

天津市工程建设标准



DB/T 29-327-2024

备案号: J17865-2024

天津市预拌水泥基盾构注浆料 应用技术规程

Technical Specification for Ready-mixed Cement
Based Shield-driving Grouting Material in Tianjin

2024-11-11 发布

2025-01-01 实施

天津市住房和城乡建设委员会 发布

天津市工程建设标准

天津市预拌水泥基盾构注浆料应用

技术规程

Technical Specification for Ready-mixed
Cement Based Shield-driving Grouting Material
in Tianjin

DB/T 29-327-2024

J17865-2024

主编单位：天津市建筑科学研究院有限公司

批准部门：天津市住房和城乡建设委员会

实施日期：2025年01月01日

2024 天 津

天津市住房和城乡建设委员会文件

津住建设函[2024]306号

市住房城乡建设委关于发布《天津市预拌水泥基盾构注浆料应用技术规程》的通知

各有关单位：

根据《市住房城乡建设委关于下达2022年天津市工程建设地方标准编制计划的通知》（津住建设[2022]12号）要求，天津市建筑科学研究院有限公司等单位编制完成了《天津市预拌水泥基盾构注浆料应用技术规程》，经市住房城乡建设委组织专家评审通过，现批准为天津市工程建设地方标准，编号为DB/T29-327-2024，自2025年1月1日起实施。

各相关单位在实施过程中如有意见和建议，请及时反馈给天津市建筑科学研究院有限公司。

本规程由天津市住房和城乡建设委员会负责管理，天津市建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

天津市住房和城乡建设委员会
2024年11月11日

前 言

根据天津市住房和城乡建设委员会《关于下达2022年天津市工程建设地方标准编制计划的通知》（津住建设[2022]12号）的要求，规程编制组经广泛调查和大量试验研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程共分7章和1个附录，主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.材料；5.设计；6.施工；7.质量检验；附录A预拌水泥基盾构注浆料进场抽样检验记录。

本规程由天津市住房和城乡建设委员会负责管理，由天津市建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送天津市建筑科学研究院有限公司（通讯地址：天津市南开区灵隐道兴泰里30号，邮编：300193），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：天津市建筑科学研究院有限公司

本标准参编单位：天津市建设工程安全质量监督总站
天津市地下铁道集团有限公司
天津金隅宝辉砂浆有限公司
天津市建筑工程质量检测中心有限公司
天津市建材业协会
天津市建工工程总承包有限公司
天津市建筑材料科学研究院有限公司
天津市政工程设计研究总院有限公司

天津市二建建筑工程有限公司
天津建工科技有限公司
天津华夏筑城建材有限公司
天津市禹杰宏业混凝土有限公司
天津第四市政建筑工程有限公司
天津金辰建材有限公司
天津市隆正科技有限公司
天津金隅混凝土有限公司
天津市建筑工程职工大学
中建二局第三建筑工程有限公司
中铁建设集团华北工程有限公司
中建协兴国际工程咨询有限公司
天津冀东津璞基业混凝土有限公司

本标准主要起草人员： 高 辉 路 芳 王书雄 彭光林
程 坤 房宏泽 陈祥雨 林 瑞
管宝华 赵 虎 孙 倩 李学峥
康 杰 杨 方 何 乐 刘 洋
崔 萌 侯绪强 孙 浩 张 琳
周升宝 刘 磊 孙 明 许大伟
沈平邦 王冬梅 杜 芳 刘 柳
冯 凯 张 晨 姚 鹏 王 栩
刘旭东 赵 鸿 景伟卿 包志钧
赵 阳 王超慧 安云霞 魏 达
李思琦 乔 凯 朱全斌 王 亮
张思哲

本标准主要审查人员： 杨贵生 刘志锋 乐 慈 刘 杰
郑习羽 刘晓敏 郭万江

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	4
4 材 料	5
4.1 原材料	5
4.2 预拌水泥基盾构注浆料.....	6
5 设 计	8
6 施 工	11
6.1 一般规定	11
6.2 材料进场与储存.....	11
6.3 施工准备	12
6.4 注浆作业	12
7 质量检验	14
附录 A 预拌水泥基盾构注浆料现场抽样检验记录	15
本标准用词说明	17
引用标准名录	18
条文说明	19

