

# 近海滩涂区码头引桥拆除施工技术

范伟, 李旭

(中交一航局第一工程有限公司)

**摘 要:** 随着国内经济的快速发展, 部分既有建筑物已经不能满足城市布局及生产发展的需求, 需拆除原结构。拆除时改变了原有结构的受力体系, 施工过程中存在较大的安全风险, 拆除前需根据结构特点设计拆除方案, 确保结构拆除安全可控。以阳江港某码头工程引桥拆除为例, 通过分析引桥结构, 制定了引桥上部结构金刚石绳锯切割线的布置原则, 确保上部结构拆除时结构稳定可靠; 结合现场地形条件, 下部结构灌注桩基础采用全套管全回转钻机施工技术拆除, 不需要水下切割, 从而减少了泥浆等的产生, 可为类似工程施工提供借鉴。

**关键词:** 金刚石绳锯; 全套管全回转钻机; 梁板拆除; 灌注桩拆除

## 1 工程概况

阳江港某在建码头位于近岸滩涂区, 码头建设时通过填筑便道及灌注桩施工土平台进行结构施工, 现状便道标高 4.0 m, 引桥部位地面标高 2.0 m。该码头原设计为顺岸散杂货码头, 引桥为高桩梁板式结构, 长度 330 m, 宽度 12 m, 共 49 个排架, 排架间距 7.3 m, 码头顶面高程 5.5 m, 从上至下结构为: 磨耗层、现浇面板、叠合板、预制纵梁、现浇帽梁、灌注桩。由于规划调整, 需拆除已建的引桥, 拆除叠合板 60 件, 纵梁 240 件, 帽梁 49 件, 灌注桩 148 根, 其中灌注桩直径 0.8 m, 桩顶标高 +3.4 m, 需拆除至 -15.0 m 标高处, 拆除长度 18.4 m。引桥结构断面如图 1、图 2 所示。

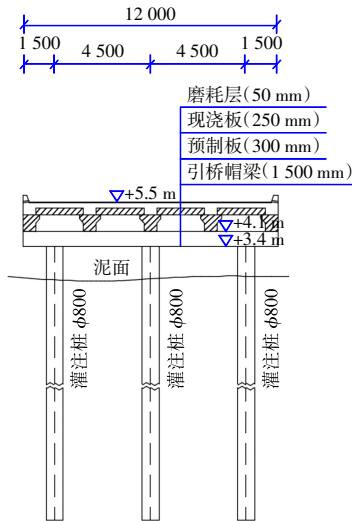


图 1 引桥横断面图

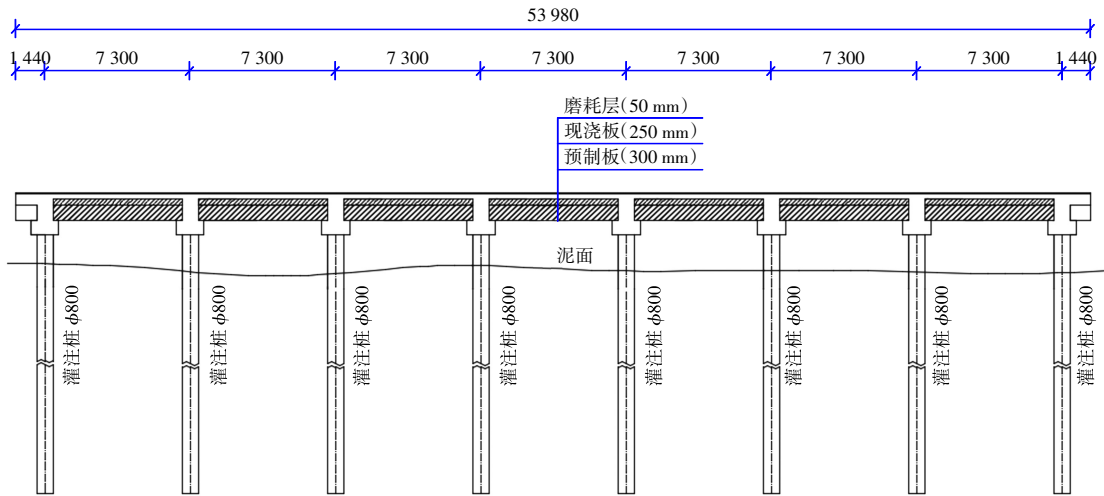


图 2 引桥结构段纵断面图

2 施工方法

2.1 工艺流程

本工程引桥拆除排架共 49 个,拆除施工顺序由岸边向海中推进,按照预制板拆除、预制梁拆除、帽梁拆除、灌注桩拆除的流程进行,上部结构、下部结构间形成流水施工作业,引桥拆除施工工艺流程见图 3。

