



定向钻进定位系统

操作手册



**DIGITAL
CONTROL
INCORPORATED**

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

Brueckenstrasse 2
97828 Marktheidenfeld
Germany
Tel +49(0) 9391 810 61-00
Fax +49(0) 9391 810 61-09
DCI.Europe@digital-control.com

DCI India

DTJ 1023, DLF Tower A
Jasola District Center
New Delhi 110 044, India
Tel +91(0) 11 4507 0444
Fax +91(0) 11 4507 0440
DCI.India@digital-control.com

DCI China

No. 368, Xingle Road
Huacao Town, 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

3-4200-14-C2 (Chinese)

© 2009-2011, Digital Control Incorporated 版权所有。保留所有版权。2011年10月版。

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公司标, CableLink[®], DataLog[®], DigiTrak[®], Eclipse[®], F2[®], F5[®], iGPS[®], MFD[®], SST[®], *target-in-the-box*[®], *Target Steering*[®], 以及TensiTrak[®] 皆为美国注册商标, DucTrak[™], F Series[™], FSD[™], FasTrak[™], LT[™], LT2[™], SE[™], SED[™], SuperCell[™], 以及TeleLock[™] 是Digital Control Incorporated公司的注册商标。

有限售后保证

Digital Control Incorporated（简称 DCI）公司制造和出售的所有产品均附有限担保条款。这份手册最后一部分包含了一份该有限担保的副本；您也可以向 DCI 客户服务部门索取，电话：+1,425-251-0559 或 800-288-3610（仅限美国和加拿大）；或者从 DCI 网站上取得，网址：www.digitrak.com。

重要注意事项

与 DCI 产品有关的所有陈述、技术信息和建议都基于本公司认为的可靠信息，但公司不保证这类信息的准确性和完整性。在使用 DCI 产品之前，用户应确认该产品与其使用目的是否相适应。这份资料中所涉及的所有陈述都是指由 DCI 交付的 DCI 产品，不适用于任何未获得 DCI 授权的客户化改造产品，亦不适用于任何第三方产品。这份资料中的任何内容均不得被理解为 DCI 公司的任何担保，亦不得被认为是对 DCI 公司现有适用于所有 DCI 产品的有限担保条款的修改。这本手册可供使用的最新版本在 DCI 网站上提供。

FCC 合规声明

本设备符合 FCC 法规第 15 章规定。设备的操作须符合以下两个条件：(1) 本设备不得产生有害干扰；(2) 本设备须能接受所收到的任何干扰，包括可能会造成不利于设备运行的干扰。DCI 负责美国的 FCC 合规：通讯地址：Digital Control Incorporated, 19625 62nd Ave. S., Suite B-103, Kent, WA 98032；电话：+1 425-251-0559 或 800-288-3610（仅限美国和加拿大）。

未经过 DCI 公司明确认可而擅自变动或修改 DCI 设备，会导致有限担保书以及 FCC 的设备使用授权书失效。

CE 认证要求



DigiTrak 接收器和传感器根据 R&TTE 指令属 2 级无线电设备，在某些国家使用可能是不合法的，或需要获得用户许可证才能合法使用。DCI 公司网站（www.digitrak.com）上刊载了一份限制条件清单及必要的合规声明，可从网站上的“服务和支持（Service & Support）”栏目内查阅。点击下载按钮（DOWNLOADS）并从 CE 文件（CE Documents）下拉菜单中选择相关选项，可下载、阅读或打印这些文件。

目录

安全规程及警告	6
尊敬的客户:	8
概述	9
接收器	11
一般说明	11
电源开关	12
插入及卸出电池组	12
接收器开机	12
接收器关机	14
自动关机	14
点击开关	15
音频声响	15
调节屏幕对比度	15
主菜单	15
地平面高度 (HAG) 菜单	17
启用 HAG 功能	17
关闭 HAG 功能	18
设定 HAG	18
遥感频道菜单	19
校准菜单	20
单点校准 (地面)	21
2 两点校准 (地下)	23
单位及面向角偏移菜单	25
深度单位菜单	25
倾角单位菜单	26
面向角偏移菜单	26
远程指引菜单	28
开启远程指引	28
关闭远程指引	29
设定参考深度	29
显示屏幕	31
定位模式屏幕	31
深度模式屏幕	32
预测深度显示屏幕	33
标准的接收器显示屏幕符号	34
传感器	35
SE 传感器类型	35
电池组和电源开关	36
安装电池 / 开机	36
传感器电池状态	36
休眠模式 (自动关机) / 关机	36
传感器壳体要求	37
温度更新和过热指示计	38
传感器温度过高警告声	38
传感器过热指示器 (温度点)	39

目录（续）

远程显示器	41
一般说明	41
插入及卸出电池组	42
电源开关	42
按钮	42
音频声响	42
调节屏幕对比度	43
调节视角	43
遮板的安装与卸除	43
主菜单	44
遥感频道菜单	45
对比度调节	45
显示屏幕	46
主显示屏幕	46
深度显示屏幕	47
预测深度显示屏幕	48
远程指引显示屏幕	49
电池充电器	51
一般说明	51
电源设定	52
为电池组充电	52
定位	53
概述	53
前后定位点（FLP、RLP）和定位线（LL）	54
深度、倾角和地形对 FLP 和 RLP 之间距离的影响	55
定位点的标注	56
显示屏幕	57
干扰：何谓干扰，如何检查	59
背景噪音检查	59
面向角 / 倾角检查	60
解决干扰问题的建议	60
确定传感器位置的标准方法	61
确定前定位点（FLP）	61
确定定位线（LL）	63
找到 RLP，确认传感器前进方向和位置	65
“飞行”跟踪	67
偏轨定位	68
远程指引	71
将接收器作为一个目标来放置	72
指向目标方向	73

目录（续）

附录 A： 系统规格及维护要求.....	75
电源规格	75
环境要求	75
传感器的一般保养说明	76
电池组的储存.....	76
附录 B： 预测的深度和实际深度及前后偏移量 中的信息.....	77
附录 C： 根据 FLP 和 RLP 之间的距离， 计算深度.....	83
附录 D： 参考值列表.....	85
深度增加， 单位： 英寸（厘米） / 6 英尺（1.8 米钻杆）	86
深度增加， 单位： 英寸（厘米） / 10 英尺（3 米钻杆）	87
深度增加， 单位： 英寸（厘米） / 15 英尺（4.6 米钻杆）	88
等级百分比与度数的转换.....	89
度数与等级百分比的转换.....	90
有限售后保证	
LIMITED WARRANTY	

安全规程及警告

重要注意事项：所有的操作人员都必须阅读并理解下面的安全规程及警告，在使用 DigiTrak SE 定位系统之前，须熟悉这份操作手册。

⚠ 钻进设备若接触到埋在地下的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。

⚡ DCI 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。

- 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使用方法，包括地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、头盔、反光马甲、护目镜。
 - 钻进作业期间，准确、正确地确定并跟踪钻头。
 - 接收器的正面与操作者之间至少须保持 8 英寸（20 厘米）的距离，以确保符合 FCC 的要求。
 - 遵守用户本国及本地政府的安全规章（例如美国职业安全与健康管理局 OSHA 的安全规章）。
 - 遵守所有其他安全规程。
- DigiTrak 定位系统不可用来确定公用事业设施的位置。
- 若发生静电电击，显示屏幕可能会变成空白。数据不会丢失。扣一下点击开关，重设接收器；向下切换，重设远程显示器。
- 传感器若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。请参阅本手册 *传感器* 一章中的更多信息。



警告： FC、ECP 及 SST 型设备的电缆传感器壳体若不符合要求，则会导致表面炽热。使用时，一定要确保传感器已正确安装在壳体内。

- 运输期间或长期存放时，请取出安装在系统组件上的所有的电池，以防电池漏液造成设备损坏。

安全规程及警告（续）



电池的丢弃：设备上的这一符号表示，本设备不得与其他家庭废弃物一同丢弃。用户有责任将废弃电池交送到指定的废旧电池或电气及电子设备回收点。如果设备含有被禁物质，靠近此符号的标签上便会显示污染物名称（Cd=镉；Hg=汞；Pb=铅）。采用将您的废弃设备单独交送指定回收地点的处置方法有助于保护自然资源，并能确保旧设备能以不危害人类健康和环境的方式回收再利用。有关可将您的废旧设备送至何处回收再利用的更多信息，请联络您本地区的城市管理部门、家庭废弃物处置服务部门或与您购买设备的商店联系。

- 连同 DigiTrak 定位系统一道提供的电池充电器带有必要的保护功能，只要遵照本手册内的使用规定，便能避免触电或其他危险。如果您不按照本手册的操作规定使用充电器，所提供的保护功能则可能会受损。不要试图拆卸充电器。充电器内没有需要用户更换的元件。不可将充电器安装在房车、娱乐性车辆或类似的其他车辆内使用。
- 每次钻进之前，应利用钻头内部的传感器对 DigiTrak 定位系统进行检测，确认设备能够正常运行，并检查设备能否准确提供钻头位置和钻进信息。
- 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的传感器的上方或位于前定位点。
 - 接收器保持水平位置，地平面高度值已经正确设定，或放在地面进行深度测量。
- 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。
- 干扰信号可造成深度测量的不准确，并造成传感器倾角、面向角或钻进信息的丢失。钻进作业之前，应进行背景噪音检查。
 - 干扰源包括（但不局限于）交通信号灯回路、隐蔽的狗围栏、有线电视电缆、电力线、光纤示踪线、金属结构、阴极保护设备、电话线、移动电话、发射塔、接地导线、盐、盐水、钢筋、无线电频率、以及其它不知名的干扰源。
 - 远程显示操作的干扰源也可能会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、其他定向钻进设备等。
 - 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。
- 请仔细阅读这份手册，确保始终以正确操作方式使用 DigiTrak 定位系统，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:

感谢您选购了签名限量版DigiTrak SE定位系统，本产品是我公司贡献业界及精心服务使用者承诺的结晶。此系统设备是为了纪念水平定向钻进行业的先驱者**Steve Edwards**而命名的，该设备是我公司的成功以及世界各国众多钻进公司之成功的不可分割的组成部分。**Steve**在与胰腺癌奋战了两年之后，于2007年底去世。SE系统正是在他的精神激励下设计出来的，产品上有他的签名。请登录我们的网站，阅读更多关于**Steve**和他的成就的报道，网址：www.digitrak.com。

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，也请填写连同设备一起提供的产品注册卡，用电子邮件或传真方式发给DCI总部，传真号码：**+1 253-395-2800**。您也可以登录我们的网站，在线填写并提交注册卡。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公司的**FasTrak** 电子版简讯。

如果您遇到与设备有关的问题或在设备使用方面有疑问，请随时与我们联系，本手册封面上列本公司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。

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）
Kent, Washington, USA（美国）
2011 年

概述



DigiTrak SE 定位系统

DigiTrak SE 定位系统用来在水平定向钻进作业过程中确定与跟踪钻头内传感器的位置。您可以用您现有的 DigiTrak Mark 系列远程显示器、MFD（多功能显示）远程显示器或 FSD（F 系列显示）远程显示器，也可以购买专门为配合 SED（SE 显示）远程显示器而设计的 SE 系统，来查看钻机上的传感器数据。SE 系统由一个手持式接收器、三个供选传感器、一个电池充电器和用来为接收器及 SED 远程显示器供电的三块可充电镍氢电池组构成。

除了基本的定位跟踪和深度定位能力之外，SE 系统还包括预测深度、偏轨定位、远程指引等先进功能，即便操作人员遇到无法逾越的障碍时也能方便、精确地进行钻头导向。

本手册将在第一章 *概述* 之后的各章中分别介绍 SE 系统的每个元件——接收器、传感器、SED 远程显示器和电池充电器。之后，还有一章专门介绍 *定位*，为您解释重要的定位概念，一步一步地告诉您如何进行定位操作。关于 Mark 系列、MFD 或 FSD 远程显示器的使用说明，见连同远程显示器一起提供的操作手册。

SE 系统经过专门设置，符合全球不同客户的操作需要。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* 和 *传感器* 一章）。此外，接收器的遥感频率标识也必须与所使用的远程显示器上的标志相匹配（参见 *接收器* 和 *远程显示器* 一章）。

附录 A 介绍了 SE 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 4.6 米）及 / 或传感器位于较深的倾角（大于 $\pm 30^\circ$ 或 $\pm 17^\circ$ ）时，如何计算深度。*附录 C* 提供了基于前后定位点间距的传感器深度和传感器倾角的计算方法。最后，*附录 D* 提供了深度与倾角转换的参考值列表。

接收器



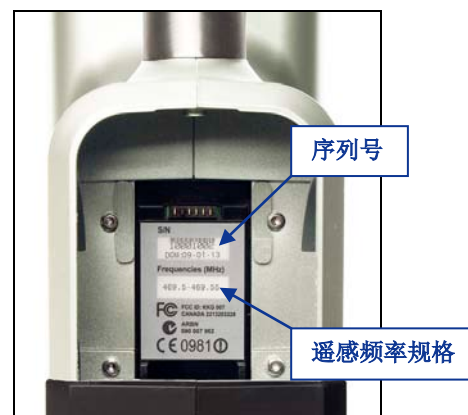
SE 接收器——侧视图

一般说明

SE 接收器是一个手持单元，用来定位与跟踪 SE 传感器。接收器将来自传感器的信号转换成如下传感器信息：深度、倾角、面向角、温度、电池的电量。然后，SE 接收器将这些信息发送给设在钻机上的远程显示器。

为了满足全球客户需要，保障正确通讯，接收器上的遥感频率规格必须与远程显示器上的规格相一致。遥感频率标在位于接收器电池盒内的系列号标签上（见图）。必须与位于远程显示器背面的序列号标签上所列的序列号相一致。

接收器和传感器还须在世界不同地区都能正确沟通。接收器软件中提供了地区标识号（见本章后面的“接收器启动屏幕”图示）。该标识号必须与压印在传感器上的标识号相一致，二者才能正确沟通（见传感器一章）。



电池舱内的序列号标签

电源开关

插入及卸出电池组

将一块完全充满电的 DCI 镍氢电池组或锂离子电池组放入电池舱，使其与接收器的背面齐平，并能牢固地盖上电池舱盖，如下图所示。必要时，需要用力向下按电池组，确保电池舱盖能牢固地盖紧。



放入电池组

电池组正确就位

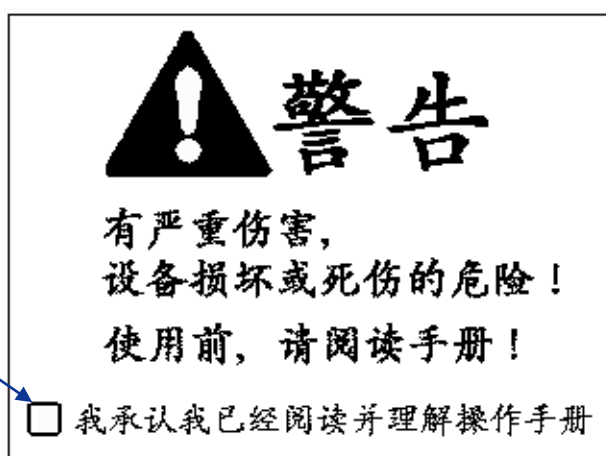
卸出电池组

卸出电池组的方法是，先向下压电池盒盖凸舌，再向外拉，便可取下盒盖。

接收器开机

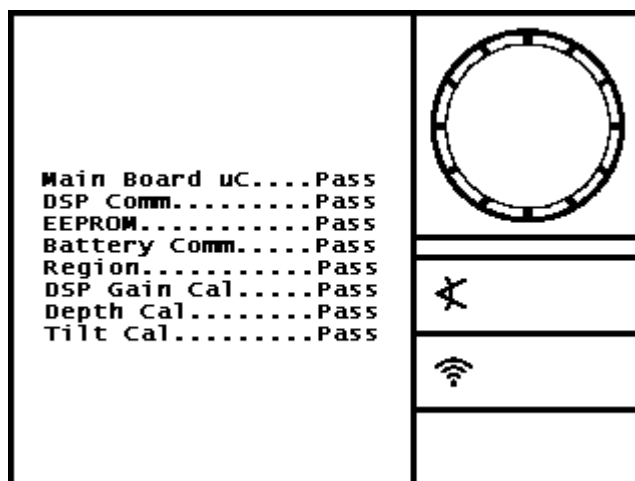
装好电池后，开启 SE 接收器的方法是：扣住点击开关，持续 1 秒钟，然后再松手。能够听到一声短促的嘀声，接着是一声较长的响声。每次开机后，首先都会看到警告屏幕。

扣一下点击开关，
在小方框内打上勾
号，进入自检程序



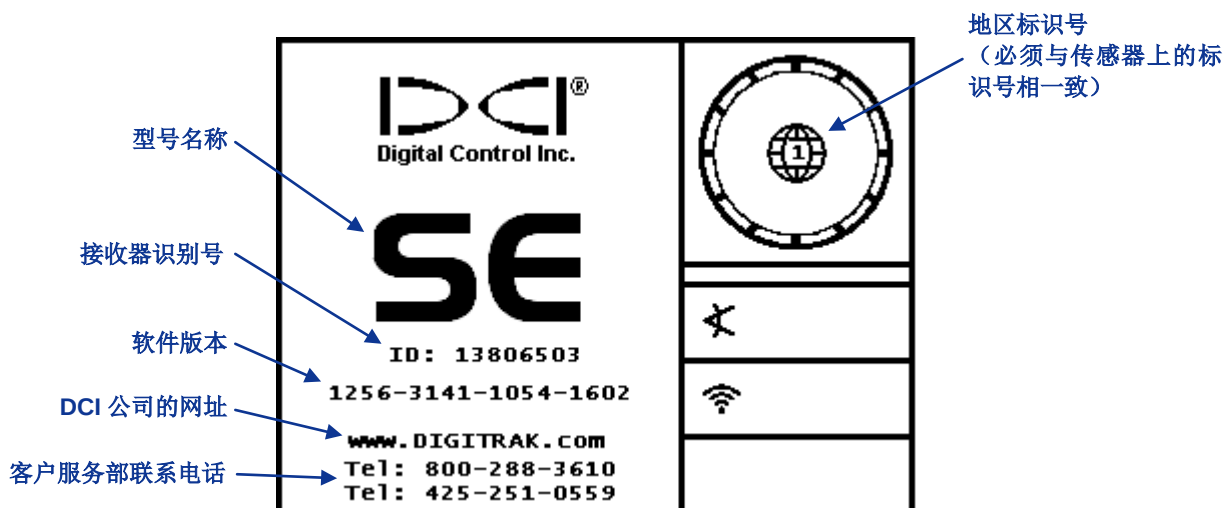
接收器警告屏幕

在小方框内打上勾号之后，自检功能便会自动启动。接收器每次开机时都会进行一次自检。屏幕上会显示出如下内容，表明自检成功。若某个自检项目未通过，会显示警告符号；请在使用之前先向 DCI 公司客户服务部咨询。



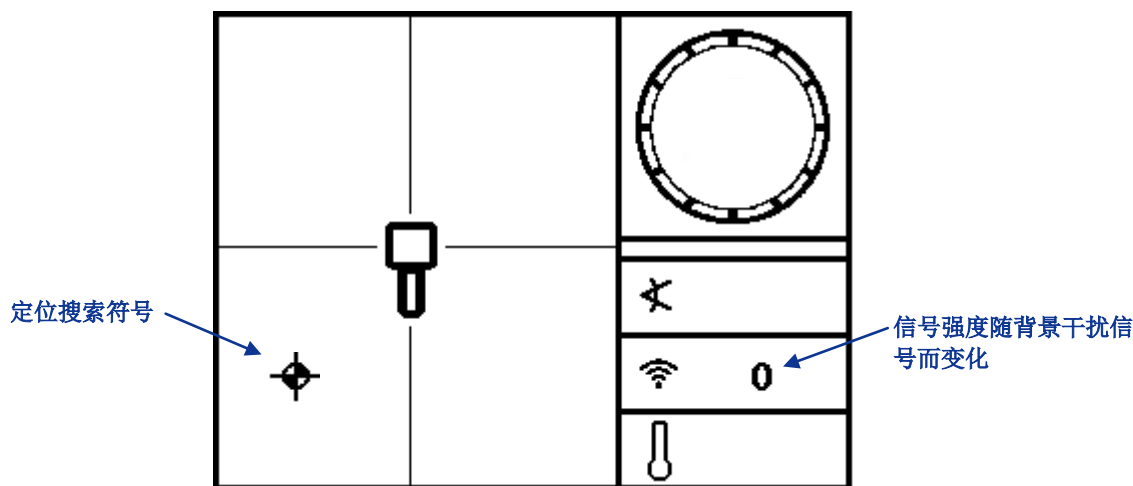
接收器自检已顺利通过屏幕

完成自检之后，便会自动显示出启动屏幕，如下所示。请注意，小地球仪图标（）中所显示的地区标识号必须与传感器上显示的标识号相一致（见传感器一章）。



接收器启动屏幕

显示出启动屏幕之后，扣动点击开关，进入定位模式屏幕。如果附近没有已通电的传感器，显示屏幕上会示出以下内容。显示出定位搜索符号，表明接收器正在搜索传感器信号。



接收器定位模式屏幕（无传感器）

如果附近有传感器，定位模式屏幕上便会提供传感器位置、温度、倾角、面向角和信号强度的实时数据。关于标准型接收器显示屏幕的进一步说明，请参阅本章后面的“显示屏幕”一节。见定位一章中关于使用 SE 系统进行定位操作的详细说明。

