



定向钻进定位系统

操作手册



DCI Headquarters
19625 62nd Ave. S., Suite B-103
Kent, Washington 98032 USA
Tel 425 251 0559 / 800 288 3610 Fax 253 395 2800
E-mail DCI@digital-control.com www.digitrak.com

DCI Europe

Kurmainzer Strasse 56
D-97836 Bischbrunn
Germany
Tel +49(0) 9394 990 990
Fax +49(0) 9394 990 999
DCI.Europe@digital-control.com

DCI India

SCO # 259, Sector 44-C
Chandigarh (UT) 160 047
Punjab, India
Tel +91(0) 172 464 0444
Fax +91(0) 172 464 0999
DCI.India@digital-control.com

DCI China

No. 41, Lane 500, Xingle Road
Huacao twon, Minhang District
Shanghai P.R.C. 201107
Tel +86(0) 21 6432 5186
Fax +86(0) 21 6432 5187
DCI.China@digital-control.com

DCI Australia

2/9 Frinton Street
Southport, Queensland 4215
Australia
Tel +61(0) 7 5531 4283
Fax +61(0) 7 5531 2617
DCI.Australia@digital-control.com

DCI Russia

420059 Pavlyukhina Street
104, Kazan
Russia
Tel +7 843 277 52 22
Fax +7 843 277 52 07
DCI.Russia@digital-control.com

3-1050-14-A1 (Simplified Chinese)

版权所有© 数字控制公司 2008 年出版。保留所有权利。最新修订日期：2008 年 11 月。

这份资料是英文正本资料（简称“正本”）的中文译本。提供中文译本之目的只是为了方便用户使用，DCI 公司《有限售后保证》之所有条款和限制亦完全适用于中文译本。若出现译本与正本在内容或意思的理解上有冲突或有差异，须以正本为准。

商标

DCI 标志、CableLink®、DataLog®、DigiTrak®、Eclipse®、iGPS®、MFD®、SST®、*target-in-the-box*®、*Target Steering*®、以及 TensiTrak®均为数字控制公司之美国注册商标；DucTrak™、FasTrak™、LT™、LT2™、SuperCell™、和 TeleLock™为数字控制公司（Digital Control Incorporated）之注册商标。

专利

DigiTrak® LT2™ 定位系统受以下一个或一个以上的美国专利保护：5,337,002；5,633,589；5,764,062；5,767,678；5,878,824；5,926,025；5,933,008；5,990,682；6,002,258；6,005,532；6,008,651；6,014,026；6,057,687；6,160,401；6,232,780；6,396,275；6,525,538；6,559,646；6,593,745；6,693,429；6,756,784；6,838,881；6,838,882；6,924,645；7,167,005；7,309,990；7,345,486。DigiTrak® LT2™ 接收器的销售并不代表转让 DigiTrak® 传感器或地下钻具舱体任何专利权所授予的许可证。其它专利正在申请中。

有限售后保证

所有经由 DCI 制造和销售的产品都受有限售后保证书中的条件约束。在您的 DigiTrak® LT2™ 定位系统用户手册中附有一份有限售后保证书；您也可以向当地的 DCI 代理商索取，或者可以在 DCI 的网站 www.digitrak.com 上取得。

重要注意事项

所有关于数字控制公司(DCI)产品的陈述、技术信息和建议事项，都是根据可靠的资料来源，但是我们并不保证其准确度或完整性。在使用任何 DCI 产品之前，用户必须确定该产品是否适用。在此所有关于 DCI 产品的陈述都是指由 DCI 递送的产品，而非指任何未经 DCI 授权，由用户自行改造的产品，亦非指任何第三方的产品。本文中的任何部分都无法构成 DCI 的售后保证，也不可据此对 DCI 所有产品现有的有限售后保证条件进行修改。

联邦通讯委员会（FCC）规章遵守声明

本设备经过测试，根据联邦通讯委员会（FCC）规章第 15 部分的有关规定，证明符合 B 级数字设备条件。这些条件的设立，是为了提供住宅安装设施合理的保护，防止其受到有害的干扰。本设备会产生、使用和放射射频能量，如果不根据使用说明进行安装和使用，可能会对无线电通信形成有害的干扰。本公司无法保证在某一特定安装过程中不会出现干扰。用户可以将设备关闭再打开，以测试是否对无线电或电视接收形成有害的干扰，如果有干扰产生，本公司鼓励用户用以下的一种或多种方法，来试着解决信号干扰问题：

- 将 DigiTrak® LT2™ 接收器重新定向或定位。
- 加大 DigiTrak® LT2™ 接收器和出现问题的设备之间的距离。
- 将设备和不同回路的电源插座连接。
- 向代理商寻求协助。

未经本公司明确同意和进行的 DCI 设备变更或改造，将使本公司对用户的有限售后保证和联邦通讯委员会（FCC）对设备操作的授权无效。

目录

安全规程及警告	5
尊敬的客户:	7
概述	9
接收器.....	11
一般说明.....	11
电源开关.....	12
插入电池组	12
接通接收器电源.....	13
关闭接收器电源.....	13
自动关机	13
主菜单显示屏幕.....	14
标准型显示屏幕符号.....	15
接收器的正确操作	16
访问和改变菜单设定.....	16
接收器显示菜单.....	17
地平面高度	17
电源.....	21
遥感频道	21
背景灯	22
单点校准	23
深度单位	25
倾角单位	26
传感器.....	27
LT2 传感器的类型	27
传感器电池	28
传感器舱体要求.....	28
传感器温度.....	29
休眠模式（自动关闭）	31
传感器的一般保养说明	31
远程显示器	33
一般说明.....	33
电源开关.....	34
插入电池组	34
接通远程显示器的电源.....	34
关闭远程显示器的电源.....	34
自动关机	34
主显示屏幕	35
远程显示器菜单.....	36
关机.....	36
遥感频道的设定.....	37
背景灯开关.....	37
计时器	38

目录 (续)

电池充电器	39
一般说明	39
交流 / 直流电源设定	40
为电池充电	40
定位说明	43
概述	43
深度或斜距	43
定位点 (FLP、RLP) 和定位线 (LL)	44
深度、倾角和地形对 FLP 和 RLP 之间距离的影响	45
定位点的标注	46
确定传感器的标准方法	47
确定 FLP	48
确定传感器和 LL	50
找到 RLP, 确认传感器前进方向和位置	51
采用正负符号 ("+" / "-") 方法进行传感器的定位	53
确定 FLP	53
确定传感器和 LL	54
准确前进方向和传感器位置的确认	55
确定 RLP	55
偏轨定位	56
附录 A: 系统规格及维护要求	59
电源规格	59
环境要求	59
设备维护	59
附录 B: 预测的深度和实际深度及前后偏移量	61
附录 C: 根据 FLP 和 RLP 之间的距离计算深度	67
有限售后保证	
LIMITED WARRANTY	

安全规程及警告

重要注意事项: 在使用 DigiTrak® LT2™ 定位系统之前，所有操作人员都必须阅读和理解下面列出的警示和警告信息。

⚠ 钻进设备若接触到埋在地下的高压电缆或天然气管线等公用事业设施，可造成人员的严重伤亡。

❖ 钻进设备若接触到埋在地下的电话线、有线电视电缆、光缆、供水管或污水管线，可造成严重的财产损失及重大赔偿责任。

⌚ 钻进操作员若不能正确使用钻进或定位设备，以发挥其应有功能，则会造成工期延误及成本上升。

- 定向钻进操作员在任何时候都必须：
 - 理解钻进和定位设备的安全性能并掌握其正确操作方法，包括均压护垫的使用和正确的接地规程。
 - 确保施工之前所有地下公用事业设施的位置都已确定、暴露在外面、并且准确作出标记。
 - 穿戴防护衣服，如绝缘靴、手套、安全帽、反光马甲、护目镜。
 - 钻进作业期间，准确并且正确定位并跟踪钻头。
 - 遵守当地的安全规章（例如美国职业安全与健康管理局 OSHA 的安全规章）。
 - 遵守所有其它安全规程。

- LT2 系统不可用来寻找管线的位置。

- 由于钻头摩擦而持续受热 会造成显示的信息不准确，并可能造成传感器的永久损伤。如欲获得更多信息，详见 LT2 传感器的类型“传感器”。

⚡ LT2 设备不具备防暴性能，使用地点附近决不可存在着易燃易爆物质。

安全规程及警告（续）

- 每次开始钻进之前，应用已安装在钻头内的传感器来对 LT2 系统进行检测，确认能够正常运行，并须检查是否能够准确提供钻头位置和钻进信息（参见接收器）以及准确的传感器深度、倾角、面向角信息。
- 钻进期间，若不能满足以下条件，深度信息就会不准确：
 - 接收器经过正确校准，校准信息经过准确性验证，接收器深度显示正确。
 - 传感器已经正确、精确定位，接收器直接位于地下钻头中传感器的上方。
 - 接收器保持水平位置。
- 停止钻进作业一段时间之后，重新使用时必须检测校准状况。
- 干扰因素可造成深度测量的不准确，并造传感器器倾角、面向角或钻进信息的丢失。钻进作业之前，必须进行电子干扰检查。
 - 干扰源包括（但不局限于）交通信号线路、隐蔽的狗围栏、有线电视电缆、电力线、光纤示踪线、金属结构、阴极保护、电话线、移动电话、发射塔、接地导线、盐水、钢筋、无线电频率、以及其它未知名的干扰源。
 - 远程显示操作的干扰源也可能来自附近以同样频率工作的设备，例如租车公司使用的远程客户服务模块、其它定向钻进设备等。
- 背景噪音必须控制在最小限度内，进行定位操作时，信号强度须至少比背景噪音高出 150 个基点。
- 仔细阅读这份手册，确保了解如何正确操作 LT2 系统，获得准确的深度、倾角、面向角和定位点信息。如果您对如何操作本系统有任何疑问，请拨打手册封面上提供的任何一个 DCI 客户服务部联系电话，我们会尽最大努力协助您。

尊敬的客户:

感谢您选购了 DigiTrak LT2 定位系统。我公司历史悠久，产品质量优异，自 1990 年就已开始在华盛顿州设计和制造设备。我们坚信，不仅要为客户提供独一无二的优质产品，而且要以一流的服务与培训为客户提供大力支持。

请您花时间通篇阅读这份手册——特别是关于安全操作方面的内容。另外，也请填写保修单，用电子邮件或传真方式发给我们，传真号码：**253-395-2800**。我们会将您的联系资料列入 Digital Control 公司的邮寄清单，定期为您寄送产品升级信息和我们的 *FasTrak*[™] 简讯。

如果您遇到与设备有关的问题或在设备使用方面有疑问，希望您能随时与我们联系，本手册封面上列本公司最靠近客户所在国的全球办事处联系方式。我们的客户服务部每天 24 小时、每星期 7 天运作，为您提供协助。

随着水平定向钻进行业的发展，我们着眼于未来，开发能加快您的工作速度、便于操作的先进设备。我们希望客户能经常访问我们的网站：www.digitrak.com或通过电话与我们的某个全球办事处保持联系，及时获得最新信息。

我们欢迎您询问问题、提供建议和评论。

Digital Control Incorporated（数字控制公司）

地址：美国华盛顿州（Kent, Washington）

2008 年 11 月

备注

概述



DigiTrak LT2 定位系统

DigiTrak LT2 定位系统用来在水平定向钻进（HDD）作业过程中确定与跟踪钻头内传感器的位置。系统由一个手持式接收器、一个设在钻头内的传感器和一个设在钻架上的远程显示器所组成。接收器和远程显示器由一块可充电的电池组供电，系统设备中包含了电池充电器。

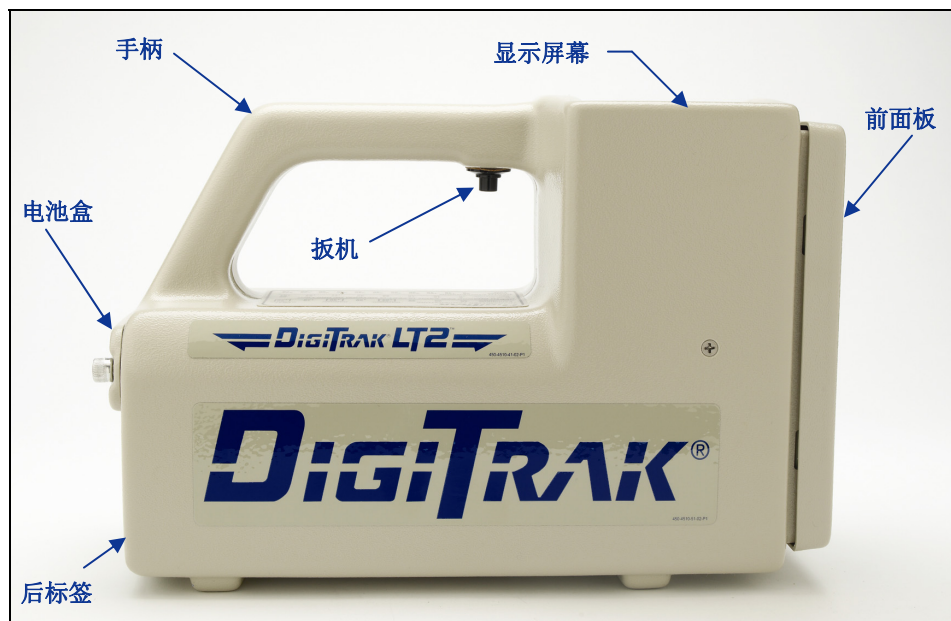
LT2 接收器采用了改进的图形显示和菜单系统，使定位显示一目了然。实时图形显示功能可以指导操作者将定位目标（或定位线）锁定在显示窗口的方框内，以确定传感器的位置。您还可以采用+/-符号来进行定位，如同 Digital Control Incorporated (DCI) 公司早期提供的 DigiTrak 型设备那样。

本手册将在第一章概述之后的各章中分别介绍 LT2 系统的每个组件——接收器、传感器、远程显示器、电池充电器。之后，还有一章专门介绍*定位说明*，为您解释重要的定位概念，逐步地告诉您如何进行定位操作。

最后的附录部分提供补充信息。附录 A 介绍了 LT2 系统的电源要求、环境要求和设备维护要求。附录 B 介绍了当传感器位置很深（深度大于 15 英尺或 4.5 米）及/或传感器位于较大的倾角（大于 $\pm 30\%$ 或 $\pm 17^\circ$ ）时，如何计算实际深度。附录 C 提供了基于前后定位点之间距离的传感器深度和传感器倾度角的计算方法。

LT2 系统经过专门编程，符合全球操作需要。接收器的全球标志号码必须与传感器号码相匹配，才能保证正确通讯（参见接收器一章“一般说明”一节和传感器一章“LT2 传感器类型”一节中显示启用屏幕数字）。此外，接收器的遥感频率标志也必须与远程显示器上的标志相匹配（参见接收器一章“一般说明”中和远程显示器一章的显示接收器背标数字）。

接收器



DigiTrak LT2 接收器 (侧视图)

一般说明

LT2 接收器是一个手持单元，用来对 LT2 传感器发射出的 12kHz 信号进行定位与跟踪。接收器将来自传感器的信号转换成如下信息：深度、倾角、面向角以及传感器的温度、传感器和接收器的电池状况。LT2 接收器还将信号发送给设在钻架上的 LT2 远程显示器。

使用 LT2 系统能在不需要将接收器放置在地面上的情形下读取深度读数。用户可利用其“地平面高度”功能来设定一个固定住接收器的舒适的高度，读取深度读数（见本章“接收器显示菜单”一节中的说明）。还可以用“地平面高度”功能来进行更大程度的分离，从而能降低干扰效应。

LT2 接收器上设有内部扬声器，能随着菜单的改变发出声响并有来自传感器的温度警告声。电源接通顺序和菜单关闭顺序亦伴有声响。各种警告声响将在下面各个章节内做出更详细的说明。



DigiTrak LT2 接收器 (俯视图)

为了满足全球客户需要，保障正确通讯，接收器序列号码标签上显示的频率规格（见下图）必须与远程显示器上所显示的规格相匹配。核对远程显示器的频率规格时，应查看远程显示器序列号标签上显示的数字，具体见*远程显示器*一章中的“一般说明”一节。



接收器背面显示出序列号码和遥感频率规格

电源开关

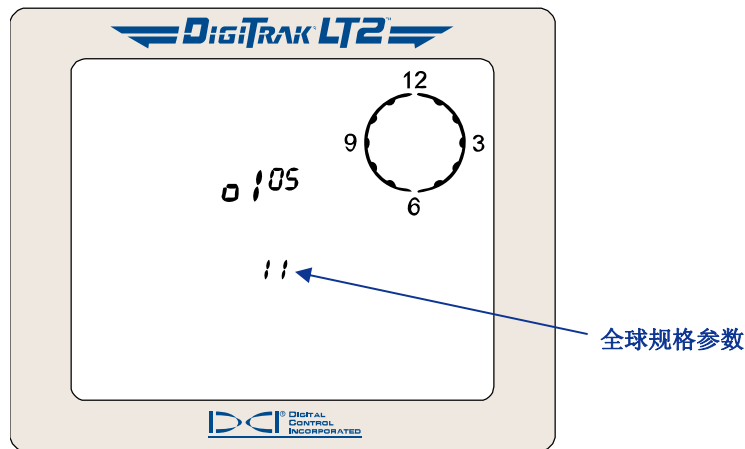
插入电池组

1. 采用逆时针旋转高头螺钉的方法，卸掉接收器背面的电池盒盖。
2. 接线端头朝前插入充满电的电池组。
3. 采用顺时针旋转高头螺钉的方法，装回接收器背面的电池盒盖并拧紧螺钉。

接收器底部的序列号标签上显示了遥感频率规格（见上面的照片）。此频率规格必须与远程显示器的频率规格相符，远程显示器的频率规格可从远程显示器背面的系列号标签上查看（见*远程显示器*“一般说明”一节）。

接通接收器电源

接通 LT2 接收器的电源方法是，扣动扳机并且持续按住 2 秒钟，然后再释放扳机。启动期间，当扳机啮合时，能够听到一声短促的滴滴声，接着是一声长响。启动时，您会先短暂地看到连续出现三个屏幕，然后默认定位屏幕才会出现。第一幅启动屏幕显示出所有的图示中所表示的显符号。第二幅屏幕显示出固件和软件的版本号。第三幅屏幕（见下图）显示出全球规格参数，必须与传感器上所显示的规格相符。（见传感器一章中的“LT2 传感器的类型”一节）。



显示出全球规格参数的启动屏幕

关闭接收器电源

关机操作方法是：首先必须进入菜单选项（见“接收器显示菜单”。按动扳机直到进入电源菜单为止①，然后在从 3 到 1 倒计时期间按住扳机不要松手，等待接收器关机。计数器每下降一个数字，你都会听到嘀的一声，接着再听到三声短促的滴滴声，然后设备就会关机。

请注意，当接收器电源关闭后，“地平面高度”功能也会同时关闭。如果您想要使用“地平面高度”功能，则必须将其开启，并在接通接收器电源之后重新设定其数值（必要时）。

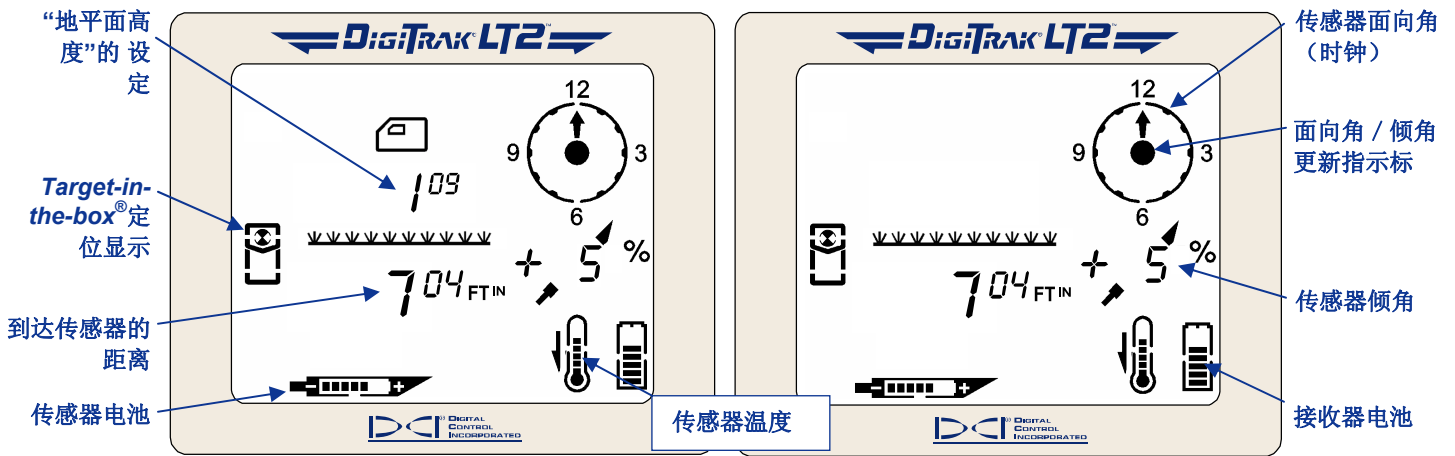
自动关机

如果连续 15 分钟没有收到信号，接收器便会自动关机。

如上面所说，当接收器电源关闭后，“地平面高度”功能也会同时关闭。如果您想要使用“地平面高度”功能，则必须将其开启，并在接通接收器电源之后重新设定其数值（必要时）。

