

智能微动勘探新技术

刘云祯

北京市水电物探研究所

<http://www.ccsws.com.cn>

E-mai:ccsws@vip.163.com



★做好物探工作需要：

- 选择方法对头；
- 外业布置对路；
- 仪器使用得当；
- 数据处理正确；
- 分析解释合理；

★推广物探工作：

- 缺物探人员；
- 人员缺乏经验；

★智能物探技术给您送来物探大专家。

前言：

微动勘探技术利用自然界中存在的微弱震动获得天然源面波信息，提取面波频散数据，实现勘探目的。

智能微动新技术指专家经验融入其中，数据采集、处理、筛选、识别与剔除干扰波、获得面波频散曲线全部自动化。

智能微动勘探操作：布置接收、连接电缆、打开仪器。

环保，安全，便捷，直观。



一，微动勘测原理



地球自转





地震活动

© TIME



气象风动





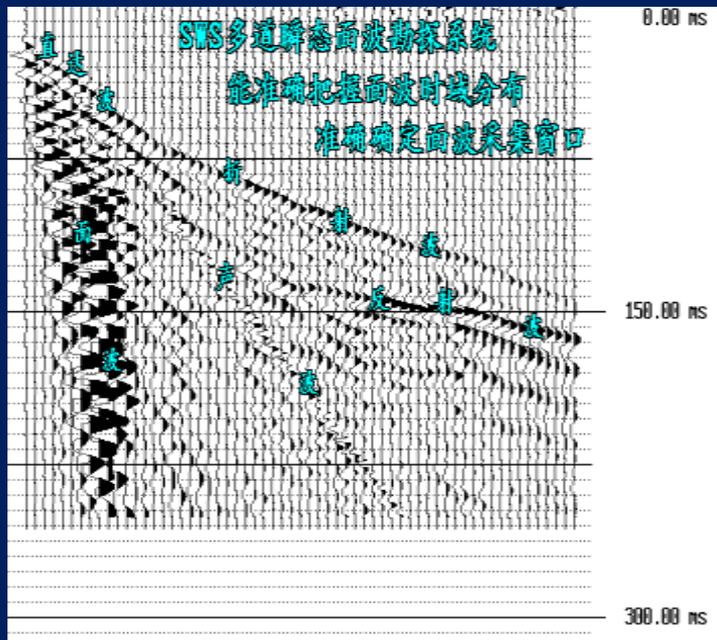
81645



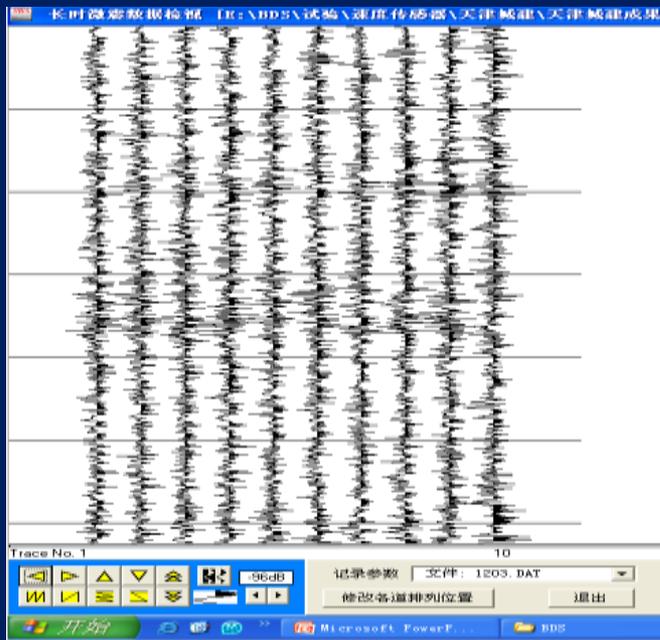
人文活动

地球表面无论何时何地都存在一种震动，其能量以面波为主，上个世纪80年代提出微动勘探方法，但没有广泛应用，关键问题是采集信号杂乱无章，现场无法确定记录信号能否满足勘探需要。

