

ICS 93.030

CCS P 41

# 团 体 标 准

T/JSJTQX 39—2023

## 钻孔弃浆压滤固化处治再利用 技术规程

Technical regulations for treatment and reuse of drilling waste slurry

2023-05-25 发布

2022-06-01 实施

江苏省交通企业协会

发布



## 目 次

前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	2
5 压滤固化设备 .....	2
5.1 设备选择 .....	2
5.2 设备技术要求 .....	2
6 压滤固化施工 .....	3
6.1 流程图 .....	3
6.2 施工准备 .....	4
6.3 压滤固化 .....	4
7 检测 .....	5
7.1 泥浆 .....	5
7.2 水 .....	5
7.3 固化物 .....	5
8 废弃与再利用 .....	5
8.1 水的排放与再利用 .....	5
8.2 固化物处治 .....	6
8.3 弃浆处治后评价 .....	7
附 录 A（资料性） 泥浆固化设备 .....	8
A.1 设备分类 .....	8
A.2 压滤机的结构构造 .....	8
附 录 B（资料性） 弃浆处治环境后评价方法 .....	11
B.1 评估模型 .....	11
B.2 措施处理效果 .....	11
B.3 生态影响 .....	12
B.4 回收再利用 .....	12

T/JSJTQX 39—2023

附录 C（资料性） 直觉模糊集 topsis 泥浆处治绿色评价模型的构建方法 .....	14
C.1 基于 C-OWA 算子指标赋权 .....	14
C.2 直觉模糊集 topsis 模型计算 .....	15
参考文献 .....	17

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省交通企业协会提出并归口。

本文件起草单位：中交路桥建设有限公司、常州交通建设管理有限公司、江苏省交通工程建设局、江苏森淼工程质量检测有限公司、江苏省交通技师学院、镇江市综合交通事业发展中心、中交隧道工程局有限公司、华设检测科技有限公司、无锡市航道工程有限公司、苏交科集团检测认证有限公司、扬州华建交通工程咨询监理有限公司。

本文件主要起草人：宋刚、李兴华、盛雅楠、夏鹏飞、陈云平、顾江鸣、薛华、束国强、郇辉忠、王盛模、屠金松、严竣、李思刊、田旭、吕建强、王永东、杨超、张晗、姜云、姜超、李静、张瑜、郑午、郭永涛、汪军伟、王兆凯、曹小平、陈光林、雷松、汤勤、顾曦辰、王鹏泽、李玲、谢国春、朱优、欧定福、张建伟、胡未艾、倪茂爱、谢文俊、曲洪亮、张胡贵、郭朝军、章荣福、曹妍、王芮文。

本文件由镇江市综合交通事业发展中心研究员级高级工程师章荣福、江苏省交通技师学院正高级讲师曹妍、研究员级高级工程师王芮文主审。



# 钻孔弃浆压滤固化处治再利用技术规程

## 1 范围

本文件规定了钻孔弃浆压滤固化处治再利用的基本要求、压滤固化设备、压滤固化施工、试验、废弃与再利用。

本文件适用于江苏省公路水运工程钻孔弃浆固化处治再利用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 176 水泥化学分析方法
- GB 3097 海水水质标准
- GB/T 3797 电气控制设备
- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台
- GB 5083 生产设备安全防护设计总则
- GB/T 5226.1 机械电气安全机械电气设备 第一部分：通用技术条件
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB/T 9089.2 户外严酷条件下的电气设施 第2部分：一般防护要求
- GB 15618 土壤环境质量标准
- GB 15892 生活饮用水用聚氯化铝
- GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）
- BG/T 17514 水处理剂 聚丙烯酰胺
- JB/T 11389 油田钻井泥浆坑固化设备技术规范
- JG/T 13712 建筑施工机械与设备 噪声测量方法及限值
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG 3430 公路土工试验规程
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
- SY/T 5796 絮凝剂评定方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**泥浆压滤固化处理技术** mud pressure filtration and solidification treatment technology

在钻孔弃浆中加入絮凝处理后导入到压滤机内进行过滤、物理挤压、气体吹干等操作，最终使浆液压滤成干泥饼和水的工艺过程。

### 3.2

**化学需氧量** chemical oxygen demand

在一定条件下，用一定的强氧化剂处理水样时所消耗的氧化剂的量。结果折算成氧的质量浓度（以mg/L计），简称COD。

### 3.3

#### C-OWA 算子 combination ordered weighted averaging

连续区间有序加权评价指标体系权重确定方法。

注1：当一个评价体系涉及的指标较多时，对评价指标赋权的合理与否直接影响到评价结果。而常用的赋权方法如熵值法、AHP等均是直接运用专家所赋权重进行加权处理，并未考虑专家所赋权重可能存在主观偏好，从而影响最终权重的准确性问题。为了削弱这种因专家主观偏好所导致的不利影响，引入C-OWA算子进行赋权处理有助于消除误差。

注2：OWA算子（Ordered Weighted Averaging），被称为有序加权平均算子，是由Yager教授在1988年最初提出，目前已被广泛应用于指标权重的确定方面，该赋权方法后经多位学者进行了改进研究，C-OWA算子是采用一种基于组合数的有序加权平均对专家所赋权重进行有序加权，以实现科学加权计算。

### 3.4

#### 絮凝剂 flocculant

能将泥浆中的固体颗粒与水分离，使泥浆处于不稳定状态并实现固液分离的一种添加剂。

## 4 基本要求

4.1 泥浆固化施工现场应规划合理，美观清洁，确保文明施工形象。

4.2 钻孔弃浆在固化处理前后应进行化学成分分析，查明弃浆内的主要污染指标，并按本文件第8章进行处治。

注：弃浆的化学成分分析关系到泥浆固化处理后再利用场所，且需判断处理后的泥浆是否会对环境产生污染。评价指标中的主要污染物有COD、PH、石油类、挥发酚、硫化物、六价铬、悬浮物以及其它有害于农业生产的重金属元素等。

