人工智能单相多相特殊地震预测及制作

汇报人：文若冲

中国石油东方物探公司物探技术研究中心
中油油气勘探软件国家工程研究中心

2025年10月· 涿州

CONTENES
目录

01 背景及原理

02 智能地震相预测功能介绍

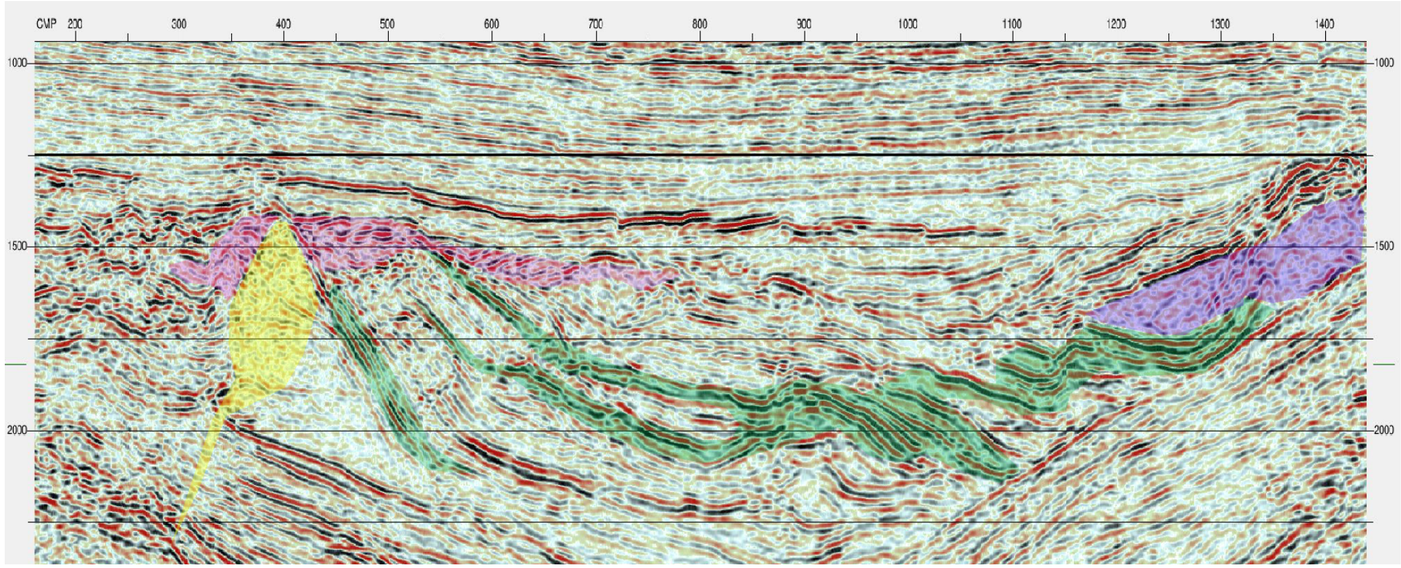
- 标签制作模块
- 智能地震单相多相预测模块
- 应用效果展示

03 注意事项及流程建议

概述

地质体识别分析主要依赖解释人员结合属性成果进行手工描绘，耗时耗力；一些浅层学习方法受数据质量及多属性组合的影响，难以有效表征地质体与地震数据复杂的非线性关系。

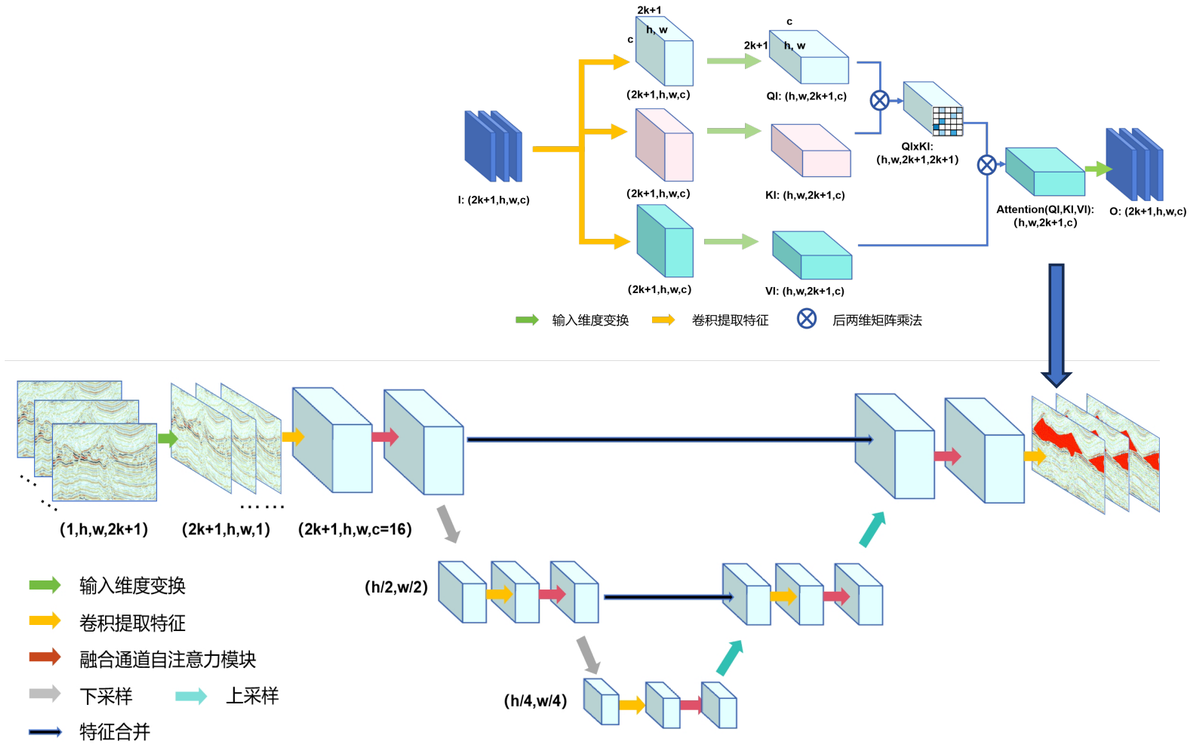
实践证明，基于深度学习的方法可进一步提升特殊地质体识别的能力。但是，受限于地震数据集本身的特性和解释任务的特点，海量训练样本的生成、数据噪声和标签不确定性成为智能技术应用的主要瓶颈。



