

水文地质与水资源数据治理与应用体系 构建的思考

黎涛

中国地质环境监测院
2023年06月28日

Contents

目录

- 1 形势与需求
- 2 已有工作基础
- 3 数据治理思路
- 4 应用体系构建思路
- 5 预期成效

1

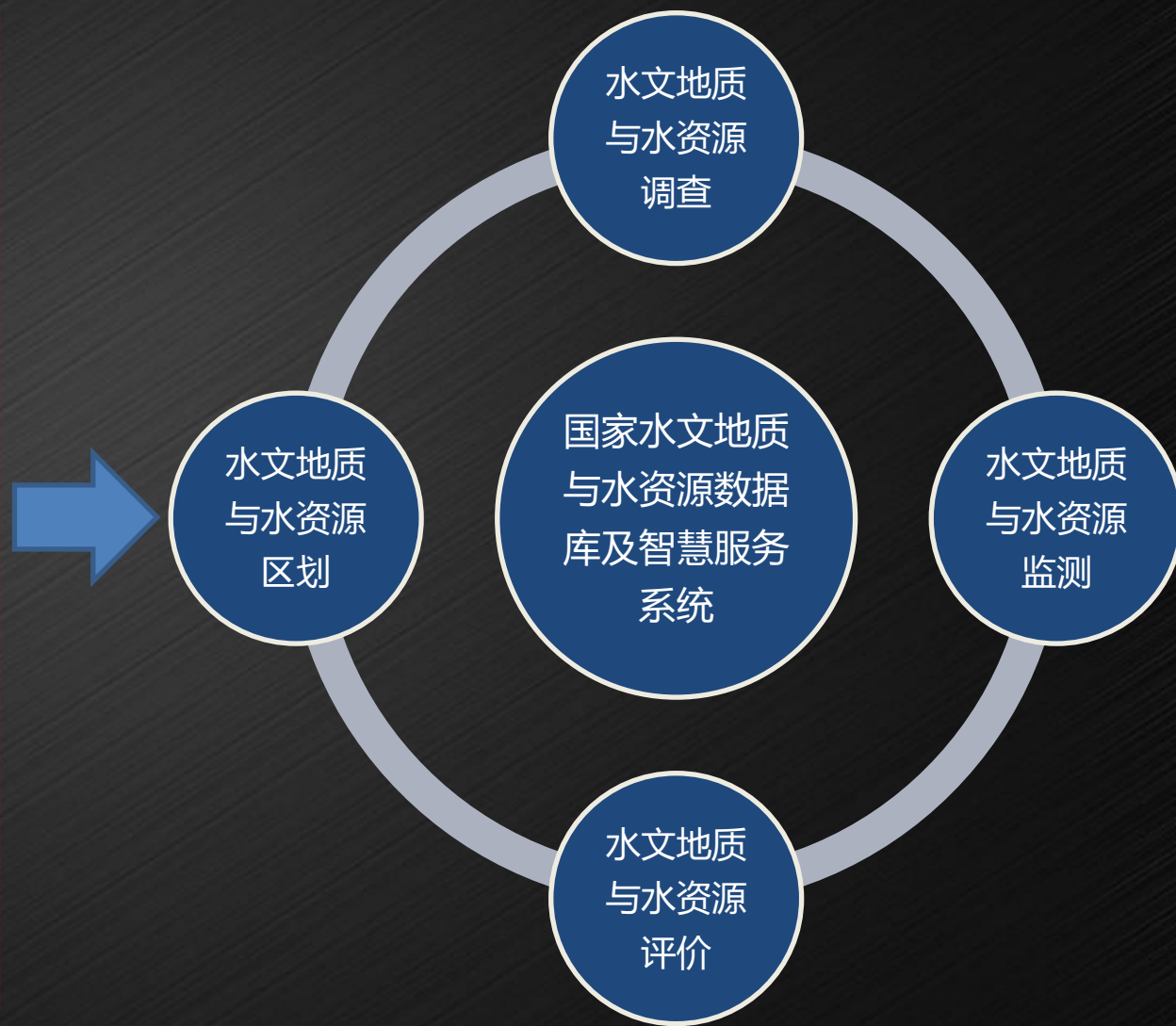
形势与需求

1背景

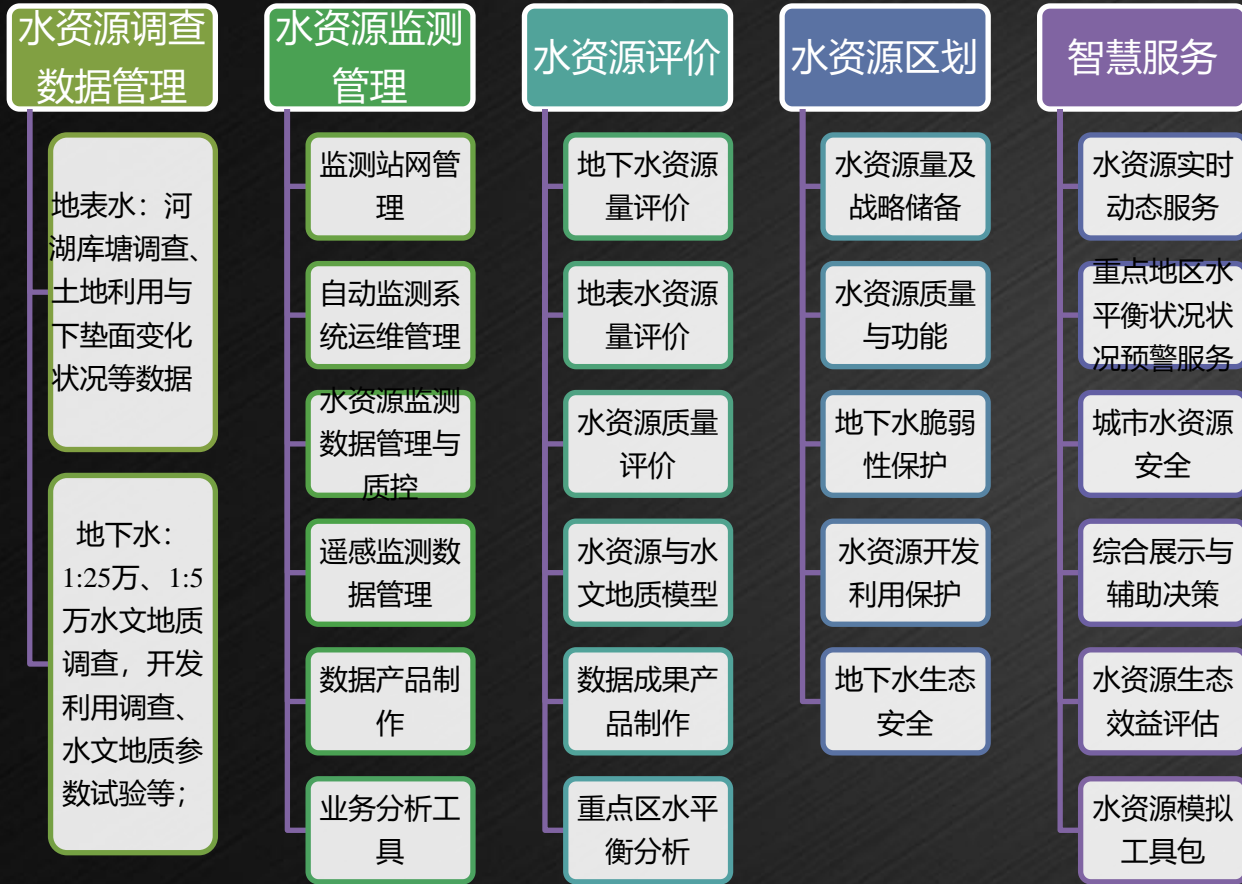
2020年1月，自然资源部出台的《**自然资源调查监测体系构建总体方案**》，从过去侧重开发利用和资源量变化，向提升对水资源生态价值的认识转变。

