



中国科学院力学研究所

长输油气管道完整性评价平台

许雷阁 江文滨 刘俊卿 李磊 林缅 等

中国科学院力学研究所

2015-05-27



提 纲

- 平台开发背景
- 平台基本功能
- 平台应用展示
- 结束语



平台开发背景

➤ 长输管道面临的问题

◆ 海底管道

- 悬跨、涡激振动
- 整体屈曲（高温高压管道）
- 稳定性

◆ 陆地管道

- 滑坡、断层、塌陷等地质灾害
- 冻土区管道 不均匀冻胀 不均匀融沉

◆ 内、外腐蚀、冲蚀与气蚀等

◆ 第三方破坏

◆ 其他，等

悬跨



滑坡

冻土



断层



平台开发背景

➤ 评价平台现状

◆ 定性评价阶段 (Qualitative Risk Analysis)

- 国外：上世纪七十年代中后期至九十年代前期
- 风险检查表 (CL), 预先危害性分析 (PHA), 危险和操作性分析 (HAZOP), 故障树分析法 (FTA) 等

◆ 半定量评价阶段

国内目前在此阶段

- 国外：上世纪八十年代末至九十年代后期
- 以风险的数量指标为基础，对损失后果和事故发生概率按权重值各自分配一个指标，将对应事故概率和后果指标进行组合，形成相对风险指标。
- 最具代表性的是肯特模型，国内外大多数风险评价软件都是基于其基本原理进行编制的。

◆ 定量评价阶段 (Quantitative Risk Analysis)

- 目前国外管道风险评价界正在大力研究的评价技术，是管道完整性评价的高级阶段



平台开发背景

➤ 评价平台现状



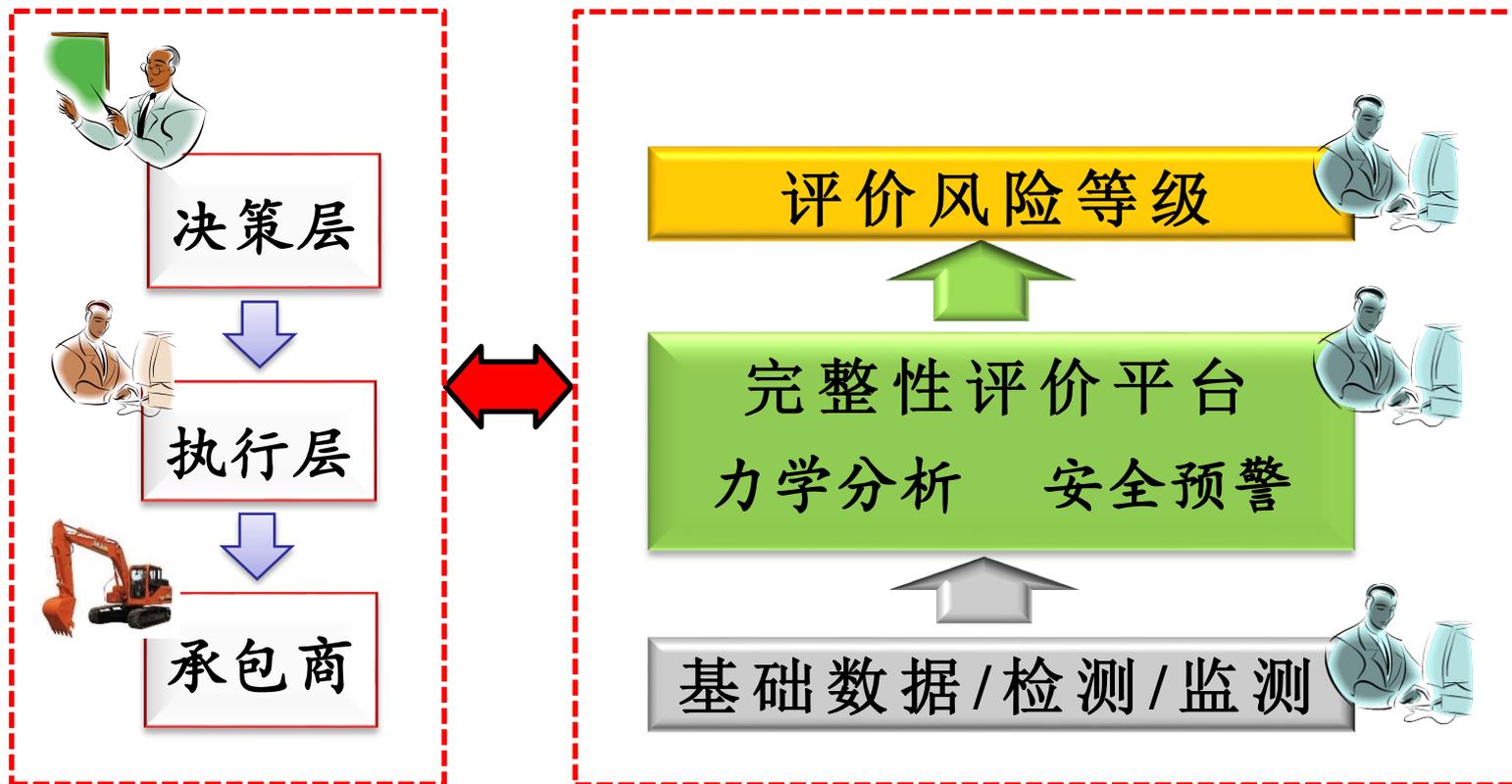
急需!!!

