

**第九届数字中国建设峰会**  
**数字生态文明分论坛**  
**典型应用汇编**

**( 下册 )**

# 目录

## 肆

### AI 赋能数据治理·全流程智能审核

- ◆ AI 赋能智慧环评：项目准入研判与环评文件编制提效（福建省生态环境厅）... 007
- ◆ AI 赋能生态环境分区管控与“环评+排污许可”智能审核一体化创新实践（宁夏回族自治区生态环境厅）... 011
- ◆ AI 智能体赋能行业排污许可证审核应用场景（武汉市生态环境局）... 019
- ◆ 湖南省排污许可智能审核服务平台（湖南省生态环境事务中心等）... 025
- ◆ 基于规则引擎的 AI 排污许可智能审核系统（九江市生态环境局等）... 031
- ◆ 河南省重点污染源监控数据智能分析系统从“人防”到“技防”的非现场监管创新实践（河南省生态环境监测和安全中心）... 037
- ◆ 基于“AI 视觉+时空指纹”技术的 LDAR 数据合规性智能审核（上海市环境科学研究院等）... 044
- ◆ 基于统一生产库的生态环境数据治理体系建设（广西壮族自治区生态环境厅）... 049
- ◆ 基于大模型的生态环境数据全生命周期智能治理和应用（海南省生态环境厅等）... 055
- ◆ 跨域数据支持环境污染责任保险数智化服务（上海市环境科学研究院等）... 062
- ◆ 环保问数（江西省生态环境科学研究与规划院等）... 067

## 伍

### 数智执法监管·阳光信访闭环处置

- ◆ 江西省生态环境智慧执法监管系统（江西省生态环境厅等）... 073
- ◆ 数智赋能 执法革新——云南省生态环境执法案卷智能评查 AI 应用案例（云南省生态环境厅执法局等）... 082
- ◆ 生态环境非现场监管“慧眼”模型（江苏省生态环境监控中心）... 086
- ◆ 人工智能辅助非现场监管应用场景（泰州市生态环境局）... 092
- ◆ AI 赋能广东“粤无废”固体废物全过程管理体系建设项目（广东省固体废物和化学品环境中心等）... 098

# AI赋能数据治理 全流程智能审核

- ◆ 基于数字重庆“巴渝治废”应用的超大城市危废治理智能化实战实效（重庆市生态环境局）..... 105
- ◆ 建筑施工噪声污染智能防控协同治理模式（深圳市生态环境智能管控中心等）.... 112
- ◆ 基于 AI 语义解析与业务规则模型的 12345 噪声投诉智能分类闭环管理案例（成都市生态环境局）..... 119
- ◆ 四川省生态环境智慧信访场景应用（四川省环境信息中心等）..... 126
- ◆ “智”破困局，“法”护生态——以人工智能技术赋能生态环境信访法治化（中山市生态环境局等）..... 130
- ◆ 数智督察信访件分析智能体（广东环科院环境科技有限公司）..... 137
- ◆ “AI+车检”赋能车辆检验全过程指引服务打造防范作弊新范式（杭州市生态环境局等）..... 141
- ◆ 平战结合砺应急利剑 智慧联动筑安全防线（内蒙古自治区生态环境厅综合保障中心等）..... 144

## 陆

### 智能决策服务·场景化创新应用

- ◆ 大模型耦合的环境应急智能决策支持系统（上海市生态环境局）..... 153
- ◆ “山海小智”一体化智能平台（海南省生态环境厅等）..... 157
- ◆ 智慧环保·智能问图——基于大语言模型的生态环境智能空间分析平台（佛山市生态环境局）..... 165
- ◆ 衢州“污账户”应用——AI 打造非现场监管新模式（衢州市生态环境局）..... 171
- ◆ 湖北省长江大保护数字化治理智慧平台数据智能问答助手应用（湖北省生态环境信息中心）..... 175
- ◆ 基于 AI 大模型支撑的全运会生态环境保障全域多维场景创新实践（广州市生态环境局等）..... 181
- ◆ 生活垃圾发电智慧运营新模式——大语言模型赋能“运营小红书”（光大环保（中国）有限公司）..... 188

# AI 赋能智慧环评：项目准入研判与环评文件编制提效

福建省生态环境厅

## 一、总体介绍

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》中指出“十五五”时期经济社会发展的主要目标包括高质量发展取得显著成效，美丽中国建设取得新的重大进展。《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加强生态环境分区管控的意见》中提到，加强生态环境分区管控，以高水平保护推动高质量发展、创造高品质生活，努力建设人与自然和谐共生的美丽中国。环境影响评价管理是统筹推进高质量发展和高水平保护的关键环节。福建省基于生态云建设成果，进一步深化整合已有生态环境分区管控、“多规合一”等平台成果，积极探索“智慧环评”创新模式。围绕建设项目投资决策和环评管理需求，依托生态环境领域公共数据、空间数据、政策标准和行业知识，融合大模型、知识库、规则引擎与智能分析技术，对建设项目选址条件、行业属性、生产工艺及环境约束因素进行综合识别与分析，构建环评业务智能化服务体系。实现项目环境准入研判、环评管理类别判断、适用标准匹配以及环评文件编制辅助等智能化服务。重点解决环评前期信息分散、政策匹配困难、人工判断效率低、编制内容一致性不足、专业经验依赖强等问题，推动环评服务由经验驱动向数据驱动、规则驱动和智能协同转变，提高环评服务效率、规范性和可复制性。

## 二、技术路线

本应用通过数据资源汇聚与治理、知识与规则抽取与管理、模型与智能化引擎构建、数据应用、审核校验与持续优化，形成从底层数据治理到上层业务输出的完整技术体系。

### （一）数据资源汇聚与治理

重点整合政策法规、标准规范、生态环境分区管控、空间规划、环境质量、监测数据、排污许可、执法案例、行业工艺资料和环评案例等数据资源。针对

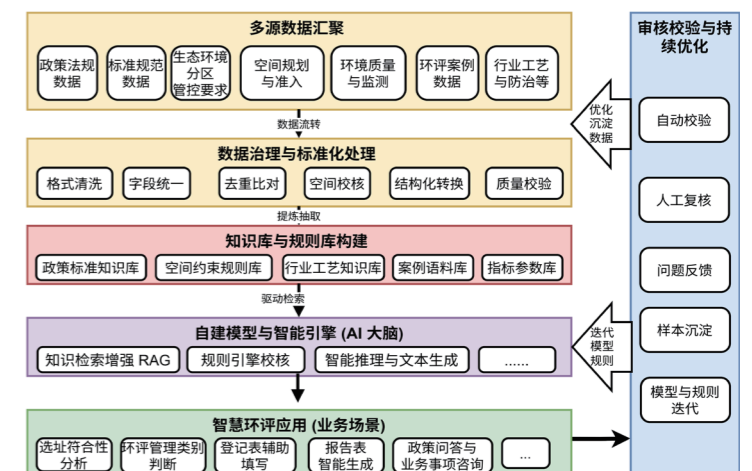


图 1 技术路线图

数据来源多、结构差异大、表达不统一的问题，建立统一的数据治理机制，开展格式清洗、字段映射、坐标转换、去重比对、时间版本管理和质量校验，形成统一规范、可持续更新的环评专题数据集，为后续知识构建和模型应用提供底层支撑。

### (二) 知识库与规则库构建

针对政策标准内容分散、人工检索和理解成本高的问题，对法律法规、技术导则、标准规范和案例资料进行条款级拆解和结构化处理，提取适用对象、约束条件、管控要求、适用范围、阈值指标和判断逻辑等关键信息，构建政策标准知识库、空间准入规则库、行业知识库和指标参数库。对于可明确表达的业务逻辑，形成规则单元并纳入规则引擎管理；对于需结合上下文理解和综合判断的内容，由模型参与解释和归纳，形成知识与规则协同支撑机制。

### (三) 智能引擎与专业模型构建

依托自建行业模型体系，结合环评专业数据和任务样本，形成面向选址分析、类别判定、表单填写和报告生成的场景化模型能力，支撑项目特征识别、文本语义解析、政策条款理解、类别语义匹配、结论组织和专业文本生成等任务。同时引入知识检索增强和规则约束机制，在模型推理过程中调用知识库和规则库进行辅助判断，并对输出结果实施一致性检查、逻辑校核和引用依据校验，提升模型在专业场景下的可靠性和可解释性。

### (四) 智慧环评应用

面向具体环评业务场景提供服务能力，包括：

1. 生态环境选址符合性分析，系统对项目位置、建设内容和行业特征进行识别，自动匹配生态环境分区管控、空间规划、环境敏感目标和产业准入要求，形成选址环境约束分析结果。
2. 环评管理类别判断，系统基于项目建设内容、产品方案、工艺特征和规模指标，对照分类管理名录条目开展智能匹配和规则判断，形成类别判定及依据说明。

3. 在环评登记表辅助填写，系统对项目基本信息、建设内容、污染源信息和环境保护措施进行抽取、归集和结构化填报，提升登记表填写效率和规范性。

4. 环评报告表辅助编制，系统依据项目资料、知识规则和章节要求，自动生成工程分析、环境影响分析、污染防治措施、环境管理要求等内容，并进行章节间逻辑一致性校验和专业规范检查，辅助形成较为完整的报告文本。

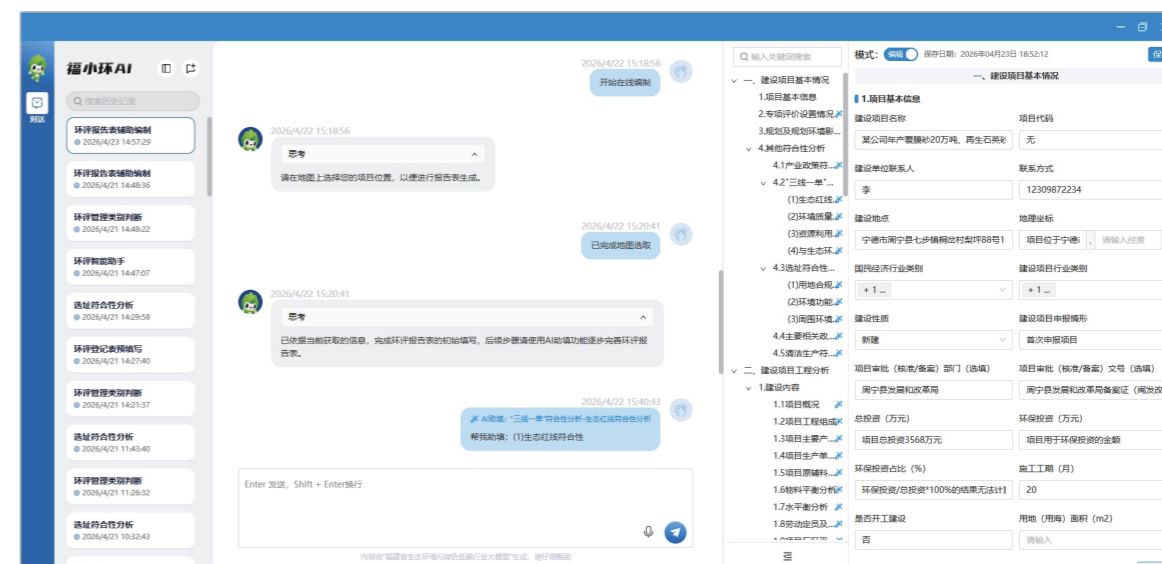


图3 环评报告表辅助编制示例

### (五) 审核校验与持续优化机制

同时为保证系统稳定持续运行，建立审核校验与持续优化机制，对模型输出结果进行来源追溯、规则复核、逻辑检查和格式规范检查，对涉及高风险判断、关键合规结论和重要条款引用的内容设置人工审核机制。对于校验发现的问题，形成问题标签、纠错样本和优化记录，持续反哺知识库、规则库和模型训练集，建立“应用-审核-修正-优化”的闭环迭代机制，不断提升系统实际应用效果。

## 三、创新性

当前环评业务普遍存在数据来源分散、政策标准检索难、判定过程依赖经验、人工编制重复性高、成果规范性和一致性不足等痛点，尤其在项目选址研判和报告编制阶段，存在信息获取成本高、逻辑链条长、审核工作量大等问题。

本项目的创新性主要体现在三个方面：

一是构建面向环评业务的数据资源体系，将区域准入要求、空间数据、政策标准、环评文件、环境容量数据等进行统一治理与知识化组织，打通“数据-知识-应用”的转化链条；

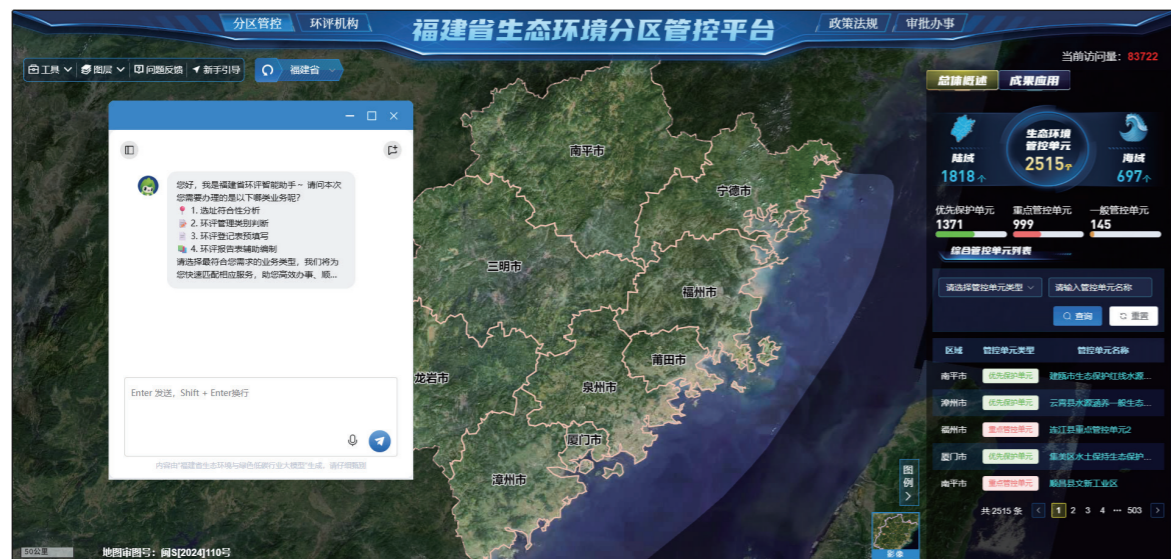


图2 首次进入会话页面

二是采用规则引擎与大模型协同机制，将环评业务中的显性规则判断与复杂语义理解、文本生成有机结合，既提升判断的稳定性，又增强应用的智能化表达能力；

三是围绕选址分析、环评管理类别判定、登记表填写和报告表生成、环评政策问答和业务事项咨询等高频场景进行一体化设计，不是单点工具堆叠，而是形成贯穿项目前期咨询到环评文件编制的连续服务能力。

通过专业知识、算法能力与业务流程的协同配置，降低项目反复论证的风险，降低中小企业环评编制成本，并推动环评服务从传统人工经验模式向标准化、智能化、平台化模式升级。

#### 四、应用成效

本项目服务于建设单位、环评技术单位及管理服务部门等多类用户，通过将原本分散的政策检索、条件核对、类别判断、表单填写和文本编制过程进行智能整合，缩短资料准备和分析时间，降低重复性人工投入，新办企业选址论证可在 5 分钟内完成，环评登记表一键生成，报告表预编制从不少于 10 个工作日压缩至不超过 30 分钟，小微企业和对环境影响较小企业办理环评登记表业务基本可以做到零成本，编制环评报告表的成本也压缩 30% 以上。应用推广后，可在区域招商引资项目预研、企业投资选址咨询、项目合规性预判、环评报批辅助等方面形成稳定支撑，帮助用户提前识别环境准入风险、提升材料规范性和编制质量，减少因理解偏差、信息遗漏和标准适用不准带来的返工。与此同时，该应用也有助于推动环评服务模式由传统报告编制向数据驱动和技术咨询转型，具有较好的经济效益、社会效益和行业示范效应，为智慧环保和数字化政务服务提供可复制的应用样板。

## AI 赋能生态环境分区管控与“环评+排污许可” 智能审核一体化创新实践

宁夏回族自治区生态环境厅

### 一、总体介绍

随着生态环境分区管控在全国范围内的深入推进，如何将静态的管控成果与动态的建设项目环评审批、排污许可证核发业务深度耦合，实现从“源头预防”到“过程监管”的全链条闭环，已成为生态环境治理现代化的关键命题。宁夏回族自治区生态环境厅立足区域生态环境管理实际需求，依托宁夏生态环境分区管控信息平台建设，率先探索以人工智能大模型为核心驱动、以多业务协同为关键纽带的智能化转型路径，打造一体化宁夏生态环境分区管控与“环评+排污许可”智能审核体系，为这一命题提供了地方实践样本。

本案例引入 DeepSeek 大语言模型、MinerU 大模型，融合 RAG 检索增强生成、提示词工程、GIS 空间分析等前沿技术，并梳理构建自动审核规则库，组建“规则驱动+AI 校验”的双引擎智能审核机制，深度串联生态环境分区管控全业务、建设项目环评审批、排污许可证核发三大核心业务板块，搭建起宁夏“空间管控-项目准入-环评审核-排污许可-监管联动”的全流程数字化闭环管理特色体系，面向宁夏及其地市、区县三级生态环境管理部门以及企业、社会公众提供个性化服务，实现以宁夏生态环境分区管控成果为基础和依据的建设项目环评报告书、排污许可证申请表智能化合规校核，辅助破解宁夏当前面临的“生态环境分区管控成果与环评业务分散独立，环评文件中管控要求符合性依赖人工核查，缺乏统一联动”“环评报告书审核依赖专家人工审阅，耗时长且标准难以统一”“排污许可证核发规则碎片化，人工审核投入大”三大难题。

本案例聚焦生态环境分区研判智控、建设项目环评报告书智能合规审核、排污许可申请表智能审核三大应用场景，通过将 AI 能力嵌入业务审核与工作流程，探索出“人机协同、模型支撑、规则驱动、数据贯通”的生态环境领域人工智能应用新范式，以智慧化手段赋能生态环境监管效能、审批效率与服务水平提升，为宁夏高水平生态保护与高质量产业发展提供强有力的数字化支撑。

#### （一）生态环境分区研判智控

通过分析拆解宁夏生态环境分区管控更新成果中的环境准入要求，构建多维度结构化研判规则库，结合空间分析引擎，实现项目选址从人工查阅到秒级智能推荐、项目准入从经验判断到规则驱动的精准化评估，支撑宁夏全域范围内项目招商引资、园区产业布局与建设项目环评文件编制及审

批决策，并整合建设项目环评、竣工验收等各类环境要素数据，形成“项目规划前智能选址-项目审批中精准研判-项目落地后跟踪监管”全链条生态环境分区智控闭环体系，显著提升宁夏生态环境分区管控辅助决策水平与整体政务服务效能。

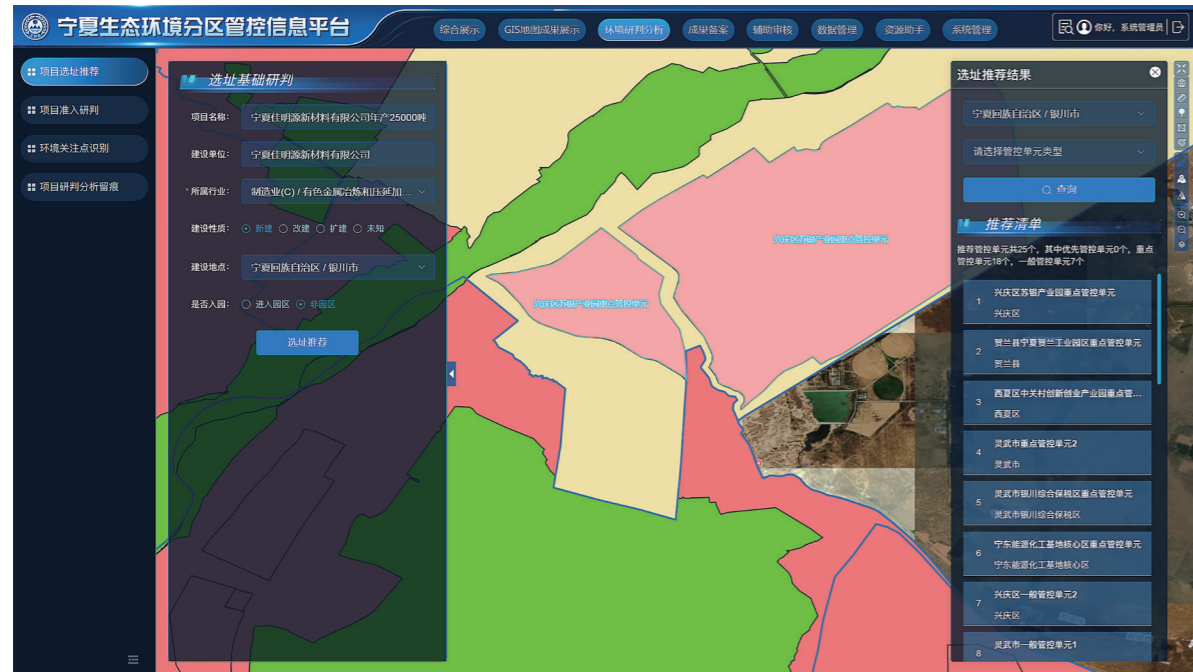


图 1 项目选址推荐

## (二) 建设项目环评报告书智能合规审核

基于 DeepSeek 大语言模型，融合长文档解析、RAG 精准检索生成、提示词工程、审核 workflow 等大模型能力，打造专业化建设项目环评报告书审核智能体，并结合国家环评技术导则和宁夏生态环境分区管控要求、产业目录、园区规划等地方性政策文件，实现对建设项目环评报告书产业政策符合性、与生态环境分区管控要求符合性、编制基础合规性、环境现状调查内容符合性等要点的智能审核与问题筛查，减轻人工审核压力，强化环评审批监管效率，提升源头预防能力。



图 3 建设项目环评文件辅助审核 - 文件上传



图 2 项目准入研判



图 4 建设项目环评文件辅助审核 - 审核结论

### （三）排污许可申请表智能审核

优先选取宁夏典型行业“石墨及碳素制品制造”，通过拆解国家排污许可分类管理名录、核发技术规范、排放标准及相关宁夏地方标准规范，构建宁夏“石墨及碳素制品制造”行业专属审核规则库，利用 MinerU 大模型完成申请表自动解析后，调用专属规则库对典型行业需审核项进行全量校验。同时，将审核经验辐射至宁夏全行业，梳理构建不同行业专属规则库，针对许可证降级管理、遗漏主要排放口、排放标准及限值错误、许可排放量错误等重点问题项进行审核。通过“典型行业试点先行+全行业推广覆盖”模式，推动宁夏排污许可证审核从“人工经验判断”向“机器自动校验”转型，提高许可证核发质量。

序号	单位名称	行政区划	行业类别	排污许可申请表名称	审核项	合格	不合格	人工复核	上传时间	操作
1	宁夏三晋煤炭...	石嘴山市大武...	石墨及碳素制...	宁夏三晋煤炭有限...	95	26	20	49	2026-04-13 09:45:17	查看详情 下载报告
2	宁夏鑫鑫煤炭...	石嘴山市	石墨及碳素制...	宁夏鑫鑫煤炭有限...	101	28	18	55	2026-04-13 09:37:33	查看详情 下载报告
3	宁夏南博工贸...	银川市	石墨及碳素制...	宁夏南博工贸有限...	101	31	17	53	2026-04-10 23:04:33	查看详情 下载报告
4	石嘴山市华旺...	石嘴山市	石墨及碳素制...	石嘴山市华旺煤炭...	104	29	19	56	2026-04-10 15:49:46	查看详情 下载报告
5	石嘴山市华旺...	石嘴山市	石墨及碳素制...	石嘴山市华旺煤炭...	53	16	6	31	2026-04-10 15:48:05	查看详情 下载报告
6	石嘴山市华旺...	石嘴山市	石墨及碳素制...	石嘴山市华旺煤炭...	50	16	6	28	2026-04-10 15:39:01	查看详情 下载报告
7	宁夏惠博特钢...	石嘴山市平罗县	石墨及碳素制...	宁夏惠博特钢有限...	95	24	21	50	2026-04-10 14:57:07	查看详情 下载报告
8	宁夏南博工贸...	银川市	石墨及碳素制...	宁夏南博工贸有限...	101	31	17	53	2026-04-10 11:04:58	查看详情 下载报告
9	宁夏南博工贸...	银川市	石墨及碳素制...	宁夏南博工贸有限...	95	24	21	50	2026-04-10 10:49:06	查看详情 下载报告
10	宁夏南博工贸...	银川市	石墨及碳素制...	宁夏南博工贸有限...	95	24	21	50	2026-04-10 10:38:44	查看详情 下载报告

图5 排污许可辅助审核 - 列表展示

序号	审核章节	审核表	审核项	审核结果	整改建议	核查证据	
1	一、排污单位基本情况	表1 排污单位基本信息表	单位名称	合格			
2			统一社会信用代码	合格			
3			行业类别	合格		请进一步与企业环评报告、环评批复文件进行人工比对，核实所属行业类别是否与环评一致。	
4			联系电话	合格			
5			所在地是否属于大气重点控制区	合格			
6			所在地是否属于总磷控制区	合格			
7			所在地是否属于总氮控制区	合格			
8			所在地是否属于重金属特别排放限值实施区域	合格			

图6 排污许可辅助审核 - 审核结果

### 二、技术路线

本案例以“政策刚性落地+AI技术赋能”为核心导向，构建“生态环境分区管控前置+双审核(排污许可+环评)协同”的技术体系，采用“数据层-技术层-应用层”三位一体架构，实现宁夏生态环境管理从“人工审核”到“人机协同审核”的跨越。技术路线图如下所示：



图7 技术路线图

#### （一）数据层：多源融合、动态更新的高质量数据底座

数据层整合宁夏全域多源数据，通过数据质量治理，构建三大核心数据集（共计约66GB），形成权威、标准、实时的数据资源体系，为智能研判、审核、监管提供高质量数据支撑。

##### 1. 生态环境分区管控数据集（约23GB）

整合生态环境分区管控成果、矢量图层、空气质量、水质、污染源在线监测、市场监管6类数据，对接宁夏生态环境监测中心和政务共享平台，形成统一赋码、多源同标的空间管控数据资源池。

##### 2. 建设项目环评数据集（约28GB）

对接全国建设项目环评统一审批系统，获取建设项目基本信息、环评信息、竣工验收信息，完成数据清洗与空间关联。

##### 3. 排污许可数据集（约15GB）

对接全国排污许可证管理信息平台，获取排污许可证、登记、执行报告、申请表4类数据，构建标准化排污许可数据资源。

## （二）技术层：双核驱动、混合增强的智能引擎核心

技术层以大模型为核心、规则引擎为支撑，构建“大模型+规则引擎”双核驱动架构，兼顾智能研判能力与审核合规性、可解释性，打造专业适配宁夏生态环境业务的智能技术底座。

### 1. 大模型协同支撑

（1）DeepSeek 大语言模型：由北京深度求索公司研发，于 2024 年 5 月完成深度合成服务算法备案（备案号：Beijing-DeepSeekChat-202404280016）。该模型采用 MoE 混合专家架构，总参数量 6710 亿，单次激活约 370 亿参数，具备强大语义理解、逻辑推理、文本生成能力。本案例采用算力租赁模式完成本地化部署，通过 API 网关提供高并发调用服务，支撑建设项目环评报告书智能审核、研判结论生成、政策解读等核心功能。

（2）MinerU 大模型：由上海人工智能实验室研发，参数量约 78 亿，采用视觉-语言融合架构，专注多格式非结构化文档解析，可将 PDF、DOC、DOCX 等文件中的文本、表格、图片精准转换为结构化 Markdown 数据。在本案例中同样采用算力租赁模式，将 MinerU 部署于同一算力资源池，作为文档解析前置服务，为 DeepSeek 模型提供标准化输入，支撑建设项目环评文件、排污许可申请表自动解析。

### 2. 关键技术融合应用

（1）构建建设项目环评报告书审核智能体：集成 RAG 检索增强生成、提示词工程、长文档解析三大能力，针对产业政策、生态环境分区管控要求、编制合规等审核要点，实现报告书自适应解析、精准检索、逻辑推理、合规研判。

（2）构建排污许可审核规则库：重点拆解石墨及碳素制品制造行业技术规范，同时覆盖全行业核心审核要求，将政策要求转化为结构化规则，实现申请信息自动化比对校核。

（3）混合增强的智能引擎：兼顾大模型的语义理解能力与规则引擎的确定性输出，提升审核的准确性、可解释性与合规性。

（4）融合 GIS 空间分析技术：实现图层动态配置、缓冲区分析、叠加分析、标绘分析，支撑空间准入精准研判。

（5）采用数据安全与隐私保护技术：通过加密传输、访问控制、审计日志，保障政务数据与企业信息安全。

## （三）应用层：场景落地、全域覆盖的智能应用体系

应用层以宁夏生态环境分区管控刚性要求为前置底线，依托智能引擎实现三大核心功能智能化落地，覆盖管理、审批、服务、监管全场景：

### 1. 生态环境分区管控智能研判

基于空间分析与规则引擎，实现项目落地前红线识别、管控要求匹配、准入合规性自动判定，前置风险防范。

### 2. 建设项目环评报告书智能审核

结合生态环境分区管控规则、环评导则，针对产业政策符合性、生态环境分区管控符合性、编制基础合规性等核心要点，实现长文档自动拆解、核心问题校验与定位，辅助建设项目环评报告书高效审核。

### 3. 排污许可申请智能审核

聚焦石墨及碳素制品制造典型行业先行先试，形成覆盖全行业核心核验内容，完成政策拆解、文档解析、规则比对、风险预警全流程处理，实现申请表多维度精准校核。

## 三、创新性

本项目围绕宁夏生态环境分区管控、环评、排污许可协同管理核心需求，从业务模式、AI 技术、算力架构三大维度实现突破性创新，重构宁夏生态环境智能审批与监管新范式。

### （一）业务模式创新：打通“条块分割”壁垒，构建一体化协同治理新格局

在宁夏传统生态环境管理中，生态环境分区管控、建设项目环评审核、排污许可审核等工作相对独立，人工跨系统比对核查耗时长、误差大、标准不统一，难以形成监管闭环。平台创新构建“生态环境分区管控为依据、建设项目环评审核为核心、排污许可为闭环”的一体化业务模式，将宁夏的管控单元准入规则、环评导则要求、排污许可规范统一嵌入系统，实现三大业务同源调用、联动研判、全程贯通，形成“空间引导审批、审批支撑许可、许可反哺监管”的数字化协同治理格局，实现从“源头预防-过程准入-事后监管”的全链条闭环管理。

### （二）AI 技术创新：融合“双模协同”能力，打造专业级智能审核新引擎

平台突破传统规则引擎只能简单比对的技术局限，基于“DeepSeek+MinerU”双模型协同架构，实现人工智能与生态环境专业业务深度融合。通过私有化部署大模型，融合文档解析、RAG 检索增强、提示词工程技术，打造环评与排污许可专属智能审核引擎，聚焦建设项目环评审核要点、排污许可典型行业与全行业核心内容，实现长文档自动解析、合规性智能判断、问题精准定位；将生态环境分区管控规则与 AI 研判深度绑定，项目选址、准入判定、许可审核一键联动输出结论，构建“数据驱动、智能研判、全程联动”的新型审批模式。

### （三）算力架构创新：探索“弹性适配”路径，形成安全可控算力配置新方案

平台立足宁夏政务数据安全与项目落地效率，创新设计“短期租赁商业云+长期部署国产云”算力配置方案，兼顾安全、成本与可持续发展。采用大模型本地私有化部署，确保政务敏感数据、企业业务数据不出内网，满足安全合规要求；当前通过算力租赁快速实现模型部署与功能落地，控制建设成本、缩短上线周期；后期规划申请国产云算力资源，满足项目配置需求后迁移至国产云，构建自主可控、弹性扩展、安全稳定的长期算力支撑体系，为平台持续迭代升级提供坚实保障。

## 四、应用成效

宁夏生态环境分区管控信息平台已正式上线运行，全面覆盖宁夏五市一基地全域，面向生态环境监管部门、企业、社会公众提供一体化智能服务。

### （一）构建“全链条闭环”的管控成果应用体系

平台建成全区统一生态环境“数字底图”，整合多源数据形成7类数据专题库，实现成果集成管理与多维可视化呈现；创新项目准入研判机制，融合空间位置、行业属性、污染排放等多维要素，推动准入评估从“单一空间比对”向“综合智能研判”跃升；建立区、市两级成果备案、审查、发布、跟踪、评估全流程体系，实现成果统一赋码、国家-宁夏-地市数据贯通，形成“一图统揽、一码贯通、全程闭环”的成果应用模式，有效支撑日常审批中的空间准入研判工作。

### （二）打造“人机协同”的建设项目环评智能审批新模式

基于 DeepSeek 与 MinerU 双模型，平台提供对建设项目环评报告书在产业政策符合性、生态环境分区管控符合性、编制基础合规性等方面的智能校核，辅助审核人员快速定位报告中可能存在的问题章节与数据异常，实现人机协同、全程留痕的审核新模式，有效减轻审批人员工作负担，提升建设项目环评审批效率与规范性。

### （三）建立“规则驱动”的排污许可精准核验机制

以石墨及碳素制品制造为典型行业先行先试，通过整合该行业的核发规范、排放标准等相关技术要求，构建形成排污许可审核规则库，实现排污许可证申请表自动解析、多维度信息校核、关键风险预警标注。在此基础上，面向全行业完成对排污单位管理类别、主要排放口、许可限值、排放标准、排放量核算等核心内容的核验能力建设。系统可精准识别填报错误、遗漏、超标等问题，辅助审核人员快速发现关键风险点，大幅降低人工审核投入，提升排污许可证核发精准度与规范化水平。

### （四）形成“全域覆盖”的一体化智慧服务能力

平台面向管理部门和企业公众分别建成“网页端+移动端”双渠道服务体系，覆盖管理、审批、监管等主要场景。网页端实现智能化成果查询、选址研判及合规预审，移动端支持掌上查询与研判；通过宁夏及其地市、区县三级联动，平台既提升了监管方政务服务便捷性，又有效引导企业合规选址、规范申报，有力推动宁夏生态环境治理服务数智化升级。

本案例以人工智能技术为核心引擎，立足宁夏生态环境管理实际，初步实现了生态环境分区管控、建设项目环评审批、排污许可证核发三大业务链条的数据贯通与业务协同，形成了具备宁夏本地特色的智能化应用路径，为后续深化“人工智能+生态环境”应用积累了可复用的实践经验与系统基础。

## AI 智能体赋能行业排污许可证审核应用场景

武汉市生态环境局

### 一、总体介绍

#### （一）场景概述

为加快落实以排污许可制为核心的监管制度，推动人工智能赋能，推行“一证式”监管提升效能，在生态环境部的指导下，武汉市立足本地汽车制造产业环境监管实际需求，创新打造 AI 智能体赋能行业排污许可证审核应用场景，为推进排污许可智能化辅助审核工作提供了武汉方案。

本场景以推动排污许可审核标准化、高效化、精准化为核心目标，场景应用覆盖许可证证前申报表审核、证后审核、排污登记审核、执行报告审核、证后预警提醒及企业反馈闭环全流程，可支撑固定污染源排污许可全生命周期管理，服务对象覆盖市、区两级排污许可证管理部门及全市相关企业。场景业务逻辑如下图所示：



图 1 场景逻辑

## （二）拟解决关键问题

项目聚焦解决排污许可审核领域五大核心问题：审核标准不统一引发的主观偏差、人工审核易遗漏且效率偏低、企业对规范理解不足导致申报反复补正、监管链条断裂、证后整改频次较高。核心通过标准化规则替代经验判断、自动化处理替代重复劳动、全维度扫描替代片面核查，从根源上破解传统人工审核的痛点问题，既有效降低政企双方的行政与申报成本，又全面提升排污许可核发工作的规范性与公信力。

目前，系统已完成全功能开发，率先在武汉沌口车谷、江岸区等区域落地试点，完成百余家汽车零部件企业实战验证，审核效率提升90%以上，审核准确率较高，成功形成可复制、可推广的“AI+排污许可”武汉模式。



图2 场景逻辑

## 二、技术路线

本案例融合基座大模型、多模态 OCR 精细化识别、规则引擎等关键技术，搭建形成通用审核与汽车零部件行业专属审核相结合的 AI 智能体体系。

### （一）总体架构

系统以 AI 智能体赋能排污许可全流程智能审核为核心目标，搭建多层次、一体化总体架构，面向市/区生态环境局、排污单位两类核心用户，全面覆盖排污许可申请、副本审核、执行报告、排污登记、证后预警等全生命周期业务场景。整合 OCR、规则引擎、Agent 编排、知识检索等核心技术能力，为各类业务场景提供智能化技术支撑；依托向量数据库、结构化数据库等多类型数据库实现数据分类存储，结合高性能算力、安全防护体系等基础设施，保障数据存储安全、算力供给充足。



图3 总体架构

### （二）技术架构

技术架构以 AI 智能体为核心执行单元，构建形成文档解析、知识检索、智能审核、结果反馈、迭代优化的全闭环智能审核流程，推动各智能体分工协作、高效联动，结合多项关键技术形成完整技术支撑体系，针对性解决排污许可审核中的各类技术与业务痛点，具体技术应用如下：

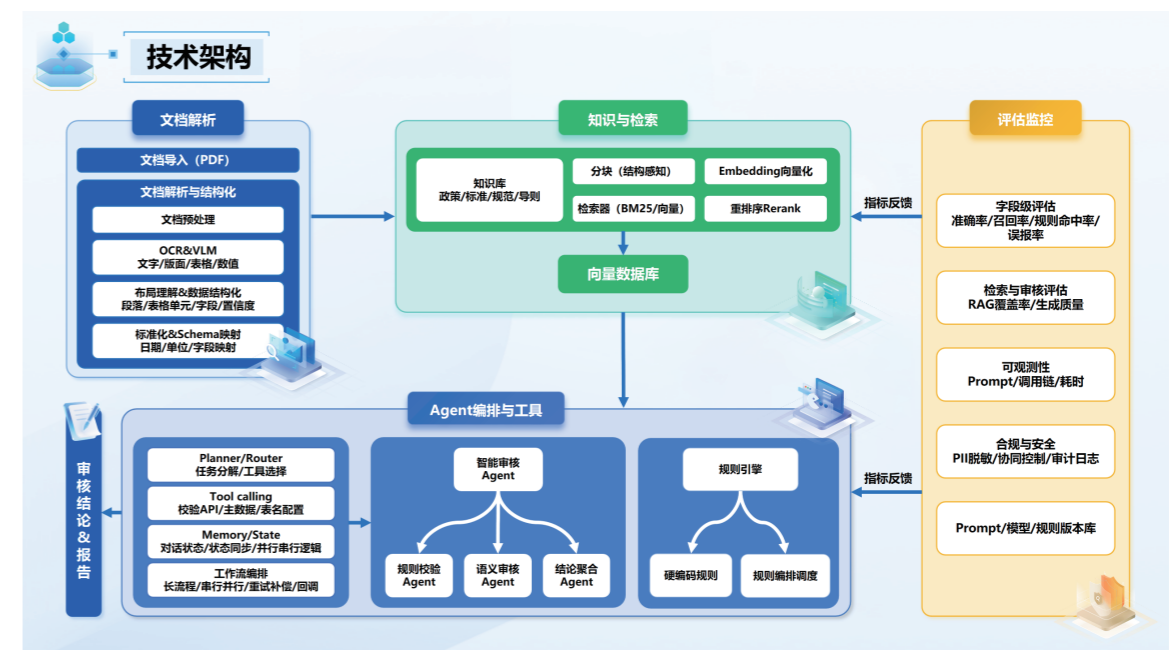


图4 技术架构

1. 基座大模型选择。采用 DeepSeek、Qwen 大模型为技术基座，为智能体提供自然语言理解、逻辑推理、语义研判等基础能力，支撑非结构化信息的智能化审核。

2. OCR 精细化识别技术。通过 PDF 转 HTML 结构化解析、格式规律智能识别、表格数据自动提取等关键步骤，实现复杂 PDF 申请表单的精准拆解与解析，将申报数据准确提取、映射至数据库，解决传统 OCR 技术对混合排版、复杂表格识别精度低、数据提取不完整的问题，为智能审核提供高质量数据支撑。

3. 行业专属智能体。针对汽车零部件行业涂装、电镀、焊接、锅炉等典型工艺特性，打造覆盖 9 类通用审核规则、39 类行业专属审核规则的智能审核体系。9 类通用规则涵盖基本信息、台账记录、原辅材料及燃料信息、自行监测等基础信息审核；39 类行业专属规则聚焦管理类别、排放口认定、排放量核算、监测因子与频次、执行报告填报等行业核心审核要点，将排污许可政策标准与业务监管要求转化为可落地的智能审核逻辑，兼顾审核结果的可解释性与覆盖度。

4. AI 智能体协同编排技术。搭建智能体调度层，实现审核任务拆解、路由分配、状态同步、结果汇聚的全流程编排，解决多智能体协作无序、审核流程无法串行、中间状态丢失等问题，保障审核全流程的连贯性与稳定性。

5. 错误信息定位技术。基于结构化数据开展审核，可将识别到的填报错误、逻辑矛盾等问题精准定位并绑定至对应填报项，实现问题可追溯、可定位，方便企业精准整改与监管人员高效校核。

6. 闭环迭代优化机制。从人工审核案例中提取正例、反例与边界案例，持续用于智能体训练优化，稳步提升智能审核准确率，形成“人工校核、样本提取、模型反哺”的良性循环。

### （三）模型情况

本案例依托武汉市政务云算力支撑，基座模型选用 DeepSeek 及 Qwen；保障计算弹性与模型持续迭代升级。

行业模型：行业智能体基于排污许可审核规则与汽车行业排污许可专业知识，按业务场景分类梳理审核规则共计 600 余条，形成覆盖许可证核发、排污登记、执行报告（年报 / 季报 / 月报）的全流程专用智能体体系。

各专用智能体可根据业务场景自动触发、协同调用，实现从 PDF 解析、特征提取、规则匹配到审核报告生成的全流程自动化。专用智能体部署于武汉市政务云，审核规则与数据预处理模块实现本地化运行，基座模型能力通过 API 调用，形成“数据不出域、模型强支撑”的安全高效架构，既保障政务数据安全，又充分发挥大模型的技术支撑能力。

### （四）数据情况

构建“武汉生态环境人工智能应用数据集”。通过 API 接口从湖北省生态环境数据中心对接武汉市排污许可证、排污登记、执行报告等数据集，累计归集 1200 万条数据。数据集按业务分为排污登记、排污许可证、执行报告、标杆企业四大类，包含 56 张核心数据表。数据构建通过接口定时同步、OCR 识别提取、人工标注与规则校验相结合，保障数据的完整性、准确性与时效性。具体情况如下表：

表：数据应用情况

序号	数据集分类	具体内容	数据规模	构建方式	质量情况
1	排污登记	基本信息、摘要信息、辅料、燃料、治理设施、排放口、产品工艺等	22 万条	从湖北省生态环境数据中心对接，按国家平台的数据接口规范清洗转换	全量数据对接，数据完整
2	排污许可证	许可证核发信息，包括基本信息、审批意见、废水、废气、固废、噪声、排放口、原辅材料、产品产能、信息公开要求等	240 万条		
3	执行报告	基本信息、污染防治设施、执行情况汇总、信息公开、达标分析、自行监测等	950 万条		
4	标杆企业	标杆企业申请库、储备库、帮扶库、典型案例库、名单库、指标库、规则库	1 万条	根据《武汉市排污许可管理标杆企业动态管理工作规程》制定业务库	人工填报、自动校验质量

## 三、创新性

本应用场景立足排污许可审核行业痛点，从技术路线、应用模式、流程变革等多方面实现创新突破，以智能体为核心构建起全新的排污许可智能化审核体系。

### （一）行业痛点

直面排污许可管理工作中审核效率低、标准不统一、企业申报繁、监管链条断、事后整改多五大核心痛点，通过 AI 智能体全流程赋能实现源头破解：将人工审核中的重复性、标准化工作全部交由智能体完成，大幅提升审核效率；将排污许可政策标准与行业规范固化为智能审核规则，消除人工审核的主观偏差，实现审核标准全域统一；打通证前、证后、登记、报告的审核数据链路，实现排污许可全生命周期监管；在业务各环节嵌入智能提醒服务，为企业提供全流程申报指引，减少申报反复补正、证后管理不规范等问题。

### （二）技术突破

构建以智能体为核心的轻量化可迭代架构，采用“基座大模型 + 通用智能体 + 行业专属智能体”的分层设计思路，无需编写大量代码定制规则，仅通过知识更新、提示词优化、场景扩充即可实现智能体的快速迭代升级，具备部署快、适配强的特点。同时，将数据解析、规则审核、语义研判、结论判定等审核任务拆分至专属智能体，解决了传统系统功能耦合度高、迭代难度大、行业适配性差的技术问题。

### （三）资源配置

创新重构排污许可审核全流程，推动审核模式从“人工主导”向“智能体为主、人工校核”转变。AI 智能体可承担 80% 以上的标准化、重复性审核工作，能在短时间内精准识别填报错误、逻辑矛盾、

指标异常等问题并实时提醒，自动生成缺失项清单并标注对应技术规范要求，从技术层面规避人工审核的错漏与主观偏差。审核人员仅需在系统预审基础上开展重点复核，极大减轻一线人员工作负荷，审核时长较传统人工模式减少 75%。在提升审核效率的同时，从源头避免发证后反复纠错、完善信息，切实减轻企业申报负担，显著提升政务服务效能。

#### 四、应用成效

##### （一）投产使用情况

本项目于 2025 年 10 月率先在武汉市生态环境局江岸区分局试点所有行业通用规则审核，在武汉市生态环境局武汉经开区分局试点汽车制造行业审核，完成百余家企业实战验证，2026 年完成技术迭代后向全市推广。系统稳定性与实用性经一线业务场景充分检验。试点阶段完成 5 场专项培训，覆盖环境监管、监测、执法等岗位工作人员 40 余人，为全域推广筑牢人才与应用基础。

##### （二）社会行业应用效果与贡献

应用方面，实现审核效率与精准度双重突破。对于人工审核中高频易错的问题如排放标准浓度限值、速率、执行频次、管理类别错误、排口执行标准等，借助 AI 实现快速判断及定位问题，证前审核速度从平均一家企业一天降低为 1 个小时内完成；执行报告、排污登记审核最快 10 分钟完成。通过“人工校核、样本提取、模型反哺”机制稳步提升审核准确率，以某盛、某高两家汽车零部件及配件制造企业证前申请表审核为例，系统共计识别 101 个问题，问题覆盖不属于可行技术、自行监测信息填报错误、排放标准及限值错误、许可排放浓度错误、遗漏污染因子，经人工校核 86 个问题确认无误，审核准确率较高，精准锁定行业企业申报核心漏洞，为后续整改提供明确方向。根据一线审核人员反馈，排污许可证智能审核明显提高审核效率，实现发证审核提速。其次，其能准确地发现排污许可证注册地址信息与工商信息不完全一致、经纬度超出辖区范围、污染物检测方法疑似错误等问题，如某电气公司 DA005 排放口苯的检测方法选择的是苯胺的检测方法，存在多个同类型排放口而出现某个排放口的某个别污染物检测方法选择错误，人工审核很难发现，明显降低了人工审核的工作量。

经济效益方面，实现政企双向降本增效。监管端以 AI 智能体替代人工与第三方机构的重复性工作，大幅缩减人力投入与财政服务支出，优化政务监管资源配置；企业端享受申报全流程智能提醒与合规指引，减少填报失误、反复补正的时间与人力成本，从源头降低证后整改的经济损耗，实现监管与服务效能双提升。通过全流程智能化监管，倒逼汽车零部件企业提升排污合规水平，增强企业环保合规意识，营造良好的生态环境监管氛围。

本应用场景打造的 AI 智能体排污许可审核模式具备可复制性与可推广性。基于当前架构设计，仅需补充医药、石化、钢铁、化工、电子等行业的排污许可政策标准、典型工艺规范，定制开发各行业智能体，即可快速实现该模式在其他行业的落地应用，无需重构整体技术架构。

## 湖南省排污许可智能审核服务平台

湖南省生态环境事务中心 北京思路创新科技有限公司

### 一、总体介绍

#### （一）实施背景

党的二十大报告明确要求全面实行排污许可制。2024 年 1 月印发的《中共中央 国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》，对全面实行排污许可制提出明确要求。党的二十届三中全会审议通过的《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》，确立了落实以排污许可制为核心的固定污染源监管制度改革目标任务。2024 年 11 月，生态环境部印发《全面实行排污许可制实施方案》，以“一证式”管理为抓手，进一步明确排污单位、管理部门、社会公众三方责任。从管理部门层面，《方案》要求强化资源共享与信息互通，创新信息化监管方式，持续提升固定污染源环境管理智能化水平。

为贯彻落实“全面实行排污许可制”的要求，解决环境监管中审核效率不高、数据多模态、审核专业门槛高导致的痛点，湖南省生态环境厅率先利用大模型技术等智能化手段搭建排污许可智能审核服务平台，通过汇聚“排污许可”高质量数据集，依托大模型底座，构建了湖南省“排污许可核查”的专有模型，从而实现了证前、证后的智能化审核，有效提升排污许可证核发质量。智能审核助力“省、市、县”三级部门全过程精细化管控，助推“一证式”管理在湖南的落地。

#### （二）应用简介

项目核心技术融合了大模型、知识图谱与多模态识别技术。通过构建“数据-知识-推理”三元驱动架构，实现了从传统“规则匹配”向“认知推理”的跨越。应用范围覆盖全省玻璃制品、油气仓储、电镀、废弃资源加工、钢铁等 15 个重点行业的证前智能核发与 74 个行业的证后执行报告智审。

平台旨在打造“AI 审核员”，重点解决非结构化数据理解难、隐性违规问题发现难、跨层级协同效率低等关键问题，以新质生产力赋能生态环境治理现代化。

### 二、技术路线

本项目构建“数据治理-模型构建-智能服务-协同管理”全链条技术体系。

### （一）数据治理：要素整合 - 全链质控 - 场景赋能

依托湖南省“生态超脑”，采用 ETL 工具与实时数据流技术，整合排污许可数据、自动监测数据、手工监测数据及 GIS 地理信息等多源数据。构建“全要素”、“全链条”质控的高质量数据集（数据规模约 10T）。全链条质控通过建立数据清洗规则库与异常值自动剔除算法，从数据采集、录入、审核到更新实施严格把控；全场景赋能则围绕企业生产、污染排放、设施运行等构建本体映射，为模型提供高标准语料。

### （二）模型构建：数据驱动 - 规则嵌入 - 动态优化

采用 Qwen3.5-122B-A10B 作为基础大模型底座，该模型具备强大的自然语言理解、长文本解析、专业知识推理及垂直领域快速适配能力。在此基础上，通过以下步骤构建排污许可核查专有模型：

**上下文工程：**针对排污许可审核场景，设计系统提示词与任务模板，将审核规则（如《排污许可管理条例》、各行业技术规范）编码为结构化提示。

**Prompt 工程优化：**开发面向 16 类审核问题（管理类别校核、产污环节识别、治污设施合规性、排放标准匹配、监测频次校验等）的专用提示模板，利用专家反馈的高质量标注样本，提升模型对隐性问题的识别能力。

**规则嵌入：**构建规则驱动的认知推理框架，将规则库作为大模型智能审核的“先验约束”与“推理锚点”。规则库不仅封装了 15 个重点行业排污许可业务审核逻辑（如管理类别、排放口类型、监测频次的合规阈值），还深度融合了湖南省地方排放限值、历史审核沉淀的专家经验等有形和无形的知识资产。大模型在解析排污许可或执行报告后，并非自由生成结论，而是在规则库的知识约束空间内执行定向推理：模型首先将非结构化文本与表格映射为结构化要素图谱（产污节点、治理工艺、排放标准、监测数据等），随后激活规则推理引擎，逐条匹配规则库中的业务逻辑，形成合规性校验的证据链。规则库中的每一条规则都被编译为可执行的逻辑，大模型再进行语义对齐与异常检测——当模型提取的要素与规则发生偏离时，系统自动标记问题项并生成违规溯源路径。这一机制确保审核结果始终契合业务逻辑，又发挥大模型在复杂语义理解与上下文关联方面的优势。

**动态优化：**构建业务专家反馈 - 大模型推理 - 自进化闭环三位一体核心技术架构，实现排污许可领域知识的自进化机制。

具体路径为：以知识沉淀 - 规则抽取 - 规则优化 - 推理增强为闭环链路。

**知识沉淀：**审核人员对模型输出的问题清单进行修正、补充或驳回，每次复核操作均被记录为带标签的判例样本，持续积累于标注语料库。

**规则抽取：**大模型对积累的判例样本进行离线批量分析，自动挖掘隐含的合规边界，生成拟合度更高的候选规则（如“某行业某工况下排放标准应从严执行某限值”），并附带规则置信度与适用条件说明。

**规则优化：**对候选规则进行逻辑校验、去重与优先级排序，剔除与现有规则冲突或置信度不足

的条目，形成经过质检的增量规则集。全程不修改底层大模型参数，仅作用于规则层，确保系统稳定性。

**知识入库：**将增量规则集以双轨方式写入规则库：其一，编译为结构化的可执行逻辑条目，供推理引擎进行精确匹配；其二，生成对应的向量嵌入，写入知识向量索引，支持语义相似度检索与模糊规则召回。两种形式互为补充，分别服务于精确合规判定与语义关联推荐两类场景。

**推理增强：**大模型在更新后的规则库基础上，重新对申报材料执行推理，给出新的审核结论，并以差异对比视图展示与旧结论的变化点，供专家评审确认。经人工验证增量规则与结论的有效性后，正式将本轮规则固化入库，完成一次知识迭代。

### （三）智能服务：实时分析 - 全域智管 - 快速定位

一是排污许可智审。基于 15 个重点行业（玻璃制品、钢铁、电镀等）技术规范，开发覆盖管理类别校核、产污环节识别、治污设施合规性校验等 16 类问题的智能诊断模型，运用规则引擎实现许可证申请材料自动化比对，精准识别排放标准错误、监测频次缺失等 50 项细分问题进行对比分析。为排污许可证核发阶段提供智能诊断服务。二是执行报告智审。搭建执行报告完整性、合规性智能审核体系，通过数据关联模型自动校验排放量计算逻辑、监测数据达标性，生成问题清单并配套闭环整改跟踪功能，实现执行报告问题识别、任务派发、进度追踪全流程线上管理，辅助监管部门快速定位超标排放、台账缺失等违规行为。

### （四）协同管理：三级联动 - 人工复核 - 知识迭代

构建了省、市、县三级协同管理体系，支持审核任务的自动派发、进度追踪、闭环整改。同时建立了“人类专家复核反馈 - 模型自动学习优化”机制，AI 输出审核结论与问题清单，人工聚焦疑难研判与最终确认，形成强互补、高效率的协同审校模式；实时沉淀审核案例、疑难规则、特殊场景判据，自动回流训练专有模型，实现知识自生长、规则自更新、判准自提升，让智能审核系统越用越准、越审越精，持续提升平台的智能化水平。

## 三、创新性

### （一）技术突破：面向排污许可领域的非结构化申报材料的深度语义解析技术

排污许可技术规范复杂，申报材料多为图文混排的非结构化数据，传统信息化手段难以解析，突破传统信息化系统仅能处理结构化数据的局限，利用大模型强大的语义理解与逻辑推理能力，实现对图文混排、复杂表格等非结构化申报材料的深度理解，解决了行业技术规范难以代码化映射的难题。研发排污许可领域多模态知识推理算法，实现非结构化申报材料与结构化监测数据的智能关联分析，核查精准度达 99.3%。

### （二）技术突破：知识自进化机制，实现审核能力原生迭代与持续跃升

突破传统系统“规则固化、无法学习、更新滞后”的技术天花板，构建业务专家反馈 + 大模型认知推理 + 自进化闭环三位一体核心技术架构，实现排污许可领域知识自进化机制：

以知识沉淀 - 规则抽取 - 规则优化 - 推理增强为闭环，将人工复核判据、疑难场景判例等专家

经验，实时转化为机器可执行的知识向量与推理逻辑，实现判据体系自主生长、识别精度持续攀升。

系统彻底摆脱传统信息化依赖人工编码、版本迭代慢、适配性差的桎梏，从“被动执行规则”升级为主动学习、自主推理、自我优化的智能审核体，随着审核业务量增长持续强化能力，形成越用越准、越审越强、不可复制的核心技术壁垒。

### （三）模式创新：AI 专家 + 业务专家协同审核模式

基层审核人员专业能力差异大，人工审核效率低、标准不一。本项目构建了“AI 专家 + 业务专家”协同审核模式：AI 模型承担 80% 以上的常规审核任务，自动识别问题隐患并依托法规库生成合规整改建议；人类专家聚焦复杂疑难问题的复核与裁定。按照“一企一策”精准出具个性化监管诊断报告。该模式将专家经验数字化、标准化转化，有效补齐基层专业力量不足的短板，同时通过人机协同持续优化模型能力。

### （四）服务创新：“一企一策”的个性化监管诊断报告

传统审核结论多为通用性问题清单，缺乏针对企业实际情况的差异化指导。本项目构建了基于知识推理的个性化报告生成机制：系统在完成合规核查后，自动提取企业的行业类别、生产工艺、排放特征、历史审核记录等多维画像要素，驱动大模型在规则库约束下执行定向推理，针对该企业的具体问题生成差异化的整改路径与优先级建议，而非套用统一模板输出。报告内容涵盖问题定性、法规依据、整改方向及典型参照案例，实现“问题可溯源、建议可落地、依据可核查”。

## 四、应用成效

本应用于 2025 年 3 月在湖南省全域正式上线运行，期间历经多轮迭代优化。截至目前，系统已持续稳定运行一年，各项应用成效显著。

### （一）数据基础更加坚实

构建了覆盖全省排污单位的高质量数据集。以排污许可证数据为核心，环境监测数据（废气 / 废水在线监测记录）、地理信息数据（排放口坐标）以及行业规范库（15 个行业技术规范）等 8 大类数据源。累计整合多源数据达 23.6 万条。通过全链条质量控制，数据准确率达到 99% 以上，为排污许可监管提供了可靠的数据支撑。数据集的建立不仅满足了当前智能审核的需求，也为后续开展环境影响评价、污染源普查等工作奠定了基础。

### （二）审核效率显著提升

通过 AI 技术赋能，大幅缩短了审核周期，节约了人力资源。钢铁、玻璃等 15 个行业的许可证核查周期从 15 个工作日压缩至 3 个工作日；执行报告问题平均处理时长从 3 小时缩减至 20 分钟。平台上线以来，平台上线以来，累计完成智能审核任务超过 12 万次，极大的节约了人力资源，实现了“机器换人”的降本增效。

### （三）核发质量大幅提高

平台的应用有效统一了审核标准，提升了许可证核发质量。管理类别判定准确率达 99.3%，治

理设施合规分析违规设施识别准确率 89.7%，许可证审核退回率从 35% 降至 8%。执行报告问题识别率提升 90%，能够及时发现人工审核容易遗漏的隐性违规问题，有效规避了许可证质量缺陷。

序号	排污单位名称	所在省	所在市	所在区县	行业类别	提交时间	业务类型	业务办理状态	初始问题数(个)	确认问题数-重点问题(个)	确认问题数-一般问题(个)	问题确认状态	在线核查
1	湖南某某发展集团有限公司	湖南省	永州市	祁阳县	污水处理及...	2026-04-10...	变更	审批中	2	0	0	待补办	查看 在线核查
2	衡阳某某城市供水有限公司	湖南省	衡阳市	衡阳县	污水处理及...	2026-04-08...	变更	审批中	4	0	0	待补办	查看 在线核查
3	湖南某某发展集团有限公司 (祁阳县)	湖南省	永州市	祁阳县	污水处理及...	2026-04-10...	变更	审批中	4	0	0	待补办	查看 在线核查
4	湖南某某人药医院 (衡阳县)	湖南省	衡阳市	衡阳县	综合医院	2026-04-10...	新增	审批中	0	0	0	待补办	查看 在线核查
5	湖南某某水务环境科技股份有限公司	湖南省	怀化市	麻阳县	污水处理及...	2026-04-09...	延续	审批中	2	0	0	待补办	查看 在线核查
6	中国石化天然气股份有限公司湖南某某分公司	湖南省	衡阳市	衡阳县	机动车燃...	2026-03-24...	变更	审批中	0	0	0	待补办	查看 在线核查
7	湖南某某山岭建材有限公司	湖南省	长沙市	雨花区	骨料制造	2026-04-02...	重新申请	审批中	1	0	0	待补办	查看 在线核查
8	湖南某某环保科技有限公司	湖南省	邵阳市	隆回县	污水处理及...	2026-04-07...	重新申请	审批中	0	0	0	待补办	查看 在线核查
9	中国石化天然气股份有限公司湖南某某分公司	湖南省	衡阳市	衡阳县	机动车燃...	2026-03-25...	变更	审批中	0	0	0	待补办	查看 在线核查
10	湖南某某再生资源有限公司	湖南省	衡阳市	耒阳县	金属废料和...	2026-04-09...	变更	审批中	0	0	0	待补办	查看 在线核查