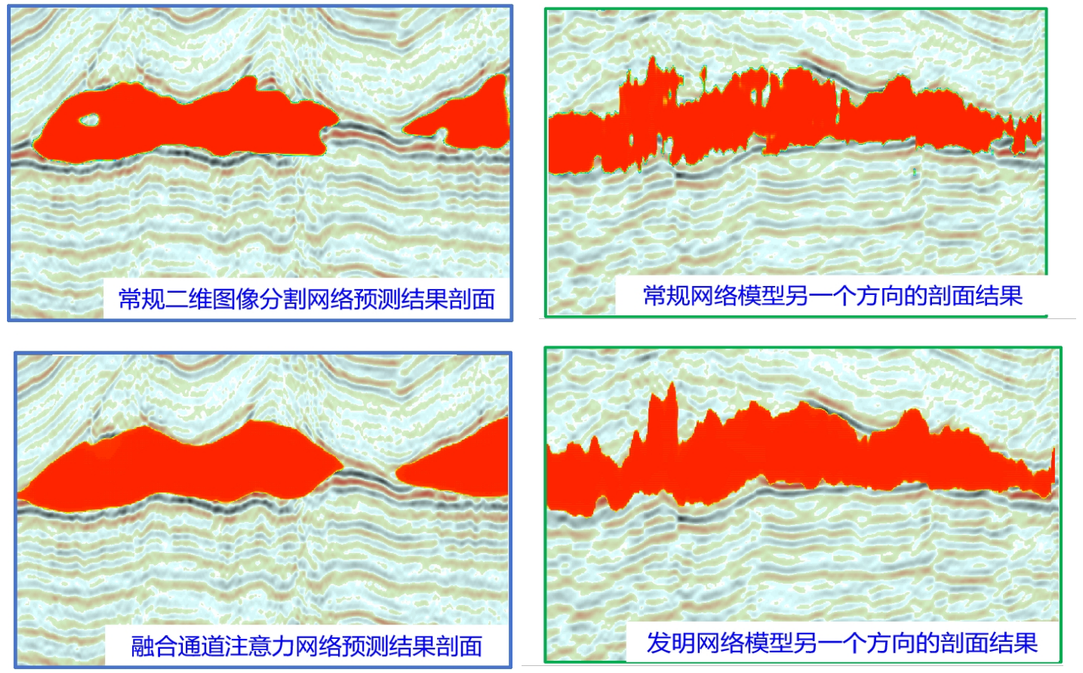
人工标注的火山岩相

基本原理

基于人工解释二维标签，构建了具有融合通道自注意力模块的UNet网络模型。网络在有效识别特殊地质体的同时，还能获得剖面间的空间信息，提升二维算法的三维空间连续性。



融合通道自注意力的地质体识别网络



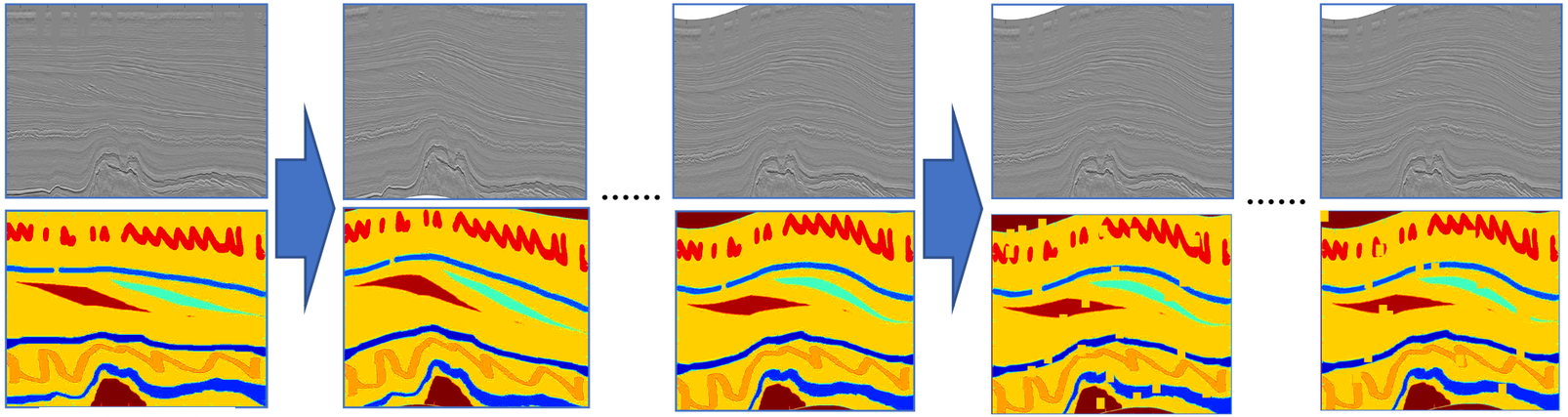
融合通道自注意力模块对预测结果的影响

基本原理

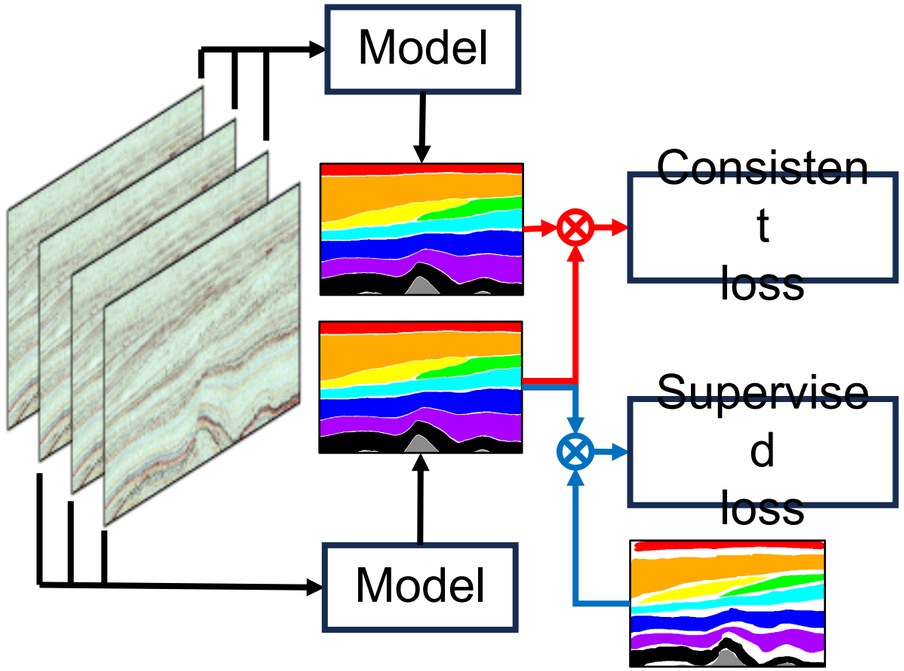
算法前端采用空间仿射变换和随机掩码实现样本增广，解决小样本问题。

有监督损失为focal+dice，采用交并比评价指标进行训练质控，提升深度网络模型的地质体识别效果。

利用相邻剖面求取一致性损失，进一步提升剖面间连续性。



标签增广方法

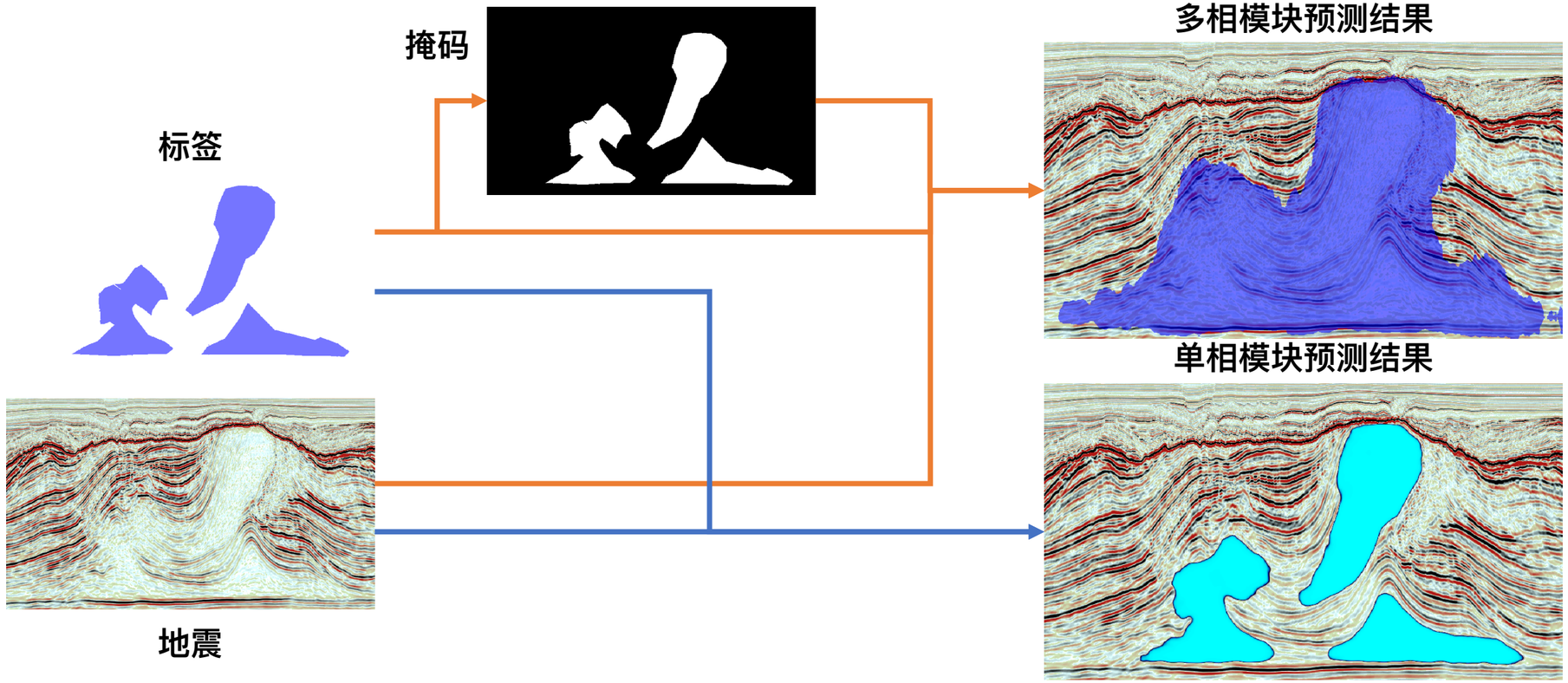


网络损失示意

基本原理

地震单相多相预测模块在网络结构上完全一致，区别仅在多相模块在计算损失时，利用掩码，仅关注剖面中标注位置预测结果与标签的吻合度，未标注位置可以归属任一一类，单相模块则要求整个剖面与标签标注一致。

