

欢迎莅临中国电科22所考察指导

探地雷达与您一起成长!



中国电科22所 及探地雷达应用简介



2020年3月



电科22所单位概况



GPR技术来源



探地雷达原理



探地雷达参数解析



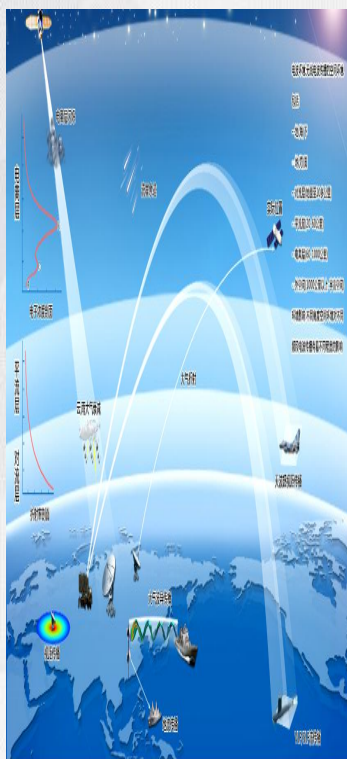
探地雷达应用简介

电波所代表了国内GPR发展水平

【1. 单位概况】

1963年由国防科工委调集全国电波传播研究的主要技术力量，专门组建的国家唯一的从事电波传播研究的专业研究所，也是国际上规模较大的国家级电波传播研究所之一，是以研究电磁波在各种媒质中的传播特性及其应用为主的综合性研究所，是我国大型军工骨干企业之一。

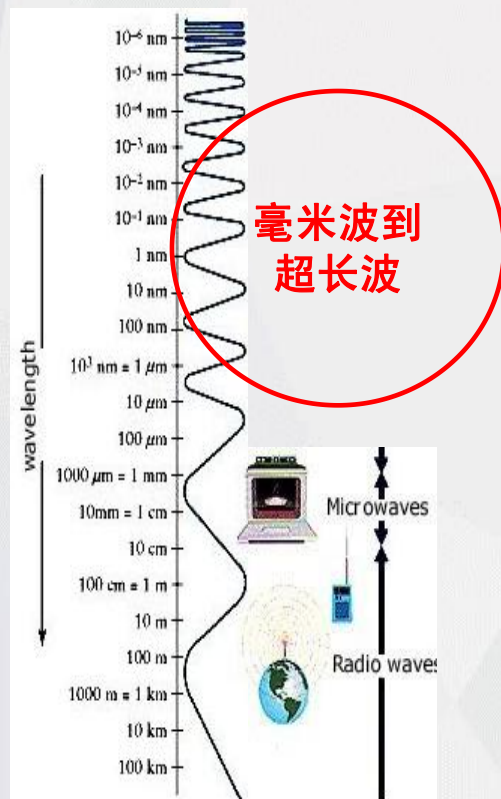
研究领域



高空大气

地下

研究频段



研究成果

雷达 (GPR)
通信
导航
测控
遥感
航天
频谱管理
广播电视
石油测井
无线电干扰协调

世界有多大,电波所有多大

【外站分布图】



中国电科22所组织机构

《1.电科22所概况》



员工总数

1500人

院士

1名工程院院士

研究员

42人

高工

155人

政府特贴

38人

中国电科22所行业地位：国家队

《1.电科22所概况》

国家唯一电波环境观测站网和数据库

国家电高层骚扰预报中心

国际无线电科学联盟

电子行业全球定位系统

硕士点及博士后工作站

国家核心期刊

国家重点实验室
电波环境特性及模拟技术
NATIONAL KEY LABORATORY
OF ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT

中国电波传播研究所
博士后科研工作站
POSTDOCTORAL PROGRAMME
中华人民共和国人事部
全国博士后管委会
二〇〇三年十二月


科学学报
Chinese Journal of Radio Science
3 2005
中国电子学会主办

科研任务**1000**余项

- 重大项目**400**余项...
- 国家级科研奖**50**多项..
- 省部级科研奖**160**多项...

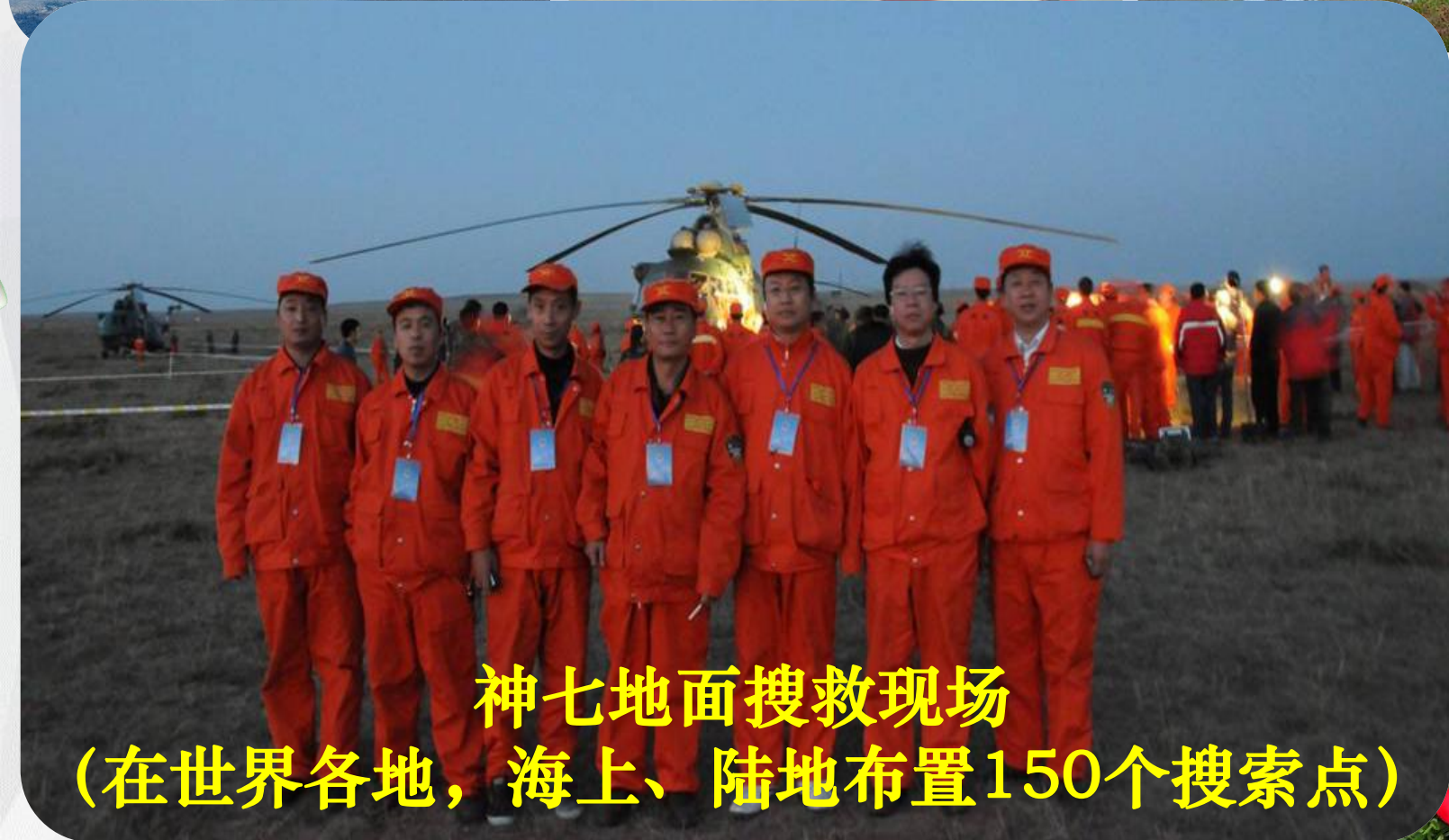
重大活动

- 两弹一星
- 载人航天地面搜索
- **5.12**汶川地震搜救
- 奥运安保探测
- 世博会场馆安保探测

 多次荣获全国“五一”劳动奖章和上级嘉奖!

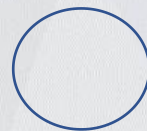
尽享飞船激荡升天：为返回舱保驾护航

《1.电科22所概况》



神七地面搜救现场

(在世界各地，海上、陆地布置150个搜索点)



奥运安保探测 (2008.6)

《1.电科22所概况》

2008年北京奥运会开幕前夕，对鸟巢坐席、贵宾通道、贵宾休息室、立柱进行全方位扫描。







2008年5月13日用户第四军医大学随陕西省救援大队进入北川县城，发现多处生命迹象，实施定点施救。



获国家技术发明二等奖

基于电磁波反射原理，通过识别人体与动物或周边环境在某些典型特征上的差别，分辨出被测区域内是否有活的人体存在，可广泛应用于煤矿、地震、战争等灾难的应急搜救。

LTD-90，销售近2000套。

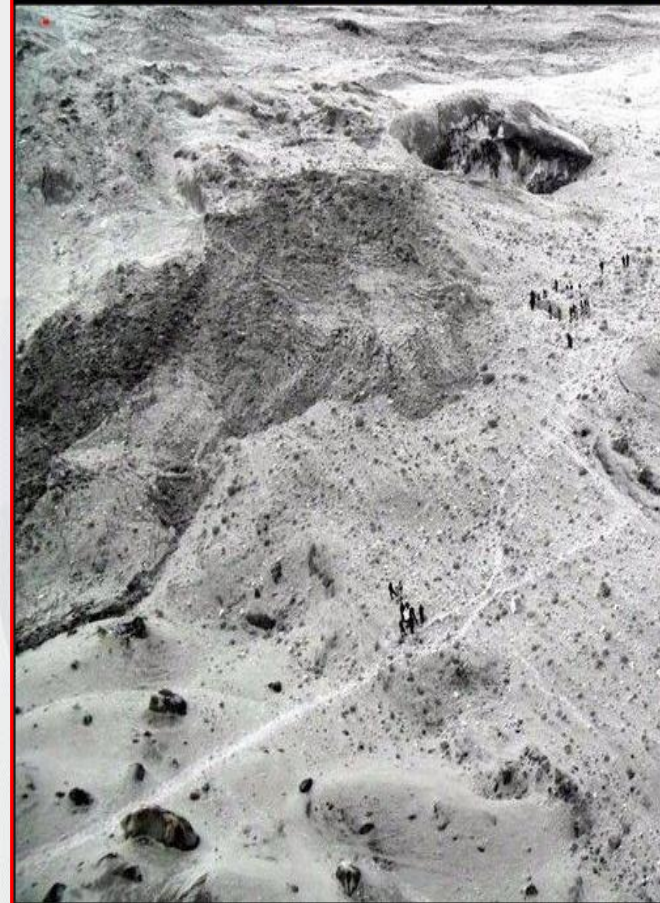


驰援巴基斯坦雪崩搜救(2012.4.7)

《1.电科22所概况》

巴基斯坦北部锡亚琴冰川地区7日发生的雪崩导致139人被埋

国家队驾到~





电科22所单位概况



GPR技术来源



探地雷达原理



探地雷达参数解析



探地雷达应用简介

神话有千里眼、顺风耳，二战日本猫眼、意大利顺风耳



有了这些，也难逃失败的命运。科学家寻找更为有效的技术？



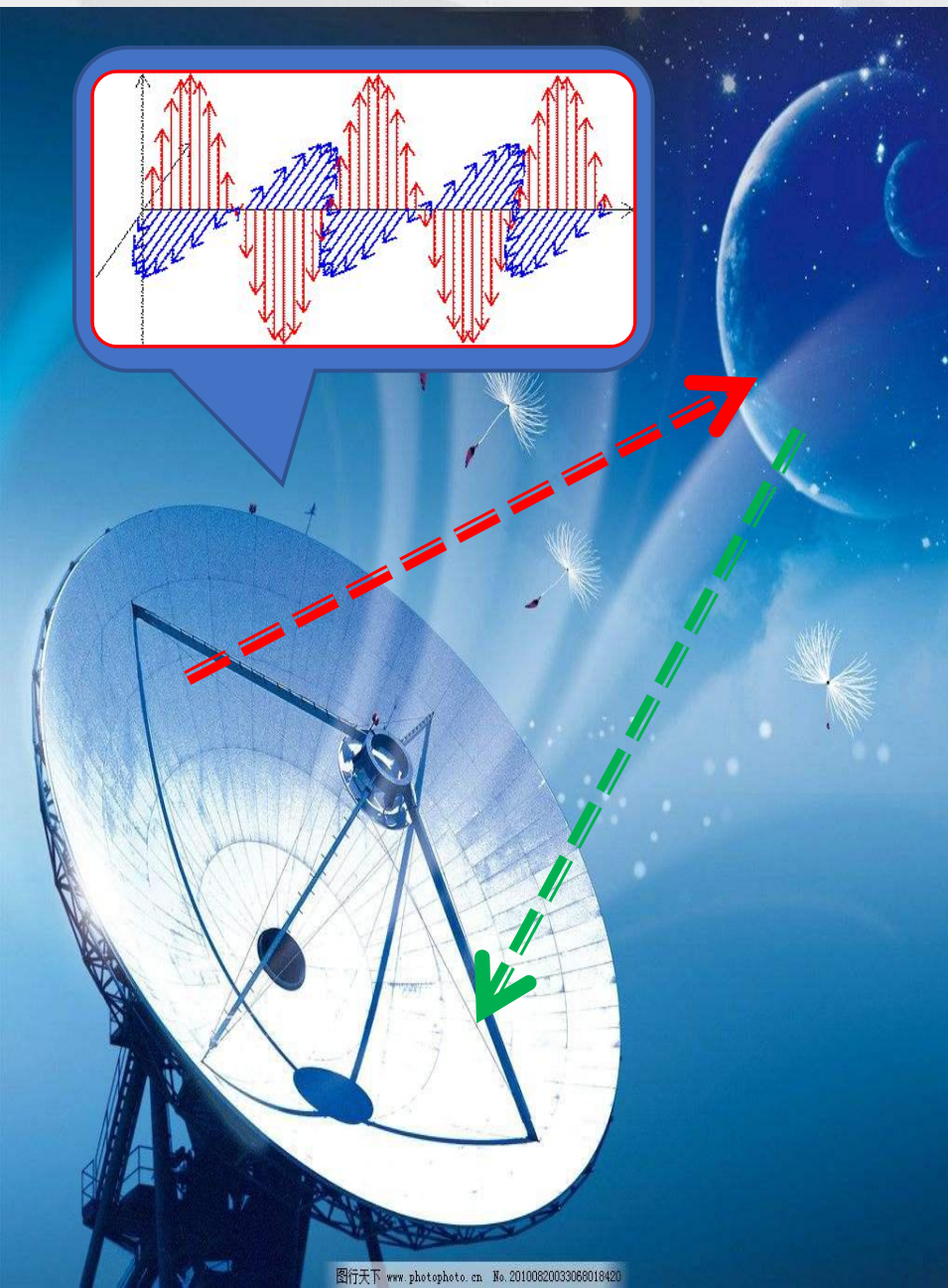
二战时日本推崇的猫眼，号称发现5000米目标。



意大利的顺风耳

于是便有人发明的这个玩意

二战时日本推崇的猫眼，号称发现5000米目标。



雷达，是英文**RADAR**的音译，源于**RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging的缩写，意为“无线电探测和测距”，使用无线电的方法发现目标并测定其空间位置。

