



2.1.8 成品保护

1. 现场测量预制桩、控制网的保护工作。
2. 已进场的预制桩堆放整齐，注意防止施工机械碰撞。
3. 送桩后的孔洞应及时回填，以免发生意外伤人事件。

2.1.9 安全环保措施

1. 施工应按顺序有系统的进行，保持现场文明施工、安全施工。
2. 施工垃圾、生活垃圾应定期清理，以免污染环境。
3. 制定安全生产措施，定期对施工人员进行安全知识培训，提高安全意识，确保安全生产。

2.1.10 质量记录

1. 桩的结构图及设计变更通知单。
2. 材料的出场合格证和试、化验报告。
3. 焊件和焊接记录及焊件试验报告。
4. 桩体质量检验纪录。
5. 混凝土试件强度试验报告。
6. 压桩施工记录。
7. 桩位平面图。

2.2 泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺标准

2.2.1 总 则

2.2.1.1 适用范围

泥浆护壁钻孔灌注桩按成孔工艺和成孔机械的不同,可分为如下几种,其适用范围如下:

1. 冲击成孔灌注桩:适用于黄土、黏性土或粉质黏土和人工杂填土层中应用,特别适合于有孤石的砂砾石层、漂石层、坚硬土层、岩层中使用,对砂层亦可克服,但对淤泥及淤泥质土,则应慎重使用。
2. 冲抓成孔灌注桩:适用于一般较松软黏土、粉质黏土、砂土、砂砾层以及软质岩层应用,孔深在 20m 内。
3. 回转钻成孔灌注桩:适用于地下水位较高的软、硬土层,如淤泥、黏性土、砂土、软质岩层。
4. 潜水钻成孔灌注桩:适用于地下水位较高的软、硬土层,如淤泥、淤泥质土、黏土、粉质黏土、砂土、砂夹卵石及风化页岩层中使用,不得用于漂石。

2.2.1.2 编制参考标准及规范

- 1. 中华人民共和国国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)；
- 2. 中华人民共和国国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)；
- 3. 中华人民共和国行业标准《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94)；
- 4. 中华人民共和国国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)。

2.2.2 术 语

- 1. 灌注桩：先用机械或人工成孔，然后再下钢筋笼、灌注混凝土的基桩。
- 2. 泥浆护壁：用机械进行灌注桩成孔时，为防止塌孔，在孔内用相对密度大于 1 的泥浆进行护壁的一种成孔施工工艺。

2.2.3 基本规定

2.2.3.1 桩位放样允许偏差如下：

- 1. 群桩：20mm；
- 2. 单排桩：10mm。

2.2.3.2 桩基工程的桩位验收，除设计有规定外，应按下述要求进行：

- 1. 当桩顶设计标高与施工场地标高相同时，或桩基施工结束后，有可能进行检查时，桩基工程的验收应在施工结束后进行。
- 2. 当桩顶设计标高低于施工场地标高，送桩后无法对桩位进行检查时，灌注桩可对护筒位置做中间验收。

2.2.3.3 泥浆护壁钻孔灌注桩的桩位偏差必须符合表 2.2.3.3 的规定，桩顶标高至少比设计标高高出 0.5m，桩底清孔质量要求见表 2.2.7—2。每浇注 50m³ 必须有 1 组试件；小于 50m³ 的单柱单桩，每根桩必须有 1 组试件；每个柱子承台下的桩至少应有 1 组试件。

泥浆护壁灌注桩施工允许偏差 表 2.2.3.3

桩径	桩径允许差 (mm)	垂直度 允许偏 差(%)	桩位允许偏差 (mm)	
			1~3 根、单排桩基 垂直于中心线方向 和群桩基础的边桩	条形桩基沿中心 线方向和群桩基 础的中间桩
$D \leq 1000\text{mm}$	± 50	1	$d/6$ 且不大于 100	$d/4$ 且不大于 150
$D > 1000\text{mm}$	± 50		$100+0.01H$	$150+0.01H$

- 注； 1. 桩径允许偏差的负值是指个别断面
2. 采用复打、反插法施工的桩允许偏差不受本表限制：
3. H 为施工现场地面标高与桩顶设计标高的距离；d 为设计桩径。

2.2.3.4 工程桩应进行承载力检验。对于地基基础设计等级为甲级或地质条件复杂，成桩质量可靠性低的灌注桩，应采用静载荷试验的方法进行检验，检验桩数不应少于总数的

1%，且不应少于3根，当总桩数少于50根时，不应少于2根。

2.2.3.5 桩身质量应进行检验。对设计等级为甲级或地质条件复杂，成桩质量可靠性低的灌注桩，抽检数量不应少于总数的30%，且不应少于20根；其他桩基工程的抽检数量不应少于总数的20%，且不应少于10根；对地下水位以上终孔后经过核验的灌注桩，检验数量不应少于总桩数的10%，且不应少于10根。每个柱子承台下不得少于1根。

2.2.3.6 对砂子、石子、钢材、水泥等原材料的质量、检验项目、批量和检验方法，应符合国家现行有关标准的规定。

2.2.3.7 粗骨料可选用卵石或碎石，其最大粒径对于沉管灌注桩不宜大于50mm，并不得大于钢筋间最小净距的1/3；对于素混凝土桩，不得大于桩径的1/4，并不宜大于70mm。

2.2.3.8 为核对地质资料、检验设备、工艺以及技术要求是否适宜，桩在施工前，宜进行“试成孔”。

2.2.4 施工准备

2.2.4.1 技术准备

1. 认真熟悉现场的工程地质和水文地质资料，收集场区内地下障碍物、管网等相关资料。
2. 结合场区内的具体情况，编制施工组织设计或施工方案。
3. 对现场施工人员进行图纸和施工方案交底，专业工种应进行短期专业技术培训。
4. 组织现场所有管理人员和施工人员学习有关安全、文明施工规程，增强职工安全、文明施工和环保意识。
5. 进行测量基准交底、复测及验收工作。
6. 其他技术准备工作。

2.2.4.2 作业条件

1. 施工平台应坚实稳固，并具备机械、人员操作空间。
2. 施工用水、用电接至施工场区，并满足机械及成孔要求。
3. 混凝土搅拌站、混凝土运输、混凝土浇筑机械试运转完毕，钢筋进场检验合格，钢筋骨架安放设备满足要求。
4. 测量控制网（高程、坐标点）已建立，桩位放线工作完成，或复测验收合格。

2.2.4.3 成孔机械

成孔机械根据土质情况进行选用，见表2.2.4.3-1。潜水钻机技术参数见表2.2.4.3-2，国产回转钻机技术参数见表2.2.4.3-3、表2.2.4.3-4，国产冲击钻机技术参数见表2.2.4.3-5，冲抓钻机技术参数见表2.2.4.3-6，抓斗与套管配套表见表2.2.4.3-7、表2.2.4.3-8。

成孔机械选用表

表 2.2.4.3-1

成 孔 机 械	土 质 情 况
潜 水 钻	黏性土、粉土、淤泥、淤泥质土、砂土、强风化岩石、软质岩
回 转 钻	碎石类土、黏性土、粉土、淤泥、淤泥、砂土、强风化岩、软质及硬质岩

冲击钻	各类土层及风化岩、软质岩
冲抓锥成孔机	较松软黏土、粉质黏土、砂土、砂砾层以及软持岩层等

潜水钻机主要技术能参数 表 2.2.4.3-2

型 号 参 数		KQ-800	KQ-1250A	KQ-1500	KQ-2000	KQ-2500	KQ-3000
钻孔直径 (mm)		450 ~ 800	450 ~ 1250	800 ~ 1500	800 ~ 2000	1500 ~ 2500	2000 ~ 3000
钻孔深度 (m)	潜水钻法	80	80	80	80	80	80
	钻斗钻法	35	35	35			
主轴转速 (r/min)		200	45	38.5	21.3		
最大扭矩 (kN · m)		1.90	4.60	6.87	13.72	36.0	72.0
钻进速度 (m/min)		0.3 ~ 1	0.3 ~ 1	0.06 ~ 0.16	0.06 ~ 0.10`	74	111
电机功率 (kw)		22	22	37	44	16	12
电机转速 (r/min)		960	960	960	960		
钻头转速 (r/min)		86	45	42		16	12
主机重量 (kg)		550	700	1000	1000		
整机重量 (kg)		7280	10460	15430	20180		
外型尺寸 (mm)	长度	4306	5600	6850	7500		
	宽度	3260	3100	3200	4000		
	高度	7020	8742	10500	11000		

