

地下管线探测方法 实践及展望



主讲人：袁洲

2020年4月16日20:00

《地下管线探测方法实践及展望》目录

1. 地下管线探测现状及规范

2. 地下管线的种类及材质

3. 地下管线探测常用的方法和仪器

4. 地下管线探测中的探地雷达方法

5. GPR在地下管线探测中数据解释方法

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

1. 地下管线探测现状及规范

地下管线是城市及工矿企业的重要基础设施，担负着输送能源、传送信息等重要功能，是城市、企业生产建设和人民生活的生命线。地下管线资料齐全与否，将直接影响市政、企业建设和经济发展，关系到人民群众的生活。

随着城市的发展，越来越多的地下工程（如地铁、地下通道、地下管网等）开工建设。城市中地下工程的建设不可避免的遇到怎么样躲避已经铺设运行的管线的问题，并且市政管理部门也愈加重视此问题，每年都投入较大的财力和物力用于城市管线的探测工作。其意义在于：

- 1、指导后续地下工程的定向开挖。
- 2、城市公路灾害的定向排查。例如：城市道路的塌陷。
- 3、智慧城市及数字化城市的建设。

1. 地下管线探测现状及规范



1. 地下管线探测现状及规范

主要依据城市地下管线探测技术规程CJJ61-2003, CJJ61-2017

中华人民共和国行业标准
城市地下管线探测技术规程

Technical specification for detecting and
surveying underground pipelines and cables in city

CJJ 61—2003
J 271—2003

2003 北 京

第 1 页

《地下管线探测方法实践及展望》目录

1. 地下管线探测现状及规范

2. 地下管线的种类及材质

3. 地下管线探测常用的方法和仪器

4. 地下管线探测中的探地雷达方法

5. GPR在地下管线探测中数据解释方法

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

2. 地下管线的种类及材质

地下管线绝大多数是隐蔽工程，既不可见又不能全面开挖，必须借助专业仪器设备探查，查明其管线属性。**了解地下管线的种类和材质是选择合适的探测方法的前提**，也可为资料解释提供参考

金属管线

- ✓输水管线：主管线多埋设于主道路下，其埋深范围通常在**0.5~3.0m**内，其材质主要为两种，即混凝土管、铸铁管。而支管线的埋深基本为**1.5m**，材质主要为铸铁管。
- ✓热力管道：
- ✓电缆管线（电信）：大部分埋设于人行道或慢车道内，管线分支较多。
- ✓电力管线：基本埋设于慢车道或人行道内，埋深范围**1.0~3.0m**内。
- ✓工业管道：

非金属管线

- ✓排水管线：混凝土，管径较大，埋深在**0.5~2.0m**
- ✓燃气管线：其管道埋设通常存在一定的规律，埋深主要在**0.5~2.0m**内。**PE**（聚乙烯）管居多。
- ✓工业管道

材质： 铸铁、钢管、铜管、水泥、砼、PVC、PE、陶瓷管、砖石等

《地下管线探测方法实践及展望》目录

1. 地下管线探测现状及规范

2. 地下管线的种类及材质

3. 地下管线探测常用的方法和仪器

4. 地下管线探测中的探地雷达方法

5. GPR在地下管线探测中数据解释方法

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

3.地下管线探测常用的方法和仪器

- 不同材质的管线具有不同的物理性质，会产生不同的物理场

- 国内目前通用的管线探测技术：

- 一、探地雷达 (GPR)
- 二、电磁感应法

- 不同的管线运输载体的特征不同

- 其他探测技术：

- 三、声学探测
- 四、红外线成像
- 五、扎探

3.地下管线探测常用的方法和仪器

方法	应用领域
声学探测	通常用于漏水探测，塑料自来水和煤气管道的追踪
红外线成像	排水管道漏点定位、供热管道的漏点定位
扎探	最原始的探测方法，不能称其为技术
电磁感应法	金属、电缆定位，能够提供有关地下管线的各种资料，不能探测 非金属管线 。



《地下管线探测方法实践及展望》目录

1. 地下管线探测现状及规范

2. 地下管线的种类及材质

3. 地下管线探测常用的方法和仪器

4. 地下管线探测中的探地雷达方法

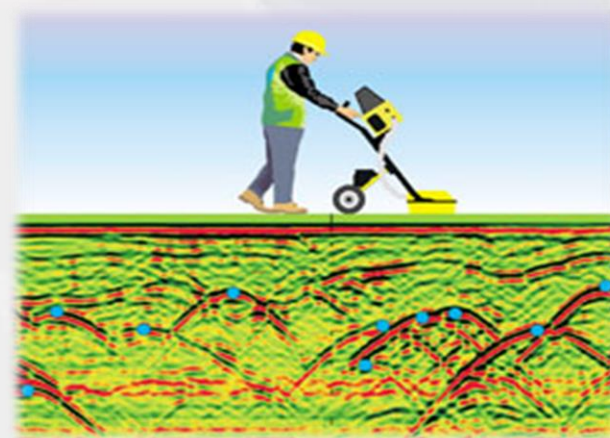
5. GPR在地下管线探测中数据解释方法

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

4.地下管线探测中的探地雷达方法

一种探测**金属、非金属管**
线——探地雷达 (GPR)

- 定位管线走向
- 定位管线深度
- 能探测的管线类型: 电缆, 光缆, 通信
缆, 金属管, 纯水泥管, PVC管, 陶
瓷管, 以及各种塑料管。
- 能区分地下管线类型 (金属/非金属)
- 能探测地下管线的口径 (定性判断)

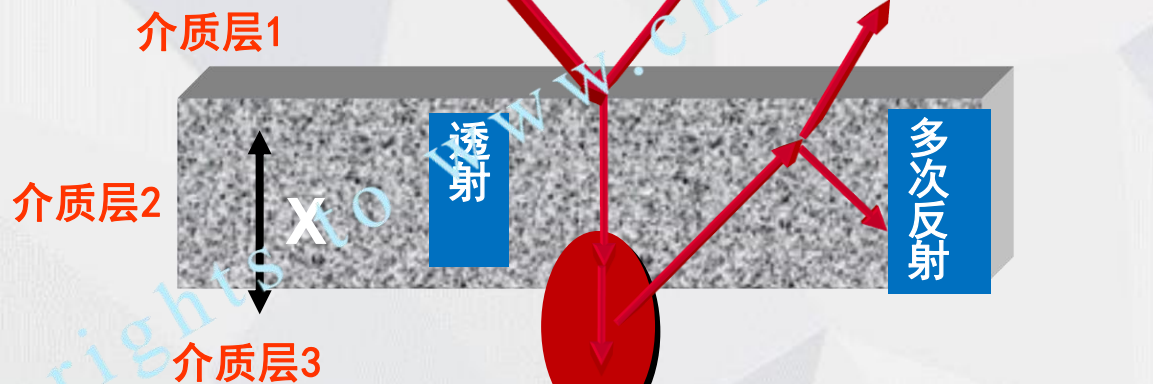


4.地下管线探测中的探地雷达方法

400M天线



地面直达波



$$X = \frac{1}{2} VT$$

X: 穿透深度

V: 电磁波传播速度

T: 双程旅行时间

4. 地下管线探测中的探地雷达方法

探地雷达工作时，在雷达主机控制下，脉冲源产生周期性的毫微秒信号，并直接馈给发射天线，经由发射天线耦合到地下的信号，在传播路径上遇到非均匀体（面）时，产生反射信号。位于地面上的接收天线在接收到地下回波后，直接传输到接收机，信号在接收机经过整形和放大等处理后，经电缆传输到雷达主机，经处理后，传输到微机。在微机中对信号依照幅度大小进行编码，并以伪彩色电平图/灰色电平图或波形堆积图的方式显示出来，经事后处理，可用来判断地下目标的深度、大小和方位等特性参数（图1和图2）。

