

RADIODETECTION 

RD1500TM

超宽频天线探地雷达

操作手册

90/RD1500-OPMAN-CN/01

SPX 

目录

Section 1 - 序言	4
1.1 重要提示	4
1.2 知识产权	5
Section 2 - 介绍	6
2.1 关于本手册	6
2.2 关于 RD1500	6
2.3 手册大纲	6
2.4 安全	7
2.5 培训	7
Section 3 - 系统概述	8
3.1 介绍	8
Section 4 - 组装	10
4.1 开箱	10
4.2 外置 GPS (选配件)	13
4.3 组装完毕	15
Section 5 - 开始	16
5.1 通电	16
5.2 关机	18
5.3 显示单元的使用	18
5.4 向下滑动菜单	19
Section 6 - 工具和设置	21
6.1 偏好 (Preferences)	21
语言 (Language)	22
单位 (Units)	22
音量 (Volume)	22
亮度 (Brightness)	22
自动隐藏按钮 (Auto-Hide Buttons)	22
匿名使用统计 (Anonymous Usage Statistics)	22
6.2 系统设置	22
日期/时间 (Date/Time)	23
WiFi 设置	23
地点	26
GPS	26
重置为默认值	27
6.3 文件管理	27
屏幕截图库	28
删除所有保存的数据	29

删除项目（增强版系统）	29
地图视图（增强版系统）	29
导出数据	30
6.4 系统测试	30
系统信息	30
键盘测试	31
里程表校准	32
传感器测试	32
触摸屏	33
GPS	33
Section 7 - GPR 概念	36
7.1 原理	36
7.2 双曲线	36
7.3 计算深度	37
7.4 土壤标定值	37
7.5 空气波	38
Section 8 - 线扫描	39
8.1 选择一条线	40
8.2 采集数据	40
8.3 DynaQ™	41
8.4 后退指示器	42
8.5 旗标	43
8.6 线扫描菜单选项	44
缩放 (Zoom)	44
颜色 (Color)	47
滤波器 (Filter)	47
增益 (Gain)	48
FrequenSee™	48
土壤标定	49
注解 (Interp)	50
暂停 (Pause) 按钮（仅在不保存模式 (No Save Mode) 中才有）	52
画箭头（仅在不保存模式 (No Save Mode) 中才有）	52
Section 9 - 网格扫描	54
9.1 网格参数	54
网格编号	54
网格尺寸	55
网格分辨率	55
开始数据收集	55
9.2 布局网格	55
9.3 数据收集	56
物理数据收集	56
显示单元上的数据收集	56
重新收集和跳过线	57
处理数据	58
Section 10 - 切片视图	59

10.1 深度	59
10.2 颜色 (Color)	60
10.3 网格线 (Grid Lines)	61
10.4 线视图 (Line View)	62
10.5 重新收集线 (Recollecting lines).....	63
Section 11 - 地图视图	64
11.1 访问地图视图 (RD1500)	64
11.2 访问地图视图 (RD1500 增强版)	64
11.3 地图视图屏幕	65
Section 12 - 截取屏幕和通过电子邮件发送微型报告.....	66
12.1 截取屏幕	66
12.2 微型报告	67
Section 13 - 传输数据到电脑	69
Section 14 - 故障检修	71
14.1 电源	71
14.2 系统通信	71
14.3 系统过热	71
14.4 显示单元问题	72
14.5 车轮摇晃	72
14.6 创建一条对比数据质量的测试线.....	72
14.7 联系供应商进行检修	72
14.8 使用智能手机上的热点	72
Section 15 - 保养和维护	74
15.1 电池保养	74
15.2 电缆保养	74
15.3 防滑垫	75
15.4 里程表	75
15.5 储藏箱	75
Section 16 - 技术规格	76
Section 17 - 保修	77
17.1 保修条件说明	77
Section 18 - 附录 A: 健康和安全认证.....	1
Section 19 - 附录 B: GPR 辐射、干扰及法规.....	1
Section 20 - 附录 C: 仪器干扰	1
Section 21 - 附录 D: 有关爆炸性装置的安全.....	1
Section 22 - 附录 E: WiFi 模块	1

Section 1 - 序言

开始操作之前

感谢您对雷迪公司 RD1500 探地雷达系统的青睐。

在开始使用 RD1500 之前，请完整阅读本用户手册。

雷迪公司的产品，包括本手册，都在持续发展完善之中。本操作手册中的信息截至发布之时准确无误；但是 RD1500、本手册及其所有内容可能会发生变更。

雷迪公司保留不予通知而修改产品的权利，某些产品在本用户手册发布后可能已经发生更改。

如需了解有关 RD1500（包括本手册）以及其他用于定位地下公用设施的雷迪系列产品的最新信息，请联系您当地的雷迪经销商或访问 www.radiodetection.com。

1.1 重要提示

一般说明

本仪器或仪器系列已经按照 IEC 801-2 测试合格，不会因为正常的静电放电而永久性损坏。但是，极端情况下可能出现暂时性故障。如发生这种情况，请关闭电源，等待片刻然后重新开机。如果仪器仍有故障，断开电源几秒钟再重新启动。

安全

 **警告！** 不遵守安全警告可造成严重伤害或死亡

小心！ 不遵守安全注意事项可对设备或财产造成损坏

本设备只可由具有相关资质且经过培训的人员使用，使用前必须通读本操作手册。

必须按照这些操作说明中的规定使用显示单元，否则其提供的保护可能被削弱。

电池充电器/交流适配器只可与提供了保护性接地的电源插座连接。

交流电源线只可连接电池充电器/交流适配器上标注的指定电源。

电池充电器/交流适配器仅供室内使用。

请勿使用额定值不匹配的导线更换电池充电器/交流适配器的可拆卸电源线。

请勿将显示单元放在不方便拔下 37 针 GPR 连接器的位置。

本产品的外部应使用湿布清洁。

1.2 知识产权

© 2016 Radiodetection Ltd. 保留所有权利。雷迪 (Radiodetection) 是斯必克公司 (SPX Corporation) 旗下的子公司。雷迪 (Radiodetection) 和 RD1500 是雷迪公司在美国和/或其他国家的注册商标。

Section 2 - 介绍

2.1 关于本手册

本手册为公用设施定位和其他专业人员提供 RD1500™ 系统的综合操作说明。在操作 RD1500 系统之前阅读本手册并了解所有安全警告和程序十分重要。

2.2 关于 RD1500

雷迪 RD1500 是一款技术先进的探地雷达系统。

专为公用设施定位设计的 RD1500 是一款先进的探地雷达，可探测非导电性管道和导管。它采用基于网格的数据收集系统，可生成水平和垂直深度图。高分辨率屏幕、现场分析工具以及 Wi-Fi 数据传输提供的先进的报告能力使定位专家和勘测人员能够在现场标记伪影、生成并向客户提交现场报告。

2.3 手册大纲

第 1 节包括安全程序和注意事项概述。在阅读第 2 节和本手册的其余部分之前应仔细阅读这些内容

第 3 节为 RD1500 系统的概述

第 4 节说明如何组装 RD1500 系统

第 5 节描述开始使用设备

第 6 节介绍工具和设置

第 7 节提供 GPR 概念的概述

第 8 节 介绍线扫描模式

第 9 节 介绍网格扫描模式

第 10 节 介绍切片视图模式

第 11 节 介绍地图视图模式

第 12 节 介绍屏幕截图和通过电子邮件发送微型报告

第 13 节介绍传输数据到电脑

第 14 节介绍故障检修

第 15 节介绍保养和维护

第 16 节介绍 RD1500 的技术规格

第 17 节解释了有关保修的内容

第 18–23 节为附录，包括：

- 附录 A： 健康和安全认证
- 附录 B： GPR 辐射、干扰及法规
- 附录 C： 仪器干扰
- 附录 D： 有关爆炸性装置的安全
- 附录 E： Wi-Fi 模块
- 附录 F： 进口/出口

2.4 安全

在操作 RD1500 之前，请完整阅读本手册。必须留意序言和本手册中的所有安全注意事项

当在任何环境或工作场所操作本设备时，请遵守贵公司和国家的安全程序和/或要求。如果您不确定哪些政策或程序适用，请联系贵公司或现场的职业健康和安全官以及当地政府了解更多信息。

如果怀疑任何零件和附件损坏或故障，请勿使用本设备。

只可使用授权附件。不兼容的附件可能损坏设备或显示不正确的读数。

保持设备清洁，并安排授权的雷迪服务中心进行定期保养。如需了解更多信息，可查阅附录或向您当地的雷迪代表查询。

请勿尝试打开或拆卸本设备的任何部分，除非本手册有特别说明。这样做可能会造成设备故障并导致制造商的保修失效。

2.5 培训

雷迪公司提供大部分雷迪产品的培训服务。我们具有相关资质的讲师将在贵方选择的地点或雷迪总部对设备操作员或其他人员进行培训。

如需了解更多信息，请访问 www.radiodetection.com 或联系您当地的雷迪代表。

Section 3 – 系统概述

3.1 介绍

本手册对照嵌入式软件 V1R1 版。如需查看您的系统上安装的是哪一个软件版本，请参见第 5.4 节 向下滑动 (Swipe Down) 菜单。

RD1500 是一款完善的探地雷达系统，提供两种数据捕获模式：线扫描和网格扫描。装置组装并开机后，不到一分钟便可开始进行 GPR 勘测。

RD1500 的特点包括：

- 高清晰触摸显示屏
- 就地显示所收集网格的深度切片
- UWB（超宽带）天线带来高质量的数据
- 用户可利用 *FrequenSee™* 技术选择性查看小型、中型或大型地下目标
- 轻便的玻璃纤维推车框架
- 内置 WiFi 能力
- 集成 GPS 接收器和外部 GPS 选件为地理参照数据带来更高的定位精度
- 可标记表面旗标和地下注解
- 在地图视图中显示探测路径和目标
- 无缝导出报告到 EKKO_Project 软件进行进一步数据分析



RD1500 亦有增强配置。下表总结了两种配置之间的不同：

判断标准	RD1500	RD1500 增强版
数据如何保存?	屏幕截图 (.JPG)	屏幕截图 (.JPG) 和 .GPZ 文件
可以保存多少数据?	<ul style="list-style-type: none"> • 10 个网格 • 99 条线 • 999 个屏幕截图 	9 个项目，每个项目： <ul style="list-style-type: none"> • 10 个网格 • 99 条线 • 999 个屏幕截图
文件存储形式	线和网格	包含线、网格和屏幕截图的项目
地图视图	显示单一的一条线或一个网格	显示项目中的所有线/网格
基于电脑的数据显示	任何 .JPG 查看软件	数据可在 EKKO_Project 中打开

Section 4 - 组装

4.1 开箱

您将在 RD1500 的包装箱中找到下列零件。其中一些零件可能已经组装好。

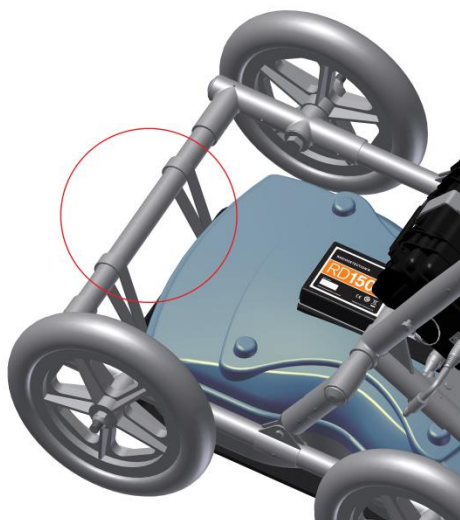


使用手柄固定销将推车手柄安装到推车底座上。确保显示单元托盘面朝操作者。



使用传感器支撑带将 GPR 传感器安装到推车上。确保传感器以正确的方向放置，连接部分朝向推车背面。使用传感器支撑带调节传感器高度，使其高出地面 1 - 2 厘米 ($\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ 英寸)。获得

一致的传感器高度的最好办法就是在固定传感器支撑带之前在传感器下方的水平表面放置几张厚纸板、颗粒板或泡沫聚苯乙烯。



将显示单元安装到推车的显示单元托盘上。显示单元向下滑入托盘，卡在支架的两侧，通过拔销固定在位。当听到咔哒声时，表明显示单元已牢牢固定在位。调节显示单元角度的方法：拧松显示单元托盘下方的手旋螺丝，旋转显示单元到想要的角度然后拧紧手旋螺丝。拆下显示单元的方法：断开所有电缆的连接，拔出拔销，提起显示单元。



用螺丝将显示屏电缆固定到显示单元背面。



将电缆另一端连接到传感器。确保电缆的走线如下图所示。



固定里程表和电池电缆。将里程表电缆插入传感器上最近的插槽中。将电池电缆固定到传感器和电池上。系统现在已经安装完成并做好使用准备。



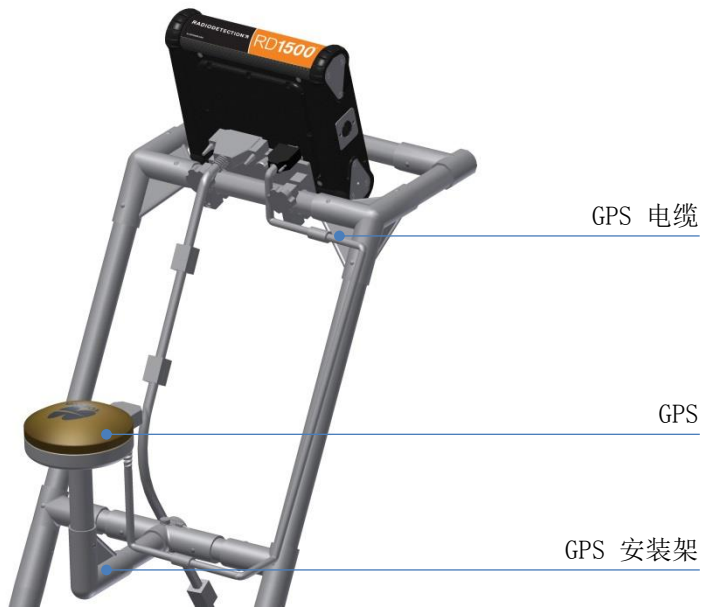
4.2 外置 GPS（选配件）

连接 GPS、安装架和电缆的说明如下：

GPS 安装架 - 使用快拔销将 GPS 安装架固定到电池上方的横木框架上。请先移除管塞。



杆朝上，将 GPS 安装架插入开口（插管塞的地方），用快拔销将其固定。这样可将 GPS 直接装在 GPR 传感器中心的上方。杆的顶部带有 5/8-11 UNC-1A 螺纹，许多 GPS 接收器上都有这种螺纹。



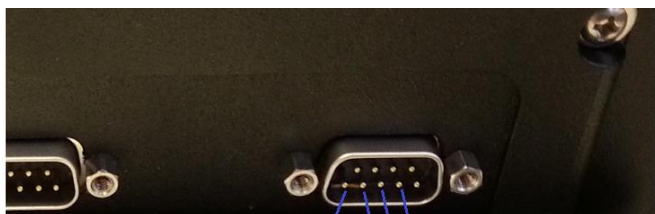
GPS - 如果您从雷迪公司购买了 Topcon GPS，可将它拧到 GPS 安装架顶部的螺纹上。将 GPS 电缆的一端连接到 GPS 接收器上，另一端连接到显示单元背面的串行端口。这条电缆可为 GPS 供电并接受 GPS 的数据。

小心！ 连接或断开 GPS 电缆的时候，确保显示单元断电。

如果您选择连接第三方 GPS 接收器，必须确保为 GPS 设置下列参数，以便与显示单元通信：

- 波特率 = 19200 bps
- 输出语符列 = NMEA
- NEMA 语符列必须包含 \$##GGA
- 奇偶校验位 = 无
- 结束位 = 1
- 数据位 = 8

小心！ 显示单元串行端口输出电源（电流 = 1 安，电压 = 12 伏）。在连接其他 GPS 装置到串行端口时应特别小心。核对下图上的针脚。



Provides a switched, and current-limited positive(+) feed from the system battery.



Care should be taken to ensure that the accessory can handle the supplied power, and that it does not feed power back into the GPR system.

4.3 组装完毕

组装完毕的 RD1500 看起来像下面这样。如要拆卸供运输，只需按照与上面相反的步骤操作即可。



Section 5 – 开始

5.1 通电

1. 首次插入电池时，LED 变绿 5 秒钟然后熄灭。
2. 按下显示单元上的红色电源按钮即可启动系统。前面板上的 LED 将亮红灯。

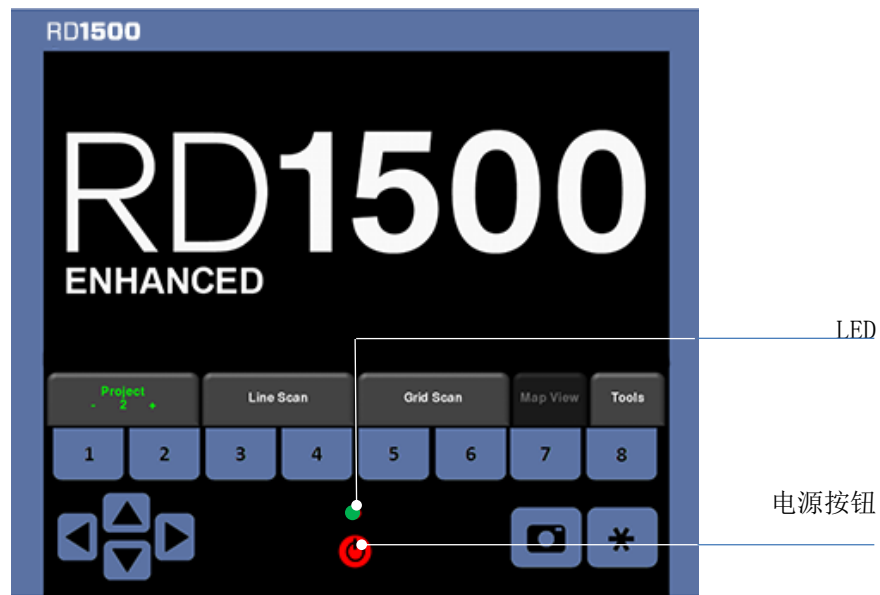


图 5-1: 显示单元正面

启动完成后，LED 的颜色将指示电池的剩余电量：

- 100%-20% = 绿色
- 20%-10% = 橙色
- 10%-0% = 红色

系统启动后，您将看到主屏幕（图 5-2）。如果已购买（或已升级到）RD1500 增强版系统，您将看到图 5-3 所示的主屏幕。

3.

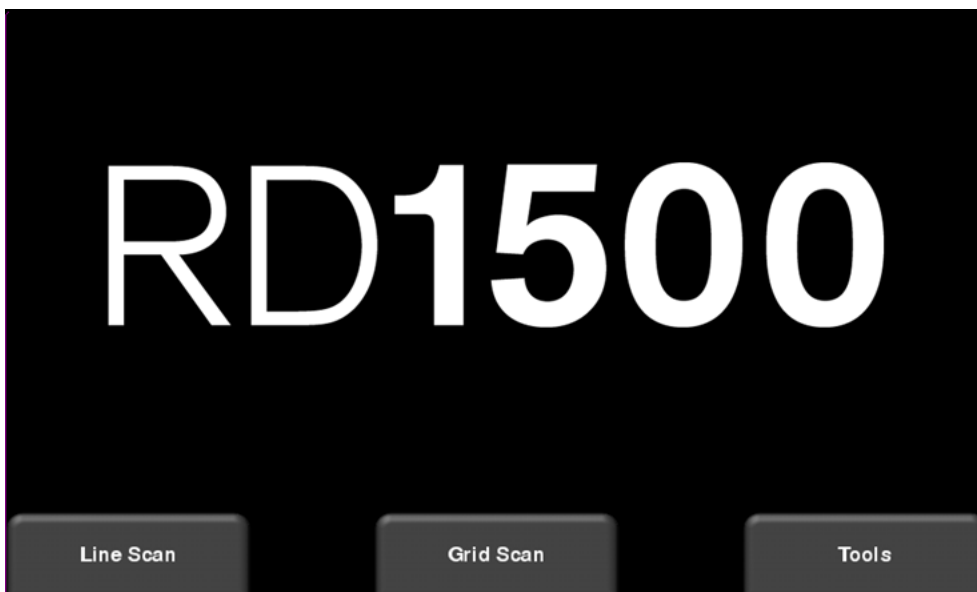


图 5-2: RD1500 主屏幕

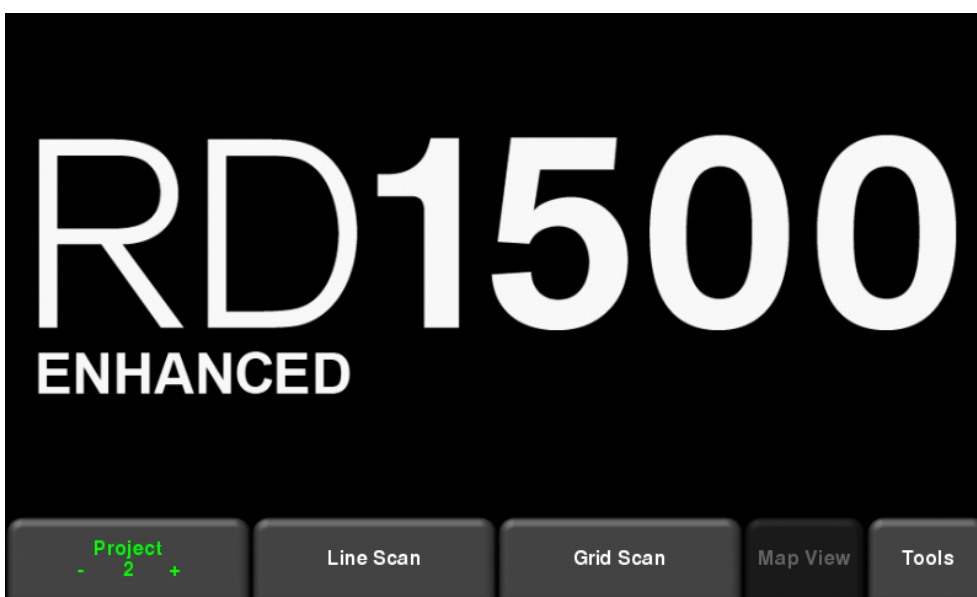


图 5-3: RD1500 增强版主屏幕

两种配置之间的不同可参见第 3 节。除了增强版系统有所不同之外，板载软件中的一切完全相同，增强版系统的主屏幕将允许您将数据整合到项目中。在各项目中可以有大量的线和/或网格。

从增强版系统的主菜单，选择要工作的项目编号。包含数据的项目显示为红色，没有数据的为绿色。更换项目时，主屏幕还将显示各项目中收集的线和网格数量。这些将分别出现在线扫描（Line Scan）和网格扫描（Grid Scan）按钮下。

5.2 关机

- 要关闭系统，只需按一下显示单元上的红色电源按钮。接着将出现一条确认消息，然后您可以按**是 (Yes)** 继续。必要时可以进行硬重启：按住红色电源按钮直到装置关闭。





5.3 显示单元的使用

数据收集通过显示单元进行控制。显示单元带有内嵌软件，可设置勘测参数并收集、显示和存储数据。

显示单元提供触摸屏操作并采用防水薄膜键盘，可以通过按键盘上的各种按钮来执行各种任务。大部分操作可使用触摸屏和键盘来完成。

- 下表可作为显示单元上的键盘使用指南：

6.

