

直径 3m 深孔钻孔桩及孔底压浆施工工法

(TGJGF-03·04-25)

中铁大桥局集团有限公司

一、前言

孟加拉帕克西(Paksey)桥项目由国际上知名的英国和美国公司设计和监理,他们对钻孔桩的理念和施工管理与我国的传统施工方法有很大的不同。

Paksey 桥钻孔桩设计直径 3m,桩长 91m,桩上部 52m 设永久钢护筒,下部 39m 为泥浆护壁,全长配置钢筋笼,要求孔底压浆。技术规范要求钻孔孔壁暴露在泥浆中的时间(即护筒下开钻到混凝土覆盖至护筒底口)不超过 73.5 小时,水下混凝土浇筑完成时首批混凝土的坍落度仍保持大于 10cm;混凝土浇注温度不超过 32℃。在 73.5 小时内,必须完成钻深 40m 到达设计高程,分 4 节沉放总重 150t 的钢筋笼,检查基底,浇注从孔底到钢护筒底的水下混凝土 300 余 m³。

二、工法特点

1. 钻孔桩孔底压浆,密实了桩底土壤,桩端承载能力高。
2. 限制孔壁暴露在泥浆中的时间,防止钻孔桩缩孔或钻孔泥壁结成泥皮,保证了桩的承载能力。
3. 成孔质量标准高。清孔后泥浆含砂率小于 0.5%,孔底沉渣厚度不大于 4cm。
4. 混凝土坍落度满足特殊要求,配备冷水机组控制混凝土浇注温度,混凝土浇注速度达到 100m³/h,水下混凝土填充顺利。
5. 钻孔桩上部双层钢筋笼范围采用清除桩头浮浆和软弱混凝土层后,抽水浇筑混凝土,以震动棒捣实的施工方法,解决了钢筋密集区域混凝土难以流通的问题。
6. 采用预钻孔方法安装永久钢护筒,大直径(3m)钻孔桩钻孔深度达到 90 余 m。

三、适用范围

本桥地质条件为密实~非常密实的细、中、粗砂含少量云母,及少量砾石层,标准锤击数多为 60~120。选用钻机钻孔直径 2.5m~3.0m,钻孔深度 130m,水上施工采用钻机平台,滩地采用筑岛施工。施工方法可供类似工程参考。

根据不同的设计要求、地质条件、施工环境,针对钻孔桩施工的不同工序,其相应的施工管理方法具有普遍适用性。

四、工艺原理

1. 永久钢护筒安装

永久钢护筒直径 3.1m,钢板厚 20mm(少量厚 25mm),护筒长 60~67m,设计底面高程 -50.0m。为安装永久钢护筒,先振打直径 3.4m 临时护筒入土深 10m,在临时护筒内预钻直径比永久护筒外径略大的孔,减少永久护筒下沉时的阻力,钻孔至设计高程差 1m 时停止,剩余 1m 用震动锤振打到位。振打时用吊机悬吊震动锤夹持住钢护筒,一边振动一边缓慢下放吊钩,靠重力导向使钢护筒垂直下沉。

2. 反循环钻孔及泥浆处理

使用 KPG-3000 型液压钻机和 ZSD300/210 型液压动力头钻机,减压钻进,泥浆反循环排渣,使用 ZX-500 型泥浆分离器处理泥浆。净化后的泥浆经孔口流回孔内,分离出的固态钻渣随时清运,排渣效率高,利于环境保护。

3. 混凝土浇筑

水下混凝土浇注时严格控制其首批混凝土的坍落度在浇注完成时仍大于 10cm,混凝土浇注温度不超过 32℃,流动损失小,有效地避免了堵管断桩事故。

桩上部 6m 双层钢筋笼范围同一截面主筋达 240 根,主筋最小净距 81.2mm,为钢筋密集区,不浇筑水下混凝土,采用清除桩头浮浆及抽水凿除桩头软弱混凝土后,再振捣浇筑混凝土的施工方法。

4. 桩底压浆

在钢筋笼内侧固定的压浆循环管路底部设注浆孔紧贴桩底土壤。桩身混凝土达到一定强度后进行桩底压浆,用膨润土、水泥、水、附加剂组成不收缩混合浆液,在不超过 10MPa 压力下各条回路循环压注,挤密和固结桩底土壤,减少桩的沉降量。荷载试桩结果显示桩底压浆提高桩端承载力一倍以上。

