

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2024

盾构细粒渣土应用技术指南

Technical Guidelines for the Application of Shield Tunneling Fine Granular Soil

(征求意见稿草案)

2024年5月20日

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国交通运输协会 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 盾构渣土现场处理	1
4.1 一般规定	1
4.2 现场处理	2
5 材料及配合比设计	2
5.1 材料	2
5.2 配合比设计	3
5.3 混合料制备	4
6 盾构同步注浆施工	5
6.1 一般规定	5
6.2 作业准备	5
6.3 同步注浆作业	6
6.4 质量控制	6
7 孔洞填充作业	7
7.1 一般规定	7
7.2 作业准备	7
7.3 填充作业	错误！未定义书签。
7.4 质量控制	错误！未定义书签。
8 基槽回填施工	6
8.1 一般规定	6
8.2 施工准备	6
8.3 回填作业	7
8.4 质量控制	错误！未定义书签。
9 质量检验与验收	8
9.1 一般规定	错误！未定义书签。
9.2 材料检验	9
9.3 基槽回填	10
9.4 孔洞充填	10
9.5 同步注浆	8
9.6 质量验收	错误！未定义书签。
附 录 A (规范性) 净浆流动度的测定方法	12
附 录 B (规范性) 固化土立方体抗压强度测试方法	13
参 考 文 献	15

索 引 16

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。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中国电力建设股份有限公司、中电建南方建设投资有限公司、中国电建市政建设集团有限公司、北京交通大学、中国市政工程华北设计研究总院有限公司、中国国家铁路集团有限公司、中国铁道科学研究院、兰州交通大学、西南交通大学、浙江大学、湖南大学、山东大学、北京广建工程渣土处置技术中心有限公司、北京中德建基路桥工程技术有限公司、中国水利水电第一工程局有限公司、中国水利水电第三工程局有限公司、中国水利水电第四工程局有限公司、中国水利水电第五工程局有限公司、中国水利水电第六工程局有限公司、中国水利水电第七工程局有限公司、中国水利水电第八工程局有限公司、中国水利水电第十一工程局有限公司、中国水利水电第十四工程局有限公司、中电建成都建设投资有限公司、中电建铁路建设投资集团重庆有限公司、中电建武汉建设管理有限公司、中电建（青岛）建设有限公司、中电建（西安）轨道交通建设有限公司、中电建南方建筑科技有限公司。

本文件主要起草人：宗敦峰、和孙文、厉建平、张海库、曹玉新、唐勇、姜永涛、孟庆明、李金武、张宏伟、郭平、何茂周、胡德华、雷振、卢润、管大刚、宗秋雷、雷登宪、赵文华、姜晓、谭忠盛、崔莹、王健、朱晓东、薛丹璇、冯爱军、陈梁、答治华、曹孙喆、霍曼琳、仇文革、边学成、陈仁朋、林春金。