波序清晰



杂乱无章



二,智能微动勘探流程

检测
微弱
震动

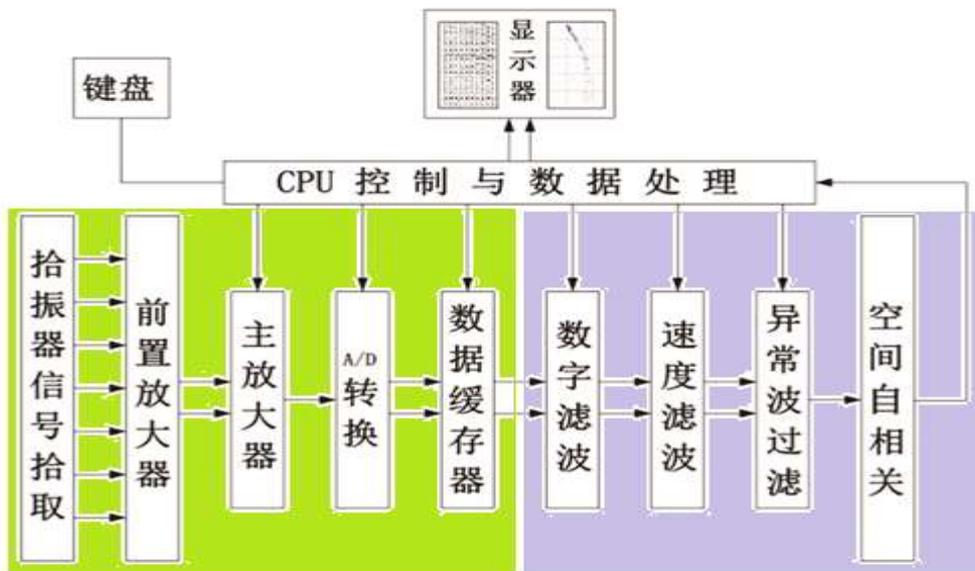
筛选

提取
面波
信息

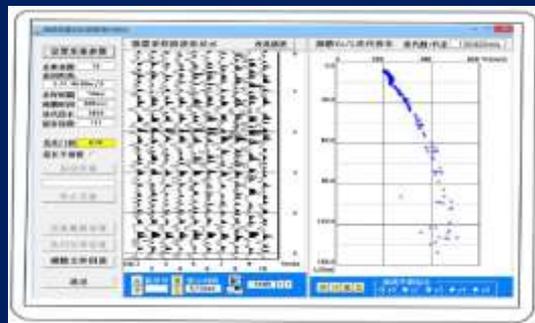
处理

获得
频散
曲线

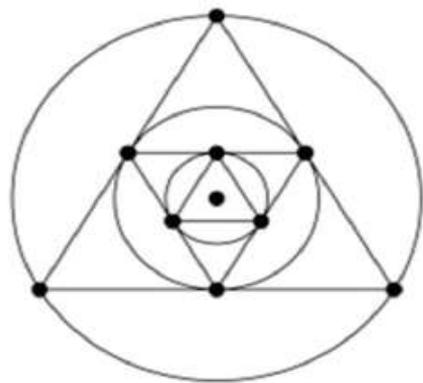
WD智能微动勘探仪器的框架图



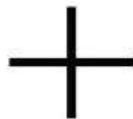
智能仪器的功能结构



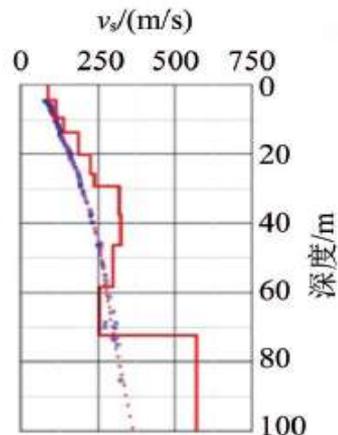
智能微动勘探现场操作



观测点布置



WD智能勘探仪



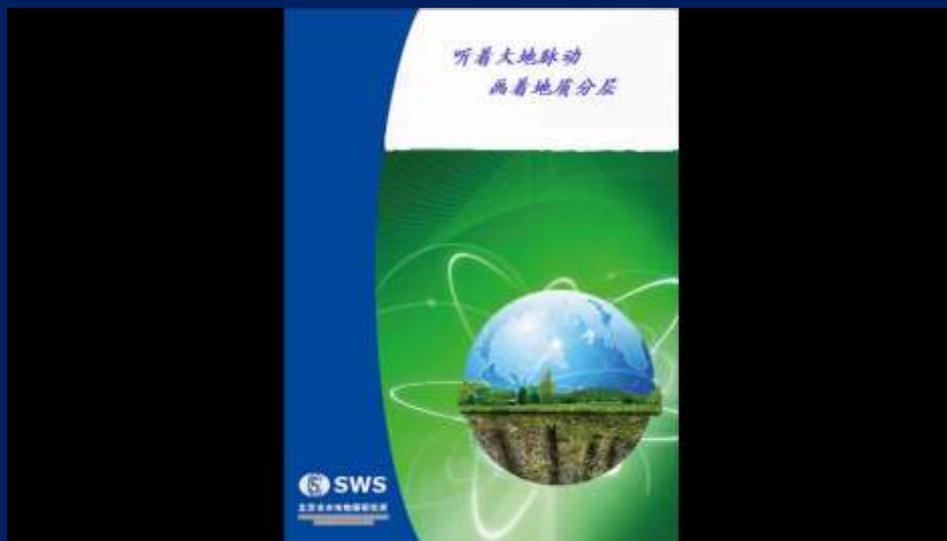
反演结果

现 场 采 集

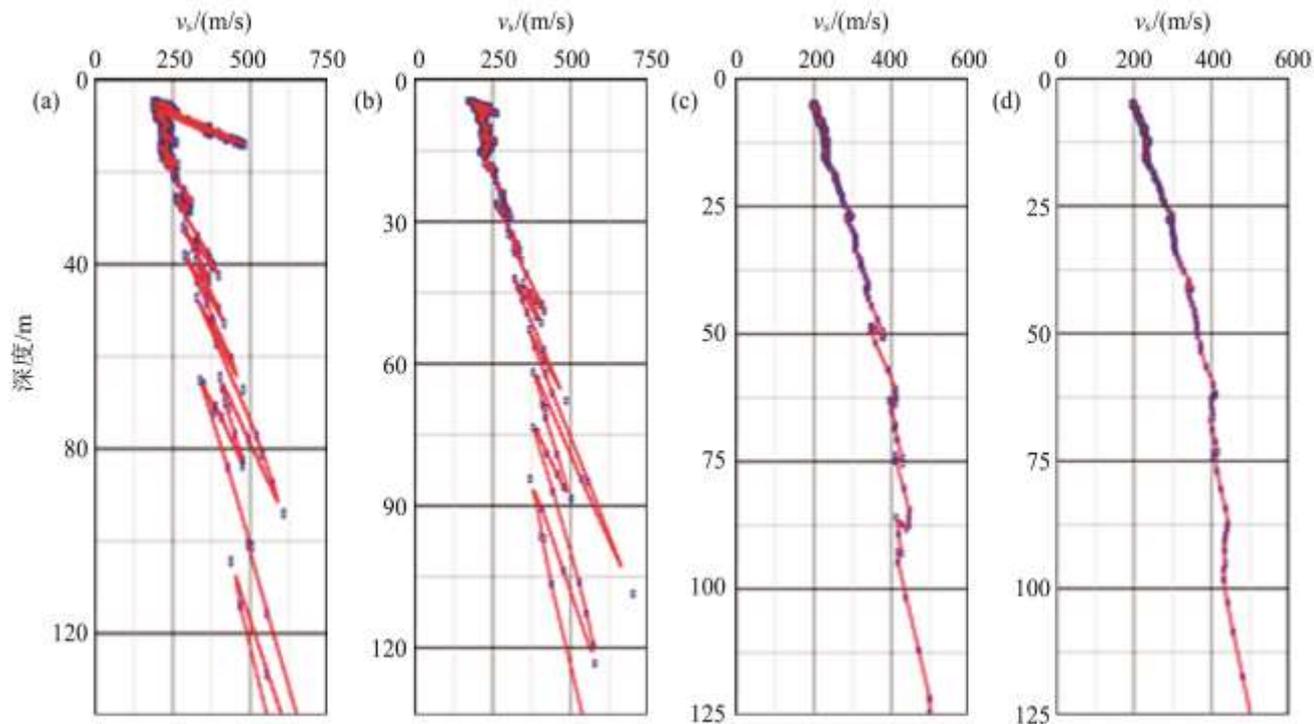
后续处理

北京市水电物探研究所首创智能微动勘探仪器，智能仪器具有：
采集与处理信号、识别与剔除干扰波、筛选与叠加频散数据等自动功能。
现场仪器屏目直接显示面波频散曲线，改变以往盲采被动局面。

京津地区



仪器屏幕实时显示



迭代10次

迭代30次

迭代200次

迭代701次

增加迭代
频散曲线
收敛稳定
地层界面
速度高低
土层软硬
显而易见

三，智能微动勘探技术发布会

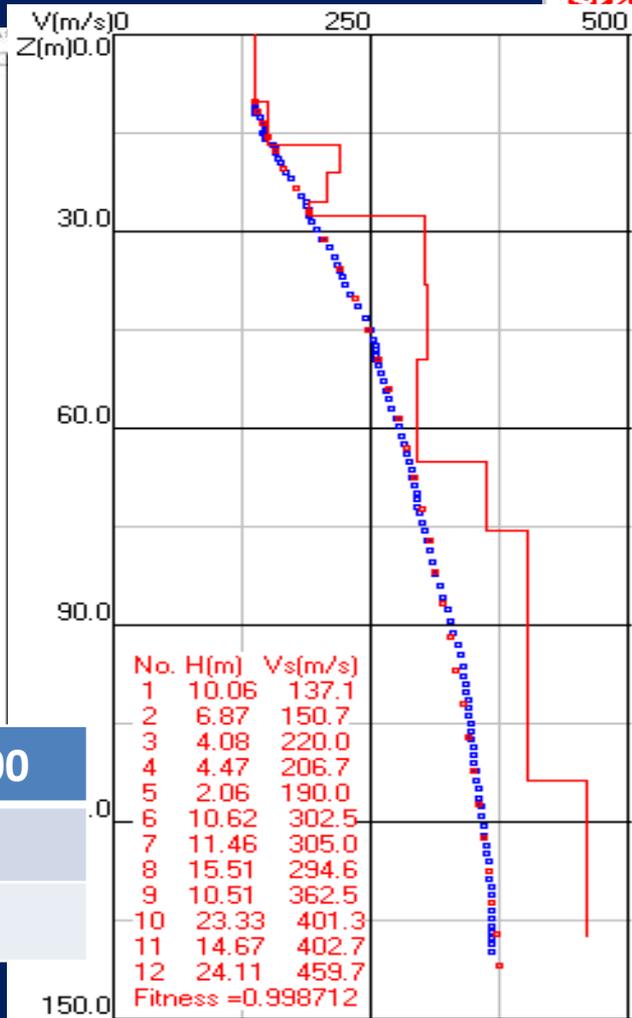
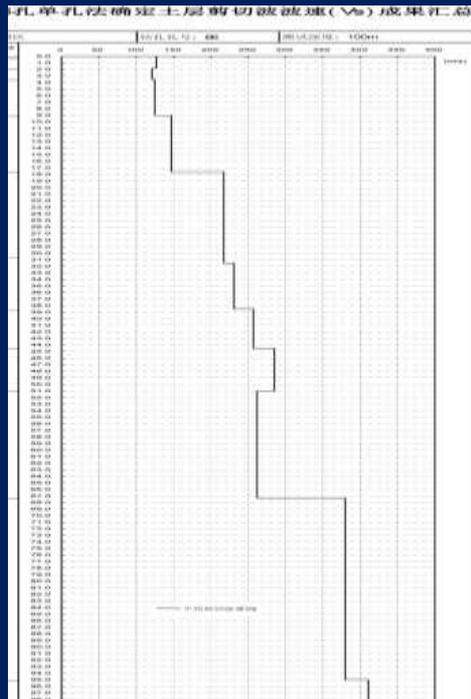
WD微动勘探系统研制成功北京发布会



