

ICS 91.100.10  
Q 13  
备案号: 48902—2016

# DB31

## 上海市地方标准

DB31/T 978—2016

---

### 同步注浆用干混砂浆应用技术规程

Technical Specification for Application of Dry-mixed  
Synchronous Grouting Mortar

2016-02-29 发布

2016-06-01 实施

---

上海市质量技术监督局 发布

## 目 次

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| 前言 .....                      | I |
| 1 范围 .....                    | 1 |
| 2 规范性引用文件 .....               | 1 |
| 3 术语和定义 .....                 | 1 |
| 4 基本规定 .....                  | 2 |
| 5 技术指标 .....                  | 2 |
| 5.1 原材料 .....                 | 2 |
| 5.2 浆液性能 .....                | 3 |
| 6 配合比设计 .....                 | 3 |
| 7 施工 .....                    | 4 |
| 7.1 一般规定 .....                | 4 |
| 7.2 施工准备 .....                | 4 |
| 7.3 浆液拌合 .....                | 4 |
| 7.4 注浆施工 .....                | 4 |
| 8 质量检验与验收 .....               | 5 |
| 8.1 出厂检验 .....                | 5 |
| 8.2 进场验收 .....                | 5 |
| 附录 A (规范性附录) 浆液坍落度试验方法 .....  | 6 |
| 附录 B (规范性附录) 压力泌水率试验方法 .....  | 7 |
| 附录 C (规范性附录) 抗剪屈服强度试验方法 ..... | 9 |

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由上海市发展和改革委员会、上海市经济和信息化委员会、上海市质量技术监督局提出。

本标准主要起草单位：上海城建物资有限公司、上海隧道工程有限公司。

本标准参与起草单位：上海申通地铁集团有限公司技术中心、上海住总工程材料有限公司、上海市土木工程学会。

本标准主要起草人：陈柯柯、郑宜枫、刘洪波、覃爽、秦廉、李欢欢、张跃明、胡青莲、王秀志、刘朝明、鞠丽艳、黄俊。

## 同步注浆用干混砂浆应用技术规程

### 1 范围

本标准规定了同步注浆用干混砂浆的术语和定义、基本规定、技术指标、配合比设计、施工、质量检验与验收。

本标准适用于同步注浆用干混砂浆在隧道盾构法施工中的应用。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰  
GB/T 4934.2 土工试验仪器剪切仪第2部分  
GB 8076 混凝土外加剂  
GB/T 20973 膨润土  
GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料  
GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范  
JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准  
JGJ 63 混凝土用水标准  
JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法  
JGJ/T 223 预拌砂浆应用技术规程  
JC/T 481 建筑消石灰粉  
JG 3021 混凝土用坍落度仪  
SY/T 5380 钻井液滤失量仪  
SB/T 10461 干混砂浆散装移动筒仓

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**同步注浆** **synchronous grouting**

盾构法隧道施工过程中,与盾构掘进施工同步进行的、通过注浆来填充隧道衬砌环与地层之间空隙的施工工艺,可起到控制地表沉降、隧道稳定以及防水的作用。

#### 3.2

**同步注浆用干混砂浆** **dry-mixed synchronous grouting mortar**

经干燥筛分处理的细集料、保水增稠材料、粉煤灰等组分按一定比例,在专业生产厂经计量、混合后,专用于同步注浆工艺的一种颗粒状混合物。它既可由专用罐车运输至工地加水拌合使用,也可采用包装形式运到工地拆包加水拌合使用。

