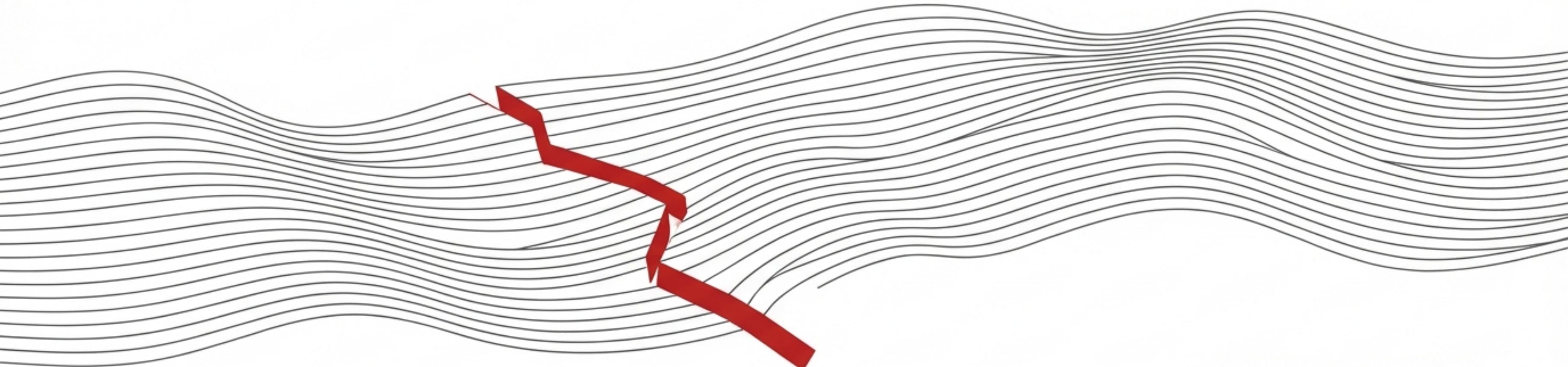


采区工作面矿压影响评价系统 (MPI System)

基于多源数据驱动的岩石力学评估与深度学习融合展望



项目汇报 | 2026年实施阶段

汇报人：项目实施组

研究背景：从单因素指标到多维力学耦合

现状局限

- 传统方法严重依赖煤层厚度，忽略顶板结构的非线性影响。
- 缺乏对隐性灾害（冲击地压、顶板垮落）的量化预警。

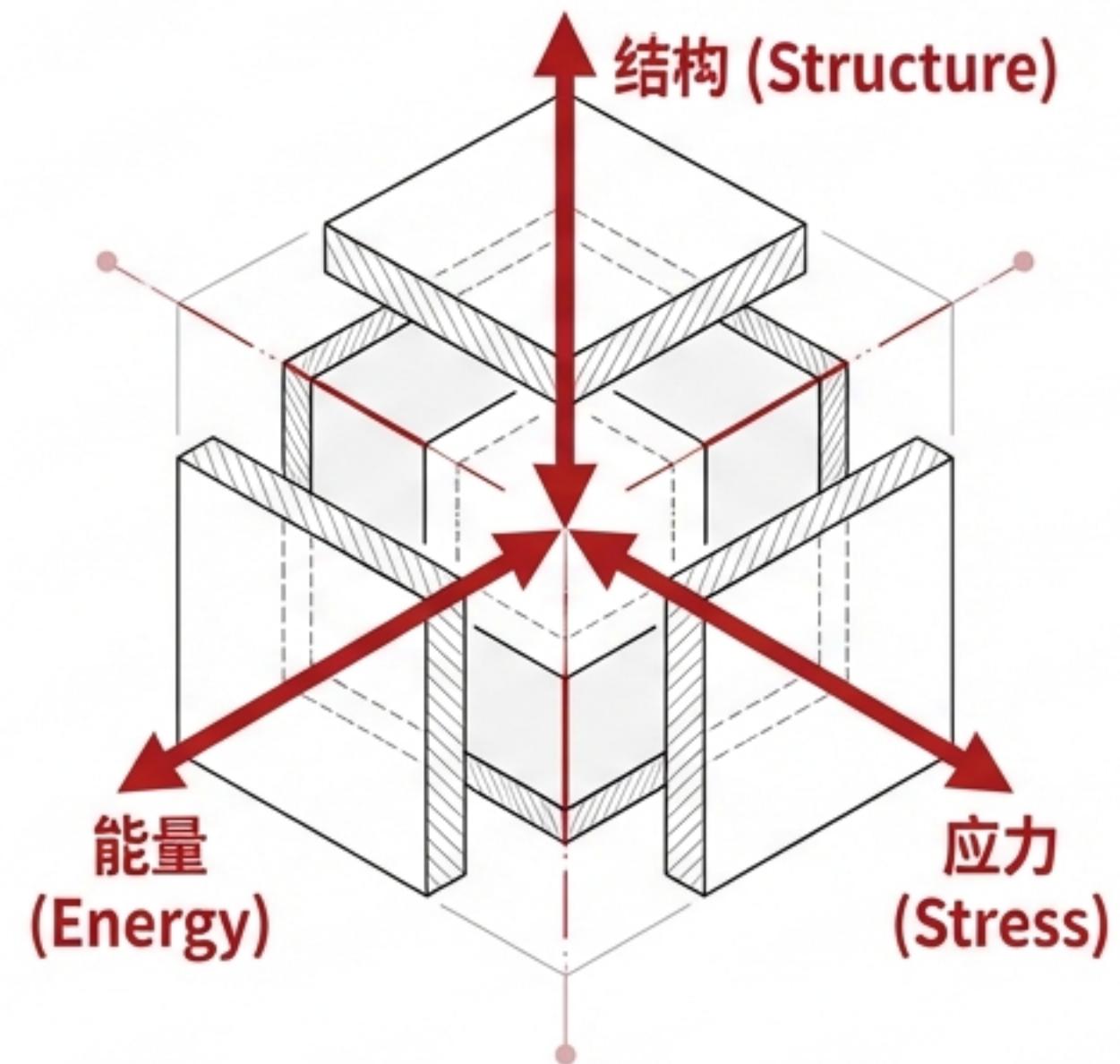
系统目标

- 构建 MPI (Mining Pressure Impact Index) 综合评价体系。
- 实现对采区岩层力学的“CT式”扫描与分级。

传统方法



MPI 多维耦合



理论框架：MPI 综合评价模型

$$\text{MPI} = w_1 \cdot \text{RSI} + w_2 \cdot \text{BRI} + w_3 \cdot \text{ASI}$$

RSI (Roof Stability Index)

顶板稳定性指标

聚焦直接顶与关键层抗崩解能力

BRI (Burst Risk Index)

冲击地压风险指标

聚焦硬岩层能量积聚

ASI (Abutment Stress Index)