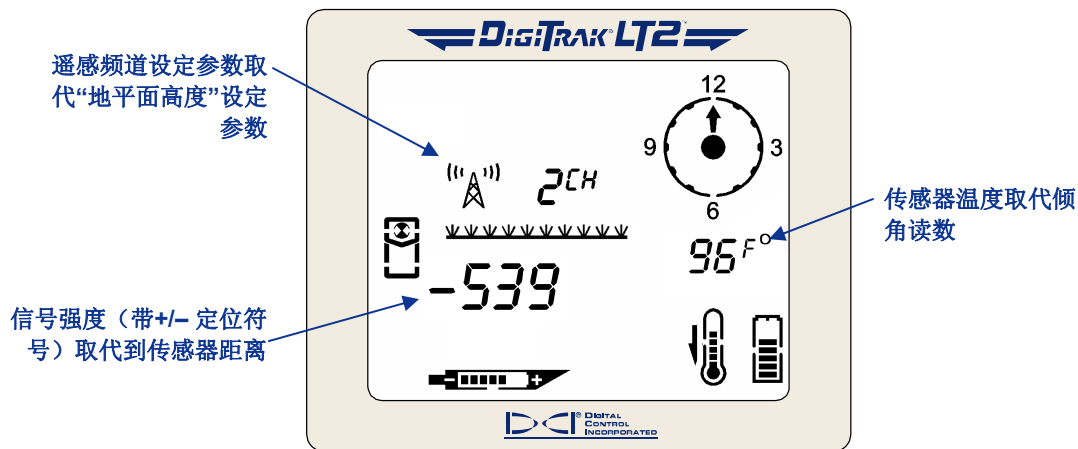
主菜单显示屏幕

LT2 接收器电源开启后，显示屏幕上出现标准型定位模式显示画面（见下图），这是默认显示画面。定位屏幕上的显示符号按照下列数字来确定，并在下一页的“标准型显示屏幕符号”表格中予以说明。请注意，“地平面高度”功能的设定值只有在该功能启用之后才会被显示。



标准型定位模式显示，“地平面高度”功能启用（左边），该功能未启用（右边）。

操作人员按住扳机不松时，显示屏幕上所显示的内容变为遥感频道设定值、信号强度、传感器温度（见下图和下一页上的列表）。



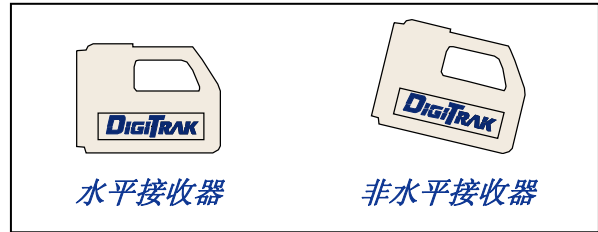
标准型定位模式显示（扳机按下）

标准型显示屏幕符号

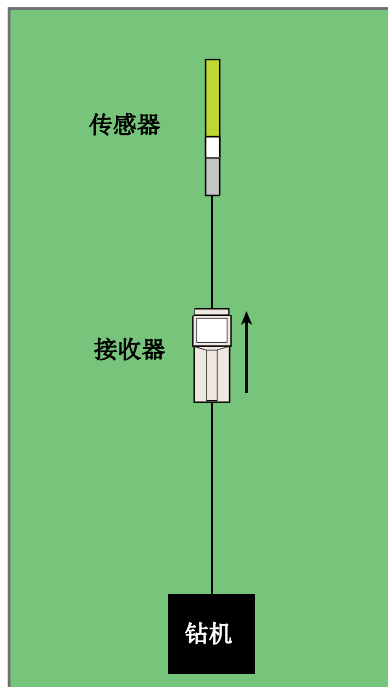
	当“地平面高度”功能启用并显示出当前高度设定值时——“地平面高度”图标 ▼▼▼▼▼▼▼▼▼▼ 会出现在地面符号的上方。
▼▼▼▼▼▼▼▼▼▼	地面——代表地表面
	定位图标——代表接收器的俯瞰图 当使用 <i>target-in-the-box</i> 和 <i>line-in-the-box</i> 定位技术时，该图标被称为“box”（方框）。
	目标——代表前定位点（FLP）和后定位点（RLP） 当接收器被直接放在某个定位点的上方时，目标就会位于方框之中。
	线条——代表定位线（LL） 当接收器被直接放在定位线（LL）的上方时，该定位线就会位于方框之中。在难以接触到钻头的情形下，还可以用 LL 来进行偏轨定位。
	传感器电池——描述传感器电池状况 这种情形显示出七根条柱中的五根，表明尚有剩余 71% 的电池寿命。
	传感器温度——显示出传感器的温度状况。温度计旁边的朝上箭头表示温度在上升，朝下箭头则表示温度再下降。温度计顶部若延伸出三条弯线，则表明传感器温度已达到危险水平，即 118°F 或 48°C，必须立即采取纠正行动。温度上升到 140°F（60°C）时，温度计图标会不停的闪烁，进一步提醒操作人员必须立即采取行动来为传感器降温。可以采用按住扳机不松手的方式来显示倾角处的实际温度。
	接收器电池——描述接收器的电池状况。这种情形显示出七根条柱中的五根，表明尚有剩余 71% 的电池寿命。
	传感器倾角——显示出传感器的倾斜度，采用百分比或度数来表示。倾角数值连同其后面的钻头指示器一同显示，箭头向上表明倾角为正值，箭头向下则表明倾角为负值。使用百分比来表示倾角测量值时，所显示的数值在 0 至 100 之间；若采用度数来表示时，所显示的度数范围为 0 至 45 度，后面跟随一个小数点，小数点后面非 0 即 5。倾角测量值以 0.5 度递增。
	面向角 / 倾角更新指标——时钟正中央的小圆点每秒钟应闪两次，表明正在从传感器那里接收当前的倾角、面向角、电池和温度信息。
	传感器面向角——时钟显示出传感器的 12 个面向角位置。
	遥感频道的设定——显示出接收器当前的遥感频道设定值 接收器所设定的频道必须与远程显示器的频道相同。总共有四个频道设定值（1, 2, 3, 4）外加一个关闭（Off）设定值。
	+ / - 定位符号——信号强度值前面的正负符号可用来指导操作员找到定位点（FLP 和 RLP）以及定位线（LL）。
	信号强度——在扣住扳机不松手时，显示来自传感器的信号量。信号强度刻度范围为 0 至 999，0 表示无信号，999 表示信号饱和（接收器和传感器距离太近）。当没有扣住扳机，而且接收器信号饱和（太靠近发射器）时，您会在显示距离/深度值的地方看到四根短线（———）。

接收器的正确操作

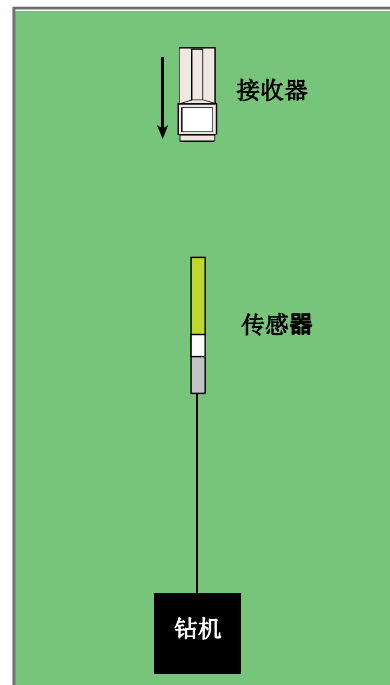
接收器的手持方式必须始终正确，才能获得准确读数。必须时刻保持接收器的**水平位置**，并且保持在**地面以上的某个恒定的高度**（见本章后面的“地平面高度”菜单说明）。



您可以跟踪传感器，方法是：手持接收器的同时面对着钻机或背着钻机（见下图）。无论何种方式，在同一个位置时，接收器显示器上的信息都是一样的。若要获得准确的深度读数，就必须保持接收器的水平状态，接收器须与传感器对齐且须位于传感器的正上方。



接收器背对着钻机



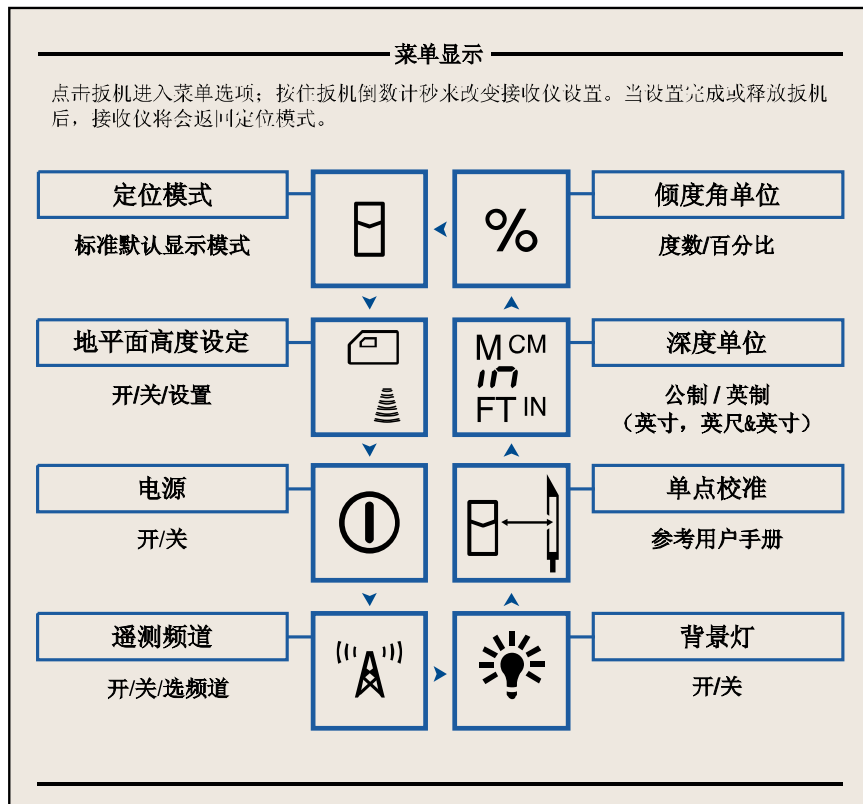
接收器面对着钻机

访问和改变菜单设定

若要进入LT2菜单功能选择页面，只需要**扣动扳机**。每扣动一次扳机，就会进入一个不同的菜单页面。当您在某个菜单页面上停下来时，您会看到一个表示倒数顺序的数字。改变菜单设定的方法是：**扣住扳机不要松手**，直到计数器降为**0**；计数器每下降一个数字，你都会听到嘀的一声。计数器降为**0**时，松开扳机，此时菜单设定值就会被改变，改变状况会由屏幕底部的勾号来表示（✓），并能听到几声短促的嘀嘀确认声响。如果**3秒钟**内没有探测到扣扳机动作，显示屏幕则会返回到定位模式屏幕。

接收器显示菜单

LT2接收器的正面标签上展现出显示菜单（见下图）。本节对每个菜单功能做出说明，并且告诉您如何改变菜单设定。菜单的顺序与接收器正面标签上的顺序相同，从“地平面高度”菜单开始。定位模式为接收器开机时您会看到的标准型默认显示。



正面标签上示出的接收器显示菜单

地平面高度



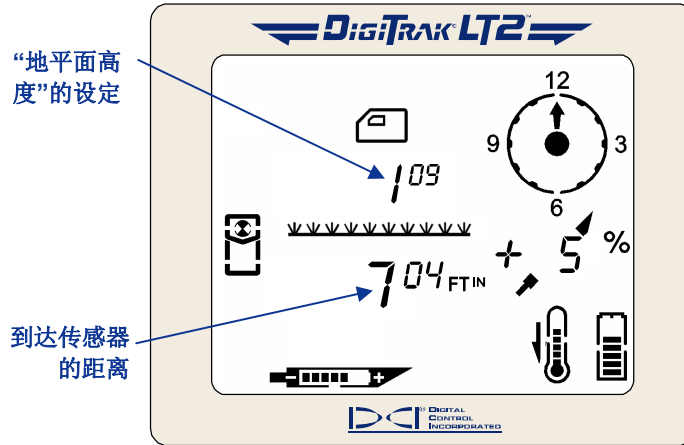
通过这一显示菜单您可以进行地平面高度测量，而不需要将 LT2 接收器放在地面上就可以测量传感器深度。如果地平面高度功能没有启用，则必须将接收器放在地面上来进行深度测量。

地平面高度数值可采用 FT^{IN} 深度单位（英尺和英寸）在以下区间进行设定：1⁰⁰ 到 3⁰⁰ 之间；12 到 36 之间（仅使用“英寸”深度单位）；或用 M^{CM} 深度单位（米和厘米）——在 0³⁰ 到 0⁹⁰ 区间进行设定——见本节后面深度单位菜单中的说明。

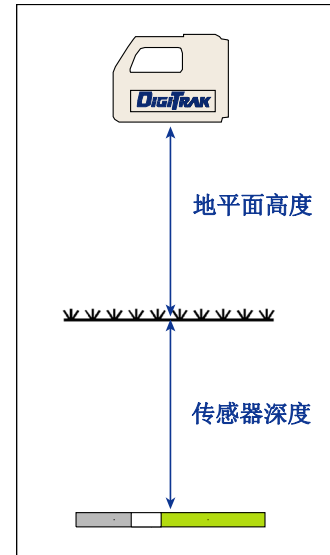
三个深度选项默认的地平面高度距离为： 1^{00} （表示 1 英尺 0 英寸）；12 in（即 12 英寸）；或 0^{30} （即 0 米 30 厘米）。当使用下面所描述的“Set”（设定）选项时，测量单位分别以 1 英寸（若是用英制单位）和 2 厘米（若是用公制单位）递增。

地平面高度功能在传感器深度不到 24 英寸（61 厘米）时，也很有帮助。在这种情形下，接收器放在地面上，信号饱和，您不会看到深度读数。而在用以显示距离/深度数值的位置您将会看到四条短线（————）。在这种情形下，可以使用地平面高度功能来增加接收器与传感器之间的距离，使接收器信号不至于饱和。

地平面高度功能启用后，您就会在定位屏幕上看到地平面高度数值，如下图所示。必须将接收器保持在这一高度，才能获得准确的深度测量值。



1 英尺 9 英寸定位模式显示。地平面高度



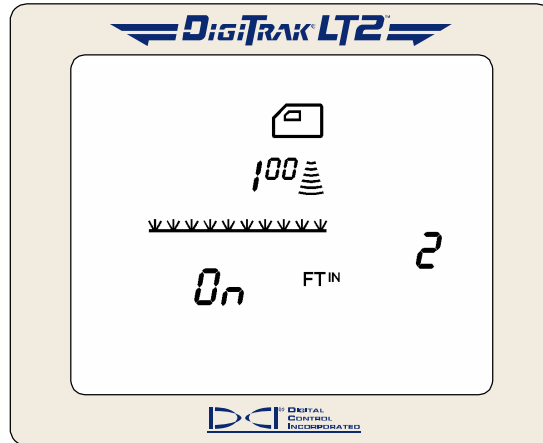
附注： 接收器若关机、校准或改变了深度单位，地平面高度功能都会自动关闭。如果改变了深度单位（从英制改为公制，或从公制改为英制），当前的地平面高度设定值就会转变为默认值。

地平面高度菜单中有三个选项：

- “On” (开启)——启用地平面高度功能。
- “Off” (关闭)——关闭地平面高度功能。
- “Set” (设定)——该选项使您能设定（改变）地平面高度数值。

启用地平面高度功能的方法:

1. 从定位屏幕点击一下扳机，进入地平面高度菜单。您会看到的第一个设定选项是“On” (开启)。您还会看到最近一次输入的地平面高度数值或看到默认数值。若希望该数值保持不变，请按照这里的说明启用地平面高度功能。若希望改变该数值，则必须依照本节后面的说明来设定（改变）地平面高度数值。

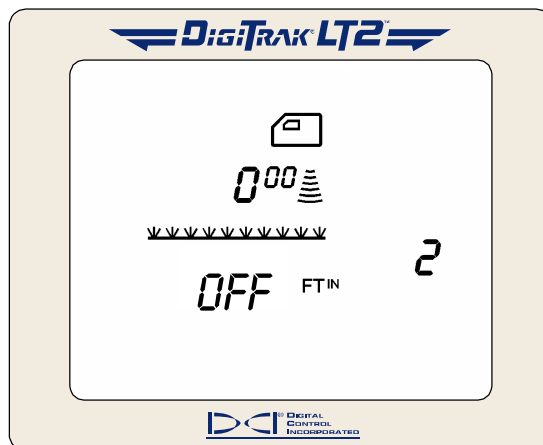


地平面高度“On” (开启)屏幕

2. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 2 到 0 期间内，按住扳机不要松手。
3. 计数器显示为 0 时，松开扳机，此时屏幕底部小方框内短暂出现勾号，并能听到三声短促的嘀嘀确认声响，这表示该选项已被选用。现在您已经启用了地平面高度功能，并显示出设定数值。
4. 松开扳机，显示画面就会返回到定位屏幕。

关闭地平面高度功能的方法:

1. 按动定位屏幕上的扳机，进入地平面高度菜单。您会看到屏幕上显示出“On” (开启)选项。
2. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 2 到 0 期间内，继续按住扳机不要松手，您就会看到屏幕上显示出“Off” (关闭)选项。

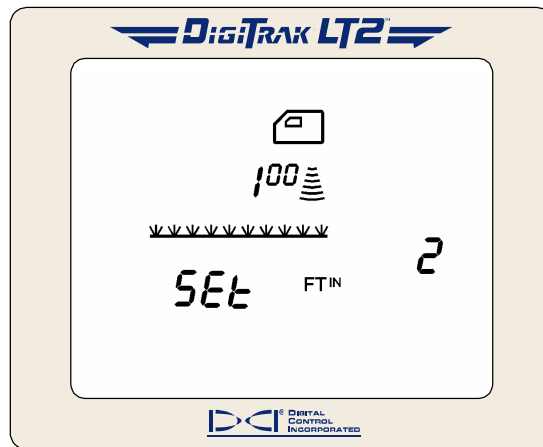


地平面高度“Off” (关闭)屏幕

3. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 2 到 0 期间内，继续按住扳机不要松手。
4. 计数器显示为 0 时，松开扳机，此时屏幕底部短暂出现勾号，并能听到三声短促的嘀嘀确认声响，这表示该选项已被选用。地平面高度功能现已被关闭，显示画面返回到定位屏幕。关闭了地平面高度功能后，必须将接收器放在地面上，才能获得准确地深度测量读数。

设定或改变地平面高度功能的方法：

1. 将 LT2 接收器保持在您打算要设定的高度。
2. 使用卷尺来测量接收器底部到地面的距离。这就是您所希望使用的地平面高度测量值。
3. 从定位屏幕点击一下扳机，进入地平面高度菜单。您会看到屏幕上显示出“On” (开启)选项。
4. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 2 到 0 期间内，继续按住扳机不要松手，您就会看到屏幕上显示出“Off” (关闭)选项。
5. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 2 到 0 期间内，继续按住扳机不要松手，您就会看到屏幕上显示出“Set” (设定)选项。



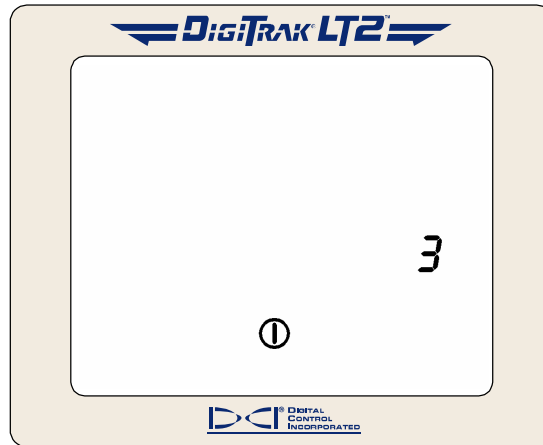
地平面高度“Set” (设定)屏幕

6. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 2 到 0 期间内，继续按住扳机不要松手。
7. 继续按住扳机不要松手，地平面高度测量值就会被显示，从 12 英寸（30 厘米）开始以 1 英寸（2 厘米）数值递增。
8. 等到显示出所需要的高度（步骤 2 测量所得数值）时，松开扳机，屏幕底部小方框内出现勾号，并能听到三声短促的嘀嘀确认声响，这表示您已经重新设定了地平面高度数值。显示画面就会自动返回到定位屏幕，地平面高度功能启用。

电源



1. 按动扳机，进入电源菜单。
2. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 3 到 0 期间内，按住扳机不要松手。



关机屏幕

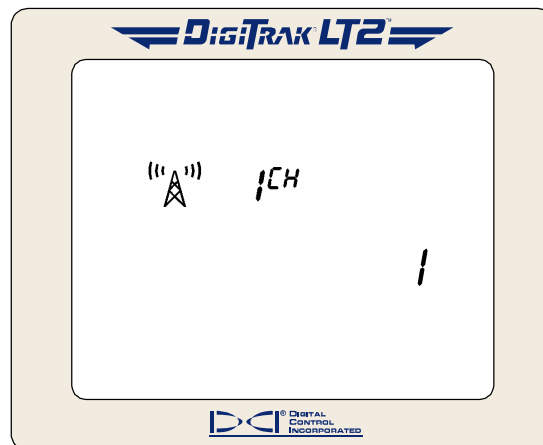
3. 当计数器到达 0 时，屏幕底部出现勾号，并能听到四声短促的嘀嘀确认声响。
4. 松开扳机，设备就会关机。

