



中国城镇供水排水协会

标准宣贯系列

《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》

T/CUWA40055-2023

主编单位：上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司

主讲人：唐建国

2022年7月12日

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列

《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》T/CUWA40055-2023



各位同行下午好!

目录

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列

《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》T/CUWA40055-2023



01

编制背景与意义

02

编制过程及关键技术

03

主要章节内容

04

实际应用案例与展望

05

提问





01

编制背景与意义



01 编制背景与意义

一. 编制背景

1. 来自德国的启示

2019年9月，应德国水协DWA巴登符腾堡州分会的邀请，参加该州DWA2019年年会。

期间就德国排水管道建设进行了交流。了解到德国排水管道回填采用“**液态材料**”或者“**可流动回填材料**”或者“**自密实材料**”回填管道沟槽的技术。



01 编制背景与意义



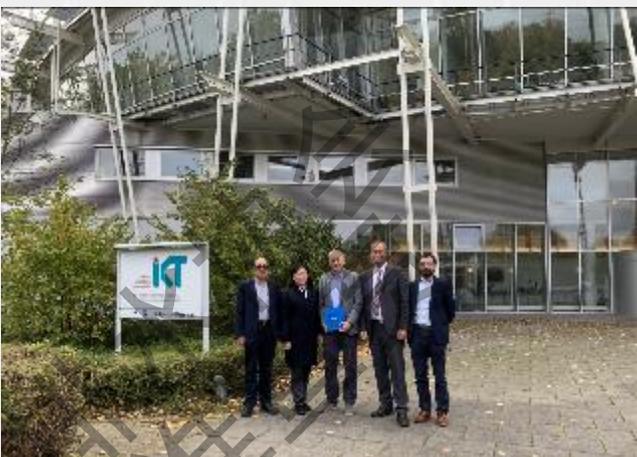
一. 编制背景

1. 来自德国的启示

会议期间专程拜访了对“可流动的回填材料”做专项研究的IKT技术研究所——IKT地下基础设施研究所。

该研究所是非营利性机构，除承担技术研究外，还发布相关标准、出具第三方检测证明等。

问题1：这是什么试验？



01 编制背景与意义



一. 编制背景

1. 来自德国的启示

会议期间专程参观了采用“可流动的回填材料”的制备现场。



来自排水管道工地的沟槽挖土



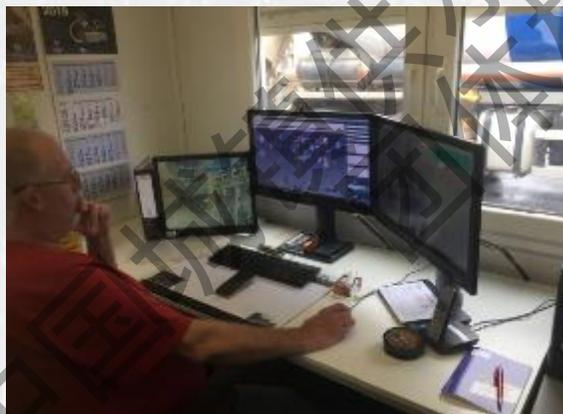
筛分处理



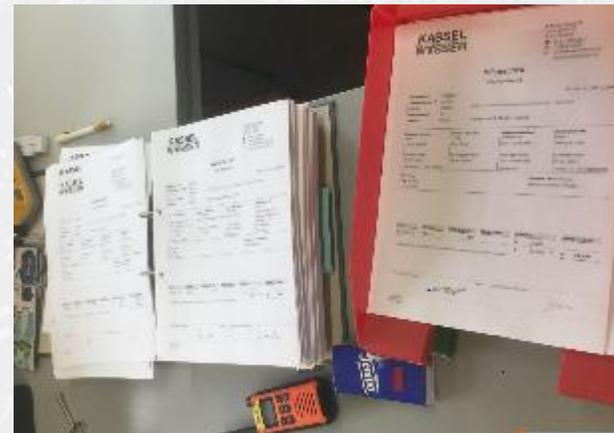
筛分后的土料



“液态材料”制备和装车



现场管理



生产记录



01 编制背景与意义

一. 编制背景

1. 来自德国的启示

会议期间专程参观了采用“可流动的回填材料”的施工现场。



漂亮的陶土管



钢板桩支护的沟槽



管道敷设

01 编制背景与意义



一. 编制背景

1. 来自德国的启示

“可流动的材料”凝固后——挖得动!



“可流动的回填材料”浇筑



问题2：管道支座为什么要浸泡？



问题3、这个缝隙的作用？



01 编制背景与意义

一. 编制背景

1. 来自德国的启示

- 1、采用d400陶土管（3米节，每节约300欧元），注意插口橡胶圈是出厂前已被固定在上面了。
- 2、与用户接口是直接链接的，德国允许直接连接；在现场用专门工具在管上开洞，并用专门连接件做好密封。
- 3、敷设好若干长度后采用“气密法”进行严密性检查，合格则开始回填。
- 4、回填采用“可流动的回填材料”；不需振动捣实，就可达到回填要求；没有尘土、没有噪音、原土利用、基础与管一体，且沟槽可很窄。
- 5、综合造价800欧元/米。

问题4：采用中粗砂回填，我们同口径混凝土管、铸铁管综合造价分别多少钱？

01 编制背景与意义



一. 编制背景

2. 我国现行标准对回填的要求难于实现

1. 中粗砂来源愈加受限，黄砂是“好心办坏事”。
2. 新兴的机制砂存在棱角明显、级配较差等问题，难以用于管道沟槽回填。
3. 管道接口处回填的散体颗粒材料难以压实，容易导致接口破坏和管周水土流失。
4. 采用钢板桩围护的管道沟槽，拔桩影响难于消除。

《给水排水管道工程施工及验收规范》
(GB50268—2008)

表 4.6.3-1 刚性管道沟槽回填土压实度

序号	项 目		最低压实度 (%)		检查数量		检查方法
			重型击实标准	轻型击实标准	范围	点数	
1	石灰土类垫层		93	95	100m		用环刀法检查或采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中其他方法
2	沟槽在路基范围外	胸腔部分	87	90	两井之间或1000m ²	每层每组(每组3点)	
		管侧 管顶以上500mm	87±2(轻型)				
		其余部分	≥90(轻型)或按设计要求				
		农田或绿地范围表层500mm范围内	不宜压实, 预留沉降量, 表面整平				

		地面		
原土分层回填		≥90%		管顶500~1000mm
符合要求的原土或中、粗砂、碎石屑, 最大粒径<40mm的砂砾回填		≥90%	85±2%	管顶以上500mm, 且不小于一倍管径
分层回填密实, 压实后每层厚度100~200mm		≥95%		管道两侧
中、粗砂回填		≥95%		2α±30°范围
中、粗砂回填		≥90%		管底基础, 一般大于或等于150mm

槽底, 原状土或经处理回实的地基

图 4.6.3 柔性管道沟槽回填部位与压实度示意图
表 4.6.3-2 柔性管道沟槽回填土压实度

槽内部位	压实度 (%)	回填材料	检查数量		检查方法
			范围	点数	
管道基础	管底基础	≥90	—	—	用环刀法检查或采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中其他方法
	管道有效支撑角范围	≥95	中、粗砂	每100m	
管道两侧	≥95	中、粗砂、碎石屑, 最大粒径小于40mm的砂砾或符合要求的原土	每层每侧一组(每组3点)	两井之间或每1000m ²	
管顶以上500mm	≥90				
管顶上部	85±2				
管顶500~1000mm	≥90	原土回填			

注: 回填土的压实度, 除设计要求用重型击实标准外, 其他均以轻型击实标准试验获得最大干密度为100%。

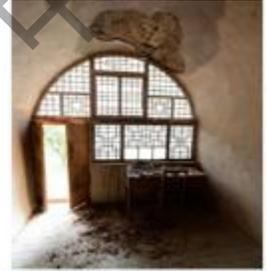


01 编制背景与意义

一. 编制背景

2. 我国现行标准对回填的要求难于实现

密实度和埋深的关系。



漏水、塌方

实现“管土一体”是保证管道回填质量的基本要求!

管道规格	回填土压实系数 95%，指导埋深 (米)		回填土压实系数 90%，指导埋深 (米)		回填土压实系数 85%，指导埋深 (米)	
	环刚度	环刚度	环刚度	环刚度	环刚度	环刚度
	12.5	10	12.5	10	12.5	10
DN400	9.71	9.25	6.75	6.29	3.78	3.32
DN500	9.62	9.17	6.69	6.23	3.75	3.29
DN600	9.77	9.31	6.79	6.33	3.81	3.34
DN700	9.65	9.19	6.70	6.25	3.76	3.30
DN800	9.76	9.29	6.78	6.32	3.80	3.34
DN900	9.84	9.38	6.84	6.37	3.84	3.37
DN1000	9.73	9.27	6.76	6.30	3.79	3.33
DN1200	9.71	9.25	6.75	6.29	3.78	3.32
DN1300	9.77	9.31	6.79	6.33	3.81	3.35
DN1400	9.69	9.23	6.73	6.27	3.77	3.32
DN1500	9.74	9.28	6.77	6.31	3.80	3.33

01 编制背景与意义



一. 编制背景

3. “可流动的回填材料”在德国得到应用

——德国地下基础设施研究所IKT在2018年已开展自密实回填材料应用在排水管道工程中的技术研究，并公开了一系列研究成熟的成果。

材料特征

Development: Flowable back-fill material

现状：可流动回填材料



Flowable Backfill (TFSB):

- Flowable
- Can be built over
- Can be re-excavated
- Recyclable

Components:

