

T/CECS XXX:XXXX

中国工程建设标准化协会标准

地下工程泥浆施工标准

Standard for construction of slurry in underground engineering

征求意见稿初稿

2021年10月

中国工程建设标准化协会标准

地下工程泥浆施工标准

Standard for construction of slurry in underground engineering

主编单位：上海市基础工程集团有限公司

上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司

批准单位：

施行日期：

**前言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2020]23号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外和国内先进标准，并在广泛征求各方意见的基础上，制定了本标准。

本标准共分12章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、泥浆材料、地下连续墙泥浆、钻孔灌注桩泥浆、顶管泥浆、盾构泥浆、定向钻泥浆、小直径成孔泥浆、泥浆固化、安全与环保。

本标准由中国工程建设标准化协会地基专业委员会归口管理，由上海市基础工程集团有限公司负责具体技术内容解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送上海市基础工程集团有限公司（地址：上海市杨浦区民星路231号，邮编：200433）。

主编单位：上海市基础工程集团有限公司

上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司

参编单位：建研地基基础工程有限责任公司

广东省基础工程集团有限公司

浙江鼎业基础工程有限公司

上海隧道地基基础有限公司

上海市机械施工集团有限公司

上海智平基础工程有限公司

上海交通大学

核工业金华勘测设计院有限公司

中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

郑州大学综合设计研究院有限公司

福建省建筑科学研究院有限责任公司

上海远方基础工程有限公司

上海创异基础工程有限公司

城地建设集团有限公司

上海申元岩土工程有限公司

主要起草人员：

主要审查人员：

目 次

[1 总 则 1](#_Toc86137421)

[2 术 语 2](#_Toc86137422)

[3 基本规定 4](#_Toc86137423)

[4 泥浆材料 5](#_Toc86137424)

[4.1 一般规定 5](#_Toc86137425)

[4.2 钠基膨润土 5](#_Toc86137426)

[4.3 钙基膨润土 6](#_Toc86137427)

[4.4 增粘剂 6](#_Toc86137428)

[4.5 分散剂 6](#_Toc86137429)

[4.6 重晶石粉 7](#_Toc86137430)

[4.7 防漏剂 7](#_Toc86137431)

[4.8 水 7](#_Toc86137432)

[4.9 盐质地层泥浆 8](#_Toc86137433)

[4.10 聚合物泥浆 8](#_Toc86137434)

[5 地下连续墙泥浆 10](#_Toc86137435)

[5.1 一般规定 10](#_Toc86137436)

[5.2 泥浆制备与设备 10](#_Toc86137437)

[5.3 泥浆运行 11](#_Toc86137438)

[5.4 质量检验与控制 12](#_Toc86137439)

[6 钻孔灌注桩泥浆 14](#_Toc86137440)

[6.1 一般规定 14](#_Toc86137441)

[6.2 泥浆制备 14](#_Toc86137442)

[6.3 泥浆运行 15](#_Toc86137443)

[6.4 质量检验与控制 16](#_Toc86137444)

[7 顶管泥浆 17](#_Toc86137445)

[7.1 一般规定 17](#_Toc86137446)

[7.2 泥浆制备 17](#_Toc86137447)

[7.3 泥浆运行 18](#_Toc86137448)

[7.4 质量检验与控制 19](#_Toc86137449)

[8 盾构泥浆 21](#_Toc86137450)

[8.1 一般规定 21](#_Toc86137451)

[8.2 泥浆制备 21](#_Toc86137452)

[8.3 泥浆运行 21](#_Toc86137453)

[8.4 质量检验与控制 22](#_Toc86137454)

[9 定向钻泥浆 24](#_Toc86137455)

[9.1 一般规定 24](#_Toc86137456)

[9.2 泥浆制备 24](#_Toc86137457)

[9.3 泥浆运行 24](#_Toc86137458)

[9.4 质量检验与控制 26](#_Toc86137459)

[10 小直径成孔泥浆 27](#_Toc86137460)

[10.1 一般规定 27](#_Toc86137461)

[10.2 勘探孔 27](#_Toc86137462)

[10.3 工程钻孔 28](#_Toc86137463)

[11 泥浆固化 30](#_Toc86137464)

[11.1 一般规定 30](#_Toc86137465)

[11.2 外加剂 30](#_Toc86137466)

[11.3 固化处理设备 31](#_Toc86137467)

[11.4 泥浆固化处理 32](#_Toc86137468)

[11.5 检测与质量控制 34](#_Toc86137469)

[11.6 资源化利用 34](#_Toc86137470)

[12 安全与环保 36](#_Toc86137471)

[12.1 一般规定 36](#_Toc86137472)

[12.2 环保要求 36](#_Toc86137473)

[本标准用词说明 37](#_Toc86137474)

[引用标准名录 38](#_Toc86137475)

[附条文说明 39](#_Toc86137475)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc86137421)

[2 Terms 2](#_Toc86137422)

[3 Basic requirments 4](#_Toc86137423)

[4 Slurry materials 5](#_Toc86137424)

[4.1 Genera requirments 5](#_Toc86137425)

[4.2 Sodium bentonite 5](#_Toc86137426)

[4.3 Calcium bentonite 6](#_Toc86137427)

[4.4 Tackifier 6](#_Toc86137428)

[4.5 Dispersant 6](#_Toc86137429)

[4.6 Barium sulfate powder 7](#_Toc86137430)

[4.7 Leak preventive 7](#_Toc86137431)

[4.8 Water 7](#_Toc86137432)

[4.9 Salt-textured slurry 8](#_Toc86137433)

[4.10 Polymer slurry 8](#_Toc86137434)

[5 Diaphragm wall slurry 10](#_Toc86137435)

[5.1 Genera requirments 10](#_Toc86137436)

[5.2 Slurry preparation and equipments 10](#_Toc86137437)

[5.3 Slurry running 11](#_Toc86137438)

[5.4 Quality inspection and control 12](#_Toc86137439)

[6 Bored piles slurry 14](#_Toc86137440)

[6.1 Genera requirments 14](#_Toc86137441)

[6.2 Slurry preparation 14](#_Toc86137442)

[6.3 Slurry running 15](#_Toc86137443)

[6.4 Quality inspection and control 16](#_Toc86137444)

[7 Slurry pipe jacking 17](#_Toc86137445)

[7.1 Genera requirments 17](#_Toc86137446)

[7.2 Slurry preparation 17](#_Toc86137447)

[7.3 Slurry running 18](#_Toc86137448)

[7.4 Quality inspection and control 19](#_Toc86137449)

[8 Slurry shield 21](#_Toc86137450)

[8.1 Genera requirments 21](#_Toc86137451)

[8.2 Slurry preparation 21](#_Toc86137452)

[8.3 Slurry running 21](#_Toc86137453)

[8.4 Quality inspection and control 22](#_Toc86137454)

[9 Directional drilling slurry 24](#_Toc86137455)

[9.1 Genera requirments 24](#_Toc86137456)

[9.2 Slurry preparation 24](#_Toc86137457)

[9.3 Slurry running 24](#_Toc86137458)

[9.4 Quality inspection and control 26](#_Toc86137459)

[10 Small diameter pore-forming slurry 27](#_Toc86137460)

[10.1 Genera requirments 27](#_Toc86137461)

[10.2 Exploration hole 27](#_Toc86137462)

[10.3 Engineering drilling 28](#_Toc86137463)

[11 Slurry solidification 30](#_Toc86137464)

[11.1 Genera requirments 30](#_Toc86137465)

[11.2 Admixtures 30](#_Toc86137466)

[11.3 Solidification treatment equipment 31](#_Toc86137467)

[11.4 Slurry solidification treatment 32](#_Toc86137468)

[11.5 Testing and quality control 34](#_Toc86137469)

[11.6 Resource utilization 34](#_Toc86137470)

[12 Safety and Environmental Protection 36](#_Toc86137471)

[12.1 Genera requirments 36](#_Toc86137472)

[12.2 Environmental requirements 36](#_Toc86137473)

[Explanation of wording in this code 37](#_Toc86137474)

[List of quoted standards 38](#_Toc86137475)

[Addition：Explanation of provisions 39](#_Toc86137475)

**1 总 则**

**1.0.1** 为规范地下工程泥浆施工，做到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠、绿色环保，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于地下连续墙、钻孔灌注桩、顶管、盾构、定向钻和小直径成孔等工艺的泥浆制备、运行和固化处理。

**1.0.3** 地下工程泥浆的施工应综合考虑施工工艺、地质条件、周边环境等因素，制定合理的泥浆应用及固化处理方法。

**1.0.4** 地下工程泥浆的施工除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2 术 语**

**2.0.1** 泥浆 slurry

采用粘土、膨润土或化学材料与水形成的混合物，具有粘滞性，在地下工程施工中起到护壁、携渣或减阻等作用。

**2.0.2** 泥浆比重[specific gravity of slip](http://dict.cn/specific%20gravity%20of%20slip)

同体积泥浆与4℃水的重量比。

**2.0.3** 泥浆粘度 slurry viscosity

泥浆的粘滞程度，即流变性，使用漏斗粘度计测量定量体积泥浆流出的时间来表征泥浆流变性能，以秒为单位。

**2.0.4** 含砂率 sand factor

泥浆中所含砂粒的体积比率。

**2.0.5** 失水量 water loss

对泥浆进行0.69MPa试验时，30min通过过滤介质所形成的滤液体积。

**2.0.6** 泥皮 mud cake

在泥浆失水的同时，泥浆因渗透而使固相微粒粘结在孔壁上形成的泥膜。

**2.0.7** 静切力 gel strength

泥浆从静止状态到开始流动1cm2面积的物体所需的的最小剪切力，采用泥浆静切力计测。

**2.0.8** 原土造浆 natural soil slurry

在钻进过程中加水使原状土分散在水中产生泥浆的方法。

**2.0.9** 人工造浆 artificial slurry

采用人工或搅拌机将粘土分散在水中制造泥浆的方法。根据需要可加入添加剂或化学处理剂。

**2.0.10** 膨润土 bentonite

以蒙脱石为主要矿物成分的非金属矿产，具有强的吸湿性和膨胀性。

**2.0.11**  触变泥浆 thixotropic slurry

用于填充管道外壁与土体之间的空隙并起到减阻作用的泥浆。

**2.0.12** 聚合物泥浆 [polymer mud](http://dict.cn/polymer%20mud)

以多种单体或共聚物为基础，人工合成的聚合电解质的浆液。

**2.0.13** 泥浆固化 slurry curing

通过对废弃泥浆进行絮凝沉淀、机械离心、压滤等方法达到脱水的目的，使其转化成渣土和滤水的工艺。

**3 基本规定**

**3.0.1** 地下工程泥浆按材料、组分可分为膨润土泥浆、聚合物泥浆、原土造浆及矿粉泥浆等。

**3.0.2** 地下工程泥浆制备及应用前，应具备下列资料：

**1** 岩土工程勘察报告。

**2** 设计文件。

**3** 周边环境条件。

4 地下工程的施工工艺。

**3.0.3** 地下工程泥浆制备及运行前应完成下列准备工作：

**1** 标定泥浆检测设备仪器。

**2** 布置泥浆制备、循环及处理等系统。

**3** 泥浆系统的调试、试运行。

**4** 泥浆配比试验。

**5** 制定泥浆制备、检测、运行及固化处理操作规程。

**3.0.4** 泥浆系统应根据施工工艺、工程地质与水文地质条件、周边环境等进行合理设计与布置，包括拌制、存储、循环等系统。

**3.0.5** 泥浆运行前应确定泥浆各项指标，运行中应定期进行检测，并对泥浆性能指标进行动态调整。

**3.0.6** 固化处理可根据废浆性质和环境保护要求等选择压滤式、絮凝沉淀、机械离心或化学方法处理方法等。

**3.0.7** 泥浆材料进场时，应对其品种、性能、出厂日期等进行检查，并应对泥浆材料的相关性能指标进行检验，检验结果应符合国家现行有关标准的规定。

**3.0.8** 地下工程泥浆的制备、运行及固化处理应满足资源节约和环境保护的要求。

**4 泥浆材料**

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 泥浆材料和泥浆添加剂可根据使用功能、地质水文情况和施工工艺等合理选用。泥浆材料可选用复合钠基膨润土、钙基膨润土、矿粉泥浆和聚合物泥浆，泥浆添加剂可选用增粘剂、分散剂、重金石粉、防漏剂等，应根据现场试验确定配合比。

**4.1.2** 膨润土、泥浆添加剂等原材料进场时应按照现行国家标准《膨润土》GB/T20973和《钻井液材料规范》GB/T5005进行检验，并提供书面检验报告。

**4.1.3** 原材料进场堆放时不得受潮和混入杂物，不同品种膨润土在贮存时应做好分类。

**4.2 钠基膨润土**

**4.2.1** 钠基膨润土适用于粉土、砂性土、砾石层等土体渗透系数较大的地层中。

**4.2.2** 钠基膨润土包含天然钠基膨润土、人工钠化膨润土和复合钠基膨润土，钠基膨润土的材料性能指标应符合表4.2.2的规定。

**表4.2.2 钠基膨润土的材料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 粘度计600r/min读数 | mPa．s | ≥30 |
| 2 | 塑性粘度 | mPa．s | ≤3 |
| 3 | 滤失量 | mL | ≤15.0 |
| 4 | 75µm的筛余 | % | ≤4.0 |

**4.2.3** 复合钠基膨润土性能指标应符合表4.2.3的规定：

**表4.2.3 复合钠基膨润土性能标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 比重 | - | 1.01~1.03 |
| 3 | 含砂率 | % | ≤3 |
| 3 | 滤失量 | mL | ≤16 |
| 4 | pH值 | - | 8~10 |
| 5 | 胶体率 | % | ≥96 |

**4.3 钙基膨润土**

**4.3.1**  钙基膨润土适用于地层中含有大量的阳离子或在施工过程中有阳离子污染的工程场地中。

**4.3.2** 钙基膨润土的材料性能指标应符合表4.3.2规定。

**表4.3.2 钙基膨润土的材料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 粘度计600r/min读数 | mPa．s | ≥12 |
| 2 | 塑性粘度 | mPa．s | ≤3 |
| 3 | 滤失量 | mL | ≤25.0 |
| 4 | 75µm的筛余 | % | ≥90.0 |

**4.3.3** 钙基膨润土泥浆制备前，应根据地质条件，经试验确定配合比。

**4.4 增粘剂**

**4.4.1** 增粘剂宜选用羧甲基纤维素，适用于粉土、砂性土、砾石层等渗透系数较大地层的泥浆中。

**4.4.2** 配制泥浆时，应根据羧甲基纤维素特性、粘度高低及其性能特点来确定掺加量，宜为1‰~3‰。

**4.4.3** 羧甲基纤维素的材料性能指标应符合表4.4.3规定。

**表4.4.3 羧甲基纤维素的材料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 外观 | - | 白色或者微黄色纤维状粉末 |
| 2 | 含水率 | % | ≤10 |
| 3 | pH值 | - | 7.0~9.0 |
| 4 | 纯度 | % | ≥99.5 |