五、施工工艺

(一) 工艺流程(见图 1)

(二) 安装钢护筒

先安装 $\phi 3.4\text{m}$ 临时钢护筒,用 APE 震动锤夹持临时钢护筒,重力导向,插打入土 7~10m。人工或抓斗清除护筒内土壤至一定深度,满足反循环钻孔要求。

精确测量放出桩中心位置,在临时护筒上作好标记。钻机就位,用 $\phi 3.15\text{m}$ 钻头反循环钻进到 -49m,移开钻机。

吊装接长 $\phi 3.1\text{m}$ 永久钢护筒,下至 -49m,用吊机悬吊 APE 震动锤振打到 -50m。

永久钢护筒安装标准:护筒底口标高允许偏差 $\pm 100\text{mm}$;桩顶处护筒各向偏移允许值 150mm;护筒倾斜率允许偏差 0.2%。这是 Paksey 桥控制标准,并非规范,仅供参考。

(三) 钻孔桩成孔

1. 泥浆系统

(1) 泥浆供应

泥浆用于钻孔时护壁。泥浆制备系统设在岸滩上,设置 3000 m^3 储浆池、ZJ-400 泥浆搅拌机、3PN 泥浆泵。泥浆搅拌好后,放入储浆池待用。水中墩施工时,泥浆泵送至 500 m^3 泥浆船,再运至各墩位使用,泥浆船上设泥浆输送泵 1~2 台。泥浆船既是泥浆输送设备,也是钻孔过程中的泥浆补充站和混凝土填充时的泥浆回收站。滩地墩施工,用泥浆泵从储浆池直接输送泥浆至施工孔位。

(2) 泥浆技术指标、配合比、拌制

泥浆在使用过程中,各施工阶段的性能指标见表 1。表列指标在泥浆制备阶段全部测定,每拌制 400 m^3 测试一次。每根桩护筒下开始钻孔时,上述指标全部测定一次,钻孔过程中每间隔 1 小时抽检一次进浆口泥浆比重、黏度、pH 值,作好记录。

泥浆采用复合泥浆,由水、膨润土、黏土、 Na_2CO_3 配制而成。对每批原材料要进行抽检。泥浆拌制的加料顺序是先加水,再加膨润土,搅拌 2 分钟后加 Na_2CO_3 再搅拌 1 分钟,放入泥浆池待用。