盾构细粒渣土应用技术指南

1 范围

本文件规定了盾构渣土现场处理、材料要求及配合比设计、同步注浆、孔洞充填、基槽回填、质量控制等内容。

本文件适用于盾构细粒渣土在同步注浆、孔洞充填、基槽回填中的应用。

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/T51438 盾构隧道工程设计标准

GB/T 50080 普通混凝土拌合物试验方法标准

JGJ/T 233 水泥土配合比设计规程

JGJ63 混凝土用水标准

JGJ/T70 建筑砂浆基本性能试验方法标准

T0505 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

3 术语和定义

3.1.1

盾构渣土 shield soil dregs

各类建(构)筑物、管网、地铁、隧道等工程施工中采用盾构施工工艺所产生的弃土。

3.1.2

盾构细粒渣土 fine shield soil dregs

粒径小于0.5mm的盾构渣土。

3.1.3

固化剂 solidified agent

以CaO、活性Al₂O₃和SiO₂为主要成分，同时添加具有改善土颗粒表面的功能性添加剂和活性激发剂制成的功能性复合胶凝材料。

3.1.4

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。

4 盾构渣土现场处理

4.1.1 一般规定

4.1.2 应现场取样对渣土的工程性质进行实验分析，包括下列内容：

a) 基本物理性质：有机质含量、颗粒级配、液限、塑限、土颗粒比重、含水率；

- b) 压实度指标：自然堆积密度、压实最大干密度和最优含水量；
- c) 抗剪强度指标：不固结不排水剪指标和固结排水剪指标。

4.1.3 盾构渣土的工程性质测试方法应按照 GB/T50123 有关规定。

4.1.4 结合应用工程性质，采用合适的筛分工艺，对渣土进行筛分处理。

4.2 现场处理

4.2.1 应通过浆渣分离、泥水分离、水净化处理等工序，将盾构渣土分离成砂石集料、细粒渣土和水。

4.2.2 分离后渣土按粒径进行分类，其标准应符合表 1 规定。

表 1 盾构渣土按粒径分类标准

粒径	分类
≥20mm	工程用粗骨料
20mm~5mm	碎石
5mm~0.5mm	砂
<0.5mm	盾构细粒渣土

4.2.3 冲刷稀释细粒渣土应经过管道流至泥浆贮存池。

4.2.4 加入絮凝剂，通过搅拌、静置沉淀，对泥浆贮存池中渣土进行初步脱水处理，形成水和下层泥浆。

4.2.5 通过板框压滤机将下层泥浆分离为泥饼形态的盾构细粒渣土和水。

4.2.6 泥水分离后的水，应经进一步净化，去除泡沫剂、有机化合物等有害成分，并检测符合相关标准后可用于工程循环用水或达标排放。

5 材料及配合比设计

5.1 材料

5.1.1 盾构细粒渣土宜与固化剂、水泥组合使用。

5.1.2 盾构细粒渣土的有机质量含量不应超过 5%。

5.1.3 固化剂应符合下列规定。

- a) 技术要求应符合表 2 规定

表 2 固化剂指标要求

固化剂形态	试验项目	技术指标
液体	固化物含量	≤3%，不得有沉淀或絮状现象
粉体	细度（0.074mm 标准筛筛余量）	≤15%

- d) 工艺指标应符合表 3 的规定；

表 3 固化剂指标要求

序号	指标	要求	
1	净浆流动度	初始	≥100mm
		30min	≥90mm
		60min	≥80mm
2	初凝时间	≥45min	

注：施工时从搅排到筑时间不超过1h时，对净流动度可不作要求。

5.1.4 用水应符合 JGJ 63 的规定。

5.1.5 水泥应符合 GB 175 的规定。

5.2 配合比设计

5.2.1 配合比应设计按照不同应用场景的特点和要求进行设计，确定与龄期相关的立方体抗压强度。

5.2.2 混合料立方体抗压强度应满足设计要求，当没有明确要求时，本文件根据三种应用场景给出相关指标。

a) 盾构同步注浆材料性能应符合表4规定。

表 4 同步注浆材料性能要求

项目		技术要求
稠度 (mm)		100~130
沁水率 (%)		≤3.5
凝结时间 (h)		10~24
表观密度 (kg/m ³)		≥1600
抗压强度 (MPa)	3d	≥0.5
	28d	≥2.5
结石率 (%)		≥95%

b) 孔洞填充材料性能应符合表5规定。

表 5 孔洞填充材料性能要求

项目		技术要求
稠度 (mm)		100~130
表观密度 (kg/m ³)		≥1600
28d 抗压强度 (MPa)	全充填溶洞	≥0.2
	无充填或半填充溶洞	≥0.8

c) 基槽回填材料性能应符合表6规定。

表 6 基槽回填材料性能要求

项目	技术要求
坍落度 (mm)	125~165
表观密度 (kg/m ³)	≥1600
28d 抗压强度 (MPa)	≥0.8

5.2.3 混合料试配试块的抗压强度应大于设计抗压强度的 1.05 倍。

5.2.4 配合比设计前应根据材料需求进行设计和施工，确定固化剂类型、混合料坍落度和扩展度等指标。

5.2.5 试配前，应对原材料进行检验，其中土的检验内容应包括含水量、粒径、有机质的含量等，检验结果应符合本文件 5.2.1 的规定。

5.2.6 配合比计算前应根据料的成分和性能指标确定固化剂掺入比，固化剂掺入比基准值可按设计要求的固化剂掺入比执行。当无设计要求时，可根据固化剂推荐掺入比进行添加。