**4.5 分散剂**

**4.5.1** 在砂层、卵石层或在泥浆性能易受土层侵蚀的地层中，泥浆宜添加分散剂，提高泥浆化学稳定性。

**4.5.2** 在配置泥浆过程中宜选用纯碱（Na2CO3）或小苏打（NaHCO3）作为泥浆中的分散剂，提高泥浆稳定性。

**4.5.3** 分散剂的材料性能指标应符合表4.5.3规定。

**表4.5.3 分散剂的材料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 总碱量 | % | ≥98.0 |
| 2 | 水不溶物 | % | ≤0.05 |
| 3 | 水份 | % | ≤0.2 |
| 4 | 堆积密度 | g/mL | ≥0.9 |
|  | 180μm筛余 | % | ≥60.0 |

**4.6 重晶石粉**

**4.6.1** 在地下水位高、浅层粉砂地层中宜在泥浆中加入重晶石粉，增加泥浆比重，确保土体稳定。

**4.6.2** 重晶石粉的添加量应根据使用要求通过实验确定，重金石粉的材料性能指标应符合表4.6.2的规定。

**表4.6.2 重晶石粉的材料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
|
| 1 | 比重 | - | ≥4.2 |
| 2 | 水溶性碱土金属含量（以钙计） | mg/kg | ≤250 |
| 4 | 75μm筛余物质量分数 | % | ≤3.0 |
| 5 | 小于6μm颗粒 | % | ≤30 |

**4.7 防漏剂**

**4.7.1** 在孔隙率或渗透系数大的土层中，泥浆中应增加防漏剂。

**4.7.2** 应根据土层性质合理选择合适的防漏剂，并通过试验确定材料品类及掺加量。

**4.8 水**

**4.8.1** 泥浆制备时宜选用软水，并对水质进行检测，水质应符合表4.8.1规定。不满足时应在泥浆中增加分散剂或使用耐盐性的材料。

**表4.8.1 地下水或河水水质性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 含盐量 | ppm | ≤5000 |
| 2 | Ca2+ | ppm | ≤100 |
| 3 | Na+ | ppm | ≤500 |
| 4 | pH值 | - | 7~9 |

**4.8.2** 使用硬水时应添加磷酸钠（Na2PO7）或加纯碱（Na2CO3）进行软化处理，检测合格后方可使用。

**4.9 盐质地层泥浆**

**4.9.1** 在临海等地区含盐量高的地层中施工，泥浆性能易受影响时宜选用矿粉泥浆或复合纳基膨润土混合泥浆。

**4.9.2** 矿粉泥浆的添加量应根据使用要求通过实验确定，矿粉泥浆的材料性能指标应符合表4.9.2的规定。

**表4.9.2 矿粉泥浆的材料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
|
| 1 | 比重 | - | ≥5.05 |
| 2 | 水溶性碱土金属（以钙计）/（mg/kg）  ） | - | ≤100 |
| 3 | 75μm筛余 | % | ≤1.5 |
| 4 | 45μm筛余 | % | ≤15 |
| 5 | 小于6μm颗粒 | % | ≤15 |

**4.9.3** 矿粉泥浆材料应选择赤铁矿粉、凹凸棒石或殊土。

**4.10 聚合物泥浆**

**4.10.1** 聚合物泥浆宜选用以长链有机聚合物和各种无机硅酸盐类为主体的膨润土，可单独使用，也可和膨润土混合使用。

**4.10.2** 聚合物泥浆制备时，宜以高压喷射的方式进行拌制，并符合表4.10.2的规定。

**表4.10.2 高压喷射拌制设备制备泥浆要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 拌制比例 | ‰ | 0.1~1 |
| 2 | 水流压力 | MPa | ≥0.2 |

**4.10.3** 聚合物泥浆废弃时应通过加入0.5%~1.0%的次氯酸钠或硫酸铝，使其粘度降低至符合要求后方可排放。

**4.10.4** 聚合物泥浆指标应符合表**4.10.4**规定。

**表4.10.4 聚合物泥浆性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 粘度 | s | 24s~45s |
| 2 | 比重 | - | 1.0~1.03 |
| 3 | 含砂率 | % | ≤1% |
| 4 | pH值 | - | 8~11 |

**5 地下连续墙泥浆**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 地下连续墙施工中的泥浆应采用复合钠基膨润土泥浆、钙基膨润土泥浆、矿粉泥浆或聚合物泥浆。

**5.1.2** 泥浆材料应根据施工条件、地层性质、地下水状况、成槽工艺等因素进行选择，宜优先选用复合纳基膨润土。

**5.1.3** 施工前应根据试验结果确定泥浆配合比。一般土层泥浆配合比可根据表5.1.3选用。遇松散、大粒径、含盐量高或受化学污染的土层时，应配制专用泥浆。

**表5.1.3 泥浆配合比**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 土层类型 | 钠基膨润土（%） | CMC（%） | 纯碱Na2CO3（%） |
| 粘性土 | 6~8 | 0~0.2 | 0~0.5 |
| 砂性土 | 8~10 | 0~0.3 | 0~0.5 |

**5.1.4** 地下连续墙施工应配备泥浆系统，采用液压抓斗成槽机时泥浆的储备量应大于每日计划最大成槽方量的2倍，采用铣槽机成槽机时泥浆的储备量应大于每日计划最大成槽方量的3倍。

**5.1.5** 泥浆系统施工前应进行试运行，满足施工要求后方可投入使用。

**5.1.6** 施工中泥浆液面高度不应低于地下水位。

**5.1.7**  施工中循环泥浆应进行沉淀或除砂等再生处理。

**5.2 泥浆制备与设备**

**5.2.1** 膨润土泥浆的制备应符合下列规定：

**1** 制备时可采用高速搅拌机或喷射式搅拌机拌制，泥浆应充分搅拌均匀，性能符合使用要求。

**3** 新浆贮存期间应每隔12h翻搅一次，保证泥浆混合均匀。

**4** 新拌制泥浆应经充分水化，贮放时间不应少于24h。

**5.2.2** 聚合物泥浆制备时宜采用喷射式搅拌机拌制，泥浆应充分搅拌均匀，性能符合使用要求。

**5.2.3** 易发生泥浆渗漏地层施工时，应添加防漏剂，并提高泥浆粘度和增加泥浆储备量。

**5.2.4** 高速搅拌机由搅拌缸和搅拌器组成，搅拌缸容量宜为1 m3~3m3，搅拌器叶轮片应安装在离缸底1/3位置。高速搅拌机以马达带动搅拌叶片产生的漩涡水流回转速度应为200 rpm ~1000rpm。

**5.2.6** 喷射式搅拌系统应符合下列要求：

**1** 进行大容量搅拌宜采用喷射式搅拌机；

**2** 混合物泥浆应采用喷射式进行搅拌。

**5.3 泥浆运行**

**5.3.1** 泥浆循环系统的设置和使用应符合下列规定：

**1** 泥浆循环系统应包括循环池、沉淀池、循环槽（循环泵管）、储浆池（箱）、泥浆泵等设施、设备，并应设有排水、清洗、排渣等设施。含砂率高的土层，应采用除砂设备。

**2** 循环池与沉淀池应组合设置。1个循环池配置的沉淀池不宜少于2个，循环池与沉淀池隔墙上口应设有溢流口，泥浆经两级沉淀后，由溢流口流入循环池再循环使用。若采用除砂设备，宜设置在一级沉淀池和二级沉淀池之间。

**3** 循环池与沉淀池数量、容量应按场地条件、地墙数量和成槽或铣槽机配置的台数确定。

**4** 槽口与沉淀池之间由循环槽（循环泵管）连接，采用反循环工艺的循环槽回浆量应与反循环泵的出浆量匹配，必要时配备泥浆泵保证泥浆的循环。

**5** 循环过程的多余泥浆或废浆应设置储浆池（箱）临时储存。储浆池（箱）设置容量应满足桩基日产量的需要。循环池与储浆池之间宜采用泥浆泵输送循环。

**6** 循环池、循环槽、沉淀池、储浆池（箱）应经常疏通清理。清出的泥渣应集中堆放、及时外运。当配置泥水分离系统时，应对废浆进行循环利用。

**5.3.2** 泥浆输送系统应根据输送距离和使用量等配备泥浆泵和泥浆管路。

**5.3.4** 采用液压抓斗成槽，泥浆管路宜布置送浆管和回浆管2道管路。采用铣槽机成槽，泥浆管路宜布置送浆管、回浆管2道管路和2道铣槽机的泥浆循环系统管路。

**5.3.5** 泥浆管路应定时检查破损情况，及时更换破损泥浆管。

**5.3.6** 泥浆输送泵的输送能力应满足施工要求，采用液压抓斗成槽时应大于100m3/h，采用铣槽机成槽时应大于300m3/h。

**5.3.7** 回浆泵功率应根据成槽设备、混凝土浇筑速度、泥浆池与槽段的距离等进行配置。

**5.3.8** 地下连续墙成槽后在浇筑混凝土之前，应采取泵吸法或气举法对槽孔中的泥浆进行换浆清基处理。

**5.4 质量检验与控制**

**5.4.1** 制备的泥浆应具有良好的流变性能和稳定性。

**5.4.2** 施工中应测试泥浆指标，并应完成泥浆质量检测记录。膨润土泥浆浆应符合表5.4.2-1的规定，聚合物泥浆应符合5.4.2-2的规定，循环浆性能符合表5.4.2-3的规定。

**表5.4.2-1 膨润土泥浆性能控制指标**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 检验方法 |
| 粘性土 | 砂性土 |
| 1 | 粘度 | s | 22~30 | 25~35 | 漏斗法 |
| 2 | 比重 | - | 1.03~1.05 | 1.05~1.10 | 泥浆比重计 |
| 3 | 失水量 | mL/30min | ≤30 | ≤25 | 失水量仪 |
| 4 | 泥皮厚度 | mm | ≤1 | ≤1.5 | 失水量仪 |
| 5 | pH值 | - | 7~9 | | pH试纸 |

**表5.4.2-2 聚合物泥浆性能控制表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 检验方法 |
| 粘性土 | 砂性土 |
| 1 | 粘度 | s | 18~30 | 26~35 | 漏斗法 |
| 2 | 比重 | - | 1.0 | 1.01~1.03 | 泥浆比重计 |
| 3 | 含砂率 | % | 0.5 | 1 | 洗砂瓶 |
| 4 | pH值 | - | 7~9 | | pH试纸 |

**表5.4.2-3 循环泥浆性能控制指标**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 检验方法 |
| 粘性土 | 砂性土 |
| 1 | 粘度 | s | ≤25 | ＜35 | 漏斗法 |
| 2 | 比重 | - | ≤1.15 | ＜1.25 | 泥浆比重计 |
| 3 | 含砂率 | % | ＜4 | ＜7 | 洗砂瓶 |
| 4 | 失水量 | mL/30min | ＜30 | ＜35 | 失水量仪 |
| 5 | 泥皮厚度 | mm | ≤3 | ≤3 | 失水量仪 |
| 6 | pH值 | - | 8~11 | 8~11 | pH试纸 |

**5.4.3** 清基后应对离槽底500mm位置泥浆进行检测，泥浆指标应符合表5.4.3的规定。

**表5.4.3 清基后泥浆指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | 检验方法 |
| 1 | 粘度 | s | 22~30 | 漏斗法 |
| 2 | 比重 | - | ≤1.20 | 泥浆比重计 |
| 3 | 含砂率 | % | ≤7 | 洗砂瓶 |
| 4 | pH值 | - | 8~10 | pH试纸 |

**5.4.4** 循环泥浆经过净化处理之后可重复使用，不符合表5.4.2-3规定的泥浆应作为废浆处理。

**6 钻孔灌注桩泥浆**

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 钻孔灌注桩施工中的泥浆可采用原土造浆、复合钠基膨润土泥浆、钙基膨润土泥浆、矿粉泥浆或聚合物泥浆。

**6.1.2**  施工前根据泥浆材料和土层性质等确定泥浆配合比，并应进行试配。

**6.1.3** 钻孔灌注桩成孔过程中孔内泥浆液面应保持稳定，泥浆面应高出地下水位1.0m 以上且不应低于自然地面以下30mm，在受水位涨落影响时，泥浆面应高出最高水位1.5m以上。

**6.1.4** 回转钻机成孔宜采用原土造浆或人工造浆护壁。在砂层、砂砾层、卵砾石层等透水层中宜采用人工造浆。

**6.1.5** 在地下水位以下或易坍塌的土层中旋挖钻机施工时，应采用人工造浆护壁。

**6.1.6** 现场应设置泥浆处理系统，回转钻机每台钻机的泥浆储备量不应少于3倍单桩体积，旋挖钻机每台钻机的泥浆储备量不应少于2倍单桩体积。

**6.2 泥浆制备**

**6.2.1** 粘粒含量大于45%，塑性指数大于17，含砂率小于5%的粘土层可采用原土造浆，其余土层采用人工造浆。

**6.2.2** 原土造浆时通过钻机叶片旋转搅拌土体与水混合形成泥浆，通过加水、携渣循环、沉淀或除砂形成泥浆系统，并实时调整泥浆性能指标。泥浆性能指标应符合表6.2.2的规定。

**表6.2.2 原土造浆性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | 检验方法 |
| 1 | 比重 | - | 1.05~1.10 | 泥浆比重计 |
| 2 | 粘度 | s | 20~28 | 漏斗法 |
| 3 | pH值 | - | 7~10 | pH试纸 |

**6.2.3** 人工造浆可采用高速搅拌器或喷射式搅拌器进行，制备应符合下列规定：

**1** 采用高速搅拌器制备泥浆时，应控制搅拌速度和材料添加顺序。

**2** 采用喷射式搅拌器制备泥浆时，应控制原材料添加量及水压。

**6.2.4** 人工造浆宜选用膨润土或高分子聚合物，并根据施工机械、工艺及穿越土层情况添加外加剂。人工造浆配合比应通过试验确定，性能应符合表6.2.4的规定。

**表6.2.4 人工造浆性能指标**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 检验方法 |
| 1 | 比重 | - | 1.03~1.10 | | 泥浆比重计 |
| 2 | 粘度 | s | 粘性土 | 18~22 | 漏斗法 |
| 砂土 | 22~30 |
| 3 | pH值 | - | 8~9 | | pH试纸 |
| 4 | 失水量 | 30mL/min | ＜30 | | 失水量仪 |
| 5 | 泥皮厚度 | mm | ＜2 | | 失水量仪 |