支承压力分布指标

聚焦围岩刚度匹配

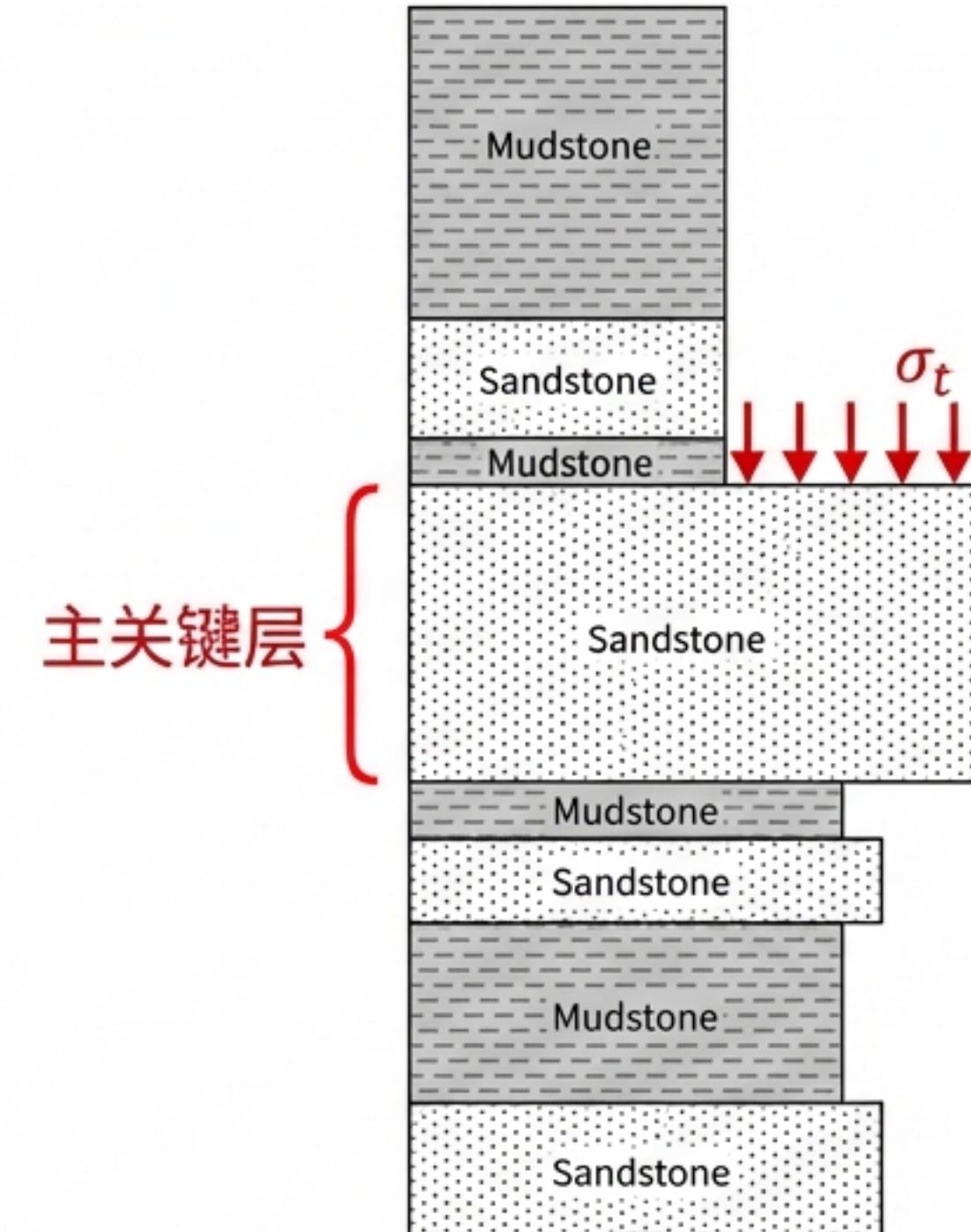
模型基于 ODI (扰动影响指标) 理论扩展，权重 (w) 支持动态配置。

算法原理 I：顶板稳定性指标 (RSI)

评估顶板岩层抵抗破坏与垮落的能力。

权重构成：

- 40% - 抗拉强度评分 (Tensile Strength)
- 30% - 关键层数量 (Key Layer Count, 每层15分)
- 30% - 岩层结构评分 (基于软岩比例)



$$RSI = 0.4 \cdot S_t + 0.3 \cdot N_{key} + 0.3 \cdot S_{struct}$$

算法原理 II：冲击地压风险指标（BRI）

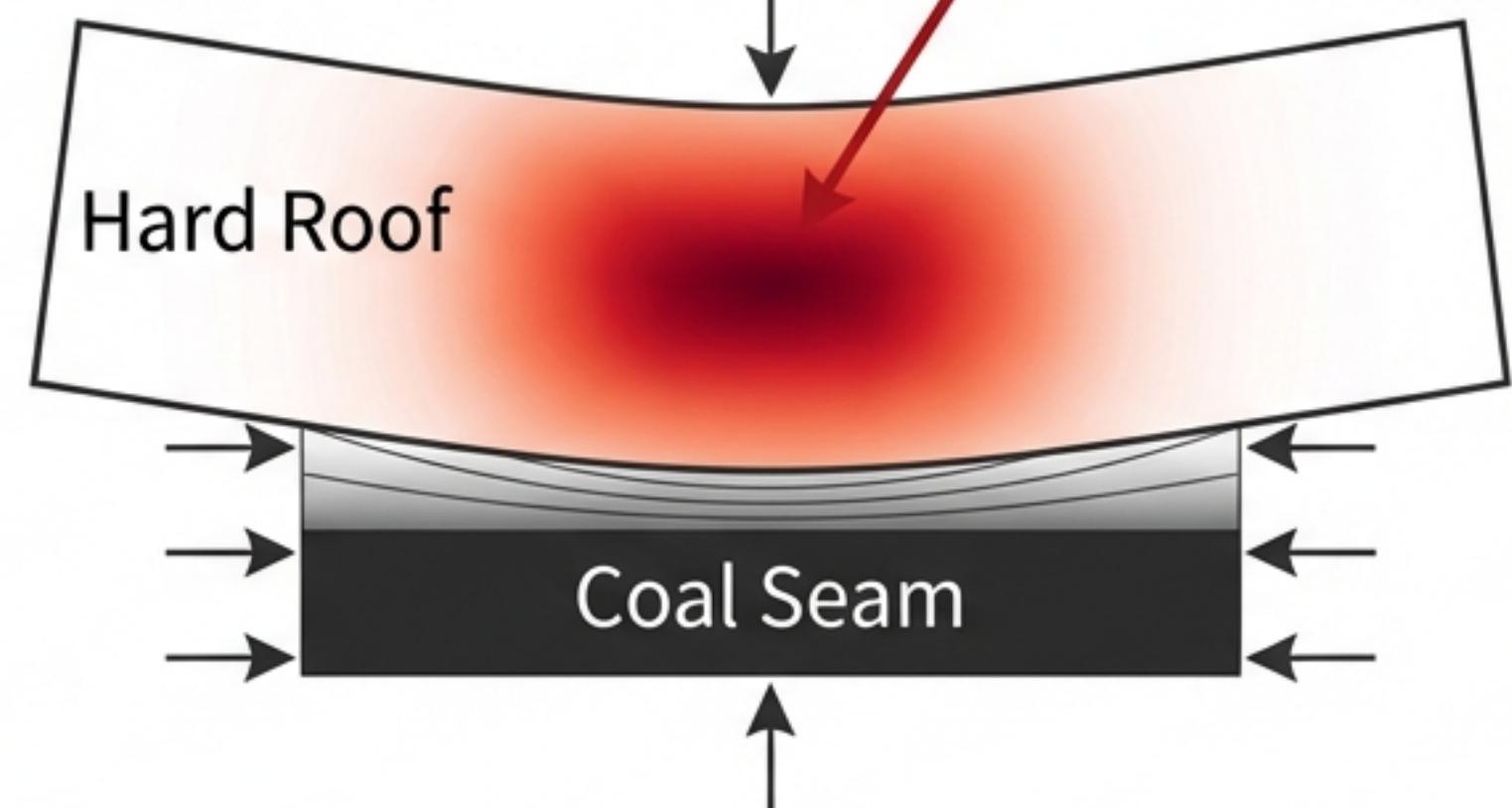
评估深部开采中能量积聚导致的动力灾害风险。

评分模型（罚分制）：

- 采深因子：深度 > 400m 时线性增加
- 能量积聚：坚硬岩层 ($E > 60 \text{ GPa}$) 的弹性能量
- 煤层厚度：特厚煤层的应力集中效应

