

第四节 桩基础

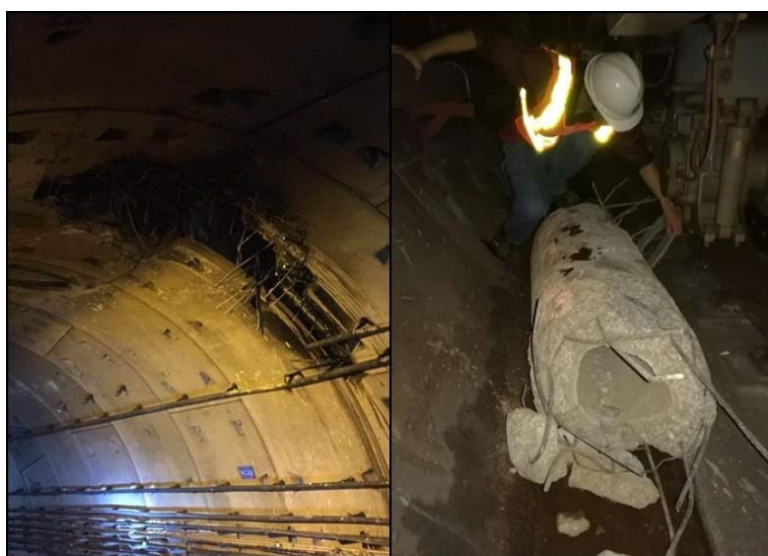
1K412022 沉入桩施工

1K412022 钻孔灌注桩施工

1K420161 桩基施工安全措施

1K420101 质量事故预防措施

三、桩基施工安全措施



一、避免桩基施工对地下管线的破坏

(P429)

(一) 开工前应采取的安全措施

(1) 通过调查、详勘掌握桩基施工地层内各种管线，包括上水、雨水、污水、电力、电信、煤气及热力等管线资料以及各管线距施工区域距离。

(2) 现场做好管线拆迁改移，或保护工作。

(3) 现场准确标识，以便桩位避开地下管线，施工中做好监测工作。



(二) 施工安全保证措施

(1) 沉入桩施工安全控制主要包括桩的制作、桩的吊运与堆放和沉入施工。

(2) 混凝土灌注桩施工安全控制涉及施工场地、护筒埋设、护壁泥浆、钻孔施工、钢筋笼制作及安装和混凝土浇筑。



二、沉入桩施工安全控制措施

(一) 桩的制作

1. 混凝土桩制作

(1) 预制构件的吊环位置及其构造必须符合设计要求。吊环必须采用未经冷拉的 HPB300 级热轧钢筋制作，严禁以其他钢筋代替。

(2) 钢筋加工场应符合施工平面布置图的要求。码放时，应采取防止锈蚀和污染的措施，标示标牌齐全；整捆码垛高度不宜超过 2m，散捆码垛高度不宜超过 1.2m。

(3) 加工成型的钢筋笼、钢筋网和钢筋骨架等应水平放置。码放高度不得超过 2m，码放层数不宜超过 3 层。



2. 钢桩制作

(1) 在露天场地制作钢桩时，应有防雨、雪设施，周围应设护栏，非施工人员禁止入内。

(2) 剪切、冲裁作业时，应根据钢板的尺寸和质量确定吊具和操作人数，不得将数层钢板叠在一起剪切和冲裁；操作人员双手距刀口或冲模应保持 20cm 以上的距离，不得将手置于压紧装置或待压工件的下部，送料时必须在剪刀、冲刀停止动作后作业。

(3) 根据焊接与切割安全的基本要求。气割加工现场必须按消防部门的规定配置消防器材，周围 10m 范围内不得堆放易燃易爆物品。操作者必须经专业培训，持证上岗。



(4) 焊接作业现场应按消防部门的规定配置消防器材，周围 10m 范围内不得堆放易燃易爆物品。操作者必须经专业培训，持证上岗。焊工作业时必须使用带有滤光镜的头罩或手持防护面罩，戴耐火的防护手套，穿焊接防护服和绝缘、阻燃、抗热防护鞋；清除焊渣时应戴护目镜。

