

兰州银滩黄河大桥钻孔灌注桩的施工方案

1.工程概况

兰州银滩黄河大桥，是我国在高地震烈度地区修建的第一座大型斜拉桥。设计中，铁一院引入了当今国际上最先进的“隔震”思想，大胆采用新方法、新工艺和新的结构形式，有效地解决了防震抗震这一世界性技术难题。作为黄河流域第一座现代化大型独塔双面扇形斜拉桥，它必将为西部大开发起到积极的促进作用。该桥于 **2001 年 9 月** 建成通车。



桥址区地层土性为黄河沉积物冲洪积土体，覆盖层以第四系河流相的粘土、亚粘土及亚砂土为主，局部夹粉细砂薄层或透镜体。覆盖层厚度大于 **200~300m**。场区 **30m** 以下的粘性土层中含有少量姜石，其粒径一般小于 **10cm**，多为 **1~5cm**。桥址区地震基本烈度为Ⅶ度。

该桥主桥及引桥基础均为 $\phi 1.5\text{m}$ 钻孔灌注桩基础, 桩基设计为摩擦桩。其中主桥 6#、7#墩位于黄河河槽中, 每墩设计桩基数为 26 根, 共 52 根, 设计有效桩长为 110m, 实际钻孔深度为 120m, 长细比为 $120:1.5=80:1$, 属于超长细桩, 桩中心横向间距 2m, 纵向间距 3.55m, 按梅花形布置。施工期间水深 4~5m, 河水流速最大 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 。详见主桥桩基布置图。

2 桩基础施工、便桥及平台的搭设

该桥位处主河槽宽度 440m, 6#、7#主墩均位于黄河主河槽边沿, 枯水时露出水面, 雨季时被淹没。由于该桥于 2004 年 4 月 18 日开工, 枯水期已过, 考虑到即将进入雨季施工和小浪底水库将于 2004 年 6 月 20 日调水调沙的具体情况, 该桥两主墩施工均搭设钢管桩平台和施工便桥。

2.1 施工便桥

施工便桥分别位于河东岸和河西岸, 自岸边无水区分别接至 6#、7#墩施工平台, 长度分别为 110m 和 120m, 便桥宽度设计为 6m, 便桥设计跨度为 $19\times 5\text{m}$ 和 $23\times 5\text{m}$ 。基础采用 $\phi 600\times 8\text{mm}$ 螺旋钢管桩, 桩长自岸边无水区向河槽区递增, 最长桩长为 20m, 地面以下为最深为 17m。以两根 6m 长 I45a 工字钢组焊在一起作为横梁, 上铺间距 0.5m 的 I32a 工字钢作为纵梁, 纵梁上铺设 $1.2\text{m}\times 6\text{m}\times 0.008\text{m}$ 的钢板作为桥面系, 纵梁采用 $\phi 20$ 圆钢焊接成为整体。变桥施工采用自岸边向河侧推进的方式, 主要作业工具有 25T 吊车两台、DZ60、DZ90 振动锤各一台。便桥设计通行能力为 60T。

2.2 施工平台

两平台均采用固定平台。由于主墩桩基布置较密，致使平台基础桩布置受限。为了提高整个平台的稳定性和抗冲刷能力，每墩设计 **42** 根 $\phi 1.0\text{m}$ 的钢管桩作为承重体系，每根桩长 **20** 米，入土深度最大 **17** 米。每根桩单桩承载力设计为冲刷后 **40T**，钢管桩布置在钻孔桩之间，采用吊车和震动锤施工。其上布置 **I45a** 和 **I32a** 工字钢作为纵横梁，最后铺以 **8** 毫米厚钢板形成固定平台。

为了保证平台基础钢管桩的垂直度，避免基础钢管桩侵入桥墩桩基后造成后续施工困难，平台钢管桩施工前采用全站仪进行精确定位，施工过程中采用两台经纬仪来控制钢管桩的倾斜度。

3 钢护筒埋设

3.1 钢护筒制作

桩护筒设计外径为 **1.80m**，采用厚度 **10mm** 的钢板螺旋形卷制而成。护筒长度为 **18m**，在工厂整体加工焊接好后运至工地，直径误差一般小于 **1cm**，所有焊缝要求采用坡口双面焊，钢护筒进场后有专人检查焊缝以保证不漏水。

