

项目主持人：黄俐

项目名：地铁盾构施工诱发华南复杂红土地层环境损伤风险管理研究

项目来源：广东省自然科学基金博士启动项目

在城市地铁建设中，盾构工法以其机械化程度高、掘进速度快、地层适应性强、受地表环境条件限制小、对周边环境影响小及施工安全性相对较高等优点得到了广泛应用。目前，运用盾构法施工的地铁建设工程大约占总工程量的 65% 以上。然而，地铁建设属于隐蔽工程，地质条件复杂多变、技术难度大，施工过程中不可预见的风险因素多，极易诱发各类风险事故。尤其华南地区位于珠江三角洲冲积平原，水文地质条件复杂，岩土均一性差，区内富含遇水易软化失水易干裂的“红层”，且存在较多的断裂带、溶洞、残积土分布区、风化深槽、深厚软土层及上软下硬的复合地层，导致盾构掘进过程中极易形成泥饼，并引发喷涌、突泥、地表沉降及塌陷等重大风险事故，继而影响地面建筑物及既有地铁线路的安全和地下管线的正常使用，往往造成严重的经济损失与社会影响。本项目主要针对地铁盾构施工扰动诱发华南复杂红土地层环境损伤致害问题，进行风险管理，为地铁盾构施工诱发地层环境损伤风险控制提供重要理论与实验依据。

主要研究内容为：

(1) 从华南复杂红粘土在盾构施工扰动与水共同作用下的现代实验着手，研究从广州地铁现场取样的华南复杂红土的化学成分、矿物组份、亲水性强弱、及在水-应力耦合作用下力学损伤破坏的特性。测定红粘土中高岭土、蒙脱土、伊利石、绿泥石、三水铝石、氢氧化铁等粘粒部分矿物组份、化学成分，及其亲水性强弱关系，揭示复杂红粘土微观结构特征；研究水对复杂红土微观结构的影响，分析并揭示复杂红土地层中地铁盾构施工形成“泥饼”、诱发地层损伤的机理。

(2) 基于扰动理论（P 理论），构建地铁盾构施工诱发华南红土地层环境损伤风险机理模型，探求施工扰动和地下水致复杂红土地层环境损伤致害风险发生机制，以期为地铁建设-水致复杂红土地层环境损伤风险分析提供理论和实验依据。

(3) 基于华南复杂红土水与应力耦合下的微-细观结构及渐进损伤破坏的实验研究和风险发生机制研究，设计华南复杂红土地层地铁盾构施工地层环境损伤风险因素调查问卷并进行问卷信度和效度检验，通过现场调查数据和专家意见的反馈，对量表调查结果进行 KMO（Kasier-Meyer-Olkin measure）及巴特利特球形检验，采取正交旋转的方式，运用 SPSS 17.0

对各风险因素进行因子分析，研究因素的内部结构，识别和提取华南复杂红土地层盾构施工地层环境损伤关键风险因素。构建基于模糊层次的地铁盾构施工诱发华南红土地层环境损伤风险评价模型，实现风险的定量化评价，研究各风险因素影响的先后次序，为风险控制和风险决策提供依据。

(4) 在对华南复杂红土化学成分、矿物组份及亲水性强弱进行分析测定的基础上，分析国外性能优良泡沫剂的有效成分，确定泡沫剂各组份及各组份所起的作用，开展泡沫剂配方研制试验，开发研制适用于华南复杂红土地层的盾构施工泡沫剂，为地铁盾构施工泡沫剂土体改良研究奠定实验基础。



项目起止时间：2015年8月1日至2018年8月1日，已发表相关论文6篇。