

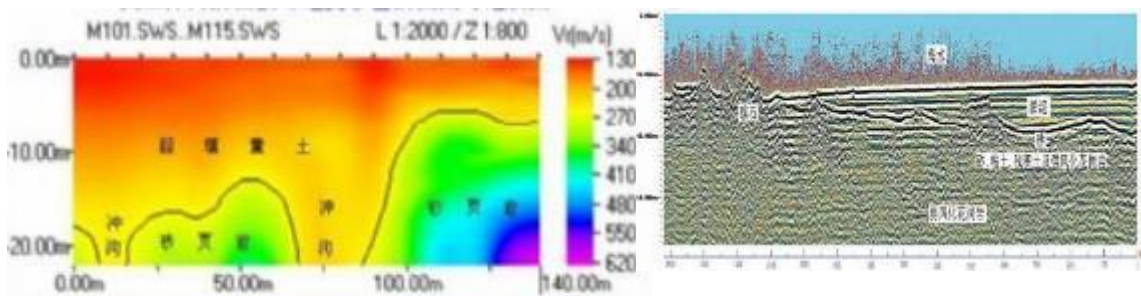
报告提纲

- ❖ 一. 浅层勘探问题
 - ❖ 二. 地震装备介绍
 - ❖ 三. 特色技术介绍
-

一、浅层勘探问题

常规：面波、折射波、反射波勘探 难以满足要求

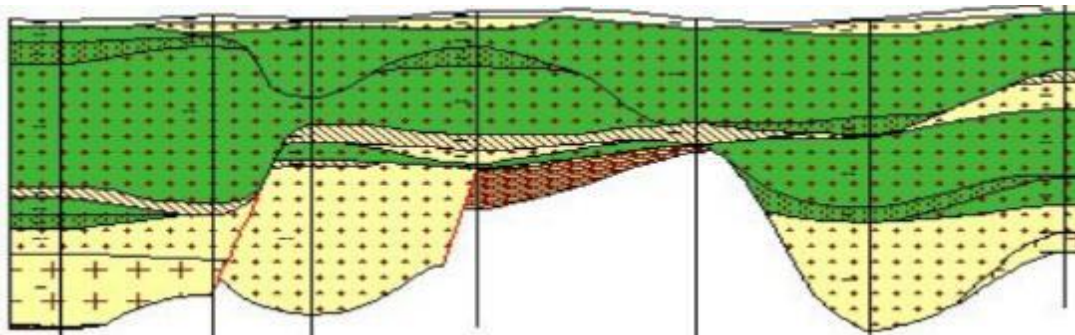
高精度地质结构



1. 风化层厚度与基岩调查;
2. 地裂缝, 裂隙与断裂;
3. 地质分层结构
4. 采空区
5. 溶洞

分辨率要求高

浅层岩性



1. 砂泥岩分布;
2. 古河道; 深埋管线;
3. 含水性
4. 疏松区
5. 地热
6. 环保

物性复杂, 纵横向变化大

采集条件



大型建筑



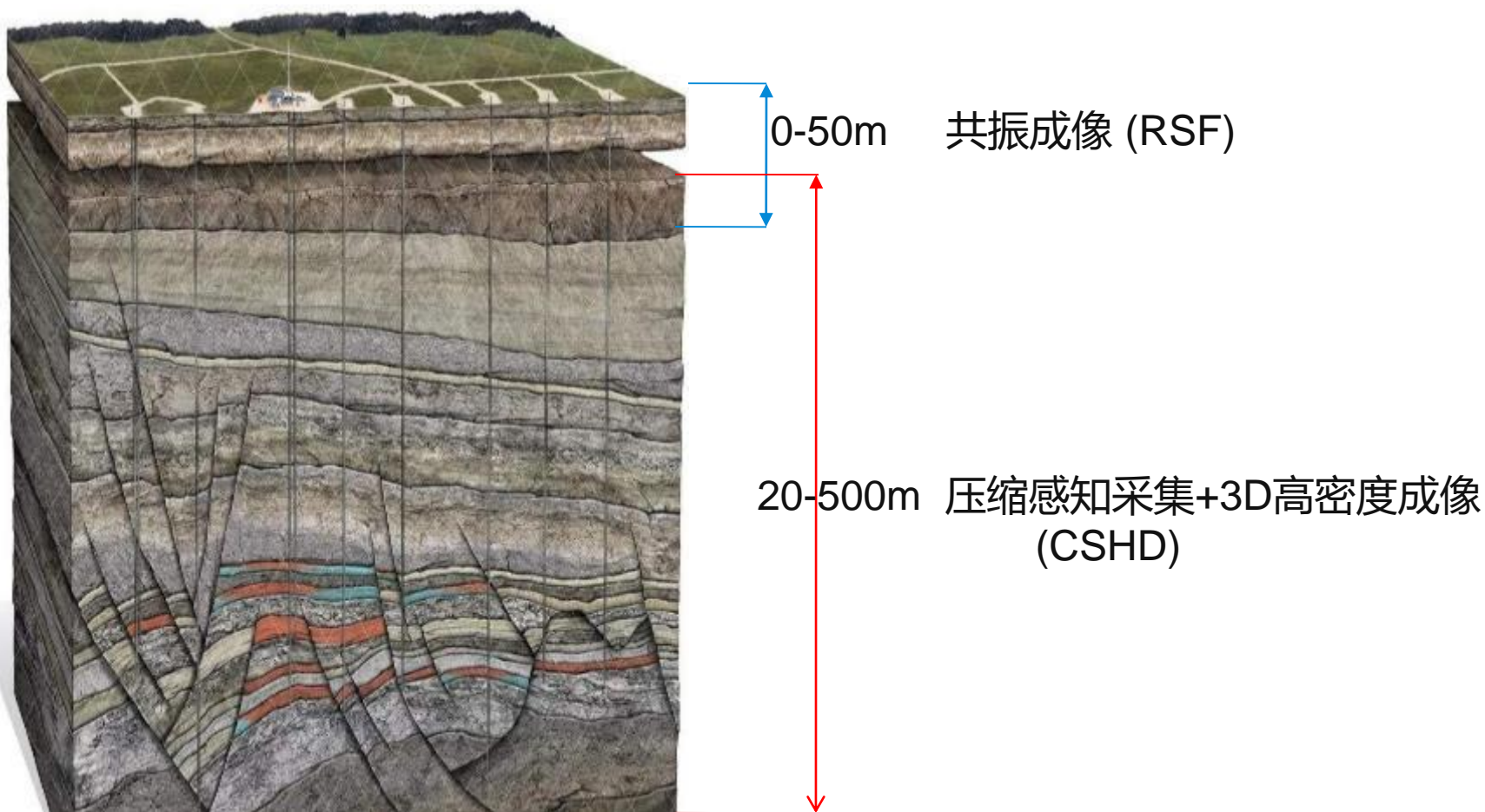
公共设施

1. 障碍物多;
2. 激发、接收难度大;
3. 干扰源多;

观测难度大

一、浅层勘探问题

解决方案：高精度便携式采集设备+共振成像+压缩感知3D采集反射波成像



报告提纲

❖ 一. 浅层勘探问题

❖ 二. 地震装备介绍

❖ 三. 特色技术介绍

无缆地震节点

面波、共振成像采集设备

➤ 一体化宽频带地震仪---适用于面波、共振成像采集

功能概述

检波器配置	内置正交三分量短周期地震检波器，频率响应范围 0.2Hz (5s) ~150Hz
数字化方案	3x32位高精度 Δ - Σ 模数转换器，瞬时动态范围优于 144dB
固态存储容量	32G, 64G可选
供电	内部160WH可充电锂电池组，支持大于600小时的连续记录
卫星授时与守时精度	授时精度：+/- 1 μ s 守时精度：+/- 1ms (卫星信号失锁后 6 小时内)
工作模式	自主采集+工业级平板电脑现场无线质控
LED指示	采集站状态、卫星时钟同步状态、无线数传状态
数据回收方式	数据回收电缆+无线数据回传
重量	1.8kg
外部尺寸	直径14cm，高度 16 cm
工作温度范围	-40°C ~ +70°C



三分量一体式



单分量一体式



无缆地震节点

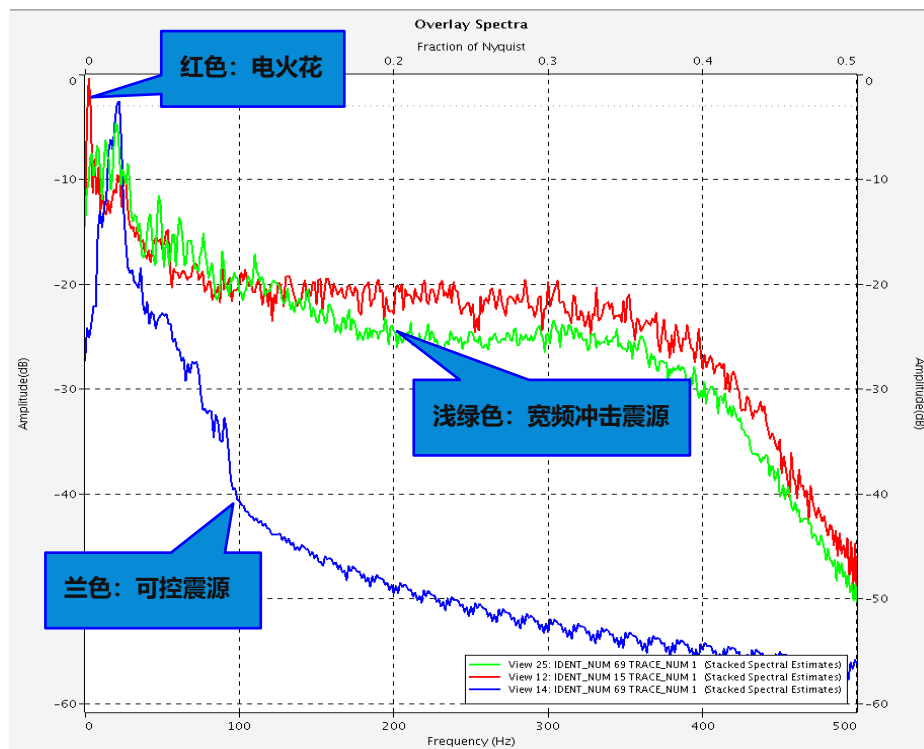
➤ 无缆采集设备---适用于压缩感知三维采集

- 1、内置高精度检波器，可选配MEMS，压电检波器
- 2、可记录大于180天全时地震记录
- 3、大容量电池组，低功耗，20天不间断工作
- 3、防水，高强度工程塑料，全埋置深度大于30cm
- 4、体积小，重量轻