3.2 护筒埋设

平台搭设时将钢护筒的位置预留出来，护筒埋设前在平台上精确测放出钢护筒的中心十字线，并安装导向框架。导向框架用工字钢焊接而成，平台顶面以上 **1.5m**，平台以下 **1.5m**，高度 **3m**，平台以下用导链拉结固定于钢管桩基础上，框架与平台工字钢焊接为整体，钢护筒采用吊车起吊，靠自重自然下沉至河床面，然后用 **DZ90** 振动锤振

动下沉，边振打边采用经纬仪纠偏，直至达到要求的护筒底标高。护筒埋设垂直度要求小于 **0.5%**，平面中心偏差±**2cm**。护筒击打到位后，采用 **L7×7** 角钢与平台钢管焊接成为整体，以防止水流冲击倾斜和增加平台的稳定和抗扭能力。

4 钻孔施工

4.1 设备配置

根据该地区地质情况和工期要求，钻机主要采用旋挖钻机施工工艺，每个主墩配置 **1** 台价值 **1880** 万元的旋挖钻机，该型号钻机最大钻孔深度为 **130** 米，钻孔最大直径为 **3.0m**。

4.2 泥浆循环及排渣

主墩钻进时主要利用相邻的 **3~4** 个护筒和平台上的滤渣筒作为泥浆循环用。

4.3 钻孔顺序

钻机布置充分考虑平台的有效施工面积，每部钻机完成钻孔后要隔一个桩就位，避免；两台钻机在相邻孔位同时进行操作，钻机的布置必须经过认真、合理的安排部署才能在平台上进行作业。

4.4 钻孔工艺

4.4.1 钻机就位

钻机安装定位要求定位准确、钻机稳定，并把钻盘调至水平，钻机转盘与钢护筒中心偏差不大于 **2.0cm**，确保在钻进过程中钻杆不产生横向位移。然后逐步接钻杆，把钻头下放至河床面，同时布置好泥浆循环的各个环节。

4.4.2 泥浆制备

泥浆在钻孔中起着悬浮和携带钻渣、清洗孔底、增加孔壁稳定性的作用。对于超过 **100m** 的深基础，并且处于粉砂层夹层较厚的地层，泥浆质量要求较高，通过试钻和规范的要求，提出了泥浆指标（见表 1）。为了保证和改善泥浆质量，本着节约成本的前提，泥浆制造采用粘土和膨润土加碱结合的方法。达到了泥浆性能稳定、沉淀少、护壁效果好、成孔质量高的要求。

表 1 泥浆质量指标

地质情况	比重	粘度	含沙率
淤泥层	1.10 ~ 1.25	16~22	4~8
砂砾	1.25 ~ 1.50	19~28	4~8
灌注前	1.10 ~ 1.20	17~20	<4

4.4.3 钻进

在正式钻进前,先启动泥浆泵和转盘,待泥浆进入孔内一定数量,换出原孔内清水后,低速钻进,当整个钻头进入土层后方可进入正常转速,由于桩基垂直度要求高,钻进过程中始终要采用减压钻进,并要根据地质资料和钻进经验及时调整钻进参数。钻孔桩钻进参数参照下表执行。

钻进参数和 钻速 地层	钻压 (KN)	泵排量 (m ³ /h)	转速 (r/min)
粘土、亚粘土	10~30	150~340	6~13
亚砂土	10~25	150~340	6~13
砂层	10~20	150~340	6~13

在塑性易缩径的地层中进尺要慢，在松散易扩径的地层中进尺相对要快。

在护筒脚部位必须慢速钻进，经常观察水面和水位情况，防止护筒脚漏浆。若发现漏浆，必须马上回填粘土或加深护筒后再钻进，以确保安全成孔。

在钻进过程中，要做好泥浆的维护管理，每半小时观测一次泥浆的稠度和相对密度。根据泥浆成分的变化分析孔内、护筒脚等部位的地质变化而作出相应的处理措施。泥浆的指标按照表 1 控制，并根据泥浆的比重与外部河水的比重来计算压力差而定出孔内泥浆的水头高度，同时密切注意黄河流量与水位变化情况，及时调整泥浆面位置。

