



T/CECS G XXXX: 2017

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路旋挖钻孔灌注桩施工标准

Construction standard of highway rotary drilling cast-in-place pile

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路旋挖钻孔灌注桩施工标准

Construction standard of highway rotary drilling cast-in-place pile

T/CECS G: XX-XX-2021

主编单位：浙江省建投交通基础建设集团有限公司
湖南建工交通建设有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：2021 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

前 言

根据《公路旋挖钻孔灌注桩施工标准》编制计划的要求，由浙江省大成建设集团有限公司和湖南建工交通建设有限公司会同有关单位组成的编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，在参考国内外有关先进标准的基础上，制定本标准征求意见稿。

本标准共分 10 章和 6 个附录，主要技术内容包括：1 总则；2 术语与符号；3 基本规定；4 施工准备；5 旋挖钻孔施工；6 钢筋笼制作与安装；7 清孔；8 混凝土灌注；9 质量检查和验收；10 施工安全和环境保护。

主编单位：浙江省建投交通基础建设集团有限公司

湖南建工交通建设有限公司

参编单位：浙江交工宏途交通建设有限公司

湖南省建工集团有限公司

长沙理工大学

中南林业科技大学

浙江省建设投资集团有限公司

江西省高速公路养护工程技术研究中心

编写组：严伟飞、谭鹏、杨涛、王达、傅建红、尹平保、郑晖、任威、胡富贵、郭智刚、徐志强、袁野、胡涛、侯佳林、章贝贝、段卫党、邓泽城。

主 审：田克平

目 录

1	总 则	1
2	术语与符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	基本规定	4
4	施工准备	6
4.1	一般规定	6
4.2	技术准备	6
4.3	场地准备	8
4.4	设备准备	9
4.5	材料准备	10
4.6	人员配备	10
5	旋挖钻孔施工	11
5.1	一般规定	11
5.2	稳定液	13
5.3	护筒制作与施工	15
5.4	干作业旋挖钻孔	16
5.5	湿作业旋挖钻孔	17
5.6	全钢护筒护壁旋挖钻孔	18
6	钢筋笼制作与安装	19
6.1	钢筋笼制作	19
6.2	钢筋笼安装	19
7	清 孔	21
7.1	一般规定	21
7.2	干作业清孔	21
7.3	湿作业清孔	22
7.4	全钢护筒护壁清孔	23
7.5	特殊情况下清孔	23
7.6	二次清孔	23
8	混凝土灌注	25
8.1	一般规定	25
8.2	干作业成孔混凝土灌注桩	25
8.3	湿作业成孔混凝土灌注	26
8.4	全钢护筒护壁成孔混凝土灌注	26
9	质量检查和验收	28
9.1	一般规定	28
9.2	施工检验	28
9.3	验 收	29
10	施工安全和环境保护	31
10.1	一般规定	31
10.2	施工安全	31
10.3	环境保护	33

附录 A 旋挖钻机设备选型	34
附录 B 旋挖钻机常用钻具和钻进参数	36
附录 C 旋挖钻机中钻杆相关类型及要求	37
附录 D 混凝土浇注前沉渣厚度检测方法	38
附录 E 钻具在孔内升降速度控制指标	39
附录 F 钻斗转速参考值	40
本标准用词说明	41
《公路旋挖钻孔灌注桩施工标准》条文说明	42
1 总 则	44
2 术语与符号	45
3 基本规定	46
4 施工准备	48
4.1 一般规定	48
4.2 技术准备	48
4.3 场地准备	48
4.4 设备准备	49
4.5 材料准备	49
5 旋挖钻孔施工	50
5.1 一般规定	50
5.2 稳定液	50
5.3 护筒制作与施工	52
5.4 干作业旋挖钻孔	52
5.5 湿作业旋挖钻孔	52
5.6 全钢护筒护壁旋挖钻孔	53
6 钢筋笼制作与安装	54
6.1 钢筋笼制作	54
6.2 钢筋笼安装	54
7 清 孔	55
8 混凝土灌注	56
8.1 一般规定	56
8.2 干作业成孔混凝土灌注	56
8.3 湿作业成孔混凝土灌注	56
8.4 全钢护筒护壁成孔混凝土灌注	57
9 质量检查和验收	58
10 施工安全和环境保护	59
10.1 一般规定	59
10.2 施工安全	60
10.3 环境保护	60

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols.....	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols.....	3
3 Basic Requirement	4
4 Construction Preparation	6
4.1 General Requirement	6
4.2 Technical Preparation	6
4.3 Site Preparation.....	8
4.4 Equipment Preparation.....	9
4.5 Material Preparation.....	10
4.6 Personnel Preparation	11
5 Rotary Borehole Construction.....	12
5.1 General Requirement	12
5.2 Stabilizing Buffer.....	14
5.3 Pipe Casing	16
5.4 Dry Rotary Drilling.....	17
5.5 Wet Rotary Drilling	18
5.6 Rotary Drilling with Steel Casing.....	29
6 Fabrication and Emplacement of Reinforcement Cage	20
6.1 Fabrication of Reinforcement Cage	20
6.2 Emplacement of Reinforcement Cage	20
7 Hole Clearing.....	22
7.1 General Provisions	22
7.2 Hole Cleaning with Dry Rotary Drilling	22
7.3 Hole Cleaning with Wet Rotary Drilling.....	23
7.4 Hole Clearance with Steel Casing.....	24
7.5 Hole Cleaning under Special Conditions.....	24

7.6Secondary Hole cleaning	25
8 Concrete Pouring	26
8.1 General Provisions	26
8.2 Concrete Pouring with Dry Rotary Drilling.....	26
8.3 Concrete Pouring with Wet Rotary Drilling	27
8.4 Concrete Pouring with Steel Casing	27
9 Quality Inspection and Acceptance.....	28
9.1 General Provisions	28
9.2 Construction Inspection	28
9.3 Acceptance	29
10 Construction Safety and Environmental Protection	31
10.1 General Requirement	31
10.2 Construction Safety.....	31
10.3 Environmental Protection	33
Appendix A Equipment Selection Of Rotary Drilling Rig.....	34
Appendix B Common Drilling Tools And Drilling Parameters Of Rotary Drilling Rig.....	36
Appendix C Types And Requirements Of Drill Pipe In Rotary Drilling Rig	37
Appendix D Method For Detecting Sediment Thickness Before Concrete Pouring	38
Appendix E Control Index Of Vertical Speed Of Drilling Tools In Holes	39
Appendix F Reference Value Of Drill Bucket Speed.....	40

1 总 则

1.0.1 为规范公路旋挖钻孔灌注桩的施工、质量检查和验收，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于公路旋挖钻孔灌注桩的施工、质量检查和验收。

1.0.3 公路旋挖钻孔灌注桩的应用，应坚持因地制宜、环境保护、资源节约、文明施工的原则。

1.0.4 公路旋挖钻孔灌注桩的施工和质量验收，除符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和规范的规定。

征求意见稿

2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.1 旋挖钻机 Rotary Drilling Rig

旋挖钻机是利用伸缩钻杆传递扭矩并带动回转钻斗、短螺旋钻头或其他作业装置进行干、湿钻进、逐次取土（岩屑）、反复循环作业成孔的一种专用机械设备。

2.1.2 干作业旋挖钻孔 Dry Rotary Drilling

不使用稳定液护壁，直接采用旋挖钻具成孔的一种工法。

2.1.3 湿作业旋挖钻孔 Wet Rotary Drilling

采用旋挖钻具成孔、稳定液护壁的一种工法。

2.1.4 全钢护筒护壁旋挖钻孔 Retaining Casing Pipes Rotary Drilling

使用套管跟进对易坍塌、易缩径地层进行护壁，采用旋挖钻具成孔的一种工法。

2.1.5 稳定液 Stabilizing Fluid

主要用于保持孔壁稳定的液体。是指在钻孔过程中起到保护孔壁、平衡土压力及悬浮渣土等作用，并具有与混凝土不相混合特性的浆液。稳定液的主要材料包括水、膨润土、重晶石、羧甲基纤维素钠盐、硝基腐殖酸钠盐、腐殖酸族分解剂及木质素族分解剂等，稳定液又俗称泥浆。

2.1.6 稳定液处理剂 Stabilizing Fluid Admixture

调整并改善稳定液性能的化学添加剂。

2.1.7 螺旋钻头 Spiral Bit

主要用于地下水位以上的土层、砂土层、含少量黏土的密实砂层以及粒径不大的砂石层中无循环钻进。

2.1.8 旋挖钻斗 Rotary Bit

旋挖钻是一种适合建筑基础工程中成孔作业的施工工艺。广泛用于市政建设、公路桥梁、高层建筑等地基础施工工程，配合不同钻具，适应于干式（短螺旋），或湿式（回转斗）及岩层（岩心钻）的成孔作业。

2.1.9 筒式钻头 Hose Bit

筒式钻头的切削具可分为截齿和牙轮，截齿筒式钻头适用于风化软岩及永冻土地层

钻进，牙轮筒式钻头适用于硬质基岩钻进。

2.1.10 摩阻式钻杆 Friction Drilling Rod

钻进过程中利用钻杆内、外节间的摩擦来传递钻进压力的一种钻杆。

2.1.11 机锁式钻杆 Lock Drilling Rod

钻进过程中利用钻杆上的机锁点和机锁键之间的咬合传递钻进加压力的一种钻杆。

2.1.12 振动锤 Vibratory Hammer

利用电动机带动成对偏心块作相反的转动，使它们所产生的横向离心力相互抵消，而垂直离心力则相互叠加，通过偏心轮的高速转动使齿轮箱产生垂直的上下振动，从而达到沉桩的目的。主要由吸振器、振动器及电气装置三大部分组成。

2.1.13 正循环清孔 Directional Circulation Pile Hole Cleaning

终孔后将钻头缓慢回转且上下移动空转，利用输入较纯的稳定液正常循环置换出含大粒钻渣稳定液，并使悬浮钻渣从导管与套筒之间溢出的清渣工艺。

2.1.14 泵吸反循环清孔 Pump-suction Reverse Circulation Pile Hole Cleaning

泵吸反循环清孔是利用砂石泵的抽吸作用，在灌注导管内腔形成负压状态，在大气压力作用下，处在灌注导管与孔壁之间环状空间中的稳定液流向孔底，被吸入灌注导管内腔，随即上升至地面稳定液循环系统，经稳定液沉淀池（箱）沉淀处理后，再由稳定液池（箱）、稳定液循环沟（管道）流入孔内的清孔方法。

2.2 符 号

2.2.1 几何参数

a ——表示稳定液中膨润土与稳定液的质量比；

d ——基桩设计直径；

H ——施工现场地面标高与标顶设计标高的距离；

η ——以一定规格的漏斗，流出一定体积（500ml 或 946ml）的稳定液所经历的时间（秒）来衡量黏度的大小，称漏斗黏度，它是一种相对黏度。

3 基本规定

3.0.1 旋挖钻孔灌注桩主要适用于填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土及软岩等岩土层。

3.0.2 公路旋挖钻孔灌注桩按成孔方式可分为：干作业旋挖钻孔灌注桩、湿作业旋挖钻孔灌注桩和全钢护筒护壁旋挖钻孔灌注桩。

3.0.3 对于成孔困难的特殊场地，宜选用全钢护筒护壁旋挖钻孔方式进行施工。

3.0.4 公路旋挖钻孔灌注桩施工前应具备的一些资料：

- 1 岩土工程勘察文件；
- 2 场地与环境条件资料；
- 3 设计文件。

3.0.5 公路旋挖钻孔灌注桩应编制相应的专项施工方案，并按规定进行审批。

3.0.6 公路旋挖钻孔灌注桩的场地岩土工程勘察报告应符合下列要求：

- 1 查明场地沿线各层土的类型、厚度或埋深、分布、工程特性及变化分布规律；
- 2 对采用基岩作为持力层的桩，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化、风化程度，确定其坚硬程度、完整程度和基本质量等级；
- 3 查明水文地质条件，评价地下水对桩设计和施工的影响，判定地下水对建筑材料的腐蚀性；
- 4 查明不良地质作用，判定洞穴、破碎岩土或软弱岩层、可液化土层和特殊岩土的分布及其对桩基的危害程度，提出防治措施和建议；
- 5 提供桩基设计所需用的岩土物理力学指标及参数，对设计与施工应注意的问题提出建议；
- 6 分析基岩的可钻性、采用旋挖钻孔灌注桩的可行性；
- 7 评价施工条件及对周边环境的影响。