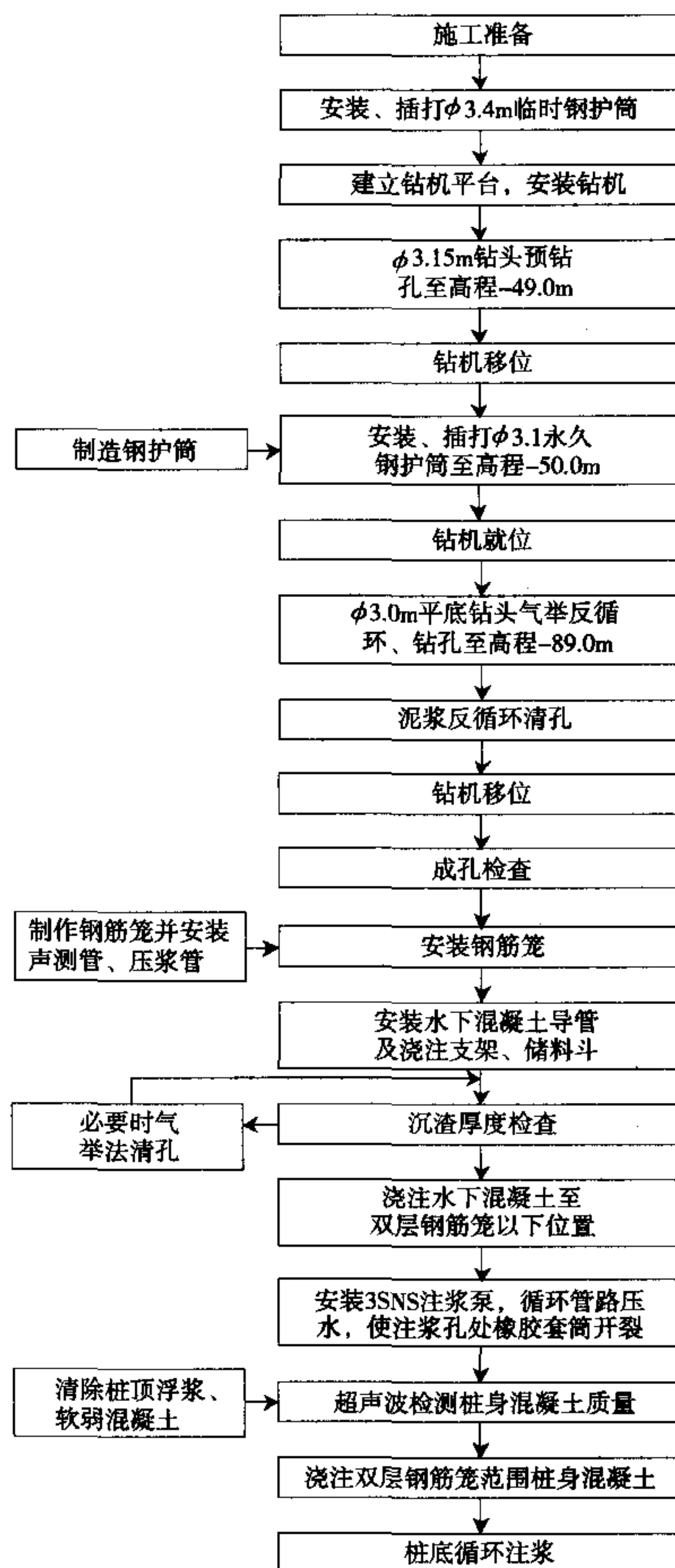


图 1 工艺流程

表1 泥浆性能指标

项目	开钻前	钻孔过程中	清孔后	检测仪器
比重	1.05 ~ 1.15	1.05 ~ 1.25	1.05 ~ 1.15	泥浆比重计
黏度	28 ~ 40	28 ~ 40	28 ~ 40	马歇尔漏斗
pH 值	8 ~ 11	8 ~ 11	8 ~ 11	pH 试纸
含砂率	<2%	<5%	<0.5%	含砂率仪
胶体率	>95%			量筒
泥皮厚度	<3mm/30min			游标卡尺
失水率	<20ml/30min			泥浆失水仪

(3) 泥浆循环及净化

泥浆循环路线:新制泥浆→泥浆池→桩孔→泥浆净化→桩孔→钻孔结束→泥浆池。

泥浆由泥浆池泵送至桩孔,孔内泥浆经空气反循环排入 ZX-500 泥浆净化装置净化。分离出的钻渣及时运往弃渣地点,泥浆回流入孔内。

浇注水下混凝土时,水中墩配备泥浆船回收泥浆,滩地墩回收泥浆至泥浆池。

2. 钻孔

水中墩使用 ZSD300/210 型钻机,安装在永久护筒的牛腿上。安装的精度要求如下:底盘四个支点高差用水平仪检查 $\leq 3\text{mm}$,钻机水龙头中心与转盘中心重合,吊线检查,误差 $<1\%$,钻机中心与护筒中心偏移不大于 2cm 。

钻具组合顺序自下而上为:钻头→风包、稳定器→配重节→异径接头→钻杆标准节。钻具基本节组合好后需用钢尺复核基本节长度、钻头高度、钻具宽度;永久护筒底口以下的钻孔采用平底刮刀钻头,钻具宽度的容许偏差为设计孔径 $+3\%$, -0% 。

安装钻机的同时安装钻机供电、供风、供水、供浆和泥浆循环等管路,如 ZX-500 泥浆分离器、VHP700 空气压缩机($20\text{m}^3/\text{h}$, 1.2MPa)、风包、泥浆泵、泥浆循环管路、压缩空气循环管路等与钻孔相关的设施,正式钻孔前,所有相关的设备应试运转正常。

反循环钻孔分为两部分:埋设永久钢护筒的预钻孔和永久钢护筒下的钻孔。除钻头直径不同,预钻孔无需清孔外,其他工艺相同。

反循环钻孔时,将钻头提离孔底约 30cm ,打开供风阀门使泥浆循环,正常后,启动钻机缓慢放下钻头,开始慢速→中速钻进。钻机转速 $6\sim 8\text{r/min}$,钻压 $50\sim 150\text{kN}$,钻进速度为 $2\sim 3\text{m/h}$,施工时可根据钻机工作状况进行适当调整,力求达到最佳的钻进效果。

