



三亚南山港公共科考码头总平面布置

邹红霞^{1,2}, 宓宝勇¹, 李华¹

(1. 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510290;
2. 长沙理工大学, 水利工程学院, 湖南 长沙 410114)

摘要: 三亚南山港公共科考码头是国内首座公共科考码头, 也是公共科考母港码头, 需满足多种科考船舶和保障船舶靠泊、中转换装、物资补给、科考实验及维修保养功能, 同时兼顾货物装卸等功能, 码头总平面布置是工程设计的重点与难点。本文针对公共科考码头的特点, 进行三亚南山港公共科考码头工程总平面布置思路及布置方案论述, 得出科考码头岸线利用与布置、水域平面布置、陆域平面布置及滑道与船台布置要点, 充分体现先进、高效、节能、环保、经济且可持续发展的设计理念, 旨在为类似工程提供参考。

关键词: 公共科考码头; 科考实验; 维修保养; 总平面布置; 滑道

中图分类号: U651+.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)08-0081-06

General layout of Sanya Nanshan Public Scientific Research Terminal

ZOU Hongxia^{1,2}, MI Baoyong¹, LI Hua¹

(1. CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510290, China;
2. Hydraulic Engineering Institute, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China)

Abstract: The Sanya Nanshan Port Public Scientific Research Terminal is the first public scientific research terminal in China, and also the public scientific research mother port terminal. It is necessary to meet the needs of scientific research vessels and support vessels, as well as the functions of berthing, transshipment, material supply, scientific research testing, and maintenance, while also taking into account cargo loading and unloading, and reserving functions such as roll on and roll off for national defense readiness needs. The overall layout of the terminal is a key and difficult point in engineering design. This article focuses on the characteristics of public scientific research terminals and discusses the overall layout ideas and plan of the Sanya Nanshan Port Public Scientific Research Terminal project. The key points for the utilization and layout of the scientific research terminal shoreline, water area layout, land area layout, and slipway layout are obtained, fully reflecting the design concepts of advanced, efficient, energy-saving, environmental protection, economic and sustainable development, aiming to provide reference for similar projects.

Keywords: public scientific research terminal; scientific research and testing; maintenance; general layout; slipway

三亚南山港公共科考码头为大洋一号、向阳红9号(蛟龙号HOV)等十余条科考船舶提供备航、中转、补给、检修、规避恶劣海况, 并为工作及科研人员提供中转和修整场所, 将三亚打造

成国家深海基地南方中心, 使南山港区向综合科考与保障功能转变, 工程承担了不可或缺的公共科考的功能^[1]。

三亚南山港公共科考码头工程总平面布置是

收稿日期: 2024-03-20

作者简介: 邹红霞(1983—), 女, 博士生, 高级工程师, 从事港口及航道平面设计工作。

工程设计的重点和难点,除考虑自然条件及与已建相邻码头衔接的影响外,码头工程的平面布置方案必须合理地满足工艺作业流程的要求,本文通过分析总平面设计关键影响因素及技术问题,提出高效、安全、绿色、环保的平面布置方案。

1 码头岸线概况

目前海南省已有客运码头、渔船码头、货运码头、维权执法码头等,尚无专业科考码头,已有码头设施无法满足科考需求。

根据2019年11月批复的《三亚港总体规划》^[2],南山港将以海洋科考、海洋实验及临港产业为核心功能,发挥为崖州湾科技城提供科考、中试等配套服务的重要作用。为充分发挥三亚崖州湾科技城管理局的综合优势,利用自贸港政策更好地促进港口发展,使南山货运港区从单纯的货运功能向货运、科考、维修、基地保障等功能转变,实现“一港三城一基地”的目标。

选址三亚南山港区建设海南科考船基地,建港条件良好,-10 m等深线临近海岸,由于有南山岭岬角的屏护,有一定的自然掩护条件,该岸段岩面埋藏深,具备建设大型深水良港的条件,更便于开展西太平洋和印度洋的海洋科学研究以及资源探测调查等工作,可显著提升我国南海保护和开发能力的建设,也是深海大洋科考综合服务保障基地的优选位置。

