

盾构隧道施工中桩基拔除技术探讨

郑丽娟¹ 王永宽²

1. 上海地铁咨询监理科技有限公司杭州分公司; 2. 杭州市地铁集团有限公司

[摘要]杭州机场快线盾构施工需穿越既有桥梁, 需对桥梁桩基进行拔除, 既有桥梁均处于城市繁华区域, 具有周边环境复杂、地质条件差、桥梁施工年代久远、环保要求高等特征, 根据现场实际情况进行了分析, 采用全回转钢套管对既有桩基进行拔除, 既能保证河床的稳定性, 又缩短了工期, 保护了河道环境, 可为类似工程提供经验。

[关键词]全回转; 桩基拔除; 桩位拟合; 技术探讨

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.1637

1 引言

杭州机场轨道快线某区间采用盾构法施工, 盾构机需穿越某河桥, 既有桥梁桩基在位于盾构区间内, 为防止桩体钢筋对盾构机产生安全隐患, 位于区间内的桩基必须彻底清除以保证盾构机顺利穿越, 根据现场实际情况对施工工法进行比选, 确定采用全回转钻机配合钢套管进行桩基拔除, 由于该桥所处地理位置及施工环境较为复杂, 施工中所遇到的问题和处理方法可为类似工程施工提供经验。

2 工程简述

杭州机场轨道快线某区间隧道直径为6.9m, 隧道在某河桥处埋深为13.97m, 某河桥桩基桩长最长为53m, 桩径为1.2m, 影响盾构机掘进的桩基共6根, 在拔除桩基施工过程中存在以下困难: 桥址处地质均为淤泥质粉土、砂质粉土, 地质情况较差; 桥梁周边管线种类繁多, 管线情况复杂; 待拆桥梁的施工时间较早, 旧桥桩基可能存在桩身倾斜, 桩位偏差等质量问题; 待拆除桥梁均处于河道边、建筑密集区, 且为交通繁忙地段, 车流量大; 施工工期紧张, 桩基清障必须在盾构机穿越桥梁之前完成, 并预留一定时间使受扰动的土体稳定。

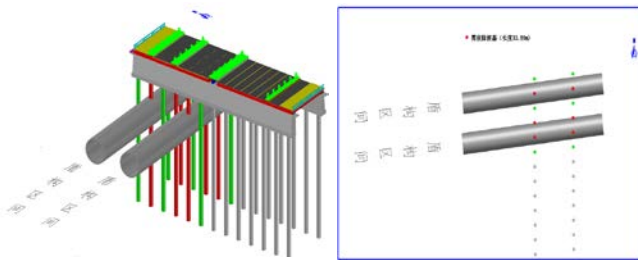


图1 某河桥桩基与盾构区间位置关系图

3 施工工艺及质量控制

3.1 施工工艺

根据老桥旧桩桩径、需拔除的桩深等参数, 选取合适的钢套管和全回转钻机作业, 根据老桥与盾构区间的位置关系确定拔除桩基的根数及长度, 共需拔除桩基6根, 老桥桩径为1.2m, 拔除深度为23.87m, 考虑到全套管护壁拔桩, 不影响周围建筑物的基础及后期盾构穿越的地层条件等优点, 决定采用全套管跟进的拔桩方式进行施工。

全回转钢套管利用全回转钻机驱动钢套管向土体内部进行360°回转, 并将钢套管压入土体内, 该设备在运行过程中会产生下压力和回转扭矩, 驱动钢套管旋转, 再利用钢套管端头的合金高钢刀头对土体、岩层或钢筋混凝土等障碍物进行切削, 使得钢套管穿过不利地层到达需拔除的桩底标高, 利用冲抓斗抓出孔内渣土, 并用钢楔块将桩体与套管卡住, 利用设备的扭力转动套管, 将桩体扭断, 并用吊车将断桩吊出。