建立具有安全预警功能的管道完整性评价平台



平台开发背景

评价平台目标





提 纲

- 平台开发背景
- 平台基本功能
- 平台应用展示
- 结束语



平台基本功能

前处理

基础数据库

力学计算分析

完整性评价
平台构成

安全预警系统

用户管理系统

后处理



平台基本功能

前处理特点

- ◆ 直接键入数据，信息实时共享
- ◆ 可随时从海量的调查数据中直接调取、查看所关心管道区段的所有信息
- ◆ 可统计分析历年调查数据



基础数据库

力学计算
分析

完整性评价
平台

安全预警
系统

用户管理系统



基础数据库——举例：海管ROV调查数据处理

➤ 基础数据库系统

该模块的开发提高了ROV调查数据的利用率，可充分挖掘调查数据的内在价值

海底管道
ROV
调查数据

ROV视频在线点播模块

ROV调查资料分析模块

特点：

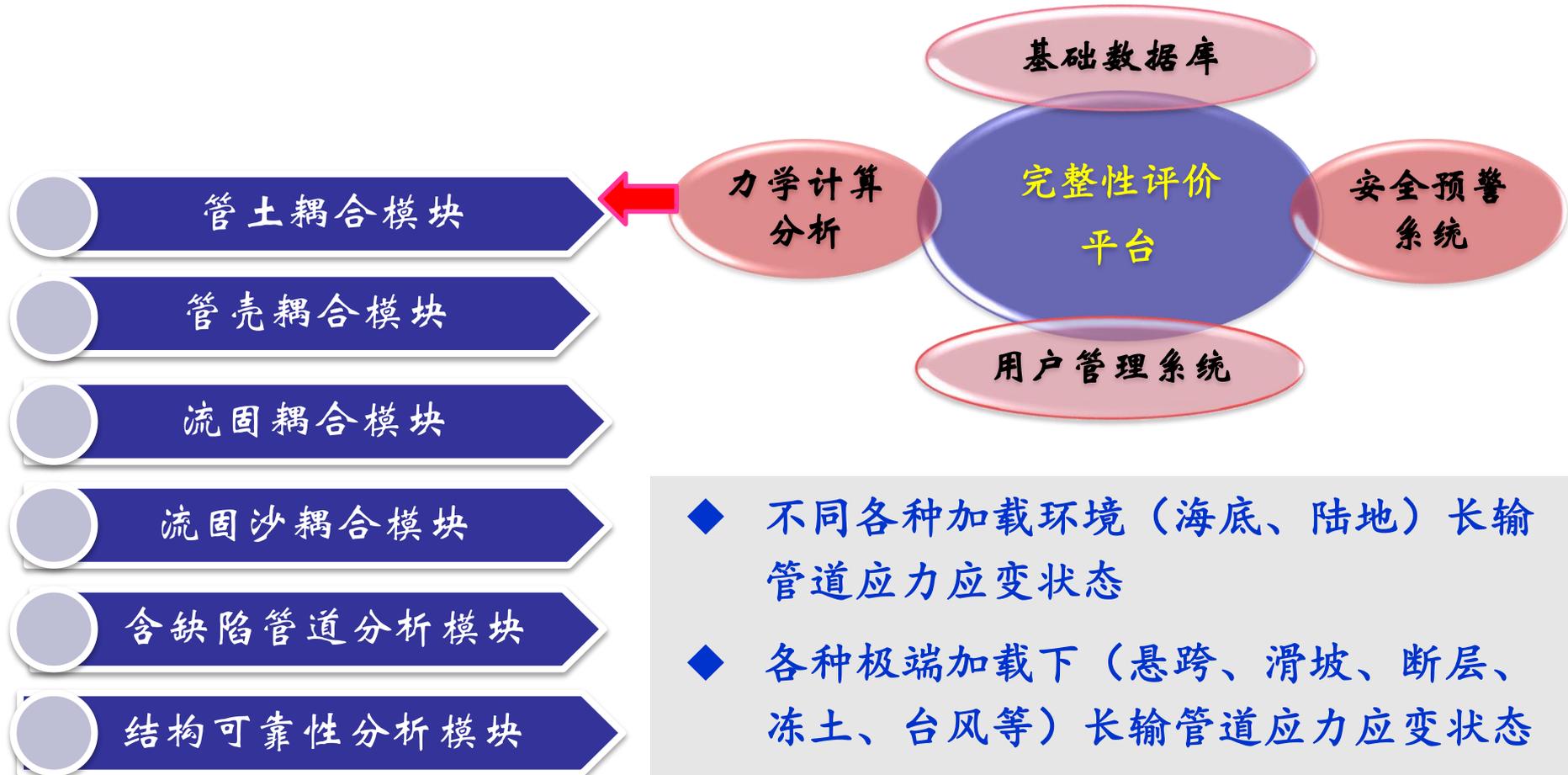
- ◆ 三方向视频同步播放
- ◆ 海量视频一键精准定位
- ◆ 长悬跨段力学分析与快速筛选定位
- ◆ 泥浆袋、阳极和交叉等典型位置标识与定位
- ◆ 多种输入数据格式，可批量导入多次调查结果
- ◆ 悬跨特征空间统计