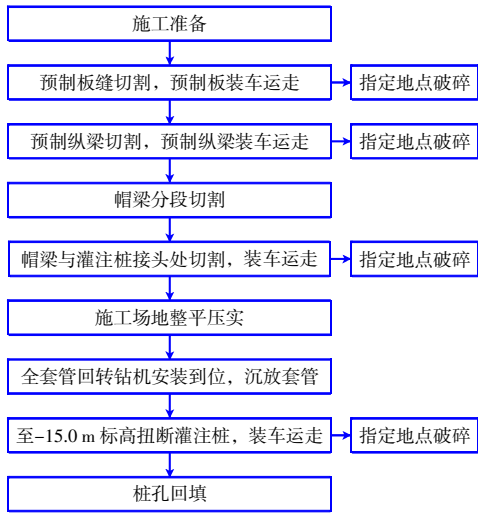


图 3 引桥拆除工艺流程图

2.2 拆除施工技术要点

2.2.1 叠合板拆除

1) 切割线设计

预制叠合板长 6.5 m,宽 2.25 m,高 0.3 m,重量 10.9 t。在叠合板与现浇板缝混凝土接茬布置切割线,沿着切割线布置导向轨道,可确保切割线顺直、准确。叠合板长边在纵梁上的搁置宽度为 20 cm,叠合板切割完成后依然是稳定的,无倾覆的安全隐患。采用金刚石碟片式切割机切割板缝处的钢筋混凝土,碟片式切割机锯片直径为 1 016 mm,最大切割厚度可达到 40 cm,具有施工速度快、噪音低、无震动、无粉尘污染等特点。

2) 吊装孔布置

根据预制叠合板结构设计图,为确保叠合板吊装时,叠合板的受力符合设计的受力状态,在距离叠合板边缘 0.5 m 处,对称布置 4 个直径 100 mm 的吊装孔,吊装孔采用水钻钻设。

3) 叠合板吊装

采用 2 根直径 36 mm、单根长 15 m 的钢丝绳穿过吊装孔。为了减少钢丝绳的磨损,在吊装孔与钢丝绳接触的部位安装橡胶垫,起吊时需缓慢吊起叠合板,确保叠合板与周边结构物完全分离

后,履带吊方可发力,将叠合板调至板车上,运输至业主指定场地,再由破碎机拆解。

2.2.2 预制纵梁拆除

预制纵梁长 6.3 m,宽 0.6 m,高 0.8 m,重量 10.4 t,采用金刚石绳锯切割的拆除方式,施工步骤如下:

1) 切割线设计

预制纵梁安装时,预制纵梁的外露钢筋伸入帽梁内,预制纵梁外伸筋与帽梁上部结构的钢筋绑扎安装完成后,浇筑节点混凝土,预制纵梁与帽梁形成了框架结构。为确保预制纵梁在切割时的稳定,设计预制纵梁切割线时采取在预制梁一端与绳锯切割线呈 60°角进行切割,在预制梁侧面用墨斗金刚石绳锯的切割线弹出,并对其进行保护。纵梁切割线见图 4。

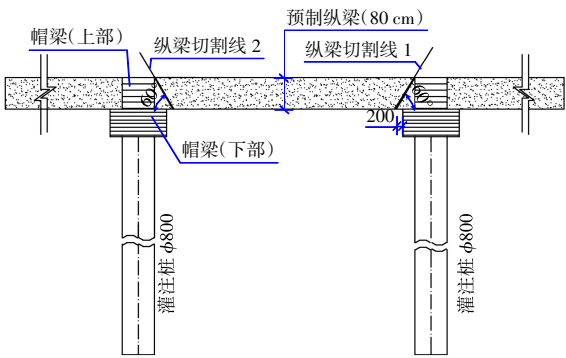


图 4 预制纵梁切割线

2) 金刚石绳锯安装

金刚石绳锯的主动轮、导向轮机架固定采用 M20 膨胀螺栓,根据绘制的切割线,将金刚石绳索按顺序缠绕在主动轮及导向轮上,绳子的方向应和主动轮驱动方向一致<sup>[1]</sup>。

