

桥梁桩基水下作业施工方案

陈本全 代 富

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司 四川 成都 610000

摘要：桥梁桩基根据不同地质条件常采用旋挖桩、冲击钻等施工，在施工过程中往往因为未采取可靠的预防措施，造成掉钻、卡钻、塌孔等事故，本文总结实际项目中深水软弱地基层遇孤石时桩基施工水下作业施工方案，供设计、施工参考。

关键词：桥梁桩基；水下作业；施工方案

1 工程地质

桥位区覆盖层深厚，基岩未出露。桥位区覆盖层土体主要为：中细砂、含孤石块（漂）碎石土、粉土等，覆盖层深厚。桥位处施工水位约16m，项目1#桩位置夹杂大孤石，整体石头长约8米，宽约5米，最大高度约10米，桩基位置处于石头斜面上，坡度约70°，桩长设计为40m，采用摩擦桩设计，若采用常规钢栈桥钻孔平台钢管桩、桩基钢护筒施沉困难。根据现场地形条件及地质情况分析讨论，采用搭设左右岸钢栈桥钻孔平台、桩基钢护筒防护施工采用水下摸排和吨袋码砌+水下混凝土防护施工工艺。如图1所示。

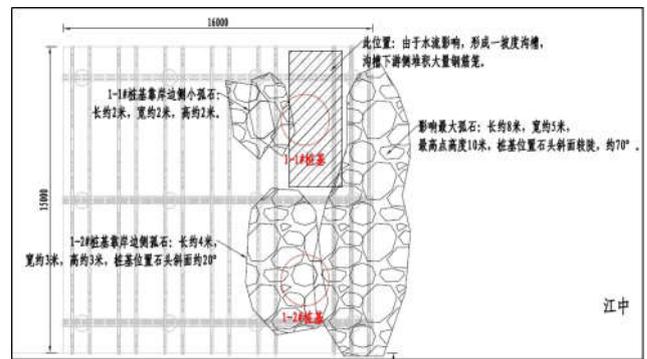


图1 桩位处孤石立面图

2 工程重难点分析

表1 工程重难点分析及应对措施

序号	重难点分析	应对措施
1	1.项目需跨越汛期施工，工期及安全风险大。 2.项目所在地存在滑坡、山洪、泥石流等自然灾害。	1.项目驻地及加工区选址远离山洪及泥石流风险区，并深入现场调研，经评估安全后方可实施。 2.汛期加强天气的预报预警，建立好与地方应急管理部的沟通联络机制，坚决执行各部门的相关避险措施。
2	1.根据地质情况，钢护筒施沉难度大。 2.存在孤石，桩基施工难度大。	1.设置大型钢材作为钢护筒施沉的导向架，采用大型振动锤施沉钢管，确保桩底承载力。同时采用冲击钻跟进冲孔+振动锤振沉工艺，确保钢护筒打入深度。 2.根据孤石阻碍情况，采用水下摸排及防护措施。
3	1.工程环保要求高。	1.严禁向河道内排放泥浆及废弃物。 2.采用泥浆车转运泥浆至指定地点存放处理，避免环境污染。

3 桩基水下施工方案概述

桩基水下作业施工包含了栈桥及钻孔平台钢管桩水下摸排，判断着床点是否存在缺陷，再进行底口堆码水泥砂袋进行填补；其次进行桩基钢护筒摸排，查看是否存在卷口现象，再进行底口切割、防护等措施；对于1#墩桩基处理，准确摸排1#桩位孤石位置，确定孤石整体影响范围^[1]。实施步骤为水下堆码吨袋→浇筑混凝土垫层→下放定位钢护筒→堆码第二层吨袋→浇筑混凝土基层→钢护筒下放固定完成。如图2所示。

