

UG

北京市地方标准

DB

编号：DB11/T 1832.1—2021

建筑工程施工工艺规程

第1部分：地基基础工程

Construction workmanship code for building engineering

Part 1: foundation engineering

2021—04—01 发布

2021—07—01 实施

北京市住房和城乡建设委员会

北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

建筑工程施工工艺规程
第 1 部分：地基基础工程

Construction workmanship code for building engineering

Part 1: Ground and foundation engineering

编 号：DB11/T 1832.1-2021

主编部门：北京城建科技促进会
北京城建集团有限责任公司
北京城建华夏基础建设工程有限公司
批准部门：北京市市场监督管理局

施行日期：2021 年 07 月 01 日

2021 北京

前 言

根据原北京市质量技术监督局《2018年北京市地方标准制修订项目计划》（京质监发[2018]20号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内相关标准，在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 基本规定；3 天然地基钎探；4 素土、灰土地基；5 砂和砂石地基；6 强夯地基；7 袖阀管注浆加固地基；8 土工合成材料加筋地基；9 长螺旋压灌素混凝土桩复合地基；10 灰土挤密桩和土挤密桩复合地基；11 夯实水泥土桩复合地基；12 三重管高压旋喷桩；13 水泥土搅拌桩；14 钢筋混凝土预制桩；15 人工挖孔混凝土灌注桩；16 旋挖成孔灌注桩；17 反循环钻孔灌注桩；18 冲击成孔灌注桩；19 长螺旋钻成孔灌注桩；20 柱锤冲扩挤密桩；21 振冲碎石桩；22 注浆钢管桩；23 抗浮锚杆；24 现浇混凝土桩基承台；25 浆砌重力式挡土墙；26 劲芯水泥土搅拌墙（桩）；27 地下连续墙；28 土钉墙和复合土钉墙；29 钢支撑；30 锚杆；31 管井降水；32 人工挖土；33 人工填土；34 机械挖土；35 机械填土。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同管理，北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施，由北京城建科技促进会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京城建科技促进会（地址：北京市西城区广莲路1号建工大厦9层，邮编：100055；电话：010-63989087 电子邮箱：cjhbzb@163.com）。

本规程主编单位：北京城建科技促进会

北京城建集团有限责任公司

北京城建华夏基础建设工程有限公司

本规程参编单位：北京城建勘测设计研究院有限责任公司

航天建筑设计研究院有限公司

北京中兵岩土工程有限公司

北京综建科技有限公司

北京中联勘工程技术有限责任公司

北京航天地基工程有限责任公司

北京建材地质工程有限公司

中基发展建设工程有限责任公司

建华建材（中国）有限公司

核工业华东建设工程集团有限公司

北京矿务局综合地质工程公司

北京方圆恒基岩土信息技术有限公司

北京建工集团有限责任公司

北京住总集团有限责任公司

北京建工路桥集团有限公司

中煤建工集团有限公司

北京城建十六建筑工程有限责任公司

北京城建远东建设投资集团有限公司

北京城建建设工程有限公司

北京顺鑫天宇建设工程有限公司

本规程主要起草人员：周与诚 张晋勋 仲建军 张 雁 闫德刚

夏向东 王秀丽 高文新 何世鸣 郭密文

周振鸿 郭跃龙 吕贵龙 段劲松 李红军

孙华波 梁成华 贾军辉 张 丹 王 炜

刘 勇 宋克英 李志高 高见闻 郭存丰

万家和 付 涛 李笑男 何小飞 郑庆峰

蔡冠军 白雪峰 鲍召杰 路剡奎 冯少腾

谢 群 袁勇军 张德萍 刘丙宇 石边升

马铨斌 邱正清 钱 晶 刘凯京 付雅娣

王新国 牛大伟 戴金娥 苏 森 赵喜庆

李 聪 李超刚 杨南斌 柳瑞海

本规程主要审查人员：杨 斌 孔 恒 胡瑞深 李 强 叶 锋

马永琪 李 虹

目 次

1 总 则	1
2 基本规定	2
3 天然地基钎探	3
4 素土、灰土地基	6
5 砂和砂石地基	10
6 强夯地基	14
7 袖阀管注浆加固地基	19
8 土工合成材料加筋地基	23
9 长螺旋压灌素混凝土桩复合地基	27
10 灰土挤密桩和土挤密桩复合地基	31
11 夯实水泥土桩复合地基	35
12 三重管高压旋喷桩	39
13 水泥土搅拌桩	45
14 钢筋混凝土预制桩	45
15 人工挖孔混凝土灌注桩	59
16 旋挖成孔灌注桩	65
17 反循环钻孔灌注桩	72
18 冲击成孔灌注桩	78
19 长螺旋钻成孔灌注桩	83
20 柱锤冲扩挤密桩	87
21 振冲碎石桩	91
22 注浆钢管桩	96
23 抗浮锚杆	100
24 现浇混凝土桩基承台	112
25 浆砌重力式挡土墙	117
26 劲芯水泥土搅拌墙（桩）	121
27 地下连续墙	126
28 土钉墙和复合土钉墙	126
29 钢支撑	126
30 锚杆	138
31 管井降水	147
32 人工挖土	153
33 人工填土	156
34 机械挖土	159
35 机械填土	163
本规程用词说明	167
引用标准名录	168
条文说明	170

Contents

1 General provisions.....	1
2 Basic requirements.....	2
3 Drilling exploration of natural foundation.....	3
4 Soil and lime-soil foundation.....	6
5 Sand and sandstone foundation.....	10
6 Dynamic consolidation foundation.....	14
7 Grouting reinforcement of foundation with sleeve valve pipe.....	19
8 Geosynthetics reinforced foundation.....	22
9 Composite foundation of long spiral pressure grouting plain concrete pile.....	26
10 Composite foundation of lime soil compaction pile and soil compaction pile.....	31
11 Rammed cement soil pile composite foundation.....	35
12 Triple pipe high pressure jet grouting pile.....	39
13 Cement soil mixing pile.....	45
14 Reinforced concrete precast pile.....	50
15 Hand dug concrete cast-in-place pile.....	59
16 Rotary bored pile.....	65
17 Reverse circulation bored pile.....	72
18 Impact bored pile.....	78
19 Long Auger Bored Cast-in-place Pile.....	83
20 Column hammer compaction pile.....	87
21 Vibro replacement gravel pile.....	91
22 Grouting steel pipe pile.....	96
23 Anti floating anchor.....	100
24 Cast in place concrete pile cap.....	112
25 Grouted gravity retaining wall.....	117
26 Reinforced concrete soil mixing wall (pile).....	121
27 Diaphragm wall.....	126
28 Soil nailing wall and composite soil nailing wall.....	134
29 Steel strut.....	138
30 Anchor.....	144
31 Pipe well dewatering.....	147
32 Manual excavation.....	153
33 Artificial fill.....	156
34 Mechanical excavation.....	159
35 Mechanical fill.....	163
Description of wording in this standard.....	166
List of quoted standards.....	167
Addition:Explanation of provisions.....	169

1 总 则

- 1.0.1** 为加强北京市建筑工程地基基础工程施工管理工作，规范工艺做法，保证工程质量，制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于北京市行政区域内建筑工程施工中地基基础工程施工。
- 1.0.3** 建筑工程地基基础工程的施工工艺除应符合本规程外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 基本规定

- 2.0.1** 地基基础工程施工所使用的材料、制品等的质量应符合设计要求和国家现行标准的规定。
- 2.0.2** 地基基础工程施工前应依据地质条件、环境条件、设计参数等合理选择施工机具。
- 2.0.3** 地基基础工程施工前应具备下列作业条件：
- 1 完成通路、通水、通电和场地平整；
 - 2 查明了地下及空中障碍物，并采取了相应的安全技术措施；
 - 3 熟悉设计图纸和施工方案，并完成方案交底、技术交底、安全交底，以及必要的培训；
 - 4 按照设计图纸和施工方案测设轴线定位点，测定高程基准点。
- 2.0.4** 地基基础工程施工前应依据地质条件、设计参数、设备性能、环境条件等选择适当的施工工艺，熟悉施工工艺中各环节操作要点和控制标准。
- 2.0.5** 地基基础工程施工过程中应做好下列工作：
- 1 严格按方案施工，必须调整方案时应履行变更程序；
 - 2 做好施工记录；
 - 3 按规定进行质量检验；
 - 4 出现险情时应及时启动应急措施；
 - 5 遇有文物、古迹遗址时应立即停止施工，并上报有关部门。
- 2.0.6** 地基基础工程施工完成后应依据相关标准进行检测，检查数量应按检验批抽样，当本规程有具体规定时，应按相应条款执行，无规定时应按检验批抽检。检验批的划分和检验批抽检数量可按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的规定执行。
- 2.0.7** 地基基础工程施工完成后应进行质量验收，并应符合下列规定：
- 1 质量验收的程序符合验收规定的要求；
 - 2 质量验收应在施工单位自行检查评定合格后；
 - 3 质量验收应按分项工程验收；
 - 4 质量验收应按主控项目和一般项目验收，主控项目的质量检验结果应全部合格，一般项目的验收合格率不得低于 80%。
- 2.0.8** 地基基础工程施工过程中及完成后应采取成品保护措施。

3 天然地基钎探

3.1 材料要求

3.1.1 充填探孔时，宜选用中砂。

3.1.2 根据设计和工程特点也可采取注浆等其他填充料。

3.2 主要机具

3.2.1 钎探机具应为圆锥轻型动力钎探设备，设备主要参数应符合下列规定：

- 1 穿心锤质量 $10\text{kg} \pm 0.2\text{kg}$ ；
- 2 钎探杆直径 25 mm；
- 3 探头直径 40mm，锥角 60° 。

3.2.2 钎探架进行钎探时，参数应符合本规程规定，并宜为自动设备。

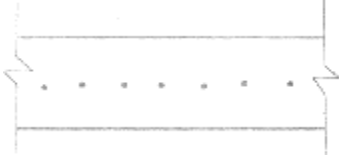
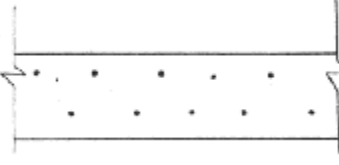
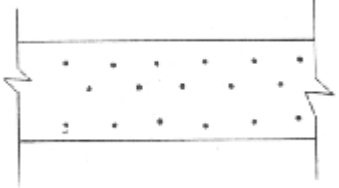
3.2.3 其他辅助工具可选用撬棍、手推车、麻绳或铅丝、梯子（凳子）、形夹具、钢卷尺等。

3.3 作业条件

3.3.1 基坑开挖不得超挖，设计基坑（槽）底标高留置保护土不应超过 100mm，基底应平整，轴线及坑（槽）宽、长应符合设计图纸要求。

3.3.2 应根据设计图纸绘制钎探孔位平面布置图，设计无要求时，可按表 3.3.2 布设钎探孔。

表 3.3.2 钎探孔排列方式

槽宽 (m)	排列方式及图示	间距 (m)	深度 (m)
<0.8	中心一排 	1.0~1.5	1.2
0.8~2.0	两排错开 	1.0~1.5	1.5
>2.0	梅花型 	1.0~1.5	2.1

3.3.3 应按钎探孔位平面布置图放线，孔位可钉上小木桩或其他标记。

3.4 施工工艺

3.4.1 钎探施工工艺流程应符合图 3.4.1 的规定。

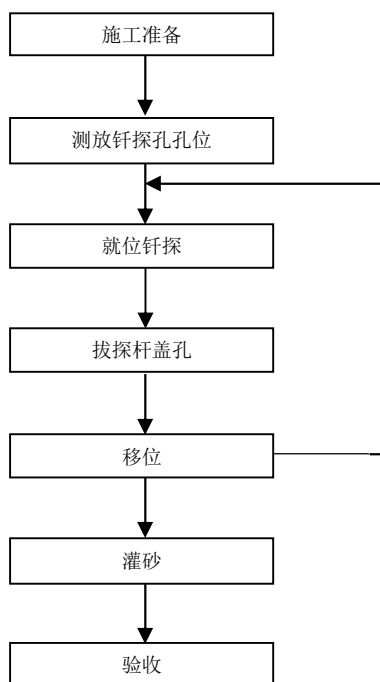


图 3.4.1 钎探施工工艺流程

3.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 施工现场运输路线提前规划以确定最优路线；
- 2 设备和其他辅助工具入场并调试至良好状态，所需各项材料准备完成；
- 3 其他准备工作应符合本章第 3.3 节的规定。

3.4.3 根据设计图纸，准确测放钎探孔孔位。

3.4.4 就位钎探时应将钎探杆锥尖对准孔位，再把穿心锤套在探杆上，扶正探杆、拉起穿心锤，使其自由下落，锤落距应为 500mm，将钎控杆竖直打入土层中，自动钎探时，应按自动钎探要求进行；记录锤击数应符合下列规定：

- 1 钎杆、探杆应每打入土层 300mm 时记录一次锤击数；
- 2 钎探深度设计无规定时，应按本章表 3.3.2 执行；
- 3 整理记录应按孔顺序编号，将锤击数填入统一表格内，字迹应清楚，电动机械应自动计数，并应经过钎探人员签字后归档。

3.4.5 拔探杆盖孔时，应用机械将钎杆拔出，拔钎时钎杆不得变形；拔出后应用免烧砖盖孔，并用粉笔在砖上注明编号，编号应与钎探孔位平面布置图一致，并做成品保护。

3.4.6 完成试验的钎探孔，应经质量检查人员检查孔深与记录。

3.4.7 孔深检查无误后，方可进行灌砂，灌砂时应符合下列规定：

- 1 每填入 300mm 可用钢筋棒捣实一次；
- 2 待地基验收结束后及时灌砂。

3.4.8 按本节工艺流程施工完成后应进行钎探孔验收。

3.5 质量标准

3.5.1 主控项目的钎探深度应符合勘察设计要求，锤击数应准确记录。

3.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 孔位应准确，钎探孔不得遗漏；
- 2 钎探孔灌砂应符合要求。

3.6 成品保护

3.6.1 钎探完毕后，宜用砖盖孔作为标记，并应保护钎孔。

3.6.2 未经质量检查、有关工长复验时，不得堵塞或灌砂。

3.7 注意事项

3.7.1 钎探作业出现异常情况时，应采取加密、移位等措施。

3.7.2 记录和平面布置图的整理应符合下列规定：

- 1 记录表宜用不同颜色或符号将不同（锤击数）的探孔分开；
- 2 钎探孔平面布置图上，应注明过硬或过软孔号的位置，当遇到枯井、墓穴、孔洞等地下设施时应注明枯井、墓穴、孔洞等尺寸。

3.7.3 当钎探孔可能对建筑物的防水、抗浮造成不利影响时应采用灌注水泥浆方法填充钎探孔。

3.7.4 冬、雨期施工应符合下列规定：

- 1 雨水浸泡后的地基土不得立即进行钎探；
- 2 冬季地基土钎探时，每打几孔应及时覆盖保温材料一次，不得大面积掀开，地基土不得受冻。

3.7.5 打钎人员应保持稳定，不应临时抽点人员或频繁换人，打钎的锤击数应准确记录。

3.7.6 施工过程中操作人员上下基槽应使用专用马道，不得随意攀爬边坡。

3.7.7 废弃的土、渣应及时外运处理，不得污染环境。

3.7.8 天然地基钎探的钎探孔在测试后应回填。

4 素土、灰土地基

4.1 材料要求

4.1.1 土料宜优先采用基槽中挖出的黏质粉土及粉质黏土，有机质含量不得超过 5%，不得含有冻土、耕土、淤泥、杂填土等。含水量应符合处理地基设计的规定，按 $W_{op} \pm 2\%$ 控制。含水量偏高时，可采用翻松、晾晒或均匀掺入干土等措施；含水量偏低时，可采用先洒水润湿等措施。

4.1.2 石灰应选用新鲜的块灰或生石灰粉，使用前应经过 1d~2d 的充分熟化并过筛，其粒径不得大于 5mm，不得夹有未熟化的生石灰块及其他杂质，也不得含有过多的水份。生石灰中 CaO 含量应大于 80%；对于室内地坪、室外散水、管沟等次要工程，其 CaO 含量不得低于 60%。

4.1.3 水泥（替代石灰时）宜采用 P.042.5 或 P.S.A32.5 水泥，并符合相关质量标准。

4.2 主要机具

4.2.1 主要机具宜选用人力夯、蛙式打夯机或压路机、平碾、羊足碾、铲运机、振动碾、搅拌机等。

4.2.2 辅助机具包括手推车、筛子、标准斗、靠尺、耙子、平头铁锹、胶皮管、小线、钢尺、测量仪器、环刀、击实仪等。

4.3 作业条件

4.3.1 基槽开挖范围应满足基础应力扩散的要求，开挖至拟回填的设计标高应进行钎探，并办理基底土检验手续。基础外侧回填施工前，应对基础、地下室墙和地下防水层、保护层进行检查，并完成隐检工作。

4.3.2 施工前应做好基槽防排水措施，防止地表水流入。当地下水位高于基坑（槽）底时，施工前应采取排水或降低地下水位的措施，地下水位应保持在施工面 500mm 以下。

4.3.3 施工前应根据项目特点、填料种类、设计压实系数、施工条件等合理确定土料含水量控制范围、铺土厚度和夯打遍数等参数。重要的填方工程应通过现场压实试验来确定各施工参数。

4.3.4 室内地坪和管沟处灰土回填前，应先完成上下水管道的安装或管沟墙间加固，并清除沟槽、地坪上的积水和杂物。

4.3.5 施工前，应标识水平高程。宜在基坑（槽）或沟的边坡上每隔 3m 钉标桩；在室内和散水的边墙上弹上水平线或在地坪上钉标高控制标桩。

4.3.6 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

4.4 施工工艺

4.4.1 素土、灰土地基施工工艺流程宜符合图 4.4.1 的规定。

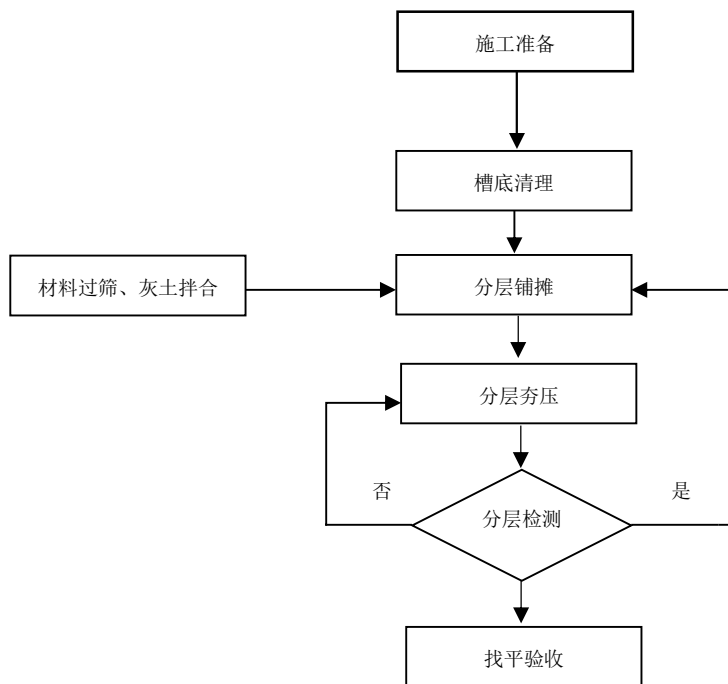


图 4.4.1 素土、灰土地基施工工艺流程

4.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后，应进行检修、调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 4.3 节的规定。

4.4.3 回填材料应符合下列规定：

- 1 回填材料使用前应过筛，土块粒径不得大于 15mm，含有碎石粒径不得大于 50mm；
- 2 采用灰土回填时，灰、土体积比宜为 2:8 或 3:7，应使用标准斗作为量具；
- 3 回填材料拌合应均匀一致，并应随用随拌，人工拌合时翻拌不少于 3 次。

4.4.4 素土、灰土施工时，应控制含水量。施工现场检验时，宜采用“用手将灰土紧握成团，两指轻捏即碎”的标准。土料水份过多或不足时，应翻松晾晒或洒水润湿，控制其含水量在 $W_{op} \pm 2\%$ 范围内。

4.4.5 基坑（槽）底或基土表面应将虚土、树叶、木屑、纸片等清理干净，并夯压两遍。局部有软弱土层或孔洞时应挖除并用灰土分层回填夯实，坑底应平整。

4.4.6 分层铺摊应符合下列规定：

- 1 每层的铺摊厚度，可根据不同的施工方法按表 4.4.6 选用；

表 4.4.6 素土、灰土分层铺设厚度

项次	夯具种类	重 量	虚铺厚度 (mm)	备 注
1	人力夯	40kg~80kg	200~250	人力打夯落高 400 ~500mm，一夯压半夯
2	轻型夯实机具	120kg~400kg	200~250	蛙式
3	压路机	6t~10t	200~300	双轮
4	振动碾	8t~25t	500~600	/

2 各层虚铺厚度应找平，虚土顶层应与坑（槽）边壁上的标桩相对应，并用尺、标准杆检查。

4.4.7 夯实、碾压应符合下列规定：

1 夯实、碾压的遍数应根据设计要求或现场试验确定，不宜少于 4 遍。夯实时应一夯压半夯、夯夯相连，行行相连，纵横交叉。碾压时应控制机械碾压速度，碾迹重合宽度不少于虚铺厚度；

2 分段施工时，不得在墙角、柱基及承重窗间墙下接槎。上下两层灰土的接槎距离不得小于 500mm。铺土料时应从留槎处多铺 500mm，夯实时夯过接缝 300mm 以上，接槎时用铁锹在留槎处垂直切齐。灰土基础标高不同时，应做成阶梯形；

3 灰土拌合均匀后应当日铺填夯实、碾压；

4 夯实、碾压密实后，3d 内不得受水浸泡。

4.4.8 找平和验收应符合下列规定：

1 夯实、碾压完成后，应检查标高和平整度；

2 检验压实系数，在符合设计要求后方可进行上层施工。采用环刀法检验施工质量时，取样点应选择位于每层厚度的 2/3 深度处。检验点数量：条形基础下每 10m~20m 不应少于 1 个点，独立柱基、单个基础下不应少于 1 个点，其他基础下每 50m²~100m² 不应少于 1 个点；

3 采用标准贯入试验或轻型动力触探法检验施工质量时，检验点的间距不应大于 4m；

4 采用静载荷试验检验地基承载力时，每 300m² 不少于 1 个点；超过 3000m² 时，每 500m² 不少于 1 个点，每个单体工程不应少于 3 个点。

4.5 质量标准

4.5.1 施工前应检查土料、石灰或水泥等材料的质量和其配合比及拌合均匀性。

4.5.2 施工中应检查分层铺设的厚度、夯实时含水量、夯压遍数及压实系数。

4.5.3 施工结束后，应进行地基承载力检验。

4.5.4 素土、灰土地基的质量验收标准应符合表 4.5.4 的规定。

表 4.5.4 素土、灰土地基质量检验标准

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	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	配合比	设计值		检查拌和时的体积比
	3	压实系数	不小于设计值		环刀法
一般项目	1	石灰粒径	mm	≤5	筛析法
	2	土料有机质含量	%	≤5	灼烧减量法
	3	土颗粒粒径	mm	≤15	筛析法
	4	含水量	最优含水量±2%		烘干法
	5	分层厚度	mm	±50	水准测量

4.6 成品保护

4.6.1 施工时，应对既有基础、基础墙或地下防水层进行保护。

4.6.2 素土、灰土地基施工完成后，应及时进行基础施工。夯实后的地基不得暴晒、淋雨和受冻。

4.6.3 地基夯压完成后，不得行走施工机械和大量堆放物料，需要时应在表面铺设垫板。

4.7 注意事项

4.7.1 应在分层检测合格后再进行上层土的施工。

4.7.2 石灰应熟化彻底，并应过筛。

4.7.3 房心土施工时，平整度偏差不得超过 20mm。

4.7.4 对大面积施工，应考虑夯压顺序的影响，宜采用先外后内、先周边后中部的夯压顺序，优先选用机械碾压。

4.7.5 夜间施工时，应合理安排施工顺序，确保安全照明。

4.7.6 回填材料应绿色环保。施工中的震动、噪声等应满足环境限值要求。土料晾晒、过筛、灰土拌合时应采取防尘措施。裸露的场地和堆放的土方应采取覆盖、固化或绿化措施。运输车辆出场应进行清洗，运输道路及时清扫。

4.7.7 雨、冬期施工应符合下列规定：

1 雨期施工时，基坑（槽）或管沟的夯填地基应连续进行。施工中应防止地面水流入槽坑。雨期对土料、石灰应有防雨淋措施。刚铺完尚未夯实的灰土，如遭雨淋浸泡，则应将积水及松软灰土清除，重新补填新灰土夯实，稍受浸湿的灰土，应在晾干后再夯打密实；

2 冬期施工时，应采取防冻措施，对土料、石灰以及刚施工完的地基应覆盖保温，做到随筛、随拌、随铺、随打、随盖，每层铺土厚度应比常温施工时减少 20%~25%。气温在-10℃以下时，不宜施工。

5 砂和砂石地基

5.1 材料要求

5.1.1 砂宜采用质地坚硬的中砂、粗砂、砾砂。砂石宜采用级配良好的天然级配砂石或人工级配砂石。

5.1.2 人工级配砂石配制宜选用质地坚硬的中砂、粗砂、砾砂、卵石、碎石、石屑或其他稳定性好、透水性强的无害工业废粒料。在缺少中、粗砂和砾砂的地区，有试验依据时，可采用细砂，宜同时掺入一定数量粒径 20mm~50mm 的碎石或卵石，其掺量应符合设计要求，拌合均匀。

5.1.3 级配砂石材料，碎（卵）石含量不得超过 50%，不得含有草根、垃圾等有机杂物，含泥量不宜超过 5%，碎石或卵石最大粒径不得大于垫层或虚铺厚度的 2/3，且不宜大于 50mm。

5.2 主要机具

5.2.1 主要机具宜选用压路机、平碾、羊足碾、铲运机、振动碾、蛙式打夯机或人力夯等。

5.2.2 辅助机具包括手推车、靠尺、耙子、平头铁锹、胶皮管、小线、钢尺、测量仪器、环刀、击实仪等。

5.3 作业条件

5.3.1 基槽开挖至拟回填的设计标高时办理基底土检验手续。基础外侧回填施工前，应对基础、地下室墙和地下防水层、保护层进行检查，并完成隐检工作。

5.3.2 在地下水位高于基坑（槽）底面施工时，应采取排水或降低地下水位的措施，使地下水位降低至基坑底 500mm 以下，保持基坑（槽）无积水（当采用水撼法时可不考虑地下水位）。

5.3.3 施工前，应标识水平高程。宜在基坑（槽）或沟的边坡上每隔 3m 钉标桩；在室内和散水的边墙上弹上水平线或在地坪上钉标高控制标桩。大面积铺设时，应设置 5m×5m 网格标桩，控制每层铺设厚度。

5.3.4 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

5.4 施工工艺

5.4.1 砂和砂石地基施工工艺流程宜符合图 5.4.1 的规定。

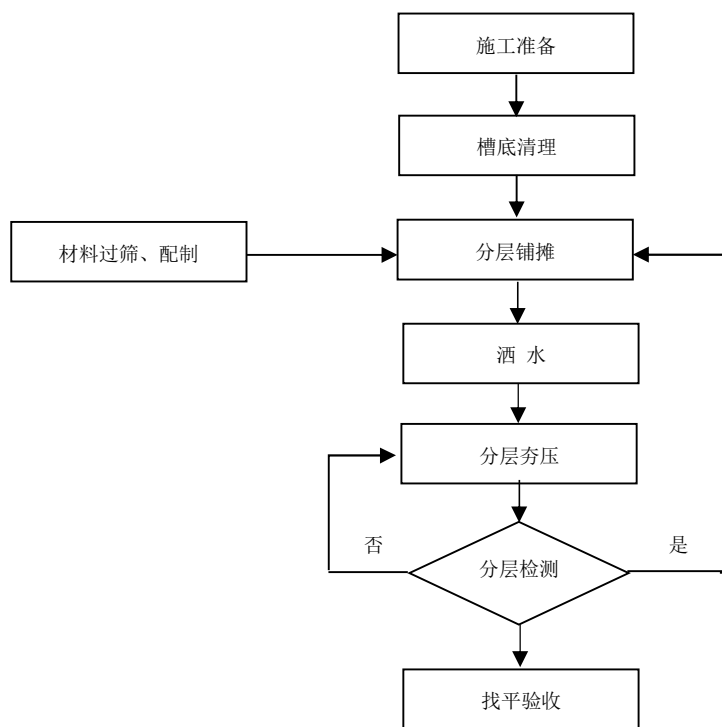


图 5.4.1 砂和砂石地基施工工艺流程

5.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后，应进行检修、调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 5.3 节的规定。

5.4.3 处理槽底表面应符合下列规定：

- 1 将槽底上表面的浮土和杂物清除干净，平整槽底，并妥善保护基坑边坡，防止塌土混入砂石垫层中；
- 2 基坑（槽）及附近如有低于槽底的孔洞、沟、井、墓穴等，应在未填砂石前加以填实处理；
- 3 对旧河暗沟应妥善处理，旧池塘回填前应将池底浮泥清除。

5.4.4 采用人工级配砂石时，材料级配应达到设计要求，并将砂石拌合均匀。

5.4.5 砂和砂石地基施工的虚铺厚度和含水量，可按表 5.4.5 控制。

表 5.4.5 砂和砂石地基虚铺厚度和含水量控制值

项次	压实方法	虚铺厚度 (mm)	含水量 (%)	施工说明	备注
1	平振法	150~250	15~20	用平板振动器时，每行应搭接 1/3。	不宜使用细砂或含泥量较大的砂
2	夯实法	200~250	8~12	用蛙式夯时，一夯压半夯，全面夯实。	不宜用于地下水位以下砂垫层
3	碾压法	200~500	8~12	用 6~10t 的平碾时，行驶速度可控制在 2km/h，碾压次数以达到要求的密实度为准，不宜少于 4 遍。	适用于砂石地基

5.4.6 分层铺筑砂石应符合下列规定：

- 1 砂和砂石地基应分层铺设，分层厚度可用标桩控制。坑底土质软弱时，首层虚铺厚度可增加，增加厚度不计入垫层设计厚度内；
- 2 砂和砂石地基地面宜铺设在同一标高上。深度不同时，搭接处基土面应挖成踏步或斜坡形，施工应按先深后浅的顺序进行，搭接处应压实；
- 3 分段施工时，接头处应做成斜坡，每层错开 0.5m~1.0m，并增加质量检查点。

5.4.7 铺筑级配砂石在夯实碾压前应根据其干湿程度和气候条件，应均匀洒水保持砂石的最佳含水量。

5.4.8 夯实或碾压应符合下列规定：

- 1 根据不同条件，可按本章表 5.4.5 选择适用压实方法；
- 2 大面积的砂石垫层，宜采用大型机械碾压，边角处可用人力夯或蛙式打夯机夯实；
- 3 夯实或碾压的施工参数应由现场试验确定；
- 4 采用机械碾压，不宜少于 4 遍，轮迹搭接不应小于 500mm；
- 5 采用人力夯或蛙式打夯机时，应保持落距为 400mm~500mm，应一夯压半夯全面夯实，不宜少于 3 遍。

5.4.9 找平和验收应符合下列规定：

- 1 施工时应分层找平，夯、压密实，下层密实度经检验合格后方可进行上层施工；
- 2 采用环刀法（容积不小于 200cm³）、灌砂法、灌水法检验施工质量时，检验点数量：条形基础下每 10m~20m 不应少于 1 个点，独立柱基、单个基础下不应少于 1 个点，其他基础下每 50m²~100m² 不应少于 1 个点；
- 3 采用标准贯入试验或动力触探法检验施工质量时，检验点的间距不应大于 4m；
- 4 采用静载荷试验检验地基承载力时，每个单体工程不宜少于 3 个点；
- 5 最后一层夯压密实后，表面应拉线找平，并符合设计标高。

5.5 质量标准

5.5.1 施工前应检查砂石等原材料质量和配合比及砂石拌合的均匀性。

5.5.2 施工中应检查分层厚度、分段施工时搭接部分的压实情况、加水量、压实遍数、压实系数。

5.5.3 施工结束后，应进行地基承载力检验。

5.5.4 砂和砂石地基的质量检验标准应符合表 5.5.4 的规定。

表 5.5.4 砂和砂石地基质量检验标准

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	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	配合比	设计值		检查拌合时的体积比或质量比
	3	压实系数	不小于设计值		灌砂法、灌水法
一般项目	1	砂石料有机质含量	%	≤5	灼烧减量法
	2	砂石料含泥量	%	≤5	水洗法
	3	砂石料粒径	mm	≤50	筛析法
	4	分层厚度	mm	±50	水准测量

5.6 成品保护

5.6.1 回填砂石时，应保护现场轴线桩、标桩，并应经常复测。

5.6.2 夯压时，对结构性强的基底土，在垫层最下层宜先铺设 150mm~200mm 厚松砂并夯实。

5.6.3 施工中应保证边坡稳定、防止坍塌。

5.6.4 级配砂石地基施工完成后，下一步工序不能及时施工时，应洒水润湿。

5.6.5 地基铺夯完成后，不得行走施工机械和堆放重型材料，需要时应在表面铺设垫板。

5.7 注意事项

5.7.1 应在分层检测合格后进行上层垫层的施工。

5.7.2 雨、冬期不宜进行垫层工程，施工时应采取技术措施，回填地基不得水泡、受冻。

5.7.3 大面积施工时，宜采用先外后内、先周边后中部的夯压顺序，优先选用机械碾压。

5.7.4 铺筑的级配砂石发现砂窝或堆石时，应将该处砂或石堆挖出，并填入级配良好的砂石。

5.7.5 夜间施工时，应合理安排施工顺序，设置足够的照明设施。

5.7.6 砂石材料应绿色环保施工中的震动、噪声等应满足环境限值要求。

5.7.7 裸露的场地和堆放的材料应覆盖。级配砂石配制和运输过程中应采取防尘措施。运输车辆出场应进行清洗，运输道路及时清扫。

6 强夯地基

6.1 材料要求

6.1.1 回填材料可选用和处理地层相适应的土料，宜选用不含有机质、含水量较小的黏质粉土、粉土或粉质黏土。

6.1.2 夯坑填料可采用级配良好的块石、碎石、矿渣、工业废渣、建筑垃圾等坚硬粗颗粒材料，且粒径大于300mm的颗粒含量不宜超过30%。

6.2 主要机具

6.2.1 起重机应根据夯锤重量、单击夯击能等合理选用，起吊能力大于锤重1.5倍~2.0倍，宜采用带有自动脱钩装置的履带式起重机，履带式起重机应在臂杆端部设置辅助门架或采取其他安全措施，防止起落锤时，机架倾覆。

6.2.2 夯锤可采用10t~60t、铸钢或钢筒混凝土制作而成，宜优先选用铸钢夯锤。底面形状宜用圆形，锤的底面宜均匀设置若干个与其顶面贯通的排气孔，孔径可取300mm~400mm。锤底静接地压力值可取25kPa~80kPa。

6.2.3 自动脱钩器应强度足够，转动灵活，安全可靠。

6.2.4 可在强夯设备上集成施工管理系统或自动测量记录分析装置，对强夯作业参数进行自动测量记录分析。

6.2.5 强夯作业还应备有推土机、电焊机、全站仪、水准仪、塔尺、钢卷尺等，其质量或精度均应满足现场施工需要。

6.3 作业条件

6.3.1 当强夯能量有可能对邻近建筑物产生影响时，应在施工区边界开挖隔震沟，隔震沟规模应根据影响程度确定。汛期应根据场地大小设置合理的周边排水沟或排水措施。

6.3.2 起吊设备进场后应及时进行安装及调试，保证吊车行走运转正常；起吊滑轮组与钢丝绳连接紧固，安全可靠；起吊挂钩锁定装置应牢固可靠，脱钩自由灵敏，与钢丝绳连接牢固；夯锤重量、直径、高度应满足设计要求，夯锤挂钩与夯锤整体应连接牢固；施工用推土机应运转正常。

6.3.3 其它作业条件应符合本规程第2.0.3条的规定。

6.4 施工工艺

6.4.1 强夯地基施工工艺流程应符合图6.4.1的规定。

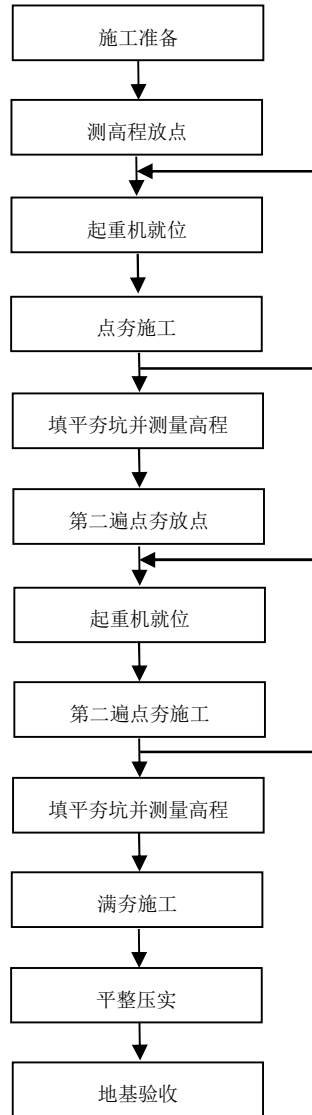


图 6.4.1 强夯地基施工工艺流程

6.4.2 单击夯击能应符合设计要求，锤重 G 、落距 h 按式 6.4.2 计算。

$$E = G \times h \quad (6.4.2)$$

式中 E ——单击夯击能，KN.m；

G ——锤重，KN；

h ——落距，m。

6.4.3 施工准备应符合下列规定：

- 1 高水位地基强夯时，地下水位以上的覆盖层应保持厚度 2.5m 以上，否则应铺设硬质粗骨料或采用降水措施；
- 2 设备调试正常，具备施工条件；
- 3 正式施工前应完成单点夯试验和施工参数确定；
- 4 其他准备工作应符合本章第 6.3 节的规定。

6.4.4 单点夯试验应符合下列步骤和规定：

- 1 在施工场地附近或场地内，应选择具有代表性的适当位置进行单点夯试验。试验点数量根据工程需要确定，不宜少于 2 点，每个试验区面积不宜小于 20m×20m；

2 根据夯锤直径，画出试验点中心点位置及夯击圆界限；

3 在夯击试验点界限外两侧，以试验中心点为原点，宜对称等间距埋设标高施测基准桩，基准桩埋设在同一直线上，直线通过试验中心点，基准桩间距宜为 1 米，基准桩埋设数量视单点夯影响范围而定；

4 宜在远离试验点（夯击影响区外）架设水准仪，进行各观测点的水准测量，并做好记录；

5 平稳起吊夯锤至设计要求夯击高度，释放夯锤应自由平稳落下；

6 用水准仪对基准桩及夯锤顶部进行水准高程测量，应做好试验记录；

7 重复本条第 5、6 款的步骤至试验要求夯击次数。

6.4.5 施工参数确定应符合下列规定：

1 完成各单点夯试验施工及检测后，应综合分析施工检测数据，确定强夯施工参数，包括：夯击高度，单点夯击次数，点夯施工遍数及满夯夯击能量，夯击次数，夯点搭接范围、满夯遍数等；

2 处理场地整体夯沉量、需要回填土数量应根据单点夯试验资料、强夯施工参数及建筑设计基础埋深进行计算；

3 设计有要求时应通过群点夯击试验，来确定强夯施工参数；

4 群点夯击试验检测内容应包括每遍夯后地表平均沉降、夯击过程中夯坑的夯沉量、周围地面隆起量、强夯过程中的水位和孔压变化情况、地基处理前后地基土的标准贯入试验及静载荷试验等。

6.4.6 强夯施工场地测量、放样应符合下列规定：

1 对平整后施工场地进行高程测量，场地平整度允许偏差应满足 $\pm 100\text{mm}$ ；

2 根据每遍点夯位置，以夯击点中心为圆心，以夯锤直径为圆直径，分别画出每一个夯点，夯击点中心点位偏差不应大于 2cm；

3 对每遍夯坑周围隆起量应进行观察测量。

6.4.7 点夯施工应符合下列步骤和规定：

1 夯击机械就位，提起夯锤离开地面，调整吊机使夯锤中心与夯击点中心一致，固定起吊机械；

2 测量夯前锤顶高程；

3 将夯锤起吊到预定高度，开启脱钩装置，夯锤脱钩自由下落，放下吊钩，测量锤顶高程；若发现因坑底倾斜而造成夯锤歪斜时，应及时将坑底整平；

4 重复步骤 3，按设计规定的夯击次数及控制标准，完成一个夯点的夯击；当夯击过深，出现提锤困难，但无明显隆起，而尚未达到控制标准时，宜将夯坑回填至与坑顶齐平后，继续夯击；

5 换夯点，重复步骤 1~4，完成第一遍全部夯点的夯击；

6 用推土机将夯坑填平，并测量场地高程；

7 两遍夯击之间，应有一定的时间间隔，间隔时间取决于土中超静孔隙水压力的消散时间。当缺少实测资料时，可根据地基土的渗透性确定，对于渗透性较差的黏性土地基，间隔时间不宜少于 2~3 周；对于渗透性好的地基可连续夯击；

8 在规定的间隔时间后，按上述步骤逐次完成全部夯击遍数。

6.4.8 满夯施工应符合下列步骤和规定：

1 点夯施工全部结束，平整场地并测量场地高程后，可进行满夯施工；

2 起重机就位，将夯锤置于基准线端；

3 按照夯印搭接 1/4 锤径的原则逐点夯击，完成规定的夯击数；

4 逐排夯击，完成一遍满夯，测量场地高程。

6.4.9 用压路机将夯坑整平后的虚土层碾压密实，地基土的压实度应满足要求。

6.5 质量标准

6.5.1 施工前应检查夯锤质量和尺寸、落距控制方法，排水设施及被夯地基的土质。

6.5.2 施工中应检查夯锤落距、夯点位置、夯击范围、夯击击数、夯击遍数、每击夯沉量、最后两击的平均夯沉量、总夯沉量和夯点施工起止时间等。

6.5.3 施工结束后，应进行地基承载力、地基土的强度、变形指标及其他设计要求指标检验。

6.5.4 强夯处理后的地基承载力检验，应在施工结束后间隔一段时间进行，对于碎石土和砂土地基，间隔时间宜为 7d~14d；粉土和黏性土地基，间隔时间宜为 14d~28d。

6.5.5 强夯地基均匀性检验，可采用动力触探试验或标准贯入试验、静力触探试验等原位测试，及室内土工试验。

6.5.6 强夯地基质量检验标准应符合表 6.5.6 的规定。

表 6.5.6 强夯地基质量检验标准

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	地基承载力	不小于设计值		静载荷试验
	2	处理后地基土的强度	不小于设计值		原位测试
	3	变形指标	设计值		原位测试
一般项目	1	夯锤落距	mm	±300	钢索设标志
	2	夯锤质量	kg	±100	称重
	3	夯击遍数	不小于设计值		计数法
	4	夯击顺序	设计要求		检查施工记录
	5	夯击击数	不小于设计值		计数法
	6	夯点位置	mm	±500	用钢尺量
	7	夯击范围（超出基础范围距离）	设计要求		用钢尺量
	8	前后两遍间歇时间	设计值		检查施工记录
	9	最后两击平均夯沉量	设计值		水准测量
	10	场地平整度	mm	±100	水准测量

6.6 成品保护

6.6.1 施工过程中应避免夯坑内积水，一旦积水应及时排除，场地因降水浸泡，应增加消散期，必要时换土再夯。

6.6.2 地基平整压实完成后，不得行走施工机械和堆放材料，需要时应在表面铺设垫板。

6.7 注意事项

6.7.1 起夯时，吊车正前方、吊臂下和夯锤下不得站人；整平夯坑内土方时，应先将夯锤吊离并放在坑外地面后方可进行。

6.7.2 施工人员进入现场应佩戴安全帽，夯击时要距离夯坑 10m 以上。

- 6.7.3** 六级以上大风天气、雨、雾、雪、风沙扬尘等能见度低时应暂停施工。
- 6.7.4** 施工时应根据地下水迳流排泄方向，从上游向下游方向施工。
- 6.7.5** 应按强夯施工程序及要求，做到夯锤升降平稳，对准夯坑，避免歪夯，不得错位夯击施工。
- 6.7.6** 夯锤排气孔在施工时应保持畅通。
- 6.7.7** 施工前应加强对夯锤、脱钩器、吊车臂杆和起重索具的检查。
- 6.7.8** 对不均匀场地，应同时控制夯击次数和夯沉量。
- 6.7.9** 强夯施工过程中，如遇地面隆起影响施工，应适当增加消散期，适时挖除隆起量，保持起夯面标高不变。必要时可适当超挖一定深度后，回填碎石土至起夯面标高，再继续强夯施工。
- 6.7.10** 当强夯施工所引起的振动和侧向挤压对邻近建构筑物产生不利影响时，应设置监测点，并采取挖隔振沟等隔振或防振措施。

7 袖阀管注浆加固地基

7.1 材料要求

7.1.1 水泥宜采用 P.S.A 32.5 水泥或 P.O 42.5 水泥，设计无要求时，水泥浆液水灰比宜为 0.65~1.0，双液浆水玻璃：水泥浆宜为 1:0.6~1:1。

7.1.2 外加剂应根据工程需要和土质条件，分别选用具有早强、缓凝、减水等性能的外加剂，且应经实验室复试合格。

7.1.3 袖阀管每节长度 0.33m~2.0m，管与管采用丝扣连接，分为花管段和实管段。宜选用外径 48mm、76mm、89mm 的钢管、铸铁管或塑料管，壁厚不宜小于 3mm。

7.2 主要机具

7.2.1 成孔机械采用小型机械，可采用小型冲击钻机、回转钻机、螺旋钻机等。

7.2.2 水泥搅拌机的搅浆筒体积不宜小于 0.5m³。

7.2.3 注浆泵的注浆压力范围为 1.0MPa~4.0MPa。设计无要求时，注浆压力宜根据现场注浆试验确定。

7.3 作业条件

7.3.1 按设计要求放线定孔位，孔距允许误差±200mm。

7.3.2 施工前应将水泥、外掺剂送实验室复试。

7.3.3 施工前应对施工人员进行全面的安全技术交底，对设备进行安全可靠性检查。

7.3.4 施工现场应做好材料、机具摆放规划，使水泥浆输送距离最短，且输送管铺设时拐弯最少。

7.4 施工工艺

7.4.1 袖阀管注浆施工工艺流程宜符合图 7.4.1 的规定。

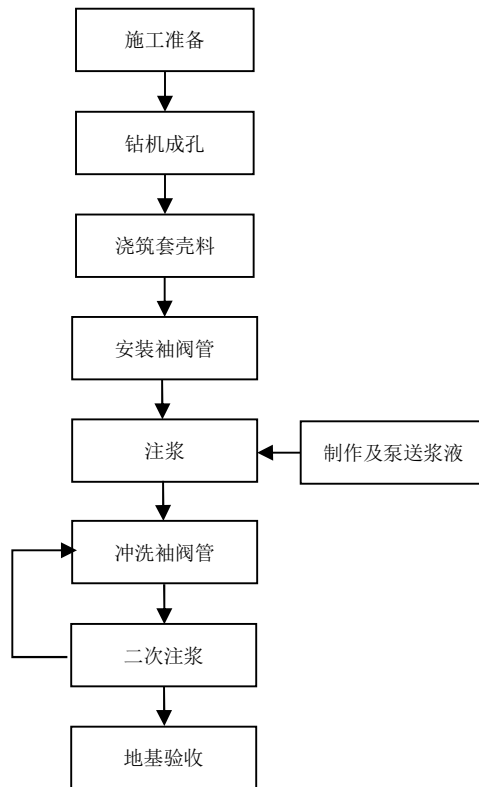


图 7.4.1 袖阀管注浆施工工艺流程

7.4.2 钻机成孔应符合下列规定：

- 1 钻机就位时点位应施放准确，钻机应放置平稳；
- 2 钻杆垂直度应满足设计要求，在施工过程中应随时检查钻杆垂直度；
- 3 钻机钻进过程中，应做好地质情况记录，为注浆作业提供参考数据；
- 4 成孔完成后，应进行清孔检查，孔壁出现坍塌或掉落松土应及时处理，并采用编织物对孔口临时堵塞。

7.4.3 浇筑套壳料应符合下列规定：

- 1 套壳料采用现场配置，设计对配比无要求时，可参照当地经验，当地无经验时宜根据现场试验确定；
- 2 套壳料应成一孔注一孔，避免塌孔和埋管；
- 3 套壳料通过导管或钢管从孔底灌入，将孔内泥浆从孔底向上置换，至孔内注满。

7.4.4 安装袖阀管应符合下列规定：

- 1 袖阀管根据注浆段采用花管、非注浆段采用实管，应按照设计要求进行连接，底端锥形堵头应封闭良好、无漏浆；
- 2 袖阀管应在注浆孔内尽量居中安装，上口高出地面 20cm~30cm；
- 3 袖阀管在下沉过程中，应及时在管内充满清水，克服空管下沉浮力并检查管节连接密封性；
- 4 袖阀管安装到位后，及时将孔口保护帽套好；
- 5 注浆作业开始前，按设计要求进行封口，设计无要求时，可采用灰土、水泥土等弱透水材料将孔口进行封堵，封堵厚度 1.0m~1.5m。

7.4.5 注浆应符合下列规定：

- 1 套壳料强度达到设计要求后可以开始注浆，设计无要求时，开始注浆时的套壳料强度不应小于 0.3MPa；
- 2 注浆管采用双栓塞注浆花管，注浆段两端栓塞应封闭良好；

3 注浆采用从下至上分段注浆，注浆步距应按设计要求进行，设计无要求时，宜为 0.3m~0.5m，土层松散时选低值，反之选高值；

4 注浆过程中，每段注浆完成后，向上移动一个步距的芯管长度。宜采用提升设备移动，或人工采用 2 个管钳对称夹住芯管，两侧同时均匀用力，将芯管移动；

5 注浆压力及注浆量达到终注条件后，应及时将注浆管拔出，上提注浆管要用力均匀、及时迅速，并按照一定步距进行，直至完全拔出；

6 每孔全段注浆完毕，注浆管拔出后，用水管插入袖阀管底部，泵入清水将管内残留浆液冲洗干净，并将孔口保护帽套好，做好孔口保护，以备二次注浆。

7.4.6 单孔注浆结束标准应按照设计要求执行，设计无要求时，当压力达到注浆终压，注浆量达到设计注浆量的 80% 以上，可结束该孔注浆；注浆压力未能达到设计终压，注浆量已达到设计注浆量，并无漏浆现象，亦可结束该孔注浆。

7.5 质量标准

7.5.1 施工前应检查注浆点位置、浆液配比、浆液组成材料的性能及注浆设备性能。

7.5.2 施工中应抽查浆液的配比及主要性能指标、注浆的顺序及注浆过程中的压力控制等。

7.5.3 施工结束后，应进行地基承载力、地基土强度和变形指标检验。

7.5.4 袖阀管注浆地基的质量检验标准应符合下表 7.5.4 的规定。

表 7.5.4 注浆地基质量检验标准

项次	项 目	允许值或允许偏差		检验方法
		单位	数值	
主控项目	1 地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2 处理后地基土的强度	不小于设计值		原位测试
	3 变形指标	不小于设计值		原位测试
一般项目	1 注浆材料称量	%	±3	称重
	2 注浆孔位	mm	±50	用钢尺量
	3 注浆孔深	mm	±100	量测注浆管长度
	4 注浆压力	%	±10	检查压力表读数

7.6 成品保护

7.6.1 注浆结束后，应在注浆管上口盖上闷盖。

7.6.2 注浆时应对露出地面的袖阀管进行保护。

7.6.3 当既有建筑地基进行注浆加固时，应对既有建筑及其邻近建筑、地下管线和地面的沉降、倾斜、位移和裂缝进行监测。并应采用多孔间隔注浆和缩短浆液凝固时间等措施，减少既有建筑基础因注浆而产生的附加沉降。

7.7 注意事项

7.7.1 袖阀管应保证管内光滑、无毛刺，防止划伤芯管密封件。

7.7.2 注浆开始前，应正确连接注浆管路，并应进行压水或压稀浆试验，检查管路的密封性和地层的吸浆情

况。

7.7.3 注浆时，要经常观测注浆压力和流量的变化，当注浆量大于 30L/min 时，应停止注浆分析原因及时处理，并且在注浆过程中，要经常观察工作面及管口情况，发现漏浆和串浆，应及时进行封堵。

7.7.4 注浆过程中应做好注浆记录。

7.7.5 在注浆过程中出现浆液冒出地表的状况时，应该采取如下措施：

- 1 降低注浆压力，同时提高浆液浓度，必要时掺砂或水玻璃；
- 2 限量注浆，控制单位吸浆量；
- 3 采取间歇注浆的方法，即发现冒浆后就停灌，待 15min 后再灌。

7.7.6 注浆应跳孔作业，在注浆过程中，发现浆液从附近其他钻孔流出时，应适当延长相邻两个孔的施工时间间隔或进行隔孔灌注。

7.7.7 当地下水流速较大时，应从水头高的一端开始注浆。

7.7.8 冬期施工时，应在施工现场采取措施，保证浆液不冻结。

8 土工合成材料加筋地基

8.1 材料要求

8.1.1 土料宜选用碎石、角砾、砾砂、粗砂、中砂等洁净粗粒料，不宜含氯化钙、碳酸钠、硫化物等化学物质，有机质含量不大于5%。当工程要求垫层具有排水功能时，土料应具有良好的透水性。

8.1.2 土工格栅可按下列类别采用：

1 按照受力的方向分：单向土工格栅（代号GD）、双向土工格栅（代号GS）；

2 按典型产品形状分：单向拉伸土工格栅（代号GDL）、双向拉伸土工格栅（代号GSL）、单向经编土工格栅（代号GDJ）、双向经编土工格栅（代号GSJ）、单向粘焊土工格栅（代号GDZ）、双向粘焊土工格栅（代号GSZ）；

3 产品规格系列见表8.1.2。

表 8.1.2 土工格栅产品规格

格栅种类	标称每延米抗拉强度 (kN/m)						
	20	35	50	80	100	125	150
单向拉伸土工格栅 GDL	20	35	50	80	100	125	150
双向拉伸土工格栅 GSL	20	35	50	80	100	125	150
单向经编土工格栅 GDJ	25	40	60	80	100	125	150
双向经编土工格栅 GSJ	25	40	60	80	100	125	150
单向粘结、焊接土工格栅 GDZ	25	40	60	80	100	125	150
双向粘结、焊接土工格栅 GSZ	25	40	60	80	100	125	150

8.1.3 土工布可按纤维品种分类为涤纶、丙纶、锦纶、乙纶等长丝纺粘针刺非织造土工布；可按结构类型分为普通型和复合型等。

8.1.4 土工布产品规格可按单位面积质量和幅宽表示，可采用单位面积质量 (g/m^2)：100、150、200、250、300、350、400、450、500、600、800等；幅宽 (m)：2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、5.5、6.0等。

8.2 主要机具

8.2.1 主要机具宜选用土工合成材料拼接机具、压路机、平碾、羊足碾、铲运机、振动碾、蛙式打夯机或人力夯等。

8.2.2 辅助机具包括手推车、靠尺、耙子、平头铁锹、胶皮管、小线、钢尺、测量仪器、环刀、击实仪等。

8.3 作业条件

8.3.1 铺设施工前应对土工合成材料进行检验，检验数量及标准应符合设计要求，设计无要求时，可按国家现行标准《交通工程土工合成材料土工格栅》JT/T480、《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T17639的规定执行。

8.3.2 施工前应对施工人员进行安全技术交底，对设备进行安全可靠性检查，确保施工质量及安全。

8.3.3 施工现场土工合成材料在搬运过程中，不得抛摔，避免与尖锐物品混装，避免剧烈冲击。贮存过程中，不应露天存放，不得沾污、雨淋、破损，不得长期日光照射、直立。

8.3.4 土工合成材料铺设施工前，应保证基层处理符合设计要求，并通过验收。

8.4 施工工艺

8.4.1 土工合成材料加筋地基施工工艺流程宜符合图 8.4.1 的规定。

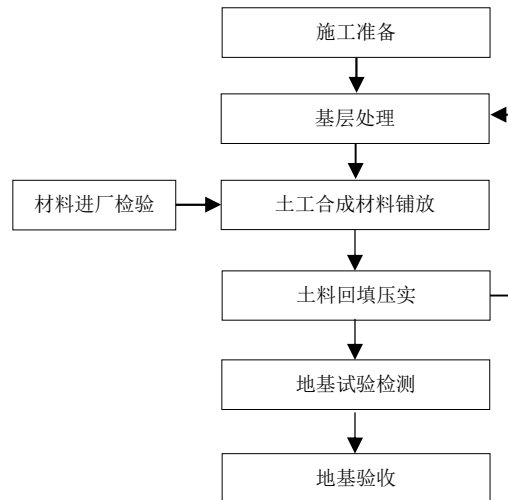


图 8.4.1 土工合成材料加筋地基施工工艺流程

8.4.2 基层处理应符合下列规定：

1 铺设土工合成材料的基层应平整，局部高差不得大于 50mm。铺设土工合成材料前应清除树根、草根及硬物，避免损伤破坏土工合成材料，表面凹凸不平的可铺一层砂找平。找平层表面应有 4%~5%的坡度；

2 不宜直接铺设土工合成材料的基层应先设置砂垫层，砂垫层厚度不宜小于 300mm，宜采用中粗砂，含泥量不大于 5%。

8.4.3 土工合成材料铺放应符合下列规定：

1 应提前检查材料有无损伤破坏；

2 土工合成材料应按其主要受力方向从一端向另一端铺放；

3 铺放时松紧度应适度，防止崩拉过紧或有皱折，且紧贴下基层。应及时加以压固，以免被风吹起；

4 土工合成材料铺放时，两端应有富余量。富余量每端不得少于 1000mm，且应按设计要求加以固定；

5 相邻土工合成材料的连接，对土工格栅可采用密贴排放或重叠搭接，用聚合物绳或棒或特种连接件连接。土工布可采用搭接或缝接；

6 当加筋垫层采用多层土工材料时，上下层土工材料的接缝应交替错开，错开距离不得小于 500mm；

7 土工合成材料铺放时，不得有大面积的损伤破坏。对小的裂缝或孔洞，应在其上缝补新材，新材面积不小于破坏面积的 4 倍，边长不小于 1000mm。

8.4.4 土工布的连接可采用搭接法、缝合法、胶结法。连接处强度不得低于设计要求的强度并应符合下列规定：

1 搭接法：搭接长度 300mm~1000mm，视建筑荷载、铺设地形、基层特性、铺放条件而定。宜采用 300mm~500mm，荷载大、地形倾斜、基层较软时，不宜小于 500mm；水下铺放搭接长度不宜小于 1000mm。当土工布上铺有砂垫层时，不宜采用搭接法；

2 缝合法：采用尼龙或涤纶将土工布双道缝合，两道缝线间距 1.0mm~2.5mm，缝合形式如图 8.4.4 所示；

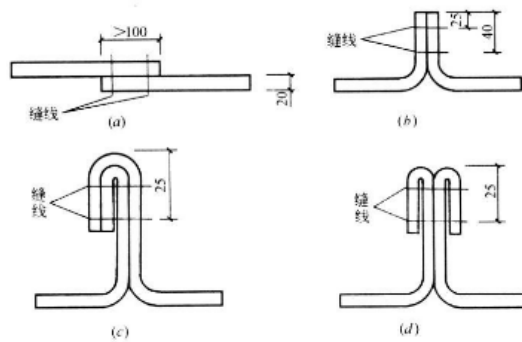


图 8.4.4 缝合接缝形式

(a)平接；(b)对接；(c)J 字接；(d)蝶形接

3 胶结法：采用热粘结或胶粘接。粘结时搭接宽度不宜小于 100mm。

8.4.5 土料回填压实应符合下列规定：

1 土工合成材料垫层地基，加筋垫层结构的回填料，其材料种类、层间高度、碾压压实度等均应满足设计要求；

2 回填料为中、粗、砾砂或细粒碎石料时，距离土工合成材料 80mm 范围内，最大粒径不应大于 60mm；

3 当使用块石做土工合成材料保护层时，块石抛放高度应小于 300mm，且土工合成材料上应铺放厚度不小于 500mm 的砂层；

4 回填土应能满足设计要求的压实度，并不含有对土工合成材料有腐蚀作用的成分；

5 回填土应分层进行，每层填土的厚度应为 100mm~300mm，土工合成材料上第一层填土厚度不应小于 300mm；

6 填土应按从中心向外侧对称的顺序进行，平面上呈“凸”形，凸口朝向前进方向；

7 回填时应根据设计要求及地基沉降情况控制回填速度；

8 土工合成材料上第一层填土，机械应沿垂直土工合成材料的铺放方向运行，采用压力小于 55kPa 的轻型机械摊料及碾压。填料高度大于 600mm 后方可使用重型机械；