2021年7月，中国地质调查局印发《**地质调查支撑水资源管理总体设计**》，提出“系统掌握全国及重点地区水资源的数量、质量、空间分布、开发利用、生态状况及动态变化，科学把握水资源对生态文明建设和经济会发展关键支撑与制约作用”的总体目标。

《总体设计》提出利用5年时间，在已有国家地下水监测平台基础上，**建成水文地质与水资源智慧服务系统，提供水资源区划服务、重点地区水平衡状况预警服务**，全面掌握全国水资源数量、质量、空间分布、开发利用、生态状况及动态变化。



2业务需求



建设目标

1. 全面提升水资源“调查—监测—评价—区划”全链条业务信息化水平，
2. 建立适应生态文明建设需要的水资源统一调查监测技术标准和指标体系，
3. 完善水资源年度调查监测与十年一轮周期调查评价制度，
4. 系统掌握全国及重点地区水资源的数量、质量、空间分布、开发利用、生态状况及动态变化，
5. 科学把握水资源对生态文明建设和经济社会发展的关键支撑与制约作用，
6. 为水资源确权登记与权益保护、国土空间规划与用途管制、生态保护修复提供基础支撑，
7. 促进山水林田湖草沙生命共同体健康协调。

数据管理能力

支撑平台能力

业务应用能力

3总体目标

基于现有的水资源调查、监测、评价、区划等工作基础，利用大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术，对水文地质与水资源数据进行治理，构建智慧应用服务体系，实现水资源调查、监测、评价、区划数据汇聚、治理、应用的高效协同和自然资源调查监测评价、监管决策、信息共享的统一服务平台。



中台赋能，构建“大中台、小前台”水资源数据管理、应用新模式



全量数据治理，实现水资源数据“可知、可取、可控、可用”



构建统一基础支撑平台，提升国家、流域、省多级应用与服务能力



构建水文地质与水资源智慧应用，提升信息挖掘和智能决策服务能力



2

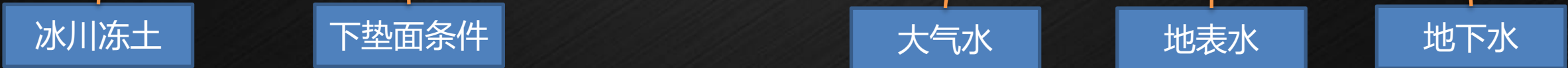
已有工作基础

1 数据资源现状

1、**水资源业务数据**，包括空间数据、非结构化数据、时序数据、结构化数据及格点数据五种类别。



2、**增量数据**，包括大气水、地表水、地下水、冰川冻土、下垫面条件五类数据。



2 问题分析

数据来源不同、数据格式各异，时空分布不均、汇聚方式不一，更新频次不定。

数据资源缺少版本管理、质量管理，缺少数据治理专业工具

数据存储按照业务管理逻辑存储和汇聚，未形成统一的数据资源体系

缺少统一的数据治理与数据管理平台

尚未形成统一的业务应用与智慧服务支撑平台，信息服务能力有待提升

3 业务信息系统基础环境现状分析

目前多个相关的业务应用系统分散在不同的基础运行环境，存在空间数据格式不统一、服务类型不统一、管理不方便、业务应用调用服务无标准化等问题。



3

数据治理思路

1 治理思路

1、构建统一的国家水文地质与水资源数据库

- 采用国产自主可控的数据库环境，构建统一的国家水文地质与水资源数据库

2 总体框架设计

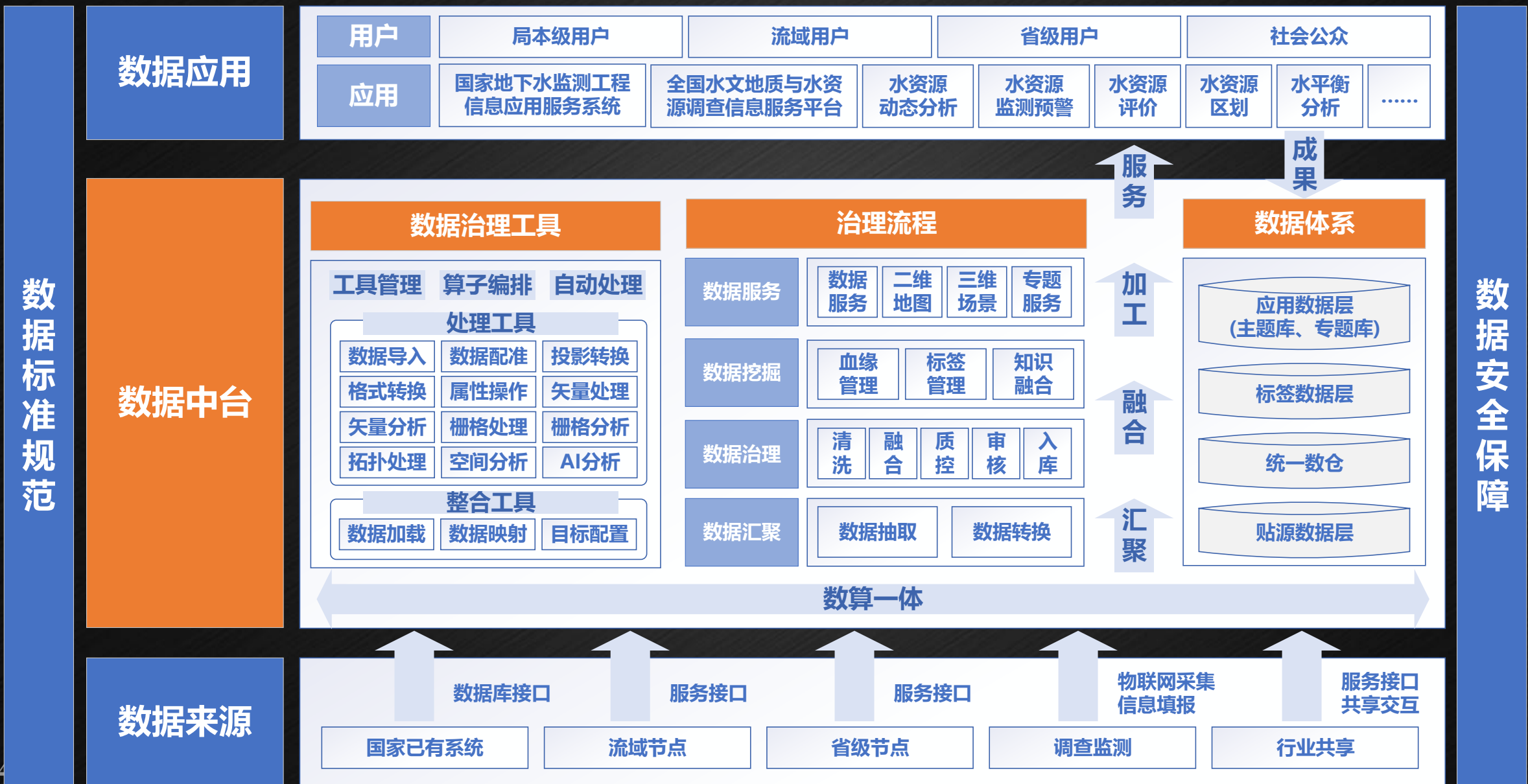


标准规范体系

信息安全体系

运维保障体系

3 搭建数据中台



4 数据治理流程

利用数据治理工具、SuperMap处理自动化GPA技术，对水文地质与水资源矢量、栅格、时序等数据进行质量控制与，提升数据治理与产品制作效率。

在数据处理、分析计算的过程中，涉及到大量基础数据、气象数据、水文地质与水资源数据进行关联分析处理的过程。

包括：数据录入、编辑修改、查询、缓冲区分析、叠加分析、插值运算...