单相模块输出为预测的目标地质体概率，多相模块输出为预测概率最大一相的编号。



CONTENES
目录

01 背景及原理

02 智能地震相预测功能介绍

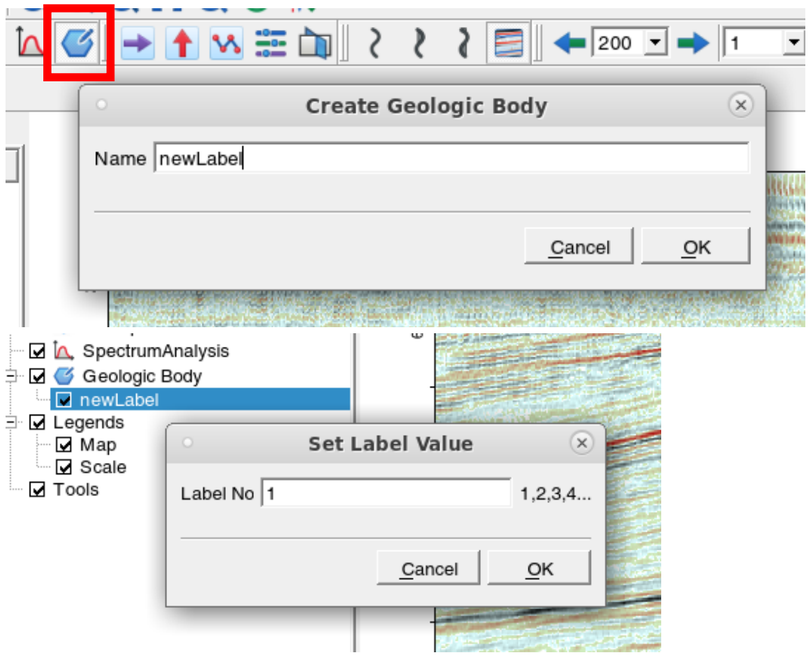
- 标签制作模块
- 智能地震单相多相预测模块
- 应用效果展示

03 注意事项及流程建议

标签制作模块

①启动地质分析下4个模块中的任一一个

②完成模块工区初始化后选择地质体标签，并为新建地质体命名，标签值填1

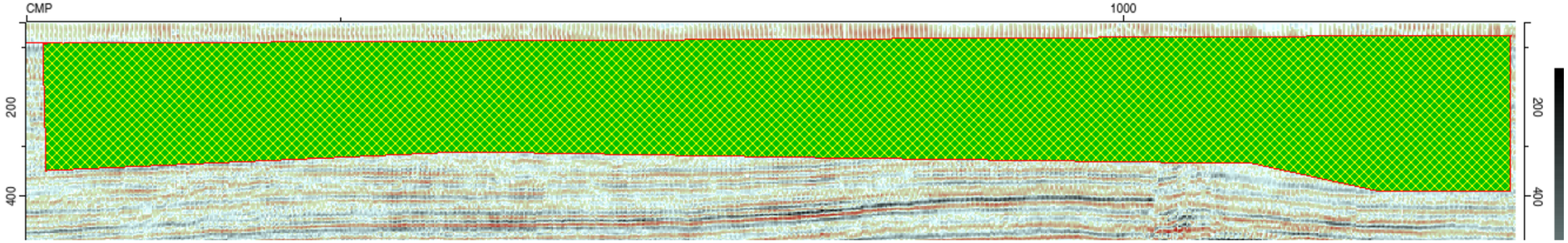


③在新建的地质体上右键，依次添加2到目标地质体分类数的标签值

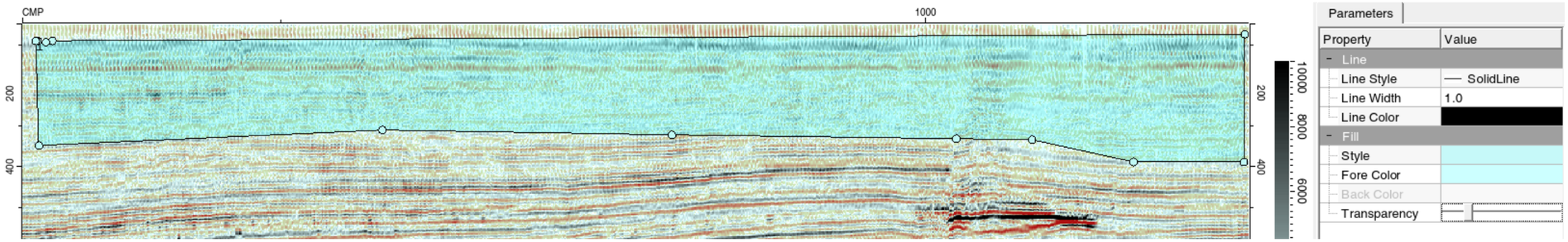
④在新建的地质体上右键，进入编辑状态，选择标签值1，自第一类开始标注

标签制作模块

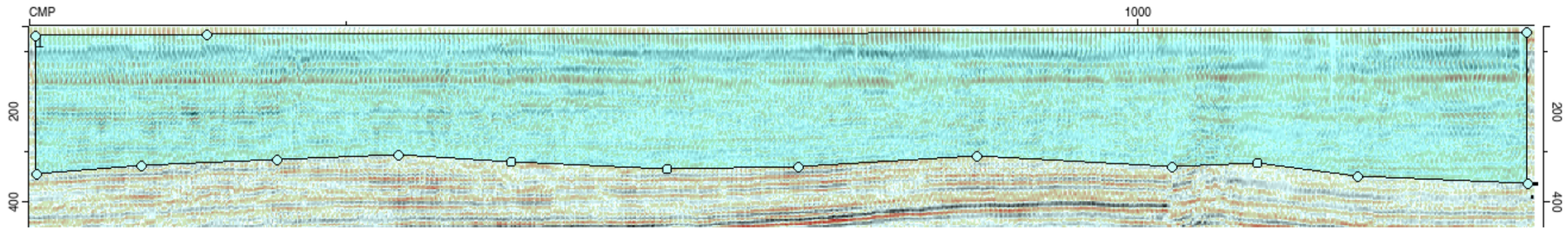
⑤围绕地质体边界绘制标签，标签绘制应尽可能精准，并保持解释规则一致



⑥范围框选完成后双击结束编辑，可以调整显示颜色及透明度



⑦完成绘制的边界可进一步调整，单击锚点可以删除，点中锚点可以拖动改变位置，单击边界可以新增锚点，点中绘制区域中间可以平移整个绘制结果