问题种类	问题描述
一、表格不规范	1. 自行监测执行报告填报不规范! 2. 自行监测数据填报不规范, 存在监测数据与台账数据不一致的情况, 且存在部分监测数据缺失的情况, 请企业及时整改并重新填报。 3. 自行监测数据填报不规范, 存在部分监测数据与台账数据不一致的情况, 且存在部分监测数据缺失的情况, 请企业及时整改并重新填报。
二、污染物排放设施运行记录不规范	1. TVOC 排放设施运行记录填报不规范! 2. TVOC 排放设施运行记录填报不规范! 3. TVOC 排放设施运行记录填报不规范!
三、监测方式 (手工/自动) 不符合排污许可证规定	
四、监测污染物种类不符合排污许可证规定	

### （四）是管理效能持续跃升

通过“省 - 市 - 县”三级联动协同管理体系，实现了全省排污许可管理的统一化、规范化。省级主管部门能够实时掌握全省排污许可管理状况，为政策制定提供科学依据；市（州）、县级管理部门能够高效开展审核与监管工作，精准帮扶企业整改问题。整体管理效能提升 35%，推动了排污许可管理从粗放式向精细化、从被动式向主动式的转变。省、市（州）、县三级通过数据与业务协同，实现政策传达与执行反馈的高效对接，构建“省、市、县”三级闭环管理体系。同时配套专家咨询服务与排污许可数据质量问题清单定期收集，形成知识迭代的闭环维护体系。

序号	排污单位名称	区县	管理类别	行业	有效期限	报告类型	报告周期	提交日期	操作
1	中国石化天然气股份有限公司湖南销售分公司龙山县...	龙山县	危化管理	机动车燃油等物	2023-05-30至2028-05-29	年报	2024年年报	2025-01-08 17:41:41	编辑
2	龙山县城东加油站	龙山县	危化管理	机动车燃油等物	2023-07-27至2028-07-26	年报	2024年年报	2025-02-19 14:25:11	编辑
3	龙山县污水处理厂有限公司 (龙山县污水处理厂)	龙山县	危化管理	污水处理及其再生利用	2024-04-29至2029-04-28	年报	2024年年报	2025-02-25 11:51:54	编辑
4	湖南兴石化有限责任公司龙山县加油站	龙山县	危化管理	机动车燃油等物	2024-04-07至2029-04-06	年报	2024年年报	2025-02-26 11:59:31	编辑
5	龙山县金源加油站	龙山县	危化管理	机动车燃油等物	2023-06-17至2028-06-16	年报	2024年年报	2025-02-19 14:48:02	编辑
6	龙山县东郊加油站 (湖南)	龙山县	危化管理	机动车燃油等物	2023-07-29至2028-07-28	年报	2024年年报	2025-02-19 15:41:01	编辑
7	龙山县龙凤造纸厂	龙山县	重点管理	机械及器材制造	2025-11-02至2030-11-01	年报	2024年年报	2025-01-11 16:25:01	编辑
8	龙山县利源纸业公司	龙山县	重点管理	机械及器材制造	2020-12-26至2025-12-25	年报	2024年年报	2025-03-27 21:37:50	编辑
9	龙山县二〇九陶瓷有限公司	龙山县	危化管理	机动车燃油等物	2023-07-29至2028-07-28	年报	2024年年报	2025-02-19 14:17:38	编辑
10	湖南益州陶瓷建材有限公司	龙山县	重点管理	水泥制造	2020-10-31至2025-10-30	年报	2024年年报	2025-02-27 18:03:08	编辑

湖南省排污许可智能审核服务平台的成功建设与应用，为全国固定污染源监管提供了可复制、可推广的“湖南方案”。平台采用的“数据治理-模型构建-智能服务-协同管理”全链条技术路线，以及“AI专家+业务专家”的协同审核模式，具有很强的通用性，能够快速适配其他地区的排污许可管理需求。

这套智能审核的技术底座与方法论，不仅可快速迁移至其他省份的排污许可审核业务，还能延伸应用于环境影响评价文件审核、应急预案备案审核、清洁生产审核等各类环境技术审查场景，为生态环境领域各类审核工作的智能化转型提供了成熟的技术参考与实践经验。

下一步，湖南省将持续聚焦智能审核核心能力的迭代升级，不断打磨平台的专业审核精度与效率。扩大智能审核的行业覆盖范围，逐步将所有行业纳入智能审核体系。同时，进一步深化大模型技术的应用，提升复杂生产工艺、特殊工况、跨介质污染问题的智能识别能力，进一步优化图文混排、复杂嵌套表格的多模态解析精度。

## 基于规则引擎的 AI 排污许可智能审核系统

九江市生态环境局 北京首创大气环境科技股份有限公司  
中国电信股份有限公司九江分公司

### 一、总体介绍

#### (一) 项目背景

为贯彻国家关于深化数字化改革、促进数据要素价值释放的政策导向，解决排污许可审核工作量大，容易出现遗漏等痛点难点问题，本案例以人工智能等新一代信息化技术应用为抓手，聚焦服务企业高质量发展与生态环境治理效能提升双目标，通过人工智能技术赋能与数据要素深度挖掘，以“模拟人工审核逻辑、破解传统规则库痛点”为核心导向，构建“标签化画像、一体化底座、自动化审核、双向化服务”的全流程建设框架。通过提取企业核心特征构建企业标签画像，搭建规则、术语、知识三位一体的技术底座，整合工作流与大语言模型技术的自动化审核模型，实现“仿真模拟智能审核”落地，为审核管理人员与企业提供针对性业务支撑，兼顾审核专业性、效率性与企业填报便捷性，助力九江市数字经济跨越式发展与生态环境质量持续改善。

#### (二) 核心技术

1. 智能精准识别技术。能够识别数据逻辑矛盾、排放量计算误差、工艺合规性偏差等九大类 200 余项问题，显著提高审核准确性和科学性，为审核人员提供详细审核报告和问题清单。

2. “填空式”智能辅助审核技术。将技术规范、排放标准等信息拆解为“填空题”，辅助审核人员审核，实现从“经验驱动”到“规则驱动”的转变，降低企业填报难度和错误率，并提供专业建议。

3. 动态扩展技术。使系统具备强大动态扩展能力，可持续接入新的企业和审核规则，及时适应环保法规及技术规范的更新完善，扩大审核范围，确保审核工作准确性和科学性。

#### (三) 应用范围与目标

本案例适用于排污许可管理领域，涵盖各类涉及排污许可申报的企业及相关审核工作。其目标为：

1. 提升审核效率。大幅缩短单个项目处理时长，提高申报材料一次性通过率，减轻审核人员工作负担，使其能聚焦复杂问题审核。

2. 提高审核准确性。精准识别申报材料中各类问题，避免审核误差，为审核人员提供有力依据，提升审核公信力和权威性。

3. 增强企业填报便捷性。降低企业填报难度和错误率，提供针对性填报指导，助力企业顺利完成申报材料填报。

4. 保障系统适应性。确保系统具备强大动态扩展能力，及时接入新企业和审核规则，满足不断变化的审核需求，支撑九江市排污许可管理长期发展。

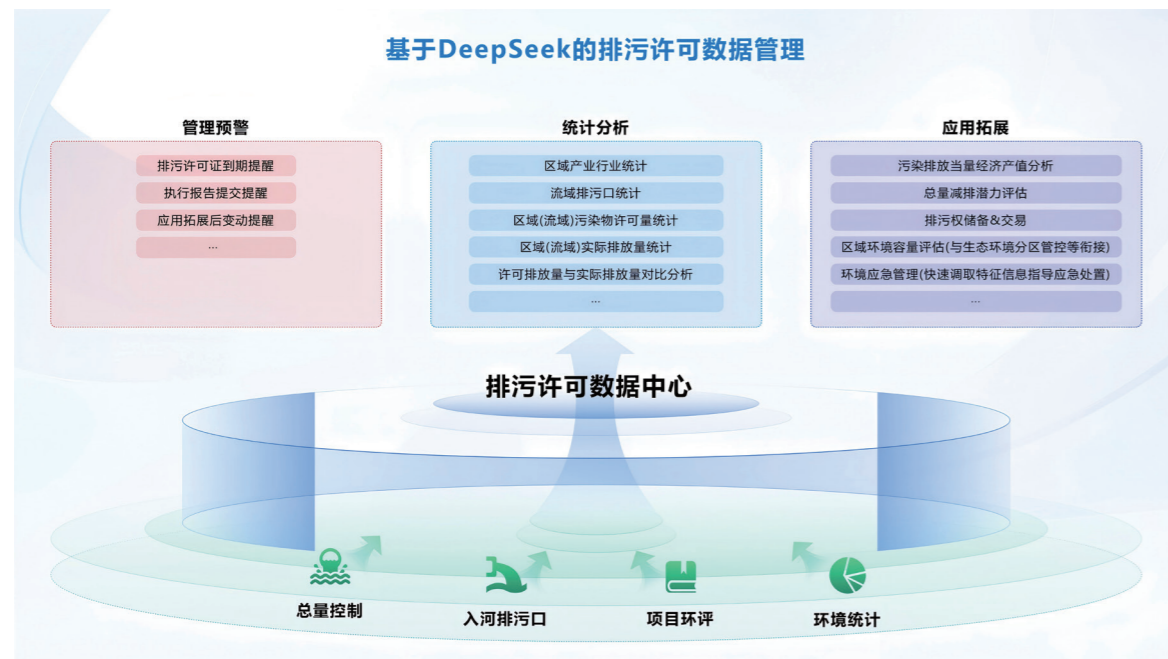


图1 系统功能框架示意图

## 二、技术路线

### （一）企业标签画像构建：确立审核精准匹配基础

1. 特征指标提取。筛选企业产品信息、生产工艺、所属行业、地理区域（行政区域+特定管控区域）等关键特征指标，形成企业标签画像。

2. 标签标准化处理。制定标签编码规则与分类分级标准，对各特征指标与规则绑定，并确保标签格式统一、语义明确。

3. 画像动态生成。自动化提取企业填报基础信息并按照审核类别进行分解再组合，自动提取特征指标并匹配对应标签，生成企业特定审核任务包，拉取规则与知识库信息提供审核依据。

### （二）技术底座建设：搭建三位一体支撑体系

#### 1. 规则库建设技术路径

分类框架搭建：按“重大质量问题、一般质量问题、基础合规审核”分类模式，构建规则库整体框架，明确各级规则的管控重点与判定标准；

核心规则提炼：围绕企业工艺、产品、排口设置、行业类别等核心审核要点，梳理形成标准化审核项；

逻辑链路设计：模拟人工审核思维，为每个审核项设计“企业填写信息-逻辑校验-标准结果校验-偏差判定-结论输出”的技术链路，明确“正确/错误”的判定条件；

#### 2. 术语库建设技术路径

术语分类：收集两类术语，一是企业填报中常用的行业俗称、技术术语，二是排污许可相关法律法规、标准规范中的官方法规术语，按行业、审核模块进行分类整理；

术语图谱构建：利用知识图谱技术，建立行业术语与法规术语的双向关联映射，标注术语同义关系、从属关系、对应关系、换算关系等；

语义识别适配：嵌入自然语言处理（NLP）语义理解模块，基于术语图谱对企业原始表单中的非规范术语进行自动识别、解析与转换，将其映射为规则库可识别的法规术语，确保审核语义无偏差。

#### 3. 知识库建设技术路径

知识维度梳理：以“区域-行业-年度”为三维核心维度，梳理差异化审核要求，区域维度涵盖不同市县行政管控规则、特定区域（生态保护区、重点流域等）特殊要求；行业维度覆盖各细分行业审核重点差异；时间维度包含政策更新节点、阶段性管控要求等；

知识标签绑定：利用知识图谱技术，将法律法规条文、地方管控文件、行业标准、时间节点要求等知识内容，与对应标签（区域标签、行业标签、时间标签）进行关联绑定；

工作流联动设计：预留知识库与工作流节点的接口，按审核模块（如排口类型审核、污染物排放总量审核等）预设知识调用触发条件，实现“审核模块-对应知识”的精准匹配调用。

### （三）自动化审核模型开发：实现智能审核闭环

#### 1. 模型技术架构整合

工作流技术栈搭建：设计“审核任务接收-企业画像识别-规则/知识调用-内容核验-结论

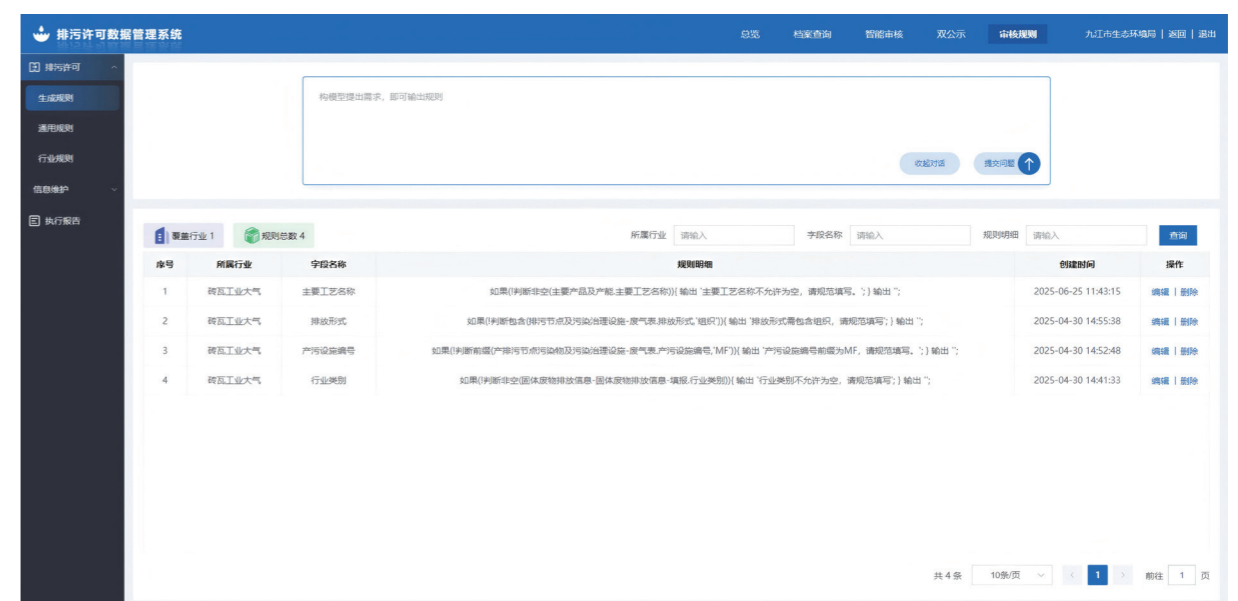


图2 规则生成系统页面图

生成 - 报告输出”的标准化 workflow，明确各节点的触发条件、数据流转路径与接口规范；

大语言模型封装：选取适配专业文本处理的大语言模型，进行二次开发与封装，重点强化报告撰写核心能力，确保与工作流无缝衔接。

## 2. 审核全流程技术实现

审核任务包自动生成：基于企业标签画像，通过 workflow 触发知识库与规则库的关联匹配，自动拉取该企业所属区域、行业、时间维度对应的审核规则与知识，生成定制化审核任务包，明确审核项、校验标准与判定依据；

填报内容智能核验：按 workflow 顺序，调用规则库校验逻辑，对企业实际填写内容与“标准填空内容”进行逐项比对 - 先完成数据完整性校验（是否漏填、错填格式），再进行逻辑一致性校验（数据间是否矛盾），最后开展标准符合性校验（是否符合法规与规则要求），同步记录核验结果与偏差点；

审核结论与报告生成：模型基于核验结果，自动判定审核结论；再调用大语言模型，结合术语库规范表达与知识库合规依据，自动撰写结构化审核意见报告，包含问题清单、偏差说明、整改建议等核心内容。

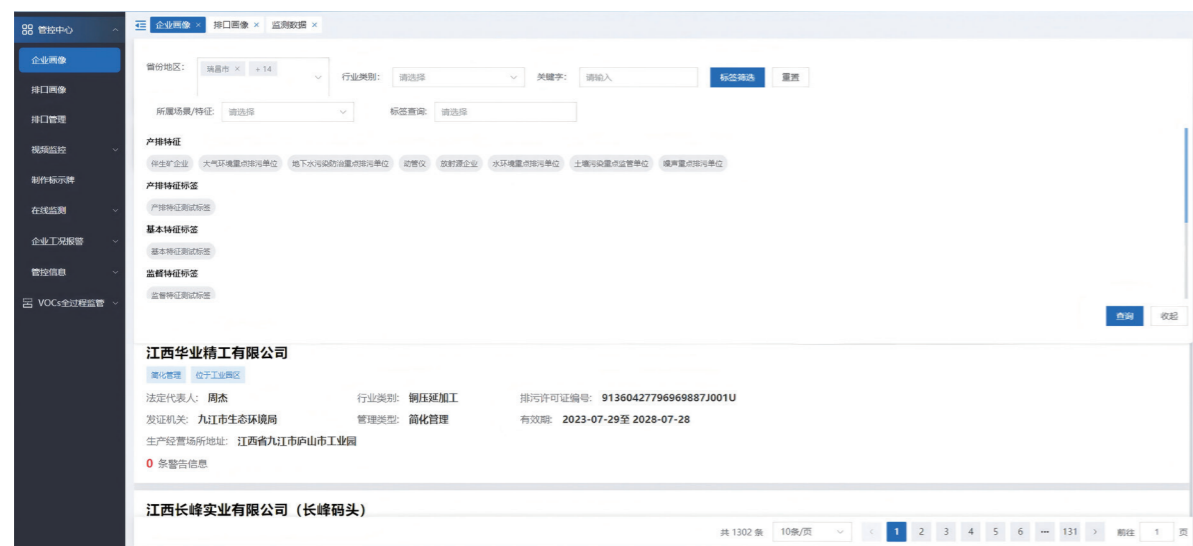


图3 企业画像页面图

## (四) 业务展示端开发：构建双向服务界面

### 1. 管理端系统开发路径

功能模块设计：聚焦市县两级审核管理人员需求，开发审核任务分配、企业画像查看、核验结果详情、审核报告编辑优化、审核进度跟踪、数据统计分析等核心功能；

数据交互设计：实现与自动化审核模型的实时数据交互，支持审核过程数字化留痕、问题标记与回溯，为管理人员提供全流程数字化辅助支撑。

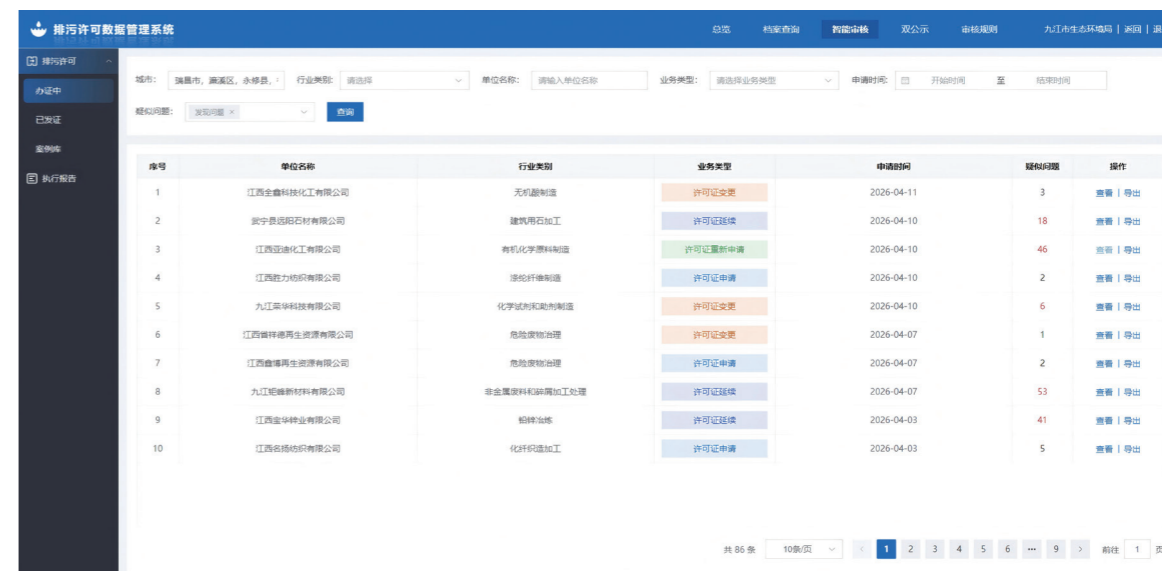


图4 办证中企业填报情况总览图

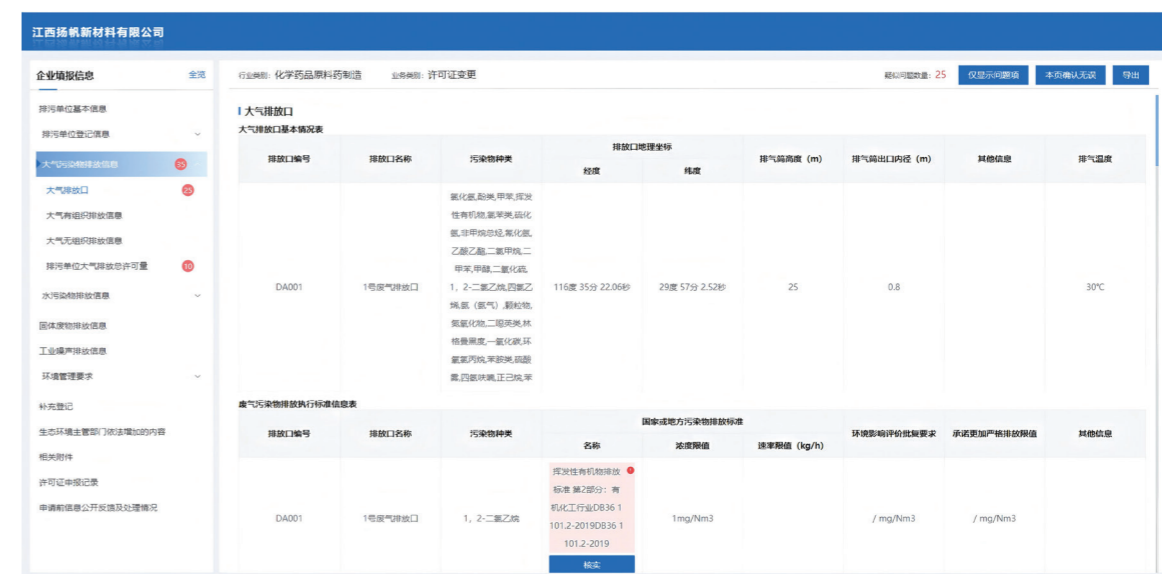


图5 排污许可证疑似问题详情图

## 2. 企业端系统开发路径

反馈机制设计：实现企业初次上报数据的实时接收与快速核验，在短时间内返回初步审核意见，明确填报问题点位、合规差距；

指导式意见输出：基于审核偏差点，调用知识库中的填报规范与行业标准，生成“专业指导式”建议，明确修改方向、填写要求与参考依据，辅助企业精准修正填报内容。

## 三、创新性

在排污许可审核领域，传统方式面临诸多痛点：人工审核效率低，易受主观因素影响，准确性

和科学性难以保障；不同行业审核要求差异大，通用审核方式难以做到精准审核；企业填报缺乏专业指导，错误率高。对此，本案例有以下几方面的创新：

1. 模拟人工审核逻辑。系统通过模拟人工审核思维，设计“企业填写信息-逻辑校验-标准结果校验-偏差判定-结论输出”的技术链路，实现了仿真模拟智能审核。这一创新方式使得系统能够像人工审核一样进行思考和判断，提高了审核的准确性和科学性。

2. 模块化表单数据映射。系统创新性地建立起模块化表单数据与向量化规则的映射关系，通过“填空式”审核方式打通了行业精准化审核逻辑。这一创新方式使得系统能够根据不同行业的特点和要求进行精准化审核，提高了审核的针对性和有效性。

3. 双向化服务界面。系统构建了双向服务界面，为审核管理人员和企业提供了针对性业务支撑。管理端和企业端的分离设计使得审核管理人员和企业能够各自专注于自身的工作领域，提高了工作效率和质量。同时，双向化服务界面也兼顾了审核专业性、效率性与企业填报便捷性，实现了审核工作的全面优化和提升。

#### 四、应用成效

1. 审核效率显著提升。智能审核系统的应用，不仅减轻了审核人员的工作负担，还提高了审核效率和质量；一是使得排污许可申报材料的审核效率大幅提升；二是单个项目的处理时长从原来的1天缩短至10分钟。

2. 审核准确性大幅提高。系统采用“填空式”智能辅助审核方法，将技术规范、排放标准等信息拆解为“填空题”，辅助审核人员进行审核，实现了从“经验驱动”到“规则驱动”的转变。系统通过智能精准识别数据逻辑矛盾、排放量计算误差、工艺合规性偏差等九大类200余项问题，显著提高了排污许可审核的准确性和科学性。

3. 企业填报便捷性增强。企业只需按照系统提示填写相关信息即可完成申报材料的填报工作，系统提供的专业指导式建议也为企业提供了针对性的填报指导，提高了企业填报的便捷性和准确性。

4. 动态扩展能力强大。智能审核系统具备强大的动态扩展能力，能够持续接入新的企业和审核规则，满足不断变化的审核需求，随着环保法规及技术规范的不断更新和完善，系统能够及时接入新的审核规则和要求，确保审核工作的准确性和科学性。

## 河南省重点污染源监控数据智能分析系统 从“人防”到“技防”的非现场监管创新实践

河南省生态环境监测和安全中心

### 一、总体介绍

#### （一）项目背景

《生态环境监测条例》（国务院令 第820号）明确提出，地方各级人民政府应当建立健全防范和惩治生态环境监测数据弄虚作假的责任体系和工作机制，确保生态环境监测数据真实、准确、全面。生态环境部持续推进污染源自动监测数据质量管理体系建设，通过系列文件严厉打击数据造假行为，并明确推进非现场监管执法模式转型，为智能化平台建设提供了顶层制度保障。

为落实上述要求，河南省积极推动“扫码入企”、“无事不扰、违法必究”等改革部署，着力实现监管方式从粗放式现场检查向精准化非现场监管转变，亟需智能技术支撑新型监管体系的构建。系统响应这一政策链条，通过应用AI大模型、大数据技术与可视化技术，推动监测数据从“被动”处置转向“主动”防控，确保监测数据全链条可追溯、全过程可监控，从根本上保障数据的真实性，为全国非现场监管模式创新提供河南实践。

#### （二）核心痛点

传统监管模式面临三大核心挑战：一是规则单一难以应对隐蔽造假，传统系统依赖固定阈值规则，面对数据篡改、趋势平滑等隐蔽化、复合化造假手段时识别能力不足，难以发现精心设计的违法行为；二是数据孤岛形成监管盲区，自动监测、视频、工况、用电等多源数据分散于不同系统，缺乏有效整合机制，导致监管信息不完整、判断依据不充分；三是监管缺乏闭环机制，从数据感知、线索发现、线索推送、现场执法没有一个闭环的流程机制，缺乏智能化平台支撑，导致整改落实效率低、监管链条断裂。

#### （三）核心技术

系统集成LSTM-自注意力时序异常检测、变点检测、深度学习、大模型语义理解等先进AI技术，深度挖掘自动监测数据的波动规律与关联特征，实现对自动监控设施不正常运行、干扰自动监测设备运行、数据标记异常、数据趋势变化异常等四类问题的智能识别与精准研判。

#### （四）应用范围

系统主要服务于各级生态环境部门的非现场执法工作，构建“智能分析-线索研判-线索推送-

处置反馈-成效归档”的全链条闭环管理体系,有力支撑“扫码入企”政策落地,推动实现“无事不扰、违法必究”的差异化监管目标。

## 二、技术路线

系统架构自下而上分为五层,形成“数据驱动、智能分析、业务协同、安全可控”的立体架构:

### 1. 基础设施与安全保障层

统一整合互联网、监测网络、环保专网等网络资源,核心算力依托国家超级计算郑州中心,为 AI 模型任务优化,提供稳定高效的并行训练环境,支撑 LSTM-自注意力时序异常检测等复杂深度学习模型的迭代与部署。并通过高可用的标准化 API 对外提供服务,具备弹性扩展能力,以应对未来业务量与数据规模的增长。

### 2. 多源数据中心

全面融合自动监测、视频监控、工况监控、电子运维、仪器设备运行参数、用电监控、排污许可、应急管控等8类业务系统数据,打破业务系统壁垒,形成标准化、高质量的统一数据底座,实现跨部门、跨层级的数据互通与业务协同。截至目前,已累计接入 6679 家排污单位,超过 1 万个在线监控点,汇聚了约 10 亿条时序、视频、文本等多模态数据,为上层智能分析提供了丰富、准确、一致的“数据燃料”。

### 3. 智能分析服务层

基于多源数据中心,融合 LSTM-自注意力时序异常检测、变点检测、深度学习分类模型、狄克逊算法等 AI 算法模型,结合时序特征解构、视觉感知特征提取等智能分析技术,平台部署 18 种智能分析算法,覆盖数据标记异常识别、趋势变化异常检测、干扰自动监测设备运行研判、自动监控

设施不正常运行 4 大类问题。

### 4. 业务应用与展示层

将分析结果可视化呈现,提供线索总览、线索地图、异常企业画像、移交线索管理、分析报告生成等功能,并通过算法管理模块实现对智能模型的统一调度。引入基于 DeepSeek 的大模型技术,结合可视化图表,以图文融合方式直观展示企业监测数据异常详情,辅助业务人员快速定位问题、精准研判。

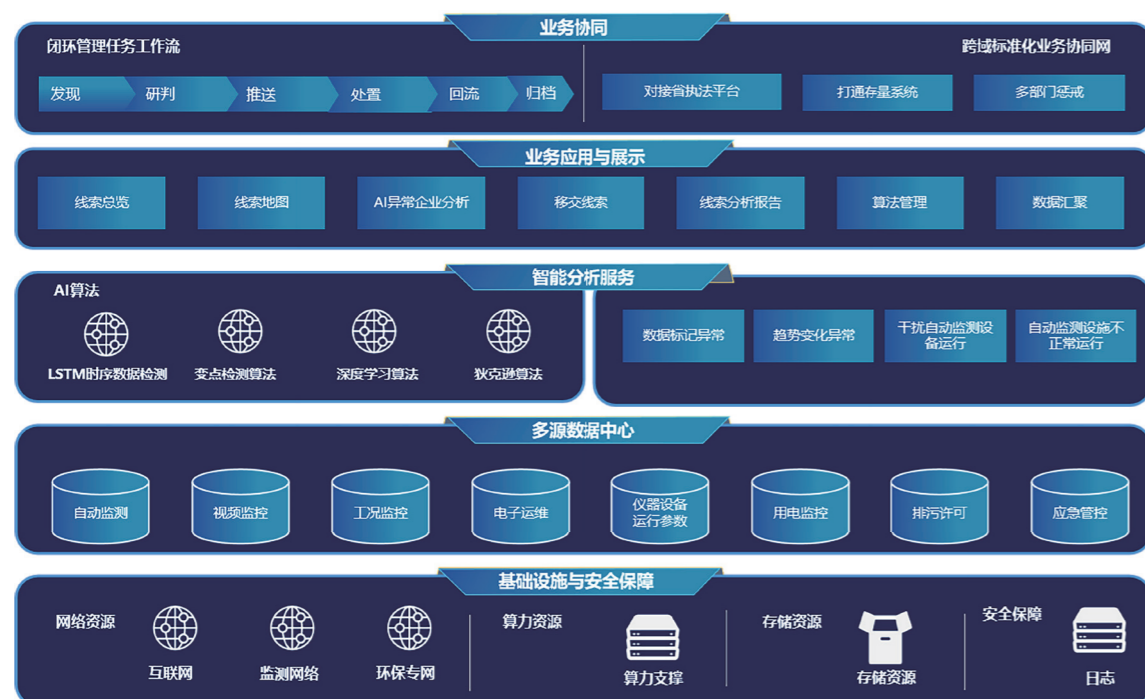
### 5. 业务协同层

贯穿全流程,构建跨部门、跨层级的标准化业务协同网络,形成“发现-研判-推送-处置-回流-评估”的六位一体闭环 workflow,对接省级执法平台、打通存量系统,实现线索自动推送、处置结果回流、多部门联合惩戒,构建“监管统筹调度-监测感知发起-监察执法检查”的协同治理新模式。

## 三、创新性

### 1. 穿透式监管与全链条闭环

构建发现、研判、推送、处置、回流、评估六位一体完整闭环流程,实现监管业务全流程数字化管理。平台无缝对接省执法平台,打通存量系统壁垒,建立与生态环境综合执法联合惩戒机制,形成数据共享、线索互认、执法联动的协同治理新格局。平台依托国家超级计算郑州中心强大的算力资源,有效降低地方计算压力与硬件投入成本,提升系统可扩展性与经济性。



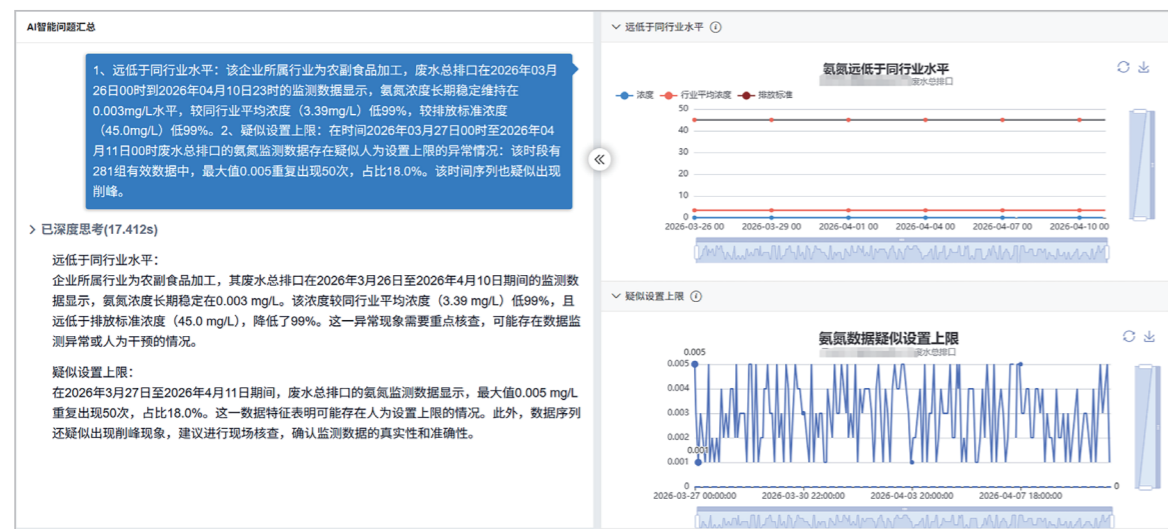
### 2. 多模态数据融合与交叉验证

系统创新性地将自动监测数据、工况参数、用电监控、视频监控等多模态信息深度融合,构建统一时空基准下的多模态数据关联模型,实现数据间交叉验证与协同分析,有效识别单一数据源难以发现的隐蔽造假行为。融合深度学习与时序异常检测算法,系统可对海量污染源多元数据进行自动化解析与深度挖掘,支撑非现场监管模式从“人防”到“技防”的根本性转变。



### 3. AI 大模型与双引擎智能研判

采用“AI 模型 + 逻辑模型”双引擎驱动架构，融合 AI 大模型与逻辑规则模型，协同研判数据异常，提升判断准确性与可解释性。基于 LSTM- 自注意力网络自动学习监测数据的长期依赖与关键波动特征，结合多污染物相关性分析与 LSTM 残差分析的双层渐变型异常检测方法，实现渐进式异常识别与风险溯源，问题识别精度超 70%，有效支撑对隐蔽造假行为的智能发现与精准判定。



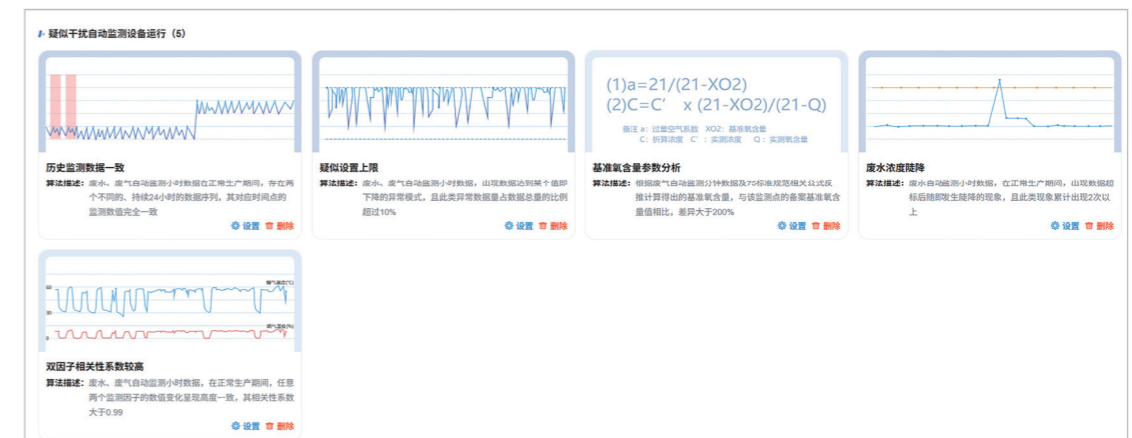
### 4. 分类分级推送机制

依据问题严重程度，将异常问题智能划分为三类：偶发性问题推送至排污单位自主标记修复，典型问题包括数据缺失、小时均值超标、维护时长过长、有效传输率低于 95% 等；一般违法问题推送至地市生态环境部门核实整改、平台反馈，形成管理闭环，包括日均值超标、长时间异常缺数、停运期间参数异常、停排期间流量异常等；严重违法问题推送至省级生态环境执法部门启动调查程

序、立案处置，涉及日均值连续多次超标、数据虚假标记、干扰设备运行、数据相关性异常等行为。有效解决传统监管“一刀切”与响应滞后等痛点，显著提升执法精准度与效能。

### 5. 人机协同的模型进化机制

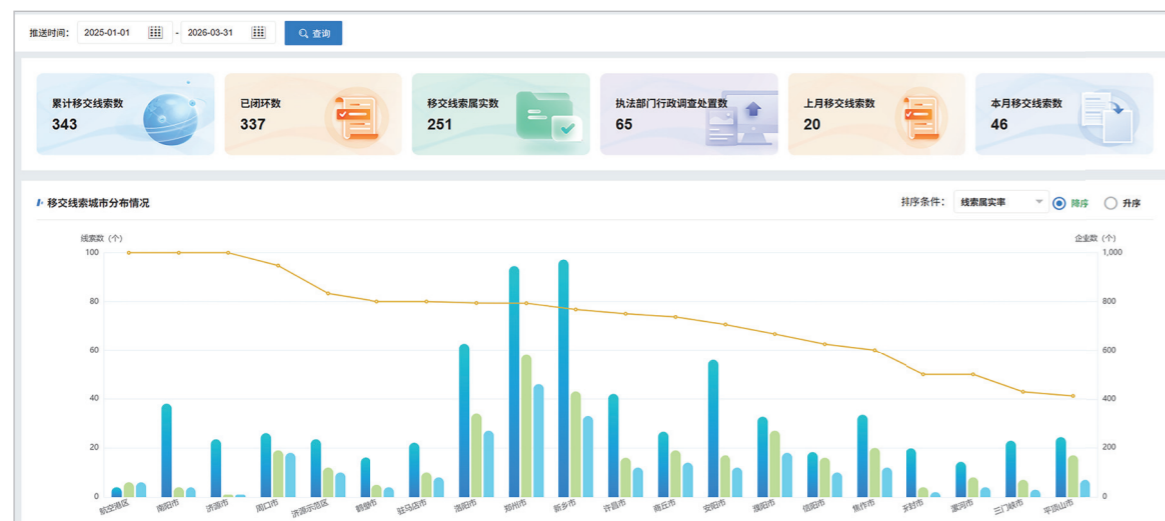
建立线索复核与模型训练的常态化机制。对系统识别的海量线索开展人工二次复核，将人工研判结果自动更新至训练集，通过反馈循环提升 AI 识别准确率。同时，从新型造假案例中提取关键特征，将新特征注入模型以识别复合异常，实现模型的持续迭代与自我进化，使模型能随数据变化自主更新，在运行中不断优化识别能力。



## 四、应用成效

### (一) 试点成效

系统自 2025 年启动小范围试点验证以来，依托“数据智能分析+人工辅助研判”的工作模式，全面验证了自动监测数据造假行为的识别与处置能力。截至 2026 年 3 月，累计移交自动监测数据异常问题线索 343 条，线索问题属实率达 71%，执法部门立案调查处置率达 20%，立行立改率达 50% 左右，展现出良好的实战应用效果与线索质量，有效推动企业落实整改措施。

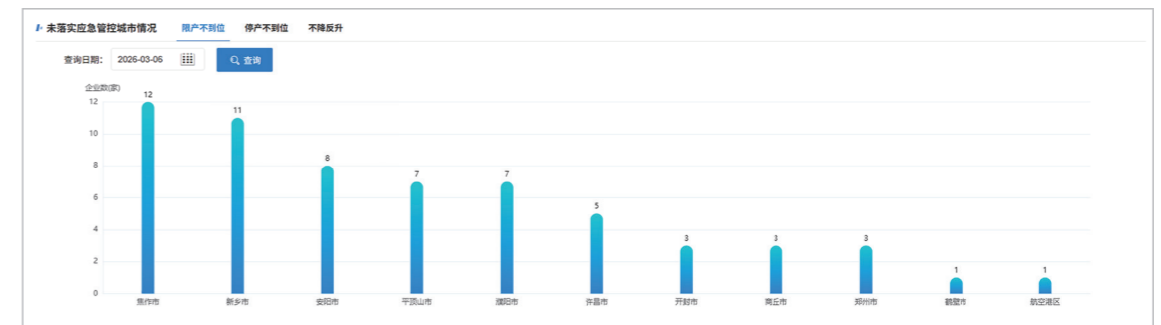


### (二) 应用场景

场景一：支撑非现场监管。以《生态环境监测条例》为遵循，非现场监管依托数据监测、风险分析与远程监管，精准识别自动监控违法行为。落实“能通过非现场方式监管的不再现场检查”要求，实现从“人防”到“技防”转型，对守信企业“无事不扰”、对弄虚作假“精准打击”，提升执法质效，优化营商环境。



场景二：支撑重污染天气应急管控。根据生态环境部《关于进一步优化重污染天气应对机制的指导意见》，系统为重污染天气差异化管控提供全过程数据支撑。通过工况监控、用电监管等技术，精准识别企业实际产能与减排执行情况，确保“一厂一策”措施可核查、可落地。



场景三：超标超总量统计。依据排污许可“一证式”监管及总量控制政策要求，系统实现污染物排放超标与超总量自动化统计、智能研判与闭环管理。通过数据驱动、交叉验证，形成完整证据链，为非现场监管执法提供精准支撑，确保“线上预警+线下核查”有效落地。



### (三) 效益分析

经济效益：系统通过智能筛查大幅压缩人工核查范围，将初筛数据量从数万条精准聚焦至百余条，显著降低监管人力与时间成本，验证了技术方案的可行性与经济性。

社会效益：系统的精准识别能力对数据造假行为形成强力震慑，自动生成电子证据链的功能为执法办案提供完整证据支撑，增强公众对环境监测数据的信任感，同时有效减少对守法企业的非必要打扰，逐步构建起“对守法者无事不扰，对违法者无处不在”的监管新格局。

推广价值：项目探索了人工智能与环境执法的深度融合路径，为全国污染源智能监管提供了可复制的技术范式。系统架构与业务流程标准化，适配不同地区生态环境监管体系，具备跨区域快速部署能力；基于 AI 模型的持续训练机制，支持算法动态更新，适应新型造假手段的识别需求；已形成完整建设与运营规范，为全国各省市提供了智能监管数字化转型参考样板。

# 基于“AI 视觉+时空指纹”技术的 LDAR 数据合规性智能审核

上海市环境科学研究院 上海汉洁环境工程有限公司

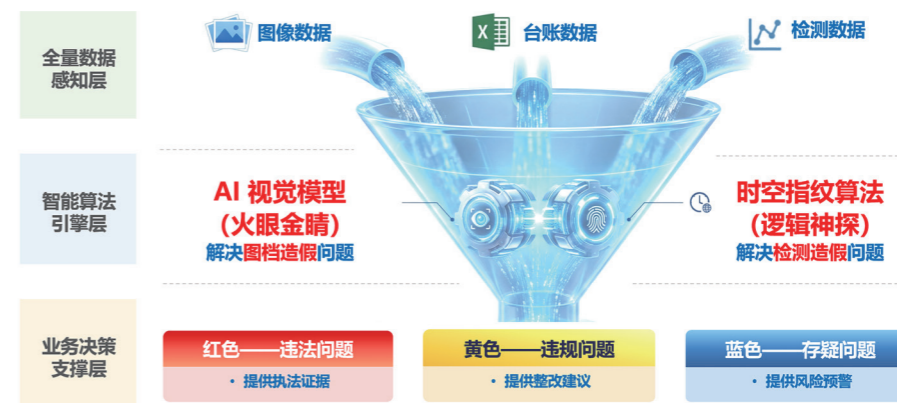


图1 系统逻辑架构图

## 一、总体介绍

### （一）项目背景

泄漏检测与修复（LDAR）是石化、化工行业管控挥发性有机物（VOCs）无组织排放、遏制臭氧污染的重要手段，其实施质量直接决定 VOCs 减排成效。然而，在利益驱动下 LDAR 数据造假手段正日益“高科技化”，此类乱象屡遭通报，已成为中央生态环境保护督察的重点关注问题。面对企业动辄百万级的密封点和千万条检测记录，传统人工抽查犹如“大海捞针”，覆盖率不足 1%。面对隐蔽的虚假数据，人工监管往往处于“半失明”的被动状态。

为彻底破解这一被中央生态环境保护督察高度关注的非现场监管难题，上海市环境科学研究院联合上海汉洁环境工程有限公司，研发构建了基于“AI 视觉+时空指纹”技术的 LDAR 数据合规性智能审核系统。该系统直击“底数不清、数据失真”两大痛点：AI 视觉引擎依托改进型 YOLO 框架与海量图档专属数据集，通过图账语义对齐技术实现对台账“漏建、错建”的 100% 穿透式甄别；时空指纹引擎则首创基于秒级时间戳与空间坐标的作业轨迹数字孪生重构算法，结合物理运动学常识自动锁定“瞬移检测”“数据克隆”等高科技造假行为。

目前，该系统已在上海化工区、广东惠州/珠海、宁波镇海、连云港徐圩新区等全国重点化工园区推广应用，并成功支撑了第三轮第三批中央生态环境保护督察第一督查组、第八督查组的现场工作，累计协助监管部门精准锁定 LDAR 造假行为逾 20 起，对行业违规乱象形成了强有力震慑。本案例不仅为破解环保数据造假顽疾打造了非现场监管新范式，也为我国工业 VOCs 精细管理提供了可复制的数智化方案。

## 二、技术路线

### （一）系统架构

本案例遵循“感知-认知-决策”的递进式 AI 逻辑，创新构建了基于“全量数据底座、双引擎算法中枢、业务闭环生态”的三层技术架构，致力于将海量、多维、异构的碎片化 LDAR 检测记录转化为精准的监管势能，旨在为区域级 VOCs 精细化治理打造一个敏捷高效的“数字大脑”，推动 LDAR 监管效能实现跨越式、指数级的跃升。系统逻辑架构如图 1 所示。

### 1. 全量数据资源层

打破传统抽查覆盖率低的局限，全面汇聚海量结构化台账、非结构化现场图片以及精确至秒的“空间坐标-楼层-时间戳”等时空元数据。通过内置标准化数据接入 AI 引擎，系统自动对来自不同企业、多源异构格式的原始 LDAR 台账进行智能解析、清洗与转换，构建统一融合的标准数据模型，为上层分析提供高质量、无死角的全量“数据底座”。

### 2. 智能算法引擎层

部署两大并行引擎。AI 视觉识别引擎基于改进型 YOLO 框架，解决台账“底数虚”的图像合规性审计；时空轨迹数据分析模型基于高阶运动学逻辑约束，打击检测“数据假”的过程违规行为。两引擎协同工作，实现对 LDAR 全流程的智能审计。

### 3. 业务应用与决策支撑层

直击非现场监管实战痛点，系统不仅输出可视化看板与穿透式审核结论，更创新实施“红（违法锁定证据）、黄（违规推送整改）、蓝（存疑预警风险）”三色分级问题清单机制。通过深度对接地方环境行政执法系统，彻底打通“数据上传-AI 审核-问题推送-现场核实-整改反馈”的管理闭环。

### （二）技术路径

本项目聚焦“物理真实性验证”，创新开辟了两大平行且互补的数智化技术路径，彻底颠覆了传统的 LDAR 监管模式。

路径一：基于 AI 视觉的台账一致性核查（破解“底数不清”）

针对化工现场设备密集、背景复杂、金属反光严重，导致人工核对犹如“盲人摸象”的痛点，系统构建了“YOLO 目标检测+图账语义对齐+置信度分级”的技术组合，实现了从“人工肉眼识别”到“机器视觉秒判”的技术跨越。

·海量专属数据集打底：针对实战工况，团队构建了包含上万张真实化工场景图档、超 10 万个像素级标注的行业专属训练集（涵盖阀门、法兰、泵等九类典型密封点），质检标签准确率 >99%，为模型提供了优异的收敛性和泛化能力。

· 图账语义对齐核查：通过提取照片中密封点的核心特征，与企业申报的基础台账热点坐标进行三维空间的“碰撞分析”。秒级自动识别“图有账无”（漏建）、“账图不符”（错建、类型不符）及“重复录入”等违规问题。该路径核查效率较传统人工提升 10 倍以上，错漏建识别准确率  $\geq 85\%$ 。

具体技术路线和训练集示例见图 2 和图 3。

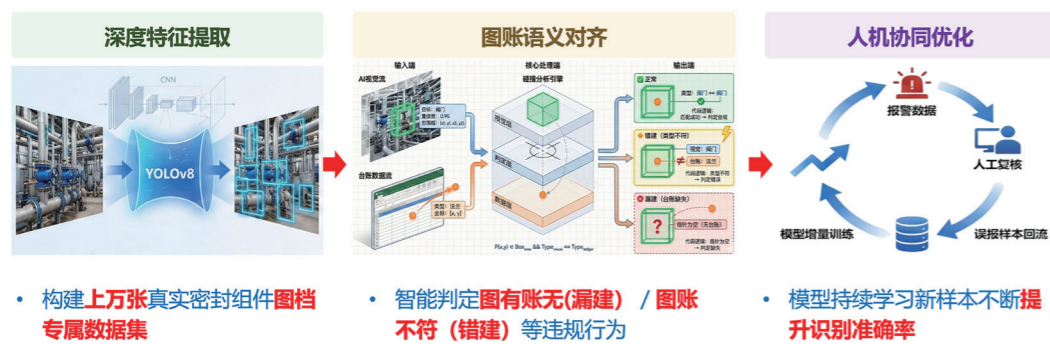


图 2 基于 AI 视觉的台账一致性核查技术路线



图 3 典型密封点类型训练集

路径二：基于时空指纹的作业真实性审计（破解“检测造假”）

针对数据造假隐蔽化、高科技化的痛点，系统首次提出“时空指纹”概念，彻底摒弃了易被攻破的静态阈值判断模式。通过提取检测记录中精确至秒的时间戳、空间坐标与楼层信息，在数字孪生空间中重构全流程作业轨迹，基于“物理常识与运动学约束”展开六大维度的智能“猎假”行动：

- 查速度，抓“瞬移”：构建速度阈值约束，自动侦测 1 秒内跨越 3 个楼层等超人类步行极限的位移行为。
- 查路径，抓“穿墙”：校验空间逻辑，识别直线穿过封闭墙体、物理路径不可达的空间错位行为。
- 查行为，抓“分身”：识别同一检测人员在同一精确时间，同时出现在两个不同装置区检测的逻辑悖论。
- 查修饰，抓“克隆”：引入全生命周期时序分析，侦测当前数据与历史数据片段呈现 100% 重合的“复制粘贴”恶意造假。

· 查规律，抓“机刷”：针对第三方软件批量生成的完美数据，侦测恒值、无自然读差、异常一致分布等非自然数据模式。

· 查因果，抓“悖论”：锁定前序状态为“泄漏”，后续无任何维修记录却自动转为“合格”的“泄漏未修自愈”逻辑矛盾。

该路径将造假成本直接拉升至“物理不可实现”的维度，使问题线索发现率跨越式提升 50% 以上。

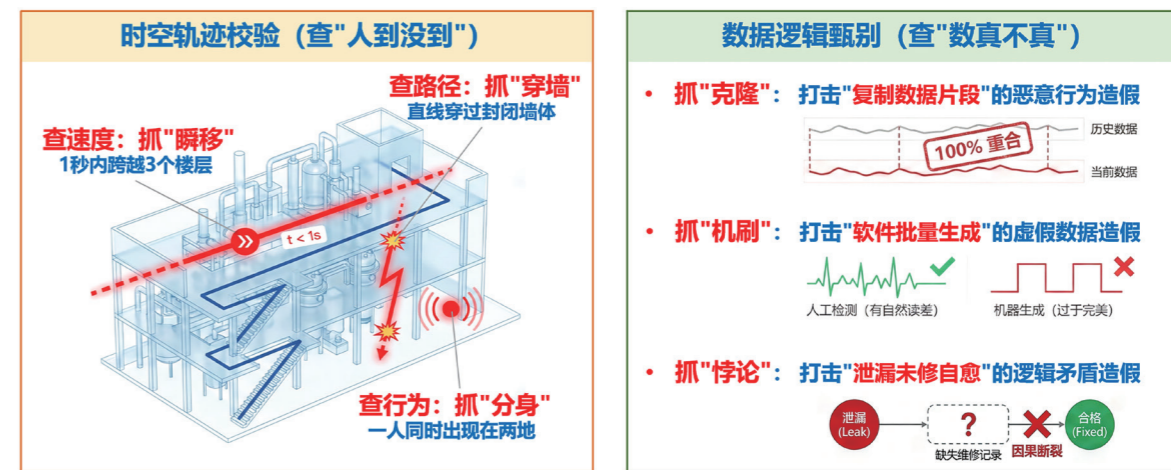


图 4 基于数字孪生的检测行为真实性核查技术路线

### 三、创新性

本场景突破了传统环境监管的局限，形成了“模式、技术、管理、应用”四位一体的全面创新，构建了破解 LDAR 数据造假难题的非现场监管新范式：

1. 模式创新——从“零散抽查”到“全量覆盖”的维度跃升

针对传统 LDAR 监管高度依赖人工、覆盖率不足 1% 的瓶颈，本场景构建了全量数据智能审计模式。通过对海量原始数据进行 AI 全量检阅，实现 100% 覆盖，将监管触角延伸至每一个检测瞬间，成功实现从“被动零散核查”向“主动全量穿透”的根本性转变。

2. 技术创新——从“人工识别”到“数智核查”的革命突破

基于改进的 AI 视觉模型，实现了从“人工肉眼识别”到“机器视觉秒判”的技术革命。首次提出“时空指纹”概念，利用精确至秒的时间戳与空间坐标，将作业过程转化为不可篡改的物理凭证，实现了人员轨迹、检测行为、数据结果三位一体核查，为环境执法证据链提供了不可辩驳的关键支撑。

3. 管理创新——从“事后追责”到“事中预警”的流程重塑

直击核查周期长、闭环难的管理痛点，本系统将 AI 审核模块直接前置并嵌入执法流程。通过构建涵盖智能预警、工单推送、企业自查整改、自动销号的全流程数字闭环，将核查响应时间从数天缩短至分钟级，实现了让违规行为在发生时即被预警与拦截。

4. 应用创新——跨模态融合构建“图-迹-数”全链路验证

针对“底数不清”与“数据失真”双重难题，本系统实现了计算机视觉与大数据时序分析的深度融合。系统不仅能通过改进 YOLO 模型进行图账比对，还能通过轨迹指纹锁定造假行为，成功构建了从物理存在（图账一致）到过程合规（轨迹一致）再到结果真实（数据一致）的全链路闭环验证体系。

#### 四、应用成效

本案例相关核心技术自投入生产实践以来，不仅在关键算法上取得突破，更在实战应用、行业生态重塑与标准规范引领上取得了显著成效，构筑了政企双赢的数字治理生态。

##### 1. 算力解放人力，监管效能呈现指数级跃升

系统彻底颠覆了“人海战术、盲人摸象”的传统抽查模式。在上海赛科、中沙石化等大型标杆企业及大型园区的实际应用中，系统首次实现了仅耗时 5 分钟即可完成对 130 万个密封点、数十万条检测记录的全量智能审核。核查覆盖率从不足 1% 提升至 100% 全量穿透，核查响应时间由数天压缩至分钟级。相较同等人力投入，问题线索发现率提升 50% 以上，总体审核效率与问题识别能力提升 200 倍以上。

##### 2. 赋能“精准打假”，强力支撑中央生态环保督察实战

系统作为非现场监管的“利器”，累计完成全国 400 余家重点石化、化工企业的深度核查，审核检测记录超 5000 万条。尤其在政府监管层面，该成果成功支撑了第三轮第三批中央生态环境保护督察第一督查组、第八督查组的现场督查工作。在督察一线，系统累计协助监管部门精准锁定并查处 LDAR 检测数据造假行为逾 20 起，实现了对恶意数据造假行为的“动态清零”，对行业违规乱象形成了空前的威慑力。

##### 3. 经济与社会效益同频共振，重塑行业诚信生态

本场景为政企双方带来了显著的降本增效价值。在政府端，通过智能替代“人海战术”，大幅降低了行政监管成本；在企业端，通过精准锁定泄漏点位，有效减少了高价值物料的无组织挥发损失，降低了企业生产运营成本。更为重要的是，系统通过全面遏制数据造假，强力“驱逐劣币”，清理了第三方检测市场长期存在的低价恶性竞争乱象，重塑了公平公正的行业诚信体系。

##### 4. 从区域试点走向全国示范，打造数字环保“上海方案”

该项目凭借卓越的数字化创新能力，不仅荣获了上海市生态环境数字智理应用场景大赛一等奖等权威认可，其审核模块更已深度嵌入广东省 LDAR 统一监管平台、宁波镇海园区 LDAR 管理平台等地方监管系统。同时，依托丰富的数字实战积淀，团队核心技术体系率先全面支撑了国家生态环境标准（HJ 1230-2021）在多地的精准落地，并依托丰富的实战数据与监管经验，进一步有效支撑了上海市首个 LDAR 强制性地方标准（DB31/1640-2025）的制定与发布，实现了从贯彻落实国家规范到引领地方更高监管标准的跨越。