遥感频道



您可以经由显示菜单改变遥感频道设定值。该频道即为接收器用来与远程显示器通讯的频道。接收器和远程显示器必须设定为相同的频道。总共有四个不同的遥感频道（1, 2, 3, 4）。

1. 按动扳机，进入遥感频道菜单，屏幕上会显示出当前的频道设定值。
2. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 1 到 0 期间内，按住扳机不要松手。



遥感频道的设定

- 当计数器到达 0 时，屏幕底部出现勾号，并能听到四声短促的嘀嘀确认声响。
- 继续按住扳机不松手，屏幕上就会依次显示出五个可供选用的频道设定值——关闭、1、2、3、4。每次改变设定值时，都能听到四声短暂的嘀嘀声。
- 显示出正确的设定值时，松开扳机，显示画面就会自动返回到定位屏幕。确认方法是：至少持续 2 秒钟按住扳机不松手，就会显示出新的频道设定值。

背景灯

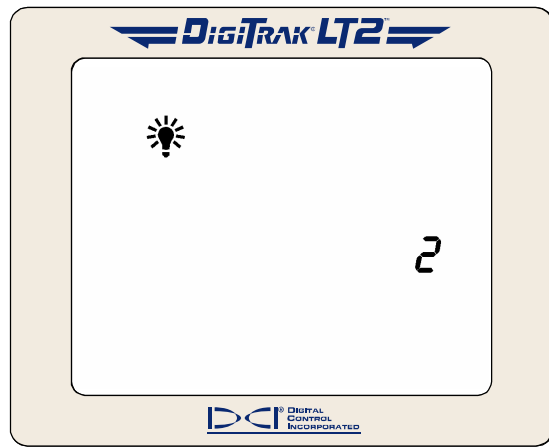


您可以由此显示菜单来开启或关闭背景灯。

- 按动扳机，进入背景灯菜单，屏幕上会显示出一个灯泡。背景灯开启时，灯泡会被点亮；背景灯关闭时，灯泡不亮。
- 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 2 到 0 期间内，按住扳机不要松手。



背景灯关闭



背景灯开启

- 当计数器到达 0 时，松开扳机。灯泡会随着背景灯的启用和关闭而亮起或不亮，显示画面自动返回到定位屏幕之前，您会听到四声短促的嘀嘀确认声响。

附注： 开机时，背景灯会自动点亮几秒钟，然后便会转为默认“关闭”模式，即便您先前曾作过设定。

单点校准



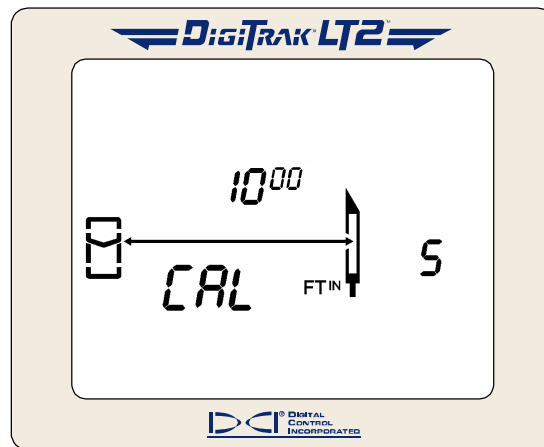
您可以通过此显示菜单用单点校准程序来校准接收器。执行单点校准程序时，传感器须安装在舱体中，如同本章下面所述。DCI 公司建议客户在开钻之前用卷尺测量若干位置，确认接收器的深度读数皆为准确读数。第一次使用设备以及换用不同的传感器、接收器或舱体时，都需要进行校准。

以下情形下不可以校准：

- 在 10 英尺（3 米）内有金属结构物体，例如钢管、链条围栏、金属围护系统、建筑施工设备、汽车等。
- 接收器位于钢筋或地下公用设施的上方。
- 接收器周围有强大的电子干扰源。
- 传感器没有安装在舱体内。
- 传感器没有开机。

附注：第一次使用设备以及换用不同的传感器、接收器或钻头舱体时，都需要进行校准。

单点校准菜单显示画面如下：



单点校准屏幕

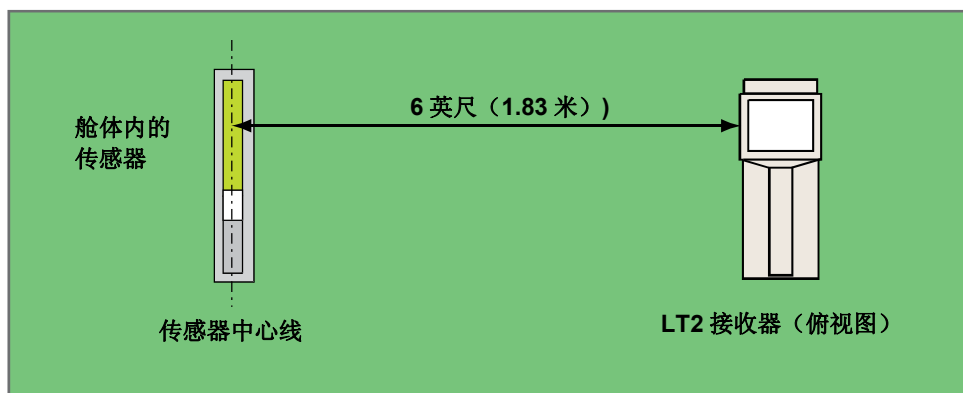
校准接收器方法：

1. 用卷尺来测量，将接收器放在与传感器平行的水平地面上（传感器开机，并须放置在舱体内），从传感器中心线到接收器内部边缘的距离为 10 英尺（3.05 米），如下图所示。



单点校准设定

2. 按住接收器上的扳机不要松手，核实面向角和倾角读数是否存在，信号强度是否稳定。按动扳机，进入单点校准屏幕。
3. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 5 到 0 期间内，稳定地握住接收器的同时继续按住扳机不要松手。
4. 当计数器到达 0 时，松开扳机。你会看到屏幕底部小方框内出现勾号，并能听到三声短促的嘀嘀确认声响，表明设备已成功校准。如果您看到勾号上划有横杠 (X) 并能够听到一声短促的嘀声，接着是两声较长的响声，这表明校准失败。必须重复进行步骤 2 到 4 的操作。屏幕上会持续约 30 秒显示出校准错误信息，然后回到定位屏幕。
5. 成功进行了接收器的校准之后，显示画面就会自动返回到定位屏幕。接下来必须通过检查三处深度读数的方式来确认校准结果。
6. 确认校准结果的方法：将接收器放在与传感器平行的水平地面上，从传感器中心线到接收器内部边缘的距离为一个给定的卷尺测量数值；下图的例子中使用的数值为 6 英尺 (1.83 米)。



确认校准结果

7. 您应能看到一个与该测量距离相一致的深度读数，在我们的例子中该读数是 6 英尺 (1.83 米)。^{*}
8. 至少在另外两处重复上面的两个步骤。

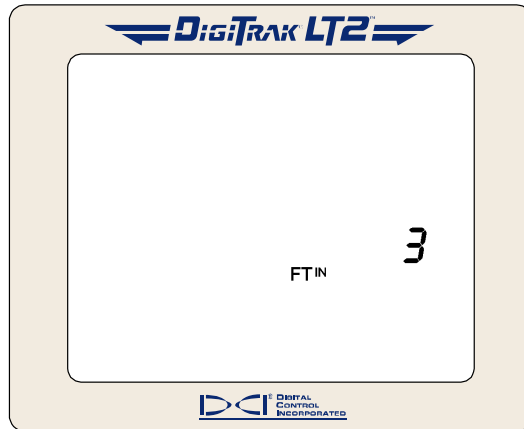
^{*}深度误差为 5%；因此，距离为 6 英尺 (1.83 米) 时，误差为 3.6 英寸 (9 厘米)。

深度单位



通过该显示菜单可以设定 LT2 系统，使其用英制单位（英尺加英寸或“英寸”和华氏度）或公制单位（米加厘米和摄氏度）来显示深度和温度数值。

1. 按动扳机，进入深度单位菜单。屏幕上会显示出当前设定值。
2. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 3 到 0 期间内，按住扳机不要松手。



深度单位显示菜单

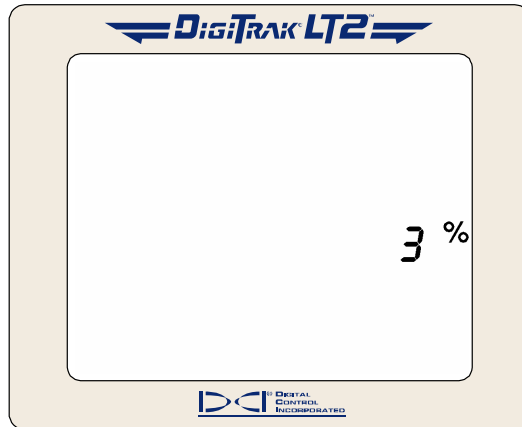
3. 当计数器到达 0 时，您就会看到深度单位已改变，屏幕底部出现逗号，并能听到四声嘀嘀确认声响。如果出现逗号后仍未显示出所需要的度量单位，应在下一轮倒计时顺序期内继续按住扳机不要松手。
4. 当出现了所需要的度量单位时，松开扳机。显示画面就会自动返回到定位屏幕。

附注： 如果改变了深度单位（从英制改为公制，或从公制改为英制），地平面高度设定值就会转变为默认值。

倾角单位 %

您可以通过此显示菜单来设定 LT2 系统，使其以度数或百分比显示倾角。

1. 按动扳机，进入倾角单位菜单。屏幕上会显示出当前设定值。
2. 在倒计时并伴随嘀嘀声响从 3 到 0 期间内，继续按住扳机不要松手。



倾角单位显示菜单

3. 当计数器到达 0 时，您就会看到倾角单位已改变，屏幕底部出现勾号，并能听到四声嘀嘀确认声响。
4. 松开扳机，显示画面就会自动返回到定位屏幕。

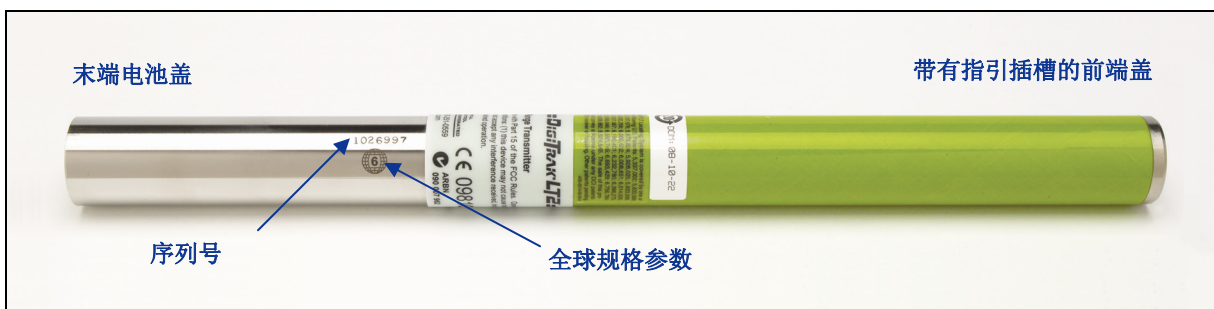
传感器

LT2 传感器的类型

DCI 生产两种不同类型的配合 LT2 系统使用的电池驱动传感器——标准量程的 LT 传感器（亮绿色管）和短量程 LS2 传感器（棕色棒身）。传感器安装在钻头舱体内，发送与钻头方位、钻进方向相关的信息。前端的指引槽能协助传感器在其舱体内正确就位。传感器以 12kHz 频率发射电磁信号，LT2 接收器“听到”信号后将其转换成相关信息，在接收器和远程显示器上予以显示。

传感器和接收器必须与全球规格参数相符，才能确保符合地区性操作要求。全球规格参数记录在传感器电池盒上的设备序列号附近，如下图中地球图标 (🌐) 内的数字所示。该参数必须与您的接收器参数相符，才能保障正确通讯。若要核对接收器的全球规格参数，请参阅接通接收器电源接收器。

标准量程型 LT 传感器深度范围为 40 英尺（12.2 米），长度为 15.00 英寸（381.0 毫米），直径为 1.25 英寸（31.8 毫米）。它由两节 C 型碱性电池或一节 DCI SuperCell 超级锂电池供电。



标准量程型 LT 传感器

短量程型 LS2 传感器深度范围约为 15 英尺（4.6 米），长度为 8.00 英寸（203 毫米），直径为 1.00 英寸（254 毫米）。由一节 AA 碱性电池供电。



短量程型 LS2 传感器

附注： 任何传感器在和 DCI 的任何接收器配套使用时，其量程取决于作业现场的干扰程度。量程随着干扰量的增大而降低。

传感器电池

标准量程型 LT 传感器由两个 C 型碱性电池或一节 DCI SuperCell 超级锂电池供电；短量程 LS2 传感器由一节 AA 碱性电池供电。

为传感器安装电池的方法：采用一个较大的平头螺丝刀插入电池盒盖凹槽内逆时针旋转，卸掉电池盒盖。正极朝下插入电池，恢复电池盒盖，确保盒盖安装严实。



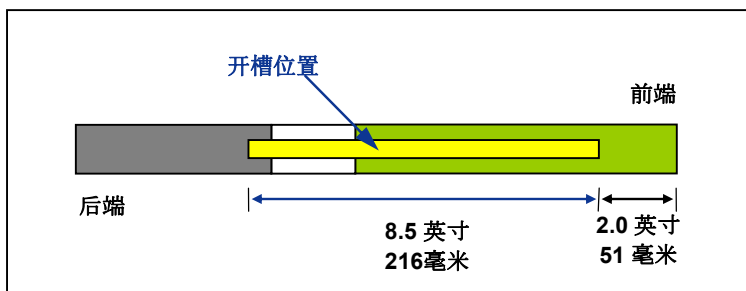
传感器电池状况显示符号

显示屏幕底部的传感器电池符号持续通过状态条显示传感器电池电量状况，状态条数量随着电量下降而减少。显示出七根状态条时，表明电池为满电量状况。

传感器舱体要求

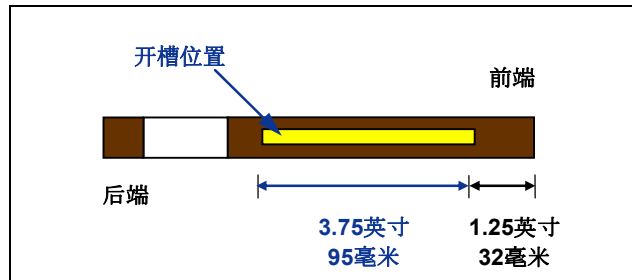
为了获得所有 DCI 传感器的最大量程和最大电池寿命，钻具舱体的开槽必须有足够的长度和正确的位置。检查开槽长度时一定要从舱体的内层开始测量，DCI 建议至少须在舱体周长范围内等距离开设三个开槽。槽宽至少应为 1/16 或 0.0625 英寸（1.6 毫米）。

对于标准量程型 LT 传感器（长度为 15.00 英寸/381 毫米）来说，每个开槽至少应从 2.0 英寸（51 毫米）的位置开始，离传感器正面的距离不应超过 3 英寸（76 毫米），长度至少须达到 8.5 英寸（216 毫米）（见下图）。



LT 传感器舱体开槽要求

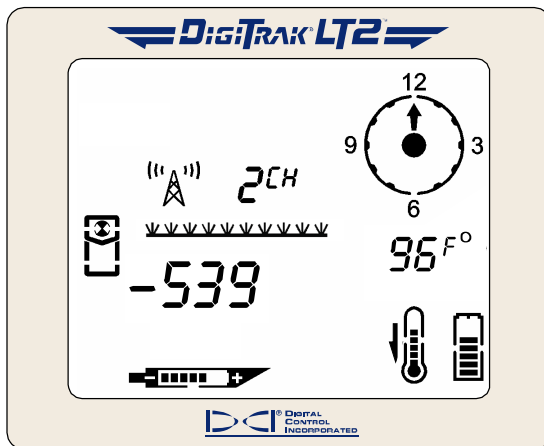
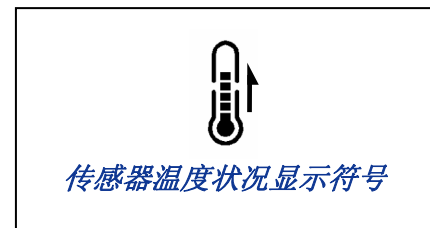
对于短量程 LS2 型传感器（长度为 8.00 英寸 / 203 毫米）来说，每个开槽至少应从 1.25 英寸（32 毫米）的位置开始，离传感器正面的距离不应超过 2 英寸（51 毫米），长度至少须达到 3.75 英寸（95 毫米）（见下图）。



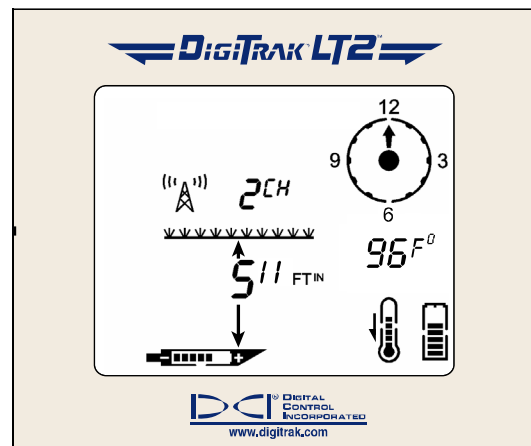
LS2 传感器舱体开槽要求

传感器温度

显示屏幕底部所显示出的传感器温度符号告诉您传感器的温度状况，并带有状态条和上下箭头。温度计旁边的朝上箭头并且伴随一声滴声响表示温度在上升，朝下箭头则表示温度再下降。可以采用按住扳机不松手的方式来显示倾角处的数字温度读数。钻机操作员则可采用按住远程显示器上的功能按钮的方式来查看传感器温度。温度达到 95°F（35°C）时，应当停止钻进作业，让设备冷却。

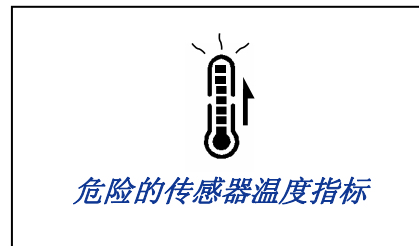


接收器显示屏幕上显示的传感器温度



远程显示器屏幕上显示的传感器温度

如果传感器温度达到 118°F (48°C)，接收器就会发出警告声响（见下表），传感器温度符号就会变化，以表示传感器已经达到危险温度——温度计顶部伸出三条弯线，温度计显示为满符号，如右图所示。温度上升到 140°F (60°C) 时，温度计图标会不停的闪烁，接收器发出的滴滴声响会变得更为急促（见下表）。

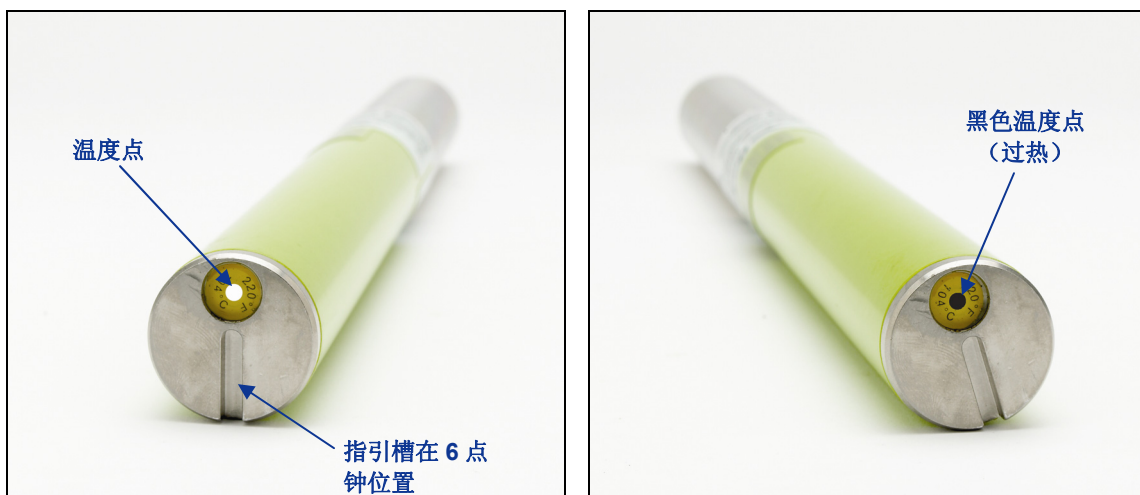


下表中概括列出了由于传感器过热而发出的各种警告声响。温度每上升 7°F (4°C)，警告声就会响一次，除非表格内另有说明。

传感器温度过高警告声

温度	警告声
低于华氏 90 度 (摄氏 32 度)	双响警告 (嘀-嘀)
温度为 96–111 华氏度 (36–44 摄氏度)	两次双响警告 (嘀-嘀、嘀-嘀)
温度为 118–133 华氏度 (48–56 摄氏度)	连续三次短促的滴滴声 (滴滴、滴滴、滴滴)
温度为 140–169 华氏度 (60–76 摄氏度)	每隔 5 秒钟发出连续三次双响警告 (嘀嘀)
超过 169 华氏度 (76 摄氏度)	连续三次短促的滴滴声，温度超过 176°F (80°C) 时，传感器关闭。