3.0.7 公路旋挖钻孔灌注桩施工完成后，应及时组织验收。

3.0.8 采用旋挖钻孔灌注桩的桥梁，在施工与运行期间宜进行沉降与水平变形监测。

3.0.9 公路旋挖钻孔灌注桩场地勘察应满足《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）和《公路工程地质勘察规范》（JTGC30-2011）等规定。若场地条件与岩土工程勘察报告差异显著时，应进行补充勘察。

3.0.10 公路旋挖钻孔灌注桩设计应符合《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG

3363-2019) 等规定。

征求意见稿

4 施工准备

4.1 一般规定

4.1.1 旋挖钻孔灌注桩适用于填土、淤泥、淤泥质土、黏性土、粉土、砂土、碎石土、卵石、软岩、风化岩及硬质岩等岩土层。

4.1.2 旋挖钻孔灌注桩施工前应进行试成孔，并确定施工参数。

4.1.3 旋挖钻孔灌注桩按护壁成孔方式可分为干作业旋挖钻孔灌注桩、湿作业旋挖钻孔灌注桩和全钢护筒护壁成孔灌注桩三种类型。

4.1.4 旋挖钻孔灌注桩施工组织设计应结合工程特点，制定有针对性的质量控制措施。

4.1.5 旋挖钻孔灌注桩施工前应根据项目规模、工期和技术要求等进行人员配备。

4.1.6 旋挖钻孔灌注桩的工程勘察应符合《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）和《公路工程地质勘察规范》（JTGC30-2011）等的规定。应特别查明孤石强度及分布，查明水文地质条件，评价地下水对桩基设计和施工的影响。

4.1.7 旋挖钻孔灌注桩的设计应符合《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363-2019）的规定。

4.2 技术准备

4.2.1 旋挖钻孔灌注桩施工前应具备以下资料：

1 岩土工程勘察文件：

- (1) 场地地层分类、岩土物理力学参数及原位测试参数。
- (2) 地下水水位埋深情况、类型和水位变化幅度，土、水的腐蚀性评价。
- (3) 有关地基土湿陷性、膨胀性、可液化地层的评价。

2 场地与环境条件有关资料：

- (1) 场地现状，包括建筑、道路、供水、高压架空线、管线的分布等。
- (2) 工程所在地的气候及季节降雨情况。
- (3) 稳定液排放、弃土条件。
- (4) 邻近建筑的基础形式、埋置深度、使用现状以及防振、防噪声的要求。

3 施工条件有关资料：

(1) 桩基工程施工图及会审记录、现场桩位控制点平面图等桩基设计资料。

(2) 主要施工机械及其配套仪器设备的资料，包括施工机械设备条件、动力条件、运行条件等。

4.2.2 开工前应熟悉岩土工程勘察报告、桩基工程施工设计文件及图纸会审资料。

4.2.3 应掌握旋挖钻机及其配套设备的技术性能资料。

4.2.4 旋挖钻孔灌注桩工程施工前应编制专项施工方案，并按审批的专项施工方案组织实施。专项施工方案应包含以下主要内容：

1 工程概况：应包含工程类型、地理位置、交通运输条件、工程地质和水文地质条件、持力层岩土性质、桩的规格和数量、工程质量要求、桩的设计载荷、工期要求等。

2 施工总体部署：应包含施工平面布置图、挖桩顺序图、进度计划、配套设备的选择、劳动力组织计划、材料供应计划等。

3 施工工艺及技术要求：应包含成孔工艺、钢筋笼制作与安装工艺和混凝土灌注工艺等。

4 施工场地为湿地时，应根据实际条件采取下列措施：

(1) 施工场地为浅水时，宜优先采用回填方案，回填材料宜采用水稳定性好且容易密实的砂砾质土；

(2) 施工场地为深水时，可采用搭设水上作业平台方案，作业平台应满足支撑旋挖钻机、套筒加压、钻孔操作、钢筋笼吊装及混凝土灌注等可能产生的全部荷重的能力，并有足够的刚度和稳定性；

(3) 搭设的作业平台高度应高于工作期间可能出现的高水位 0.5m 以上。

5 施工管理：应包含工程进度控制、工程成本控制、质量保证措施、安全措施、文明施工措施、环保措施、职业健康安全管理措施、资源管理措施等。

4.2.5 在河流、沟谷、高处作业等特殊环境下，应编制安全专项施工方案，并按相关程序审查批准。

4.2.6 在施工前应制定有针对性的事故应急预案，应急预案应包含应急组织体系、救援医院、交通工具、联系方式等。应完善各种预防措施，保障在遇到突发情况时有妥善的处理方案。

4.2.7 施工前必须做好技术交底及三级安全技术交底工作。

4.3 场地准备

4.3.1 场地平整度、承载力应满足旋挖钻机使用说明书对场地的要求。直观标准：旋挖机行走和施工范围内不得有明暗坑，不得有软湿土基。使用说明书未作具体要求时，应确保钻塔倾斜小于 2° ，场地地面（地基）承载力大于 150kPa 要求或采取其他有效保证措施。

4.3.2 施工现场不应有妨碍施工的障碍物，当无法避免时应进行处理。

4.3.3 邻近边坡的桩基施工应与边坡边缘保持一定的安全距离，在坡顶施工时应应对边坡的稳定性进行复核验算。

4.3.4 施工前应了解进场线路及施工现场周边建（构）筑物状况，施工过程中不得影响邻近建（构）筑物安全和使用功能。

4.3.5 应掌握水、电、天然气、消防等设施的资料，特别是地下设施的详细资料，并采取相应的保护措施。

4.3.6 旋挖钻孔灌注桩轴线和标高的控制点应设在不受施工影响的地方。开工前，经复核后应妥善保管。施工中应进行复测。

4.3.7 应根据场地条件和桩位合理设置稳定液池位置。

4.3.8 应根据场地条件、桩位、稳定液池位置设定对外排废稳定液及钻渣路线。

4.3.9 应对场内行车路线进行规划，行车路线与钻孔位置应保持一定距离，不得影响孔壁稳定。

4.3.10 应设置稳定液循环系统，稳定液循环系统宜包括稳定液池、沉淀池、贮浆池、搅拌池和循环槽，并应符合下列规定：

1 稳定液池的容积不宜小于单桩孔容积的 $1.5\sim 2$ 倍，可以用砖块砌筑。

2 沉淀池的容积宜为 $6\text{m}^3\sim 20\text{m}^3$ ，依据桩孔直径和孔深不同酌情选定，其数量依场地大小设置 2 个~3 个，以便轮换使用。

3 循环槽规格可选择 $300\text{mm}\times 250\text{mm}$ （宽×高），循环槽坡度宜为 $1/100\sim 1/150$ 。

4 品体布置方式、尺寸大小应根据场地条件、废稳定液及钻渣处理方式确定。

4.3.11 可在现场设集中的稳定液供应站和大型废浆池进行稳定液处理。

4.3.12 施工场地或作业平台的高度，应高于工作期间可能出现的最高水位或高潮位 1m 以上。

4.3.13 施工场地在湿地或水上时，应根据桩顶标高、施工水位、地形地貌等条件

采取以下措施：

1 施工场地为湿地或浅水时，宜优先采用回填筑岛方案。回填材料宜采用水稳定性好且容易密实的砂砾质土。

2 施工场地为深水时，可采用搭设水上作业平台方案。作业平台应满足支撑旋挖钻机、护筒加压、成孔操作、钢筋笼吊装及混凝土灌注等可能产生的全部荷载的能力，并有足够的刚度和稳定性，保证设备作业及进出场顺利。

3 施工场地水位很深时，可采用专用水上钻探平台或钻探船方案，并采取防风浪技术措施。

4.3.14 钻孔场地的平面尺寸应根据桩位施工图、旋挖钻机底座平面尺寸、旋挖钻机旋转移位要求及其它机具设施的布置要求等情况合理确定。

4.4 设备准备

4.4.1 应根据桩基设计图中的桩径、桩长、场地条件及地层情况等选择旋挖钻机的钻具及配套设备。

4.4.2 旋挖钻机的进场运输、安装、启动、工作、拆卸和存放，以及日常的检查、维修和保养，应符合使用说明书要求。

4.4.3 旋挖钻机的钻具应根据实际地层和施工情况实时进行调整、优化和维修。

4.4.4 钻头的选择

根据地质条件及工程要求，钻头的选用原则如下：

1 在淤泥、黏土层可选用单层底钻斗，如果孔径小可采用开体式钻斗或带卸土板的钻斗。

2 在黏性不强土层、砂土、胶结较差粒径较小的卵石层可选用双底捞砂钻斗。

3 在非含水性土层、冻土层可选用直螺旋、螺旋钻头。

4 在强风化岩层可选用锥螺旋钻头和双底旋挖钻斗。

5 在中风化基岩可选用截齿筒钻、锥螺旋钻头、双底截齿捞砂斗。

6 在微风化基岩可采用截齿筒钻、锥螺旋钻头配合互制自由面，再由截齿捞砂斗消底；也可采用牙轮筒钻配合锥螺旋钻头，再由截齿捞砂斗清底。

7 在碎石、卵石地层可选用筒钻或双层筒钻。

8 在漂石及大卵石层可选用冲抓锥钻头及卵石筒式钻头等。

4.4.5 现场应配备稳定液搅拌设搅拌设备和稳定液测试仪器。测试仪器应包括黏

度计、比重秤、含砂率计、量筒、pH 试纸等。

4.4.6 其他配套设备应根据工程施工要求进行配备。所有进场设备必须具有出厂合格证，其性能指标应符合国家现行相关标准的规定，计量设备应在检定有效期内。

4.5 材料准备

4.5.1 钢材及混凝土原材料等必须有出厂质量证明书或试验报告单，进场时必须分批检验，并按国家现行有关标准的规定抽取试样进行复验，合格后方可使用。

4.5.2 钢材及混凝土原材料的质量、技术性能指标必须符合设计要求和国家现行标准的规定。

1 混凝土的粗骨料宜选用 5~25mm 的碎石，可选用级配良好的坚硬碎石或卵石，最大粒径不得大于钢筋笼主筋最小净距的 1/3；

2 混凝土外加剂应有产品质量说明书和产品合格证，外加剂的质量和性能应符合现行国家标准的规定。

4.5.3 燃油、液压油等应符合旋挖钻机使用说明书所规定的要求。

4.5.4 应根据桩基工程量的大小，准备充足的钻齿、稳定液制备原材料等耗材。

4.5.5 原材料在运输和存放过程中应采取防止油污、雨淋措施。堆放场地应平整、坚实。

4.6 人员配备

4.6.1 项目管理人员应包括项目经理、建造师、技术负责人、质量负责人、合约负责人、安全负责人、生产负责人、财务负责人、资源供应负责人等。

4.6.2 特殊工种人员应包括钻机操作员、吊车操作员、挖机操作员、电焊工、电工、氧气（乙炔）操作员等。

5 旋挖钻孔施工

5.1 一般规定

5.1.1 桩基位于旱地时，可在原地适当平整并填土压实形成工作平台；位于浅水区时，宜采用筑岛法施工；位于深水区时，宜搭设钢制平台，当水位变动不大时，亦可采用浮式工作平台，但在水流湍急或潮位涨落较大的水域，不应采用浮式平台。各类施工平台的平面面积大小，应满足钻孔成桩作业的需要；其顶面高程应高于桩施工期间可能的最高水位 1.0m 以上，在受波浪影响的水域，尚应考虑坡高的影响。