定位模式屏幕是接收器显示屏幕的默认设定。如果接收器在给定的时间内没有收到信号，显示屏幕便会返回到定位模式屏幕。

接收器关机

关机操作方法是：双点击开关，高亮显示主菜单中的电源图标 。然后扣住击点击开关，至少连续 1 秒钟不松手。关机时，您会听到四声长响。

自动关机

处于定位模式时如果连续 15 分钟没有收到信号，SE 接收器便会自动关机；若接收器处于远程目标指引模式，则会在连续 30 分钟没有信号的情形下自动关机。

点击开关

SE 接收器采用扣动手柄下方的点击开关方式操作。该点击开关用来开机、调整屏幕对比度、进入菜单选项页面并进行选择，并可将来显示变为深度测量显示模式。点击点击开关与扣住点击开关不松手这两种操作方式的结果是不一样的。

点击点击开关——快速点击一下点击开关，随即松开（不超过 1 秒钟）。点击一下点击开关便能进入主菜单，然后每点击一下点击开关，就能从菜单上的一个选项前进到另一个选项。

扣住点击开关——扣住点击开关连续 1 秒钟以上不松手。扣住点击开关可执行菜单选项、调节屏幕的对比度、选择菜单选项，或将屏幕变为深度测量显示。

进入某个菜单后，如果在几秒钟内没有触动接收器点击开关，屏幕显示便会返回到定位模式屏幕。

音频声响

SE 接收器会在开机和关机、菜单变化以及自检成功或失败情形下，发出响声，具体见下面。传感器温度上升时，接收器也会发出响声（见 *传感器* 一章中“传感器温度警告响声”一节）。

接通电源——能够听到一声短促的响声，接着是一声较长的响声。

关机——四声长响。

确认信号——四声短响，确认菜单选项已成功执行。

故障信号——两声长响表明所选的菜单选项有故障。此时会显示出故障屏幕。直到点击点击开关后，故障屏幕才会消失。

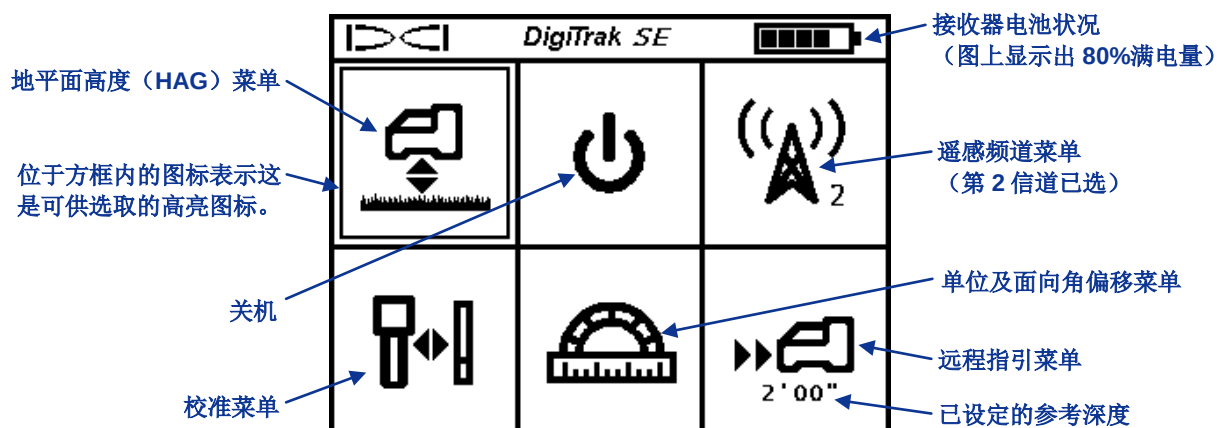
调节屏幕对比度

垂直握持接收器并在定位模式下扣住点击开关，可调节屏幕对比度的深浅（见插图）。屏幕对比度调节到所需要的状况后，松开点击开关。



主菜单

可以通过主菜单来设定深度单位、倾角单位、面向角偏移和地平面高度（HAG），并可选择遥感选项、进行接收器对应于传感器的校准、使用远程指引功能，以及接收器关机操作。在定位模式屏幕状态下扣一下点击开关，可进入主菜单。您会看到有六个菜单选项，第一个地平面高度（HAG）菜单已高亮显示，供您选择。



接收器主菜单屏幕

主菜单屏幕上还显示出接收器的电池状况（右上角）和当前的遥感频道的选定状况（本图中显示出所选频道为第 2 频道）。如果远程指引菜单已经进行了参考深度设定，您便会在图标的下方看到深度数字，如上图所示。若是无意中进入主菜单，可以扣动点击开关浏览所有选项之后，返回到定位模式屏幕，也可以等待 5 秒钟，自动回到定位模式屏幕。

若要进入某个菜单选项，在该菜单选项高亮状态下，扣住点击开关。下表列出主菜单选项。每个选项还会在此表下面的各小节中更详细地予以说明。

接收器主菜单选项

	地平面高度 (HAG) 菜单 ——开启或关闭地平面高度选项，并可设定获取深度读数操作期间手持接收器的高度。您可以利用此功能，在不需要将接收器放在地上的情形下，读取深度读数。
	关机 ——接收器关机，伴有四声长响。
	遥感频道菜单 ——选择遥感频道（1 至 4），或关闭遥感功能（频道为 0）。接收器的频道设置必须与远程装置的频道一致。
	校准菜单 ——采用地面（单点）法或地下（两点）法来对接收器进行校准，使其与传感器相一致。
	单位及面向角偏移菜单 ——改变深度和倾角单位及启用面向角偏移功能（如果必须对传感器面向角位置进行补偿使之与钻头的面向角位置相一致，便需要使用该功能）。
	远程指引菜单 ——设置参考深度、开启远程指引功能，或使显示屏会返回标准的定位模式。

地平面高度（HAG）菜单



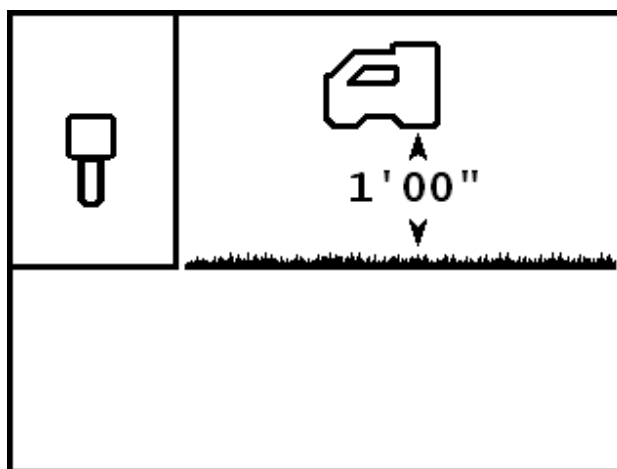
利用地平面高度（HAG）功能可将某个高度测量数值设入接收器，从而不需要将接收器放在地面上进行设定，以获得深度读数。地平面高度（HAG）菜单有三个选项：开启、关闭和设定。经由“设定”选项，可改变目前的高度设定值。点击点击开关，可由一个选项进入另一个选项；扣住点击开关，可选取所显示的选项。

地平面高度（HAG）功能的默认设定为“关闭”。开启或设定新的地平面高度之前，接收器必须平放在地面上，才能获得准确的深度读数。改变了深度单位、开启或关闭了远程指引功能以及校准期间，HAG 功能都会自动关闭。

进入 HAG 菜单启用此功能或进行 HAG 设定之前，应测量所需要的地平面高度。方法是：自然地手持接收器于身体一侧，测量从接收器底部到地面的距离。可供选设的数值范围为：1 - 3 英尺 12 - 36 英寸，或 30 - 90 厘米。若在 5 秒钟之内未做出选择，便会自动退出菜单。

启用 HAG 功能

进入 HAG 菜单之后，屏幕上首先显示的要么是 HAG 默认值（1 英尺，12 英寸，或 30 厘米），要么就是上一次设定的数值。



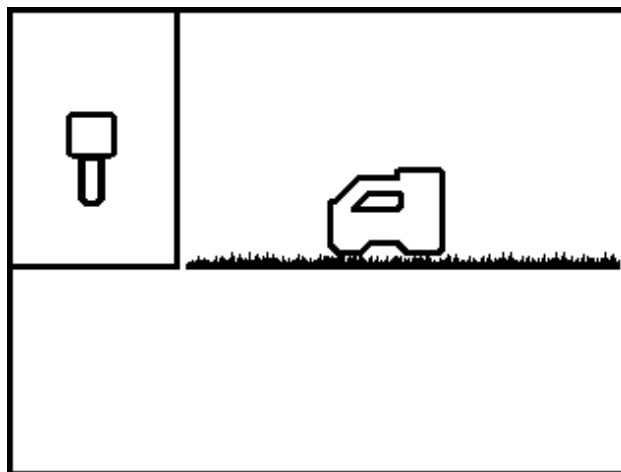
开启 HAG 屏幕

扣住点击开关，便能用所显示的数值开启 HAG 功能。您会听到确认信号（四声短促的滴滴声），设定值旁边会出现勾号，表明 HAG 功能已成功开启。**接收器必须保持在这一高度，才能获得正确的深度读数。**

如果需要选设不同的 HAG 值，或希望关闭此功能，点击点击开关即可。这样，便会进入关闭 HAG 功能屏幕。

关闭 HAG 功能

关闭 HAG 功能菜单的显示画面上，显示出 SE 接收器放在地面。



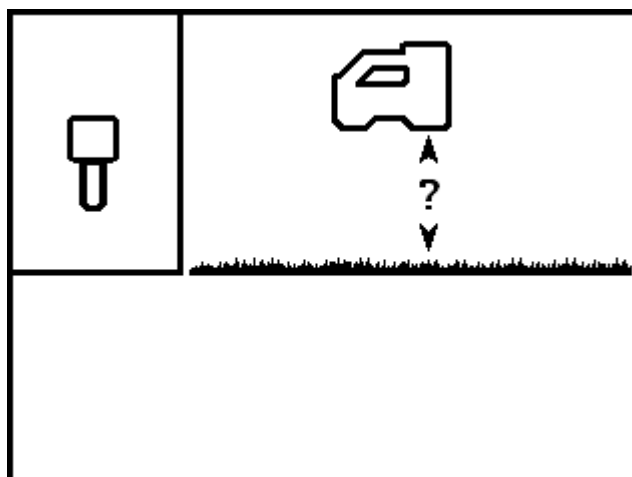
关闭 HAG 屏幕

扣住点击开关，便可关闭 HAG 功能。您会听到确认信号，接收器旁边会出现勾号，表明 HAG 功能已成功关闭。必须将接收器放在地面上，才能获得准确的深度读数。

如果不希望关闭 HAG 功能，则可点击点击开关，进入 HAG 设定屏幕。

设定 HAG

设定 HAG 选项允许您设定接收器离地面的握持高度。在表示 HAG 数值的地方会出现一个问号。



HAG 设定屏幕

扣住点击开关，选择此选项，问号位置上便会显示出当前的或默认的 HAG 设定值。

点击点击开关，逐项显示出可供选取的地平面高度数值（1 - 3 英尺，12 - 36 英寸，或 30 - 90 厘米）。每点击一次点击开关，数值就会以 1 英寸（或 2 厘米）递增。

等到显示出您所需要的 HAG 数值时，扣住点击开关。此时便能听到确认信号，HAG 数值旁边会出现勾号，表明 HAG 功能已在所显示的数值上启用。定位操作期间，接收器必须保持在这一高度，才能获得准确的深度测量读数。

遥感频道菜单

遥感频道菜单有五个选项：无遥感（频道显示为 0）或遥感频道 1、2、3、4。主菜单（以及上面的标题图标上）的遥感频道图标中显示出当前频道设定为 2。

进入遥感频道菜单后，屏幕上会显示出如下内容，箭头指向当前设定的频道（本例中为频道 2）。接收器的遥感频道设置必须与远程装置的频道相同，才能保障两者之间的正确沟通。



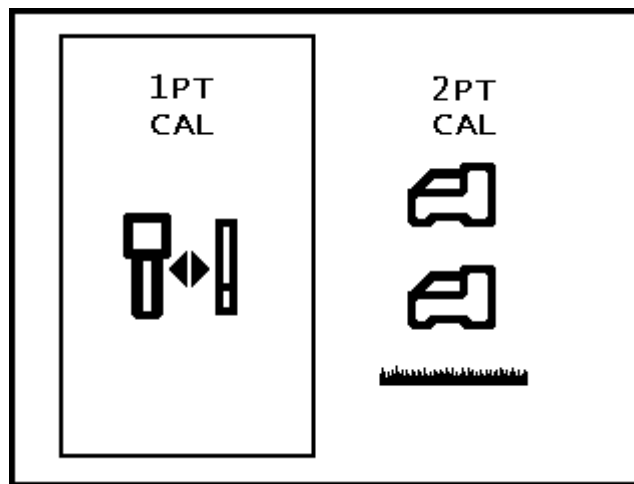
接收器遥感频道菜单

若要改变遥感频道设定值，点击点击开关，逐项显示出可供选取的频道。当箭头指向所需要的频道数字时，扣住点击开关，箭头位置上便会出现勾号，并能听到确认声响。您可以通过以下方法来确认接收器频道：点一下点击开关，进入主菜单，屏幕上会显示出遥感频道菜单图标和频道数字。

当 SE 接收器配合 MFD 或 FSD 远程装置一同使用时，必须选取 SE 菜单选项（若有）。若是老式 MFD 和 FSD 远程设备，则必须选取 Mark 系列选项。厂家可对用户的老式 MFD 及 FSD 远程设备进行升级，增加 SE 能力。SE 软件升级版能为远程设备提供增强性数据，包括遥感信号更新指示条、可在远程显示器上查看的 HAG 设定值、可在远程显示器上查看的面向角偏移指示器，以及不使用时远程指引条会消失。

校准菜单

经由校准菜单，可采用传感器地面（单点校准法，距离为 10 英尺或 3 米）或地下（两点校准法）方法，来对接收器进行校准，使其与传感器相一致。选择了校准菜单后，单点校准（1PT CAL）选项成为供选取的高亮图标，如下图所示。



接收器校准菜单

点击点击开关会在单点校准（1PT CAL）选项（首选方案）和两点校准（2PT CAL）选项（地下校准）之间切换。当所需要的菜单选项高亮之后，扣住点击开关，或等待 8 秒钟退出此菜单。

以下情形下不可以进行校准：

- 距离金属结构 10 英尺（或 3 米），例如钢管、铁丝网围栏、铁路、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。
- 接收器附近有太强的电子干扰，如安全规程及警告一章中所述。
- 传感器没有通电。请参阅传感器一章中关于电池组安装和信号验证的说明。
- 传感器没有安装在壳体内。见传感器一章中的“传感器壳体要求”一节。

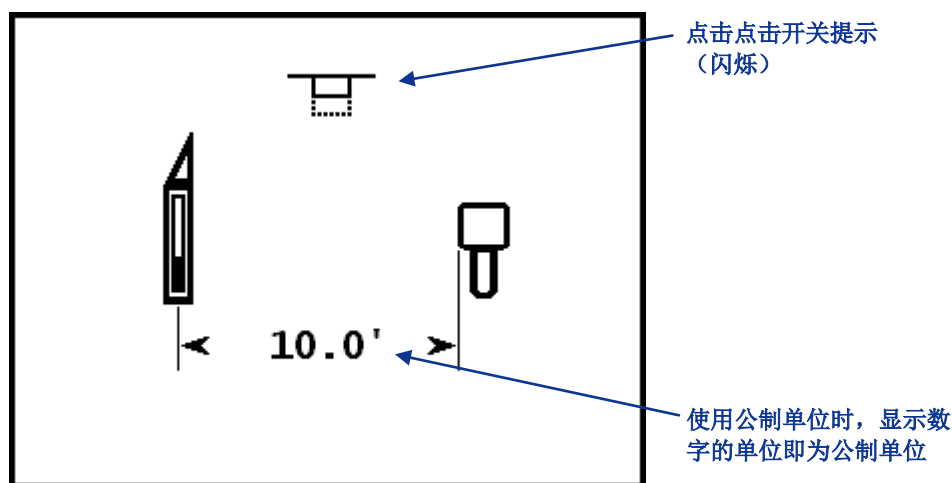
单点校准（地面）



单点校准（1PT CAL）操作程序要求传感器开启、位于钻头内、与接收器平行、离开接收器的距离为 10 英尺（或 3 米），见下面的说明。DCI 不建议每天进行校准操作，但用户应每天用卷尺测量若干个位置，验证接收器的深度读数。

附注：首次使用之前，以及将要使用不同的传感器、接收器或钻头之前，应进行校准操作。

单点校准菜单显示画面如下：

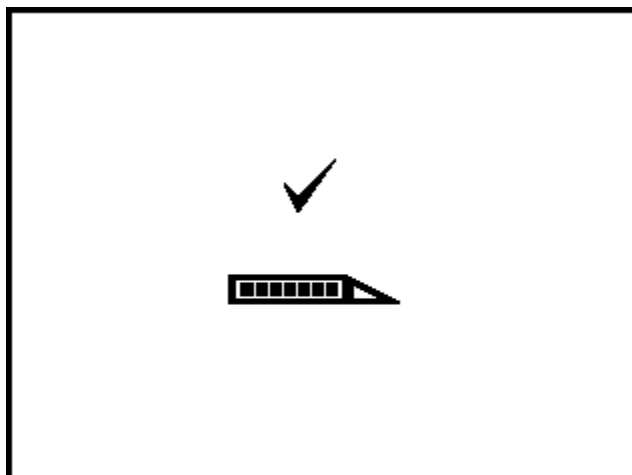


单点校准（1PT CAL）显示屏

上图显示出传感器与接收器相互平行时的校准设定状况。屏幕顶部的闪烁图标提示您必须点击点击开关，才能开始校准。若在 10 秒钟之内没有点击点击开关，此操作模式便会自动结束，您便不能进行校准操作。

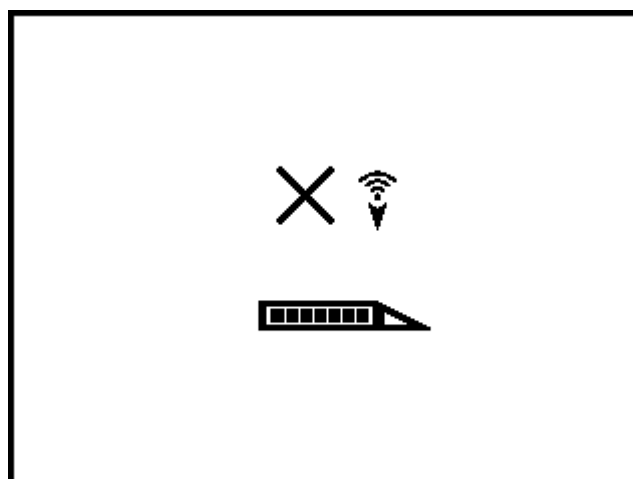
正确校准的步骤：

1. 将接收器放在与传感器平行的水平地面上。最好在地面进行校准操作。
2. 从传感器中心线到接收器内部边缘的距离为 10 英尺（3 米），如上面的单点校准（1PT CAL）显示屏所示。
3. 确认面向角和倾角数值已在接收器上显示出来，接收器能稳定地接收传感器送来的信号。
4. 进入 1PT CAL 屏幕，点击点击开关，开始校准。
5. 屏幕上开始显示从 5 到 0 倒计时。
6. 如果校准成功，您会看到传感器图标上方出现勾号，并能听到确认信号，见下图。



