

城市排水系统预制装配式检查井施工工艺优化

吕鸿基, 王人贵

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要:针对城市排水系统升级改造中工期紧、施工区域受限和质量要求高等特点,以河南省登封市少林大道升级改造项目为例,阐述了通过优化预制装配式检查井生产预制和现场安装施工工艺,既保证了少林大道提前完工,又提高了检查井一体化质量,同时节约了施工成本并取得良好的经济效益和社会效益的具体过程,所取得的经验可为类似工程提供参考。

关键词:预制装配式检查井;排水;优化;施工工艺;登封市;少林大道

中图分类号:[TU997];TU94+4;TU94+3;TU92

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2023)02-0044-06

Optimization of Construction Technology of Prefabricated and Assembled Inspection Well in Urban Drainage System

LV Hongji, WANG Rengui

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: In view of the characteristics of tight construction period, limited construction area and high quality requirements in upgrading and reconstruction of urban drainage system, taking Upgrading and Reconstruction Project of Shaolin Avenue in Dengfeng City, Henan Province as an example, this paper describes that optimizing the production prefabrication and on-site installation of the prefabricated and assembled inspection well, the construction technology not only ensures the early completion of Shaolin Avenue, but also improves the integrated quality of the inspection well, more over, saves the construction cost, and obtains good economic and social benefits, which can provide reference and experience for similar projects.

Key words: prefabricated and assembled inspection well; drainage; optimization; construction technology; Dengfeng City; Shaolin Avenue

1 概述

随着我国经济高速发展,城市人口不断增加,城市排水的压力急剧增大,现状排水设施已不能满足使用需求。在城市排水设施升级改造施工过程中,由于地理位置敏感复杂,对施工工期要求十分紧张。而在整个排水设施施工过程中检查井的工作时间往往占据整个施工工序的时间,成为影响工期尤为重要的关键线路之一。依托登封市重点民生工程——少林大道升级改造项目进行了预制装配式检查井施工工艺优化研究,极大程度地解决了预制检查井施工中存在的质量问题、安装精度问题、施工效率及施工成本问题,同时为预制检查井施工总结出新的方法,提高了工艺效率和质量保障程度。

登封市中心城区功能提升城建 PPP(二期)少林大道升级改造项目位于登封市中心城区,主

要涉及污水管道安装 11 200 m(管径为 500~1 200 mm 不等),预制检查井 137 座,其中圆形检查井 53 座,矩形检查井 84 座。少林大道属于登封市重点民生工程,施工工期紧、任务重,需要多段平行作业,施工难度和组织难度大。通过研究预制装配式检查井的制作和安装技术,提高了生产效率和构件质量、节约了施工工期、降低了施工成本。阐述了具体的施工工艺优化过程。

2 优化目标

针对预制装配式检查井与传统检查井施工的不同点进行了比较并分析了施工成本问题,此次研究优化具有以下特点:

(1)优化并规范了图集集中的预制节段,将井室底板与下井室节段预制为一个整体,在便于现场安装的同时减少了接缝处理;加强了井室拼装接缝和管道与井室间连接的质量,提高了闭水效果。

(2)采用可调节空心井筒,在控制预制井井壁

收稿日期:2022-12-12

预留洞钢筋绑扎前,按照设计要求提前将其临时固定在芯模上,与传统的固定式模板相比具有较大的灵活性,减少了定制模板的数量。

(3)钢筋绑扎完成后,将其整体吊装至特制振捣平台临时固定,浇筑混凝土,开启振捣设备。与传统振捣方式(振捣棒、附着式振捣器)相比,采用振捣平台振捣效率高、密实效果好。

(4)上下节井室采用企口+座浆连接,保证了接缝质量,提高了构件的整体性。管道与井室采用防水砂浆和聚氨酯防水涂料做双重防水处理,避免了接缝位置存在的渗水问题,提高了闭水效果。