国产回转钻机主要性能 (一) 表 2.2.4.3-3

型 号 参 数	GPS-15	SPJT-300	SPC-500	QJ250	ZJ150-1	G-4	BRM-80	BRM-1
钻孔直径 (mm)	800 ~ 1500	500	500 ~ 350	2500	1500	100 0	1200	1250
钻孔深度 (m)	50	300	600	100	70 ~ 100	50	40 ~ 60	40~60
转盘扭矩 (kN · m)	17.7	17.7		68.6	3、5、4.9、 7.2、19.5	20	4.2 ~ 8.7	3.3 ~ 12.1

续 表

型号 参数	GPS-15	SPJT-300	SPC-500	QJ250	ZJ150-1	G-4	BRM-08	BRM-1
转盘转速(r/min)	13、23、 42	40、70、 128	正 42、70、 110、203、 反 51、84、 132、243	12、8、 21、41	22、59、 86、120	10、 40、80	15 ~ 41	9 ~ 52
钻孔方式	泵吸反 循环	正反 循环	正循环	正反循 环	正反循 环	正反 循环	正反循 环	正反循 环
加压给进方式				自重	自重		配重	配重
驱动功率(kW)	30	40	75	95	55	20	22	22
重量(kg)	15000	11000	25000	13000	1000		6000	9200
外型尺 寸(m)	长度	4.7	11.7	12.3	3.0			
	宽度	2.2	2.5	2.5	1.6			
	高度	8.3	3.7	3.7	2.7			

国产回转钻机主要性能 (二)

表 2.2.4.3-4

型 号 参 数	BRM-2	BRM-4	BRM-4A	GJD1500	红星 400	SPC-300H	SPC-600
钻孔直径(mm)	1500	3000	1500 ~ 3000	1500 ~ 2000	1500	500、700	500 ~ 1900
钻孔深度 (m)	40 ~ 60	40 ~ 100	40 ~ 80	50	50	200 ~ 300、80	400 ~ 600
转盘扭矩(kN·m)	7 ~ 28	15 ~ 80	15、20、30、 40、55、80	39 . 2	40		15、24、39、 64、11 . 5
转盘转速(r/min)	5 ~ 34	6 ~ 35	6、9、13、 17、25、35	6、3、14 . 4、 30 . 6	12	52、78、123	25、45、74、 120、191
钻孔方式	正反循环	正反循环	气举反 循环	正反循环 冲击	正反循环	正反循环、 冲击	正循环
加压给进方式	配重	配重	配重		自重		
驱动功率(Kw)	28	75	75	63	40	118	75
重量(kg)	13000	32000	68177	20500	7000	15000	23900
外型 尺寸 (m)	长度		7.9	5.1	3.0	10.9	14.2
	宽度		4.5	2.4	1.6	2.5	2.5
	高度		13.3	6.38	2.7	3.6	3.6

国产冲击钻机主要技术性能

表 2 . 2 . 4 . 3-5

型 号 技术参数	SPC-300H	GJC-40H	CZ-30	CZ-22	KCL-100	GJD-1500
钻孔最大直径(mm)	700	700	1200	559	1000	2000 土层 1500 岩层
钻孔最大孔深(m)	80	80	180	300	50	50
冲击行程(mm)	500、650	500、650	500 ~ 1000	350'1000	350 ~ 1000	100 ~ 1000

续 表

型 号 技术参数			SPC-300H	GJC-40H	CZ-30	CZ-22	KCL-100	GJD-1
冲击频率(次.min)			25、50、72	20 ~ 72	40、45、50	40、45、50	40、45、50	0 ~ 30
钻头重量(kg)					2500	1500	1500	2940
卷筒 提升 力 (kN)	冲击钻卷筒		30	30	30	30	20	39 . 2
	淘渣筒卷筒				20	20	13	
	滑车卷筒		20	20	30	15		
电机功率(kW)			118	118	40	22	30	63
桅杆负荷能力(kN)			150	150	250	150	120	
桅杆工作高度(m)			11	11	16	11	7.5	
钻 机 尺 寸 (m)	拖 动 时	长度			10.0			
		高度			2.66			
		宽度			3.50			
	工 作 时	长度	10.85	10.85	6.00		2.8	5.04
		高度	2.47	2.47	2.66		2.3	2.36
		宽度	3.60	3.55	16.30		7.8	6.38
钻机重量(kg)			15000	15000	13670	7000	6100	20500

冲抓式成孔机技术参数

表 2 . 2 . 4 . 3-6

性能指标	A-3 型	A-5 型
成孔直径(mm)	480 ~ 600	450 ~ 600
最大成孔深度 (m)	10	10
抓斗长度 (mm)	2256	2356
抓瓣张开直径 (mm)	450	430
抓 瓣 数	4	4
提升速度 (m/min)	15	18
卷扬机起重能力 (kN)	20	25
平均工效(孔/台班)	5 ~ 6 (深 5 ~ 8m)	5 ~ 6 (深 5 ~ 8m)
适应土质条件	黏土夹石或砂卵石类土	黏土夹石或砂卵石类土

抓斗与套管匹配表 (一)

表 2.2.4.3-7

出 厂 单 标			日 本 三 菱 重 工						
钻 孔 直 径			1000	1100	1200	1300	1500	1800	2000
	型 号		GS-13	GS-13	GS-13	GS-13	GS-20	GS-20	GS-20
锤 式 抓 斗	抓斗片直径(mm)		8850	9950	11050	11150	11340	11610	11800
	全长(mm)		22860	22910	22960	33010	33655	33755	33855
	容量(mm³)		0.08	0.10	0.12	0.14	0.24	0.29	0.40
	质量(kg)		11500	11690	11750	11850	33350	33750	33990
套 管 不 含 固 定 销	直径 (mm)	外径	9900	11080	11180	11280	11480	11780	11980
		内径	8890	9990	11090	11190	11390	11690	11890
	质量 (kg)	6m 管	33060	33370	44100	44400	55160	77880	88810
		4m 管	22090	22300	22800	33020	33510	55370	66000
		3m 管	11580	11740	22100	22280	22650	44080	44550
		2m 管	11130	11240	11480	11610	11870	22850	33190
		第二节管 1.8m	11170	11290	11420	11540	11780	22590	22910

抓斗与套管匹配表 (二)

表 2.2.4.3-8

出 厂 单 位			德国 LEFFER 公司						
钻 孔 直 径			900	1200	1300	1500	2000	2200	2500
锤 式 抓 斗	型 号		L770	L1070	L1190	L1360	L1840	L2000	L2250
	抓斗片直径 (mm)		6630	9930	9930	11200	11600	11150	11150
	下部最大尺寸 (mm)		7750	11050	11050	11340	11820	11960	11960
	容量 (mm³)		0.095	0.165	0.165	0.240	0.520	0.92	0.92
	质量 (kg)		22460	33890	33950	44900	66620	88300	88930
套 管 (不 固 定 销)	直径 (mm)	外 径	9900	11200	11300	11500	22000	22200	22500
		内 径	8820	11120	11220	11420	11910	22100	22400
	质量 (kg)	6m 管	22927	44390	44710	55545	99415	110730	112190
		5m 管	22473	33694	33956..	44673	77891	99015	110240
		4m 管	22019	22986	33228	33797	66368	77300	88290
		3m 管	11550	22775	22432	22903	44840	55580	66340
		2m 管	11100	11584	11714	22034	33337	..33865	44390
			第二节管(1.8m)	6627	8852	9925	11133	11802	22150

2.2.4.4 材料进场准备

1. 钢筋、水泥、砂、石、水等原材料经质量检验合格；
2. 混凝土拌合所需原材料全部进场，并至少具备 1 个工作班用量的储备；
3. 钢筋骨架加工所需原材料已全部进场，并具备成批加工能力，开钻前宜加工成型 1 个工作班用量的套数；
4. 配置泥浆用的黏土或膨润土已进场。泥浆池和排浆槽已挖好。