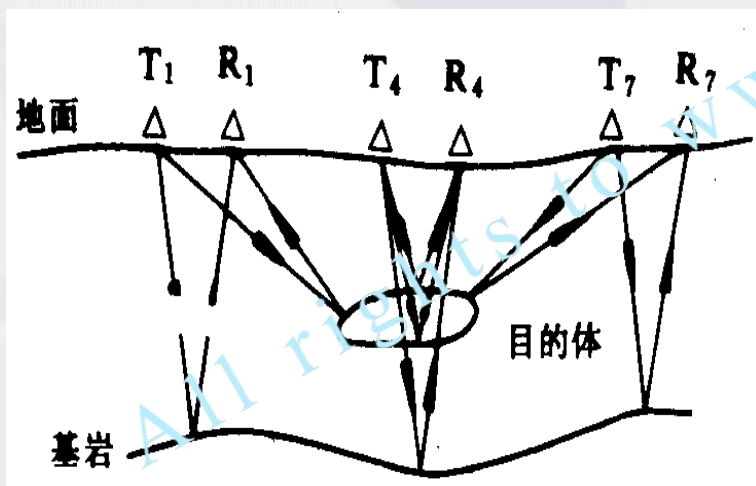


图1 电磁波反射路径

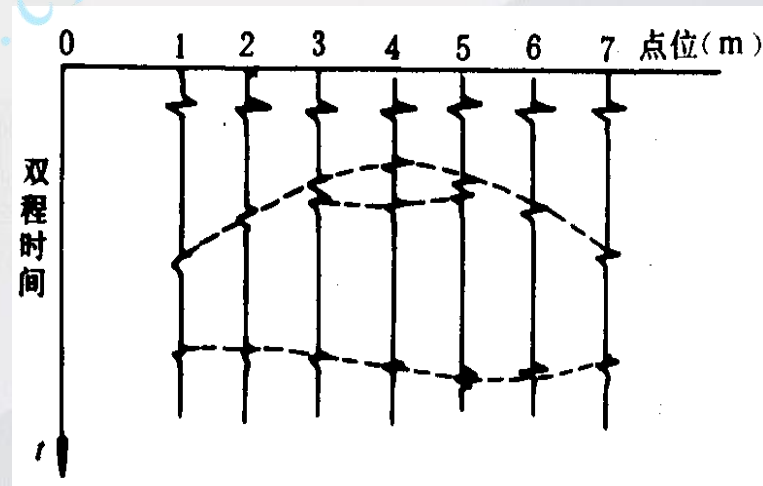
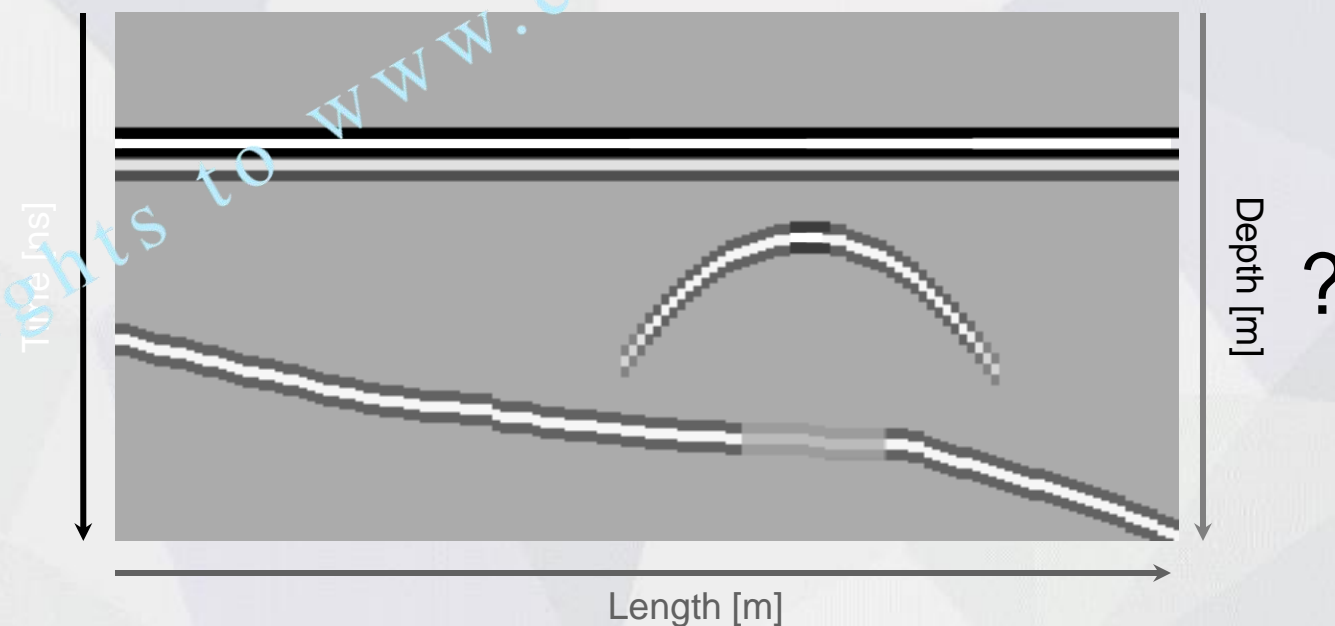


图2 探地雷达探测剖面

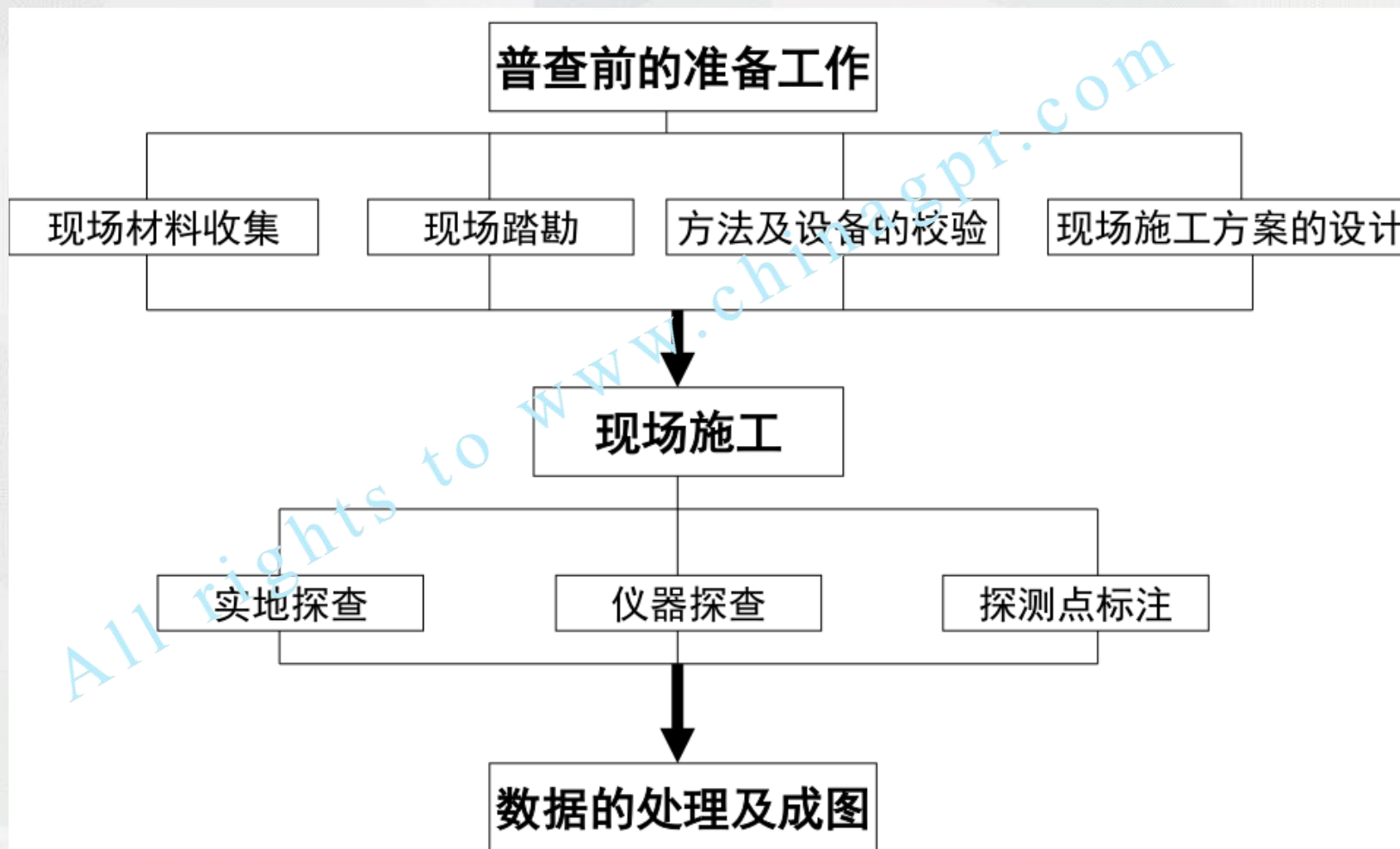
4. 地下管线探测中的探地雷达方法

GPR模拟探测地下管线的过程



4.地下管线探测中的探地雷达方法

城市地下管线探测的流程



4.地下管线探测中的探地雷达方法

实地调查

- 对裸露于地面以上的管线及其附属设施作实地调查、记录和测量。

窨井调查:

埋深、管线的用途、管径、断面尺寸
电缆孔(根)数、材质、压力、流向

现场标注:

井中心、是否偏心、一井多盖(阀)、
多出入口窨井井边定位点



雷达探测设备的选择

- 探地雷达的分辨率和探测深度是一对矛盾体，高频天线分辨率高可以检查到浅层的较细的管线但是深层的管线却检测不到，中低频天线可以检查到深层的管径较大的管线但是浅层的较细的管线却检测不到，所以使用单一频率天线漏检率较高。
- 为了平衡这对矛盾，尽可能的减小漏检率，选择多频率的复合探头是比较明智的，一次扫描可将扫描区域内多种管径和埋深的管线检测出来（埋深较深管径较细的管线还是无法检出）。