(5) 涂漆作业场所应采取通风措施，空气中可燃、有毒、有害物质的浓度应符合现行涂装作业安全规程中涂漆工艺及其通风净化的要求。



(二) 桩的吊运、堆放

(1) 吊装应由具有吊装施工经验的施工技术人员主持，吊装作业必须由信号工指挥。

(2) 预制混凝土桩起吊时的强度应符合设计要求，设计无要求时，混凝土应达到设计强度的 75% 以上。

(3) 桩的吊点位置应符合设计或施工设计规定。

(4) 桩的堆放场地应平整、坚实、不积水。混凝土桩支点应与吊点在一条竖直线上，堆放时应上下对准，堆放层数不宜超过 4 层。钢桩堆放支点应布置合理，防止变形，并应采取防滚动措施，堆放层数不得超过 3 层。



(三) 沉桩施工

(1)在施工组织设计中，应根据桩的设计承载力、工程地质、桩的破坏临界值和现场环境等状况选择适宜的沉桩方法和机具，并规定相应的安全技术措施。

(2)沉桩作业应由具有经验的技术工人指挥。作业前指挥人员必须检查各岗位人员的准备工作和周围环境，确认安全后，方可向操作人员发出指令。

(3)振动沉桩时，沉桩机、机座、桩帽应连接牢固，沉桩机和桩的中心应保持在同一轴线上。用起重机悬吊振动桩锤沉桩时，其吊钩上必须有防松脱的保护装置，控制吊钩下降速度与沉桩速度一致，保持桩身稳定。

(4)射水沉桩时，应根据土质选择高压水泵的压力和射水量，并应防止急剧下沉造成桩机倾斜。高压水泵的压力表、安全阀，输水管路应完好。压力表和安全阀必须经检测部门检验、标定后方可使用。施工中严禁射水管对向人、设备和设施。

(5)沉桩过程中发现贯入度发生突变、桩身突然倾斜、柱头桩身破坏、地面隆起或桩身上浮等情况时应暂停施工，经采取措施确认安全后，方可继续沉桩。



农（隆）妇变破鞋

三、钻孔灌注桩施工安全控制要点

（一）场地要求

施工场地应能满足钻孔机作业的要求。旱地区域地基应平整、坚实；浅水区域应采用筑岛方法施工；深水河流中必须搭设水上作业平台，作业平台应根据施工荷载、水深、水流、工程地质状况进行施工设计，其高程应比施工期间的最高水位高 700mm 以上。





(二) 钻孔施工

(1)施工场地应平整、坚实，非施工人员禁止进入作业区。

(2)不得在高压线下施工。施工现场附近有电力架空线路时，施工中应设专人监护，确认钻机的安全距离在任何状态下均符合表 2K320161 的规定。

高压线线路与钻机的安全距离表			表1K420161
电压	1kV以下	1 ~ 10kV	35 ~ 110kV
安全距离（m）	4	6	8



- (3)钻机的机械性能必须符合施工质量和安全要求，状态良好，操作工持证上岗。
- (4)钻机运行中作业人员应位于安全处，严禁人员靠近或触摸旋转钻杆；钻具悬空时严禁下方有人。
- (5)钻孔过程中，应检查钻渣，与地质剖面图核对，发现不符时应及时采取安全技术措施。
- (6)钻孔应连续作业。相邻桩之间净距小于 5m 时，邻桩混凝土强度达 5MPa 后，方可进行钻孔施工；或间隔钻孔施工。
- (7)成孔后或因故停钻时，应将钻具提至孔外置于地面上，保持孔内护壁泥浆的高度防止塌孔，孔口采取防护措施。钻孔作业中发生塌孔和护筒周围冒浆等故障时，必须立即停钻。钻机有倒塌危险时，必须立即将人员和钻机撤至安全位置，经技术处理并确认安全后，方可继续作业。
- (8)采用冲抓钻机钻孔时，当钻头提至接近护筒上口时，应减速、平稳提升，不得碰撞护筒，作业人员不得靠近护筒，钻具出土范围内严禁有人。
- (9)泥浆沉淀池周围应设防护栏杆和警示标志。



（三）钢筋笼制作与安装

(1)加工成型的钢筋笼应水平放置，堆放场地平整、坚实。码放高度不得超过 2m，码放层数不宜超过 3 层。

(2)钢筋笼长度较大、影响起重吊装安全时，允许分段制作加工。

(3)应根据钢筋质量、钢筋骨架外形尺寸、现场环境和运输道路等情况，选择适宜的运输车辆和吊装机械。

(4)钢筋笼吊装机械必须满足要求，并有一定的安全储备。分段制作的钢筋笼入孔后进行竖向焊接时，起重机不得摘钩、松绳，严禁操作工离开驾驶室；骨架焊接完成，经验收合格后，方可松绳、摘钩。