当钻进至护筒底口附近时,要减小钻压降低转速,仔细观察钻头与护筒是否有摩擦,若有,则适当调整钻机平面位置至摩擦现象消失。

钻进时,严格控制孔内泥浆面高度,水中桩高出水面 $2.0\sim 3.5\text{m}$,滩地桩不低于孔口高程。随时注意观察孔内泥浆面有无异常变化,若发现孔内泥浆面有明显降低或气泡出现,立即提起钻头,防止孔壁坍塌,导致钻头被埋。施工现场应以每1小时一次的抽检频率抽检进浆口泥浆,监测泥浆的比重、黏度、pH值并记录。

深孔钻进时,要经常观察排渣口的出浆情况,若发现排渣不连续,可能是因风力不足所致,应安装中间风包,根据排渣情况,确定中间风包的最佳位置。中间风包的位置一般为孔深的 $1/2$ 处。

钻进过程中需停钻时应将钻头提离孔底 2m 以上,转盘停转后,泥浆要继续循环 $1\sim 3$ 分钟,排净钻杆及孔底钻渣,防止钻渣沉淀钻具被埋。

3. 清孔

钻孔至设计高程后,将钻头提离孔底 $5\sim 10\text{cm}$,转盘慢速旋转泥浆继续循环至泥浆分离器基本无钻渣排出,停机检测孔底、中部、顶部泥浆指标,若不满足清孔要求则需继续泥浆反循环清孔,直至满足要求为止。清孔完毕,拆除钻机。

4. 成孔检测

成孔质量检测的项目有孔深、孔径、垂直度、沉渣厚度。孔深以钻杆长度控制,并以测锤测绳比尺法复

核,用 CDJ 超声波大孔径测孔仪检测孔径、孔斜率及沉渣厚度。

(四) 钢筋笼制造与安装

1. 钢筋笼制造 钢筋笼重约 150t(含声测管、注浆管),钢筋材质标准:ASTM A615、60 级,主筋 $\phi 36\text{mm}$,箍筋 $\phi 20\text{mm}$ 。部分断面为双层钢筋笼,同一断面钢筋数量最多达 240 根。

钢筋笼采用长线法制作,分 4 节安装。采用 Z 形加劲箍增强整体刚度,加劲箍布置间距 2.5m。主筋搭接接长,每个搭接接头用 2 个“U”型卡连接,最小搭接长度: $\phi 36$ 为 1900mm; $\phi 20$ 为 650mm。接头按规定错开,同一断面的钢筋搭接数量不大于 50%。

钢筋笼保护层采用套在箍筋上的 C30 细石混凝土轮片,内径 30mm,外径 180mm,厚 30mm,内加 $\phi 2.0$ 铁丝作分布筋。钢筋笼每隔 5m 设置一层轮片,同层轮片间隔 1m。

2. 声测管及注浆管安装 声测管和注浆管用于桩体超声波检测和桩底压浆。

声测管为固定在钢筋笼内侧沿圆周均布的 6 根 $\phi 50$ 、壁厚 2.5mm 的高频焊接钢管。各节钢筋笼之间声测管用 $\phi 60$ 、壁厚 2.0mm 接头连接,接头处孔壁过渡圆顺光滑,以便声测探头通过。声测管顶部伸出桩顶以上 1~2m,底部紧贴桩底土壤,管底加焊堵头,声测管应密封,不透水,防止浇注水下混凝土时水泥浆进入。

注浆管用 12 根 $\phi 25$ 钢管,壁厚 2.5mm,清除钢管内锈渣等杂物,防止堵塞出浆孔。各节钢筋笼之间注浆管用 $\phi 35$ 、壁厚 2.0mm 接头连接,底部用弯头及短直管将 2 根注浆管连接,共形成 6 条压浆回路。每条回路底部安装两个套筒部件,每个套筒内,钢管上设置两个直径 6mm、被橡胶套筒紧密包裹的出浆孔,出浆孔口朝下,出浆口沿桩底圆周半径约为 0.3 倍桩的直径均匀布置。注浆管顶部钢管伸出桩顶以上 1~2m。注浆管与钢筋笼牢固连接,底部注浆管固定在由角钢焊成的骨架上。橡胶套筒应与桩底土壤紧密接触,防止被水下混凝土包裹,使出浆孔无法冲开。注浆管应密封,不透水,防止浇注水下混凝土时水泥浆进入。为保证出浆孔紧贴桩底,在钢筋笼底部安装 3 个触底指示灯开关,当注浆管紧贴桩底时,指示灯发亮,停止钢筋笼下沉,防止损伤底部注浆管。