5.1.2 试钻孔数量应根据工程规模和施工场地、地层特点确定，且不得少于 2 个。

5.1.3 旋挖钻孔灌注桩作业地面应坚实平整。钻孔施工前应采取措施防止地面下陷，坡度不得大于 3.5%。

5.1.4 成孔工艺应根据工程特点、地质条件、设计要求和试成孔情况合理选用。

5.1.5 钻机就位时，钻杆应保持垂直稳固、位置准确，施工中应随时检查调校，并应符合下列规定：

1 旋挖钻机就位后应对钻机进行调平对正，施工中应随时通过平衡仪检查钻机水平状况；开孔时对深度仪进行归零，并应在施工中随时校核深度仪。

2 旋挖钻机成孔应采用跳挖方式。

3 当相邻桩间距不满足安全距离时，相邻桩作业时间不得少于 6h。

4 作业在 6h 内，施工安全距离应符合下列要求：

(1) 采用全钢护筒护壁的，打拔钢护筒施工安全距离不得小于 $6d$ （ d 取两桩中大桩径值）；

(2) 采用湿作业成孔或干作业成孔的，施工安全距离不得小于 $4d$ （ d 取两桩中大桩径值）。

5.1.6 当桩位邻近的建（构）筑物、地下管线对地基变形敏感时，应根据其位置、类型、材料特性、使用状况等采取下列控制地基变形的措施：

1 应采取跳挖成孔的施工顺序，加大成桩施工安全距离。

2 已灌注混凝土的桩，待混凝土终凝后，再进行相邻桩的成孔施工。

3 对松散或稍密的砂土、稍密的粉土、软土等易坍塌或流动的软弱土层，宜采取改善稳定液性能等措施。

5.1.7 桩基成孔过程中出现流沙、涌泥、塌孔、缩径等异常情况时，应暂停成孔并及时采取有针对性的措施进行处理，防止继续塌孔。

5.1.8 当成孔过程中遇到不明障碍物时，应立即停止作业，并查明情况。经确认不会危害既有建（构）筑物、地下管线的情况下方可继续施工。

5.1.9 钻孔扩底桩施工时扩底部位应根据油压值或扩底限位销调节扩孔刀片削土量，扩大头部分应全部进入中等风化岩层，扩底直径和孔底的虚土厚度应符合设计要求。

5.1.10 岩溶地区旋挖钻孔施工应符合下列规定：

1 施工前应探明溶洞分布情况，包括溶洞尺寸、溶洞顶板厚度、溶腔内填充物成分及性质等，应了解溶洞是否存在连通及施工影响范围内是否存在地下暗河，必要时增加施工阶段勘察。

2 应针对岩溶地区钻进可能遇到的不同情况，编制相应施工应急预案，提前做好相应物资准备。

3 应选择压力、扭矩、提升力合适的旋挖钻机。

4 对于溶腔超过 5m，且成串珠状、连通状或是难以充填的溶洞，可采用全钢护筒跟进施工工艺。

5.1.11 成孔直径必须达到设计桩径。钻进过程中应随时检查钻头保护装置、钻头直径、钻头磨损情况，不能保证成孔桩径时应及时更换。

5.1.12 应按试成孔确定的参数进行施工，钻进过程中应根据地质情况控制进尺速度。湿作业钻进清除孔底沉渣宜采用反循环二次清孔。

5.1.13 记录参数应及时、准确、完整、真实。

5.1.14 其他特殊地区旋挖钻孔灌注桩的施工应符合下列规定：

1 在山坡上进行旋挖钻孔灌注桩的施工时，应清除坡面上的危石和浮土；若坡面有裂缝或可能坍塌时，应采取必要的防护措施。

2 在砂性土或粉性土层较厚的地区，钻孔施工应采取防止地层液化、缩颈、坍孔的有效措施；在软土地区，应采取防止缩颈、坍孔的有效措施。

3 多年冻土地区的钻孔灌注桩施工，宜采用能减少对冻土层扰动的钻机成

孔，且宜采用低温或负温早强耐久性混凝土。

5.1.15 成孔施工应不间断地一次性完成，不得无故停钻。成孔完毕后应按序连续施工。清孔完毕且沉渣厚度指标符合规范要求后，应立即灌注混凝土。

5.1.16 挖出的渣土堆放点距桩孔口最小距离应大于 6m，钻渣堆高不得大于 1.5m，并及时清除外运。

5.1.17 终孔前应根据地质勘察报告核对桩基持力层位置，达到设计深度时，应及时清孔、保护好孔口，并做好记录。

5.1.18 旋挖钻孔灌注桩桩位允许偏差，应满足现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）的相关规定。

5.2 稳定液

5.2.1 稳定液性能应符合下列规定：

- 1 应依据施工地层、造浆原材料、水质等条件合理制备稳定液。
- 2 各种地层稳定液制备及常用稳定液性能指标，应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 稳定液制备及常用稳定液性能指标

地层	稳定液制备	膨润土含量 a (%)	稳定液性能指标			
			漏斗黏度 η (s)	相对密度 (g/cm ³)	失水量 (mL/30min)	含砂率 (%)
粉质黏土、黏土层	膨润土+分散剂	$a \geq 4$	18~25	1.05~1.10	<25	<6
杂填土、淤泥质土、砂土层	膨润土+分散剂+增粘剂+增重剂	$a \geq 8$	25~35	1.15~1.25	<25	<6
卵、砾石层	膨润土+分散剂+增粘剂	$a \geq 10$	25~30	1.15~1.20	<25	<6
漏失地层	膨润土+分散剂+增黏剂+堵漏剂	$a \geq 10$	>35	1.10~1.20	<25	<6

5.2.2 稳定液制备应符合下列规定：

- 1 现场应配备稳定液搅拌设备和稳定液测试仪器。测试仪器应包括黏度计、比重计、含砂量杯、量筒等。
- 2 现场应设稳定液池，稳定液池的容积不宜小于单桩孔容积的1.5~2倍，并防止稳定液溢出污染现场。

3 稳定液的搅拌、性能测定、净化等应有专人负责，并应符合下列规定：

(1) 稳定液制配宜采用膨润土。当用黏土代替膨润土时，含砂率不应大于2%、造浆率不应小于 $5\text{m}^3/\text{t}$ 、塑性指数不应小于25。

(2) 根据施工的具体情况，可有选择地加入适量的分散剂、增黏剂、增重剂和堵漏剂等处理剂。

(3) 稳定液用水宜为中性，钙离子浓度应小于100PPm。

4 常用稳定液处理剂类型，可按表5.2.2选择。

表 5.2.2 常用稳定液处理剂类型

处理剂类型	处理剂名称	主要作用
分散剂	碳酸钠 (Na_2CO_3)、氢氧化钠 (NaOH) 等	分散、调节 PH 值
增黏剂	羧甲基纤维素 (LV-CMC、MV-CMC)、羧甲基纤维素钠盐 (HV-CMC)、复合离子型聚丙烯酸盐 (PAC141) 等	降滤失、增粘
堵漏剂	棉花籽壳粉、蛭石粉、核桃皮粉、珍珠岩粉、锯末、稻壳碎末、水泥等	用于地层堵漏
增重剂	重晶石粉 (BaSO_4)、石灰石粉 (CaCO_3)、氧化铁粉等	增加稳定液比重

5.2.3 稳定液配比关系宜为：

水:膨润土:纤维素:碱=1000:(50~80):(1~4):(2~5)

5.2.4 循环的稳定液应经过处理器处理，经检查合格后方可再次使用，废弃的稳定液应符合当地环保要求，严禁乱排乱放。

5.2.5 稳定液液面位置控制应符合下列规定：

1 施工时稳定液液面位置控制应符合下列要求：

(1) 稳定地层稳定液液面位置不应低于孔口 1.0m，且必须满足高于地下水位 1.5m 以上。

(2) 不稳定地层稳定液液面位置不应低于孔口 0.3m，且必须满足高于地下水位 1.5m 以上。

2 旋挖钻机停机、待机时，稳定液液面位置不应低于孔口。

3 稳定液液面应保持稳定。

5.2.6 在漏失地层施工时，应采取堵漏技术措施，并控制稳定液液面高度，维持孔壁稳定。

5.2.7 稳定液管理应符合下列规定：

1 每班应由专人负责稳定液的搅拌、性能测定、净化。

2 保证稳定液性能，应防止雨水和地面水掺入。当地层情况或护壁效果变化

时，应及时调整稳定液性能。

3 稳定液应循环利用，循环利用的稳定液应满足本标准表5.2.1的规定。

5.3 护筒制作与施工

5.3.1 旋挖钻孔灌注桩护筒分为钢制护筒和混凝土护筒。护筒必须有足够的强度和刚度。

5.3.2 钢护筒宜选用厚度不小于 10mm 的钢板制作，护筒内径宜大于钻头直径 200mm~300mm，钢护筒直径的允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

5.3.3 混凝土护筒厚度不宜小于 150mm，混凝土强度等级不宜低于 C20，竖向钢筋直径不宜小于 6.5mm，间距不宜大于 200mm，螺旋箍筋间距不宜大于 200mm。混凝土护筒宜在顶端设置锁口。锁口宽度不宜小于 300mm，厚度不宜小于 200mm。

5.3.4 护筒顶端高出地面不宜小于 0.3m；钻孔内有承压水时，护筒顶端应高出稳定后的承压水位 1.5m。

5.3.5 护筒的埋置深度在旱地或筑岛处宜为 2~4m，在水中或特殊情况下应根据设计要求或桩位的水文、地质情况经计算确定。对有冲刷影响的河床，护筒宜沉入施工期局部冲刷线以下 1.0~1.5m，且宜采取防止河床在施工期过度冲刷的防护措施。

5.3.6 护筒埋设时，应确定钢护筒的中心位置。护筒的中心与桩位中心偏差不得大于 50mm，护筒倾斜度不得大于 1%。护筒就位后，应在四周对称、均匀地回填黏土，并分层夯实。夯填时应防止护筒偏斜移位。

5.3.7 用旋挖钻机埋设钢护筒时，应先采用稍大直径的钻头钻至预定位置，提出钻头后，再用钻斗将钢护筒压入到预定深度。

5.3.8 采用机械加压或振动下沉埋设护筒时，应先对护筒进行定位和导正，然后加压或振动施压至预定深度。

5.3.9 在水面上的作业平台上沉放护筒时，护筒顶端应高出水面 1.5m；护筒的埋设深度应考虑水流、潮汐的冲刷影响，就位后的护筒应采用吊挂或焊接与作业平台连接牢固。

5.3.10 护筒宜通过振动锤驱动方式进行放置。振动锤可分为：液压振动锤、电动振动锤和挖机配振动锤。

5.3.11 护筒施工应符合下列规定：

- 1 应根据地层情况选择护筒类型、钻具种类。
- 2 护筒放置过程中应实时监测护筒位置、垂直度、标高是否符合设计要求。
- 3 起拔护筒时应符合混凝土的灌注要求，确保桩身质量。应满足桩头设计超灌高度要求。起拔护筒过程中应观察混凝土面下降的情况，并及时补充灌注，确保桩头质量。
- 4 灌注完成后应及时回收护筒，并检查每节护筒是否符合使用要求。

5.4 干作业旋挖钻孔

5.4.1 干作业旋挖钻孔适用于地下水位以上或赋水性差的素填土、黏性土、粉土及风化岩层等无须护壁措施的地层。

5.4.2 干作业旋挖成孔灌注桩施工流程如图 5.4.2 所示。

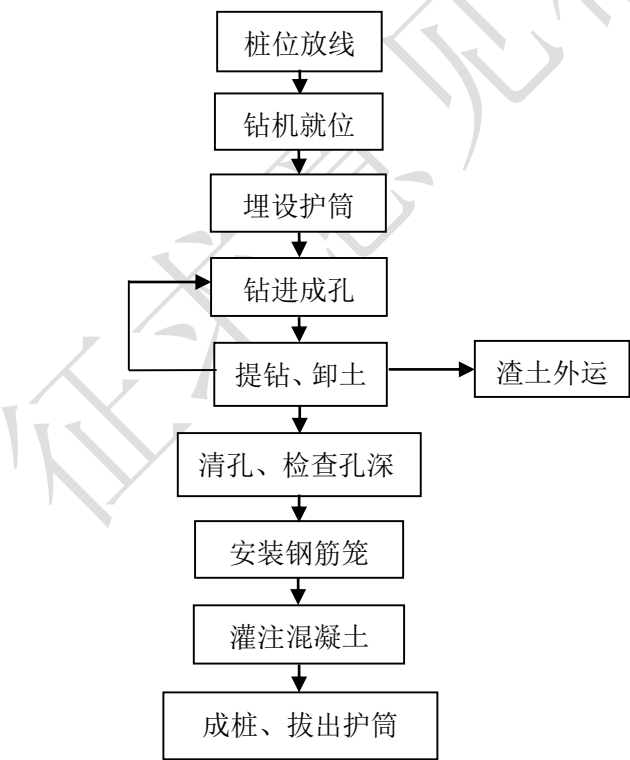


图 5.4.2 干作业旋挖钻孔灌注桩施工流程图

5.4.3 孔口应埋设护筒，埋设深度应根据表层土性状确定，一般为 2m~4m，宜高出地面 0.3m。

5.4.4 钻进过程应控制下钻及提钻的速度。

5.4.5 钻孔至设计标高后，应清除孔底沉渣，清孔应满足本标准第七章要求。

5.4.6 干作业旋挖钻孔应随时观察孔内情况，并随时测量已成孔的孔深变化以及孔底沉渣的情况。如发生严重坍塌，应采用有效护壁措施。

5.5 湿作业旋挖钻孔

5.5.1 湿作业旋挖钻孔是在稳定液护壁下进行旋挖钻孔钻进作业，主要用于不宜干作业及全钢护筒护壁地质条件。适用于地下水位以下的黏性土、粉土、砂土、填土、碎石土及风化岩层的地层。