4 水下施工方案

4.1 作业流程

第一步：潜水施工队伍确认现场作业环境，确保作业期间人身安全。

第二步：潜水作业前，潜水监督确认潜水人员身体健康安全，进行技术交底及安全知识教育。

第三步：潜水员入水后，仔细检查水下作业环境，报告潜水监督，制定合理可行水下作业步骤，避免因水下河床复杂情况对潜水员身体及潜水脐带造成损伤。

第四步：安排潜水作业人员仔细检查河床孤石和桩底情况，确定吨袋系码砌的位置。

第五步：按计划方案将起吊下放吨袋和吨袋安装到位。

第六步：潜水员起来后，如无异常后浇筑水下混凝土。

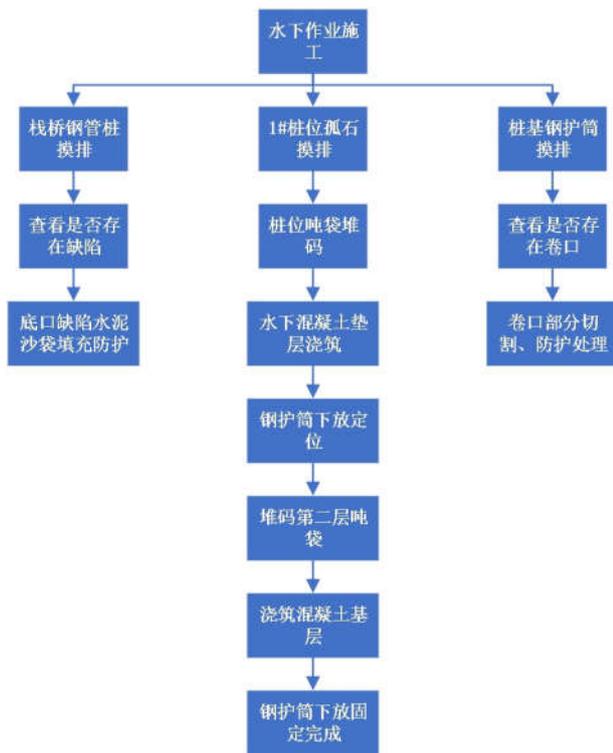


图2 水下作业施工工艺流程图

4.2 水下摸排

水下作业设备采用水下录像摄像机，潜水员手持水下可视化设备，对水下河床照明探摸，水下影像资料和探摸情况可在岸上同步查看，待确认孤石位置后再准备水下工作。

第一步：对桥面孔口周围的杂物进行清理；

第二步：潜水员入水检查栈桥钢管桩和钢护筒桩底水底情况，本次检查方式采用水下可视化设备和潜水员人工探摸检查两种，判断水下钢结构安全隐患。

第三步：若水下作业区域孤石堆叠复杂，潜水员无法进行安全作业，那么需要依次从上游到下游区域开展有序摸排工作，排除孤石对潜水员身体造成损伤因素。

第四步：判断河床倾斜程度，根据现场实际情况实行吨袋码砌作业。

4.3 水下吨袋码砌作业

第一步：根据河床探摸情况合理规划吨袋码砌步骤，开展清晰、有序的水下作业。

第二步：依次对吨袋进行错位码砌工作。

第三步：根据现场特殊情况，在吨袋码砌存在缝隙的情况下，采用小型沙袋对缝隙进行封堵工作，吨袋堆码高度4m-6m，堆码厚度2m-4m。

4.4 水下混凝土包封浇筑

4.4.1 导管下放

(1) 混凝土灌注采用 $\Phi 260 \times 10$ mm刚性导管，连接为螺纹的快速接头，现场起重设备下放，导管下放前检查每根导管是否干净、畅通、有无小孔眼以及止水“O”型密封圈的完好性^[1]。

(2) 导管逐节吊装接长、垂直下放，下放过程中使用专门的吊具和导管固定卡盘，导管下放至导管底口离河床浇筑位置15cm左右。

(3) 导管下放和灌注混凝土过程中，使用专门设计的吊具，该吊具能方便地锁死或松开导管，提高作业效率。

4.4.2 混凝土浇筑

水下混凝土浇筑时，罐车可直达施工点位，采用天泵进行浇筑^[2]。

第一步：吨袋堆码完成后，下放导管，潜水员进行水下导管调试，浇筑C35垫层水下混凝土。

第二步：垫层混凝土凝固后，进行钢护筒精准定位，钢护筒底口进行切割斜面并焊接加强圈。

第三步：钢护筒定位完成后，进行基层混凝土浇筑，钢护筒定位完成。

第四步：钢护筒内部采用潜孔钻进行破碎处理，潜孔钻采用直径13cm钻杆，30cm一个孔位进行钻孔，钻孔深度根据孤石大小现场确定，原则钻穿孤石即可，最后启动钻孔施工。

注：潜孔钻钻进产生的钻渣，严禁随意排放，采用捞渣桶的方式进行捞渣，同桩基施工一直，统一存放于钻渣箱中，集中运送存放。

5 质量控制措施

混凝土施工时主要有以下几种质量通病，其原因分析及防治措施如下。

(1) 导管内进水

原因分析：导管连接处密封不好，垫圈放置不平，法兰盘螺栓松动；首封灌注混凝土量不足，未埋住导管。

防治措施：加强操作人员的责任心教育，混凝土灌注前组织人员检查导管连接密封性，现场复核首封灌注混凝土量；提出导管，检查垫圈，重新安放并检查密封情况；提出导管，清除灌入的混凝土，重新开始灌注，首封灌注混凝土量，调整导管底口至孔底高度。