(5)在孔口焊接作业时，应在护筒外搭设焊接操作平台，且应支垫平整。

（四）混凝土浇筑

(1)浇筑水下混凝土的导管宜采用起重机吊装，就位后必须临时固定牢固方可摘钩。

(2)浇筑水下混凝土漏斗的设置高度应依据孔径、孔深、导管内径等确定。

(3)提升导管的设备能力应能克服导管和导管内混凝土的自重以及导管埋入部分内外壁与混凝土之间的黏滞阻力，并有一定的安全储备。



(4) 浇筑混凝土作业必须由作业组长指挥。浇筑前作业组长应检查各项准备工作，确认合格后，方可发布浇筑混凝土指令。

(5) 在浇筑水下混凝土过程中，必须采取防止导管进水和阻塞、埋管、塌孔的措施。

(6) 灌注过程中，应注意观察管内混凝土下降和孔内水位升降情况，及时测量孔内混凝土高度，正确指挥导管的提升和拆除。



四、质量事故预防措施

施工准备	1.地质勘探资料和设计文件
泥浆池开挖	2.孔口高程及钻孔深度的误差
埋设护筒	3.孔径误差
钻机就位	4.钻孔垂直度不符合规范要求
冲击成孔	5.塌孔与缩径
第一次清孔	6.桩端持力层判别错误
吊装钢筋笼	7.孔底沉渣过厚或灌注混凝土前孔内泥浆含砂量过大
安放导管	8.水下混凝土灌注和桩身混凝土质量问题
第二次清孔	9.混凝土灌注过程因故中断
水下砼灌注	
砍 桩	

一、地质勘探资料和设计文件

【可能存在的问题】（P357）

地质勘探主要存在勘探孔间距太大、孔深太浅，土工试验数量不足、土工取样和土工试验不规范，桩周摩阻力和桩端承载力不足等问题。设计文件主要存在对地质勘探资料没有认真研究、桩型选择不当、地面高程不清等问题。



【预防措施】

在桩基开始施工前，对地质勘探资料和设计文件进行认真研究。对桩基持力层厚度变化较大的场地，应适当加密地质勘探孔；必要时进行补充勘探，防止桩端落在较薄的持力层上而发生持力层剪切破坏。场地有较厚的回填层和软土层时，设计者应认真校核桩基是否存在负摩擦现象。



二、孔口高程及钻孔深度的误差

【孔口高程误差】

主要有两方面：一是由于地质勘查完成后场地再次回填，计算孔口高程时疏忽而引起的误差；

二是由于施工场地在施工过程中废渣的堆积，地面不断升高，孔口高程发生变化造成的误差。

其对策是认真校核原始水准点和各孔口的绝对高程，每根桩开孔前复测一次桩位孔口高程。



【钻孔深度的误差】

有些工程在场地回填平整前就进行工程地质勘探，地面高程较低，当工程地质勘探采用相对高程时，施工应把高程换算一致，避免出现钻孔深度的误差。另外，孔深测量应采用丈量钻杆的方法，取钻头的 $\frac{2}{3}$ 长度处作为孔底终孔界面，不宜采用测绳测定孔深。对于端承桩钻孔的终孔高程应以被端进入持力层深度为准，不宜以固定孔深的方式终孔。因此，钻孔到达桩端持力层后应及时取样鉴定，确定钻孔是否进入桩端持力层。



三、孔径误差

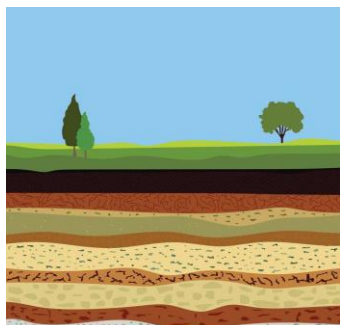
孔径误差主要是由于作业人员疏忽错用其他规格的钻头，或因钻头陈旧，磨损后直径偏小所致。对于直径 800~1200mm 的桩，钻头直径比设计桩径小 30~50mm 是合理的。每根桩开孔时，应验证钻头规格，实行签证手续。



四、钻孔垂直度不符合规范要求

【主要原因】

- (1)场地平整度和密实度差，钻机安装不平整或钻进过程发生不均匀沉降，导致钻孔偏斜。
- (2)钻杆弯曲、钻杆接头间隙太大，造成钻孔偏斜。
- (3)钻头翼板磨损不一，钻头受力不均，造成偏离钻进方向。
- (4)钻进中遇到软硬土层交界面或倾斜岩面时，钻压过高使钻头受力不均，造成偏离钻进方向。



