

四川大学网络教育学院

本科生(业余)毕业论文（设计）

题 目 浅谈水下混凝土钻孔灌注桩施工质量控制与异常处理

办学学院 建筑与环境学院

学习中心 校本部

专 业 工程管理

年 级 2007 年（春）

指导教师 彭 盈

学生姓名 赵伟

学 号 DI207101012

2009 年 4 月 22 日

浅谈水下混凝土钻孔灌注桩施工质量控制与异常处理

摘 要

由于钻孔灌注桩是采用不同的造孔方法，在地层中按要求形成一定形状的井孔，达到设计标高后，将钢筋骨架吊入孔中，再采用直升法进行混凝土灌注，成为桩基础的一种施工工艺。另外，鉴于钻孔灌注桩的施工基本在水下进行，其施工过程无法观察，其隐蔽性强，成桩后也不允许再进行开挖验收，故必须在钻孔过程及水下混凝土灌注过程中加强过程监控，对出现的各种异常情况必须采取一定的控制手段以及相应的预防措施并进行及时处理，才能确保整个桩基的施工质量。本文以长河坝水电站场内交通工程 1#公路金康大桥为例，阐述钻孔灌注桩施工质量控制的要点以及施工过程中异常情况的处理以及预防措施（如钢筋笼上浮的预防与处理、卡钻、埋钻、塌孔、缩径的预防与处理、断桩的预防与处理、孔斜的预防与处理、灌注过程中的堵管的预防与处理措施）。

关键词：坍落度 水下混凝土 粘度 含砂率 相对密度

Underwater concrete bored piles of construction quality control and exception handling

Student: Zhao Wei

Supervisor: Peng Ying

Abstract

Because bored pile is made with different making hole method ,it becomes a technology of pile foundation construction to drill bore-hole in certain shape according to requirement in the stratum,hang reinforced skeleton frame in the hole after reaching the designed elevation,then perfuse concrete with hanging straight method. In addition, whereas the construction of bored pile is underwater, construction process is hidden, not easy to observe, and can not excavate to inspect after construction .In order to ensure the construction quality of pile foundation.,it is necessary to strengthen the process monitoring in the process of drilling and underwater concrete perfusion, handle abnormal circumstance with control means and preventive measures timely . This paper takes Jin Kang bridge, 1# highway, traffic project of Changheba hydropower station as an example. The main point of construction quality control of bored pile, treatment and preventive measure of abnormality in the construction are elaborated. (such as prevention and treatment of rising of steel cage, drill pipe sticking, burying drilling, hole collapsing, hole shrinkage, pile breaking, hole deviation and pipe blockage in the perfusion course)

Key words: slump underwater concrete viscosity Sand content rate relative density

目 录

1.工程概况	4
2. 冲击成孔灌注桩施工方案及质量控制	2
2.1 施工方案.....	6
2.2 施工工艺流程.....	6
2.3 质量控制	7
2.3.1 测量放样	7
2.3.2 埋设护筒	8
2.3.3 钻机就位	8
2.3.4 钻进施工	8
2.3.5 钻孔检查，清孔成孔.....	9
2.3.6 钢筋笼的制作安装及入孔.....	10
2.3.7 导管安装	11
2.3.8 灌注桩水下砼浇筑.....	12
3. 异常情况的预防及处理措施	14
3.1 冲孔过程中异常情况的预防及处理措施	14
3.1.1 塌孔	14
3.1.2 缩径	14
3.1.3 钻孔偏斜	14
3.1.4 桩底沉积过厚	15
3.1.5 掉钻落物	15
3.1.6 卡钻、埋钻	15
3.2 灌注过程中出现的异常情况的预防及处理措施.....	15
3.2.1 堵管	15
3.2.2 钢筋笼上浮	16
3.2.3 埋管	16
3.2.4 断桩	16
4.冲孔灌注桩施工质量检测	17
5 结束语	17
参考文献	18

1 工程概况

【金康大桥】座落在四川省康定县大渡河长河坝水电站，距坝址下游约 1Km 处，为场内交通工程上的一座大桥，横跨大渡河，作为电站施工期间交通物资运输等用途，电站建成后为沟通左右两岸的交通重要通道。该桥设计为 4 跨 35.0m 预应力砼 T 型梁桥，桥全长 165m，桥宽 12m+2×0.75m，该桥桥墩及桥台基础为桩基，设计为单排两根钻孔灌注钢筋混凝土摩擦桩，桩身直径为 2m，桥墩桩基长 35m。

大桥两岸地形陡峻，河谷呈“U”型，河水湍急，河床地势较开阔，河床覆盖层深厚，根据（地表地质调查和桥位处的地下地质状况推测）长河坝坝址钻孔资料推测本段覆盖层深达 50~70m 以上，地质条件复杂，具有多层结构，其桥位处覆盖层从上至下依次为：③层为含漂（块）砂卵石层，层厚 6~10m；②层为含泥漂（块）卵（碎）砂砾石层，厚 40~50m，其上部有厚 5~25m 含泥（砾）粉细砂层；①层漂（块）卵（碎）砾石层，厚 16~20m，粗颗粒构成骨架，具架空结构，三大层松散堆积物结构中富集大量孔隙水，整个河床漂（块）卵砾石层为统一含水层，其覆盖层物理力学指标建议值见表 1。（细化层间构造、颗粒组成等）