本项目由科考码头区和科考船保障区组成,分别布置有码头综合用房、科考实验厂房、船舶机修车间、变电所、移动风雨棚等建(构)筑物。

2 项目功能

2.1 功能需求及定位

为落实海南全岛自由贸易实验区建设、国家重大战略服务保障区、海南强省等重要国际战略和中央指示,崖州区域定位为三亚市乃至全海南省以深海科技为重心的高科技板块。南山港区将以海洋科考、海洋实验及临港产业为核心功能,打造成为海南科考船基地,在国家一流科研高地

建设、南海资源开发服务保障、国家科考母港设立及经济社会发展中发挥重要作用,同时作为亚洲湾科技城配套港口,为崖州湾科技城提供科考、中试等配套服务及港口运输保障,兼顾三亚市生产生活的港口运输功能。

1) 靠泊功能:建设与科考船舶相适应的泊位、基础设施及设备,保证科考船舶顺利、安全停靠。

2) 中转换装功能:建设适应科考船舶的装卸设施,保证高标准的衔接换装。

3) 物资补给功能:为科考船舶提供燃料、岸电、食物、水源等物资补给,满足船上人员工作和生活的基本需求,为科考船舶续航提供保障。

4) 科考实验功能:码头后方的综合用房、科考实验厂房、船舶机修车间等是科考码头的必要配套服务设施。

5) 维修保障功能:为科考船舶提供日常维护、维修等后勤保障服务,设置维修车间和材料库等。

6) 货物运输功能:兼顾三亚老港区转移的货运需求,承担三亚市及南部地区城市建设所需的矿建、水泥、钢材以及产业发展所需的原材料、产品、设备等物资运输。

综合考虑科考船发展现状和趋势,结合停靠南山港区科考船的调研情况,工程与南山港区中科院深海所码头兼顾使用,满足各种中小型科考船的靠泊需求。同时,考虑三亚港到港船型以3 000~5 000吨级为主,为缓解南山二期承接三亚老港区转移货运能力不足的问题,工程将兼顾5 000吨级杂货船及滚装船靠泊作业。科考船保障区的维护保养船型为实船,限于保障能力,保障船型总长不超过60 m。

2.2 陆域面积与岸线的匹配性

以节约、集约用地为原则,科考码头陆域总面积约6.59万m²,其中新建海上透水构筑物面积约3.01万m²,可满足科考及保障码头区功能需求,西侧预留用地由海缆保障能力建设项目占用并开发,该项目运营期利用科考泊位上下物资。目前南山港二期工程与已建滚装码头之间,天然

岸线总长 473 m, 包括科考泊位 233 m、科考船保障泊位 130 m、滑道 65 m、预留滚装船斜坡道 45 m, 码头采用顺岸式布置形式, 与后方陆域面积较好匹配。

3 建设条件

1) 工程选址条件良好, 水域宽阔、风浪较小、流速较低, 崖州湾泥沙来量较少, 湾内沿岸输沙强度不高, 在天然状态下基本处于动态平衡状态。

2) 码头前沿线的确定需综合考虑自然岸线、水流条件、船舶靠离泊等因素, 港区航道设计与原有航道轴线有机地统一, 即工程出海航道可与南山港一期航道共用, 避免较大的航道建设开挖量, 以节省工程投资, 便于进港航道维护管理。

3) 工程选址于拟建南山港区二期工程和已建

南山港区滚装码头之间, 项目水域、陆域平面布置需与已有工程合理衔接。

4) 管网综合设计考虑减少平面交叉及穿越道路, 尽量减少铺设管路, 缩短管线长度, 以及沿墙边绿化带布置给排水、供电、有线通信等管线。

4 岸线利用与布置要点

根据南山港区岸线资源, 南山货运码头一期与二期占用岸线 422 m, 滚装码头占用岸线 150 m, 剩余岸线约 473 m, 全部用于科考及保障码头建设, 其中沿货运码头方向剩余岸线 278 m, 布置 233 m 的科考泊位和 45 m 滚装船斜坡道 (预留), 泊位宽度 50 m, 顶高程 4.73 m; 滚装码头西延线剩余 195 m, 用以布置 130 m 的科考保障泊位和 65 m 的滑道, 科考保障泊位宽 76.4 m, 顶高程 4.73 m, 见图 1。