超长细桩在钻进过程中，垂直度的控制非常重要。根据公路施工规范的要求，桩基倾斜度不能超过 1%。若按照 1% 计算，桩长 120m，

则桩底偏移 **1.2m**，而 $\phi 1.5\text{m}$ 的桩基，半径只有 **75cm**，即使倾斜度达到规范要求，钢筋笼及导管亦无法安装。况且桩净距只有 **2.05m**，也很容易出现穿孔现象。本桥钻孔桩施工过程中主要采用如下办法控制钻孔桩垂直度：

- (1) 经常检查钻盘的垂直度；
- (2) 用吊锤检查钻杆的垂直度；
- (3) 经常提起及放下钻头，若钻头提起及放下活动自如，则钻孔基本垂直。

由于桩孔深，钻杆扭矩大，因此在钻进过程中要经常提起钻头检查钻杆及螺栓是否有损坏，防止出现掉钻头事故的发生。

4.4 清孔

钻机钻进达到设计要求的标高后，首先用检孔器配合倒锤法检查孔深和垂直度，并用测绳测量孔深，满足设计要求后方能提钻清孔。

由于孔深，钻渣要从孔底浮至孔顶困难，而且该桥位处粉砂夹层很厚，反循环清孔容易造成孔壁坍塌。因此决定采用正循环清孔，具体方法如下：

(1) 确定终孔后，钻头提高距孔底 **20~30cm**，空钻 **2~3** 小时，然后不停地进行换浆、捞渣。

(2) 安放导管后再用相同的方法进行二次清孔，直至达到表 1 中灌注混凝土前的泥浆质量指标和孔底沉淤不大于 **0.4d** 为止。

5. 钢筋笼的加工和安放

该桥桩基钢筋笼直径均为 **1.38m** 直径，长度为桩长的一半，钢筋笼总长为 **55m**，施工中采用在钢筋场分节制作，井口采用冷挤压接头接长的方法施工。

5.1 钢筋笼的制作

钢筋笼采用在钢筋加工场内分节制作，采用加劲筋成型法。为方便螺旋筋绑扎，现场采用定型模型进行主筋和螺旋筋的安放和绑扎。并将加劲筋圈上做好主筋标记，将加劲筋和主筋调整好后焊接在一起，一根主筋上焊好所有加劲筋后，转动骨架，将其余主筋和加劲筋焊接好，然后套入盘条筋，按设计要求布好螺旋筋并绑扎于主筋上，梅花形点焊牢固，最后在加劲箍筋内侧将声测管点焊牢固。为了保证声测管在井口骨架安装时具有一定的活动范围，工厂制作时将声测管采用“U”形卡焊接的方式。

5.2 转运与安装

为了保证钢筋笼在井口安装的质量要求，转运过程中必须注意钢筋笼不得变形。钢筋笼安装时采用两点起吊，钢筋笼竖直后将其与井内第一节钢筋笼采用冷挤压接头连接后徐徐放入孔内。钢筋笼下放过程中严禁左右摆动碰撞孔壁，特别应注意孔口的支撑应牢固可靠，防止掉笼事件的发生。钢筋笼下放时注意边下放边拆除加强斜撑。钢筋笼安放到位后采用吊筋将钢筋笼和护筒焊接，确保钢筋笼定位准确。

5.2 解决钢筋笼安放困难的问题

兰州银滩黄河大桥，桥墩钻孔灌注桩钢筋笼长度为 **56** 米，虽然经过施工过程中的严格检查，还是会碰到钢筋笼安放困难的问题。要解决这个问题必须从以下几个方面着手：

- (1) 保证桩基的倾斜率 $\leq 0.5\%$;
- (2) 保证钢筋笼的垂直度;
- (3) 一旦钢筋笼无法下放，必须立即提出钢筋笼并用钻机反复扫孔，确保不出现缩孔现象。
- (4) 钢筋笼下放过程中必须小心操作，一旦钢筋笼下放过程中受阻，必须查明原因后确定解决方法后方能操作，严禁野蛮操作导致钢筋笼卡入孔壁、掉笼、声测管折断现象的发生。

6 水下混凝土灌注

该桥桩基混凝土标号均为 **C25**，每根桩混凝土数量为 **194.4m³**，采用泵送和导管灌注完成。

6.1 导管

由于桩径小、桩身长，灌注混凝土导管直径不宜过大，施工时采用 $\Phi 30\text{cm}$ 刚性导管。先在平地上进行拼装，调直导管，并进行水密性和承压试验（该工作可以在灌注混凝土前施作），然后安放导管。导管使用前应根据孔深进行配套、编号和涂油，以保证导管在灌注混凝土过程中不漏水 and 有序使用。