2.2.5 材料和质量要求

2.2.5.1 材料要求

1. 水泥：可采用火山灰水泥、粉煤灰水泥、普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥，使用矿渣水泥时应采取防离析措施。水泥强度等级不宜低于 32.5，水泥的初凝时间不宜早于 2.5 h 水泥性能必须符合现行国家有关标准的规定，水泥的进场验收应符合以下要求：

(1) 出厂合格证，内容包括：水泥牌号、厂标、水泥品种、强度等级、出场日期、批号、合格证编号、抗压强度、抗折强度、安定性等试验指标；合格证应加盖厂家质量检查部门印章，转抄（复）件应说明原件存放处、原件编号、转抄人应加盖转抄单位印章（红印为准，复印件无效）；合格证的备注栏由施工单位填写单位工程名称及使用部位。

(2) 水泥进场取样方法应按《水泥取样方法》（GB 12573—90）进行，通常复试内容包括：安定性、凝结时间和胶砂强度三项。

(3) 进场水泥有下列情况之一者，应进行复试，复试应由法定检测单位进行并应提出试验报告，合格后使用：

- 1) 水泥出厂日期超出三个月（快硬性水泥超出一个月）；
- 2) 水泥发生异常现象，如受潮结块等；
- 3) 使用进口水泥者；
- 4) 设计有特殊要求者。

2. 粗骨料：宜优先选用卵石，如采用碎石宜适当增加混凝土配合比的含砂率。粗集料的最大粒径不应大于导管内径的 $1/8 \sim 1/6$ 和钢筋最小净距的 $1/4$ ，且不宜大于 40mm，其性能及质量要求如下：

(1) 颗粒级配一般采用连续级配 5~31.5mm、单粒级配 16~31.5mm 或 20~40mm，有条件时优先选用连续级配。

(2) 含泥量限制见表 2.2.5.1-1

含泥量和泥块含量指标

表 2.2.5.1-1

混凝土强度等级	$\geq C30$	$< C30$
含泥量，按重量计不大于 (%)	1.0	2.0
泥块含量，按重量计不大于 (%)	0.50	0.70

(3) 有害物质含量见表 2.2.5.1-2

碎石和卵石中有害物质含量指标

表 2.2.5.1-2

项 目	质 量 标 准
硫化物和硫酸盐含量折算为 SO_3 按重量计不大于 (%)	1
卵石中有机物质含量 (用比色法试验)	颜色不应深于标准色，如深于标准色，则应以混凝土进行强度对比试验，予以复核

(4) 针、片状颗粒的含量限制见表 2.2.5.1-3

针、片状颗粒的含量指标

表 2.2.5.1-3

混凝土强度等级	$\geq C30$	$< C30$
针、片状颗粒含量 按重量计不大于 (%)	15	25

(5) 强度指标 ; ; 采用压碎指标值见表 ; 2.2.5.1-3

碎石、卵石的压碎指标值

表 2.2.5.1-4

骨 料 品 种	混凝土强度等级	压碎指标值 (%)
水 成 岩	C55 ~ C40 ≤ C35	≤ 10 ≤ 16
变质岩或深层火成岩	C55 ~ C40 ≤ C35	≤ 12 ≤ 20
火 成 岩	C55 ~ C40 ≤ C35	≤ 13 ≤ 30
卵 石	C55 ~ C40 ≤ C35	≤ 12 16

3. 细骨料料 (砂): 采用级配良好的中砂 , 细度模数为 3.4 ~ 2.3 , 其性能及质量要求如下 ;

(1) 砂的主要技术性能见表 2.2.5.1-5.

砂 的 主 要 性 能

表 2.2.5.1-5

序 号	项 目	技 术 指 标
1	粒 径	≤ 5mm
2	表观密度	2.6 ~ 2.7g/cm ³
3	堆积密度	1350 ~ 1650kg/m ³
4	紧密密度	1600 ~ 1700kg/m ³
5	空 隙 率	干 燥 松 散 35% ~ 45%
		颗 粒 级 配 35% ~ 37%

(2) 含泥量 : 砂的含泥量指砂中粒径小于 0.080mm 的颗粒含量 ; 砂中泥的粒径大于 1.25mm , 经水洗并用手捏后变成小于 0.630mm 颗粒的 , 称为泥块。砂的含泥量泥块含量见表 2.2.5.1-6。

砂中含泥量、泥块含量指标

表 2.2.5.1-6

混凝土强度等级	≥ C30	< C30
含泥量 , 按重量计不大于 (%)	3.0	5.0
泥块含量 , 按重量计不大于 (%)	1.0	2.0

(3) 有害物含量见表 2.2.5.17。

砂中有害物含量

表 2.2.5.1-7

项 目	质 量 指 标
云母含量 , 按重量计不大于 (%)	2
轻物质含量 , 按重量计不大于 (%)	1
硫化物和硫酸盐含量折算为 SO ₃ , 按重量计不大于 (%)	1
有机物含量 (用比色法试验)	颜色不应深于标准色 , 如深于标准色 , 则应配成砂浆进行强度对比试验 , 予以复核

4 . 水 : 搅拌混凝土宜采用饮用水。当采用其他来源的水时 , 水质必须符合国家现行标准的规定。一般情况下应符合以下规定 :

(1) 水中不应含有影响水泥正常凝结与硬化的有害物质或油脂、糖类及游离酸类等。

(2) 污水、pH 值小于 5 的酸性水及含硫酸盐量按 SO₄²⁻ 计超过水的质量 0.27mg / cm³

的水不得使用。

(3) 得用海水拌制混凝土。

(4) 供饮用的水，一般能满足上述条件，使用时可不经试验。

5. 外加剂：采用水下混凝土灌注时，混凝土中一般掺加减水缓凝剂，用于延长混凝土的初凝时间，提高混凝土的和易性，外加剂的质量应符合国家现行标准的规定。

6. 钢筋：钢筋进场时应检查产品合格证，出厂检验报告和进场复验报告。复验内容包括：拉力试验（屈服、抗拉强度和伸长率）、冷弯试验。具体要求如下：

(1) 出厂合格证应由钢厂质检部门提供或供销部门转抄，内容包括：生产厂家名称、炉罐号（或批号）、钢种、强度、级别、规格、重量及件数、生产日期、出厂批号；力学性能检验数据及结论；化学成分检验数据及结论；并有钢厂质量检验部门印章及标准编号。出厂合格证（或其转抄件、复印件）备注栏内应由施工单位写明单位工程名称及使用部位。

(2) 试验报告应有法定检测单位提供，内容包括：委托单位、工程名称、使用部位、钢筋级别、钢种、钢号、外形标志、出厂合格证编号、代表数量、送样日期、原始记录编号、报告编号、试验日期、试验项目及数据、结论。

(3) 钢筋进场后应进行外观检查，内容包括：直径、标牌、外形、长度、劈裂、弯曲、裂痕、锈蚀等项目，如发现有异常现象时（包括在加工过程中有脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常时）应拒绝使用。