5.5.2 湿作业旋挖成孔灌注桩施工流程如图 5.5.2 所示。

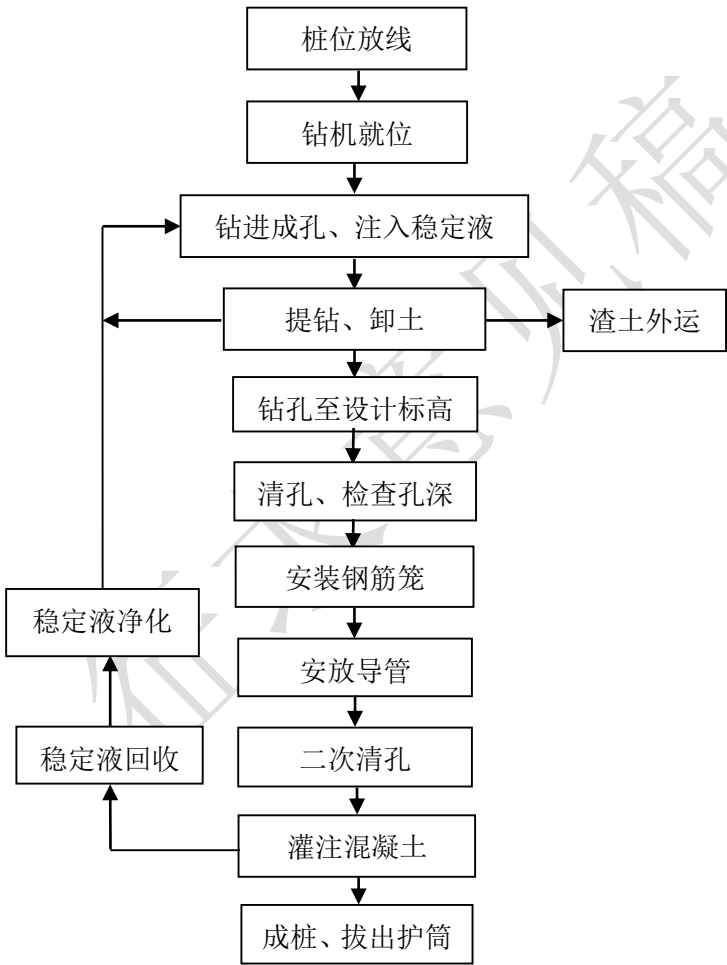


图 5.5.2 湿作业旋挖钻孔灌注桩施工流程图

5.5.3 旋挖作业前应制备足够的稳定液。施工过程中作业人员应注意观察孔内稳定液液面变化，并随时向孔内补充稳定液，防止出现孔内稳定液液面低于地面 300mm 的情况。

5.5.4 旋挖钻机在地下水位以下中细砂、卵石层、流塑性淤泥层作业时，应选用带流水孔的钻头。施工过程中应降低钻进和提升速度，调整稳定液浓度，并及时

注入稳定液，保持稳定液液面高度。

5.5.5 遇易缩径地层时，应加大钻头的外切削刃，在缩径部位采用上下反复空钻扫孔，并适当增加稳定液相对密度。

5.5.6 钻孔至设计标高后，应采用清孔钻斗清理孔底沉渣。清孔应满足本标准 7.1~7.5 有关要求。在清孔过程中，应不断置换稳定液，对于容易产生稳定液渗漏的地层中，应采取维持孔壁稳定的措施。

5.6 全钢护筒护壁旋挖钻孔

5.6.1 全钢护筒护壁旋挖钻孔适用于松填土、砂卵石、厚度较大的淤泥（质）等软弱地层、岩溶地层及地下水位较高、有承压水的砂层等地层。

5.6.2 钢护筒的埋设，应保证高出地面 0.3m 以上，以防止孔口周边渣土、杂物掉入孔内。

5.6.3 钢护筒的埋设，其下入深度必须确保达到稳定地层顶面，以屏蔽不稳定地层，完全避免在成孔过程中出现缩径、坍塌。

5.6.4 钢护筒的埋设，如果不稳定地层埋深较大或摩阻力较大，采用振动锤法不能达到该层位，并且可能无法拔出时，应采用搓管机法或全钢护筒全回转法全程分段跟进下入，并采用相同的方法在混凝土灌注过程中逐段拔出。

6 钢筋笼制作与安装

6.1 钢筋笼制作

6.1.1 钢筋笼长度超过 25m 时宜分段制作。钢筋接头应采用焊接或机械连接，并应遵守国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》（JGJ 107-2003）、《钢筋焊接及验收规程》（JGJ 18-2012）和《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204-2015）的规定。

6.1.2 钢筋笼同一截面主筋焊接接头数量不得大于 50%；双面搭接焊缝长度不得小于 5d，单面搭接焊缝长度不得小于 10d。纵向受力钢筋的接头不宜设置在内力较大处。

6.1.3 钢筋笼主筋宜设置保护块，每组保护块竖向间距不应大于 3m，宜对称设置，每组不宜小于 3 块。

6.1.4 钢筋笼加劲箍筋的内支撑筋宜采用井字形或三角形，直径同加劲箍筋直径。加劲箍筋宜设在主筋外侧，当因施工工艺有特殊要求时也可置于内侧，间距不宜大于 2m。

6.1.5 当基桩采用沿纵向分段配置钢筋时，若各段钢筋数量不同，钢筋笼的制作和安放，应采取控制非通长钢筋竖向定位的措施。

6.1.6 钢筋笼制作与安装允许偏差应符合表 6.1.6 的规定。

表 6.1.6 钢筋笼制作与安装允许偏差

序号	项目	允许偏差（mm）	检查方法
1	主筋间距	±10	用钢尺量
2	箍筋间距	±20	用钢尺量
3	钢筋笼直径	±10	用钢尺量
4	钢筋笼长度	±100	用钢尺量
5	钢筋笼安装深度	±100	水准仪测量高程

6.2 钢筋笼安装

6.2.1 搬运和安装钢筋笼时，应采取有效措施防止钢筋笼变形。安放时应对准孔位中心，避免碰撞孔壁。钢筋笼安装时，宜采用吊车吊装，并缓慢垂直自由下放。

6.2.2 分段制作的钢筋笼在孔口对接安装时，应从两个互相垂直的方向校正钢筋笼垂直度。

6.2.3 声测管的安装宜与钢筋笼的安装同步进行。

6.2.4 钢筋笼安装就位后应立即固定。

6.2.5 钢筋笼吊装和安装完成后应对钢筋笼轴线位置、标高、保护层厚度进行检查，并应进行孔底沉渣厚度检查。当超过规范要求时应进行重新清渣，合格后应立即浇灌混凝土。

6.2.6 采用后插钢筋笼工艺施工宜符合下列规定：

1 混凝土灌注至设计标高并清理桩孔周围的弃土后应立即将钢筋笼对准孔位中心进行植入钢筋笼施工；

2 钢筋笼植入可依靠钢筋笼自重与振动植入装置重量缓慢植入；

3 当依靠自重不能继续植入时，开启振动装置激振，使钢筋笼下沉到设计标高；

4 钢筋笼应连续下放，不宜停顿，下放时禁止采用直接脱钩的方法；

5 植入达到设计标高后断开振动装置与钢筋笼的连接，缓慢连续振动并拔出导入管；

6 钢筋笼植入深度控制误差宜为 $\pm$ 钢筋笼长度的 1%。

7 清 孔

7.1 一般规定

7.1.1 清孔工艺可分为人工清孔、捞渣斗清孔、正循环清孔和反循环清孔等。

7.1.2 钻孔深度达到设计高程后，应对孔径、孔深和孔的倾斜度进行检验，符合要求后方可进行清孔。

7.1.3 清孔方法应根据设计要求、成孔方法、机具设备条件和地层清孔决定。对于湿作业成孔桩，清孔排渣时，必须保持孔内水头，防止塌孔。

7.1.4 清孔后，孔内稳定液的相对密度宜控制在 1.03~1.10，黏度宜为 17~20Pa.s，含砂率宜小于 2%，胶体率宜大于 98%。

7.1.5 孔底沉渣厚度应不大于设计的规定。设计未规定时，符合下列规定：

- 1 对桩径小于或等于 1.5m 的摩擦桩，宜不大于 200mm。
- 2 对桩径大于 1.5m 或桩长大于 40m 以及土质较差的摩擦桩，宜不大于 300mm。
- 3 对于支承桩宜不大于 50mm。

7.1.6 对于湿作业成孔和全钢护筒护壁成孔桩，在安装钢筋笼骨架后，灌注水下混凝土之前，应再次检查孔内稳定液的性能指标和孔底沉渣厚度，如不符合本标准 7.1.4 和 7.1.5 的有关规定，应进行二次清孔，直到符合要求后方可灌注混凝土。

7.2 干作业清孔

7.2.1 干作业清孔应符合下列规定：

1 旋挖干作业钻孔在达到设计孔深后，应采用专用捞渣斗进行旋转捞渣清孔。捞渣斗的外径应小于成孔钻进钻斗，捞渣斗底部不布齿，采用小角度的刮板，以便于沉渣进入捞渣斗内。

2 对于孔深小于 20m 的钻孔，可采用真空吸渣泵（车）抽吸钻渣进行清孔。

3 孔深小于 12m 且孔径超过 1200mm 时可采用人工清孔的方法。

7.2.2 实施人工清孔前应编写安全专项方案，安全专项方案批准后才能实施。

7.2.3 安全专项方案应包括下列主要内容：

- 1 危险源识别（坠物、地面施工人员失足跌入桩孔、施工人员触电、起重工

具失灵、桩孔内涌水、涌沙、桩孔内出现有毒气体或缺氧致使施工人员窒息)等。

2 安全施工措施:

(1) 孔内必须设置应急软爬梯;供人员上下井使用的电动葫芦、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井壁凸缘上下。电动葫芦宜用按式开关,使用前必须检验其安全起吊能力。

(2) 每日开工前必须检测井下是否存在有毒、有害气体,并应有可靠的安全防范措施。孔深超过10m时,应有专门向井下送风的设备,风量不宜少于25L/s。

(3) 孔口四周必须设置护栏,护栏高度不应低于0.8m。

(4) 挖出的土石方应及时运离孔口,不得堆放在孔口四周2m范围内,机动车辆的通行不得对井壁的安全造成影响。

3 应急预案应执行本标准第 3.3.5 条的规定。

7.3 湿作业清孔

7.3.1 湿作业清孔应符合下列规定:

1 专用捞渣斗清孔:

清孔捞渣斗应采用截齿钻斗或其他平底钻斗。

2 正循环清孔:

正循环清孔一般适用于桩径小于 1200mm,孔深小于 50m 的桩孔。在满足设计孔深后,可先采用捞渣斗进行捞渣清孔,在孔底沉渣厚度指标满足设计要求后再下放钢筋笼。尽量缩短钢筋笼的下放安装时间,并避免钢筋笼对孔壁的刮碰。

当初步判定沉渣厚度指标满足《公路桥涵施工技术规范》(JTGT3650-2020)规定后,停泵 30min,再测量孔底沉渣厚度指标及稳定液中的含砂率等性能指标,如沉渣厚度指标能满足《公路桥涵施工技术规范》(JTGT3650-2020)规定,则可以进行下一道工序施工。如沉渣厚度指标超过《公路桥涵施工技术规范》(JTGT3650-2020)规定,必须继续清孔及调制混浆性能,直至满足《公路桥涵施工技术规范》(JTGT3650-2020)规定。

3 泵吸反循环清孔应符合下列规定:

泵吸反循环清孔可适用于各种孔径。在沉渣厚度指标满足《公路桥涵施工技术规范》(JTGT3650-2020)规定后停泵 30min,再测量孔底沉渣厚度及稳定液中的含砂率等性能指标,如停泵 30min 后沉渣厚度指标能满足《公路桥涵施工技术规范》(JTGT3650-2020)规定,则可以进行下道工序施工,如沉渣厚度指标