通过GPA构建产品制作或分析的流程，批量制作产品或分析数据，增强系统灵活性，提升数据产品制作效率。

国家水资源数据管理系统

数据监控 数据汇集 数据质检 数据融合 人机交互 问题管理 配置管理 欢迎 admin

序号	任务名称	创建时间	治理状态	操作	查看日志
1	铜矿石、铅矿石和锌矿石化分析	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
2	页岩气开发引起的环境污染	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
3	安徽省祁门县金家山金矿预查岩心、岩屑	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
4	天津1.5万区县水文地质调查(武清、宝坻)水工环岩心	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
5	四川省叙永县川南煤田古叙矿区海坝井田普查岩心	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
6	区域地质调查数字填图	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
7	硅酸盐岩石化学分析方法	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
8	地质样品有机地球化学分析	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
9	地质岩心钻探器具	2022-11-28	数据汇集 数据质检 交互融合 衔接维护	查看详情	查看日志
10	滑坡防治工程勘查规范				

治理过程

```

    graph LR
      A[贴源数据] -- 数据治理 --> B[统一数仓]
      B -- 数据挖掘 --> C[标签数据]
      C -- 数据加工 --> D[应用数据]
  
```

共 100 条 20条/页 < 1 2 3 4 5 > 前往 1 页

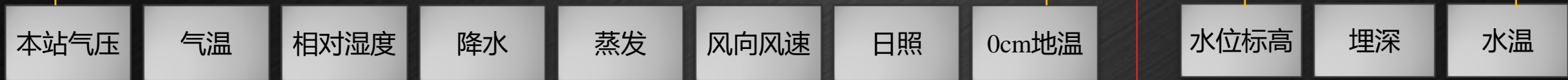
4.1 数据治理流程--基础地理数据处理

4.2 数据治理流程--监测类数据处理

监测类数据： 主要包括地下水监测数据、气象监测数据。地下水监测数据主要以多时序监测数据为主，通过数据治理将数据规范化处理后写入数据库，再利用GIS工具制作成数据产品。气象监测数据主要来自气象部门共享，数据有3种格式：1) micaps格式(.000)，2) ASCII栅格文件(.txt)，3) 日值数据集SURF_CLI_CHN格式(.TXT)，经过自动化处理后写入时空数据库，统一管理。

气象监测数据

地下水监测数据



开发多格式转换工具

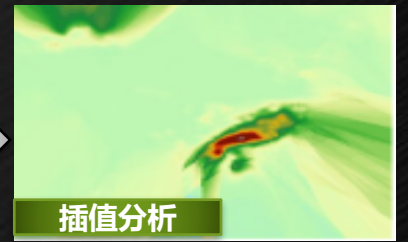
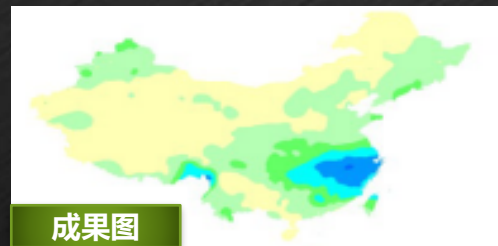
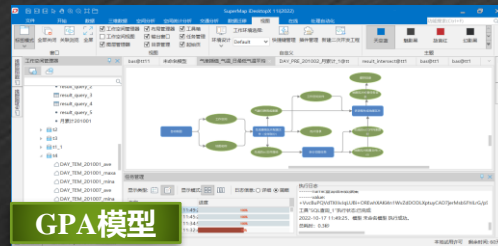
数据导入/转换