- Grain structure
- Water
- Binders
- Clay mineral
- additives

可流动回填材料：

- 可流动的
- 可被覆盖的
- 可被重新开挖的
- 可回收利用的

组分：

- 颗粒结构
- 水
- 粘合剂
- 黏土矿物
- 添加剂

材料组成



一. 编制背景

4. “可流动的回填材料”在我国其他领域已有应用

——北京波森特岩土工程有限公司于2018年开展了预拌流态固化土填筑技术的研究，并制定了《预拌流态固化土填筑技术标准》（T/CECS 1037-2022）。

——中国建筑西南设计研究院有限公司于2019年开展了预拌流态固化土填筑技术的研究，制定了《预拌流态固化土工程应用技术标准》（DBJ51/T 188-2022）。

上述两项标准中的工程应用场景主要为地铁、管廊、建（构）筑物的基坑肥槽回填，**回填材料**的作用仅为填充密实，对结构的约束作用不做要求。



01 编制背景与意义

二. 编制意义

1. 实现了原土等的再生利用

——制备回填材料的土料具有取材便利、再生利用、绿色环保、低碳节能的优点，经济效益和社会效益十分显著。

——随着经济建设的发展，传统的中粗砂资源越来越少，价格越来越高，自密实回填材料能够有效代替传统中粗砂应用在排水管道建设中。自密实回填材料的土料主要由工程弃土、建筑垃圾的再生骨料、炉渣或废弃泥浆等组成。

——通过变废为宝，既解决了工程弃土、废弃泥浆和建筑垃圾处理的难题，又实现了新型自密实回填材料的应用，对于促进城市的建设具有非常明显的经济效益和社会效益。

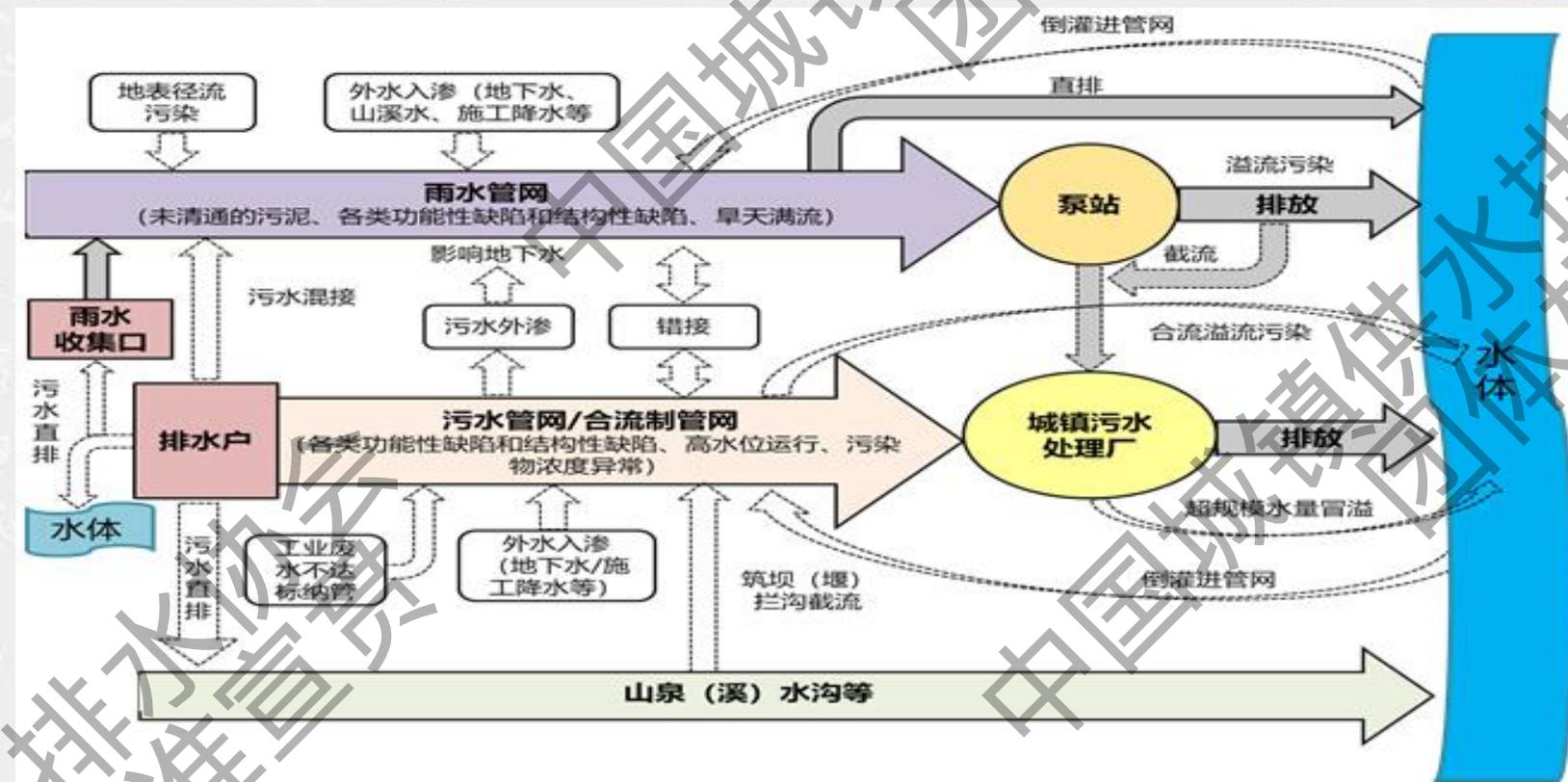
01 编制背景与意义



二. 编制意义

2. 符合我国排水管道高质量建设的要求 **黑臭在水里，根源在岸上，关键是排口，核心是管网！**

——我国现状排水管道质量堪忧，外水多、满管流、污水处理厂进水低浓度、水体下雨就黑……



城镇排水系统存在的问题:

- 雨污水管咱都有，山水渠道还占用。 污水也没收干净，旱天雨天在排河。
- 管道破漏是常态，外水渗入黑水出。 源头混接没改造，末端加个截流管。
- 雨水排口淹水下，河水进管无底洞。 清污不分真害人，进厂多半是清水。
- 分流合流争不休，实际两者都没有。 管道河渠都排水，五水纳管称合流。
- 无雨也是满管流，下雨根本无截流。 雨道肚大藏污垢，逢雨排口黑水流。
- 排水系统一堆病，不管不治麻烦大。 水体黑臭有根源，道路塌陷也有主。

01 编制背景与意义



二. 编制意义

2. 真正实现了“管土一体”和密实

——“可流动的回填材料”依靠自身流动，实现了管体周围的**均匀密实**；

——不需要震动、夯实；

——有一定的强度，且是不透水的；

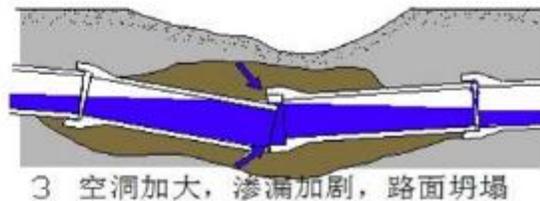
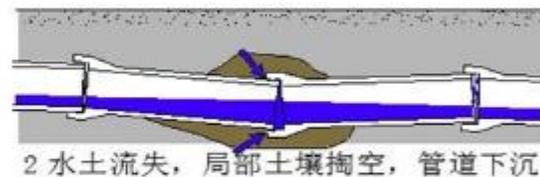
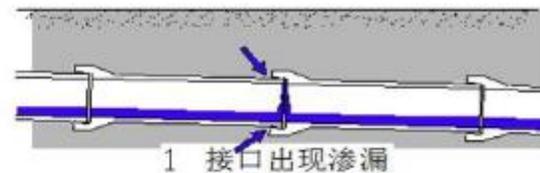
——真正实现“管土一体”。

回填材料不透水，意义重大！



城市道路为什么会塌陷？

- 1) 地下水经渗漏的接口流入管道，泥沙随之进入。
- 2) 水土流失导致管道周边土壤被掏空，管道基础承载力下降，出现接口脱节和错位，渗漏加剧。
- 3) 受土体拱力和路面结构的支撑，早期的空洞尚未反映至路面，当空洞达到一定程度后，路面出现下陷，或突然坍塌。





01 编制背景与意义

二. 编制意义

总结:

1. 本规程实现了用处理后原土的回填，替代了珍贵的中粗砂，减少了土料的外运；
2. 解决了现状回填夯实密实度难于实现的问题，让“管土一体”成为不再是“梦想”，且回填料是渗透系数很低的；
3. 本规程为规范使用自密实回填材料进行排水管道施工提供了依据。

特别说明：本规程涉及技术在研究和规程编写中**没有申请一项专利**，目的就是在各地进行推广，把我国的排水管道高质量建设好！



02

编制过程及关键技术

02 编制过程及关键技术



一. 编制过程

《排水工程管道回填自密实技术应用规程》正式列入中国城镇供水排水协会《2021年团体标准制订计划》的第6项（中水协〔2021〕9号）。

中国城镇供水排水协会

中水协〔2021〕9号

关于印发《2021年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划》的通知

各有关单位：

依据《中国城镇供水排水协会团体标准管理办法》和《中国城镇供水排水协会标准化工作委员会章程》，经中国城镇供水排水协会（以下简称“中国水协”）标准化工作委员会组织查审，并在中国水协网站公示后，将26项标准项目列入编制计划，其中一档项目12项，应在2021年12月31日前完成标准报批工作；二档项目14项，经进一步研究、条件成熟后转为一档项目，原则上，二档项目应在2021年12月31日前达到升档的要求。

现将《2021年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划》印发你们。请各单位按《中国城镇供水排水协会团体标准管理办法》要求抓紧开展工作。

