)为作业道, 第 1、4、6 为穿行车道。自动化装卸车道与非自动化车道之间布置宽度 0.5 m 的围栏。

3.4 舱盖板放置区

舱盖板放置区布置在岸桥陆侧轨后 2.5 m , 沿码头通长布置。考虑到海轮码头设计最小靠泊船型为 3 万吨级集装箱船, 同时兼顾拆装扭锁区的布置, 舱盖板放置区宽度取为 18.5 m 。

3.5 拆装扭锁区

船舶靠泊码头进行作业时, 舱盖板放置在船长对应的舱盖板放置区, IGV 从船头、船尾出入岸桥轨内。南沙四期工程利用船头、船尾的舱盖板放置区布置移动式拆装扭锁区, 对应不同靠泊船舶, 拆装扭锁区的位置是相应移动的。拆装扭锁区设置 6 个垂直码头前沿线的拆装扭锁操作站, 布置在陆侧轨后 5 m 处。单个拆装扭锁操作站由 1 条作业车道及车道两侧的安全岛组成, 安全岛长 16 m 、宽 1.5 m , 内设安全岗亭、扭锁框放置区, 两侧为交通标线, 作业车道宽 3.75 m , 相邻拆装扭锁操作站共用一个安全岛。

3.6 IGV 转向区

IGV 转向区布置在拆装扭锁区后方, 宽度 15.5 m , 另外检修车道、特殊集装箱和危险货物箱装卸船作业的行驶通道也利用转向区布置。

内人工驾驶集卡或检修车辆通过该区域时采取电子锁闭措施。

3.7 IGV 缓冲区

IGV 缓冲区利用行车道的第二、三车道(从海侧起算),在对应靠泊船舶的区域平行布置缓冲车位,缓冲车位距离拆装扭锁区根据轨迹模拟结果取为 22 m。

3.8 IGV 行车道

IGV 行车道布置在缓冲区后方、自动化集装箱堆场前方,共布置 6 条车道,宽度 24 m。

3.9 陆侧附属设施区

陆侧附属设施区布置在行车道与自动化堆场之间,宽度 4 m,布置照明铁塔、5G 基站、摄像机等。

4 自动化集装箱堆场布置

自动化集装箱堆场是自动化集装箱码头的核心区域,关系到码头整体堆存能力和作业效率,其平面布置需要结合总体技术路线、集疏运特点、装卸设备运行特点和陆域条件等因素确定。

南沙四期工程具有以下特点:集装箱水水中转比例高、岸线布置采用在海轮码头侧边独立设置驳船码头的形态、堆场内集装箱运输工艺流向以平行于海轮泊位方向为主等。自动化集装箱堆场采用空间隔离型平行布置的形式,集装箱在堆场内采用 IGV 直接进入堆箱区侧边的边装卸作业方式,陆路集疏运集装箱利用独立的交互区实现港内外交互。自动化集装箱堆场主要由自动化集装箱堆箱区、港内外集卡交互区及相关附属设施组成。堆场装卸设备采用单悬臂自动化集装箱轨道龙门吊(ARMG),交互区临时堆场装卸设备采用双悬臂自动化集装箱轨道龙门吊(ARMG),IGV 与港外集卡均采用边装卸的作业方式,见图 3。

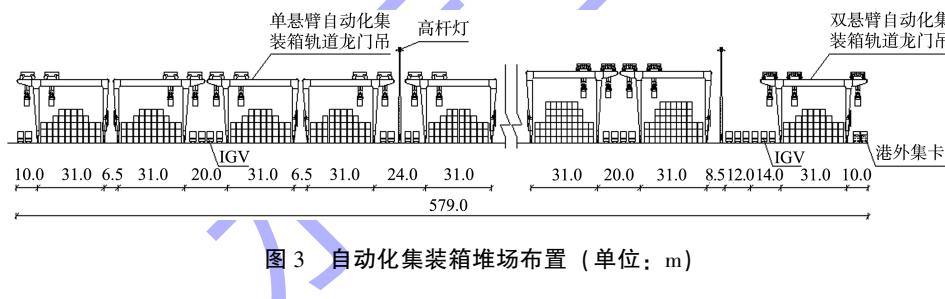


图 3 自动化集装箱堆场布置 (单位: m)

4.1 自动化集装箱堆箱区

自动化集装箱堆场布置在码头前沿作业地带后方。根据陆域形态,沿海轮码头岸线方向布置 A~F 共 6 块堆场;沿纵深方向上, A~E 堆场均布置 11 个箱区, F 堆场布置 2 个箱区,其中靠海侧 9 个箱区为重箱和冷藏箱堆场,靠陆侧 2 个箱区为空箱堆场。