固化剂掺入比应按式 (1) 计算：

$$\alpha = \frac{m_c}{m_d} \times 100\% \quad (1)$$

式中： α ——固化剂掺入比； m_c ——掺入固化剂的质量； m_d ——盾构细粒渣土的质量。

5.2.7 回填浆液水灰比应通过试拌，观察试拌回填拌合物流动性确定，并应保证运输和施工的技术指标。

5.2.8 混合料中材料用量应按下列步骤确定：

- a) 初步确定试验所需土料的质量 m_d ，不少于 30kg；
- b) 依据选定的固化剂掺入比基准值计算掺入的固化剂质量掺入的固化剂质量应按式（2）计算：

$$m_c = \frac{a m_d}{1 + w_0} \quad (2)$$

式中： m_d ——试验用土料的质量（kg）； m_c ——固化剂的质量（kg）； w_0 ——试验用土料的含水量（%）。

- c) 依据选定的固化剂浆水灰比，加水量应按式（3）计算：

$$m_w = \mu \frac{a}{1 + w_0} m_d - \frac{w_0}{1 + w_0} m_d \quad (3)$$

式中： m_w ——拌合用水的质量（kg）； μ ——浆液水灰比，根据经验确定。

5.2.9 根据土料的质量 m_d 、含水量及计算所得固化剂质量 m_c 、加水量 m_w ，确定回填材料的计算配合比。

5.2.10 在计算配合比的基础上通过试验确定最终设计配合比。配合比试验应采用搅拌机拌制试样，每次试配搅拌量不宜小于搅拌机额定搅拌量的 1/4。

5.2.11 标准试件制作应符合下列规定：

- a) 模具内拌合物应高于试模顶面。试模装满后，应轻微敲击试模，用平口刀沿试模顶面刮平试件，并采用保鲜膜覆盖；
- b) 严格控制拆模时间和养护环境，避免试块的损坏。

5.2.12 配合比试验应符合下列规定：

- a) 应采用不少于 3 种配合比进行试验。当采用 3 种配合比试验时，其中 1 个应按本标准确定的计算配合比，另外 2 种配合比在计算配合比基础上对固化剂用量进行调整，宜分别增加和减少 3%~5%；
- b) 每种配合比试验时，拌合物坍落度和扩展度均应满足施工要求；
- c) 每种配合比至少应制作 1 组标准试件，并在 20℃±2℃条件下养护至指定龄期；
- d) 试块应进行指定龄期的强度试验，强度试验方法可参照本标准附录 B 执行。当强度不满足设计要求时，应分析原因，调整配合比后重新进行强度试验。

5.2.13 根据试验结果、周化的施工性能要求、造价，综合确定混合料施工配合比。

5.3 混合料制备

5.3.1 应根据现场施工场地、施工工期选择合适的制备设备。制备设备包括土的筛分设备、浆液拌制设备和拌合设备。混合料制备设备应符合下列规定：

- a) 搅拌、浇筑设备的生产能力和设备性能应满足连续作业要求；
- b) 搅拌设备应具备固化剂、水及土等材料的计量和拌合的功能；

c) 搅拌设备的质量计量偏差应符合表 7 的规定。

表 7 搅拌设备的允许质量计量偏差

原材料	质量计偏差控制
固化剂、水	±2%
渣土、水泥等固体材料	±3%

5.3.2 应选择和试验原材料类别和成分相同的土料作为施工土料,当施工土料与试验土料土性不同时,应重新进行配合比试验。

5.3.3 当施工细粒渣土和试验细粒渣土含水量不同时,应根据施工土料的含水量,确定实际施工配合比。

5.3.4 混合料制备可分为两步:先将固化剂与一定量的水拌合成浆液,再将固化剂浆液与土进行拌合。

5.3.5 混合料应使用专门机械搅拌并搅拌均匀,搅拌时间不少于 2min。

5.3.6 混合料可采用现场搅拌直接浇筑,也可在搅拌站集中搅拌,通过混凝土罐车运输到现场进行浇筑。

5.3.7 混合料的指标除了强度,还包括坍落度和扩展度。当混合料的指标不满足设计要求时,应分析原因,并调整参数重新拌合。

5.3.8 原材料的计量设备应定期进行校准,校准频率为每 3 个月一次。

6 盾构同步注浆施工

6.1 一般规定

6.1.1 同步注浆材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 同步注浆材料材料性能应符合本文件 5.2.2 规定。