动态数据

静态数据



平台基本功能



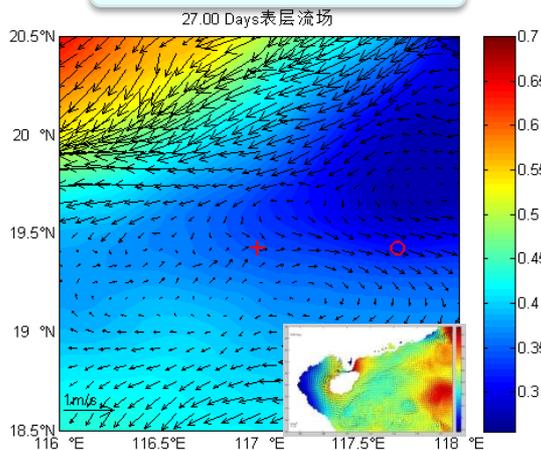
- ◆ 不同各种加载环境（海底、陆地）长输管道应力应变状态
- ◆ 各种极端加载下（悬跨、滑坡、断层、冻土、台风等）长输管道应力应变状态
- ◆ 实现快速建模，一键式全程计算



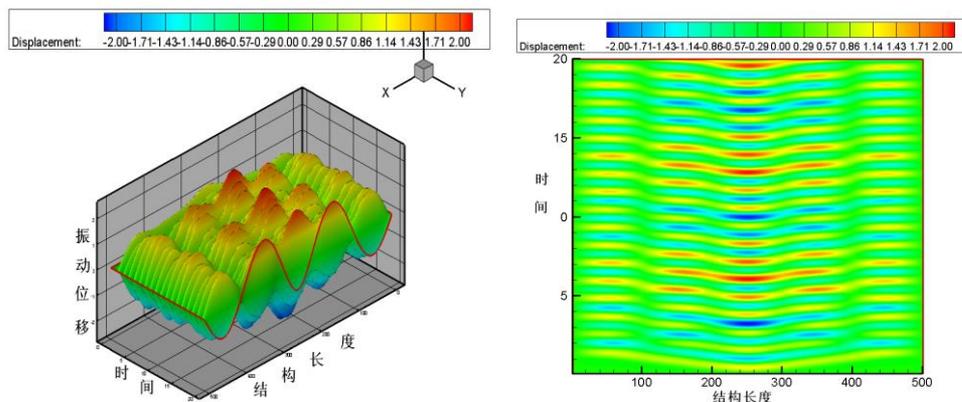
力学分析模块——举例：海底长输管道

- ◆ 几何非线性、材料非线性
- ◆ 管-土耦合动态接触边界处理
- ◆ 动力学分析—涡激振动与涡致运动