雷达发射电磁波对目标进行照射并接收反射回波，由此获得目标至电磁波发射点的距离、径向速度（距离变化率-多普勒效应）、方位、高度等信息。

雷达的种类--按照安装平台划分

地面雷达



舰载雷达



机载雷达



雷达的种类--按照用途划分

测速雷达



气象雷达



探地雷达



对空观测雷达用于地下目标探测

《2.1GPR技术来源》



空气

远距离(公里级)

地面之上的目标

超过千兆

对空雷达



土壤

浅层(0~100米)

地下目标

几兆~上千兆

探地雷达

冰层分布



- 1904年，德国Hulse Meyer首次尝试用电磁波信号来探测金属体；
- 1910年，Letmbach等在一项德国专利中提出探测埋藏物体的方法；
- 1926年，德国的Hvlsenbech提出电磁波在介电常数不同的介质交界面上会发生反射，这个结论成为探地雷达研究领域的一条基本理论根据。

事件推动1：格陵兰冰原飞机失事

《2.1GPR技术来源》



- 1950~1955年间，**Waite和Schmidt**就美国空军在格陵兰冰原上飞机失事调查：发生高度计检测错误，冰层成了透体。成立公司，开展无线电频率与地质关系的相关研究。
- 该飞机非同小可，携带核弹头！

▶ 事件推动2: Apollo登月计划

《2.1 GPR技术来源》

▶ 1969年7月16日，巨大的“土星5号”火箭载着“阿波罗11号”飞船从美国卡纳维拉尔角肯尼迪航天中心点火升空，开始了人类首次登月的太空征程。美国宇航员驾驶着阿波罗11号宇宙飞船跨过38万公里的征程，承载着全人类的梦想踏上了月球表面。(尼克松接替肯尼迪)



事件推动3：全球一亿颗地雷等待探测

《2.1 GPR技术来源》

地雷探测的需要，
促进GPR的发展



每年装备上千套，参与
越南边境探雷。

俄罗斯军事竞赛：
安全路线项目-探雷

军事比赛“安全路线”中国工兵夺第二

苍龙 2018-07-01 10:03:00



头条号 / 长缨在手束苍龙



【国外的商业雷达】 1980~2010，美国GSSI公司 SIR系列、瑞典MALA公司RAMAC系列、意大利RIS系列、加拿大探头及软件公司（SSI）的 PulseEKKO系列、俄罗斯的OKO系列。

通用雷达

【国内】70年代初期，电子22所、地大、地矿部物探所、煤科院重庆分院、大连理工、西安交大、中科院电子所、吉大地院、矿大，理论研究、样机研制。

22所是电波传播研究的国家队，代表了国内发展水平！

LTD探地雷达 —— 国人自己的雷达！



中国电子科技集团公司第二十二研究所（以下简称中国电科22所）自主研发的LTD探地雷达性能和可靠性与国外主流雷达相当，部分指标独具特色。通过配置低频50MHz到高频2.5GHz之间的不同天线，可应用于公路施工质量检测评价、隧道地质超前预报和衬砌质量检测、地铁沿线道路坍塌探测、地下管线探测等多个领域的工程质量检测和隐蔽目标探测，目前已形成通用雷达系列、公路交通检测系列、建筑结构检测系列、管线探测系列、反恐搜救系列以及军事应用系列六大系列雷达产品，分布于安保、交通、城建、地质、水利和考古等部门的用户已达1500多家。

中国电科22所（对外交流称中国电波传播研究所，系统内称中电科(青岛)电波技术有限公司）由国防科工委于1963年组建成立，是国内唯一从事电波传播研究的专业研究所，在雷达、通信、导航、测控、遥感、航天、无线电干扰协调、石油测井等领域具有独特的技术优势，参加了包括“两弹一星”、“载人航天地面搜索”、“5.12汶川地震搜救”和“奥运安保探测”在内的多项重大项目，多次荣获全国“五一”劳动奖章和上级部门嘉奖。

中国电科22所在同行业内首家对用户承诺：硬件三年免费质保，软件十年免费升级，并终生提供技术支持，诚挚与各界有识之士在无损检测技术攻关、产品销售、维护升级、工程服务等方面进行真诚合作！

打开地球之门
探索未知奥秘



CEIC

中国电子科技集团公司第二十二研究所
The 22TH RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ELECTRONIC TECHNOLOGY GROUP CORPORATION

地址：青岛市仙山东路36号
热线：4008-110511
网站：www.chinagr.com

邮编：266107
电话：0532-89078800
邮箱：8800@chinagr.com

探地雷达检测方案提供商



系统布置3D示意图

- ① 探地雷达天线阵（配置可选）
- ② 高速高清晰照相机
- ③ 激光平整度车辙仪
- ④ 高清晰摄像机（2台）
- ⑤ 信息控制处理中心
- ⑥ 距离测量传感器
- ⑦ 后视镜头
- ⑧ 警示灯
- ⑨ 车内储物架

瞄准城市道路塌陷灾害探测、道路工程竣工验收、道路运营状况检测、道路信息管理决策等迫切需求，中国电子科技集团公司第二十二研究所基于自身的军工探雷技术，自主研发成功LTD-60探地雷达综合道路检测车。

该车载系统集成阵列雷达系统、线扫描照相机、激光补光系统、高清晰视频采集系统、多功能激光路面测试仪等传感器，辅以差分GPS和车载DMI定位技术，以机动车辆为平台，在正常车速下对道路结构层厚度、路下裂隙和塌陷空洞、路面破损、道路景观、路产路况进行全方位“CT”扫描，实现对城市道路状况的综合评价。同时将“路上病害、路下病灶”信息贯入到GIS地理信息系统，管理部门籍此平台可实时查询、分析道路的全方位信息，实现与“数字道路、智慧城市”平台的完美对接。

中国电科22所已研制成功通用雷达系列、公路交通检测系列、建筑结构检测系列、管线探测系列、反恐搜救系列以及军事应用系列六大系列雷达产品，分布于安保、交通、城建、地质、水利和考古等部门的用户已达1500多家。

瞄准城市道路交竣工
验收、道路状况定期普查、
道路信息管理决策等迫切
需求，中国电科22所基于
自身的军工探雷技术自主
研发成功LTD-60探地雷
达综合道路检测车。



LTD探地雷达—与您一起给地球做B超！

雷达网站：www.chinagr.com
服务热线：4008-110511

微信公众号：青岛探地雷达GPR
单位地址：青岛市仙山东路36号



电科22所单位概况



GPR技术来源



探地雷达原理



探地雷达参数解析



探地雷达应用简介

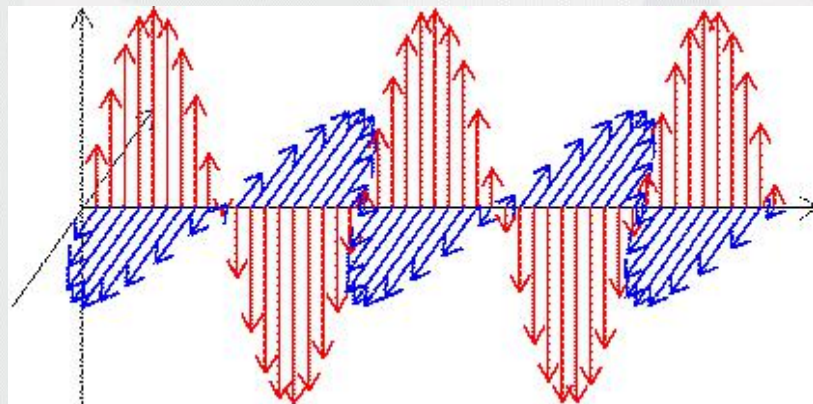
麦克斯韦方程组

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

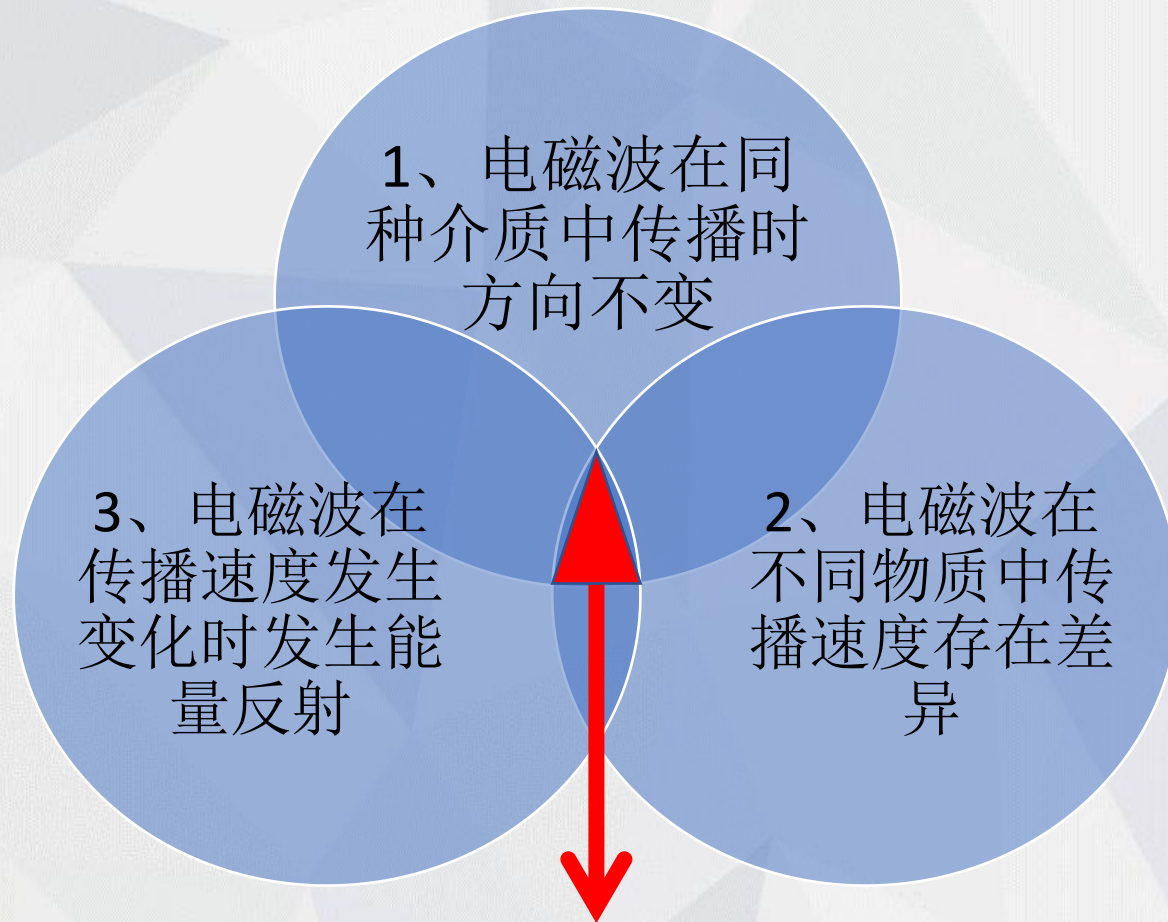
$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$



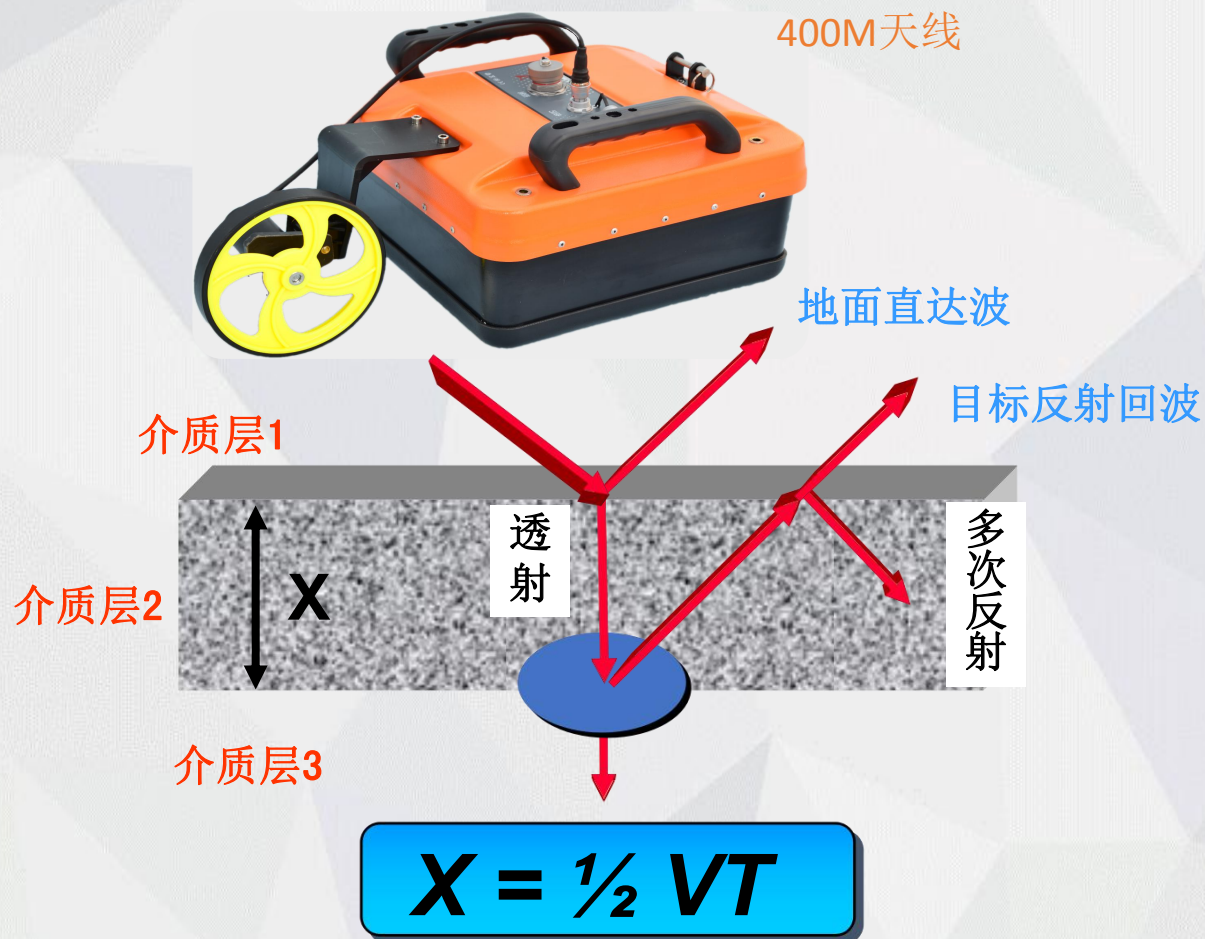
GPR依靠高压电路、雪崩管等器件激发短脉冲，在介质中以电磁波形式传播，遵循麦克斯韦方程，具有波动性，电场和磁场相互激励，脱离发射源以横波形式向前传播。