4. 地下管线探测中的探地雷达方法

主要配置天线



GC400M

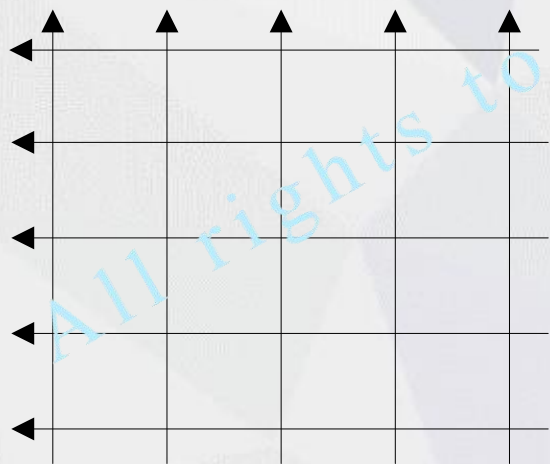


GC270M

4.地下管线探测中的探地雷达方法

测线布置

- 布置的测线应横切管线，这样才会出现典型双曲线的二维剖面图，便于管线的识别及管线的水平定位。
- 布置的测线不要紧靠窨井，因为窨井的开挖面一般大于窨井自身的面积，一般距窨井1米以上布置测线。



网状等间隔测线方式

对某一测量区域内的地下管线进行“盲探”时，测线最好布置成网格状。

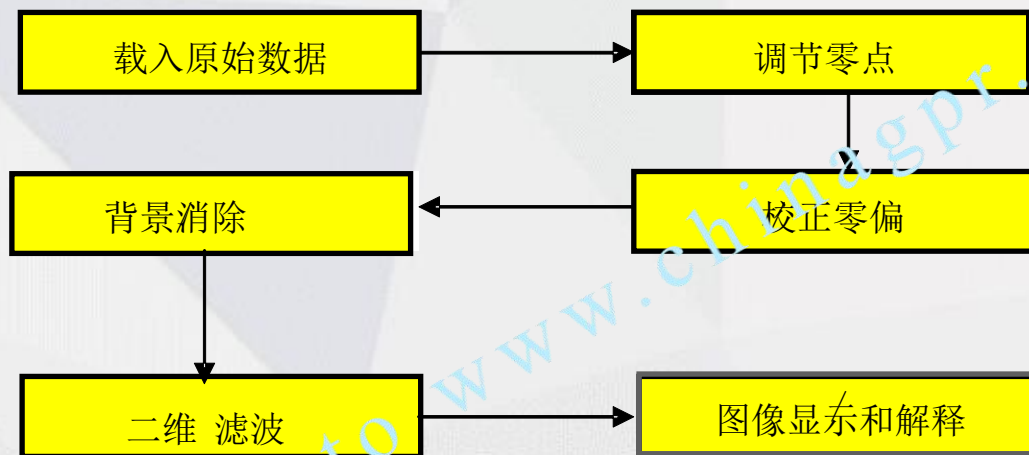
4.地下管线探测中的探地雷达方法

测线布置注意事项

- a,布置的测线应横切管线，这样才会出现典型双曲线的二维剖面图，便于管线的识别及管线的水平定位，管线走向不明，采用网格侧线。
- b. 布置的测线不要紧靠窨井，因为窨井的开挖面一般大于窨井自身的面积，一般距窨井1米以上布置测线。
- c. 测线最好布置在沥青路面上，尽量不要将测线布置在绿化带和人行道上。
- d. 建议不在多雨的夏季使用雷达进行检测，雷达使用的最佳季节是冬季

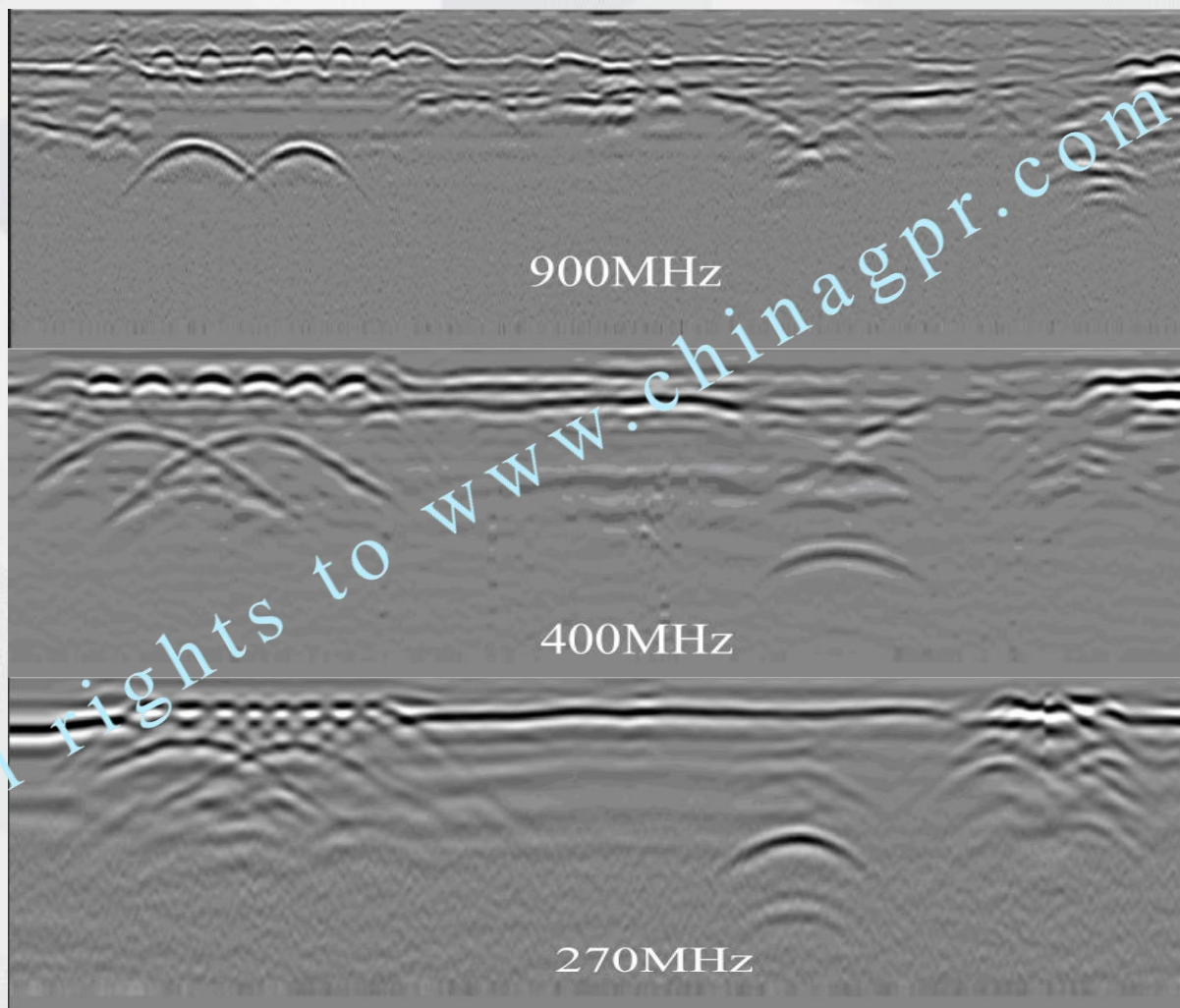
4.地下管线探测中的探地雷达方法

数据处理流程



4.地下管线探测中的探地雷达方法

数据成图



4.地下管线探测中的探地雷达方法

1. 数据建库及录入
把野外采集的管线数据
(属性、位置等) 按规
程的要求录入计算机,
建立相应的数据库。



《地下管线探测方法实践及展望》目录

1. 地下管线探测现状及规范

2. 地下管线的种类及材质

3. 地下管线探测常用的方法和仪器

4. 地下管线探测中的探地雷达方法

5. GPR在地下管线探测中数据解释方法

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

5.GPR在地下管线探测中数据解释方法

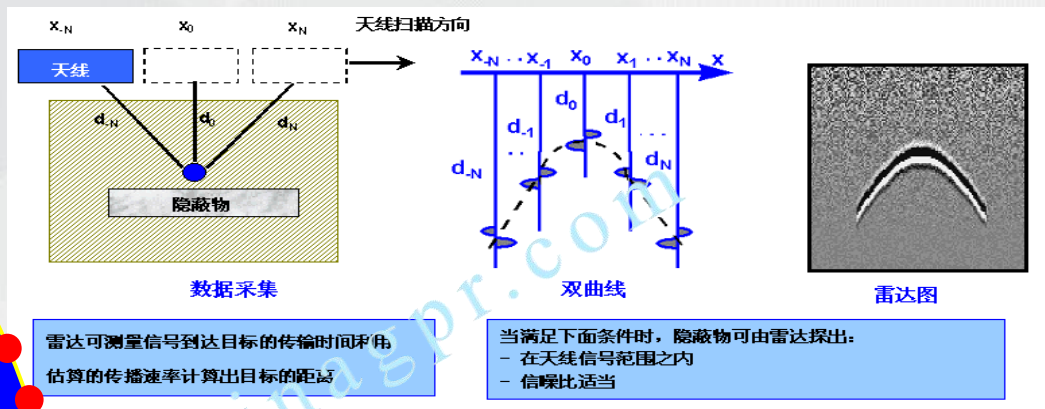
地下管线大多为金属材质，部分为非金属材质，多以坚硬均匀的物质构成(如铸铁、钢、砼、PE、PVC等材质)，分布在市区内主、次、支路下的土壤或杂填土中，地下管线与周围松散、硬度不一的土壤或杂填土之间，管线与管线内的介质之间，均存在着介电常数和电阻率等物性差异，这是雷达用于地下管线探测的地球物理前提。