2015年冬
建设综勘院
拟建科研楼

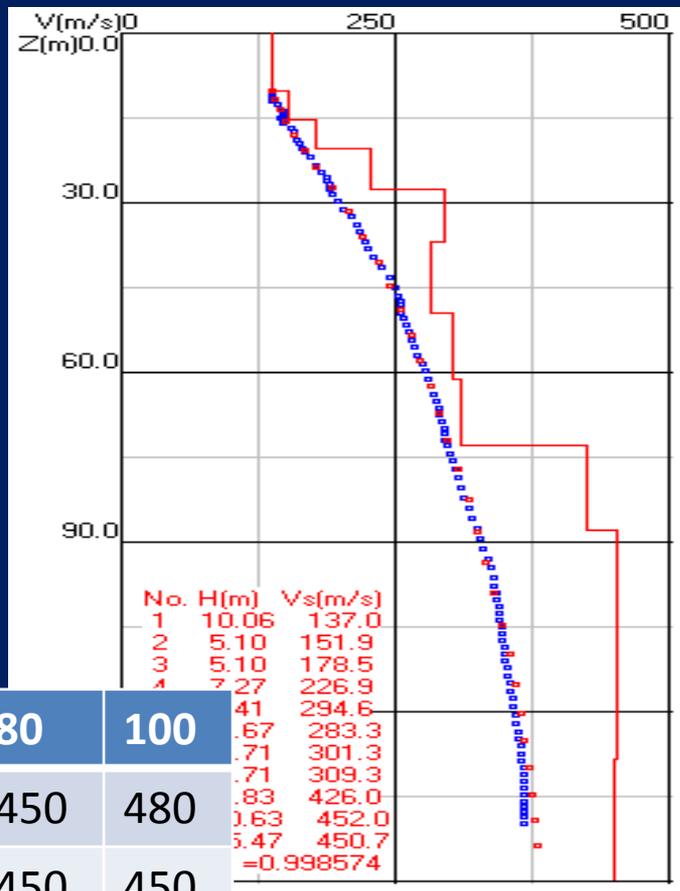
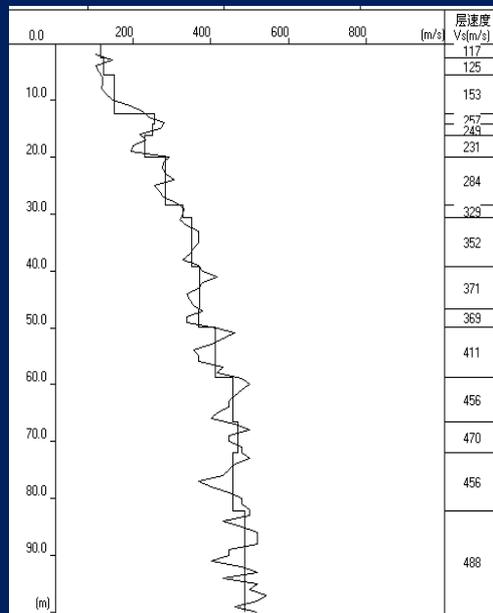
四，智能微动勘探适应性与 有效性试验

与地震波测井对比



深度	0-10	10-20	20-40	40-60	60-100
地震波	130	160	220	270	380
天然源	150	170	270	320	390

■与横波测井对比



测段	10	20	30	40	50	60	70	80	100
	130	240	280	350	370	410	460	450	480
	150	240	290	330	330	330	450	450	450