这其中，介质特性参数**介电常数**、**电导率**、**磁导率**决定了电磁波在地下土壤中传播的速度、幅度和深度。



实现探地雷达探测的理论基础

探地雷达原理：电磁波传播路径



X: 穿透深度

V: 电磁波传播速度

T: 双程旅行时间

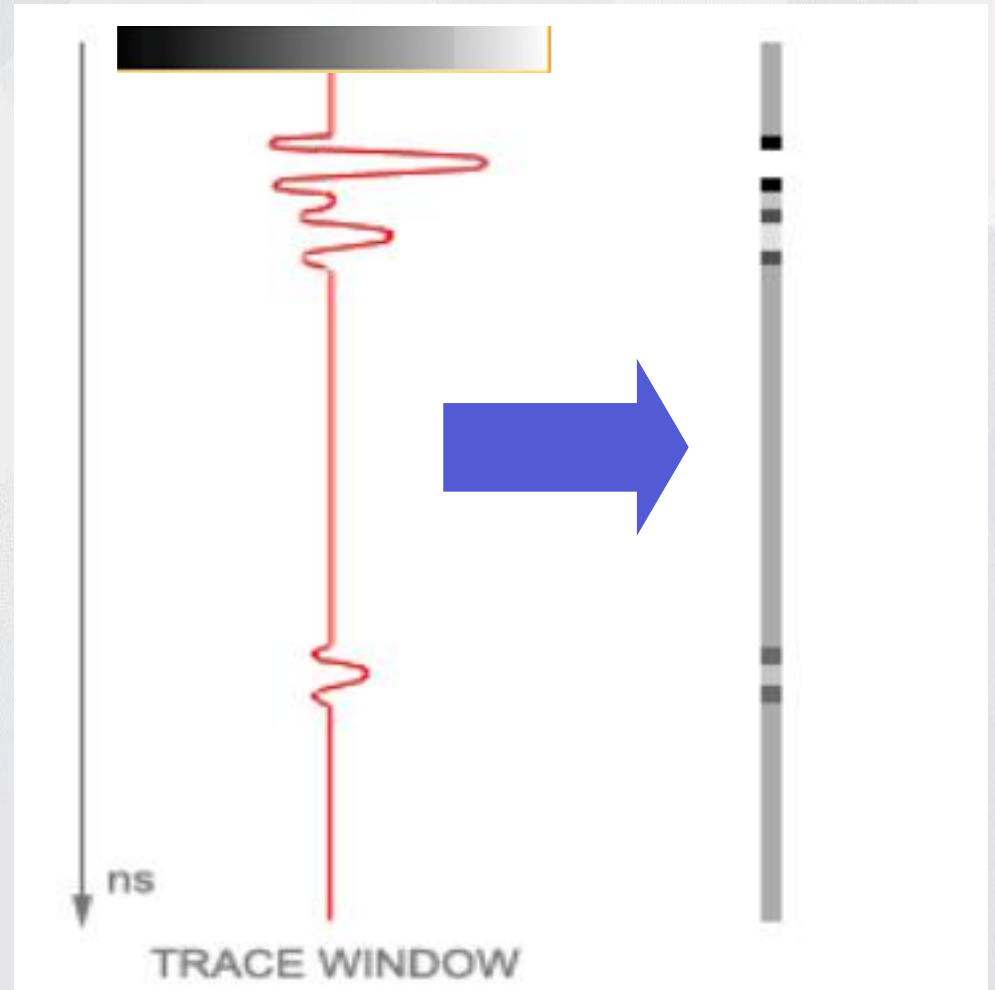
探地雷达工作原理

发射天线向地下发射重复的高频脉冲电磁波信号

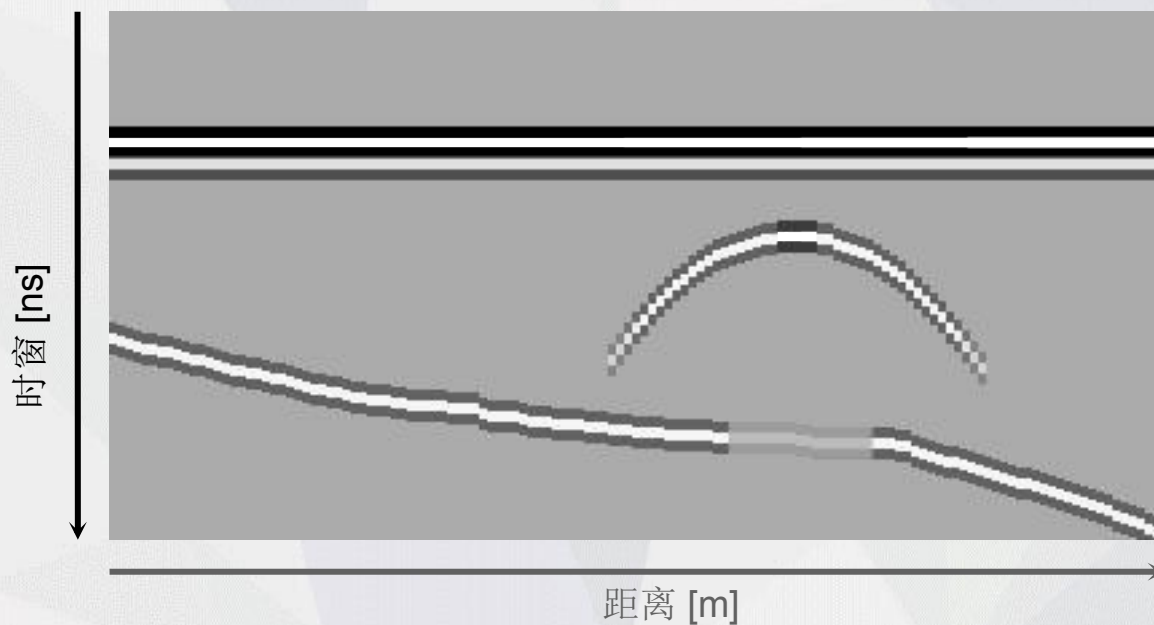
电磁波在遇到不同介电常数的介质界面时反射

接收天线拾取信号

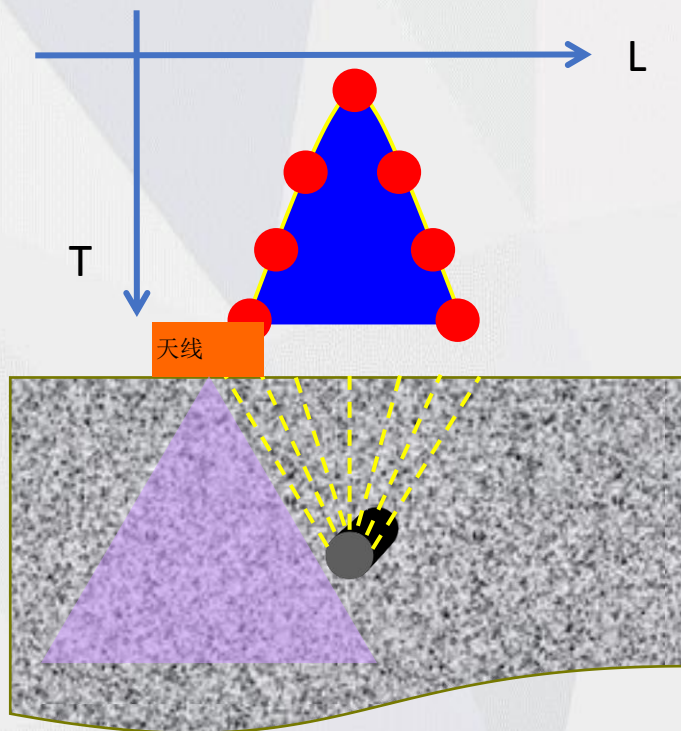
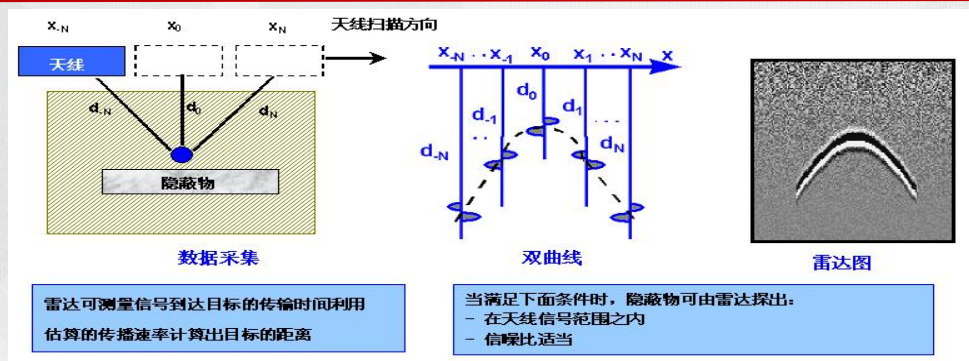
数据处理并显示