6.2 混凝土灌注

6.2.1 混凝土配合比

由于桩直径小，灌注时翻浆不太好，对混凝土和易性要求比较高。

混凝土配制要求为：

- (1) 塌落度控制在 **18~22cm** 之间;
- (2) 混凝土配合比见表 2

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM

混凝土配合比

水泥	粉煤灰	砂	碎石	水	减水剂
350	120	710	1030	175	7. 3

6.2.2 混凝土灌注

混凝土灌注时必须严格按照施工技术规范操作，保证混凝土的灌注温度及和易性等指标要求，做好充分的准备工作，保证混凝土灌注的连续性。在混凝土初次灌注时准备 **6~7m³** 的储料斗，确保混凝土第一次灌注时导管埋深在 **4** 米以上，并在灌注过程中安排专人测量孔深和填写混凝土灌注记录，准确掌握混凝土面的上升高度，严格控制导管埋深，防止导管埋管或提空事故的发生。浇筑过程中要特别注意导管拆除时的栓接牢固，确保不出现掉管事件的发生。当混凝土浇灌至钢筋笼底部的时候，要适当放慢浇筑速度，确保钢筋笼不上浮。混凝土面灌注高出设计标高 **1** 米时，拆除导管和漏斗等设备，有条件时清除桩顶沉渣和混凝土浮浆至桩顶设计标高 **20cm**，高处部分待基坑开挖后人工凿除，确保桩头质量和减少后续工序中凿除桩头的劳动强度。

7.

超长深钻孔桩在河流相淤积地层中较常采用，特别是在我国黄河中下游地区的桥梁建设中多数都采用了 **80** 米以上的钻孔灌注桩，例如山东利津黄河大桥、东营黄河大桥均采用了长度 **100** 米以上的钻孔桩，实践证明只要钻进时严格按照规范操作、严格管理和有效监督，超长细桩的施工质量是完全能够满足的。

引用（0） 加入博采

测量程序

1.0.1 为统一公路勘测的技术要求、精度和作业方法，提高公路勘测水平和质量，适应公路工程建设需要，制订本规范。

1.0.2 本规范适用于新建和改建公路项目，以及桥梁、隧道、互通式立体交叉等独立建设项目的勘测。

1.0.3 公路勘测除应符合本规范外，还应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

1.0.4 公路勘测应按《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》所规定的设计阶段进行相应的勘测工作，本规范按初测、定测及一次定测编制。

1.0.5 各设计阶段，当需对路线、桥梁、隧道、互通式立体交叉等进行方案比较时，应对各方案进行同深度的勘测与调查。

1.0.6 公路勘测作业方法除应使用本规范规定的各种方法外，亦可运用高新技术采用符合本规范精度规定的其它勘测方法，不断提高公路勘测质量与水平。

1.0.7 本规范的测量精度以中误差为衡量指标，极限误差为中误差的两倍。

1.0.8 公路勘测工作，应按有关规定对全过程进行质量控制。各设计阶段的勘测工作完成后，应由主管单位或项目主持单位进行验收。

1.0.9 各种勘测仪器，必须按规定进行检测，使用过程中应经常保养、维护和校正，使其处于正常工作状态。

1.0.10 公路勘测成果资料提供使用时，必须按程序执行保密制度中的有关规定。

2 高程部分

根据业主提供的水准点（J1）和施工精度的要求，控制网布设成以 J1 为起算点的水准支导线，观测采用 **NAL324** 水准仪按四等水准要求进行施测。

按规范采集完野外数据后，对其进行平差，精度满足测量要求后投入使用。同时为方便施工，可插入一定数量可靠且不易破坏的水准点。

四等水准测量技术要求

	水准仪 型 号	视 线长度 (m)	前 后视 较 差(m)	前 后视累 积 差 (m)	视 线 离地面最 低 高 度 (m)	红 黑面读 数 差(mm)	黑 红 面高差较 差(mm)
等	N AL324	10 0	5	10	0.2	3.0	5.0

