

灾害与风险的精准识别、评价与预测

人工智能落地技术

➤ 2019基于高分遥感的空间规划智能监测关键技术与示范应用—科技厅重点研发计划重点项目

➤ 空间人工智能

➤ 遥感深度学习通用代码库

➤ 2019宁夏地质大数据平台建设—局重点项目

➤ 地质大数据体系标准规范

➤ 地质大数据汇聚体系

➤ 2019自然资源厅红线化定、环保厅勘界系统

➤ 生态、资源、地下水大数据体系

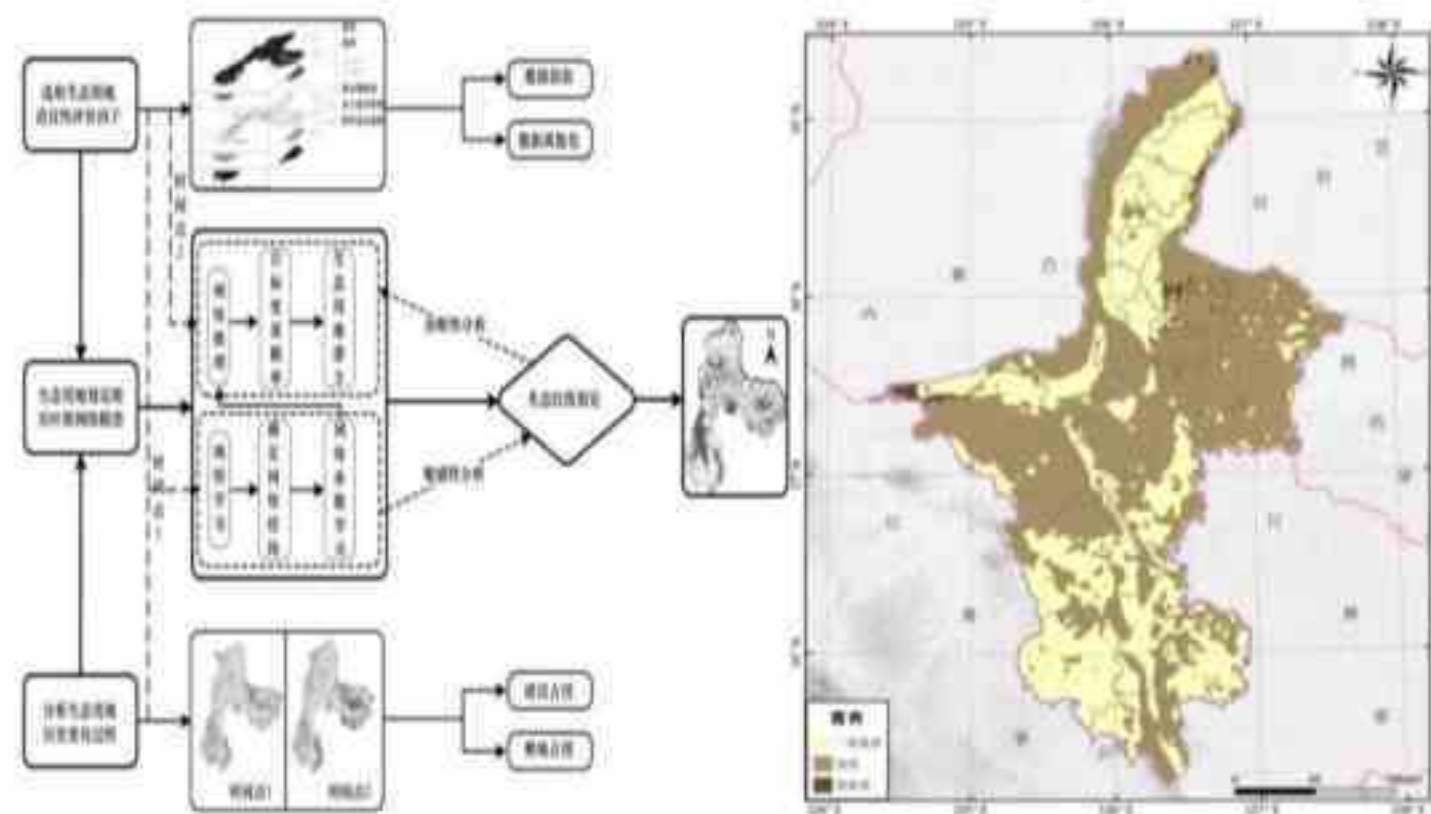
➤ 资源管理与可视化技术

1.遥感卫星影像处理通用代码库，主流的预训练和骨干网络模型，支持多通道的卫星图像

2.支持数据集的数据增强和预处理

3.支持主流的语义分割模型

4.集成全面的目标检测模型

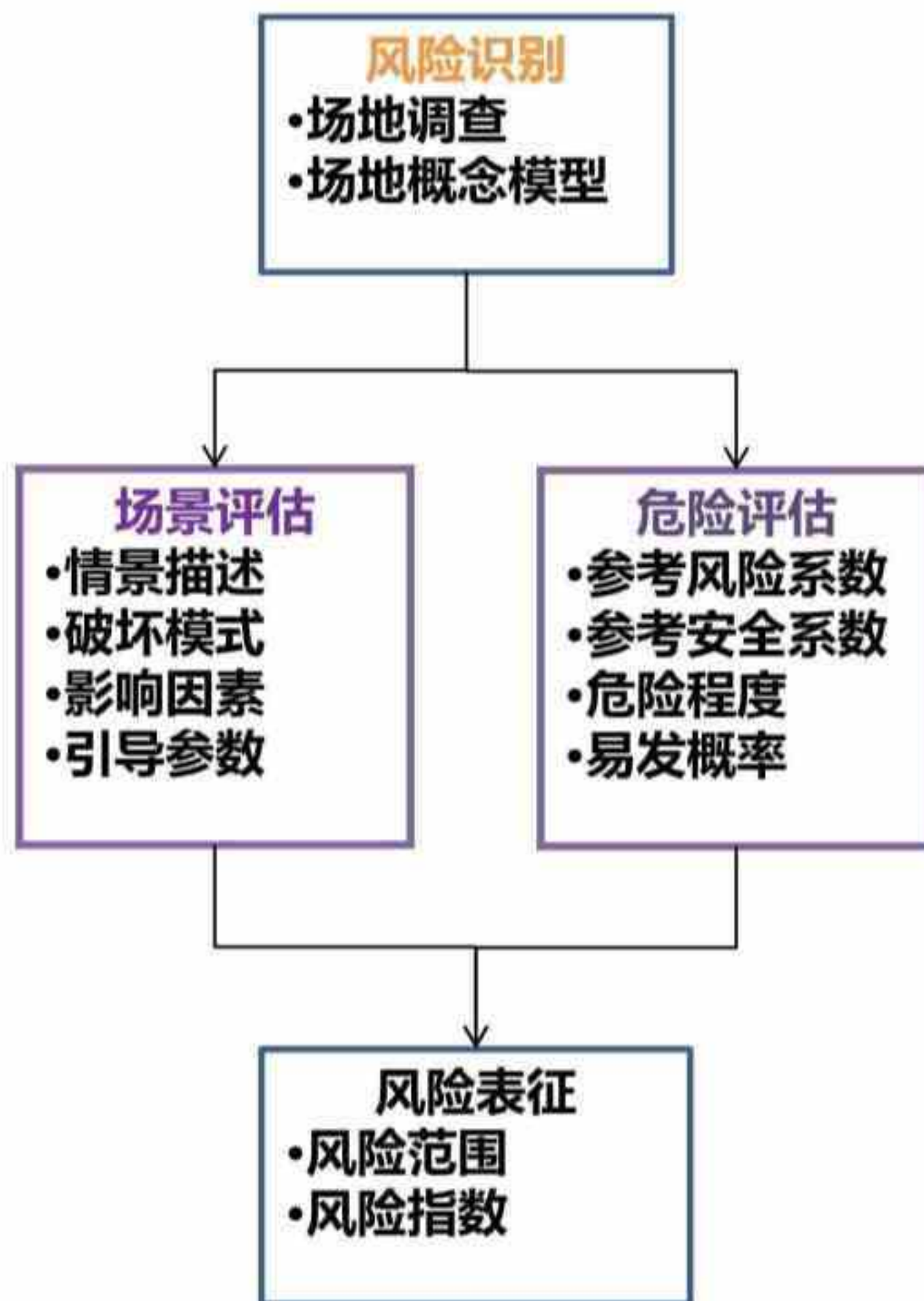
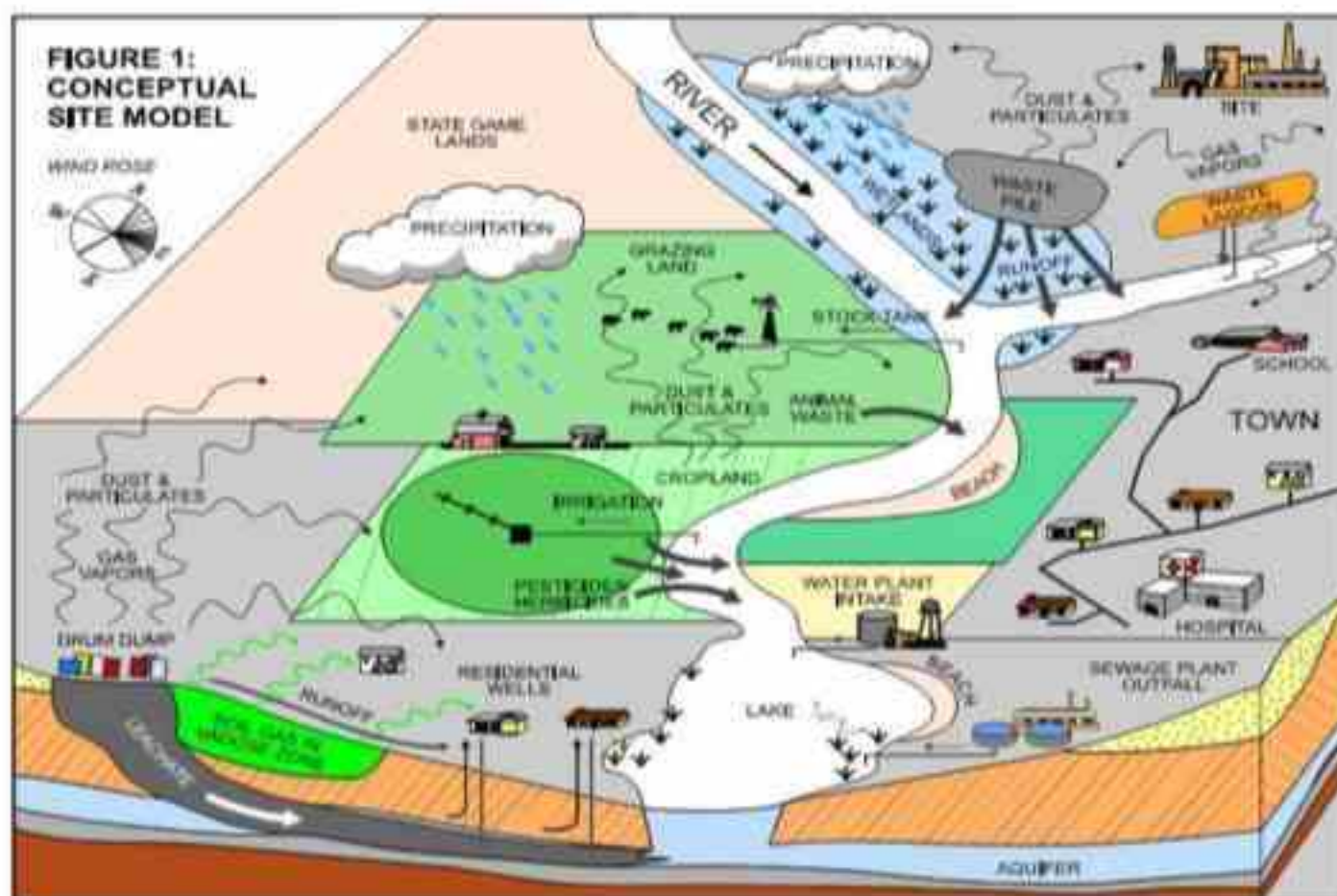


空间问题的风险评价方法

地质灾害、地下水污染、土壤污染

- 风险评价：
 - 描述危险发生的可能性及其潜在影响效应的方法
 - 空间问题风险评价、预测预警
- 注释：
 - 是一种预测技术，不是问题诊断工具，是个体与群体风险预测
 - 一般用概率或可能性来表示
 - 预测和评估现状或未来情景下的风险，不追溯以前风险
 - 关注危险源本身及其环境影响

常规风险评价的基本程序



污染风险评价软件

RBCA（国际流行风险评估软件）风险计算 因子计算模型参数输入_土壤参数

Prepare Input Data
Data Complete? (■ = yes, ■ = no)

■ Exposure Pathways

↓

■ Constituents of Concern (COCs)

↓

■ Transport Models

↓

■ **Soil Parameters**

↓

■ GW Parameters

↓

■ Air Parameters

Site-Specific Soil Parameters

1. Soil Source Zone Characteristics

Hydrogeology

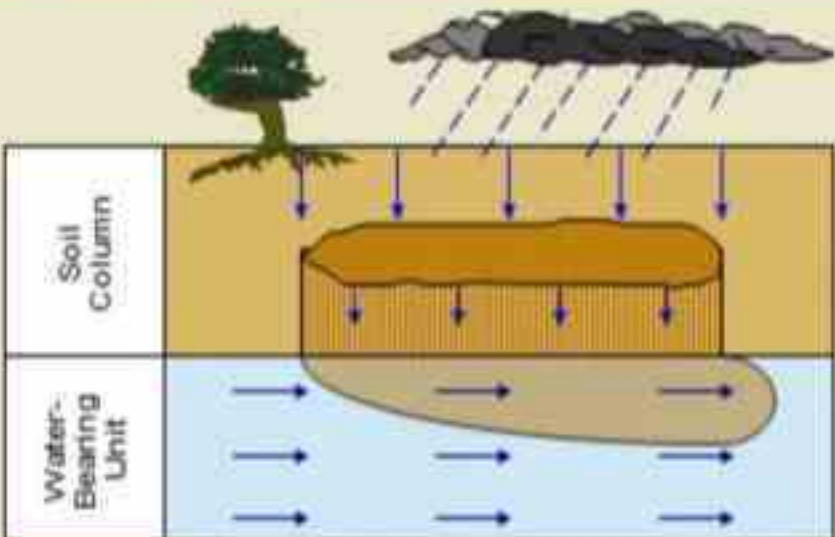
Depth to water-bearing unit	3	(m)
Capillary zone thickness	0	(m)
Soil column thickness	3	(m)

Affected Soil Zone

Depth to top of affected soils	0	(m)
Depth to base of affected soils	3	(m)
Length of affected soil parallel to assumed GW flow direction	45	(m)

Res/Com Construction

Affected soil area	2025	(m ²)
Length of affected soil parallel to assumed wind direction	45	(m)



The diagram illustrates the soil source zone characteristics. It shows a cross-section of the ground with a tree on the left and rain falling from a cloud on the right. The soil column is shown with a water-bearing unit below it. Arrows indicate the flow of water and air through the soil column and into the water-bearing unit.

Site Name: Job ID:

Location: Date: 0-Jan-00

Compl. By:

2. Surface Soil Column

Predominant USCS Soil Type

Enter Direct ▼

	Vadose Zone	Capillary Fringe
Volumetric water content		(-)
Volumetric air content	0	(-)
Total porosity		(-)
Dry bulk density		(kg/L)
Vertical hydraulic conductivity		(cm/d)
Vapor permeability		(m ²)
Capillary zone thickness		(m)

Net Rainfall Infiltration

Net infiltration estimate

Enter Direct ▼

30.00	(cm/yr)
or	
0	(cm/yr)

Average annual precipitation

Partitioning Parameters

Fraction organic carbon - entire soil column	0.01	(-)
Fraction organic carbon - root zone	0.01	(-)
Soil/water pH	6.8	(-)

3. Commands and Options

Main Screen

Set Units

Use/Set Default Values

Print Sheet

Help

基于多证据分析技术的污染场地评价技术

综合具体场地样品中重金属元素间的相关性、浓度分布的统计学特性以及浓度在场地中的具体分布的分析结果，判断该场地是否被重金属污染

确定特定场地重金属背景浓度

污染物分布

污染物浓度正态检验

元素相关性分析

污染物源解析

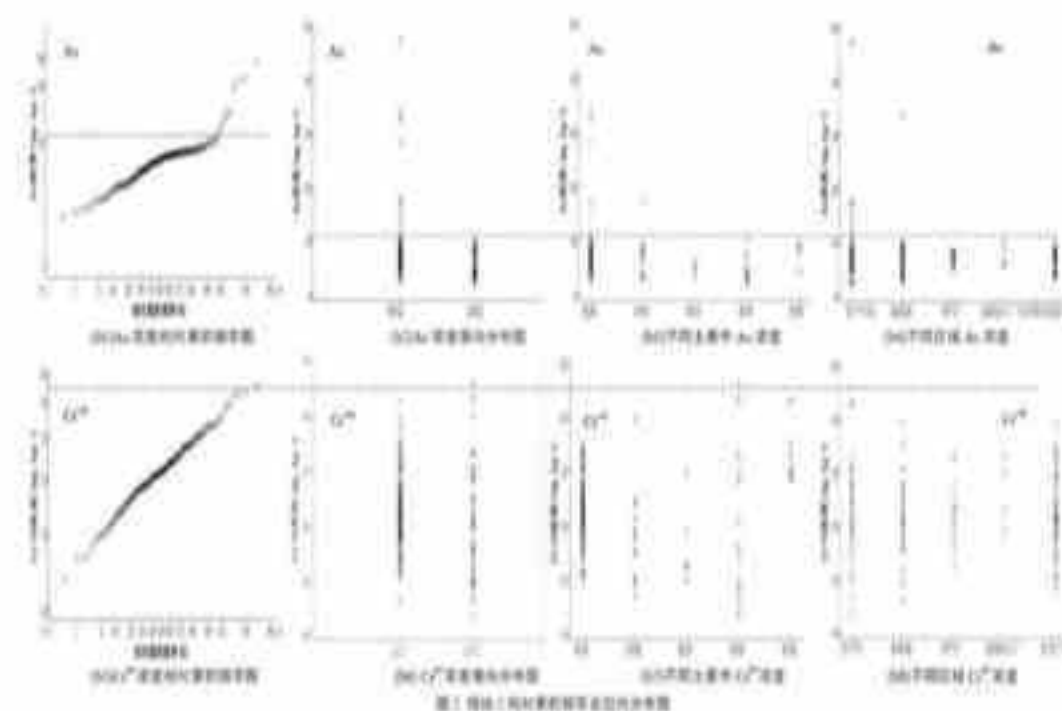
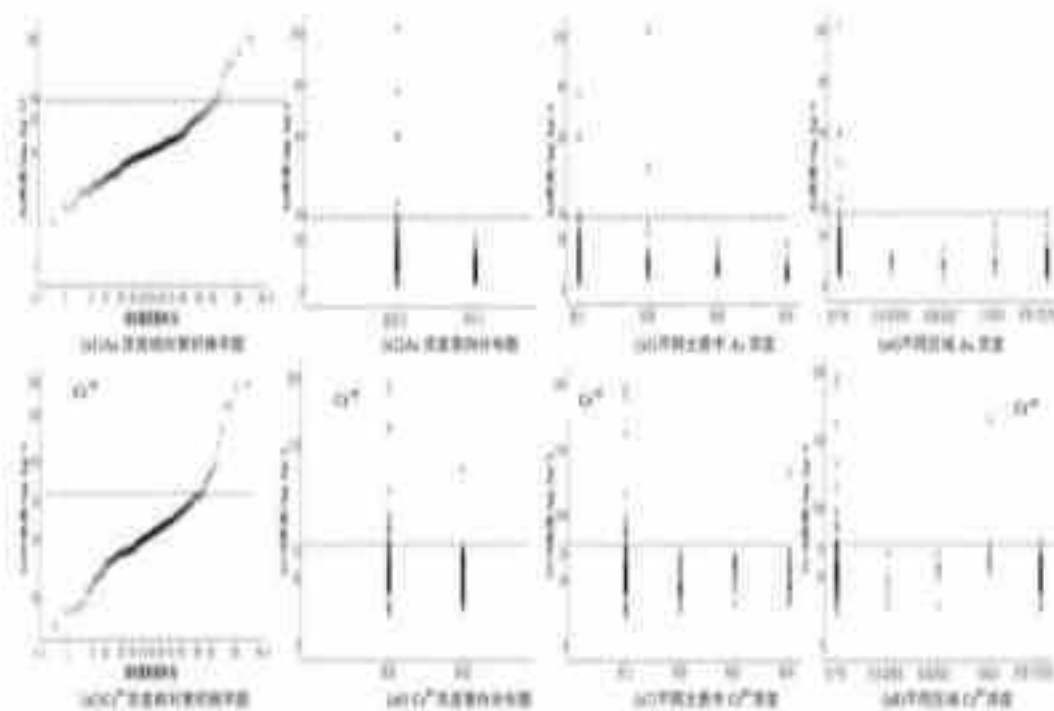
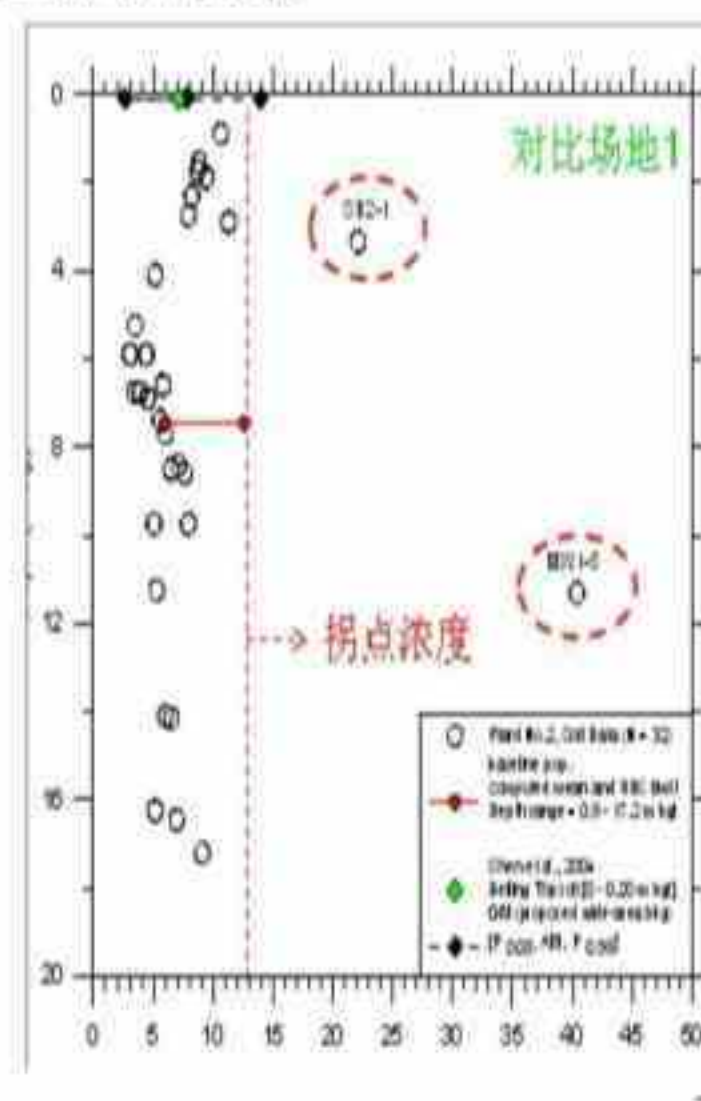
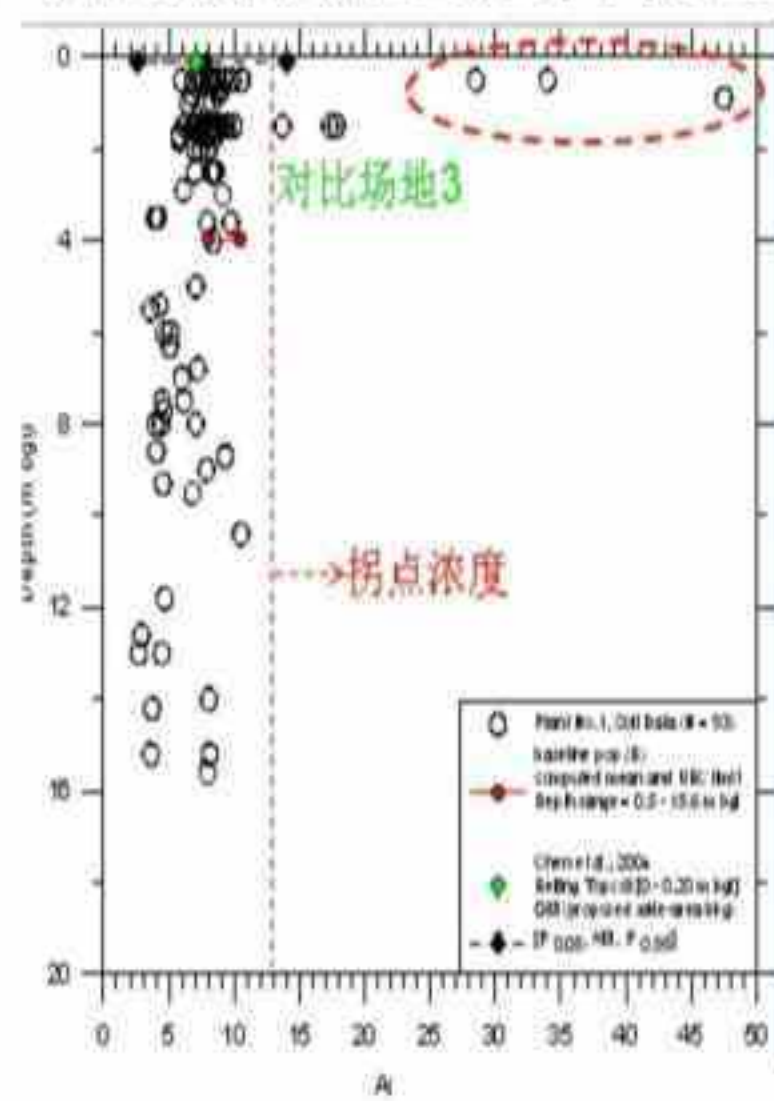
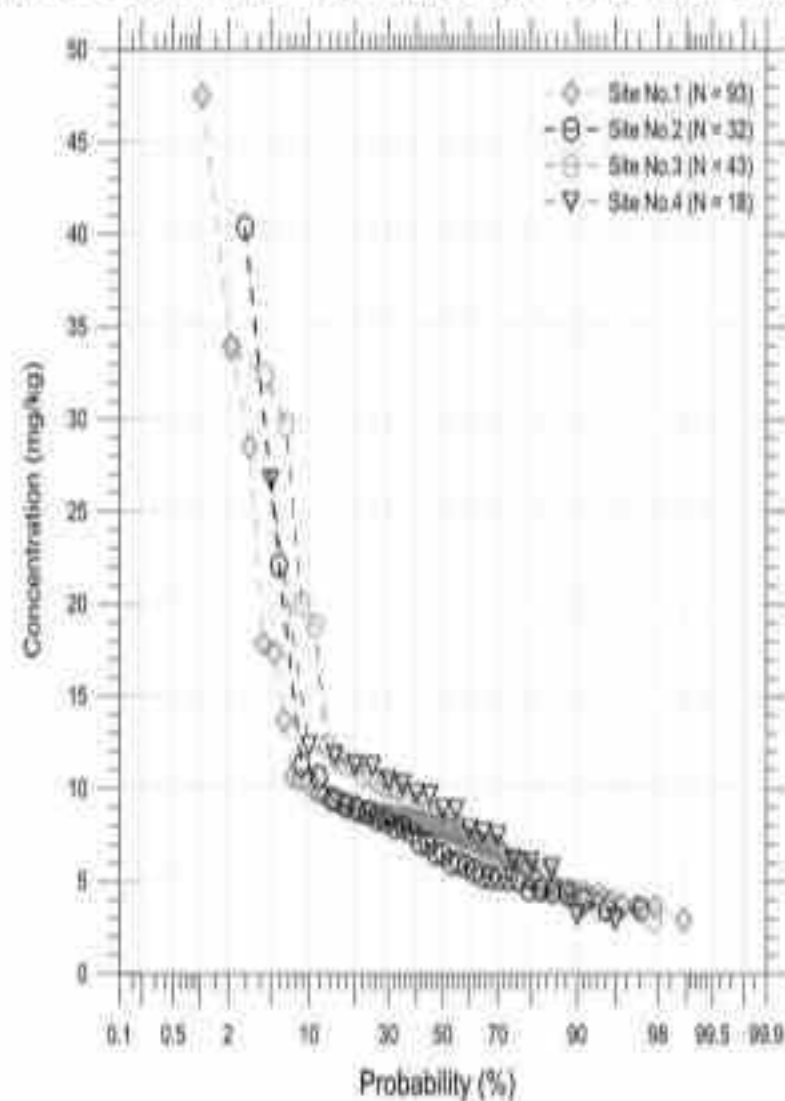