管线异常的形成机制？具有何种特征？

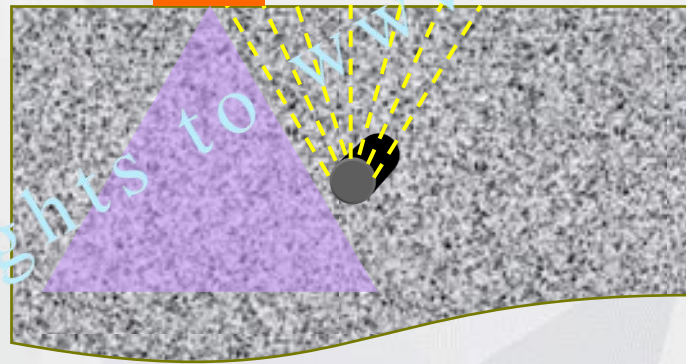
5.GPR在地下管线探测中数据解释方法

GPR模拟检测管线的过程

管线如何形成的?

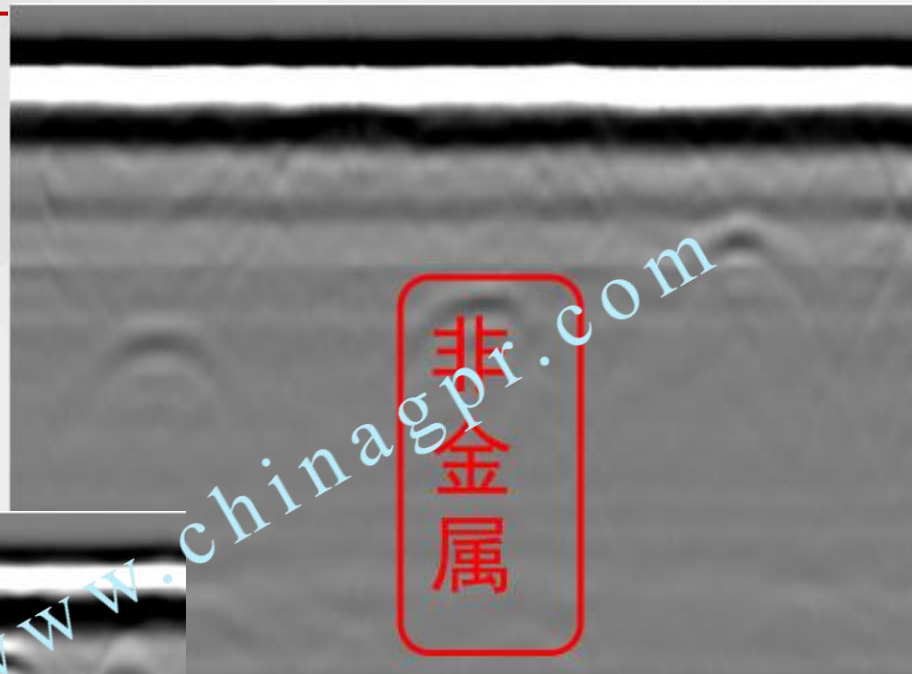
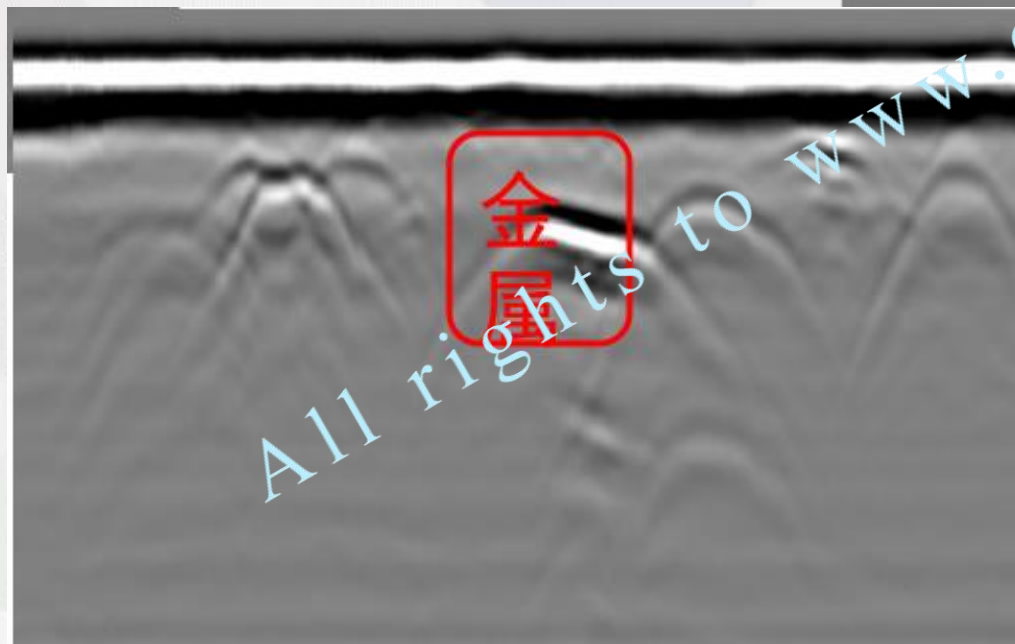