与人工源面波对比

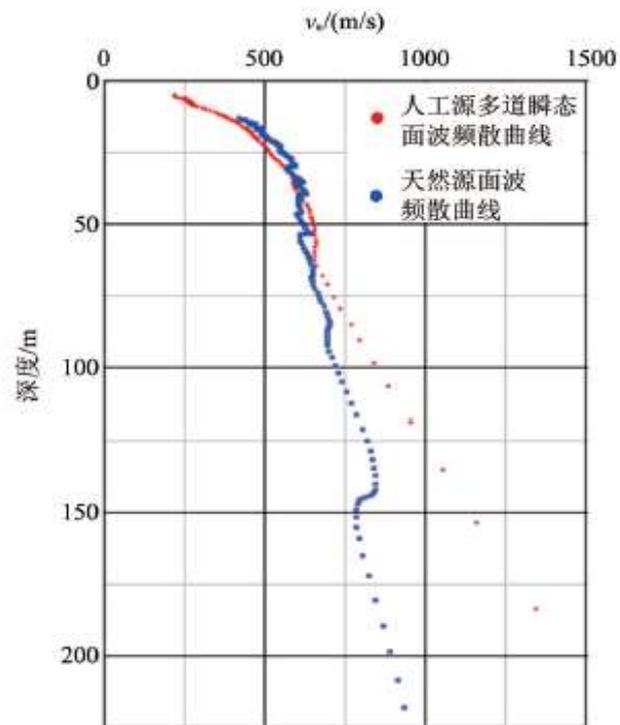


图 陕西渭南某公路天然源面波勘探与人工源多道瞬态面波频散曲线对比试验

还进行过如下试验：

不同布局：镶嵌等边三角形、十字、圆形、任意

不同频率：0.5Hz、1Hz、2Hz、4Hz

不同时间：跨年度一地多次重复试验

有线无线：模拟信号电缆传输、无线数字传输

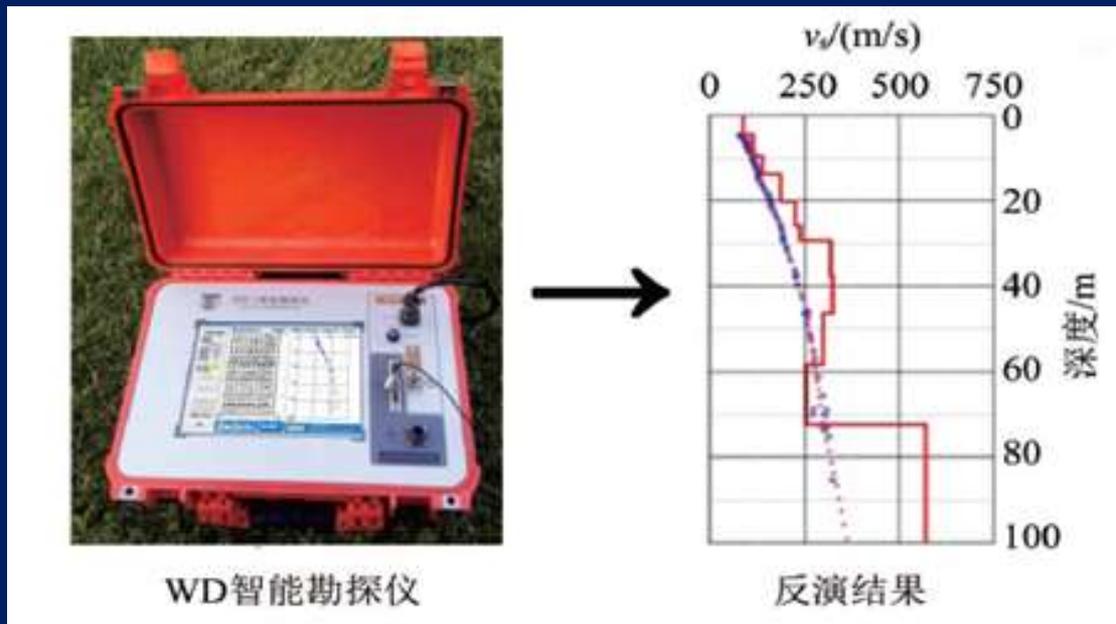
近海边：潮汐、风浪等低频信号丰富

远戈壁：远离海洋，低频信号靠地震活动

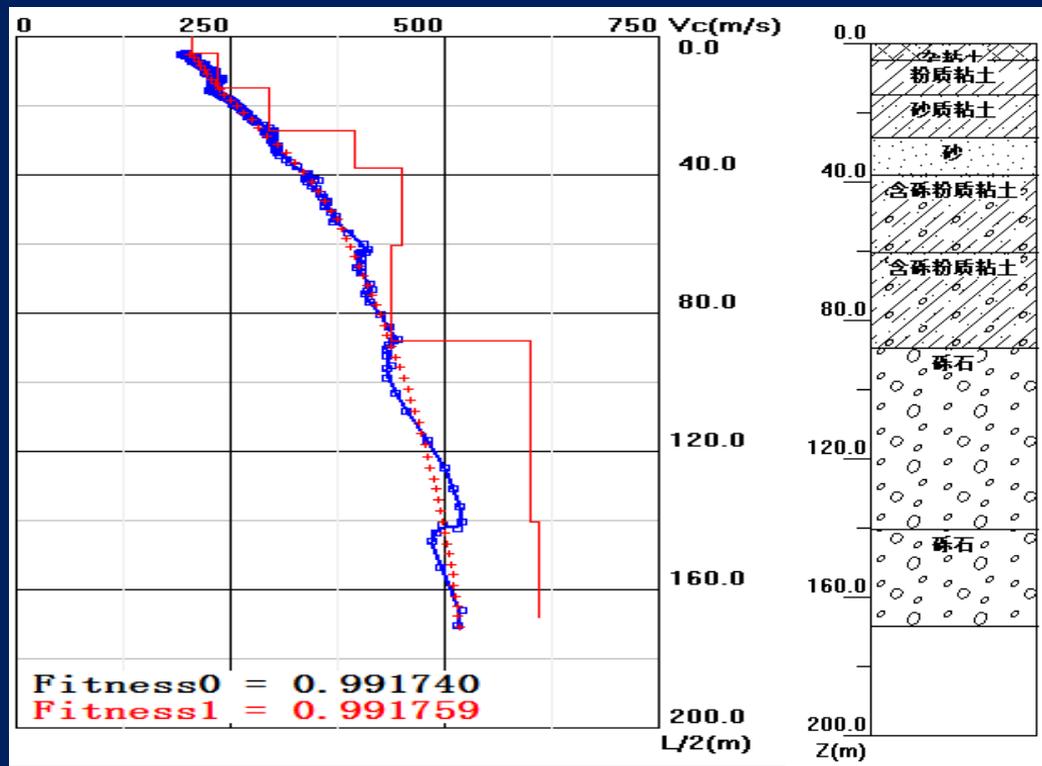


五，智能微动勘探的工程应用

无需震源、操作便捷、直接看到地层结果



1, 地质勘探与获得地层横波速度



效率

深度的准确性

细粒土划分能力

勘探深度

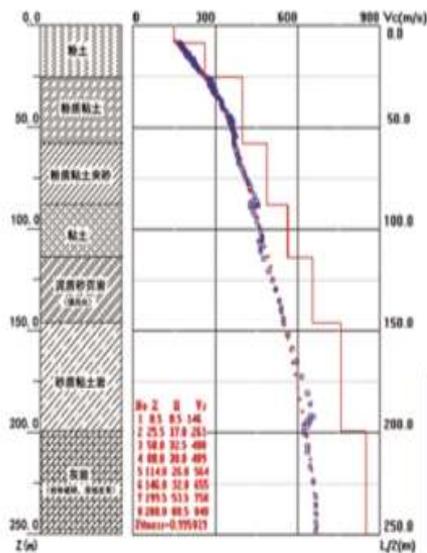
试验目的：利用已建热水井资料验证WD勘探成果的准确性

评述：面波频散曲线分层特征明显

109米以上频散点密，速度<600m/s为覆盖层；

109~193米频散点疏，为砂岩；

193~250米频散曲线拐点为岩性分界面，横波速度800m/s左右。为灰岩构造破碎带，该热水井在此段取水。



济南黄河北岸热水井旁

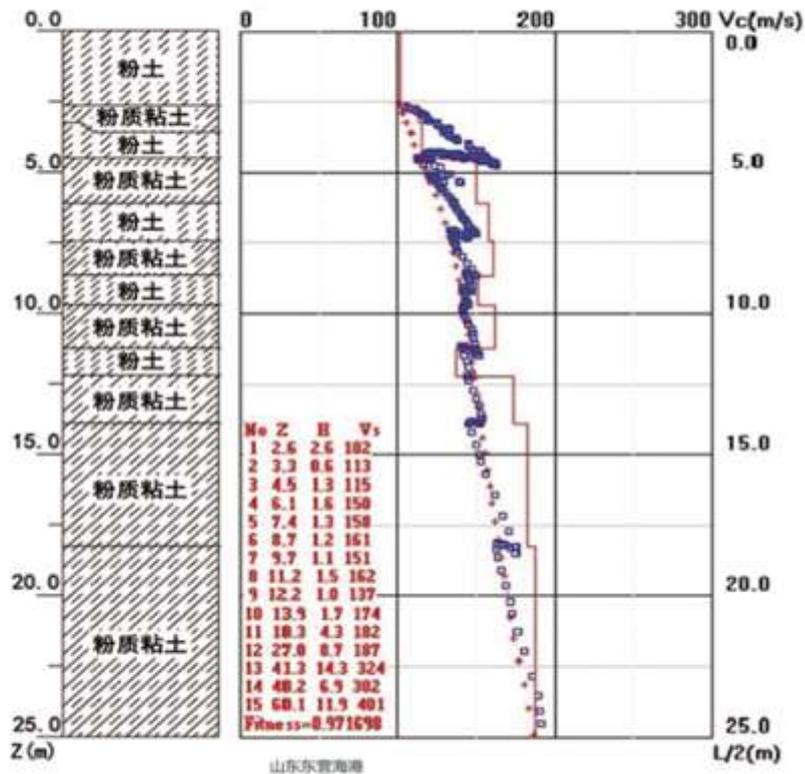


热水井结构图

准确性



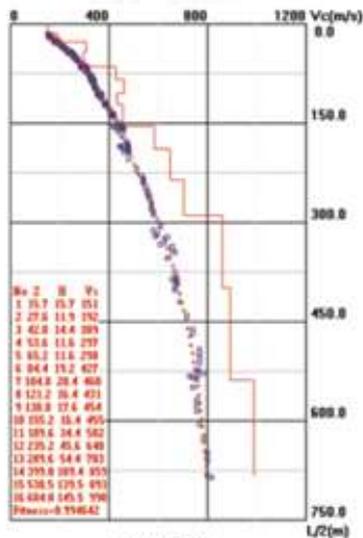
软弱土可细分



细粒土
划分能力

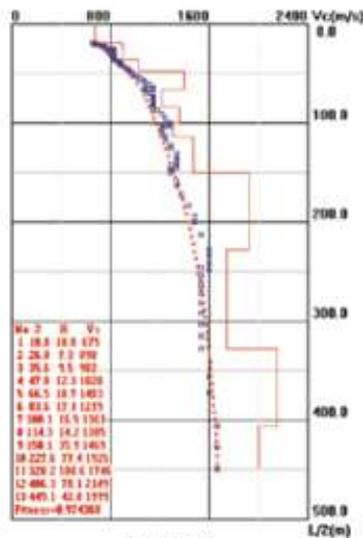
评述：粉质粘土和粘质粉土的界面清晰

勘探深度范围大，几米至几百米



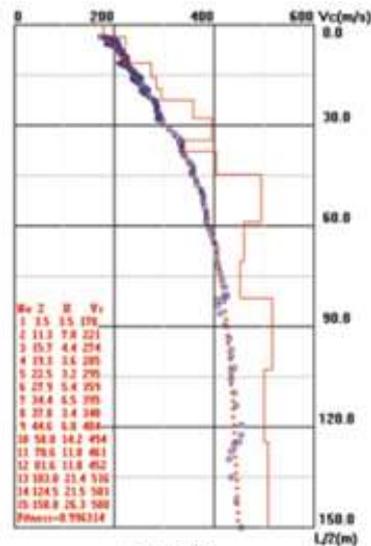
山东东营

勘探深度近700米



四川成都

勘探深度450米



北京东坝

勘探深度150米

勘探深度



2, 建筑场地土类型与场地类别划分

国家《建筑抗震设计规范》规定：

根据剪切波速度划分场地土类型，根据速度500米 / 秒确定覆盖层厚度

表4.1.3 土的类型划分和剪切波速范围

土的类型	岩土名称和性状	土层剪切波速范围 (m/s)
岩石	坚硬、较硬且完整的岩石	$V_s > 800$
坚硬土或软质岩石	破碎和较破碎的岩石或软和较软的岩石，密实的碎石土	$800 \geq V_s > 500$
中硬土	中等、稍密的碎石土，密实、中密的砾、粗中砂， $f_{ak} > 150$ 的黏性土和粉土，坚硬黄土	$500 \geq V_{se} > 250$
中软土	稍密的砾、粗、中砂，除松散外的细、粉砂， $f_{ak} \leq 150$ 的黏性土和粉土， $f_{ak} > 130$ 的填土，可塑新黄土	$250 \geq V_{se} > 150$
软弱土	淤泥和淤泥质土，松散的砂，新近沉积的黏性土和粉土， $f_{ak} < 130$ 的填土，流塑黄土	$V_{se} \leq 150$

