

煤化工区地下水污染运移特征及污染控制模拟
——以霍林河煤化工一体项目为例

研究生：田凯；导师：张征 教授



研究背景

石油产品需求飞速猛增，利用我国丰富的煤炭资源，采用洁净煤技术生产石油和石油替代产品成为我国能源政策的重要组成部分。煤化工企业在提供清洁能源的同时，也带来较大的污染物排放和潜在的污染风险。一旦发生泄露事故，污染物进入地下水，随着地下水运移，就有可能对当地的地下水和地表水水源地等产生污染，严重威胁饮水安全。

研究内容

- 分析得出煤化工区主要的潜在污染源
- 构建研究区的地下水水流模型
- 构建研究区污染运移模型
- 对污染控制措施模拟研究

研究方法

- 资料收集
(1) 包括霍林河煤化工区地质与水文地质资料；地下水位、水质数据；降雨量、蒸发量观测资料；农业灌溉量、渗透系数、给水度、降水入渗系数和灌溉入渗系数分区资料。
(2) 通过水文地质调查，了解霍林河煤化工区地层岩性、含水层类型及富水性等。矿区区域浅层地下水位统测，水资源利用现状调查，地表水库现状调查。
- 野外水文地质实验
(1) 研究霍林河煤化工区现有的地质钻孔，了解地层岩性，掌握必要的水文地质信息。
(2) 利用区域内的5-6个水文地质勘查井进行抽水试验，获取区域水文地质参数。
(3) 一组野外连通试验，采用抽水方法判定主要含水层的连通性。
(4) 采集钻孔岩芯，分析含水层及主要地层的介质成分，获取相关地层的参数。
(5) 室内采用定水头法测定渗透系数，根据达西公式，通过测定渗流量计算土样的入渗系数。
(6) 在实验室内运用示踪剂法准确测定土样的弥散系数。
- 地下水水流模型与溶质运移模型
(1) 利用野外实验获取的数据，综合收集的水文地质资料，确定相关参数分区及边界性质，应用建立的霍林河煤化工区地下水流数值模型，对地下水循环系统进行模拟，分析地下水动态特征和循环特征。
(2) 基于已建立的地下水流数值模型，模拟研究区在不同污染源强与在地下水流场时空变化条件下的主要污染运移规律，定量预测评价分析霍林河煤化工区现有的主要污染物对地下水的污染过程，以及对周边流域水环境的影响。
(3) 运用模型的相关模块，实现对地面硬化、排水沟、防渗墙等三种污染控制措施的模拟，并对模拟效果进行对比分析。