宽频震源

➤ 宽频震源----适用于三维压缩感知采集



运输方便，激发成本低
激发能量可调，激发频带宽

报告提纲

❖ 一. 浅层勘探问题

❖ 二. 地震装备介绍

❖ 三. 特色技术介绍

三、特色技术介绍

关键技术：

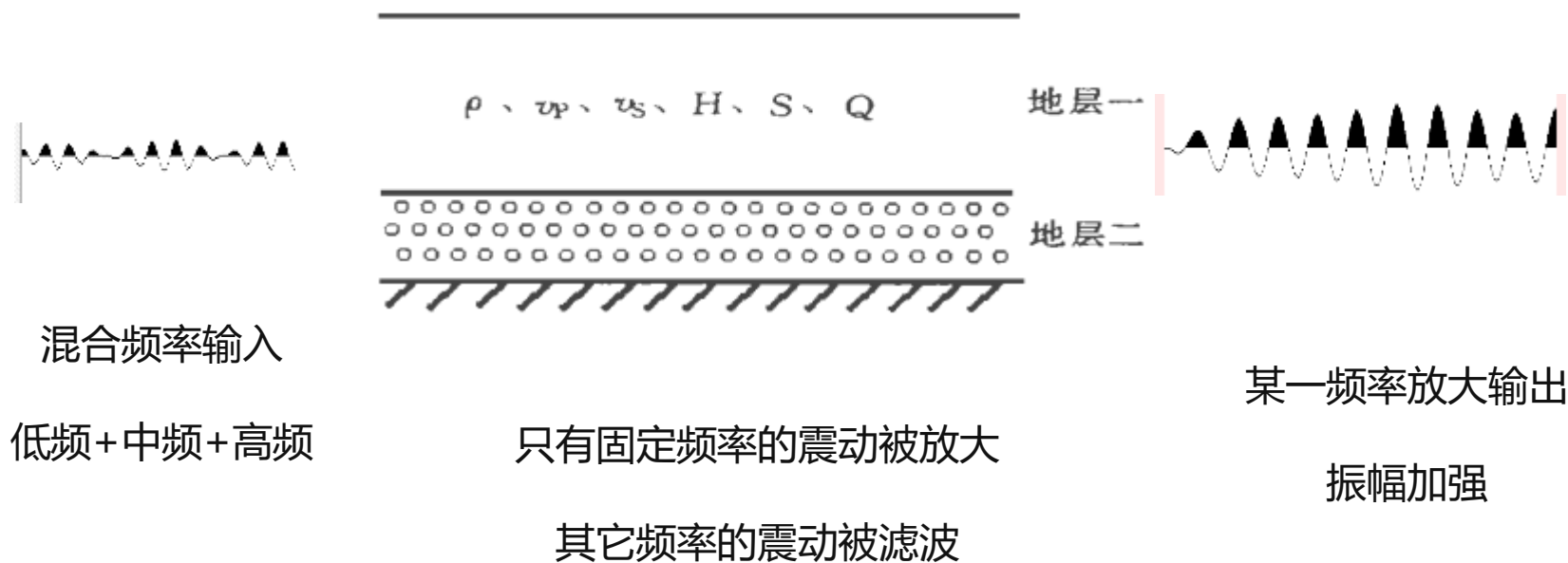
(一) 共振频率成像技术 (RSF)

(二) 压缩感知高密度采集成像技术 (CSHD)

三、特色技术介绍

共振频率成像技术

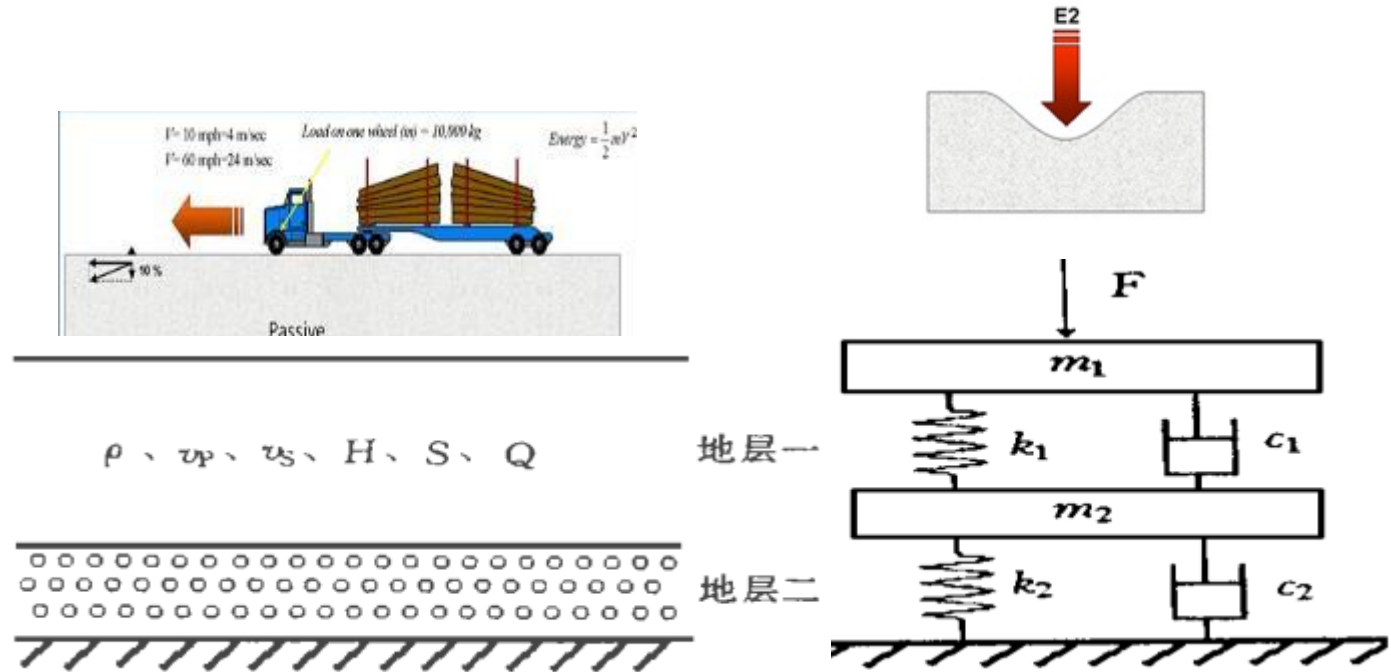
自然界中，任何物质都有其自身的固有频率。固有频率与多种因素有关：尺度，形状，密度，纵波速度，横波速度。地下各地质体有其自身的固有频率。当有一个宽频的震动传播到该地质体，特征固有频率能量将被放大。



三、特色技术介绍

共振频率成像技术

人工大锤：100kg 10m/s 50000J
 卡车：10吨 30 mph (10%) 72000J



$$m_1 \ddot{x}_1 = F - k_1(x_1 - x_2) - c_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 = k_1(x_1 - x_2) + c_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - k_2 x_2 - c_2 \dot{x}_2$$

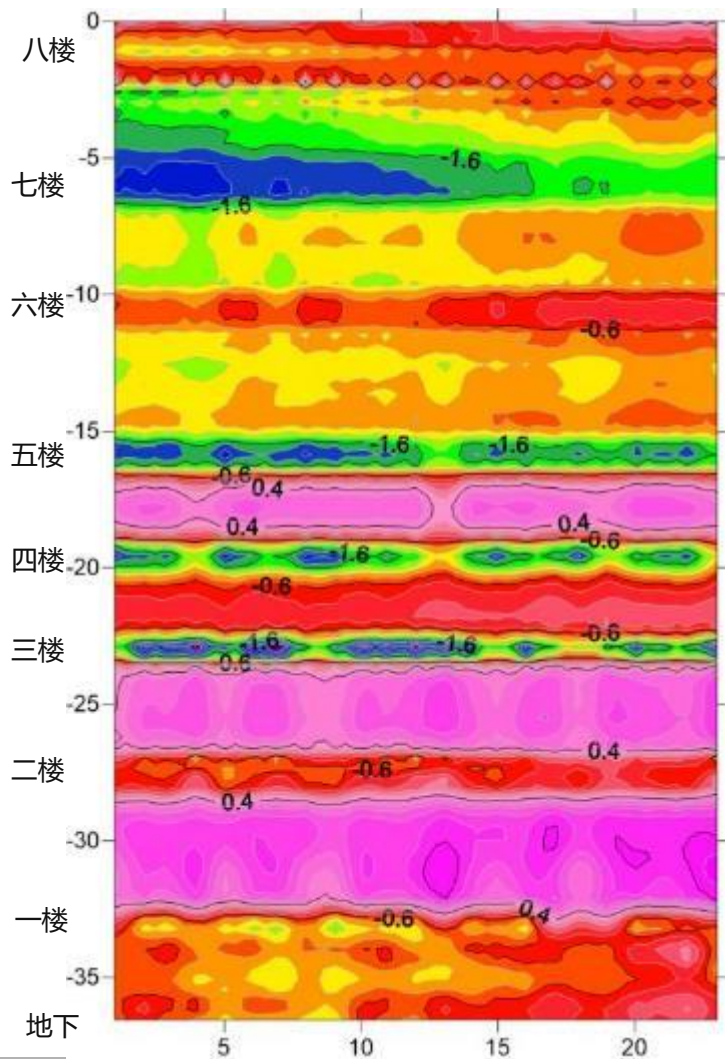
➤ 应用场景

- 1) 城市覆盖层组成
 - 2) 溶岩裂隙带/断层破碎带物资组成
 - 3) 地层赋水性和导水条件分析
 - 4) 地下构筑物调查
 - 5) 城市地下水和浅层地热调查
 - 6) 垃圾填埋场周边水土污染监测
-