2.2.5.2 质量要求

1. 钢筋加工前，应对所采用的钢筋进行外观检查，钢筋表面必须洁净，无损伤、油渍、漆污和铁锈等，带有颗粒状或片状老锈的钢筋严禁使用。

2. 钢筋加工前，应先行调直，使钢筋无局部曲折。

3. 混凝土搅拌按以下规定执行：

(1) 原材料计量应建立岗位责任制，计量方法力求简便易行、可靠，允许偏差见表 2.2.5.2。

配料数量允许偏差 表 2.2.5.2

材 料 类 别	允 许 偏 差 (%)	
	现 场 拌 制	集中搅拌站拌制
水 泥	± 2	± 1
粗、细骨料	± 3	± 2
水、外加剂	± 2	± 1

(2) 外加剂应用台秤计量。

(3) 当拌制混凝土受到外界因素的影响时（如砂石含水量的变化），应及时调整和修正配合比，使拌制的混凝土达到设计的要求。

(4) 混凝土搅拌的最短时间，强制式搅拌机不少于 90s，自落式不少于 120s。

(5) 混凝土拌和物搅拌必须均匀，且色泽一致。

(6) 应在拌制地点和灌注地点分别检查混凝土的坍落度和温度。

4. 护筒埋入土中的深度必须满足要求，护筒四周用黏性土回填并分层夯实。

5. 桩机就位后，必须平正、稳固，确保在施工中不发生倾斜和移动；为准确控制成孔深度，在桩架或钻具上应设置控制深度的标尺，以便在施工中观测记录。

6. 从开始成孔至水下混凝土浇筑完毕，应始终保持护筒内泥浆面高出地下水位 1.0 m 以上，受水位涨落影响时，应高出最高水位 1.5m 以上。

7. 成孔过程中应注意地层的变化，随时调整钻进工艺，防止塌孔、缩颈、倾斜等质量

缺陷。

8．钢筋骨架在存放、起吊过程中应采取措施防止变形；在安放入孔时，位置要居中，不得碰撞孔壁；安放至设计高程后，应采取措施固定，确保在混凝土灌注过程中不移动。

9．导管在使用前应作水密性试验，安装时要放密封圈并上紧丝扣，在孔中的位置要居中，导管底距孔底 300～500mm，上部高出泥浆面不少于 300mm。

2.2.6 施工工艺

2.2.6.1 工艺流程

泥浆护壁钻孔灌注桩的施工工艺流程见图 2.2.6.1。

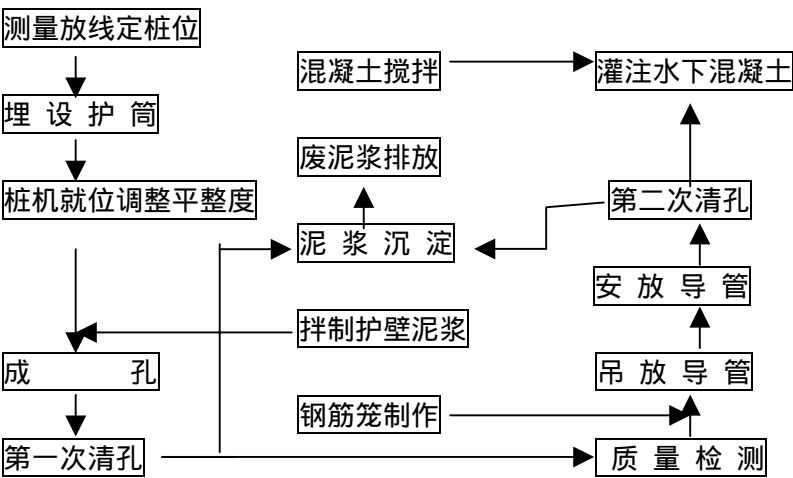


图 2.2.6.1 泥浆护壁灌注桩施工工艺流程图

2.2.6.2 操作工艺

1. 施工平台

- (1) 场地内无水时，可稍作平整、碾压以能满足机械行走移位的要求。
- (2) 场地为浅水且水流较平缓时，采用筑岛法施工。桩位处的筑岛材料优先使用黏土或砂性土，不宜回填卵石、砾石土，禁止采用大粒径石块回填。筑岛高度应高于最高水位 1.5m，筑岛面积应按采用的钻孔机械、混凝土运输浇筑等的要求决定。
- (3) 场地为深水时，可采用钢管桩施工平台、双壁钢围堰平台等固定式平台，也可采用浮式施工平台。平台须牢靠稳定，能承受工作时所有静、动荷载，并能满足机械施工、人员操作的空间要求。

2. 护筒

- (1) 护筒一般由钢板卷制而成，钢板厚度视孔径大小采用 4～8mm，护筒内径宜比设计桩径大 100 mm，其上部宜开设 1～2 个溢流孔。
- (2) 护筒埋置深度一般情况下，在黏性土中不宜小于 1m；砂土中不宜小于 1.5m；其高度尚应满足孔内泥浆面高度的要求。淤泥等软弱土层应增加护筒埋深；护筒顶面宜高出地面 300mm。
- (3) 旱地、筑岛处护筒可采用挖坑埋设法，护筒底部和四周回填黏性土并分层夯实；水域护筒设置应严格注意平面位置、竖向倾斜，护筒沉入可采用压重、振动、锤击并辅以护

筒内取土的方法。

(4) 护筒埋设完毕后，护筒中心竖直线应与桩中心重合，除设计另有规定外，平面允许误差为 50mm，竖直线倾斜不大于 1%。

(5) 护筒连接处要求筒内无突出物，应耐拉、压、不漏水。应根据地下水位涨落影响，适当调整护筒的高度和深度，必要时打入不透水层。

3. 护壁泥浆的调制和使用

(1) 护壁泥浆一般由水、黏土（或膨润土）和添加剂按一定比例配制而成，可通过机械在泥浆池、钻孔中搅拌均匀。

(2) 泥浆的配置应根据钻孔的工程地质情况、孔位、钻机性能、循环方式等确定，调制好的泥浆应满足表 2.2.6.2 的要求。

泥 浆 性 能 指 标 表 2.2.6.2

钻孔方法	地层情况	泥 浆 性 能 指 标							
		相对密度	黏度(Pa.s)	含砂率(%)	胶体率(%)	失水率(mL/30min)	泥 皮 厚 度(mm/30min)	静切力(Pa)	酸碱度(pH)
正循环	一般地层	1.05 ~ 1.20	16 ~ 22	8 ~ 4	≥ 96	≤ 25	≤ 2	1.0 ~ 2.5	8 ~ 10
	易塌地层	1.20 ~ 1.45	19 ~ 28	8 ~ 4	≥ 96	≤ 15	≤ 2	3 ~ 5	8 ~ 10
反循环	一般地层	1.02 ~ 1.06	16 ~ 20	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	1.0 ~ 2.5	8 ~ 10
	易塌地层	1.06 ~ 1.15	18 ~ 28	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	1.0 ~ 2.5	8 ~ 10
	卵石层	1.10 ~ 1.15	20 ~ 35	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	1.0 ~ 2.5	8 ~ 10
冲击	一般地层	1.10 ~ 1.20	18 ~ 24	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	1.0 ~ 2.5	8 ~ 11
	易塌地层	1.20 ~ 1.40	22 ~ 30	≤ 4	≥ 95	≤ 20	≤ 3	3 ~ 5	8 ~ 11

注； 1 地下水位高或其流速大时，指标取高限，反之取低限；

2. 地质状态较好，孔径或孔深较小的取低限，反之取高限。

(3) 泥浆原料和外加剂的性能要求及需要量计算方法

1) 泥浆原料黏性土的性能要求

一般可选用塑性指数大于 25，粒径小于 0.074mm 的黏粒含量大于 50%的黏性土制浆。当缺少上述性能的黏性土时，可用性能略差的黏性土，并掺入 30%的塑性指数大于 25 的黏性土。

当采用性能较差的黏性土调制的泥浆其性能指标不符合要求时，可在泥浆中掺入 Na₂CO₃（俗称碱粉或纯碱）氢氧化钠（NaOH）或膨润土粉末，以提高泥浆性能指标。掺入量与原泥浆性能有关，宜经过试验决定。一般碳酸钠的掺入量约为孔中泥浆土量的 0.1% ~ 0.4%。

2) 泥浆原料膨润土的性能和用量

膨润土分为钠质膨润土和钙质膨润土两种。前者质量较好，大量用于炼钢、铸造中，钻孔泥浆中用量也很大。膨润土泥浆具有相对密度低、黏度低、含砂量少、失水量少、泥皮薄、稳定性强、固壁能力高、钻具回转阻力小、钻进率高、造浆能力大等优点。一般用量为水的 8%，即 8kg 的膨润土可掺 100L 的水。对于黏性土地层，用量可降低到 3%—5%。较差的膨润土用量为水的 12%左右。