天线



5.GPR在地下管线探测中数据解释方法

如何识别金属管线和非金属管线？



金属管线：

- 相位与地面波相位相同
- 非金属管线：
- 相位与地面波相位相反

5.GPR在地下管线探测中数据解释方法

管线检测分辨率？

可识别最小管线的尺寸，

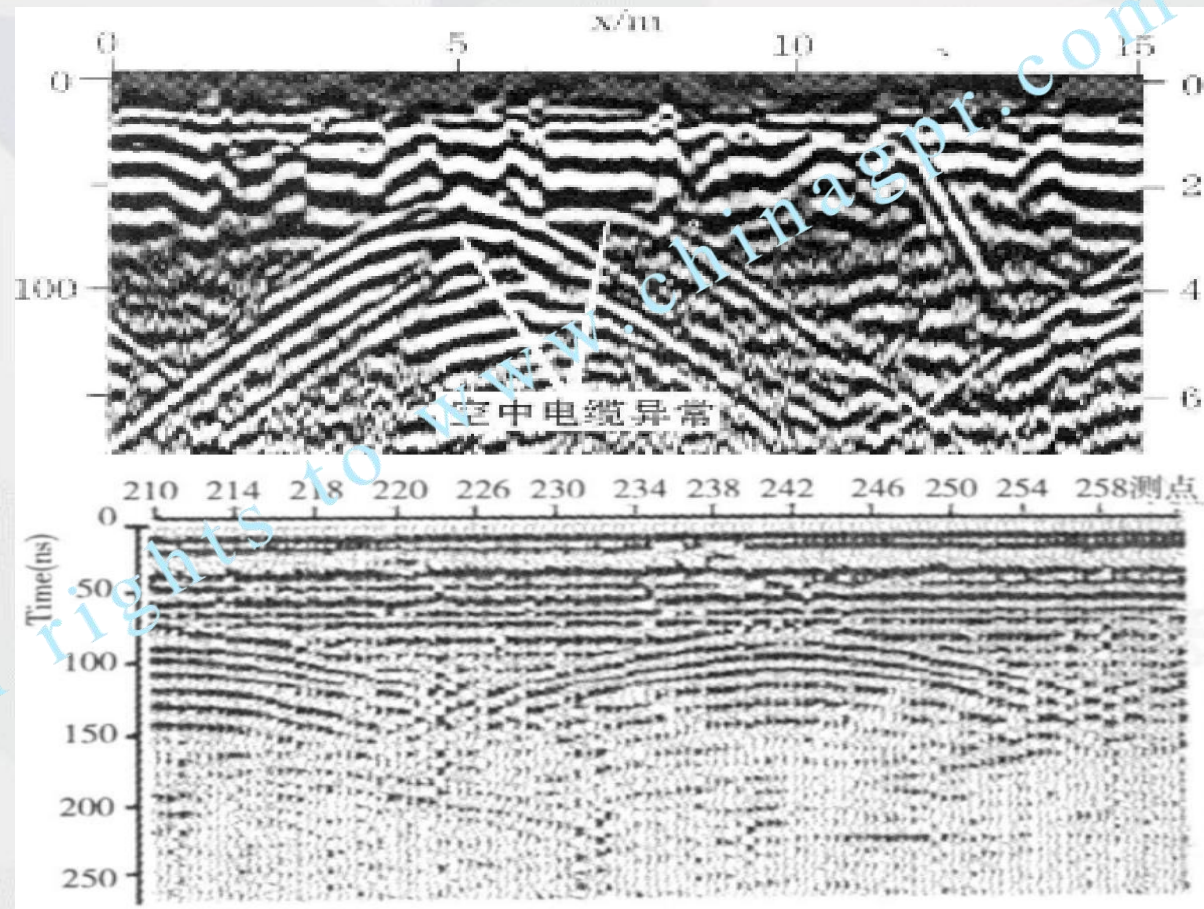
$$L=H/10$$

影响探地雷达在某一深度的最小可识别管线的因素有很多，如土壤衰减程度和介电常数，管线的材质等所以说其在某个深度的最小识别目标的尺寸不是一个定值

5.GPR在地下管线探测中数据解释方法

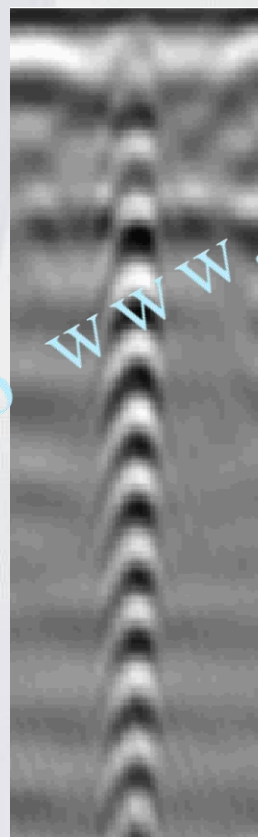
过路的电缆、天桥、路边的高炮广告、路灯杆都会出现类似管线的典型反应，如下图所示

如何识别干扰？



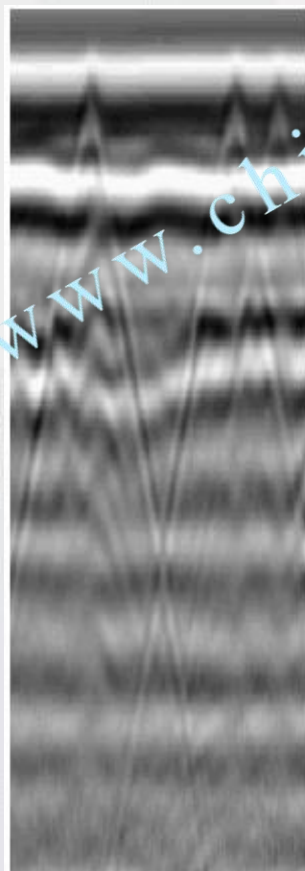
5.GPR在地下管线探测中数据解释方法

电缆：多次波能量强，上下宽度一致，弧度小，
震荡到底，如下图所示



5.GPR在地下管线探测中数据解释方法

从地面波或地面波下方起，弧形尖锐，拖尾较长，多次波弱，猜测为长金属条，如下图所示



《地下管线探测方法实践及展望》目录

1. 地下管线探测现状及规范

2. 地下管线的种类及材质

3. 地下管线探测常用的方法和仪器

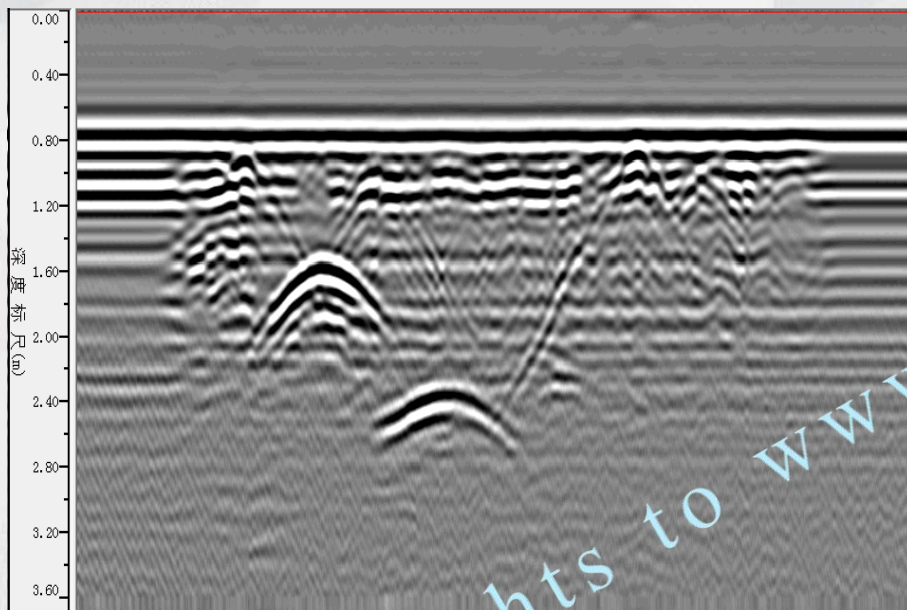
4. 地下管线探测中的探地雷达方法

5. GPR在地下管线探测中数据解释方法