## 基于统一生产库的生态环境数据治理体系建设

广西壮族自治区生态环境厅

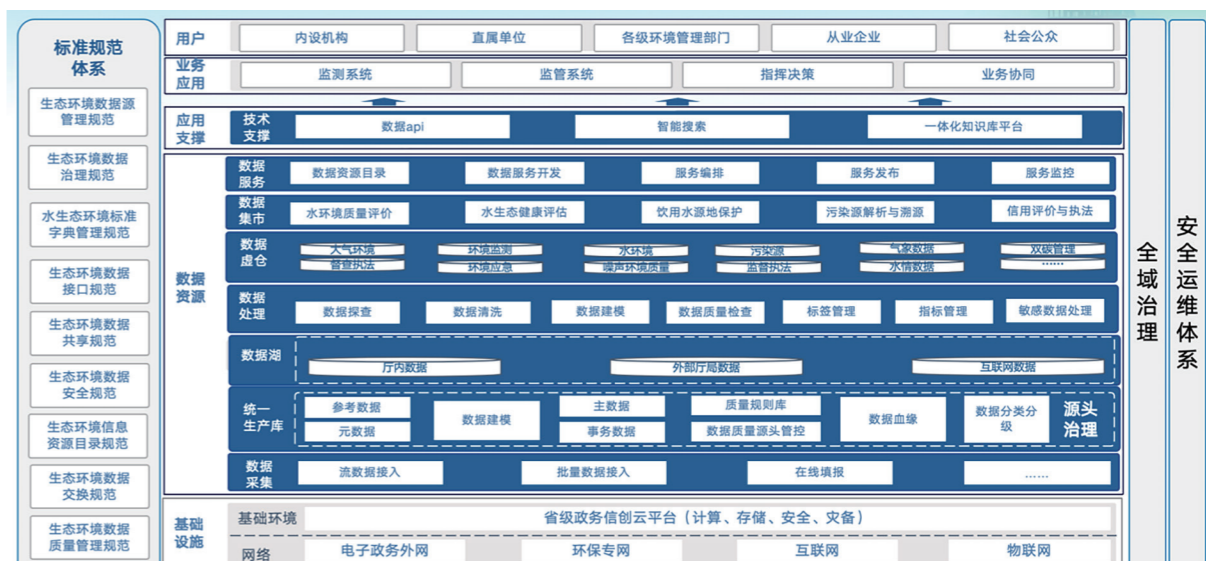
### 一、总体介绍

在当今数字化浪潮席卷各行各业的时代，生态环境治理也迎来了从“经验驱动”向“数据驱动”转变的关键机遇期。习近平总书记强调，要“深化人工智能等数字技术应用，构建美丽中国数字化治理体系，建设绿色智慧的数字生态文明”。广西壮族自治区生态环境厅积极响应国家号召，深入贯彻党的二十届四中全会精神，坚决落实《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》任务要求，率先探索出一条以数据为核心、以治理为手段、以智能为目标生态环境治理新路径。

本项目通过构建“统一生产库”和“统一星型模型”，打造了一套“源头治理、全域治理、可信治理”的数据治理新体系、新模式，新方法。数据从产生的第一时间就开始规范管理，治理范围覆盖所有生态环境业务领域和所有层级，同时确保数据的准确性、一致性和权威性，让数据真正可信可用，驱动环境管理决策从传统的经验判断转向数据驱动、智能决策，构建支撑生态环境治理体系与治理能力现代化的数据底座。

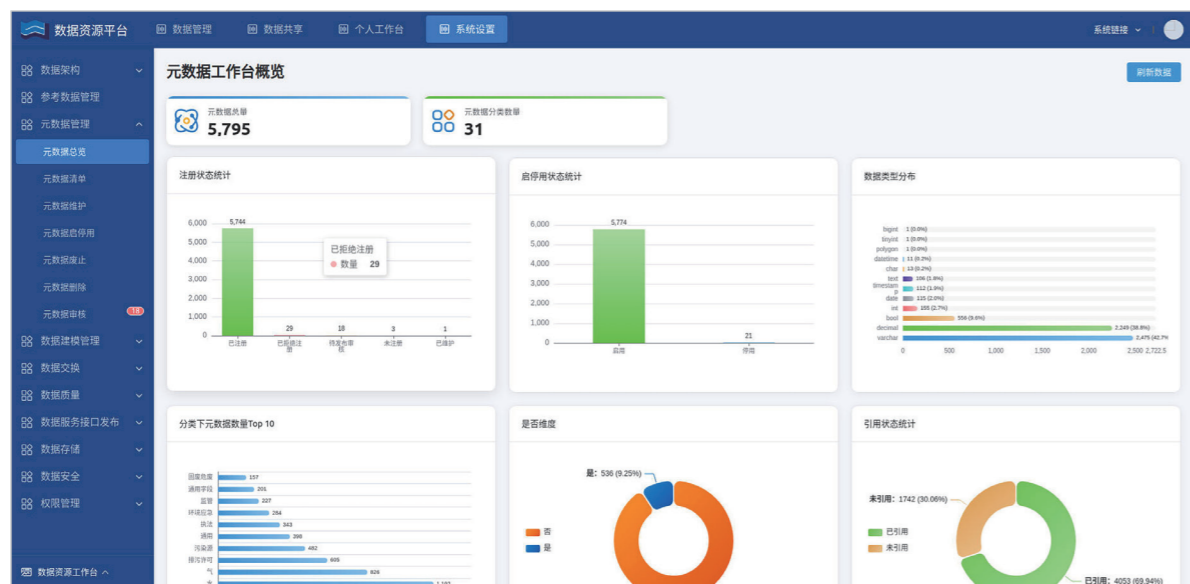
### 二、技术路线

本应用采用“五横三纵”的总体架构，层次分明，功能完备，可有力支撑复杂的数据治理任务。



“五横”：基础设施层依托自治区级政务信创云平台，通过电子政务外网、环保专网、互联网、物联网等多种网络渠道，构建了一个多元网络接入环境，确保各类数据能够安全、稳定地接入到平台中来。数据资源层集中管理主数据、参考数据、元数据、数据模型、指标管理等核心数据资产，确保所有核心数据资产得到统一、规范的管理。其中数据采集部分提供了流数据接入、批数据接入、在线填报等多种数据采集能力，能够满足不同场景下的数据汇聚需求。元数据管理通过标准化元数据统一管理，实现字段归一化管控，集中规范维护数据描述信息，从源头规避二义性，为数据标准化提供核心支撑。主数据管理集中管控高业务价值、跨系统共享的关键实体数据，保障核心数据在跨场景应用中的一致性与准确性。参考数据管理作为标准化数据字典工具，专注于参考数据的统一化、规范化管理。数据质量模型聚焦数据全流程质量管控，保障数据准确、完整、合规。关于“数据湖”和“数据虚仓”两部分，数据湖存放原始的、未经处理的数据，数据虚仓则按照业务需求，通过统一星型模型灵活构建数据集市，实现全域数据治理贯穿数据生命周期始终，保障数据质量。应用支撑层提供统一身份认证、智能搜索、生态环境一体化知识库平台等通用技术服务，为各个业务应用提供公共支撑。业务应用层面向五类用户构建了监测系统、监管系统、指挥决策、业务协同四大业务应用体系，满足不同用户的业务需求。用户层作为系统顶层交互入口，支持不同角色用户基于权限策略按需访问与调用各类应用服务，实现业务需求的精准交付。

“三纵”：标准规范体系覆盖了数据源管理、数据治理、数据安全等各个环节的生态环境数据标准规范，确保所有工作有章可循。数据治理体系实现生态环境高质量数据底座，支撑决策分析与人工智能应用。安全运维体系贯穿平台全生命周期，提供全方位的安全保障与运维管理能力。



本应用依托现有生态环境数据资源集进行建设，截至目前，数据规模记录总量超 20 亿条，数据存储容量超过 1TB，覆盖企业超过 10 万家，覆盖监测点位超过 2 万个。数据来源涵盖全国排污许

可管理信息平台、广西固定污染源自动监控平台、环境空气质量监测管理系统、危险废物智能监管系统、生态环境数据共享与交换平台等 40 多个业务系统。扎实的数据来源，为开展基于统一生产库的生态环境数据治理体系建设实践提供了坚实的数据支撑。

### 三、创新性

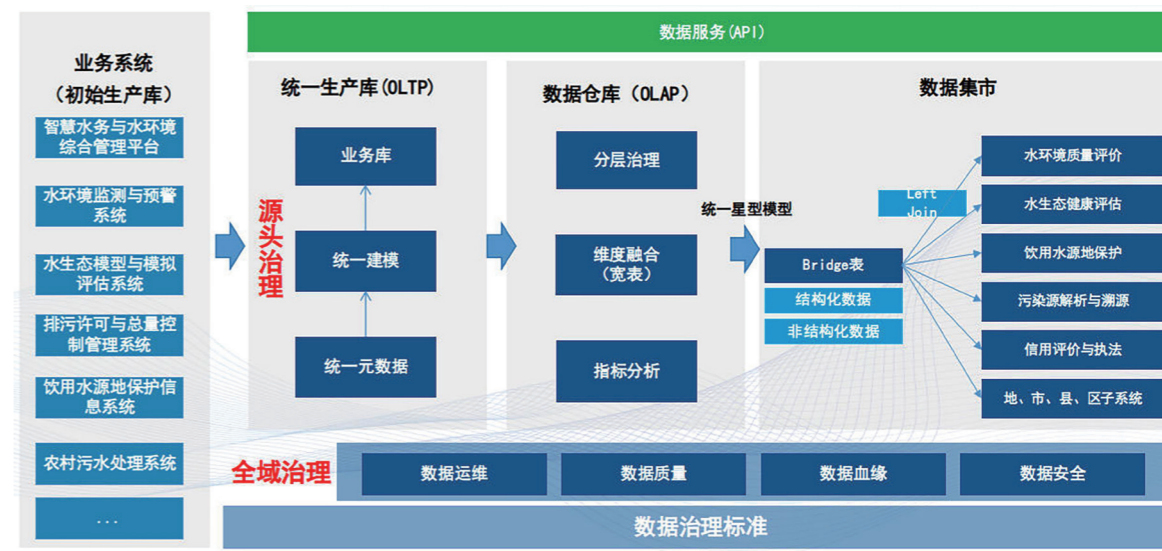
本应用的创新性，不仅体现在技术层面的突破，更重要的是在治理理念和治理模式上实现了系统性升级，从根源上重新思考了数据治理的方式方法。

#### （一）精准破解行业治理痛点，搭建全新数据治理体系

针对生态环境领域数据治理工作长期存在的异构数据形成孤岛、数据接口标准混乱、数据规范不统一、数据资产底数不清、数据服务效能偏低等五大核心难题，本应用立足行业实际需求，搭建源头治理、全域治理、可信治理三位一体的新型数据治理体系。通过搭建统一数据架构体系、建立标准化元数据管理机制、推行规范化数据建模方法、搭建集中化主数据管控平台，从系统层面统筹解决各类数据治理难题，破除行业发展桎梏。

#### （二）突破关键技术瓶颈，构建高效数据治理技术架构

本应用聚焦技术创新突破，搭建新一代数据治理技术体系，全方位夯实数据治理根基、提升数据应用价值。



一方面，将统一生产库建设作为源头数据治理的核心工作，针对各业务系统生成的原始数据，开展标准化处理与规范化建模，全面把控数据质量，搭建稳定可控的数据结构。以污染源、地表水等多源异构数据整合为试点场景，完成生态环境领域统一生产库搭建，同步构建覆盖数据采集、治理、应用全生命周期的标准化流程规范。围绕数据规范化治理核心，落地实施多项管控举措：通过主数据管理保障核心数据的一致性与权威性，依托参考数据管理规范数据取值范围与业务运行规则，借助元数据管理明确数据属性及内在关联关系，利用数据地图实现数据分布、流转路径的可视化呈现，

通过科学数据建模搭建贴合业务需求的数据模型，建立数据质量检查机制实现数据质量全程评估监控，依托标签管理实现数据精准分类与高效检索。通过全流程规范化管控，实现数据分类体系清晰化、数据血缘全程可追溯、数据模型贴合业务实际、数据质量可控可信赖，最终打造一套完整规范、融合度高的生态环境多维主题高质量数据集，为污染源精准监管、科学决策提供硬核数据支撑，同时助力政务服务便民利企优化升级。

另一方面，创新打造统一星型模型这一新一代数据集市架构方案，采用基于 UNION 的虚仓设计模式，实现单层 JOIN 连接下的无损数据整合。该技术方案有效规避了传统多表连接存在的数据冗余、信息丢失等问题，同时简化数据查询逻辑，从底层架构层面优化数据运行机制，大幅提升数据处理效率与整体运行性能。

### （三）创新资源配置模式，全方位提升治理效能

组织架构方面，通过搭建决策、管理、执行三层权责分明的组织架构并细化职责，实现数据治理资源的统筹整合与高效利用，保障工作自上而下有序落地见效。搭建层级清晰、权责明确的三层式数据治理组织体系，细化决策层、管理层、执行层各项职责，实现数据治理各类资源的统筹整合、集中调配与高效利用，保障数据治理工作自上而下有序推进、落地见效。

管理流程方面，构建覆盖需求、建设、运行全生命周期的闭环流程并前移管控关口（如查重、采血缘），实现数据治理全流程可控、可查、可追溯。具体来说，在需求申报阶段开展数据查重审核工作；在项目建设阶段，依托统一平台完成元数据注册、应用及数据建模全流程操作；在系统运行阶段，持续采集数据血缘信息与平台操作日志，实现数据治理全流程可控、可查、可追溯，形成全流程闭环管理机制。

技术融合方面，将人工智能深度嵌入元数据注册、质量检查等治理环节，实现技术赋能与治理提质双向协同，进一步提升数据治理标准化水平与管理效率，有效降低数据治理运营成本，实现技术赋能与治理提质的双向协同。

## 四、应用成效

本应用预计 2026 年 7 月正式投产使用，目前正处于试运行和推广阶段。应用范围覆盖广西生态环境管理部门及下属各市、县生态环境局，涵盖监测、执法、水、气、土、综合等核心业务部门。覆盖地区包括全区 14 个设区市及所有区县，实现了全域覆盖。

### （一）经济效益方面

本应用通过统一数据服务平台，数据服务 API 化比率较项目建设前提升 90%。初步实现了简单应用的敏捷自研，截至目前，已自行研发了广西涉重金属环境安全隐患排查整治一张图、广西自然生态保护监管平台、流域问题整改调度应用、大气污染防治信息发布等应用，大幅降低了开发成本和技术门槛。

通过统一数据治理，有效解决了不同数据库之间重复存储相同数据的问题，预计节省存储资源约 30%。数据接口标准化后，跨系统对接的维护成本大幅降低，约减少了 40%。

#	问题编号	流域名称	所属河段	经度	纬度	问题类别	问题内容	管理属地	整改责任单位	行业主管部门	自治区整改意见	地方整改措施	整改期限	整改状态	操作
1	0...	南流江	南流江...	109.45...	21.890...	企业环境...	该公司已停产...	北海市...	合浦县	生态环...	调查废料来源...	广西北海鱼小...	2025年...	完成	编辑
2	0...	南流江	一级支...	109.05...	21.728...	企业环境...	该公司有机肥...	北海市...	合浦县	生态环...	1.在靠近雨水...	1.在靠近雨水...	立行立改	完成	编辑
3	0...	南流江	一级支...	109.32...	21.745...	"散乱污"...	该加工点距离...	北海市...	合浦县	生态环...	加强执法检查...	新建沉淀池...	立行立改	已新	编辑
4	0...	南流江	南流江...	109.41...	21.830...	"散乱污"...	常乐镇常青...	北海市...	合浦县	生态环...	加强执法检查...	要求该厂将脱...	立行立改	已完	编辑
5	0...	南流江	南流江...	109.42...	21.836...	"散乱污"...	该企业距离南...	北海市...	合浦县	生态环...	加强执法检查...	将待宰栏旁边...	立行立改	雨水	编辑
6	0...	南流江	一级支...	109.05...	21.716...	"散乱污"...	该企业为无证...	北海市...	合浦县	生态环...	加强执法检查...	该造纸厂不符...	2025年...	断水	编辑
7	0...	南流江	一级支...	109.37...	21.877...	畜禽养殖...	该养殖场存栏...	北海市...	合浦县	农业农...	督促养殖场落...	1、做好粪污...	立行立改	已完	编辑

图 1 流域问题整改调度

### （二）社会效益方面

数据质量的持续提高，为环境管理决策提供了准确、可靠的数据支撑。通过统一的数据治理，同一指标在不同系统统计结果不一致的问题得到了根本性解决，实现广西生态环境数据一图统览、一图分析，推动固定污染源档案管理实现“一数一源”，行政决策效能显著提升。

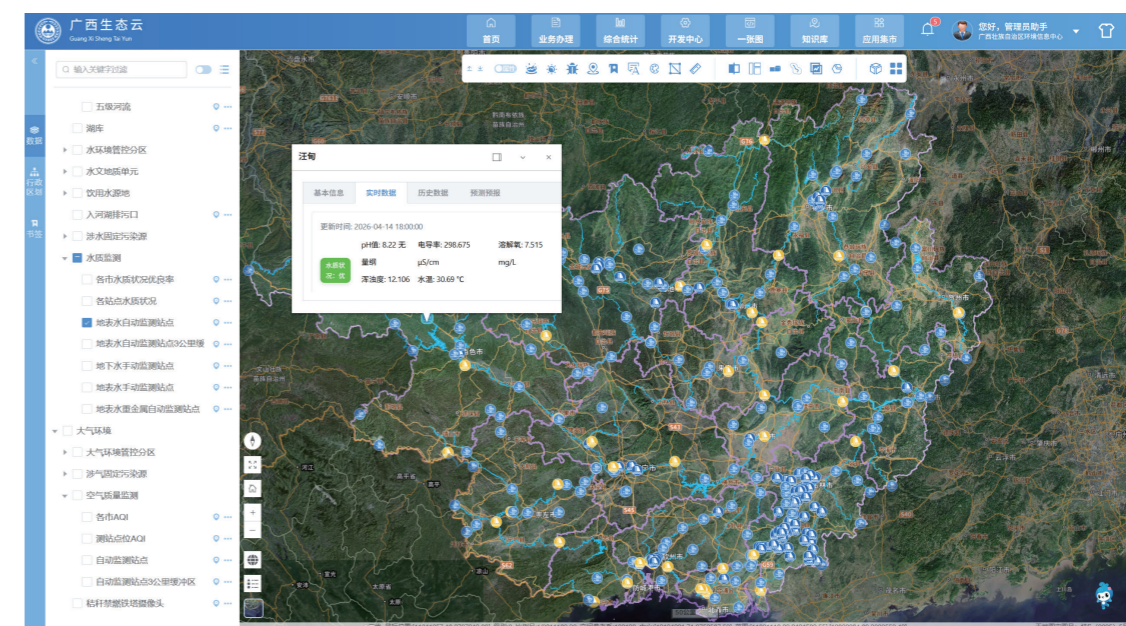


图 2 一张图应用

在公众服务方面，企业和公众查询数据的复杂度大大降低，可以通过统一入口便捷地获取所需数据，数据的权威性和公信力进一步增强，服务满意度显著提升。

### （三）行业贡献方面

它为全国生态环境领域数据治理提供了可复制、可推广的实践经验。形成的数据质量管理规范、元数据编制规范、数据建模规范、主数据管理规范等一系列数据治理标准规范，为行业标准化提供了宝贵参考。在技术创新方面，本应用的元数据管理、参考数据管理、资源项管理、主数据管控、数据血缘追踪等技术应用，处于国内领先地位，为数字生态文明建设提供了有力的技术支撑。同时还实现了数据全域可追溯、源头可治理、结构稳态、语义自解释、知识集中，构建了适配人工智能应用的新型 AI 数据治理中心。在高质量数据的有力支撑下，建设实现了生态环境知识智能检索、环评文件标准化编制与智能化评审、执法案卷智能评查，以及常用办公智能应用，为迎接 AI 应用赋能生态环境的时代做好了充分准备。

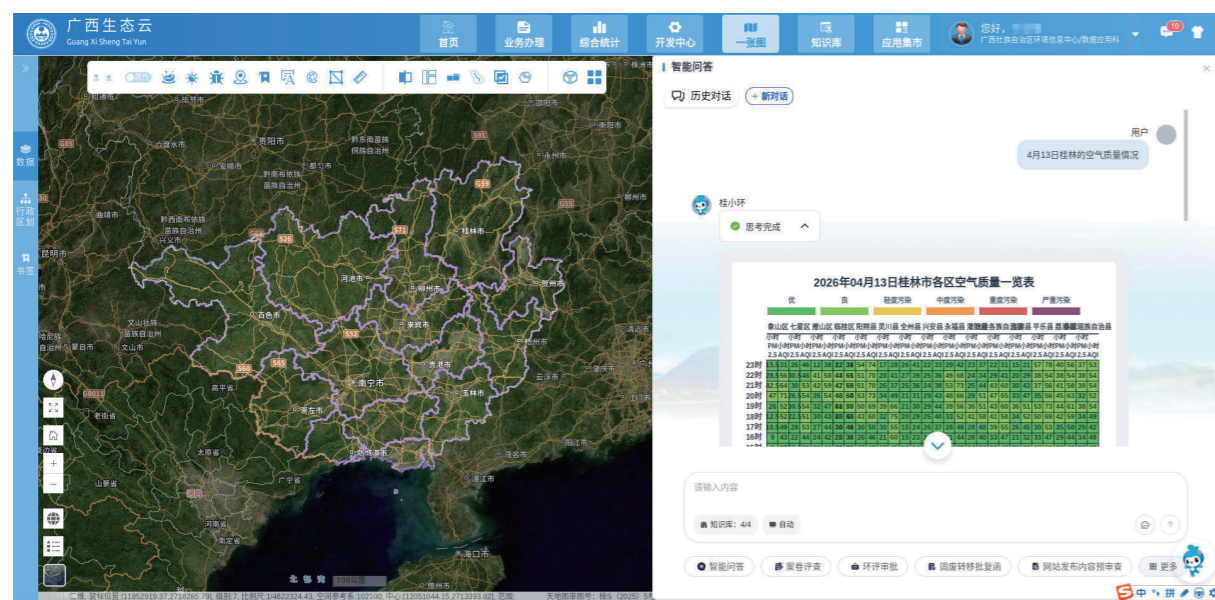


图3 智能问数

目前，已取得了统一数据治理平台 v1.0 的软件著作权，形成 10 余项数据治理标准规范，建成 106 个业务主数据和包含 5000 余条元数据的生态环境元数据库。

## 基于大模型的生态环境数据全生命周期智能治理和应用

海南省生态环境厅 中电信数智科技有限公司海南分公司

### 一、总体介绍

在数字中国与美丽中国建设深度融合的时代背景下，海南省以国家生态文明试验区战略定位为引领，聚焦生态环境数据治理领域“汇聚难、标准乱、效率低、质量差、应用弱”的核心痛点，依托海南省生态环境数据资源中心现有平台底座，全面实施 AI 全链条赋能升级工程。应用深度融合人工智能、大数据、知识图谱与行业大模型等前沿技术，在已建成的“统一纳管、统一归集、统一存储、统一监控、统一共享”五大基础能力之上，创新性构建“AI 辅助标准建库、智能数据建模、自动质量校核、异常智能识别、数据自动标注、综合质量评估、深度知识融合”七大核心智能能力，打造覆盖大气、水、土壤、海洋、污染源、噪声、自然保护地等全环境要素，贯通管理、监测、执法、审批、应急等全业务场景的一体化、智能化、自动化生态环境数据治理体系。

项目以数据全生命周期治理为主线，推动数据治理模式实现三大根本性转变：从“被动归集”向“主动治理”转变，从“人工经验驱动”向“智能算法模型驱动”升级，从“人海战术”向“人机协同”跨越。通过 AI 技术的深度嵌入与全域赋能，系统性提升数据治理效能与数据资产质量，最大化释放数据要素价值，为海南省生态环境精准监管、科学决策、风险预警、绿色低碳管理提供



高质量、高可靠的数据底座支撑。项目致力于打造国家生态文明试验区数字化转型的“海南样板”，形成可复制、可推广的省级生态环境数据智能治理“海南经验”，为全国同类地区提供先行示范与实践参考。



截至项目实施前，海南省生态环境数据资源中心已建成坚实的数据基础设施与治理底座，累计管理数据源 292 个，管控数据表 5.02 万张；发布 200 余个值域标准、9000 余个数据元标准；汇聚数据总量达 138.98 亿条，容量 10.55TB；累计开展数据治理任务 2123 项，执行总次数 157.01 万次，治理数据总量 2.15 亿条；完成资源编目 1027 个，数据共享订阅累计 269 次，为 AI 赋能升级奠定了海量、优质的数据基础。

## 二、技术路线

本项目遵循“中心底座增强 - AI 能力全过程嵌入 - 全流程治理闭环 - 业务深度融合”的总体技术路线，基于现有平台架构进行平滑、安全、高效的智能化升级。全程坚守国产化、安全可控原则，确保业务不中断、数据不泄露、系统稳运行，全面构建“技术先进、架构开放、安全可靠、业务适配”的智能治理技术体系。

### （一）AI 驱动数据标准智能构建体系

项目依托生态环境山河大模型强大的语义解析与知识抽取能力，构建覆盖国家、行业、地方三级标准的智能解析体系。系统可自动识别标准文本中的字段定义、格式要求、编码规则、业务约束等关键要素，快速生成结构化、可机器执行的数据标准库，将传统数月的标准建库周期压缩至数周，显著降低人工梳理成本。针对治理数据表，系统通过语义相似度与业务场景匹配算法，实现与数据标准、数据元的自动匹配、智能映射，并自动完善生成数据建模脚本，建模效率提升 80% 以上。

在数据建模、入库、质检、清洗全流程中，系统提供标准智能推荐、自动合规校验、动态执行

监控能力，将传统“静态文本标准”转化为贯穿数据全生命周期的“动态执行标准”。通过持续学习业务规则与历史落标情况，模型不断优化推荐精度，有效提升数据标准落地执行率与全域数据一致性，为多源异构数据的统一治理、融合应用筑牢标准化根基。

### （二）全域数据质量智能管控闭环

以权威数据标准为核心依据，系统融合数据字段特征、业务逻辑关系、时空属性、异常特征等多维信息，通过 AI 算法自动构建场景化、可进化的数据质量规则库，实现规则按需生成、精准推送、动态更新。支持全量与增量数据的实时巡检、批量检核、全库覆盖，自动精准识别缺失、重复、异常、逻辑矛盾、格式不规范等六类典型数据问题。

系统自动生成可视化、可追溯、可导出的数据质量报告，直观展示问题分布、不合格率、趋势变化，并针对高频、顽固问题建立定位 - 分析 - 整改 - 复盘的闭环管理机制。通过 AI 全域智能管控，彻底解决传统人工抽检“覆盖率低、发现滞后、整改低效”的痛点，实现数据质量全时段、全要素、全覆盖校核，确保生态环境数据真实、准确、完整、及时、有效。

### （三）智能协同数据开发赋能平台

内置高性能 SQL 语义解析引擎与多源数据库适配层，统一开发规范与交互语言，无缝兼容国产达梦、人大金仓及 Hive、PostgreSQL 及等国产化 + 主流数据库，极大降低跨库、异构数据开发复杂度。平台提供一体化智能 IDE 开发环境，集成 AI 代码生成、语法纠错、智能补全、规范注释、性能调优、自动建表等全栈辅助能力，支持业务人员“一键生成开发脚本”，显著降低技术门槛、减少 70% 以上人工编码工作量。

系统内置生态环境行业数据模型、开发模板、最佳实践库，支持知识沉淀复用、多人协同编辑、版本全程管理，全面提升开发规范性与交付效率。通过全链路智能开发赋能，实现从业务需求到数据服务产出的敏捷、高效、高质量闭环，支撑生态环境数据快速治理、快速共享、快速应用。

### （四）全链路智能运维诊断中心

构建覆盖数据采集、任务调度、流程执行、接口调用、服务运行的全链路日志采集与实时监控体系。依托大模型深度理解与故障诊断能力，对异常信息进行结构化拆解、语义化分析、自动化归因，精准定位数据延迟、接入失败、处理报错、服务中断等问题根因，并智能输出解决方案与处置建议。

系统实现从“被动告警”到“主动诊断、预测预警”的转变，支持异常趋势预测、关键节点预警、多级告警通知，并结合运维知识库形成标准化处置流程，将平均故障排查时间缩短 60% 以上。通过 7×24 小时全链路智能运维，保障平台高可靠、高稳定运行，为数据治理业务提供坚实技术底座。

### （五）智慧化数据分析决策服务引擎

深度融合自然语言理解、意图识别、业务语义解析技术，打通治理后高质量数据与智能问数引擎。系统基于元数据自动感知与语义映射能力，直接读取标准化数据结构、业务指标与数据字典，无需二次开发即可实现数据逻辑无缝对接。

支持用户以自然对话方式发起复杂查询，系统智能匹配可信数据、自动生成标准 SQL、完成计

算分析，并以折线图、柱状图、饼图、专题地图、综合驾驶舱等可视化形式输出结果。实现数据查询、统计分析、趋势研判、对比分析、报告生成全流程智能化支撑，大幅降低数据使用门槛，让非技术业务人员便捷获取数据价值，全面提升生态环境管理科学化、精准化、智能化水平。



### (六) 核心模型与安全部署架构

项目采用生态环境山河大模型 + 生态环境知识图谱推理模型双引擎协同架构，由海南省生态环境科学研究院联合海南电信共同研发，并基于海南全要素业务数据专项微调，深度适配省级治理场景。核心治理大模型参数量 7B，轻量化推理引擎 1B-3B，在算力效率、推理速度与业务精度间取得最优平衡，可支撑大规模、高并发数据处理，满足政务系统 7 × 24 小时连续运行要求。

模型采用国产化私有云本地化、物理隔离部署，与数据中心同网同城，严格遵循政务数据安全与国产化替代要求。部署架构支持容器化编排、分布式并行、弹性扩缩容；运行模式覆盖实时在线推理、离线批量治理、定时任务调度，全面支撑智能清洗、逻辑校验、异常检测、自动标注、质量评估、知识融合等全流程 AI 能力。全程采用数据脱敏加密、细粒度权限管控、全操作留痕审计等安全机制，确保模型调用与数据处理全程安全、可控、可溯。

### 三、创新性

项目直面传统生态环境数据治理高度依赖人工、质量管控薄弱、运营响应滞后、智能应用不足、业务适配性差、整体效能低下的六大痛点，实现平台能力、治理范式、应用赋能三大维度的系统性、革命性创新，开辟省级生态环境数据智能治理新路径。

### (一) 平台能力创新

从“数据中心”到“智能治理中心”。在省级生态环境数据资源中心建设领域，首次引入“大模型 + 知识图谱”双引擎驱动架构，将传统“数据存储与汇聚中心”升级为具备自主认知、自动处理、自我优化的“智能治理中枢”。系统性补齐传统平台自动化、智能化、知识化能力短板，实现从“被动响应”到“主动赋能”的质变，构建起国内领先的 AI 原生生态环境数据治理技术底座。



### (二) 治理范式创新

构建“人机协同”智能治理新范式。创新构建“汇聚 - 清洗 - 校核 - 融合 - 应用”全链路 AI 治理流程，以算法替代大量重复性、规则性人工操作，实现治理模式从“人干”到“人管（审核 + 优化）”的根本转变。建立数据质量可量化、问题可追溯、效果可评估、持续可优化的闭环管理体系，有效解决历史数据不标准、实时数据难校核的行业顽疾。首创“算法主导、人工监督、人机协同、共进化”的新型治理范式，大幅解放人力、提升效能、保障质量。



### （三）应用赋能创新

实现“数据治理”到“业务增值”无缝衔接。打破技术与业务壁垒，将 AI 治理能力深度融入生态环境核心业务，直接支撑污染防治、生态安全、绿色低碳、AI 政务协同等关键场景。依托自然语言交互（NLI）技术，实现“开箱即用”的普惠化数据服务，业务人员无需掌握 SQL 等技术语言，通过对话即可完成复杂数据分析与决策支持。真正实现数据治理与业务价值的无缝衔接、双向赋能、深度融合，让数据要素价值高效转化为生态环境治理效能与管理决策能力。



## 四、应用成效

项目已完成需求确认，计划一年内完成升级实施并上线运行，服务覆盖海南省生态环境厅及各市县分局，全面支撑全省生态环境全业务数据治理与共享应用。经测算与验证，项目将在治理效能、数据质量、业务支撑、经济效益与社会效益四大方面取得突破性成效。

### （一）治理效能革命性提升

平台实现治理效能倍增。单系统数据治理周期由传统周级缩短至天级，治理效率提升 70% 以上。全流程人工干预工作量减少 60% 以上，彻底摆脱“人海战术”，将人力从繁琐低效的重复劳动中解放，聚焦于更高价值的策略制定、审核优化、业务创新工作。

### （二）数据质量跨越式跃升

通过 AI 全域智能管控，数据准确率提升至 99% 以上，异常数据自动识别率达 80%。实现数据质量全流程、全要素、可量化、可追溯的精细化管理，从源头保障数据真实、准确、完整、及时，为生态环境精准监管、科学决策提供零差错、高可信的数据基石。

### （三）业务支撑能力全面强化

为污染防治精准施策、生态风险智能预警、绿色低碳科学管理提供强有力的数据保障。数据共

享效率、跨部门协同效率显著提升，打破信息孤岛，形成全省生态环境数据“一盘棋”格局。通过轻量化、智能化、普惠化的数据服务，全面赋能管理、监测、执法、审批、应急全业务场景，助力海南生态环境治理体系与治理能力现代化。

### （四）经济效益显著

经济效益：大幅节约人工梳理、校核比对、数据建模、脚本开发及系统重复建设成本，实现集约化、高效益发展。

社会效益：为生态环境数据全量编目、跨业务协同、全面共享开放提供坚实平台保障，显著提升生态环境监管与决策的科学化、精准化、智能化水平，强力支撑国家生态文明试验区（海南）建设。

项目成功推动海南省生态环境数据资源中心实现从“基础汇聚型”向“智能服务型”的战略转型，成为数字生态文明建设的标杆性应用，形成可复制、可推广、可借鉴的省级生态环境数据智能治理“海南经验”，为全国其他地区提供了成功范例与实践路径，助力美丽中国数字化治理体系构建。



## 跨域数据支持环境污染责任保险数智化服务

上海市环境科学研究院 上海市联合征信有限公司

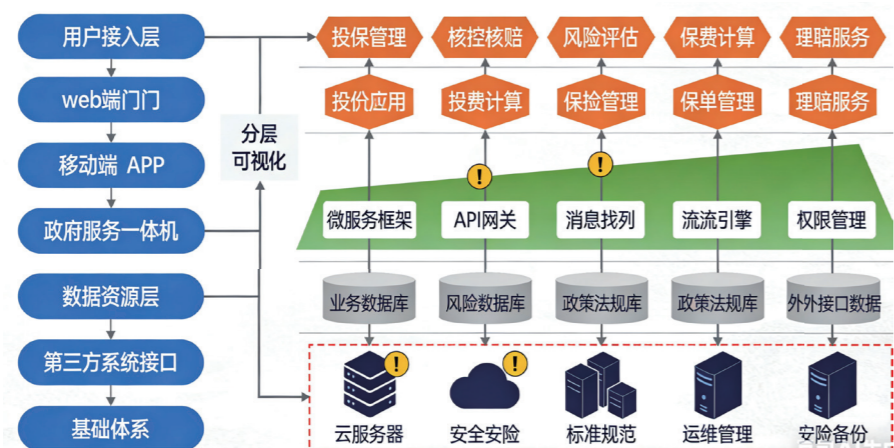
### 一、总体介绍

2024年10月，市生态环境局会同上海金融监管局、市委金融办共同印发《上海市环境污染责任保险管理试行办法》，这是上海在全市层面首个正式建立的环责险制度。2025年，作为制度落地执行首年，上海市生态环境局完成了强制投保企业名单发布、企业环境风险评级及保费责任限额计算方法等基础性工作。然而，在落地实施过程中，仍面临风险源地址精准识别难、企业保费核算难、企业投保填报难和市区两级生态环境部门监管难得4大难题。

本项目的核心技术依托上海绿色金融服务平台技术设施，融合开源学习模型、OCR引擎、语义解析与地址图谱等AI技术，构建企业多源资源数据库，整合排污许可、工商、社保、环境应急管理公共数据与企业自填外部数据，形成覆盖全市企业、承保机构和监管部门的三方服务体系。目标是在2026年一季度上线系统，实现企业投保保单自动化填报、保费保额自动化计算、地址多源交叉验证预警等核心功能，全面提升环责险投保效率与监管能力。在2026年二季度上线保中服务管理系统，确保按《试行办法》要求，提取一定比例保费用于投保企业风险减量服务的要求高质量落实。

### 二、技术路线

#### (一) 系统架构



上海市环境污染责任保险数智化服务系统架构图

上海市环境污染责任保险数智化服务系统构建一体化架构，分层解耦设计，以跨部门数据融合为核心、智能算法为引擎、纯PC端为接入入口，实现环责险企业自助投保、限额智能核算、监管动态合规全流程数智化，支撑市/区两级监管及跨部门协同，整体安全合规、可扩展。

#### (二) 技术路径

##### 1. 筹备阶段

(1) 需求与标准梳理：联合市生态环境局等部门，细化业务需求说明书，明确企业投保、保险承保、监管合规的核心流程与功能边界。制定技术标准规范：包括数据接口标准、算法模型参数规范、数据安全与隐私保护规范。

(2) 技术架构选型：底层架构采用云原生技术，基于上海政务云部署，选用K8s实现容器化编排，保障系统弹性伸缩与高可用。开发技术后端采用Java/Spring Cloud微服务框架，前端使用Vue.js开发PC端门户，算法引擎基于Python/TensorFlow搭建。数据存储方面结构化数据用MySQL/PostgreSQL，非结构化数据（应急预案、保单）用OSS对象存储，时序数据（危废动态数据）用InfluxDB。

##### 2. 基础设施部署阶段

(1) 平台搭建：在上海政务云完成云服务器、存储、网络的资源配置，搭建内外网隔离的网络环境，部署防火墙、入侵检测等安全设备，满足等保三级要求。搭建运维管理平台，实现服务器监控、日志审计、故障告警等基础运维能力。

(2) 数据资源层建设：开发多源数据接入接口：对接工商系统（企业注册、行业分类）、社保系统（企业规模划型）、环保系统（危废数据、环境信用、应急预案），实现数据自动归集。构建数据治理体系：开发数据清洗、脱敏、标准化工具，建立“企业环境风险一企一档”数据模型，实现数据统一存储与管理。部署数据共享服务：按权限配置数据访问接口，向企业、保险机构、监管部门开放合规数据调用能力。

(3) 中台能力层基础搭建：部署微服务框架、API网关、消息队列、流程引擎等基础中间件，实现服务解耦与异步通信。开发统一身份认证与权限管理模块：对接政务统一认证平台，实现企业、保险机构、监管人员的分级权限管控。

##### 3. 核心开发阶段

(1) 算法引擎开发与嵌入：基于2025年官方方法，开发环境风险评级模型与责任限额核算模型，接入企业行业、规模、信用、危废等数据，实现风险等级自动厘定与限额智能计算。开发投保合规判定模型：匹配强制投保企业清单，自动判定投保行为是否合规，生成预警规则。

(2) 业务应用层功能开发：企业服务端：开发身份核验、数据自动调取、风险评级、限额核算、线上投保、保单管理等功能模块。承保机构端：开发限额核验、标准化保单生成、承保备案、理赔协同等功能模块。监管端：开发全市投保数据总览、合规核验、风险预警、属地处置、统计分析等功能模块。

(3) 用户接入层开发：开发企业Web端门户（含政务服务网入口）、保险机构PC端业务系统、市区两级监管政务内网PC端，适配纯PC端操作场景，优化界面交互与操作流程。

#### 4. 上线运维阶段

##### (1) 分阶段上线

试点上线：选取部分高风险行业企业、合作保险机构开展试点，收集使用反馈并优化系统。全面上线：完成试点优化后，面向全市企业、保险机构、监管部门开放系统服务。

##### (2) 运维与迭代

建立 7×24 小时运维机制，实时监控系统运行状态，快速处置故障。定期迭代优化：根据政策调整（如限额计算方法更新）、业务需求变化，升级算法模型与功能模块。开展数据运营：定期分析系统运行数据、投保数据，为政策优化与风险管控提供数据支撑。

#### (三) 数据基础及数据需求

##### 1. 数据基础

本系统依托上海市政务数据共享体系，已初步具备打通市生态环境局、市市场监管局、上海金监局、上海联合征信跨部门数据通道，具备工商、社保、环保核心数据常态化归集能力；市环科院已沉淀企业环境风险、危废管理、应急预案等专业数据，上海联合征信可提供企业信用补充数据，为环责险限额核算、风险评级、合规监管筑牢数据底座，满足《上海市环境污染责任保险管理试行办法》（沪环规〔2024〕14号）及 2025 年限额计算方法的数据应用要求。

##### 2. 数据需求

数据需求可见下表。

已探明数据资源需求			
上海市市场监督管理局	MB2F3067X/000024	市场局_企业基本信息	用于关联企业名称、统代等
上海市市场监督管理局	MB2F3067X/000085	市场局_年报基本信息表	用于关联基本信息表、资产表、分支机构表、个体信息表等
上海市市场监督管理局	MB2F3067X/000155	市场局_年报资产状况信息	用于企业规模核算
上海市市场监督管理局	MB2F3067X/000035	市场局_分支机构隶属信息	用于分支机构规模核算
上海市市场监督管理局	MB2F3067X/000006	市场局_个体基本信息	用于个体工商户规模核算
上海市市场监督管理局	MB2F3067X/000158	市场局_年报从业人数表	用于规模核算
上海市市场监督管理局	MB2F3067X/000159	市场局_年报社保信息	用于规模核算中企业从业人员数量确认
上海市人力资源和社会保障局	68735121X/000156	养老保险人员实收明细	
上海市人力资源和社会保障局	68735121X/000210	失业保险人员实收明细	
上海市人力资源和社会保障局	68735121X/000213	工伤保险人员实收明细	
上海市人力资源和社会保障局	68735121X/000277	单位基本信息-人社	
上海市生态环境局	00242507X/000079	排污许可证企业基本信息	确定企业国民经济行业，核算企业规模
上海市生态环境局	00242507X/001138	新建企业信用修复与公开服务/企事业信用评价结果自动公开服务（信用评价排污单位）	需要数据项为企业名称、统代、评价结果、评价日期、评价地址
未明确探明数据资源			
上海市生态环境局	00242507X/000568	数据上链企事业单位突发环境应急预案备案	需要数据项为企业名称、统代、预案备案日期、预案备案有效期截止日、风险等级、预案地址、企业所属行业【目前该目录下好像无数据】

#### (四) 核心功能

##### 1. 核算参保企业最低责任限额

拟通过企业工商数据、社保数据、排污许可证数据综合核算企业大中小微划型。并结合突发环境事件风险预案备案数据确切企业应投保保额。

##### 2. 核算参保企业保险费率

结合保额计算结果，运用企业环境信用评价数据、历史参保数据、风险减量数据计算该企业示范方案下参保费率。

##### 3. 核验参保企业风险源地址

通过企业排污数据、环境信用评价数据和突发环境事件风险预案备案数据的综合核验确定企业应投保地址。

##### 4. 辅助监管部门开展投保合规管理

通过实时校验、统计、数据分析和总结，为市区两级生态环境部门提供辖区内“应保尽保”的情况，锁定未合规投保的企业名单和不合规触发点。

### 三、创新点

1. 对行业痛点的精准回应。地址信息不一致、保费计算复杂且依赖人工核算、投保和承保均承受较高时间成本、缺乏专业监管能力这四大难题直接制约环责险制度的实施效果，而传统管理手段难以根本解决。

2. 实现多项核心融合技术创新。运用语义解析与地址图谱技术，基于 AI 开源模型对企业多地址进行交叉验证与预警，从技术上解决地址不一致问题；依托 OCR 引擎叠加规则引擎，结合依托大数据中心申请的公共数据底座，实现企业投保保单自动化填报，场景落地后 10 分钟即可完成，承保机构 0 秒完成数据核查，可为全市节约 95% 的人力成本和 90% 的时间成本；引入保险行业风险定价模型，融合企业历史沉淀数据，打造机器学习风险定价模型，实现保费保额一键自动计算，显著提升核算效率与精准度。

3. 重塑资源配置创新。项目充分依托上海绿色金融服务平台基础设施，打通生态环境局、金融监管部门等多部门数据壁垒，实现跨部门数据深度融合开发；通过整合排污许可、工商、社保、环境应急管理公共数据与企业自填外部数据，建立全面的数据资源库，形成数据要素的高效配置与复用，推动监管融于服务，大幅提升市区两级生态环境部门监管效率。

### 四、应用成果及效益分析

上海市环境污染责任保险数智化系统落地应用后，全面破解传统环责险人工评估、流程繁琐、政企协同不足、风险管控滞后等痛点，实现治理效能、服务效率、生态效益三重跃升，成效显著、效益突出。

成效一：赋能政府决策治理，管控效能倍增。为生态环境部门提供精准靶向监管依据，实现企

业环境风险动态分级管控；平台实时归集的环责险数据，为全市环境治理决策、绿色金融政策制定提供科学数据支撑，推动环境治理从“经验判断”向“数据决策”转变，区域环境风险防控能力显著增强。

成效二：降本提效提质，直接经济效益显著。企业投保流程从平均 5 个工作日压缩至 0.5 个工作日，理赔审核周期缩短 70%，保险机构运营成本降低 50%；通过 AI 精准定价，实现保费与企业风险等级精准匹配，高风险企业风控投入优化 30%，低风险企业保费合理下调，可为企业节约保险及风控成本超千万元。

成效三：彰显社会生态效益，多方共赢格局成型。全市高环境风险企业环责险投保覆盖率提升至 95% 以上，环境风险隐患提前预警处置率达 98%，突发环境事件发生率同比下降 60%，有效保障群众环境权益；推动“环责险 + 风险减量 + 绿色金融”深度融合，助力企业环保治理能力提升，筑牢上海生态安全屏障，实现生态保护、企业发展、保险服务、政府治理多方共赢。

## 五、推广价值

上海市环境污染责任保险数智化系统凭借技破解全国环责险领域普遍存在的风险评估难、保费定价不精准、理赔效率低、政企协同不畅、风险管控滞后等共性痛点，其全流程数智化运营、动态风险分级管控、三方数据互通共享等成熟经验，可直接为各地环责险系统建设提供标准化参考模板，大幅降低各地建设成本、缩短落地周期，推动环责险行业从传统粗放式运营向精细化数智化转型。

立足长三角一体化发展战略，系统搭建的区域数据共享、风险联防联控、理赔标准互认机制，可辐射带动长三角乃至全国环责险协同发展，助力区域生态环境共治共管，为跨区域环境风险防控提供高效抓手。

其推广应用将全面提升全国环责险服务质效和环境风险防控能力，助力各地构建现代化生态环境治理体系，对推动生态文明建设、促进绿色低碳发展具有重要的现实意义和长远的战略价值。

## 六、证明材料



## 环保问数

江西省生态环境科学研究与规划院 江西电信信息产业有限公司

### 一、总体介绍

习近平总书记指出：“深化人工智能等数字技术应用，构建美丽中国数字化治理体系，建设绿色智慧的数字生态文明。”这一重要论述为人工智能等数字技术赋能生态文明建设指明了方向、提出了明确要求。

环保问数应用以人工智能技术重构数据交互模式，运用大语言模型、知识图谱、智能语义解析等关键技术，推动生态环境数据查询从“人工找数”向“智能问数”转变。针对当前生态环境领域存在的数据查询流程烦琐、分析研判响应滞后、跨系统数据协同不畅等突出问题，该应用依托江西省生态环境大数据平台数据资源中心，通过自然语言交互方式与精细化数据权限管控，实现多源生态环境数据的高效检索、智能解析与精准供给。

### 二、技术路线

环保问数应用支持用户通过自然语言直接获取数据分析结果，无需编写复杂查询语句或依赖技术人员。为实现这一功能，需逐步构建以下三个关键部分。

#### （一）全域汇数，精治增效

应用依托江西省生态环境大数据平台数据资源中心建设。数据资源中心以“湖仓一体”架构打造数字底座，有效打破数据壁垒，实现跨系统、跨部门、跨层级数据的深度融合与“一站式”汇聚纳管。基于这一架构优势，目前已接入 30 余个业务系统，数据范围覆盖饮用水源地、大气监测站点、地表水监测断面等核心业务领域，累计汇聚数据总量约 20 亿条。经过系统化数据治理，形成了质量高、易读性强的数据资源目录及业务主题库，为应用提供精准数据支撑。以大气站点监测主题库为例，其指标数据源自全省空气质量监测站点的实时采集，涵盖 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub> 等主要污染物浓度，构建起覆盖城市、区域等多类型点位的立体化监测网络。

#### （二）智慧解析，精准问数

智能解析模块深度集成 DeepSeek-R1、Qwen 等通用大语言模型，充当业务需求与数据技术

间的智能“翻译官”，主要包括指标域管理、指标体系建模、指标智能取数及数据权限管控等功能。在指标域管理上，围绕大气、水、土壤等生态环境业务领域，对指标元数据进行统一归集与管理，确保用户问数时语义明确、口径统一、标准规范。在指标体系建模方面，支持指标间关联配置、聚合计算，用户可直接通过自然语言组合多维度、多指标开展查询分析。指标取数环节，可将解析后的查询意图自动转换为可执行的 SQL 语句，实现从自然语言到数据查询的一键转化。同时，深度融合数据权限体系，实现字段级精细化权限校验，依据用户身份自动过滤无权限数据，筑牢数据安全防线。

### （三）智能交互，数图可视

面向用户提供简洁易用的前端智能问数界面，支持通过自然语言输入查询业务数据需求。应用完成数据解析与查询处理后，前端集成智能 BI 组件，可根据问题类型与数据结果自动匹配最优图表样式，实现结果可视化展示，形成“自然提问、智能解析、数据返回、图表呈现”的完整闭环，提升数据使用便捷性与直观性。

## 三、创新性

本应用立足生态环境治理智能化转型的关键环节，在痛点破解、技术应用与资源配置等方面实现多点创新。

### （一）直击治理痛点，重构数据交互新模式

生态环境治理长期存在“数据海量、应用困难”的突出问题，数据查询高度依赖人工操作、跨部门跨系统数据协同不畅、分析研判效率难以匹配实时监管需求。本应用将工作重心从“数据汇聚”向“数据交互”延伸，直面用户“想用不会用”的实操瓶颈，以自然语言交互重构人与数据的交互方式。

### （二）深化智能解析，构建双层一体技术架构

应用依托大语言模型强大语义理解能力，实现对多源异构生态环境数据的高效检索与智能解析。通过精细化权限管控，在保障公众端简易查询便捷高效、结果精准的同时，有力支撑监管端治理成效评估等深度分析应用，形成“同一体系、双层服务”的技术架构，降低生态环境数据使用与分析门槛。

### （三）盘活数据资产，打造可复制推广实践路径

应用依托数据资源中心，充分盘活复用现有数据资产，以“轻量化、可扩展”的技术路径嵌入智能化问数能力。通过区分公众开放服务与内部专业分析应用，实现数据资源价值分层释放与高效配置，为生态环境治理由经验驱动向数据驱动转型，提供了可复制、可推广的落地路径。

## 四、应用成效

应用已于 2025 年 10 月上线内部试用，可实现数据高效检索与智能解析。其首页如图 1 所示。



图 1 环保问数首页

在经济效果方面，通过“智能问数”替代传统人工数据查询与分析流程，减少了数据检索、报表整理及跨部门协同的时间成本，提升了日常监管与决策响应效率。例如，统计 2 月赣州市和南昌市 PM<sub>2.5</sub> 的变化情况，其结果如图 2 所示。



图 2 赣州市和南昌市 PM<sub>2.5</sub> 的统计图

在社会效果方面，公众端环境信息即时查询功能有效保障了群众的知情权与参与感，增强了环境信息透明度，助力营造共建共治共享的良好氛围。例如，查询 2 月南昌市 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 的变化情况，其结果如图 3 所示。



图 3 南昌市 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 日变化趋势图



## 数智执法监管 阳光信访闭环处置

# 江西省生态环境智慧执法监管系统

江西省生态环境厅 生态环境部环境工程评估中心  
北京万维盈创科技发展有限公司



## 一、总体介绍

江西省生态环境智慧执法监管系统立足生态环境治理体系和治理能力现代化要求，围绕提升执法监管精准化、规范化、智能化水平，依托省级一体化数据底座，统筹汇聚排污许可、自动监测、行政处罚、信访投诉、现场检查、案件卷宗等多源业务数据，面向全省重点排污单位构建全过程、全要素、全链条智慧执法监管体系。

针对监管对象数量多、违法线索发现难、执法资源统筹难、业务协同贯通难、执法过程监督难等现实问题，系统坚持问题引领和实战导向，构建“发现问题—研判预警—指挥调度—现场核查—监督问效”的闭环监管模式，推动生态环境执法由“经验判断的平均用力”向“数据驱动的精准发力”转变。

目前，系统已覆盖省、市、县三级生态环境执法机构，服务重点排污单位日常监管、问题线索核查、案件办理、执法监督等重点业务场景，有力提升了非现场监管能力、跨层级协同能力和全过程执法监督能力，为深入打好污染防治攻坚战、持续改善生态环境质量提供了坚实支撑。

## 二、技术路线

针对重点排污企业数量庞大、违法行为隐蔽性强、传统人工筛查依赖经验等问题，系统按照“数据融合、研判智能、流程自动、监督可视”的思路进行总体业务设计。在技术路线上，构建了“多源数据融合→风险识别与线索生成→规范执法与培训→过程留痕与监督”的分层技术架构，通过规则模型、机器学习模型与大语言模型以及执法智能体的协同工作，形成了可持续演进的智慧执法能力体系。

### （一）系统架构

以大语言模型为核心的执法大脑，打通“发现—研判—调度—核查—监督”全链条，构建从底层数据治理到顶层业务闭环的智慧执法新范式。

系统架构通过：①左右脑协同的感知—认知双引擎设计，将传感器时序与视觉数据（大气、水、噪声等）同法律法规、案卷台账等知识数据分流建模。前者以深度学习算法看清现场，后者以大语

言模型读懂法理；②分域统筹的底层数据治理，针对大气、水环境、污染源、固废危废等多类执法源，构建标准化映射与标签体系，将异构、碎片化的执法数据沉淀为高质量行业数据集，为上层综合研判与智能裁量提供稳定算法燃料；③角色智能体综合矩阵支撑，按法规、标准、排污许可、案件卷宗等职责维度拆分多个角色的智能体，协同联动形成“前台助手-中台决策-后台智库”三层执法体系；④执法智能体驱动的技能编排框架，围绕环境质量、环境管理、污染源核心业务，将异常识别、线索筛查、预警研判、文书生成、证据固化等高频动作沉淀为可复用技能组件，通过技能编排实现业务流程的搭积木式快速组装；⑤决策中枢驱动的工程化治理与安全边界，通过约束工程将模型调用、技能编排、权限控制与审计追踪统一纳管，确保每次智能推荐与每份智能文书具备清晰来源、可控边界与可追溯责任；⑥面向实战的智慧执法场景闭环，聚焦异常识别、线索预警、智能研判、案卷评查、智能文书等重点场景。

通过底层规则敏锐捕捉违法异常特征，中层算法精准把握违法概率，上层智能体自动生成可解释性的电子文书，将专家经验固化为标准化生产力，确保技术先进性的同时具备强可用性与可复制性。



图2 执法全要素数据管理中心

## 2. 异常识别与违法概率研判

针对在线监测数据量大、波动复杂、人工难以及时发现异常的问题，平台引入 ARIMA、LSTM、DTW 等时序模型以及基于规则的异常识别算法，对重点污染物排放浓度、排放量和设备运行工况进行全天候监测分析。结合季节性波动特征、生产工况变化和设备维护周期等因素，系统能够自动识别突发超标、缓慢爬升、长时间低负荷运行等多种异动模式，并通过多变量聚类对类似行

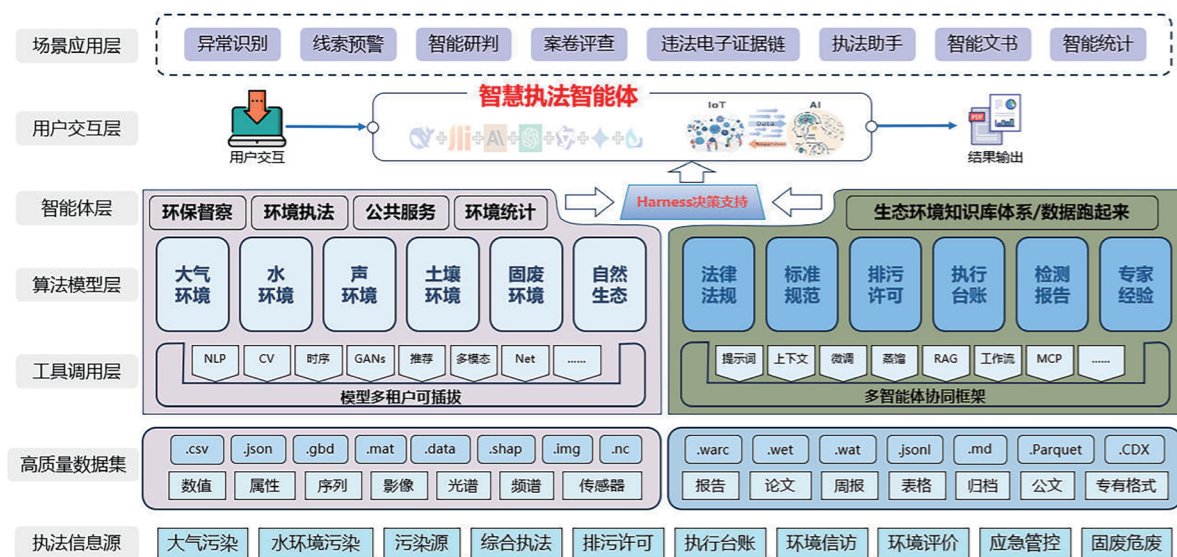


图1 生态环境智慧执法监管系统架构图

## 1. 多源异构数据汇聚与融合

传统生态环境执法数据分散在排污许可、在线监测、信访投诉、行政处罚等多个系统之间，执法人员需要在不同系统之间反复切换，难以及时形成对企业的整体判断。系统依托省级生态环境数据仓库，打通许可证信息、在线监测数据、手工监测数据、历史案卷、信访投诉、现场检查记录等多源数据，构建统一的环境主体标识体系和“企业环保画像”，实现对 2800 余家排污单位的全维度信息整合。通过一体化数据底座，执法人员可以在单一界面查看企业的排污许可要求、排放行为轨迹、历史违法情况和信访舆情等关键信息，为后续智能研判和现场执法提供完整、准确的数据基础。

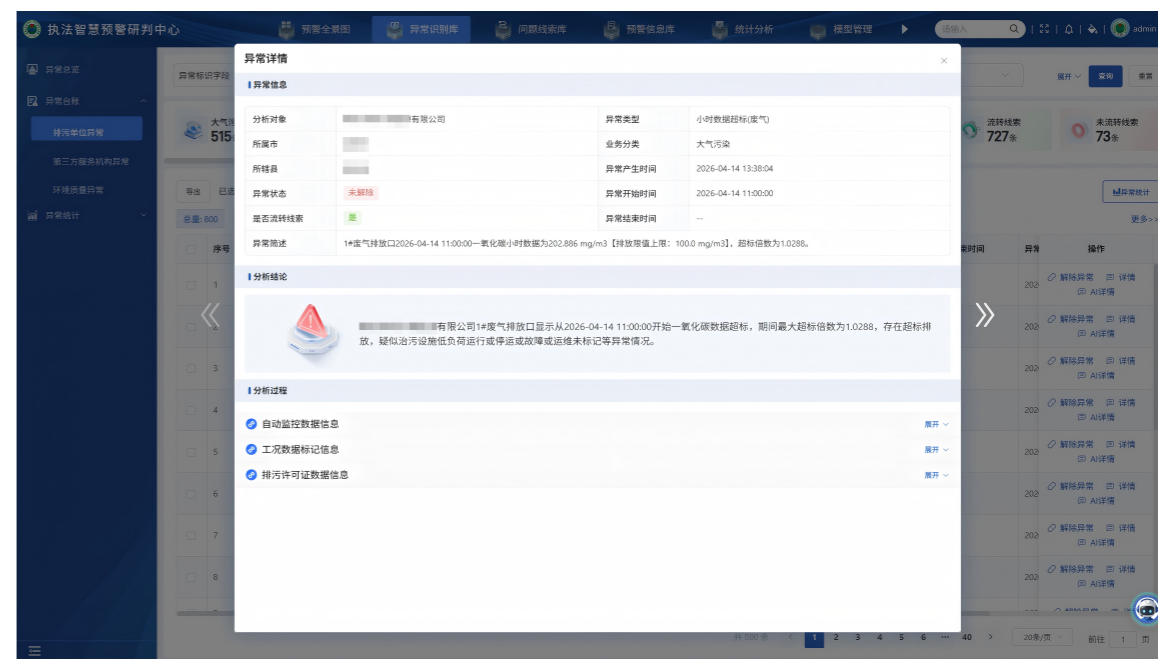


图3 监管对象异常研判智能体

为企业进行归类比对，筛选出具有共性特征的高风险对象。通过模型与规则的协同，平台显著提升了异常排放的发现效率，实现了从“事后发现”向“事中预警”的转变，为后续精准派单和现场核查提供了有针对性的线索。