长河坝坝区覆盖层物理力学指标建议值表 表 1

层位	岩性	代号	天然 密度	干密度	允许 承载力	变形 模量	抗剪 强度		渗透 系数	允许渗 透坡降	边坡比	
			ρ	ρ_d	【R】	E_0	ϕ	C	K	J	水上	水下
			g/cm ³	g/cm ³	MPa	MPa	°	MPa	cm/s			
③	漂（块） 卵砾石	alQ4 ²	2.14 ∫ 2.22	2.10 ∫ 2.18	0.5 ∫ 0.6	35 ∫ 40	30 ∫ 32	0	5.0×10 ⁻² ∫ 2.0×10 ⁻¹	0.10 ∫ 0.12 (局部 0.07)	1:1.25	1:1.5
②	②-C砂层	alQ4 ¹	1.7 ∫ 1.9	1.50 ∫ 1.60	0.15 ∫ 0.20	10 ∫ 15	21 ∫ 23	0	6.86×10 ⁻³	0.20 ∫ 0.25	1:2	1:3
	含泥漂 （块） 卵（碎） 砂 砾石		2.15 ∫ 2.25	2.10 ∫ 2.20	0.45 ∫ 0.50	35 ∫ 40	28 ∫ 30	0	6.5×10 ⁻² ∫ 2.0×10 ⁻²	0.12 ∫ 0.15	1:1.0	1:1.5
①	漂（块） 卵 （碎）砾 石	fglQ ₃	2.18 ∫ 2.29	2.14 ∫ 2.22	0.55 ∫ 0.65	50 ∫ 60	30 ∫ 32	0	2.0×10 ⁻² ∫ 8.0×10 ⁻²	0.12 ∫ 0.15 (局部 0.07)	—	—
崩 坡 积 堆 积 体	块碎石土	Col+dIQ4 ²	2.0 ∫	1.95 ∫	0.30 ∫	25 ∫	25 ∫	0.01			1:1.25	1:1.5
			2.1	2.05	0.35	30	27					
	块碎石	ColIQ4 ²	1.85 ∫	1.82 ∫	0.25 ∫	20 ∫	25 ∫	0			1:1.25	1:1.5
			2.0	1.95	0.30	25	30					

2、冲击成孔灌注桩施工方案及质量控制

2.1 施工方案

依据地质资料分析，钻孔桩施工难点在②层粉细砂层，其渗透系数较小，相对①层、③层为不透水层，易出现涌水；承载力偏小，易出现塌孔。

根据地形，部分桩基位于河心，采用筑岛法施工，先行填筑施工平台；处在旱地的桩基，清除杂物、夯压密实；护筒采用挖埋法，吊车吊放护筒就位，底部及外围必须用粘土分层夯填密实，护筒中心必须与桩位同心，中心线垂直；钻孔桩直径为 $\phi 200\text{cm}$ ，根据钻孔桩直径，我们所做的护筒直径为 230cm 。护筒。钢护筒采用 10mm 钢板制作，为保证其刚度，防止变形，在护筒上、下端和中部外侧各焊一道加劲肋。

泥浆的制作制浆前，先把粘土尽量打碎，使其在搅拌中容易成浆，缩短成浆时间，提高泥浆质量。制浆时，可将打碎的粘土直接投入护筒内，使用冲击锥冲击制浆，待粘土已冲搅成泥浆时，即可进行钻孔。多余的泥浆用管子导入钻孔外泥浆池贮存，以便随时补充孔内泥浆。

