

# 岩土中填实与空腔解耦爆炸的化爆模拟实验研究

王占江

(西北核技术研究所, 陕西 西安 710024)

**博士学位论文摘要:** 相对于填实的封闭爆炸, 地下大空腔中的爆炸可大大减少爆炸能量耦合率。实验室微型药量化爆模拟实验可以深入、细致地研究地质介质中球形发散应力波的传播、衰减规律, 揭示空腔解耦爆炸的基本现象和规律, 微型药量填实和空腔爆炸完整的应力波测量数据对于改进、发展地下爆炸应力波传播的理论计算模型是极为重要的基础性资料, 因而是一个重要的基础研究课题, 对与地下爆炸能量耦合相关技术的深化研究具有重要意义。主要研究内容分为以下两大部分:

第一部分介绍空腔解耦爆炸的基本机理, 研究并建立起实验室内微型药量的化爆模拟实验技术, 包括: 用 1 mm 柔爆索从中心起爆直径为 5 ~ 20 mm、当量为 0.125 ~ 8.00 g TNT 系列微型炸药球的制作工艺和技术研究, 可对样品加 20 MPa 围压、以模拟地层静压作用的填实和空腔爆炸的实验装置, 岩土样品设计、加工制作及安装等实验工艺技术研究, 用圆环型电磁粒子速度计测量球形发散应力波形的微弱信号测试技术研究, 用铝行波杆应变计测量水泥砂浆球表面微弱的径向运动速度的无损检测技术研究。大量的实验应用和高速摄影检测表明, 该微型炸药球是起爆性能可靠、球对称性好的精密爆炸源, 它使得在实验室模拟数百  $m/kt^{1/3}$  以上比例爆心距的弹性波传播成为可能。圆环型电磁粒子速度计不仅具有输出信号幅度不受球形发散波几何衰减的影响, 而且输出信号反映了波面上子午线处介质动力学状态的综合平均结果, 是解决地质介质中微弱高频弹性应力波测量的关键。铝行波杆应变计技术和相应的波形反解分析技术, 避开了材料非均匀性和微裂纹等对周向应变的影响而无法定量测量的弊端, 用电阻应变片和半导体应变片可分别检测速度小到 0.03 和 0.001 m/s 的水泥砂浆球表面的微弱运动。

第二部分根据研究任务的需要, 开展了花岗岩、土、水泥砂浆、水介质中填实和空腔解耦的化爆模拟实验研究, 揭示了花岗岩和土中爆炸时 200  $m/kt^{1/3}$  比距离内的应力波特征和传播衰减规律, 给出了不同介质中填实和空腔爆炸的爆炸能量相对耦合率, 得到了有关空腔解耦爆炸的一些重要结论和规律, 为深入开展地下爆炸能量耦合及应力波传播、演化规律提供了宝贵的第一手资料。实验数据具有很好的重复性, 与国外的相应实验结果吻合很好: 花岗岩中的实验室微量填实爆炸实测应力波数据规律与国内外地下核实验的相应结果相一致; 土中的实验室微量填实爆炸实测应力波数据规律与野外地下 0.1 ~ 8 kg TNT 爆炸实验的结果相一致, 表明实验室微量药量化爆可模拟现场地下爆炸的应力波传播, 因而具有重要的学术价值和推广应用价值。

用已有的岩土中填实和空腔爆炸实验的应力波传播测量结果进行球面波下介质本构关系研究, 并结合理论和数值模拟进行爆炸源区特性和震源函数的研究是下一步研究的主要目标之一。根据研究的需要, 拟建立可容纳米级尺度岩土样品的大型实验装置, 以研究几  $km/kt^{1/3}$  比距离内的应力波特征和传播衰减规律。

**关键词:** 爆破力学; 岩土; 地下爆炸; 空腔解耦; 微型炸药球; 化爆; 应力波

**中图分类号:** TD 235

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000 - 6915(2005)06 - 1091 - 01

## EXPRIMENTAL INVESTIGATION ON TAMPED AND CAVITY DECOUPED EXPLOSION IN ROCK-SOIL BY MILI-EXPLOSIVE CHARGE

WANG Zhan-jiang

(Northwest Institute of Nuclear Technology, Xi'an 710024, China)

**收稿日期:** 2005 - 01 - 22

**作者简介:** 王占江(1961 -), 男, 2003 年于国防科技大学获工程力学专业博士学位, 导师为张若棋教授和李孝兰研究员, 现任研究员, 主要从事材料动力学特性和爆炸力学效应方面的研究工作。E-mail: wzjh\_nint@163.com.