传感器还有一个温度过热指示器（温度点），该指示器有一个黄色外圈，中间是一个 1/8 英寸（3 毫米）的白点。该温度点设在不锈钢前端盖上。如果传感器没有过热，温度点应为白色。如果传感器暴露在高温下但温度未超过规定的限额，温度点则呈现银灰色或灰色。温度点若变为黑色，则表明 LT 型传感器温度已超过 220°F (104°C) 或表明 LS2 型传感器的温度已超过 180°F (82°C)。



显示出温度点的传感器前端盖，指引槽，以及黑色温度点

如果温度点变黑，传感器应被认为是不可靠的。过热的传感器可能看上去依然能正常工作，但过热的传感器会大幅度增加提供不准确信息的可能性，并且更容易造成传感器过早损坏。DCI 的质量保证不适用于过热的传感器或温度点被拆卸的传感器。

应通过采用正确的钻进工艺来避免传感器过热。研磨性土层、喷口堵塞、泥浆流量不足以及泥浆搅拌不均匀，是可能造成传感器过热的几个因素。

休眠模式（自动关闭）

LT2 传感器若连续 15 分钟保持静止状态，则会自动关闭（进入休眠模式），以节省电池。只需要转动钻杆，便可“唤醒”传感器。

传感器的一般保养说明

- 清洁电池盒内的弹簧和电池盖螺纹及 O 形圈，以便获得正确的信号回馈，保证电池盒的防水密封性。还可以用砂布来清除氧化物。
- 确认传感器紧密地安装在舱体内。必要时可以用胶带或 O 形圈对传感器进行缠绕。
- 寄回产品注册卡，获得 90 天有限质量担保。

备注

远程显示器



DigiTrak LT2 远程显示器

一般说明

DigiTrak LT2 远程显示器设在钻机上，用来接收来自 LT2 接收器的信号并且在远程显示器视窗上显示信息。远程显示器带有一个天线，钻进作业之前必须装上天线。显示视窗左边的扬声器会随着菜单的改变发出声响，在传感器的温度上升时提醒操作员。

为了满足全球客户需要，保障正确通讯，远程显示器序列号码标签上显示的频率规格（见下图）必须与接收器上所显示的规格相匹配。若要核对接收器的频率参数，请参阅接收器一章“接通接收器电源”一节中接收器背面标签部分。



远程显示器背面显示出序列号码和遥感频率规格

远程显示器上有一个主显示屏幕和四个菜单选项（关机、遥感频道设定、背景灯开关和计时器）。本章对电源开关功能，包括电池的安装、主显示屏幕、远程显示器菜单选项都做出了说明。

电源开关

插入电池组

1. 采用逆时针旋转高头螺钉的方法，卸掉远程显示器侧面的电池盒盖。
2. 接线端头朝前插入充满电的电池组。
3. 采用顺时针旋转高头螺钉的方法，装回远程显示器侧面的电池盒盖并拧紧螺钉。

接通远程显示器的电源

远程显示器上的功能按钮的作用与接收器上的扳机很相似。若要开启 LT2 远程显示器，只需要按动功能按钮。您会听到一声较长的响声，接着又能在远程显示器上看到一组代表固件版本号的数字。

关闭远程显示器的电源

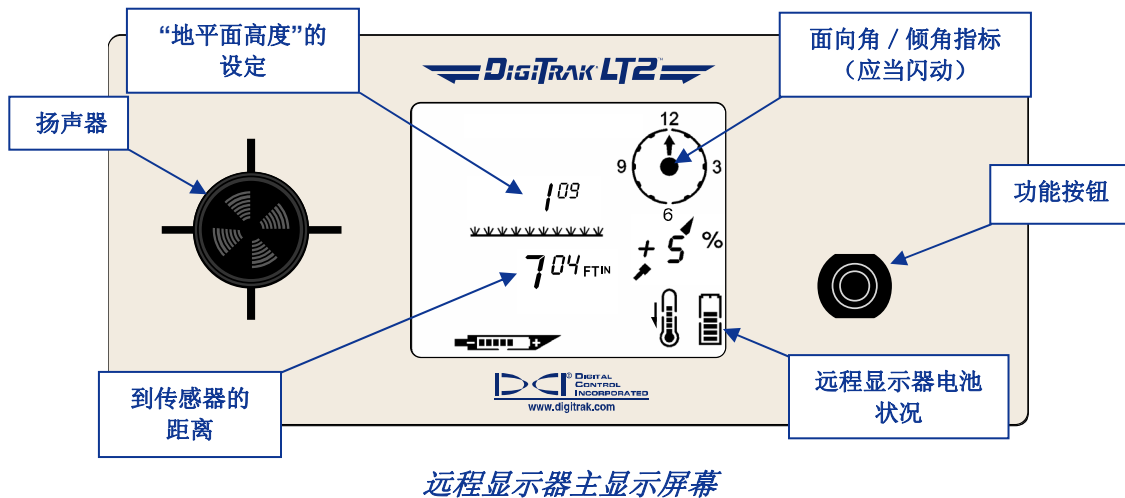
关机操作方法是：首先必须进入关机菜单（见“远程显示器菜单”）。按动功能按钮直到进入关机菜单，然后在从 3 到 1 倒计时期间按住按钮不要松手，等待远程显示器关机。计数器每下降一个数字，你都会听到嘀的一声，接着再听到三声短促的嘀嘀嘀确认声，然后设备就会关机。

自动关机

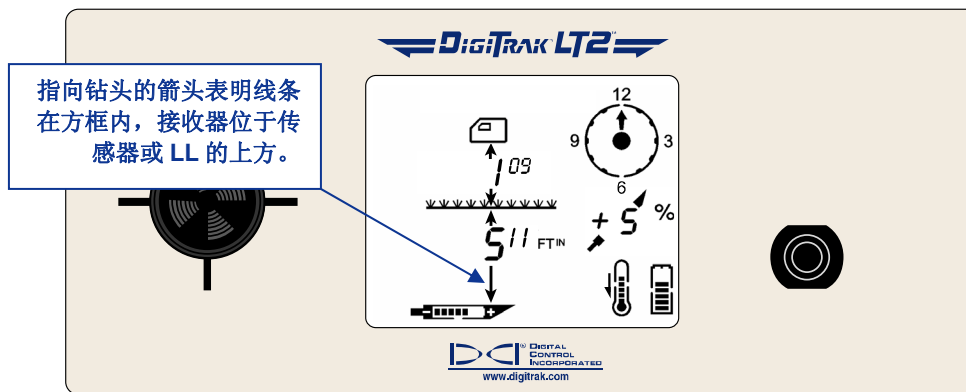
如果连续 15 分钟没有收到数据，远程显示器便会自动关机，关机时不会伴有声响。

主显示屏幕

主显示屏幕显示出接收器传送的信息，格式与接收器显示屏十分相似。但电池状况符号所显示的是远程显示器上的电池状况，而不是接收器的电池状况，见下图。



主显示屏幕通过显示箭头位于深度数值的上方和下方的方式，来表明接收器在传感器或定位线（LL）的上方，如下图所示。接收器显示屏上会显示出线条在方框中。

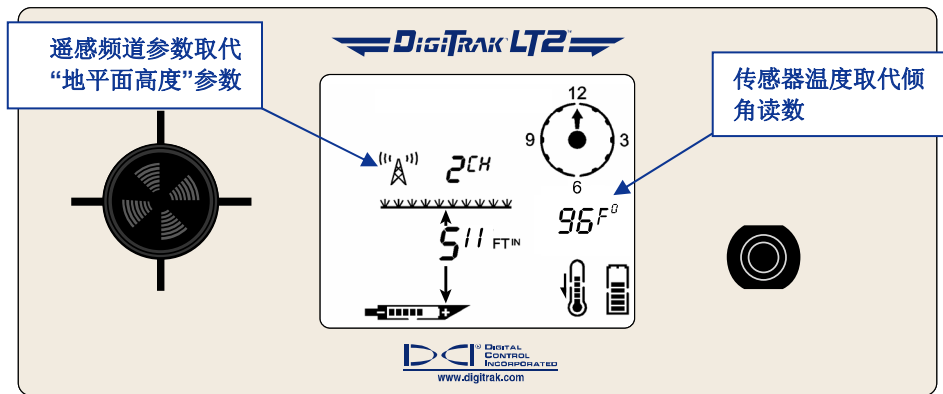


接收器位于传感器或定位线（LL）上方时的深度读数

在这幅显示画面上，箭头向下指向传感器，表明读数是传感器或 LL 的实际深度。如果深度读数下方没有向下箭头，那么所示出的深度数值则表示斜距（见定位说明一节）。

附注： 您若看到显示距离 / 深度数值的位置显示四根短线（— — — —），则表明接收器太靠近传感器，信号变得饱和（见接收器“地平面高度”菜单中所讨论的内容）。

连续 2 秒钟或更长时间按住功能按钮，就会在倾角信息显示处显示出传感器温度，地平面高度设定显示部位则会显示出遥感频道，见下图所示。



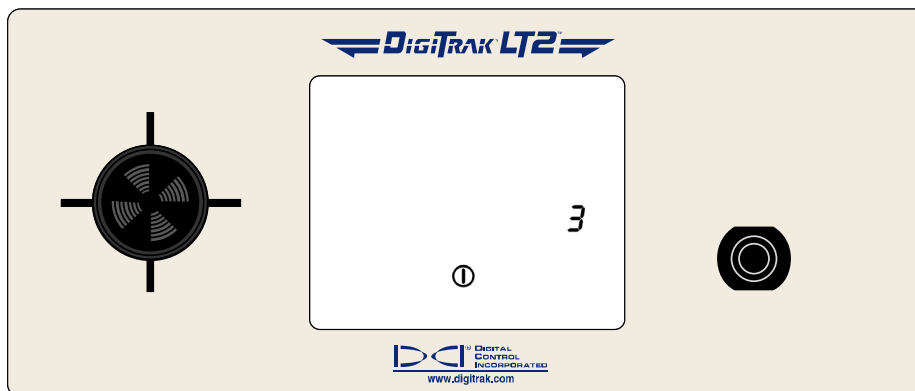
按住功能按钮不松手

远程显示器菜单

若要访问远程显示器菜单，只需要按动功能按钮。每按动一次，就会进入下一个菜单页面。远程显示器上的功能按钮的作用与接收器上的扳机很相似（见接收器一章中“访问和改变菜单设定”一节）。

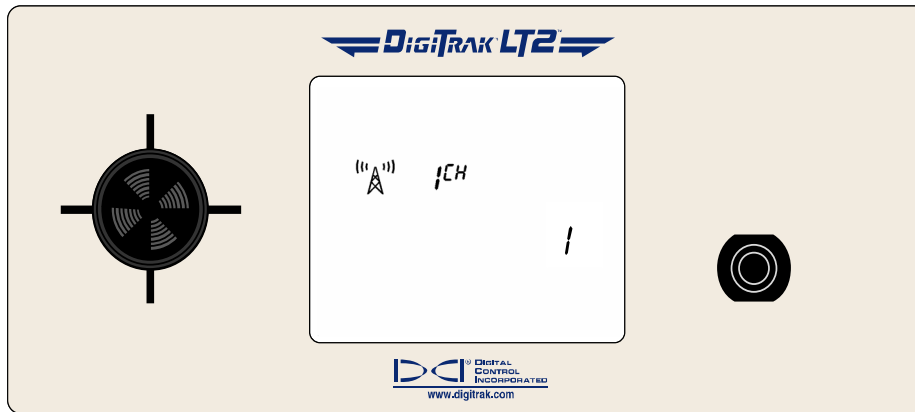
关机

按一下按钮，显示出关机菜单，如下图所示。按住按钮不松手等待倒计时从 3 数到 0，设备便会关机。设备关机时，能听到三声短暂的嘀嘀确认声。如果连续 15 分钟没有收到数据，远程显示器便会自动关机，关机时不会伴有声响。



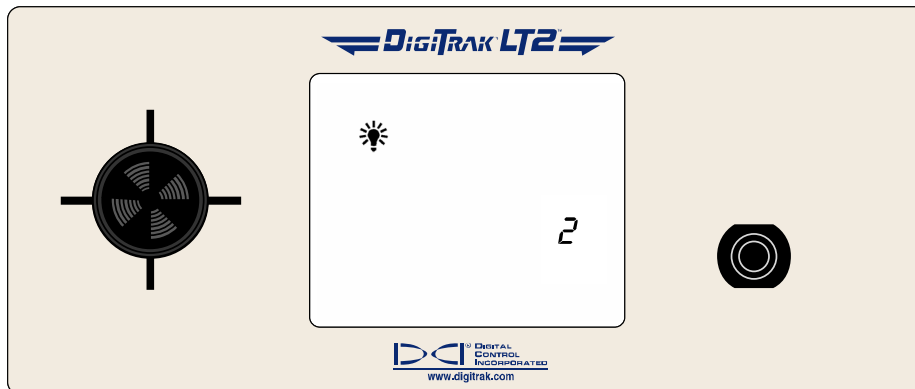
遥感频道的设定

可以经由遥感频道菜单来改变遥感频道设定值，方法是双击该按钮。屏幕上显示出遥感频道菜单后（如下图所示），按住按钮不要松手，查阅四个频道选项（1, 2, 3, 4），到达所需要的设定值时松开按钮。您能听到三声短暂的嘀嘀确认声，并能在显示屏幕上看到频道数字。



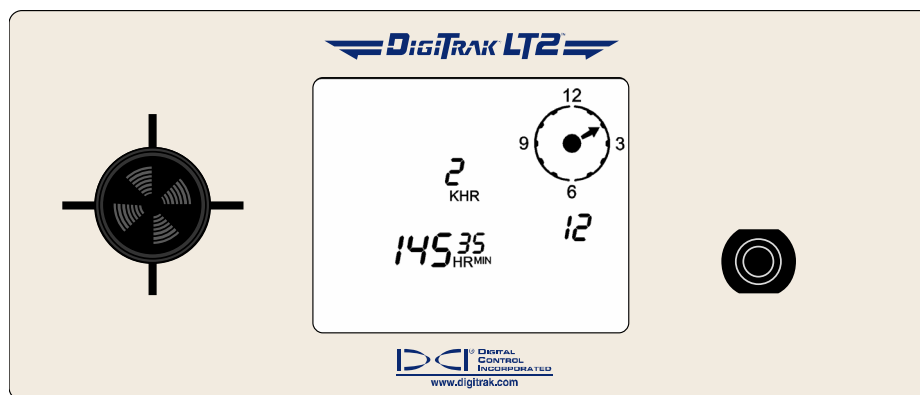
背景灯开关

点三下按钮，便可进入背景灯开关菜单。进入背景灯开关菜单后（如下图所示）按住该功能按钮不松手，便可在背景灯开启和关闭之间切换。成功改变了菜单选项时，远程显示器会随着倒计时发出嘀声，接着是三声短促的嘀嘀嘀确认声。



计时器

计时器菜单功能显示出远程显示器的运行（开机）时间，进入方法是点四下该按钮。下图中，计时器显示出远程显示器已经运行了 2,145 小时，35 分，12 秒。点一下该功能按钮，退出计时器并返回到主信息屏幕。



电池充电器



电池充电器

一般说明

LT2 系统中配套提供了 DCI 电池充电器, 包括交流和直流电源电缆和交流电源适配器, 同时还配备了三个可充电的 DCI 电池组。电池组用来为 LT2 接收器和远程显示器提供电源。

电池充电器既可使用交流电源 (100–240V), 也可使用直流电源 (12–28V)。电池充电器有其专门的交流和直流电源电缆, 如上面的图片所示。交流电源电缆亦根据用户所在国使用规格配备。

充满电的电池组电压在 16.5V 与 17.1V 之间, 能为 LT2 接收器供电约 8 小时, 为 LT2 远程显示器供电约 12 小时。电量用完后需要重新充电。充电电池的电压低到 14.4V 时, 便认为电量已用完。

电池组上只有两个电极暴露在外面 (如上面的图片所示)。如果第三个电极暴露出来或电池外壳上的绝缘材料有损伤痕迹, 请勿继续使用。

使用受损伤的或非 DCI 专有电池组可能会损坏充电器、接收器或远程显示器, 并会导致保修失效。

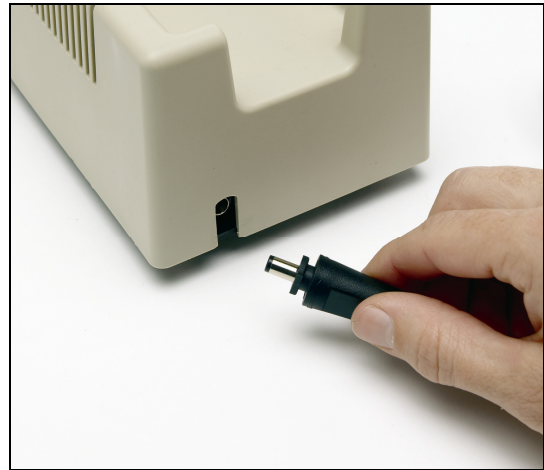
交流 / 直流电源设定

安装交流电源适配器或直流电源电缆的方法是：将交流适配器或直流电源电缆插头插入充电器背面的电源插孔（电源见图片右边），顺时针或逆时针旋转四分之一圈，将其固定住。

如果是用交流电源，将交流电源线接到电源适配器上，然后将电源插头插入墙上的交流电源插座。

若是用直流电源，将直流电源线直接插入直流电源供电插座。

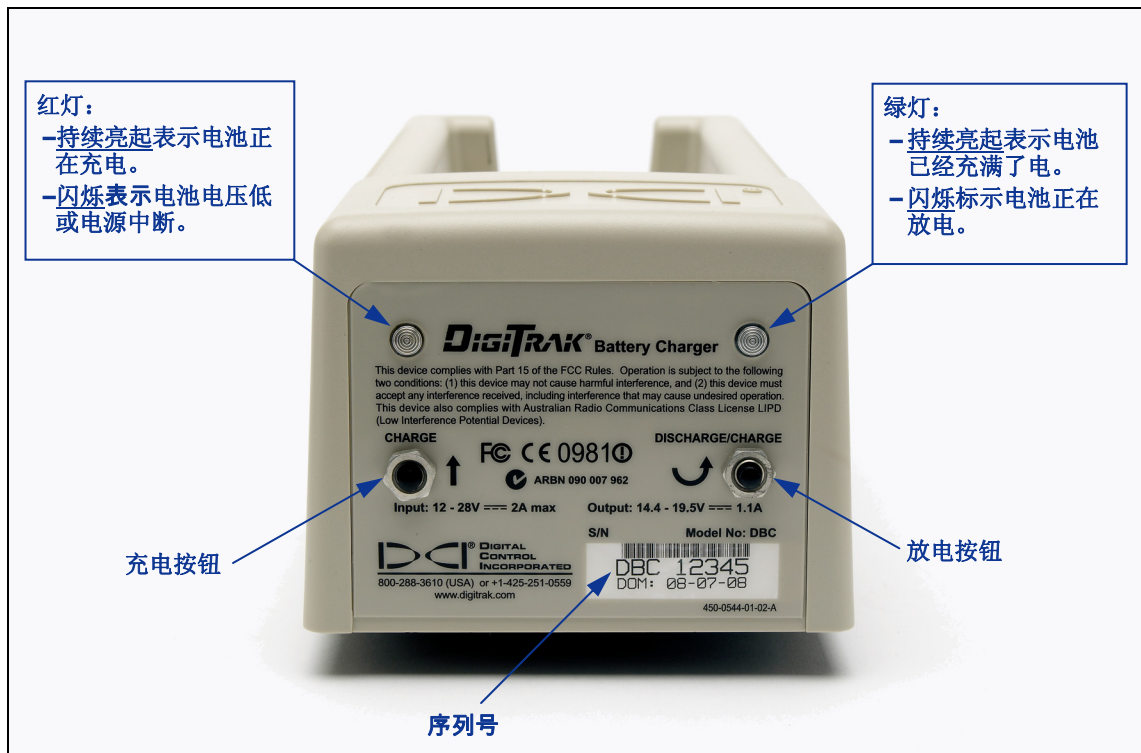
电池充电器现已可供使用。



将充电器插入电源插座

为电池充电

1. 接好充电器电源后，将一个电池组放入充电器内，电极终端与充电器内的弹簧相接触。红灯会被点亮，表明电池正在充电。为了清除掉任何剩余的电量并延长充电电池的使用寿命，充电前应对电池进行放电处理。DCI 建议至少每个月对电池组进行一次放电，操作方法见步骤 2。



电池充电控制面板

附注: 如果电池的电量已消耗至低于 **4V**，则充电器不会立即识别出充电电池。将电池放在充电器内，按动充电按钮。几分钟过后，红灯就会开始闪烁，表明充电器已经识别出充电电池。红灯会在 **30 秒到 1 分钟**之内持续亮起，表明正在对电量已完全耗尽的电池进行充电。