单点校准成功屏幕

如果校准失败，就会出现如下图所示的校准失败屏幕，并且伴随着校准失败信号声（两声长响）。



单点校准失败屏幕（信号太弱）

您会在校准失败屏幕上看到传感器图标上方出现 X 号，并用一个符号来表示失败的原因是由于信号

太弱（），还是由于信号太强（）。

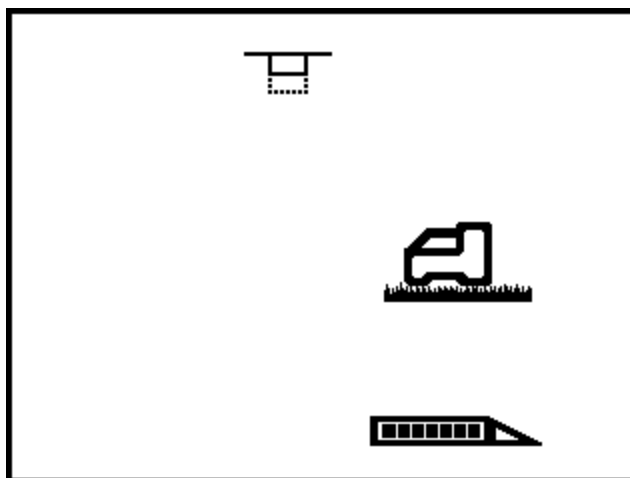
附注：来自传感器的信号强度若超过 950 或低于 300，校准便会失败。



2 两点校准（地下）

经由两点校准（2PT CAL）选项，可在传感器位于地下的情形下对接收器进行校准，使其与传感器相一致。操作时需要使用卷尺。在通常情况下极少需要进行两点校准。如果必须在传感器位于地下的时候进行校准，则应审慎操作。

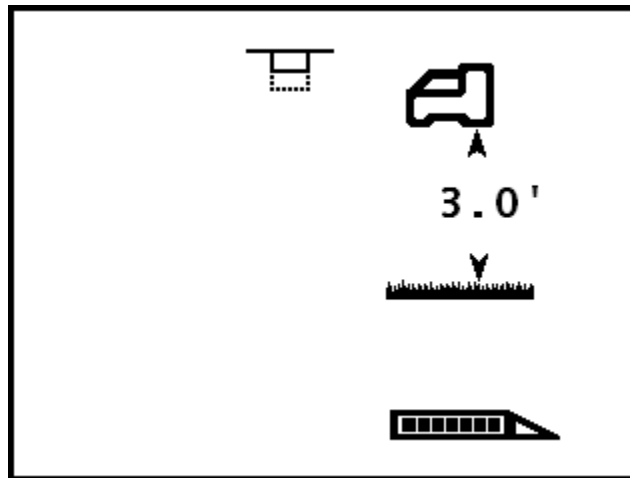
将接收器放在与传感器上方大致水平的地面上。（参阅定位一章中关于如何准确地将接收器放在传感器上方的说明）。两点校准的方法是：从校准菜单内选取 2PT CAL 选项。然后便能看到以下屏幕。



第一个校准点，两点校准

屏幕顶部的闪烁图标提示您必须点击点击开关，才能获得两点校准的第一点。点击点击开关，屏幕上开始显示从 5 到 0 倒计时，接收器记录第一校准点。

如果来自传感器的信号强度在允许范围之内（300 - 950），屏幕上就会出现勾号，并能听到确认信号，表明已经成功记录了第一个校准点。然后便会显示出第二个两点校准（2PT CAL）屏幕。

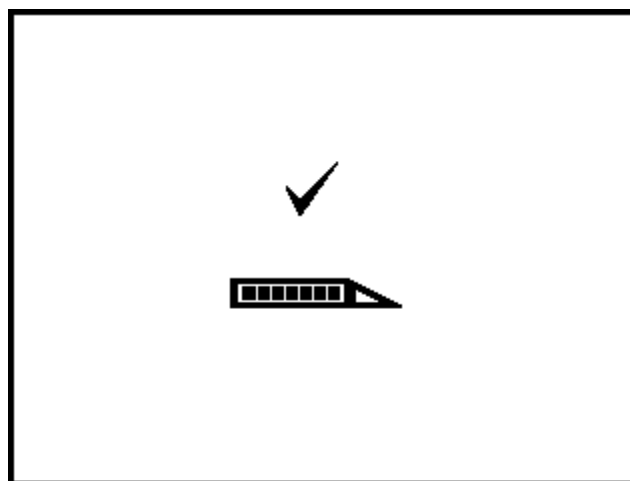


第二个校准点，两点校准

记录第二个校准点的方法是：将接收器垂直向上提升 3 英尺（或 1 米），保持水平位置，点击点击开关。显示屏上会显示出 5 到 0 倒计时。倒计时期间，不要移动接收器。

附注： 即便第一个校准点失败，显示器上也会显示出第二个校准点屏幕。记录了第二个校准点之后，屏幕上就会出现一个 X 号，您会听到校准失败信号。必须点击点击开关才能继续并重新开始校准。

完成了校准操作之后，您会看到屏幕上显示出如下内容，并能听到确认信号。



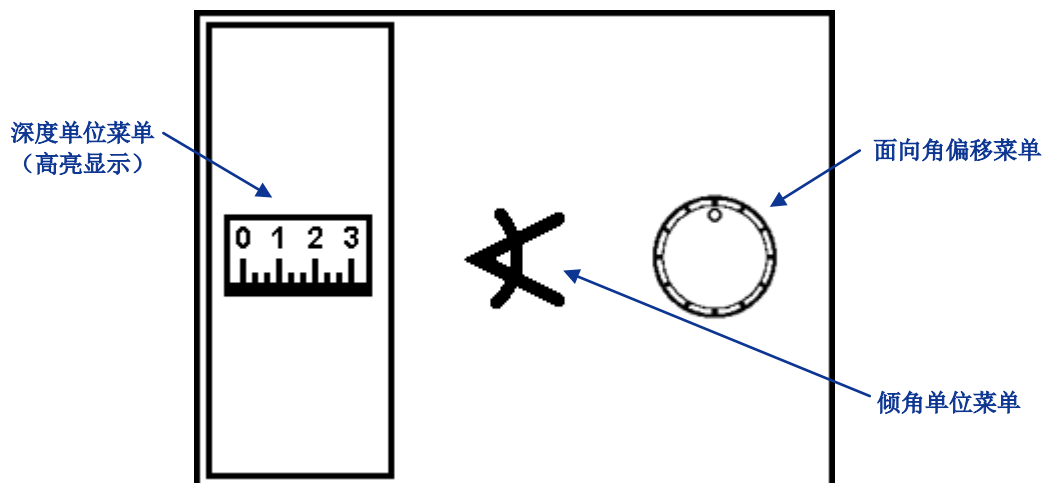
两点校准成功屏幕

两点校准程序通过之后，需要采用以下方法来验证两个校准点之间的距离：分别测量第一点和第二点的深度数值，然后确定二者之差。差数应为 3 英尺±2 英寸（或 1 米±5 厘米）。随着钻进操作的继续，重复进行数次上述测量，以确保传感器倾角发生变化时深度数值依然有效。

单位及面向角偏移菜单



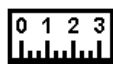
通过单位及面向角偏移菜单您可以改变深度单位和倾角单位，并能在钻头的 12 点钟位置与传感器的位置不一致时设定面向角偏移。选取了此菜单之后，屏幕上会高亮显示出深度单位选项，如下图所示。



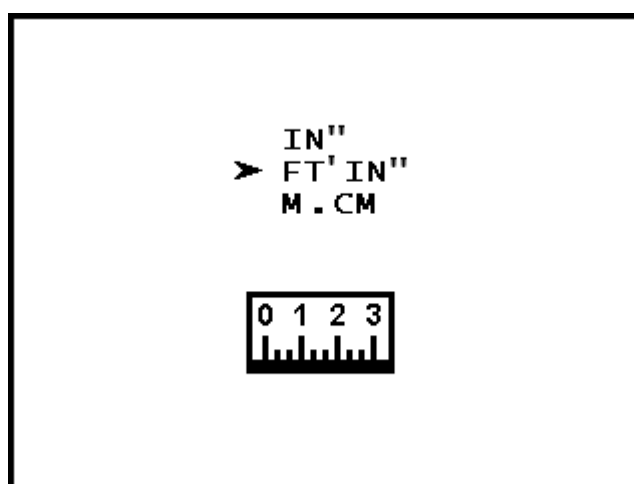
接收器单位及面向角偏移菜单

点击点击开关，可在深度单位、倾角单位和面向角偏移三个选项之间切换。当所需要的选项被高亮显示时，扣住点击开关。

深度单位菜单



屏幕上会显示出三个深度单位选项：IN"（表示单位仅显示为英寸）、FT' IN"（表示单位为英尺和英寸）、M.CM（表示公制单位，米和厘米）。箭头所指的是当前设定值，即英尺和英寸，如下图所示。



深度单位菜单

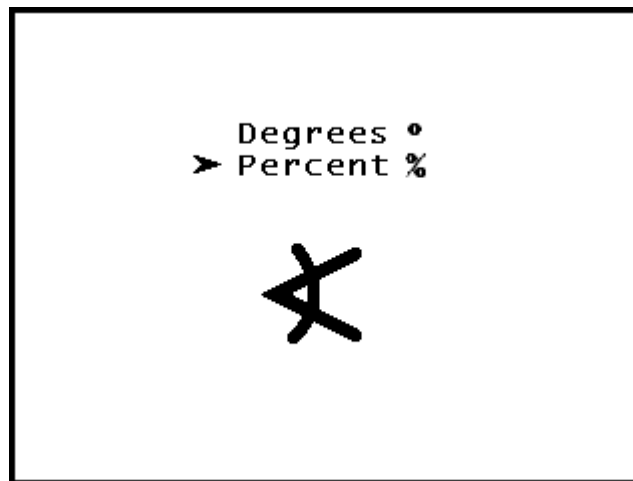
若要改变深度显示单位，点击点击开关使箭头在三个不同选项之间切换。当箭头指向所需要的选项时，扣住点击开关，便可选取该选项。选中后，箭头会变为勾号，并能听到确认声响。

附注： 温度单位由所选择的深度单位来确定。如果选择了公制单位，温度会表示为摄氏度（° C）；如果选择的是英制单位（英寸或英尺和英寸），温度则会以华氏度单位（° F）来表示。

倾角单位菜单



倾角单位菜单有两个可供选择的选项：百分比（%）和度数（°），箭头所指的是当前设定值。



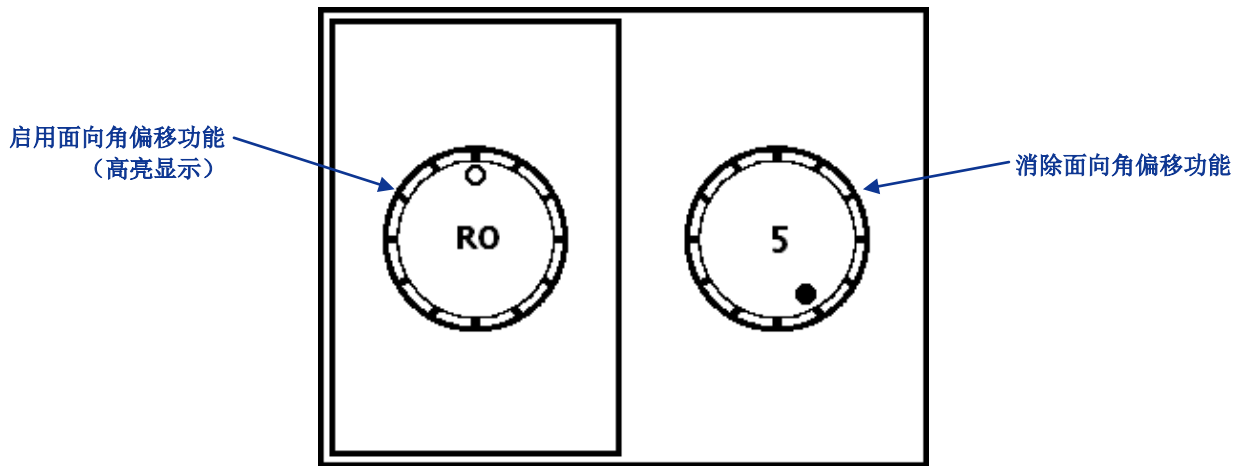
倾角单位菜单

若要改变倾角单位，点击点击开关使箭头在两选项之间切换。当箭头指向所需要的选项时，扣住点击开关。选中后，箭头会变为勾号，并能听到确认声响。

面向角偏移菜单



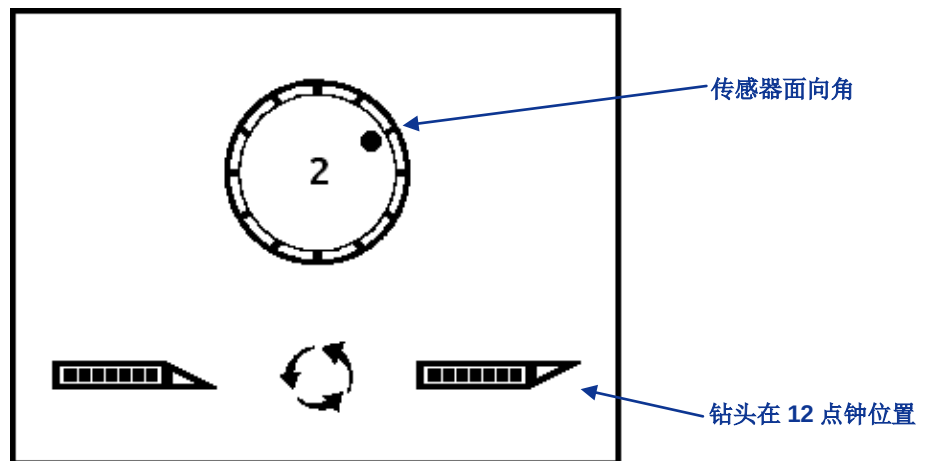
经由面向角偏移菜单可启用或取消面向角偏移功能，需要使用该功能的情形是：当钻头（钻具）和钻具壳体二者分开时，以及当钻具以正确扭矩固定在壳体中之后二者的面向角位置不一致时。面向角偏移功能是一种电子补偿，以便使传感器的 12 点钟位置与钻具的 12 点钟位置相一致。



面向角偏移菜单

点击点击开关，可在二者之间切换。当所需要的选项被高亮显示时，扣住点击开关。

选取了面向角偏移启用选项之后，会出现下面的显示屏幕。进入此屏幕界面后，仅有 8 秒钟时间供操作者点击点击开关，否则显示屏便会返回到定位模式，面向角偏移不发生变化。



启用面向角偏移功能

然后必须手工将钻头旋转到 12 点钟位置上，如屏幕底部图像所示。接下来，点击点击开关，启用面向角偏移功能；显示屏便会自动返回到定位模式屏幕。若未能在 8 秒钟之内点击点击开关，显示屏则会返回到定位模式屏幕，面向角偏移不发生变化。面向角偏移用一个空心圆点来表示（取代钟面上的实心圆点），并在时钟旁显示英文字母“RO”。

附注： MFD 或 FSD 远程装置若配合 SE 软件或 SED 远程装置一同使用，远程显示器上的时钟旁也会显示出面向角偏移符号（RO）。若使用 Mark 系列远程显示器，则不会出现 RO 符号，但 SE 接收器上显示的偏移数值便是面向角数值。

远程指引菜单



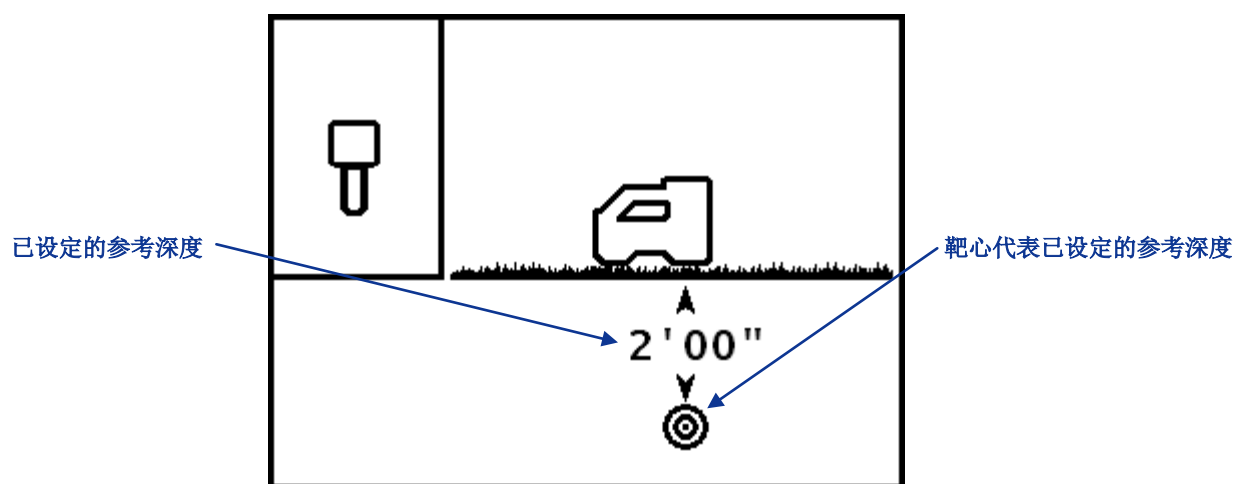
远程指引功能的作用是将 SE 接收器放在钻头的前面，作为一个左右指引目标来使用。见*远程指引*一章中关于应将接收器放在何处以及如何以它为目标进行钻进操作的更详细说明。本章提供了如何使用远程指引菜单的说明。

远程指引功能是通过设置参考深度的方式启用的。正确的参考深度能确保远程显示器上左右指引指令的适宜灵敏度。应选择一个与您目前钻进深度相一致的参考深度。

远程指引菜单的第一幅屏幕开启显示出参考深度数值的远程指引显示屏：该数值要么是默认值（2 英尺或 0.50 米），要么是上一次的设定值。第二幅屏幕关闭远程指引功能，返回标准的定位模式屏幕。第三幅屏幕使您能设定一个参考深度值，以获得左右指引的适宜灵敏度。