超过《公路桥涵施工技术规范》（JTGT3650-2020）规定，必须继续清孔及调制稳定液性能直至满足《公路桥涵施工技术规范》（JTGT3650-2020）规定。

4 气举反循环清孔应符合下列规定：

气举反循环清孔时，应注意保持护筒内稳定液面的水头高度，保持回流入孔内的稳定液量与气举排除孔外的稳定液量平衡一致。在沉渣厚度指标满足《公路桥涵施工技术规范》（JTGT3650-2020）规定后停机 30min，再测量孔底沉渣厚度及稳定液中的含砂率等性能指标，如停泵 30min 后沉渣厚度指标满足《公路桥涵施工技术规范》（JTGT3650-2020）规定，则可以进行下道工序施工，如沉渣厚度指标超过《公路桥涵施工技术规范》（JTGT3650-2020）规定，必须继续清孔及调制稳定液性能，直至沉渣厚度指标满足《公路桥涵施工技术规范》（JTGT3650-2020）规定。

5 稳定液护壁成孔后，在清孔过程中应注意孔壁的稳定性，控制适当泵量，不因泵量过大而导致孔壁坍塌，而且沉淀池与孔位也应保持一定距离，不因距离过近导致稳定液中携带的沉渣未及时沉淀又回流入孔内。

7.3.2 采用混合护壁旋挖钻孔清孔参照本标准 7.3.1 条的有关规定执行。

7.4 全钢护筒护壁清孔

7.4.1 全钢护筒护壁清孔可参照本标准 7.3 节的规定执行。

7.5 特殊情况下清孔

7.5.1 在卵砾石层、砂层等地层中清孔，应尽量缩短清孔时间，如果稳定液在循环过程中难以达到优化效果或优化时间过长，可采用稳定液除砂净化设备（浆渣分离器）或简易滤砂筒加筛网进行除砂，以最快的速度减少稳定液中的固相颗粒。

7.5.2 对于某些特殊地层，可采用正、反循环相结合的清孔工艺，在反循环清孔前，先开动正循环泵对沉渣进行冲刷扰动，再进行反循环清孔。

7.5.3 如不能进行 24h 连续施工，在不能作业的时间内，应根据地层情况间歇性地进行稳定液循环，可减少塌孔和缩径及沉渣淤积板结，有利于提高清孔效率。

7.6 二次清孔

7.6.1 在浇注水下混凝土前，孔内还需进行二次清孔，二次清孔采取换浆与喷射

清孔相结合的方法，直到桩底沉渣厚度满足要求，稳定液钻一般要求沉渣厚度不超过 10cm，稳定液指标满足水下混凝土浇注要求，稳定液指标控制如下：清孔后稳定液比重 1.03~1.10，稳定液稠度 17~20pa，含砂率小于 2%，胶体率大于 98%。

征求意见稿

8 混凝土灌注

8.1 一般规定

8.1.1 灌注混凝土前，应制定完整的技术方案，并应做好各项准备工作。

8.1.2 钢筋笼吊装完成后，应进行孔底沉渣厚度指标检查，如超过《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）规定，应进行第二次清孔，合格后应立即灌注混凝土。

8.1.3 灌注混凝土前应对钢筋笼轴线位置、标高进行检查，并应符合《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）规定。

8.1.4 灌注桩芯混凝土应采用导管，导管下口距孔底距离不宜大于 2m。

8.1.5 混凝土灌注导管应符合下列规定：

1 导管接头宜采用双螺纹方扣快速接头，导管接头处外径应至少比钢筋笼内径小 100mm；导管壁厚不宜小于 3mm，导管直径不宜小于 250mm；底管长度不宜小于 4m。

2 整套导管在使用前应进行试压试验，试水压力取 0.6MPa~1.0MPa。

3 导管应居中下放，导管连接处应安装密封橡胶圈，保证导管密封性。

4 每次灌注后应对导管内外进行清洗，检查导管凹凸变形，并在接头处涂抹黄油进行养护。

8.1.6 质量检查应符合下列规定：

1 混凝土试块应现场留置，留置量应符合《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）规定。

2 混凝土的和易性应符合《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）规定。混凝土的初凝时间应大于 2.5h。

3 混凝土灌注过程中应防止钢筋笼上浮，并检查轴线位置。

4 充盈系数宜为 1.0~1.3。

8.2 干作业成孔混凝土灌注桩

8.2.1 灌注桩身混凝土应采用导管，导管下口距孔底不宜大于 0.5m。

8.2.2 灌注桩顶以下 5.0m 范围内混凝土时，应保持使用插入式振捣器振实，每次灌注高度不得大于 1.5m。桩顶宜超灌 0.5m 以上。

8.3 湿作业成孔混凝土灌注

8.3.1 湿作业护壁成孔混凝土灌注应按照水下灌注混凝土的要求进行。宜采用预拌混凝土，并宜采用拔阀式灌注混凝土，桩顶应超灌 1.0m 以上。水下混凝土灌注应符合下列规定：

1 水下灌注混凝土配合比应通过试验确定。混凝土必须具备良好的和易性，坍落度应为 180mm~220mm。水泥用量不应少于 360kg/m³，当掺入粉煤灰时水泥用量可不受此限。

2 水下灌注混凝土的含砂率宜为 40%~50%，并宜选用中粗砂。粗骨料选用碎石或卵石，粗骨料最大粒径应小于 40mm，且不得大于钢筋间距最小径距的 1/3。

8.3.2 水下混凝土灌注的质量控制应符合下列规定：

1 开始灌注混凝土时，导管下口至孔底的距离宜为 300mm~500mm。

2 应保证足够的混凝土初灌量，确保导管下口一次埋入混凝土灌注面以下，埋入深度不应少于 800mm。

3 导管埋入混凝土宜深度为 2m~6m。严禁将导管提出混凝土灌注面，并应控制提拔导管的速度。应由专人测量导管埋深及导管内外混凝土灌注面的高差，填写水下混凝土灌注记录。

4 水下灌注使用的隔水栓应有良好的隔水性能，并应保证顺利排出。隔水栓宜采用球胆。

5 灌注水下混凝土必须连续施工，每根桩的灌注时间应按初盘混凝土的初凝时间控制，对灌注过程中的故障应记录备案。

6 应控制最后一次灌注量，超灌高度宜为 0.8m~1.0m，凿除浮浆后必须保证桩顶混凝土强度达到设计要求。

8.4 全钢护筒护壁成孔混凝土灌注

8.4.1 灌注混凝土时，如果采用搓管机法起拔护筒应和混凝土灌注速度同步，并保持混凝土在钢护筒底端不少于 2.0m。

8.4.2 灌注混凝土宜采用布料机。

8.4.3 其他要求参照本标准**第8.3节**的规定。

征求意见稿

9 质量检查和验收

9.1 一般规定

9.1.1 旋挖钻孔灌注桩工程质量验收应在施工单位自检合格的基础上进行。质量验收时应提供下列技术文件和记录：

- 1 岩土工程勘察报告、桩基础施工图纸及会审纪要、设计变更资料；
- 2 经审定的施工组织设计及变更情况资料等；
- 3 桩位测量放线图和工程桩位符合签证单；
- 4 施工日志、成孔质量检查记录、隐蔽工程验收记录等施工记录；
- 5 各种原材料试验检查报告；
- 6 混凝土检测报告及评定资料；
- 7 桩身完整性和承载力检测报告；
- 8 桩基竣工平面图及桩顶标高记录；
- 9 其他相关资料。

9.1.2 旋挖钻孔灌注桩桩基工程的质量验收，应在检验批全部验收合格的基础上进行。

9.1.3 旋挖钻孔灌注桩桩基工程应依据监测项目编制监测方案。

9.1.4 旋挖钻孔灌注桩工程质量验收应符合我国现行的国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300-2013）、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》（GB 50202-2018）和行业标准《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）及《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）的规定。

9.2 施工检验

9.2.1 施工前，应检验人员、材料、设备、场地及技术等准备工作是否符合本标准要求，并应具有健全的质量管理体系和质量保证措施。

9.2.2 原材料的质量、检验项目、批量和检验方法，应符合国家和行业标准的规定。

9.2.3 应严格对桩位进行检验，桩位的放样允许偏差应符合表 9.2.3 中的规定。

表 9.2.3 旋挖钻孔施工的允许偏差

序号	成孔方法		桩径允许偏差 (mm)	垂直度允许偏差 (%)	桩位允许偏差 (mm)	
					1-3 根, 单排桩垂直于中心线方向和群桩基础的边桩	条形桩基延中心线方向和群桩基础的中间桩
1	湿作业成孔	$d \leq 1000\text{mm}$	± 50	< 1	$d/6$ 且不大于 100	$d/4$ 且不大于 50
		$d > 1000\text{mm}$	± 50		$100 + 0.01H$	$150 + 0.01H$
2	全护筒成孔	$d \leq 500\text{mm}$	-20	< 1	70	150
		$d > 500\text{mm}$	-20		100	150
3	干作业成孔		-20	< 1	70	150

9.2.4 钢筋笼制作和安装应符合本标准第 6 章中的有关规定。

9.2.4 施工过程中应对成孔、清孔、钢筋笼制作与安装、灌注混凝土等工序进行全过程检查。成孔过程中桩径和垂直度允许偏差应符合表 9.2.3 中的规定。

9.2.5 应对成孔后的孔底沉渣厚度进行检测, 且应符合国家和行业标准的规定。

9.2.6 混凝土浇筑完成后, 干作业成孔桩顶标高至少比设计标高高出 0.5m, 湿作业和全钢护筒护壁成孔桩顶标高至少应比设计标高高出 1.0m。混凝土灌注质量检验应符合表 9.2.6 中的规定。

表 9.2.6 混凝土灌注质量标准

序号	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
		单位	数值	
1	混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度
2	混凝土坍落度	mm	160-220	坍落度仪
3	混凝土充盈系数	≥ 1.0		实际灌注量与理论灌注量的比

9.2.7 旋挖钻孔灌注桩的质量检验标准应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300-2013)、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》(GB 50202-2018)和行业标准《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2017)及《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650-2020)的规定。

9.3 验 收

9.3.1 当桩顶设计标高与施工场地标高相近时, 基桩的验收应待基桩施工完毕后进行; 当桩顶设计标高低于施工场地标高时, 应待开挖到设计标高后进行验收。

9.3.2 验收资料应符合本标准 8.1.1 条的规定, 验收质量应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300-2013)、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》(GB 50202-2018)和行业标准《公路工程质量检验评定标准》

（JTGF80/1-2017）及《公路桥涵施工技术规范》（JTGT3650-2020）的规定。

征求意见稿

10 施工安全 and 环境保护

10.1 一般规定

10.1.1 施工前应充分了解进场线路及施工现场周边临近建（构）筑物状况，掌握水、电、天然气、消防及地下设施等资料，明确场地和邻近区域内的管线、建筑等具体位置，必要时采取相应保护措施。

10.1.2 对不能拆迁的管线应编制专项方案，采取有效的保护措施。

10.1.3 施工机械的使用应符合行业标准《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ33-2012）的规定。

10.1.4 施工作业现场应设置警戒区域，悬挂安全标志，非工作人员不得进入。场地内的架空输电线路、地下管线等应设置安全标志。

10.1.5 遇有雷电、大雨、大雾、大雪和六级以上大风等恶劣气候时，应停止一切作业。当风力超过七级或有风暴警报时，应将旋挖钻机桅杆放。

10.1.6 旋挖钻机装卸、安拆与调试、检修、移位、收放桅杆、装卸钻具钻杆、钻孔施工、钢筋笼吊装、混凝土灌注等施工危险性大的作业必须设专人指挥。

10.1.7 旋挖钻孔灌注桩施工时，应采取有效措施减少噪声、振动、扬尘、废水、稳定液等对环境产生的影响。

10.1.8 旋挖钻孔灌注桩施工安全与环境保护尚应符合《建筑施工安全检查标准》（JGJ59-2011）、《安全防范工程技术规范》（GB50348-2018）、《建筑工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ 146-2013）、《建筑工程绿色施工规范》（GB/T50905-2014）及相关部门的有关规定。