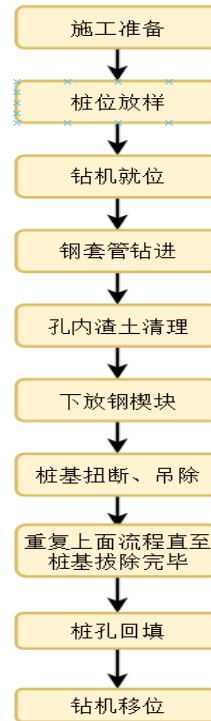


图2 全回转钢套管桩基拔除工艺流程图

3.2 施工准备

3.2.1 拔桩设备选型

结合JAR210H全回转钻机具有无噪音、无振动、无泥浆、环保性好, 钻进速度快, 钻进深度大等特点。决定采用JAR210H型360°全回转钻机配合1.8m钢套管进行拔桩施工, 另需95t履带吊、挖掘机等机械配合施工。



图3 全回转钻机参数表

3.2.2 设备组成

JAR210H全回转套管钻机主要配置有JAR210H全回转套管钻机主机、相应型号数量的套管、液动力站、操控室、反力配重、冲抓斗、反力叉、楔形块等、施工过程中由全回转套管钻机液压驱动钢套管进行切割钻进。

① 钢套管结构

由于待拆桥梁桩基建成时间较长，根据周边已施工的工程桩可知，扩径现象比较严重，故在套管选择时要考虑既有桩基扩径的现象。本项目采用1.8m壁厚20mm的钢套管，套管长度分为：7m、6m、2m三种，最底一节长度为2m，并在管口布置刀头，其他套管两头为套叠式接头。接头设置螺栓孔，相邻两节靠螺栓连接并传递荷载。

②冲抓斗

冲抓斗是套管钻进后进行桶内土体和障碍物清理的重要设备部件之一，抓斗的结构形式。随着套管的钻进，套管内的土体和被破碎的混凝土块需要通过抓斗抓取出来，抓斗有两扇可以活动的斗叶，整个冲抓过程中斗叶在闭合与张开两种状态之间转换。

3.3桩位放样

因待拆除桥梁建成时间较长，桩基可能存在桩位偏差等施工质量问题，无法准确定出旧桩的准确位置，故需在旧桥承台破除完成后，采集老桥桩基位置，因为现场破除出的老桥桩头不规则，无法直接测出桩中心。为保证精度要求，所以采用圆心拟合法，直接测量桩体外边缘点坐标。为了尽可能保证桩体中心的精度，宜沿桩体圆周测量若干点（至少4个点），且间距应均匀。然后用空间圆拟合法推算出桩体圆心O的坐标，桩基放样坐标按照拟合圆推算出来的坐标进行放样。

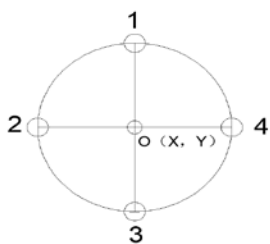


图4 拟合圆示意图

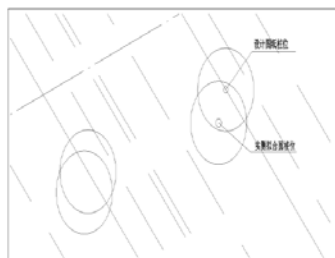


图5 设计与实际桩位对比图

3.4钻机就位

先将场地内的杂物彻底清理干净，并平整场地，提供相关设备的进出通道，提前规划好渣土堆放位置，施工前需对钻机及履带吊站位在平面图中提前布置，对地基承载力进行验算，并探明机械所处位置地下管线及空洞情况，确保地基稳定，在有地理管线处的上方可覆盖钢板作为施工平台以扩散钻机和吊车基地应力，必要时可浇筑混凝土作为钻机基础。

采用95t履带吊安放钻机就位，钻机被吊起时，吊起高度离地面不大于10cm，钻机四个支腿全部放入定位钢板的四个基点，安放到位后，可通过钻机的垂直监视系统或全站仪确定钻机的垂直度，通过调整四个支腿油缸使钻机安放水平。

开钻前应检查好钻机液压系统，并确保各个系统工作正常。确认无误后安装反力叉，反力叉的一端用履带吊的履带顶住，防止钻机带载旋转切削时产生的反力造成钻机主机旋转。

3.5钢套管钻进

拔桩选用内径Φ1.8m钢套管，最底节钢套管设置合金高强刀头，钢套管进场前，提前量好每节套管长度，并在套管管身上标注尺寸，以控制进尺，保证不超钻，不欠钻，采用履带吊将钢套管吊放入全回转钻机的夹紧装置中，待夹紧装置将钢套管夹紧后，由驱动装置带动钢套管边旋转边压入，利用钢套管端部的合金高强刀头对土体进行切屑，一般初始5

