**青岛市科学技术奖提名公示内容-自然科学奖**

（2022年度）

**一、项目名称**

内源爆炸荷载作用下衬砌隧道的动力响应基本解及其动力响应特性

**二、推荐单位（专家）及推荐意见**

（专家提名项目需注明专家的姓名、工作单位、职称职务和学科专业）

我国能源运输管道和地铁隧道等维持城市生存功能的“生命线工程”发展迅速，已成为城市基础设施建设的主体。该项目针对“生命线工程”在使用过程中受内爆炸荷载作用时衬砌结构及周围介质的动力响应解答、动力特性及其波动在衬砌及周围介质中的传播衰减规律等关键科学问题，经过多年的努力攻关，推导出了内爆炸荷载作用下饱和介质深埋隧道和浅埋隧道及周围介质二维、三维动力反应的Laplace域精确解，求解了内爆炸荷载作用下无限弹性介质中衬砌隧道的动力反应时域精确解及准饱和介质中衬砌隧道的Laplace域精确解，得出了其时域的数值解，发现了爆炸产生的动力反应在衬砌及周围介质中表现特征及空间分布规律，阐明了衬砌隧道周围介质由弹性变化到饱和时衬砌隧道动力反应的演变过程，得出了饱和度及饱和介质参数对衬砌隧道动力反应的影响规律，揭示了动力反应特性的内在机理和力学机制。该项成果解决了内爆炸荷载作用下“生命线工程”动力反应的求解、动力反应特性等关键学术疑难，是该领域的重要科学进展。此项研究获得了1项国家自然科学基金和1项高等学校博士学科点研基金资助课题，研究成果发表期刊论文19篇，被国内外学术期刊广泛引用，得到国内外专家的高度认可，推动了土动力学及岩土工程学科的发展。

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，并按照要求，我单位和其他相关单位已对该项目的基本情况进行公示，目前无异议。提名自然科学二等奖。

1. **推荐等级**

**二等奖**

1. **项目简介**

石油、天然气等能源运输管道及地铁隧道等常常会受到爆炸荷载的威胁和破坏。爆炸荷载在管道或隧道内以超压的形式作用于衬砌上，产生的冲击波通过衬砌结构在周围介质中传播衰减，引起周围介质的损伤和破坏，是典型的非线性动力问题，难以获得理论解，无法真实揭示爆炸波传播的全过程和衬砌结构与周围介质的动力相互作用。本项目以国家自然科学基金和高等学校博士学科点基金项目为依托，针对爆炸波传播全过程定量描述、衬砌结构的动应力集中、土与衬砌结构的动力相互作用等关键科学问题进行深入系统地研究，经过十余年的努力攻关，形成三方面标志性的关键创新成果：

1. 推求了爆炸荷载作用下弹性介质中圆柱形衬砌的动力响应精确解，求得了爆炸荷载作用下饱和介质中圆柱形衬砌隧道动力响应理论解。揭示爆炸波在衬砌及其周围介质中传播全过程，获得爆炸产生的动力反应在衬砌及周围介质中表现特征及规律，阐释动力反应特性的内在机理和力学机制。该理论解被研究者多次引用以对比验证其解答。

2. 得出了爆炸荷载沿隧道纵向衰减下隧道衬砌及其周围介质的动力响应基本解，求得了其数值计算结果。探明了爆炸波在衬砌及其周围介质中的传播衰减规律及特征，揭示了动力反应特征的内在机理和力学机制，阐明了衬砌及其周围介质的力学参数对其动力反应的影响规律，确定了爆炸荷载作用下衬砌及其周围介质的动力反应范围。该动力反应特征及规律被研究者多次用于解释其计算结果和所得结论。

3. 求得了内爆炸荷载作用下饱和介质浅埋隧道及周围介质二维、三维动力反应的Laplace域精确解，得出了其时域的数值解，获得了爆炸产生的动力反应在衬砌及周围介质中表现特征及空间分布规律，阐释动力反应特性的内在机理和力学机制。推导出内爆炸荷载作用下准饱和介质中衬砌隧道的动力反应理论解，阐释了周围介质饱和度对隧道衬砌动力反应的影响规律。该理论求解方法被研究者多次引用求解类似的土动力学问题。