4.3 宜根据弃浆量、施工成本以及技术条件选择物理絮凝方式和化学絮凝方式。

4.4 实施前应对絮凝剂进行检测，絮凝剂质量必须满足相关标准。聚丙烯酰胺质量标准应符合BG/T 17514规定，检测方法按此规程执行；聚合氯化铝絮凝剂应符合GB 15892的要求，并按此规程的方法检测PH值、铁、砷、铅、汞、铬、镉等含量。絮凝剂应符合SY/T 5796的规定。

4.5 泥浆固化施工使用的絮凝剂应妥善保存，不应泄漏和污染周围环境。

4.6 选择的弃浆处治方式应满足环保要求、施工工期要求以及场地条件要求等。应根据弃浆处理的数量、成本、技术条件、运输条件、现场条件等选择废弃物去向。宜首选本段土方利用，当条件不满足时，再选择农业用土或集中存放。

## 5 压滤固化设备

### 5.1 设备选择

5.1.1 应根据泥浆产生量、弃浆方式、再利用场所等因素选择压滤设备。

5.1.2 压滤设备的类别、构造以及使用条件见附录A。

5.1.3 压滤法泥浆固化设备宜采用板框式压滤机或厢式压滤机。

### 5.2 设备技术要求

5.2.1 压滤设备的主要参数为处理量，额定处理量和理论生产率应不小于10m<sup>3</sup>/h。

5.2.2 压滤设备称量系统应准确可靠，使用前应进行检定或校准。

5.2.3 压滤设备应能同时具有手动控制运行和自动控制运行两种形式，其中自动方式分为定时、料位



差两种控制方式；

5.2.4 压滤设备卸料高度应与输送工具相匹配。

5.2.5 传动系统应满足以下要求：

- 运行灵活、平稳、可靠、无异常噪音；
- 驱动装置应设置机械过载保护装置及报警系统；
- 能在额定载荷工况下连续稳定地运行；
- 在操作人员易靠近的传动部位设置牢固可靠的防护罩。

5.2.6 电气控制系统应满足以下要求：

- 符合 GB/T 3797 的规定；
- 防护措施符合 GB/T 9089.2 的规定；
- 能提供智能型控制，能实现对相关设备的联动、同步控制和监测的一体化集中控制。
- 做好防水漏电措施，并应设置可靠的电气过载保护装置和报警系统；
- 动力配电、照明等电气设施符合 GB 5226.1 的规定；
- 控制系统配有显示各主要设备工作状态的信号装置或显示屏幕。

5.2.7 压滤设备的安全防护应满足以下要求：

- 安全防护措施符合 GB 5083 的规定；
- 工作时，不适宜操作人员接近的危险部位设有明显标记。
- 机体与带电部件之间的绝缘电阻不小于  $1M\Omega$ ；电气部分中不带电的导体与接地装置间连接时，机体应接地，接地电阻不大于  $4\Omega$ ；
- 电气安全及操作安全符合 GB/T 5226.1 和 GB 4053.3 的要求。

5.2.8 压滤设备整机环境保护方面应符合以下要求：

- 符合环境保护的要求，工作噪声应符合 JG/T 13712 的规定；
- 不论在何种供料形式的下，离压滤设备搅拌主机的粉尘源头（即絮凝剂等辅料经计量后投入搅拌机的进料口处）的下风口 50m、高 1.7m 处的粉尘浓度应不大于  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。泥浆处理系统应密闭无渗漏，对于全封闭的压滤设备还应在主机上加装吸尘装置；
- 配备残余物料清洗回收、污水处理等装置；
- 清洗装置操作灵活，位置可调节，能自动复位。

## 6 压滤固化施工

### 6.1 流程图

施工流程见图1。

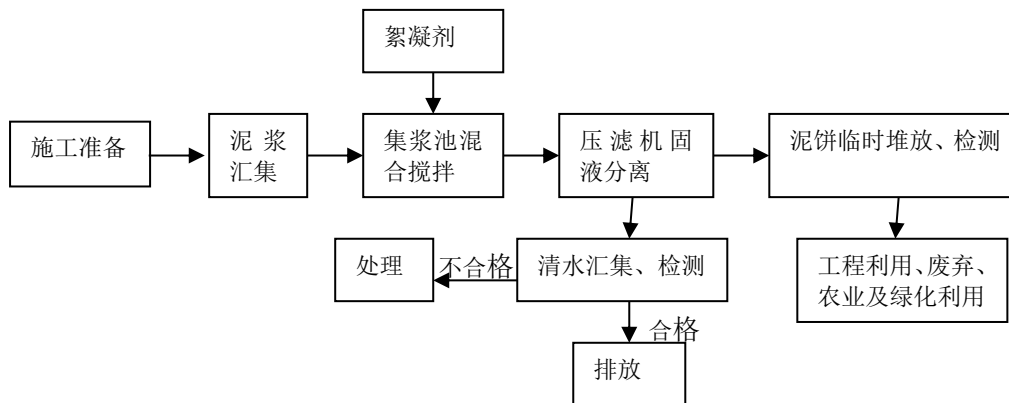


图1 压滤固化程序

## 6.2 施工准备

6.2.1 收集分析工地地勘资料、设计图纸、相关规范等文件，编制弃浆固化的专项施工方案，经监理批准后实施。

6.2.2 设备进场前，应了解压滤机的详细参数、性能等。

6.2.3 计算弃浆量，确定弃浆池容量。

6.2.4 压滤设备安装就位，连接泥浆输送管路，其直径应不小于 150mm。

6.2.5 进行设备调试。

## 6.3 压滤固化

6.3.1 在泥浆中加入絮凝剂。絮凝剂在投放前应与水按配比0.1%~0.2%溶解。溶解成胶水状的液体以后，再投加到弃浆中进行混合处理。与弃浆的配比在5%~10%，絮凝剂与弃浆在集浆池内应充分融合。