各主编单位应尽快完成标准编制工作大纲，主要内容包括：标准的主要章节设置与内容、需要调查研究的主要问题，

工作进度计划及编制组成员分工等，在三个月内召开标准编制组成立暨第一次工作会议，并将标准编制工作大纲及会议纪要报中国水协标准化工作委员会备案。

联系人：王蔚蔚 18516961076 张世和 18629194770

附件：2021年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划

中国城镇供水排水协会

2021年3月4日

附件

2021年中国水协团体标准制订计划

序号	项目类别	标准名称	主编单位	参编单位
1	一档	城镇供水管网模型构建技术规范	清华大学、哈尔滨工业大学	同济大学、上海三泰计算机科技股份有限公司、城市水资源开发利用（南方）国家工程研究中心、上海市水务规划设计研究院、北京自来水集团有限公司、天津水务集团、上海城投水务（集团）有限公司、深圳水务（集团）有限公司、上海市政院、佛山水务集团、杭州水务集团、海口市水务集团有限公司
2	一档	二次加压与调蓄供水系统运行监控系统技术规范	天津中孚通信技术有限公司、中国建筑系统有限公司	宝大建设科技信息研究院有限公司、天津城建大学
3	一档	纳污区域雨污混流区域雨污分流技术	同济大学	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、上海康巢环保科技有限公司、上海市政设计工程有限公司
4	一档	城镇供水用海水淡化系统水质管理及监测技术规范	山东省城市供水水质监测中心、中国市政工程华北设计研究总院有限公司	中国城市建设研究院山东分院、火箭军工程大学、青岛市水务集团、山东省水利科学研究院、桂林理工大学、山东建筑大学、北京碧水源科技股份有限公司、威海市水务集团
5	一档	水系统运行管理规程	上海城投水务（集团）有限公司	北京首创股份有限公司、深圳水务（集团）有限公司、上海市资源开发利用国家工程中心有限公司、上海浦东威立达自来水有限公司、厦门水务集团有限公司、武汉市水务集团有限公司、常州通用水务有限公司、宁波市自来水有限公司、北京自来水集团有限公司、北京水务（中国）投资有限公司、天津水务集团有限公司
6	一档	排水工程管道自密实回填材料应用技术	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、北京市政工程设计研究总院有限公司	上海市排水处、常州市排水管理处、嘉兴市规划设计研究院有限公司、青岛水务集团股份有限公司、上海康巢建筑材料有限公司、上海万润水务科技集团有限公司、上海裕伊环境技术有限公司
7	一档	粪水处理工程技术规范	大通建设有限公司、清华大学	中国市政工程中南设计研究总院有限公司、苏伊士水务技术（上海）有限公司、青岛国脉实业有限责任公司、青岛碧源水处理股份有限公司、韩国Michigan环境技术公司、北京第三方环境工程有限公司、惠美融（中国）有限公司、山东和创智卫环保装备有限公司、润洁空气（中国）投资有限公司
8	一档	城镇污水移动水生物膜反应器处理技术规范	中国市政工程中南设计研究总院有限公司	清华环保有限公司、清华大学、东莞水务集团有限公司
9	一档	城镇排水流量和液位在线监测技术规范	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司	杭州数联传感科技有限公司、浙江生态环保集团有限公司、浙江省水利河口研究院、浙江大学、杭州环湖勘测技术有限公司
10	一档	城镇排水防涝系统化方案编制技术标准	中规院（北京）规划设计有限公司	中国市政工程华北设计研究总院有限公司、上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、深圳市城市规划设计研究院有限公司

02 编制过程及关键技术

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列

《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》T/CUWA40055-2023



一. 编制过程

标准名称：《排水工程管道自密实回填材料技术应用规程》

批准部门：中国城镇供水排水协会

主 编 人：唐建国、李 艺

主编单位：上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

编制时：充分考虑回填材料的特性、无需夯实的特点和回填后的结果，将“流动性材料”改为“**自密实回填材料**”。



一. 编制过程

参编单位（16家）：

- **设计单位（1家）**：嘉兴市规划设计研究院有限公司
- **建设运行单位（5家）**：上海市排水管理事务中心、常州市排水管理处、北京北排建设有限公司、长江生态环保集团有限公司、珠海供排水管网有限公司
- **施工单位代表（3家）**：上海万朗水务科技集团有限公司、上海绍伊环境技术有限公司、鼎蓝水务集团股份有限公司
- **生产单位（7家）**：上海善胜建筑材料有限公司、上海清远管业科技股份有限公司、海宁亚大塑料管道系统有限公司、山东龙泉管道工程股份有限公司、浙江东方豪博管业有限公司、新兴铸管股份有限公司、上海百理新材料科技股份有限公司



02 编制过程及关键技术

本规程主编单位：上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

本规程参编单位：上海市排水管理事务中心

常州市排水管理处

北京北排建设有限公司

长江生态环保集团有限公司

珠海供排水管网有限公司

嘉兴市规划设计研究院有限公司

上海善胜建筑材料有限公司

上海清远管业科技股份有限公司

海宁亚大塑料管道系统有限公司

山东龙泉管道工程股份有限公司

浙江东方豪博管业有限公司

新兴铸管股份有限公司

上海万朗水务科技集团有限公司

上海绍伊环境技术有限公司

鼎蓝水务集团股份有限公司

上海百理新材料科技股份有限公司

本规程主要起草人员：唐建国 李 艺 项培林 宋奇叵 王艾凯

沈 浩 陈先明 赵国志 惠二青 吴绍珍

谭永庆 周传庭 童震国 庄敏捷 许光明

宋俊廷 童 立 魏源源 屠怡倩 朱 洁

王贤萍 吴坤明 周小国 张 超 谢 鹏

杨永喆 孔德信 孙芹先 王金辉 王伯华

李华成 吴 穹 陈永兴 鲍德波 苏跃辉

陈 彦 樊雪莲 眭利峰 马歆茹 李新同

本规程主要审查人员：厉彦松 杨向平 杭世珺 杨 涛 甘一萍

马小蕾 赵远清

02 编制过程及关键技术

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列

《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》T/CUWA40055-2023



一. 编制过程

2022年4月22日《规程征求意见稿》上报协会，至5月22日，完成意见征求。

得到广泛响应，在此**感谢各位提出**
意见的专家、同行！

征求意见

当前位置：首页 > 标准规范 > 团体标准 > 征求意见

中国城镇供水排水协会关于征求团体标准《排水工程管道回填自密实技术应用规程（征求意见稿）》意见的通知

各有关单位和专家：

根据《关于印发〈2021年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划〉的通知》（中水协〔2021〕9号），我协会组织上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司等单位起草了团体标准《排水工程管道回填自密实技术应用规程（征求意见稿）》（附件1）。现向社会公开征求意见，有关单位和公众可于2022年5月22日前通过以下途径和方式提出反馈意见（附件2）：

截止2022年5月22日，

回收征求意见表48份，

共计367条意见。

征求意见汇总处理表

标准名称	《排水工程管道回填自密实技术应用规程》	征求意见时间	2022年4月16日~2022年5月22日		
承办单位	上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司 北京市市政工程设计研究总院有限公司	承办人	魏源源	电话	159 2198 2097
征求意见反馈表回收情况	回收征求意见反馈表 48 份。				
征求意见汇总处理情况	提出意见 367 条。	编制组处理	采纳 234 条，部分采纳 23 条，未采纳 104 条，上会讨论 6 条。		

02 编制过程及关键技术

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列

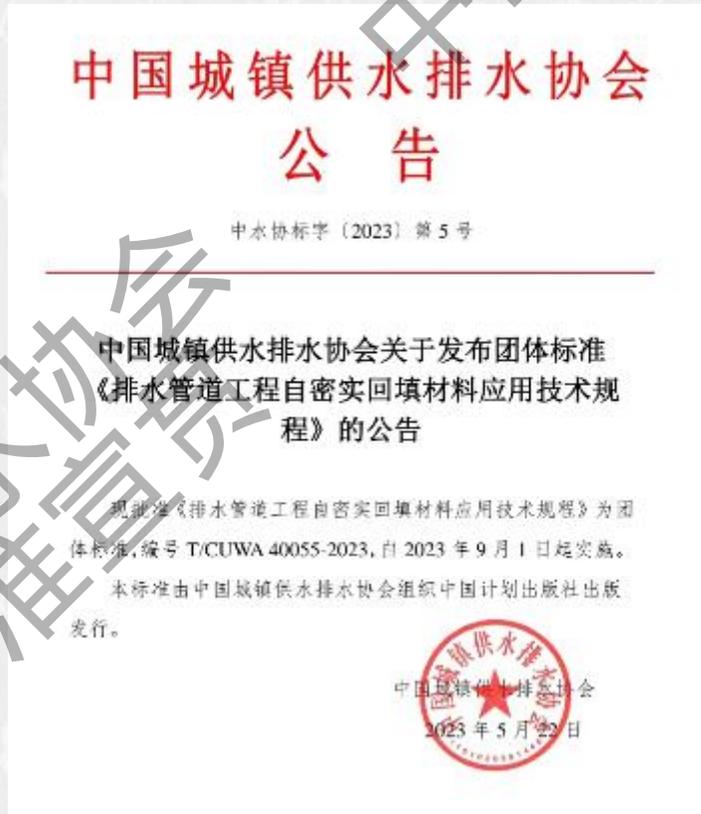
《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》T/CUWA40055-2023



一. 编制过程



自我批评：没有按照计划的时间完成任务



2022年9月日
送审稿专家审查会
线上

02 编制过程及关键技术



一. 编制过程

中国城镇供水排水协会标准

《排水工程管道回填自密实技术应用规程》(送审稿)

审查会会议纪要

《排水工程管道回填自密实技术应用规程》(送审稿)审查会于2022年7月20日在线上举行。会议由中国城镇供水排水协会标委会主持。参加会议的有水协标委会的代表、有关单位的专家以及编制组全体成员(会议代表名单见附件1)。会议组成了以厉彦松正高级工程师为组长,杨向平正高级工程师为副组长的审查专家组(见附件2)。审查专家组和代表认真听取了编制组对标准编制过程和内容的介绍,对标准内容进行逐条讨论,形成审查意见如下:

一、《排水工程管道回填自密实技术应用规程》(以下简称“规程”)编制符合工程建设标准编写规定,送审资料齐全。

二、“规程”在编制过程中通过广泛调研,借鉴了国内外相关标准和工程实践经验,集自密实回填材料的性能指标、沟槽回填设计、相关施工及质量检验等相关工程措施于一体,内容全面完整,可操作性强,与现行相关标准相协调,对提升排水管道工程质量,促进排水系统提质增效具有指导意义。