5.1.1.3 施工放样测量

5.1.1.3.1 钻孔桩放样

根据桩位图的中心坐标，采用全站仪坐标法进行桩位放样，精确放出中心桩位。钻机就位后，复测钻杆中心位置，满足规范要求后方可开钻施工，测量护筒顶标高，由护筒顶标高控制标高和混凝土灌注顶标高。

钻孔桩常见事故及预防 钻孔灌注桩常见工程事故及预防办法

钻孔灌注桩受工程地质条件及水文地质条件的影响较大，加之钻孔桩施工的不可逆性及唯一性，决定了钻孔桩施工质量的一次成功性。由于钻孔灌注桩具有上述特点，钻孔桩的施工质量便备受施工、监理、业主的关注。

一、钻进过程中常见事故

- 1、孔口坍塌
- 2、孔内坍塌
- 3、钻孔桩偏斜
- 4、钻孔桩偏位超过规范要求
- 5、钻孔桩缩径
- 6、孔壁坍塌埋笼

这些事故直接导致钻孔桩无法成孔，无法下放钢筋笼及进行水下混凝土灌注，甚至直接导致孔桩报废重钻，耽误工期。

二、水下混凝土浇注过程中常见的事故

- 1、掉管
- 2、导管堵塞
- 3、导管漏水
- 4、导管拔出混凝土面
- 5、混凝土上返不流畅
- 6、导管被混凝土埋住、卡死

7、钢筋笼上浮

8、混凝土拌制不符合要求

9、短桩

这些问题带来的后果是：(1)断桩，(2)桩顶空心，(3)桩身有夹渣、蜂窝，(4)桩身配筋减少

以上事故可以通过施工记录分析、无损检测等方法来确定，由于灌注桩施工的不可逆性，其事故处理就非常困难。

三、事故的预防

1、钻进过程中的事故预防

(1) 桩位偏移

用全站仪定出桥墩、桥台、中心线位置。采用导线网复测无误后，然后设置牢固护桩，并请监理工程师及早复测签认。

(2) 孔口坍塌

护筒采用 5mm 厚 A3 钢板制作，护筒内径应大于桩径 300mm，护筒顶端应高出地面 0.3m，并且高出地下水位 1.5-2m 以上，护筒的平面位置偏差不大于 10mm，护筒与桩轴线的垂直偏差不大于 1%。护筒四周采用粘土夯填密实，并设置向外的排水破。以免地表水浸蚀孔壁。

(3) 孔内坍塌

采用钻机原位造浆法时,应及时并经常检测泥浆质量，若泥浆质量不能满足要求时,可以加入粘土或膨润土、碱进行改善，钻孔泥浆应始终高出地下水位或地表水位 1.0-1.5m，胶泥应用清水彻底拌和成悬浮

体，使之能在灌注混凝土时及施工完成保持钻孔的稳定。清孔时要始终保证水头高度不损失，下放钢筋笼时要垂直下放，不碰撞井壁。

（4）钻孔偏斜

① 钻机架设处场地要平整坚实，钻机安装应平稳坚定不沉陷，避免钻机在钻进时摇晃。开孔前调整钻头对中、机架垂直；开始时采取低速慢冲，待钻至护筒底 1.0m 以下后正常钻进。

② 钻孔过程中随时对孔径、孔形、钻机的位移、机架的垂直度、钻头和孔心的吻合情况进行检测。

（5）钻孔缩颈

钻孔桩产生缩颈后先进行综合分析，找出缩颈的真正原因，针对具体情况采用调整泥浆指标，回填碎石或植物纤维护壁、加大钻头直径的办法处理。

（6）孔壁坍塌埋笼

钻孔达到图纸规定深度，且成孔质量符合要求后，应立即进行清孔。清孔时，孔内水位应保持在地下水位或河流水位以上 1.5-2m，以防止钻孔的任何塌陷，桩的钢筋骨架，应紧接在混凝土灌注前，整体放入孔内。如果混凝土不能紧接在钢筋骨架放入之后灌注，则钢筋骨架应从孔内移出。

对于坍塌面积较大，无法成孔的钻孔桩采用粘土回填，待粘土自然沉降稳定后，再次开钻钻进。

2、水下浇注混凝土灌注质量事故的预防应从两方面来解决，其一是加强管理，严把质量关，其次是提高施工人员的素质和操作水平，

减少人为的差错。常见事故预防的技术措施一般有如下几个方面：

(1)混凝土配合比中水灰比控制在 **0.5~0.6**，砂率在 **40%~50%**，粗骨料最大粒径小于 **40mm**，混凝土坍落度控制在 **18~22cm**，要有良好的流动性、和易性，用料上优先采用中粗沙，级配较好的碎石，矿渣硅酸盐水泥，避免使用普通硅酸盐水泥。