Fig.1 Relative cumulative probability and spatial distribution plot for site 1

Fig.2 Relative cumulative probability and spatial distribution plot for site 2

利用模型的数值模拟方法

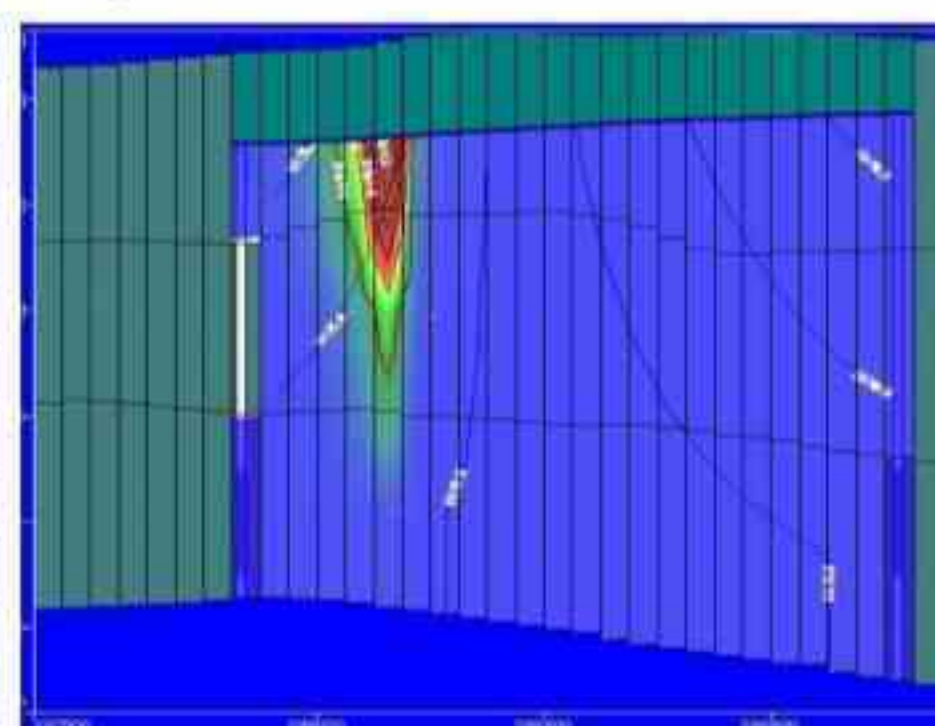
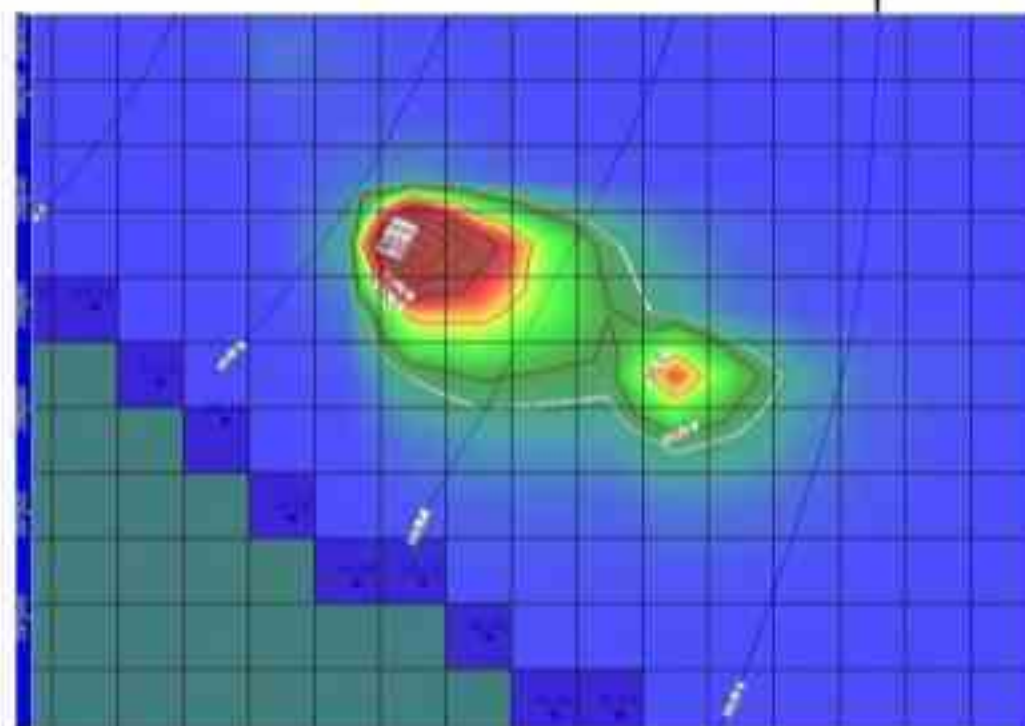
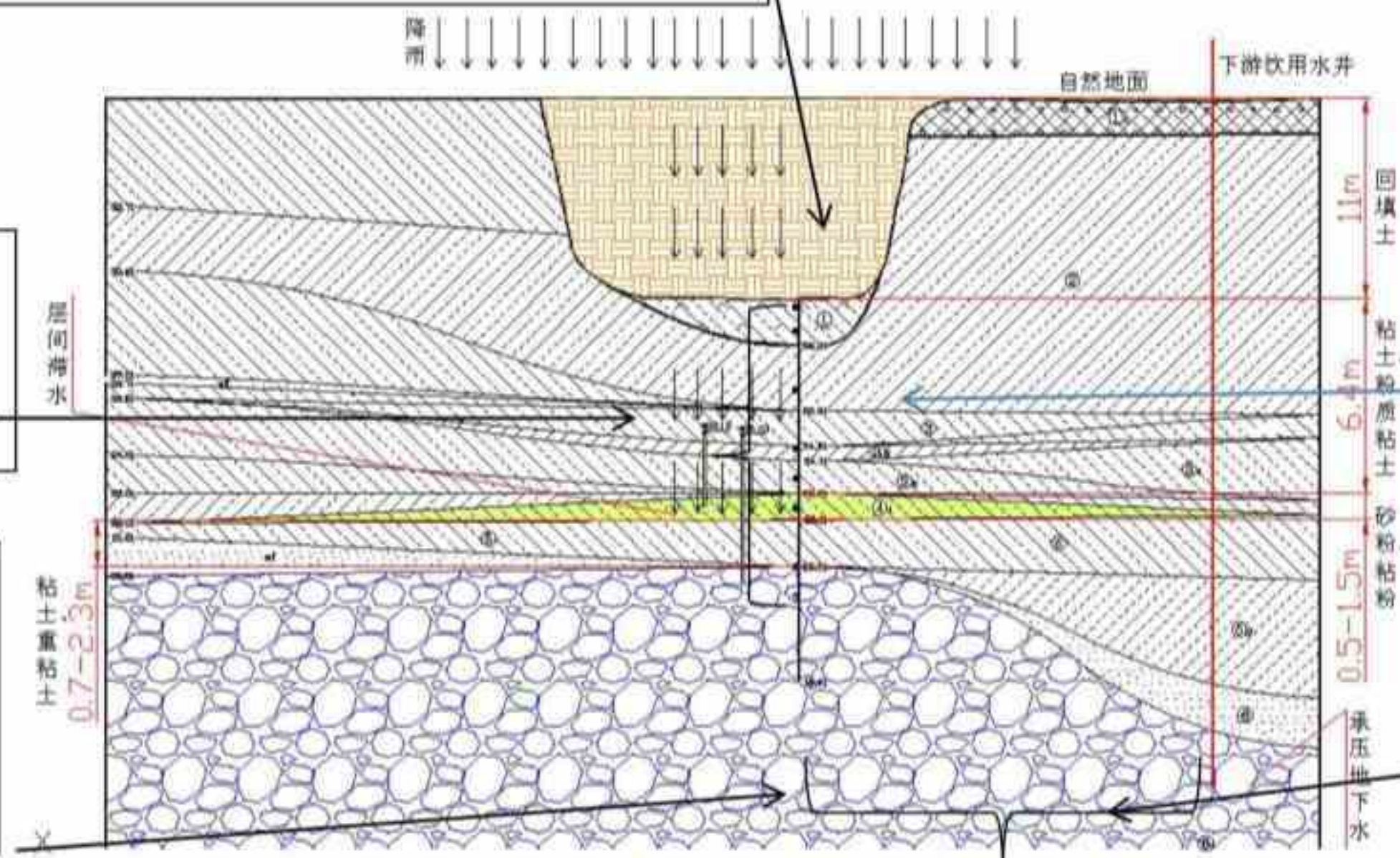
三相平衡模型预测浸出液是否超标

简单污染
五衰减模
型

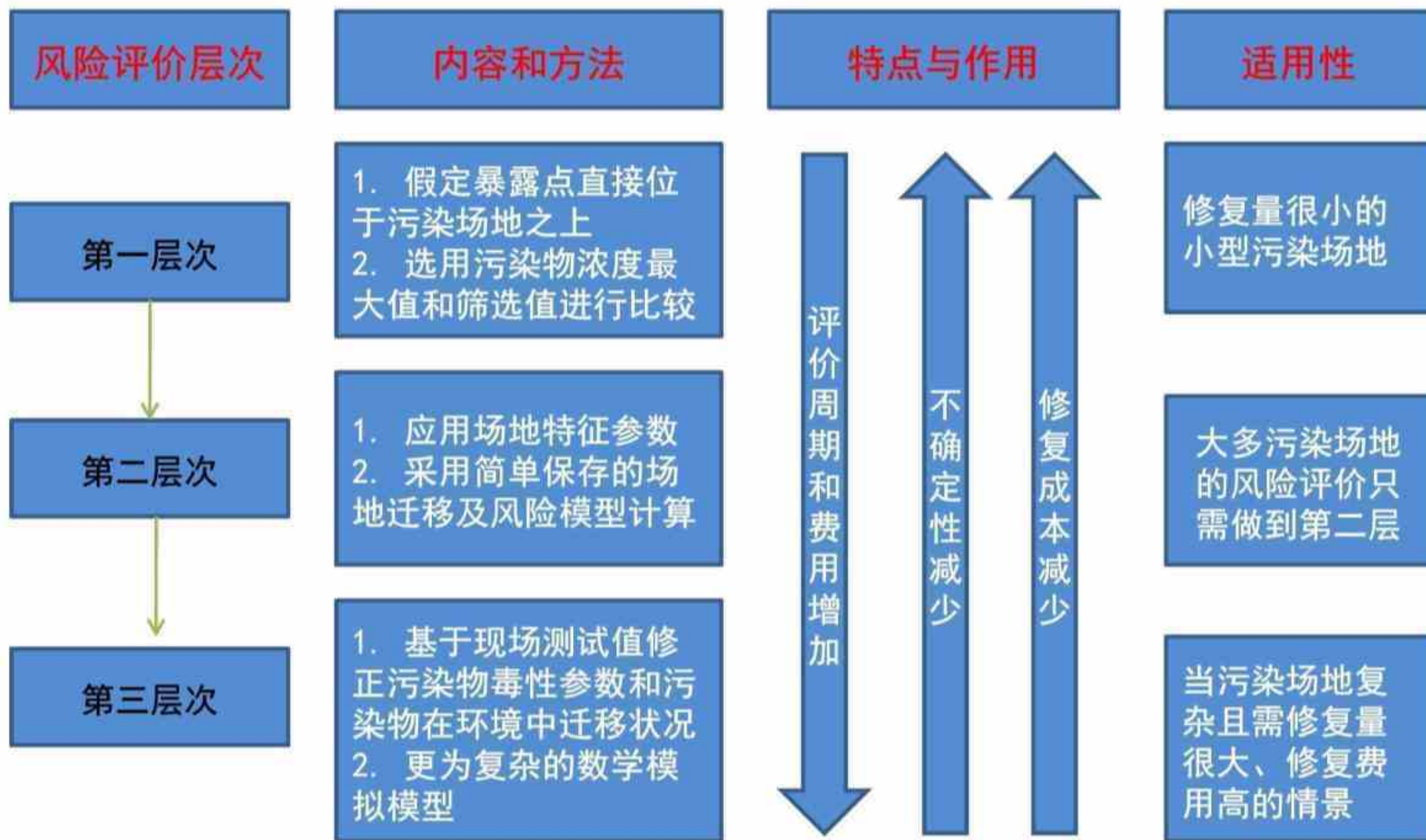
简单解析
模型如：
Deminico
模型

复杂的非饱
和带溶质迁
移模型

MODFLOW
模型



系统层次化风险评价方法



已有方法的特点

- 1) 属于单体、点、局部的风险评价方法
- 2) 依据原理、机理模型，有限数据，用于临灾预警
- 3) 过于简化或复杂，不适合于大范围问题
- 4) 难以一体化解决监测、评价、预测、预警等问题
- 5) 工作量大、成果不利于重复用，评价预测精度较低
- 6) 方法技术推广到全域，时间、经济、技术缺乏可行性

复杂问题，需要方法论、需要技术突破

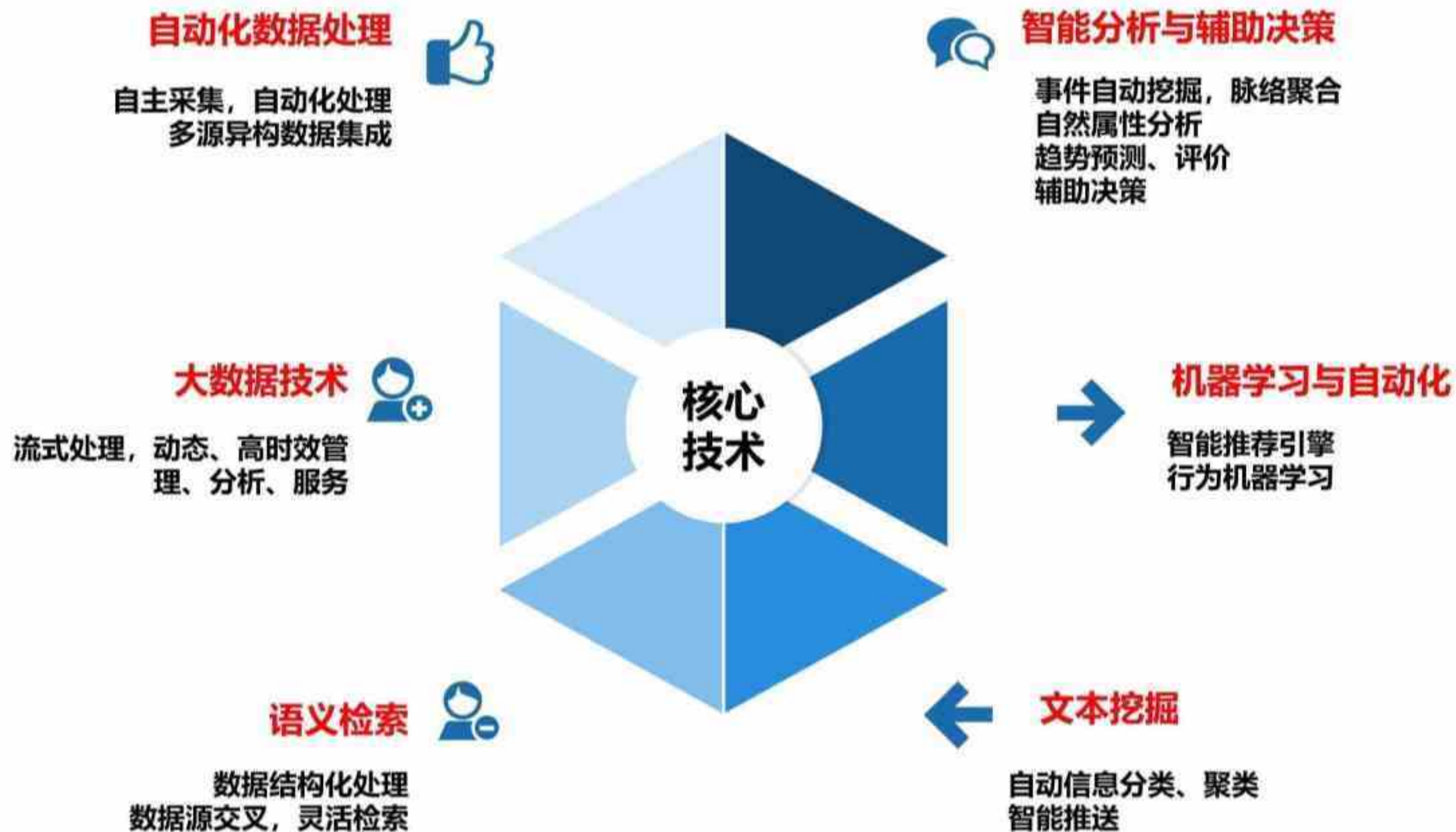
智能技术、表现是信息技术、但不是传统意义的信息系统

融合领域知识、数据与人工智能

空间智能

（面向空间问题的通用AI）

一般大数据应用技术



大数据应用存在的问题

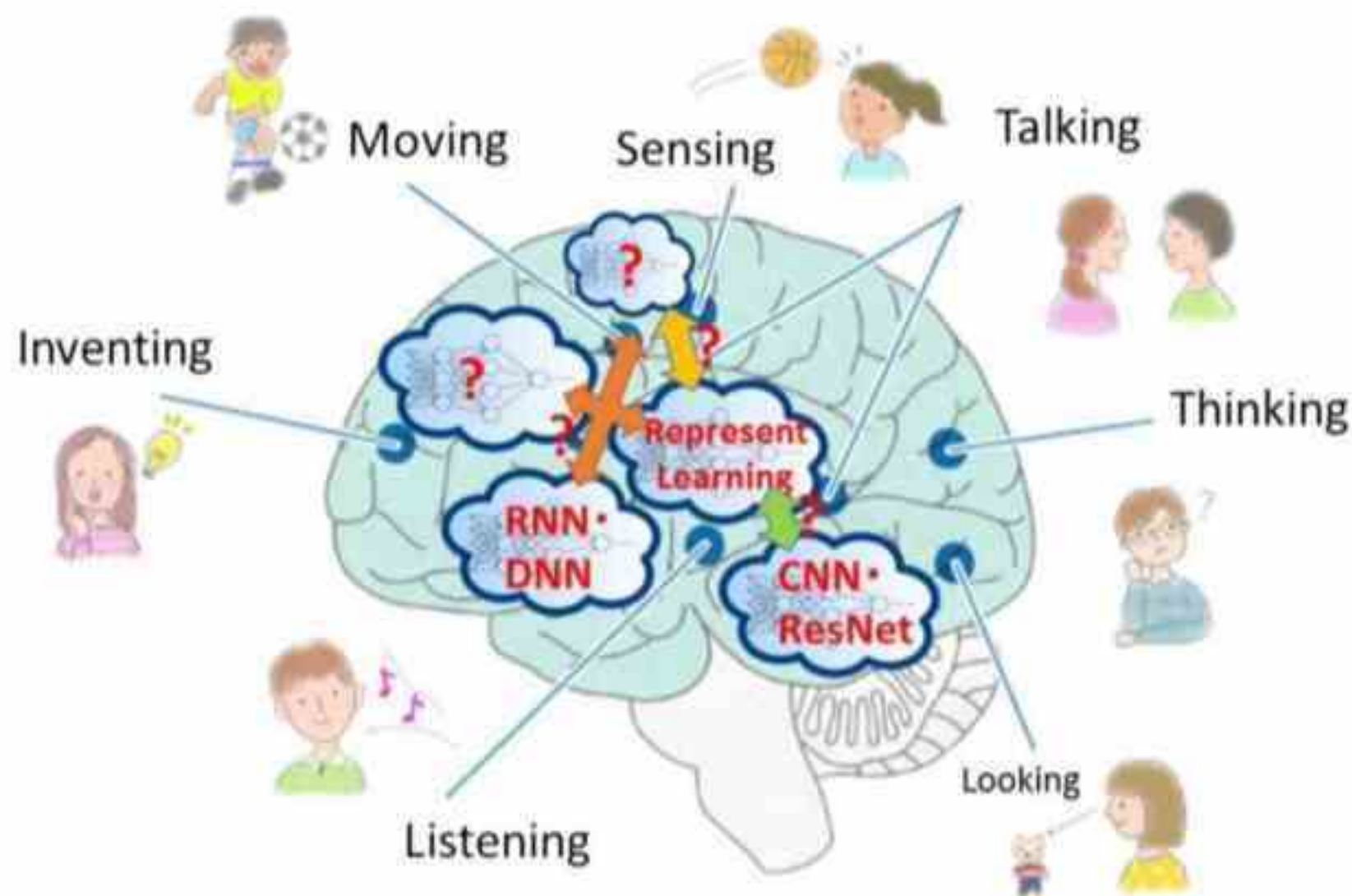
1. **数据：**海量、多源、异构且关联性、复杂性、动态性交织
2. **需求：**深度分析、融合、利用多模态数据、信息、知识
3. **方法：**数据动态、模型动态、知识自动化、人工智能
4. **趋势：**更精准、高效、更深度，短中长预知与预测