9 为防止土工合成材料在施工中产生顶破、穿刺、擦伤、撕破等，宜在土工合成材料下设置砾石或碎石垫层，在其上设置砂卵石保护层，铺设方法同砂石垫层。

8.5 质量标准

8.5.1 施工前应检查土工合成材料的单位面积质量、厚度、比重、强度、延伸率以及土、砂石料质量等。土工合成材料以 100m² 为一批，每批应抽查 5%。

8.5.2 施工中应检查基槽清底情况、回填料铺设厚度及平整度、土工合成材料的铺设方向、接缝搭接长度或缝接状况、土工合成材料与结构的连接状况等。

8.5.3 施工结束后，应进行地基承载力检验。

8.5.4 土工合成材料地基质量检验标准应符合表 8.5.4 的规定。

表 8.5.4 土工合成材料地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验

	2	土工合成材料强度	%	≥ -5	拉伸试验（结果与设计值相比）
	3	土工合成材料延伸率	%	≥ -3	拉伸试验（结果与设计值相比）
一般项目	1	土工合成材料搭接长度	mm	≥ 300	用钢尺量
	2	土石料有机质含量	%	≤ 5	灼烧减量法
	3	层面平整度	mm	± 20	用 2m 靠尺
	4	分层厚度	mm	± 25	水准测量

8.6 成品保护

- 8.6.1** 现场施工人员严禁穿硬底鞋或钉鞋铺放土工合成材料。
- 8.6.2** 土工合成材料铺放后，应在 48h 内覆盖，避免阳光暴晒。
- 8.6.3** 严禁机械直接在土工合成材料表面行走。
- 8.6.4** 黏土作为回填料时，应采取排水措施。雨雪天应加以覆盖。
- 8.6.5** 土工合成材料铺设时，一次铺设不宜过长，土工合成材料铺设完成后，应及时铺设上层砂石料或土料，避免长时间暴晒和暴露。

8.7 注意事项

- 8.7.1** 土工合成材料存放点和施工现场禁止烟火。
- 8.7.2** 土工合成材料冬期易发硬，施工人员应防止割、碰损伤。
- 8.7.3** 土工合成材料废料应及时回收集中处理。

9 长螺旋压灌素混凝土桩复合地基

9.1 材料要求

9.1.1 预拌混凝土强度、坍落度指标应满足设计要求，其和易性、可泵性和凝结时间应满足泵送要求。

9.1.2 褥垫层材料宜采用中砂、粗砂、级配砂石和碎石，最大粒径不宜大于 30mm。

9.2 主要机具

9.2.1 长螺旋钻机宜根据桩长、桩径、地层条件等合理选用，常用长螺旋钻机主要技术参数见表 9.2.1。

表 9.2.1 常用长螺旋钻机主要技术参数

参数名	单位	钻机型号					
		KLB26	CFG28	CFG-26	CFG-30	CFGD28	
最大孔径	mm	800	600	400	400	600	
钻孔深度	m	26	28	26	30	28	
主机功率	kw	55*2	55*2	55*2	55*2	55*2	
钻杆转速	rpm	31	16	21	23	21.8	
移动形式		液压步履	液压步履	液压步履	液压步履	液压步履	
扭矩	KNm	48	48.5	48	48	47.3	
拔钻力	KN	400	400	400	450	300	
回转角度		360	360	360	360	360	
外形尺寸	工作状态	mm	12200*6700*31930	11500*6000*34500	12200*6700*31900	13500*5800*36300	13800*6000*43000
	运输状态	mm	12050*2630*3850	12700*2600*4150	12050*2630*3850	18800*2500*3450	15000*3000*3200
整机质量	t	50	57	47	72	48	
运输形式		拖挂+解体散件	拖挂+解体散件	拖挂+解体散件	拖挂+解体散件	拖挂+解体散件	

9.2.2 混凝土输送泵宜选用 45m³/h~80m³/h 规格。

9.2.3 连接混凝土输送泵与钻机的钢管、高强柔性管，内径不宜小于 150mm。

9.3 作业条件

9.3.1 在基坑内打桩时，基坑边坡与边桩的净距不应小于 1.0m。

9.3.2 预拌混凝土应具有出厂合格证、基本性能试验报告、开盘鉴定和运输单。

9.3.3 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

9.4 施工工艺

9.4.1 长螺旋压灌素混凝土桩复合地基施工工艺流程应符合图 9.4.1 的规定。

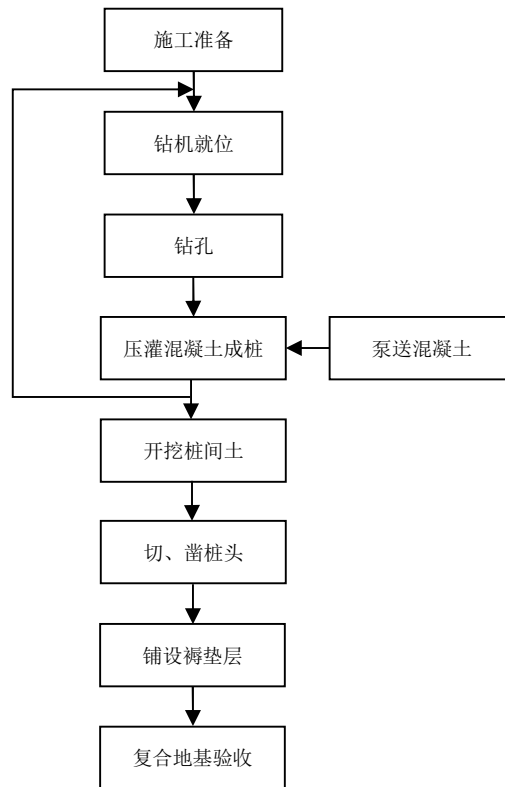


图 9.4.1 长螺旋压灌素混凝土桩复合地基施工工艺流程

9.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 钻机进场后，应根据桩长安装钻塔及钻杆，钻杆连接应牢固，调试钻机至良好状态；
- 2 施工现场混凝土泵和泵管的安装应符合输送距离短、输送管拐弯少原则；
- 3 其他准备工作应符合本章第 9.3 节的规定。

9.4.3 钻机就位应符合下列规定：

- 1 平稳移动钻机至孔位；
- 2 封闭钻头阀门，钻尖对准桩点；
- 3 调整钻杆垂直度。

9.4.4 钻孔施工应符合下列规定：

- 1 钻进速度宜根据土层情况确定，卵石层宜为 0.2 m/min~0.5m/min；素填土、粘性土、粉土、砂层宜为 1.0 m/min~1.5m/min；
- 2 钻机钻进过程中，不得反转或提升钻杆，如需提升钻杆或反转应将钻杆提至地面，重新封闭钻头阀门；
- 3 在钻进过程中，如遇到卡钻、钻机摇晃、偏斜或出现有节奏的声响时，应立即停钻，查明原因，采取相应措施后，方可继续钻进；
- 4 钻出的土应随钻随清；
- 5 钻至设计标高后，质检员进行终孔验收。

9.4.5 压灌混凝土成桩应符合下列规定：

- 1 终孔验收后，应先向钻杆泵送混凝土后提钻，钻杆的提升速度应与混凝土泵送量相匹配，钻杆混凝土阀门应低于钻杆内混凝土面不小于 4m，饱和砂土或饱和粉土层中，宜减慢提升速度，不得停泵待料；
- 2 提钻过程中应清除螺旋钻杆上的土块，钻头提出后应在混凝土初凝之前清理干净保护桩顶标高以上的土和多余的混凝土；
- 3 成桩施工各工序宜连续进行，混凝土在输送泵及输送管内留置时间不得超过混凝土初凝时间，否则，

应将钻杆、泵管、混凝土泵内的混凝土清除干净；

- 4 每台钻机一天应做一组试块，或每 50m³ 做一组试块，标准养护。

9.4.6 混凝土输送应符合下列规定：

- 1 混凝土泵的安放位置应与钻机的施工顺序相配合，混凝土泵与钻机的距离不宜大于 60m；
- 2 混凝土泵输送混凝土前宜采用同标号水泥砂浆进行润湿；
- 3 同一根桩的泵送混凝土宜连续进行，当钻机移位时，混凝土泵料斗内的混凝土应连续搅拌，泵送时，应保持料斗内混凝土的高度不低于 40cm；
- 4 混凝土输送管宜保持水平，输送管下面宜用垫木垫实。

9.4.7 清除桩间土宜在素混凝土桩施工 7 天后进行，宜采用小型挖土机配合人工开挖作业，并应符合下列规定：

- 1 不碰撞桩体；
- 2 不扰动桩间土；
- 3 位于基底斜面素混凝土桩周围清土深度和范围应满足铺填褥垫层要求，可按图 9.4.7 所示清除桩间土。

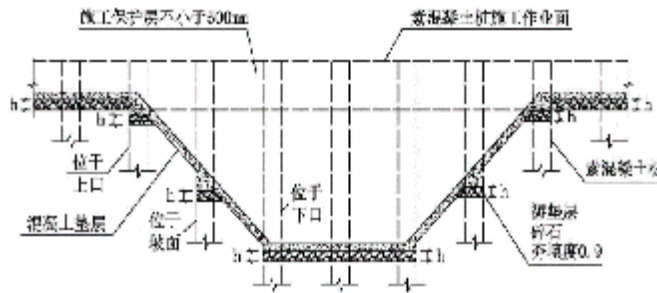


图 9.4.7 素混凝土桩复合地基局部加深部位桩头处理图

9.4.8 剔除桩头应符合下列步骤和规定：

- 1 标示出桩顶标高位置；
- 2 用电锯等工具沿桩周向桩心水平切除桩头；
- 3 桩头应平整；
- 4 如果发生断桩，且断裂面距桩顶标高不大于 1.5m，可按图 9.4.8 所示进行接桩。

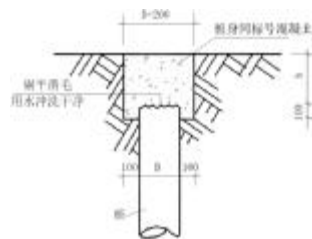


图 9.4.8 接桩头图

9.4.9 褥垫层所用材料、铺设范围和厚度应符合设计要求，虚铺厚度 ΔH 按式 9.4.9 计算，使用小型机具压实至厚度 h 。褥垫层宜采用电动平板夯、蛙式打夯机等小型机具夯实。

$$\Delta H = \frac{h}{\lambda} \quad (9.4.9)$$

式中 ΔH ——褥垫层虚铺厚度；

- h ——设计褥垫层厚度；
 λ ——夯填度，按设计要求取值，宜取 0.9。

9.5 质量标准

- 9.5.1** 施工中应检查桩身混凝土的配合比、坍落度和成孔深度、混凝土充盈系数等。
9.5.2 施工结束后，应对桩体质量、单桩及复合地基承载力、桩顶标高、桩位、褥垫层进行检查和检验。
9.5.3 素混凝土桩复合地基的质量检验标准应符合表 9.5.3 的规定。

表 9.5.3 素混凝土桩复合地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	单桩承载力	不小于设计值		静载试验
	3	桩长	不小于设计值		测钻杆长度或用测绳测孔深
	4	桩径	mm	+50 0	用钢尺量
	5	桩顶标高	mm	±50	水准测量或用钢尺量
	6	桩身完整性	-		低应变检测
	7	桩身强度	不小于设计要求		28d 试块强度
一般项目	1	桩位	条基边桩沿轴线	≤1/4D	全站仪或用钢尺量
			垂直轴线	≤1/6D	
			其他情况	≤2/5D	
	2	桩垂直度	%	≤1/100	用经纬仪测钻杆
	3	混凝土坍落度	mm	180-220	坍落度仪
	4	混凝土充盈系数	≥1.0		实际灌注量与理论灌注量之比
5	褥垫层夯填度	≤0.9		水准测量	

9.6 成品保护

- 9.6.1** 桩顶保护桩长不宜小于 0.5m。
9.6.2 钻机液压支腿不得挤压已施工的桩头。
9.6.3 机械清土不得碰撞桩头和扰动桩间土，不得超挖桩间土。
9.6.4 铺设褥垫层时不得扰动桩间土。
9.6.5 冬施期应对桩间土采取保温措施。

9.7 注意事项

- 9.7.1** 施工前应确定钻机行走路线，避免钻机进入已打完桩的场区。
9.7.2 当发生串桩现象时，应采取跳打方法。
9.7.3 施工中应对每根桩成桩时间、投料量、桩长、发生的特殊情况等进行记录。
9.7.4 注意承压水对成桩质量的影响，必要时应采取减压措施。
9.7.5 在基坑内靠近坡脚施工时，应避免因扰动地基土而影响基坑边坡稳定。

10 灰土挤密桩和土挤密桩复合地基

10.1 材料要求

10.1.1 白灰宜选用新鲜的消石灰或生石灰粉，粒径不大于 5mm，有效 CaO+MgO 含量不低于 60%。

10.1.2 土料宜选用粉质黏土，有机质含量不超过 5%，不得含有冻土和膨胀土，渣土垃圾粒径不应超过 15mm。

10.1.3 掺合料使用时应通过 10mm~20mm 的筛，混合料含水量应满足最优含水量要求，允许偏差应为±2%，土和灰应按体积配合比拌合均匀。

10.2 主要机具

10.2.1 成孔设备宜采用步履式打桩机、自制锤击式打桩机或沉管桩机，亦可采用冲击钻或洛阳铲。

10.2.2 夯实设备宜采用提升式夯机或偏心轮夹杆式夯实机及梨形锤等，其他机具有卷扬机、铁锹、量斗、水桶、胶管、喷壶、铁筛、手推胶轮车等。

10.3 作业条件

10.3.1 熟悉施工图纸及场地的土质、水文地质资料。进行现场取土，确定原位土的土质及含水量是否适宜作灰土桩的混合料。根据设计选用的成孔方法进行现场成孔试验，确定成孔的可行性，事前发现问题，研究对策。

10.3.2 建筑场地地面上所有障碍物和地下管线、电缆、旧基础等均应完成拆除搬迁。沉管振动对邻近建筑物及厂房内仪器设备有影响时，应采取有效保护措施。

10.3.3 施工前进行成孔、夯填工艺和挤密效果试验，确定施工工艺参数宜包括分层填料厚度、夯击次数和夯实后的干密度、打桩次序等。对试验桩进行检测，承载力及挤密效果等应符合设计要求。

10.3.4 消石灰应出厂检验合格，并经试验室复试合格。土料最优含水量、最大干密度应通过击实试验取得。

10.3.5 成孔时，地基土宜接近最优（或塑限）含水量，当土的含水量低于 12% 时，宜对拟处理范围的土进行增湿，应在地基处理前 4d~6d，将需增湿的水通过一定数量和一定深度的渗水孔，均匀地侵入拟处理范围内的土层中，增湿土的加水量应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79 的规定执行。

10.3.6 地基处理的范围、成桩直径、处理深度及桩间土的平均挤密系数应满足设计要求。

10.4 施工工艺

10.4.1 灰土挤密桩和土挤密桩复合地基施工工艺流程应符合图 10.4.1 的规定。

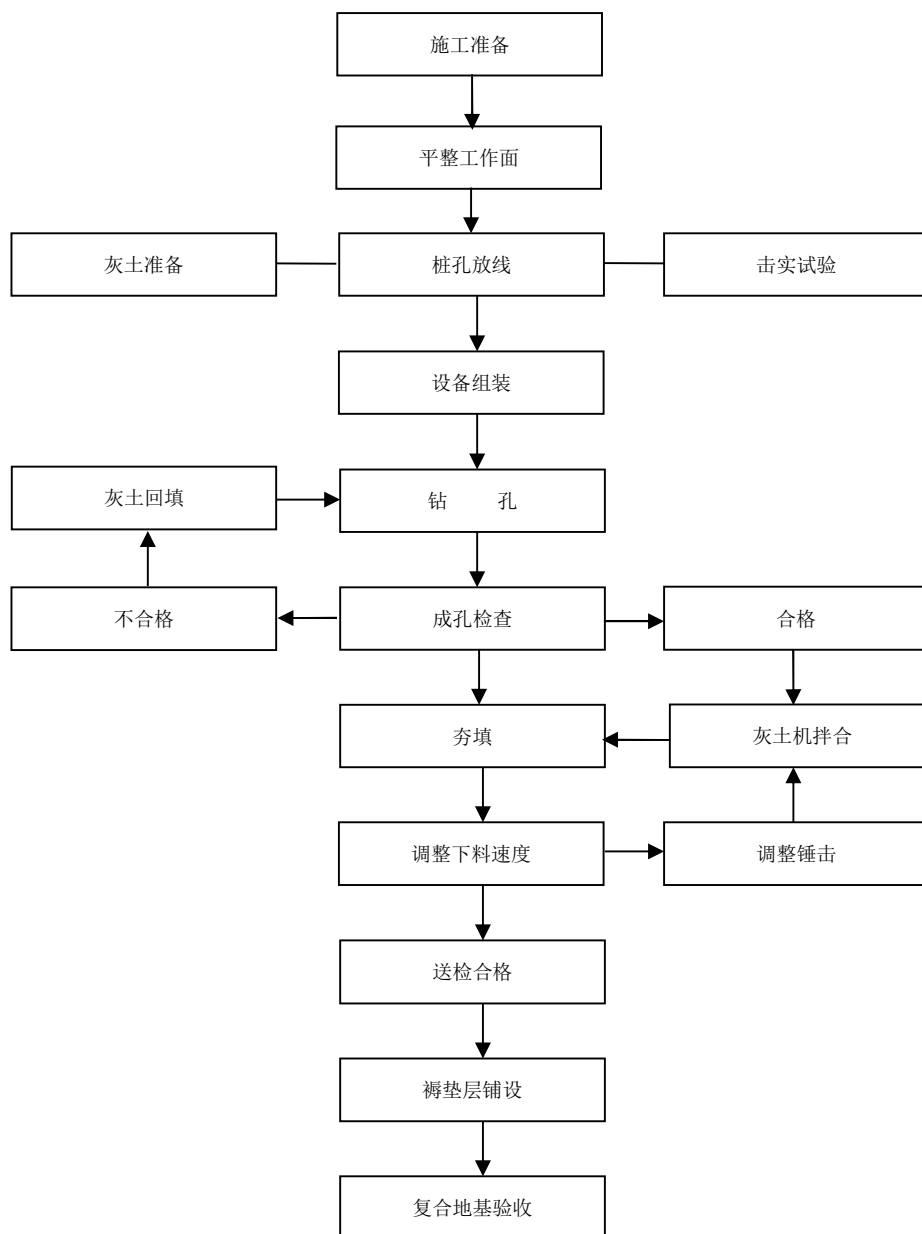


图 10.4.1 灰土挤密桩和土挤密桩复合地基施工工艺流程

10.4.2 成孔施工应符合下列规定：

1 桩成孔前应预留保护层，沉管成孔时预留土层不宜小于 0.5m，冲击成孔或钻孔夯扩法成孔时预留土层不宜小于 1.2m；成孔方法可根据现场机具条件选用沉管(振动、锤击)法、爆扩法、冲击法等；

2 成孔至设计孔深后，应检查孔底有无虚土，如虚土较厚，可用专门机具清理，并采用机械对孔底进行夯实，夯击次数宜现场试验确定，宜为 6~8 击；成孔完毕后，应进行终孔验收，检验孔深及桩端进入持力层深度；

3 桩施工顺序应先外排后里排，同排内应间隔 1~2 孔进行；对大型工程可采取分段施工，以免因振动挤压造成相邻孔缩孔成坍孔，成孔后应夯实孔底，夯实次数不少于 8 击，并立即夯填灰土。对边角部位，机械无法到位的桩，采用人工夯实，先用小落距轻夯 3~5 次，然后重夯不少于 8 次，夯锤落距不小于 600mm；

4 孔底出现饱和软弱土层时，可采取加大成孔间距，避免由于振动而造成已打好的桩孔内挤塞；当孔底有地下水流入，可采用井点降水后再回填填料或向桩孔内填入一定数量的干砖渣和石灰，经夯实后再分层

填入填料。

10.4.3 灰土拌合料应符合下列规定：

1 土料有机物含量不应大于 5%，过 1cm~2cm 的网筛。施工现场检验时，灰土宜紧握成团、轻捏即碎。如土料水份过多或不足时，应翻松晾晒或洒水润湿，控制其含水量在 $W_{op} \pm 2\%$ 范围内；

2 拌合水泥土宜采用机械搅拌，可选用强制式搅拌机或普通滚筒式搅拌机，保证拌合料均匀。工程量很小时，可考虑采用人工搅拌，应保证拌合料均匀；

3 按设计要求进行配比，采用专用量具测量消石灰与土的体积，保证配比准确。

10.4.4 成桩施工应符合下列规定：

1 填料前孔口堆料距离孔口应大于 0.5m，避免夯击时堆料掉入孔内影响成桩质量，宜在孔口铺一块铁皮或木板，堆放拌合料；

2 填料应分层回填夯实，每层回填厚度宜为 250mm~400mm；采用电动卷场提升式夯实机时，落锤高度不宜小于 2m，每层不宜少于 10 击。施打时，逐层以量斗向孔内下料，逐层夯实，当采用偏心轮夹杆式连续夯实机，将土料用铁锹随夯击不断下料，每下二锹夯 2 击，均匀地向桩孔下料、夯实；

3 成桩桩顶应高出设计标高不小于 0.5cm 作为保护桩头，确保桩头质量。

10.4.5 挖土凿桩头应符合下列规定：

1 挤密桩成桩 3d~7d 后，可进行清土凿桩作业。宜采用人工开挖，防止对桩体和桩间土产生不良影响；

2 采用机械开挖时，应避免对设计标高以下桩体产生损害；中高灵敏土，应避免扰动桩间土；

3 凿削桩头，应用钢钎等工具沿桩周向桩心逐次剔除多余的桩头，直到设计桩顶标高，并把桩顶凿平；不得用重锤或重物横向击打桩体，避免造成桩顶标高以下的桩体横向断裂；

4 桩头剔至设计标高处，桩顶表面不得出现斜截面。

10.4.6 垫层铺设应符合下列规定：

1 桩头凿削至设计桩顶标高，并经验槽合格后，方可铺设褥垫层；

2 褥垫层厚度、材料、压实系数等应按照设计要求施工，褥垫层厚度宜为 300mm~600mm，垫层材料宜采用 2:8 或 3:7 灰土、水泥土等，压实系数不低于 0.95。

10.4.7 冬雨期施工应符合下列规定：

1 冬期施工应采取有效的冬施方案，如用热水拌合或成品坑保温。灰土入孔温度不得低于 5℃；

2 当气温高于 30℃时，已搅拌好的水泥土拌合料上应覆盖两层湿草袋，每隔一段时间应洒水湿润，降低拌合料含水量；

3 雨期施工防止雨水流入孔内，施工面不宜过大，按逐段逐片分期施工，重点做好材料防雨工作，设引水沟集水井。

10.5 质量标准

10.5.1 施工前应对石灰及土的质量、桩位等进行检查。

10.5.2 施工中应对桩孔直径、桩孔深度、夯击次数、填料的含水量及压实系数等进行检查。

10.5.3 施工结束后，应检验成桩的质量及复合地基承载力。

10.5.4 土和灰土挤密桩复合地基质量检验标准应符合表 10.5.4 的规定。

表 10.5.4 灰土挤密桩和土挤密桩复合地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验

项目	2	桩体填料平均压实系数	≥ 0.97		环刀法
	3	桩长	不小于设计值		测桩管长度或用测绳测孔深
一般 项 目	1	土料有机质含量	$\leq 5\%$		灼烧减量法
	2	含水量	最优含水量 $\pm 2\%$		烘干法
	3	石灰粒径	mm	≤ 5	筛析法
	4	桩位	条基边桩沿轴线	$\leq 1/4D$	全站仪或钢尺量
			垂直轴线	$\leq 1/6D$	
			其他情况	$\leq 2/5D$	
	5	桩径	mm	+500	用钢尺量
	6	桩顶标高	mm	± 200	水准测量，最上部 500mm 劣质桩体不计入
	7	垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测桩管
8	砂、碎石褥垫层夯填度	≤ 0.9		水准测量	
9	灰土垫层压实系数	≥ 0.95		环刀法	

注：1 夯填度指夯实后的褥垫层厚度与虚铺厚度的比值。

2 D 为设计桩径（mm）。

10.6 成品保护

10.6.1 灰土挤密桩和土挤密桩成桩完成后应避免铲车等大型车辆碾压，避免造成断桩及桩间土的扰动。清土时应采用人工清除，手推车清运，不得用铲车清运。

10.6.2 雨期或冬期施工，应采取防雨或防冻措施。

10.7 注意事项

10.7.1 填料时应分层填料夯实，确保桩体密实。严禁用手推车或小翻斗车直接往孔内倒料。

10.7.2 雨期施工时，已成孔未填料的钻孔，应在降雨前及时覆盖，避免雨水灌入孔内造成孔壁坍塌。

10.7.3 设计加固深度范围内有管道或墓穴等地下障碍时，可采用人工或挖掘机将地下障碍清除，人工修整为阶梯状，分层回填至原施工标高。回填密实度可采用轻型触探或重力触探进行检验，应与原地基土承载力相近。

11 夯实水泥土桩复合地基

11.1 材料要求

11.1.1 水泥宜选用 P.042.5 普通硅酸盐水泥或 P.S.A32.5 矿渣硅酸盐水泥。

11.1.2 土宜优先选用原位土，可选用无污染、有机质含量不超过 5% 的黏性土、粉土或砂类土，不得含有垃圾杂质、冻土或膨胀土。使用前应过不大于 20mm 网筛，土含水量过高时，应晾干或另掺加其他含水量较低的掺合料。

11.1.3 其他掺合料可选用工业废料、粉煤灰、炉渣等。

11.2 主要机具

11.2.1 主要设备宜选用人工或机械洛阳铲、长螺旋钻机、夯机、搅拌机、粉碎机。

11.2.2 其他机具包括网筛、专用量具、盖板、量孔器、测量仪器等。

11.3 作业条件

11.3.1 应现场取土，确定原位土的土质及含水量是否适宜做水泥土桩的水泥土料。

11.3.2 水泥土料确定后，应进行室内配合比试验，用击实试验确定水泥土料的最优含水量。在水泥土料最优含水量的状态下，试制几种配合比的水泥土试块，作 3d、7d、28d 的侧限抗压强度试验，确定适宜的配合比。

11.3.3 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

11.4 施工工艺

11.4.1 夯实水泥土桩复合地基施工工艺流程应符合图 11.4.1 的规定。

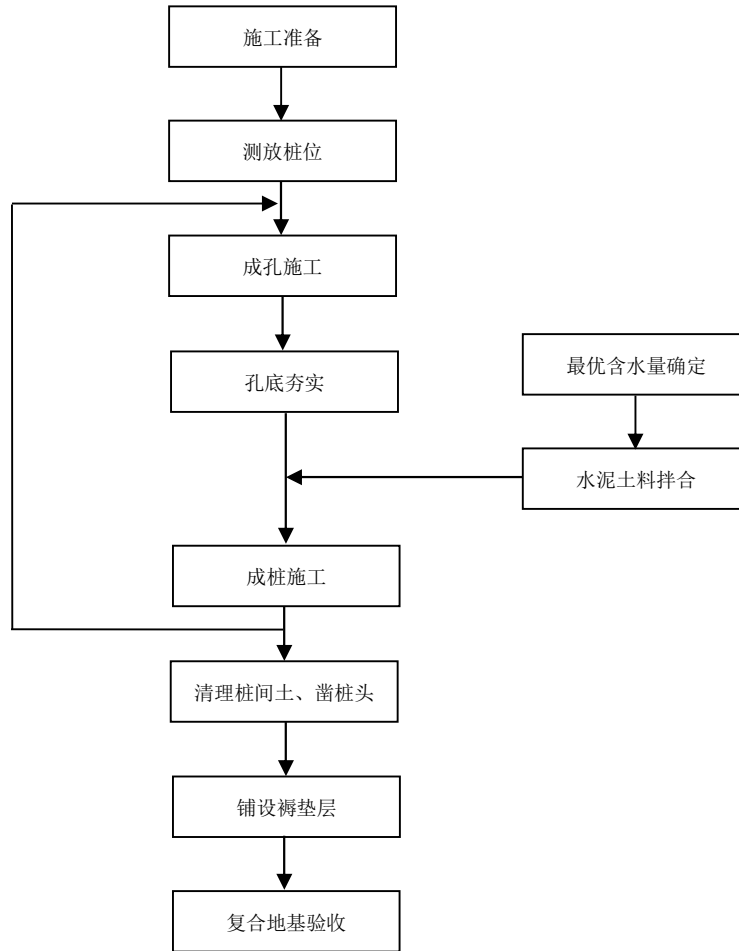


图 11.4.1 夯实水泥土桩复合地基施工工艺流程

11.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后，应进行检修、调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 11.3 节的规定。

11.4.3 成孔施工应符合下列规定：

- 1 采用洛阳铲成孔，确定桩位中心，以中点为圆心，以桩身半径为半径划出圆，作为桩孔开挖尺寸线，从周围向中心开始挖；
- 2 挖孔过程中及时量测孔径、垂直度，当挖至设计深度时，用量孔器测量孔深、孔径、垂直度及进入设计持力层的深度，应满足设计要求；
- 3 采用长螺旋钻机成孔，在钻机进场后，根据桩长安装钻塔及钻杆，钻杆长度应适当；
- 4 钻机定位后，进行检查，钻尖与桩点偏移不得大于 10mm；
- 5 钻出的土应及时清运走。不能及时运出时，堆土应距孔口 0.5m 以外；
- 6 钻至设计孔深时，进行终孔验收，孔深和桩端进入持力层的深度应满足设计要求。

11.4.4 孔底夯实应符合下列规定：

- 1 钻（挖）至设计孔底深度后，应清除孔底虚土并夯实；
- 2 对边角部位，机械无法到位的桩，采用人工夯实，先用小落距轻夯 3 次~5 次，然后重夯不少于 8 次，夯锤落距不小于 600mm。

11.4.5 水泥土料拌合应符合下列规定：

- 1 土料应过网筛。水泥土料的含水量宜控制在最优含水量 $\pm 2\%$ 的范围内，现场控制时含水量宜采用“手攥成团，落地开花”的标准。土的含水量偏高时，应晾晒或掺入粉煤灰、炉渣等其他干料；

2 机械拌合水泥土料时可采用强制式搅拌机或普通滚筒式搅拌机，搅拌时间不应少于 2 min，并保证搅拌均匀。采用人工搅拌时，拌合次数不应少于 3 次，确保拌合均匀；

3 水泥土料拌合时，用量具量水泥与土的体积进行配比；

4 拌合好的水泥土料，宜在 2h 内用完。

11.4.6 成桩施工应符合下列规定：

1 在孔口铺一块铁皮或木板，堆放拌合料；

2 分层夯填时，夯锤的落距和填料厚度应根据现场试验确定。填料宜用铁锹匀速填料，填料厚度宜取 250mm~400mm，夯锤落距宜大于 2m。严禁直接用手推车或小翻斗车填倒；

3 夯至桩顶标高时，多夯填 300mm 作为保护桩头，之后再填素土夯至施工作业面。

11.4.7 夯实水泥土桩施工完成后，待桩体达到一定强度（3d~7d）方可清理桩间土。宜采用人工开挖，桩顶预留土较厚时可采用机械配合人工开挖，且应符合下列规定：

1 不得损害桩体；

2 避免扰动桩间土，对易扰动土层人工开挖厚度不宜小于 500mm。

11.4.8 基槽开挖至设计标高后，应剔除保护桩头，剔除桩头时应符合下列规定：

1 标识桩顶标高位置；

2 沿桩周向桩心逐次剔除保护桩头，并剔平桩顶；

3 不得用重锤或重物横向击打桩体。

11.4.9 铺设褥垫层应符合下列规定：

1 褥垫层材料宜选用级配砂石或中粗砂，最大粒径不宜大于 20mm，褥垫层厚度宜取 100mm~300mm。褥垫层虚铺厚度按下式控制：

$$\Delta H = h / \lambda \quad (11.4.9)$$

式中 ΔH —褥垫层虚铺厚度；

h —设计褥垫层厚度；

λ —夯填度，宜取 0.87~0.90。

2 褥垫层宽出基础垫层的部分不宜小于褥垫层的厚度。

11.5 质量标准

11.5.1 施工中应检查孔位、孔深、孔径、配合比及含水量等。对成桩质量，应及时进行抽样检验。可采用重型圆锥动力触探试验检验，抽样检验的数量不应少于总桩数的 2%。

11.5.2 施工结束后，应对桩体质量、复合地基承载力及褥垫层夯填度进行检验。

11.5.3 夯实水泥土桩的质量检验标准应符合表 11.5.3 的规定。

表 11.5.3 夯实水泥土桩质量检验标准

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	单桩承载力	不小于设计值		静载试验
	2	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	3	桩长	不小于设计值		用测绳测孔深
	4	桩身强度	不小于设计要求		28d 试块强度
一般 项目	1	土料有机质含量	≤5%		灼烧减量法
	2	含水量	最优含水量±2%		烘干法
	3	土料颗粒	≤20		筛析法

	4	桩位	条基边桩沿轴线	$\leq 1/4D$	全站仪或用钢尺量
			垂直轴线	$\leq 1/6D$	
			其他情况	$\leq 2/5D$	
	5	桩径	mm	+50 0	用钢尺量
	6	桩顶标高	mm	+50 -200	水准测量，最上部 500mm 劣质桩体不计入
	7	桩孔垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测桩管
8	褥垫层夯填度	≤ 0.9		水准测量	

注：D 为设计桩径（mm）

11.6 成品保护

- 11.6.1** 已施工完的夯实水泥土桩，严禁施工机械行驶碾压。
- 11.6.2** 冬期施工时，对已施工完的夯实水泥土桩及桩间土宜用草帘或岩棉被等盖好，避免受冻。
- 11.6.3** 施工场地不得泡水。根据场地地形条件可设置相应的排水沟和排水设施。

11.7 注意事项

- 11.7.1** 对重要工程或在缺乏经验的地区，施工前应按设计要求选择地质条件有代表性的地段进行试验性施工。
- 11.7.2** 对裸露的场地、水泥、土料和水泥土料及时进行覆盖。对进出车辆进行清洗保洁。
- 11.7.3** 施工期间严格控制施工噪声，并应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定。
- 11.7.4** 雨、冬期施工应符合下列规定：
- 1 雨期施工应防止雨水流入孔内，施工面不宜过大，逐段逐片分期施工。应做好材料防雨工作；
 - 2 当气温高于 30℃时，已搅拌好的水泥土料应覆盖湿草袋，每隔一段时间洒水湿润；
 - 3 冬期施工时，已搅拌好的水泥土料应采取保温防冻措施，土料入孔温度不得低于 5℃。

12 三重管高压旋喷桩

12.1 材料要求

- 12.1.1** 水泥宜选用 PO42.5 普通硅酸盐水泥或 PSA32.5 矿渣硅酸盐水泥。
12.1.2 搅拌浆液所用的水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63 的规定。
12.1.3 外加剂可根据需要选用早强剂、缓凝剂、减水剂等，其用量应通过试验确定。

12.2 主要机具

- 12.2.1** 高压旋喷桩钻机宜根据桩长、桩径、地层条件等合理选用，常用的旋喷桩钻机主要技术参数见表 12.2.1。

表 12.2.1 常用高压旋喷钻机主要技术参数表

参数	单位	钻机型号							
		XP-20	XP-20B	XP-20A	XP-25	XP-30	XPG-65	XPL-50	
旋喷直径	mm	600-1200	600-1200	600-1200	600-1200	600-1200	600-1200	600-1200	
钻孔深度	m	50	50	60	40	50	180	40	
主机功率	kw	18.5	18.5	22	30	30	55	22	
挺杆高度	m	3	3	3	3	19	27	4.6	
扭矩	Nm	2500	2500	3600	3500	3500	5800	2000	
提升力	KN	21	21	60	25	60	66	30	
钻孔角度	°	0-90	0-90	0-90	0-90	0-90	0-90	0-100	
尺寸	工作状态	mm	3045*1370 *3060	3000*1500 *3550	3045*1370 *3210	3000*1500 *3050	5250*3200 *19200	6385*3340 *27530	2600*1800 *4600
	运输状态	mm	3045*930 *1500	3450*1500 *1500	3160*930 *1410	3000*1500 *1500	6410*2250 *2950	6385*2050 *2550	4600*1800 *1780
整机质量	t	1.4	1.5	1.8	1.3	8.5	8.2	2.8	

- 12.2.2** 浆液搅拌机容量宜为 1m³~3m³；过滤网网孔宜小于喷嘴直径的 1/2，且不得大于 20 目。
12.2.3 注浆泵的压力宜为 1MPa~9MPa，流量宜为 40L/min~160 L/min；水泥浆输送泵泵送能力应满足注浆流量要求。
12.2.4 空压机压力宜为 0.7MPa~2.0MPa，流量宜为 1 m³/min~10 m³/min；高压水泵的水压应大于 20MPa。
12.2.5 特殊钻杆直径宜为 40mm~75mm，75mm~90mm。
12.2.6 高压胶管直径宜为 19mm~22mm，压力宜为 20 MPa~70 MPa。
12.2.7 排污泵压力宜为 2 MPa~3 MPa，流量宜为 30L/min~80 L/min。

12.3 作业条件

- 12.3.1** 在基坑内打桩时，基坑边坡与边桩的净距不应小于 1.0m。
12.3.2 应设置排浆沟及过滤沉淀集浆池。
12.3.3 高压设备、管路系统和浆液循环设备均已准备就绪，经检查或试验满足设计与施工要求。
12.3.4 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

12.4 施工工艺

12.4.1 三重管高压旋喷桩施工工艺流程应符合图 12.4.1 的规定。

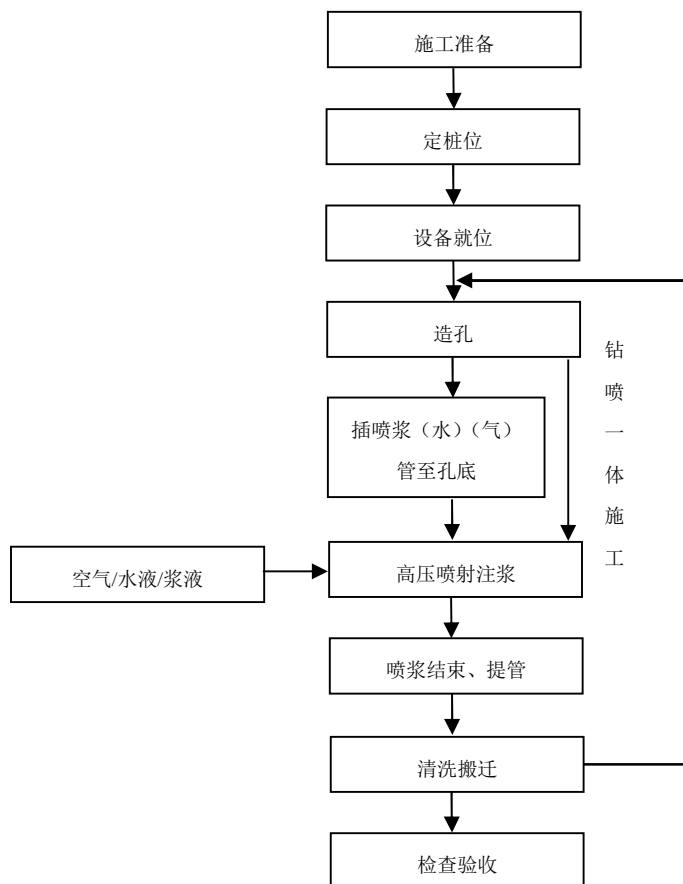


图 12.4.1 三重管高压旋喷桩施工工艺流程

12.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 正式施工前应根据地质条件、设计要求进行现场工艺性试验，其试验点数量不宜少于 3 个；
- 2 施工现场材料和机具摆放规划应符合输送距离短、输送管拐弯少原则；
- 3 其他准备工作应符合本章第 12.3 节的规定。

12.4.3 浆液的制备应符合下列规定：

- 1 浆液的配合比可根据工程需要和地质条件选配，在施工前通过试验确定，普通型浆液水灰比宜为 0.8~1.5；
- 2 在浆液拌制过程中，应先放水，再放水泥。同一桶浆的搅拌时间不应少于 3min。搅拌后的浆液应进行二次过滤，筛网孔径不大于 20 目，贮浆桶内的浆液应持续搅拌防止沉淀；
- 3 每台班至少应测定一次浆液性能。当调整浆液配合比或材料时，应测试首桶浆的浆液性能，且符合设计要求；
- 4 浆液搅拌的存放的有效时间，除加入缓凝剂的浆液外，当气温在 10℃ 以下时，不宜超过 4h，当气温在 10℃ 以上时，不宜超过 2.5h，当浆液搅拌存放时间超过有效时间时，可降低标号使用，或按废浆处理。

12.4.4 高压旋喷施工技术参数应根据地质条件、现场工艺性试验等确定，进行现场试验时，可按表 12.4.4 中的数值选定。

表 12.4.4 三重管高压旋喷桩施工技术参数一览表

水液		浆液		空气		注浆管	
压力 (MPa)	25~40	压力 (MPa)	1~5	压力 (MPa)	0.5~1.0	提升速度(cm/min)	8~12
流量 (L/min)	80~120	流量 (L/min)	85~150	流量 (L/min)	0.9~3.0	旋转速度 (r/min)	10~20
喷嘴孔径 (mm)	2.0~3.2	比重	1.37~1.61	喷嘴环状间隙 (mm)	1~2	外径 (mm)	50~108
喷嘴数量 (个)	1~2	喷嘴孔径 (mm)	10~14	喷嘴数量 (个)	1~2		
		喷嘴数量 (个)	1~2				

12.4.5 造孔应符合下列规定：

1 造孔设备就位安装时，应确保机座安装平稳，立轴或转盘中心轴线应与设计孔位对正，钻杆与桩位偏差不应大于 10mm；

2 应根据造孔直径、岩土性质、设备条件、钻进方法等选择和控制钻进技术参数；

3 造孔过程中造孔位置的允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ ，垂直度允许偏差为 $\pm 1\%$ ，引孔结束后采用井径仪检测。当出现孔壁掉块等不稳定情况时，应采取套管护壁措施；

4 造孔设备应采用特殊钻杆，避免钻进中歪斜，必要时可选择具有钻杆刚度相对大的螺旋钻机施工；钻进过程中遇到地下障碍物或砂卵石时，可采用冲击钻引孔后再用旋喷钻复钻；

5 成孔后应进行清孔，宜在 30min 内下入注浆管。当待喷时间过长时，应采取防止孔壁坍塌的措施；

6 采用钻喷一体施工方法造孔时，应保证浆、水、气喷嘴不被堵塞。造孔冲洗液流量不应小于 60L/min。在极松散或密实的砾石地层、严重破损掉块地层以及岩溶地层等复杂地质条件场地、不宜采用钻喷一体施工方法；

7 造孔过程中应详细记录孔位、孔深、地层变化及漏浆、掉钻、卡钻、塌孔等现象。

12.4.6 高压喷射注浆应符合下列规定：

1 高压喷射注浆前应检查注浆设备和管路系统。注浆管应先在地面试水、试压。设备的压力和排量应满足设计要求，管路系统的密封应良好，各管道和喷嘴内不得有杂物。喷射孔与高压注浆泵的距离不宜大于 80m；

2 在插管过程中，应采取防止喷嘴被泥砂堵塞的措施。当采用带浆或水插管的方法时，浆或水的压力宜控制在 0.3MPa~0.6 MPa；

3 注浆管插入至设计深度后，应及时输送浆液（水和气）。当浆液达到设计喷射压力后，注浆喷头宜在预定深度旋喷 1min~3min 后再进行提升作业，提升速度宜为 8cm/min~12 cm/min；

4 提升注浆管时，应快速拆卸注浆管，续喷时的上下搭接长度不应小于 0.3m；

5 当注浆管提升接近桩顶时，应从桩顶以下 1.0m 开始，慢速提升旋喷，旋喷数秒，再向上慢速提升 0.5m，直至桩顶停浆面。停浆面应控制在设计桩顶标高以上 0.5m；

6 对需要局部扩大加固范围或提高强度的部位，可采用复喷措施；

7 高压旋喷施工中，应随时观测和测定、记录注浆管转速、提升速度，浆、水、气压力及流量等情况。出现异常情况时，应迅速查找原因、采取处理措施；

8 高压旋喷施工中，应注意孔内返浆量情况。返浆量小于注浆量的 20%时可视为正常现象；超过 20%或完全不返浆时，应分析原因，采取处理措施；

9 施工中应做好废泥浆处理，及时将废泥浆或在现场短期堆放后作土方运出；现场应挖设专用泥浆储存池，泥浆池分多仓，每仓容积宜为 1.5 倍日完成工程量；

10 高压旋喷的同时，应用标准试模采集返浆试样，并测定其初凝、终凝以及简单的力学性能；

11 高压旋喷处理既有建（构）筑物基础下的地基土或作为支挡结构时，除应进行跳孔喷射注浆和浆液中添加速凝早强剂外，还应在施工过程中对该建（构）筑物或支挡结构影响区域进行变形监测；

12 施工结束后，应及时清洗注浆设备和管道。

12.4.7 高压喷射注浆后，消除固结体顶部因浆液析水收缩产生的凹穴可采取以下措施：

1 若固结体顶端未到地面，在喷射过程中，应提高喷射高度，把浆液喷射至固结体设计标高以上 1.5m，同时应利用返浆补充到孔口；

2 对于地基加固，应重新搅拌水泥浆，水灰比宜为 0.5~0.8，可加 20%~40%的中细砂，用于填补凹穴或在浆液中加入铝粉等不收缩或具有膨胀性的材料进行压力填补。

12.4.8 高压喷射注浆特殊情况可按下列方法处理：

1 当高压喷射注浆作业过程意外中断，恢复施工后，注浆管应下至停喷位置以下 0.5m 再继续喷射注浆。当停喷超过 1.5h 时，宜及时清洗设备和管道；

2 当需要加大高压喷射注浆固结体尺寸、或对较硬的土层进行高压喷射注浆时，可根据施工作业条件采用提高喷射压力、泵量、降低旋转和提升速度、分段复喷或全孔复喷其中的一种或几种措施；

3 在孔隙较大的砂卵石层、破损地层或岩溶地层进行高压喷射注浆过程中，当出现孔口不返浆现象时，应停止喷射；可采用间歇性喷浆方法处理，间隔时间可为 10 h~12h。严重漏浆地段可加速凝剂、多次反复间歇性喷浆，或在喷射注浆的同时沿注浆管与孔壁之间的环状间隙向喷射孔内投入砂砾等充填材料；

4 高压喷射注浆过程中遇到孔口返浆大于 20%时，可采用提高喷射压力等方法减少返浆量。

12.5 质量标准

12.5.1 高压喷射注浆复合地基质量检验应符合下列规定：

1 施工前应检验水泥、外掺剂等的质量，桩位，浆液配比，高压喷射设备的性能等，并应对压力表、流量计进行检定或校准；

2 施工中应检查压力、水泥浆量、提升速度、旋转速度等施工参数及施工程序；

3 施工结束后，应检验桩体的强度和平均直径，以及单桩与复合地基的承载力等；

4 高压喷射注浆复合地基质量检验标准应符合表 12.5.1 的规定。

表 12.5.1 高压喷射注浆复合地基质量检验标准

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	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	单桩承载力	不小于设计值		静载试验
	3	水泥用量	不小于设计值		查看流量计
	4	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	5	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	2	钻孔位置	mm	≤50	用钢尺量
	3	钻孔垂直度	≤1/100		经纬仪测钻杆

	4	桩位	mm	$\leq 0.2D$	开挖后桩顶下 500mm 处用钢尺量
	5	桩径	mm	≥ -50	用钢尺量
	6	桩顶标高	不小于设计值		水准测量, 最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计入
	7	喷射压力	设计值		检查压力表读数
	8	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	9	旋转速度	设计值		现场测定
	10	褥垫层夯填度	≤ 0.9		水准测量

12.5.2 高压喷射注浆截水帷幕质量检验应符合下列规定:

1 基坑开挖前截水帷幕的强度指标应满足设计要求, 强度检测宜采用钻芯法, 取芯数量不宜少于总桩数的 1%, 且不应少于 3 根;

2 高压喷射注浆截水帷幕质量检验标准应符合表 12.5.2 的规定。

表 12.5.2 高压喷射注浆截水帷幕质量检验标准

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	水泥用量	不小于设计值		查看流量计
	2	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	3	钻孔垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测钻杆
	4	桩身强度	不小于设计值		钻芯法
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	2	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	3	旋转速度	设计值		现场测定
	4	桩位	mm	± 20	全站仪或用钢尺量
	5	桩顶标高	mm	± 200	水准测量, 最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计入
	6	注浆压力	设计值		检查压力表读数
	7	施工间歇	H	≤ 24	检查施工记录

12.6 成品保护

12.6.1 当采用高压喷射注浆工艺方法施工隔水帷幕时, 不应在高压喷射注浆施工结束后的 2 周内进行抽水作业。

12.6.2 采用高压喷射注浆加固处理地基土后, 其固结体强度未达到设计强度的 75%时, 不宜在加固有效范围内堆载; 固结体强度未达到设计强度时, 不应投入使用。

12.6.3 清理桩间土时, 应人工进行, 不得上铲车等大型设备, 避免压坏桩头及扰动桩间土。

12.6.4 冬季气温低时清除桩间土后应及时覆盖避免桩头及桩间土受冻。

12.6.5 雨季施工时清除桩间土后应及时采取覆盖等措施, 避免雨水浸泡槽底桩间土。

12.7 注意事项

12.7.1 施工中应及时核查桩位及桩数，发现漏打及时补上。

12.7.2 成孔时如遇下沉困难，电流值偏高，电机声音过大，电机跳闸，应检查额定电压是否过低并将其调高，遇土中较大障碍物（大石块、树根、旧地基等）应进行清除。

12.7.3 输浆管堵塞爆裂，应停机检查输浆管道，拆洗输浆管，调整喷浆口球阀间隙。

12.7.4 壁状加固相邻桩的施工时间间隔不宜超过 24h。

12.7.5 高压管线、电气、造孔和高压喷射注浆设备应加强现场管控，浆液（水 and 气）输送设备、管线等安全检查和操作应符合要求。

12.7.6 应做好孔口返浆的处置工作。在地基加固处理工程中，对于固结体抗压强度要求在 8MPa 以下的项目，当满足下列条件且返浆与新料拌和后指标符合设计要求时，可回收使用孔口返浆：

- 1 泥质含量小于 5% 的砂砾地层进行高压喷射注浆；
- 2 返浆在沉淀池中的沉淀时间大于 10min，且经过 1 次~2 次过滤除砂。

12.7.7 对于不能利用的废浆、污水，应及时排入废浆池，外运出现场。

13 水泥土搅拌桩

13.1 材料要求

13.1.1 水泥宜选用 P.O42.5 普通硅酸盐水泥或 P.S.A32.5 矿渣硅酸盐水泥。

13.1.2 粉煤灰宜选用 I 级或 II 级粉煤灰。

13.1.3 可根据工程需要和土质条件选用具有早强、缓凝、减水等功能的外加剂，且应经过试验室复试合格。

13.2 主要机具

13.2.1 水泥土搅拌桩施工应根据工程地质条件、周边环境条件、成桩深度、桩径等选用不同形式和不同功率的搅拌桩机，与其配套的桩架性能参数应与搅拌机的成桩深度相匹配，钻杆及搅拌叶片构造应满足在成桩过程中水泥和土能充分搅拌的要求。常用搅拌桩机主要技术参数如表 13.2.1 所示，根据工程情况可选用最新设备。

表 13.2.1 常用搅拌桩机主要技术参数表

参数名	单位	钻机型号				
		GZB-600	SJB-1/2	Zdl-650	SPM808	ZDK100
搅拌轴	个	1	2	3	3	3
叶片外径	mm	600	700~800	650	850	1000
主机功率	kw	2*30	2*30	2*45(55)	2*75(90)	3*75(90)
拔钻力	KN	>150	>100	300	500	700
钻孔深度	m	10~15	10/18	18-30	18-30	18-30
整机重量	t	16	31	52	56	115

13.2.2 水泥搅拌机搅浆筒体积不宜小于 0.5m^3 ，宜选用 2~3 个搅浆筒并联。

13.2.3 水泥浆输送泵应与输浆量相匹配。

13.2.4 输浆管、水管规格应与施工能力相匹配，且不得漏浆、漏水。

13.2.5 动力电缆与电机工作能力应相匹配。

13.2.6 过滤网网孔不应大于 20 目。

13.3 作业条件

13.3.1 施工现场应做好材料、机具摆放规划，使水泥浆输送距离最短。

13.3.2 施工前应清除上部含建筑垃圾和生活垃圾的杂填土。

13.3.3 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

13.4 施工工艺

13.4.1 根据地层情况及设计要求，水泥土搅拌桩可选用“两搅一喷”、“两搅两喷”、“三搅两喷”、“四搅两喷”、“四搅三喷”、“四搅四喷”或其他搅喷工艺，施工工艺流程宜符合图 13.4.1 的规定。

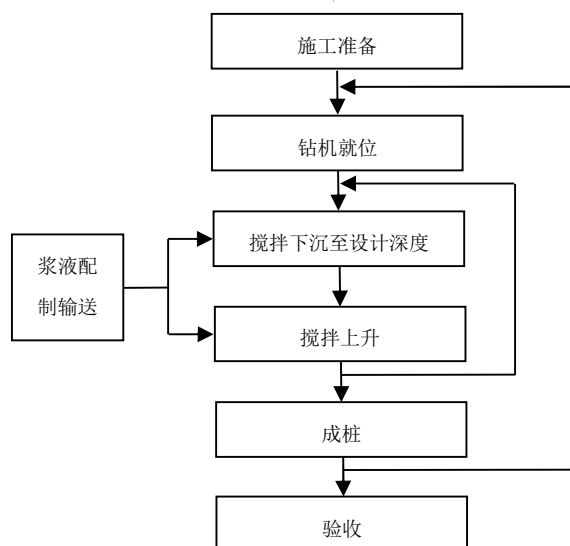


图 13.4.1 混凝土搅拌桩施工工艺流程

13.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 根据设计图纸提供的桩位坐标，利用水准仪或全站仪依次放出各桩位，并进行闭合校正；
- 2 钻机进场后，根据桩长安装钻塔及钻杆，钻杆连接牢固，调试钻机至良好状态；
- 3 施工前应进行工艺性试桩，数量不应少于 2 根；
- 4 施钻前，应就施钻深度、复搅次数、施钻速度、喷浆速度、喷浆次数及停浆面等技术内容进行交底；
- 5 其他准备工作应符合本章第 13.3 节的规定。

13.4.3 钻机就位，下钻时钻尖对中误差应小于 20mm。单轴与双轴混凝土搅拌桩机导向架垂直度偏差应小于 1/150，三轴混凝土搅拌桩机导向架垂直度偏差不应大于 1/250。

13.4.4 浆液的配制与输送应符合下列规定：

- 1 按设计配比进行制浆，根据每米桩长水泥用量，配制单桩所用的水泥浆量。单轴和双轴混凝土搅拌桩浆液水灰比宜为 0.55~0.65，三轴混凝土搅拌桩浆液水灰比宜为 1.5~2.0，搅浆时间不应小于 3min；
- 2 进入贮浆桶的浆液应经过滤筛，筛网孔径不宜大于 20 目，且筛网不得有破损。贮浆桶内的浆液应持续搅拌防止沉淀。对停置时间超过 2 小时的水泥浆，应降低标号使用或废弃；
- 3 水泥浆泵应设专人管理，注浆泵出口压力应保持在 0.4MPa~0.6MPa，喷搅所额定的浆液量应控制在各自喷搅完成时贮浆桶内的浆液正好排空。
- 4 施工过程中，应对搅拌桩的水泥用量、水泥浆液的水灰比进行核校。

13.4.5 钻机搅拌下沉施工应符合下列规定：

- 1 开动钻机边搅拌边下沉；
- 2 单轴和双轴钻机搅拌下沉速度不宜大于 1.0m/min，钻头每转一圈的下沉量宜为 10mm~15mm；三轴钻机搅拌下沉速度宜为 0.5m/min~1.0m/min，并应保持均匀下沉；
- 3 第一次钻进至设计深度后，应确认钻深。

13.4.6 钻机搅拌提升施工应符合下列规定：

- 1 钻至预定标高后喷浆搅拌 30s，再开始提升搅拌头；
- 2 单轴和双轴钻机搅拌提升速度不宜大于 0.5m/min，钻头每转一圈的上升量宜为 10mm~15mm；三轴钻机搅拌提升速度宜为 1.0m/min~2.0m/min，并应保持均匀提升。

13.4.7 混凝土搅拌桩基施工时，停浆面应高于桩顶设计标高 0.5m。

13.4.8 施工过程中应对搅拌机下沉及提升的速度和次数进行记录。

13.4.9 环境保护要求高的工程应采用三轴搅拌桩,邻近保护对象时,搅拌下沉速度宜为 0.5m/min~0.8m/min,提升速度宜为 1.0m/min 内,喷浆压力不宜大于 0.8MPa。

13.4.10 三轴水泥土搅拌桩可采用跳打方式、单侧挤压方式和先行钻孔套打方式施工,对于硬质地层,当成桩有困难时,可采用预先松动土层的先行钻孔套打方式施工。

13.4.11 凿桩头、清桩间土应满足本规程第 11 章对夯实水泥土桩的要求。

13.5 质量标准

13.5.1 施工中应检查机头提升速度、水泥浆或水泥注入量、搅拌桩的长度及标高。

13.5.2 施工结束后,应检查桩体强度、桩体直径及地基承载力。

13.5.3 进行强度检验时,对承重水泥土搅拌桩应取 90d 龄期试块的强度;对支护水泥土搅拌桩应取 28d 龄期试块的强度。

13.5.4 水泥土搅拌桩质量检验标准应符合表 13.5.4-1~13.5.4-3 的规定。

表 13.5.4-1 水泥土搅拌桩地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法	
			单位	数值		
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验	
	2	单桩承载力	不小于设计值		静载试验	
	3	水泥用量	不小于设计值		查看流量表	
	4	搅拌叶回转直径	mm	±20	用钢尺量	
	5	桩长	不小于设计值		测钻杆长度	
	6	桩身强度	不小于设计值		90d 试块强度或钻芯法	
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比	
	2	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间	
	3	下沉速度	设计值		测机头下沉距离及时间	
	4	桩位	条基边桩沿轴线	≤1/4D		全站仪或用钢尺量
			垂直轴线	≤1/6D		
			其他情况	≤2/5D		
	5	桩顶标高	mm	±50		水准测量,最上部 500mm 浮浆层及劣质杆体不计入
6	导向架垂直度	≤1/150		经纬仪测量		
7	褥垫层夯填度	≤0.9		水准测量		

注: D 为设计桩径 (mm)。

表 13.5.4-2 单轴与双轴水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	2	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	3	导向架垂直度	≤1/150		经纬仪测量
	4	桩径	mm	±20	
	1	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法

一般项目	2	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	3	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	4	下沉速度	设计值		测机头下沉距离及时间
	5	桩位	mm	≤20	全站仪或用钢尺量
	6	桩顶标高	mm	±200	水准测量，最上部500mm浮浆层及劣质杆体不计入
	7	施工间歇	h	≤24	检查施工记录