城市道路采用的有底预制装配式检查井施工工艺流程见图1。

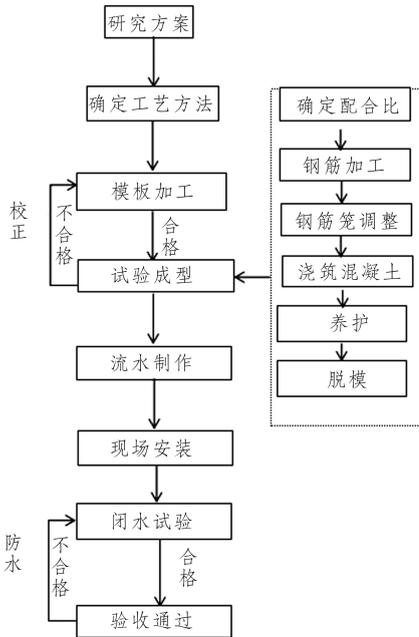


图1 有底预制装配式检查井施工工艺流程图

3 施工技术与控制要点

3.1 混凝土配合比方案

预制带底检查井井壁较薄,最薄的井室井壁只有80 mm厚,对混凝土配合比要求比较严格。塌落度小的混凝土不易振捣密实而容易产生裂缝^[1],塌落度大的混凝土浇筑过程中容易形成超振而造成井底碎石集中产生漏水情况。少林大道道路升级改造工程采用P. O42.5普通硅酸盐水泥。经项目部核算:采用粗骨料(粒径为5~25 mm及25~31.5 mm两种碎石)进行搭配,组成粒径为5~31.5 mm的连续级配碎石,按粒径为

5~25 mm:25~31.5 mm=8:2(重量比)的比例配制;细骨料采用细度模数为2.7的中砂;外掺料采用郑州中企策Ⅱ级粉煤灰;外加剂采用郑州三联缓凝高效减水剂,设计出的混凝土28 d抗压强度为30 MPa。混凝土配合比见表1。

表1 混凝土配合比表

单位材料用量 /kg·m ⁻³					
水泥	水	砂子	碎石	粉煤灰	减水剂
270	168	730	1 142	73.6	6.11

3.2 模板的制作与安装

根据设计图纸确定模板方案,少林大道升级改造工程检查井有两种型号:一种为圆形检查井,一种为方形检查井。检查井由专业模板厂家定制加工,制作前进行技术交底,制作完成后打磨模板内侧,使之光滑、没有焊点。

3.2.1 圆形检查井

圆形检查井的规格为内径1 000 mm,壁厚80 mm,底厚100 mm,高1 800 mm。预制带底圆形检查井见图2。

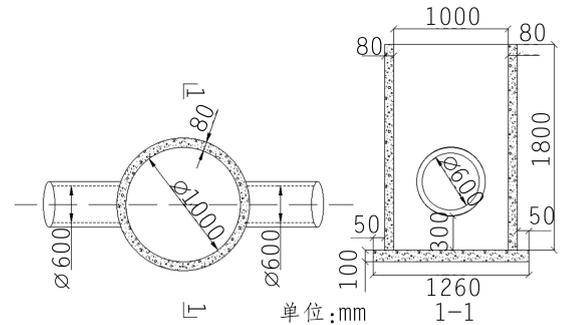


图2 预制带底圆形检查井示意图

3.2.2 圆形检查井的模板装置

圆形检查井的模板装置由外模、底模、高频振动器、L型插销、U型卡槽、紧固和对拉螺栓等组成。圆形检查井的模板展开情况见图3。模板由Q235钢板制作而成,螺栓为Q235Φ12 mm型。钢模板组装完成后,应用模板整形校正机对模板的变形进行处理。当采用人工校正时,不得损伤模板棱角且板面不得留有锤痕。钢模板及配件的焊接应采用二氧化碳保护焊;当采用人工电弧焊时,焊缝应光滑、均匀,不能有漏焊、焊穿、裂纹等缺陷。检查井内外模各分成两半,组合在一起形成圆形检查井。采用L型插销固定,用加固对拉螺栓加固。用U型卡槽再次固定两片模板的接缝。