2. 如果需要对电池进行放电，按一下充电器上的放电按钮；绿灯便开始闪烁，表明电池正在放电。电池内的电量全部放完之后，绿灯就会停止闪烁，并会自动开始充电，此时红灯会持续亮起。

附注: 放电周期最长可能持续 **4 小时**，取决于电池内的剩余的电量。一般来说，如果 **LT2 接收器**或远程装置显示出电池电压低，放电周期则仅需要几分钟。

3. 电池充满电之后，绿灯就会自动亮起，表示充电已完成，电池可供使用。充电周期最长可达 **4 小时**。充满电的电池电压在 **16.5V 至 17.1V**之间。

附注: 如果电池在充电器内充电期间发生停电，红灯或绿灯就会闪烁，电池便会自行开始放电。恢复供电后，只需取出并重新放回电池组即可。

备注

定位说明

概述

DigiTrak LT2 定位系统现操作十分简单，但在操作系统之前，必须理解一些基本的原则。本章介绍了如下重要信息：深度或斜距、定位点和定位线、与传感器有关的这些元素的几何特征，以及发现定位点之后对其进行标注的正确方法。之后，还会介绍标准定位程序以及一种叫做“正 / 负指示定位法”的定位方法。最后一节将讨论如果无法在传感器上方行走应当如何跟踪传感器，又叫做“偏轨定位”。

关于如何跟踪位置陡深的传感器的详细说明，请参阅附录 B 中的信息：预计深度和实际深度以及前/后偏移量。

深度或斜距

当接收器直接位于传感器上方时，接收器与传感器之间的距离被称为深度。否则，二者之间的距离被称为斜距。每当屏幕显示出深度读数时，总是会有伴随深度读数的朝上和朝下箭头。如果不显示箭头，则表示所显示的读数实际应为斜距读数。



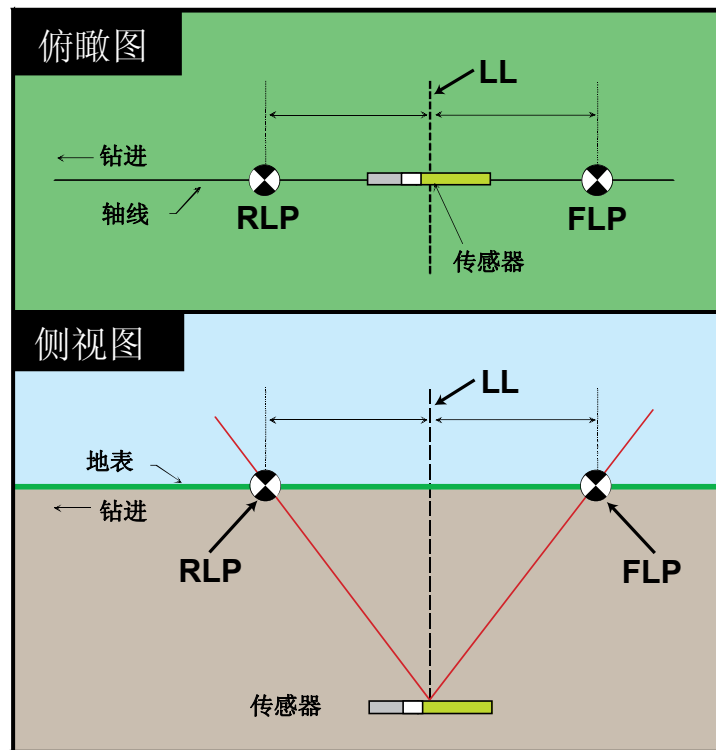
定位线在方框内
有箭头表示读数为实际深度。

目标朝向方框移动
无箭头则表示读数为斜距。

附注： 如果传感器的深度小于约 24 英寸（61 厘米），您会在显示深度读数的位置看到四根短线（— — — —），这表明接收器与传感器的距离太近、信号饱和（见接收器一章地平面高度”的介绍）。

定位点（FLP、RLP）和定位线（LL）

有三个位置或定点可以用来寻找位于地下的传感器，其中有两个点是代表传感器延伸位置上的点。一个点位于传感器的前面（前定位点，简称 FLP），另一个位于传感器的后面（后定位点，简称 RLP）。第三个位置是代表传感器位置的一根线。这条线（叫做定位线，简称 LL）与传感器以 0% 的斜率垂直相交。



FLP, RLP, LL 的俯视和侧视几何图

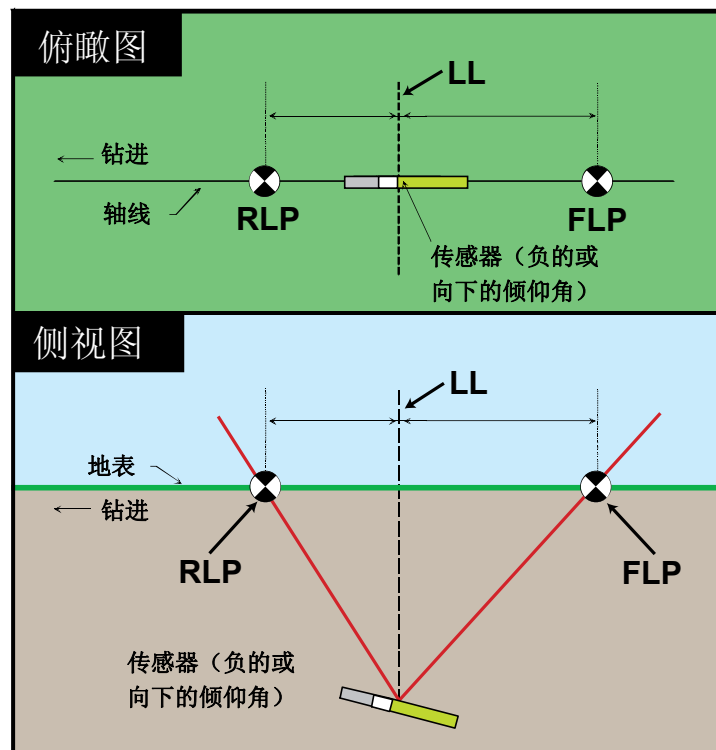
请注意，传感器保持水平时，RLP 和 FLP 与 LL 之间的距离是相等的。

附注： 如果传感器倾角超过 $\pm 30\%$ （或 17° ）及 / 或传感器深度超过 15 英尺（4.5 米），定位线的位置就会在传感器实际位置的略前面或略后面，接收器上显示出的深度即为预测深度。参阅附录 B：预测深度与实际深度以及前/后偏移量中关于这种情形下的更多说明。

深度、倾角和地形对 FLP 和 RLP 之间距离的影响

由于传感器磁力线波形的缘故，传感器位置越深，FLP 与 RLP 之间的距离就越大。相对于 LL 的位置来说，FLP 与 RLP 之间的距离也受传感器倾角和地形高度所影响。（关于这些方面的更多信息，请参阅附录 B：预测深度与实际深度以及前/后偏移量）。

当传感器倾角为负值时，FLP 与 LL 之间的距离比 RLP 与 LL 之间的距离更大（见下图）。当传感器倾角为正值时，RLP 与 LL 之间的距离比 FLP 与 LL 之间的距离更大。如果地表或地形斜坡很大，则即便传感器是水平的，也会影响到 FLP 和 RLP 与 LL 之间的距离。



倾角对 FLP, RLP, LL 距离的影响

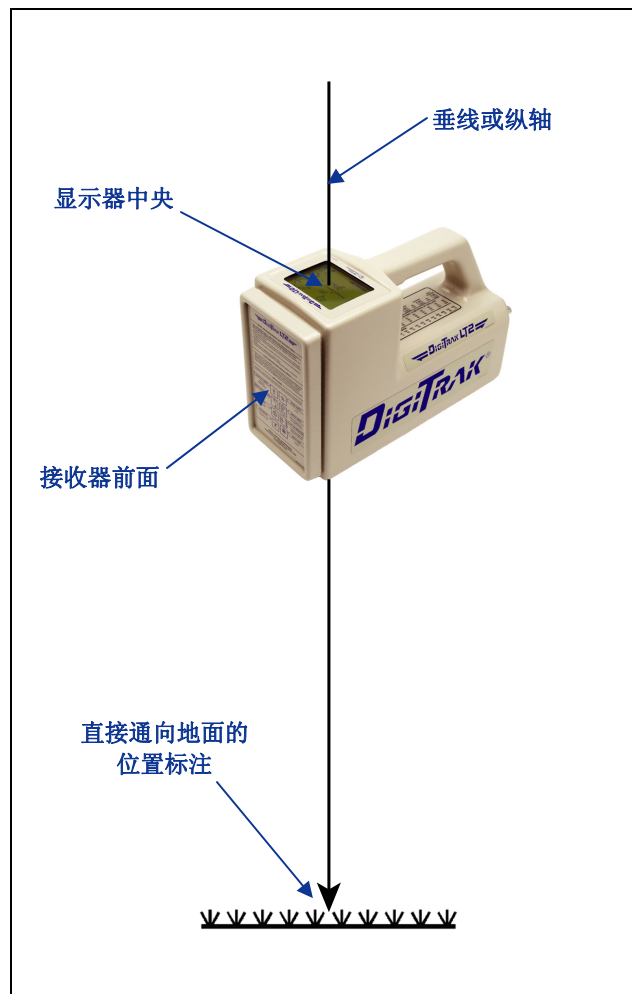
请注意，传感器位于负倾角时（与上一页传感器保持水平时的数字相比），RLP 和 FLP 与 LL 之间的距离是不同的。

可以使用各定位点与倾角之间的距离来计算深度（作为接收器深度读数比较）。更多的信息，请参阅附录 C：根据 FLP 和 RLP 之间的距离来计算深度。

还可以在无法进行步行定位情形下跟踪定位线，例如地面有障碍物或干扰。有关该功能的更多信息，请参阅定位一章结尾处的“偏轨定位”一节。

定位点的标注

定位操作过程中必须找到前后定位点（FLP、RLP）和定位线（LL）并对其做出准确标注。发现了定位点后对其进行标注的方法是：手持接收器站在定位点的正上方，沿穿过显示屏中心的垂线垂直向下看，投射一垂线到地面上。垂线接触地面的那一点就是您所要标注的位置。



用来标注定位点的垂线

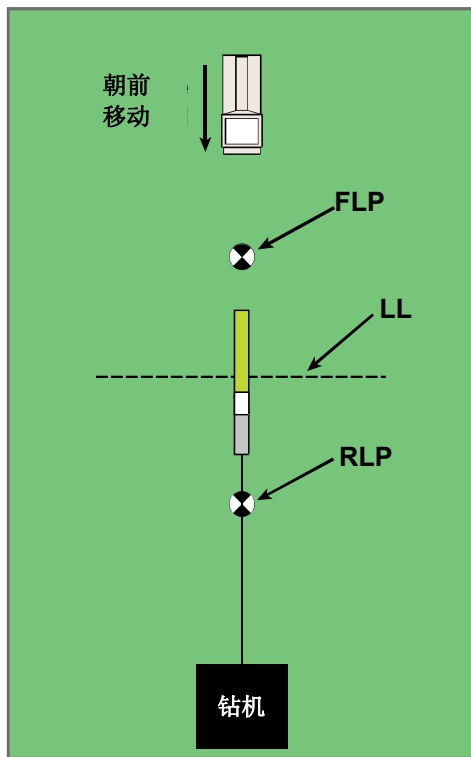
接收器持握

附注：必须正确持握接收器，才能获得准确读数。接收器必须始终保持**水平位置**并且保持着**所设定的**恒定的地平面高度值（见接收器一章中“地平面高度”菜单一节中的内容）。

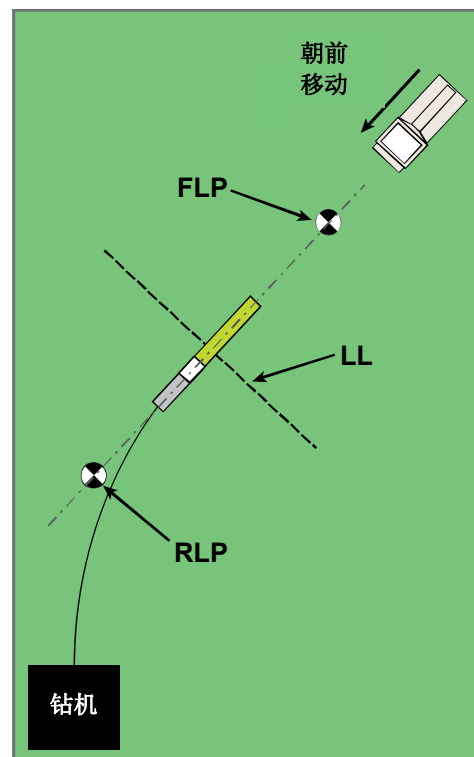
确定传感器的标准方法

在使用 LT2 定位系统时，您可以在传感器移动过程中确定其位置及其前进方向，无论您是站在其前面、后面或侧面。您还可以面对着或背对着钻机确定传感器的位置。

本章中提供的标准方法是以站在传感器的前面、面对钻机的方式指导您确定传感器的位置。这是厂家建议您使用的定位方法。当您继续钻进或钻进路线的出现弯曲时，您可能会面对着最近一次标注的定位点，而不是面对钻机。




标准型定位方法的设定

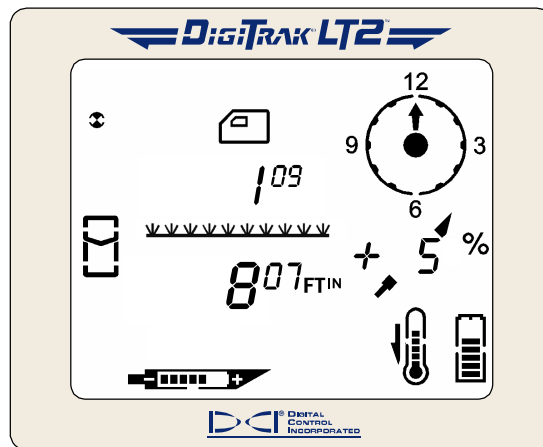


针对曲线轨迹的标准型定位方法

使用标准型方法时，没有必要采用扣住扳机不松手的方法来查看深度 / 斜距。定位作业期间，如果想要查看信号强度（带有相应的正 / 负符号），请参阅下一节内“采用正/负（“+/-”）方法进行传感器定位”。

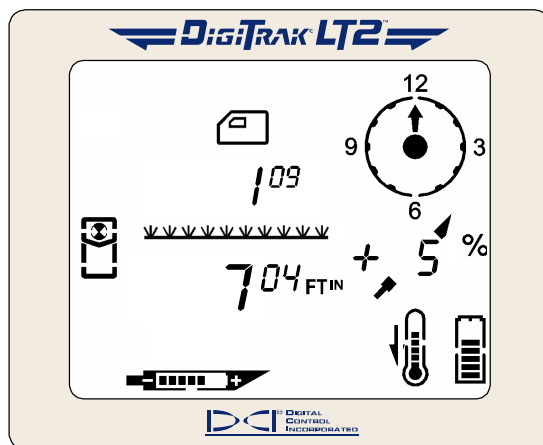
确定 FLP

需要找到的第一个定位点是前定位点，或 FLP。FLP 告诉您传感器的前进方向。FLP 与传感器的距离大小取决于传感器的深度和倾角；深度数值越大 FLP 与传感器的距离就越大。FLP 是接收器显示屏幕上的一个目标（）。

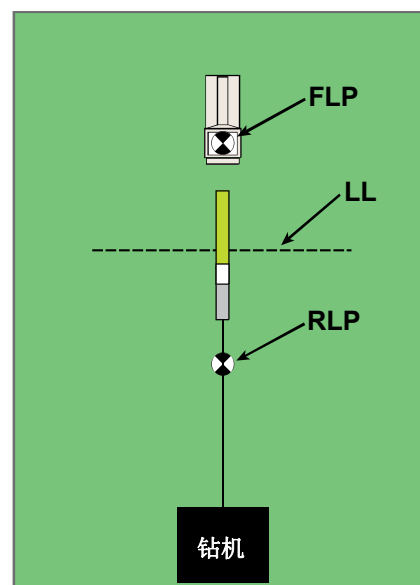


目标在左上角

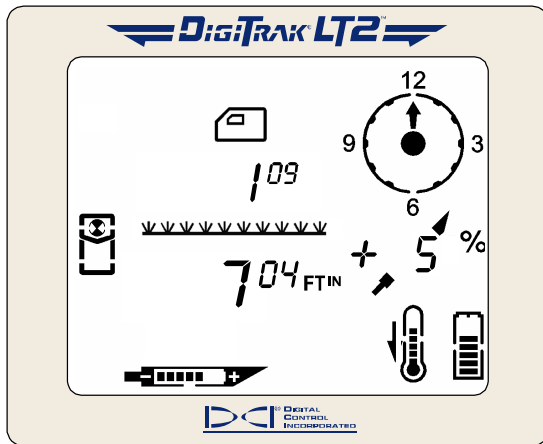
1. 站在钻头的前面（面对钻机），离钻机大约一根钻杆长的距离。
2. 随着您接近 FLP，目标就会出现在显示屏幕的左上角，而深度数值减小。
3. 继续朝前走，直到目标进入定位图标（方框）之内。找到了 FLP 的前后位置之后，下一步是要描述如何找到 FLP 的左右位置。



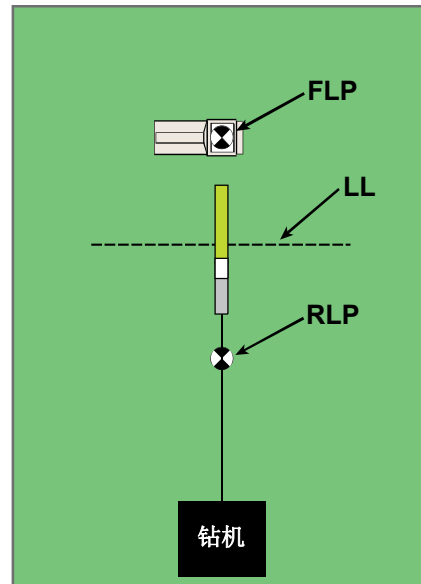
目标位于方框内，在 FLP 的前后位置上



4. 平稳地持握接收器、将其保持在水平位置的同时，将接收器朝传感器前进的方向旋转 90°，同样采用酌情向前或向后移动接收器的方式捕捉目标，使其位于方框的中央，这就是 FLP。也就是传感器在未获得转向指令情形下的最终位置。
5. 将直接位于显示屏幕下方的位置标为 FLP。



FLP 处目标位于方框中



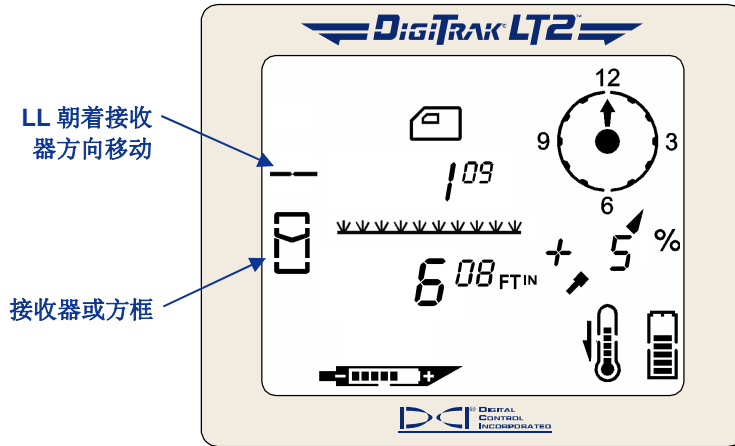
旋转接收器 90° 并前后移动，在 FLP 处将目标锁定在方框内

附注： 有源和无源两种干扰源都能影响定位点和深度读数的准确性。

确定传感器和 LL

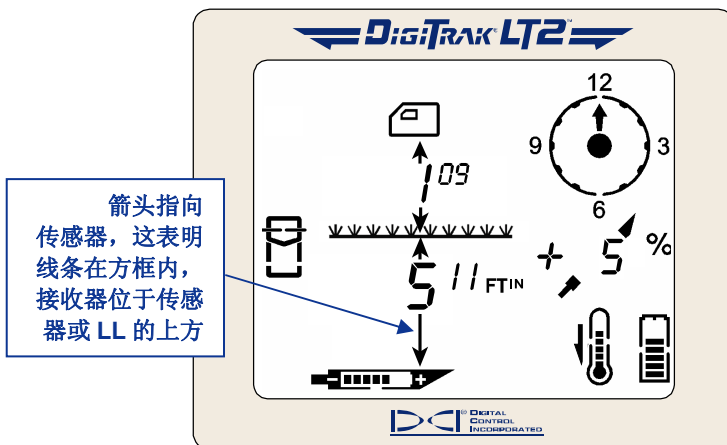
发现 FLP 之后，就会发现 LL，从而能确定传感器的深度。LL 在接收器显示屏幕上用一根短线（—）来表示。必须在钻头上方水平地持握接收器并须与传感器对齐，这样才能获得准确的深度读数。