米以内，钻机转速控制在3-5转/分钟，旋转扭矩稳定在额定最大扭矩的30%-50%左右，以确保初始钻机设备的稳定及钻进垂直度，待上一节钢套管旋转到位后，继续用高强螺栓连接下一节钢套管，循环此步骤直至钢套管钻至设计标高。在钻进软硬交界处的地层时，要适当减轻下压力度，放慢钻进速度，以保证钢套管的垂直度，并防止机身摆动。

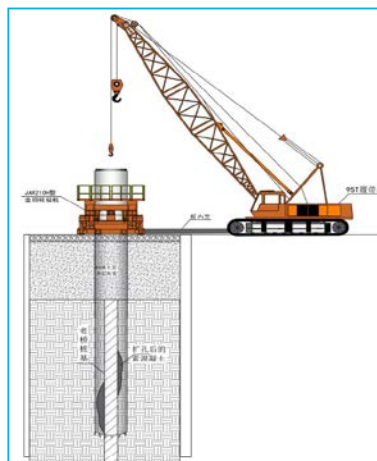


图6 钢套管钻进

3.5.1钢套管垂直度控制

钢套管钻进过程中，若垂直角度控制不严导致偏差太大，一是影响拔桩的完整性，二是将会使套筒与周边土体、混凝土摩擦力增大，导致钢套管拔起困难，特别是在长度超过40m以上的桩基施工中，甚至出现无法拔出钢套管的情况，不仅会影响成桩质量，也造成了钢套管的损失。

为了保证钢套管垂直度，在钢套管的左右两边和前后其中的两个方向上，采用全站仪来控制钢套管的垂直度，并辅助以自制的简易垂直度控制装置对套管下放时的垂直度进行控制。当观测人员发现钢套管存在偏差时，可提起钢套管50-100cm，调整后慢慢的重新钻进，逐渐调整垂直度，确保钢套管的垂直度。

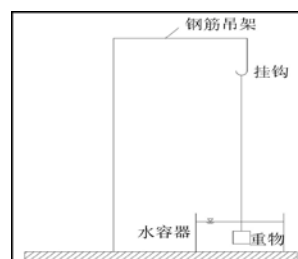


图7 垂直度辅助控制装置



图8 垂直度控制

3.5.2钢套管对接

钢套管在钻进过程中需要进行接长，钢套管对接前要清理已压入管口上的泥土。将待接长的钢套管悬于已压入的钢套管管口上方，利用上节管身外壁上定位销对准对接并用专用螺栓扭紧，用线坠检查管垂直度，控制在L/400的范围内，达到要求继续钻进沉入钢套管。

3.6孔内渣土清除

当钢套管进入土层一定深度后，配合履带吊，采用冲抓斗从钢套管内将渣土取出。取土至标高后连接下一节套管继续向下旋转压入直至到达桩底标高，需注意每节套管应外露1-1.5m，以便连接下一节套管。

3.7桩体清除

因桩身较长，需分段扭断进行清除，在钢套管逐步钻入的同时，用冲抓斗不断的抓出套管内老桩混凝土碎块。考虑到钢筋笼单节长度一般为9m-12m，两节钢筋笼之间为搭接焊，钢筋连接处为桩基抗扭刚度相对薄弱区域，当钢套管入土深度约9-12m时，暂停钻进，利用履带吊小勾悬挂楔形锤利用快放功能在套管内壁与桩之间插入楔块，回转套管，扭断原有桩。反向旋转钢套管，将楔块取掉，用钢丝绳锁住桩头钢筋主筋吊出原有桩体。断桩采用95t履带吊将其吊出。吊出后采用挖机换破碎锤头就地破碎。

