

文章编号: 0451—0712(2005)10—0070—03

中图分类号: U443. 15

文献标识码: B

气举反循环工艺在 130 m 超长桩成孔中的应用

方么生, 王二兵
(路桥集团第一公路工程局五公司 北京市 065201)

摘 要: 采用气举反循环成孔工艺, 针对黄河下游特有的地质情况和较高的质量要求, 介绍在济南黄河大桥 130 m 超长桩施工过程中遇到的问题及处理方法。
关键词: 气举反循环; 钻机; 特殊地层; 成孔; 施工

1 工程概况

青银高速公路济南黄河大桥引桥主墩 38、39 号墩基础为桩径为 2.0 m 的钻孔灌注桩, 桩长分别为 125 m、120 m, 实际钻孔深度达 130 m, 基础位于黄河大堤上, 是本标段桩径最大, 桩长最长的桩基。地质情况为上部 10 m 地层是回填的粉细砂, 下部大部分为亚粘土、粘土层, 并含有大量的姜石。设计要求成孔的垂直度控制在 1/300 以上。

2 施工工艺和设备选择

2.1 施工工艺

根据地质资料和设计桩长等因素, 钻孔灌注桩施工采用回转钻进, 泵吸(气举)正、反循环为主的成孔工艺(0~40 m 范围采用正循环工艺, 40~130 m 采用气举反循环工艺), 2 台 50 m³/h 拌和站拌和混凝土, 混凝土罐车直接进行水下灌注。

2.2 成孔设备

钻机的扭矩是影响 130 m 超长桩能否顺利成孔的关键因素, 根据本工程的地层情况和钻孔深度, 选用 ZSD250 型反循环钻机, 同时选用泵吸和气举反循环排渣组件, 以提高效率, 钻机参数见表 1。

钻头选用笼式刮刀钻头, 并根据计算加配重块, 以保证成孔的垂直度, 提高钻进效率。每个承台有 12 根桩, 投入 2 台钻机, 主要采用气举反循环钻进。

2.3 优质泥浆护壁

2.3.1 优质泥浆配方

表 1 钻机参数

名 称		参 数
钻径/m		φ1.2~φ2.5
钻深/m	标准	60
	最大	140
最大提升力/t		100
导向架倾角/(°)		25
动力头倾角/(°)		45
钻杆吊机/t		1.0
动力头行程/mm		2 900
轻载	转速/(转/min)	—
	扭矩/(kN·m)	—
重载	转速/(转/min)	0~23
	扭矩/(kN·m)	0~150
钻杆长度/mm		2 400
钻杆重量/kg		420
电源		3 相 380V50Hz
总功率/kW		145
整机尺寸/m		4.6×4.6×6.4
整机重量(不含铁具、压重)/t		18
排渣方式		气举或泵吸反循环、正循环

根据本桥特点, 在工地试验室进行泥浆试配, 最终采用配合比如下。

1 m³ 泥浆: 水 1 000 kg, 膨润土 120 kg, CMC 羧甲基纤维素 1.5 kg, NaOH 1.5 kg。

优质泥浆的特点是:降低失水,稀释,悬浮钻渣;泥皮薄,护壁稳定。

2.3.2 作用原理

优质泥浆中不同成分分别起着不同的作用。粘土中的细颗粒具有带电、吸附、水化膨胀分散以及絮凝等性能。

膨润土具有相对密度低、粘度好、泥皮薄、稳定性强、固壁能力高,阻力小和造浆能力大等性能。

CMC(羧甲基纤维素),可增加泥浆粘性,使土层表面形成薄膜,可防护孔壁剥落并有降低失水率的作用。

NaOH 的主要作用是增加水化膜厚度,提高泥浆的胶体率和稳定性,降低失水率。

2.3.3 泥浆指标与泥浆配制

泥浆指标见表 2。
配制泥浆时,首先在护筒内用清水施钻,清渣至护筒脚 1.0~2.0 m 位置停止钻进,提起钻头,向孔

表 2 泥浆性能指标

过程指标	相对密度	粘度 Pa·s	含砂率 %	酸碱度 pH	胶体率 %	失水率 mL/30 min
钻进过程	1.05~1.08	18~22	≤0.5	8~9	≥97	12~18
清孔后	1.03~1.06	18~20	≤0.3	8~9	≥97	12~16