自动化箱区采用“背靠背”成组布置模式。单悬臂 ARMG 轨距 31 m,轨距内堆 10 排重(冷)箱或 11 排空箱。各箱区单悬臂 ARMG 悬臂下设置 1 条 IGV 装卸作业车道和 1 条 IGV 超车道,单车道宽度 4 m, IGV 装卸作业车道与悬臂侧轨道中心线间安全距离 2 m。单悬臂 ARMG 悬臂侧相邻区域两轨道中心线间距为 20 m(无高杆灯和照明铁塔)和 24 m(设高杆灯和照明铁塔);非悬臂侧相

邻区域两轨道中心线间距为 6.5 m,除布置轨道龙门吊高压接电井、拖轮槽外,该区域还兼顾消防和检修车通行功能。

4.2 港内外集卡交互区

港内外集卡交互区布置在自动化集装箱堆场后方,设置 1 个临时堆场,长度 1 235 m。

港内外集卡交互区双悬臂 ARMG 轨距 31 m,轨距内堆 10 排箱。ARMG 海侧悬臂下设置 1 条 IGV 装卸作业车道和 2 条 IGV 超车道,单车道宽 4 m, IGV 装卸作业车道与 ARMG 海侧轨中心线安全距离为 2 m; ARMG 陆侧悬臂下设置 1 条港外集卡装卸作业车道和 1 条超车道,单车道宽 3.5 m。

港内外集卡交互区在对应堆场内纵向道路的位置预留远期改造为通道的可能,远期混行功能实现时交互区可直接作为堆场使用。

4.3 附属设施

堆场内附属设施包括自动充电站、高杆灯(照明铁塔)、5G 基站、摄像机、消防栓、排水设施、围网等。

IGV 自动充电站布置在堆场 3 个变电所附近, 共 7 个、36 套 IGV 充电设施, IGV 采用端部充电方式。

高杆灯(照明铁塔)布置在单悬臂 ARMG 悬臂侧, 距离纵向道路 30 m, 占用宽度 4 m。5G 基站集成在照明铁塔上布置, 间距约 500 m。堆场内所有高杆灯(照明铁塔)均设置摄像机, 其他横向道路、箱区变装卸车道和纵向道路的交叉路口处, 摄像机均布置在立杆上方。摄像机立杆布置在箱区端部的轨内。

堆场西侧在 IGV 车道和人工车道之间布置围网, 对应堆场内横向道路设置 2 个门禁。围网高度 1.2 m、区域宽度 0.5 m。

交接区港外集卡作业车道与 ARMG 陆侧轨之间布置围网, 在交接区两端各设置 1 个门禁。考虑交接区拖缆槽布置要求, 围网距离轨道 2.75 m、高度 1.1 m。

5 维修测试区布置

维修测试区是自动化集装箱码头必备的配套功能区, 主要为港内装卸设备、运输设备提供维修、保养等服务。自动化集装箱码头水平运输设备为自动化设备, 并且通常采用电力驱动, 与传统码头相比, 自动化码头除常规维修功能外, 还需要增加自动化水平运输设备维修和测试功能。因此自动化集装箱码头维修测试区的布置需要结合自动化水平运输设备的特点、码头前沿和堆场自动化作业区的布置综合确定。

南沙四期工程 IGV 可在码头前沿和堆场内行驶, 其维修测试区布置在堆场侧边、与堆场自动化作业区域无缝连接, 包括常规维修区和自动化维修测试区。维修场地、IGV 测试区、辅助建筑物见图 4。