目前问题表现：有大数据，有技术、有平台、**问题依然存在**

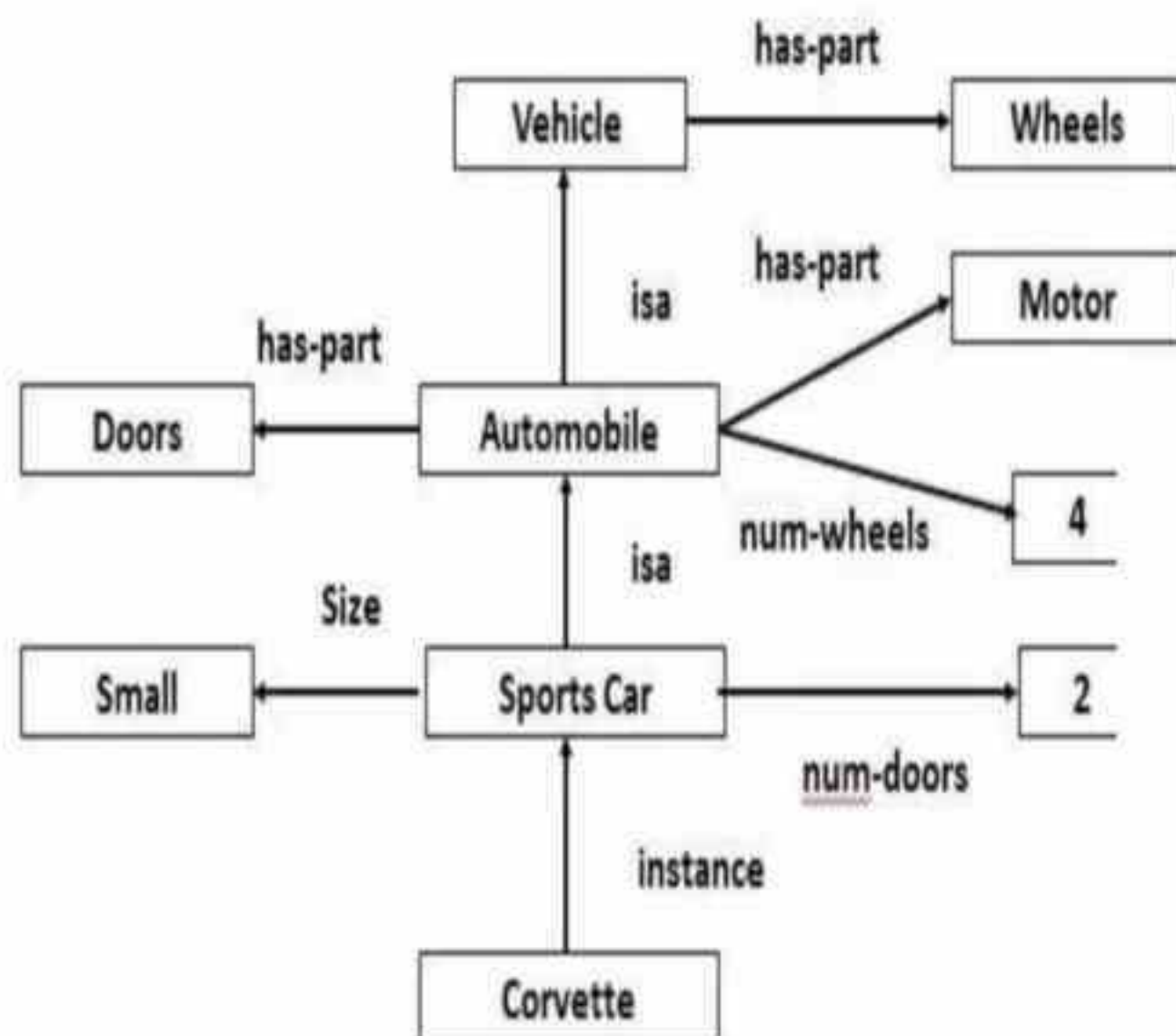
问题没理解透、方法没设计好、技术创新不足、数据质量差

人工智能技术，本身存在局限性

深度学习的局限性

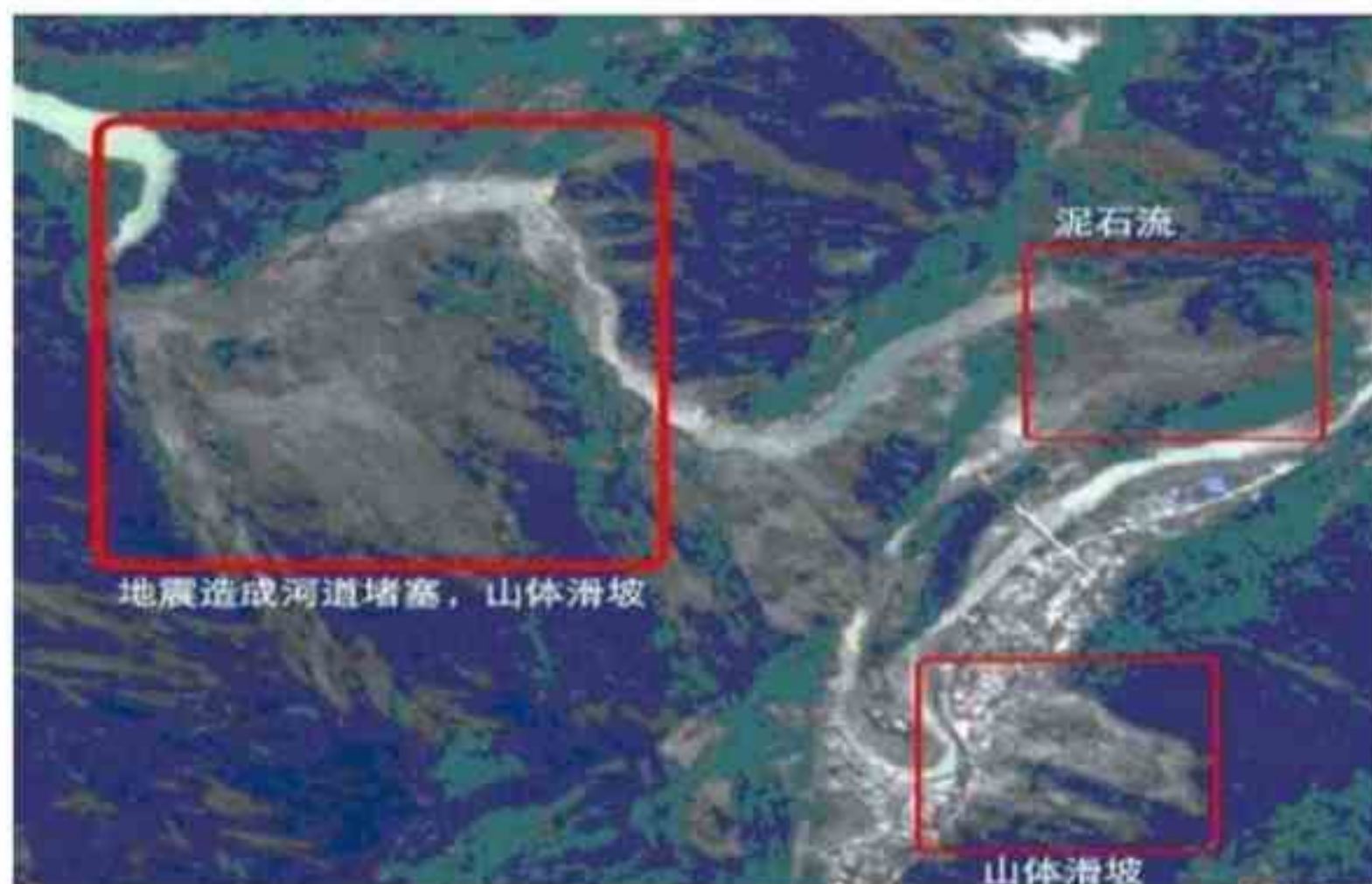


知识图谱的局限性



空间智能问题，没有好的解决方案

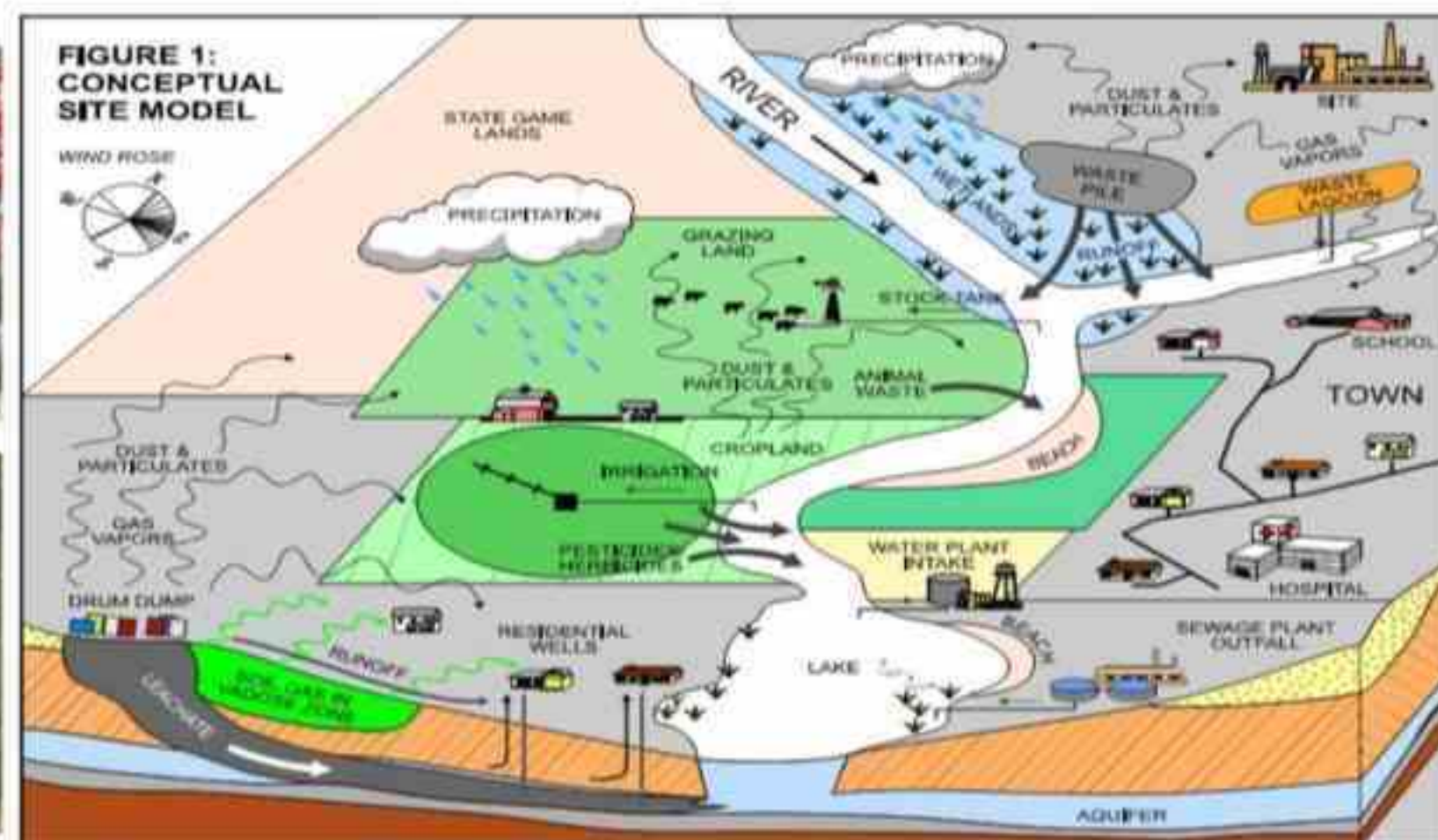
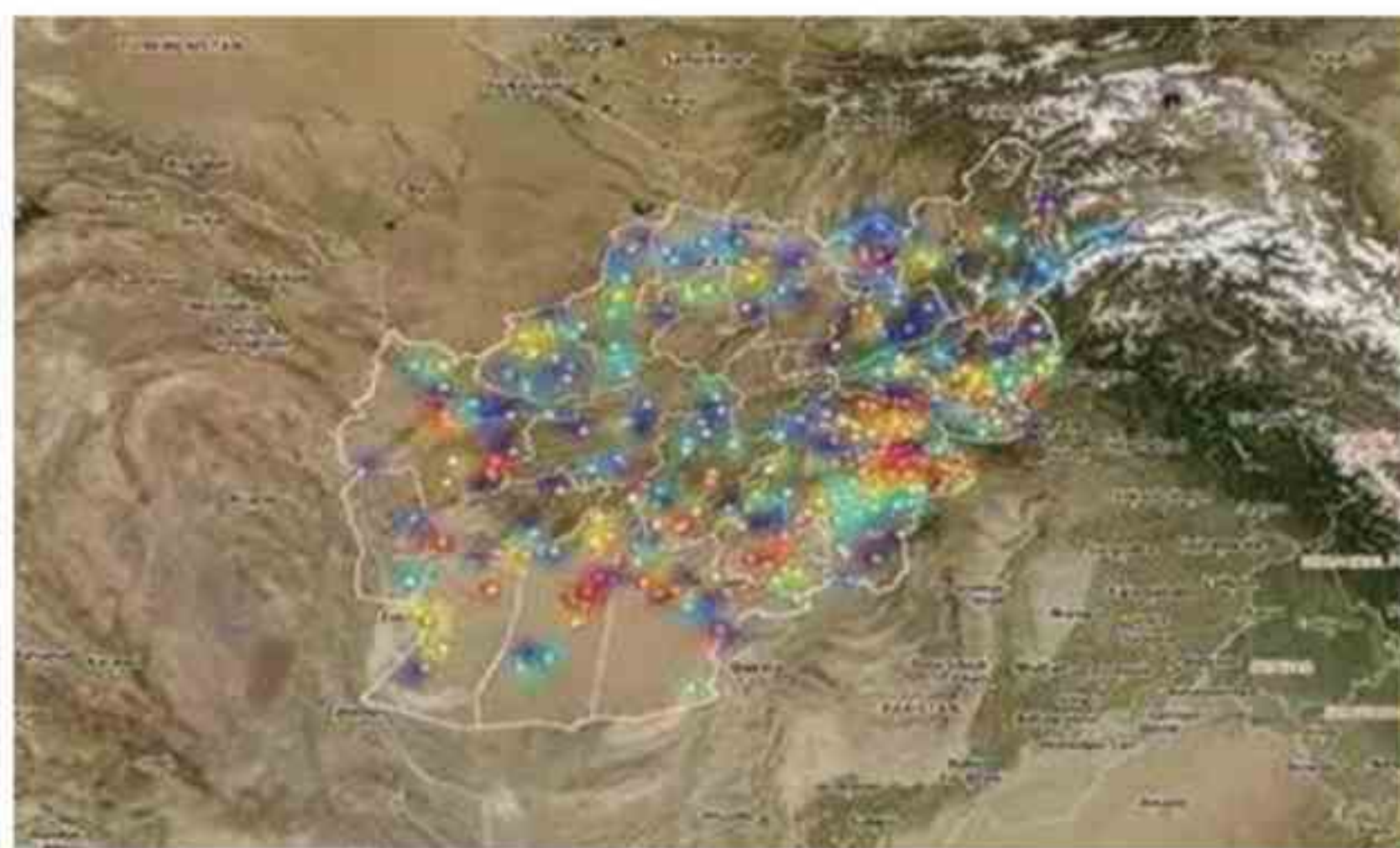
面向灾害、环境、地下水风险评估等问题的空间智能