使用的卷扬机牵引式冲击钻进行钻孔。钻机就位，钻锥中心对准测量放样时所测设的桩位中心，对中误差不得大于 5cm 。

地表疏松土层和②层粉细砂层，投入一定数量的小片石，借助钻头的冲击把泥膏、石块挤向孔壁，以加固护筒角。

冲击钻孔宜用小冲程，当孔底在护筒脚下 4m 后，可根据实际情况适当加大冲程。在②层粉细砂层时宜改用小冲程。

2.2 施工工艺流程

冲击钻孔灌注桩施工工艺流程见图 1。

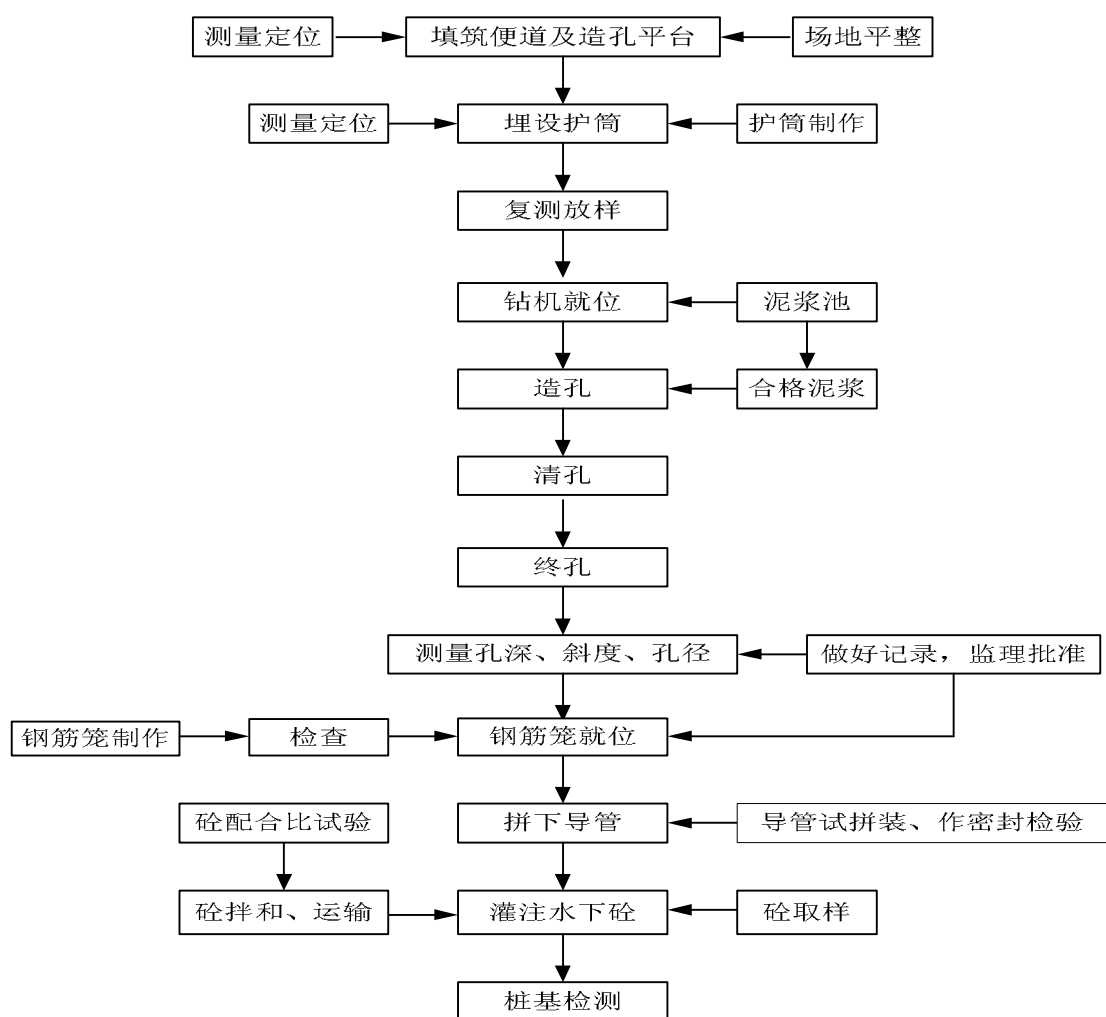


图 1 钻孔灌注桩施工工艺流程图

2.3 质量控制

2.3.1 测量放样

平面位置控制：首先复核桩中心坐标，确定桩位。平面定位采用全站仪放出桩中心位置，钉木桩固定于地面，并将桩采用纵横两个方向四个点引出便于施工校核；

为便于高程控制、桩长以及桩位校核，掌握和复核地层地质资料，护筒埋设固定后将临时水准点引至影响范围以外，并布设护桩。

2.3.2 埋设护筒

(1)护筒的外型、尺寸符合设计要求，内径大于桩径 30~40cm，使用护筒直径为 230cm；

(2)鉴于部分桩基位于河心，先行填筑施工平台，护筒采用挖埋法，吊车吊放护筒就位，底部及外围必须用粘土分层夯填密实，护筒中心必须与桩位同心，护筒必须竖直；

(3)护筒顶高出地下水位 1.5~2.0m，高出地面 0.5m，护筒周围 0.5~1.0m 范围内原回填料挖除后，用粘土换填；

(4)护筒用 10mm 的钢板卷制焊接而成，焊缝严密不漏水，内壁光滑。

2.3.3 钻机就位

(1)钻机就位前桩位复测无误，且布设护桩，钻机稳定地就位于钻孔的一侧，钻机支承垫木不得压在钢护筒上。

(2)选择适宜地层的配套钻锥和钻孔事故处理配套机具，接通水电，备好造泥浆用的粘土和泥浆池。

(3)调整钻机，使钻锥起吊滑轮缘，钻锥中心和桩孔中心三者在同一垂线上，稳定好钻机和扒杆揽风绳。

2.3.4 钻进施工

(1)针对覆盖层内粉砂层较厚、孔内自然造浆难、桩基实际地质条件并参照其他类似工程经验，实际运用的泥浆性能指标如表 2。

泥浆性能指标 表 2

钻孔方法	泥浆性能指标							
	相对密度	粘度 (Pa·s)	含砂率 (%)	胶体率 (%)	失水率 (ml/30min)	泥皮厚 (mm/30min)	静切力 (Pa)	酸碱度 (Ph)
冲击	1.20~1.40	22~30	≤4	≥95	≤20	≤3	3~5	8~11

为保持桩孔不塌、不缩径，开始钻孔时先在孔内灌注泥浆，制备的泥浆选用高塑性的粘土，泥浆池必须具备相当的深度和容积（不小于 m³），以保证一定的泥浆储备量，并缩短清孔时间（泥浆循环系统见图 2）；