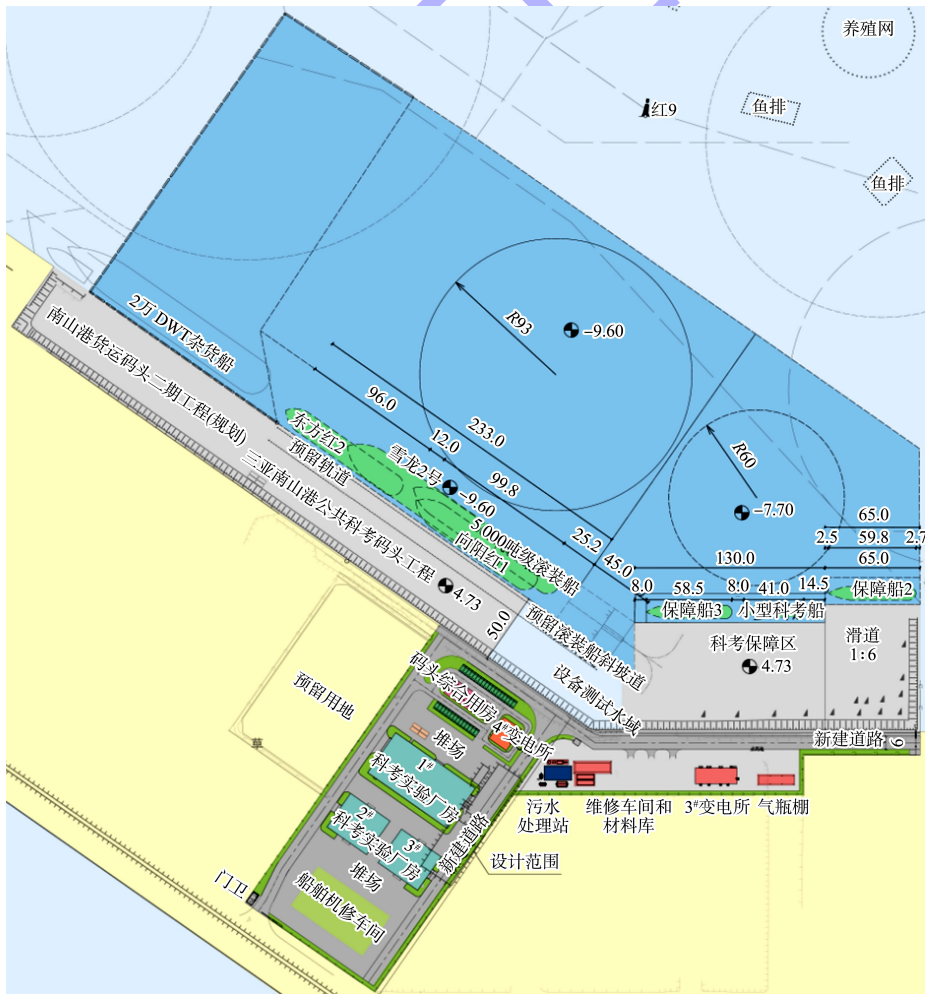


图 1 总平面布置 (单位: m)

科考船泊位主要用于科考船的物资补给和海洋试样、科考设备(如潜水器等)的装卸,并兼顾部分南山港小型杂货船作业功能,货物运量不固定。考虑到科考船的补给物资以轻抛货为主,利用轮胎式起重机配合科考船自带船吊基本可满足补给需求。海洋试样、小型潜水器等也考虑采用科考船自备船吊或轮胎起重机作业。大型科考设备年上下水次数较少,考虑借用南山一期、二期工程门机或租用履带式起重机(最大起重量不超过150 t,超出此起重能力的重件设备需考虑租用浮吊起重设备)作业,泊位仅考虑预留门机轨道,远期配置额定起重量50 t门机。转运需冷藏的货物,在装卸前应将货物先转移至冷藏集装箱内再进行转运。水平运输均采用Q45牵引车+40 t平板车,重件设备运输租用特种平板挂车。