3) 泥浆外加剂及其掺量

a. CMC（Carboxy Methyl Cellulose）全名羧甲基纤维素，可增加泥浆黏性，使土层表

面形成薄膜而防护孔壁剥落并有降低失水量的作用。掺入量为膨润土的 0.05% ~ 0.01%。

b. FCI, 又称铁木质素磺酸钠盐, 为分散剂, 可改善因混杂有土、砂粒、碎、卵石及盐分等而变质的泥浆性能, 可使上述钻渣等颗粒聚集而加速沉淀, 改善护壁泥浆的性能指标, 使其继续循环使用。掺量为膨润土的 0.1% ~ 0.3%。

c. 硝基腐殖酸钠 (简称煤碱剂) 分散剂, 其作用与 FCI 相似。它具有很强的吸附能力, 在黏性土表面形成结构性溶剂水化膜, 防止自由水渗透, 能使失水量降低, 使黏度增加, 若掺入量少, 可使黏度不上升, 具有部分稀释作用, 掺用量与 FCI 相同。两种分散剂可任选一种。

d. 碳酸钠 (Na_2CO_3) 又称碱粉或纯碱。它的作用可使 pH 值增大到 10。泥浆中 pH 值过小时, 黏土颗粒难于分解, 黏度降低, 失水量增加, 流动性降低; 小于 7 时, 还会使钻具受到腐蚀; 若 pH 值过大, 则泥浆将渗透到孔壁的黏土中, 使孔壁表面软化, 黏土颗粒之间凝聚力减弱, 造成裂解而使孔壁坍塌。pH 值以 8 ~ 10 为宜, 这时可增加水化膜厚度, 提高泥浆的胶体率和稳定性, 降低失水量。掺入量为膨润土的 0.3% ~ 0.5%。

e. PHP, 即聚丙烯酰胺絮凝剂。它的作用为, 在泥浆循环中能清除劣质钻屑, 保存造浆的膨润土粒; 它具有低固相、低相对密度、低失水、低矿化、泥浆触变性能强等特点。掺入量为孔内泥浆的 0.003%。

f. 重晶石细粉 (BaSO_4), 可将泥浆的相对密度增加到 2.0 ~ 2.2, 提高泥浆护壁作用。为提高掺入重晶粉后泥浆的稳定性, 降低其失水性, 可同时掺入 0.1% ~ 0.3% 的氢氧化钠 (NaOH) 和 0.2% ~ 0.3% 的橡胶粉。掺入上述两种外加剂后, 最适用于膨胀的黏质塑性土层和泥质页岩土层。重晶石粉掺量根据原泥浆相对密度和土质情况检验决定。

g. 纸浆、干锯末、石棉等纤维质物质, 其掺量为水量的 1% ~ 2%, 其作用是防止渗水并提高泥浆循环效果。

以上各种外加剂掺入量, 宜先做试配, 试验其掺入外加剂后的泥浆性能指标是否有所改善, 并符合要求。

各种外加剂宜先制成小剂量溶剂, 按循环周期均匀加入, 并及时测定泥浆性能指标, 防止掺入外加剂过量。每循环周期相对密度差不宜超过 0.01。

4) 调制泥浆的原料用量计算

在黏性土层中钻孔, 钻孔前只需调制不多的泥浆。以后可在钻进过程中, 利用地层黏性土造浆、补浆。

在砂类土、砾石土和卵石土中钻孔时, 钻孔前应备足造浆原料, 其数量可按公式 2.2.6.2 计算:

$$m = V \rho_1 = (\rho_2 - \rho_3) \times \rho_1 \cdot V_1 / (\rho_1 - \rho_3) \quad (2.2.6.2-1)$$

式中; m ——造泥浆所需原料的总质量 (t)

V ——造泥浆所需原料的总体积 (m^3)

V_1 ——泥浆的总体积 (m^3)

ρ_1 ——原料的密度 (t/m^3)

ρ_2 ——要求的泥浆密度 (t/m^3)

ρ_3 ——水的密度, 取 $\rho_3 = 1 \text{ t}/\text{m}^3$

若造成的泥浆的黏度为 20 ~ 22 s 时, 则各种原料造浆能力为: 黄土胶泥 1 ~ 3 m^3/t , 白土、陶土、高岭土 3.5 ~ 8 m^3/t , 次膨润土为 9 m^3/t 。膨润土为 15 m^3/t 。

(4) 泥浆各种性能指标的测定方法

1) 相对密度 ρ_x : 可用泥浆相对密度计测定。将要量测的泥浆装满泥浆杯, 加盖并洗净从小孔溢出的泥浆, 然后置于支架上, 移动游码, 使杠杆呈水平状态 (即气泡处于中央), 读出游码左侧所示刻度, 即为泥浆的相对密度。

若无以上仪器时,可用一口杯,先称其质量设为 m_1 ,再装清水称其质量为 m_2 ,再倒去清水,装满泥浆并擦去杯周溢出的泥浆,称其质量为 m_3 ,则 $P_x=(m_3 - m_1) / (m_2 - m_1)$ 。

2) 黏度 η (s): 用标准漏斗黏度计测定,黏度计如附图 2.2.6.2—1 所示。用两端开口量杯分别量取 200mL 和 500mL 泥浆,通过滤网滤去大砂粒后,将 700mL 泥浆注入漏斗,然后使泥浆从漏斗流出,流满 500mL 量杯所需时间 (s),即为所测泥浆的黏度。

校正方法: 漏斗中注入 700mL 清水,流出 500mL,所需时间应是 15s,如偏差超过 $\pm 1s$,则量测泥浆黏度时应校正。

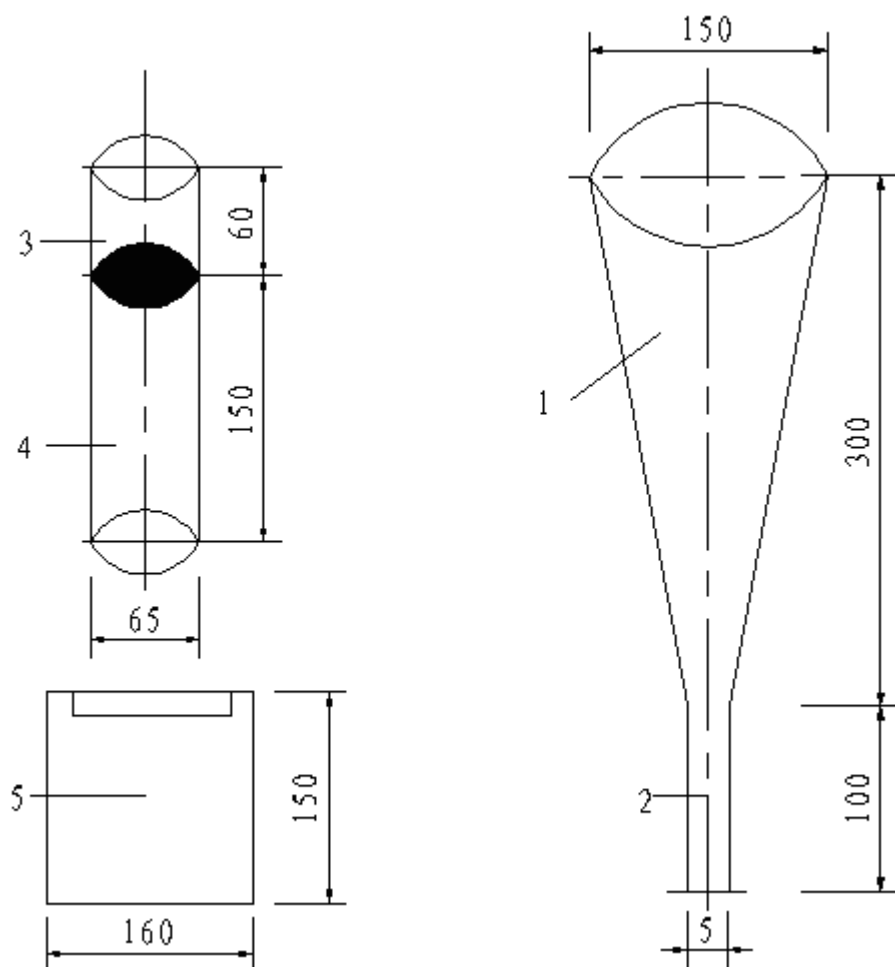


图 2.26.2 - 1 黏度计 (单位: mm)