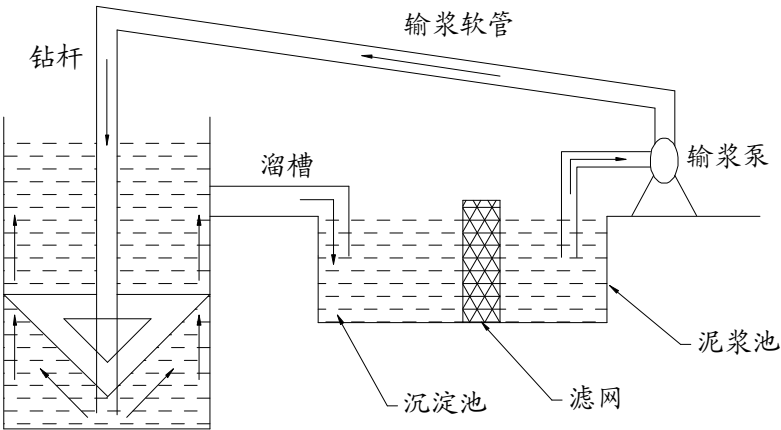


图2 反循环钻孔泥浆循环示意图

(2)钻进时应保持钻锥稳定，采用小冲程、慢速，使初开孔孔壁坚实，竖直能起

导向作用，避免碰撞护筒，当钻锥在孔中能保持竖直稳定时，可适当加速钻进。在钻进至护筒底以下 4m 以后，方可适当加大冲程。在②层粉细砂层时宜改用小冲程。

(3)钻进过程中，随时注意孔内水压差，以防止产生涌砂，涌水。孔中泥浆随时进行检查（每工作班组不得小于两次），误差偏大时要及时调整，保持各项指标符合要求，不因泥浆过浓影响进度，过稀造成塌孔。

(4)钻进时及时填写钻孔施工记录，交接班时应交待钻进情况及下一班应注意的事项。连续三班作业，每班应提取碴样，同时根据钻进感觉和快慢情况分析判明地层变化情况；

(5)在钻进过程中，如遇坚硬的孤石或漂石，采用孔内水下爆破或采用三翼刮刀钻头，在切削面焊接硬质合金的切削齿，改进三枚刮刀安装角度仰角 α 在 30 度时效果最好，可以有效地解决钻进速度和将钻渣的切碎清除，但应及时向孔内补浆或补水，如向孔内投放粘土自行造浆，不宜一次倒进很多，防止粘结；

(6)在造孔过程中，每工作班必须检测倾斜度，发现问题及时纠正；

(7)废浆的排放，灌注砼时产生的废浆用农用泵直接抽放到规划的废浆池，进行净化处理，并专人管理，以适应环保要求。

2.3.5 钻孔检查，清孔成孔

(1)孔深检测：钻孔达到设计高程后，用测绳进行孔深测量，并做好记录（钻孔施工人员应严格控制孔深，不得用超钻替代钻碴沉淀，更不能少钻）。在提出钻具后用测绳复核成孔深度，如测绳的测深比钻杆的钻探小，就要重新下钻杆复钻并清孔。考虑在施工中常用的测绳遇水后缩水的问题，为提高测绳的测量精度，在使用前要预湿后重新标定，并在使用中经常复核。

(2)孔径检验：钻头直径的大小将直接影响孔径的大小，在施工过程中要经常复核钻头直径，如发现其磨损超过 10mm 就要及时调换钻头。钻孔完成后，用检孔器检测孔径和倾斜度（检孔器用 $\Phi 22$ 钢筋笼制成，外径与设计直径相等，长度为 4~6m）。成孔孔径不得小于设计直径，倾斜度不大于 1%，用检孔器上下两次检查造孔是否合格，。

(3)清孔：孔深、孔径检验合格后立即采用抽浆法进行清孔，即在终孔后停止进尺，利用钻机的反循环系统的泥浆泵将孔底钻渣清除干净。清孔后泥浆比重控制在 1.1~1.15 之间，粘度 17~20Pa.S，含砂率 $\leq 2\%$ ；沉淀厚度 $\leq 200\text{mm}$ ；清孔过程中同时往孔内补充足够的稀浆或清水；清孔完毕须先再次下检孔器检测孔深、孔径、倾斜度

等，合格后尽快吊放钢筋笼，否则必须扫孔，同时应认真填写成孔检测记录，内容真实齐全，成孔质量检验标准如表 3

表 3

中心偏位	孔径	倾斜度	孔深	沉淀厚度
≤5cm	不小于设计值	≤1%	不小于设计值	≤20cm

经检测 6 根桩成孔的孔深、孔径和倾斜度后均符合设计要求。

2.3.6 钢筋笼的制作安装及入孔

(1)钢筋下料和制作必须严格根据配筋图进行，下料前对钢筋进行调直、除锈，主筋需搭接时应保证焊缝的长度，单面焊不小于 10d，双面焊不小于 5d，同时应对钢筋原材料和焊接试件经检验合格后，开始钢筋笼的加工。

(2)为防止钢筋笼起吊变形，钢筋笼钢筋制作在钢筋加工厂采用分节加工，用自卸汽车运至孔口，然后在孔口焊接，按 6m 一节制作。

(3)分节焊接在护筒口焊接牢固，并在护筒口用 25cm × 25cm 的方木或 I 字钢搭设支架，然后在钢筋笼顶端焊接 4 根 $\phi 25$ 吊环，吊于护筒口，一方面用于承担钢筋笼和导管的重量，以防止钢筋笼因故掉入孔内，另一方面，以防提升导管时钢筋笼被拔起，再者利用此支架可以使钢筋笼定位；同时，应及时做好钢筋笼检查记录。