**6.3 泥浆运行**

**6.3.1** 施工时泥浆泵应能满足泥浆的最大输送距离要求。

**6.3.2** 泥浆循环系统的设置和使用应符合下列规定：

**1** 泥浆循环系统应包括循环池、沉淀池、循环槽（循环泵管）、储浆池（箱）、泥浆泵等设施、设备，并应设有排水、清洗、排渣等设施。含砂率高的土层，应采用除砂设备。

**2** 循环池与沉淀池应组合设置。1个循环池配置的沉淀池不宜少于2个，循环池与沉淀池隔墙上口应设有溢流口，泥浆经两级沉淀后，由溢流口流入循环池再循环使用。若采用除砂设备，宜设置在一级沉淀池和二级沉淀池之间。

**3** 采用人工造浆时，应配置相适应的设备和设施，不得使用循环池作为新浆储存设施。

**4** 循环池与沉淀池数量、容量应按场地条件、桩数量和钻机配置的台套数确定；循环池与沉淀池的布位应按桩位分布确定。

**5** 桩孔与沉淀池之间由循环槽（循环泵管）连接，采用反循环工艺的循环槽回浆量应与反循环泵的出浆量匹配，必要时配备泥浆泵保证泥浆的循环。

**6** 循环过程的多余泥浆或废浆应设置储浆池（箱）临时储存。储浆池（箱）设置容量应满足桩基日产量的需要。循环池与储浆池之间宜采用泥浆泵输送循环。

**7** 循环池、循环槽、沉淀池、储浆池（箱）应经常疏通清理。清出的泥渣应集中堆放、及时外运。当配置泥水分离系统时，应对废浆进行循环利用。

**6.3.3** 泥浆循环系统除应符合本标准第6.3.3条的规定外，除砂设备应根据地质报告中砂砾的粒径选择过滤网的目数，滤网目数不宜小于140目。

**6.3.4** 废浆处置系统的日处理能力应大于每日产生的泥浆量。

**6.4 质量检验与控制**

**6.4.1** 钻进过程应根据土层情况，按表6.4.1控制泥浆性能指标。

**表6.4.1 排出孔口的泥浆性能指标**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 检验方法 |
| 1 | 粘度 | s | 粘性土 | 22~30 | 漏斗法 |
| 砂土 | 25~40 |
| 2 | 比重 | - | ≤1.30 | 泥浆比重计 | 泥浆比重计 |
| 3 | 含砂率 | % | 粘性土 | <4 | 洗砂瓶 |
| 砂土 | <7 |
| 4 | 失水量 | mL/30min | ＜30 | | 失水量仪 |
| 5 | 泥皮厚度 | mm | ＜3 | | 失水量仪 |
| 6 | pH值 | - | 7~11 | | pH试纸 |

**备注：在松软和易塌方土土层中钻进时，泥浆指标宜按上表规定值的上限取用**。

**6.4.2** 钻孔、清孔或因故障停钻时，应维持孔内液面高度及泥浆性能指标。

**6.4.3** 清孔过程中和结束时应测定泥浆指标。清孔结束后，孔底500mm以内的泥浆指标应符合表6.4.3的规定。

**表6.4.3 清孔后泥浆指标及检测方法**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 检验方法 |
| 1 | 粘度 | s | 18～30 | | 漏斗法 |
| 2 | 比重 | - | 孔深＜60m | ≤1.15 | 泥浆比重计 |
| 孔深≥60m | ≤1.20 |
| 3 | 含砂率 | % | 回转钻机 | ≤8 | 洗砂瓶 |
| 旋挖钻机 | ≤6 |

**注：1.表列孔深系指自然地面标高至桩端标高的深度。**

**2.清孔时应同时检测泥浆比重和粘度，当泥浆粘度已接近下限，泥浆比重仍不达标时，**

**应检测泥浆含砂率，含砂率＞8％时，应采取除砂设备除砂，保证泥浆比重达标**。

**7 顶管泥浆**

**7.1 一般规定**

**7.1.1** 顶管泥浆包括用于顶管减阻的触变泥浆和维持开挖面稳定及携渣的循环泥浆。

**7.1.2** 触变泥浆和循环泥浆应根据地质条件、埋深及施工方案选择泥浆制备原材料，并通过试验确定泥浆配合比。

**7.1.3** 顶管施工过程应做好触变泥浆和循环泥浆的相关记录，包括制作时间、搅拌时间、静置时间，触变泥浆粘度、比重、注浆量等。

**7.2 泥浆制备**

**7.2.1** 触变泥浆制备过程中应根据地质条件及泥浆性能指标，选择泥浆原材料。主要材料包括：膨润土、水、外加剂或其他高分子聚合物等外加剂。一般情况可按表7.2.1进行选用。

**表7.2.1 材料配比**

|  |  |
| --- | --- |
| 膨润土（%） | 外加剂（%） |
| 6~8 | 0.3~0.5 |

**7.2.2** 泥浆制备原材料应符合下列规定：

**1** 优先选用复合钠基膨润土，必要时还应添加纯碱和高分子聚合物材料。

**2** 干净的淡水水源，水质符合第**4.8**节相关要求。

**7.2.3** 在中粗砂或砂砾层等渗透系数较大地层施工时，泥浆中应添加高分子聚合物。

**7.2.4** 循环泥浆制备应按照管道周围的土层类别和循环泥浆的性能指标，经过试验后确定。主要材料包括颗粒材料、外加剂、水。颗粒材料主要以粘土和膨润土为主，特殊地层宜添加高分子聚合物。

**7.2.5** 新浆制备系统应符合下列要求：

**1**  制备系统由新浆制备池、剪切泵、输送泵、搅拌器、管路、材料仓库等组成。

**2** 新浆制备池可采用钢筋混凝土池或搅拌缸。

**3** 搅拌机应根据搅拌池直径、新浆性能等进行配置，安装牢固、可靠，搅拌叶片宜安装于搅拌池底部1/4处~1/3处。

**7.3 泥浆运行**

**7.3.1** 触变泥浆系统安装应符合下列规定：

**1** 触变泥浆系统由拌浆、注浆和泥浆管路三部分组成。包括压浆泵、搅拌桶、注浆管道、接头、阀门、压力表和泥浆池（箱）。

**2** 泥浆搅拌桶和压浆泵应根据注浆量和注浆压力选用，并宜靠近泥浆池（箱）安装。

**3** 注浆管分为主管和支管两种，主管管径宜采用40 mm ~50mm，支管管径可选用25 mm ~30mm。

**4**  每个注浆孔应安装单向阀，每组支管应单独设置球阀。

**5** 注浆孔的位置应尽可能均匀地分布于管道周围，其数量和间距依据管道直径和浆液在地层中的扩散性能而定，每个断面可设置3个~4个注浆孔，均匀地分布于管道周围，管底不宜设注浆孔。

**6** 注浆系统宜在压浆泵出口连接管处以及掘进机机头注浆处各安装压力表，便于观测注浆压力。

**7** 顶管机后面第1节管~3节管应安装注浆管，后续管节可按需要设置。

**8** 顶进距离大于1000m、管径大于3m的圆管宜采用两根总管和两套管路系统的浆液。

**7.3.2** 触变泥浆注浆应符合下列规定：

**1** 注浆前，应对注浆设备进行检查，确认设备工作正常。

**2** 触变泥浆应遵循“先注后顶、边顶边注”的原则。

**3** 第1~3节保持顶进同步注浆，后段可采用循环式间断补浆。

**4** 在停止顶进以及开始顶进前应进行触变泥浆补浆处理，减少再次顶进起动的初始顶力。

**5** 注浆压力以控制为主，注浆压力应比地下水压力高20kPa~40kPa，注浆量控制为辅，理论注浆量宜为超挖量的2倍。触变泥浆注浆总量可按下式（7.3.2）计算。

（7.3.2）

式中：—刀盘外径（m）；

—管道外径（m）；

—顶进长度（m）。

**7.3.3** 循环泥浆系统安装应符合下列规定：

**1** 循环泥浆系统设备应包括：进浆泵、搅拌桶、进浆管道、接头、阀门、泥浆池（箱）、排浆泵、排浆管和泥浆处理器。

**2** 进浆泵宜靠近泥浆池（箱）安装，泥浆池（箱）出浆口宜高出池（箱）底500mm，出浆口宜设置截止阀，再通过软管与进浆泵连接。

**3** 排浆泵安装在井内或管道内，井内安装高度宜高出井底500mm，管内安装宜离开顶管机50m~70m；

**4** 排浆长度超过150m时，管内应设置排浆中继泵于机头后30m~80m处。

**5** 循环管道连接必须密封，防止漏浆漏气。

**6** 管路拐弯处应使用大直径弯头连接。

**7.3.4** 循环泥浆在泥水平衡顶进时应符合下列规定：

**1** 循环泥浆性能指标应满足表7.4.2的要求。

**2** 顶进前应检查泥水压力，泥水压力稳定正常后再循环顶进。

**3** 顶进时泥水仓的泥水压力应比地下水压力高出20kPa~40kPa。

**4** 泥水循环排土时，宜采用泥水处理器分离混合泥浆中的渣土。

**5** 每段管节正常顶进完成后，在停机前宜进行泥水内循环2 min ~3min；

**6** 拆卸泥浆管时应关闭井内泥水循环管截止阀。

**7.4 质量检验与控制**

**7.4.1** 触变泥浆配合比应根据试验确定，触变泥浆性能指标可按表7.4.1选用。泥浆应经充分搅拌水化，泥浆搅拌完成宜放置24h再行使用。

**表7.4.1 触变泥浆性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | 检验方法 |
| 1 | 粘度 | s | ＞30 | 漏斗法 |
| 2 | 比重 | - | 1.05~1.10 | 泥浆比重计 |
| 3 | 失水量 | mL/30min | ＜25 | 失水量仪 |
| 4 | pH值 | - | 8~10 | pH试纸 |
| 5 | 胶体率 | % | ≥96 | 100mL量筒 |

**7.4.2** 施工中应定期测试循环泥浆性能指标，并应完成循环泥浆质量检测记录，主要指标应符合表7.4.2的规定。

**表7.4.2循环泥浆性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | 检验方法 |
| 1 | 粘度 | s | 22~30 | 漏斗法 |
| 2 | 进浆比重 | - | 1.05~1.10 | 泥浆比重计 |
| 3 | 排浆比重 | - | 1.20~1.30 | 泥浆比重计 |

**7.4.3** 新浆在储浆池内每隔12h翻搅一次，使用前应进行泥浆性能指标测试，满足要求后方可进行使

**8 盾构泥浆**

**8.1 一般规定**

**8.1.1** 泥水平衡式盾构应配备具有稳定开挖面和携渣等作用的盾构泥浆。

**8.1.2** 泥水平衡式盾构施工，应配备与盾构机施工效率相匹配的泥浆制备系统、循环处理系统。建立相关配套设备的保养、维修制度，确保其正常运转。

**8.1.3** 盾构始发前，应根据工程特点、环境保护要求、工程地质及水文地质等情况，结合施工经验并通过试验确定泥浆材料及配合比。

**8.1.4** 盾构掘进过程中，应定时对泥浆性能指标进行检测，并根据开挖面的稳定、携渣等需求进行泥浆参数的动态调控。

**8.2 泥浆制备**

**8.2.1** 新浆宜采用膨润土、羧甲基纤维素（CMC）、高分子聚合物等材料制备。

**8.2.2** 新浆制备系统应符合下列要求：

**1**  制备系统由新浆制备池、剪切泵、输送泵、搅拌器、管路、材料仓库等组成。

**2**  首次制浆量应根据盾构直径及环宽进行配置，应不小于盾构每环掘削土体的体积。

**3** 新浆制备池可采用钢筋混凝土池或钢筒仓。

**4** 搅拌机应根据搅拌池直径、新浆性能等进行配置，安装牢固、可靠，搅拌叶片宜安装于搅拌池底部1/4处~1/3处。

**8.2.3** 盾构排出的浆液经处理后，部分泥浆可进行循环使用。循环泥浆应补充新浆，满足施工性能指标要求。

**8.2.4** 施工现场应配备泥浆试验室，定期进行新浆、循环浆的泥浆性能指标测试。

**8.3 泥浆运行**

**8.3.1** 泥浆运行系统由泥水循环系统、泥水处理系统组成。泥水循环系统包括盾构进排泥泵、管路等。泥水处理系统包括泥水分离设备、调整浓缩系统等。

**8.3.2** 泥水分离设备应满足地层粒径分离要求，处理能力应满足盾构最大排渣量的要求。

**8.3.3** 泥水处理系统所有设备宜按表8.3.3进行配置。

**表8.3.3 盾构泥浆施工主要设备基本配置表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 设备名称 | 数量 | 用途 |
| 1 | 预分筛 | 1套 | 泥水处理系统 |
| 2 | 一级旋流器 | 1套 |
| 3 | 二级旋流器 | 1套 |
| 4 | 脱水筛 | 1套 |
| 5 | 清水池 | 1套 | 泥水处理设备及盾构机冷却循环用水 |
| 6 | 沉淀池 | 1套 | 泥水处理设备处理后进入沉淀池，分级进行沉淀 |
| 7 | 调整池 | 1套 | 与沉淀池相连，用于储存处理后的浆液 |
| 8 | 回浆池 | 1套 | 与调整池相连，处理完成后泥浆在此加入新浆，调配成满足盾构使用要求的泥浆后重新供盾构使用 |
| 9 | 弃浆池 | 1套 | 用于外排泥水处理系统分离出的泥浆废弃部分 |
| 10 | 新浆池 | 1套 | 用于制备及储存新浆浆液 |
| 11 | 拌浆系统 | 1套 | 用于泥浆拌制 |

**8.3.4** 排出的泥浆宜采用流程为：预分筛→一级旋流器→二级旋流器→脱水筛的泥水处理模式。

**8.3.5** 预分筛可采用滚筒式或刮板式设备，旋流器宜采用水力旋流器，脱水筛宜采用振动式脱水筛。

**8.3.6** 泥水循环系统中的泥水输送应具备旁路模式、推进模式、逆洗模式、停止模式、接管模式和长期停止模式。

**8.3.7** 泥水循环系统中，泥水管路每隔一段距离应设置闸门。

**8.4 质量检验与控制**

**8.4.1** 每天检测一次搅拌桶内新拌制泥浆性能指标，每掘进1环检测一次循环浆性能指标。泥浆性能指标应符合表8.4.1-1、表8.4.1-2规定：

**表8.4.1-1 新拌制泥浆性能指标**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 检验方法 |
| 1 | 粘度 | s | 粘性土 | 20~25 | 漏斗法 |
| 砂土 | 22~30 |
| 2 | 比重 | - | 1.05~1.10 | | 泥浆比重计 |
| 3 | 泥皮厚度 | mm | ≤1.5 | | 失水量仪 |
| 4 | pH | - | 8~9 | | pH试纸 |
| 5 | 胶体率 | % | ≥98 | | 100mL量筒 |