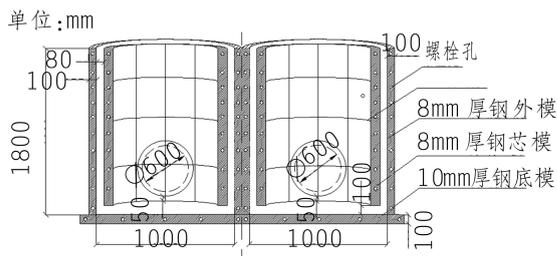


图 3 圆形检查井模板展开示意图

3.2.3 方形检查井

方形检查井的规格为 1 800 mm×1 600 mm×1 700 mm/2 mm,壁厚 250 mm,底厚 250 mm。预制带底方形检查井见图 4。

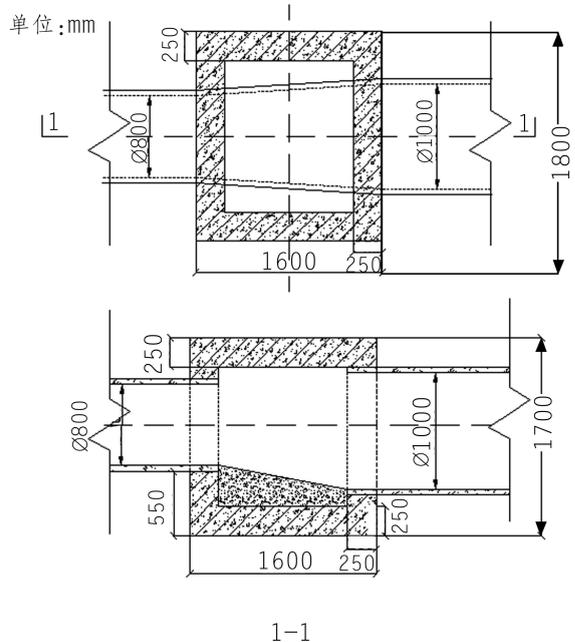


图 4 预制带底方形检查井示意图

方形检查井的模板装置包括外模、芯模、高频振动器、外模支撑、支撑轨道、L 型卡槽、加固和对拉螺栓。预制带底方形检查井的模板见图 5。模板采用 Q235 钢板制作而成,螺栓为 Q235Φ12 mm 型。钢模板的槽板制作宜采用冷轧冲压整体成型的生产工艺,沿槽板纵向两侧的凸棱倾角应严格按照交底图尺寸进行控制。钢模板槽板边肋上的 U 形卡孔和凸鼓宜采用一次冲孔和压鼓成型的生产工艺。钢模板的组装焊接宜采用组装胎具定位及合理的焊接顺序^[2]。

方形检查井先组装芯模,待其加固牢固后再套外模,用 L 型卡槽和加固对拉螺栓固定,再用轨道支撑进行二次加固。模板组装完成后的质量

检验标准见表 1。

表 1 钢模板组装质量检验标准表 /mm

项 目	允许偏差
两块模板之间的拼接缝隙	≤ 1
相邻模板的高低差	≤ 1.5
组装模板板面的平整度	≤ 2
组装模板长宽尺寸偏差	±2
组装模板两对角线长度差值	≤ 3

3.3 检查井的预制

模板组装完成后,对于外模、芯模等与混凝土接触的位置应刷一层脱模剂,脱模剂不得影响混凝土结构,严禁使用废弃机油代替脱模剂。

所使用的钢筋必须有出厂合格证,进场时应会同监理人员对钢筋材料进行抽检,取得检测报告后方可使用。钢筋的尺寸根据交底图纸下料,先在模板外绑扎完成后再吊入模板内,注意调节钢筋与模板的距离,以 30~50 mm 为宜。垫块选用与混凝土同标号的混凝土垫块,垫块绑扎于钢筋笼内外两侧,呈梅花形布置,完成后与钢筋笼一起吊入模板内。

混凝土使用商品混凝土,混凝土运到场地时应做坍落度试验,待其坍落度为 120~160 mm 时方可使用。

入模时混凝土浇筑速度不宜太快,使用辅助工具使混凝土均匀到达模内,待底模完全覆盖时开启附着式振捣器,开启大约 1 min 后再继续浇筑,浇筑至约为模内一半时暂停浇筑,开启附着式振捣器 1 min,最后浇筑到模板顶。开启附着式振捣器后混凝土因震动空气析出而下降,此时需及时补充混凝土,绝不能有水泥浆析出。

待混凝土凝固 24 h 后,拆除外模支撑与外模。用叉车将预制检查井运入养护室内蒸汽养护至标准强度。

3.4 成品预制井的运输

预制检查井达到设计强度后统一运输到指定地方,洒水湿润后用塑料薄膜覆盖。采用厂区内的桁吊,由专门人员指挥装车,圆形检查井随吊随固定,防止因构件滚落导致安全事故的发生。现场用 25 t 汽车吊卸车,按照编号吊装,争取一次安装到位,防止二次运输。车厢内底满铺 20 mm 厚橡胶板,以减少运输过程中的振动破损。若现场没有条件安装时,应选择安全可靠的场地统一存放,严禁叠层堆放导致构件变形或损坏^[3]。