10.2 施工安全

10.2.1 施工前应查明地下水和易发生坍塌的地层，对可能发生的孔内事故应事先做好预案，并做好准备。

10.2.2 开钻前，钻机操作员发出信号，确认安全后方可启动钻机。

10.2.3 遇特殊天气时，应停止作业，并调整旋挖钻机方向，防止失稳，锁固制动器的锁定装置。

10.2.4 旋挖钻孔后因故停钻时，应将钻头下降接触地面，将各部件予以制动，操纵杆放到空挡位置后，拉闸切断电源，锁好开关锁。

10.2.5 各桩位周围 1.5m 和承台的沟槽边应设置防滑措施和安全标识。夜间作业时，应有足够的灯光，并应注意工作面周边的环境是否有稳固、牢靠的防护。

10.2.6 施工开挖的沟、洞、槽和施工完毕的桩孔必须加盖安全网盖，稳定液池的四周应设防护栏杆和安全标识。

10.2.7 施工安全检查项目包括：现场围挡、封闭管理、施工场地、材料管理、现场防火等。

10.2.8 钻孔灌注桩施工安全注意事项如下：

1 混凝土灌注、吊车升降必须有专人指挥，所有带电设备移动前必须切断电源。

2 吊车臂下严禁站人，严禁酒后作业。

3 钻杆的偏斜度不得超过全长的 1%，10m 以上的钻杆，不得在地面接好后一次吊装，以防止自重造成的弯曲变形。

4 钻孔后，如遇卡钻，应立即切断电源，在未查清原因之前，不得强行启动。

5 若在水上平台或者筑岛围堰上施工，做好平台和围堰的沉降和变形观测。

6 孔径达到要求时，应停止扩削，使管内存土全部输送到地面即可停钻，成孔后，必须将孔口加盖保护。

7 长螺旋钻孔时，严禁用手消除螺旋叶片上的泥土，发现紧固螺栓松动时，应停止钻进并及时处理。

10.2.9 钢筋笼焊接安全注意事项如下：

1 焊接前，必须经过动火审批，办理《动火证》后方可动火。

2 作业人员必须持证上岗，工作范围内设置灭火器、接火斗，应远离易燃易爆品，焊接完成后检查是否有遗留火源。

10.2.10 混凝土施工安全注意事项如下：

1 用输送泵输送混凝土，管道接头、安全阀必须完好。

2 架子必须牢固，输送前必须试送，检修必须卸压。

3 泵管架应搭设牢固，严禁与外架连接，应提前进行拉结点预埋。

10.2.11 旋挖钻孔灌注桩施工安全应符合《建筑施工安全检查标准》（JGJ59-2011）、《安全防范工程技术规范》（GB50348-2018）及相关部门的有关规定。

10.3 环境保护

10.3.1 施工现场应设置相应的排水系统。排水系统不应与稳定液循环系统串联混淆，严禁向排水系统排放稳定液等施工污水，排水沟的废水应经沉淀过滤达到排放标准后方可排入排水管网系统。

10.3.2 稳定液沟池应经常清理，保证稳定液正常循环防止外溢。

10.3.3 稳定液应循环利用。废弃的稳定液应先进行处理。

10.3.4 施工机械的废油废水，必须采用隔油池等有效措施加以处理，不得超标排放。

10.3.5 施工过程产生的废土、渣土及废弃稳定液应及时外运。

10.3.6 外运车辆应为密封车或有遮盖自卸车，车辆及车胎应保持干净。

10.3.7 施工现场应设置封闭式垃圾站，实行垃圾分类和处理。

10.3.8 施工现场环境应符合国家现行标准《建筑工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ 146-2013）和《建筑工程绿色施工规范》（GB/T50905-2014）及相关部门的有关规定。

附录 A 旋挖钻机设备选型

表 A.0.1 为根据国内近 40 家旋挖钻机制造商生产的旋挖钻机，按其主要技术参数（扭矩、成孔直径和成孔深度）分为大、中、小 3 种类型的汇总表。表 A.0.2 为国产部分旋挖钻机技术特性参数。

表 A.0.1 国产旋挖钻机类型汇总

规格	动力头输出扭矩 (kN·m)	成孔直径 (mm)	成孔深度 (m)
大型	200~450	1500~3000	65~110
中型	120~220	1000~2200	50~65
小型	120 以下	600~1800	40~55

表 A.0.2 国产部分旋挖钻机技术特性参数表

型号与规格		动力头最大 输出扭矩 (kN·m)	最大成孔直 径 (mm)	最大成孔 深度 (m)	发动机功 率 (kw)	整机质量 (kg)
大型 旋挖 钻机	三一 SR420	420	3000	110	380	145000
	徐工 XR280	280	2000/2500	88 (6 节) /74 (5 节)	298	80000
	山河智能 SWDM28	280	1800/2500	86 (6 节) /69 (5 节)	250	78000
	金泰 SD28L	286	2000/2500	85	263	70000
	南京时代 TR500C	475	4000	130	412	193000
	宇通 YTR300	320	2500	92	277	90000
	罗特锐 R400	398	2500/3000	100	400	110000
	泰格 TGR300	280	2500	102	325	95000
	三力 SLR300	320	2500	92	267	72000
中型 旋挖 钻机	三一 SR200C	200	1800	60	193.5	60000
	徐工 XR200	200	1500/2000	60 (5 节) /48 (4 节)	246	68000
	山河智能 SWDM20	200	1300/1800	60 (5 节) /48 (4 节)	194	58000
	金泰 SD20	200	1500/2000	56	194	65000
	南车时代 TR2200	220	2000	65	213	65000
	中联重科 ZR220	220	2000	60/48	250	68500

	宇通 YTRD200	220	1800	60	187	65000
	罗特锐 R200	203	1500/2000	60	224	65000
	北方 NR1802DL	210	1500	55	240	54000
	泰格 TGR180	156	1800	60	153	58000
	福田 FR618	180	1800	60	179	60000
	奥盛特 OTR200D	180	1800	60	187	63000
	三力 SLR188D	200	2000	62	151	58000
	煤机 XZ20A	200	2000	60	216	73000
	东明 TRM180	200	1400/1600	60	184	63000
	长龙 CLH200	182	2000	65	216	65000
	玉柴 YCR220	220	2000	65	216	67500
	山推 SER22	220	2000	65	335	70000
	道颐 R200D	200	2000	60	187	63000
小型 旋挖 钻机	川岛 CD856A	80	1600	56	112	38000
	川岛 CD1255	120	1800	55	130	41000
	川岛 CD850A	80	1600	46	112	36000
	鑫国 XGR80	60	1200	40	108	35000
	鑫国 XGR120	120	1500	50	125	45000

附录 B 旋挖钻机常用钻具和钻进参数

表 B.0.1 旋挖钻机常用钻具和钻进参数的选用

场地条件	钻头选用	钻杆 选用	加压 方式	转速 (r/min)	回次 进尺 (m)	提钻 速度 (m/s)
一般黏土层	单层底旋挖钻斗 短螺旋钻头 分体式钻斗	摩擦钻杆 机锁钻杆	油缸 +自 重加 压	20~50	≤0.8	≤0.8
杂填土、软土、 粉土、砂土、松 散卵、砾石层	双层底旋挖钻斗			20~30	≤0.5	≤0.6
硬黏土层	单层底旋挖钻斗 斗齿螺旋钻头			20~30	≤0.8	≤0.8
冻土层	斗齿螺旋钻头 旋挖钻斗 锥形螺旋钻头	机锁钻杆	油缸 +机 锁钻 杆加 压	9~25	≤0.5	≤0.8
胶结的卵、砾石、 强风化岩	锥形螺旋钻头 双层底旋挖钻斗			9~20	≤0.5	≤0.6
中风化岩	截齿筒式钻头 牙轮筒式钻头 锥形斗齿螺旋钻头 双层底旋挖钻斗			9~15	≤0.5	≤0.8

附录 C 旋挖钻机中钻杆相关类型及要求

表 C.0.1 各类钻杆技术特性参数

钻杆类型	摩阻式	机锁式	多锁式	组合式
钻杆特点	每节钻杆由钢管和焊在其表面的无台阶键条组成，向下的推进力和向上的起拔力均由键条之间的摩擦力传递	每节钻杆由钢管和焊在其表面的带台阶键条组成，向下的推进力和向上的起拔力均由台阶处的键条直接传递	每节钻杆由钢管和焊在其表面的连续台阶键条组成，形成自动内锁互扣式钻杆系统，使向下推进力和向上起拔力直接传递至钻具	由摩阻式和机锁式钻杆组成，一般采用 5 节钻杆。外边 3 节钻杆是机锁式，里边 2 节钻杆是摩阻式
适用地层	普通地层，如：地表覆盖层、淤泥、黏土、淤泥质粉质黏土、砂土、粉土、中小粒径卵砾石层	较硬地层，如：大粒径卵砾石层、胶结性较好的卵砾石层、永冻土、强、中风化基岩	普通地层，更适用于硬土层	适用于桩孔上部 30m 以内较硬地层而下部地层较软的情况
钻杆节数及钻孔深度	5 节钻杆，最大深度 60~65m	4 节钻杆、最大深度 50~55m	4~5 节钻杆，最大深度 60~62m	5 节钻杆，最大深度 60~65m

表 C.0.2 钻深与摩阻式钻杆配置关系

钻深 m	摩阻式钻杆的节数
20~35	3
30~45	4
40~55	4
50~75	5
大于 75	6

附录 D 混凝土浇注前沉渣厚度检测方法

表 D.0.1 混凝土浇注前沉渣厚度检测方法

序号	检测方式
方法 1	钻孔后以测绳量孔深，浇筑混凝土前以测绳量孔深，两次长度相减
方法 2	钻孔后用丈量钻杆的方式量孔深，浇筑混凝土前以测绳量孔深，两次长度相减
方法 3	一次清孔后用测绳量孔深，浇筑混凝土前以测绳量孔深，两次长度相减
方法 4	浇筑混凝土前测两次孔深，第一次测绳悬挂尖长重物，第二次悬挂底端为平面的重物，两次长度相减
方法 5	浇筑混凝土前测两次孔深，第一次先开动水泵进行稳定液循环，上下提拉导管，使孔底沉渣浮起，然后以测绳测量孔深，再关闭水泵，停止循环，待孔内沉渣沉淀一段时间后以测绳量孔深，两次长度相减
方法 6	浇筑混凝土之前用测绳凭感觉测量沉渣厚度，当感觉接触到沉渣顶面时记录深度，感觉接触到孔底时记录深度，两次长度相减
方法 7	采用沉渣测定仪，如 JNC-1

附录 E 钻具在孔内升降速度控制指标

表 E.0.1 钻具在孔内升降速度控制指标参考值

实钻具		空钻具	
桩径 (mm)	升降速度 (m/s)	桩径 (mm)	升降速度 (m/s)
700	1.00	700	1.20
800	1.00	800	1.20
1000	0.90	1000	1.00
1200	0.70	1200	0.80
1500	0.60	1500	0.80
2000	0.40	2000	0.60
2500	0.20	2500	0.30

附录 F 钻斗转速参考值

表 F.0.1 钻斗转速参考值

地层	转速 (r/min)
填土	5~10
粉质黏土、黏土	10~20
粉土	8~15
粉砂、细砂、中砂、粗砂等砂土类	4~8
卵石、基岩	8~15

本标准用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词采用“可”。

征求意见稿

附件

《公路旋挖钻孔灌注桩施工标准》条文说明

征求意见稿

征求意见稿

1 总 则

1.0.1 本条规定说明制定本规程的目的。

1.0.2 本条规定说明本规程的适用范围。

1.0.3 规定了旋挖钻孔灌注桩选用时应重点考虑的因素，尤其强调地方经验结合的作用。

1.0.4 为使本标准编制做到简明扼要，与有关标准的类似内容未再重复列入，因此在使用时应注重各标准之间的相互配合。

征求意见稿

2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.2~2.1.3 无论是干作业法还是湿作业法，钻进过程和安放钢筋笼、焊接、下放导管等过程，由于孔内稳定液处于静止状态，原来悬浮在稳定液中的泥、砂砾和石屑会沉入孔底。同时，安放钢筋笼和导管时也会擦碰孔壁使泥砂落孔内。为此，在混凝土灌注前应进行清孔。清孔应做到边循环清孔边测孔底沉渣，当孔底沉渣厚度符合设计及规范要求时，应立即进行水下混凝土的灌注工作。