### 3. 预警研判与问题线索生成

在传统模式下，大量预警信息以列表形式呈现，人工需要逐条甄别、合并和研判，既费时费力，又容易出现“重数量、轻质量”的情况，导致部分预警线索无法转化为有价值的执法行动。系统在规则引擎的基础上，叠加机器学习模型和知识图谱，对异常特征、企业画像、历史案卷和空间关联等信息进行综合研判，从“是否异常”转向“是否值得执法关注”，自动完成预警信号的聚类、合并、去噪和分级，形成结构化的问题线索清单。通过风险等级、问题类型、涉嫌违法情形等标签化展示，系统将“海量预警”压缩为“可用线索”，有效提高了预警信号向执法案件转化的效率，助力有限执法力量优先处置高风险对象，实现从“简单报警”向“智能研判”的升级。

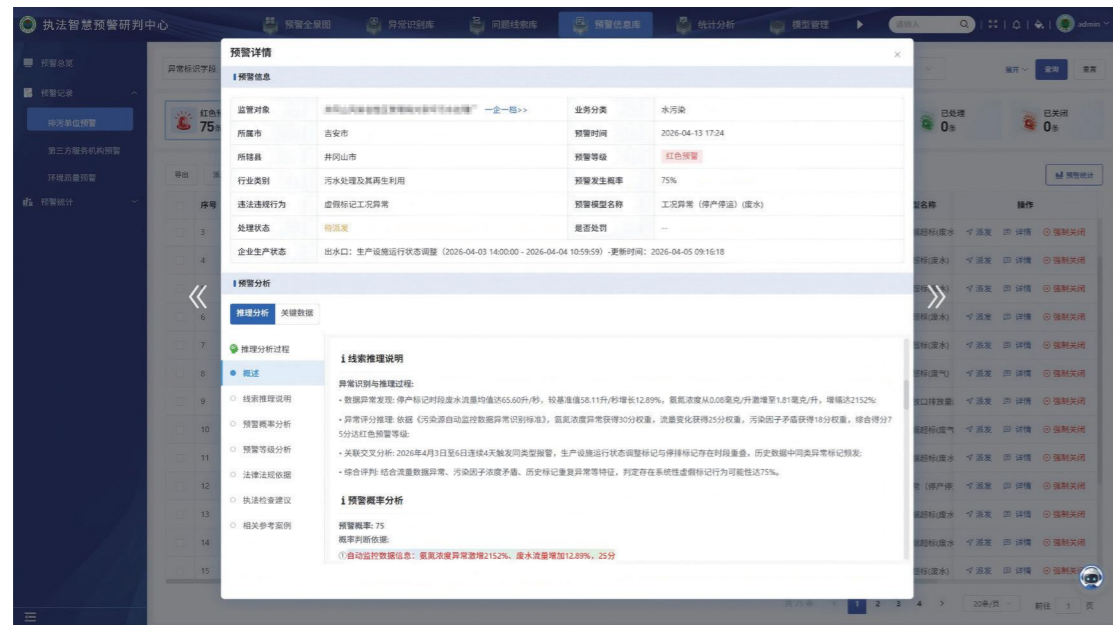


图4 监管对象预警研判智能体

### 4. 任务智能调度与流转派发

以往任务分配依赖人工调度，往往按照行政区划或平均分配原则下达检查任务，难以综合考虑企业风险程度、人员负载、空间距离和时间窗口等因素，存在“高风险企业查不到、低风险企业查太多”的现象。系统基于风险等级、问题线索类型、企业地理位置、执法人员能力画像和工作负荷等要素，构建任务智能派单模型，自动完成任务与承办人、承办机构的匹配；同时结合地图服务和路径规划算法，对同一片区内多个任务进行智能组合和路线优化，生成一键可下达的检查计划。通过智能派单，平台推动执法力量从“平均用力”向“精准用力”转变，高风险企业优先获得检查资源；通过路线优化，有效降低了执法出行成本和无效路程，提高了现场检查的人均办案效率和单位时间任务完成率。



图5 执法联动指挥调度中心

### 5. 现场执法检查项智能推荐

现场执法环节长期依赖个人经验确定检查重点，不同执法人员对同一企业的检查深度和广度差异较大，容易出现“查得不全、查不到点上”以及自由裁量不规范等问题。系统在现场执法端部署基于大语言模型（LLM）与工作流智能体（Agent）框架的现场执法辅助能力，自动聚合企业排污许可档案、历史在线监测数据、行政处罚记录、信访投诉、预警信息和过往检查记录，并通过检索增强生成（RAG）从法规知识库和典型案卷库中召回相关内容，由大模型执行链式推理，生成“通



图6 执法融合综合应用中心

用合规检查项+个性化针对性检查项”的双层结构化检查清单,每项均附带推荐理由及对应法规依据。借助检查项智能推荐,现场执法人员在抵达现场前即可掌握“应该重点查什么”“为什么要查这一点”,不同人员对同类型企业能够执行相对一致的检查标准,既提高了检查的针对性和问题发现率,也降低了一线执法对个人经验的依赖度,推动现场执法向规范化、精细化和智能化方向发展。

### 6. 一键生成文书与规范执法

在案卷办理过程中,执法文书种类多、格式复杂,法规条款适用要求高,基层执法人员在撰写询问笔录、勘查笔录、调查报告、告知书、处罚决定书等文书时普遍存在工作量大、易出现表述不规范或条款引用不准确的问题。系统结合大语言模型和结构化法规知识库,为执法人员提供一键文书生成与执法小助手:一方面,根据案件要素和检查记录自动生成文书初稿,并提示必备要素是否齐全;另一方面,基于案件事实和违法情节从法规知识库中检索并匹配可能适用的条款及裁量基准,生成可引用的条款建议和裁量区间供执法人员审慎把握。通过执法小助手,执法文书起草效率和规范性得到明显提升,常见表述性错误和条款引用偏差显著减少,同时为自由裁量权的规范运行提供了数据支撑,减少了因文书质量问题引发的复议、诉讼风险。



图7 一键生成文书与执法规范

## (二) 数据情况

本案例依托江西省生态环境数据体系,整合了省级、国家部委及设区市多源异构监管数据集,具体如下:

### 1. 数据范围

省厅内部 17 类业务系统数据集,如:污染源监控、移动执法、排污许可、环境信访、固废危废、生态、土壤地下水、移动源等数据集、国家重点排污单位数据集,如:自动监测、排污许可及行政处罚、建设项目验收等国家回流数据集。

### 2. 数据规模

目前接入 26 个系统、473 张表,汇聚数据约 273 亿条,日均新增超 1000 万条,构建方式覆盖结构化、时序、空间、报告及多媒体多类型数据。通过统一企业、监测点位、污染物和行政区划编码,构建主数据和标识映射,打通监管“信息孤岛”,实现全链条数据关联。

### 3. 数据质量

依托标准化 ETL 流程开展清洗、去重、异常识别和缺失补全,按照 GB/T 40685、GB/T 43697 实施数据质量管理与分级保护,对核心数据严格控制访问权限,对公开数据动态脱敏共享。构建数据质量仪表盘,持续监测完整率、一致性和及时性,关键字段完整率保持 90% 以上,信用代码匹配率约 95%,为精准识别与风险画像提供支撑。

## (三) 模型情况

本项目聚焦企业环保画像、预警研判、执法智能化和基层数据填报等场景,构建“规则模型+深度学习+基础大模型+嵌入模型+排序模型+知识库”分层模型即服务体系。

### 1. 污染源业务域报警规则模型

污染源与非现场监管侧共建设约 440 个报警规则模型,覆盖 49 个污染源监控和 40 个非污染源场景;数据异常识别部署 10 余个时序模型,开展排放浓度、产排污强度、超标频次等多维建模;开发 6 个图像视频识别模型,用于佐证违法行为和电子证据链。

### 2. 执法能力建设两套核心知识库

系统围绕执法业务需要构建两套核心知识库:①预警研判库,包含法律法规、标准规范、环评、排污许可、企业档案等;②执法流程库,覆盖执法文书模板、裁量基准、检查要点、笔录模板、证据要点等;数量涵盖 60+ 专题、30+ 万余文档切片。

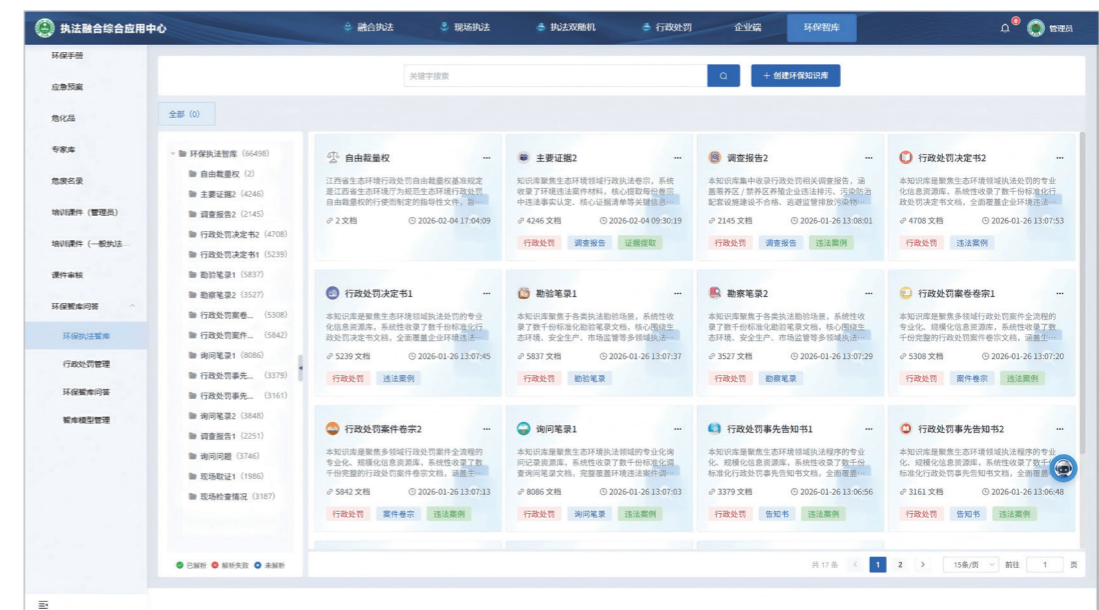


图8 AI 环保执法专题知识库

### 3. 执法流程智能化两套智能体

生态环境智慧执法监管系统预警研判智能体集成 DeepSeek-R1-671B、Qwen2.5-72B、Qwen3-9B 等 6 个基础模型及 bge 和 m3e 等 8 个嵌入、9 个重排序模型，通过电信云 / 省信云 API 接入 + 本地 GPU 集群 vLLM/TRT-LLM 方式私有化部署。

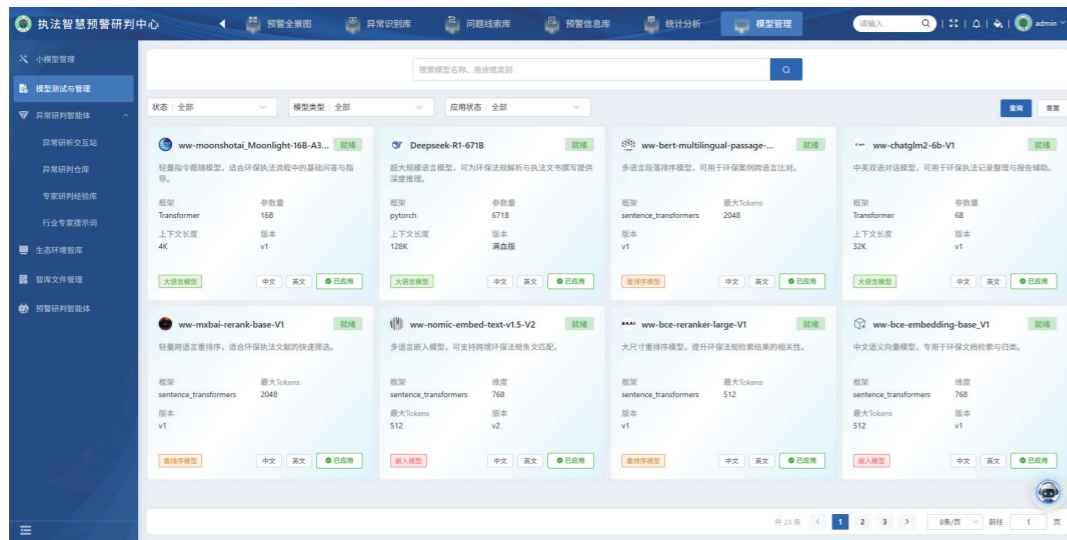


图 9 生态环境智慧执法平台模型管理

### 4. 执法辅助小助手多模态模型

基层数据一键填报、语音交互和各类文书自动生成等多模态应用，集成 ASR、TTS 与 OCR 等低参数量多模态模型，采用本地 GPU+PyTorch 容器环境方式部署。



图 10 生态环境智慧执法监管小助手

## 三、创新性

### 1. 打造监管执法一体化数据底座

系统在既有生态环境数据底座基础上，进一步贯通在线监测、视频监控、移动执法、案件办理、文书管理等关键业务数据，构建覆盖“监测 - 监管 - 执法 - 监督”的一体化数据资产体系，为风险识别、证据固定、裁量辅助和执法监督提供统一、权威、可追溯的数据支撑。

### 2. 形成问题线索智能研判新模式

系统将规则识别、模型分析与知识辅助相结合，由单一异常报警提升为多维风险研判，能够更加精准识别疑似数据造假、偷排偷放、超标排污等隐蔽性、反复性问题，实现由“发现异常”向“锁定风险”转变。

### 3. 重塑执法业务闭环流程

平台将传统纸质、分散的执法流程全面线上化、流程化，围绕“线索受理 - 任务派发 - 现场核查 - 证据采集 - 案件审核 - 文书制作 - 执行跟踪 - 整改复查 - 归档评估”构建标准化执法闭环。通过可视化流程看板、节点状态监控和逾期预警，确保每一条线索、每一件案件都有迹可循、有责可查，实现执法过程透明可控、结果全程留痕，提升执法规范性与公信力。

### 4. 推动人工智能深度赋能基层执法

系统将大语言模型、检索增强生成、智能体 workflows 等新技术嵌入现场检查、条款检索、文书起草等基层高频业务场景，既提高了一线执法的辅助决策能力，也有效减轻了重复性、事务性工作负担，推动基层执法从“人海战术”向“数智协同”转变。

## 四、应用成效

自 2025 年 11 月底上线以来，系统已在全省生态环境执法系统推广应用，覆盖 11 个设区市及大部分县（区）生态环境执法机构，服务上千名一线执法人员，初步形成“省级统筹、上下贯通、区域协同”的智慧执法格局。

在执法效能提升方面，系统围绕执法检查、案件办理、文书制作等重点环节重构业务流程，通过数据预填充、一键填报、智能生成等方式，显著压减手工录入和重复性操作，材料显示现场填报时间平均压缩至原来的三分之一左右，有效提升了一线执法效率。

在监管精准化方面，系统支撑对重点排污单位和重点区域开展常态化在线分析与辅助研判，推动问题早发现、早预警、早处置，缩短了从线索发现到现场核查的响应链条，在打击环境违法行为、维护区域环境安全、保障群众环境权益等方面发挥了重要作用。

在示范推广方面，系统打通生态环境执法关键业务数据链路，推动执法检查、线索研判、案件办理、监督考核等环节线上协同和闭环管理，形成了具有江西特色的智慧执法建设路径，为生态环境执法数字化、智能化转型提供了有益探索和可复制经验。

## 数智赋能 执法革新

——云南省生态环境执法案卷智能评查 AI 应用案例

云南省生态环境厅执法局 云南省生态环境信息中心  
北京中软国际信息技术有限公司

### 一、总体介绍

为深入贯彻习近平生态文明思想和习近平总书记考察云南重要讲话精神，落实党中央、国务院关于深入实施“人工智能+”行动决策部署及省委省政府工作要求，云南省生态环境厅以机构规范化、装备现代化、队伍专业化、管理制度化、执法信息化为核心目标，统筹建设生态环境保护综合行政执法管理平台，重点打造案卷智能评查应用模块，运用人工智能技术解决案卷评查效率低、尺度不统一、漏判率高、质量管控滞后等生态环境执法领域共性问题，有效提高生态环境系统行政执法案卷评查效率和案件质量，推动执法规范化水平实质提升。

案卷智能评查应用以“AI大模型+OCR图文识别”为核心技术，结合“AI全量初评+专家全量复核”双重校验机制，构建“事前智能预警、事中实时校验、事后精准评查”全周期案卷评查体系。采用OCR技术对案卷进行文本、图像识别，自动完成文书切片处理；结合生态环境部评查细则与云南省执法实际情况，构建优化算法模型，基于自然语言处理、规则推理和智能分析能力，自动识别案卷要素缺失、逻辑错误、法条适用不当等各类问题，对一般行政处罚、不予行政处罚、按日连续处罚等不同类型案卷合法性、规范性进行自动评分，生成详细评查报告；建立“AI全量初评+专家全量复核”双重校验机制，从AI初评线索中筛选高质量问题线索，避免“放大”或“漏查”问题，确保评查结果精准可靠；将评查细则内置为智能校验规则，在案卷制作各环节对程序超期、证据链断裂、文书要素缺失等问题进行实时预警，推动案卷质量管控关口前移。

平台采用“省级统筹、州市部署、分级应用”集约化建设模式，实现全省16个州（市）生态环境执法机构全覆盖；同步配套建设执法队伍管理、非现场稽查、执法模拟竞赛、GIS统计调度等功能，形成“一个基础库+五大核心应用”全链条闭环管理体系，推动生态环境执法从“经验驱动”向“数据驱动”转型、从“事后人工核查”向“全周期智能管控”转型。

### 二、技术路线

#### （一）核心数据集建设

构建云南省生态环境执法案卷智能评查知识库数据集(SJF-20250811-d)，为AI模型提供全维度、高质量数据支撑。

#### 1. 数据来源

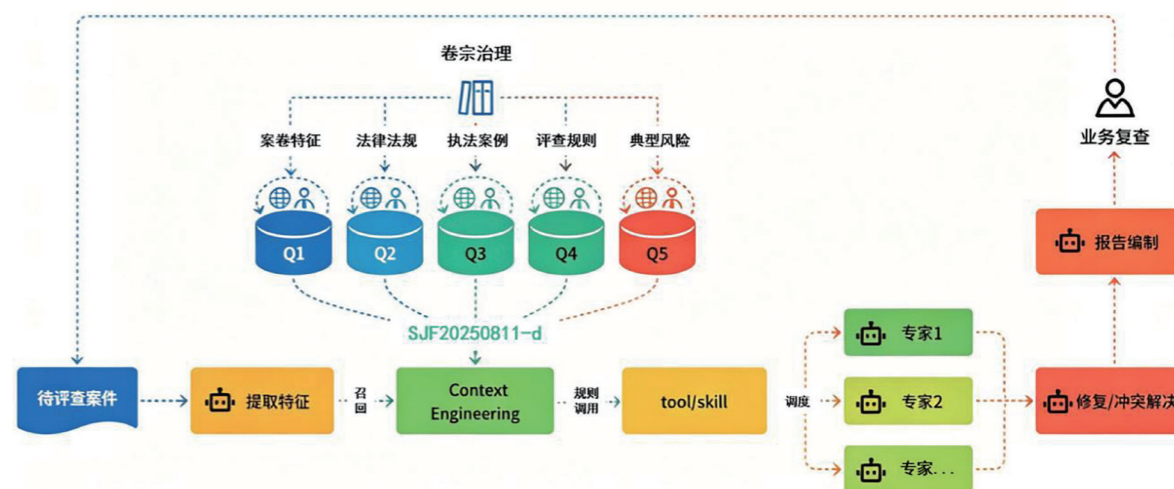
全省各级生态环境执法机构上报的行政处罚案卷、执法文书、稽查记录等业务数据；执法机构、人员、证件、装备、GIS空间信息等基础要素数据；生态环境部及云南省案卷评查细则、法律法规条款、典型执法案例、高频风险点等规则知识数据。

#### 2. 数据规模

覆盖全省16个州市，归集行政处罚案卷4488件、服务执法人员1143名、执法装备1.78万件，完成智能评查案卷3241件；累计汇聚结构化数据约30G、非结构化数据约1700G，建成案卷特征、法律法规、执法案例、评查规则、典型风险五类核心子库(Q1-Q5)。

#### 3. 数据质控

采用“AI自动标注+专家交叉复核”模式构建训练与校验数据，经多级业务审核与律师合规抽查；通过“AI全量初评+专家复核+律师抽查”三重质控体系，数据完整性、规范性、一致性满足AI模型训练与业务应用要求，评查准确率稳定保持在90%以上。



#### （二）核心模型与部署架构

案例采用“多模型协同+混合部署架构”，核心模型均为性能完整的非蒸馏版本，兼顾数据安全与算力效率。

##### 1. 预处理模型

GLM-4，本地部署，负责案卷知识结构化、信息召回与初步整理，保障核心业务数据不出域。

##### 2. 评查专家模型

DeepSeek-R1、Kimi-2.5、Qwen3、Doubao-1.6，从法律理解、逻辑推理、文本纠错等维度进行交叉审查；开源模型本地部署，闭源模型通过合规云服务接入，最大化发挥各模型专业优势。

##### 3. 报告生成模型

DeepSeek-V3，本地部署，负责评查报告整合撰写，确保文书格式及表述符合公文规范。

### （三）核心技术处理流程

#### 1. 卷宗结构化输入

通过 OCR 图文识别技术对纸质案卷、电子案卷进行全量文本与图像识别，自动完成文书切片、关键要素提取与标准化结构化处理；本地部署的 GLM-4 模型承担前期信息处理工作，完成案卷实体识别、知识抽取与数据规整，将非结构化的执法文书转化为标准、可机读、可分析的评查数据，为后续多模型协同评审筑牢数据基础。

#### 2. 多专家模型并行评查

结构化案卷数据同步分发至三条独立评查通道，由 DeepSeek-R1、Qwen3、Doubao-1.6 模型组成评查“专家委员会”，依托云南省生态环境执法案卷智能评查知识库（SJF-20250811-d）中的法律法规、评查规则、典型案例，分别从法律适用准确性、执法程序合规性、证据链完整性、文书要素规范性等维度开展并行审查，输出多视角、互补性的初步评查意见，全面覆盖案卷各类风险点。

#### 3. 协同决策与冲突修复

Kimi-2.5 模型作为协同决策中枢，对多模型输出的初步意见进行汇聚整合、冲突校验与逻辑一致性核查，针对模型间的争议点、事实认定模糊事项开展修复性推理，剔除无效判断、统一评查尺度，形成严谨、统一、无矛盾的评审结论，确保评查结果符合生态环境执法业务规范。

#### 4. 报告整合与人工终审

DeepSeek-V3 模型对全流程中间结果进行统一归集与格式化加工，自动生成包含评分明细、问题定位、整改建议的规范评查报告；最终由执法业务专家完成全量复核，对 AI 评查结果进行事实认定与合规校验，形成“AI 自动评查 + 人工精准复核”的完整业务闭环。

### 三、案例创新性

在技术应用上，将 AI 大模型、OCR 图文识别技术与执法案卷评查工作深度融合，采用“AI 全量初评 + 专家复核”的人机协同机制，构建“事前智能预警、事中实时校验、事后精准评查”全周期案卷评查体系，有效突破了传统人工核查仅能事后介入、反馈不及时、反馈不及时的局限性，助力案卷评查工作规范高效开展；结合云南省生态环境执法实际，对 AI 算法进行定制化优化，实现通用大模型与业务工作深度适配，提升技术应用的针对性和实效性。

在资源配置上，平台以全省统一执法基础库为支撑，统筹整合队伍管理、非现场稽查、GIS 调度、案卷智能评查等多项功能，实现了生态环境执法全链条数字化闭环管理，有效改善队伍管理分散、稽查方式粗放、练兵模式单一、调度决策经验化、案卷评查低效等现实难题，推动生态环境执法工作从“人防”向“技防”转变。

### 四、应用成效

#### （一）案卷评查方面

通过探索人工智能技术应用，实现生态环境领域行政处罚案卷评查质量效率“双提升”。2025 年，云南省生态环境厅通过案卷智能评查 AI 应用完成 3000 余件生态环境领域行政处罚案卷全量评查，实现核查全覆盖；单个案卷评查时间从传统人工的 50 分钟压缩至 10 分钟内，效率提升 80%；坚持智能评查与人工复核优势互补，有效规避漏判、误判风险，评查准确率超 90%，案卷瑕疵率从 2024 年的 35.01% 显著降至 9.38%。通过 AI 评查、专家复审、人工复核、现场核查、联动研判等“五重把关”，实现问题精准识别、应查尽查，内部执法监督工作得到全面强化，有力推动规范涉企行政执法专项行动走深走实。

#### （二）其他方面

队伍管理方面，建成全省统一生态环境执法基础库，完成 16 个执法机构、1143 名执法人员、1.78 万件执法装备全生命周期数字化管理，实现执法主体、装备、人员信息的动态管控；执法调度方面，生态环境执法响应时间缩短 40%，重点区域执法覆盖率提升 50%；非现场稽查方面，2025 年对地方稽查工作效率提升 60%、执法成本降低 70%，快速发现并整改问题 200 余个；执法练兵方面，累计组织省、州级线上执法模拟竞赛 24 次，超过 1800 人次参与，执法人员理论素养与问题发现能力全面增强。通过平台“1+5”体系建设，形成“数据同源、业务同源、管理同源”的执法一体化支撑体系，构建以信息化带动规范化、以智能化提升专业化的队伍建设路径，推动生态环境执法效能显著提升，为全力打好污染防治攻坚战、全面推动生态文明排头兵建设各项工作提供坚实技术支撑。



## 生态环境非现场监管“慧眼”模型

江苏省生态环境监控中心（江苏省环境信息中心）

### 一、总体介绍

为深入贯彻落实习近平生态文明思想，探索生态环境治理体系和治理能力现代化新路径，推进污染源联网全覆盖工程。依托构建的生态环境智慧监管平台，全面汇集了污染源自动监测、排污许可等海量结构化与非结构化数据资源，为数字化、智能化监管奠定了坚实基础。为充分释放数据要素价值，破解传统非现场监管执法面临的瓶颈难题，江苏省生态环境监控中心创新运用人工智能技术，自主研发了生态环境非现场监管“慧眼”模型。该模型以“数据驱动、智能研判、精准执法”为核心理念，旨在推动生态环境监管从“被动核查”向“主动预警”转变，构建全天候、全方位、全流程的现代化生态环境监管新格局。

“慧眼”模型是专门面向生态环境非现场监管领域打造的多模态智能研判中枢，其核心技术在于深度融合视觉模型、数据模型与大语言模型的技术优势，实现对视频图像、自动监测数据、用电监控数据、工况监控数据及污染源标记数据等多源异构数据的一体化精准分析与综合研判。模型基于江苏省生态环境智慧监管平台汇集的全省生态环境数据资源，通过跨维度、跨领域的数据融合分

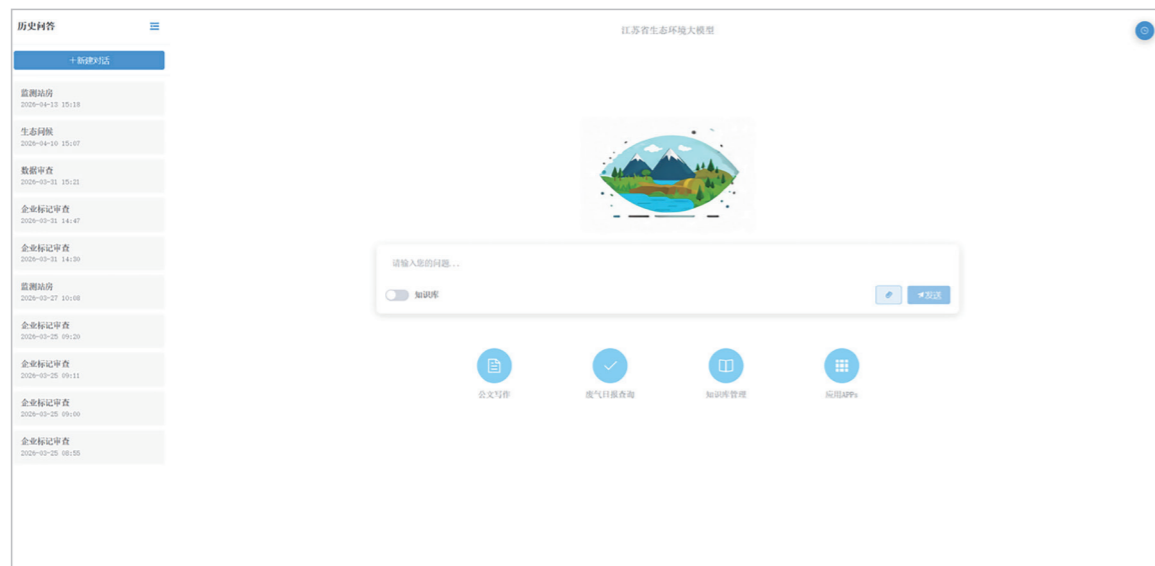


图1 生态环境非现场监管“慧眼”模型

析，精准识别并提取涉嫌环境违法的问题线索，为各级生态环境执法部门提供全方位、多层次、高质量的数据支撑和技术保障。

模型研发与应用聚焦解决当前生态环境非现场监管中的两大关键痛点问题。一是着力解决高价值问题线索发现难的问题。传统监管模式下，高价值违法线索高度依赖人工逐一研判，不仅耗时费力、效率低下，而且容易出现遗漏。“慧眼”模型通过自动化、智能化的多源异构数据分析，能够快速挖掘隐藏在数据背后的违法线索，大幅提升线索发现效率，有效释放监管人力。二是着力解决问题线索精准度不高的问题。针对传统单一规则研判存在的误判率高、证据链不完整等短板，模型创新采用多模态数据交叉验证机制，将不同来源、不同类型的数据进行相互印证，显著提升了问题线索的精准度和证据链的完整性，为执法部门开展精准执法提供了可靠依据。

### 二、技术路线

“慧眼”模型是面向生态环境非现场监管的多模态智能研判中枢，以“视觉模型+数据模型+大语言模型”三位一体架构为核心，实现对多源异构数据的融合分析与深度挖掘，推动污染源监管从“被动核查”向“主动预警”转变。在数据层面，依托江苏省生态环境智慧监管平台，归集视频图像数据、自动监测等结构化数值数据以及污染源标记等文本数据，形成多源数据底座。在模型研判层面，视觉模型通过专业化视频标注工具对监控视频中的核心对象及异常行为进行精准框选与分类，基于深度学习算法开展专项训练，重点强化对人员进出、废水排放、摄像头遮挡、设备参数篡改、伪造记录等弄虚作假行为的识别能力；数据模型结合机器学习算法

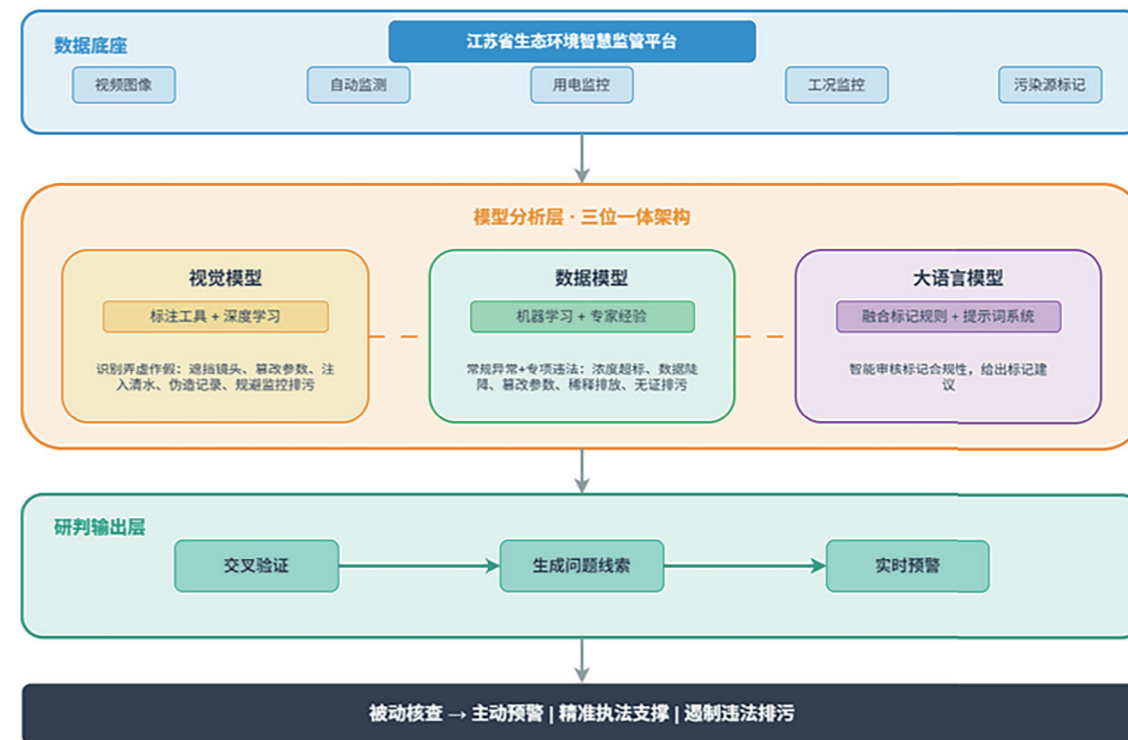


图2 “慧眼”模型技术路线图

与专家经验，对自动监测、用电监控、工况监控等结构化数据进行深度挖掘，构建覆盖浓度超标、数据缺失、设施不正常运行等常规异常，以及数据异常陡降、人为篡改参数、稀释排放、超总量排放、无证排污、机动车检测弄虚作假等专项违法行为的研判模型；大语言模型作为辅助研判手段，融合国家及省级自动监测数据标记规则，构建专用提示词系统，对污染源标记的类型、内容、原因等信息进行智能审核，判断其合规性并给出标记建议。在此基础上，将视觉模型识别出的异常行为、数据模型挖掘出的结构异常、大语言模型输出的标记审核结果进行交叉验证，精准生成问题线索并实现实时预警。通过上述三位一体模型的协同运作，有效打破传统人工监管效率低、覆盖不全面的局限，为生态环境执法提供精准高效的技术支撑，切实遏制污染企业违法排污行为。

在数据底座构建方面，模型全面依托江苏省生态环境智慧监管平台，建立了统一规范的多源数据归集与治理体系。数据来源均为官方权威渠道，主要涵盖生态环境部门污染源监测监控、环境质量监测、执法监管记录及企业档案信息，同时整合政务外网共享的电力、工况等关联数据，确保数据真实、合法、可追溯。为适配模型训练及实际应用需求，累计整合结构化与非结构化多源异构数据超百万条，按业务领域清晰划分为污染源监测、环境质量、执法监管、企业档案四大核心类别，形成了专业语料数据集与业务特征数据集两大体系。在数据治理过程中，严格执行统一的数据标准，通过数据清洗、结构化处理、语义标注及标签体系构建等一系列规范化流程，完成原始数据从“分散原始”到“规范可用”的转化。同时，建立了严格的数据质量控制机制，全面核查数据的完整性、准确性与规范性，数据抽检合格率达99%以上，为模型的稳定运行和精准研判提供了高质量的数据保障。

在模型研发与部署方面，项目立足生态环境监管数字化、智能化核心需求，依托 DeepSeek-V3.1-671B-BF16 大模型基座进行定制化研发，构建了视觉识别、数据解析、自然语言处理三大核心模块。核心基座大模型总参数量达 671B，采用 BF16 混合精度部署模式，有效平衡了模型算力需求与推理效率；依托自研轻量化适配技术，支持 160K 超长上下文处理能力，可精准承接视频图像、污染源自动监测数据、用电监控数据、工况监控数据、污染源标记数据等多类型、大容量数据的解析与研判需求。模型整体部署于江苏省数据局政务外网服务器，采用政务云分布式架构进行资源调度与算力支撑，严格遵循政务数据安全规范，实现数据“不出域、可追溯、全可控”。通过政务外网专线对接生态环境部门前端监测设备与业务系统，实时接入多源异构数据，完成异常特征识别、问题线索生成及预警推送，为生态环境非现场监管提供稳定、高效的技术支撑。

### 三、创新性

“慧眼”模型的研发与应用，是人工智能技术与生态环境监管深度融合的创新实践，在解决行业痛点、实现技术突破、优化业务流程等方面均取得了显著成效，具有较强的创新性和示

范意义。

在解决行业痛点方面，模型通过人工智能技术的深度应用，构建了全天候、全方位、全流程的智能监管体系，有效解决了传统监管中存在的覆盖面不足、响应速度慢、人力成本高、精准度不够等长期困扰生态环境执法部门的行业痛点。传统监管模式下，受人力、时间、空间等因素限制，难以实现对所有污染源的全覆盖监管，往往只能采取“双随机、一公开”的抽查方式，存在监管盲区和漏洞。“慧眼”模型能够 7×24 小时不间断运行，对全省范围内的污染源进行实时监控和智能分析，一旦发现异常情况立即发出预警，实现了对环境违法行为的早发现、早预警、早处置。人工智能技术的赋能显著提升了监管效能，推动生态环境监管实现了从被动响应到主动预防、从末端治理到源头管控的模式转变，为生态环境治理体系和治理能力现代化提供了强有力的技术支撑。

在技术突破方面，模型创新性地融合了视觉模型、数据模型和大语言模型的技术优势，构建了国内首个面向生态环境非现场监管的多模态智能研判中枢。传统的智能监管系统大多采用单一技术路线，要么仅基于视频图像进行识别，要么仅对结构化数据进行分析，难以全面准确地判断企业的环境行为。“慧眼”模型通过“视觉模型+数据模型+大语言模型”三位一体的创新架构，实现了对视频图像、污染源自动监测数据、用电工况数据、文本标记信息等多源异构数据的深度融合分析与综合挖掘。这种多模态融合的技术路线，能够充分发挥不同技术的优势，相互补充、相互验证，大幅提升了异常问题识别的精准度和可靠性，打破了传统人工监管效率低、覆盖不全面的技术局限，为生态环境智能监管技术的发展提供了新的思路和方向。

在业务流程方面，模型基于江苏省生态环境智慧监管平台，构建了完整的闭环管理业务流程，实现了数据归集、智能研判、线索生成、预警推送、核查处置、抽查督办的全流程数字化、智能化管理。平台统一归集各类环境数据资源，由“慧眼”模型自动生成问题线索，对于轻微问题线索，通过“环保脸谱”系统直接向企业发出预警，督促企业自行整改；对于疑似环境违法问题线索，由生态环境监控部门工作人员进行初步研判后分发至属地生态环境执法部门进行现场核查。省生态环境厅定期开展问题线索处置情况抽查工作，对应交未交、反馈不实等情况进行通报批评，确保非现场监管问题线索逐条落实、形成闭环，高质量做好处置工作。

### 四、应用成效

“慧眼”模型自 2025 年投产使用以来，已在江苏省全省范围内推广应用，覆盖生态环境智慧监管平台全业务流程，服务省市县三级生态环境管理部门。依托该模型，2025 年查实 17 家自动监测监控数据造假典型案例，2026 年以来累计生成问题并经研判转办 8148 条，查实率达 40%。显著提升了监管精准度和执法效率。通过深度融合视觉模型、数据模型与大语言模型，实现对视频图像、污染源自动监测数据、用电工况数据及文本标记信息的智能分析，构建了“实时感知+智能预警+闭环处置”的非现场监管新模式。



图3 废气污染物排放情况分析日报生成助手



图4 “慧眼”模型视频图像识别

问题线索编号	行政区	污染源名称	行业	问题	状态	分析结果	问题线索来源	问题线索来源内容	监测类型	问题线索发生日期	办结日期	操作
JK0260407000218T	徐州市-铜山	徐州维康食品有限公司	食品	废气	正常	废气小时数据超标(小时)	自动监测设备故障	校验、比对监测	废气有组织排放	2026-04-07	2026-0	查看 重新分析
JK0260404000208T	南通市-南通	江苏海通实业有限公司	纺织	废气	异常	废气小时数据超标(小时)	自动监测设备日常计划性维护(更换药)	废气有组织排放	废气有组织排放	2026-04-04	2026-0	查看 重新分析
JK0260403000227T	盐城市-盐都区	盐城大洲汽车电子有限公司	机械及电子设备	废气	正常	废气小时数据超标(小时)	自动监测设备故障	校验、比对监测	废气有组织排放	2026-04-03	2026-0	查看 重新分析
JK0260330000193T	连云港市-灌云	江苏亿海再生资源科技有限公司	金属冶炼加工	废气	正常	废气小时数据超标(小时)	自动监测设备故障	校验、比对监测	废气有组织排放	2026-03-30	2026-0	查看 重新分析
JK02603024000249T	盐城市-大丰区	大丰海源医药有限公司	制药	废气	正常	废气小时数据超标(小时)	自动监测设备故障	校验、比对监测	废气有组织排放	2026-03-24	2026-0	查看 重新分析
JK02602630000061T	南京市-江宁	南京江宁水务集团有限公司污水处理厂	污水处理	废水	正常	废水小时数据超标(小时)	自动监测设备故障	校验、比对监测	废水集中排放	2026-03-24	2026-0	查看 重新分析
JK02602630000062T	苏州市-昆山	江苏瑞祥电子科技有限公司	电子	废气	正常	废水小时数据超标(小时)	自动监测设备故障	校验、比对监测	废水集中排放	2026-03-20	2026-0	查看 重新分析
JK02602000000202T	连云港市-灌云	连云港市灌云县经济开发区有限公司	危险废物	废气	正常	废气小时数据超标(小时)	自动监测设备故障	校验、比对监测	废气有组织排放	2026-03-20	2026-0	查看 重新分析
JK02602000000661T	盐城市-射阳县	中德生物科技发展有限公司	食品	废水	异常	废水小时数据超标(小时)	自动监测设备日常计划性维护(更换药)	废水集中排放	废水集中排放	2026-03-09	2026-0	查看 重新分析
JK02602000000163T	苏州市-昆山	苏州电子(昆山)有限公司	电子	废水	正常	废水小时数据超标(小时)	自动监测设备故障	校验、比对监测	废水集中排放	2026-03-05	2026-0	查看 重新分析



图5 “慧眼”模型发现某纺织企业自动监测数据弄虚作假案

# 人工智能辅助非现场监管应用场景

泰州市生态环境局

## 一、总体介绍

在国家深入推进生态文明建设和数字中国战略背景下，生态环境治理正加快向数字化、智能化转型。面对监管对象数量持续增长、污染行为日益隐蔽复杂、基层执法力量相对不足等现实挑战，传统依赖“人海战术”的现场监管模式已难以满足精细化、精准化治理要求。为此，泰州市生态环境局围绕“数字生态文明”建设目标，积极探索人工智能技术在生态环境监管领域的深度应用，创新构建人工智能辅助非现场监管应用场景，推动生态环境监管由“经验驱动”向“数据驱动”“智能驱动”转型升级。

本案例以“数据中台+规则引擎+人工智能”为核心技术架构，深度融合大模型语义推理、多模态感知分析、视频智能识别及污染溯源等关键技术能力，对污染源、水环境、大气环境及噪声环境等要素开展全时空感知与智能研判。应用已覆盖全市约3.8万家排污单位及全部国、省考核断面和空气监测站点，通过人工智能对多源数据进行关联分析与因果推理，自动识别异常波动与潜在风险。同时依托规则引擎将环境法律法规及排放标准转化为标准化判定逻辑，对分析结果进行校验与约束，确保研判过程规范可控、结果合规可信。在此基础上，依托GIS“一张图”实现全域态势可视觉化管理，形成“监测预警-智能诊断-任务派发-核查反馈”的闭环监管应用，有效支撑生态环境问题的快速识别与精准处置。

通过该应用场景建设，泰州市率先探索形成以人工智能为核心驱动力的非现场监管新模式，系统性破解了环境违法行为“隐蔽性强、溯源难度大、处置闭环慢”等行业共性难题，实现了监管模式由“被动响应”向“主动发现”、由“粗放巡查”向“精准监管”的转变，显著提升了生态环境治理的精准化、智能化和体系化水平，为推进生态环境治理体系和治理能力现代化提供了有力支撑。

## 二、技术路线

本案例构建了“数字底座-算法引擎-场景应用”三层协同的技术体系，实现从多源数据采集到智能决策支撑的全链路贯通。

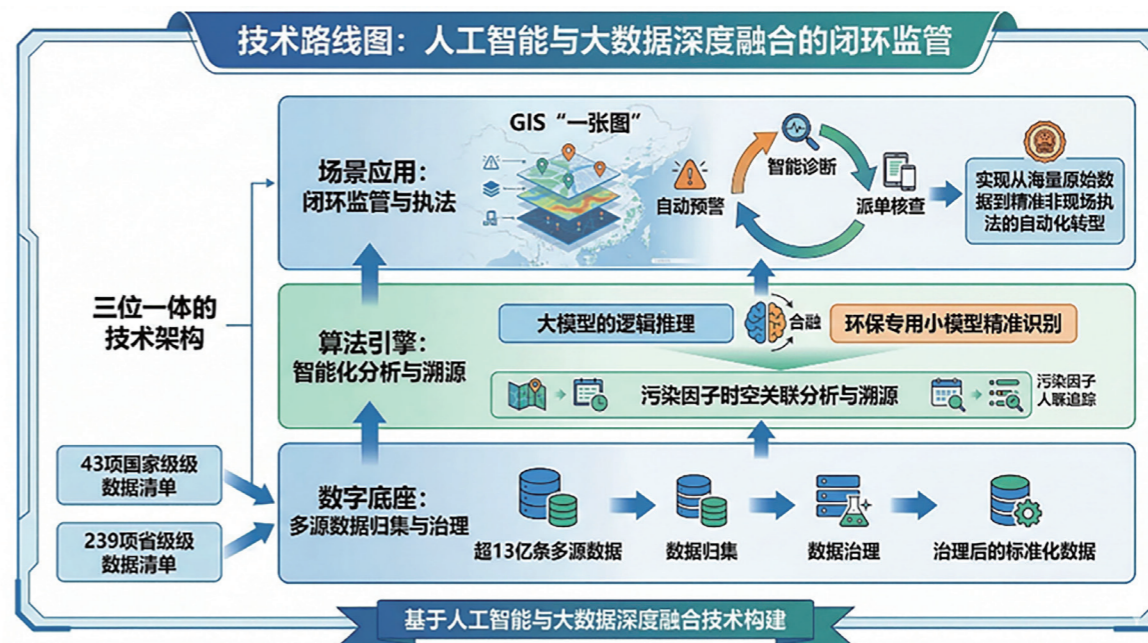


图1 技术路线图

### （一）数字底座：多源异构数据融合治理

依托生态环境数据中台，整合国家级43项、省级239项数据资源目录，汇聚全市生态环境及相关部门数据，构建“全要素监管数据底座”。累计归集数据超过13.6亿条，涵盖环境监测、污染源在线监控、视频感知、遥感影像及执法业务数据等多类型信息。通过数据清洗、标准化处理、知识抽取及向量化建模，构建高质量生态环境主题数据集，形成规则库、知识库及污染特征库，实现数据由“资源形态”向“知识资产”的转化，为人工智能分析提供统一数据支撑。



图2 非现场监管数据底座

## (二) 算法引擎：大模型与小模型协同驱动

算法引擎是场景的智能中枢。为实现既具备广泛理解能力、又具备专业精准识别能力的目标，本场景创新性地采用“通用大模型+环保专业小模型+规则引擎”的复合算法体系，实现多模态智能分析与精准识别：

**通用基础大模型：**引入国内领先的 DeepSeek-V3 开源大模型作为基础底座。该模型采用混合专家架构，具备强大的自然语言理解、多模态语义对齐、知识学习与泛化推理能力。在场景中，基础大模型主要负责：对非结构化的执法记录、信访文本、环评报告进行语义理解与关键信息抽取；对跨模态数据（如将视频描述与在线监测数据进行关联）进行对齐分析；对复杂环境问题进行综合研判，生成可读性强的分析报告和处置建议。大模型部署于政务云独立算力池，通过私有化方式运行，确保数据安全。

### 1. 环保垂直小模型

#### (1) 污染源溯源分析模型

围绕生态环境细分业务场景，构建多类型高精度小模型体系，重点提升具体问题的识别与分析能力。其中，视频智能识别模型可实现排污行为、烟气异常及治污设施运行状态的自动识别；污染源溯源模型耦合气象气团轨迹与水质指纹特征，实现动态时空溯源，快速锁定潜在污染源；企业画像模型基于 45 项指标构建企业环境风险评估体系，实现差异化监管与精准管控。通过多模型协同，实现从“感知数据”向“识别问题”的精准转化。

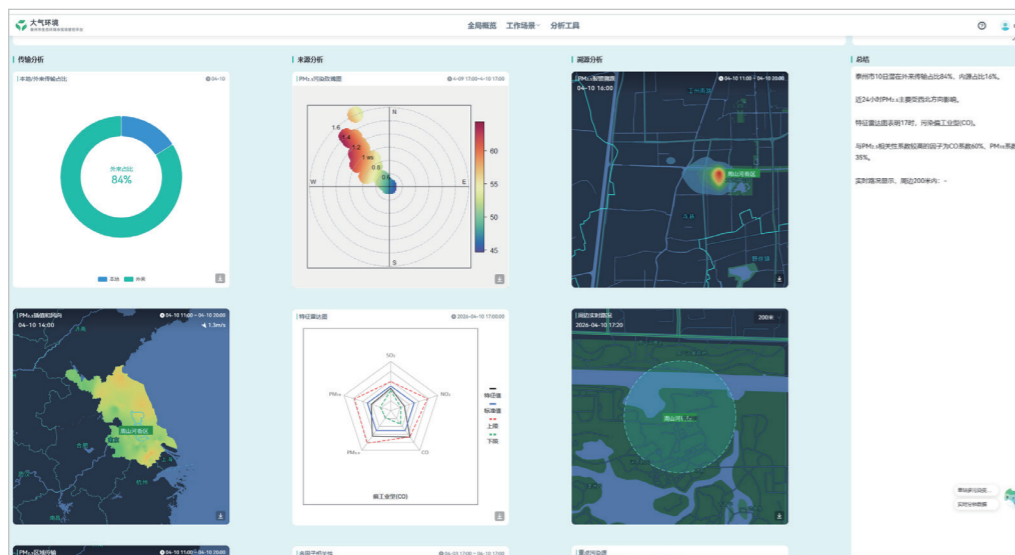


图3 污染溯源模型

#### (2) 反倾倒反填埋模型

“反倾倒、反填埋”监测预警系统由泰州市生态环境局承建，包含非法填埋线索挖掘、非法倾倒线索挖掘、重点企业车辆分析、临时布控、常态预警、辅助研判六大核心模型。这些模型相互协作，从不同角度对数据进行分析 and 处理，为系统的智能预警和决策提供支持。

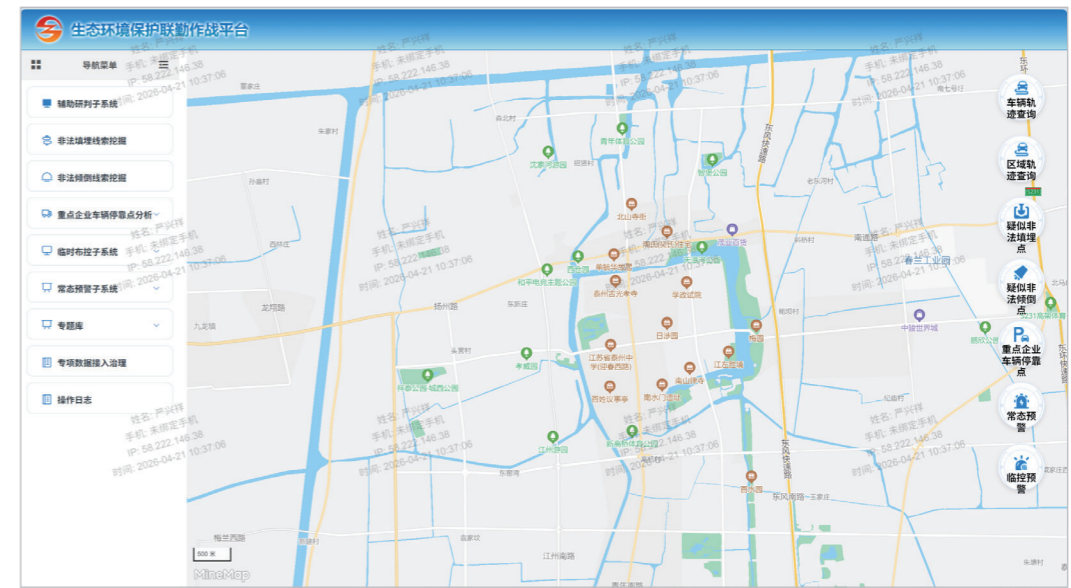


图4 反倾倒反填埋模型

#### (3) 生物多样性 AI 监测模型

生物多样性 AI 监测模型，正从单一数据来源的“专用工具”演变为能理解复杂生态关系的“通用智能平台”。像识别模型通过分析相机拍摄的图片来识别物种，甚至能理解物种间的生态关系。图像与视频智能识别：利用深度卷积神经网络等算法，能自动处理红外相机、高清摄像头等设备拍摄的海量图像。系统不仅能识别物种，还能进行精准计数。鸟类 高清视频 + AI 图像识别 可精准识别多种鸟类，准确率超 80%，并自动统计种群数量和活动轨迹。鱼类 / 水生生物 + AI 图像识别可精准识别多种鱼类；如长江流域识别江豚。构建这样的系统，实现了对生物多样性分布、环境参数和人类活动影响的实时监测。



图5 生物多样性 AI 监测

## 2. 规则引擎

将环保法律法规及排放标准转化为 51 项核心规则，对模型输出结果进行约束、校验与修正，形成“算法驱动 + 规则兜底”的双重保障机制，有效解决 AI 应用中的合规性与可解释性问题。

### （三）场景应用：非现场监管闭环构建

在场景应用端，基于 GIS“一张图”构建非现场监管闭环应用，集成监测数据、企业信息及空间要素，实现“自动预警 - 智能诊断 - 派单核查”的监管闭环。当监测数据出现异常时，系统自动触发预警，并通过多模型协同分析完成污染成因研判与溯源定位，自动生成执法任务并派发至相关人员，实现问题从发现到处置的全流程贯通。通过该应用体系，打通数据感知、智能分析与执法执行之间的链路，实现从“数据采集”到“执法行动”的自动化转化，推动监管流程由人工驱动向智能驱动全面升级，构建形成高效协同、闭环运行的非现场监管新模式。

## 三、创新性

本案例围绕生态环境监管数字化转型中的关键瓶颈问题，在监管模式、技术体系、数据治理及运行机制等方面实现系统性创新，形成具有行业引领意义的应用范式。

### （一）监管模式创新

构建人工智能驱动的非现场监管新范式。针对传统环境监管高度依赖人工巡查、存在“覆盖不全面、响应不及时、执法成本高”等问题，创新构建“人工智能辅助非现场监管”模式。通过引入 AI 对全域污染源开展全天候自动巡查与智能分析，实现从“人盯数据”向“AI 找问题”的根本转变。该模式突破了时间与空间限制，将监管方式由“事后处置”前移至“事中预警、事前防控”，有效提升问题发现的及时性与准确性。同时，通过自动生成问题线索与执法任务，实现监管流程由“经验驱动”向“数据驱动”转型，显著提升生态环境执法的精准性与主动性，形成可复制推广的非现场监管新路径。

### （二）技术体系创新

构建“大模型 + 小模型 + 规则引擎”融合架构。针对生态环境领域“数据类型复杂、业务逻辑专业、分析难度高”的特点，创新构建“通用大模型 + 行业小模型 + 规则引擎”的复合技术体系，实现通用智能与专业能力的深度融合。利用通用大模型强化多源数据语义理解与逻辑推理能力，实现复杂环境问题的综合研判；同时，通过环保垂直小模型提升对具体污染行为的精准识别能力，并结合视频识别、遥感反演及溯源算法，实现多模态数据的协同分析；同时，引入规则引擎对模型结果进行约束校验，确保分析过程与结果符合法规要求。该技术路径有效解决了单一模型“泛化能力不足”或“专业能力不强”的问题，实现从“看见数据”到“理解问题、判断因果”的能力跃迁，具有较强的行业先进性。

### （三）数据治理创新

构建“数据资源 + 知识资产 + 规则体系”三位一体体系。针对生态环境数据“来源分散、标准不统一、利用效率低”等问题，创新构建以数据中台为核心的数据治理体系，实现数据从汇聚到价值释放的全链路升级。通过整合国家、省、市多级数据资源，构建覆盖环境质量、污染源、视频感

知及业务管理的全要素数据体系，在此基础上，进一步开展知识抽取与语义建模，形成环保知识库与污染特征库，并结合执法经验沉淀形成规则库，构建“数据 - 知识 - 规则”一体化支撑体系。该创新实现了数据由“被动存储”向“主动服务”的转变，使数据不仅可用、可管，更具备支撑智能决策的能力，为人工智能应用提供了坚实的数据基础。

### （四）资源配置创新

形成以问题线索为导向的精准监管机制。针对传统监管中“全覆盖巡查效率低、资源投入高”的问题，创新构建以智能分析为核心的执法资源配置机制，实现监管资源的精准投放。通过 AI 对海量数据进行实时分析，自动筛选高风险问题线索，并形成“问题清单”精准推送执法人员，使监管由“广撒网”转变为“靶向打击”。同时，结合企业画像与风险分级结果，实现差异化监管与动态调整，推动执法资源向重点区域、重点企业倾斜。该机制显著提升了监管投入产出比，在降低行政成本的同时提升治理效能，形成“以最小成本实现最大治理效果”的生态环境监管新模式。

## 四、应用成效

项目自投产运行以来，在泰州市全域范围内取得了显著的经济、社会及行业示范效应：

### （一）执法效能跨越提升

依托人工智能对海量监测数据的自动分析与智能研判能力，实现环境问题由“人工筛查”向“系统识别”的转变，显著提升执法精准性与效率。环境质量实时研判效率提升 80%，环境违法行为的主动发现率提高 20% 以上。平台运行至今，已累计生成涉水、涉气深度分析报告 800 余份，处理各类预警数据十余万条，将分散、低效的执法资源精准导流至重点问题与关键污染源，推动执法模式由“广覆盖巡查”向“高精度打击”转型。

### （二）响应处置全面提速

围绕环境问题发现慢、处置链条长等痛点，构建“自动预警 - 智能诊断 - 任务派发”的快速响应机制，实现监管流程的全面提速。当国、省控断面或空气站点出现数据异常波动时，系统可在 30 分钟内完成“自动溯源 - 视频取证 - 任务派发”全流程处理，执法人员基于系统生成的“问题清单”开展精准核查，实现由“经验判断”向“数据指引”的转变，整体响应效率由“小时级”提升至“分钟级”，显著提高问题处置的及时性与有效性。

### （三）生态环境持续向好

通过 AI 非现场监管的常态化运行与精准治理，有效强化对环境违法行为的震慑与约束，推动区域生态环境质量持续改善。平台上线后，全市环境信访投诉量同比下降 11%，违法行为查处效率提升 15%，重点区域和重点行业环境问题得到有效遏制。同时，在智能研判与溯源分析支撑下，全市 PM<sub>2.5</sub> 浓度连续 5 年达到国家二级标准，创有监测记录以来最好水平，优良天数比率保持 80% 以上，国省考断面水质优 III 比例连续四年保持 100%，长江干流断面水质保持 II 类，主要通江支流水质优 III 比例保持 100%，实现了监管效能提升与环境质量改善的协同推进，充分体现了数字化治理对生态文明建设的支撑作用。

# AI 赋能广东“粤无废”固体废物全过程管理体系建设项目

广东省固体废物和化学品环境中心 联通（广东）产业互联网有限公司  
中国联合网络通信有限公司广东省分公司

## 一、总体介绍

2023 年 12 月，《中共中央 国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》提出，到 2027 年，“无废城市”建设比例达到 60%；到 2035 年，“无废城市”建设实现全覆盖，东部省份率先全域建成“无废城市”。这一系列目标的设定，为我国固体废物管理体系的变革与完善指明了清晰的方向。