⑧存在不连续的同类区块时，完成一块绘制后，在显示区域右键，开始下一区块拾取

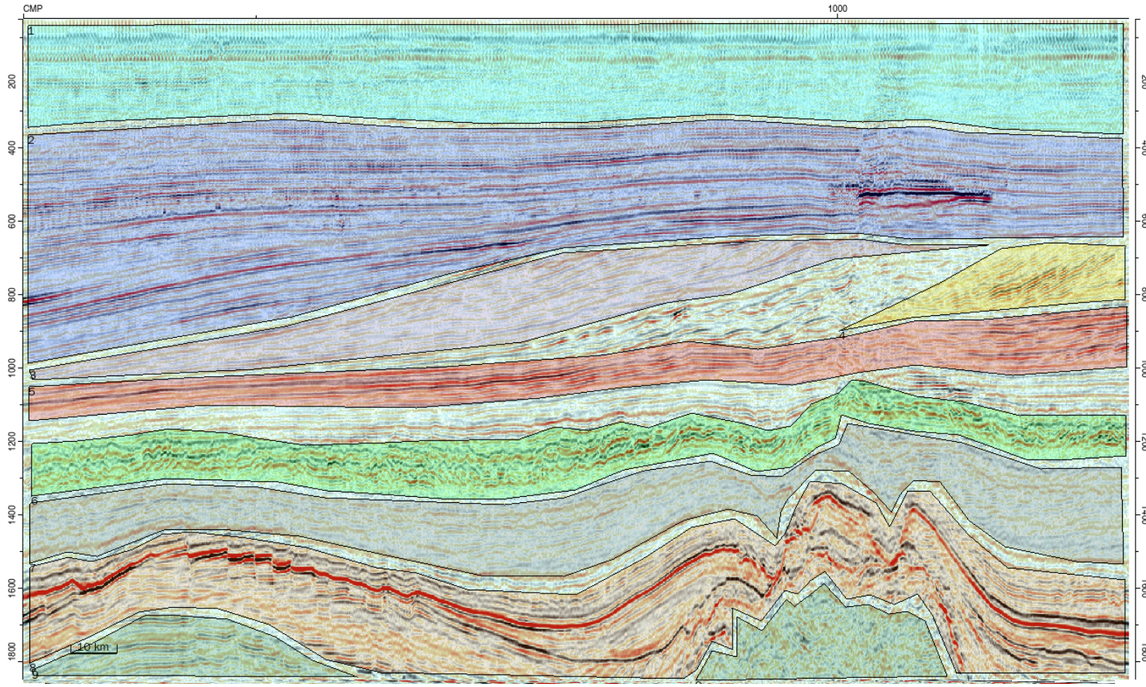
标签制作模块

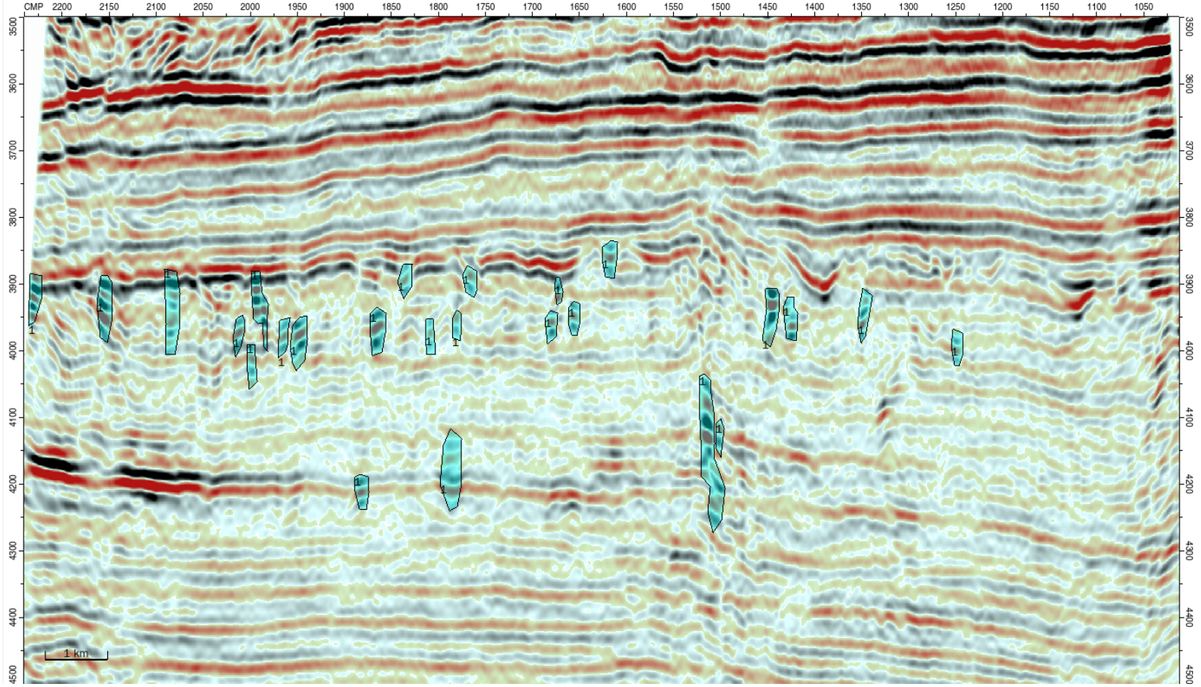
⑨依次选择数据树上各标签值，完成当前剖面对应相标注

⑩选择新剖面(推荐间隔50-100)，完成全部标签解释，切换剖面后需在数据树新建的地质体上右键，重新进入编辑状态，仅建议沿inline或xline中一个方向解释

多相标注允许不确定区域留白，由网络取舍，同时建议标注背景相，避免结果错误膨胀

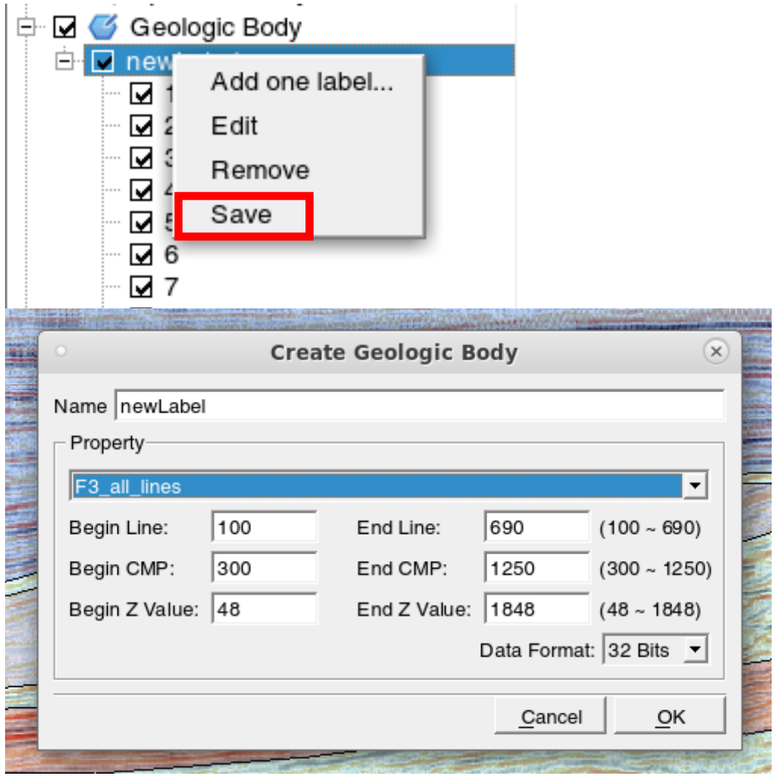
单相标注对边界准确性有更高要求，同时应当标注出剖面中全部目标，避免干扰网络



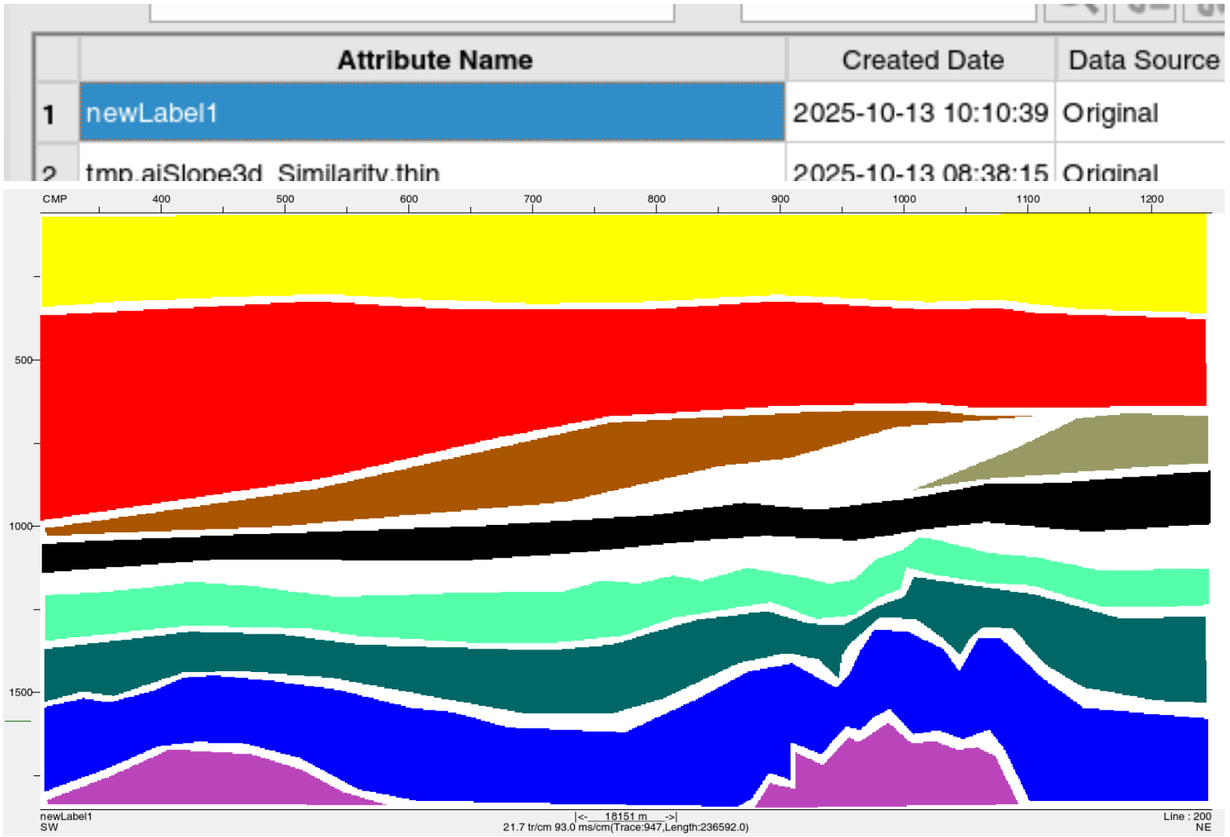


标签制作模块

⑪标注完成后在新建的地质体上右键，保存解释结果至地震格式，保存数据范围需调整至不小于标注锚点约束边界和后续计算目标范围



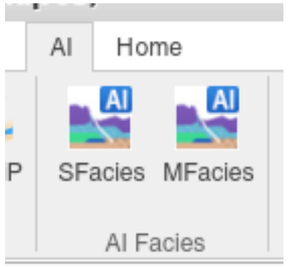
⑫完成导出后，应当浏览转换结果，确保标签各剖面标注及转换无误

