

横向振动立管内固体颗粒运动特征研究¹⁾

魏明珠^{*,+}, 段金龙^{*}, 王旭^{*}, 周济福^{*,+,2)}

^{*} (中国科学院力学研究所, 北京 100190)

⁺ (中国科学院大学工程科学学院, 北京, 100049)

摘要: 深海采矿工程中矿料水力提升立管在海流和波浪的作用下, 可能产生垂直立管的横向振动, 从而对立管内固相颗粒的运动、乃至矿料的提升效率产生影响。本文基于非均匀流场中球形颗粒的运动控制方程, 对横向振动的立管内球形固相颗粒的运动进行数值模拟, 主要研究颗粒初始释放位置和管道振动初相位以及颗粒-管壁碰撞对颗粒运动的影响规律。结果发现, 当颗粒与壁面不发生碰撞时, 与静止管道中固相颗粒运动相比, 管道振动可导致固相颗粒在竖直方向的运动速度产生规律性振荡; 不同的颗粒初始释放位置和管道振动初相位, 在运动初期对颗粒在管道振动方向和竖直方向的运动轨迹和速度有显著影响, 但随着时间的推移, 该影响逐渐减弱。当固相颗粒与管壁发生碰撞时, 颗粒初始释放位置和管道振动初相位对碰撞次数有一定影响; 与颗粒-壁面不发生碰撞相比, 碰撞作用会导致颗粒在竖直方向上的运动速度在碰撞时刻出现尖峰, 而后恢复规律性振荡, 而对其在管道振动方向上的运动轨迹影响较小。该研究可为论证深海采矿工程的矿料提升效率和管道系统安全提供参考依据。

关键词: 深海采矿; 横向振动立管; 颗粒-管壁碰撞; 矿料水力提升

1) 资金资助项目 (国家自然科学基金重点项目 12132018)