

港口码头土建工程的施工技术管理

李海龙

天津港航工程有限公司 天津 300457

摘要：港口码头土建工程因复杂地质、多工种交叉及严苛耐久性要求，施工技术管理需聚焦精准化与系统性。管理涵盖地质勘察、方案优化、材料设备管控、质量验收及安全环保等环节，通过BIM技术模拟、物联网实时监控、无人机巡检等信息化手段提升效率，结合标准化作业流程与风险动态响应机制，确保工程在潮汐、台风等复杂环境下的安全稳定，实现质量、进度与环保的协同优化。

关键词：港口码头；土建工程；施工技术管理

引言：港口码头作为国家综合交通运输枢纽与对外贸易的关键节点，其土建工程面临复杂地质、高强度施工及严苛耐久性要求。在“一带一路”倡议与海洋经济战略背景下，工程建设规模持续扩大，技术难度不断提升。施工技术管理作为保障工程质量、安全与效率的核心环节，需融合标准化流程、信息化手段及绿色理念，以应对潮汐、台风、盐蚀等环境挑战。本文从技术管理要素、关键环节及优化策略三方面展开探讨，为提升港口码头工程综合效益提供理论支撑与实践参考。

1 港口码头土建工程特点与技术管理要求

1.1 港口工程特殊性分析

(1) 复杂地质条件显著。港口多选址于江河湖海沿岸，普遍存在软土地基问题，此类地基承载力低、压缩性高，易引发地基沉降、失稳等隐患，给工程基础施工带来极大挑战。同时，工程全程受潮汐、风浪、水位变化等水文因素影响，不仅会干扰施工进度，还可能对基坑开挖、桩基施工等环节的安全性造成威胁，需针对性采取防护措施。(2) 多工种交叉作业且施工强度高。港口码头工程涵盖桩基、承台、码头面层、装卸设备基础等多个环节，涉及土建、吊装、机电等多个工种，各工序衔接紧密、交叉作业频繁，对施工组织协调要求极高。此外，港口工程多为大型基础设施项目，工期紧、任务重，需在有限时间内完成大量土石方、混凝土浇筑等作业，施工强度远超普通土建工程。(3) 耐久性与抗腐蚀性要求严苛。港口码头长期处于海水、潮湿环境中，海水的盐蚀、氯离子侵蚀以及潮湿环境下的风化作用，会严重影响工程结构的稳定性和使用寿命。因此，工程对混凝土强度、钢筋防腐、结构密封等方面的耐久性和抗腐蚀性要求远高于普通土建工程，需采用特殊材料和工艺保障工程质量。

1.2 技术管理的核心要素

(1) 施工方案设计与优化。需结合地质勘察报告和水文条件，针对性制定桩基施工、基坑支护、防汛排水等专项方案，明确施工工艺和技术参数。同时，在施工过程中根据现场实际情况动态优化方案，例如针对软土地基调整桩基类型和深度，结合潮汐规律合理安排作业时段，确保施工可行性和安全性。(2) 材料与设备管理。严格控制材料进场质量，对混凝土、钢筋、防腐涂料等关键材料进行抽样检测，确保其符合耐久性和抗腐蚀性要求。合理配置施工设备，根据工程规模和作业需求选用适配的吊装机械、混凝土浇筑设备等，做好设备的日常检修和维护，保障设备正常运行，提升施工效率。(3) 质量控制与验收标准。建立全流程质量管控体系，对桩基施工精度、混凝土浇筑质量、钢筋保护层厚度等关键指标进行实时监测。严格执行验收标准，分阶段开展分项、分部工程验收，重点核查结构耐久性和抗腐蚀性相关指标，确保工程质量符合设计要求和行业标准^[1]。(4) 安全与环保管理。针对交叉作业和复杂施工环境，制定专项安全管理方案，加强高空作业、水上作业等危险环节的安全防护，定期开展安全隐患排查。同时，落实环保要求，妥善处理施工废弃物，防止施工废水、扬尘污染周边水域和环境，实现绿色施工。

2 港口码头土建工程的施工技术管理关键环节

2.1 施工准备阶段管理

(1) 地质勘察与数据精准化分析。组织专业勘察团队开展全域地质勘察，重点探测软土地基分布、土层承载力、地下水位及海水渗透范围等关键指标，形成详细勘察报告。借助专业数据分析软件对勘察数据进行深度解读，精准判断地质风险点，为地基处理、桩基选型等后续施工方案制定提供数据支撑，避免因地质勘察偏差导致施工隐患。(2) 施工图纸会审与技术交底。联合设计、监理、施工等多方开展图纸会审，重点核查图纸