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Materials	5
	4.1 Raw Materials.....	5
	4.2 Cement Based Shield-driving Grouting Material.....	6
5	Design.....	8
6	Construction.....	11
	6.1 General Requirements.....	11
	6.2 Approach and Storage of Materials	11
	6.3 Construction Preparation	12
	6.4 Grouting.....	12
7	Quality Inspection.....	14
	Appendix A Field Sampling Records of Cement Based Shield-driving Grouting Material.....	15
	Explanation of Wording in This Standard.....	17
	List of Quoted Standards	18
	Explanation of Provisions	19

1 总 则

1.0.1 为规范本市行政区域内预拌水泥基盾构注浆料在建设工程中的应用，做到经济合理、安全适用、确保质量、绿色施工，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于本市行政区域内隧道盾构法施工中管片壁后同步注浆用预拌水泥基盾构注浆料的原材料选择、设计、施工、质量检验。

1.0.3 预拌水泥基盾构注浆料的应用除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和本市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 同步注浆 simultaneous grouting

在盾构掘进过程中，与盾构掘进施工同步进行的、通过盾尾注浆管向衬砌环与地层之间空隙注入浆液的施工工艺。

2.0.2 预拌水泥基盾构注浆材料 pre-mixed cement based shield-driving grouting material

以水泥和矿物掺合料为主要胶凝材料，工厂生产的用于盾构施工时同步注浆的湿拌或干混水泥基混合料。

2.0.3 湿拌水泥基盾构注浆料 wet-mixed cement based shield-driving grouting material

将胶凝材料、细骨料和水等组分按一定比例，在工厂经计量、拌制后，采用搅拌运输车运至使用地点，放入专用容器储存，用于盾构法施工中管片壁后同步注浆的混合料。

2.0.4 干混水泥基盾构注浆料 dry-mixed cement based shield-driving grouting material

将胶凝材料、经干燥筛分处理的细骨料、外加剂等组分，按一定比例在工厂计量、混合，在使用地点按规定比例加水或配套液体拌合使用的，用于盾构法施工中管片壁后同步注浆的混合料。该注浆料分为稀浆（I型）和稠浆（II型）。

2.0.5 充填系数 filling coefficient

充填密实衬砌环与地层之间空隙所需的注浆浆液体积与理论空隙体积之比。

2.0.6 体积变化率 volume change rate

注浆料固结体积与注浆料初始体积之比，表征注浆料硬化后的填充性能。

2.0.7 可操作时间 operational time

浆液加水搅拌到开始失去流动性的时间。

3 基本规定

3.0.1 采用单液管片壁后同步注浆的隧道盾构工程宜选用符合本规程规定的预拌水泥基盾构注浆料。

3.0.2 预拌水泥基盾构注浆料类型及型号的选择，应满足施工现场环境条件、设计等要求。

3.0.3 采用预拌水泥基盾构注浆料的工程，施工方案中应对预拌水泥基盾构注浆料做出相应的规定。

3.0.4 预拌水泥基盾构注浆料生产企业应对施工单位进行技术交底。

4 材料

4.1 原材料

4.1.1 原材料应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定；原材料进场应有质量证明文件，并按国家现行标准的规定进行复检，复检合格后方可使用。

4.1.2 水泥宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定。

4.1.3 膨润土应符合现行国家标准《膨润土》GB/T 20973 的规定。

4.1.4 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的规定。

4.1.5 粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定。

4.1.6 预拌水泥基盾构注浆料应采用细骨料，并应符合下列规定：

- 1 细骨料的最大粒径宜小于 1.18mm，不应超过 2.36mm；
- 2 天然砂及人工砂应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定；
- 3 再生细骨料应符合现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的规定。

4.1.7 外加剂应符合下列规定：

- 1 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定；
- 2 外加剂与水泥和矿物掺合料应有良好的适应性，并应经试验验证；
- 3 增塑剂应符合现行行业标准《抹灰砂浆增塑剂》JG/T 426

或《砌筑砂浆增塑剂》JG/T 164 的规定；保水剂应符合现行行业标准《预拌砂浆用保水剂》JC/T 2389 的规定。

4.1.8 预拌水泥基盾构注浆料拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

4.2 预拌水泥基盾构注浆料

4.2.1 湿拌水泥基盾构注浆料性能应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 湿拌水泥基盾构注浆料的性能要求