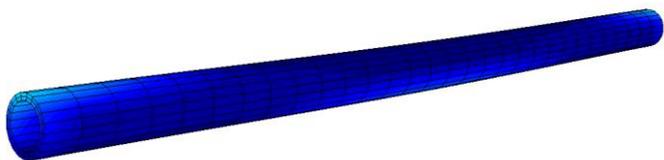
海洋环境模拟



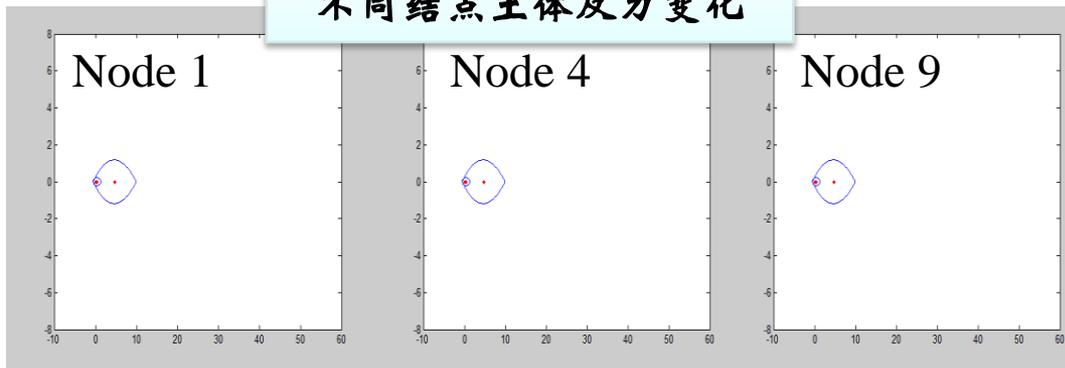
涡激振动计算结果



结构动力学分析



不同结点土体反力变化

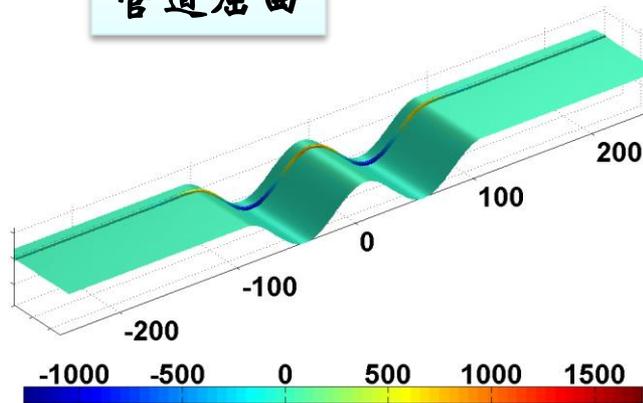




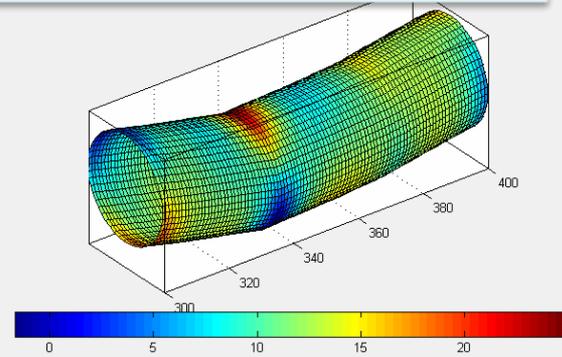
力学分析模块——举例：陆地长输管道

- ◆ 管-土耦合 梁壳耦合 截面椭化 局部屈曲
- ◆ 特殊截面—冷、热弯管与焊缝