科考船保障泊位主要用于科考船舶的维护、保养,兼顾部分渔船维护、保养。船舶维护和保养可分为:船舶上墩、下水,船台维护、保养和保障泊位维护、保养工艺。船舶上墩、下水工艺采用在国内应用广泛、技术较为成熟的梳式滑道工艺形式,滑道区轨道坡度为1:6,横移区和船台区轨道均水平,梳式滑道区轨道6组,梳式横移区轨道7组,船舶上墩、下水过程中利用液压船台小车和楔形斜架车进行转接。船台区共设置4座船台,其中1座船台用于保障船型的维护保养,位于船台区东北角,其余3座用于小型科考船的维护保养。横移区南侧设置堆场,应急时也可临时兼作小型科考船船台。

为改善科考及保障泊位船舶靠泊条件,码头轴线方位角取 $125^{\circ}\sim 305^{\circ}$,保障泊位码头前沿线方位角为 $90^{\circ}\sim 270^{\circ}$,根据《三亚南山港公共科考码头工程潮流数学模型与泥沙回淤分析报告》^[3],科考及保障泊位实施、科考及保障泊位与南山港二期码头工程均实施的这两种工况下,进港航道外沿最大涨落急流速可达0.65和0.57 m/s;科考船码头、科考船维修码头前沿的回旋水域以及泊位前沿水域最大流速不超过0.15 m/s;仅科考及保障泊位工程实施,航道未疏浚,进港航道流速

不变,回旋水域和码头前沿水域流速减少不超过0.05 m/s;科考、保障泊位与南山二期码头工程均实施后,进港航道大潮涨、落急流速最大减小绝大部分不超过0.10 m/s,回旋水域和码头前沿水域流速减少不超过0.05 m/s,科考及保障泊位船舶靠泊条件良好^[4]。

5 水域平面布置要点

科考码头前沿停泊水域宽45 m,设计底高程为-9.6 m,回旋圆布置在码头正前方,回旋圆直径为2倍最大船长,取186 m,回旋水域设计底高程-9.6 m。南山港货运码头二期前方水域一并疏浚至-9.6 m,连接至一期工程回旋水域,方便工程船舶进出港。

维护保养船型空载吃水最大为4 m,科考船保障区港池东侧和已建南山滚装码头回旋水域部分重合,即两相邻工程需共用部分港池水域,为降低滚装码头船舶搁浅风险,两相邻工程港池水域设计水深宜一致,因此,科考船保障区港池设计底高程取-7.7 m^[5]。

为减少对周边船舶通航的影响,根据《三亚南山港公共科考码头工程航道通航条件影响评价报告》^[6],工程水域布置合理,目前南山港区通航船舶基本通过南山港一期航道进入港池,工程位于港池内,与南山港区一期货运码头、南山滚装码头共用南山一期的进港航道,不会对港区外船舶航路产生影响。

6 陆域平面布置要点

在港口工程的总体设计中,陆域平面布置将对港口建设和运营的经济性起到重要作用。工程陆域总面积约6.59万 m^2 ,其中新建海上透水建筑物面积约3.01万 m^2 ,按功能分为科考码头区和科考保障区两部分。

6.1 科考码头区

科考船码头区长278 m、宽50 m。科考码头后方为办公生产区,与船舶维修车间共布有2处堆场,主要用于放置移动实验室(集装箱)、科考

船舶配件等;还布置码头综合用房、1#科考实验厂房、2#科考实验厂房、3#科考实验厂房仓、船舶机修车间和4#变电所,以满足各科研机构科考实验及科研设备维修的相关需求。已建15 m南通道相连处的新建主道路,本次新建道路宽9 m,转弯半径均为18 m,满足40 t拖挂车行走。

6.2 科考保障区

科考船保障区位于科考码头区东侧,由1个科考船保障泊位、1座滑道和4个船台组成。滑道布置于保障区东侧,尺寸为65.0 m×53.6 m,小型科考船通过滑道上岸后,通过陆上横移滑道到达滑道两侧船台,进行维护和保养作业,滑道西侧布置4个船台、2座移动风雨棚。科考船保障区及后方陆域为保障其使用功能,自西向东布置含油和生活污水处理站、维修车间和材料库、3#变电所兼现场办公、气瓶棚、大门及门卫^[7]。