在施工中应注意钢筋笼吊环长度能否使钢筋准确地吊放在设计标高上，这是由于钢筋吊笼放后是暂时固定在钻架底梁上的，因此，吊环长度是根据底梁标高的变化而改变，所以应根据底梁标高逐根复核吊环长度，以确保钢筋的埋入标高满足设计要求。在钢筋笼吊放过程中，应逐节验收钢筋笼的连接焊缝质量，对质量不符合规范要求的焊缝、焊口则要进行补焊。同时，要注意钢筋笼能否顺利下放，沉放时不能碰撞孔壁；当吊放受阻时，不能加压强行下放，因为这将会造成坍孔、钢筋笼变形等现象，应停止吊放并寻找原因，如因钢筋笼没有垂直吊放而造成的，应提出后重新垂直吊放；如果是成孔偏斜而造成的，则要求进行复钻纠偏，并在重新验收成孔质量后再吊放钢筋笼。钢筋笼接长时要加快焊接时间，尽可能缩短沉放时间。

(4)为保护孔内灌注砼有足够的保护层，在钢筋笼主筋外侧绑扎混凝土预制垫块，间隔 2m 一层，笼截面四周放四排。

(5)声测管加工固定。根据钢筋笼分节长度先将钢管在场地上焊接好，但必须保证顺直，接口采用加套管焊接，焊缝用胶带封住，以确保接管及上下口焊接密封质量，然后用 $\phi 14$ “U 型”钢筋将声测管固定在钢筋笼上，并在护筒口逐节焊接牢固。

2.3.7 导管安装

(1)导管在使用前应对导管进行水密试验，试验合格后才进行导管的安装；在导管安装过程中，注意导管不能接触到钢筋笼，以防导管在提升工程中挂坏钢筋笼或将钢筋笼提起。

导管、漏斗和储料斗的制备导管是灌注砼的重要工具，其直径按桩长、桩径和每小时需要通过的砼数量决定，本工程选用内径 $\phi 250\text{mm}$ 旋转式嵌口钢管，导管分节长度应便于拆装和搬运、并小于导管提升设备的提升高度，中间节一般长 2m 左右，下端节可加长至 4-6m，漏斗下可配长约 1m 的上端节导管，以便调节漏斗的高度。中间节两端焊有法兰、以使用螺栓互相连接。法兰厚度 10-12mm，法兰边缘比导管外壁大出 40-50mm、直径 12-16mm、螺栓孔 6-8 个。在一端法兰附近焊有小吊耳一对，备栓挂钢丝绳用，上下两节法兰间垫以 4-5mm 厚橡胶垫付圈，其宽度外侧齐法兰盘边缘，内侧稍窄于法兰内缘。

漏斗用 3mm 厚的钢板制成圆锥形或棱锥形，在距漏斗上口的 15cm 处的外面两侧对称地焊吊环各一个，圆锥形漏斗上口直径取 800mm，高为 900mm；锥形漏斗结构尺寸为 1000×1000×800mm，插入导管的一般长度均设 15cm。储料斗采用 3mm 厚钢板及加劲肋制做，底部做成斜坡，出口设闸门，活动溜槽设在储料斗出口下方，溜槽下接漏斗。

根据计算确定，本工程使用的储料斗按 2m^3 考虑。

(2)利用导管进行第二次清孔清孔的主要目的是清除孔底沉渣，而孔底沉渣则是影响灌注桩承载能力的主要因素之一。清孔则是利用泥浆在流动时所具有的动能冲击桩孔底部的沉渣，使沉渣中的岩粒、砂粒等处于悬浮状态，再利用泥浆胶体的粘结力使悬浮着的沉渣随着泥浆的循环流动被带出桩孔，最终将桩孔内的沉渣清干净，这就是泥浆的排渣和清孔作用。

灌注桩成孔至设计标高，应充分利用钻杆在原位进行第一次清孔，直到孔口返浆比重持续小于 1.10—1.20，测得孔底沉渣厚度小于 50mm，即抓紧吊放钢筋笼和沉放混凝土导管。沉放导管时检查导管的连接是否牢固和密实，以防止漏气漏浆而影响灌注。由于孔内原土泥浆在吊放钢筋笼和沉放导管这段时间内使处于悬浮状态的沉渣再次沉到桩孔底部，最终不能被混凝土冲击反起而成为永久性沉渣，从而影响桩基工程的质量。因此，必须在混凝土灌注前利用导管进行第二次清孔。当孔口

返浆比重及沉渣厚度均符合规范要求后，应立即进行水下混凝土的灌注工作。

(3)导管底口至孔底标高的距离控制在 0.3~0.4m 之间。

2.3.8 灌注桩水下砼浇筑

(1)在进行水下混凝土灌注之前，应灌注前检查，其检查内容包括：用测绳检查孔深；检测泥浆性能指标及沉淀厚度，如超过规范要求必须再次进行清孔，直到满足要求为止；再次对钢筋笼顶标高、钢筋笼对中及钢筋笼固定进行检查；检查导管接长长度及节数（导管使用前必须进行水密试验，严禁用高压气试验），并计算导管悬空高度（符合规范要求）；计算首批砼方量（封底后埋管深度不小于 1 米）并认真填写灌注前检查记录，内容齐全真实。