为提高混凝土的和易性及增加初凝时间，在正常的混凝土配合比中添加减水剂和缓凝剂，并在尽可能短的时间内浇注完毕。在夏季或运输过程中时间较长时，浇注前混凝土坍落度降低采用加水灰比为 **0.5~0.6** 的素水泥浆。

(2)导管使用前须做密封试验、抗拔试验，密封试验采用 **3Mpa** 的水压，抗拔试验经计算采用 **30KN** 力，导管使用后及时冲洗，预制隔水阀要准备充足，为了加快灌注速度，混凝土从运输搅拌车中直接投到导管的漏斗中去。

(3)导管底端距孔底高度依据桩径、隔水阀种类、大小而定，最高不超过 **0.5m**，浇注过程中，应匀速向导管料斗内灌注，如突然灌注大量的混凝土导管内空气不能马上排出，可能导致堵管，若管内空气从导管底端排出，可能带动导管拔出混凝土面。

(4)浇注过程中，专人负责不断测定混凝土面高度，并根据混凝土供应情况来确定拆卸导管的时间、长度，以免发生桩身夹渣、断桩或“埋管”事故。

(5)导管插入混凝土中的深度应根据搅拌混凝土的质量、供应速度、浇注速度、孔内护壁泥浆状态来决定，一般情况下，以 **2~6m** 为

宜。

如果导管插入混凝土中的深度较大，供应混凝土间隔时间较长，且混凝土和易性稍差，极易发生“埋管”事故。如果预料到不能及时供应混凝土(超过 **1h**)，混凝土运输距离远，交通堵塞等因素时，除混凝土中加缓凝剂外，导管插入混凝土中的深度不宜太小，据已往经验，以 **5~6m** 为宜，每隔 **15min** 左右，将导管上下活动几次，幅度以 **2.0m** 左右为宜，以免使混凝土产生初凝假象。浇注混凝土中断超过 **2h**，应判为断桩。

(6)产生桩顶空心的因素有：导管插入混凝土中的深度较大，混凝土坍落度小，导管拔出时的位置、桩顶混凝土状态有关。

防止桩顶空心，建议采用如下方法：

(1)灌注结束前导管插入混凝土中深度不超过 **6.0m**；

(2)灌注结束后，导管拔出混凝土之前，导管上下活动几次，幅度不超过 **50cm**，或者用机械、人工振捣桩顶混凝土，时间不超过 **20s**。

(3)尽可能缩短灌注时间，避免使桩顶混凝土产生假凝现象、降低桩顶混凝土的流动性。

(7)导管吊点处应拴接牢固，导管接头处丝扣要拧紧，避免导管在灌注过程中掉落造成断桩。

四、工程事故处理

工程事故处理必须按照有关规定、程序，与业主、设计单位、监理公司等有关部门协商，经批准后，才能进行。

(1)桩身缺陷处理

桩身缺陷必须经过目前国家认可的检测手段确定，最好能够定量地指出桩身缺陷的范围、严重程度。

如场地条件允许，可采用补桩处理，每个缺陷桩两侧各补一根。

对于桩身有夹渣、蜂窝的缺陷，可以采用注水泥浆处理。桩身蜂窝采用抽芯钻孔注浆处理，素水泥浆用 **525#** 普通硅酸盐水泥，水灰比是 **0.45 : 1**，桩顶抽芯钻孔两个，从其中一个钻孔口用水泵压清水，另一孔中返水至清后，用注浆泵注素水泥浆，注浆管从孔底开始注浆，两个孔都返出合格水泥浆为止。最后经无破损检验，满足工程要求为准。

(2)导管拔出混凝土面

水下浇注混凝土过程中，如误将导管拔出混凝土面，必须及时处理。孔内混凝土面高度较小时，终止浇注，重新成孔；

孔内混凝土面高度较高时，可以用二次导管插入法，其一是导管底端加底盖阀，插入混凝土面 **1.0m** 左右，导管料斗内注满混凝土时，将导管提起约 **0.5m**，底盖阀脱掉，即可继续进行水下浇注混凝土施工。由于要克服泥浆对导管的浮力，混凝土面较深时，不宜采用；其次是用滑动球阀“二次求和法”处理，具体操作步骤如下：