**表8.4.1-2 循环浆检测指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 根据地层参数划分 | | | | |
| 指标要求 | 粘性土 | | 砂性土 | |
| 粘度 | 比重 | 粘度 | 比重 |
| 进浆 | 20~25s | 1.05~1.25 | 20~30s | 1.15~1.25 |
| 排浆 | / | ≤1.30 | / | ≤1.35 |

**8.4.2** 新浆在储浆池内每隔12h翻搅一次，循环浆应不间断搅拌。使用前应进行泥浆性能指标测试，满足要求后方可进行使用。

**8.4.3** 施工过程中每环对泥浆性能检测一次，并实施泥浆动态管理。

**9 定向钻泥浆**

**9.1 一般规定**

**9.1.1**  定向钻泥浆主要用于稳定孔壁、润滑钻具和携带悬浮钻屑，一般采用人工造浆。

**9.1.2** 施工场地应足够布设泥浆池和泥浆循环池，分别用于泥浆的储存和循环利用。

**9.1.3** 施工过程中应定期对泥浆性能指标进行检测，并根基检测结果进行动态调整。

**9.2 泥浆制备**

**9.2.1** 常用的定向钻泥浆制备材料有膨润土、纯碱、烧碱及各类泥浆处理剂等。根据地层条件、穿越管道直径和长度，制定合理的泥浆体系，选择合适的制备材料。

**9.2.2** 定向钻泥浆制备应包含下列内容：

**1** 确定钻孔泥浆的比重、粘度、静切力、动切力、滤失量、泥皮厚度、含砂率、pH值等基本参数。

**2** 泥浆制备材料的配合比。

**3** 制定钻孔泥浆循环、净化、管理措施。

**9.2.3** 砂性土或砂（砾）性土施工时，泥浆制备应添加适量膨润土。

**9.2.4** 泥浆原材料、配比和性能指标应根据钻头技术要求、施工步骤等进行动态调整。

**9.2.5** 泥浆应在专用搅拌器和搅拌池中制备，并充分搅拌水化。

**9.3 泥浆运行**

**9.3.1** 泥浆池的设置应符合下列规定：

**1** 应根据产生的泥浆废液量确定泥浆池大小，体积不宜小于回拖管道的总体积。

**2** 起始、接收工作坑可用作泥浆池的组成部分或兼作泥浆池。

**3** 回收泥浆池设置在便于回收泥浆的位置上。

**4** 在泥浆调制箱旁设置泥浆储备装置。

**5** 泥浆储备装置和回收泥浆池底及周边应进行围护。

**6** 接收工作坑应满足回收储存泥浆、回扩、管线回拖等。

**9.3.2** 泥浆循环池的设置应符合下列规定：

**1** 在设备场地，依据场地和设备摆放情况，设计开挖泥浆循环池。

**2** 泥浆循环池一般由三个以上的坑池组成，从入土点孔口起依序是返回池、沉淀池、供浆池。坑池之间由沟槽连接，其间可设置泥浆净化设备。

**3** 泥浆循环池的大小根据泥浆返回量的多少确定，每个坑池尺寸应不小于1m×1m×1m。

**9.3.3** 导向钻进、扩孔及回拖时，应及时向孔内注入泥浆。

**9.3.4** 钻孔泥浆用量计算应综合考虑最终扩孔直径、钻孔长度、扩孔次数、孔内漏失状况等因素，可按下式计算：

(9.3.2)

式中：L—钻孔长度（m）；

V—钻孔泥浆用量（m3）；

De—终孔直径（m）；

k—比例系数，取值范围为3～5。

**9.3.5** 施工时泥浆泵的泵量应能满足施工要求，可按下式计算：

(9.3.3)

式中：Q—泥浆泵的泵量（m3/min）；

A—钻头底唇面积（m2）；

vd—钻进速度（m/min）；

Wc—允许的最大钻屑含量百分比，一般情况下，钻屑含量不宜超过10％。

**9.3.6** 应根据地层条件确定泥浆压力和流量，并保持泥浆流量的稳定。

**9.3.7** 从钻孔内返出的泥浆经泥浆循环池调整，经检测合格后方可重复再利用。

**9.3.8** 当钻进过程需要长时间中断时，应定时向孔内补充新泥浆，并活动钻具。

**9.3.9** 地面冒浆控制措施应符合下列规定：

**1** 施工前应根据地层勘察资料，确定各阶段泥浆的配比、流量以及扩孔、回拖的速度，施工中应根据现场情况对上述参数进行动态调整，确保入土坑或出土坑有泥浆返出。

**2** 施工过程应加强巡视，发现冒浆点，及时采取有效清理措施，将其对环境的影响减少到最小。

**9.4 质量检验与控制**

**9.4.1** 扩孔时应定期检测泥浆性能指标，随时进行动态调控，以确保孔壁稳定。

**9.4.2** 废浆处理应符合下列规定：

**1** 废浆应及时清运，避免泥浆外溢污染环境。

**2** 大型定向钻进穿越工程，从钻孔内返出的泥浆废液经泥浆循环池处理后可循环使用。

**9.4.3** 定向钻进应按地层条件配制泥浆，泥浆性能指标应符合下列要求：

**表9.4.3 泥浆性能指标**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 检验方法 |
| 1 | 粘度 | s | 20~35 | | 漏斗法 |
| 2 | 比重 | - | 1.02~1.25 | | 泥浆比重计 |
| 3 | 含砂率 | % | ＜0.5 | | 洗砂瓶 |
| 4 | 失水量 | mL/30min | 一般地层 | 10~15 | 失水量仪 |
| 特殊地层 | ≤5 |
| 5 | 泥皮厚度 | mm | ＜3 | |
| 6 | pH值 | - | 8~10 | | pH试纸 |

**10 小直径成孔泥浆**

**10.1 一般规定**

**10.1.1** 小直径成孔泥浆适用于工程勘察勘探孔和直径小于350mm的工程钻孔。

**10.1.2** 在易塌孔、缩径等土层或破碎岩层中钻进施工时宜采用人工造浆，在自稳性较好岩土层中可使用原土造浆。

**10.1.3** 泥浆配比应根据钻进深度地层的物理力学性质和当地成熟的施工经验，并配合现场试验最终确定泥浆配合比。

**10.2 勘探孔**

**10.2.1** 施工现场应设置泥浆池（坑）或泥浆箱，泥浆储备量应根据钻探所需泥浆用量综合确定。泥浆制备宜采用专用制浆设备或钻进设备进行搅拌。**10.2.2** 泥浆制备材料宜就地取材，并符合下列规定：

**1** 在粘土充足的地区，应采用原土造浆。

**2** 泥浆制备用水不得使用具有腐蚀性或受污染的水。

**3** 在粘土稀缺的地区，采用人工造浆。

**4** 特殊地质条件或钻孔有特殊要求时，造浆材料应选用聚合物泥浆。

**5** 新拌制泥浆应经充分水化后方可使用。

**6** 施工中循环泥浆应进行沉淀或除砂等再生处理，指标检测合格后方可投入使用。

**10.2.3** 水域施工完成后泥浆应集中处置，不得直接排放。**10.2.4** 泥浆使用前应对材料及配合比进行试验，施工中应定期测试泥浆性能指标，泥浆主要性能指应符合表10.2.4规定。  **表10.2.4 泥浆的主要性能指标**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 | | 测定仪器 |
| 1 | 粘度 | s | 一般地层 | 18～20 | 漏斗法 |
| 特殊地层 | 25～30 |
| 2 | 比重 | - | 一般地层 | 1.10～1.15 | 泥浆比重计 |
| 特殊地层 | 1.2～1.3 |
| 3 | 含砂率 | % | ＜4 | | 洗砂瓶 |
| 4 | 失水量 | mL/30min | 一般地层 | ＜25 | 失水量仪 |
| 特殊地层 | ＜15 |
| 6 | 泥皮厚度 | mm | 一般地层 | 3～4 | 失水量仪 |
| 特殊地层 | ＜3 |
| 7 | 胶体率 | % | ≥97 | | 100mL量筒 |
| 8 | pH值 | - | 8～10 | | pH试纸 |

**10.2.5** 制备泥浆时粘土用量可按下式计算：

（10.2.5-1）

式中：Q—制造泥浆所需粘土质量（kg）；

V—欲制造泥浆的容积（m3）；

ρ1、ρ2、ρ3—分别为粘土、欲制造泥浆和水的密度（kg/m3）。

需水量为：

（10.2.5-2）

式中：W—制造泥浆所需水量（kg）。

**10.2.6** 钻进施工过程中，泥浆应符合下列规定：

**1**  在岩土层中钻进，随岩土层性质变化，应及时调整泥浆比重、粘度，保持孔壁稳定和钻进顺畅。

**2**  泥浆循环不正常，应停止钻进作业，及时查明原因，并采取有效措施。

**10.2.7** 勘探孔泥浆宜采用原土造浆，遇砂层、砂砾层、卵砾石层等透水层应采用人工造浆。泥浆性能指标应符合表10.2.4规定。

**10.2.8** 软粘性土层中钻进时，在接近取样位置上方500mm，宜降低钻具提升高度，并适当减小水泵出水量或减小泥浆泵压力，以减小对原状土的扰动。

**10.2.9** 钻探结束，应填平泥浆池和钻孔，填孔材料宜选用黄沙等粗颗粒材料；对进入或穿透承压含水层的钻孔，应采用粘土球或水泥浆液封孔。

**10.3 工程钻孔**

**10.3.1** 锚杆、微型桩等小直径成孔，采用泥浆护壁时，宜在施工场地内设置泥浆制备、存储、循环和沉淀等装置。

**10.3.2**  护壁泥浆比重宜为1.05~1.10，遇易塌孔或地层稳定性较差时，应采用聚合物泥浆；成孔时间过长或泥浆泥皮过厚时，应考虑泥皮对锚固体摩阻力的折减。

**10.3.3** 在容易产生泥浆渗漏的土层中可掺入增粘剂等措施维持孔壁的稳定性。

**10.3.4** 造孔泥浆和清孔泥浆宜回收，处理后性能指标符合施工要求可重复使用。**10.3.5** 含砂率大于7%循环浆应进行沉淀、过滤、净化和调节等再生处理措施。

**11.3.6** 无法满足施工要求的泥浆应进行废弃，废弃的泥浆应妥善排放避免污染环境。

**10.3.7** 回收泥浆坑宜设置在便于回收泥浆的位置上，钻孔位置和泥浆回收坑之间宜挖引沟。

**11 泥浆固化**

**11.1 一般规定**

**11.1.1** 泥浆固化技术适用于地下工程施工泥浆的固化处理及资源化利用。

**11.1.2** 泥浆固化应坚持“减量化、稳定化、无害化和资源化”的原则。

**11.1.3** 泥浆固化应编制专项处理方案，方案应包括处理方法、工艺流程、安全防护、文明施工及环境污染防护措施等。**11.1.4**  泥浆固化应建立完善的安全生产管理制度，泥浆处理系统和操作人员应满足环保和安全等相关规定。

**11.2 外加剂**

**11.2.1** 应根据泥浆的特性，遵循实验分析，综合考虑多方面因素，选择合适的外加剂及其用量。

**11.2.2** 外加剂的选择应符合下列规定：

**1** 外加剂应具有较低的毒害性，不应对人体、生物与环境造成有害影响。

**2** 应根据泥浆的特性，选择有利于泥浆固化效果的外加剂。

**3** 宜选择用量较小，经济性较好的外加剂。

**11.2.3** 外加剂可选择聚丙烯酰胺（PAM）、聚合氯化铝（PAC）及石灰等。

**11.2.4** PAM的使用应符合下列规定：

**1** 储存与配置投加时，温度宜控制在2℃~55℃。

**2** 有效物含量宜不低于85%。

**3** PAM溶液的配置应采用专用设备，不应与其他外加剂共同使用。

**11.2.5**  PAC的使用应符合下列规定：

**1** 储存环境温度不宜超过37℃。

**2** 储区应备有泄露应急处理设备和合适的收容材料。

**3**  操作人员应经过专门培训，配备相应防护措施，严格遵守操作规程。

**11.2.6** 石灰的使用应符合下列规定：

**1** 投加石灰干重宜占泥浆干重的15%~30%；泥浆体积增加量宜控制在5%~12%。

**2** 宜选用氧化钙活性和百分比含量高的生石灰。

**3** 应监测pH变化，防止石灰投加量不足引起pH降低。

**4** 当需加速石灰稳定过程时，可采用补充加热或投加过量生石灰的方法。

**5**  生石灰在输送和储存过程中应注意防潮，储存时间不宜超过2月。

**11.2.7**  泥浆固化处理中使用新型外加剂前，应预先进行充分的试验，验证新型外加剂的各项性能是否可满足实际需求。

**11.2.8** 外加剂溶药可采用自来水和符合水质要求的再生水。溶药水温宜为25℃~30℃，药剂溶解时间70 min~80min，如温度过低应延长溶药时间。采用自来水溶药配制的药剂放置时间宜小于1d，采用再生水溶药配制的药剂放置时间宜小于8h。

**11.2.9**  完成固化处理的泥浆pH值根据所投外加剂的品种及用量有所差别，最佳pH值宜为6.0~8.5。

**11.2.10** 外加剂的投放应具有专门的投药设备，宜具备必要的防腐措施。

**11.2.11** 外加剂存放位置应具备通风、干燥、防潮、防暴晒等条件。

**11.3 固化处理设备**

**11.3.1** 固化处理设备宜包括泥砂筛分设备、脱水固化设备等。

**11.3.2** 泥砂筛分设备应符合下列规定：

**1**  粒径>0.15mm砂分离效率宜为65%，粒径>0.2mm的砂分离效率宜为85%，粒径>0.3mm的砂分离效率宜为95%。

**2** 应符合连续工作和间歇工作的要求。

**3**  处理量应不低于180m3/h。

**11.3.3** 脱水固化设备可选择板框压滤脱水、离心脱水或带式压滤脱水等设备。

**11.3.4**  板框压滤脱水设备应符合下列规定：

**1** 进泥压力不宜低于1.0MPa，压榨压力不宜低于1.6Mpa。

**2**  宜设置自动清洗装置。

**3**  板框的过滤面积宜为6m~800m，滤室容积宜为90L~1200L。

**4** 应选用脱水效率高的滤布。

**11.3.5** 离心脱水设备应符合下列规定：

**1**  采用卧螺离心脱水设备时，其分离因数宣小于3000g。

**2** 进入离心脱水设备的泥浆粒径不宜大于8mm，进泥量宜为额定值的80%。

**3** 转鼓直径宜为200mm~ 520mm。

**4** 扭矩宜为17%~30%。

**5** 差速宜为4~7。

**11.3.6** 叠螺脱水应符合下列规定： **1** 叠螺脱水设备挤压轴转速应为0.5r/min~5r/min，宜采用变频调速。 **2** 叠螺脱水设备应设置自动清洗装置。**11.3.7** 带式压滤脱水设备应符合下列规定： 1 应选用压榨辊轴为S型布置的压滤机。 2 应选用重力脱水段长度为3m~4m的压滤机。 3 滤带规格宜为20目~80目，断裂强度不得小于6.0Mpa。 4 滤带张力应控制在0.3MPa~0.7MPa，宜为0.5Mpa。

