

(颗粒装载体积占装载室体积比例: 0, 1/4, 1/2, 1)、颗粒直径(2mm, 6mm)、驱动气体(氢气, 氮气)、激波马赫数等因素对颗粒群加速和运动的影响规律。结果表明:(1)激波被颗粒群反射会导致压力倍增, 反射激波的强度随颗粒装载比的增大而增大, 随颗粒直径的增大而减小。(2)激波强度会沿激波管轴向衰减, 更大的装载比或者更小的颗粒直径会导致激波更快的衰减。(3)本文实验条件下, 对于毫米级的颗粒, 装载比越大颗粒获得的加速效果越好, 主要原因在于激波恰与颗粒群作用时赋予较大装载比颗粒群更高的初动量, 布置于装载室前后的压力测点的动态压力测量结果支持了这一解释。(4)绝热指数和密度不同的驱动气体(氢气与氮气)对颗粒群的加速过程存在阶段性差异, 可分为三个阶段, 首先是激波恰与颗粒群作用阶段, 绝热指数较高的驱动气体可以赋予颗粒群更高的初动量; 接着是激波后接触面前气体(同为被驱动气体)驱动阶段, 绝热指数高的驱动气体对应更大的被驱动气体速度, 所以氢气驱动条件下该阶段颗粒加速更快; 最后是接触面后气体(驱动气体)驱动阶段, 密度更大的驱动气体氮气加速颗粒效果更好。(5)激波与颗粒群、接触面、激波管端面发生多次相互作用导致激波的反复反射、透射, 在一定条件下存在明显的激波被颗粒群衍射的现象, 造成了管内气相流体的分区流动, 最终引起颗粒群在激波管出口分段输出的现象。

关键词: 激波, 颗粒群, 激波反射, 衍射, 颗粒群加速

MS21

CCTAM2009-003945

应力波在不同界面中传播规律的动光弹研究

田刚, 马琨, 黄锋, 毕谦

昆明理工大学, 昆明 650093

采用动光弹实验的方法, 对应力波在不同界面的结构中的传播规律进行了研究, 分析了3种不同界面情况下应力波的传播速度, 即没有刻槽、刻槽以及完全切断的情况, 并进行了比较。结果证实了刻槽对应力波的传播起到了一些阻碍作用, 但效果不是很明显; 而将模板完全切断, 并用小薄垫片将上下两板连接起来时, 应力波只从黏贴处向下模板传播, 没有黏贴的地方应力波已经被完全阻隔。实验表明, 钻爆法施工应充分重视爆破应力波对衬砌的影响, 可作为隧道设计的依据。

关键词: 动光弹, 应力波, 传播规律, 衬砌

MS21

CCTAM2009-003946

地下结构的爆炸振动效应与冲击破坏行为研究

马维

中国科学院力学研究所, 北京 100190

对爆源近区地下混凝土管道结构在爆炸冲击载荷作用下的动力学响应开展探索性实验研究。选用钢筋混凝土管道模拟地下结构, 尺寸为:  $\phi_{内} 800\text{mm} \times 2000\text{mm} \times 100\text{mm}$ 。通过实验研究定量确定爆炸振动波载荷对地下结构产生的振动效应; 定性确定爆炸冲击波载荷对地下管道结构和混凝土材料产生的动态破坏效应。爆炸当量分别为50g和100g TNT, 爆炸距离取为0.1, 0.3, 1, 7和10m。实验主要涉及地下管

道结构在小药量爆炸点近区的破坏效应与爆炸药量和爆炸距离间关系的确定; 混凝土材料破坏行为与药量和爆炸距离关系的确定; 爆炸冲击波的影响范围以及爆炸振动波的有效影响范围与爆源特性的关系及爆炸响应函数的确定。

从小当量地下结构爆炸实验观察到: 地下结构的爆炸振动响应, 即振动波波长和频率不同于土介质地表的波长和频率。与地面上建筑物的波长和频率相比, 振动波长持续作用时间明显缩短, 且振动频率显著提高。这与地下结构的爆炸动力学响应, 特别是爆源近距离的结构动力学响应存在着本质的区别。不同的爆炸距离和当量, 地下爆炸对地下结构可以产生振动和冲击两种不同特征的力学效应。在折算距离大于 $0.22 \sim 0.25 \text{ m/W}^{1/3}$ 时, 100g TNT当量的爆炸以产生振动效应为主。在折算距离小于 $0.22 \sim 0.25 \text{ m/W}^{1/3}$ 时, 爆炸主要产生冲击效应; 在爆炸距离小于 $1.5 \text{ m/W}^{1/3}$ 时, 地下爆炸振动波对结构产生的动力学响应的明显特征是管道结构发生径向变形。而且, 管道上与爆源最近点是管道变形的对称点。管道的轴向和环向动力响应表现为相应方向上的刚体振动。在爆炸距离大于 $1.5 \text{ m/W}^{1/3}$ , 如等于 $2.15 \text{ m/W}^{1/3}$ 的情况下, 爆炸振动波对管道结构产生的动力学响应主要表现为整体振动。结构的变形特征基本消失; 地下爆炸冲击波载荷对爆源近区管道结构和混凝土材料可以产生三种破坏效应: 在折算距离等于 $0.065 \text{ m/W}^{1/3}$ 时, 低强度的冲击波载荷仅产生结构破坏效应。实验中观察到混凝土管道只沿其轴线方向上形成贯穿性裂纹, 管道内外表面均无损伤和破碎现象; 当折算距离等于 $0.027 \text{ m/W}^{1/3}$ 时, 较强冲击波载荷既引起管道的结构破坏, 也产生混凝土材料的破坏。这时观察到沿混凝土管道轴线方向上, 以及与轴线成 $30^\circ$ 至 $50^\circ$ 范围内形成贯穿性裂纹。同时在管道内表面出现直径约为210mm的层裂区, 最大层裂厚度约为8~12mm; 当折算距离等于 $0.022 \text{ m/W}^{1/3}$ 时, 爆炸强冲击波载荷主要引起的混凝土材料破坏形式表现为破碎。即在管道上以爆源最近点为中心形成直径约为370mm的贯穿性孔洞, 还观察到该孔洞周边不同方向上有长度为230~410mm不等的数条细裂纹形成。国家自然科学基金重点(10632100)资助项目

关键词: 小当量爆炸, 爆源近区, 管道结构, 结构与材料破坏行为, 折算距离

MS21

CCTAM2009-003947

一系列纳米尺度的圆柱孔对平面P波的散射

张庆芳, 王刚锋, 吴天宝

西安交通大学航天航空学院, 西安 710049

qingfang.zhang@stu.xjtu.edu.cn

当孔或者夹杂的半径减小至纳米尺度时, 表面能对其力学行为的影响逐渐显著。研究无限大弹性体内一系列纳米圆柱孔对平面压缩波的散射。我们采用表面弹性理论来考虑表面能的影响。利用波函数展开方法, 我们得到了问题的弹性解。通过对孔边动应力集中和散射截面的计算, 我们讨论了表面效应对弹性波散射的影响。国家自然科学基金