①准确测定混凝土面位置，将 Φ **250**、长 **7.0m** 导管吊放在混凝土面上。用双股 **7#** 铁丝系上预制混凝土球阀，放在导管内水面上；

②导管上料斗内注入混凝土 **0.1m³**，缓慢将预制混凝土球阀放在导管底端，把铁丝固定在料斗上。

③把导管插入混凝土面下 **1.0m**，料斗内注满混凝土。④剪断铁丝，

连续浇注混凝土至地表。

图 1 二次求和法实际操作示意图

此方法使用时，必须由有经验的工程师现场指导，导管长度、吊预制混凝土球阀铁丝长度、铁丝抗拉强度、混凝土面实际位置等数据，必须在事先正确确定。

(3)导管卡死、断裂造成的断桩

导管插入混凝土中拔不起来或被拔断，如果桩径较大，可以采用二次导管插入法处理，否则只能补桩、接桩。

接桩一般用人工孔的办法处理，清除桩顶残渣，接钢筋笼，浇注混凝土至设计标高。

①用抽芯钻机取样，确定混凝土面高度，及浮渣层厚度，利用抽芯钻机在桩顶四周处理浮渣层；

②用 **10mm** 厚的钢板，制作一个内径大于孔径 **10cm** 的钢筒，底口镶嵌合金钻刃，上顶封闭，中心焊一个与回转钻机方钻杆插接的套筒。

③将钢筒放入孔内，回转钻机支稳、校正，利用钢筒作钻具，使用清水正循环钻进，钢筒嵌入桩顶 **1.00m**，停止。

④将清水换做水灰比 **0.5 : 1** 的素水泥浆注入钢筒内，筒外侧充满水泥浆为止；

⑤将钢筒顶盖切掉，**2h** 后，用底吸式潜水泵排出筒内水泥浆，放入钢筋笼，干孔浇注 **C25** 混凝土至设计桩顶标高。

(4)钢筋笼上浮

非通长配筋的桩，当混凝土坍落度偏小、浇注速度较快时，容易将钢筋笼浮起，施工中除注意控制坍落度，浇注速度外，还应注意导管底端避免位于钢筋笼底口上下 **2.0m** 之内的位置；法兰连接的导管为防止挂钢筋笼，在法兰处加焊护罩效果好。

防止钢筋笼上浮的办法很多，如：笼顶主筋与钢护筒点焊在一起；用重物固定笼子吊环等；采用在主筋上焊“倒刺”的方法，来防止钢筋笼上浮，效果很好。

“倒刺”用 $\phi 8 \sim \phi 10$ 钢筋制作，钢筋笼同一截面焊 **3~4** 个“倒刺”，每个笼子设两道即可。

(5)短桩处理 设计桩顶标高常常低于地表，受泥浆各项指标、地层岩性、混凝土配合比等因素的影响，灌注混凝土时，桩顶超灌高度较难控制，一般桩顶浮渣层厚 **0.5~1.0m** 左右，混凝土面的高度若测定不准确时就会造成短桩，短桩的处理采用在承台开挖后将短桩部分的桩头剥出，混凝土凿毛后，连接好桩头钢筋，关立模板浇注混凝土、养护的办法处理。处理后桩头开挖部位或承台底酌情进行回填处理。

(1) 定出桥墩、桥台、中心线位置。用导线网复测无误后，然后平行于桥位中心线的前后方向和横向两侧设置牢固控制桩。

(2) 埋设护筒

护筒采用 **5mm** 厚 **A3** 钢板制作，护筒内径应大于桩径 **300mm**，基底应为粘土，护筒在旱地时，护筒顶端应高出地面 **0.3m**，并且高出地下水位 **1.5-2m** 以上，护筒的平面位置偏差不大于 **10mm**，护筒与桩轴线的垂直偏差不大于 **1%**。

(3) 固孔

固孔采用钻机原位造浆法,若泥浆质量不能满足要求时,可以加入粘土或膨润土进行改善。钻孔泥浆应始终高出地下水位或地表水位 **1.0-1.5m**, 胶泥应用清水彻底拌和成悬浮体, 使之能在灌注混凝土时及施工完成保持钻孔的稳定。在地面或最低冲刷线以下部分, 护筒应在灌注混凝土后及时拨除。

