

BG 系列旋挖钻机钻孔桩施工工法

(TGJGF-03·04-19)

中铁十四局集团有限公司

一、前言

BG 系列旋挖钻机是德国宝峨 (BAUER) 基础工程公司生产的液压旋挖钻机,它适用于直径 60 ~ 320cm 的钻孔桩,采用不同的钻头和护壁方法,可适应多种地质状况的成孔需要,成孔速度快,工程质量好,环境污染小,是目前国际工程界公认的性能优越的工程钻机。在考察国内外多种钻机、多种地质构造施工过程和总结青藏铁路三岔河特大桥施工经验的基础上,形成本工法。在青藏铁路、济南北园路高架桥、段店立交桥、南京赛虹桥立交桥、双桥门立交桥等工程中成功地应用本工法,取得了良好的经济效益和社会效益,同时,在工程实践中又不断修改和完善本工法。

二、工法特点

1. 钻孔直径范围广。BG 系列目前最大型号的 BG-50 型旋挖钻机可成孔直径范围为 60 ~ 320cm。施工大直径钻孔桩较为经济合理。
2. 适应地层广。尤其适用于一般土层、松软土层和砂卵(砾)石地层,其成孔速率特别高,亦可用于岩石地层,含孤石、漂石地层。
3. 垂直度可控。通过主机机架控制系统可随时调整机架的垂直度,保证钻孔质量。亦可施工斜孔桩。如 BG-22 型钻机,可施作左右倾 8°、后倾 10°、前倾 6°的斜孔。
4. 自压拔护筒。利用自身动力、加压装置、护筒驱动装置可压入或拔出钢护筒。
5. 环境污染小。使用全护或在地下水位以上或冻土、黄土地区成孔时可以干法成孔,避免泥浆循环及排放所造成的环境污染、冻土热扰动和黄土湿陷等。

三、工法原理

BG 系列旋挖钻机以其自带动力实现自行通过液压加压装置和动力头提供钻孔所需钻压和扭矩,使用不同钻头切削不同地层,利用可伸缩钻杆和钻头的特殊结构及时快速出渣,实现较高速钻进。成孔后安设钢筋笼,浇注水下混凝土,成桩。

四、适用范围

本工法适用于多种地质情况的土木工程类中长及超长钻孔灌注桩、群桩挡墙施工,配专用抓斗可施工地下连续墙开槽工程,也可适用于污水井、深水井的钻孔作业。

五、BG 系列钻机主要技术参数(见表 1)

表 1 BG 系列钻机主要技术参数

	BG-12	BG-15H	BG-22	BG-25	BG-36	BG-40	BG-42
最大高度(m)	18.78	20.80	22.20	23.97	25.4	27.5	29.00
扭矩(kN·m)	123	145	215	245	365	390	415
主卷扬起重力(kN)	120	120	220	250	300	390	400
输出功率(kW)	169	169	177-224	291	291	415	365
整机重量(t)	51	57	75	81	120	150	165
最大孔径(m)	1.8	1.8	1.8	2.6	2.3	3.0	3.0
最大钻深(m)	48	48	53.6	82.5	76.4	82	98
钻孔速率(一般土 m ³ /h)	18-48						

六、施工工艺

工艺流程见图 1。

1. 场地准备 陆上钻孔时将钻机工作范围内大致平整压实,出渣车辆出入便道完备,有较完善的排水系统、泥浆循环系统;水上钻孔备好水上钻孔工作平台及弃渣排出运输系统等。

2. 测定桩位 与普通钻孔桩要求相同。

3. 钻机就位 钻机驶入预定位置将钻头中心直接对位,再精确调整机架的垂直度后(机架、主机水平垂直度仪表直接显示),将钻头精确定位。定位后,将适合本桩位地层的各种钻头有序地排列在主机回转半径上(约占 $1/3 \sim 1/2$ 圆周),以利快速更换钻头。排渣运输设备驶入排渣区(约占 $1/3 \sim 2/5$ 圆周),进行排渣对位试验。