表 13.5.4-3 三轴水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	2	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	3	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	4	导向架垂直度	≤1/250		经纬仪测量
	5	桩径	mm	±20	量搅拌叶回转直径
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	2	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	3	下沉速度	设计值		测机头下沉距离及时间
	4	桩位	mm	≤50	全站仪或用钢尺量
	5	桩顶标高	mm	±200	水准测量
	6	施工间歇	h	≤24	检查施工记录

13.6 成品保护

13.6.1 清除打桩出土及桩间土时，应人工进行，不应在上面行走大型设备。

13.6.2 冬季气温低时，清除桩间土后应及时覆盖，避免桩头及桩间土受冻。

13.6.3 雨季施工时，清除桩间土后应及时采取覆盖等措施，避免雨水浸泡槽底桩间土。

13.7 注意事项

13.7.1 施工中应及时核查桩位及桩数，发现漏打应及时补上，如因机械移位困难无法施打的桩位，应采用其他工艺进行补打。

13.7.2 预搅下沉困难，电流值偏高，电机声音过大电机跳闸时，应检查额定电压是否过低并将其调高，土质较硬时应适量冲水或浆液下沉，遇土中较大障碍物（大石块、树根、旧地基等）应进行清除，或适当移位。

13.7.3 预搅桩头深度不到位时，应加大反压力并提高转速和下沉速度。

13.7.4 喷浆量在达到预定桩位深度时，量不足或有过多浆量，应检查输浆管路，调整标定浆量。

13.7.5 出现输浆管堵塞爆裂情况时，应停机检查输浆管道，拆洗输浆管，调整喷浆口球阀间隙。

13.7.6 出现搅拌钻头和加固土体同步旋转情况时，应检查浆液浓度，调整水灰比，同时调整叶片角度或更换新钻头。

13.7.7 出现电机声音突然变小，电流值下降，叶片或钻头脱落情况时，应及时更换新的钻头，移位重搅，并调整预搅下沉速度和重搅提升速度。

13.7.8 施工时如因故停浆，应将搅拌头下沉至停浆点以下 0.5m 处，待恢复供浆时再喷浆搅拌提升。若停机超过 3h，宜先拆卸输浆管路，并进行清洗。

13.7.9 对壁状加固时，相邻桩的施工时间间隔不宜超过 24h。

13.7.10 粉煤灰的掺加量在有经验时可按经验掺加，否则应通过试验室试验合格后掺加。

13.7.11 冬雨期施工应符合下列规定：

- 1 雨期施工，应准备好水泥盖布，下底垫木板，防止水泥雨淋受潮。盖布不应透水；
- 2 坑内施工应做好排水工作，避免槽底受水浸后，槽底土变软，钻机行走不便，必要时垫木方；
- 3 冬期施工，水泥浆进钻管温度不应低于 5℃，气温过低可用热水进行水泥浆配制。

14 钢筋混凝土预制桩

14.1 材料要求

14.1.1 钢筋混凝土预制桩规格质量应符合设计要求和施工规范的规定，并有出厂合格证。砂、石、水泥及钢材等桩体材料均应符合相关标准并具有合格证、检测报告。

14.1.2 预制桩接桩用焊条、焊丝的型号、性能应符合设计要求和有关标准的规定。采用粗焊条焊接时，焊条宜选用 E4303，采用二氧化碳气体保护焊时，焊丝宜选用 ER50-6。

14.1.3 预制桩接桩用钢板、抱箍连接板以及螺栓的材质、规格应符合设计要求。钢板宜用低碳钢，抱箍连接板材质不宜低于 Q235B，螺栓强度不宜低于 8.8 级。

14.1.4 预制桩接桩用硫磺胶泥的材质、性能应符合设计要求，硫磺胶泥的重量配合比宜为硫磺：水泥：砂：聚硫橡胶=44:11:44:1。

14.1.5 预制桩宜选用管桩、超高强管桩、钢管混凝土管桩、混合配筋管桩、空心方桩、实心方桩等预制桩，预应力预制桩桩身混凝土强度等级不得低于 C60，非预应力预制桩桩身混凝土强度等级不得低于 C40。

14.1.6 灌入的填充料可根据实际情况选用细石或豆石混凝土、水泥砂浆、水泥土。水泥砂浆强度应大于 M15，细石混凝土强度应大于 C20，水下灌注混凝土等级应提高一个等级。

14.2 主要机具

14.2.1 锤击式施工宜采用柴油打桩机或液压打桩机、电焊机、桩帽、缓冲垫、运桩小车、索具、钢丝绳、钢垫板或槽钢、电动扳手，以及钢尺等机具。

14.2.2 锤击式施工设备应根据场地条件、地质条件、工程特点、施工前沉桩工艺试验、预制桩截面尺寸及强度、承载力特征值、持力层土性及进入深度等合理选用，打桩锤宜选用液压锤或柴油锤，常用液压锤、柴油锤主要技术参数可按表 14.2.2-1、14.2.2-2 进行选择。

表 14.2.2-1 常用液压锤主要技术参数

液压锤型号	6"~8"	10"~14"	14"~16"	16~20"	20~25"	25~30"
锤芯质量 (t)	6、8	10、12、14	14、16	16、20	20、25	25、30
锤总重量 (t)	8.3~12.9	16.4~21	21~23.7	23.7~29.5	29.5~41.5	41.5~46.4
最大打击能量 (KJ)	60~120	150~210	210~240	240~300	300~375	375~450
适用预制桩规格	Φ300、Φ400	Φ400、Φ500	Φ500、Φ600	Φ700、Φ800	Φ900、Φ1000	Φ1200、Φ1400
单桩竖向承载力特征值 适用范围 (KN)	500~1500	800~1800	1600~2600	1800~3500		
桩尖可进入的岩土层	密实砂层、坚硬土层 强风化岩	强风化岩 (N>70)	强风化岩 (N>70)	强风化岩 (N>70)	强风化岩 (N>70)	强风化岩 (N>70)
常用收锤贯入度 (mm/10 击)	20-40	20-40	20-50	30-60	30-60	30-60

表 14.2.2-2 常用柴油锤主要技术参数

柴油锤型号	30"~36"	40"~50"	60"~62"	72"~80"	100"~160"
冲击体质量 (t)	3.2、3.5、3.6	4.0、4.5、4.6、5.0	6.0、6.2	7.2、8.0	10.0、12.5、16.0
锤体总重量 (t)	6.2~8.2	9.2~11.0	11.5~12.3	13.1~16.9	20.6~32.8

常用冲程 (m)	1.6~3.2	1.8~3.2	1.9~3.6	1.8~2.5	2.0~3.4
适用预制桩规格	Φ300、Φ400	Φ400、Φ500	Φ500、Φ600	Φ600、Φ800	Φ900、Φ1200
单桩竖向承载力特征值 适用范围 (KN)	500~1500	800~1800	1600~2600	1800~3500	
桩尖可进入的岩土层	密实砂层坚硬 土层、强风化岩	强风化岩 (N>70)	强风化岩 (N>70)	强风化岩 (N>70)	强风化岩 (N>70)
常用收锤贯入度 (mm/10 击)	20-40	20-40	20-50	30-60	30-60

14.2.3 静压式施工宜采用抱压式静力压桩机或顶压式静力压桩机、电焊机、运桩小车、索具、钢丝绳、钢垫板或槽钢、电动扳手，以及钢尺等机具。

14.2.4 静力压桩设备宜采用液压式压桩机，桩机型号应根据地质条件、桩型和受力情况确定，常用静压桩机主要技术参数可按表 14.2.4 进行选择。

表 14.2.4 常用静压桩机主要技术参数

压桩机型号 (吨位)		160~180	240~280	300~360	400~460	500~600	800-1000	1200-1400
项目								
最大压桩力 (kN)		1600~1800	2400~2800	3000~3600	4000~4600	5000~6000	8000-10000	12000~14000
行程 (m)	纵向 (一次)	3	3	3	3	3	3	3
	横向 (一次)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.55	0.55
最大回转角 (°)		18	18	18	18	18	20	20
适用预 制桩	最小桩径 (mm)	300	300	400	400	500	500	600
	最大桩径 (mm)	400	500	500	550	600	800	800
	最小边长 (mm)	250	300	350	350	400	400	450
	最大边长 (mm)	300	350	400	450	450	550	600
单桩承载力特征值 (kN)		500~1000	800~1500	1000~1900	1500~2500	1800~2800	2800-3600	4000~4800
桩端持力层		中密~密实 砂层、硬塑~ 坚硬粘土层	密实砂层、坚硬 粘土层、 全风化岩层	密实砂层、坚 硬粘土层、 全风化岩层	密实砂层、坚硬 粘土层、 全、强风化岩层	密实砂层、坚硬 粘土层、 全、强风化岩层	密实砂层、坚硬 粘土层、 全、强风化岩层	密实砂层、坚硬 粘土层、 全、强风化岩层
桩端持力层标贯值 N		20~25	20~35	30~40	30~50	30~55	35-60	30~65
穿透中密~密实 砂层厚度 (m)		约 1.5	1.5~2.5	2-3	2-4	3-5	4-6	4~6

注：1 最大压桩力为理论最大压桩力，压桩时压桩机提供的最大压桩力约为其机架重量和配重之和的 0.8 倍。

2 本表中静压桩机施工边、角桩及正常桩时，与邻近建（构）筑物施工的最小距离宜为 2m-5m。

14.2.5 振动式施工宜采用振动锤、电焊机、运桩小车、索具、钢丝绳、钢垫板或槽钢、电动扳手，以及钢尺等机具。

14.2.6 振动式施工宜采用电驱振动锤和液压振动锤，振动锤功率及频率大小应根据地质条件、预制桩型号、入土深度、施工场地条件、周边环境要求和当地工程经验等因素确定。常用振动锤主要技术参数可按表 14.2.6 进行选择。

表 14.2.6 常用主要技术参数

分类	型号、名称	技术性能		适用管桩直径 (mm)	沉桩深度 (m)
		锤重 (t) 或激振力 (kN)			
振动打桩机	70-80 振动打桩机	激振力 70-80 (kN)		300	5-6
	100-150 振动打桩机	激振力 100-150 (kN)		300	6-7
	150-200 振动打桩机	激振力 150-200 (kN)		400	7-8

	ZJ40	激振力 230-260 (kN)	400	18
	ZJ60	激振力 280-345 (kN)	400, 500	25
	DZ25	激振力 550 (kN)	400, 500	25

14.2.7 无法直接沉桩时，可采用搅拌、旋喷以及钻孔桩机等机械设备进行成孔。

14.3 作业条件

14.3.1 桩基的轴线和高程的控制桩，应设置在施工区附近不受打桩影响的地点，并应加以妥善保护。

14.3.2 施工前应打试验桩确定贯入度、桩长并校验打桩设备，施工工艺及技术措施是否适宜，其数量不应少于 2 根。

14.3.3 应选择和确定打桩机进出路线和打桩顺序，制定施工方案。

14.4 施工工艺

14.4.1 钢筋混凝土预制桩施工工艺流程宜符合图 14.4.1 的规定。

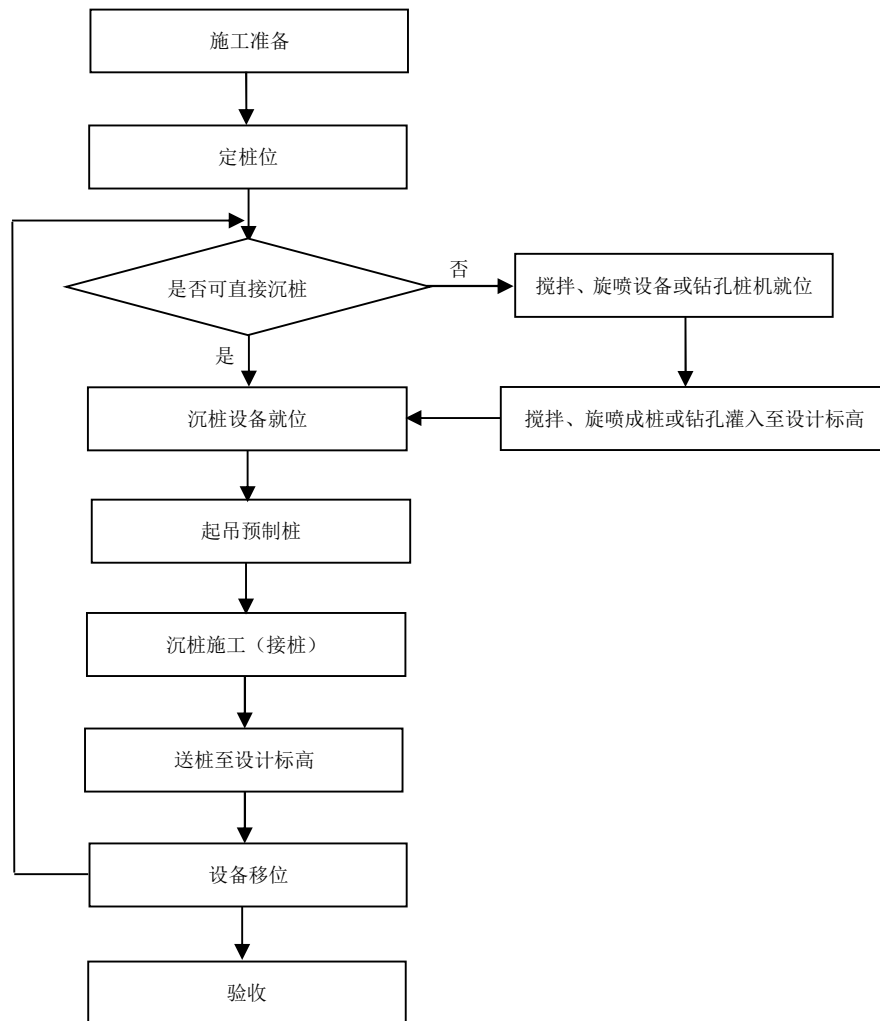


图 14.4.1 钢筋混凝土预制桩施工工艺流程

14.4.2 打桩设备就位应符合下列规定：

- 1 桩机进场后，检查各部件及仪表是否灵敏有效，确保设备运转安全；
- 2 按照压桩顺序，移动调整桩机对位、调平、对中。桩机就位后应精确定位，用 2 台经纬仪对打桩机进行垂直度调整，使导杆垂直，或达到符合设计要求的角度；采用线锤对点时，锤尖距离放样点不宜大于 10mm；
- 3 桩帽的设置应符合要求的强度、刚度和耐打性，桩帽套筒应与施打的预制桩直径或边长相匹配；
- 4 桩帽套筒底面与桩头之间应设置桩垫，桩帽上部直接接触打桩锤的部位应设置锤垫，打桩前应进行检查、校正或更换。

14.4.3 起吊预制桩应符合下列规定：

- 1 吊装用索具捆绑在桩上端吊环附近处，不宜超过 300mm；
- 2 起吊预制桩时，使桩身垂直或按设计要求的斜角准确地对准预定的桩位中心，位置要准确。

14.4.4 打桩施工应符合下列规定：

- 1 打桩顺序应在施工组织设计或施工方案中明确；
- 2 抱压式压桩机应安装满足最大压桩力要求的配重；
- 3 第一节预制桩起吊就位插入地面后应认真检查桩位及桩身垂直度偏差。桩位偏差不得大于 20mm，垂直度偏差不得大于 0.5%；
- 4 当预制桩沉入地表土后遇上厚度较大的淤泥层或松软的回填土时，柴油锤应采用不点火空锤的方式施打，液压锤应采用落距为 200mm~300mm 的方式施打；
- 5 预制桩施打过程中，宜重锤低击，应保持桩锤、桩帽和桩身的中心线在同一条直线上，并随时检查桩身的垂直度。当桩身垂直度偏差超过 0.8%时，应找出原因并作纠正处理；沉桩后，严禁用移动桩架的方法进行纠偏；
- 6 在深厚的黏土、粉质黏土层、砂土中施打预制桩，沉桩、接桩、送桩宜连续进行，尽量减少中间间歇时间，且尽可能避免在接近设计深度时进行接桩；
- 7 桩数多于 30 根的群桩基础应从中心位置向外施打。桩的接头标高位置宜适当错开，处于同一接头标高的桩数不宜大于总桩数的 50%；
- 8 施工桩径不小于 700mm 的预制桩或施工过程中预制桩内孔充满水或淤泥时，桩身应设置排气（水）孔；
- 9 斜桩沉桩过程中，桩架宜与桩的设计倾斜度保持一致；
- 10 沉桩的控制深度应根据地质条件、贯入度、设计桩长、标高等因素综合确定。当桩端持力层为黏性土时，应以标高控制为主，贯入度控制为辅；当桩端持力层为密实砂性土、坚硬黏性土、全风化岩层、强风化岩层时，应以贯入度控制为主，标高控制为辅；
- 11 当在深厚的黏土、粉质黏土层、砂土中施打预制桩出现沉桩困难时，宜结合试打桩经验、场地条件、施工设备等选取可靠的沉桩措施。采用液压锤施工时，应控制重锤冲程，冲程不宜大于 1m。必要时宜采用引孔、高压射水或其它可靠的措施辅助沉桩，也可采用植入法沉桩。

14.4.5 送桩应符合下列规定：

- 1 送桩器器身宜做成圆筒形，并应有足够的强度、刚度和耐打性，上下两端面应平整，且与送桩器中心轴线相垂直。送桩器长度应满足送桩深度的要求，器身弯曲度不得大于 1/1000；
- 2 当地表以下有较厚的淤泥土层时，送桩器应开孔排淤、排泥，送桩深度不宜超过 2.0m，当准备复打时，送桩深度不宜大于 1.0m；
- 3 当桩顶打至接近地面需要送桩时，应测出桩的垂直度并检查桩头质量，合格后应立即送桩；

4 当地表以下无淤泥土层，桩端持力层顶面埋深标高基本一致，且持力层厚度不少于 4m，或持力层上面有较厚的全风化岩层、硬塑~坚硬黏土层或中密~密实砂土层时，送桩深度可适当加大，但不宜大于 12m。

14.4.6 焊接接桩应符合现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 中二级焊缝的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 入土部分桩段的桩头宜高出地面 1.0m；
- 2 下节桩的桩头处宜设置导向箍或其他导向措施。接桩时，上、下节桩段应保持顺直，错位不超过 2mm；逐节接桩时，节点弯曲矢高不得大于 1/1000 桩长，且不得大于 20mm；
- 3 上、下节桩接头端板坡口应洁净、干燥，且焊接处应刷至露出金属光泽；
- 4 手工焊接时宜先在坡口圆周上对称点焊 4 点~6 点，待上、下节桩固定后拆除导向箍再分层焊接，焊接宜对称进行；
- 5 焊接层数不得少于 2 层，内层焊渣应清理干净后方可施焊外层，焊缝应饱满连续；
- 6 手工电弧焊接时，第一层宜用 $\Phi 3.2\text{mm}$ 电焊条施焊，保证根部焊透。第二层可用粗焊条，宜采用 E43 型系列焊条；采用二氧化碳气体保护焊时，焊丝宜采用 ER50-6 型；
- 7 桩接头焊好后应进行外观检查，检查合格后应经自然冷却，方可继续沉桩。自然冷却时间不应少于 5 分钟，采用二氧化碳气体保护焊时不应少于 3 分钟。严禁浇水冷却或不冷却就开始沉桩；
- 8 钢桩尖宜在工厂内焊接；当在工地焊接时，宜在堆放现场焊接。严禁桩起吊后点焊、仰焊做法；
- 9 桩身接头焊接外露部分应作防锈处理；
- 10 雨天焊接时，应采取防雨措施。

14.4.7 采用抱箍式接头接桩时，应符合下列规定：

- 1 接桩前检查桩两端制作的尺寸偏差及连接件，无损伤后方可起吊施工，下节桩段的桩头宜高出地面 0.8m~1.0m；
- 2 接桩时应清理上、下两节桩的端板和螺栓孔内残留物，并在下节桩的定位螺栓孔内注入不少于 0.5 倍孔深的沥青涂料。用扳手将定位销逐个旋入预制桩端板的螺栓孔内，定位销数量不得小于 2 个；
- 3 将上节预制桩吊起，使连接孔与定位销对准，随即将定位销插入连接孔内；
- 4 逐一将机械连接卡卡入上、下节预制桩突出桩身的端板上，并适度调整连接卡使连接卡和端板的螺栓孔对准。用手持电动钻将固定螺栓旋入端板上的螺孔内固定连接卡，接桩完成。

14.4.8 采用啮合式、膨胀咬合接头接桩时，应符合下列规定：

- 1 连接前，连接处的桩端端头板应先清理干净，将满涂沥青涂料的连接销用扳手逐根旋入预制桩带孔端板的螺栓孔内，并用钢模型板检测调整连接销的方位；
- 2 剔除已就位预制桩带槽端板连接槽内填塞的泡塑保护块，在连接槽内注入不少于 0.5 倍槽深的沥青涂料，并沿带槽端板外周边抹上宽度 20mm、厚度 3mm 的沥青涂料。当预制桩基础的地基土、地下水具有中、强腐蚀性时，带槽端板板面应满涂沥青涂料，厚度不应小于 2mm；
- 3 将上节预制桩吊起，使连接销与带槽端板上的各个接口对准，随即将连接销插入连接槽内；
- 4 加压使上、下桩节的桩端端头板接触，接桩完成；
- 5 当预制桩基础的地基土、地下水具有中、强腐蚀性时，应按设计要求进行封闭围焊。

14.4.9 锤击式施工收锤应符合下列规定：

- 1 收锤标准应根据工程地质条件、桩的承载性状、单桩承载力特征值、桩规格及入土深度、打桩锤性能规格及冲击能量、桩端持力层性状及桩尖进入持力层深度、最后贯入度等因素综合确定；
- 2 最后贯入度不宜大于 30mm/10 击。当持力层为较薄的强风化岩层且下卧层为中、微风化岩层时，最

后贯入度不应大于 25mm/10 击，此时宜量测一阵锤的贯入度，若达到收锤标准即可收锤；

3 采用液压锤施工并以贯入度控制时，接近控制沉桩深度时应减少重锤冲程，冲程不宜大于 70cm；

4 当一根预制桩被施打到设计要求并达到收锤标准后即可收锤，终止施打。收锤标准应根据地基土层状况和静载试验桩或者试打桩，结合邻近工程或相近桩基条件的打桩经验并经试打桩验证后确定；

5 当地质条件变化较复杂时，可以采用桩的总锤击数控制标准和最后 1 米的锤击数控制标准作为判定停锤的辅助标准，UHC 桩、PHC 桩及 PC 桩的总锤击数不宜超过 3000、2500 和 2000，最后 1 米锤击数不宜超过 350、300 和 250。

14.4.10 振动式沉桩终锤标准应以桩长控制为主；当桩长达不到设计标高时，以最后 30s 电流值控制，电流值的取值根据试桩或经验确定。

14.4.11 静压式施工终压控制标准应符合下列规定：

1 终压标准应根据设计要求、沉桩工艺试验情况、桩端进入持力层情况及压桩动阻力等因素，结合静荷载试验情况确定；

2 摩擦桩与端承摩擦桩以桩端标高控制为主，终压力控制为辅；

3 当终压力值达不到预估值时，单桩竖向承载力特征值宜根据静载试验确定，不得任意增加复压次数；

4 当压桩力已达到终压力或桩端已到达持力层时应采取稳压措施；

5 当压桩力小于 3000kN 时，稳压时间不宜超过 10s；当压桩力大于 3000kN 时，稳压时间不宜超过 5s；

6 稳压次数不宜超过 3 次，对于小于 8m 的短桩或稳压贯入度大的桩不宜超过 5 次。

14.4.12 采用引孔辅助沉桩法时，引孔的直径、孔深及数量应符合下列规定：

1 引孔直径不宜超过桩直径的 2/3，深度不宜超过桩长的 2/3，并应采取防塌孔的措施；

2 引孔宜采用长螺旋钻机引孔，垂直偏差宜不大于 0.5%。钻孔中有积水时，宜用开口型桩尖；

3 引孔作业和沉桩作业应连续进行，间隔时间不宜大于 12h。

14.4.13 当采用搅拌或旋喷工艺植入法施工时，应符合下列规定：

1 搅拌桩或旋喷桩孔径应根据现场工程地质条件和预制桩截面尺寸确定；

2 基坑或边坡支护的预制桩植入，搅拌桩或旋喷桩应连续搭接施工成槽，搭接处最小宽度应大于 200mm；

3 搅拌桩或旋喷桩施工需保证连续性，搅拌桩完成后（6~8）h 内、旋喷桩完成后（3~4）h 内；冬季施工时宜取大值、夏季施工时宜取小值。对于超过 24 小时未植入的桩孔，应进行复搅后方可植入预制桩；

4 植入预制桩前应将桩孔附近返浆清理干净。

14.4.14 当采用钻孔等成孔工艺植入法施工时，应符合下列规定：

1 成孔工艺应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定；

2 护壁浆液宜采用水泥浆、水泥与膨润土混合浆液，相关配比及性能应符合工艺与性能要求，应由现场工艺试验确定。

14.5 质量标准

14.5.1 施工前应对预制桩的外观质量、桩身混凝土强度以及桩位进行检验。

14.5.2 施工中应对预制桩的打入深度、停锤标准、桩身垂直度检查、接桩质量以及贯入度等进行检验。

14.5.3 施工结束后应对桩身质量、单桩承载力、桩顶标高、桩位偏差进行检查和检验。

14.5.4 预制桩施工的质量检验标准应符合表 14.5.4 的规定。

表 14.5.4 预制桩施工质量检验标准

项次		项 目		允许偏差 (mm)	检验方法	
主控 项目	1	桩 中 心 位 置	有基础 梁的桩	垂直基础梁的中心线方向	100+0.01H	用经纬仪或拉线和钢 尺量检查
				沿基础梁的中心线方向	150+0.01H	
			桩数为 1-3 根或单排桩		100	
			桩数为 4-16 根		D/2	
			桩数多于 16	边缘桩	D/3	
中间桩	D/2					
一般 项目	2	成 品 桩 外 形 与 尺 寸	成品桩外形 (预制桩、混合配筋预 制桩、超高强预制桩、 钢管混凝土预制桩)	合缝漏浆长度	<300	用卷尺或钢尺量
				合缝漏浆深度	<5	用游标卡尺量
				桩套箍凹陷	<10	直观
				蜂窝面积	<0.5%	直观
				裂缝深度	<20	裂缝测定仪
				裂缝宽度	<0.25, 且<D/2	裂缝测定仪
	成品桩尺寸 (预制桩、混合配筋预 制桩、超高强预制桩、 钢管混凝土预制桩)	横截面直径	±5	用钢尺量		
		桩身弯曲矢高	<1/1000l	用钢尺量		
		桩顶平整度	<2	用水平尺量		
		成品桩外形 (空心方桩、预应力实 心方桩、非预应力实心 方桩)	合缝漏浆长度	<300	用卷尺或钢尺量	
			合缝漏浆深度	<5	用游标卡尺量	
			桩套箍凹陷	<10	直观	
掉角深度	<10		直观			
蜂窝面积	<0.5%		直观			
裂缝深度	<20		裂缝测定仪			
裂缝宽度	<0.25, 且<D/2	裂缝测定仪				
成品桩尺寸 (空心方桩、预应力实 心方桩、非预应力实心 方桩)	横截面边长	±5	用卷尺或钢尺量			
	桩顶对角线差	<10	用卷尺或钢尺量			
	桩尖中心线	<10	用卷尺或钢尺量			
	桩身弯曲矢高	<1/1000l	用卷尺或钢尺量			
	桩顶平整度	<2	用水平尺量			
	3	接 桩 质 量	焊接法	焊缝质量	施工质量验收规范	用卷尺或钢尺、焊缝 检查仪和秒表检查
电焊后停歇时间				>1.0min		
上下节点平面偏差				<10		
节点弯曲矢高				<1/1000L		
机械连接法 (抱箍式)			连接孔与抱箍的来去孔相对位置	1.0mm	直观	
			连接卡磕损	≤5	直观	
			上下节点平整偏差	≤3mm	用钢尺量	
机械连接法 (啮合法)	螺丝缺失数量	≤2 个	直观			
	连接孔与连接槽相对位置	1.0mm	用卷尺或钢尺量			
浆锚法	连接销与连接块的齿面磕碰深度	0.5mm	直观			
	连接销与连接块的齿面伤痕面积	≤15mm ²	直观			
4	桩顶标高	连接销与连接块的齿面伤痕数目	≤3 处	直观		
		胶泥浇注时间	<2min	秒表测定		
5	停锤标准	浇注后停歇时间	>7min	秒表测定		
			±50	水准仪		
			设计要求	现场实测		

注：H为地面标高与桩顶设计标高的距离；D为桩的直径或截面边长，l为桩长L为两节桩长。

14.6 成品保护

14.6.1 预制桩的吊运应符合下列规定：

- 1 预制桩在吊运过程中应轻吊轻放，严禁碰撞、滚落；
- 2 预制桩不宜在施工现场多次倒运；
- 3 预制桩长度不大于 15m，且符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB/T 13476 规定的单节

长度时，宜采用两点起吊，如图 14.6.1-1 所示；也可采用专用吊钩钩住桩两端内壁进行水平起吊，吊绳与桩夹角应大于 45° ；

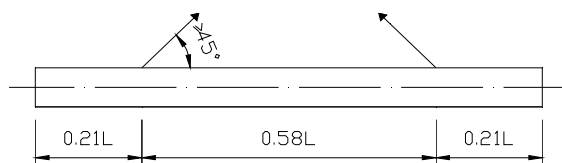


图 14.6.1-1 15m以下桩吊点位置

4 预制桩长度大于 15m，且小于 30m 的预制桩或拼接桩，应按图 14.6.1-2 采用四点吊；长度大于 30m 的预制桩或拼接桩，应采用多点吊，吊点位置应另行验算。

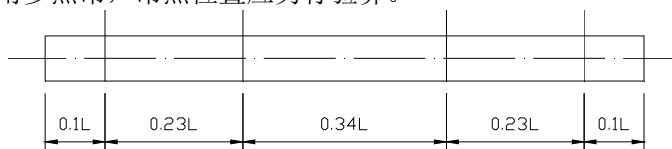


图 14.6.1-2 15m~30m长桩吊点位置

14.6.2 预制桩运输宜采用平板车或驳船，装卸及运输时应采取防止桩滑移与损伤的措施。

14.6.3 预制桩的现场堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整坚实，排水条件良好；
- 2 应按不同规格、长度及施工流水顺序分类堆放；
- 3 当场地条件许可时，宜单层或双层堆放；叠层堆放及运输过程堆叠时，外径 500mm 以上的管桩不宜超过 5 层，直径为 400mm 以下的管桩不宜超过 8 层，堆叠的层数还应满足地基承载力的要求；
- 4 叠层堆放时，应在垂直于桩身长度方向的地面上设置 2 道垫木，垫木支点宜分别位于距桩端 0.21 倍桩长处；采用多支点堆放时上下叠层支点不应错位，两支点间不得有突出地面的石块等硬物；预制桩堆放时，底层最外缘桩的垫木处应用木楔塞紧。

14.6.4 施工现场移桩应符合下列规定：

- 1 预制桩叠层堆放时，应采用吊机取桩，严禁拖拉移桩；
- 2 应保持桩机的稳定和桩的完整；
- 3 采用三点支撑履带自行式打桩机施工时不应拖拉取桩；
- 4 大型工程或用三点支撑履带式打桩机打桩的工程，宜按两台打桩机配备一台吊机进行取桩、吊桩作业。

14.7 注意事项

14.7.1 在邻近有建筑物或岸边、斜坡上打桩时，应采取有效措施，施工时应随时进行观测。

14.7.2 打桩完毕的基坑开挖时，应制定合理的施工顺序和技术措施，防止桩产生位移和倾斜。

14.7.3 静压式压桩机压桩作业时，当机上吊机在进行吊装续桩过程中，压桩机严禁行走和调整。

14.7.4 出现下列情况之一时应暂停沉桩，应在与设计、监理等有关人员研究处理后方可继续施工：

- 1 压桩力或沉桩贯入度突变；
- 2 沉桩入土深度与设计要求差异大；
- 3 实际沉桩情况与地质报告中的土层性质明显不符；
- 4 桩头混凝土剥落、破碎，或桩身混凝土出现裂缝或破碎；

- 5 桩身突然倾斜；
 - 6 地面明显隆起、邻桩上浮或位移过大；
 - 7 沉桩过程出现异常声响；
 - 8 压桩力不到位，或总锤击数超过规定值。
- 14.7.5** 冬期在冻土区打桩有困难时，应先将冻土挖除或解冻后进行。
- 14.7.6** 施工过程中宜增加桩帽或桩头保护措施，如加垫或增强桩帽耐打性。
- 14.7.7** 送桩后应采取相应的措施对施工所产生的桩孔进行封堵处理。

15 人工挖孔混凝土灌注桩

15.1 材料要求

- 15.1.1** 水泥宜选用 PO42.5 普通硅酸盐水泥。
- 15.1.2** 砂子宜选用中砂或粗砂，含泥量不大于 5%。
- 15.1.3** 石子宜选用砾石或碎石，粒径 5mm~20mm，含泥量不大于 2%。
- 15.1.4** 钢筋的品种和规格均符合设计规定，并有出厂合格证及试验报告。
- 15.1.5** 护壁混凝土坍落度宜取 70mm~100mm，强度不宜低于 C20 或桩身混凝土强度；桩身混凝土坍落度宜取 90mm~150mm。
- 15.1.6** 垫块应采用 1:3 水泥砂浆埋 22#火烧丝提前预制而成或采用塑料卡。
- 15.1.7** 火烧丝的规格宜为 18#~22#。
- 15.1.8** 外加剂、掺合料应根据施工需要通过试验确定。

15.2 主要机具

- 15.2.1** 人工挖孔桩施工应备有卷扬机组或电动葫芦、手推车或翻斗车、镐锹、手铲、空压机、风镐、风钻、锤、钎、线坠，定滑轮组、导向滑轮组、混凝土搅拌机、吊桶、溜槽，导管、振捣棒、插钎、钢丝绳、安全活动盖板、送风设备、水泵、活动扒梯、安全帽、安全带、照明灯具、半月防护板等机具。
- 15.2.2** 模板可采用组合式钢模、弧形工具式钢模 4 块（或 8 块）拼装，并备有卡具、挂勾等零配件，木板、方木、8#或 12#槽钢等材料。

15.3 作业条件

- 15.3.1** 施工前应将水泥、砂、石子、粉煤灰、外掺剂送试验室复试，由试验室出具现场护壁混凝土配合比。
- 15.3.2** 商品混凝土应具有出厂合格证、基本性能试验报告、开盘鉴定和运输单。
- 15.3.3** 有地下水区域，宜先降低地下水位至桩底以下。
- 15.3.4** 应根据该地区的土质特点、地下水分布情况进行护壁支护设计，编制人工挖孔桩专项施工方案，超过 5m 深人工挖孔桩工程，应经专家论证通过，方可实施。
- 15.3.5** 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

15.4 施工工艺

- 15.4.1** 人工挖孔混凝土灌注桩施工工艺流程宜符合图 15.4.1 的规定。

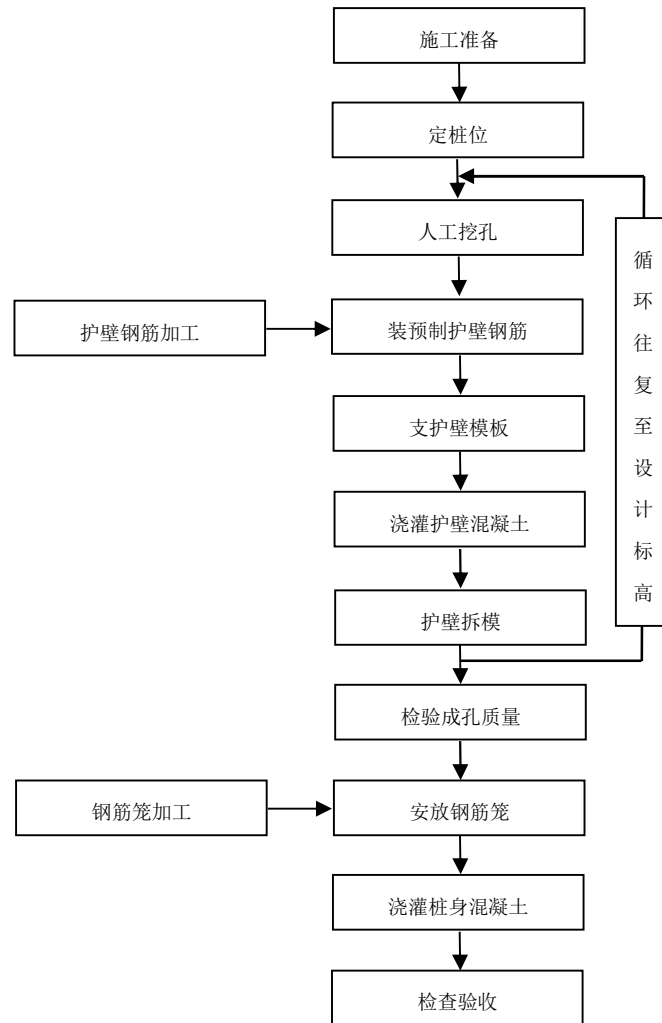


图 15.4.1 人工挖孔混凝土灌注桩施工工艺流程

15.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 开挖前应有选择性地试挖成孔，分析土质、水文等有关情况；
- 2 施工现场材料和机具摆放规划应符合输送距离短、输送管拐弯少原则；
- 3 其他准备工作应符合本章第 15.3 节的规定。

15.4.3 人工挖孔桩施工应采取下列安全措施：

- 1 孔内应设置应急软爬梯供人员上下；使用的电葫芦、吊笼等应安全可靠，并配有自动卡紧保险装置，不得使用麻绳和尼龙绳吊挂或脚踏凸缘上下；电葫芦宜用按钮式开关，使用前应检验其安全起吊能力；
- 2 每日开工前应检测井下的有毒、有害气体，并应有相应的安全防范措施；当桩孔开挖深度超过 5m 时，应有专门向井下送风的设备，风量不宜少于 25L/s；
- 3 孔口四周应设置护栏，护栏高度宜为 0.8m；
- 4 挖出的土石方应及时运离孔口，不得堆放在孔口周边 1m 范围内，堆土高度不得大于 0.5m，机动车辆的通行不得对井壁的安全造成影响；
- 5 施工现场的一切电源、电路的安装和拆除应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定，施工作业、照明应符合现行地方标准《有限空间作业安全技术规范》DB11/T 852 的规定。

15.4.4 开孔前桩位应定位放样准确，在桩位外设置定位基准桩，安装护壁模板应用桩中心点校正模板位置。放线定桩位及高程应符合下列规定：

1 在场地三通一平的基础上，应依据建筑物测量控制网的资料和基础平面布置图，测定桩位轴线方格控制网和高程基准点；

2 以中点为圆心，以桩身半径加护壁厚度为半径画出上部（即第一节）圆周；

3 画出桩孔开挖尺寸线，并沿桩中心位置向桩孔外引出四个桩中轴线控制点，宜用牢固木桩标定；

4 桩位线定好之后，应经有关部门复查，办好验收手续后开挖。

15.4.5 开挖第一节桩孔土方应符合下列规定：

1 由人工开挖从上到下逐层进行，应先挖中间，后扩及周边；

2 每节的高度应根据土质好坏及操作条件而定，宜为 0.9m~1.2m；

3 开孔完成后应进行一次全面测量校核工作，对孔径、桩位中心检测无误后进行支护。

15.4.6 人工挖孔桩混凝土护壁的厚度不应小于 100mm，混凝土强度等级不宜低于 C20 或桩身混凝土强度，并应振捣密实；护壁应配置不小于 8mm 的构造钢筋，竖向筋应上下搭接或拉接。

15.4.7 第一节井圈护壁应符合下列规定：

1 应根据土质情况做成沿口护圈；

2 井圈中心线与设计轴线的偏差不得大于 20mm；

3 井圈顶面应比场地高出 300mm，壁厚应比下面井壁厚度增加 100mm~150mm。

15.4.8 护壁模板用薄钢板，圆钢、角钢拼装焊接成弧形工具式内钢模每节宜分成 4 块，大直径桩可分成 5~8 块，或用组合式钢模板、预制拼装而成。采取拆上节、支下节的方式重复周转使用。模板之间用卡具、扣件连接固定，也可以在每节模板的上下端各设一道用槽钢或角钢做成的圆弧形内钢圈作为内侧支撑，防止内模变形。为方便操作不设水平支撑。

15.4.9 浇灌第一节护壁混凝土应符合下列规定：

1 桩孔挖完第一节后应立即支模浇灌护壁混凝土，浇灌应从四周均匀灌入，人工振捣密实。混凝土坍落度控制在 70 mm~100mm；

2 护壁模板应 24h 后拆除，宜在下节桩孔土方挖完后进行。拆模后若发现护壁有蜂窝、漏水现象，应加以堵塞或导流；

3 第一节护壁筑成后，应将桩孔中轴线控制点引回到护壁上，并进一步复核无误后，作为确定地下和节护壁中心的基准点，同时用水准仪把相对水准标高标定在第一节孔圈护壁上。

15.4.10 第一节桩孔成孔以后，应着手在孔上口架设垂直运输支架，运输支架应搭设稳定、牢固。随后安装电动葫芦和卷扬机，电动葫芦宜用按钮式开关，并配有自动卡紧保险装置，使用前应检验其安全起吊能力。

15.4.11 安装吊桶、照明、活动安全盖板、水泵、通风机应符合下列规定：

1 在安装滑轮组及吊桶时，应使吊桶与桩孔中心位置重合，挖土时直观上控制桩位中心和护壁支模中心线；

2 井底照明应采用 12V 低压电源、防水带罩安全灯具，且应符合现行地方标准《有限空间作业安全技术规范》DB11/T 852 的规定，井上口设护栏。电缆分段与护壁固定，长度适中，防止与吊桶相碰；

3 当桩孔开挖深度大于 5m 时应有井下通风，加强井下空气对流，必要时送氧气，密切注视，防止有毒气体的危害，操作时上下人员轮换作业，互相呼应，井上人员随时观察井下人员情况，切实预防发生人身安全事故；

4 当地下渗水量不大时，可随挖随将泥水用吊桶运出，或在井底挖集水坑，用水泵抽水；

5 井口应安装水平推移的活动安全盖板。井下有人操作时，掩好安全盖板，防止杂物掉入井内，无关人员不得靠近井口。

15.4.12 开挖吊运第二节开始桩孔土方（修边）应符合下列规定：

1 从第二节开始，利用提升设备运土，井下人员应戴好安全帽，井上人员系好安全带，井口架设护栏，

吊桶离开井上口 1m 时推动活动盖板，掩蔽井口，防止卸土时土块、石块等杂物坠落井内伤人；

2 吊桶在小推车内卸土后（也可用工字钢导轨将吊桶移出向翻斗车内卸土）再打开井盖，下放吊桶装土；

3 桩孔挖至规定的深度后，用尺杆检查桩孔的直径及井壁圆弧度，上下应垂直平顺。

15.4.13 修筑井圈护壁应符合下列规定：

1 护壁的厚度，拉接钢筋、配筋、混凝土强度等级均应符合设计要求，按规定制作试块；

2 上下节护壁的搭接长度不得小于 50mm；

3 每节护壁均应在当日连续浇筑施工完毕；

4 护壁混凝土应保证振捣密实，应根据土层渗水情况使用速凝剂；

5 护壁模板的拆除应在灌注混凝土 24h 之后；

6 发现护壁有蜂窝、漏水现象时，应及时补强；

7 同一水平面上的井圈任意直径的极差不得大于 50mm。

15.4.14 当遇有局部或厚度不大于 1.5m 的流动性淤泥和可能出现涌土涌砂时，护壁施工可按下列方法处理：

1 将每节护壁的高度减小到 300mm~500mm，并随挖、随验、随灌注混凝土；

2 采用钢护筒或有效的降水措施。

15.4.15 护圈混凝土强度达 5MPa 以后，方可进行下层土方的开挖。逐层往下循环作业，挖至设计标高后，应清除护壁上的泥土和孔底残渣、积水，并进行隐蔽工程验收。

15.4.16 扩孔段施工应分节进行，边挖、边扩、边做护壁，严禁将扩大端一次挖至桩底后再进行扩孔施工。

15.4.17 钢筋笼制作、安装的质量应符合下列规定：

1 钢筋笼的材质、尺寸应符合设计要求，制作允许偏差应符合表 15.5.5 的规定；

2 分段制作的钢筋笼，其接头宜采用焊接或机械接头，并应符合国家现行标准《钢筋机械连接技术规范》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定；

3 加劲箍宜设在主筋外侧，当因施工工艺有特殊要求时也可置于内侧；

4 导管接头处外径应比钢筋笼的内径小 100mm 以上；

5 搬运和吊装钢筋笼时，应防止变形，安放应对准孔位，避免碰撞孔壁和自由落下，就位后应立即固定；

6 超声波等非破损检测桩身混凝土质量用的测管，应在制作钢筋笼时按设计要求进行预埋。钢筋笼安放完毕后，应经验筋合格后方可浇灌桩身混凝土。

15.4.18 浇注桩身混凝土应符合下列规定：

1 灌注桩身混凝土时，混凝土应通过溜槽；

2 当落距超过 3m 时，应采用串筒，串筒末端距孔底高度不宜大于 2m；也可采用导管泵送；

3 混凝土宜采用插入式振捣器振实；条件不具备时也可利用混凝土的大坍落度和下冲力使其密实，桩顶 5m 以内混凝土应分层振捣密实；

5 混凝土应垂直灌入桩孔内，连续灌注直至桩顶，将表面压实、抹平，桩顶标高及浮浆处理应符合设计要求；

6 灌注扩底桩混凝土时，第一次应灌至扩底部分至顶面，随即振捣密实；

7 当渗水量较大时，应采取场地截水、降水、或水下灌注混凝土等有效措施。严禁在桩孔中边抽水边开挖，同时不得灌注相邻桩；

8 冬期施工当气温低于 0℃浇注时，混凝土的浇灌温度不得低于 5℃。桩顶混凝土未达到冻结强度前不准受冻。当气温高于 30℃时，应在混凝土中掺入缓凝剂；

9 应按规范规定制作试块，填写混凝土灌注施工记录。

15.5 质量标准

15.5.1 施工前应对原材料、施工组织设计中制定的施工顺序、设备性能指标、保证人员安全的措施或安全专项方案等进行检查验收。

15.5.2 施工中应检验钢筋笼质量、混凝土坍落度、桩位、孔深、桩顶标高等。

15.5.3 施工结束后应检验桩的承载力、桩身完整性及混凝土强度。

15.5.4 应复验孔底持力层土岩性，嵌岩桩应有桩端持力层的岩性报告。

15.5.5 人工挖孔混凝土灌注桩质量检验标准应符合表 15.5.5 的规定。

表 15.5.5 人工挖孔混凝土灌注桩质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法	
			单位	数值		
主控项目	1	承载力	不小于设计值		静载试验	
	2	孔深/孔底土岩性	不小于设计值		测绳/检查孔底土岩性报告	
	3	桩身完整性	—		钻芯法（大直径嵌岩桩应钻至桩尖下 500mm），低应变法或声波透射法	
	4	混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法	
	5	桩径（不含混凝土护壁厚度）	mm	≥0	井径仪或超声波检测，干作业时用钢尺量，人工挖孔桩不包括护壁厚	
一般项目	1	桩位	mm	≤50+0.005H	全站仪或用钢尺量	
	2	垂直度	≤1/200		经纬仪测量或线锤测量	
	3	桩顶标高	mm	+30 -50	水准测量	
	4	混凝土坍落度	mm	90~150	坍落度仪	
	5	钢筋笼质量	主筋间距	mm	±10	用钢尺量
			长度	mm	±100	用钢尺量
			钢筋材质检验	设计要求		抽样送检
			箍筋间距	mm	±20	用钢尺量
			笼直径	mm	±10	用钢尺量

注：H 为桩基施工面至设计桩顶的距离（mm）

15.6 成品保护

15.6.1 施工中所开挖的土方要及时清运，严禁堆放在桩身四周。

15.6.2 基础土方开挖时，应避免机械对桩身造成损伤。

15.6.3 钢筋笼应竖直放入井内，不得碰坏井壁，浇灌混凝土时吊桶应垂直放置，防止因混凝土斜向冲击孔壁，破坏护壁上层，造成夹土。

15.6.4 已成形的钢筋笼应妥善保管，不得扭曲、松动变形，浇灌混凝土时应在笼顶部固定牢固，控制钢筋笼上浮。

15.6.5 混凝土浇灌完毕后应复核桩位和桩顶标高。桩顶压实抹平后应用塑料布或草帘将桩头围好养护，防止混凝土出现收缩、干裂。

15.7 注意事项

15.7.1 人工挖孔桩的孔径（不含护壁）不得小于 0.8m，孔深不宜大于 30m。当桩净距小于 2.5m 时，应采用间隔开挖。相邻排桩跳挖的最小施工净距不得小于 4.5m。

15.7.2 已挖好的桩孔应用木板或脚手板、钢筋网片盖好，防止土块、杂物、人员坠落。严禁用草席、塑料布虚掩。

15.7.3 已挖好的桩孔应及时安放钢筋笼，间隙时间不得超过 4h，及时灌注混凝土。

15.7.4 从事挖孔桩作业的人员应经健康检查和井下、高空、用电、吊装及简单的机械操作等安全作业培训，且经过考核合格，方可进入现场施工。

15.7.5 对施工现场所有设备、设施、装置、工具、配件及个人劳防用品等应每天进行工前检查和工后验收，工后做好孔口防护和安全警示标识，夜间不得进行挖孔施工。施工现场的一切电源、电路的安装和拆除应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定。

15.7.6 每挖完一节应根据井上口护壁上的轴线中心线吊线坠用尺杆测定修边，使井壁圆弧保持上下顺直。

15.7.7 开挖前应掌握现场土质情况，错开桩位开挖，随时观察土体松动情况，必要时可在坍塌处用砌砖封堵，操作进程要紧凑，不留间隔空隙，避免坍孔。

15.7.8 挖到设计深度后，应将孔底的虚土清除干净，必要时用水泥砂浆或混凝土封底。

15.7.9 少量积水浇灌时首盘可采用半干硬性混凝土。

15.7.10 钢筋笼应在专用平台上加工。主筋与箍筋点焊应牢固，支撑加强应可靠。吊运应竖直，使其平稳地放入井中，保持骨架完好。

16 旋挖成孔灌注桩

16.1 材料要求

16.1.1 预拌混凝土强度、抗渗及抗腐蚀等指标应符合设计要求，坍落度宜为 180mm~220mm，水泥用量不宜少于 360kg/m³，含砂率宜为 40%~50%。和易性、凝结时间应满足施工要求。

16.1.2 钢筋的品种和规格均应符合设计要求，并有出厂合格证及复试合格报告。

16.1.3 垫块可采用混凝土轮式垫块、钢筋桥式保护层或塑料卡块。

16.1.4 膨润土、植物胶、钠羧甲基纤维素、纯碱、烧碱等稳定液材料等应符合要求。

16.1.5 掺入外加剂应与水泥有良好的适用性，其种类和掺入量应经试验确定，宜优先选用液态外加剂。

16.2 主要机具

16.2.1 主要机具包括旋挖钻机、起吊设备、泥浆设备及钢筋笼制笼机等设备。

16.2.2 旋挖钻机宜根据灌注桩设计参数、地质条件、场地条件和施工要求等合理选用。常用旋挖钻机主要技术参数见表 16.2.2。

表 16.2.2 常用旋挖钻机主要技术性能参数表

钻机型号	发动机功率(kw)	动力头扭矩 (kN·m)	主卷扬提拔力 (kN)	副卷扬提拔力 (kN)	最大钻深(m)	最大孔径 (mm)	工作重量(t)
BG25C	224	237	200/250	80/100	57	1900	76
BG30	354	270	250/317	80/100	70	2200	100
BG26	224/2100	260	230/295	80/100	65	2200	86.5
BG38	354/1800	380	290/370	100/125	91	3000	135
BG39	403	390	400	100/125	92	3600	150
SR220 II	250	250	240	110	70	2300	71
SR220C	250	250	240	110	67	2300	70
SR250	250	285	256	110	70	2300	72
TR220D	213	220	200	110	65	2000	65
TR250D	250	261	240	110	80	2500	73
TR280DH	261	290	250	110	85	2500	67
TR360D	305	320	300	120	95	2500	105
TR550C	412	520	440	130	130	4000	172
XR220	246	220	200	80	65	2000	70
XR250	298	250	230	100	70	2500	80
TRM140	192	140	150	76	40~50	1600	45
TRM200	224	200	200	90	45~60	2000	65
SD10- I	125	100	140	50	40	1400	40

SD10-II	125	100	140	50	50	1400	48
SD10-III	125	20	140	50	100	1400	40
Sd20	194	194	180	75	60	2000	65
SD28	263	286	250	75	80	2400	86
SD25W	221	250	250	75	75	2000	65.5
FR618	194	180	165	80	55	1500	55
FR626	250	250	250	100	70	2500	69
R160	205	180	180	70	52	1800	58
R200	224	210	200	100	60	2000	65
R260	354	260	250	100	80	2200	82
R400	400	398	360	140	100	3000	110
ZR280A	261	280	274	110	86	2500	80
ZR280B	261	280	283	110	86	2500	88

16.2.3 钻杆宜依据地层条件和设计桩型选用。黏性土层和砂层可选用摩阻钻杆。风化岩层应根据岩层的软硬程度选用摩阻或机锁钻杆。

16.2.4 旋挖钻斗可根据地层条件选用，常用钻头及适用地层见表 16.2.4。

表 16.2.4 钻头类型及适用地层

地 层 钻头形式	一般黏性土 及其填土	淤泥和淤泥 质土	粉土、砂土	硬黏性土	密实砂土	碎石土、砂砾 卵石层	软质岩石和 风化岩石	硬质岩石
螺旋钻	●	●	●	●	●			
斗齿钻	●	●	●					
截齿钻	●	●	●	●	●	●	●	
筒式截齿钻						●	●	
筒式牙轮钻							●	●

注：1. ●为该类地层所对应的钻头形式，某些地层适应几种钻头形式单独或互补使用，螺旋钻头一般适用于干钻。

2. 清渣可使用清渣钻头，扩底钻进时，根据地层选用相应扩底钻头

16.2.5 导管宜选用厚壁丝扣连接的钢导管。首节配管长宜为 1.0m，底管长度不宜小于 4.0m。导管规格的选择与桩径大小和通过能力相适应，并宜满足表 16.2.5 的要求。

表 16.2.5 导管直径与通过能力

桩径(mm)	导管直径(mm)	导管壁厚(mm)	通过能力(m ³ /h)
<800	200	3~5	12
800~1200	250	4~5	15~17
1200~2000	300	5~6	25
>2000	宜采用双导管灌注		

16.2.6 护筒应有足够强度和刚度，其内径宜比设计桩径大 150mm~200mm。采用全护筒护壁时，护筒应满足强度、连接等要求。

16.3 作业条件

16.3.1 旋挖钻机、起重机等施工机械与架空输电导线的最小安全距离不应低于表 16.3.1 规定。

表 16.3.1 架空输电导线的最小安全距离

输电导线电压 (kV)	1<	1~15	20~40	60~110	220
允许沿输电导线垂直方向最近距离(m)	1.5	3.0	4.0	5.0	6.0
允许沿输电导线水平方向最近距离(m)	1.0	1.5	2.0	4.0	6.0

16.3.2 施工工作面坡度不宜大于 3°，场地地基承载力特征值宜大于 120kPa。

16.3.3 应依据平面布置图搭建临时设施，进行现场设施的布置。

16.3.4 其他作业条件应符合本规程第 2.0.3 条规定。

16.4 施工工艺

16.4.1 旋挖成桩灌注桩施工工艺流程应符合图 16.4.1 的规定。

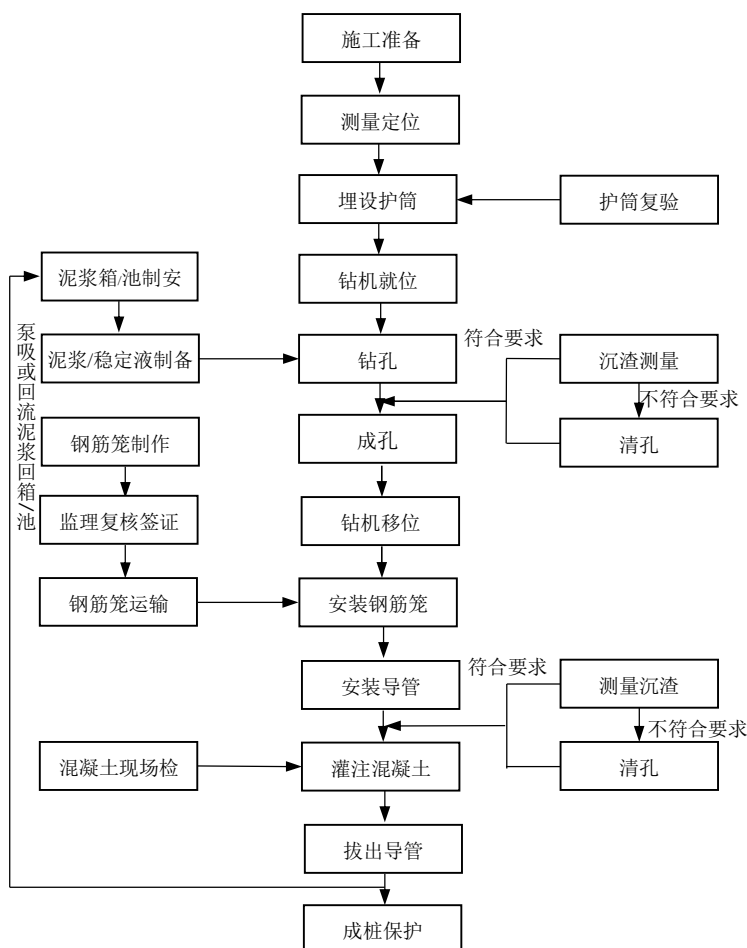


图 16.4.1 旋挖灌注桩施工工艺流程

16.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 钻机和各种配套设施应进行安装调试，经验收合格后方可投入使用；
- 2 泥浆池/箱大小应按设计单桩方量两倍要求控制；
- 3 其他准备工作应符合本章第 16.3 节的规定。

16.4.3 应在已建立的现场测量控制网基础上进行准确的桩位测量定位，宜采用十字控制线标识。桩位偏差不应大于 20mm。

16.4.4 护筒埋设应符合下列规定：

- 1 埋设深度根据具体地质情况确定，宜坐落在稳定的土层上；
- 2 护筒顶部应高出地面 200mm 左右，测量护筒顶标高作为成孔孔深依据；
- 3 护筒中心与桩中心偏差不宜大于 50mm，护筒倾斜度不宜大于 1%；
- 4 可采用预钻或驱动器埋设，预钻法埋设护筒时，周边应用粘土填埋并夯实。

16.4.5 泥浆制备宜采用膨润土。当用黏土代替膨润土时，含砂率不应大于 2%，塑性指数不应小于 25。可有选择的加入适量的分散剂、增黏剂、加重剂和堵漏剂等处理剂。制备泥浆的主要性能指标见表 16.4.5。如采用化学泥浆宜按照说明书配制。

表 16.4.5 制备泥浆的性能指标

项次	项目	性能指标	检验方法
1	相对密度	1.05~1.15	玻璃密度计、泥浆比重秤
2	黏度	18s~25s	500ml /700ml 漏斗式泥浆黏度计
3	含砂率	<4%	量杯法、泥浆含砂量测定仪
4	胶体率	≥95%	量杯法
5	PH 值	7~9	PH 试纸

16.4.6 旋挖钻机就位后应调整桅杆的垂直度，垂直度符合要求后将钻头中心对准桩位点进行钻孔作业。在钻进过程中应随时监控并校核桅杆的垂直度，每钻进 10.0m 至少校核 1 次，桅杆垂直度偏差应小于 0.1%。