5 应设置滤带纠偏装置。

**11.3.8** 应根据泥浆泥质的变化情况，相应调整脱水设备运行性能、进泥量、外加剂投加量等参数。

**11.3.9** 进料泵和振动筛等设备应符合节能环保、周边环境噪音控制的标准，可安装隔音设施，隔音设施宜采用多孔吸声材料等。**11.3.10**  应定期检查设备状况，对设备进行巡查和保养，在开机前应对照设备日常保养记录。

**11.3.11** 设备在临时或长期停止使用后应进行冲洗，保持系统清洁。

**11.4 泥浆固化处理**

**11.4.1** 泥浆固化处理系统应根据场地条件和泥浆处理量合理规划布置。

**11.4.2** 泥浆固化处理系统应符合下列规定：

**1** 系统应具有集成程度高，占地小，处理量大等特点。

**2** 系统应采用自动化控制与监控系统。

**3** 系统应采用节能化设计，宜配备高压节能泥浆泵，PLC控制系统等。

**4** 固化处理后的产品应可实现资源化利用，经设备分离后的水应达到国家排放标准，可用于现场再利用，脱水后的干泥可用于土地利用、农田利用、建材利用等。

**11.4.3** 泥浆固化处理场地的总体布置应符合下列规定：

**1** 场地功能分区和各设备的布置应根据项目现场用地条件和渣浆量进行规划设计。

**2** 处理场地内主要车行通道的宽度不应小于4m，并应满足场地内各功能区最大规格运输车辆的荷载和通行要求。

**3** 卸料和装料工位的面积应满足车辆倾卸、装载作业的要求，并宜远离场地内的建筑物。

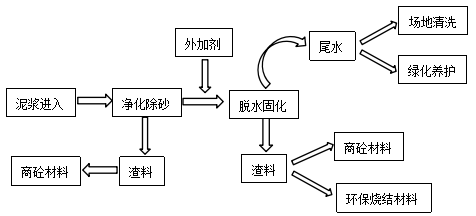
**4** 处理场地内宜设置计量设施，计量设施应设在转运站车辆进出口处，并应满足通行条件。

**5** 运输通道设置、场地预留等方面应满足临时堆放和应急处理的要求。

**6** 应综合考虑电力供给，用水接入和尾水排放管道布置等问题。

**11.4.4** 泥浆固化处理工艺宜包括净化除砂、脱水固化、尾水处理等环节，应根据区域经济水平和处置方式选择工艺组合。

**11.4.5** 泥浆固化处理流程宜符合图11.4.5的规定。



**图11.4.5 泥浆固化处理流程**

**11.4.6** 泥浆固化处理场地内泥浆应采用耐磨防腐管材进行输送。

**11.4.7** 管道设计应保证安全、正常生产及便利操作、检修，以管短和附件少为原则。

**11.4.8** 进入泥浆固化处理流程的原料应不含其它杂物。

**11.4.9** 可根据项目情况，对泥浆进行消泡改性处理。

**11.4.10** 现场经处理产生的清液、泥饼和砂土应满足相应的环保要求方可进行外运排放。

**11.4.11** 泥浆固化处理过程应实施全过程管理。

**11.4.12** 经筛分净化后的泥浆应进行脱水处理，脱水后干泥含水率应低于40%。

**11.4.13** 应建立相应的管理制度、岗位操作规程、设备设施维护保养制度，并适时修订。

**11.4.14** 运营维护人员应掌握处理工艺、设备设施和仪器仪表的运行维护要求及技术指标，经培训合格后持证上岗，并定期进行考核。

**11.5 检测与质量控制**

**11.5.1** 处理效果检测和质量控制指标应包括泥饼含水率、清液浊度、清液悬浮物含量等。

**11.5.2** 泥浆处理效果应经具有相关检测资质的第三方检测合格，泥饼、砂土和清液应符合相关排放或使用要求。

**11.5.3** 泥浆处理质量控制应根据合同要求及国家现行有关安全和环保的规定综合确定。

**11.5.4** 应至少进行连续3d的泥浆处理产物样分析，考核值可采用3d的平均值。

**11.5.5** 泥浆固化产物和尾水水质检测频率每月不宜少于1次，当发现指标异常时应每天检测1次。

**11.5.6** 泥浆处理台账应清晰完整，可随机抽取连续三个月的泥浆处理量记录，统计泥浆处理总量和工作总时长，计算时均处理量。

**11.5.7** 泥浆处理产出物的外运应符合城市管理规定严格审验外运单位的资质，登记外运泥浆处理产出物具体数量和详细去向。

**11.6 资源化利用**

**11.6.1** 泥浆经固化处理后应根据成分进行建材利用、土地利用等，鼓励采取多种形式的资源化利用方式来处置泥浆产物，不具备资源化利用条件的成分应根据当地实际情况采用卫生填埋等方式处置。

**11.6.2** 尾水用于现场车辆冲洗、道路冲洗、建筑施工、绿化等杂用用途，其水质除应符合《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920的相关规定要求。

**11.6.3** 现场或外运用于工程建设的砂石，其质量应符合《建设用砂》GB/T 14684对机制砂Ⅱ类以上标准的相关要求。

**11.6.4** 泥饼用于农地利用时，泥饼提供方是责任主体，在长期和大量施用时应与泥饼施用者签订合同，合同中应明确泥饼农地利用产生的短期或长期负面影响由泥饼提供方负责，泥饼泥质应符合《城镇污水处理厂污泥处置农用泥质》CJ/T 309 的有关规定。

**11.6.5** 干泥用于林地利用时，应综合考虑气候状况和林龄，选择合适的施用时段，泥饼泥质应符合《城镇污水处理厂污泥处置林地用泥质》CJ/T 362的有关规定。

**11.6.6** 泥饼作为园林绿化种植土利用时，应与其他土壤混合掺拌，不应直接作为绿化种植土，泥饼泥质应符合《城镇污水处理厂污泥处置园林绿化用泥质》GB/T 23486的有关规定。

**11.6.7** 泥饼用于土地改良必须先经稳定化处理，其泥质应符合《城镇污水处理厂污泥处置土地改良用泥质》GB/T24600的有关规定。

**11.6.8** 泥饼用于制砖时，一般可掺入煤渣、石灰、粉煤灰、粘土和水泥进行调配，掺入的物质须和水、泥饼混合搅拌均匀，泥饼泥质应符合《城镇污水处理厂污泥处置制砖用泥质》GB/T 25031的有关规定。

**11.6.9** 泥饼用于水泥熟料生产时，泥饼混入水泥原料中的最大体积比应不大于10%，其泥质应符合《城镇污水处理厂污泥处置水泥熟料生产用泥质》CJ/T 314的规定要求。

**11.6.10** 泥饼用于制陶粒，其泥质宜符合《城镇污水处理厂污泥处置制砖用泥质》GB/T 25031的相关规定。

**11.6.11** 当泥饼不满足资源化利用的条件，进行卫生填埋、混合填埋和焚烧处置时，其泥质应符合《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋用泥质》GB/T 23485的规定要求。

**12 安全与环保**

**12.1 一般规定**

**12.1.1** 泥浆工程施工时，人员作业必须有安全立足点，工作区域应具有保证人员身体安全的基本环境。

**12.1.2** 泥浆池四周应设置安全护栏，并有悬挂警示警戒标志。

**12.1.3** 泥浆池周边水、电等临时设施架设应满足安全、实用原则。

**12.1.4** 泥浆池防护应采用Φ42钢管为主要受力构件，四周用防护网围护。

**12.2 环保要求**

**12.2.1** 泥浆池应合理布置，池的容量应大于计算泥浆数量，防止泥浆外溢造成环境污染。

**12.2.2** 废弃泥浆应放置到指定地点，不得任意堆砌在施工场地内，以避免环境污染。

**12.2.3** 泥浆系统应设置泥浆除砂净化系统，减少泥浆废弃数量，以避免环境污染。

**12.2.4** 废弃泥浆应采用泥水压滤净化系统实现泥水分离，以避免环境污染。

**12.2.5** 泥浆制作应搭设防护棚，防止扬尘避免环境污染。

**本标准用词说明**

**1** 为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”；

2）表示允许稍有选择，有条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

3）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** 《烧结普通砖》GB/T 5101

**2** 《钻井液材料规范》GB/T5005

**3** 《膨润土矿地质勘探规范》GB 12518

**4** 《通用硅酸盐水泥》GB 175

**5** 《膨润土》GB/T20973

**6** 《轻集料及其试验方法 第1部分：轻集料》GB/T 17431.1

**7** 《透水砖行业标准》JC/T 945

**8** 《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422

**9** 《建筑桩基技术规范》JGJ94

**10** 《固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法》HJ 557

中国工程建设标准化协会标准

地下工程泥浆施工标准

T/CECS xxx-xxxx

条文说明

目 次

[1 总 则 40](#_Toc86137476)

[3 基本规定 41](#_Toc86137477)

[4 泥浆材料 42](#_Toc86137478)

[4.1 一般规定 42](#_Toc86137479)

[4.2 钠基膨润土 42](#_Toc86137480)

[4.3 钙基膨润土 43](#_Toc86137481)

[4.4 增粘剂 43](#_Toc86137482)

[4.5 分散剂 43](#_Toc86137483)

[4.6 重晶石粉 44](#_Toc86137484)

[4.7 防漏剂 44](#_Toc86137485)

[4.8 水 44](#_Toc86137486)

[4.9 盐质地层泥浆 45](#_Toc86137487)

[4.10 聚合物泥浆 45](#_Toc86137488)

[5 地下连续墙泥浆 47](#_Toc86137489)

[5.1 一般规定 47](#_Toc86137490)

[5.2 泥浆制备与设备 47](#_Toc86137491)

[5.4 质量控制与检验 47](#_Toc86137492)

[6 钻孔灌注桩泥浆 48](#_Toc86137493)

[6.1 一般规定 48](#_Toc86137494)

[6.2 泥浆制备 48](#_Toc86137495)

[6.3 泥浆运行 49](#_Toc86137496)

[6.4 质量控制与检验 50](#_Toc86137497)

[7 顶管泥浆 52](#_Toc86137498)

[7.1 一般规定 52](#_Toc86137499)

[7.2 泥浆制备 52](#_Toc86137500)

[7.3 泥浆运行 52](#_Toc86137501)

[7.4 质量检验与控制 53](#_Toc86137502)

[8 盾构泥浆 54](#_Toc86137503)

[8.1 一般规定 54](#_Toc86137504)

[8.2 泥浆制备 54](#_Toc86137505)

[8.3 泥浆运行 55](#_Toc86137506)

[9 定向钻泥浆 56](#_Toc86137507)

[9.2 泥浆制备 56](#_Toc86137508)

[9.3 泥浆运行 56](#_Toc86137509)

[9.4 质量检验与控制 57](#_Toc86137510)

[10 小直径成孔泥浆 58](#_Toc86137511)

[10.1 一般规定 58](#_Toc86137512)

[10.2 勘探孔 58](#_Toc86137513)

[10.3 工程钻孔 58](#_Toc86137514)

[11 泥浆固化处理 59](#_Toc86137515)

[11.1 一般规定 59](#_Toc86137516)

[11.2 外加剂 59](#_Toc86137517)

[11.3 固化处理设备 60](#_Toc86137518)

[11.4 泥浆固化处理 61](#_Toc86137519)

[11.6 资源化利用 61](#_Toc86137520)

**1 总 则**

**1.0.1** 泥浆用于土木建筑工程之中距今已有两百多年的历史。泥浆在地下工程中的应用，是近代施工技术的重要发展。泥浆堪称地下工程施工的“血液”，在地下连续墙、钻孔灌注桩、顶管、盾构和小直径成孔等地下工程中得到了广泛的应用。

随着我国国民经济的发展，地下工程向复杂地层和深、大、长等方向发展，地下工程施工泥浆对不同地质情况、不同施工工艺的适用性、安全性和经济性提出了更高的要求，因此制定本标准是非常迫切及需要的。

**1.0.2**  泥浆被广泛应用在地下工程施工中。地下连续墙和钻孔灌注桩施工从开始施工到浇筑混凝土前的全过程，泥浆需始终充满槽段和钻孔，起着液体支撑、保护开挖槽面的稳定、悬浮泥渣、冷却切削机具、刀具切土的润滑等作用，泥浆性能的好坏是地下连续墙成槽和钻孔灌注桩成槽和成孔成功与否的关键。泥浆作为顶管减阻介质，在顶管推进过程中，用以隔离土体、润滑管壁，可以大大减小顶推力，决定中继间的启用数量、中继间的使用寿命和工程进度，润滑减阻性能的好坏是决定工程能否顺利进行的关键。泥水平衡式盾构（顶管）施工依靠泥浆介质在开挖面形成泥膜或渗透区域，通过泥浆压力平衡开挖面土压和水压，达到稳定开挖面；泥浆还作为输送介质，担负着将所挖岩土运送至工作井外的重任。定向钻施工过程中泥浆主要起到悬浮携带钻屑和稳定孔壁的作用，泥浆的质量往往决定着工程的成败。同时，泥浆在其它地下工程施工工艺中也被广泛应用。

随着地下工程建设的增多，泥浆的使用量增大，余浆和废浆也会变大。同时，地政府出台了大量的政策法规，限制废弃泥浆的直接排放。因此，对地下工程施工废弃泥浆进行无害化处理和再生利用已是非常迫切的问题。

**1.0.3**  泥浆使用受地质条件、施工环境等影响，应根据地勘报告、施工工艺和设备等综合确定泥浆性能指标。地下连续墙、钻孔灌注桩、顶管、盾构、小直径成孔等施工工艺对泥浆性能指标要求不同。不同工艺产生的废弃泥浆性能也不尽相同。泥浆固化处理对絮凝剂选型、固化设备选型等应根据现场条件和处理要求综合确定，同时制定相应的泥浆应用和固化处理方案。

**3 基本规定**

**3.0.4** 施工现场的地形、地质和周边环境是决定泥浆系统的设计和布置的重要依据。泥浆系统应包含泥浆制备系统、存储系统、循环系统、废弃泥浆处理系统等。其中泥浆循环系统包括泥浆池、沉淀池、贮浆池、搅拌池和循环槽等；废弃泥浆处理系统包含废浆池、絮凝池、除砂装置、压滤装置等。

**3.0.7** 泥浆材料产品合格证应有产品名称、标记、生产日期、检验日期、生产厂名称、批号等信息。检查数量应按检验批抽样。对泥浆粘度、比重、含砂率、pH值等进行检验，并与出厂检测报告进行比对。

**3.0.8**  泥浆制备时，膨润土等原材料添加及搅拌过程中产生大量灰尘，扩散到居民生活区，易造成环境污染。废弃泥浆固化设备运行过程中，电机、滚轴摩擦等易造成声音分贝过大，造成噪音污染。同时，随着经济的发展，地下工程项目越来越多，巨量余浆、废浆的处理问题日益突显。因此，在泥浆的制备及应用过程中，应强调环境保护的重要性，避免造成环境的污染。