项目	技术要求	试验方法
稠度 (mm)	90~130	JGJ/T 70 中 4
2h 稠度损失率 (%)	≤20	GB/T 25181-2019 附录 C
泌水率 (%)	≤3.0	JTST 236-2019 中 10.20
分层度 (mm)	≤6	JGJ/T 70 中 6
凝结时间 (h)	0.90T~1.10T	JGJ/T 70 中 8
可操作时间 (h)	0.90t~1.10t	JC/T 2536-2019 中 7.5
抗压强度 (MPa)	3d	≥0.5
	28d	≥3.0
体积变化率 (%)	3d	≥95.0

注：1 T 为凝结时间的生产厂控制值；

2 t 根据供需双方商定及设计施工要求确定；

3 可操作时间试验方法应符合现行行业标准《水泥-水玻璃灌浆材料》JC/T 2536-2019 第 7.5 节的有关规定，但浆液为符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定所制备的预拌水泥基盾构注浆料试样；

4 体积变化率试验方法应符合现行行业标准《水泥-水玻璃灌浆材料》JC/T 2536-2019 第 7.7 节的有关规定，但浆液为符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定所制备的预拌水泥基盾构注浆料试样，且龄期为 3d。

4.2.2 干混水泥基盾构注浆料应符合下列规定。

- 1 外观应为粉状、均匀、无杂质、无结块；
- 2 注浆料分为稀浆（I型）和稠浆（II型）两类，性能应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 干混水泥基盾构注浆料的性能要求

项目		技术要求		试验方法
		I型	II型	
马氏漏斗粘度（s）		70±10	—	SL 62-2020 附录 A.3
稠度（mm）		—	90~130	JGJ/T 70 中 4
凝结时间（h）		0.90T~1.10T	0.90T~1.10T	JGJ/T 70 中 8
可操作时间（h）		0.90t~1.10t	0.90t~1.10t	JC/T 2536-2019 中 7.5
泌水率（%）		≤3.0	≤3.0	JTST 236-2019 中 10.20
抗压强度 （MPa）	3d	≥0.5	≥0.5	JGJ/T 70 中 9
	28d	≥3.0	≥3.0	
体积变化率 （%）	3d	≥95.0	≥95.0	JC/T 2536-2019 中 7.7

注：1 T 为凝结时间的生产厂控制值；

2 t 根据供需双方商定确定，有设计要求时按设计进行；

3 可操作时间试验方法应符合现行行业标准《水泥-水玻璃灌浆材料》JC/T 2536-2019 第 7.5 节的有关规定，但浆液及混合料为符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定所制备的预拌水泥基盾构注浆料试样；

4 体积变化率试验方法应符合现行行业标准《水泥-水玻璃灌浆材料》JC/T 2536-2019 第 7.7 节的有关规定，但浆液为符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定所制备的预拌水泥基盾构注浆料试样，且龄期为 3d。

5 设计

5.0.1 盾构法隧道同步注浆过程注浆压力应根据地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特性、土仓（泥水仓）压力和隧道埋深等因素综合确定，宜控制在 0.1MPa~0.4MPa。

5.0.2 同步注浆压力宜在地层阻力强度的基础上增加 0.05MPa~0.1MPa，并不宜低于土仓内土压力 P 值。土仓内土压力 P 值应通过装置在密封土仓内的土压计检测读出，通常较为适宜的 P 值范围是：

$$(\text{水压力} + \text{主动土压力}) < P < (\text{水压力} + \text{被动土压力})$$

P 值应以相应的静止土压力为中心，在此范围内作波动。P 值的设定与管理应按照下列方法执行：

1 首先经过理论估算，再根据施工经验判断，确定一个较理想的 P 值；

2 在盾构掘进施工中应及时进行监控测量，并根据出土量与监控测量数据对 P 值作相应调整；

3 对 P 值应进行动态管理，以适应连续推进情况；

4 施工中根据地质情况及隧道埋深情况，从理论上计算切口的平衡压力值，并且在 100m 试验段时的推进过程中逐步调整，综合分析后以最优的平衡压力值进行施工。理论计算平衡土压力应按下式计算：