4. 初钻 $3 \sim 5\text{m}$ 为埋设护筒而钻,若开钻前已打入钢护筒,即开始正常钻孔作业。

5. 压入钢护筒 利用钻机专用卡具将底节钢护筒卡放在已钻 $3 \sim 5\text{m}$ 的成孔中,利用压拔油缸或护筒驱动器将首节护筒压入或旋压到位,压入困难时可用震动锤打入。

6. 继续钻进、接长护筒 继续钻进 $3 \sim 5\text{m}$ 后,接长压入护筒。如此将护筒埋至预定深度。

7. 钻进到设计要求 护筒以下部分考虑地下水及工程地质状况,决定采用有无泥浆护壁方式钻进,有泥浆护壁钻进时要求同普通钻机,即保持内外水头差及泥浆比重、稠度等满足孔壁稳定要求。钻进到设计高程或满足设计承载能力时,经监理工程师同意,即可终止钻进,用掏渣筒无进尺掏渣 $5 \sim 10\text{min}$ 。

8. 成孔质量检查 由于本钻机具有较高的垂直度控制系统和刚性较大的钻杆及导向系统,其孔径、垂直度、孔底残渣等均可满足规范及验收标准要求(检查方法同普通钻机成孔)。

9. 安放钢筋笼、安装混凝土导管、灌注水下混凝土 与一般钻孔桩相同。需要指出的是:由于本钻机成孔速度快,钢筋笼制作、安装、水下混凝土灌注必须与之相适应,否则,不能充分发挥该钻机的工作效率。

10. 拔出护筒 本钻机可以利用专用卡具、起重索和压拔油缸进行拔出护筒作业。若利用钻机本身拔出护筒困难时可采用起重机辅以震动锤拔出钢护筒。

七、其它辅助设备(见表 2)

表 2 辅助设备

序号	名 称	工作能力	台(套)	说 明
1	泥浆泵	一般 $30 \sim 50\text{m}^3/\text{h}$	1	需要时使用,依具体桩径、钻孔速率等确定泥浆泵的工作参数
2	震动锤	$600 \sim 1200\text{kN}$	1	需要时使用,依桩径、地质情况计算工作能力
3	起重机	$250 \sim 1000\text{kN}$	1~2	安拆钻机、安放钢筋笼、钻头就位、需要时拔出护筒,依具体设计综合确定
4	钢筋加工设备		3~10	依具体设计和施工速度综合确定
5	排渣设备		1	依运输方式和钻进速率匹配

八、劳动组织(见表 3)

表 3 劳动组织(每班)

工 种	工 作 内 容	人数	说 明
负责人	安排任务、协调工种配合	1	
钻孔组	操作钻孔、填写钻孔记录、更换钻机卡具、泥浆循环系统、排水和排渣系统	5	排渣运输人员未计
钢筋组	制作、安放钢筋笼	30~100	依具体情况计算确定
混凝土组	导管拆放、安装、清洗、拔出等,灌注混凝土	5	
混凝土供应组	混凝土生产、运输		随加工供应方式计算确定
测试组	测量检查桩位、检查钻孔记录,记录核对地质情况,检查孔底高程、泥浆参数等	1	