### 3.3

**压力泌水率** **bleeding ratio under pressure**

砂浆在一定压力下维持一段时间的泌水量与砂浆质量的百分比。本标准中是以在 0.3 MPa 压力下 7.5 min 内的砂浆泌水率值表示。

### 3.4

**抗剪屈服强度** **anti-shearing yield strength**

浆体所能承受的极限剪切应力,用十字板剪切试验中浆体屈服时的剪切应力表示。

### 3.5

**注浆压力** **grouting pressure**

注浆时克服浆液流动阻力并使浆液密实填充至盾构空隙中所需的压力。

### 3.6

**注浆率** **grouting ratio**

实际注浆数量与理论建筑空隙之百分比。

## 4 基本规定

4.1 同步注浆用干混砂浆宜采用散装方式进行储存。

4.2 储存用筒仓应符合 SB/T 10461 的规定,并应在现场安装牢固。

4.3 同步注浆用干混砂浆在储存及使用过程中,当对砂浆质量的均匀性有疑问或争议时,应按 JGJ/T 223附录 B 的规定检验其砂浆细度均匀度。

4.4 地面料斗不宜太小,避免放浆时浆液溅出料斗,尺寸以 80 cm×80 cm 左右为宜。料斗底部需加设滤网,滤网尺寸以 1.2 cm 左右为宜。下料管尺寸不小于 15 cm,下料管弯头不大于 2 个。

4.5 储浆桶必须使用刮刀式搅拌棒,每个储浆桶必须设置容量标识。车架上的同步注浆浆桶需配置红外线探头和照明,车架上的同步注浆浆桶需配设滤网,滤网尺寸以 1.2 cm 左右为宜。

4.6 每根单独的注浆管路必须有单独的注浆压力表、注浆流量计和流量控制器,并准确显示在盾构操作屏幕上。

## 5 技术指标

### 5.1 原材料

同步注浆用干混砂浆的所有原材料(除水以外)应具有质量证明文件,宜充分利用粉煤灰、再生细骨料等废弃物资源。

#### 5.1.1 粉煤灰

应符合 GB/T 1596 的规定,宜选用 F 类、Ⅱ级粉煤灰。

粉煤灰应按 GB/T 1596 的规定进行复验。

#### 5.1.2 细骨料

5.1.2.1 细骨料宜选用中砂,并应筛除 4.75 mm 以上颗粒。在筛分及存储过程中,应采取措施使砂颗粒级配均匀,保持洁净,不得混入影响砂浆性能的有害物质。干燥后砂的含水率应小于 0.5%。其他指标尚应符合 JGJ 52 的规定并进行复检。

5.1.2.2 再生细骨料应符合 GB/T 25176 的规定,压碎指标应不大于 30%,宜选用细度模数为中等规格

的再生细骨料,并应筛除 4.75 mm 以上颗粒。其他指标尚应符合 GB/T 25176 的规定并进行复检。

### 5.1.3 膨润土

膨润土技术指标应符合 GB/T 20973 的规定并进行复检,同一标记的袋装膨润土以 60 t 为一批,不足 60 t 按一批计;散装膨润土以每一罐车或储仓为一批。

### 5.1.4 建筑消石灰

应符合 JC/T 481 规定的 HCL 85 规格产品并进行复验。同一标记的袋装建筑消石灰以 60 t 为一批,不足 60 t 按一批计;散装建筑消石灰以每一罐车或储仓为一批。

### 5.1.5 外加剂

应选用干粉状外加剂,技术指标应符合 GB 8076 的规定,并按 GB 50119 复检。

### 5.1.6 拌合用水

应符合 JGJ 63 的规定。

## 5.2 浆液性能

同步注浆用干混砂浆的技术指标应符合表 1 的规定,其中坍落度、湿表观密度、压力泌水率、抗剪屈服强度由同步注浆用干混砂浆加拌合用水搅拌均匀后的拌合物测试所得。

表 1 同步注浆用干混砂浆的技术指标

| 项目                         |      | 技术指标     | 检验方法      |
|----------------------------|------|----------|-----------|
| 外观                         |      | 均匀一致,无结块 | JGJ/T 223 |
| 坍落度/mm                     | 初始   | 120~160  | 附录 A      |
|                            | 24 h | ≥50      |           |
| 湿表观密度/(g/cm <sup>3</sup> ) | 初始   | ≥1.9     | JGJ/T 70  |
| 压力泌水率/%                    | 初始   | ≤7.5     | 附录 B      |
| 抗剪屈服强度/Pa                  | 24 h | ≥1 200   | 附录 C      |