1. 在 FLP 处，再次转身，面对钻头（和钻机），朝着最后的定位点前行。
2. 注意，这时 LL 会出现在显示屏幕的左上端。

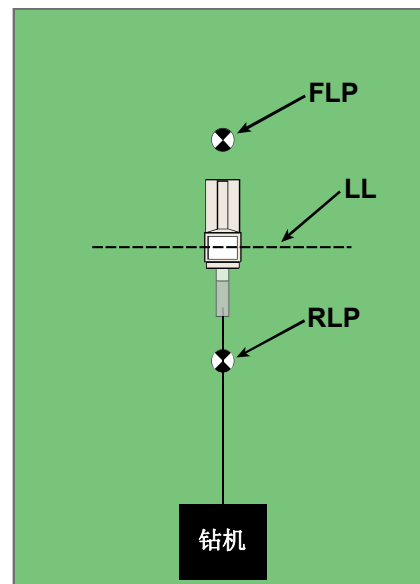


LL 朝向方框移动

3. 朝前行走，LL 就会移动靠近方框。
4. 将 LL 锁定在方框的中央。现在应能看到指向传感器电池符号的一个箭头，这表明该数值是传感器的深度读数。



在 LL 处线条位于方框内




附注： 出现在深度测量数值下面并且指向传感器的箭头也会出现在远程显示器上。

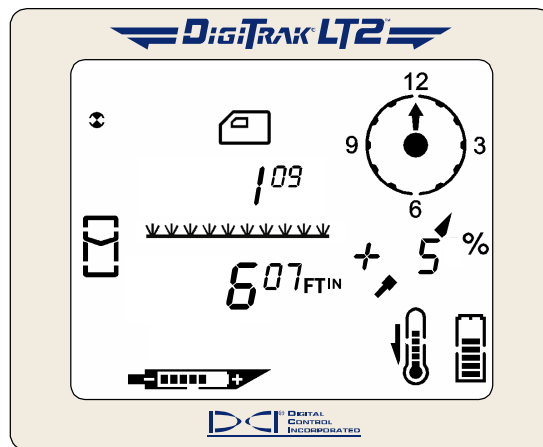
5. 将这一位置标示为 LL。您现在应是站在传感器的上方。

附注： 如果传感器的倾角超过 $\pm 30\%$ （或 17° ）和 / 或传感器深度超过 5 英尺（4.5 米），便可能得不到可靠的深度信息。请参阅附录 B：预测深度与实际深度和前后偏移量，了解这种情形下的更多信息。

找到 RLP，确认传感器前进方向和位置

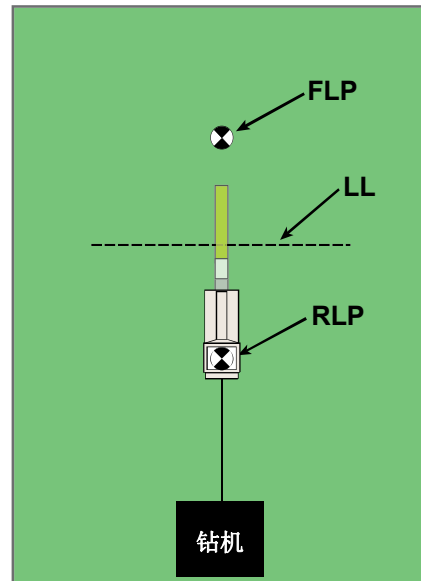
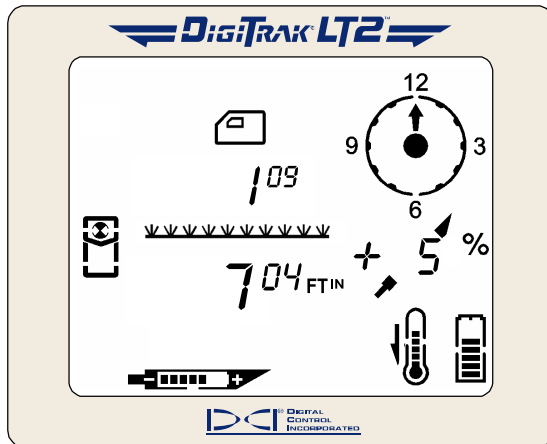
接下来，需要找到 RLP，以便确认传感器的前进方向和位置。与 FLP 一样，RLP 是接收器显示屏幕上的一个目标（）。找到了 RLP 之后，便可以将 RLP 与 FLP 连接成一条线，用来准确表达传感器的前进方向。传感器位于这条线与 LL 的交汇点上。运用定位点和 LL 来找到传感器的方法比使用峰值信号或最浅深度方法更可靠、有效。

1. 站在传感器上方、并面对钻机的同时，继续朝钻机方向行走；目标就会出现在显示屏幕的左上角，而深度读数就会增大。



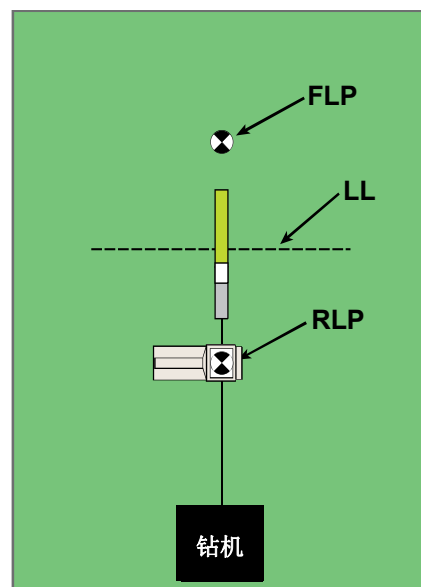
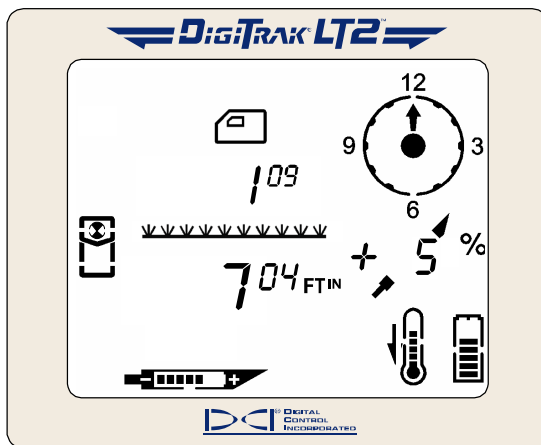
目标在左上角

2. 继续朝前走，直到目标进入方框内。现在您已找到 RLP 处的前后位置。下面介绍如何找到 RLP 处的左右位置。



RLP 处目标位于方框中

3. 平稳地持握接收器、将其保持在水平位置的同时，将接收器朝传感器前进的方向旋转 90°，同样采用酌情向前或向后移动接收器的方式捕捉目标，使其位于方框的中央。



RLP 处目标位于方框中

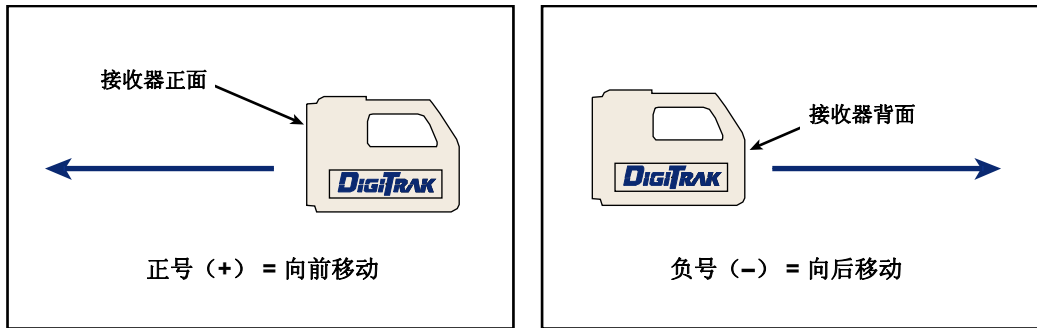
旋转接收器 90° 并前后移动，在 RLP 处将目标锁定在方框内

4. 将这一位置标示为 RLP。
5. 用一根直线将 RLP 和 FLP 连接起来。这条线表示传感器的实际前进方向。

附注： 有源和无源两种干扰源都能影响定位点和深度读数的准确性。

采用正负符号 (" + / - ") 方法进行传感器的定位

LT2 定位系统所使用的正负符号方法与 DCI 公司 Mark 系列接收器所用的相同，用于查找前后定位点。这种方法与标准型定位方法相似，所不同的是，这里需要扣住扳机不松手，用信号强度和正负符号来定位。总体来说，正号 (+) 表示查找定位点时接收器需要向前移动，负号 (-) 表示需要向后移动。



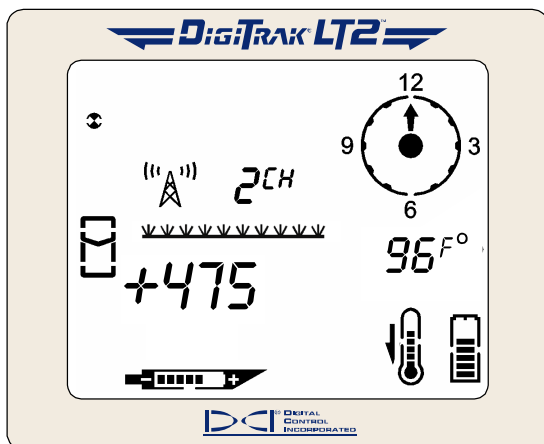
采用正负符号 (" + / - ") 查找定位点

前后定位点各代表一个点位，亦即符号从正号变为负号。接收器和传感器方向相同或相反并无关系，因为正 (+) 负 (-) 符号会相应地发生变化。

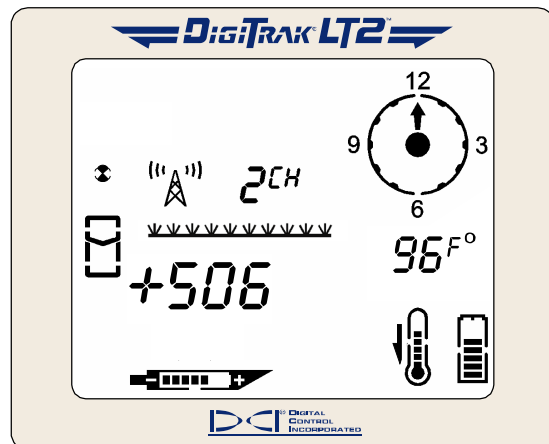
只要接收器与定位线上的任何一点交汇时，负号 (-) 就会变为正号 (+)。LL 线上的传感器位置可以通过查找 FLP 或 RLP 的方法来确定。

确定 FLP

1. 站在钻头的前面（面对钻机），离钻机大约一根钻杆长的距离。
2. 扣住扳机不松手，走近 FLP。信号强度会变成正数而且会增加。注意，目标会出现在显示屏幕的左上角，而且随着您走近 FLP，目标会不断靠近方框（定位图标）。

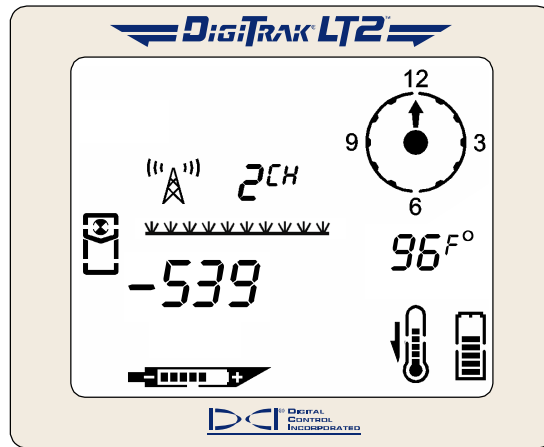


目标在左上角



目标朝向方框移动

- 继续朝前行走，直到"+"号变为 "-"号。注意：这时目标已经进入了方框，信号强度增大。

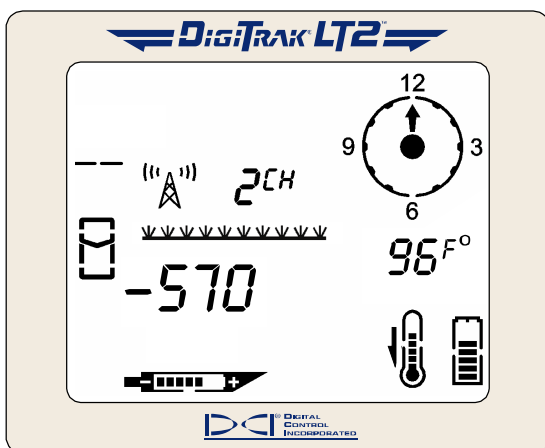


目标在方框内

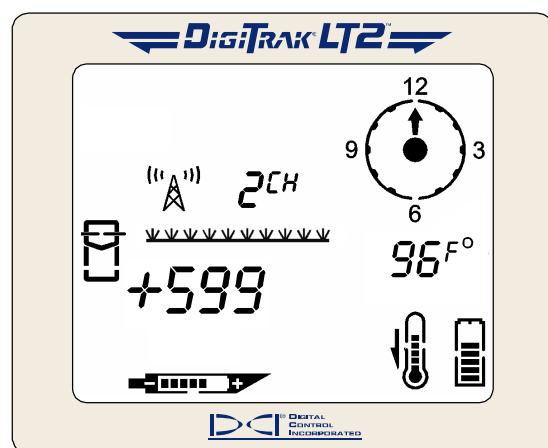
- 平稳地持握接收器、将其保持在水平位置的同时，将接收器朝传感器前进的方向旋转 90°，同样采用酌情向前或向后移动接收器的方式找到"+"变为 "-"号的那一点，目标应位于方框内，这就是 FLP。也就是传感器在未获得转向指令情形下的最终位置。松开扳机。
- 将直接位于显示屏中心下方的位置标为 FLP。

确定传感器和 LL

- 在 FLP 处，继续扣住扳机的同时，转身面对钻头（和钻机），朝着最后一个定位点前行。
- 注意，这时信号强度为负值，并且数值在增大。LL 会出现在显示屏的左上端。
- 继续朝前行走，直到 "-"号变为"+"号。注意，这时 LL 位于方框的中央位置。

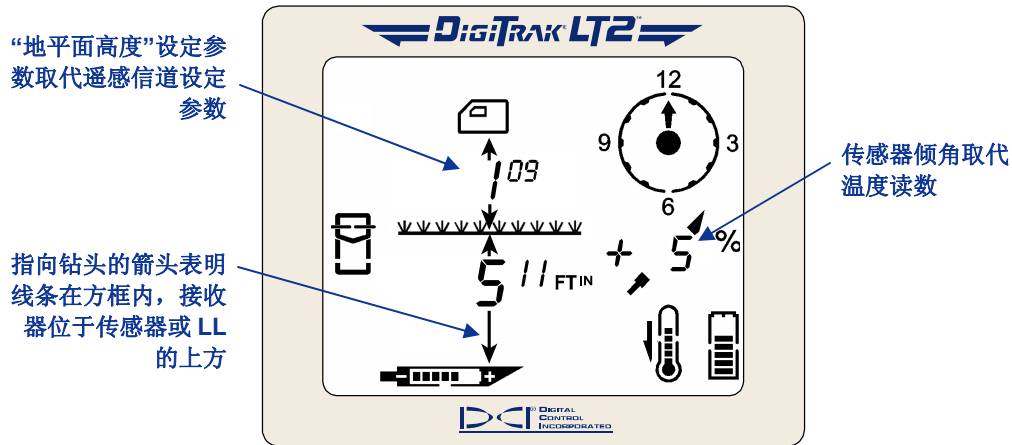


LL 朝向方框移动



定位线在方框内

4. 松开扳机，便会看到深度读数的显示。



深度显示屏幕

附注： 当定位线出现在方框内时，出现在深度测量数值下面并且指向传感器的箭头，也会出现在远程显示器上。

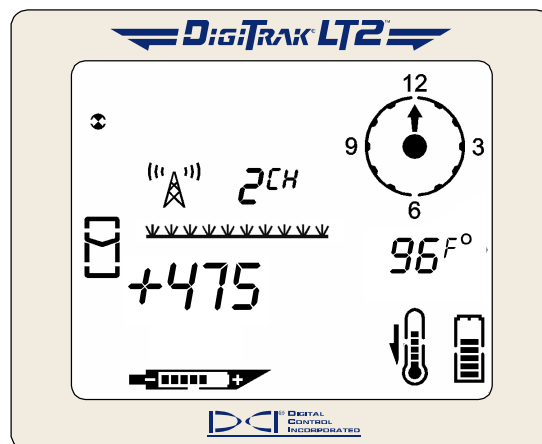
5. 将这一位置标示为 LL。您现在应是站在传感器的上方。

准确前进方向和传感器位置的确认

与标准型定位方法一样，您可以通过确定后定位点（RLP）然后再划一条连接 RLP 和 FLP 的直线的方法，来确认传感器前进方向。这条线即表示传感器的前进方向。传感器位于这条线与 LL 的交汇点上。

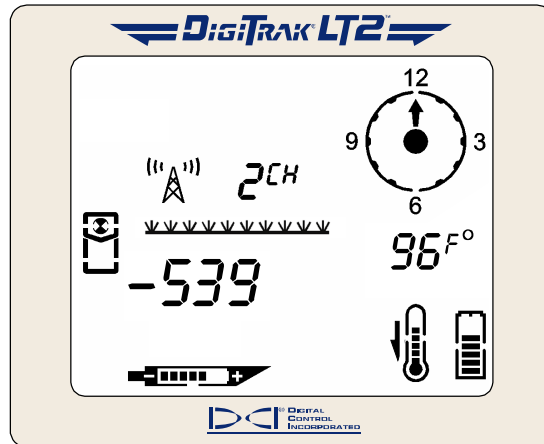
确定 RLP

1. 站在传感器上方、仍然面对钻机的同时，扣住扳机继续朝向钻机方向行走；信号强度会减弱，目标会出现在显示屏幕的左上角。



目标在左上角

- 朝前行走，直到"+"号变为"- "号。注意，这时目标已进入了方框。



目标在方框内

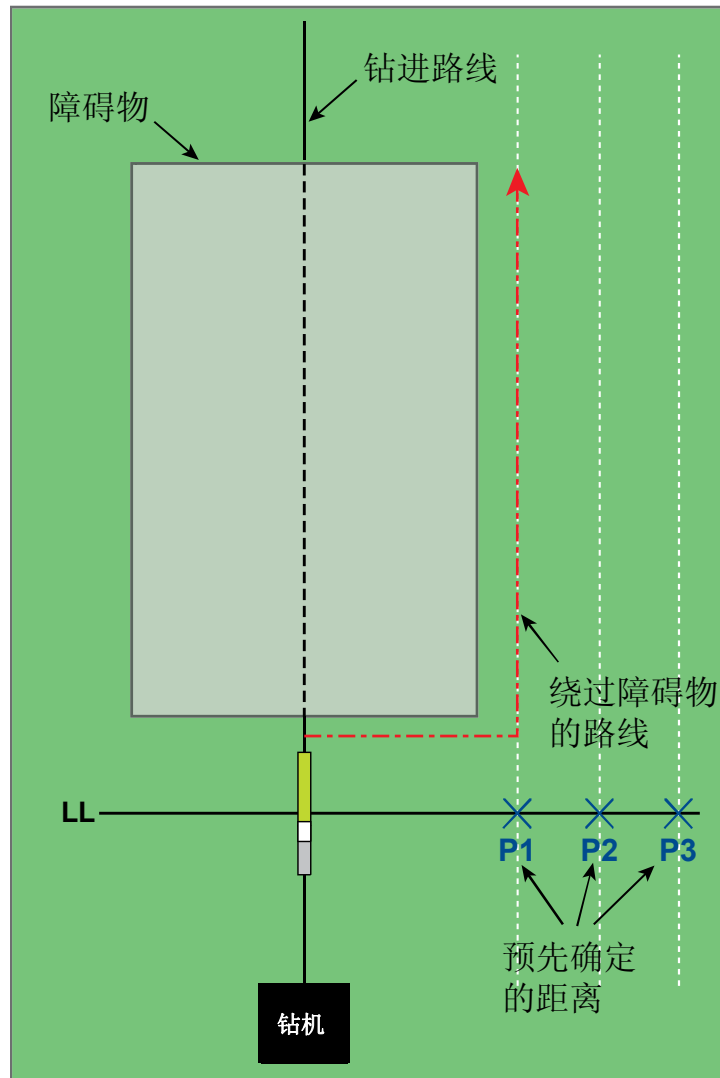
- 平稳地持握接收器、将其保持在水平位置的同时，将接收器朝传感器前进的方向旋转 90°，同样采用酌情向前或向后移动接收器的方式找到"- "号变为 "+"号的那一点，这时目标应位于方框内。这一点就是 RLP。松开扳机。
- 将这一位置标示为 RLP。
- 用一根直线将 RLP 和 FLP 连接起来。这条线即表示传感器的前进方向。

偏轨定位

如果由于地面有障碍物或有干扰而无法在传感器上方行走，则偏轨定位技术的优越性便会得到体现。运用定位线与传感器的垂直关系，可以跟踪传感器前进方向并能确定传感器是否保持在正确的深度。这种方法惟有在传感器的倾角接近 0%、地表平坦的情形下才能有效使用。传感器的倾角还必须保持不变，才能获得最准确的偏轨定位。下面将对偏轨定位过程做出更详细的说明。