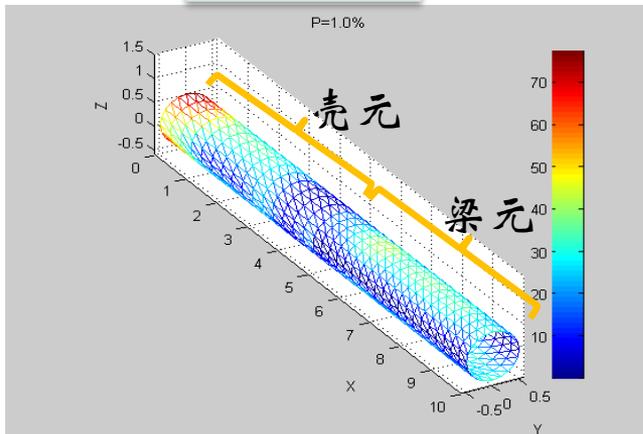
管道屈曲



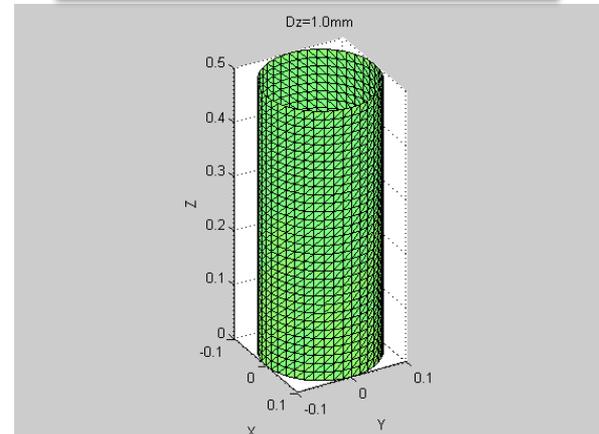
管道热弯点等效应变分布



管壳耦合

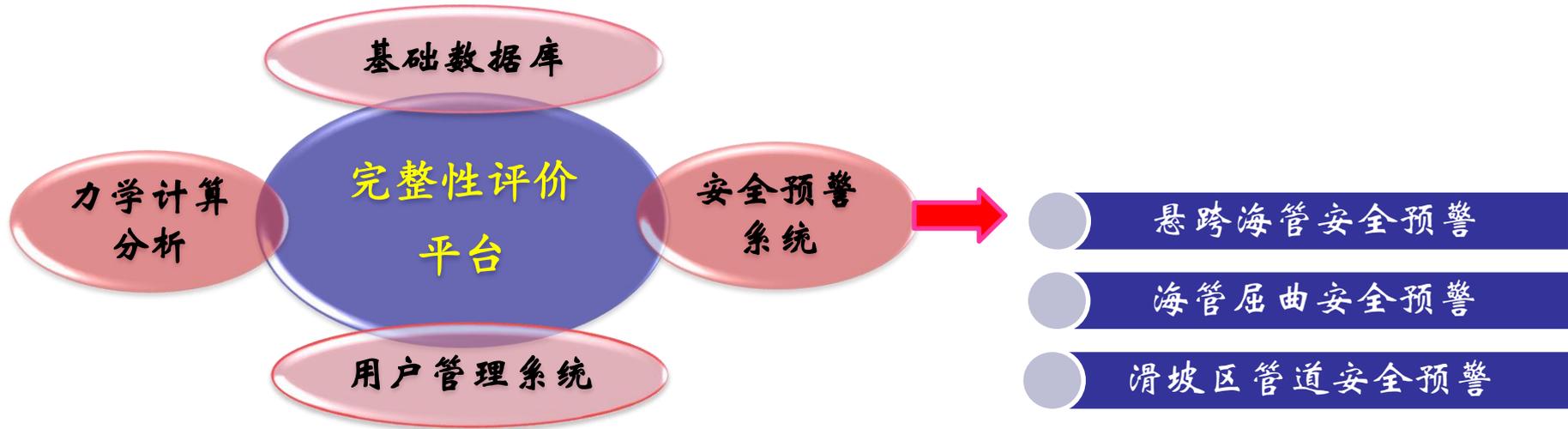


截面变形与局部屈曲





平台基本功能



- ◆ 可预测危险区段，实时预警
- ◆ 直接导入基础数据，实时监控
- ◆ 操作界面简洁实用，输出结果形式多种多样
- ◆ 应用WebGIS等信息技术的，管理复杂系统
- ◆ 实现智能化、信息化与实时化的完整性管理目标