1 - 漏斗; 2 - 管子; 3 - 量杯 200mL 部分; 4 - 量杯 500mL 部分; 5 - 筛网及杯

3) 含砂率 (%): 工地用含砂率计 (如图 2.2.6.2—2 所示) 测定。量测时,把调制好的泥浆 50mL 倒进含 / 砂率计,然后再倒 450mL 清水,将仪器口塞紧,摇动 1 min,使泥浆与水混合均匀,再将仪器竖直静放 3min,仪器下端沉淀物的体积 (由仪器上刻度读出) 乘 2 就是含砂率 (%)。(有一种大型的含砂率计,容积 1000mL,从刻度读出的数不乘 2 即为含砂率)。

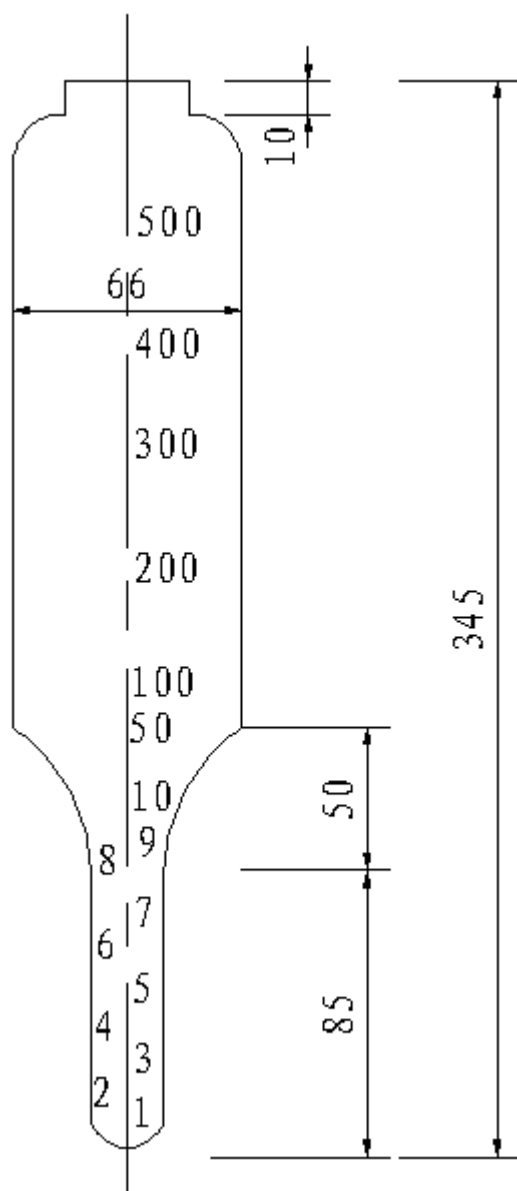


图 2.26.2 - 2 含砂率计 (mm)

4) 胶体率 (%) : 亦称稳定率, 它是泥浆中土粒保持悬浮状态的性能。测定方法: 可将 100 mL 的泥浆放入干净量杯中, 用玻璃板盖上, 静置 24h 后, 量杯上部的泥浆可能澄清为透明的水, 量杯底部可能有沉淀物。以 $100 - (\text{水} + \text{沉淀物})$ 体积即等于胶体率。

5) 失水量 (mL / 30min) 和泥皮厚 (mm): 用一张 120mmX120mm 的滤纸, 置于水平玻璃板上, 中央画一直径 30mm 的圆圈, 将 2mL 的泥浆滴于圆圈中心, 30min 后, 量算湿润圆圈的平均半径减去泥浆坍平成为泥饼的平均半径 (mm) 即失水量, 算出的结果 (mm) 值代表失水量, 单位: mL / min。在滤纸上量出泥饼厚度 (mm) 即为泥皮厚。泥皮愈平坦、愈薄, 则泥浆质量愈高, 一般不宜厚于 2 ~ 3mm。

(5) 泥浆池一般分循环池、沉淀池、废浆池三种, 从钻孔中排出的泥浆首先经过沉淀池沉淀, 再通过循环池进入钻孔, 沉淀池中的超标废泥浆通过泥浆泵排至废浆池后集中排放。

(6) 泥浆池的容量宜不小于桩体积的 3 倍。

(7) 混凝土灌注过程中, 孔内泥浆应直接排入废浆池, 防止沉淀池和循环池中的泥浆被污染破坏。

4. 钻孔施工

(1) 一般要求

1) 钻孔前, 应根据工程地质资料和设计资料, 使用适当的钻机种类、型号, 并配备适用的钻头, 调配合适的泥浆。

2) 钻机就位前, 应调整好施工机械, 对钻孔各项准备工作进行检查。

3) 钻机就位时, 应采取措施保证钻具中心和护筒中心重合, 其偏差不应大于 20mm。钻机就位后应平整稳固, 并采取措施固定, 保证在钻进过程中不产生位移和摇晃, 否则应及时处理。

4) 钻孔作业应分班连续进行, 认真填写钻孔施工记录, 交接班时应交待钻进情况及下一班注意事项。应经常对钻孔泥浆进行检测和试验, 不合要求时应随时纠正。应经常注意土层变化, 在土层变化处均应捞取渣样, 判明后记入记录表中并与地质剖面图核对。

5) 开钻时, 在护筒下一定范围内应慢速钻进, 待导向部位或钻头全部进入土层后, 方可加速钻进。

6) 在钻孔、排渣或因故障停钻时, 应始终保持孔内具有规定的水位和要求的泥浆相对密度和黏度。

(2) 潜水钻机成孔

潜水钻机适用于小直径桩、较软弱土层, 在卵石、砾石及硬质岩层中成孔困难, 成孔时应注意控制钻进速度, 采用减压钻进, 并在钻头上设置不小于 3 倍直径长度的导向装置, 保证成孔的垂直度, 并根据土层变化调整泥浆的相对密度和黏度。

(3) 回转钻机成孔

1) 回转钻机适用于各种直径、各种土层的钻孔桩, 成孔时应注意控制钻进速度, 采用减压钻进, 保证成孔的垂直度, 根据土层变化调整泥浆的相对密度和黏度。

2) 在黏土、砂性土中成孔时宜采用疏齿钻头, 翼板的角度根据土层的软硬在 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间, 刀头的数量根据土层的软硬布置, 注意要互相错开, 以保护刀架。在卵石及砾石层中成孔时, 宜选用平底楔齿滚刀钻头; 在较硬岩石中成孔时, 宜选用平底球齿滚刀钻头。

3) 桩深在 30m 以内的桩可采用正循环成孔, 深度在 30 ~ 50m 的桩宜采用砂石泵反循环成孔, 深度在 50m 以上的桩宜采用气举反循环成孔。

4) 对于土层倾斜角度较大, 孔深大于 50m 的桩, 在钻头、钻杆上应增加导向装置, 保证成孔垂直度。

5) 在淤泥、砂性土中钻进时宜适当增加泥浆的相对密度; 在卵石、砾石中钻进时应加大泥浆的相对密度, 提高携渣能力; 在密实的黏土中钻进时可采用清水钻进。

6) 在卵石、砾石及岩层中成孔时, 应增加钻具的重量即增加配重。

(4) 冲击钻机成孔

1) 开孔时应低锤密击, 表土为淤泥、细砂等软弱土层时, 可加黏土块夹小石片反复冲击造壁;

2) 在护筒刃脚以下 2m 以内成孔时, 采用小冲程 1m 左右, 提高泥浆相对密度, 软弱层可加黏土块夹小石片;

3) 在砂性土、砂层中成孔时, 采用中冲程 2 ~ 3m, 泥浆相对密度 1.2 ~ 1.4, 可向孔中投入黏土;

4) 在密实的黏土层中成孔时, 采用小冲程 1 ~ 2m, 泵入清水和稀泥浆, 防粘钻可投入碎石、砖;

5) 在砂卵石层中成孔时, 采用中高冲程 2 ~ 4m, 泥浆相对密度 1.2 ~ 1.3, 可向孔中投入黏土;

6) 软弱土层或塌孔回填重钻时, 采用小冲程 1m 左右、加黏土块夹小石片反复冲击, 泥浆相对密度 1.3 ~ 1.5;