清孔后的稳定液指标，是从桩孔的顶、中、底部分取样检验的平均值。对组合法钻孔的桩，清孔后稳定液比重的相对密度可适当提高，但不宜超过 1.15。相对密度为 1.03~1.10；黏度(17~20)Pa·s；含砂率为 2%；胶体率>98%。

3 基本规定

3.0.1 施工场地的工程地质资料和水文地质资料、桩基工程施工设计图纸、图纸会审资料是旋挖灌注桩施工设备和机具选型及施工工艺选择的主要依据,对保证旋挖机成孔施工质量和顺利进行至关重要。施工前,必须获得完整、准确、真实的上述材料。旋挖成孔不适用于厚度大于 5m 淤泥层、淤泥质土及单轴抗压强度大于 50MPa 的硬质岩。

3.0.2 不同的旋挖成孔方法适应不同的地质条件,适宜的旋挖成孔方法除能提高钻进功效外,也能保障桩孔孔壁稳定,防止地面塌陷。

旋挖成孔方法分为:干作业旋挖成孔、湿作业旋挖成孔、套管护壁作业旋挖成孔、复合工艺旋挖成孔。干作业或清水旋挖成孔一般符合两个条件:场地地层成孔时孔壁稳定和无地下水。成孔时孔壁稳定的地层除了黏性类土、泥岩外,还有泥夹卵石、半成岩等。一般成孔时孔壁稳定,且孔壁无渗水时,可以直接采用干作业旋挖施工成孔;孔壁有渗水宜采用清水旋挖施工成孔。成孔时孔壁不稳定的地层主要有填土、粉土、砂土、松散砾卵石层,一般采用稳定液护壁旋挖成孔。对于松软地层,尤其在饱水情况下,成孔时孔壁很不稳定,一般采用套管护壁作业旋挖成孔。对于复杂地质条件,可选择复合工艺旋挖成孔。除考虑地质因素外,还应注意分析不同成孔方法对周边环境的影响。

3.0.4 本条规定了旋挖成孔灌注桩施工应具备的最基本技术资料。

1 场地施工条件资料包括:场地的水文气象资料、场地架空输电导线、地下管线、旧基础、文物等埋藏物及保护要求资料、场地排水条件、场地施工用水、用电条件资料等。场地周边环境条件资料包括:周边建(构)筑物、道路、管线设施分布情况、使用现状、基坑支护与边坡稳定情况以及周围环境对振动、噪声等的适应能力资料。

2 当勘察资料不能满足旋挖成孔灌注桩施工要求时,应进行施工勘察。

3 旋挖成孔灌注桩施工需要的设计资料包括:基础桩与支挡桩设计图、图纸会审资料、施工图审查咨询意见、现场桩位控制点平面图等。

4 主要施工机械及其配套设施资料包括：施工机械设备条件、动力条件、运行条件以及施工工艺对地质条件适应性的资料等。

3.0.5 旋挖钻进工艺目前施工尚不够普遍，且各地的地质条件、施工场地条件等变化较大，且有些地方尚缺少施工经验，因此，在施工前应进行施工组织设计或专项施工方案的编制，以期在此过程中对场地施工情况有一个充分认识，并对可能出现的问题有一定的预见及准备。

3.0.6 此内容要求是建设工程对场地岩土工程勘察报告的基本要求，为使本标准结构完整和内容的连续，罗列出与桩基设计和施工关联密切的主要内容，并强调必须提出设计需要的岩土物理力学参数及设计所需参数，以及从勘察角度对设计与施工应注意的钻孔、成桩施工条件对环境的影响问题。

3.0.10 为确保工程安全，积累工程经验，提高我省的设计和施工的技术水平，有条件时建设单位、设计单位应在施工阶段和使用的一定时期对旋挖钻孔灌注工艺施工的桩基础工程状态和性能进行监测。

4 施工准备

4.1 一般规定

4.1.1 本条列举了适用旋挖成孔灌注桩的岩土层。对其他岩土层，当没有地区经验时，应进一步通过试验确定该方法的适用性。

4.2 技术准备

4.2.1 施工图和图纸会审资料是灌注桩施工的主要依据，施工前应明确包括桩长、桩径、桩型、桩顶标高和桩配筋要求等设计参数。地质条件是选择施工工艺的主要因素。特殊地层如深厚淤泥、砂层和杂填土以及破碎地层和有空洞地层等，特殊场地如河湖、沟谷、坡地、交通要道、受地质灾害影响场地等，这些情况应有专项措施。

4.2.4 旋挖钻孔灌注桩工程专项施工方案应结合工程特点和旋挖施工工艺特点，制定有针对性的安全、质量、进度、文明施工和环境保护管理等措施。

4.3 场地准备

4.3.1 施工场地和地基承载力要求是考虑旋挖钻机、起重机、吊装机械、混凝土运输车辆工作时的稳定性，防止倾覆或沉陷。本条参考《旋挖钻机》GB/T21682—2008 中规定，“处于工作状态时，在 2°的倾斜面上应能正常行走和移动，并保证在 2°的倾斜面工作的稳定性”。当场地坡度不满足时可采用挖填平整；当地基承载力不满足时，可采用填筑建渣、垫钢板等措施处理。

4.3.4、4.3.5 由于地下管线的重要性，且各种管线国家和地方都有具体的要求，必须遵循相关规定。旋挖桩施工前，应查明各类地下管线的种类、规格及位置，并应用醒目标记标注。桩孔位置与管线最小安全距离为保证管线不受成孔作业挤压及塌孔影响，保护措施可采用人工挖孔至管线以下，或加护筒，再用旋挖钻机成孔，也可采用对管线加固处理。

4.3.6 桩的轴线控制点和水准点是成孔质量检查最关键的两个要素，要求测量放样人员具有相应的职业资格，桩位放样宜采用全站仪，测量误差应控制在现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）要求的范围内。桩孔位置

一般采用十字保护桩进行标定，并做好测量复核，记录放样数据备案。

4.4 设备准备

4.4.1 影响旋挖钻机及配套设备选用的因素较多，主要有三个方面：地质条件、孔深和孔径等。一般来说，旋挖钻机机型的选择与孔深、桩径大小及地质条件有关，可参照附录 A、附录 B 和附录 C 对钻机机型进行选择。

4.4.2 本条要求按照旋挖钻机使用说明书进行运输、安装、启动、工作、拆卸和存放，还应进行必要的检查、维修和保养，着重加强对钢丝绳的维护、检查，严格按照国家现行有关标准及旋挖钻机使用说明书要求对钢丝绳进行更换。

4.4.3 从整个旋挖钻机工作过程来看，钻机的动力能多少转变为施工所需的压力和扭矩的输出效率问题，对每台钻机来说，出厂时就已确定，而钻机工作过程中的压力和扭矩的输出效率则取决于钻杆和钻头，钻斗的关键参数是斗齿刃前角。

相同的地层使用同一钻进扭矩，不同的斗齿刃前角度，钻进效率不同，因此，只有选择合适的刃前角，才能提高进尺效率。经过大量的试验得出如下结论：较松软的地层选用斗齿刃前角应稍大些，选取 $45^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 为宜；较硬的地层选用斗齿刃前角稍小些，选取 $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 为宜。

4.4.5 稳定液制备应配备搅拌机、稳定液泵等设备，稳定液的运输需采用密闭容器运至指定地点进行处理，严禁乱排乱放，对环境和水体造成污染。

4.4.6 用于施工质量检验的仪表、器具主要有全站仪、经纬仪、水准仪、钢卷尺、测绳、测锤、稳定液测试仪器(黏度计、比重秤、含砂率计)等现场使用工具。

4.5 材料准备

4.5.4 旋挖机在坚硬岩石中钻进，钻齿的磨损和损耗较大。施工时，应根据地质情况配备足够的钻齿，施工中检查钻齿的磨损和缺失情况，及时补缺和加焊。

5 旋挖钻孔施工

5.1 一般规定

5.1.2 在同一场地内，地质情况较复杂、差异性较大时，应根据不同地质情况进行试成孔。试成孔应验证施工方案所选择的旋挖钻机和成孔方法的可行性，明确成孔过程中的主要参数以及当遇到地下水丰富、塌孔、缩孔等异常情况时的处理方法，同时复核地质勘察报告与现场地质情况是否一致。

5.1.7~5.1.10 不良地层旋挖成孔应注意下列事项：

1 设备进场前，应查明场地内及场地周边管线分布、邻近建筑物的结构及基础形式；验算地基承载力是否满足承受旋挖机工作荷载要求；查明溶洞埋深及尺寸，对于埋深较浅溶腔较大且溶洞顶板较薄的桩孔区域，应采取铺设垫钢板或路基板等措施，以保证旋挖机行走过程或钻进过程中的稳定性。

2 小体积溶腔溶洞，可采用填埋压实方法进行处理；大体积溶腔溶洞，可采用钢护筒、混凝土护筒、钢筋笼包铁皮等方法进行处理；相互连通的溶洞，且溶洞中的水处于流动状态的，相连溶洞区域内桩孔可同时施工，并根据溶腔体积大小采取填埋压实或钢护筒隔水或混凝土护筒隔水或结合注浆方式进行处理。

3 对于溶腔超过 5m，且成串珠状、连通状或是难以充填的溶洞，建议采用全钢护筒(钢套管)跟进施工工艺，在保证设计桩径的情况下采取分级钻进，分级钻进要根据地质勘察资料确定分级次数及各级孔径，做到在保证质量、进度的情况下经济合理。

4 在地质情况较差和回填土较厚的场地施工时，经常遇到地下水丰富、塌孔、缩孔等情况，因此应在施工前制定相应的处理方案。如采取调整稳定液、灌注低标号砂浆或混凝土，待终凝后再次钻进；回填黏性土，钻具进行反向旋转，以起到修复护壁作用；采用全钢护筒(钢套管)护壁等措施。在施工遇到较复杂情况时，应及时通知地质勘察、设计等单位相关人员到现场进行处理，并对处理情况做好施工记录。

5.2 稳定液

5.2.2 稳定液制备应满足以下要求：

稳定液配制前，黏土应进行浸泡，一般不小于 12h。造浆黏土的主要矿物为高岭石、蒙脱石、伊利石，黏土的水化作用影响稳定液的黏度和降滤失作用，使黏土吸附自由水，形成稳定的胶体悬浮液。

稳定液配制，先进行黏土搅拌，搅拌的同时加入分散剂，放入稳定液池浸泡，然后再搅拌，依据稳定液性能加入各类处理剂，拌合时间不少于 10min。稳定液制备人员要求具备基本的稳定液理论知识和操作技能。

5.2.5 旋挖钻机停机、待机时，稳定液液面位置不应低于孔口，以保持孔壁稳定。依据地质钻探和石油钻井的压力平衡原理，旋挖钻孔后，地层失去压力平衡，造成孔壁失稳，产生塌孔、缩径等，稳定液起到暂时保持地层压力平衡作用，故稳定液液面位置应高于孔口是最低要求，不稳定地层液面位置要适当提高才能做到压力平衡。

施工时稳定液液面位置控制要求是根据施工经验和原理分析得出的。一般分两种情况，稳定地层和不稳定地层。

稳定地层(粉质黏土、黏土、碎石类土、强风化岩、软质岩)不采用护筒。稳定液面位置不低于孔口 1.0m，是根据地层条件、经验、旋挖钻斗的高度制定的，稳定地层的自稳高度一般大于 1.0m。采用护筒时，稳定液面位置可以到护筒的埋设深度，但必须满足高于地下水位 1.5m 以上，这是经验数值。当地下水位高于稳定液面时，地层中的水就要进入孔内，失去压力平衡，造成孔壁坍塌和缩径，报废钻孔。

不稳定地层(淤泥质土、砂层、卵砾石层、漏失地层)，孔壁容易失稳，必须维持压力平衡，所以孔口必须采用埋设深度大于 1.80m 的护筒。稳定液面位置不低于孔口 0.3m，并且高于地下水位 1.5m 以上，这是经验数值。充分考虑不稳定地层的特点，为维持压力平衡，应采用增重剂处理稳定液，提高稳定液的相对密度。

5.2.7 每班应有专人负责稳定液的搅拌、性能测定、净化。测试仪器应包括漏斗黏度计、比重计、相对密度计、含砂量杯、量筒等。在钻进过程中，由孔底返上的稳定液携带大量的钻渣，导致比重增大、黏度上升和含砂量增加，同时增大稳定液的流动阻力，降低了钻进效率。因此，必须及时进行除砂和净化工作，以维护其性能。