Energy Accumulation

$$\text{Energy } E = \frac{\sigma^2}{2E_s}$$

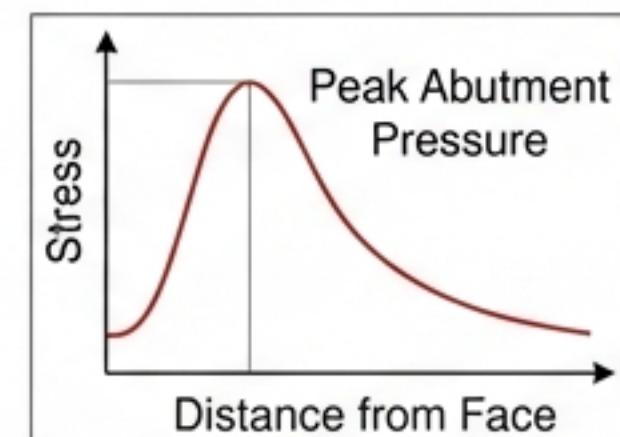
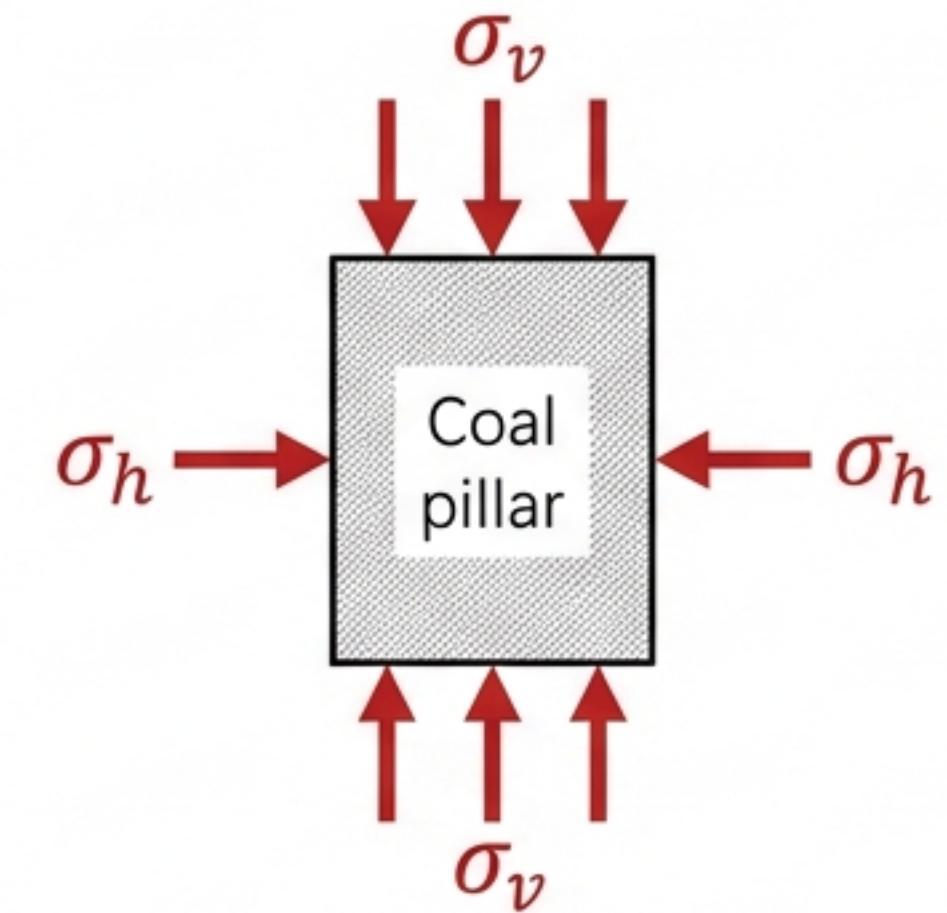


算法原理 III：支承压力分布指标 (ASI)