项目	描述
菜单按钮 	标有数字 1-8 的蓝色按钮对应屏幕上出现的菜单选项。
4 方向键盘 	控制某个菜单的上/下/左/右操作。
相机 	保存线数据、网格数据或地图视图显示的屏幕截图。
星号/特殊功能 	用于在数据采集过程中添加标记，以及快速进入非保存 (No Save) 模式进行线扫描数据收集。

5.4 向下滑动菜单

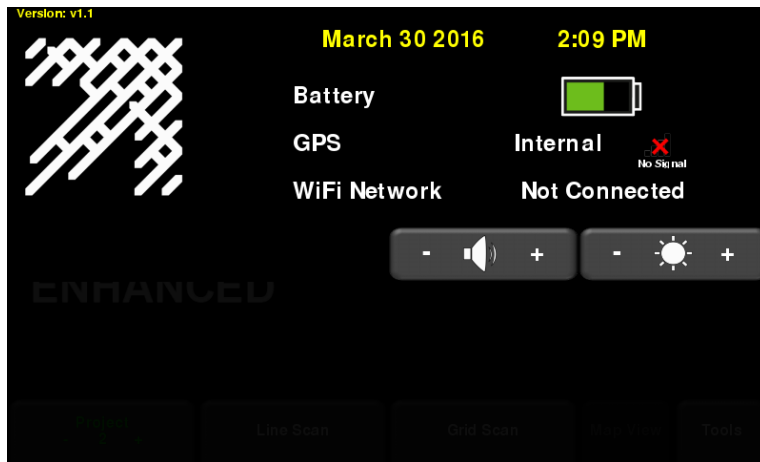


图 5-4: 向下滑动菜单

当显示单元开启时（数据采集期间除外），可从屏幕顶部向底部“滑动”手指，调出一个包含下列项目的下拉菜单（图 5-4）：

日期和时间：当前的日期和时间（12 小时制）

注：在实行夏令时的地区，需要对时间进行修改。

电池：电池图标显示电池的剩余电量。如果电池电量减少，图标颜色将从橙色变为红色以匹配键盘上的 LED 颜色。

GPS：显示哪个 GPS 正在使用（内置或外置）及信号强度。

WiFi 网络：指示系统是否已连接到无线网络，如果是，将显示网络名称。如需了解连接系统到无线网络的详情，请参见第 6.2 节中的 **WiFi 设置 (WiFi Settings)**。

音量：音量 + 和 - 按钮用于增大和减小扬声器音量。

亮度：亮度 + 和 - 按钮用于增大和减小屏幕亮度。比如，增大亮度设置可提高屏幕在明亮阳光下的可见性。

注：提高屏幕亮度的同时也会增加能耗，从而缩短了电池寿命。

如要关闭“向下滑动”菜单，只需触摸“向下滑动”菜单下方屏幕上的任意处。

Section 6 - 工具和设置

从图 5-2 或 5-3 中所示的主屏幕按**工具 (Tools)** 进入该子菜单。在这里您可以设置偏好、调整系统设置、执行系统测试并管理文件。您将看到如图 6-1 所示的屏幕：



图 6-1: 工具菜单

6.1 偏好 (Preferences)

选择偏好 (Preferences) 选项将进入如图 6-2 所示的子菜单。

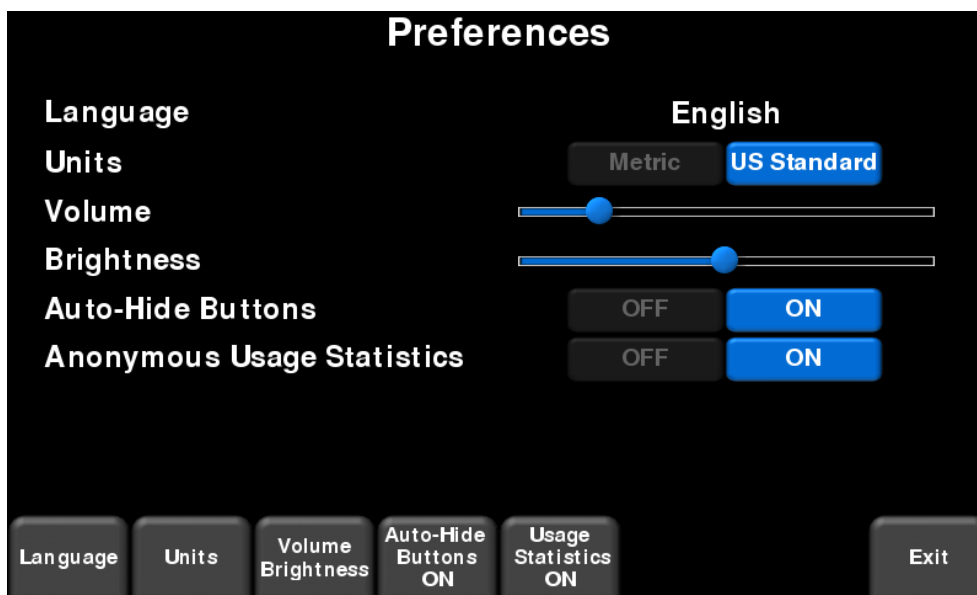


图 6-2: 设置偏好

从这里可以进行下列选择：

语言 (Language)

按**语言 (Language)** 按钮将循环显示可用的语言选项

单位 (Units)

按**单位 (Units)** 按钮将在美制和公制单位之间切换。

音量 (Volume)

滚动条用于调节操作过程中听到的咔哒声和哔哔声音量。它可以在系统没有收集数据的任何时候通过使用“向下滑动”菜单（第 5.4 节）来更改。

亮度 (Brightness)

滚动条用于调节屏幕亮度。它可以在系统没有收集数据的任何时候通过使用“向下滑动”菜单（第 3.4 节）来更改。

注：提高屏幕亮度的同时也会增加能耗，从而缩短了电池寿命。

自动隐藏按钮 (Auto-Hide Buttons)

如果这一项设为开启 (ON)，那么在线扫描模式中，屏幕底部的按钮会在数据收集开始后很快消失，有效地扩大了数据显示区。当传感器停止向前移动、处于后退模式或按键盘上的任意按键时，按钮将在一两秒钟之后再次出现。

匿名使用统计 (Anonymous Usage Statistics)

这一项默认设为**关闭** (OFF)。当这一项被设为开启 (ON) 且用户连接到无线网络时，任何系统故障将触发对制造商的自动通知。这可以帮助收集有关任何系统违规事件的信息。顾名思义，通知完全匿名并且不会发送个人信息。

6.2 系统设置

按**系统设置 (System Settings)** 进入如图 6-3 所示的菜单。

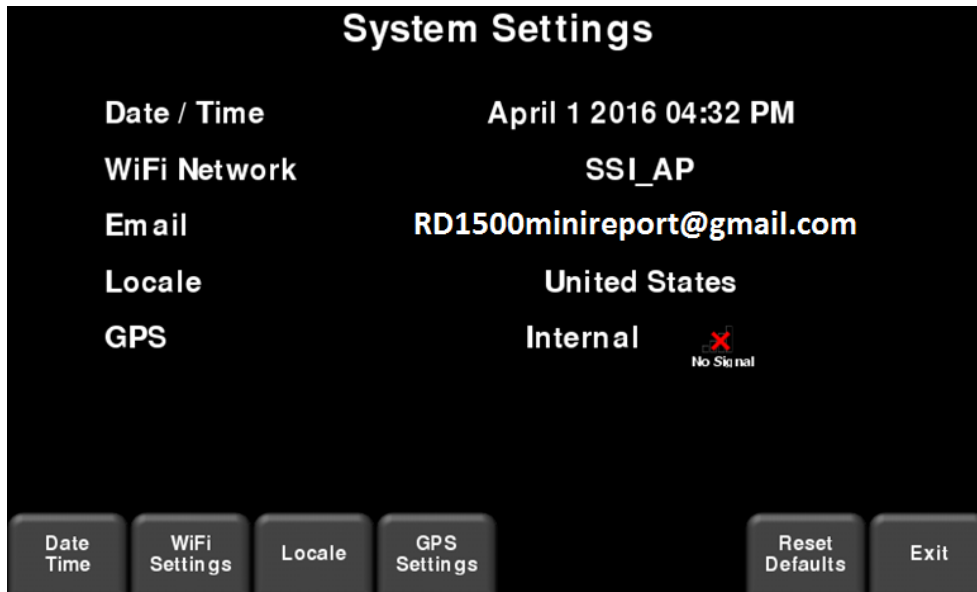


图 6-3: 系统设置

从这里可以更改下列设置:

日期/时间 (Date/Time)

按此按钮可设置日期和时间。

WiFi 设置

当连接到无线网络时，您可以通过电子邮件发送微型报告。要发送报告到某个电子邮件地址，需要两个主要步骤。

首先，用户必须在线创建一个 Gmail™ 帐户。该帐户被用于发送消息到目标收件者。收件者收到的所有微型报告一看就知道是来自该帐户。该帐户的发件箱中将包含所有已发送消息。

第二步是连接到无线网络。通过该连接可访问互联网以连接 Gmail 帐户。该连接可通过标准无线网络来建立，在野外时可通过手机上的热点进行连接。

如果已经连接到 WiFi 网络，网络名称将在 WiFi 网络栏的旁边列出。按屏幕底部的 **WiFi 设置 (WiFi Settings)** 按钮将进入一个子菜单（图 6-4），在这里可以连接和配置 WiFi 设置，以及设置电子邮件地址。

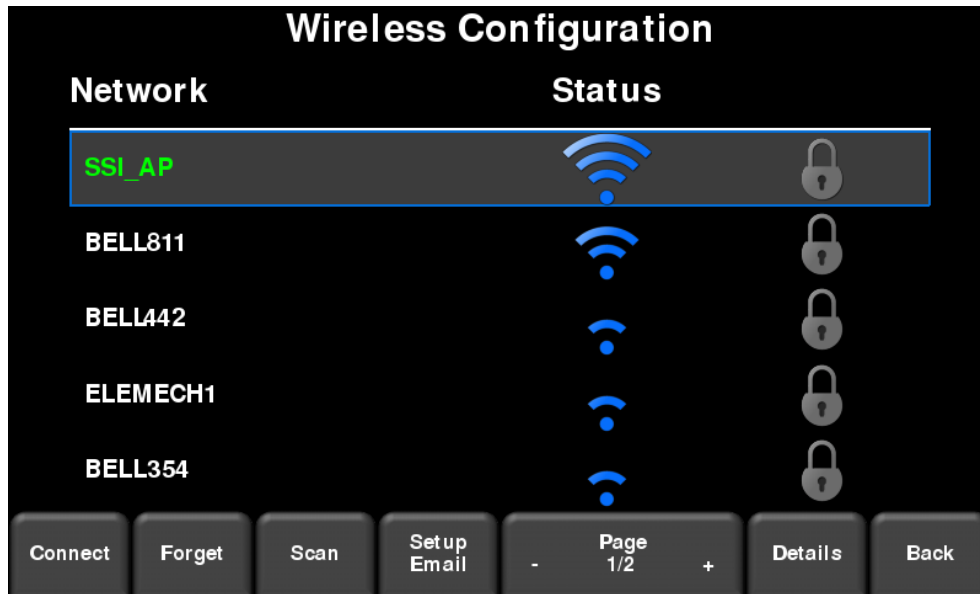


图 6-4: 配置无线设置和电子邮件地址

网络名称的颜色指示其状态:

- 绿色 = 已连接
- 黄色 = 当前未连接, 但是记得您之前连接并输入过密码。
- 白色 = 未连接

注: RD1500 **不能**连接到公共热点, 比如餐厅、酒店和机场的公共热点, 它们需要一个基于 web 的登录并接受条款和条件。也**不能**连接到不安全的网络 (不需要密码的网络)。

- **连接 (Connect)** - 连接到目标网络。
如果连接成功 (这可能要花一分钟左右), 将出现一个屏幕要求输入该网络的密码。如果网络名称为黄色 (之前连接过该网络), 将不会要求输入密码, 因为它是一个已经记住的网络。一旦连接, 网络名称将变成绿色。
- **忘记 (Forget)** - 移除连接过或已记住的网络的密码 (网络名称呈绿色或黄色)。可使用 4 个方向箭头或触摸屏来选择网络。一旦按下选定网络上的“忘记 (forget)”按钮, 将移除密码, 网络名称将变成白色。
- **扫描 (Scan)** - 扫描区域中任何可用的网络并按信号强度顺序显示它们。
- **详情 (Details)** - 显示与选定网络相关的安全设置。
- **设置电子邮件 (Setup Email)** - 保存您的 Gmail 帐号 (电子邮件和密码) 到 RD1500, 使您能够从工作现场用电子邮件发送微型报告。选择该选项之前:

1. 必须连接到 WiFi - 所列的某个无线网络必须变成绿色。
2. 在添加到系统之前，必须设置 Gmail 帐户（前往 <https://accounts.google.com/SignUp>）。

输入电子邮件地址后将出现一条消息，通知该电子邮件地址已保存，或该设置失败。

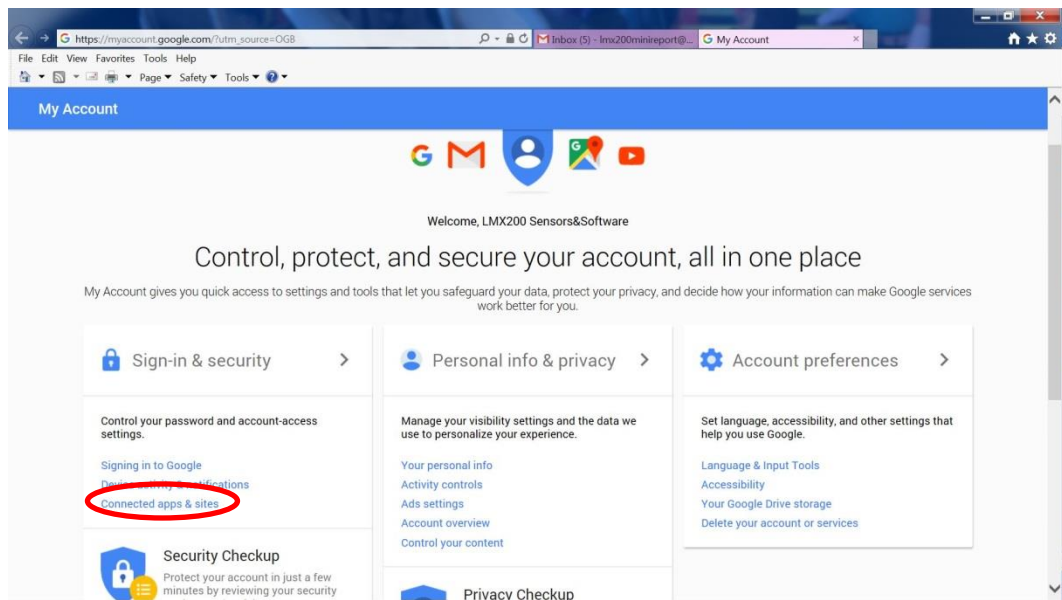
若地址已保存，即可发送微型报告。

若设置失败，可能有 3 个原因：

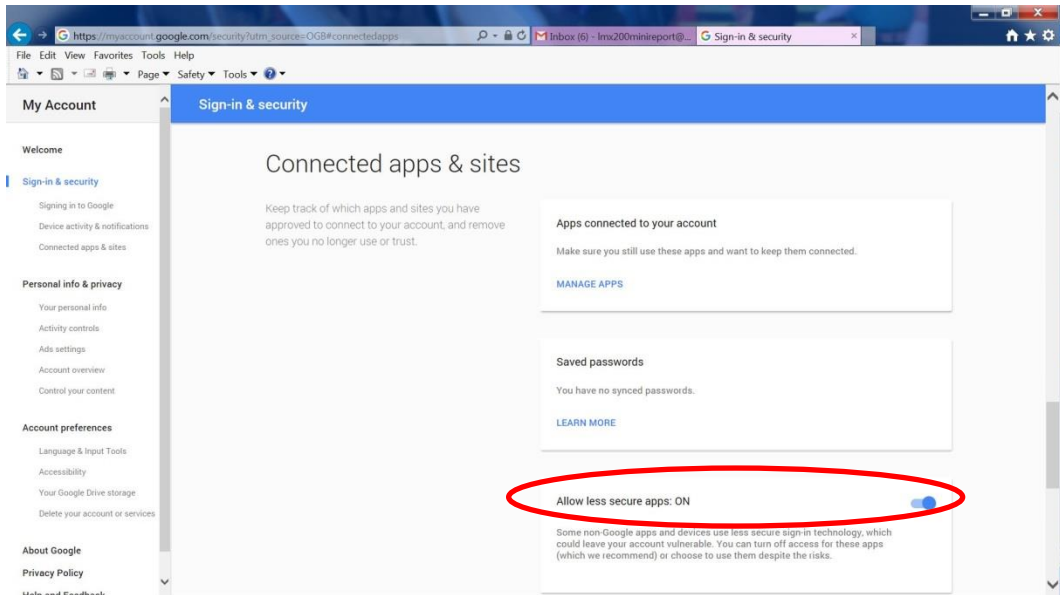
1. 电子邮件地址和密码输入不正确 - 尝试重新输入这些字段。
2. 显示单元未连接到网络 - 尝试重新连接已知网络。请注意，任何要求基于 web 的登录的网络将不可用于显示单元。
3. 您的电子邮件安全设置**可能需要**调整，见下方所示。

注：截至编写本手册之时，下列屏幕图像是最新的。但是，由于 Google 常常更新他们的菜单布局，这些可能会随着时间发生变化。

要编辑安全设置，请访问 <https://myaccount.google.com/> 并登录您的帐户。然后您将看到下面的屏幕。点击“已连接的应用和现场 (Connected apps & sites)”



在接下来的页面，确保设置“允许安全性较低的应用 (Allow less secure apps)”被设为“开启 (ON)”：



地点

按地点（Locale）可设置操作所在的国家或地区。使用 + 和 - 按钮可按字母顺序移到下一个或上一个国家或地区。按应用（Apply）接受更改并返回。

GPS

从系统设置（System Settings）菜单按 GPS 进入 GPS 子菜单（图 6-5）。子菜单中显示的选项列出如下：



图 6-5: GPS 子菜单

- GPS 模式 (GPS Mode) - 可在内置 GPS、外置 GPS 或 GPS 关闭之间选择。
- 坐标系 (Units) - GPS 坐标系可以为 UTM (通用横轴墨卡托方格坐标) 或纬度/经度坐标
- GPS 测试 (GPS Test) - 参见第 6.4 节 GPS

重置为默认值

重置为默认值 (Reset to Defaults) 将所有设置和偏好重置回系统出厂时的初始设置。按该按钮将要求您确认“重置为默认值”。若选择是 (Yes)，接下来的屏幕将问您是否要移除所有已保存的无线网络和电子邮件地址。

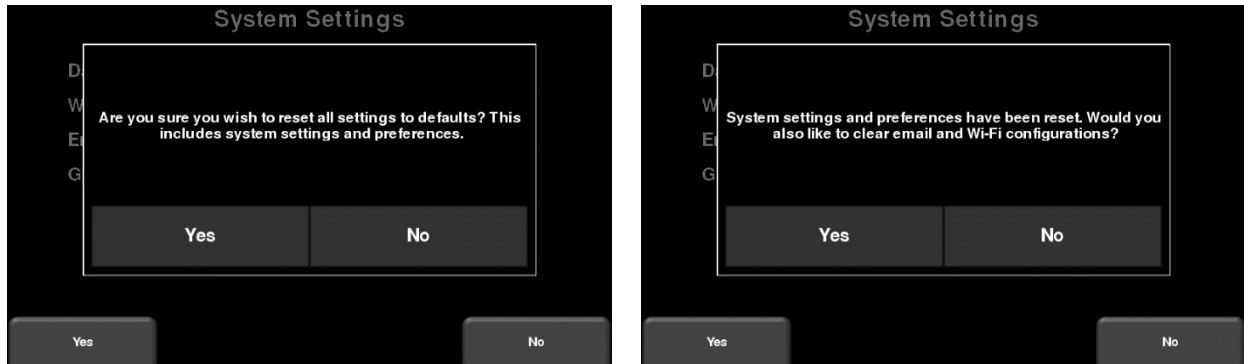


图 6-5: 重置为默认值, a) 左边的图片是第一个确认屏幕。b) 如果按是 (Yes)，您将在右边看到第二个确认屏幕，问您是否要删除电子邮件地址和 WiFi 设置。

6.3 文件管理

按文件管理 (File Management) 进入该子菜单。用户可在这里查看屏幕截图、导出数据和删除所有数据。如果您使用的是普通的 RD1500，将看到图 6-6a 中的画面。如果您使用的是 RD1500 增强版系统，将看到图 6-6b 中的画面。

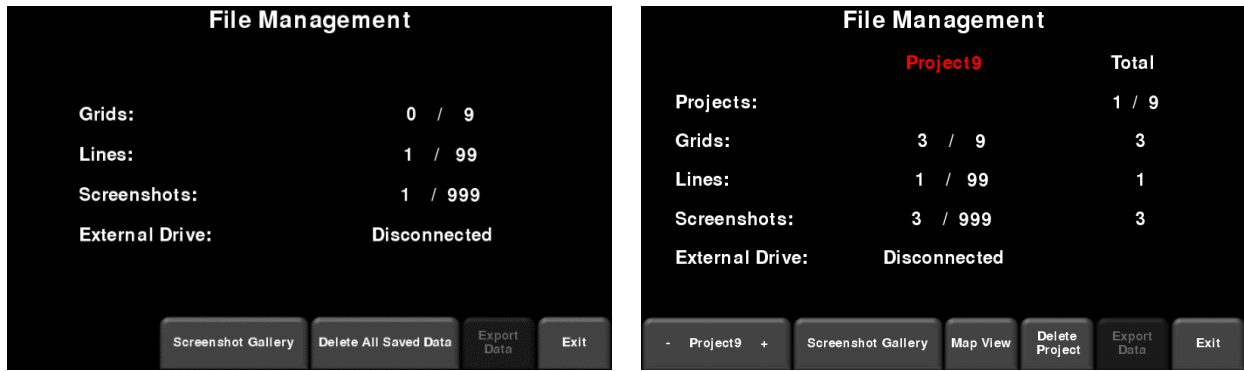


图 6-6: a) RD1500 系统（左图），显示系统中保存的线、网格和屏幕截图总数。b) RD1500 增强版系统（右图），在中间一列显示指定项目的线、网格和屏幕截图数。右列显示系统中保存的各种文件的总数。

各按钮的描述如下：

屏幕截图库

用户可在此查看通过按相机（Camera）按钮保存的所有屏幕截图（参见第 12.1 节 屏幕截图）。显示屏将显示一个每页 4 个屏幕截图的平铺视图（图 6-7）。如果保存的屏幕截图多于 4 个，可通过滑动屏幕（左右）来查看其他截图。也可以使用 4 方向键盘上的向左和向右箭头。

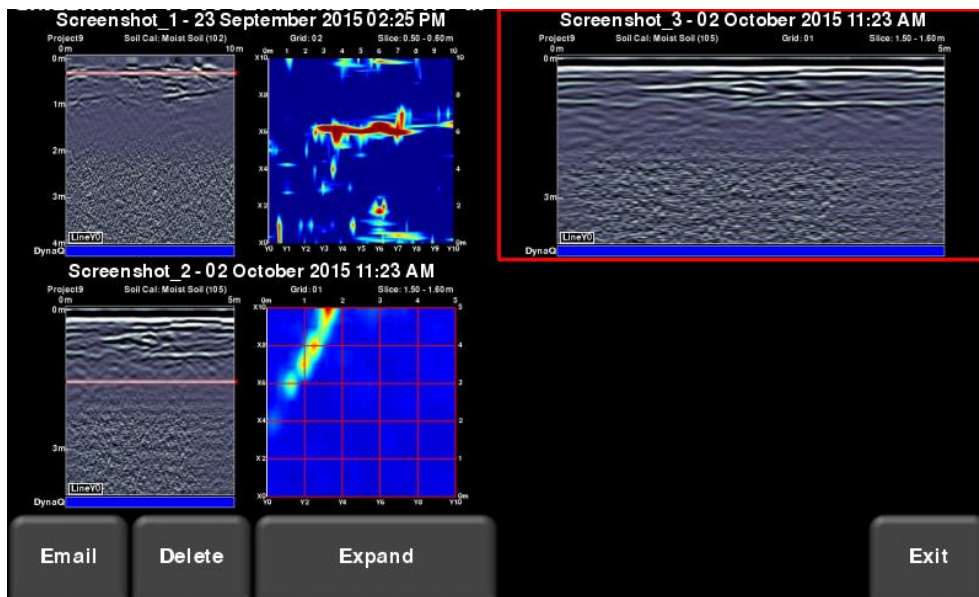


图 6-7: 屏幕截图库中的平铺视图

在平铺视图（Tile View）中，用户有下列选项可以选择：

- **电子邮件 (Email)** - 通过电子邮件发送选定的屏幕截图（假设您已连接到无线网络并且已经设置发送邮件的 Gmail 帐户，详情请参见**第 6.2 节 WiFi 设置**）。您将被提示输入一个电子邮件地址，您也可以使用默认列出的最近使用的电子邮件地址。
- **删除 (Delete)** - 删除显示的屏幕截图。
- **展开 (Expand)** - 全屏显示选定的屏幕截图。在接下来的屏幕上，按平铺视图 (Tile View) 可回到每页显示 4 个屏幕截图的屏幕。

删除所有保存的数据

按该按钮将删除系统中保存的所有数据。会有一个确认窗口问您是否确定；按**是 (Yes)** 继续删除，按**否 (No)** 取消。

删除项目（增强版系统）

按该按钮将删除当前的项目编号。会有一个确认窗口问您是否确定；按**是 (Yes)** 继续删除，按**否 (No)** 取消。

地图视图（增强版系统）

按该按钮将显示指定项目中所有数据的地图视图（线和网格）（图 6-8）。在数据收集过程中，只有当 GPS 开启时才会启用地图视图。地图视图显示所经过的勘测路径，以及为数据添加的任何旗标或注解（“interps”）。地图视图在**第 11 节**中有详细的解释。虽然两种配置中都有地图视图 (Map View)，但是文件管理 (File Management) 中的地图视图 (Map View) 按钮只有在增强版系统中才可用。