工程中稳定液的净化多采用絮凝剂，还可采用稳定液筛、旋流分离器、除泥器、离心分离机等装置进行固相控制。

根据施工的具体情况，可有选择地加入适量的分散剂、增黏剂、增重剂和堵漏剂等处理剂。

5.3 护筒制作与施工

5.3.4~5.3.10 护筒埋设工作是旋挖钻机施工的开端，护筒平面位置与垂直度应准确，护筒周围和护筒底脚应紧密、不透水。

埋设护筒时应通过定位的控制桩放样，用十字线在护筒底部和顶部标出圆心位置，护筒中心与钻机中心位置应重合。护筒垂直度可用水平尺和垂球检查。护筒周围应对称、均匀回填黏土或水泥砂浆，并分层夯实，达到固定护筒位置的目的。如果护筒底部不是黏性土，应挖深或换土，在孔底回填夯实 300mm~500mm 厚度的黏土后，再安放护筒，以免护筒底口渗漏塌方，夯填时要防止护筒倾斜。

5.4 干作业旋挖钻孔

5.4.4 应严格按本条要求控制升降速度，避免因升降速度过快对桩孔产生挤压或虹吸力而造成塌孔缩颈事故。

5.4.5 孔底沉渣指标应满足现行行业规范《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）和《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363-2019）规定的要求。

5.5 湿作业旋挖钻孔

5.5.2 本条是根据旋挖钻机湿作业的一般施工流程而定的，其中提钻、卸渣是随着钻孔深度的不断深入而反复操作的动作，操作过程中应注意控制提钻的速度，保证机械稳定、安全作业，防止稳定液液面的骤然变化和反复碰撞护壁泥皮而造成塌孔。

钻进过程中，当遇到钻机摇晃、偏斜或发生异常声响时，应立即停钻，查明原因，采取相应措施后方可继续作业。

成孔前和每次提出钻斗时，应检查钻斗和钻杆连接销子、钻斗门连接销子以及钢丝绳的状况，并应清除钻斗上的泥渣。

5.5.3~5.5.4 主要是确保孔内有稳定的水头，预防塌孔而规定。

5.6 全钢护筒护壁旋挖钻孔

5.6.1 当在松散填土场地及建筑场地存在砂卵石、厚度较大的淤泥、喀斯特地层，以及存在地下水位较高、有承压水的砂层等地质条件下旋挖施工时，塌孔是常见的工程问题之一，工程实践表明，在此类地质条件下，采用全护筒护壁旋挖施工工艺能取得良好的效果。

征求意见稿

6 钢筋笼制作与安装

6.1 钢筋笼制作

6.1.3~6.1.4 加劲筋设在主筋外侧主要是防止浇筑导管挂碰钢筋笼。主筋混凝土保护层间隔件可采用同强度等级细石混凝土制作,也可在主筋一侧安装钢筋定位器或管材等有效措施,使钢筋骨架与护筒或孔壁之间保持一定的空隙,保证保护层满足要求,并防止二次掉渣。钢筋定位器上下之间安装间距宜为 3m~6m。

6.2 钢筋笼安装

6.2.1~6.2.4 钢筋笼运输及安装,对于钢筋笼直径大于 0.8m 和单节长度大于 9m 的钢筋笼,吊装时的吊点不宜小于 4 个。

7 清 孔

7.1 一般规定

7.1.1 干作业清孔主要设备有以下两种：

- 1 旋挖机配备专用捞渣斗。
- 2 真空吸渣泵(车)。

稳定液护壁清孔主要设备及机具有以下四种：

- 1 专用捞渣斗。
- 2 正循环主要设备：稳定液泵、稳定液管、导管、变径接头。
- 3 泵吸反循环主要设备：砂石泵、胶管、导管。
- 4 气举反循环主要设备：空压机、导管、送风管。

8 混凝土灌注

8.1 一般规定

8.1.5 混凝土灌注导管应进行水密、承压和接头抗拉试验。在进行水密试验时，水压应不小于孔内水深 1.3 倍的压力，亦不应小于导管壁和焊缝可能承受灌注混凝土时最大内压力 P 的 1.3 倍， P 可按下列式计算：

$$P = \gamma_c H_c - \gamma_w H_w$$

式中： P ——导管可能受到的最大内压力（kPa）；

γ_c ——混凝土拌合物的重度，取 24kN/m^3 ；

H_c ——导管内混凝土柱最大高度(m)，以导管全长或预计的最大高度计；

γ_w ——桩孔内水或稳定液的比重（ kN/m^3 ），稳定液比重大于 12kN/m^3 时不宜灌注水下混凝土；

H_w ——桩孔内水或稳定液的深度（m）。

8.1.6 灌注混凝土过程中应采取有效的方式防止钢筋笼上浮，应针对具体的上浮原因采取预防措施，一般有以下几种：

- 1 缓慢放料，减少混凝土对钢筋笼的冲力；
- 2 改善混凝土的和易性，延长混凝土的缓凝时间；
- 3 减少灌注时间，防止混凝土表面形成硬壳，从而导致钢筋笼上浮；
- 4 在主筋上焊“倒刺”，加大钢筋笼与混凝土之间的摩擦力；
- 5 加大吊筋直径，在孔口钢筋笼上压重，预防钢筋笼上浮。

8.2 干作业成孔混凝土灌注

8.2.1 干作业成孔也可采用加入清水搅拌剩余残渣，并采用水下混凝土灌注方式。

8.2.2 本条是为了预防桩顶混凝土因混凝土自重不足而引起的顶部混凝土不够密实而设定的。

8.3 湿作业成孔混凝土灌注

8.3.1 水下混凝土的配置应符合下列规定：

1 水泥可采用火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥，采用矿渣硅酸盐水泥时应采取防离析的措施；混凝土的坍落度应充分考虑气温、运距及施工时间的影响导致的坍落度损失；

2 粗骨料优先选用卵石，如采用碎石宜适当增加混凝土配合比中的含砂率；

3 细集料宜采用级配良好的中砂，若采用特细砂，应掺配机制砂改善其细度模数。

8.3.2 混凝土初灌量可根据《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）中的有关规定进行计算；最小埋管深度宜为 2~6m，是为了防止导管拔出混凝土面造成断桩事故，但埋管也不宜太深，以免造成埋管事故。

8.4 全钢护筒护壁成孔混凝土灌注

8.4.2 布料机作为一种新型的混凝土输送设备，在大型桥梁和高层建筑的施工中越来越多，其便捷性和适宜性良好，建议推广使用。

9 质量检查和验收

9.2 施工检验

9.2.3 桩顶标高低于施工现场标高时，如不做中间验收，在土石方开挖后如有桩顶位移发生，不易明确责任。

9.2.4 沉渣厚度应在钢筋笼放入后，混凝土浇筑前测定。成孔结束后，下放钢筋笼和导管都可能造成土体跌落，从而增加沉渣厚度。因此，沉渣厚度应是二次清孔后的检测结果。沉渣厚度的检查目前主要采用重锤，但人为因素影响很大，应有专人负责，用专用重锤；当采用沉渣仪检查时，应预先标定。

9.2.6 桩顶标高低于施工现场标高时，如不做中间验收，在土石方开挖后如有桩顶位移发生，不易明确责任，因此本条对桩顶标高进行了规定。

10 施工安全和环境保护

10.1 一般规定

10.1.1 旋挖钻孔灌注桩施工时所采用的旋挖桩机及其配套设备都是大型机械，体积大，吨位大，施工钻孔时噪声较大，振动较大，尤其是夜间，应采取有效措施减少旋挖钻孔时噪声、振动对环境产生的影响。

随着旋挖机械的改良，目前旋挖钻孔施工作业产生的振动一般都较小，但当周围有对振动敏感的危房、精密仪器等情况时，应有相应的减振措施，并加强振动监测。现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）对施工场界环境噪声排放限值及测量方法有明确规定，应采取防护措施减低噪声影响。

干作业旋挖钻孔时会产生一定数量的渣土，渣土取出和装运环节会造成扬尘，可采取洒水、覆盖、道路硬化等措施控制扬尘；湿作业旋挖钻孔施工产生的废水和稳定液，需进行沉淀、分离等处理，不能直接排入市政管网的排水系统，避免对外界环境造成干扰和影响。

10.1.4 旋挖钻孔灌注桩施工包括旋挖钻机装卸、安装与调试、检测、移位、收放桅杆、装卸钻具钻杆、钻孔施工、钢筋笼吊装、混凝土灌注等危险性大的作业，容易发生安全事故，应按规设置警戒区域，悬挂安全标志，禁止非工作人员进入。

场地内架空输电线路的分布、悬空高度、种类对旋挖钻机的移位、收放桅杆和钢筋笼吊装等安全作业有直接影响，旋挖钻机、起重机等施工机械与架空输电导线应符合安全距离要求；当安全距离不符合要求时，必须采取停电、绝缘隔离、迁移导线等安全防护措施。

地下管线的分布、种类决定了旋挖钻孔孔位布置及安全钻孔施工，旋挖桩施工前，应查明各类地下管线的种类、规格及分布，并应用醒目标记设置安全标志。桩孔位置与管线最小安全距离为保证管线不受钻孔作业挤压及塌孔影响，保护措施可采用人工挖孔至管线以下，或加套筒，再用旋挖钻机钻孔，也可采用对管线加固处理。

10.1.5 雷电、大雨、大雾、大雪和六级以上大风等恶劣气候条件下进行旋挖钻孔灌注桩施工作业时存在重大安全隐患，且不利于机械设备、人员间的协调配合，

易于发生安全事故。而当风力超过七级或发生风暴时，风速较大，旋挖钻机桅杆竖立所受的水平荷载较大，易于发生旋挖钻机倾覆事故，故应提前将旋挖钻机桅杆放倒，增大旋挖钻机的自稳能力。

10.2 施工安全

10.2.1 土质松散、地下水发育且水位埋深浅的场地进行旋挖钻孔施工时易于发生孔壁坍塌等孔内事故，施工前应认真研究场地地下水和易发生坍塌的地层发育分布情况，并制定相应的防治预案，通过采取适当深埋套筒、提高稳定液比重和黏度、控制钻头升降速度等措施防止发生孔壁坍塌、卡钻、埋钻等孔内事故。

水上旋挖作业属于旋挖钻孔灌注桩施工过程中危险性大的工序，存在重大危险源，根据《中华人民共和国安全生产法》应对重大危险源进行登记建档，定期检测、评估和监控，并制订应急预案。

10.2.5 各桩位周围 1.5m 和承台的沟槽边应有防滑措施和明显标志，避免施工作业人员、机械设备滑入沟槽发生安全事故。夜间操作时，由于光线弱、能见度差、视野受限、操作人员反应变慢，应注意确认工作面周边的环境是否有稳固、牢靠的防护。

10.2.6 已开挖的沟、洞和施工完毕的桩孔，若因故不能及时灌注或封闭时，必须加盖安全网盖，以防发生人员掉入桩孔内安全事故。稳定液池四周应设防护栏杆、挂警示带、设安全警戒标志等措施，以免发生人、物陷入事故。

10.2.8 旋挖钻机装卸、安装与调试、检测、移位、收放桅杆、装卸钻具钻杆、钻孔施工、钢筋笼吊装、混凝土灌注等作业需其他机械设备配合，或者多人合作，容易发生安全事故，必须设专人指挥协调。此外，旋挖钻机可以进行 360°回转，操作室视野受到限制，作业时回转范围内应禁止人员进入，以防钻机旋转时碰撞伤人。

10.3 环境保护

10.3.1 排水沟的废水经沉淀过滤达到国家现行标准《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）要求后方可排入市政排水管网。

10.3.2 避免稳定液沟池（箱）发生外溢、渗漏，造成稳定液直接进入施工现场的排水系统，造成废水、稳定液等对环境产生不利影响。

10.3.4 在旋挖钻机及配套机械设备的使用、维修、保养过程中产生的废弃油料属于《国家危险废物名录》规定的危险废物，不应随意处置，应统一收集进行处理。

10.3.5 稳定液经过多次净化处理，最后不能恢复到原来的性能，起不到护孔的作用，即成为废弃稳定液（废液），废液应进行处理不允许直接排放。废液分离出的液体经处理后必须达到国家现行标准《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）规定要求后方可排入市政排水管网。

10.3.6 保护施工现场的环境卫生，减小施工过程中扬尘、废水、稳定液等对环境产生的影响。

征求意见稿