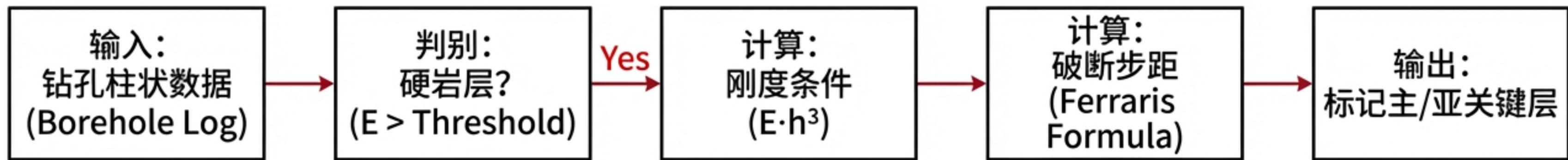
表征围岩刚度匹配与应力传递路径。

核心参数：

- 50% - 综合刚度 (Stiffness): 弹性模量加权平均
- 50% - 内摩擦角 (Friction): 决定残余强度

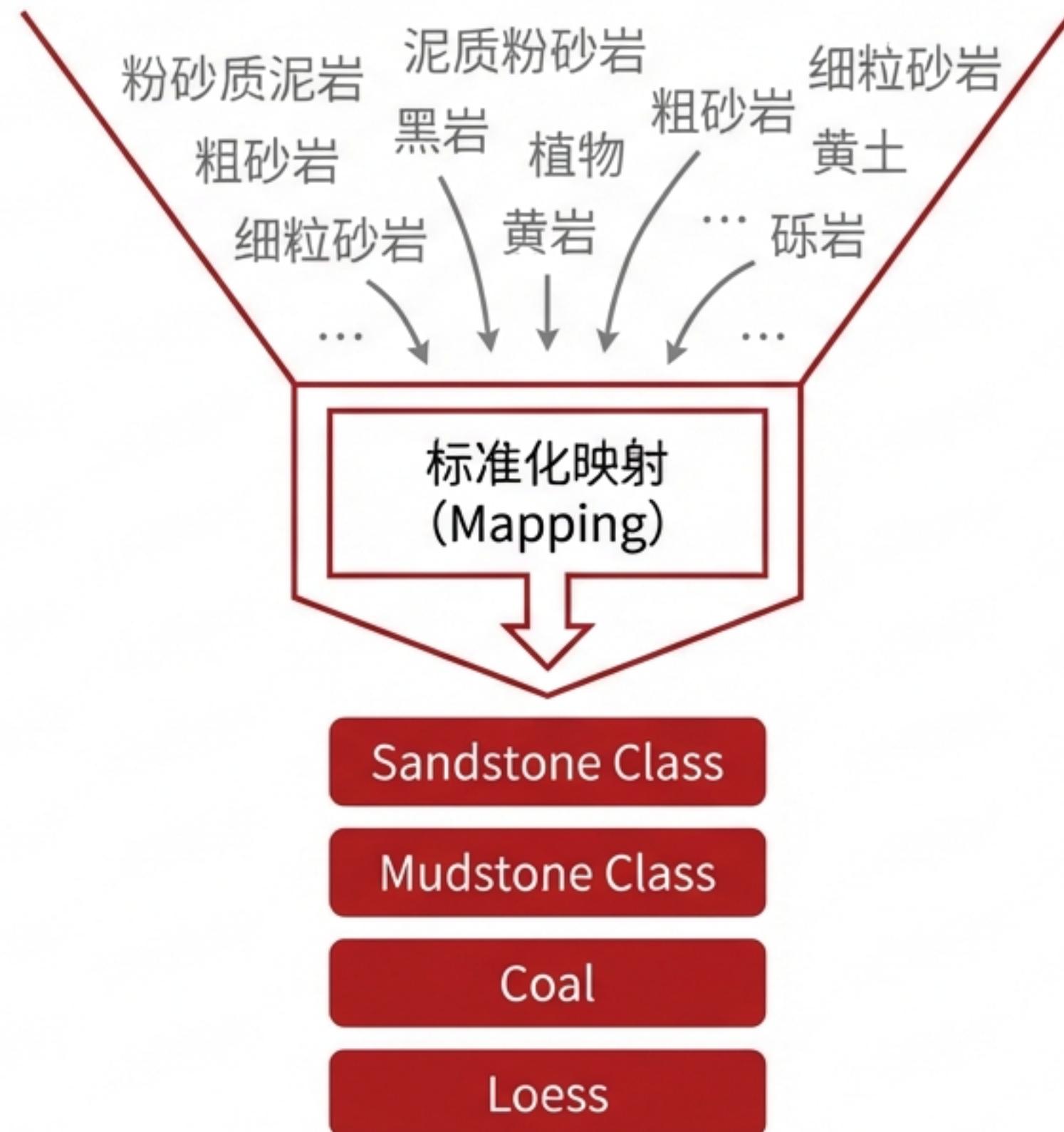


基础算法：关键层（Key Layer）智能识别



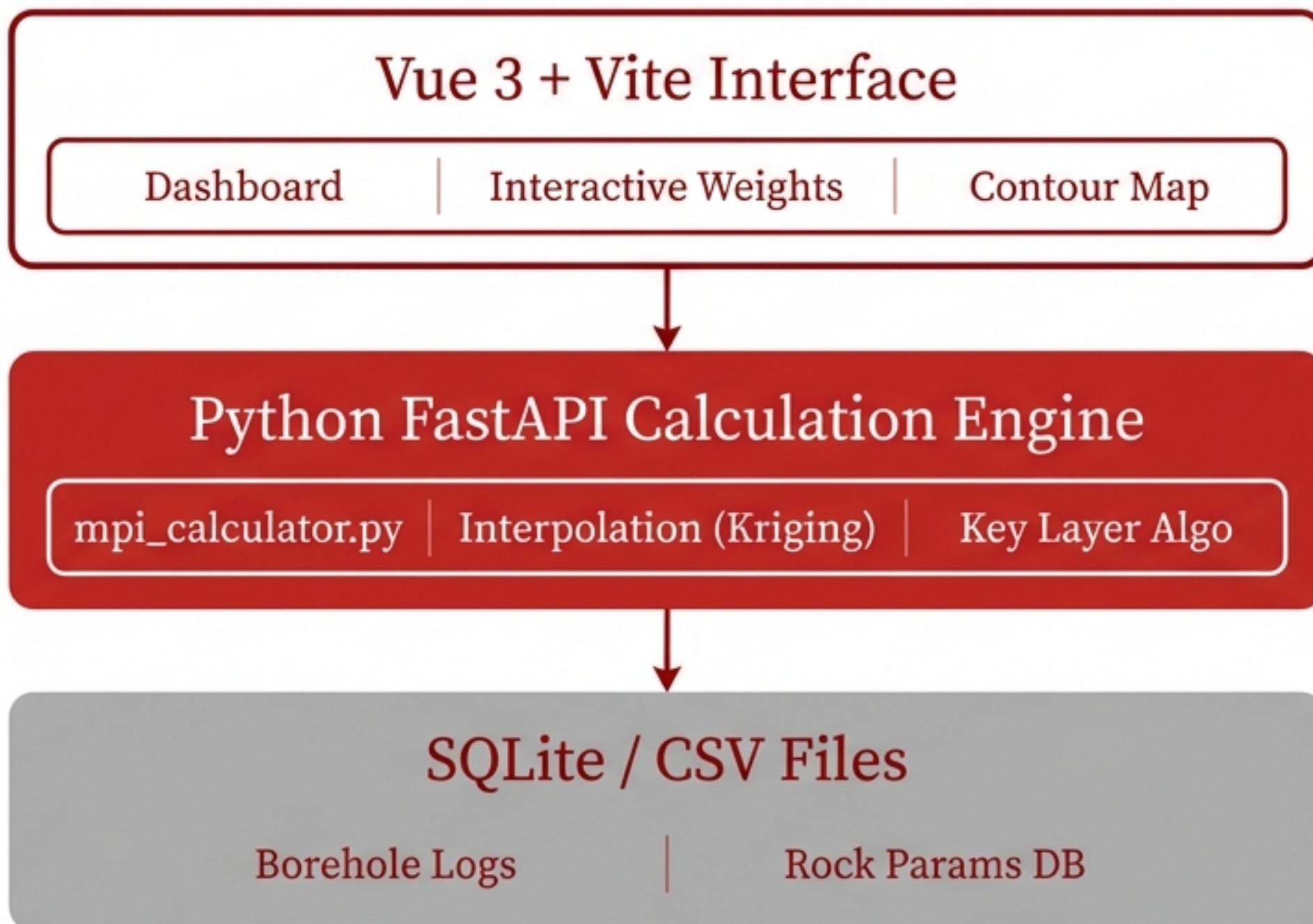
基于钱鸣高院士关键层理论实现自动化遍历。

数据基础：岩性参数标准化数据库



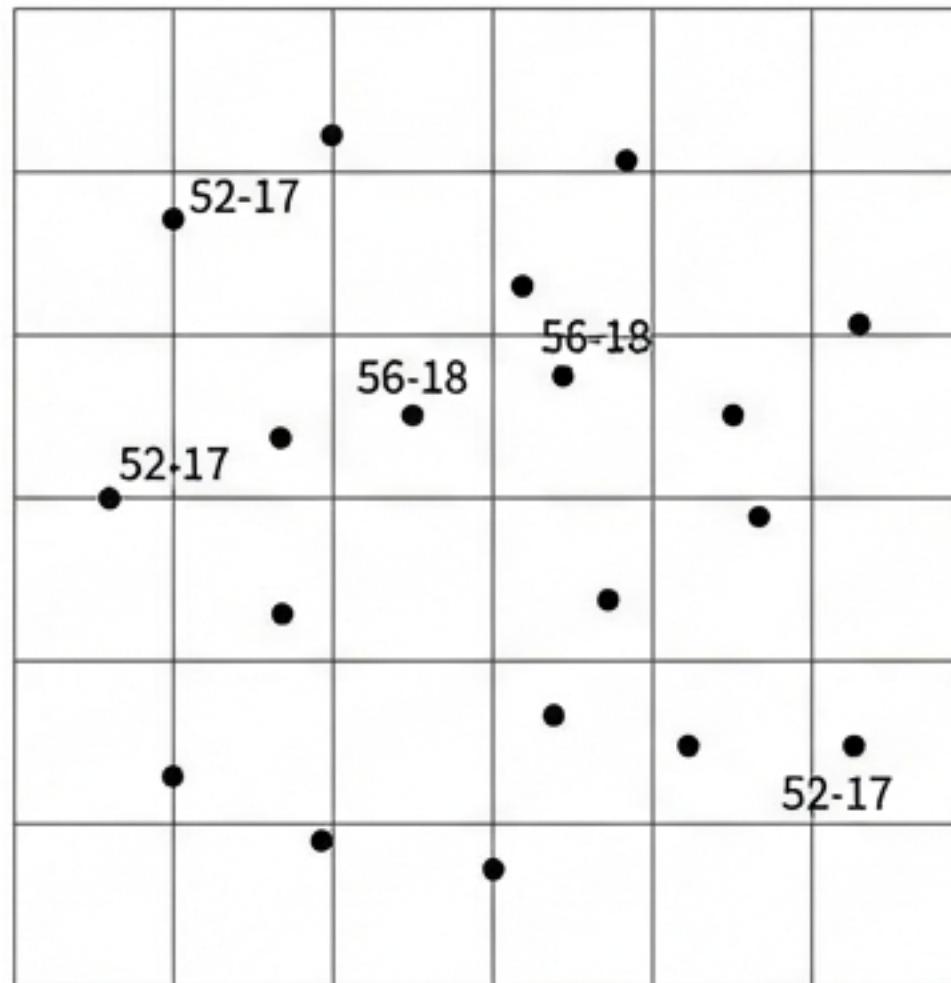
- 数据源：《汇总表.csv》
- 覆盖山西、内蒙古等矿区数百条实测数据。
- 处理策略：同义词映射 + 均值插补