项目发表学术论文19篇，其中SCI论文7篇，EI论文9篇。项目成果解决了防护工程设计中内爆炸作用下隧道结构及其周围介质动力响应理论计算等关键技术疑难，是该领域的重大理论创新，被国内外学者广泛引用，得到了国内外专家的高度认可。

**五、代表性论文专著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文（专著）名称 | 刊名（出版社） | Doi  /ISBN | 发表时间 | 作者（按刊物发表顺序） | 通讯作者  （含共同） | 第一作者  （含共同） | 他引  总次数 | 检索  数据库 |
| 1 | An exact solution for three-dimensional (3D) dynamic response of a cylindrical lined tunnel in saturated soil to an internal blast load | Soil Dynamics and Earthquake Engineering | 10.1016/j.soildyn.2016.08.031 | 2016年11月 | Gao Meng, Zhang Jiyan, Chen Qingsheng,Guangyun,Yang Jun, Li Dayong | Gao Guangyun | Gao Meng | 11 | SCI-E数据库 |
| 2 | An analytical solution for the transient response of a cylindrical lined cavity in a poroelastic medium | Soil Dynamics and Earthquake Engineering | 10.1016/j.soildyn.2012.12.002 | 2013年3月 | Gao Meng, Wang Ying, Gao Guangyun, Yang Jun | Gao Guangyun | Gao Meng | 20 | SCI-E数据库 |
| 3 | The influence of the degree of saturation on dynamic response of a cylindrical lined cavity in a nearly saturated medium | Soil Dynamics and Earthquake Engineering | 10.1016/j.soildyn.2015.01.002 | 2015年4月 | Wang Ying, Gao Guangyun, Yang Jun, Song Jian | Gao Guangyun | Wang Ying | 5 | SCI-E数据库 |
| 4 | Transient dynamic response of a shallow buried lined tunnel in saturated soil | Soil Dynamics and Earthquake Engineering | 10.1016/j.soildyn.2016.12.011 | 2017年3月 | Wang Ying, Gao Guangyun, Yang Jun, Bai Xiaoyong | Gao Guangyun | Wang Ying | 7 | SCI-E数据库 |
| 5 | 均布突加荷载作用下圆柱形衬砌振动响应的解析解 | 岩土工程学报 | 1000-4548 | 2010年2月 | 高盟, 高广运, 王滢, 冯世进 | 高盟 | 高盟 | 37 | EI-Compendex数据库, 中国知网数据库 |

**六、主要完成人情况**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目贡献 |
| 王滢 | 1 | 无 | 副教授 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 全面负责、组织、协调项目的顺利开展, 对标志性关键创新成果1、2、3做出贡献。 |
| 高盟 | 2 | 无 | 副教授 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 对标志性关键创新成果1、2做出贡献。 |
| 高广运 | 3 | 无 | 教授 | 同济大学 | 同济大学 | 对标志性关键创新成果2、3做出贡献。 |

注：“主要完成人情况”摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献。

**七、主要完成单位情况**

山东科技大学，本项目的标志性关键创新成果1、2、3在山东科技大学完成，主要贡献体现在以下方面：

1. 山东科技大学土木工程与建筑学院的山东省防灾减灾重点实验室为项目的完成提供了大型计算机工作站、获取饱和介质及隧道衬砌计算参数所需要的试验设备，确保项目理论推导和数值计算工作的顺利进行。

2. 山东科技大学为项目第一完成人王滢提供了科研启动基金，为王滢主持的国家自然科学基金项目“内爆炸荷载作用下浅埋圆形隧道与饱和砂土的非线性动力响应研究”提供了试验条件，为第二完成人主持的高等学校博士学科点基金项目“饱和地基瞬态加载地下衬砌结构的动力特性研究”提供了经费支持。另外，学校出台一系列政策支持教师能够顺利开展科研工作。

同济大学，本项目的标志性关键创新成果1、3的部分成果在同济大学完成，主要贡献体现在：同济大学土木工程防灾国家重点实验室和岩土及地下工程教育部重点实验室为项目的完成提供了大型计算机工作站、获取弹性和准饱和介质及隧道衬砌计算参数所需要的试验设备，确保项目理论推导和数值计算工作的顺利进行。