3.8孔洞回填

老桥桩拔除后，为防止孔洞坍塌。桩孔必须立即进行回填，为防止拔除套管式将回填的填料松动，回填过程中钢套管的拔除须与回填工作同步进行，先填后拔，不得一次性将孔填满再拔除套管，因后期要进行盾构施工，所以必须保证填料既要有一定的强度或压实度，又要保证强度不能太高，故本项目采用10%水泥土进行回填，回填过程中要始终保持钢套管低于回填水泥土顶标高不少于2m。水泥土每回填3m后须用全回转钻机的冲击锤夯实，确保回填已密实。回填按3m每层进行夯实，当回填至水泥土顶标高时，进行压实度检测，压实度不小于95%。

3.9质量控制要点

钢套管钻进的过程中严格控制钢套管垂直度，特别注意地层变化，遇到软硬交界地层注意控制压力及钻进速度，防止主机位移现象发生；

在拔桩前应对既有桩基孔位位置进行复核，确认无误后方可开钻；

施工过程中使用全站仪对钢套管的垂直度进行过程中的校核，发现偏差应立即调整，符合要求后方可继续下钻；

为确保全套管作业和吊装作业平稳运作，在施工前必须保证作业场地平整，确保场地均匀受力，在钢套管吊放入主

机后夹紧钢套管，用吊线坠以套管底外壁为基准观察套管上部外壁，调整钢套管使其垂直度在允许范围L/400内，调整垂直后才可继续施工；

为避免影响已拔桩孔回填质量，待已拔桩孔回填24小时后再开钻相邻桩孔；

原桩体弯曲：当发生桩体弯曲时先进行试拔，确认无法拔除时更换大直径套管进行桩基拔除；

扩径：当原桩基由于土质等原因使桩基直径变大，立即更换大直径套管进行桩基拔除；

无法下套管：由于采用的是全回转钻机套筒，可以在各种地层中钻进，但当钻孔深度过深时，会出现由于钻机扭力不足导致套管无法钻入的情况，此时需更换大扭力的钻机，以保证套管的钻入。

4 结语

采用全回转全套管施工方法拔除既有桩基，通过系统的对施工工序流程进行了过程控制与分析，施工效果与功能等各项技术指标均符合设计要求，在整个施工过程中，没有发生任何安全、质量事故，证明了使用全回转全套管拔除既有桩基具有一定的科学性和实用性，能够满足在城市复杂的施工环境条件下拔除桩基的要求，对在城市桥梁复杂施工环境下的既有桩基拔除施工提供了重要的指导意义和广阔的推广应用前景。

参考文献

[1] 吕萧. 鹿群. 仲晓梅. 地铁盾构隧道穿越桩基础施工技术[J]. 施工技术, 2013(S1): 350-352

[2] 尹辉. 地铁沿线桩基拔除施工方案优化探讨[J]. 铁道建筑技术, 2017(06): 85-87, 92

[3] 刘爽. 浅谈地铁工程拔除已有桩基的施工方法及主要问题处理[J]. 中国科技投资, 2017(33): 45-46

(上接第2984页)

[4] 张天琪. 部编本与人教版初中语文教科书助读系统比较研究[D]. 温州大学, 2019.

[5] 郭漫. 部编版与人教版初中语文教材文言文助读系统比较研究[D]. 重庆三峡学院, 2019.

[6] 张艳. 部编版与翰林版初中语文教材助读系统比较研究[D]. 延安大学, 2019.

[7] 闫文卓. 基于建构主义学习观的部编版高中文言文助读系统研究[D]. 湖南理工学院, 2021.

[8] 户安琪. 部编本初中语文教材写景散文预习提示特色研究——以《春》、《济南的冬天》为例[J]. 科技资讯, 2020, 18(17)

[9] 杨雨彤. 部编版初中古诗词助读系统的教学研究[D]. 河北师范大学, 2021.

[10] 杨美芳. 部编版初中语文教材预习提示研究[D]. 闽南师范大学, 2019.

[11] 高佳佳. 部编版小学语文教科书单元导语使用现状调查与优化建议[D]. 福建师范大学, 2020.

[12] 程鸣. 部编语文教材读写单元“助读系统”作用探究[J]. 教育文汇, 2020(04): 36-39.

[13] 毕越. 部编版初中语文教材助读系统使用策略研究[D]. 鲁东大学, 2019.