系统架构与计算引擎

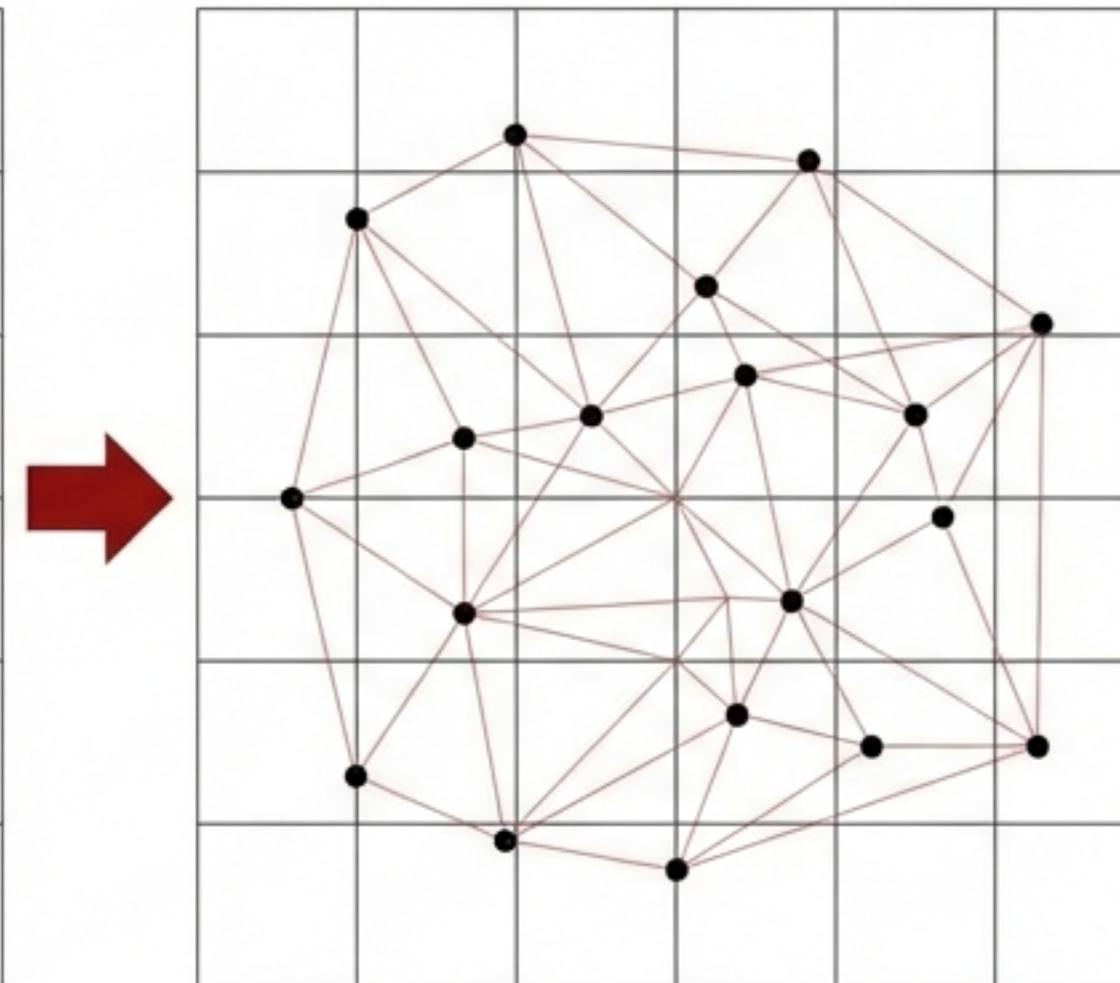


高性能计算：单点响应 < 100ms

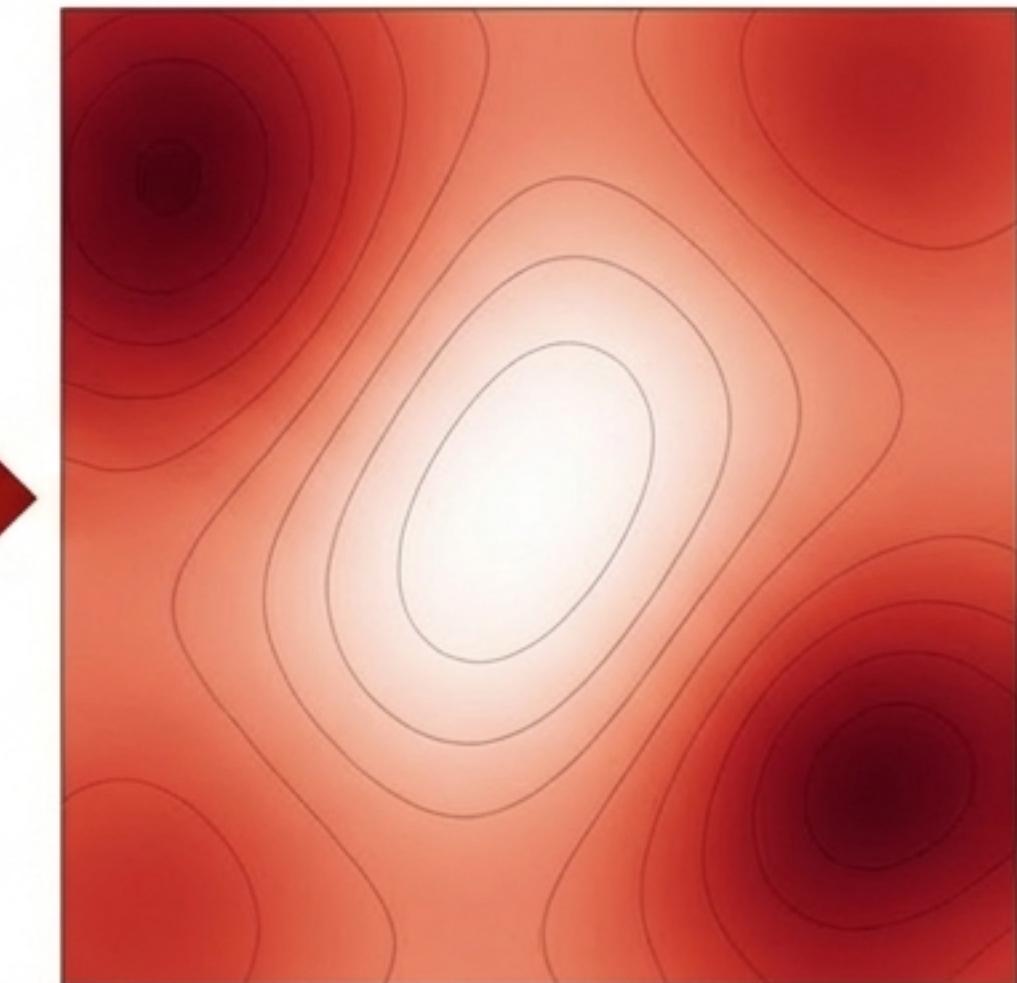
可视化实现：从离散钻孔到连续场



离散数据 (Discrete)



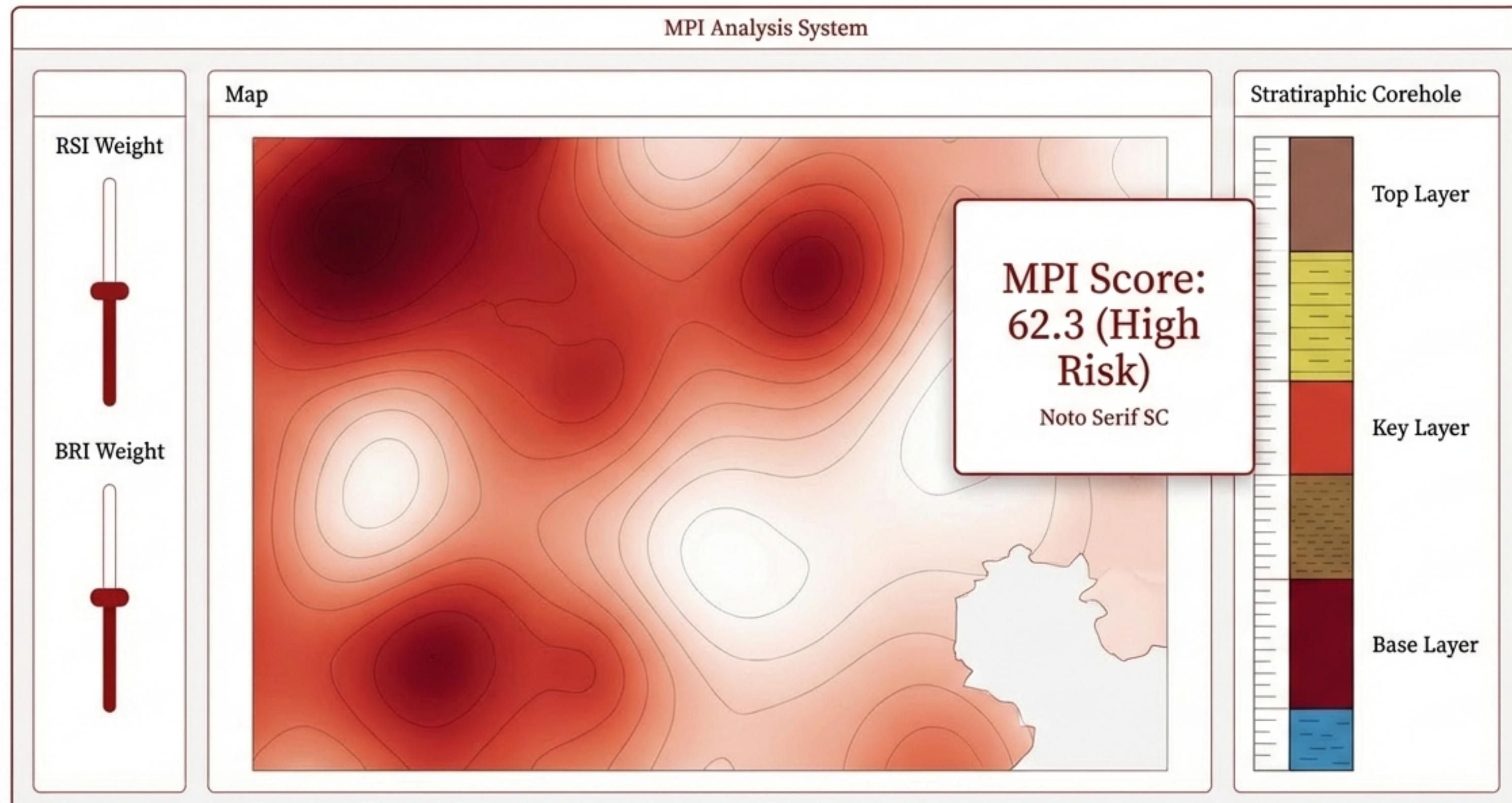
网格构建 (Meshing)