附注： 偏轨定位方法只有当传感器倾角与地形倾角相同并且该倾角数值小于 10%时，才会有效。

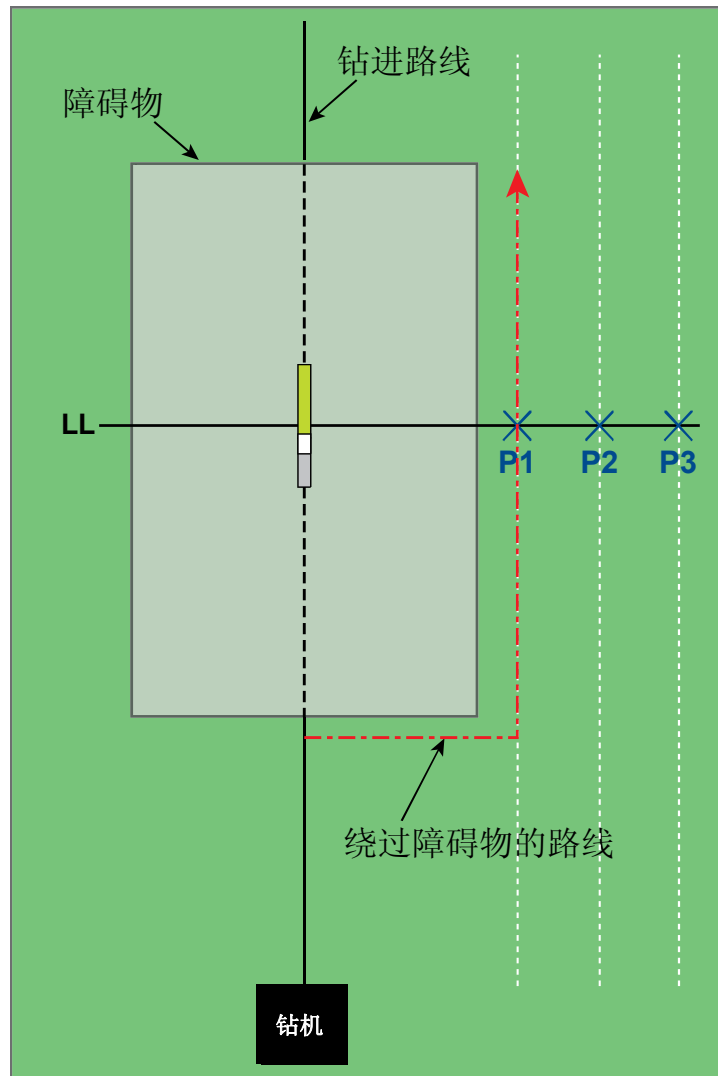
在下图中，打算钻进的路径上方有一座建筑物，传感器正要从建筑物的下方经过。



为偏轨定位作准备

1. 将定位线放入方框，找出传感器的 LL。
2. 从足以能避开障碍物的传感器的一侧（P1）行走一段预先确定的距离，找到 LL。注意该位置的斜距和信号强度（扣住扳机不要松手可获得信号强度数值），标出该位置。
3. 行走更加远离传感器的另一段预先确定的距离（P2），同样也要找出 LL。记下斜距和信号强度，标出该位置。
4. 行走更加远离传感器的另一段预先确定的距离（P3），找出 LL。记下斜距和信号强度，标出该位置。

- 找出传感器侧面的这三个位置（P1, P2, P3）之后，用一条线将它们连接起来。这就是定位线。由于 LL 与传感器垂直（呈 90°直角），因而能确定钻头的前进方向。通过在预先确定的三个距离数值上（P1, P2, P3）进行斜距比较，随着传感器的前行，您就能确定钻头是否偏离预定的钻进路线。这便能进行偏向修正。



偏轨定位

3-1050-00-A1

附录 A： 系统规格及维护要求

下面列出 DigiTrak LT2 定位系统的电源规格、环境要求和设备维护要求。

电源规格

设备	电压	电流
DigiTrak LT2 接收器	14.4 V 直流 (额定电压)	0.25 安培, 直流
DigiTrak LT2 远程显示器	14.4 V 直流 (额定电压)	0.25 安培, 直流
DigiTrak LT2 电池充电器	12–28 V 直流 100–240 V 交流, 50/60 Hz	2.0 安培, 直流

环境要求

高度	< 16,404 英尺 (< 5000 米)
温度	-4°F 至 140°F (-20°C 至 60°C)
相对湿度	< 90%

设备维护

- 设备不使用时须切断电源并取出电池。
- LT2 设备须存放在包装箱内, 远离热源、冷源、潮湿。使用前须进行测试, 确认设备能正常运行。
- 用软湿布蘸去污剂清洁 LT2 接收器、远程显示器和电池充电器。
- 不可使用化学物品来清洁传感器。
- 用软布清洁接收器和远程显示器的 LCD 屏幕, 不可使用化学清洁剂。必要时可使用清洁的水。
- 每天检查 LT2 设备, 若发现损坏或问题应与 DCI 联系。不可拆卸或擅自修理设备。
- 运输 LT2 定位设备之前, 必须卸掉设备内的电池。

备注

附录 B: 预测的深度和实际深度及前后偏移量 如果传感器位置深陡会怎样

传感器发出的信号场（如图 B1 所示）由一组椭圆形信号或磁力线组成。磁力线指出传感器的位置。当传感器与地面保持水平，您会看到定位线（LL）直接位于传感器的上方，接收器屏幕上显示的深度为实际深度。您还会发现，两个定位点（FLP 和 RLP）到达传感器的距离是相等的。LL 位于地面和磁场水平通量的交汇处，FLP 和 RLP 则位于地面和磁场垂直通量的交汇处。一些水平通量和垂直通量在图 B1 中由黄色短横线来表示。

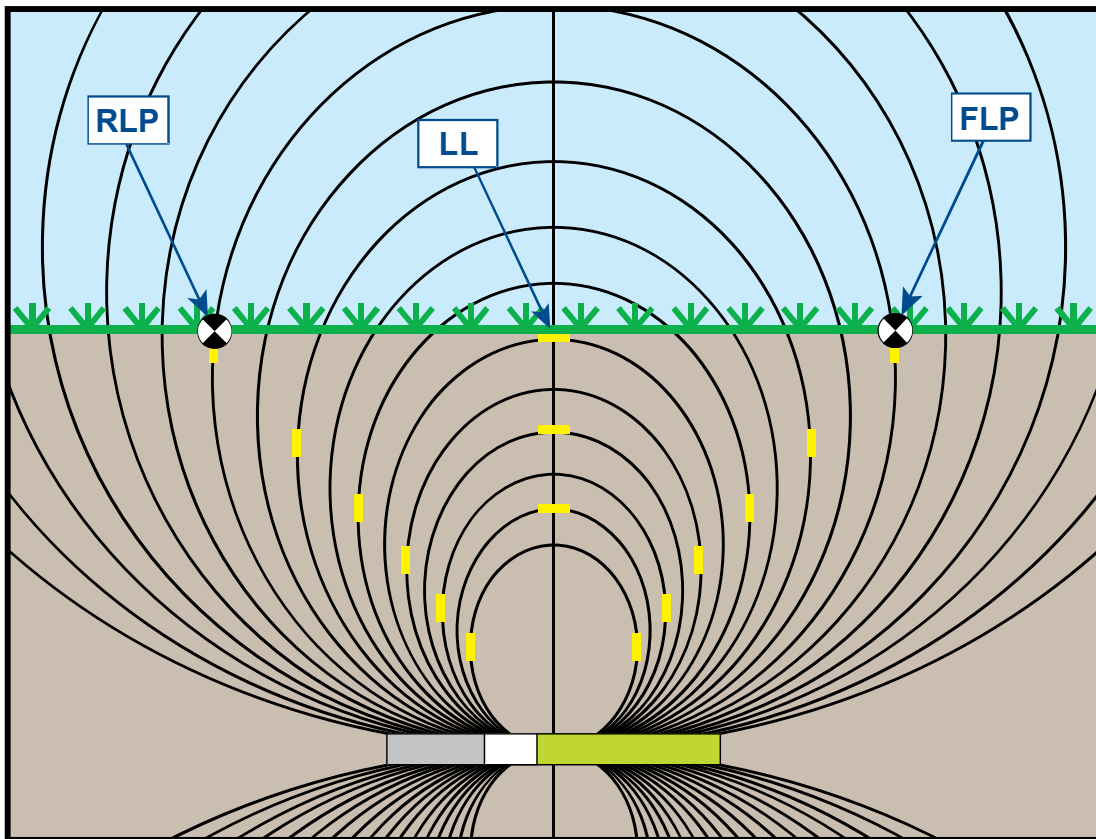


图 B1 磁场和 FLP, RLP, LL 的几何图形（侧视图）

由于传感器信号磁场（磁力线）的形状，如果传感器倾度角超过 $\pm 30\%$ （或 17° ）及 / 或传感器深度超过 15 英尺（4.5 米），定位线的位置就会在传感器实际位置的略前面或略后面。在这种情况下，所显示的深度是预测深度。超前或滞后于定位线的传感器距离被叫做前后偏移量。

预测深度和前后偏移量（见图 B2）因素必须在传感器位于陡深位置时加以考虑。参见本附录后面的表格（表 A1 和 A2），是用于在知晓显示深度（预测深度）和传感器倾角情形下，来确定实际深度和前后偏移状况。

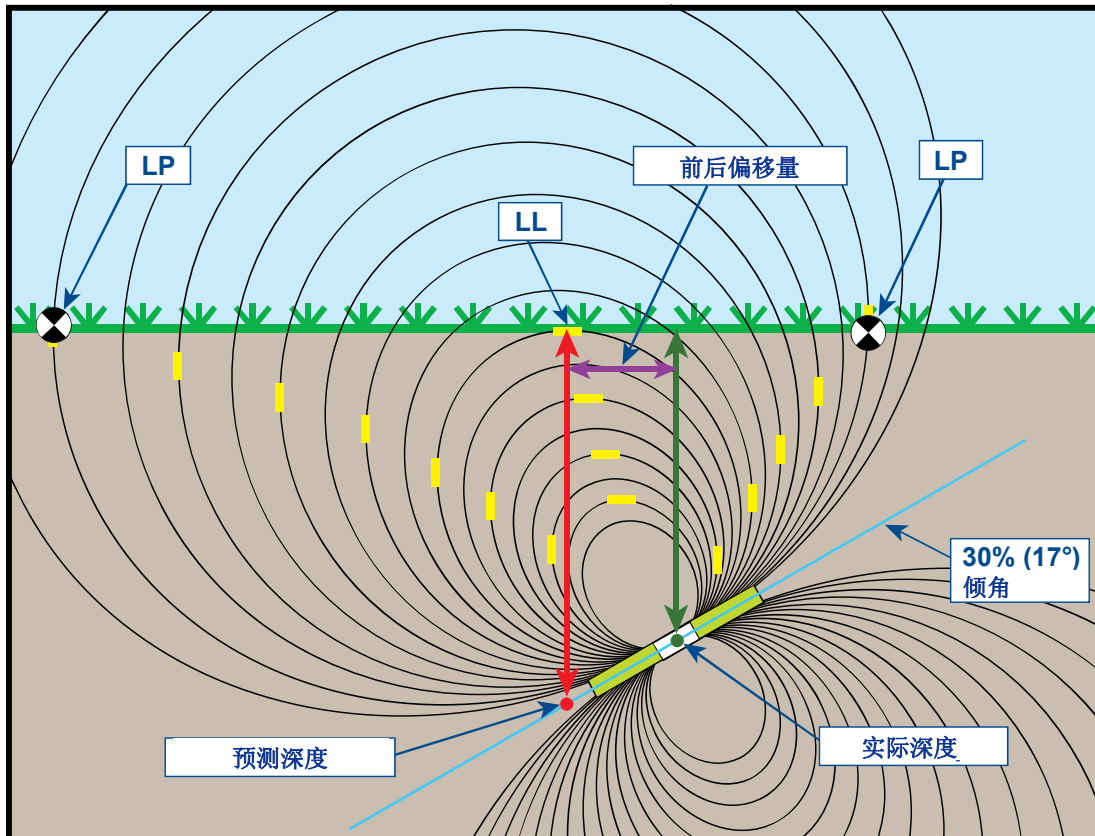


图 B2 陡深情形下的预测深度相对于实际深度及前后偏移量

上面的图 B2 显示出安装在钻头上的传感器，用以表明正负倾角的钻进情形——自左向右钻进时倾角为正值，自右向左钻进时倾角为负值。传感器的信号场倾角也与传感器角度相同。定位线 LL（用于测量深度）是传感器信号磁场磁力线的水平通量。亦即，LL 位于磁力线呈水平状的地方，如上图中的短横黄线所示。

图 B2 中也示出了前后两个定位点。定位点位于信号磁场垂直通量交汇处，如上图垂直短黄线所示。注意，当钻头有倾角角时，两个定位点到 LL 的距离是不一样的。同样，这种状况下需对预测深度和前后偏移因素做出补偿。

使用下面提供的表格可以帮助您查看实际深度（表 B1）和前后偏移参数（表 B2），基于接收器的深度读数（预测深度）和传感器倾角。如果你已知道设备的所需深度（实际深度），并且希望在钻进期间得到接收器上看到的相应的预测深度读数，也可以查看预测深度（表 B3）。最后一个表格（表 B4）提供了转换系数，用于传感器在不同倾角情形下，根据实际深度来换算预测深度，或根据预测深度换算实际深度。

表 B1 列出预测和显示出的深度数值（显示为红色），第一列内以 5 英尺（1.52 米）递增，并且提供了传感器在不同倾角情形下的实际深度数值（显示为绿色）。例如，如果显示出的深度为 25 英尺（7.62 米）、传感器倾角为 40%（22°），则可从表 B1 中看出传感器的实际深度是 22 英尺 8 英寸（6.91 米）。

表 B1 根据显示出的（预测）深度和倾角来确定实际深度。

倾角→ 显示的深度↓	±10% (5.7°)	±20% (11°)	±30% (17°)	±40% (22°)	±50% (27°)	±60% (31°)	±75% (37°)	±90% (42°)	±100% (45°)
5' (1.52 米)	5' (1.52 米)	4' 11" (1.50 米)	4' 9" (1.45 米)	4' 6" (1.37 米)	4' 4" (1.32 米)	4' 2" (1.27 米)	3' 10" (1.17 米)	3' 6" (1.07 米)	2' 6" (0.76 米)
10' (3.05 米)	9' 11" (3.02 米)	9' 9" (2.97 米)	9' 5" (2.87 米)	9' 1" (2.77 米)	8' 8" (2.64 米)	8' 3" (2.51 米)	7' 7" (2.31 米)	7' (2.13 米)	5' (1.52 米)
15' (4.57 米)	14' 11" (4.55 米)	14' 8" (4.47 米)	14' 2" (4.32 米)	13' 7" (4.14 米)	13' (3.96 米)	12' 5" (3.78 米)	11' 5" (3.48 米)	10' 6" (3.20 米)	7' 6" (2.29 米)
20' (6.10 米)	19' 11" (6.07 米)	19' 6" (5.94 米)	18' 10" (5.74 米)	18' 1" (5.51 米)	17' 4" (5.28 米)	16' 6" (5.03 米)	15' 3" (4.65 米)	14' (4.27 米)	10' (3.05 米)
25' (7.62 米)	24' 11" (7.59 米)	24' 5" (7.44 米)	23' 7" (7.19 米)	22' 8" (6.91 米)	21' 8" (6.60 米)	20' 8" (6.30 米)	19' (5.79 米)	17' 6" (5.33 米)	12' 6" (3.81 米)
30' (9.14 米)	29' 10" (9.09 米)	29' 3" (8.92 米)	28' 3" (8.61 米)	27' 2" (8.28 米)	26' (7.92 米)	24' 9" (7.54 米)	22' 10" (6.96 米)	21' (6.40 米)	15' (4.57 米)
35' (10.67 米)	34' 10" (10.62 米)	34' 2" (10.41 米)	33' 1" (10.08 米)	31' 8" (9.65 米)	30' 4" (9.25 米)	28' 11" (8.81 米)	26' 8" (8.13 米)	24' 6" (7.47 米)	17' 6" (5.33 米)
40' (12.19 米)	39' 10" (12.14 米)	39' (11.89 米)	37' 9" (11.51 米)	36' 2" (11.02 米)	34' 8" (10.57 米)	33' (10.06 米)	30' 5" (9.27 米)	28' (8.53 米)	20' (6.10 米)
45' (13.72 米)	44' 9" (13.64 米)	43' 11" (13.39 米)	42' 5" (12.93 米)	40' 9" (12.42 米)	39' (11.89 米)	37' 2" (11.33 米)	34' 3" (10.44 米)	31' 7" (9.63 米)	22' 6" (6.86 米)
50' (15.24 米)	49' 9" (15.16 米)	48' 9" (14.86 米)	47' 2" (14.38 米)	45' 3" (13.79 米)	43' 4" (13.21 米)	41' 3" (12.57 米)	38' 1" (11.61 米)	35' 1" (10.69 米)	25' (7.62 米)

表 B2 列出预测和显示出的深度数值，在第一列内以 5 英尺（1.52 米）递增，并且提供了传感器在不同倾角情形下的前后偏移量数值（显示为紫色），四舍五入取整数（英寸或厘米）。

表 B2 根据显示出的（预测）深度和倾角来确定前后偏移量数值。

倾角→ 显示的深度↓	±10% (5.7°)	±20% (11°)	±30% (17°)	±40% (22°)	±50% (27°)	±60% (31°)	±75% (37°)	±90% (42°)	±100% (45°)
5' (1.52 米)	4" (0.10 米)	8" (0.20 米)	11" (0.28 米)	1' 3" (0.38 米)	1' 7" (0.48 米)	1' 9" (0.53 米)	2' 1" (0.64 米)	2' 5" (0.74 米)	2' 6" (0.76 米)
10' (3.05 米)	8" (0.20 米)	1' 4" (0.41 米)	1' 11" (0.58 米)	2' 6" (0.76 米)	3' 1" (0.94 米)	3' 6" (1.07 米)	4' 2" (1.27 米)	4' 9" (1.45 米)	5' (1.52 米)
15' (4.57 米)	1' (0.30 米)	2' (0.61 米)	2' 11" (0.89 米)	3' 9" (1.14 米)	4' 7" (1.40 米)	5' 4" (1.63 米)	6' 3" (1.91 米)	7' 1" (2.16 米)	7' 6" (2.29 米)
20' (6.10 米)	1' 4" (0.41 米)	2' 7" (0.79 米)	3' 10" (1.17 米)	5' (1.52 米)	6' 1" (1.85 米)	7' 1" (2.16 米)	8' 4" (2.54 米)	9' 6" (2.90 米)	10' (3.05 米)
25' (7.62 米)	1' 8" (0.51 米)	3' 3" (0.99 米)	4' 10" (1.47 米)	6' 3" (1.91 米)	7' 7" (2.31 米)	8' 10" (2.69 米)	10' 5" (3.18 米)	11' 10" (3.61 米)	12' 6" (3.81 米)
30' (9.14 米)	2' (0.61 米)	3' 11" (1.19 米)	5' 10" (1.78 米)	7' 6" (2.29 米)	9' 2" (2.79 米)	10' 7" (3.23 米)	12' 6" (3.81 米)	14' 2" (4.32 米)	15' (4.57 米)
35' (10.67 米)	2' 4" (0.71 米)	4' 7" (1.40 米)	6' 9" (2.06 米)	8' 9" (2.67 米)	10' 8" (3.25 米)	12' 5" (3.78 米)	14' 8" (4.47 米)	16' 7" (5.05 米)	17' 6" (5.33 米)
40' (12.19 米)	2' 8" (0.81 米)	5' 3" (0.69 米)	7' 9" (2.36 米)	10' (3.05 米)	12' 2" (3.71 米)	14' 2" (4.32 米)	16' 9" (5.11 米)	18' 11" (5.77 米)	20' (6.10 米)
45' (13.72 米)	3' (0.91 米)	5' 11" (1.80 米)	8' 8" (2.64 米)	11' 4" (3.45 米)	13' 8" (4.17 米)	15' 11" (4.85 米)	18' 10" (5.74 米)	21' 3" (6.48 米)	22' 6" (6.86 米)
50' (15.24 米)	3' 4" (1.02 米)	6' 7" (2.01 米)	9' 4" (2.84 米)	12' 7" (3.84 米)	15' 3" (4.65 米)	17' 8" (5.38 米)	20' 11" (6.38 米)	23' 8" (7.21 米)	25' (7.62 米)