本科考码头主要功能为补给和保障,没有固定运量^[8],无法通过吞吐量进行能耗和综合耗能分析,但工程总平面布置功能分区基本合理,道路交通流畅,符合《海港总平面设计规范》及节能要求,设备选择合理、规格能力适宜、节能、环保。

科考码头西侧岸线预留南山二期岸线及远期发展土地,南山二期拟建1个2万吨级多用途泊位,陆域通过围墙设置进行物理隔离。

7 滑道与船台布置要点

为便于船舶上下水,维修、保养船型通过滑道上岸后,通过陆上横移到达船台,进行维修保养作业,见图2。通过从造价、施工风险及施工工期等多方面对常规墩台式滑道与井字梁式滑道进行比选,选取造价低、施工安全风险小、施工工期短、不需施工围堰且对环境污染少的井字梁滑道作为本项目滑道的设计方案,滚装码头西侧岸壁设置1排咬合灌注桩用于挡土^[9]。

滑道位于科考船保障泊位东侧,并紧邻科考保障泊位布置,下水滑道区长65.0 m、宽53.6 m,采用桩基井字梁结构。滑道区轨道坡度为1:6,横移区和船台区轨道均水平,梳式滑道区轨道6组,

梳式横移区轨道7组,船舶上墩、下水过程中利用液压船台小车和楔形斜架车进行转接。滑道西侧布置船台4个,见图3。



图2 滑道位置

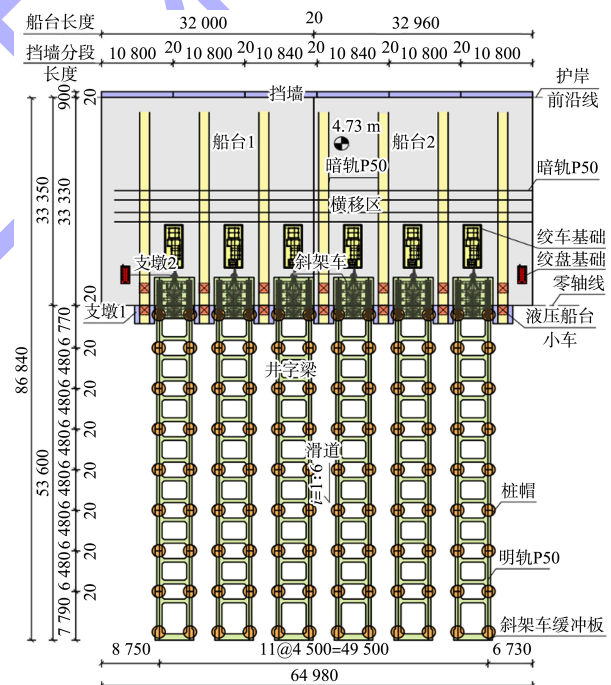


图3 滑道平面(单位:mm)

滑道桩基采用 $\phi 1\ 200$ mm灌注桩,桩底高程 -42.0 m,灌注桩横向间距4.5 m,纵向间距6.5 m。滑道梁由每2组轨道形成井字梁。滑道井字梁为简支结构,标准分段长度为6.5 m。滑道梁之间设置结构缝,缝宽20 mm,缝内填充沥青木丝板。滑道井字梁需要陆上预制、水上安装,单件井字梁质量约100 t,见图4、5^[10]。