GPR模拟地下探测过程



GPR模拟检测 钢筋的过程





1 电科22所单位概况



2 GPR技术来源



3 探地雷达原理

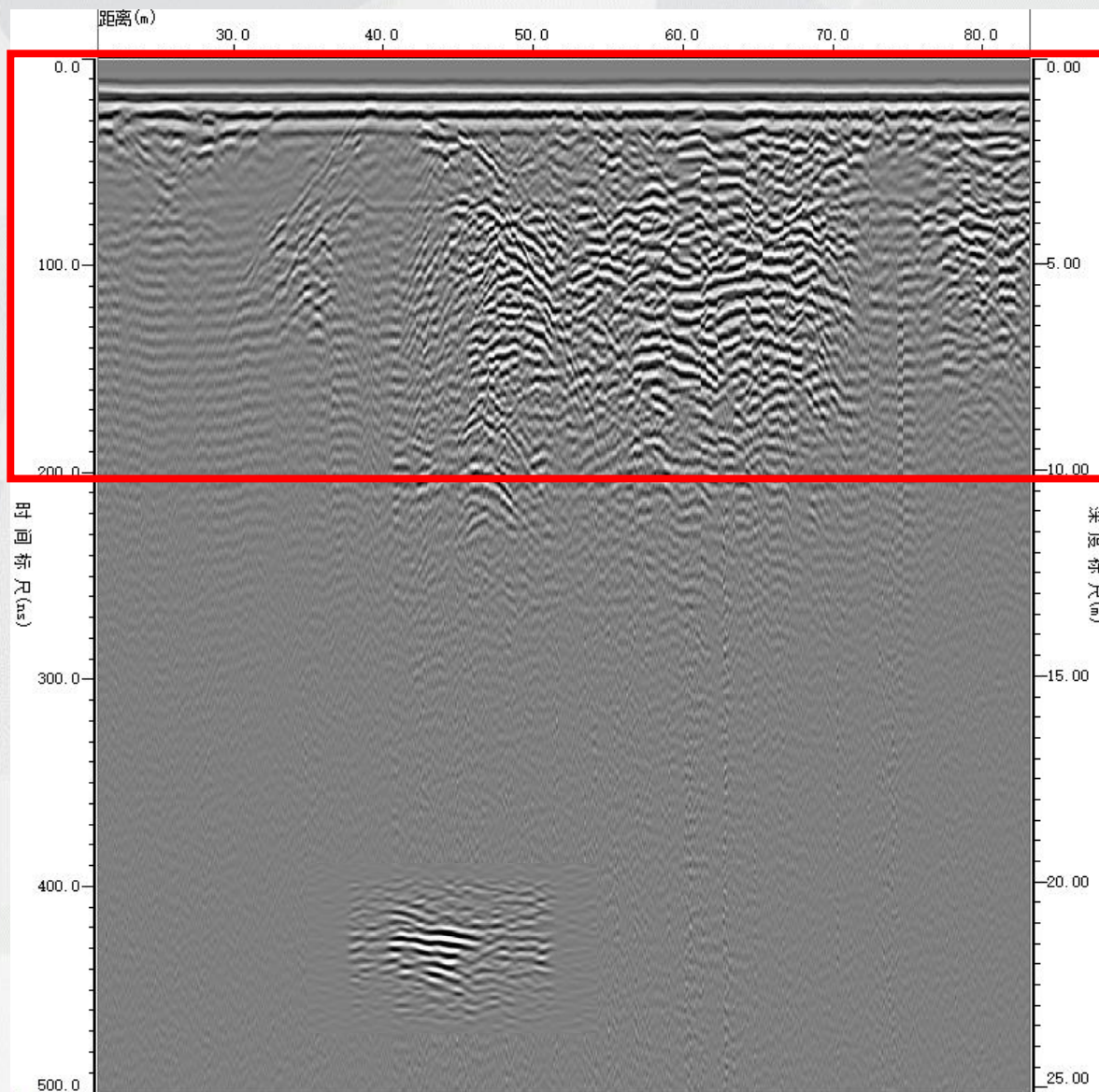


4 探地雷达参数解析



5 探地雷达应用简介

探地雷达参数解析

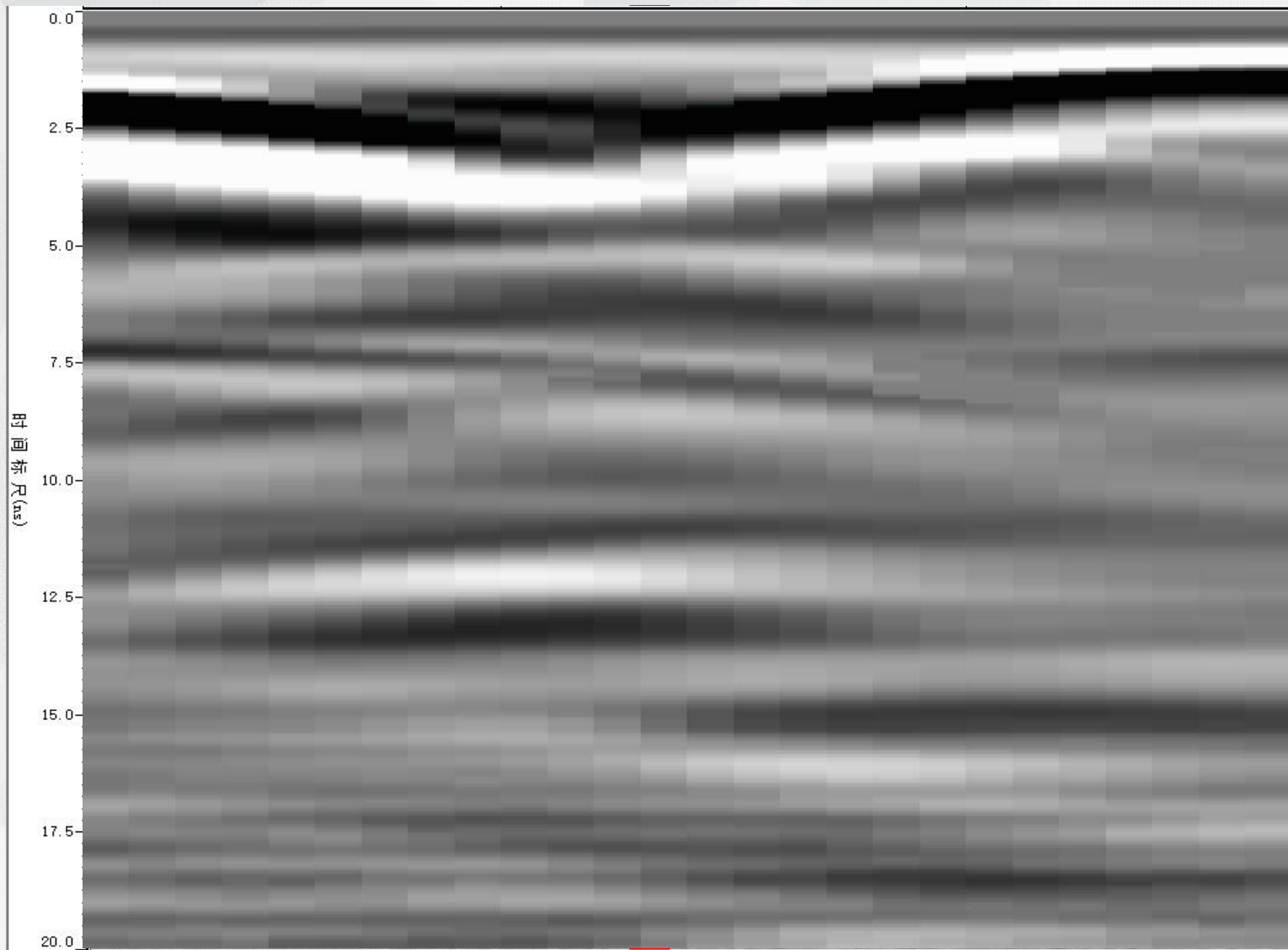


时窗：限定探地雷达
视野深度

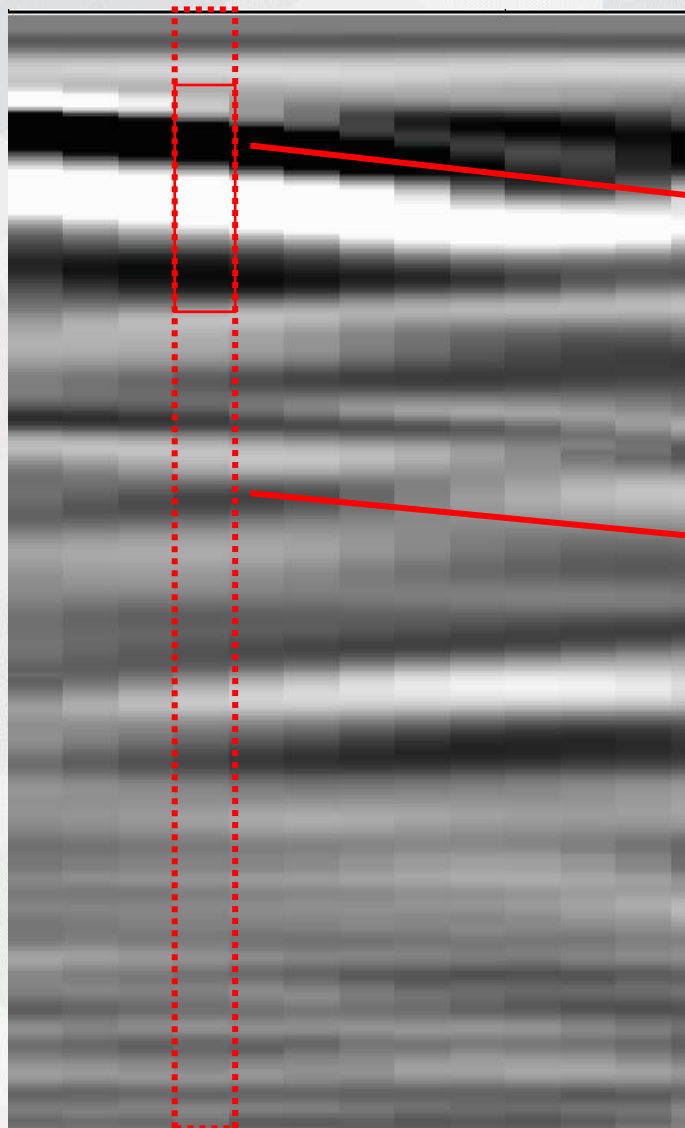
信号位置：时窗的起
点深度

增益：对全部或部分
信号的强弱进行调节

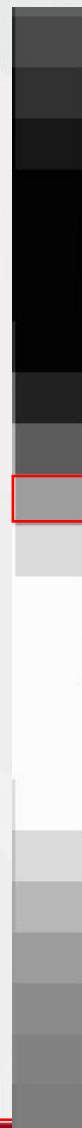
探地雷达参数解析



探地雷达参数解析



单道数据



采样点

相邻采样点采样间隔为探地雷达采样精度（单位为时间）

扫描速度：每秒采集的单道数据数量。

采样点数：每道数据的采样点数量。

采样间距：每道数据的实际采样间距。

测距轮控制测量：使用测距轮每隔固定间距进行采样。

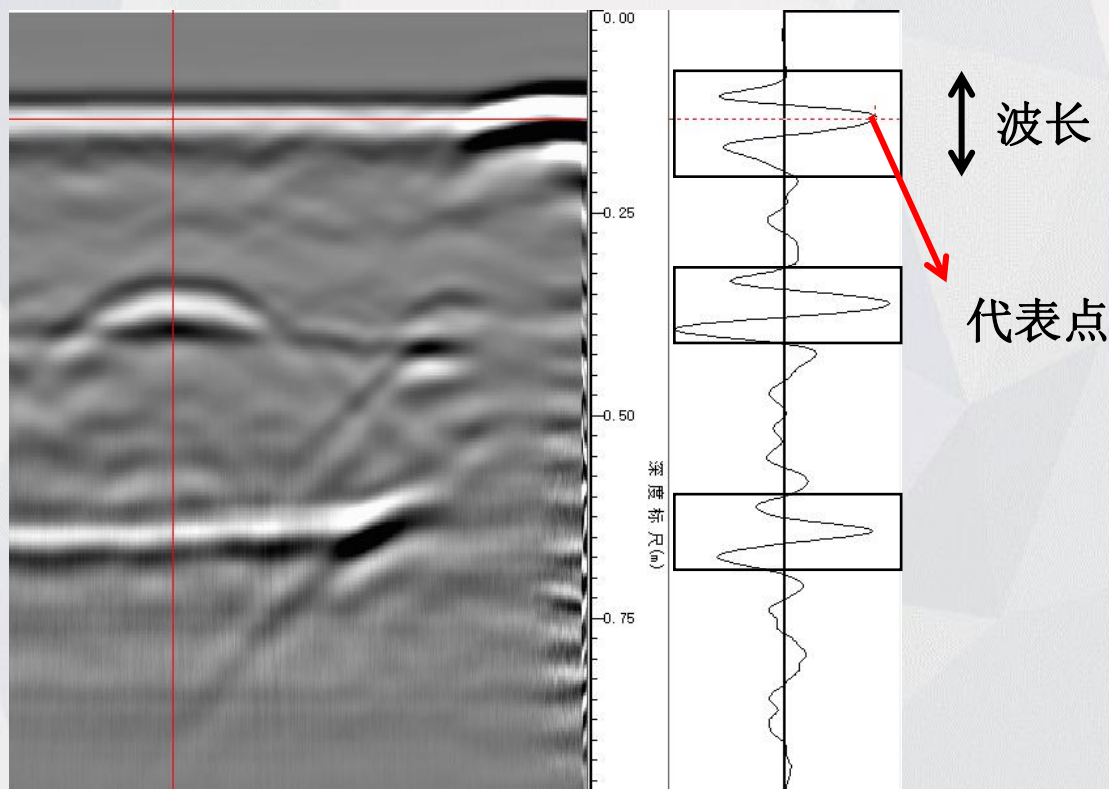
连续测量：每隔固定时间进行采样。

探地雷达参数解析

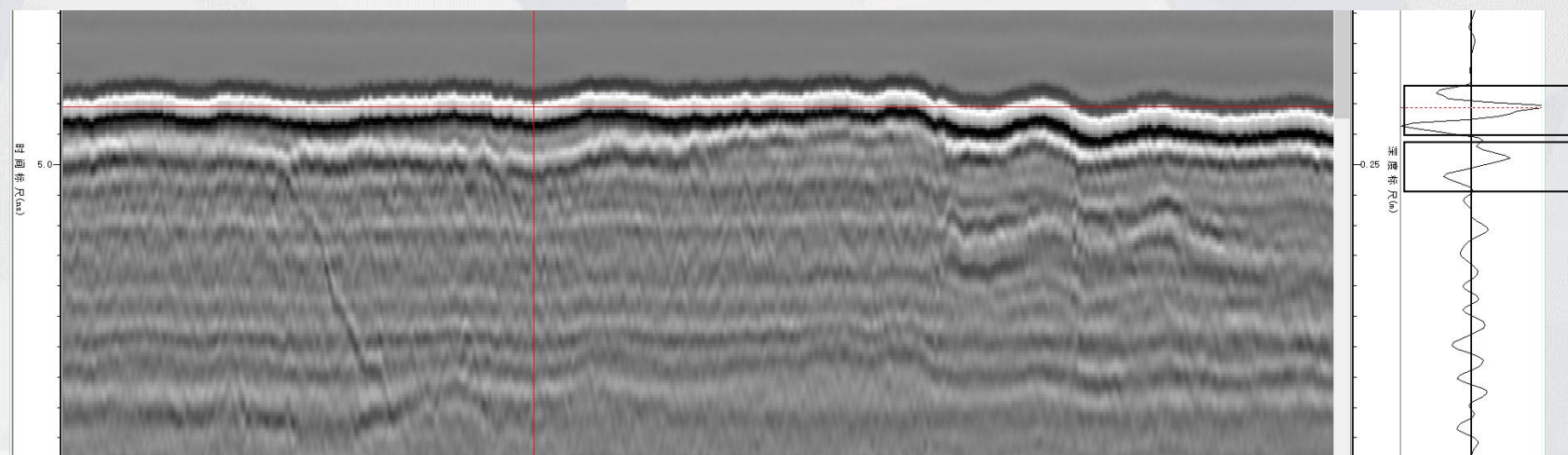
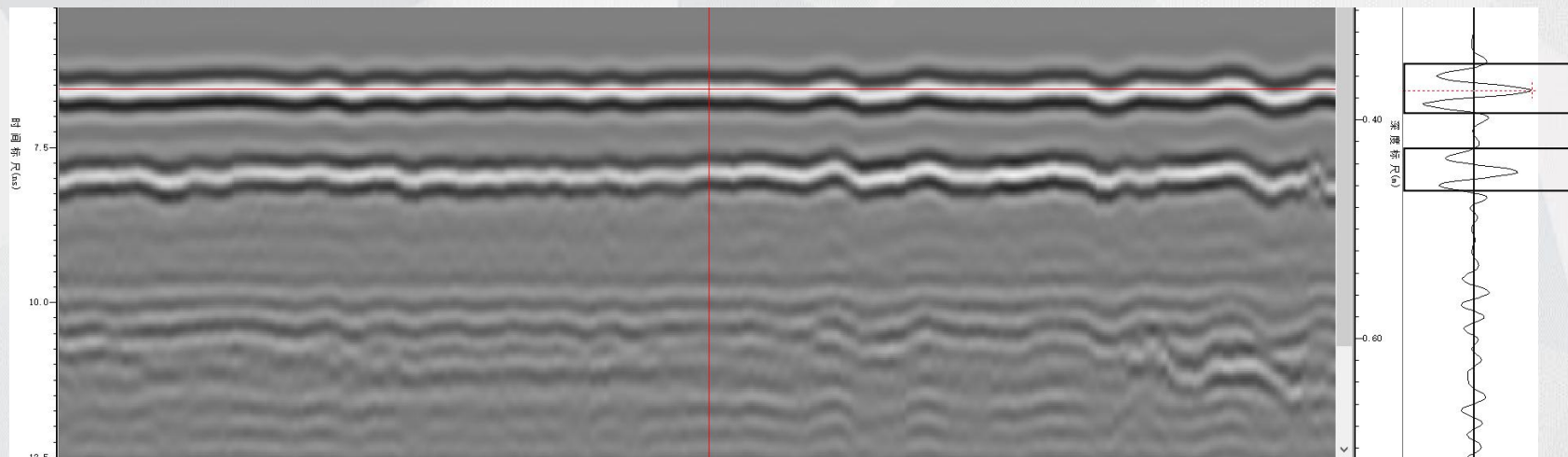
探地雷达分辨率

- 纵向分辨率：区分垂直方向上相邻两目标的能力。

$$h = \frac{\text{波长}}{4(2)}$$



探地雷达参数解析

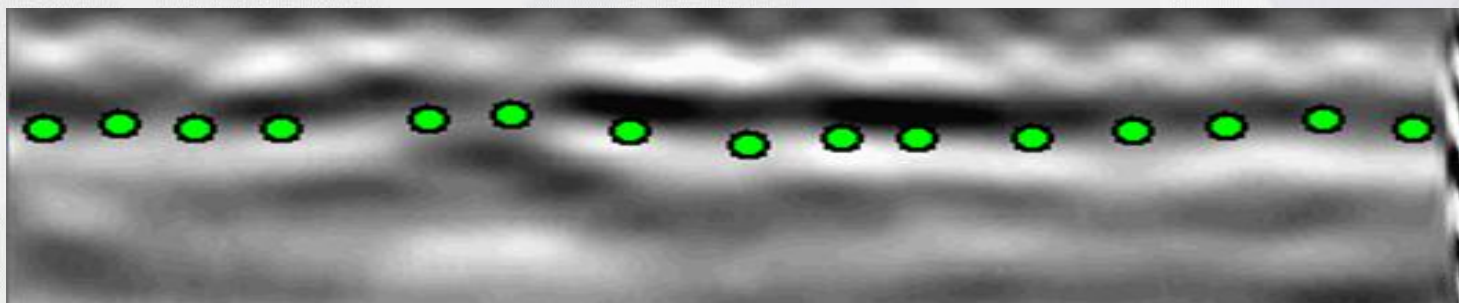
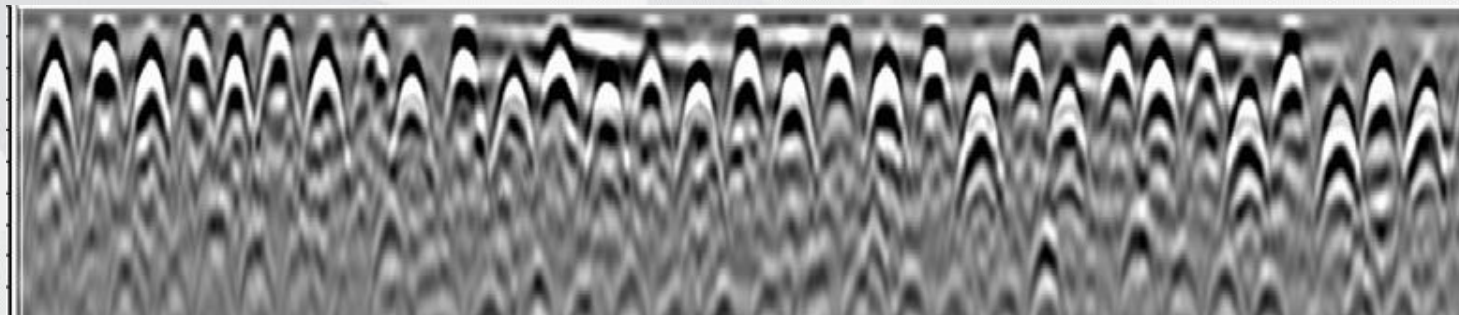