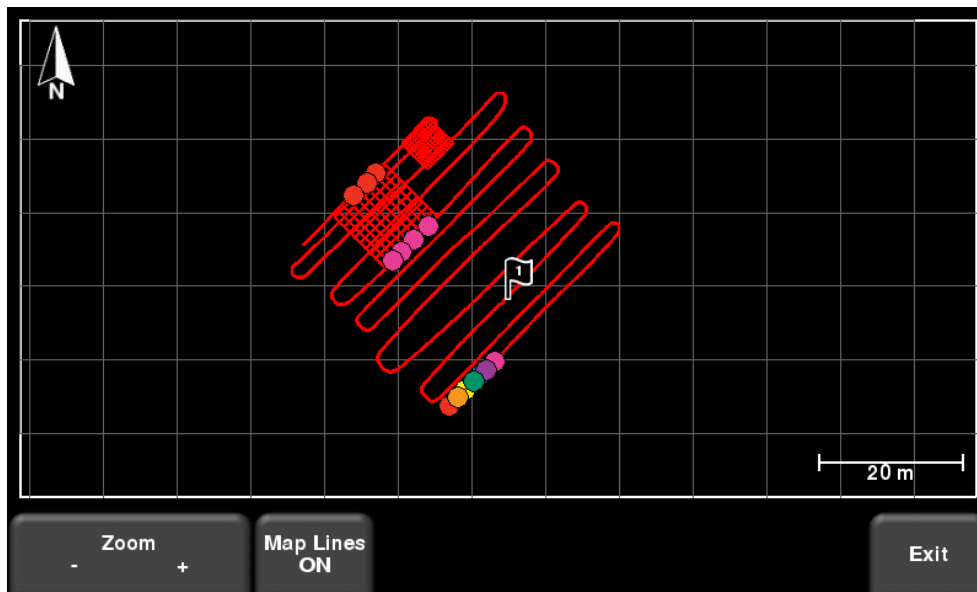


图 6-8: 地图视图显示两个网格和一条长线以及注解。由于数据是由 GPS 收集的, 地图视图启用。

导出数据

屏幕截图和数据始终保存到显示单元的内存中。如果插入一个 U 盘 (记忆棒) 到显示单元上的 USB 端口, 按**导出数据 (Export Data)** 按钮将复制所有数据文件到 USB 盘。如果没有插入 U 盘, 该选项将无法访问。

6.4 系统测试

用户可通过系统测试 (System Test) 子菜单 (图 6-9) 执行某些测试以确保系统的正确操作。选择要测试的组件然后按**开始 (Start)**。完成测试后, 将有一个关于系统是否通过测试的指示。各项测试在下方有更详细的描述。

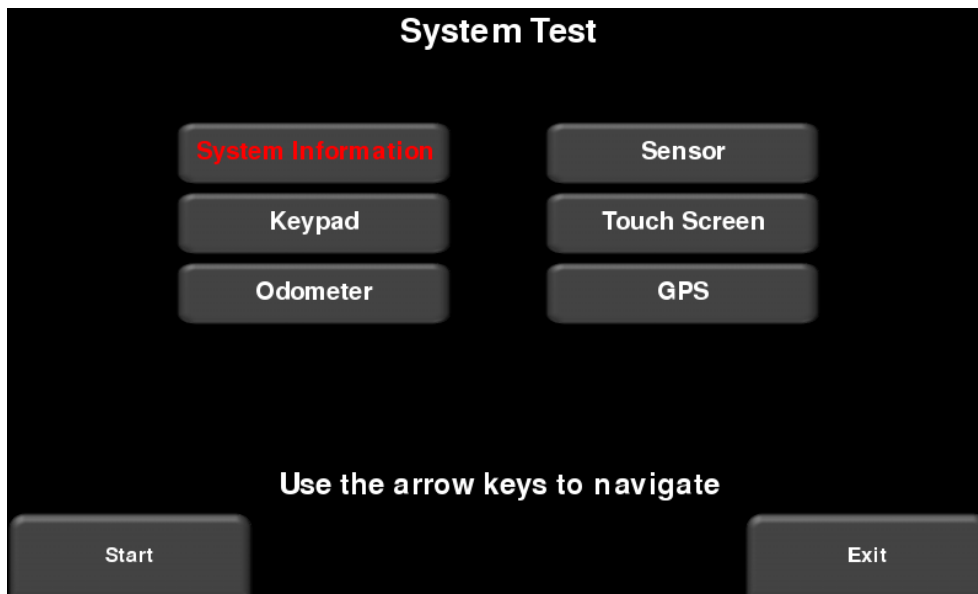


图 6-9: 系统测试菜单

系统信息

系统信息 (System Information) 是系统测试 (System Test) 中唯一一个不是测试的选项。这里将显示版本、序列号、温度和电池功率等信息 (图 6-10)

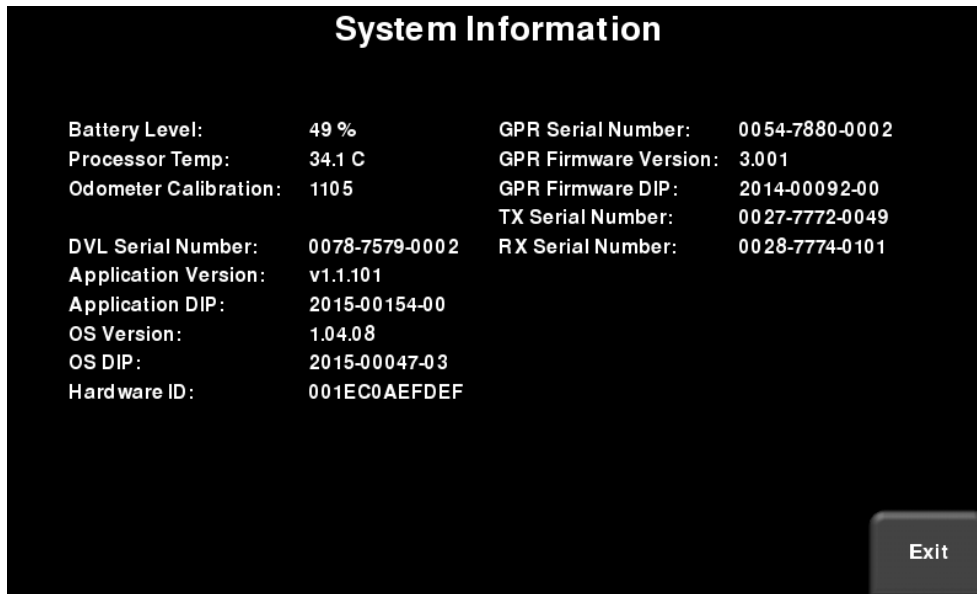


图 6-10: 系统信息

键盘测试

键盘测试确保薄膜键盘上的所有按钮均可正常工作。按**开始 (Start)** 开始测试，该测试要求用户在 20 秒内将每个按钮按一次（图 6-11）。

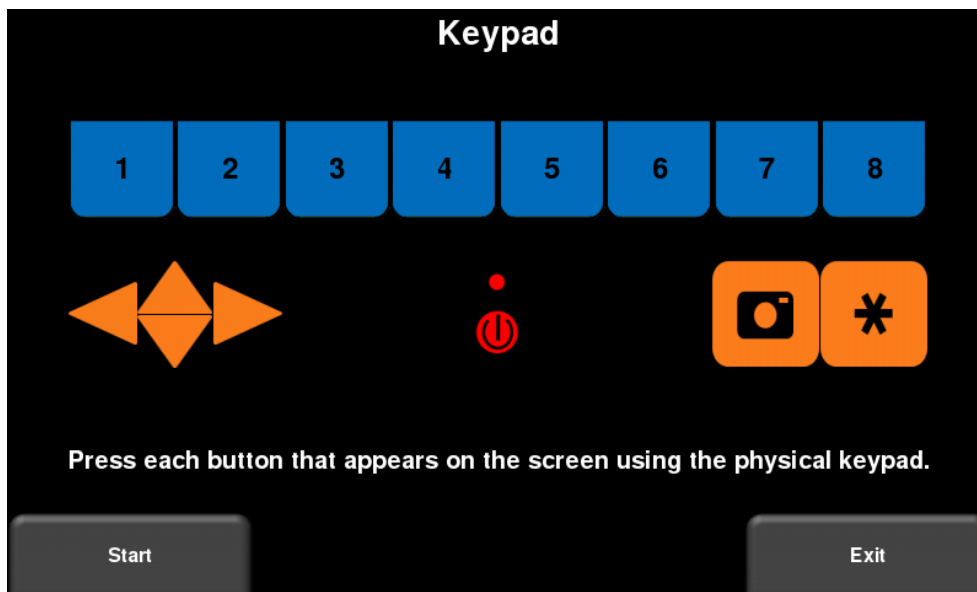


图 6-11: 键盘测试

测试 LED (Test LED) 按钮将只测试 LED，确保屏幕上的灯颜色与 LED 本身的颜色一样。

里程表校准

该测试确保里程表经过校准后显示精确的距离。即便里程表在工厂已经校准过，您还是必须定期对它进行校准以确保精度。

从屏幕选择一个设定距离，按**开始 (Start)** 然后移动系统到准确的距离，使用卷尺或其他常用的距离指示器测量。当移到该距离时，按**完成 (Finish)** (图 6-12)。

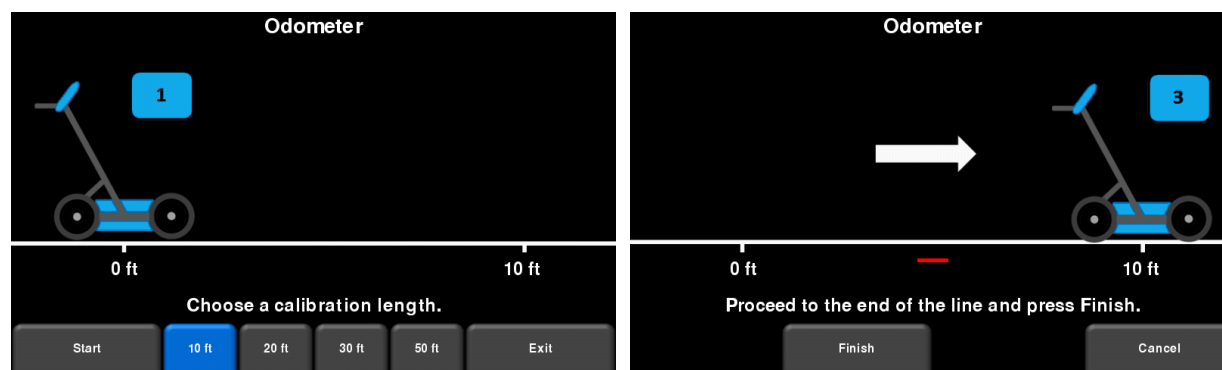


图 6-12: 里程表测试。左侧的图片显示用户必须选择一个距离的屏幕。右边的图片指导您移到该距离然后按**完成 (Finish)**。

完成后，将显示图 6-13 中的屏幕。新的校准值显示在数字 1 中的箭头的右边。您可以接受新值（按键盘上的“1”）或恢复之前的值（按键盘上的“8”）。如果新值明显超出范围，则测试失败。里程表校准值保存在显示单元中。如果更改或更换了显示单元，您将需要再次运行里程表校准测试。

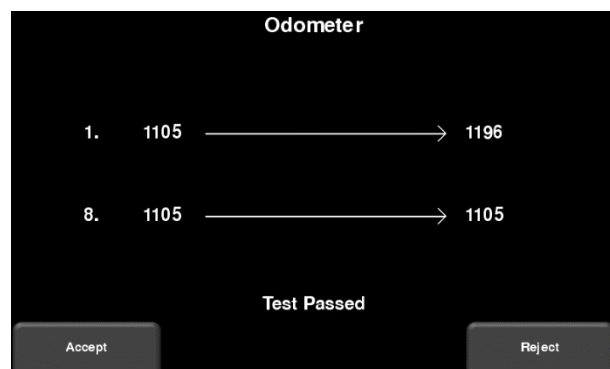


图 6-13: 里程表测试结果

传感器测试

该测试检查 GPR 传感器的正确操作，包括脉冲幅度。当推车向后倾并按开始后，将执行该测试 (图 6-14)。如有任何违规，测试将显示失败。

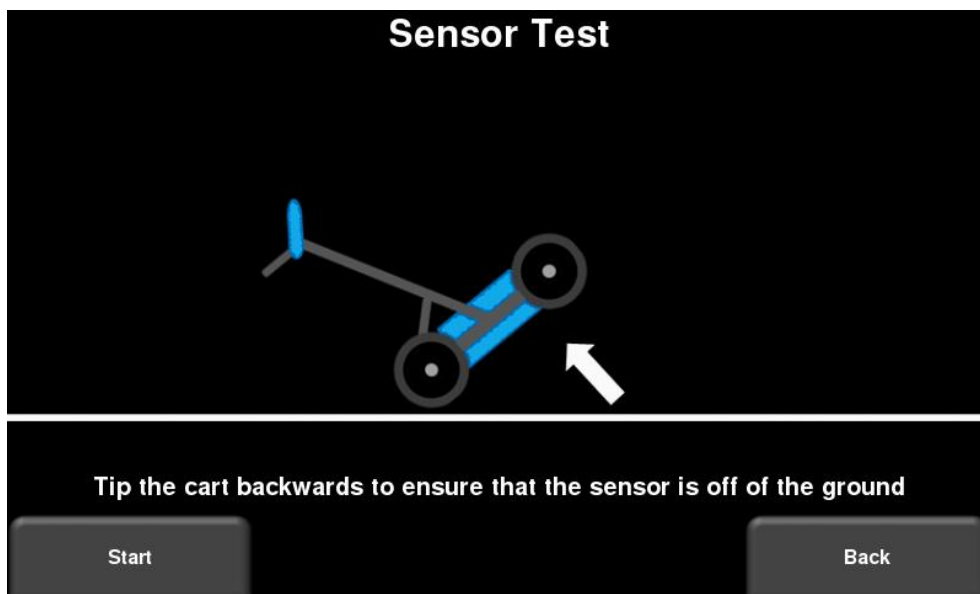


图 6-14: 传感器测试

触摸屏

测试检查触摸屏是否正常工作（图 6-15）。您可以测试屏幕（按**测试 (Test)**）或执行测试前的快速校准（按**校准 (Calibrate)**）。它们均需在预定时间里触摸屏幕上的目标。

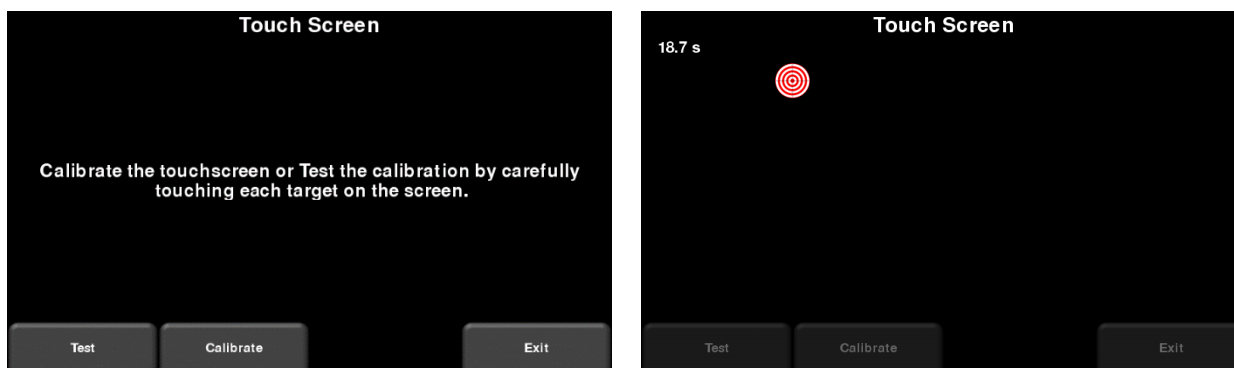


图 6-15: 触摸屏测试在左边，触摸屏校准测试在右边

GPS

GPS 测试将确保系统与 GPS 正常通信并接收数据。系统设置 (System Settings) (6.2.3) 中选择的 GPS 模式将被用于测试。按 **GPS** 将出现图 6-16 中的屏幕。



图 6-16: GPS 测试

屏幕上显示基本位置和时间信息。在屏幕上，定位类型（Fix Type）标明是否有任何修正被应用，比如 DGPS。

当它们向下滚动屏幕时，按**语符列（Strings）**将显示 GPS（图 6-17）输出的原始数据语符列。用户可选择该选项来核实 GPS 是否输出正确的 NMEA 语符列格式。



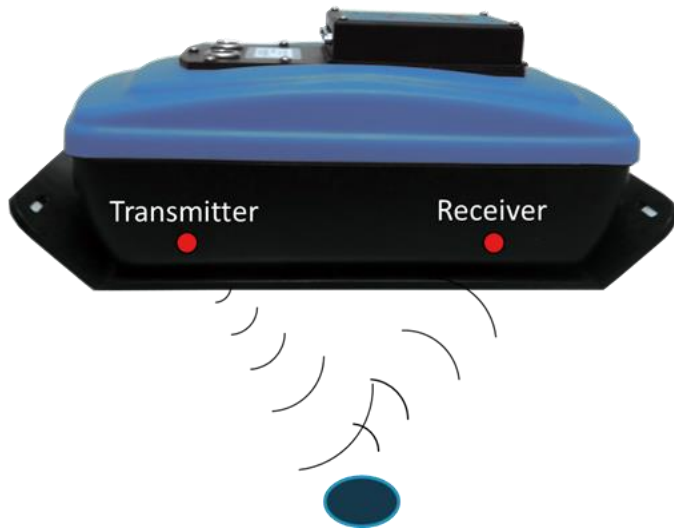
图 6-17: GPS 语符列

按**清除 (Clear)** 将清除语符列。按**信息 (Info)** 将返回主 GPS 测试菜单。

Section 7 – GPR 概念

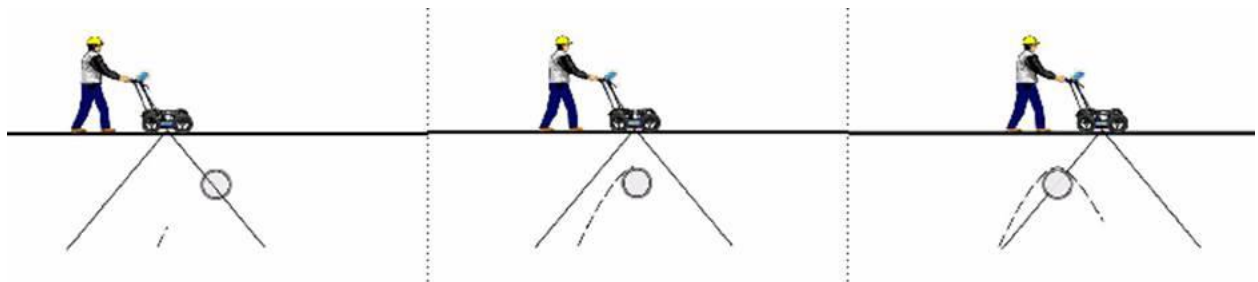
7.1 原理

探地雷达（GPR）技术利用无线电波实现地下物体成像。GPR 系统发射高频无线电波脉冲并探测从地下物体返回的回声。当目标材料与基质材料不同时，回声产生（如：砾石中的 PVC 管）

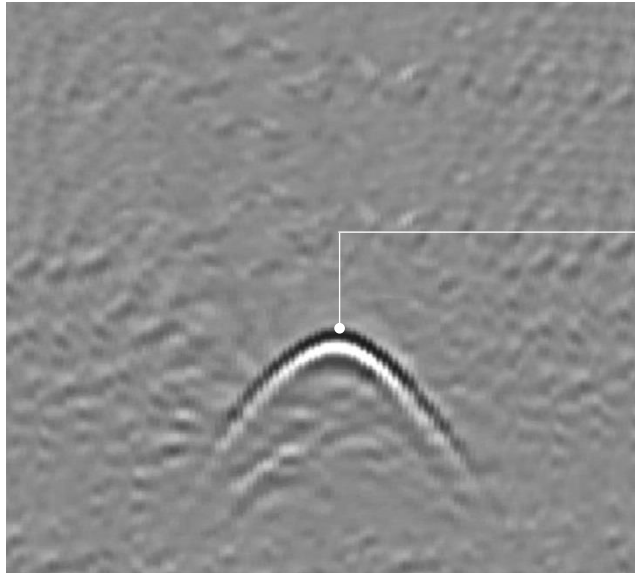


7.2 双曲线

GPR 显示屏显示沿着一条直线扫描时，信号振幅与深度（时间）和传感器位置之间的变化关系。这称为“线扫描”。由于雷达能量的辐射区呈一个 3D 圆锥形而非一束细线，因此小型点目标（比如管道、岩石或树根）的 GPR 响应是一条**双曲线**（或倒 U）。雷达波在穿过物体之前和之后碰到物体，形成可出现在记录上的双曲线反射，即使物体不在雷达正下方：



当垂直或呈 90 度角与地下目标相遇时，双曲线最容易观察。物体的实际位置位于双曲线顶部。



双曲线顶部即为物体所在之处

7.3 计算深度

探地雷达记录无线电波前进到目标然后返回的时间；它不会直接测量到该目标的深度。到目标的深度基于电波前进到目标然后返回的速度进行计算。

$$D = V \times T/2$$

其中，D 为深度

V 速度

T 为两路前进时间

在 RD1500 中，速度由土壤标定值 (Soil Calibration Value) 指示 (称为 Soil Cal)。一旦设置了土壤标定值，就可以准确地确定测量深度 (第 8.6.6 节)

7.4 土壤标定值

下表是常见地下材料及其对应的土壤标定值。这仅仅是一个指南，与地下可能有不同材料混合的实际情况有一些偏差。迄今为止，已知土壤含水量对土壤标定值的影响最大。

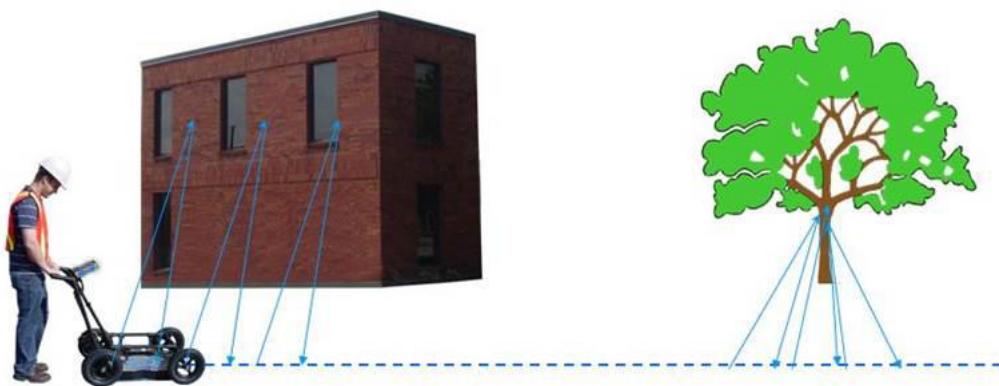
空气	300
冰	160
干燥的土壤	140

干燥的岩石	120
土壤	100
潮湿的岩石	100
混凝土	100
硬路面	100
潮湿的土壤	65
水	33

7.5 空气波

某些双曲线是由地面物体的空气波反射产生的，比如柱子、栅栏、架空电线和树木。

下面的图片显示空气波反射对数据的影响：



看懂数据图像的一个重要方面就是学会识别这些无用的“空气”目标，并将它们与地下目标区分开来。详实的现场记录对于帮助识别无用的数据必不可少。

识别空气反射的最佳方法就是目标双曲线法。地面物体的双曲线比地下物体的更宽，土壤标定值可达 300。

更多详情请参见第 8.6 节中的土壤标定值。

Section 8 – 线扫描

操作者可通过线扫描（Line Scan）模式沿着一条直线捕获数据并检查它的横截面图像。操作者可定位一个特征并轻松后退，然后在地面标记该物体的位置。线扫描（Line Scan）模式可用于识别地下特征的准线，检查线性度并获得精确的深度测量。

如果您使用的是 RD1500 增强版系统，在进入该模式之前，确保您正在合适的项目中。

从主屏幕按**线扫描（Line Scan）**按钮，将出现如图 8-1 所示的屏幕。



图 8-1: 线扫描模式

GPS 状态（GPS Status）指示 GPS 信号的质量，它所依据的是它看到的卫星数量。下表解释颜色和信号条的含义：

指示器颜色	信号条数量	卫星数量
红色	1	4, 5
红色	2	6, 7
橙色	3	8, 9
绿色	4	10, 11
绿色	5	12+

8.1 选择一条线

要选择感兴趣的线，按屏幕底部**线编号 (Line Number)** 下的 + 和 - 按钮。您也可以使用屏幕上部分文字**线 (Line)** 旁边的 + 和 - 按钮。如果线编号是白色的，则表示该线是空的，含有数据的线显示为红色。

如要收集数据而又不想保存它，按**不保存模式 (No Save Mode)**。所收集的任何数据将不会被保存，但是仍然可以使用**相机 (Camera)** 按钮进行屏幕截图。这些屏幕截图被放在当前选择的项目中。第 8.6 节描述了仅在不保存模式 (No Save Mode) 中才有的两个功能（暂停 (Pause) 按钮和画箭头功能）。