焦点目标检测

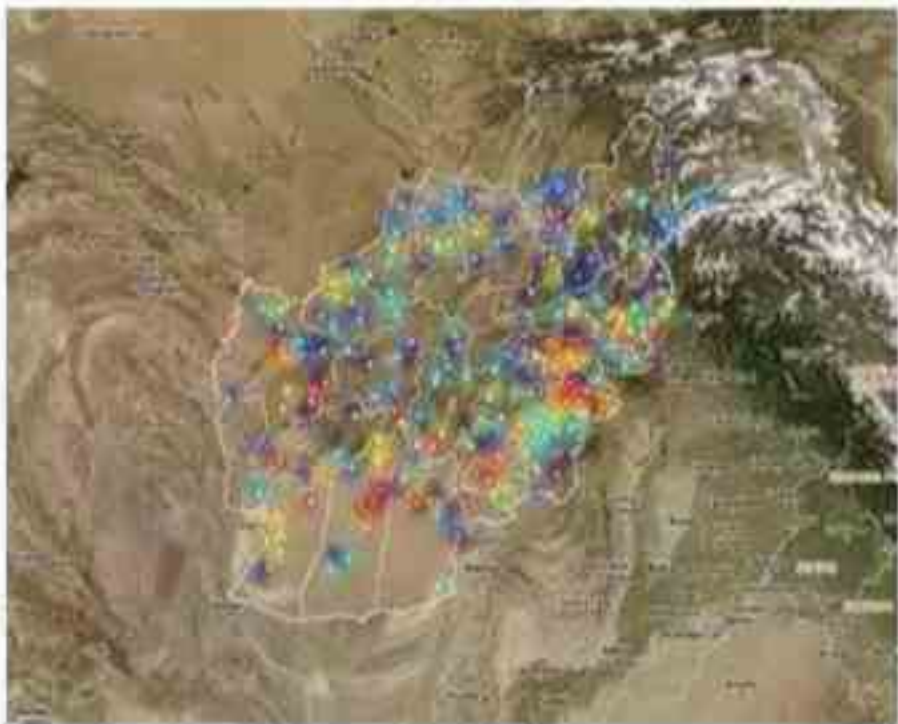


环境要素获取



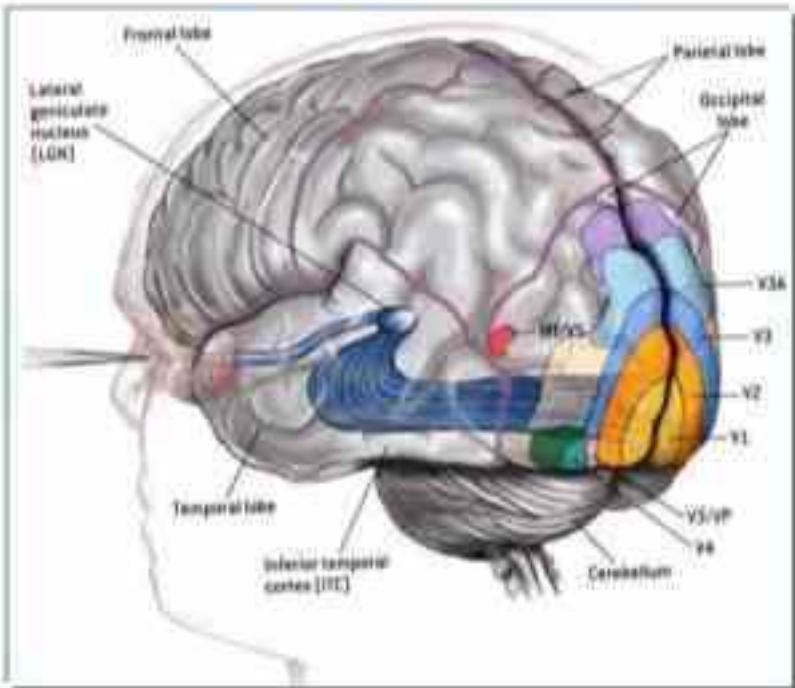
面向灾害、环境、地下水风险评估等问题的空间智能

场景数据

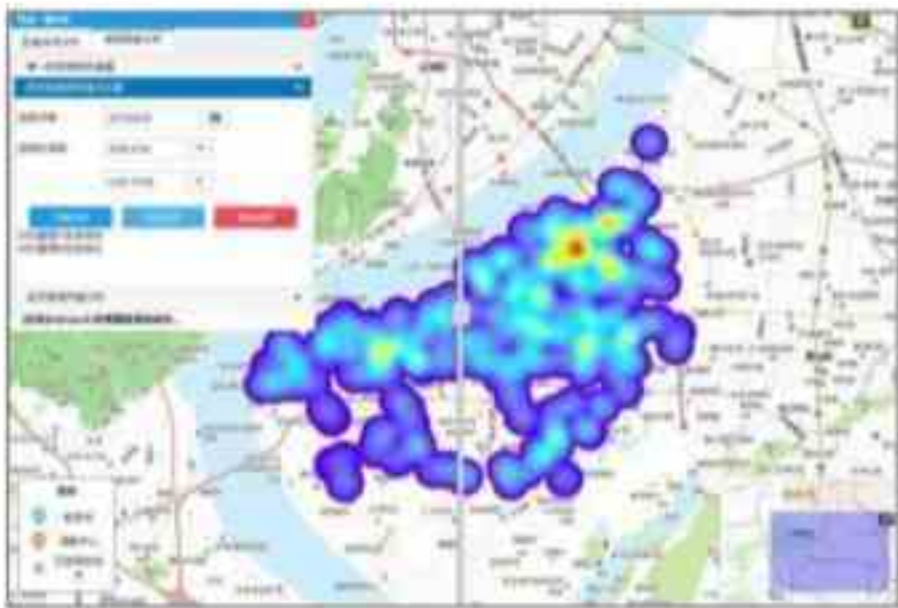


快速场景感知
详细数据采集

专家知识

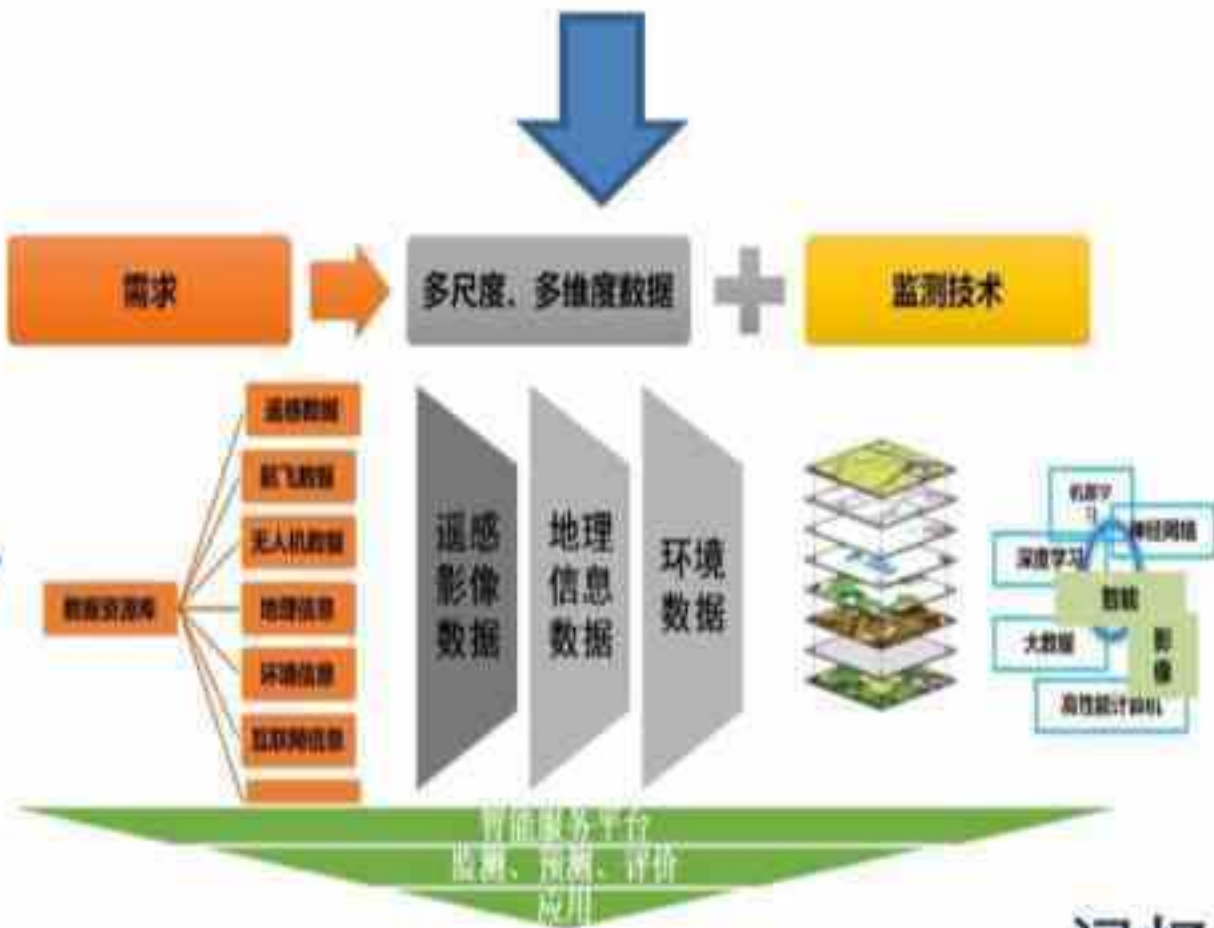


数据融合
知识融合
认知决策



人机交互

自动化
智能化、动态化



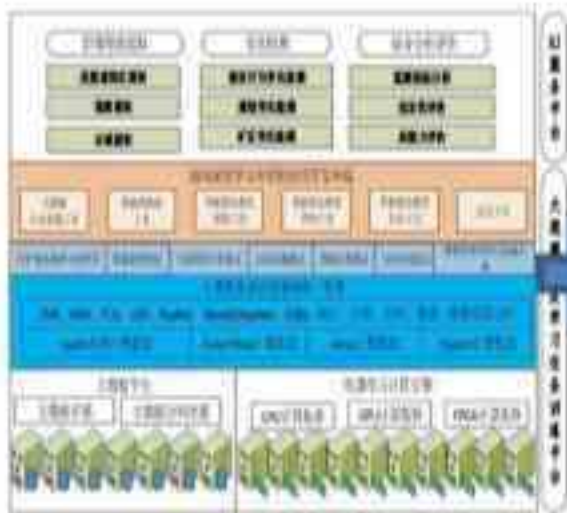
类脑智能计算

记忆、学习
推理、决策

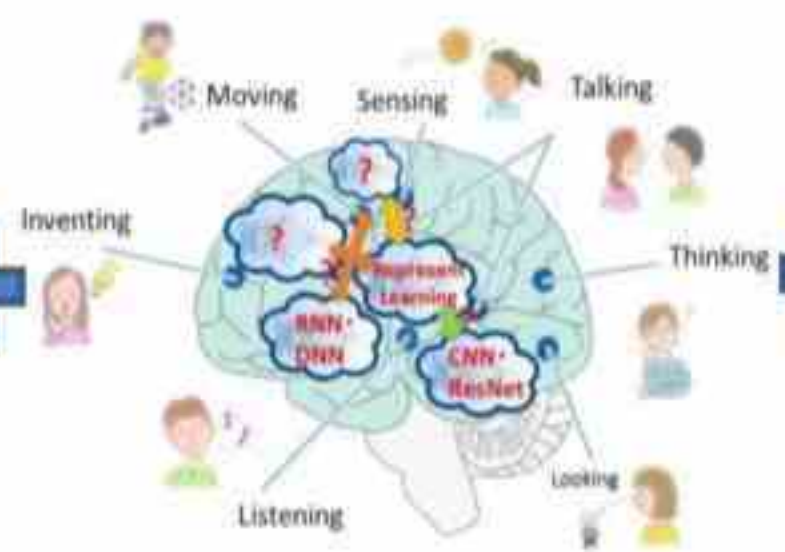
要点 2

类脑智能+空间专题=空间智能（核心技术）

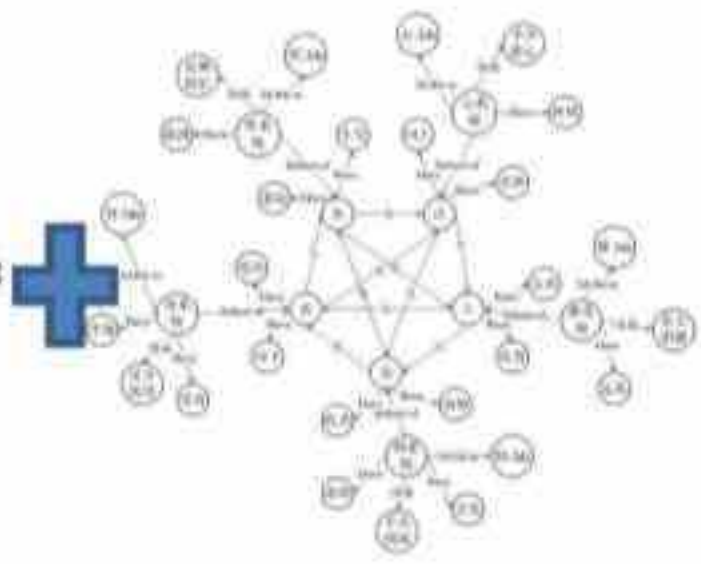
大数据



深度学习

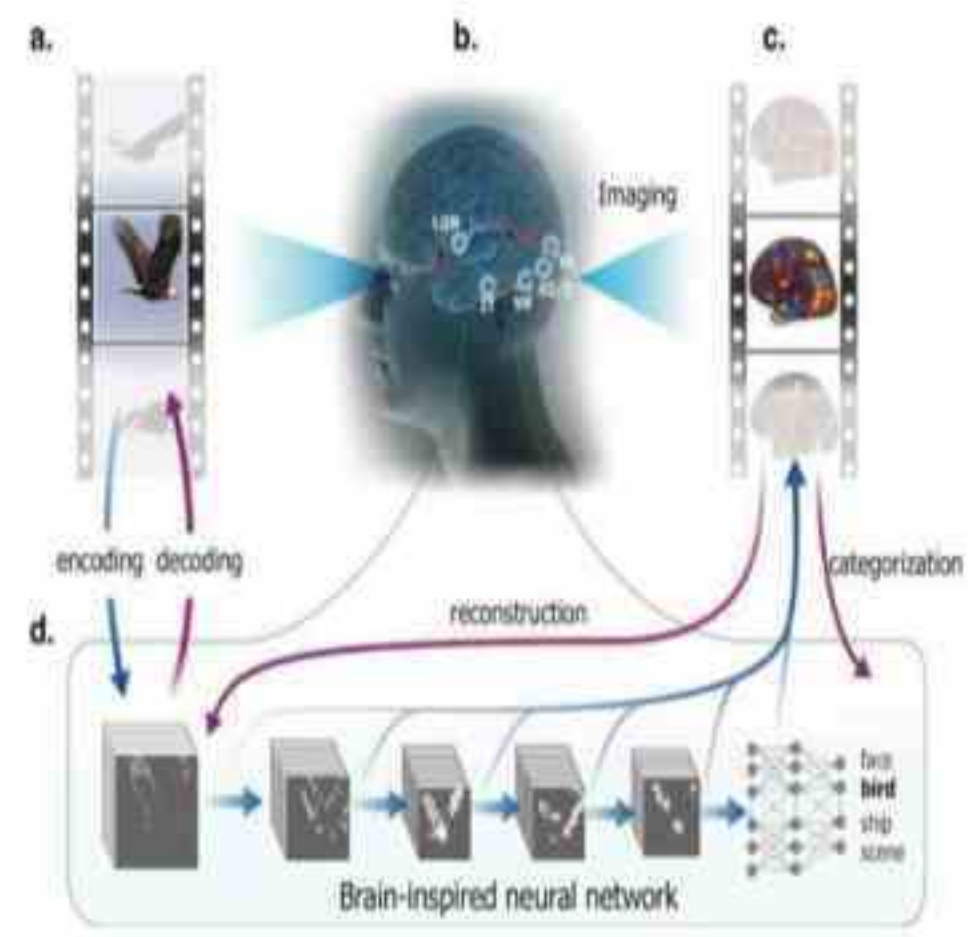


知识图谱



=

类脑智能



要点 3

空间智能（类脑智能）系统

智能服务

空间数据



多层次语义



空间常识知识

- **深度学习**：要素检测，实现变化监测
- **大数据**：整合大数据，实现学习记忆
- **人工智能**：利用领域知识，实现感知与认知决策，识别、预测

空间数据库

遥感数据

气象

基础地质

工程地质条件

监测

领域知识

空间大数据

空间知识图谱

空间智能



机器学习

语义推理

深度学习

数据融合

智能

决策

预测算法

智能服务平台
空间智能服务
应用

检测

监测

评价 评估

识别、预测

要点 4

空间大数据是基础

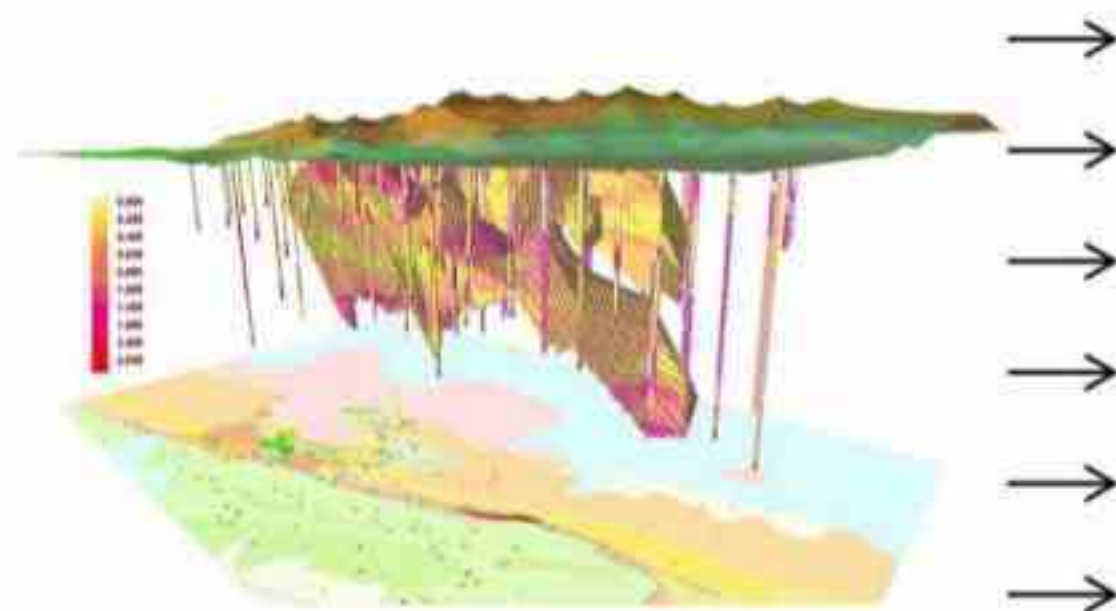
空间大数据整合与融合

空间信息模型

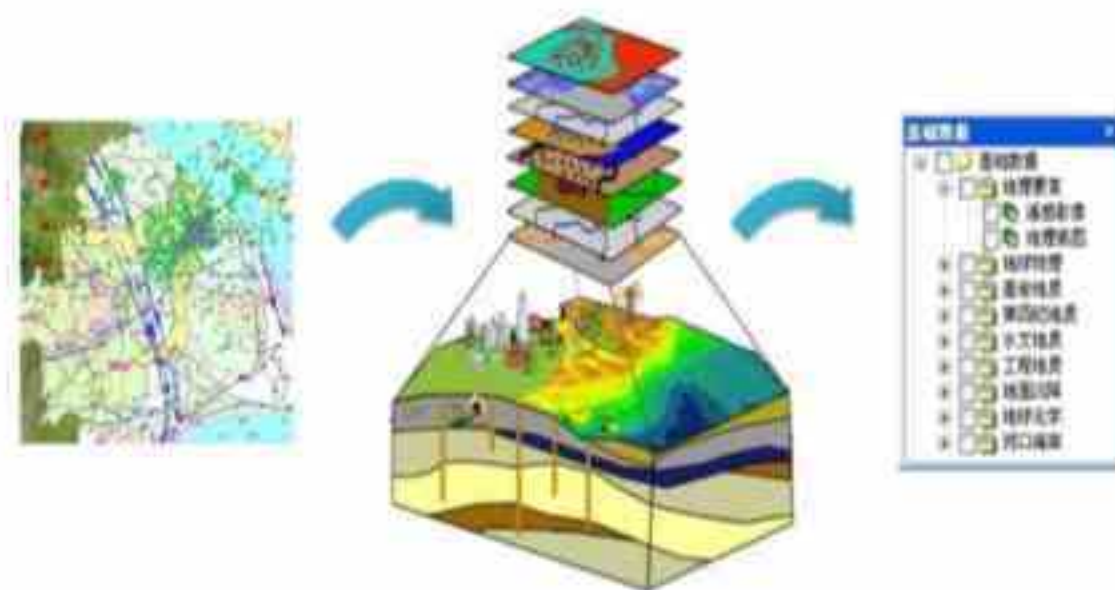
数据空间融合

数据时间融合

数据资源逻辑融合



三维分析模型



一张图

多维度空间数据融合



区域地质基础
区域断裂构造
区域物探数据
区域化探数据
区域环境数据
地下水资源
土壤与水源

遥感影像信息提取，背景

基于深度学习的信息提取



深度学习可识别图像中的对象、特征与模式，能够透析影像背后的深层次特征、揭示潜在信息，发现影像中人眼所不能发现的新模式。

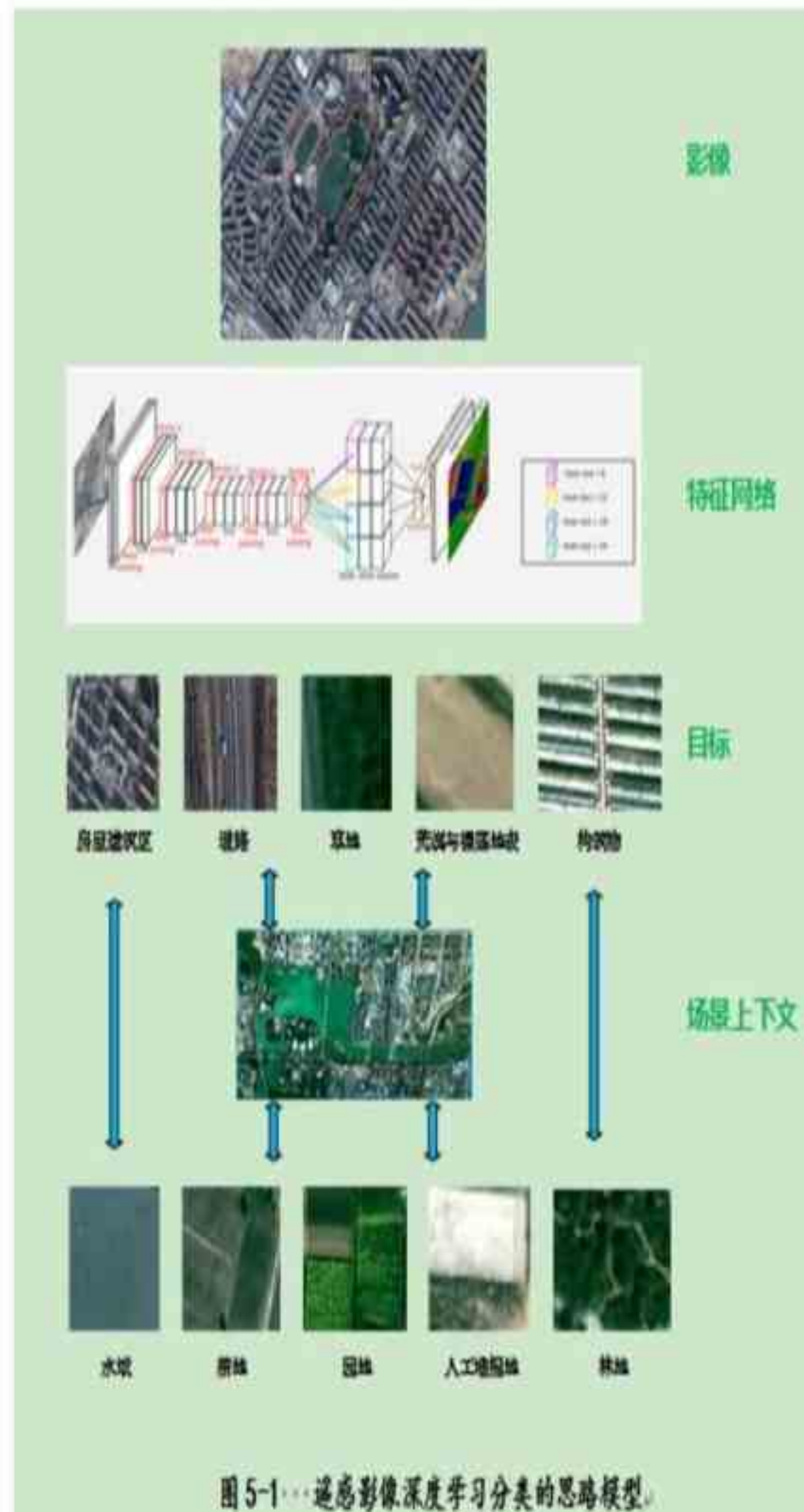
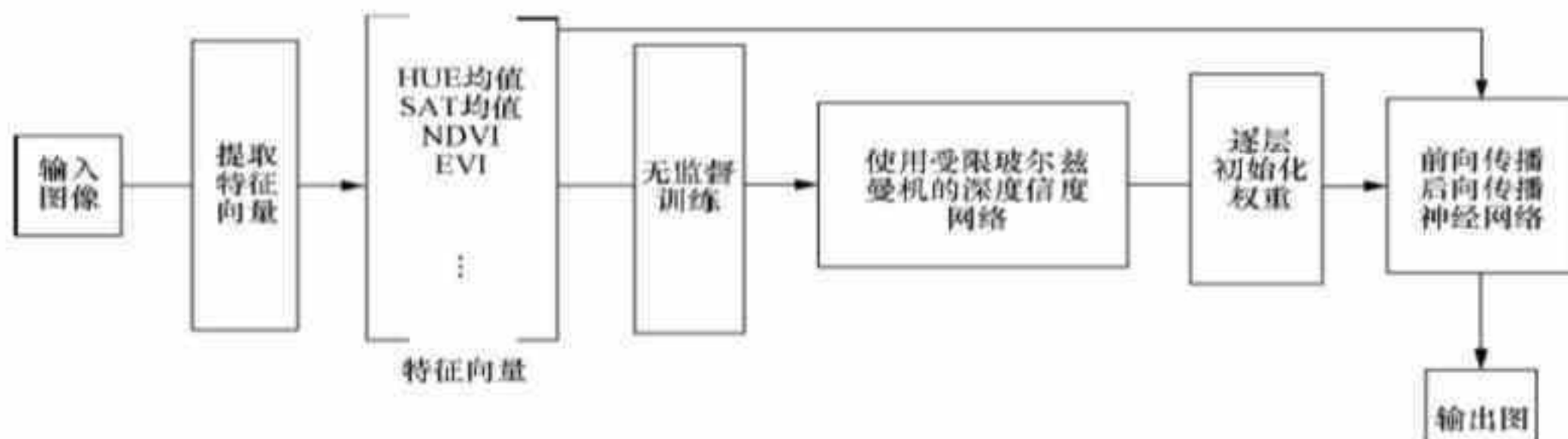


图5-1 遥感影像深度学习分类的思路模型

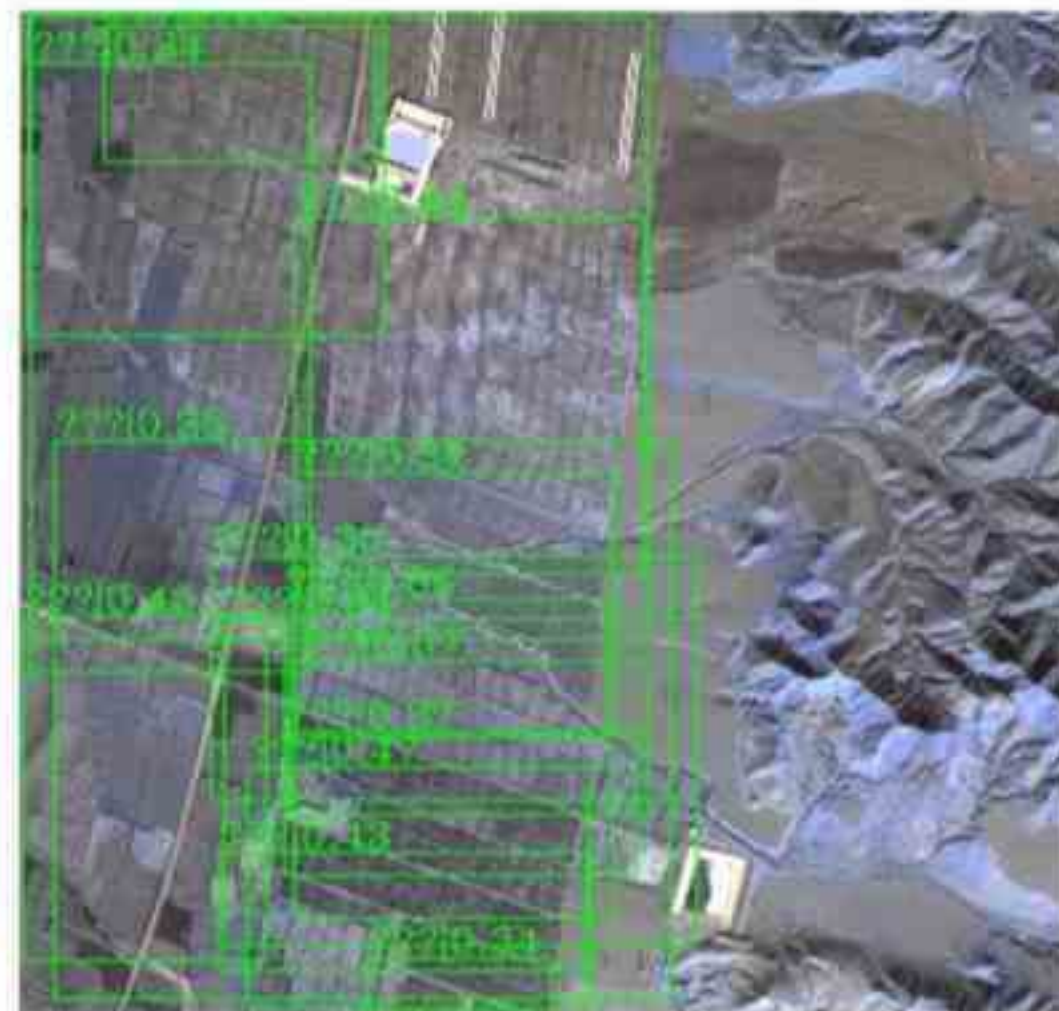
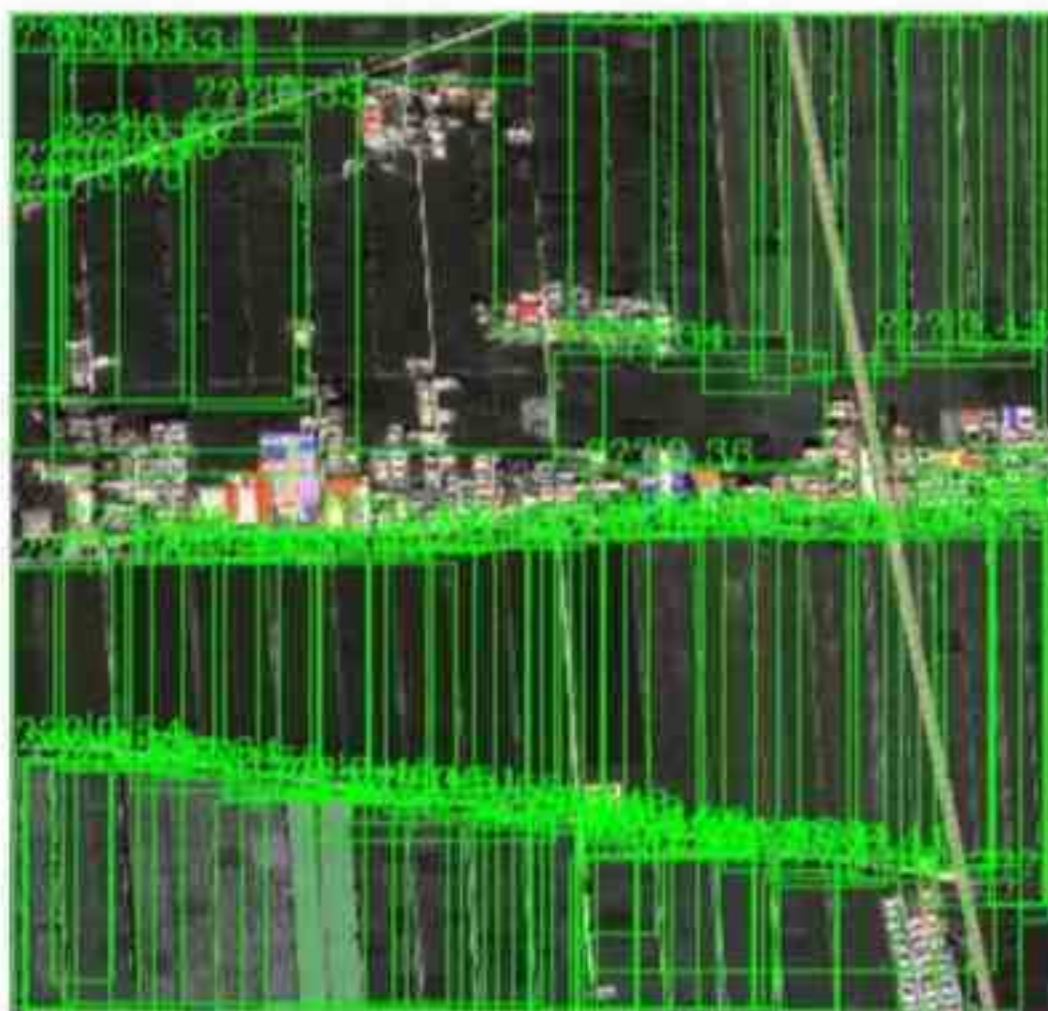
要点 6

深度学习目标检测

Region proposal network
(Gemini-RPN)

