

滑坡地质灾害作用下 航油管道力学响应分析

文 — 李杭杭

摘要 采用 DEM-FEM 耦合的方式建立了埋地航油管道受横向土质滑坡作用模型, 分析了管道与滑坡土体的相互作用规律和不同时刻下管体应力、应变及位移情况, 结果表明: 在开始滑坡后的极短时间内出现的管道受滑坡作用力峰值是导致管道失效破坏的主要原因, 管道破坏形式为梁式弯曲, 管道变形形状为单峰形且与水平面存在夹角, 管道受滑坡作用应力最大区域在管道中部。

关键词 离散元 有限元 滑坡 管道模型 力学响应

”

彭州炼油厂至双流国际机场的航油输送管道全长 195.7 公里, 作为双流机场的“生命线”, 每日为其输送 4800 吨航油。成彭管道主要穿越成都平原及其东部的龙泉山脉, 途经平原、丘陵及低山等地貌, 管道地域跨度大, 沿线地质条件复杂, 灾害频发, 管道沿线地区典型地质灾害类型包括水毁、滑坡、泥石流和崩塌。

滑坡是成彭管道最主要的地质灾害, 占成彭管道总地质灾害的 69.23%, 其滑坡主要有以下特征: ①地形地貌特征: 滑坡在斜坡上多呈圈椅状、马蹄状或有多级异常台坎分布; ②地层特征: 滑坡体的岩层和土体与未滑动的斜坡有明显差异, 通常较松散、凌乱; ③边界特征: 在滑坡后缘通常有顺坡向擦痕; ④水文特征: 滑坡会破坏原有的水力联系, 造成地下水流动路径、排泄地点等改变。成彭管道滑坡的高发性和高后果性, 会对管道安全带来较大威胁, 因此研究清楚滑坡 - 管道相互作用规律对保障航油管道运行是十分必要的。

岩体是一种具有不连续性、非均质性、各向异性和非线性的天然地质体。它与人造的介质例如钢铁、水泥等不

一样, 它是在漫长的地质年代中经受各种地质作用而形成的地质介质 [1]。岩体往往为众多的层理、节理和断层等弱面所切割, 是一种不连续的地质介质, 此外岩体本身是由固、液、气的三相组成的复合体, 并且它长期处于应力场和温度场、流场等多场的耦合作用之下, 从而使得岩体的力学性质异常复杂 [2]。由于岩体介质的复杂性, 分析边界和工况的多变, 用经典力学求解复杂的岩体工程问题的解析解很难, 甚至不可能。随着计算机技术的发展, 数值分析方法在岩体工程领域获得了迅速的发展, 为研究岩体工程问题提供了强有力的手段 [3]。目前, 在岩土工程中, 常用的数值分析方法有有限差分法、有限元法、边界元法和离散元法。

土体颗粒微观参数决定了土体的宏观物理表现, 进而对管道受滑坡作用规律有重要影响, 研究颗粒微观参数对管土相互作用关系的影响可从本质上分析管道受滑坡作用破坏规律 [4]。考虑到岩土具有离散性, 为真实模拟土体的大变形性及土壤颗粒在土体运动过程中与颗粒、管道相互作用关系, 笔者采用离散元与有限元耦合的方式建立了埋地航油管道受横向土质滑坡作用模型, 最大程度复原滑