16.4.7 钻孔施工应符合下列规定：

- 1 成孔应依据地层条件和设计桩型，选择钻斗及钻进参数。钻斗宜按表 16.2.4 选用，钻斗升降速度及转速参考值宜按表 16.4.7-1、表 16.4.7-2 选用。

表 16.4.7-1 钻斗升降速度参考值

桩径 (mm)		<800	1000	1200	1500	2000	>2500
钻斗升降速度 (m/s)	载重	0.97	0.86	0.75	0.58	0.44	0.23
	空斗	1.21	1.02	0.83	0.83	0.62	0.31

表 16.4.7-2 钻斗转速参考值

土层类型	转速 (r/min)
表土层	<10
淤泥质粉质黏土、淤泥质粉土、粉质黏土	<20
砂质粉土夹粉砂、粉土、粉砂、粉质黏土等	<15
粉细砂、粉砂、粗砂等	<8

- 2 钻斗的回次进尺以钻斗的高度为准，钻渣装斗量不宜大于钻斗总容量的 80%；
- 3 钻孔内泥浆面不宜低于护筒底口，且高于地下水位不宜小于 1.0m。受水位涨落影响严重的场地，高于地下水位不宜小于 1.5m；
- 4 钻进过程中，应做好钻孔记录，记录孔深、地层变化、钻进时间等内容；
- 5 终孔自检后应及时进行报验验收。

16.4.8 旋挖成孔灌注桩应进行两次清孔。安装钢筋笼前可采用清渣斗、双层底捞砂钻斗一次清孔。混凝土灌注前可采用导管正循环清渣进行第二次清孔。清孔后孔底 500mm 处泥浆比重不宜超过 1.25。孔底沉渣厚度指标应根据桩型控制：端承型桩不大于 50mm，摩擦型桩不大于 100mm，抗拔、抗水平力桩不大于 200mm。

16.4.9 钢筋笼的制作应符合下列规定：

- 1 按设计图纸及规范要求制作，宜进行工程化制作；
- 2 相邻两根主筋的接头应错开，错开距离不应小于 35d，同一截面内的钢筋接头数量不得超过主筋总数的 50%。钢筋笼顶锚固区内不宜有接头；
- 3 主筋与加劲筋的连接应采用点焊焊接；螺旋筋与主筋的可采用绑扎或点焊固定。绑扎应采用正反交叉方式，绑扎点数不应少于 50%。当设计有特殊要求时应满足设计要求；
- 4 水下灌注桩钢筋笼的保护层厚度不应小于 50mm，偏差±20mm。干孔灌注桩钢筋笼的保护层厚度不应小于 35mm，偏差±10mm。钢筋笼的保护垫块应均匀布置，宜每间隔 3~5m 设置 1 道，每道不少于 3 个；
- 5 钢筋笼最下端主筋可向中心稍微收拢，弯曲角度不宜大于 15°，弯折长度不宜大于钢筋笼直径 1/4；
- 6 钢筋笼长度小于 30m 可在地表一次成型。超过 30m，宜分段制作孔口采用焊接或机械连接。钢筋直径大于 25mm 时，宜采用机械连接；
- 7 钢筋笼长度的调节段应在终孔后的清孔和起钻期间制作，其段长根据孔深计算，并置于最下部；
- 8 对钢筋可能产生腐蚀地层应考虑防腐及特殊处理应符合设计要求；
- 9 声测管、压浆管、检测专用管、地源热泵循环管等预埋件的连接头应牢固，顶底口封闭严实。

16.4.10 钢筋笼的运输、安装应符合下列规定：

- 1 钢筋笼在运输和安装时不应产生永久性变形；运距较长时宜使用运输车；
- 2 钢筋笼起吊点宜设在加劲筋处或其他可靠部位，并采取防钢筋脱焊、变形措施。直径大、及质量大的钢筋笼宜设对称双吊点加滑轮横担方式起吊；较长钢筋笼可采用 8 吊点双滑轮起吊；
- 3 钢筋笼吊装入孔时，应保持竖直状态，对准孔位中心慢速下放，严禁强行压入；
- 4 钢筋笼在孔口对接时，主筋位置应对正，钢筋笼轴线应一致。

16.4.11 导管安装应符合下列规定：

- 1 导管平台应平整，夹板牢固可靠；
- 2 导管安装位置应居中，导管连接处应密实。导管底口距孔底应为 300mm~500mm；
- 3 混凝土灌注前应向导管内置入隔水栓（塞），隔水栓（塞）的直径宜比导管内径小 10mm~20mm，使用的隔水栓（塞）应有良好的隔水性能。

16.4.12 混凝土灌注应符合下列规定：

- 1 混凝土坍落度应根据运输、气候、施工现场等条件综合确定；
- 2 初灌混凝土应采用大漏斗，并有足够储存量，初灌量应使导管埋入混凝土面内 1.0m 以上；
- 3 灌注过程中，根据灌注混凝土数量及时测量导管埋深，导管埋入混凝土内的深度宜为 2.0m~6.0m；
- 4 混凝土灌至钢筋笼下端时，宜减少灌注速度。当孔内混凝土面进入钢筋笼 1.0m~2.0m 时，应适当提升导管，减小导管埋深，增大钢筋笼在下层混凝土中的埋置深度；
- 5 混凝土超灌高度宜为 1.0D 且不宜小于 1.0m；
- 6 水下混凝土灌注应连续进行，灌注时间不宜超过 8h，并填写水下混凝土灌注记录；
- 7 灌注过程出现异常，应如实记录并及时通知设计人员采取补救、补强等措施，对于经过补救或处理的桩，应进行桩身质量检测。

16.5 质量标准

16.5.1 施工前应对入场的水泥、砂、石子、钢材等原材料进行检验。

16.5.2 施工中应对测量放线、成孔、清孔、钢筋笼安装、混凝土灌注等进行全过程检查验收，嵌岩桩应对桩端持力层岩性及入岩深度进行检验。

16.5.3 施工结束后，应对混凝土强度、桩身质量及承载力进行检验。

16.5.4 旋挖成孔灌注桩的质量验收应符合表 16.5.4 的规定。

表 16.5.4 混凝土灌注桩质量检验标准

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	承载力		不小于设计值		按基桩检测技术规范 JGJ106 检验	
	2	孔深		不小于设计值		重锤、井径仪	
	3	桩身完整性				按基桩检测技术规范 JGJ106 检验	
	4	桩 位	d≤1000mm	70+0.01H	复测护筒，检验桩中心（H 为空孔段长度）		
			d>1000mm	100+0.01H			
			护坡桩	≤50mm			
	5	混凝土强度		不小于设计值		28 天试件报告或钻芯取样送检	
6	嵌岩深度		不小于设计值		取岩样或超前钻取样		
5	承载力		不小于设计值		按基桩检测技术规范		
一般 项目	1	垂直度		≤1/100（0.5%支护桩）		用超声波或井径仪测量	
	2	桩径		≥0（±5mm）个别断面		用超声波或井径仪测量，干施工时用钢尺量	
	3	泥浆比重（黏土或砂性土中）		≤1.25		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		mm	≤50	用沉渣仪或重锤测量	
		摩擦桩		mm	≤100		
		抗拔抗水平力桩		mm	≤200		
	6	钢筋笼安装深度		mm	±100	用钢尺量	
		钢 筋 笼 质 量	主筋间距		mm	±10	用钢尺量
			长度		mm	±100	用钢尺量
			箍筋间距		mm	±20	用钢尺量
			钢筋笼直径		mm	±10	用钢尺量
			钢筋材质		设计要求		抽样送检
7	混凝土充盈系数		>1		检查每根桩的实际灌注量		
8	桩顶标高		mm	+30	水准仪，需扣除桩顶浮浆层及劣质桩体		
			mm	-50			

16.6 成品保护

16.6.1 成孔后灌注不及时，应将孔内注满优质泥浆，孔口用盖板盖好。

16.6.2 群桩施工时，应间隔跳钻成孔。其安全距离不宜小于 4 倍桩径或距离浇灌混凝土完成最短时间间隔不应少于 24h。

16.6.3 桩基施工过程中，施工设备不得碾压桩头。

16.6.4 桩头外留的主筋插件要妥善保管，不得任意弯折或压断。

16.6.5 在软土地基基坑中开挖时，应合理安排开挖顺序，分层平衡开挖，挖掘机具不得碰撞桩体，不得因开挖造成桩体位移或损伤。

16.6.6 钢筋笼雨天应覆盖，存放场地面平整，不得直接放于潮湿的地面。

16.6.7 气温-5℃以下施工期间，桩顶应采取保温措施，保温深度应根据当地的冻土深度确定。

16.7 注意事项

16.7.1 施工前应对作业过程进行辨识和评价，进行现场开工安全检查，并采取相应的安全防护措施。

16.7.2 针对塌孔、孔斜、钢筋笼上浮等质量事故及通病宜编制预案，出现时及时采取措施。

16.7.3 松散填土层及软塑土层、流沙层等易坍塌地层，可安装长护筒、全护筒。多节护筒连接时接缝应牢固、不漏水，筒内连接处无突出物。

16.7.4 直径超过 2m 的钢筋笼制作时，加劲筋内宜设置支撑。

16.7.5 干孔作业时，桩头部分宜采用振捣棒振实。

16.7.6 钢筋笼、导管安装时间不宜超过 5h。

16.7.7 遇六级及以上大风和雷雨等恶劣天气，应停止作业，把桩机的重心调至面对风的方向，锁紧制动器。七级以上大风天气，宜放落桅杆。

17 反循环钻孔灌注桩

17.1 材料要求

17.1.1 预拌混凝土强度、抗渗及抗腐蚀等指标应符合设计要求，坍落度宜为 180mm~220mm，水泥用量不宜少于 360kg/m³，含砂率宜为 40%~50%。和易性、凝结时间应满足施工要求。

17.1.2 钢筋的品种和规格均应符合设计要求，并有出厂合格证及复试合格报告。

17.1.3 垫块可采用混凝土轮式垫块、钢筋桥式保护层或塑料卡块。

17.1.4 膨润土、植物胶、钠羧甲基纤维素、纯碱、烧碱等稳定液材料等应符合要求。

17.2 主要机具

17.2.1 反循环钻机宜根据灌注桩设计参数、地质条件、场地条件和施工要求等合理选用。常用的反循环钻机主要技术参数见表 17.2.1。

表 17.2.1 常用反循环钻机工作主机的主要技术参数

钻机型号	钻孔直径 (mm)	钻孔深度 (m)	钻杆直径 (mm)	转盘最大扭矩 (kN·m)	主卷扬提升力 (kN)	动力功率 (kw)
GJC-40H	500~1500	300~40	89	6.35	29.4	40
GJD-1500	1500	50	180	39.2	392	—
QJ-250	2500	100	—	27.44	—	—
BDM-1	1250	40	120	12.2	200	14/24
BDM-2	2500	40	219	29.4	200	18/28
BDM-4	3000	40	273	80	600	75
GPS-15	1500	100	—	20	30	30
GPS-18	1800	100	—	26	30	37
GPS-22	2200	100	—	80	30	55
GPS-25D	2500	130	—	120	50	75
Sp180/150	2500	120	300	180	1100	302
YG-15	800~1500	50	—	20	35	37
ZJD2800/180C	2800	150	351	18	120	182
ZJD3500/250C	3500	150	377	25	150	246
ZJD4000/350C	4000	160	377	35	220	311.5
ZJD05000/450	5000	200	559	45	350	355
KYZ10-150	600-3000	150	273	30	75	170
KYZ10-180	600-3000	180	373	45	115	170

17.2.2 钻杆的直径、强度等性能应符合设计孔径和钻进工艺及地质情况的规定，并与主动钻杆和钻头连接杆相匹配。

17.2.3 反循环钻机钻头可根据地层条件选用，主要技术参数见表 17.2.3。

表 17.2.3 钻头的形式、种类及适用范围

钻头种类	钻头形式	适用岩(土)层范围
刮刀钻头	鱼尾钻头	软土、黏性土、松散砂土、松散圆(角)砾
	三翼钻头	软土、黏性土、砂土、圆(角)砾、软质岩、强风化硬质岩
	四翼钻头	
	笼式钻头	软土、黏性土、粉土、砂土、碎石土(块石、漂石除外)、软质岩、强风化硬质岩
牙轮(滚刀)钻头	盘形滚刀	破碎岩、硬质岩
	楔齿滚刀	
	球齿滚刀	
组合钻头		软硬不均地层、厚层砂土、孤石、漂石地层

17.2.4 导管的选用应符合本规程第 16.2.5 条的要求。洞内施工时,应考虑净空高度,导管长度不宜大于 1.5m。

17.2.5 护筒应有足够强度和刚度,其内径宜比设计桩径大 100mm~150mm,宜开设 1~2 个溢流口,护筒长度宜大于 1.5 米。

17.2.6 泥浆泵、注浆泵泵型应根据设计桩径、孔深、地层、成孔工艺、钻进速度、泵量大小及扬程等因素选择确定,常用泵的主要技术参数见表 17.2.6。

表 17.2.6 常用泵主要技术参数

泵型	性能	流量		吸程(m)	扬程(m)	转速(r/min)	功率(kw)	叶轮直径(mm)	泵重(kg)
		(m³/h)	(L/s)						
PWL 污水泵		350			23		55		
4PN 泥浆泵		100			41		55		
4PN 衬胶泥浆泵		160			40		55		
6PN 泥浆泵		230	64	5.5	27	980	75	420	1200
		280	78	5.3	26				
		320	90	4.2	25				
8PN 泥浆泵		450	125	3.5	65	980	215	635	4000
		550	153		63				
		600	163		62				
4PS 砂泵		90			37		55		
6PS 砂泵		320			29	980	115		1500
		380			28.5				
		440			27				

17.2.7 洞内钻孔灌注桩与钢管柱安装多功能一体机可用于洞室内钢筋笼运输与安装。

17.3 作业条件

17.3.1 反循环钻机、起重机等施工机械与架空输电导线的最小安全距离不应低于本规程表 16.3.1 规定。

17.3.2 应依据平面布置图搭建临时设施，进行现场泥浆池等设备、设施的布置。泥浆池宜设置储浆池、溢流池和沉淀池。泥浆池/箱大小不宜小于钻孔体积的 1.5~2 倍。泥浆循环畅通，易于清除钻渣。

17.3.3 其他作业条件应符合本规程第 2.0.3 条规定。

17.4 施工工艺

17.4.1 反循环钻孔灌注桩施工工艺流程图宜符合图 17.4.1 的规定。

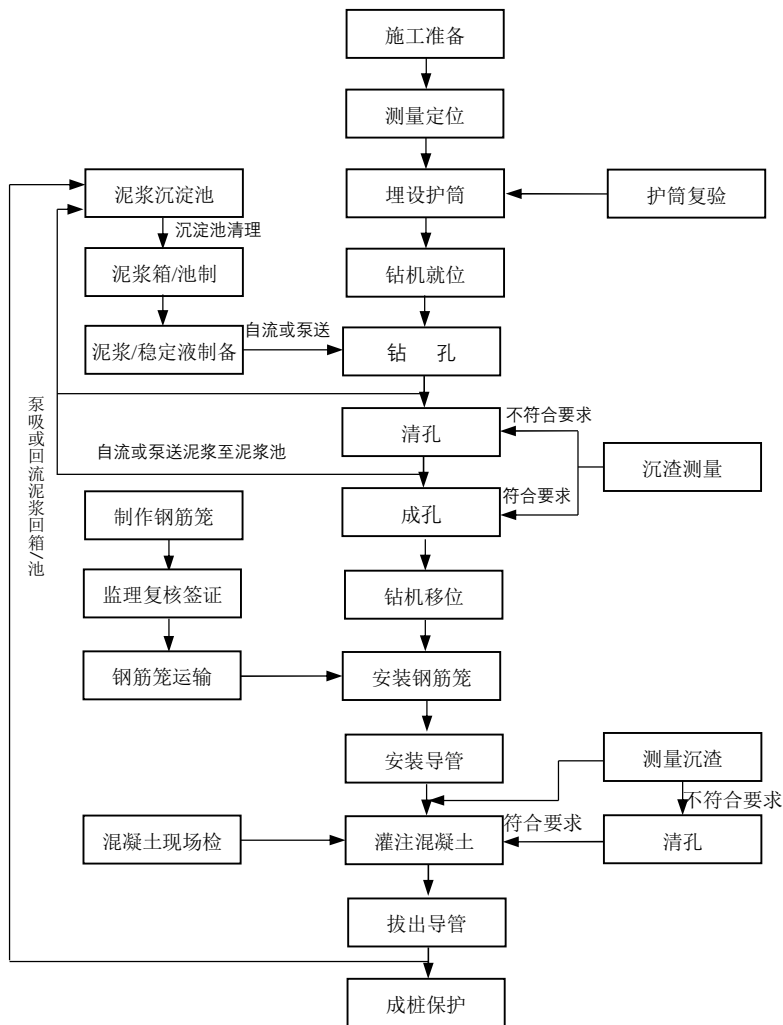


图 17.4.1 反循环钻孔灌注桩施工工艺流程

17.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 钻机和各种配套设施应进行安装调试，经验收合格后方可投入使用；
- 2 其他准备工作应符合本章第 17.3 节的规定。

17.4.3 应在已建立的现场测量控制网基础上进行准确的桩位测量定位，宜采用十字控制线标识。桩位偏差不应大于 20mm。有限空间内（洞内）施工时，可将桩位标识于洞顶。

17.4.4 护筒宜采用人工埋设，埋设应符合下列规定：

- 1 埋设深度根据具体地质情况确定，黏性土中不宜小于 1.0m；砂性土中不宜小于 1.5m。护筒下端外侧应采用黏土填实；
- 2 护筒顶部应高出地面 200mm 左右，测量护筒顶标高作为成孔孔深依据；

3 护筒中心与桩的中心偏差不得大于 50mm，护筒倾斜度不大于 1%。

17.4.5 泥浆制备宜采用膨润土。当用黏土代替膨润土时，含砂率不应大于 2%，塑性指数不应小于 25。制备泥浆的主要性能指标宜符合本规程表 16.4.5 要求。根据不同的地质条件，也可采用上部黏性土自然造浆。

17.4.6 桩机就位时，应保持钻机底盘、转盘（或回转器）面水平和钻架垂直，回转钻机钻架的天车滑轮前缘、转盘（或回转器）中心与孔位中心（钻头中心）应在同一铅垂线上。孔位偏差不应大于 50mm。

17.4.7 成孔施工应符合下列规定：

- 1 碎石土中钻进时，地层颗粒粒径不应大于钻杆内径的 3/4，且不宜超过钻头吸渣口直径的 2/3；
- 2 开钻时，待泵组启动形成正常反循环后，停止正循环泥浆泵才能钻进；
- 3 钻进过程中，应控制给进速度。泥浆流速、钻斗转速及钻进钻压可按表 17.4.7-1、17.4.7-2、17.4.7-3 选择。

表 17.4.7-1 反循环钻进泥浆流速

泥浆流动方向	流速 (m/s)
钻杆内泥浆上返流速	2~4
孔底泥浆横向流速	0.3~0.50 (泥浆取 0.3, 清水 0.5)
钻孔外环状间隙泥浆垂直流速	0.02~0.04 不超过 0.16

注：1. 钻孔直径较小时，钻压宜选下限，转速宜选上限；钻孔直径较大时，钻压宜选上限，转速宜选下限；

2. 砂石泵排量一般钻杆与孔壁环状间隙泥浆流速不宜大于 10.0m/min, 钻杆内上返速度宜大于 2.0 m/min;

表 17.4.7-2 钻头外缘线速度

岩（土）层类别	岩石单轴抗压强度 (MPa)	钻头线速度 (m/s)
土层		1.3~3.5
软质岩层	5~15	1.6~1.8
	15~30	1.4~1.6
中硬岩层	30~60	1.2~1.4
硬岩层	>60	1.0~1.2

表 17.4.7-3 泵吸反循环钻进钻压表（单位：kN）

钻头类别	规格 (mm)	地层			
		黏性土层	砂层、砾石层、卵石层	软岩层	中硬层
翼片式钻头	800	8~10	6~12	10~30	—
	1000	9~12	8~15	15~35	—
	1200	12~15	10~20	25~40	—
	1500	15~30	12~25	30~45	—
	1800	20~35	15~30	40~50	—
	2000	25~45	20~35	50~80	—
滚刀、牙轮钻头	800	—	1. 牙轮钻头按钻头直径 (0.5kN~1.0kN) /cm 选用； 2. 滚刀钻头按钻头每把滚刀 10.0kN~20.0kN 选用；		
	1000	—			
	1200	—			

	1500	—	
--	------	---	--

4 加接钻杆前，应先停止钻进，并将钻头提离孔底 100mm~200mm，维持泥浆循环 1min~2min，然后停泵加接钻杆，钻杆应拧紧上牢且密封。在恢复钻进时，应先把钻头提离孔底 200mm~300mm，待形成正常反循环后下放钻具，继续钻进；

5 钻进过程中应监测钻孔深度和垂直度，注意系统压力、钻头回转阻力、钻进速度、孔内异响、钻具磨损情况等；

6 终孔前应及时量测钻孔深度达到设计深度后，自检报验。

17.4.8 可采用正循环或反循环分两次清孔。孔深达到设计要求后，钻头应提离孔底 200mm~300mm，维持正常反循环进行一次清孔，直到符合清孔要求。混凝土灌注前应进行二次清孔。安装放钢筋笼后，可采用导管正循环清孔。清孔时应适时补浆保持孔内泥浆液面高度，不宜采用清水置换孔内泥浆。

17.4.9 钢筋笼的制作、钢筋笼、导管安装及混凝土灌注应符合本规程第 16.4.9~16.4.12 条规定。

17.4.10 狭窄空间内，钢筋笼制安及泥浆池设置应符合下列规定：

1 狭窄空间场地（洞室）内，钢筋笼须多段制作时，宜整体制作后分段安装。分段制作接头位于同一平面时，应征得设计同意；

2 狭窄空间场地（洞室）内，可采用履带式液压调垂机进行钢筋笼运输与安装及导管的安拆工作；

3 当泥浆池不能设置于现场或泥浆不能自流至泥浆池时应布置泥浆，应设置供回浆双管路，并宜采用伺服式泥浆泵供应和回返泥浆。

17.4.11 泥浆可排放至沉淀池沉淀捞渣后继续使用，也可经过泥浆除砂处理后排放至泥浆池继续使用。当浆液不再适合钻孔使用时，应使用泥浆车运至填埋场处理。

17.5 质量标准

17.5.1 施工前应对入场的水泥、砂、石子、钢材等原材料进行检验。

17.5.2 施工中应对测量放线、成孔、清孔、钢筋笼安装、混凝土灌注等进行全过程检查验收，嵌岩桩应对桩端持力层岩性及入岩深度进行检验。

17.5.3 施工结束后，应对混凝土强度、桩身质量及承载力进行检验。

17.5.4 反循环成孔灌注桩的质量验收应符合本规程表 16.5.4 的规定。

17.6 成品保护

17.6.1 桩基施工过程中，施工设备不得碾压桩头。

17.6.2 桩头外留的主筋插件要妥善保护，不得任意弯折或压断。

17.6.3 钢筋笼雨天应覆盖，存放场地面平整，不得直接放于潮湿的地面。

17.6.4 气温-5℃以下施工期间，桩顶应采取保温措施，保温深度应根据当地的冻土深度确定。

17.7 注意事项

17.7.1 施工前应对作业过程进行辨识和评价，进行现场开工安全检查，并采取相应的安全防护措施。

17.7.2 群桩施工时，应间隔跳钻成孔。其安全距离不宜小于 4 倍桩径或距离浇灌混凝土完成最短时间间隔不应少于 24h。

17.7.3 钻进中遇到钻具跳动、憋车、憋泵、孔内严重漏水、涌水、钻孔偏斜等异常现象时，应停机检查。调整钻进技术参数以控制钻速，必要时应采取加大泥浆相对密度、黏度、更换钻头或增加导向钻具等措施。继

续钻进前应对桩位进行复测。

17.7.4 钻进过程中，护筒内泥浆面应高出地下水位不少于 1.0m。应严格控制护筒内外液面差，水位较浅时，可采用增高泥浆池、顶部围堰方式保证水头差。

17.7.5 水上施工时，应充分考虑筑岛的拆除和环保要求；采用水上作业平台施工时，应充分考虑材料供应和施工设备的进、退场方式。

17.7.6 停钻时钻具应随即提出孔口或提至安全孔段，不得停放孔底，孔口应加盖保护。

17.7.7 成孔后灌注不及时，应将孔内注满优质泥浆，孔口用盖板盖好。

17.7.8 废弃的浆、渣应进行处理，不得污染环境。

17.7.9 在软土地基基坑中开挖时，应合理安排开挖顺序，分层平衡开挖，挖掘机具不得碰撞桩体，不得因开挖造成桩体位移或损伤。

18 冲击成孔灌注桩

18.1 材料要求

18.1.1 混凝土应符合下列规定：

- 1 预搅拌混凝土的坍落度应为 180mm~200mm, 和易性及标号应符合设计要求, 常用标号为 C25~C40;
- 2 预搅拌混凝土的水泥宜选用 PO42.5 普通硅酸盐水泥;
- 3 砂应选用中砂或粗砂, 含泥量不大于 5%, 且泥块含量不大于 2%;
- 4 石子应选用砾石或碎石, 粒径 2mm~20mm, 含泥量不大于 2%;
- 5 外掺剂应为泵送剂、早强、减水剂等, 根据施工需要通过试验确定;
- 6 水下浇筑混凝土的坍落度和石子粒径等应满足水下工艺要求。

18.1.2 钢筋的品种和规格应符合设计要求, 并有出厂合格证及复试合格报告。

18.2 主要机具

18.2.1 常用冲击钻机主要技术参数见表 18.2.1。

表 18.2.1 常用冲击钻机主要技术性能

型号	钻孔直径 (m)	钻孔深度 (m)	冲击次数 (次/min)	提吊力 (kN)	主机重 (t)	钻机重 (t)	外型尺寸 (m)
CZ-22	0.6—1.2	300	40 50	20	7.5	1.3	8.6*2.3*2.3
CZ-30	1.2—1.8	500	40 50	30	13.67	2.5	10*2.7*3.5

18.2.2 钻具可选用冲击锥和管状锤, 冲击锥应配备专用掏渣筒。

18.2.3 起吊机具可用汽车吊、履带吊或自行井架式专用车。汽车吊的起吊力应满足施工要求, 起吊高度应大于施工深度。

18.2.4 灌注设备应有金属导管、承料漏斗和提升机具等, 导管宜采用无缝钢管制作, 直径宜为 200mm~300mm, 每节长度宜为 2m~3m, 最下一节脚管长度不应小于 4m; 承料漏斗容积应大于保证管内混凝土所必须保持的高度和开始浇筑时导管埋置深度所要求的混凝土的体积。

18.3 作业条件

18.3.1 桩身混凝土宜采用商品混凝土, 且施工前应将水泥、砂、石子、外掺剂送试验室复试, 同时进行配合比试验, 保证各种材料合格并提出合适的配合比, 水下浇筑应满足相应工艺要求。

18.3.2 施工现场应做好材料、机具摆放规划, 使混凝土料输送距离最短, 且输送管铺设时拐弯最少。

18.3.3 其他作业条件应符合本规程第 2.0.3 条规定。

18.4 施工工艺

18.4.1 冲击成孔灌注桩施工工艺流程应符合图 18.4.1 的规定。

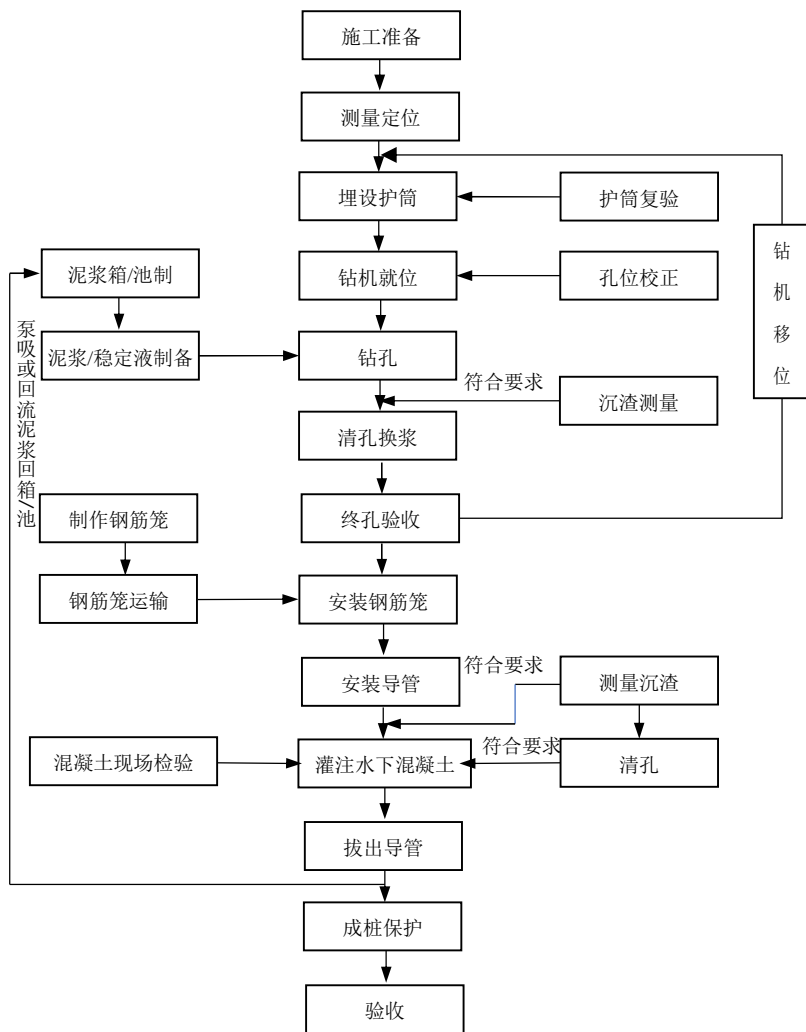


图 18.4.1 冲击成孔灌注桩施工工艺流程

18.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 根据施工现场及周边环境条件提前规划以确定最优运输路线；
- 2 施工所用设备及其他辅助施工工具入场并调试至良好状态，所用各项材料准备完成；
- 3 其他准备工作应符合本章第 18.3 节的规定。

18.4.3 测量定位是在已建立的现场测量控制网基础上进行准确的桩位测量定位，宜采用十字控制线标识。桩位偏差不应大于 20mm。

18.4.4 护筒埋设应符合下列规定：

- 1 埋设深度根据具体地质情况确定，宜座落在稳定的土层上；
- 2 护筒顶部应高出地面 200mm 左右，测量护筒顶标高作为成孔孔深依据；
- 3 护筒中心与桩中心偏差宜不大于 50mm，护筒倾斜度不宜大于 1%；
- 4 可采用预钻或驱动器埋设，预钻法埋设护筒时，周边应用粘土填埋并夯实。

18.4.5 冲击钻机就位后，应保持平稳，安放水平，防止倾斜，孔位放线误差不应大于 20mm，机械定位误差不应大于 50mm。

18.4.6 钻孔施工应按下列规定：

1 成孔应依据地层条件和设计桩型，选择钻机；开始低锤（小冲程）密击，对易渗漏、塌孔地层，应及时加块石与黏土泥浆护壁，直至孔深达护筒下 3m~4m 后，加快速度，加大冲程，转入正常连续冲击；冲击钻头的重量选用应根据孔径及地层性质决定；钻进过程中每 1m~2m 应检查一次成孔的垂直度情况，对于变层处和易于发生偏斜的部位，应采用低锤轻击，间断冲击的方法穿过；

2 钻孔内泥浆面不宜低于护筒底口，且高于地下水位不宜小于 1.0m。受水位涨落影响严重的场地，高于地下水位不宜小于 1.5m；

3 钻进过程中，应做好钻孔记录，记录孔深、地层变化、钻进时间等内容；

4 终孔自检后应及时进行报验验收。

18.4.7 泥浆制作时采用现场泥浆搅拌机制作，应先加水并计算体积，在搅拌下加入规定的膨润土，纯碱以溶液的方式在搅拌下徐徐加入，搅拌时间不少于 3min，必要时还需加入其他外加剂如增加黏降失水剂、重晶石粉增大泥浆比重，锯末、棉子等防止漏浆，制备泥浆的性能指标应符合表 18.4.7 的规定。

表 18.4.7 制备泥浆性能指标

项目	性能指标	检验方法
比重	1.04~1.18	泥浆比重计
黏度	18~25s	500/700 漏斗法
固相含量	6~8%	-
胶体率	>95%	-
含砂率	<4%	-
PH 值	7~9	PH 试纸

18.4.8 冲孔时应随时测定和控制泥浆密度；排渣方法有泥浆循环法和抽渣筒法两种，应根据实际情况选用合适的方法进行施工。

18.4.9 依次移动钻机位置到下一桩位进行终孔验收。

18.4.10 终孔验收后，安放钢筋笼和钢导管，钢筋制作参考本规程第 16.4.9 条。

18.4.11 导管安装应符合下列规定：

1 导管平台应平整，夹板牢固可靠；

2 导管安装位置应居中，导管连接处应密实。导管底口距孔底应为 300mm~500mm；

3 混凝土灌注前应向导管内置入隔水栓（塞），隔水栓（塞）的直径宜比导管内径小 10mm~20mm，使用的隔水栓（塞）应有良好的隔水性能。

18.4.12 孔底沉渣厚度应用沉渣仪或重锤测量，端承桩≤50mm，摩擦桩≤100mm。

18.4.13 混凝土灌注应按本规程第 16.4.12 条要求进行。

18.4.14 按上述工艺流程施工完成后进行灌注桩验收。

18.5 质量标准

18.5.1 所使用的水泥、粉煤灰、砂及碎石等原材料应符合设计规定要求。

18.5.2 施工中应检查桩身混凝土的配合比、坍落度和水下浇筑速度、成孔深度、混凝土灌入量等。

18.5.3 施工结束后，应对桩顶标高、桩位、桩体质量做检查。

18.5.4 冲击成孔混凝土灌注桩的质量检验标准应符合表 18.5.4 的规定。

表 18.5.4 冲击成孔混凝土灌注桩质量检验标准

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	D<1000mm	mm	≤70+0.01H	基坑开挖前量护筒，开挖后量桩中心	
			D≥1000mm	mm	≤100+0.01H		
	2	孔深	mm		+300	只深不浅，用重锤测，或测钻杆、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			按基桩检测技术规范	
	4	混凝土强度	设计要求			试件报告或钻芯取样送检	
	5	承载力	按基桩检测技术规范			按基桩检测技术规范	
6	桩身完整性	—			钻芯法（大直径嵌岩桩应钻至桩尖下 500mm），低应变法或声波透射法		
一般项目	1	垂直度	≤1/100			测套管或钻杆，或用超声波探测，干施工时吊垂球	
	2	桩径	≥0			井径仪或超声波检测，干施工时用钢尺量	
	3	泥浆比重（黏土或砂性土中）	1.15~1.20			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	mm	≤50		用沉渣仪或重锤测量
			摩擦桩	mm	≤100		
	6	钢筋笼质量	钢筋笼安装深度	mm	±100		用钢尺量
			主筋间距	mm	±10		用钢尺量
				长度	mm	±100	
			箍筋间距	mm	±20		用钢尺量
钢筋笼直径			mm	±10		用钢尺量	
钢筋材质	设计要求				抽样送检		
7	混凝土充盈系数	≥1			检查每根桩的实际灌注量		
8	桩顶标高	mm	+30 -50		水准仪，需扣除桩顶浮浆层及劣质桩体		

注：H 为桩基施工面至设计桩顶的距离（mm）；D 为设计桩径（mm）。

18.6 成品保护

- 18.6.1 桩顶保护桩长不应小于 0.5m。
- 18.6.2 机械清土不得碰撞桩头和扰动桩间土。
- 18.6.3 相邻桩基施工应保证足够的安全距离，确保临近尚未达到养护强度的桩体不受扰动破坏。

18.7 注意事项

- 18.7.1 施工前应确定钻机行走路线，成桩后钻机避免碾压成桩。
- 18.7.2 水下浇筑时应均匀提钻并保证灌注导管始终埋在混凝土中不少于 2m。
- 18.7.3 冬、雨期施工应符合下列规定：
 - 1 冬期施工应采取热水搅拌等有效的冬施措施，压灌混凝土时，混凝土的温度不得低于 5℃；
 - 2 雨季施工时，应增加骨料含水量的测量次数并及时调整施工配合比。
- 18.7.4 当容易发生串桩现象时，应采取跳打方法。
- 18.7.5 废弃的浆、渣应进行处理，不得污染环境。
- 18.7.6 夜晚施工应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定，避免扰民。

18.7.7 对于地层相对稳定，同时地基土中黏性土的占比较大的地区，经试验可采取地层自造浆，对于地层稳定性较差或渗漏严重的地区宜采用化学泥浆。

19 长螺旋钻成孔灌注桩

19.1 材料要求

19.1.1 预拌混凝土强度应符合设计要求，坍落度宜为 90mm~150mm。

19.1.2 钢筋品种和规格均应符合设计规定，并有出厂合格证及试验报告。

19.2 主要机具

19.2.1 主要机具应具备有长螺旋钻孔机、起吊设备、钢筋笼制笼机、溜筒等设备。

19.2.2 长螺旋钻孔机宜根据桩长、桩径、地层条件等合理选用，常用长螺旋钻孔机械的主要技术参数见表 19.2.2。

表 19.2.2 常用长螺旋钻机主要技术参数

参数名	单位	钻机型号				
		KLB26	CFG28	CFG-30	CFG32	CFG35
最大孔径	mm	800	600	400	1000	1200
钻孔深度	m	26	28	30	32	35
主机功率	kw	55*2	55*2	55*2	55*2	75*2
钻杆转速	rpm	31	16	23	14	8
移动形式	-	液压步履	液压步履	液压步履	液压步履	液压步履
扭矩	KNm	48	48.5	48	72.1	180
拔钻力	KN	400	400	450	480	800
回转角度	°	360	360	360	360	360
整机质量	t	50	57	72	75	130

19.3 作业条件

19.3.1 应按设计要求预制钢筋笼，钢筋笼宜分段制作，钢筋笼接头宜采用焊接或机械式接头，接头相互错开。

19.3.2 钻机和各种配套设施应进行安装调试，经验收合格后方可投入使用。

19.3.3 施工前应作成孔试验，数量不少于 2 根。

19.3.4 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

19.4 施工工艺

19.4.1 长螺旋钻成孔灌注桩施工工艺流程应符合图 19.4.1 的规定。

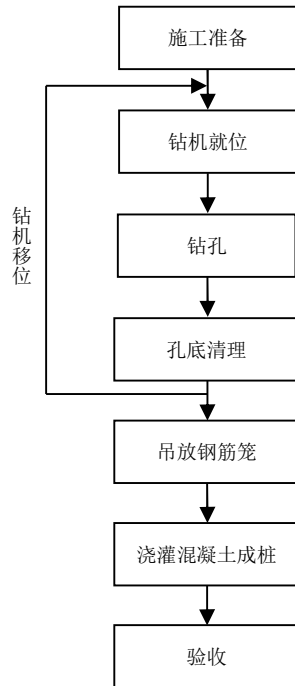


图 19.4.1 长螺旋钻成孔灌注桩施工工艺流程

19.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 根据设计图纸提供的桩位坐标，利用水准仪或全站仪依次放出各桩位，并进行闭合校正；
- 2 钻机进场后，应根据桩长安装钻塔及钻杆，钻杆连接应牢固，调试钻机至良好状态；
- 3 其他准备工作应符合本章第 19.3 节的规定。

19.4.3 钻孔施工应符合下列规定：

- 1 钻孔机就位时应保持平稳，不发生倾斜、移位。可在桩架上或桩管上作标尺控制钻孔深度；
- 2 钻孔时应调直机架挺杆，对好桩位（用对位圈），合理选择和调整钻进参数，应以电流表控制进尺速度，开动机器钻进、出土，达到设计深度后使钻具在孔内空转数圈，清除虚土，然后停钻、提钻；
- 3 钻孔结束后应检查成孔质量，可用测深绳（锤）或手提灯测量孔深、垂直度及虚土厚度。虚土厚度为测量深度与钻孔深的差值，虚土厚度不应超过 100mm；
- 4 孔底的虚土厚度超过质量标准时，应分析原因，采取处理措施；
- 5 经过成孔质量检查后，应按表逐项填好桩孔施工记录，然后移走钻孔机到下一桩位。

19.4.4 吊放钢筋笼应符合下列规定：

- 1 吊放钢筋笼时，应再次复查孔深、孔径、孔壁、垂直度及孔底虚土厚度；
- 2 钢筋笼起吊时不得在地上拖曳，吊入钢筋笼时，应吊直扶稳，对准孔位，缓慢下沉，避免碰撞孔壁；
- 3 钢筋笼下放至设计深度时应立即固定；
- 4 两段钢筋笼连接时，应确保钢筋的位置正确，保护层符合要求。

19.4.5 浇灌混凝土成桩应符合下列规定：

- 1 使用溜筒浇灌混凝土时落差不宜大于 2m，应边浇灌混凝土边分层振捣密实；
- 2 浇灌桩顶以下 5m 范围内的混凝土时，每次浇注高度不宜大于 1.5m；
- 3 浇灌混凝土至桩顶时，宜超过桩顶设计标高 500mm 以上，保证在凿除浮浆后，桩标高符合设计要求。

19.5 质量标准

19.5.1 施工中应检验钢筋笼质量、混凝土坍落度、桩位、孔深、桩顶标高等。

19.5.2 施工结束后应检验桩的承载力、桩身完整性及混凝土的强度。

19.5.3 长螺旋钻成孔灌注桩的质量检验标准应符合表 19.5.3 规定。

表 19.5.3 长螺旋钻成孔灌注桩质量检验标准

项次	项 目	允许值或偏差值 (mm)	检验方法
主控项目	1 承载力	不小于设计值	静载试验
	2 孔深及孔底土岩性	不小于设计值	测绳、检查孔底土岩性报告
	3 桩身完整性	—	钻芯法（大直径嵌岩桩应钻至桩尖下 500mm），低应变法或声波透射法
	4 混凝土强度	不小于设计值	28d 试块强度或钻芯法
	5 桩径	≥0	用钢尺量
一般项目	1 桩位	≤70+0.01H	全站仪或用钢尺量
	2 垂直度	≤1/100	经纬仪测量或线锤测量
	3 桩顶标高	+30 -50	水准测量
	4 混凝土坍落度	90~150	坍落度仪
	5 钢筋笼主筋间距	±10	用钢尺量
	6 钢筋笼长度	±100	用钢尺量
	7 钢筋材质检验	设计要求	抽样送检
	8 箍筋间距	±20	用钢尺量
	9 钢筋笼直径	±10	用钢尺量

19.6 成品保护

19.6.1 钢筋笼在制作、运输和安装过程中，应采取防止变形的措施。放入桩孔时，应有保护垫块和垫板。安装钻孔机、运输钢筋笼以及浇注混凝土时，应注意保护好现场的轴线桩、高程桩。

19.6.2 钢筋笼在吊放入孔时，不得碰撞孔壁。

19.6.3 钻孔结束应及时盖好孔口，不得在盖板上过车和行走。

19.6.4 已完桩在开挖时应制定合理的施工顺序和技术措施，防止桩的位移和倾斜，并检查每根桩的纵横水平偏差。

19.6.5 桩头外留的主筋插铁应妥善保管，不得任意弯折或压断，并备有防止伤人措施。

19.6.6 桩头混凝土强度未达到 5MPa 时不得碾压。

19.7 注意事项

19.7.1 开始钻孔或穿过软硬互层交界时，应缓慢进尺，保证钻具垂直，钻进遇有含石块较多的土层或含水量较大的软塑黏土层时，应防止钻杆晃动引起孔径扩大。钻进不稳定地层(如含水砂层、干砂层、砂砾层等)时，应采用低转速钻进，提钻前上下活动钻具，挤实孔壁，必要时可投入黏土泥球，保护孔壁。

19.7.2 钻孔时应注意土质变化，遇有砂卵石或流塑淤泥、上层滞水渗漏等情况时，应立即采取措施，选择合理的降、止水措施。成孔后应及时浇灌混凝土。

19.7.3 浇灌混凝土时应边浇边振捣，严禁将土及杂物和混凝土一起灌入孔中。

19.7.4 钢筋笼在堆放、运输、起吊、入孔等过程中，应严格执行操作规定，加强对操作工人的技术交底，严格执行保证质量的措施。

19.7.5 当出现钻杆跳动、机架摇晃、钻不进尺等异常情况时，应立即停车检查。

19.7.6 提钻、下笼时注意保护孔壁，必要时可二次投钻清理虚土。

19.7.7 混凝土灌到桩顶时，应随时测量顶部标高，避免过多截桩。

19.7.8 如遇到周围环境敏感时，宜采取隔桩跳打的方法。

19.7.9 冬期当温度低于 0℃浇灌混凝土时，应采取加热保温措施。浇灌时，混凝土的温度应按冬施方案规定执行。在桩顶未达到设计强度 50%前不得受冻。当气温高于 30℃时，应根据具体情况对混凝土采取缓凝措施。

19.7.10 雨期混凝土应随钻随打。雨天不得进行钻孔施工且现场应采取有效的排水措施。

20 柱锤冲扩挤密桩

20.1 材料要求

- 20.1.1** 桩体材料可采用房渣土、碎砖三合土、级配砂石、灰土、水泥土及干硬性混凝土。
- 20.1.2** 当采用碎砖三合土时，其体积比可采用生石灰：碎砖：黏性土为 1:2:4。
- 20.1.3** 干硬性混凝土填料量及配合比应满足设计要求，坍落度小于 10mm。
- 20.1.4** 当采用其他材料时，应通过试验确定其适用性和配合比。

20.2 主要机具

- 20.2.1** 起重机具可采用起重机、步履式夯扩桩机或其他专用机具设备。
- 20.2.2** 柱锤可用钢材制作或用钢板为外壳内部浇注混凝土制成，也可用钢管为外壳内部铸铁制成。常用柱锤参数见表 20.2.2。

表 20.2.2 柱锤参数表

序号	规格			锤底形状
	直径 (mm)	长度 (m)	质量 (t)	
1	325	2~6	1.0~4.0	凹形底
2	377	2~6	1.5~5.0	凹形底
3	500	2~6	3.0~9.0	凹形底

注：封顶或拍底时，可采用质量 2t~10t 的扁平重锤进行。

- 20.2.3** 装料机具可用装载机或人工手推车。
- 20.2.4** 测量仪器应备有全站仪、水准仪、钢卷尺等。

20.3 作业条件

- 20.3.1** 在基坑内打桩时，基坑边坡与边桩的净距不应小于 1.0m。
- 20.3.2** 当夯击能量有可能对邻近建构筑物产生影响时，应在施工区边界开挖隔震沟，隔震沟规模应根据影响程度确定。
- 20.3.3** 起重设备进场后应及时进行安装与调试，保证起重机行走运转正常；起吊挂钩锁定装置应牢固可靠，脱钩自由灵敏，与钢丝绳连接牢固；柱锤重量、直径、高度应满足设计要求，柱锤挂钩与柱锤整体应连接牢固。
- 20.3.4** 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条要求。

20.4 施工工艺

- 20.4.1** 柱锤冲扩挤密桩施工工艺流程应符合图 20.4.1 的规定。

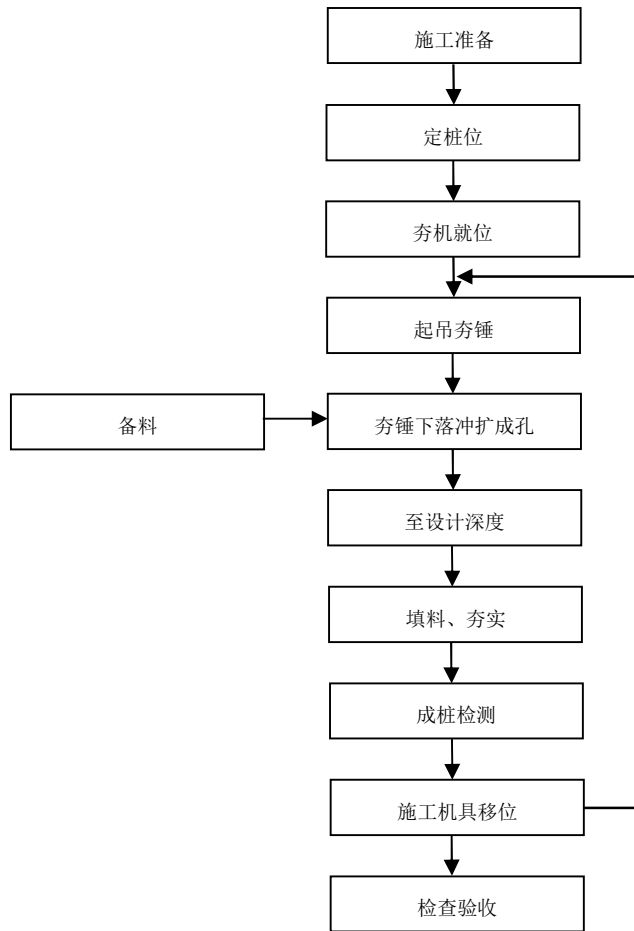


图 20.4.1 柱锤冲扩挤密桩施工工艺流程

20.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 施工现场材料、机具摆放规划应符合输送距离短原则；
- 2 设备调试正常，具备施工条件；
- 3 正式施工前应完成试成桩和施工参数确定；
- 4 其他准备工作应符合本章第 20.3 节的规定。

20.4.3 试成桩与施工参数确定应符合下列规定：

- 1 正式施工前应在施工场地适当位置进行试成桩工作；
- 2 试验成孔直径、成孔深度、成桩直径，应以设计文件为准；
- 3 施工每步（层）填料量，夯击次数及夯锤提升高度应根据现场试验后确定，同时验证设计参数，必要时对设计参数进行修改。

20.4.4 施工机具就位时，应使柱锤对准桩位，对中误差应小于 2cm。

20.4.5 柱锤冲孔根据土质及地下水情况可分别采用下列方式：

- 1 冲击成孔：将柱锤提升至一定高度，自由下落冲击土层，如此反复冲击，接近设计成孔深度时，可在孔内填少量粗骨料继续冲击，直到孔底被夯密实；
- 2 填料冲击成孔：成孔时出现缩颈或坍孔时，可分次填入碎砖和生石灰块，边冲击边将填料挤入孔壁及孔底，当孔底接近设计成孔深度时，夯入部分碎砖挤密桩端土；
- 3 复打成孔：当塌孔严重难以成孔时，可提锤反复冲击至设计孔深，然后分次填入碎砖和生石灰块，

待孔内生石灰吸水膨胀，桩间土性质有所改善后，再进行二次冲击复打成孔。

4 当采用上述方法仍难以成孔时，可以采用套管成孔，即用柱锤边冲孔边将套管压入土中，直至桩底设计标高。

20.4.6 应利用钻具或钻机支架上的深度尺寸标记进行成孔深度控制，并应符合设计要求。

20.4.7 填料夯击成桩应符合下列规定：

- 1 宜用标准料斗或运料车将拌合好的填料运至孔口；
- 2 孔口填料一侧应铺上铁板，填料填入孔内时应用铁锹导入；
- 3 当采用跟套管方法成孔时，边分层填料夯实，边将套管拔出；
- 4 锤的质量、锤长、落距、分层填料量、分层夯填度、夯击次数和总填料量等，应根据试验或当地经验确定；
- 5 孔底夯实后，应按照要求进行分层填料，分层夯实；
- 6 每个桩孔应夯填至桩顶设计标高以上至少 0.5m，其上部桩孔宜用原地基土夯封；
- 7 施工机具移位，重复上述步骤进行下一根桩施工。

20.4.8 基槽开挖后，应在晾槽拍底或振动压路机碾压后，进行铺设垫层并压实。

20.5 质量标准

20.5.1 施工前应检查填料的含泥量、有机质含量、含水量等。

20.5.2 施工过程中应随时检查施工记录及现场施工情况，检查每根挤密桩的桩位、桩孔直径、桩孔深度、夯击次数、含水量、配比、压实系数、灌料量、标高、垂直度等，并进行质量评定。

20.5.3 施工结束后，应检验桩体质量、复合地基承载力或单桩承载力。

20.5.4 柱锤冲扩挤密桩质量检验标准应符合表 20.5.4 的规定。

表 20.5.4 柱锤冲扩挤密桩质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	承载力	不小于设计值		静载试验
	2	混凝土强度（干硬性混凝土）	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	3	单桩承载力（干硬性混凝土）	不小于设计值		静载试验
	4	桩身完整性（干硬性混凝土）	-		低应变检测
	5	桩体密实度（砂石）	不小于设计值		重型动力触探
	6	桩体填料平均压实系数（土料）	≥0.97		环刀法
	7	桩长	不小于设计值		测桩管长度或用测绳测孔深
一般项目	1	砂石料含泥量	≤5%		水洗法
	2	有机质含量	≤5%		灼烧减量法
	3	土料含水量	最优含水量±2%		烘干法
	4	土料粒径（水泥土）	mm	≤20	筛析法
	5	石灰粒径（灰土）	mm	≤5	筛析法
	6	桩位	条基边桩沿轴线	≤1/4D	全站仪或用钢尺量
	垂直轴线		≤1/6D		
	其他情况		≤2/5D		

	7	桩径	+50 0		用钢尺量
	8	桩顶标高	mm	±50	水准测量，最上部 500mm 劣质桩体不计入
	9	垂直度	≤1/100		经纬仪测桩管
	10	砂、碎石褥垫层夯填度	≤0.9		水准测量
	11	灰土垫层压实系数	≥0.95		环刀法

注：D为设计桩径（mm），检查项目栏括号内为桩体填料，根据不同的桩体填料、垫层选择相应的检测项目。

20.6 成品保护

20.6.1 桩施工完清除保护桩头后，应进行晾槽拍底或碾压，随后铺设垫层并压实。

20.6.2 基础底面以上应预留 0.7m~1.0m 厚的土层，待施工结束后，将表层土挖除。

20.6.3 冬、雨期施工，应采取措施防止填料淋湿或冻结。

20.7 注意事项

20.7.1 开始成孔或填料快结束时，夯锤落地易侧向倾倒，施工人员应佩戴安全帽并离开夯坑 5m 以上。

20.7.2 采用钢丝绳悬吊下落夯锤的方法应检查钢丝绳磨损情况及钢丝绳与柱锤连接牢固情况，发现磨损严重或连接处有松动，应及时更换。

20.7.3 施工前应根据试成桩及设计要求的桩径和桩长确定分层填料量、分层夯实厚度及总填料量。填料充盈系数不宜小于 1.5，如密实度达不到设计要求，应空夯夯实。

20.7.4 成孔及填料夯实的施工顺序宜间隔进行。

21 振冲碎石桩

21.1 材料要求

21.1.1 桩体材料可用含泥量不大于 5% 的碎石、卵石、矿渣或其他性能稳定的硬质材料，不宜使用风化易碎的石料。填料粒径宜为 20mm~150mm，最大粒径不宜超过 200mm，应根据振冲器功率大小合理选择。

21.1.2 成桩用水应采用自来水或不含有有害物质的洁净水。

21.2 主要机具

21.2.1 振冲器宜根据桩长、桩径、地层条件等合理选用，常用振冲器主要技术参数见表 21.2.1。

表 21.2.1 常用振冲器主要技术参数

型号	功率 (kW)	额定电流 (A)	最大转速 (rpm)	振幅 (mm)	振动力 (kN)	质量 (kg)	外径 (mm)	长度 (mm)
BJ-ZC-30-325	30	58	1450-1800	13.5	130-200	1192	325	2000
BJ-ZC-30-377	30	58	1450-1800	20	150-230	1300	377	2300
ZCQ30	30	60	1470		90	960	351	2470
BJ-ZC-45-325	45	88	1450-1800	13.5	130-200	1200	325	2000
BJ-ZC-45-377	45	88	1450-1800	20	150-230	1380	377	2300
ZCQ45	45	80	1450	≥10	110	1000	360	≤2230
BJV55E-325	55	108	1450	15.5	117	1240	325	2560
BJV55E-377	55	108	1450	14	138	1560	377	2500
BJV75E-325	55	148	1450	14	117	1368	325	2700
ZCQ55	55	100	1450	≥9.8	130	1350	390	≤2465
ZCQ55	55	107	1470		130	1150	351	2785
BJV75E-377	75	148	1450	17.5	188	1828	377	3110
BJV75E-426	75	148	1450	16	180	2018	426	2783
ZCQ75	75	150	1450	≥9.5	160	1800	426	≤2600
ZCQ75C	75	146	1480		160	1800	426	3125
ZCQ75D	75	150	1460		160	1690	402	3250
ZCQ75E	75	142	1470		160	1640	351	3660
BJV100E-377	100	195	1450-1800	19	180-276	1880	377	3215
BJV100E-426	100	195	1450	17.2	208	2073	426	2883
ZCQ100	100	190	1450	≥9.2	180	1950	426	≤2750
ZCQ100A	100	197	1480		190	1900	402	3215
ZCQ100C	100	189	1470		180	1816	351	3950
BJV130E-377	130	255	1450-1800	19	180-276	1900	377	3355
BJV130E-426	130	255	1450	17.2	208	2320	426	2963
ZCQ130	130	250	1450	≥9.0	200	2200	426	≤2860
ZCQ132A	132	246	1480		220	2320	402	3655
ZCQ132B	132	246	1480		120-220	2500	402	4003
ZCQ132C	132	241	1470		200	2410	351	4320

BJV150E-377	150	290	1450-1800	19	180-276	2100	377	3445
BJV150E-426	150	290	1450	18.9	276	2516	426	3023
ZCQ150	150	290	1450	≥ 8.8	225	2350	426	≤ 3000
ZCQ160A	160	295	1480		260	2890	402	4400
BJV180E-377	180	350	1450-1800	21	180-276	2140	377	3485
BJV180E-426	180	350	1450	18.9	276	2586	426	3100
ZCQ180	180	359	1450	≥ 8.5	250	2600	426	≤ 3150
ZCQ180A	180	336	1470		300	3000	402	4470
ZCQ220	220	395	1470		320	3110	402	4410
BJV260E-450	260	500	1450	32	520	3280	450	3770

21.2.2 振冲器的升降设备可采用起重机、自行井架式施工平车等设备。

21.2.3 填料机具可用装载机或人工手推车。

21.2.4 配套的辅助设备应有供水水泵和排水管道，电力控制设备（150A 以上容量的电流表，500V 的电压表）和留振时间自动信号仪表，配套的电缆、胶管、修理机具等。

21.3 作业条件

21.3.1 在基坑内打桩时，基坑边坡与边桩的净距不应小于 1.0m。

21.3.2 泥浆池个数、大小要依据现场计算排放量进行设置，保证泥浆排放畅通。

21.3.3 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

21.4 施工工艺

21.4.1 振冲碎石桩施工工艺流程宜符合图 21.4.1 的规定。

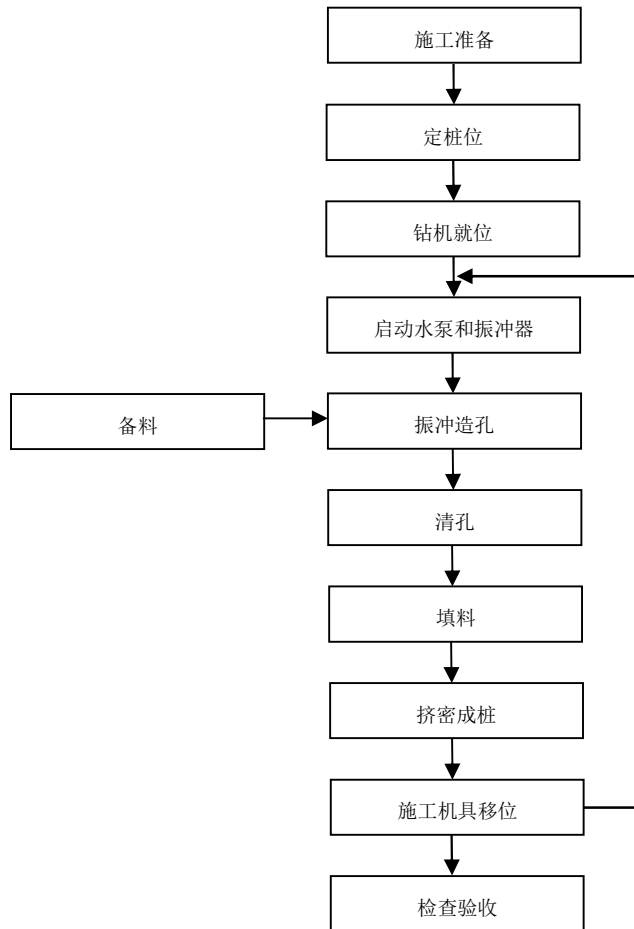


图 21.4.1 振冲碎石桩施工工艺流程

21.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 施工现场材料、机具摆放规划应符合输送距离短原则；
- 2 设备调试正常，具备施工条件；
- 3 施工现场应事先开设泥水排放系统，或组织好运浆车辆将泥浆运至预先安排的存放地点，应设置沉淀池，重复使用上部清水；
- 4 正式施工前应在护桩或建筑物非主要部位进行试制桩；
- 5 其他准备工作应符合本章第 21.3 节的规定。