数据分类提取

数据检查与处理

数据入库

数据处理过程



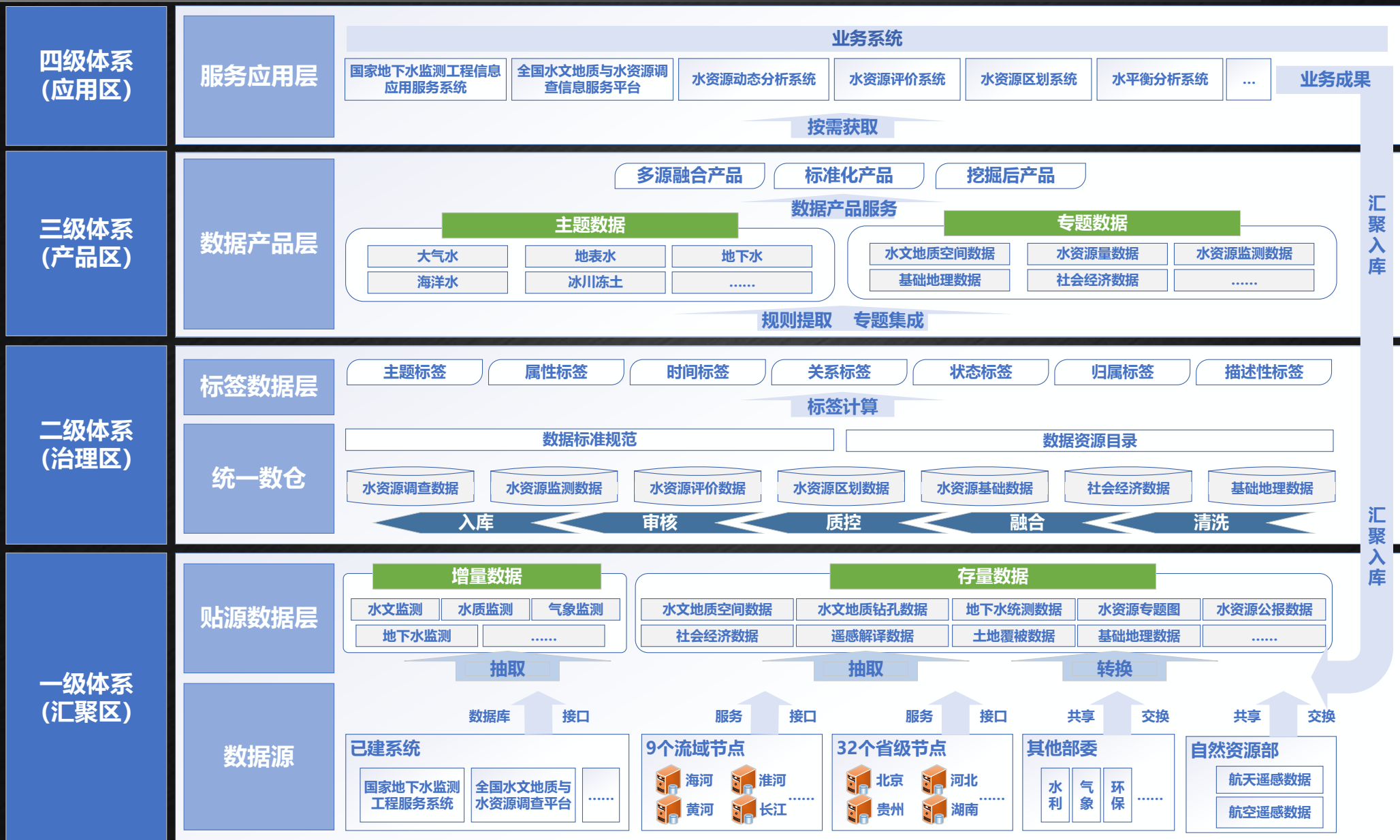
数据产品制作

4.3 数据治理流程--水文地质类数据处理

水文地质类数据: 主要是分幅数据, 以MapGIS格式、shp格式为主, 数据治理的工作主要是对数据进行平台迁移、融合、入库管理。



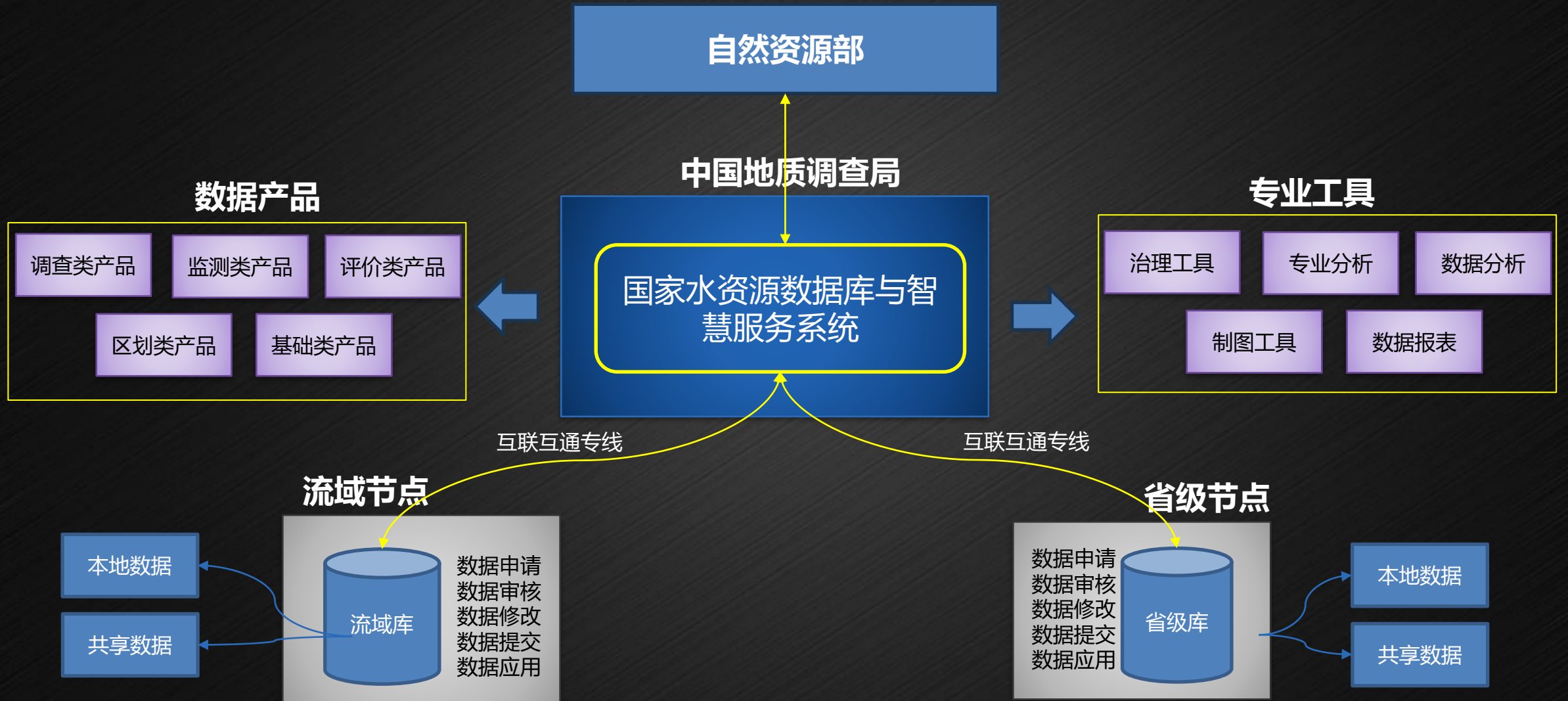
5 数据资源体系



汇聚入库

汇聚入库

6 国家、流域、省级互联互通

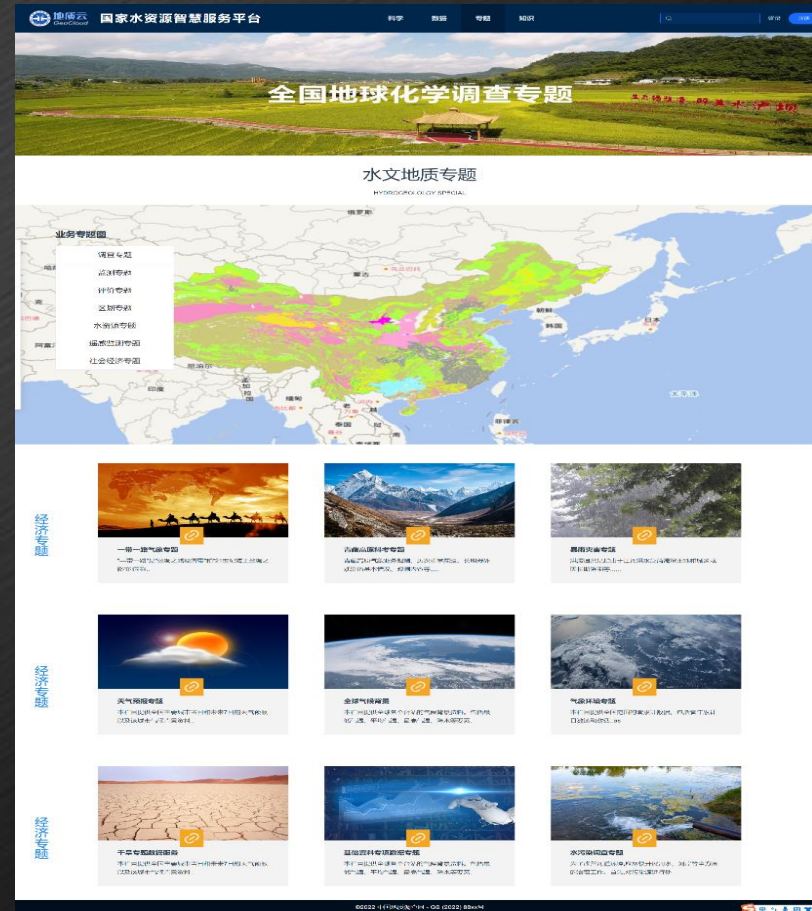
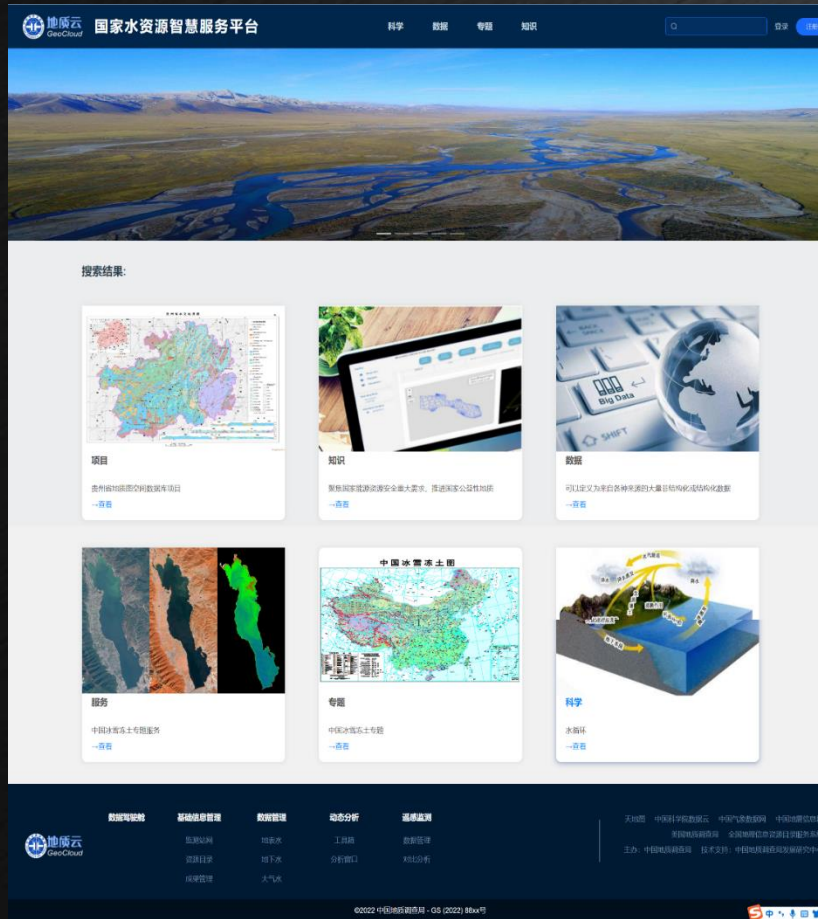