(2)砼生产系统应采用集中拌制，其砼性能要求如下：坍落度，18~22 厘米，且 2 小时后坍落度不小于 10cm；初凝时间，4~6h；无显著离析泌水现象。

(3)为确保封底成功，避免出现夹泥桩或断桩，应对首批封底砼数量进行准确计算其计算公式如下，：

$$V= \frac{\pi D^2}{4}(H_1 + H_2) + \frac{\pi d^2}{4} h_1$$

式中：

- D-----桩孔直径；
- H₁-----桩孔底至导管底端间距；
- H₂-----导管初次埋置深度；
- d-----导管内径；
- h₁-----导管内砼柱平衡导管外（或泥浆）压力所需的高度。

砼灌注方式采用直升导管法进行灌注，具体方式见图 3。

(4) 砼采用 3 辆混凝土搅拌运输车运输（其中一辆备用），直接将砼倒入漏

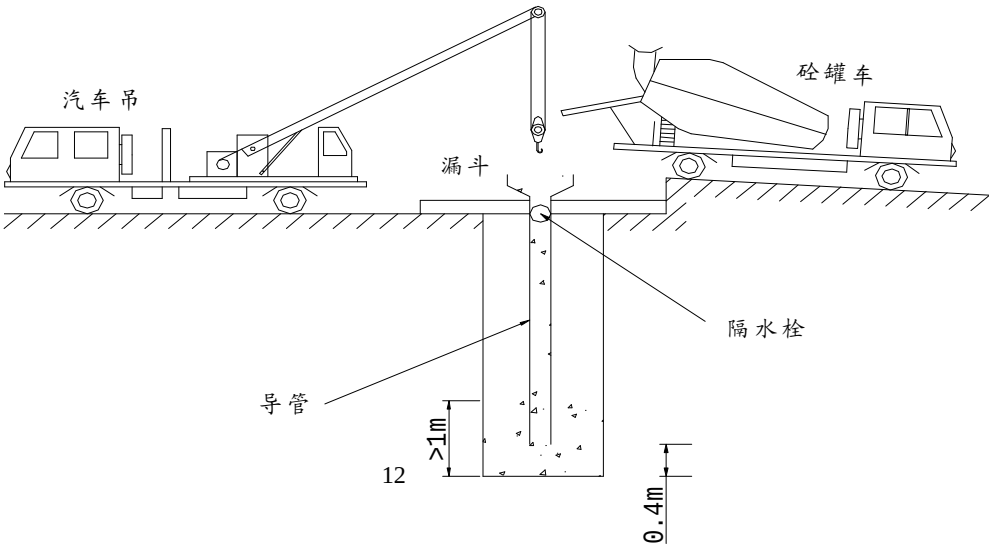


图3 直升导管法水下砼灌注示意图

斗内，吊车配合混凝土搅拌运输车注。采用储料斗容量为 1.8m^3 ，漏斗砼储满后，打开悬挂钢丝，在漏斗砼泄入导管的同时，罐车砼迅速放入漏斗，以确保管端部的砼封底成功。首批砼灌注正常后，然后进行正常混凝土灌注，且要连续不断灌注，严禁中途停工，在灌注过程中，应经常用测锤探测砼面的上升高度，并适时提升、逐级拆卸导管，保持导管的合理埋深。砼灌注时间必须控制在埋入导管中的砼不丧失流动性的时间内。同时，在灌注过程中，严格控制砼的灌注速度，以避免钢筋笼上浮的隐患。拔导管要结合砼的浇筑时间，拔管时间不得超过砼的初凝时间。同时应及时做好试件取样工作。取样数量为：拌和站两组，前台（浇注现场）一组，每组三块，浇注时间较长时，每根桩制作四组试件（前台两组，拌和站两组），并控制检查砼质量。

(5)在砼浇注完毕后 24 小时内，距桩位 5m 以内不得进行钻孔施工或其他具有振动性的作业，以保护新浇注的砼。

(6)严格控制砼顶标高，灌注至桩顶时要多灌 0.5~1 米高，确保桩头凿后桩身砼质量符合要求。清理桩头等桩头砼强度达到设计值的 25%时，立即拆除护筒并凿除桩头多余砼。达到桩顶设计标高，凿除桩头砼采用人工手工凿除，不采用爆破或其它影响桩身质量的方法进行。

3 异常情况的预防及处理措施

3.1 冲孔过程中异常情况的预防及处理措施

3.1.1 塌孔

钻进过程中，如发现排出的泥浆中不断出现气泡，或泥浆突然漏失，则表示有孔壁塌陷迹象或架空现象。

坍孔的主要原因：（1）土质松散、（2）泥浆护壁不好、（3）护筒周围未用粘土紧密填封以及护筒内水位不高、（4）钻进速度过快、（5）空钻时间过长、（6）成孔后待灌时间过长、（7）灌注时间过长也会引起孔壁坍陷，实际施工中要结合地质资料和施工实际情况进行判断。

防治措施：（1）塌孔不严重时，冲击钻成孔时投入粘土，掺片、卵石，低冲程锤击，使粘土膏、片、卵石挤入孔壁起护壁作用。回填土石料至塌孔的位置以上或适当埋深护筒，用粘土密实填封护筒四周，使用优质的泥浆，采取改善泥浆性能、加高水头，使孔内的泥浆有较高的密度、粘度；（2）当塌孔严重时，应尽快回填，采

用粘土并加入适量的碱和水泥，回填高度应高于塌孔处 2~4m，待其固化后，提高泥浆比重快速穿过该地层；（3）搬运和吊装钢筋笼时，应防止变形，安放要对准孔位，避免碰撞孔壁，同时应尽可能缩短每段钢筋笼的焊接时间；（4）成孔后，待灌时间不宜过长，一般不应大于 2 小时并尽量缩短灌注时间；（5）不允许将孔口护筒起拔。