三、“规程”首次提出了采用建筑垃圾、工程弃土等再生资源制备管道工程自密实回填材料的方法和标准,创新性提出了相关设计、施工、验收等要求,符合国家绿色环保、低碳节能的政策,排水管道工程自密实回填材料技术达到国际先进水平,“规程”填补了国内空白。

四、主要修改意见和建议:

- 1.规程名称修改为:《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》更加合适,不影响“规程”原定适用范围。
 - 2.将第三章以后各章节中的原则性和通用性条款凝练至第三章基本规定中。
 - 3.进一步完善条文说明内容,以利于本规程的规范使用。
- 其他审查意见详见《审查意见汇总表》(审查意见汇总见附件3)。

审查专家组一致同意标准通过审查。

附件:

- 1.团体标准《排水工程管道回填自密实技术应用规程(送审稿)》审查会议代表名单
- 2.团体标准《排水工程管道回填自密实技术应用规程(送审稿)》审查专家组签字名单
- 3.团体标准《排水工程管道回填自密实技术应用规程(送审稿)》审查意见汇总表

审查专家组组长: 厉彦松

审查专家组副组长: 杨向平

2022年7月20日

附件2: 团体标准《排水工程管道回填自密实技术应用规程》(送审稿) 审查会专家组签字名单

成员	姓名	职务/职称	单位名称	审查意见	签字
主任委员	厉彦松	原总工程师/教高	中国市政工程东北设计研究院有限公司	同意✓;不同意□	厉彦松
副主任委员	杨向平	主任/教高	中国环保机械行业协会	同意✓	杨向平
委员	杭世珺	副总工/教高	北控水务集团	同意✓	杭世珺
委员	杨 涛	副总工程师/教高	中国市政工程中南设计研究院有限公司	同意✓	杨涛
委员	甘一萍	原副总工/教高	北京城市排水集团有限责任公司	同意✓	甘一萍
委员	马小蕾	专业总工程师/教高	中国市政工程西北设计研究院有限公司	同意✓	马小蕾
委员	赵远清	总院专业副总工/教高	中国市政工程西南设计研究院有限公司	同意✓	赵远清

注: 请在是否同意通过审查栏目中分别画“✓”

二、“规程”在编制过程中通过广泛调研,借鉴了国内外相关标准和工程实践经验,集自密实回填材料的性能指标、沟槽回填设计、相关施工及质量检验等相关工程措施于一体,内容全面完整、可操作性强,与现行相关标准相协调,对提升排水管道工程质量,促进排水系统提质增效具有指导意义。

三、“规程”首次提出了采用建筑垃圾、工程弃土等再生资源制备管道工程自密实回填材料的方法和标准,创新性提出了相关设计、施工、验收等要求,符合国家绿色环保、低碳节能的政策,排水管道工程自密实回填材料技术达到国际先进水平,“规程”填补了国内空白。

02 编制过程及关键技术



二. 关键技术

1. 提出了材料配比和性能要求
2. 提出了自密实材料的回填设计、施工、检验的相关要求



表 1 沙箱试验数据

阶段	起始时间	结束时间	荷载 (kN)	模拟层深 (m)	横向变形率 (%)	纵向变形率 (%)
1	4月18日 14:30	4月18日 15:30	130	2.0	0.000	0.004
2	4月18日 16:40	4月19日 8:40	356	4.5	0.002	0.041
3	4月19日 11:30	4月20日 11:30	623	8.0	0.015	0.013
4	4月20日 14:30	4月20日 14:30	722	10	0.003	0.006

渗透试验：2021年5月，对5个试样进行了渗透试验，结果显示，渗透系数均小于 10^{-8}cm/s ，为不透水层。



02 编制过程及关键技术

中国城镇供水排水协会 标准宣贯系列

《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》T/CUWA40055-2023



2022年7月编制组代表委托“中科院上海科技查新咨询中心”对本规程中的应用内容进行了查新。

科技查新报告

综上所述，该项目涉及的自密实回填材料的应用能够实现管土一体，保障排水管道开槽施工的工程质量，使得排水管网在全生命周期内更好的服务于经济建设和社会发展；自密实回填材料的土料具有取材便利、再生利用、绿色环保、低碳节能的优点，经济效益和社会效益十分显著；规程的实施是排水管道自密实回填新材料应用及施工方法等方面的创新与技术进步，通过自密实回填材料在排水管道建设工程的应用，既能有效提高排水管网建设的工程质量，又能整合利用工程废弃资源、变废为宝，带来明显的经济效益和社会效益。比较而言，前述文献和专利均未提及项目方创新点完全相同的公开出版物报道。因此项目的研发具有新颖性。

项目名称：排水工程管道回填自密实技术应用规程

查新员（签字）：

查新员职称：馆员

委托人：上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司

审核员（签字）：

审核员职称：副研究员
(国家级审核员)

(科技查新专用章)

委托日期：二〇二二年七月五日

查新机构：中国科学院上海科技查新咨询中心
(科技查新专用章)

结论：项目的研发具有新颖性。



03

主要章节内容



03 主要章节内容

《排水管道工程自密实回填材料应用技术规程》T/CUWA40055-2023

一. 章节目录

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：条文说明

全文共七章，17节，80条。





03 主要章节内容

二. 章节主要内容

1. 总则

3条，主要规定了编制目的和使用范围。

1.0.1 为规范自密实回填材料在排水管道工程沟槽回填中的技术要求，实现管土一体，提高排水管道工程质量，做到安全适用、技术先进、经济合理及绿色环保，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于排水管道工程沟槽回填采用自密实回填材料的工程设计、施工及质量检验。

解读：管道沟槽的回填材料多采用中粗砂，GB 50268的要求，回填至管顶以上500mm，回填施工应严格控制回填材料的含水率，遵循管道两侧分层对称回填与夯实的原则。沟槽回填材料的压实系数作为质量控制关键指标，设计文件通常规定不低于95%，并要求严格按GB 50268规范要求施工。

——替换中粗砂；

——靠“自我流动”，不靠“振捣”；是强度，不再是密实度，而是真正的“管土一体”；

——拔桩不会发生“塌陷”。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

2. 术语

7条，主要定义本规程涉及的材料和相关参数

2.0.1 自密实回填材料 self-compacting backfill material

由土料、胶凝材料、外加剂和水等原材料，按设定配比均匀拌和，形成具有流动性、均匀性和稳定性，回填施工无需外力碾压或振捣，能够在自重作用下流动充填沟槽空间，且固化后满足工程性能的材料。

2.0.2 土料 soil material

制备自密实回填材料的骨料，可采用工程施工弃土、建筑垃圾再生材料、炉渣、废弃泥浆等。

2.0.3 胶凝材料 binder

自密实回填料中具有胶结作用的水泥、石灰、石膏、粉煤灰等矿物掺合料的总称。



二. 章节主要内容

2. 术语

2.0.4 外加剂 admixtures

为改善自密实回填材料性能所添加的减水剂、引气剂、早强剂、缓凝剂、泵送剂、防冻剂、速凝剂、膨胀剂等的总称。

2.0.5 坍落扩展度 slump flow

自坍落度筒提起至自密实回填材料拌合物停止流动后，测量坍落扩展面的最大直径与该最大直径呈垂直方向直径的算术平均值。

2.0.6 泌水率 bleeding rate

拌合物泌出水量占总用水量的比例。

2.0.7 管土一体 integration of pipe and soil

管道与固化的自密实回填材料形成共同受力作用体，增强管道抵抗外部荷载和变形的能力。

03 主要章节内容



二. 章节主要内容

3. 基本规定

8条，主要规定了本规程回填时最关键的要求

3.0.1 排水管道沟槽及井室周围可采用自密实回填材料进行回填。

管土一体共同作用



解读：自密实回填材料具有**流动性良好**等特点，材料灌入沟槽和检查井周边后（以下均称沟槽），可依靠自身重力**充满沟槽**，**不需要夯实**，实现沟槽密实的目的；**待凝固后**，又有一定的强度，且**支护钢板桩拔除没有影响**，与排水管道实现**管土一体共同作用**的效果；可以**替代中粗砂回填**，无需夯实，**适应于各类排水管道的沟槽回填**；通过调整材料配比，可以**满足不同施工期的要求**。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

3. 基本规定

3.0.2 排水管道沟槽回填采用自密实回填材料时，管外径最小净空间不应小于100mm；自密实回填材料最小回填范围宜为自管道砂垫层至管顶以上500mm。

3.0.3 制备自密实回填材料的原材料应符合取材便利、再生利用、绿色环保、低碳节能的原则。

3.0.4 管道沟槽开挖断面设计应遵循保证工程质量和安全，实现管土一体目标，节约回填材料用量的原则。

解读：鉴于自密实材料的特性，在满足管道安装最小空间时，可以适当缩窄沟槽断面。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

3. 基本规定

3.0.5 排水管道沟槽回填施工前，应按自密实回填材料特征编制专项施工方案，专项施工方案应包括下列内容：

- 1** 自密实回填材料进场验收方案；
- 2** 自密实回填材料运输方案；
- 3** 管道抗浮加固方案；
- 4** 浇筑方法、分层厚度；
- 5** 浇筑后管道位移、变形的检验要求；
- 6** 留取试块与测试要求。

3.0.6 当沟槽回填工程验收中管道变形检验不合格时，工程返修合格前不得实施后续工程。

3.0.7 当环境温度低于 0°C 浇筑自密实回填材料时，应采取防冻措施；降雨、降雪期间浇筑时，应采取遮挡措施。

3.0.8 拆改既有管道周围自密实回填材料前，应编制拆改施工方案，方案内容应包括拆除机械、拆除工序和拆除施工对原管道及邻近管线的保护措施等。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