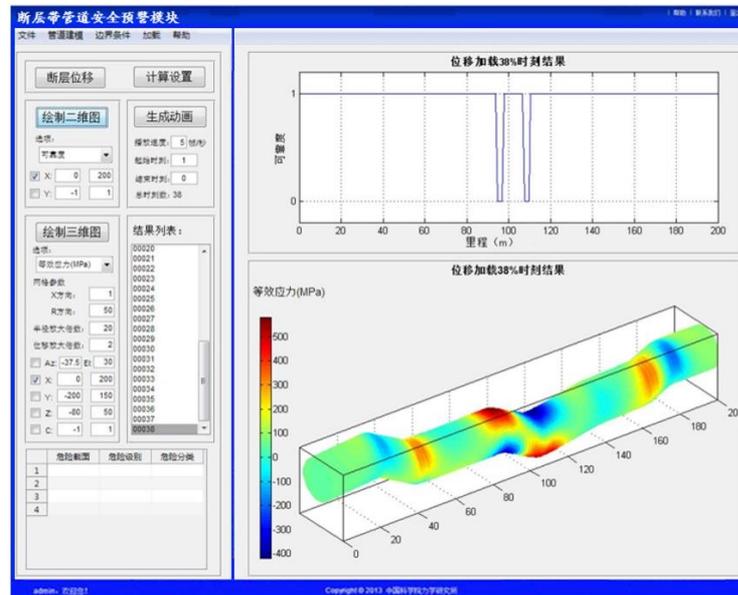


安全预警系统——举例：断层带管道安全预警

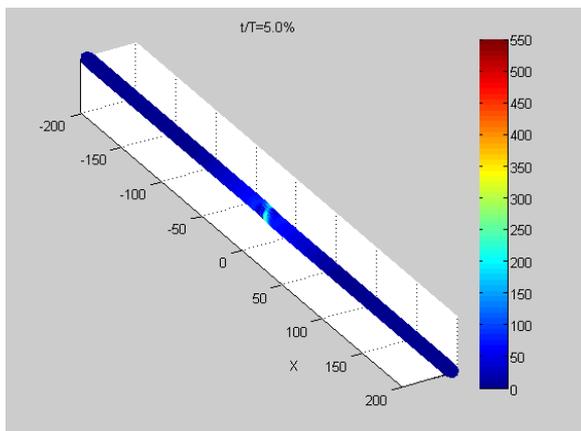
➤ 断层带管道安全预警

特点：

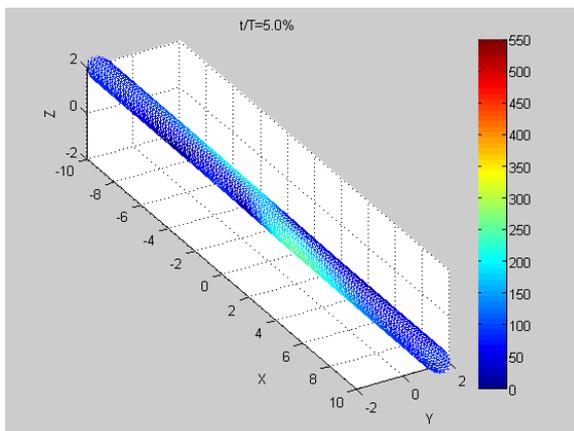
- ◆ 复杂管道走向时的管土耦合
- ◆ 随时间变化的管道可靠性
- ◆ 管道预警信息实时推送
- ◆ 自动生成各级用户分析报表



