

# “龙云”钻探数据全流程数字化云处理平台应用领域和主要功能

刘松岩<sup>1</sup> 李文龙<sup>2</sup> 黄璐<sup>3</sup>

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 洛阳 471000

**摘要:** 本钻探数据云处理平台具有数据集成度高、处理能力强、用户体验好等核心优势。平台通过集成数据导入、清洗、分析、可视化及报告生成等多种功能模块,实现了钻探数据从录入、处理到结果输出的全流程一体化管理。基于MATLAB的强大计算与分析功能,平台能够高效执行包括数据保存、查询、可视化展示等在内的复杂处理任务,满足各类专业场景下的需求。在交互设计上,平台注重简洁直观的界面布局,并结合符合工程习惯的操作流程优化,使用户能够快速上手,降低学习成本。

**关键词:** “龙云”钻探数据; 全流程数字化; 云处理平台; 应用领域; 主要功能

引言: 水利工程地质勘察中, 钻探数据处理长期面临人工记录繁琐、参数分散无序、实时分析缺失等现实痛点。传统方法易导致数据误差大、追溯困难, 制约勘探质量与效率提升。“龙云”钻探数据全流程数字化云处理平台以实际工程需求为导向, 整合新型技术研发与应用经验。

## 1 平台核心应用领域

“龙云”钻探数据云处理平台广泛应用于地质勘探、矿产资源开发、水利工程建设、公路与铁路勘察<sup>[1]</sup>、城市轨道交通规划等需要进行钻探作业的领域。无论是野外钻探数据的实时记录与处理, 还是室内历史钻探数据的整理、查询与分析, 均可通过本平台实现高效操作, 满足科研、生产、工程设计等不同场景下的钻探数据管理需求。

## 2 平台核心数据处理功能

“龙云”钻探数据云处理平台的数据处理遵循一条高度结构化、流程化且具备自适应能力的自动化流水线, 旨在确保数据从原始杂乱状态到最终可用成果的标准化、可追溯与高质量输出。该流水线设计兼顾了鲁棒性、可扩展性与用户友好性, 其核心流程可详细阐述如下:

### 2.1 多源数据导入与参数输入

“龙云”钻探数据云处理平台始于对多样化原始数据文件的灵活导入。平台支持包括钻探数据以结构化表格(CSV)、Excel工作簿(.xlsx/.xls)以及文本日志在内的多种数据来源。

平台支持多种数据类型的灵活输入, 包括数值型(如设计孔深、终孔孔深、开孔直径、终孔直径、钻头直径、钻压、转速、钻速、钻进孔深、扭矩等)、字符型(如钻孔

负责人员、钻孔井队人员、钻孔操作人员、钻孔领导人员、钻孔地点、钻孔方位、开孔日期、终孔日期、套管下入情况、钻机型号、泥浆泵型号、钻头胎体硬度、钻头生产厂家、压水试验描述、岩石名称和埋深情况、遇到的问题及处理措施等), 全面覆盖钻探作业中的各类参数记录需求, 同时软件可直接打开参数存储文档, 并支持在文档中直接输入各参数。另外, 支持.jpg、.tiff、.png等常规图片格式的输入, 可用于上传钻探现场照片、岩芯样本图片等可视化资料, 丰富数据记录维度。

“龙云”钻探数据云处理平台系统调用智能格式解析器, 该解析器基于MATLAB强大的文件I/O操作和字符串处理函数(如fopen、textscan、readtable及xlsread)构建, 能够自动检测文件的编码格式、分隔符类型、表头结构和数据区域。针对行业标准的LAS文件, 解析器会采用分段读取策略, 精准识别并解析其标头节(如~VERSION、~WELL)、曲线定义节(~CURVE)及数据节(~ASCII), 将元数据(如钻孔名称、钻孔坐标、测量单位等)与曲线数值数据分离, 并转换为“龙云”钻探数据云处理平台内部统一的表格(table)或时间序列数据结构, 同时自动记录数据来源和解析日志, 为后续的数据质量控制和集成分析奠定坚实基础。

### 2.2 数据质量检查与标准化清理

原始数据在进入预存储与查询之前, 必须经过严格、系统的质量控制流程。“龙云”钻探数据云处理平台实施了一套多层次、可配置的自动化数据校验与清理规则:

首先进行完整性检查, 识别并记录缺失值、重复记录和非合法字符; 其次进行逻辑一致性验证, 例如验证深度序列是否严格遵循单调递增(通过diff(depth) > 0判断)、