如果线编号是白色的（图 8-1），按**开始 (Start)** 进入数据采集。收集的所有数据将被保存在该线编号下。

如果线编号为红色（图 8-2），可在屏幕右侧看到数据预览。如果是一条长线，将只显示最后一部分数据。该屏幕上有下列选项可用：

- **查看 (View)** - 按该按钮可回顾之前收集的线。有关线扫描 (Line Scan) 菜单选项，请参见第 6.6 节
- **删除 (Delete)** - 按该按钮将删除线。删除前将提示您确认。

第 11 节中解释了地图视图 (MapView) 按钮的详情。

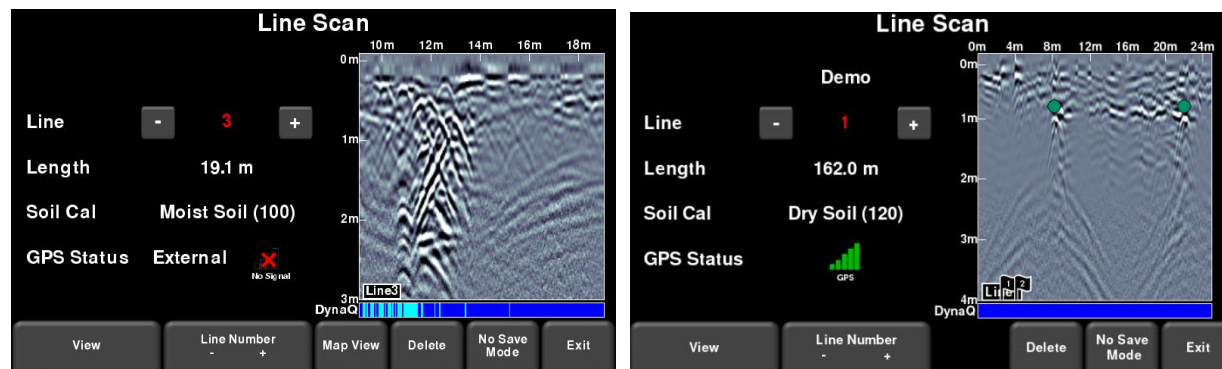


图 8-2: 线扫描模式，显示之前收集的一条线 (a) 左边为 RD1500，(b) 右边为 RD1500 增强版。RD1500 有该屏幕上的地图视图选项。

8.2 采集数据

按**开始 (Start)** 按钮开始收集数据。屏幕将变成数据采集屏幕。当沿着一条直线推动系统时，收集的 GPR 数据从右向左滚过屏幕（图 8-3）。

位于 GPR 线图像侧面的深度标尺和位于图像顶部的位置标尺基于偏好 (Preferences) 菜单中的设置被设为公制或美制单位 (6.1.2)。

如果**自动隐藏按钮 (Auto-Hide Buttons)** 被设为**开启 (ON)** (第 6.1.5 节)，屏幕底部的菜单会在您开始收集新数据时消失，从而使数据显示区最大化。当用户停止、后退或按键盘上的任意键时，菜单再次出现。

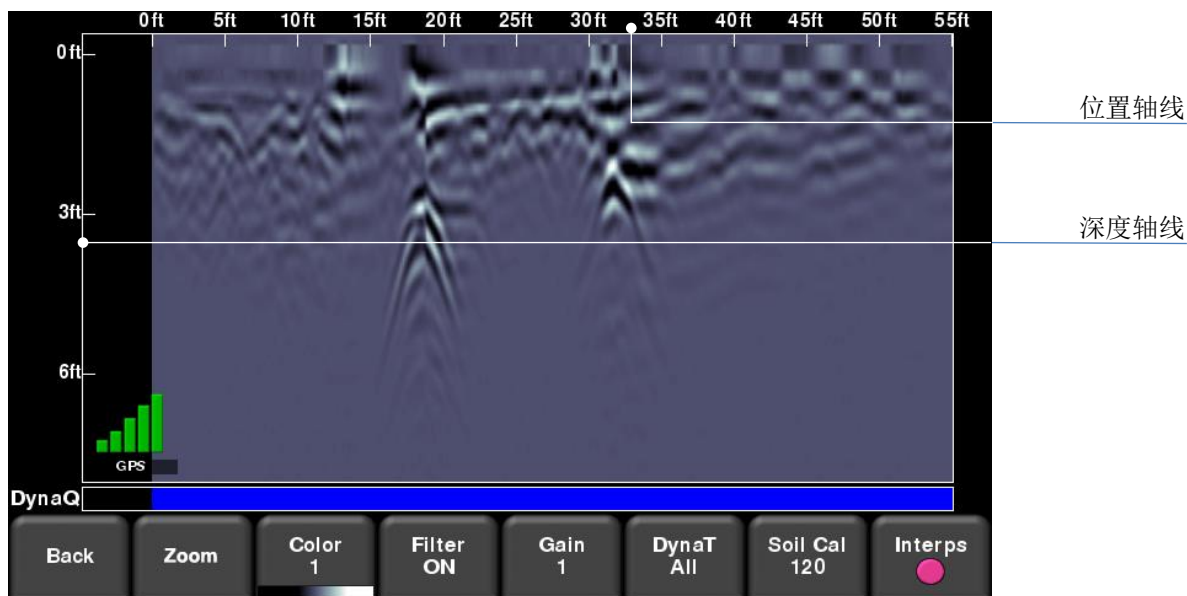


图 8-3: 线扫描采集模式, 显示收集的数据和轴线标签

8.3 DynaQ™

RD1500 使用 DynaQ，这是一项先进的专利技术，它可随着系统移动速度的变化调整数据质量。在大多数情况下，以舒适的步行速度推动系统可生成具有良好质量的数据。当目标分辨率或最大穿透深度十分关键时，较慢的推动可提高数据质量。

当线扫描数据在屏幕上滚动时，DynaQ 指数条沿着屏幕底部显示 (图 8-3)。指数条的颜色代表线上该点处的数据质量：

- 白色 = 无数据 (太快!)
- 黄色 = 质量一般
- 浅蓝 = 质量好
- 深蓝 = 质量最好

一般来说应避免以极高的速度收集数据。

8.4 后退指示器

线扫描模式加入了后退功能，可让您准确定位目标并在地面标记它们。在屏幕上采集一些数据后，向后移动系统（图 8-4a）。在后退模式中，有两个指示器：

- **位置指示器：**红色的垂线对应 GPR 传感器中心的位置。当您向后拉动推车时，位置指示器移动，在图像中标记推车的当前位置，并且有一个方框出现在当前位置，与线的起点相对，如顶部数字所示。

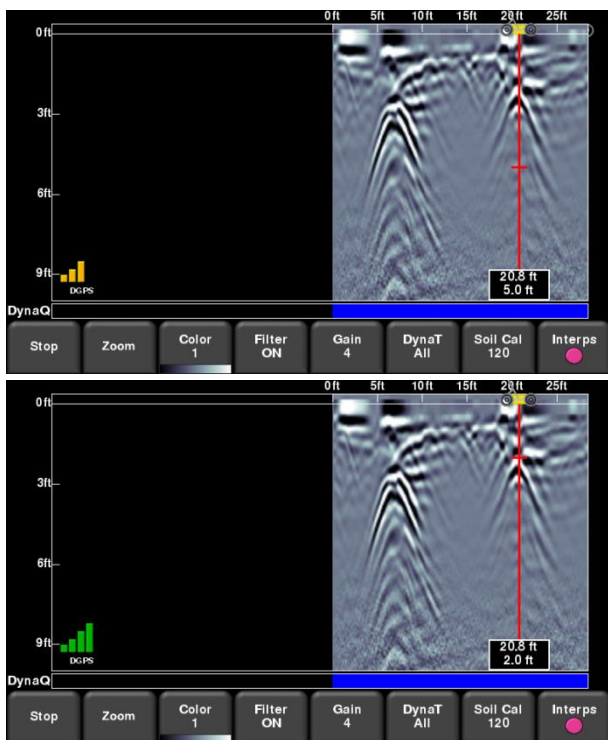


图 8-4: a) 后退指示器, b) 移动深度指示器到双曲线顶部

- **深度指示器：**一条短的水平红色线对应当前的深度值，如方框中的底部数字所示。要确定物体深度，可通过拖拽水平线到目标位置来向上或向下移动指示器（图 8-4b）。也可以使用 4 方向键盘上的向上和向下箭头来移动。

注：确保您已经获得一个土壤标定值以保证深度精度（参见第 8.6 节）。

如要定位一个特征，只需沿着相同的路线往回拉动推车，直到红色垂线准确地位于响应（通常是一条双曲线）的上方。您可以在地面标记对象的位置，然后继续收集数据。一旦到达最初开始后退的点，系统将继续采集新数据。

您还可以通过触摸屏幕并保持一秒钟来获得线扫描上任意处的深度和位置信息。在您触摸屏幕的地方将出现一条十字准线和一个显示位置和深度的方框（图 8-5）。如要获得有关屏幕上不同点的位置和深度信息，只需触摸并拖动方框或十字准线到目标位置。

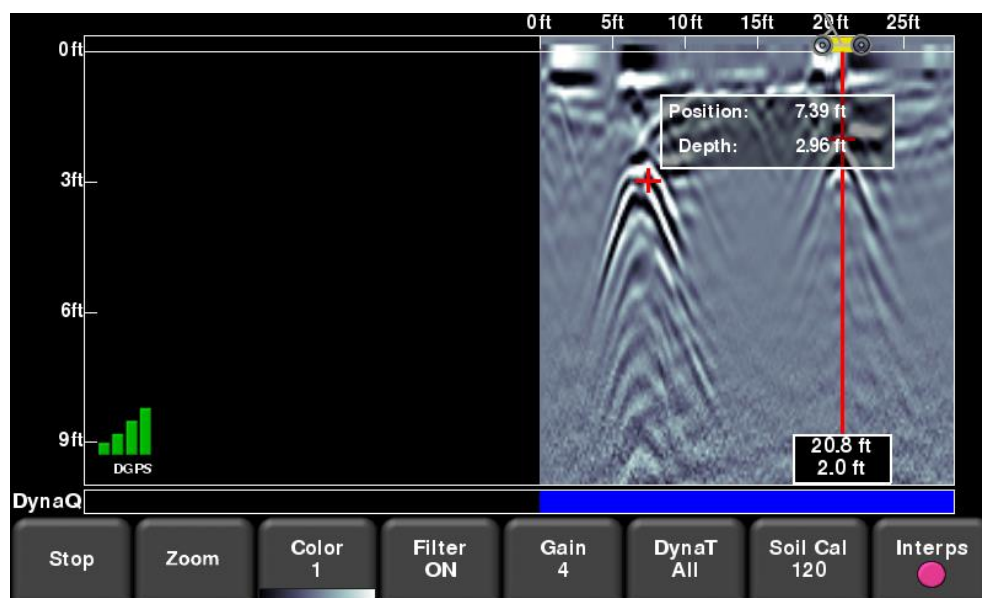


图 8-5: 触摸屏幕获得任意点的深度和水平位置

按停止（Stop）结束线扫描。该线将保存在系统内，并且不能再加长。

8.5 旗标

通常以插入旗标的方式来标记值得注意的表面特征，比如杆、人行道、地形变化等。这些标记可帮助您关联具有上述地面特征的地下目标。

当向前采集数据或者后退时，按键盘上的**星号**按钮将在当前位置插入一个旗标。这些旗标按顺序进行编号（图 8-6）。

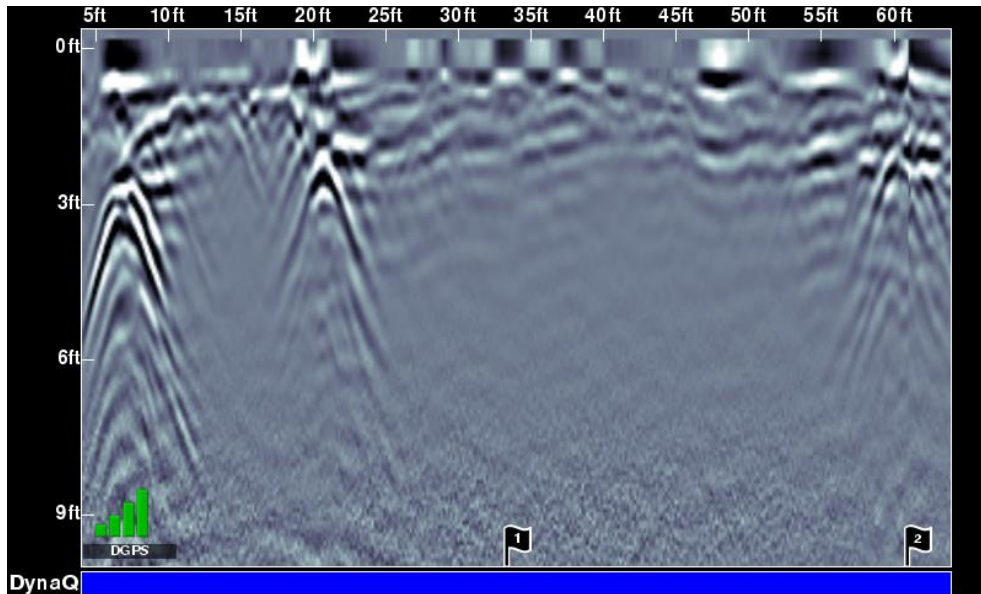


图 8-6: 插入旗标

8.6 线扫描菜单选项

下面描述的所有设置可更改在屏幕上查看数据的方式。它们不会以任何方式改变保存的数据。当您仍在收集数据时或者按停止 (Stop) 后，这些设置可以更改。

缩放 (Zoom)

该按钮可改变所显示的 GPR 数据的宽高比，可按照下面的方法更改底部菜单的按钮。

- **深度 (Depth)** - 按**深度 (Depth)** 按钮下方的 + 和 - 按钮可更改数据的显示深度。这通常称为深度窗口。预设值范围为 1-8 米 (3-25 英尺)，参见图 8-7。

如果数据是在较浅的深度收集的，当回顾数据时，深度设置仍然可以在事后增大。一般来说，建议您将显示深度设为预计最深目标之深度的 1.5 - 2 倍。

- **位置 (Position)** - 按**位置 (Position)** 按钮下方的 + 和 - 按钮可更改单个屏幕上显示的数据长度。这也称为水平扩展。预设值范围为 10-30 米 (25-100 英尺)，参见图 8-8。

将其设为 30 米的一个原因是为了在屏幕上容纳更多的数据并寻找相交的双曲线中的一致性。

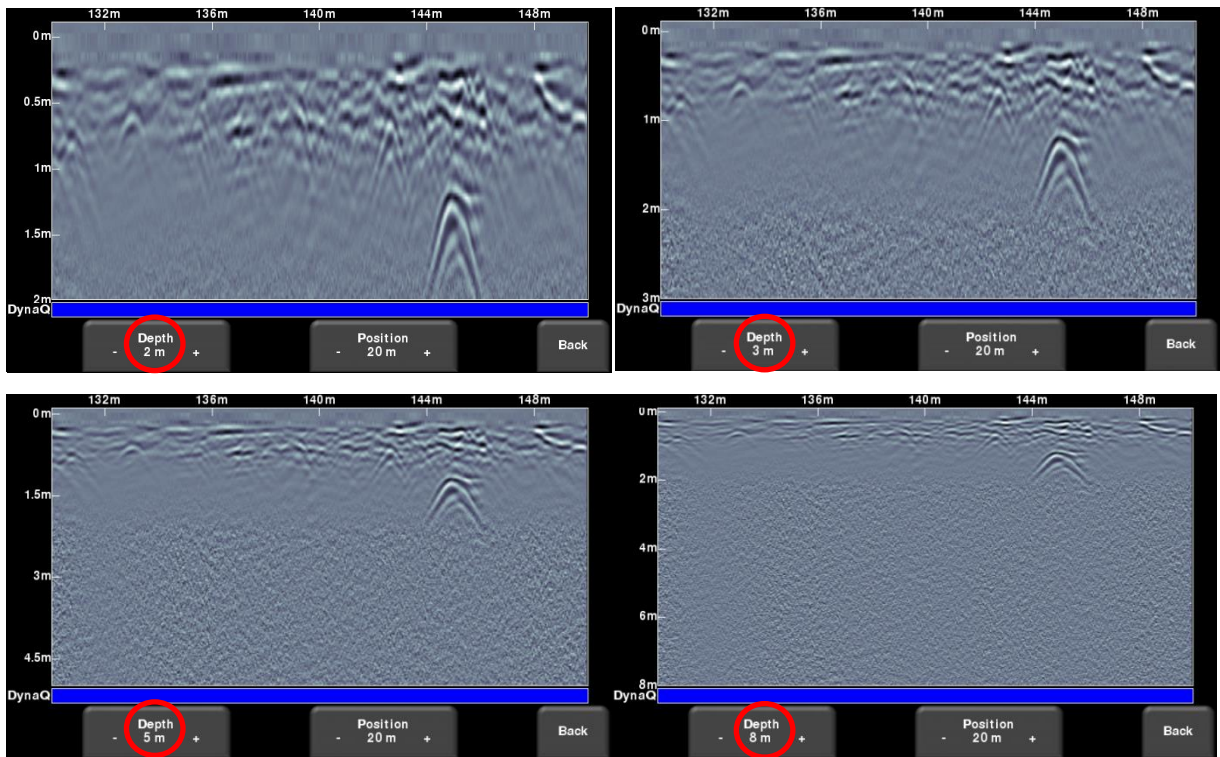


图 8-7: 不同的显示深度

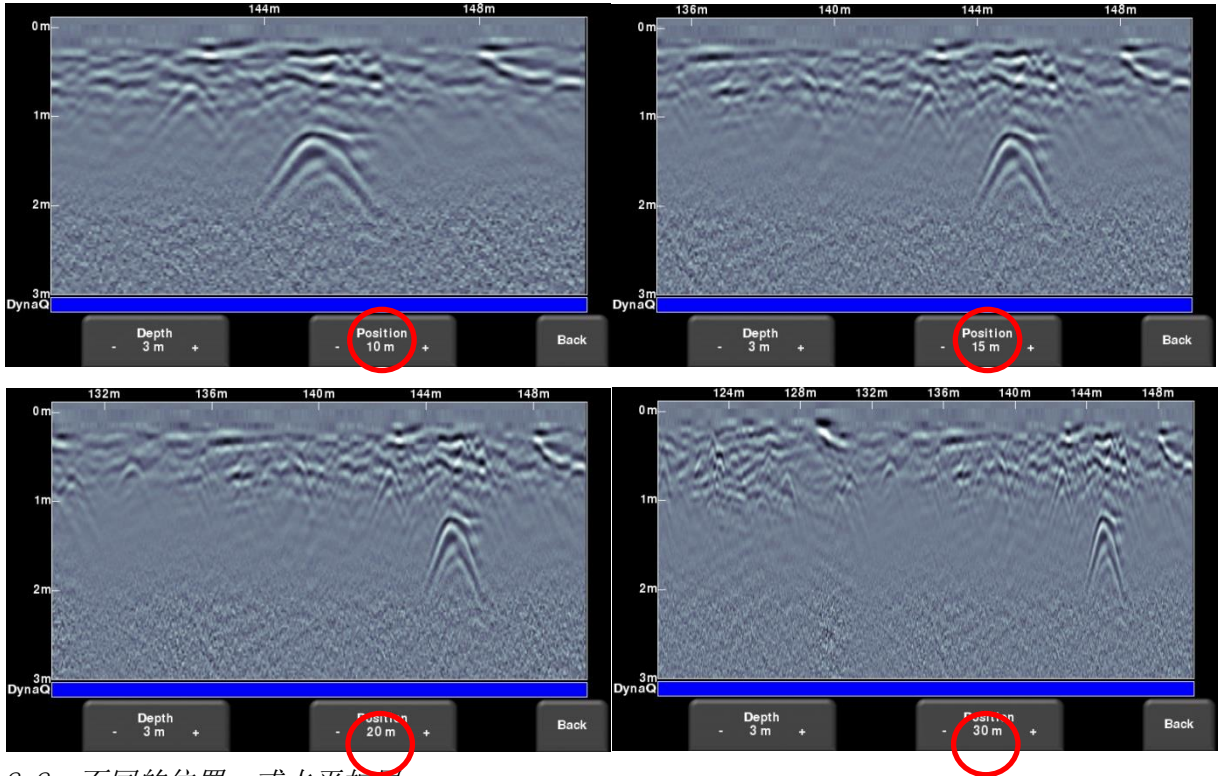


图 8-8: 不同的位置, 或水平扩展

颜色 (Color)

按颜色 (Color) 按钮可更改 GPR 线的调色板。有 8 种不同的调色板选项。当调色板更改时，图像自动重新显示。几个简单的调色板如图 8-9 所示。

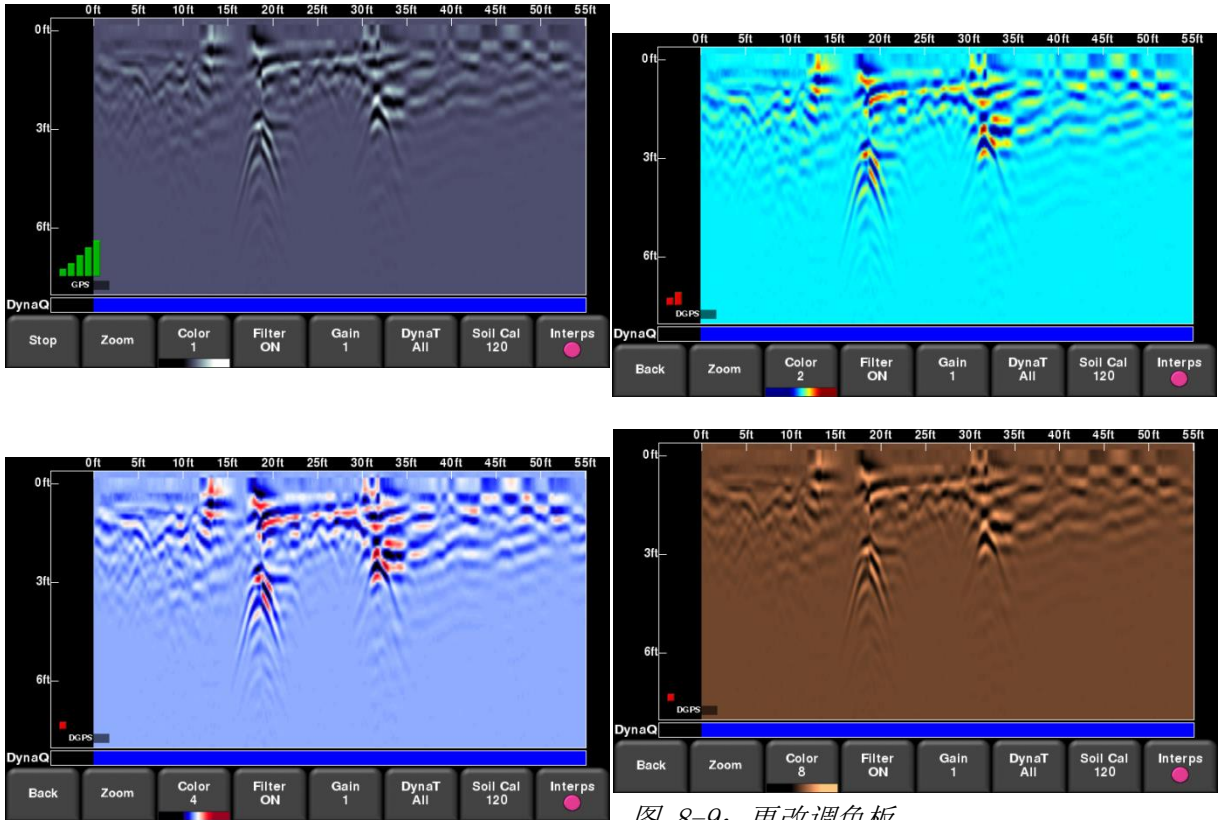


图 8-9: 更改调色板

滤波器 (Filter)

当滤波器打到开启 (ON) 位置时，数据中的平缓响应被过滤，从而使来自物体的双曲线响应增强了 (图 8-10)。过滤还帮助识别可能被图像顶部的强信号掩盖的浅表目标。但是它也会过滤其他平缓响应，比如土壤边界，因此如果您的目标是平坦的，在使用该选项时应小心。滤波器默认设为开启 (ON)。

