

中国工程建设标准化协会标准

给水厂污泥制备工程回填材料应用 技术规程

Technical specification for application of backfill material
produced from water supply plant sludge

(征求意见稿)

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021 年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]20 号）的要求，规程编制组经过深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程共分为 7 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、设计、回填材料制备、施工、质量检验与验收等。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会城市给水排水专业委员会归口管理，由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在使用过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司（地址：上海市杨浦区中山北二路 901 号，邮编：200092，电子邮箱：shuiliangliang@smedi.com），以供修订时参考。

主编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

参编单位：**

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	3
3 基本规定.....	5
4 设计.....	6
4.1 一般规定	6
4.2 设计要求	7
4.3 原材料	8
4.4 配合比设计	10
5 回填材料制备	13
5.1 一般规定	13
5.2 碾压型回填材料	14
5.3 流态型回填材料	15
6 施工.....	17
6.1 一般规定	17
6.2 碾压型回填材料填筑与养护	17
6.3 流态型回填材料填筑与养护	19
7 质量检验与验收	21
7.1 一般规定	21
7.2 检验	21
7.3 验收	22
附录 A 流态型回填材料的流动度测试方法	26
用词说明.....	27
引用标准名录.....	28

Contents

1 General provisions	1
2 Terms	3
3 Basic requirements.....	5
4 Design	6
4.1 General requirements.....	6
4.2 Design requirements	7
4.3 Raw materials	8
4.4 Design of mixing proportion	10
5 Preparation of backfill material	13
5.1 General requirements.....	13
5.2 Compaction-type backfill material	14
5.3 Fluid-type backfill material	15
6 Construction.....	17
6.1 General requirements.....	17
6.2 Filling and curing of compaction-type backfill material.....	17
6.3 Pouring and curing of fluid-type backfill material	19
7 Quality inspection and acceptance.....	21
7.1 General requirements.....	21
7.2 Inspection.....	21
7.3 Acceptance.....	22
Appendix A: Fluid stabilized soil flowability expansion test method	26
Explanation of wording in this specification	27
List of quoted standards	28

1 总则

1.0.1 为规范给水厂污泥制备工程回填材料应用的技术要求，做到性能可靠、技术合理、保障安全，制定本规程。

【条文说明】给水厂污泥是一种含水率高、强度低且兼具资源环境双重属性的固体废弃物，目前以填埋处置为主，不仅占用土地、污染环境且填埋期间会排放大量逸散性温室气体，无法满足可持续发展的要求。考虑给水厂污泥矿物组成与黏土相近，具有制备再生回填材料的资源化潜力，可减缓目前天然砂石和灰土类填料资源紧缺的现状。

本规程规范了给水厂污泥通过“调质改性”后“固化改良”的两步法工艺制备碾压型回填材料，即基于颗粒级配优化、降低污泥亲水性和加快自由水形态转变，实现给水厂污泥的减塑分散，获得含水率适宜且松散的改性污泥，再通过污泥固化剂与污泥反应后，反应产物对污泥颗粒进行胶结和孔隙填充，提高固化污泥的力学性能和稳定性，最终获得松散匀质、强度高且稳定性好的再生回填材料。

此外，针对“狭、长、深、异”等碾压设备和人员难以进入的空间，本规程还规范了给水厂污泥制备流态型回填材料，具有流动度大、匀质性好且强度可控等优点，通过泵送或溜槽等工艺将流态型回填材料注入上述回填空间，可实现自密实填充，且经硬化后可形成一定强度，回填效果良好。

目前，利用给水厂污泥制备回填材料已应用于管道、管廊、检

查井周边、低洼地块整平及城镇道路路基等回填工程，应用效果好。然而，相关给水厂污泥制备回填材料技术与应用尚无国家标准、行业标准对其性能指标作出规定。为提高给水厂污泥资源化利用技术水平，保证给水厂污泥资源化利用质量，践行“绿色低碳循环经济”的社会发展要求，确保给水厂污泥回填材料的规范应用，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于给水厂污泥处理、处置和资源化利用相关设计、施工和质量验收。

【条文说明】规定本规程的适用范围。

1.0.3 给水厂污泥制备工程回填材料应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】关于给水厂污泥处理尚应执行有关标准和规范的规定。

2 术语

2.0.1 给水厂污泥 water supply plant sludge

给水厂在净水过程中产生的沉淀池排泥水和滤池反冲洗水等在经过浓缩脱水后得到的脱水污泥，由原水中大量泥沙、悬浮物、有机物以及净化过程中投加的化学絮凝剂等组成。其中，离心脱水后污泥呈粘稠松软团聚状，板框压滤脱水后污泥呈硬质饼状。