开启远程指引

开启远程指引屏幕上显示出当前的或默认的参考深度。



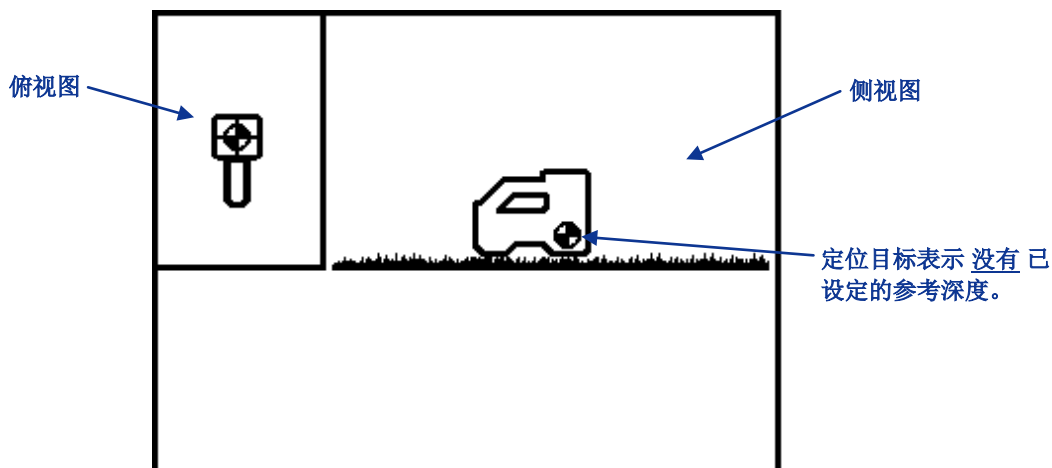
开启远程指引屏幕

扣住点击开关，开启远程指引功能，将参考深度设为所显示的数值。接收器图标旁会出现勾号，并能听到确认信号。

点击点击开关，进入关闭远程指引屏幕。

关闭远程指引

关闭远程指引屏幕上会以俯视图和侧视图两种方式显示出位于方框内的定位目标。



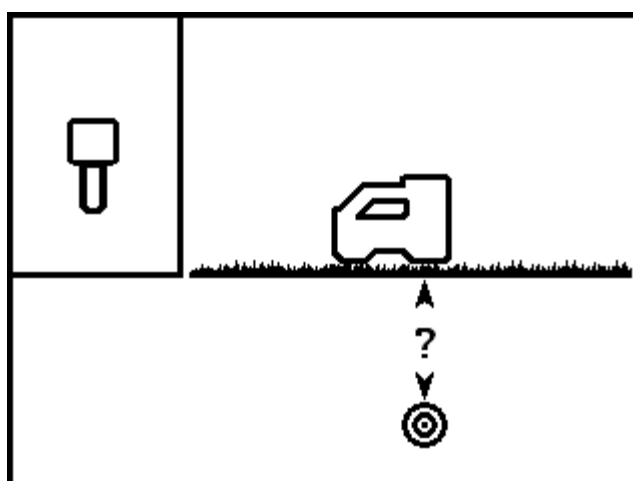
关闭远程指引屏幕

关闭远程指引功能的方法是：扣住点击开关，选择此选项。接收器图标旁会出现勾号，并能听到确认信号。显示屏会返回标准的定位模式屏幕。

若要在不关闭远程指引功能的情形下进入下一个选项，点击点击开关便可。

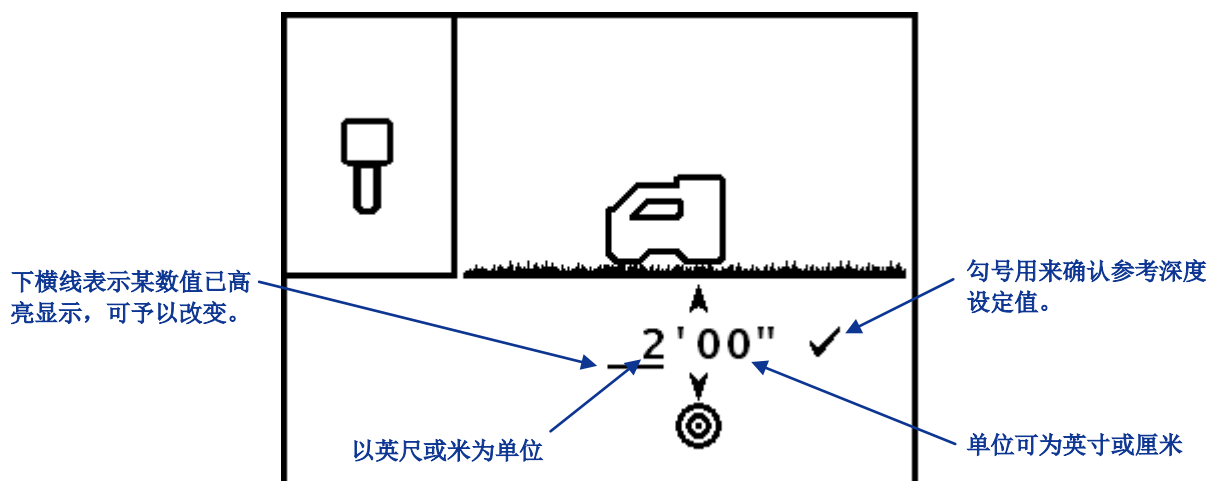
设定参考深度

参考深度设定屏幕与开启该屏幕的情形基本一样，唯一不同的是在当前参考深度设定值处会出现一个问号(?)。



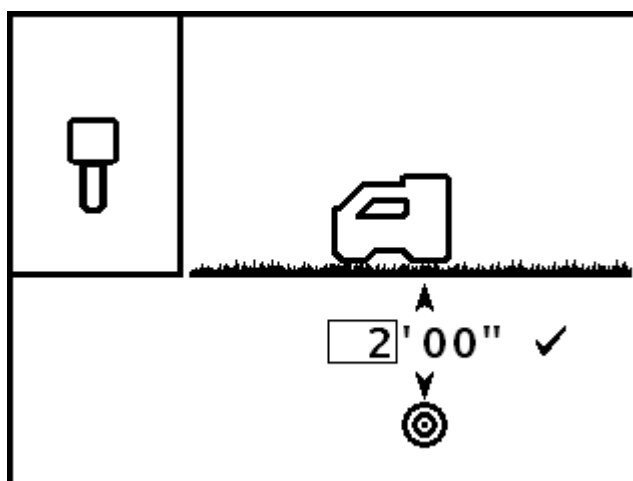
参考深度设定屏幕

扣住点击开关，进入如下图所示的屏幕，进行参考深度的设定。在此屏幕上，您可以点击点击开关在各个选项之间切换，各选项分别为：英尺或米（ft/m）设定值、英寸或厘米（in./cm）设定值、勾号（用来确认参考深度设定值）。



参考深度设定值显示屏幕（高亮显示英尺或米）

本例中，数字 2 下面的短横线表明英尺 / 米选项被高亮显示。若要改变此设定值，扣住点击开关，直到数字 2 被套在方框内，如下图所示。看到此方框后，点击点击开关，显示数字以 1 英尺或 1 米递增，直到获得所需要的数值。到达所需要的数值后，扣住点击开关，小方框便会重新变为带下横线的英尺 / 米（ft/m）设定模式。



参考深度设定值显示屏幕（英尺或米已被选取）

若要将单位改变为英寸 / 厘米（in./cm），点击点击开关，将下横线移到 in./cm 位置，然后扣住点击开关，等到数字被套入方框内。看到此方框后，点击点击开关，使显示数字以 1 英寸或 2 厘米递增。到达所需要的英寸 / 厘米设定值时，扣住点击开关。

附注： 数值超过 11 英寸或 98 厘米后，英尺 / 米设定值就会自动增加。同样，若点击点击开关时，不留神超过了所需要的数值，可继续点击点击开关，到达最大值（99 英尺或 30 米）；也可以等待 10 秒钟后退出此菜单，然后重新进入远程指引菜单，再从默认值开始（2 英尺或 0.50 米）。

将所显示的数值设定为参考深度的方法是：点击点击开关，将下横线移动到勾号的下方，然后扣住点击开关。此时能听到确认声响。

关于使用远程指引功能时应如何将接收器正确放置在钻机前方的说明，请参阅 *远程指引* 一章。

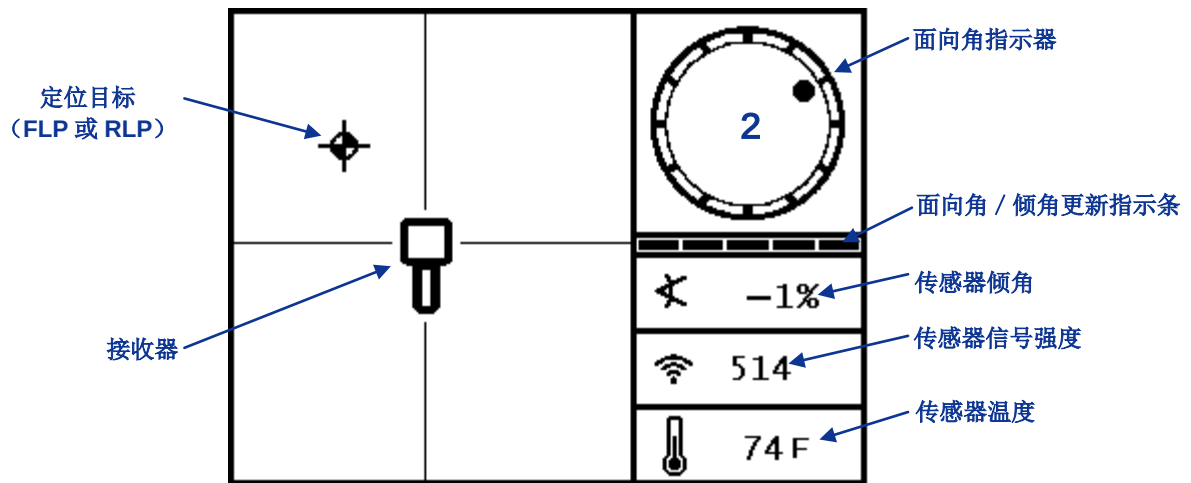
附注： 若未启用远程指引功能，Mark 系列远程显示器会在最右边示出导向指示器。请参阅 *远程指引* 一章中的更多信息。

显示屏幕

基本的接收器显示屏幕包括定位模式显示屏、深度模式显示屏以及预测深度显示屏。下面将对这些显示屏做出说明。有关这些显示屏的更多信息以及更详细的定位说明，请参阅 *定位* 一章。

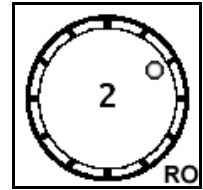
定位模式屏幕

如果附近有传感器，定位模式屏幕上便会提供传感器位置、温度、倾角、面向角和信号强度的实时数据。面向角 / 倾角更新指示条上显示来自传感器的信号质量。定位模式屏幕即为默认屏幕设定值。

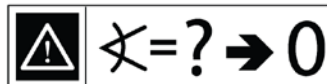


接收器定位模式屏幕

若使用了面向角偏移功能（一种能使传感器的 12 点钟位置与钻具的 12 点钟位置相一致的电子补偿手段），面向角指示器上会有一个空心圆点并会在右下方显示英文字母“RO”（意为“面向角偏移”），如图所示。关于面向角偏移的更多说明，请参阅上面的“单位及面向角偏移菜单”。



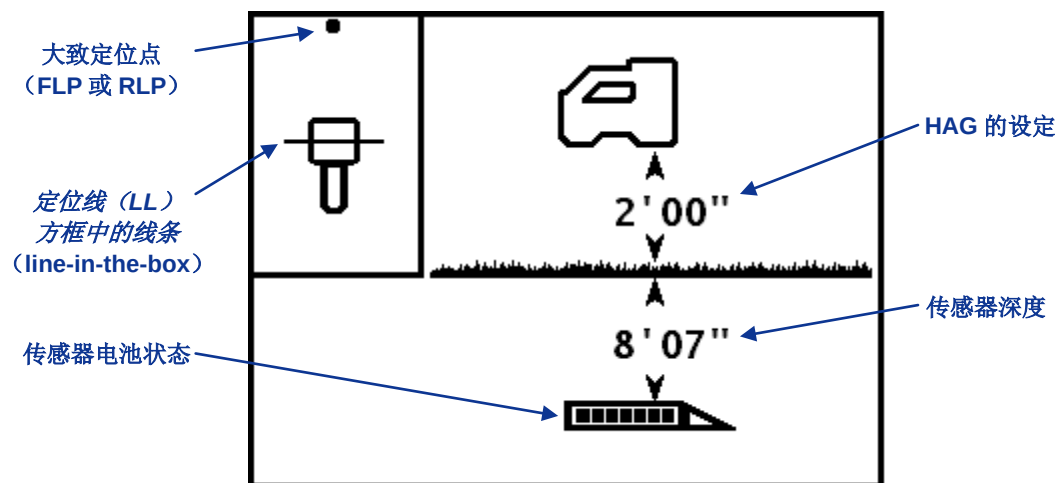
面向角 / 倾角更新指示条显示出所收到的来自传感器的面向角 / 倾角数据的质量。当此表显示为空白时，表明没有收到面向角 / 倾角数据，接收器和远程显示器上的所有的信息都将消失。仍可读取深度读数和预测深度读数，但接收器会将传感器倾角假定为 0，如下图所示（该图出现在深度或预测深度模式屏幕上）。



倾角假定为 0

深度模式屏幕

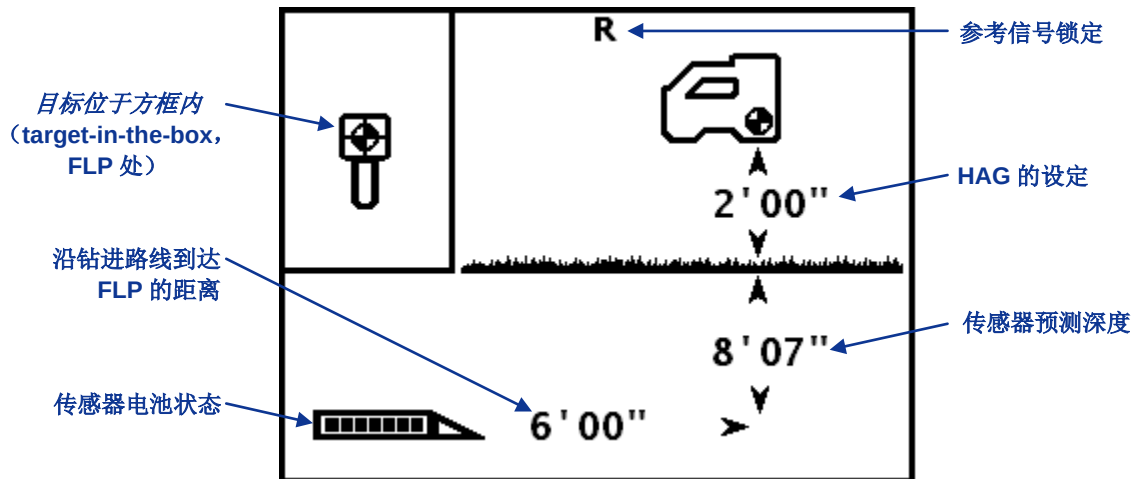
从定位显示屏幕上，扣住点击开关，进入深度模式屏幕。该屏幕显示出传感器的电池状况。并且提供了深度读数以及关于传感器相对于接收器位置的其他数据。



LL 处的接收器深度模式屏幕，HAG 开启（扣住点击开关）

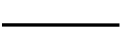
预测深度显示屏幕

当接收器位于前定位点或后定位点（FLP 或 RLP）、点击开关被扣住时，您便能看到预测深度屏幕。唯有当接收器位于前定位点（FLP）并有一个可验证的倾角值时，预测深度值和水平距离才会有效。倾角是通过接收器上的一个有效的面向角 / 倾角信号验证的，或是在接收器假定倾角为 0 时由您自己验证。见定位一章中关于定位点以及接收器在各定位点上的位置的更多说明。



FLP 处的接收器预测深度屏幕，HAG 开启（扣住点击开关）

标准的接收器显示屏幕符号

	传感器面向角 ——显示传感器的面向角位置。实心圆点指出面向角的位置，面向角角度值显示在时钟的正中央。若使用了面向角偏移功能，字母“RO”便会出现在左下方。
	警告符号 ——若某个自我检测项目未通过，就会出现此警告符号。
	面向角 / 倾角更新指示条 ——显示接收器收到的传感器发来的数据质量（具体地说，数据率）。通过此功能可以知道您是否已处于某个干扰区或快到了传感器有效范围的尽头。
	传感器的倾角 ——定位模式屏幕上此符号旁边的数字表示传感器的倾角。此符号也是更换倾斜度单位（百分率与度数）的菜单选择图标。
	传感器信号强度 ——定位模式屏幕上此符号旁边的数字表示传感器信号强度。如果校准失败，伴随此符号一同出现的向上或向下箭头则分别表示信号强度太强或太弱。
	传感器温度 ——此符号旁边的数字表示传感器温度（当深度单位为英尺或英寸时，温度单位为华氏度；深度单位为米时，则为摄氏度）。温度发生变化时，会显示出一个向上或向下的箭头，温度计汞柱水平也会相应地变化。当传感器温度上升到危险状况时，该图标会显示出蒸汽符号并会闪烁，这表明必须立即对传感器进行冷却，否则便会损坏传感器。
	接收器图标 ——表明接收器相对于地面的位置，用于 HAG 功能、获取深度读数、进行两点校准、使用远程指引功能。
	地面 ——使用 HAG 功能、读取深度读数以及进行两点校准时，此符号代表地表面。
	定位图标 ——接收器俯瞰图。此图标顶端的正方形图案被称作“方框”，此称谓见于 <i>target-in-the-box</i> （方框中的目标）和 <i>line-in-the-box</i> （方框中的线条）定位。
	定位目标 ——代表前定位点（FLP）和后定位点（RLP）。出现定位线之后，目标定位符号会变为实线圆圈（球体），表示大致定位点。见 <i>定位</i> 一章。
	定位线 ——代表定位线（LL）。唯有获得了参考点之后，才会在前定位点与后定位点之间的某个部位看到定位线（LL）。见 <i>定位</i> 一章。
R	参考信号锁定 ——表示已经获得传感器定位所需要的参考信号。见 <i>定位</i> 一章。
	传感器电池 / 钻头 ——表示传感器所使用的碱性电池内的剩余电量（图中显示出电池满电量）。此图标还用来表示深度显示屏幕上相对于接收器的钻头位置。
	接收器电池 ——表示接收器电池内的剩余电量（图中显示为 80% 满电量）。在主菜单显示屏幕上显示。空白时，该图标便会出现在定位模式屏幕内，并会闪烁，表示必须立即更换电池。
	远程指引 ——可开启、关闭远程指引功能，或为其设定新的参考深度。
	地球仪图标 ——接收器启动屏幕上显示的地区标识号，此标识号必须与传感器电池舱内标签上的标识号相一致。
	扣点击开关提示 ——该图标出现在校准屏幕上，表示需要点击开关。

传感器

SE 传感器类型

DCI 提供三种配合 SE 系统使用的电池驱动传感器：标准量程 ST 传感器、大量程 SX 传感器和短量程 SES 传感器。三种传感器都发送一个 12 kHz 的信号，并以 1% 或 1° 递增方式（0%-100% 或 0° - 45°）提供倾角读数。

传感器安装在钻具壳体内，发射可供 SE 接收器“收听”的电磁信号。接收器对这些信号进行转换，在接收器和远程显示屏幕上显示钻头地点、方位和钻进信息。前端的指示插槽能协助传感器在其壳体内正确就位。

传感器和接收器的地区标号必须一致，才能保障设备符合当地操作要求。传感器的地区标号位于地球仪符号（）之内，分别在 ST 和 SX 传感器电池舱标签上的序列号的旁边和 SES 传感器的前端盖上。该标识号必须与接收器上的标识号相一致，二者才能正确通讯（见接收器一章）。



标准量程 ST 传感器和大量程 SX 传感器

标准量程 ST 传感器的深度范围约为 50 英尺（15.2 米），和大量程 SX 传感器的深度范围约为 65 英尺（19.8 米）。两种传感器的长度都是 15 英寸（38.1 厘米），直径都是 1.25 英寸（3.175 厘米）。短量程 SES 传感器的深度范围约为 15 英尺（4.6 米），长度为 8 英寸（20.32 厘米），直径为 1.00 英寸（2.54 厘米）。



短量程 SES 传感器，前端盖近视图

附注： 带有 DCI 接收器的任何传感器的量程很大程度上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。

电池组和电源开关

标准量程 ST 传感器和大量程 SX 传感器都需要两节 C 号碱性电池或一节 DCI SuperCell 锂电池。短量程 SES 传感器需要一节 AA 碱性电池。

附注： 切莫使用已损坏的或非 DCI 公司提供的锂电池。DCI SuperCell 电池的质量达到军用规格。若使用已损坏的或低质量的锂电池，则可能会造成传感器的损坏，导致 DCI 保修证失效。

安装电池 / 开机

正确装上电池后，传感器便处于开机状态。电池安装方法是：先卸掉电池盖（逆时针旋转）。然后将电池正极在前插入电池舱，盖好电池盖，确保端部齐平、密封完好。标准量程和大量程传感器内若使用两节 C 号电池，在两电池之间放置一个抗颤弹簧可改善效能，见下图。



安装传感器电池——采用了抗颤弹簧

用一个兼容的接收器来对传感器发出的信号进行验证。接收器显示屏幕上应能看到面向角、倾角和稳定的信号强度读数。

传感器电池状态



若是使用碱性电池，则可从接收器深度模式显示屏幕上的电池状态符号看出电池的剩余电量。ST 或 SX 型传感器内若使用 DCI SuperCell 电池，在电池中的电量即将耗尽之前，电池状态符号看上去总是满电量的。

附注： 正因为如此，使用 SuperCell 电池操作时，必须注意记录使用时间。

休眠模式（自动关机） / 关机

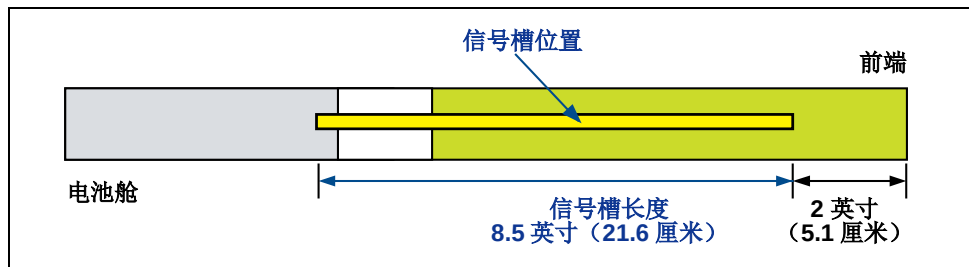
SE 型传感器若连续 15 分钟保持静止状态，则会进入休眠模式，停止发送信号，以节省电池电量。只需要转动钻杆，便可“唤醒”传感器。