**4 泥浆材料**

**4.1 一般规定**

**4.1.2** 泥浆材料每60t为一个检验批，每批材料应附有产品合格证。产品合格证应包括产品名称、标记、生产日期、检验日期、生产厂名称和批号，并加盖制造企业检验部门的公章及检验人员印记。

对拟投入使用的膨润土等原材料，使用前应取样进行室内实验，检验其性能指标是否与厂方一致，并提供书面报告。检验项目、测定方法、仪器均按现行国家标准《膨润土》GB/T20973或《钻井液材料规范》GB/T5005实施。膨润土的质量根据产地和颗粒级配的不同有较大差异。因此，应判定膨润土能否用于制备泥浆。

每袋材料均应清晰地标明材料名称、供应商名称、材料净重等标识。

泥浆材料抽检以袋为取样单元，采用等距离抽样，每间隔n-1（n=N/20，N为本批产品总袋数，N取整数）袋抽取一袋，用可封闭的采样探子在该袋中抽取约100g试样，将每袋所取试样混合，组成混合试样，批量在200袋以下时，宜增加每袋的取样量，总取样量不应少于1kg。

**4.2 钠基膨润土**

**4.2.2**  钠基膨润土分为天然钠基膨润土和人工钠化膨润土，分别以NNaB和ANAaB标识。天然膨润土可通过化学方式改型为钠基膨润土。钠基膨润土在水中分散程度高，可塑性高，粘结性强，其吸水量和膨胀倍数是钙基膨润土的2倍~3倍。

泥浆流变性应按照下列公式计算：

（4.2.2-1）

（4.2.2-2）

（4.2.2-3）

式中：PV——塑性粘度，单位为毫帕秒（mPa．s）；

YP——动切力，单位为帕（Pa）；

b——动塑比，单位为帕每毫帕秒（Pa/mPa．s）；

R600——粘度计在600r/min时的读值；

R300——粘度计在300r/min时的读值。

**4.3 钙基膨润土**

**4.3.1** 膨润土按属性或蒙脱石的碱性系数分为钙基膨润土和钠基膨润土，依据阳离子交换量（常见的阳离子Na+和Ca2+）和交换性离子含量划分，根据《膨润土矿地质勘探规范》GB 12518采用的属性分类如下：

钠基膨润土 *E*Na+/CEC×100%≥50%

钙基膨润土 *E*Ca2+/CEC×100%≥50%

钙基膨润土是一种以含水铝硅酸盐为主体的高岭石、水云母、微晶高岭石等混合矿石经过加热、干燥、粉碎、分筛等工序加工成的粉末状袋装商品，膨润土的基本性质为：

表4.3.1 钙基膨润土基本性质

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 | 项目 | 单位 | 性能指标 |
| 1 | 比重 | - | 2.4~2.95 |
| 2 | 粉末体的表观比重 | - | 0.8~1.13 |
| 3 | 液限 | % | 330~590 |
| 4 | pH值 | - | 8~10 |

**4.3.2**  钙基膨润土性能测试采用350mL±5mL去离子水中加入10.5g±0.01g膨润土，搅拌均匀后进行相关项目检测。

**4.4 增粘剂**

**4.4.1** 羧甲基纤维素简称CMC，CMC属于高分子聚合物，由于其分子链很长，在分子链之间容易形成网架结构，能显著提供泥浆粘度。同时，含CMC的泥浆能形成薄而坚，渗透性低的滤饼，具有胶体保护作用，防止膨润土颗粒受水泥或盐分污染，降低失水量。

**4.4.2** 市场上出售的CMC品种较多，按高分子聚合程度不同，可分为高粘、中粘和低粘三种。应根据粘度高低及其性能特点，选用材料的品种。配制泥浆时要按材料的品种、粘度来确定掺加量。

**4.5 分散剂**

**4.5.1** 钙离子含量丰富的地层泥浆造浆性能、护壁效果、润滑性能等迅速降低。加入碳酸钠或烧碱与膨润土发生水化作用，从而将钙基膨润土改型为钠基膨润土，使膨润土造浆性能显著提升。形成具有较好的吸水性、造浆性、吸附性、润滑性的泥浆，体积膨胀至10倍~30倍，并在水溶液中呈悬浮状态。

**4.5.2** 添加分散剂可调节泥浆的pH，增加膨润土的分散度和水化程度，控制泥浆的质量。泥浆中掺加分散剂后，膨润土颗粒表面可以吸附更多的钠离子（Na+），使膨润土颗粒所带负电荷电位升高，增强相互之间的静电排斥力，提高膨润土颗粒的分散度和水化程度，增强了泥浆的稳定性。

**4.6 重晶石粉**

**4.6.1**  在松软地层或在较大承压水存在的地层中进行地下连续墙成槽或桩基成孔时，单纯靠提高膨润土掺量增加泥浆比重，则会带来泥浆粘度过大、泵送困难、影响混凝土浇灌等问题。可在泥浆中掺加加重剂，达到增大泥浆的比重的同时，却又不增大泥浆粘度，从而提高泥浆的水头压力确保槽壁或孔壁的稳定。

**4.6.2** 重晶石是以硫酸钡(BaSO4)为主要成分的非金属矿产品，纯重晶石显白色、有光泽，比重为4.2～4.7，具有比重大、硬度低、性脆的特点。重晶石化学性质稳定，不溶于水和盐酸，无磁性和毒性。泥浆用重晶石一般细度要达到325目以上，如重晶石细度不够则易发生沉淀。

**4.7 防漏剂**

**4.7.1** 在渗透系数很大的砂层、砂砾层、卵砾石层或是有裂隙的土层中成槽或钻孔时，普通泥浆中没有充填地基孔隙的材料，泥浆会大量漏失，导致槽壁坍塌。在泥浆中掺加防漏剂，可以有效控制泥浆渗漏。

**4.7.2**  为了防漏和堵漏，可在泥浆中添加防漏剂。防漏剂大小从几十微米至几十毫米不等，需根据漏失通道的大小及形状进行选择。常用的防漏剂材料按现状可分为：

**1** 粒状：棉花籽碎壳、核桃碎壳、木材锯末、珍珠岩、蛭石粉末等。

**2** 片状：碎云母片、碎塑料片、碎赛璐珞片等。

**3** 纤维状：短石棉纤维、碎甘蔗纤维、碎稻草纤维、纸浆纤维等。

**4.8 水**

**4.8.1** 水是泥浆材料中用量最大的材料，制备泥浆时宜优先选用自来水，自来水性能指标符合制备泥浆使用要求。使用地下水或河水时，应对水质进行检测，水质应符合表4.8.1规定。不满足时应在泥浆中增加分散剂或使用耐盐性的材料。

**4.8.2** 根据水中所含有钙、[镁](https://baike.baidu.com/item/%E9%95%81/164735)、铁、铝、锌等[离子](https://baike.baidu.com/item/%E7%A6%BB%E5%AD%90/1142599)的含量多少，水可分为软水和硬水。通常以Ca2+、Mg2+含量计算，单位有两种，一种用[毫克当量](https://baike.baidu.com/item/%E6%AF%AB%E5%85%8B%E5%BD%93%E9%87%8F/6585178)/升表示，一种用度表示。即1升水中相当10mg Ca为1度。0~8度为软水，8度以上为硬水。使用硬水，水中含有大量钙、镁等盐类会降低膨润土的水化作用，使泥浆凝聚沉淀，使用时应在拌浆过程中添加磷酸钠（Na2PO7）或加纯碱（Na2CO3）进行软化处理。

**4.9 盐质地层泥浆**

**4.9.1** 在临海等地区含盐量高的地层中施工时，会发生盐侵使泥浆性能发生改变。盐对泥浆性能的影响是，钠离子浓度过大压缩了粘土胶体粒子的扩散双电层，使粘土胶粒的ζ电势降低水化膜变薄，泥浆呈现聚结不稳定性能受到破坏，导致pH值下降，Cl－含量增大，粘度、切力上升。随着NaCl加入量的增大，“压缩”双电层的现象更加严重，粘土颗粒的水化膜变得更薄，尺寸变得更大，于是出现粘土颗粒分散度上的明显降低，致使粘度、切力转而下降，失水量则继续上升。

泥浆性能易受影响时宜选用矿粉泥浆或复合纳基膨润土混合泥浆。复合纳基膨润土混合泥浆的配制应充分考虑材料、地层、温度等影响，现场应用过程中应通过科学的配制方法，确保泥浆性能满足施工要求。

**4.9.3** 赤铁矿矿石除了氧化铁（Fe2O3）外，它还含有少量附带矿物，包括氧化铁、氧化铝、氧化钙和氧化镁。凹凸棒石泥浆是一种天然存在的粘土矿物，它含有的附属矿物包括石英、长石和方解石。殊土（绿坡缕石、绢云母、绿泥石和纤维蛇纹石）不容易受盐类影响，在含盐高的水中宜使用。

**4.10 聚合物泥浆**

**4.10.1** 高分子聚合物通常选用聚丙烯酰胺，可单独使用也可掺加在膨润土泥浆中，作为提高泥浆粘度的外加剂。高分子聚合物为n个复合单体在不断重复的产生化学键，互相连接产生链条状以及枝干般的连接而形成的。高分子聚合物泥浆具有利用率高、稳定性好、可在耐盐地层中使用、不容易受到水泥和微生物的污染、粘度高和环保等特点。

**4.10.2**  聚合物以高分子有机物为主，使用叶轮进行搅拌时，叶轮会打断高分子链条，降低聚合物泥浆粘度，破坏泥浆稳定性。

**5 地下连续墙泥浆**

**5.1 一般规定**

**5.1.2** 当前使用较多的泥浆材料为膨润土，部分地质条件较好的地区也可以采用陶土粉或者粘土制浆。根据需要在制备泥浆时，可适量添加外加剂，例如CMC、纯碱、重晶石粉、锯末等。具体配合比在施工前应通过试验确定。

**5.1.7** 循环泥浆的分离净化效果将直接影响护壁泥浆的重复使用的可能性，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。泥浆分离净化通常采用机械、离心沉降和化学处理的方法。

**5.2 泥浆制备与设备**

**5.2.2** 普通型聚合物泥浆溶解时间不少于1h，采用空压机向泥浆池内定期翻搅；速溶型聚合物泥浆溶解时间不少于5min，一般采用槽段内直接造浆法，也可采用泥浆池内造浆。

**5.2.3** 砾石层、粗砂层、细砂层泥浆易发生渗漏，循环泥浆性能迅速降低，无法达到护壁效果。特殊地层地下连续墙施工时，在循环浆中添加防漏剂是最优效的方法之一，常用防漏剂主要有锯末、稻草灰等。

**5.2.6** 喷射式搅拌设备如图5.2.6所以：

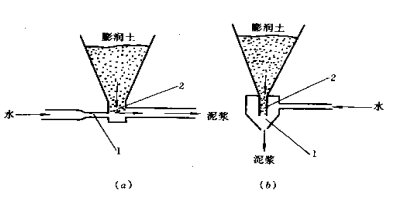


图5.2.6 喷射式搅拌工作原理

a：水平型；b垂直型

1-喷嘴；2-真空部位

**5.4 质量控制与检验**

**5.4.3** 清基后槽段上部泥浆含砂率应≤3，中部泥浆含砂率应≤4。

**6 钻孔灌注桩泥浆**

**6.1 一般规定**

**6.1.3** 本章适用于泥浆护壁成孔工艺，干作业成孔可参考现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94的规定。

**6.1.4** 在砂层、砂砾层、卵砾石层等透水层，由于缺乏粘结力采用原土造浆困难，孔壁不稳定，易造成坍孔或缩孔。

**6.1.5** 旋挖钻成孔应根据不同的地层情况及地下水位埋深，采用干作业成孔和泥浆护壁成孔工艺，干作业成孔可参考行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94相关规定执行；因旋挖钻遇高塑性粘土层易产生糊钻，遇松散易坍塌或有地下水分布的土层，其钻斗升降易造成孔壁不稳定，应采用人工造浆。

**6.2 泥浆制备**

**6.2.1** 塑性指数是粘土的最基本、最重要的物理指标之一，它综合地反映了粘土的物质组成Ip＞17粘土，Ip＞10粉质粘土，Ip＜10或Ip=10粉土。粘粒含量增多，土的比表面积增大结合水含量高，塑性指数就大。

**6.2.4** 本条是对人工造浆的原料描述以及对注入孔口泥浆指标的规定。其中各类膨润土、高分子聚合物以及外加剂的性能可参考本标准第4章内容。膨润土泥浆与高分子聚合物泥浆的配合比可参考下表。

**表6.2.4-1 钻孔桩膨润土泥浆配比表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项** | **材料名称** | **参量** |
| 1 | 水 | 1 |
| 2 | 膨润土 | 水用量4%～8% |
| 3 | 羧甲基纤维素（CMC） | 土重的0.5%～1% |
| 4 | 纯碱（Na2CO3） | 土重的3%～5% |
| 5 | 其他外加剂 | 土重的0.1% ~0.3% |
| 6 | 重晶石（BaSO4） | 根据泥浆相对密度调整 |
| 7 | 锯末、水泥、纸浆等 | 水用量的1%～2% |

**表6.2.4-2 不同地质钻孔桩聚合物泥浆配比表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项** | **地层分类** | **高分子聚合物(公斤∕立方水）** | **粘度（秒）** |
| 1 | 粘土与页岩 | 0.2~0.6 | 18~30 |
| 2 | 淤泥，细、中砂 | 0.3~0.7 | 20~32 |
| 3 | 粗砂，较小的砾石 | 0.4~0.9 | 26~35 |
| 4 | 卵砾石 | 0.5~1.1 | 35~45 |