内补水和投入造浆材料,开动钻机旋转钻头进行造浆。检测泥浆指标达到表 1 中要求后开始钻进。由于在护筒内只能造出约 200 m³ 的优质泥浆,在钻进过程又有泥浆损失,所以在钻进过程中要不断检测泥浆指标,并且根据钻进深度补充造浆材料和水,自始至终都使孔内泥浆达到表 1 中的指标要求。

2.4 桥位地层及相应钻进措施

2.4.1 桥位地层情况

黄河下游地区,由于地层复杂覆盖层较厚,根据 ZSD250 型钻机性能,在本桥桩基钻孔中采用了如下的钻压和钻速,见表 3。

表 3 不同孔深及相应地质条件下钻机钻压、钻速控制

地层 m	土层	土层特性	钻压 min/max	转速 转/min	采取措施
0~15	亚砂土	灰黄色,湿,松散	8/10	15	正循环,优质泥浆护壁
15~34	亚粘土	褐色,黄褐色,湿土,质软	8/10	15	正循环,优质泥浆护壁
34~36	亚粘土含姜石	褐黄色饱和,属黄河软硬交界层	5/8	18	正循环,优质泥浆护壁,减压慢速钻进
36~41	亚粘土	黄褐色,湿	5/8	15	正循环,优质泥浆护壁
41~44	老粘土	黄褐色褐黄色,易糊钻	5/8	18	反循环,自造浆,提钻清泥,投碎石
44~49	亚粘土	灰褐色,坚硬	8/10	16	反循环,自造浆
49~53	亚粘土含姜石	灰褐色灰绿色,湿	8/10	16	反循环,自造浆
53~56	粘土含姜石	褐黄色夹灰绿色	8/10	16	反循环,自造浆
56~60	亚粘土含姜石	黄褐色含少量姜石	8/10	16	反循环,自造浆
60~94	亚粘土含姜石	黄褐色深绿色	8/10	16	反循环,自造浆
94~101	含大量姜石	灰褐色硬塑~坚硬	8/10	16	反循环,自造浆
101~117	亚粘土含少量遇水崩解物	灰褐色,湿,易扩孔土层	5/8	16	反循环,自造浆,减压慢速钻进
117~130	粘土含姜石	黄褐色棕褐色	8/10	16	反循环,自造浆

2.4.2 钻进措施

(1)配重和减压保证成孔垂直度。
百米超长桩的施工其关键工序是成孔,钻孔桩之间距是 3.1 m,成孔的垂直度要求在 1/300,如达不到设计要求则将会影响到下根桩基的施工,因此垂直度是成孔成败的关键。

根据 38 号墩的地质柱状图可知,在孔深 40~45 m 是软硬交界层,故该处是控制成孔垂直度的一

个关键点。在施工中,在钻杆上加 3 块配重达 15 t,在终孔时,加钻杆重达 35 t,在钻进过程中始终坚持减压钻进的施工措施。在终孔时,成孔垂直度经检测精度最高达 1/455。施工中采取减压钻进及加配重相结合来控制垂直度效果较好。

(2)及时提钻清泥和投放碎石防止糊钻。
钻孔地层除在孔深 30~38 m 范围为中细砂外,其余均为黄河滩内第四纪亚粘土、粘土,在孔深

38 m 以下的地层易糊钻头,据此采取了以下针对性的处理措施:

①在孔深 38~60 m 范围糊钻时,及时提出钻头进行清理,并借第一次倒风包时,把钻头提出,进行清理并检查螺栓的紧固;

②在孔深 75~95 m 范围糊钻时,采取用回填 1~3 cm 碎石的措施,但效果不理想;

③孔深 100 m 左右是进行二次倒风包的时候,在孔深 100~120 m 范围也易糊钻头,钻进时注意调整泥浆比重,谨慎钻进;