## 6 配合比设计

6.1 同步注浆浆液配合比设计目的是使浆液的坍落度、湿表观密度、压力泌水率和抗剪屈服强度指标符合表 1 的规定。

6.2 调整用水量、细骨料级配和用量、粉煤灰和膨润土的用量以及外加剂的种类和掺量,使坍落度符合表 1 中对坍落度值的规定。

6.3 调整用水量、外加剂的品种和掺量,使浆液湿表观密度和压力泌水率符合表 1 中对湿表观密度和压力泌水率的规定。

6.4 调整用水量、细骨料级配和用量以及消石灰粉的品种和用量,使浆液抗剪屈服强度符合表 1 中的规定。

6.5 用水量范围宜处于 17%~23%之间,宜采用较低的用水量满足表 1 中对各项技术指标的规定。

6.6 新拌同步注浆浆液试样应采用强制式搅拌机拌制,每盘试配的最小搅拌量不宜小于搅拌机额定搅

拌量的 1/4。

## 7 施工

### 7.1 一般规定

7.1.1 同步注浆施工所需的材料、设备等,参数应符合设计要求,并按照相关规定进行检测与验收。

7.1.2 同步注浆用干混砂浆注浆施工时环境温度宜为 5℃~35℃。当温度低于 5℃或高于 35℃时,应对浆液各项指标进行复验,符合表 1 中规定方可进行施工。

### 7.2 施工准备

7.2.1 盾构调试期间应进行同步注浆用干混砂浆泵送试验,测定不同流量下的管阻压力损失,为不同工况条件下同步注浆施工方案的制定提供依据。

7.2.2 地面后配套系统设备需在盾构始发前全部到位,采用同步注浆用干混砂浆需确定相应的浆液接收与储存地点位置。

7.2.3 地面拌浆系统应满足拌制同步注浆用干混砂浆的质量和数量要求,机具设备运转正常并符合安全要求,拌浆间内部区域划分清晰、有序。

7.2.4 各项计量、检测、试验器具须有明确标识牌。

7.2.5 井下后配套系统设备需在盾构始发前全部到位,需根据同步注浆用干混砂浆性能特点对设备进行选型与改制,满足同步注浆用干混砂浆在存储及输送过程中性能质量与输送效率的要求。

7.2.6 长距离隧道施工时,需对整体浆液输送方案进行针对性优化。

### 7.3 浆液拌合

7.3.1 同步注浆用干混砂浆应按产品说明书的规定加水并拌合,所有技术指标应符合表 1 中的规定。

7.3.2 凡符合国家标准的饮用水,可直接用于拌制砂浆;当采用其他水源时,应对浆液进行各项技术指标复验,符合表 1 规定后,方可用于拌制砂浆。

7.3.3 砂浆拌合物应在 4 h 内用完。

### 7.4 注浆施工

7.4.1 施工前检查注浆泵是否正常,保证其能正常工作;检查注浆管路,确保管路畅通;检查压力显示系统,确保其准确无误。

7.4.2 首次注浆前所有管路均应注入膨润土浆液进行润湿。

7.4.3 同步注浆作业应与盾构推进同步进行,应采用多点均匀注浆,建议采用左右对称注浆,上下部注浆量比例分配应结合具体施工工况确定,起始时建议控制在 6:4,注入流量应同掘进速度相适应。

7.4.4 注浆过程宜采用双控注浆法,即兼顾注浆压力和注浆量。注浆设计压力应在综合考虑地质条件、管片强度、设备性能、浆液特性和土仓压力的基础上来确定;注浆率应达到理论注浆率的 100% 以上。