探地雷达参数解析

- 横向分辨率：区分水平方向上相邻两目标的能力。

$$d = \frac{\text{波长} \times \text{深度}}{2}$$

探地雷达参数解析





1 电科22所简介



2 GPR技术来源



3 探地雷达原理

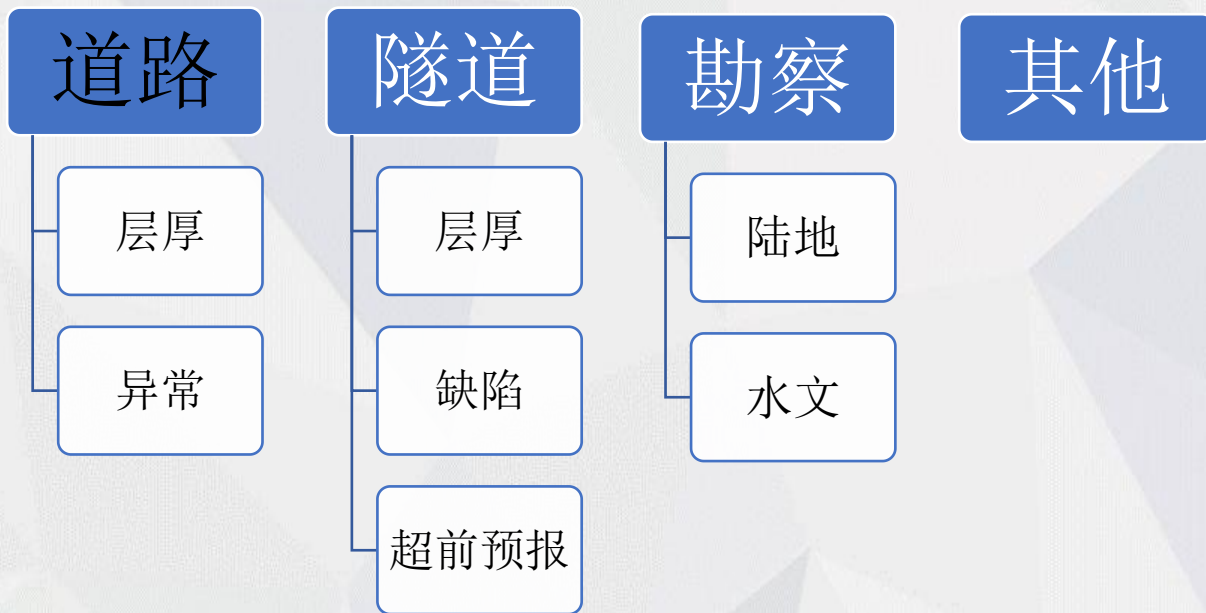


4 探地雷达参数解析



5 探地雷达应用简介

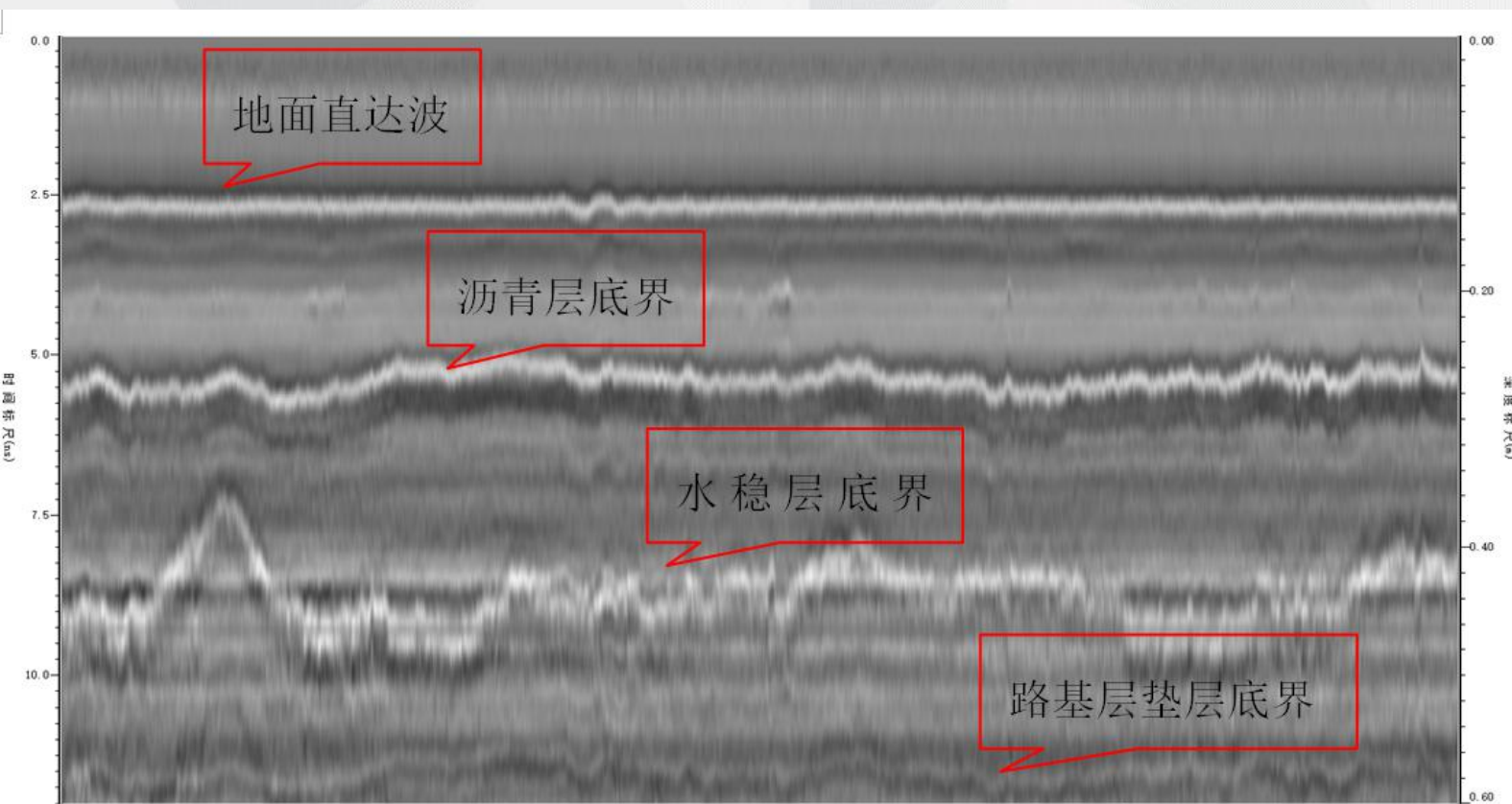
探地雷达应用案例



道路层厚检测

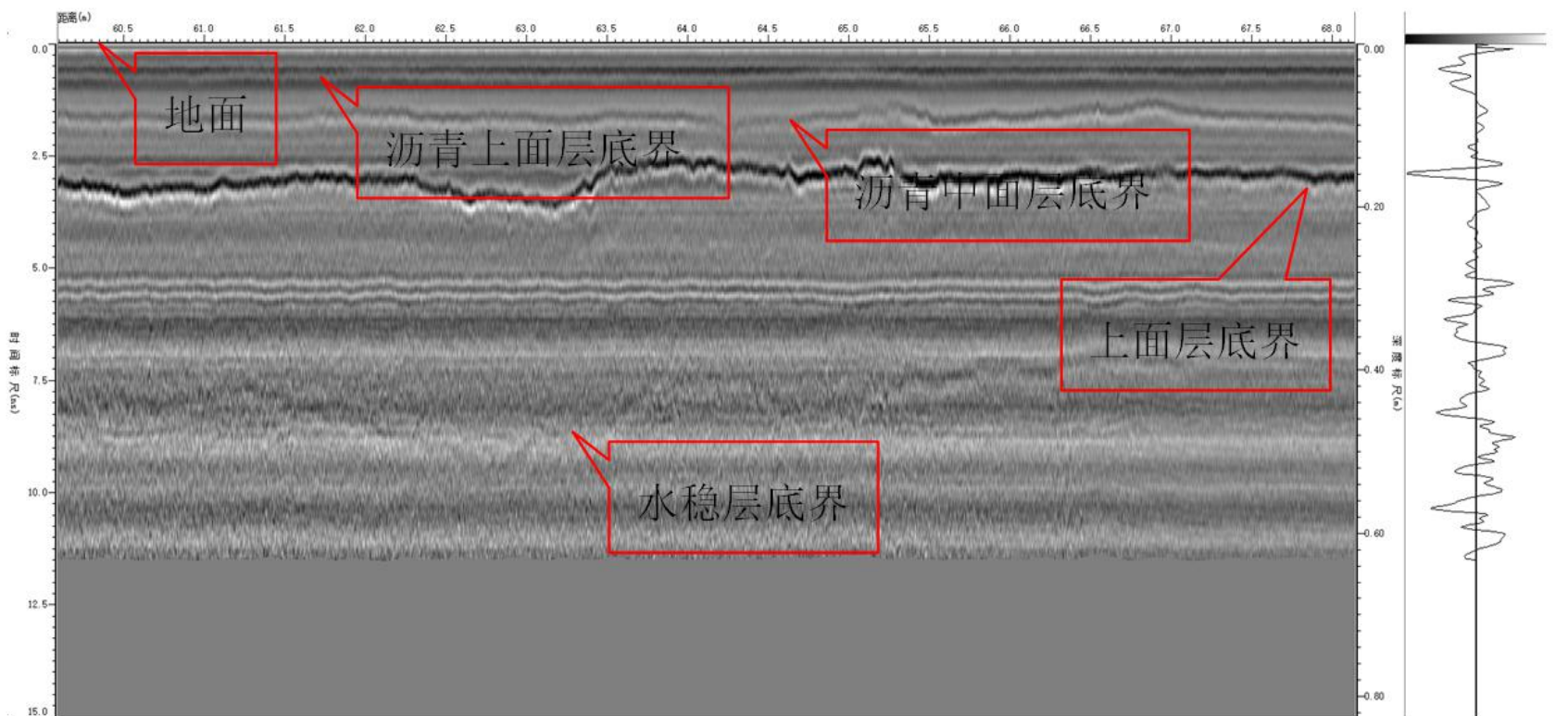


道路层厚检测



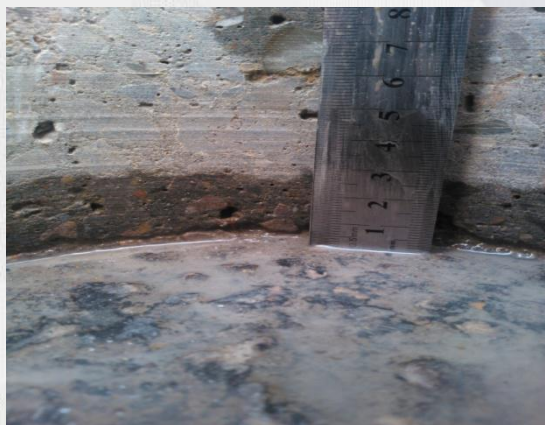
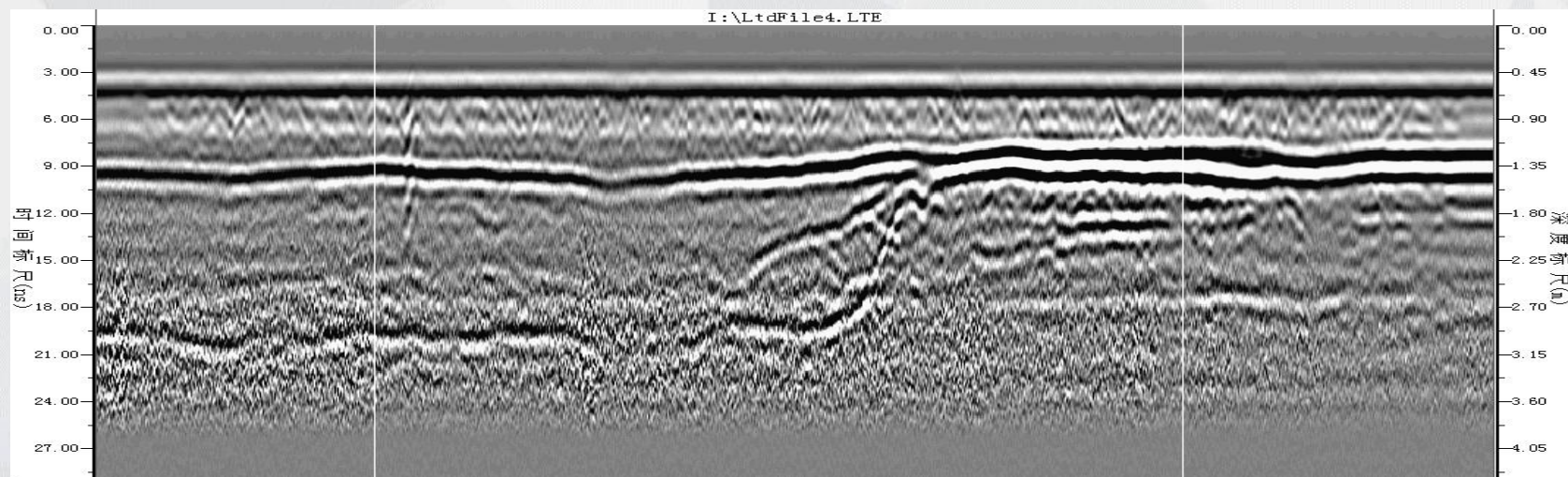
1500MHz道路结构检测