④在钻进中坚持用减压钻进、分地层调浆的原则,预防糊钻;

⑤改进钻头,在双腰带之间割掉 2~3 根肋,其次把钻头的主管改成和钻杆一样大的直径,大大减少了糊钻的机率。

2.5 气举反循环钻进

2.5.1 气举反循环原理

气举反循环钻进是将压缩空气沿输气管送入井内一定深度经混合器注入管内与液体混合,由于混合液的密度小于泥浆的密度,在桩孔内与钻杆间产生压差,并在桩孔泥浆压力作用下使钻杆内混合的气液以较高的速度向上流动,从而将孔底的钻渣或姜石连续不断地排出地表。该钻进方法具有钻进效率高,成孔质量好,在松散地层中施工不易发生孔壁坍塌事故等优点。

气举反循环钻具包括:液气分离装置、液气输出胶管、气水龙头、双壁钻杆、气水混合器、单壁钻杆、扶正器及钻头等。

气举式钻进必须待下端钻锥钻杆埋入水(泥浆)中一定的深度,即在孔底泥浆的压强和钻杆底泥浆、空气混合体的压强基本相等的条件下,才能吸引浆渣上升,可按下式计算:

$$H>[hd_3+h_1(d_2-d)]/(d-d_3)$$

式中: H 为下端钻锥钻杆埋入水(泥浆)面以下最小深度; h 为排泥管出口处高于井内水面的高度, m; h_1 为空气混合器至吸泥管口的高度, m; d 、 d_2 、 d_3 分别为水、泥浆、泥浆与空气的混合体的相对密度,可按 $d=1$ 计算。

2.5.2 风包的倒换

在钻进过程中,因空压机的额定压力为 0.8 MPa,而钻孔深度为 130 m,在钻进中每进尺 10 m 需 0.1 MPa 的压力,故在钻进中要倒 2 次风包。从 20 m 钻进到 65 m 倒一次,100 m 再倒一次,每次风包的

起始位置控制在距孔口 30 m 处。保证了沉没比控制在 40% 时发挥作用最好。钻进中的空气压力控制见表 4。

表 4 钻进中空气压力

钻进深度/m	空气压力/MPa	钻进深度/m	空气压力/MPa
20	0.35	80	0.58
30	0.45	90	0.72
40	0.58	100	0.80
50	0.72	110	0.58
60	0.80	120	0.72
70	0.45	130	0.80

2.5.3 空气系统

钻机配有 20 m³ 空压机,由于孔内水深超过空气反循环风包的吸程,为使空气反循环排渣功能正常发挥,在钻杆中增加一个风包,即上风室。上风室至下风室约在 15~20 m,吸深在 50 m 以内时使用下风室,当吸深超过 50 m 时使用上风室,利用钻杆外的一根风管通下风室,一根通上风室。拆装时要注意防止损坏通风管。

气举反循环法泥浆循环量与排渣能力的关系:

根据施工平台的高程(+5.5 m)、施工水位、钻机钻盘顶的高程,通过公式 $q_0=\gamma \cdot h/23 \cdot \eta \cdot \lg[(\gamma \cdot H+h)/h]$,计算出提升 1 m³ 泥浆需要的压气量(按终孔深度计)。

泥浆循环量: $Q=900\pi \cdot D_p^2 \cdot V_p/(1+q_0)$ 。

从而得出所需压风机风量为:

$Q_{风}=Q \cdot q_0/60$ (m³/min)

式中: q_0 为提升 1 m³ 泥浆所需的压气量, m³/m³; γ 为泥浆相对密度, t/m³; h 为护筒内泥浆面到排浆口的高度(即扬程), m; H 为护筒内泥浆面到气室的高度(即吸程), m; η 为压气提升有效系数,由扬程 h 和吸程 H 决定,即吸入系数 $\alpha=H/(H+h)$, α 与 η 的关系见表 5; Q 为泥浆循环量, m³/h; D_p 为钻杆内径, m; V_p 为泥浆、岩屑、空气混合液在水龙头处喷出速度,当扬程 $h=10$ m,吸程 $H=55$ m, $\gamma=1.25$ 时, $V_p=8$ m/s。