(4) 钻孔

□ 钻机架设处场地要平整坚实, 钻机安装应平稳坚定不沉陷, 避免钻机在钻进时摇晃。开孔前调整钻头对中、机架垂直; 开始时采取低速慢冲, 待钻至护筒底 **1.0m** 以下后正常钻进。

□ 钻孔作业要分班连续进行, 及时填写钻孔施工纪录。经常检测泥浆比重, 确保成孔质量和进度。

□ 钻孔过程中随时对孔径、孔形、倾斜度进行检测, 测孔器直径比钢筋笼大 **10 cm**, 长度□**5D**。

□ 钻孔至设计桩底标高, 要及时向项目部质检人员报检, 检查孔径和孔深, 待监理工程师检查确认合格后立即进行清孔, 直到达到要求为止, 沉渣厚度□**20 cm**。

(5) 清孔

钻孔达到图纸规定深度, 且成孔质量符合要求后, 应立即进行清孔。清孔时, 孔内水位应保持在地下水位或河流水位以上 **1.5-2m**, 以防止钻孔的任何塌陷, 钻孔底沉淀物不得大于 **50mm**, 换浆法清孔后的泥浆指标应符合下列规定: 相对密度 **1.05-1.2t/m³**, 粘度 **18-24s**,

含砂率小于 **4%**，清孔后用测绳测出沉淀物厚度不大于 **0.4d**，不得用加深孔底的方法来代替清孔。

(6) 钢筋笼的制作与安装

桩的钢筋骨架，应紧接在混凝土灌注前，整体放入孔内。如果混凝土不能紧接在钢筋骨架放入之后灌注，则钢筋骨架应从孔内移出，在钢筋骨架重放前，对钻孔的完整性，包括孔底松散物的出现进行检查。灌注混凝土时，钢筋骨架应进行固定（与钢护筒焊接为整体），防止混凝土灌注过程中钢筋骨架上升。支撑系统对准中线防止钢筋骨架倾斜和移动。钢筋骨架上事先安设控制钢筋骨架与孔壁净距的混凝土间隔块，以等距离绑扎在钢筋骨架周径上，以确保钢筋笼在孔中位置和保护层厚度。

(7) 水下混凝土灌注

□ 采用导管法进行水下混凝土的灌注。混凝土采用罐车自集中拌合站运至墩位处并用混凝土输送泵泵送至浇注孔位的办法施工，为了保证灌注的顺利和连续施工，保证成桩质量，在孔桩处设置 **6~8m³** 的大储料斗，储料斗高度要保证出料口高度与孔口承料斗高度不能大于混凝土自由倾落高度。

初次灌注前首先在导管口设置球阀，在孔口漏斗内存满混凝土，并待储料斗内存有 **2/3** 混凝土量时方能砍球浇注。

□ 导管每次使用前,对其平直度和密闭性做检查,合格后方可使用。导管在安设过程中应防止碰撞钢筋笼，其底部距孔底高度以 **25~40cm** 为宜。

□ 在灌注水下混凝土之前,再次对桩孔的各项指标进行检测,合格后方可允许浇注砼,漏斗内初存砼数量必须满足首次砼埋管深度要求。

□ 混凝土的配制应严格按照设计及规范要求进行,并应与导管施工相适宜,坍落度宜为 **18~22cm**。灌注混凝土必须一次完成,中途不得停顿。

□ 砼浇注过程中,出料口必须埋在已浇注部分的混凝土中至少 **2m** 以上,并不大于 **6m**。随着孔内混凝土的上升,及时提升或拆除导管,拆管时间不超过 **15** 分钟,拆下的导管应立即冲洗干净备用。

□ 混凝土最终灌注高度应高出设计标高 **1.0m** 以上,以确保桩顶砼质量。

(8) 桩基检查与验收

桩基砼达到设计规定强度后,人工截除超灌部分桩头,采用小应变法或超声波检测法按 **100%** 的检测频率对桩基进行检测。

钻孔桩成孔质量标准: □ 孔位中心位置允许偏差 **5cm**; □ 孔径不小于设计桩径; □ 倾斜度小于 **1%**; □ 孔深比设计深度不大于 **5cm**; □ 沉渣厚度不大于设计规定。