广东作为人口与经济大省，固体废物（指在生产建设、日常生活和其他活动中产生的污染环境的固态、半固态废弃物，俗称“垃圾”，固体废物主要包括工业固体废物、生活垃圾、建筑垃圾、农业固体废物、其他固体废物五大类）产生量居全国前列，面临“管数据不全、跨单位协同不足、资源化利用水平低”等现实挑战，制约“无废城市”建设向纵深推进。为深入贯彻落实《固体废物污染环境防治法》及国家关于全过程信息化监管、全域“无废城市”建设的系列政策要求，广东省固体废物和化学品环境中心联合广东联通，打造“粤无废”固体废物全过程智慧监管平台。

项目依托元景大模型、多模态识别及物联感知等核心技术，构建“一网二云一平台 N 应用”总体架构，面向全省 35 万家涉废单位及各级监管部门，实现固体废物从产生、转移、利用到处置的全流程可视化、智能化闭环管理。年支撑固废处置规模超 1200 万吨，是广东省用户量最大、数据量最丰的政府固废管理系统之一。

项目旨在破解非现场监管能力弱、人工审核效率低、风险响应滞后、企业数字化成本高等关键问题。通过视频 AI 智能预警、跨省转移智能审核、政策智能问答、转运路径优化等场景化应用，推动固废监管从被动响应向主动预防转变，助力涉废单位运营成本降低 30%、固废处理成本下降 20%，年碳减排量达 120 万吨，全面支撑广东全域“无废城市”高效落地，为美丽广东生态文明建设提供可复制、可推广的智慧样本。

## 二、技术路线

本项目以“技术融合、业务协同、生态共建”为核心设计理念，构建了基于 AI 的立体化固废管理体系。在技术架构上，通过全域物联感知数据的实时传输，依托 MEC 边缘计算节点实现数据本地化处理，形成“云-边-端”协同的计算架构。AI 技术深度应用于视频 AI 智能预警、跨省转移

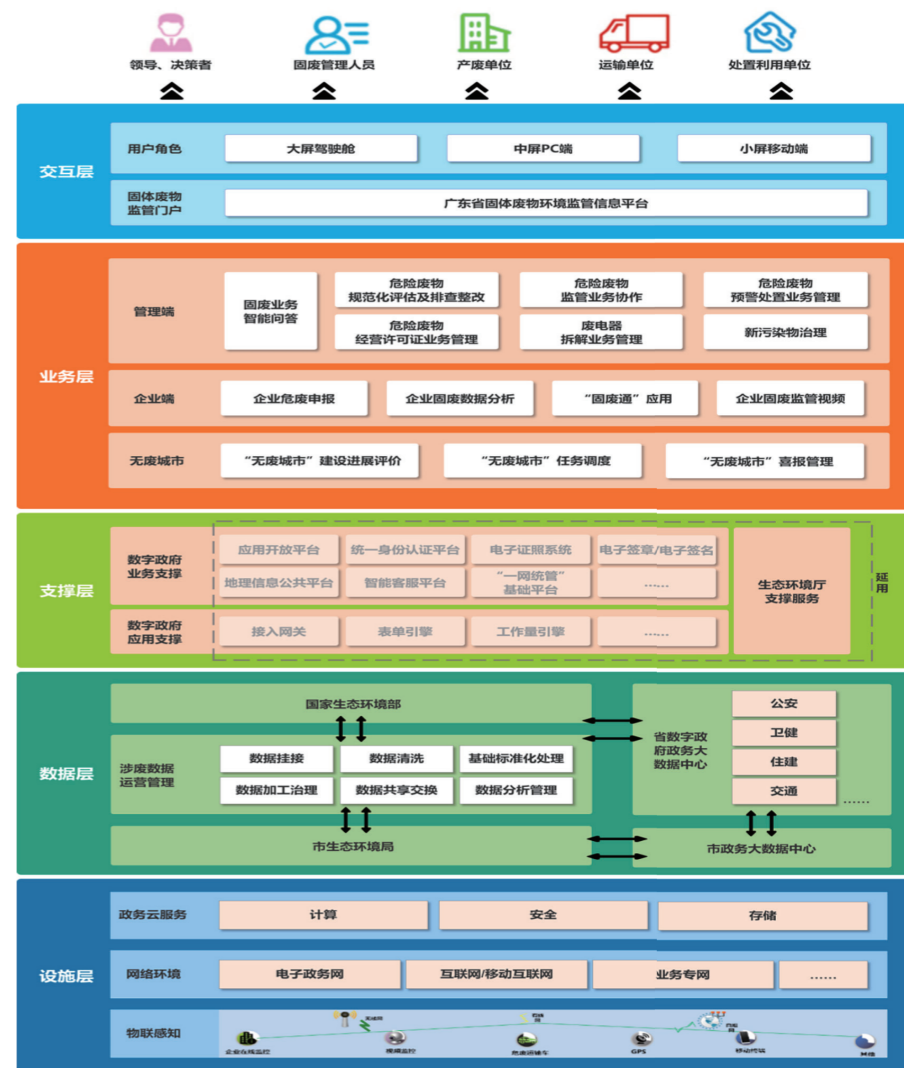


图 1 项目总体架构

智能审核、风险预警等环节，显著提升了管理决策的智能化水平。

策略层面采用“平台+场景”双轮驱动模式。一方面打造全省统一的“粤无废”一体化管理平台，打破部门数据壁垒，实现生态环境、住建、交通等多部门业务协同；另一方面针对医疗废物、汽修危废、建筑垃圾等典型场景开发专项解决方案，形成可复制的标准化应用模块。项目创新性地引入区块链技术构建可信电子联单系统，实现固废从产生到处置的全生命周期可信追溯。

在具体技术实现层面，项目围绕“感、传、算、智、控”五个维度展开系统设计：

### 1. 全域感知层

部署智能地磅、RFID 电子标签、智能摄像机、气体传感器、GPS 定位终端等多端物联设备，覆盖固废产生、贮存、转运、处置全节点。其中，智能地磅实现称重数据自动采集与防篡改上传，RFID 电子标签实现危废包装“一物一码”身份绑定，智能摄像机支持高清视频流实时回传，为 AI 识别提供高质量图像输入。

### 2. 融合网络层

依托专网切片技术，构建高可靠、低时延的行业虚拟专网。针对不同业务场景提供差异化 QoS 保障——视频监控类业务采用大带宽切片（上行峰值 ≥ 100Mbps），物联数据采集采用大连接切片，关键控制指令采用低时延切片（端到端时延 ≤ 10ms）。同时，通过 MEC 边缘节点实现数据本地分流，确保敏感业务数据不出园区，满足数据安全合规要求。

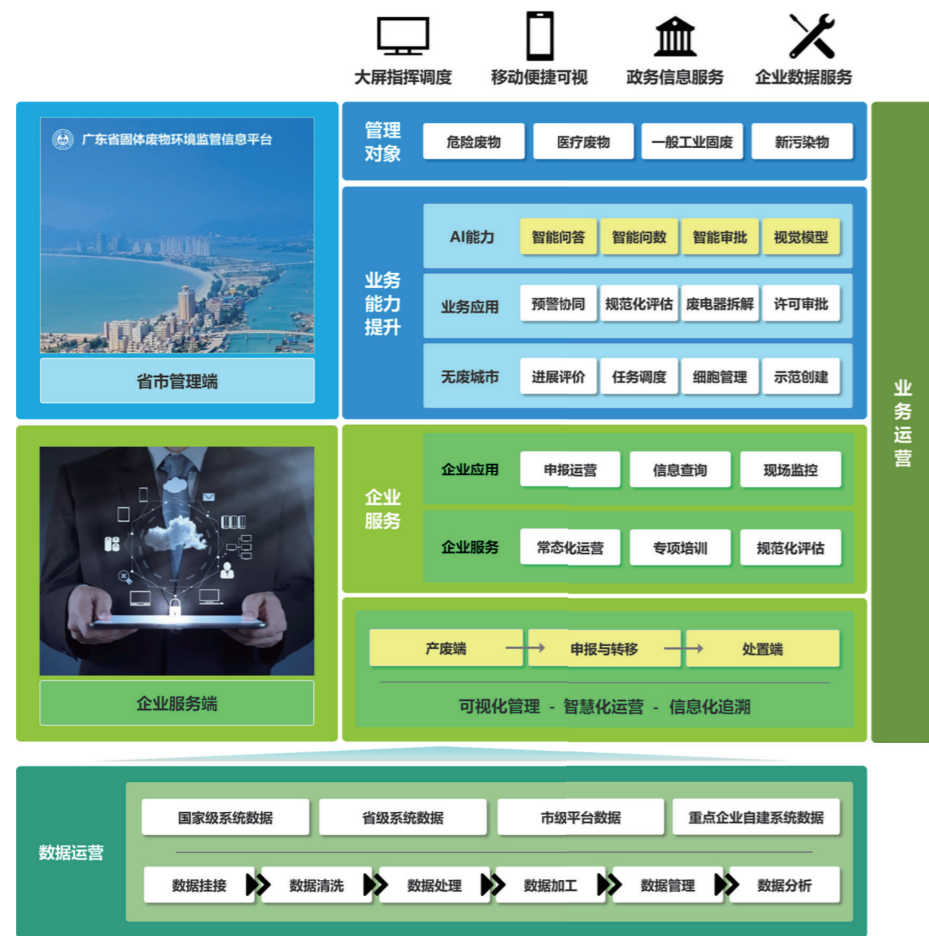


图2 项目业务架构

### 3. 云边协同计算层

采用“中心云+边缘云+终端”三级计算架构。中心云部署元景大模型基座与数据湖，承担复杂模型训练、跨域数据融合分析及长期存储；边缘云部署轻量化 AI 推理引擎与实时数据库，实现视频流实时解码、违规行为秒级识别及风险预警本地触发；终端侧依托执法 APP 与智能手持设备，支持离线状态下的拍照识别与表单填报，待网络恢复后自动同步。

### 4.AI 智能中枢层

基于元景大模型（百亿级参数）构建固废领域专用模型矩阵，包含四大核心引擎：视觉识别引擎（违规堆放、泄露、焚烧等场景）、文本审核引擎（申报材料合规性校验、跨省转移智能审核）、

知识问答引擎（政策法规智能检索、业务指南即时应答）、决策优化引擎（转运路径规划、设施负荷预测）。各引擎通过统一 API 网关对外提供服务，支持按需弹性调用。

### 5. 业务应用与展示层

面向政府监管部门、涉废企业、公众三类用户，打造“一网统管”驾驶舱、企业服务门户、移动执法 APP 及 XR 公众宣教平台。其中，驾驶舱基于 3D GIS 与实时物联数据，动态展示全省固废产生热力图、转移流向图、处置设施负荷状态，支持“钻取式”下钻到单个园区、单个贮存库的实时画面与设备参数。

此外，项目在数据融合与安全体系方面也进行了专项设计。数据层面，建立“一数一源、一源多用”的数据治理规范，通过主数据管理与元数据标签订阅，实现跨系统数据自动对齐；安全层面，构建“云管端”一体化防护体系，包括专网端到端加密、边缘节点安全沙箱、应用层数据脱敏与访问审计，并通过区块链对关键联单数据进行存证，确保防篡改与可追溯。

整体技术路线遵循“试点验证-迭代优化-全省推广”的实施路径。优先在东莞海心沙固体废物经营处置园区、广州医疗废物集中处置中心等典型场景开展数字孪生与 AI 预警功能验证，形成标准化技术方案后，通过“粤无废”平台统一能力开放，逐步向全省 21 个地市及 35 万家涉废单位复制推广，确保技术架构的可扩展性与业务场景的可适配性。

## 三、模型情况

### 1. 模型名称与来源

项目核心 AI 能力基于中国联通自研“元景大模型”进行行业化定制与适配。该模型由中国联通人工智能创新中心研发，面向行业垂直场景进行深度优化，有专为生态环境领域打造的行业大模型。

### 2. 参数量级与核心能力

元景大模型采用百亿级参数规模（10B-100B），具备多模态理解与生成能力。模型在通用大模型基础上，通过海量环保法规、危废名录、企业申报材料、视频监控数据等专业语料进行二次预训练与指令微调，形成了固废领域的专业知识体系。核心能力涵盖：文本智能问答与政策解读、图像视频违规识别（堆高超标、危废泄露、明火焚烧）、文档结构化抽取与智能审核、执法文书自动填报等。

### 3. 部署方式

模型采用“云端训练+边缘推理”的混合部署架构：

云端：依托联通骨干云资源，部署元景大模型基座及行业微调环境，负责模型训练、版本迭代与复杂推理任务，支撑智能问答、政策检索、数据挖掘等高并发场景。

边缘侧：在固废处置园区、重点产废企业等现场部署 MEC 边缘节点，加载轻量化模型实例，实现视频流实时分析、传感器数据本地处理与风险秒级预警，确保敏感数据不出园区，满足低时延与数据安全双重需求。

终端侧：通过移动执法终端 APP 集成模型能力，支持现场拍照智能填报、语音指令交互，将 AI 能力延伸至一线执法人员与企业管理端。

#### 4. 技术支撑与应用效果

模型依托联通天影视频云平台与数享大数据平台提供数据底座支撑。上线以来，累计处理企业申报材料超百万份，智能审核准确率达 95% 以上，违规行为识别准确率较传统算法提升 35%，有效支撑了“粤无废”平台的智能化运行与监管效能跃升。

### 四、数据情况

#### 1. 数据集名称与来源

项目构建了“粤无废”固废全过程管理多源融合数据集，数据来源涵盖三大渠道：一是企业自主申报数据，包括产废单位、运输单位、处置单位通过云申报系统填报的固废种类、重量、转移联单等信息；二是物联感知数据，来自部署在全省固废产生源、运输车辆、处理设施的智能地磅、RFID 电子标签、车载 GPS、智能摄像机、气体传感器等物联终端；三是跨部门共享数据，依托省数字政府“一网共享”平台，与住建、卫健、交通等部门实现数据互通。

#### 2. 数据规模与分类

数据集总量超 10PB，日均新增业务数据约 20 万条。按数据类型划分为五类：结构化业务数据（企业申报信息、转移联单等）、时序物联数据（设备状态、环境监测等）、空间地理数据（三维模型、无人机航拍影像）、视频图像数据（监控视频、现场执法照片）、文本档案数据（政策法规、评审材料等）。

#### 3. 构建方式与质量保障

数据采集依托专网实现毫秒级实时回传，MEC 边缘节点完成本地化预处理与脱敏。采用“数据治理平台+人工校验”双轨机制，制定统一数据标准与接口规范，通过数据质量稽核规则对完整性、准确性、一致性进行自动化监测。关键业务数据（如危废转移联单）结合区块链技术实现上链存证，确保不可篡改与全程可追溯。经系统检测，核心数据表完整率达 99% 以上，AI 训练标注数据由环保领域专家人工复核，标注准确率超 98%，为模型训练与智能分析提供了高质量数据基底。

### 五、创新性

针对广东省固废监管长期存在的“数据分散难汇聚、跨部门协同效率低、风险响应滞后、企业数字化改造成本高”四大核心痛点，项目在技术创新、模式创新与资源配置上实现了系统性突破。

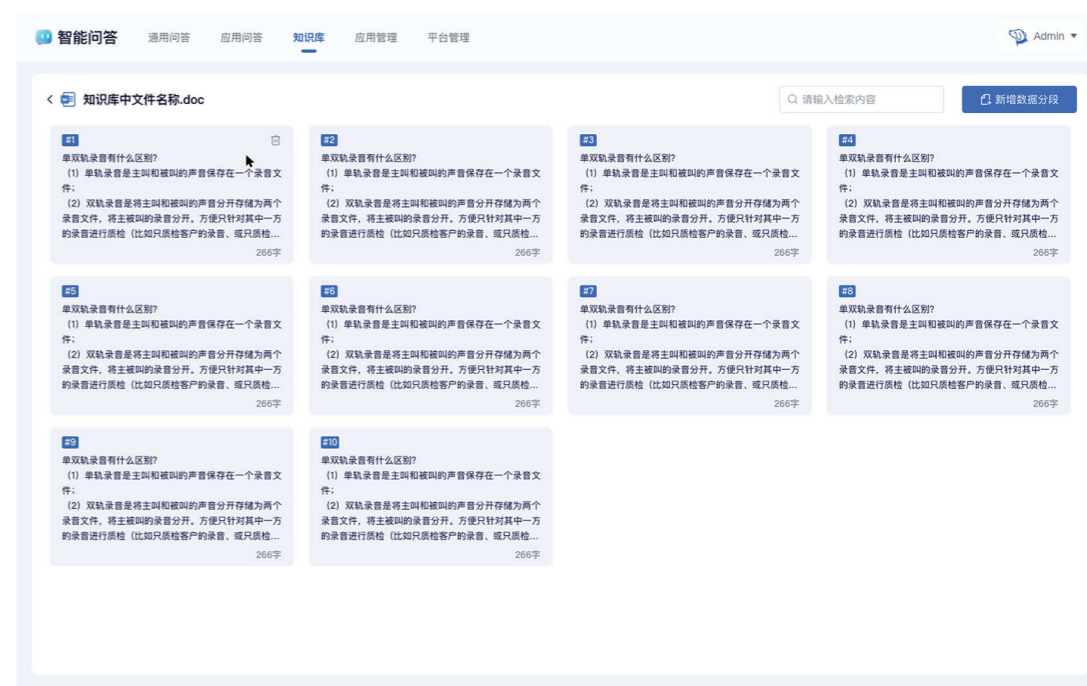


#### 1. 以“AI+ 大模型”重构监管范式，实现全流程智能闭环

突破传统非现场监管依赖人工巡查与事后追溯的局限，创新融合元景视觉大模型与边缘智能技术，构建覆盖“源头感知-边缘研判-后端处置”的全链条智能预警体系。通过视频 AI 自动识别违规堆放、无证转移等风险事件，实现秒级预警与闭环推送，推动监管从被动响应转向主动预防。

#### 2. AI 多模态交互+固废知识库构建实现固废业务 AI 智能问答、智能问数

在国内率先将多模态大模型应用于危废跨省转移审核，构建涵盖 26 项要点的智能审核体系，实现材料自动比对、交叉验证与合规性判断，显著提升审核效率与标准化水平。



#### 3. 构建“一网二云一平台”开放架构，创新政企协同与数据融通机制

项目采用“政府主导、企业承建、数据共享、应用开放”的建设模式，打造省级统一固废管理底座。平台向全省 20 万家涉废企业开放 AI 能力、视频管理与大数据分析服务，避免企业重复投入，降低数字化转型门槛。通过对接企业系统超 5000 个，汇聚物联终端实现危废、医疗废物、一般工业固废等多源数据融合分析，支撑固废“产生-转移-处置”全流程可追溯、可预警、可评价，为“无废指数”精准画像与短板分析提供数据基础。

#### 4. 以产业生态协同推动绿色低碳转型，创新资源配置与价值转化路径

项目充分发挥运营商资源整合优势，联合科研院所建立 5G 应用联合实验室，参与编制行业标准，推动 5G 专网、智能地磅、标签打印等终端规模化部署。通过平台撮合危废交易、优化原材料储备与运输流程，直接降低企业运营成本 30%、固废处理成本 20%，年碳减排量达 120 万吨。此外，依托“粤无废”省级官方品牌，开展多层次社会宣贯与细胞工程建设，将数字化能力转化为公众环保意识提升与产业生态协同发展的持续动力。

## 六、应用成效

### 1. 投产时间与覆盖范围

项目于2023年9月正式上线应用，目前已持续稳定运行两年多。平台覆盖广东省生态环境厅及全省21个地级以上市生态环境部门，服务范围延伸至各类固体废物产生、运输、处置及收集单位，累计接入涉废企业用户超35万家，实现全省涉废监管主体“应纳尽纳”。

### 2. 经济效益显著

通过优化固废转运路径与资源化智能撮合，每年可减少跨市转运里程超20万公里，为小微企业降低危废处置成本35%，区域固废综合利用率提升28%，年处置固废规模达1200万吨，直接节约企业运营成本超亿元。

### 3. 社会效益突出

平台推动监管模式从“人防”向“技防+智管”根本转变，AI智能审核使申报错误率降低85%，移动执法效率提升200%。通过全过程监管与风险预警，有效遏制非法倾倒与转移行为，保障生态环境安全。项目年碳减排量超120万吨，组织环保宣传活动超10场，覆盖公众超10万人次，显著提升“无废”理念社会认知度与群众获得感。

### 4. 行业贡献与荣誉

作为全国首个省级固体废物全过程管理平台，项目荣获第三届“新绿杯”全国总决赛一等奖、第八届“绽放杯”5G+智慧城市专题赛二等奖、2024年智慧城市先锋榜优秀案例二等奖等多项国家级与省部级荣誉，入选《中国智慧城市优秀应用案例集》，形成可复制推广的“广东范式”，为全国“无废城市”建设提供了标杆示范。

# 基于数字重庆“巴渝治废”应用的超大城市危废治理智能化实战实效

重庆市生态环境局

## 一、总体介绍

重庆市以超大城市危废治理精细化、智能化需求为导向，针对危废治理中风险预警精度不足、数据价值挖掘不深、智能服务能力薄弱等痛点，以算法模型迭代、AI智能体构建、高质量数据集建设为核心，深化人工智能技术在生态环境治理领域的融合应用，推动危废治理从“数字化监管”向“智能化智治”升级，筑牢危险废物生态环境安全防线，为数字生态文明建设提供可复制、可推广的重庆方案。

本应用以数字重庆“1361”架构为统领，依托前期建成的跨部门数据底座和“渝固码”全生命周期管理体系，聚焦生态环境治理与生态安全两大人工智能应用方向，通过自主研发多维度算法模



图1 数据重庆“1361”整体构架

型、构建轻量化 AI 智能体、打造标准化高质量数据集，实现危废风险智能识别、精准预警、协同处置和智能服务的全流程升级。

平台深度融合 29 类问题智能识别算法与 6 大核心预测分析模型，建成覆盖危废治理全领域的结构化知识库和多源异构数据集，打造“渝小固”AI 智能体等智能服务载体，实现危废治理“算法驱动、数据赋能、智能响应”，进一步提升监管效能、降低企业合规成本，形成“技术+制度”双轮驱动的危废智能治理新模式。

目前平台已在重庆市全域持续运行，服务涉危废企业 4 万余家，实现危废全链条智能化监管与服务全覆盖。

## 二、技术路线

### (一) 建设高质量标准化数据集，夯实 AI 应用数据基础

以“数据规范化、分类精细化、更新动态化”为原则，打造危废治理领域高质量数据集，解决传统数据“格式不统一、质量参差不齐、关联性弱”等问题，为算法模型训练和 AI 智能体运行提供核心支撑。

#### 1. 数据分类与归集

构建“基础层-业务层-训练层”三级数据体系，累计归集数据超 1.2 亿条，数据覆盖率、准确率均达 98% 以上：

- 基础层：包含 4.1 万余家涉危废企业基本信息、33 大类 176 种危废代码信，协同部门涉危废管理数据等基础数据 11 类、145 万条；

- 业务层：涵盖危废产运处全流程业务数据，包括电子联单、运输轨迹、处置记录、执法检查（管理计划、电子联单、申报登记）等 365 万条；

- 训练层：筛选标注异常产废、轨迹违规、超量贮存等典型案例数据，以及环评报告、政策文件等文本数据，共 29 类、19 万条，专门用于算法模型训练和优化。

#### 2. 数据治理与质量管控

建立全流程数据治理机制，通过数据清洗、去重、标注、关联四大步骤提升数据质量：

#### 3. 数据安全与共享机制

严格遵守数据安全法律法规，构建“分级授权、加密传输、全程留痕”的数据安全保障体系

### (二) 研发迭代六大核心算法模型，实现风险智能精准管控

针对危废治理全流程痛点，自主研发 6 大核心算法模型，覆盖异常识别、风险评估、趋势预测三大场景，模型整体准确率达 80% 以上，实现从“被动发现”到“主动防控”的转变，所有模型均已落地应用并持续迭代优化。

应用集成运用大模型、多模态模型、向量模型及垂直领域模型，部署于政务云平台，各类模型来源、参数规模如下：

- 大模型：主要包括超大城市运行和治理大模型、Qwen3-32B 大语言模型。部署依托数字重庆人工智能底座，参数均为 320 亿。

- 多模态模型：主要包括 QwenVL2-72B，依托数字重庆人工智能底座，参数约 720 亿。

- 向量模型：采用文本向量化模型（Qwen3-Embedding-4B），依托数字重庆人工智能底座，参数约 4 亿。

- 垂直领域模型：均围绕固废环境治理相关业务自主研发构建，主要包括填埋率预测模型、危险废物与企业废水、废气、用电数据异常识别模型。填埋率预测模型基于机器学习框架研发；危险废物与企业废水、废气、用电数据异常识别模型，基于机器学习框架研发。

#### 1. 产废异常识别模型

核心为“三重校验+离群值识别”算法，融合企业用电量、废水排放量、废气排放量与产废量数据，通过多维度交叉验证识别企业申报异常，新增相关性分析和多重标记算法逻辑，累计发现异常产废企业 300 余家，有效杜绝漏报、瞒报行为。



图 2 产废异常识别模型结果图

#### 2. 企业分级分类风险自动评估模型

从“风险源状态、管理水平、传递途径、风险控制能力、敏感分区”五个维度，设置 31 项具体指标并赋予科学权重，通过层次分析法和模糊综合评价法构建算法模型，实现企业风险等级的自动评估和动态更新，将企业分为高、中、低三类并实施差异化管控，目前已完成全市近 2 万家工业企业风险评估。

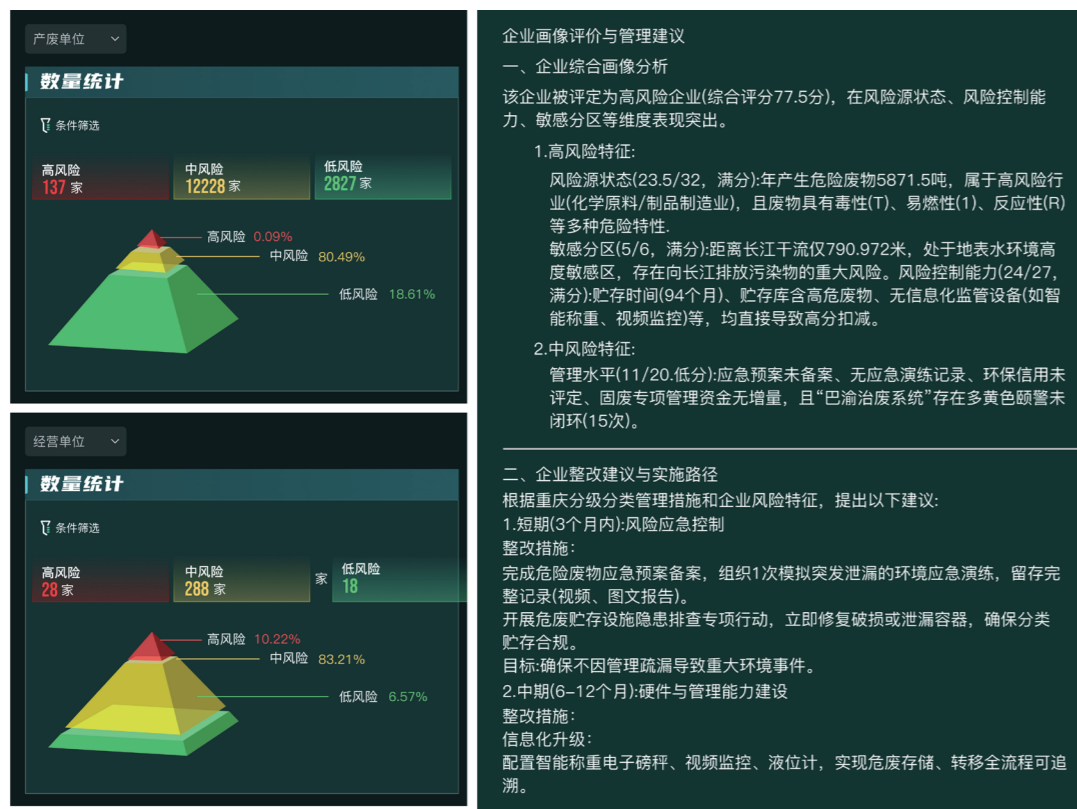


图3 企业分级分类风险自动评估模型结果图

### 3. 危废填埋率预测模型

基于时间序列预测方法,融合危废产生量、贮存量、填埋率及贮存设施数据,构建多因子预测模型,同时对接阿里百炼基座大模型,实现填埋率趋势的精准预测和自然语言研判输出,预测误差控制在5%以内,为危废处置能力规划和管理考核提供科学依据。

### 4. 废活性炭产生量异常分析模型

从废活性炭小切口入手,融合企业生产工况、废气处理设施运行数据、废活性炭产生和处置数据,构建治气、治废智能联动算法模型,精准识别活性炭更换不及时、漏报误报等行为,与“巴渝治气”平台实现数据联动,累计发现问题线索上百条,推动跨系统跨部门问题协同处置。

### 5. 医废产生量预测模型

采用自回归滑动平均模型(ARMA),基于医疗机构历史产废量、床位数、门诊量等数据,实现月度医废产生量的精准预测,预测值与实际值偏差超过10%即自动预警,有效防范医疗机构少报、漏报医废问题。

### 6. 运输轨迹异常识别模型

融合GPS轨迹、电子运单、“渝固码”核验数据,构建时空特征算法模型,智能识别非法转移、超时运输、轨迹偏离等异常行为,同时结合AI视频识别技术,实现运输过程的可视化监管。累计识别轨迹异常车辆200余辆,有效遏制危废运输环节违法违规行为。

## (三) 构建“渝小固”AI智能体,打通AI技术智能化服务通道

聚焦监管效率提升和企业服务优化目标,自主构建“渝小固”AI智能体,整合高质量数据集、结构化知识库和六大核心算法模型,实现“智能咨询、文本解析、风险研判、辅助决策”四大核心功能,成为人工智能技术落地的重要载体。

### 1. AI智能体整体架构

采用“基座大模型+行业微模型+知识库”的架构模式,轻量化部署适配生态环境治理场景。

### 2. 核心功能落地

- 环评报告文本解析:完成文本识别、关键信息提取、结构化入库等技术研发,实现对环评报告的智能化解析,自动提取产废单位、产废类别、产废量等关键信息,与平台数据比对筛查未纳管、漏报等问题线索;

- 风险智能研判:融合多源数据和算法模型预测结果,实现危废治理风险的智能化研判,自动生成风险研判报告,为监管人员提供决策参考,推动监管决策从“经验驱动”向“数据驱动”转变;

- 企业智能服务:为企业提供“一键填报、智能校验、异常提醒”等服务,自动校验企业申报数据的合理性,实时提醒异常问题,累计为企业减少填报工作量80%以上,降低企业合规成本。



图4 AI智能体对话界面

#### （四）强化多跨协同，推动 AI 应用成果落地转化

坚持“技术创新+机制创新”双轮驱动，将人工智能应用成果融入三级治理中心实战体系，打通 AI 技术落地“最后一公里”，确保智能化成果转化为实际治理效能。

### 三、创新性

#### （一）技术创新：构建“算法+数据+智能体”三位一体的 AI 应用体系

首次在危废治理领域打造“高质量数据集-多场景算法模型-AI 智能体”三位一体的人工智能应用体系，实现数据、算法、服务的深度融合：

- 建成的危废治理高质量数据集，分类精细化、更新动态化，为 AI 应用提供了坚实的数据基础，填补了危废治理领域标准化数据集的空白；
- 研发的六大核心算法模型，覆盖危废产运处全流程，算法设计结合行业特点，针对性强、准确率高，实现了危废风险的精准识别和提前预判；
- 构建的“渝小固”AI 智能体，采用轻量化架构设计，适配生态环境治理场景，打通了 AI 技术从“实验室”到“实战场景”的通道，实现人工智能技术的智能化、场景化应用。

#### （二）模式创新：推动从“数字化监管”到“智能化智治”的升级

推动危废治理模式从传统的“数字化监管”向“智能化智治”升级，实现两大转变：

- 风险防控从“被动发现”向“主动防控”转变：通过算法模型的趋势预测和异常识别，提前发现风险隐患，实现风险防控的关口前移；
- 监管决策从“经验驱动”向“数据驱动”转变：基于高质量数据集和 AI 智能体的研判结果，为监管决策提供科学依据，提升决策的精准性和科学性。

#### （三）机制创新：建立 AI 技术与多跨协同机制深度融合的落地体系

建立“技术创新-机制保障-成果转化”的闭环体系，确保人工智能技术成果落地转化为实际治理效能：

- 将算法模型预警信息和 AI 智能体研判结果全面融入三级治理中心实战体系，实现技术成果与现有治理机制的深度融合；
- 建立跨部门 AI 预警信息共享和协同处置机制，打破部门壁垒，实现“一方发现、多方联动”，提升问题处置效率；
- 建立算法模型和 AI 智能体的持续优化机制，根据实战应用情况和行业发展需求，定期对模型和智能体进行迭代优化，确保技术先进性和场景适配性。

### 四、应用成效

#### （一）监管效能大幅提升，风险防控能力显著增强

通过人工智能技术的深度融合，危废治理实现从“人工监管”向“智能监管”的转变，风险识别、预警、处置的效率和精度全面提升：

- 问题识别效率提升至 85%，问题发现到处置的平均周期缩短至 2 天；
- 六大核心算法模型累计发出预警上千次，处置完成率近 100%，有效防范了重大环境风险事件的发生；
- 危废利用处置率稳定在 90% 以上，医疗废物处置率 100%，跨省转移审批效率提升 80% 以上，危废治理整体水平迈上新台阶。

#### （二）数据价值充分挖掘，算法模型持续优化

高质量数据集和算法模型的建设，实现了危废数据从“资源”向“资产”的转变，数据价值得到充分挖掘：

- 数据集累计为算法模型训练提供标注数据 1300 万条，推动模型准确率持续提升，平均优化迭代周期为 3 个月，适配性和精准性不断增强；
- 基于数据集的数据分析成果为重庆市危废治理规划、处置能力建设提供了科学依据，推动全市危废处置设施布局进一步优化。

#### （三）形成可复制可推广的 AI+ 生态环境治理模式

应用以算法模型、AI 智能体、高质量数据集为核心，探索出人工智能与生态环境治理深度融合的有效路径，形成了具有重庆特色的“AI+ 危废治理”模式，为全国超大城市危废治理智能化升级提供了参考和借鉴。

# 建筑施工噪声污染智能防控协同治理模式

深圳市生态环境智能管控中心 南方科技大学  
环融生态数字科技（深圳）有限公司

## 一、总体介绍

### （一）项目背景

当前，深圳正处于超大城市建设高速发展、城市功能品质全面提升的关键阶段，全市在建建筑工地数量常年保持高位。伴随大规模施工建设同步而来的，是建筑施工噪声污染问题持续凸显，该类污染投诉长期占据全市生态环境信访投诉总量的 50% 以上，成为群众反映最强烈、诉求最集中、亟需重点攻坚的突出民生痛点，也是制约深圳生态环境治理现代化、民生保障精细化、城市治理协同化的核心难题。

传统建筑施工噪声治理模式长期存在污染识别难、监管效能低、多方协同不足三大短板。一是污染识别方面，传统监管主要依赖人工现场巡查、群众投诉举报两种方式，人工巡查受人员数量、工作时间、巡查范围限制，无法实现 24 小时全覆盖、全时段监管，夜间施工、隐蔽区域施工等违法违规行为极易漏管；而群众投诉举报多为事后响应，噪声污染发生、扩散、扰民已成事实，监管部门抵达现场时违法违规行为或已终止，难以精准取证、及时有效处置。二是监管效能方面，传统监管模式以现场执法、人工核查为主，流程繁琐、响应滞后，单次投诉处置耗时数小时甚至数天，执法资源投入大、处置效率低，无法适配超大城市高密度、高频次的施工噪声监管需求。三是多方协同方面，施工企业、周边居民、监管部门三方长期缺乏高效沟通渠道，居民投诉多为情绪性表达，企业整改缺乏精准指引，监管部门协调难度大，纠纷极易陷入“居民反复投诉、企业被动应付、政府疲于应对”的情绪对抗僵局，难以形成治理合力，无法满足新时代现代化城市治理的精细化、智能化、协同化发展核心要求。

### （二）目标与关键技术

为破解传统施工噪声监管“污染识别难、监管效能低、多方协同不足”的行业痛点，推动生态环境治理与民生保障深度协同，本项目自主研发了建筑施工噪声污染智能防控协同治理模式。该模式以深度学习、计算机视觉、大数据分析、物联感知等人工智能与数字技术为核心支撑，深度融合噪声自动监测、视频监控、振动传感等物联感知数据，集中突破施工噪声污染行为智能识别、背景噪声在线自动修正、三维动态噪声地图生成、污染影响仿真评估等关键技术，系统性构建“全

时感知—智能研判—自动告警—快速响应”的全链条、闭环式智能防控协同治理体系，改变传统施工噪声监管逻辑与路径。

本项目精准聚焦工地施工超时作业、噪声超标排放等高频违法行为，依托智能技术实现全时域污染行为自动识别、污染等级动态评估、污染证据实时存证和违法行为自动告警，从源头解决污染识别难、取证难、监管效能低等问题；同时基于 AI 大模型，创新开发“工地—居民”交互智能体，搭建施工企业、周边居民、监管部门三方高效协同沟通渠道，推动施工噪声纠纷从“情绪对抗”转向“数据对话”，从“被动处置”转向“主动预防”，从“单一监管”转向“多元共治”，构建起企业自治、居民监督、政府监管的协同治理新格局。

### （三）应用概况

自 2023 年 5 月正式启动试点应用，选取深圳市南山区、龙岗区、坪山区近 20 家典型建筑工地作为试点对象，覆盖基础施工、主体结构施工、装饰装修等工程建设核心阶段，同步实施政府精准监管、企业自主自治两类差异化监管模式，适配不同规模、不同类型工地的治理需求。应用试点以来，取得突破性治理成效：施工噪声违法行为控停率超 90%，施工噪声信访投诉量同比下降 46%，居民群众满意度大幅提升，成功破解污染识别难、监管效能低、多方协同不足三大行业共性痛点，形成“智能化监测、精准化处置、协同化治理”的施工噪声治理深圳经验，为全国超大城市数字生态文明建设、建筑施工噪声污染治理提供了可复制、可推广、可落地的实践范本。

## 二、技术路线

本项目围绕“识别—评估—防控”核心环节，综合应用人工智能、物联感知、城市信息模型（CIM）、噪声仿真等先进技术，构建多模型协同、多系统联动、多主体参与的一体化治理体系，实现技术研发与实践应用的深度融合。

### （一）数据基础

构建了高质量、多维度面向施工行为的样本训练数据集，实现多源数据融合，数据涵盖“听觉、视觉、触觉”三大维度：一是听觉方面，噪声自动监测数据累计采集有效记录超 60 万条，包含等效声级（Leq）、最大声级（Lmax）及频谱数据；二是视觉方面，视频图像数据累计采集连续监控视频约 10 万小时；三是触觉方面，

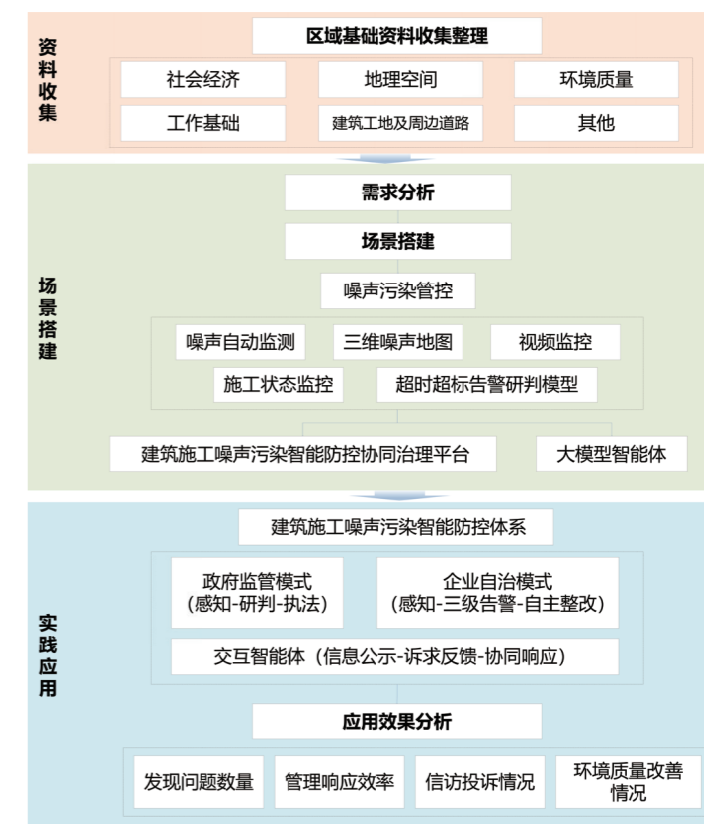


图 1 技术路线图

通过采集高噪声施工机械的施工状态监控（振动传感）数据，并整合其他监管类关联数据，保障数据集具备良好的泛化能力与代表性。



图2 多源数据融合

## (二) 模型开发与部署

项目自主研发三大核心模型，通过云端与边缘端协同部署，实现了高精度识别与实时交互应用。

一是噪声污染行为智能识别模型，该模型搭载 200 万个可训练参数，深度融合噪声监测数据、视频图像特征、施工实时状态、气象环境数据，通过大数据分析、图像识别、深度学习等算法实现施工超时、噪声超标行为的自动识别，同步完成背景噪声在线精准修正，剔除交通、生活等非施工噪声干扰，模型综合识别准确率达 94%。二是基于城市信息模型（CIM）的噪声地图模型，融合 CNOSSOS-EU 算法与 CIM 空间数据，空间分辨率达 5 米，模拟值与实测值平均偏差小于 3dB(A)，实现噪声影响的二、三维可视化动态评估。三是大语言模型双向交互智能体，拥有约 70 亿个可训练参数，通过专业知识库微调，深度融合大语言模型与检索增强生成技术，形成以“大模型为中枢、RAG 为知识引擎、多智能体为决策单元的一体化智能技术栈，构建了服务于工地、居民双方的领域专家级智能问答系统，为居民提供信息查询、诉求反馈，为工地提供事件管理与信息公示，平均响应时间小于 30 秒。



图3 基于CIM的二、三维噪声地图动态评估



图4 基于大模型的智能体居民端

### （三）智能防控平台搭建

以深圳市城市信息模型（CIM）为数字底座，项目搭建了噪声污染协同智能防控平台，实现数据整合、模型调用、告警推送、处置闭环、数据分析全流程管理。平台可实时识别施工噪声违法违规行并分级推送至监管部门或施工企业，支持政府执法核查、企业自主整改、居民监督反馈的闭环管理，还能通过数据可视化呈现污染趋势、治理成效、投诉变化，为施工噪声监管决策提供精准的数据支撑。

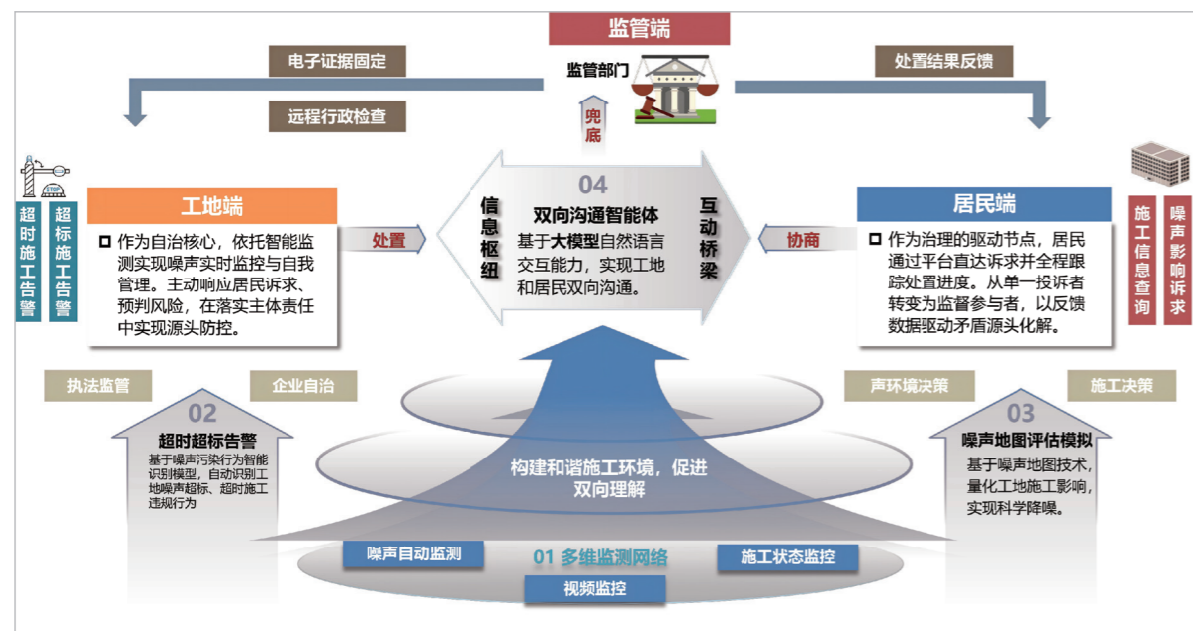


图5 智能防控平台整体构架

### （四）实验验证

项目采用“对照实验+多元数据采集+定量定性结合”的综合验证方法，确保实验结论真实可靠。通过设置传统监管对照组与智能防控实验组，严格控制无关变量，横向对比智能模式的治理成效。同步采集设备监测数据、监管执法数据、信访投诉数据、社区观察员记录、居民调研数据，实现多维度数据互补互证。结合定量对比违法行为发生率、响应时间、投诉量等核心指标，与定性分析居民反馈、企业实践经验、监管工作总结，全面验证实验假设，保障了实验结果的科学性与可信度。

### 三、案例创新性

本项目突破传统环境治理的技术、机制与制度瓶颈，从技术融合、模型创新、机制重构、标准引领四个维度破解行业核心痛点，实现施工噪声治理的全方位升级，创新亮点突出。

#### （一）多源数据融合，破解监管割裂难题

技术创新层面，通过噪声自动监测、视频监控、振动传感等获取建筑工地场界噪声数据、视频图像和机械设备状态数据等多源异构数据并融合形成数据集，打破数据与监管壁垒，实现施工全链

条污染管控；国内率先实现 CIM 城市信息模型与三维动态噪声地图深度融合，为污染精准溯源、影响评估提供科学支撑；突破背景噪声在线自动修正、恶劣环境下违规行为识别等关键技术，将智能识别准确率提升至 94%，彻底解决传统监管识别不准、覆盖不全的难题。

#### （二）模型驱动协同，实现治理能力跃升

模型创新层面，构建“感知—研判—响应—交互”智能技术体系，算法层面集成国际先进的噪声仿真模型，应用层面落地大语言模型交互能力；通过自然语言问答、诉求智能分类、报告自动生成等核心功能，打通监管方、企业、居民三方协同通道，实现从“单一技术应用”到“全场景智能治理”的跨越。

#### （三）多元共治重构，优化监管资源配置

机制创新层面，突破政府单向监管的传统模式，创新构建“企业自治为核心、居民监督为驱动、政府监管为保障”的新型多元共治体系。一是企业侧，建立“施工方—总包方—集团总部”三级告警推送机制，企业第一时间自主整改，相较于传统信访投诉的被动响应，平均响应时间缩短 95% 以上，推动企业从“被动合规”转向“主动治理”，成为自主自治主体。二是居民侧，首创社区观察员制度，让居民代表全程参与监督、反馈、验证，弥补政府监管盲区，畅通公众诉求渠道，居民从单一投诉者拓展为“监督驱动者”。三是政府侧，政府依托智能系统实现非现场监管，聚焦重点违法行为执法，回归规则保障者与执法托底人角色，实现监管资源的优化配置。

#### （四）牵头制定标准，推动制度规范化

标准创新层面，基于项目成果，牵头制定国内首个施工噪声智能防控地方标准《建筑工地施工噪声污染智能防控技术规范》(DB4403/T 613—2025)，明确智能监测设备布设、算法要求、处置流程、管理规范等内容，为智能监管技术规模化推广提供标准支撑；该标准同时为国家标准《建筑工地施工噪声自动监测技术规范》《建筑施工噪声排放标准》的制修订提供了实践参考，推动智能环境治理从技术创新走向制度规范。

### 四、应用成效

本项目经试点应用，在经济效益、社会效益、行业示范三个层面取得显著成效，具备规模化推广价值。

#### （一）成本大幅降低，投资回报可观

经济效益方面，非现场智能监管模式大幅降低治理成本，实现经济与环境效益双赢。传统人工巡查与信访处置成本较高，单次投诉处置成本约 1 万至 2 万元，智能模式下单次处置成本降至 0.11 万元，仅为传统模式的 5.5% 至 11%。智能系统可实时预警污染隐患，帮助企业减少环保罚款支出，提升施工效率，单个工地年度运营成本约 10 至 15 万元，通过降本增效实现净收益，投资回收期约 1 年，经济可行性突出。同时快速响应污染问题，有效减少矛盾纠纷处置的行政成本与社会成本，实现治理资源的高效利用。

## （二）治理效能提高，民生满意度提升

社会效益方面，项目直击民生痛点，显著提升群众环境获得感与满意度。智能系统对施工噪声违法行为识别准确率达 94%，居民诉求响应时间由传统模式（信访投诉响应）的数天压缩至 1 小时内，响应效率提升 95% 以上。实验工地噪声等效声级均值稳步下降，居民生活环境质量得到明显改善，施工噪声信访投诉量下降 40% 以上，有效避免了施工方与居民的直接对抗，化解社会矛盾。社区观察员制度、智能交互平台让居民从投诉者转变为参与者，形成诉求有回应、参与有成效的良性互动，群众对环境治理的信任度与满意度达到 75% 以上，筑牢城市和谐治理的民生基础。

## （三）监管模式转型，治理能力现代化

治理效能方面，项目推动环境治理模式实现三大核心转变，助力环境治理能力现代化。智能系统全天候监测，提前发现污染隐患，实现治理从被动响应到主动预警的转变。非现场监管模式推广至全市，基层执法人员工作量大幅降低，监管效率提升 90% 以上，实现从现场执法到非现场监管的转变。政企民三方协同发力形成治理合力，实现从单一监管到多元共治的转变，治理效能实现质的飞跃。

## （四）树立标杆，形成示范效应

行业示范方面，项目构建的智能防控协同治理创新模式，成为全国施工噪声智能化治理的标杆，推动施工噪声监管（治理）从“被动响应”向“主动防控”转型。项目先后获中央网信办智能社会治理研究选题三等奖、广东省科技进步二等奖，入选深圳市第四批“城市+AI”应用场景清单，发布国内首个施工噪声智能防控地方标准，获光明日报、中国环境报等主流媒体专题报道，为城市噪声污染治理、数字生态文明建设提供了可复制的深圳方案。

## 五、总结与展望

建筑施工噪声污染智能防控协同治理模式以人工智能技术为核心抓手，融合数据、模型、机制“三重”创新，成功破解城市施工噪声治理难题，实现生态环境治理与民生保障的双向共赢。未来，项目将持续优化人工智能模型精度、拓展应用场景，在深圳市全域推广落地，并向全国其他城市输出技术方案与治理经验，助力数字生态文明建设向更深层次、更广范围迈进，为打造人与自然和谐共生的现代化城市贡献智慧与力量。

# 基于 AI 语义解析与业务规则模型的 12345 噪声投诉智能分类闭环管理案例

成都市生态环境局

## 一、总体介绍

噪声投诉信息作为生态环境噪声治理工作的核心数据源，直接反映了区域噪声污染的现状、群众诉求的焦点以及治理的薄弱环节，是精准开展噪声管控、提升环境治理效能的重要基础。然而，在当前噪声投诉处理工作中，各类痛点问题普遍存在，严重制约了投诉处理的效率与数据利用价值。

### （一）主要痛点

1. 投诉文本信息提取精度不足。大量投诉内容以口语化、碎片化的形式呈现，人工筛选时易出现关键信息遗漏、冗余信息干扰，导致有价值信息提取不精准、不全面。
2. 核心数据挖掘深度不够。对噪声类型、噪声源、污染时段、影响范围等关键治理数据的拆解分析流于表面，难以形成系统性、针对性的数据分析结果，无法为治理决策提供有效支撑。
3. 地点信息规范化程度低。投诉中提及的地点多为模糊表述（如“某小区附近”“某路段旁”），缺乏标准行政区划标注与精准地理坐标，无法快速定位污染点位、开展精准处置。

为有效破解人工处理效率低下、数据利用不充分、流程标准化不足、处置精准度欠缺的现实困境，进一步提升噪声投诉处理的规范化、智能化水平，成都市生态环境局立足自身职能，依托场景赋能支撑平台已成熟落地的自然语言处理（NLP）服务能力，聚焦噪声投诉处理全流程，重点构建噪声投诉信息全流程智能处理体系，推动噪声投诉处理从“人工低效处置”向“智能精准管控”转型。

### （二）项目核心目标

1. 技术突破与流程优化。围绕三大关键环节实现技术突破与流程优化，包括开发专业化投诉文本自然语言处理模块、搭建基于先进大语言模型的噪声投诉专项推理分析系统、建立科学完善的经纬度补全与行政区划校正机制。
2. 提升处理效率与精准度。通过全流程智能化升级，提升噪声投诉处理的效率、精准度与规范化水平，实现投诉信息提取更精准、核心数据挖掘更深入、地点定位更精准、处理流程更高效。
3. 形成数据支撑体系。形成系统化、标准化的噪声投诉数据资源，为区域噪声污染溯源、精准管控、专项整治及长效治理决策提供可靠、高效的数据支撑，助力成都市生态环境局噪声治理能力与治理体系现代化建设。

## 二、技术路线

本项目技术路线以“数据收集与处理—模型训练—实时分析—结果输出”为核心主线，严格贴合现有噪声投诉数据集的分布特点、数据格式及项目核心需求，整体流程逻辑清晰、步骤衔接紧密、技术方案可落地性强，能够有效支撑项目全流程高效推进。

### （一）高质量数据集收集与初步预处理

1. 数据来源。本项目应用案例的数据集核心为噪声投诉信息数据集，数据来源与项目应用场景高度匹配，主要取自成都市及各区县 12345 政务服务热线、110 报警平台、信访件等渠道，年均数据规模达 30 万条。

2. 数据分类。数据集按噪声类型分为社会生活噪声、建筑施工噪声、交通运输噪声、工业噪声四大类，全面覆盖各类噪声投诉场景。数据集构建采用实时采集与历史数据汇总相结合的方式，实时同步各渠道新增投诉数据，同时整合过往历史投诉记录，形成完整数据体系。

3. 数据预处理。来源数据存在明显短板，主要表现为格式不统一，不同渠道数据规范不一致，且投诉文本描述杂乱，存在表述模糊、信息残缺等问题。基于此，本环节建立多维度数据筛选机制，采用自动化筛查与人工复核相结合的方式，重点剔除无效投诉（如误报、重复上报、信息残缺无法识别）、冗余数据（如重复录入、无实际投诉内容），精准保留包含明确噪声相关诉求、信息完整的有效投诉记录，最终形成高质量初始数据集。

4. 数据基础作用。高质量初始数据集为后续数据标注、模型训练提供坚实、可靠的数据基础，确保训练数据的质量与有效性，为后续通过 NLP 技术与相关机制实现数据集标准化、精准化处理奠定基础。

### （二）标准化数据标注

1. 标注工作重点。针对收集完成的高质量噪声投诉数据，开展专业化标注工作，明确标注规范、统一标注口径，建立标准化标注流程与质量校验机制。标注工作重点围绕噪声类型（对应数据集四大类噪声）、投诉具体地址（精确至街道、社区及具体点位）、投诉时间（精确至小时）、行政区划（对应成都市各区县、街道）、噪声源（如机动车、工厂设备、施工机械等）等核心关键信息开展精准标注。

2. 标注质量保障。标注完成后通过交叉校验、随机抽样审核等方式，确保标注数据的准确性、一致性和完整性，最终生成标准化标注数据集，显著提升数据可用性，为后续两类核心模型的精准学习、高效识别噪声投诉核心信息提供有力支撑。

### （三）大模型训练与调优

1. 模型分类与训练。本应用案例核心模型分为两类，均依托标注后的高质量标准化数据集开展训练与调优。

投诉文本自然语言处理模块：该模块基于场景赋能支撑平台 NLP 服务能力自主开发，参数量为 100M。针对来源数据格式不统一、文本描述杂乱等短板，重点训练其适配噪声投诉文本处理场景的

能力，优化文本规范化处理、多渠道文本同步解析功能。

专项推理分析系统核心模型：该模型基于开源大语言模型微调优化而来，原始参数量 7B。微调过程中重点适配噪声投诉核心数据提取需求，针对性优化噪声源、投诉地址等关键信息的提取精度。

同时，依托千问 32B 参数大模型的基础架构，结合噪声投诉数据的文本特点、行业术语及核心诉求，采用 AdamW 优化器（公式： $m_t = \beta_1 m_{t-1} + (1 - \beta_1) \nabla L$ ， $v_t = \beta_2 v_{t-1} + (1 - \beta_2) (\nabla L)^2$ ， $\theta_t = \theta_{t-1} - \eta \frac{m_t}{\sqrt{v_t} + \epsilon} - \lambda \theta_{t-1}$ ）对两类模型开展协同训练与多轮调优工作。训练过程中，引入

BLEU 评价指标（公式： $BLEU = BP \times \exp\left(\sum_{n=1}^N w_n \log p_n\right)$ ）量化模型处理精度，重点优化两类模型的协同适配性，通过调整模型超参数、优化训练策略、增加样本迭代次数等方式，解决噪声投诉文本中存在的口语化、表述不规范、信息碎片化等问题。同时采用 Dropout 正则化（公式：

$y = \frac{1}{1-p} \cdot (m \odot a)$ ）防止模型过拟合，确保两类模型均能精准识别、高效处理各类渠道、不同场景下的噪声投诉文本数据，满足项目年均 30 万条投诉数据的处理需求及实时处理、精准分析的核心需求。

2. 协同训练与调优。依托千问 32B 参数大模型的基础架构，结合噪声投诉数据的文本特点、行业术语及核心诉求，采用 AdamW 优化器对两类模型开展协同训练与多轮调优工作。训练过程中，引入 BLEU 评价指标量化模型处理精度，重点优化两类模型的协同适配性。通过调整模型超参数、优化训练策略、增加样本迭代次数等方式，解决噪声投诉文本中存在的口语化、表述不规范、信息碎片化等问题。同时采用 Dropout 正则化防止模型过拟合，确保两类模型均能精准识别、高效处理各类渠道、不同场景下的噪声投诉文本数据，满足项目年均 30 万条投诉数据的处理需求及实时处理、精准分析的核心需求。

### （四）专业模型部署与环境搭建

1. 模型部署。待两类模型训练完成并经过多轮性能验证、误差校准，确认模型识别准确率、处理效率等核心指标达到项目要求后，开展专业模型协同部署工作。两类模型均依托政务云平台搭建，部署过程严格遵循数据安全规范，确保投诉数据隐私保护，整体部署高效、稳定。

投诉文本自然语言处理模块：采用云端分布式部署，可实现多渠道投诉文本同步处理。

专项推理分析系统核心模型：采用云端容器化部署，支持弹性扩展，可根据投诉数据量动态调整算力。

2. 环境搭建。搭建稳定、高效、可扩展的模型运行环境，配置适配的硬件资源与软件支撑，优化模型部署架构，确保两类协同部署的模型能够顺畅对接 12345、110 报警、信访件等各渠道的实时数据接口，实现对各类噪声投诉数据的实时接收、快速解析与高效处理。同时建立模型运行监控机制，及时排查运行故障、优化运行性能，保障模型长期稳定运行，精准支撑噪声投诉信息的提取、分析与处理全环节。

### (五) 实时数据处理与智能化分析

1. 处理流程。模型部署完成后，启动实时数据处理与智能化分析流程，依托两类协同部署的核心模型，对成都市及各区县 12345 政务服务热线、110 报警平台、信访件等各渠道推送的实时噪声投诉数据（年均 30 万条），进行全流程自动化处理。

2. 核心任务。一是数据分类，结合数据集四大噪声类型，按照噪声类型、行政区划、投诉时段等维度进行精准分类，实现噪声投诉数据的规范化归类；二是关键信息提取，依托专项推理分析系统核心模型的提取能力，自动提取投诉数据中的噪声源、具体投诉地址、投诉时间、诉求内容等核心信息，结合投诉文本自然语言处理模块的文本规范化处理能力，完成数据的标准化、结构化处理，消除不同渠道数据格式差异，解决原始数据短板，为后续结果输出与应用提供统一、规范的数据支撑。