6.2 作业准备

6.2.1 注浆量应由设计文件进行确定,如设计文件未进行明确规定,可参照下式进行计算:

$$Q = \lambda V \quad (4)$$

$$V = \frac{\pi(D_1^2 - D_2^2)l}{4} \quad (5)$$

式中: Q ——单个衬砌环的理论注浆量 (m^3); V ——盾构施工注浆空隙体积 (m^3); λ ——注浆量充填系数,根据地层情况进行取值 1.3~2.5; D_1 ——盾构切削外径 (m); D_2 ——预制管片外径 (m); l ——预制管片衬砌环单环的幅宽 (m)。

6.2.2 注浆压力应由设计文件进行确定,如设计文件未进行明确规定,可参照下式进行计算:

$$P_j^{\min} = \left(\gamma - \frac{2C_u}{D_1} \right) \quad (6)$$

$$P_j^{\max} = \gamma H \left[1 + \frac{H}{D_1} \tan \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - \frac{2C_u}{\gamma D_1} \right] \quad (7)$$

$$nP_j^{\min} \leq P_j^n \leq P_j^{\max} \quad (8)$$

$$n = \sqrt{\frac{\gamma H \left[1 + \frac{H}{D_1} \tan(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) - \frac{2C_u}{\gamma D_1} \right]}{\left(\gamma - \frac{2C_u}{D_1} \right) h}} \quad (9)$$

式中： H ——覆土深度（m）； D_1 ——盾构切削外径（m）； γ ——土体的饱和容重（ N/m^3 ）； φ ——土的内摩擦角（ $^\circ$ ）。

6.2.3 进行同步注浆材料现场应用之前，应进行试验段试验，确定浆液的性能是否满足要求。

6.3 同步注浆作业

6.3.1 在施工之前，应制定同步注浆施工技术方案，并做好施工准备工作。

6.3.2 同步注浆施工前应按施工要求准备拌浆、储浆、注浆设备，并应进行试运转。

6.3.3 同步注浆材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。

6.3.4 预拌注浆材料采用的搅拌机可符合国家现行标准 GB/T 10171 的规定。

6.3.5 同步注浆浆液生产时，应保证浆液搅拌均匀；从全部材料投料完成起计，搅拌时间不宜小于 60s。

6.3.6 盾构法隧道同步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。

6.3.7 盾构法隧道同步注浆压力参照文件 6.2.2 执行。

6.3.8 注浆作业应采用多点方式注浆；注浆速度应根据注浆量和盾构掘进速度确定，应与盾构掘进同步进行。

6.3.9 注浆作业过程中应实时监控注浆量及注浆压力，管片与地层间应填充密实，衬砌环应稳定。

6.3.10 注浆作业停顿时间接近或超过注浆浆液的凝结时间时应应对储浆设备进行清空、清洗。

6.4 质量控制

6.4.1 注浆作业应连续进行，并宜在注浆过程中配备自动记录注浆量、注浆压力、注浆时间等参数的仪器设备；当注浆导致管片发生变形或上浮量超过允许设计值时，应停止注浆。

7 孔洞填充作业

7.1 一般规定

7.1.1 孔洞填充材料材料性能应符合本文件 5.2.2 规定。

7.1.2 孔洞填充的工艺流程按孔洞发育情况，将其划分多个溶洞加固区，同时展开施工。

7.1.3 孔洞填充处理施工应遵循应在处理边界设置注浆孔（周边孔）进行封堵，再对边界内的注浆孔（中央孔）进行充填，最后进行注浆效果监测的顺序。

7.2 作业准备

7.2.1 施工前联系管线产权单位做好现场管线交底工作，施工前调查管线分布并做好标记，在钻孔前，由人工采用洛阳铲探挖 6m 深度后方可施工。（前期工作、雷达）

7.2.2 施工场地应预先平整，并沿钻孔位置开挖沟槽和集水坑。

7.2.3 注浆孔的孔径宜为 70~110mm，垂直度偏差不应大于 1%。

7.3 填充作业

7.3.1 准确测量所放注浆孔位置及高程。

7.3.2 移动钻机至钻孔位置，用倾斜尺、水平尺等工具调整钻机角度，使得钻机呈安装牢固，定位稳妥；各类设备就近安装，注浆管线固定，不宜过长，一般为30~50m，防止压力损失。