3.1.2 缩径

塑性土膨胀，孔径内缩。

防治措施：采用优质泥浆，降低失水量；成孔时，应加大泵量，加快成孔速度，在成孔一段时间内，孔壁形成泥皮，则孔壁不会渗水，亦不会引起膨胀；如出现缩颈，采用上下反复扫孔的办法，以扩大孔径；如孔径部位处于松散的覆盖层，可采取加长护筒；

3.1.3 钻孔偏斜

成孔后桩孔出现较大垂直偏差或弯曲。

造成原因：地面软弱或软硬不均匀，导致施工平台出现不均匀沉降；钻锥起吊滑轮缘、钻锥中心和桩孔中心三者不在同一垂线上；土层呈斜状分布或土层中夹有孤石或漂石或其它硬物等情形。

防治措施：进入不均匀地层、斜状岩层或碰到孤石或漂石时，控制钻速；增加护筒埋深，安装导向装置也是防止孔斜的简单有效的方法；当钻孔偏斜不严重时，将钻头提至偏孔处，反复扫孔，使孔壁垂直；当偏孔严重时，应于孔中回填粘土石料至偏孔处 0.5m 以上，重新钻进；

3.1.4 桩底沉积过厚

清孔不干净或未进行二次清孔；泥浆比重过小或泥浆注入量不足而难于将沉渣浮起；钢筋笼吊放过程中，未对准孔位而碰撞孔壁使泥土坍落桩底；清孔后，待灌时间过长，致使泥浆沉积。

防治措施：成孔后，钻头提高孔底 10-20cm，保持慢速空转，维持循环清孔时间不少于 30 分钟。采用性能较好的泥浆，控制泥浆的比重和粘度，不要用清水进行置换。钢筋笼吊放时，使钢筋笼的中心与桩中心保持一致，避免碰撞孔壁。加快钢筋笼的对接速度，减少空孔时间，从而减少沉渣。下完钢筋笼后，检查沉渣量，如沉渣量超过规范要求，则应利用导管进行二次清孔，直至孔口返浆比重及沉渣厚度均符合规范要求。开始灌注混凝土时，导管底部至孔底的距离宜为 30-40mm，应有足

够的混凝土储备量，使导管一次埋入混凝土面以下 1.0m 以上，以利用混凝土的巨大冲击力将孔底沉渣托起，达到清除孔底沉渣的目的。

3.1.5 掉钻落物

造成原因：卡钻时强提强扭操作不当，使钢丝绳超负荷或疲劳断裂等等。

防治措施：开钻前应清除孔内落物，零星铁件可用电磁铁吸出，较大落物和钻具也可用冲抓锥打捞，然后在护筒口加盖。经常检查钻具，钢丝绳和连接装置。为便于打捞落锥可在冲击锥或其他类型的钻头上预先焊打捞环，打捞杠，或在锥身周围捆几圈钢丝绳。

3.1.6 卡钻、埋钻

因故停钻时，严禁钻锥留在孔内，以防埋钻，孔口应覆盖木板进行防护。发生卡钻和埋钻时，宜采用冲、吸等方法，将钻头周围土层松动后提钻，并采取措施保持孔壁稳定。

3.2 灌注过程中出现的异常情况的预防及处理措施

3.2.1 堵管

混凝土和易性、流动性差造成离析；混凝土中粗骨料粒径过大；各种机械故障引起混凝土浇筑不连续，在导管中停留时间过长而堵管等。

防治措施：在混凝土灌注时，应加强对混凝土搅拌时间和混凝土坍落度的控制；水下混凝土必须具备良好的和易性，配合比应通过实验室确定，坍落度宜为 18-22cm，粗骨料的最大粒径不得大于导管直径和钢筋笼主筋最小净距的 1/4，且应小于 40mm；为改善混凝土的和易性和缓凝，水下混凝土可掺外加剂；应确保导管连接部位的密封性，导管使用前应试拼装并进行水密性试验，以避免导管进水；在混凝土浇筑过程中，混凝土应缓缓倒入漏斗，避免在导管内形成高压气塞，同时，在灌注过程中，应上下轻微活动导管，畅通后方可继续灌注；

3.2.2 钢筋笼上浮

钢筋笼的位置高于设计位置。

钢筋笼放置初始位置过高；导管在混凝土中埋置深度过大或浇筑速度过快钢筋笼被混凝土拖顶上升；当混凝土灌至钢筋笼下，若此时提升导管，导管底端距离钢筋笼仅有 1m 左右时，由于浇筑的混凝土自导管流出后冲击力较大，推动了钢筋笼的上浮。

防治措施：钢筋笼初始位置应定位准确，与孔口固定牢固，同时在钢筋笼底部增设圆形的防浮筋；灌注混凝土过程中，适度控制混凝土的灌注速度，随时掌握混凝土浇注的标高及导管埋深，导管在混凝土面的埋置深度一般宜保持在 2-4m，不宜大于 5m 和小于 1m，当发生钢筋笼上浮时，应立即停止灌注混凝土，并准确计算导管埋深和已浇混凝土面的标高，适度提升导管（但不得将导管提离混凝土面）后再进行浇注，上浮现象即可消失。