常规维修区包括常规机修车间、工具材料库、维修区办公室、吊具棚、维修场地、废电池间、废钢丝绳和废钢材间、含油污水处理站, 其中维

修区办公室布置在机修车间和吊具棚二层。维修场地布置在常规机修车间、工具材料库、吊具棚出入口前方, 兼顾流动设备停放使用, 维修场地四周布置截水沟。

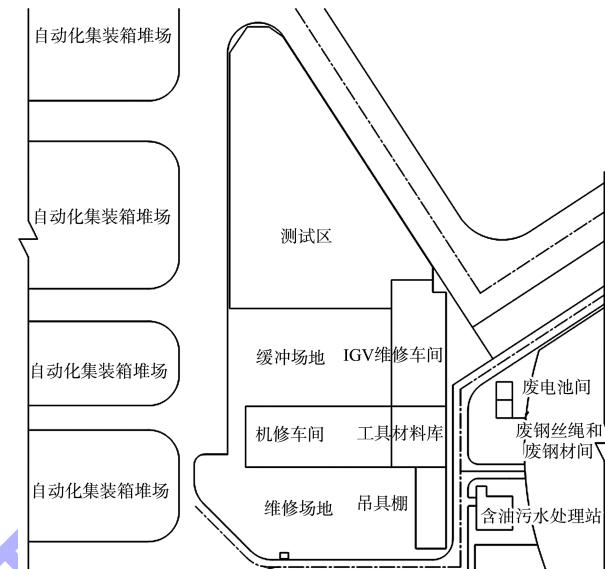


图 4 维修测试区布置

自动化维修测试区包括 IGV 维修车间、缓冲场地和测试区。IGV 维修车间与常规机修车间、工具材料库、吊具棚按 T 形布置, 宽度 27 m, 考虑 IGV 直接进入车间内维修, 坡道的坡度为 4.5%。缓冲场地布置在 IGV 维修车间正前方, 缓冲场地与自动化作业区通过缓冲通道连接。考虑 IGV 驶出缓冲通道后可以进入维修车间内每个维修工位的要求, 缓冲场地尺寸为 55 m×40 m。缓冲通道考虑 IGV 的长度、停车需要的距离等, 长度取 20 m、宽度取 7.5 m。缓冲通道四周设置围网, 两端设置联动的门禁, IGV 从自动化作业区进入缓冲通道后退出自动驾驶模式, 位于自动化作业区一侧的门禁关闭, 位于缓冲场地一侧的门禁相应开启, 然后由人工控制 IGV 驶出缓冲通道, 此时位于缓冲场地一侧的门禁关闭, 另一侧门禁相应开启。

IGV 测试区布置在集装箱堆场东侧、工作船码头后方, 根据陆域形状布置为梯形场地, 长边约为 130 m, 短边分别为 28、80 m, 四周设置围网。测试区满足 IGV 直线行驶、斜行、掉头、S 弯道行驶等功能的测试。IGV 测试区与缓冲场地相邻的一侧设置测试区入口, 另一侧设置测试区

出口。测试区出口与自动化作业区通过缓冲通道连接,长度20 m、宽度7.5 m;缓冲通道四周设置围网,两端设置联动的门禁。

6 办公区及闸口区

根据港内外集卡交互区作业流程,以及陆域中间突出的特点,办公区布置在后方陆域中部,包括办公、住宿及相关配套建筑。

闸口区布置见图5。闸口区包括进港闸口、出港闸口、闸口缓冲区。港区进出闸口综合考虑周

边水域、铁路、规划、港外道路等因素,布置在陆域东南角、一期工程和铁路下沉段之间,采用分离式布置形式。进港、出港闸口分别布置在北侧和南侧,采用3道闸口形式,1#闸口为预检闸口,设置OCR功能;2#闸口为控制闸口;3#闸口为放行闸口。出港2#闸口与3#闸口之间设置返回车道。进港2#闸口与3#闸口之间提供外集卡进入交互区的管理、进港空箱验箱、进出港异常集装箱和车辆问题的处理、进港集装箱调箱门等功能。办公车道布置在进港、出港闸口中间。

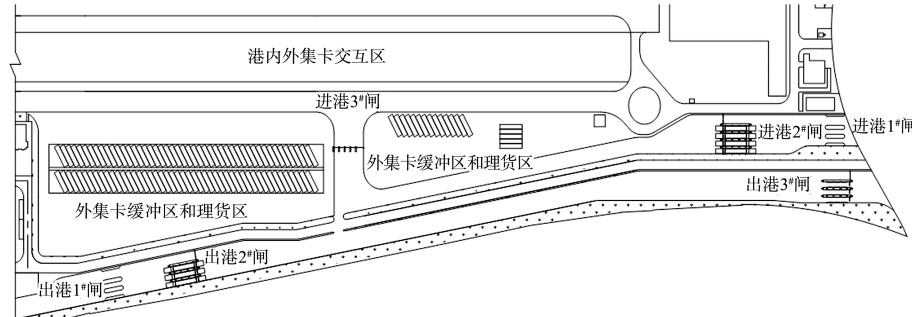


图5 闸口区布置

7 结语

1)码头前沿装卸船采用轨内作业方式时,海侧向陆侧依次设置海侧附属设施区、非自动化车道、自动化装卸车道、检修车道、舱盖板放置区、拆装扭锁区、自动化水平运输设备转向区、自动化水平运输设备缓冲区、自动化水平运输设备行车道、陆侧附属设施区等功能区。主要根据码头装卸船和水平运输作业流程,考虑按自动化作业功能区、非自动化作业功能区集中布置的原则确定码头前沿作业地带各功能区的布置。

2)空间隔离型平行布置的自动化集装箱堆场主要由自动化集装箱堆箱区、港内外集卡交互区及相关附属设施组成,需要结合总体技术路线、集疏运特点、装卸设备运行特点和陆域条件等因素进行布置。

3)自动化集装箱码头维修测试区包括自动化维修测试区和常规维修区,其中自动化维修测试区宜靠近自动化作业区布置。

横向、纵向道路,总体布置形态与传统码头类似,为传统码头的自动化升级改造提供借鉴。

参考文献:

- [1] 刘洋,麦宇雄,覃杰.适用于江海联运海港自动化集装箱码头的总体布置方案[J].水运工程,2019(9):119-124.
- [2] 梁浩.一种新型江海联运自动化集装箱码头装卸系统及平面布局:201820437809.4[P].2018-07-20.
- [3] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司.广州港南沙港区四期工程初步设计报告[R].广州:中交第四航务工程勘察设计院有限公司,2018.
- [4] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司.广州港南沙港区四期工程施工图设计[R].广州:中交第四航务工程勘察设计院有限公司,2019.
- [5] 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.