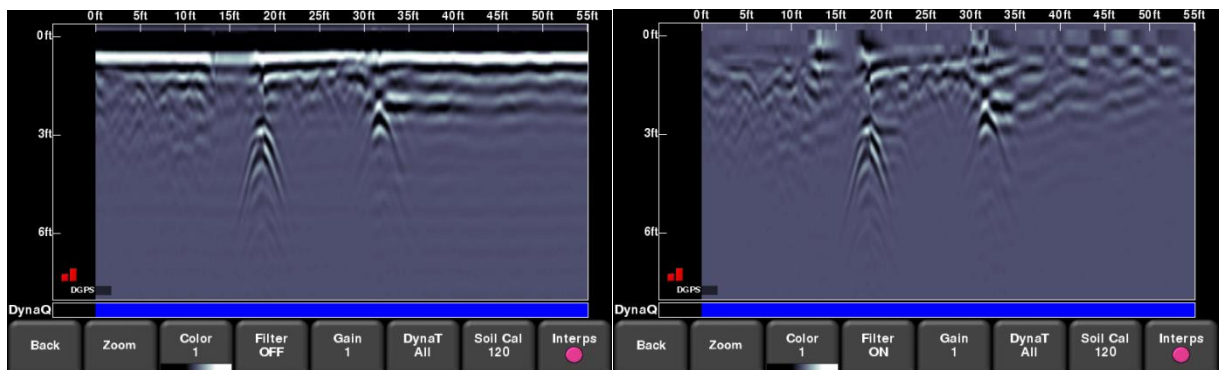


图 8-10: 左侧的图片是**滤波器开启 (Filter On)** 时的数据图像, 右侧则是相同的数据在**滤波器关闭 (Filter Off)** 时所呈现的图像。

增益 (Gain)

由于被扫描的材料可吸收 GPR 信号, 因而越深的目标返回的信号越弱。增益就像一个音频音量控制装置, 可放大信号, 使较深的目标在图像中看起来信号更强一些。增益可在 1 至 9 之间调节, 1 表示已应用最小的放大, 9 表示已应用最大的放大。按该按钮可增大增益; 到达 9 之后又循环回到 1。

应避免数据的过增益, 因为这样可能会导致读图困难。一般来说, 导电性较强的土壤 (如: 黏土) 将比导电性较弱的土壤 (如: 砂土) 需要更高的增益。

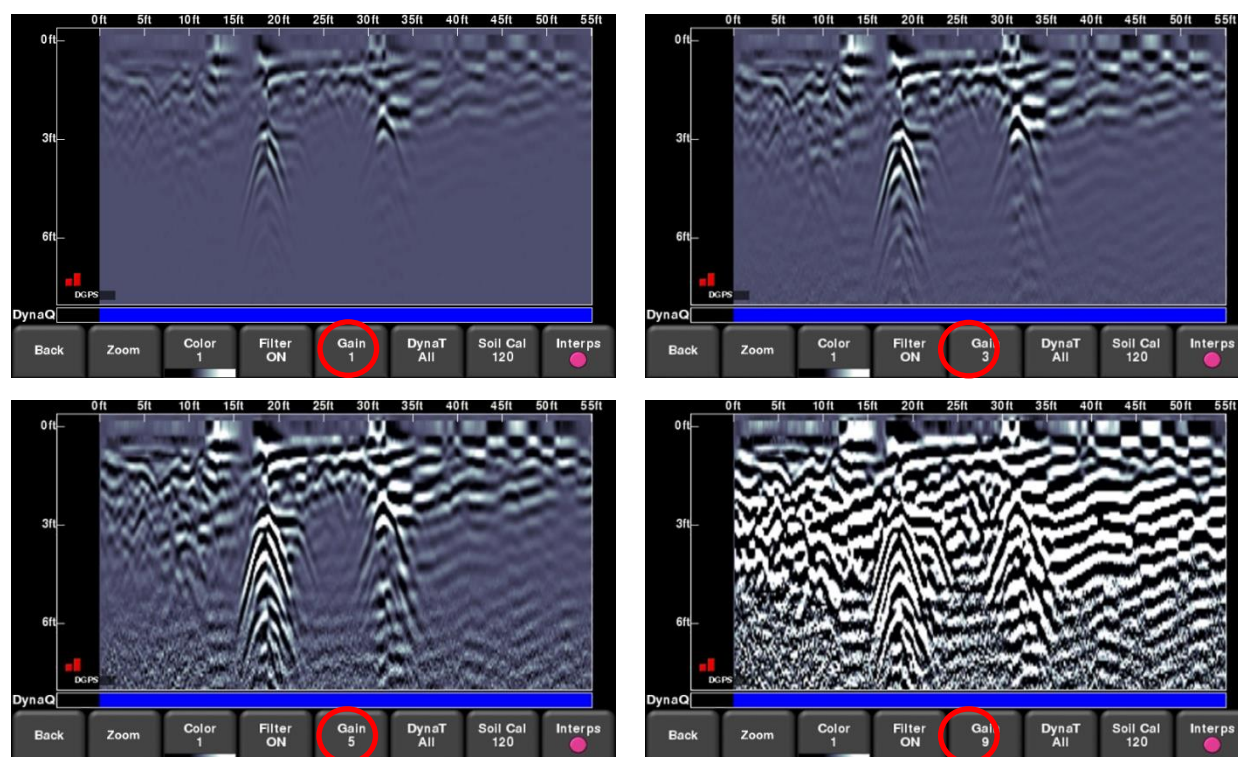


图 8-11: 不同的增益

FrequenSee™

FrequenSee™ 可选择性强化小尺寸、中等尺寸或大尺寸目标, 实现更轻松的查看和探测。按 **FrequenSee** (一些较旧的型号则按 **DynaT**) 循环显示其选项: **全部 (All)**、**小尺寸 (Small)**、**中等尺寸 (Medium)** 和 **大尺寸 (Large)**。每个选项都可允许用户增强一部分超宽带 (UWB) 频谱以集中关注那些感兴趣的特征。

选择小尺寸 (Small) 将显示更多较小的双曲线和更多细节, 大尺寸 (Large) 将关注更多的大目标, 穿透深度更深。选择全部 (All) 将显示小、中、大尺寸目标的组合。

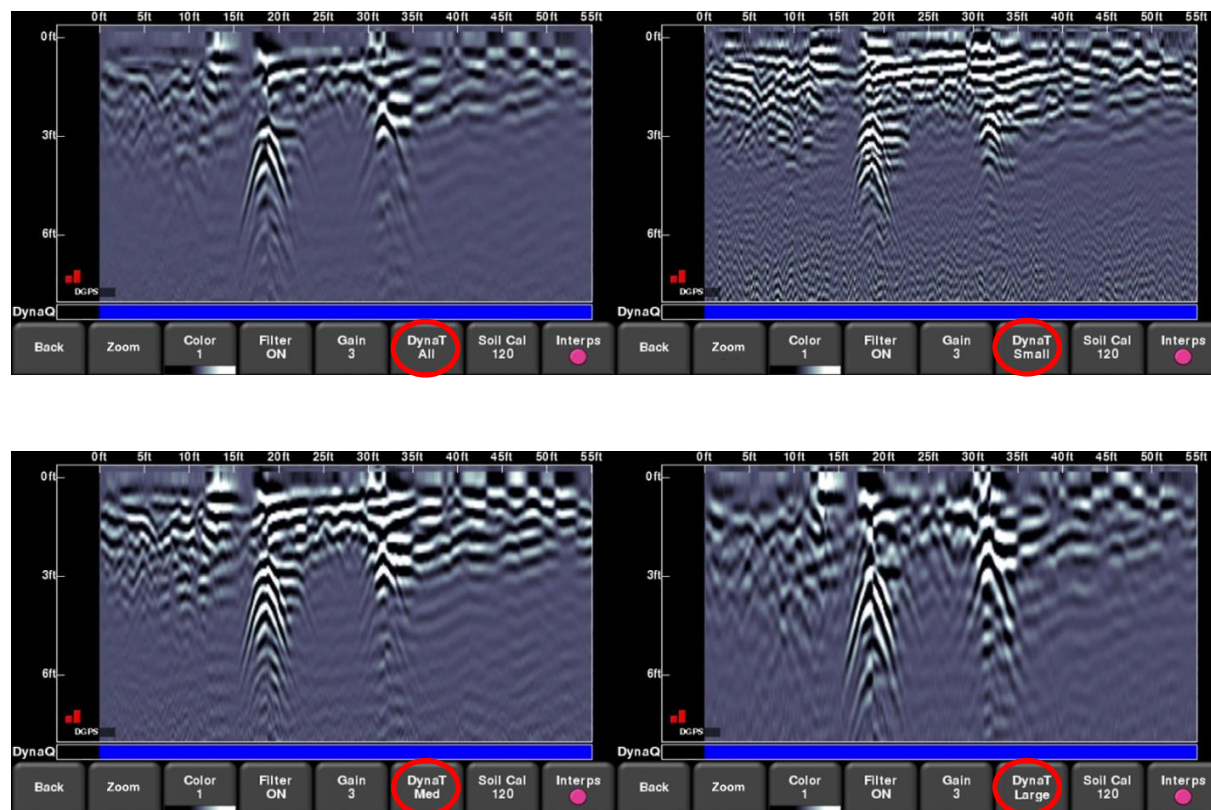


图 8-12: *FrequenSee™* 设置: a) 左上图显示全部 (All) 目标。b) 右上图设为小尺寸 (Small) 目标。c) 左下图设为中等尺寸 (Medium) 目标。d) 右下图设为中等尺寸 (Medium) 目标

土壤标定

土壤标定值 (又称为波速) 是一个用来确保所测深度准确性的参数。由于它所基于的是在该区域收集的数据, 因此确保深度准确性的最佳方法就是使用双曲线匹配法。

相交的线性目标 (比如呈直角的管道或电缆) 产生一条适合土壤类型标定的双曲线。得到的土壤标定值将用于计算目标的深度估值。

注: 如果土壤类型是根据一条以斜角 (而非直角) 产生的目标双曲线标定的, 那么这些深度估值将不准确。

按土壤标定值 (Soil Cal)。屏幕底部的菜单将改变, 让您可以选择通过双曲线匹配法指定土壤类型或调整土壤标定值。

如果没有目标可以用来标定, 但是您知道土壤类型, 可按:

- 土壤类型 (Soil Types) - 可在下列介质之间切换 (括号内是它们的预设土壤标定值):

- 非常潮湿 (60)
- 潮湿 (80)
- 微湿 (100)
- 干燥 (120)
- 非常干燥的土壤 (150)
- 空气 (300)

如果屏幕上有一个来自地下目标的合适双曲线可以用来标定，可按：

- **土壤标定值 (Soil Cal)** - 以确定更准确的土壤标定值。触摸屏幕移动红色双曲线（图 8-13a），使它位于来自地面的一条真实双曲线的上方（图 8-13b）。使用 4 方向键盘对移动进行微调。然后使用**土壤标定值 (Soil Cal)** 按钮上的 + 和 - 按钮来扩大或收紧形状。一旦形状匹配，如图所示，即可获得正确的土壤标定值，测得的深度将会最准确。按**应用 (Apply)** 使用该值。如果您得到一个将近 300 的土壤标定值，则这可能是一个空气波（第 7.5 节），应使用另一个双曲线响应来标定。

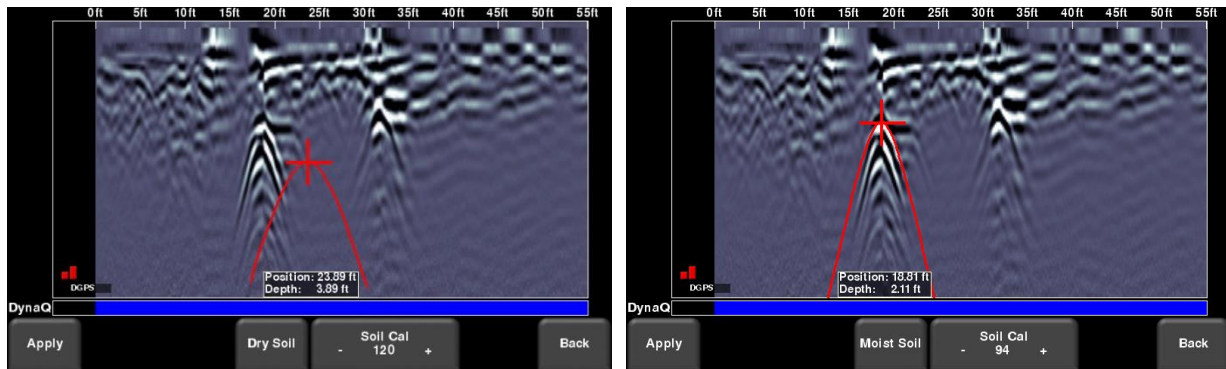


图 8-13: 调整土壤标定值, a) 初始屏幕。b) 移动红色双曲线到一个来自地下目标的双曲线响应的上方

注解 (Interp)

现场注解 (“field interpretation”) 的简称，注解用于标注地下特征。共有 7 种颜色，可为不同类型的地下物体指定不同的颜色。

在收集、后退或回顾过程中，只需触摸屏幕上的任意处即可添加注解（图 8-14）。将出现一个选定颜色的圆点。如要更改颜色，按**注解 (Interp)** 按钮查看可选的颜色并选择一种新颜色（图 8-15）。

如要移除注解，确保相同的颜色当前是活动的，然后触摸注解让其消失。

这些现场注解与数据一起保留，可用于检查某个特征在地图视图或 Google Earth™（要求使用更精确的外置 GPS）中是否为线性的。

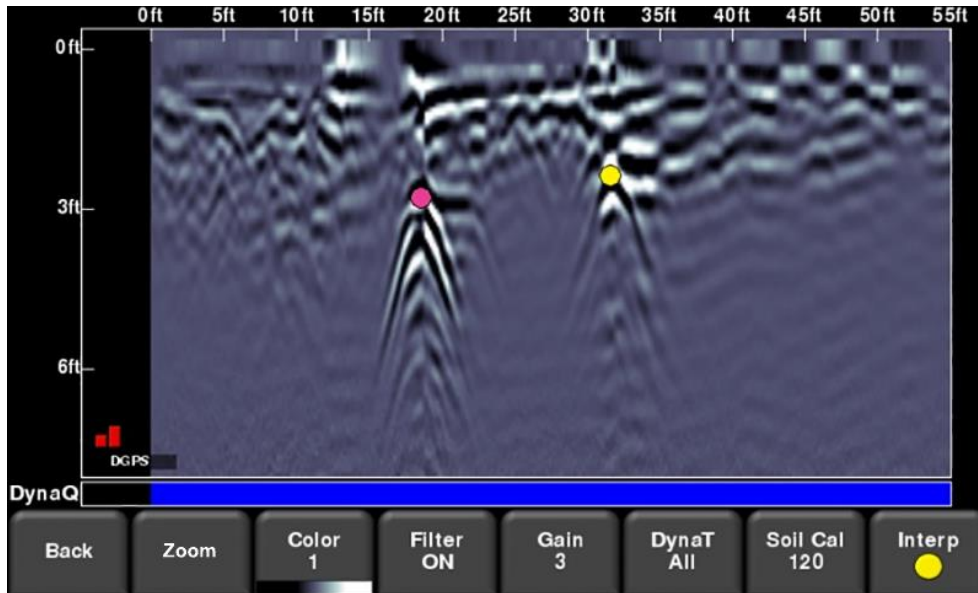


图 8-14: 触摸屏幕添加注解

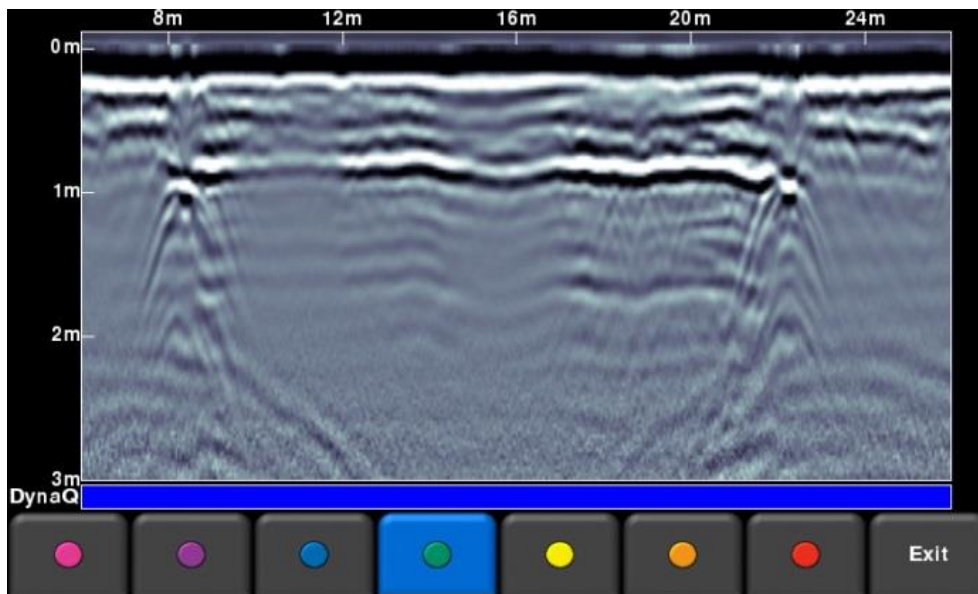


图 8-15: 可用的注解颜色

暂停 (Pause) 按钮 (仅在不保存模式 (No Save Mode) 中才有)

使用暂停 (Pause) 按钮可暂时停止数据收集，然后再次恢复，不会清除屏幕上的数据。如要收集目标上方的一系列平行线并在屏幕上显示所有数据以进行对比，该按钮可以派上用场。

一旦收集一些数据后，按**暂停 (Pause)**。您现在可以移动 LMX200 且屏幕上没有数据滚动。准备恢复收集数据时，按**开始 (Start)**。屏幕上将出现一条粗的红色垂线，这与您按暂停 (Pause) 按钮然后重启时所出现的一致 (图 8-17)。

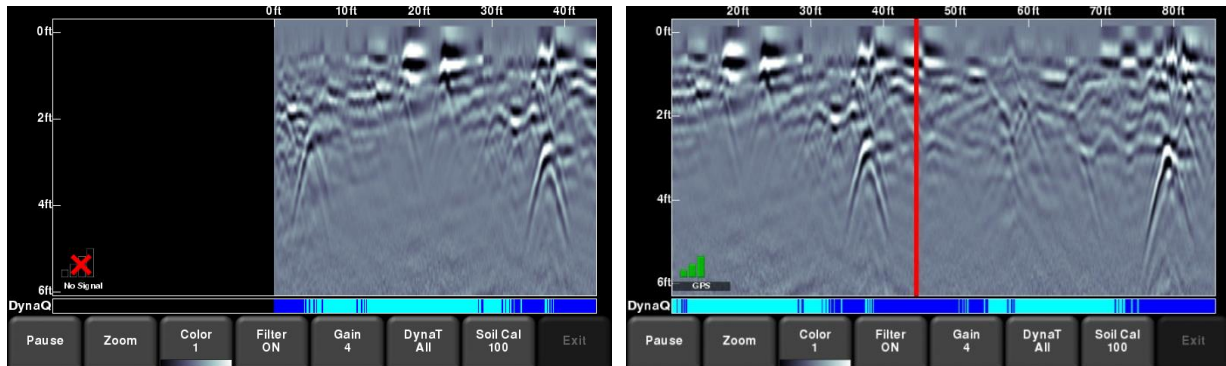


图 8-17: 按暂停然后恢复数据收集。

画箭头 (仅在不保存模式 (No Save Mode) 中才有)

在该模式中没有注解 (Interps) 选项，因为数据不会被保存。但是可以在屏幕上画箭头 (图 8-18)。

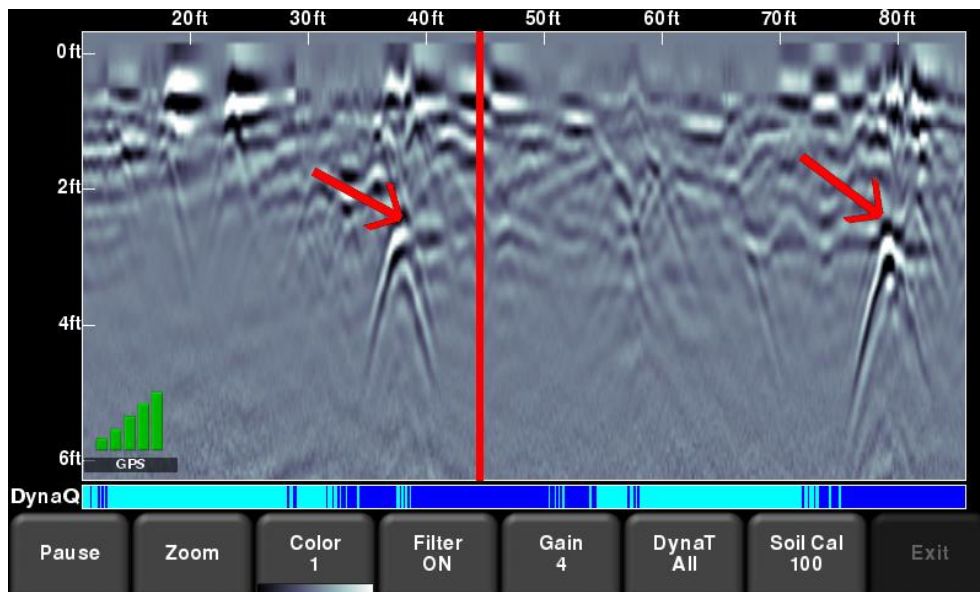


图 8-18: 在屏幕上画箭头, 以突出显示目标和特征

触摸希望出现箭头头部的屏幕处, 然后顺着箭头杆的方向滑动。在图 8-18 中的例子中, 用户触摸双曲线附近, 然后朝左上角滑动手指以创建箭头。就像标注注解一样, 可在屏幕上画任意数量的箭头。触摸任意箭头可移除它。

记住, 按相机 (Camera) 按钮可进行屏幕截图并在当前选定的项目中保存它。

Section 9 – 网格扫描

执行网格扫描可生成给定区域的深度切片。这有助于以容易理解的图形方式定位所有已知和未知物体以及它们的方向。

从主菜单（参见图 5.2 或 5.3）按**网格扫描 (Grid Scan)** 按钮进入网格设置菜单。

9.1 网格参数

屏幕将变得像图 9-1 那样，在开始数据采集之前，您可以在这里设置网格参数。

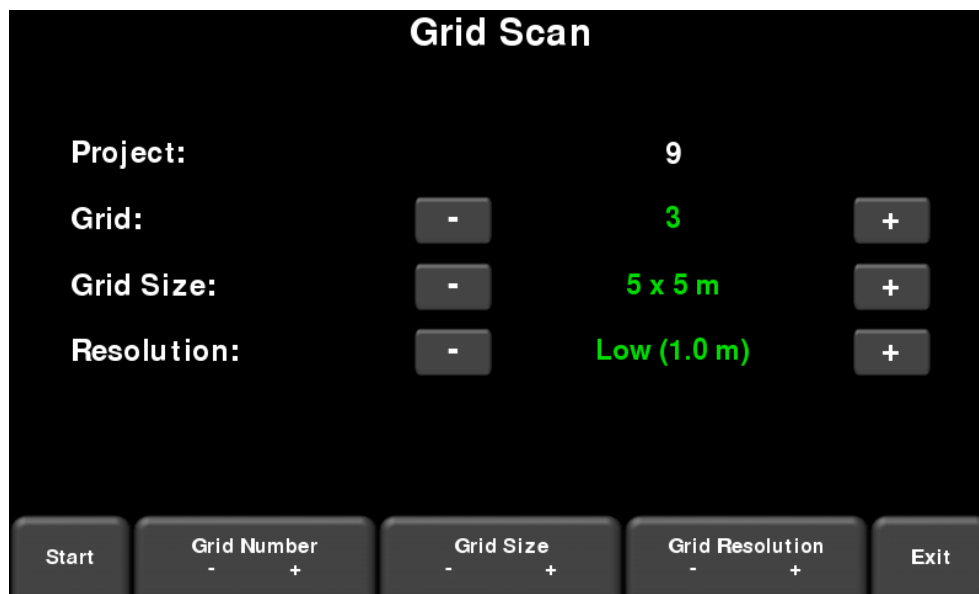


图 9-1: 网格扫描设置，增强版系统。在标准版 RD1500 上，除了没有项目编号外，其他都一样

网格编号

要选择网格编号，按屏幕底部**网格编号 (Grid Number)** 下的 + 和 - 按钮。您也可以按屏幕上部分**网格 (Grid)** 旁边的 + 和 - 按钮。不包含数据的网格的文字呈绿色。

如果网格已包含一些数据，则其显示为红色，您将不能更改尺寸或分辨率。在这里可以选择：

- **切片视图 (Slice View)** - 查看深度切片
- **删除网格 (Delete Grid)** - 删除该网格中的所有数据。

您可以按开始 (Start) 进入之前收集的数据，以查看数据或重新收集线。

网格尺寸

按屏幕底部**网格尺寸 (Grid Size)** 下的 + 和 - 按钮可更改网格尺寸。您也可以按屏幕上面部分的**网格尺寸 (Grid Size)** 旁边的 + 和 - 按钮。

如使用公制单位，可用的网格尺寸为 5 米 x 5 米，10 米 x 10 米，以及 15 米 x 15 米。

如使用美制单位，可用的网格尺寸为 10 英尺 x 10 英尺，20 英尺 x 20 英尺，以及 50 英尺 x 50 英尺。

网格分辨率

网格分辨率决定网格线之间的间距。它可以通过按屏幕底部**网格分辨率 (Grid Resolution)** 下的 + 和 - 按钮来更改。您也可以按屏幕上面部分的**网格分辨率 (Grid Resolution)** 旁边的 + 和 - 按钮。