7.3.3 灌注前，优先往内部注入水，将透气孔打通，排出的泥水采用吸污车及时清运。

7.3.4 注浆时，分层压力注浆，使溶洞充填物被压密、渗透、固结。

7.3.5 注浆质量检查合格后，可进行封孔。

7.4 质量控制

7.4.1 为保证充填效果，宜采用重复充填方法。两次充填时间间隔为3~6h，注浆不少于2次，满足终孔压力时停止充填，并用水泥砂浆封孔。

7.4.2 充填过程中应做好充填工作记录表，记录注浆孔的注浆工作情况及注浆工序作业时间。充填过程中随时分析和改进充填作业，并且认真记录实际孔位、孔深、孔内地下物、涌水等情况，当与地质报告不符时，应采取措施进行修正。

8 基槽回填施工

8.1 一般规定

8.1.1 应根据基槽回填工程的特点和要求，确定与龄期相关的固化土的立方体抗压强度。

8.1.2 基槽回填材料材料性能应符合本文件5.2.2规定。

8.2 施工准备

8.2.1 施工前应根据工程需要进行下列调查：

- a) 现场施工条件；
- b) 交通运输和环境条件；
- d) 工程材料来源、施工机械及主要施工设备的数量和规格。

8.2.2 基槽回填填筑施工前应根据现场条件制定施工方案。施工方案应包括：施工平面布置、固化土配合比、每层回填厚度、施工顺序，还应考虑不同的施工顺序对邻近建筑和场地的影响。

8.2.3 应按施工方案，组织施工设备进场，并做好设备的安装和调试。

8.2.4 应按原材料使用计划，组织原材料进场，并进行复核检验，满足要求后使用。

8.2.5 填筑前应清除基槽内垃圾、树根等杂物，当有积水时应分析原因，采取措施清除后施工。

8.2.6 基槽回填分步浇筑时，模板和支撑的强度、刚度及稳定性应满足受力要求，做好端部封堵。

8.3 回填作业

8.3.1 浇筑前应根据施工现场的条件确定浇筑的方式，浇筑可采用泵送或溜槽方式进行。

8.3.2 施工时应严格按照施工方案中的平面布置和材料运输路线施工，当调整平面布置和运输路线时，应分析其对基坑的安全影响。

8.3.3 材料搅拌至浇筑完成的时间不宜超过3h。

8.3.4 宜采用分层进行浇筑。每层浇筑的厚度应通过核算，首次浇筑厚度不宜超过0.5m，每次浇筑厚度不宜大于2m，相邻片区浇筑高差不宜大于1m。

8.3.5 当浇筑基坑底标高不一致时，应按先深后浅的顺序施工。

8.3.6 大面积基槽回填浇筑施工时，应分段施工且对称进行。

8.3.7 施工中应根据工程所在地的气候环境，确定冬、雨期的起、止时间；冬、雨期施工应加强与气象部门联系，及时掌握气象条件变化，做好防范准备。

- a) 浇筑时，遇大雨或持续小雨天气时，应对未硬化的填筑体表层进行覆盖，且不应再开新作业段；
- b) 冬期施工时，应在基坑顶部覆盖。

8.4 质量控制

8.4.1 每一层浇筑完成后，应定期进行洒水养护。

8.4.2 填筑体顶层浇筑完后，应对填筑体表面覆盖塑料薄膜或土工布进行保湿养护，养护时间不少于7 d。

9 质量检验与验收

9.1 一般规定

9.1.1 上述材料验收的检验批可根据施工需求、质量控制和专业验收的需要，按工程量、施工段、变形缝等进行划分。

9.1.2 材料的质量检验项目应包括表8的所有项目。

表8 固化土的质量检验项目

检验内容	分类	检查项目
材料	主控项目	固化剂
	一般项目	水
		土
		水泥、砂等材料
材料开盘鉴定	主控项目	资料检验和留存试块
	一般项目	坍落度、扩展度
材料施工	主控项目	强度试验
	一般项目	坍落度、扩展度
		施工现场条件检验
		养护检验
		标高检验

9.2 材料检验

9.2.1 固化剂的质量检验应符合以下规定：

固化剂进场必须按批次对其品种、级别、包装或散装仓号出厂日期等进行验收，并对其强度、凝结时间进行试验，其质量应符合本文件5.1.2条的规定。当使用中对固化剂质量有怀疑或固化剂出厂日期超过3个月时，必须再次进行强度试验，满足要求后方可采用。