4

应用体系构建思路

1 构建业务应用体系

围绕水资源调查、监测、评价、区划全业务流程，对水体质量、总量以及其他指标进行科学评价与分析，开发**国家水文地质与水资源业务应用分系统**，包括：国家水资源数据管理系统、国家水资源基础信息管理系统、国家水资源动态分析系统、国家水资源遥感监测系统、国家水文地质与水资源数据驾驶舱。



2 业务应用体系构建思路--水资源数据管理系统

利用数据中台工具、自动化GPA工具（工具自由编排、快速拖拽搭建），对水文地质与水资源时空数据、监测数据、业务数据进行治理，实现全域数据治理全流程监管，达到数据可管、可控目标。

用户群体：数据业务人员、平台用户。

国家水资源数据管理系统

数据监控 | 数据汇集 | 数据质检 | 数据融合 | 人机交互 | 问题管理 | 配置管理 | 欢迎 admin

工具集

- excel批量导入
- json
 - json_tif专题图_日降雨
 - json_气象txt_月降雨
 - json_日数据test
 - json_日降水tif
 - 专题图服务发布
 - 专题图服务发布(单次)
 - 自制地图+瓦片
- 双评价模型
- 土地利用变化检测
- 地形适宜性分析
- 多进程生成瓦片
- 导入1比25万DLG数据
- 服务发布
- 格网数据的生产_地形数据
- 格网数据的生产_栅格数据
- 读取GDB到DSF

治理流程

```

    graph LR
      A[贴源数据] -- 数据治理 --> B[统一数仓]
      B -- 数据挖掘 --> C[标签数据]
      C -- 数据加工 --> D[应用数据]
    
```

Workflow Editor Steps:

```

    graph LR
      subgraph Row1
        W1[迭代文件] --> W2[导入.EXCEL] --> W3[重设坐标系]
      end
      subgraph Row2
        W4[迭代数据集] --> W5[普通克吕金] --> W6[邻域统计]
      end
      W6 --> W7[提取指定面]
      W7 --> W8[矢量裁剪]
      W8 --> W9[导出为 GeoJson 文件]
    
```


3业务应用体系构建思路--水资源基础信息管理系统

利用GIS技术、可视化技术、图谱技术，对水资源基础信息、基础资料进行时空管理，信息展示分析、三维模型管理等，为业务人员的日常工作布置、工作开展提供指导。

用户群体：业务人员、平台用户。

国家水资源基础信息管理系统

站网信息 | 数据目录 | 成果管理 | 欢迎 admin

地下水站网

站点编码:

站点名称:

所属区域: 行政区划 | 流域分区 | 地下水资源分区

站点类型: **站网信息**

格点名录 | 统计分析

540122210004
地址: 纳木湖乡乡政府院内西侧绿化带

360313210256
地址: 湘东镇坝老上(130县道绿化带)

360313210257JC257
地址: 麻山镇小桥村神庙院内

3603130013S9
地址: 交通局

3603130014S10
地址: 向家屋场

3603130015S12
地址: 向家

站网密度 | **站网分布图**

基本信息

孔号	监测点编号 632801211259
监测点级别	监测点类型 0
行政区划 青海省海西蒙古族藏族自治州格尔木市632801	建设类型
经度 91.913	纬度 33.265
流域 160000	水文地质单元 180000
地面标高 4549.31982422	井口高程 4549.81982422
井深 65.09999847	监测层位
埋藏条件 2100	建井时间
详细地理位置 青藏公路109国道3135km西(沱沱河)	操作时间
数据接收状态 5	是否水利考核点 0
初始水位埋深 1	含水介质 1100
新监测点编号	地板埋深 52.4
顶板埋深 76.35	井废弃
设备厂商 中科光大	数据更新时间 2020-12-06 18:58:36
水文 JII1	流量 F010100
地下水类型 山前平原地下水	站网来源 监测工程
所属重点区域 黄河流域	是否有历史数据 A
是否被破坏 1	翻采区
地下水分区 F010100	运维设备厂商 西安迅腾