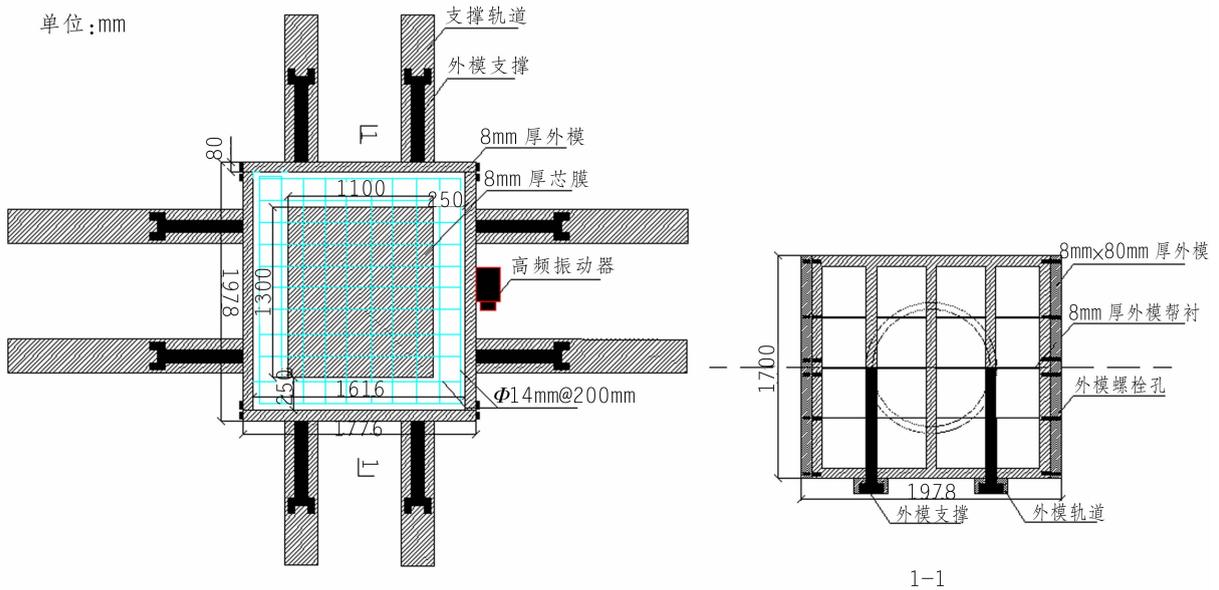


图5 预制带底方形检查井模板示意图

3.5 预制井的定位与安装

检查井的开挖与沟槽一致,检查井的位置按照满足基坑稳定性要求的坡度放坡,每边应留有500~800 mm的工作面。用蛙式夯机处理基坑底部,压实度 $\geq 95\%$ 。标高用水准仪引至基坑底部,误差为 ± 10 mm。用GPS确定井中位置,再根据桩号和偏距延长轴线用木楔固定尼龙绳打出十字线,或直接用白灰撒出线。

汽车吊安装时由专人指挥,严禁无关人员靠近,随时观察周围环境,有安全隐患时立即停止作业。吊装根据十字轴线校正位置,控制误差在10 mm范围之内。

3.6 带底检查井的验收

安装完成后,按照水泥:砂子:水:防水剂 $=1:2:0.5:0.025$ 的配比制作防水砂浆,在检查井与排水管接口处内外抹灰,再在接口处均匀涂刷水泥基防水涂料,最后清理井内杂物,进行闭水试验。待闭水试验符合要求后进行下一道工序,如不符合要求,应排查原因直至合格为止。

4 质量控制

4.1 工程质量的控制标准

按照设计图纸制作模板,模板应符合《组合钢模板技术规范》GB/T50214—2013的要求^[4],检查井安装完成后依据《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268—2008中的第9.1.9条进行

闭水试验^[5]。钢筋混凝土无压管道闭水试验渗水量标准要求见表2。

表2 钢筋混凝土无压管道闭水试验渗水量标准要求表

管道内径 D_i /mm	允许渗水量 $[m^3/(24 h \cdot km)]$
600	30.6
800	35.35
1000	39.52

4.2 质量保证措施

4.2.1 管理与技术保证措施

项目部专门成立了预制检查井管理小组,由项目总工程师担任组长,由试验室主任担任副组长,技术、质检、安全主管人员为小组成员。从确定方案开始,技术交底制作模板、浇筑成型、蒸汽养护、拆模等工作均由专门人员跟踪,生产责任到人,确保质量安全。