(2) 导管堵管

原因分析：混凝土质量有问题，如和易性差、较严重的泌水、离析现象；浇筑混凝土间隔时间过长，混凝土已初凝；混凝土中有大块石、大砖块等杂物未清除入导管；导管埋深太大。

防治措施：加强现场施工管理，加强对混凝土质量检测；使用较长的钢杆、钢筋等物品在导管内上下插捣

使混凝土从导管内下落，在允许范围内反复提升导管振冲；堵管部位离导管顶部较近时，可拆卸导管，更换导管；尽量提升导管，减少导管埋深。

(3) 导管掉落

原因分析：操作疏忽，安装导管固定架起不到固定导管的作用。

防治措施：加强操作人员的责任心教育，安装导管前认真检查导管固定架的完好性，保证安装导管时能起到临时固定导管的作用；如导管口离孔口深度不大，可直接捞起；导管口离孔口深度较大，直接捞起有一定难度时，可请潜水员潜入孔内帮助捆绑导管后再捞起。

(4) 埋管

原因分析：导管埋入混凝土过深，或导管内外混凝土已初凝使导管与混凝土间摩擦力过大，或因提管过猛将导管拉断。

防治措施：严格控制导管埋深在2m~6m之内，要经常测深及时指导提升导管。首批混凝土掺入缓凝剂，加快灌注速度；导管接头螺栓事先应检查是否稳妥；提升导管时不可猛拔。若埋管事故已发生，可使用钢丝绳连接吊车试拔。

(5) 孔壁漏浆

采取措施：

1) 钻进过程中，当位于护筒底部进尺时，尽可能把泥浆浓度调高，形成护壁效果；

2) 成桩后，对于河床底部护筒周围采用吨袋结合小型号砂袋进行填充，必要时可再进行浇筑混凝土密封。

6 针对潜水作业风险点的分析和保障措施

6.1 潜水作业主要风险有：供气设备故障、水下作业人员被杂物缠绕。

6.2 针对主要风险的保障措施：

(1) 进行潜水作业的人员必须取得资格证书的人员进行，由项目技术负责人统一协调指挥，有关装备的安全检查情况应报技术负责人确认。

(2) 潜水及打捞人员必须熟悉对水下情况和作业要求，做好安全交底。进入现场，必须认真组织统一指挥，认真交办各自的任务和任务责任。施工现场用于处置突发事件的各种安全防护救护器材应同时到位。

(3) 认真进行安全检查，所有投入使用的起重设备

和潜水装备，以及对潜水服装的各种扣件和安全装置的性能要重点检查合格。用于潜水作业的空压机气压必须在0.6T以上。

(4) 潜水及打捞人员着装整洁，下水前必须对所有部件、装备性能（供气、安全绳，对讲设备）经潜水及打捞人员和监护人双方认可，才能下水施工。

(5) 潜水施工，陆上人员严阵以待，各负其职，讯息传递平稳、连续。潜水及打捞人员应将水下情况和自身感觉经常与水下联系。凡水下有任何异常现象，潜水及打捞人员应立即返回，凡送风设备或装置有任何反常必须立即通知潜水及打捞人员快速返回。

(6) 潜水及打捞人员应保证劳逸结合。凡有身体状况不佳，不得进行水下作业，所有施工人员严禁酒后作业。

7 施工安全注意事项

(1) 提供潜水员和潜水监督员有效的资格证书；潜水设备检验证书（在有效期内）和产品合格证书。

(2) 现场指挥必须能够听到潜水员和潜水监督之间的所有通讯内容，并能够直接与潜水监督通话。

(3) 潜水人员必须按照潜水安全规程操作，作业前仔细检查潜具是否存在缺陷，并且仔细了解作业环境和作业内容，针对存在的危险因素确定最佳的潜行路线。

(4) 当桥位流量发生较大变化或气候发生变化时，必须立即停止潜水作业，实时监测风速，6级风速以上停止吊装作业。

(5) 对参与施工的所有人员进行安全技术交底，并做好交底记录。

结语

在深水软弱地基层遇孤石进行桥梁桩基施工是比较困难的，如何在施工中完成桩基成孔尤为重要，本文结合桩基施工的实践经验，选择合适的水下施工方案，保证桩基成孔同时提高施工效率，节约桩位变更成本。

参考文献

- [1]《公路桥涵施工技术规范》JTG/T3650-2020.
- [2]《水电水利工程水下混凝土施工规范》DL/T 5309-2013.
- [3]崔宝慧.桥梁水下桩基定位导向架技术方案探讨[J].科技视界,2023(10):124-126.