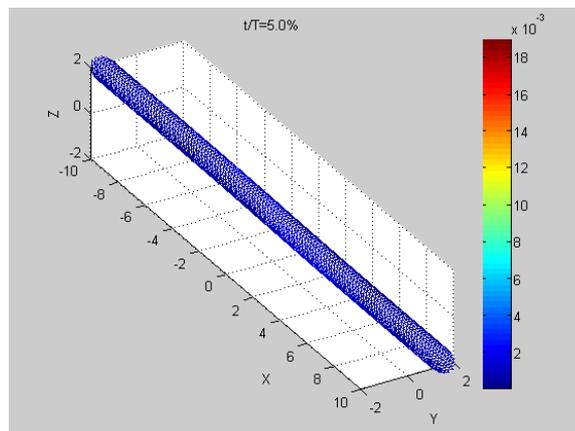
断层带管道安全预警模块界面



管道整体应力分布



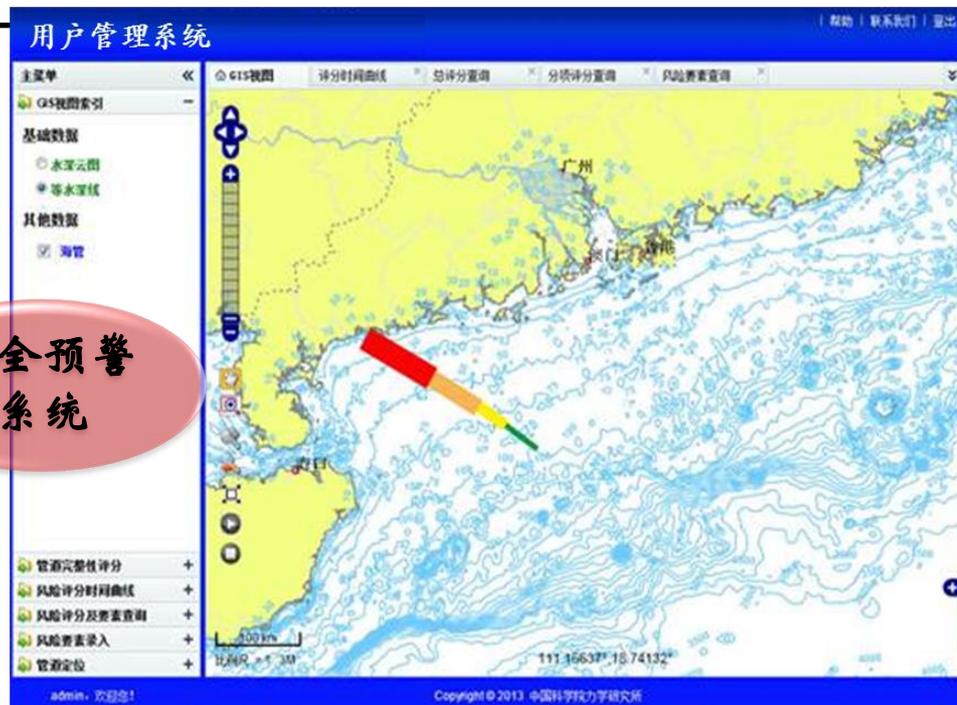
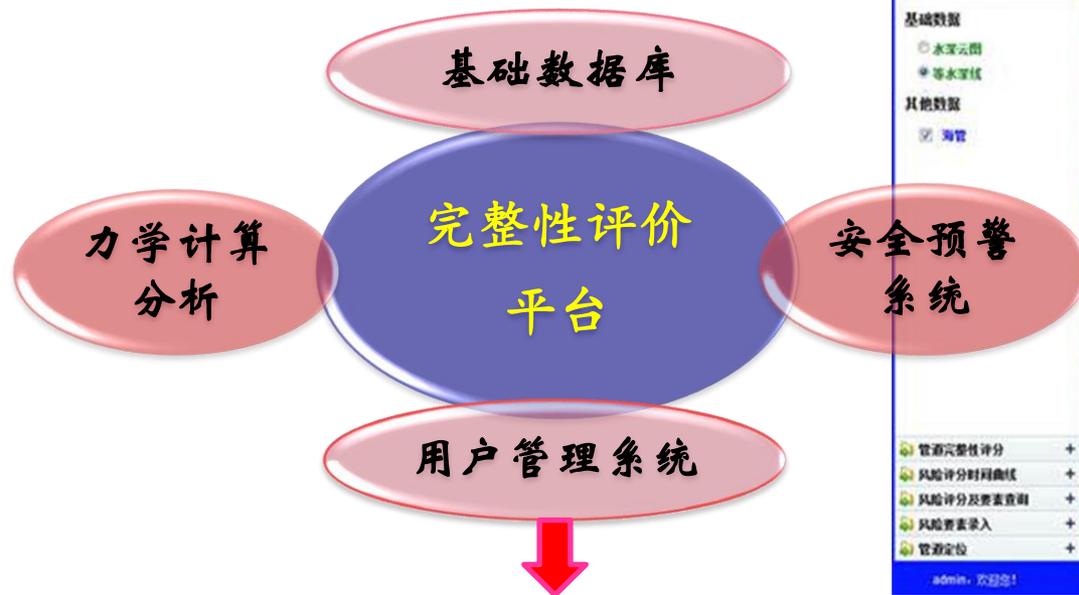
断层区管道应力分布