先生根据四通道的图像特征生成疑似是植被地的密集候选区域

召回率高达 98%

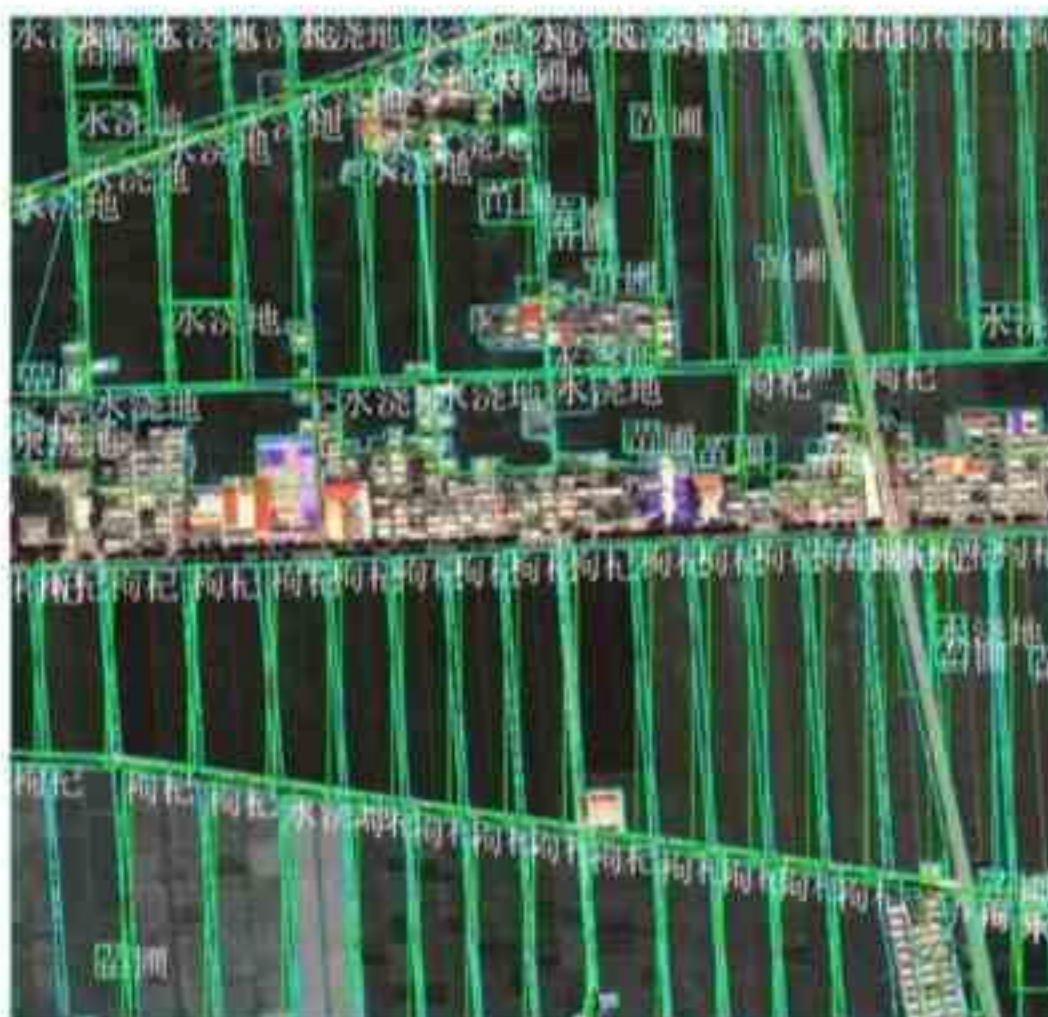


空间知识图谱
&
分类分割子网络

对每个候选区域，赋予空间信息和候选区域之间的关系信息

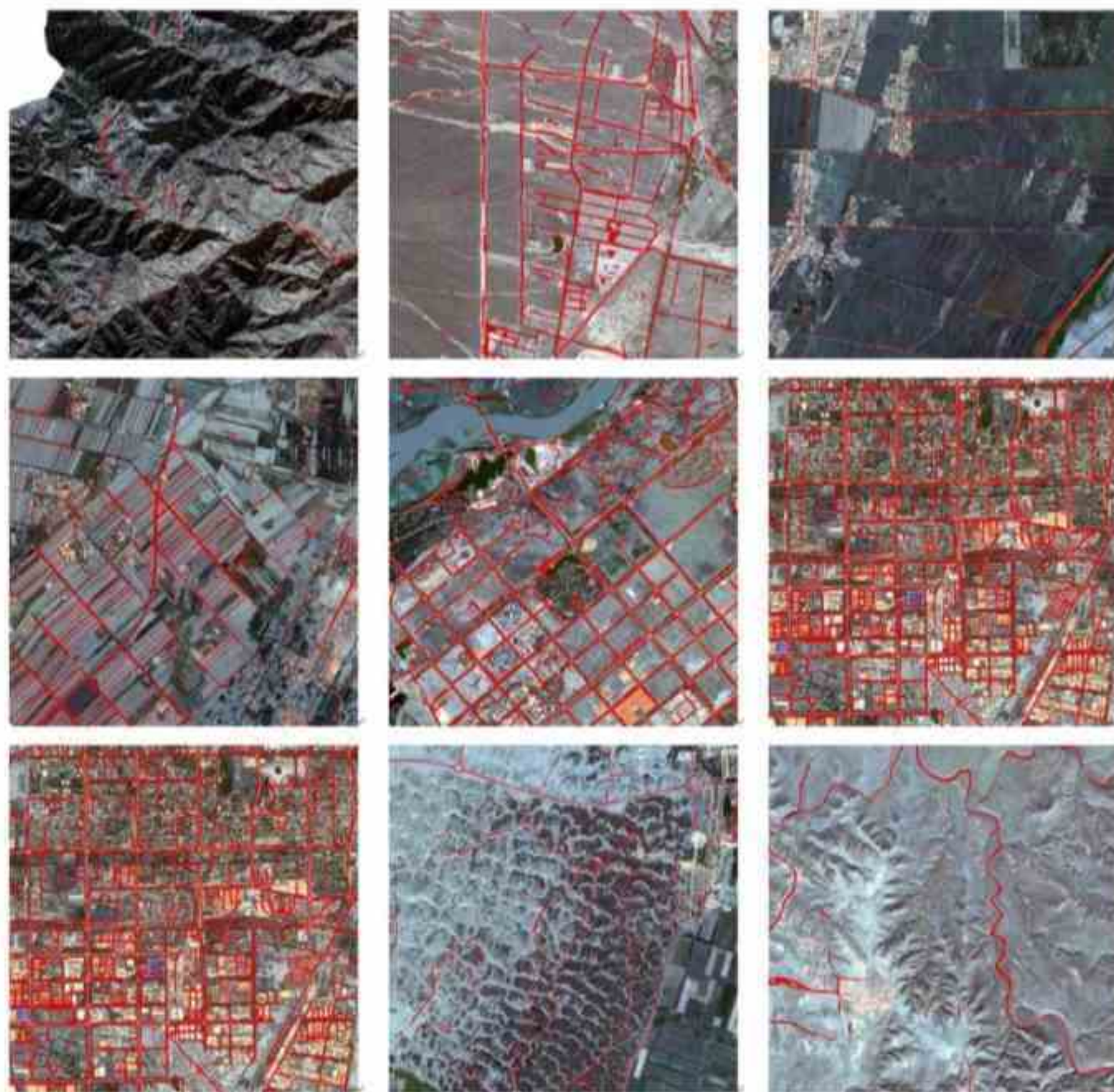
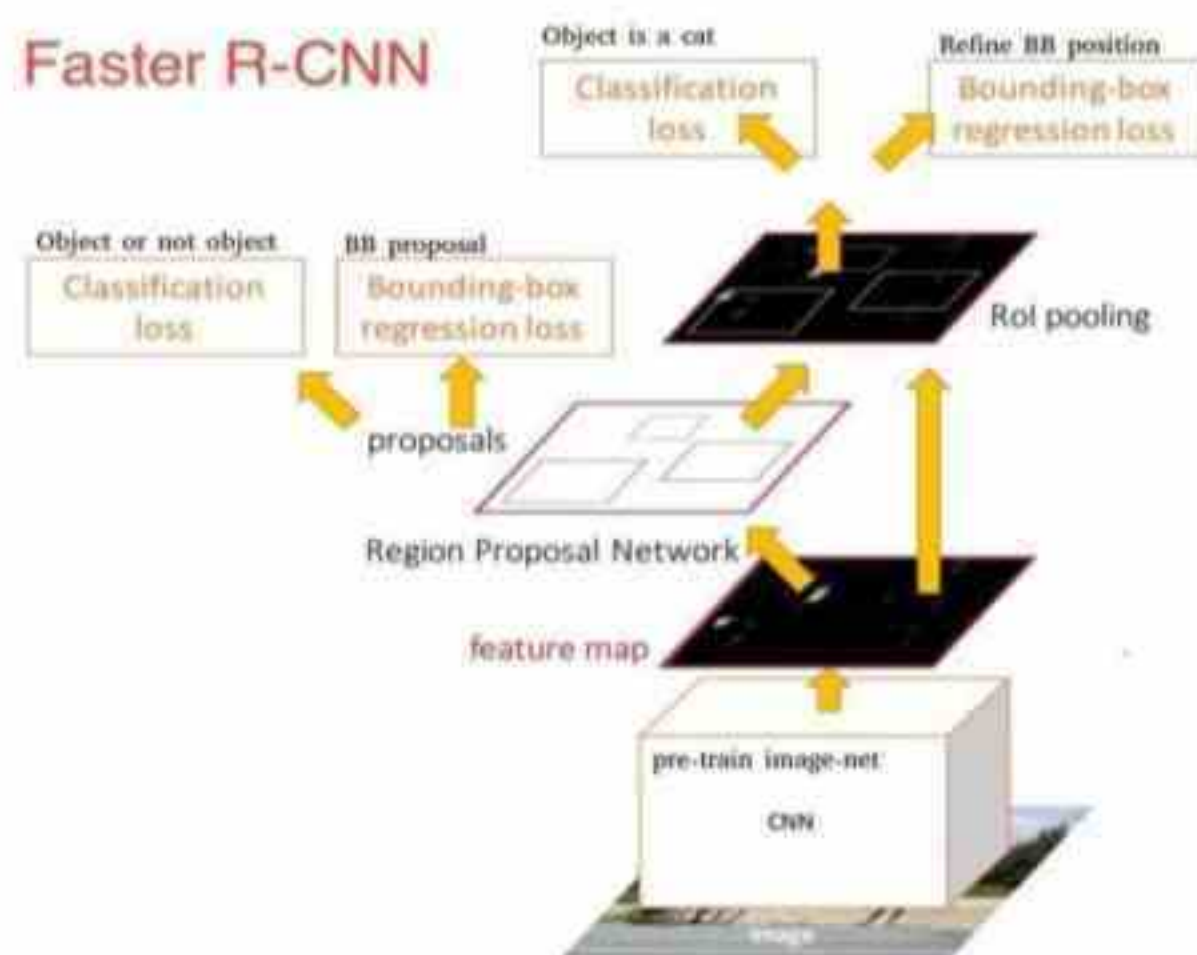
利用这些信息和图像特征，引入知识推理，进行分类

根据分类的类别，利用图像特征对每个候选区域进行分割



深度学习目标检测

遥感影像目标物，调查与监测



Gemini-RCNN: On awakening the potential capabilities in backbone with single model

Chengwei Pan¹

¹School of Computer & Communication Engineering, USTB

¹s20180679@xs.ustb.edu.cn

基于多尺度的道路网络提取结果示例

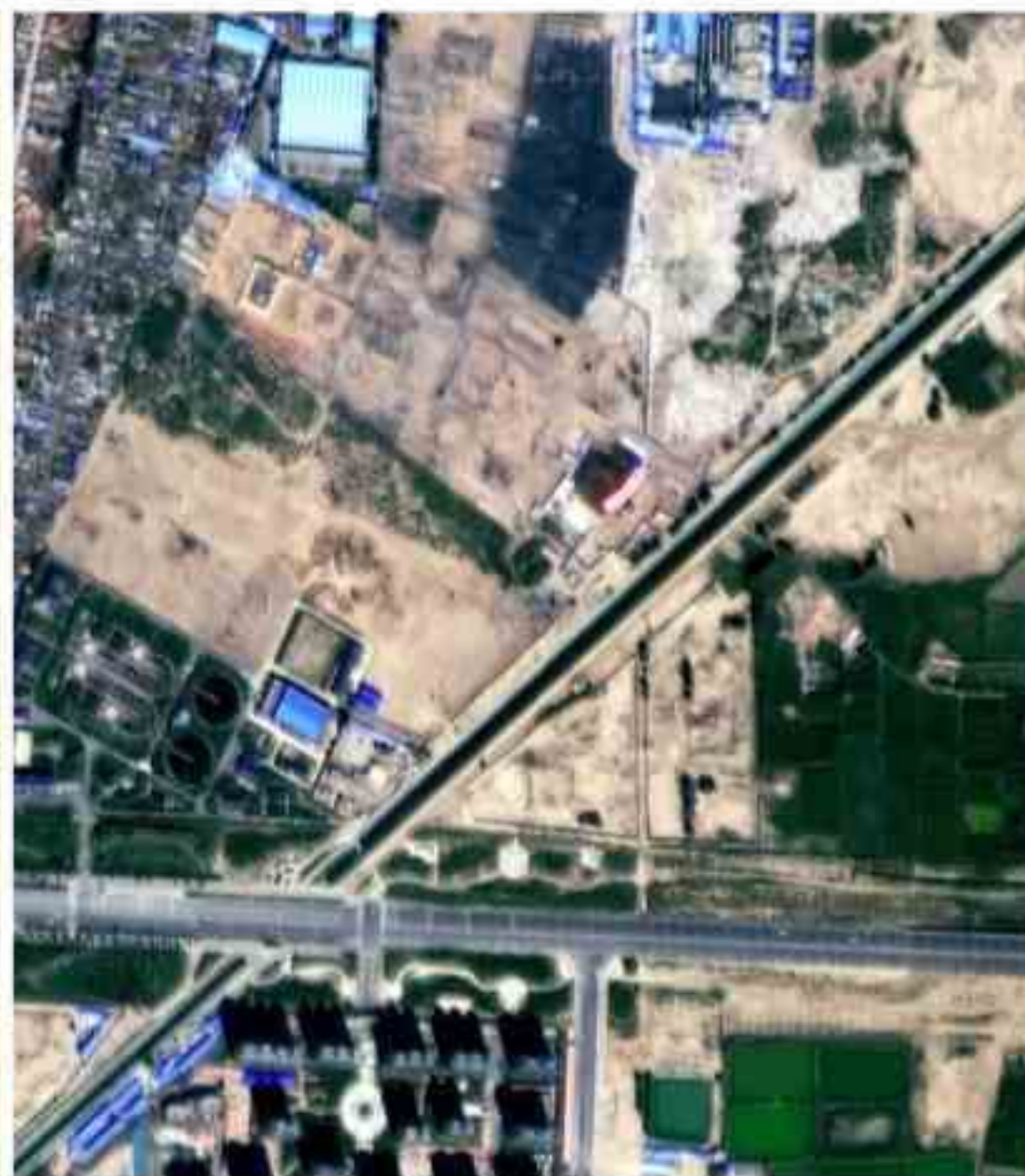
要点 8

深度学习变化检测

遥感影像变化信息提取，动态



2015年
影像



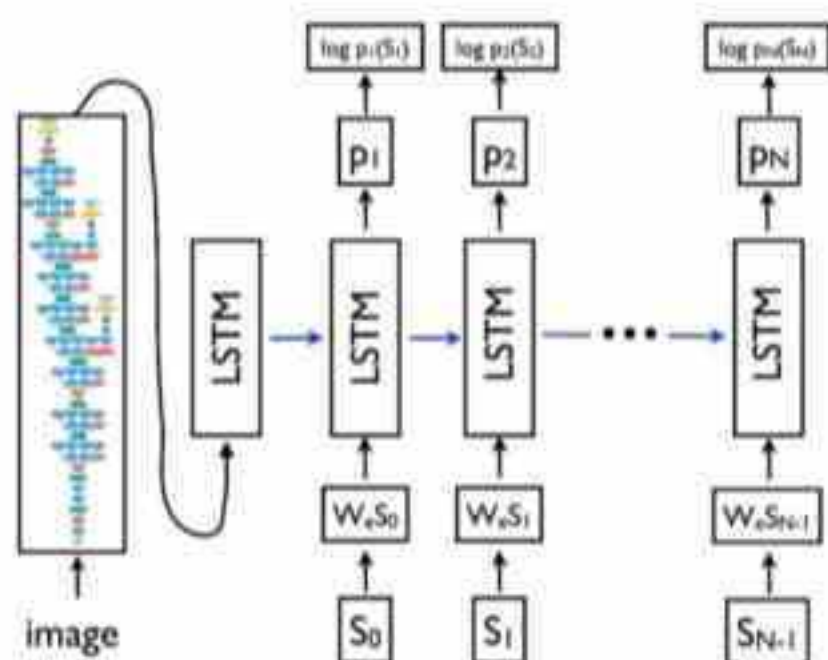
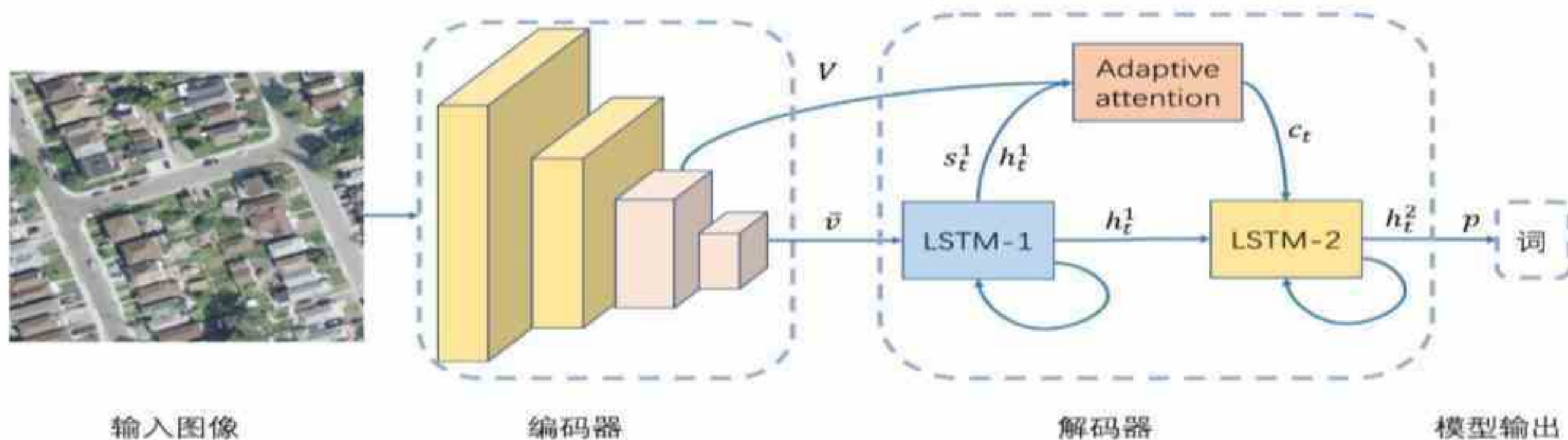
2016年
影像



检测
结果

空间语义信息提取

基于神经网络的图像描述生成模型，是一种**Encoder-Decoder**模型，可以通过输入一张图像输出一张对应的文本描述语句。



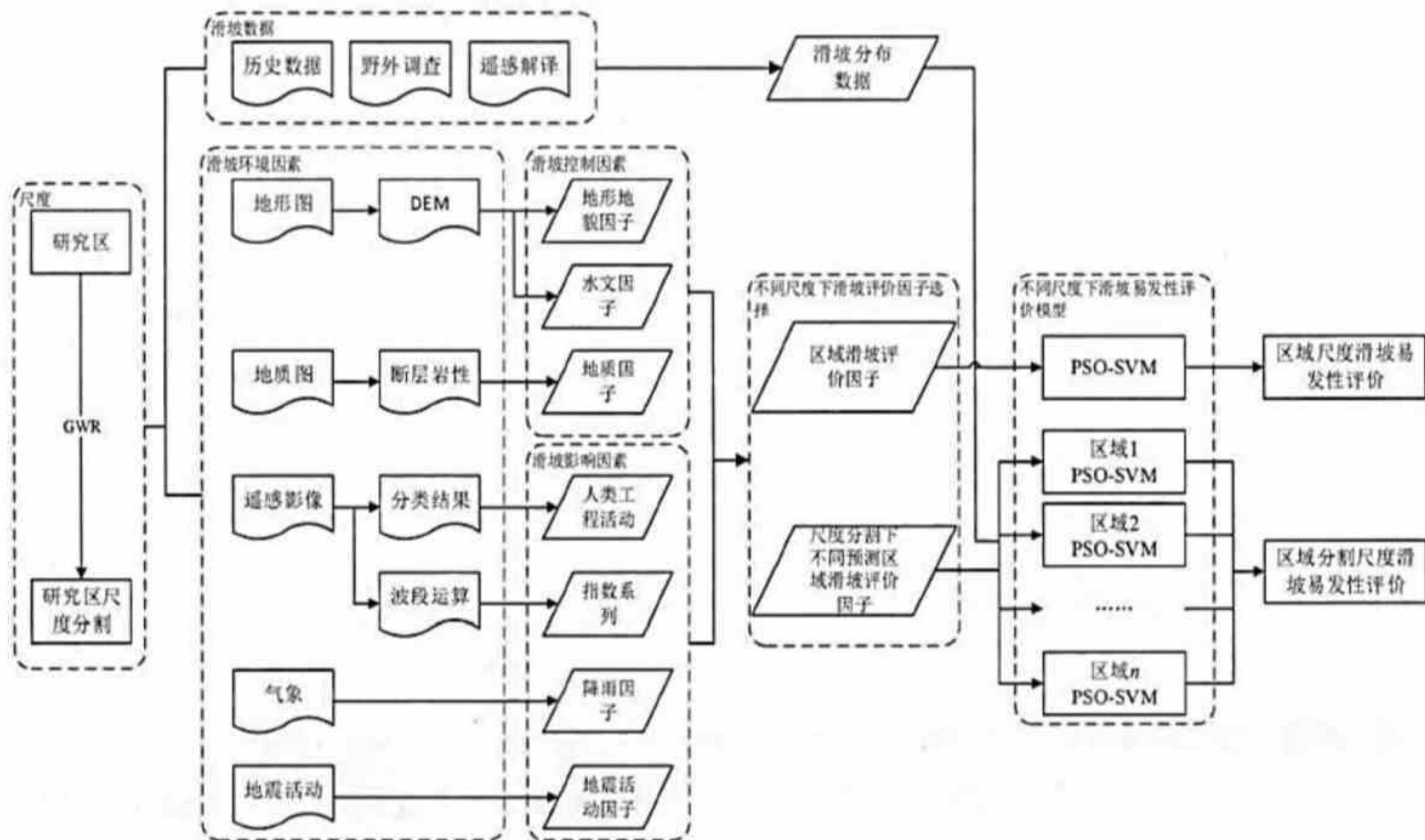
一条笔直的马路旁边有一些蓝色的房子



一些绿色的树木包围着一个运动场

地质灾害精准识别、预测与风险控制

地质灾害精准识别与预测



地质灾害精准识别与预测

- 传统**单体**灾害风险的判识与预测方法：

- 物理探测
- 调查分析
- 灾害机理分析
- 仿真模拟

传统方法，对单体灾害、有限数据、临灾预警有一定可行性

- 灾害是大范围、全时域、多变与动态的多种复杂空间问题
- 横跨多种功能单元、环境及气候、复杂结构

定量、精准识别与预测，传统方法在技术经济方面遇到问题

地质灾害精准识别与预测

灾害本身的复杂性：

灾害种类多
影响因素多
机理不清

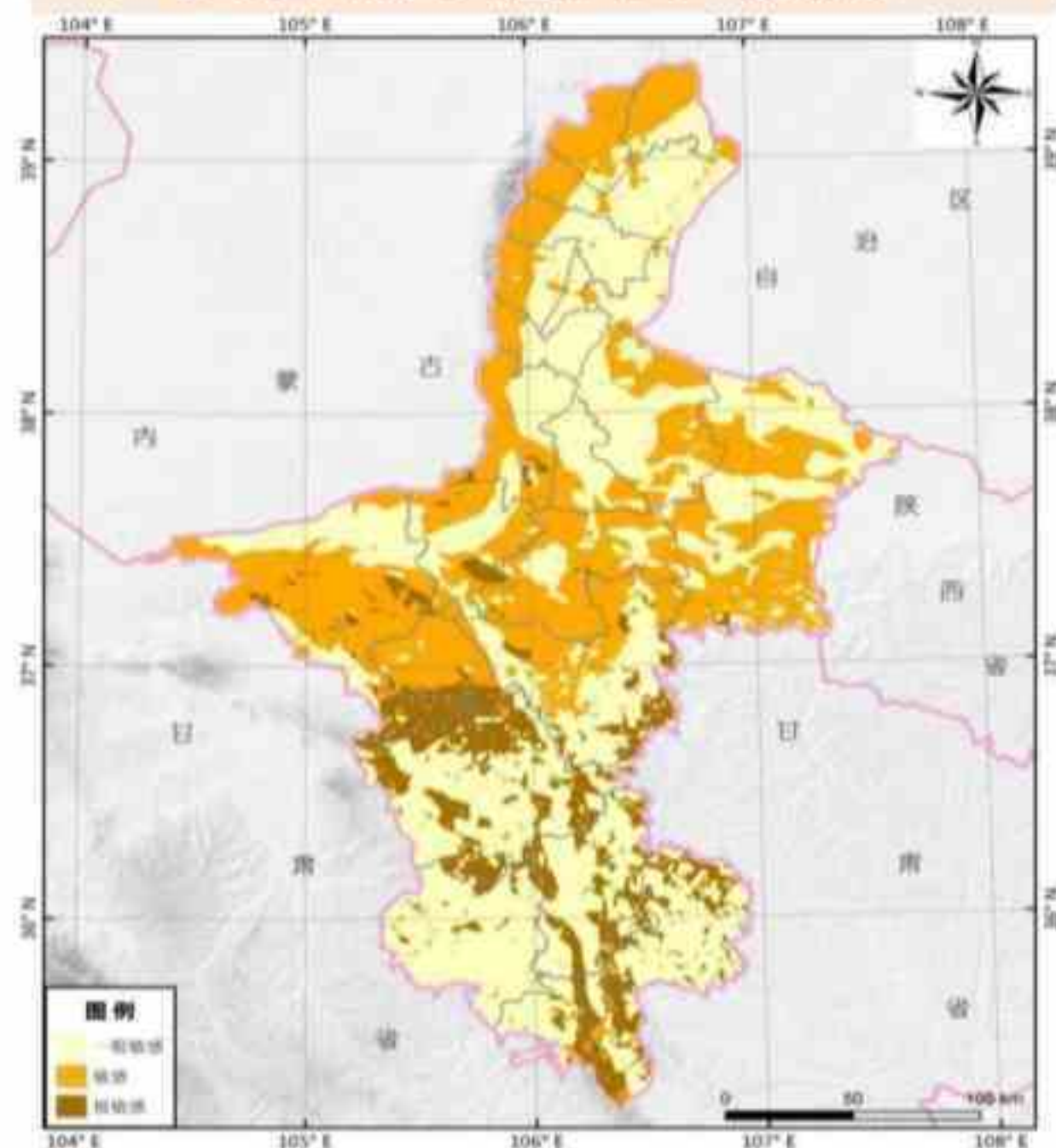
感知与信息获取难度：

数据知识不确定
知识与常识构造
时空信息自动获取

灾害管控需求：

动态灾害精准识别
实时灾害精准预测
灾害风险控制管理

- 1) 多种灾害的评价
- 2) 全域分析的自动化
- 3) 灾害精准感知、预测



地质灾害分析

- 地质灾害风险评估的 3 个层次：

- A 地质灾害易发性评价——灾害敏感性 (Susceptibility) 评价

- 地形地貌、地质构造、岩土工程性质、边坡结构和水文条件 (灾害可能性)