7.4.5 注浆量的确定是以盾尾建筑空隙量为基础,并结合地层、线路及掘进方式等考虑适当的富余系数,以保证达到充填密实的目的;注浆率宜为 110%~130%,可根据地层条件、隧道稳定性和环境保护要求,通过试验实测确定其合理注浆率。

7.4.6 对于环形管片如地铁管片,按式(1)计算每环同步注浆量:

$$Q = V \times \lambda = \frac{\pi(D^2 - d^2)L}{4} \times \lambda \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Q$  —— 每环管片注浆量体积，单位为立方米( $\text{m}^3$ )；

$V$  —— 盾构施工注浆空隙体积，单位为立方米( $\text{m}^3$ )；

$\lambda$  —— 注浆率，%；

$D$  —— 盾构切削外径，单位为米( $\text{m}$ )；

$d$  —— 预制管片外径，单位为米( $\text{m}$ )；

$L$  —— 预制管片衬砌每环幅宽，单位为米( $\text{m}$ )。

7.4.7 注浆过程中应对储浆桶内砂浆进行搅拌，保证砂浆的和易性。

7.4.8 注浆一旦发生意外故障，应暂时停止盾构掘进，排除故障后方可继续施工。

7.4.9 待连续施工结束后，注浆管路应用膨润土浆液或水清洗一次，部分膨润土浆液通过管路压入盾尾，其余从回路注入集水池，带走管路中砂浆的残余部分。

7.4.10 长时间停顿时，应对拌浆、储浆设备进行清空、清洗，压浆管及注浆设备用膨润土浆液排空内部砂浆。

## 8 质量检验与验收

### 8.1 出厂检验

8.1.1 同步注浆用干混砂浆拌合物的初始坍落度应保持在 120 mm~160 mm 范围内，24 h 坍落度应不小于 50 mm。

检查数量：每 400 t 或 250  $\text{m}^3$  抽检 1 组。

检验方法：见附录 A。

8.1.2 同步注浆用干混砂浆拌合物的湿表观密度应不小于 1.9  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

检查数量：每 400 t 或 250  $\text{m}^3$  抽检 1 组。

检验方法：JGJ/T 70。

8.1.3 同步注浆用干混砂浆拌合物的压力泌水率应不大于 7.5%。

检查数量：每 400 t 或 250  $\text{m}^3$  抽检 1 组。

检验方法：见附录 B。

8.1.4 同步注浆用干混砂浆拌合物 24 h 的剪切屈服强度应不小于 1 200 Pa。

检查数量：每 800 t 或 500  $\text{m}^3$  抽检 1 组。

检验方法：见附录 C。

### 8.2 进场验收

8.2.1 同步注浆用干混砂浆进场时应提供原材料质量检验报告，应符合 4.1 的规定。

检查数量：按原材料进厂批次提供；

检验方法：查检验报告、复验。

8.2.2 同步注浆用干混砂浆进场时应提供出厂检验报告。

8.2.3 同步注浆用干混砂浆进场时拌合物进场检验初始坍落度应在 120 mm~160 mm 之间，24 h 坍落度应不小于 50 mm。

8.2.4 同步注浆用干混砂浆进场时，拌合物进场检验湿表观密度应不小于 1.9  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。



**附 录 A**  
**(规范性附录)**  
**浆液坍落度试验方法**

**A.1** 本方法适用于同步注浆用干混砂浆浆液坍落度的测定。

**A.2** 坍落度试验方法所用的坍落度仪应符合 JG 3021《混凝土坍落度仪》中有关技术要求的规定。

**A.3** 坍落度试验应按下列步骤进行：

**A.3.1** 湿润坍落度筒及底板，在坍落度筒内壁和底板上应无明水。底板应放置在坚实的水平面上，并把筒放在底板中心，然后用脚踩住两边的脚踏板，坍落度筒在装料时应保持固定的位置。

**A.3.2** 把同步注浆浆液用料铲一次性装满坍落度筒，用捣棒插捣 15 次。插捣应沿螺旋方向由外向中心进行，各次插捣应在截面上均匀分布。捣棒应贯穿坍落度桶深度。插捣过程中，如同步注浆浆液沉落到低于筒口，应随时添加。插捣完后，刮去多余的同步注浆浆液，并用抹刀抹平。