6.3.2 应根据固化泥浆量，在施工现场存储足够数量的絮凝剂以满足压滤施工进度要求。

6.3.3 压滤机性能检查。压滤机运行前和运行过程中，应按JB/T 11389的要求对压滤机进行性能检查。

6.3.4 空负荷运转。压滤机在正式工作前，应进行空负荷运转，时间宜为 0.5 h~1h，运行期间应运转平稳，无异常声响，无漏油现象。

6.3.5 进浆压滤。泥浆与絮凝剂混合搅拌后，经集水池输送至压滤机进行压滤，按不同型号的压滤机操作进行进浆控制，应采用流量计进行泥浆输送量控制。

注：厢式压滤机过滤部分由按一定次序排列在主梁上的滤板、夹在滤板之间的滤布组成，滤板与滤布相间排列，形成了若干独立的过滤单元——滤室。过滤开始时，料浆在进料泵的推动下，经止推板上的进料口进入各滤室，并借进料泵产生的压力进行过滤。由于滤布的作用，固体留在滤室内形成滤饼，滤液由水嘴（明流）或出液阀（暗流）排出。若需洗涤滤饼，可由止推板上的洗涤口通入洗涤水进行洗涤；若需要较低含水率的滤饼，同样可从洗涤口通入压缩空气，穿过滤饼层，以带走滤饼中的部分水分。

6.3.6 清水过滤及泥饼出料。通过泥浆压榨，清水从滤板侧边水嘴流向设置好的水槽，水槽再外排至清水池。经压榨固化的泥饼通过人工控制按钮进行卸泥。泥饼落入下方的泥饼堆放场地，定时清运。

6.3.7 应根据施工进度和工程量情况确定压滤速度和卸泥速度。

注：卸泥速度是保证压滤速度的关键。某项目采用1500型程控液厢式压滤机，滤室容积为8m<sup>3</sup>，每台设备有滤板125块，一次循环可固化处理22.5m<sup>3</sup>泥浆，用时1h，产生7.5m<sup>3</sup>泥饼，以每块滤板5s的速度松板卸泥，卸泥时间需要15min。

6.3.8 每日通过现场配备的挖机收集泥饼并集中堆放，定期通过渣土车清运至场外指定地点，按施工方案的要求进行废弃或再利用。

6.3.9 压滤后的清水可排放至清水池，用于桩基工程循环施工，也可根据试验结果进行有序排放。含有氢氧化钙的废水不能直接用于饮用或土壤农业灌溉，经过药剂中和处理，并检测合格后可按本文件要

求进行排放。

6.3.10 多次循环的水应定期取样送至试验室，每月检测不少于1次，按JGJ 63要求检测水质，工程用水水质要求碱质量浓度 $\leq 1500\text{mg/L}$ ，碱质量浓度检测应符合GB/T 176中关于KOH、NaOH测定的火焰光度计法的要求，水质取样不少于5L，再生水应在取水管（出水口）终端接取。如检测水碱质量浓度 $> 1500\text{mg/L}$ ，则应稀释后才能循环施工。

注：因黏土中碱的质量分数高达2.5%~2.7%，砂岩中碱的质量分数为0.1%~0.3%，在桩基钻进施工过程中，过滤水如长期循环使用，会增加水中碱的质量分数，且在桩基混凝土浇捣过程中，因水泥本身含有KOH、NaOH等碱活性骨料，碱的质量分数过高会影响桩基混凝土的施工质量，使混凝土产生较大的内应力，导致结构破坏，产生裂缝，影响耐久性。

## 7 检测

### 7.1 泥浆

7.1.1 在泥浆处理前，应检测泥浆比重、含水率、砂率、粘度等指标数据，泥浆处治方案选择应以此为基础进行编制。

7.1.2 如在施工制浆过程中加入泥浆制浆剂，应在弃浆处治前按GB 88978进行有害杂质检测。

### 7.2 水

7.2.1 应随机选取压滤水样，采集后自然沉淀30min，取上层非沉降部分按GB 3838规定方法进行水质分析，并按GB 8978的方法检测污染物含量。

7.2.2 固液分离后，排放到地表水系中的水质量应满足GB 3838规定的标准限值要求。

7.2.3 固液分离后，水的PH值应在6~9之间，水中污染物浓度不应超过GB 8978的要求。

### 7.3 固化物

7.3.1 采用筛分法对烘干脱水后的固化物进行颗粒分析，了解泥浆颗粒特征，确定土颗粒级配范围。可根据土颗粒大小，初步确定其工程应用范围。土颗粒分析按JTG 3430的方法进行。

7.3.2 采用重型击实法对固化物进行击实试验，测试固化物的最大干密度和最佳含水率。击实试验前先将固化物烘干，然后通过外加水分的方法来准确获取不同含水率的固化物试样。根据试验结果绘成含水率和最大干密度关系曲线。击实试验方法按JTG 3430的方法进行。