21.4.3 造孔、清孔应符合下列规定：

- 1 施工机具就位，起吊振冲器对准桩位，偏差应小于 50mm；
- 2 先开启供水泵，水压宜为 200kPa~600kPa，供水量宜为 200L/min~400L/min，待振冲器下端喷水口出水后，启动振冲器，检查水压、电压和振冲器空振电流是否正常；
- 3 下放振冲器，使其徐徐沉入土中，造孔速度宜为 0.5 m/min~2.0m/min，造孔过程中应保持振冲器呈悬垂状态。当电流值超过电机额定电流时，应减速或暂停振冲器下沉或者上提振冲器，等电流值下降并满足要求后再继续造孔。造孔中，若孔口不返水，应加大供水量；
- 4 当造孔达到设计深度时即可终止，并将振冲器上提 300mm~500mm，记录振冲器经各深度的水压、电流和留振时间；
- 5 造孔后应边提升振冲器边冲水直至孔口，再放至孔底，重复 2 次~3 次扩大孔径，并使孔内泥浆变稀，开始填料制桩。

21.4.4 填料、挤密沉桩应符合下列规定：

1 清孔后即向孔内填料，填料方式有连续填料和间断填料两种。连续填料时，振冲器停留在设计孔底300mm~500mm 以上位置，向孔内不断回填石料，并在振动中提升振冲器，整个制桩过程中石料均处于满孔状态。间断填料时，应将振冲器提升孔口，每往孔内倒石料一次，下降振冲器至填料中振冲一次；

2 大功率振冲器投料可不提出孔口，小功率振冲器下料困难时，可将振冲器提出孔口填料，每次填料厚度不宜大于 500mm；将振冲器沉入填料中进行振密制桩，当电流达到规定的密实电流值和规定的留振时间后，将振冲器提升 300mm~500mm；

3 自下而上逐段制作桩体直至孔口，记录各段深度的填料量、最终电流值和留振时间；

4 成桩后，应先停止振冲器运转，再停止供水泵。

21.4.5 为保证桩头密实，应在槽底标高以上预留 700mm~1500mm 厚土层，碎石桩施工宜达到设计桩顶标高以上 200mm~500mm，桩体施工完毕后，应将顶部预留的松散桩体挖除，铺设垫层并压实。

21.5 质量标准

21.5.1 施工前应检查碎石料的含泥量及有机质含量等。振冲法施工前应检查振冲器的性能，应对电流表、电压表进行检定和校准。

21.5.2 施工中应检查每根碎石桩的桩位、标高、垂直度等。尚应检查密实电流、供水压力、供水量、填料量、留振时间、振冲点位置、振冲器施工参数等。

21.5.3 施工后，应间隔一段时间方可进行质量检验。对粉质黏土地基不宜少于 21d，对粉土地基不宜少于 14d，对砂土和杂填土地基不宜少于 7d。

21.5.4 施工结束后，应进行地基承载力、桩体密实度等检验。

21.5.5 振冲碎石桩质量检验标准应符合表 21.5.5 的规定。

表 21.5.5 振冲碎石桩质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	承载力	不小于设计值		静载试验
	2	桩体密实度	不小于设计值		重型动力触探
	3	填料量	%	≥-5	实际用量与计算填料量体积比
	4	孔深	不小于设计值		测钻杆长度或用测绳
一般项目	1	填料的含泥量	%	<5	水洗法
	2	填料的有机质含量	%	≤5	灼烧减量法
	3	填料粒径	设计要求		筛析法
	4	桩间土强度	不小于设计值		标准贯入试验
	5	桩位	mm	≤0.3D	全站仪或用钢尺量
	6	桩顶标高	不小于设计值		水准测量，将顶部预留的松散桩体挖除后测量
	7	密实电流	设计值		查看电流表
	8	留振时间	设计值		用表计时

注：1、D 为设计桩径（mm）。

21. 6 成品保护

21.6.1 冬期应用草帘或岩棉被覆盖保护避免桩间土受冻；雨期时应做好覆盖，避免下雨时造成浸槽。

21.6.2 清土时应采用人工和小型机械配合进行，不得碰撞、碾压桩头和扰动桩间土。

21.6.3 振冲施工返出的水应及时排除，减少积水对地基土浸泡。

21. 7 注意事项

21.7.1 为避免振冲器造成电流过大，造成孔壁坍塌，可采取减慢振冲器下沉速度、减少振动力等措施。

21.7.2 当密实度电流难以达到时，应采取继续填料和提拉振冲器加速填料的措施，防止因土质软而出现填料不足的质量问题。

21.7.3 为避免缩孔、堵塞孔道，可采用先固壁、后填料和强迫填料的方法。

21.7.4 对易液化的砂土地层，应适当加大桩距，避免“串桩”。

21.7.5 施工作业区 5m 以内应无高压线路，施工区域应有明显的标志或护拦，严禁闲人进入。

21.7.6 施工场地的废水、废浆，应及时排入事先挖好的沉淀池中，不得任意排放。

22 注浆钢管桩

22.1 材料要求

22.1.1 水泥宜选用 P.O42.5 普通硅酸盐水泥或 P.S.A 矿渣硅酸盐水泥。

22.1.2 细骨料的选用应符合下列规定：

1 公称直径不应大于 2.5mm；

2 砂的含泥量或石粉含量按重量计不得大于总重量的 3%，泥块含量不大于 1%，含云母、有机质、轻物质、硫化物及硫酸盐等有害物质的含量，按重量计不得大于总重量的 3%，并应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 及现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 等技术标准的规定；

3 使用前应进行砂的碱活性检验。

22.1.3 拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

22.1.4 钢管外径宜为 $\phi 89\text{mm}$ 、 $\phi 108\text{mm}$ 、 $\phi 140\text{mm}$ 、 $\phi 168\text{mm}$ 等。

22.2 主要机具

22.2.1 注浆钢管桩施工宜备有地质钻机、锚杆静压机、起重机、空气压缩机、电焊机、切割机、注浆泵。

22.2.2 测量仪器应备有全站仪、水准仪等。

22.2.3 钻机、空气压缩机常用型号及性能参数可参考本规程第 23.2 节。

22.3 作业条件

22.3.1 在基坑内打桩时，基坑边坡与边桩的净距不应小于 1.0m。

22.3.2 施工前应将水泥、砂、外掺剂送试验室复试。

22.3.3 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

22.4 施工工艺

22.4.1 注浆钢管桩施工工艺流程应符合图 22.4.1 的规定。

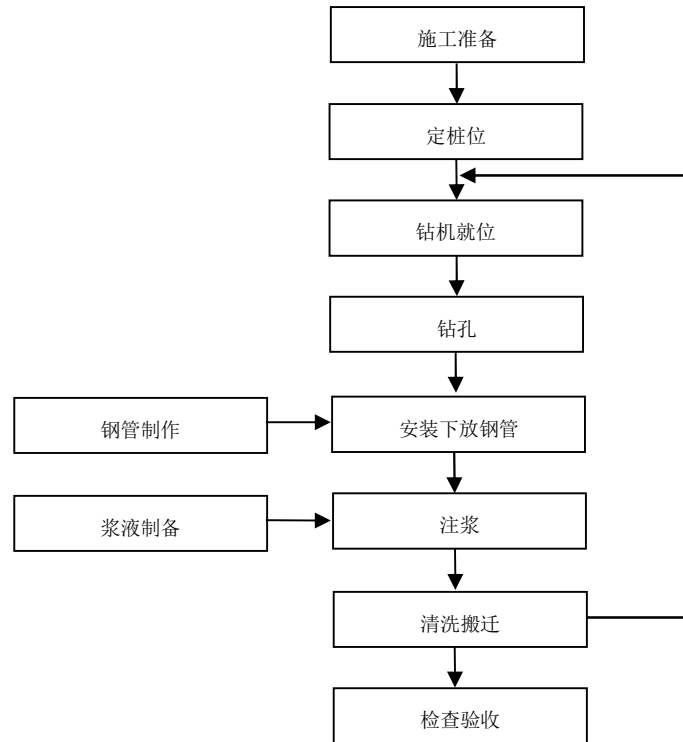


图 22.4.1 注浆钢管桩施工工艺流程

22.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 高压设备、管路系统和浆液循环设备均已准备就绪，经检查或试验满足设计与施工要求；
- 2 施工现场材料和机具摆放规划应符合输送距离短、输送管拐弯少原则；
- 3 其他准备工作应符合本章第 22.3 节的规定。

22.4.3 钢管制作应符合下列规定：

- 1 钢管制作宜在工厂或施工现场作业棚内台架上进行；
- 2 应按设计要求的钢管材质、壁厚、深度进行下料；
- 3 钢管连接处采用套管接焊，焊接强度与质量应满足现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的要求；

4 涂料防腐应按现行行业标准《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的规定执行，钢管防腐构造应符合耐久性设计的要求。

22.4.4 注浆浆体材料可采用水泥净浆、水泥砂浆，浆液的制备应符合下列规定：

- 1 浆液的配合比应采用经认证的计量装置计量，材料掺量符合设计要求；
- 2 选用的搅拌机应能够保证搅拌水泥浆的均匀性；在搅拌槽和注浆泵之间应设置存储池，注浆前应进行搅拌以防止浆液离析和凝固；

3 砂浆配合比水泥：砂宜为 1:1~1:2（重量比），水灰比宜为 0.38~0.45；纯水泥浆水灰比宜为 0.45~0.5。

22.4.5 钻孔施工应符合下列规定：

- 1 钻孔前根据设计图纸测放孔位，偏差应小于 20mm；
- 2 钻孔机械应根据实际情况选用干钻、湿钻或风钻等；
- 3 钻机就位后，应保持平稳，安放水平，防止倾斜；钻进时，每进深 2m 宜接一次钻杆，直至设计有效深度；

4 钻孔过程中,若遇易塌孔的土层,宜采用泥浆循环护壁或跟管钻进,钻孔完成后应采用泥浆循环清孔,清除孔底沉渣;

5 成孔后应及时清孔,塌孔后应二次清孔,不得强行植入钢管;

6 钻孔的孔深、孔径应符合设计要求,钻孔记录应详细、完整。

22.4.6 注浆机应安装在现场指定位置,电源由指定的配电箱接入,注浆管应装设压力表。

22.4.7 安装下放钢管应符合下列规定:

1 钢管桩可采用静压或植入等方法施工;采用静压法时,安装下放钢管应在注浆后水泥浆初凝前完成;

2 应及时在孔内安装预先制作好的钢管,沿钢管轴线方向每隔 1.0m~2.0m 设置一个定位支架;

3 钢管的保护层厚度不宜小于 35mm,钢管上套 PVC 管宜露出地面 200mm;

4 钢管安装后应悬吊在钻孔内,底端与孔底距离不应小于 100mm;

5 钢管制作后的成品宜尽早使用;存放期较长时,使用前应进行腐蚀性及其完整性检查。

22.4.8 注浆应符合下列规定:

1 应缩短桩孔成孔和灌注水泥浆之间的时间间隔,清孔后及时下放钢管并注浆;

2 根据设计承载力、地质条件及设计要求,采用一次注浆或二次注浆,注浆流量可取 7 L/min ~10L/min;

3 灌注方法应根据注浆泵和注浆系统合理选用,注浆泵与注浆口距离不宜大于 30m;

4 浆体应随用随制备,在初凝前用完,浆体出现泌水现象时,应重新拌和;

5 注浆过程应连续,初次注浆管应插至距孔底 200mm~500mm,随浆液灌注而匀速或分段拔出,直至孔口溢出均匀浆液后方可停止注浆;设置止浆塞时,宜在止浆塞下安装排废管通到地面,初次注浆管可不拔出,排废管溢出均匀浆液后方可停止注浆;孔口浆体液面下沉时应及时补浆;

6 一次注浆压力宜为 0.3MPa ~0.5MPa,待浆液从孔口或排废管溢出后可停止注浆;

7 二次注浆压力宜为 0.5 MPa ~1.5MPa,应在初次浆体的水泥结石体强度达到 5.0MPa 后进行,开环压力不宜低于 2.0MPa;

8 地下水有流动性或同时进行降水作业时,应采取措施避免地下水的流动造成浆液的稀释及流失。

22.4.9 钢管桩顶段与承台的连接宜采用刚性接头,将桩头嵌入承台内的长度应符合设计和规范要求,并利用钢筋予以补强或在钢管桩顶段加焊基础锚固钢筋。

22.4.10 注浆钢管桩按复合地基设计时,高出设计标高的钢管应采用切割机进行切除,并保证钢管顶的砂浆保护层厚度不小于 35mm,桩顶铺设褥垫层的材料可采用粗砂、中砂或碎石等,垫层材料最大粒径不宜大于 20mm,褥垫层厚度宜为 100mm~150mm,褥垫层的夯填度不宜大于 0.9。

22.5 质量标准

22.5.1 施工前应对桩位、成品钢管桩外观质量进行检验。

22.5.2 施工验收应提供原材料的力学性能检验报告、试件留置数量及制作养护方法、混凝土和砂浆等抗压强度试验报告、钢管制作质量检查报告等。

22.5.3 施工完成后应进行桩顶标高、桩位偏差等检验。

22.5.4 注浆钢管桩作为复合地基时,应按刚性桩复合地基要求进行检测。

22.5.5 桩身完整性检验宜采用低应变动力试验进行检测,竖向承载力检验应采用静载荷试验。

22.5.6 注浆钢管桩质量检验标准应符合表 22.5.6 的规定。

表 22.5.6 注浆钢管桩质量检验标准

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	承载力		不小于设计值		静载试验
	2	桩长		不小于设计值		用钢尺量
	3	桩径		mm	≥0	用超声波或井径仪测量
	4	桩身完整性		-		低应变检测
一般项目	1	桩位	独立、条形基础	mm	垂直轴线方向±1/6D; 沿轴线方向±1/4D	全站仪或 用钢尺量
			其它位置	mm	±1/2D	
	2	垂直度		mm	≤1/100	用经纬仪测量
	3	上下节桩错口		mm	≤1	用钢尺量
	4	焊缝	咬边深度	mm	≤0.5	焊缝检查仪
			加强层高度	mm	≤2	焊缝检查仪
			加强层宽度	mm	≤3	焊缝检查仪
	5	焊缝电焊质量外观		无气孔, 无焊瘤, 无裂缝		目测法
	6	焊缝探伤检验		设计要求		超声波或射线探伤
	7	焊接结束后停歇时间		min	≥1	用表计时
8	桩顶标高		mm	+ 30 - 50	水准测量	

注: 1、D 为设计桩径 (mm)。

22. 6 成品保护

22.6.1 应对钢管加工场地、水泥等进行下垫上盖。

22.6.2 当清至槽底时, 冬期应用草帘或岩棉被覆盖保护桩间土, 雨期时也应做好覆盖。

22. 7 注意事项

22.7.1 钢管焊接宜在室内进行。在室外焊接时, 最低气温不宜低于-20℃, 且应有防雪挡风措施。

22.7.2 钢管桩钢构件应采取防腐措施, 符合耐久性的设计要求。

22.7.3 钢管顶部保护层厚度应满足设计和规范要求。

22.7.4 软土地区钢管桩应选择较好的土层作为桩端持力层, 进入持力层深度不宜小于 5 倍的桩径; 应采取间隔施工、控制注浆压力和速度等措施, 减少钢管桩施工期间的地基附加变形, 控制基础不均匀沉降及总沉降量。

22.7.5 场地岩溶发育, 出现大量漏浆时, 可采用降压或自流式灌浆, 同时限制进浆量、改换浓浆、加入水玻璃等方法进行处理, 或采用间歇式注浆方式灌注, 以控制浆液的扩散半径。

23 抗浮锚杆

23.1 材料要求

23.1.1 初次注浆浆体材料可采用水泥净浆、水泥砂浆或细石混凝土，二次及分段高压注浆应采用水泥净浆，且应符合下列规定：

1 水泥宜选用 52.5R 及 42.5R 的水泥，并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 及《抗硫酸盐硅酸盐水泥》GB 748 的规定；

2 采用水泥净浆时，初次注浆水灰比宜为 0.45~0.55，二次及多次注浆水灰比宜为 0.60~0.80；

3 采用水泥砂浆时，灰砂比宜为 1:0.5~1:1，水胶比宜为 0.45~0.55；

4 采用细石混凝土时，宜按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定执行。

23.1.2 钢筋筋体宜采用强度等级不小于 400MPa 的热轧带肋钢筋、预应力螺纹钢筋及环氧涂层钢筋，性能应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2、《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065 及《钢筋混凝土用环氧涂层钢筋》GB/T 25826 的规定。

23.1.3 钢绞线筋体可采用钢绞线、环氧涂层钢绞线、无黏结钢绞线，性能应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 及《环氧涂层七丝预应力钢绞线》GB/T 21073、现行行业标准《填充型环氧涂层钢绞线》JT/T 737 及《无黏结预应力钢绞线》JG/T 161 的规定。

23.1.4 采用环氧涂层筋体、金属筋体涂敷环氧材料或防腐材料，以及采用非金属筋体时，均应进行筋体与浆体的黏结强度试验及锚夹具夹持试验验证。

23.1.5 拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

23.1.6 细骨料的选用应符合下列规定：

1 公称粒径不应大于 2.5mm；

2 砂的含泥量或石粉含量按重量计不得大于总重量的 3%，泥块含量不大于 1%，含云母、有机质、轻物质、硫化物及硫酸盐等有害物质的含量，按重量计不得大于总重量的 3%，并应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 及现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 等技术标准的规定；

3 使用前应进行砂的碱活性检验。

23.1.7 外加剂的使用应符合下列规定：

1 不应影响浆体与岩土体的黏结及对筋体产生腐蚀；

2 不应使用含有氯盐配制的外加剂，不宜采用无机盐类早强剂；

3 不宜采用含硝酸盐、亚硝酸盐、碳酸盐的早强剂；

4 锚固段不宜采用缓凝类外加剂；

5 拉力型及非预应力型锚杆浆液中不宜加入引气类外加剂；

6 对锚杆孔口充填注浆及封闭锚头时，宜使用膨胀剂；

7 外加剂的性能、使用要求及方法等应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119、《混凝土外加剂》GB 8076 及现行行业标准《钢筋阻锈剂应用技术规程》JGJ/T 192 或 YB/T 9231 等技术标准的规定；

8 外加剂应通过配比试验后选用。

23.1.8 浆体中的最大氯离子含量不应超过 0.2%，并应符合下列规定：

1 氯离子最大含量应为浆液中水泥、砂、石、外加剂、矿物掺合料及水等各组成材料中氯离子的总含量，以氯离子与胶凝材料重量的百分率计；

2 单位体积浆体结石中三氧化硫的最大含量不应超过胶凝材料总量的 4%；

3 浆体中含碱量（水溶碱，等效 Na₂O 当量）不应超过 3kg/m³；

4 氯盐环境和化学腐蚀环境宜使用粉煤灰、磨细矿渣及硅灰等矿物掺合料。

23.1.9 其他材料应满足现行行业标准《抗浮锚杆技术规程》YB/T 4659 的要求。

23.2 主要机具

23.2.1 抗浮锚杆施工应选用满足不同要求的钻机和钻具，常用的有分体式全液压锚固钻机、履带式全液压锚杆钻机、顶驱履带式锚杆钻机、普通地质钻机等，还需要张拉设备、张拉机等，张拉前需进行配套标定，常用的地质钻机技术参数见表 23.2.1。

表 23.2.1 常见的地质钻机技术参数表

基本参数	
钻孔直径 (mm)	Φ150~Φ250
钻孔深度 (m)	100~140
钻杆直径 (mm)	Φ73、Φ89、Φ102、Φ114、Φ127、Φ133、Φ140
钻孔倾角 (°)	0~90
回转器输出转速 (r/min)	10~140
回转器输出扭矩 (N.m)	6800
回转器行程 (mm)	3400
推进架给进行程 (mm)	900
回转器提升力(KN)	65
回转器加压力 (KN)	33
行走参数	
行走方式	履带行走
爬坡角度 (°)	25
履带接地比(KPa)	37.8
行走速度(Km/h)	0.4
回转参数	
回转方式	整机手动回转
回转结构	回转轴承
定位方式	定位鞘
输入功率	
输入功率 (KW)	55+18.5+2.2
重量(kg)	6000
辅助配件情况	
加持卸扣器	标配
卷扬(Kg)	选配
随手吊(Kg)	选配

23.2.2 分体式全液压锚杆钻机技术参数见表 23.2.2。

表 23.2.2 分体式全液压锚固钻机技术参数表

性能参数	YG-30	YG-50	YG-60	YG-80	YG-100
钻孔直径 (mm)	80-130	Φ100~Φ168	Φ110~180	Φ110~220	Φ110~250
钻孔深度 (m)	30-40	40-60	60-70	80-100	60-120
钻杆直径 (mm)	Φ50×1500 Φ73×1500	Φ73×1500 Φ89×1500	Φ73×1500, Φ89×1500	Φ89×1500、 Φ114×1500	Φ89×1500、 Φ114×1500

钻孔倾角 (°)	0~360	0~120	0~120	0~120	0~180
回转器输出转速 (r/min)	24-114	5-120	5-130	5-180	5-42 (低档) r/min 5-90 (高档) r/min
回转器输出扭矩 (N.m)	1500	2000	2500	3500	6000
回转器行程 (mm)	1800	1800	1800	1800	1800
推进架给进行程 (mm)	-	500	500	500	500
回转器提升力(KN)	30	30	45	30	55
回转器加压力 (KN)	15	15	30	33	40
液压系统额定压力(MPa)	18	18	18	18	18
输入功率 (KW)	15	18.5	22	30	37
重量(kg)	约 550	1000	1300	1700	2500
最大部件重量 (不含电机) (kg)	-	200	220	260	300

23.2.3 履带式锚固钻机主要技术参数见表 23.2.3, 施工时应根据实际情况选用。

表 23.2.3 履带式锚固钻机主要技术参数表

型号	YGL-50Q	YGL-130Q	YGL-150Q	YGL-180	YG-650
钻孔直径 (mm)	Φ50-Φ200	Φ110-Φ300	Φ150~Φ250	Φ110~Φ300	Φ110~Φ300
钻孔深度 (m)	50	130	150	180	180
钻孔倾角 (°)	5~90	5~90	0~90	-10~90	-10~90
输出转速 (r/min)	40、80	22/44、35/70、40/80、 60/120	25/50、40/80、 65/130	30/60；45/90； 75/150	低速：30/60、45/90、75/150、 100/200 高速：400/675
最大输出扭矩 (N.m)	2500	7500	8500	8500	低速 8500 高速 1000/650
回转器行程 (mm)	1800/2300	3500	3500	3500	3500
最大给进力(KN)	15	40	40	45	45
最大起拔力(KN)	30	60	60	65	65
水平孔高度(m)	-	1.85-2.8	1.85-2.8	0.6-2.1-3.0	0.6-2.1-3.0
输入功率 (KW)	柴 26/2200	柴 74/2200, 电 55	柴 74/2200, 电 45+22	柴 125/2200, 电 55+22	柴 125/2200, 电 55+22
重量(kg)	2500	6500	6500	8500	8500

23.2.4 顶驱履带式多功能钻机主要技术参数见表 23.2.4。

表 23.2.4 顶驱履带式多功能钻机主要技术参数表

型号	MDL-C200	HTYM808	YGL- C 150	YGL- C200	MG-130A	KR805 - 2	
钻孔直径(mm)	Φ150~Φ250	Φ150~Φ300	130-250	130-250	65-225		
钻孔深度(m)	220-180	30-100	150	200 (仅冲击钻 进 40 m)	80		
钻孔倾角 (°)	0-110	-15-90	-15-90	15--100	-5-90		
回转器输出扭矩 (N.m)	14000	5500/ 11000	9400/7500、 4700/3500	9400/7500、 4700/3500	13000HB50A	7000-18100	
额定转速(r/min)	12~140	86、43	32/64; (60/120)	80	80	56-212	
冲击功(N.m)	900		400	400	835	535	420 900
冲击频率 (min-1)	1200~2100	2400	1800	1800	1200	1900	2400 2100

		HD5012	HB40A	HD40A			
额定提升力 (KN)	75	95	65	65	85	100	
额定给进力 (KN)	40	45	45	45	57	100	
提升速度 (m/min)	15.0~2.8	5.3/17.9, 最大 23.2			39.5 最大	6.6/13.2、 25.2/50.4	
给进速度 (m/min)	30、0~5.5	0-11.7 慢 38 快			56 最大	6.6/13.2、 25.2/50.4	
给进行程 (m/min)	3600	3500		4000	4100	4000	
滑架给进行程(mm)	1500			1000	1000		
输入功率 (KW)	75+37+4 电	112 KW 柴	125/2200 柴 45-30 电	125/2200 柴	180/2200 柴	129/2100 柴	
重量(kg)	8800	14000	8500	12500	17000	14000	
爬坡角度	25°	25°	20°	20°	25°	25°	

23.2.5 潜孔冲击器和钻头技术参数见表 23.2.5-1、23.2.5-2。

表 23.2.5-1 无阀式风动潜孔冲击器技术参数表

型号	钻孔直径(mm)	冲击器直径 (mm)	耗风量(m/min)	工作风压 (MPa)	单次冲击功(J)	冲击频率 (HZ)	重量(kg)
QCW54	φ 64-80	54	3	0.5-0.7	40	18	12
QCW70	φ 76-90	67	4	0.5-0.7	70	15	16
QCW80	φ 90-100	80	5	0.5-0.7	140	15	22
QCW100	φ 110-150	104	8	0.5-0.7	200	14	36
QCW130	φ 150-175	128	12	0.5-0.7	250	14	64
QCW150	φ 175-200	142	15	0.6-0.7	380	15	87
QCW200	φ 200-250	185	20	0.6-0.7	500	14	165
QCW250	φ 250-300	220	30	0.6-0.7	600	14	210

表 23.2.5-2 高风压系列潜孔冲击器技术参数表

型号	DHD76	DHD90	DHD340A	DHD350Q	DHD350R	DHD360	DHD380	DHD112C
钻孔直径 (mm)	80	90	105、115	140	131	152、165	203、216、 254	311、505
外径 (mm)	68	80	92	122	114	136	180	276
总长 (mm)	912	1011	1138	1254	1387	1450	1734	2212
重量 (kg)	20	35	47	90	68.5	126	277	642
风压 (MPa)	0.7-2.1	0.7-2.1	0.7-2.1	0.7-2.1	0.7-2.1	0.7-2.1	0.7-2.1	0.7-2.1
耗风量 (m ³ /min)	-	-	3.5-18	-	5.7-20	8.5-25	-	-
配用钻头	DHD76-15A	19A	15A、15B	19A	17	19A、19B	19A、19B	19A、19C

23.2.6 柴动移动螺杆和电动式空压机（高压系列）性能参数见表 23.2.6-1 和表 23.2.6-2。

表 23.2.6-1 柴动移动螺杆空压机（高压系列）性能参数表

型号	排气压力	排气量	柴油机功率	含油量	净重	外形尺寸
----	------	-----	-------	-----	----	------

	(MPa)	(m ³ /min)	KW(HP)	(ppm)	(kg)	(mm)
177SCY-17	1.7	16	179(240)	≤6	3760	3720*1970*2550
188SCY-17	1.7	18	191(260)	≤6	3650	3720*1970*2550
191SCY-17(高原)	1.7	18	191(260)	≤6	3830	3720*1970*2550
250SCY-17	1.7	22	250(340)	≤6	4800	3810*2000*2900
195SCY-19	1.9	19	191(260)	≤6	-	3720*1970*2550
260SCY-21	2.1	22	250(340)	≤6	-	4150*2000*2900
288SCY-22	2.2	27	288(380)	≤6	-	4150*2000*2900
406SCY-25	2.5	33	400(525)	≤6	-	4600*2250*2500

表 23.2.6-2 电动移动螺杆空压机性能参数表

型号	排气压力	排气量	电机功率	含油量	净重	外形尺寸
	(MPa)	(m ³ /min)	KW(HP)	(ppm)	(kg)	(mm)
55SDY-8	0.8	10	55(75)	≤5	1500	2810*1515*1970
75SDY-8	0.8	12	75(100)	≤5	1956	2810*1515*1970
75SDY-10	1.0	10	75(100)	≤5	1832	3080*1890*1818
75SDY-14.5	1.45	10	75(100)	≤5	1952	2810*1515*1800
90SDY-8	0.8	16	90(120)	≤5	2273	2810*1515*1970
90SDY-14.5	0.8	12.8	90(120)	≤5	1500	3080*1890*1810
110SDY-8	0.8	20	110(150)	≤5	1500	3190*1640*2110
132SDY-8	0.8	24	132(180)	≤5	1500	3190*1640*2110
132SDY-13	1.3	17	132(180)	≤5	1500	3190*1640*2110
160SDY-13	1.3	20	160(220)	≤5	1500	3190*1640*2110
185SDY-13	1.3	21	185(250)	≤5	1500	3190*1640*2110
185SDY-17	1.7	18	185(250)	≤5	1500	3190*1640*2110
200SDY-21	2.2	23	200(270)	≤5	1500	3300*1910*2330

23.3 作业条件

23.3.1 宜用钢筋或木棍等细长杆体在锚杆定位处扎入深度不小于 30cm 的孔，填入白灰并插上钢筋棍，标识锚杆位置，所有锚杆位置应一次或分区段全部放完，并按要求进行检查和确认，边坡外扩应满足作业安全空间且不宜小于 1.0m。

23.3.2 注浆泵和注浆材料应和施工场地就近设置，且施工前应将水泥、砂、石子、外掺剂送实验室复试，同时进行配合比试验，保证各种材料合格并提出合适的配合比。

23.3.3 施工现场应做好材料、机具摆放规划，使注浆料输送距离最短，且输送管铺设时拐弯最少。

23.3.4 其他作业条件应符合本规程第 2.0.3 条规定。

23.4 施工工艺

23.4.1 抗浮锚杆施工工艺流程宜符合图 23.4.1 的规定。

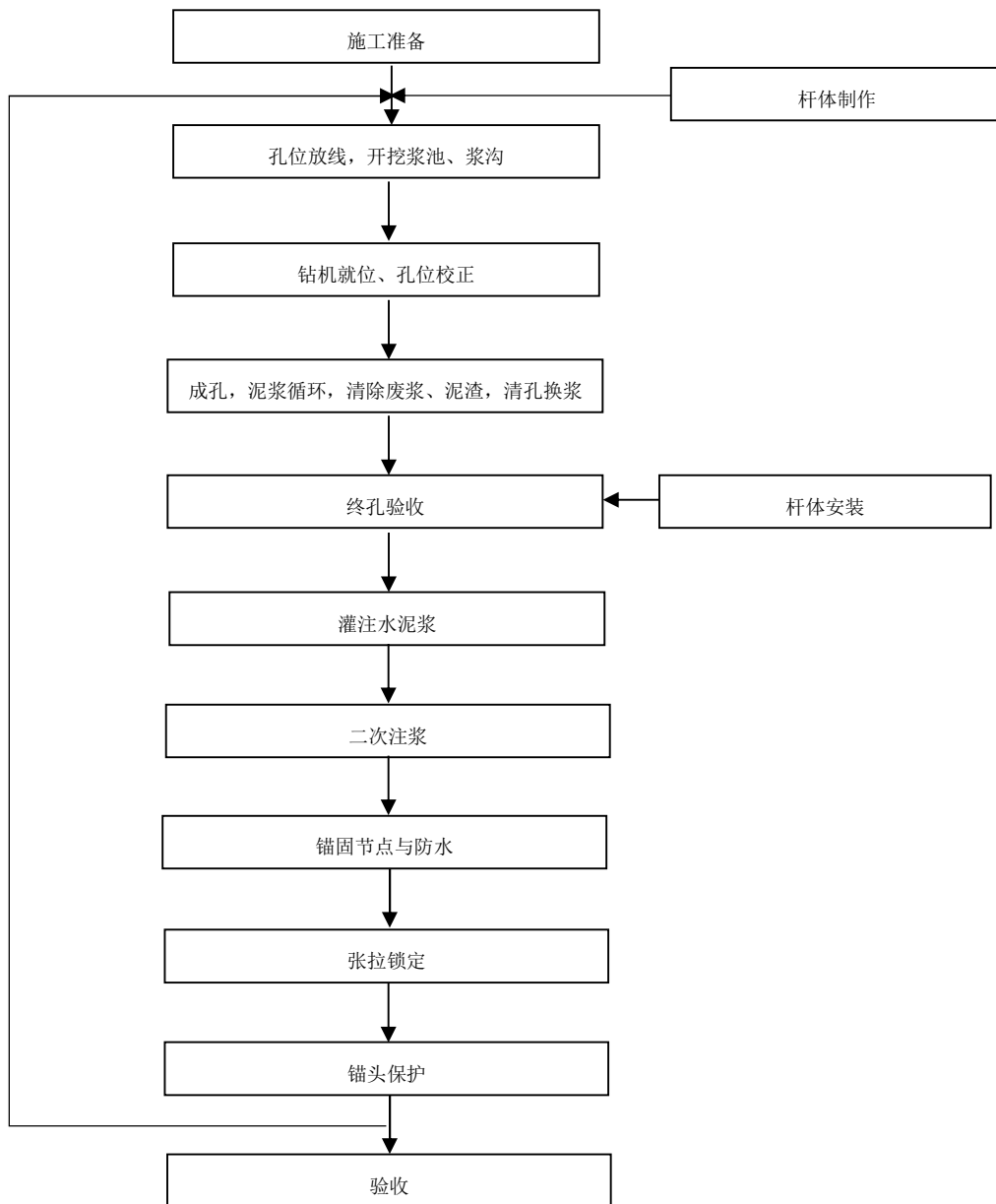


图 23.4.1 抗浮锚杆施工工艺流程

23.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 施工现场运输路线提前规划以确定最优路线；
- 2 设备和其他辅助工具入场并调试至良好状态，确认材料及机械的技术性能能够满足设计要求及工程实际需要，并将各项材料准备完成；
- 3 施工时若遇特殊地质条件需编制抗浮锚杆专项施工方案；
- 4 其他准备工作应符合本章第 23.3 节的规定。

23.4.3 钻孔施工应符合下列规定：

- 1 应依据平面布置图进行现场泥浆池的开挖，泥浆池宜设置储浆池、溢流池和沉淀池；
- 2 成孔时应先在孔口设圆形 6mm~8mm 厚钢板护筒或砌砖护圈；
- 3 钻机就位后，应保持平稳，安放水平，防止倾斜，孔位放线误差不应大于 20mm，机械定位误差不应大于 50mm，其余施工误差应符合规定；

4 在破碎及极破碎的岩层、地下水有承压性或流动性的地层、淤泥、砂层、岩溶等复杂地层中成孔时，应对抗浮锚杆的施工可行性进行专项研究，采取有效的应对措施，必要时应进行钻孔的渗透性试验等现场试验；土层不稳定或容易受扰动时，钻孔应采用套管护壁，土层中的荷载分散型锚杆及采用二次及分段高压注浆的锚杆宜采用套管护壁钻孔，设计抗浮承载力超过 200kN 的锚杆不宜采用泥浆护壁回转方式成孔，必须采用时，应采取分段高压劈裂注浆等有效措施消除孔壁附着的泥皮的不利影响；成孔后、下入杆体前应及时清孔，塌孔后应二次清孔，不得强行置入杆体；

5 钻出的土应随钻随清，钻至设计标高后，应进行终孔验收。

23.4.4 注浆应符合下列规定：

1 清孔后应及时安装杆体并注浆；

2 根据锚杆设计抗拔承载力及地质条件等具体情况，宜采用一次注浆、二次简易高压注浆、多次分段高压劈裂注浆等注浆工艺，预应力土层锚杆宜采用后两种注浆工艺；

3 应综合注浆工艺、浆体种类、输送距离、设计注浆压力、连续注浆量等因素选用注浆设备；

4 浆体应随用随制备，在初凝前用完，浆体出现泌水现象时，应重新拌和，并对配合比、泵送设备及工艺等进行检查，采取相应处理措施；

5 注浆过程应连续，初次注浆管应插至距孔底 200mm~500mm 处，随浆液灌注而匀速或分段拔出，直至孔口溢出均匀浆液后方可停止注浆，设置止浆塞时，宜在止浆塞下安装排废管通到地面，初次注浆管可不拔出，排废管口溢出均匀浆液后方可停止注浆，压力型锚杆应采取对承载体下反复注浆等措施，确保承载体下锚固体中不夹杂黏粒、粉末、碎屑、泥渣、泥浆等杂质及不窝水，孔口浆体液面下沉时应及时补浆；

6 对锚固体的二次及分段高压注浆时，初次浆体的水泥结石体强度达到 5.0MPa 后进行，开环压力不宜低于 2.0MPa；分段注浆宜采用袖阀管、马歇管等带密封装置的注浆设备，可不设置初次注浆管，依次由锚固段底端向前端分段注浆，前次注浆结束后应将注浆装置清洗干净以备下次注浆使用；

7 地下水有流动性或同时进行降水作业时，应采取措施避免地下水的流动造成浆液的稀释及流失；

8 锚杆完成注浆后 28d 内不得受冻。

23.4.5 锚固节点与防水应符合下列规定：

1 锚杆周边有地下水渗漏时应采取相应措施处理；

2 防水层施工前应清除基层上的泥土、粉尘等杂物，用清水冲洗干净，基面不得有明水；

3 采用涂料防水时，锚杆端头应剔凿至锚杆浆体密实处，并用聚合物水泥防水砂浆找平至设计要求顶标高；

4 涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料应连续、均匀，待表层涂料呈半干状态后开始喷水养护，养护时间不宜少于三天；

5 止水胶条宜采用自黏式缓膨胀型遇水膨胀止水带，成品应及时采取措施保护；

6 防水施工还应按现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定执行。

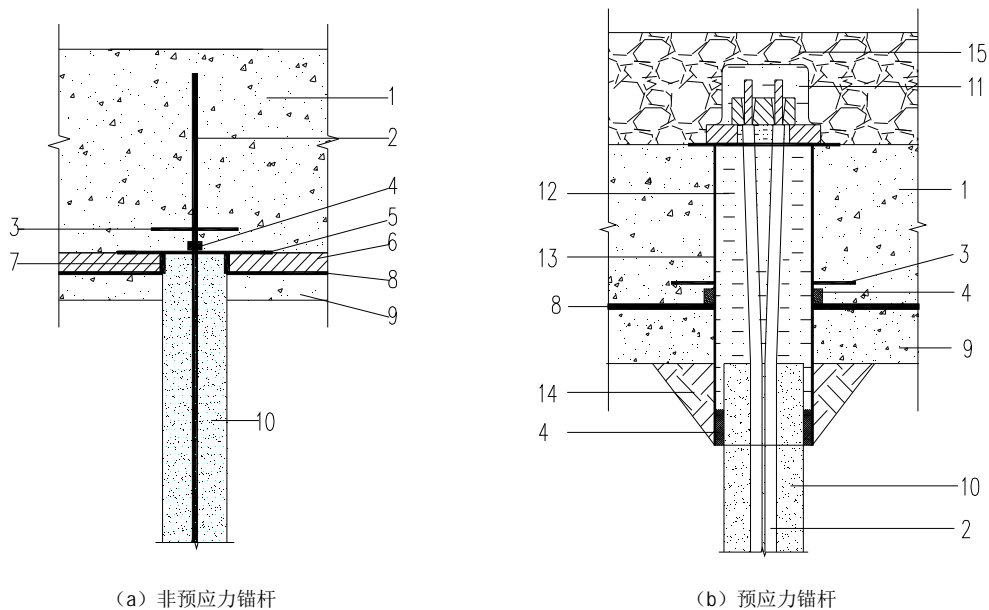


图 23.4.5 锚杆锚固节点防水构造简图

1—基础结构；2—锚杆筋体；3—防水钢板（过渡管为金属管时）；4—遇水膨胀止水胶（条）；5—防水涂料；6—防水保护层；7—密封膏；8—加强柔性防水层；9—基础底板垫层；10—锚杆浆体；11—锚具罩（内充微膨胀浆体或润滑脂）；12—内充微膨胀浆体或润滑脂；13—过渡管；14—埋置过渡管的凹坑（填充浆体或填土击实）；15—透水材料回填层（排渗层）。

23.4.6 张拉与锁定应符合下列规定：

- 1 张拉时锚杆休止期及浆体、基础结构的强度应符合设计要求；
- 2 张拉用的设备、仪表等应事先进行校准；
- 3 基础结构的承压面应平整，并与锚杆轴线方向垂直；
- 4 张拉应有序进行，张拉顺序应能避免邻近锚杆相互影响；
- 5 应取预计最大试验荷载的 0.1~0.2 倍预张拉 1~2 次，使杆体完全平直，各部位接触紧密；
- 6 用于锚杆荷载试验及张拉锁定的加卸载速率宜为 50kN/min~100kN/min；
- 7 宜超张拉，超张拉荷载宜为设计锁定荷载与预计损失荷载之和；
- 8 荷载分散型锚杆宜采用并联千斤顶组对各单元锚杆实施荷载控制同步张拉并锁定，经对比试验取得应力损失数据并补偿后也可采用其它张拉锁定方法；
- 9 预应力锚杆宜验收合格后再切割张拉段及封锚；
- 10 锚杆张拉锁定时锚杆锚固段注浆体和传力台座混凝土强度应满足表 23.4.6 的要求，应使拉力始终作用在锚杆轴线方向且不得让预应力筋产生任何弯曲，可在被锚固结构或岩土层表面设置角度板和承载板，使张拉荷载方向与锚杆轴线方向保持一致。

表 23.4.6 锚杆张拉时注浆体与台座混凝土的抗压强度值

锚杆类型		抗压强度值 (MPa)	
		注浆体	台座混凝土
土层锚杆	拉力型	15	20
	压力型及压力分散型	25	20

岩石锚杆	拉力型	25	25
	压力型及压力分散型	30	25

23.4.7 杆体制作与安装存储应符合下列规定：

- 1 杆体组装宜在工厂或施工现场作业棚内的台架上等清洁场所进行；
- 2 筋体应平行顺直，不得相互交叉、扭曲，下料时宜采用切割机，不应使用电弧或乙炔焰切割，筋体之间不宜焊接，宜通过定位架及束线环等配件组装为整体；
- 3 钢绞线不应接长，除非用于修复时；
- 4 预应力螺纹钢筋应采用连接器连接并应按现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的规定执行；
- 5 钢筋宜采用机械连接并应按现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的规定执行；
- 6 塑料波纹管及套管宜采用熔接法接长；
- 7 筋体为单根钢筋时可采用对中架或定位架对中定位，为多根钢筋时应采用隔离架或定位架对各筋体隔离，为多根钢绞线时宜采用定位架隔离兼定位；
- 8 二次或分段高压注浆管宜与杆体组装成整体，初次注浆管宜随杆体一同安装至钻孔内；
- 9 定位架及对中架的外径宜小于孔径 4 mm ~6mm，套管内径宜大于筋体直径 4 mm ~6mm，波纹管内径宜大于内定位架及隔离架外径 4 mm ~6mm，定位架或对中架、隔离架应沿锚杆轴线方向每隔 1 m~3m 设置一个，对土层应取小值，对岩层应取大值，初次注浆管管底宜超出筋体尾端、端帽及保护罩 50 mm ~100mm，二次及分段注浆管管底宜与筋体尾端、承载体或端帽平齐；
- 10 筋体自由段应用塑料布或塑料管包裹，与锚固体连接处应采用铅丝绑牢，整个拉杆亦应按防腐要求进行防腐处理，筋体自由段采用后注浆或缓凝浆体防腐时，宜设置止水塞及排废管，排废管应将锚固段的气、水及废弃浆液直接排出孔口，不应流入自由段；
- 11 采用环氧涂料防腐时，应先对钢筋表面除锈处理，处理方法及处理质量等级应按现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理—表面清洁度的目视评定 第一部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 相关规定执行，处理质量等级不应低于 Sa2 或 St3，压力型锚杆组装完成后，应按相关技术标准在锚固端锚夹具及承压板表面喷刷防腐材料；
- 12 涂料防腐应按现行行业标准《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的规定执行；
- 13 应在荷载分散型锚杆各单元锚杆的外露端作出明显的标记；
- 14 杆体安装后应悬吊在钻孔内，杆体底端与孔底及沉渣距离不应小于 100mm；
- 15 杆体组装后宜尽早使用，存放期较长时，使用前应进行腐蚀及完整性检查；
- 16 在杆体的组装、存放、搬运过程中，应防止损伤、附着泥土或油渍等不洁物质及筋体锈蚀，不得产生不可接受的残余变形；
- 17 杆体安装时应防止各种护管及环氧涂层损伤，如有损伤应修补或替换，其中波纹管及环氧涂层轻微损伤处可采用外包 2 层防水聚乙烯胶带进行修补，杆体在安放就位后至浆体硬化前不应受到扰动；
- 18 筋体黏结段长度误差不应大于 100mm，定位架、对中架及隔离架的间距误差不应大于 50mm，筋体净距不应少于 10mm，筋体保护层厚度不应少于 20mm。

23.4.8 压力型杆体制作与安装存储除满足上述要求外还应在压力型锚杆杆体底端应设置保护锚具、承载体及预应力筋的防护罩，拉力型锚索杆体底部应设置端帽，钢筋锚杆杆体底部宜设置端帽。

23.4.9 锚杆防腐技术要求见下表 23.4.9。

表 23.4.9 防腐技术要求

防腐等级	锚杆类型	杆体材料	锚头区域	筋体自由段	黏结段/承载体
II 级	压力型	无黏结筋体	护套延伸至锚具底, 过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体	护套	锚具或钢承载体敷涂防腐材料, 注浆或置于水泥土中
		预应力螺纹钢筋	套管延伸至锚具底, 过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体	套管内注润滑脂	锚具敷涂防腐材料, 注浆或置于水泥土中
	拉力型	无黏结筋体	护套延伸至锚具底, 过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体	护套	剥除护套, 洗净润滑脂, 波纹管内外注浆, 管外注浆或置于水泥土中
		环氧涂层钢绞线或环氧涂层钢筋	套管延伸至锚具底	套管内注润滑脂	注浆或置于水泥土中
		普通钢绞线	波纹管或套管延伸至锚具底, 过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体	延伸波纹管, 或设置套管、管内注润滑脂, 或锁定后注浆	波纹管内外注浆, 管外注浆或置于水泥土中
		热轧带肋钢筋或预应力螺纹钢筋	同上	同上	同上, 或敷涂环氧涂料后注浆或置于水泥土中
I 级	压力型	无黏结筋体	钢垫板带喇叭管, 套管或护套延伸至锚具底, 过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体	护套外注浆, 或设置套管、管内注润滑脂	锚具或钢承载体敷涂防腐材料, 注浆
		预应力螺纹钢筋	钢垫板带喇叭管, 套管延伸至锚具底, 过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体	套管内注润滑脂、管外注浆, 或双层套管	锚具敷涂防腐材料, 注浆
		环氧涂层钢绞线或环氧涂层钢筋	同上	套管内注润滑脂、管外注浆, 或双层套管	锚具敷涂防腐材料, 注浆
	拉力型	无黏结筋体	钢垫板带喇叭管, 套管或护套延伸至锚具底、过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体	套管内注浆或润滑脂	剥除护套、洗净润滑脂, 波纹管预注浆, 管外现场注浆
		环氧涂层钢绞线或环氧涂层钢筋	钢垫板带喇叭管, 套管延伸至	套管内注润滑脂, 或锁定后注	波纹管内外注浆

	涂层钢筋	锚具底，过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体	浆	
	普通钢绞线	钢垫板带喇叭管；内套管延伸至锚具底，过渡管内注润滑脂或微膨胀浆体，或过渡管内锁定后注浆	内套管内预注浆体（或润滑脂）、外套管内注润滑脂（或浆体），或套管内注润滑脂、锁定后注浆	波纹管内预注浆，管外现场注浆
	热轧带肋钢筋或预应力 螺纹钢	同上	同上，或敷涂环氧涂料后套管内注润滑脂，或敷涂环氧涂料后、锁定后注浆	同上，或敷涂环氧涂料后，波纹管内外注浆

注：

1. 有足够经验时，也可敷涂其它防腐材料替代环氧树脂防腐涂料，也可采用缓凝浆体替代锁定后注浆；
2. 筋体自由段采用双层套管时，内护管不得共用，外护管应该共用；
3. 波纹管内预注浆应在工厂（或相当于）条件下进行，浆体保护层厚度不应小于 20mm；
4. 有足够经验时，可采用变形管、带肋管或囊袋替代波纹管；
5. 内护管也可采用波纹管、变形管、带肋管等；
6. 采用树脂替代浆体时，可作为 1 级防腐保护；
7. 金属承载体防腐涂层厚度不应小于 3mm；
8. 电流干扰环境腐蚀等级为中等时，应采用至少一层护管防腐。

23.5 质量标准

23.5.1 水泥、粉煤灰、砂及碎石等原材料应符合设计要求。

23.5.2 施工中应检查浆液的配合比、密度和成孔深度、注浆量等。

23.5.3 施工结束后，应对锚杆标高、位置、杆体质量做检查。

23.5.4 抗浮锚杆的质量检验标准应符合表 23.5.4 的规定。

表 23.5.4 抗浮锚杆质量检验标准

项目	序号	检验项目	指标及允许偏差	检查方法
主控项目	1	承载力 (kN)	不小于设计要求	验收试验
	2	表观自由长度 (m)	误差范围符合验收标准	验收试验
	3	防腐保护层	设计要求	现场检查
	4	压力型锚杆锚固体强度	不低于设计指标	每 30 根锚杆制作 1 组试块， 每组 6 个
一般项目	1	钻孔位置	100mm	用钢尺量
	2	钻孔直径	负偏差为 10mm，正偏差无要求	用钢尺量
	3	钻孔倾斜度	3°	现场测量
	4	钻孔长度	超过 L 不少于 100mm	量测钻杆
	5	筋体下料长度	负偏差为 30mm 与 1% L_j 中的较大值， L_j 为孔内杆	用钢尺量

			体设计长度。正偏差无要求	
	6	杆体插入长度	负偏差为 2% L_j 。正偏差无要求	用钢尺量
	7	水胶比	设计值 ± 0.05	比重计
	8	拉力型锚杆锚固体强度	平均值不低于设计要求且 最低值不小于平均值 80%	每 30 根锚杆制作 1 组试块， 每组 6 个
	9	锁定荷载	设计值的 $\pm 10\%$	持有荷载试验
	10	防水保护层	设计要求	现场检查
	11	基础变形	设计要求	水准仪等

注：表中锚固体强度指边长为 70.7mm 的立方体试件，在 28d 龄期应以《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 规定的标准试验方法测得的抗压强度。

23.5.5 锚杆质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 及《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 执行。

23.6 成品保护

23.6.1 锚杆养护期间（锚杆强度不大于设计强度的 85%）和人工清土期间不得碰撞锚杆和扰动锚杆间土体。

23.6.2 清土时应采用人工和小型机械配合进行，不得用大型机械扰动。

23.7 注意事项

23.7.1 施工前应确定钻机行走路线，成孔后钻机应避免碾压。

23.7.2 机械设备应符合下列规定：

- 1 施工机械设备应安放平稳；
- 2 作业前应检查机械设备，确认各部件完好、正常、可靠，使用前应进行试运转；
- 3 使用过程中如出现异常情况应立即停机检查，排除故障后方可使用；
- 4 作业完毕后应切断电源。

23.7.3 张拉作业时相关人员应站在千斤顶的侧面。

23.7.4 施工区域应避免人员及机械穿行。

23.7.5 恶劣天气作业时应采取相应的安全措施。

23.7.6 易燃易爆物品及危险化学品等材料，在采购、运输、存放、发放、使用、回收、处理各环节均应严格控制管理。

23.7.7 冬、雨期施工应符合下列规定：

- 1 冬期施工应采取热水搅拌等有效的冬施措施；
- 2 注浆时，浆液的温度不应低于 5℃。

23.7.8 废弃的浆、渣应进行处理，不得污染环境。

23.7.9 夜晚施工应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定。

24 现浇混凝土桩基承台

24.1 材料要求

24.1.1 预拌混凝土应符合下列规定：

- 1 坍落度宜为 140mm~160mm，和易性及标号应符合设计要求，常用标号为 C25~C40；
- 2 水泥宜选用 PO42.5 普通硅酸盐水泥。

24.1.2 钢筋的品种和规格均应符合设计要求，并应有出厂合格证及试验报告。

24.2 主要机具

24.2.1 支模板时应备有组合钢模板和零配件、木模板和钉子以及木工锯、斧、锤子、钢尺等。

24.2.2 绑扎钢筋应备有钢筋钩子、扳子、小撬棍、断丝钳、弯钩机及钢尺等。

24.2.3 浇灌混凝土应备有插入式振捣器、平尖铁锹、胶皮管子、手推车、木抹子等。

24.3 作业条件

24.3.1 应满足桩基施工已完成，并按设计标高、尺寸挖完土，且办完桩基施工验收记录。

24.3.2 桩顶疏松混凝土应全部凿完，如桩顶低于设计标高时，应用高一级混凝土接桩，至设计桩顶标高，并达到一定强度后再将埋入承台内的桩顶部分凿毛、洗净，如预制桩顶伸入承台梁超过设计规定时，应预先剔凿、桩顶伸入承台梁深度应符合设计要求。

24.3.3 桩顶伸入承台梁中的钢筋长度应符合设计及施工规范要求。

24.3.4 对于冻胀地区，应满足已按设计要求完成承台梁下防冻胀的处理措施。

24.3.5 应将槽底虚土、杂物等清除干净。

24.4 施工工艺

24.4.1 现浇混凝土桩基承台施工工艺流程包括钢筋绑扎、模板安装和混凝土浇筑等施工工艺，且应符合图 24.4.1 的规定。

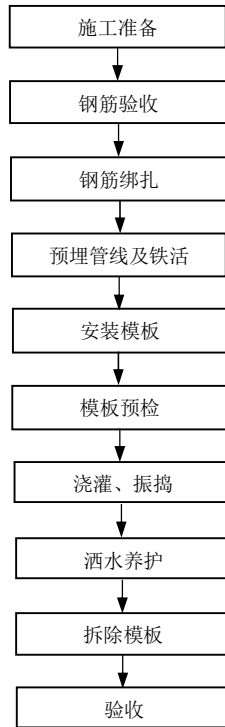


图 24.4.1 现浇混凝土桩基承台施工工艺流程

24.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 施工前各机具和材料应检验完成并进入场地；
- 2 其他准备工作应符合本章第 24.3 节的规定。

24.4.3 钢筋绑扎工艺应符合下列规定：

- 1 钢筋绑扎前，应按设计图纸核对加工的半成品钢筋，对其规格、形状、型号、品种进行检验，然后挂牌堆放好；
- 2 钢筋应按顺序绑扎，应先长轴后短轴，由一端向另一端依次进行，操作时按图纸要求划线、铺铁、穿箍、绑扎，最后成型；
- 3 预留孔洞位置应正确，桩入承台梁的钢筋、承台梁上的柱子、板墙插铁，应按图纸绑好，绑扎应牢固，应采用十字扣绑扎或焊牢，其标高、位置、搭接锚固长度等尺寸应准确，不得遗漏和移位；
- 4 受力钢筋搭接接头位置正确，其接头应相互错开，上铁在跨中，下铁应尽量在支座处；
- 5 每个搭接接头长度的 1.3 倍范围内，搭接钢筋面积不应超过该长度范围内钢筋总面积的 1/4，所有受力钢筋和箍筋交接处应全绑扎，不得跳扣；
- 6 底部钢筋下应垫水泥砂浆垫块，保护层的厚度不应小于 70mm，可根据上部钢筋重量，换为高强度垫块，每隔 1m 放一块，呈梅花型布置，侧面的垫块应与钢筋绑牢，不应遗漏；
- 7 钢筋应办隐检手续。

24.4.4 模板安装工艺应符合下列规定：

- 1 应先制定出承台梁模板的组装方案，并经计算确定对拉螺栓的直径、长度、位置和纵横龙骨、连杆节点的间距及尺寸位置，遇有钢模板不合模数时，可另加本模板补缝；
- 2 安装组合钢模板应由平面模板，阴、阳角模板拼成，其纵横肋拼接用的 U 型卡、插销等零配件，应要求齐全牢固，不松动不遗漏；
- 3 模板安装完成后，应对其断面尺寸与标高、对拉螺栓、连杆支撑等进行预检，均应符合设计图纸和质量标准的要求。

24.4.5 混凝土浇灌工艺应符合下列规定：

1 桩头、槽底及帮模（木模时）应浇水润湿，承台梁浇灌混凝土时，应按顺序直接将混凝土倒入模板中，如甩槎超过初凝时间，应按施工缝要求处理，若使用塔式起重机吊斗直接卸料入模时，其吊斗出料口距操作面高度宜为 300mm~400mm，并不得集中一处倾倒；

2 应沿承台梁浇筑的顺序方向，采用斜向振捣法，振捣棒与水平面倾角为 60°左右，棒头朝前进方向，棒间距宜为 500mm，防止漏振，振捣时间以混凝土表面翻浆出气泡为宜，混凝土表面应随振捣随按标高线用木抹子搓平；

3 纵横连接处及桩顶不宜留槎，留槎应在相邻两桩中间的 1 / 3 范围内，甩槎处应预先用模板挡好，留成直槎，继续施工时，接槎处混凝土应用水润湿并浇浆，使新旧混凝土结合良好，然后用原强度等级混凝土进行浇灌；

4 混凝土浇灌后，在常温条件下 12h 内应覆盖浇水养护，浇水次数以保持混凝土湿润状态为宜，养护时间不应少于 7 昼夜。

24.4.6 按上述工艺流程施工完成后应进行桩基承台验收。

24.5 质量标准

24.5.1 钢筋分项工程的主控项目和一般项目应符合下列规定：

1 主控项目应包括：钢筋的品种、质量和焊条的牌号、性能应符合设计要求和有关标准的规定，进口钢筋焊接前应进行化学成份检验和焊接试验，符合有关规定后方可焊接；钢筋表面应清洁，如有颗粒状或片状老锈，经除锈后留有麻点的钢筋严禁按原规格使用；钢筋的规格、形状、尺寸、数量、间距、锚固长度、接头设置应符合设计要求和施工规范的规定；焊接接头机械性能试验结果应符合钢筋焊接施工及验收的规定；

2 一般项目应包括：绑扎钢筋的缺扣、松扣数量不应超过绑扣数的 10%，且不应集中；弯钩的朝向应正确，绑扎接头应符合施工规范的规定，搭接长度均不小于规定值；用 1 级钢筋制作的箍筋，其数量应符合设计要求，弯钩的角度和平直长度应符合施工规范的规定；对焊接头无横向裂纹和烧伤，应焊接均匀；接头处弯折不大于 4°，接头处钢筋轴线位移不得大于 0.1d，且不大于 2mm；电弧焊接头焊缝表面应平整、无凹陷，焊瘤、接头处应无裂纹、气孔、焊渣及咬边；接头处绑条沿接头中心线的纵向位移不应大于 0.5d，且不应大于 3mm；接头处钢筋的轴线位移不应大于 0.1d，且不大于 3mm；焊缝厚度不应小于 0.05d，焊缝宽度不应小于 0.1d，焊缝长度不应小于 0.5d，接头处弯折不应大于 4°；