$$P = K_0 \cdot \gamma \cdot H \quad (5.0.2)$$

式中：

P —平衡土压力（MPa）；

γ —土体的平均容重 (kg/m^3)；

H —隧道埋深 (m)；

K_0 —静止土压力系数。

5.0.3 盾构法隧道同步注浆量为理论建筑空隙体积乘以注浆量充填系数，每环管片理论建筑空隙体积应按下式计算：

$$V = \frac{\pi(D_1^2 - D_2^2)B}{4} \quad (5.0.3)$$

式中：

V —每环理论建筑空隙体积 (m^3)；

D_1 —盾构开挖直径 (m)；

D_2 —盾构管片外径 (m)；

B —盾构管片宽度 (m)。

5.0.4 对于一般地质情况和施工条件，注浆量充填系数宜控制在 1.3~2.0。

5.0.5 在以下特殊地段和特殊地质条件施工时，注浆充填系数应适当调整，可根据现场经验和通过试验段来优化调整注浆参数，一般情况下宜控制在 2.0~2.5。

- 1 小半径曲线地段；
- 2 坡度大于 30%的地段；
- 3 穿越地下管线和地下障碍物地段；
- 4 穿越建（构）筑物的地段；
- 5 隧道净间距小于盾构直径 70%小净距地段的先行施工隧道；
- 6 穿越江河地段；
- 7 穿越既有地铁、铁路地段；
- 8 粉土、粉砂等承压水地层施工地段；
- 9 穿越古河道、液化地层等特殊地质水文条件地段。

5.0.6 水泥基盾构注浆料的浆液性能和硬化后性能应满足工程地质和水文地质的条件以及工程设计要求和施工要求。

5.0.7 预拌水泥基盾构注浆料配合比设计可根据工程需要进行调整,对于沉降控制要求比较严格特殊地段,可适当加大含砂量,特殊地质地段可增加水泥掺量以提高早期强度。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 预拌水泥基盾构注浆料的施工应根据工程地质条件、地表沉降状态、环境要求及设备性能等选择注浆方式确保管片与地层间隙填充密实，并应采取措施减少注浆施工对周围环境的影响。

6.1.2 在施工之前，应制定同步注浆施工技术方方案，并做好施工准备工作。

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

6.2 材料进场与储存

6.2.1 湿拌水泥基盾构注浆料应采用符合现行国家标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408 规定的运输车进行运输，运输时间不应超过可操作时间。运输至施工现场的湿拌水泥基盾构注浆料应均匀，无分层、离析现象，采用施工现场储浆设备进行储存。

6.2.2 干混水泥基盾构注浆料应采用符合现行行业标准《散装干混砂浆运输车》SB/T 10546 中有关规定的散装运输车进行运输。运输至施工现场后应采用符合现行行业标准《干混砂浆移动筒仓》SB/T 10461 中有关规定的移动筒仓进行储存。储存时间不应超过 30d。

6.3 施工准备

6.3.1 施工前应按施工要求准备储浆、注浆设备，并应进行试运转。

6.3.2 盾构注浆料浆液的储浆设备应具有机械搅拌功能，并应能够保证浆液的匀质性。

6.3.3 干混水泥基盾构注浆料施工现场采用移动筒仓附带的混浆机进行混浆，施工前混浆机应进行试运转。移动筒仓的容积和数量、混浆机的制浆率应满足施工要求。

6.3.4 移动筒仓和混浆机的连接、混浆机混浆过程应处于密闭状态，防止粉尘飞扬造成环境污染。

6.3.5 干混水泥基盾构注浆料应按照生产企业推荐的加水量制备浆液，技术指标应符合本规程表 4.2.2 的规定。

6.3.6 施工现场应满足混浆、注浆作业终止后对混浆机、储浆罐进行清洗的需求，清洗产生的废水处理合格后方可外排。

6.4 注浆作业

6.4.1 注浆过程宜采用同时控制注浆压力和注浆量的双控注浆法。

6.4.2 注浆压力应根据地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特性、隧道埋深和土仓压力等因素确定。注浆压力控制范围符合本规程 5.0.1 的规定。

6.4.3 注浆量充填系数应根据地层条件、施工状态和环境要求确定，充填系数控制范围符合本规程 5.0.4、5.0.5 的规定。

6.4.4 首次注浆作业前管道应经润湿后方可压注，注浆作业后及注浆作业停顿时间接近注浆浆液凝结时间时，应清空、清洗设备和管路，及时封堵注浆口。

6.4.5 注浆作业施工尚应符合现行国家标准《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446 的有关规定。