道路层厚检测



高频 2500MHz 空气耦合喇叭天线道路结构探测图像

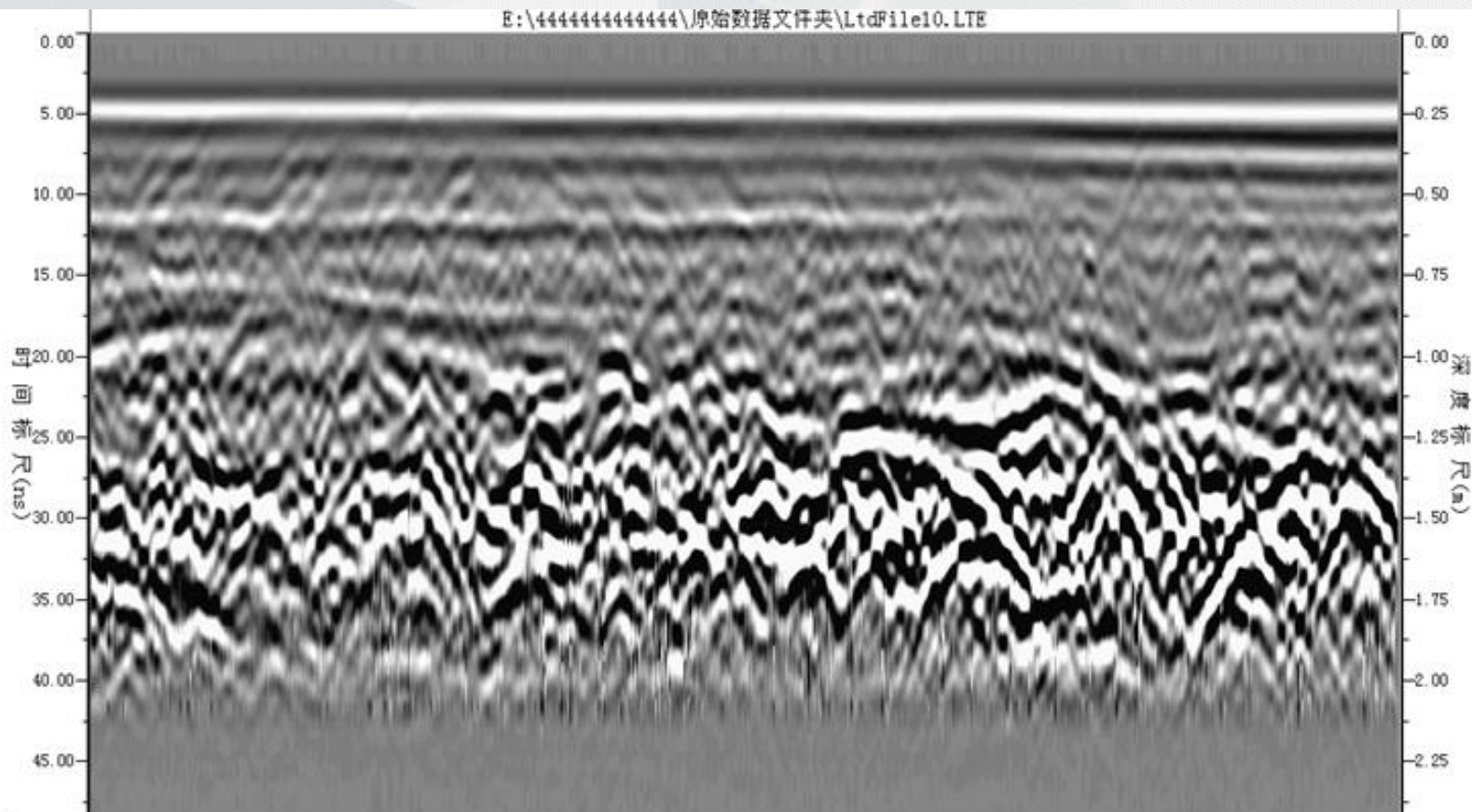
道路结构检测



取
芯
验
证

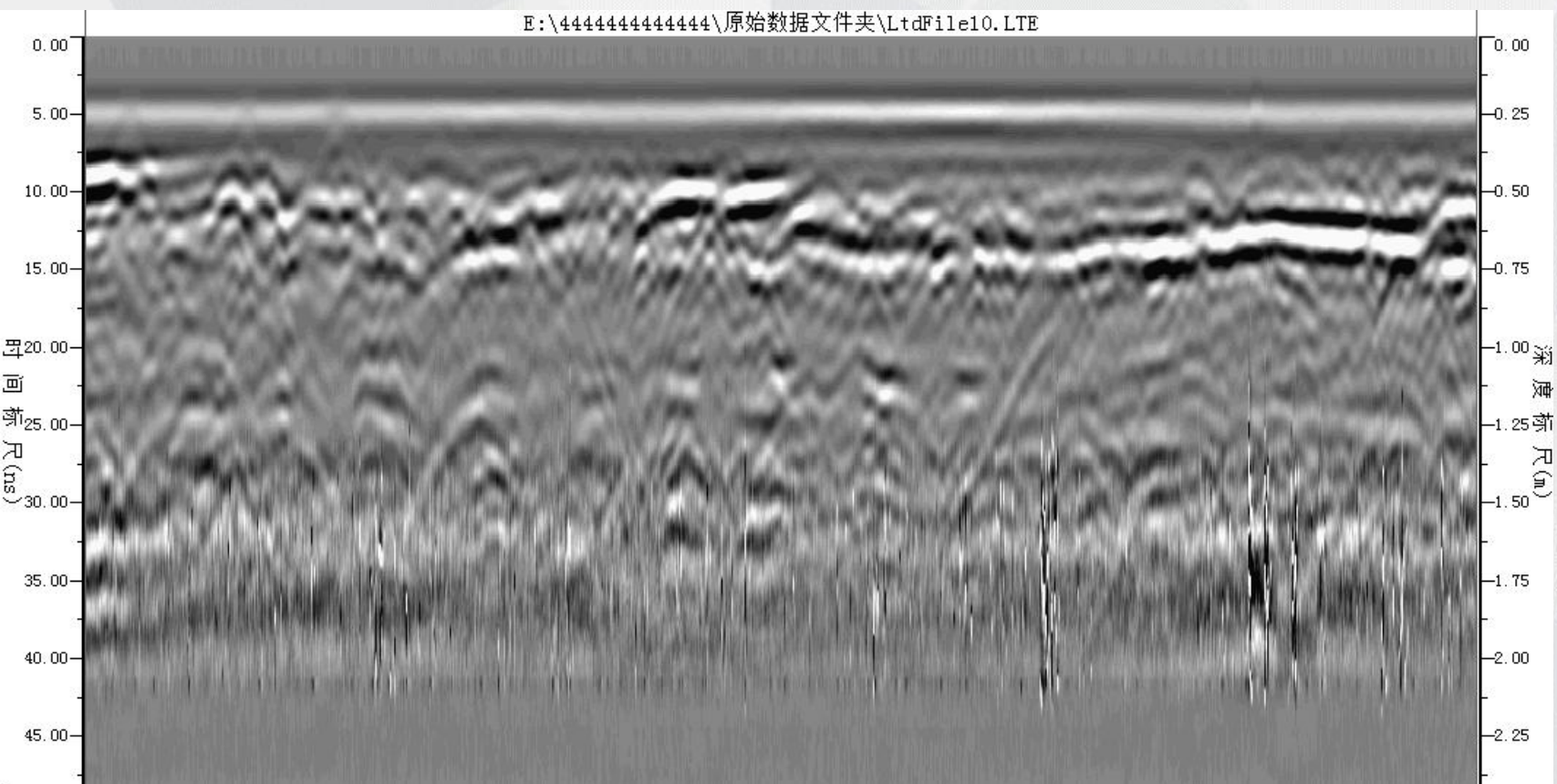


道路结构检测



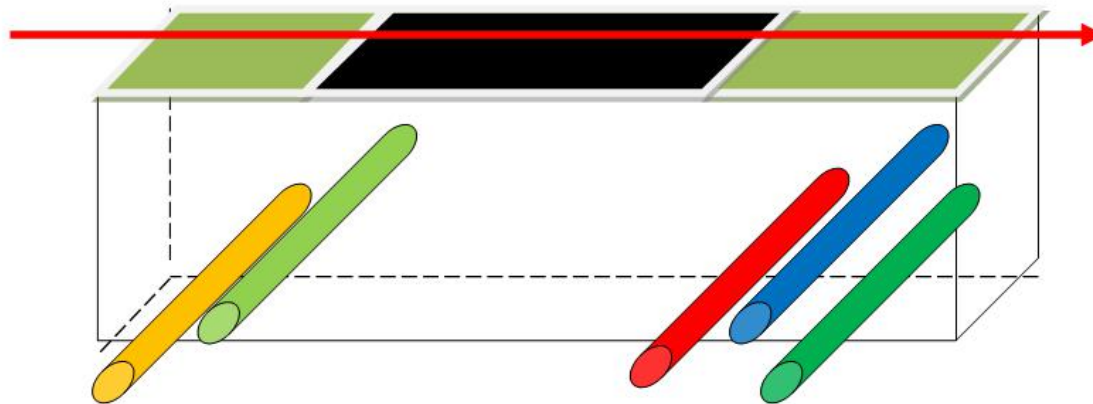
表面经过处理但深层仍有大量裂隙

道路结构检测

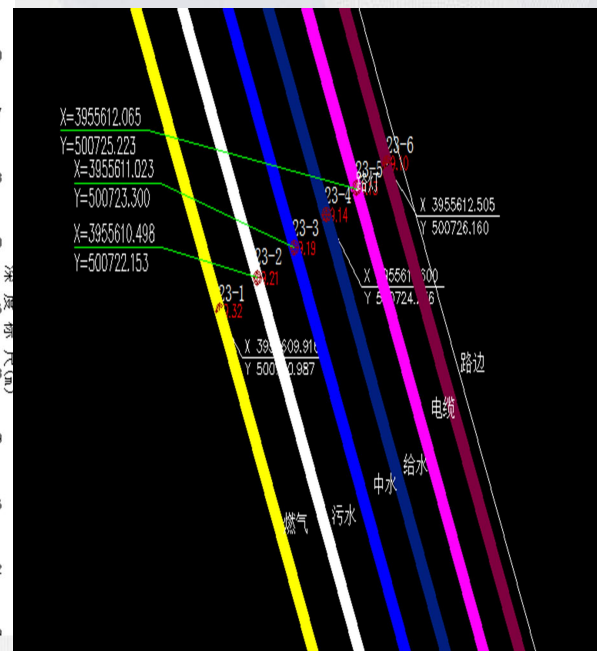
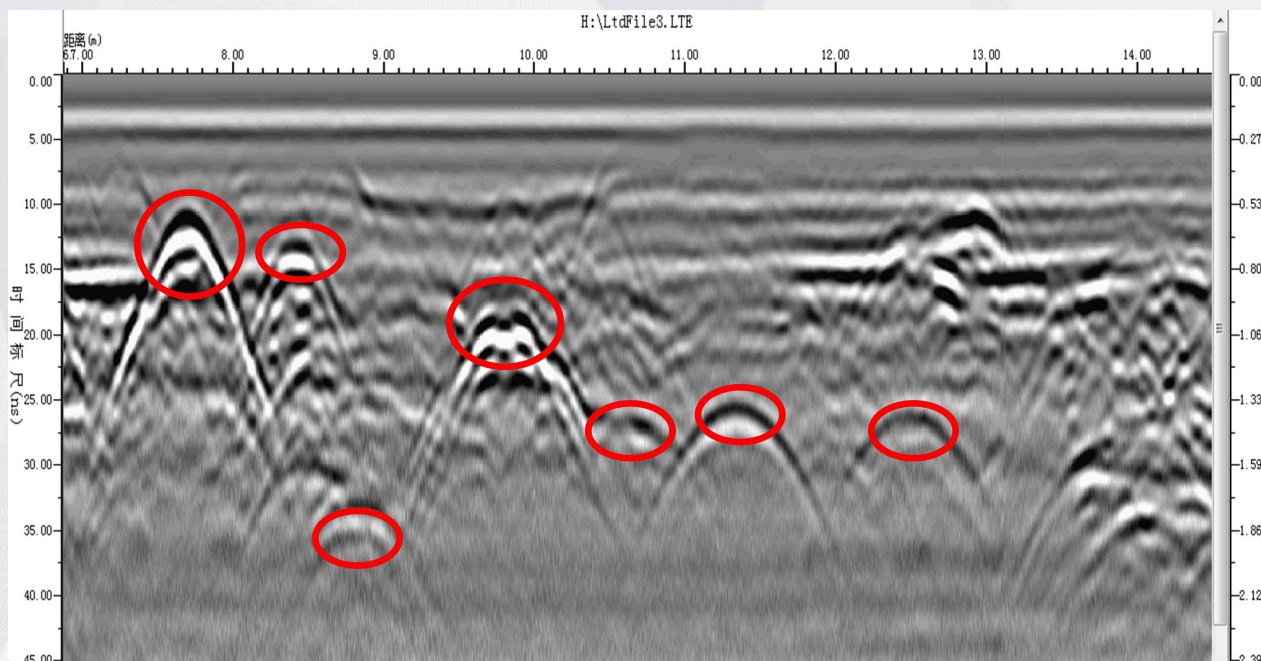