切割前在预制纵梁的两侧设置缆绳固定梁体,并采用 2 根钢丝绳兜底在预制纵梁的两端,钢丝绳与履带吊钩头连接(不起吊),确保梁体在切割的过程中不发生侧翻等事故。

3) 预制纵梁切割

通过操作控制盘调节切割参数,绳锯的运行速度在 20 m/s 左右,为降低金刚石绳锯在切割时产生的高温和减少带走磨碎的粉屑,需在切割面处不间断喷水。

启动电动马达,适当收紧金刚石绳锯,驱动主动轮沿着既定的切割路线,通过控制盘调节主动轮,带动金刚石绳锯旋转切割,同时开启循环

冷却水。切削时密切观察机座的稳定性,当金刚石绳锯偏离切割线时,及时通过导向轮调整绳锯的方位,使其向设计的切割线靠近。在绳锯运动方向外侧设置安全防护栏防护,并设置安全标志,禁止无关人员靠近施工区域。

#### 4) 预制纵梁吊装

预制纵梁切割完成后,采用 2 根钢丝绳在预制梁的两端兜底起吊的方式起吊梁体,将梁体吊运至板车上,运输至业主指定场地,再由破碎机拆解。

### 2.2.3 帽梁拆除

现浇帽梁为倒 T 形结构,长 12 m,下部宽 1.4 m,上部宽 0.6 m,下部高 0.7 m,上部高 0.8 m,重量 60.8 t。

帽梁尺寸及重量较大,采用分块切割的方式拆除。在横梁中间位置用金刚石绳锯切割,将帽梁切割为 2 个部分。然后,在桩顶位置安装金刚石绳锯,将帽梁与桩基切割分离。在桩顶进行切割时,通过设置缆绳的方式,将帽梁临时固定。帽梁及桩基切割线设计见图 5。

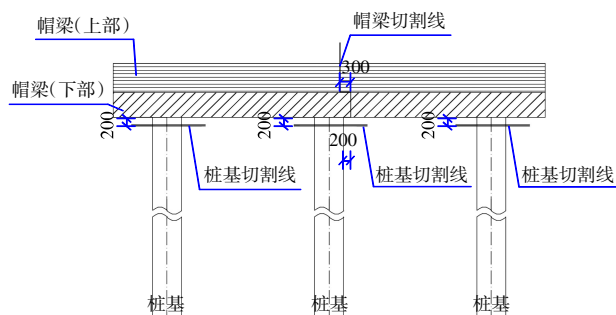


图 5 帽梁及桩基切割线

帽梁与桩基结合部位切割分离后,采用 2 根钢丝绳兜底起吊的方式起吊帽梁,由吊车起吊至板车,运输至业主指定位置,统一存放。

### 2.2.4 灌注桩拆除施工

结合现场地形、施工成本、工期、环保等多方面综合考虑,灌注桩采用全套管全回转钻机拆除。全回转钻机是集全液压动力和传动、机电液为一体,通过驱动钢套管 360°回转,并将钢套管压入和拔出的新型钻孔设备。全回转钻机在工作时产生下压力和回转扭矩,带动钢套管回转下压,依靠钢套管端部安装的高强度刀头对桩周围的土体、岩层、钢筋混凝土等障碍物进行切削分离<sup>[2]</sup>。

#### 1) 施工流程

灌注桩拆除主要工艺流程有:场地整平,全回转全套管钻机组装,钢套管安装,钢套管下压切割桩周土体,高压水枪冲洗钢套管与桩间泥土,放入插针、扭断桩体,拔除灌注桩等。灌注桩拆除施工流程见图 6。