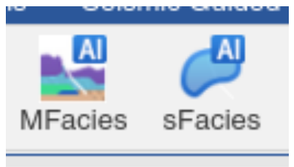


智能地震单相多相预测模块

①自属性-AI或Smarter下启动对应模块

SFacies为单相预测模块
MFacies为多相预测模块





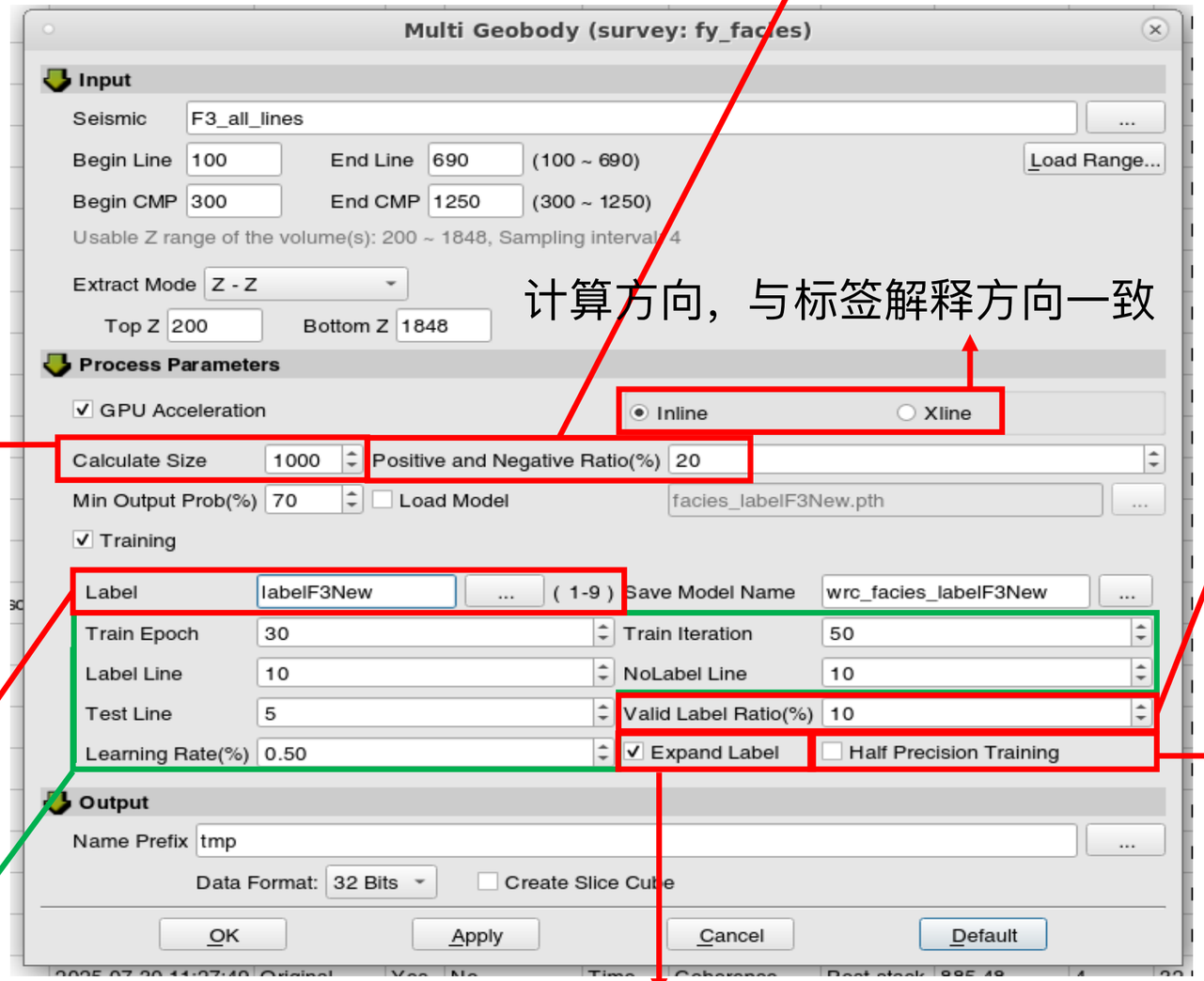
只要显存允许，则计算尺寸就应不小于计算方向剖面长

输入标签，勾选训练时，完成此处数据选择才会统计计算范围，确保右侧提示的值域范围与解释地震相类数一致

网络训练参数，一般无需调整

②两模块界面完全一致

目标地震相在剖面占比较小，或希望预测结果边界小幅膨胀时，适当减小，反之增大



计算方向，与标签解释方向一致

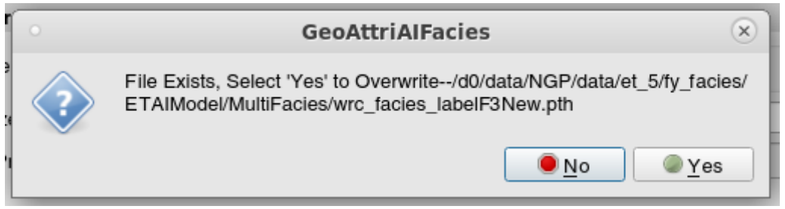
垂直预测方向解释标签对算法有负作用，应通过此参数滤除，单方向解释时可填0

半精度训练，遇到显存不足问题首先启用此功能

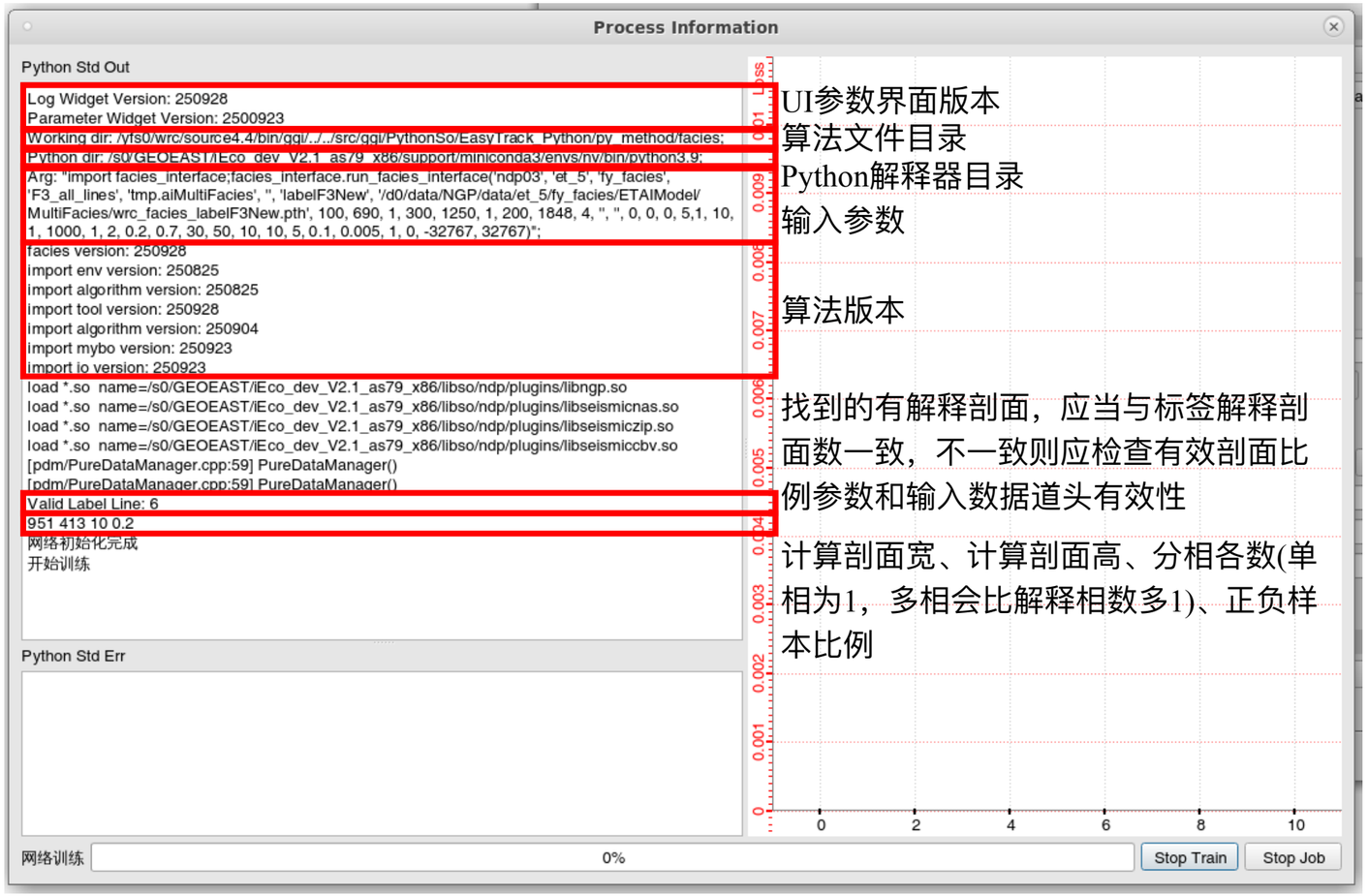
标签增广，正常情况始终启用

智能地震单相多相预测模块

③启动计算，除可能出现数据覆盖确认外，还可能出现如下模型文件覆盖确认，允许加载模型与保存模型名相同，模型会先加载后覆盖