4. 材料

分为四节：一般规定（2条）、原材料（5条）、材料性能（3条）、材料制备3条，共13条。

4.1 一般规定（2条）

4.1.1 制备自密实回填材料的原材料不得选用受污染的材料，不得含有污染地下水、土体及降低管材工作使用年限的成份。

4.1.2 自密实回填材料宜在工厂制备，并应采用混凝土搅拌车运输至工程现场，也可在施工现场集中制备。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

4. 材料

4.2 原材料 (5条)

4.2.1 制备自密实回填材料的土料应符合下列规定:

- 1 土料采用工程弃土时, 应经筛分处理, 有机质的含量不得大于5%;
- 2 土料采用建筑垃圾再生材料时, 建筑垃圾再生材料内不得含有装饰材料、塑料、电缆及钢筋等杂物;
- 3 土料粒径不宜大于30mm。

解读: 粒径太大则会影响自密实回填材料的流动性, 同时对管底较小空间的充填造成困难。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

4. 材料

4.2.2~4.2.4 规定了：对“制备自密实回填材料的胶凝材料、外加剂和拌合水”提出了性能要求。

解读：1. **水泥**作为胶凝材料，除胶凝作用外，并可获得较高的强度，随着掺量及等级的增加，强度相应增加，自密实回填材料强度要求较低，故**可采用低等级水泥**。

2. **粉煤灰**作为胶凝材料的掺和料，主要起到增加水泥等胶凝材料的**活性作用**。

3. **石膏和生石灰**具有一定的胶凝作用，但强度较低，当水泥掺量达到合适的胶凝作用时，其强度可能偏高，影响自密实回填材料的维修开挖，则可适度掺加石膏或生石灰，**减少水泥掺量**，使自密实回填材料达到胶凝效果，且满足强度要求。

03 主要章节内容



二. 章节主要内容

4. 材料

4.3 材料性能 (3条)

4.3.1 自密实回填材料性能指标应符合表

4.3.1的规定。

表 4.3.1 自密实回填材料性能指标

指标	单位	数值	检测方法
坍落扩展度	mm	500~600	现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283
重度	kN/m ³	15~20	现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
28d 无侧限抗压强度	MPa	0.4~2.0	
3d 早期无侧限抗压强度	MPa	≥0.2	
泌水率	%	≤5	

解读:

——坍落扩展度为自密实回填材料流动性指标，当大于500mm 时，其自流性能良好，但也不能过大，否则凝固时间较长，实验证明，**坍落扩展度500mm~600mm 较适宜。**

——自密实回填材料性能**指标范围**值跨度较大，适用范围广，表中性能均高于中粗砂回填材料性能指标，检测标准要求不需要太高，一般在表中数值的**±10%较为合适**，有利于产品制作、质量验收。

——无侧限抗压强度具有较大的离散性。自密实回填材料28d 时的无侧限抗压强度为0.4MPa ~2.0MPa，设计人员在确定该指标时应事先与材料生产商进行沟通。28d 为普通混凝土试件试验标准，**其作为最终试件试验指标。**

——由于开槽埋管施工周期较短，28d 无法满足现场施工工期要求，**本规程以3d 无侧限抗压强度作为现场检验控制标准。**28d 无侧限抗压强度可在工程实施前，通过试拌试件试验，为设计性能配比和施工验收提供依据



二. 章节主要内容

4. 材料

4.3.2 自密实回填材料的初凝时间宜为3h~6h，终凝时间宜为12h~24h，测定方法应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080的有关规定执行。

解读：初凝时间按不小于运输时间和现场回填的时间之和来确定，确保回填过程中材料具有较好的流动性和填充性；自密实材料回填到位后，要尽快实现终凝，从而继续回填上部区域及恢复地面功能，初凝和终凝之间的时间差要尽可能短，满足快速回填的要求。

4.3.3 管顶500mm以上区域宜在先行浇筑的自密实回填材料达到初凝时再回填。

解读：管顶以上区域的回填时间一般控制在先期浇筑的自密实回填材料达到初凝后。参考德国地下基础设施研究所IKT的标准，一名85kg左右的成年人站立在先行浇筑的自密实回填材料上，沉降不超过10mm时，方可回填上部区域。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

4. 材料

4.4 材料制备 (3条)

4.4.3 自密实回填材料配合比的试配、调整与确定，应符合下列规定：

- 1 材料试配时，每批材料的最小搅拌量不宜小于25L；
- 2 试配时，应检测拌合物坍落扩展度、泌水率等指标，不符合本规程表4.3.1要求时，应在水胶比不变的条件下，调整胶凝材料或外加剂用量，直到满足要求为止，并根据试拌结果提出材料强度试验用的基准配合比；
- 3 材料抗压强度试验时，每种配合比应至少制作一组试件，试件应养护到28d或设计要求的龄期；
- 4 应根据试配结果对基准配合比进行调整，直至拌合物自密实性能和硬化后材料性能均符合本规程表4.3.1的要求，并获得生产配合比。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

5. 设计

分为三节：一般规定（4条）、沟槽开挖设计（5条）、沟槽回填设计（7条），共16条。

5.1 一般规定（4条）

采用自密实回填材料的结构模型需要深化研究

5.1.1 采用自密实回填材料回填的排水工程管道，结构计算分析模型应按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332的有关规定执行；回填材料的变形模量宜通过试验确定，当缺乏试验数据时，可按15.0MPa取值。

解读：依据沙箱实验和有限元分析结果表明，无论刚性管还是柔性管，**采用现行规范结构设计方法（将自密实回填材料作为土体的一部分）是偏安全的。**若自密实回填材料的变形模量与管侧土相差很大时，采用现行规范设计方法存在较大缺陷；此外在设计中还需要考虑自密实回填材料对柔性管道变形约束的影响。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

5. 设计

5.1.2 管道工程的地基承载力特征值不宜低于80kPa。当地基承载力或变形不能满足要求时，应进行地基处理；基底的扰动土体应清除，或进行加固处理。

解读：由积水、施工造成地基土扰动时，需根据扰动深度采取相应的换填或地基处理措施。

5.1.3 采用自密实材料回填管道基础和胸腔部分时，宜按土弧基础进行设计；管道采用混凝土基础时，混凝土基础应单独设计，混凝土基础以外的回填区域可采用自密实材料回填。

解读：自密实回填材料的作用是代替传统的中粗砂，而且自密实材料的抗拉、抗弯、抗剪强度比混凝土低得多；刚性管道或柔性管道采用本规程自密实材料回填管道基础时，仍按传统土弧基础设计考虑；自管道基础底至管顶以上500 mm区域空间内均采用自密实材料回填，既能保证管道沟槽的回填质量，又便于施工组织安排。

03 主要章节内容



二. 章节主要内容

5. 设计

5.2 沟槽开挖设计 (5条)

5.2.1 管道沟槽设计时，应根据地质条件和周边环境等因素采取直壁型或坡面型断面。

5.2.2 设计确定自密实材料回填的沟槽断面宽度时，管道壁外侧距沟槽壁的单侧最小距离 (a) 应按下式计算： $a = b_1 + b_2 + b_3$ (5.2.2)

式中：a——管道中心标高处管壁外侧距沟槽壁的单侧水平最小距离 (mm)，坡面型沟槽壁应计算至坡面线底部角点处；

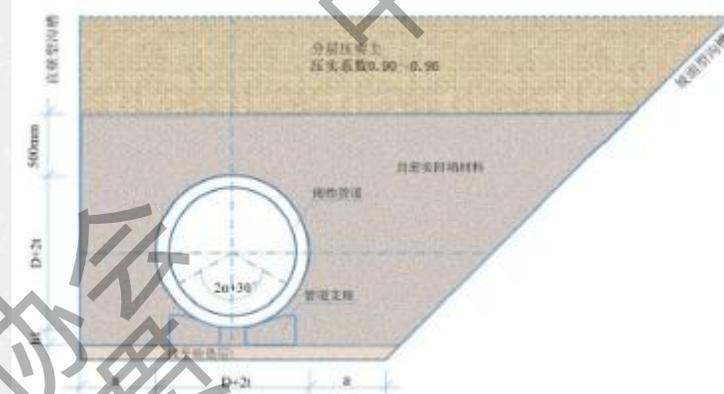


图7 刚性管道土弧基础管道沟槽断面示意图

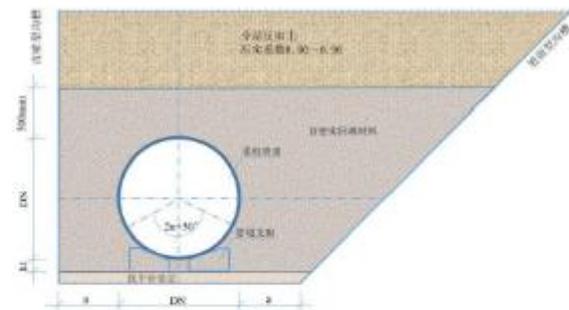


图8 柔性管道土弧基础管道沟槽断面示意图

D—刚性管道的内径；t—刚性管道的壁厚；DN—柔性管道的公称直径；
a—管道壁外侧距沟槽壁的最小距离；b₁—管底至砂垫层顶距离；
2α—土弧基础计算中心角

03 主要章节内容

二. 章节主要内容

5. 设计

b1——管道一侧的工作面宽度（mm）；

b2——有支撑时，单侧支撑的厚度（mm），宜取值200mm；

b3——现场浇筑钢筋混凝土管（渠）时的模板厚度（mm）。

5.2.3 管道一侧的工作面宽度应按下列规定取值：

1 管道接口中心线两侧各500mm以外的区域，管道一侧的工作面宽度（b1）应满足自密实回填材料的浇筑扩散和填充性能要求，且不宜小于100mm；

2 管道接口中心线两侧各500mm以内的区域，管道一侧的工作面宽度（b1）应符合表5.2.3的规定；

3 槽底需设排水沟时，b1可据实调整。

解读：管道接口区域的沟槽宽度，需要考虑接口处理需要的空间，故**接口处工作面宽度相对较大。**

表 5.2.3 管道接口处管道一侧的工作面宽度（mm）

管道外径 D_0	管道一侧的工作面宽度 b_1		
	混凝土管道		金属类管道、化学建材管道
$D_0 \leq 500$	刚性接口	400	300
	柔性接口	300	
$500 < D_0 \leq 1000$	刚性接口	500	400
	柔性接口	400	
$1000 < D_0 \leq 1500$	刚性接口	600	500
	柔性接口	500	
$1500 < D_0 \leq 3000$	刚性接口	900	700
	柔性接口	600	