采样间隔是否均匀,进而利用统计方法(如基于分位数的阈值法或MATLAB的isoutlier函数)检测并剔除明显超出物理或钻进参数意义的“野值”。针对缺失数据,“龙云”钻探数据云处理平台可提供多种插值策略(如线性插值interp1、样条插值或基于地层模型的智能填充等)供用户选择或自动匹配。

### 2.3 后处理功能

针对已导入到Excel中的历史数据,平台提供二次编辑功能,用户可根据实际需求对数据进行删除冗余条目、添加补充信息、修改错误数据等操作,编辑完成后可重新保存,确保数据的准确性与完整性。“龙云”钻探数据云处理平台基于MATLABAppDesigner开发,旨在为用户提供一个直观、高效的参数管理解决方案。平台软件采用模块化设计思路,将参数输入、数据存储和历史查询三大功能有机整合,实现了参数数据的全生命周期管理。通过图形化用户界面GUI,用户无需编写代码即可完成复杂的参数管理和数据分析任务。

### 2.4 历史数据可视化

“龙云”钻探数据云处理平台处理后的数据及相关生成的图像会传递至本地缓存并进行结构化归档。平台提供友好的历史数据查询界面,用户可通过钻孔名称、开钻日期、开孔直径、钻机型号等多维度条件快速检索钻孔相关信息。查询结果不仅包括钻孔和钻进参数数值数据,还关联存储对应的图表、图像及操作日志。

在历史数据展示窗口中,系统支持数据的动态可视化重现,用户可随时查看、对比不同批次或不同版本的数据结果,并将选中的数据与图表重新调用至软件当前的工作区进行进一步分析,以此实现数据处理过程中的可回溯与结果的可持续利用功能。

### 2.5 结构化输出与持久化存储

在“龙云”钻探数据云处理平台中,所有处理完成的原始数据、中间过程的参数及图形,将由平台的数据组装引擎整合为一个完整、自描述的结构化数据包。该数据包通过MATLAB的高效表格操作函数(Writetable)输出为详尽的Excel文档,报告内容可包括多个工作表,分别存储元数据、清理后的数据。同时,生成的各类图像可经由MATLAB图形导出功能(如Print、Export-graphics或Saveas等)保存为具有高分辨率和满足出版质量的图像文件(如PNG、PDF、JPEG等),并自动与数据报告建立超链接或关联索引。这一流程确保了从原始数据到标准化、可交付的知识产品的完整转化与持久化存储,为下游的钻进参数解释、钻探资源评估或钻探工程决策提供可靠的数据基础。

### 2.6 全流程数据安全存储与追溯

平台采用云存储架构与分级分类存储策略,针对不同类型数据的特性设计专属存储方案,兼顾存储效率与数据安全。对设备参数、材料性能等静态基础数据采用分布式存储模式,通过多节点并行访问提升数据读取速度,满足批量参数查询需求;对试验过程中的动态实时数据采用“缓存+永久存储”双重机制,实时数据先存入高速缓存确保采集连续性,再同步至永久存储介质避免数据丢失。建立基于对称加密算法的数据加密机制,对核心试验成果、地层分布数据、水文地质条件等敏感信息进行加密处理,防止数据泄露。按勘察单位、施工团队、技术人员分级分配访问权限,不同角色仅能访问对应工作范围的数据模块,确保数据访问的规范性。通过时间戳、试验编号、钻孔编号等唯一标识构建全流程数据追溯体系,用户可通过任意标识快速查询目标试验阶段的原始数据、模拟分析结果、可视化图表、报告文档等完整资料<sup>[2]</sup>。数据存储周期可根据工程需求灵活设置,最长支持永久归档,满足水利工程地质勘察的成果追溯与验收备案要求,为后续工程复盘与技术优化提供完整数据支撑。

## 3 平台关键技术与拓展功能

### 3.1 多源数据导入与智能解析

平台支持行业主流的钻探数据格式,每种格式都配备了专门的解析器。Excel和CSV格式解析器可提供智能识别功能,能够自动识别表格结构,支持多工作表、多表头、不规则数据导入等,提供丰富的数据清洗和转换选项。除了文件导入,平台还支持直接从数据库导入数据,提供ODBC、JDBC等多种数据库连接方式,支持SQL查询和数据筛选<sup>[3]</sup>。