工作区

数据资源 | 数据统计 | 数据分析

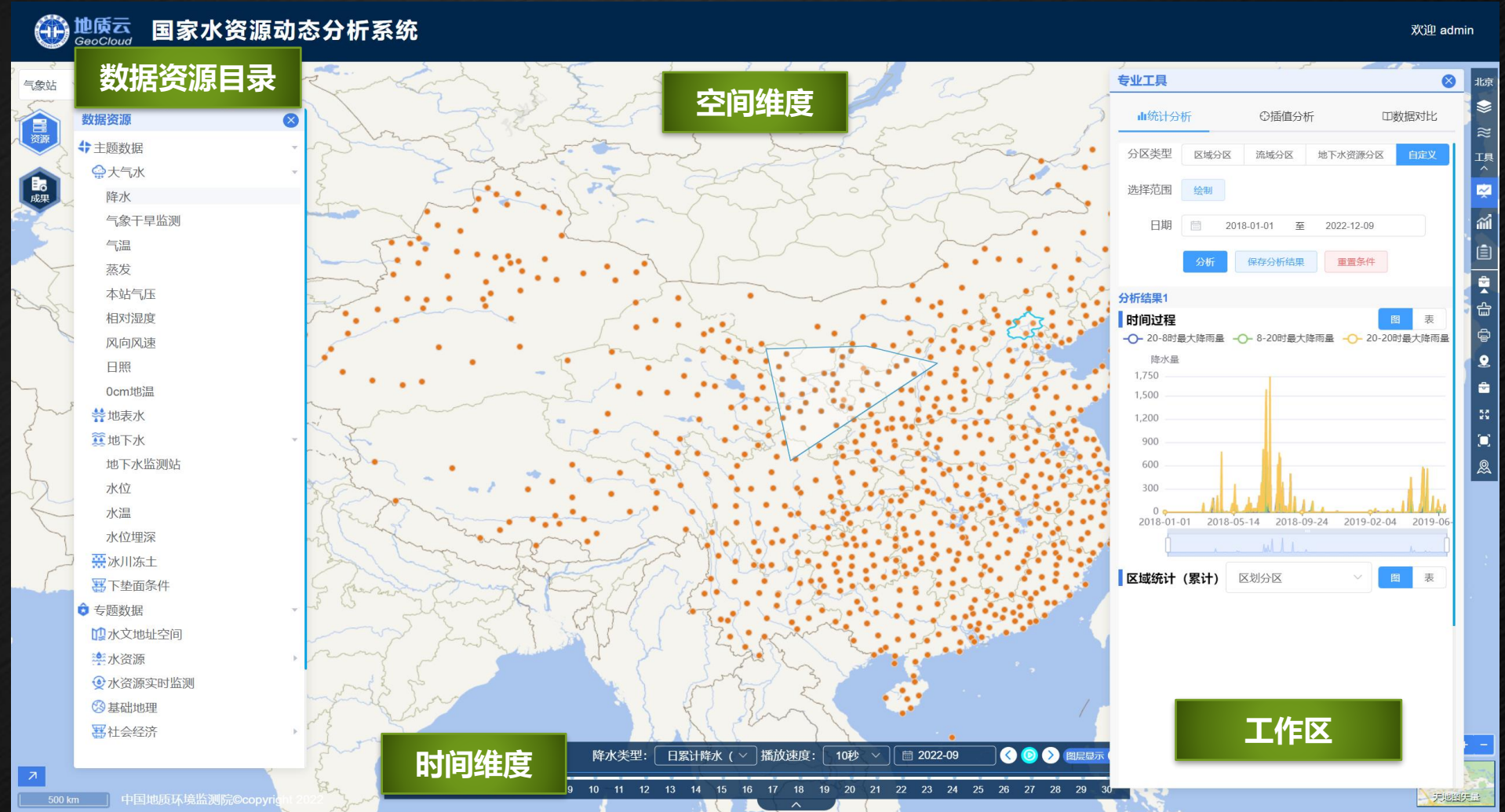
成果图 | 文档 | 模型管理

空间范围

4业务应用体系构建思路--水资源动态分析系统

利用GIS技术、可视化技术、大数据等技术，对地下水监测数据、水文地质矢量图件、气象数据和社会经济数据进行时空演化分析，提供专业的分析工具和数据产品。

用户群体：科学家、行业用户、专业用户。



4业务应用体系构建思路--水资源动态分析系统

专业工具集

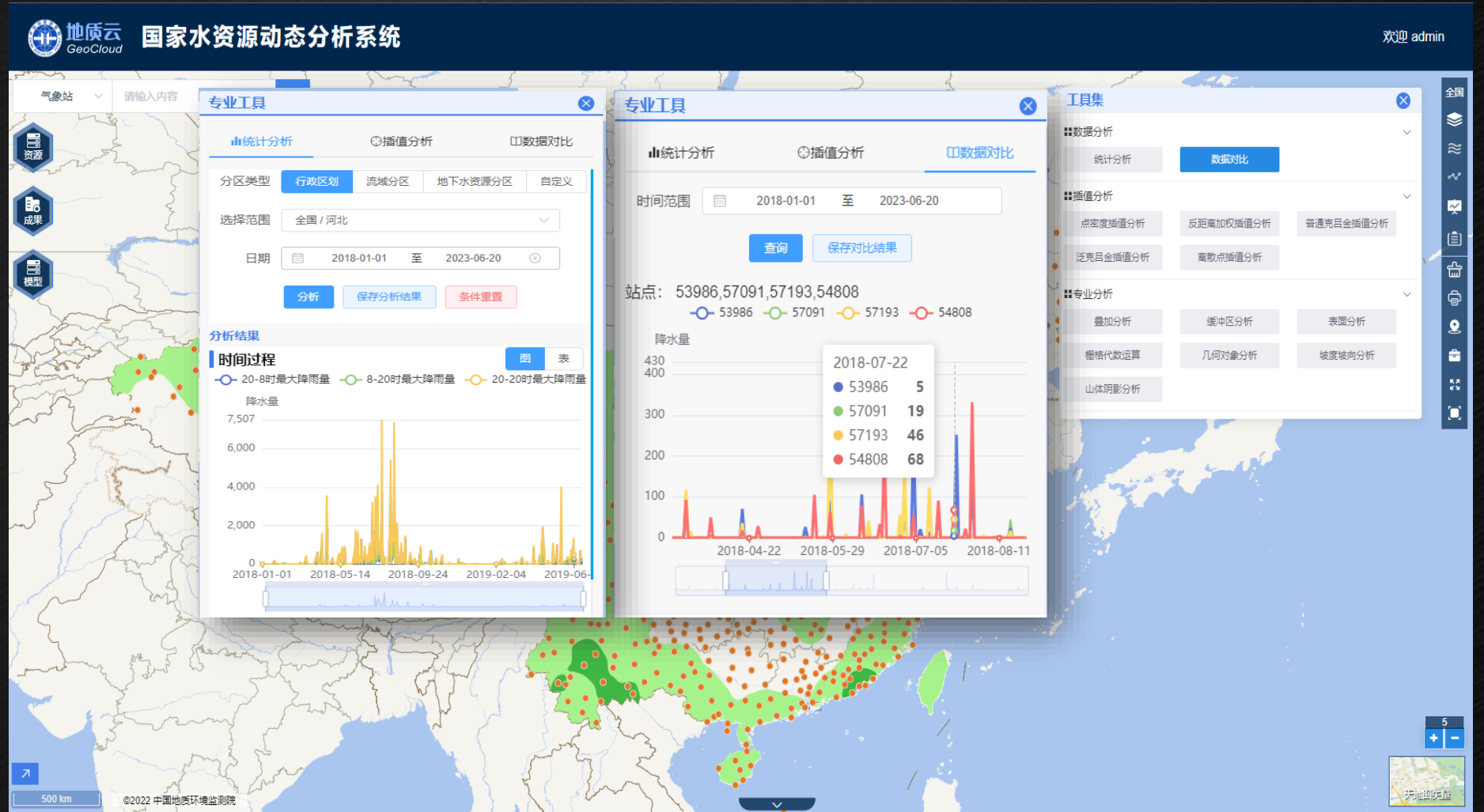
数据分析

插值分析

空间分析

机器学习

- 动态趋势预测
- 识别正常数据



4 应用体系构建思路--水资源动态分析系统

专业工具集

数据分析

插值分析

空间分析

机器学习

- 动态趋势预测
- 识别正常数据

地质云 GeoCloud 国家水资源动态分析系统 欢迎 admin

气象站 请输入内容

工具集

- 数据分析
 - 统计分析
 - 数据对比
- 插值分析
 - 点密度插值分析
 - 反距离加权插值分析
 - 普通克里金插值分析
 - 泛克里金插值分析
 - 离散点插值分析
- 专业分析
 - 叠加分析
 - 缓冲区分析
 - 表面分析
 - 栅格代数运算
 - 几何对象分析
 - 坡度坡向分析
 - 山体阴影分析

专业工具

山统计分析 插值分析 数据对比

*插值类型: 降雨

*插值字段: 日降雨量

*时间范围: 2010-01-01 ~ 2010-02-01

旋转角度值: 1

块金效应值: 1

自相关阈值: 1

基台值: 1

半变函数类型: 指数函数 高斯函数 球型函数

插值运算所获得的栅格数据值的分辨率: 1

插值运算时查找参与运算点的查找方式: 变长查找方式 定长查找方式 不进行查找

块查找方式

参与插值运算的点数: - 1 +

查询 保存分析结果 清除

500 km ©2022 中国地质环境监测院

4业务应用体系构建思路--水资源动态分析系统

专业工具集

数据分析

插值分析

空间分析

机器学习

- 动态趋势预测
- 识别正常数据

地质云 GeoCloud 国家水资源动态分析系统 欢迎 admin

气象站 请输入内容

工具集

- 数据分析
 - 统计分析
- 插值分析
 - 点密度插值分析
 - 泛克里金插值分析
- 专业分析
 - 叠加分析
 - 栅格代数运算
 - 山体阴影分析

叠加分析

源数据: 地下水站

叠加数据: 绘制叠加

分析模式: 合并

裁切 合并 擦除 求交 同一 对称值 更新

表面分析

选择站点: 气象站

指标: 埋深日均值

时间范围: 2018-01-01 至 2023-06-20

运算方式: 加

插值方法: 加 减 乘 除

缓冲区分析

缓冲类型: 绘制点 绘制线 绘制面 输入坐标 行政区选

缓冲区距离(km): 2

分区类型: 行政区划分区 流域分区 站点

编码	经度	纬度
53877	112.250000	36.166667
53884	113.033333	36.516667
53975	112.400000	35.483333
54808	115.633333	36.233333
54909	115.516667	35.083333
57181	113.050000	33.883333
57193	114.516667	33.783333
57077	111.650000	33.783333
57084	113.050000	34.500000
57083	113.650000	34.716667
57091	114.300000	34.783333