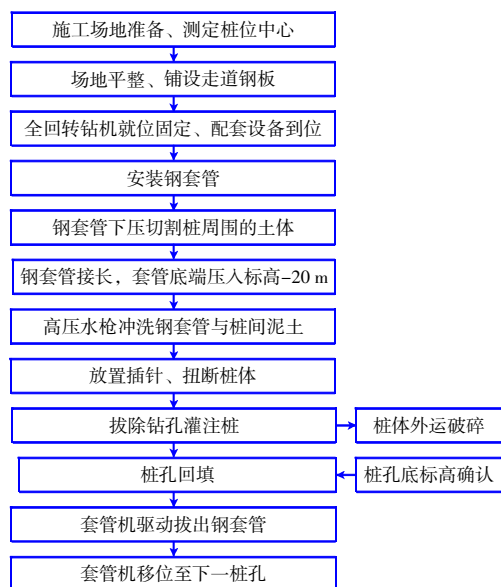


图 6 灌注桩拆除施工流程图

#### 2) 全套管全回转钻机技术参数

本项目投入 1 台 SRD-2000H II 全套管回转钻机,钻机技术参数见表 1。

表 1 SRD-2000H II 全套管全回转钻机技术参数

参数名称	数值	备注
钻孔直径/mm	1 000~2 000	
回转速度/(r·min <sup>-1</sup> )	0.32~1.02	
回转扭矩/(kN·m)	2 200	瞬时 2 520
最大下压力/kN	1 150	
起拔力/kN	2 540	瞬时 3 050
压拔行程/mm	1 000	
质量/t	38.5	
尺寸(A×B×C)/mm	3 200×6 400×4 100	
尺寸(H1×H2)/mm	(3 567~4 567)×(2 580~3 580)	

#### 3) 施工场地准备

全回转钻机在拔除套管过程中对地基产生较大的反力,瞬时最大反力达到 3 050 kN,如地基基础承载力不足,可能造成全回转钻机倾覆或者陷入泥土中。根据现场情况,将灌注桩周边回填土压实,局部地基承载力不足的区域采用石渣换填压实,确保地基承载力达到 160 kPa 以上。灌注桩周围地基土压实整平后,分层纵横向铺设 4

块尺寸为 $2\text{ m}\times 6\text{ m}\times 0.2\text{ m}$ 的路基箱,在路基箱中间桩位处预留套管下放位置。

#### 4) 测量放线

施工场地准备完成后,根据原桩基础施工图,对需要拆除的桩基范围、桩基数量、桩位进行放线、编号,做到桩基拆除次序合理、设备驻位方便。

#### 5) 全回转钻机组装

本项目灌注桩设计直径为 $0.8\text{ m}$ ,桩基上部 $10\text{ m}$ 范围内钢护筒直径为 $1.0\text{ m}$ ,全回转钻机的套管直径选用 $1.5\text{ m}$ 。

全回转钻机移位到桩位处,利用十字架定位板,使全回转钻机与桩位中心对准,初步调整设备水平度,使设备基本处于水平状态。

全回转钻机固定在钻孔桩中心上方后,与动力箱、操作室相接;然后安装反力架,反力架的作用是钻机在回转钻进过程中防止机器发生扭动,反力架一侧压在钻机底部的压板上,另一侧由履带吊压重,履带吊同时可配合安装钢套筒和拔桩工作。全回转钻机的反力架及各项管线安装好后,利用设备自带的调平系统,再次精确调整钻机的水平度。

#### 6) 钢套管钻进

利用 $90\text{ t}$ 履带吊将钢套管吊入全套管回转钻机内,启动夹紧装置,夹紧钢套管,再次调整好钻机的水平度,套管处于垂直状态后方可钻孔。钢套管旋转由全回转钻机环抱带动开始钻进,套管在压入过程中的精确度会直接影响到钻孔的施工质量,钻进时套管的竖直精确度可通过钻机和导向纠偏装置调节到所需范围内。钻进过程中利用设备自带的水平监测系统检验套管垂直度,每钻进 $6\text{ m}$ 时,用经纬仪复核套管在纵向、横向的垂直度<sup>[3]</sup>。

钢套管标准管节长度 $6\text{ m}$ ,钢套管钻进的同时,需及时做好钢套管的接长工作。

钢套管在旋转钻进过程中,遇到不明障碍物,适当加大钻机扭矩力,利用钢套管端部的钛合金锯齿缓慢切割障碍物,确保钢套管底端至标高 $-20.0\text{ m}$ 位置。

#### 7) 拔除钻孔灌注桩

钢套管沉入预定深度( $-20.0\text{ m}$ )后,用高压水枪冲洗钢套筒与桩基间土体,实现桩基和钢套筒分离。桩基与钢套筒分离后,将特制钢楔(重 $5\text{ t}$ ,