数据导入采用向导式界面,分五个步骤完成。第一步是文件选择,支持拖拽上传、批量选择、文件夹导入,可以同时导入多个文件,系统会自动识别文件类型和编码格式。第二步是格式识别,系统根据文件内容和扩展名自动检测文件格式,如果自动识别不准确,用户可以手动选择和配置。第三步是参数配置,根据文件格式展示相关配置选项,如字符编码、分隔符、小数分隔符、文本限定符、起始行号、缺失值表示等。第四步是数据预览,提供前100行数据预览,用户可以查看数据结构和内容,调整列名、数据类型、单位等,系统会实时显示调整效果。第五步是导入执行,显示导入进度和预计完成时间,支持暂停、继续、取消操作,导入完成后显示数据质量报告和统计信息。

智能识别功能包括编码自动检测,系统基于字符分

布特征识别UTF-8、GBK、ASCII等编码格式，避免乱码问题。单位识别与转换功能能够识别常见地质单位，如长度单位（m、ft、in）、压力单位（Pa、psi、MPa）、温度单位（°C、°F、K）等，并自动转换为标准单位，便于后续处理和分析。坐标系识别功能能够识别WGS84、CGCS2000、地方坐标系等，支持坐标转换和投影变换，确保空间数据的一致性。数据关联识别功能能够自动识别不同数据文件之间的关系，如根据井名、坐标、深度等字段将钻孔信息、钻孔参数、钻孔结构等数据关联起来，构建完整的数据集。

### 3.2 AppDesigner技术实现

在利用MATLABAppDesigner构建“龙云”钻探数据云处理平台时，解决了大规模数据动态显示导致的界面卡顿、复杂模块间数据与状态的高效同步、实现灵活、可维护的可视化配置系统等技术挑战，例如AppDesigner技术解决实现灵活、可维护的可视化配置系统的实现方法。

**问题描述：**钻孔及钻进参数的各类图像样式要求具有多样化（线型、颜色、符号、刻度等），需要为用户提供灵活多样的配置选项，同时保证配置能够保存和复用。

**解决方案：**

#### ① 将图形属性参数化、对象化

创建一个PlotStyle配置类，其属性对应所有可配置的图形参数（如LineWidth, ColorMap, FontSize）。在生成图形时，不采用硬编码属性，而是将PlotStyle对象的属性应用到图形对象上。

#### ② 设计图形样式管理器

开发一个独立的UI对话框，其控件（颜色选择器）与一个PlotStyle对象的属性动态绑定。用户在此对话框中修改会实时更新该对象，并通过预览窗口即时查看效果。最终样式可以保存为.mat文件或JSON文件，作为模板加载。

#### ③ 利用图形对象句柄的持久化

将生成的图形对象（如ax = gca）的句柄存储在App属性中。当用户通过UI调整某个参数（如改变曲线颜色）时，回调函数直接通过句柄修改其所对应图形对象的属

性（set(app.PlotLineHandle, 'Color', newColor)），以实现交互式动态更新。

通过上述技术方法及关键难点的有效攻克，“龙云”钻探数据云处理平台不仅具备了强大的专业数据处理能力，也保证了其作为一个桌面应用所必需的高性能、高响应性及良好的用户体验，从而将MATLAB的科学计算优势与AppDesigner的快速开发能力成功转化为实际的生产力工具。

### 结语

“龙云”钻探数据全流程数字化云处理平台通过精准对接水利工程地质勘察的实际需求，本数字平台旨在构建一个系统化、集成化且高效协同的钻探数据管理生态系统，致力于实现以下关键功能性目标：建立从野外数据采集、室内预处理、自动化预保存、智能多维查询到定制化结果输出的端到端、无缝衔接的数据处理流水线，从而实现对钻探数据从产生、处理、分析到归档的全生命周期精细化管控。平台将提供涵盖数据多元输入、多源批量导入、智能格式解析与转换、多层次质量控制与校验、高效灵活的数据检索与查询、以及丰富的动态可视化展示在内的一系列紧密集成的功能模块。这些模块将全面覆盖钻探数据工作的各个关键环节，包括但不限于岩芯编录数字化、测井曲线解析、钻孔轨迹三维建模、样品化验数据整合、以及综合地质解释成果的生成与输出等，最终形成一个支撑地质决策、提升勘探效率、保障数据质量与安全的一体化解决方案

### 参考文献

- [1]黄大中,温晓鹏,李红刚.基于移动终端的铁路地质钻探数据采集和管理系统研究[J].铁道标准设计,2023,67(4):34-39.
- [2]侯秀宏,苏攀云,李永生,等.钻探数字化地质编录数据模型与实现方法研究[J].有色金属设计,2024,51(2):107-110.
- [3]原野.基于物联网技术的煤矿地测超前钻探数据监测方法[J].能源与节能,2025,(12):91-93+97.