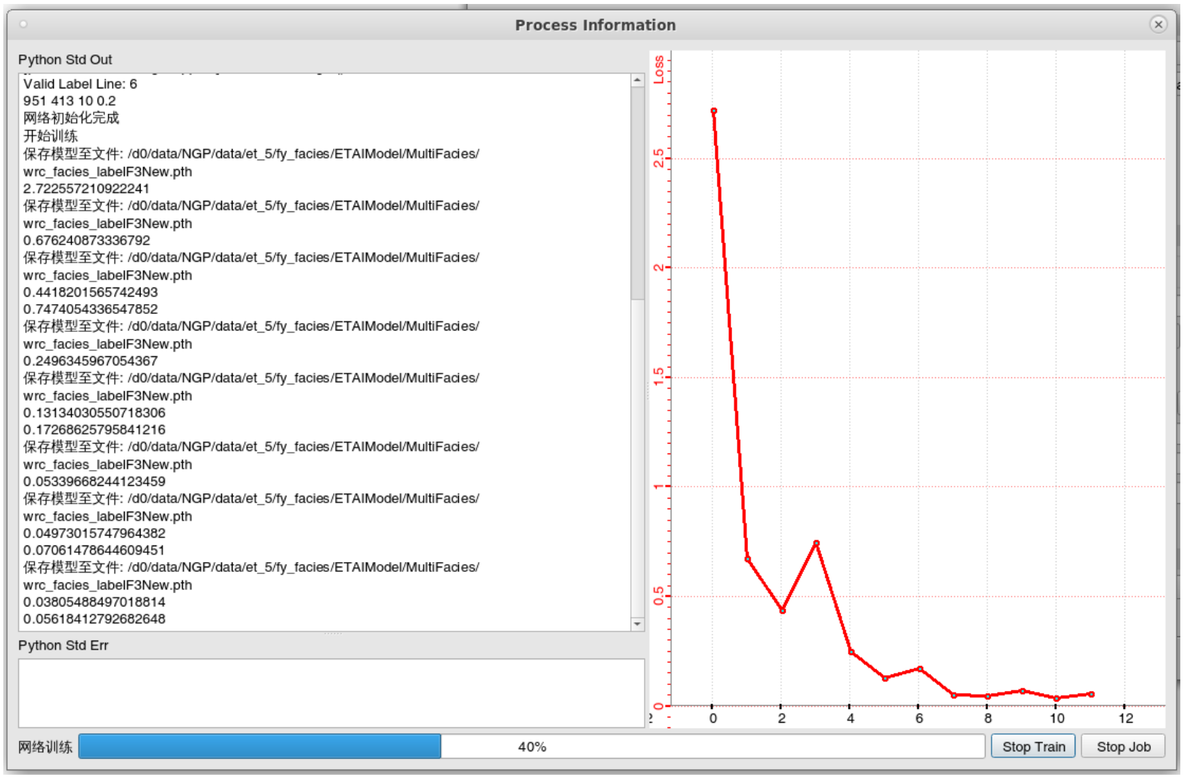


④弹出如下作业信息提示及控制界面，开头有重要信息打印，若要反馈问题应当展示这部分信息

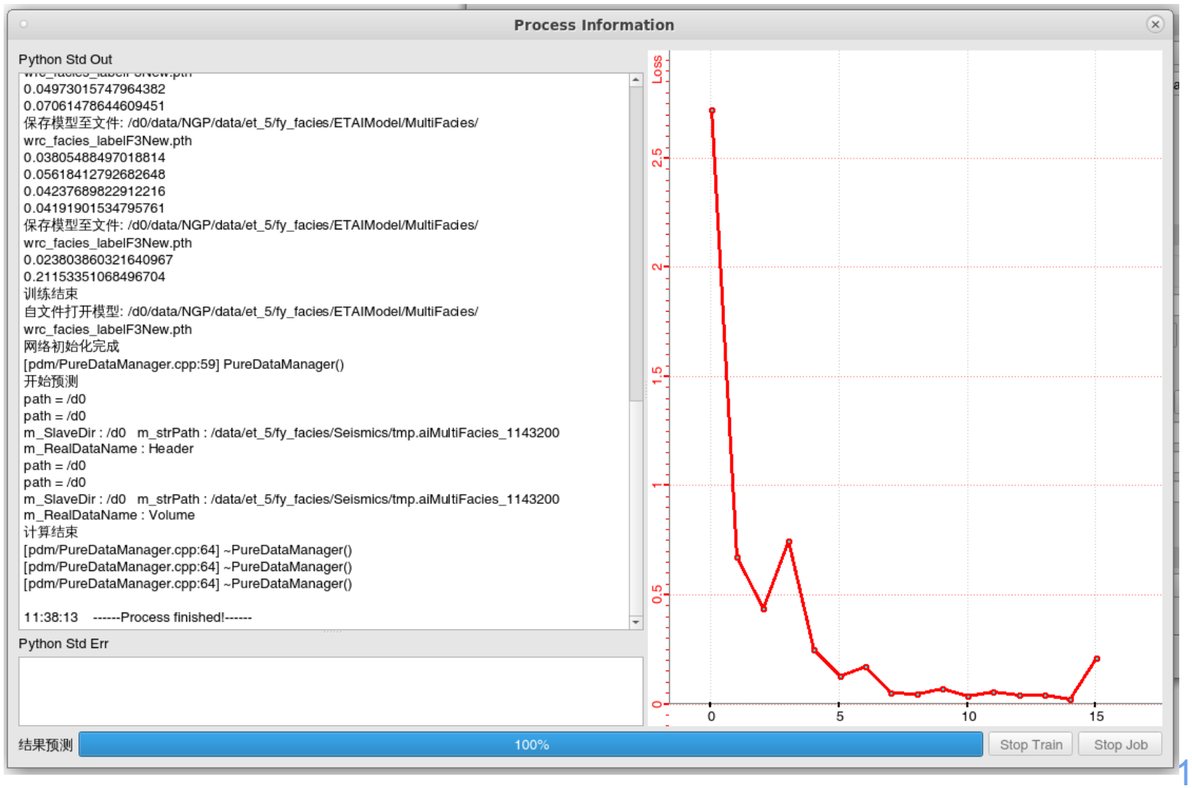


智能地震单相多相预测模块

⑤启动训练，界面提示训练损失，自动保存最佳参数模型(右侧损失曲线显示功能目前发布版本未集成)，损失小于0.1且平稳后可提前点击Stop Train结束训练

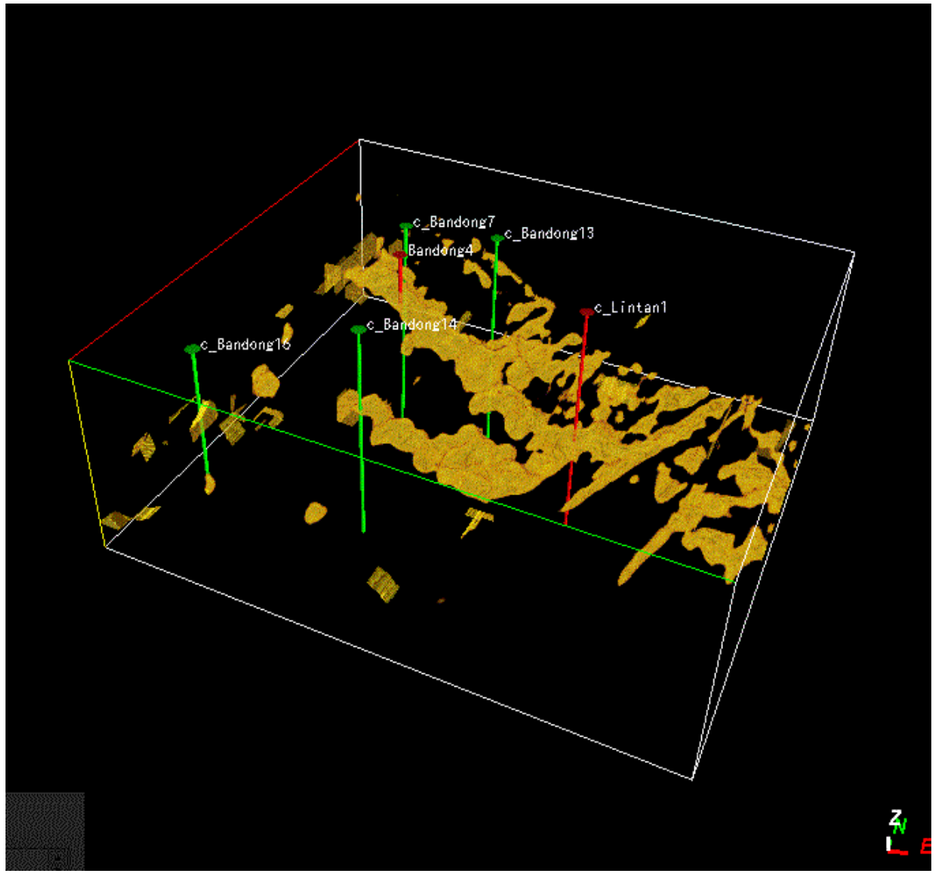


⑥训练结束自动开始预测，预测结束计算进程退出，Stop Job灰化说明计算进程已结束，可以关闭当前界面，若要中途终止作业也应点击Stop Job，进程异常终止一般左下窗口会有信息输出，问题反馈时应当截取展示

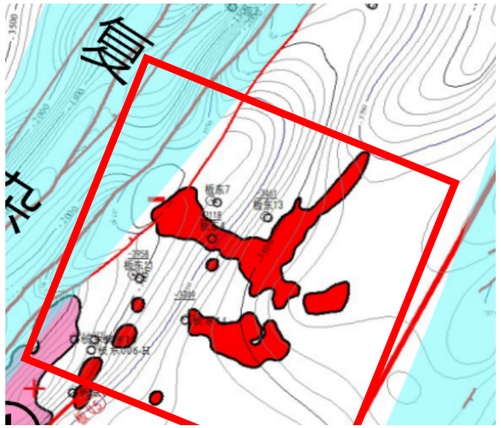


应用效果展示

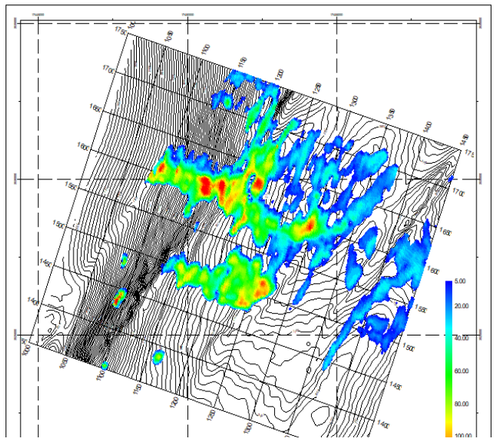
西南某工区礁滩型储层地震响应特征明显，但传统属性仍难以识别，在人工解释6条剖面后，智能方法识别精度高于传统方法，同时结果可便捷实现储层空间雕刻。