3 允许偏差项目应符合表 24.5.1 的规定。

表 24.5.1 钢筋安装及预埋件位置允许偏差

项次	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	骨架的宽度、高度		±5	钢尺检查
2	骨架的长度		±10	
3	箍筋构造筋间距	焊接	±10	钢尺连续三档，取其最大值
		绑扎	±20	
4	受力钢筋	间距	±10	钢尺两端、中间各一点，取最大值
		排距	±5	
5	钢筋弯起点位置		20	钢尺检查
6	预埋件	中心线位置	5	
		水平高差	+3 0	
7	受力钢筋保护层	基础	±10	

24.5.2 模板分项工程的主控项目和一般项目应符合下列规定：

1 主控项目应包括：模板及其支架应具有足够的强度、刚度和稳定性；其支架的支承部分应有足够的支承面积；安装在基土上，基土应坚实并应有排水措施；

2 一般项目应包括：模板接缝处接缝的最大宽度不应大于 1.5mm；模板与混凝土的接触面应清除干净，

并涂隔离剂；

3 允许偏差项目应符合表 24.5.2 的规定。

表 24.5.2 桩基承台梁模板安装和预埋件允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法	
1	轴线位置	5	钢尺检查	
2	标高	±5	水准仪或拉线、钢尺检查	
3	截面尺寸	±10	钢尺检查	
4	相邻两板表面高低差	2	钢尺检查	
5	表面平整度	5	2m 靠尺和塞尺检查	
6	预埋钢板中心线位置	3	拉线和钢尺检查	
7	预埋管预留孔中心线位置	3		
8	预埋螺栓	中心线位置		2
		外露长度		+10 0
9	预留洞	中心线位置		10
		截面内部尺寸	+10 0	

24.5.3 混凝土分项工程的主控项目和一般项目应符合下列规定：

1 主控项目应包括：混凝土的养护和施工缝处理应符合施工规范的规定；评定混凝土强度的试块，应按规定取样、制作、养护和试验，其强度应符合施工规范的规定；对设计不允许有裂缝的结构，应严禁出现裂缝；设计允许出现裂缝的结构，其裂缝宽度应符合设计要求；

2 一般项目应包括：混凝土应振捣密实；蜂窝麻面表面缺陷应已修整，无孔洞；任何一根主筋均不得有露筋；应无缝隙，无夹渣层；

3 允许偏差项目应符合表 24.5.3 的规定。

表 24.5.3 桩基承台梁混凝土工程允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位置	10	钢尺检查
2	标高	±10	水准仪或钢尺检查
3	截面尺寸	+15 -10	钢尺检查
4	表面平整度	8	2m 靠尺和塞尺检查
5	预埋钢板中心线位置	10	钢尺检查
6	预埋管、预留孔中心线位置	5	
7	预埋螺栓中心线位置	5	
8	预留洞中心线位置	15	

24.6 成品保护

24.6.1 安装模板和浇筑混凝土时，应注意保护钢筋，不得攀踩钢筋。

24.6.2 冬期施工应覆盖保温材料，防止混凝土受冻。

24.6.3 拆模时应避免重撬、硬砸，以免损伤混凝土和损坏钢模板。

24.7 注意事项

24.7.1 应注意蜂窝、露筋现象的出现，由于模板拼装不严、混凝土漏浆造成蜂窝，振捣不按工艺操作造成振捣不密实或缺少垫块造成露筋。

24.7.2 应注意缺棱、掉角现象出现，由于配合比不准、搅拌不均匀或拆模过早、养护不够都会致使混凝土棱角损伤。

24.7.3 应避免偏差过大以及支模的支撑、卡子、拉杆间距过大或不牢固，混凝土局部浇筑过高或振捣时间过长的情况，以免造成混凝土鼓肚、错台等缺陷。

24.7.4 应注意插铁钢筋产生位移，插铁固定不牢固，振捣棒或料斗碰撞钢筋，致使钢筋位移。

24.7.5 冬、雨期施工应符合下列规定：

1 钢筋焊接宜在室内进行，在室外焊接时，最低气温不宜低于-20C°，且应有防雪挡风措施，焊接后的接头严禁立即碰到冰雪；

2 基土应进行保温，不得受冻；

3 混凝土的养护应按冬季施工方案执行，混凝土的试块应增加二组与结构同条件养护。

24.7.6 废弃的浆、渣应进行处理，不得污染环境。

24.7.7 夜晚施工应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定，避免扰民。

25 浆砌重力式挡土墙

25.1 材料要求

25.1.1 砌块可选用石料或混凝土砌块。石料强度不应低于 MU30，石料砌体的自重不宜小于 22KN/m³，厚度不小于 15cm，宽度宜为厚度的 1 倍~1.5 倍，长度宜为厚度的 1.5 倍~4 倍。混凝土砌块强度等级不低于 MU10，厚度为 180mm~600mm。

25.1.2 水泥宜选用 P.O42.5 普通硅酸盐水泥或 P.S.A32.5 及以上矿渣硅酸盐水泥。

25.1.3 砂宜选用中砂或粗砂，含泥量不大于 5%，且泥块含量不大于 2%。

25.1.4 外掺剂可选用泵送剂、早强剂、减水剂等。宜根据施工需要通过试验确定。

25.1.5 墙背填料宜根据附近土源，选用抗剪强度和透水性强的砾石或砂土。选用黏性土时，宜掺入适量的砂砾或碎石。不得选用膨胀土、淤泥质土、耕植土等。

25.1.6 反滤层宜选用砂砾石，由 2 层~3 层（每层厚度 100mm~250mm）均质透水材料组成。相邻层平均粒径之比宜为 8 倍~10 倍，最小不应小于 4 倍；各层滤料颗粒不均匀系数不宜大于 4；小于 0.1mm 颗粒的含量不应大于 5%（质量比）。

25.2 主要机具

25.2.1 主要机具宜选用卷扬机、砂浆搅拌机、手推车或机动小翻斗车等。

25.2.2 辅助工具宜包括磅秤、盘秤或天平、手锤、凿子、双刃斧、大小灰铲、灰刀、木锤、皮数杆、推尺、灰桶、测量仪器等。

25.3 作业条件

25.3.1 应详细调查地形地貌、地表和地下水源、边坡稳定性、山坡裂缝、滑动面、气象等情况。

25.3.2 基础开挖后应进行地基承载力检验。

25.3.3 应提前做好砂浆配合比试验、墙背填料的击实试验等。

25.3.4 应根据施工图划分施工段，测定挡土墙基础主轴线、墙顶轴线、挡土墙起止点和横断面，每根轴线均应在基线两端延长线上设 4 个桩点（每端两点），并应分别以素混凝土包封保护。

25.3.5 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

25.4 施工工艺

25.4.1 浆砌重力式挡土墙施工工艺流程应符合图 25.4.1 的规定。

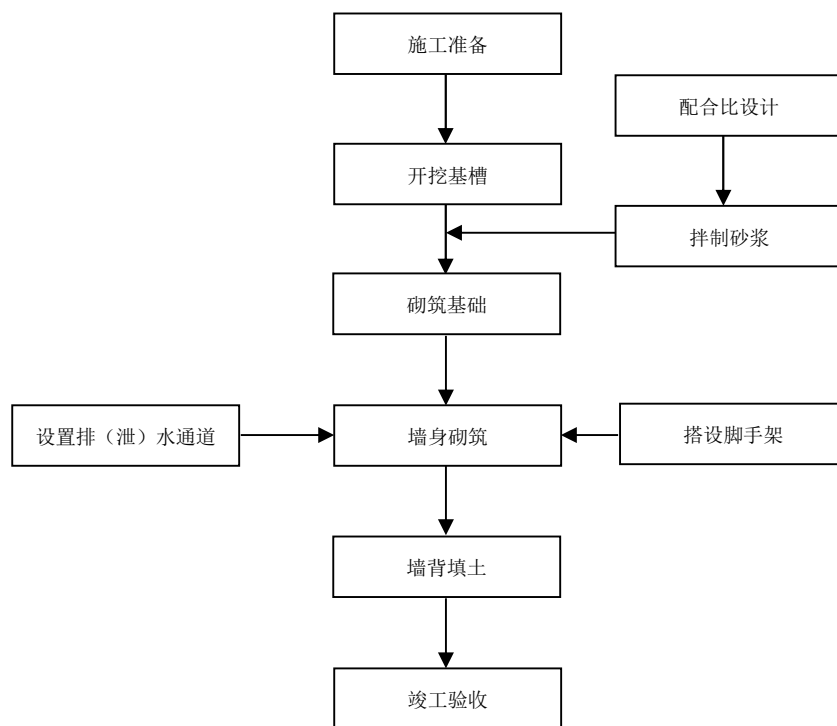


图 25.4.1 浆砌重力式挡土墙施工工艺流程

25.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后，应进行检修、调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 25.3 节的规定。

25.4.3 开挖基槽应符合下列规定：

- 1 开挖前应在上方做好截、排水设施，坑内积水应及时排干处理；
- 2 开挖基坑时应核查地质情况，挡土墙墙基嵌入岩层应符合设计要求；
- 3 基槽开挖时结合结构要求分段、集中施工；
- 4 墙基位于斜坡地面时，其趾部进入持力层深度和距地面水平距离应符合设计要求；基底为倾斜面时，应准确挖凿成型，不得用填补方法筑成斜面；
- 5 基槽经验收合格后，方可进行砌筑基础。

25.4.4 拌制砂浆应符合下列规定：

- 1 砌体工程所用砂浆的强度等级不宜低于 M10；
- 2 砂浆应机械拌制。拌制时间宜为 3 min~5min；
- 3 砂浆按施工配合比配制，应具有适当的流动性和良好的和易性，其稠度宜为 10 mm~50mm。每批砂浆均应抽检一组试块；
- 4 炎热天气或雨天运送砂浆时，运送容器应加以覆盖；
- 5 砂浆应随拌随用、少拌快用。宜在 3h~4h 内使用完毕，气温超过 30℃时，宜在 2h~3h 内用完。

25.4.5 砌筑基础应符合下列规定：

- 1 砌筑前，应将基底表面风化、松软土石清除。砌筑应分段进行，每隔 10m~20m 或在基槽地质变化处设置沉降缝，宽 20mm~30mm；
- 2 岩石地层的基础，宜紧靠坑壁砌筑，并灌浆与周边地层结为一体；
- 3 采用台阶式基础时，台阶转折处不得砌成通缝；砌体与台阶壁的缝隙应插浆塞满；
- 4 基础砌筑完毕应及时回填肥槽，背土面沿墙根部做成不小于 4% 的排水横坡。

25.4.6 搭拆脚手架应符合下列规定：

1 搭脚手架应根据负载要求进行设计，并对作业人员进行技术交底。层高宜为 1.9 m~2.0m，宽度宜为 0.8 m~1.2m；

2 脚手架宜与墙体连接，使用中应定期检查，发现问题及时加固处理。

25.4.7 挂线找平应符合下列规定：

1 按照墙面坡度、砌体厚度、基底和墙顶高程可设两面立杆挂线或固定样板挂线，对高度超过 6m 的挡土墙宜分层挂线；

2 所挂外面线应顺直整齐，逐层收坡，在砌筑过程中经常校正线杆。

25.4.8 砌筑墙身应符合下列规定：

1 砌筑前石块应适当修整、浇水湿润，清洗表面泥土、水锈；

2 砌筑墙身应分层、分段砌筑。分段位置宜设在沉降缝或伸缩缝处。分段砌筑时，相邻层的高差不宜超过 1.2m；

3 伸缩缝宜每隔 10m~20m 设置，宽 20mm~30mm，应采用柔性材料填充；

4 砌石顺序宜为先砌角石、再砌面石、最后砌腹石。砌缝应饱满，各工作层竖缝相互错开，不得贯通；

5 砌筑上层砌块时，应避免振动下层砌块；砌筑中断后恢复时，应清扫、湿润砌体表面，坐浆砌筑；

6 勾缝应嵌入砌体内约 20mm 深，勾缝砂浆不得低于砌体砂浆强度；

7 砌筑的墙体应及时覆盖，并洒水保持湿润，洒水养护期不得少于 7d。

25.4.9 设置排（泄）水通道应符合下列规定：

1 砌筑过程中应沿墙高和墙长设置泄水孔，宜采用梅花形等间距布置，孔径不小于 50mm，材料可采用 PVC 塑料管或镀锌钢管。易积水处泄水孔应加密；

2 墙背土透水性差时，泄水孔的进水侧应设置反滤层，厚度不小于 300mm。最低排泄水孔的下部，应设置隔水层；

3 挡土墙顶面应采用砂浆抹面或面石封闭。挡土墙顶面内侧与山体连接处应采用黏土夯实；

4 侧沟和天沟砌筑时采用的水泥砂浆，不得低于砌筑挡土墙的水泥砂浆标号，并与挡土墙一同砌成整体。挡土墙较高时，应设置台阶或检查梯。

25.4.10 墙背填筑应符合下列规定：

1 砌体砂浆强度达到 75% 以上方可进行墙背填筑。墙后回填应逐层碾压夯实，设不小于 3% 的横坡，不得向墙背斜坡填筑；

2 墙背回填应由最低处分层填起，不同作业段交接处宜在先填地段按 1:1 分层留台阶，相互交叠衔接，其搭接长度不得小于 2m；

3 每一压实层均应检验压实系数，合格后方可填筑其上一层。

25.5 质量标准

25.5.1 施工前，应检验墙背填筑所用填料的重度、强度，同时应检验墙身材料的物理力学指标。

25.5.2 施工中应进行验槽，并检验墙背填筑的分层厚度、压实系数、挡土墙埋置深度，基础宽度、排水系统、泄水孔（沟）、反滤层材料级配及位置。

25.5.3 施工结束后，应检验浆砌重力式挡土墙砌体墙面质量、墙体高度、顶面宽度、砌缝、勾缝质量，结构变形缝的位置、宽度，泄水孔的位置、坡率等。

25.5.4 浆砌重力式挡土墙质量检验标准应符合表 25.5.4 的规定。

表 25.5.4 浆砌重力式挡土墙质量检验标准

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	挡土墙埋置深度	mm	±10	经纬仪测量
	2	墙身材料（石材）强度	MPa	≥30	点荷载试验
	3	分层压实系数	不小于设计值		环刀法
一般项目	1	平面位置	mm	≤50	全站仪测量
	2	墙身、压顶断面尺寸	不小于设计值		用钢尺量：每一缝段测 3 个断面，每断面各 2 个点
	3	压顶顶面高程	mm	±10	水准测量：每一缝段测量 3 点
	4	砂浆强度	不小于设计值		28d 试块强度
	6	勾缝饱满度	不小于设计值		百格网
	5	泄水孔尺寸	mm	±3	用钢尺量：每一缝段测量 3 点
	6	泄水孔坡度	设计值		
	7	伸缩缝、沉降缝宽度	mm	+20 0	用钢尺量：每一缝段测量 3 点
	8	轴线位置	mm	≤30	经纬仪测量：每一缝段纵横各测量 2 点
	9	墙面倾斜率	≤0.5%		线锤测量：每一缝段测量 3 点
10	墙表面平整度	mm	±10	2m 直尺、塞尺量：每一缝段测量 3 点	

25.6 成品保护

25.6.1 在挡土墙养护期间，砂浆强度尚未达到设计强度的 75% 时不得侧向受力。

25.6.2 墙背填筑时，靠近挡土墙 1m~2m 范围内填料夯实时，应采用人工夯实或者小型机械夯实。

25.7 注意事项

25.7.1 挡土墙后有山坡时，应在坡上设置截水沟。对于不能向坡外排水的边坡，应在墙后设置排水暗沟。

25.7.2 施工前应根据实际地形，核查施工图中挡土墙沉降缝与伸缩缝、泄水孔等设置的合理性；基础埋深及地质描述与实际地基情况的匹配性；挡土墙与路基或构造物的连接等。

25.7.3 施工过程中及施工完成后，应进行挡土墙的安全巡查和监测工作。

25.7.4 施工过程中应采取环境保护措施，防止扬尘，减少土地占压和生态环境破坏。

25.7.5 施工期间应严格控制噪声，并应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定。

25.7.6 雨、冬期施工应符合下列规定：

1 冬期砌筑施工前，应清除石材表面冰雪、冻结块等。砌筑砂浆宜采用普通硅酸盐水泥，并进行保温或加温处理；

2 雨期施工时，新砌筑的挡土墙在砂浆硬化期间应防止雨水冲刷或水流淹没。

26 劲芯水泥土搅拌墙（桩）

26.1 材料要求

- 26.1.1** 水泥宜选用普通硅酸盐水泥 P·O 42.5，对止水性要求高时，可选用矿渣水泥 P·S·A32.5。地下水具有侵蚀性时，应通过试验选用。
- 26.1.2** 水宜选用自来水，使用其他水源时，应考虑水对水泥凝结的影响。
- 26.1.3** 膨润土宜选用钠基膨润土，蒙脱石含量不低于 85%。
- 26.1.4** 预制构件可选用混合配筋管桩、钢管混凝土管桩、波浪桩、护壁桩、空心平板桩、实心平板桩、凹形板桩、空心方桩、实心方桩等预制构件。
- 26.1.5** 选用型钢作为芯桩时，型钢宜选用 Q235B 级钢和 Q345B 级钢，规格型号及有关要求宜按现行国家标准《热轧 H 型钢和部分 T 型钢》GB/T 11263 及《焊接 H 型钢》YB/T 3301 选用制作。
- 26.1.6** 减摩剂应选用不宜剥离、脱落的减摩剂。减摩剂可自配，配合比宜为氧化石蜡：阳离子乳化剂：OP：助乳剂：除锈剂：水=15：11.3：0.8：2：2：6.5。

26.2 主要机具

- 26.2.1** 三轴水泥土搅拌桩机按行走形式可分为步履式和履带式，主要技术参数见表 26.2.1。

表 26.2.1 三轴搅拌桩机主要技术参数

参数名	单位	钻机型号				
		履带式		步履式		
		SPA135	SPF808	Zdl-650	SPM808	ZDK100
搅拌轴	个	3	3	3	3	3
叶片外径	mm	650	650	650	850	1000
动力头功率	kw	2*45(55)	2*75(90)	2*45(55)	2*75(90)	3*75(90)
拔钻力	KN	300	500	300	500	700
钻孔深度	m	10-25	18-30	18-30	18-30	18-30
整机重量	t	58	62	52	56	115

- 26.2.2** 搅拌设备宜采用高速制浆机，产量不低于 20 立方/m 宜选用容量不小于 2m³的储浆设备（可 2-3 个储浆筒），且具有转速不低于 15 转/min 的搅拌能力的储浆筒。
- 26.2.3** 水泥存贮仓容量不宜小于 50m³，带有螺旋输送机。
- 26.2.4** 空压机应优选静音空压机，不宜小于 8m³。
- 26.2.5** 水泥浆输送设备宜采用 BW250 以上柱塞注浆泵，流量不宜小于 200L/min。
- 26.2.6** 吊装设备宜为履带吊，按预制件长度和重量选择。

26.3 作业条件

- 26.3.1** 钻机、起重机等施工机械与架空输电导线的最小安全距离不应低于本规程表 16.3.1 规定。
- 26.3.2** 宜根据场地条件布置水泥浆搅拌设备搭建临时设施。
- 26.3.3** 钻机和各种配套设施应进行安装调试，经验收合格后方可投入使用。

26.4 施工工艺

26.4.1 劲芯水泥土搅拌墙施工工艺流程应符合图 26.4.1 的规定。

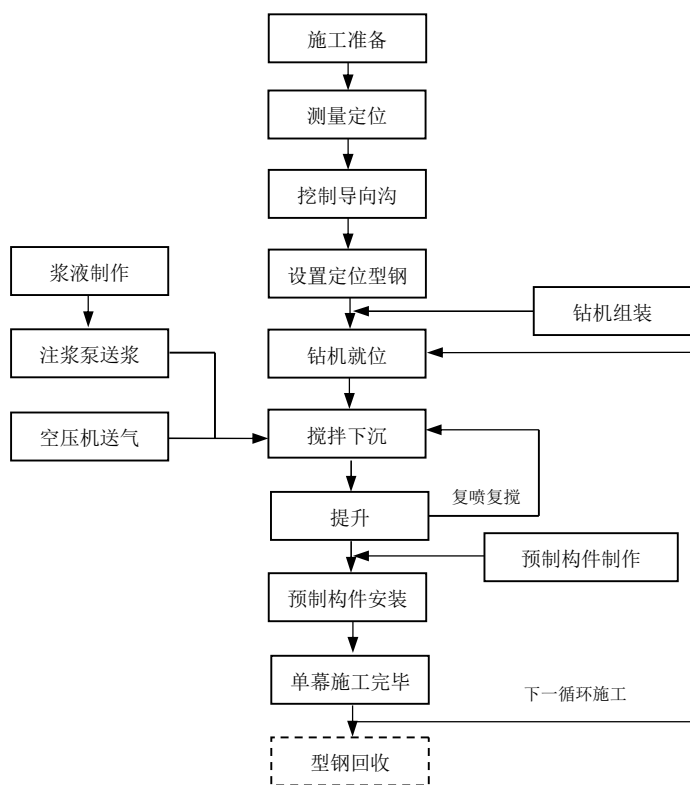


图 26.4.1 劲芯水泥土搅拌墙施工工艺流程

26.4.2 应在已建立的现场测量控制网基础上进行准确的测量放点，确定墙（桩）体中心线。宜在验线后进行下一步施工。

26.4.3 导向沟控制及导墙制作应符合下列规定：

- 1 应根据搅拌墙轴线开挖导向沟，尺寸宜为上口（墙宽+600）*下口（墙宽+300）*深 1500；
- 2 回填土或松散砂场地，可采用钢筋混凝土导墙。导墙宜筑于稳定土层上，宜高出地面 100mm。导墙的净宽应大于墙体设计宽度（桩体直径）40mm~60mm。

26.4.4 定位型钢设置应符合下列规定：

- 1 导向沟开挖完成后，应在沟槽边缘设置搅拌桩定位型钢。如图 26.4.4 所示，垂直导向沟方向放置两根 200*200mm，长约 2.5m 的工字型钢（或槽钢）作为定位型钢支撑，横向定位型钢在平行于导沟方向放置两根 300*300mm，长约 8m~20m 的定位型钢，于定位型钢表面标识置入体间距；
- 2 设有导墙时，可直接定位于导墙之上。

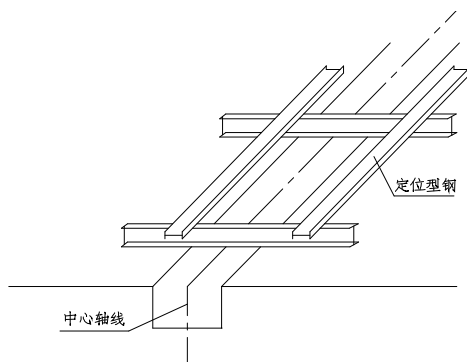


图 26.4.4 定位型钢示意图

26.4.5 钻机调试运转正常后就位。应保持基底盘平稳，搅拌轴定位对中平面允许偏差 $\pm 20\text{mm}$ 。宜用全站仪或吊锤校正垂直度，导向架垂直度偏差不大于 $1/250$ 。

26.4.6 水泥浆液制备应按设计配比和搅拌机操作规程进行拌制。搅拌桶内注入预定水量并开动搅浆机后，再逐渐加入水泥直到设计用量，水灰比宜为 $1.5\sim 2.0$ ，搅拌不低于 3min 。拌制后宜通过滤网泵送至储浆筒备用（储浆筒应有搅拌装置）。水泥浆留置时间不应超过 2h 。

26.4.7 预制构件制作应符合下列规定：

- 1 预制桩宜在工厂按设计要求制作，且制作和运输应符合国家现行规范的相关规定；
- 2 预制桩制作时应留设与冠梁、腰梁连接构造措施；
- 3 预制桩接头强度宜通过试验验证。

26.4.8 H 型钢制作应符合下列规定：

1 型钢采用分段焊接时，应采用坡口焊接。坡口形式和要求应遵照《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的规定，焊缝质量等级不应低于二级。型钢焊接接头不宜大于 2 个，焊接接头位置应避免布置于型钢受力较大处(如支撑位置)；相邻接头竖向位置宜错开，错开距离不宜小于 1m ；

2 型钢应除锈，涂刷减阻剂；型钢插入前应清除表面污垢及铁锈，并涂敷减摩剂，涂抹厚度不宜小于 1mm 。减摩剂应加热至完全熔化后方能进行涂敷。

26.4.9 成孔搅拌操作应符合下列规定：

1 土层可选用跳槽式双孔全套打复搅方式、单侧挤压方式、砂卵砾地层预钻套打方式；

2 轴杆、钻头类型宜根据土层选择。粉土、黏土地层宜使用叶片式轴杆、平底钻头，砂土、砂砾土地层宜选用螺旋叶片式轴杆、定心螺旋式钻头；

3 搅拌次数和搅拌时间应保证水泥土墙的成墙质量。应上下各一次喷浆搅拌，如须具有截水功能时，应复喷复搅。搅拌下沉的速度宜控制在 $0.5\text{ m/min}\sim 1\text{m/min}$ ，提升速度宜控制在 $1\text{ m/min}\sim 2\text{m/min}$ ，并保持匀速下沉和提升。使水泥浆和原地基土充分搅拌，提升时不应产生负压；

4 可采用流量计进行水泥浆的流量控制，喷浆压力宜控制在 $0.8\text{ MPa}\sim 1.0\text{ MPa}$ ，注浆流量宜为 $20\text{ L/min}\sim 40\text{ L/min}$ ；

5 下沉至设计标高后，宜原位喷浆搅拌不少于 30s ；

6 施工时因故停浆，应在恢复喷浆前，搅拌位置提升或下沉 0.5m 后再进行喷搅施工。施工间断情况下应采用跳槽式全套复搅式连接；

7 搅拌头直径不应小于设计直径，磨损量不宜大于 10mm ，应及时补焊；

8 施工中产生的水泥土浆液，可集积在导向沟内或现场设置的沟槽中，自然固结后外运。

26.4.10 预制构件安装应符合下列规定：

1 搅拌完成后宜在 30min 内插入预制构件；

2 预制构件的插入应采用定位导向架确定型钢平面位置。预制构件插入过程中可用全站仪或垂准仪校准垂直度；

3 型钢等钢制预制构件分段安装应设置坡口焊接。焊接段 30cm 内不应涂抹减摩剂，待焊接完成回温后补刷；

4 预制构件宜依靠自重插入，也可采用震动锤等辅助手段下沉到位，严禁采取重复起吊自由落钩的插

入形式；

5 下沉至设计深度后，预制构件应固定。

26.4.11 预制构件回收应符合下列规定：

1 基坑肥槽回填过程中，应将支撑、锚杆等构件拆除。回填后，可进行预制构件回收；

2 千斤顶应垂直平稳布置在连梁上，液压卡具加紧钢筋腹板后，两只千斤顶应同步加压，将预制构件顶出，待顶升压力平稳后，可采用吊车提出；

3 拔出后的孔隙应及时注浆或灌砂填充。

26.5 质量标准

26.5.1 劲芯水泥土搅拌墙的质量检查验收可分为施工期间过程控制、成墙质量验收和基坑开挖检查三个阶段。

26.5.2 水泥土搅拌墙施工前应对进场的材料进行验收。水泥外加剂等原材料指标、H型钢、预制构件及机械性能应满足设计要求。

26.5.3 施工中应检查桩身混合料的配合比、基坑开挖前应检验墙体强度。墙体强度宜采用施工中应检查桩身混合料的配合比、基坑开挖前应检验墙体强度。墙体宜采用浆液试块强度确定。每个台班应取一幅墙体，每个墙体2个取样点（每个取样点3个试块）。取样点可设置基底1米处及最软弱土处。采用钻芯法确定强度时，宜在软弱土层取样。抽检数量不应小于总轴数的2%，且不小于三根。

26.5.4 劲芯水泥土搅拌墙质量检验标准应符合表 26.5.4 的规定。

表 26.5.4 劲性水泥土搅拌墙质量检验标准

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	预制桩型号及桩身质量	符合本标准、国家现行有关标准的规定 和设计的 要求		检查质量证明文件或质量验收记录
	2	预制件长度	mm	±50	用钢尺量
	3	墙身强度	不小于设计值（一般0.5Mpa以上）		28天试块强度或取芯法
	4	水泥用量	不小于设计值		查看流量计数据
	5	墙体深度	不小于设计值		测量搅拌轴长度
	6	导向架垂直度		1/250	全站仪或垂准仪
	7	成桩直径	mm	±20	测量搅拌螺旋直径
一般 项目	1	预制件顶标高	mm	±50	水准测量
	2	预制桩截面直径或厚度	mm	+10	预制桩截面直径或厚度
	3	预制桩桩身侧向弯曲矢高	L/1000 且不大于 20mm		用钢尺量
	4	水胶比	设计值		水与水泥等凝胶材料质量比
	5	提升速度	设计值		测量动力头距离时间
	6	下沉速度	设计值		测量动力头距离时间
	7	轴线位置	mm	≤50	全站仪钢尺量
	8	墙体标高	mm	≥100	水准仪测

9	平面位置	平行基坑边线	mm	≤50	用钢尺量
		垂直基坑边线	mm	≤10	用钢尺量
10	垂直度			≤1/200	全站仪，水准仪

注：L 为芯材设计长度。

26.6 成品保护

- 26.6.1** 施工过程中，严禁施工设备碰触、碾压外露预制构件。
- 26.6.2** 基坑开挖过程中，施工设备不得碰触搅拌墙体。
- 26.6.3** 预制桩应按不同规格、长度及施工流水顺序分别堆放，不宜在施工现场多次吊运。
- 26.6.4** 预制桩叠层堆放时，应采用吊机取桩，严禁拖拉移桩。
- 26.6.5** 安装腰梁须破除墙体时应人工清除水泥石，不得使用挖机、破碎炮清除。

26.7 注意事项

- 26.7.1** 浇筑冠梁时，如预制构件回收，冠梁和预制构件应采用一定材料隔离（如聚丙板等）。支护结构设置钢腰梁，焊接时应清除外露部分涂层。回填时应将钢梁支座拆除、焊口磨平后重新涂抹减摩剂。
- 26.7.2** 水泥石搅拌墙宜进行施工前成墙实验，以确定实际采用的各项施工技术参数，包括浆液水灰比、下沉提升速度、每幅墙体注浆量即涂层分层技术参数等。
- 26.7.3** 采用两轴注浆、中间轴注压缩空气，进行辅助成墙时，应考虑压缩空气对水泥石强度的影响。
- 26.7.4** 施工过程中宜随机对机座四周标高进行复测，确保机械处于水平状态施工，同时用经纬仪经常对搅拌轴进行垂直度复测。
- 26.7.5** 转角处搭接应采用“十”字接头的形式。当与灌注桩、连续墙搭接时，可采用旋喷桩搭接。当出现冷缝接头时，可在墙体外侧搭接厚度 10cm 补打搅拌桩一至两幅。
- 26.7.6** 钻孔取芯完成后的孔隙应注浆填充。
- 26.7.7** 长时间停止施工，应对压浆管道和设备进行清洗。
- 26.7.8** 基坑开挖过程中，出现漏点，应及时封堵。可采用引流管速凝水泥石砂浆和水泥、水玻璃双液竖向注浆。

27 地下连续墙

27.1 材料要求

- 27.1.1** 泥浆应具有良好的物理性能、流变性能、稳定性和抗水泥污染性能，保证连续墙施工中槽壁的稳定性能。
- 27.1.2** 泥浆宜经成槽试验后确定适宜的配合比，泥浆性能应满足施工要求。遇地层含盐或受化学污染时，应配制专用泥浆。
- 27.1.3** 钢筋笼中受力钢筋的品种、级别、规格、数量应符合设计要求，力学性能应符合有关产品标准的规定。
- 27.1.4** 钢筋接头施工和外观质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的规定，接头力学性能应符合设计要求及相关规定。
- 27.1.5** 钢筋表面不得有油渍、锈蚀等现象。钢筋加工、绑扎和焊接应符合设计要求。
- 27.1.6** 地下连续墙混凝土抗压强度和抗渗等级等指标应符合设计要求。
- 27.1.7** 用于灌注地下连续墙的混凝土应具有良好的和易性、缓凝性，初凝时间应满足浇筑要求。混凝土坍落度宜为 180mm~220mm。
- 27.1.8** 预制混凝土地下连续墙构件施工质量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和现行地方标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968 的规定。

27.2 主要机具

- 27.2.1** 地下连续墙施工前宜先进行成槽试验，确定适宜的施工机械。成槽设备应根据地下连续墙的厚度、深度、单元槽段宽度和地质条件等因素选择。
- 27.2.2** 地下连续墙的施工机具宜包括成槽机、混凝土搅拌机、浇灌架(包括储料斗、吊车或卷扬机)、金属导管、泥浆搅拌机、泥浆泵、空压机、水泵、软轴搅拌器、旋流器、振动筛、泥浆比重秤、漏斗粘度计、金属接头管、履带或轮胎式起重机、顶升架、电焊机、弯曲机、切割机、经纬仪、水准仪等。
- 27.2.3** 测量定位所用的经纬仪、水准仪及控制质量检测设备应经过鉴定合格。
- 27.2.4** 主要机具选型配备应满足施工要求。
- 27.2.5** 双轮铣槽机主要技术参数见表 27.2.5。

表 27.2.5 双轮铣槽机主要技术参数

型号	BC-15	BC-20	BC-30	BC-30LJ	BC-30YJ	MBC-30	K3C	K3L	EMX
开挖深度 (m)	30	44	50	60	100	55	70	120	150
槽宽 (mm)	500~1500	500~1500	640~2100	640~2100	640~2100	640~1500	650~1200	650~1200	650~3200
一次成槽长度 (mm)	2200	2200	2790	2790	2790	2790	3130	3130	2400~3200
铣槽机重量 (t)	12~20	12~20	26~35	26~35	26~35	17~20	17	29	30~50
装载机械	履带式吊车	履带式吊车	履带式吊车	履带式吊车	履带式吊车	导轨/履带	履带式吊车	专用机架	履带式吊车

- 27.2.6** 抓斗式挖槽机抓斗主要技术参数见表 27.2.6。

表 27.2.6 抓斗式挖槽机抓斗主要技术参数

抓斗型号	BH7	BH12	MEH2025	S35	KRC2	DHG80	GB50
开挖深度 (m)	60	70	120	35	50	30	80
开挖宽度 (m)	0.5~1.2	0.8~1.2	0.8~1.2	0.61~1.22	0.5~1.2	0.8	0.8~1.5
斗齿开度 (m)	2.5	2.5	2.5	1.88~2.13	2.2~3.1	2.8	2.5
抓斗类别	液压混合式	液压混合式	液压导板	液压导杆	液压导杆	液压导板	液压导板
悬挂重量 (t)	8	12	8.3~11.9	10.7~13.0	8.8~13.2	13.9	15~21
斗体容量 (m ³)	1.2~2.0	1.2~2.0	1.17~2.80	0.7~1.4	1.2	1.2	1.5~2.8
纠偏方法	悬挂, ±180°	悬挂, ±180°	12 块导板	导杆	导杆	/	/

27.3 作业条件

- 27.3.1** 宜根据场地条件布置水泥浆搅拌设备及泥浆池, 并搭建临时设施。
- 27.3.2** 施工机械和各种配套设施应进行安装调试, 经验收合格后方可投入使用。
- 27.3.3** 地下连续墙施工前宜通过试成槽确定适宜的成槽机械、泥浆配比和施工工艺等。

27.4 施工工艺

- 27.4.1** 地下连续墙施工工艺流程宜符合图 27.4.1 的规定。

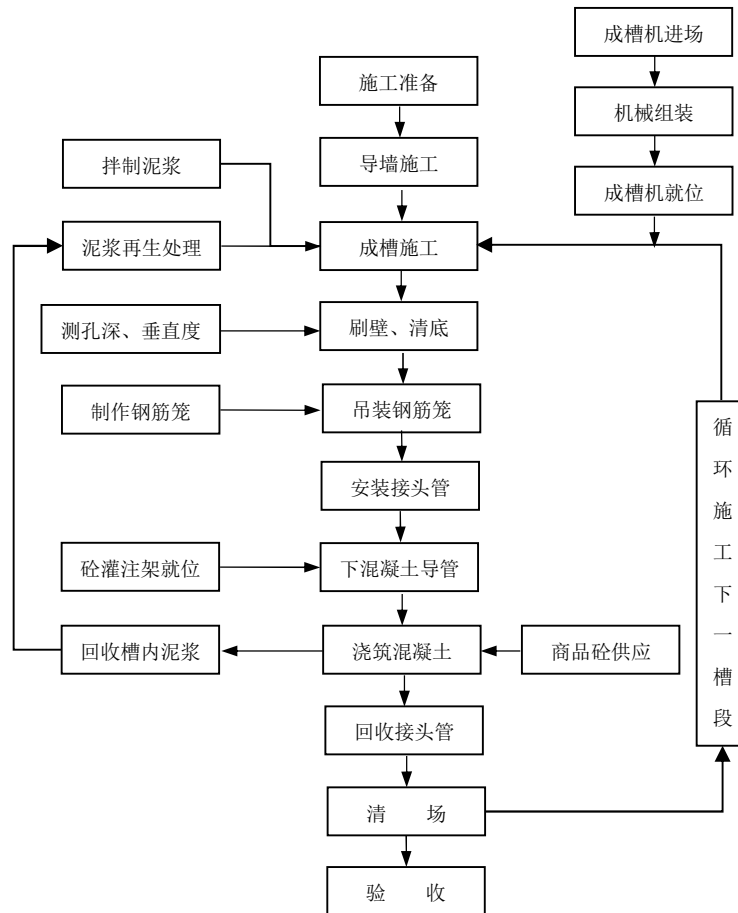


图 27.4.1 地下连续墙施工工艺流程

27.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 根据施工现场实际情况进行场地硬化，并在施工临时道路与地下连续墙导墙相邻处设置伸缩缝；
- 2 在已建立的现场测量控制网基础上进行测量放点，确定墙体中心线及导墙位置。宜会同甲方或监理共同验线后进行下一步施工；
- 3 设备和其他辅助工具已就位，并调试至良好状态，作业人员已到岗；
- 4 其他准备工作应符合本章第 27.3 节的规定。

27.4.3 导墙施工应符合下列规定：

- 1 导墙结构应满足强度和稳定性要求，宜采用现浇钢筋混凝土结构、预制钢筋混凝土结构或钢结构；
- 2 导墙混凝土强度等级不应低于 C20，厚度不应小于 200mm，埋深宜为 1.5m~2.0m。导墙外侧土应夯填密实；
- 3 导墙顶面宜高出现况地面 100mm，且应保证泥浆液面高于地下水位 1m 以上。导墙内墙面应垂直，内墙面净距大于地下连续墙设计厚度 40mm~60mm；
- 4 钢结构导墙、预制钢筋混凝土导墙宜制作成拼装式，设计应牢固可靠，各部位连接应方便现场拆装。底部宜设置混凝土垫层；
- 5 导墙应按地下连续墙设计轴线位置放线开挖，开挖后基底宜铺筑 C10 混凝土垫层，厚度宜为 30mm~50mm，垫层表面应平整；
- 6 导墙分段施工时，施工缝的位置应与地下连续墙施工接头位置错开；
- 7 导墙混凝土应分层浇筑，待混凝土强度达到设计强度的75%后方可拆模，拆模时应保证混凝土表面及棱角不受损伤；
- 8 施工中如遇障碍物、软土或杂填土等不良地层条件时，宜进行换填或加固处理；

- 9 预制钢筋混凝土、钢结构导墙的接缝应严密、不得漏浆；
- 10 现浇混凝土导墙拆模后或预制导墙安装后，应在导墙内部及时加设支撑。

27.4.4 泥浆配制应符合下列规定：

- 1 泥浆应根据地层条件、地下水状况、成槽工艺、技术指标等因素进行配制，选择适宜的浆液和材料；
- 2 泥浆的储存量不宜低于成槽开挖土方体积的2倍。在易发生渗漏的地层成槽时，宜增加泥浆的储存量、提高黏度；
- 3 新配制泥浆静置时间宜大于 24h，保证泥浆中各材料充分水化后方可使用；
- 4 槽孔达到设计深度，灌注混凝土前，应对槽段内泥浆进行置换和净化处理，对槽段泥浆进行检测；
- 5 施工泥浆可经分离、净化处理后回收循环使用，需循环使用的泥浆宜根据施工实际情况补充膨润土、黏性土或其他处理剂等材料进行调制，经试验合格后使用。

27.4.5 成槽施工应符合下列规定：

- 1 单元槽段应综合考虑地质条件、结构设计、周边环境、机械设备、施工工艺等因素进行划分；
- 2 地下连续墙的转角处严禁设置槽段接头；
- 3 施工前宜进行成槽试验，并根据试验结果确定适宜的槽段长度、成槽时间及抓斗的上下速度等施工参数；
- 4 单元槽段宜进行间隔一个或多个槽段的跳幅施工；
- 5 成槽机作业地面应平整、坚实。成槽宜采用液压抓斗式成槽机，进入密实砂卵石层或岩石层，可采用旋挖钻机配合或选用双轮铣成槽施工方法。地下连续墙与主体结构外墙相结合作为永久结构时，成槽施工应采用具有自动纠偏功能的设备，成槽机应具备垂直度显示仪表和纠偏装置，成槽过程中应及时纠偏；
- 6 成槽应采用泥浆护壁，泥浆面宜高于地下水位以上1m及导墙底面以上0.5m；发现泥浆漏失应及时补浆，采取措施改善泥浆性能，控制泥浆漏失，保持泥浆液面高度；
- 7 槽段开挖过程中应加强槽壁稳定性检查，如槽壁发生局部塌方时应及时回填处理并重新成槽；
- 8 槽段开挖完成，应及时检查槽位、槽深、槽宽、槽壁垂直度等，并做好记录；验收合格后进行清槽换浆；
- 9 位于需要加固的特殊地层的槽段或邻近建筑物保护要求较高时，应按设计要求事先对槽壁进行加固；
- 10 成槽完成后，应及时对相邻单元槽段接头进行刷槽，刷槽应刷至槽底，将接头混凝土表面附着的泥砂等杂物清除干净，刷壁次数不得少于 10 次，且刷槽器表面无泥；
- 11 清槽宜分阶段进行。第一次清槽应在槽段开挖完成后静置30min~60min后进行，宜采用成槽机清除槽底泥砂，清槽深度不小于成槽深度，并进行泥浆置换；第二次清槽宜在钢筋笼安装完成后进行，宜采取泵吸法或气举法；
- 12 清槽完成后均应进行沉渣厚度检测。

27.4.6 钢筋笼制作应符合下列规定：

- 1 钢筋笼应根据单元槽段的划分和地下连续墙墙体配筋设计图制作，并应设置纵向桁架、横向桁架和剪刀撑等构造，以加强钢筋笼的整体刚度；钢筋笼内设置的桁架应满足吊装的强度、刚度和整体稳定性的要求；
- 2 钢筋笼制作平台基底应平整坚实，排水畅通；
- 3 钢筋笼分节制作时，宜设置编号，安装时应按编号顺序连接。分节制作的钢筋笼应经试拼装验收合格后方可批量制作；
- 4 制作钢筋笼时应采取措施确保导管上下贯通、固定牢固；
- 5 受力钢筋接头不宜设在受力较大处，钢筋笼主筋内、外保护层厚度应符合设计要求。宜采用钢制垫块，垫块与主筋焊接牢固。主筋垫块纵向间距宜为4.0m~5.0m，横向每排不少于2块；
- 6 钢筋笼内接驳器、预埋件、测斜管的安装应符合设计要求，安装牢固、位置准确。预埋件应采取保护措施，接驳器外露面应包扎严密；

7 玻璃纤维钢筋主筋、加强筋与普通钢筋宜采用专用卡具连接牢固。玻璃纤维钢筋之间的搭接长度、以及玻璃纤维钢筋与普通钢筋的搭接长度应符合设计要求。

27.4.7 钢筋笼吊装应符合下列规定：

1 钢筋笼宜采用整体吊装方法，如必须进行分段吊装时，接合位置应避免在受力较大部位，且应制定有可靠地保证措施，保证钢筋笼的整体性；

2 选用的吊车应满足吊装高度及起重量的要求，主吊和副吊应根据计算确定，并应对主副吊扁担、主副吊钢丝绳、吊具索具、吊点进行验算；

3 钢筋笼吊点布置应根据设计图纸和吊装工艺经计算确定，并应对钢筋笼起吊的稳定性、刚度、强度进行安全验算，吊点应焊接牢固；

4 钢筋笼吊装前应检查吊具、钢丝绳和索具的完好情况，并应符合安全规范相关规定；

5 钢筋笼吊装应进行试吊，符合要求后方可正式吊装；

6 钢筋笼应在槽段清底后及时吊入，钢筋笼吊装的位置、方向、垂直度、标高应符合设计要求；

7 异型槽段钢筋笼起吊前应对转角处进行加强处理，并随入槽过程逐渐割除；

8 钢筋笼使用玻璃纤维钢筋时，吊装应采取相应的加固措施，吊点不应设置在玻璃纤维钢筋范围内。

27.4.8 地下连续墙接头根据墙体结构形式、受力特征和止水要求可选择柔性接头（圆锁口管接头、铰接接头、铣接头）或刚性接头（“H”型钢接头、十字钢板接头、V型钢板接头），接头管（箱）及连接件应具有足够的强度和刚度。

27.4.9 地下连续墙接头构造应符合设计要求，其设置应符合下列规定：

1 连续墙接头构造应满足传力和防水要求；

2 宜尽量减少地下连续墙接头数量；

3 对于“Z”型、“T”型和“L”型幅段等特殊槽段，接头位置应考虑成槽设备尺寸、场地条件；

4 便于制作与施工。

27.4.10 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 地下连续墙应采用导管法浇筑混凝土。导管宜采用直径为200mm~350mm的钢管，导管内应放置隔水栓。管节拼接时，其接缝应密封、牢固，导管使用前应试拼装、试压，试水压力宜为0.6~1.0MPa；

2 槽段长度不大于6m时，混凝土宜采用两根导管同时浇筑；槽段长度大于6m时，混凝土宜采用三根导管同时浇筑。每根导管分担的浇筑面积应基本均等。钢筋笼就位后应及时浇筑混凝土；

3 导管水平布置间距不宜大于 3m，距槽段两侧端部不宜大于 1.5m。导管下端距槽底宜为300mm~500mm；

4 钢筋笼吊放就位后应及时灌注混凝土，间隔不宜超过4h；

5 混凝土初灌后，导管埋入混凝土内不宜小于2.0m；

6 混凝土浇筑应均匀连续，间隔时间不应超过混凝土初凝时间；

7 槽内混凝土面上升速度宜控制在3m/h~5m/h；导管埋入混凝土深度宜为2.0m~6.0m；在混凝土灌注过程中应定时测量槽内混凝土面高度，及时调整不同导管间混凝土浇灌速度，保持槽内混凝土面高差小于500mm；

8 每根导管分摊的浇筑面积应基本均等；

9 浇筑混凝土的充盈系数应为1.0~1.2；

10 地连墙混凝土灌注顶面宜高出设计墙顶标高至少 300~500mm，确保凿除浮浆层后的混凝土强度等级达到设计要求，并与冠梁浇筑成整体。

27.5 质量标准

27.5.1 施工前应对导墙的质量进行检查。

27.5.2 施工中应定期对泥浆指标、钢筋笼的制作与安装、混凝土的坍落度、预制地下连续墙墙段安放质量、

预制接头、墙底注浆、地下连续墙成槽及墙体质量等进行检验。

27.5.3 兼作永久结构的地下连续墙，其与地下结构底板、梁及楼板之间连接的预埋钢筋接驳器应按原材料检验要求进行抽样复验，取每 500 套为一个检验批，每批应抽查 3 件，复验内容为外观、尺寸、抗拉强度等。

27.5.4 混凝土抗压强度和抗渗等级应符合设计要求。墙身混凝土抗压强度试块每 100m³ 混凝土不应少于 1 组，且每幅槽段不应少于 1 组，每组为 3 件；墙身混凝土抗渗试块每 5 幅槽段不应少于 1 组，每组为 6 件。作为永久结构的地下连续墙，其抗渗质量标准可按现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB50208 的规定执行。

27.5.5 作为永久结构的地下连续墙墙体施工结束后，应采用声波透射法对墙体质量进行检验，同类型槽段的检验数量不应少于 10%，且不得少于 3 幅。

27.5.6 地下连续墙的质量检验标准应符合表 27.5.6-1~27.5.6-3 的规定。

表 27.5.6-1 泥浆性能指标

项	序	检查项目		性能指标	检查方法		
一般项目	1	新拌制泥浆		比重 (g/cm ³)	1.03~1.10	比重计	
				黏度	黏性土	20s~25s	黏度计
					砂土	25s~35s	
	2	循环泥浆		比重 (g/cm ³)	1.05~1.25	比重计	
				黏度	黏性土	20s~30s	黏度计
					砂土	30s~40s	
	3	清基(槽)后的 泥浆	现浇地下连续墙	比重 (g/cm ³)	黏性土	1.10~1.15	比重计
					砂土	1.10~1.20	
				黏度		20s~30s	黏度计
				含砂率		≤7%	洗砂瓶
	4		预制地下连续墙	比重 (g/cm ³)		1.10~1.20	比重计
				黏度		20s~30s	黏度计
pH 值		7~9		pH 试纸			

表 27.5.6-2 钢筋笼制作与安装允许偏差

项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	钢筋笼长度		mm	0, +100	用钢尺量，每片钢筋网检查上中下 3 处
	2	钢筋笼宽度		mm	0, +10	
	3	钢筋笼安装标高	临时结构	mm	±20	
			永久结构	mm	±10	
一般项目	4	主筋间距		mm	±10	任取一断面，连续量取间距，取平均值作为一点，每片钢筋网上测 4 点
	1	分布筋间距		mm	±20	
	2	保护层厚度		mm	0, +10	
目	3	预埋件及槽底注浆	临时结构	mm	≤10	用钢尺量

		管中心位置	永久结构	mm	≤5	
	4	预埋钢筋和接驳器中心位置	临时结构	mm	≤10	用钢尺量
			永久结构	mm	≤5	
	5	钢筋笼制作平台平整度		mm	±20	用钢尺量

表 27.5.6-3 地下连续墙成槽及墙体允许偏差

项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	墙体强度		不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	3	槽壁垂直度	临时结构	mm	≤1/200	20%超声波 2 点/幅
			永久结构	mm	≤1/300	100%超声波 2 点/幅
	4	槽段深度		不小于设计值		测绳 2 点/幅
一般项目	1	导墙尺寸	宽度（设计墙厚+40mm）	mm	±10	用钢尺量
			垂直度	≤1/500		用线锤测
			导墙顶面平整度	mm	±5	用钢尺量
			导墙平面定位	mm	≤10	用钢尺量
			导墙顶标高	mm	±10	水准测量
	2	槽段宽度	临时结构	不小于设计值		20%超声波 2 点/幅
			永久结构	不小于设计值		100%超声波 2 点/幅
	3	槽段位	临时结构	mm	≤50	钢尺 1 点/幅
			永久结构	mm	≤30	
	4	沉渣厚度	临时结构	mm	≤150	100%测绳 2 点/幅
			永久结构	mm	≤100	
	5	混凝土坍落度		mm	180~220	坍落度仪
	6	地下连续墙表面平整度	临时结构	mm	±150	用钢尺量
			永久结构	mm	±100	
			预制地下连续墙	mm	±20	
7	预制墙顶标高			±10	水准测量	
8	预制墙中心位移			≤10	用钢尺量	
9	永久结构的渗漏水			无渗漏、线流，且 ≤ 0.1L/（m ² ·d）	现场检验	

27.6 成品保护

- 27.6.1** 施工过程中，严禁施工设备碰触、碾压钢筋混凝土导墙。
- 27.6.2** 钢筋笼安装过程中，应对注浆管做好成品保护措施，严禁强力下放及转动。
- 27.6.3** 施工过程中应对槽口采取有效的防护措施。
- 27.6.4** 机械设备施工过程中，应注意对墙体的保护。

27.7 注意事项

27.7.1 废弃泥浆、渣土应进行集中存放，运输应采用密闭式罐装车，不得撒落、溢出或泄露，不得污染环境，并应符合环保部门相关要求。

27.7.2 施工现场应根据实际情况合理设置临时排水系统，定期维护，保证排水通畅；施工污水应采用沉淀、过滤等方法处理，保证排放达到标准的规定。

27.7.3 钢筋笼起吊时不得在地面上拖引，吊起后不得空中摆动，吊车回转半径内无障碍物。

27.7.4 钢筋笼吊放入槽时，不得强行冲击入槽；钢筋笼在入槽过程中，严禁切割钢筋笼。

28 土钉墙和复合土钉墙

28.1 材料要求

- 28.1.1 水泥宜选用 P.O42.5 普通硅酸盐水泥或 P.S.A32.5 矿渣硅酸盐水泥，具有出厂合格证和检测报告。
- 28.1.2 砂子宜选用洁净的中、粗砂，含水量宜为 5%~7%。
- 28.1.3 石子宜选用洁净的砾石，粒径不宜大于 15mm。
- 28.1.4 钢筋、钢绞线品种和规格应符合设计规定，具有出厂合格证和试验报告。
- 28.1.5 预拌喷射混凝土应符合设计及相关验收规范要求，具有出厂合格证和检测报告。
- 28.1.6 泵送剂、早强剂、减水剂、速凝剂等外掺剂应根据施工需要通过试验确定。

28.2 主要机具

- 28.2.1 主要施工机具宜选用洛阳铲、螺旋钻、冲击钻、地质钻、钢筋切断机、钢筋弯曲机、交流电焊机、锚喷机、空压机、水泥储存罐、压浆泵、水泥搅拌机、锚杆张拉机等。
- 28.2.2 辅助设备宜选用全站仪、经纬仪、水准仪、钢卷尺等。

28.3 作业条件

- 28.3.1 施工前应将水泥、外掺剂送实验室复试，同时进行配合比试验，保证各种材料合格并提出合适的配合比。
- 28.3.2 施工现场应做好材料、机具摆放规划，使水泥浆、喷射混凝土输送距离最短。
- 28.3.3 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

28.4 施工工艺

- 28.4.1 土钉墙和复合土钉墙施工工艺流程宜符合图 28.4.1 的规定。

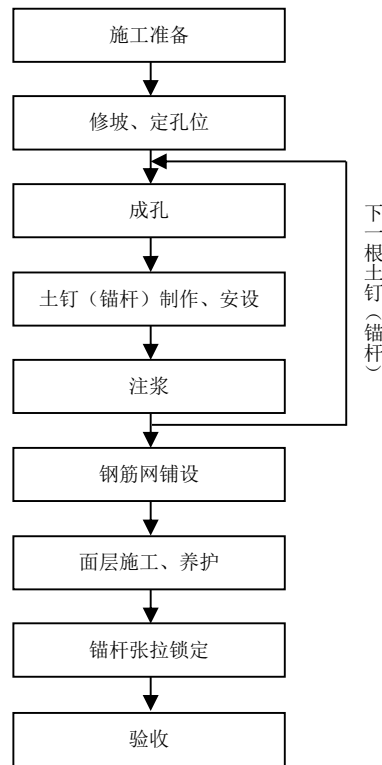


图 28.4.1 土钉墙和复合土钉墙施工工艺流程

28.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后，应进行检修、调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 28.3 节的规定。

28.4.3 修坡、定孔位应符合下列规定：

- 1 土方开挖和土钉墙施工应按设计要求自上而下分段分层进行，上一层土钉完成注浆后，间隔 48h 方可开挖下一层土方；
- 2 在机械进行土方作业时，严禁坡面出现超挖或扰动坡面土体。坡面宜采用小型机具辅以人工修整，在坡面喷射混凝土支护前，应清除坡面虚土；
- 3 孔位定点应根据设计方案，使用水准仪或全站仪投放每步土钉的水平设计标高，按一定间距设置标高控制桩，间隔不宜大于 20m，在两相邻控制桩中间挂线确定孔位。

28.4.4 成孔应符合下列规定：

- 1 可选择洛阳铲、螺旋钻、冲击钻、地质钻等成孔方法，孔径和倾角应符合设计要求，采用的成孔方法应能保证孔壁的稳定性；
- 2 成孔范围内存在地下管线等设施时，应在查明其位置并避开后，再进行成孔作业；
- 3 当成孔遇不明障碍物时，应停止成孔作业，在查明障碍物的情况并采取针对性措施后方可继续成孔；
- 4 对易坍塌的松散土层宜采用机械成孔工艺；成孔困难时，可采用注入水泥浆等方法进行护壁；
- 5 填土中如成孔困难，可考虑采用打入式土钉。土钉宜选用钢管，端部应制成尖锥状，顶部宜设置防止变形的加强构造，距底端 300mm ~1000mm 的管身设注浆孔，梅花形布置，间距 300mm~400mm。击入过程中注意保持土钉的入土角度垂直于坡面，击打到位后管内注浆。打入后钢管锤击端剩余量应高于坡面土层 150~200mm，钢管外端两侧先焊接“L”短筋，再与面层水平加强筋焊接。

28.4.5 土钉（锚杆）制作、安设应符合下列规定：

- 1 应沿土钉全长设置对中定位支架，对中支架可选用 6mm~8mm 的钢筋焊制，其间距宜取 1.5m~2.5m，土钉钢筋保护层厚度不宜小于 20mm。成孔结束，放置土钉杆体应对正杆体的方向，杆体置入后不应再扭转

方向，放置过程中应减少对孔壁土层的扰动，土钉外端部剩余长度应与面板厚度及预计的钢筋网片位置相配合；

2 锚杆制作和安放时应除锈、去油污、避免杆体弯曲。每根钢绞线的下料长度误差不应大于 50mm，沿杆体轴线方向每隔 1.5m~2.0m 应设置一个隔离架。杆体自由段应使用塑料管包裹，与锚固段相交处的塑料管口应绑紧密封；

3 成孔后应及时插入土钉（锚杆），遇塌孔、缩径时，应在处理后再插入。

28.4.6 注浆应符合下列规定：

1 土钉注浆时，宜使用水灰比 0.5~0.55 的水泥浆。注浆管宜与杆体虚绑，管口距孔底 250mm~500mm，注浆至孔口溢浆为止，初凝前应补浆 1~2 次至浆液饱满；

2 锚杆注浆时，宜使用水灰比 0.5~0.55 的水泥浆。一次注浆管口距孔底距离宜为 100mm~200mm。当需要二次高压注浆时，终止注浆压力不应小于 1.5MPa，注浆时间可根据注浆工艺试验确定或一次注浆锚固体强度达到初凝后进行；

3 注浆开始或中途停止超过 30min 时，应用水或稀水泥浆润滑注浆泵及其管路。

28.4.7 钢筋网铺设应符合下列规定：

1 土钉（锚杆）施工完毕后，进行钢筋网铺设，钢筋网与土层坡面净距不应小于 30mm。按设计间距绑扎钢筋网，避免在同一截面位置搭接钢筋，钢筋网搭接长度不应小于 300mm；

2 采用双层钢筋网时，第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设。网片与加强筋交接部位，应绑扎或焊接；

3 土钉与加强筋应连接牢固，满足承受土钉拉力的要求。

28.4.8 翻边施工应符合下列规定：

1 将土钉墙面层的钢筋网片、竖向加强筋翻上坡顶，翻边宽度不应小于 0.8m，外沿增加水平向加强筋；用竖向锚钉固定，入土深度不应小于 500mm，如果上部地层为回填土、杂填土等不稳定地层，宜设置地锚；

2 钢筋网片保护层不应小于 30mm，喷射混凝土厚度不宜小于 80mm。

28.4.9 面层施工、养护应符合下列规定：

1 喷射作业应分段分片依次进行，同一分段内喷射顺序应自下而上，一次喷射厚度宜为 40mm~70mm。喷射时，喷头与受喷面应垂直，距离宜保持 0.6m~1.0m，喷射混凝土的回弹率不应大于 15%；