【条文说明】本规程中的给水厂污泥是指经脱水减量处理后的污泥，目前给水厂的脱水工艺主要有离心脱水和板框压滤脱水两种工艺，并以离心脱水工艺为主。通常，离心脱水后的给水厂污泥含水率在75%~80%范围内，为粘稠松软团聚状，且呈流塑或软塑状；而板框压滤脱水后的给水厂污泥含水率在55%~60%范围内，为硬质泥饼状。

2.0.2 调质改性 modification

将含水率高、黏稠团聚或饼状给水厂污泥改性至含水率适宜、松散匀质状态的预处理工艺。

2.0.3 调质改性剂 modifier

加入给水厂污泥中，通过与污泥中水、有机质和无机矿物发生物理、化学反应，改善污泥颗粒级配、降低污泥亲水性并加快自由水形态转变，实现给水厂污泥的减塑分散，获得含水率适宜且松散匀质改性污泥的一类改性材料。

2.0.4 固化改良 solidification improvement

对调质改性后的改性污泥进行固化增强与固化稳定的处理工艺。

2.0.5 污泥固化剂 sludge stabilizing agent

由无机胶凝组分、膨胀组分和稳定组分按一定比例制备而成的复合型污泥固化产品，通过污泥固化剂各组分与污泥发生物理、化学反应，基于反应产物对污泥颗粒胶结、孔隙填充和污染物稳定化等作用，显著提高固化污泥的力学性能，并使固化污泥满足环境标准且能长期稳定。

2.0.6 给水厂污泥碾压型回填材料 compacted filler of water supply plant sludge

给水厂污泥经“调质改性”后再“固化改良”两步工艺处理后，得到的力学强度高、稳定性好的粒状回填材料。

2.0.7 给水厂污泥流态回填材料 flowable filler of water supply plant sludge

将给水厂污泥、外掺料、外加剂、污泥固化剂和水等按一定比例拌合制得的具有一定流动性、可采用浇筑方式实现自密实填充、经凝结硬化后具有一定强度的流态拌合物。

2.0.8 外加剂 additives

为调节给水厂污泥流态回填材料凝结时间或强度而在制备过程中添加的材料，可调节流态回填材料的凝结时间、早期强度等指标。

3 基本规定

3.0.1 给水厂污泥制备工程回填材料应以稳定化、无害化和资源化为原则。

3.0.2 给水厂污泥制备工程回填材料相关设施的选址、规模和布局等应根据服务范围内给水厂的分布和污泥产生量确定。

*条文说明：*针对制水规模大且有闲置用地的大型给水厂，污泥制备工程回填材料的相关设施可在给水厂内建设，而对于污泥产生量小且水厂内土地供应紧张的给水厂，可在给水厂外新建专用给水厂污泥集中处理设施。

3.0.3 给水厂污泥制备工程回填材料的工艺流程应根据给水厂污泥特性、回填工程指标需求等确定。

3.0.4 给水厂污泥的含水率、有机物含量、重金属等特性分析应按照《城市污水处理厂污泥检验方法》CJ/T 221 相关规定进行。

3.0.5 给水厂污泥在运输、资源化处理和利用过程中，应符合绿色环保的要求并保证安全，严禁造成二次污染。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 给水厂污泥制备的工程回填材料根据施工工艺不同可分为碾压型回填材料和流态型回填材料。

4.1.2 给水厂污泥制备的回填材料应用场景宜符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 回填材料应用场景

回填材料	应用场景
碾压型回填材料	1、道路工程的路基填筑； 2、可满足碾压机械分层碾压的非道路工程，如管道回填工程等
流态型回填材料	具有狭、长、深、异等构造特点，碾压机械或人工难以进入的回填工程，如基坑肥槽、管道沟槽、地基孔洞等

条文说明：4.1.1~4.1.2 碾压型回填材料为粒料状，与传统的工程回填材料（如灰土等）一样，需经分层摊铺和碾压施工后达到设计要求的压实度，进而满足工程要求，如道路工程等碾压操作面较大的回填工程。然而，对于碾压机械或人工难以进入的“狭、长、深、异”的回填空间，如基坑肥槽、管道沟槽和地基孔洞等。传统的粒料状碾压型回填材料难以对此类空间回填密实，易给回填工程带来不均匀沉降、脱空等质量问题。为此，可采用具有良好流动性，能在回填空间自密实填充，且经凝结硬化后具有一定强度和承载力的流态回填材料，不仅回填效果好，且施工效率高。

