

坡演变过程, 分析不同时刻下管体应力、应变及位移情况, 研究管道与滑坡土体的相互作用规律, 为航油管道的防护工作提供理论支撑与技术指导。

1

管道滑坡受力模型

按引起滑动的力学性质可以将滑坡分为牵引式和推移式两类: 牵引式滑坡下部先滑使上部失去支撑而变形滑动; 推移式滑坡上部岩土层滑动挤压下部而产生变形滑动[5]。牵引式滑坡为引起成彭管道破坏的主要形式, 管道横穿滑坡体受力分析如图 1 所示。

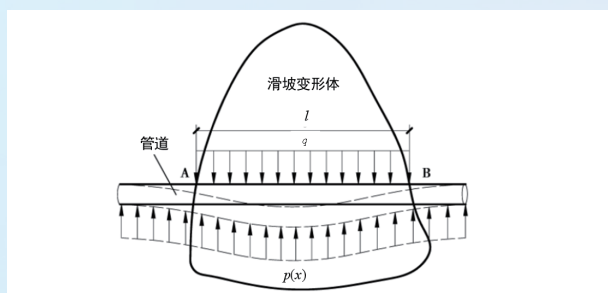


图 1 管道受横向滑坡作用力分析

根据管道横穿滑坡体受力特征作出如下假设:

- (1) 管道是连续的, 管道各处力学性质均一;
- (2) 管长 l 范围内作用的滑坡推力视为均布力 q ; 发生牵引式滑坡后, 被动土压力 $p(x)=0$;
- (3) 滑坡变形体外的管道看作小变形的半无限长的梁;
- (4) 忽略管道的轴向变形和轴向应力;
- (5) 不考虑 A、B 点处的端效应, 按无限长梁进行计算。

2

仿真模型建立

2.1 结构和材料参数

根据以上假设, 结合成彭管道现场实际, 设置结构和材料参数。以管径 325mm, 管壁厚 7.1mm 的航油输油

管道全长	管道尺寸	管道埋深	悬空长度
30m	$\Phi 325 \times 7.1$	1.5m	10m

表 1 管道模型参数

管材	屈服强度	抗拉强度	杨氏模量	切线模量	泊松比
L245	245MPa	415MPa	210GPa	7800MPa	0.3

表 2 管道材料参数

滑坡体宽度	滑坡体深度	坡角	滑坡体方量
10m	5.2m	15°	约 1000m ³

表 3 滑床模型参数

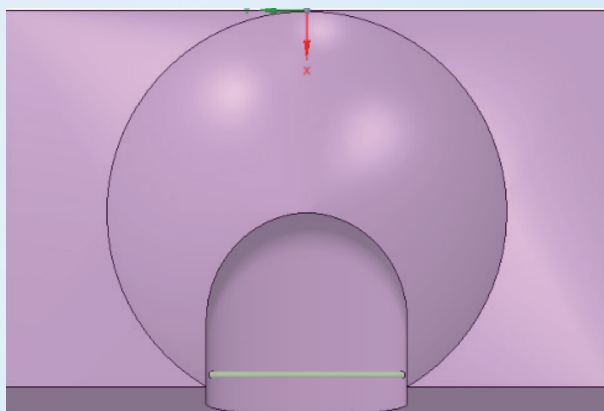


图 2 管道 - 滑床模型

管道为例, 管道全长 30m, 滑坡段长度 10m, 管道埋深 1.5m, 管材采用 L245 钢, 屈服强度 245MPa, 杨氏模量 210GPa, 泊松比 0.3, 详细模型材料参数如表 1- 表 3 所示。采用 CAD 软件建立三维管道 - 滑床模型如图 2 所示。

2.2 接触模型

离散元法从微观结构角度着手, 将土体看成是由土颗粒组成, 土体的宏观力学特性取决于颗粒与颗粒之间接触方式的几何、物理特性。在 EDEM 中颗粒的运动遵循牛顿第二定律并且允许颗粒间产生重叠。颗粒的破坏主要有剪切破坏和张拉破坏两种方式, 由于介质内颗粒接触状态的变化决定了介质的本构关系, 当颗粒发生破碎时土体的宏观力学特性也会发生相应变化。因此, 在离散元软件计算中只需定义材料的本征参数、颗粒的基本接触参数和接触模型参数。