6.4.6 预拌水泥基盾构注浆材料施工时环境温度宜为 5℃~35℃。当温度低于 5℃或高于 35℃时,应经试验验证符合要求方可施工。

6.4.7 冬期施工应采取综合措施保证浆液质量,应编制冬期施工方案,配套的储浆灌、水箱、管路等设备应采取保温处理。

6.4.8 同步注浆施工结束后,对沉降情况进行监测,根据注浆效果调整注浆参数。

7 质量检验

7.0.1 进场的预拌水泥基盾构注浆料应具有出厂合格证、使用说明书和出厂检验报告等质量文件。

7.0.2 预拌水泥基盾构注浆料进场抽样检验项目应符合以下规定：

1 湿拌水泥基盾构注浆料的检验项目包括：稠度、2h 稠度损失率、泌水率、分层度、可操作时间、体积变化率、28d 抗压强度；

2 干混水泥基盾构注浆料的检验项目包括：马氏漏斗黏度（I 型）、稠度（II 型）、可操作时间、泌水率、体积变化率、28d 抗压强度；

3 进场抽样检验记录应符合本规程附录 A 的规定，检验结果应存档。

7.0.3 质量检验的湿拌水泥基盾构注浆料试样应及时取样，稠度、泌水率试验应在湿拌水泥基盾构注浆料运到交货地点时开始算起 20min 内完成，其他性能试验用试件的制作应在 30min 内完成。

7.0.4 预拌水泥基盾构注浆料抽样量不宜少于检验项目试验用量的 3 倍。

7.0.5 同一生产单位、同一品种、同一强度的进场预拌水泥基盾构注浆料，每 100 衬砌环注浆量为一批，不足一批时，按一批计。特殊地段不同配比时，按单项作为一批，单独抽样。

7.0.6 预拌水泥基盾构注浆料判定应符合以下规定：

检验项目符合本规程相关规定时，判定该批产品合格；当有一项指标不符合要求时，则判定该批产品不合格。

附录 A 预拌水泥基盾构注浆料进场抽样检验 记录

A.0.1 湿拌水泥基盾构注浆料进场抽样检验可按表 A.0.1 记录。

表 A.0.1 湿拌水泥基盾构注浆料进场抽样检验记录

项目名称			
生产企业名称		产品名称与型号	
检验依据		检测时间	
检测数据			
项目	技术指标	实测值	
稠度 (mm)	90~130		
2h 稠度损失 (%)	≤20		
泌水率 (%)	≤3.0		
分层度 (mm)	≤6		
可操作时间 (h)	0.90t~1.10t		
28d 抗压强 (MPa)	≥3.0		
体积变化率 (%)	≥95.0		
结果判定		试验员	

A.0.2 干混水泥基盾构注浆料 (I 型) 进场抽样检验可按表 A.0.2 记录。

表 A.0.2 干混水泥基盾构注浆料（I 型）进场抽样检验记录

项目名称			
生产企业名称		产品名称与型号	
检验依据		检测时间	
检测数据			
项目	技术指标	实测值	
马氏漏斗黏度 (s)	70±10		
可操作时间 (h)	0.90t~1.10t		
泌水率 (%)	≤3.0		
28d 抗压强 (MPa)	≥3.0		
体积变化率 (%)	≥95.0		
结果判定		试验员	

A.0.3 干混水泥基盾构注浆料（II 型）进场抽样检验可按表 A.0.3 记录。

表 A.0.3 干混水泥基盾构注浆料（II 型）进场抽样检验记录

项目名称			
生产企业名称		产品名称与型号	
检验依据		检测时间	
检测数据			
项目	技术指标	实测值	
稠度 (mm)	90~130		
可操作时间 (h)	0.90t~1.10t		
泌水率 (%)	≤3.0		
28d 抗压强 (MPa)	≥3.0		
体积变化率 (%)	≥95.0		
结果判定		试验员	

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) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的：

采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行时，写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

引用标准名录

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| 1 《通用硅酸盐水泥》 | GB 175 |
| 2 《建筑材料放射性核素限量》 | GB 6566 |
| 3 《混凝土外加剂》 | GB 8076 |
| 4 《混凝土外加剂应用技术规范》 | GB 50119 |
| 5 《盾构法隧道施工与验收规范》 | GB 50446 |
| 6 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 | GB/T 1596 |
| 7 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 | GB/T 18046 |
| 8 《膨润土》 | GB/T 20973 |
| 9 《混凝土和砂浆用再生细骨料》 | GB/T 25176 |
| 10 《预拌砂浆》 | GB/T 25181-2019 |
| 11 《混凝土搅拌运输车》 | GB/T 26408 |
| 12 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 | JGJ 52 |
| 13 《混凝土用水标准》 | JGJ 63 |
| 14 《建筑砂浆基本性能试验方法》 | JGJ/T 70 |
| 15 《砌筑砂浆增塑剂》 | JG/T 164 |
| 16 《水运工程混凝土试验检测技术规范》 | JTS/T 236-2019 |
| 17 《抹灰砂浆增塑剂》 | JG/T 426 |
| 18 《预拌砂浆用保水剂》 | JC/T 2389 |
| 19 《水泥-水玻璃灌浆材料》 | JC/T 2536-2019 |
| 20 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》 | SL 62-2020 |
| 21 《干混砂浆移动筒仓》 | SB/T 10461 |
| 22 《散装干混砂浆运输车》 | SB/T 10546 |