等值线场 (Contour Field)
Kriging Interpolation Algorithm

Noto Sans SC

交互设计：Bento Grid 仪表盘



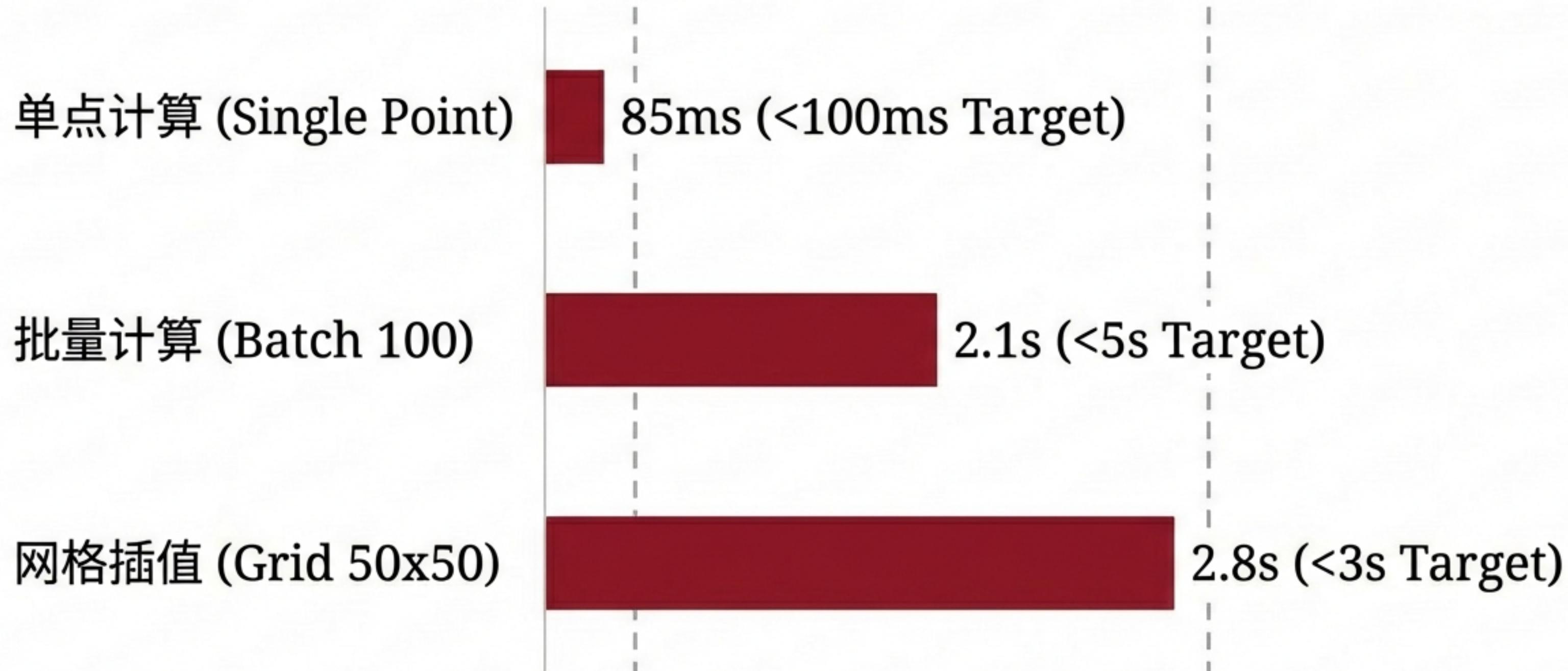
功能模块：数据导入与清洗

Drill_ID	Depth	Lithology	Density
S2-17	10.5	Sandstone	2550
S2-18	11.0	Shale	2700
S2-19	11.5	Limestone	<input type="text"/> 2650
S2-20	12.0	Sandstone	2600
S2-21	13.5		

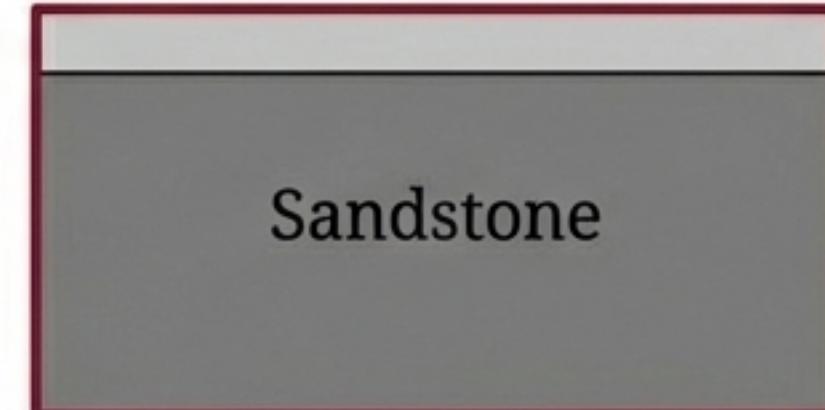
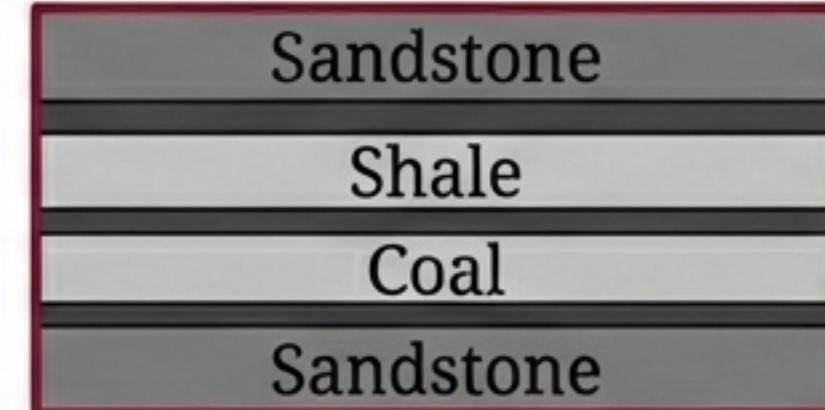
支持 GBK/UTF-8 自动识别与空值智能补全。

Auto-fill:
Mean Imputation (2650 kg/m³)