4.2.2 成型质量控制措施

模板制作完成后先进行试模,会同监理人员研究成品质量,若其满足施工要求,方可进行批量生产;如不符合要求,则需找出原因,提出解决方案,直至问题解决。

5 安全措施

(1)加强安全生产的思想和知识教育,使“安全第一、预防为主”的思想深入人心,将安全防护知识落实到人,提高施工人员的安全生产意识。

(2)建立安全保证体系,由安全总监担任组长,由安全环保部主任担任副组长。专职安全员

与技术、质量、施工生产等相关管理人员担任小组成员负责具体的安全工作。

(3)机械操作人员必须持证上岗。机械设备的维修、保养要及时,一定要使设备处于良好的状态。

(4)吊装构件时,必须由专人指挥,严禁任何人在已吊起的构件下停留或穿行。对已吊起的构件不准长时间停在空中。禁止酒后操作吊车。

(5)做好施工现场的安全防火工作,配备足够的消防器材。为防止火灾的发生,易燃物品必须按规定堆放整齐。

6 效益分析

少林大道(登封大道~太和路)位于登封市中部,道路呈东西走向,属于城市主干道。少林大道升级改造污水工程全长 7 210 m,其中有 3 470 m 位于中央绿化带内,另外 3 740 m 位于道路红线处。该工程污水系统主要由纵向污水管道、预制带底检查井和连接户管的双壁波纹管构成,沿线间距 50 m 设置一座预制带底排水检查井,集中收水后沿管道纵坡排向城市污水处理厂进行集中处理,该项目包含预制带底检查井 137 个。采用预制检查井施工工艺施工,一次成型达到设计体和质量要求,节约了工期,降低了施工成本,圆满完成了工程目标,受到项目主管单位和监理单位的一致好评

6.1 经济效益

目前国内的大多数检查井均采用现场混凝土浇筑法或实芯砖砌筑法,或垫层浇筑后再砌筑检查井。这种施工方法耗时、耗材并占用大量的施工空间,工作效率低,施工人员劳动强度大且需耗费大量的木模板材料,最后还不可回收利用,进而造成经济成本居高不下。施工过程中存在许多不可控因素而造成质量参差不齐,且在出现质量问题后整改困难。

而预制装配式检查井可有效改观不利局面,提高工作效率,节约成本,减少施工人员的劳动强度,经济效益和社会效益显著。通过比对,其施工成本明显降低,机械设备减少了 30%,检查井预制定型模板减少 40%以上;检查井预制效率提高 100%以上;闭水试验一次合格率提高至 90%以上。

6.2 社会效益

该施工工艺的实际应用,为未来市政检查井施工探索出了一条新路,加快了工程施工进度,促

进了施工安全,保证了施工质量,降低了施工成本,提高了工程效益。同时,该施工工艺的研究应用为登封市少林大道道路改造工程顺利完成打下了坚实的基础(少林大道建成后的情景见图 6),为该工程争创河南省优质工程奖提供了保障,也为其后的登封市中心城区功能提升城建 PPP(二期)其他 9 条道路提供了丰富的实践经验和技术支持(河南省工程建设优质工程奖见图 7)。同时亦为预制检查井的推广应用起到了带头作用,具有明显的社会效益。



图 6 少林大道建成后的照片



图 7 河南省工程建设优质工程奖

7 结论与展望

通过该工程实践得出以下几点认识:

(1)目前城市工程每年都要面临扬尘治理和环保管控影响,对检查井等现场施工进度影响越来越大。而预制装配式检查井在厂家集中制作生产,不受天气和施工条件影响,且可实现厂家定制和现场管道施工同步,混凝土无需现场等强,进而极大程度地缩短了工期,值得推广。

(2)预制装配式检查井使用的钢模在厂家统一整体预制,机械利用率高,各配套设备齐全,大大提高了排水检查井质量和闭水试验验收一次合

格率,同时节约了成本。

(3)虽然预制装配式检查井目前在国家层面还没有大规模推广,但在其经过不断的工程实践运用和施工工艺优化后,预制装配式检查井在城市建设中的应用一定会越来越广。

参考文献:

[1] 混凝土结构工程施工质量验收规范,GB 50204-2015[S].

[2] 周玉荣,王鹏.砾砂黄土互层高边坡预应力锚索框架梁施工

技术浅议[J].矿产勘查,2019,10(6):1 496-1 501.

[3] 给水排水构筑物工程施工及验收规范,GB 50141-2008[S].