【控制措施】

- (1)压实、平整施工场地。
- (2)安装钻机时应严格检查钻机的平整度和主动钻杆的垂直度，钻进过程中应定时检查主动钻杆的垂直度，发现偏差立即调整。
- (3)定期检查钻头、钻杆、钻杆接头，发现问题及时维修或更换。
- (4)在软硬土层交界面或倾斜岩面处钻进，应低速低钻压钻进。发现钻孔偏斜，应及时回填黏土，冲平后再低速低钻压钻进。
- (5)在复杂地层钻进，必要时在钻杆上加设扶正器。



五、塌孔与缩径

【主要原因】

塌孔与缩径产生的原因基本相同，主要是地层复杂、钻进速度过快、护壁泥浆性能差、成孔后放置时间过长没有灌注混凝土等原因所造成。

【口诀】美的降速

【预防措施】

钻（冲）孔灌注桩穿过较厚的砂层、砾石层时，成孔速度应控制在 2m/h 以内，泥浆性能主要控制其密度为 1.3~1.4g/cm³、黏度为 20~30s、含砂率不大于 6%，若孔内自然造浆不能满足以上要求时，可采用加黏土粉、烧碱、木质素的方法，改善泥浆的性能，通过对泥

浆的除砂处理，可控制泥浆的密度和含砂率。没有特殊原因，钢筋骨架安装后应立即灌注混凝土。

六、桩端持力层判别错误

持力层判别是钻孔桩成败的关键，现场施工必须给予足够的重视。

①对于非岩石类持力层，判断比较容易，可根据地质资料，结合现场取样进行综合判定。

②对于桩端持力层为强风化岩或中风化岩的桩，判定岩层界面难度较大，可采用以地质资料的深度为基础，结合钻机的受力、主动钻杆的抖动情况和孔口携样进行综合判定，必要时进行原位取芯验证。



七、孔底沉渣过厚或灌注混凝土前孔内泥浆含砂量过大

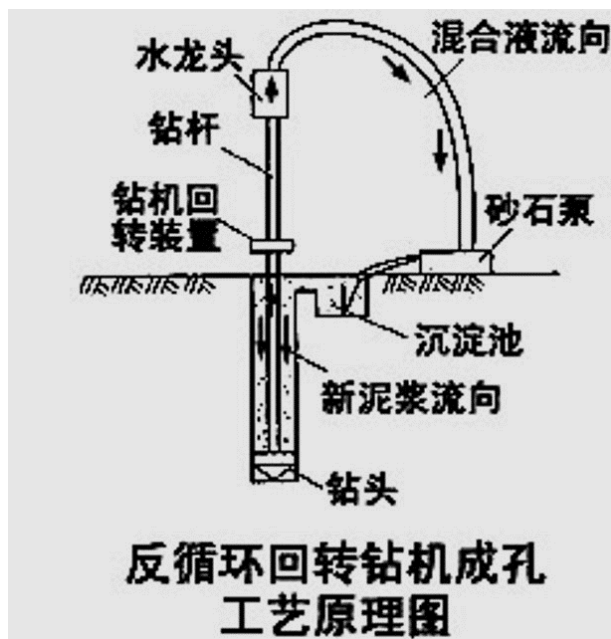
孔底沉渣过厚：①清孔泥浆质量差，清孔无法达到设计要求，②测量方法不当造成误判。

措施：要准确测量孔底沉渣厚度，①首先需准确测量桩的终孔深度，应采用丈量钻杆长度的方法测定，取“孔内钻杆长度+钻头长度”，钻头长度取至钻尖的 2/3 处。

②在含粗砂、砾砂和卵石的地层钻孔，有条件时应优先采用泵吸反循环清孔。

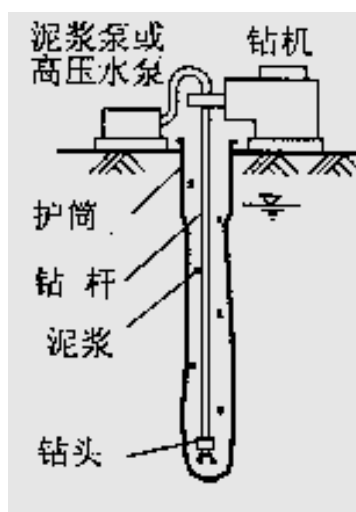
③当采用正循环清孔时，前阶段应采用高黏度浓浆清孔，并加大泥浆泵的流量，使砂石粒能