结果分析

一、污染物运移模拟

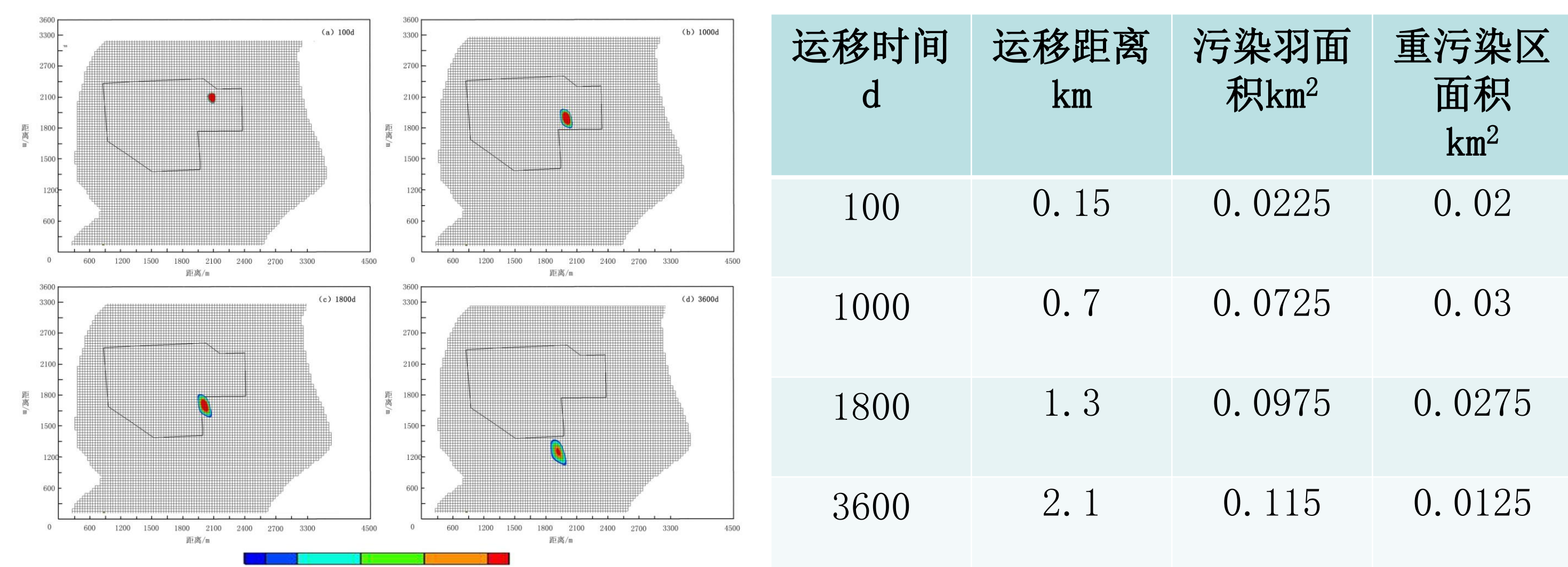
对煤化工工厂区的潜在污染源进行性分析后分别对：

- 酚回收装置，液槽发生泄漏
- 综合灌区，中油储罐发生泄漏
- 污水处理厂，含油污水调节池池底发生破损



煤化工区平面图

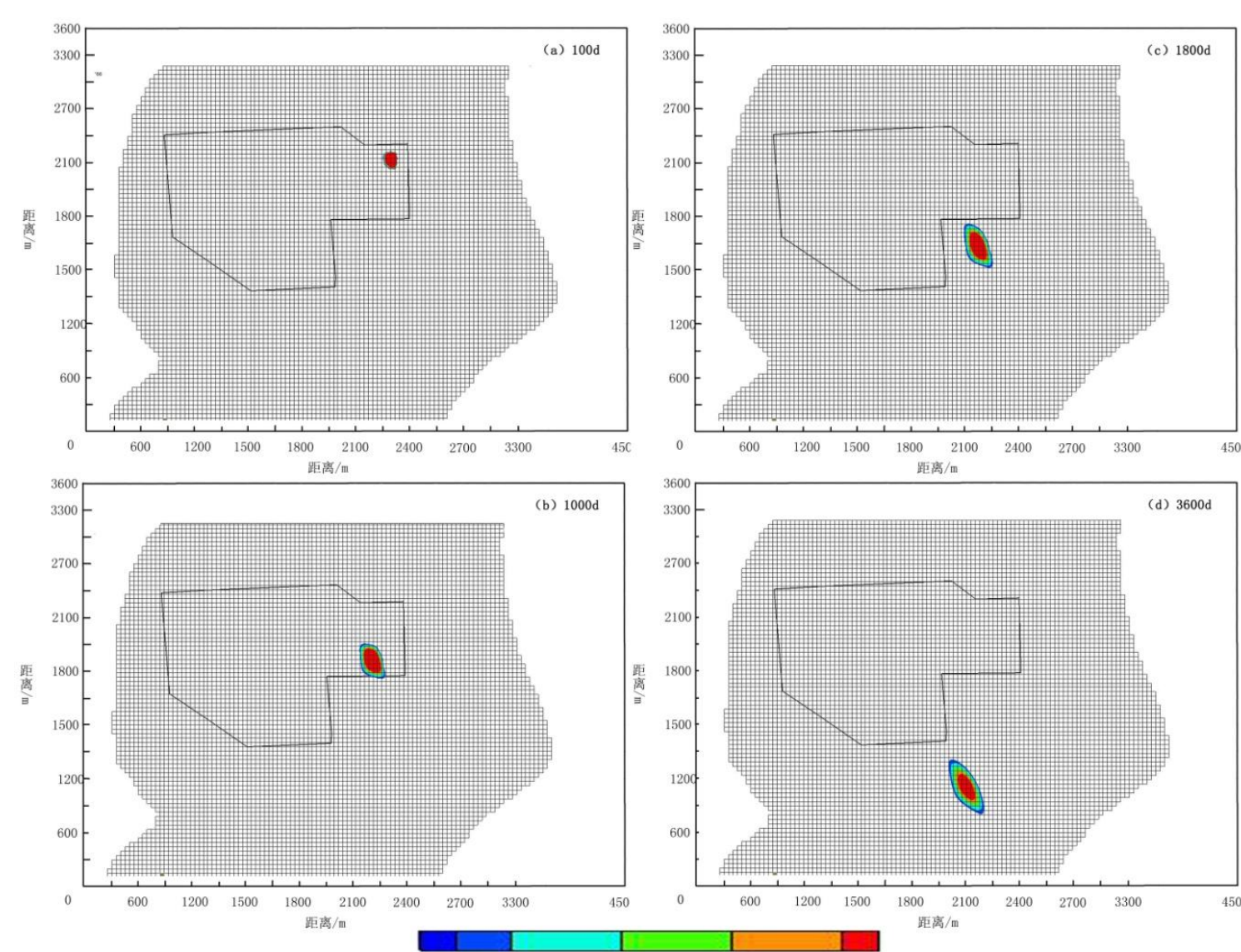
1. 酚回收装置，液槽发生泄漏



污染物运移结果

运移时间 d	运移距离 km	污染羽面 积km ²	重污染区 面积 km ²
100	0.15	0.0225	0.02
1000	0.7	0.0725	0.03
1800	1.3	0.0975	0.0275
3600	2.1	0.115	0.0125