公制单位可用的选项为 0.25 米、0.5 米和 1.0 米，美制单位可用的选项为 1、2 和 5 英尺。当使用最小的分辨率值时，可产生最佳的图像。

计算分辨率

线间距将由目标的尺寸来确定。RD1500 必须跨过一个目标才能探测到它，因此线间距必须为目标尺寸序号或更小（可行时）。对于更大的目标或线性目标，可以调整到更大的间距。更小的线间距无疑要花更长的时间来收集，而最高的分辨率并非在所有情况下都经济可行。

注：系统将不允许您以 5 英尺的低分辨率收集 10 英尺 x 10 英尺的网格，因为这会导致收集的数据不足而得到极差的图像质量。

开始数据收集

当设置好所有参数并做好收集数据的准备时，按**开始 (Start)**。

9.2 布局网格

一旦完成数据处理后，每条线的定位精度对于定位感兴趣的目标至关重要。

对于线性目标（比如管道和公用设施）而言，当 GPR 勘测线以直角穿过目标时，将出现最好的 GPR 响应。当布局网格和方向时应记住这一点。

图 9-2 就是一个网格布局例子。



图 9-2: 网格布局举例添加红线只是为了用图示来说明这个概念。

9.3 数据收集

物理数据收集

每条线的开始位置保持一致十分重要。将装置正中摆放在线的起点处，然后朝着线的终点笔直推动系统。在终点作一个记号很有用，这样您就可以有一个目标。

并非所有线都必须完成。如果有障碍物阻碍您完成某条线的扫描，只需按停止（Stop）按钮提前结束这条线。

此外，并非所有线都必须收集。如果您感兴趣的面积仅为 4 米 x 4 米，可将网格尺寸设为 5 米 x 5 米，但是不收集最外圈的线。

显示单元上的数据收集

数据收集屏幕如图 9-3 所示。屏幕的右半部分为网格的图形表示，以图形方式呈现需要收集的网格和线的尺寸。

屏幕的左半部分将显示所收集的最后一条网格线。

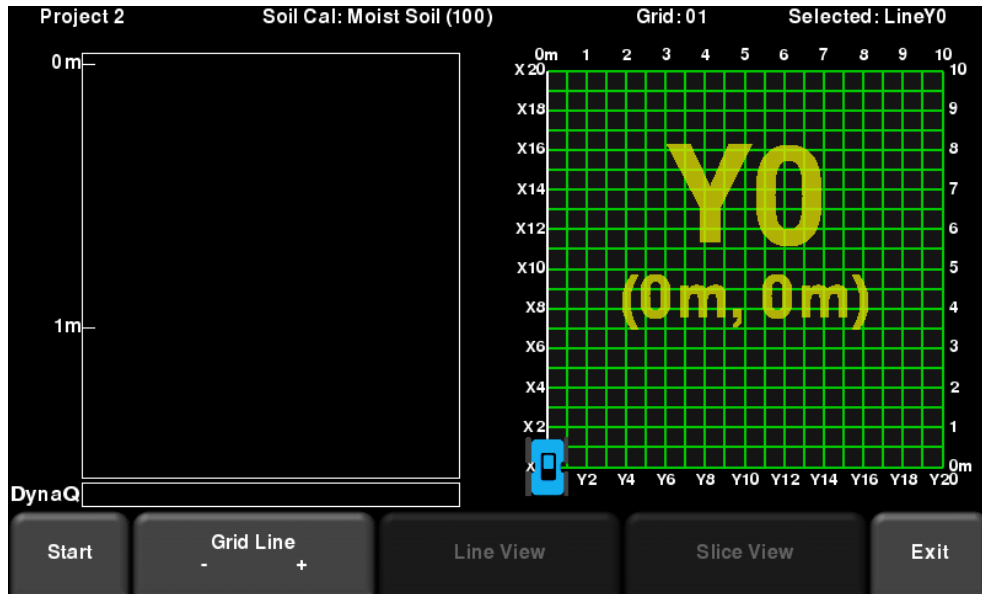


图 9-3: 网格数据收集屏幕

当您位于线的起点时按**开始 (Start)**。朝着线的终点笔直推动 RD1500。系统知道每条线的长度，一旦到达该距离，将自动停止采集。如果数据采集在到达线的终点之前结束，或者继续明显地超过它，那么建议进行里程表校准（详情参见第 6.4 节 **里程表校准**）。

一旦收集了数据，网格线将变成红色。下一条线将成为当前线并变成白色。余下的待收集的线仍为绿色。

往回推动系统到下一条线的起点（与上一条线的起点相邻），然后重复收集过程。一旦完成了同一个方向所有线的收集，系统将自动提示您收集另一个方向的线。

重新收集和跳过线

如果您出错了，可能会想要重新收集一条线。您可以通过下面的一项操作来移到另一条线：

- 按**网格线 (Grid Line)** 下的 + 和 - 按钮，或
- 触摸右边网格图像上的任意**线**，或者
- 使用 4 方向**键盘**

然后按**开始 (Start)**。屏幕上将出现一条消息问您是否要覆盖那条线（图 9-4）。按**是 (Yes)**继续。

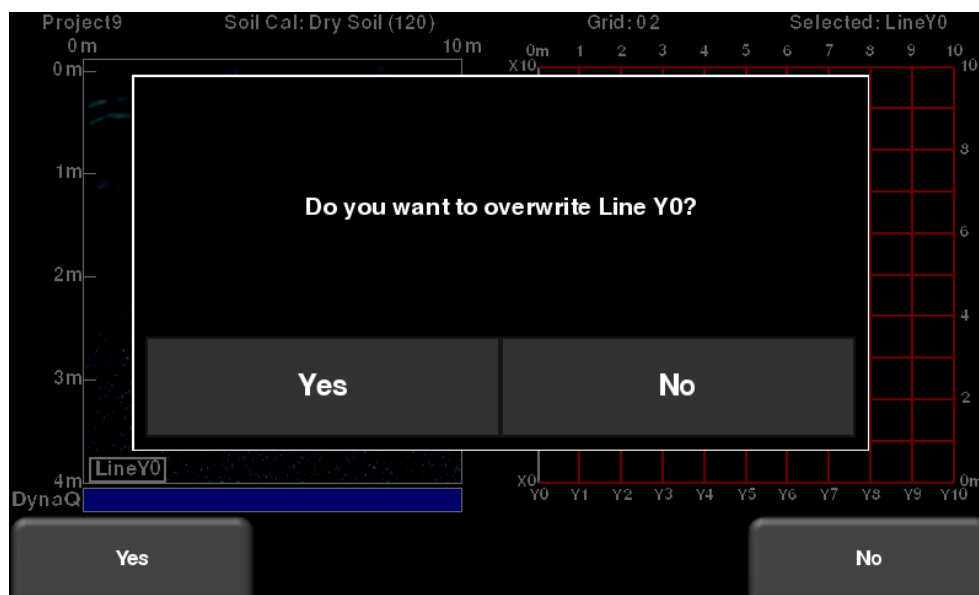


图 9-4: 覆盖一条线

处理数据

一旦完成所有数据的收集，按屏幕底部的切片视图 (Slice View)。将进行数据处理并生成深度切片。下一节将介绍有关使用切片视图 (Slice View) 的信息。

Section 10 – 切片视图

切片视图显示当一系列深度切片向地下深处移动时在网格中收集到的数据。物体和特征出现在平面图中，它可能是数据可视化的一种更为简单的方式。此外，该视图中的数据可导出到其他软件，比如 Google Earth™。

当您进入切片视图 (Slice View) 时，您将看到如图 10-1 所示的屏幕。

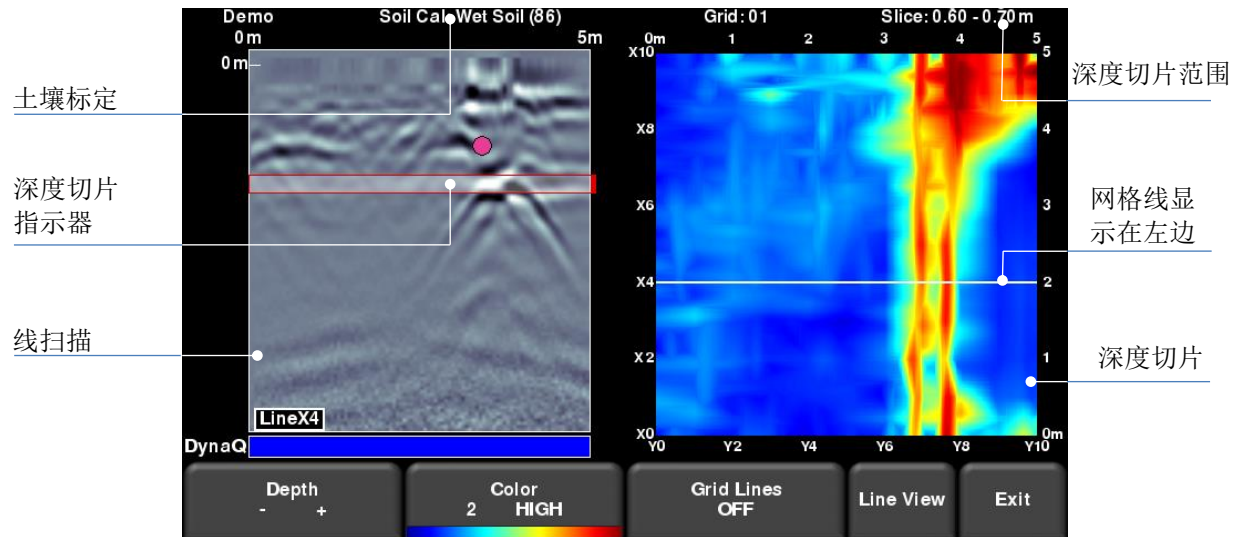


图 10-1: 切片视图屏幕

屏幕的右半部分显示其中一个深度切片。这些切片厚 10 厘米或 4 英寸。图像顶部和右侧显示网格尺寸，左侧和底部显示线编号。

屏幕左半部分显示其中一条网格线以及所标注的任何旗标或注解。水平红线之间的阴影区域对应右边显示的深度切片。如要移到另一条网格线，可使用显示单元上的 4 方向键盘。

在屏幕顶部列出了网格编号和切片厚度范围。当网格数据被处理后，将自动确定土壤标定值 (Soil Cal) 并且也在这里显示。

按钮功能解释如下：

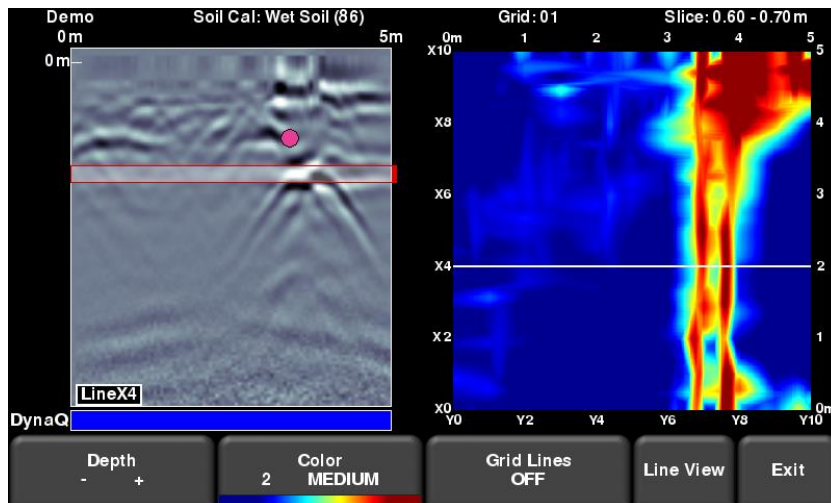
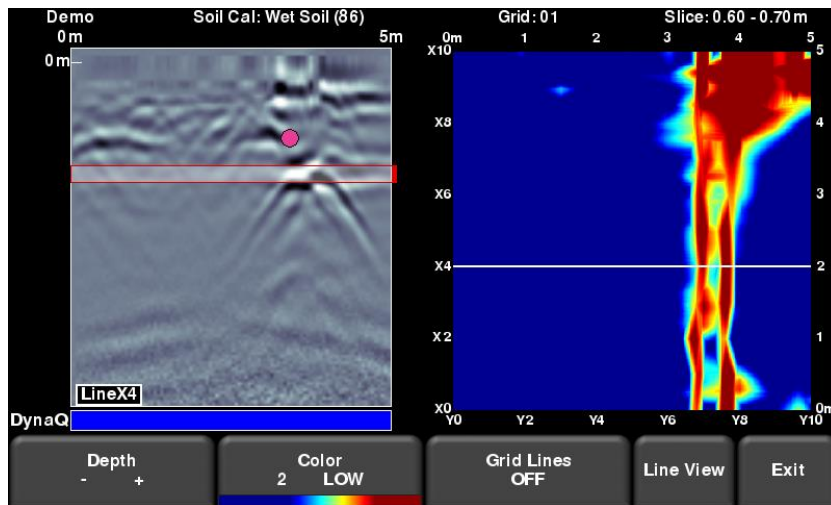
10.1 深度

按**深度 (Depth)** 按钮上的 + 和 - 按钮将增加或减小当前显示的深度切片的深度。这允许用户“切断”土地，定位出现在不同深度的特征。

10.2 颜色 (Color)

此标题下有两个按钮功能：

- 颜色模板 (Color Palette)** - 编号对应用于深度切片图像使用的颜色模板。按该按钮循环显示系统中可用的 9 种颜色模板。
- 感色度 (Color Sensitivity)** - 在低 (LOW)、中 (MEDIUM) 和高 (HIGH) 之间切换 这是一个有多少信号数据显示的功能。感色度设为“HIGH”将显示有时很难看见的信号较弱的目标。设为“LOW”将帮助“清理”数据并且只显示信号较强的目标，但是将会隐藏一些弱信号，因此当设为“低”时因小心。图 10-2 显示感色度的变化。



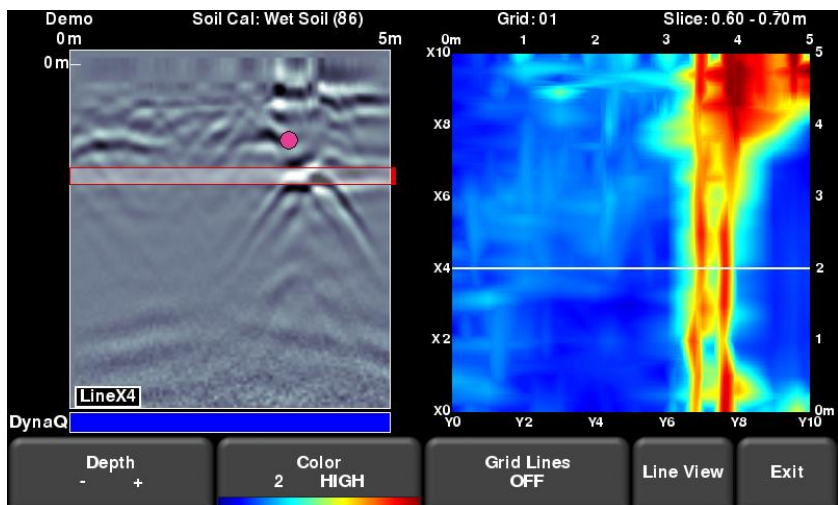
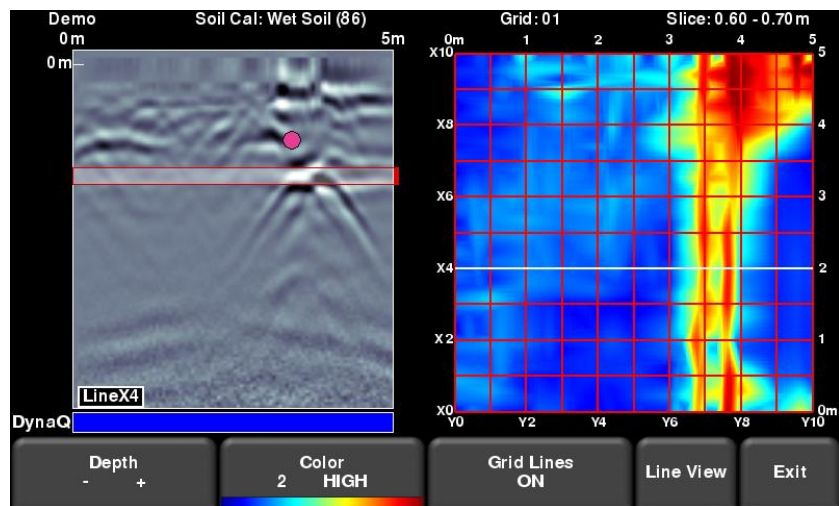


图 10-2: 不同的感色度, 从上到下: 低、中、高设置。“HIGH”显示较微妙的目标, 但有时可能会看起来很零乱, 而“LOW”设置仅显示信号最强的目标, 因此在使用该设置时应小心。

10.3 网格线 (Grid Lines)

按该按钮将在深度切片图像上覆盖网格线。这有助于查看网格线以便您了解 GPR 线 (呈白色) 在网格中的位置。按该按钮在开启 (ON)、部分 (PARTIAL) 和关闭 (OFF) 之间循环显示。当设为开启 (ON) 时, 显示收集的所有网格线。当设为部分 (PARTIAL) 时, 仅显示部分网格线。这有助于在一些较大的网格中发现目标, 比如, 当所有网格线开启 (ON) 时, 可能会使下面的图像模糊不清 (图 10-3)。



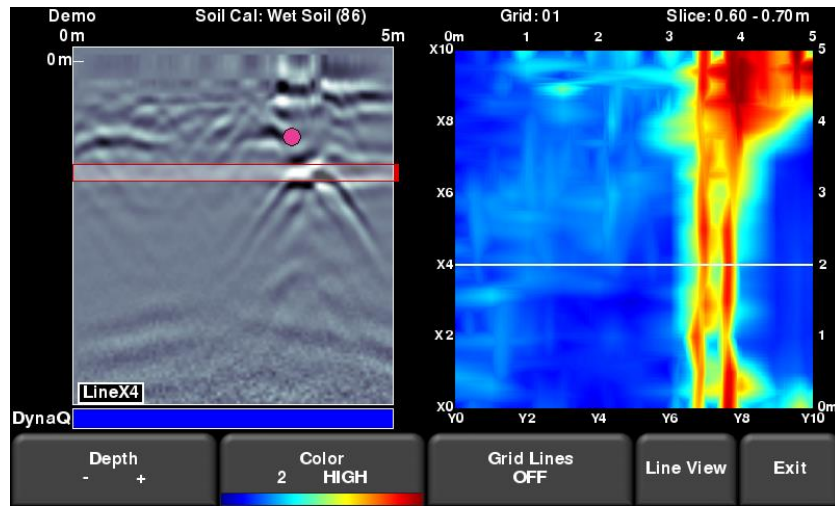
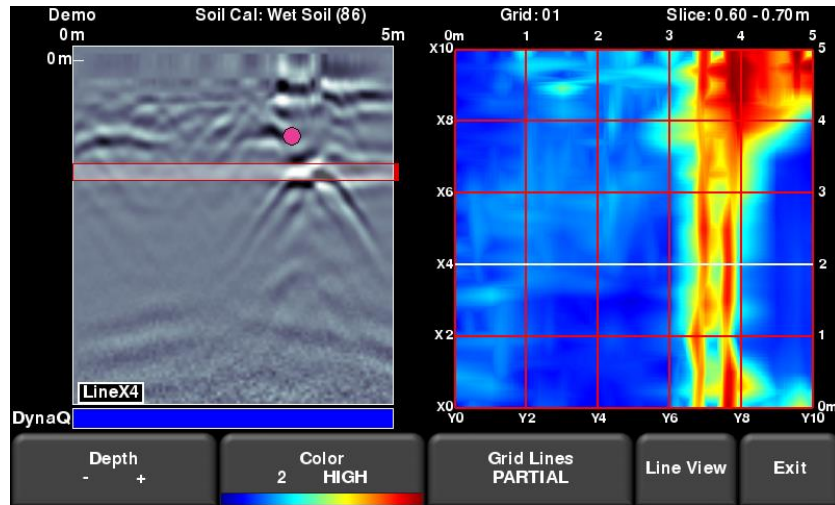


图 10-3: 不同的网格线, 从上到下: 开启 (ON)、部分 (PARTIAL) 和关闭 (OFF) 设置。

10.4 线视图 (Line View)

按该按钮以全屏图像显示当前选定的 GPR 线。这里有线扫描的所有功能（如深度、颜色、滤波器、增益、FrequenSee、土壤标定值、注解）。使用 4 方向键盘切换到另一条线。

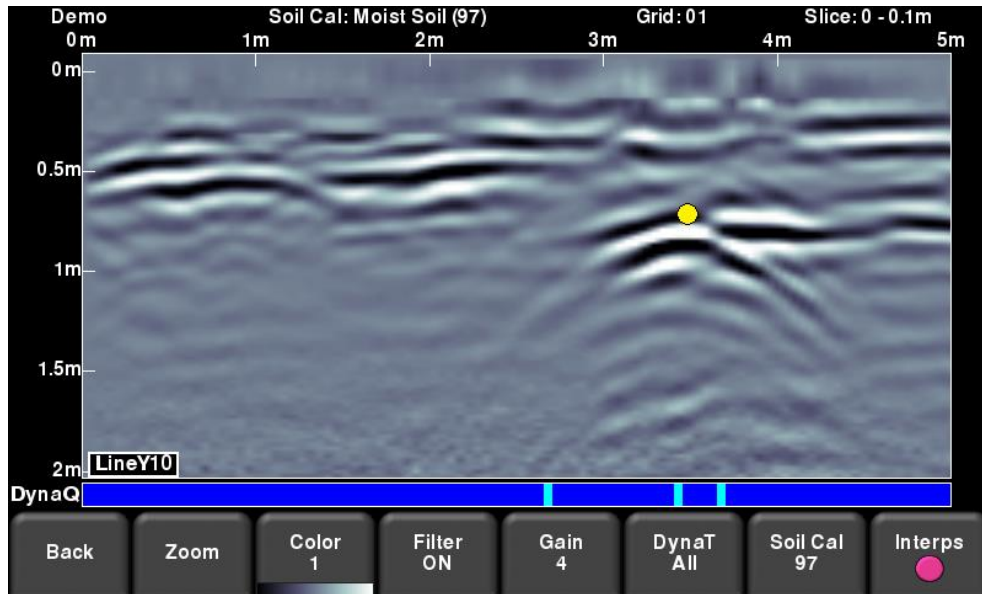


图 10-4: 从切片视图更改线视图设置。

按**返回 (Back)** 可回到切片视图。任何更改将在切片视图 (Slice View) 模式中的 GPR 线上体现出来。如果您更改土壤标定值 (Soil Cal) 或缩放 (Zoom) (深度), 将导致深度切片被重新处理。

用户可能想要更改这些显示设置, 使线扫描数据与深度切片更容易关联起来。

10.5 重新收集线 (Recollecting lines)

当您在查看切片视图中的网格数据后可能会发现有一条或多条网格线需要重新收集 (比如起点偏移了)。如果是这样, 您将需要再次进入网格扫描 (Grid Scan) 菜单并选择相关的网格编号然后按开始 (Start) (网格编号将呈红色, 因为有数据存在)。

选择需要重新收集的网格线。当您按开始 (Start) 时, 将出现提示消息, 确认您是否要覆盖该网格线。重新收集网格线之后, 按**切片视图 (Slice View)** 按钮重新处理网格数据。

Section 11 – 地图视图

地图视图是一个允许用户以图形查看系统经过的路径以及旗标或注解的独特功能。这对于确定埋地物体的线性度和一致性很有帮助。它还将显示一个展示所收集的网格线的视图来作为网格的一部分。

该功能的一个常见用途就是在指定区域来回移动。每当您穿过一个产生一条双曲线的目标时，可以后退到双曲线顶部并添加注解。如果物体是一个线性特征，当在地图视图中查看时，所有注解将排成一行。