三、特色技术介绍

共振成像技术

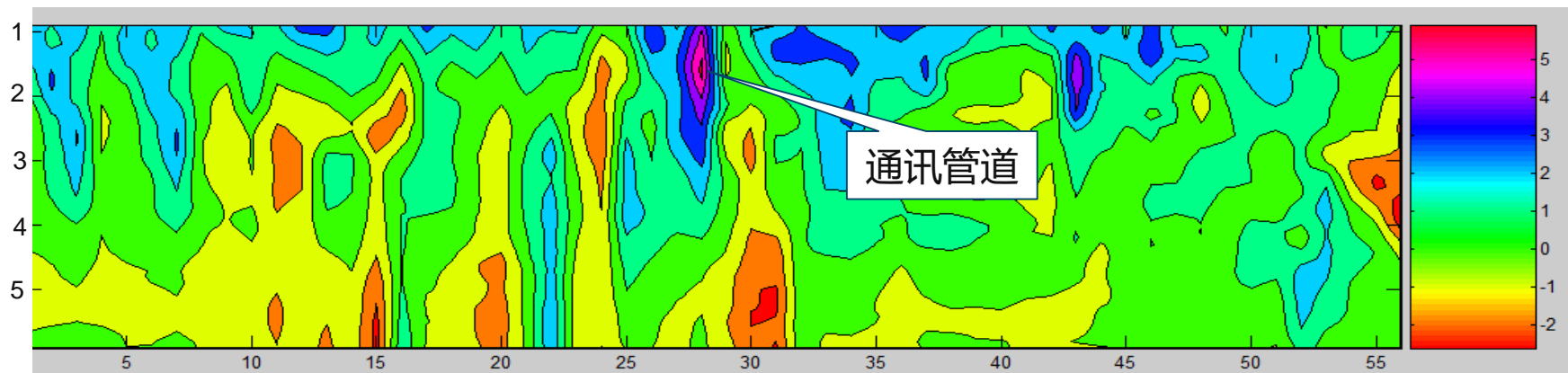
实例1：实验室楼层



三、特色技术介绍

共振成像技术

实例2：通讯管道



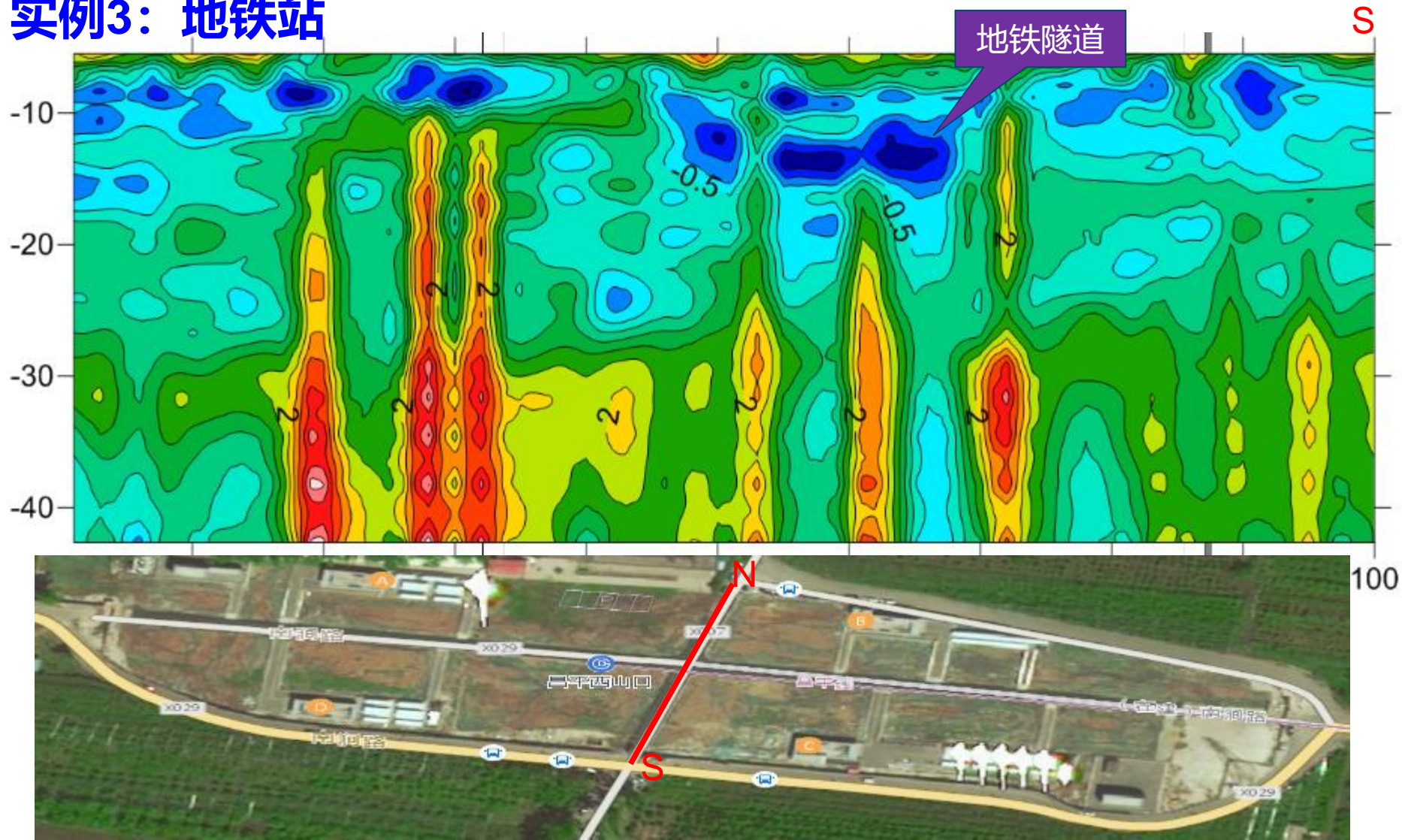
通讯管道



三、特色技术介绍

共振成像技术

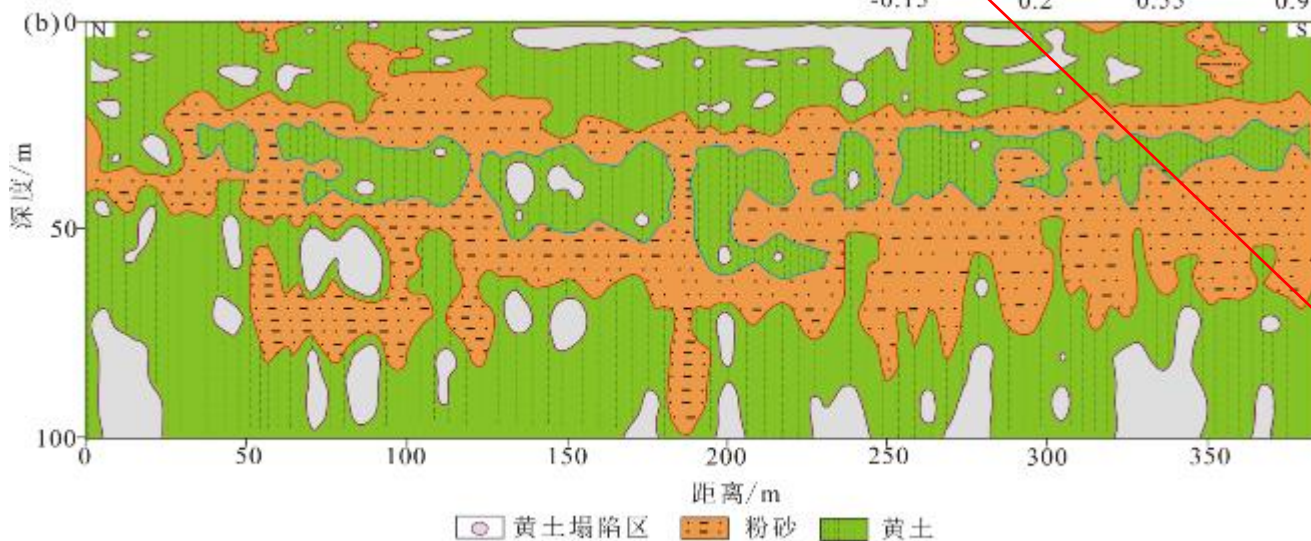
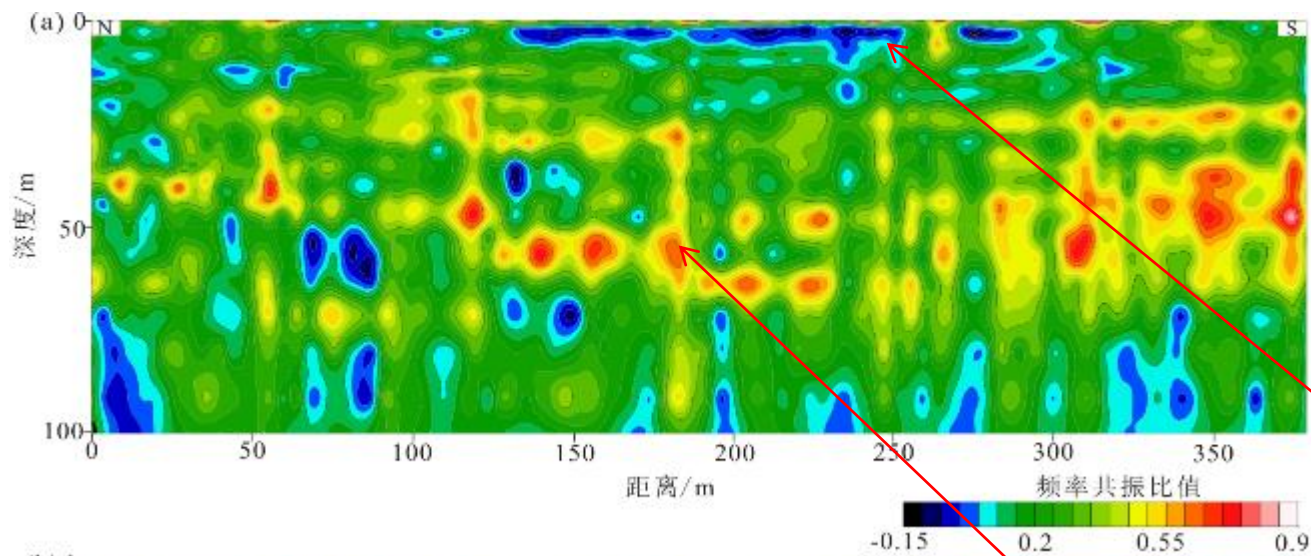
实例3：地铁站