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

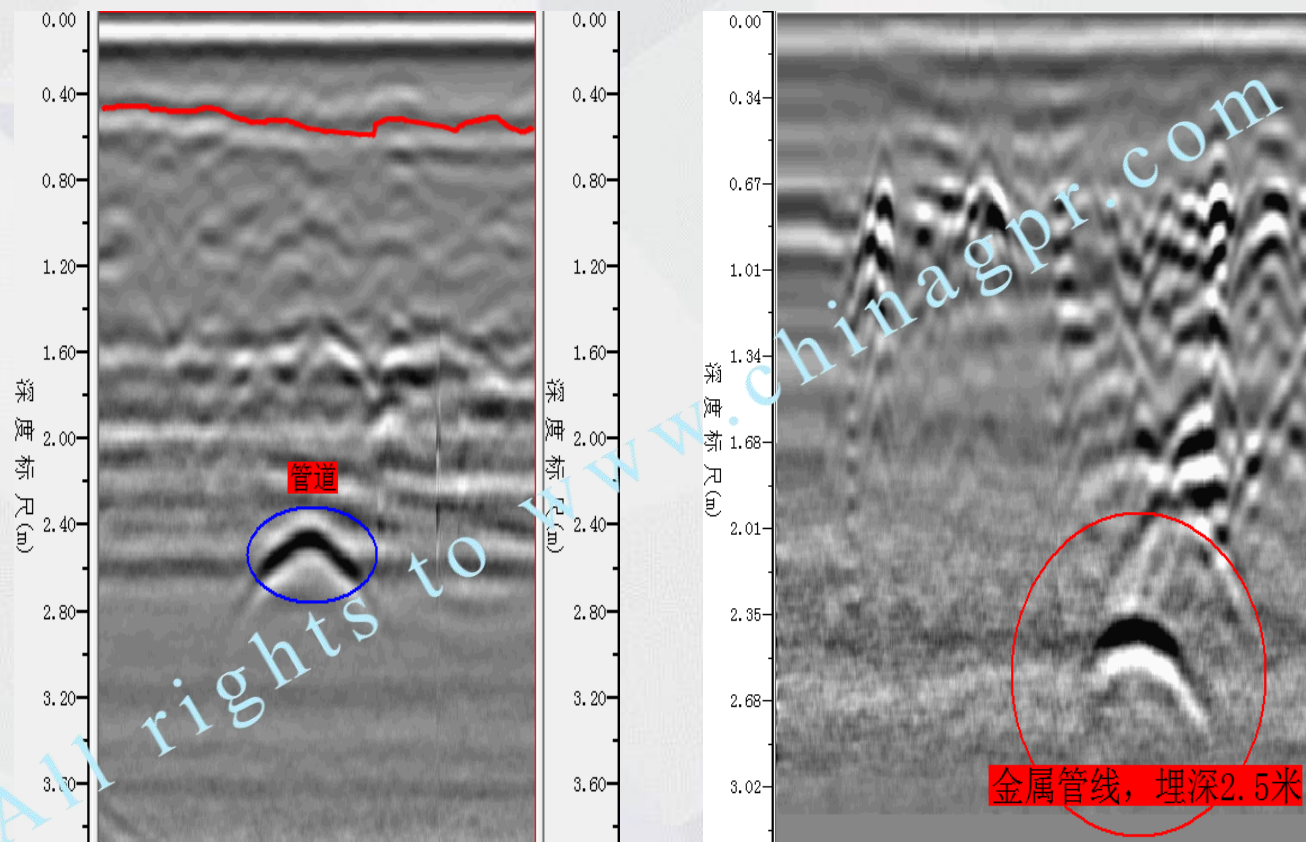
排污暗管检测



2012年5月，同河北省保定市满城县环保局对满城县内的28家造纸厂进行了偷埋排污暗管的检测。

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

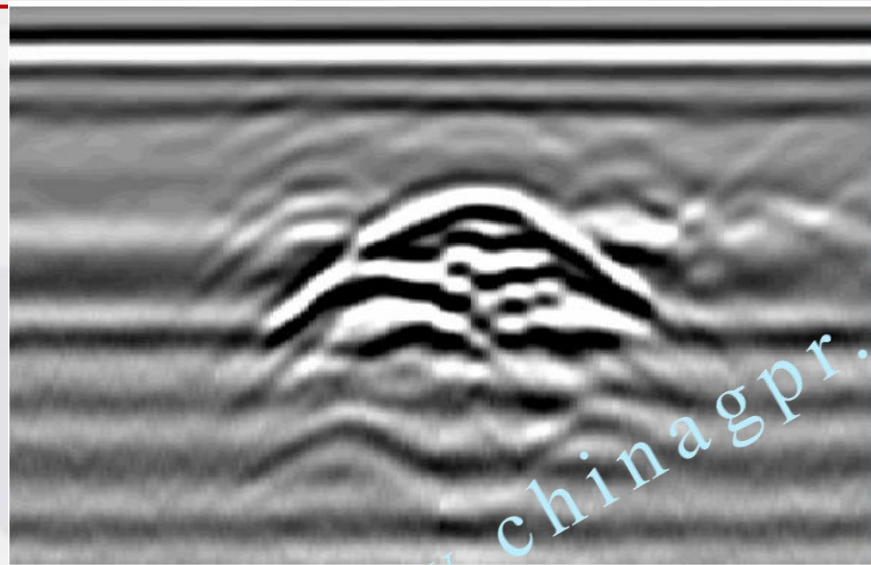
排污暗管检测



埋深约2.5米的管道

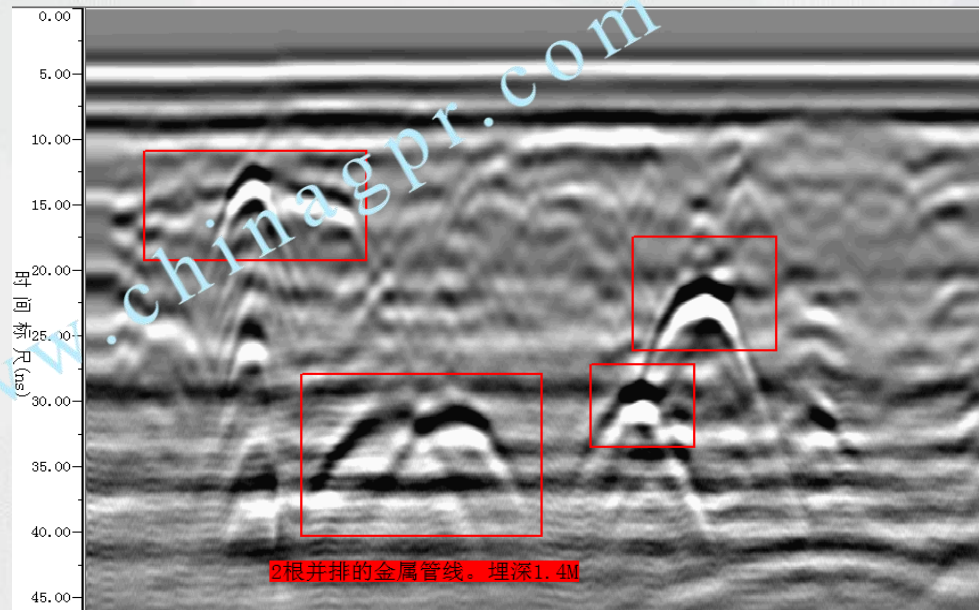
6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

污水
管线
排查



6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

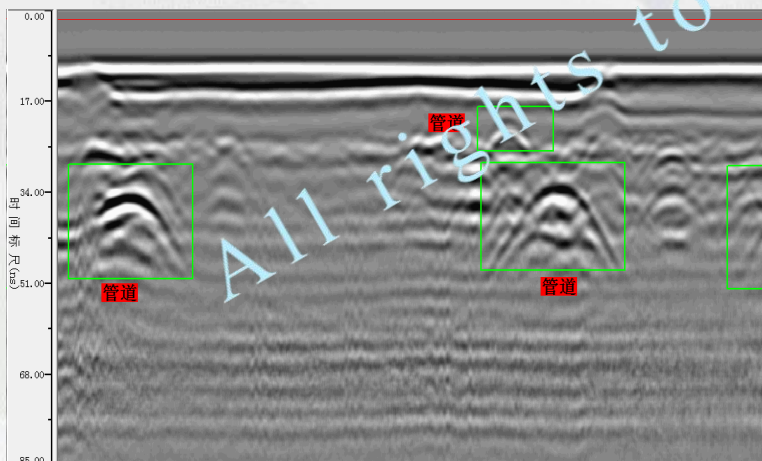
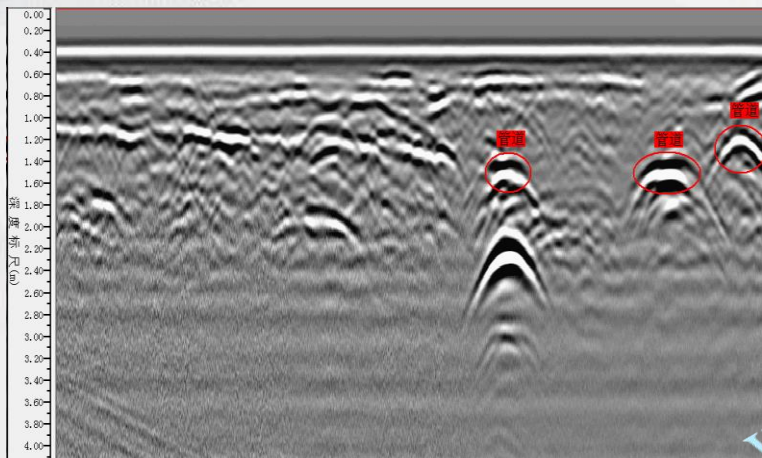
市政管线检测



2012年6月调兵山市进行地下
人防工程施工前管网普查

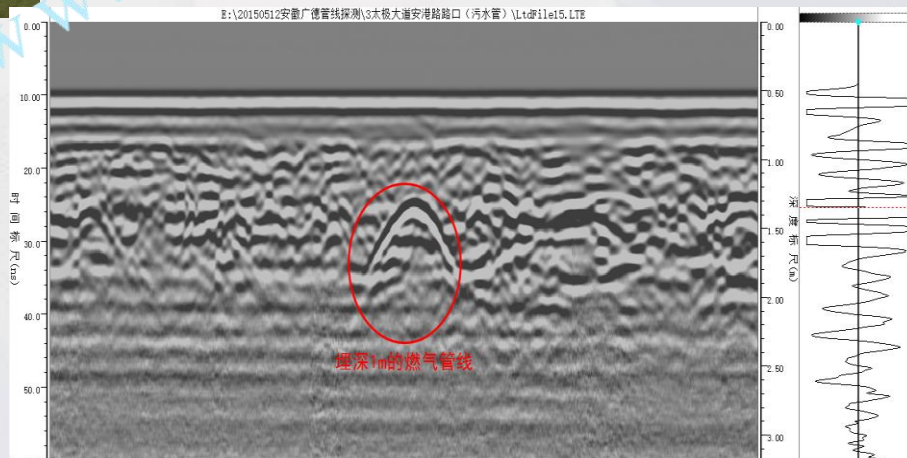
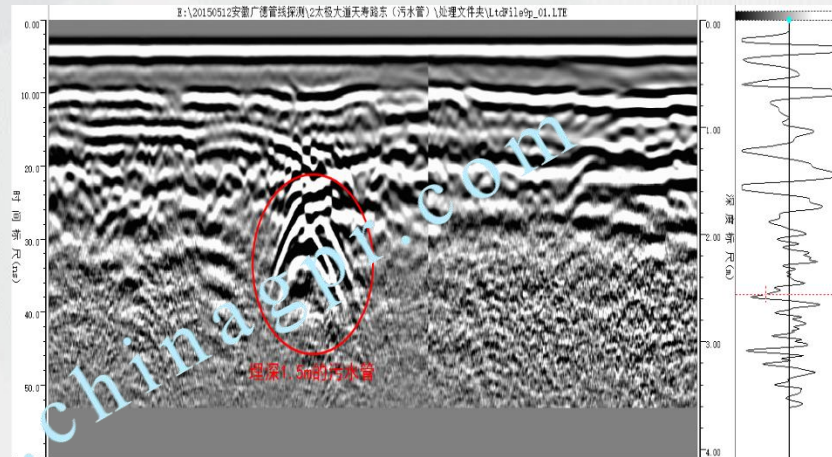
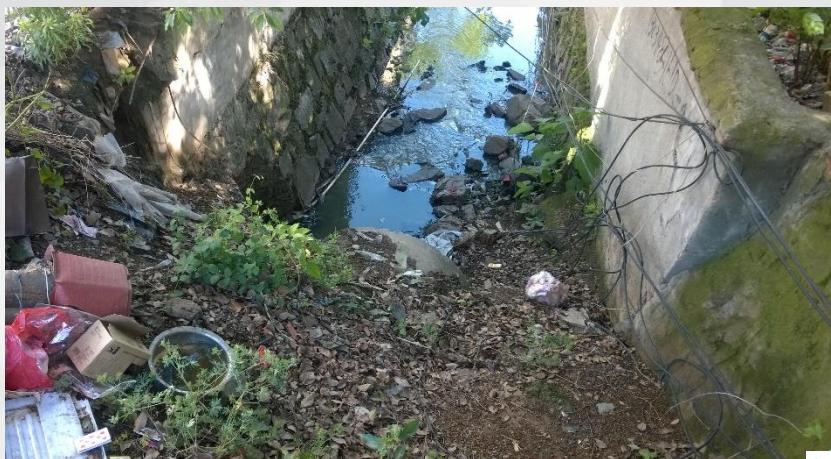
6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