- B 地质灾害危险性评价——潜在灾害的时空分布概率及其影响程度

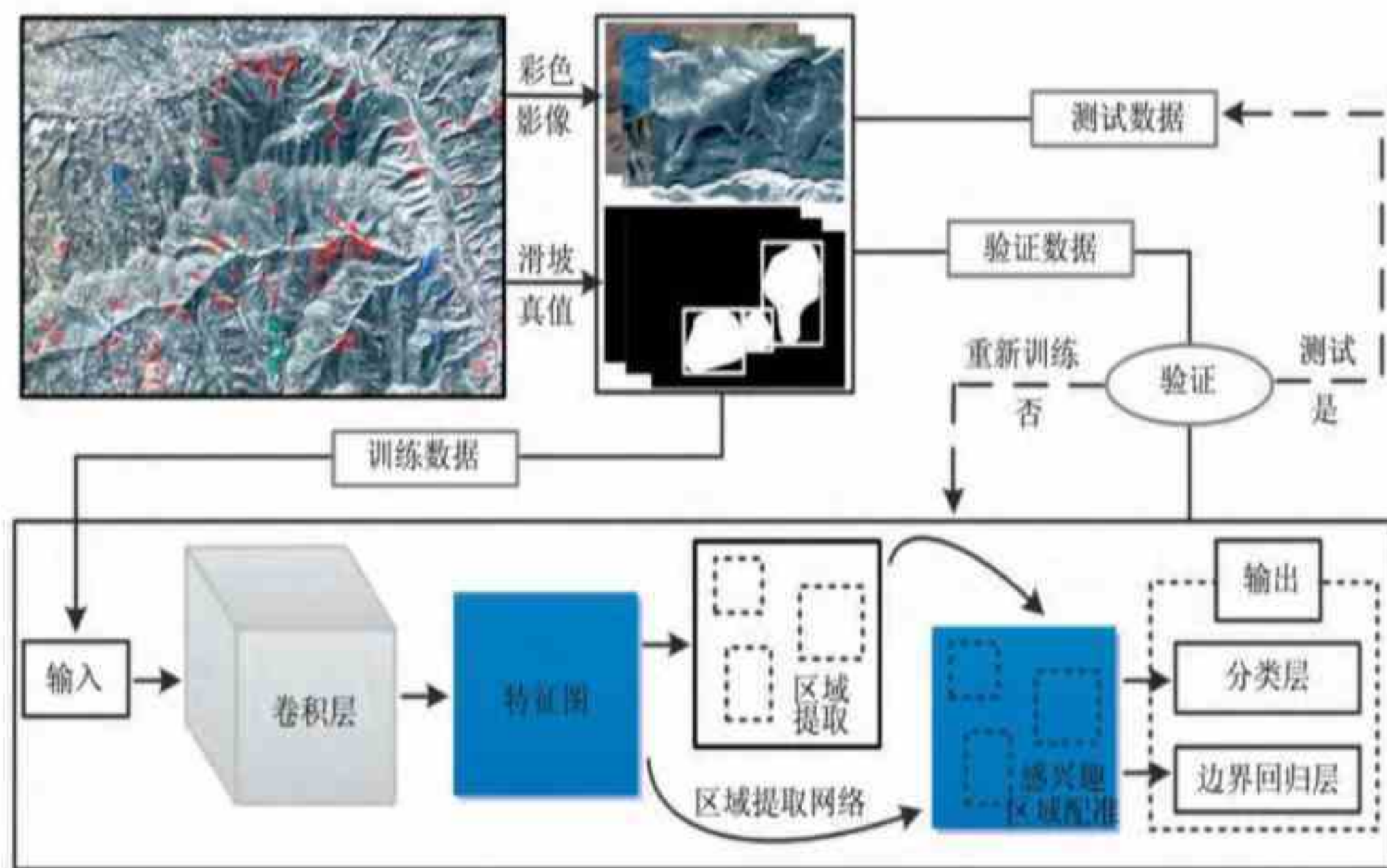
- 基础条件、环境变化产生的激发条件 (灾害时空发生概率)

- C 地质灾害风险评价——灾害体的自然属性和承灾体的易损性

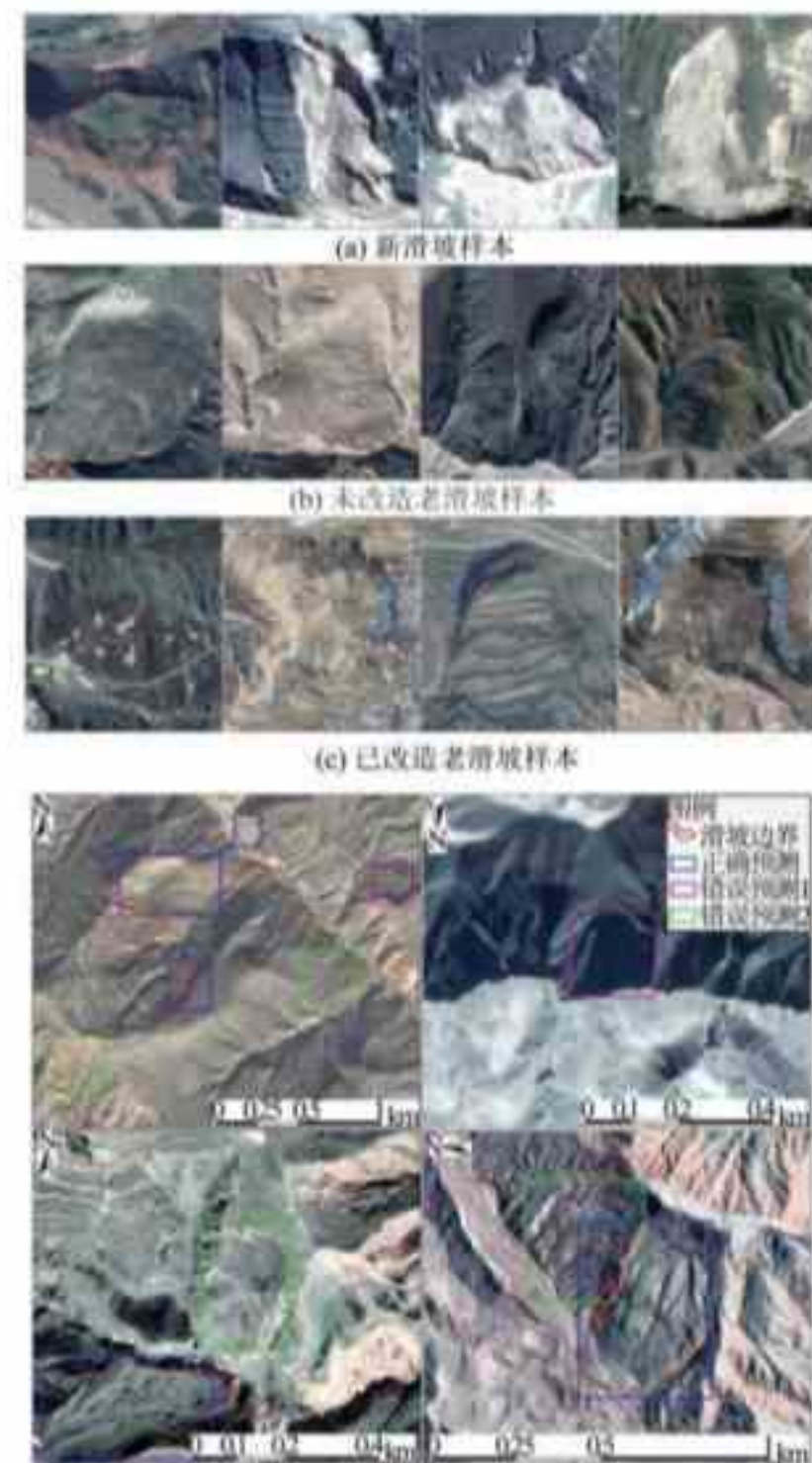
- 灾害体的自然属性和承灾体的易损性 (狭义的危害评价, 临灾预警)

A > B > C 递进关系

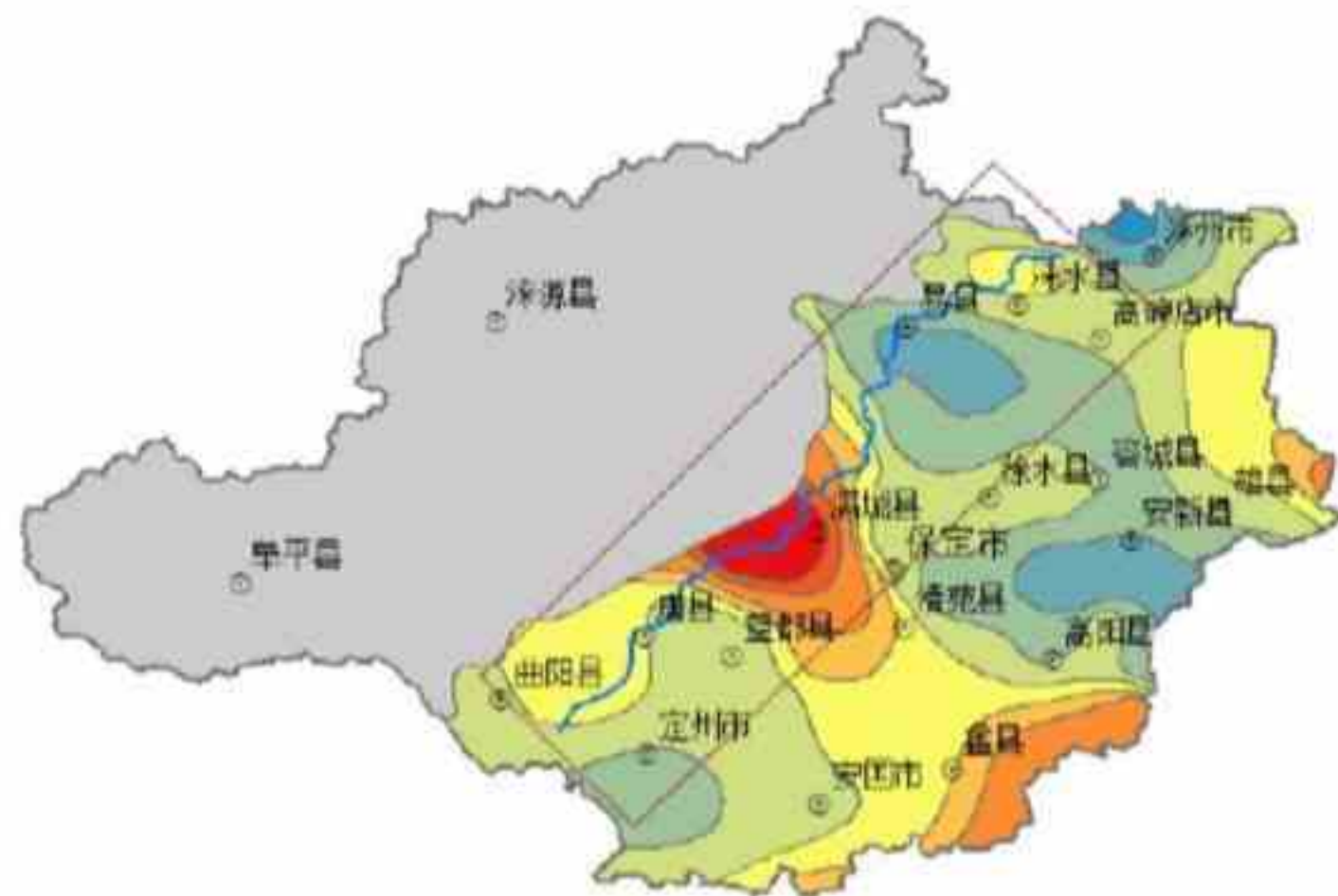
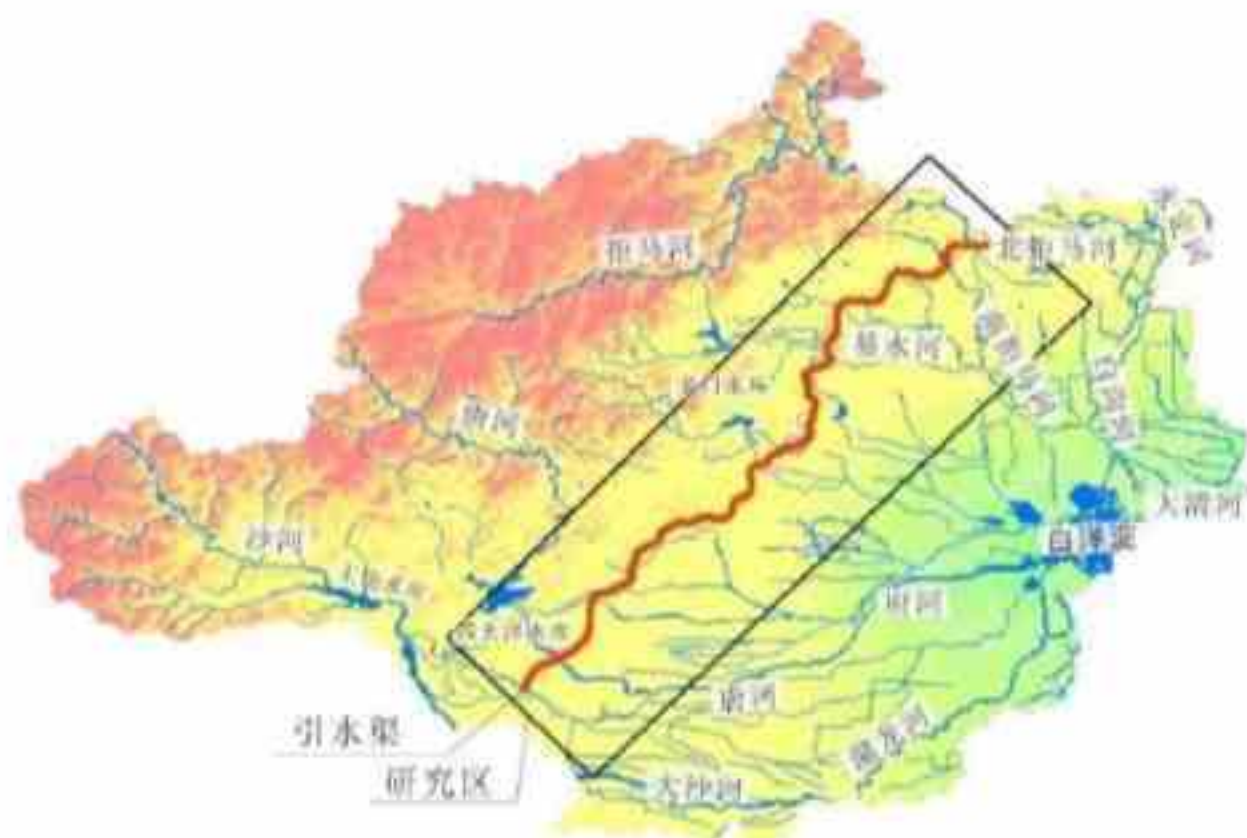
深度学习实现黄土滑坡自动识别



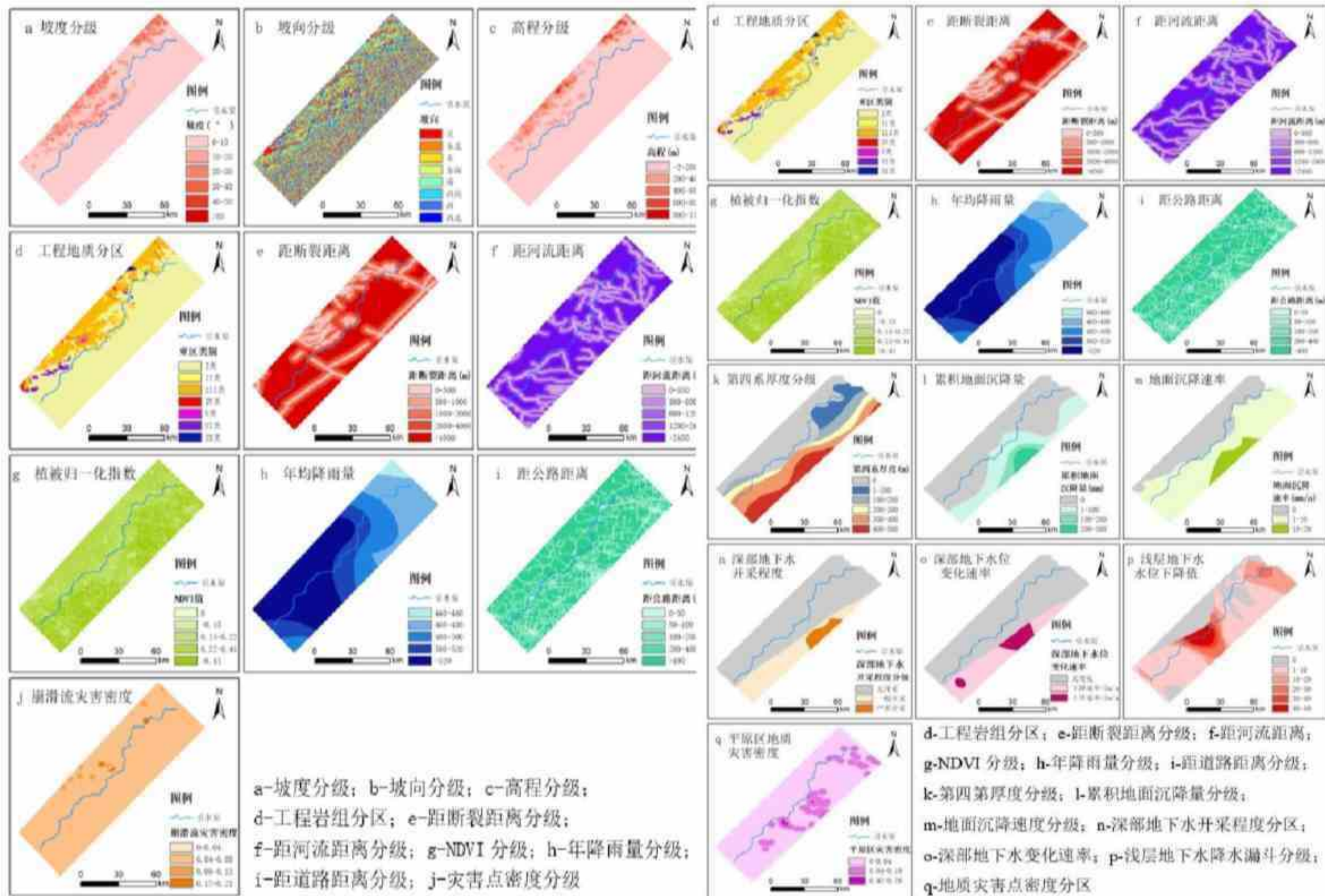
Mask R-CNN滑坡检测流程图



地表水、地下水数据获取



灾害要素数据获取



数值模拟，知识获取

● (1) 数字高程数据的获取

- 地形地貌所用到的数字高程数据直接采用 ALOS World 3D 的 30m 分辨率
- DSM 数据，其质量优于相同分辨率的 srtm 数据。将圈出流域的 DEM 数据在
- ArcGIS 中导出为 FLO-2D 能够识别的 ascii 文件，然后在 FLO-2D 的 GDS 模块中导入数据。

● (2) 设定网格大小

- 选取 100m×100m 的网格尺寸

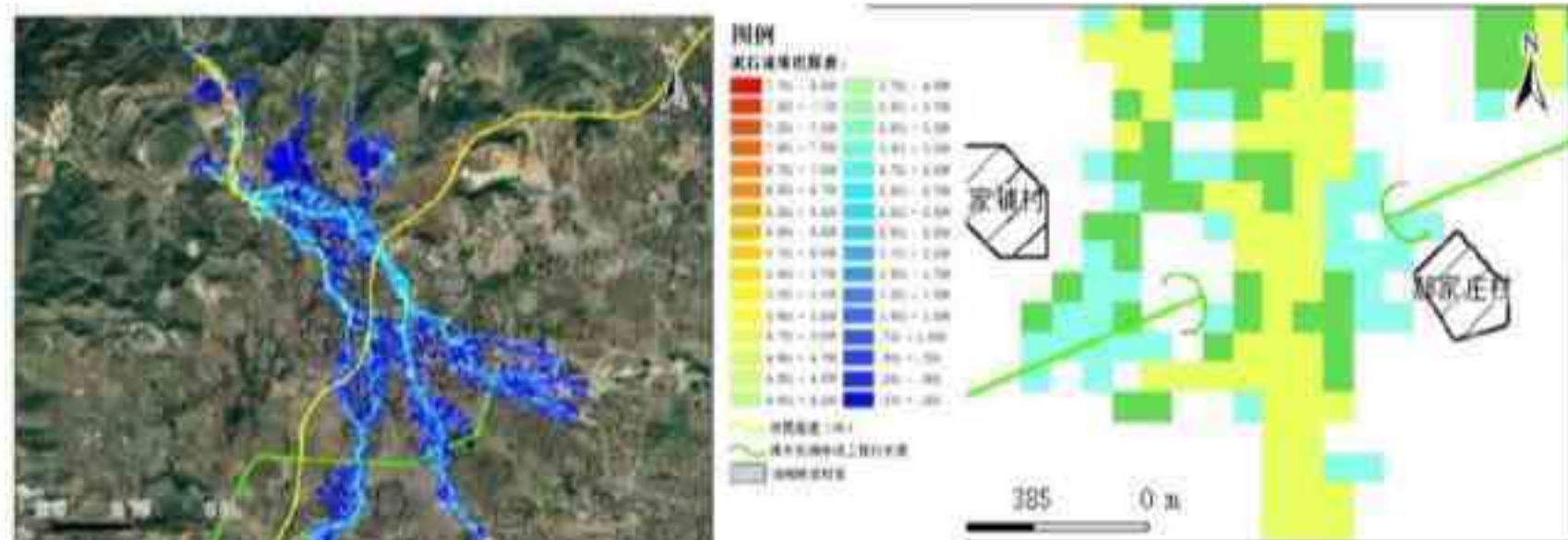
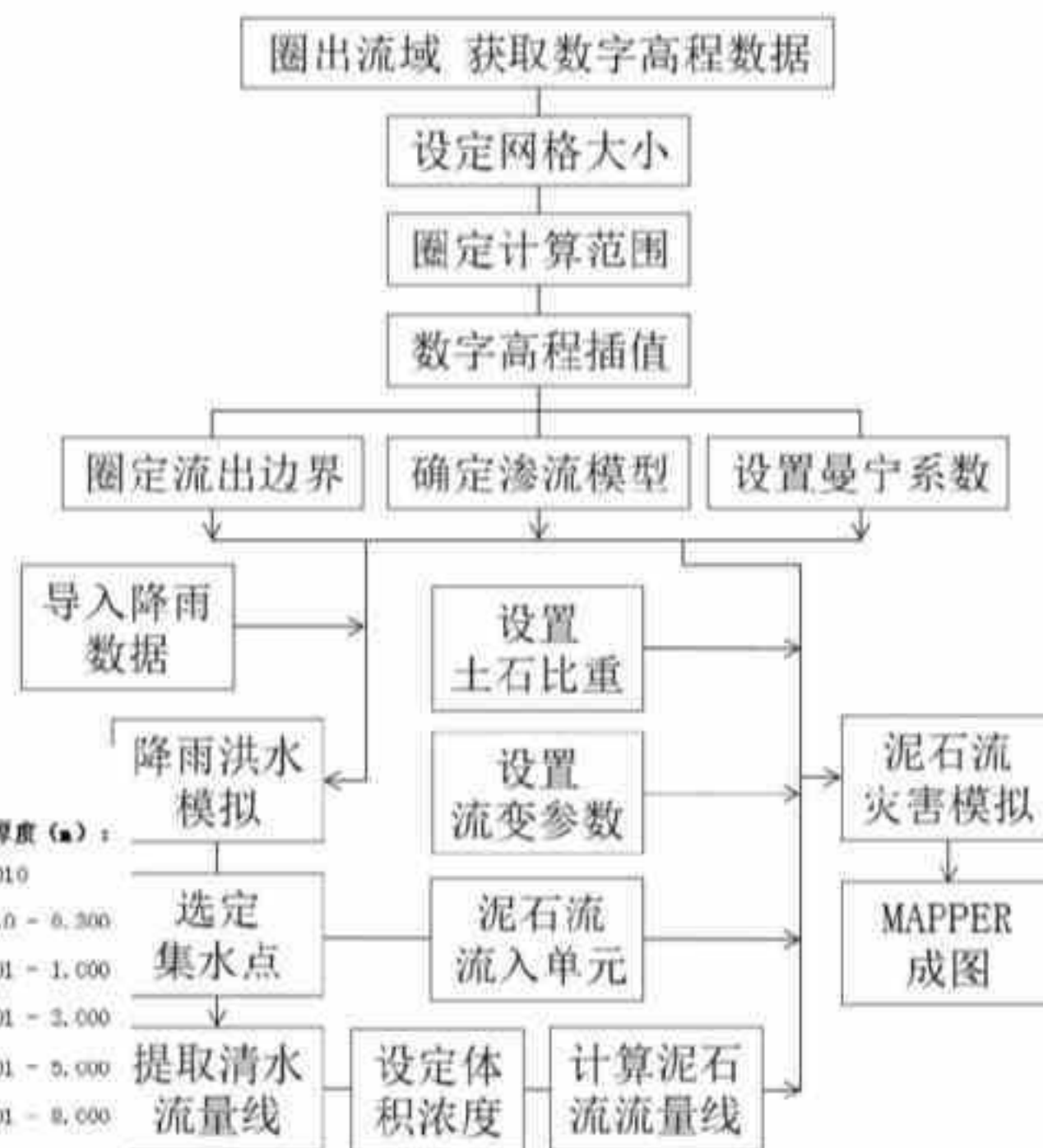
● (3) 圈定计算范围