三、特色技术介绍

共振成像技术

实例4：黄土塌陷区



(a)-共振成像剖面； (b) 地质解译剖面

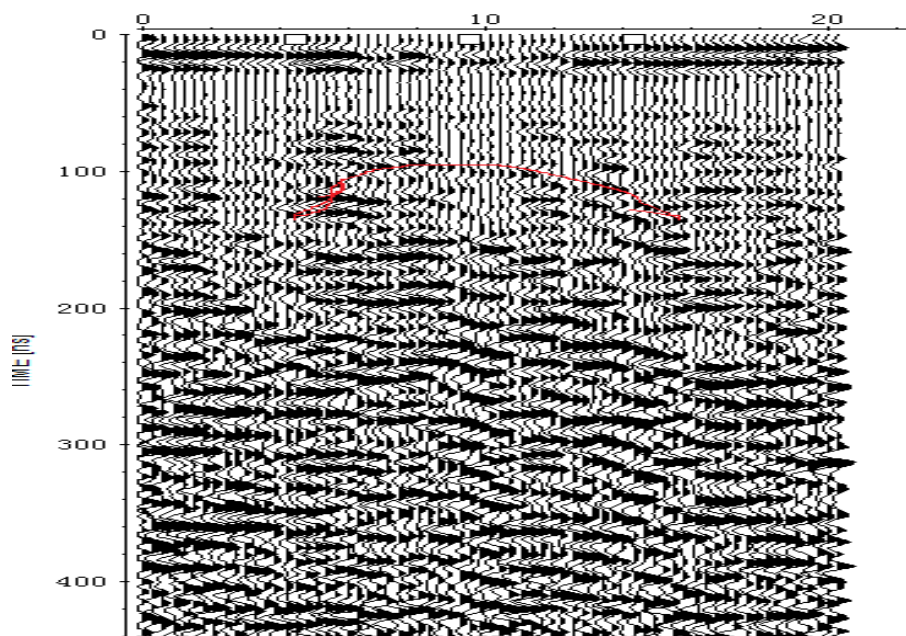
三、特色技术介绍

共振成像技术

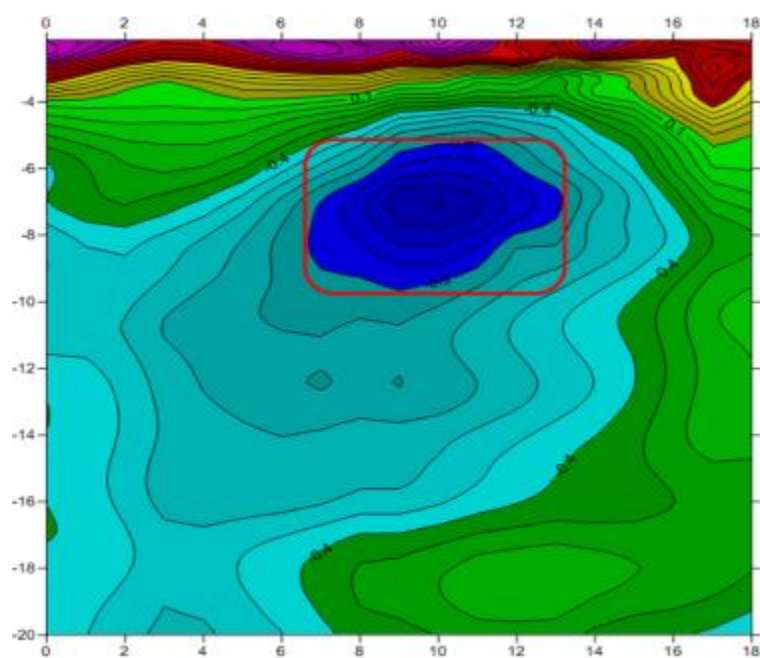
实例5：隧道

工程方要在隧道顶部顶管施工，穿越隧道；需探明隧道埋深及隧道顶部障碍物

地质雷达



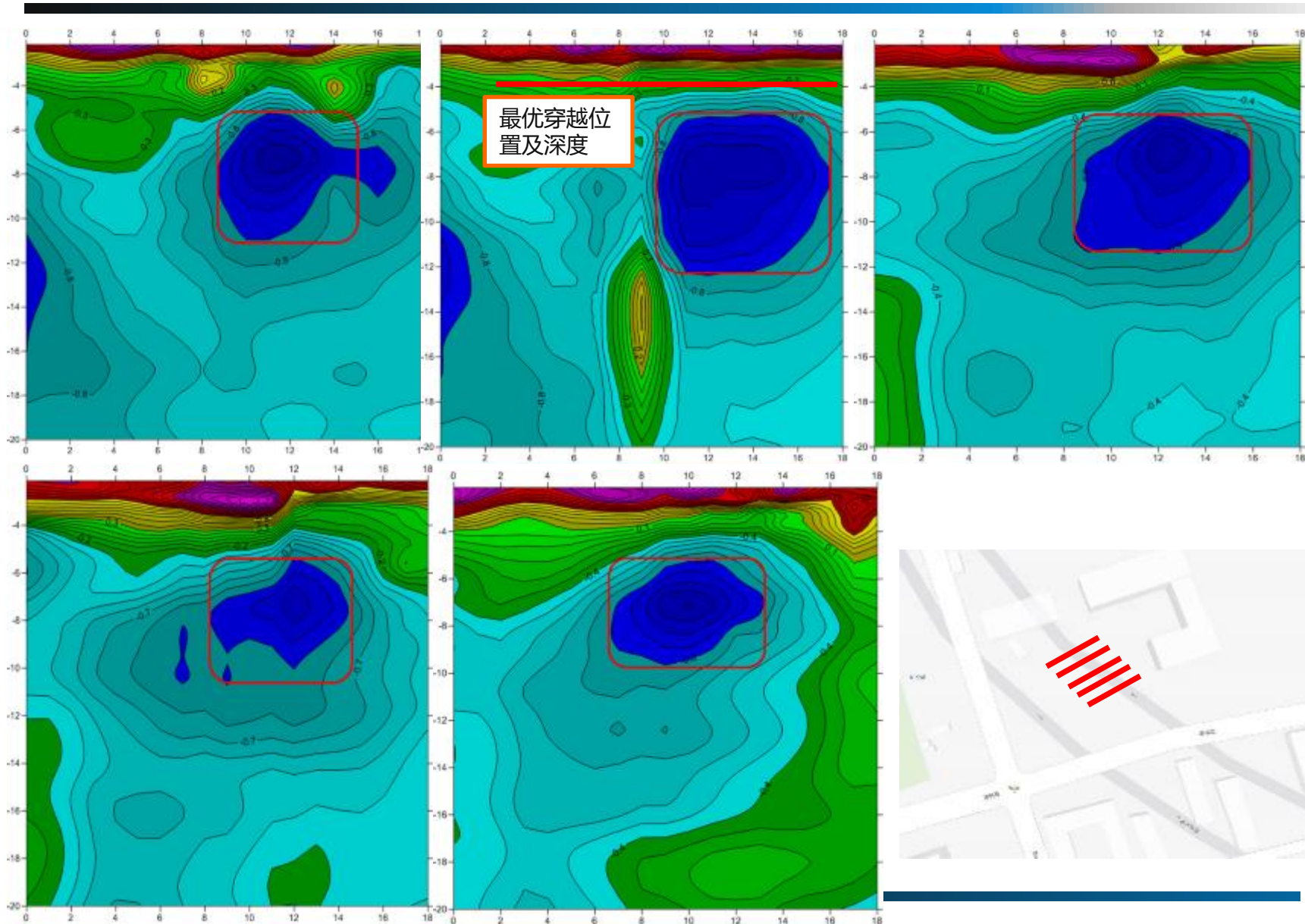
共振成像



浅层填埋有建筑垃圾，钢渣，严重干扰雷达成像；
雷达图像难以识别，干扰较大；共振成像获得高精度成像

三、特色技术介绍

共振成像技术

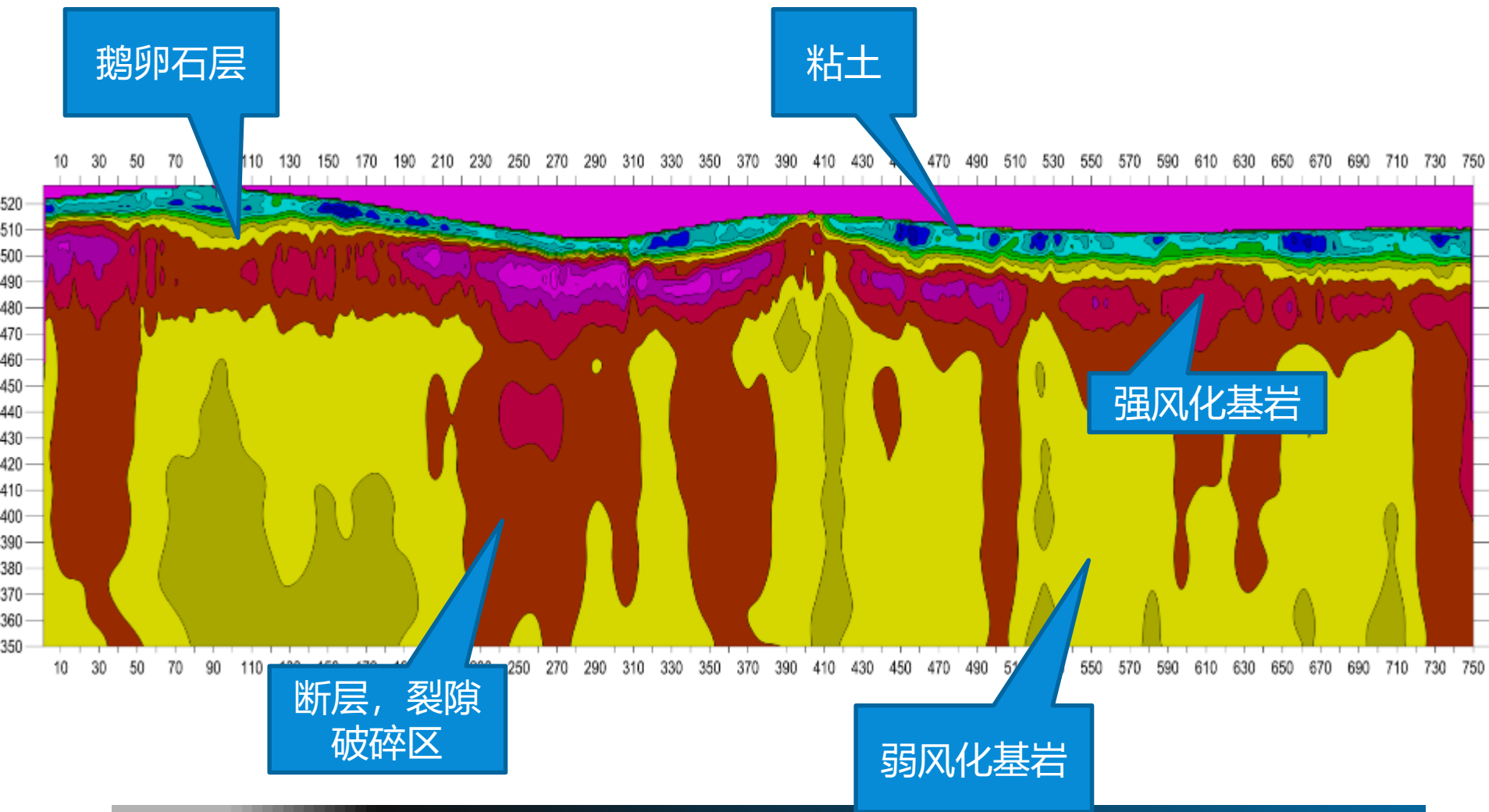


三、特色技术介绍

共振成像技术

实例6：基底结构