声测管和注浆管安装之后,顶部应加以防护,防止被异物堵塞。

3. 钢筋笼安装 钢筋笼安装主要用 1650kN 龙门吊机、4500kN 履带吊机、1650kN 浮吊。钢筋笼用轨道平车和驳船运输,运输中应防止产生非弹性变形。钢筋笼吊离长线台座之前,应在各节钢筋笼接头处做好标记,以便安装时对应拼接。

钢筋笼按分节顺序吊入桩孔拼接后,悬挂在钢护筒顶口。安装钢筋笼时,注浆管及声测管内应充满清水,以防因个别管接头不密封导致泥浆或水泥浆进入孔内堵塞管路。

4. 钢筋笼质量标准

主筋间距允许偏差: $\pm 20\text{mm}$	箍筋间距允许偏差: $\pm 20\text{mm}$
钢筋骨架长度允许偏差: $\pm 50\text{mm}$	钢筋骨架直径允许偏差: $\pm 10\text{mm}$
主筋搭接长度: $\leq 1900\text{mm}$	钢筋骨架轴线对接垂直度: $< 1/100$
钢筋骨架安放标高: $+100\text{mm}, -75\text{mm}$	钢筋保护层厚度: $\leq 75\text{mm}$

(五) 钻孔桩混凝土施工

1. 混凝土材料及配合比

钻孔桩混凝土设计为 C30/20,圆柱体强度为 30MPa(立方体强度为 38MPa),粗骨料最大尺寸 20mm。组成混凝土的材料数量应能满足连续生产的需要,其连续生产能力不小于浇注量的 1.1 倍。粗、细骨料要通过筛分试验,级配符合 AASHTO 规范的要求,所用材料都要通过试验来确定质量的可靠性,并得到监理工程师的认可。

施工前应做好混凝土配合比的设计和试验工作,并将试验结果报监理工程师审批。所选择的配合比要满足初始坍落度在 175~225mm 之间,水下混凝土不超过 12 小时浇注完时,其首批混凝土的坍落度仍保持 100mm 以上。最小水泥用量 396kg/m^3 ,最大水灰比 0.48,含砂率在 0.41~0.45 之间,加入适量的缓凝剂和减水剂,以得到良好的和易性。现场拌制时可根据砂石料实际含水量调整施工配合比。

2. 水下混凝土浇筑

浇注混凝土前导管应进行承压水密试验,试压至 1.2MPa,持荷不少于 5 分钟。检查无渗漏。复测桩底沉渣厚度,超出要求时,经监理工程师批准,采用气举法利用导管进行二次清孔,直至满足要求。

有专人负责对每车混凝土的坍落度和温度进行监测,坍落度和温度不满足要求的混凝土不得使用。每生产 100m³ 混凝土取一组试块,在标准条件下养护,作为强度试件。当温度较高时,除使用冷水机组外,还可采取水中加冰和骨料浇水降温等措施,确保混凝土温度不超过 32℃。

混凝土生产及运输能力须能满足 100m³/h 的要求。运输过程中应尽可能减少混凝土坍落度损失,运输设备不能使水泥浆流失,不能使混凝土产生离析、泌水,运输时间不超过 90 分钟。温度较高时,混凝土泵管、混凝土搅拌车应浇水降温。

测量混凝土面标高的测绳水中浸泡 4 小时后,与钢尺进行比长校核后使用。

3. 桩身混凝土完整性检测

桩身混凝土完整性检测在浇筑混凝土一周后进行,采用超声波检测仪,利用 6 根声测管检测 9 个断面,声测数据连续读取并以数字式盘片记录长期保存,检测报告在检测结束后 48 小时之内提交监理工程师认可。

4. 桩上部双层钢筋笼范围混凝土浇筑

钻孔桩上部高 6m 的双层钢筋笼范围混凝土采用清除桩头浮浆和软弱混凝土层后,浇注混凝土并以震动棒捣实的施工方法。水下混凝土浇注到双层钢筋笼底口 -4m 以下停止,用吸泥机清除桩顶浮浆,同时补水。48h 后,抽干孔内的水,用风动凿岩机凿除桩头顶部松散的混凝土至新鲜密实的混凝土面。

(六) 桩底压浆

1. 压浆工艺流程(见图 2)