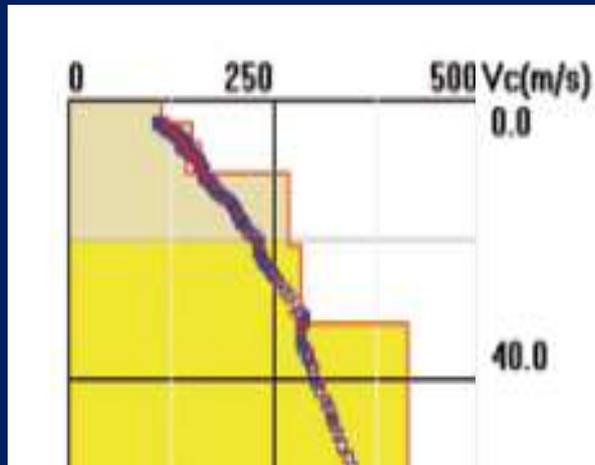
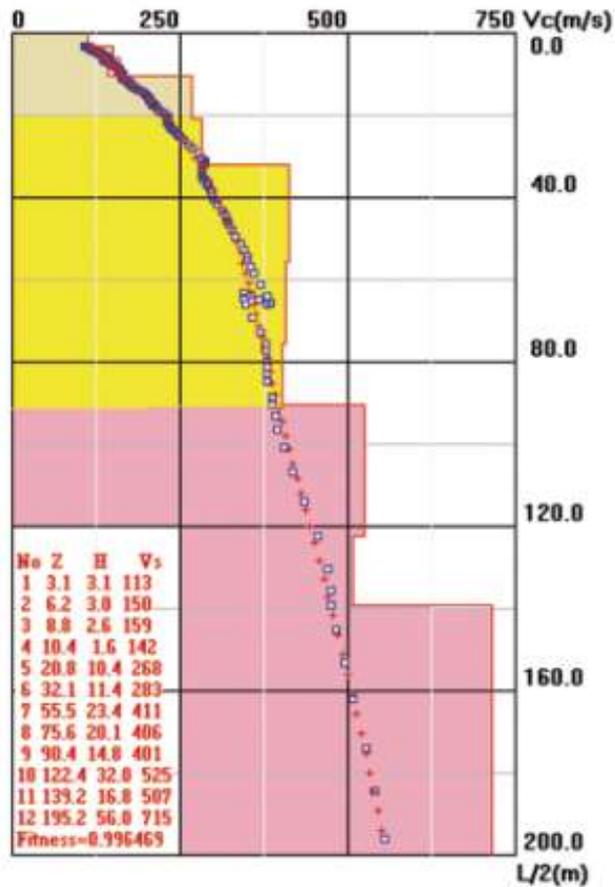
表4.1.6 各类建筑场地的覆盖层厚度 (m)

岩石的剪切波速或土的等效剪切波速 (m/s)	场地类别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
$V_s > 800$	0				
$800 \geq V_s > 500$		0			
$500 \geq V_{se} > 250$		<5	≥5		
$250 \geq V_{se} > 150$		<3	3~50	>50	
$V_{se} \leq 150$		<3	3~15	15~80	>80

注：表中 V_s 系岩石的剪切波速。

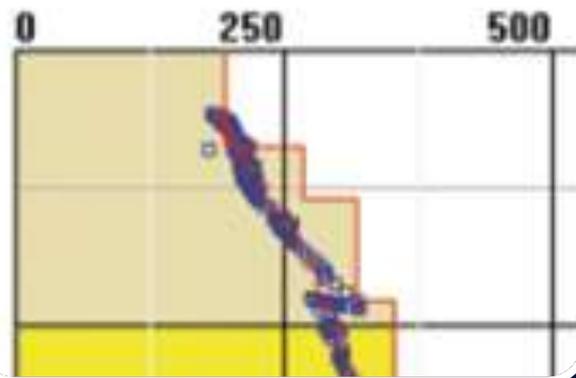
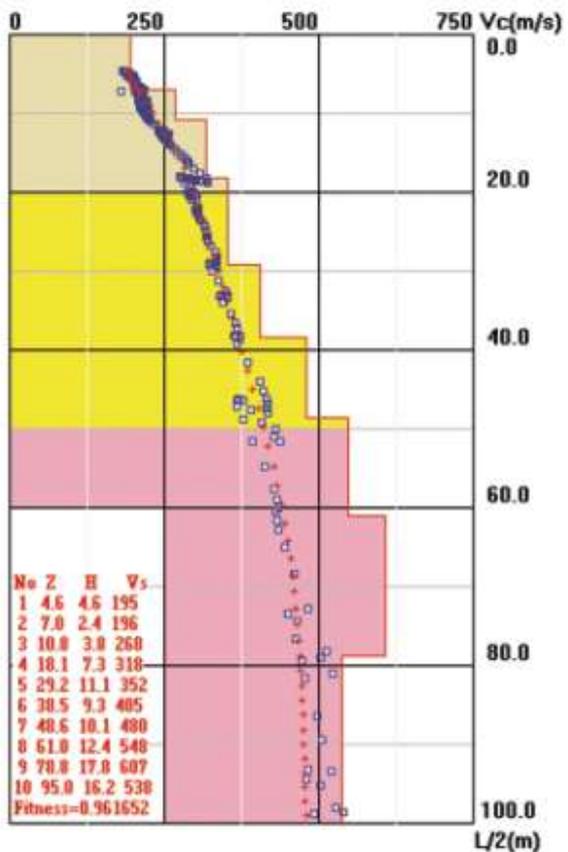
为此： 1、需要钻孔