为城市地下地质空间建模提供高精度成像



三、特色技术介绍

共振成像技术

实例6：基底结构

钻井对比

淤泥、粉质粘土

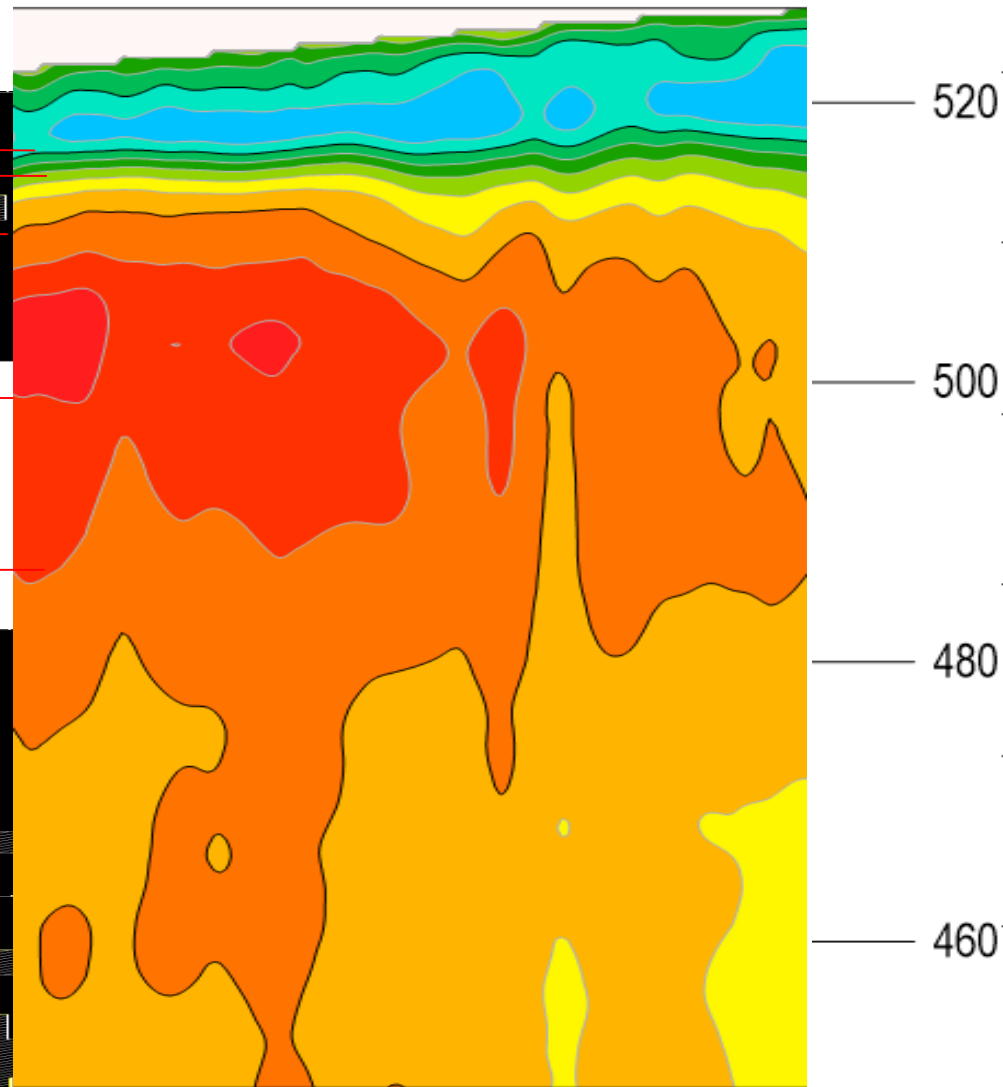
鹅卵石层

强风化粘土

强风化泥质粉砂、泥岩

中风化

微风化

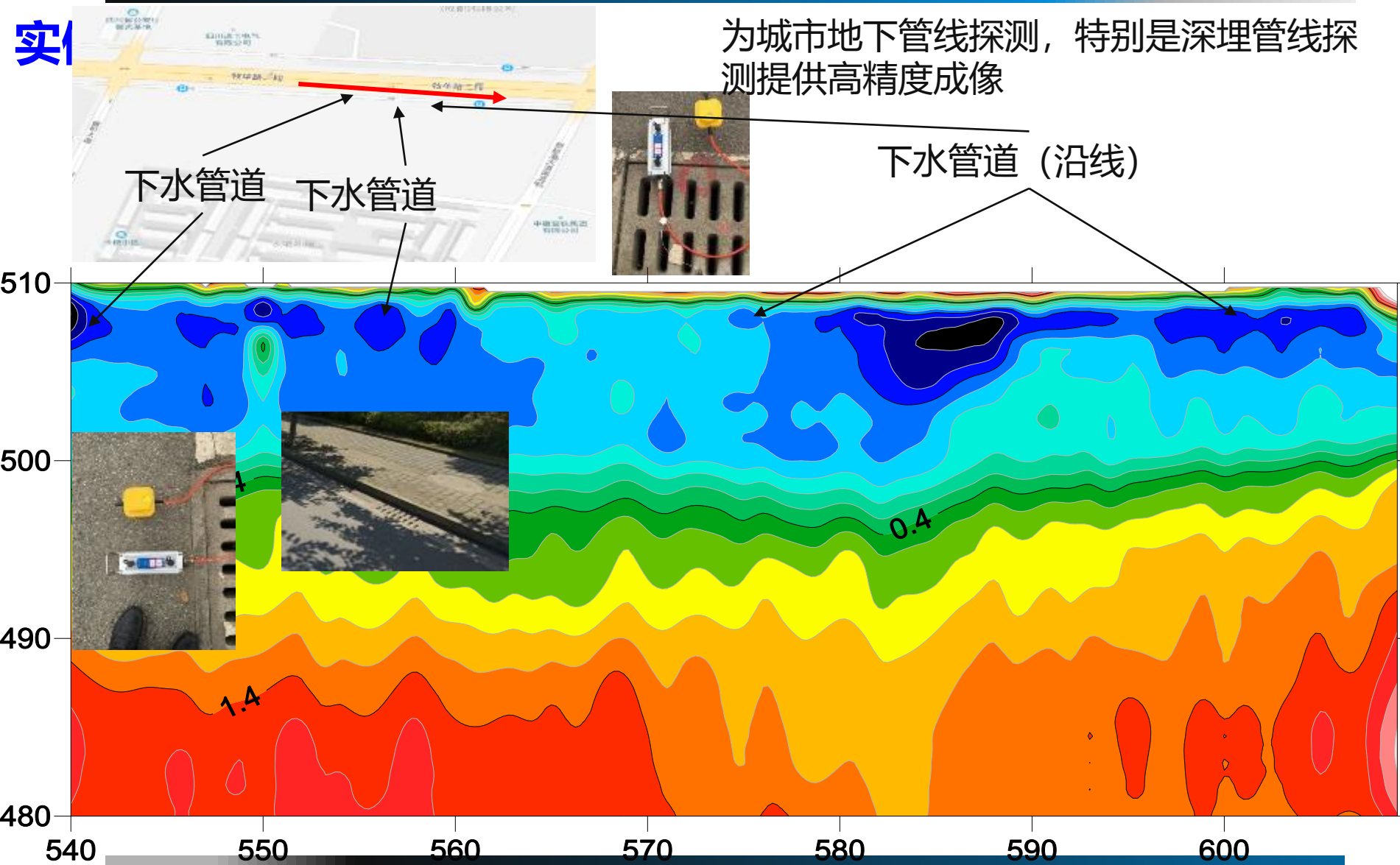


三、特色技术介绍

共振成像技术

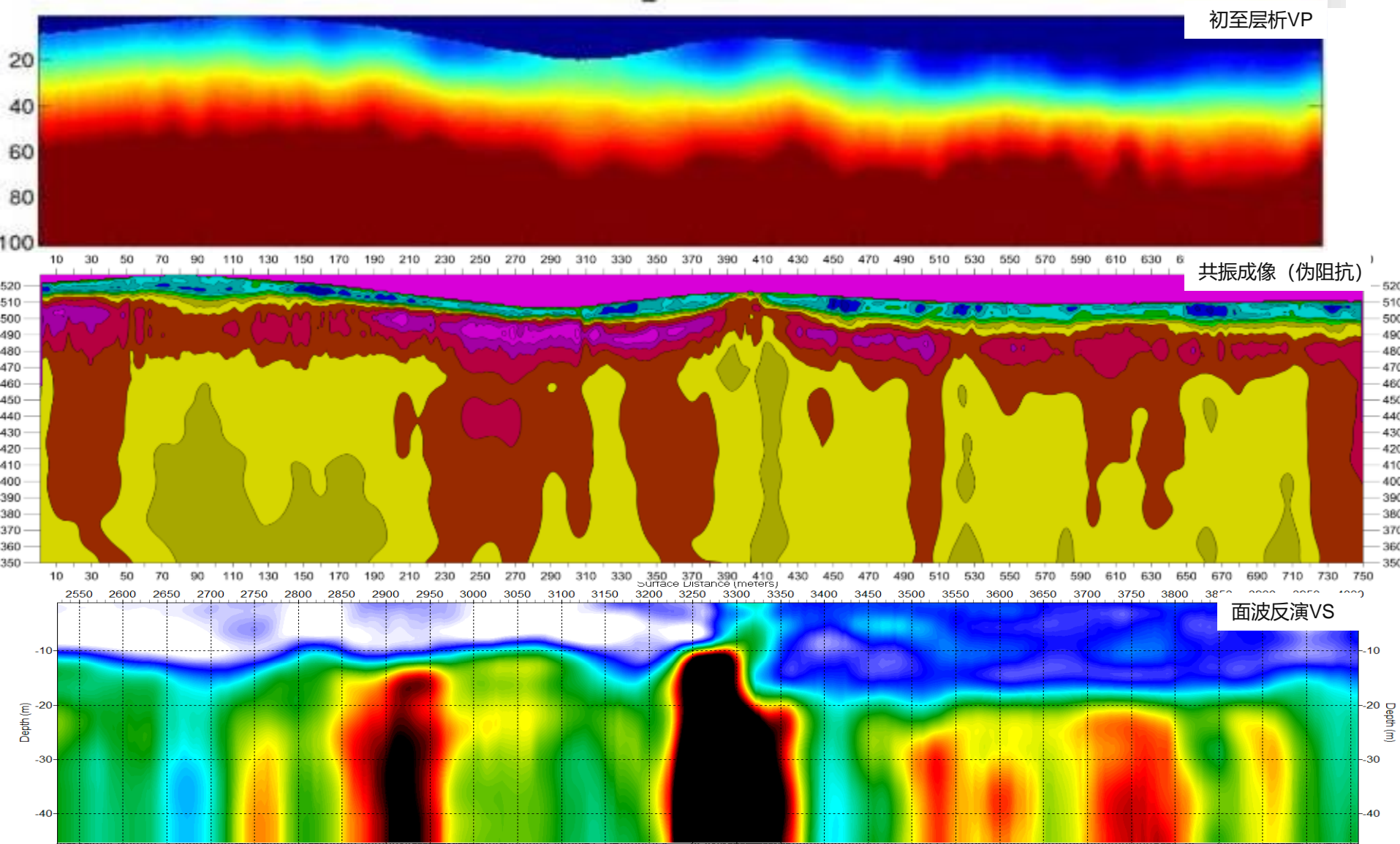
实例

为城市地下管线探测，特别是深埋管线探测提供高精度成像



三、特色技术介绍

共振成像技术



三、特色技术介绍

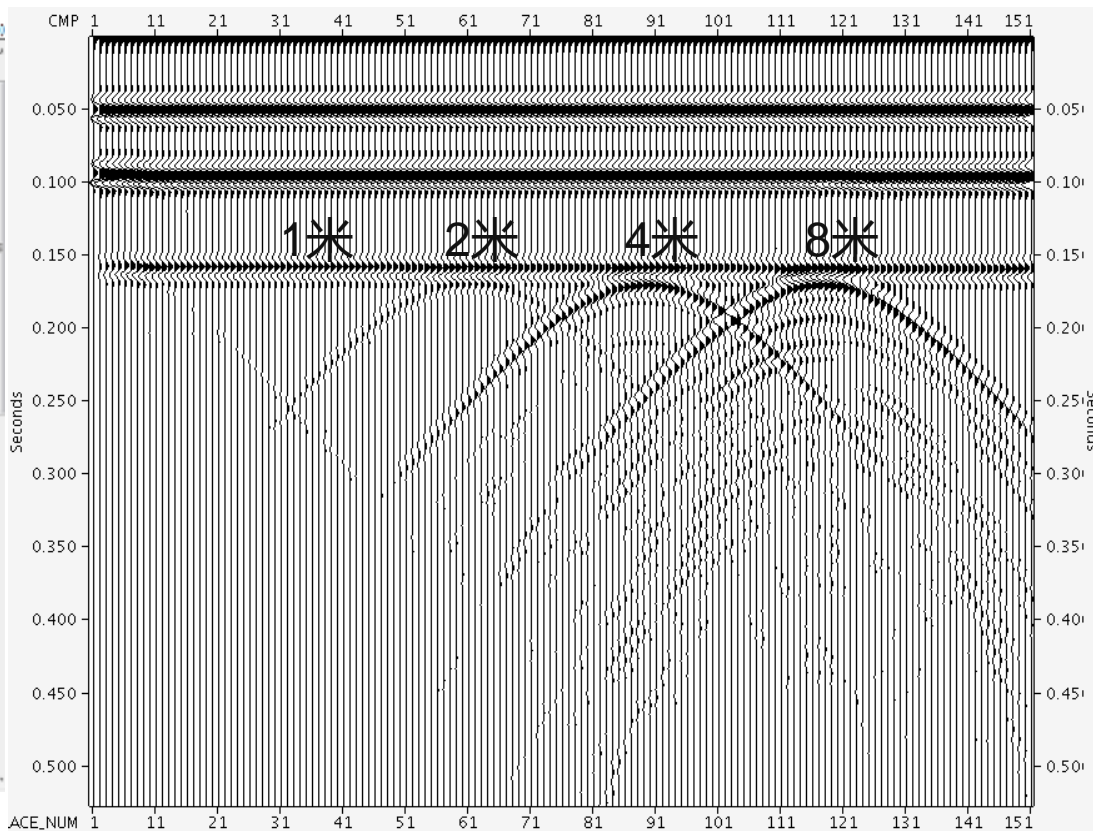
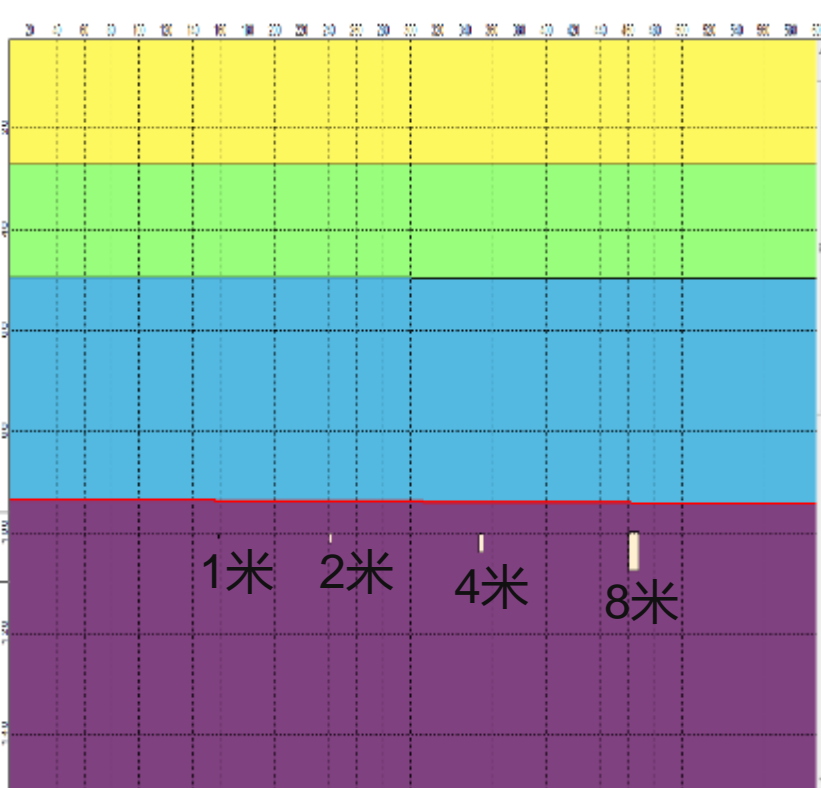
关键技术：