2. 压浆材料及设备

用水泥、膨润土、水、缓凝剂制成不收缩混合浆液,黏度 7~9s,初凝时间约 3h,7d 最小抗压强度 5MPa。要求浆液流动性好。

压浆采用 3SNS 型注浆泵,拌浆采用 ZJ-400 型制浆机,压力表、球形阀、浆液分配器、溢流安全阀、高压软管、管路接头等配件要提前试验满足高压工作条件,要有 1.5 倍的安全储备。

3. 压浆操作

水下混凝土完成后 24~48 小时之间,用注浆泵压水,出浆管出水后,关闭出浆阀,继续加压,使套筒包裹的出浆口开裂。一般初裂压力 2~6MPa。

为避免混凝土水化热引起注浆管堵塞,压浆在混凝土浇完至少 2 周后进行。

按配合比拌制的浆液过滤后放入储浆池。检测其黏度,并做试件检验强度。制好超过 3 小时的浆液废弃不用。

浆液按剂量通过注浆回路轮流依次压注,每循环每个回路的剂量控制为 100L,所有回路应以规定的剂量轮流压注或达到 10MPa 的压力后维持 10 分钟,第一循环压注完成后不少于 6 小时开始下一轮的压注,直至满足下述条件之一时停止压浆:注浆量达到 2500L 或所有回路达到 10MPa 压力。

压浆时应在出浆管流出与进浆管浆液相同浓度的浆液后关闭出浆阀,然后匀速加压注浆。每次压注后用清水彻底冲洗回路,从进浆管压入清水,将出浆管排出的浆液回收至储浆池,保持管路畅通,以便下次压注顺利进行。