休眠模式下的传感器仍会继续消耗少量电池。为了延长电池使用寿命，应随手卸除传感器内的电池；若较长时间不使用传感器，则务必要卸掉电池。

传感器壳体要求

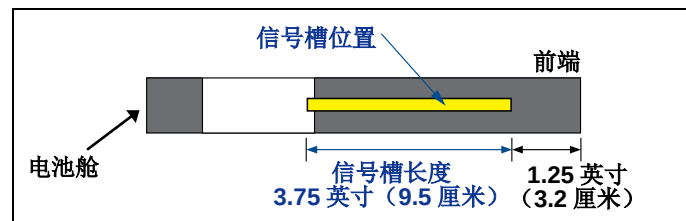
为了获得最大传感量程并延长电池寿命，钻具壳体上的开槽必须满足最低长度与宽度要求，位置亦须正确无误。DCI 建议至少须在壳体周长范围内等距离开设三个插槽，每个信号槽的宽度至少应为 $1/16$ 或 0.0625 英寸（1.6 毫米）。检查信号槽长度时一定要从壳体的内层开始测量，以保障精确度。

标准量程 ST 传感器和大量程 SX 传感器（二者长度皆为 15 英寸 / 38.10 厘米）的开槽长度必须至少为 8.5 英寸（21.6 厘米），并须至少从距离传感器前端盖的 2 英寸（5.1 厘米）处开始，但不要超过 3 英寸（7.6 厘米），如下图所示。



ST/SX 传感器壳体开槽要求

短量程 SES 传感器（长度为 8 英寸 / 20.32 厘米）的开槽长度必须至少为 3.75 英寸（9.5 厘米），并须至少从距离传感器前端盖或指引端盖的 1.25 英寸（3.2 厘米）处开始，如下图所示。



SES 传感器壳体开槽要求

传感器必须妥帖地安装在壳体内。针对较大的钻机壳体，必要时，可以用胶带或 O 型圈缠绕传感器，及 / 或使用壳体适配器。更多信息，请联系 DCI。

传感器前端盖上的指引槽应能装到壳体内的定位销（键）上，以使传感器能在壳体内正确就位。如果钻头的 12 点钟位置与传感器的位置不一致，可使用接收器的面向角偏移功能来显示正确的面向角数值。见接收器一章中“面向角偏移菜单”一节。

温度更新和过热指示计

SE 传感器上设有内部数字温度计。每 2 秒钟，就会将传感器的内部温度数据发送给接收器和远程显示器。该温度在接收器显示屏幕的右下角（传感器温度符号  旁）予以显示。见 *远程显示器* 一章（如果您有 SED 远程显示器）或参阅连同远程显示器一起提供的操作手册，了解远程显示器如何以图形方式表示传感器的温度。

附注： 由于数字温度计设在传感器内部，所以，外部钻进作业造成的温度上升需要经过一段时间才能传递给传感器。必须立刻消除任何温度上升的原因，以免造成不可逆转的损坏。

正常钻进温度范围应在 64° F (16° C) 到 104° F (40° C) 之间。当温度上升到 95° F (35° C) 时，应当停止钻进作业，让设备冷却。温度上升到 118° F (48° C) 时，温度计图标上会出现蒸汽符号 ，并会闪烁。此时，传感器温度已上升到危险状况，须立即冷却，否则便会损坏传感器。

为使温度不再上升并使传感器降温，应减慢钻进速度或停止钻进，及时增加钻井液。

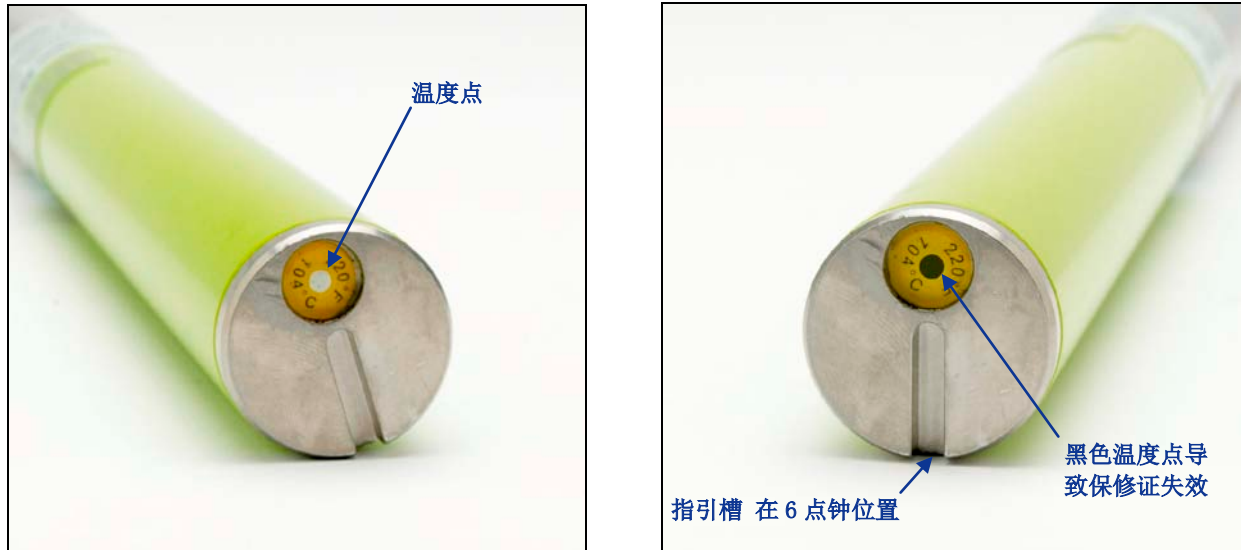
传感器温度过高警告声

下表中概要列出 SE 接收器和远程显示器发出的表示温度上升的警告声响。

温度	警告声
低于 61° F (16° C)	无温度上升警告声响。
61 至 97° F (16 至 36° C)	温度每上升 4° C，便发出一遍双响声（滴滴）。
104 至 111° F (40 至 44° C)	温度每上升 4° C，便发出两遍双响声（滴滴-滴滴）。 附注： 需对传感器进行降温。
118 - 133° 至 133° F (48 至 56° C)	温度每上升 4° C，便发出三遍双响声（滴滴-滴滴-滴滴）。 附注： 必须立即降温，以免造成不可逆转的损坏。
超过 140° F (60° C)	每隔 5 秒，远程显示器发出三遍双响声；每隔 20 秒，接收器上发出三遍双响声。 附注： 警告声表明钻进状况已十分危险，可能已经发生了不可逆转的损坏。
超过 176° F (80° C)	SES 传感器关机。
180 至 186° F (82° C)	SES 传感器过热指示器（温度点）变黑（见下面）。
超过 183° F (84° C)	ST 及 SX 传感器关机。
220° F (104° C)	ST 及 SX 传感器过热指示器（温度点）变黑（见下面）。

传感器过热指示器（温度点）

传感器的前端盖上设有一个温度过高指示器（温度点）。温度点由黄色的外圈和中间的一个直径为 1/8 英寸（3 毫米）的小白点构成。小白点会在传感器温度过高时改变颜色。



显示出温度点的传感器前端盖、指引槽以及黑色温度点

如果温度点的颜色变为银白色或灰色，表明传感器温度已升高，但尚未超过规定的极限。如果温度点变为黑色，则表明 ST 或 SX 传感器温度已超过 220°F（104°C）或 SES 传感器温度已超过 180°F（82°C），不可以继续使用。若从温度点能看出传感器曾过热（黑点）或温度点被卸除，则 DCI 公司的质量担保书便告失效。

应采用正确的钻进工艺来避免传感器过热。磨蚀性泥浆、堵塞的喷口、不畅通的淤泥流以及搅拌不均的泥浆等，这些都是会造成传感器严重过热的主要原因。

附注

远程显示器



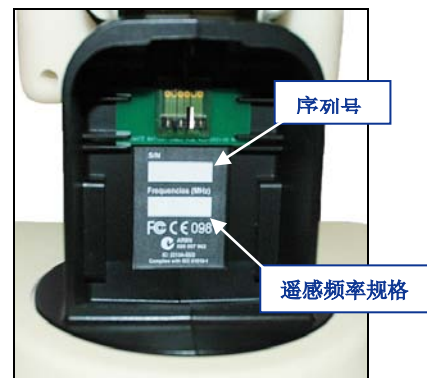
DigiTrak SE 显示器 (SED)

一般说明

DigiTrak SE 显示器 (SED) 只能配合 SE 接收器使用。它能在钻机上为钻机操作员提供传感器深度、方向和状态等信息。SED 远程显示器由一块 DCI 镍氢电池供电，开机和关机、开启菜单、选择菜单选项、调节屏幕对比度的操作都是通过一个按钮实现的。本章解释了这些操作方法并且提供了如何阅读屏幕显示内容方面的说明。

为了满足不同地区的频率要求并保障正确沟通，远程显示器序列号标签（电池舱内）上显示的频率规格（见右边的图片）必须与接收器上序列号标签相一致。接收器的频率规格标在位于接收器电池舱内的序列号标签上（见接收器一章）。

一根 35 英寸（89 厘米）长、垂直安装在磁性底座上的天线已连同 DCI 设备一起提供。天线采用一根 12 英尺长（3.65 米）的同轴电缆连接至远程显示器背面的底座上（见下一页照片），同轴电缆亦连同设备一起提供。DCI 建议将天线底座安装在一个面积大约为 2 英尺 x 2 英尺（61 厘米 x 61 厘米）的金属块上，这样能获得最佳的信号接收效果。



SED 序列号标签

插入及卸出电池组

DCI 镍氢电池组安装在 SED 远程显示器的电池舱内，为远程显示器供电。

电池组安装方法是，手持电池组，舱盖凸舌朝上，背对着 SED，将其装入电池舱。妥帖装入电池组之后，往下压凸舌，确保其牢固就位，电池组与远程显示器齐平，如右图所示。

卸出电池组的方法是，先向下压电池盒盖凸舌，再向外拉，便可取下电池组。

电源开关

为 SED 远程显示器安装了已充满电的电池组之后，便可使用该设备。开机与关机功能如下所示。

开机——按住远程显示器正面的按钮半秒钟以上。此时您会听到一声响声，并会看到主显示屏幕。

关机——按一下远程显示器正面的按钮，进入主菜单显示屏。再按一下此按钮，高亮显示关机按钮（见本章后面的“主菜单”一节），然后按住按钮，直到听见四声长响，表明设备已关机。



SED 远程显示器，电池组和天线已安装

按钮

SED 远程显示器上的按钮用户界面与 SE 接收器上的点击开关操作方式十分相似。按一下按钮与按住按钮不松手这两种操作方式的结果是不一样的。

按一下按钮——按动按钮，随即松手。这种操作方式可开启主菜单并浏览菜单中的选项。

按住按钮——持续按住按钮一秒钟或更久。这种操作方式可用来选取菜单中的选项并调节屏幕对比度。

音频声响

SED 远程显示器会在开机和关机、菜单变化以及自检成功或失败情形下，发出响声，具体见下面。传感器温度上升时，远程显示器也会发出响声（见 *传感器* 一章中“传感器温度警告响声”一节）。

接通电源——能够听到一声短促的嘀声，接着是一声较长的响声。

关机——四声长响。

确认信号——四声短响，确认菜单选项已成功执行。

故障信号——两声长响表明所选的菜单选项有故障。此时会显示出故障屏幕。直到按一下按钮后，故障屏幕才会消失。

调节屏幕对比度

有两种方法能调节显示屏幕的对比度。在远程显示器主显处于主显示屏开启状态下，按住按钮不松手，屏幕对比度调节到所需要的状况后，松开按钮。另一种操作方法是，使用主菜单中的对比度调节选项（见本章后面“主菜单”一节）。

调节视角

SED 远程显示器的视角可在左右 180°、上下 90°、围绕显示器中心点 270° 范围内调节。

上下调节——松开并挤压远程显示器背面的两个球形手柄，调节到所需要的位置后再将球形手柄拧紧。如果球形手柄没有拧紧，只要不将两个手柄互相朝里挤压或只要显示器不受震动，显示器就会保持其垂直位置。因此，DCI 建议在开始钻进作业之前，应将这两球形手柄拧紧。



松开显示器球形手柄



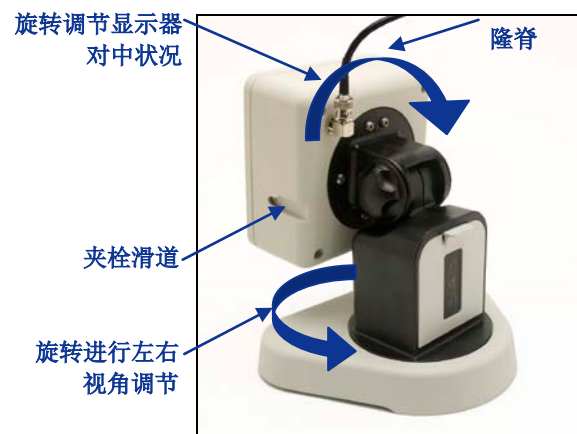
调节视角



拧紧显示器球形手柄

左右调节——在固定住 SED 远程显示器的磁性底座的前提下，可以采用围绕着底座旋转显示器的方法，来调节左右视角。

对中——在固定住磁性底座的前提下，抓住并转动显示器，获得所需要的方向。



SED 远程显示器的背面

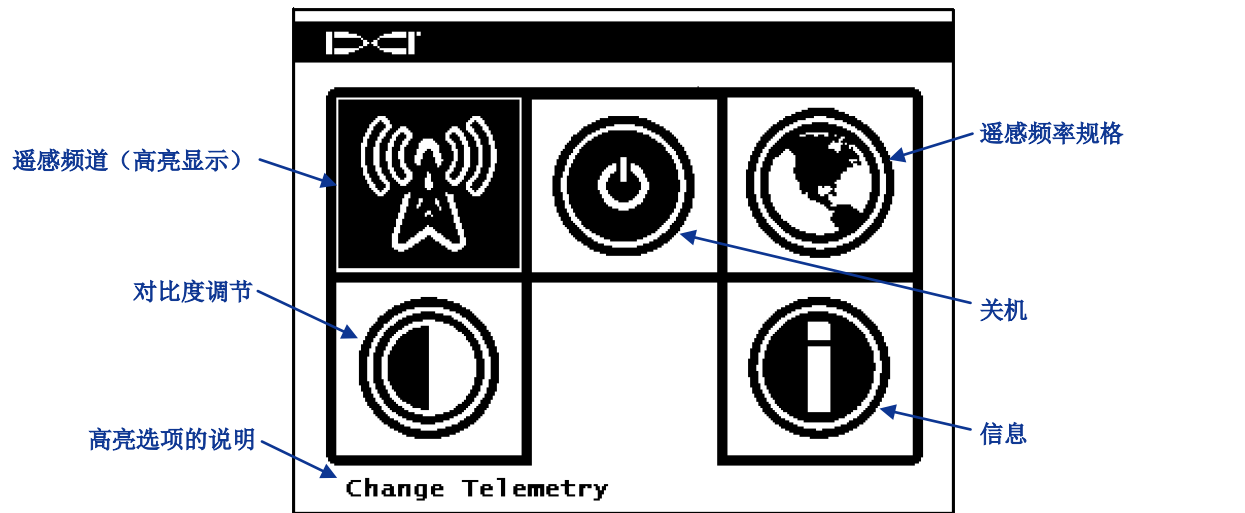
遮板的安装与卸除

SED 远程显示器上的可卸除遮板能起到遮蔽风雨和强日光的作用。遮板是通过显示器顶部的隆脊和显示器两边的夹栓滑道安装就位的。

遮板的安装方法是：将遮板两边的夹栓套在显示器两侧的滑道上，向前滑动，直到遮板扣压在显示器顶部的隆脊上。遮板的卸除方法是：向后推动遮板，使其脱离隆脊，然后沿滑道将其取下来。

主菜单

按动显示器上的按钮，可进入主菜单。主菜单上显示出菜单选项，并会自动高亮显示遥感频道选项，以供选取。若在 5 秒钟之内未做出选择，便会自动退出菜单。显示屏会返回默认的主显示屏幕。



SED 主菜单屏幕

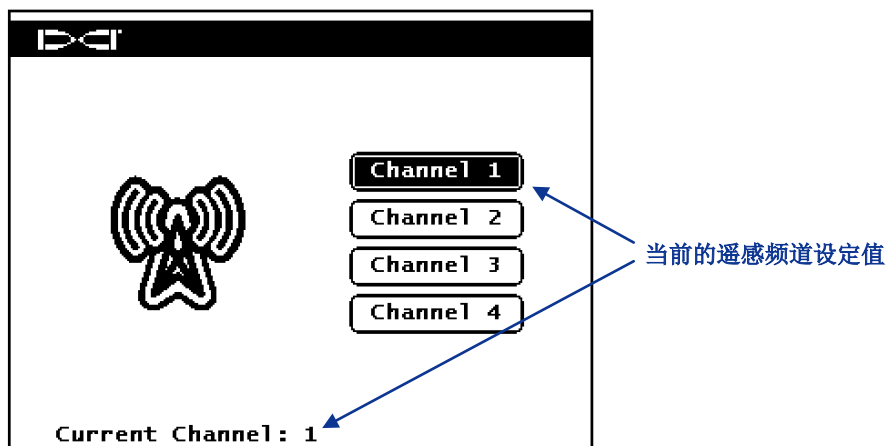
按住按钮，选择遥感频道选项，或按一下按钮，进入关机选项。在该屏幕显示状况下，每按一下按钮，就会高亮显示菜单中的下一个选项，供您选取。按住按钮不松手，便可选取高亮显示的选项。听到确认响声（表明该选项已被成功选取）之后，松开按钮。下表列出主菜单选项和选取了每个选项之后的结果。

SED 主菜单选项

	遥感频道 ——开启遥感频道选项： 1、2、3、4。远程显示器和接收器必须设为相同的频道，遥感频率规格也应完全一样。见下面的说明。
	关机 ——设备关机。关机时，您会听到四声长响。
	遥感频率规格 ——开启遥感地区选项。如果你必须改变此设定值，请联系 DCI，确定针对您所在地区的设定值，并验证该设定值与接收器频率相一致。
	对比度调节 ——调节屏幕的对比度。见下面的说明。
	信息 ——显示系统信息，例如软件版本、序列号、当前设定值等。

遥感频道菜单

从主菜单中选取了遥感频道选项之后，屏幕上会高亮显示当前的遥感频道（显示在屏幕的底部），如下图所示。



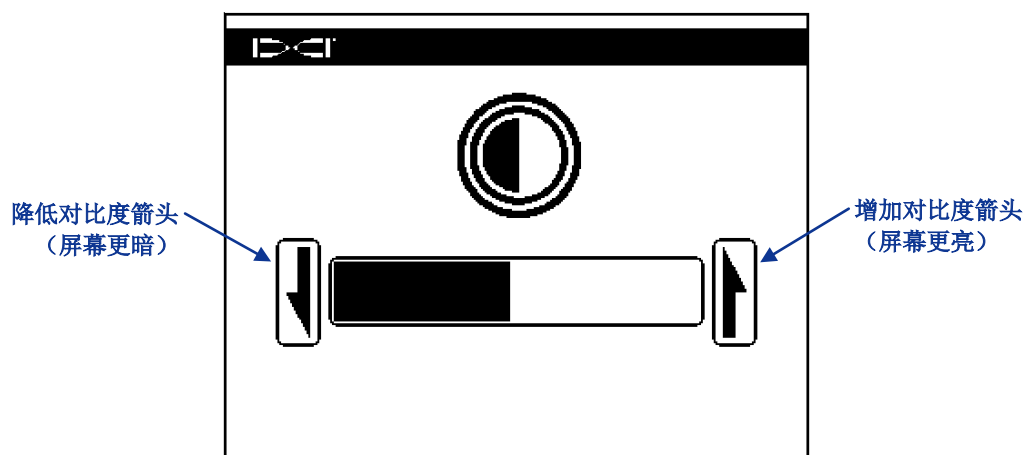
遥感频道菜单

每按一下按钮，就会高亮显示下一个遥感频道选项。按住按钮不松手，便可选取高亮显示的频道。屏幕底部显示的当前频道会随之改变，您会听到确认信号，然后显示屏便会返回主显示屏幕。