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

5. 设计

5.3 沟槽回填设计 (7条)

5.3.1 管道铺设前，应在管底架设支座，支座的布设应符合下列规定：

- 1 管道支座应均匀放置，支座间距应以临时固定管道的工况计算确定，且每节管道不应少于2组；
- 2 管道支座下方应预先采用砂垫层找平处理；
- 3 支座宜采用自密实回填材料预先制作，支座尺寸应确保管底至砂垫层顶之间的距离符合本规程第5.2.4条的规定；
- 4 当采用混凝土、砖石、木材支座时，应计入支座与回填材料的刚度差异对管道受力的影响。

解读：排水管道工程采用自密实材料回填时，自密实材料要实现全部包裹住管道，管道下方进行找平处理后，应安放管道支座临时架空管道，确保自密实材料能够充分回填至管道下方和两侧腋角处；管道支座可采用整体式或分离式，并根据管道临时稳定性和管道受力变形计算结果，确定支座的间距。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

5. 设计

5.3 沟槽回填设计

5.3.4 管道工程应满足施工阶段和使用阶段**抗浮稳定性**的要求，施工阶段结构抗浮设计可按下式

验算：（公式略）

解读：由于自密实回填材料初始状态为流体状态，管道承受一定的浮托力，为确保回填后管道的标高符合设计要求及管道接口安全，需对回填材料初凝前的管道进行抗浮验算。

5.3.5 自密实回填材料初凝前，自密实回填材料产生的管道最大浮力作用标准值可按下式计算：

（公式略）

解读：本规程中回填材料初凝前对管道的浮力按流体力学中阿基米德原理计算，位于静态流体中的物体所受的浮力，**为物体排开的流体体积与流体重量的乘积。**

关键就是抗浮和措施设计



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

分为4节：一般规定（4条）、施工准备（3条）、材料运输（3条）、材料浇筑（7条），共17条。

6.1 一般规定（4条）

6.1.1 施工前，应根据沟槽基础状况和设计要求**编制施工组织设计**，施工组织设计应符合下列规定：

（条款略）

解读：应充分考虑自密实回填材料的特点及设计要求。采用自密实回填材料施工与传统回填土施工发生了如下变化：

——1.传统回填质量用密实度判断，分为不同的密实度，**自密实回填材料回填质量则用抗压强度判别控制强度等级**和强度增长龄期；

——2.操作方法**由夯实，改为浇筑**，操作简化质量容易控制；

——3.采用素土、中粗砂回填时，腋角等处夯实困难，分层夯实工期较长，**自密实回填材料在做好抗浮的情况下可连续回填**，且有利于窄槽施工。

03 主要章节内容



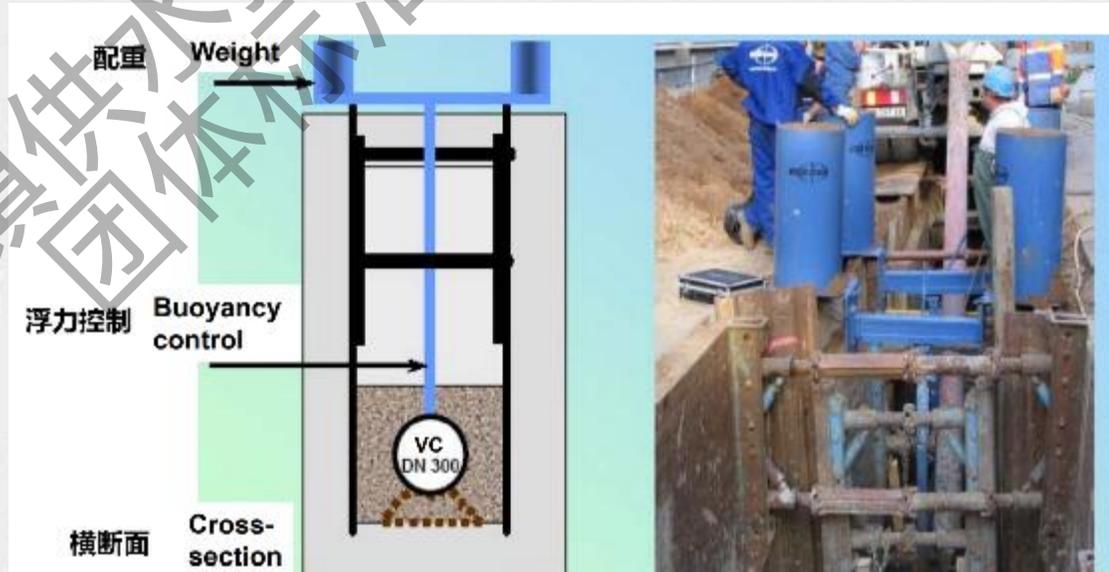
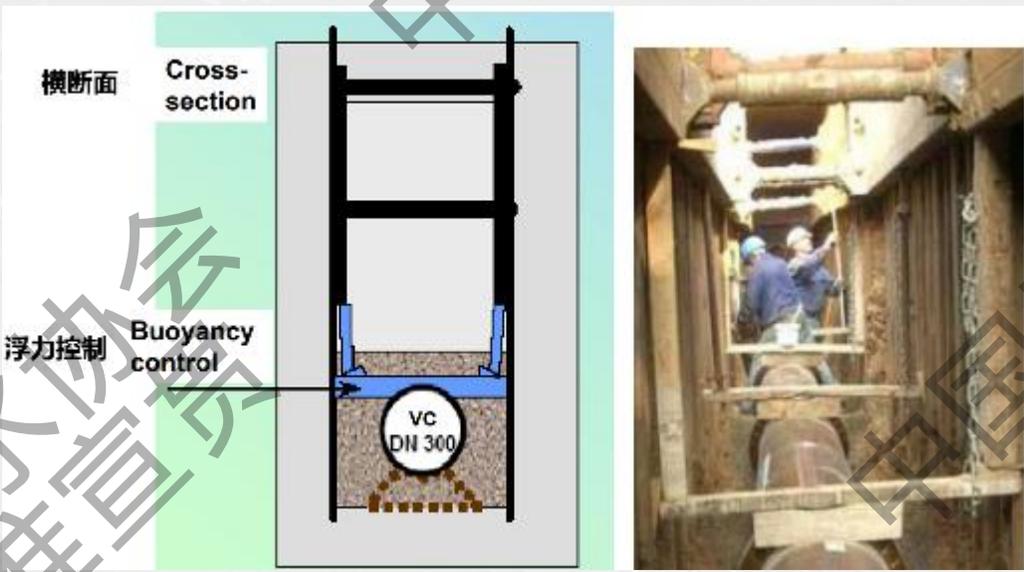
二. 章节主要内容

6. 施工

6.1 一般规定 (4条)

——验算浇筑自密实回填材料对围护结构和管道结构的影响及**管道的抗浮**，确定关键的施工参数。

——**沟槽有支撑**，可以利用支撑作为管道抗浮的一种措施；**沟槽无支撑时**，常用管道抗浮措施有管道注水、管顶压沙袋等。





03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

6.1 一般规定 (4条)

6.1.2 自密实回填材料现场集中制备时，胶凝材料、外加剂等原材料应具有产品合格证、出厂试验报告、性能参数检验报告等。

解读：胶凝材料、外加剂是影响自密实回填材料抗压强度、初凝时间的主要材料。自密实回填材料若采取工厂制备，则由工厂制备环节检验其原材料的合格证、试验报告、性能参数检验报告等；若采取现场集中制备，则应在原材料进场时进行相关检验

6.1.3 施工安全技术要求应符合现行国家标准《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870的有关规定，并应编制安全施工方案和应急预案。

解读：自密实回填材料施工过程与回填土的施工过程关注的**安全事项不同**，应根据施工现场环境、施工条件、采用的机械设备等因素，确定安全施工方案和应急预案。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

6.2 施工准备 (3条)

6.2.2 回填施工应采取**避免造成沟槽侧壁开裂、坍塌**等风险的措施，应对施工人员进行安全技术交底，并应制定应急预案。

解读：回填材料浇筑需采用泵车、罐车等大型施工机械，有可能造成槽壁开裂、沟槽塌方等事故。因此，施工准备阶段，对泵车或罐车停靠位置可采取土体加固、路面硬化、铺设车道板、围护桩加强等措施，认真排查风险源，制定相应应急预案。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

6.2 施工准备 (3条)

6.2.3 自密实回填材料浇筑前，应制定相应的管道抗浮措施，并应符合下列规定：

- 1 自密实回填材料初凝前，管道工程宜采取管材和管内水体自重抗浮；
- 2 当采取管顶配重抗浮措施时，配重体应沿管道纵向均匀布置；
- 3 配重抗浮作用所引起的管道挠曲变形值不得大于管道允许弹性挠度值，刚性管不应大于内径或公称直径的0.5%，柔性管不应大于内径或公称直径的2.0%；
- 4 当施工现场难以通过配重形式抗浮时，可按分层浇筑的原则，采取施工工序管理的方式进行管道抗浮。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

6.3 材料运输 (3条)

6.3.1 搅拌运输车运输自密实回填材料时，除应符合现行国家标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 接料前，搅拌运输车罐内应无积水；
- 2 在运输途中及等候卸料时，搅拌运输车罐体应保持均匀转动，不得停转；
- 3 卸料前，搅拌运输车罐体宜快速旋转20s以上后方可卸料；
- 4 运输车从开始接料至卸料的时间不宜大于3h，当大于3h时，应采取相应的缓凝技术措施，并应通过试验验证。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

6.3 材料运输 (3条)