市政管线检测



6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

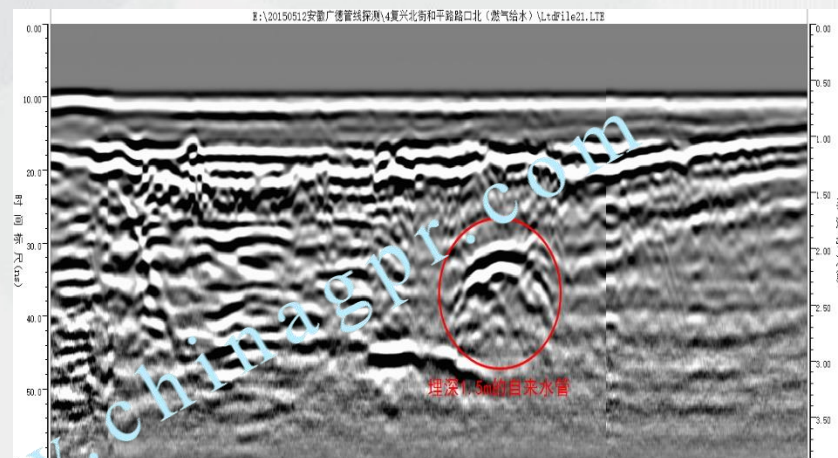
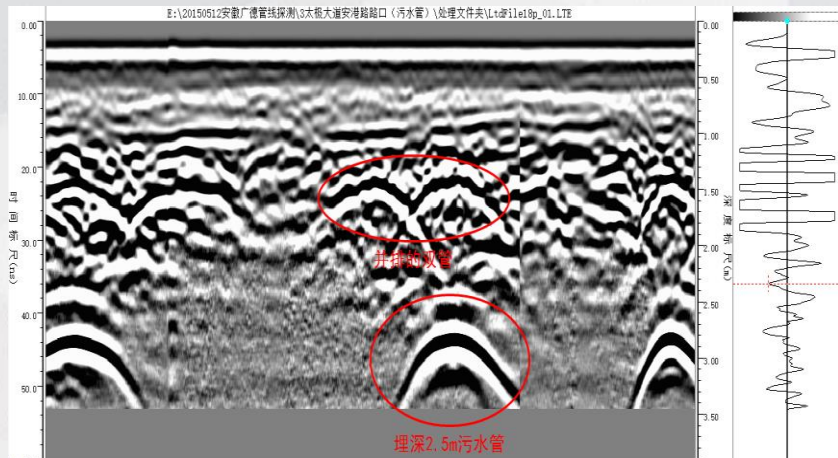
市政管线检测



2015年5月广德县市政管线普查

6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

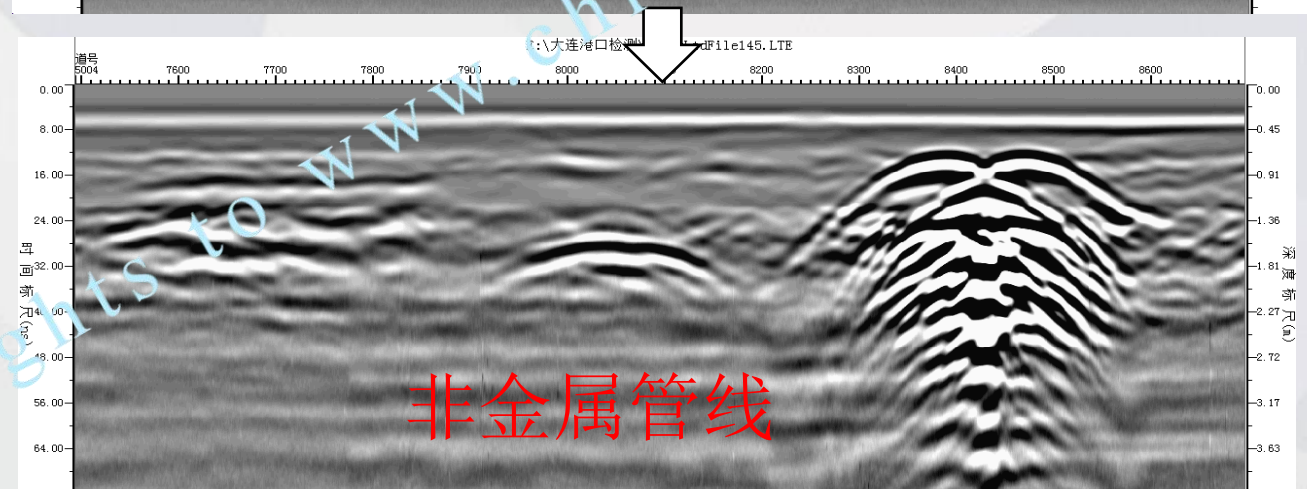
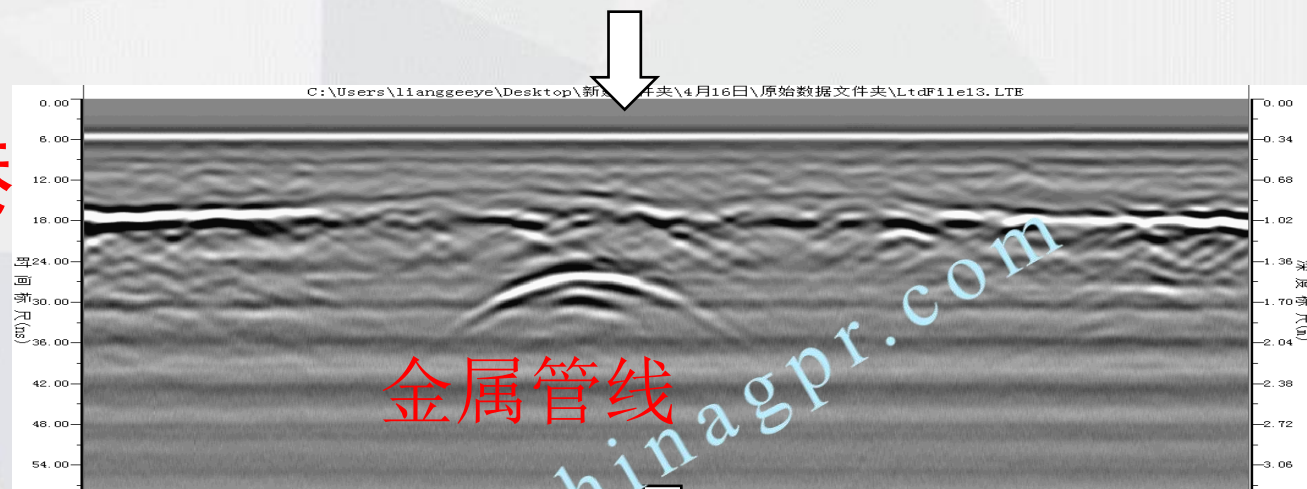
市政管线检测