2、在孔内测波速



评述：等效剪切波速度为203m/s，属中软土覆盖层厚度85m，大于50m
根据表4.1.3、表4.1.6属III类建筑场地。

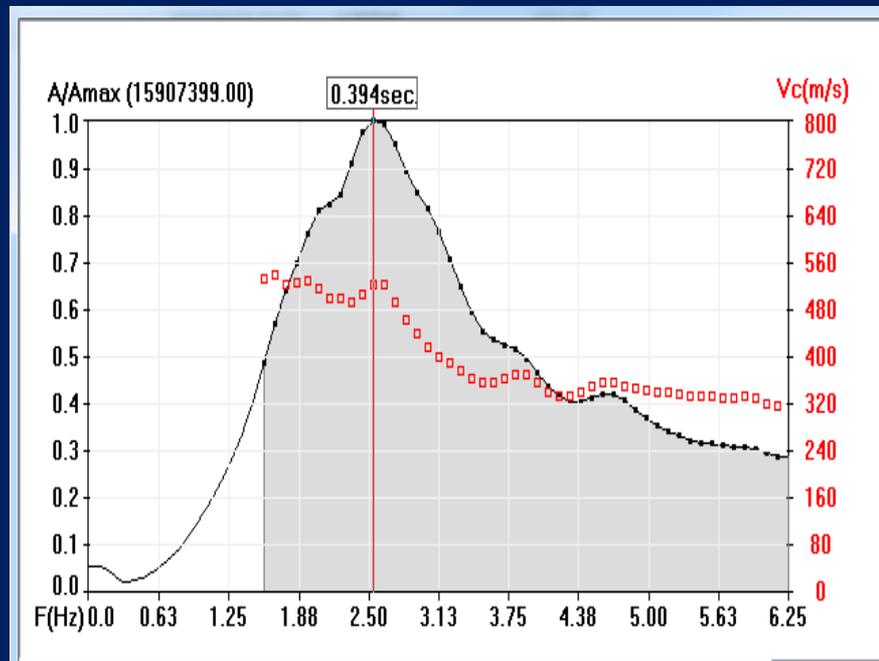
山东滨州



评述：等效剪切波速度为250m/s，属中软土
覆盖层厚度 48m，小于50m
根据表4.1.3、表4.1.6属II类建筑场地。

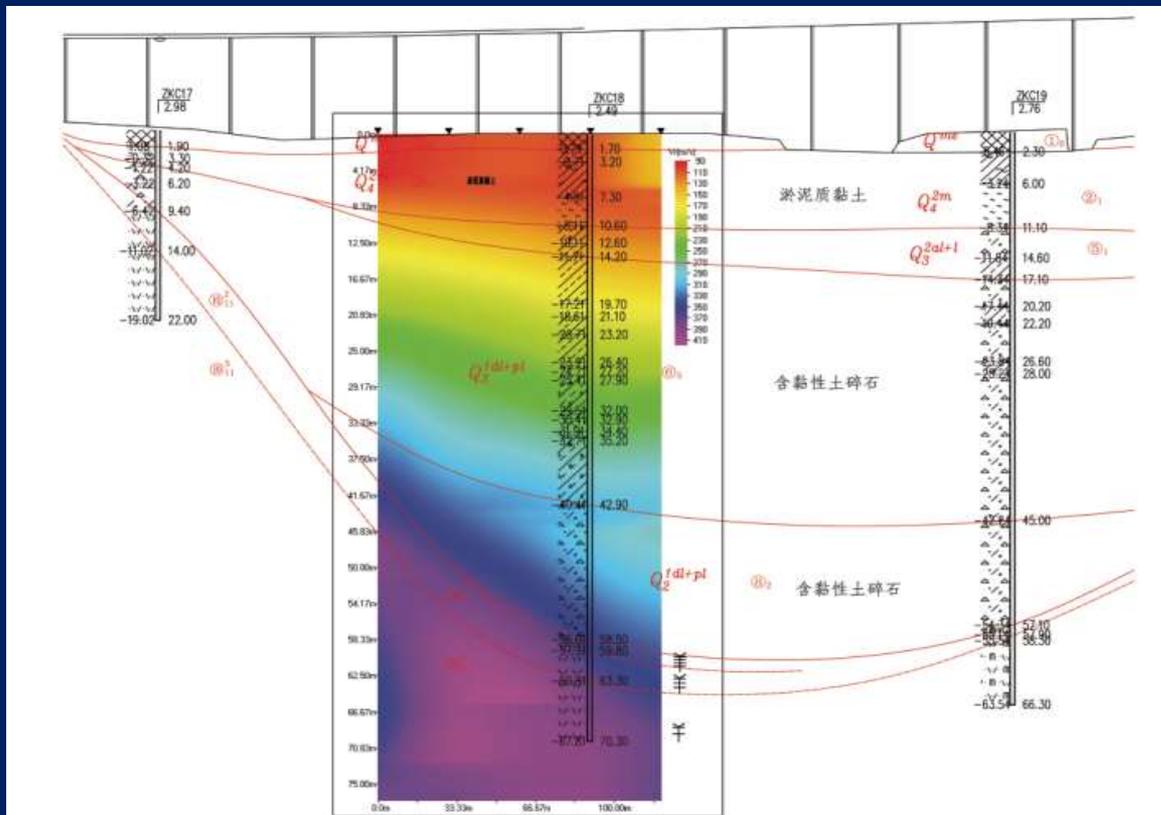
宁夏银川

同时获得 场地卓越周期

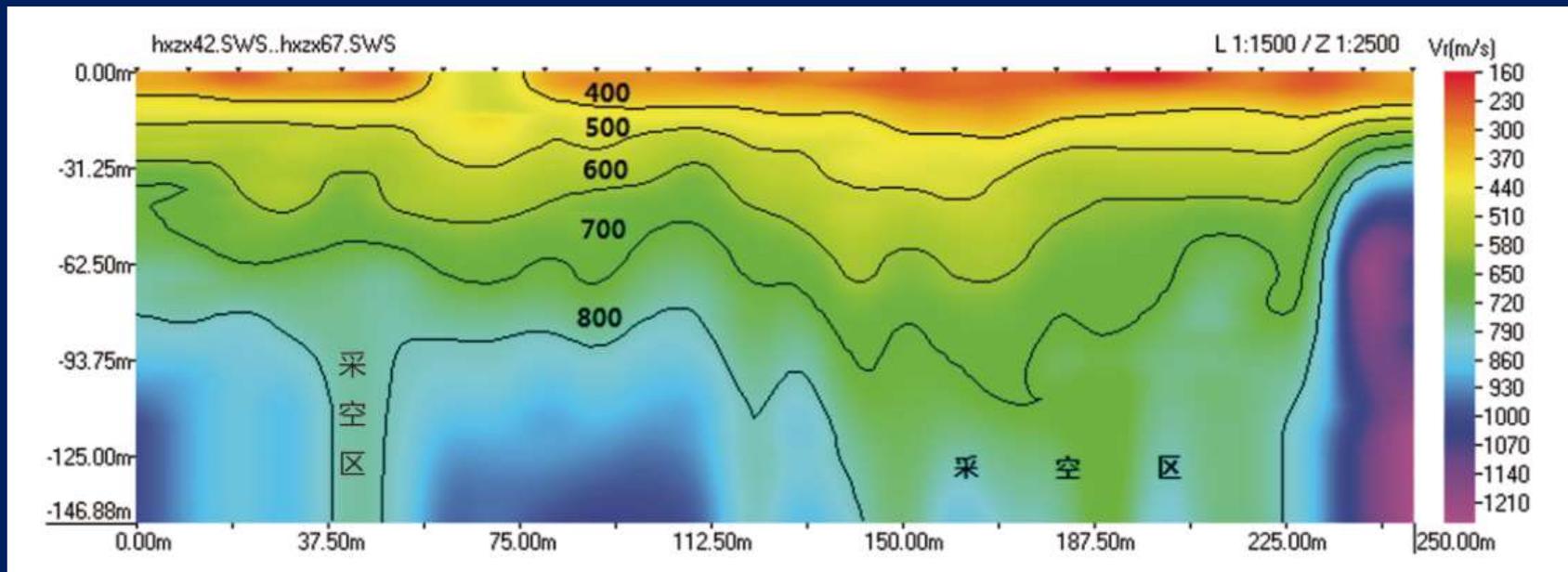


作用：利用卓越周期划分场地土类型，预测地震动峰值加速度；
用于场地岩土动力特性分析。

3, 钻孔间细化

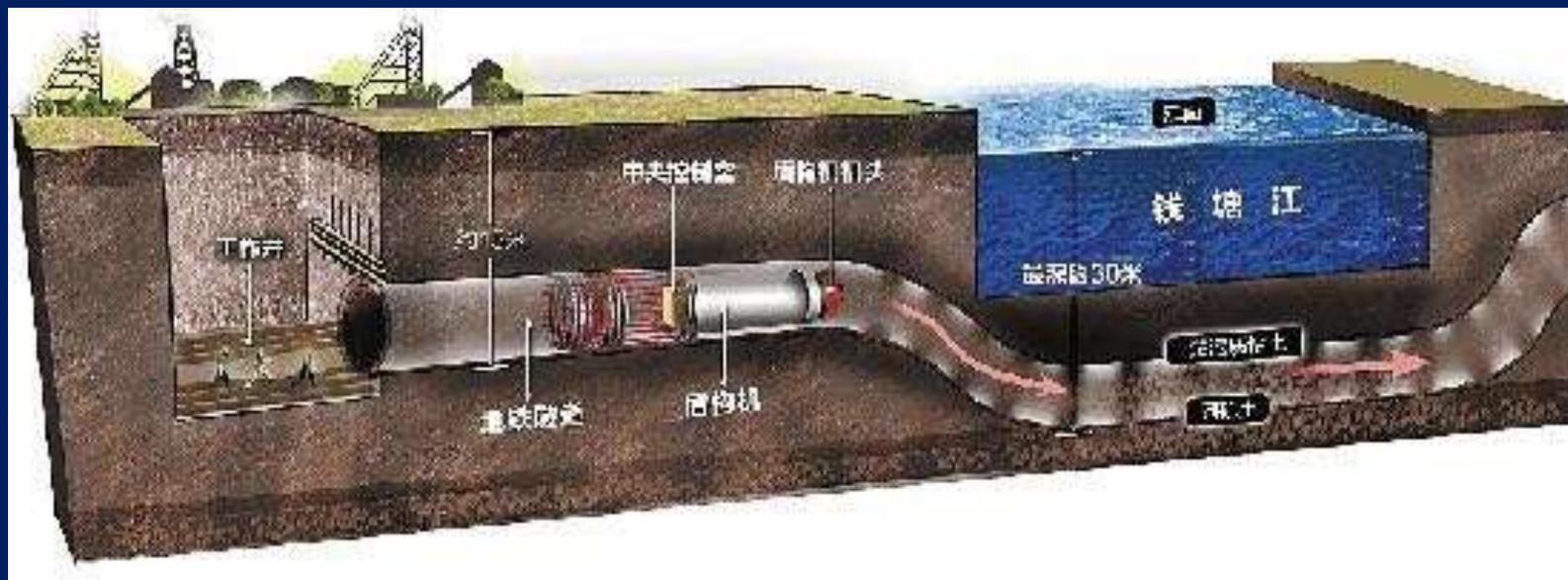


4, 采空区地质调查



采空区引发上覆地层产生冒落、裂隙发育和沉陷变形，造成地面建筑物破坏，形成建筑场地地质病害，也是目前勘查工作的难题，下图是采用WD智能微动勘探技术进行采空区地质调查的成果。