只有当 GPS 数据与 GPR 数据一起收集时，地图视图才可使用。通过它可对线和/或网格精确定位（以正确的方向）。

如果您只使用内置 GPS，地图视图中仅显示网格数据。如果连接外置 GPS，线和网格数据都会显示。

11.1 访问地图视图（RD1500）

只有在进入一条线或网格时才会看到地图视图。

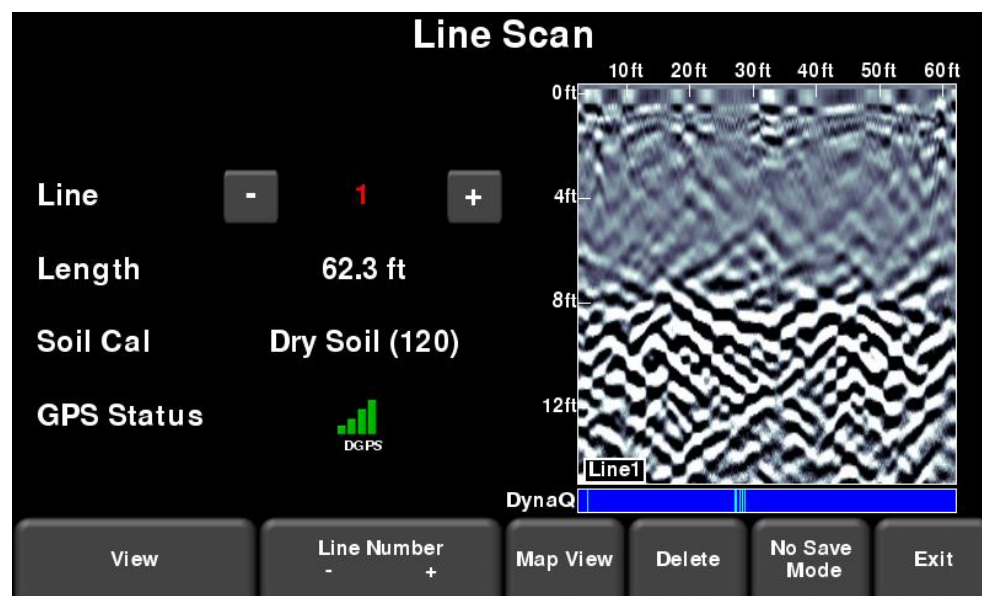


图 11-1: 从 RD1500 访问地图视图

11.2 访问地图视图（RD1500 增强版）

地图视图可从文件管理菜单（File Management）或主屏幕访问。请记住在增强版配置中，地图视图是基于项目的，这意味着它将显示指定项目中存在的所有线和网格。

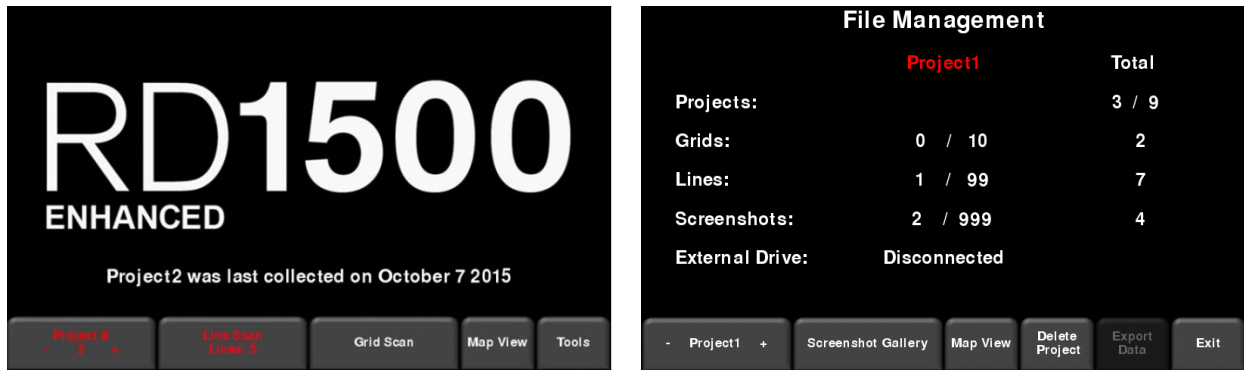


图 11-2: 从 RD1500 增强版访问地图视图, 可通过 a) 主屏幕或 b) 文件管理菜单访问

11.3 地图视图屏幕

无论是什么系统配置, 进入地图视图 (Map View) 将显示一个与图 11-3 中类似的图像。在地图视图中始终有与下面所述相同的选项:

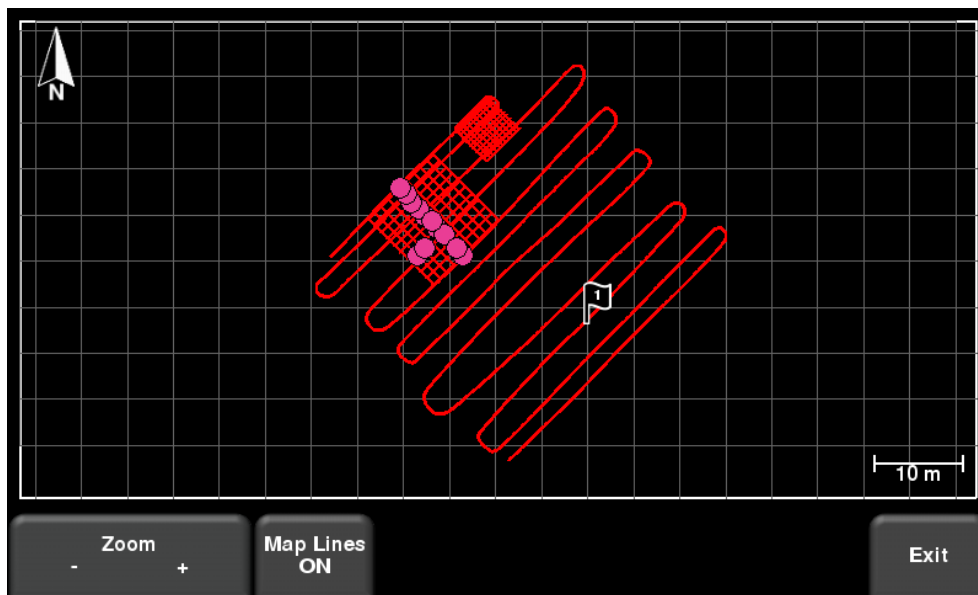


图 11-3: 地图视图显示两个网格和一条线的位置

- 按**缩放 (Zoom) +/-** 将相应地缩小或放大。如要在屏幕中间重新定位图像, 只需滑动屏幕直到图像正确定位。
- 按**地图线 (Map Lines)** 将开启或关闭网格线。
- 按**相机 (Camera)** 按钮将屏幕保存为屏幕截图

Section 12 – 截取屏幕和通过电子邮件发送微型报告

12.1 截取屏幕

如要保存线扫描、网格扫描、切片视图或地图视图中的当前屏幕的图像，按显示单元上的**相机 (Camera)** 按钮即可。这可将屏幕保存为可在您偏好的看图软件中查看的屏幕截图图像 (.JPG)。如果启用了 GPS，屏幕截图图像（仅针对线扫描和切片视图屏幕）还将包含一个地理标签参照。

如果您没有连接 WiFi 网络，将会出现一条消息确认所保存图像的文件名（图 12-1）。

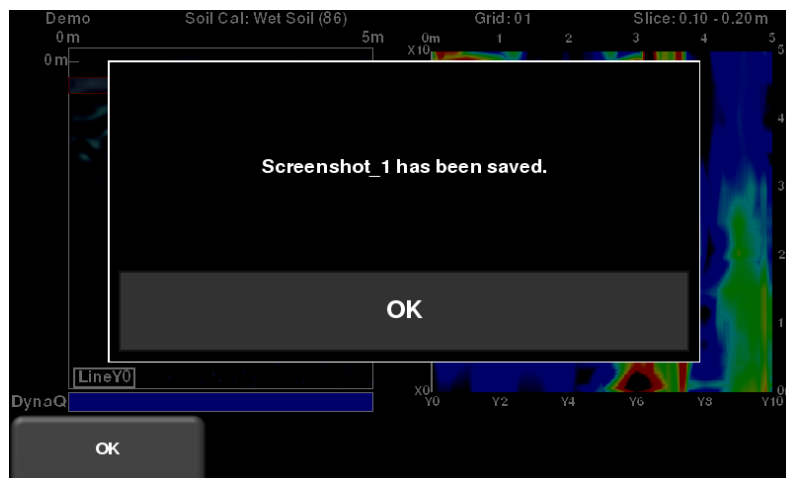


图 12-1: 按显示单元上的相机按钮截取屏幕后显示的消息（无 WiFi）。

如果您已连接无线网络并已配置一个发送电子邮件的地址，将看到图 12-2 中的消息，问您是否要用电子邮件发送屏幕截图并提示您输入电子邮件地址。电子邮件地址默认为最后输入的那个地址。按电子邮件地址左边的“...”按钮显示最近用过的 5 个电子邮件地址，可轻松选择一个最近用过的电子邮件地址，而无需重新输入它。

可以稍后从屏幕截图库通过电子邮件发送屏幕截图（详情请见第 6.3 节中的**屏幕截图库**）。



图 12-2: 按显示单元上的相机 (Camera) 按钮截取屏幕后显示的消息 (已启用 WiFi 并连接到无线网络)。用户可输入微型报告的收件人电子邮件地址。

12.2 微型报告

当通过电子邮件发送屏幕截图时，它作为微型报告的一部分被发出。该微型报告还包含一个含有有关所收集之数据的信息的表格，包括所使用的设置、日期和时间（图 12-3）

RD1500 Mini Report

Project	Demo
Screen Capture Number	6
Date Collected	March 30 2016 2:29 PM
Mode	Slice View
Grid	Grid01
Grid Size	5 x 5 m
Grid Resolution	Medium (0.5 m)
Soil Cal	Moist Soil (97)
Slice Depth	0.8-0.9 m
Slice Color Palette (Contrast)	2 (Medium)
Grid Line Visibility	OFF
Selected Line	LineY0
Depth	1.0 m
Line Color Palette	1
Filter	ON
Gain Level	4
DynaT	All

RADIODETECTION 

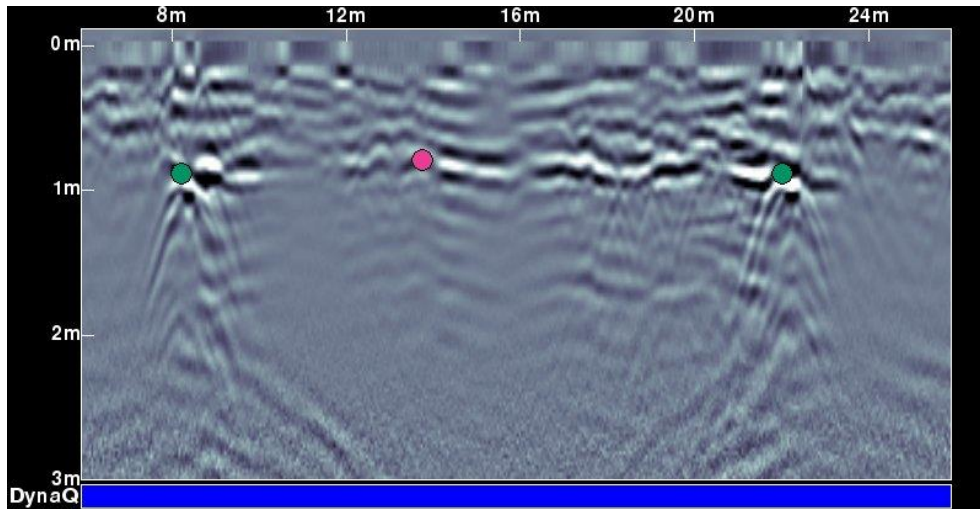


图 12-3: 微型报告样本

Section 13 – 传输数据到电脑

屏幕截图图像（和数据，如果您有增强版系统）可通过 USB 记忆棒导出到电脑。

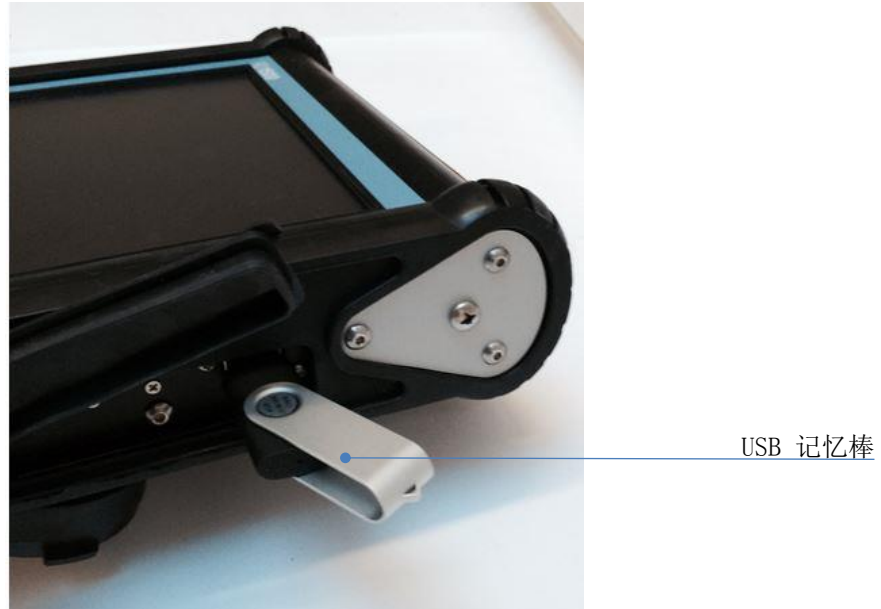


图 13-1: 插入一个 USB 记忆棒到显示单元上的 USB 端口来导出数据。

插入一个 U 盘到 USB 端口（图 13-1）。一旦 U 盘被识别，将弹出一条消息，告知您已插入 U 盘，问您是否要将数据导出到 U 盘（图 13-2）。点击**是 (Yes)** 开始传输

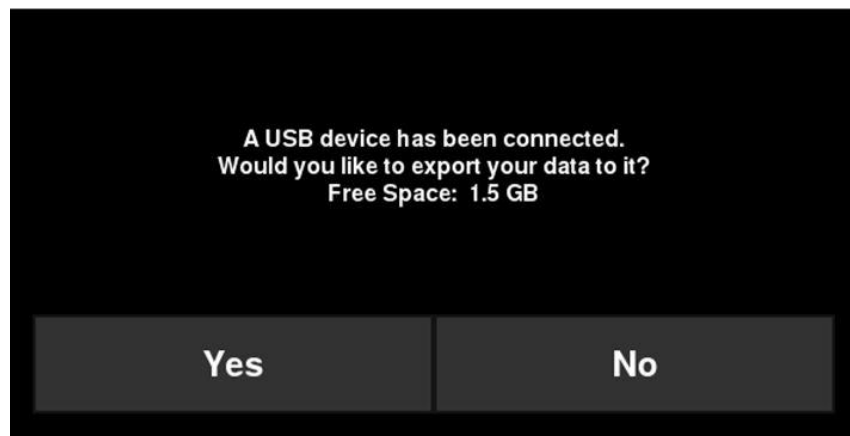


图 13-2: 当 U 盘连接到显示单元时，将弹出一条消息，问您是否要将所有数据导出到 U 盘。选择**是 (Yes)** 立即传输。如果选择**否 (No)**，可稍后通过前往**设置 (Setup) > 文件管理 (File Management)** 菜单选项导出数据。

或者，如果您想晚点导出数据，可选择**否 (No)**。以后，当您准备导出数据时，从主菜单选择**设置 (Setup) > 文件管理 (File Management)** 然后按**导出数据 (Export Data)** (第 13 节)

U 盘上的目录结构可在电脑上查看，它看起来像下面这样：

- GPR 数据
 - RD1500
 - Export01
 - Project1
 - 屏幕截图
 - .JPG 格式的所有屏幕截图
 - Project1.GPZ 文件
 - Project1.KMZ 文件
 - Field Interp Report.CSV
 - Project2
 - 屏幕截图
 - .JPG 格式的所有屏幕截图
 - Project2.GPZ 文件
 - Project2.KMZ 文件
 - Field Interp Report.CSV
 - 系统信息
 - Exportxx
 - Projectx
 - 屏幕截图
 - .JPG 格式的所有屏幕截图
 - .GPZ 文件
 - .KMZ 文件
 - Field Interp Report.CSV
 - 系统信息

所有屏幕截图均保存为 .JPG 文件

实际的 GPR 数据均包含在一个 .GPZ 文件中。其可在 EKKO_Project 软件中打开。

如果数据与 GPS (内置或外置) 数据一起收集，还会生成一个 .KMZ 文件。该文件包含定位信息，可在 Google Earth™ 中轻松打开。

如果标注了任何注解，它们将保存在一个 .CSV 文件中。这是一个电子表格文件，它显示任何注解的定位信息。

系统信息文件夹包含日志文件和一份系统摘要诊断报告。

每一个连续的数据导出将创建一个名为 ExportXX 的新目录，XX 从前一个目录以 1 为增量递增。

Section 14 – 故障检修

RD1500 系统的设计旨在尽量减少用户的问题；但是所有电子设备都有可能遇到这样或那样的问题。如果您的系统无法工作，以下内容针对可能发生的问题给出了解决提示。

14.1 电源

尝试运行系统时最常见的问题可能是电量不足。电池可能没电、电压低或者保险丝熔断。

启动完成后，LED 的颜色（参见图 5-1）将指示电池的剩余电量：

- 绿色 = 20%-100%
- 橙色 = 10%-20%
- 红色 = 0%-10%

可以用电压表测量电池电压。应在系统连接推车的情况下进行测量，以得到准确的载荷电压值（需要打开电池盒，将电压表与电池的正负极连接）。满充的电池将显示 13.8 伏的电压，当电压为 10.8 伏或更低时，系统将无法开机。如果电池电压低或电量耗尽，请使用另一个电池（如果有的话），或者为电池充电 12-14 小时，然后重新开启系统。

如果电池无法充电至 12 伏或以上，应更换电池。

电池有保险丝保护系统。打开电池盒，检查 10 安培保险丝有没有问题。如果必要，用电池盒内附带的备用保险丝进行更换。

如果电池似乎没有问题而系统还是无法启动，请检查电池电缆是否正常连接以及是否损坏。

14.2 系统通信

- 如果电池没有问题并且可以打开显示单元，但是 GPR 传感器不进行扫描，则显示单元与 GPR 传感器之间可能存在通信故障。如果发生错误，将会出现错误信息。关闭系统断开电池连接。
- 确定显示屏电缆未损坏，所有插针垂直，接头处没有污垢或碎屑。确保电缆连接紧固。有时振动可能造成电缆连接轻微松动和接触断开，导致故障。断开电缆重新连接可以提供更好的接触并解决问题。插入电池，打开系统然后重新开始扫描。
- 如果电池、电池电缆和显示屏电缆都没有问题，那么问题可能来自显示屏或 GPR 传感器。这些部件不含用户可自行维修的零件，因此需要退回供应商进行检查和维修。

14.3 系统过热

RD1500 GPR 系统的最高内部工作温度为 70°C 或 158°F。高温环境或长时间暴露于直射阳光可能会导致超出这个最高内部温度，从而引起系统故障。

如果怀疑 GPR 传感器过热，应关闭系统，在尝试重新开启之前将其置于阴凉处进行冷却。

如果无法避免高温或阳光直射，为 GPR 传感器遮阴可帮助降低内部温度。

14.4 显示单元问题

尽管显示单元防水并且相当坚实，仍应按照和笔记本电脑几乎相同的方式妥善维护和保养。如果显示单元无法启动，应检查电池电源和所有电缆连接。如果仍不工作，请联系供应商。

14.5 车轮摇晃

随着时间的推移，车轮可能会变得有些摇晃，这时需要通过手动方式拧紧它。

只需要拧紧右后轮（其连接直接驱动里程表），将一把大一字螺丝刀插入轮轴的一端（已经预留一个槽位），用大扳手轻轻拧紧车轮螺母。螺母只可以稍微拧紧，1/16 到 1/8 圈通常已经足够。转动车轮确保其仍然能够转动自如而不会太紧。

14.6 创建一条对比数据质量的测试线

收到系统并且在操作变得得心应手之后，一个发现问题的最佳方法就是在一个方便、可轻松进入的地点收集一行数据。这行数据不需要太长，但是建议其长度能够填满一个屏幕。该数据行可通过电子方式保存，也可打印到纸上并加注日期。如果日后怀疑系统有问题，可对该测试线重新扫描，与以前的结果进行对比。

注：在对比数据时，应考虑天气和环境条件，因为天气和环境变化可能会稍稍影响数据对比。

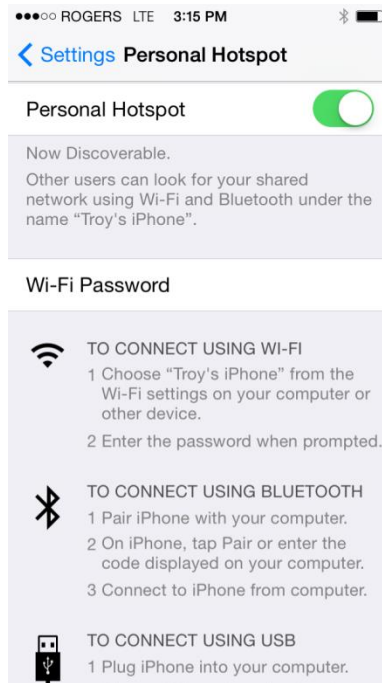
14.7 联系供应商进行检修

当把系统寄回供应商时，应提供下列信息：

- 1) GPR 传感器序列号，显示在**系统设置屏幕**顶部（参见第 6.2 节）。
- 2) 显示单元（DVL）序列号，可在**系统设置屏幕**找到。
- 3) 简要描述错误是何时发生的以及当时的操作条件（温度、湿度、阳光、系统设置等）。
- 4) 下载到您的电脑中的系统日志文件

14.8 使用智能手机上的热点

如果您在连接到手机个人热点时遇到困难，请确保在连接时手机处于查找模式。举个例子，在 iPhone (iOS 9.0) 上前往**设置 (Settings) - 个人热点 (Personal Hotspot)**。确保个人热点 (Personal Hotspot) 设置开启，在该屏幕等待，直到 RD1500 连接已建立。一旦显示单元上弹出确认消息，手机即可恢复正常使用。



注：创建个人热点时，可能会断开任何 WiFi 网络连接。反之亦然，如果个人热点已设置，尝试连接到 WiFi 网络可能会断开个人热点的连接。

Section 15 – 保养和维护

15.1 电池保养

RD1500 使用 9 安时 12 伏密封铅酸电池。采用 10 安保险丝防止短路造成损坏。

在需要重新充电之前，电池可支持 RD1500 连续使用 6 小时。如果经常需要进行数天的数据探测，应准备备用电池。

电池与推车底座连接，一般不需要拆下来进行充电。但是，如果要进行维护或需要拆下来充电时，也可以轻松地拆下电池。

如果电池处于良好的充电条件，那么它们可以具有较长的寿命和可靠的性能。不当使用或缺少维护将大大缩短电池的寿命。

密封铅酸蓄电池**绝不能**长时间处于放电状态。使用后应尽快给电池充电。

尽可能在室温环境下进行充电。

RD1500 有一个电压监测电路，当输入电压低于 10.8 伏时将关闭系统。

如果电池过度放电或长时间处于放电状态，当与充电器连接时，可能不会立刻进行充电（快速充电指示灯将不会亮起）。如果快速充电指示灯在 6 小时内都不亮起，则电池应被视为损坏，应予以丢弃。

不要认为 8 小时后仍在充电的电池正在接近充电循环的尾声。没电的电池快速充电通常需要 12-14 小时。

在储藏之前确保电池充满电。如果可行，请将电池存放在阴凉处。10°C（冰箱是个理想的选择），但是应确保温度不会降至 -30°C 以下，否则电解液可能会冻结，电池盒有可能破裂。

15.2 电缆保养

- 1) 电缆接头以及 GPR 传感器和显示单元上的接头需保持干净、没有灰尘和湿气。使用毛刷或吹气的方式清除接头上的灰尘、纤维和其他异物。
- 2) 当系统不使用时，确保对连接电缆提供保护，防止其内部聚集灰尘和湿气。如果接头暴露在外，可用防尘盖来盖住它们。
- 3) 电缆设计得十分结实耐用。
- 4) 不小心或不当使用电缆，比如使它们承载超出设计范围的负荷，可能造成线缆内部损坏。
- 5) 在任何系统里，接头部分都比较脆弱。在崎岖、多尘的户外环境中使用本产品时，如果小心保养电缆和接头，可最大程度地减少潜在的停机时间。

- 6) 电缆和接头并非设计用来悬挂、拖拽或承受系统重量。它们属于电子电路的一部分，需妥善对待。不使用时应放在储藏箱内。

15.3 防滑垫

GPR 传感器的底部是一块大的耐磨材料防滑垫。该防滑垫用来承受大部分的磨损。如果防滑垫磨损过度，则不太耐磨的塑料机身可能会开始被磨损。若出现这种情况，最好更换防滑垫。使用螺丝刀可以轻松地将其拆下来，新的防滑垫可向供应商购买。