测到的管线（上图）和横穿建筑物的暗河（下图）

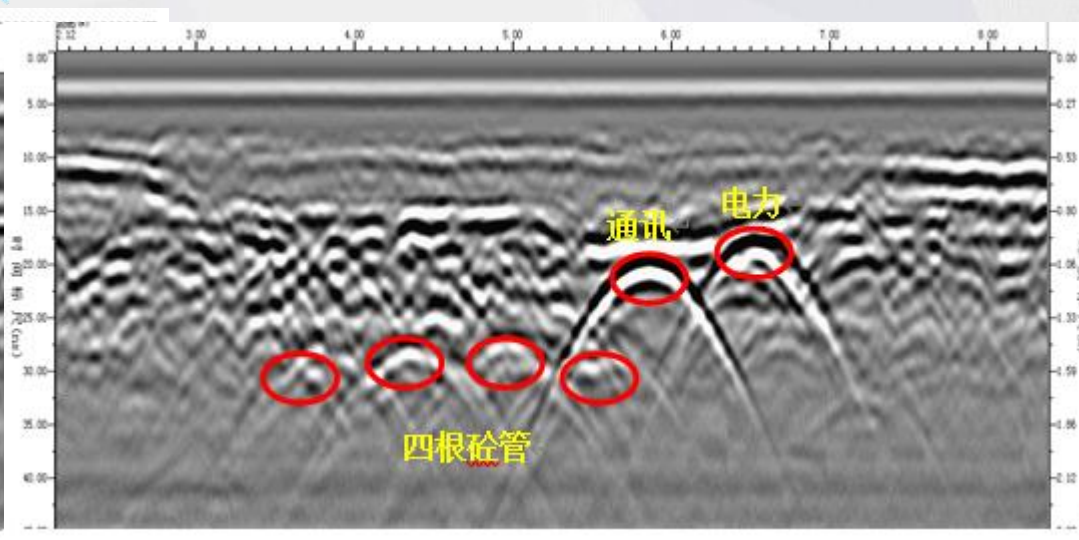
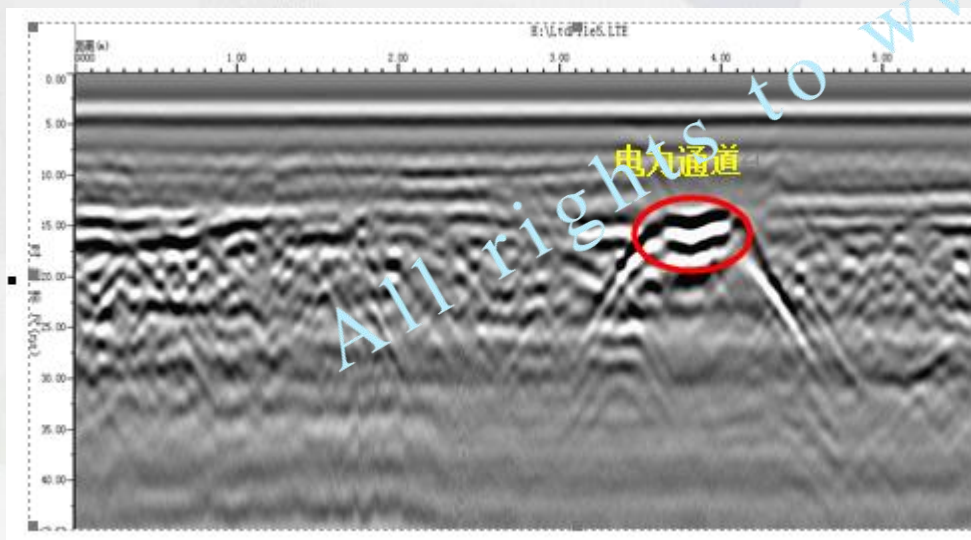
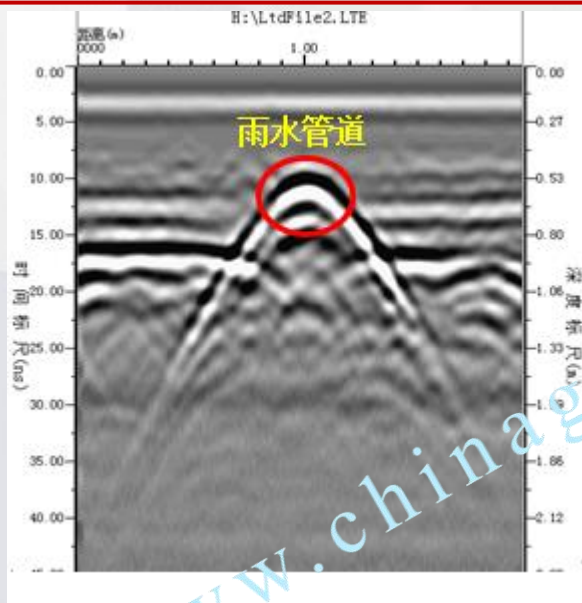
6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

大连市新港 暗管探测

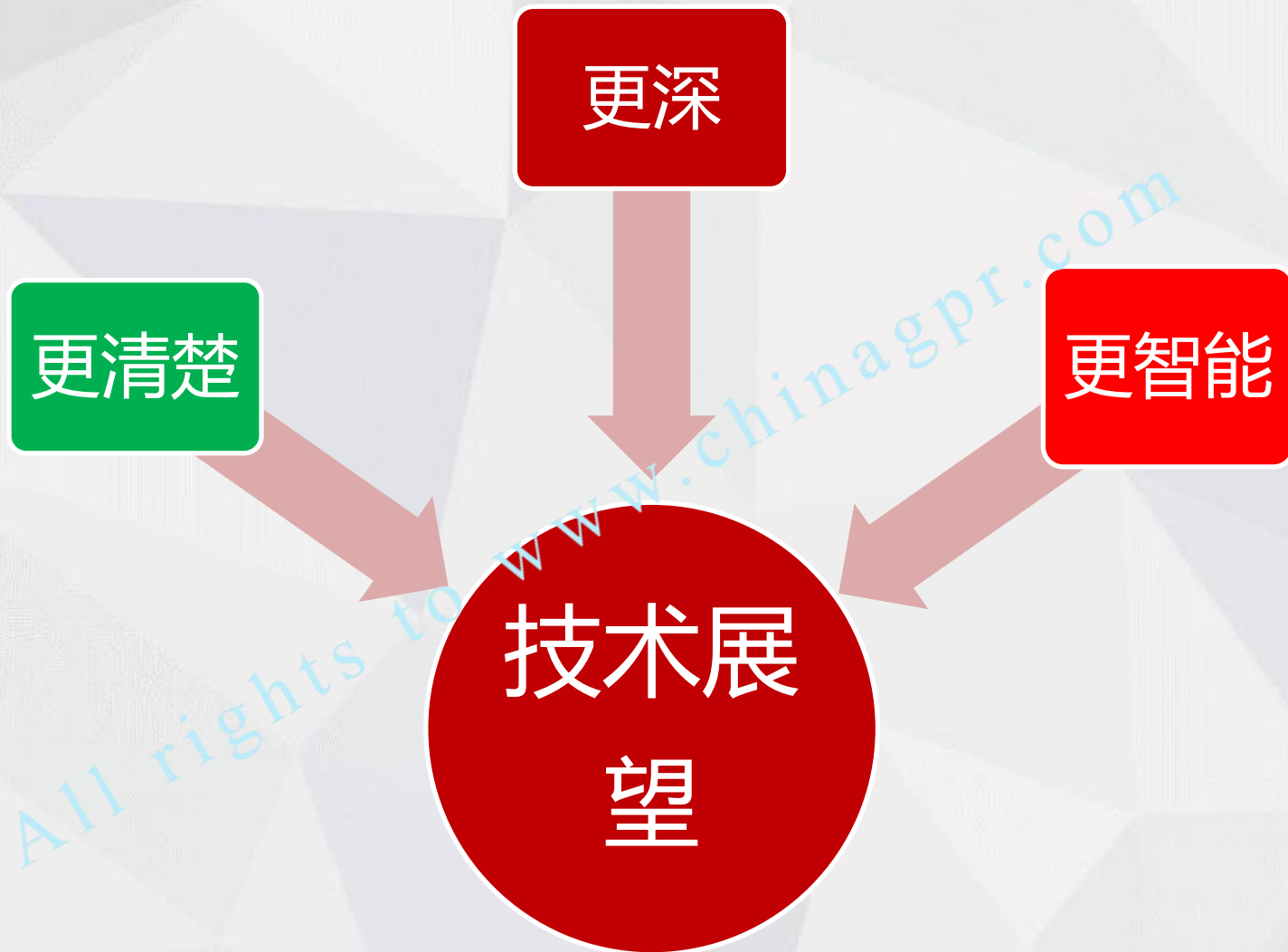


6. LTD探地雷达在地下管线检测中的应用

管线普查



《地下管线探测方法》展望



《地下管线探测方法》展望

3d管线管
理系统



地下病害
管理系统

智慧城
市系统

众人拾柴火焰高!

Making light work, we together!

CETC 中国电科

责任 创新 卓越 共享

Responsibility
Innovation

Excellence
Shared

- 下期预告（4月17日晚八点）：
- 讲座题目：GPR06-城市塌陷探测及信息管理
- 信息发布网站：www.chinagpr.com