[4] 组合钢模板技术规范,GB/T50214-2013[S].

[5] 给水排水管道工程施工及验收规范,GB 50268-2008[S].

作者简介:

吕鸿基(1989-),男,河南漯河人,项目总工程师,工程师,从事市政工程施工技术与管理工
作;

王人贵(1991-),男,河南巩义人,项目质量部主任,工程师,从事市政工程施工技术与管理工
作。 (责任编辑:李燕辉)

(上接第 38 页)

境污染现状,美化了环境,实现了水资源综合利用的可持续发展。鉴于国家对河道的治理要求越来越高,因此,不能仅考虑防洪问题,也要注重河道的观赏问题^[5]。近年来,橡胶坝以每年新建 300 座左右的速度发展,所有工程运行良好,效益显著。随着对环境的要求不断提高,橡胶坝相关技术会得到很好地利用和创新发展,发展前景广阔。

参考文献:

[1] 刘兵,韩素珍,朱素芬.橡胶坝在安阳河河道上的应用[J].河南水利与南水北调.2010,55(1):31-34.

[2] 张军红,侯新,徐义萍.城区河道现状及生态治理途径分析[J].绿色科技.2017,55(4):42-43.

[3] 焦磊.橡胶坝在河道治理工程中的应用[J].工程科技.2019,48(9):99-100.

[4] 侯玉香.承德市第五橡胶坝施工技术[J].施工技术.2010,53(增刊1):676-678.

[5] 王凤霞.橡胶坝在拦河工程中的综合运用分析[J].科技风.2013,26(9):141.

作者简介:

王哲(1990-),男,河南周口人,项目部主任,工程师,学士,从事工程建设安全管理工作。
(责任编辑:李燕辉)

(上接第 43 页)

4 结 语

通过对该工程的详细介绍及施工技术和质量控制进行阐述可以清楚地认识到:只有通过严谨负责的工作进行管理和施工才能使码头工程钢管桩沉桩顺利、安全地进行。撰写本文的目的旨在使钢管桩沉桩施工技术及质量控制越来越全面、越来越好,同时亦可为今后类似工程提供借鉴。

参考文献:

[1] 张羽,朱祯华.某高桩码头沉桩施工探讨[J].工程建设标准化,2014,20(8):74-75.

[2] 陈乃夫,朱逸,吴壮.高桩码头水上沉桩施工质量控制要点分析[J].中国水运,2014,14(6):313-314.

[3] 郑德金.浅谈高桩码头沉桩施工质量控制[J].工程管理,2009,26(40):238-239.

[4] 码头结构施工规范,JTS 215-2018[S].

[5] 徐梅坤,吕凡昌.外海码头大直径钢管桩打桩施工技术[J].港口科技,2008,28(11):15-19.

[6] 港口工程桩基规范,JTS 167-4-2012[S].

作者简介:

熊伟峰(1989-),男,江西宜春人,项目总工程师,工程师,学士,从事港口码头工程施工技术与管理工
作。 (责任编辑:李燕辉)

浠水矿山项目码头(二期)工程顺利完成水上沉桩施工

2023年2月7日,由中国水电五局有限公司承建的浠水矿山项目(二期)水上钢管桩沉桩施工提前完成节点目标,为后续施工打下了坚实基础。浠水矿山项目位于湖北省浠水港兰溪港区作业区,拟新建5 000吨级散货船散货泊位7个,年设计吞吐量为散货4 000万吨。码头(一期)工程的4个泊位已于2022年12月28日完工并投产。码头(二期)工程3个泊位的钢管桩共计沉桩254根。项目部始终践行“立责于心、履责于行”的安全管理理念,聚焦安全管理重难点,强化监督检查、压实压紧责任,克服了春节前后设备物资调配问题、航道通航和江上恶劣天气频发等困难,保障了现场施工安全有序开展。为抢抓工程节点,项目部积极开展复工复产安全培训,做好节后复工“第一课”。重点围绕安全培训的重要性、安全管理职责、安全危险源辨识、疫情防控、安全防护、现场急救以及事故案例等方面开展了教育培训,同时根据施工现状动态调整施工计划,统筹资源调配。水上钢管桩沉桩节点目标的完成标志着码头(二期)工程全面进入下一步工序施工。项目部将持续做好安全生产工作,全体参建职工将一如既往地坚守岗位、强化统筹、科学施工,为码头工程圆满收官继续奋力拼搏。

(中国水电五局 供稿)