4.1.3 经离心脱水产生的给水厂污泥可制备碾压型回填材料和流态型回填材料。

4.1.4 经板框压滤产生的给水厂污泥可制备碾压型回填材料，不宜制

备流态型回填材料。

条文说明：4.1.3~4.1.4 给水厂污泥的初始含水率通常远高于碾压型回填材料的最佳含水率，因此需要经调理改性等过程降低给水厂污泥的含水率，相比而言，经板框压滤的给水厂污泥含水率更低，更适用于制备碾压型回填材料。而利用给水厂污泥制备流态型回填材料，首先需要达到一定的流动性，通常需要外加一定量水并使各组分分散均匀，相比而言，离心脱水的给水厂污泥含水率高且较松散，易拌合均匀，而板框压滤的给水厂污泥已挤压密实，质地硬，难以在水中分散均匀，因此不宜用于制备流态型回填材料。

4.2 设计要求

4.2.1 碾压型回填材料的性能指标应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 碾压型回填材料的性能指标

项目	指标	试验方法
最大粒径（mm）	≤20	《公路土工试验规程》JTG 3430
CBR（%）	≥8	
有机物含量（%）	≤10	《城市污水处理厂污泥检验方法》CJ/T 221
污染控制	低于第二类用地筛选值	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600

4.2.2 流态型回填材料应根据填筑工程的应用场景实际需要对工作性、强度和其他性能进行设计，并应符合下列规定：

1 流态型回填材料的流动度宜为 140mm~200mm，对管道沟槽、肥槽等可进行振捣部位的流动度应大于 140mm，对异形、复杂结构部位流动度应大于 180mm，流动度测试方法应按本导则附录 A 执行；

2 流态型回填材料初凝前不应出现显著泌水，泌水率宜小于 3%，其测试方法应符合《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB/T 50080 有关规定；

3 流态型回填材料用作弱透水材料回填时，28d 龄期时渗透系数不宜大于 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，其测试方法应符合《土工试验方法标准》GB/T 50123 中变水头渗透试验方法进行；

4 流态型回填材料抗压强度指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 流态型回填材料抗压强度指标

场景	强度要求	试验方法
无特殊要求的回填工程	28d 抗压强度 $\geq 0.3\text{MPa}$	《水泥土配合比设计规程》 JGJ/T 233
需二次开挖或临时性填筑工程	28d 抗压强度 $\geq 0.3\text{MPa}$ ，且 $\leq 1.0\text{MPa}$	
有快速回填或设计要求时	满足设计要求或 1d 抗压强度 $\geq 0.1\text{MPa}$	

4.3 原材料

4.3.1 制备工程回填材料的给水厂污泥应符合下列规定：

1 离心脱水的给水厂污泥含水率应 $\leq 80\%$ ；

2 板框脱水的给水厂污泥含水率应 $\leq 60\%$ ，且污泥应经破碎设备进行预处理，最大粒径应 $\leq 20\text{mm}$ ；

3 有机物含量应 $\leq 20\%$ ；

4 污泥污染物含量应符合现行国家标准《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 36600 的规定。

4.3.2 调质改性剂可采用级配良好的多孔物料、高分子吸水树脂等材

料按一定比例混合制得。

4.3.3 污泥固化剂可采用以硅酸盐、铝酸盐等无机矿物为主的水硬性胶凝材料，除应符合现行行业标准《软土固化剂》CJ/T 526 的规定外，还应适应给水厂污泥有机物含量高的特性。

条文说明：给水厂污泥含水率高且含有机物，若采用传统的水泥、石灰等胶凝材料进行固化改良，不仅用量大且效果极差，主要是因为给水厂污泥中过多的水分使水泥水化产物无法充分胶结污泥颗粒，且有机物对水泥水化有明显的抑制作用，使水化产物进一步减少。此外，水泥、石灰的碳排放量高，难以满足给水厂污泥的绿色低碳资源化处置要求。因此，宜选用适应污泥特性的低碳高效污泥固化剂产品。

4.3.4 外掺料可选用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、再生细骨料和再生微粉等中的一种或几种，并应符合下列要求：

1 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 的有关规定；

2 粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的有关规定；

3 硅灰应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 的有关规定；

4 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 的有关规定；

5 再生微粉应符合现行行业标准《混凝土和砂浆用再生微粉》

JG/T 573 的有关规定。

条文说明： 给水厂污泥流态回填材料中的外掺料主要起到优化混合料级配、形成骨架支撑和一部分的辅助胶凝等作用，使流态回填材料流动度大、匀质性好且强度可控。

4.3.5 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 中早强剂、缓凝剂等相关规定。

4.3.6 水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 中混凝土拌和用水的水质要求。

4.3.7 给水厂污泥制备回填材料所用原材料的放射性核素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。