中基础结构、主体构造与地质条件的适配性，以及施工工艺的可行性，及时修正图纸中存在的矛盾或不合理之处。完成图纸会审后，分层级开展技术交底工作，向施工班组明确施工技术标准、工序要求及质量控制点，确保技术要求传递到位。（3）临时设施规划。结合工程规模和施工需求，科学规划栈桥、围堰、临时码头等临时设施。栈桥设计需满足施工车辆通行和材料运输承载力要求，围堰需具备良好的防渗、抗浪性能，适配潮汐水位变化，同时合理规划临时排水、供电设施，保障施工期间的作业安全和正常施工秩序^[2]。

2.2 基础工程施工管理

（1）地基处理技术。针对软土地基等复杂地质条件，合理选用真空预压、强夯法等地基处理技术。采用真空预压法时，严格把控密封膜铺设质量和真空度控制，确保地基排水固结效果；采用强夯法时，精准设定夯击能量、间距和遍数，避免过度夯击引发周边土体扰动，处理完成后需检测地基承载力，确保符合设计要求。（2）桩基施工质量控制。根据工程需求选用PHC管桩、钢管桩等合适的桩型，施工前进行试桩试验，确定合理的施工参数。施工过程中严控桩位偏差、沉桩深度和接桩质量，对钢管桩需做好防腐处理，PHC管桩需避免运输和施工过程中的破损，完工后通过低应变、高应变等检测方式核查桩基完整性和承载力。（3）沉箱安装与水下混凝土施工。沉箱安装前精准测量定位，控制沉箱浮游稳定性，借助潮汐窗口完成安装对位，确保沉箱标高和平面位置偏差符合标准。水下混凝土施工需选用适配的抗渗、抗腐蚀混凝土，采用导管法浇筑，严控导管埋深，避免出现断桩、夹泥等质量问题，同时做好浇筑过程的水下监测。

2.3 主体结构施工管理

（1）大体积混凝土温控与裂缝防治。港口码头主体结构多涉及大体积混凝土浇筑，需制定专项温控方案，选用低热水泥、掺加外加剂减少水化热产生，同时布设冷却水管、采取覆盖保湿养护等措施，控制混凝土内外温差，避免因温度应力产生裂缝。（2）钢结构安装精度控制。钢结构安装前做好基础放线和构件预检，采用全站仪等精密仪器进行实时定位监测，严控构件安装的垂直度、平整度和连接间隙。对高强度螺栓连接部位，确保螺栓紧固力矩达标，焊接作业需严格遵循焊接工艺标准，避免出现焊接缺陷，保障钢结构连接强度^[3]。（3）预制构件吊装与连接技术。预制构件吊装前核查构件强度和外观质量，选用适配的吊装设备和吊具，精准控制吊装姿态，避免吊装过程中构件碰撞损坏。构件连接部

位需清理干净，采用专用连接材料确保连接紧密，对于预应力构件，严格把控预应力张拉参数和压浆质量，保障连接可靠性。

2.4 特殊环境施工管理

（1）潮汐与台风应对措施。结合潮汐规律制定施工计划，将水下作业、沉箱安装等关键工序安排在低潮时段进行，同时配备应急排水设备，防范高潮位倒灌。建立台风预警机制，台风来临前对施工机械、临时设施进行加固或转移，暂停高空、水上作业，清理施工现场杂物，确保人员和设备安全。（2）冬季/雨季施工保障技术。冬季施工时，对混凝土采用保温养护措施，选用防冻型外加剂，避免混凝土受冻；钢筋焊接作业需做好防风、保温防护，保障焊接质量。雨季施工时，合理规划施工工序，避免露天浇筑混凝土，配备防雨设施和排水系统，及时排除施工现场积水，同时做好边坡、基坑的防滑坡、防坍塌防护。

2.5 信息化技术应用

（1）BIM技术在施工模拟与协同管理中的应用。构建港口码头工程全专业BIM模型，对施工流程进行可视化模拟，提前排查施工冲突；通过BIM协同管理平台，实现设计、施工、监理等多方数据共享，实时协调解决施工中的技术问题，提升施工组织效率。（2）物联网（IoT）实时监控系统。在桩基施工设备、大体积混凝土构件、施工现场边坡等关键部位布设传感器，通过物联网技术实时采集施工参数、结构应力、环境数据等信息，实现对施工过程的动态监控，及时预警异常情况，保障施工质量和安全^[4]。（3）无人机巡检与数字化验收。利用无人机对港口码头全域进行高空巡检，快速排查施工隐患，尤其适用于大型码头堆场、边坡等人员难以到达区域的检查；验收阶段采用数字化检测设备采集工程数据，与BIM模型比对，实现验收过程的数字化、精准化，提升验收效率和质量。