### (六) 结果输出与应用

1. 输出形式。基于实时数据处理与分析结果，生成标准化、结构化的数据处理报告及明细台账，明确标注每条投诉的核心信息、分类结果（对应四大噪声类型）及处理优先级。

2. 数据共享与应用。通过专用数据接口同步推送至城管、环保、公安、住建等各相关职能部门，实现数据信息的精准共享。同时，依托两类核心模型的高效处理能力和标准化数据集的支撑，为噪声投诉闭环处置提供精准、高效、全面的数据支撑，助力各职能部门快速定位投诉问题、明确处置责任、提升处置效率，推动噪声投诉受理、分析、处置、反馈全流程的规范化、高效化，切实提升噪声治理工作的智能化水平与群众满意度，充分发挥年均 30 万条噪声投诉数据的应用价值。

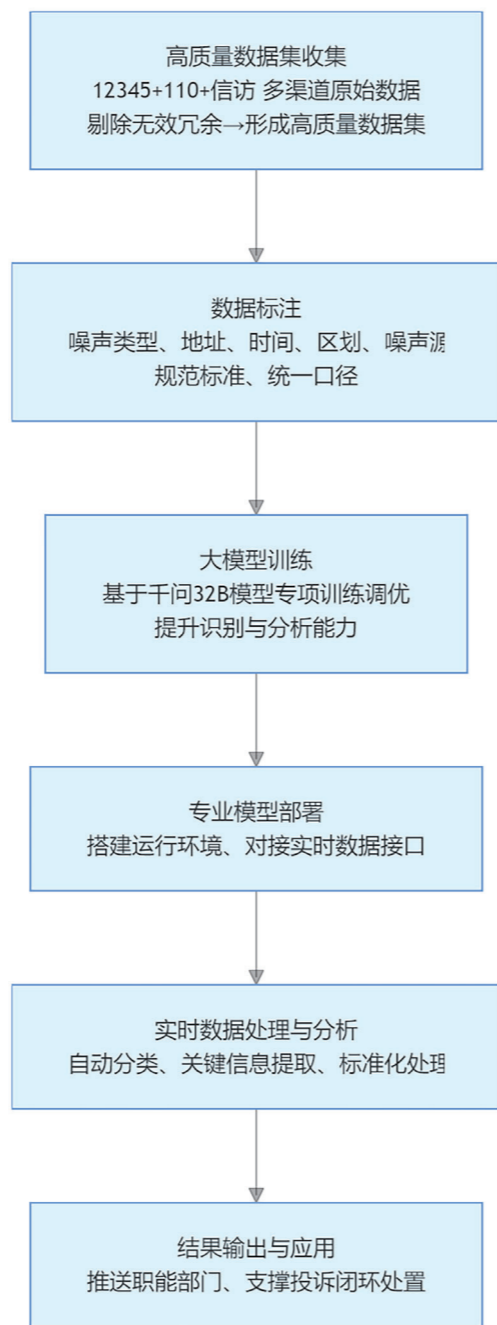


图 1 处理流程

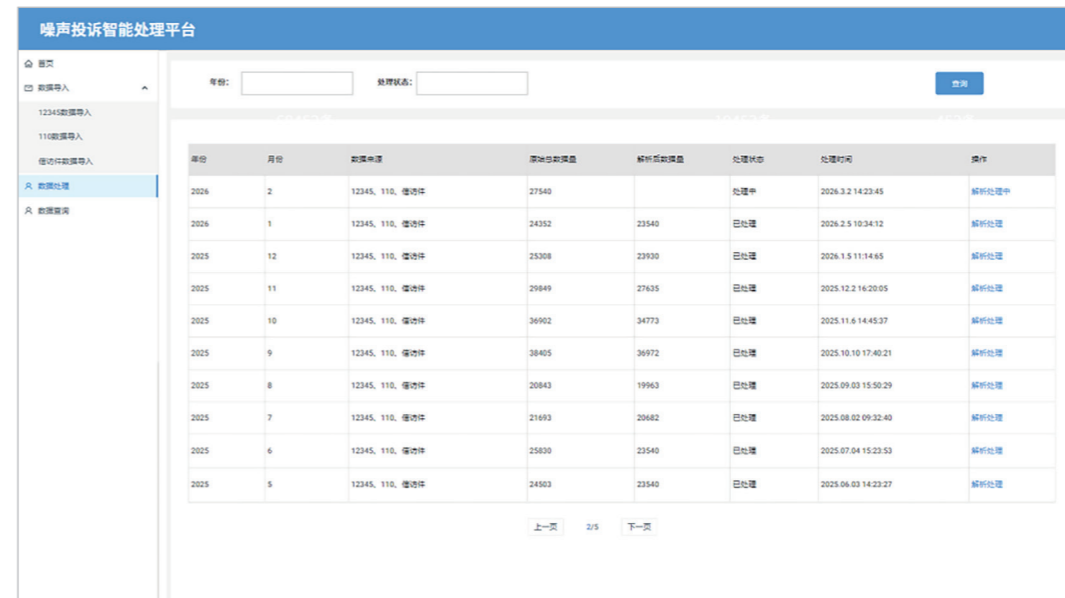


图 2 系统解析界面

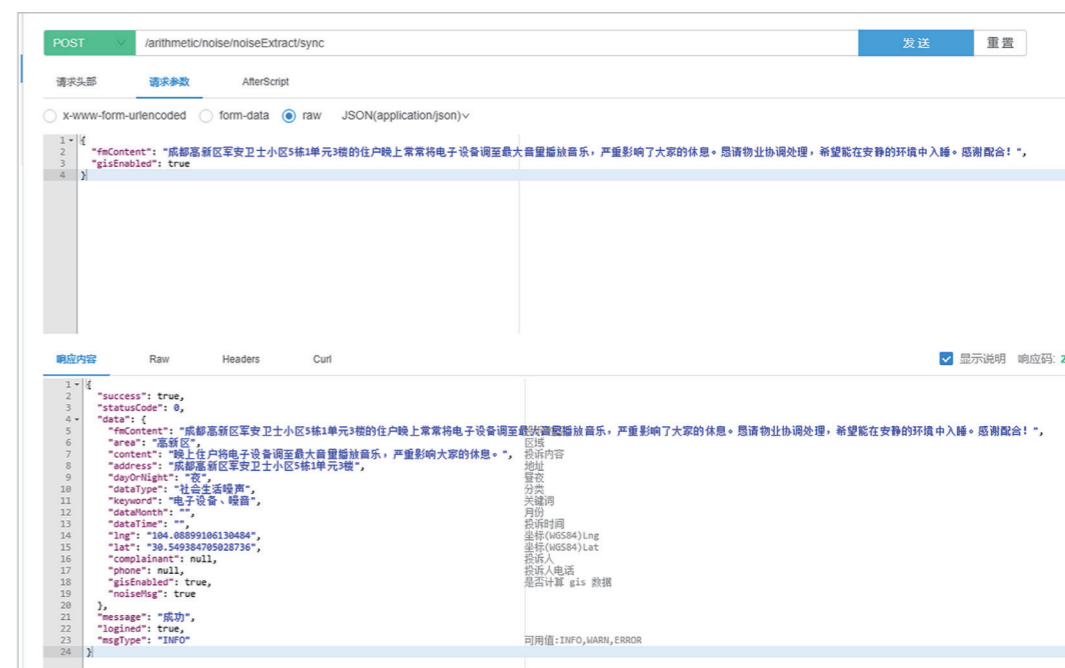


图 3 模型调用

## 三、创新性

本项目的创新性核心在于立足噪声投诉处理行业实际需求，以技术突破为支撑、以痛点破解为导向、以资源整合为抓手，构建智能化、规范化、高效化的投诉处理新模式，主要体现在以下三方面：

### (一) 精准直击行业核心痛点，实现全流程效能升级

针对当前噪声投诉处理领域普遍存在的突出短板——投诉文本信息提取碎片化、核心诉求挖掘

不深入、地点信息标注不规范、人工处理流程繁琐且效率低下、处置闭环周期长等问题，打破传统“人工录入-人工分析-人工分流”的被动处理模式，聚焦投诉接收、信息提取、分析研判、处置反馈全流程，精准定位各环节堵点难点，通过系统性设计实现全流程痛点破解，推动投诉处理从“被动响应”向“主动预判、精准处置”转型。

### （二）突破关键技术瓶颈，构建智能化处理能力体系

1. 技术突破。依托场景赋能支撑平台成熟的自然语言处理（NLP）服务能力，专项开发噪声投诉文本处理模块，优化文本分词、实体识别、意图识别算法，突破传统人工提取信息、主观分析诉求的局限，实现投诉文本中核心诉求、噪声类型、影响范围、投诉频次等关键信息的精准提取与深度研判，达成投诉分析的智能化升级。

2. 地理信息处理机制。整合权威地理信息数据，建立科学的经纬度补全、行政区划校正与地址标准化映射机制，有效解决当前噪声投诉中位置数据模糊、格式不统一、坐标偏差大、不可直接用于后续治理分析的技术难题，为精准处置、源头治理提供可靠的位置数据支撑。



图 4 展示界面

### （三）创新资源配置模式，实现技术与需求的精准对接

1. 资源配置优化。打破技术资源、数据资源分散隔离的壁垒，系统性整合 NLP 技术资源、大语言模型算力资源与权威地理信息数据资源，建立“技术-数据-需求”联动机制，实现各类资源的高效统筹与协同发力，避免资源分散浪费、应用脱节等问题。

2. 助力行业治理能力提升。通过资源整合优化，让先进技术能力与优质数据资源精准匹配噪声投诉处理全流程需求，不仅大幅提升投诉处理的效率与精准度，缩短处置周期、降低人工成本，更能形成完整的噪声投诉数据台账与分析报告，为区域噪声治理规划、重点区域管控、长效机制建立提供可靠的数据支撑，全方位推动噪声投诉处理领域向智能化、规范化、高效化转型，助力行业

治理能力提升。

## 四、应用成效

本项目于 2025 年 12 月正式投入使用，应用范围全面覆盖成都市全域噪声投诉处理全场景，重点落地于成都市及各区县 12345 政务服务热线、110 指挥中心、信访局、生态环境局等相关职能部门，辐射全市所有行政区域，实现噪声投诉接收、处理、反馈全流程闭环覆盖。应用成效显著，具体体现在以下三方面：

### （一）经济效益：降本增效，节约行政运营成本

大幅减少人工录入、筛选、分析的人力成本，将投诉处理效率提升 80% 以上，有效降低重复处置、无效流转损耗，每年可间接节约行政运营成本数十万元，实现行政资源的高效利用与优化配置。

### （二）社会效益：回应民需，提升政务服务质效

实现群众噪声投诉诉求的快速响应，将投诉平均处理周期缩短至 24 小时内，有效化解因噪声扰民引发的邻里矛盾、民生纠纷，切实改善群众居住环境、提升生活舒适度，进一步增强群众对政务服务的满意度与获得感，夯实民生服务基础。

### （三）行业效益：树立标杆，推动行业转型升级

项目打破传统人工处理噪声投诉的局限，依托 NLP 技术与地理信息资源整合，构建智能化处理体系，树立噪声投诉智能处理行业标杆。推动投诉处理领域向智能化、标准化、高效化转型，形成可复制、可推广的实践解决方案，为全国同类型城市噪声治理提供有益借鉴。



图 5 可视化大屏首页

综上，项目通过智能化体系破解行业痛点，既显著提升行政履职效能，又切实解决群众急难愁盼问题，助力完善城市噪声治理体系，推动成都市城市治理精细化、智能化水平迈上新台阶。

## 四川省生态环境智慧信访场景应用

四川省环境信息中心 四川省环境应急与事故调查中心  
中国电信股份有限公司四川分公司

### 一、总体介绍

生态环境信访工作是联结生态环境治理与人民群众切身利益的关键纽带，是践行绿水青山就是金山银山理念的民生实践。2026年全国生态环境保护工作会议提出：“全面改善生态环境质量，必须注重解决好群众身边的急难愁盼问题，统筹好减排与民生保障。要高度重视老百姓家门口的噪声、餐饮油烟、恶臭异味、黑臭水体等环境问题，加强多部门协同联动，突出因地制宜、靠前发力、精准施策，不解决问题绝不松手”。对此，四川省生态环境厅在2026年全省生态环境系统群众身边不正之风和腐败问题集中整治工作中，开展信访问题集中化解专项行动，紧盯群众反映强烈、社会关注度高的生态环境领域民生信访问题，加强抽查、回访、督办，同时积极探索人工智能技术在环境信访工作中的融合应用，智能化梳理事件脉络，挖掘隐藏线索，提高信访办件效能，强化风险识别能力，着力推动群众身边突发生态环境问题有效化解。

### 二、技术路线

#### (一) 实现数据多源汇聚



近年来，四川省生态环境厅基于厅数据中台，从生态环境部数据回流通道、省政务数据资源共享平台等多个渠道，汇聚全国生态环境信访投诉举报管理平台、12345热线、生态环境保护督察等环境信访数据，入河排污口、环境质量监测、噪声监测、污染源在线监控等生态环境业务数据，以及交通部门危险废物转移车辆轨迹、住建部门垃圾处理和污水处理、农业农村部门畜禽养殖和水域滩涂养殖及生猪屠宰等行业共享数据，再结合互联网舆情热点数据，和全省河流水系、分区管控单元及饮用水水源地、医院、学校、景区分布等空间地理数据，构建形成坚实的数字底座。

#### (二) 开展数据深度治理

环境信访件能直接反映出环境问题和群众诉求，是实现“发现问题-挖掘线索-解决问题”闭环处置的源头起点，但各渠道汇集信访数据存在结构差异较大、关键要素缺失、描述不够准确等问题，对开展综合数据分析形成较大阻碍。而应用人工智能技术能有效推动信访数据规范化，围绕开展对象关联、空间关联、次生逻辑关联的组合分析需求，四川省生态环境厅应用DeepSeek大模型从信访事实描述内容中智能提取“举报对象、业务类型、行业类型、地理位置”等关键要素信息，并结合GIS服务匹配出经纬度坐标信息，形成较为完善的信访基础数据。同时将举报对象、事实描述等非规范化要素进行向量化，录入行业知识库，以支撑人工智能对信访线索进一步挖掘分析。



#### (三) 推动数据价值释放

以规范化的信访数据作为信息源，分类关联全省环境监测数据、工业污染排放数据、养殖污染数据、垃圾污水处理数据及互联网舆情热点信息进行多次校验佐证，可以核对信访反馈问题的真实性，并分析其中隐藏的根本原因。对此，四川省生态环境厅基于信访要素向量库及空间地理服务，从举报对象多次重复、区域同类问题集中重复、水污染问题河流上下游关联重复、群体信访事件、

关系人民群众生命健康安全、涉及极端言论、分区分管单元内违规问题、饮用水水源地周边违规问题等方向进行筛查，再结合污染问题同监测超标的符合性、噪声投诉同噪声监测的符合性、餐饮油烟同垃圾污水处理的符合性、养殖污染同畜禽养殖滩涂养殖及生猪屠宰的符合性、水污染同入河排污口的符合性、企业违规同固定污在线监控的符合性等思路进行筛查验证，形成信访热点信息。同步依托省政务云 DeepSeek 大模型构建“信访线索分析助手”智能体，厘清信访事件发展脉络，明确责任主体，分析问题根本原因并给出工作建议。推动“十四五”以来的存量环境信访数据价值释放，着力支撑全省生态环境风险防范化解。



### 三、创新性

#### (一) 应用人工智能辅助数据治理

一是实现多源异构数据的语义对齐。构建跨部门、跨层级的多源异构数据接入架构，依托数据中台流批一体引擎，实现生态环境部数据回流 API、政务共享交换平台 JDBC 接口、物联网流数据的统一 Schema 映射。针对信访工单非结构化文本、行业结构化业务库及实时车辆轨迹时空流数据的模态差异，采用元数据驱动解析与自适应解析器，完成从关系型、键值型到时序型存储的异构数据湖归集。二是信访要素实体关系抽取与向量化治理。针对信访数据关键要素缺失与非标描述问题，创新应用检索增强生成框架下的提示工程对 DeepSeek 大模型进行少样本微调。通过构建命名实体识别任务序列，智能提取“举报对象、污染类型、行业分类、地理 POI 语义”等细粒度特征。利用文本嵌入模型将非规范化事实描述转化为高维稠密向量，写入向量数据库以构建动态更新的行业语义知识库，解决传统规则库难以覆盖口语化描述的痛点。

#### (二) 深度应用人工智能大模型

一是基于向量检索与语义路由智能推理。摒弃传统关键词匹配检索，创新应用近似最近邻搜索算法对信访内容向量化表征进行相似度召回。结合图神经网络逻辑推理，构建“同对象高频复现”、“同流域污染传导链路追踪”的语义关联图谱。在 DeepSeek 大模型推理阶段引入思维链引导策略，使模型具备基于先验环保逻辑链进行隐含次生风险推理的能力。二是跨模态验证的零样本推理范式应用。针对信访描述与监测数值的符合性验证需求，创新运用跨模态对比学习技术。无需额外标注训练数据，直接利用 DeepSeek 大模型涌现能力将信访文本中的主观强度描述（如“恶臭难忍”“废水颜色发黑”）与客观监测指标（色度、溶解氧）进行语义空间对齐，自动生成符合性判定置信区间，实现对信访真实性的弱监督辅助校验。

#### (三) 深度应用空间地理技术

一是基于语义地址分词的动态逆地理编码。针对信访地址描述精度低、坐标缺失问题，创新应用增强型地理编码引擎。该引擎融合 BERT-CRF 地址解析模型与地名地址匹配中间件，能够将非结构化文本中的地标参照物、模糊方位词转化为 CGCS2000 坐标系下的 WKT 格式高置信度经纬度。二是基于空间自相关分析梳理关联热点。依托 GIS 服务，创新应用局部莫兰指数与热点分析工具识别信访事件在空间维度上的冷热点集聚特征。针对河流水系投诉，构建有向流域水文网络图模型，结合空间权重矩阵与上游追踪算法，实现水污染投诉事件沿河网流向的上下游逻辑串联。

### 四、应用成效

截至目前，四川省生态环境智慧信访场景中已对近两年 2.7 万余条各类存量信访数据完成智能治理，关联匹配形成 2800 余个信访热点信息，筛查出 279 个重点关注对象，支撑省级生态环境保护督察开展前期摸排工作，并在定期调度整改销号过程中提供参考。同时，针对近期新的信访件办理，通过自动同存量信访热点进行关联匹配，分析信访事件的历史原因和发展脉络，梳理涉及的责任主体及整改建议，帮助信访办件人员快速了解事件全貌，并同相关责任主体进行交办，强化多部门协同联动。另外，信访数据中分析出可能涉及突发生态环境事件的问题线索也接入至四川省环境应急指挥平台中，用于突发生态环境事件风险识别预警，同相关风险信息完成 2 万余次关联校验，逐步提升环境应急风险识别准确率。

接下来，四川省生态环境厅将持续对“十四五”历史存量信访数据开展规范化治理，优化地址经纬度转化等空间地理服务，并根据各使用部门的使用反馈意见，逐步对要素关联逻辑以及智能体进行调优，推动更多类型数据融合应用。同时进一步规范行业知识库建设，完善各类法律法规、标准规范、行业名录、技术手册、政策文件知识，并开展各类非规范化数据项进行向量化入库，着力推进人工智能技术在环境信访、环保督察、分区分管、环境应急等方面的应用成效持续提升。

# “智”破困局，“法”护生态

——以人工智能技术赋能生态环境信访法治化

中山市生态环境局 华南理工大学 中科三清科技有限公司

## 一、总体介绍：公众诉求与破局之道

生态环境信访是公众表达环境诉求、参与环境治理的重要渠道，也是生态环境部门密切联系群众、倾听群众呼声的一线窗口。当前，我国生态文明建设持续向纵深推进，人民群众对美好生态环境的期盼日益提升，各地环境信访呈现投诉总量居高不下、案件情况复杂、重复信访多发频发等特征，为基层生态环境信访管理工作带来巨大的压力和挑战，对生态环境信访工作的专业性、及时性、精准性提出了更高的要求。

为破解上述困局，中山市生态环境局紧扣国务院《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》工作部署，响应生态环境部关于推进数字生态文明建设的具体要求，积极探索人工智能技术在环境治理体系中的应用，启动基于人工智能技术的生态环境信访大数据智慧决策系统建设并全面投入业务化运行。该系统基于可信计算平台，以政务云体系作为底座安全保障，深度融合主流开源大语言模型技术，打造信访投诉对象识别、空间定位分析、重信重访筛查、风险等级评估、投诉内容分类、办结质量考核等功能，实现从受理、分办、办结到态势研判的生态环境信访全流程 AI 辅助办理，有效提升对生态环境问题的处理响应效率和答复办结质量，助力实现生态环境信访全链条智能化监督。系统打通了层级与部门数据壁垒，双向对接国家、省级环境信访平台以及本地 12345 政务热线平台，实现了多源异构数据的全量汇聚和一平台集中办理。通过与执法系统交互，实现“AI+ 信访+ 执法”全链条协同办理。

本案例是以数字化、智能化手段全面提升生态环境信访办理质效的成功探索。它不仅有效推动解决群众在生态环境领域的“急难愁盼”问题，为基层环境治理体系现代化提供了一个地方实践样本，也有力验证了人工智能技术在政务办理与 OA 协同应用场景的可行性、有效性。

## 二、技术路线：双核驱动与数据融通

本案例在技术路线上坚持自主可控、前沿创新的原则，以国产开源的“双核”大语言模型架构为核心，并辅助使用 LERT 模型解决特定任务需求。通过科学的模型选型、高效的参数微调以及高质量训练数据集，构建了一套适配生态环境信访复杂业务的智慧辅助决策系统。

### (一) 核心模型选型与业务分工

在人工智能引擎的构建上，本案例创新采用“Qwen+DeepSeek”的双大模型协同架构，并辅以专业小模型完成特定任务。系统后台自动化处理中枢由阿里云开源的通义千问 Qwen 担任，凭借其庞大参数量、多层次注意力机制与深层中文语义解析能力，可在海量非结构化的环境信访文本中迅速完成关键特征提取，实现诉求的自动化研判与业务分发。前端智能化引擎采用深度求索 DeepSeek-R1，重点利用其思维链 (CoT) 逻辑推理与场景化文本生成能力，专门应对复杂环境信访案件的深度剖析、智能问答、办理建议推演以及信访回复的专业化润色。此外，为了从复杂的文本中精准锁定关键实体，系统引入了 LERT 信息增强预训练模型，负责完成命名实体识别 (NER) 任务，为后续的知识图谱关联提供精准的数据坐标。

### (二) 模型微调优化与安全部署

为有效平衡算力成本与模型精度，本案例在模型优化过程中采用了 INT8 低比特量化技术，在严格保障输出精度的前提下，大幅降低了显存占用与计算成本。同时，运用 LoRA 微调技术结合多任务增量学习机制，使得模型只需更新极少量的参数便能显著提升特定环境信访任务的准确率，并有效防止了模型在吸收新知识时出现知识衰减与性能退化。

充分考虑到环境信访数据敏感性特点，本案例采用政务云环境本地化私有部署模式，底层架构基于 CUDA 并行计算引擎与 Docker 容器化技术，实现了环境隔离与算力的高效调用。在此基础上，利用 Flask 轻量级 Web 框架将双大模型及 LERT 的 NER 功能统一封装为标准的 RESTful API 接口，实现了大模型能力与现有政务协同平台的高效集成。

### (三) 多源融合的高质量信访数据集

模型训练过程汇聚了中山市生态环境领域超 5 万条历史真实信访工单内容，并深度融合了 10 万余家污染源企业的“一档”知识图谱数据和近万份生态环境政策法规，构建符合中山市区域特点的高质量生态环境信访数据集。针对极端情绪案件、复合型污染等复杂信访工单真实样本少的技术难点，研发团队定向构建了超 10000 条高质量增强数据样本，进一步确保数据集具备较高的

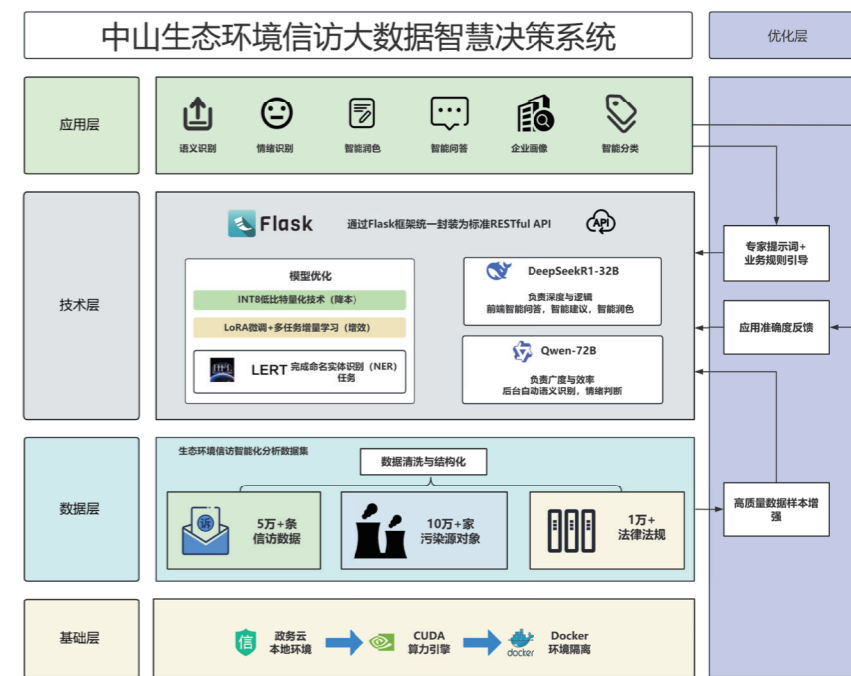


图 1 中山生态环境信访大数据智慧决策系统技术路线图

数据保真度与语义多样性，为模型处理复杂文本提供了突出的特征捕捉能力与鲁棒性保障。

### 三、应用创新：“三智”平台+执法协同

环境信访问题往往涉及大气、水、土壤、噪声等多个专业领域，对办理人员的专业素质提出很高要求。长期以来，传统的人工受理、研判与处置模式不仅效率低下，且高度依赖个人工作经验，难以应对新形势下海量、并发的信访诉求。此外，信访数据分散在不同层级和部门的系统中，易形成“数据孤岛”，导致信访投诉与一线环境执法之间缺乏有效协同，难以及时将群众诉求转化为精准及时的执法行动。针对上述管理痛点，系统针对性地打造了以下核心功能：

#### （一）智能分导：案件分办更精准

打造智能分导服务枢纽，实现信访投诉问题分类识别、涉案法律法规即时导读、投诉对象空间定位等功能，并可给出部门或地区管辖权归属智能预判和非环保类诉求转接指引，实现从“接诉”源头提高即办效率。



图2 信访办理智能问答功能（具备信访案件研判、信访知识问答、法律法规解读等功能）

依托大语言模型与前沿注意力算法构建情绪识别模型，可在接诉源头根据来信来电的文本语义对信访者情绪和潜在社会风险等级予以判别并给出导办意见，有助于识别极端事件出现苗头，以有效、及时化解重大环境矛盾纠纷。

生态环境信访信息登记表

图3 信访案件关键信息智能提取（可实现对信访对象、地理位置、污染类型等信息的自动识别和一键录入）



图4 信访案件情绪智能识别

## (二) 智能画像：投诉对象更精准

运用知识图谱与多源关联分析算法，建立信访对象个案画像和区域态势全景画像的双重智能画像能力。在个案画像层面，模型通过多维数据分析，自动关联被投诉对象信用代码、生产工艺、排污许可及历次环评备案等底层数据，并结合近三年信访量、楼企相邻风险、公众关注度等指标进行动态研判，从而输出靶向性的执法指引与帮扶建议。在全景画像层面，系统深度融合 GIS 地理信息生成全市或特定辖区内信访全景画像，借助空间热力图直观呈现信访工作态势分级分类展示，精准识别出区域内“高频投诉企业”“环境风险企业”“整改滞后单位”等，可实现重点区域、重点案件“挂图作战”。



图5 信访案件个案画像（可给出信访对象的基础信息、风险研判和办理建议等）

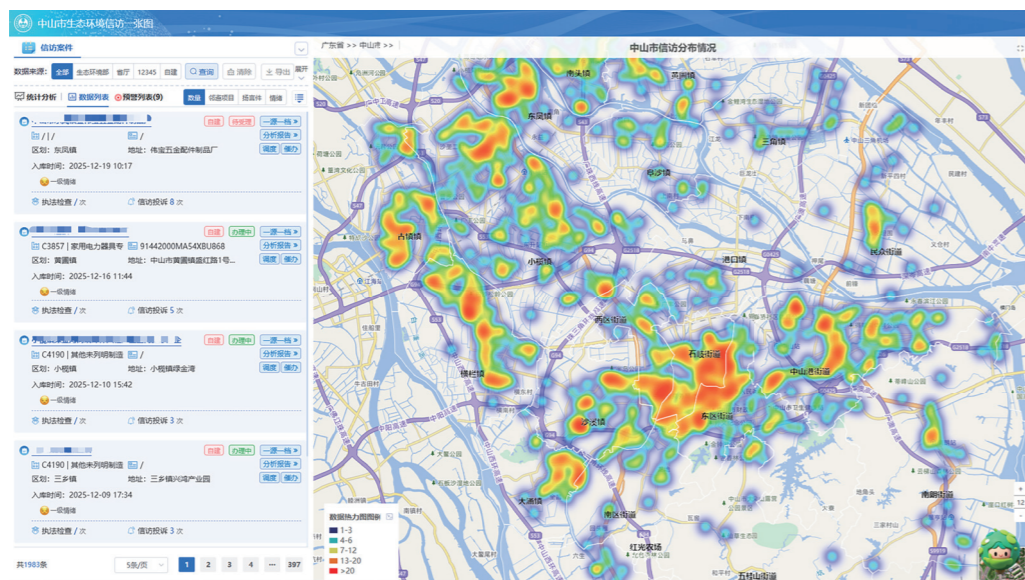


图6 信访案件全景画像

## (三) 智能办结：信访回复更规范

系统将生态环境部的信访回复规范标准与市局自建的业务管理知识库深度融合，通过深度学习理解办案答复逻辑，形成了信访案件回复质量智能核查能力。利用大模型的长文本推理能力，系统能在结案环节自动对回复草稿进行业务逻辑纠错与行文润色，确保政务回复事实清楚、要点齐全、结论明确，进一步提升群众满意度。



图7 信访案件智能办结（具备办结评估、修改润色建议等功能）

## (四) 业务协同：信访执法联动

基于大模型的语义解析和推理能力，系统可自动提取被投诉对象的历史投诉信息、处罚记录、监测信息等基础数据进行智能关联分析。如发现涉嫌环境违法行为，经办人可以一键将相关线索推送至行政执法系统，为执法人员开展现场核查提供精准指引。这一协同模式推动环境监管工作由传统的“被动响应”向“主动预防”转变，实现了从线索智能解析、一键推送至执法查处的工作闭环，有效提升了信访投诉的初次化解率。

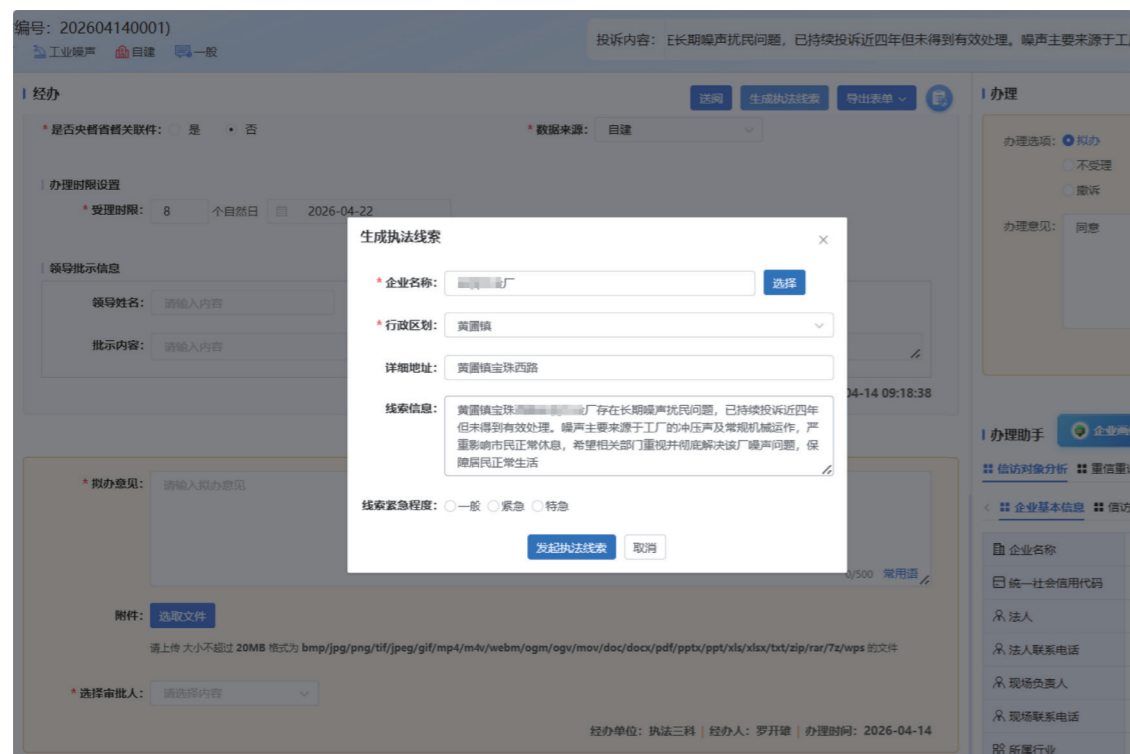


图8 信访案件执法线索一键推送

## 数智督察信访件分析智能体

广东环科院环境科技有限公司

### 一、总体介绍

#### (一) 背景

广东省往轮中央生态环境保护督察交办群众信访件 17244 件，往轮省级生态环境保护督察交办群众信访件 10068 件。同时，在日常 12369、12345 等平台上仍有超百万条环境信访件。随着督察整改任务和群众信访件数据量日益庞大，督察内容多元发展，如何高效、精准评价群众信访件办理情况，更好的监督地方生态环境质量状况成为当前督察工作开展的重点和难点。为此，我公司开发数智督察信访件分析智能体，旨在通过 AI 赋能，将督察信访处理从“人力密集型”转向辅助“智能决策型”，显著提升督察整改质效。

#### (二) 智能体应用

本智能体基于深度数据治理技术，统一多源异构数据标准。核心采用“大语言模型 + 向量数据库”架构，对百余万件历史督察信访件与日常信访件进行语义向量化存储，智能分析举报件总体情况、环境问题类型（如水污染、噪声、异味等）、时空分布、办理情况等核心信息，实现在现场督察中的智能应答，锁定核查重点，生成多维度分析研判报告，实现了区域性、单个举报件的智问智答，重复识别准确率大幅提升，有效减少现场核查工作量，为办理成效评估和区域问题识别提供了数据支撑。

支持宏观与微观双维度应用。

区域宏观分析：智能分析某一地市历轮督察信访案件总体办结情况，研判信访态势演变。

个案精准研判：针对重点督察信访件生成分析报告，深度剖析投诉原因，为现场核查人员提供具体建议与核查路径。

#### (三) 拟解决的关键问题

本系统旨在通过 AI 赋能，将督察信访处理从“人力密集型”转向辅助“智能决策型”，显著提升督察整改质效。

1. 构建全域融合的标准治理体系。突破跨部门数据孤岛瓶颈，建立统一清洗与标准化机制，实现数据从“分散杂乱”到“全域可用”的质变。

### 四、应用成效：绘就绿水青山新画卷

该系统于 2024 年在中山市生态环境系统正式启用，覆盖全市 23 个镇街生态环境部门及市局 17 个业务科室，全面应用于生态环境信访受理、执法联动、矛盾化解等全业务场景。项目落地后取得良好成效：一是工单办理显著提速，依托系统智能分导、智能画像能力，信访事项平均办理时间较法定时限压缩 70%；二是信访答复质量和规范性大幅提升，可对全部信访答复开展智能核查并生成优化建议，核查案件数量较以往人工抽查方式提升 5 倍，进一步筑牢答复质量保障；三是合规办理水平进一步加强，系统实现信访投诉问题智能分类识别、涉案法律法规即时准确导读，有效提升信访处置精准度与依法行政水平。

2025 年系统全面投入运行后，全市生态环境类信访量较 2021 年下降 35.10%；工业废气、工业噪声、建筑施工噪声扰民投诉分别下降 25.57%、13.84%、47.01%；助力成功化解 7 件重点楼企相邻污染案件，惠及群众近 3.1 万人，推动企业实现减排降耗，创造年经济效益 200 万元；助力构建生态环境治理多方共赢格局，切实提升群众生态环境获得感、幸福感和满意度。本案例于 2025 年 10 月获国家信访局主办的《人民信访》刊发宣传，并入选生态环境部生态环境信访工作典型经验案例，相关经验做法在 2025 年全国生态环境信访工作培训班上作典型发言。围绕系统建设过程中的关键技术攻关与创新研发，形成多项核心技术成果，累计发表学术论文 2 篇，申请发明专利 1 项并已进入实质审查阶段。相关技术具有良好的通用性和较强的可迁移性，可应用于其他社会治理领域，具有较好的推广前景。

2. 实现百万级数据精准筛选。利用智能算法多维挖掘海量信访数据，聚焦反复\联名投诉、区域性重点案件，实现从“大海捞针”到“精准制导”跨越。

3. 闭环“数智驱动”辅助决策。颠覆传统报告生产模式，构建“数据感知--分析-报告生成”的全链路辅助政府决策。

## 二、技术路线

本项目的总体思路如下图所示，旨在构建自上而下的垂直化技术架构，通过四层核心环节实现信访工作的全流程数智化转型：

1. 夯实数据底座，实现多源异构数据标准化治理。针对信访案件专题数据集、12369、12345 政务服务便民热线及历年中央、省级生态环保督察信访交办案件等多元渠道数据，总量达 160 万条，建立深度清洗流水线，统一污染类型、区域及企业实体等关键要素，消除数据孤岛，构建高质量信访专题数据湖，为后续分析提供坚实的数据基础。该数据集严格遵循高标准治理规范，按污染类型、行政区域等多维度进行精细化分类标注，并采用先进向量化技术构建索引。数据内容详实、结构清晰。

2. 构建双驱知识库，完成非结构化数据的语义转化。依托数据湖资源，采用 Transformer 架构的深度学习技术，将文本信息转化为计算机可理解的向量嵌入（Embedding）；同步融合向量数据库与信访知识图谱，形成“向量检索+图谱推理”的双模态知识存储体系，实现对海量线索的深度结构化表征。

3. 打造智能核心引擎，确立“检索-重组-推理”闭环机制。基于用户指令或定时任务触发，利用混合检索模块精准调取向量、关键词及图谱多维信息；通过上下文技术优化输入语境，驱动智能体协同处理模块开展聚类分析与报告生成；最终依托私有化部署的大语言模型（Qwen3-235B）进行深度逻辑推理，确保分析结果的准确性与安全性。

4. 聚焦业务实战输出，提供分级分类决策支撑。系统最终产出两类核心成果：宏观层面，自动生成全省

各地市信访态势分析结论，辅助把握区域环境风险热点；微观层面，一键生成重点案件独立研判报告，内含具体核查路径建议，切实推动信访办理从“人工经验判断”向“数据智能决策”转变。

## 三、创新性

当前，生态环境保护督察信访工作面临两大瓶颈：一是数据治理难，12369、12345 等平台多源异构数据分散，非结构化文本清洗耗时费力；二是线索研判慢，海量数据中“重复投诉”与“重点案件”识别滞后，过度依赖人工经验，易漏判误判，难以满足督察时效性要求。

针对上述痛点，本智能体实现三项核心技术突破创新。

1. 构建多模态智能治理引擎。融合多模态大模型识别与自然语言处理技术，建立自动化清洗与标准化流水线，实现多源信访数据的全量结构化入库。

2. 省内首创“向量检索+大模型推理”双驱模式。利用语义聚类算法精准锁定重复投诉与区域热点，从百万级数据中自动筛选核心线索，推动工作模式从“被动应对”向“主动预警”跨越。

3. 研发智能研判报告生成系统。深度关联历史案例库，支持按行政区或单案件维度，通过具有多年督查信访工作经验的专业人员深度参与，定制 RAG 流程一键生成包含成因分析与核查建议的智能化研判报告。

同时，本智能体存在以下转型价值。

项目采用大模型私有化部署架构，确保敏感数据不出域，安全可控；通过集约化算力调度，以低成本支撑全省高并发分析。目前已有省级综合报告、地市专项报告、个案分析报告、舆情分析报告等 13 类模板，依次推进了统计分析、通识分析、专业分析的标准化流程，已智能生成地市专项报告 21 份，个案分析报告 1 万余份。通过多维度关联分析督察群众举报件区域、污染类型等，精准识别重复举报高发区、区域环境风险类型及分布，并通过智能推演，研判办理情况及遗留问题点，为案件分析研判、督察人员提供核查工作建议，提升工作的专业化、标准化水平，推动督察决策从“经验主导”向“数智驱动”转型。

## 四、应用成效

目前该算法已完成备案（网信算备 440104726488901260013 号）并投入使用。在百万余件多源信访数据中，智能识别并锁定百余件高价值督察重点案件，实现“大海捞针”到“精准制导”的跨越。自应用以来，该智能体在支撑广东省生态环境厅生态环境保护督察信访相关工作中发挥了积极作用并获得高度认可，主要体现在以下三个方面：一是初步构建了知识库与线索库，整合了 12369、12345 及中央生态环境保护督察、省级生态环境保护督察等多渠道信访件数据，经清洗标准化后实现统一管理。二是依托 AI 智能算法，实现信访重复投诉的智能识别与重点案件分级预警。三是高效输出省、市及个案层面的重点案件分析报告，有效提升了督察信访研判的精准度与督察工作效率。

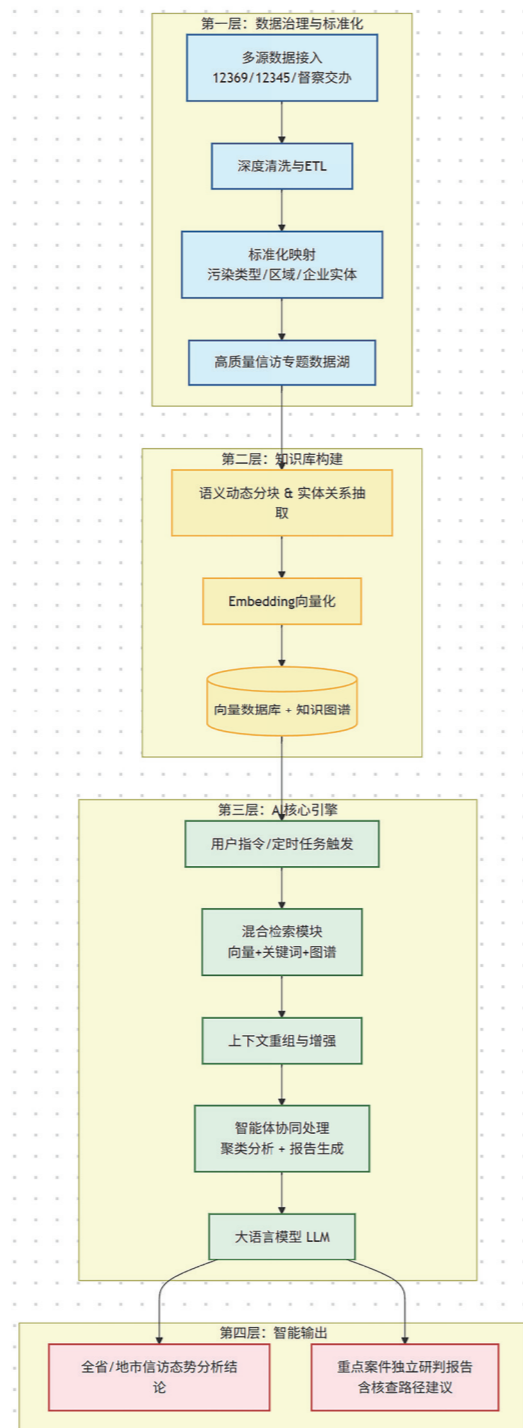


图 1 数智督察信访件分析智能体技术路线图

应用成效：百万级信访件中精准锁定百余件高价值案件，21地  
市态势分析报告与重点案件核查建议两大应用全面交付应用。

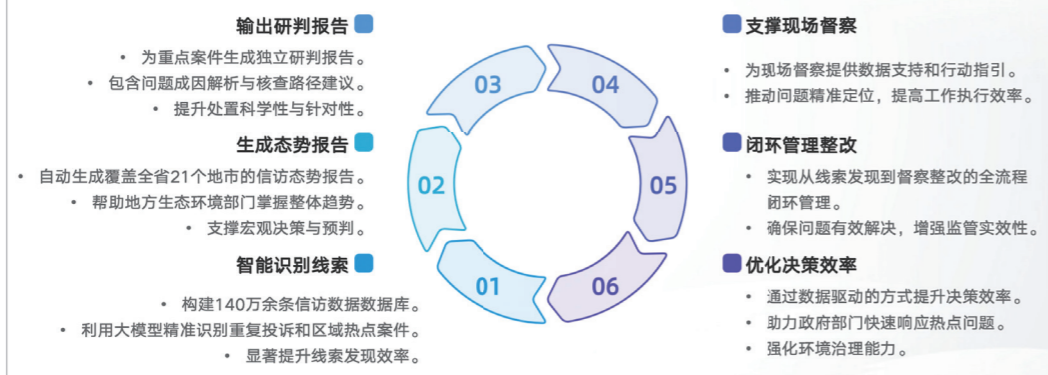


图2 数智督察智能体应用成效

## “AI+ 车检” 赋能车辆检验全过程指引服务 打造防范作弊新范式

杭州市生态环境局 杭州鑫翔七迅科技有限公司

### 一、总体介绍

#### (一) 实施背景

1. 对标国家战略部署，高站位锚定改革方向。习近平总书记强调“要运用大数据提升国家治理现代化水平”。国家高度重视生态环境数字化治理与机动车污染防治，明确推动检验监管模式升级。国务院办公厅《关于严格规范涉企行政检查的意见》（国办发〔2024〕54号）提出，要运用人工智能、大数据进行统计分析，快速预警多头检查、重复检查、高频次检查等行为，对普遍、高发问题进行及时监督。杭州始终紧扣国家战略部署，将机动车排放检验数字化监管改革作为践行生态环境治理现代化的重要举措，锚定改革方向、压实工作责任，着力推动国家政策在杭州落地生根、开花结果。

2. 紧扣省级工作要求，高标准推进监管规范。浙江省衔接国家部署，结合美丽浙江建设，推动监管优化升级。省美丽浙江办《浙江省机动车排放检验领域第三方机构专项整治工作实施方案》（浙美丽办〔2024〕29号）、浙江省生态环境厅非现场监管工作指南等文件，聚焦检验机构违法违规问题，强化全流程监管、打击弄虚作假，推动监管从“经验判断”向“数据说话”转变。杭州市主动承接省级部署，对标要求、细化举措，推动省级部署与本地实际深度融合，筑牢改革基础。

3. 立足本地监管需求，高质量打造杭州范式。依托数字经济优势和数字政府2.0建设成果，杭州回应监管需求，破解当前检验领域“劣币驱逐良币”、作弊手段隐蔽、传统监管滞后等痛点，以大语言模型、大数据为支撑，打造“车检AI”系统，推动监管模式“三个转变”，建立长效监管机制，破解监管困局，为全国提供“杭州方案”。

#### (二) 应用简介

本应用围绕机动车检验全流程监管核心需求，整合检测机构、车辆信息、检测过程、设备状态、视频图像等数据，搭建一体化智能监管平台，构建事前提醒、事中预警、事后处置的全链条智管体系。通过数据智能分析、风险自动识别、机构精准画像、闭环核查处置，实现监管从人工巡查向智能研判、从事后查处向事前预防、从分散监管向协同共治转变，有效压实机构主体责任，提升监管效能，保障检测数据真实可靠，为机动车污染防治和大气环境质量改善提供数字化支撑。

## 五、数据安全保障

建立完善的数据安全管理机制，一是通过本地化私有云部署实现数据物理隔离，部署动态脱敏技术，确保数据在存储和传输过程中的安全性。二是建立严格访问控制机制，为不同用户分配相应权限，限制数据访问范围，防止未经授权的访问和操作，构建“三员分立”管理体系（系统管理员、安全审计员、安全保密员），实现权限精细化管理，按照“最小授权原则”设置数据查阅、下载、导出等操作权限，防止数据泄露和滥用。

附件 应用实例

应用实例

**应用证明**

广东环科院环境科技有限公司研发的“数智督察信访分析智能体”（以下简称“信访智能体”）已在贵局开展实际应用，并取得了良好成效。主要体现在以下方面：

一是初步构建了知识库与线索库，整合了12369、12345及监督、省督等多渠道信访数据，经清洗标准化后实现统一管理。二是依托AI智能算法，实现信访重复投诉的智能识别与重点案件分级预警。三是高效输出省、市及个案层面的重点案件分析报告，为精准施策提供了有力参考。

该智能体运行稳定可靠，功能贴合贵局业务实际需求，有效提升了贵局督察信访研判的精准度与工作效率。

特此证明。

广东省生态环境厅  
2024年10月10日

**本应用已在广东省生态环境厅投入使用！**

## 二、技术路线

围绕守牢排放管控关口、改善大气环境质量的目标,我们围绕“算法全、整治准、成长强、效能高”为整体思路,构建机动车排放检验数字化监管平台,具体做法如下:

1. 紧盯五大关键环节,实现车检过程智能全面核查。聚焦检测设备自检、检测登记、外观查验、OBD检查、上线尾气检测五大关键环节,依托车检问题专题数据库与问题线索规则库,构建多维度智能识别体系,全面覆盖数据上报、车辆查验、上线准备、操作规范、仪器设备等监管场景,精准排查发动机额定功率异常、放宽标准限值、OBD读取异常、替车检验、检测方法违规、数据缺失篡改、仪器未自检标定、检测过程冒黑烟等违法违规线索,通过实时监测、自动标记与分级预警,实现检测全流程无死角、无盲区智能监管,保障检测过程规范、数据真实、结果可靠。

2. 严把事前事中事后三道关口,推动违规问题闭环精细管控。建立全链条闭环监管机制,构建事前提醒、事中预警、事后帮扶一体化监管服务体系,严把检测登记、过程监控、整改提升三道关口,在车辆登记环节推送事前风险指引,在检测过程与报告单打印环节实时推送异常线索提醒,在检测完成后开展异常维修识别与靶向整改指导。按照问题性质与严重程度实行分类推送、分项整改、分级闭环处置,对轻微不规范行为督促立行立改,对涉嫌违法行为开展现场执法,对严重弄虚作假问题依法采取暂停联网、取消资质等措施,涉嫌犯罪的移送公安机关处理,实现监管与服务有机融合。

3. 完善数字画像监管机制,落实检验机构精准智能管理。建立检验机构“画像评价-帮扶提升-正面激励”预防式监管体系,整合检测过程问题线索、问题处置整改、随机监督抽查、过程视频图片等多维度数据,构建检测机构数字画像,自动生成机构风险体检报告,智能筛选问题突出机构形成重点监管清单。结合画像评价结果,对问题多发频发的重点机构与重点环节,采取专家会商、



车辆问题画像图

现场联合督导、专项整治等方式精准帮扶;对合规水平高、整改成效好的机构,给予年度记分评级附加分,纳入生态环境正面清单,落实“服务先导、无事不扰”要求,降低现场检查频次,同时打通检测机构与区县生态环境部门数据接口,实现预警线索全域共享、协同监管。

## 三、创新性

### (一) 应用创新点

1. 技术融合创新。深度融合 AI 识别、大数据分析 with 车检异常算法,构建全流程智能跟控、多场景精准预警、精细化机构画像三大核心功能。基于 59 项预警规则建模,全面覆盖车检关键环节,突破传统人工监管瓶颈,实现车检监管从“人工操作”向“智能赋能”跃升。

2. 监管模式创新。以“全闭环、精准化、预防式”为目标,重构车检监管模式。事前提醒、事中智能拦截、事后线索推送,将 AI 技术与监管流程深度融合,打破传统碎片化、被动式监管格局,推动监管模式从“经验依赖”向“数据驱动”转变。

3. 协同治理创新。构建“AI 智能管控+分级联动+正向激励”协同机制,线上依托 AI 实现全流程智能管控,线下按“区县复核、市级抽查”落实分级履职,结合激励机制引导行业规范发展,实现技术赋能、分级履职与行业自律有机融合,推动治理模式从“单一监管”向“协同共治”升级。

### (二) 推广价值

1. 治理价值,为机动车监管数字化转型提供实践样本。案例将 AI 技术与车检监管全流程深度融合,构建闭环监管体系,破解传统监管效率低、覆盖窄、精准差的难题,通过标准化、智能化监管,为同类机动车监管数字化转型提供可复制、可推广的实践路径,对推动生态环境治理现代化具有示范引领意义。

2. 技术价值,树立车检智能监管技术标杆。案例验证了 AI、大数据等数字技术在车检监管中的应用价值,形成“AI 识别+数据联动+智能取证”的标准化技术体系,明确了数字技术在车检监管中的应用标准,可快速移植至各类机动车检验监管场景,为技术赋能监管提供成熟范式。

3. 营商价值,以智能监管优化行业发展环境。通过 AI 精准监管规范检验机构行为,减少不必要的监管干扰,降低机构合规成本,同时以正向激励引导行业规范发展,推动机动车检验行业形成良性竞争格局,助力优化法治化营商环境,为行业高质量发展提供支撑。

## 四、应用成效

自“AI+车检”智慧监管体系运行以来,我市机动车环保检验监管效能显著提升。系统累计提供车辆检测过程分析服务 152.75 万辆次,推送事前事中提醒 16.8 万辆次,智能识别违规线索 2765 辆次,全面替代人工核查,监管覆盖面与工作效率大幅提高。通过智能预警、精准核查,累计查实违法案件 11 起,监管响应速度明显加快,有效扭转传统监管被动滞后局面。依托 AI 算法与大数据分析,问题识别精准度持续提升,检测机构操作更加规范,放宽检测标准、检测过程冒黑烟等突出问题发生率下降 80% 以上,行业不良竞争生态得到有效遏制,机动车环保检验公信力与权威性进一步巩固提升。

# 平战结合砺应急利剑 智慧联动筑安全防线

内蒙古自治区生态环境厅综合保障中心

## 一、总体介绍

内蒙古自治区承担着维护国家生态安全的重大战略使命，生态地位特殊、责任重大，是我国北方重要生态安全屏障。为深入贯彻落实国家绿色发展与“人工智能+”行动部署，全面落实自治区“十四五”生态环境应急体系建设规划要求，进一步提升环境风险精准管控能力、提高突发环境事件应急处置效率，我区始终秉持预防为主、全过程管理以及依法精准、科学智慧的应急理念。按照平战结合思路，依托内蒙古生态之窗服务平台，聚焦风险精准管控、应急高效处置与科学决策支撑，提供风险识别、隐患排查、智能预警、指挥调度、扩散模拟、专家支持、事后评估等服务，构建自治区-盟市-旗县三级联动的一体化应急管理体系，建设全区统一的环境应急管理系统，融合GIS空间分析、智能模型算法与大数据治理等核心技术，搭建事前预防、应急准备、应急响应、事后管理、应急保障五位一体的全流程架构。全面整合风险源、应急预案、应急物资、应急人员、危化品、敏感点位等全域数据资源，实现三级纵向贯通、部门横向协同与数据共享复用，已在内蒙古自治区全域上线运行，成为全区生态环境核心业务平台。

## 二、技术路线

### (一) 全域数据整合治理，夯实智慧应急基础

构建多源异构数据融合中心，全面对接自治区各级生态环境部门、全域风险源企业、化工园区、尾矿库及气象、水文等数据资源，打造自治区-盟市-旗县三级数据共享机制。通过“广泛协调-规范分类-持续接入-清洗汇总”的全流程治理机制，实现数据的结构化、空间化、档案化处理。系统覆盖风险源 10625 个（其中重大风险源 165 个、较大风险源 605 个、一般风险源 9757 个）、应急预案 11925 份（其中政府应急预案 116 份、企业应急预案 10645 份、园区应急预案 44 份、“一河一策”应急预案 120 份）、水源地 1684 个、监测断面 114 个、敏感点 27942 个，以及应急物资、应急人员、专家队伍、处置队伍等全要素数据，全面掌握风险防控、应急准备等相关数据，为应急指挥调度、事后评估提供有效数据支撑。



### (二) 构建全链条业务体系，覆盖应急管理全过程

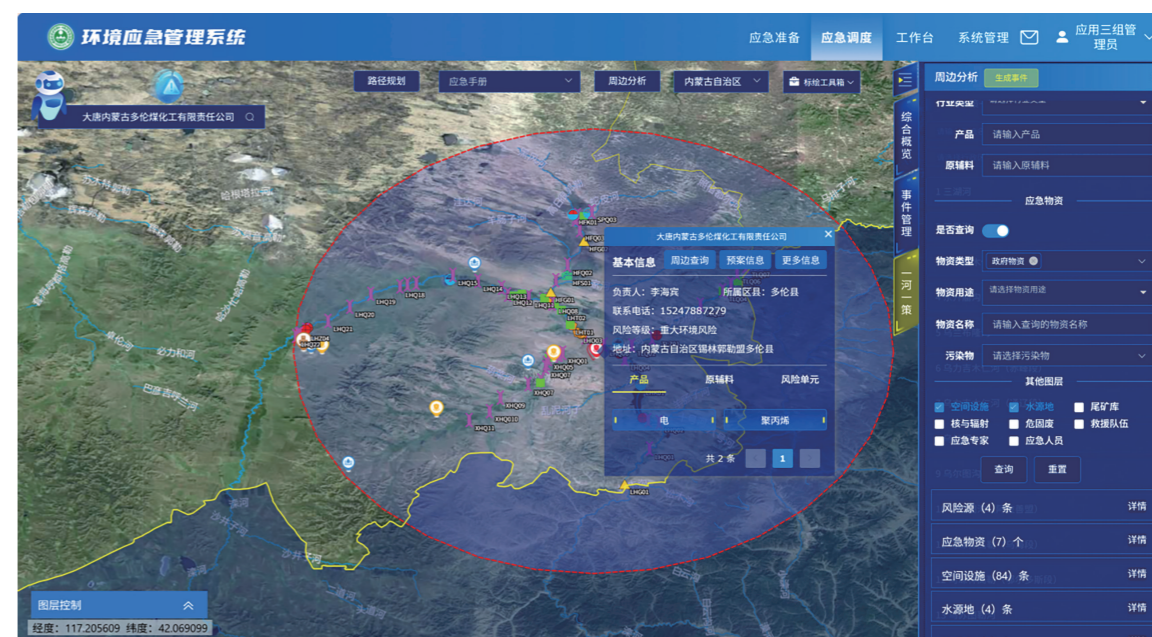
事前预防：建立风险源精准画像，推行一企一策、一河一策、一园一策可视化管理预案，开展隐患排查全流程闭环监管，通过智能算法自动识别预案不完善、预案超期等风险隐患问题，实现汛期等重点时段智能预警。