7) 遇到孤石时,可采用预爆或高低冲程交替冲击,将孤石击碎挤入孔壁。

(5) 冲抓锥成孔与冲击钻成孔方法基本相同,只是起落冲抓锥高度随土质而不同,对一般松软散土层为 1.0—1.5m;对坚实的砂卵石层为 2~3m。

(6) 钻进过程中的注意事项

1) 钻进时应时刻注意钻具和钻头连接的牢固性、钢丝绳的磨损等如有异常应及时处理。

2) 大直径桩孔成孔可分级成孔,一般情况下第一级成孔直径为设计桩径的 0.6~0.8 倍。

3) 在钻进过程中出现钻杆跳动、机架晃动、钻不进尺等异常情况,应立即停车检查,排除故障;如钻杆或钻头不符合要求时,应及时更换,试钻达到正常后,方可施钻。

4) 钻孔完毕,应及时将混凝土浇筑完毕,或及时盖好孔口,并防止在盖板上过车、行人;钻进过程中应及时清理虚土,提钻时应事先把孔口积土清理干净。

5) 钻进成孔过程中应时刻注意土层变化,调整泥浆性能、采用合理的进尺方法,确保不塌孔、不缩颈。

5. 清孔

(1) 清孔分两次进行,钻孔深度达到设计要求,对孔深、孔径、孔的垂直度等进行检查,符合要求后进行第一次清孔;钢筋骨架、导管安放完毕,混凝土浇筑之前,应进行第二次清孔。

(2) 第一次清孔根据设计要求,施工机械采用换浆、抽浆、掏渣等方法进行,第二次清孔根据孔径、孔深、设计要求采用正循环、泵吸反循环、气举反循环等方法进行。

(3) 第二次清孔后的沉渣厚度和泥浆性能指标应满足设计要求,一般应满足下列要求;沉渣厚度摩擦桩 $\leq 300\text{mm}$,端承桩 $\leq 50\text{mm}$,摩擦端承或端承摩擦桩 $\leq 100\text{mm}$;泥浆性能指标在浇注混凝土前,孔底 500mm 以内的相对密度 ≤ 1.25 ,黏度 $\leq 28\text{s}$,含砂率 $\leq 8\%$ 。

(4) 不论采用何种清孔方法,在清孔排渣时,必须注意保持孔内水头,防止塌孔。

(5) 不应采取加深钻孔深度的方法代替清孔。

6. 钢筋骨架制作、安放

(1) 钢筋骨架的制作应符合设计与规范要求。

(2) 长桩骨架宜分段制作,分段长度应根据吊装条件和总长度计算确定,应确保钢筋骨架在移动、起吊时不变形,相邻两段钢筋骨架的接头需按有关规范要求错开。

(3) 应在钢筋骨架外侧设置控制保护层厚度的垫块,可采用与桩身混凝土等强度的混凝土垫块或用钢筋焊在竖向主筋上,其间距竖向为 2m,横向圆周不得少于 4 处,并均匀布置。骨架顶端应设置吊环。

(4) 大直径钢筋骨架制作完成后,应在内部加强箍上设置十字撑或三角撑,确保钢筋骨架在存放、移动、吊装过程中不变形。

(5) 骨架入孔一般用吊车,对于小直径桩无吊车时可采用钻机钻架、灌注塔架等。起吊应按骨架长度的编号入孔,起吊过程中应采取措施确保骨架不变形。

(6) 钢筋骨架的制作和吊放的允许偏差为:主筋间距 $\pm 10\text{mm}$;箍筋间距 $\pm 20\text{mm}$;骨架外径 $\pm 10\text{mm}$;骨架长度 $\pm 50\text{mm}$;骨架倾斜度 $\pm 0.5\%$;骨架保护层厚度水下灌注 $\pm 20\text{mm}$,非水下灌注 $\pm 10\text{mm}$;骨架中心平面位置 20mm;骨架顶端高程 $\pm 20\text{mm}$,骨架底面高程 $\pm 50\text{mm}$ 。钢筋笼除符合设计要求外,尚应符合下列规定:

1) 分段制作的钢筋笼,其接头宜采用焊接并应遵守《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002)的规定。

2) 主筋净距必须大于混凝土粗骨料粒径 3 倍以上。

3) 加劲箍宜设在主筋外侧,主筋一般不设弯钩,根据施工工艺要求所设弯钩不得向内圆伸露,以免妨碍导管工作。

4) 钢筋笼的内径比导管接头处外径大 100mm 以上。

(7) 搬运和吊装时，应防止变形，安放要对准孔位，避免碰撞孔壁，就位后应立即固定。钢筋骨架吊放入孔时应居中，防止碰撞孔壁，钢筋骨架吊放入孔后，峰举嚏氧幕涌津阍筋固定，使其位置符合设计及规范要求，并保证在安放导管、清孔及灌注混凝土过程中不发生位移。

7. 灌注水下混凝土

(1) 灌注水下混凝土时的混凝土拌和物供应能力，应满足桩孔在规定时间内灌注完毕；混凝土灌注时间不得长于首批混凝土初凝时间。

(2) 混凝土运输宜选用混凝土泵或混凝土搅拌运输车；在运距小于 200m 时，可采用机动翻斗车或其他严密坚实、不漏浆、不吸水、便于装卸的工具运输，需保证混凝土不离析，具有良好的和易性和流动性。

(3) 灌注水下混凝土一般采用钢制导管回顶法施工，导管内径为 200~250mm，视桩径大小而定，壁厚不小于 3mm；直径制作偏差不应超过 2mm；导管接口之间采用丝扣或法兰连接，连接时必须加垫密封圈或橡胶垫，并上紧丝扣或螺栓。导管使用前应进行水密承压和接头抗拉试验（试水压力一般为 0.6~1.0 MPa），确保导管口密封性。导管安放前应计算孔深和导管的总长度，第一节导管的长度一般为 4~6m，标准节一般为 2~3m，在上部可放置 2~3 根 0.5—1.0 m 的短节，用于调节导管的总长度。导管安放时应保证导管在孔中的位置居中，防止碰撞钢筋骨架。

(4) 水下混凝土配制

水下混凝土必须具备良好的和易性，在运输和灌注过程中应无显著离析、泌水现象，灌注时应保持足够的流动性。配合比应通过试验，坍落度宜为 180~220mm。

2) 混凝土配合比的售砂率宜采用 0.4~0.5，并宜采用中砂；粗骨料的最大粒径应 < 40mm；水灰比宜采用 0.5~0.6。

3) 水泥用量不少于 360kg/m³，当掺有适宜数量的减少缓凝剂或粉煤灰时，可不小于 300kg。

4) 混凝土中应加入适宜数量的缓凝剂，使混凝土的初凝时间长于整根桩的灌注时间。

(5) 首批灌注混凝土数量的要求

首批灌注混凝土数量应能满足导管埋入混凝土中 0.8m 以上，见图 2.2.6.2-3

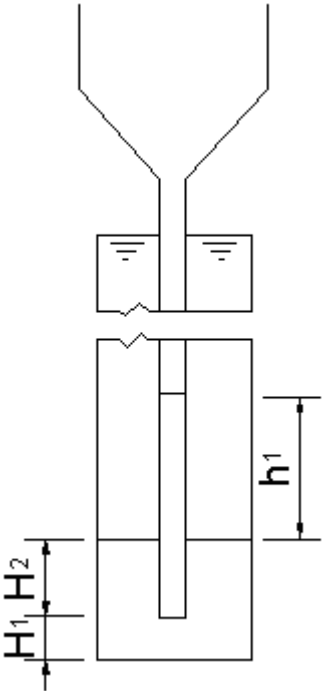


图 2.26.2 - 3 首批混凝土数量计算

所需混凝土数量可参考公式 2.2.6.2-2

计算：

$$V \geq \pi R^2 (H_1 + H_2) + \pi r^2 h_1 \quad (2.2.6.2-2)$$

式中 V ——灌注首批混凝土所需数量(m^3)；

R ——桩孔半径(m)；

H_1 ——桩孔底至导管底端间距，一般为 0.3—0.5 m ；

H_2 ——导管初次埋置深度，不小于 0.8 m ；

r ——导管半径(m)；

h_1 ——桩孔内混凝土达到埋置深度 H_2 时，导管内混凝土柱平衡导管外泥浆压力所需的高度(m)混凝土灌注时，可在导管顶部放置混凝土漏斗，其容积大于首批灌注混凝土数量，确保导管埋入混凝土中的深度。‘