对比度调节

屏幕对比度可由主显示屏幕调节，方法是：按住屏幕上的按钮，等到获得所需要的对比度时，松开按钮。

还可以通过选用对比度调节选项的方法来调节屏幕对比度。从主菜单中选取了该选项之后，屏幕上会显示出以下内容。



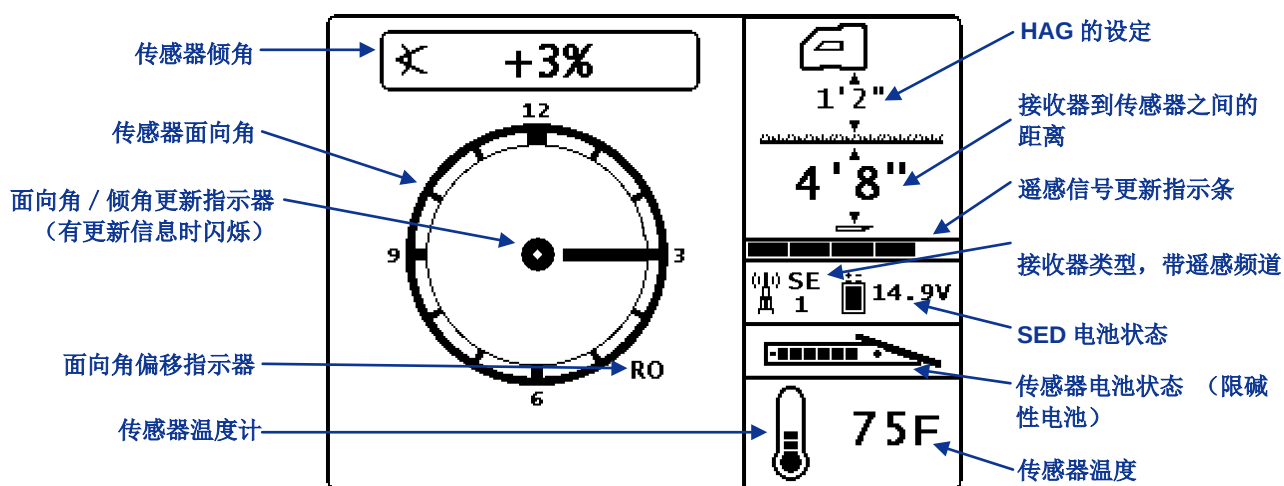
调节屏幕对比度

在这一显示屏上，按一下远程显示器上的按钮，高亮显示所需要的结果：降低对比度（左箭头），或增加对比度（右箭头）。选择了降低或增加对比度箭头之后，持续一秒钟按住远程显示器上的按钮，便可进行对比度调节。每按住此按钮一秒钟，对比度就会递增变化一次。对比度被调节到所需要的状况后，松开远程显示器上的按钮，返回主显示屏幕。

显示屏幕

主显示屏幕

主显示屏幕是 SED 远程显示器开机后您会看到的默认屏幕。它显示出传感器倾角、面向角、电池状态和温度信息。主屏幕上也显示出 SED 的电池状态、接收器类型、遥感频道、遥感信号更新指示条，以及远程指引数据（若已设置）。若要退出此屏幕，可随时按一下远程显示器上的按钮，进入菜单选项。



SED 主显示屏幕

遥感信号更新指示条显示出所收到的信号量。如果接收到的数据量较少，则表上显示出的粗横条数目也比较少。如果表上显示的数据量在下降或很低，则应暂停操作，做出导向决定，确保获有正确的数据。如果表上显示为空白，则说明没有收到任何遥感数据，所有的传感器信息都将消失。

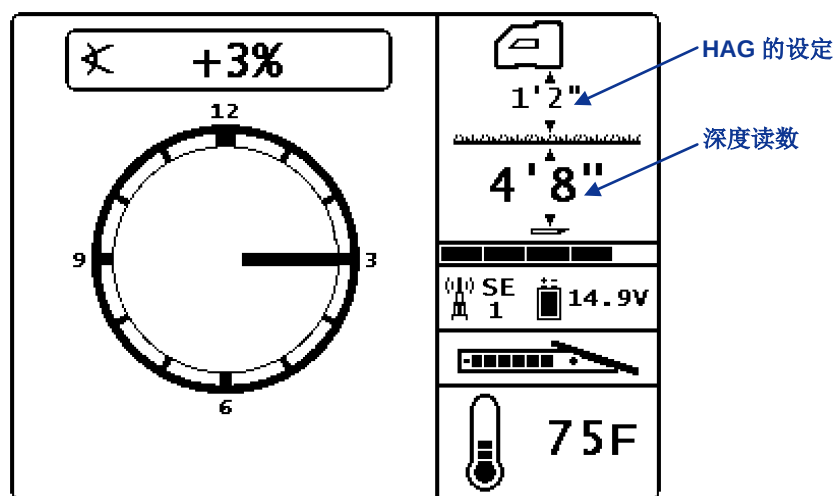
面向角偏移指示器（RO 符号）唯有在您启用了接收器上的面向角偏移功能之后才会出现。

如果没有设置地平面高度数值，接收器图标会显示为“在地面上”，不会显示 HAG 数值。

深度显示屏幕

必须具备如下条件，才可在远程显示器上查看传感器的深度或预测深度：接收器位于定位线（LL）上或位于前定位点（FLP），（扣住点击开关）。见 *定位* 一章中关于如何正确放置接收器的说明。

扣住点击开关，当接收器在定位线上（LL）时，SED 显示屏幕会变为显示深度读数，箭头指向地面和钻头。启用地平面高度功能时，接收器图标被提升到地面的上方，并且显示出 HAG 数值。下图中可以看到，HAG 设定值为 1 英尺 10 英寸，此数值即为接收器距离地面的持握高度。关于 HAG 设定的更多信息，请参阅 *接收器* 一章中的“地平面高度（HAG）菜单”一节。



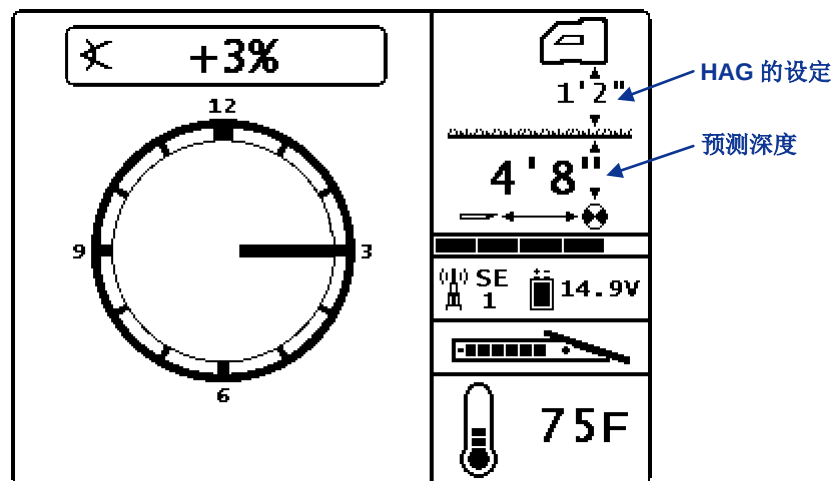
地平面高度（HAG）功能启用状态下 SED 定位线上的深度显示

松开接收器上的点击开关后，深度数值将持续显示 10 秒，然后显示屏便会返回主显示屏幕。

如果没有设置地平面高度数值，接收器图标会显示为“在地面上”，不会显示 HAG 数值。

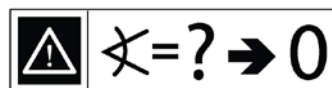
预测深度显示屏幕

接收器位于前定位点（FLP）或后定位点（RLP）上，并且扣住点击开关，显示器上便会显示出预测深度显示屏。但唯有在 FLP 处，预测深度才是有效的。预测深度显示屏显示出指向接收器的箭头，以及传感器前方的预测深度点。关于预测深度的更多信息，请参阅定位一章。



HAG 功能启用状态下 SED 预测深度显示屏幕

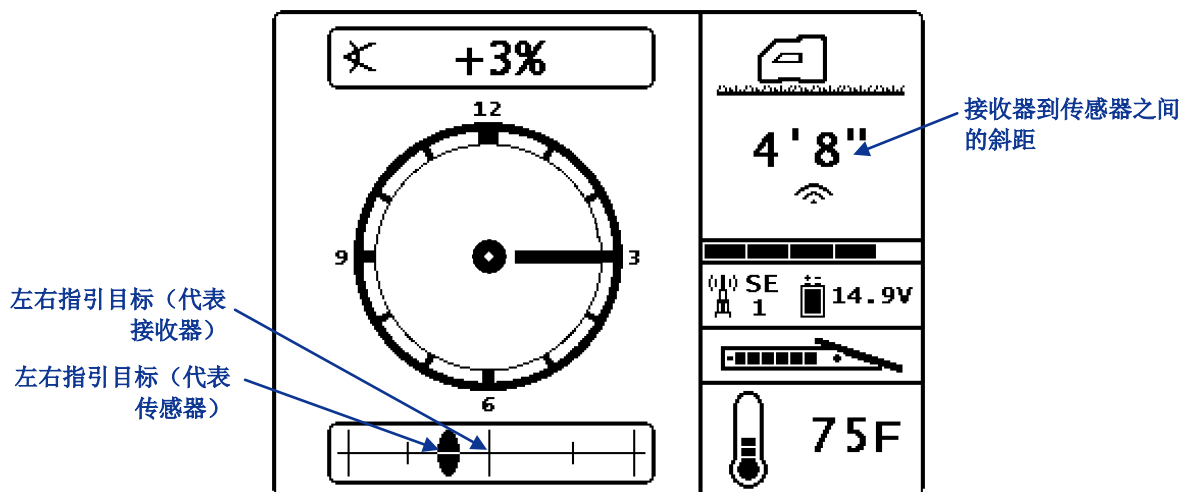
如果由于量程限制或干扰而无法在接收器上获得传感器倾角信息，则远程显示器便会将深度和预测深度读数的传感器倾角假定为 0。在此情形下，远程显示器将以下图所示方式显示传感器倾角。



倾角假定为 0

远程指引显示屏幕

开启了接收器上的远程指引功能之后，便会显示出远程指引显示屏幕，如下图所示。见 *接收器* 一章“远程指引菜单”一节中的更多信息。



SED 远程指引显示

远程指引信息唯有当接收器位置正确无误（在前定位点的更远处且位于传感器和远程显示器的有效范围之内）时才是正确的。见 *远程指引* 一章中关于如何正确放置接收器的说明。

附注

电池充电器

一般说明



SE 电池充电器系统

DCI SE 电池充电器（SBC）系统包括一根交流电源线、一个连接在电池充电器上的电源装置、两个可充电的镍氢电池组。电池组用来为 SE 接收器供电。仅可使用 DCI 电池组来为 SE 接收器供电。若使用其他类型的电池，可能会造成设备损坏，导致 DCI 保修失效。虽然 SE 接收器上也可以使用 DCI 锂离子电池，但您却**无法**在 SBC 充电器上为锂离子电池组充电。

电池充电器使用交流电源（规格为 100 - 240 V、50 - 60 Hz、最大电流 0.35 安培）。所提供的交流电源缆线符合客户所在国的电源线规格。

充满电的 DCI 镍氢电池组能连续为 SE 接收器供电约 6 小时。电池的充电时间约为 3 小时。如果在电池充电期间出现电源中断情形，充电器则会在恢复电源供电时重设，重新开始充电周期。

附注： DCI 镍氢电池组必须经过两次“满充电与电量完全用尽”循环，才能获得电池的最佳使用性能。

此电池充电器仅可在室内使用，不可接触到水分或灰尘。为了避免充电器过热，使用时应保持其良好散热，不可予以遮盖。

电源设定

将交流电源线缆接到电源装置上，再将电源插头插入墙上的电源插座。等到 LED 指示灯变为橙色之后，再装入电池进行充电。



将交流电源线插入电源装置

为电池组充电

电池充电器接上电源并等到 LED 指示灯变为橙色后，将电池组装入电池充电器。电池组妥帖装入充电器后，表面应当与充电器齐平。不可试图为非 DCI 公司提供的电池组充电，也不可为 DCI 的锂离子电池充电。

电池在充电器内进行初始化时，LED 指示灯仍将显示为橙色。开始充电时，LED 指示灯会变为红色。在充电过程的最后阶段，LED 指示灯会在绿色和橙色之间交替闪烁，表明电池的电量即将充满。当 LED 指示灯变为绿色常亮状态后，表明充电过程已结束。厂家建议应在 24 小时之内将充满电的电池从充电器内取出。

充电器接通电源或将充满电的电池从充电器内取出之后，应等待约 15 秒钟再装入另一个需要充电的电池组。LED 指示灯变为橙色后，表明充电器已就绪，可以为另一个电池组充电。

如果 4 小时之内电池未能充满电，充电器会自动进入微弱充电模式，以防电池过热。

LED 指示灯	充电器模式
橙色	电池未装入充电器。
橙色	电池初始化与分析（大约 30 秒钟）。
红色	快速充电（约 3 小时）。
绿色 / 橙色指示灯闪烁	电池的电量即将充满（约 15 分钟）。
绿色	电池已充满电；充电器进入微弱充电模式，直到电池被取出（建议应在 24 小时之内将充满电的电池从充电器内取出）。
红色 / 绿色指示灯交替亮起	故障。请联系 DCI。

定位



使用 SE 接收器在高干扰地区进行定位操作

概述

使用 SE 系统进行定位操作相对来说是很容易的，但操作之前必须先理解定位的基本概念。本章为您介绍如下重要概念：定位点和定位线、这些元素与传感器有关的几何特征、定位操作过程中会看到的显示屏幕，以及发现定位点后对其进行标注的正确方法。此外，还将介绍标准型定位程序，包括如何进行“飞行”跟踪，以及可在操作人员遇到无法逾越的障碍时使用的一种“偏轨定位”方法。

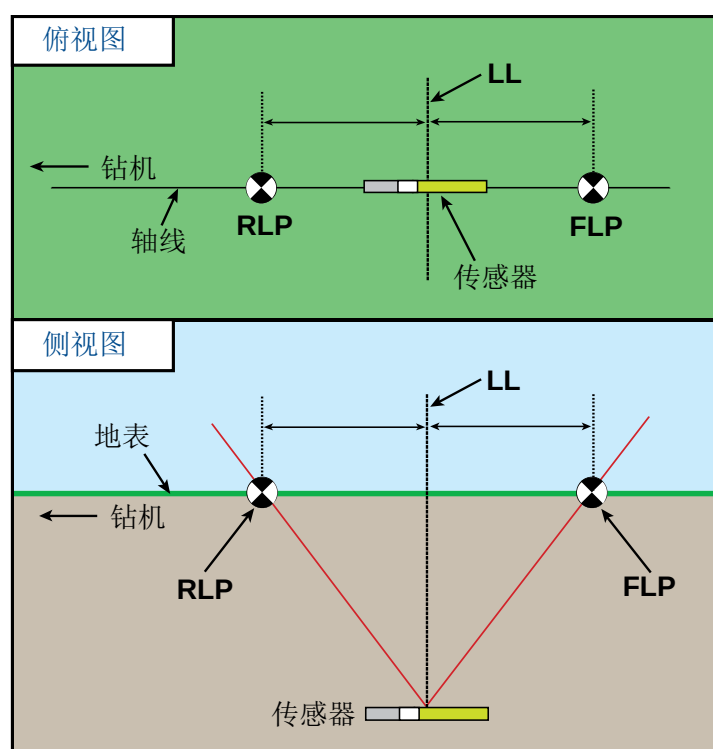
关于如何跟踪位置陡深的传感器的详细说明，请参阅附录 B：预测的深度和实际深度及前后偏移量中的信息。

前后定位点（FLP、RLP）和定位线（LL）

SE 接收器通过探测传感器磁场的三个具体位置（两个定位点和一个定位线），来对传感器进行定位。接收器不对两个定位点加以区分。它们是位于传感器磁场前方和后方的两个相似的点。前定位点（简称 FLP）位于传感器的前面，后定位点（简称 RLP）位于传感器的后面。（见附录 B 中关于传感器磁场的更详细说明。）

定位线（LL）是位于传感器左边或右边、与其成 90° 直角的一条直线，它代表传感器在 FLP 和 RLP 之间的位置。

根据这三个参数，便可准确跟踪传感器，确定其位置、钻进方向和深度。将 FLP 和 RLP 两点对齐，便可知道传感器的钻进方向和左右位置。当接收器在 FLP 和 RLP 两点之间正确对准时，便能根据 LL 来确定传感器的中心点和深度。本章后面的“确定传感器位置的标准方法”一节中将会全面介绍跟踪操作程序。



FLP、RLP、LL 的俯视图和侧视图几何图

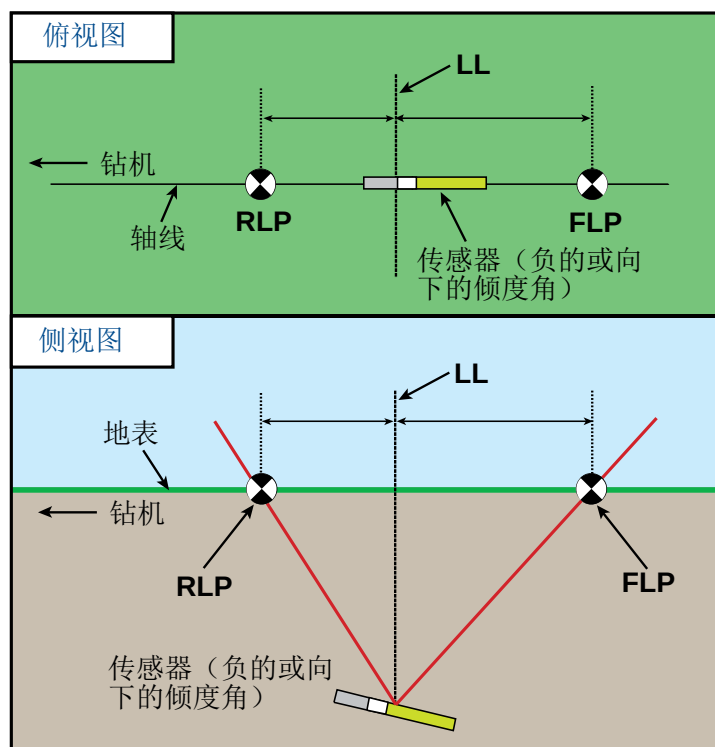
请注意，传感器保持水平时，RLP 和 FLP 与 LL 之间的距离是相等的。

附注： 如果传感器倾角超过 $\pm 30\%$ （或 $\pm 17^\circ$ ）及 / 或传感器深度超过 15 英尺（4.6 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。这类情形下，接收器上的深度显示值被称作预测深度（见附录 B 中关于这种情形的更多说明）。

深度、倾角和地形对 FLP 和 RLP 之间距离的影响

一般来说，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 之间的距离也是传感器倾角和地形的函数。（关于这方面的更多信息，请参阅附录 B.）

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，则即便传感器本身是水平的，也会影响到 FLP 和 RLP 与 LL 之间的距离。