高压旋喷桩注浆处理后效果

道路结构检测



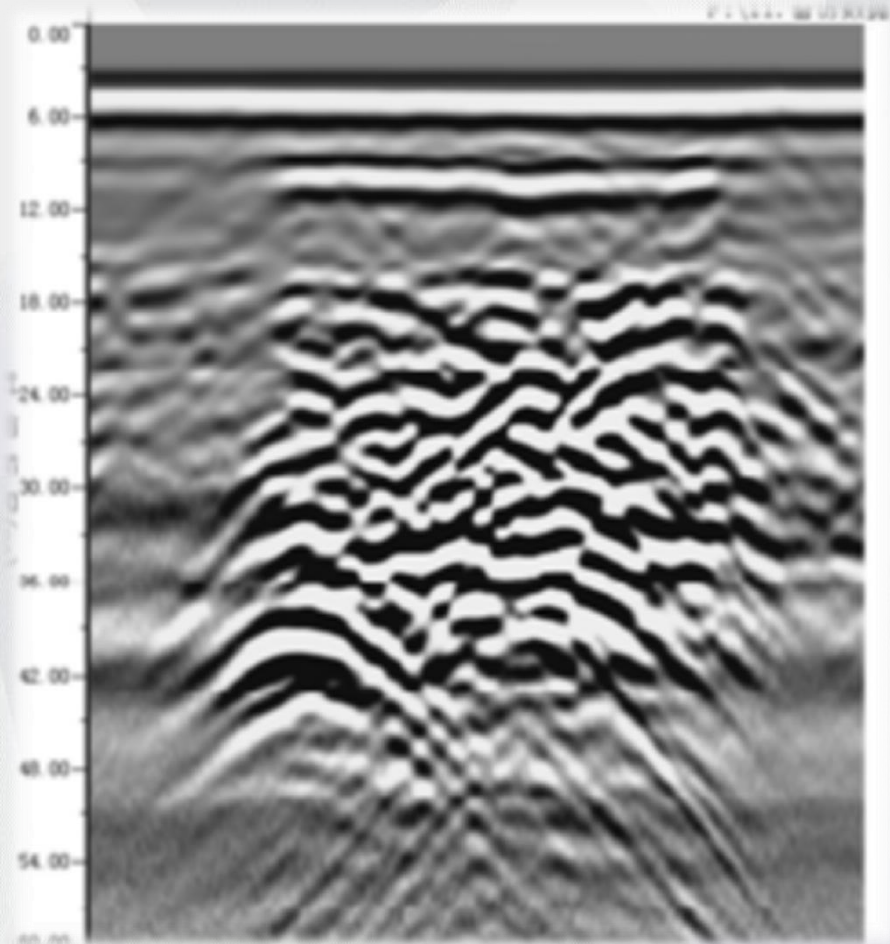
道路剖面及测线布置示意图



道路结构检测



道路结构检测



蛇眼探测结果

道路

层厚

异常

隧道

层厚

缺陷

超前预报

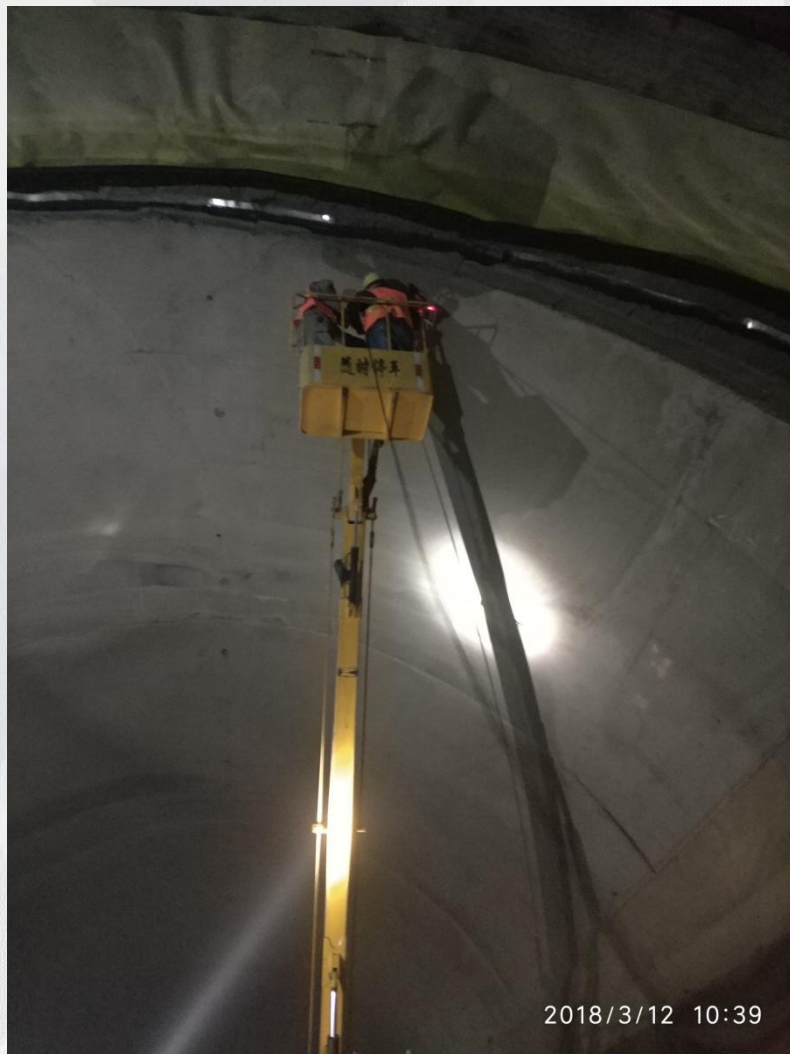
勘察

陆地

水文

其他

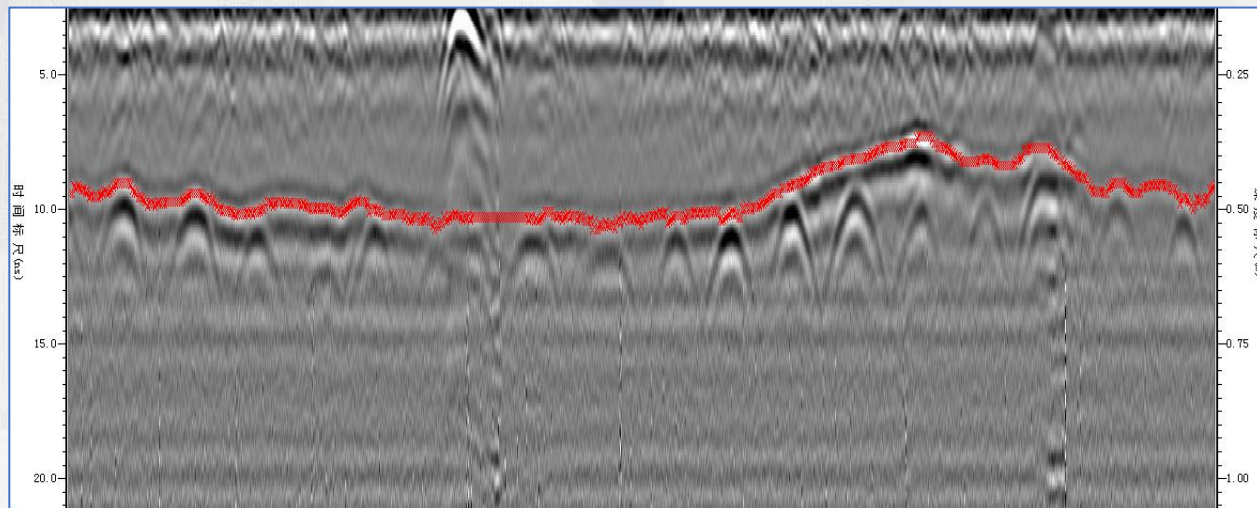
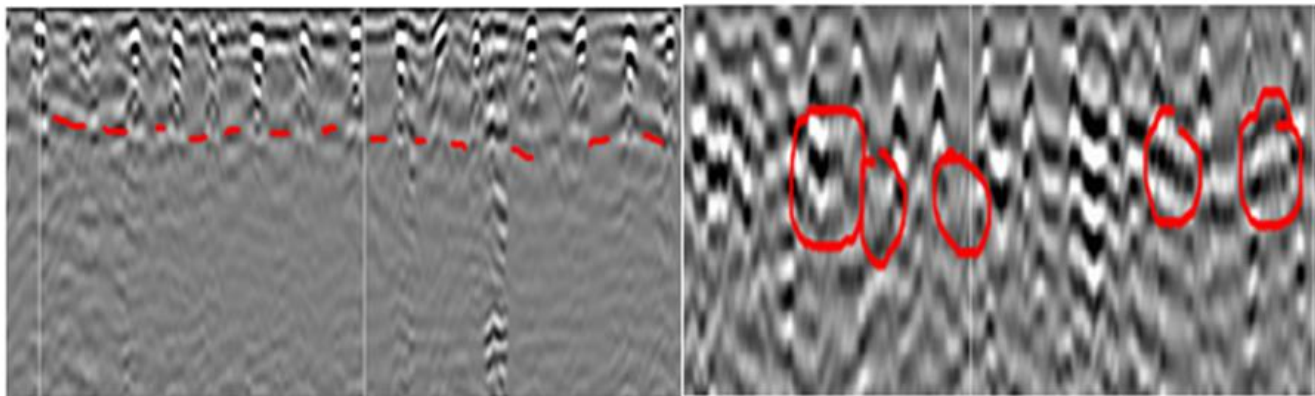
隧道衬砌检测