4.4 配合比设计

4.4.1 碾压型回填材料的配合比设计应符合下列规定：

- 1 调质改性剂掺量应为调质改性剂与给水厂污泥的质量比；
- 2 污泥固化剂掺量应为污泥固化剂与改性污泥的质量比；
- 3 调质改性剂与污泥固化剂推荐掺量范围可参照表 4.4.1；

表 4.4.1 调质改性剂与污泥固化剂推荐掺量范围

药剂	离心脱水污泥	板框脱水污泥
调质改性剂（%）	25~40	10~20
污泥固化剂（%）	5~15	

4 碾压型回填材料试配宜采用三个配合比，调质改性剂试配掺量可先选择上限，污泥固化剂掺量可由低向高进行增加，幅度为 2%~3%，碾压型回填材料的各项指标应满足本导则表 4.2.1 的相关规定，且 CBR 强度不应小于设计强度值的 1.2 倍；

5 当原材料来源或性质发生显著变化时，应重新进行配合比设计；

6 施工配合比应根据现场原材料的实际含水率对设计配合比进行调整后确定。

4.4.2 流态型回填材料的配合比试配、调整与确定应符合下列规定：

1 应采用 3 种配合比进行试验，其中一种配合比的污泥固化剂掺入比为计算的基准值，另外两种配合比的固化剂宜比基准值分别增加和减少 2%~4%；

2 每种配合比至少应制作 3 组标准试件，并在 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下养护至指定龄期；

3 每种配合比的性能指标均应本导则 4.2.2 的相关要求，否则应调整配比重重新试验；

4 固化剂掺量应以占干物质总质量的百分比表示，固化剂的掺量范围宜为 10%~25%；

5 按配合比设计配制并养护的流态固化土抗压强度不应小于设计强度值的 1.2 倍；

6 流态固化土拌合物应保持良好的匀质性，不得出现离析和明显泌水；

7 当原材料来源或性质发生显著变化时，应重新进行配合比设计；

8 施工配合比应根据现场原材料的实际含水率对设计配合比进行调整后确定。

4.4.3 回填材料的施工配合比应根据试配结果、施工性能要求和成本等因素综合考虑后确定。

5 回填材料制备

5.1 一般规定

5.1.1 给水厂污泥制备回填材料相关设施应采取封闭措施，具有遮雨、防尘等效果，且应保证扬尘、污水和噪声等排放符合下列相关要求：

- 1 扬尘排放应符合现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297 的规定；
- 2 污水排放应符合现行国家标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB 31962 的规定；
- 3 厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的规定。

5.1.2 原材料进厂应符合下列规定：

- 1 选择与配比试验相同的原材料，相关采购原材料应提供合格的检验报告；
- 2 原材料进厂后应符合本导则 4.3 节相关规定；
- 3 给水厂污泥等非粉体原材料应堆放于专门堆场内，做好防潮措施，粉体原材料应储存在密封容器内，并做好记录和标识。

条文说明：5.1.2 原材料应做好进厂检测工作，确保材料质量合格。同时，应对材料进行分类存放，并做好覆盖、防潮等措施，避免使用过程中材料质量波动或因结块而出料不畅等问题。

5.1.3 回填材料制备相关设备应具有自动计量功能，实时显示各原材料的添加速率和添加总量，经生产调试后对试验配合比进行验证，各原材料质量计量偏差限值应符合表 5.1.3 的要求。计量设备应定期进行校准，校准频率为每 3 个月至少一次。

表 5.1.3 原材料质量计量偏差限值

原材料	质量计量偏差（%）
-----	-----------

给水厂污泥	±3
调质改性剂	±2
污泥固化剂	±2
外掺料	±2
水	±2
外加剂	±1

5.2 碾压型回填材料

5.2.1 碾压型回填材料的生产系统可包括原材料存储区、污泥预处理区、布料均化区、改性污泥堆存区和生产区。

5.2.2 原材料存储区的给水厂污泥存储量应按不小于 3d 的污泥接受量考虑，调质改性剂和污泥固化剂的存储量应按不小于 5d 考虑。

条文说明：因给水厂污泥的产生具有连续性，考虑设备检修等影响正常生产的不确定因素，对污泥存储区设计不少于 3d 的污泥储量。另为保证生产的连续性，对调质改性剂和污泥固化剂等主要原材料的存储量按不少于 5d 考虑。