最后一轮压浆完毕,经监理工程师认可后,压浆管路用浆

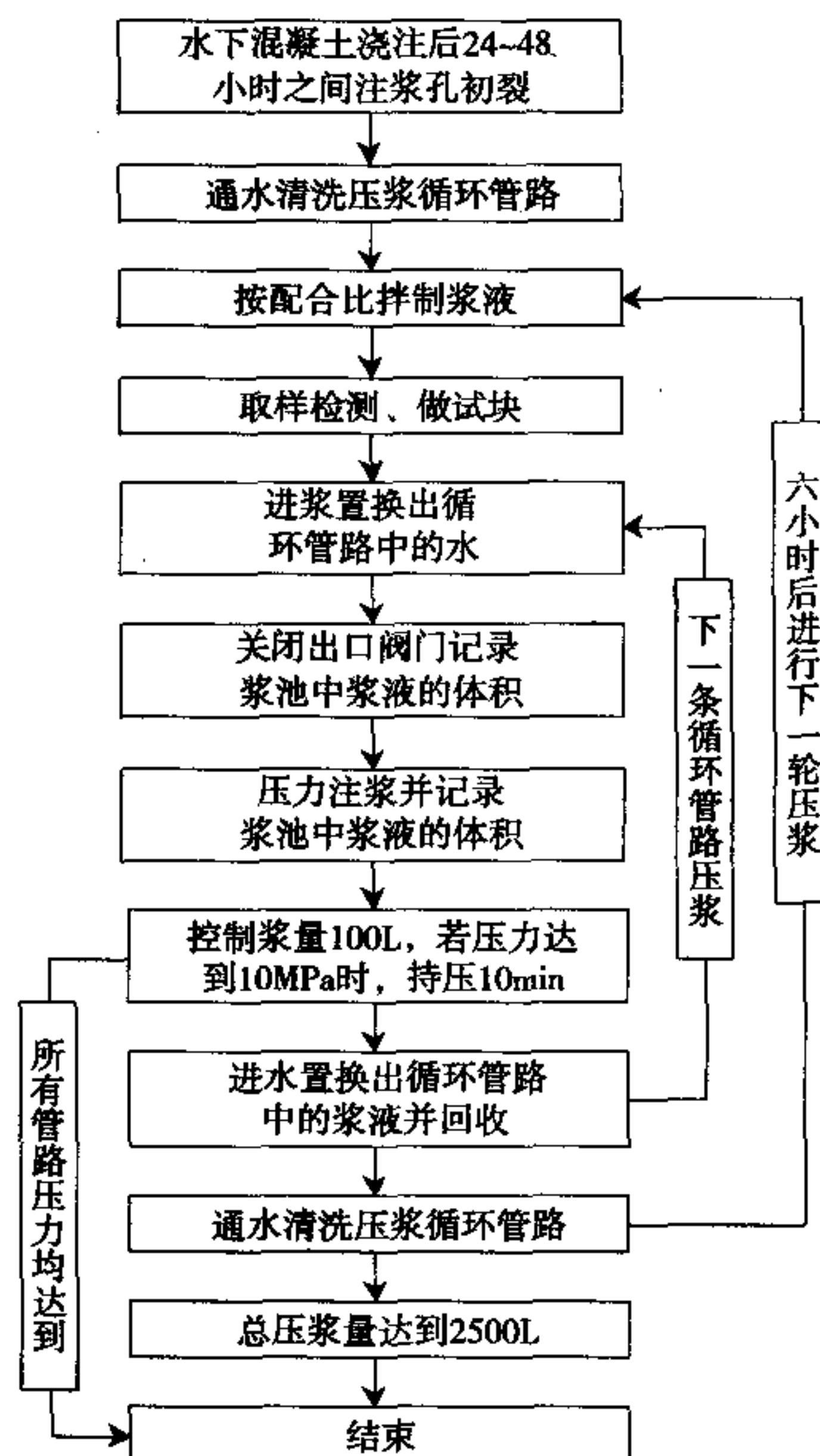


图2 压浆工艺流程

液填充。

压浆工作自始至终应有专职工程师负责,指定专人负责记录各条管路每次注浆的起止时间、注浆量、注浆压力。注浆时管内压力较大,非工作人员严禁靠近,并设立明显的警示牌。工作人员要注意站位,以防万一发生事故受到伤害。

六、机具设备(见表2)

表2 机具设备

序号	名 称	数量	备 注	序号	名 称	数量	备 注
1	4500kN 履带吊机	1 台	滩地安装护筒和钢筋笼	15	15m ³ 混凝土储料斗	2 个	
2	1650kN 龙门吊机	1 台	滩地安装护筒和钢筋笼	16	3SNS 注浆泵	2 台	
3	1650kN 吊船	1 艘	水上施工安装护筒和钢筋笼	17	CDJ 超声波大孔径测孔仪	1 台	
4	500kN 吊船	2 艘	水上施工安装	18	φ3.15m 四翼锥形刮刀钻头	3 个	
5	工程钻机	5 台		19	φ3.0m 四翼平底刮刀钻头	4 个	
6	500m ³ /h 泥浆分离器	5 台		20	φ3.0m 楔齿滚刀钻头	2 个	
7	VHP700 柴油空压机	5 台	20m ³ /min12MPa	21	250kW 发电机	3 台	备用
8	APE-400 液压震动打桩机	2 台	下沉钢护筒	22	140m ³ /h 混凝土拌合设备	1 台	
9	9m ³ /min 电动空压机	2 台		23	LS-200 冷水机组	1 组	
10	冲抓斗	2 个		24	6m ³ 混凝土运输车	8 辆	
11	10kN 吸力电磁铁	2 个		25	87m ³ /h 混凝土输送泵	2 台	
12	ZJ-400 泥浆搅拌机	4 台		26	500kN 起重机	1 台	
13	3PN 泥浆泵	12 台		27	2.5m ³ 浇注漏斗	2 台	
14	φ300mm 水下混凝土导管	200m	卡口式				

七、劳动组织(见表3)

表3 劳动组织

序号	人 员	人数	备 注	序号	人 员	人数	备 注
1	工程师及技术员	10	土木、测量、试验、焊接、机械各2名	7	电焊工	8	
2	装吊工	15		8	铆工	4	
3	钢筋工	12		9	电工	2	
4	混凝土工	2		10	机械修理工	2	
5	测量	2		11	机械操作工	6	
6	试验	2		12	内燃司机		

八、质量控制

(一)质量标准

执行 Paksey 桥合同技术规范以及相关的 AASHTO、ASTM、BS 技术标准。

钻孔桩质量要求:桩中心平面允许偏差在初始高程各向不大于 150mm;桩轴线倾斜率不大于桩长的 1/75;桩径不小于设计桩径;桩底标高不高于设计标高;桩顶标高允许偏差 +25mm, -75mm;永久护筒底口标高允许偏差 ±100mm;钢筋笼安装标高允许偏差 +100mm, -75mm;通过超声波检测桩身混凝土完整性,符合相关标准;桩底压浆满足注浆量和压力的标准。