7.3.3 采用液塑限联合测定仪测试固化物的液、塑限，采用的试锥质量为100g。按照JTG 3430中T 0118规定的方法进行试验。

7.3.4 按JTG 3430中T 0148规定的方法进行无侧限抗压强度试验，并绘制轴向应力-应变关系曲线。

7.3.5 采用JTG 3430中T 0103烘干法对固化后的固化物进行含水率测试。

7.3.6 以14d龄期的固化物试样为原料进行加州承载比（CBR）试验，按JTG 3430的方法制作成型并浸泡96h进行试验。

7.3.7 当泥浆中添加制浆剂、且固化物拟用于农业耕作和环境处理时，宜按JTG 3430中土的化学成分和矿物成分的分析方法进行化学矿物分析。

## 8 废弃与再利用

### 8.1 水的排放与再利用

8.1.1 排入GB 3838中Ⅲ类及以上和GB 3097中二类及以上海域的水，执行GB 8978中的一级排放标准，可就近经排水系统排放至附近河塘、河流或海域中。

8.1.2 排入 GB 3838 中 IV 类、V 类和 GB 3097 中三类海域的水，执行 GB 8978 中的二级排放标准，可就近经排水系统排放至附近河塘、河流或海域中。

8.1.3 排入到设置二级污水处理设施的城镇排水系统的污水，执行 GB 8978 中的三级排放标准，可直接排放到就近的城镇排水系统中。

8.1.4 如当地未设置二级污水处理设施，排入到附近排水系统的水应满足一级或二级排放标准。

8.1.5 符合 GB 3838 中水质量要求的，可以用于施工用水或农业灌溉。

8.1.6 絮凝剂含量较高的水，可以重复用于泥浆固化施工。

注：一般情况下，絮凝剂与水的配比在 0.1%~0.2%，药水与泥浆的配比一般在 5%~10%，絮凝剂在水中的含量低于 0.1% 时，泥浆固化效果较差，不宜用于固化施工。

## 8.2 固化物处治

8.2.1 废弃泥浆及经处理的弃浆固化物在废弃、利用或集中存放时，其有害杂质和重金属含量应满足 GB 36600 的要求。

8.2.2 固化物废弃应充分考虑对环境的影响。

8.2.3 固化物废弃后，宜在废弃物表面进行绿化，以防止水土流失。

8.2.4 固化物可用于装袋充填工程，适用情形如下：

——固化物的土质塑性指数和含水率与河塘清淤后基底原状土相等或相近时，可采用编织袋装固化物后，用于手摆土袋河塘处理，手摆土袋处理厚度不大于 50cm，并应采用木桩或钢筋固定防止土袋滑移；

注：此方法在江苏高速公路有相关课题研究，并有多项成功应用案例。

——固化物装袋可用于施工临时筑坝工程、水利、水系改造加固工程以及防洪工程。当用于永久工程时，土袋质量应满足一定的耐久性要求；

——固化物装袋可用于非浸水重力式挡墙回填土的基底回填处理，也可以用于非浸水混凝土轻型挡墙的填筑施工，用于这些部位的回填时，应做好孔隙填塞处理。

8.2.5 固化物可用于路基土方填筑，适用情形如下：

——固化物土质若为粉质土，当用于二级以上公路路基填筑时，应进行改良处理；

——固化物土质具有膨胀性时，进行改良后可用于路基中部及以下部位填筑；

——应用于路基填筑时，固化物的最小承载比应满足表 1 的规定。

表 1 固化物最小承载比 (%)

填料应用部位（路面底面以下深度）(m)			高速公路、一级公路	二级公路	其它公路	
填方路基	上路床		0~0.3	8	6	5
	下路床	轻、中及重交通	0.3~0.8	5	4	3
		特重、极重交通	0.3~1.2			
	上路堤	轻、中及重交通	0.8~1.5	4	3	3
		特重、极重交通	1.2~1.9			
	下路堤	轻、中及重交通	>1.5	3	2	2
特重、极重交通		>1.9				
零填及挖方路基	上路床		0~0.3	8	6	5
	下路床	轻、中及重交通	0.3~0.8	5	4	3
		特重、极重交通	0.3~1.2			

8.2.6 固化物可用于农业和绿化用土，适用情形如下：

——当固化物拟用于农业用土时，应进行固化物重金属含量检测，检测方法按 GB 15618 中给定的方法执行；

——固化物对环境质量要求标准以重金属污染物镉、汞、砷、铅、铬在土中含量限值表示，见表 2；

当固化物中重金属含量不超过表 2 的控制限值时，可用于农业耕种土。

表 2 固化后固化物中重金属控制限值 (mg/kg)

序号	污染物	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	1.5	2.0	3.0	4.0
2	汞	2.0	2.5	4.0	6.0
3	砷	200	150	120	100
4	铅	400	500	700	1000
5	铬	800	850	1000	1300

——用于农业耕种土时，应在指定位置整平、粉碎。利用土位置充分考虑现场水利和排水系统情况，完善排水、灌溉的基础设施，避免浮土冲蚀；

——用于工程绿化用土时，宜进行固化物中重金属含量检测，重金属含量应达到 GB 15618 中的相应标准级别要求。当重金属含量超过表 2 限值且拟进行绿化的现场条件与当地水系贯通时，应进行重金属对水系环境影响评估。

### 8.3 弃浆处治后评价

宜对弃浆处治进行绿色评价，评价方法可按附录 B 进行。

**附录 A**  
**(资料性)**  
**泥浆固化设备**

### A.1 设备分类

A.1.1 按组成滤室的过滤元件不同压滤机可分为板框式压滤机和厢式压滤机。板框式压滤机是由滤框和滤板组成一个基本过滤单元；厢式压滤机是把板框压滤机中的滤框和滤板和二为一形成一个基本过滤单元。厢式滤板和板框式滤板比较见表A.1。