天津市工程建设标准

天津预拌水泥基盾构注浆料 应用技术规程

DB/T 29-327-2025

J17865-2024

条文说明

2024 天 津

制 订 说 明

编制组在广泛调查研究、认真总结实践经验、吸取科研成果以及广泛征求意见的基础上，完成了《天津市预拌水泥基盾构注浆料应用技术规程》的编制工作。

为便于有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程的参考。

目 次

1	总 则	22
2	术 语	23
3	基本规定	24
4	材 料	25
	4.1 原材料	25
	4.2 预拌水泥基盾构注浆料.....	26
5	设 计	29
6	施 工	30
	6.2 材料进场与储存.....	30
	6.3 施工准备	30
	6.4 注浆作业	30
7	质量检验	32

1 总 则

1.0.1 目前天津市盾构注浆料多由施工单位现场搅拌、施工，存在产品性能稳定性差；粉尘、噪音污染；原材损耗严重等问题，而预拌盾构注浆料可以解决以上诸多问题，但天津市尚无指导预拌盾构注浆料生产及应用的标准，不利于预拌盾构注浆料生产及其施工质量控制，为规范天津市预拌水泥基盾构注浆料在建设工程中的应用，特制定本规程。

1.0.2 本规程用于指导天津市行政区域内预拌水泥基盾构注浆料在实施盾构管片壁后同步注浆施工过程中的原材料选择、设计、施工、质量检验。盾构法隧道同步注浆以地铁、穿江隧道最为常见，其他类似采用同步注浆工程的工艺也可参考使用。

2 术 语

2.0.2~2.0.4 这三条规定了预拌水泥基盾构注浆料的定义，根据注浆料的形态不同，将其分为湿拌水泥基盾构注浆料和干混水泥基盾构注浆料。

2.0.5 本条规定了充填系数的定义，充填系数反映了同步注浆料填充衬砌环与地层之间空隙的饱满程度，充填系数与施工中的注浆量直接相关。

2.0.6 本条规定了体积变化率的定义，体积变化率反映了注浆料的填充性能，是确保同步注浆效果和工程质量的关键。研究表明预拌水泥基盾构注浆料 3d 体积变化率与 28d 体积变化率差异不大。为缩短检测时间，且参考相关行业标准中对盾构注浆料体积变化的测试方法，本规程选用 3d 体积变化率指标。

2.0.7 本条规定了可操作时间的定义，可操作时间反映了注浆材料的施工性能，保证注浆材料既满足施工现场的操作时间要求，又能在要求的时间内失去流动性，保证同步注浆工程质量。

3 基本规定

3.0.4 施工单位首次使用预拌水泥基盾构注浆料时，施工技术不成熟，预拌水泥基盾构注浆料生产企业给予必要的技术支持与指导。

4 材 料

4.1 原材料

4.1.1 采用放射性超标的原材料制备的盾构注浆料对工程施工和运营过程中人身健康影响很大，应采用放射性符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的原材料。

4.1.2 水泥的品种和强度等级很多，目前预拌水泥基盾构注浆料生产用水泥以硅酸盐和普通硅酸盐水泥为主，有特殊要求时也可采用矿渣水泥、快硬水泥等其他品种的水泥，采用的水泥应满足相关标准要求。

4.1.3 膨润土具有吸湿膨胀性、低渗性、高吸附性及良好的自封闭性能，注浆料中加入适量的膨润土可以改善浆液的润滑性能，且能够降低浆液的泌水率和分层度，防止浆体出现离析、分层现象，避免出现浆体硬化不一致的工程质量问题。

4.1.4、4.1.5 适量的粉煤灰和矿渣粉等矿物掺合料可改善注浆料拌合物的性能和耐久性能，同时可降低注浆料的成本。实际生产可用的矿物掺合料主要为粉煤灰和矿渣粉，规定注浆料所用的矿物掺合料应符合相关标准要求。