顺利地浮出孔口。



孔内泥浆含沙量过大的处置措施：

孔底沉渣厚度符合设计要求后，①应把孔内泥浆密度降至 $1.15-1.20\text{g/cm}^3$ 。②清孔整个过程应专人负责孔口捞渣和测量孔底沉渣厚度。及时对孔内泥浆含砂率和孔底沉渣厚度的变化进行分析，若③出现清孔前期孔口泥浆含砂量过低，携不到粗砂粒，或后期把孔内泥浆密度降低后，孔底沉渣厚度增大较多，则说明前期清孔时泥浆的黏度和稠度偏小，砂粒悬浮在孔内泥梁里，没有真正达到清孔的目的，施工时应特别注意这种情况。



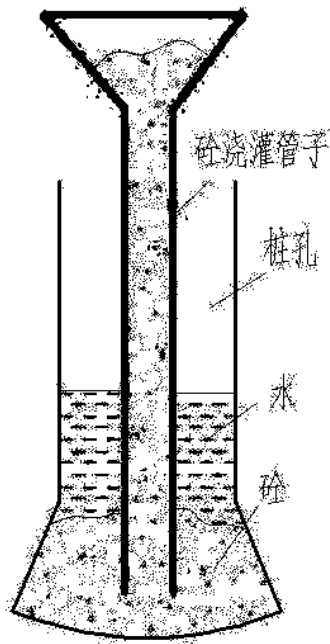
八、水下混凝土灌注和桩身混凝土质量问题

混凝土质量关系到混凝土灌注过程是否顺利和桩身混凝土质量两大方面。要配制出高质量的混凝土，首先要设计好配合比和做好现场试配工作，采用高强度水泥时，应注意混凝土的初凝和终凝时间与单桩灌注时间的关系，必要时添加缓凝剂。施工现场应严格控制好配合比（特别是水胶比）和搅拌时间。掌握好混凝土的和易性及其坍落度，防止混凝土在灌注过程中发生离析和堵管。



【一、初灌时埋管深度达不到规范要求】

规范规定，灌注导管底端至孔底的距离应为 $0.3 \sim 0.5\text{m}$ ，初灌时导管首次埋深应不小于 1.0m 。在计算混凝土的初灌量时，除计算桩长所需的混凝土量外，还应计算导管内积存的混凝土量。



【二、灌注混凝土时堵管】

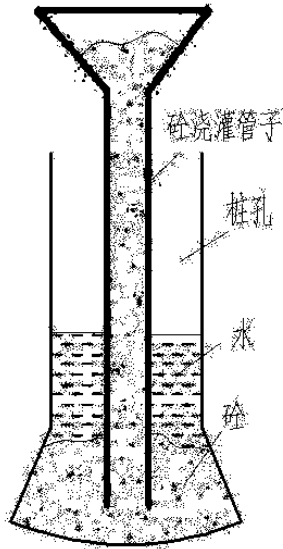
原因：灌注混凝土时发生堵管主要由灌注导管破漏、灌注导管底距孔底深度太小、完成二次清孔后灌注混凝土的准备时间太长、隔水栓不规范、混凝土配制质量差、灌注过程中灌注导管埋深过大等原因引起。



【二、灌注混凝土时堵管】

措施：1.灌注导管在安装前应有专人负责检查，可采用肉眼观察和敲打听声相结合的方法进行检查，检查项目主要有灌注导管是否存在孔洞和裂缝、接头是否密封、厚度是否合格。

(3)灌注导管使用前应进行水密承压和接头抗拉试验，严禁用气压。进行水密试验的水压不应小于孔内水深 1.5 倍的压力。



(4)隔水栓应认真细致制作，其直径和椭圆度应合使用要求。

(5)完成第二次清孔后，应立即开始灌注混凝土，若因故推迟灌注混凝土，应重新进行清孔。

否则，可能造成孔内泥浆悬浮的砂粒下沉而使孔底沉渣过厚，并导致隔水栓无法正常工作而发生堵管事故。

幻灯片 47

四、质量事故预防措施

【三、灌注混凝土过程中钢筋骨架上浮】

原因：(1)混凝土初凝和终凝时间太短，使孔内混凝土过早结块，当混凝土面上升至钢筋骨架底时，结块的混凝土托起钢筋骨架。(2)清孔时孔内泥浆悬浮的砂粒太多，混凝土灌注过程中砂粒回沉在混凝土面上，形成较密实的砂层，并随孔内混凝土逐渐升高，当砂层上升至钢筋骨架底部时托起钢筋骨架。(3)混凝土灌注至钢筋骨架底部时，灌注速度太快，造成钢筋骨架上浮。