倾角对 FLP、RLP、LL 之间的距离的影响

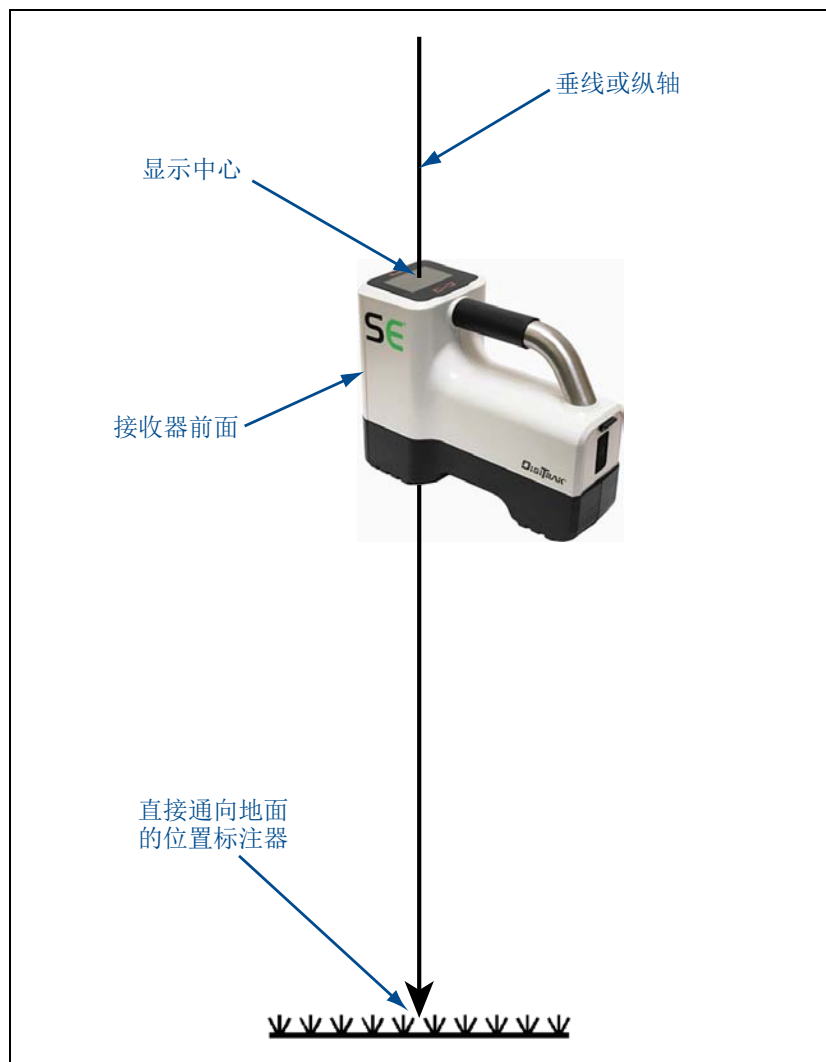
请注意，传感器位于负倾角时（与上一页传感器保持水平时的数字相比），RLP 和 FLP 与 LL 之间的距离是不同的。

可以使用各定位点与传感器倾角之间的距离来计算深度（作为接收器深度读数的比较）。欲知更多信息，请参阅附录 C：根据 FLP 和 RLP 之间的距离，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，请参阅本章结尾处的“偏轨定位”。

定位点的标注

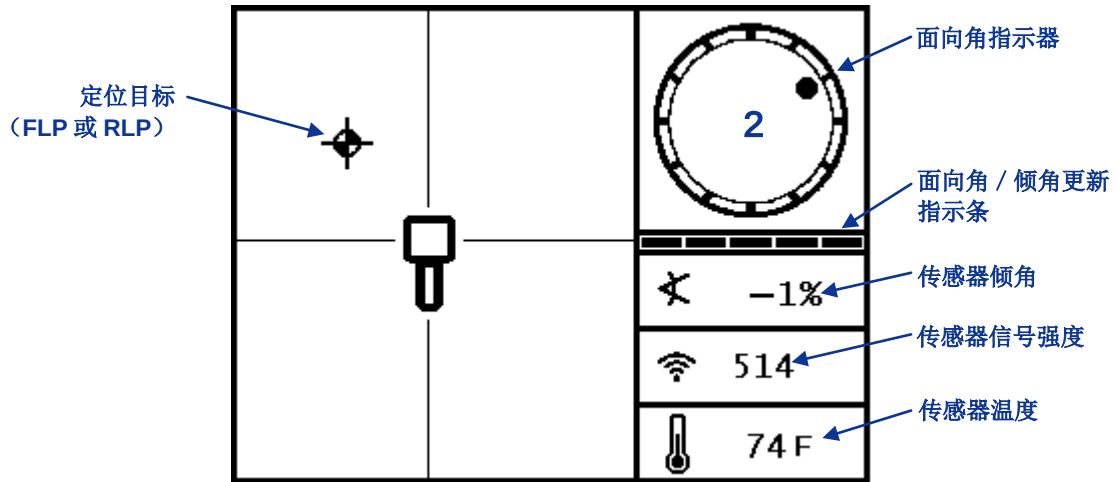
定位操作过程中必须找到前后定位点（FLP、RLP）和定位线（LL）并对其进行做出准确标注。发现了定位点后对其进行标注的方法是：水平手持接收器站在定位点处。朝下观看贯穿显示屏中央的纵轴，投射一条通向地面的垂线（见下图）。垂线接触地面的那一点就是需要标注的位置。



用来标注定位点的垂线

显示屏幕

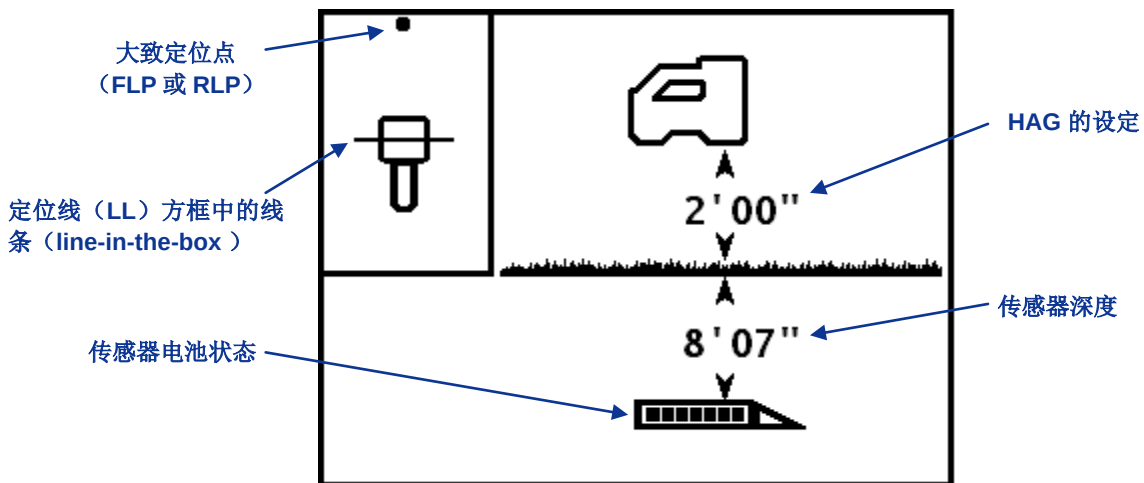
SE 接收器上的定位模式屏幕提供了关于传感器温度、倾角、面向角以及信号强度的实时信息。



接收器定位模式屏幕

当 SE 接收器的位置处在 FLP 和 RLP 两点之间的定位线上并且扣住点击开关时，您便能看到深度模式屏幕。此显示屏提供了关于相对于接收器的更详细的传感器位置数据。同时显示出传感器电池状况。

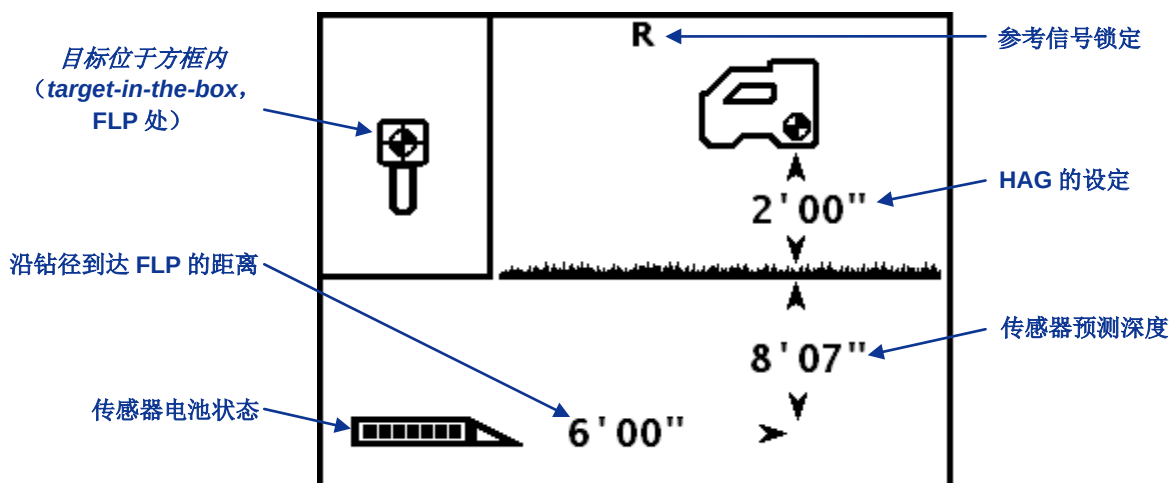
附注： 接收器和传感器必须同时进行校准，而且传感器必须装在壳体内，才能显示出准确的深度数据。见接收器一章中“校准菜单”一节。



接收器深度模式屏幕（在定位线上，地平面高度功能开启）

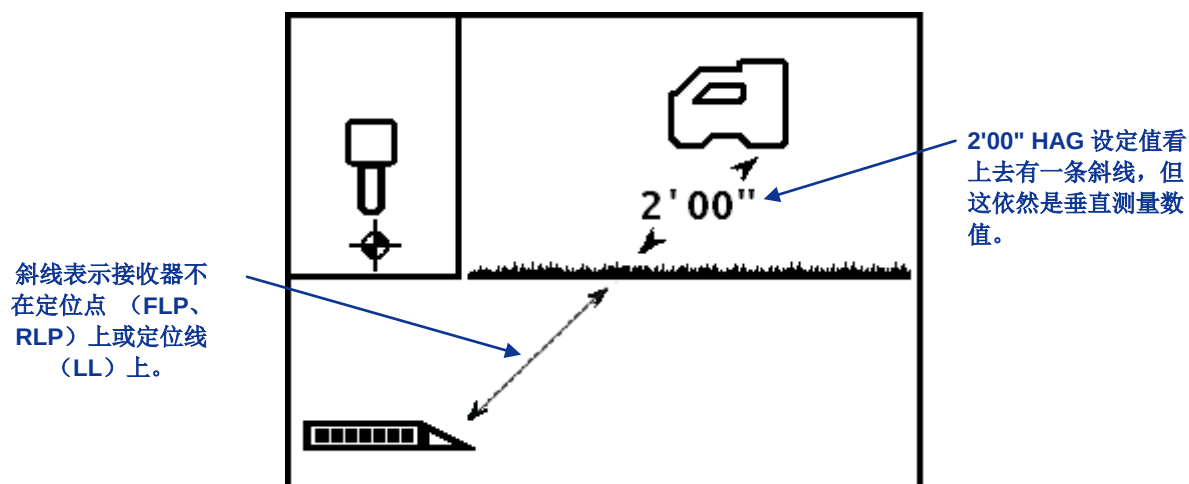
如果地平面高度（HAG）功能被关闭，就必须将接收器放在地面上进行设定，才能获得准确的深度读数。在此情形下，深度模式显示屏上所显示的接收器就会停放在地面上。

当 SE 接收器位于某个定位点上并且扣住点击开关时，您就会看到预测深度屏幕。唯有当接收器位于前定位点（FLP）时，预测深度值和水平距离才会有效。屏幕顶部的字母“R”表示正在读取参考信号值。见本章后面“确定传感器位置的标准方法”一节中关于参考信号锁定以及如何将接收器放置在在两定位点上的更多说明。



接收器预测深度屏幕（FLP 处，HAG 功能开启）

定位操作过程中任何时候都可以进入深度显示屏幕。但唯有当接收器分别位于定位线和定位点时，才会显示深度和预测深度数据。接收器不在某个定位点上或不在定位线上时，深度显示屏幕上的显示画面如下：



接收器深度显示屏幕（不在定位线或定位点上）

干扰：何谓干扰，如何检查

开始钻进之前（最好是在项目投标之前），应评估现场是否有潜在干扰源。干扰会降低传感器有效范围或造成测量读数不准确，并可能延误工期。干扰可分为有源干扰和无源干扰两种情形。

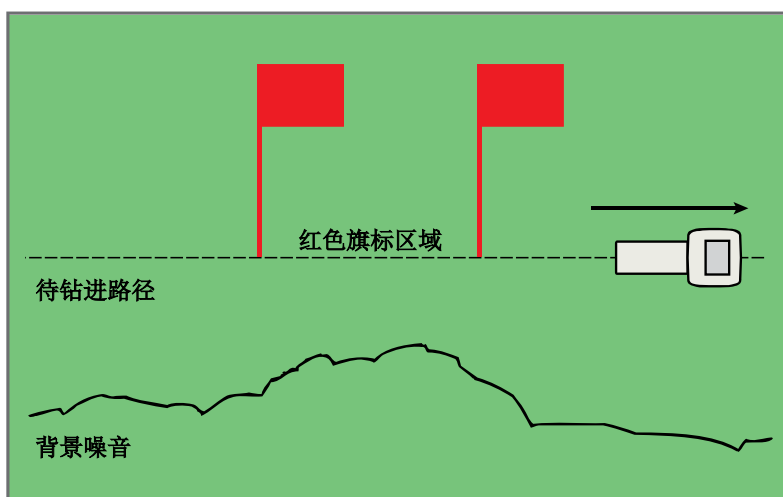
有源干扰又称作“电子干扰”或“背景噪音”，它会对 SE 定位设备产生不同程度的影响。大多数电子设备都会发射出能影响您准确跟踪钻机定位能力或影响倾角 / 面向角测量读数准确性的干扰信号。一般来说，有源干扰可造成深度读数比预计的深度更浅。有源干扰信号的例子包括交通信号灯回路、隐蔽的狗围栏、阴极保护设备、无线电通讯、发射塔、有线电视电缆、光纤示踪线、公用事业公司的数据传输线、安防系统、电力线、电话线、等等。可以用 SE 系统来进行有源干扰源检测；见下面的“背景噪音检查”一节。

无源干扰会降低传感器接收到的信号量，造成深度读数比预计的深度更深，或造成信号被完全遮蔽。无源干扰信号的例子包括金属物体（例如管道、钢筋、沟板、铁丝网或车辆）。另外两个无源干扰信号源的例子是盐水 / 盐丘和导电的土壤，例如铁矿石。使用您的 SE 系统是无法进行无源干扰信号源检测的。钻进作业之前对现场进行彻底勘察，是查找无源干扰信号源的最有效方法。

为了了解沿待钻进路径是否有潜在的干扰源，必须先进行背景噪音检查。然后需要确认速度及面向角和倾角信息的准确性。

背景噪音检查

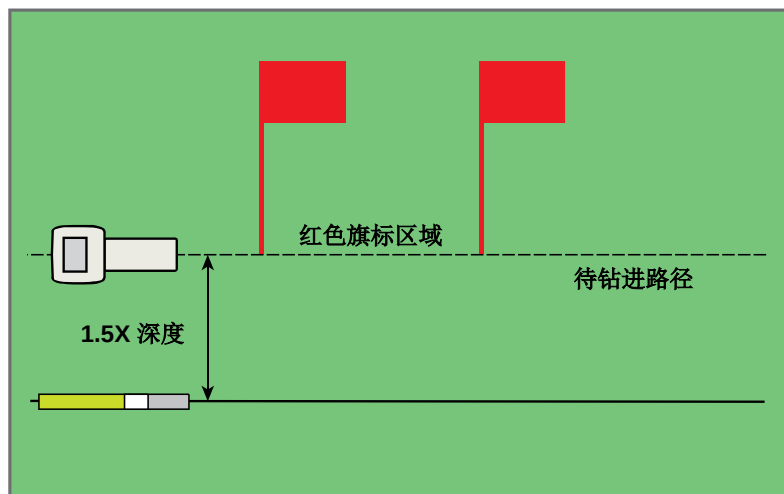
关掉传感器电源，手持已开机的接收器在钻径上方行走时，注意观看接收器显示屏幕上的信号强度，记下引起信号强度变化的地点。一般规则是，在某个钻进现场最大深度测得的传感器信号强度须至少比背景噪音高出 150 个基点。下图中，红色旗标区域表示背景噪音增大。



由一人进行的背景噪音信号强度检测（不使用传感器）

面向角 / 倾角检查

走到钻径的末端时，调转接收器使其朝向起点方向，给传感器装上电池，接通传感器电源。让一名同事手持传感器站在您的侧面，离您的距离大约为待钻进路径最大深度的 1.5 倍。二人平行地朝着起点方向往回走，两人之间的距离保持不变。不时地停住脚步，让同事改变传感器的倾角和面向角方向，从而能够验证接收器上所示速度和相关读数的准确性。记下那些显示信息飘忽不定或信息消失的地点。



带着传感器由两人进行的面向角 / 倾角检测

附注：通过在传感器开机和关机状态下观察信号强度，可确定电气干扰状况。信号强度之差若小于 150，说明附近有太强的电子干扰。

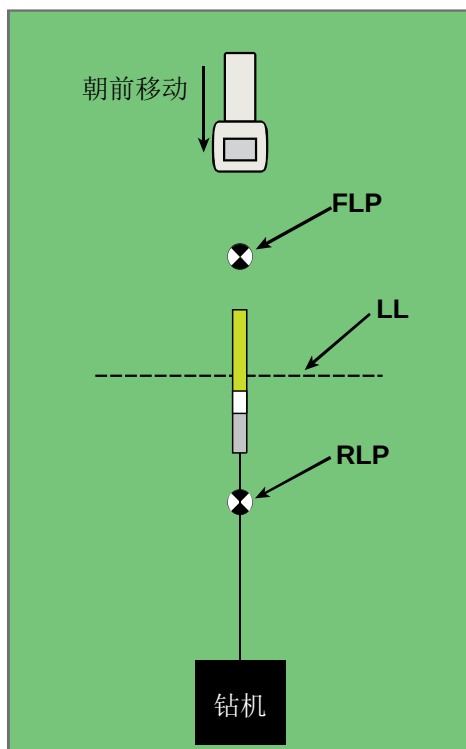
解决干扰问题的建议

每个作业现场都应进行干扰源 / 背景噪音检测，无论该现场存在着干扰源的可能性看上去是多么微小。如果倾角 / 面向角信息变得飘忽不定或已信息丢失，在依然处于传感器有效范围内的情形下，使接收器离开干扰源。在金属物体下方钻进时，分离法（启用 HAG 功能）也可能会有帮助。接收器与金属物体分开得越远，接收器天线读取信号的能力就越强。另一种建议采用的方法是使用某个信号强度更好的传感器，以便能克服干扰信号 / 背景噪音。

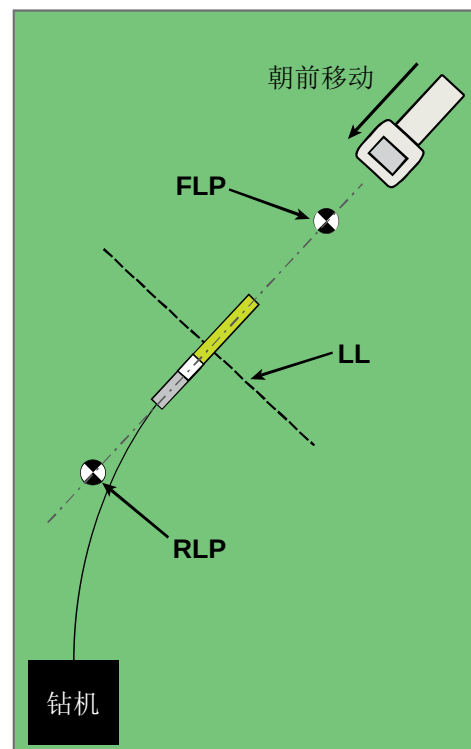
确定传感器位置的标准方法

可以在传感器移动过程中确定 SE 系统的位置及其前进方向，无论操作者站在其前面、后面或侧面。还可以面对着或背对着钻机确定传感器的位置。

本章中提供的标准型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。这是厂家建议的定位方法。随着继续钻进或随着钻进路线出现弯度，您可能会面对着上一次标注的定位点，而不是面对钻机。



标准型定位方法的设定



针对弯路径的标准型定位方法

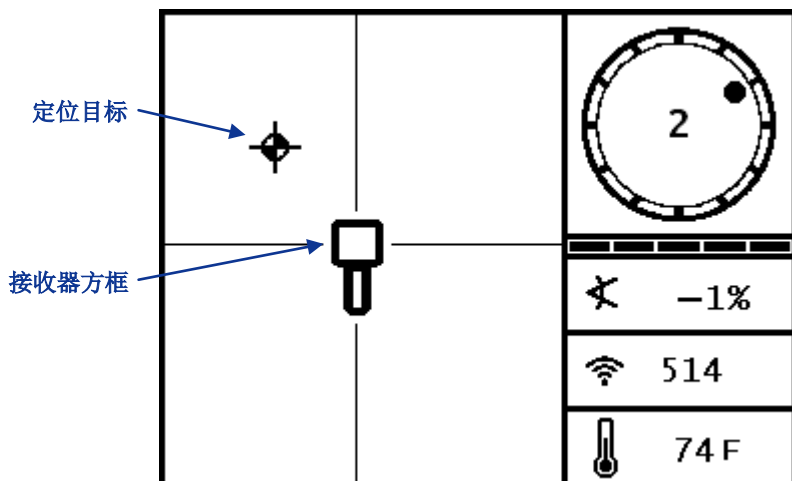
深度读数可在 FLP 或 LL 处读取。需要扣住点击开关才能查看深度或预测深度，并将深度读数传送给远程显示器。