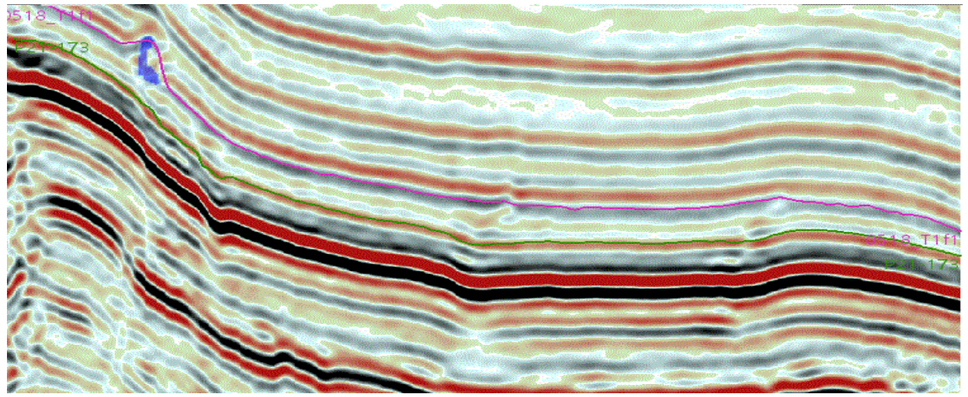
西南某工区礁滩体空间立体雕刻图

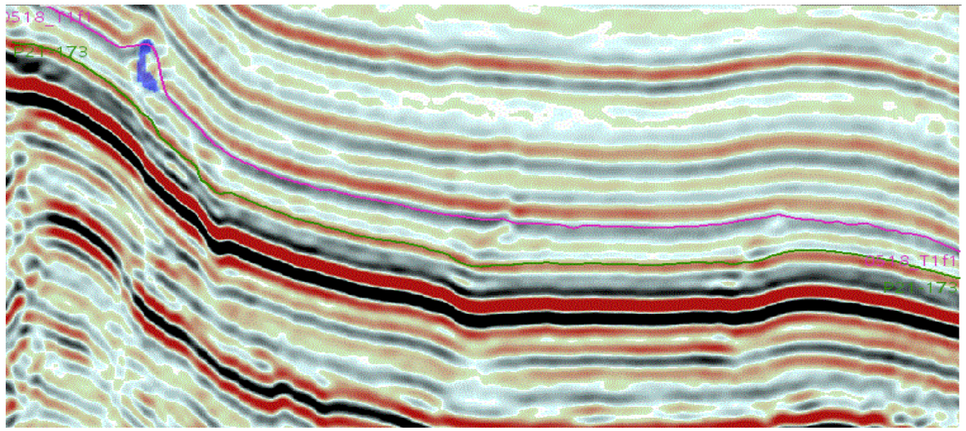


用户提供的礁体平面展布图



预测结果厚度图

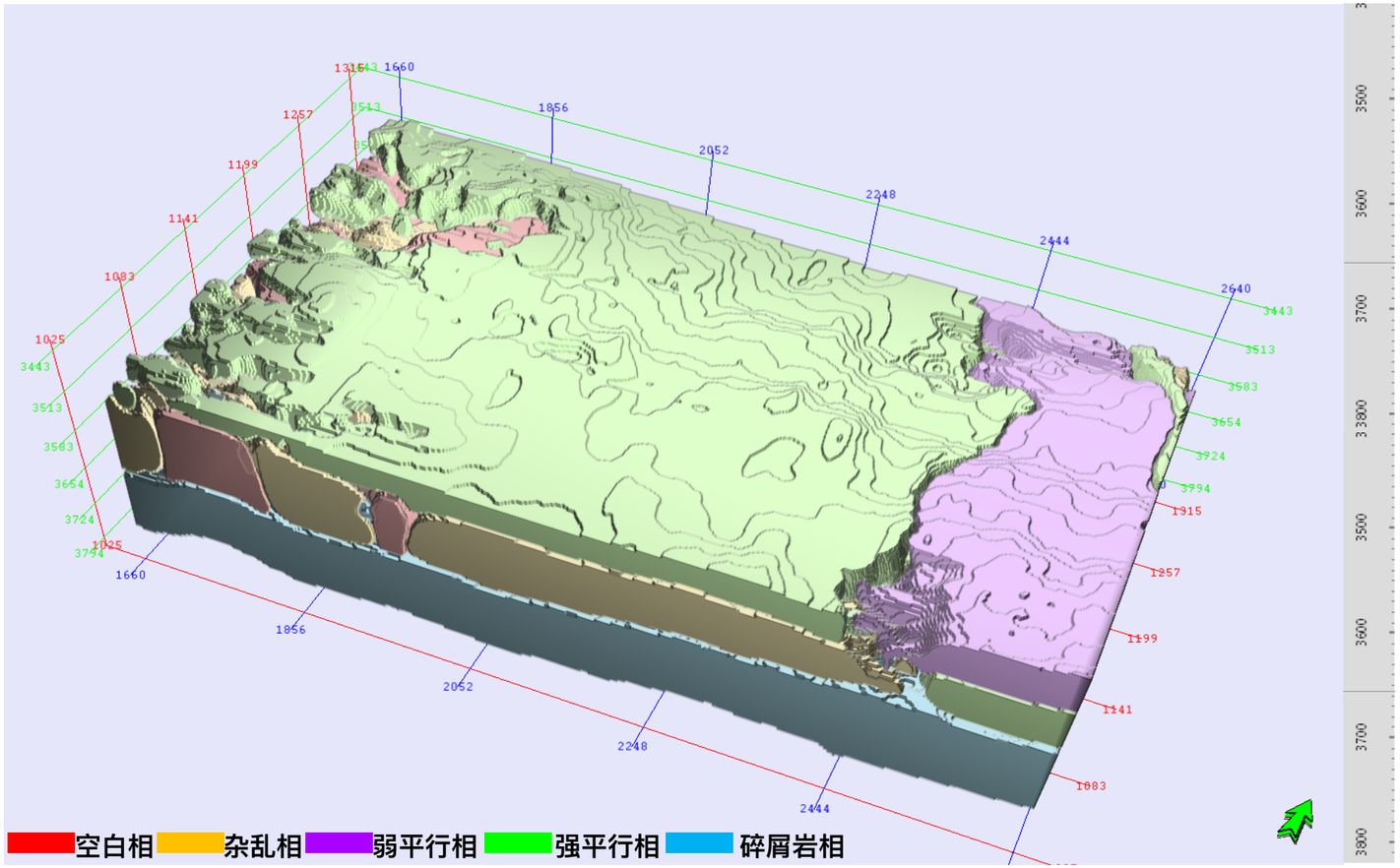




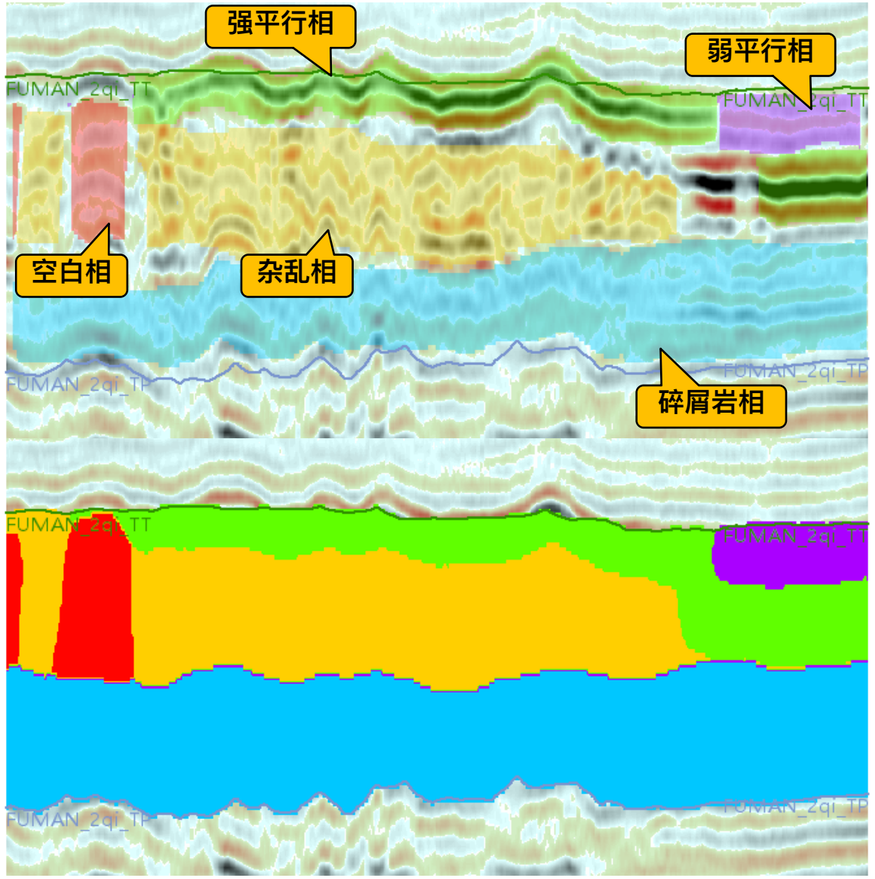
地震剖面

应用效果展示

塔里木某工区具有多种典型岩相特征，在人工解释6条剖面后，训练了针对性的网络参数，并完成预测，结果清晰准确。



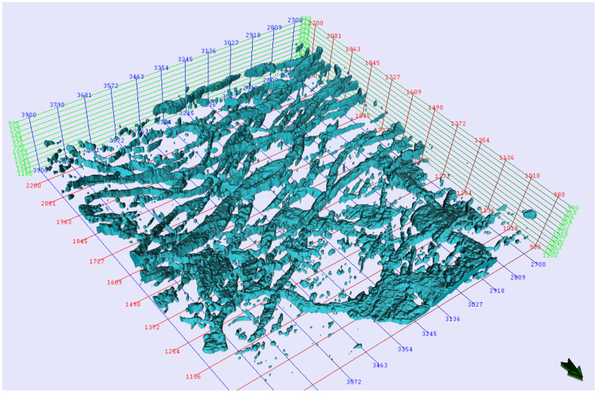
塔里木某工区二叠系火成岩地震相空间立体雕刻图



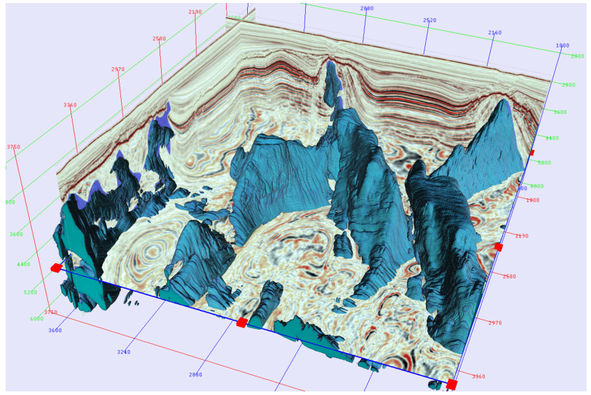
地震剖面

塔里木火山岩相应用多相解释

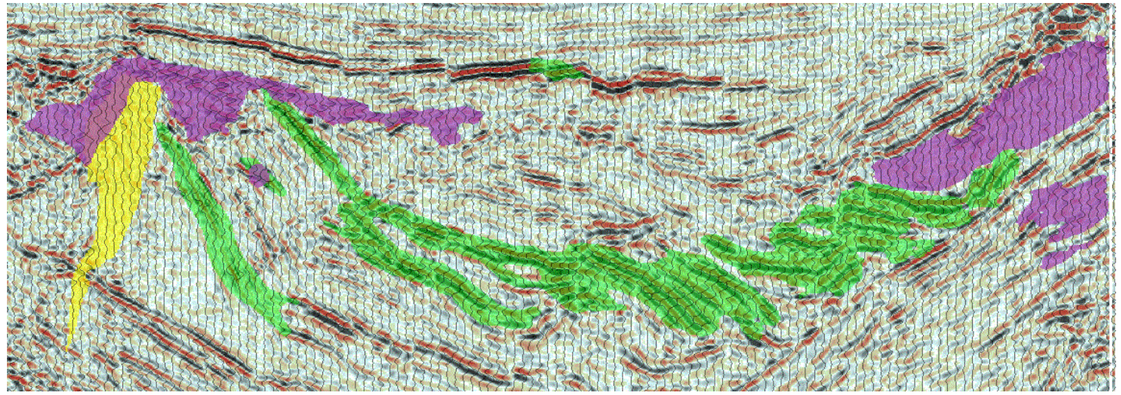
应用效果展示



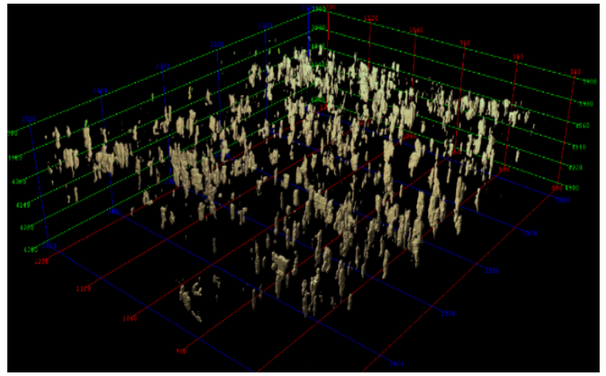
西南河道识别



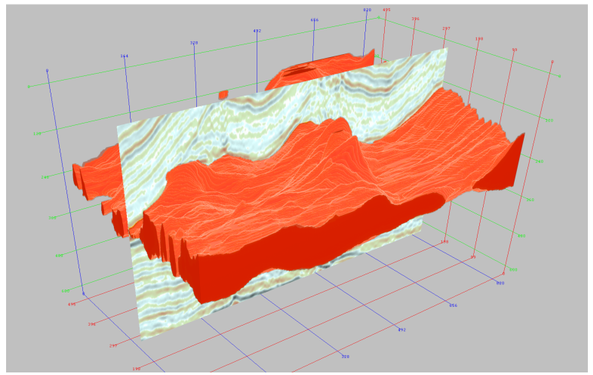
海外高速火山岩雕刻



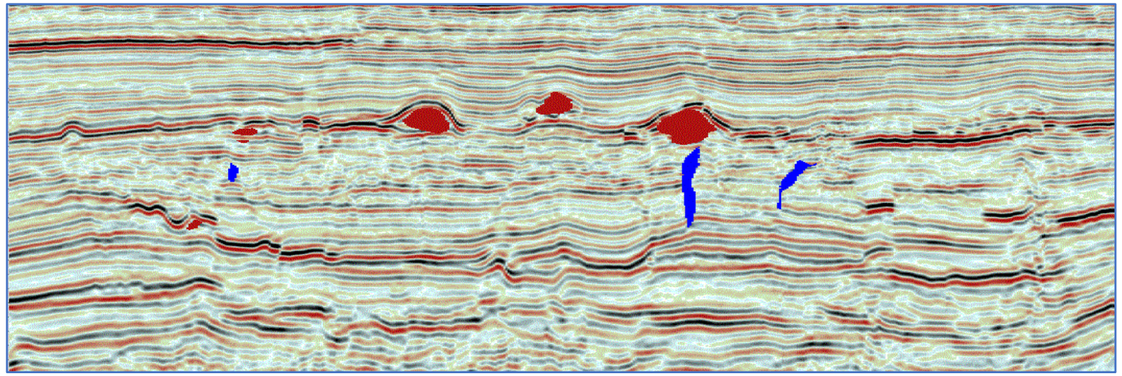
火山机构识别



塔中溶洞识别



西南盐膏岩体雕刻



胜利火山内幕、通道识别

CONTENES
目录

01 背景及原理

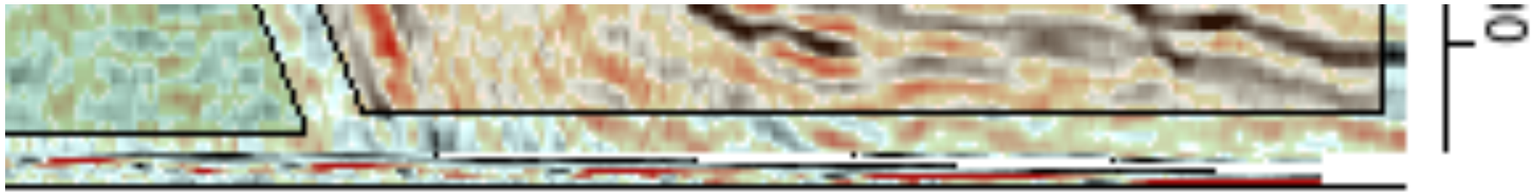
02 智能地震相预测功能介绍

- 标签制作模块
- 智能地震单相多相预测模块
- 应用效果展示

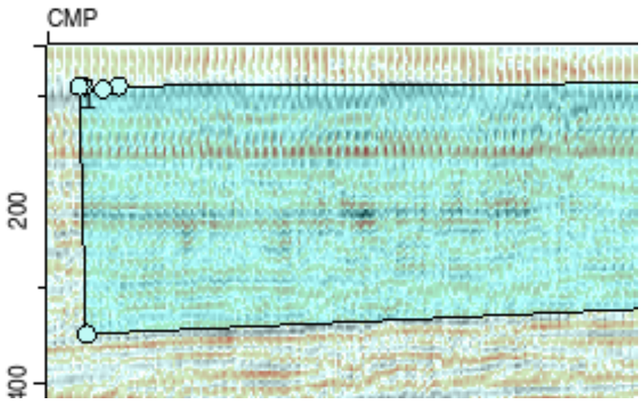
03 注意事项及流程建议

注意事项及流程建议

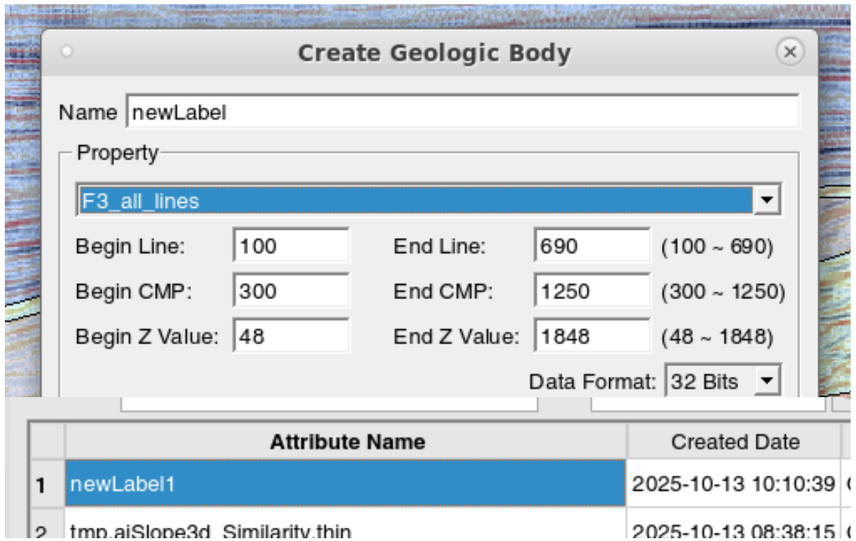
标签绘制锚点切勿超出工区范围，注意边界是否有异常无效显示部分，注意选择全屏缩放时仍存可能存在滚动条，少量区域未显示。



部分情况会出现锚点无法编辑问题，无法编辑需重启地质分析窗口，所有标注内容丢失，因此开始标注后应首先检查锚点编辑功能是否正常。

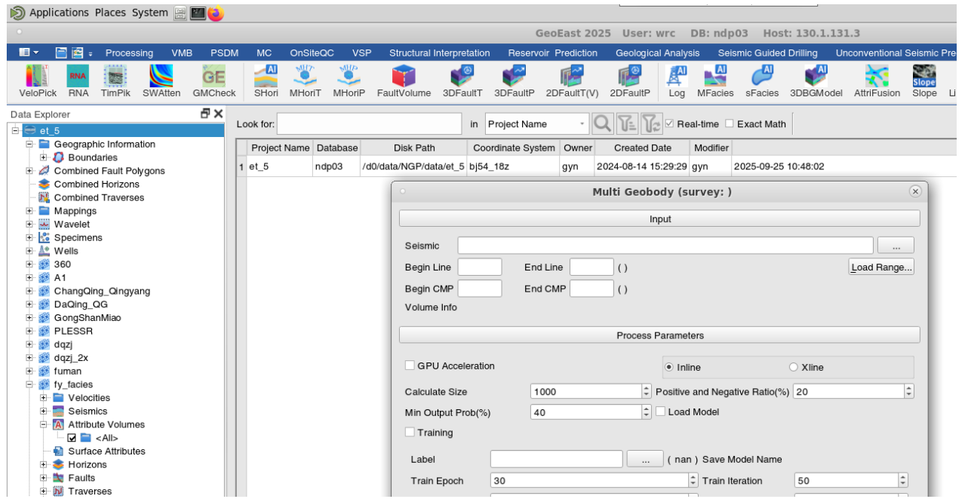


在未最终决定要使用的标签前切勿对输出的数据重命名，否则下次不但无法输出还会将已输出数据删除。



注意事项及流程建议

Smarter下启动模块缺少工区选择状态检查，应当确保先选择工区再启动模块。



模型存储在工区下，在模型选择器件上悬停可显示具体位置，模型存在用户权限，当前用户可以加载工区下全部保存模型，但只能覆盖或删除本人创建的模型。

智能化模块使用需注意设备显存剩余，特殊情况下可选择取消勾选GPU加速，以CPU模式运行，但耗时较长。

```
hw2c79-002@V4.4:/yfs0/wrc/>nvidia-smi
Mon Oct 13 11:27:52 2025
+-----------------------------------------------------------------------------+
| NVIDIA-SMI 525.116.04   Driver Version: 525.116.04   CUDA Version: 12.0     |
|-------------------------------+----------------------+----------------------+