表 5 α 和 η 的关系

α	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.90
η	0.37	0.44	0.50	0.54	0.57	0.59	0.60	0.62	0.63	0.64

文章编号: 0451—0712(2005)10—0073—05

中图分类号: U445.38

文献标识码: B

缆索吊的设计安装及使用

李宝东

(路桥集团第一公路工程局一公司 北京市 102205)

摘 要: 在受施工场地、施工环境,以及其他外部条件限制时,无法使用吊车进行吊装,而又必须进行吊装作业的情况下,可以使用缆索吊进行吊装。缆索吊一般适用于垂直高度较大的垂直吊装和架空纵向运输。起吊重量可以从几吨到几十吨。其使用的塔架可以自行设计,就地制作安装。本文结合云南三界怒江大桥的施工特点,介绍缆索吊的设计、安装及使用过程中的一些注意事项。

关键词: 缆索吊; 设计; 安装; 使用

1 工程概况

云南三界怒江大桥,全桥长 357 m,主桥长 288 m,全桥位于直线段内。上部采用挂篮悬臂施工,最大悬臂长为 88 m,悬浇箱梁最高 9.5 m。0 号台位于怒江东岸的高坡上,1 号墩在怒江江边,其余墩台在怒江西岸(六库岸),地势落差大,东岸无便道可通,2 号墩墩身最高,为 34 m。怒江江中明、暗礁密布,江水湍急,平时江水流速为 5~6 m/s,下雨或洪水期流速达到 8~9 m/s,为不通航河道,平时只有小船摆渡过江,在涨水或风大时,小船便停止摆渡。在这种情况下,我们选用缆索吊进行吊装作业。

缆索吊的总体布置见图 1 所示。

2 缆索吊的设计及验算

2.1 几个参数的确定

缆索吊装系统是由主索、主索跑车、起重索、起重滑车组、牵引索、起重及牵引卷扬机、锚碇、塔架、风缆组成。

(1)根据地势及桥型的实际情况,确定塔架的间距为 407 m,即 $L=407\text{ m}$;进行单点起吊。

(2)桥上的挂篮及混凝土浇注时块件的最大重量为 7.5 t,所以缆索吊设计的最大起重吨位为 8 t,即 $G=8\text{ t}$ 。

(3)两岸设计塔架的顶面高程相等,西岸塔架高为 37 m,东岸塔架高为 29 m。主索最大垂度的位置

收稿日期:2005—09—14

气举反循环钻进正常工作状态下的操作要点基本上与泵吸式的相同,需注意的是空压机送风需与钻锥回转同时进行。接钻杆时,需将钻杆稍提升 30 cm 左右,先停止钻锥回转,再送风数分钟,将孔底钻渣吸尽,再放下钻锥,进行拆装钻杆工作,以免钻渣沉淀而发生埋钻事故。

3 结语

采用上述气举反循环工艺成孔的 130 m 超深桩施工,垂直度均符合 1/300 的质量要求,成桩经超声波检测均为 I 类桩,说明采用的施工工艺和措施是成功的,为同类型超深钻孔桩在黄河流域顺利施工取得了新的经验。但在施工中也出现了以下较难解

决的问题,需要在今后的工程实践中作进一步的研究探讨。

(1)施工地层为几百年来沉积而成,地层相对比较复杂,即容易缩径,又容易扩孔。由于桩孔很深,钻进时间相对较长,最后提钻时在缩径处由于孔壁被提起钻头的刮擦,掉下的护壁泥块在孔底形成较厚的沉渣,最厚达 2~4 m,较浅时也在 40 cm 左右,如沉渣厚达 2~4 m,需回钻并清孔,达到设计孔深和沉渣厚度后再提钻。

(2)由于有老粘土地层,钻头糊钻时候较多,施工中钻进本身转速较慢,采取的减压高转速钻进同时投放碎石效果不明显。