4.1.6 地铁盾构施工工艺中所用盾构机配套的注浆管较细，骨料太粗易堵管、增加注浆的难度，且粗骨料掺入后注浆料工作性能难以保证，因此预拌水泥基盾构注浆料推荐使用细骨料。河砂颗粒更为圆润且含泥量、吸水率较低，采用河砂配制的盾构注浆料和易性更好，但随着河砂资源的日益匮乏，人工砂及再生细骨料在天津地区盾构注浆料生产企业中均有应用，该盾构注浆料的配

制应通过试验确定，性能应满足标准与设计、施工的要求。

4.1.7 不同品种、不同品牌的外加剂性能差异较大，盾构注浆料用外加剂应与水泥和矿物掺合料具有良好的适应性，外加剂的选择应经过试验验证，确保盾构注浆料性能满足标准和现场施工要求。

4.2 预拌水泥基盾构注浆料

4.2.1、4.2.2 这两条规定了水泥基盾构注浆料的性能指标范围及试验方法。水泥基盾构注浆料的稠度指标是表征浆液可施工性能的关键指标，合理的稠度指标可保证浆液在不发生离析或泌水的前提下，使浆液能在合理的注浆压力下均匀顺利地完成任务，并能达到填充密实的目的。经系统的试验验证确定，稠度在90mm~130mm时具有良好的工作性能。考虑到水泥基盾构注浆材料运输问题，盾构注浆料浆液还需具备良好的稠度保持性能，其2h稠度损失率不应大于20%，以防止稠度损失过大引起堵管等施工问题。对于干混水泥基盾构注浆料稀浆，其流动度大，用稠度表征，超量程，所以采用马氏漏斗粘度表征其工作性能。

水泥基盾构注浆料浆液泌水率和分层度是表征浆液稳定性的关键指标。水泥基盾构注浆料需具备良好的浆液稳定性，防止浆液因流动度过大出现泌水、分层等问题，避免因浆液泌水、分层产生的堵泵问题以及浆液填充不密实等问题。试验验证表明，湿拌水泥基盾构注浆材料的泌水率和分层度应满足本规程4.2.1条的要求。

天津地区地质环境较为复杂，不同的施工区域对水泥基盾构注浆料的凝结时间要求不同，因此应结合实际工程需求确定盾构注浆材料的凝结时间，生产企业在此基础上按照本规程4.2.1条及4.2.2条的要求进行控制。凝结时间指标采用JG/J 70中第8部

分贯入阻力法进行测试。施工现场大多不具备贯入阻力法测试条件，根据调研，施工现场多采用可操作时间来控制，即水泥基盾构注浆料浆液加水搅拌到开始失去流动性的时间。因此，本规程选用可操作时间作为进场检测和控制指标。

水泥基盾构注浆料硬化浆体的抗压强度是保证浆体具有足够支撑力的关键指标，经试验验证，且考虑到经济成本和天津区域内地铁工程性能实际需要，水泥基盾构注浆料硬化浆体的抗压强度应满足本规程 4.2.1 条及 4.2.2 条的相关要求。

体积变化率是表征水泥基盾构注浆料硬化后填充性能的关键指标，体积变化率越高，水泥基盾构注浆料凝结硬化后浆体收缩越小，对空隙的填充作用越充分，硬化后产生地表沉降等问题越低，因此，需要对水泥基盾构注浆料体积变化率提出要求。系统试验验证表明，水泥基盾构注浆料的体积变化率应满足本规程 4.2.1 条及 4.2.2 条的相关要求。

由于水泥基盾构注浆料组成和砂浆相近（均由胶凝材料、砂、水、外加剂等按一定比例搅拌而成），且砂浆也有稠度、2h 稠度损失率、分层度、凝结时间及抗压强度试验方法，本着新编标准应尽量与现行标准相协调的原则，规定预拌水泥基盾构注浆料的稠度、分层度、凝结时间及抗压强度试验方法应符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定；2h 稠度损失率试验方法应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181-2019 附录 C 的有关规定。

虽然本规程中的预拌水泥基盾构注浆料为单液浆，但与水泥一水玻璃双液浆在实际使用中均为灌注法，灌注完成后均能起到支撑和填充的作用，本着新编标准应尽量与现行标准相协调的原则，水泥基盾构注浆料的可操作时间试验方法应符合现行行业标准《水泥-水玻璃灌浆材料》JC/T 2536-2019 第 7.5 节的有关规定，但浆液及混合料为符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方