2 喷射混凝土终凝 2h 后，应喷水养护；养护时间根据气温环境等条件，宜为 3d~7d。

28.4.10 锚杆注浆后浆体强度达到 15Mpa 或达到设计强度的 75% 以上后（经验值为养护 7 天左右），方可进行验收试验。经验收试验合格后，进行集中统一张拉。

28.4.11 锚杆张拉锁定应符合本规程第 30.4.10 条的规定。

28.5 质量标准

28.5.1 土钉墙和复合土钉墙施工前应对钢筋、水泥、砂子、石子、机械设备性能等进行检验。

28.5.2 土钉墙和复合土钉墙质量检验标准应符合表 28.5.2 的规定。

表 28.5.2 土钉墙和复合土钉墙质量检验标准

项	序	检查项目	允许偏差或允许值
主控 项目	1	土钉或锚杆杆体长度	+50mm
	2	土钉验收抗拔力或 锚杆抗拔承载力	设计要求
一般	1	土钉或锚杆位置	±100mm

项目	2	土钉或锚杆倾角	±3°
	3	成孔孔径	不小于设计值
	4	注浆体强度	设计要求
	5	注浆量	不小于设计值
	6	混凝土面层钢筋网间距	±30mm
	7	混凝土面层厚度	平均厚度不小于设计值，最小厚度不小于设计值的80%， 并不应小于50mm
	8	混凝土面层抗压强度	设计要求

28.5.3 土钉墙检测应符合下列规定：

- 1 施工过程中应对土钉位置，成孔直径、深度及角度，土钉长度，注浆配比、压力及注浆量，墙面厚度及强度，土钉与面板的连接情况、钢筋网的保护层厚度等进行检查；
- 2 土钉应通过抗拔试验检测抗拔承载力，土钉抗拔试验宜分层、分区段进行，土钉试验应有代表性和针对性；
- 3 对基坑侧壁安全等级为二级、三级的土钉墙，抗拔承载力检测值分别不应小于土钉轴向拉力标准值的1.3倍、1.2倍；
- 4 墙面喷射混凝土厚度应采用钻孔法或其他方法检测。

28.5.4 预应力锚杆质量检查应符合下列规定：

- 1 施工过程中应对预应力锚杆位置，钻孔直径、长度及倾角，自由段与锚固段长度，浆液配合比、注浆压力及注浆量，锚座几何尺寸，锚杆张拉值和锁定值等进行检查；
- 2 应在锚杆锚固浆体强度达到15Mpa或达到设计强度的75%以上时，方可进行锚杆抗拔力试验。锚杆抗拔力检测试验的最大试验荷载应取锚杆极限抗拔承载力的0.8倍。

28.6 成品保护

- 28.6.1 应保护锚杆不受外力碰撞。
- 28.6.2 应避免腰梁和墙面承受外部荷载。
- 28.6.3 土钉墙或复合土钉墙施工完成后，应尽量减小地下水或地表水对支护结构的影响，当存在残留水时，应采取有效的引排水措施。

28.7 注意事项

- 28.7.1 坡面土体自稳性差时，宜先喷射护面，再进行成孔施工。
- 28.7.2 做好场区排水组织，排水沟应采取防渗措施并定期排查。
- 28.7.3 雨期施工应按要求配备防汛器材，加强现场巡视，发现裂缝及时封堵。
- 28.7.4 冬期施工应采取有效的冬施措施，注浆时水泥浆的温度不应低于5℃。覆盖有效的防风、保温材料，防止土钉墙面层受冻。

29 钢支撑

29.1 材料要求

- 29.1.1** 钢支撑钢材宜采用 Q235 钢。可采用圆形钢管、H 型钢、工字钢、槽钢或其组合截面，宜选用圆形钢管。
- 29.1.2** 钢腰梁可采用 H 型钢、工字钢、槽钢或其组合截面等。当采用组合截面时，组合截面构件应采用缀板连接。
- 29.1.3** 进入施工现场的钢支撑、腰梁、立柱及辅助材料，应按照物资进场报验程序进行材料报验，安装施工前应验收合格。
- 29.1.4** 钢支撑、钢腰梁和立柱等构件宜由工厂化制作。
- 29.1.5** 周转使用的材料应提供原材材质单、产品合格证、现场检验几何尺寸以及外观，经验收合格后方可使用。
- 29.1.6** 进场的焊接材料的质量合格文件、中文标识及检验报告应符合标准要求，其品种、规格、性能应符合设计文件及规范要求。
- 29.1.7** 螺栓连接件应有产品质量合格证明文件，其型号、规格应符合设计要求。
- 29.1.8** 支撑体系用的涂装材料进场应检查产品质量合格证明文件。

29.2 主要机具

- 29.2.1** 主要机具宜备有吊车、龙门吊、千斤顶、电焊机、全站仪、经纬仪、水准仪、钢卷尺等。
- 29.2.2** 主要机具选型配备应满足施工要求。

29.3 作业条件

- 29.3.1** 施工单位应依据设计图、工程地质条件、水文地质条件、周边环境编制土方开挖和支撑方案。
- 29.3.2** 腰梁施工前应去除腰梁处围护墙体表面浮泥和突出墙面的混凝土。
- 29.3.3** 钢支撑结构应在土方开挖至其设计位置后及时安装。
- 29.3.4** 钢支撑体系材料应经过检查验收，预压力施加设备应经过标定，支撑材料堆放应满足设计和相关规范要求。
- 29.3.5** 钢支撑体系应按相关规范要求进行防腐处理。
- 29.3.6** 钢支撑体系各构件吊装应符合相关规范要求。

29.4 施工工艺

- 29.4.1** 钢支撑施工工艺流程宜符合图 29.4.1 的规定。

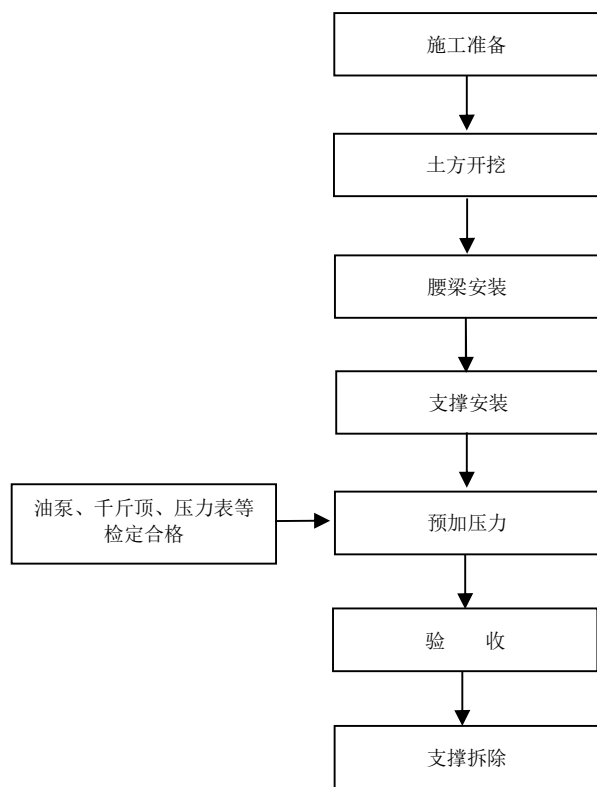


图 29.4.1 钢支撑施工工艺流程图

29.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 按设计进行基坑开挖轮廓线放样；
- 2 在开挖前按设计图纸进行监控量测点布设；
- 3 设备和其他辅助工具已就位，并调试至良好状态，作业人员已到岗；
- 4 落实各项材料、设备的报验工作；
- 5 其他准备工作应符合本章第 29.3 节的规定。

29.4.3 土方开挖应符合下列规定：

- 1 土方开挖应合理确定开挖顺序、路线及开挖深度，分层、分段、适时开挖，开挖深度应符合设计工况，严禁超挖；
- 2 采用中拉槽方式进行土方开挖，应进行试验性施工，并按测试结果制定安全的施工方案后，方可进行土方开挖。

29.4.4 钢腰梁安装应符合下列规定：

- 1 钢腰梁单节长度应按设计选取，设计无规定时，应根据起吊能力、运输能力以及施工分段长度等综合考虑确定；
- 2 钢腰梁单节长度确定后，应对全部钢腰梁按照不同层高、不同部位进行统一编号，并绘制安装平面、剖面图，标明各段钢腰梁编号；
- 3 钢腰梁应根据土方开挖情况，在同一层位上进行分段安装，分段连接点应避开钢支撑位置。钢腰梁之间连接应采用焊接方式；
- 4 按设计要求安装螺栓，固定三角形支架(牛腿)，确保装好的支架顺直并在同一高度位置，三角支架的纵向间距按照设计图纸要求进行设置；
- 5 腰梁应水平放置，腰梁水平中线应与支撑轴线在同一水平面上；
- 6 采用吊筋方式时，应焊接不少于 2 个吊耳与上部的围护桩体拉结固定；
- 7 与斜撑相连的每节腰梁，应有抗剪措施(如抗剪蹬)，抗剪蹬的焊接尺寸、数量、位置应符合设计要

求，设计无要求时，应设置在钢支撑轴线的两端，每端至少一个，嵌入围护桩桩间的深度不小于半个桩径与喷射混凝土厚度之和，并用混凝土充填密实；

8 钢腰梁与围护结构应密贴，钢腰梁对应围护桩(墙)部位应在挂网喷射混凝土时找平，若存在空隙，应视空隙宽度，采用强度等级不低于 M20 的砂浆抹平或采用强度等级不低于 C30 的细石混凝土填充；

9 钢腰梁安装就位后，托盘应与钢腰梁焊接或螺栓连接，钢支撑座与钢支撑的搭接长度不小于 150mm，当需要安装端头轴力计时，钢支撑座的长度应为轴力计长度与搭接长度之和。

29.4.5 钢支撑安装应符合下列规定：

1 钢支撑安装前，应做好测量定位工作，保证支撑位置准确；

2 钢支撑安装前应先拼装，拼装偏差应符合设计要求或相关规范的规定；

3 钢支撑组装后，应通过垂直提升设备吊至工作面，吊装时，宜采用“八”字式吊装方式，以确保钢支撑受力均匀，吊装时应保持水平状态。钢支撑吊运至工作面时直接放置在托板上，同时吊车钢丝绳不松动，支撑端头应通过人工微调至安装位置；

4 吊放钢支撑时，钢支撑的固定端与活动端纵向应逐根交替间隔布设；

5 钢支撑就位时，应根据监控量测方案及时安装监测元器件；

6 钢支撑安放到位后，应检查各节点的连接状况，经确认符合要求后方可施加预压力。

29.4.6 钢支撑分段之间的连接应符合下列规定：

1 钢支撑分段之间可采用法兰连接或焊接。每根钢支撑轴线偏心不应大于 20mm；

2 采用螺栓连接，拼装时螺栓安装应互相错开螺母连接方向，并应在平整地方进行拼装，采用对角和分级分序将螺母扳紧，使各螺栓受力均匀。螺栓连接应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定；

3 采用焊接连接时，焊接应满足现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的要求。

29.4.7 钢支撑与腰梁的连接应符合下列规定：

1 钢支撑与腰梁宜采用托盘形式架设连接，支撑端与腰梁应均匀接触；

2 钢支撑与冠梁、连续墙结构连接时，宜采用在冠梁、连续墙结构钢筋上预埋钢板形式；

3 预压力加至设计轴力 10%时，应在检查钢支撑和钢腰梁无异常后，对钢支撑两端进行焊接或螺栓连接，活动端安装轴力计的，可不焊接，但应采取悬吊等防坠落措施。

29.4.8 钢支撑与立柱(连系梁)之间的连接应符合下列规定：

1 钢支撑与立柱(连系梁)之间的连接应严格按照设计要求施工；

2 架设钢支撑前，应复核两侧腰梁体系与立柱(连系梁)的标高，减少钢支撑在空间相交部位的竖向受力。

29.4.9 立柱的施工应符合下列规定：

1 立柱的加工材料、尺寸，焊接要求等应严格按照设计图纸进行，设计无要求时，执行现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 中的相关规定；

2 钢格构柱宜在工厂进行制作，分段制作长度不宜超过 15m；

3 立柱现场安装可采用“地面拼接、整体吊装”的施工方法；

4 立柱的定位和垂直度应采取措施进行控制，对格构柱、H 型钢柱尚应同时控制方向偏差；

5 土方开挖后，应按照设计要求，及时架设剪刀撑和水平钢支撑等加固措施，立柱之间应形成整体、稳定的支撑体系；

6 开挖过程中应定时测量立柱的回弹，并及时调节立柱与支撑拉紧装置；

7 立柱穿过地下结构底板的部位，应按设计要求设置可靠的防水构造措施。

29.4.10 预压力施加应符合下列规定：

1 仪器安装调试后应按照设计要求的预压力值逐级进行加压，期间应检查各连接部位的稳定性、牢固性，遇到异常情况，应立即停止，排除隐患后，继续作业；

2 预压力应逐级施加达到设定值时，应再次检查各连接点的情况，待压力稳定后锁定；

- 3 当昼夜温差过大导致支撑预加压力损失时，应根据设计要求修正；
- 4 施加预压力过程中，应做好施工记录。

29.4.11 钢支撑拆除应符合下列规定：

- 1 钢支撑拆除应按照“先倒撑、后拆除”的顺序进行，施工流程应符合设计计算工况的要求；
- 2 钢支撑拆除前，应编制专项施工方案；
- 3 钢支撑拆除应自下而上分层进行。拆卸钢支撑时宜用托架托住待拆除的钢支撑，用千斤顶施加预压力卸去活动端的锁定装置，释放支撑轴力，用气焊切开钢支撑端头连接部位，依次吊出钢支撑，拆除钢腰梁；
- 4 利用地下结构作为换撑结构时，换撑结构混凝土强度应达到设计允许的强度要求；
- 5 拆除过程中，应加强基坑的监控量测与现场巡视。发现安全隐患时，应立即停止拆除作业，待找出原因，隐患排除后方可继续作业，必要时调整拆除方案。

29.5 质量标准

29.5.1 所采用的原材料、监测器具等应具有产品合格证、进场复验报告，施工过程应有施工记录，并应按照规定进行。

29.5.2 千斤顶应具有质量技术监督部门出具的标定记录。

29.5.3 钢支撑施工前，应对放线尺寸、标高进行校核，对钢支撑的产品构件和连接构件以及钢立柱的制作质量等进行检验。

29.5.4 钢支撑系统所使用的原材料型号、尺寸及力学性能应符合设计要求。

29.5.5 连系梁与围护桩的连接、腰梁与围护结构的连接、内支撑端头与连系梁、腰梁的连接、内支撑与立柱的连接应符合设计和规范要求。

29.5.6 内支撑的连接方式应符合设计要求，当采用栓接时，连接板尺寸、螺栓种类、材质、孔径、孔距应符合设计要求，允许偏差应符合相关规定，成孔应采取机械成孔方式，严禁现场气割扩孔。

29.5.7 钢支撑焊接外观质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的规定。

29.5.8 当设计单位对焊接质量有明确要求时，应按规定对焊缝进行无损检测，无损检测应在外观检查合格后进行。

29.5.9 各项目允许偏差应符合下列规定：

- 1 钢支撑的质量检验应符合表 29.5.9-1 的规定；

表 29.5.9-1 钢支撑质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	外轮廓尺寸	mm	±5	用钢尺量
	2	预加顶力	kN	±10%	应力监测
一般项目	1	轴线平面位置	mm	≤30	用钢尺量
	2	同一横撑中间及两端顶面任意两点的高差	mm	5	水准仪测量
	3	横撑整体直线度	mm	±20	全站仪或经纬仪测量
	4	开挖超深	mm	<200	水准仪测量
	5	连接质量	设计要求		超声波或射线探伤

- 2 立柱桩的质量检验应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 及《建筑地基基础

工程施工质量验收标准》GB 50202 的规定。钢立柱的质量检验应符合表 29.5.9-2 的规定。

表 29.5.9-2 钢立柱的质量检验标准

项	序	检查项目	允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	截面尺寸（立柱）	mm	≤5	用钢尺量
	2	立柱长度	mm	±50	用钢尺量
	3	垂直度	≤l/200		全站仪或经纬仪测量
一般项目	1	立柱挠度	mm	≤l/500	用钢尺量
	2	截面尺寸（缀板或缀条）	mm	≥-1	用钢尺量
	3	缀板间距	mm	±20	用钢尺量
	4	钢板厚度	mm	≥-1	用钢尺量
	5	立柱顶标高	mm	±20	水准测量
	6	平面位置	mm	≤20	用钢尺量
	7	平面转角	°	≤5	用量角器量

注：l 为型钢长度（mm）。

29.6 成品保护

- 29.6.1** 钢构件在装卸、运输过程中，应注意保护钢管管口、法兰盘接口，避免发生碰撞、坠落。
- 29.6.2** 水平支撑上不得堆放材料或其他重物，基坑周边荷载应当符合设计要求。
- 29.6.3** 钢支撑使用过程应定期进行预应力监测，预应力损失对基坑变形有影响时应对预应力损失进行补偿。
- 29.6.4** 土方开挖过程中，严禁挖运设备磕碰钢支撑、腰梁和临时立柱。

29.7 注意事项

- 29.7.1** 支撑系统的施工与拆除顺序应与支护结构的设计工况一致。
- 29.7.2** 基坑开挖前，立柱周边的桩孔应均匀回填密实。
- 29.7.3** 支撑构件应按使用计划的先后顺序、构件的形状和大小进行堆放，钢构件堆放时下方应垫稳，分类码放整齐，标识明确、记录完整，并应设置明显的警戒标识。堆放层高和与基坑之间的净距应符合相关标准和规范的规定。
- 29.7.4** 土方开挖至设计标高后，钢支撑应当在 24h 内安装到位并施加预加压力。
- 29.7.5** 支撑与冠梁、腰梁的连接应牢固，钢腰梁与围护墙体之间的空隙应填充密实，采用无腰梁的钢支撑系统时，钢支撑与围护墙体的连接应满足受力要求。
- 29.7.6** 支撑拆除应在形成可靠换撑并达到设计要求后进行。

30 锚杆

30.1 材料要求

30.1.1 注浆浆体材料宜采用水泥净浆，并符合下列规定：

- 1 水泥宜选用不小于 42.5 级普通硅酸盐水泥，并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定；
- 2 注浆水灰比宜为 0.5~0.55。

30.1.2 钢绞线筋体宜采用钢绞线，性能应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定。

30.1.3 锚具应满足设计要求，且应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的规定。

30.1.4 当锚杆锁定在腰梁上时，对于型钢组合腰梁，应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定，对于混凝土腰梁，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

30.2 主要机具

30.2.1 锚杆钻机应根据锚杆长度、直径、地层条件及地下水条件等合理选用螺旋钻机或套管钻机，常用螺旋钻机主要技术参数见表 23.2.1，常用套管钻机主要技术参数见表 23.2.2~23.2.4。

30.2.2 注浆泵应依据注浆量和注浆压力合理选用。

30.2.3 张拉设备应依据锚杆设计荷载合理选用，加载装置的额定压力应大于锚杆试验压力。

30.3 作业条件

30.3.1 水泥、钢绞线等原材料型号、品种、规格符合设计要求，且具有出厂合格证。

30.3.2 张拉设备、锚具符合设计要求，且张拉设备已进行标定，锚具有出厂合格证。

30.3.3 按设计要求需要进行锚杆基本试验或按施工要求需要进行锚杆施工工艺试验的工作已完成。

30.3.4 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

30.4 施工工艺

30.4.1 锚杆施工工艺流程宜符合图 30.4.1 的规定。

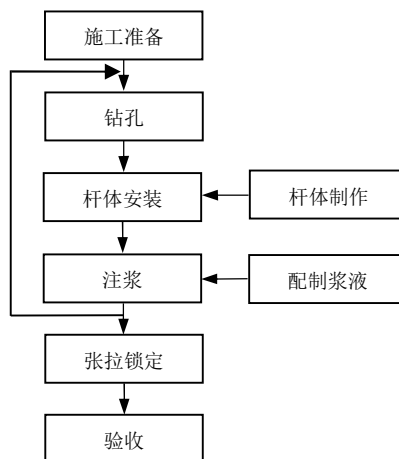


图 30.4.1 锚杆施工工艺流程

30.4.2 施工准备应符合下列规定:

- 1 施工现场作业面已具备, 孔位及施作顺序已明确;
- 2 设备和其他辅助工具已就位, 并调试至良好状态, 作业人员已到岗;
- 3 其他准备工作符合本章第 30.3 节的规定。

30.4.3 钻孔施工应符合下列规定:

- 1 钻机就位后, 应保持平稳, 钻头对准孔位, 钻杆与锚杆倾角一致, 并在同一轴线上;
- 2 钻进速度宜根据土层情况确定, 平稳进尺;
- 3 在钻进过程中, 如遇到卡钻、进尺困难, 应立即停钻, 查明原因, 采取相应措施后, 方可继续钻进;
- 4 钻出的土应随钻随清;
- 5 钻进过程中做好记录, 钻至设计标高后, 质检员进行终孔验收。

30.4.4 杆体制作安装应符合下列规定:

- 1 下料长度应考虑锚杆的成孔深度、腰梁、台座的尺寸以及张拉锁定设备所需的长度;
- 2 杆体自由段应涂润滑油和套塑料管并扎牢;
- 3 钢绞线应绑扎平顺、均匀, 按设计要求间距沿杆体轴线方向设置定位支架, 当设计无要求时, 自由段支架间距宜取 1.5m~2.0m, 锚固段支架间距宜取 1.0m~1.5m;
- 4 移动或安设杆体时, 应避免杆体扭曲、弯折及绑扎部位松脱。

30.4.5 注浆管的绑扎方式应与本规程第 30.4.6 条~30.4.9 条的注浆方法配套, 并符合下列规定:

- 1 对套管跟进成孔及一次常压注浆工艺, 钢绞线束可不附带绑扎注浆管;
- 2 对套管跟进成孔及二次压力注浆工艺, 二次压力注浆管应绑扎在支架中心孔内, 钢绞线束可不附带绑扎一次注浆管;
- 3 对螺旋钻杆成孔及一次常压注浆工艺, 注浆管应绑扎在支架中心孔内, 且应符合在拔出注浆管时脱离钢绞线束的要求;
- 4 对螺旋钻杆成孔及二次压力注浆工艺, 二次压力注浆管应绑扎在支架中心孔内, 一次常压注浆管应绑扎在支架中心孔外侧且应符合在拔出注浆管时脱离钢绞线束的要求;
- 5 二次压力注浆管的出浆孔应用胶带封闭;
- 6 钢绞线束的端头应用铅丝扎紧成锥形, 注浆管出浆孔应在钢绞线长度内, 与钢绞线扎紧段的距离宜在 100mm~300mm 之间。

30.4.6 对套管跟进成孔工艺, 一次常压注浆应按下列步骤进行:

- 1 用清水置换孔内泥浆;
- 2 将注浆管插至孔底后, 在常压下注浆; 一次注浆管应随浆液注入缓慢拔出, 注浆管应始终埋入浆液内, 并应在浆液溢出孔口时停止注浆;
- 3 将钢绞线束插至孔底;
- 4 分节拔出钻孔护壁套管, 液面下降后及时补浆。

30.4.7 对无地下水的螺旋钻杆成孔工艺, 一次常压注浆应将附带注浆管的钢绞线束插入孔底后, 在常压下注浆; 一次注浆管应随浆液注入缓慢拔出, 注浆管应始终埋入浆液内, 并应在浆液溢出孔口时停止注浆。

30.4.8 对泥浆护壁的螺旋钻杆成孔工艺, 一次常压注浆应按下列步骤进行:

- 1 用清水清除孔内泥浆;
- 2 按本规程第 30.4.7 条的规定插入钢绞线与注浆。

30.4.9 对二次压力注浆工艺，二次压力注浆宜在水泥浆终凝前进行，当出现孔口溢浆时应暂停注浆并间隔一段时间且不溢浆后再继续注浆，注浆压力和注浆量应依据设计要求进行控制。

30.4.10 张拉锁定应符合下列规定：

- 1 锚杆固结体的强度达到 15MPa，或设计强度的 75%；
- 2 承压面平整，并与锚杆轴线方向垂直；
- 3 取最大荷载的 0.1-0.2 倍预张拉 1-2 次，使杆体完全平直，各部位接触紧，加卸载应平缓，速率宜为 50kN/min~100kN/min；
- 4 张拉第一根锚杆宜选择设有轴力计的锚杆，校验轴力计和测定张拉锁定值；记录油压系统加载值和轴力计显示轴力值，并绘制加载与轴力计显示轴力曲线；通过记录张拉锁定前、后油压系统加载值和轴力计显示轴力值，测定张拉锁定值和预应力损失值；
- 5 验收锚杆的张拉测试应采用单循环法，并应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120 附录 A 的规定；
- 6 工作锚杆的张拉可采用简易法，即可按照本条第 3 款的要求均匀加载至设计要求的最大加载值（通常为锚杆拉力标准值 N_k 的 1.4、1.3、1.2 倍，分别对应于基坑侧壁安全等级一级、二级、三级），观察 5min 并稳定后，可判定该锚杆承载力合格；
- 7 锚杆锁定工序视使用的张拉锁定工具的功能而定，自锁型（普通型）锁定工序为：张拉至最大加载值并判定合格后，卸载至零并卸下工具锚，安装锚具夹片，再张拉至张拉锁定值后卸载锁定；控制型（精准型）锁定工序为：张拉至最大加载值并判定合格后，卸载至张拉锁定值锁定。

30.5 质量标准

30.5.1 水泥、钢绞线等材料应符合设计要求。

30.5.2 施工中应检查浆液的水胶比、密度、成孔深度、角度、注浆量等。

30.5.3 施工结束后，应检查孔口标高、孔位。

30.5.4 锚杆的质量检验标准应符合表 30.5.4 的规定。

表 30.5.4 锚杆质量检验标准

项目	序号	检验项目	指标及允许偏差	检查方法
主控项目	1	抗拔承载力	不小于设计要求	抗拔试验
	2	预加力	不小于设计锁定值，不大于 0.8 倍 R_k	轴力监测
一般项目	1	钻孔长度	不小于设计值	用钢尺量
	2	钻孔位置	100mm	用钢尺量
	3	钻孔直径	不小于设计值	用钢尺量
	4	钻孔倾斜度	3°	测倾角
	5	水胶比	设计值±0.05	比重计
	6	锚固体强度	不小于设计值	试块强度

注：1 R_k 为锚杆抗拔极限承载力标准值；

2 锚固体强度检测采用边长为 70.7mm 的立方体试件，在 28d 龄期以《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 规定的标准试验方法。

30.6 成品保护

- 30.6.1 严禁挖土机械碰撞锚头、端头钢绞线和腰梁。
- 30.6.2 锚杆端头钢绞线宜用胶带缠紧，便于必要时再张拉。
- 30.6.3 锚杆使用期超过一年时，宜对锚头、端头钢绞线和钢腰梁采取防锈蚀措施。

30.7 注意事项

- 30.7.1 对于采用帷幕隔水措施的基坑工程，当锚杆施工可能造成漏水漏砂时，应采取可靠的防护措施。
- 30.7.2 注浆过程应连续，若中途中断时间可能超过浆液初凝时间，应及时清理注浆管路，对于尚未完成注浆的锚杆视情况采取拔出注浆管、拔出钢绞线、重新补打锚杆等措施。
- 30.7.3 浆液应搅拌均匀,随搅随用,在初凝前用完。
- 30.7.4 张拉作业时相关人员应站在千斤顶的侧面。
- 30.7.5 冬、雨期施工应采取相应措施，注浆浆液的温度不应低于 5℃。

31 管井降水

31.1 材料要求

31.1.1 井管材质应无毒、不污染地下水。

31.1.2 滤水管宜选用无砂混凝土滤管、UPVC 管、钢筋骨架管、钢管或土工合成材料管等，孔隙率应大于 15%，井管底部应设置沉淀管，长度不宜小于 1000mm。

31.1.3 滤水管直径应满足单井设计出水量要求，外径不宜小于 200mm，内径宜大于水泵外径 50mm。

31.1.4 滤料宜选用母岩为硬质岩石、磨圆度好的砾砂或土工合成材料颗粒，含泥量<5%。滤料厚度宜为 75~150mm。滤料规格宜符合表 31.1.4 的规定。

表 31.1.4 滤料规格选择

含水层岩性	砂土	碎石土	
	$\eta_1 < 10$	$d_{20} < 2\text{mm}$	$d_{20} \geq 2\text{mm}$
砾料粒径 (D) (mm)	$D_{50} = (6 \sim 8) d_{50}$	$D_{50} = (6 \sim 8) d_{20}$	$D = 10 \sim 20$
砾料不均匀性	$\eta_2 < 10$	-	-

注：1 η_1 表中为含水层的颗粒不均匀系数， η_2 为砾料不均匀系数，通过计算确定： $\eta_1 = d_{50}/d_{10}$ ， $\eta_2 = D_{50}/D_{10}$

2 d_{10} 、 d_{20} 、 d_{50} 、 d_{60} 和 D_{10} 、 D_{50} 、 D_{60} 分别为含水层土试样和砾料试样在筛分中能通过筛眼的颗粒，其累计重量占筛样全重分别为 10%、20%、50%、60%时的最大颗粒直径。

31.1.5 冲洗液可根据地层稳定条件、钻井工艺和施工条件选择清水、泥浆等。致密稳定地层宜选用清水，松散易坍塌地层宜采用泥浆。

31.1.6 井口止水封口的黏土应做成黏土球，球径大小应为 20mm~30mm。

31.1.7 排水管宜采用铸铁管、UPVC 管等。管径应满足排水量要求，不宜小于 150mm。

31.2 主要机具

31.2.1 根据地层条件可选用冲击钻、反循环钻机、旋挖钻机或潜孔锤等钻井。

31.2.2 水泵应根据单井涌水量、水位降深选择，水泵出水量和扬程应大于设计值的 20%~30%。常用水泵包括潜水泵、离心泵、污水泵等。

31.2.3 洗井设备宜根据地层条件、井管强度选择空压机、活塞、抽筒等。

31.2.4 其他设备包括卷扬机、测量仪器、铁锹、小推车、水位计、流量计、备用电源、泥浆泵、电焊机等。

31.3 作业条件

31.3.1 施工前应调查场地周围市政雨水管线及雨水井分布，规划排水线路。

31.3.2 施工前应根据供电电源位置及设计降水井数量，规划供电线路。

31.3.3 施工前滤料、井管等材料应到位，并且按设计要求加工好滤水管。

31.3.4 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

31.4 施工工艺

31.4.1 管井降水施工工艺流程宜符合图 31.4.1 的规定。

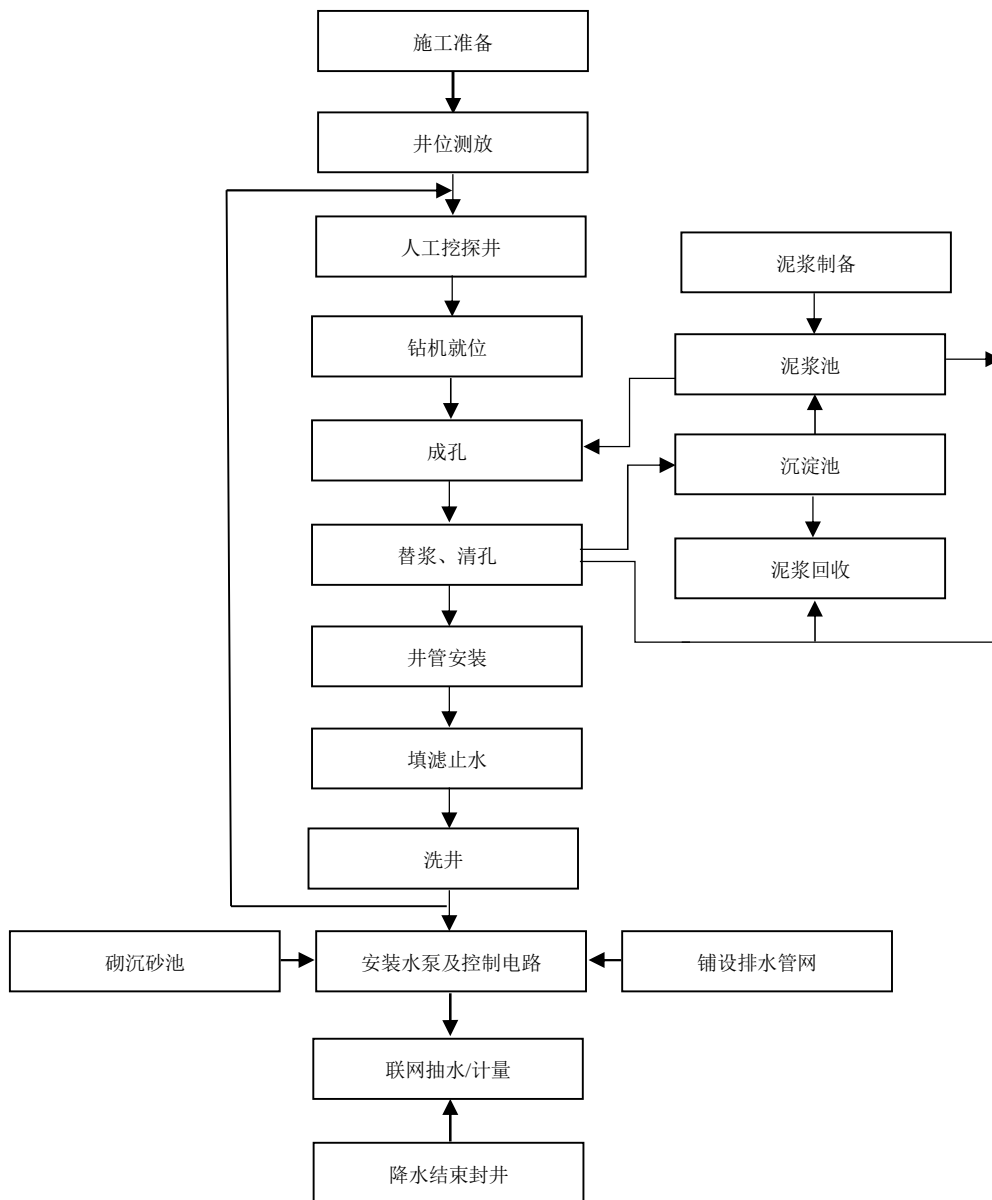


图 31.4.1 管井降水施工工艺流程

31.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 钻机设备进场后安装、调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 31.3 节的规定。

31.4.3 井位测放应符合下列规定：

- 1 按设计要求布设井位并测量地面标高，井位应采用显著标志，必要时采用钢钎或钢筋打入地面下 300mm 并灌入石灰粉，放线定位完毕后应及时办理检验验收手续；
- 2 井位偏差宜不大于 500mm。

31.4.4 挖泥浆池应符合下列规定：

- 1 泥浆池位置的选定应根据现场条件确定。可多井一池，其大小根据井深、井数及排浆量综合确定；
- 2 泥浆池的选定与开挖应避开地下管网，泥浆严禁排入市政管网。

31.4.5 钻井应符合下列规定：

1 开钻前应探查地下障碍物情况，应在井位处挖探坑，深度应根据管线图确定。当井口土质松散时，应设置护筒，严禁泥浆浸泡冲刷。护筒应用厚6mm~8mm钢板卷制焊接，其内径应按井径及使用的钻机确定，当采用反循环钻机钻进时宜比钻头直径大100mm~150mm；当采用冲击钻机时宜比钻头直径大200mm~300mm，每节护筒长度以1.2m~1.5m为宜；筒顶面宜高出地面0.2m~0.3m，井身内冲洗液面宜高出地下水位1.0m以上，井口护筒外侧应填黏土封隔表层杂填土；

2 钻机就位应稳固、水平，起落钻塔应平稳；

3 在地层条件允许条件下优先选用清水钻进。在松散、坍塌、漏失严重地层中钻进，应采用泥浆作为冲洗液和护壁介质，非含水层泥浆比重宜为1.05~1.08，粉细、中砂层宜为1.08~1.10，粗砂、砾石层宜为1.10~1.20，卵石层宜为1.15~1.20；

4 钻进过程中应随时观察冲洗液的流损变化，应保持冲洗液面不低于井口下1000mm；

5 钻孔深度宜大于设计深度0.5m~1.0m；

6 冲击钻钻进时，钻具提离孔内液面时，应放慢提升速度，同时向孔内补充清水，待孔内液面回升后，方可提出钻具。在松散地层，用肋骨抽筒钻进应控制回次进尺，防止进尺过多，造成砂石从抽筒上溢出，发生挤夹和埋陷事故。停钻时，钻具应随即提出孔口或提至安全地段，不得停放孔底；

7 泵吸式反循环钻机钻进时，钻杆长度不宜大于3.5m，并配备一节1.5m长钻杆，主动钻杆长度应大于单根钻杆长度与机高之和。钻杆内冲洗液上返流速宜为2 m/s~4m/s，钻孔外环状间隙冲洗液垂直流速宜为0.02 m/s~0.04 m/s，不超过0.16m/s，反循环钻进应保持冲洗液连续循环；

8 泵吸式反循环钻机钻进时，水笼头、排渣管的内径应与钻杆和砂石泵的出口内径一致，其弯曲处不得采用直角弯。钻头上应装设吸水喉管，喉管内径应小于钻杆内径10mm，喉管安装部位距钻头底部不得小200mm；

9 泵吸式反循环钻机砂石泵的有效真空度不得低于0.08Mpa，泵体内的液体通道直径应大于钻杆内径，砂石泵泵量应满足冲洗液在钻杆内上返速度的要求，冲洗液上返速度宜为2.5 m/s~3.5m/s，砂石泵安装宜设置于地面，钻进过程中上返冲洗液中岩屑含量不得大于8%。

31.4.6 替浆、清孔应符合下列规定：

1 钻孔至预定深度后，应清除孔底沉渣；

2 采用泥浆作为冲洗液时，应注入清水替换孔内泥浆。泥浆比重不宜大于1.05，粘度宜为18~20s。

31.4.7 井管安装应符合下列规定：

1 下置井管时，井管应直立于井口中心，井管连接应同心，上端口应保持水平；

2 全部井壁管上不得有缝隙，提调井管时应轻拉慢放，下井管受阻时不得强行压入；

3 直接提吊法下管时，井管自重或浮重不得超过管材允许抗拉强度和钻机设备安全负荷；当钻机提升能力和钢丝绳抗拉强度不足时，应增加滑轮组，当井管强度不足时可采用钻杆托盘法下管；

4 过滤管顶端应始终低于设计动水位埋深，其安装深度的允许偏差宜为±300mm；

5 井管顶端宜高出地面300mm以上；

6 井管底部的沉淀管应封底，井管应坐落牢固；

7 对采用填砾过滤器的管井，应在过滤管接头处和井壁管上每间隔6m处设置导正器，导正器直径应小于井径25mm~50mm。

31.4.8 填滤料及止水应符合下列规定：

1 井管安装完成后，应立即填滤料；

2 填滤料方法应根据井壁的稳定性、冲洗液的类型和管井结构等因素确定。当采用动水填料(边抽边填)

法时，应在井管口设置注水孔、密封井管口，并用泵向井管内注水，且边注水边投填料；

3 滤料应使用铁锹沿井壁四周均匀连续填入，不得使用装载机或小推车直接倒入；并全程跟踪量测滤料填入高度。当填入量与计算量之间出现异常时，应及时分析原因并予以处理；

4 滤料填入量不应小于计算量的 95%，滤料应填至过滤管顶部以上 3m~5m；

5 滤料顶部宜用黏土球封孔止水，黏土球应揉实，外表干燥内部湿润、柔软。投入黏土球时应缓慢匀速进行，并应将不同直径大小的黏土球掺杂填入。

31.4.9 洗井应符合下列规定：

1 洗井应在下井管填滤料、封孔止水等工作结束后及时进行；

2 洗井宜从上部开始逐渐加深，当沉没比不足时，应注入清水。砂土类含水层管井洗井时应由弱逐渐加强，砾石、卵石含水层管井洗井应始终以最大强度进行；

3 洗井方法应根据含水层特性、管井结构及井管强度等因素选用；

4 松散层中的管井在井管强度允许时，宜采用活塞、压缩空气或水泵洗井。井壁泥皮不易排除时，宜采用化学洗井与其它洗井方法联合进行；

5 非金属井管不宜采用活塞洗井。活塞下放应平稳，活塞提升应均匀，提升速度宜为 0.6m/s~1.2m/s，洗井过程中活塞不宜在井管内停留，严禁活塞进入沉淀管内；

6 空压机洗井时容量应该根据单井出水量和井深合理选择，空压机洗井宜采用振荡法洗井，当采用抽水法洗井时，风管和出水管直径应与井管和单井出水量相匹配。风管的淹没比应大于 50%，出水管的埋设深度应大于风管深度 2m~3m；

7 洗井过程中应监测含砂量，开始抽水半小时内含砂量应小于 1/10000，洗井结束时含砂量应小于 1/50000。

31.4.10 安装水泵及控制线路应符合下列规定：

1 水泵在安装前应对水泵及配套设备进行质量检查；

2 水泵应下放至含水层部位，应保证泵吸口在动水位以下 3m~5m，离心泵应安放水平，潜水泵应吊装稳固；

3 水泵电动机、电缆及接头应有可靠的绝缘，供配电系统应有三级保护。主电源线路沿排水管路设置，应保证单井单控电路，并检查漏电保护系统。

31.4.11 铺设排水管网、联网抽水、计量应符合下列规定：

1 排水管网宜布置在降水井外侧，集水支管口径应与水泵出水口径相匹配；

2 铺设排水管道向水流方向的坡度不宜小于 1%，地下水排入市政管道前应安装计量设备和逆止阀，计量设备可选用堰箱或水表等；

3 排水管出口处应设置沉淀池，大小应满足排水量要求，不宜小于 4m³，沉淀池内壁应进行防水处理；

4 排水管网安装完毕后应进行试抽水，单井出水量、含砂量等满足要求后转入正常抽水；

5 正常抽水过程中应监测含砂量，其值不应大于 1/50000。

31.4.12 封井应符合下列规定：

1 降水结束后，应及时封井，使用弱透水材料填充密实；

2 基础底板下的降水井，拆除垫层标高以上井管，井口处浇注不小于 500mm 厚的素砼封堵。

31.5 质量标准

31.5.1 降水施工材料应符合设计要求。

31.5.2 降水井正式施工时应进行试成井，试成井数量不应少于 2 口。

31.5.3 降水井施工中应检验成孔垂直度。降水井的成孔垂直度偏差为 1%，井管应居中。

31.5.4 管井施工质量检验标准应符合表 31.5.4 的规定。

表 31.5.4 管井施工质量检验标准

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	原材料		设计要求		查产品合格证书或抽样送检
	2	泥浆比重		1.05~1.10		比重计
	3	滤料回填高度		+10% 0		现场检验、测算封填黏土体积、孔口浸水检验密封性
	4	封孔		设计要求		现场检验
	5	出水量		不小于设计值		查看流量表
	6	含砂量		≤1/50000		用含砂量计测量
一般项目	1	成孔直径		mm	±50	用钢尺量
	2	成孔深度		mm	±20	测绳测量
	3	扶中器		设计要求		测量扶中器高度或厚度、间距、检查数量
	4	活塞洗井	次数	次	≥20	检查施工记录
			时间	h	≥2	检查施工记录
5	沉淀物高度		≤5%井深		测锤测量	

31.6 成品保护

31.6.1 井口应加盖保护，井位应使用围栏等进行防护。

31.6.2 土方开挖时，应对坑内降水井进行防护，随基坑开挖加深逐节拆除多余井管。

31.6.3 降水维护阶段应有专人值班，对降排水系统进行巡视检查维护。

31.7 注意事项

31.7.1 滤水管外过滤网应根据含水层岩性选择。

31.7.2 施工燃油设备排放的油污、烟尘应符合规定要求。施工中的震动、噪声等应满足环境限值要求。

31.7.3 对于钻井形成的泥浆、渣土，应及时清运，清运时严禁泥浆遗洒。

31.7.4 夜间施工时应有足够的灯光照明，泥浆池应设防护栏及醒目标识。

31.7.5 路面上的降水井应做检查井并加承重井盖，排水方式宜为暗排。

31.7.6 钻探设备的传动系统和运转部位应安装防护罩或防护。

31.7.7 降水运行期间应配备独立供电系统。连续降水时，应配置双路以上独立供电系统或备用发电机。

31.7.8 降水期间应对地下水位、出水量和含砂量及周边环境进行监测。

31.7.9 抽排水应综合利用，减少地下水资源浪费。

31.7.10 若有多层含水层时，应根据需要进行分层抽水，非抽水目的层应采取隔水措施。

31.7.11 雨、冬期施工应符合下列规定：

- 1 雨期施工，基坑槽内积水应及时排除，加强配电线路巡视；
- 2 雨期施工，配电柜等应有防雨措施；
- 3 雷雨季节易受雷击地区，钻机上应安装避雷装置；
- 4 冬期施工应对地表排水管道采取保温措施；
- 5 冬期施工严禁使用冻土块配制泥浆，滤料中冻土块直径不得大于 50mm。

32 人工挖土

32.1 主要机具

32.1.1 挖运设备包括铁锹（尖、平头）、铁镐、风镐、手推车、自卸汽车等。

32.1.2 辅助机具包括测量仪器、手锤、梯子、撬棍、龙门板、钢尺、坡度尺、小线或 20#铅丝等。

32.2 作业条件

32.2.1 应根据施工方案的工序安排，完成基坑支护和地下水控制工作。

32.2.2 场地宜清理平整，应设置地表截（排）水设施。

32.2.3 应合理安排土方运输车辆的行走路线及弃土场。

32.2.4 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

32.3 施工工艺

32.3.1 人工挖土施工工艺流程应符合图 32.3.1 的规定。

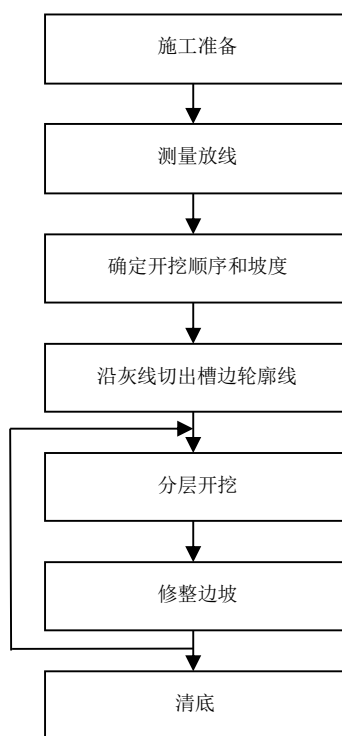


图 32.3.1 人工挖土施工工艺流程

32.3.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 32.2 节的规定。

32.3.3 无支护措施时的临时性土方工程边坡坡率允许值应符合表 32.3.3 的规定。

表 32.3.3 深度在 5m 以内的基槽（管沟）自然放坡的坡率允许值

序号	土体类别	密实度或状态	坡率允许值（高宽比）
1	碎石土	密实	1: 0.35~1: 0.50
		中密	1: 0.50~1: 0.75
		稍密	1: 0.75~1: 1.00
2	黏性土	硬塑~坚硬	1: 0.75~1: 1.00
		可塑	1: 1.00~1: 1.25

注：1 碎石土中的充填物为坚硬或硬塑状态的黏性土；

2 对于砂土或充填物为砂土的碎石土，其边坡坡率允许值应按自然休止角确定。

3 设计有要求时，应符合设计要求。

32.3.4 应根据基础形式和土质状况及现场出土等条件，确定开挖顺序，分段分层下挖。

32.3.5 不放坡开挖各种浅基础时，应先按放好的灰线直边切出槽边的轮廓线。

32.3.6 开挖各种基槽、管沟应符合下列规定：

1 开挖管沟与条形基础时，黏性土可自上而下分层开挖，每层深度不宜大于 600mm，从开挖端部逆向倒退按踏步型挖掘；碎石类土宜先用镐翻松，正向挖掘出土，每层深度不宜大于 500mm；

2 管沟开挖标高宜按龙门板上平面往下返出沟底尺寸，接近设计标高后，再从两端龙门板下面的沟底标高上返 500mm 为基准点，拉小线用尺检查沟底标高，最后修整沟底；

3 开挖放坡的基槽或管沟时，应按开挖线开挖，分层按坡度要求做出坡度线，每隔 3m 左右做出一条，以此为准进行修坡。深管沟挖土时，应在沟帮中间留出宽不小于 800mm 的倒土台；

4 大面积开挖浅基坑时，宜沿坑三面开挖，挖出的土方装入手推车或翻斗车，运至弃土（存土）地点。

32.3.7 土方开挖至距槽底 500mm 以内时，应及时测出距槽底 500mm 的水平标高点，随时校核槽底标高。由两端轴线（中心线）引桩拉通线，检查沟槽底部尺寸，确定槽宽标界，修整槽帮，清除槽底土方、整平。

32.3.8 基槽、管沟开挖时，槽（沟）边缘 2.0m 以内严禁堆土；2.0m 以外堆土高度不宜超过 1.5m。

32.4 质量标准

32.4.1 施工前应检查支护结构质量、定位放线、排水和地下水控制系统，以及对周边影响范围内地下管线和建（构）物保护措施的落实情况。

32.4.2 施工中应检查平面位置、水平标高、边坡坡率、排水系统、地下水控制系统，预留土墩、分层开挖厚度、并随时观测周围环境变化。

32.4.3 施工结束后应检查平面几何尺寸、水平标高、边坡坡率、表面平整度和基底土性等。质量检验标准应符合表 32.4.3 的规定。

表 32.4.3 人工土方开挖工程质量检验标准

项 序	项目	单位	允许偏差或允许值				检验方法	
			数值					
			柱基/基坑/基槽	挖方场地平整	管沟	地（路）面基层		
主 控 项 目	1	标高	mm	0 -50	±30	0 -50	0 -50	水准仪
	2	长度、宽度 (由设计中心线向 两边量)	mm	+200 -50	+300 -100	+100 0	设计值	全站仪或用钢尺量

	3	坡率		设计值				目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度		±20	±20	±20	±20	用2m靠尺
	2	基底土性		设计要求				目测法或土样分析

注：地（路）面基层的偏差只适用于直接在挖、填方上做地（路）面的基层。

32.5 成品保护

32.5.1 挖运时不得碰撞定位标准轴线引桩、标准水准点、龙门板等，并应测量和校核其位置、水平标高和边坡坡度。

32.5.2 土方开挖时，应防止临近已有建筑物或构筑物、道路、管线等发生下沉或变形，采取防护措施，在施工中进行变形监测。

32.5.3 土方开挖过程中发现有古物、古墓等地下文物或其他不能辨认的气体、液体及异物时，应立即停止作业妥善保护，并及时报请当地有关部门处理后方可继续施工。

32.6 注意事项

32.6.1 基槽或管沟开挖后，应减少对地基土的扰动。基础不能及时施工时，可在基底标高以上预留不少于300mm厚的保护土层。

32.6.2 如地基土比较软弱时，应分段分片开挖，必要时应使用钢垫板等保护地基土。

32.6.3 施工场地应根据需要安装照明设施，在危险地段应设置醒目标识。

32.6.4 在敷设地上或地下管道、电缆的地段进行土方施工时，应采取措施，以防止损坏管线。

32.6.5 在条形基础、管沟和竖井等有限空间开挖作业时，应设置安全逃生通道。

32.6.6 旧基础埋置深度大于2.0m时，不宜采用人工开挖和清除。对于有机质含量高、有刺鼻气味及淤泥厚度大于1.0m的场地，不得采用人工挖土。

32.6.7 施工现场土方作业，应采取防扬尘措施。裸露的场地和堆放的土方应采取覆盖、固化或绿化措施。运输车辆出场应进行清洗，运输道路应及时清扫。

32.6.8 雨、冬期施工应符合下列规定：

1 雨期挖土工作面不宜过大，应分段完成；

2 冬期挖土应采取防冻措施。停歇时间过长时，可在冻结前翻松预留一层松土，其厚度宜为250mm~300mm，并用保温材料覆盖。

33 人工填土

33.1 材料要求

33.1.1 宜采用粉土、中粗砂、碎石土，优先采用基槽中挖出的原位土，应剔除有机杂质及直径大于 50mm 的石块、混凝土块等。含水量应符合设计要求，有机质含量不得超过 5%，不得含有冻土、耕土、淤泥、杂填土等。

33.1.2 肥槽回填时，宜选用透水性弱的材料。

33.2 主要机具

33.2.1 主要夯实机具宜选用电动平板夯，手持式夯实机（电动、汽油、柴油款）、蛙式打夯机、人力夯等。

33.2.2 辅助工具包括测量仪器、手推车、筛子、木耙、铁锹（尖头及平头）、2m 靠尺、胶皮管、小线及钢尺等。

33.3 作业条件

33.3.1 回填前，应清除基底的垃圾等杂物，清除积水、淤泥，对基底标高以及已有基础或地下防水层、保护层等进行检查验收，并办理隐检手续。

33.3.2 施工前应根据项目特点、填方土料种类、密实度要求、施工条件等，合理确定填方土料含水量控制范围、虚铺厚度和压实遍数等参数；重要回填土方工程，回填土的最大干密度参数应通过现场试验来确定。

33.3.3 房心和管沟的回填，应在完成上下水管道的安装或墙间加固后进行。

33.3.4 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

33.4 施工工艺

33.4.1 人工填土施工工艺流程宜符合图 33.4.1 的规定。

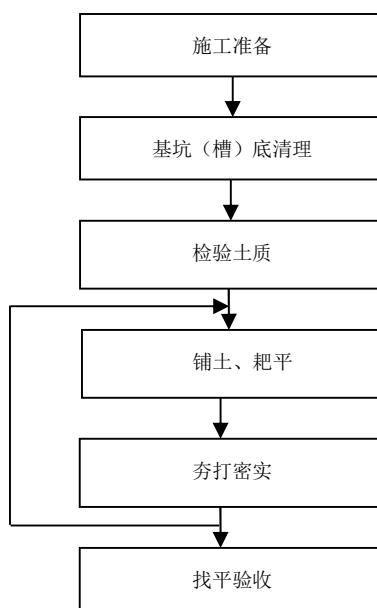


图 33.4.1 人工填土施工工艺流程

33.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 33.3 节的规定。

33.4.3 回填前应清理到基础底（管沟底）面标高，将回落的松散土、砂浆、碎石、垃圾杂物等清理干净。

33.4.4 应检验回填土的有机质含量、含水量、颗粒级配等。含水量超过设计控制值 5%时，可采用翻松、晾晒或均匀掺入干土等措施；含水量低于设计控制值 3%时，可采用洒水润湿等措施。

33.4.5 每层铺土厚度应根据土质、密实度要求和机具性能确定。蛙式打夯机每层铺土厚度宜为 200mm~250mm；人工打夯不超过 150mm。每层铺摊后，应及时耙平。

33.4.6 回填土每层夯打不少于 3 遍。打夯应一夯压半夯，夯夯连接，纵横交叉。

33.4.7 每层夯实后，应按规定进行取样，实测最大干密度，合格后再铺上一层的土。填土全部完成后，应进行表面拉线找平。

33.4.8 深浅两基坑（槽）相连时，应按先深后浅顺序施工，交接处应呈阶梯形或设置斜坡。分段施工时，上下层错缝距离不宜小于 1.0m。

33.4.9 基坑（槽）回填应在相对两侧或四周同时进行，基础墙两侧填土高度相差不宜大于 500mm。

33.4.10 回填管沟时，应先用人工在管道两侧对称填土夯实。施工至管顶 500mm 以上时方可采用蛙式打夯机夯实。在抹带接口处、防腐绝缘层或电缆周围，应回填细粒料。

33.5 质量标准

33.5.1 施工中应检查土料质量、分层厚度、含水量、压实遍数、压实系数。

33.5.2 施工结束后，应进行回填标高和压实系数检验。

33.5.3 人工回填土工程质量检验标准应符合表 33.5.3 的规定。

表 33.5.3 人工回填土工程质量检验标准

项次	项目	允许值或允许偏差			检验方法	
		基槽	场地平整	管沟		
主控项目	1	标高	-50mm	±30mm	-50mm	用水准仪测量
	2	分层压实系数	不小于设计值			环刀法、灌水法、灌砂法
一般项目	1	回填土料	设计要求			观察鉴别或土样分析
	2	分层厚度	设计值			水准仪测量及抽样检查
	3	含水量	Wop±2%	Wop±4%	Wop±2%	烘干法
	4	表面平整度	±20mm			用 2m 靠尺检查
	5	有机质含量	≤5%			灼烧减量法

33.6 成品保护

33.6.1 施工时，应注意保护定位桩、轴线桩、标高桩，不得碰撞、位移。

33.6.2 基础或管沟的现浇混凝土应达到设计强度，方可回填。

33.6.3 管道沟槽回填土，应注意对已敷设的管道进行保护。

33.6.4 夯填完成的回填土，应注意防雨、防晒、防冻，严禁重型机械行走。

33.7 注意事项

33.7.1 施工场地应根据需要安装照明设施，在危险地段应设置醒目标识。

33.7.2 在敷设地上或地下管道、电缆的地段进行回填施工时，应事先取得有关管理部门的书面同意，施工中应采取措施，以防止损坏管线。

33.7.3 在基础肥槽、条形基础和管沟等有限空间回填作业时，应设置安全逃生通道。作业面狭小不能保证人员安全和夯实质量时，不得采用人工回填。

33.7.4 雨、冬期施工应符合下列规定：

1 雨期回填现场应有防雨、排水措施。施工中应防止地表水流入基坑（槽）、管沟内；

2 冬期回填应采取防冻措施。每层铺土厚度应比常温施工时减少 20%~25%，其中冻土块含量不得超过 15%，其粒径不得大于 150mm。铺填冻土块应分散开，并应逐层压（夯）实；

3 冬期回填，室内坑（槽）、室外管沟底至管顶以上 500mm 范围内不得用含有冻土块的土回填。

33.7.5 回填材料应绿色环保，施工中的震动、噪声、扬尘等应满足环境限值要求。

34 机械挖土

34.1 主要机具

34.1.1 挖土（石）机械包括挖土机、推土机、岩石劈裂机、破碎锤、风炮机、铰挖机、铲运机、自卸汽车等。

34.1.2 一般工具包括测量仪器、铁锹（尖头与平头两种）、手推车、小白线或 20#铅丝、2m 钢卷尺、坡度尺等。

34.2 作业条件

34.2.1 应根据施工方案的工序安排，完成基坑支护和地下水控制工作。

34.2.2 应将施工区域内的地上、地下障碍物清除和处理完毕，设置地面排水系统。

34.2.3 建筑物或构筑物的位置或场地的定位控制线（桩）、水准基点及开槽的灰线尺寸，应经过检验合格，并办理预检手续。

34.2.4 设备进场所经过的道路、桥梁和卸车设施等，应事先经过检查，必要时要做好加固或加宽等准备工作。

34.2.5 在施工现场内修筑供汽车行走的坡道，坡度应小于 1:6，对坡道与周边高差超 2.5m 部位，应设置围挡和警示标识。坡道路面强度偏低时，路面土层宜铺填碎石或渣土；挖土机械所站土层处于饱和状态时，宜填筑碎石或渣土。

34.2.6 应合理安排土方运输车辆的行走路线及弃土场。

34.2.7 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

34.3 施工工艺

34.3.1 机械挖土（石）方施工工艺流程宜符合图 34.3.1 的规定。

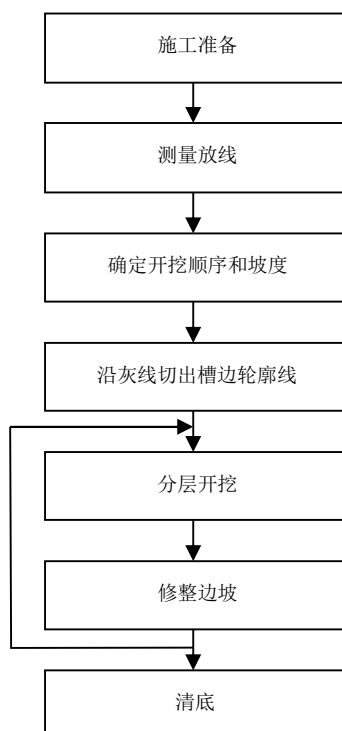


图 34.3.1 机械挖土（石）方施工工艺流程图

34.3.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 34.2 节的规定。

34.3.3 开挖坡率应符合下列规定：

- 1 基坑、沟槽侧壁的开挖坡率，应按基坑支护设计文件留设；
- 2 基坑内分段开挖留设的临时性边坡，当无设计要求时其开挖坡率可参照表 34.3.3。

表 34.3.3 临时性挖方边坡坡率允许值

序号	土体类别	密实度或状态	坡率允许值（高宽比）	
			坡高小于 5m	坡高 5~10m
1	碎石土	密实	1: 0.35~1: 0.50	1: 0.50~1: 0.75
		中密	1: 0.50~1: 0.75	1: 0.75~1: 1.00
		稍密	1: 0.75~1: 1.00	1: 1.00~1: 1.25
2	黏性土	硬塑~坚硬	1: 0.75~1: 1.00	1: 1.00~1: 1.25
		可塑	1: 1.00~1: 1.25	1: 1.25~1: 1.50