表 B3 列出预测和显示出的深度数值，第一列内以 5 英尺（1.52 米）递增，并且提供了在不同传感器倾角情形下的预测深度数值。

表格 B3 根据实际深度和倾角来确定预测深度。

倾角→ 实际深度↓	±10% (5.7°)	±20% (11°)	±30% (17°)	±40% (22°)	±50% (27°)	±60% (31°)	±75% (37°)	±90% (42°)	±100% (45°)
5' (1.52 米)	5' (1.52 米)	5' 2" (1.57 米)	5' 3" (1.60 米)	5' 6" (1.68 米)	5' 8" (1.73 米)	5' 11" (1.80 米)	6' 3" (1.91 米)	6' 6" (1.98 米)	7' 6" (2.29 米)
10' (3.05 米)	10' 1" (3.07 米)	10' 3" (3.12 米)	10' 7" (3.23 米)	10' 11" (3.33 米)	11' 4" (3.45 米)	11' 9" (3.58 米)	12' 5" (3.78 米)	13' (3.96 米)	15' (4.57 米)
15' (4.57 米)	15' 1" (4.60 米)	15' 5" (4.70 米)	15' 10" (4.83 米)	16' 5" (5.00 米)	17' (5.18 米)	17' 8" (5.38 米)	18' 7" (5.66 米)	19' 6" (5.94 米)	22' 6" (6.86 米)
20' (6.10 米)	20' 1" (6.12 米)	20' 6" (6.25 米)	21' 2" (6.45 米)	21' 11" (6.68 米)	22' 8" (6.91 米)	23' 6" (7.16 米)	24' 9" (7.54 米)	26' (7.92 米)	30' (9.14 米)
25' (7.62 米)	25' 2" (7.67 米)	25' 8" (7.82 米)	26' 5" (8.05 米)	27' 5" (8.36 米)	28' 4" (8.64 米)	29' 5" (8.97 米)	31' (9.45 米)	32' 6" (9.91 米)	37' 6" (11.43 米)
30' (9.14 米)	30' 2" (9.19 米)	30' 9" (9.37 米)	31' 9" (9.68 米)	32' 10" (10.01 米)	34' (10.36 米)	35' 3" (10.74 米)	37' 2" (11.33 米)	39' (11.89 米)	45' (13.72 米)
35' (10.67 米)	35' 2" (10.72 米)	35' 11" (10.95 米)	37' (11.28 米)	38' 4" (11.68 米)	36' 8" (11.18 米)	41' 2" (12.55 米)	43' 4" (13.21 米)	45' 6" (13.87 米)	52' 6" (16.00 米)
40' (12.19 米)	40' 2" (12.24 米)	41' (12.50 米)	42' 3" (12.88 米)	43' 10" (13.36 米)	45' 4" (13.82 米)	47' (14.33 米)	49' 7" (15.11 米)	52' (15.85 米)	60' (18.29 米)
45' (13.72 米)	45' 3" (13.79 米)	46' 2" (14.07 米)	47' 7" (14.50 米)	49' 3" (15.01 米)	51' (15.54 米)	52' 2" (15.90 米)	55' 9" (16.99 米)	58' 6" (17.83 米)	67' 6" (11.43 米)
50' (15.24 米)	50' 3" (15.32 米)	51' 3" (15.62 米)	52' 10" (16.10 米)	54' 9" (16.69 米)	56' 8" (17.27 米)	58' 9" (17.91 米)	61' 11" (18.87 米)	64' 11" (19.79 米)	75' (22.86 米)

借助表 B4 可以用一个乘式来计算准确的预测深度读数和实际深度。提供了传感器在不同倾角状况下的乘式数值或转换系数。

表 B4 用来计算准确的预测深度或实际深度的转换系数。

倾角 →	±10% (5.7°)	±20% (11°)	±30% (17°)	±40% (22°)	±50% (27°)	±60% (31°)	±75% (37°)	±90% (42°)
从实际深度到预测深度	1.005	1.025	1.06	1.105	1.155	1.212	1.314	1.426
从预测深度到实际深度	0.995	0.975	0.943	0.905	0.866	0.825	0.761	0.701

例如，参照表 B4，如果所需要的（实际）深度为 24 英尺（7.32 米），则可以确定倾角在 30%（17°）时接收器的预测深度读数。需要使用转换系数表的第一行（从实际深度到预测深度）来选择倾角为 30% 时相应的数值，即 1.06。用所需要的深度数值（24）乘以该数值，您就会发现，定位线处的接收器预测深度读数应为 25 英尺 5 英寸（7.75 米）。

运用接收器上显示的预测深度，就能根据转换系数表的第二行来计算出传感器的实际深度 选择与倾角值有关的相应的转换系数，然后用预测深度来乘以该数值。例如，如果倾角为 30%，预测深度读数为 24 英尺（7.32 米），那就需要用 0.943 乘以 24，得出传感器的实际深度是 22.63 英尺或 22 英尺 8 英寸（6.90 米）。

备注

附录 C: 根据 FLP 和 RLP 之间的距离计算深度

如果接收器显示屏幕上显示的信息不可靠，仍然可以估算传感器深度。但是只有在地表是水平的，而且传感器倾角、前定位点（FLP）和后定位点（RLP）的位置都是已知的条件下，才能估算出传感器的深度。

若要估算传感器深度，首先应测量 FLP 和 RLP 之间的距离。并传感器的倾角数值必须可靠。运用下面的深度估算表，找到与传感器倾角对应最接近的除数。然后用以下公式来估算深度：

$$\text{深度} = \frac{\text{FLP 与 RLP 之间的距离}}{\text{除数}}$$

例如，如果传感器倾角是 34%（或 18.8°），则表内给出的相应的除数是 1.50。此例中，FLP 与 RLP 之间的距离是 11.5 英尺（3.5 米）。深度即为：

$$\text{深度} = \frac{11.5 \text{ 英尺}}{1.50} = 7.66 \text{ 英尺或大约 } 7.7 \text{ 英尺 (2.35 米)}$$

表 C1 深度估算表

倾度角 (% / °)	除数	倾度角 (% / °)	除数	倾度角 (% / °)	除数
0 / 0.0	1.41	34 / 18.8	1.50	68 / 34.2	1.74
2 / 1.1	1.41	36 / 19.8	1.51	70 / 35.0	1.76
4 / 2.3	1.42	38 / 20.8	1.52	72 / 35.8	1.78
6 / 3.4	1.42	40 / 21.8	1.54	74 / 36.5	1.80
8 / 4.6	1.42	42 / 22.8	1.55	76 / 37.2	1.82
10 / 5.7	1.42	44 / 23.7	1.56	78 / 38.0	1.84
12 / 6.8	1.43	46 / 24.7	1.57	80 / 38.7	1.85
14 / 8.0	1.43	48 / 25.6	1.59	82 / 39.4	1.87
16 / 9.1	1.43	50 / 26.6	1.60	84 / 40.0	1.89
18 / 10.2	1.44	52 / 27.5	1.62	86 / 40.7	1.91
20 / 11.3	1.45	54 / 28.4	1.63	88 / 41.3	1.93
22 / 11.9	1.45	56 / 29.2	1.64	90 / 42.0	1.96
24 / 13.5	1.46	58 / 30.1	1.66	92 / 42.6	1.98
26 / 14.6	1.47	60 / 31.0	1.68	94 / 43.2	2.00
28 / 15.6	1.48	62 / 31.8	1.69	96 / 43.8	2.02
30 / 16.7	1.48	64 / 32.6	1.71	98 / 44.4	2.04
32 / 17.7	1.49	66 / 33.4	1.73	100 / 45.0	2.06

备注

有限售后保证

数字控制公司（Digital Control Incorporated，简称 DCI）保证：本公司装运的每台 DCI 产品（“DCI 产品”），在装运时都符合本公司当前发布的现有技术规格，并且在以下所述的售后保证期限（“售后保证期”）内，没有材料和技术方面的缺陷。这里所说的“有限售后保证”是不可转让的，只用于从本公司或经本公司明确授权许可销售 DCI 产品的代理商（“DCI 授权代理商”）那里购买了 DCI 产品的第一最终用户（“用户”），并且受以下条款、条件和限制所约束：

1. 下述 DCI 新产品的售后保证期为十二个月（12 个月）：接收器/定位器、远程显示器、电池充电器和可再充电电池、数据记录（DataLog®）模组以及界面元件。其它 DCI 新产品的售后保证期是九十天（90 天），其中包括传感器、配件、软件程序以及模块。除非本公司另做说明，否则九十天（90 天）的售后保证期适用于：（a）本公司或获得 DCI 明确授权可经销 DCI 二手产品的代理商销售的二手 DCI 产品；（b）DCI 提供的售后服务，其中包括超过了售后保证期的 DCI 产品的检验、维护以及修理等服务。售后保证期以下面较晚的时间开始：（i）本公司装运 DCI 产品日期或（ii）DCI 授权代理商为用户装运 DCI 产品日期（或其它交付方式的交付日期）。
2. DCI 有限售后保证的唯一责任，只限于对本公司已经确定的、在售后保证范围内的 DCI 产品，经适当检查后，在上述售后保证期内，DCI 可选择对出现的缺陷进行修理、更换或调整。所有的售后保证检查、修理和调整必须由 DCI 公司或 DCI 书面授权的售后保证诉求处理机构进行。所有根据售后保证提出的要求必须提供购货凭证，其中包括购货日期、识别 DCI 产品用的序号。
3. 有限售后保证只在以下情况有效：（i）收到 DCI 产品的十四天（14 天）内，用户向本公司寄出了填写好的售后保证注册卡；（ii）用户一收到 DCI 产品后就进行了适当检查，并且立即将产品的所有明显缺陷告知本公司；（iii）用户遵守以下所述的“根据有限售后保证提出要求的程序”中每一项。

有限售后保证不包括的范围

有限售后保证不包括因以下原因所造成的所有损坏情形，包括对 DCI 产品的任何损害：没有按照 DCI 用户手册和其它 DCI 说明操作、违章操作、错误操作、工作疏忽、意外事故、火灾、水灾、天灾、不当用途、线路电压和电源连接不当、保险丝使用不当、过热、接触高压或有害物质、以及其它在本公司控制能力范围之外的事宜。本售后保证不适用于非本公司制造或供应的任何设备，也不适用于在指定使用国家之外的其它国家内使用 DCI 产品所造成的损害或损失。接受 DCI 产品，而且没有在购买的三十天（30 天）内要求退货，就意味着用户同意本有限售后保证的各项条件，包括但不限于以下所述的“损害赔偿和责任限制”，用户并且同意仔细评估 DCI 产品对其预期用途的适用性，同时完整阅读和严格执行本公司提供的所有使用说明（包括可以从上述本公司网址上得到的 DCI 产品的任何更新信息）。在任何情况下，本有限售后保证都不适用于在运送 DCI 产品往返于 DCI 公司过程中所造成的损坏。

用户同意以下情形将导致上述有限售后保证无效：（i）改变、去除或伪造 DCI 产品的序号、标识、说明或密封标签，或（ii）未经授权而拆卸、修理或更改 DCI 产品。未经本公司明确书面授权而对 DCI 产品改变、更改或修理，其费用或损失本公司概不负责。对未经本公司授权的任何服务处所持有的 DCI 产品或任何其它设备，其损失或损坏本公司概不负责。

本公司保留随时改变设计、改善 DCI 设备性能的权利，用户须理解，本公司没有责任升级以前的 DCI 产品，使其包括这些变更。

上述有限售后保证是本公司的唯一售后保证，并且取代所有其它明确或暗示性售后保证，包括但不限于对产品某一特殊用途的适用性和可销性所做的暗示性售后保证，以及因性能、经营、商业惯例而产生的任何暗示性售后保证。如果本公司已经充分遵守下述根据有限售后保证提出要求的程序，该程序将是违约时用户唯一的补救方法。

损害赔偿和责任限制

在任何情况下，DCI 以及其它参与创造、制造或运送 DCI 产品的任何人，对于因 DCI 产品的使用或无法使用所造成的任何损害或损坏一律不负责任，这些损害包括但不限于间接的、特殊的、偶发性或续发性的损害，而对于用户因违背售后保证、违背契约、疏忽、严格赔偿责任或任何其它法律条文，所提出的任何保险或资料、利润、收入或使用上损失的赔偿要求，本公司亦不负责任，即使 DCI 已被告知这些损害发生的可能性。本公司的赔偿费用在任何情况下都不超过用户购买 DCI 产品的费用。如果有任何适用法律禁止排除或限制偶发性、续发性或类似的损害，上述对这些损害的限制将不适用。

本有限售后保证赋予您特定的法律权利，随着各州法律的不同，您可能还拥有其它权利。本有限售后保证受华盛顿州的法律管辖。

根据有限售后保证提出要求的程序

1. 如果 DCI 产品出现问题，您首先必须与销售给您产品的 DCI 授权代理商联系。如果不能解决问题，请在美国西部标准时间上午 6.00 至下午 6.00，拨打上述电话号码，与 DCI 在美国华盛顿州 Renton 市的客户服务部门联系，并且要求与客户服务代表通话。（上述 800 电话号码只适用于美国和加拿大。）把 DCI 产品送回本公司维修之前，必须取得一个“退回产品许可”（RMA）号码。没有 RMA 号码可能意味着延期处理或不经处理就把 DCI 产品运回给您。
2. 与本公司的客户服务代表电话联系后，该代表会努力帮助您解决实际野外作业中使用 DCI 产品时出现的问题。请准备好所有可用的相关设备，并且列出所有 DCI 产品的序号。野外故障检修很重要，因为很多时候不是 DCI 产品出现故障，而是操作出错或者是用户所处环境条件对钻进操作不利。
3. 就野外故障检修问题与本公司客户服务代表讨论后，如果确认是 DCI 产品出现问题，该代表会发给您一个 RMA 号码，同意运回 DCI 产品并且提供装运指示。您要负责所有的装运费用，包括保险费。收到 DCI 产品后，如果经过诊断检验，本公司确认问题在有限售后保证范围之内，将会进行修理和调整，DCI 产品正常后会马上运回给您。如果问题不在有限售后保证范围之内，我们会通知您故障原因以及修理的预计费用。如果您同意由本公司修理，DCI 产品会立即修理并在修好后寄回给您。您要支付不在有限售后保证范围内的所有检验、修理和调整费用以及装运费用。大多数情况下，修理需要 1 至 2 周时间。
4. 本公司提供借用设备，备货有限。当您的设备正在 DCI 公司维修时，如果您需要借用设备而且本公司有现货，DCI 会尽可能以隔夜快递将借用设备寄给您。DCI 会尽量减少您在售后保证要求处理期间无法工作所造成的不便，但是有时会受 DCI 控制能力范围以外的因素限制。如果 DCI 向您提供借用设备，在您收到借用设备后的两个工作天内，DCI 必须收到您的设备。在您收到修好的 DCI 产品后，本公司必须在两个工作天内，收到您以隔夜快递寄回的借用设备。如果超过了最后期限，每耽搁一天，您都要为借用设备支付租金。

LIMITED WARRANTY

Digital Control Incorporated ("DCI") warrants that when shipped from DCI each DCI product ("DCI Product") will conform to DCI's current published specifications in existence at the time of shipment and will be free, for the warranty period ("Warranty Period") described below, from defects in materials and workmanship. The limited warranty described herein ("Limited Warranty") is not transferable, shall extend only to the first end-user ("User") purchasing the DCI Product from either DCI or a dealer expressly authorized by DCI to sell DCI Products ("Authorized DCI Dealer"), and is subject to the following terms, conditions and limitations:

1. A Warranty Period of twelve (12) months shall apply to the following new DCI Products: receivers/locators, remote displays, battery chargers and rechargeable batteries, and DataLog[®] modules and interfaces. A Warranty Period of ninety (90) days shall apply to all other new DCI Products, including transmitters, accessories, and software programs and modules. Unless otherwise stated by DCI, a Warranty Period of ninety (90) days shall apply to: (a) a used DCI Product sold either by DCI or by an Authorized DCI Dealer who has been expressly authorized by DCI to sell such used DCI Product; and (b) services provided by DCI, including testing, servicing, and repairing an out-of-warranty DCI Product. The Warranty Period shall begin from the later of: (i) the date of shipment of the DCI Product from DCI, or (ii) the date of shipment (or other delivery) of the DCI Product from an Authorized DCI Dealer to User.

2. DCI's sole obligation under this Limited Warranty shall be limited to either repairing, replacing, or adjusting, at DCI's option, a covered DCI Product that has been determined by DCI, after reasonable inspection, to be defective during the foregoing Warranty Period. All warranty inspections, repairs and adjustments must be performed either by DCI or by a warranty claim service authorized in writing by DCI. All warranty claims must include proof of purchase, including proof of purchase date, identifying the DCI Product by serial number.

3. The Limited Warranty shall only be effective if: (i) within fourteen (14) days of receipt of the DCI Product, User mails a fully-completed Product Registration Card to DCI; (ii) User makes a reasonable inspection upon first receipt of the DCI Product and immediately notifies DCI of any apparent defect; and (iii) User complies with all of the Warranty Claim Procedures described below.

WHAT IS NOT COVERED

This Limited Warranty excludes all damage, including damage to any DCI Product, due to: failure to follow DCI's user's manual and other DCI instructions; abuse; misuse; neglect; accident; fire; flood; Acts of God; improper applications; connection to incorrect line voltages and improper power sources; use of incorrect fuses; overheating; contact with high voltages or injurious substances; or other events beyond the control of DCI. This Limited Warranty does not apply to any equipment not manufactured or supplied by DCI nor, if applicable, to any damage or loss resulting from use of any DCI Product outside the designated country of use. By accepting a DCI Product and not returning it for a refund within thirty (30) days of purchase, User agrees to the terms of this Limited Warranty, including without limitation the Limitation of Remedies and Liability described below, and agrees to carefully evaluate the suitability of the DCI Product for User's intended use and to thoroughly read and strictly follow all instructions supplied by DCI (including any updated DCI Product information which may be obtained at the above DCI website). In no event shall this Limited Warranty cover any damage arising during shipment of the DCI Product to or from DCI.

User agrees that the following will render the above Limited Warranty void: (i) alteration, removal or tampering with any serial number, identification, instructional, or sealing labels on the DCI Product, or (ii) any unauthorized disassembly, repair or modification of the DCI Product. In no event shall DCI be responsible for the cost of or any damage resulting from any changes, modifications, or repairs to the DCI Product not expressly authorized in writing by DCI, and DCI shall not be responsible for the loss of or damage to the DCI Product or any other equipment while in the possession of any service agency not authorized by DCI.

DCI reserves the right to make changes in design and improvements upon DCI Products from time to time, and User understands that DCI shall have no obligation to upgrade any previously manufactured DCI Product to include any such changes.

The foregoing Limited Warranty is DCI's sole warranty and is made in place of all other warranties, express or implied, including but not limited to the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose and any implied warranty arising from course of performance, course of dealing, or usage of trade. If DCI has substantially complied with the warranty claim procedures described below, such procedures shall constitute User's sole and exclusive remedy for breach of the Limited Warranty.

LIMITATION OF REMEDIES AND LIABILITY

In no event shall DCI nor anyone else involved in the creation, production, or delivery of the DCI Product be liable for any damages arising out of the use or inability to use the DCI Product, including but not limited to indirect, special, incidental, or consequential damages or for any cover, loss of information, profit, revenue or use based upon any claim by User for breach of warranty, breach of contract, negligence, strict liability, or any other legal theory, even if DCI has been advised of the possibility of such damages. In no event shall DCI's liability exceed the amount User has paid for the DCI Product. To the extent that any applicable law does not allow the exclusion or limitation of incidental, consequential or similar damages, the foregoing limitations regarding such damages shall not apply.

This Limited Warranty gives you specific legal rights, and you may also have other rights which vary from state to state. This Limited Warranty shall be governed by the laws of the State of Washington.

WARRANTY CLAIM PROCEDURES

1. If you are having problems with your DCI Product, you must first contact the Authorized DCI Dealer where it was purchased. If you are unable to resolve the problem through your Authorized DCI Dealer, contact DCI's Customer Service Department in Kent, Washington, USA at the above telephone number between 6:00 a.m. and 6:00 p.m. Pacific Time and ask to speak with a customer service representative. (The above "800" number is available for use only in the USA and Canada.) Prior to returning any DCI Product to DCI for service, you must obtain a Return Merchandise Authorization (RMA) number. Failure to obtain a RMA may result in delays or return to you of the DCI Product without repair.

2. After contacting a DCI customer service representative by telephone, the representative will attempt to assist you in troubleshooting while you are using the DCI Product during actual field operations. Please have all related equipment available together with a list of all DCI Product serial numbers. It is important that field troubleshooting be conducted because many problems do not result from a defective DCI Product, but instead are due to either operational errors or adverse conditions occurring in the User's drilling environment.

3. If a DCI Product problem is confirmed as a result of field troubleshooting discussions with a DCI customer service representative, the representative will issue a RMA number authorizing the return of the DCI Product and will provide shipping directions. You will be responsible for all shipping costs, including any insurance. If, after receiving the DCI Product and performing diagnostic testing, DCI determines the problem is covered by the Limited Warranty, required repairs and/or adjustments will be made, and a properly functioning DCI Product will be promptly shipped to you. If the problem is not covered by the Limited Warranty, you will be informed of the reason and be provided an estimate of repair costs. If you authorize DCI to service or repair the DCI Product, the work will be promptly performed and the DCI Product will be shipped to you. You will be billed for any costs for testing, repairs and adjustments not covered by the Limited Warranty and for shipping costs. In most cases, repairs are accomplished within 1 to 2 weeks.

4. DCI has a limited supply of loaner equipment available. If loaner equipment is required by you and is available, DCI will attempt to ship loaner equipment to you by overnight delivery for your use while your equipment is being serviced by DCI. DCI will make reasonable efforts to minimize your downtime on warranty claims, limited by circumstances not within DCI's control. If DCI provides you loaner equipment, your equipment must be received by DCI no later than the second business day after your receipt of loaner equipment. You must return the loaner equipment by overnight delivery for receipt by DCI no later than the second business day after your receipt of the repaired DCI Product. Any failure to meet these deadlines will result in a rental charge for use of the loaner equipment for each extra day the return of the loaner equipment to DCI is delayed.