3.2.3 埋管

造成原因：导管埋入混凝土过深，或管内外混凝土已初凝使导管与混凝土间摩阻力过大。

防治措施：应按要求严格控制埋管深度，一般不超过 2m-6m；在灌注过程中，时时上下活动导管或在导管上端安装附着式振捣器，拔管前或停灌时间较长时，均应适当振捣，使导管周围的混凝土不致过早的初凝；首批混凝土掺入缓凝剂，适度提高灌注速度。

3.2.4 断桩

混凝土凝固后不连续，中间被冲洗液等疏松体及泥土填充形成间断桩。

造成原因：由于导管底端距孔底过远或导管密封不良，混凝土被冲洗液稀释，使水灰比增大，造成混凝土不凝固，致使混凝土桩体与基岩之间被不凝固的混凝土填充；由于在浇注混凝土时，导管提升和起拔过多，导管脱离混凝土面，出现桩身中集渣沉积成层，混凝土不密实坚硬，个别孔段出现疏松、空洞的现象。

防治措施：成孔后，必须认真清孔，一般是采用冲洗液清孔，冲孔时间应根据孔内沉渣情况而定，冲孔后要及时灌注混凝土，避免孔底沉渣超过规范规定。灌注混凝土前认真进行孔径测量，准确算出全孔及首次封底混凝土灌注量（封底后埋管深度不小于 1 米）。混凝土浇注过程中，应随时控制混凝土面的标高和导管的埋深，每次拔管前必须量测砼顶面实际上升高度，准确计算埋管深度，每次只准拆一节管，砼内埋管深度应满足规范要求 2~6m，切勿起拔过多。严格确定混凝土的配合比，混凝土应有良好的和易性和流动性，坍落度损失应满足灌注要求。在地下水活动较大的地段，事先要用套管或水泥进行处理，止水成功后方可灌注混凝土。在混凝土灌注过程应确保导管的密封性，并连续灌注，准备灌注的混凝土要足量，避免因混凝土供应中断或等料时间过长，同时在灌注混凝土过程中应准备备用电源，避免停

电、停水。

4 冲孔灌注桩施工质量检测

当桩基砼灌注完成并达到适当强度后，桩头凿除必须将夹带杂物的部分凿除彻底，露出新鲜砼面，顶面齐平无松散砼；采用低应变反射波法或超声波投射法或地质钻机钻芯取样进行桩身检测，判断桩身长度、砼灌注质量以及是否存在缺陷，确定桩身缺陷的深度与厚度；恢复桩位，检查桩位偏差及钢筋保护层厚度，必须符合规范要求；如桩身砼存在缺陷未应采取相应的补救措施或未进行桩基无损检测，不得进行下道工序的施工。

根据《公路桥涵施工技术规范》(JTJ041-2000)及《公路工程质量检验评定标准》(JTJ071-98)，金康大桥水下混凝土灌注桩，经钻孔取芯和四川省地质工程测试研究所采用低应变反射波法及超声波进行检测，所有桩基桩身混凝土密实、完整，为 I 类桩基，合格率 100%，优良率达 95%以上，要求具体检测结果如下表 4、表 5：

低应变发射波法检测结果汇总表 4

序号	桩号	施工日期	测试日期	桩径 (mm)	桩长 (m)	波速 (m/s)	桩身 完整性	类别
1	4x	2006.2.6~3.18	2006.4.2	2000	35.2	3710	完整	I
2	3x	2006.2.1~3.1	2006.4.2	2000	35.6	3880	完整	I
3	3s	2006.3.3~4.2	2006.4.8	2000	35.5	3790	完整	I
4	4s	2006.3.3~4.19	2006.4.26	2000	35	3820	完整	I
5	2s	2006.9.3~10.15	2006.10.25	2000	35	3700	完整	I
6	2x	2006.9.3~10.17	2006.10.25	2000	35	3740	完整	I

超声波法检测结果汇总表 5

序号	桩号	施工日期	测试日期	桩径 (mm)	桩长 (m)	平均波速 (m/s)	平均波幅 (dB)	桩身 完整性	类别
1	4x	2006.2.6~3.18	2006.4.2	2000	35.2	3969	127	完整	I
2	3x	2006.2.1~3.1	2006.4.2	2000	35.6	3940	114	完整	I
3	3s	2006.3.3~4.2	2006.4.8	2000	35.5	3911	116	完整	I
4	4s	2006.3.3~4.19	2006.4.26	2000	35	3964	86	完整	I
5	2s	2006.9.3~10.15	2006.10.25	2000	35	3962	89	完整	I
6	2x	2006.9.3~10.17	2006.10.25	2000	35	3952	87	完整	I

5 结束语

金康大桥经过采取上述的控制手段以及预防措施，整个施工过程未出现任何异常情况。

总之，在进行水下混凝土灌注桩施工时，必须掌握各工序的质量控制要点，施工的难易点，并熟练掌握现场施工实际情况与工艺情况、详细而准确的施工记录，

只有这样才能对出现的异常情况采取行之有效的处理措施，才能比较准确判定钻孔灌注桩的施工质量。

参考文献

1. 《桥涵》 施工手册
2. 《水下混凝土施工技术规范》
3. 《公路桥涵施工技术规范》
4. 《公路与桥梁施工技术资料》
5. 《公路工程质量检验评定标准》
6. 《大跨度、桥梁施工技术》
7. 《钢筋焊接及验收规范》