5.2.3 污泥预处理区应符合如下规定：

1 对离心污泥的预处理为污泥与调质改性剂混合，拌合设备应为卧式双轴搅拌机等具备连续搅拌功能的设备；

2 对板框污泥的预处理应在污泥与调制改性剂混合前增加破碎设备，破碎后污泥最大粒径应 $\leq 20\text{mm}$ 。

5.2.4 布料均化区应符合如下规定：

1 与调质改性剂混合后的改性污泥应通过布料机铺撒在均化区内，并应通过翻抛机对改性污泥进行反复翻拌，早期翻拌频率不应超过 3h/次，后期翻拌频率不应超过 6h/次；

2 改性污泥在布料均化区的布料厚度不应超过 40cm；

3 布料均化区面积应能满足不少于 5d 改性污泥的均化处理；

4 布料均化区应设置通风、除臭和防尘等设施。

条文说明：5.2.4 1 因离心脱水的给水厂污泥粘稠团聚，而板框压滤的给水厂污泥质地较硬，两种给水厂污泥均难以快速与调质改性剂混合均匀，因此需反复进行翻拌，但随着调质改性剂不断发挥效果，污泥与调质改性剂混合不断均匀，翻拌频率可以逐渐降低；

2 从提高改性污泥翻拌效率和场地使用效率的角度出发，布料厚度不宜过厚或过薄，通常不应超过 40cm；

4 给水厂污泥在均化过程中会产生一定异味，且后期改性污泥含水率降低会产生扬尘，因此应设置通风、除臭和防尘等设施。

5.2.5 改性污泥堆存区应符合如下规定：

1 改性污泥经布料均化后形成均质、松散粒料时可堆置存放；

2 改性污泥堆存区面积应按不少于 20d 堆存量考虑。

条文说明：考虑工程回填材料的市场需求具有季节性波动特征，为保证对给水厂污泥的连续处理，需考虑较大的堆存空间应对淡季较少的市场需求。

5.2.6 生产区是将堆存区的改性污泥与污泥固化剂按施工配合比进行拌合后制得碾压型回填材料，应满足如下规定：

1 拌合设备可为双卧轴搅拌机或立式搅拌装置；

2 物料拌合时长宜不低于 30s；

3 拌合制得的碾压型回填材料含水率应略大于最佳含水率，但不应高于最佳含水率 3%。

5.3 流态型回填材料

5.3.1 流态型回填材料的生产系统可包括原材料存储区、均化区和生

产区。

5.3.2 原材料存储区的原材料存储量应能满足工程实际需求。

条文说明：流态型回填材料制备完成后应在一定时间内（通常小于 6h）完成填筑，即流态型回填材料无法长时间储存，因此各原材料的储备应能满足工程需求即可。

5.3.3 给水厂污泥、外掺料和水按一定比例在均化池或均化罐中持续搅拌，均化时间不应低于 1h，给水厂污泥的折固掺量不应高于 20%。

条文说明：给水厂污泥可改善流态型回填材料的匀质性，但其含有的有机物会对流态型回填材料的力学性能产生不利影响，掺量过高会增加污泥固化剂掺量，导致经济性差，不利于推广应用。

5.3.4 均化后混合物、污泥固化剂和外加剂应按试验配比在专用搅拌设备中搅拌均匀，搅拌时间不应小于 2min。

5.3.5 首次生产流态型回填材料前，应按试验配比进行试生产，并根据试生产结果对生产配合比进行必要调整。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 回填材料在填筑施工前应根据设计要求，结合现场施工条件、工期进度和安全环保等要求，编制专项施工方案。

6.1.2 回填材料在填筑施工前应先进行试验段填筑，确定填筑施工工序、所需设备类型和数量、关键施工技术参数等。

6.1.3 碾压型回填材料应采用安装有防尘罩的自卸车进行运输，流态型回填材料应采用混凝土罐车进行运输。

6.1.4 回填材料在填筑施工前应进行质量检测，除应满足本导则 4.2 节相关规定外还应满足设计相关要求。

6.1.5 根据当地多年气象统计资料，在当地即将进入冬季前 15d~20d，不宜进行回填材料的填筑施工，进入冬季后，严禁进行回填材料的填筑施工。

条文说明：冬季施工指室外日平均气温连续5d 低于5℃。

6.1.6 雨季施工应符合下列规定：

- 1 施工前应注意气象预报，避开雨天施工，并做好防雨水措施；
- 2 场地排水应通畅，并应配备防雨遮挡物，对未使用的回填材料和尚处于养护期的回填区域应进行覆盖防雨。