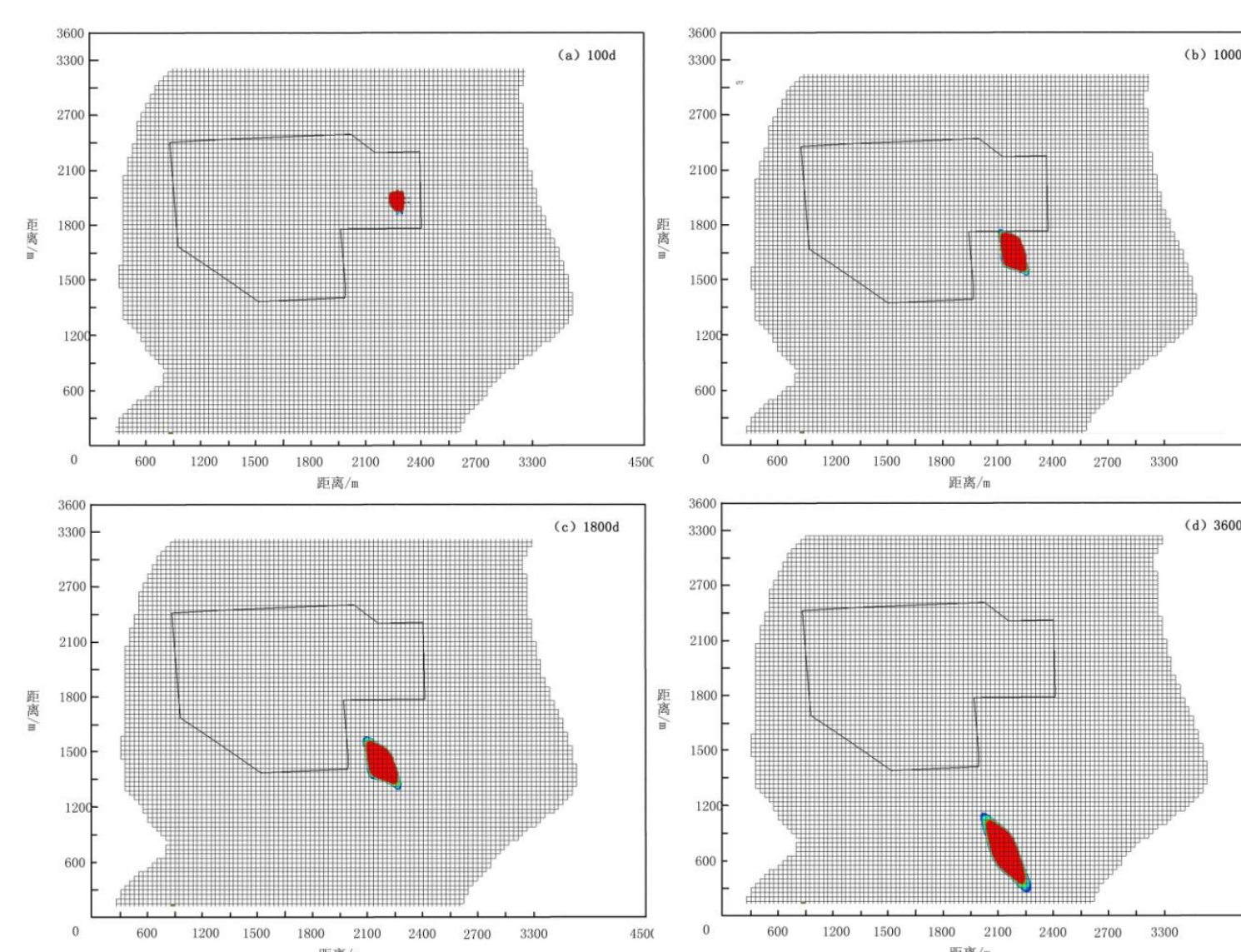
2. 综合灌区，中油储罐发生泄漏



运移时间 d	运移距离 km	污染羽面 积km ²	重污染区 面积 km ²
100	0.15	0.025	0.02
1000	0.75	0.0925	0.045
1800	1.4	0.105	0.0475
3600	2.2	0.14	0.04