5, 地铁盾构施工地质调查



有些**文献介绍**

在**刀盘上安装探头**

进行预报的，预报

距离0.5米至1.0米。

地下检测条件

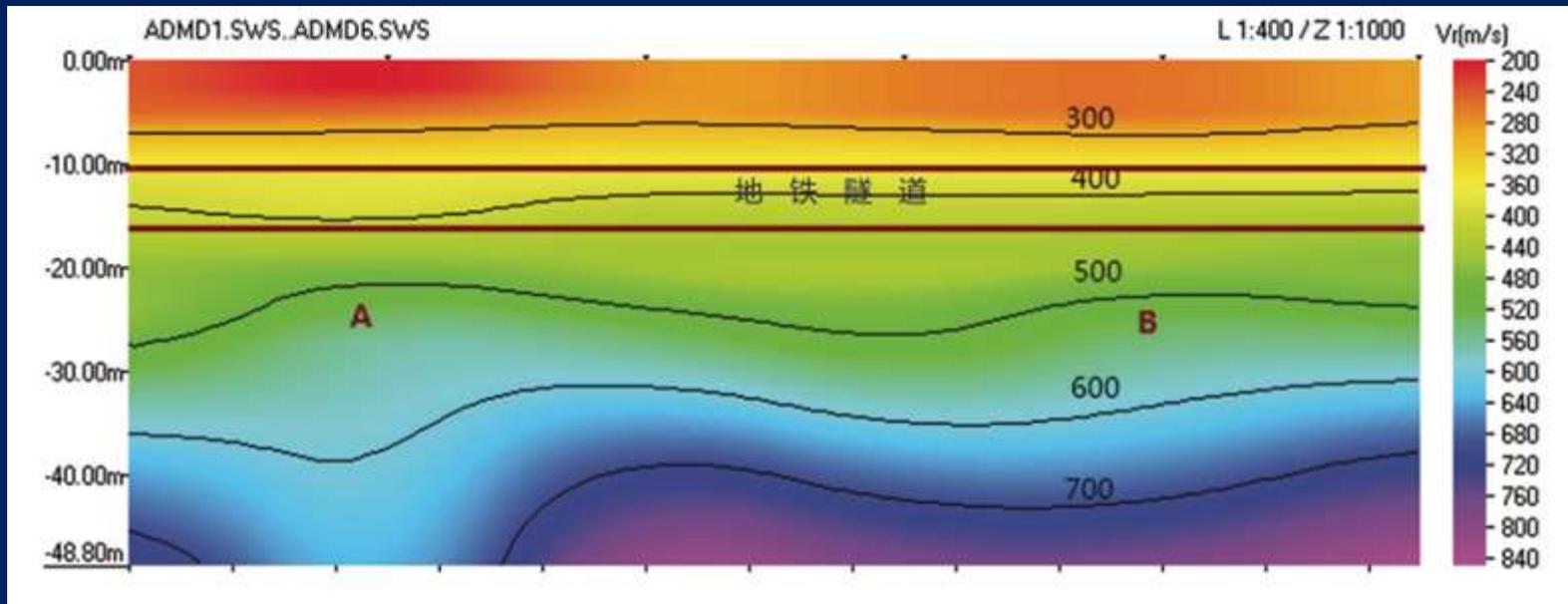
非常困难

震动、强电磁场、

数据传输等。

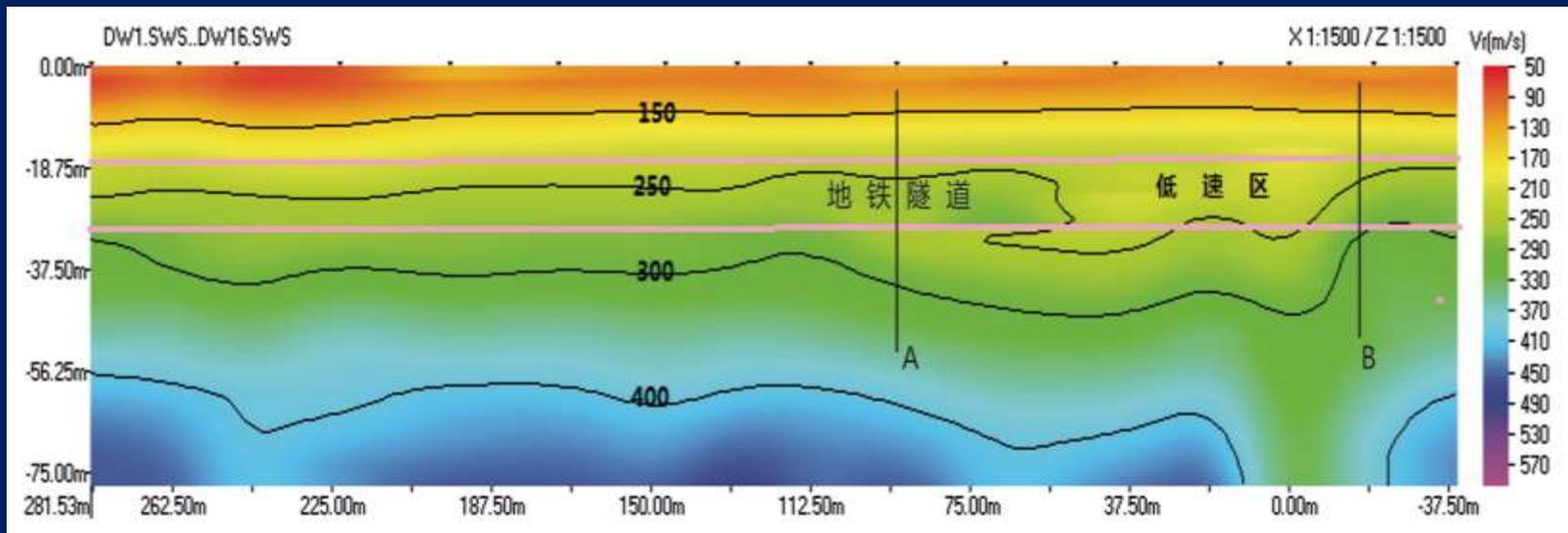


地铁盾构施工地质调查-1



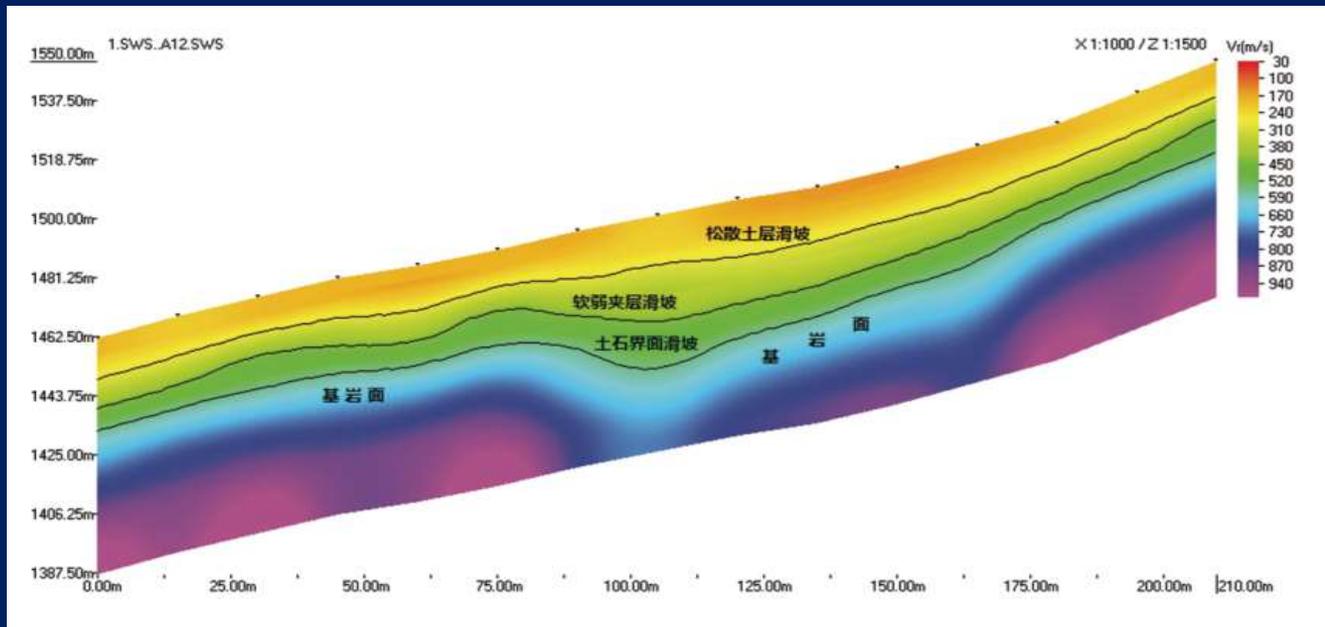
城市地铁建设中广泛应用盾构施工，线路地质条件关系盾构施工的安全。在繁忙拥堵的城市应用WD智能微动勘探可为盾构施工探路。

地铁盾构施工地质调查-2



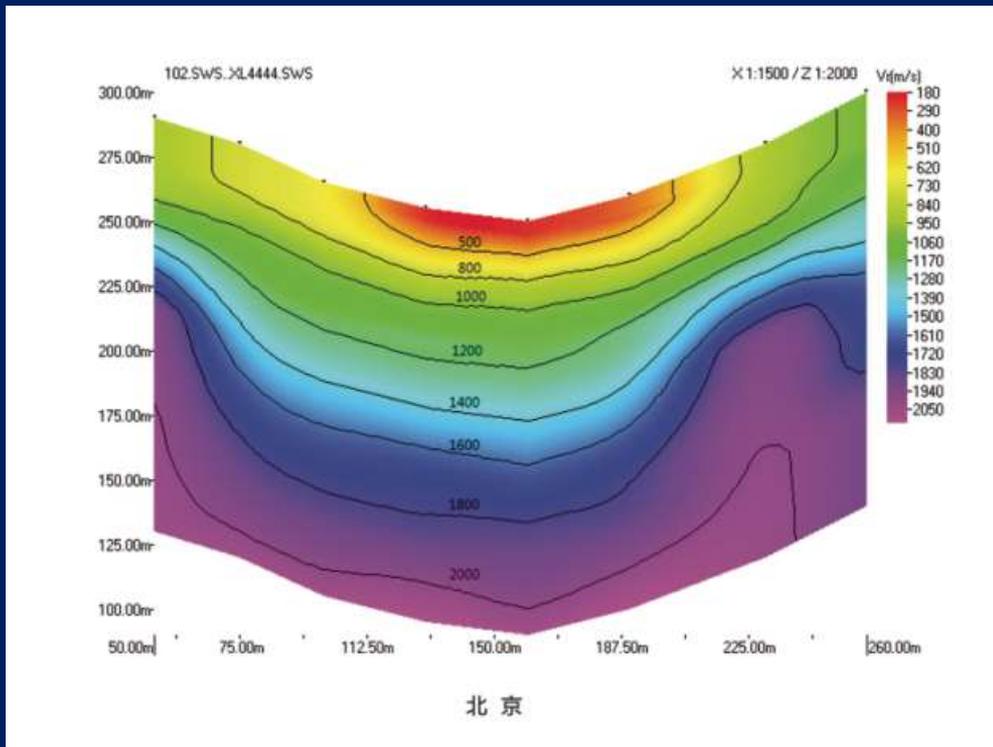
评述：某沿海城市地铁线路勘查成果，埋深15~25米范围，面波速度为200m/s~300m/s之间，为细颗粒土；A~B段速度低，为含细砂淤泥地层，盾构施工接近A~B段应注意地质变层。