6.2 碾压型回填材料填筑与养护

6.2.1 碾压型回填材料用于道路路基填筑应包括摊铺、整形、碾压和养护等工序。

6.2.2 道路现场摊铺、整形时应符合下列要求：

- 1 按直线段每 15m~20m 设一桩，平曲线段每 10m~15m 设一桩的间距钉立路基的中桩与边桩，布设边线，在边缘线外侧 0.5m 内宜设标桩，两侧标桩上设标记，进行高程测量，标出碾压型回填材料

边缘的设计高度；

2 碾压型回填材料摊铺前，下承层表面应去除浮物、洒水湿润；

3 碾压型回填材料运至现场后，应根据运输车装载量及松铺厚度 20cm~35cm 合理确定卸距，使碾压型回填材料均匀分散的卸于下承层表面；

4 摊铺应采用推土机配合人工的方式进行；

5 摊铺完成后应立即采用平地机进行初平，在直线段，应由两侧向路中心进行刮平，在平曲线段，应由内侧向外侧进行刮平；

6 在初平后路段上，采用振动压路机（ $\geq 18t$ ）静压一遍，对局部低洼处先用齿耙将其表层 5cm 以上耙松，再用碾压型回填材料进行找平，随后再碾压一遍；

7 利用平地机进行整形，并将高处料直接刮出路外，严禁形成薄层贴补现象，经多次整形后使路基的坡度、路拱等符合规范要求；

8 在整形过程中，严禁任何车辆通行，并应保持无明显的粗细物料离析现象。

6.2.3 道路现场碾压时应符合下列要求：

1 根据路宽、压路机的轮宽和轮距的不同，制订碾压方案，使各部位碾压到的次数尽量相同，碾压应遵循“先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快”的原则；

2 碾压型回填材料达最佳含水率附近（ $\pm 2\%$ ）时进行碾压，压实机械选用振动压路机，直线段应由两侧边缘向路中心进行碾压，平曲线段应由内侧路肩向外侧边缘进行碾压，碾压时重叠部分应为 $1/3 \sim 1/2$ 轮宽，后轮应超过两段的接缝处，碾压次数应根据现场实测结果而定，保证碾压成型的路基压实度符合设计或相关规范的要求；

3 压路机在进行第 1、2 遍碾压时，其速度不应大于 1.5km/h ~1.7km/h，此后碾压速度不宜大于 2.0km/h ~2.5km/h，对于第一层路基碾压宜采用静压方式进行，通过增加碾压遍数满足路基压实度要

求，此后根据现场碾压情况可采用振动压实提高压实效果；

4 碾压过程中，当出现“弹簧”、松散、起皮等现象，应及时采取翻挖重拌或换填等措施处理；

5 在碾压结束之前，应采用平地机最后一次整形，路拱和超高应符合设计要求，终平应仔细进行，并应将局部高出部分刮除并扫出路外，对局部低洼之处，不再进行找补；

6 对终平后路基可采用三钢轮压路机（ $\geq 18\text{t}$ ）进行碾压，以提高路基表面压实效果；

7 当道路路基分成不同作业段填筑时，接头部位如能交替填筑，则应分层相互交替搭接，搭接长度不小于 2m，如接头部位不能交替填筑，则先填筑路段，应按 1:1 坡度分层预留台阶。

6.2.4 碾压型回填材料填筑道路路基应进行养护，并符合下列要求：

1 经压实度检验合格后，应立即在其表面进行洒水后覆盖薄膜养护；

2 养护时间应视季节而定，养护时间不宜小于 3d；

3 养护期间，禁止各类车辆通行与停放。

6.2.5 碾压型回填材料用于管道工程的回填施工应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中相关规定。

6.3 流态型回填材料填筑与养护

6.3.1 流态型回填材料进行填筑施工应包括浇筑和养护等工序。

6.3.2 浇筑应符合下列规定：

1 浇筑前应检测运至现场时流态型回填材料的工作性，并应满足本导则第 4.2.2 条相关规定；

2 浇筑前应检查填筑区域是否存在孔洞、贯穿的管线腔体等相邻地下空腔，避免流态型回填材料流入其中造成损失；

3 浇筑前应清除浇筑面上的杂物和积水；

4 浇筑可采用泵送或溜槽方式，出料避免直接冲击回填区域支护结构或预埋管道；

5 流态型回填材料填筑管道沟槽时应考虑管道抗浮要求，可设置反向支撑或初凝层；

6 流态型回填材料从制备完成至浇筑完成的时间不宜超过 6h；

7 当浇筑基底标高不一致时，应按先深后浅的顺序施工并分层浇筑，首层填筑厚度不宜超过 2m，每层填筑厚度不宜大于 4m，相邻区域浇筑高度差不宜大于 1m，上一层浇筑应在下一层流态型回填材料初凝后进行；