**a．在搅拌条件下均匀撒入，不得结块或者成团。**

**b．水质要求：水中无杂质，pH值7~9。**

**c．水溶时间：普通型聚合物泥浆溶解不少于1h，需采取泥浆池内空压机吹气或循环泵循环造浆法；速溶型聚合物泥浆溶解时间不少于5min，一般采用孔内直接造浆法，也可采用泥浆池内造浆。**

**6.3 泥浆运行**

**6.3.1**  泥浆泵的选择应考虑桩机与储浆池的距离、高差等因素，可参考下表中的几类泥浆泵择优选用。

表6.3.2 不同类型泥浆泵性能指标（一）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 流量  m3/h | 扬程  m | 转速  r/min | 允许汽蚀余量  m | 泵效率  % | 功率  Kw | | 泵重量  Kg | 口径 | |
| 轴功率 | 配带功率 |  | 吸入 | 排出 |
| 1PN | 7.2  12  16 | 14  13  12 | 1430 | 0.53 | 21  30  35 | 1.3  1.41  1.5 | 3 | 120 | 50 | 25 |
| 2PN | 30  47  58 | 22  19  17 | 1450 | 1.32 | 33  39  39 | 5.45  6.25  6.9 | 11 | 150 | 96 | 50 |
| 2PNL | 30  47  58 | 22  19  17 | 1450 | 1.32 | 33  39  39 | 5.45  6.25  6.9 | 11 | 200 | 62 | 53 |
| 3PNL | 54  108  151 | 26  21  15 | 1470 | 2.35 | 32  42  37 | 12  14.7  16.7 | 22 | 450 | 125 | 75 |
| 3PN | 54  108  151 | 26  21  15 | 1470 | 2.35 | 32  42  37 | 12  14.7  16.7 | 22 | 280 | 90 | 85 |
| 4PN | 100  150  200 | 41  39  37 | 1470 | 2.95 | 46  55  61 | 24.3  29  33.1 | 55 | 1000 | 150 | 100 |

表6.3.2 不同类型泥浆泵性能指标（二）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | BW-150 | BW-160 | BW-250 | BW-320 | BW-450 | BW-600 |
| 缸径 | 70 | 70 | 80 | 80 | 95 | 100 |
| 行程 | 70 | 70 | 100 | 110 | 100 | 100 |
| 流量 | 9 m3/h | 9.6m3/h | 15m3/h | 19.6m3/h | 27m3/h | 30m3/h |
| 压力 | 7mpa | 10 mpa | 6 mpa | 8 mpa | 3 mpa | 10 mpa |
| 功率 | 7.5 Kw | 11 Kw | 15 Kw | 30 Kw | 22 Kw | 30 Kw |
| 水平距离 | 2000m | 3500m | 3000m | 3500m | 2000m | 3000m |
| 垂直距离 | 600m | 800m | 700m | 800m | 600m | 700m |
| 吸口口径 | 50mm | 50mm | 76mm | 76mm | 76mm | 76mm |
| 出口口径 | 38mm | 38mm | 40mm | 40mm | 50mm | 40mm |
| 重量 | 500Kg | 450Kg | 560Kg | 90Kg | 520Kg | 1050Kg |

**6.3.3** 除砂设备应根据地质报告中砂砾的粒径选择过滤网的目数。目数越大，说明物料粒度越细；目数越小，说明物料细度越大。筛分粒度就是颗粒可以通过筛网的筛孔尺寸，以1英寸（25.4mm）宽度的筛网内的筛孔数表示，因而称之为目数。除砂系统的滤网目数主要参考细砂为平均粒径0.25mm~0.125mm的砂石。

筛孔尺寸：0.150mm——标准目数：100目

筛孔尺寸：0.125mm——标准目数：120目

筛孔尺寸：0.106mm——标准目数：140目

筛孔尺寸：0.090mm——标准目数：170目

筛孔尺寸：0.0750mm——标准目数：200目

**6.4 质量控制与检验**

**6.4.1** 本条系对成孔过程泥浆护壁和泥浆指标控制的要求。

**1** 在成孔中保持泥浆液面高度和适度控制泥浆指标对于孔壁稳定和成孔质量都非常重要。

**2** 泥浆保持一定粘度对孔壁稳定有利，但泥浆粘度过高则会影响成桩质量，同时还影响成孔速度，对后期清孔造成不利影响。因此，在成孔中应及时排出多余的超标泥浆，稀释泥浆使其保持在适当的指标内。

**6.4.3** 本条对清孔后的泥浆指标和孔底沉淤厚度的允许值及检测方法作出规定。

**1** 泥浆密度指标控制进行了细分。孔深＜60m的桩仍规定泥浆密度≤ 1.15，孔深≥60m的桩适当放宽，规定泥浆密度≤1.20。

**2** 明确强调了泥浆的密度和粘度指标的协调。更明确各项指标必须兼顾，当泥浆粘度已达下限，泥浆密度仍不达标时，须通过除砂或控制掺入泥浆来调整指标，延长循环时间，以保证泥浆密度符合规定。

**7 顶管泥浆**

**7.1 一般规定**

**7.1.1** 触变泥浆在静置或受震条件下分别呈凝胶或溶胶状态的一种泥浆。在顶管施工过程中，为减小管壁与周围土体的摩阻力，防止坍塌涌沙，隔离涌水和封闭裂隙，通常向管壁后灌注触变泥浆。由膨润土、水和化学处理剂混合而成。触变泥浆的质量和性能影响到顶管能否顺利顶进，一般要求触变泥浆具有良好的护壁性、触变性和稳定性。

**7.2 泥浆制备**

**7.2.4**粘土地层通常可以原土造浆，也可以添加膨润土、外加剂和水进行调试，相关指标应满足要求，否则应采用人工造浆。

**7.3 泥浆运行**

**7.3.1** 触变泥浆系统安装应符合下列规定：

**1** 选择适宜的注浆设备是注浆减阻成功的根本保障。目前使用的顶管注浆设备有液压注浆泵、螺杆泵及柱塞泵等。泵的压力和流量应符合顶管管径、埋深、地下水压力与顶进长度的要求。注浆泵周边宜设泥浆沟，防止泥浆外漏。 **4** 如遇机械故障、管路堵塞和接头渗漏等异常情况时，应停止施工，经处理后方可继续顶进。支管设置球阀用于支管开关控制。 **8** 应用一套注浆系统在进行管节补浆的时候会对同步注浆效果产生一定影响，所以在长距离和大管径顶管注浆采用两根总管和两种不同的配方浆液，分别满足同步注浆和沿线补浆的要求。

**7.3.2** 触变泥浆注浆应符合下列规定：

**4** 顶进过程中应根据顶力及注浆量变化及时调整，注浆压力宜不大于0.1MPa开始加压。遇特殊原因造成短期或长期停顶时，应对整段管节每隔6h进行补浆一次，重新开始顶进时，应对整个管路进行补浆。

**5** 注浆压力应平稳均匀，一般通过观察贮浆池内浆液减少量、顶进长度、顶进推力及估算的浆膜厚度，综合分析注浆压力大小。注浆量是注浆减摩中重要的技术指标，注浆量直接反映顶管长度和浆膜厚度的量化关系。实际工程中可根据减摩效果及注浆压力对注浆速度进行调节，以满足工程需求。

**7.3.3** 循环泥浆系统安装应符合下列规定：

**3** 泥水出口高出池底500mm，可防止泥浆箱底沉砂进入循环系统；井内有积水，所以水泵须高出井底500mm。

**7.3.4** 循环泥浆在泥水平衡顶进时应符合下列规定：

**1** 泥浆指标的控制，是泥水平衡顶管的防止切削面坍塌的关键。

**4** 使泥水分离，以便泥浆可重复使用，减少泥浆对环境的污染。

**5** 停机前泥水内循环可以帮助清理循环管道内的沉渣土。

**6** 拆管前关闭截止阀防止循环管内的泥浆倒流入井内。

**7.4 质量检验与控制**

**7.4.1** 顶管施工前做配比试验，可充分掌握所用泥浆材料的相关性能，以便找出适合于施工的最佳泥浆配合比。本条是指触变泥浆的性能指标，对于不同的地层，触变泥浆的材料和配比应有所区别，性能指标稍有差异。

**8 盾构泥浆**

**8.1 一般规定**

**8.1.1** 盾构泥浆指泥水平衡式盾构循环泥浆及新浆，主要起携渣，稳定开挖面等作用。

泥水与掘削下来的渣土在泥水舱内混合、搅拌之后，泥水悬浮裹挟渣土并保持一定的流动性，由排泥管泵送至地面的泥水处理系统，经处理后的泥浆可循环利用。

当泥水舱内泥水压力大于地下水土压力时，泥水渗入开挖面土体中，悬浮颗粒随泥水渗入到土体颗粒间的空隙中，形成堵塞或交联效应，积聚于开挖面土层与泥水的接触面，形成泥膜，当刀盘将泥膜包裹的土体切削后，新的泥膜很快形成，产生“动态泥膜”，这层泥膜始终可以保持开挖面的平衡。

**8.2 泥浆制备**

**8.2.1** 施工前应根据地质条件、环境保护等级要求等确定新浆拌制材料。新浆推荐配比如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 泥浆材料 | 钠基膨润土 | 羧甲基纤维素（CMC） | 高分子聚合物 | 水 |
| 配比 | 0.3300~0.3600 | 0.0024~0.0027 | 0.0120~0.0130 | 1 |

或

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 泥浆材料  （高分子制浆剂） | HS-1 | HS-2 | HS-3 | 膨润土 | 水 |
| 配比 | 0.0180~0023 | 0.0012~0.0023 | 0.0060~0.0120 | 0.1200~0.1700 | 1 |

当比重达不到要求时，增加膨润土或粒径小于20μm的粘土来提高比重。

**8.2.2** 新浆制备池的设计进行受力分析验算，确保安全、可靠。搅拌机的扭矩、功率应满足需求，其转速应可调节。

**8.2.3** 盾构掘进过程中循环泥浆应不断补充新浆来维持泥浆性能指标，当工程地质、水文地质或环境要求发生变化时还应根据实际需求进行泥浆性能参数调整。应通过试验确定新浆补充量及新浆配比。

**8.2.4** 新浆每次使用前应测试其性能指标，循环浆每一环推进前要测试其性能指标。

**8.3 泥浆运行**

**8.3.5** 预分筛→一级旋流器→二级旋流器→脱水筛的泥水处理模式既能保证泥水分离效果，又可以减少补充新浆量。

**8.3.6** 旁路模式：盾构推进前必须先进入旁路状态，推进结束后也需维持旁路一段时间，保证泥水管路顺畅。

推进模式：旁路状态运转数分钟，且当进、排泥水压力和流量趋于稳定并基本相同后，方可操作运行推进。

逆洗模式：如泥水吸口遭堵，可操作逆洗状态。逆洗状态必须由旁路状态转入，严禁推进状态与逆洗状态间直接切换。逆洗完成后先切换到旁路再切换到推进状态。

停止模式：停止状态必须由旁路状态转入。

接管模式：在接长送排泥管路时，切换入接管状态。

长期停止模式：如遇特殊情况需较长时间停止推进，则切换入此状态。

在施工中，泥水循环系统的流量，盾构开挖面的泥水压力是指导施工的重要指标。

盾构开挖面的泥水压力应根据地层特性参数、埋深，采用水土合算或水土分算的方法确定，地层及埋深发生变化时应及时调整。

施工前，应根据盾构开挖直径、盾构管片长度、盾构掘进速度等参数确定泥水循环系统处理能力、进排泥泵性能、进排泥管直径。

长距离隧道施工中，应视现场情况设置接力泵，保证泥水环路的流量及压力。

在泥水管路的可靠位置宜设置γ射线密度检测仪，实时监测进排泥密度指标，并反馈至盾构机操作界面、现场中控界面。γ射线密度检测仪的使用须符合相关法律法规要求，一般设置于盾构台车顶部或无关人员不易触碰的位置。

**8.3.7** 闸门为泥水管路延伸和更换所用，管路延伸和更换应在需更换段管路前后闸门完全关闭后进行。

**9 定向钻泥浆**

**9.2 泥浆制备**

**9.2.1** 常用泥浆处理剂包括降失水剂、稀释剂、絮凝剂、增粘剂、抑制剂等。

**9.2.2** 定向钻泥浆制备应包含下列内容：

**1** 确定合适的定向钻泥浆比重可以有效防止泥浆漏失和维持孔壁稳定。泥浆的粘度越大，悬浮钻屑的能力越强，但是会增加泥浆循环的流动阻力。静切力是泥浆静置时的结构力，也称为泥浆的凝胶强度，静切力越大，泥浆静置时悬浮钻屑的能力越强，但是开泵时的循环阻力也会越大。动切力是泥浆在流动时的结构力，同等流速下，动切力越大，泥浆携带钻屑的能力越强。滤失量是泥浆在一定压力下析出水的程度，水渗入地层后会引起孔壁附件地层性质的变化，从而引发一系列不良后果，如钻孔缩径、地层溶蚀、孔壁坍塌等事故。泥皮厚度随滤失量增大而增加，泥饼越厚，越不利于施工，在渗透性强的地层，泥饼厚度增加会增大压差卡钻的风险。砂是泥浆中的主要无用固相，含砂率过高，会使泥浆的流变性能变坏，泥饼疏松，韧性低，对管材、钻头、水泵缸套、活塞拉杆磨损大。泥浆的pH值对泥浆的性能有很大影响，粘土颗粒带负电，它必须在碱性条件下才能维持稳定，多数有机处理剂必须在一定的pH值下才能充分发挥效用，现场泥浆一般控制pH值在8～10之间。

**2** 根据穿越地层条件不同，定向钻泥浆制备材料的配合比一般可参考如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地层分类 | 制备材料组成 | 配合比 |
| 粘土层 | 膨润土+纯碱+降失水剂+润滑剂 | 1：0.04：0.06：0.06 |
| 砂层和细砂、卵石、砾石（少量） | 膨润土+防塌剂（聚合物）+润滑剂 | 1：0.05：0.06 |

**9.3 泥浆运行**

**9.3.2** 循环池、沉淀池的位置应根据现场情况而确定，既要保证距钻孔距离，又要保证避开钻孔。为保证泥浆自由沉淀效果，沉淀池体积的设计应大于泥浆返回量的1.5倍~2倍。

**9.3.4** 泥浆总体积应包括钻孔内泥浆量、地表循环净化系统泥浆量、漏失及其他损耗量。在一般砂土层钻进，泥浆用量预测一般采取以一定时间内泵入的泥浆量与该时间内产生的钻屑体积比值进行估算，即比例系数k，这一比值的确定主要以钻屑对泥浆流变性能影响程度来确定的，对于易导致泥浆粘度增加的粘土及泥页岩地层，比值取大值；而对砂层、岩层等惰性颗粒地层，比值取小值。但对于坚硬岩层而言，由于钻进速度慢，泥浆用量的估计不宜使用公式(7.3.2)进行估计。