| GPU  Name        Persistence-M| Bus-Id        Disp.A | Volatile Uncorr. ECC |
| Fan  Temp  Perf  Pwr:Usage/Cap|         Memory-Usage | GPU-Util  Compute M. |
|                               |                      |               MIG M. |
|===============================+======================+======================|
|   0  Quadro P2000        Off  | 00000000:07:00.0 Off |                  N/A |
| 53%   47C    P0    19W /  75W |   3215MiB /  5120MiB |      0%      Default |
|                               |                      |                  N/A |
+-------------------------------+----------------------+----------------------+

+-----------------------------------------------------------------------------+
| Processes:                                                                  |
|  GPU   GI   CI        PID   Type   Process name                  GPU Memory |
|        ID   ID                                                   Usage      |
|=============================================================================|
|    0   N/A  N/A    150276      C   ...da3/envs/nv/bin/python3.9     3194MiB |
|    0   N/A  N/A    169475      G   /usr/bin/X                         16MiB |
+-----------------------------------------------------------------------------+
```

注意事项及流程建议

因退出地质体解释窗口后所有标注编辑均会丢失，因此下面给出一种标签追加修改手段。方法不唯一，可自行探索，应遵循以下几点原则：确保卷头存储的数据线道范围是目标计算范围，确保卷头存储的数据范围是1-标注地震相类数，确保卷头存储的数据无效值与数据实际无效值一致，确保道头存储的Track Type在有标注道为1其他地方为0。

感谢大家对GeoEast软件的信任和支持！

更多详情请关注

GeoEast微信公众号

解释技术支持QQ群

Bilibili视频教程

服务电话：（解释系统）0312-3824999 （市场销售）0312-3737213/0312-3824774
服务邮箱：geoeast@cnpc.com.cn 官网网址：http://www.gs.com.cn