8 大面积地基垫层浇筑施工时，应分段对称进行，相接处应做阶梯状，上下层的错缝距离不应小于 1m。

6.3.3 浇筑完毕后的养护应符合下列规定：

1 每一层浇筑完成后，应对流态型回填材料进行养护；

2 养护可采用洒水或覆盖保湿，采用塑料薄膜覆盖养护时，流态型回填材料表面应覆盖严实，并保持膜内有凝结水，进行上一层浇筑时应清除覆盖物；

3 顶层流态型回填材料的养护时间不应小于 7d。

7 质量检验与验收

7.1 一般规定

7.1.1 回填材料填筑工程的质量检验应包括材料质量检验、施工质量检验。

7.1.2 质量检验和验收可按施工段、工程量为检验单位进行划分。

7.1.3 当判定回填材料质量是否符合要求时，交货检验项目以交货检验为依据，其他检验项目按合同规定执行。

7.1.4 回填材料填筑工程的主控项目应全部检验合格，一般项目合格率应在 90%以上，且不合格点最大偏差不得大于允许偏差值的 1.5 倍。

7.1.5 对工程质量验收不合格的，监理单位应责令施工单位进行缺陷修补或返工，并重新进行质量检验和验收。

7.2 检验

7.2.1 调质改性剂、污泥固化剂进场应按批次对其品种、包装、合格证等进行验收，并参照试验配合比进行试配并测试所制备回填材料的强度，其质量应符合本导则第 4.3 节相关规定。

检验数量：同一生产厂家、同一批次且连续进厂的调质改性剂、污泥固化剂应按每 500t 为一检验批，不足一检验批，也按一检验批计。

检验方法：应检查调质改性剂、污泥固化剂的出厂检验报告，并按试验配比制备回填材料并测试其强度。

7.2.2 给水厂污泥应进行含水率、最大粒径、有机物和环境指标等检测，并应符合本导则第 4.3.1 条相关要求。

检验数量：给水厂污泥应按每 3000m³ 为一检验批，当给水厂水

源、制水工艺等发生明显变化时，应重新检测。

检验方法：给水厂污泥含水率、最大粒径、有机物等应按《城市污水处理厂污泥检验方法》CJ/T 221 相关方法执行，环境指标应按《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600 相关方法执行。

7.2.3 外掺料应符合本导则第 4.3.4 条相关规定。

检验数量：粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、再生细骨料、再生微粉等应按 200t 为一检验批，硅灰应按 30t 为一检验批，不足一检验批，应按一检验批计。

检验方法：检查质量证明文件和抽样复验报告。

7.2.4 外加剂应符合本导则第 4.3.5 条相关规定。

检验数量：外加剂应按 50t 为一检验批，不足一检验批，应按一检验批计。

检验方法：检查其出厂检测报告，并按试验配合比进行试配并测试其作用效果。

7.2.5 水应符合本导则第 4.3.6 条相关规定。

检验数量：水采用饮用水时可不检验。其他水源，同一水源应至少检测一次。

检验方法：检查检验水质报告。

7.3 验收

7.3.1 碾压型回填材料用于道路路基填筑，其验收项目应包含主控项目和一般项目两大类。

7.3.2 碾压型回填材料填筑道路路基验收时，主控项目应满足如下要求：

1 路基压实度作为主控项目应满足表 7.3.2 中规定；

表 7.3.2 路基压实度要求

项目分类		路面底面 以下深度 (cm)	重型压实度 (%)			检验频率		检验方 法
			主干 路	次干 路	支路	范围	点数	
填方 路基	路床	0-80	≥95	≥94	≥92	1000m ²	每层 3 点	环刀法 或灌砂 法
	上路堤	80-150	≥93	≥92	≥91			
	下路堤	150 以下	≥92	≥91	≥90			
零填及挖方路 基		0-30	≥95	≥94	≥92			
		30-80	≥93	—	—			