6.3.3 搅拌运输车运送自密实回填材料时，应采取避免坍落扩展度损失影响施工质量的相应措施。

解读：本条强调自密实回填材料运输过程中，易造成坍落扩展度损失较大的现象，需要采取措施增加坍落扩展度，如掺入适量的与原配合比相同成份的同品种外加剂（一般为减水剂）和重新搅拌等方法；外加剂掺入后罐车应快速旋转，搅拌均匀，外加剂掺量和旋转搅拌时间应通过试验验证；此外，向搅拌车内加水将严重影响自密实回填材料的自密实性能，必须严格控制。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

6.4 材料浇筑 (7条)

6.4.1 首次浇筑前, 应先制定**试验方案, 进行试验性浇筑**, 确定分层浇筑高度, 并验证抗浮措施的可靠性。

解读: 本条要求首次浇筑先要进行**试验性浇筑, 主要是复核抗浮加固计算是否符合实际, 并复核防止管道发生水平位移的可靠性验证**; 当实际浇筑后管道稳定, 可开始正常浇筑; 如管道出现浮动或水平位移, 应停止浇筑, 调整加固方案, 并将浮动移位管道复位。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

6.4 材料浇筑 (7条)

6.4.3 自密实回填材料浇筑过程应分层、沿管道两侧对称进行浇筑，并应符合下列规定：

- 1 分层浇筑时，每层宜连续泵送及浇筑，管道两侧高差不宜大于100mm；
- 2 分层浇筑时，每层浇筑的厚度应根据排水管道、检查井的抗浮稳定性验算后确定；
- 3 公称直径大于1000mm的排水管道沟槽分层浇筑时，宜分3层进行泵送及浇筑；第一层宜浇筑至排水管道1/3直径处；第2层宜浇筑至排水管道2/3直径处，第3层应浇筑至设计高度；
- 4 单层浇筑最大厚度不宜大于1.5m；
- 5 检查井沟槽回填应沿四周均匀浇筑，高差不应大于200mm。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

6. 施工

6.4 材料浇筑 (7条)

6.4.7 当沟槽采用钢板桩支护时，应在回填达到设计高度且自密实回填材料抗压强度能够支撑沟槽边坡后，拔出钢板桩；**钢板桩拔除后应立即采用自密实回填材料充填空隙。**

解读：采用钢板桩支撑沟槽时，**拔桩后桩孔需要及时回填密实**，使沟槽侧壁土体与固化的自密实回填材料紧密结合。如果沟槽侧壁土质稳定性较差，可采取间隔拔桩填充，待填充的自密实回填材料固化后，再进行二次拔桩填充。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

7. 质量检验

分为3节：一般规定（7条）、原材料检验（3条）、施工质量检验（6条），共16条。

7.1 一般规定（4条）

7.1.1 自密实回填材料的制备单位或集中制备自密实回填材料的施工单位，应配备材料、施工质量控制、检验所需的试验仪器、设备和相应的检查人员。

7.1.5 自密实回填材料的质量检验应根据本规程表4.3.1的规定执行。当设计指标为限定值时，允许偏差范围应为 $\pm 10\%$ ；当设计指标为范围值时，则不执行允许偏差。

03 主要章节内容

二. 章节主要内容

7. 质量检验

分为3节：一般规定（7条）、原材料检验（3条）、施工质量检验（6条），共16条。

7.2 原材料检验（3条）

7.2.1 自密实回填材料制备过程中，应对原材料进行随机抽样检验，每个检验批的检验次数不应少于1次。

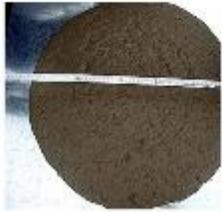
解读：原材料检验是指对土料、胶凝材料、外加剂及水的检验，土料检验是指重金属、有机物含量是否存在超标情况的检验；

7.2.2 原材料的检验批应符合下列规定：

- 1 土料应按每2000t为一个检验批；
- 2 胶凝材料应按每500t为一个检验批；
- 3 外加剂应按每50t为一个检验批。

Flowable back-fill material Quality Assurance - Options	可流动回填材料 质量控制-选项	IKT
• Inspection of delivery notes (composition)	检查交货单 (组分)	
• Checking of consistency (slump)	检查材料黏稠度 (坍塌)	
• Checking of material properties (time-dependant strength, load-bearing tests, if applicable)	检查材料特性 (瞬态强度、承重测试, 如适用)	
• Performance tests on the material (strength development, load distribution)	材料性能测试 (强度发展、载荷分布)	







03 主要章节内容

二. 章节主要内容

7. 质量检验

7.2 原材料检验 (3条)

7.2.1 自密实回填材料制备过程中, 应对原材料进行随机抽样检验, 每个检验批的检验次数不应少于1次。

解读: 原材料检验是指对土料、胶凝材料、外加剂及水的检验, 土料检验是指重金属、有机物含量是否存在超标情况的检验;

7.2.2 原材料的检验批应符合下列规定:

- 1 土料应按每2000t为一个检验批;
- 2 胶凝材料应按每500t为一个检验批;
- 3 外加剂应按每50t为一个检验批。



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

7. 质量检验

7.3 施工质量检验 (3条)

7.3.1 自密实回填材料的质量检验项目应包括重度、坍落扩展度和抗压强度。

解读：重度、坍落扩展度和抗压强度为自密实回填材料的主要性能控制指标。

7.3.2 首次制备的自密实回填材料应**进行开盘鉴定，性能指标应满足本规程第4.3.1条的要求。**

解读：首次制备的自密实回填材料应进行开盘鉴定，开盘鉴定就是对自密实回填材料生产前期、过程、出机这一系列过程的质量控制，是验收前的一个标称。**自密实回填材料开盘鉴定内容为原材料的检验报告、自密实回填材料的配合比和成品性能指标。**



03 主要章节内容

二. 章节主要内容

7. 质量检验

7.3 施工质量检验 (3条)

7.3.3 同一配合比连续浇筑的自密实回填材料的**重度、坍落扩展度检验每200m不应少于1次。**

7.3.4 自密实回填材料应进行**立方体抗压强度检测，试件应在浇筑地点随机抽取**，并应符合下列规定：

- 1 同一配合比连续浇筑每200m应制取一组试件，一组应为3个试件；
- 2 试件尺寸宜为100mm×100mm×100mm的立方体；
- 3 试件拆模后，应按组密封养护3d、28d，养护温度应为 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 4 检验合格标准应为3个试块的抗压强度算数平均值与设计值的允许偏差范围为 $\pm 10\%$ ；单个试块的抗压强度与设计值的允许偏差范围应为 $\pm 10\%$ 。