- 圈定计算边界，边界应将所有可能计算到的网格包括在

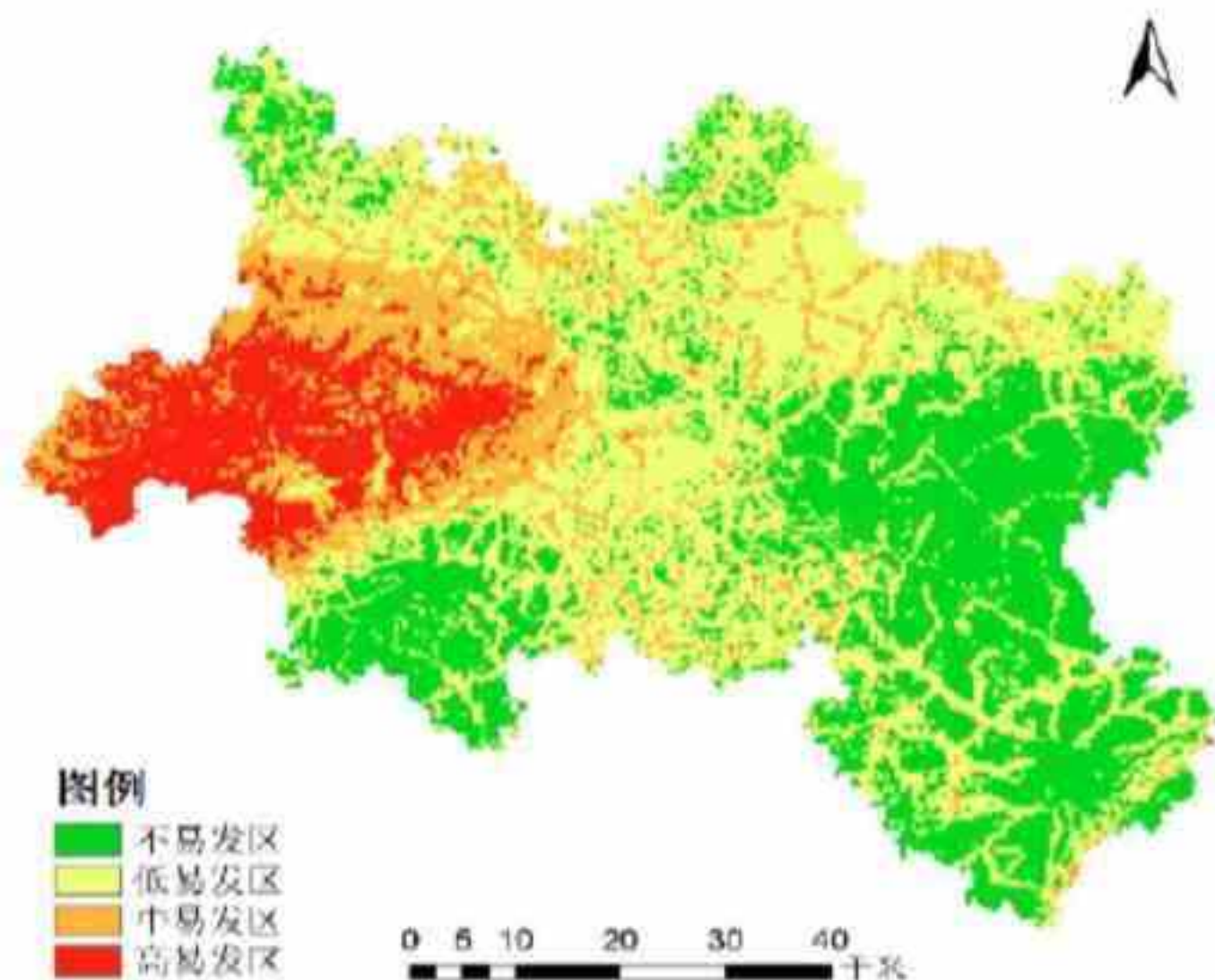
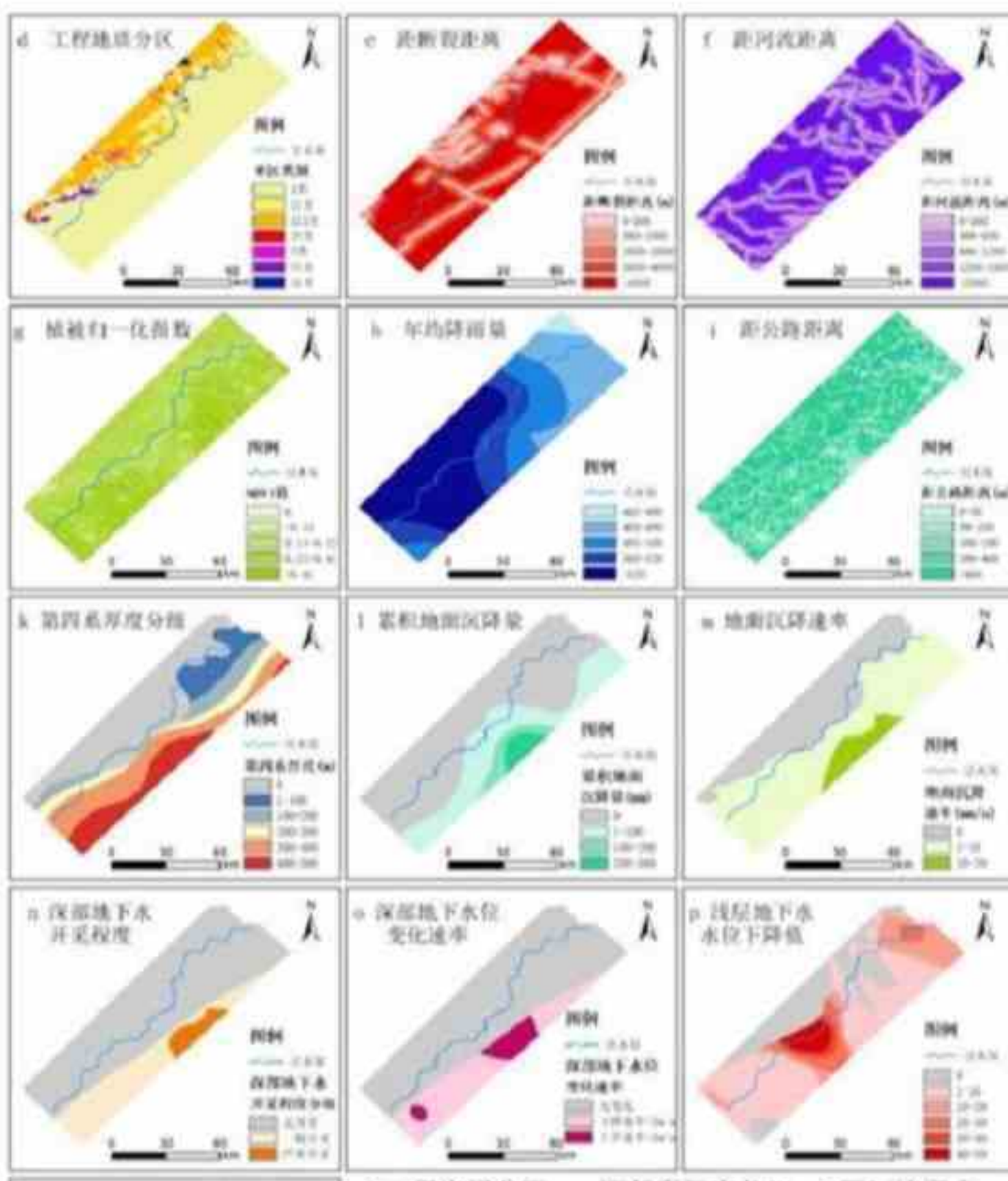
● (4) 数字高程插值

- 采用 工具进行插值，插值算法选取默认算法

● (5) 圈定流出边界



基于AI的地质灾害识别与预测



灾害判识与预测（类脑智能）

风险评估、灾害预测

灾害机理、灾害基因、知识图谱、仿真模型

地质灾害基础知识、评价预测知识体系

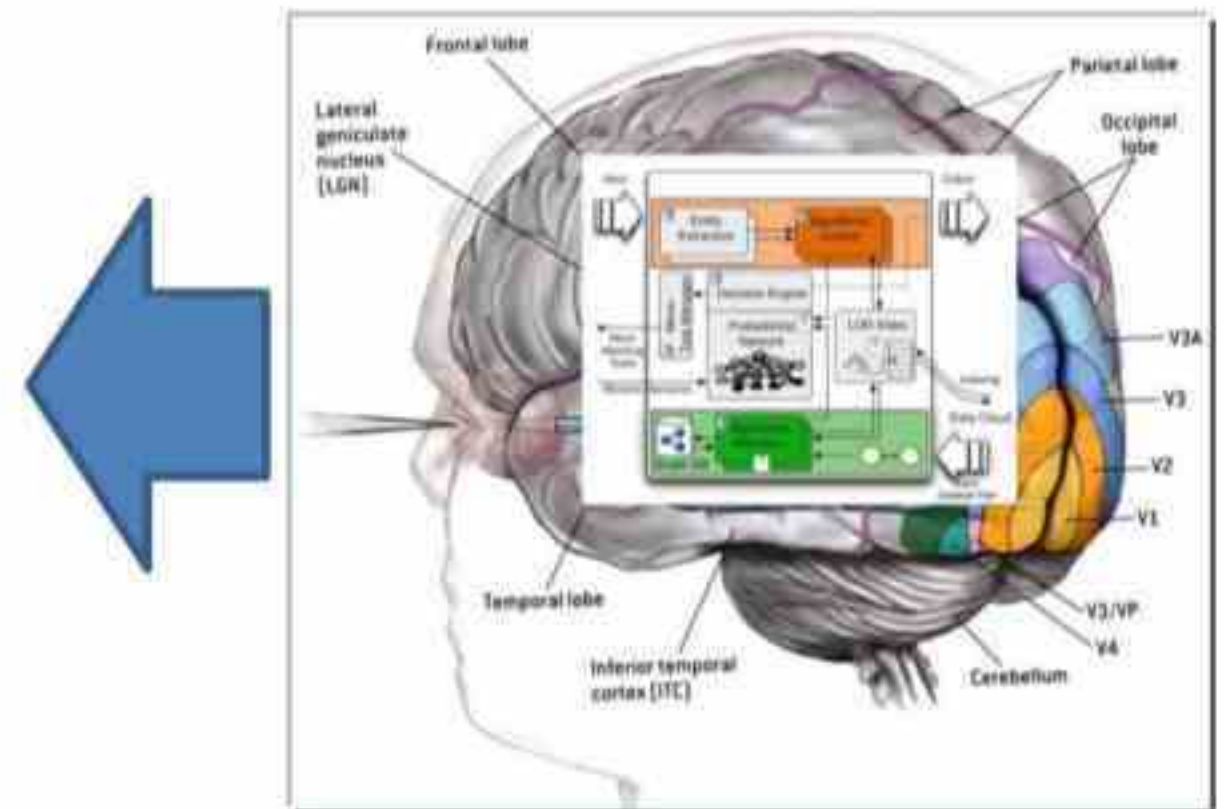
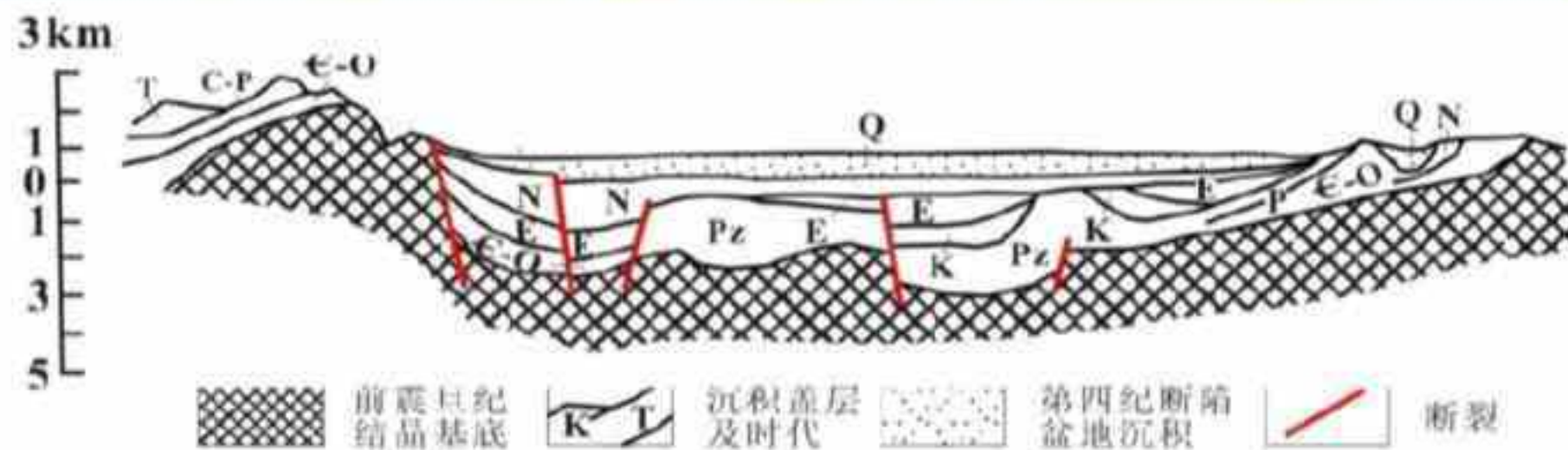
物理模拟、数值模拟

监测数据、卫星数据、无人机数据

风化、岩崩、突水、突泥

地形、地貌、地表水

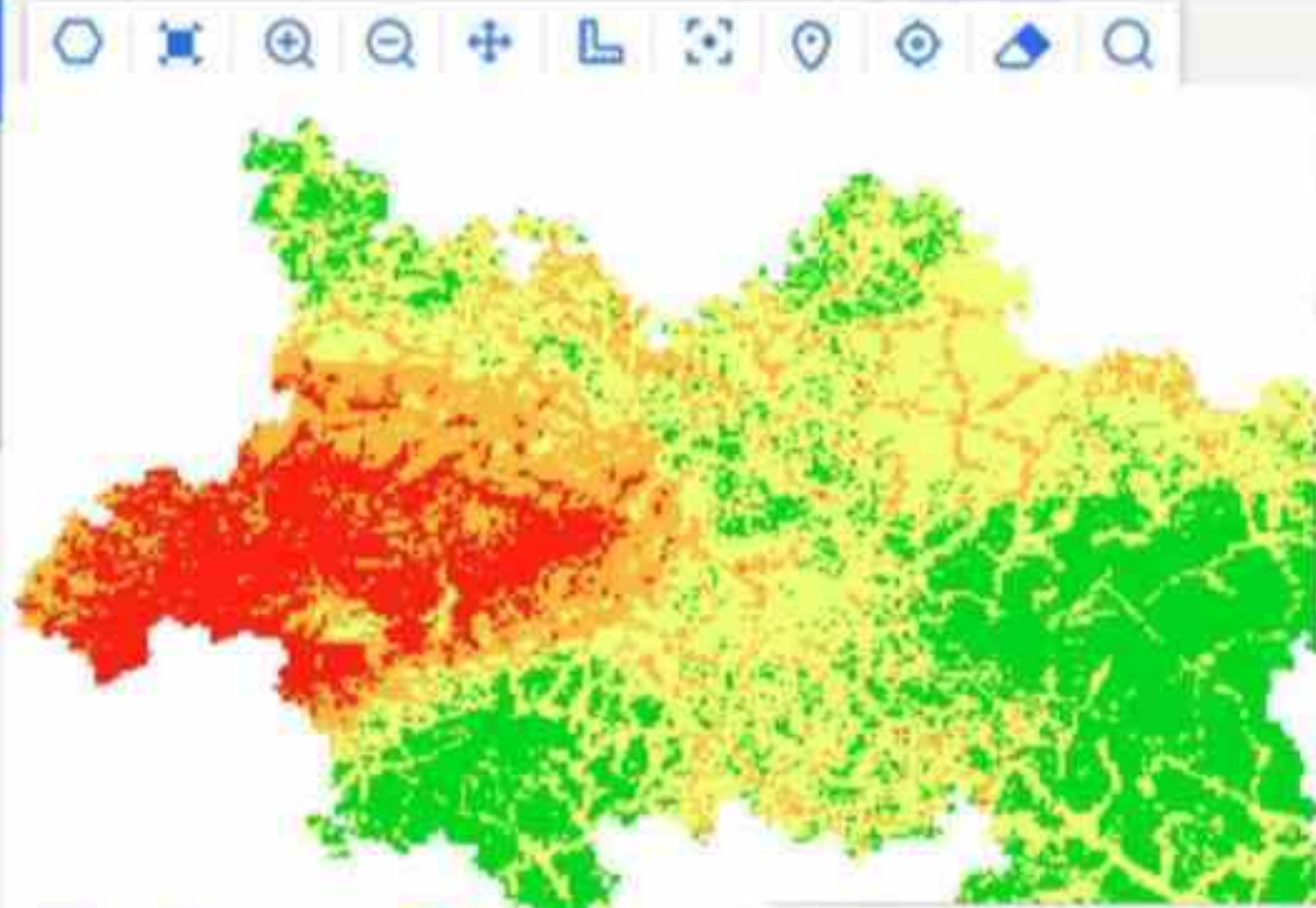
地下水，断裂构造、岩性、岩体物理力学性质



灾害判识与预测可视化展示

资源目录

- ☐ 基础地理数据库
- ☐ 区域水文地质数据库
- ☐ 区域环境地质数据库
- ☒ 优势非金属矿产数据库
 - ☒ 1/35万
- ☐ 金属矿产数据库

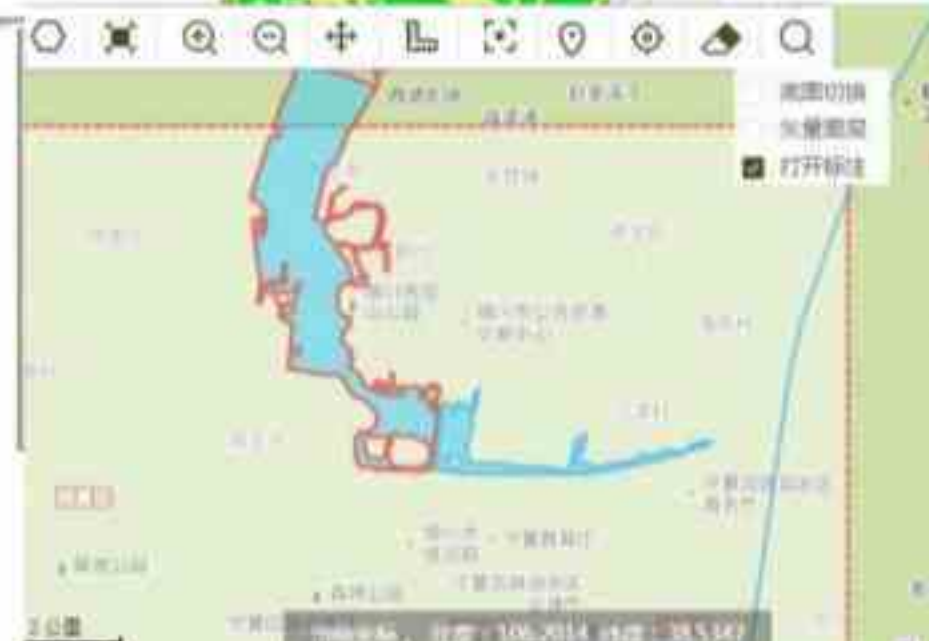
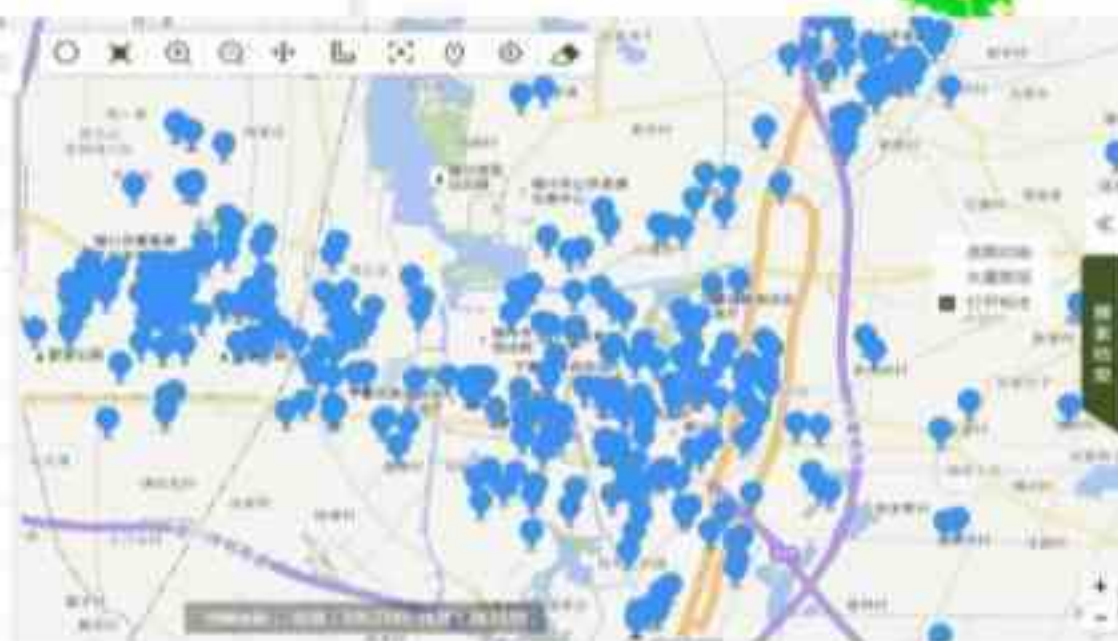


搜索结果

- | 成果资料 | 实物资料 | 成果图件 |
|-------------------------------|------|------|
| 宁夏回族自治区中卫市石堆水铁矿核查矿区资源储量核查报告 | | |
| 档号: 111.2014-400 | | |
| 宁夏回族自治区地质局宁西地质队中卫照壁山铁矿地质评价报告书 | | |
| 档号: 90340 | | |
| 宁夏回族自治区中宁县北山地区金矿普查报告 | | |
| 档号: 91960 | | |

宁夏应急大数据服务中心

- ☒ 学校
- ☐ 医院
- ☐ 企业
- ☐ 政府
- ☐ 其他



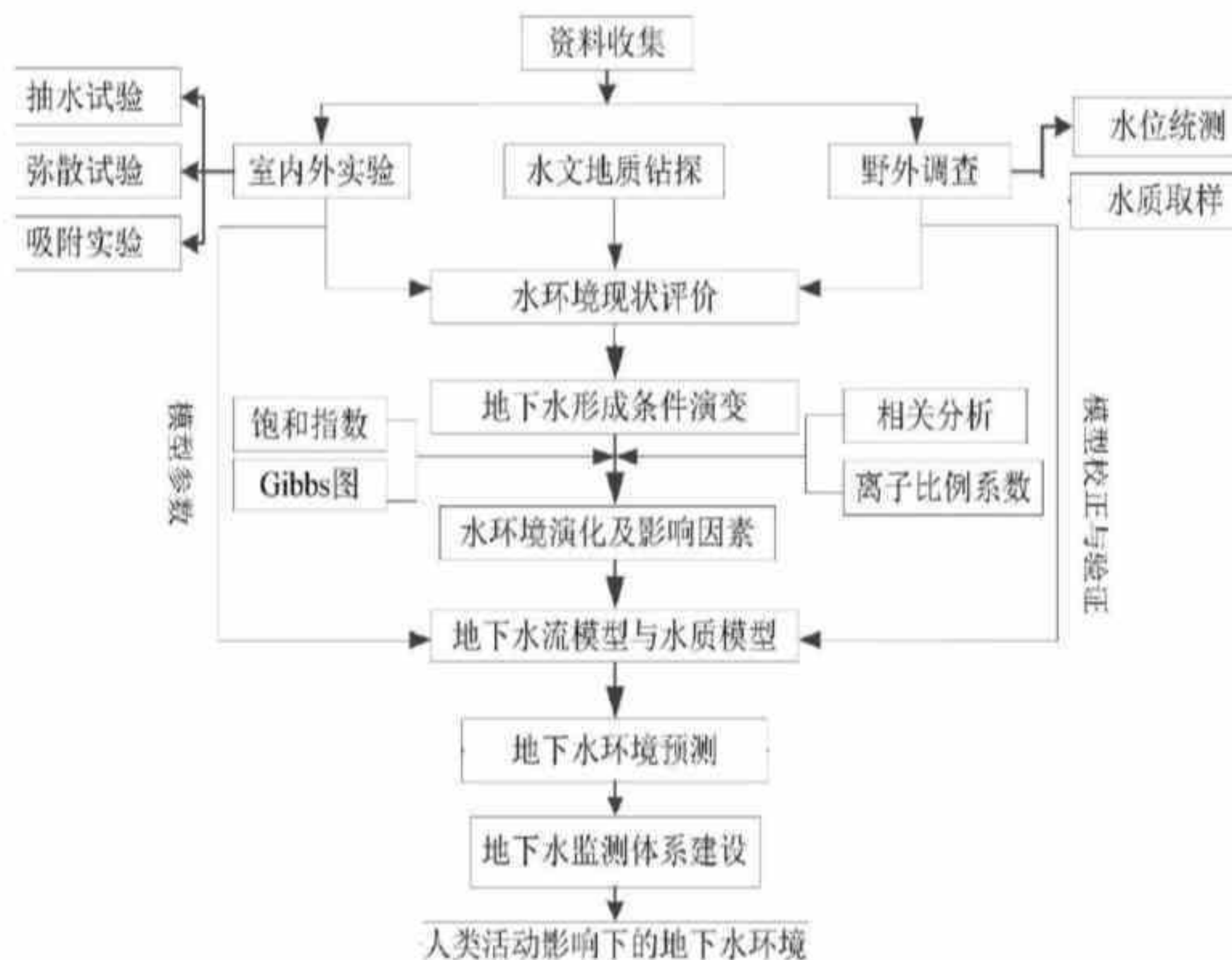
- | 搜索结果 |
|---------------------|
| 国道 (共1条结果, 点击查看明细) |
| 北京-拉萨公路 |
| 湖泊 (共3条结果, 点击查看明细) |
| 陈家湖 |
| 七十二连湖 |
| 周湖 |
| 白然村 (共8条结果, 点击查看明细) |
| 毕丰 |