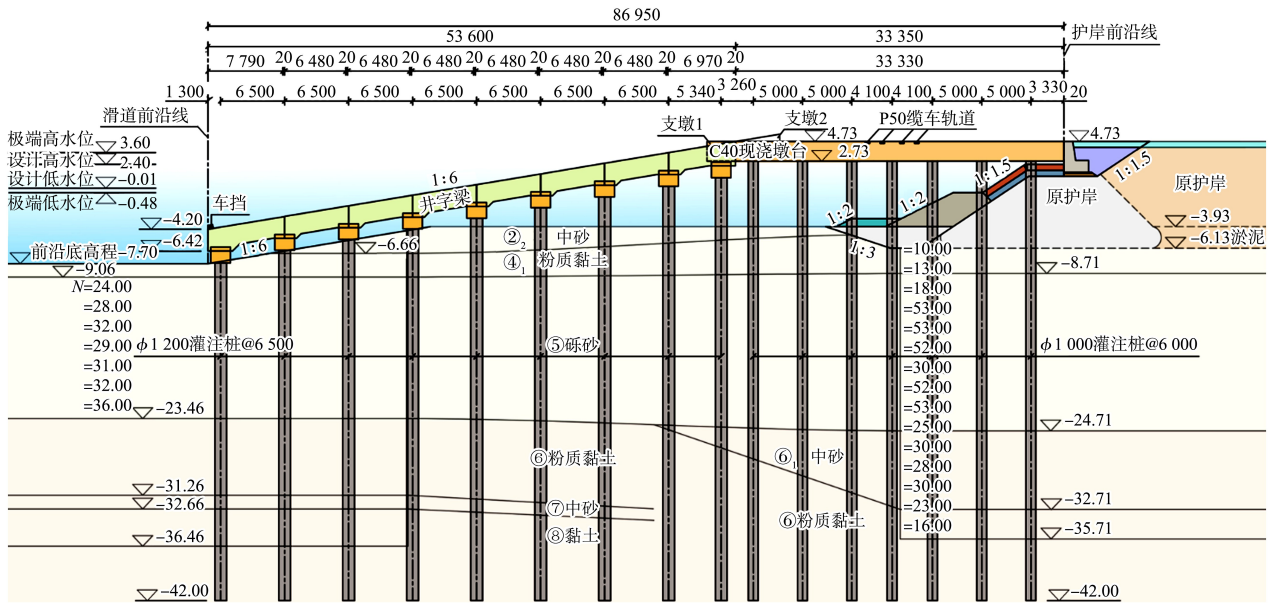


图4 滑道断面 (尺寸: mm; 高程: m)



图5 已完成施工的滑道

滑道上部结构采用装配式井字梁。灌注桩顶采用钢护筒内现浇圆形桩帽，桩帽两侧设置安装坎，中间预留孔洞，与井字梁预留孔对应，待井字梁安装完毕及预留孔内放置钢筋笼后，在水下浇筑不离析混凝土，使井字梁与桩帽连接成整体，见图6。确保工程质量和钢轨安装精度，提高施工效率。

滚装码头西侧岸壁通过采用沉箱结构、实心方块结构、灌注排桩方案进行对比，选取灌注排桩方案设置1排咬合灌注桩进行挡土，桩顶通过现浇墩台或联系梁结构与后排桩相连，同时现浇墩台作为现状滚装码头轨道及车档基础。采用灌注排桩直立式结构可节省造价、减少开挖量、降低对原有运营滚装码头的影响。

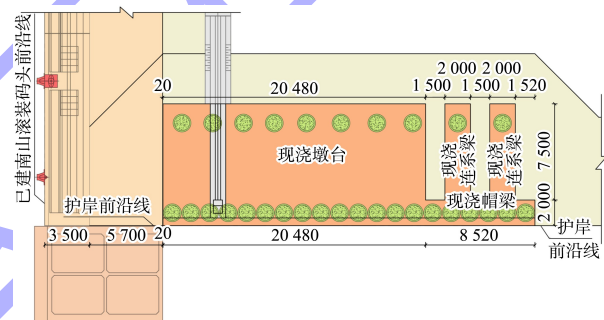


图6 衔接段护岸现浇梁布置 (单位: mm)

8 结语

1) 科考码头需合理利用岸线资源，码头前沿线布置需结合码头前沿流速、流向及波浪条件确定，确保船舶靠泊条件良好。水域平面布置需与已有航道及水域充分衔接，不影响港区外船舶航路。陆域平面布置建议按需求进行合理功能分区，保证道路交通流畅，满足规范及节能要求。装配式井字梁下水滑道及滚装码头西侧灌注排桩直立式岸壁结构节省投资近3 000万元，节约造价约40%，节约工期约4个月，为保质保量完成项目施工奠定了坚实基础。

2) 三亚南山港公共科考码头工程位置选址适宜，岸线、水域、陆域平面布置合理，与已建相邻码头顺畅衔接，充分体现先进、高效、节能、环保、经济且可持续发展的设计理念，旨在为类似工程提供参考。

(下转第109页)