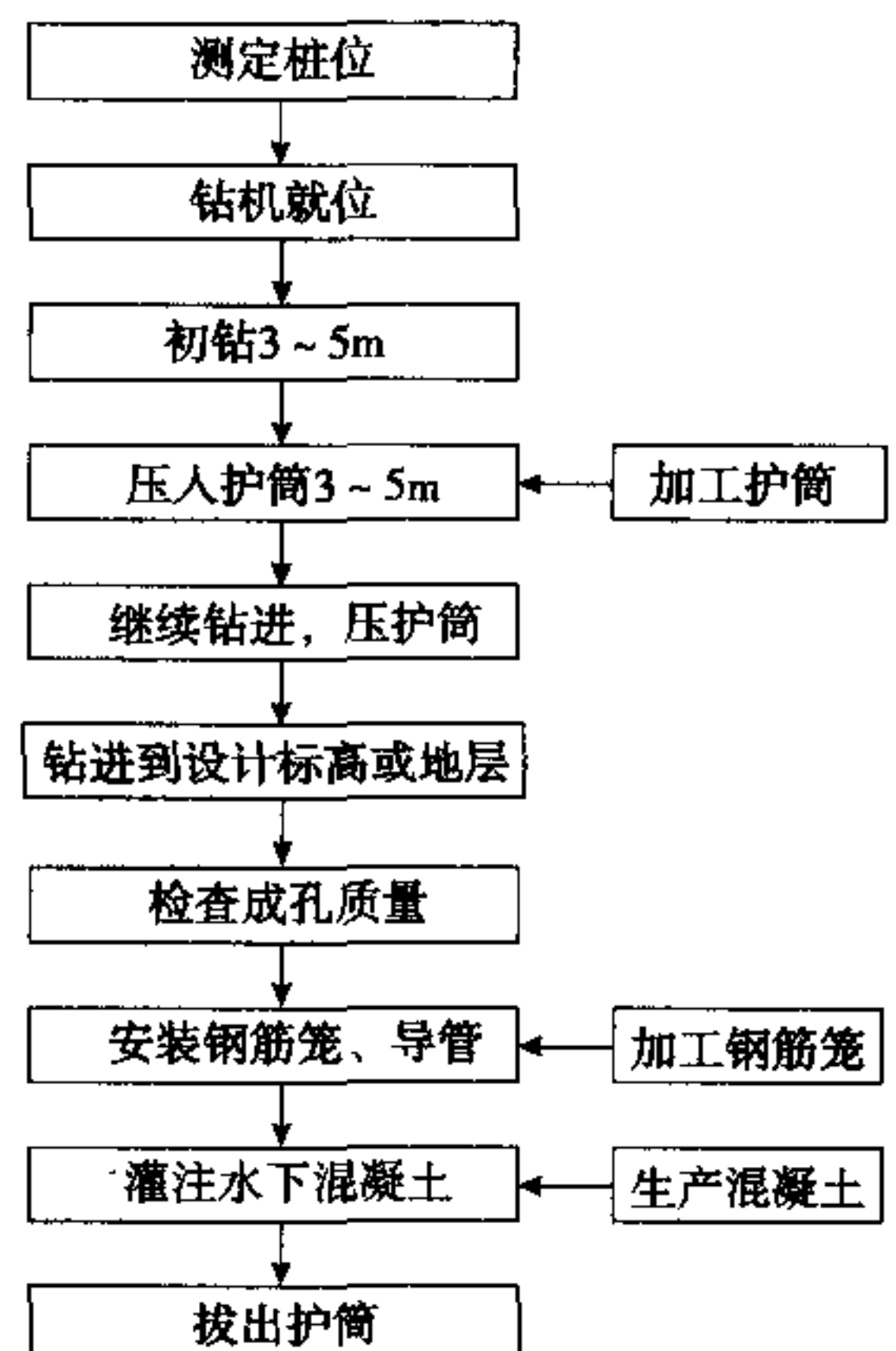


图 1 工艺流程

九、质量控制

(一)质量标准

1. 钻机及主要辅助设备出厂质量验收标准。
2. 地基与基础工程施工及验收规范(依工程类别采用相应的规范)。
3. 施工图设计的具体要求。
4. 业主、监理工程师制定的具体质量标准。

(二)质量控制措施

1. 防止塌孔,提高成孔质量。

(1)在计算护筒壁厚、埋深时应充分考虑钻机及辅助作业机械给地基带来的附加应力影响,必要时通过试钻确定。孔口附近出现地表下沉时,应立即停止钻进,查清原因,必要时接长、补打护筒。

(2)遇采用泥浆护壁法施工易塌孔、缩径地层时,钻头提升速度一般控制在 $10 \sim 20\text{m}/\text{min}$,含有砂土、软土的桩孔钻头提升速度应小于 $10\text{m}/\text{min}$,以防满斗土料的快速提升出现孔内负压和较高的泥浆流速,产生塌孔。