注：压滤机的工作原理是：工作前将滤布套在滤板上，然后操作压滤机，驱动压紧杆，将压紧板紧紧地压紧滤板。启动进料泵将物料通过进料口输入压滤机，物料通过滤板上的通道进入滤室，在进料泵压力的作用下，清液透过滤布进入滤板上密布的圆点式滤面。再通过压滤机滤板上的通道过滤进入出液口汇集后由出液口流出。而滤饼被截留在滤室中，直至滤饼充满滤室，然后停止进料泵，松开压紧板，再将滤板一块一块地拉往压紧板方向卸掉框中的滤饼，再重新进入下一个工作循环。

**表 A.1 厢式滤板与板框式滤板比较**

滤板形式	强度	操作便利性	进料孔设置
厢式滤板	滤板结构强度大，不易损坏，能承受更高的过滤压力；过滤压力 $\leq 0.6\sim 0.8\text{Mpa}$	卸料拉板过程中只需拉动厢式滤板，节省时间	进料口设于滤板中间，孔径大不易堵塞。
板框式滤板	滤板结构强度相对较小；过滤压力 $\leq 0.4\text{Mpa}$	卸料需要繁琐过程，时间为厢式滤板的2倍	进料口设于滤板上方，孔径较厢式小。过滤流程长，易偏压损坏滤板。

A.1.2 根据压紧方式不同，分为千斤顶压紧式、机械压紧式、自动保压压紧式、自动拉板式和隔膜压榨式。

注：千斤顶式压滤机的特点是结构简单、操作方便、无需电源，在工作时劳动强度大，无压力显示，应用在较大面积的压滤机上时容易漏水，一般用于过滤面积为 $1\text{m}^2\sim 40\text{m}^2$ 的压滤机。机械压紧压滤机的特点是操作方便、劳动强度低，适用于 $10\text{m}^2\sim 100\text{m}^2$ 的压滤机。自动保压压滤机的特点是操作方便，劳动强度低、效率高，适用于过滤面积较大的压滤机，一般为 $4\text{m}^2\sim 500\text{m}^2$ 或更大。

A.1.3 根据滤液的流出方式不同分为明流和暗流。暗流是指过滤后的清液经过出液口流出再经过与出液口相连的管道直接排到预定地点；明流过滤是指过滤后的清液不经过出液口流出，而从每块滤板上的水嘴直接流出。

注：暗流过滤适用于易挥发、有毒、有刺激性气味或具有腐蚀性等不允许暴露在外的物料的过滤。明流过滤具有直观性，且易发现某块滤布是否有破损的优点，在过滤时如发现某块滤布破损（一般表现为出混液），只要将该水咀关闭，还可继续过滤，待一工作循环结束后再更换或修补滤布。