**A.3.3** 清除筒边底板上的同步注浆浆液后，垂直平稳地提起坍落度筒。坍落度筒的提起过程应在 5 s～10 s 内完成；从开始装料到提坍落度筒的整个过程应不间断地进行，并应在 150 s 完成。

**A.3.4** 提起坍落度筒后，测量筒高与坍落后同步注浆试体最高点时间的高度差，则为同步注浆浆液的坍落度值。以毫米为单位，结果表达修约至 5 mm。

**附 录 B**  
(规范性附录)  
**压力泌水率试验方法**

**B.1 适用范围**

本方法适用于同步注浆用干混砂浆拌合物压力泌水率的测定。

**B.2 试验仪器**

**B.2.1** 滤失量仪:应符合《钻井液滤失量仪》(SY/T 5380)中低温低压型压力和主要结构参数的规定。仪器示意图如图 B.1 所示。



图 B.1 滤失量仪

**B.2.2** 电子天平:量程应为 5 kg,感量应为 0.5 g。

**B.2.3** 计时器:秒表。

**B.3 压力泌水率试验步骤**

**B.3.1** 仪器应安放在稳固、水平的台面上。

**B.3.2** 按要求装好滤失量杯的橡胶垫圈、滤网、滤纸。

**B.3.3** 称取装好后滤失量杯的质量( $m_1$ )。

**B.3.4** 将同步注浆用干混砂浆拌合物装入滤失量杯内,至滤失量杯内的刻度线为止,稍作刮平。

**B.3.5** 称取滤失量杯和同步注浆用干混砂浆拌合物的质量( $m_2$ )。

**B.3.6** 滤失量杯按要求装上滤失量仪,并固定密封,下部放上量筒或量杯,用打气筒对其进行加压至 0.3 MPa,同时开始计时,保持压力不变,至 7.5 min 结束。卸压后取下滤失量杯,称取量筒或量杯中水的质量( $m_3$ )。

#### B.4 结果计算

同步注浆用干混砂浆拌合物压力泌水率  $R$  由式(B.1)进行计算,计算结果数值精确到 0.1%。

$$R = \frac{m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$R$  ——同步注浆用干混砂浆拌合物压力泌水率,%;

$m_1$  ——滤失量杯的质量,单位为克(g);

$m_2$  ——滤失量杯和同步注浆用干混砂浆拌合物的质量,单位为克(g);

$m_3$  ——压力泌水的质量,单位为克(g)。

## 附录 C (规范性附录)

### 抗剪屈服强度试验方法

- C.1 本方法适用于同步注浆用砂浆拌合物抗剪屈服强度的测定。
- C.2 十字板剪切仪的关键部件为：机架、传动装置、十字板头、弹簧+表盘/扭矩传感器+数显。
- C.3 为保证测试过程中的精确度，宜采用电动十字板剪切仪（以下简称剪切仪），由伺服电机匀速施加扭矩，转速范围为  $1^\circ/\text{min} \sim 10^\circ/\text{min}$ 。
- C.4 按扭矩测量设备的不同，剪切仪分为弹簧式和数显式两种，弹簧式剪切仪的弹簧率定（扭矩-角度）曲线线性回归系数应大于 0.99；数显式剪切仪传感器的扭矩测量误差和性能指标应符合 GB/T 4934.2—2008 要求。
- C.5 十字板头根据高度和直径的比例，多为  $2:1$  和  $1:1$  两种（见图 C.1），其直径宜为 1.27 cm～2.54 cm，十字板面积比宜小于 15%（定义和计算方法参见 GB/T 4934.2），材质、硬度和粗糙度等指标尚应符合 GB/T 4934.2 的要求。