15.4 里程表

里程表应定期标定（参见第 6.4 节）以确保其精度。

15.5 储藏箱

运输和储藏不当易导致设备损坏。所有设备应存放在运输箱或储藏箱内。雷迪公司为所有 RD1500 系统提供运输箱选配件。

Section 16 – 技术规格

规格	值
GPR 传感器尺寸	630 x 410 x 230 毫米 (25 x 16 x 9 英寸)
GPR 传感器重量	5 千克 (11 磅)
显示单元重量	2.83 千克 (6.24 磅)
显示单元屏幕	8.0 英寸高能见度阳光下可读 LCD 触摸显示屏, 可调背光 1500 NIT, 对比度为 800:1
无线	集成模块: Wi-Fi (IEEE 802.11 b, g, n) GPS/GLONASS
音频	内置扬声器 – 85dBA 扬声器, 带音量控制
电池	凝胶密封铅酸电池 电池寿命: 4-6 小时 电池容量: 9.0 安时
电池重量	4 千克 (8.8 磅)
电池充电器	内置充电器, 带状态指示灯 通用交流电源充电器输入: 100-240 伏 ~, 1.5 安, 50/60 赫兹 输出: 12 伏/3 安
DVL-500N 显示单元输入	11-18 伏  , 最大 4 安
温度和环境 	坚固耐用, 采用环保密封的单元和连接。 入口防护 (IP) 等级: DVL-500N 显示单元按照 IEC 60529 要求采用 IP65 级防护 工作相对湿度 (不凝结): 10 - 90% GPR 传感器和 DVL-500N 工作温度范围: -40° C 至 50° C (-40° F 至 122° F) 温度低于 -20° C (-4° F) 时请勿使用触摸屏。 在 0 至 30° C (32° F 至 85° F) 之间的温度下使用电池充电器。
法规规格	EMC-FCC、CE、IC、ACA、RSM Safety-TUV、CE

Section 17 – 保修

按照本文所列条件，雷迪有限公司向雷迪产品的原始最终用户买家明确表示独家提供以下保修。

雷迪公司在此保证：自销售给最终客户之日起，其产品一年内无材料和工艺缺陷。可按照相同的条款和条件延长保修期。

17.1 保修条件说明

对于发现有缺陷的任何雷迪产品，唯一的独家保修是由雷迪公司全权决定对缺陷产品进行维修或更换。修复零部件或更换产品将由雷迪公司在替换的基础上提供，它们要么是全新的，要么是在功能上等同于新品的翻新件。

如果该唯一补救措施被视为未能达到其基本目的，雷迪公司的赔偿责任不得超过雷迪产品的购买价格。在任何情况下，对于任何直接、间接、特殊、偶然、后果性或惩罚性损害（包括利润损失），无论是基于保修、合同、侵权还是任何其他法律理论，雷迪公司都不承担责任。

只有原始发票或销售收据（注明购买日期、型号名称和经销商名称）在保修期内，才能提供保修服务。本保修只包括雷迪产品的硬件部件。

提交产品进行保养或维修之前，根据本保修条款或其他条款，应备份存储在设备上的任何数据以避免数据丢失的风险。雷迪公司不对数据存储介质或附件的数据丢失或清除负责。

雷迪公司不承担与产品运输相关的运输成本和风险。是否存在缺陷应由雷迪公司按照雷迪制定的程序来确定。

本保修条款完全代替任何其他明示或暗示的保证，包括对特定用途的适销性或适用性的任何暗示保证。

本保修不包括：

- a. 因磨损而进行的周期性维护以及维修或部件更换。
- b. 耗材（预计在某个产品的使用寿命期间需要定期更换的部件，例如不可充电的电池、灯泡等）。
- c. 与产品的预期用途不一致的使用、操作或处理造成的损坏或缺陷。
- d. 以下原因造成的产品损坏或变化：
 - i. 滥用，包括：- 对待产品的方式导致物理、外观或表面损伤或产品变化或液晶显示屏损坏。
 - ii. 未按照雷迪公司的安装或使用说明对产品进行正常安装或使用。

- iii. 未按照雷迪公司的正确维护说明对产品进行维护。
- iv. 产品的安装或使用方式与产品安装或使用国的技术或安全法律或标准要求不一致。
- v. 病毒感染或与产品一同使用的软件与产品不配套或未正确安装。
- vi. 与该产品一起使用或结合的系统的条件或缺陷排斥设计与该产品一起使用的其他“雷迪产品”。
- vii. 将该产品与不符合雷迪规定类型、条件和标准的附件、外围设备和其它产品一同使用。
- viii. 由未经雷迪公司授权和认证的修理厂的人员修理或尝试修理。
- ix. 未经雷迪公司事先书面同意的调整或修改，包括：
 - a. 超出说明书中所述的规格或功能对产品进行升级，或修改产品以使其符合并非专门设计和制造所面向国家或地方的技术或安全标准。
- x. 疏忽，例如打开无用户可更换部件的盒子。
- xi. 事故、火灾、液体、化学品、其他物质、水灾、振动、温过热、通风不良、电涌、供电或输入电压过大或不当、辐射、包括照明的静电放电、其他外力和影响。

Section 18 – 附录 A: 健康和安全认证

当无线电频率电磁场的强度过高时可造成健康危害。在过去 30 年里，人们对正常磁场进行了广泛的研究，没有电磁场对健康造成影响的确凿流行病学记录。有关该主题的具体讨论已在下列参考和网站中详述。

美国联邦通信委员会 (FCC) 和职业安全与健康管理局 (OSHA) 均规定了电磁场的可接受水平。在其他国家，相关机构强制规定了类似的功率电平。FCC 和 OSHA 规定的最大允许照射量和持续时间因频率而异。对于处于 30-300 兆赫频带的普通人群而言，平面波等效功率引用的最低阈值为 0.2 毫瓦/平方厘米。如图 A-1 所示，所有其他应用和频率有更高的允差。

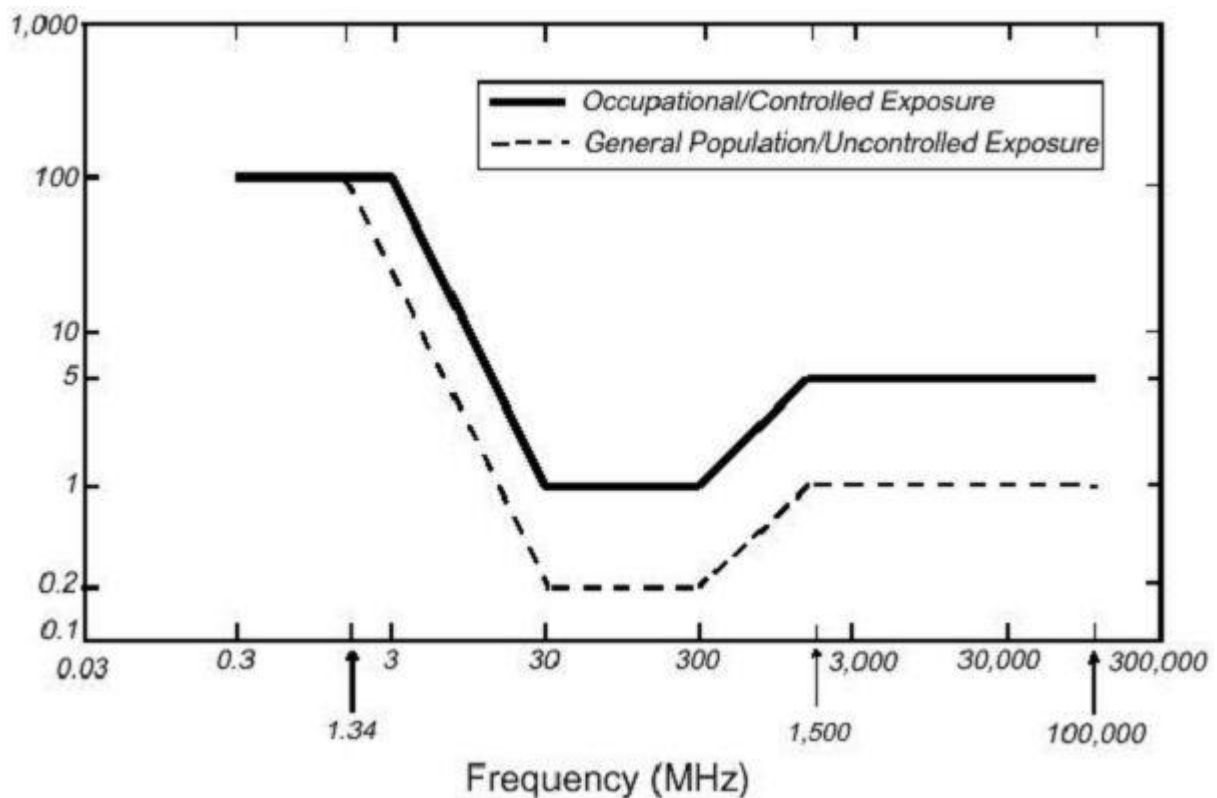


图 A-1: FCC 最大允许照射量 (MPE) 限值，平面波等效功率密度 (毫瓦/平方厘米)。

所有雷迪有限公司 GPR 产品一般在至少距离用户 1 米 (3 英寸) 处工作，根据 FCC 被归类为“移动”设备。距离任何雷迪产品 1 米或更远处的典型功率密度水平小于 10^{-3} 毫瓦/平方厘米，它比强制限值低 200-10,000 倍。因此当以预期用途的正常方式使用时，雷迪产品不会造成健康和安全风险。

Section 19 – 附录 B: GPR 辐射、干扰及法规

大多数政府对于电子设备可能发射的电磁辐射水平都有相关的规定。目的是确保设备或装置不会干扰任何其他设备或装置，使其他设备丧失功能。

制造商委托专业、独立的测试机构测试他们的 GPR 产品，产品符合美国、加拿大、欧盟和其他主要司法辖区的相关辐射法规。

电子设备并非都有适当的抗扰度。如果 GPR 仪器与电子设备靠得很近，可能会产生干扰。虽然迄今为止尚无经证实的干扰报告，但是如果在附近设备上观察到任何不寻常的现象，应进行测试，观察干扰是否随着 GPR 仪器的开启和关闭而开始和停止。如果干扰得到确认，应停止使用 GPR。

特定的司法辖区有其特定的 GPR 指南，必须遵守。下面介绍了其中的一些。

B-1 FCC 法规

本设备符合美国联邦通信委员会 (FCC) 条例的第 15 部分。在美国使用本设备时应符合下面两个条件：

本设备不会造成有害的干扰，并且

本设备必须可以承受收到的任何干扰，包括可能造成非正常工作的干扰。

第 15 部分 – 用户信息

本设备已经过测试，其结果符合 FCC 条例第 15 部分规定的 A 类数字设备（适用时）和超宽带宽 (UWB) 设备（适用时）的限值。设计这些限值的目的是为了针对设备在民用环境中操作时产生的有害干扰提供合理的防护。本设备使用并且能够辐射无线电频率能量，如果没有根据说明书安装和使用，可能会对无线电通信造成有害干扰。在住宅区操作本设备可能会造成有害干扰，这时用户将需要自行出资纠正干扰。

警告

未经制造商明确批准的“改动或改装”可能会使用户失去操作本设备的权利。

本设备采用经批准的电缆和外围设备，且已经过认证。使用未经批准或改装过的电缆及外围设备即构成上述警告中所指的“改动或改装”。

操作限制

本设备的操作仅限于与执法、消防、紧急救援、科研、商业采矿或建设相关的用途。根据本章第 90 部分的规定，操作单位必须拥有合法执照。

发布于 2002 年 7 月 12 日的 FCC 操作限制的解释

(FCC 法令 DA02-1658, 第 9 段)

这些规定包括对有资格操作成像系统的单位的限制（参见 47 C.F.R. 5.509(b)、15.511(b) 和 15.513(b)）。在这些新规定下，GPR 以及穿墙成像系统只可由执法、消防和紧急救援部门、科研机构、商业采矿公司，或建筑公司使用。自法令实施以来，我们收到了一些来自 GPR 和穿墙成像系统的用户的询问，指出这些装置通常并非由法规所列的单位操作，而是由经过专业培训的个人在合同约束下操作。我们并不认为最近实施的超宽带（UWB）条例会对只有通过使用探地雷达和穿墙成像系统才能有效执行的关键安全服务造成混乱。我们深入地研究了这些操作限制。举例来说，我们认为在限制建筑公司使用探地雷达和穿墙成像系统的相关问题上，必须包括对建筑物、道路、桥梁和机场跑道的检查，即使检查发现不会破坏结构，但是是否施工实际上不是由检查来决定的；使用超宽带装置进行探测的预期目的是确定是否有必要进行施工。我们还认为探地雷达和穿墙成像系统可以在法规提及的目的下使用，而并不一定要由所述的单位直接操作。举例来说，探地雷达可由为当地警方调查搜集法庭证据的私人公司操作。

美国联邦通信委员会（FCC）许可的使用模式

探地雷达的天线必须遵守 FCC 的规定保持在表面。若天线脱离表面则不允许使用。严禁将其用作穿墙成像装置。

探地雷达的使用协调

FCC 法规第 15.525(c) 条（2007 年 2 月更新版）要求探地雷达设备的用户按以下规定协调设备的使用：

第 47 篇 - 电信

第 I 章 - 联邦通信委员会

第 15 部分 无线电频率设备

子部分 F_超宽带操作

第 15.525 节 协调要求。

(a) 超宽带成像系统在使用前应由美国联邦通信委员会（FCC）协调。操作者应遵守协调订立的有关设备使用的任何约束。

(b) 超宽带成像装置的用户应向美国联邦通信委员会工程技术办公室提供作业范围的信息，后者应通过国家电信与信息管理处与联邦政府就该信息进行协调。超宽带设备用户提供的信息应包括用户名称、地址和其他相关的联系信息、作业的目标地理区域，以及 FCC ID 号和超宽带设备的其他名称。若成像设备打算用于移动应用，则作业的地理区域可以是作业所在的州或国家。用于固定作业的成像系统的用户应提供设备作业所在的具体地理位置或地址。这些资料应提交到：

Frequency Coordination Branch, OET

Federal Communications Commission

445 12th Street, SW, Washington, D.C.

20554

收件人：UWB Coordination

（**制造商备注：**下页的表格为执行协调的建议格式。）

(c) 制造商或其授权销售代表必须通知采购者和用户，要求在使用他们的系统前须与 FCC 进行有关作业区域的具体协调。

(d) 一旦变更所有权或地点的协调提交给 FCC 并协调了现有的授权操作，已授权和协调的超宽带成像系统的用户可将它们移交给其他合资格用户以及不同的地点。

(e) FCC/NTIA 协调报告应标明需要另外协调成像系统操作或者禁止操作成像系统的那些地理区域。如果在特定地理区域的操作需要另外协调，将提供当地的协调联系人。除了在这些指定区域内操作之外，一旦所需的有关 UWB 成像系统的信息被提交到 FCC，倘若报告的操作地区没有改变，则不需要与 FCC 进行另外协调。如果操作区域改变了，应按本节 (b) 段中的程序将更新的信息提交给 FCC。

(f) 从 NTIA 收到协调申请之日算起，常规 UWB 操作的协调应不超过 15 个工作日。在条件允许的情况下，特殊的临时操作可加急处理。在涉及生命和财产安全的紧急情况下，倘若 UWB 设备用户遵守了类似于本章 2.405(a) 到 (e) 中规定的通知程序，UWB 系统的操作可以不经过程序。[67 FR 34856, 2002 年 5 月 16 日, 于 2003 年 4 月 22 日在会上 (68 FR 19751) 修订]

生效日期备注：2003 年 4 月 22 日在会上 (68 FR 19751) 对第 15.525 节 [[第 925 页]] (b) 段和 (e) 段作出修订。该修订案包含信息收集和记录保管要求，需待管理和预算办公室批准才会生效。

FCC 探地雷达协调通知

名称:

地址:

联系信息 [联系人姓名和电话]:

作业地区 [郡、州或更大的地区]:

FCC ID: QJQ-NG250

设备名称: NG250

信息寄至:

Frequency Coordination Branch, OET

Federal Communications Commission

445 12th Street, SW

Washington, D.C. 20554

收件人: UWB Coordination

传真: 202-418-1944

所提供的信息将被视为机密

B-2 EC (欧共体) ETSI 法规

在欧共体 (EC), GPR 仪器必须符合 ETSI (欧洲技术标准协会) 标准 EN 302 066-1 v1.2.1。个别国家对于许可的具体要求须与该标准一致。如需了解更多信息, 请与雷迪公司技术支持人员联系。

销往欧共体国家或实行 ETSI 标准的国家的所有雷迪探地雷达 (GPR) 产品均已经过测试, 符合 EN 302 066 v1.2.1 的要求。

用户有责任检查和确保其满足个别国家的许可要求。

以英国为例, 目前确实需要操作探地雷达的许可证, 相关详情可从 OFCOM 了解(<https://licensing.ofcom.org.uk>)。

我们建议用户咨询使用国的无线电和电信许可机构。雷迪销售和支持人员可以提供联系方式和信息。

如需了解更详细的信息, 可从 ETSI 获取下列文件的副本。

ETSI EN 302 066-1 V1.2.1 (2008 年 2 月) 电磁兼容和无线电频谱事务 (ERM); 地/墙探测雷达应用 (GPR/WPR) 成像系统; 第 1 部分: 技术特性和测试方法

ETSI EN 302 066-2 V1.2.1 (2008 年 2 月) 电磁兼容和无线电频谱事务 (ERM); 地/墙探测雷达应用 (GPR/WPR) 成像系统; 第 2 部分: 覆盖 R&TTE 指令第 3.2 条的基本要求的 EN 协调标准

ETSI TR 101 994-2 V1.1.2 (2008 年 3 月) 电磁兼容和无线电频谱事务 (ERM); 短距离设备 (SRD); 使用超宽带技术 (UWB) 的 SRD 设备的技术特性; 第 2 部分: 地/墙探测雷达应用; 系统参考文件

B-3a 加拿大工业部法规 – 英语（中文译文）

加拿大工业部于 2009 年 3 月 29 日颁布了有关探地雷达（GPR）的法规，作为 RSS-220 “使用超宽带（UWB）技术的设备”的一部分。

加拿大工业部针对探地雷达作出了一项独特的适用除外规定，即不要求用户获得探地雷达的使用许可。但用户必须遵守下列指令：

本探地雷达设备仅应在与地面接触或距离地面 1 米以内时操作。

本探地雷达设备只能由执法机构、科研院所、商业采矿公司、建筑公司以及应急救援或者消防机构使用。

如果在穿墙模式下使用探地雷达，则用户应注意以下限制：

应在设备朝着墙壁且与墙面接触或距离墙面 20 厘米以内时操作本墙内雷达成像设备。

本墙内雷达成像设备只能由执法机构、科研院所、商业采矿公司、建筑公司以及应急救援或者消防机构使用。

由于探地雷达的操作不需要许可证，用户必须接受以下条件：

操作应满足以下两个条件：(1) 本设备不会造成干扰，且 (2) 本设备必须可以承受任何干扰，包括可能造成本设备非正常工作的干扰。

B-3b Règlement d'Industrie Canada – Français

Industrie Canada a publié des règlements pour les appareils géoradar (GPR) le 29 mars 2009, dans le cadre du RSS-220 intitulé "Dispositifs utilisant la bande ultra-large (UWB)".

Industrie Canada a faite une exception unique pour GPR en n'exigeant pas de licence par utilisateur. L'utilisateur doit se conformer aux directives suivantes:

Ce géoradar périphérique doit être utilisé que lorsqu'il est en contact avec ou moins de 1 m du sol.

Ce géoradar périphérique doit être utilisé que par les organisations d'application de la loi, les instituts de recherche scientifique, des sociétés minières commerciales, entreprises de construction et de secours d'urgence ou des organisations de lutte contre les incendies.

Si le géoradar est utilisé dans un mode de pénétration au mur, la restriction suivante est à noter par l'utilisateur:

Ce dispositif d'imagerie radar doit être utilisé lorsque l'appareil est orienté vers le mur et en contact avec ou dans les 20 cm de la surface du mur.

Ce dispositif d'imagerie radar doit être utilisé que par les organisations d'application de la loi, les instituts de recherche scientifique, des sociétés minières commerciales, entreprises de construction et de secours d'urgence ou des organisations de lutte contre les incendies.

Parce que l'exploitation de GPR est sur une base exempte de licence, l'utilisateur doit accepter le texte suivant:

La fonctionnalité est soumise aux deux conditions suivantes: (1) cet appareil ne peut pas provoquer d'interférences et (2) cet appareil doit accepter toute interférence, y compris les interférences qui peuvent causer un mauvais fonctionnement du dispositif

Section 20 – 附录 C：仪器干扰

抗扰度法规将责任放在仪器/设备/装置制造商身上，以确保外来干扰不会过度导致仪器/设备/装置停止工作或以非正常方式工作。

根据独立测试机构的测量结果，雷迪系统符合加拿大、美国、欧共体和其他大部分司法辖区的相关法规。GPR 设备可感应电磁场。电磁场的外部源（比如电视台、无线电台和手机）可产生能被 GPR 探测到的信号，这可能降低 GPR 设备记录和显示的数据的质量。

此类干扰是不可避免的，但是有经验的 GPR 从业者的良好勘测习惯和操作可最大程度地减少此类问题。在某些地理区域，来自外部源的辐射可能大到妨碍有用的测量。作为物探勘测实践的基本限制，这些情况可被专业物探机构轻而易举地识别和接受。GPR 记录中出现的此类干扰不视为设备故障或不符合抗扰度法规。

Section 21 – 附录 D：有关爆炸性装置的安全

人们不时地表示对于在起爆雷管和未爆弹药（UXO）附近使用 GPR 产品的危险的担忧。使用起爆雷管的经验显示雷迪 GPR 产品的力量不足以触发起爆雷管。根据独立测试机构的保守分析，我们建议 GPR 发射器与起爆雷管的距离至少保持 6 英尺（2 米）来以防万一。某些客户使用他们的特殊爆破装置进行试验以确认安全性。

我们强烈建议经常使用引爆装置的 GPR 用户在他们的工作领域开发一套系统的安全方法。

未爆弹药（UXO）问题更为复杂，由于一些显而易见的原因，目前尚无有关引信的标准。迄今为止尚无与任何未爆弹药物探仪器有关的问题报导。由于近炸和震动对于未爆弹药也十分关键，因此最好的建议就是多加小心和充分了解风险。

Section 22 – 附录 E: WiFi 模块

FCC 声明:

注: 本设备已经过测试, 其结果符合 FCC 条例第 15 部分规定的 A 类数字设备的限值。设计这些限值的目的是为了针对设备在民用环境中操作时产生的有害干扰提供合理的防护。本设备产生、使用并且能够辐射无线电频率能量, 如果没有根据说明书安装和使用, 可能会对无线电通信造成有害干扰。在住宅区操作本设备可能会造成有害干扰, 这时用户将需要自行出资纠正干扰。

加拿大工业部声明:

本设备符合加拿大工业部的许可证豁免 RSS 标准。操作应满足以下两个条件:

- (1) 本设备不会造成干扰, 并且
- (2) 本设备必须可以承受任何干扰, 包括可能造成设备非正常工作的干扰。

Section 23 – 附录 F – 进口/出口

两用

“两用产品”的定义为:

“两用产品”是指可用于民用和军用目的的产品（包括软件和技术），包括可用于非爆炸性用途以及以任何方式辅助核武器或其他核爆炸装置制造的所有商品。

制造商保证 RD1500 不是两用产品。

全球办事处

雷迪 (美国)

28 Tower Road, Raymond, Maine 04071, USA

电话: +1 (207) 655 8525 免费电话: +1 (877) 247 3797 rd.sales.us@spx.com www.radiodetection.com

Pearpoint (美国)

39-740 Garand Lane, Unit B, Palm Desert, CA 92211, USA

电话: +1 800 688 8094 电话: +1 760 343 7350 pearpoint.sales.us@spx.com www.radiodetection.com

雷迪 (加拿大)

344 Edgeley Boulevard, Unit 34, Concord, Ontario L4K 4B7, Canada

电话: +1 (905) 660 9995 免费电话: +1 (800) 665 7953 rd.sales.ca@spx.com www.radiodetection.com

雷迪有限公司 (英国)

Western Drive, Bristol, BS14 0AF, UK

电话: +44 (0) 117 976 7776 rd.sales.uk@spx.com www.radiodetection.com

雷迪 (法国)

13 Grande Rue, 76220, Neuf Marché, France

电话: +33 (0) 2 32 89 93 60 rd.sales.fr@spx.com <http://fr.radiodetection.com>

雷迪 (比荷卢)

Industriestraat 11, 7041 GD 's-Heerenberg, Netherlands

电话: +31 (0) 314 66 47 00 rd.sales.nl@spx.com <http://nl.radiodetection.com>

雷迪 (德国)

Groendahlscher Weg 118, 46446 Emmerich am Rhein, Germany

电话: +49 (0) 28 51 92 37 20 rd.sales.de@spx.com <http://de.radiodetection.com>

雷迪 (亚太地区)

Room 708, CC Wu Building, 302-308 Hennessy Road, Wan Chai, Hong Kong SAR, China

电话: +852 2110 8160 rd.sales.asiapacific@spx.com www.radiodetection.com

雷迪 (中国)

中国北京顺义区天竺镇府前一街13号 名豪大厦D304 (邮编:101312)

电话: +86 (10) 8416-3372 rd.service.cn@spx.com <http://cn.radiodetection.com>

雷迪 (澳大利亚)

Unit H1, 101 Rookwood Road, Yagoona NSW 2199, Australia

电话: +61 (0) 2 9707 3222 rd.sales.au@spx.com www.radiodetection.com