(一) 共振频率成像技术 (RSF)

(二) 压缩感知高密度采集成像技术 (CSHD)

三、特色技术介绍

正演模拟显示：在二维信噪比高的时候可以看到2米的分辨率——70Hz主频
考虑到工区位于村庄，城镇，干扰波发育情况下能分辨4米



100米埋深，设置了4个尺度的地质体

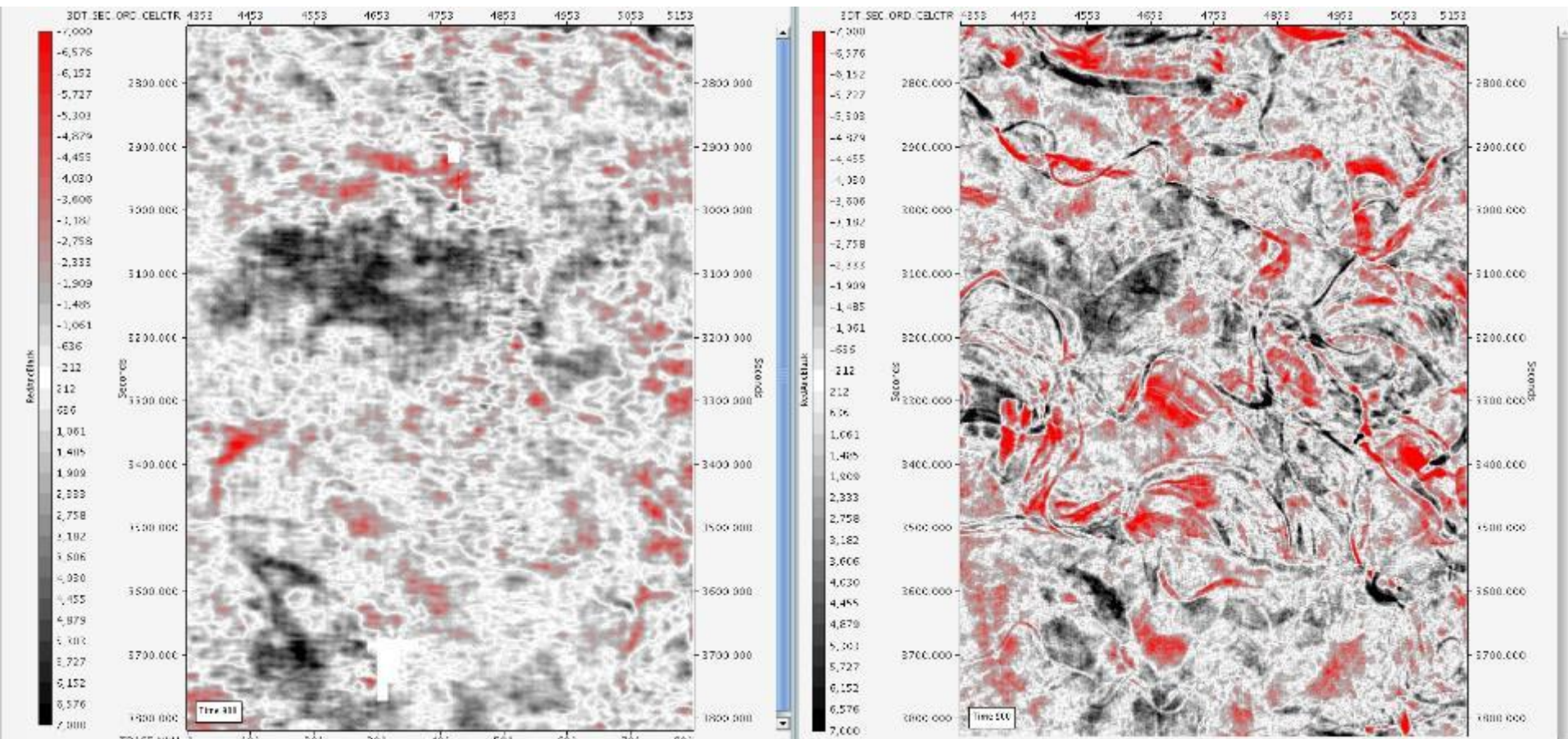
对于小尺度地质体需要三维高密度成像

三、特色技术介绍

压缩感知高密度采集成像

常规采集成像

高密度采集成像



三维高密度成像比常规三维成像精度高，常规高密度采非常昂贵

三、特色技术介绍

高密度成像技术---压缩感知采集技术：**稀疏+随机+避障碍物能力**

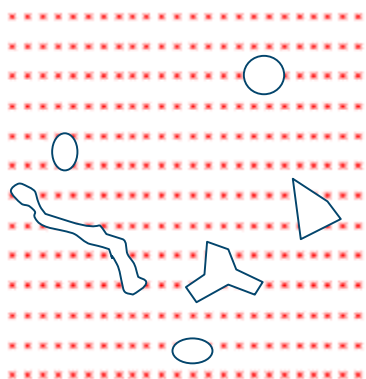


原始图片 15000 KB 100%

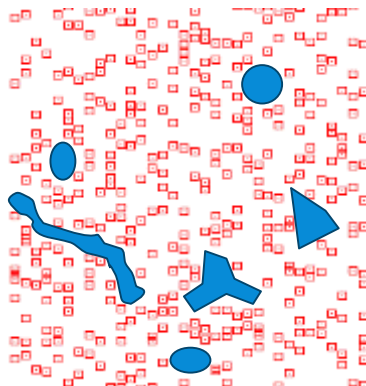
压缩
→



压缩图片 150 KB 1%

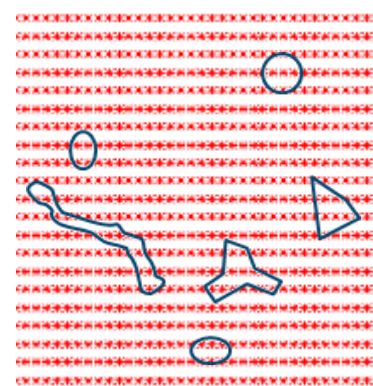


常规采集



CS非规则采集

重建
→



高密度观测数据

➤ 应用场景

- 1) 地层结构探测;
- 2) 城市活动断层;
- 3) 20-500米深精细定位深度及大小的异常体
(溶洞、采空区、深埋管道、垃圾填埋场地下古河道等等) 探测;
- 4) 基底探测;
- 5) 地下空间三维探测及建模.

三、特色技术介绍

实例1：二维高密度

目的：调查顺义机场地裂缝形成原因及活动情况

二维测线长度197.5米，共94炮。

- 激发方式：**宽频冲击震源**
- 每炮激发次数：**3次**
- 地震道：**100道低噪声节点**
- 检波器：**100HZ高精度检波器**
- 记录长度：**1000ms**
- 采样间隔：**1ms**
- 检波点距：**2 m**
- 炮点距：**2 m**
- 最小偏移距：**0m**
- 最大偏移距：**200 m**
- 最大覆盖次数：**40次**

人员：**3人**

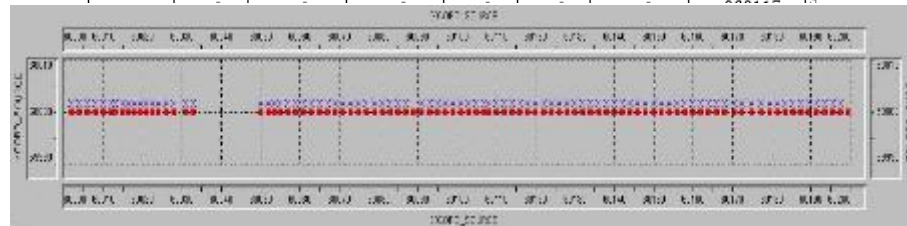
车辆：**1辆**

施工时间：**4个小时**

浅层地震野外工作班报

测线号 L2D 工区名称 顺义 日期 2018.6.25
激发方式 捶击 观测系统 天气 阴、有风
仪器名称和型号 采样间隔 1ms 规范 DZ/T0153-95

文件号	炮点桩号	检波点起始桩号	检波点终止桩号	锤击次数	道间距	记录长度	备注
3	2003	2094	2001	3	2	1000	055607
							055623
							055642
4	2004	2094	2001	3	2	1000	055757
							055812
							055826
5	2005	2094	2001	4	2	1000	055903
							055923
							055938
							055952
6	2006	2094	2001	3	2	1000	060101