04

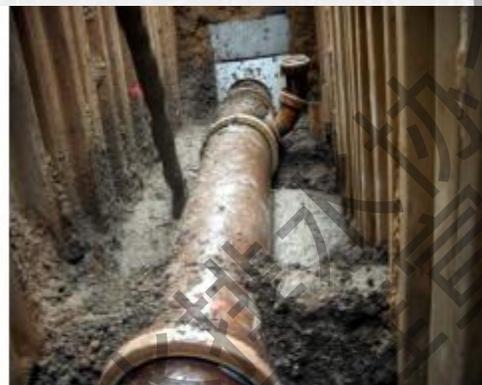
实际应用案例与展望

04 实际案例与展望



一. 实际案例

对排水管道国际应用情况调研不够，仅对德国应用情况做了部分调研



Left:
Supply of flowable soil material from mobile mixer; infill via pipe slide

左图:
移动搅拌机现场提供可流动回填材料，通过管滑填充至沟渠

Right, top:
First fill-in process up to the pipe crown

右图，上:
首次填实至弯管顶

Right, bottom:
Filled zone just before removal of buoyancy control provisions

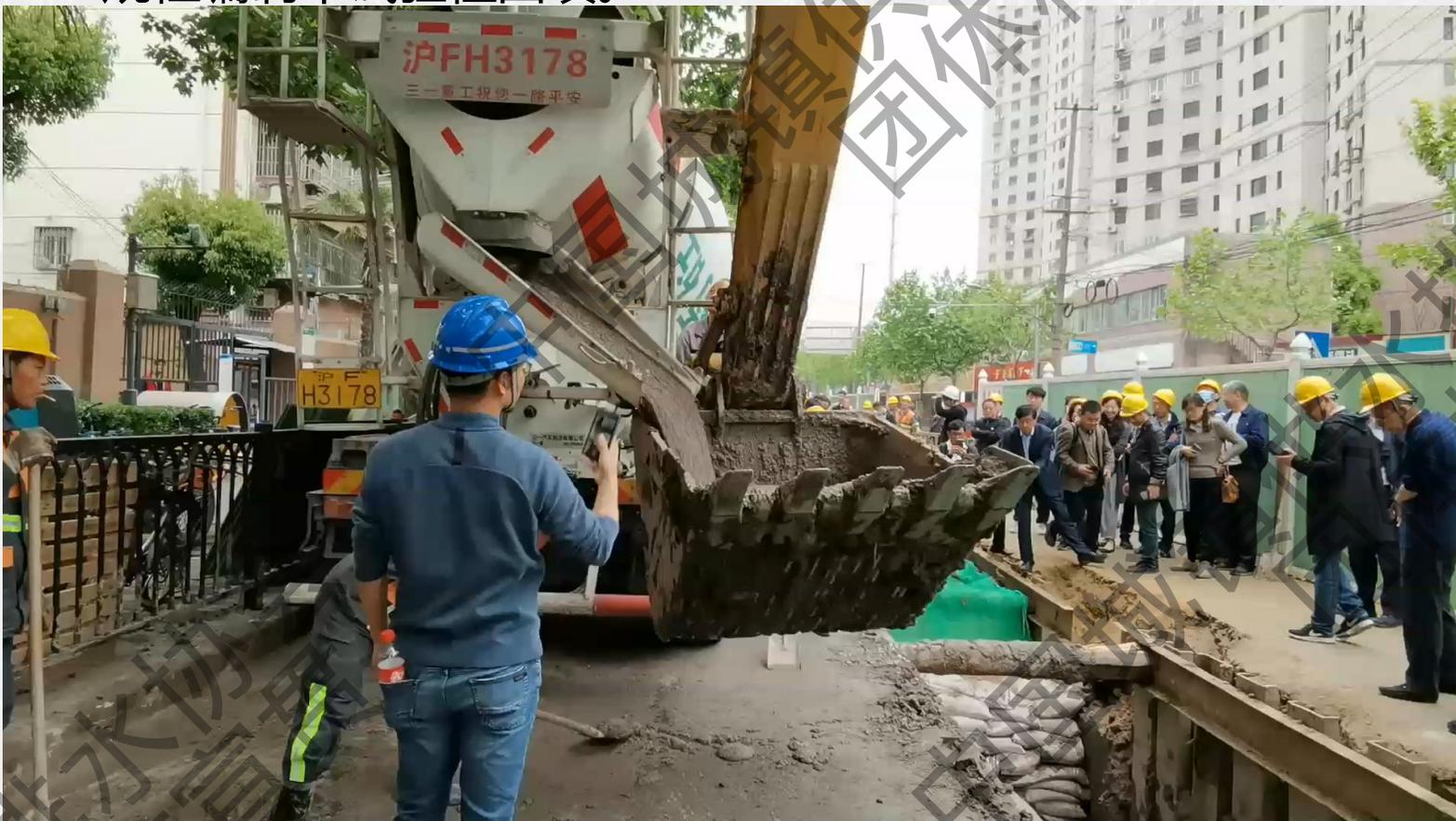
右图，下:
浮力控制去除前的填实区域

04 实际案例与展望



一. 实际案例

规程编制中试验性回填。



类似“流态固化土”材料在基坑、肥槽、盾构等工程中多有应用



【工程概况】港城广场建设项目(08-1地块),地上6层,地下2层,基坑面积12422m²,基坑周长490m,肥槽平均宽度约1.5m,深度约10m,总体量约5000m³,采用流态固化土进行肥槽回填施工。

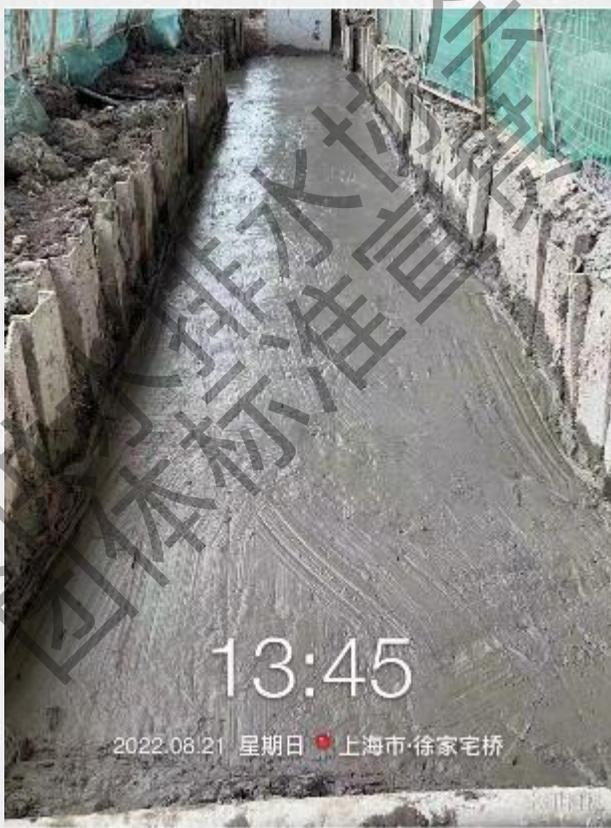
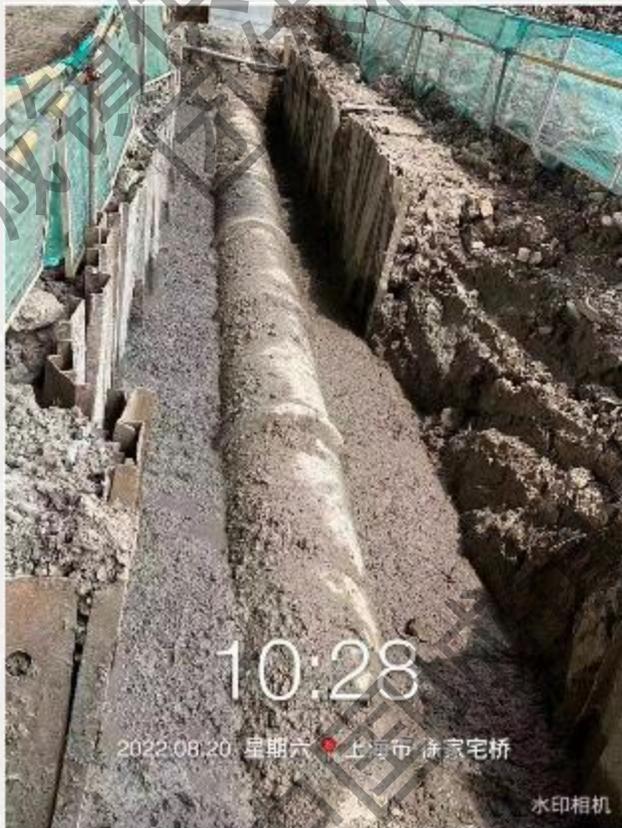
【技术难点】肥槽平均宽度1.5m,最窄处不足1m,深度达到10m,内部情况复杂,人工夯实工艺难以实现,且现场场地较小,大型设备无法进场,传统材料回填难以填充密实,复杂结构部位易出现空洞,易沉降

04 实际案例与展望



一. 实际案例

上海已有多处排水管道工程在应用“自密实回填材料”，上海“积水点”改造工程在推广此项技术。





04 实际案例与展望

二. 应用展望

为纪念德国水协 DWA 成立 75 周年，DWA 下属的“排水系统主委员会 (Hauptausschusses Entwässerungssysteme)” 在德国水协刊物《Korrespondenz Abwasser Abfall》(污水与垃圾专业杂志) 2023 年 1 月刊发表了题为 “Innovative Verfahren, Prozesse, Technologien bei Zustandserfassung, Planung, Bau, Betrieb und Sanierung von Entwässerungssystemen” (“排水系统状况调查方法，过程，技术，规划，建设，治理的创新”) 的文章中称：

——认真对待，建筑材料的使用和材料的选择，挖掘材料的再利用，例如液态土回填 (国内称为“自密实”) 将发挥越来越重要的作用。



04 实际案例与展望



二. 应用展望

上海价格测算：

中粗砂回填：综合价450~500 元/立方米

自密实材料回填：综合价200~300元/立方米

自密实价格与量产情况密切相关

自密实材料在价格上具有较强的优势！

可流动回填材料-结论 Flowable back-fill material – Conclusions



- 高效应用：嵌入区域 ➤ Efficient application: embedment zone*
- 现场检测材料性能 (黏稠度, 强度发展) ➤ On-site monitoring of material properties (consistency, strength development)
- 建议事先获得官方检验 (强度发展, 载荷分布) ➤ Prior official approval is advisable (strength development, load distribution)
- 施工方法需要资质 ➤ Construction method requires qualification
- 实用浮力控制规定 ➤ Practical buoyancy-control provisions
- K.O.标准：流动性、固化/稳定性、再开挖、可回收性 ➤ K.O.-criteria: flowability, curing/stability, re-excavation, recyclability

*cost: approx. 50 €/cbm installable material, cf. gravel-sand ca. 15 €/cbm

德国IKT称：“流态土”是50欧元/立方米；

砾石、砂是15欧元/立方米。

尽管贵，德国也推进使用此种新材料。



04 实际案例与展望

二. 应用展望

——德国排水管道总长60.8万km，人均7.32 m，柏林、汉堡、布莱梅三个直辖市也达2.99~4.67m。

据《中国城镇水务行业年度发展报告》（2022）。

——中国城市和县城排水管道总长度为111.07万km，其中污水（含合流）管道总长度为49.3万公里。

按照城市人口推算人均排水管道长度不足2 m。相比德国，我国排水管道建设仍然需要加大力度。

——如果我国排水管道人均长度达到3 m，也将要再增加55万km。

——不仅是排水管道，给水、燃气等管道沟槽均可以采用此材料回填。

市场广阔、是有力促进管道建设质量新产品和新技术，技术难度低、制作简单、综合造价便宜，经济

效益和社会效益高！希望再建的排水管道都是高质量的，不漏水的！

05 提问



我的问题讨论： 回答问题的，请留下地址，赠送本规程！



问题1：这是什么试验？



问题2：管道支座为什么要浸泡？



问题3：这个“缝隙”是什么作用？



问题4：德国D800陶土管，综合造价800欧元/m,我们同口径钢筋混凝土管多少钱？

05 提问



听众的问题讨论：

提出问题的，请留下地址，赠送本规程。谢谢！

05 提问



我的问题回答：回答问题的，请留下地址，赠送本规程！



问题1：这是什么试验？ 问题2：管道支座为什么要浸泡？ 问题3：这个“缝隙”是什么作用？

问题1：CIPP材料不透水测试（瓶子负压），真空度0.5bar时，0.5小时，瓶子内无水滴出现。

问题2：让木质支座充分膨胀，避免在地下水中再膨胀，导致管道标高有偏差。

问题3：如果管道标高有误差（偏高），就从管顶向下压（结论德国管道施工太精细了！）

问题4：按照中粗砂回填，管径800，覆土1.5m：

钢筋混凝土管： 3415 元/米；球墨铸铁管： 4904 元/米。

问题4：德国D800
陶土管，综合造价
800欧元/米,我们同
口径钢筋混凝土管
多少钱？



中国城镇供水排水协会

敬请批评指正！
欢迎提问交流！



敬请关注：

中国城镇供水排水协会

<http://www.cuwa.org.cn/>

北京 海淀区 北洼路48号院