AI与地下水环境污染监测与风险管控

地下水环境污染监测与风险评估

地下水环境：以地质环境为基础，融合人类活动、自然环境的水文地质环境

- 地下水污染
- 地表水污染
- 土壤次生盐渍化
- 地下水位下降
- 地面沉降
- 地面塌陷
- 地裂缝
- 咸水入侵
- 植被退化
- 土地荒漠化



地下水环境污染监测与风险评估相关的问题

- 理论方法：
 - 自然环境多样、人类活动，地下水环境演化是一个复杂耦合系统
 - 污染受气象、水文、地质、地貌和人类活动综合影响
- 监测体系：
 - 现有监测体系结构、指标、频率的设计缺乏理论支持
 - 现有监测结果的针对性、综合性、目的性不强
- 数据融合：
 - 环境污染、人类活动、气象、水文地质条件等多源异构数据需要深度融合
- 风险管控：
 - 需解决地下水环境管理、风险管理基础数据的快速获取
 - 需解决环境调查数据、风险源调查数据的动态更新
 - 需解决地下水环境分区、环境风险预警体系构建
 - 需解决全区、时空、多要素动态在线监测、评估、预测与风险管控

污染量化规律的土壤微形态与超微形态技术

- 土壤微形态，造构微壤土，构结微壤土的同不有壤土的类型同不
 - 观微、化量表达构结垒、态形粒颗、类种物矿、构结壤土
 - 生发的壤土明阐，析分境环、型类壤土别鉴机制
 - 缺点是工作量大、操作难度大
- 壤土与地下水律规移运隙孔壤土其及布分属金重
- 制机累积及和源来属金重析分术技态形微
- AI+点特的速快，观直有具价评态形微壤土

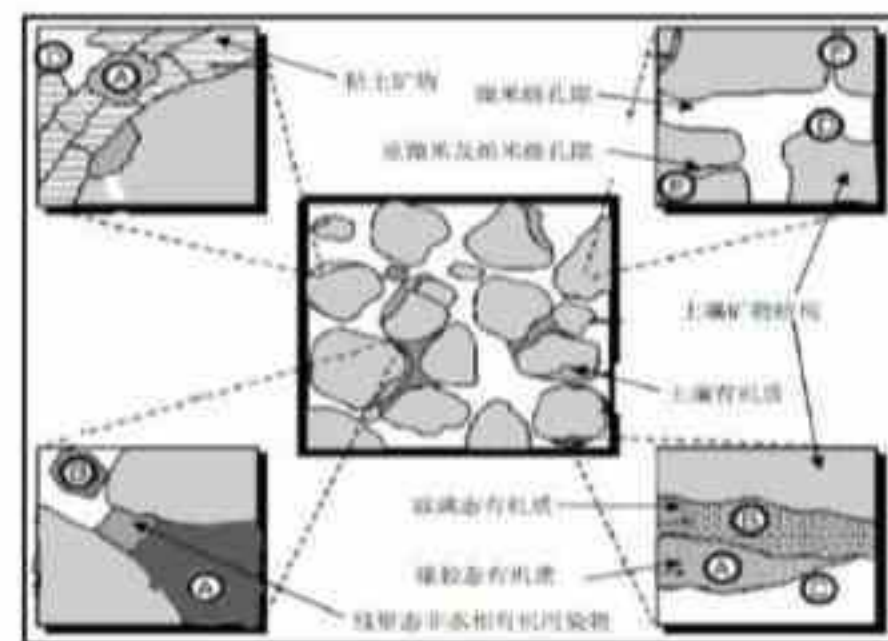


图1 土壤中有机污染物赋存形态概念图



显微影像，土壤微形态



无人机，土壤中观形态



遥感，土壤宏观形态

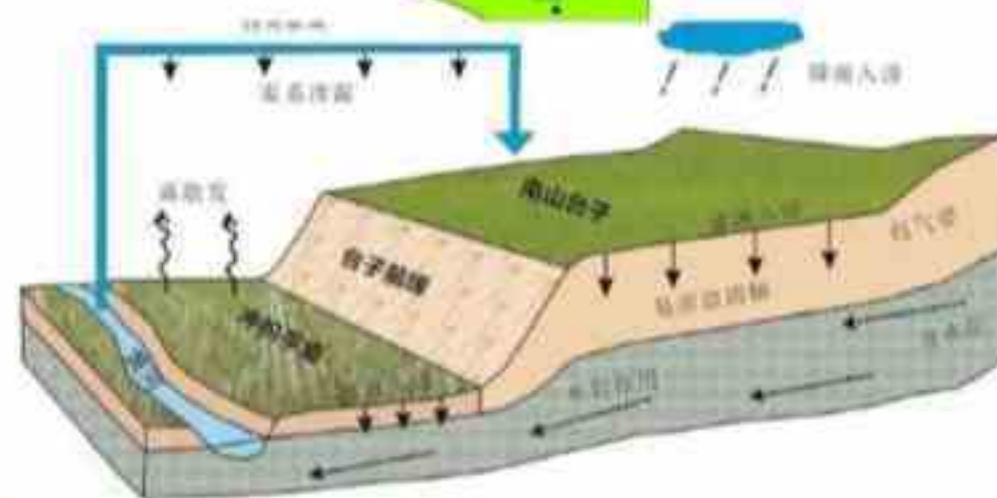
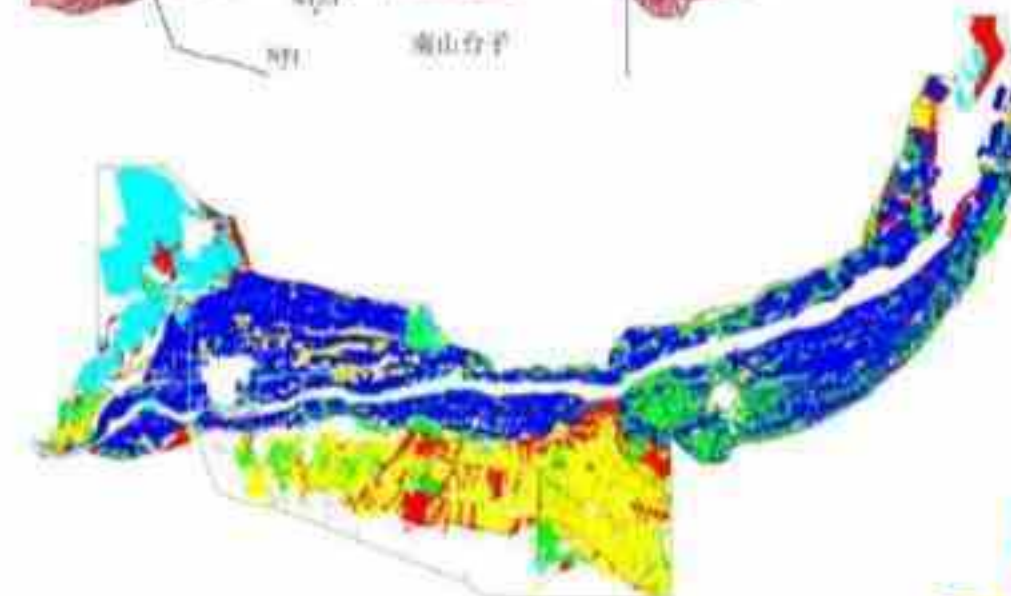
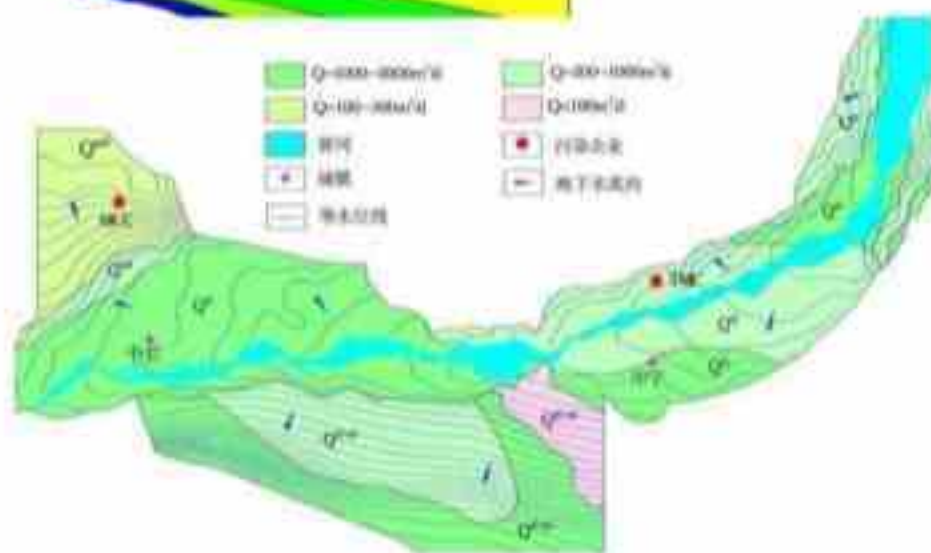
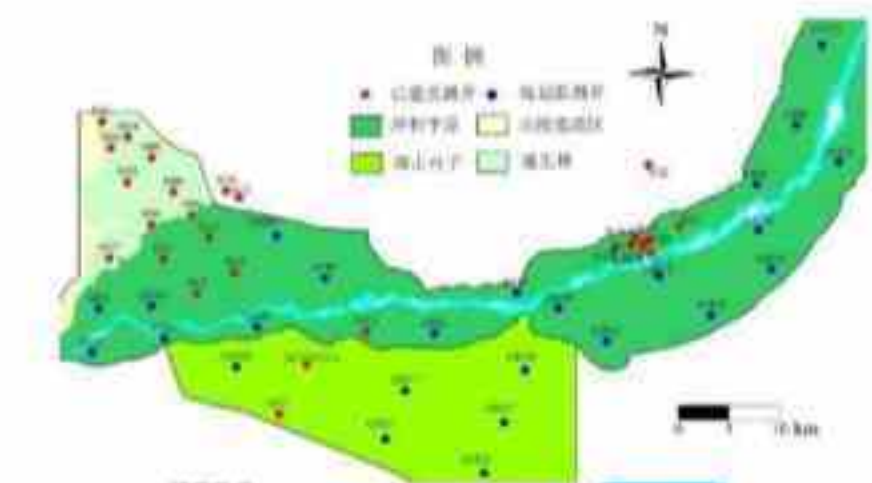
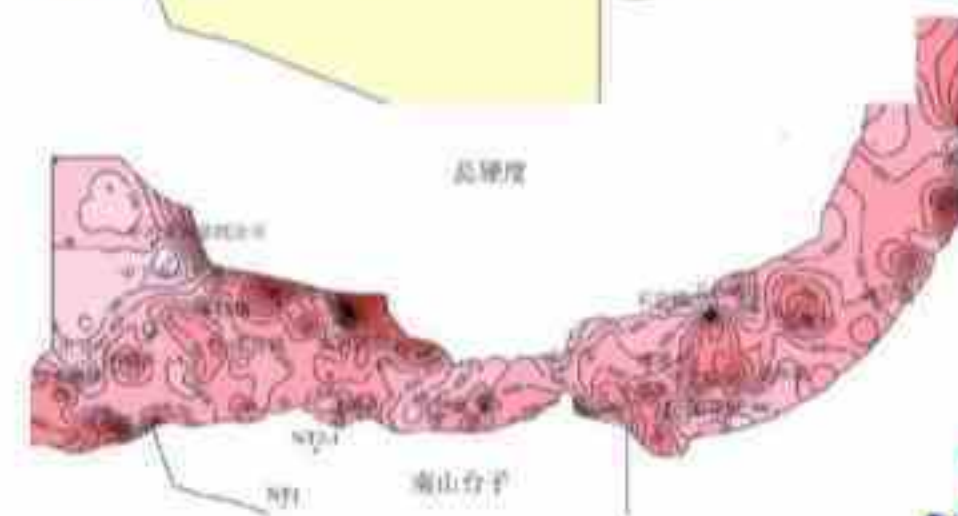
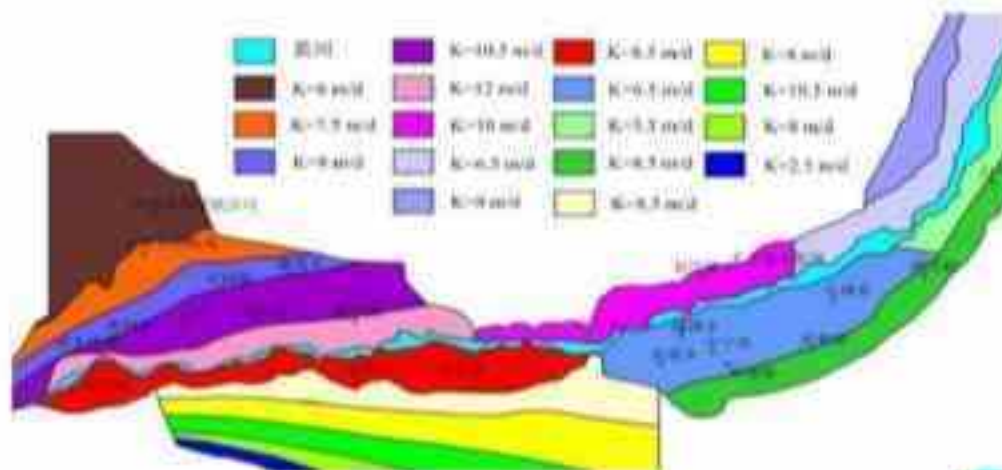
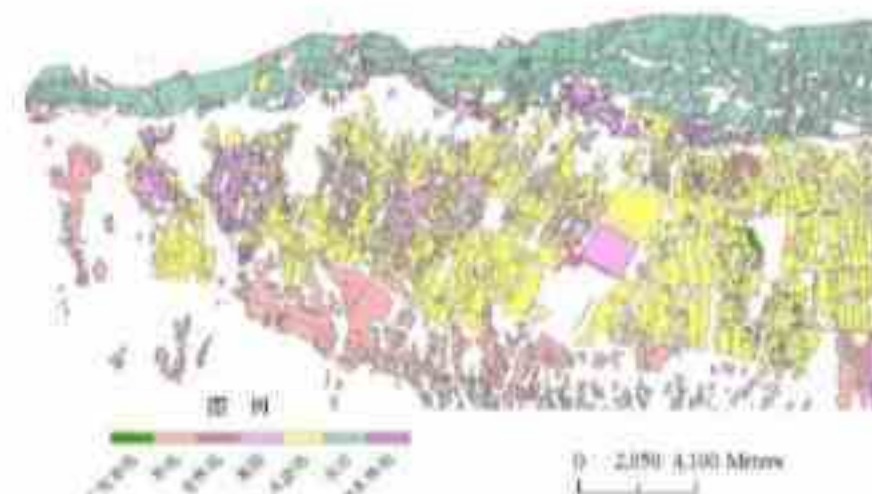
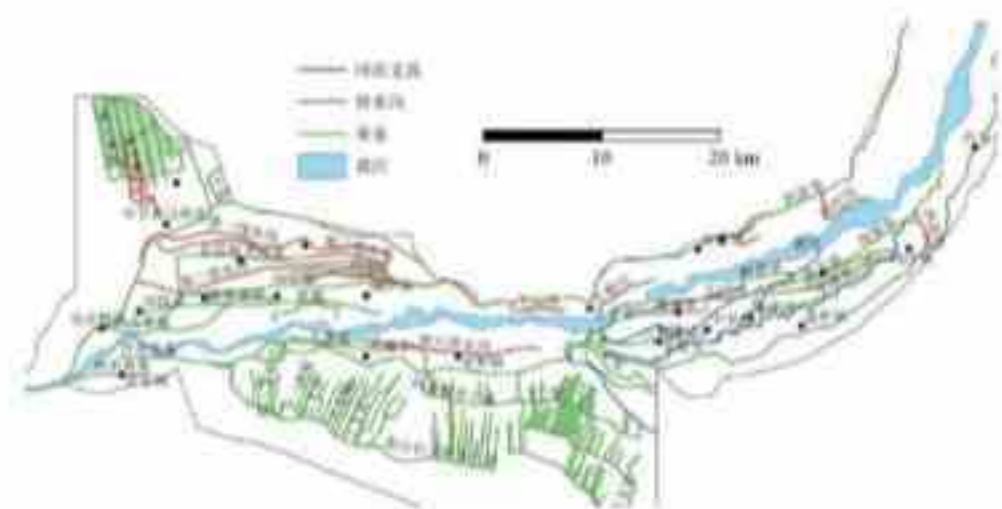
AI 务服术技于污染查调工作化优点布

- 采要重关至果结的查调与测监于对局布间空的点样
 - 法点布机随为分可般一
 - 法点布机随区分，如被植、貌地形地和用利地土、型类壤土等
 - 统系(格网)法点布
- 性异分的内域区映反合综能征特应响合综
 - 特布分的物染污
 - 征特应响感遥
 - 息信间空关相染污
- AI化优与计设行进点布体具的点样采对
 - 化优局布间空点样壤土行进度尺率辨分中域区在
 - 息信境环地局点样取获上度尺地局在

的据数大于基地下水环境价评染污

- 测监合综境环态生乡城需求大
 - 性在存期长和性匀均不、性积累有具染污
 - 境环态生调查监测需要快速、自动
 - 地下水环境：源资态生、染污壤土、质水体水、量质气空
 - 融合天、地、人等相关据数测观
 - 测监态动境环态生现实与大范围力能务服息信境环
- 多源遥感数据融合
 - 微观、中观、宏观数据融合
 - 型类素元、技术段手、象对测监数据的融合
- 术技能智工人与据数大
 - 据数大治防与查调染污壤土建构
 - 测预、价评及以合融据数

基于大数据的地下水环境分析评价



地下水污染调查、监测与预测 (类脑智能)

风险评估、污染预测

污染机理、污染要素、知识图谱、模拟模型

污染背景知识、评价预测知识体系

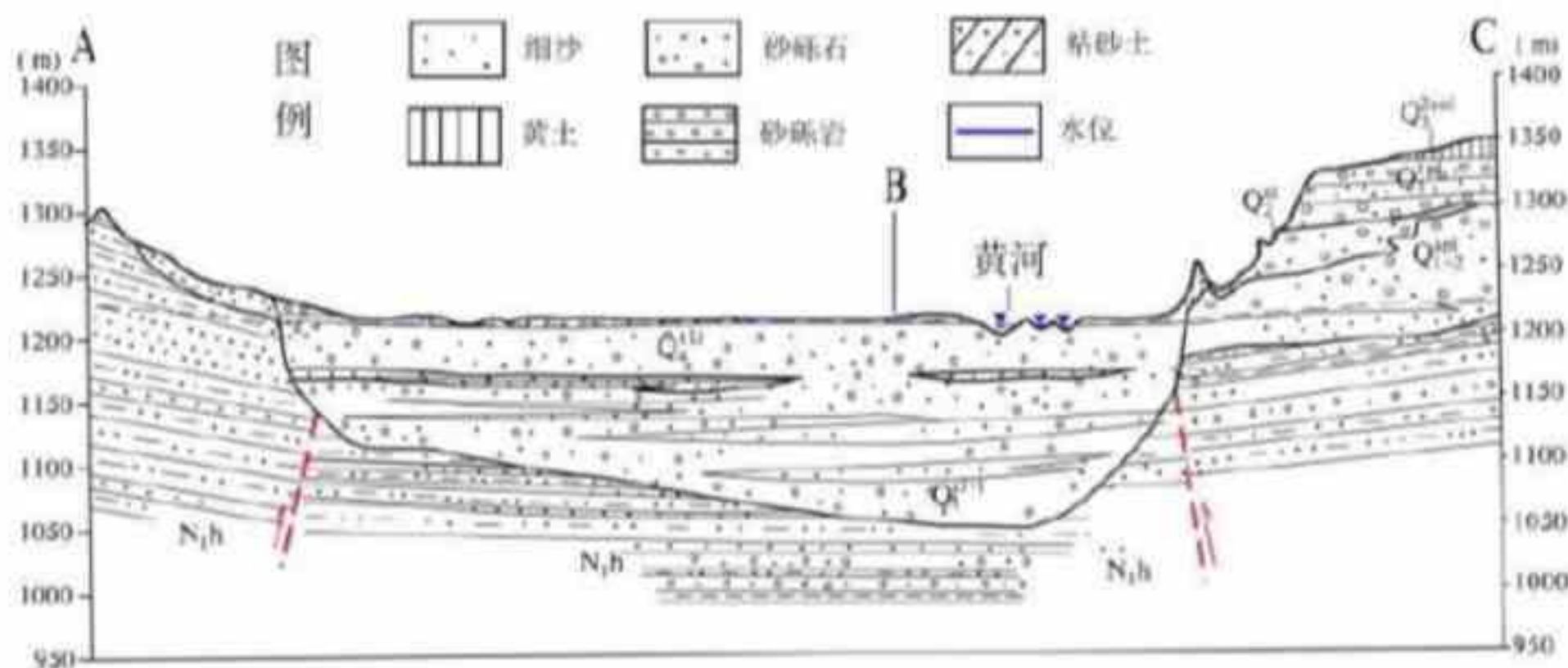
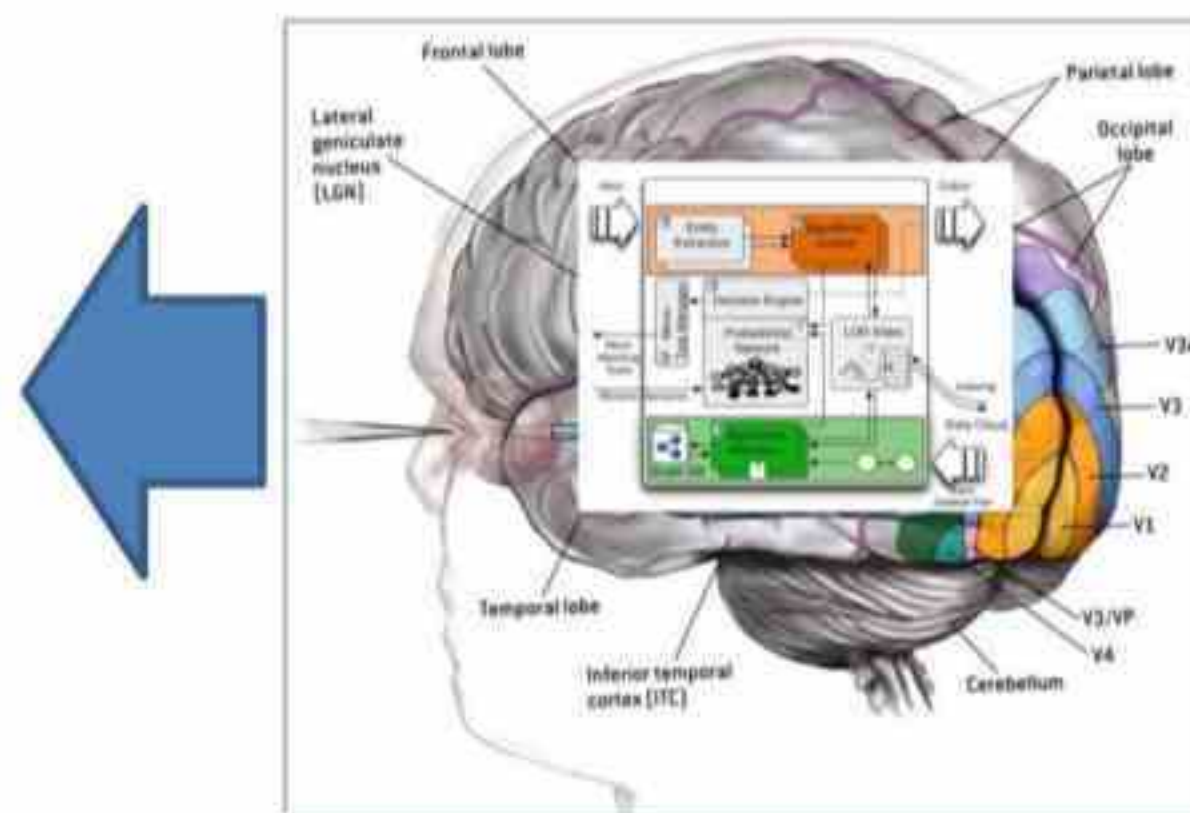
物理模拟、数值模拟

监测数据、卫星数据、无人机数据

植被、土壤、物化数据、污染源、环境数据

地形，地貌、地表水

基础地质, 断裂构造、岩性、水文地质



谢 谢