导出名录 关闭分析结果

©2022 中国地质环境监测院

4业务应用体系构建思路--水资源动态分析系统

专业工具集

数据分析

插值分析

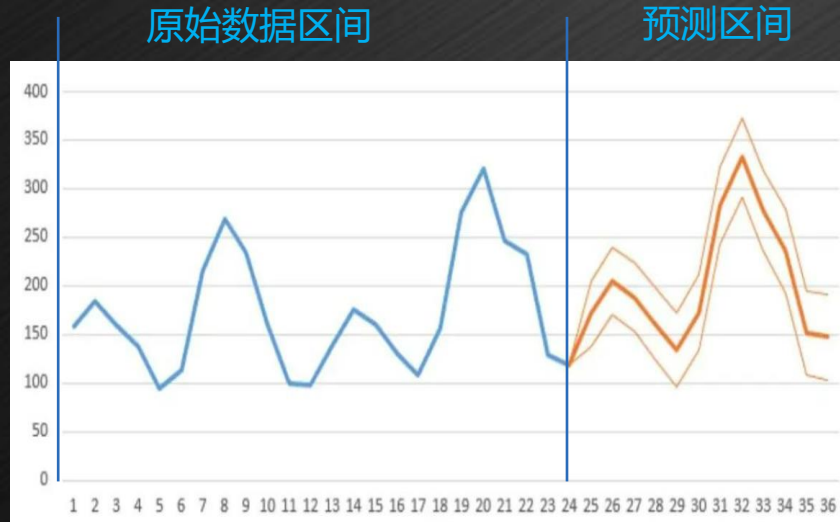
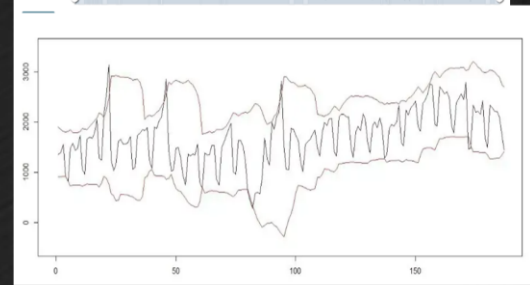
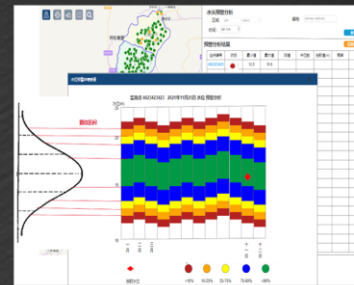
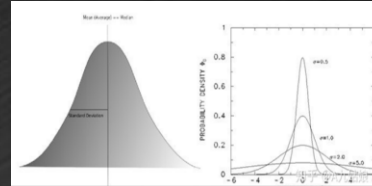
空间分析

机器学习

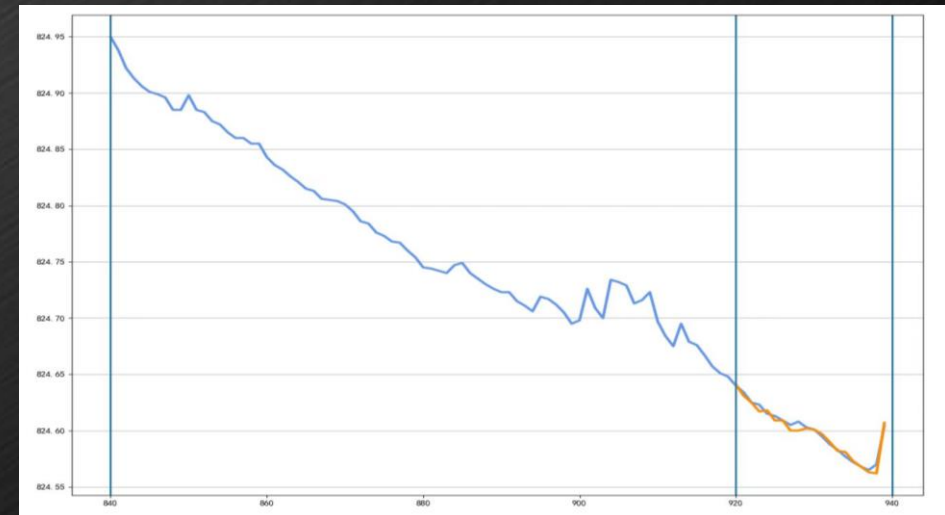
- 动态趋势预测
- 识别正常数据

基于机器学习工具研发地下水自动监测异常数据识别等技术。

- (1) 利用相同时间段地下水位数据的频率统计，有效识别因设备故障形成的异常数据；
- (2) 通过机器学习预测水位数据的阈值区间，避免因地下水位持续上升、下降而造成的数据异常误报；
- (3) 浅层地下水动态趋势主控因素识别技术。



基于LSTM方法的地下水位动态趋势预测



预测区间数据，识别为正常数据

4业务应用体系构建思路--水资源动态分析系统

数据产品

水文地质

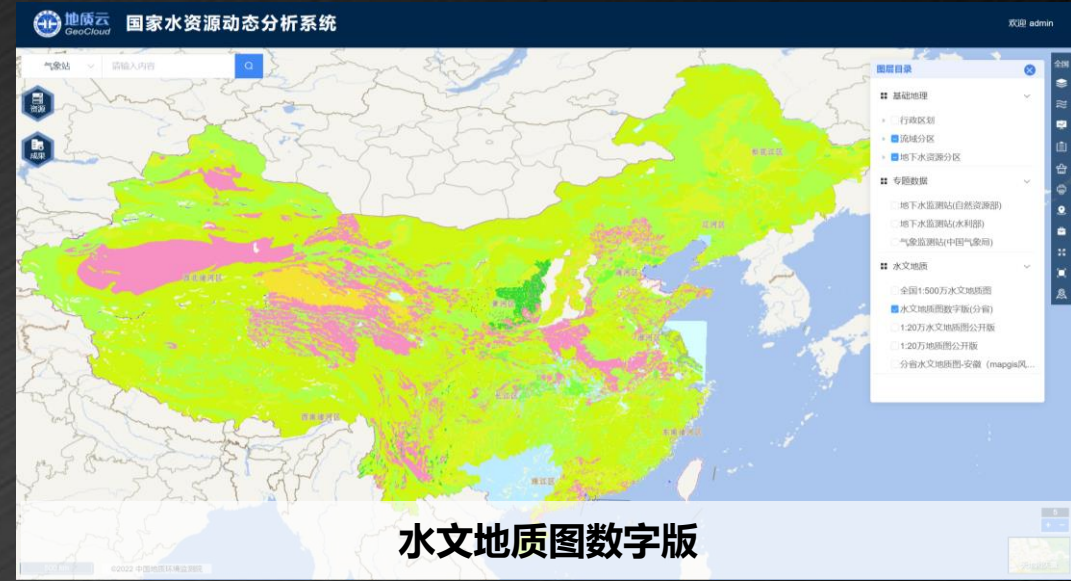
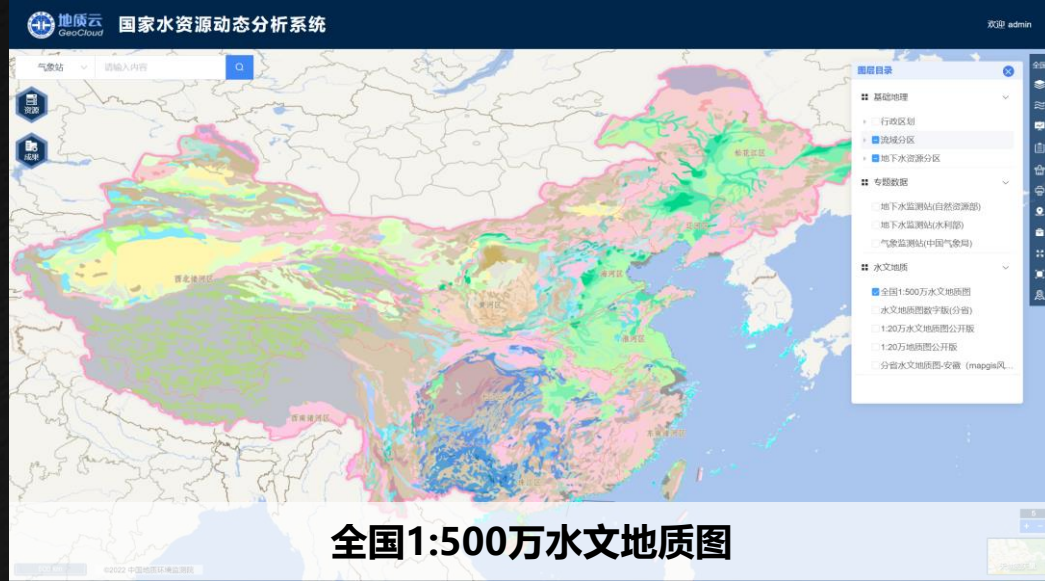
- 全国1:500万水文地质图
- 水文地质图数字版
- 1:20万水文地质公开图
- 1:20万地质图公开版