长 $5\text{ m}$ )下放至套筒内,切入桩基与钢套管之间,由全回转钻机环抱带动钢套管旋转,钢套管旋转带动钢楔有向下运动的趋势,钢楔带动桩基偏心旋转,将灌注桩拧断,通过观察全回转钻机自带控制压力计数值减小<sup>[4]</sup>,以及随钢套筒旋转的桩基,可判定桩基已断开。

在桩基顶部的钢护筒上焊接2个吊耳,吊耳采用 $20\text{ mm}$ 厚Q235钢板割制,吊耳制作要求:板材无缺陷,内孔圆整,孔径接近轴径,无割口,无毛刺,外缘平齐,角部过渡圆滑,无割口。焊接要求:吊耳焊接牢固,焊缝高度大于 $1/2$ 板厚,焊缝无开口,无夹渣,无咬边。由履带吊将已扭断的桩基通过吊耳吊出桩孔,桩基拔除后下放测绳,复核桩孔内的底标高是否满足设计要求。如在拔除的过程中桩体发生断裂、桩底标高不满足设计要求等,可采用冲锤进行破碎后,利用履带吊配合抓斗抓除。

#### 8) 桩孔回填

桩孔回填是桩基拆除施工的重要环节,桩孔回填质量将影响周围土体的后期沉降和后期施工,回填材料应优先选用砂性土,回填时同步进行钢套管的拔除。桩孔内每回填高 $2\sim 3\text{ m}$ ,拔除 $1.5\sim 2.5\text{ m}$ 的钢套管,回填过程中可适当用冲锤夯实,再次回填,以此类推,直至回填至地面标高。

#### 9) 套管拔除

全回转钻机的套管拔除与桩孔回填土施工同步进行,待回填至地坪标高时,再将钻机移至下一钻孔位置,等待拔桩施工的继续进行。

套管拔除流程如下:

① 利用钻孔机上下2个抱箍,启动夹紧装置,把套管夹紧,反向旋转。

② 利用钻孔机自身顶升架,将钻机上半部分缓慢顶升,顶升高度为液压油缸的1个行程 $700\text{ mm}$ ,在顶升的过程中,上下2个抱箍保持夹紧钢套管,使钢套管在抱箍驱动下旋转的同时实现钢套管的上拔。

③ 当顶升架完成1个行程后,下抱箍保持夹紧卡住钢套管,松开上抱箍夹紧装置,上抱箍与钻机上部分同步下压 $700\text{ mm}$ ,再次启动上抱箍夹紧装置,把钢套管夹紧。重复上述工作直至拔出1节钢套管的高度(1节套管长 $6\text{ m}$ )。

④ 拆下钢套管连接螺栓,起吊钢套管,放置在指定的堆放位置。

### 3 施工效率

引桥上部结构根据不同的结构形式,分别采用不同的拆除方式,叠合板采用金刚石碟片式切割机,预制梁及帽梁采用金钢石绳锯等进行钢筋混凝土结构的切割,比进度计划提前 10 d 完成上部结构的切割拆除施工。

引桥的既有灌注桩直径为 800 mm,桩顶标高为 3.4 m,需拆除至-15.0 m 标高处,拆除桩基长度达到 18.4 m,拆除根数为 148 根,拆除工程量较大,按照原定计划是采取在港池疏浚挖泥后,采用金刚石绳锯水下切割工艺,水下切割需投入潜水员、起重船、运输船等,施工安全风险较大且成本较高,通过工艺优化,采用全回转套筒钻机拆除基桩的施工工效为 2 根/d,施工工期为  $148/2=74$  d,节约工期 60 d。

### 4 结语

阳江港某码头引桥拆除施工中,根据码头结构特点,创新设计上部结构切割线,确保引桥上部结构在切割过程中稳定。采用全套管全回转钻机,实现了优质、高效、环保、安全地拆除灌注桩,在市政工程、建筑工程等项目的灌注桩拆除施工中具有较大的适用性。

#### 参考文献:

- [1] 孙建国.斜切侧滑法在既有框架桥改建工程中的应用[J].科技资讯,2008(6):25-26.
- [2] 王建营.全回转钻机拔桩施工技术[J].建筑施工,2010(2):143-144.
- [3] 程金雄.全回旋钻机拔桩技术在工程上的运用[J].中国设备工程,2018(10):114-115.
- [4] 方能榕.全回转全套管钻机清除地下遗留桩施工技术在某地铁工程中的应用[J].福建建设科技,2016(6):56-58,63.