3 港口码头土建工程的施工技术管理优化策略

3.1 标准化管理体系构建

（1）制定企业级技术标准与操作规程。结合港口工程特殊性及行业规范，编制覆盖地质勘察、基础施工、主体结构建设等全流程的企业级技术标准，明确各工序的技术参数、施工工艺要求及质量验收指标。同时，针对PHC管桩施工、大体积混凝土浇筑、水下作业等关键工序，制定专项操作规程，细化操作步骤、安全注意事项及设备使用规范，确保施工人员有章可循，避免因操作不规范导致的质量安全问题。（2）推行“首件工程认可制”。在每个分项工程开工前，选取代表性段落作

为首件工程进行试点施工,严格按照既定技术标准和操作规程实施。完成后组织设计、监理、施工多方联合验收,对施工工艺、质量指标等进行全面评估,总结优化施工参数和操作方法,形成可复制的标准化施工方案。首件工程验收合格后,方可在全域推广施工,从源头把控施工质量,降低后续施工风险。

3.2 全过程质量控制机制

(1) 三检制(自检、互检、专检)的落实。明确各层级质检责任,施工班组在每道工序完成后先进行自检,核查施工质量是否符合技术要求;自检合格后,由相邻班组开展互检,交叉排查质量隐患;互检通过后,提交专职质检人员进行专检,借助专业检测设备对关键指标进行精准检测。对检测中发现的问题,建立整改台账,明确整改责任人及整改期限,整改完成后重新验收,确保质量问题闭环管理。(2) 质量追溯与责任追究制度。建立覆盖工程全生命周期的质量追溯体系,对施工材料进场、工序施工、质量检测等关键环节的信息进行详细记录,包括材料批次、施工人员、检测数据等,实现质量问题可追溯。同时,明确各岗位的质量责任,若出现质量问题,依据追溯信息精准追责,严肃追究相关人员的责任。通过责任约束强化施工人员的质量意识,倒逼施工质量提升^[5]。

3.3 风险管理与应急预案

(1) 常见风险识别。组建专业风险管理团队,结合港口工程地质条件、施工环境及施工工艺,全面识别施工过程中的常见风险,重点排查软土地基坍塌、基坑渗漏、桩基施工偏位、大型设备故障、潮汐台风灾害等风险点。对识别出的风险进行分类分级评估,分析风险发生的可能性及危害程度,建立风险清单,明确风险防控重点。(2) 分级响应与动态调整机制。根据风险等级制定分级应急预案,明确不同等级风险的响应流程、处置措施及责任部门。针对坍塌、渗漏等突发风险,配备应急救援队伍、抢险设备及应急物资,定期开展应急演练,提升应急处置能力。同时,建立风险动态监测机制,实时跟踪风险变化情况,根据施工进度、环境变化等及时调整风险防控措施和应急预案,确保风险防控的

针对性和有效性。

3.4 绿色施工与可持续发展

(1) 节能环保材料应用。优先选用节能环保型材料,如低热硅酸盐水泥、高性能节能混凝土、新型防腐涂料等,降低材料生产和使用过程中的能源消耗及环境污染。推广使用再生骨料、绿色透水砖等环保材料,减少天然资源开采。同时,严格控制材料进场质量,确保节能环保材料符合相关标准,兼顾工程质量与环保效益。(2) 施工废弃物循环利用。建立施工废弃物分类收集和处理体系,对土石方、混凝土废渣、钢筋边角料等废弃物进行分类存放。对可回收利用的废弃物,如钢筋边角料、废旧钢材等进行回收加工再利用;对土石方、混凝土废渣等进行破碎处理,用于道路垫层、基坑回填等,提高废弃物利用率。同时,规范废弃物处置流程,避免随意堆放或排放,减少对周边水域、土壤及大气环境的污染。

结束语

港口码头土建工程的施工技术管理是保障工程安全、质量与效率的基石。面对复杂地质条件、多工种协同及严苛环境挑战,需以标准化管理体系为框架,融合信息化技术手段,强化全过程质量控制与风险动态应对能力。通过推广绿色施工理念、优化资源配置及创新技术应用,不仅能提升工程综合效益,更能推动行业向智能化、可持续化方向发展。未来,需持续深化技术管理创新,为全球港口建设提供中国方案与智慧。

参考文献

- [1] 万俊,朱斌.港口码头土建工程的施工技术管理[J].珠江水运,2020,(21):79-80.
- [2] 沈厚任.港口码头工程中的抛石基床整平施工技术[J].珠江水运,2020,(11):76-77.
- [3] 刘玉姣,丁杰.港口码头土建工程的施工技术管理分析[J].运输经理世界,2020,(13):141-142.
- [4] 李华,吴强,张栋栋等.港口集装箱码头集卡优化调度研究[J].物流科技,2023,46(14):101-104.
- [5] 付业伟.关于港口码头工程中抛石基床夯实施工技术分析[J].水上安全,2023(05):158-160.