(6) 灌注水下混凝土的技术要求

- 1) 混凝土开始灌注时，漏斗下的封水塞可采用预制混凝土塞、木塞或充气球胆。
- 2) 混凝土运至灌注地点时，应检查其均匀性和坍落度，如不符合要求应进行第二次拌合，二次拌和后仍不符合要求时不得使用。
- 3) 第二次清孔完毕，检查合格后应立即进行水下混凝土灌注，其时间间隔不宜大于 30min。
- 4) 首批混凝土灌注后，混凝土应连续灌注，严禁中途停止。
- 5) 在灌注过程中，应经常探测井孔内混凝土面的位置，及时地调整导管埋深，导管埋深宜控制在 2~6 m 。严禁导管提出混凝土面，就要有专人测量导管埋深及管内外混凝土面的高差，填写水下混凝土灌注记录。
- 6) 在灌注过程中，应时刻注意观测孔内泥浆返出情况，倾听导管内混凝土下落声音，如有异常必须采取相应处理措施。
- 7) 在灌注过程中宜使导管在一定范围内上下窜动，防止混凝土凝固，增加灌注速度。
- 8) 为防止钢筋骨架上浮，当灌注的混凝土顶面距钢筋骨架底部 1 m 左右时，应降低混凝土的灌注速度，当混凝土拌和物上升到骨架底口 4 m 以上时，提升导管，使其底口高于骨架底部 2 m 以上，即可恢复正常灌注速度。
- 9) 灌注的桩顶标高应比设计高出一定高度，一般为 0.5~1.0 m ，以保证桩头混凝土强度，多余部分接桩前必须凿除，桩头应无松散层。
- 10) 在灌注将近结束时，应核对混凝土的灌入数量，以确保所测混凝土的灌注高度是否正确。
- 11) 开始灌注时，应先搅拌 0.5~1.0 m^3 同混凝土强度的水泥砂浆放在料斗的底部。

2.2.7 质量标准

混凝土灌注桩的质量检验标准应符合表 2.2.7—1、表 2.2.7—2 的规定。

钢筋笼质量检验标准 (mm) 表 2.2.7-1

项	序	检查项目	允许偏差或允许值	检 查 方 法
主控项目	1	主筋间距	± 10	用钢尺量
	2	钢筋骨架长度	± 100	用钢尺量

一般项目	1	钢筋材质检验	设计要求	抽样送检
	2	箍筋间距	± 20	用钢尺量
	3	直 径	± 10	用钢尺量

混凝土灌注桩质量检验标准

表 2.2.7-2

项	序	检查项目	允许偏差或允许值		检 查 方 法
			单位	数值	
主控项目	1	桩 位	见本标准表 2.2.3.3		基坑开挖前量护筒,开挖后量桩中心
	2	孔 深	mm	± 300	只深不浅,用重锤测,或中央电视台钻杆、套管长度,嵌岩桩应确保进入设计要求的嵌岩深度
	3	桩体质量检验	按基桩检测技术规范。如钻芯取样,大直径嵌岩桩应钻至桩尖下 50cm		按桩基检测技术规范
	4	混凝土强度	设计要求		试件报告或钻芯取样检
	5	承载力	按《建筑基桩检测技术规范》		按《建筑基桩检测技术规范》
一般项目	1	垂 载 力	见本标准表 2.2.3.3		测套管或钻杆,或用超声波探测
	2	桩 径	见本标准表 2.2.3.3		井径仪或超声波检测
	3	泥浆相对密度(黏土或砂性土中)	1.15 ~ 1.2		用比重计测,清孔后在距孔底 50cm 处取样
	4	泥浆面标高(高于地下水位)	m	0.5 ~ 1.0	目 测
	5	沉渣厚度 ;端承桩摩擦桩	mm	≤ 50 ≤ 150	用沉渣仪或重锤测量
	6	混凝土坍落度	mm	160 ~ 220	坍落度仪
	7	钢筋笼安装深度	mm	± 100	用钢尺量
	8	混凝土充盈系数	> 1		检查每根桩的实际灌注量
	9	桩顶标高	mm	+30, - 50	水准仪,需扣除桩顶浮浆层及劣质桩体

2.2.8 成品保护

1. 桩基就位后,应复测钻具中心,确保钻孔中心位置的准确性。
2. 成孔过程中,应随地层变化调整泥浆性能,控制进尺速度,避免塌孔及缩径。
3. 成孔过程中,应时刻注意钻具连接的牢固性,避免掉钻头。
4. 护筒埋设完毕、灌注混凝土完毕后的桩坑应加以保护,避免人或物品掉入。
5. 钢筋骨架制作完毕后,应按桩分节编号存放;存放时,小直径桩堆放层数不能超过两层,大直径桩不允许堆放,防止变形;存放时,骨架下部用方木或其他物品铺垫,上部覆盖。
6. 钢筋骨架安放完毕后,应用钢筋或钢丝绳固定,保证其平面位置和高程满足规范要求。
7. 混凝土灌注完成后的 24h 内,5m 范围内相邻的桩禁止进行成孔施工。

2.2.9 安全环保措施

2.2.9.1 安全生产注意事项

1. 机械设备操作人员（或驶员）必须经过专门训练，熟悉机械操作性能，经专业管理部门考核取得操作证或驾驶证后上机（车）操作。

2. 机械设备操作人员和指挥人员严格遵守安全操作技术规程，工作时集中精力，谨慎工作，不擅离职守，严禁酒后驾驶。

3. 机械设备发生故障后及时检修，决不带故障运行，不违规操作，杜绝机械和车辆事故。

4. 专业电工持证上岗。电工有权拒绝执行违反电器安全规程的工作指令，安全员有权制止违反用电安全的行为，严禁违章指挥和违章作业。

5. 所有现场施工人员佩戴安全帽，特种作业人员佩戴专门的防护用具。

6. 所有现场作业人员和机械操作手严禁酒后上岗。

7. 护筒埋设完毕、灌注混凝土完毕后的桩坑应加以保护，避免人或物品掉入。

8. 登高作业超过 2m 必须穿防滑鞋，带安全带。

9. 钢筋骨架起吊时要平稳，严禁猛起猛落，并拉好尾绳。

10. 灌注桩施工现场所有设备、设施、安全装置、工具配件以及个人劳保用品必须经常检查，确保完好和使用安全。

11. 施工现场的一切电源、电路的安装和拆除必须由持证电工操作；电器必须严格接地、接零和使用漏电保护器。各孔用电必须分闸，严禁一闸多用。孔上电缆必须架空 2.0 m 以上，严禁拖地和埋压土中，孔内电缆、电线必须有防磨损、防潮、防断等保护措施。照明应采用安全矿灯或 12V 以下的安全灯。并遵守《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46—88）的规定。

2.2.9.2 环保措施

1. 易于引起粉尘的细料或松散料运输时用帆布、盖套等遮盖物覆盖。

2. 施工废水、生活污水不直接排入农田、耕地、灌溉渠和水库，不排入饮用水源。

3. 食堂保持清洁，腐烂变质的食物及时处理，食堂工作人员定期体检。

4. 受工程影响的一切公用设施与结构物，在施工期间应采取适当措施加以保护。

5. 使用机械设备时，要尽量减少噪声、废气等的污染；施工场地的噪声应符合《建筑施工场地界噪声限值》（GB 12523—1990）的规定。

6. 运转时有粉尘发生的施工场地，如水泥混凝土拌和机站等投料器应有防尘设备。在这些场地作业的工作人员配备必要的劳保防护用品。

7. 驶出施工现场的车辆应进行清理，避免携带泥土。

2.2.10 质量记录

1. 混凝土配合比报告单；

2. 水泥检验报告、出场合格证；

3. 碎石、砂检验报告、出场合格证；

- 4．水质分析报告；
- 5．钢筋检验报告、出场合格证；
- 6．钢筋焊接检验报告；
- 7．灌注桩钻进记录；
- 8．泥浆测试记录；
- 9．灌注桩隐蔽工程验收记录；
- 10．水下混凝土灌注记录；
- 11．钢筋焊接验收记录；
- 12．钢筋加工安装验收记录；
- 13．测量放线记录。