**9.3.5** 泵量是泥浆泵重要的性能参数。当钻头尺寸和钻进速度一定时，单位时间内产生的钻屑量是一定的，此时，泥浆中钻屑的含量由泵量决定，泵量大则钻屑含量少，反之，泵量小则钻屑含量大。

**9.3.8**  若因故需要长时间中断钻进时，由于泥浆会不断的向地层渗漏且长时间静置在孔底，容易引发工程事故。为此，应定时向孔内补充新泥浆并活动钻具，避免卡钻事故的发生。

**9.4 质量检验与控制**

**9.4.3** 粘度应能维护孔壁的稳定，并将钻屑携带到地表。泥浆粘度的现场测量宜用漏斗法，每2h测量一次。

**10 小直径成孔泥浆**

**10.1 一般规定**

**10.1.2** 施工遇粉性土和砂土层时，通常采用三翼钻头配合使用泥浆循环，以防塌孔、埋钻或卡钻。在粘性土地层中施工时，可在孔内注入清水形成原土造浆起到护壁作用。

**10.2 勘探孔**

**10.2.2** 为使泥浆具有钻进工艺所要求的性能，需加入适量的化学处理剂，加入量通过试验确定。烧碱（NaOH）或纯碱(Na2CO3)可增加泥浆粘度，调节pH值，纯碱投入量一般为土质量的2%；单宁酸钠可降粘度、失水量和静切力，一般加入量不超过3%～5%；当需要提高泥浆比重时，可投放适量的重晶石粉、石灰石粉等物质。泥浆制备完成后应对泥浆进行性能检测，检测指标应包括比重、粘度、含砂率、pH值、胶体率等。

**10.2.9** 在深基坑或地铁等重大工程中，钻探结束后余留的钻孔若不采取有效的封孔措施，会成为承压水突涌的通道，发生涌水涌砂，危及基坑或地铁工程的施工安全。这类工程事故时有所闻，故对此必须引起高度重视，切实做好对钻孔的封孔，消除安全隐患。

**10.3 工程钻孔**

**10.3.2** 为避免一味加大泥浆比重进行护壁，建议对地层稳定性较差的情况，采用聚合物泥浆，以避免过厚的泥皮对锚固体的摩阻力的不利影响。

**10.3.7** 引导施工现场有序排放和置放泥浆，避免泥浆无序乱排。

**11 泥浆固化**

**11.1 一般规定**

**11.1.2**  泥浆固化处理工艺的选择应因地制宜，根据泥浆的泥质特点和规模、地区经济发展水平、消纳途径和消纳能力等实际情况，确定最佳的泥浆固化和综合利用方式，然后经严格的技术经济论证和环境影响评价，选用合理的固化处理工艺。泥浆固化处理应以“减量化、稳定化、无害化、资源化”为原则，尽可能利用泥浆中的物质，以实现经济效益和节约能源的效果，实现其资源价值。

**11.2 外加剂**

**11.2.1** 外加剂的选用应根据固化设备的类型、泥浆泥质及经济成本等综合比较来确定。如带式压滤机和离心脱水机，常选用有机高分子聚丙烯酰胺作外加剂。聚丙烯酰胺是长链的高分子化合物，利用它的高效吸附架桥作用，使泥浆形成颗粒大、强度高的絮凝体，降低泥浆的比阻抗，有利于泥浆的自重脱水及进一步加压脱水。外加剂投加量的大小，应通过试验确定，因为泥浆的性质不同，外加剂的用量存在显著的差异。一般情况泥浆的颗粒越小药剂的消耗量越大。所以在固化设备运行前，应做各种投加量试验，在运行中，根据试验情况和运行实际情况调整药剂的投加量，保持泥浆与外加剂的混合均匀，絮体应结构密实，颗粒大，泥水分离界面明显，以取得最佳的脱水效果。

**11.2.7** 选型方法有烧杯试验、重力过滤试验、CST试验和上机试验。在进行烧杯试验、重力过滤试验、CST试验后，应通过上机试验最终确定药剂种类和投配率。当泥质及环境温度发生较大变化时，应重新对外加剂进行选型评价。

**11.2.8** 外加剂宜当天配置当天使用。使用再生水溶药时，应满足表11.2.8要求。冬季水温低于10℃时，可对配药水进行加热，使溶药水温维持在20℃~25℃，加快药剂溶解。

表11.2.8 溶药水质要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 推荐值 | 指标名称 | 推荐值 |
| 碱度 | 100 mg/L | 总溶物固含量 | 350 mg/L |
| 铜 | 2 mg/L | 总硬度（CaCO3） | 200 mg/L |
| 氯离子 | 200 mg/L | 浊度 | <10NTU |
| 铁 | 1 mg/L | 悬浮物 | 10 mg/L |
| 锰 | 1 mg/L | 锌 | 2 mg/L |
| pH值 | 6.5-8.5 | 铝 | <1.0 mg/L |
| 硫酸根 | 200 mg/L |  |  |

**11.3 固化处理设备**

**11.3.4** 单丝滤布具有过滤速度快、表面光滑、滤液较清的特点，广泛应用于板框压滤脱水。

**11.3.5** 离心脱水设备应符合下列规定：

**1** 分离因数是离心机分离能力的主要指标。分离因数大脱水效果好，但并不成比例，达到临界值后分离因数再大脱水效果也无多大提高，而动力消耗几乎成比例增加，运行费用大幅度提高，机械磨损、噪声也随之增大。而且随着转速的增加，对泥浆絮体的剪切力也增大，大的絮体易被剪碎而破坏，影响泥浆干物质的回收率。

**4** 在同等泥浆流量和泥浆浓度的情况下，转矩降低，差速度增加，泥饼含水率增加；反之，转矩增加，差速度降低，泥饼含水率降低。原则上要以最大的处理能力结合最佳的处理效果为原则来确定扭矩参数，在外加剂用量保证在合理用量范围内，离心机转速固定，进泥的浓度相对稳定情况下，设备处理能力和脱水效果取决于扭矩的控制。

**5** 在泥浆浓度变化后，同等进泥流量情况下，设备干固体负荷变化会导致差速度变化，相同的转矩时，进泥浓度增加，差速度增加。如果进泥负荷过大，差速度过大，不但会影响泥饼干度，同时也会使上清液质量下降，影响泥浆处理回收率。

**11.3.7**  带式压滤脱水设备应符合下列规定：

**4** 滤带张力会影响泥饼的含固量，张力越大，泥饼含固量越高。

**5** 在运行过程中滤带会因受力不匀偏离滚轴导致漏泥，应设置滤带纠偏装置自动调整滤带位置。

**11.3.8** 在实际运行中，泥浆的泥质和泥量会发生变化，为保证脱水效果，控制泥浆含水率，应随时调整泥浆脱水机的工作状态，进行进泥量、投药量等参数的控制。

**11.3.10**  为保证设备处于良好的运行状态，设备易损件（如滤布、弹簧、密封圈等）宜每个月进行检查，进料泵、振动筛、皮带输送机等设备宜每6个月进行检查。

**11.3.11** 防止停用期间设备内部因浆料干化造成设备内部结构堵塞。

**11.4 泥浆固化处理**

**11.4.8** 工程施工泥浆成分一般较为单一，主要由粘土或膨润土与水组成，含有其他杂物的泥浆可造成处理难度的提升，并可损坏固化设备，因此，处理流程中的泥浆不应含有塑料制品、钢铁、木材等其他杂物。

**11.4.13** 为了保证泥浆处理流程安全、稳定、达标运行，运营管理单位必须建立一系列规章制度和操作手册，制定岗位责任制、设施巡视制度、运行调度制度、设备管理制度、交接班制度、设备操作规程、维护保养手册，根据实际情况和要求，定期对规章制度和操作手册进行更新修订。

**11.4.14** 根据部门工作内容和岗位任职要求，应配备适宜的符合岗位任职标准的运行、管理和维护人员。国家相关部门有特别要求的工种，须按要求取得资格证书后才能上岗工作。运行管理、操作和维护人员只有掌握处理的工艺流程和设备设施的运行维护要求及有关技术参数，才能管理好泥浆处理处置场（厂），保证其正常、稳定、经济运行，才能维护好设备设施，杜绝各类事故发生，为稳定高效的运行提供保障。

**11.6 资源化利用**

**11.6.1** 鼓励采用多种形式资源化利用方式来处置和消纳泥浆，建议各级政府应对泥浆资源化利用产品实行优惠政策。

在土地资源紧张，经济发达地区，没有经过处理的泥浆禁止填埋。在土地资源充足，经济欠发达地区，经处理后泥浆可采用卫生填埋。泥浆填埋场禁止建设在居民密集居住区、直接与航道相通的地区、洪泛区、淤泥区、活动的坍塌地带、断裂待、地下蕴矿带、石灰坑及溶岩洞区等地方。

**11.6.4** 泥饼进行农田利用时，须注意对水源地保护，禁止在饮用水水源保护一级区、二级区以任何形式施用泥饼，在准保护区内施用泥饼须经相关主管部门的审批。

在地下水位较高（<3米）和渗透性较好的场地上不宜施用泥饼；施用的场地应该是渗透性低或适中，壤士厚度不小于0.6m，土壤为中性或偏碱性（pH>6.5），施用场地排水通畅。

泥饼施用场地坡度宜小于3%；场地坡度为3%~6%时，为可接受坡度；场地坡度为6%以上时，为限制性坡度，在限制性以上坡度不允许施用泥饼。对于坡度低于6%的施用场地，应采取一定防护措施，防止雨水冲刷、径流对地表水体及附近环境的污染。

农用泥饼中重金属污染物质量标准限值必须符合表11.6.4中的有关规定，任何一项指标超标均禁止施用。

表11.6.4 农用泥饼中重金属污染物质量标准限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 | 控制项目 | 最高浓度限值（mg/kg干污泥） |
| 1 | 总镉（以Ca计） | 20 |
| 2 | 总汞（以Hg计） | 15 |
| 3 | 总铅（以Pb计） | 300 |
| 4 | 总铬（以Cr计） | 1 000 |
| 5 | 总砷（以As计） | 75 |
| 6 | 总镍（以Ni计） | 200 |
| 7 | 总锌（以Zn计） | 1 000 |
| 8 | 总铜（以Cu计） | 500 |
| 9 | 总钼（以Mo计） | 75 |
| 10 | 总硒（以Se计） | 100 |

农田利用泥饼场地必须有专用的泥饼堆存设施和场所以备泥饼在非农用季节的贮存。贮存设施须采取防止渗漏、溢流以及阻止降水进入的措施。

泥饼农田利用时发现因施泥饼而影响农作物的生长、发育或农产品超过卫生标准时，应该立即停止施用泥饼并向有关部门报告，采取积极措施加以解决。可以采用施用石灰、过磷酸钙、有机肥等物质控制农作物对有害物质的吸收，进行深翻或用客土法进行土壤改良等。

**11.6.5**  泥饼林地利用施用时段可选择在树木砍伐后的林地施用、树苗期施用、成树期施用。在林地施用泥饼可采用灌溉（喷灌和自流灌溉）、翻土作垄和梨沟等形式。

泥饼林地利用施用时间要综合考虑气候状况和林龄。雨季和冰冻期禁止泥饼施用，在洪灾、冰冻或冰雪覆盖的情况下禁止施用泥饼。

泥饼林地利用须监测泥浆中重金属的含量，土壤背景值等情况。泥浆林地利用时，一般氮含量每年每公顷用量不超过300kg（以N计），磷含量每年每公顷用量不超过100kg（以P2O5计）。

泥饼林地利用施用场地坡度宜小于6%；场地坡度为6%以上限制施用泥饼。对于坡度低于6%的泥饼施用场地，应采取一定防护措施，防治雨水冲刷、径流对地表水体及附近环境的污染。

**11.6.6** 泥饼园林绿化指处理后的泥饼用于行道树、灌木、花卉、草坪等栽培过程中作为肥料、基质和营养土。泥饼园林绿化施用时间可根据当地气候条件、植物类型进行施用，施用一般在绿化种植前，须避开降水期集中条件下施用。

绿地直接施用时，应在种植前在土方上方均匀撒上泥饼，然后结合整地翻入土内，使泥饼和土壤均匀混合，有条件的可以再在泥饼翻入土中后，浇少量水一方面使土壤和泥饼充分混合，一方面降低泥饼可能存在的盐害。

合理安排施用现场，园林绿化的泥饼产品有条件的须采用袋装包装并及时施用。园林绿化的泥饼不得随意堆放和存储，所有园林绿化的泥饼产品应统一袋装堆放、保存，没有条件袋装堆放保存的应加棚布等覆盖。

**11.6.7**  施用泥饼修复和改良后的土地须采取覆盖、深翻或用客土法等措施，避免泥饼过度积累而影响土地的修复和改良。

**11.6.8** 泥饼与煤渣等物质的配比一般不应超过1:10。泥饼用于制作烧结砖时，其产品质量必须符合《烧结普通砖》GB/T 5101中的相关规定；用于制作非烧结砖时，应满足《非烧结垃圾尾矿砖》JC/T 422中的相关规定；用于制作透水砖时，应满足《透水砖行业标准》JC/T 945中的相关规定。

**11.6.9**  泥饼在水泥制作利用时，其产品质量必须符合《通用硅酸盐水泥》GB 175 的相关规定。

**11.6.10** 泥饼制陶粒分为干化—烧结和湿法造粒—烧结两种工艺。干化—烧结工艺制陶粒时，泥饼含水率宜低于10%，设置专门的破碎装置破碎物料，适宜的物料配比为泥饼50%、粉煤灰30%~40%、粘土10%~20%，混合原料在350℃的温度时预热30 min，烧结温度宜为1100℃~1150℃，烧结时间为15min左右。

湿法造粒—烧结工艺制陶粒时，泥饼含水率宜低于60%，并添加一定量的辅料和添加剂，辅料宜选粉煤灰和粘土，两者不宜超过40%，添加剂宜选沸石粉，其不宜超过10%，混合物料含水率应降至30%以下，混合物料在300℃的温度时预热30 min，烧结温度宜为1100℃~1150℃，烧结时间为15min左右。

泥饼陶粒产品的吸水率、抗压强度、堆积密度和筒压强度等技术指标应满足《轻集料及其试验方法 第1部分：轻集料》GB/T 17431.1的要求。禁止使用不符合相关应用领域产品标准的产品。

应按《固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法》HJ 557规定对陶粒产品进行重金属浸出实验，确保符合相关应用领域的环保要求，禁止使用会对环境造成二次污染的产品。

**11.6.11** 混合填埋是指将泥饼利用城市生活垃圾填埋场与生活垃圾共同填埋处置，这是一种过渡性的处置措施。泥饼混合填埋时，泥浆应首先进行减量化、稳定化处理。没有经过稳定化处理不能直接进入填埋场填埋处置。

泥饼混合填埋时，混合填埋场的设计须充分考虑垃圾与泥饼混合后造成的渗滤液增加量，在填埋场地设计方面须充分考虑这一部分设计容量。先期环评和设计时没有考虑泥饼混合填埋的填埋场，进行泥饼混合填埋时，需对原渗滤液处理装置进行处理能力和达标评价，目前处理能力不够和处理不达标的填埋场，不能采用混合填埋。否则需新建，确保混合填埋场产生的渗滤液处理达标排放。

将泥饼作为垃圾填埋场日覆盖土必须首先对泥饼进行改性，通过在泥饼中掺入一定比例的泥土或矿化垃圾均匀混合，且含水率须小于40%，渗透系数大于10-4cm/s，并堆置4天以上来提高泥浆的承载能力，消除其膨润持水性，粘土覆盖层厚度应为200mm ~300mm。