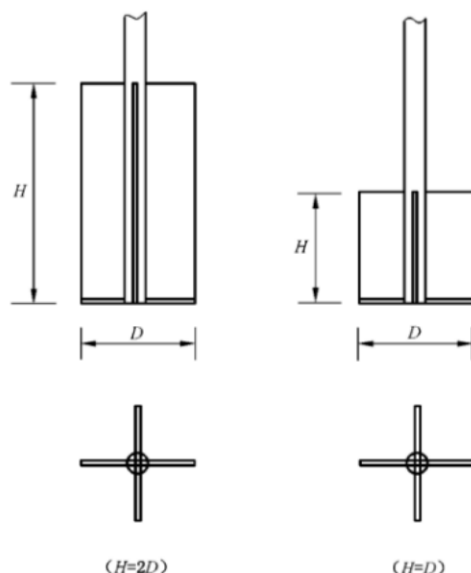


图 C.1 十字板头形状示意图

#### C.6 抗剪屈服强度试验过程

- C.6.1 将十字板剪切仪置于水平工作台面，根据被测样品抗剪屈服强度高低，选择合适量程范围的弹簧和十字板头，按顺序卡入固定（数显式无需选择更换弹簧）。
- C.6.2 把浆料装入桶状样品杯，样品杯直径应大于十字板头直径的 2 倍，轻微振动样品杯，确保浆料内空隙和大气泡存在，表面抹平后置于剪切仪底座上并固定。
- C.6.3 旋转螺杆将十字板头插入样品杯浆料中，至十字板头上沿没入浆料 1 mm～2 mm 为止。
- C.6.4 样品测试过程中应避免触碰、挪动、晃动剪切仪，直至测试结束。
- C.6.4.1 对于弹簧式剪切仪，首先记录表盘外盘指针初始读数，打开剪切仪开关，伺服电机开始施加扭矩，当达到屈服状态时内圈指针会弹出，记录此刻外圈指针读数，计算出旋转角度差值，根据弹簧率定曲线，计算出屈服扭矩[见式(C.1)]。

C.6.4.2 对于数显式剪切仪,打开十字板测试仪开关,伺服电机开始施加扭矩,当达到屈服状态时,可读出屈服扭矩。

C.6.5 测试结束后关闭电源,将十字板头清洗后擦干,置于干燥处保存,避免腐蚀。

#### C.6.6 抗剪屈服强度的计算

上述两种剪切仪抗剪屈服强度计算式均如式(C.1):

$$\tau = \frac{T}{K} \times 9.81 \times 10^4 \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

$\tau$  ——抗剪屈服强度,单位为帕(Pa);

$K$  ——十字板头常数,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );

$T$  ——屈服扭矩,单位为千克每厘米( $\text{kg}/\text{cm}$ )。

十字板头常数  $K$  的计算式如式(C.2):

$$K = \frac{\pi D^2 H}{2} \left( 1 + \frac{D}{3H} \right) \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

$D$  ——表盘指针旋转角度,单位为厘米( $\text{cm}$ );

$H$  ——弹簧率定曲线截距,单位为厘米( $\text{cm}$ )。

屈服扭矩  $T$ ,数显式剪切仪可直接读出;针对弹簧式剪切仪,根据其扭矩-角度率定曲线,屈服扭矩的计算式如式(C.3):

$$T = \frac{\Delta - B}{A} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

$\Delta$  ——表盘指针旋转角度差值,单位为度( $^\circ$ );

$B$  ——弹簧率定曲线截距,单位为度( $^\circ$ );

$A$  ——弹簧率定曲线斜率,单位为度每千克每厘米 [ $(^\circ)/\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1}$ ]。

上海市地方标准  
同步注浆用干混砂浆应用技术规程

DB31/T 978—2016

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字  
2017年4月第一版 2017年4月第一次印刷

\*

书号: 155066·5-0503 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



DB31/T 978—2016