基础地理

- 行政区划
- 流域分区
- 地下水资源分区

专题数据

- 地下水监测站
- 气象监测站



4业务应用体系构建思路--水资源动态分析系统

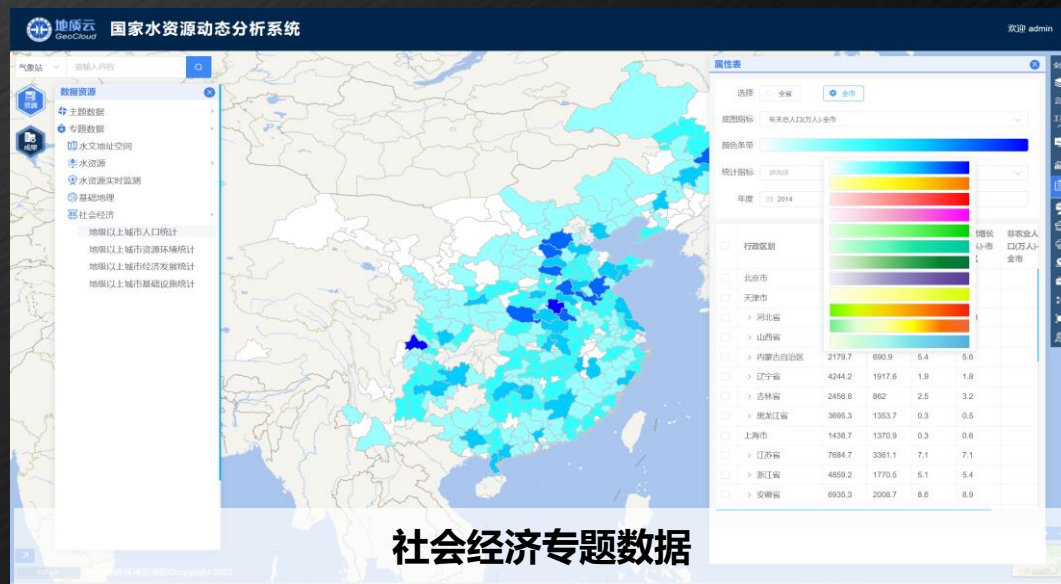
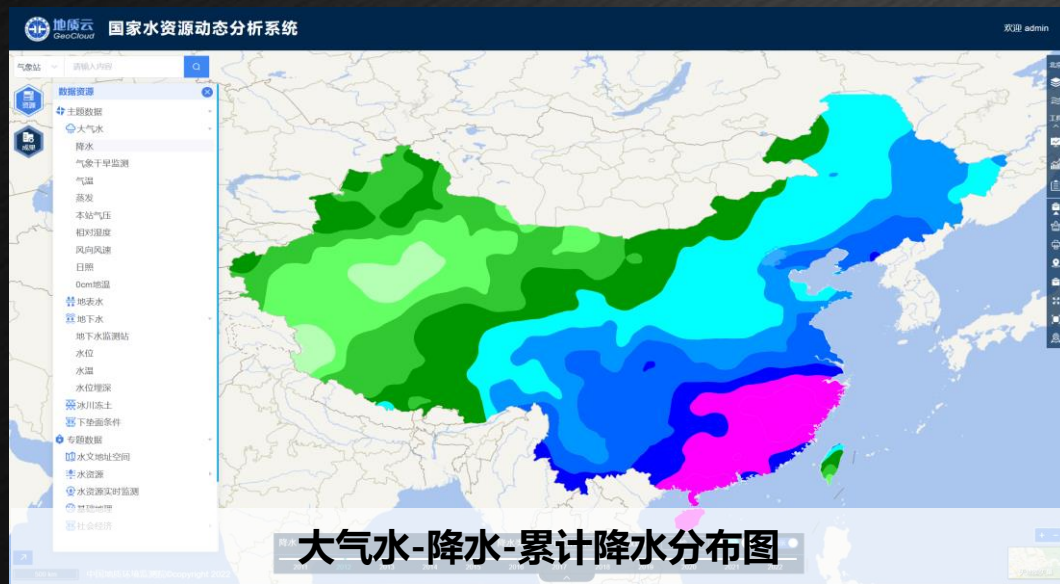
数据产品

主题数据

- 大气水
- 地表水
- 地下水
- 冰川冻土
- 下垫面条件
- 监测站点
- 其他专题

专题数据

- 水文地质空间数据
- 水资源数据
- 水资源实时监测数据
- 基础地理数据
- 社会经济数据等



4业务应用体系构建思路--水资源动态分析子系统

模型成果展示

模型结果三维展示

模型结果报表查询

模型参数查询

国家水资源动态分析系统

模型成果列表

- 1 区域:华北平原 时间:2022-05-12 模型类型:visual modflow 模型成果:地下水预测
- 2 区域:黄河流域 时间:2022-05-12 模型类型:GMS 模型成果:地下水预测
- 3 区域:长江流域 时间:2022-05-12 模型类型:GMS 模型成果:地下水预测
- 4 区域:华北平原 时间:2022-05-12 模型类型:visual modflow 模型成果:地下水预测
- 5 区域:辽河流域 时间:2022-05-12 模型类型:GMS 模型成果:地下水预测
- 6 区域:松花江流域 时间:2022-05-12 模型类型:GMS 模型成果:地下水预测
- 7 区域:珠江流域 时间:2022-05-12 模型类型:GMS 模型成果:地下水预测
- 8 区域:海河流域 时间:2022-05-12 模型类型:GMS 模型成果:地下水预测
- 9 区域:东南诸河 时间:2022-05-12 模型类型:visual modflow 模型成果:地下水预测

共 30 条 < > 15 条/页

数据模型成果展示

测站编码	预测水位	预测时间
411002210001	5.082	2022/05/12 12:00:00
411023210001	4.064	2022/05/12 12:00:00
411023210003	11.484	2022/05/12 12:00:00

数据模型成果展示

分区	1A	1B	2A	2B	2C	3B	4
K(m/d)	25.04	8.67	15.7	9.25	5	4.56	4.5
Sy(给水度)	0.12	0.1	0.07	0.06	0.03	0.05	0.04
Ss(贮水率)	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
eff_proe (有效孔隙度)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15
pore (孔隙度)	0.3	0.3	0.3	0.25	0.25	0.2	0.3
β (灌溉入渗系数)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
β 井 (井灌回归系数)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
α (降水入渗系数)	0.1	0.19	0.15	0.19	0.15	0.1	0.1

5业务应用体系构建思路--数据驾驶舱

利用SuperMap iPortal产品，快速构建水文地质与水资源数据领导驾驶舱，通过实时监测，统计分析、预测预警等维度，对水资源动态、水平衡状态进行以图形化、数字化、专题图等形式进行综合展示，辅助领导决策。

用户群体：决策者、平台用户。



5

预期成效

预期成效

利用数据治理工具、治理体系，构建数算一体统一的国家水文地质与水资源数据底座

为水资源调查、监测、评价、区划等工作提供专业的工具和数据产品

构建水文地质与水资源智慧应用，服务业务单位及社会公众，辅助领导决策

构建“1+1+9+31”的应用体系，满足国家、流域、省等多级用户应用需求



Thank You All!

GISTC
空间智能 因融至慧

2023地理信息软件技术大会
2023 Geospatial Information Software Technology Conference