A.1.4 按滤饼是否需要洗涤，可分为可洗式、不可洗式压滤机。除滤饼确需洗涤外，一般均选不可洗式。

A.1.5 根据滤饼所需含水量不同，可选吹气式、不吹气式。除滤饼确需很干燥外一般均选不吹气式。

A.1.6 还可根据实际使用目的定制耐高温的玻璃纤维聚炳烯滤板和耐高温、高压的铸铁、球墨铸铁和不锈钢滤板。

### A.2 压滤机的结构构造

A.2.1 千斤顶式压滤机结构构造见图 A.1。

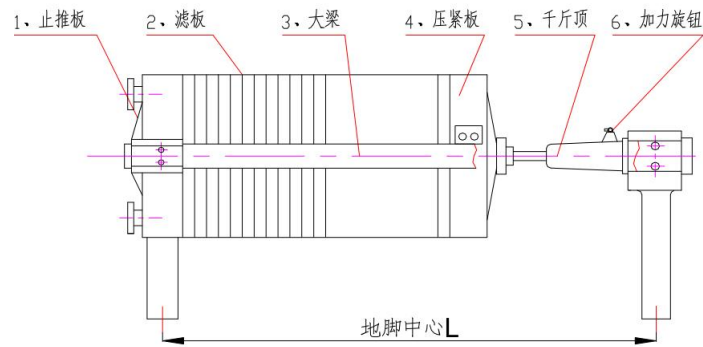


图 A.1 千斤顶式压滤机构造图

A.2.2 机械压紧式压滤机构造见图 A.2。

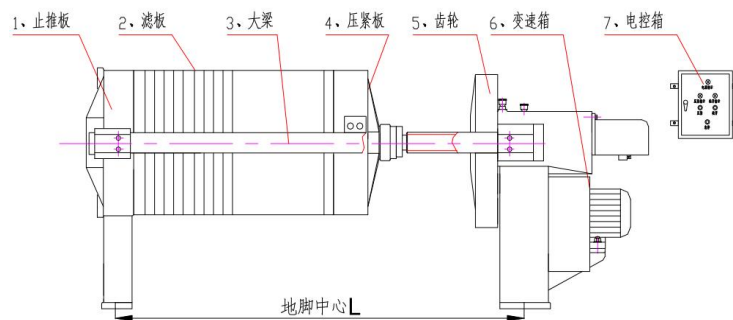


图 A.2 机械压紧式压滤机构造图

A.2.3 自动保压压滤机构造见图 A.3。

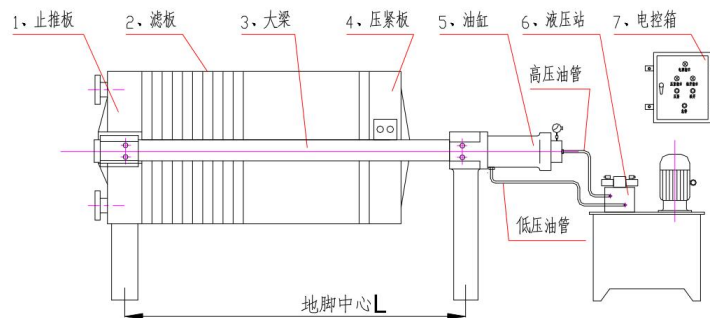


图 A.3 自动保压式压滤机构造图

A.2.4 自动拉板压滤机构造见图 A.4。

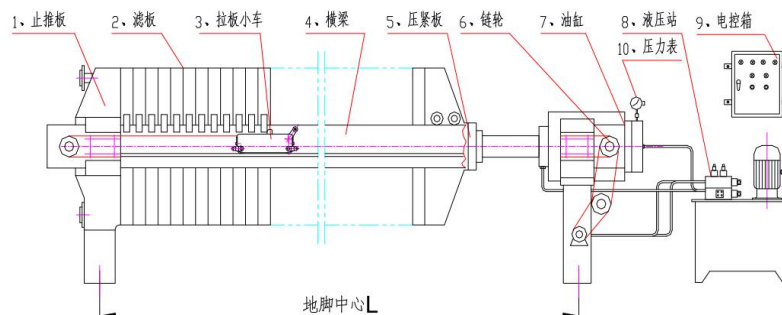


图 A.4 自动拉板式压滤机构造图

A.2.5 隔膜压榨压滤机构造见图 A.5。

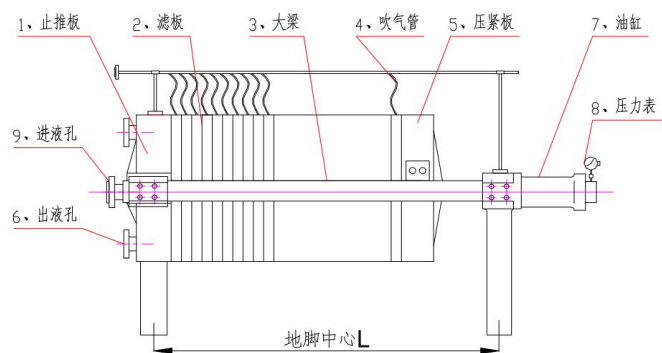


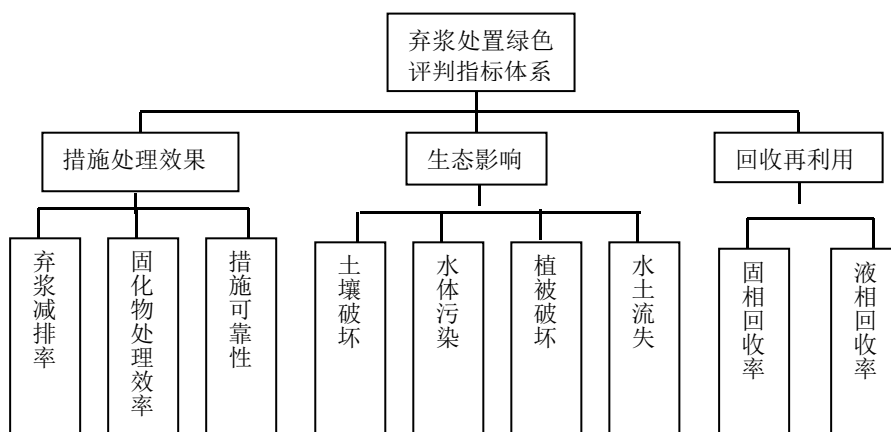
图 A.5 隔膜压榨式压滤机构造图



**附录 B**  
(资料性)  
**弃浆处治环境后评价方法**

### B.1 评估模型

B.1.1 废弃泥浆处理措施环境评估指标体系包括措施处理效果、措施生态影响及废弃物回收再利用等三项一级指标。见图 B.1。



**图 B.1 弃浆处治绿色指标体系**

B.1.2 可根据评估模型，采用模糊评判的方法确定指标权重，得到弃浆处理措施评价的最终数据。

B.1.3 弃浆处治绿色指标评估模型宜采用直觉模糊集 topsis 泥浆处治绿色评价模型的构建方法，见附录 C。

B.1.4 对于指标体系中的定量指标，可直接采用计算结果给予计算权重；对于定性指标，可采用 C-OWA 算子指标赋权的方法确定权重，以减少犹豫度。

### B.2 措施处理效果

B.2.1 措施处理效果指标包括弃浆减排率、固化处理效率和措施可靠性三项二级指标。

B.2.2 弃浆减排率 $\omega$ 计算见公式 (B.1)。高速公路及一级公路弃浆减排率应不小于 95%，其他公路弃浆减排率不应小于 92%。

$$\omega = \frac{Q_T - Q_S}{Q_T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中，

$\omega$ ——弃浆减排率，单位百分率 (%)；

$Q_T$ ——施工产生的弃浆总量，单位立方米 (m<sup>3</sup>)；

$Q_S$ ——未进行固化处理的弃浆数量，单位为立方米 (m<sup>3</sup>)。

B.2.3 弃浆固化处理效率是指单次固化处理浆体量与固化措施处理的周期之比，用处理效率隶属度 $u$ 表示，计算见公式 (B.2)。高速公路及一级公路弃浆处理效率隶属度应不小于 0.9，其他公路弃浆处理效率隶属度不应小于 0.85。

$$u = u_2 - \frac{u_2 - u_1}{T_q - T_{\min}} \times T \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中，