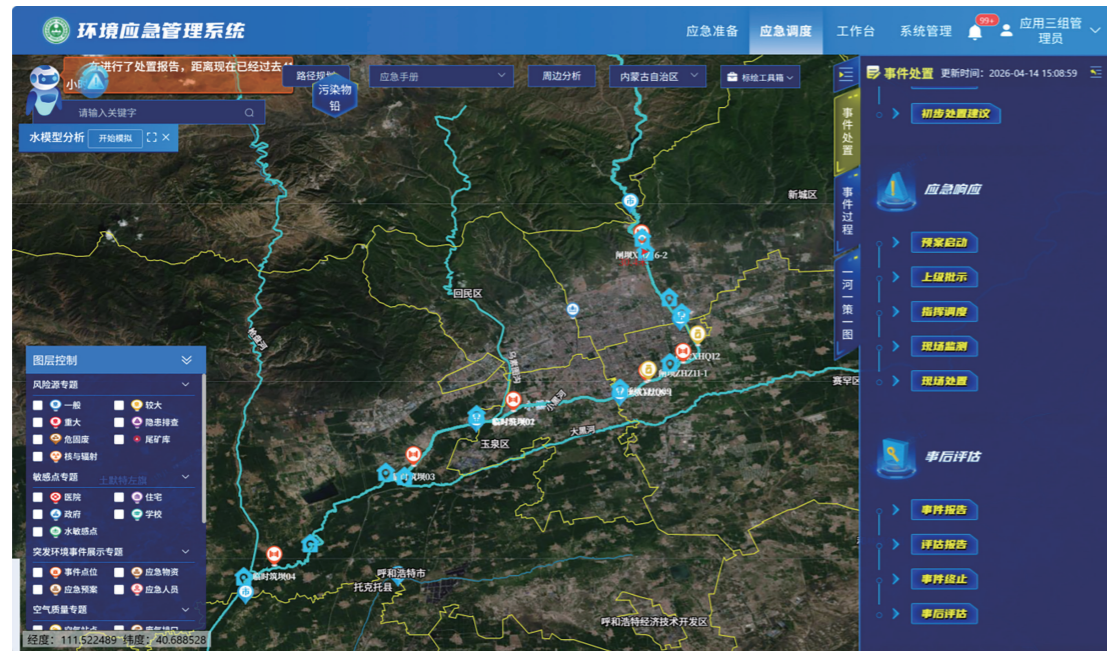
**应急准备：**在环境应急准备阶段，构建多种智慧化业务应用场景。一是预案智能匹配，构建科学规范预案备案管理体系，借助智能化技术，依据事件类型、规模、影响范围等要素，快速筛选适配预案，为应急响应提供行动指南，保障事件处置有序。二是物资快速调度，打造涵盖应急物资全生命周期一体化资源库，集成各环节信息，突发环境事件时迅速规划最优调度方案，实现物资快速精准投放，确保物资供应。三是队伍智慧管理，建立应急人员与专家信息一体化管理模块，记录应急人员关键信息，智能调配人员，组建专业团队，提供针对性培训指导，提升整体应急能力。四是应急知识赋能，构建内容丰富、分类清晰的应急知识库体系，为常态化应急准备与模拟演练提供全方位支撑。

**应急响应：**在应急事件处置阶段，系统提供规范化的应急演练指导服务。通过综合分析污染物浓度、河流水文等关键数据，依托专业模型算法，精准测算污染物扩散范围及浓度随时间的动态变化，并同步生成针对性极强的预警处置方案；同时整合“一河一策”“一园一策”等可视化预案，可清晰查看流域基础信息，如上游是否存在坑塘，下游分布、水库、闸坝以及国控断面数量，据此自动生成科学合理的处置策略，在上游合理布设拦截设施，有效阻断污染来水，于下游及时启动引水工程稀释污染水体，同时设置临时拦截设施并布设多类监测点位，为应急处置工作提供有力支撑。



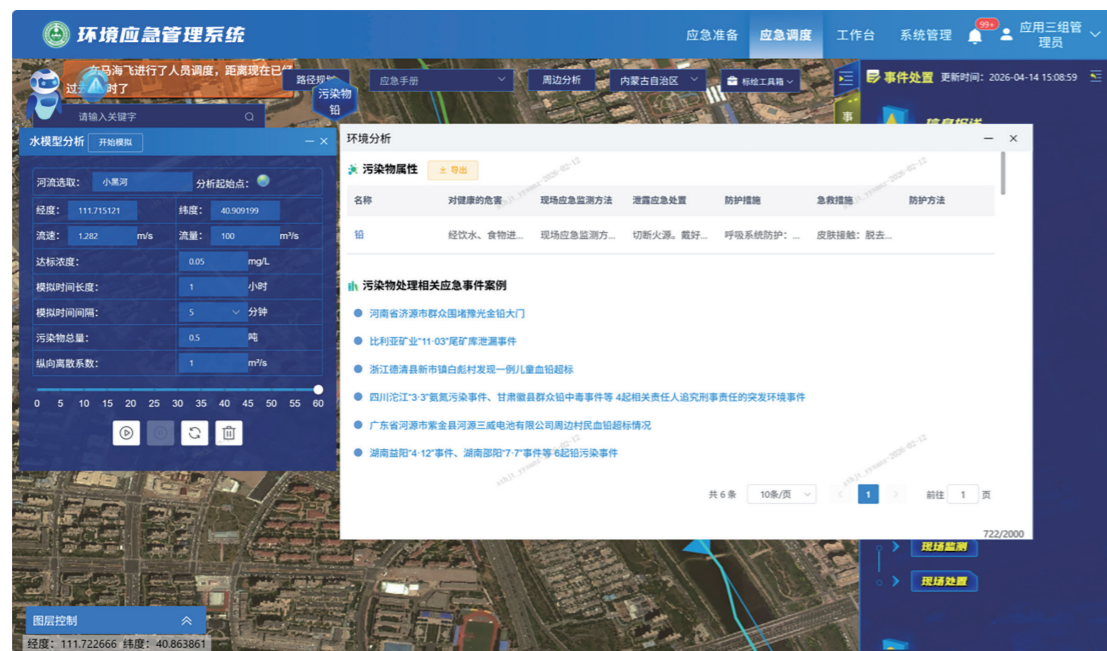
**事后管理：**在应急事件妥善处置后，系统的事后管理模块发挥关键作用，为事件的完整闭环提供坚实支撑，尤其在复盘、损害评估与报告生成方面表现卓越。系统可自动收集应急事件全流程信息，涵盖事件起因、发展、响应及处置等各阶段细节，为后续工作筑牢数据根基。在复盘环节，通过智能算法还原事件全貌，精准定位应急响应中的优势与不足，例如资源调配是否及时、决策是否科学等，为优化应急流程提供清晰指引。在损害评估方面，系统结合专业模型与实时数据，对事件造成的人员伤亡、财产损失、环境破坏等进行量化评估，确保评估结果客观准确，为后续赔偿、修复等工作提供可靠依据。在报告生成方面，系统依据预设规范自动生成事件报告与评估报告，内容详实、逻辑严谨，全面呈现事件情况与评估结果，为管理层决策和对外信息披露提供有力支持。





### (三) 智慧研判，赋能实战应急应用

运用智能识别算法，自动筛查风险源企业预案备案问题，靶向推送监管任务；对接气象数据，智能研判汛期尾矿库、重大风险源安全风险，及时预警提醒；集成大气、水污染扩散模型，精准预测污染趋势，自动生成拦截、处置、监测建议；依托 GIS 一张图，可根据突发环境事件自动关联风险、资源、敏感点、河流、园区等信息，实现应急处置“一图统揽、一键调度”。



## 三、创新性

### (一) 一键响应、多点联动，构建极速应急处置体系

系统实现应急指令一键触发、秒级下达，自动匹配应急预案、快速调度物资与专家队伍，形成多点协同响应机制，打破部门、地域壁垒，从事件上报到处置启动全流程高效闭环，大幅压缩应急响应时间，提升突发环境事件应对速度。

### (二) 一图统揽、全域作战，打造可视化应急指挥平台

依托 GIS 空间分析技术构建应急一张图，全域展示风险源、敏感点位、应急资源、河流流域等关键信息，实现自治区-盟市-旗县三级一图联动、全域作战，风险态势直观可视、资源调度精准高效，应急指挥从“经验判断”转向“数据决策”。

### (三) 智慧赋能、场景落地，实现应急管理全流程智能化

深度融合智能算法、污染扩散模型等技术，打造风险智能预警、隐患自动排查、污染精准模拟、事后科学评估等智慧应用场景，实现“一企一策”“一河一策”“一园一策”精细化管理，以数字化手段覆盖事前、事中、事后全周期应急管理。

## 四、应用成效

### (一) 构建全区三级应急管理体系

构建内蒙古自治区、盟市、旗县三级贯通的环境应急管理系统，形成“统一指挥、统一调度、上下联动”的应急指挥格局，推动环境应急管理迈入数字化、智能化新阶段。

### (二) 提升应急响应速度

系统实现应急指令秒级下达、资源精准匹配、处置方案智能生成，应急平均响应时间缩短，物资调度效率提升，有效降低突发环境事件污染损害与处置成本，应对河流污染、化工园区泄漏等事件能力显著增强。

### (三) 提高应急风险防控能力

实现全域风险源、应急预案、应急资源全覆盖、精细化管理，隐患排查全流程监管，风险识别从被动转向主动、从人工转向智能，重大环境风险防控能力得到系统性提升。

### (四) 有效保障生态安全

系统有效支撑重点区域、重点行业环境风险防控与应急处置，切实守护草原、森林、河流、湖泊生态安全，为北方生态安全屏障提供坚实数字化保障，形成可复制、可推广的智慧环境应急解决方案。



# 智能决策服务 场景化创新应用



# 大模型耦合的环境应急智能决策支持系统

上海市生态环境局

## 一、总体介绍

随着城市化进程的不断加快和工业活动的高度集聚，突发环境事件呈现出突发性强、影响范围广、扩散路径复杂等特征，特别是在溢油、危化品泄漏及跨界水体污染等场景下，传统依赖人工经验和单一模型支撑的应急处置方式已难以满足现代环境治理的精细化与高效化要求。

当前环境应急处置体系仍面临多方面瓶颈：

1. 信息整合效率低。应急数据来源分散，涵盖监测数据、气象水文、企业信息、历史案例等多个系统，数据格式不统一、标准不一致，严重依赖人工汇总与整理，难以在突发事件发生后第一时间形成完整态势认知。
2. 资源匹配不精准。应急监测设备、人员力量及物资储备分布在不同部门和区域，缺乏统一调度平台，资源调配高度依赖经验判断，容易出现资源错配、响应滞后等问题。
3. 污染研判缺乏前瞻性。传统分析方法多依赖单一监测数据或经验判断，缺乏对水动力、气象条件、地形地貌等多因素耦合分析能力，难以对污染扩散趋势进行科学预测。
4. 知识管理碎片化。历史应急案例、处置方案及专家经验未形成体系化沉淀，缺乏统一的知识组织与检索机制，导致经验难以复用，重复劳动成本高。

项目构建“AI 驱动 + 传统模型耦合”的智能决策体系，以 Qwen3.5-397B 大模型为核心引擎，融合空间分析、知识图谱、向量数据库等关键技术，实现三大核心能力：一是应急监测事件智能分析与研判，以大模型为核心引擎，在突发事件发生后，快速关联周边企业、敏感目标、监测站点及历史案例，实现风险源识别、影响研判与初步应急监测预案生成的一体化推进；二是水污染溯源与扩散模型模型自动调度，实现水污染溯源与扩散模型的全链路智能化，涵盖数据接入、参数配置、模型调度与结果解析，显著降低操作门槛与响应时间；三是应急报告智能生成与决策辅助，基于大模型对多源数据与专业模型模拟结果进行语义增强与智能归纳，自动生成应急快报、研判报告及处置方案。

系统聚焦溢油、危化品泄漏等典型环境污染事件，建立“AI 驱动 + 模型结果智能解读”的快速响应机制，提供污染来源判断、影响范围评估及针对性处置方案。项目成果将直接服务于应急指挥、

监测预警与现场处置等关键环节，重点解决多源异构数据融合难、专业模型调度操作复杂、应急研判响应效率低、污染溯源精准支撑不足及历史知识经验难以复用等现实难题，全面提升城市环境应急管理的智能化水平。

## 二、技术路线

本项目围绕突发环境事件应急处置需求，构建“大模型先行研判、专业模型按需调用、模拟结果反馈优化”的技术路线。系统以多源数据底座和知识双引擎为基础，以应急监测决策大模型为总控中枢，统一承担事件解析、风险识别、预案生成及模型调度；针对溢油、危化品泄漏等水污染场景，按需调用水污染扩散溯源模型开展专业计算，并将结果反馈至大模型进行二次综合研判和决策优化，形成事件识别-专业分析-反馈修正-决策输出的闭环应急支撑机制。

### （一）核心技术

一是构建多源异构数据汇聚能力，面向应急监测与水污染预警，基于标准化表单、API 接口及 OCR、NLP 和元数据索引，实现事件信息、监测数据、气象水文及风险源等多源数据的统一接入与规范化管理，并集成三维水动力模型及溢油、危化品扩散预测模型，支持模拟数据动态生成与更新；二是构建环境应急知识组织与智能检索能力，基于知识图谱与 MILVUS 向量库，实现图谱检索与语义检索协同，支撑历史案例匹配、预案调用、法规标准查询及专家经验复用，并通过版本管理与质量校验实现知识动态更新；三是构建大模型驱动的智能研判与模型调度能力，依托 AI 实现事件解析、风险识别、敏感目标分析、监测异常识别、资源筛选及预案生成，并按需调度专业模型完成水污染扩散溯源计算，形成智能化决策闭环；四是构建专业模型计算与结果反馈能力，针对水污染场景调用基于 FVCOM5.0 的河网-河口-海域联动三维水动力模型及自主研发的溢油和危化品扩散预测模型，输出扩散范围、到达时间、影响对象、风险等级及溯源结果，并由大模型进行语义增强、智能归纳与综合研判，优化应急处置预案、监测布设及资源调度方案；实现从模型输出到决策支持的高效转化。

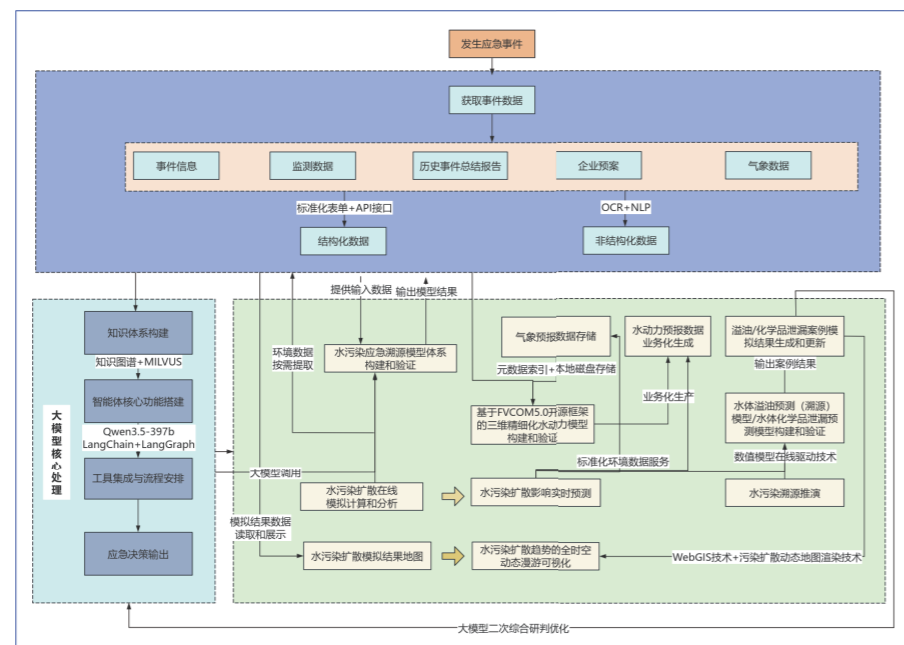


图1 智能化应急决策支撑体系

### （二）模型情况

模型名称：应急决策大模型。

模型来源：应急决策大模型基于通义千问 Qwen3.5-397B 基础模型，结合生态环境应急监测领域知识、业务规则和实战处置经验，面向大气、水体污染等突发环境应急场景开展定制化适配与优化。水污染应急溯源模型为自主研发模型体系，由精细化三维水动力模型、水体溢油模型和化学品泄漏模型组成，基于 FVCOM5.0 开源模型二次开发形成。

参数量：应急监测决策大模型核心引擎参数量为 3970 亿，支持 262K 长上下文，可处理应急场景下多源、复杂信息，具备语义理解、结构化梳理和分析推理能力。水污染应急溯源模型采用非结构三角形网格离散，网格点约 9.1 万个、三角形单元约 15.3 万个，并集成水位、流速、闸门调度等边界条件；其中溢油模型和化学品模型分别提供 125 个、262 个关键参数，用于扩散和风化过程模拟。

部署方式：应急监测决策大模型采用容器化封装加集群化管理模式，将交互层、推理层、数据层分别进行 Docker 镜像封装，并统一部署至 K8s 集群，实现自动调度、健康监测、故障自愈和弹性扩缩容，满足 7×24 小时连续运行需求。水污染应急溯源模型已完成国产化适配与优化，底层计算部署于海光 CPU 服务器，支持银河麒麟、统信 UOS 等国产操作系统。

### 三、创新性

针对环境应急处置中数据分散、人工研判效率低、信息分析维度单一，以及水污染事件预警响应慢、扩散影响难预测、污染来源难追踪、跨区域协同不足等突出问题，构建大模型先行研判、专业模型按需调用、结果反馈优化的闭环应急决策模式，实现从事件识别、风险研判到预案生成、扩散溯源和决策优化的协同贯通，推动环境应急由经验主导向智能协同转变。

以 Qwen3.5-397B 长上下文大模型为核心，融合 OCR、NLP、GIS、知识图谱、MILVUS 向量库、提示词工程和 LangChain、LangGraph，构建应急监测决策智能体；面向溢油、危化品泄漏等场景，联动基于 FVCOM5.0 的河网-河口-近海三维精细化水动力与污染扩散溯源模型，形成智能研判与专业模拟深度融合的技术体系，实现事件解析、模型调度、结果解析和决策优化一体化运行。

统一整合事件信息、监测数据、历史案例、企业预案、风险源、水文气象和遥感等多源资源，构建共享专题库和一张图展示体系，打通跨部门、跨区域信息壁垒；结合 Docker 容器化、集群化部署和算力按需调度，实现知识动态更新、信息实时共享和人力算力优化配置，提升应急响应效率、资源利用水平和协同处置能力。

### 四、应用成效

当前，应急决策大模型已完成初步开发，进入测试调优阶段，后续将率先在上海市各级生态环境应急指挥、监测、处置部门及重点涉险企事业单位部署应用，并在太浦河流域水污染预警、扩散预测、污染溯源和跨区域协同处置中先行示范，针对水体污染等突发环境应急场景，贯通接警研判、监测布设、预案生成、模拟推演、会商决策和处置反馈全流程。

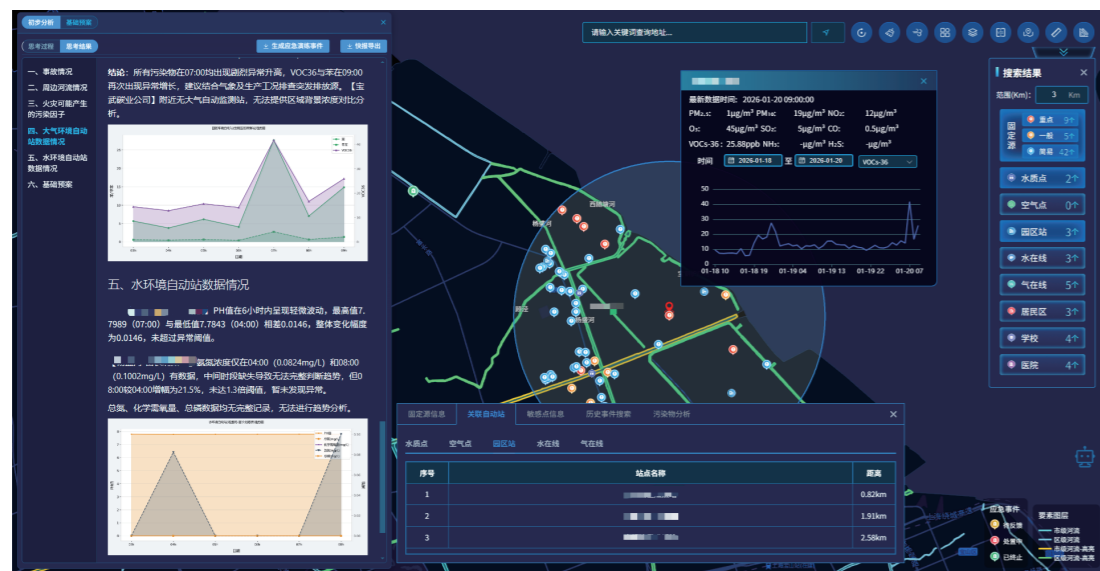


图2 应急辅助智能分析

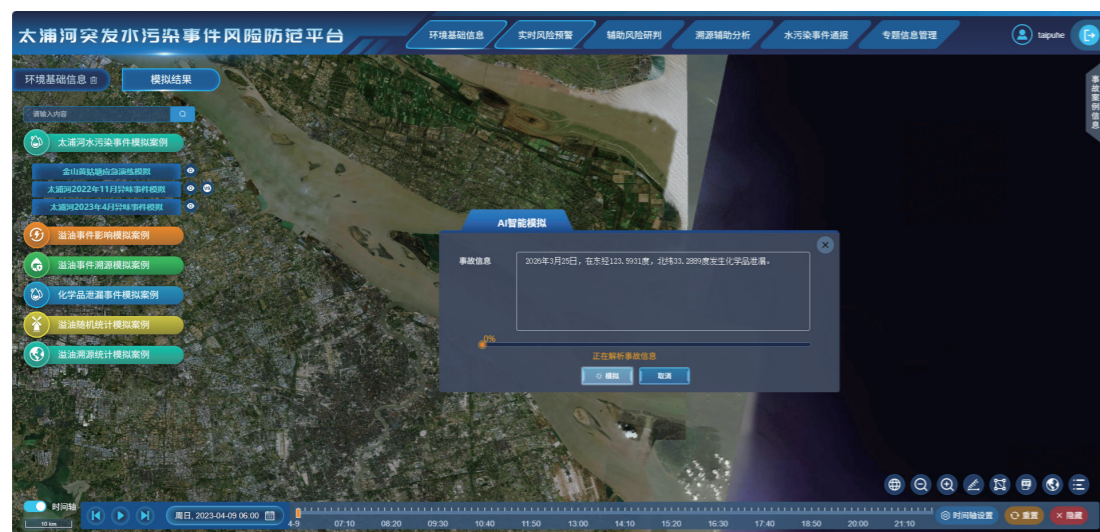


图3 大模型驱动水污染扩散模型

行业应用效果：项目可实现应急多源数据采集、风险识别、资源匹配、预案生成和扩散模拟的协同联动，显著缩短应急响应周期，提升上下游、跨区域协同处置效率，推动环境应急由人工经验处置向智能化、标准化、协同化升级，并为行业技术创新提供可复制、可推广的实践范本。

社会效益：依托污染扩散预测、敏感目标识别和分级预警能力，可提前识别对居民区、学校、医院、饮用水源地等敏感区域的潜在影响，有效降低突发环境事件对公众健康和生态环境安全的影响，提升地方政府公共服务和风险防控能力。

经济效益及突出贡献：通过算力按需调度、预案复用和资源优化配置，可减少应急处置中的人力、物力和重复投入，降低事故处置试错成本与污染损失，提升环境监管和应急处置效能，并为上海及长三角跨界水体共保联治和环境应急数字化转型提供示范支撑。

## “山海小智”一体化智能平台

海南省生态环境厅 深圳博沃智慧科技有限公司

### 一、总体介绍

为贯彻落实《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》《政务领域人工智能大模型部署应用指引》，以及海南省委省政府关于人工智能政务应用等部署要求，强化我省生态环境全域数据统筹、业务协同联动、精准监管研判、科学决策支撑能力，针对生态环境监管数据量大、专业门槛高等痛点，海南省生态环境厅聚焦数字化转型与智慧治理，打造“山海小智”一体化智能平台。平台立足生态环境业务实际需求，深度融合大数据、人工智能、自然语言处理等技术，以省政府智算平台为基础，初步搭建环保大模型底座服务，建设统一知识库、问数问答公共引擎两大核心公共支撑能力，立足海南自贸港生态环境治理特色与业务刚需，孵化形成机关办公、智能会议、污染源智能问数、分区管控智能研判四大核心应用场景，构建全场景智能化应用矩阵。应用范围贯穿全省生态环境监管全链条，面向厅机关各处室、直属单位及市县生态环境部门提供全域智能服务。项目旨在打通数据壁垒、简化业务流程、提升决策效率，实现生态环境治理从“人工经验决策”向“AI人机协同”的跨越，全力打造海南自由贸易港生态环境数字化治理标杆，筑牢生态安全屏障。

### 二、技术路线

#### (一) 总体架构

项目以统一底座赋能、公共能力支撑、场景快速孵化为核心建设思路，采用五层架构设计，实现算力、数据、技术的集约共享与生态环境应用场景的灵活拓展。

项目采用分层架构设计，以“统一底座赋能、场景快速孵化”为核心建设思路，形成闭环迭代的技术实施路径。

资源层：以海南省智算平台算力底座，统筹计算、存储、网络、安全等算力资源；汇聚生态环境业务数据、矢量图件、法律法规与政策知识库等核心数据资源，为上层平台提供全域数据与算力支撑。

平台层：搭建集基础管理、应用开发为一体的平台支撑体系。基础管理平台通过 OneAPI、Xinfernce 实现多模型（推理 deepseek-r1，利用其卓越的思维连能力，处理长逻辑链条复杂任务，确保决策依据的严谨性和可追溯性；非推理 qwen2.5\_vl32B，利用其文本、图像、视频等多模态解析

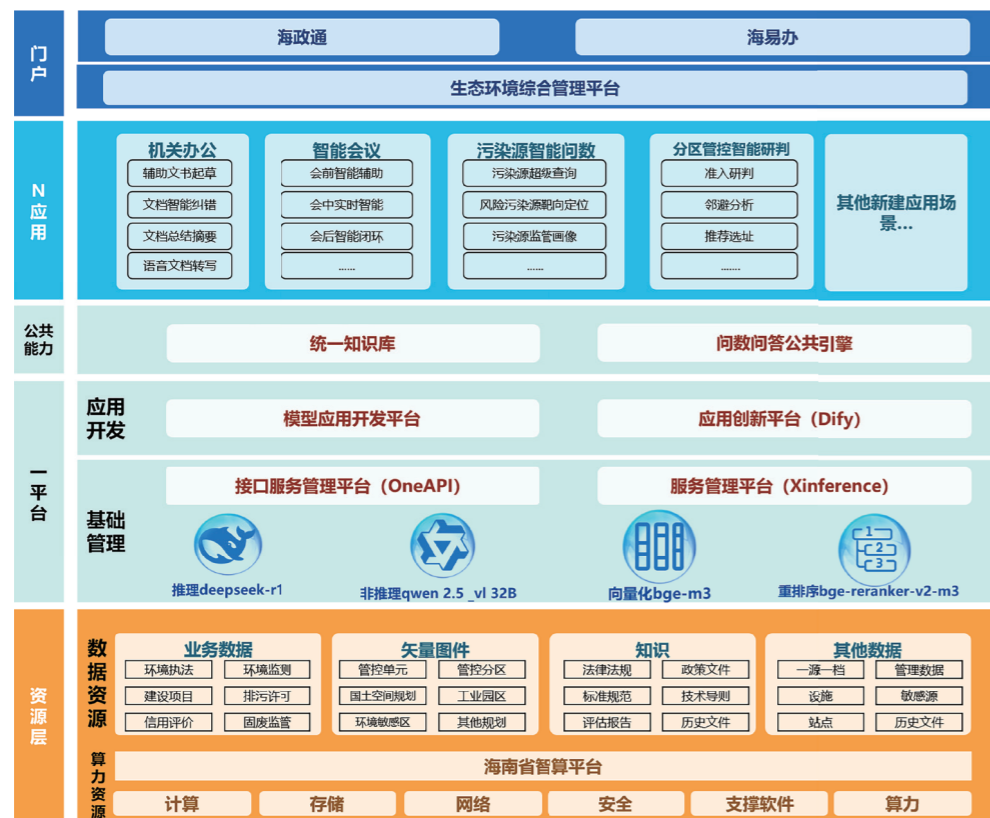


图 1 总体架构图

能力，处理相关公文、会议纪要等场景；向量化 bge-m3、重排序 bge-reranker-v2-m3）的统一调度与服务管理；应用开发平台依托模型应用开发平台与 Dify 应用创新平台，提供低代码、可视化的应用构建能力。

公共能力层：打造平台核心支撑能力，依托 RAG 增强检索，建成统一知识库与问数问答公共引擎，确保问答“言之有据”。统一知识库实现分领域业务知识管理与全厅公共知识归集复用；问数问答公共引擎封装语音转写、Text2SQL、智能检索等共性能力，为各类应用场景提供标准化能力支撑。

应用层：基于底座与公共支撑能力孵化“N 应用”矩阵，覆盖机关办公、智能会议、智能问答、智能问数、分区管控智能研判等核心场景，场景融合到生态环境大数据一体监管平台搭建统一应用、污染源“一证式”智慧监管、生态环境监测与预警、生态环境监管、政务管理五大业务域应用中，最终通过统一门户向省厅机关、直属单位及市县生态环境部门提供一站式智能服务。

## (二) 建设内容

### 1. 搭建场景共性支撑能力

(1) 统一知识库。具备分领域、分业务的知识库专属构建与管理能力，全厅 AI 应用可按需复用；完成国家及海南省生态环境领域法律法规、政策文件、标准规范、技术指南、规章制度、内部文件等公共知识的整理录入、基于平台能力统一解析、分块、向量处理、标签分类，形成标准化、可更新、可共享的公共知识体系，实现知识“一处采集、全域复用”。

(2) 问数问答公共引擎。聚焦厅内各类业务场景中的问数问答的共性需求，将语音转写、语音播报、意图识别、问题增强处理、检索重排、上下文管理、prompt 管理、关系数据库表识别与决策、Text2SQL、Text2Code、图片呈现、日志管理等组件封装成问数问答引擎，作为公共能力复用。目前平台基于知识库与 RAG 技术，构建公共知识问答助手。全省用户通过问答的方式提出知识需求，模型自动理解语义，从知识库中匹配、调用、组合并回答知识细则，实现标准规范和法规政策、程序文件和作业指导书、内部制度、公文信息的智能问答，帮助用户“快、准、全”查找知识。



图 2 行业知识问答



图 3 单位知识问答



图4 环境监测知识问答

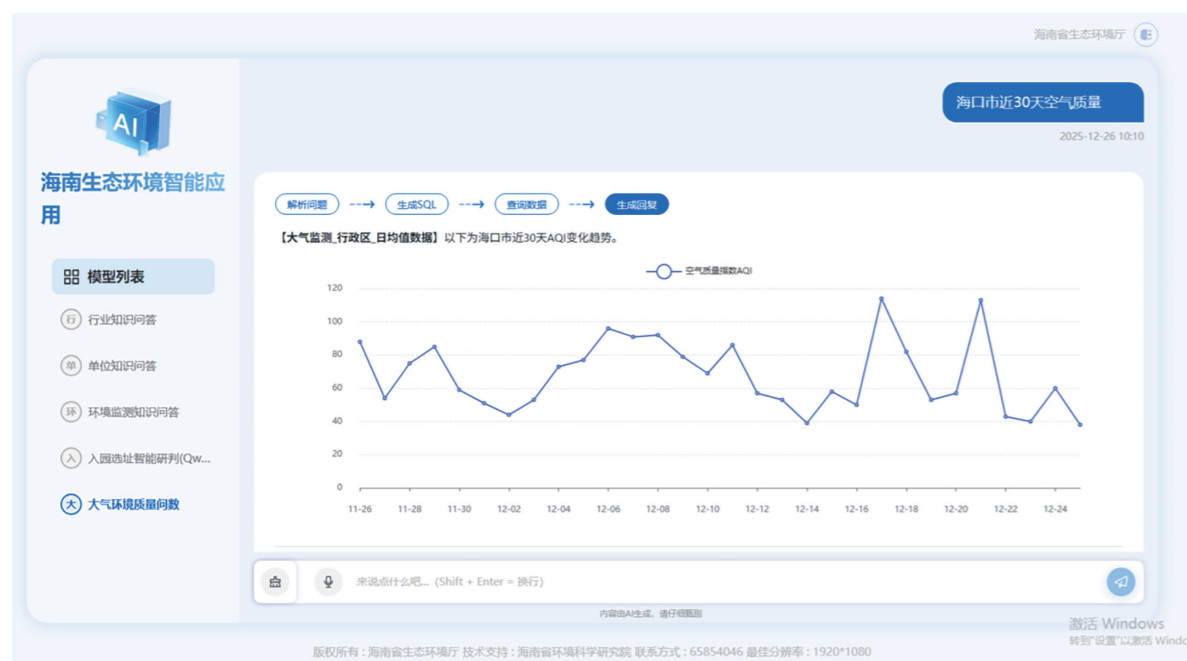


图5 大气环境质量问数

## 2. 探索典型应用场景

聚焦用户基数大、应用频次高、需求一致的场景，依托生态环境行业大模型底座域公共支撑能力，初步搭建起机关智慧办公、分区管控智能研判、污染源问数服务的场景。

(1) 机关办公。实现“收文、拟稿、核稿、办文、归档”过程人机协同，实现收文解析归档、辅助文书起草、文档智能纠错、文档总结摘要、文档脑图、自助问答、自助听文等功能。收文解析即在收文环节自动解析来文内容(OCR识别扫描件、NLP提取标题/文号/密级等关键字段)，提取摘要信息，生成收文登记表；辅助文书起草即在拟稿环节根据用户输入需求，调用模板库与政策库生成格式规范、语义完整的公文草稿，支持多版本智能润色；文档智能纠错即在核稿环节通过语义比对、合规性校验(如格式规范、用词准确性、密级匹配)及风险筛查(如法律条款冲突、数据敏感词)，输出修订建议。文档摘要-文档脑图-自助问答-自助听文即在办文全过程，提供办文摘要、脑图的自动生成，便于用户快速阅读理解全文，提供基于文件智能问答和在线听文服务。整体应用深度融合机构规章制度与业务知识库，实现“收文-拟稿-核稿-归档”全链条人机协同。

(2) 智能会议。构建“会前、会中、会后”全流程智能服务能力，融合实时语音识别、自然语言理解、文本摘要生成、任务拆解与派发技术，构建会前智能辅助、会中实时赋能、会后闭环管理的全流程智能会议能力。会前可自动匹配参会部门、会议日程、议题文件校核、会议室提醒等；会中实现实时语音转写、重点内容高亮标注、关键决策与待办事项自动提取；会后自动生成结构化会议纪要、拆解任务并派发到人。可大幅压缩会议筹备与纪要撰写时长，提升会议决策效率与任务落实率。

(3) 污染源智能问数。基于生态环境行业大模型支撑能力，依托固定污染源综合管理系统治理的污染源全生命周期数据，面向污染源监管用户提供污染源超级查询、风险污染源靶向定位、污染源监管画像应用等，为污染源专项检查、非现场执法提供精准的数据支撑。



图6 污染源超级查询



图 7 污染源监管画像

(4) 分区管控智能研判。增加基于大模型技术路线的分区管控智能研判能力，深度融合分区管控成果、国空规划、“三区三线”、“邻避受体(源)”、环境监管业务数据，通过多源信息融合、定性规则与空间智能分析，按照按照全省总体准入清单、市级总体准入清单、规划环评、管控单元环境管控要求逐层进行研判，自动识别建设项目的产业政策、规划、敏感目标、行业及工艺、总量管控的符合性相容性分析，最终研判结论按照各层级结论从严认定(禁止>限制>允许>待确认)，形成项目准入研判结果，生成准入研判报告与合规性审查意见。

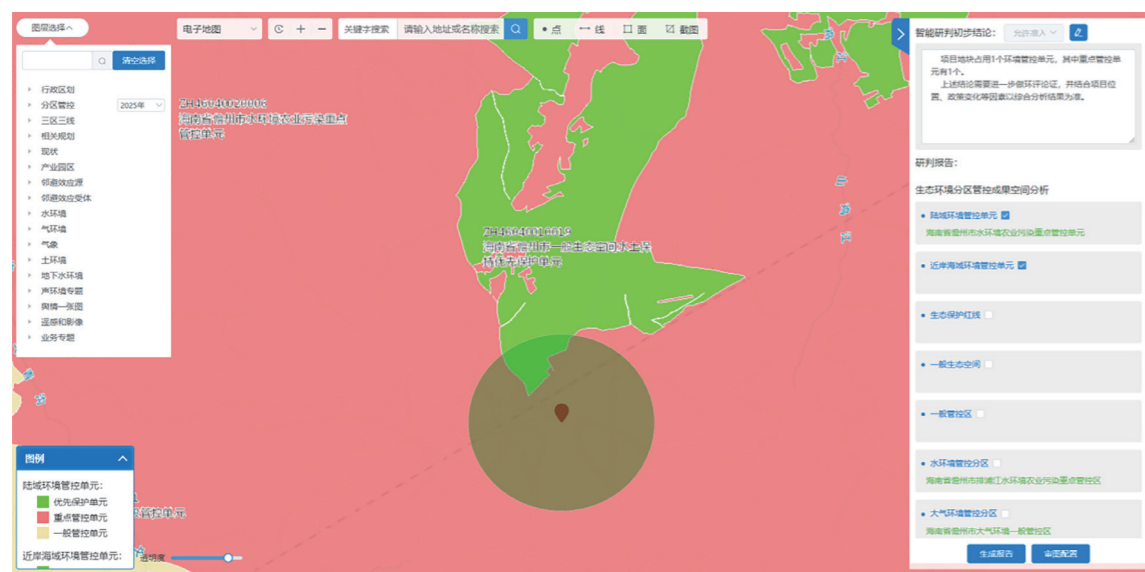


图 8 项目智能研判

### (三) 模型情况

本项目采用多模型协同的混合架构体系，根据生态环境业务场景的差异化需求实现智能调度与精准匹配。核心部署 DeepSeek-R1 大模型用于复杂逻辑推理、分析研判等深度任务，充分发挥其长上下文理解与多步推理优势；Qwen 2.5-VL 32B 多模态模型支撑日常智能对话、公文自动生成、报告解读等高频应用场景，在保障响应速度的同时有效支撑高并发访问需求。底层引入 BGE-M3 高性能向量化模型，实现海量政策文献、监测数据与技术标准的语义嵌入与快速检索；配合 BGE-Reranker-V2-M3 重排序模型对检索结果进行二次优化，显著提升答案相关性与精准度。所有模型依托海南省智算平台集群进行统一部署，通过模型应用开发平台实现统一接口封装与服务化调度管理，支持根据业务负载动态弹性扩容，确保系统稳定性与资源利用效率。模型团队基于海南省生态环境厅历年积累的专业语料库进行针对性微调优化，涵盖法律法规、规章制度、环境标准、技术规范、环境科学术语以及典型案例等领域，使模型在专业术语理解、政策条款解读、业务场景适配等方面的准确率显著优于通用大模型，形成“统一算力底座、多模型协同赋能、场景灵活调用”的技术支撑体系，为全省生态环境智能化治理提供坚实的人工智能基础能力。

### (四) 数据情况

本项目数据依托于省生态环境大数据中心，数据来源覆盖省生态环境厅的核心业务资料，包括环境监测数据、环境执法数据、建设项目环评报告、企业排污许可信息等业务数据；全面整合国家层面及海南省出台的各类生态环境保护法律法规、政策文件、技术规范与行业标准；并深度融合分区管控空间成果、污染源空间分布、环境质量监测点位布局等高空间矢量数据。目前汇聚全量结构化监测数据记录，涵盖水、气、声、渣、辐射等全要素指标；收录 3 余万家重点监管企业的基本信息、信用记录及整改历史；整理 5000 份以上政策文档与技术报告，支持全文检索与智能关联。数据构建采用“人工专业整理、算法自动抽取、业务持续更新”的三位一体模式，建立严格的数据质量审核机制与分级分类安全管理制度，数据资源更新频率按照实时、日、周、月等不同层级执行，符合国家政务数据管理规范与网络安全要求，为平台各类智能化应用提供坚实、可靠、合规的数据资源基础。

## 三、创新性

当前生态环境领域存在业务处室智能化需求多样、单独建应用成本高、通用大模型行业适配性差等痛点，传统模式难以高效支撑自贸港生态环境治理现代化需求。

“山海小智”一体化智能平台依托生态环境厅信息化统筹集约能力与生态环境大数据中心数据支撑，结合新一代大模型技术，打造开放式智能支撑底座，实现三大创新突破：

构建模式创新：一是突破传统 AI 应用“重系统、轻基础”的建设模式。构建省级生态环境专属大模型底座，集成推理、非推理、向量化、重排序多模型协同能力，通过针对性专业语料微调，解决通用大模型行业适配性差的问题；结合低代码开发平台，实现应用场景快速孵化，打破技术壁垒，

让业务处室无需单独研发模型即可按需构建智能化应用。二是打造统一知识库、问数问答公共引擎两大核心公共能力，为全省生态环境系统 AI 应用场景扩展提供标准化、可复用的应用底座，实现智能能力“一次建设、全域复用”，为后续场景拓展奠定坚实基础。

**数据创新：**一是依托生态环境数据资源中心底座，在数据治理阶段考虑人工大模型应用场景，形成专题数据区，相关数据元、元数据、数据脚本无缝对接到模型。二是构建统一增强检索知识库，多渠道归集知识文献，标记共享、开放属性以及业务分类，各智能体订阅后，系统自动分发，构建“一处采集、多处复用”知识构建和分发应用体系。

**应用创新：**将智能体应用封装组件服务，配套应用说明书，挂接数据服务目录，各业务场景结合需要订阅集成，快速孵化机关办公、智能会议、智能问答、智能问数、分区管控智能研判等全场景应用，实现“统筹建设、多场景复用”，大幅降低各业务处室单独建应用的成本与周期。

#### 四、应用成效

“山海小智”一体化智能平台目前项目立项申报阶段，其中政策问答小场景先行先试，于 2025 年 5 月正式上线运行，目前已完成全省生态环境系统部署覆盖，精准触达省厅机关各业务处室、直属单位及全省 19 个市县生态环境部门。待整体项目上线运行后，平台将实现省、市、县三级智能服务全域贯通，重点承载的应用场景涵盖机关办公、智能问答、智能问数、分区管控智能研判，成为辅助全省环保工作的重要数字化工具。

社会效益方面，收文登记与摘要生成效率提升 80%，公文起草时间缩短 40%，会议纪要生成从“天级”缩短至“小时级”，平台将显著提升生态环境行政运行效能，优化公文办理与业务流转流程，强化智能知识服务与数据服务能力，提升基层工作便捷度；分区管控智能研判将有效支撑建设项目准入与空间布局优化，助力生态环境精准治理与科学决策。

行业成效方面，打破传统分散式建设壁垒，通过“一底座多应用”模式，为全省生态环境系统提供标准化智能能力支撑，推动生态环境监管数智化转型，形成可复制、可推广的省级生态环境智能化建设海南模式，为全国生态环境数字化治理提供实践参考。

经济成效方面，通过算力、数据、技术资源统筹共享，可减少各业务处室单独建设智能系统的重复投入，有效降低各业务场景智能化建设与运维成本，提升资源利用效率，助力数字政府集约高效建设。

## 智慧环保·智能问图

——基于大语言模型的生态环境智能空间分析平台

佛山市生态环境局

### 一、总体介绍：迈向精准智能的生态环境治理新范式

本项目深度融合大语言模型（LLM）的认知与推理能力、模型上下文协议（MCP）的标准化工具调度框架，以及开放地理空间联盟（OGC）服务所代表的成熟资源生态，构建了名为“智能问图”的创新性智能分析平台。平台旨在实现从自然语言描述到精确、可执行空间分析工作流的自动化转化。其技术架构模仿了“脑-神经-肢体”的协同模型：LLM 作为核心“智能大脑”，负责理解用户意图，并将其拆解为逻辑清晰的任务步骤；MCP 协议作为标准化“神经中枢”，负责封装、描述并调度各类原子化的空间分析工具；而广泛部署的 OGC 标准服务（如 WMS、WCS、WFS）则作为可靠的“执行肢体”，提供稳定、专业的地理空间数据访问与计算能力。

目前，平台已成功整合了空气质量实时监测网络、固定污染源排放清单、VOCs（挥发性有机物）污染源分布、精细化气象格点数据，以及水源保护区、人口密集区等环境敏感目标的多源异构业务图层。基于此，系统能够快速响应用户诸如“展示过去 24 小时 PM<sub>2.5</sub> 的时空演变”、“分析某监测站点周边 5 公里范围内的所有工业污染源”、“绘制 VOC 高值区与敏感居住区的空间重叠关系图”等复杂分析指令。项目通过构建这一低门槛、自适应、可扩展的智能空间分析平台，致力于从根本上解决传统“一张图”系统“响应慢、操作专、系统僵”的困境，为生态环境的日常监管、风险预警、应急指挥与科学决策提供更精准、更智能、更高效的技术支撑，是探索数字生态文明建设路径的一次重要实践。

### 二、技术路线：从多源数据集成到分钟级空间决策的闭环体系

“智能问图”平台的技术实现遵循一条从数据源头到智能决策输出的清晰、闭环的技术路线。其核心架构旨在打通数据壁垒，实现智能驱动，其整体运行流程可以通过图 1 所示的架构图进行直观理解。

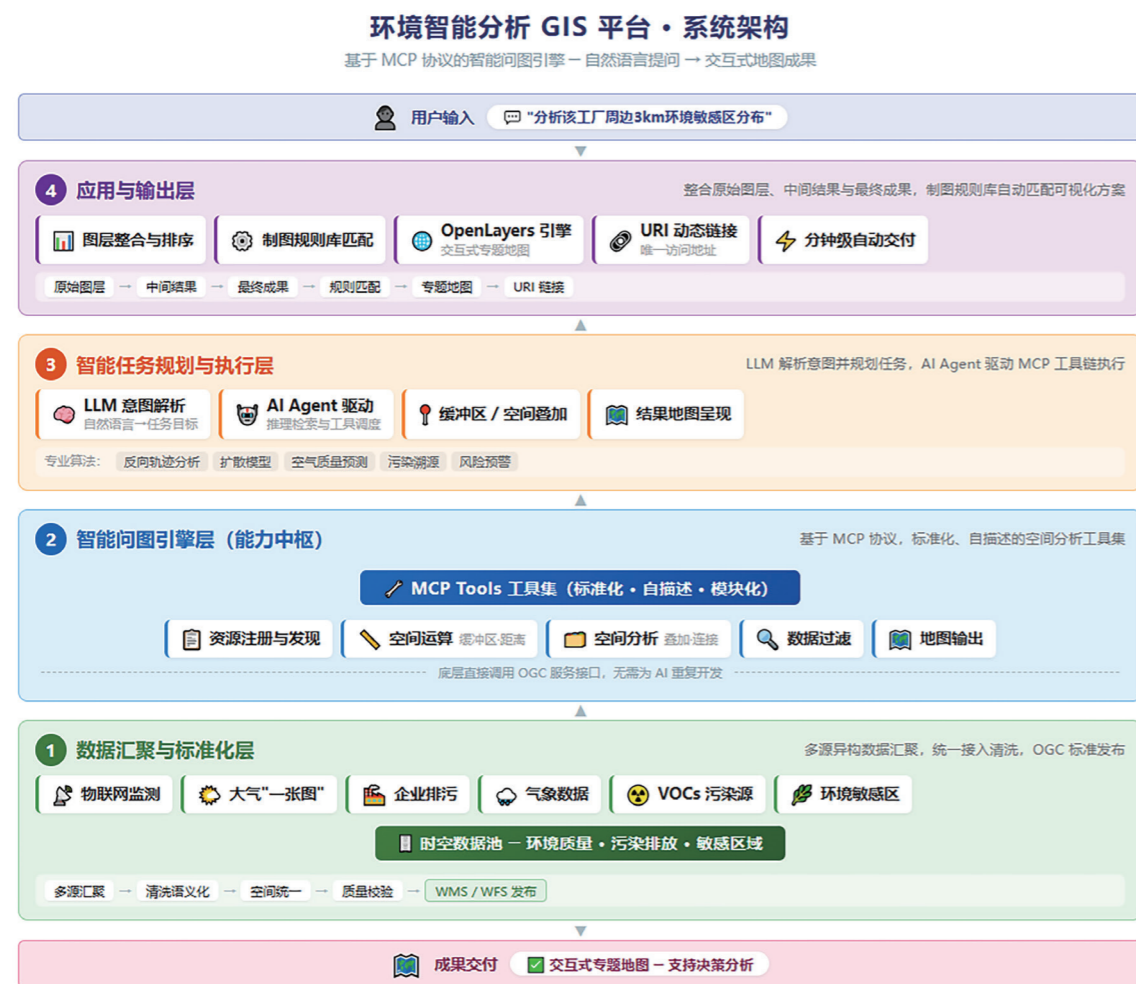


图1 智能问图：生态环境智能空间分析平台架构图

数据汇聚与标准化层：构建机器可读的时空数据池本层是智能分析的基石。系统通过统一的接入网关，汇集来自物联网监测站点、大气环境质量“一张图”、重点企业排污许可与在线监测、精细化气象预报、VOCs 走航监测、生态保护红线与水源地矢量等多源异构的时空数据。这些数据经过清洗、坐标统一、质量校验与语义化标签处理，形成结构化的时空数据池。随后，通过成熟的 GIS 服务器（如 GeoServer）将数据池中的图层依据业务属性和空间类型，发布为符合 OGC 标准的 Web 地图服务（WMS）、Web 要素服务（WFS）、Web 覆盖服务（WCS）等。这一标准化过程不仅确保了数据的互操作性，更关键的是为上层 AI 引擎提供了带有标准化元数据描述的、机器可“理解”和“调用”的数据资源库。

智能问图引擎层：基于 MCP 协议的可编排工具中枢这是驱动智能分析的能力核心。项目基于模型上下文协议（Model Context Protocol, MCP），设计并构建了“智能问图”引擎。MCP 是一种新兴的标准化接口协议，用于描述和连接 AI 模型与外部工具。我们将复杂的空间分析功能解耦并封装为一套自描述、模块化的 MCPTools 工具集。该工具集目前包括：

资源发现工具：动态检索已注册的 OGC 服务及其图层元数据。

空间计算工具：如缓冲区生成、距离量算、面积计算等。

空间分析工具：如矢量 / 栅格图层叠加分析、空间连接、属性过滤等。

数据输出工具：负责将分析结果标准化并驱动地图渲染。

引擎的核心优势在于，其底层直接调用既有的 OGC 服务接口来执行实际的空间运算，无需为 AI 场景重复开发计算内核，从而实现对海量存量数据资产的“零成本”能力激活与灵活编排。图 2 示意了该引擎的工作原理。

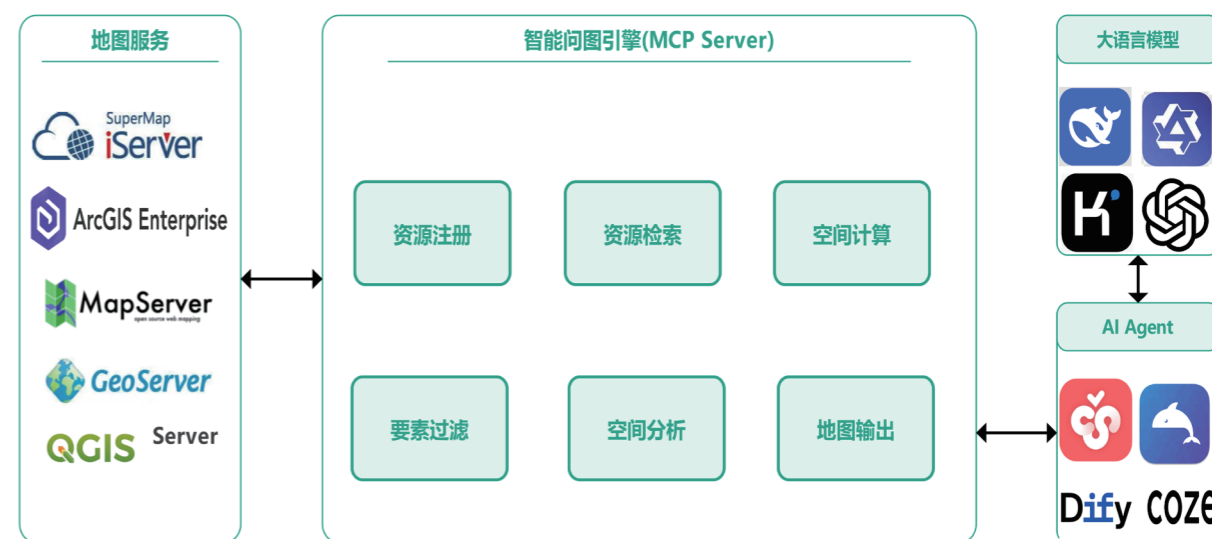


图2 “智能问图”引擎

智能任务规划与执行层：LLM 驱动的 AI Agent workflow 当用户通过对话界面输入如“帮我看禅城区有哪些 VOCs 排放企业离学校比较近”这样的自然语言请求时，系统的智能决策流程随即启动。首先，接入的千亿参数大语言模型（如 DeepSeek、Qwen-Max 或 GLM）扮演“战略规划师”角色，对用户意图进行深度语义解析，识别出“禅城区”、“VOCs 排放企业”、“学校”、“距离近”等多个关键实体与空间关系，并将其转化为“查找禅城区 VOCs 企业图层”、“查找学校点位图层”、“对学校图层执行缓冲区分析”、“与企业图层进行空间叠加”等一系列结构化的子任务目标。随后，AI Agent 作为“执行指挥官”，基于 LLM 规划的逻辑链，动态地检索引擎中注册的相关数据资源（如“佛山市污染源图层”和“佛山市教育机构图层”），并按顺序调用对应的 MCP 工具，协调完成整个分析链条。此过程还可无缝集成反向轨迹模型、高斯扩散模型等专业环境算法插件，用于实现污染溯源、扩散模拟等更高级的分析功能。最终，所有中间结果被汇总，生成为可供用户交互探索的专题地图。图 3 清晰地展示了这一从意图理解到任务执行的完整流程。

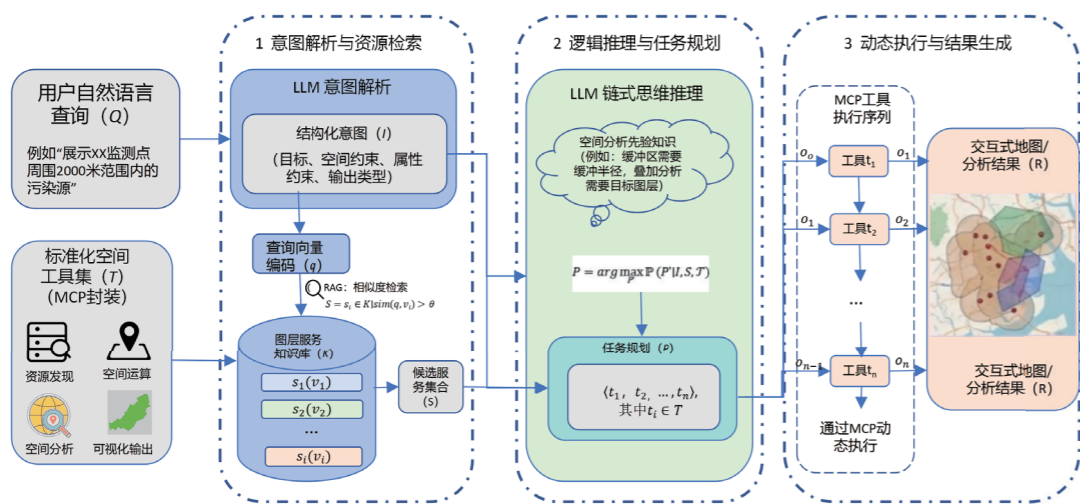


图3 “智能问图”智能任务规划与执行原理图

应用与输出层：分钟级交付交互式决策地图分析完成的所有原始图层、中间过程与最终成果，会被系统自动进行标准化封装与优先级排序。平台内置一套智能制图规则库，能够根据分析结果的类型（如点密度、热力图、分类渲染）自动匹配最优的可视化配色方案与符号体系。随后，通过前端 Web GIS 引擎（如 OpenLayers 或 MapLibre）动态生成高交互性的专题地图视图，并为每一次分析任务生成一个唯一的、可分享的成果访问链接（URI）返回给用户。整个流程，从用户提问到获得一张专业的分析地图，通常在数分钟之内即可完成，实现了空间分析服务的“即问即得”。

### 三、创新性：为政务 GIS 智能化升级提供工程化路径

传统政务地理信息系统（GIS）的智能化改造常面临“存量资产沉睡”与“增量开发成本高昂”的双重困境。“智能问图”平台通过以下三个维度的创新，为破解这一难题提供了切实可行的方案。

1. 应用模式创新。从“人适应系统”到“系统理解人”的范式转变项目精准抓住了当前政务“一张图”普遍存在的“数据资源丰富但调用僵化”与“业务需求灵活但响应滞后”的核心矛盾。其核心创新在于，首次将大语言模型的通用语义理解与逻辑推理能力，与传统 GIS 的专业数据与计算资源进行了深度、有机的融合。这推动应用模式发生了根本性变革：用户交互从学习复杂的专业软件菜单，转变为使用最自然的语言直接提问；系统功能从依赖预定义的、固化的功能模块调用，演变为根据用户意图动态编排的、按需生成的服务；系统内涵也从数据与工具的简单堆砌，升级为数据、工具与智能三者协同的有机体。这使得海量的政务空间数据能够被业务人员更直观、更高效地用于实战，真正让“数据驱动决策”成为日常工作的常态。

2. 框架集成创新。构建 LLM、MCP 与 OGC 服务的三层协同架构本项目的技术框架设计具有显著的工程价值。它并未选择从零构建一套封闭的 AI 系统，而是开创性地设计了一个将前沿 AI 能力（LLM/Agent）与传统成熟技术生态（Web GIS）深度集成的开放性协同框架。该框架清晰

划分为三层：以 LLM 及 AI Agent 构成上层的“智能交互与规划层”，负责意图理解和任务分解；以 MCP 协议构成中层的“标准化调度与连接层”，作为统一的工具总线，解决了不同工具间的异构性问题；以 OGC 标准服务及对应的 GIS 服务器构成底层的“数据与执行资源层”，提供稳定可靠的专业计算能力。这一分层解耦的架构，为政务部门提供了一条将现有数据资产、传统业务系统与前沿 AI 能力进行低成本、快速融合和平滑升级的标准化工程路径，极大地降低了系统集成与维护的复杂性。

3. 资源配置创新。以“零边际成本”激活存量数据资产在资源利用层面，项目探索出了一条极具性价比的智能化路径。传统方法若想利用 AI 分析政务空间数据，往往面临两难：要么让大量已建成的 OGC 地图服务资产持续“沉睡”，无法为 AI 所用；要么投入高昂成本进行数据重新标注、模型专项训练或开发专用 AI 接口。本项目的技术路径创造性地将政务系统中广泛部署的 OGC 标准服务本身，直接作为 AI 分析的计算资源与“工具说明书”。通过 MCP 协议对 OGC 服务标准的元数据（如图层名称、空间范围、属性字段）进行封装，使其能够被 AI 引擎直接“理解”和“调用”。这意味着，我们无需为 AI 进行任何额外的数据预处理、模型微调或接口开发，仅通过协议层的对接，就以近乎零的增量成本，盘活了巨量的存量数据资产，实现了低成本的智能化升级。这为全国范围内政务信息系统的智能化演进，提供了一个可复制、可推广的样板方案。

定量实验结果表明，“智能问图”平台在涵盖简单属性查询、中级空间过滤到复杂多步骤逻辑分析等不同级别的任务测试中，整体任务成功率达到 94.26%。在跨 AI 应用平台（Dify, Cherry Studio）和跨大模型（DeepSeek, Qwen, GLM）的兼容性测试中均表现稳定。其性能显著优于依赖大语言模型直接生成并执行 GIS 代码（如 Python 脚本）的基线方法（后者成功率仅为 27.78%），证明了本框架在实现可靠、高效智能空间分析方面的技术优越性。

### 四、应用成效：打造可复制的数字化治理实践样板

“智能问图”系统于 2025 年 12 月在广东省佛山市生态环境部门正式投入生产试用，稳定接入了全市范围的环境质量监测网、工业污染源数据库、气象网格数据及各类环境敏感区矢量数据，有效支撑了从日常巡查监管到突发环境事件应急研判的全链条业务工作。在实际应用中，取得了以下三个方面的显著成效：

1. 分析响应效率实现数量级提升。在传统工作模式下，完成一项非预设的复杂空间分析任务（例如，“生成某水质自动站上游 10 公里范围内所有潜在风险源分布图”）通常需要业务人员提交需求单，由 GIS 专业人员跨系统查找数据、在专业软件中手动操作、甚至编写处理脚本，整个过程耗时可能长达数小时乃至更久。“智能问图”系统通过自然语言交互与全自动化 workflow，将上述冗长流程压缩至分钟级别。对于空气质量时空动态可视化、污染源溯源与影响范围叠加分析等典型高频任务，系统实现了从“人工耗时查找与操作”到“智能立等可取”的根本性转变，为需要快速响应的环境应急指挥与高频次监管考核，提供了前所未有的时效性保障。