检验数量：同一生产厂家、同一批号且连续进场的固化剂每500kg为一批进行抽样，当不足上述数量时，按一批进行抽样每批抽样不少于1次；平行检验或见证取样检测，抽检次数为施工单位抽检次数的20%，但不少1次。

检验方法：应进行强度、凝结时间试验；对强度、凝结时间进行平行检验或见证取样检测。

9.2.2 施用水的质量应符合以下规定：

固化土拌制采用饮用水作为施工用水时，可不检验。其他情况应符合本标准第 5.1.4 条的规定。

检查数量：同一水源检查不应少于 1 次，并见证取样检测检验方法；委托具有资质的第三方检测单位进行水质分析试验。

9.2.3 拌合用土应进行含水量、有机质含量和粒径的检测。

检查数量：每 2000m³应检 1 次。

检查方法：应采用烧失法、筛分法测定。

9.2.4 首次使用的材料配合比，应进行材料的开盘鉴定，并应符合以下规定：

原材料的检测资料和固化土的试配检验报告、坍落度和扩展度应符合设计要求。

检查数量：同一配合比的固化土检查不应少于 1 次。

检验方法：应检查开盘鉴定资料，测量坍落度、扩展度。

9.2.5 材料拌合物落度和扩展度应满足设计要求。

检查数量：对同一配合比的周化土，取样应符合下列规定：

- a) 每拌合 200m³时，取样不得少于 1 次；
- b) 每工作班拌制不足 200m³时，取样不得少于 1 次；
- c) 每段、每一层取样不得少于 1 次。

检验方法：检查坍落度和扩展度的抽样检验记录。

9.2.6 材料施工强度检测应符合以下规定：

材料应进行立方体抗压强度试验，其强度应满足设计要求。用于检测固化土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。试件采用立方体试模，尺寸为 100mm×100mm×100mm。

检查数量：周化土试件留置组数应符合下列规定：

- a) 每次填筑取样至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数根据现场需要确定；
- b) 同一配合比连续浇筑少于 400m³时，应按每 200m³制取组试件；
- c) 同一配合比连续浇筑大于 400m³时，应按每 400m³制取组试件。

检查方法：检查施工记录及强度试验报告。

9.3 基槽回填

9.3.1 基槽回填除满足一般质量检验规定外，也应进行如下检验。

9.3.2 现场条件检验应符合下列规定：

回填前将槽内的杂物、积水清除。

检查数量：全数检查。

检验方法：现场观察。

9.3.3 养护应符合下列规定

固化土浇筑完毕后应及时进行养护，养护时间及养护方法应符合本规程要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：现场检查。

9.3.4 施工标高检验应符合以下规定：

基坑回填最终填筑完成后，应检查其顶标高，其允许误差为 $\pm 20\text{mm}$ 。

检查数量：每 100m^2 检查 3 点或每 10m 检查 1 点。

检验方法：采用水准仪测标高。

9.4 孔洞充填

9.4.1 施工单位应按设计图纸检验频次进行孔洞处理效果的检测，若设计图纸无要求时，按下列原则检测：

- a) 充填效果强度评定应注重注浆前后试验数据比较，检验性钻孔不应小于注浆孔总数的5%，且不小于3点，对于复杂场地岩溶地基应适当增加检测点数；
- b) 充填加固要求每个溶洞检测不少于1次，钻孔布置宜距离充填注浆孔2~3m。
- c) 充填效果渗透性评定的压水检查，其试验点数量不少于注浆孔数的2%且单体工程不少于3个点并满足设计要求；
- d) 不满足上述要求的，应对受检查的溶洞加固区进行注浆补强施工，并加倍检测。

9.4.2 施工单位应对注浆加固检查方法与检测标准应符合设计图纸要求，设计图纸无要求时采用下列标准：

- a) 注浆工程验收检测应选择布置在有代表性地段和薄弱部位，且应在注浆结束后28d进行；
- b) 溶洞注浆填充物采用随机钻孔抽芯法，做抗压试验，要求无侧限抗压强度大于0.2MPa；
- c) 注浆后溶洞加固处理后兼做止水帷幕质量检查孔压水试验透水率应不大于 $5 \times 10^{-5}\text{cm/s}$ ，合格率应达85%以上，其余不合格孔段的透水率最大值应不超过 $7.5 \times 10^{-5}\text{cm/s}$ ，且不集中；
- d) 不满足上述检查标准时，应对受检查的溶洞加固区进行灌浆补强施工，应加倍检测。