$u$  ——处理效率隶属度；

$u_1$  ——在要求的工期和固化处理方量下处理效率隶属度，取极限低值，建议为 0.6；

$u_2$  ——在极限短的工期内和要求固化处理方量下处理效率隶属度，取最大值，为 1.0；

$T_q$  ——表示要求工期，单位天（d）；

$T_{\min}$  ——表示极限短的工期，单位天（d）；

$T$  ——表示实际工期，单位天（d）。

B.2.4 固化措施的可靠性是指经压滤固化处理后，泥浆及固化物对生态环境的影响程度，共分 4 级。见表 B.1。

表 B.1 弃浆压滤固化措施可靠性分级表

分级	指标要求	适用的公路等级	分级	指标要求	适用的公路等级
I	固液分离后，水质达到一级排放要求，固体废物中重金属元素含量符合农业用地要求，弃浆减排率达 98%以上。	高速公路、独立大桥、改扩建工程、航道水运工程	III	固液分离后，水质达到二级排放要求，固体废物中重金属含量高于农业用地限值的 20%以内，弃浆减排率大于 85%	二级公路
II	固液分离后，水质达到一级排放要求，固体废物中重金属元素含量符合农业用地要求，弃浆减排率大于 95%。	一级公路	IV	固液分离后，水质达到二级排放要求，固体废物中重金属含量高于农业用地限值的 20%以上，弃浆减排率小于 85%	其他公路

B.3 生态影响

B.3.1 弃浆处理的生态影响指标包括土壤破坏、水体破坏、水土流失及植被破坏等 4 项二级指标。

B.3.2 弃浆处理地土壤破坏、水体破坏、水土流失以及植被破坏等按表 B.2 进行评价。

表 B.2 生态影响评价标准

分级	土壤破坏	水体破坏	水土流失	植被破坏
I —— 几乎无影响	减排率达 92%以上；固化物中重金属等有害杂质含量轻微，符合 GB 15618 中污染风险筛选值的要求	固液分离后，排放水达到一级排放标准	固化物或排放的泥浆性质稳定，无较大的流动度	排放的泥浆不对植被造成破坏
II —— 轻微影响	减排率达 80%以上，固化物符合 GB 15618 中污染风险管控值的要求	固液分离后，排放水达到一级排放标准；水中悬浮物含量不超过 6%。	固化物或排放的泥浆性质基本稳定，长期情况下在自然水系条件下易流失。	排放的泥浆或固化物影响部分草生植物有影响
III —— 较大影响	减排率达 60%以上，固化物中重金属超过 GB 15618 中污染风险管控值要求的 10%以内	固液分离后，排放水达到二级排放标准；水中悬浮物含量不超过 20%。	固化物或排放的泥浆性质不稳定，易冲刷流失	固化物中含有重金属超标，使部分植物遭到破坏
IV —— 严重影响	减排率低于 60%，固化物中重金属超过 GB 15618 中污染风险管控值要求的 10%以上	固液分离后，排放水未达到二级排放标准或水中悬浮物含量超过 20%；或未经固液分离处理的泥浆直接排放。	固化物或排放的泥浆性质不稳定，冲刷流失严重	固化物中含有重金属超标，使植物遭到破坏

B.4 回收再利用

B.4.1 回收再利用包括固相回收率和液相回收率两项二级指标。

B.4.2 固相回收率是经压滤固液分离后的钻渣、土石泥沙等被利用的总数量与可回收弃浆中固体颗粒总方量之比。

9.4.3 液相回收率是经压滤固液分离后满足排放或利用水的数量与分离前计算得出的水的数量之比。

附录 C  
(资料性)

直觉模糊集 topsis 泥浆处治绿色评价模型的构建方法

C.1 基于 C-OWA 算子指标赋权

C.1.1 邀请  $n$  位专家根据同一层次指标的重要性程度进行打分。按 0~10 分法打分。

C.1.2  $n$  位专家的打分结果构成指标因素的初始决策数据集  $(a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_n)$ 。对决策数据从大到小排序并从 0 开始编号, 得结果为  $b_0 \geq b_1 \geq b_2 \geq \dots \geq b_j \geq \dots \geq b_{n-1}$ , 即  $(b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n)$ 。

C.1.3 数据  $b_i$  的权重  $\theta_{j+1}$  由组合数  $C_{n-1}^j$  直接决定, 其中,  $\sum_{j=0}^{n-1} \theta_{j+1} = 1$ , 即满足公式 (C.1)。

$$\theta_{j+1} = \frac{C_{n-1}^j}{\sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k} = \frac{C_{n-1}^j}{2^{n-1}}, j = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中,

$\theta_{j+1}$  —— 数据  $b_i$  的权重;

$C_{n-1}^j$  —— 组合数

C.1.4 通过权重  $\theta_{j+1}$  依次对决策数据加权, 得到指标因素的绝对权重  $\overline{\omega}_i$ , 即公式 (C.2)。

$$\overline{\omega}_i = \sum_{j=0}^{n-1} \theta_{j+1} b_j, i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

$\overline{\omega}_i$  —— 绝对权重;

$m$  —— 指标因素的个数。

C.1.5 计算指标因素的相对权重  $\omega$ , 即公式 (C.3)。

$$\omega_i = \frac{\overline{\omega}_i}{\sum_{i=1}^m \overline{\omega}_i}, i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

$\omega_i$  —— 指标因素的相对权重;

$\overline{\omega}_i$  —— 绝对权重;