(3)出现深层局部塌孔时,可采用部分回填黏土、提高泥浆比重、提高内外水头差的方法施工,用膨润土加纤维的优质泥浆提高护壁效果,造浆能力要与钻进速度配套。

(4)及时清理外运废渣,在孔旁堆放高度不得超过 2m 。

2. 经常检查纠正钻机井架的水平 and 垂直度,根据出碴情况和钻杆进尺,及时记录地质情况,保留典型地层的地质标本。根据地质情况及时改换合适的钻头和相应的施工工艺。

3. 经常检查钻孔记录和灌注记录,发现问题及时纠正。

4. 按规范、验收标准进行检查验收。

十、安全注意事项

1. 严格按各种机具操作规程施工,交接班必须有交接记录。定期检查设备部件润滑油、高压油管路及其连接情况。

2. 定期检查绞盘、钢索、滑轮及钻头钻杆连接件,超过有关规定及时更换。

3. 及时检查更换、补焊钻齿、牙轮及连接。

4. 因故停钻,需将钻具提出孔外,落放地面,防止塌孔埋钻和残渣坠落伤害。

5. 安放钢筋笼、打拔护筒时应严格执行起重作业安全管理有关规定。

十一、经济效益分析

以青藏铁路三岔河特大桥为例,BG-22 钻机成孔直径 $150 \sim 180\text{cm}$,成孔速度平均 $5\text{m}/\text{h}$ 。成桩直径为 1.8m 时,每米成孔费 1300 元。由此可见 BG 系列钻机具有很高的成孔速度和较低的成本,必将带来良好的经济效益。

十二、工程实例

1. 青藏铁路三岔河特大桥

全桥设计 $\phi 150\text{cm}$ 钻孔桩 117 根计 3068.8m , $\phi 180\text{cm}$ 钻孔桩 12 根计 425.6m 。按铁道部青藏铁路建设工期要求在两个半月必须完成 129 根计 3494m 的钻孔桩任务。

其地质情况为:表层 $1 \sim 3\text{m}$ 砂砾石,其下主要为圆砾土($\sigma_0 = 400 \sim 500\text{kPa}$)和卵石土($\sigma_0 = 600\text{kPa}$);大于 60mm 的颗粒占 $10\% \sim 30\%$, $60 \sim 40\text{mm}$ 的约占 $15\% \sim 35\%$, $40 \sim 20\text{mm}$ 的约占 $30\% \sim 40\%$,孤漂石最大粒径达 500mm ,余为砂土充填、中密状态。

施工初期,我单位投入了冲击式钻机 20 台,回旋式反循环钻机 6 台, $\phi 180\text{cm}$ 钻孔桩冲击钻机成孔 35m ,耗时达 29d , $\phi 150\text{cm}$ 钻孔桩回旋反循环钻机成孔 26m 需 70d 以上,根本无法保证青藏线的阶段性工期要求。一个月之后果断决定选用 BG-22 型旋挖钻机一台成孔,其最快成孔速度达到 $8\text{m}/\text{h}$,平均达到 $5\text{m}/\text{h}$,仅用 50d 时间完成了全部钻孔桩工程。

2. 济南市经十路西延工程段店立交桥钻孔桩基础

设计 316 根钻孔桩,桩长 $38 \sim 52\text{m}$ 、桩径 $1.2 \sim 2.0\text{m}$,施工工期为 40d 。地质情况自上而下为:亚黏土、

黏土、沙夹砾石、强风化闪长岩、弱风化闪长岩等。地下水位为地表下 1.2 ~ 1.5m。

采用旋挖钻机施工,平均成孔价格为 220 ~ 230 元/m³,平均每台钻机每天成孔 3 个。业主、监理的多次、多项检查评比我集团公司均获第一。旋挖钻机施工虽然单价较高,但由于其它方面的投入少,工程总成本反而是较低的。

执笔:祝景寰 尹德学 曹玉新 夏晓忠 杜春惠