2. 决策支撑的科学性与客观性显著增强。传统人工分析过程高度依赖个人经验，且操作步骤繁琐，容易因疏忽或主观判断导致关键信息遗漏或分析结果偏差。“智能问图”系统通过将专家经验固化为标准化、可复现的自动化分析 workflow，确保了每一次分析逻辑的严谨性与一致性。系统

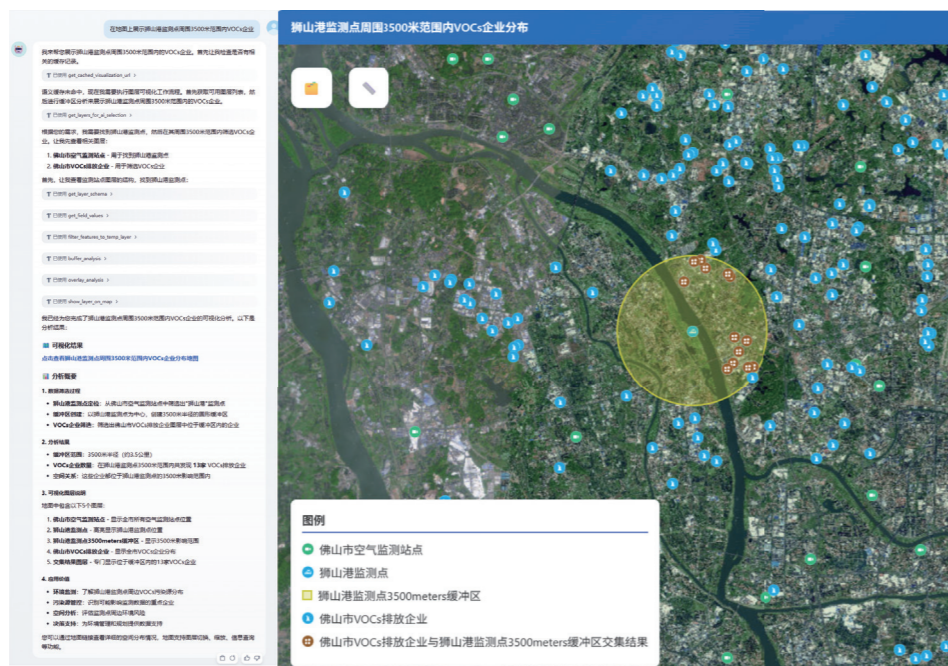


图4 监测点周边影响分析

能够精准无误地执行多条件过滤、跨图层空间叠加、缓冲区嵌套等复杂空间运算，快速、客观地识别出高风险区域与重点管控对象，有效减少了因人工操作失误或经验局限带来的主观误差，使得环境管理决策能够建立在更加全面、精确和可靠的空间计算证据基础之上。

3. 跨部门业务协同的技术门槛被极大降低。过去，业务科室人员若想进行跨领域的空间分析，必须求助于信息中心或专业的 GIS 技术人员。这条“需求提出 - 需求转译 - 专家操作 - 结果解释”的协同链条不仅效率低下，更因专业术语和理解差异，常常导致需求传递失真和分析结果误读，形成了内部协同的“技术鸿沟”。“智能问图”系统提供的自然语言交互界面，如同一位 7x24 小时在线的“数字分析专员”，使规划和执法等业务人员能够像日常提问一样，直接、准确地表达其空间分析意图。系统自动完成从理解、规划到执行、呈现的全过程，并以最直观的地图形式交付结果。这彻底改变了协同模式，从“人找技术、人等人”转变为“技术即服务、分析即对话”，促进了跨岗位、跨部门基于统一空间事实的高效协同与科学决策。

综上所述，佛山“智能问图”的应用案例，是政务“一张图”从静态、固化的“数据展示系统”向动态、智能的“分析决策平台”成功演进的一次有力实践。它不仅为地方生态环境治理的数字化转型提供了强大的工具支撑，更重要的是，它形成了一套经过实际业务检验的、完整的“方法论 - 技术架构 - 实施路径”样板。这一样板为全国范围内推进数字生态文明建设，特别是探索如何以低成本、高效率的方式，利用前沿 AI 大模型技术赋能和改造传统政务信息系统，提供了极具参考价值的解决方案与实践范本。

## 衢州“污账户”应用

——AI 打造非现场监管新模式

衢州市生态环境局

### 一、总体介绍

为深入贯彻数字政府建设部署，加快构建精准感知、智慧管控的生态环境协同治理体系，衢州市生态环境局以数字化改革为牵引，统筹推进“污账户”应用建设，以数智赋能推动污染防治精准施策与减污降碳协同增效，持续提升生态环境治理现代化水平。

#### （一）建设背景

结合衢州市生态环境治理实际，建设“污账户”应用主要基于以下三方面考虑：一是完善减污降碳协同治理体系。当前，衢州市已初步建立“碳账户”应用，在碳排放管理方面取得了积极成效。建设“污账户”，旨在构建与“碳账户”协同互补的治理体系，形成具有衢州特色的减污降碳数字化管理模式，实现污染物排放与碳排放的联动管控。二是有效提升生态环境非现场执法监管能力，补齐跨平台数据应用不足、执法队伍力量薄弱等监管短板。三是深化生态环境领域企业服务改革，助力企业开展合规自查、风险预警提醒，及时化解环境风险隐患，实现监管与服务并重。

#### （二）主要内容与功能定位

“污账户”应用主要包括三大核心内容：一是预警信息体系。在原有各专业领域预警规则基础上进行迭代升级，重点开发跨平台数据碰撞后的预警分析信息。通过整合不同业务系统的数据，发现单一系统无法识别的隐性风险，实现从“单点预警”向“联动预警”的跨越。二是排污状况全景画像。涵盖固定污染源（水、气、土、废）及移动源的排污状况画像，从污染排放水平、环境问题整改、环境信用、正负面一本账等多个维度，构建全方位、立体化的企业环境“画像”。三是区域排污分析。基于固定污染源和移动源数据，从区县、区域等宏观视角，分析排污总量、结构、趋势及空间分布，为决策提供科学依据。

#### （三）建设目标

衢州“污账户”应用以多源异构数据整合为基础，以跨平台数据碰撞为核心手段，实现对污染源的“细节扫描”和“整体透视”，深度挖掘隐性环境风险，构建“全域覆盖、分级管控、协同处置”的一体化生态环境预警体系，全面提升生态环境非现场监管能力，推动污染防治从“人防”向“技

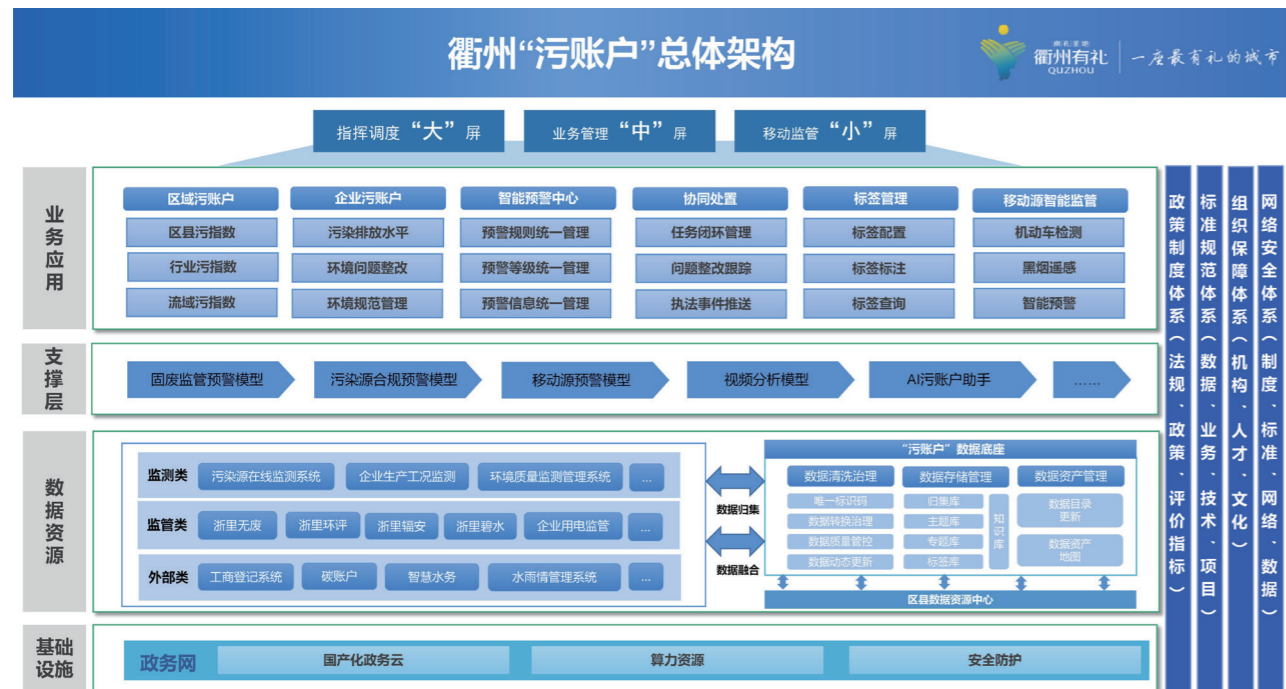
防”“智防”转变。同时，构建“无感监测、有感服务”新生态，助力企业及时发现并化解潜在的环境风险隐患，激发企业减污降碳的内生动力，推动企业“被动整改”向“主动治理”转变。

## 二、技术路线

衢州“污账户”应用技术路线遵循“数据汇聚—融合碰撞—模型分析—预警画像—应用服务”的闭环逻辑，充分运用人工智能、算法模型等技术，构建起支撑生态环境精准监管的数字底座和预警模型算法体系。

### （一）总体架构

衢州市“污账户”总体按“一个底座、一套规则、一个门户、N个应用场景”的框架进行架构。“一个底座”即污账户数据底座，构建涵盖归集库、主题库、标签库及 RAG 知识库的数据资产体系，为上层应用提供高质量数据与智能服务支撑。“一套规则”是智能预警中枢，通过融合大数据与人工智能技术，构建覆盖污染源、企业行为、环境质量及融合分析的多维预警模型库，形成统一、精准、高效的智能预警能力。“N个应用”是基于底座与规则构建污账户一体化应用，最终形成“数据驱动、智能预警、协同处置、赋能服务”的一体化技术架构闭环。



### （二）数据底座

衢州“污账户”基于全市 30 余万家工商注册企业数据库，首批重点聚焦 1200 余家排污许可企业，20 余万辆机动车、3.5 万辆柴油货车。数据归集范围涵盖污染源在线监测、环境质量监测、固废监管、移动源、排污许可、项目审批、执法检查、信访投诉、生态监测等生态条线业务数据，以及通过省

市一体化数据资源系统（IRS）共享的企业工商信息、规模化养殖场、企业用能等数据。截至目前，累计归集整合多领域跨平台数据共计 4 亿余条，日均新增数据量约 50 万条。

围绕“高精度、全覆盖”的目标，建立数据治理全流程机制，以排污许可和企业工商信息比对为基础，构建“污账户”主数据底座，并以统一社会信用代码为核心标识，建立企业级数据关联图谱，打通不同业务系统之间的数据孤岛。构建工商信息、排污许可变更与注销的响应机制，保障主数据与企业主体实际状态同步，形成了动态更新、全生命周期的污染源主数据体系。同时，为更好支撑业务管理，建立了全量主数据业务标签，通过不同维度的标签管理，为污染监管与治理提供坚实的数据支撑，实现数据资源向应用价值的深度转化。

### （三）预警模型和规则算法体系

衢州污账户应用聚焦企业主要污染物全过程监管，针对污染源在线监控、水气环境质量、固体废物管理等原有预警系统存在的数据孤岛与跨平台碰撞盲区，重构统一预警模型与规则算法体系。基于业务逻辑与历史数据特征，从固废监管、固定源合规分析、移动源监管等维度搭建 18 个预警模型，内嵌 149 条分级细化规则，涵盖异常排放、数据恒值、数据比对碰撞等典型场景。像固废监管多源数据碰撞预警模型，对排污许可与固废平台登记危废种类存在的差异、危废种类缺报漏报等情况，进行精准识别和逻辑验算，筛选出可疑对象、环节、行为，形成预警问题线索。

在模型算法上，为适应不同污染物和企业的风险差异，算法体系支持规则阈值与权重的动态配置，并可依据历史预警准确率进行自动调优。在预警等级管理上，构建了十一级分层机制，每一级对应明确的风险程度、触发条件和响应时效。同时，有机结合“非现场”执法要求，明确企业端即时提醒与县市端限时处置的触发条件，低级别预警自动推送给企业自查自纠，中高级别则同步推送至属地生态环境部门，并启动闭环处置流程。最终形成全域覆盖、分级管控、协同处置的一体化生态环境预警体系，实现从被动响应到主动预防的智能跃升。

## 三、应用创新性

### （一）构建“污碳双控”协同管理新模式

衢州依托“污账户”和“碳账户”应用，打通能源消耗与污染物排放的数据壁垒，实现了“污画像”与“碳画像”的叠加分析，由单向治污转向减污降碳协同治理。同时，建立差异化监管与激励机制，将企业减污降碳成效与环保信用评价、绿色信贷等政策精准挂钩，通过差异化的政策倾斜，倒逼高碳低效企业转型升级，为探索生态产品价值实现机制提供了“衢州样板”。

### （二）打造“数据碰撞”环境隐患发现新路径

针对传统监测手段、业务系统单一预警难以发现隐蔽性违法问题的痛点，衢州“污账户”创新数据碰撞算法模型，通过比对环评审批、排污许可、固废监管、监测监控、用电监管、工况等多源异构数据，挖掘数据逻辑矛盾，精准识别“真产假治”、“调表造假”等隐性风险，实现污染源全生命周期监管，大幅提升环境执法的科技含量和精准度。

### （三）创新“风险预防”助企服务新方法

衢州“污账户”打破政府“单向管控”、企业“被动整改”的传统格局，通过主动向企业推送超标预警、排污许可到期提醒、排放总量临界预警及违法风险提示等关键信息，将环境监管关口由事后处罚前移至事前预防与事中提醒，帮助企业规避因疏忽造成的违法风险，降低合规成本与治理门槛，推动企业从“被动守法”向“主动减污”转变，形成政企协同、良性互动的治理新生态。

## 四、应用成效

### （一）构建统一预警体系，重塑环境执法工作机制

“污账户”搭建 18 个预警模型，内嵌 149 条细化预警规则，统一设定十一级预警等级，实现预警标准、处置流程“双统一”。明确企业违规预防提醒、县市级检查触发条件，深度结合“非现场”执法要求，实现环境隐患早发现、早介入、早处置，显著提升执法精准度和监管效率。

### （二）整合多源异构数据，实现排污单位微观扫描

“污账户”打破数据壁垒，通过跨平台数据贯通与数据交叉碰撞，对排污单位污染排放、许可审批、生产运行等全维度要素开展深度融合分析，有效拓宽预警覆盖范围、丰富预警类型，精准补齐现有监管规则短板，全面提升非现场监管的覆盖面与穿透力。如针对 603 家固废和大气监管重点企业，根据制定的预警规则，实现多平台数据碰撞，非现场发现重点隐患 210 个，经过专项排查整治，目前已整改 122 个，立案数 5 件，有效降低环境风险隐患。

### （三）建立系统评估体系，强化 AI 助企服务

依托“污账户”构建企业全维度环保画像，综合污染排放水平、环境问题整改、环境规范管理等核心指标，形成可量化、可对比、可应用的评价结果。强化 AI 赋能企业合规检查和风险预警，如依托移动源预警模型，对全市 21 家机动车检测机构实施了精准化、前置化的预警服务，累计定向推送各类低风险预警信息 1020 条，将监管关口前移至违法行为发生之前，帮助企业及时发现并消除苗头性隐患，有效降低企业因疏忽大意导致违法的潜在风险，实现了从被动执法向主动服务的转变。

## 湖北省长江大保护数字化治理智慧平台数据智能问答助手应用

湖北省生态环境信息中心

### 一、总体介绍

湖北省长江大保护数字化治理智慧平台数据智能问答助手（以下简称“智能问答助手”）是湖北省生态环境信息中心为深入贯彻落实国家“人工智能+”行动部署，积极响应数字生态文明建设战略要求，自主研发并已投入实际运行的新一代生态环境智能治理核心系统。当前，生态环境管理领域长期面临“数据孤岛”导致的信息壁垒、“系统割裂”引发的业务断层、“知识获取壁垒”造成的专业门槛，以及“决策支持效率不足”带来的响应滞后等关键问题，严重制约了治理效能的跃升。智能问答助手的研发与投运，正是系统性破解上述痛点、驱动治理模式重塑的关键举措。

智能问答助手深度融合了多模态人工智能技术、行业语义知识图谱与多源异构大数据资源，构建了一个覆盖“数据采集汇聚—智能分析研判—决策支持生成—执行反馈优化”全生命周期的智慧治理体系。其核心技术体系包括：基于语义本体的生态环境知识图谱构建技术、多引擎（知识库、指标库、图谱与大模型）融合智能推理技术、结合“指标语义”专用解析引擎，以及支持多模型灵



图 1 统一智能交互入口

活调度与快速接入的AI服务平台。这一技术体系不仅实现了对海量多源数据的深度穿透与关联计算，更赋予了系统对复杂环境问题的语义理解与逻辑推演能力。

智能问答助手的服务范围全面涵盖大气环境、水环境、土壤环境、污染源管理等全环境要素的监测预警、污染成因溯源分析、执法监管支持、政务协同办公等核心业务场景。其核心建设目标是通过打造“一个统一服务入口、一套融合数据底座、一个集中智能大脑”，推动生态环境治理工作向精准化、智能化与协同化方向转型，显著提升环境监管效能与科学决策水平，为构建绿色、智慧的数字生态文明治理新范式提供坚实的技术支撑。

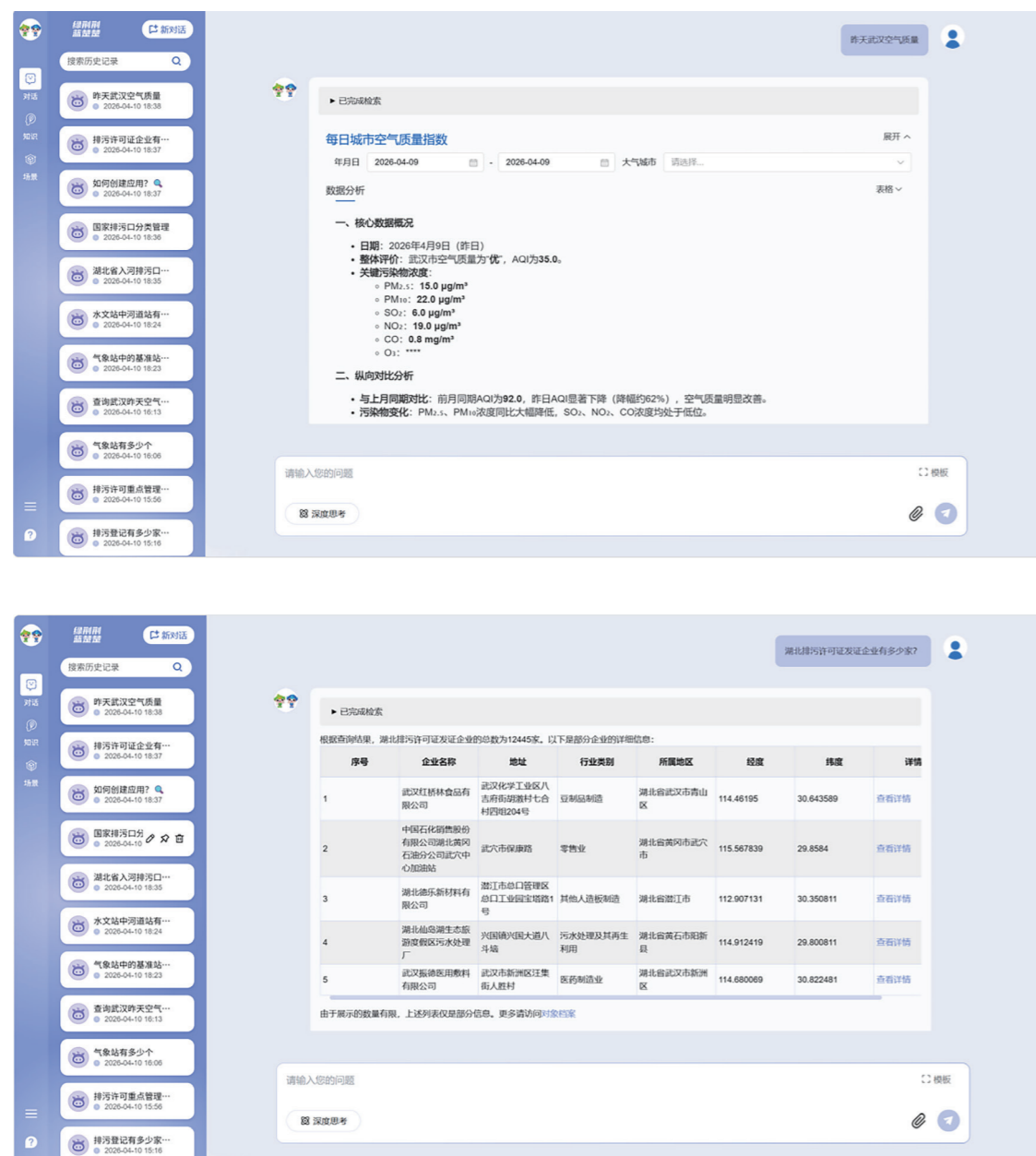


图2 自然语言智能问答

## 二、技术路线

智能问答助手采用分层解耦、灵活可扩展的“平台+智能体”总体技术架构，并基于智能体( Agent )协同演进的设计理念，依托全业务闭环验证与强化学习反馈机制，保障技术框架的实战性、有效性及持续演进能力。该架构使得智能问答助手能够像“智慧大脑”一样，灵活调度底层各类专业能力，协同完成复杂环境问题的推理与解答。

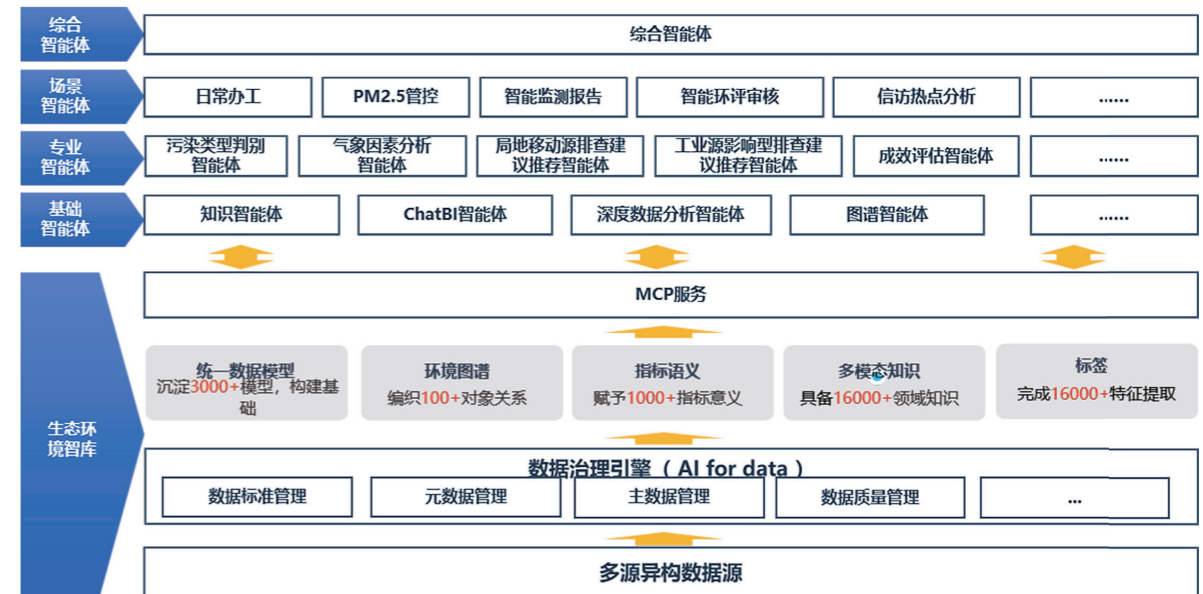


图3 自然语言智能问答

该架构使得智能问答助手能够像“智慧大脑”一样，灵活调度底层各类专业能力，协同完成复杂环境问题的推理与解答。在数据沉淀与模型能力构建方面，智能问答助手已积累了规模庞大的业务过程数据记录达数十亿条，构建的法规库、案例库、标准库等知识文档数量超过百万份，标准化管理的环境质量、污染排放等各类业务指标超过数千项；同时，在专用算法模型层面，研发了参数量级达千万级的“指标问数”解析模型，以及训练数据涵盖百万级法规条款与历史案例的执法判别智能模型，构建了坚实的生态环境智能底座。

### (一) 模型体系：混合架构驱动智能内核

智能问答助手采用“基础大模型+领域精调模型+专用算法模型”的三层混合模型架构，这种三层架构设计既保障了通用智能的广度，又兼顾了专业领域的深度，是智能问答助手能够精准理解复杂业务提问并输出专业解答的核心驱动力。

1. 基础大模型作为底层通用能力基座，适配并接入了多种主流高性能通用大模型，如 DeepSeek-R1-Distill-Llama-70B-ArTLM 问答模型、bge-large-zh-v1.5-n65MT 嵌入模型、Qwen3-Reranker-8B-tnEZ4 重排模型、Qwen2.5-VL-72B-Instruct-INIMB 多模态模型等，可根据具体任务场景的安全性、性能与成本要求进行灵活调度与选用。

2. 领域精调模型。基于海量的生态环境领域专业语料库(涵盖法律法规、标准规范、政策文件、历史执法案例、环境监测报告、学术文献等),对选定的基础大模型进行持续的领域预训练与指令微调,从而形成具备深厚行业语义理解与专业内容生成能力的领域专用模型,确保智能问答助手能“懂行话、说行语”。

3. 专用算法模型。针对生态环境垂直业务场景的特定需求进行自主研发或深度优化,是智能问答助手在关键业务节点实现“精准穿透”的利器:

- “指标语义”解析模型:基于语义解析与结构化映射技术,专门用于解决以自然语言查询专业业务指标时产生的语义歧义与转换难题,能够将用户的口语化提问精准转换为可执行的数据查询语言,模型参数量级达千万级。

- 执法判别智能模型:基于检索增强生成(RAG)框架与分类算法,利用涵盖百万级法规条款与历史案例的训练数据,实现对环境违法行为的智能识别、定性分析与初步判定。

4. 部署方式。所有模型均采用集中化部署模式,运行于政务云平台,并通过标准化的API接口为上层应用提供稳定、高效、安全的服务。

## (二) 数据资源体系:多元融合构建知识根基

智能问答助手构建并运营一套规模庞大、来源多元、质量可控的生态环境数据资源体系。该体系为上层智能分析提供坚实基础,是实现“有问必答、答必有据”的根本保障。

1. 数据来源。全面集成内部各类业务系统数据(如污染源在线监控系统、环境质量监测系统、排污许可管理平台、环境影响评价系统、执法处罚系统等数十个省级及国家级系统)、本地政务文档数据(各类公文、工作报告、档案资料、管理制度等非结构化文本)、外部公开数据(政策法规、气象信息、地理空间数据等)以及物联网感知数据(空气质量微站、水质自动监测站等实时传感数据),彻底打破了以往各业务板块间的数据壁垒。

2. 数据规模与治理体系。管理对象覆盖全省重点排污企业、排污口、环境监测站点等,形成“一企一档”全景画像;累积的各类业务过程数据记录达数十亿条;构建的法规库、案例库、标准库等知识文档数量超过百万份;标准化管理的环境质量、污染排放等各类业务指标超过数千项。通过遵循“汇聚—治理—建模—服务”的数据全流程治理框架,利用ETL工具进行数据清洗与整合,并基于语义本体技术构建统一的、可计算的生态环境知识图谱,有效破解了数据关联性弱、价值挖掘浅的问题,确保了数据的完整性、准确性、一致性与可追溯性,为智能问答助手的多维关联推理提供了高质量的数据。

## (三) 智能分析支撑平台:一体化能力底座

智能问答助手的智能能力构建于一个功能完备的智能分析支撑平台之上,该平台为智能问答助手的开发、运行与持续迭代提供了一体化能力底座,主要包括以下核心模块:

1. 人工智能应用中台。提供从底层算力资源到上层AI应用的全栈式管理与开发能力。

- 算力管理中心:实现对物理服务器、GPU算力卡及虚拟化算力资源的统一监控、弹性调配与

精细化账户权限管理,保障智能问答助手在高并发场景下的算力需求。

- 模型管理中心:基于开源技术架构构建模型开发生态,对各类模型进行统一纳管,提供从数据集管理、数据标注、模型训练调优、评估测试到部署上线、运维监控的全生命周期管理能力,支撑智能问答助手底层模型的持续迭代升级。

- AI应用开发中心:支持智能体(Agent)的创建、配置与管理,提供多模态模型搭建、角色设定与思考链等提示词工程配置能力,并提供知识库的文档切片规则选取、向量化存储、内容管理及检索增强等全套工具,支持智能问答助手各类专业场景问答能力的快速构建和迭代。

2. 指标全生命周期管理工具。实现生态环境业务指标的标准化定义、可视化开发、高效存储计算、血缘关系图谱追溯以及服务化共享。具体涵盖指标分类管理、指标定义、同比指标智能创建、指标授权管理等指标管理功能;涵盖从数据表、数据模型、维度到原子指标、派生指标、衍生指标全链条加工的指标开发功能;以及指标存储引擎、指标计算引擎、指标图谱(呈现无限级嵌套引用关系的完整溯源图谱)和指标微服务(通过RESTful API接口实现数据共享),为智能问答助手的“指标问数”专用引擎提供了核心的技术与数据支撑,使其能够精准响应各类指标查询诉求。

3. 标签管理体系。建立了一套适用于生态环境大数据特点的标签管理系统,包括标签概览、标签实体管理、标签定义管理、标签主题管理、标签评估、标签作业监控、标签访问日志等核心功能模块,支持对环境管理对象(如企业、设备、区域)进行快速、灵活的标签定义、自动化生成与全周期管理,助力智能问答助手实现管理对象的精细化刻画与分类施策,在污染溯源等场景中提供更精准的线索聚焦。

## 三、创新性

智能问答助手在建设模式、核心技术与业务应用三个层面实现了系统性创新,重新定义了生态环境智能问答系统的能力边界与应用价值。

### (一) 模式创新:首创“决策支持与政务办公深度融合”的一体化智能助手模式

创造性地将智能决策分析能力与智慧办公协同能力有机整合于单一应用平台。用户无需在不同业务系统间反复切换,即可在同一界面内完成从数据查询、多维分析、智能报告生成到任务在线分发与跟踪的完整业务闭环,从根本上改变了传统依赖多个独立系统、工作流程碎片化的低效模式。

### (二) 技术创新:突破多引擎融合智能推理与语义化知识构建关键技术

1. 多引擎融合智能推理技术。突破了单一人工智能模型在专业垂直领域存在的局限性,通过知识库的精确向量检索、指标库的实时计算引擎、知识图谱的深度关系推理与大模型的语义理解与生成四大引擎协同工作,实现对复杂、专业生态环境问题的精准解答与逻辑推理,显著提升了垂直领域智能问答的准确率与可靠性。面对诸如“某区域近期PM<sub>2.5</sub>浓度异常升高的成因及主要贡献源”这类复合型问题,智能问答助手能够协同调度各引擎,实现从数据提取、关联分析到归因推理的闭环解答。

2. 语义化生态环境知识图谱构建技术。应用本体论方法,对生态环境领域的核心概念、实体

类型、属性及相互关系进行标准化定义与形式化表达，将海量的非结构化文档、半结构化数据转化为机器可理解、可计算、可深度推理的“领域知识大脑”，为所有上层智能应用提供了坚实的语义理解根基。

3. “指标语义”专用解析引擎。攻克了将自然语言查询自动、准确转换为专业业务数据库查询语句这一长期存在的语义映射难题，确保了业务人员能够以“口语化”方式便捷、可靠地获取专业指标数据，极大降低了数据使用门槛，真正实现了“让数据触手可及”。

### （三）应用创新：构建“业务全流程覆盖、政务全场景赋能”的智能助手服务矩阵

通过将智能问答助手深度嵌入生态环境监管的核心业务流程，使其成为污染源全过程监管、环境质量动态分析、执法检查精准实施等工作中不可或缺的智能辅助工具。通过统一的服务入口，为省、市、县三级生态环境管理部门中不同层级、不同岗位的工作人员提供个性化智能支持——从为一线执法人员提供现场检查要点智能提示与法规依据推送，到为中层管理者自动生成定制化的数据分析报告与趋势研判，再到为高层决策者提供宏观环境态势的智能研判与政策模拟推演，实现了对生态环境治理业务全链条的智能化赋能，推动传统依赖个人经验、手工操作、分散决策的工作模式，全面向数据驱动、智能协同、精准高效的现代化治理模式转型升级。

## 四、应用成效

自 2025 年起在湖北省各级生态环境部门正式投入应用以来，智能问答助手已取得显著的实践成效，切实将技术优势转化为治理效能。

### （一）显著提升环境监管与执法效能

在非现场执法等场景中，通过动态数据模型与智能规则引擎进行自动研判，实现了对环境潜在违法行为的智能识别与风险预警，有效提高了违法线索发现的精准率与及时性，大幅减少了低效、无效的人工现场核查频次，使有限的执法资源得以更科学、更优化地配置。

### （二）深度优化政务办公流程与科学决策机制

统一的智能交互入口使得跨系统、跨数据库的复杂数据查询与多维分析任务耗时，从传统手工操作模式下的数小时量级，缩短至分钟甚至秒级，有力支撑了重污染天气应急响应决策、突发水污染事件快速溯源等关键场景下的高效分析研判，为科学决策与应急指挥赢得了宝贵时间窗口。

### （三）全面释放数据要素价值并形成可推广的行业示范

本应用成功打破了原有数十个独立业务系统之间的数据壁垒与技术隔阂，实现了跨域数据资源的深度融合与协同价值释放。其“一体化智能平台”建设模式、“多引擎 AI 融合”技术架构以及在污染防治攻坚战、生态环境治理现代化等领域的深度应用实践，为全国生态环境行业乃至更广泛的政务数字化领域，提供了一个具备高度可复制性、可推广性的智能化转型示范案例，对推动行业整体智能化水平提升具有积极的借鉴意义。

## 基于 AI 大模型支撑的全运会生态环境保护 全域多维场景创新实践

广州市生态环境局 广州市环境技术中心（广州市美丽城市建设中心）  
广州市云景信息科技有限公司

### 一、总体介绍

2025 年，第十五届全运会和残特奥会成功在广州举行，其生态环境保护工作既是践行“绿色、共享、开放、廉洁”办赛理念的核心要求，也是对广州超大城市环境治理能力的全面检验。传统赛事环境保障模式存在智能化支撑不足、跨部门协同滞后、应急响应效率低、闭环落实能力弱等问题，难以有效满足赛事全时段、全要素、高精度的保障需求。

为高标准完成十五运会生态环境保护工作，广州市环境技术中心联合广州市云景信息科技有限公司，深度融合 AI 大模型、多模态感知、大数据分析等核心技术，建设广州市全运会生态环境保护指挥平台，构建起“全感知监控-快预警研判-可指挥调度-强闭环落实”的立体化支撑保障体系，开展了重大赛事多维场景创新实践。平台以数据互通、业务协同、智能决策为核心，搭建全运态势、蓝天保障、碧水保障等十大核心功能模块，创新打造智慧蓝天、智慧碧水、智能审查、执法助手、信访助手等五大场景专业智能体，形成全域覆盖、多域协同的智能化保障能力，实现广州市生态环



图 1 广州市全运会生态环境保护指挥平台全运态势界面

境全域、全时段数智监控与全流程闭环管理。

全运会召开期间平台稳定运行，累计成功调度任务 3498 项，指挥调度效率较传统模式提升 50% 以上，助力开幕式当天 PM<sub>2.5</sub> 日均浓度 15 微克/立方米，实现“广州蓝”。该平台成功入选“2025 年十五运会和残特奥会科技创新融合示范案例”，为国内超大城市开展重大赛事活动生态环境保护提供了宝贵经验和借鉴。

## 二、技术路线

平台采用“五横二纵”总体技术架构，以“数据驱动+AI 赋能+业务闭环”为核心技术路径，全方位保障系统可用、扩展、安全，同时构建适配生态环境领域的多层级模型体系与全要素数据资源体系，为赛事全周期生态环境保护提供坚实技术支撑。

### （一）总体技术架构

“五横”分层架构覆盖从底层基础设施到上层服务展示的全链路能力：一是基础设施层，统筹算力、存储、网络资源，本地化搭建大模型专属运行环境，满足海量数据实时处理与复杂 AI 任务运算需求；二是数据资源层，基于广州市生态环境数据资源中心打破部门数据孤岛，汇聚多源异构数据构建标准化数据资源池；三是应用支撑层，搭建大模型开发框架、RAG 向量化知识库、智能体调度引擎，为上层业务应用提供全链路 AI 能力支撑；四是业务应用层，落地 10 大核心功能模块与五大智能体，全面覆盖赛事环境保障业务场景；五是服务展示层，通过可视化指挥大屏、移动端执法系统，实现多端协同、全景展示与远程指挥。



图 2 平台总体架构

“二纵”保障体系贯穿平台全生命周期：一是标准规范体系，制定数据采集、模型训练、业务流程、安全管理等全流程标准规范，保障平台规范化运行；二是安全管理体系，构建全链路数据安全、模型安全、网络安全防护体系，确保政务数据与系统运行安全可控。

### （二）核心技术

平台采用“提示词工程优化+检索增强生成（RAG）+智能体（Agent）”的技术路线，本地化部署通用大模型并完成生态环境垂直领域深度适配。针对蓝天保障、碧水保卫、环评审查等不同业务场景，设计结构化、语义明确的提示词，精准引导模型生成专业可靠的分析结果；构建包含政策法规、技术标准、历史案例的 RAG 向量化知识库，在模型推理过程中实时检索高相关度知识片段，有效抑制大模型幻觉问题；开发具备意图识别、任务规划、工具调用、自主执行能力的五大专项智能体，完整打通“感知监测-智能分析-精准决策-联动处置-闭环反馈”的全业务链条，实现复杂环境保障任务的自动化、智能化闭环处理。

### （三）模型情况

本项目构建通用基础模型+垂直领域微调+专项智能体的多层级模型体系，适配生态环境保护全场景差异化需求。核心基础模型包括开源 Deepseek-r1、qwen2.5-7b-rl、qwen-2.5-coder

-32b 大语言模型，配套 timeconvert、qrewrite 等专用辅助模型，同步融合广州市云景信息科技有限公司研发的“云景环境智脑”生态环境垂直大语言模型。模型来源以开源模型为主、自研垂直模型为辅，可灵活适配不同业务场景的需求。

所有模型均采用本地化私有部署方式，搭建专属算力运行环境，既保障政务数据安全可控，又满足赛事期间高并发、低延迟的运算需求。通过“提示词工程+RAG+智能体”技术路径，所有模型均完成生态环境垂直领域深度微调，注入环保政策法规、技术标准、历史处置案例等专业语料，开发形成五大业务智能体。在环境监测、污染溯源、应急决策等专业场景下，模型的分析能力与准确性显著优于通用大模型，可自主完成从数据解析到任务执行的全流程操作。

### （四）数据情况

本项目核心数据集为广州市生态环境全要素专题数据集，数据集总规模达 2.84 亿条多源异构数据，覆盖全市大气、水、声、污染源、执法等 21 个业务领域，按业务属性分为六大类：环境监测数据、污染源数据、气象交通数据、政策法规标准、历史处置案例、环评文档数据，完整覆盖赛事环境保障全链条数据需求。

数据集采用“采集-清洗脱敏-标准化治理-向量化转换”的全流程规范构建：首先通过统一接口对接各业务系统原始数据，完成数据清洗与脱敏处理；其次按照生态环境行业标准进行数据标准化治理，统一数据格式与指标口径；最后针对 RAG 知识库完成专业数据向量化处理，构建向量索引。同时建立数据动态更新机制，实现监测数据实时更新、业务数据定期同步、政策法规数据即时迭代。所有数据均经过多轮校验，合规性、完整性、准确性均满足政务级应用要求，为平台智能分析、精准决策提供了坚实的数据底座。

### 三、创新性

针对传统赛事环境保障技术支撑浅层化、资源配置碎片化、跨部门协同梗阻、治理效能难持续，与美丽城市建设长效目标不匹配的核心问题，项目锚定重大赛事保障与美丽城市建设有机融合，实现三大核心创新突破。

#### （一）技术创新：构建认知智能驱动的生态环境保障新范式

项目首创认知智能驱动的生态环境保障新模式，本地化部署生态环境垂直领域大模型，通过环保政策法规、技术标准、历史案例等海量行业语料的指令微调，完成模型的领域深度适配，使其具备专业的污染溯源、趋势研判与决策支持能力。创新“提示词工程+RAG+智能体”技术体系，开发五大场景化智能体，将大语言模型从被动对话工具升级为可自主执行复杂环境保障任务的“智能环境专家”，实现了从数据展示向智能决策的根本性跨越。融合多模态大模型技术，复用城市现有视频监控资源实现环境风险 7×24 小时主动感知，突破了传统系统“重数据展示、轻智能决策”的行业瓶颈。

#### （二）资源配置创新：实现全域治理资源的集约化高效利用

项目打破部门数据孤岛，统筹整合全市 21 个业务领域 2.84 亿条多源异构数据，构建统一标准化数据资源池，实现多源数据的深度融合与共享复用，解决了传统环境治理中数据分散、壁垒突出的问题。创新硬件资源复用模式，无需新增大量监控设备，直接复用城市现有视频监控硬件资源，以零新增硬件实现非现场监管能力的指数级跃升，大幅降低了建设成本。统筹跨部门、跨层级的执法、应急、监测等治理资源，通过网格化管理体系实现资源精准下沉，解决了传统资源分散、重复建设、调度低效的行业痛点，显著提升了资源利用效率。

#### （三）机制模式创新：建立“平战结合”长效治理机制

项目构建“预警-溯源-派发-反馈-核验”的分钟级智能闭环响应机制，将传统小时级甚至天级的污染处置流程压缩至分钟级，实现“发现即处置”的快速响应。建立“指挥部统筹、跨部门联动、网格化落地”的扁平化协同体系，打通部门间的数据链路和业务断点，实现跨领域任务一键派发与信息共享，跨部门协同处置时间平均缩短 40%。首创“平战结合”的长效治理新模式，建立赛时保障能力与常态化城市治理的双向转化通道，将赛事期间沉淀的技术成果、标准流程、数字资产固化为可复用模块，实现“一次建设、持续赋能”，将赛事高强度保障能力转化为支撑美丽城市建设的长效治理动能。

### 四、应用成效

平台于 2025 年 10 月 25 日正式上线，在广州市全运会赛事期间全域落地应用，全周期稳定运行，圆满完成各项生态环境保护任务。

#### （一）赛事核心保障成果突出

全运会召开期间，平台累计成功调度各类环境保障任务 3498 项，指挥调度效率较传统模式提升 50% 以上。开幕式当天，依托平台的综合调度与精准保障，实现当日 PM<sub>2.5</sub> 日均浓度 15 微克 / 立

方米，实现全运“广州蓝”，为广州十五运会空气质量保障工作实现“开门红”。赛事期间，AI 执法辅助助手、信访 AI 助手全程协同发力，筑牢赛事环境安全防线，为赛事期间环境秩序稳定提供了坚实支撑。

#### （二）决策模式从经验驱动向知识驱动转变

平台将环境质量、预警预报、污染管控各类专业知识深度融合，打造蓝天保障每日研判模块。以往需耗费数人半天时间整理数据、人工分析研判才能完成的环境质量分析报告，通过大模型只需半小时即可自动生成标准化、结构化成果；蓝天保障智能体每日自动生成 AI 智能调度简报，结合气象趋势与污染源动态，为环境监管决策提供前瞻性、靶向解决方案，推动环境治理决策从依赖个人经验向基于全量数据与专业知识的科学化转变。

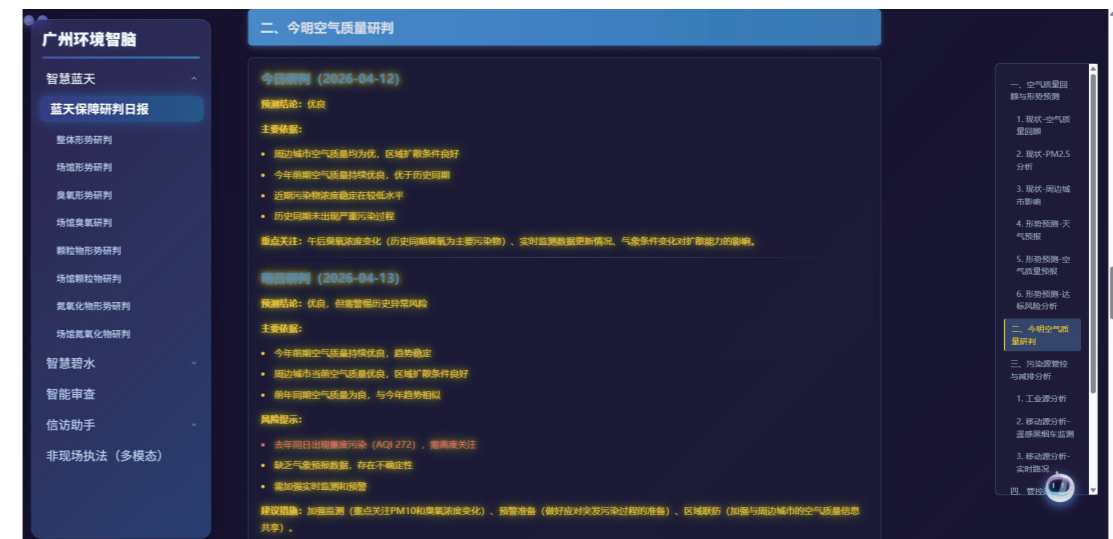


图 3 空气质量研判



图 4 水环境质量形势智能研判



图 5 水环境断面排放规律智能分析

### (三) 监管模式从被动响应向主动洞察转变

针对传统环境监管事后处置、被动应对的痛点，平台依托多模态大模型技术实现监管模式根本性升级。AI 执法辅助助手创新性复用城市现有视频监控资源，自动识别场馆周边道路扬尘、施工工地违规作业、冒黑烟车辆、渣土车未覆盖等环境违规场景，第一时间生成取证线索与预警信息，将传统的事后人工巡查转变为智能监测，极大拓展了非现场监管的时空覆盖范围；同时通过历史数据关联分析，主动识别高风险污染源与监管盲区，实现从“被动接报”向“主动预警、提前防控”的转变。

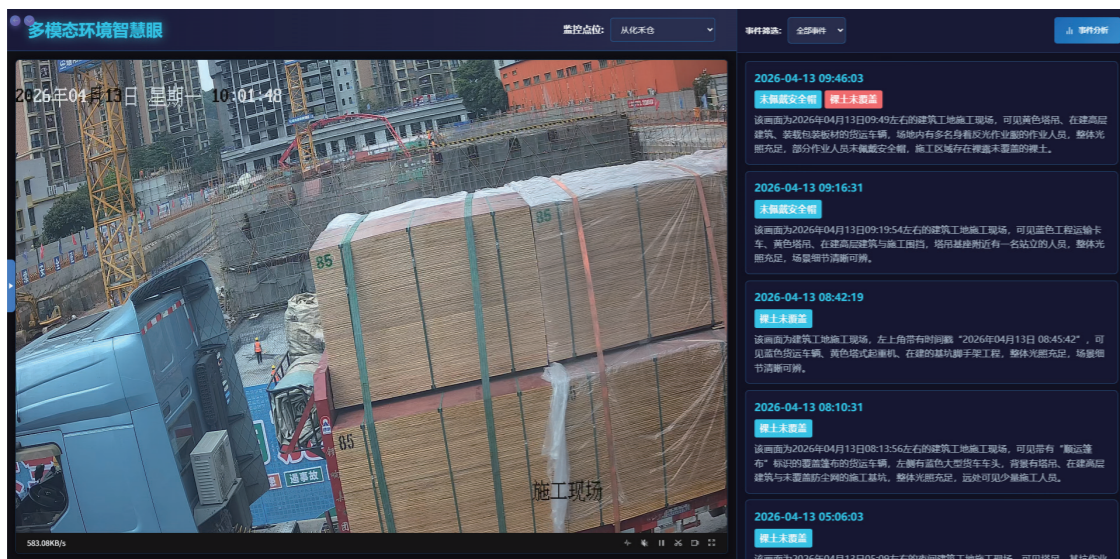


图 6 多模态智能分析

### (四) 政务管理效能实现跨越式提升

平台在省内首创环评报告 AI 智能审查模式，通过 AI 大模型对报告合规性、完整性、准确性进行自动化校验，将单份报告技术审查时长从传统数天压缩至 30 分钟内，审查效率提升数十倍。此外，信访 AI 助手通过信访件智能分流、优先级排序，精准定位责任单位并自动派发任务，同时可快速调阅督察案例库、信访案件库进行交叉对比分析，自动形成问题分析报告，大幅提升信访处置效率与精准度。



图 7 环评智能审查

### (五) 社会与经济价值双赢

项目成功保障十五运会顺利举办，向全社会展现了广州美丽城市建设与科技创新实力。经济效益方面，以智能化手段替代大量人工冗余工作，显著降低了政府管理的人力资源与时间成本；精准化管控措施避免了传统“一刀切”式停产限产，减少了对社会经济活动的干扰，实现了环境效益与经济效益的协同增效。

### (六) 行业示范价值显著

该平台成功入选“2025 年十五运会和残特奥会科技创新融合示范案例”，为国内超大城市开展重大赛事活动生态环境保护提供了宝贵经验和借鉴。



图 8 十五运会和残特奥会科技创新融合示范案例证书

## 生活垃圾发电智慧运营新模式

——大语言模型赋能“运营小红书”

光大环保（中国）有限公司

### 一、总体介绍：以大模型知识平台破解行业运营痛点

#### （一）实施背景

在全球应对气候变化与推进能源转型的背景下，垃圾焚烧发电已成为实现废弃物资源化与绿色低碳发展的重要路径。绿色低碳发展已成为全球共识，在固废处理领域，全球数据表明，垃圾焚烧发电是目前减量化、资源化程度最高的技术路径。

光大环境作为中国环境治理的领军企业，在行业内率先推动公众开放，率先推行“装树联”，通过“互联网”打破信息壁垒，建立信任，引领行业智慧监管，全面推动了垃圾发电行业规范化与透明化发展。

作为全球最大的垃圾发电投资运营商，截至2025年底，光大环境业务遍及国内25个省、自治区、直辖市及1个特别行政区的220多个区县市，投资项目数逾600个；已投运垃圾发电项目处理规模达16万吨/日，约占全国总处理规模（约110万吨/日）的14.5%。2025年垃圾处理量5800万吨，发电量285亿度。公司始终坚持清洁文明发展，旗下26个项目获得国家级“AAA级生活垃圾焚烧厂”荣誉，多个项目荣获“花园工厂”称号。在工程品质上，多个项目荣获中国建筑行业最高荣誉“鲁班奖”；在技术创新上，公司成功研发应用中温超高压垃圾发电技术、无人打焦/清灰机，均为行业首创，作为拥有最多专利的环保企业，授权知识产权2,340件，是国家级专精特新“小巨人”企业。

当前行业进入存量精细化运营阶段，国补退坡、排放标准提升、人才缺口扩大，传统“师傅带徒弟”模式效率低下，制度查询与理解慢、知识传承难、经验不统一等问题，成为制约运营效率与人才培养的关键瓶颈。依托大语言模型打造智能化、即时化、标准化的运营知识平台，成为行业智慧运营的核心突破口。

#### （二）应用简介

本应用以国产DeepSeek大模型为核心技术，聚焦生活垃圾发电运营知识管理与人才赋能，打造行业首个“运营小红书”智能知识平台，是光大环境“人-机-库”数字运营体系的核心知识载体。该平台已覆盖光大环境国内17个省、天津、广西及海外垃圾发电项目，实现运营知识7×24小时智能响应、精准检索、场景化赋能，与远程仿真培训、数字员工、智能装备协同，构建起“知识+

技能+实操”的全维度智慧运营体系。

### 二、技术路线：大模型驱动运营知识数字化体系

#### （一）知识底座：百万字运营标准数字化沉淀

基于光大环境20余年行业运营经验，构建130万字运营制度智能问答库，形成覆盖锅炉、汽机、渗滤液、烟气处理、设备维护、环保管控等全场景的知识体系。

建立统一知识编码与检索规则，将纸质手册、内部制度、实操经验转化为结构化数字资产，解决传统知识分散、查询低效、传承断层问题，实现知识全生命周期管理。



图1 130万字运营制度转化数字资产

#### （二）大模型交互：智能问答与精准检索

依托DeepSeek大模型的自然语言理解与生成能力，搭建“运营小红书”交互架构，模型为MoE混合专家架构，总参数量671B，推理时激活参数约37B，兼顾超大模型能力与高效推理成本。依托FP8精度与DSA稀疏注意力机制，长文本处理效率显著提升，推理成本较同类大幅降低。支持128K上下文窗口，可稳定处理文档摘要、多轮对话、长文本理解与生成；具备强推理、数学、代码与工具调用能力，支持思维链与智能体工作流，适配复杂业务场景。接口采用标准RESTful API，兼容主流开发框架，支持流式输出与批量请求，响应稳定、并发友好。项目通过密钥鉴权与请求限流保障安全合规，数据传输加密，符合企业级应用要求。核心流程包括：

1. 问题智能解析。自动识别运行人员实操疑问，完成问题改写与意图匹配。
2. 分层知识召回。按大片段、小片段策略召回相关制度与实操要点，经重排筛选最优答案。

3. 即时精准应答。10 秒内输出标准化、可落地的操作指引，附带制度依据与实操规范。

4. 持续迭代优化。收集用户反馈与实操场景，动态更新知识库、优化应答精度。以“数字值长、数字专工”为核心载体，打造行业领先的智能应用集群，实现智能装备与风险预警深度融合，构建“无死角、全时段、高精度”的风险防控体系。

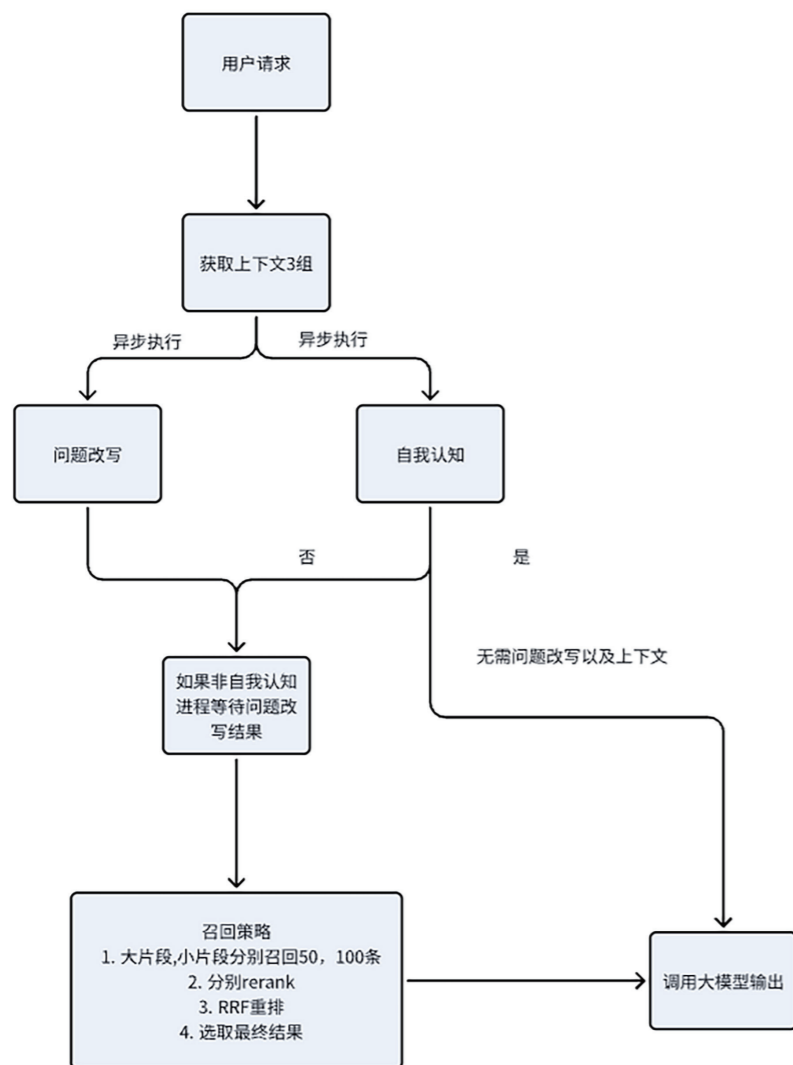


图2 智能体构建

### (三) 协同赋能：知识平台与全业务链融合

1. 与远程仿真培训联动。将知识库内容转化为仿真培训题库与实操要点，支撑智能评分与常态化练习。

2. 与数字员工协同。为“数字值长、数字专工”提供制度依据与操作标准，提升智能监盘、风险预警的规范性。

3. 与智能装备适配。提供无人清焦、智能巡检等装备的操作规范与维护知识，保障无人化作业安全高效。创新构建“1个基地+N个分中心+N个项目级”的远程仿真培训体系，搭配“运营小红书”知识平台，实现人才培养与知识传承的数字化变革，破解行业人才短缺、经验断层难题。



图3 交互界面

## 三、创新性：大模型重塑运营知识管理

### (一) 行业首创：垃圾发电领域首个大模型知识平台

率先将国产大语言模型落地生活垃圾发电运营场景，打造“运营小红书”专属知识平台，填补行业智能知识管理空白，实现从“纸质查阅、口头传授”到“数字检索、AI 应答”的变革。

### (二) 效率革命：知识查询与传承效率跨越式提升

查询效率提升 99%：知识响应时间从传统 30 分钟缩短至 10 秒，一线员工随时获取操作标准；  
传承覆盖率 100%：将老师傅隐性经验、标杆项目实战方法转化为标准化数字资产，杜绝人员流动导致的经验流失；

新员工培养提速 60%：新手可通过平台快速掌握实操规范，独立上岗时间大幅缩短。

### （三）标准统一：全项目运营规范一体化

依托大模型平台，将集团统一运营标准同步至所有项目，打破项目间知识壁垒，解决不同厂区操作不统一、标准执行有偏差的问题，实现全项目运营规范化、标准一致化。

### （四）国产自主：全栈国产化技术支撑

采用国产 DeepSeek 大模型基座，实现知识平台核心技术自主可控，保障运营数据与知识资产安全，符合行业信息安全与国产化替代要求。

## 四、应用成效：知识赋能驱动运营提质增效

### （一）人才培养：低成本、高效率破解人才缺口

配合远程仿真培训体系，累计培训超 47.2 万人次；形成“理论 + 实训 + 仿真 + 智能问答”的完整人才培养链，快速补齐行业技术人才短板。

### （二）运营提效：标准化知识保障稳定运行

一线操作严格遵循生产规范要求，热灼减率稳定控制在 3% 以内；非计划停机事件同比减少 19.8%，设备故障与环保波动风险显著降低；2025 年通过规范操作与智能预警，避免近 200 起设备故障，创造直接经济效益近 300 万元。

### （三）安全环保：知识赋能筑牢风险防线

平台实时提供环保排放、设备维护、受限空间作业等安全规范，配合 4259 个智能预警模型，实现设备风险 + 环保风险 + 运行风险三位一体防控，环保排放持续稳定达标，清焦清灰无人化作业彻底消除高风险安全隐患。

### （四）行业价值：打造知识化运营标杆

“运营小红书”成为垃圾发电行业知识数字化转型典范，推动行业从“经验驱动”转向“数据 + 知识双驱动”，为全球固废处理智慧运营提供可复制、可推广的“中国知识方案”，助力行业高质量发展与绿色低碳转型。

## 五、总结

成功打造生活垃圾发电智慧运营新模式，不仅实现企业自身降本增效、安全环保提升，更引领全球垃圾发电行业智慧化转型方向，为中国环保产业高质量发展、绿色低碳转型提供了可复制、可推广的标杆范例。