孔底沉渣厚度:桩底横截面积 50% 以上小于 15mm,余下部分不大于 40mm。

(二)技术措施

1. 材料质量保证

每批进场水泥、砂子、碎石、外加剂、膨润土、钢筋、钢板等主要建筑材料除要求有相关质量证明外,现场必须按照技术规范要求和标准进行抽查检验,不合格者不得使用。

2. 施工时间限制

孔壁暴露在泥浆中的时间为 73.5 小时,超过时间限制的钻孔桩将被拒绝。根据本桥施工统计,钻孔 23 小时,清孔 1 小时,移开钻机 4 小时,成孔检测 2 小时,安装钢筋笼 15 小时,安装导管及浇注设备 4 小时,混凝土储料 1.5 小时,水下浇筑 3 小时,孔壁暴露的平均时间 53.5 小时。

3. 水下混凝土施工保证

对砂石料级配的严格要求,良好的混凝土和易性,填充结束时首批混凝土仍保持 100mm 坍落度,控制混凝土浇注温度不超过 32℃,每车混凝土进行坍落度和温度检测,混凝土产量达到 100m³/h 等技术措施有效地保证了 Paksey 桥钻孔桩水下混凝土填充顺利进行。

4. 其他措施

(1)使用高品质泥浆护壁,钻孔施工中频繁测试,及时调整泥浆指标。

(2)使用泥浆分离器,及时分离钻渣,保证了钻进速度。清孔时迅速净化泥浆,降低含砂率(一般达到 0.2%),有效地控制了桩底沉淀,缩短清孔时间。

(3)设置钢筋笼触底指示灯,保证了压浆管路紧贴桩底土壤,既避免了出浆孔被混凝土包裹,又避免了压坏底部管路,确保桩底压浆顺利进行。

(4)钢筋密集区域抽水浇注混凝土,插入震捣器振捣,保证了混凝土的质量。

九、安全措施

1. 工地的设备、工具、防护用品等在使用前均要进行检查,磨损严重或绝缘破损等不合格者,禁止使用。起吊用的卡具、吊绳,每日上班前均应进行检查,确定无误后方可使用。

2. 对民工、临时工进行安全知识教育和考试,不合格者不能上岗。

3. 特殊工种如电工、吊车司机、电焊工、装吊工应持证上岗。

4. 夜间施工要有足够的照明和专人负责。

5. 水上施工应有安全的作业平台,设置围栏,备有救生设备。

6. 进入现场必须戴安全帽,高空作业必须系安全带,穿防滑鞋,梯子和跳板必须牢固可靠,必要时挂安全网。电焊平台或其它临时工作台,必须牢固可靠,周边应设扶手。泥浆池应有围栏防护。

7. 施工场所应严格管理,施工设备摆放整齐,材料、成品、半成品分类堆码,随时清理,保持整洁有序。

8. 所有电缆、电线、电焊线、地线、氧气管、乙炔管等要分别铺设,不缠绕、不干扰,氧气瓶应放置在离火源 10m 以上,两瓶之间相距不小于 3m,在室外温度超过 30℃ 时,气瓶应有防晒设施。

9. 大型吊装千斤绳应在吊点处加垫,以防滑动或磨断钢丝绳。

10. 工地上所有电器设施均应有良好的接地或断电保护装置。

11. 加强安全生产检查并作好记录,防止违规、违章作业。

12. 注意气象预报,有特殊水情、雷雨、大风等异常气象应及时做好防范工作。

十、技术经济分析

更高的技术要求,更严的管理措施,保证了钻孔桩施工顺利进行、保证了钻孔桩质量。这对于 Paksey 桥这种深孔大直径钻孔桩施工极为重要,对施工者就意味着信誉和良好的经济效益。

十一、工程实例

孟加拉国帕克西(Paksey)桥为横跨 PADMA 河(即印度恒河的下游河道)的公路桥,桥跨布置为 71.75m + 15 × 109.5m + 71.75m 预应力混凝土连续梁,全长 1786m。主桥 P1 至 P16 号墩每墩为 4 根直径 3m 钻孔桩,桩顶高程 +2.15m,桩底高程 -89.0m。两岸桥台各 2 根直径 2.5m 钻孔桩。桥位地质为粉、细、中、粗砂层及夹少量砾砂层。2001 年 12 月 12 日开钻,2003 年 2 月 2 日结束,共完成 68 根钻孔灌注桩,经桩身检测,质量全部合格。

采用孔底压浆的深孔大直径钻孔桩目前已经在苏通长江大桥等工程应用。

执笔:吴汉斌 周新亚 郑 机