9.4.3 若检测结果达到设计要求，则代表充填 处理结束，可进行下一道工序。

9.4.4 若检测结果未达到设计要求，则需重新根据浆液强度性能指标，调整浆液配比，重新进行岩溶处理，直至检测结果达标。

9.5 同步注浆

9.5.1 同步注浆质量检验应符合现行国家标准 GB 50446 的有关规定。

9.5.2 同步注浆施工结束后，对于注浆量不足和注浆效果未达到预期的情况，应进行二次注浆。

9.5.3 盾构工程同步注浆施工结束 3d 后，可采用地质雷达等设备对注浆填充密实情况进行检测。

9.5.4 应通过二次注浆孔采用钻芯法对注浆材料进行强度进行检验，综合对注浆材料进行评价。

9.6 质量验收

9.6.1 固化的质量验收应符合下列规定

- d) 原材料、成品应按相应质量标准进行检验，具有完整的检验资料；
- e) 浇筑应按本标准规定进行质量控制，各工序完毕后应进行自检，并形成文件；
- f) 质量验收资料应包括以下内容：

- 1) 固化剂出厂质量证明文件和复试检测报告;
- 2) 材料配合比;
- 3) 材料浇筑记录;
- 4) 隐蔽工程验收记录;
- 5) 强度检测报告;
- 6) 施工照片;
- 7) 质量验收记录。

9.6.2 检验批合格质量应符合下列规定:

- a) 主控项目的质量检验应全部合格;
- b) 一般项目的合格率应达到 80%及以上,且有指标要求的项目其不合格点的最大偏差值不得大于规定允许偏差值的 1.5 倍;
- c) 应具有完整的施工质量检查记录。

9.6.3 当工程质量验收不合格时,施工单位进行缺陷修补或返工,并应重新进行质量检验与验收。

附录 A

(规范性)

净浆流动度的测定方法

A.1 实验材料

A.1.1 水

应符合本文件 5.1.4 的要求

A.1.2 固化剂

应符合本文件 5.1.3 的要求

A.2 试验仪器

应符合现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 的相关规定

试验步骤

A.2.1 将玻璃板放置在水平位置，用湿布擦抹玻璃、截锥圆模、搅拌器及搅拌锅，使其表面湿而不带水渍。将截锥圆模放在玻璃板中央，并用湿布覆盖待用。

A.2.2 称取盾构渣土900g，倒入搅拌锅内，加入540g水，搅排3min。

A.2.3 将拌好的浆体迅速注入截锥圆模内，用刮刀挂平，将截锥圆模按垂立方向提起，同时开启秒表计时，任浆体在玻璃板上流动，至30s，用直尺量取流淌部分相与垂直的两个方向直径取平均值作为浆体初始流动度。

A.2.4 将中剩余的浆体分两份用保鲜袋密封放入标准养护箱中养护，分别在30min和60min时取出，搅拌1min，按A.4.3的要求操作，获得30min和60min时的浆体流动度。

A.2.5 计算结果精确至1mm。

附 录 B

(规范性)

固化土立方体抗压强度测试方法

本附录适用于固化土的立方体抗压强度的测试。

B. 1. 1 固化剂

应符合本文件 5.1.3 的要求

B. 1. 2 水

应符合本文件 5.1.4 的要求

B. 1. 3 土

工程实际用土。应在现场进行土的取样，取样点不少于 3 每个取样点不少于 10kg，每个取样点取样时应该从靠近土体个的中部取样。取样后应充分混合备用。

试验设备

应符合现行行业标准《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233 的相关规定。

试件制备

B. 1. 4 按配合比进行固化土拌合，装入试验模具。

B. 1. 5 试模应采用100mm×100mm×100mm的模具，试件的搅拌、成型与养护应按JGJ/T 233 规定的方法执行。

试验方法

应按 JGJ/T 233 规定的方法执行。

T/CCTAS XX—2024

参 考 文 献

索 引