污染物运移结果

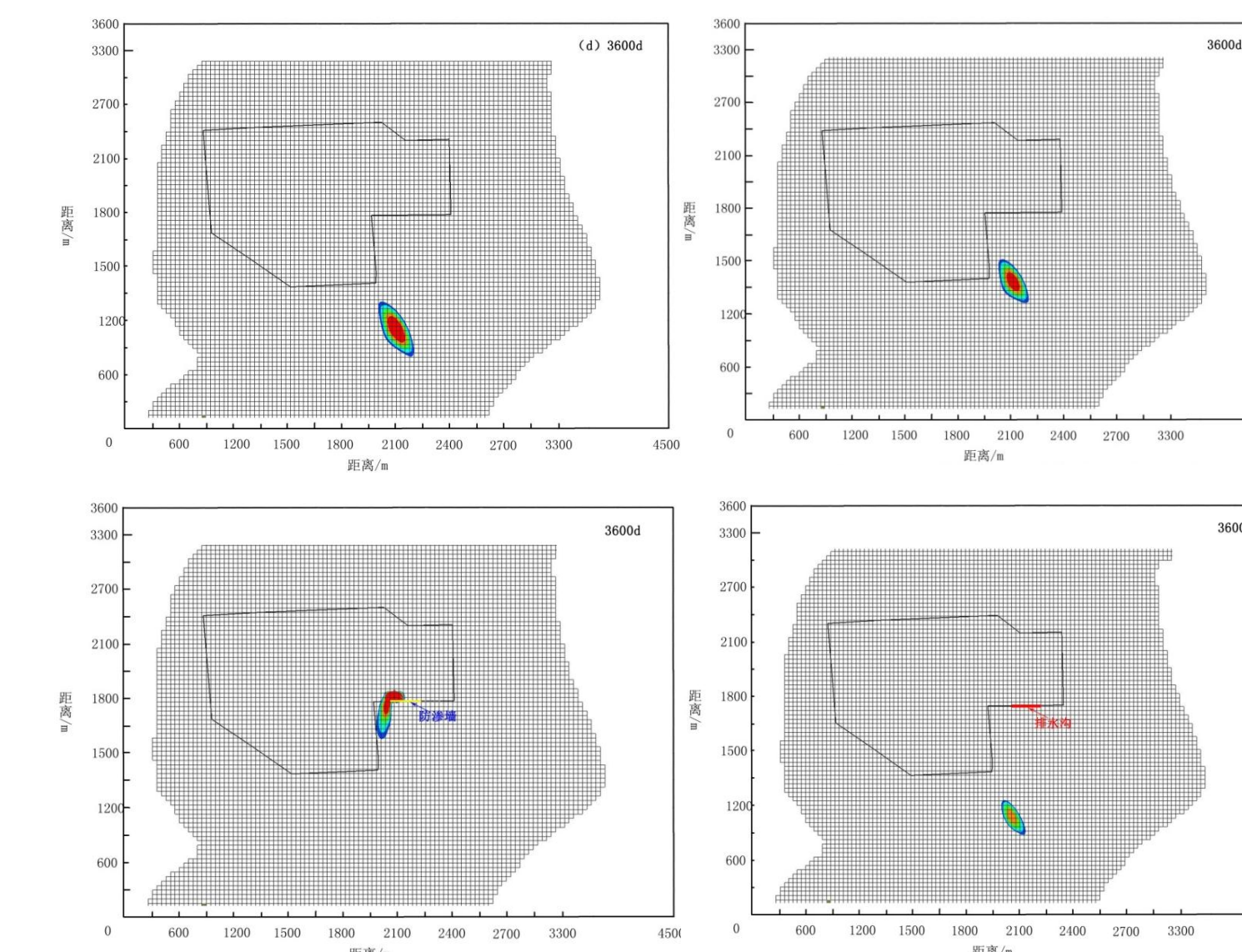
3. 污水处理厂，含油污水调节池池底发生破损



运移时间 d	运移距离 km	污染羽面 积km ²	重污染区 面积 km ²
100	0.2	0.05	0.04
1000	0.85	0.1325	0.105
1800	1.3	0.1525	0.125
3600	2.55	0.22	0.155

污染物运移结果

二、污染控制措施模拟结果



污染控制 措施 实施前后	污染羽 面积 km ²	高浓度 区污染 羽面积 km ²	运移距 离km	运移时 间d
未加措施	0.14	0.04	2.2	3600
硬化后	0.097	0.022	1.4	3600
防渗墙	—	—	1.4	3600
排水沟	0.065	0	2.2	3600

污染物运移结果

结论

- 对于众多的煤化工工厂区而言，大型油罐区、原料储存区等区域始终是污染泄露事故多发的重点区域。结合技术措施，做好预测，实施有效的防控手段和控制措施，才是煤化工区污染防治的重中之重。
- 发生污染泄漏事故后，进入地下水的污染物，会随地下水进行运移，污染范围及运移都会随着运移时间的推移不断扩大，同时污染物的浓度则会随着污染物的运移慢慢降低，本次模型成功的验证了这一点。
- 地表硬化，主要是通过降低降雨入渗系数，削弱源强来达到控制污染的效果，同时成功的减缓了污染物的运移速率，控制了污染物的运移距离。
防渗墙，则是通过阻断污染物的运移途径，强制减缓污染物运移速度，短时间内，控制污染运移效果显著，但是随着时间的推移，污染物大多会绕过墙体进行运移，从长远来看，还需进一步的措施进行补救。
排水沟，通过污染物的排出，来降低地下水中污染物的浓度，缩小污染物的面积，效果较好，但是由于其影响的深度有限，在应对较深层次的污染时，效果不明显，导致在控制污染物运移距离，减缓污染物运移速率上作用较弱。

研究成果

- 田凯,张征,姜华君.地下水数值模型在地下水重金属污染控制与治理中的应用初探[J].中国环境科学学会2015年学术年会论文集,2015,7:4511-4514.