注：1 碎石土中的充填物为坚硬或硬塑状态的黏性土；

2 对于砂土或充填物为砂土的碎石土，其边坡坡率允许值应按自然休止角确定。

3 设计有要求时，应符合设计要求。

34.3.4 应根据基础形式和土质状况及现场出土等条件确定开挖顺序、行车路线。

34.3.5 土（石）方开挖应与基坑支护施工相配合，应先撑后挖，严禁超挖。支护结构强度达到设计强度后方可继续开挖。

34.3.6 应分层分段按照坡度线均匀向下开挖。严禁在高度超过 3.0m 或在不稳定土体之下作业。

34.3.7 采用反铲、拉铲挖土机开挖基坑（槽）或管沟时，可采用端头挖土或侧向挖土两种施工方法。

34.3.8 挖土机械沿挖方边缘移动时，机械距离边坡上缘的宽度不得小于基坑（槽）和管沟深度的 1/2，如挖方深度超过 3.0m 时应按专项施工方案确定。

34.3.9 机械开挖基坑（槽）和管沟，应采取措施防止基底超挖。对土质地层应在设计标高以上预留不少于 300mm 保护土层，待抄平后由人工清底挖出。对岩质地层应在临近设计标高时及时校核标高，配合人工风镐修整。

34.3.10 应在距槽底标高 500mm 的槽帮处，抄出水平线，钉基准木桩。宜由两端轴线（中心线）引桩拉通线，检查距槽边尺寸，确定槽宽标准。

34.3.11 挖掘机械无法施工边角区域、修整边坡坡度、清理槽底等工作均宜人工进行。

34.3.12 岩层基底应凿出新鲜岩面，清除岩面松散石块、浮土、苔藓等。倾斜岩层应将岩面凿平或凿成台阶。基底岩层易风化时，应尽快封闭回填。

34.4 质量标准

34.4.1 开挖过程中应定期测量和校核设计平面位置、边坡坡率和水平标高等。

34.4.2 开挖完成后应检查平面几何尺寸、坡率、水平标高、岩土性质、表面平整度等。

34.4.3 机械开挖土（石）方工程质量检验标准应符合表 34.4.3-1、表 34.4.3-2 的规定。

表 34.4.3-1 土方机械开挖工程质量检验标准

项序	项目	允许偏差或允许值 (mm)				检验方法	
		柱基 基坑 基槽	场地 平整	管沟	地（路） 面基层		
主控 项目	1	标高	0 -50	±50	0 -50	0 -50	水准仪测量
	2	长度、宽度（由设计中心 线向两边量）	+200 -50	+500 -150	+100 0	设计值	全站仪或用钢尺量
	3	坡率	设计值				目测法或用坡度尺检查
一般 项目	1	表面平整度	±20	±50	±20	±20	用 2m 靠尺检查
	2	基底岩（土）性	设计要求				目测鉴别或岩（土）样分析

注：地（路）面基层的偏差只适用于直接在挖、填方上做地（路）面的基层。

表 34.4.3-2 岩石机械开挖工程质量检验标准

项序	项目	允许偏差或允许值 (mm)		检验方法	
		柱基、基坑；基槽、管沟	场地平整		
主控 项目	1	标高	0 -200	+100 -300	水准仪测量
	2	长度、宽度（由设计中心线向 两边量）	+200 0	+400 -100	全站仪或用钢尺量
	3	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般 项目	1	表面平整度	±100	±100	用 2m 靠尺检查
	2	基底岩（土）性	设计要求		目测鉴别或岩（土）样分析

注：1 场地平整工程应整平完后检查，其他情况应在清除炸松的石渣后检查。

34.5 成品保护

34.5.1 土（石）方开挖时应对平面控制桩和水准控制点进行保护，并定期检查复测。

34.5.2 土（石）方开挖时，应对临近已有建筑物或构筑物、道路、管线等采取保护措施。并在施工过程中进行变形监测。

34.5.3 土（石）方开挖过程中，发现古物、古墓等地下文物或其他不能辨认的气体、液体及异物时，应立即停止作业妥善保护，并及时报请当地有关部门处理后方可继续施工。

34.5.4 施工时发现测量用的永久性标桩或地质、地震部门设置的长期观测点等，应妥善保护。

34.5.5 在敷设有地上或地下管线、电缆的地段进行土（石）方施工时，应采取针对性保护措施。

34.5.6 挖方时应对边坡支护结构和降排水设施做好保护。

34.6 注意事项

34.6.1 推土机、铲土机宜在地下水位 500mm 以上推、铲土；挖土机宜在地下水位 800mm 以上挖土；正铲挖土机挖方的台阶高度，不得超过最大挖掘高度的 1.2 倍。

34.6.2 夜间施工时，应安设足够的照明设施；在危险地段应设置醒目标识，调整开挖顺序。

34.6.3 雨、冬期施工应符合下列规定：

1 雨期开挖时，开挖工作面不宜过大，应分段进行；

2 雨期施工应制定基坑排水方案，宜在坑（槽）外侧修挡水墙、反坡硬化地面或开挖水沟等截排地表水。山区或地形高差较大场地，应加强防洪措施；

3 雨期挖基坑（槽）或管沟，可根据核算适当放缓边坡坡度或设置支撑并对坡面进行保护；

4 冬期开挖土方，宜在冻结以前用保温材料覆盖或将表层土翻耕耙松，其翻耕深度应根据当地气候条件确定，不宜小于 300mm；

5 应采取措施防止地基土冻结。可在基底标高以上预留适当厚度的松土，或用其他保温材料覆盖；

6 冬期开挖土方引起临近建筑物的地基和基础暴露时，应对其采取防冻措施。

34.6.4 挖掘岩石基坑沟槽时，应防范边壁岩石沿软弱层面、风化界面、构造节理面等滑移垮塌，加强岩体（山体）变形监测，及时封闭开挖岩面，尽快实施加固支护措施。

34.6.5 挖掘岩石基坑沟槽时，应加强对植被、地下水的保护，遇泉眼和潜流时，宜结合工程特点进行疏导引流。

34.6.6 在挖方边坡上发现软弱土、流砂土层时，或地表面出现裂缝时，应停止开挖，并及时采取相应补救措施。

34.6.7 开挖基坑（槽）的土（石）方，宜一次运走，避免二次搬运。

34.6.8 施工中的震动、噪声等应满足环境限值要求。现场土方作业应采取防扬尘措施。裸露的场地和堆放的土方应采取覆盖、固化或绿化措施。运输车辆出场应进行清洗，运输道路及时清扫。

34.6.9 开挖坚硬岩石，机械破碎施工困难时，可联合采用液压劈裂、静力爆破等其他静力破岩方式开挖。

35 机械填土

35.1 材料要求

35.1.1 宜采用粉土、中粗砂、碎石土等，宜优先采用基槽中挖出的沉积土层，不得使用杂填土、耕土、冻土、淤泥和淤泥质土、膨胀土、有机质物含量大于 5% 的土、含水溶性硫酸盐大于 5% 的土，土料含水量应符合设计要求。

35.1.2 用于平整场地的回填土，碎石类土、砂土和爆破石渣可用作表层以下填料；其最大粒径不得超过每层铺填厚度的 2/3，使用振动碾时为 3/4。

35.2 主要机具

35.2.1 主要机具包括铲土机、自卸汽车、推土机、铲运机、翻斗车、平碾、羊足碾、振动碾、冲击碾、蛙式或柴油打夯机等。

35.2.2 辅助工具包括测量设备、手推车、铁锹（平头、尖头）、2m 钢卷尺、20#铅丝、胶皮管等。

35.3 作业条件

35.3.1 对基底标高以及已有基础或地下防水层、保护层等进行检查验收，并办理隐检手续。

35.3.2 施工前应根据施工特点、填方土料种类、密实度要求、施工条件等确定填方土料含水量控制范围、虚铺厚度和压实遍数等参数。回填土方工程宜通过现场试验来确定。

35.3.3 施工前，应设置水平高程点标志。宜在基坑或边沟上每 10.0m 钉上水平桩或在临近的固定建筑物上设置标准高程点；大面积场地，应设置 10.0m×10.0mm 网格标桩，控制每层铺设厚度。

35.3.4 应按施工方案确定机械填土的施工顺序、土方机械车辆的行走路线等。

35.3.5 房心和管沟回填时，应在完成上下水管道的安装或墙间加固后进行。

35.3.6 其它作业条件应符合本规程第 2.0.3 条的规定。

35.4 施工工艺

35.4.1 机械填土施工工艺流程应符合图 35.4.1 的规定。

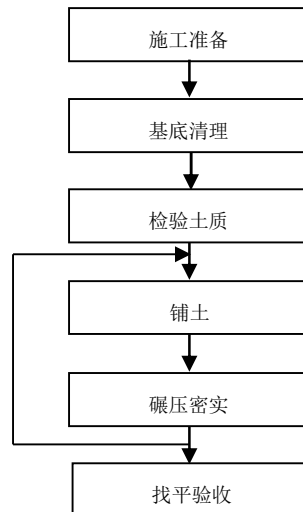


图 35.4.1 机械填土施工工艺流程图

35.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 设备进场后调试至良好状态；
- 2 其他准备工作应符合本章第 35.3 节的规定。

35.4.3 回填前应清理基础底（管沟底）面回落的松散土、砂浆、碎石、垃圾杂物等。

35.4.4 检验回填土的有机质含量、含水量、颗粒级配等是否在控制范围内。含水量偏高时，可采用翻松、晾晒或均匀掺入干土等措施；含水量偏低时，可采用洒水润湿等措施。

35.4.5 每层铺土的厚度应根据土质、密实度要求和机具性能确定。无试验依据时，应符合表 35.4.5 的规定。

表 35.4.5 填土分层铺土厚度和压实遍数

压实机具	分层厚度 (mm)	每层压实遍数 (遍)
蛙式、柴油式打夯机	200~250	3~4
平碾 (8~12t)	200~300	6~8
羊足碾 (5t~16t)	200~350	8~16
振动碾 (8t~15t)	500~1200	6~8
冲击碾 (冲击势能 15kJ~25kJ)	600~1500	20~40

35.4.6 碾压机械压实填方时，应控制机械行驶速度。最佳行驶速度宜根据填料性质、虚铺厚度、设备性能、质量要求和作业效率等通过现场试验取得。无试验资料时，宜按平碾 $\leq 2\text{km/h}$ 、羊足碾 $\leq 3\text{km/h}$ 、振动碾 $\leq 2\text{km/h}$ 、冲击碾 $\leq 10\text{km/h}$ 选择初步施工参数。

35.4.7 碾压时，轮（夯）迹应相互搭接。长宽尺寸较大时，填土应分段进行。每层接缝处应制作成斜坡形，碾迹重叠宜为 0.5m~1.0m，上下层错缝距离不应小于 1.0m。

35.4.8 填方高于基底表面时，应保证边缘部位的压实质量。填土后，不要求边坡修整时，宜将填方边缘外扩不小于 500mm；边坡整平拍实时，外扩不宜小于 200mm。

35.4.9 大型机械施工无法施工的边角等部位，应采用人工作业或选用蛙式或柴油打夯机分层夯实。

35.4.10 每层夯实后，应按规范规定进行取样，实测最大干密度，合格后再铺上一层的土。填土全部完成后，应进行表面拉线找平。

35.4.11 回填管沟时，管道不得损坏和移位。应用人工先在管道周围填土夯实，并应从管道两边同时进行，直至管顶 500mm 以上，方可采用机械回填土和压实。在抹带接口处、防腐绝缘层或电缆周围，应使用细粒土料回填。

35.5 质量标准

35.5.1 施工过程中应检查每层填筑厚度、碾迹重叠程度、含水量控制、回填土质量、压实系数等。

35.5.2 施工结束后，应进行标高及压实系数检验。

35.5.3 机械填方工程质量检验标准应符合表 35.5.3 规定。

表 35.5.3 机械填方工程质量检验标准

项次	项目	允许值或允许偏差 (mm)		检验方法	
		柱基、基坑、基槽、管沟、地(路)面基础层	场地平整		
主控项目	1	标高	0 -50	±50	水准测量
	2	分层压实系数	不小于设计值		环刀法、灌水法、灌砂法
一般项目	1	回填土料	设计要求		观察鉴别或土样分析
	2	分层厚度	设计值		水准仪测量及抽样检查
	3	含水量	最优含水量±2%	最优含水量±4%	烘干法
	4	表面平整度	±20	±30	靠尺(2m)法、液平面法等
	5	有机质含量	≤5%		灼烧减量法
	6	碾迹重叠长度	500~1000		用钢尺量

35.6 成品保护

35.6.1 施工时应保护定位桩、轴线桩和标高桩，不得碰撞下沉或位移。

35.6.2 基础或管沟、挡土墙的现浇混凝土、砂浆应达到设计强度，方可进行回填土作业。

35.6.3 已完成的填土应将表面压实，路基应做成一定的坡度。

35.7 注意事项

35.7.1 邻近已有建筑基础或构筑物区域，基坑回填应分层对称进行。

35.7.2 填方应按设计要求预留沉降量。设计无要求时，可根据工程性质、填方高度、填料种类、密实要求和地基情况等确定。冬期填方宜增加 1.5%~3.0%的预留下陷量。

35.7.3 夜间施工时，应调整施工顺序，应保证安全照明设施。

35.7.4 雨冬期施工应符合下列规定：

- 1 雨期施工时，工作面不宜过大，应分段完成；
- 2 雨期施工时，现场应有防雨及排水措施。宜于四周或坑槽顶部设置截水沟或挡水墙；
- 3 冬期施工填土前，应清除基底的冰雪和保温材料；填方边坡表面 1.0m 以内不得用冻土填筑，最上层填方应使用未冻的、不冻胀的或透水性好的土料填筑，其厚度应符合设计要求；
- 4 冬期施工室外平均气温在 -5℃ 以上时，填方高度不受限制；平均气温在 -5℃ 以下时，填方高度不宜超过表 35.7.4 规定；

表 35.7.4 冬期填方高度限制

平均气温 (°C)	填方高度 (m)
-----------	----------

-5 ~ -10	4.5
-11~-15	3.5
-16~-20	2.5

5 冬期回填土方时，每层铺土厚度应比常温施工时减少 20%~25%，其中冻土块体积不宜超过填土总体积的 15%；其粒径不得大于 150mm。铺填冻土块应分散开，并应逐层压（夯）实。

35.7.5 回填材料应绿色环保。施工中的震动、噪声等应满足环境限值要求。施工现场填方作业时应采取防扬尘措施。裸露的场地和堆放的土方应采取覆盖、固化或绿化措施。运输车辆出场应进行清洗，运输道路及时清扫。

本规程用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《地下工程防水技术规范》 GB 50108
- 2 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
- 3 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202
- 4 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 5 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 6 《地下防水工程质量验收规范》 GB 50208
- 7 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 8 《建筑地基基础工程施工规范》 GB 51004
- 9 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 10 《抗硫酸盐硅酸盐水泥》 GB 748
- 11 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》 GB 1499.2
- 12 《预应力混凝土用钢绞线》 GB/T 5224
- 13 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 14 《涂覆涂料前钢材表面处理—表面清洁度的目视评定 第一部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》 GB/T 8923.1
- 15 《热轧 H 型钢和部分 T 型钢》 GB/T 11263
- 16 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB 12523
- 17 《先张法预应力混凝土管桩》 GB/T 13476
- 18 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》 GB/T 14370
- 19 《建设用砂》 GB/T 14684
- 20 《土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》 GB/T 17639
- 21 《预应力混凝土用螺纹钢筋》 GB/T 20065
- 22 《环氧涂层七丝预应力钢绞线》 GB/T 21073
- 23 《钢筋混凝土用环氧涂层钢筋》 GB/T 25826
- 24 《无黏结预应力钢绞线》 JG/T 161
- 25 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 26 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 27 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
- 28 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 29 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 30 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79
- 31 《建筑钢结构焊接技术规程》 JGJ 81
- 32 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 33 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107

- 34 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70
- 35 《钢筋阻锈剂应用技术规程》 JGJ/T 192
- 36 《建筑钢结构防腐蚀技术规程》 JGJ/T 251
- 37 《交通工程土工合成材料 土工格栅》 JT/T 480
- 38 《填充型环氧涂层钢绞线》 JT/T 737
- 39 《焊接 H 型钢》 YB/T 3301
- 40 《抗浮锚杆技术规程》 YB/T 4659
- 41 《钢筋阻锈剂应用技术规程》 YB/T 9231
- 42 《有限空间作业安全技术规范》 DB11/T 852
- 43 《预制混凝土构件质量检验标准》 DB11/T 968

北京市地方标准

建筑工程施工工艺规程
第 1 部分：地基基础工程

Construction workmanship code for building engineering

Part 1: foundation engineering

条文说明

目次

1 总则.....	167
3 天然地基钎探.....	168
4 素土、灰土地基.....	169
5 砂和砂石地基.....	170
6 强夯地基.....	171
7 袖阀管注浆加固地基.....	171
8 土工合成材料加筋地基.....	171
9 长螺旋压灌素混凝土桩复合地基.....	172
10 灰土挤密桩和土挤密桩复合地基.....	172
11 夯实水泥土桩复合地基.....	173
12 三重管高压旋喷桩.....	174
13 水泥土搅拌桩.....	175
14 钢筋混凝土预制桩.....	176
15 人工挖孔混凝土灌注桩.....	177
16 旋挖成孔灌注桩.....	178
17 反循环钻孔灌注桩.....	179
18 冲击成孔灌注桩.....	180
19 长螺旋钻成孔灌注桩.....	181
20 柱锤冲扩挤密桩.....	182
21 振冲碎石桩.....	183
22 注浆钢管桩.....	184
23 抗浮锚杆.....	185
24 现浇混凝土桩基承台.....	187
25 浆砌重力式挡土墙.....	188
26 劲芯水泥土搅拌墙(桩).....	189
27 地下连续墙.....	190
28 土钉墙和复合土钉墙.....	191
29 钢支撑.....	192
30 锚杆.....	193
31 管井降水.....	194
32 人工挖土.....	195
33 人工填土.....	196
34 机械挖土.....	197
35 机械填土.....	198

1 总则

1.0.1 本规程是在《建筑安装分项工程施工工艺规程》DBJ/T01-26-2003（以下简称《工艺规程》）第一分册地基与基础工程的基础上修订而成。由于《工艺规程》自2004年3月1日正式实施至今已16年，已不能满足北京市建筑工程高质量发展的要求。一是《工艺规程》中涉及的许多工艺、材料、设备有了新的发展，缺少了先进性；二是很多新的成熟的施工工艺未能纳入《工艺规程》，全面性不足；三是相关国家标准、行业标准、地方标准已进行更新、完善，降低了协调性；因此修订《工艺规程》、重新建立工艺规程体系十分必要。

本次修订新增15项分项工程，包括：袖阀管注浆加固地基，土工合成材料加筋地基，灰土挤密桩和土挤密桩复合地基，三重管高压旋喷桩，反循环钻孔灌注桩，冲击成孔灌注桩，注浆钢管桩，抗浮锚杆，浆砌重力式挡土墙，劲芯水泥土搅拌墙（桩），地下连续墙，土钉墙和复合土钉墙，钢支撑，锚杆，管井降水；修订18项，包括：天然地基钎探，素土、灰土地基，砂和砂石地基，强夯地基，水泥石（喷浆）搅拌桩，长螺旋压灌素混凝土桩复合地基，夯实水泥土桩复合地基，柱锤冲扩挤密桩，振冲碎石桩，钢筋混凝土预制桩，长螺旋钻成孔灌注桩，人工挖孔混凝土灌注桩，旋挖成孔灌注桩，现浇混凝土桩基承台，人工挖土，人工填土，机械挖土，机械填土；没有删除项。

1.0.2 本规程为北京市地方标准，主要适用于北京市行政区域内建筑工程施工中地基基础工程施工，也可供其他省市参照使用。

3 天然地基钎探

本章节适用于建筑或构筑物的基础、坑（槽）底土质（浅部填土、粘性土、粉土和砂土）钎探检查。

3.1 材料要求

3.1.2 回填材料采用中砂是基于便于施工和密实处理考虑，密实处理包括分层夯实和水沉等方式。当有抗浮和消除地基土扰动等要求时可根据设计要求采用注浆等其它回填材料和措施。

3.3 作业条件

3.3.3 应按钎探孔位平面布置图放线，孔位应钉上小木桩或撒白灰点，由于白灰会造成污染，故需选用其他环保并且可标记的材料。

4 素土、灰土地基

本章适用于一般工业与民用建筑地基软弱土层或不均匀土层的地基处理，以及基槽、室内地坪、管沟、室外散水等地基或垫层工程。

4.5 质量标准

有地区经验时，可采用动力触探、静力触探、标准贯入等原位试验，并结合干密度试验的对比结果进行质量检验。

5 砂和砂石地基

本章适用于工业与民用建筑场地软弱土层或不均匀土层的地基处理工程。

5.2 施工机具

5.2.1 碾压设备种类较多，常见的有平碾、振动碾、羊足碾、冲击碾等。碾压设备应根据设备的压实性能、地基土性质、湿度、压实系数和施工含水量等，并结合碾压分层厚度、碾压遍数、碾压范围和有效加固深度等施工参数选用。

5.5 质量标准

有地区经验时，可采用动力触探、标准贯入等原位试验，并结合干密度试验的对比结果进行质量检验。

6 强夯地基

本章适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与粘性土、湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基。

6.1 材料要求

6.1.2 夯坑填料级配不良或块石过多，均易在夯坑中留下大孔，在后续夯击或建筑物使用过程中使坑间土挤入孔隙，下沉增加，因此，本条强调了级配和大于 300mm 的块石总量不超出填料总量的 30%。

6.4 施工工艺

6.4.7 两遍夯击之间应有一定的时间间隔，以利于土中超静孔隙水压力的消散。所以间隔时间取决于超静孔隙水压力的消散时间。但土中超静孔隙水压力的消散速率与土的类别、夯点间距等因素有关。有条件时在试夯前埋设孔隙水压力传感器，通过试夯确定超静孔隙水压力的消散时间，从而确定两遍夯击之间的间隔时间。当缺少实测资料时，间隔时间可根据地基土的渗透性按本条规定采用。

6.7 注意事项

6.7.10 对振动有特殊要求的建筑物，或精密仪器设备等，当强夯产生的振动和挤压有可能对其产生有害影响时，应采取隔振或防振措施。施工时，在作业区一定范围内设置安全警戒，防止非作业人员、车辆误入作业区而受到伤害。

7 袖阀管注浆加固地基

本章适用于砂土、粉土、粘性土和人工填土等地基加固。

8 土工合成材料加筋地基

本章适用于用于浅层软弱土层或不均匀土层的地基处理。

9 长螺旋压灌素混凝土桩复合地基

本章适用于采用长螺旋钻机成孔钻杆中心压灌混凝土成桩的复合地基施工，主要适用地层为黏性土、砂和卵石地层，也可用于已完成固结的素填土地层。素混凝土桩复合地基习惯称为水泥粉煤灰碎石桩复合地基（CFG），后者始于上世纪八十年代末，是在碎石桩基础上为提高桩身强度在碎石中参入了少量水泥和粉煤灰，桩身强度一般不大于 10MPa，属于柔性桩，其成桩工艺主要为振动沉管，由其构成的复合地基主要用于多层或小高层建筑。之后，随着长螺旋钻机成孔钻杆中心压灌混凝土成桩工艺的发明和成熟，以及混凝土泵对桩身材料可泵性的提高，水泥粉煤灰碎石混合料逐步改为素混凝土，并且其强度越来越高，通常达到 C20 或更高。

9.5 质量标准

9.5.3 素混凝土桩复合地基的质量检验标准表 9.5.3 主要采用了现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》（GB50202-2018）表 4.13.4 水泥粉煤灰碎石桩复合地基质量检验标准。不同之处在于将表 4.13.4 一般项目第 2 项“桩顶标高”提高到表 9.5.3 主控项目的第 5 项，相应地允许偏差值由±200mm 减少至±50mm。理由是“桩顶标高”偏差对复合地基安全性、承载力及沉降影响很大，必须严格控制。

10 灰土挤密桩和土挤密桩复合地基

本章适用于处理地下水位以上的粉土、粘性土、素填土和杂填土等地基，可处理地基的厚度宜为 3~15m。当地基土的含水量大于 24%、饱和度大于 65%时，应通过现场试验确定其适用性。对重要工程或在缺乏经验的地区，施工前应按设计要求，在现场进行试验。如土性基本相同，试验可在一处进行，如土性差异明显，应在不同地段分别进行试验。

11 夯实水泥土桩复合地基

本章适用于处理地下水位以上的粉土、黏性土、素填土、炉灰以及新近沉积土等地基，处理深度不宜超过 10m。当采用洛阳铲成孔工艺，深度不宜超过 6m。

成孔过程需要对地层进行挤密时，参照第 10 章选择相关机具和施工工艺。

11.2 施工机具

11.2.1 成孔设备根据设计要求、现场土质和周边环境条件等选用。当采用人工洛阳铲成孔工艺时，处理深度不宜大于 6.0m，在场地狭小，周边环境条件复杂、大型设备无法施工时经常采用。

11.4 施工工艺

11.4.6 为保证桩顶的桩体强度，现场施工时均要求桩体夯填高度大于桩顶设计标高 300mm。

12 三重管高压旋喷桩

本章适用于处理淤泥、淤泥质土、黏性土（流塑、软塑和可塑）、粉土、砂土、素填土和碎石土等地层，对土中含有较多的大直径块石、大量植物根茎和高含量的有机质，以及地下水流速较大的工程，应根据现场试验结果确定其适应性。

12.4 施工工艺

12.4.4 表 12.4.4 中数值为经验数据，一般具体工程应现场通过试验确定其参数。

12.4.7 在浆液与土搅拌混合后的凝固过程中，由于浆液析水作用，一般均有不同程度的收缩，造成固结体顶部出现一个凹穴。凹穴的深度随土质、浆液的析水性、固结体的大小等因素而不同。一般深度为 0.5m~1.0m。有些漏浆地层的深度还会要大一些。补凹穴是高喷作业的一个重要环节，凹穴填补的好坏，直接关系到工程质量的好坏。因此，应指定专人负责凹穴的填补工作，严格按技术要求操作。

12.6 成品保护

12.6.1 高压喷射注浆后，在浆液未终凝并达到一定的强度前进行抽水作业，将使浆液随抽水通道流失，无法形成隔水帷幕或桩体承载能力受影响。由此而言，要求工程周边抽水点的影响半径原则上不能波及注浆体。

13 水泥土搅拌桩

水泥土搅拌桩适用于处理泥炭土、有机质土、PH 值小于 4 的酸性土、塑性指数大于 25 的黏土、粉土、粉细砂、中粗砂，可作为竖向承载的复合地基、基坑工程围护挡墙、被动区加固、防渗帷幕、大体积水泥稳定土以及劲芯水泥土桩的母桩等。在腐蚀性环境中以及无工程经验的地区使用时，必须通过现场和室内试验确定其适用性。

13.4 施工工艺

13.4.2 本条给出了成桩方面的一些注意事项。

3 对地质条件复杂或重要工程，应通过试成桩确定实际成桩步骤、水泥浆液的水灰比、注浆泵工作流量、搅拌机头下沉或提升速度及复搅速度、测定水泥浆从输送管到达搅拌机喷浆口的时间等工艺参数及成桩工艺。

13.4.7 根据实际施工经验，水泥土搅拌法在施工到顶端 300mm~500mm 范围时，因上覆土压力较小，搅拌质量较差，因此要求停浆面高于桩顶设计标高 500mm，待基坑（槽）开挖时，再将施工质量较差的桩段挖去。为防止桩顶与挖土机械相碰导致桩体断裂，应采用人工挖除。

14 钢筋混凝土预制桩

本章适用于工业与民用建筑中的钢筋混凝土预制桩工程。一般地质条件下的建、构筑物桩基工程，通常选择锤击、静压以及振动沉桩工艺；当遇到钢筋混凝土预制桩穿透硬夹层、挤土效应以及进入硬持力层等工程问题时，可采用辅助沉桩措施或植桩工艺，即预先用钻机或其他各种成孔成桩设备在桩位处成孔并灌注填充料或采用搅拌、旋喷工艺成桩后，随即选择沉桩设备将钢筋混凝土预制桩打入、压入或振入的施工工艺。包括常规钻孔灌注植桩法、长螺旋压灌植桩法、搅拌植桩法、旋喷植桩法等。

14.4 施工工艺

14.4.4 为准确控制沉桩深度或桩顶标高，施工前对全部工程的桩顶标高进行分类，并在施工时严格按设计标高执行，一般采用水准仪控制桩顶标高。对于以密实土层作为桩端持力层的场地沉桩时，锤击法可采用贯入度控制，根据不同的锤型或不同的设计要求综合确定；静压法可采用压桩力控制，其控制的压桩力不能超过桩身结构承载力设计值。对于不能达到设计要求的桩，应及时向设计人员反馈；对于施工桩长与设计桩长差异较大时，设计应采取相应的措施。

14.4.9 收锤标准包括的内容、指标较多，如桩的入土深度、每米沉桩锤击数、最后一米沉桩锤击数、总锤击数、最后贯入度、桩尖进入持力层深度等。一般情况下，桩端持力层、最后贯入度或最后一米沉桩锤击数为主要控制指标，其中桩端持力层作为定性控制指标，最后贯入度或最后一米锤击数作为定量控制指标。其余指标可根据具体情况有所选择作为参考指标。定量指标中用得最多的是最后贯入度，一般以最后三阵（每阵十击）的贯入度来判断该桩能否收锤。而最后贯入度大小又与工程地质条件、桩承载性状、单桩承载力特征值、桩规格及桩入土深度、打桩锤的规格、性能及冲击能量大小、桩端持力层性状及桩尖进入持力层深度等因素有关，需要综合考虑后确认。但由于地质等条件复杂多变，最后贯入度并非是打桩收锤的唯一定量控制指标，应具体情况具体分析，最终目的是为了保障单桩的承载能力，控制建筑物的沉降，使建（构）筑物安全适用。

14.4.11 终压标准有点类似于打桩的收锤标准，主要的定量控制指标是：终压力值、终压次数和稳压时间。稳压时间一般规定为3~5s，所以实际上只有终压力值和终压次数这两项。终压次数一般不宜超过3次。靠增加终压次数来提高静压桩的承载力，是得不偿失的一种做法，终压次数太多，承载力并没有太多的增长，反而容易引起桩身和压桩机的破损。当然，对施压入土深度小于8m的短桩，允许终压次数可增至3~5次。稳压时间是指终压时每次用终压力值持续稳压的时间，不宜太长，一般应控制在3~5s。稳压时间太长，压桩机上高压油泵和油管很快破损，另外，增加稳压时间，对单桩承载力的增加并不起多大效果，因为这些都是瞬间压力，倒不如增大终压力值，反而能起到一点增载的效果，但终压力值受桩身抱压允许压桩力的限制，不能无限增加。

14.4.12 当遇到密实的砂土等硬夹层，桩难于穿透沉到设计标高，或需要减少桩的挤土效应时，此时可采用引孔辅助沉桩法。

引孔孔径一般比管桩直径小100mm，否则设计应考虑钻孔对承载力的影响；也有与管桩直径一样的孔径，主要看现场的土质情况、桩直径、桩的密集程度等因素而定。

一般情况下，钻孔深度不宜超过12m，主要是因为钻孔太深，孔的垂直度偏差不易控制，一旦钻孔倾斜，管桩下沉时很难纠偏，也容易发生桩身折断事故。

钻孔内积水，宜采用开口型桩尖，若用封口型桩尖，桩端部一般达不到孔底，会造成工程质量事故。

14.7 注意事项

14.7.4 沉桩过程综合反映了土层的阻力、桩身质量、桩锤锤击和压桩机效能，沉桩出现的异常情况与地质、设计、施工、桩质量均有关，因此，施工遇到本条所列情况之一时均应暂停打桩，并及时报设计、监理等有关人员，以便进行原因分析，研究处理解决的措施。

15 人工挖孔混凝土灌注桩

本章适用于工业与民用建筑的黏土、粉质黏土及含少量砂石的黏性土、碎石土、卵石、风化岩等地层，且地下水位低的地区。

15.4 施工工艺

15.4.9 人工挖孔桩混凝土灌注时，常因塌落度太大而使混凝土离析，从而产生桩身混凝土断层和夹层等质量事故，本条是对混凝土输送做出相应的技术规定。

15.4.15 对桩端持力层验收提出具体要求，使桩基承载能力满足设计要求。

15.7 注意事项

15.7.1 对人工挖孔桩桩长、桩径的规定主要出于安全的考虑，国内某些地区禁止采用人工挖孔桩作业，主要原因是出于安全考虑，故本条和本规程 15.4.3 条提出一些必要的安全措施。

16 旋挖成孔灌注桩

本章适用于旋挖钻机灌注成桩工艺。本工艺适用于填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土、岩石等岩土层成桩。

16.2 施工机具

16.2.2 对于不同厂家同一级别机器，重点对比动力头额定回转扭矩、主卷扬单绳提拔力、整机重量三个参数，选择三者都较大的机型。

16.2.5 导管总长应备有 20%~30%的余量储备。使用前应试拼、试压，试压力不应小于灌注过程中导管承受压力（混凝土产生压力-外部水压， $p=\gamma_c h_c-\gamma_w h_w$ ）的 1.2 倍。

16.2.6 全护筒护壁时，一般使用双壁销栓连接护筒，采用护筒驱动器、摇管机、全套管回转钻机和震动锤下放安装。

16.4 施工工艺

16.4.7 钻进过程中，地下水位过高时可设置泥浆缓存池。

16.4.10 孔口对接时，下节钢筋笼上端露出操作平台高度宜为 1.0m 左右；应先取两根对称主筋连接，后缓慢上提 50mm~100mm，再连接其它主筋，补足连接部位的螺旋筋。

16.4.12 初灌量可按下式估算：

$$V = \frac{\rho d^2}{4} \cdot L + \frac{\rho D^2}{4} \cdot (h + 0.5) \cdot k$$

(16.4.12-1)

式中， V ——初灌量 (m^3)；

d ——导管内径(m)；

D ——钻孔直径(m)；

L ——初灌后导管内混凝土长度(m)，一般可取下设导管长度的一半；

h ——初灌后埋管深度(m)，宜取 $h=1.0$ m；

k ——充盈系数，无经验时可取 1.2。

17 反循环钻孔灌注桩

本章适用于反循环成孔灌注成桩工艺。本工艺适用于软土、黏性土、粉土、砂土、碎石土（块石、漂石除外）、软质岩、强风化和中风化硬质岩等岩土地层。采用泵吸反循环钻进时，桩径不宜小于 600mm，孔深不宜大于 120.0m。

17.2 施工机具

17.2.1 采用泵吸反循环钻进时，桩径不宜小于 600mm，孔深宜小于 120.0m。

17.3 作业条件

17.3.2 现场应设置泥浆制备、循环、净化系统，泥浆宜循环使用。泥浆循环畅通，易于清除钻渣。泥浆池可挖制、砌筑或焊制泥浆箱。当泥浆池不能设置于现场或泥浆不能自流至泥浆池时应设置供回浆双管路，并宜采用伺服式泥浆泵供应和回返泥浆。

17.4 施工工艺

17.4.7 大直径桩孔可采用分级扩孔。第一级钻头直径宜取第二级钻头直径的 0.4~0.6 倍。

18 冲击成孔灌注桩

本章适用于黄土、粘性土或粉质粘土和人工杂填土层中应用，特别适于有孤石的砂砾石层、漂石层、坚硬土层、岩层中使用，对流砂层亦可克服，但对淤泥及淤泥质土则要十分慎重，对于容易形成沉渣或触变扰动的土层会使桩端承载力和摩阻力大幅度降低，不宜采用。

18.2 施工机具

18.2.1 钻机可选用冲击钻机有 CZ 系列和简易冲击钻，常见为 CZ-22、CZ-30 型冲击钻孔机，若有其他合适设备也可选用。

18.4 施工工艺

18.4.8 前者是将输浆管插入孔底，泥浆在孔内向上流动，将残渣带出孔外，适用于浅孔，而排渣筒法是用一个下部带活门的钢筒，当抽筒向下活动时，活门打开，残渣进入筒内，向上运动时，活门关闭，可将孔内残渣抽出孔外。

19 长螺旋钻成孔灌注桩

本章适用于民用与工业建筑地下水位以上的一般粘性土、砂土及人工填土地基的长螺旋成孔灌注桩工程。

20 柱锤冲扩挤密桩

本章适用于处理地下水位以上的杂填土、粉土、黏性土、素填土和黄土等地基；对地下水位以下饱和土层处理，应通过现场试验确定其适用性。柱锤冲扩桩处理地基的深度不宜超过 10m。对大型的、重要的或场地复杂的工程，在正式施工前，应在有代表性的场地上进行试验。近年来，随着施工设备能力的提高，处理深度已超过 6m，但不宜大于 10m，否则处理效果不理想。对于湿陷性黄土地区，其处理深度及复合地基承载力特征值，可按当地经验确定。柱锤冲孔桩复合地基，多用于中、低层房屋或工业厂房。因此，对大型、重要的工程以及场地条件复杂的工程，在正式施工前应进行成桩试验及试验性施工。根据现场试验取得的资料进行设计，制定施工方案。

20.4 施工工艺

20.4.8 柱锤冲扩桩法夯击能力较大，易发生地面隆起，造成表层桩和桩间土出现松动，从而降低处理效果，因此成孔及填料夯实的施工顺序宜间隔进行。

21 振冲碎石桩

本章适用于处理松散砂土、粉土、粉质黏土、素填土、杂填土等地基，以及用于处理可液化地基。对大型的、重要的或场地地层复杂的工程，以及对于处理不排水抗剪强度不小于 20kPa 的饱和黏性土和饱和黄土地基，应在施工前通过现场试验确定其适用性。

21.2 主要机具

21.2.2 升降振冲器的机具一般常用 8t~25t 汽车吊，可振冲 5m~20m 桩长。

21.4 施工工艺

21.4.2 试制桩的目的有：

- 1 调试施工机具，掌握施工工艺；
- 2 验证和熟悉设计确定的加密技术参数处理效果；
- 3 通过试制桩成果，确认施工工艺和加密技术参数；

4 确定制桩顺序。碎石桩施工顺序主要有：排打法、围打法和跳打法。在一般情况下宜采用排打法，当地基是强度较低的软粘土或极易液化的粉土，可采取间隔跳打法。围打法对中粗砂等土加密效果好，在桩距小的情况下会出现内部造孔困难。当加固区附近有建（构）筑物时，施工宜先从邻近建筑物一边的桩开始施工，然后逐步向外推移。

21.4.3 振冲施工有泥水从孔内返出。砂石类土返泥水较少，黏土层返泥水量大，这些泥水不能漫流在基坑内，也不能直接排入到地下排污管和河道中，以免引起对环境的有害影响，为此在场地上必须事先开设排泥水沟系统和做好沉淀池。施工时用泥浆泵将返出的泥水集中抽入池内，在城市施工，当水泥量不大时可外运。

22 注浆钢管桩

本章适用于淤泥质土、黏性土、粉土、砂土和人工填土等地基。注浆钢管桩是在静压钢管桩技术基础上发展起来的一种新的加固方法，近年来注浆钢管桩常用于新建工程的桩基或复合地基施工质量事故的处理，具有施工灵活、质量可靠的特点。基坑工程中，注浆钢管桩大量应用于复合土钉的超前支护。

22.4 施工工艺

22.4.7 第 1 款施工方法包含了传统的锚杆静压法和坑式静压法，对新建工程，注浆钢管桩一般采用钻机或洛阳铲成孔，然后植入钢管再封孔注浆的工艺，采用封孔注浆施工时，应具有足够的封孔长度，保证注浆压力的形成。

23 抗浮锚杆

本章适用于一般地质条件下的建、构筑物抗浮工程，适用于一般第四纪松散土层、砂卵石层，和稳定基岩层以及某些具有特殊物理力学性能及工程特性的岩土层，如新近填土及深厚填石层、软土、膨胀土、湿陷性土、高地应力岩层、松散破碎岩层、盐渍土地层、承压水地层、液化地层等，特殊土地层是指严重影响锚杆的力学及化学稳定性或者施工特别困难的地层，如膨胀性地层、湿陷性地层等，应进行专门的设计，采取必要的处理措施后方可实施。本章施工机具不仅适用于岩土层锚杆钻孔，在松散堆积层、卵石层和破碎岩层也有良好的钻凿效率，基本解决了复杂地层锚杆孔的钻凿难题。

23.2 主要机具

23.2.1 锚杆钻机根据施工工艺不同，可选用螺旋钻进也可配备潜孔冲击器进行冲击钻进，还可配备同心套管或偏心套管潜孔锤钻进或双管钻机，或可配备顶部液压冲击的钻机。

23.2.2 分体式全液压锚杆钻机应具有以下特点：

1 泵站、操纵台、主机分体，结构紧凑，重量轻，解体性强，应便于搬迁和安装，对施工现场适应性强，更适合脚手架上施工；

2 钻机动力头扭矩大，行程长，钻孔速度快，钻进及处理事故能力应强，适用范围广，钻进效率高；

3 钻机可适用多种钻进工艺方法，如合金回转钻进、螺旋钻进、潜孔锤钻进、跟管钻进等，可配备跟管钻进钻具（钻杆、套管、偏心钻头等），在不稳定地层用套管护壁开孔，常规球齿钻头终孔，成孔质量好；

4 钻机钻孔角度范围大，滑架可沿底架前后滑移，钻孔定位方便、可靠；

5 钻机中心低，钻具上、下方便，全液压控制，操作方便灵活，省时、省力；

6 可选配孔口集尘装置，减少环境污染，改善工作环境，

23.2 节所列出的 YGL 系列、MXL 系列和 MDL 系列履带式锚杆钻机为履带底盘装载、全液压驱动动力头式钻机，适合钻杆钻进、套钻钻进、钻杆套管复合钻进，应具有如下主要特点：

1 钻机动力头扭矩大，行程长，钻孔速度快，处理事故能力强，钻进能力强，适用范围广，钻进效率高；

2 钻机移位、行走更快捷方便、定位极为方便，钻进时稳定可靠；

3 配有孔口夹持、卸扣装置，使装卸钻杆、套管劳动强度低效率高，减少了辅助时间；

4 可配套相应的钻具，钻机可适用多种钻进工艺方法，如回转钻进、螺旋钻进、风动潜孔锤钻等；

5 可选配旋喷机构，能够进行扩大头锚索的施工。

23.2.4 砂层、砂卵石层、松散覆盖层及破碎地层钻凿锚杆孔宜采用全液压顶部冲击回转多功能履带钻机，顶冲履带式锚杆钻机应具有以下特点：

1 该型钻机配备大扭矩、高钻速、大功率液压冲击动力头，可多角度多方位钻孔；

2 又可采用液压顶驱钻进、液压锤跟管钻进、潜孔锤基岩钻进、潜孔锤偏心跟管钻进、潜孔锤对心跟管钻进等钻进方式；

3 钻进速度快，成孔质量好，效率高，

23.2.5 潜孔冲击器（潜孔锤）和钻头应具有以下特点：

1 具有结构简单、性能优良、工作可靠、维修方便、耗风量低的特点，冲击器取消了复杂的配气结构，代之以简单的配气气路，压气直吹，气道路程短，气体压力损失小；

2 压缩气体膨胀做功，使冲击器耗风量大大减小，从而减小空压机容量，减轻了空压机重量和降低能耗。

3 CIR 系列和 DHD 高风压潜孔冲击器结构简单、凿岩高效、高寿命、低消耗，能将风压（0.5 MPa -2.5 MPa）转化为高冲击能，施工时应根据实际情况选用，一般选用 CIR、DHD 系列。

4 潜孔锤跟管钻进可用于疏松、破碎、砂卵、砾石等复杂地层的钻进，分为套管回转和套管非回转两种类型，套管回转类套管跟进为回转头驱动套管回转，同时钻机施加轴压推进套管跟进，套管非回转类套管跟进是通过套管鞋内环肩冲击套管，同时钻机施加轴压推进套管跟进。

5 常用的风动潜孔冲击器分为低压和高压冲击器，虽然按照低风条件下设计制造，但在中高风压条件下，冲击器膨胀做功的性能将得到充分发挥，会取得更好的凿岩效果。

23.2.6 螺杆空压机排气压力从低压至高压，排气量从 10m³/min 到 40m³/min，应根据锚杆施工的要求进行选用，空气压缩机具有以下特点：

1 为潜孔钻机配备的空气压缩机主要有中低压（≤0.8MPa）系列的活塞式电动或柴油驱动空压机，中风压（0.8~1.4MPa）系列的螺杆式电动或柴油驱动空压机，高压（≥1.4MPa）系列的两级螺杆式电动或柴油驱动空压机；

2 从提高成孔速度角度考虑，应尽量选择中高风压的空气压缩机。

24 现浇混凝土桩基承台

本章适用于工业与民用建筑现浇混凝土桩基承台工程。

24.1 材料要求

24.1.2 火烧丝的规格应为 18 号~22 号铁丝；砂浆垫块应用 1：3 水泥砂浆埋 22#火烧丝，提前预制，使用时要达到强度。

25 浆砌重力式挡土墙

本章适用于建（构）筑物场地和道路路基的边坡支挡。当地基为软土、液化土、膨胀土、湿陷性黄土等特殊岩土时，应先对地基进行妥善处理。

25.1 材料要求

25.1.1 应选用耐腐蚀、抗风化能力强的石料。

25.3 作业条件

25.3.2 绝大部分挡土墙都直接修筑在天然地基上，挡土墙自身重量较大，对承载力要求较高。因此开挖后需要对地基承载力进行检验。若基底存在软弱或土质不良地段，可采用换填法、挤密法、复合地基等方式进行处理。

26 劲芯水泥土搅拌墙（桩）

本章适用于劲芯水泥土搅拌墙（桩）工艺。可采用三轴搅拌钻机，适用于黏性土、粉土、砂土、砂砾土及饱和黄土等岩土层。地层较硬时，可采用预钻工艺。

26.2 主要机具

26.2.1 搅拌成孔直径宜比预制构件厚度(直径)大 30mm~100mm。

26.4 施工工艺

26.4.10 搅拌墙（桩）应连续施工,对于超过 24h 未植入芯桩的,应进行复搅。

26.4.11 钢制构件为节约成本会进行回收，其他预制构件在妨碍后期使用时亦可拔除。

27 地下连续墙

27.4 施工工艺

27.4.3 导墙的垂直度是地下连续墙能否保持垂直的首要条件，因此规定导墙拆模后，应立即在导墙间加支撑（支撑水平距离宜为 1.2m~1.5m，直至槽段开挖时拆除），以防止导墙受周边土体及荷载影响发生变形。

27.4.4 通过循环或混凝土置换而排出的泥浆由于膨润土等主要成分的消耗及土渣和电解质离子的混入，其质量比原泥浆质量显著恶化。恶化程度因成槽方法、地质条件和混凝土灌注方法等施工条件而异。循环使用泥浆的净化效果将直接影响护壁泥浆重复使用的可能性，也影响到地下连续墙的施工成本和所需处理的废弃泥浆量。泥浆净化通常采用机械、重力沉降和化学处理的方法。施工中循环泥浆应进行沉淀或除砂处理等再生处理手段，符合要求后方可使用。

27.4.5 单元槽段划分应综合考虑成槽机抓斗张开尺寸、地层条件、周边环境后，经地连墙成槽试验确定，划分长度宜 6m~8m，但当场地土层不稳定时，为防止槽壁倒塌，应缩短单元槽段长度，以缩短挖土时间和减少槽壁暴露时间；当地连墙附近有高大建（构）筑物或有较大地面荷载，亦应缩短单元槽段长度。

在成槽施工中，如遇砂土、卵石等易塌孔地层时，应加快成槽施工，连续作业，尽快完成钢筋笼吊放及混凝土灌注工作，减少成槽后空置时间，降低塌孔风险。

连续墙接头刷壁质量是连续墙施工控制的质量要点，关系到连续墙整体防水性能，因此需要引起高度重视。地连墙相邻槽段接头因先施工的槽段接头面上附有泥土和土渣，影响地连墙接头处的防渗性能，因此成槽后对先施工的墙体接头处进行刷槽，清除表面泥皮及土渣，清刷标准为清刷设备无泥、槽底沉渣不增加。

27.4.6 地下连续墙要求预埋接驳器，接驳器左右偏差不大于 20mm，上下偏差不大于 10mm、钢筋笼下端的纵向主筋宜向内弯转，以防吊装时钢筋擦伤槽壁，但向内弯折的程度亦不应影响混凝土的导管插入，预埋件与主筋连接牢固，外露面包扎要严密。按设计预埋件规格、位置、标高，将预埋件准确焊接固定在钢筋笼上，为保证预埋筋、预埋件位置在施工时易于寻找，采用多层板或聚苯板保护。

27.4.10 在清槽后 4h 内浇筑混凝土，是为了避免槽底沉渣厚度超过规范要求，或者槽壁坍塌。对于因吊放钢筋笼等原因不能在 4h 内开始灌注混凝土的槽段，应重新检测槽底沉渣厚度和泥浆性能指标，如这些指标合格，则可灌注混凝土。如泥浆性能指标不合格，可通过换浆调整泥浆性能指标。如沉渣厚度不合格，可通过混凝土导管用高压泥浆把沉渣浮起来，再灌注混凝土。如果槽底沉渣严重超标，必须将导管和钢筋笼取出，重新清槽，清槽合格再灌注混凝土。

混凝土充盈系数计算内容应包括墙顶超灌高度在内。

27.5 质量标准

27.5.4 混凝土抗渗等级不宜小于 P6 级，墙体混凝土强度等级不应低于 C30，水下浇筑时，混凝土强度等级应按相关标准要求提高。

28 土钉墙和复合土钉墙

28.4 施工工艺

28.4.1 本条规定了一般情况下的施工顺序，当地层为粉细砂时，应当预喷射混凝土；当遇到较厚的杂填土时，应当先采用短插筋固定，并预喷射混凝土；面层引水孔可以在喷射混凝土前预设，也可以在喷射混凝土完成后设置。

28.4.7 钢筋网与加强筋连接通常使用焊接；也可以在土钉端部焊接带孔的钢板，加强筋穿入钢板孔中；连接方式应满足承受土钉拉力的要求。

28.7 注意事项

28.7.4 当冬期施工不可避免时，必须有相应的结构、构造与防排水措施，以避免冻胀引起的土钉墙破坏。冬期喷射混凝土时应在晴天施工，喷射施工后尽快悬挂、覆盖保温设施。钢筋负温焊接时应调整焊接工艺参数，使焊缝和热影响区缓慢冷却。风力超过四级时，应采取防风措施。焊后未冷却的接头应避免碰到冰雪。当环境温度低于-20℃时，不得进行焊接。

29 钢支撑

29.4 施工工艺

29.4.4 钢腰梁可以采用三角形支架或牛腿支撑，三角支架应与围护结构的主筋、预埋件等连接，间距按设计要求设置，三角支架应比钢腰梁宽度大 50mm~100cm。钢腰梁采用吊筋与围护结构进行连接加固是保证钢腰梁稳定性、防止滑落的有效措施，应在工程施工中广泛采用。吊筋连接点间距宜控制在 2m~3m，且每段钢腰梁不小于两点，直径不小于 $\Phi 16\text{mm}$ 。因斜向支撑与冠梁或钢腰梁呈斜交，有一定夹角，存在平行于钢腰梁长度方向的分力，可能使钢腰梁存在后移，为使受力合力为零，按设计角度在冠梁或钢腰梁上设置抗剪蹬，确保钢管支撑与端承板成垂直关系，然后进行支撑安装作业，其安装方法与直撑相同。

29.4.9 立柱是内支撑体系中重要的受力构件，不仅承受剪力作用，还要承受弯矩作用，因此，施工过程中必须严格按照设计图纸要求或规范要求。立柱材料应在工厂预制，现场拼接，考虑运输、吊装等因素影响，本条对立柱分段长度做了规定。立柱穿过地下结构底板部位防水层不能闭合，将影响结构防水效果，因此，必须采取有效的防水措施。

29.4.10 钢支撑安装后，在施加预压力的过程中，应注意观察柱墙体变形、上层支撑的状态，同时为保证桩、墙体受力均匀。

29.4.11 支撑拆除过程是将支撑轴力转至永久支护结构或其它临时支护结构的过程。因此，在拆除支撑之前，必须按照设计计算工况的要求，将基坑回填至相应基坑位置、主体结构混凝土强度达到设计要求，并按设计要求的部位加装临时支撑后方可进行支撑拆除。

利用地下结构作为换撑结构时，如果主体结构混凝土强度没有达到设计规定的强度要求，容易造成混凝土结构构件开裂，影响结构安全和使用寿命，甚至造成基坑垮塌事故。为保证结构的安全和使用功能，提出主体结构混凝土强度要求，一般以其同条件养护混凝土试块强度不应小于混凝土设计强度的 70% 为控制条件。

内支撑拆除后围护结构将产生应力重分布，有可能造成局部变形过大，危及基坑及周边环境的安全，因此，拆撑过程中必须加强基坑的监控量测和现场巡视，切实做到信息化施工。

30 锚杆

本章适用于第四纪地层非拆除拉力型锚杆施工。锚杆主要应用于工程地质条件较好的基坑工程和边坡工程。在当前工程实践中，非拆除拉力型锚杆占居主要地位，但随着人们环保意识、物权意识和施工水平的提高，可拆除锚杆的应用也越来越多，此类锚杆的受力类型多为压力型。此外，锚杆按使用时间的长短分为临时锚杆和永久锚杆，后者需要对锚杆采取防腐蚀措施。本章针对非拆除拉力型锚杆施工而编制，对于可拆除压力型锚杆、永久性锚杆及异型锚杆的施工，可参照执行。

30.4 施工工艺

30.4.10 在当前锚杆施工中，张拉锁定问题最突出，对工程质量和安全也影响最大，有必要进一步规范。

本条第 4 款明确了校验锚杆轴力计的方法，以及测定某一类锚杆张拉锁定值和预应力损失值的方法。需要指出的是，这里的“张拉锁定值”是指锁定值与预应力损失值之和，也称“超张拉值”，是张拉锁定过程中的一个控制指标，从这个角度看，将这个控制指标称为“张拉锁定值”更准确一些。

本条第 6 款明确了工作锚杆的张拉方法和最大加载值。最大加载值为锚杆拉力标准值 N_k 的 1.4、1.3、1.2 倍，分别对应于基坑侧壁安全等级一级、二级、三级，这是规范中规定的，也是合理的。对于某根锚杆而言，只有加载到这个值，且观察 5min 并稳定后，方可判定该根锚杆承载力合格。

本条第 7 款明确了锚杆锁定工序，因使用的张拉锁定工具功能不同而有所差别。该款中所说的“自锁型”也就是当前施工中普遍使用的一种类型，其典型特征是通过收缩千斤顶油缸，钢绞线拉动夹片锁紧。由于“最大加载值”与“张拉锁定值”往往相差较大，不可能一次性完成张拉、锁定，因此，一根锚杆的张拉锁定必须分两步才能完成，即第一步不安装锚具夹片，张拉至最大加载值并判定合格后，卸载至零并卸下工具锚；第二步安装锚具夹片，再张拉至张拉锁定值后卸载锁定。该款中所称的控制型或称精准型是一种可实现一步张拉锁定到位新工艺，其典型特征是在锚具和千斤顶之间增加了一个控制锚具夹片的装置，可以依据设计要求，在收缩千斤顶主油缸的过程中的任何位置进行锁定，是一种推荐使用的锚杆张拉锁定工艺。

31 管井降水

本章适用于粉土、砂土、碎石土及岩石含水层的管井降水施工工艺，降水深度不限。

31.4 施工工艺

31.4.5 管井的钻井工艺：对于粒径小于 150mm 的第四系松散地层宜采用泵吸式反循环钻井工艺，对于粒径大于 200mm 的地层可采用冲击钻机、潜孔锤或旋挖钻机施工；正循环钻井工艺由于钻井效率较低，又使用大量泥浆护壁，相比之下洗井较困难，北京地区较少采用。

泵吸式反循环钻井工艺采用清水水压钻进，能避免泥浆对含水层淤堵，且洗井比较容易，一般使用空压机洗井即可，成井质量高。但是在粉细砂地层中容易刷空地层造成扩径，必要时应采取泥浆护壁。

当钻井地层较大粒径的卵石、漂石时，使用冲击钻钻井工艺比其他方法效率高，但因大量使用泥浆护壁，造成洗井困难，一般需要配合化学洗井或拉活塞洗井。该方法钻井时孔内不需要冲洗液循环排渣，水利消耗小，适宜场地水源不足的降水井施工。

本条仅对北京地区常用的冲击钻和泵吸式反循环钻机钻井工艺提出了要求。潜孔锤钻孔工艺目前在在北京也有应用，其优点是钻进效率高、无需洗井，但是成井口径小，抽水设备选择余地小，单井涌水量也相对小。当在人工填土及卵石、碎石等地层钻进困难时，也可选用旋挖钻机成孔。

31.4.9 空压机洗井的出水管应采用钢管，风管一般为高压胶管。空压机的工作压力不应小于 0.7MPa，排风量大于 $6\text{m}^3/\text{min}$ 。

31.4.10 水泵的选择应井的出水能力匹配，应根据动水位和实际出水量及时调配抽水泵量。

31.7 注意事项

31.7.7~31.7.8 施工降水要保护工程周边环境安全。近年来，因施工降水导致工程周边地面出现塌陷等事故时有发生，对地下设施和周边交通安全影响很大。因此，应合理进行降水井设计，严格控制降水井的施工质量，确保在降水井运行过程中不会产生水土流失，在降水井运行过程中对含砂量进行监测，避免对周边环境危害。

32 人工挖土

本章适用于一般工业与民用建、构筑物的基槽、管沟等人工挖土工程。人工挖土一般在不便于机械施工的情况，或者挖土工作量很小时采用。可以采用机械施工的场地，通常作为机械挖土的辅助手段。

32.2 作业条件

32.2.1 基坑、管沟、边坡等土石方开挖作业中，时常有坠落事故发生，因此开挖深度超过 2m 的基坑周边要安装防护栏。

基坑开挖时支护结构需要达到一定强度，否则将造成支护结构因强度不足而破坏。基坑开挖应根据支护设计要求分层分段开挖，严禁超挖。

32.5 成品保护

32.5.1 基坑工程开挖时，不得碰撞支护体系，不得在支护体系上防止和悬挂重物，以免引起支护结构破坏。

33 人工填土

本章适用于一般工业及民用建筑物的基坑、基槽、室内地坪、管沟、室外肥槽等人工回填土工程。人工填土一般在不便于机械施工的情况，或者填土工作量很小时采用。在采用机械施工的场地，通常作为机械挖土的辅助手段用于边角部位补充夯填。

33.5 质量标准

有地区经验时，可采用动力触探、静力触探、标准贯入等原位试验，并结合干密度试验的对比结果进行质量检验。

34 机械挖土

本章适用于工业与民用建筑物、构筑物的大型基坑（槽）、管沟以及大面积场地整平等土（石）方工程。

35 机械填土

本章适用于工业与民用建筑、构筑物大面积平整场地、大型基坑和管沟等回填土工程。

35.5 质量标准

有地区经验时，可采用动力触探、静力触探、标准贯入等原位试验，并结合干密度试验的对比结果进行质量检验。