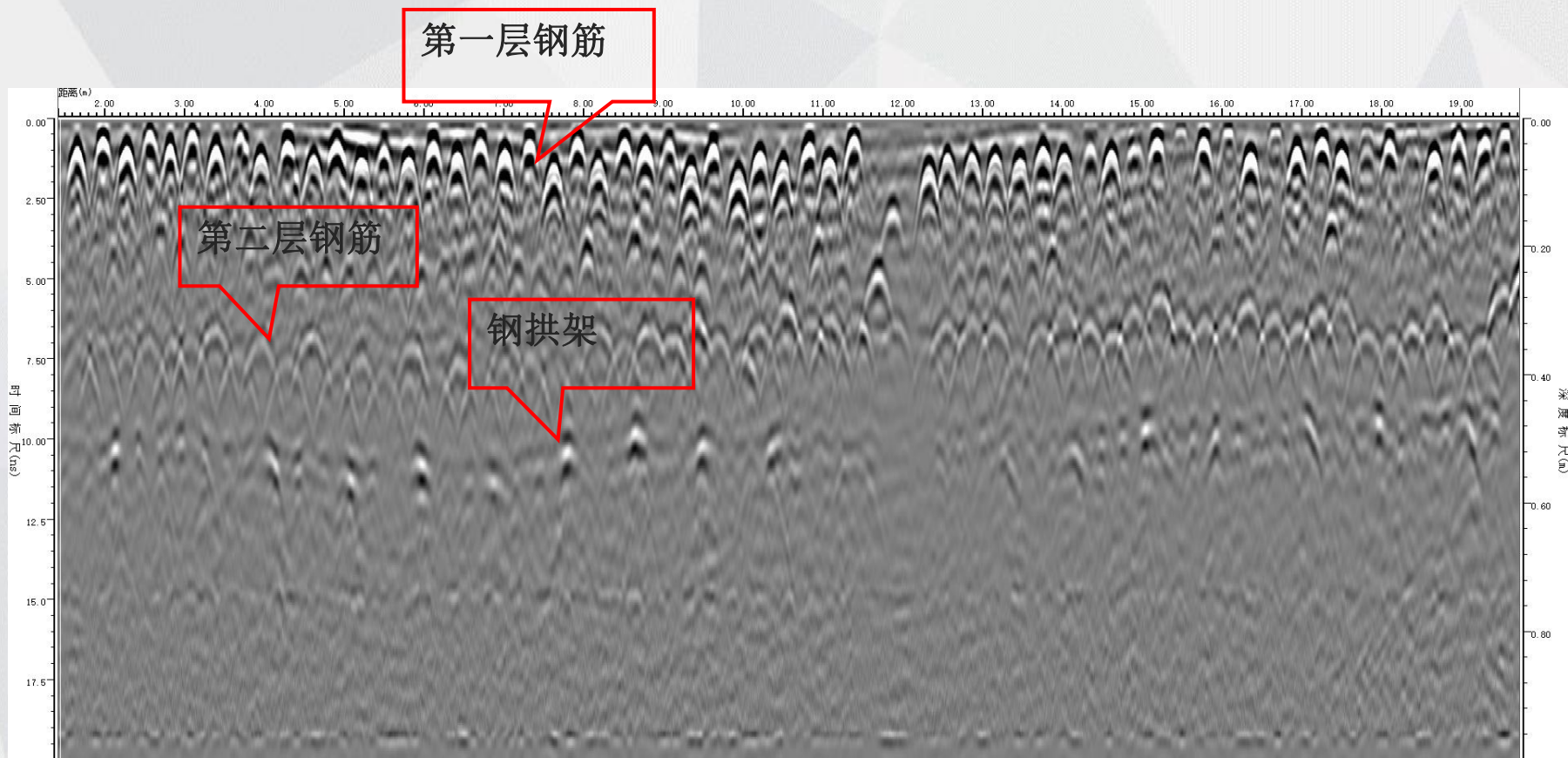
隧道衬砌检测

初支厚度检测

素混凝土二衬厚度检测

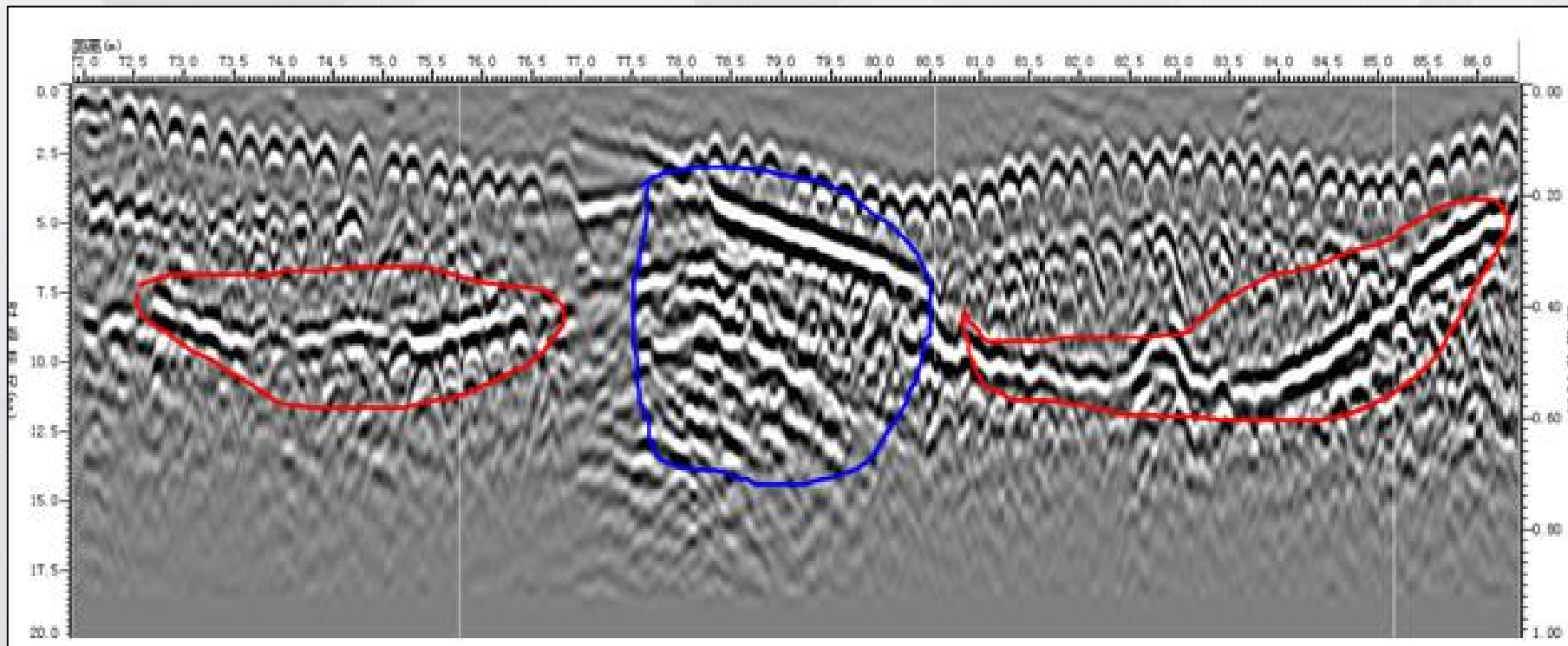


隧道衬砌检测



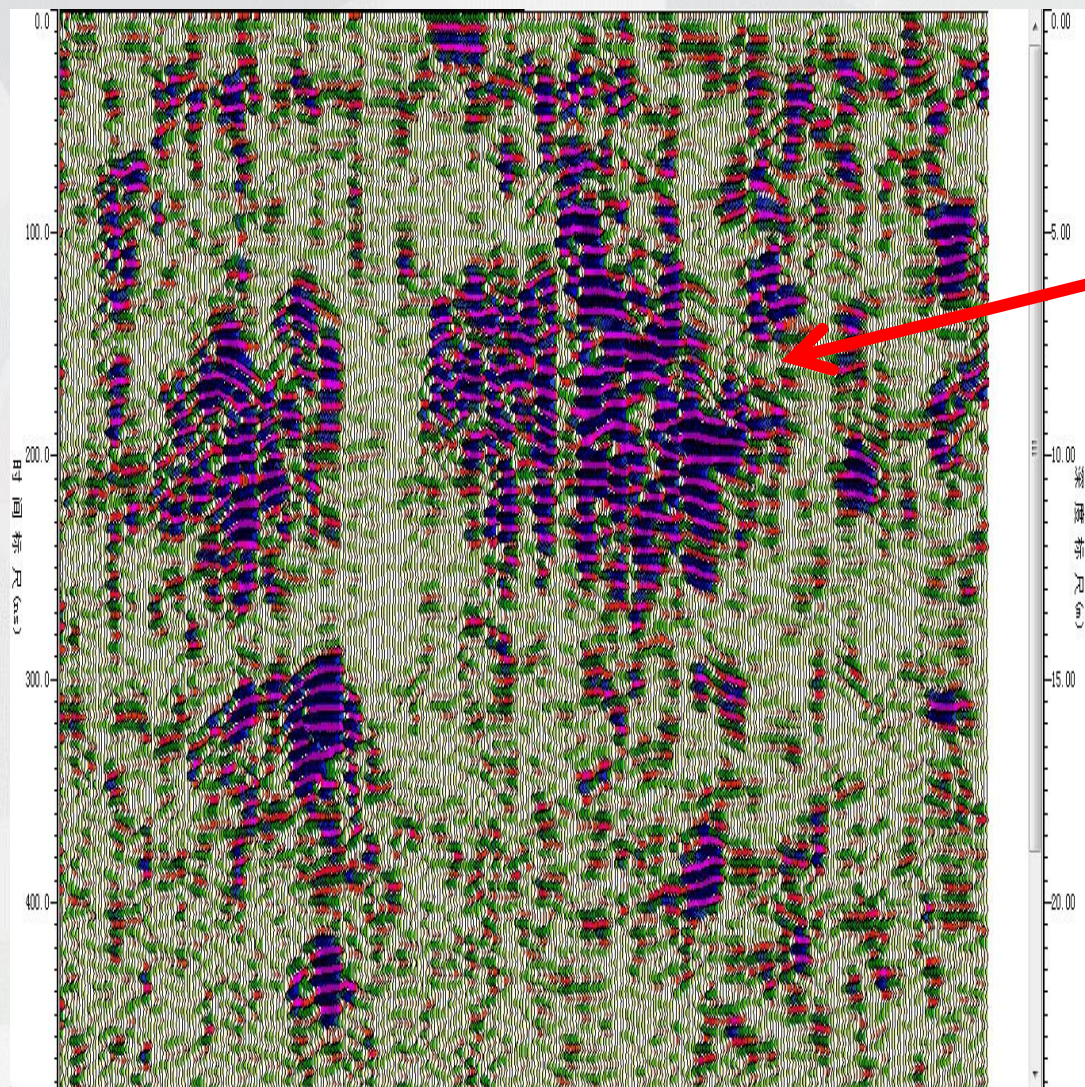
典型隧道结构剖面图

隧道衬砌检测



隧道衬砌不密实，防水板贴合不紧密

隧道超前预报检测



超前地质预报典型溶洞反应

道路

层厚

异常

隧道

层厚

缺陷

超前预报

勘察

陆地

水文

其他

勘察应用

- 勘察应用特点：

优点：

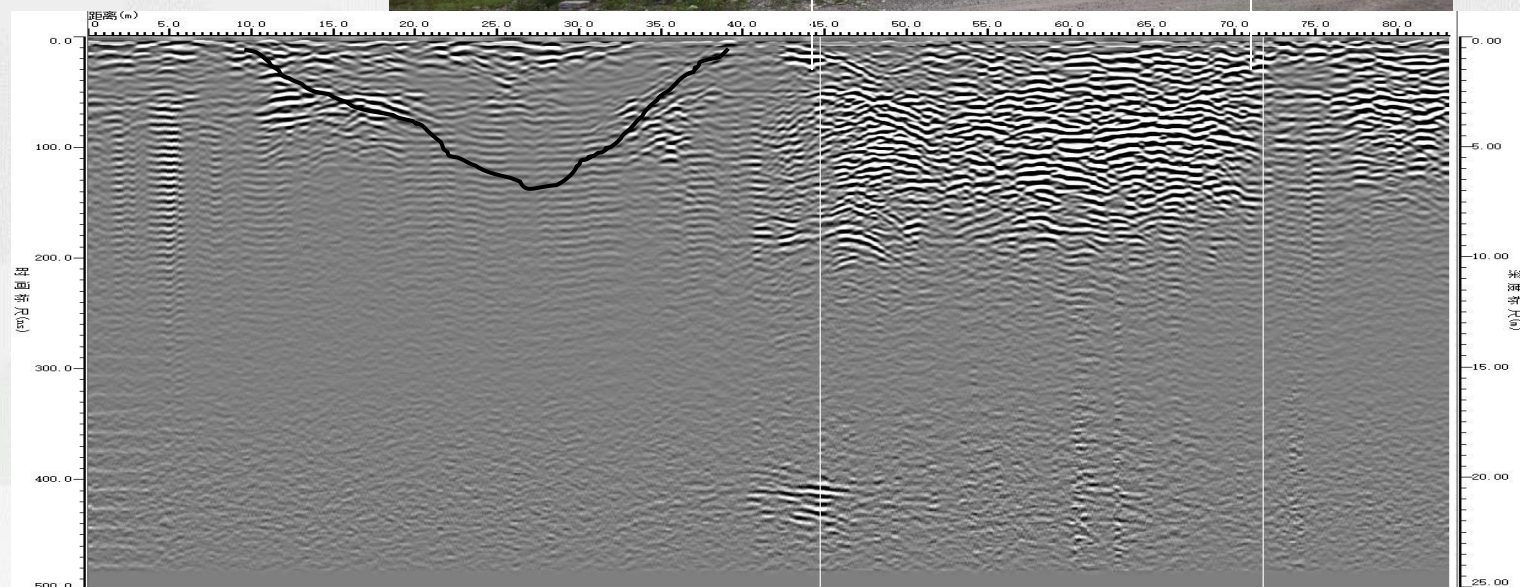
- 1、成像直观，分辨率高
- 2、施工速度快

难点

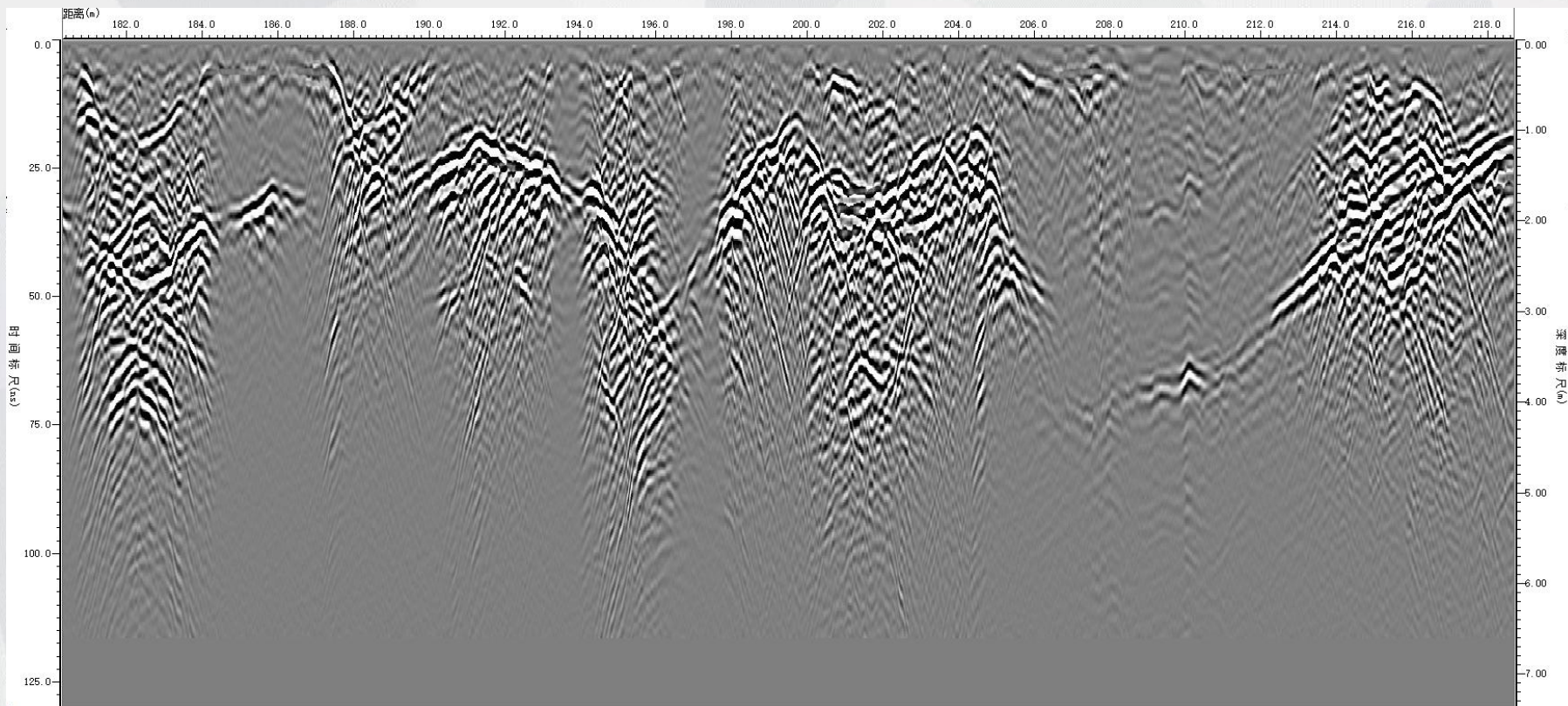
- 1、探测深度相对较浅
- 2、探测环境不可控，最终结果与个人经验有很大关系

野外地质勘察

碎石堆积底界探测



野外地质勘察



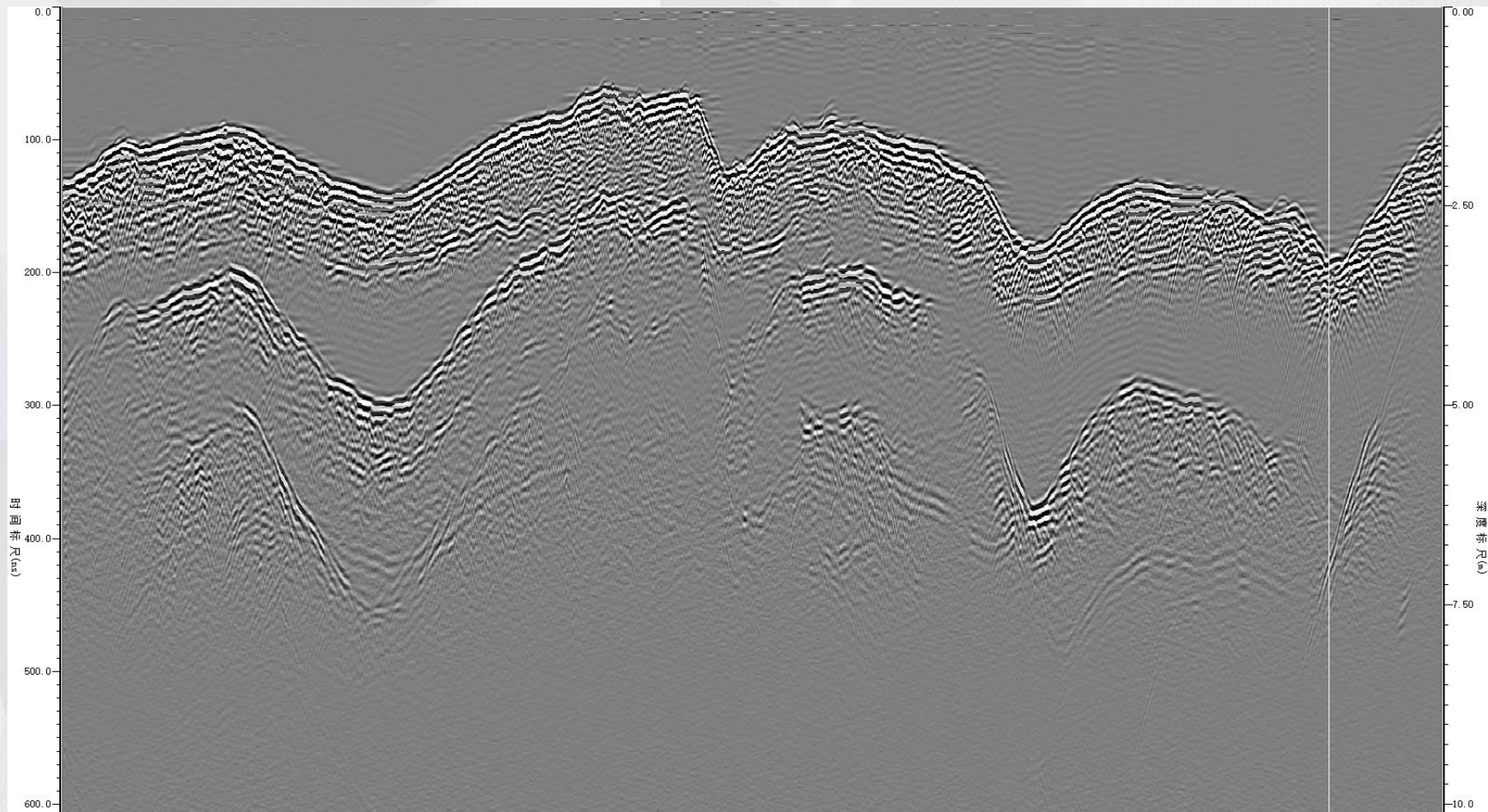
270MHz野外勘察数据

野外水文地质勘察



安徽青弋江水文勘察

野外水文地质勘察



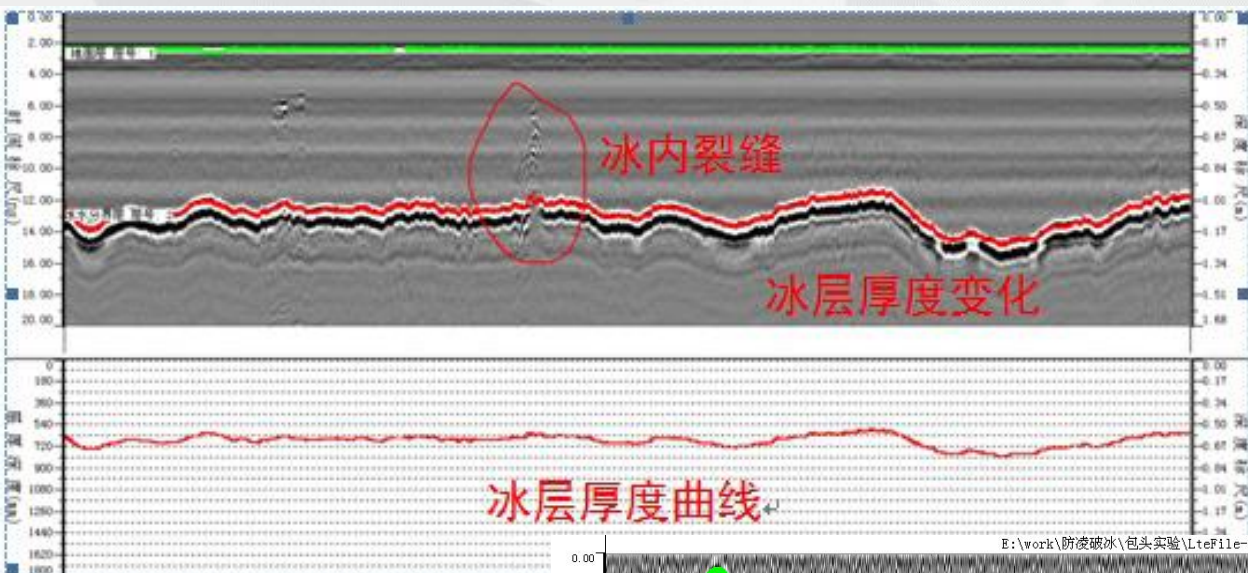
水深探测

野外水文地质勘察

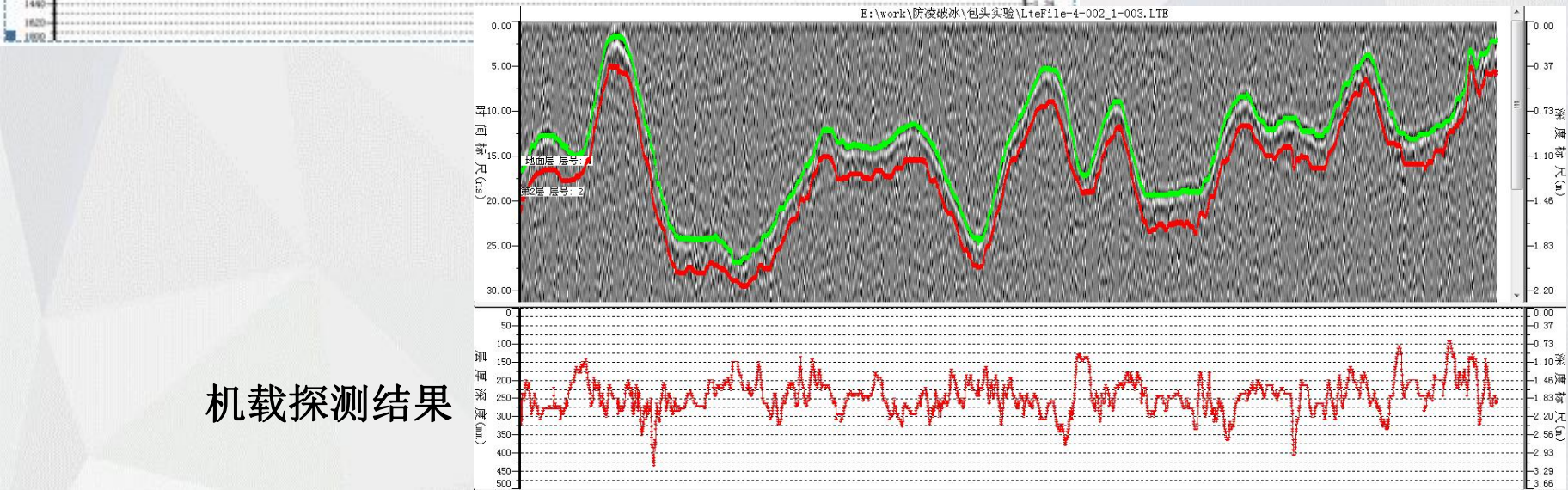


在安全的前提下对冰层厚度进行快速检测

野外水文地质勘察



车载探测结果



机载探测结果

欢



迎

游览红瓦绿树、碧海蓝天的青岛！
莅临团结勤奋、求实创新的22所！

谢谢大家！