断层区管道应变分布



平台基本功能



后处理特点

- ◆ 操作界面简洁实用，输出结果形式多种多样
- ◆ 应用WebGIS等信息技术的，管理复杂系统
- ◆ 实现智能化、信息化与实时化管理目标操作



提 纲

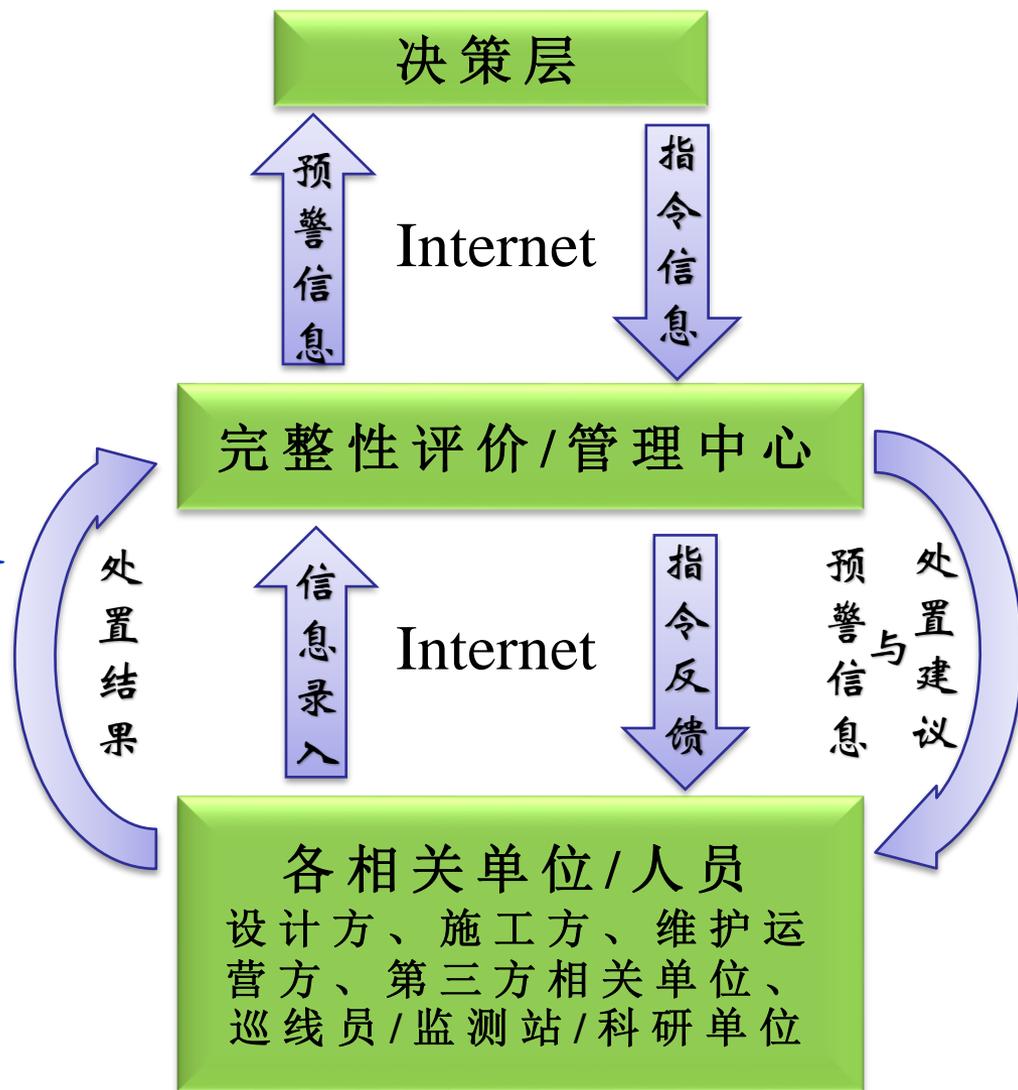
- 平台开发背景
- 平台基本功能
- 平台应用展示
- 结束语



结束语

➤ 总结

- ◆ 定量完整性评价
- ◆ 基于GIS的管理平台
- ◆ 各级人员不同访问端口
- ◆ 预警信息实时推送
- ◆ 自动生成各级用户报表
- ◆ 信息联网与共享
- ◆ 建立完整性管理系统





开拓 交流 合作 互进

谢谢!

联系方式:

许雷阁 xuleige@yeah.net 15110173161 010-82545837

江文滨 jiangwenbin@imech.ac.cn 010-82544209

课题组长: 林緬 (研究员) linmian@imech.ac.cn 010-82544206

欢迎访问 www.opses.cn 了解更多