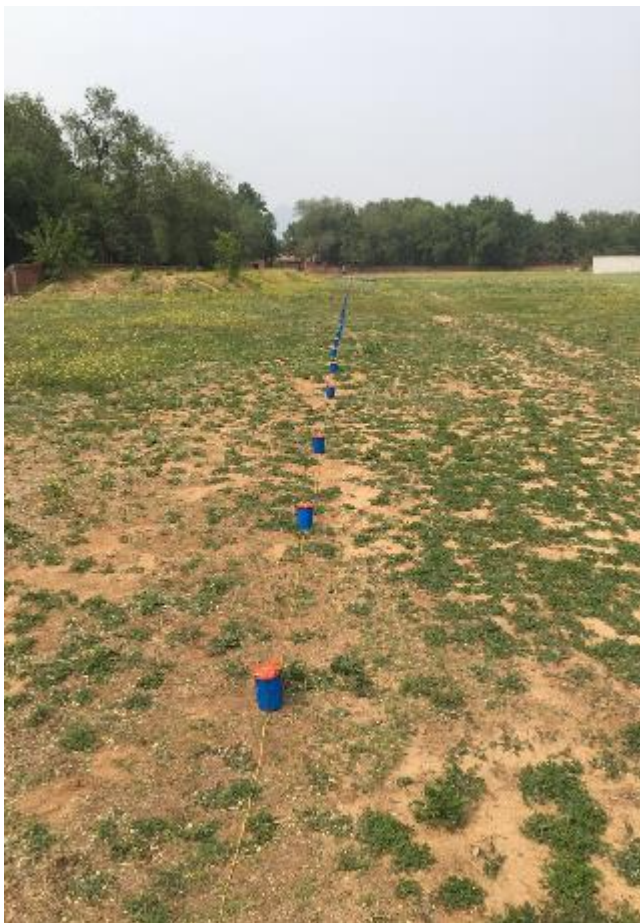


三、特色技术介绍

压缩感知高密度采集成像

数据采集

2D地震采集



三、特色技术介绍

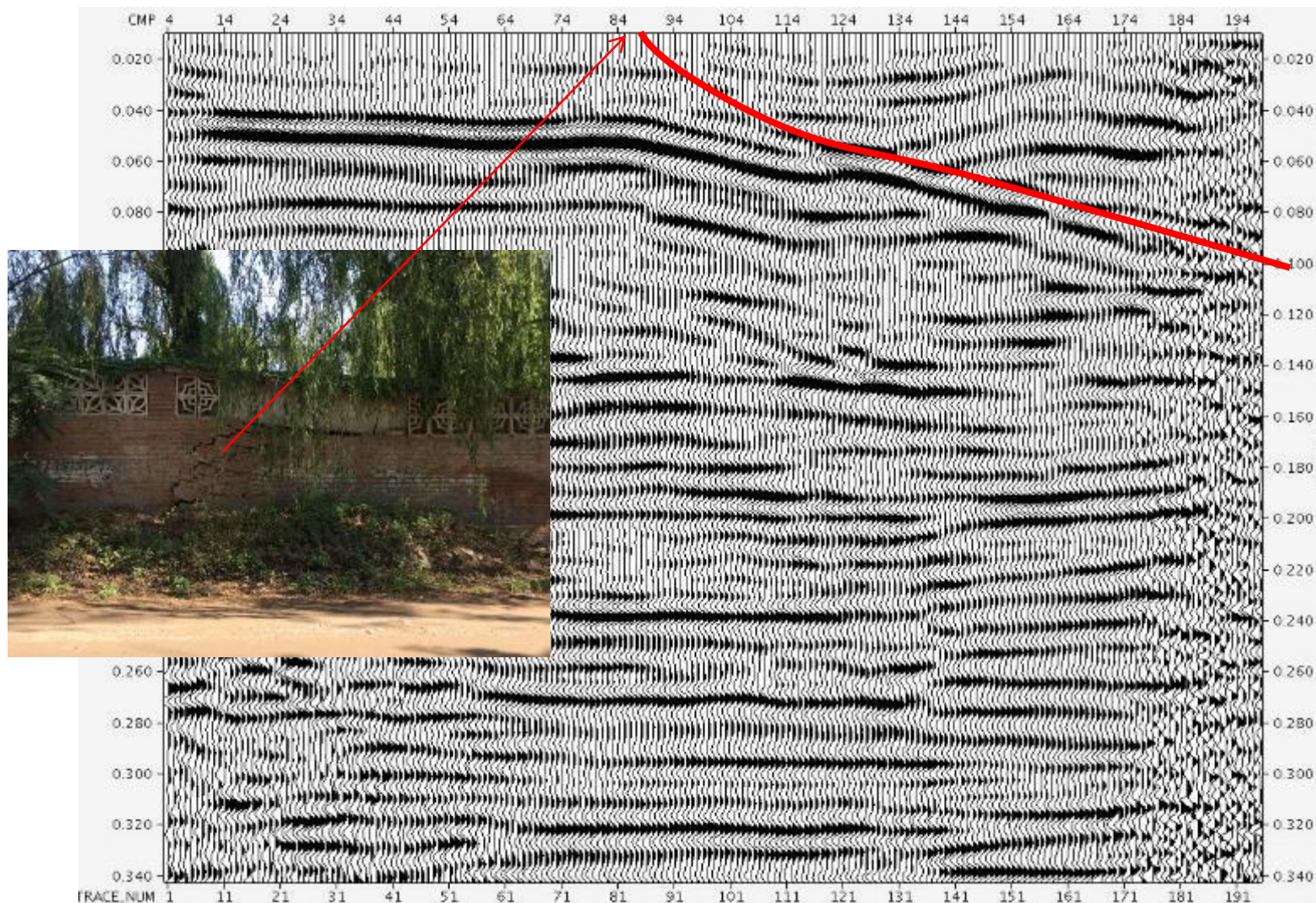
压缩感知高密度采集成像

目的：调查顺义机场地裂缝形成原因及活动情况

施工过程 人员：3人；车辆：1辆箱货；施工时间：从进场到离场4个小时



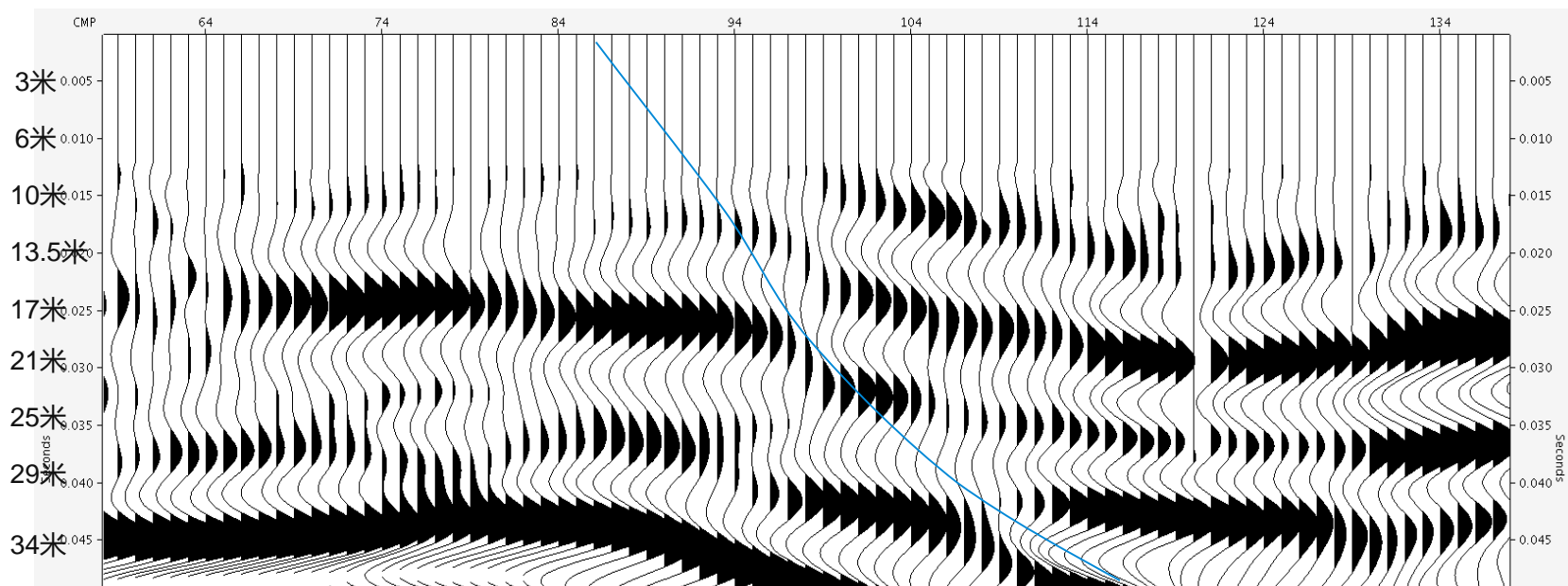
三、特色技术介绍



三、特色技术介绍



断裂延伸至地表 与地面地裂缝位置一致，从本资料看出顺义机场地裂缝为深层断裂导致，且断裂延伸至地表具有较强的活动性。



三、特色技术介绍

实例2：二维高密度

目的：浅地表地层砂泥岩结构

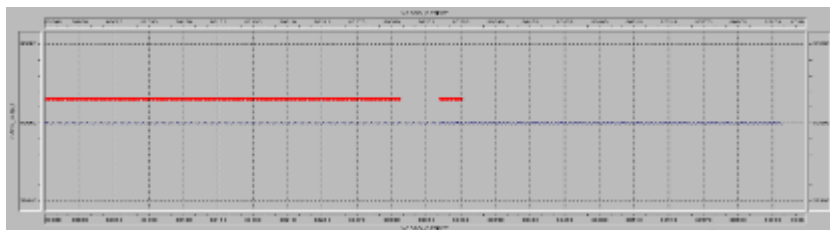
二维测线长度636米，共110炮。

浅层地震野外工作班报

测线号 L2D 工区名称 黑龙江 日期 2018.6
激发方式 锤击 观测系统 大气 胎、右凤
仪器名称和型号 采样间隔 1ms 规范 DZ/T0153-95

- 激发方式： **宽频冲击震源**
- 每炮激发次数： 1次
- 地震道： **100道低噪声节点**
- 检波器： **100HZ高精度检波器**
- 记录长度： 1000ms
- 采样间隔： 1ms
- 检波点距： 3m
- 炮点距： 3 m
- 最小偏移距： 1m
- 最大偏移距： 636 m
- 最大覆盖次数： 105次

文件号	炮点号	检波点起始桩号	检波点终止桩号	锤击次数	道间距	记录长度
1	1001	1001	10156	1	3	1000
2	1002	1001	1156	1	3	1000
3	1003	1001	-7844	1	3	1000
4	1004	1001	-16844	1	3	1000
5	1005	1001	-25844	1	3	1000
6	1006	1001	34844	1	3	1000
7	1007	1001	43844	1	3	1000
8	1008	1001	-52844	1	3	1000
9	1009	1001	61844	1	3	1000
10	1010	1001	70844	1	3	1000
11	1011	1001	-79844	1	3	1000
12	1012	1001	-88844	1	3	1000
13	1013	1001	97844	1	3	1000
14	1014	1001	-106844	1	3	1000



三、特色技术介绍

压缩感知高密度采集成像

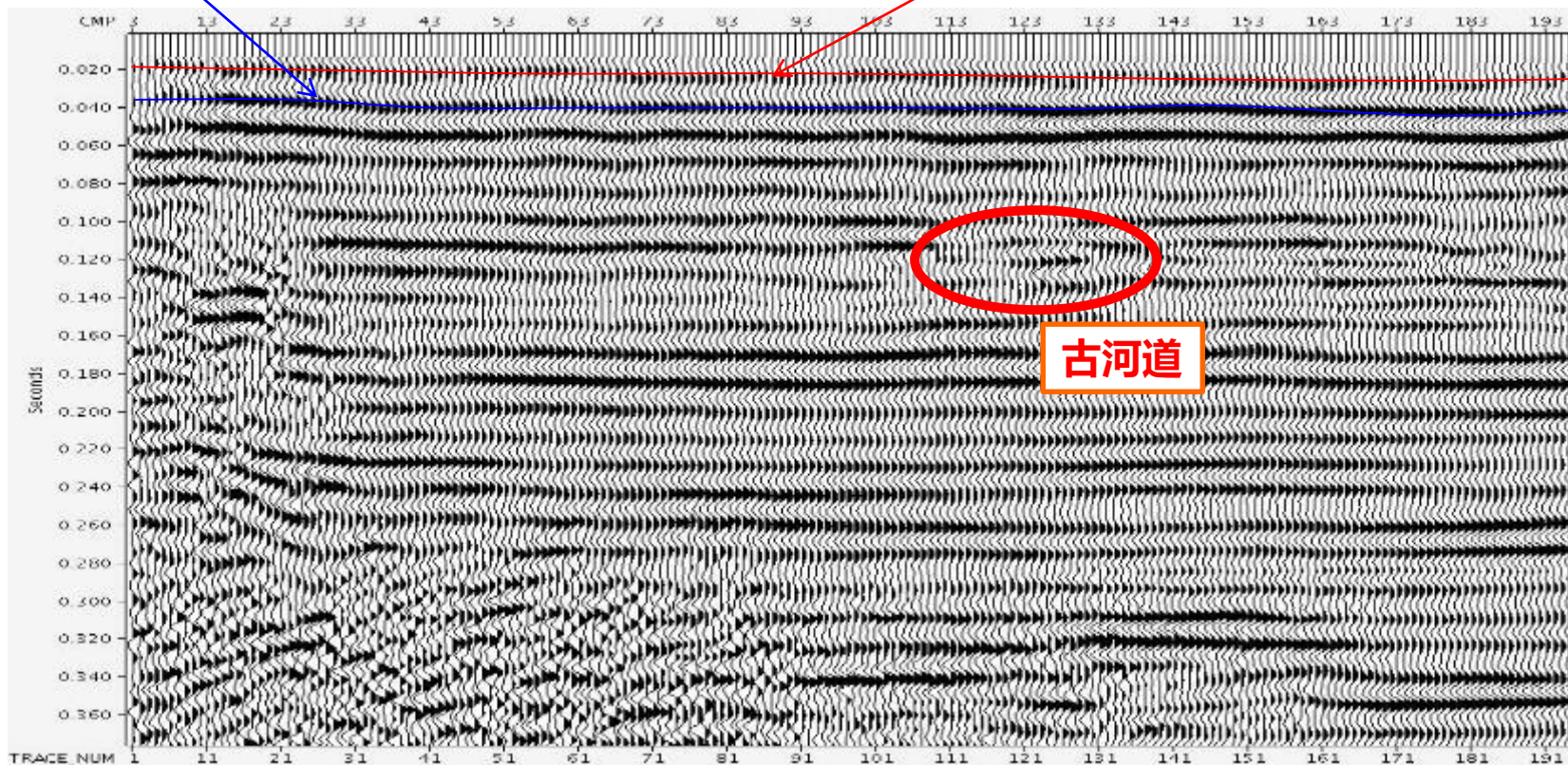
纵波速度1500m/s左右

目的：浅地表地层砂泥岩结构

28米深度的砂砾岩与泥岩的界面

15米深度的泥岩与砂砾岩的界面

时间



三、特色技术介绍

压缩感知高密度采集成像

实例3:

目的：唐山附近活动断层调查

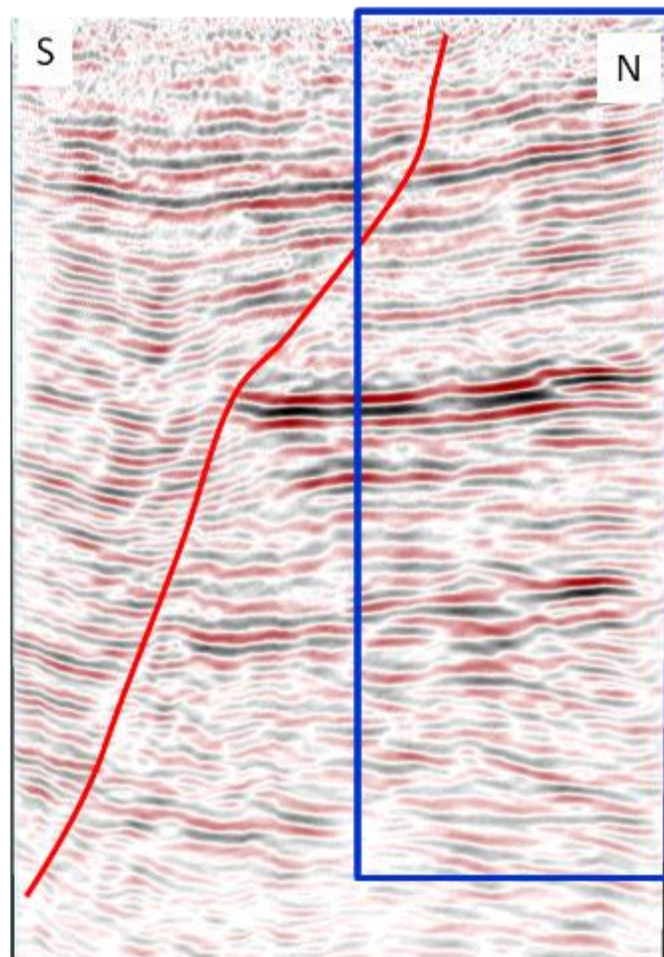
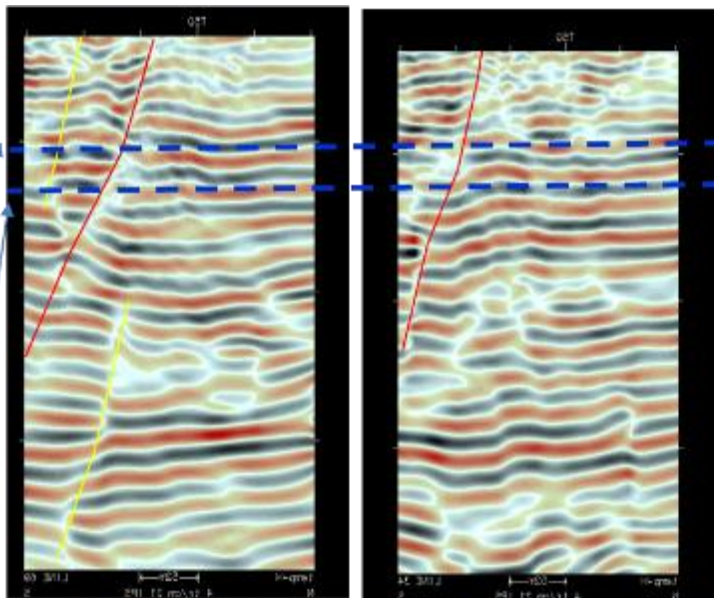
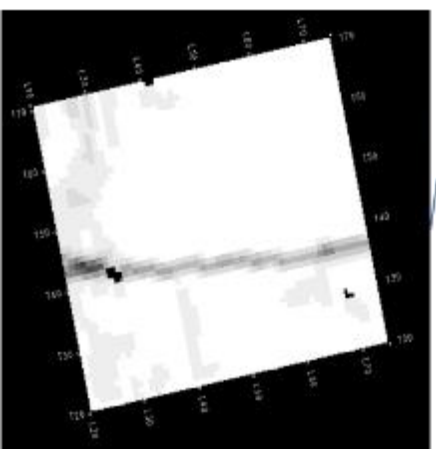
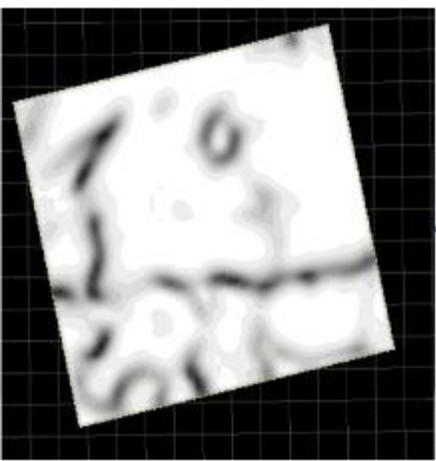


三、特色技术介绍

压缩感知高密度采集成像

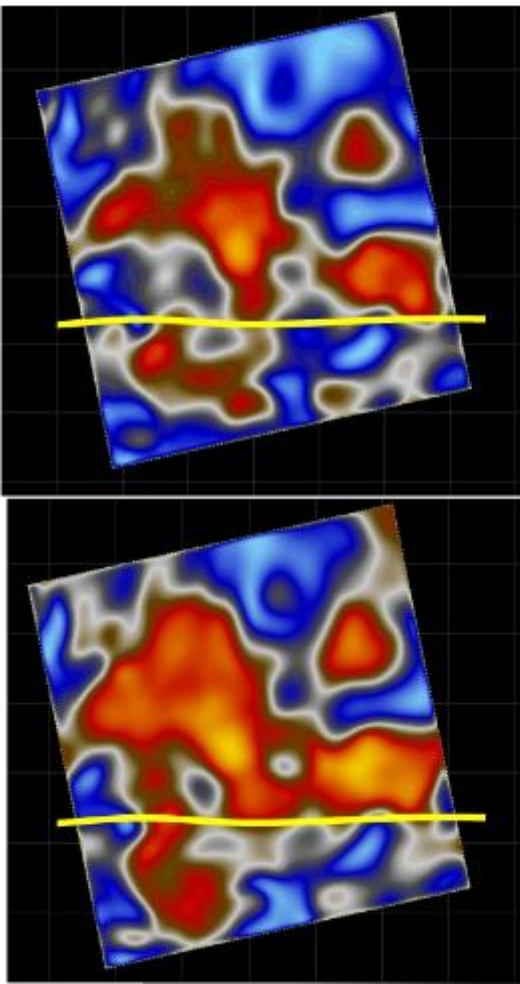
实例4：压缩感知高密度

3D高密度成像技术

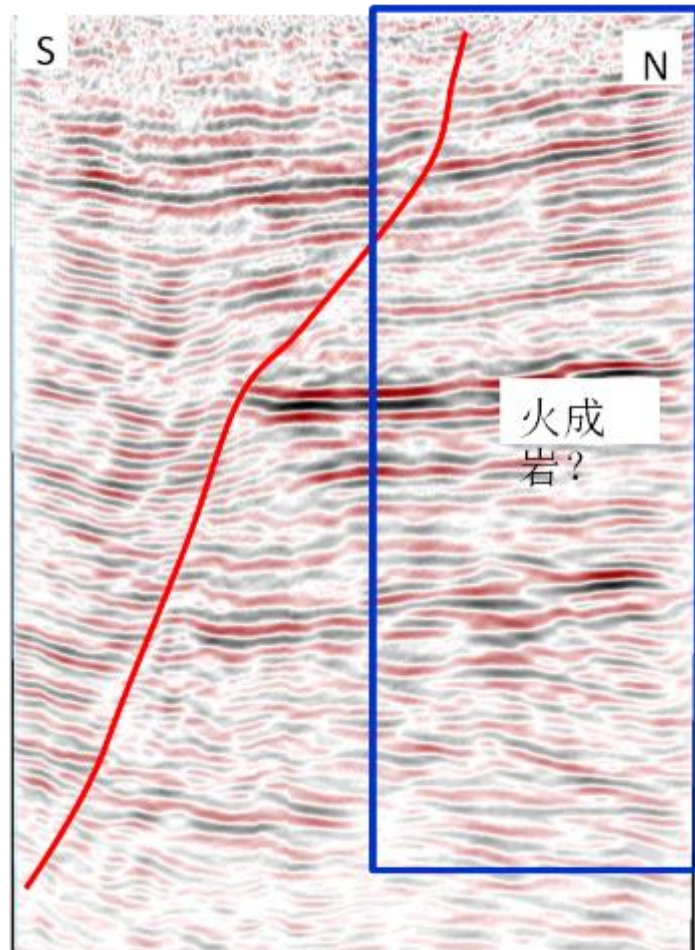
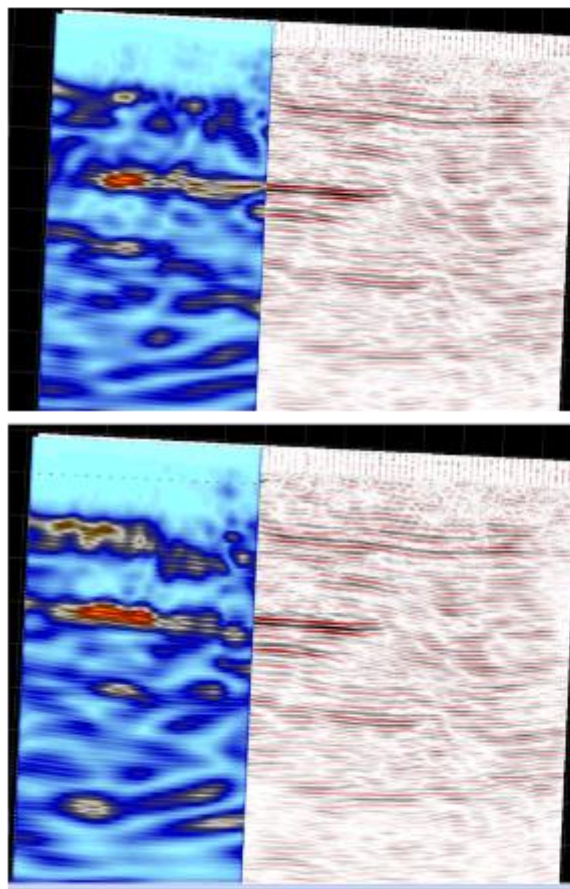


三、特色技术介绍

属性体切片



3D 剖面



谢谢!

敬请批评指正!