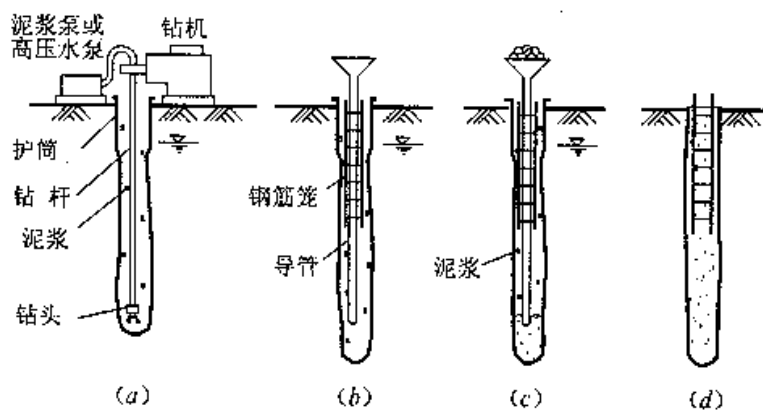


图 8.6 钻孔灌注桩施工程序

(a)成孔;(b)下导管和钢筋笼;(c)浇灌水下混凝土;(d)成桩

【三、灌注混凝土过程中钢筋骨架上浮】

措施:

除认真清孔外,当灌注的混凝土面距钢筋骨架底部 1m 左右时,应降低灌注速度。当混凝土面上升到骨架底口 4m 以上时,提升导管,使导管底口高于骨架底部 2m 以上,然后恢复正常灌注速度。



【四、桩身混凝土强度低或混凝土离析】

原因: 主要原因是施工现场混凝土配合比控制不严、搅拌时间不够和水泥质量差。

措施: 严格把好进场水泥的质量关,控制好施工现场混凝土配合比,掌握好搅拌时间和混凝

土的和易性。



【五、桩身混凝土夹渣或断桩】

原因：①初灌混凝土量不够，造成初灌后埋管深度太小或导管根本就没有进入混凝土。②混凝土灌注过程拔管长度控制不准，导管拔出混凝土面。③混凝土初凝和终凝时间太短，或灌注时间太长，使混凝土上部结块，造成桩身混凝土夹渣。④清孔时孔内泥浆悬浮的砂粒太多，混凝土灌注过程中砂粒回沉在混凝土面上，形成沉积砂层，阻碍混凝土的正常上升，当混凝土冲破沉积砂层时，部分砂粒及浮渣被包入混凝土内。严重时可能造成堵管事故，导致混凝土灌注中断。

2.预防办法

混凝土灌注过程中拔管应有专人负责指挥，并分别采用理论灌入量计算孔内混凝土面和重锤实测孔内混凝土面，取两者的低值来控制拔管长度，确保导管的埋置深度控制在 2 ~ 6m。

单桩混凝土灌注时间宜控制在 1.5 倍混凝土初凝时间内。

【六、桩顶混凝土不密实或强度达不到设计要求】

原因：超灌高度不够、混凝土浮浆太多、孔内混凝土面测定不准。

措施：对于桩径不大于 1000mm 的桩，超灌高度不小于桩长的 4%；对于桩径大于 1000mm 的桩，超灌高度不小于桩长的 5%。对于大体积混凝土的桩，桩顶 10m 内的混凝土应适当

调整配合比，增大碎石含量，减少桩顶浮浆。在灌注最后阶段，孔内混凝土面测定应采用硬杆筒式取样法测定。



九、混凝土灌注过程因故中断

混凝土灌注过程中断的原因较多，在采取抢救措施后仍无法恢复正常灌注的情况下，可采用如下方法进行处理：

- (1)【少量】若刚开灌不久，孔内混凝土较少，可拔起导管和吊起钢筋骨架，重新钻孔至原孔底，安装钢筋骨架和清孔后再开始灌注混凝土。
- (2)【量多，未初凝】迅速拔出导管，清理导管内积存混凝土和检查导管后，重新安装导管和隔水栓，然后按初灌的方法灌注混凝土，待隔水栓完全排出导管后，立即将导管插入原混凝土内，此后便可按正常的灌注方法继续灌注混凝土。此法的处理过程必须在混凝土的初凝时间内完成。

【未初凝】
【导管计量
湿接桩】