2 路基弯沉值作为路基质量验收主控项目，其值不应大于设计

规定，弯沉测定轴载为 BZZ-100，其检测频率及方法如下：

检查频率：每车道、每 20m 测 1 点。

检验方法：弯沉仪检测。

7.3.3 碾压型回填材料填筑道路路基验收时，一般项目应满足如下要求：

1 路基允许偏差应满足表 7.3.3 中的规定。

表 7.3.3 路基允许偏差

项目	允许偏差	检验频率				检验方法
		范围（m）	点数			
路床纵断高程 （mm）	-20 +10	20	1			用水准仪测量
路床中线偏位 （mm）	≤30	100	2			用经纬仪、钢尺量取最大值
路床平整度 （mm）	≤15	20	路宽 （m）	<9	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺，取较大值
				9~15	2	
				>15	3	
路床宽度 （mm）	不小于设计值+B	40	1			用钢尺量
路床横坡	±0.3%且不反坡	20	路宽 （m）	<9	2	用水准仪测量
				9~15	4	
				>15	6	

边坡	不陡于设计 值	20	2	用坡度尺量， 每侧 1 点
----	------------	----	---	------------------

注：B 为施工时必要的附加宽度。

2 路床应平整、坚实，无显著轮迹、翻浆、波浪、起皮等现象，路拱合适，排水良好，路堤边坡应密实、稳定、平顺等。

检查频率：全数检查。

检验方法：观察。

7.3.4 碾压型回填材料用于管道回填工程时，其质量验收应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的相关规定。

7.3.5 流态型回填材料进行填筑施工，强度作为主控项目应符合本导则第 4.2.2 条相关规定，用于检验的试样应随机从运输车卸料量的 1/4 至 3/4 之间抽取。

检验数量：每一检验单位至少留置一组标准养护试样，同条件下养护试样组数量根据施工现场确定。同一配比每连续填筑 400m³ 以上，应留置一组，不满 400m³ 时，同样应留置一组。

检验方法：检查施工记录和强度检测报告。

7.3.6 流态型回填材料进行填筑施工，一般项目应符合如下要求：

1 流动度、泌水率等应满足本导则第 4.2.2 条相关规定。

检验数量：同一配比每连续制备 200m³ 应至少检验 1 次，不足 200m³ 时应至少检验 1 次，应在制备点和填筑地分别进行，并应以填筑地结果为准。

检验方法：检查抽样检验报告。

2 填筑前应将填筑空间内杂物、积水清除，填筑后应对养护条件进行检验，养护条件及养护时间应符合本导则第 6.3 节相关规定。

检验数量：填筑工程的所有作业面。

检验方法：现场检查。

3 填筑施工后，应检查其顶层标高，允许误差±30mm。

检验数量：每 100m² 检查 3 点或 10 米检查 1 点。

检验方法：采用水准仪测量标高。

4 填筑体外观质量应符合下列规定：

1) 表面出现的非受力裂缝宽度应小于 5mm；

2) 表面蜂窝面积应小于总表面积的 1%。

检验数量：填筑工程的所有作业面。

检验方法：现场检查。

。

附录 A 流态型回填材料的流动度测试方法

A.1 范围

本附录规定了流态型回填材料的流动度测试方法。

A.2 设备仪器

A.2.1 试验装置为光滑、上下贯通的圆筒，内径 80mm，高度 80mm，材料为有机玻璃。

A.2.2 秒表一块。

A.2.3 光滑的有机玻璃板一块，直尺一把。

A.3 测试步骤

A.3.1 将有机玻璃板水平放置，圆筒放置于有机玻璃板中心位置。

A.3.2 确定流态型回填材料中无粒径大于 20mm 的大颗粒，如有，过筛去除。

A.3.3 将流态型回填材料缓缓倒入圆筒中，并用直尺刮除上方多余拌合物。

A.3.4 将圆筒垂直向上轻轻提起，30s 后用直尺测量拌合物摊开后最大直径和最小直径，取两者平均值为流动度。

A.3.5 为保证试验可靠性，每组需进行 3 次平行试验，以平均值作为最终流动度。

用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，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”。

引用标准名录

本导则引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准，不注日期的，其最新版本适用于本标准。

《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB/T 50080

《土工试验方法标准》GB/T 50123

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《建筑材料放射性核素限量》GB 6566

《混凝土外加剂》GB 8076

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348

《大气污染物综合排放标准》GB 16297

《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046

《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176

《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690

《污水排入城镇下水道水质标准》GB 31962

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600

《混凝土用水标准》JGJ 63

《水泥石配合比设计规程》JGJ/T 233

《城市污水处理厂污泥检验方法》CJ/T 221

《软土固化剂》CJ/T 526

《混凝土和砂浆用再生微粉》JG/T 573

《公路土工试验规程》JTG 3430