工程实施：性能指标

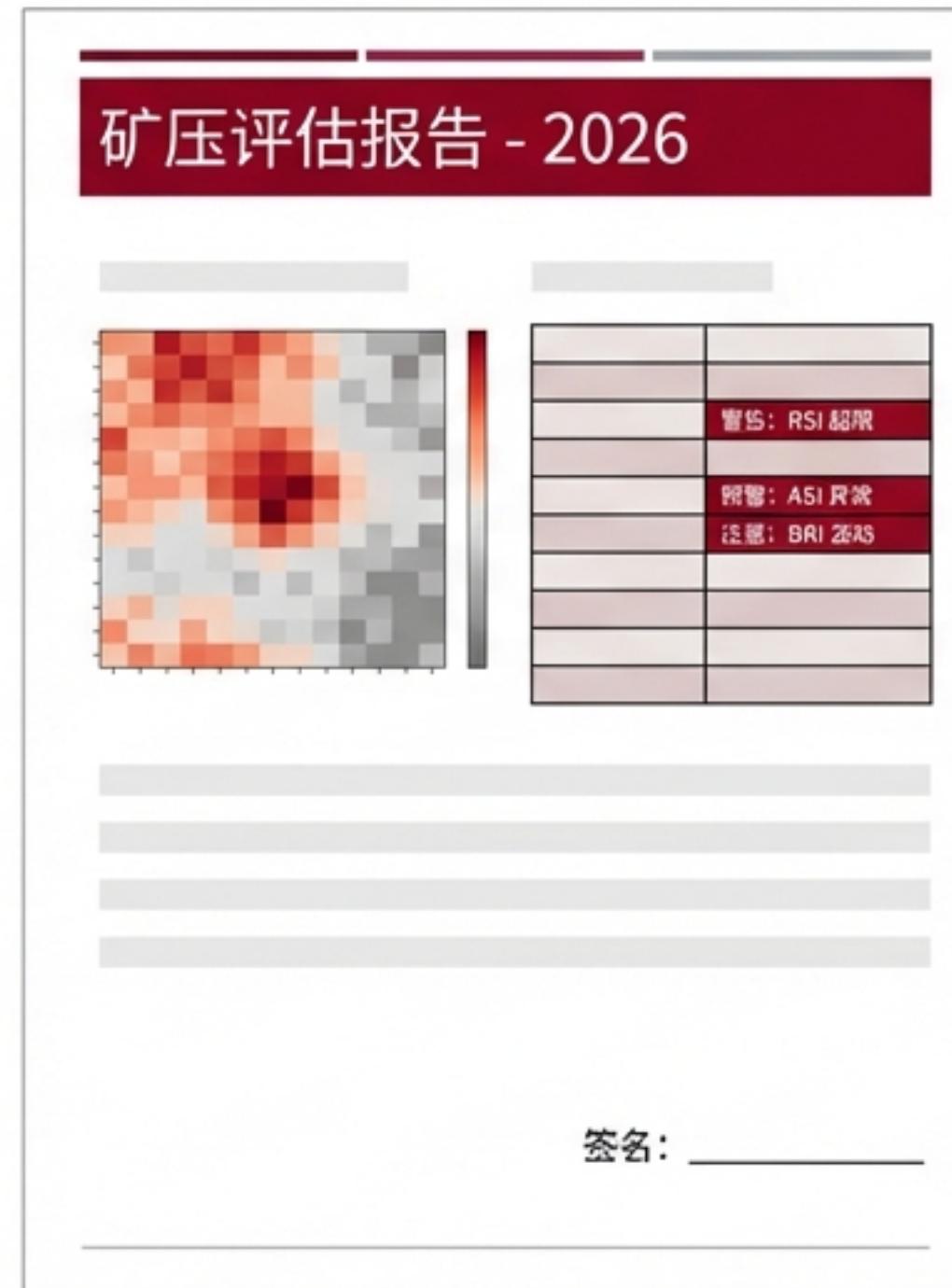


实例验证：朱家矿矿区数据应用

	A	B	C
钻孔 52-17	 <p>Sandstone</p>	MPI Score: 62.30	Risk: High (BRI dominant)
钻孔 56-18	 <p>Sandstone Shale Coal Sandstone</p>	MPI Score: 57.15	Risk: Moderate