6, 滑坡体地质调查



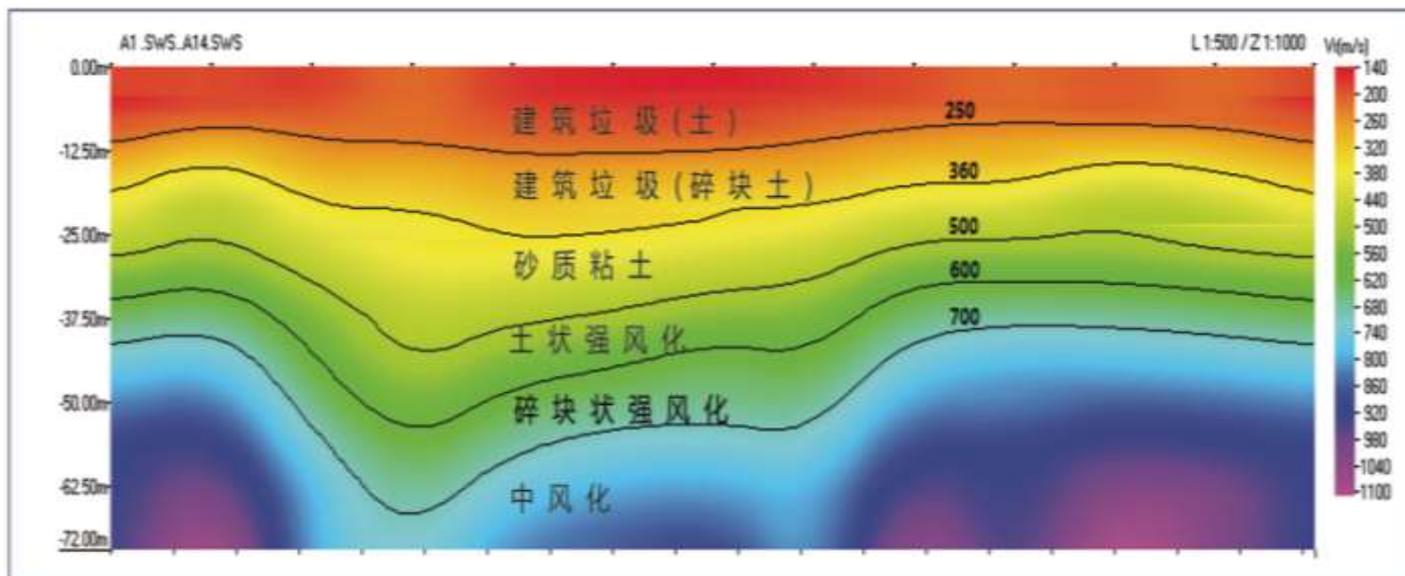
滑坡、边坡中存在软弱夹层是产生失稳滑动的内在原因，软弱夹层速度低，而且越软速度越低，利用面波方法可以方便地勘查软弱夹层及分布和滑床界面的起伏形态，是评价滑坡、边坡稳定性的重要依据。

7, 水源地地质调查



面波等速度线呈现凹槽具有储水地质条件

8, 建筑垃圾场地勘察



评述：面波勘查垃圾填埋场成果，依据图A的认识确定垃圾填埋深度，并依据速度对基岩进行了风化分带。

五，结语

- 1 , 智能微动仪器通过获得面波速度实现勘探目的 ;
- 2 , 可以调查面波速度存在差异或变化的地质问题 ;
- 3 , 场地不大、勘探深度范围大 (几米至几百米) ;
- 4 , 智能微动勘探适应环境能力强 ;
- 5 , 智能微动仪器易操作施工、效率高、成功率高 ;
- 6 , 节能环保、经济安全的勘探技术 ;
- 7 , 地下空间开发、一带一路建设的新时代勘探设备。



谢 谢