$m$  —— 指标因素的个数。

## C.2 直觉模糊集topsis模型计算

C.2.1 采集专家评价信息，得到定性指标的直觉模糊评价，然后将得到的定性指标评价信息与计算得到的定量指标评价信息进行集结，得到模型的直觉模糊评价矩阵，然后将直觉模糊评价矩阵  $A$  进行指标加权处理，得到加权直觉模糊集评价矩阵  $R$ ，见公式 (C.4)。

$$R = \begin{pmatrix} (u_{11}, v_{11}) & \cdots & (u_{1n}, v_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (u_{m1}, v_{m1}) & \cdots & (u_{mn}, v_{mn}) \end{pmatrix} \quad \text{..... (C.4)}$$

式中：

$u$  ——二级指标代号；

$v$  ——三级指标代号；

$w$  ——权重代号。

注： $(u_{ij}, v_{ij}) = [u_{ij}w_j, v_{ij} + (1-w_j) - v_{ij}(1-w_j)]$   $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ 。

C.2.2 确定直觉模糊集的正向和负向最优解，设模糊集的正最优解  $A^+$  和负最优解  $A^-$  分别为公式 (C.5) 和公式 (C.6)。

$$A^+ = (a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+) \quad \text{..... (C.5)}$$

$$A^- = (a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-) \quad \text{..... (C.6)}$$

式中：

$A^+$  ——模糊集的正最优解；

$A^-$  ——模糊集的负最优解；

注： $a_j^+ = (1, 0, 0), a_j^- = (0, 1, 0)$ 。

C.2.3 计算各指标与模糊集正向与负向最优解的距离，公式 (C.7) 和公式 (C.8)。

$$d_i^+ = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n [(u_{ij} - u_j^+)^2 + (v_{ij} - v_j^+)^2 + (\pi_{ij} - \pi_j^+)^2]} \quad \text{..... (C.7)}$$

式中：

$d_i^+$  ——模糊集正向最优解距离。

$$d_i^- = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n [(u_{ij} - u_j^-)^2 + (v_{ij} - v_j^-)^2 + (\pi_{ij} - \pi_j^-)^2]} \quad \text{..... (C.8)}$$

式中：

$d_i^-$  ——模糊集负向最优解距离。

C.2.4 计算综合评价指数，见公式 (C.9)。如果存在多个方案比较，此时可将各方案的综合评价指数从大到小排序，然后对方案进行优选， $C$  值越大，方案越合理可靠。

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

式中：

$C_i$  ——各方案的综合评价指数；

$d_i^+$  ——模糊集正向最优解距离。

$d_i^-$  ——模糊集负向最优解距离。

**C.2.5** 多方案评价时，需要对各方案的成本综合效益比  $r_i$  进行分析。将各方案的综合评价指数除以各自对应的成本得到成本综合效益比  $r_i$ 。然后将各方案按照从大到小排序，综合效益比越大，代表相同成本下获得的综合收益越高。从而可以优选最佳方案。

## 参考文献

- [1] 胡军,王宝德,隋杰明,等. 国家会展中心(天津)工程废弃泥浆固化分离处理技术[J]. 施工技术, 2020, 49(22):111-113.
- [2] 郑超,王健青,李奉南,等. 钻孔灌注桩泥水分离技术的应用[J]. 建筑施工, 2021, 43(10):2019-2022.
- [3] 周莉,闫相明,周星中. 应用厢式压滤机进行桩基废弃泥浆固化处理[J]. 建筑施工, 2021, 43(04):668-670.
- [4] 王铭祥;陈庆罡;麻兴,等. 压滤式泥浆脱水机在桩基工程中的综合应用分析[J]. 工程建设与设计, 2019, (03):187-189.
- [5] 吴尚东,陈权盛,吴鸿,等. 废弃泥浆的固化处理及路用性能研究[J]. 公路交通技术, 2021, 37(04):70-75.
- [6] 王文丽. 废泥浆固化技术在公路工程的应用[J]. 交通世界, 2021, (20):67-68.
- [7] 董娅玮. 废弃钻井泥浆固化处理技术研究[D]. 长安大学, 2009.
- [8] 赵刚,赵延龙. 废弃泥浆处理措施的综合评价优选[J]. 价值工程, 2019, 38(29):81-83.
- [9] 赵金先,王苗苗,李堃,范轲. 基于C-OWA算子与向量夹角余弦的绿色施工项目评标模型[J]. 土木工程与管理学报, 2017, 34(05):39-45.
- [10] 楼明浩,汪炎法,孔奥. 桩基施工泥浆固化处理新技术在某工程中的应用[J]. 施工技术, 2015, 44(12):97-100.
- [11] 席社. 铁路桥梁施工废弃泥浆处理的实用技术研究[J]. 铁道标准设计, 2012(07):132-134.
- [12] 洪蔚. 铁路桥梁施工废弃泥浆处理技术试验研究[D]. 中国铁道科学研究院, 2011.
- [13] 洪蔚,栗健,侯世全. 铁路桥梁灌注桩施工泥浆对环境的影响及防治对策[J]. 铁道标准设计, 2009(11):88-90.
- [14] 楼明浩,汪炎法,孔奥. 桩基施工泥浆固化处理新技术在某工程中的应用[J]. 施工技术, 2015, 44(12):97-100.
- [15] 彭园,杨旭,孙长健. 废弃泥浆无害化处理方法研究[J]. 环境科学与管理, 2007, 32(4):102-104.
- [16] 霍小鹏,唐春凌,罗小兰,等. 泥浆池周边土壤重金属分布及潜在生态危害[J]. 油气田环境保护, 2016, 26(2):41-43.
- [17] 沈夏磊,蔡海迪. 压滤机在混凝土灌注桩次生泥浆消纳中的应用[J]. 建筑施工, 2017, 39(6):844-846.