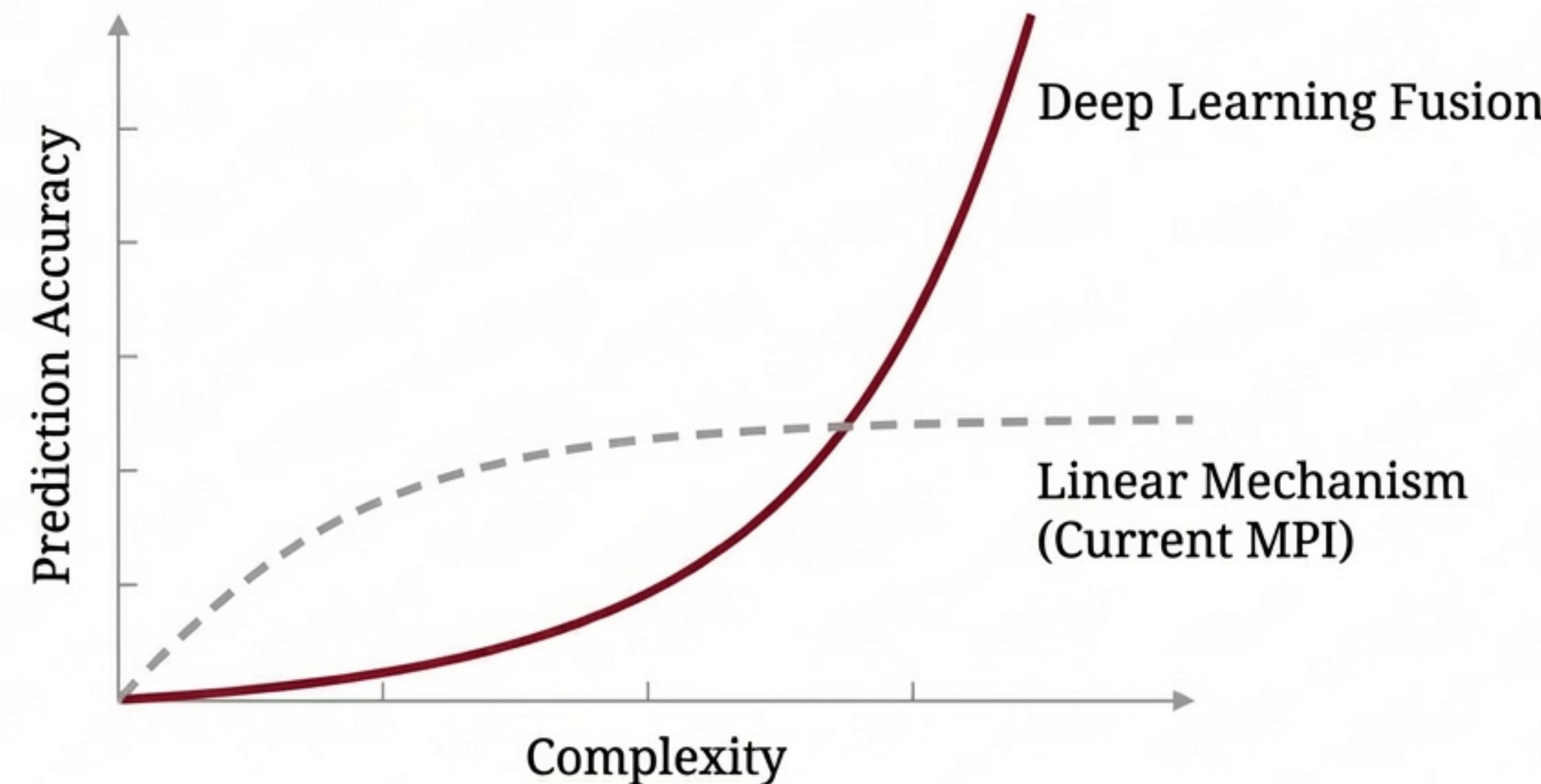
系统计算结果与现场液压支架阻力监测趋势一致。

结果产出：自动化评估报告



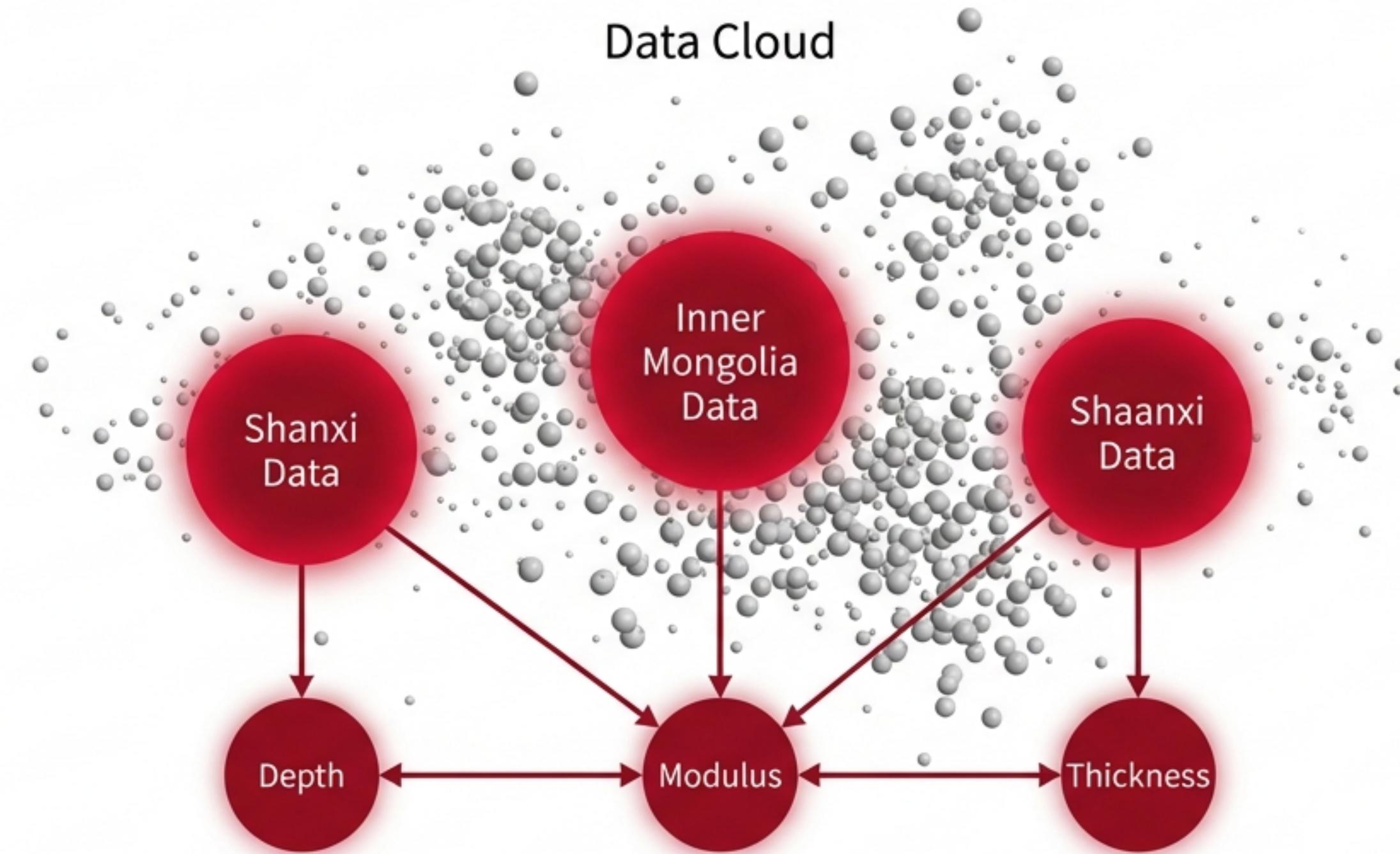
自动生成包含分项指标（RSI/BRI/ASI）与安全预警的综合文档。

未来方向：从机理计算到智能预测



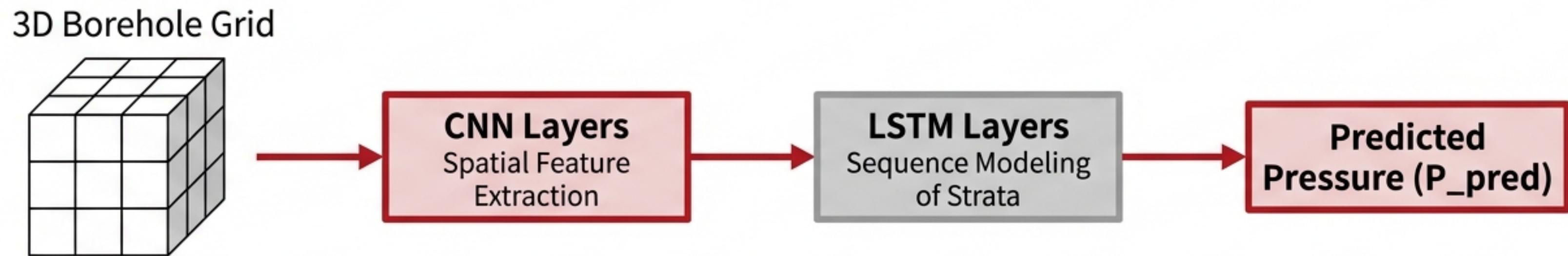
岩石力学的非线性混沌特征需要数据驱动模型（Data-Driven）进行补充。

AI 的基石：高维数据资产



基于《汇总表.csv》积累的全国多矿区岩石力学参数库。

模型架构：CNN-LSTM 时空融合网络



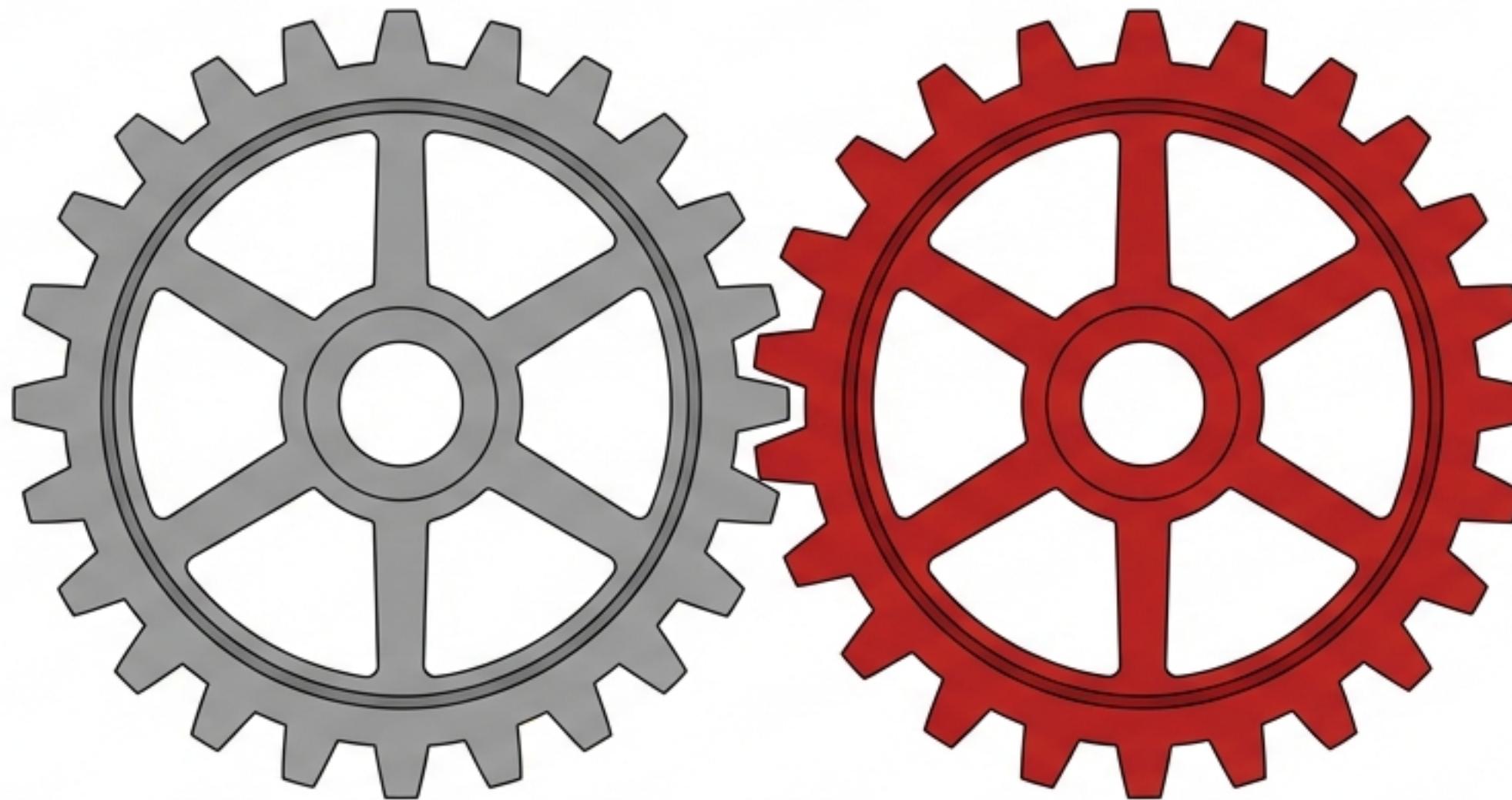
利用 CNN 捕捉空间相关性，利用 LSTM 学习岩层沉积序列特征。

实施路线图



总结与展望

MPI
Mechanism
(机理)



AI
Prediction
(数据)

通过'机理+数据'双轮驱动，
实现矿山地质力学的数字化转型与智能化升级。