

附件-16:

进展名称	地下空间与地热能资源协同开发的能源地下结构关键技术
推荐单位	中国地质学会
进展介绍	<p>浅层地热能资源蕴藏量大，可用于建筑供热供冷，其节能减排、改善城市环境潜力巨大。然而，传统的钻孔埋管技术在中国受到两大制约：1）中国人多地少、城市建筑密集，没有足够场地打孔；2）大量钻孔已经并将对未来城市地下空间开发形成巨大障碍。因此，亟待开发模式理论创新与关键技术研发突破。</p> <p>能源地下结构技术，利用地下空间开发契机，通过各种永久和临时地下结构与所接触地层换热，可克服上述钻孔埋管两大制约，尤其适合建筑密集、地下空间开发需求强劲的中国城市。然而，换热过程中诱发的地下结构内力变化、围岩接触特性与承载力变化机理十分复杂。其预测控制被视为挑战性难题，制约着这一有巨大优势的新技术的推广。</p> <p>本项成果，研发的可模拟复杂地层组合、上部结构与围岩复杂约束条件的能源地下结构综合试验平台获发明专利，试验成果在 Applied Thermal Engineering 发表；开展了比瑞士联邦理工、剑桥大学、美国科罗拉多大学等穿越地层更多样、试验和观测时间更长的原位试验，首次揭示了换热过程中结构-围岩接触特性与超孔隙水压力变化、能源地下结构复杂荷载传递规律及其时间效应；在此基础上，提出了热力耦合内力计算理论方法，获发明专利；并研发了可提高有效负荷的能源地下结构·水平换热-垂直钻孔换热融合利用技术。国内外院士专家鉴定认为研究达到国际领先水平，支撑了多个重大工程的安全、高效运行，被评为2019年江苏省科技进步一等奖。</p> <p>同时，研究揭示了地下空间、浅层地热能资源碎片化开发的矛盾冲突，提出了协同可持续发展的原理方法，被选为联合国人居署世界城市运动城市创想计划UTC4.0和EUUS2019大会主题，产生了广泛国际影响；完成自然资源部科技创新前沿战略研究“国土空间科技解决方案-地下空间开发利用”，为自然资源部战略研判与开发管理提供依据；国内外院士专家鉴定认为总体达到国际领先水平，被2019年度国土资源科技奖专业组评为一等奖。</p>
推荐理由	<p>该项研究揭示了浅层地热能、地下空间等城市地下资源开发的冲突矛盾，提出了城市地下资源协同开发原理，解决了能源地下结构关键理论技术。中国地质学会组织的由中科院院士、挪威工程院院士、国务院资深参事、全国勘察设计大师、全国地热专委会主任、国际地热学会科研委员会主席、地下空间开发国家工程实验室主任在内的权威专家鉴定认为：该项研究具有开创性、重要的理论意义和广阔的推广应用前景，所提出的新理论与核心技术达到国际领先水平。研究成果被评为2019年江苏省科技进步一等奖、2019年度国土资源科技奖专业组评审一等奖。</p> <p>该项研究应用示范引领了多个省市浅层地热能与地下空资源的调查评价、协同规划与开发，创造了显著的经济效益，节能、减排、改善城市环境效果显著；支撑“国土空间科技解决方案-地下空间开发利用”科技创新前沿战略研究，为自然资源部战略研判与规划管理提供重要依据；研究提出的城市地下资源协同原理，成为了联合国人居署城市创想计划和国际学术大会的主题，产生了重要国际影响，鉴于该成果突出的创新性、对学科与行业科技进步的推动作用以及多方面影响力。</p>