

中国铁道学会科学技术奖公示内容

项目名称：富水软弱土层城市地铁基坑及盾构隧道开挖变形控制关键技术

主要完成单位：1.中铁十六局集团有限公司；2. 中铁十二局集团有限公司；3. 河海大学；4. 北京交通大学；5.中铁上海设计院集团有限公司；6.中铁十九局集团轨道交通工程有限公司；7.五邑大学

主要完成人：

1.闵凡路；2.李兴高；3.李平；4.杨晋文；5.王武现；6.李宏飞；7.李兴春；8.闫肃；9.姜利华；10.孙辉；11.韩士钊；12.李永刚；13.杨益；14.金大龙；15.代科建；16.张亚洲；17.徐蒋军；18.刘期准；19.赵小鹏；20.周永乐

项目简介：

随着我国城市群都市圈交通一体化的持续推进，城市深基坑和盾构隧道建设依然是城市地下空间建设的主要内容。在经济比较发达、城市化进程较高的长三角城市群，城市地铁建设面临大量富水软弱土层和越来越狭小城市空间的困难条件，地铁基坑和区间隧道开挖、地层变形和周边环境影响难测难控，盾构掘进和排土安全风险大，特别是遇到障碍物或设备故障须停机开舱的极端工况，处理不当甚至会导致地层坍塌等事故。针对上述问题，课题组历经多年系统研究与“产学研用”协同攻关，取得了以下三大创新成果：

(1) 开发了富水软弱土层盾构螺旋输送机保压性能预测及排渣关键技术。针对富水软弱土层盾构螺旋输送机保压及渣土利用的难题，研发了改性渣土不排水抗剪强度测量装置，创建了渣土流动性改良指标及粘性土“堵塞”风险分级标准，建立了泡沫填充砂土几何模型和改性渣土触变力学模型，揭示了富水软弱土层改良渣土流变特性和塑性流动机制；构建了螺旋输送机保压性能预测理论模型，实现了螺旋输送机排渣保压精细化控制，揭示了渣土流变参数及螺旋机参数对其工作性能的影响规律；发明了基于水分转化模型的石灰改性废弃渣土强度预测方法，实现了废弃渣土的资源化再利用。

(2) 研发了富水软弱土层土压盾构带压开舱开挖面稳定及沉降控制关键技术。针对盾构掘进过程中的带压开舱及地层沉降控制难题，创建了硬塑性粘土地层盾构停机安全判别方法，研发了先稀薄泥浆形成渗透带、后粘稠泥浆闭气成膜的盾构带压开舱开挖面支护方法，实现了困难工况下盾构的安全停机与带压开舱作业；建立了考虑壁后注浆固结时变性的地层沉降预测模型，发明了早强型壁后注浆材料和快速配制壁后注浆的方法，研发了土压盾构穿越富水软弱土层沉降控制关键技术。

(3) 创建了承压水软弱土层地铁基坑开挖变形控制关键技术。针对城市狭窄空间地铁基坑支护与变形控制难题，提出了 MJS 桩微扰动止水帷幕、劲芯桩坑底满堂加固、对称间隔抽条跳挖相结合的优化支护方法；研发了利用地铁废弃渣土配制护壁泥浆的绿色施工工艺，发明了成套泥浆渗透及质量检测设备与测试方法；利用超声波测距和数据自动采集系统，实现了基坑及其影响区域地下水位变化和沉降变形的精细化控制。

研究成果成功应用于苏州轨道交通五号线、六号线、七号线、S1 线等多个地铁项目中，保障了工程安全、质量和工期，将工程对周边环境影响控制到了最低，取得了显著的社会效益和经济效益。

该项目授权发明专利 12 项，实用新型专利 17 项，发表科技论文 28 篇。该成果成功解决了城市狭窄空间地铁基坑支护与变形控制、富水软弱土层盾构螺旋输送机保压以及盾构带压开舱等难题，为我国富水软土地区地铁建设提供了有力支撑，也可为其他类似地下空间开发提供参考。

序号	知识产权(标准规范)类别	名称	国家(地区)	授权号(标准规范编号)	授权公告日(标准规范发布日期)	发明人(标准规范起草人)	权利人(标准规范起草单位)	应用方式(自用、生产销售、技术开发、技术转让、技术咨询、技术服务、实施许可等)
1	发明专利权	一种基于地铁地下施工渣土排出装置及其排出方法	中国	ZL201810257174.4	2021-05-18	李宏飞, 张隽, 李五红, 李洋, 耿亚军	中铁十二局集团有限公司, 中铁十二局集团第二工程有限公司	自用
2	发明专利权	盾构螺旋输送机与改性渣土间等效剪切应力测定装置	中国	ZL201910113464.6	2021-02-09	李兴春, 李兴高	五邑大学	自用
3	发明专利权	一种盾构螺旋输送机渣土流输送角度测量装置	中国	ZL201910088840.0	2020-09-29	李兴春, 李兴高	五邑大学	自用
4	发明专利权	一种盾构螺旋输送机的压力测量系统及其计算方法	中国	ZL202010147606.3	2021-07-13	李兴春, 李兴高	五邑大学	自用
5	发明专利权	一种粗粒土地层中盾构机的带压开舱方法	中国	ZL201410159528.3	2016-03-23	闵凡路, 姜腾, 张宁, 张亚洲, 陈喜坤	河海大学	自用
6	发明专利权	一种适用于硬塑性膨胀粘土地层的停机方法	中国	ZL201510406805.0	2017-09-29	闵凡路, 张亚洲, 张宁	河海大学	自用
7	发明专利权	一种早强型盾构壁后注浆材料	中国	ZL201711212351.9	2020-10-30	闵凡路, 宋航标, 马佳伟, 刘来仓, 杜瑞, 柏煜新	河海大学	自用
8	发明专利权	一种带有自搅拌及防脱离功能的劲芯搅拌桩桩	中国	ZL201711294958.6	2019-08-06	李平, 范成文, 唐建辉, 陈育民, 吴	河海大学	自用

		芯及其施工方法				康		
9	发明专利权	一种监测地基沉降的装置及其测量方法,	中国	ZL201710012467.1	2018-08-14	赖建英, 李平, 唐建辉, 王志远	河海大学	自用
10	发明专利权	一种工法桩围护在综合管廊基坑的应用方法	中国	ZL201910470723.0	2021-8-24	马栋, 杨晋文, 孙成龙, 丁传峰, 李慧, 刘彬, 赵永亮, 朱开荣, 肖春雷, 高志, 李明, 张志永, 刘向楠, 陈亚强	中铁十六局集团有限公司	自用