法标准》JGJ/T 70 的有关规定所制备的预拌水泥基盾构注浆料试样。体积变化率试验方法应符合现行行业标准《水泥-水玻璃灌浆材料》JC/T 2536-2019 第 7.7 节的有关规定，但浆液为符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定所制备的预拌水泥基盾构注浆料试样，且龄期为 3d。

5 设 计

5.0.1 注浆压力是一个非常重要的参数。其值的确定也是注浆施工的关键，过大可能会使管片上浮，而反之浆液又不易注入，故应综合考虑地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特性、土仓（泥水仓）压力和隧道埋深等综合因素，以确定出能完全充填且安全的注浆压力最佳值。本条文所述注浆压力指注浆泵喷嘴出口的压力。注浆压力应稍大于注浆出口处的静止土压力。注浆压力过大易导致浆液溢出地面或造成地表隆起，注浆压力过小则会减弱注浆作用。编制组通过调研，天津地区盾构施工过程中盾构注浆压力大多控制在 0.1 MPa ~0.4MPa。

5.0.4、5.0.5 施工中注浆量应根据注浆效果调整，注浆量与盾构掘进时扰动土层的范围有关系，扰动范围是与地质情况有关的变量，施工中充填系数的控制应满足本规程 5.0.4 和 5.0.5 条要求。

5.0.5 本条第 1 款中小半径曲线地段应根据盾构直径、管片环宽、盾构设备转弯性能参数等因素综合判断，当盾构转弯过程中超挖量较大情况时，应提高填充系数。根据以往工程经验，对于直径 6m 级盾构隧道而言，转弯半径小于 500m 时，可视为小半径曲线。

6 施 工

6.2 材料进场与储存

6.2.1、6.2.2 湿拌水泥基盾构注浆料的搅拌运输车主要用于运输注浆料浆液，干混水泥基盾构注浆料的运输车主要用于注浆料未加水搅拌前胶凝材料、砂等粉料的运输，两种运输车运输的浆料状态不同，运输车辆也有差别。为确保注浆料浆液的匀质性，避免因浆液匀质性不良产生施工性差的问题，故针对预拌生产方式提出了运输车的要求。

6.3 施工准备

6.3.2 盾构注浆料浆液长时间静置时，容易出现泌水、分层问题，采用具有机械搅拌功能的储浆设备，可防止浆液静置分层，确保浆液的匀质性。

6.3.4 本条对注浆料施工过程提出环境保护要求。

6.3.6 清理混浆机时，应确保混浆机内干料或浆液全部清除，不应残留。冲洗混浆机时应防止水倒灌入混浆机后端，致干料固结，最终导致电机烧毁。

6.4 注浆作业

6.4.1 注浆应紧跟盾构机的掘进进行，确保注浆浆液用量充足，

施工中要做到不注浆、不掘进，掘进施工时及时配合同步注浆。施工中必须按确定的注浆量来控制注浆，保证每环填充饱满。但当注浆施工中达到设定的注浆量后，也只能保证盾尾建筑空隙理论上的填充饱满，实际的填充情况则取决于注浆压力，因此盾构法隧道同步注浆宜采用同时控制注浆压力和注浆量的双控注浆法。

6.4.2 注浆压力可根据掘进施工参数进行设定。其数值应根据工程实际综合地质、注浆量等情况考虑。压力参数设定后，当注浆压力达到设定的最大停止压力则注浆泵将自动停止。只有随盾构机的继续掘进，浆液流动，压力减小到设定的启动压力时，注浆泵才可能再次启动。注浆压力是一个非常重要的参数。其值的确定也是注浆施工的关键，过大可能会使管片上浮，而反之浆液又不易注入，故应综合考虑地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特性、隧道埋深和土仓压力等综合因素，以确定出能完全充填且安全的最佳值。

6.4.4 注浆作业停顿时间接近注浆浆液凝结时间时，为防止浆液在注浆设备内硬化，应及时对工作面注浆设备和地面上拌浆系统进行清洗。

6.4.7 冬期施工时，浆液在输送过程中受低温影响，凝结时间延长、强度增长迟缓，甚至受冻后硬化浆体强度降低，进而影响注浆效果。

7 质量检验

7.0.1、7.0.2 这两条规定了盾构注浆料进场需提交的质量证明文件，并规定了盾构注浆料进场现场抽样检验项目。

7.0.3、7.0.4 这两条对盾构注浆料进场抽样量及检验批次提出要求。