确定前定位点 (FLP)

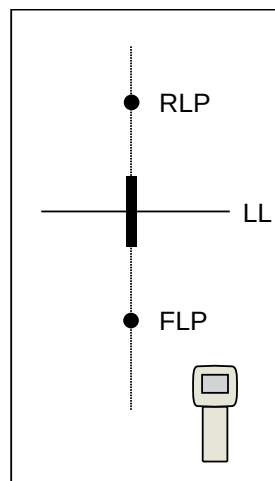
这里介绍的定位程序假定操作员面对钻机，传感器位于地表以下、在操作员与钻机之间。

1. 接收器开机，并使其处于定位模式下。
2. 站在钻头的前面，距离钻机大约一根钻杆长。

3. 注意观看相对于显示屏上接收器方框的定位目标（）位置。下面的两幅图显示出您可能会在显示屏上看到的画面，以及接收器、传感器和各定位点的实际位置。



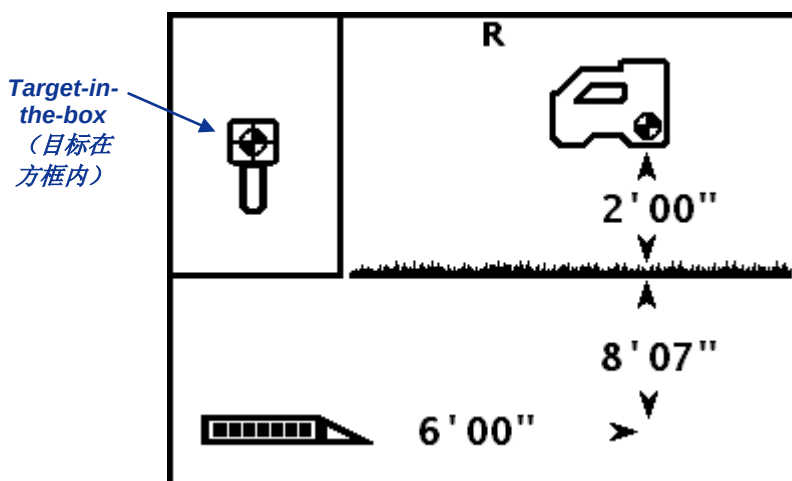
接收器定位模式屏幕



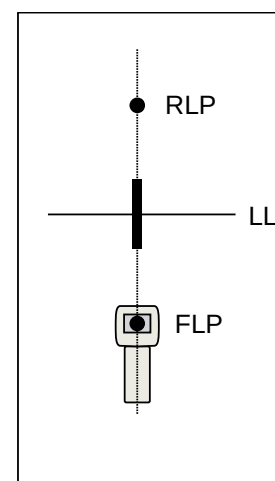
接收器和传感器的实际位置

4. 沿着显示屏画面上所指的方向行走，将目标锁定在方框的中央。
5. 目标位于方框的正中央之后，扣住点击开关一秒钟，使接收器能“锁住”此参考信号。字母“R”会出现在深度显示屏的顶部。

警告： 不要扣住点击开关，除非您准确地位于 FLP 处（目标位于方框的正中央）。如果您是在 FLP 的前方，您便会设定不正确的参考值，产生错误的定位线（“鬼线”）。在此情形下，则必须在 FLP 处重新设定参考值。



接收器深度模式
屏幕（FLP 处，HAG 功能开启）



接收器和传感器的实际位置

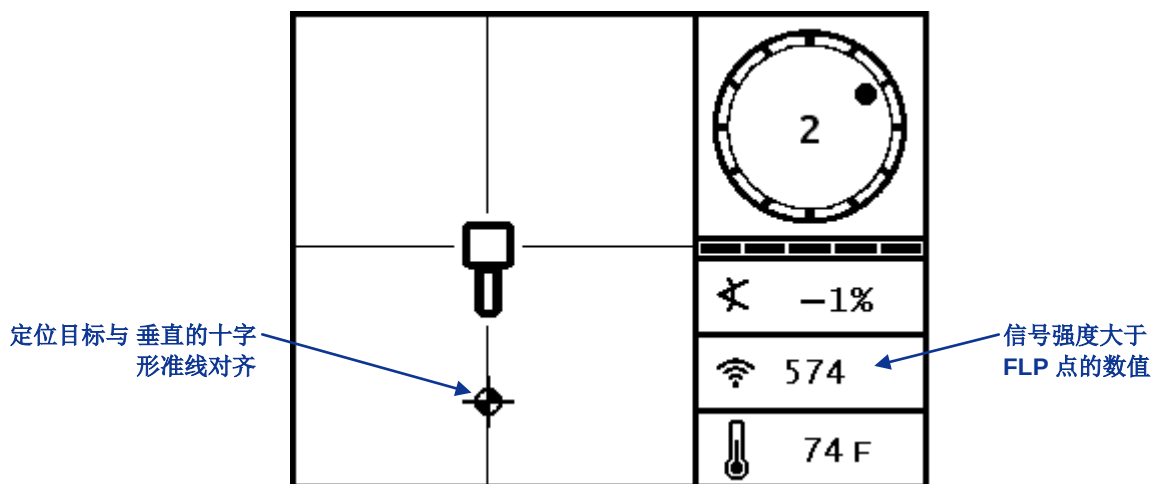
FLP 点给出的深度值即为传感器到达其预测位置时的深度（若未进行目标指引调节）。

附注： 若要通过接收器天线验证信号是否均衡，小心地使接收器围绕着显示屏中心点转动 360°，保持接收器的水平位置。定位目标应依然停留在方框的正中央。若不是这样，则不要继续使用接收器，应与 DCI 公司的客户服务部联系。

6. 将直接位于地面上接收器显示屏幕下方的位置标为 FLP。

确定定位线（LL）

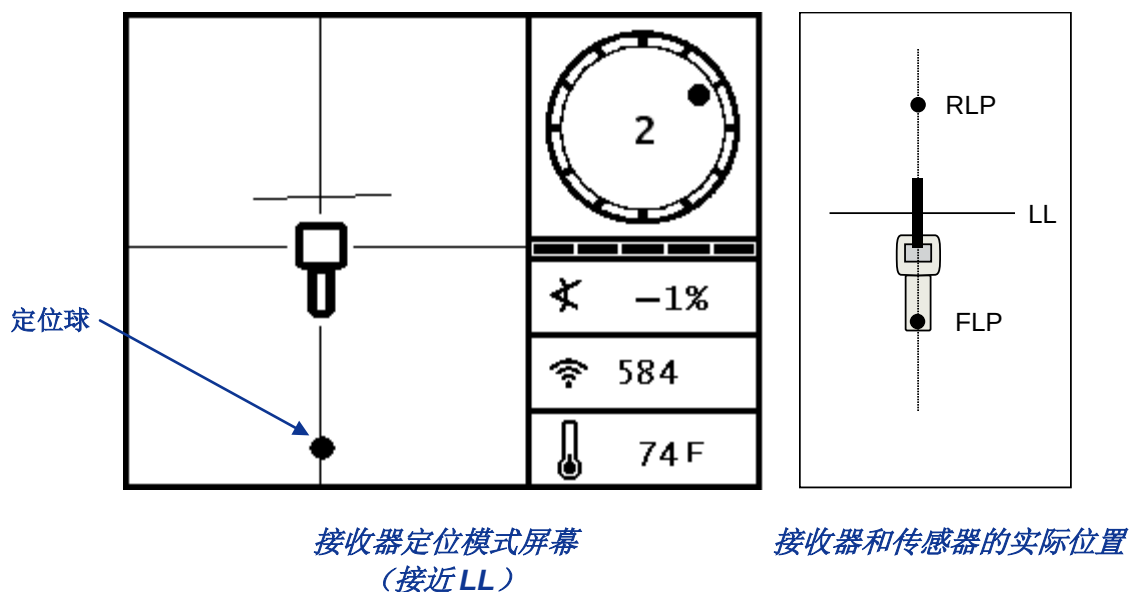
7. 继续朝钻机方向或已知的上一次传感器位置方向行走。将定位目标保持在十字形准线的垂线上，注意观看信号强度是否增强。



接收器定位模式屏幕
(FLP 在接收器后面，朝向 LL 移动)

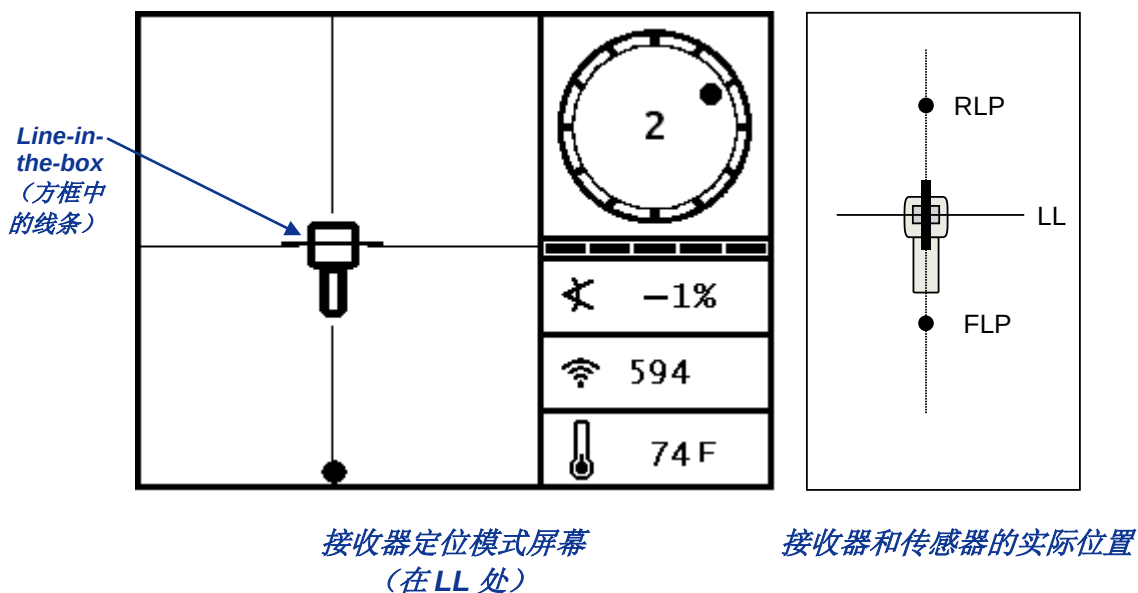
如果信号强度减弱，您可能恰好已找到了 RLP。此时，操作者应进一步远离钻机（仍面对着钻机），以确定 FLP。

8. 当目标到达屏幕底部时，定位线就应显现出来，目标会变为一个黑球，表明大致定位点。



附注： 定位球只是定位点的大致位置。不要依赖定位球与十字形准线的垂线的对齐状况，来确定传感器的左右位置。必须精确地找到前后定位点，才能确定传感器的侧位（进向），读取精确的深度读数。

9. 调整接收器位置，使其定位线（LL）与水平方向的十字形准线对齐。



10. 将地面上直接位于接收器显示屏下方的这一位置标为 LL。扣住点击开关，可以读取深度读数。但若要确信您直接位于传感器的上方而且深度读数是准确的，则首先须找到 RLP 点。

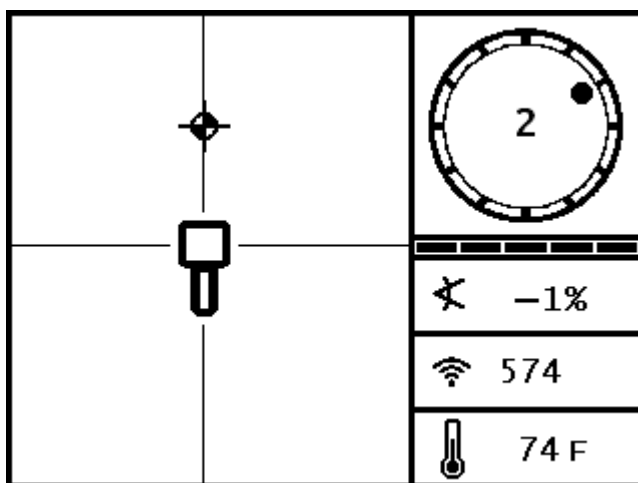
附注： 如果未出现定位线，在您认为钻机所在位置的上方前后移动接收器。您会看到，定位目标会从屏幕底部跳到顶部（反之亦然）。然后扣住点击开关，这样便能重新确定接收器相对于传感器信号的参考数值，使定位线出现在显示屏上。

找到 RLP，确认传感器前进方向和位置

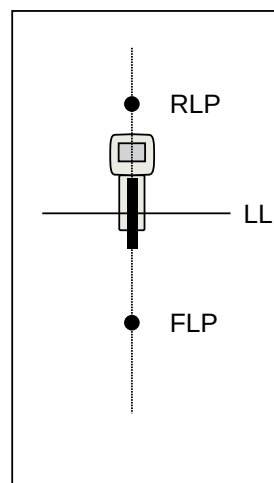
找到了 RLP 之后，便能确认传感器的前进方向和位置。与 FLP 一样，RLP 是接收器显示屏上的一个目标（）。找到 RLP 之后，便可以将 RLP 与 FLP 相连接，使其形成一条线，用来准确表达传感器的前进方向。传感器位于这条线与 LL 的交汇点上。

继续按以下方法进行定位操作：

11. 面对着钻机或上次的传感器位置，以 LL 为起点朝前行走，保持目标与十字形准线的垂线对齐。

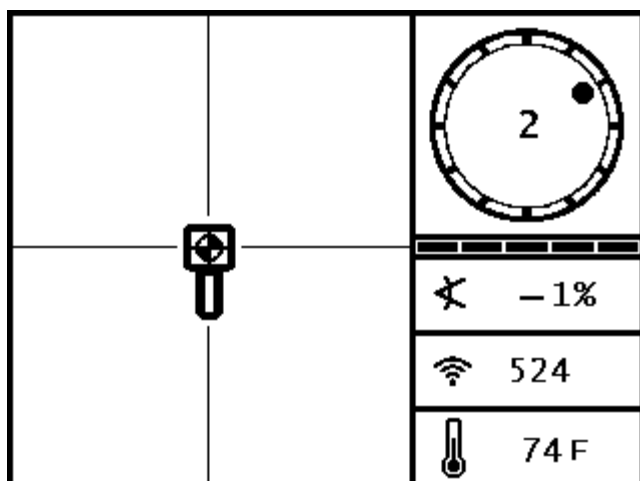


接收器定位模式屏幕
(以 LL 为起点接近 RLP)

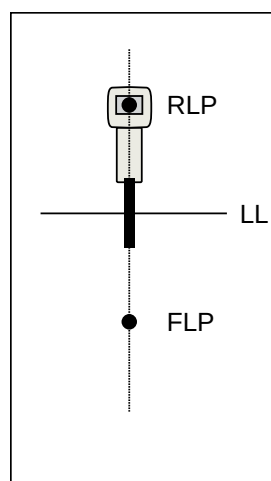


接收器和传感器的实际位置

12. 调整接收器位置，使定位目标位于方框的中央。



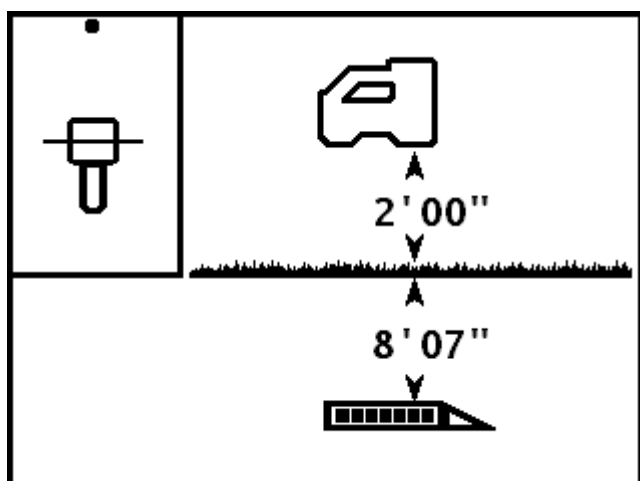
接收器定位模式屏幕
(在 RLP 处)



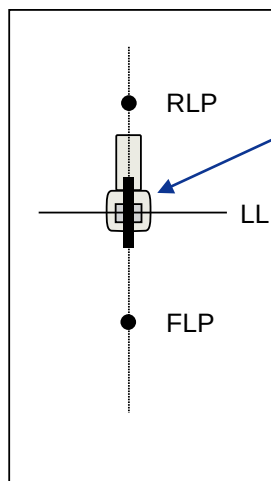
接收器和传感器的实际位置

13. 将地面上直接位于接收器显示屏下方的这一位置标为 RLP。
14. 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。这条线与 LL 交叉处的下方即为传感器的准确位置。
15. 将接收器放在两条线的交叉点上，LL 穿过显示器上方框的中心，扣住点击开关读取深度读数。

附注: 若要验证深度读数，关闭 HAG 功能，将接收器放在地面上进行设定。读取另一个深度读数。该读数应十分接近启用了 HAG 功能且接收器高于地面时所获得的深度读数。



接收器深度模式屏幕
(在 LL 处)



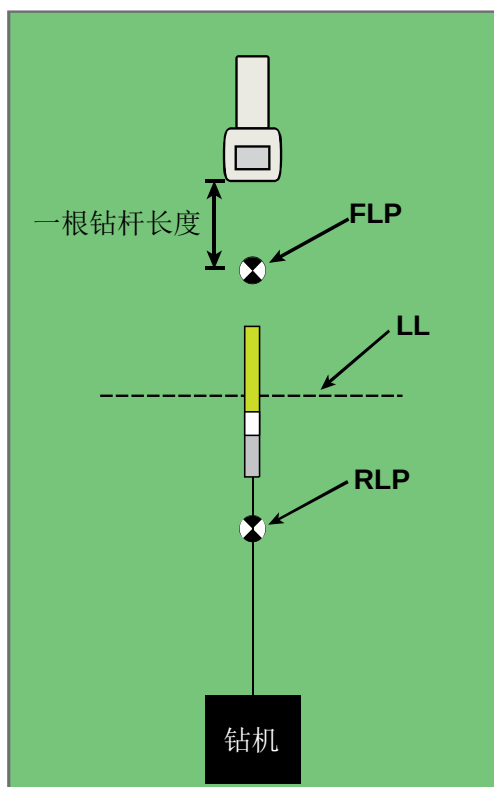
接收器和传感器的实际位置

LL 在方框内
对齐的条件
下，读取读数
时，接收器可
面向 RLP 或
FLP

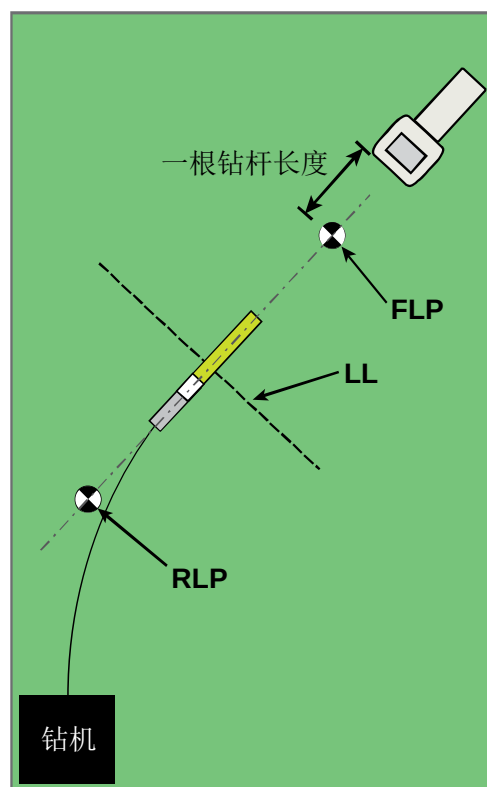
“飞行”跟踪

若在水平的地面上以 $0\%(0^\circ)$ 倾角操作，则预测深度极为实际深度。此情形下，所有的定位操作都可以在钻机移动的同时在 FLP 点进行。

确定了传感器位置并用线条标出其前进方向之后，操作者站在待钻进路径上、位于 FLP 的前面、距离 FLP 大约一根钻杆长的位置，接收器面向钻机水平地放在地面上。



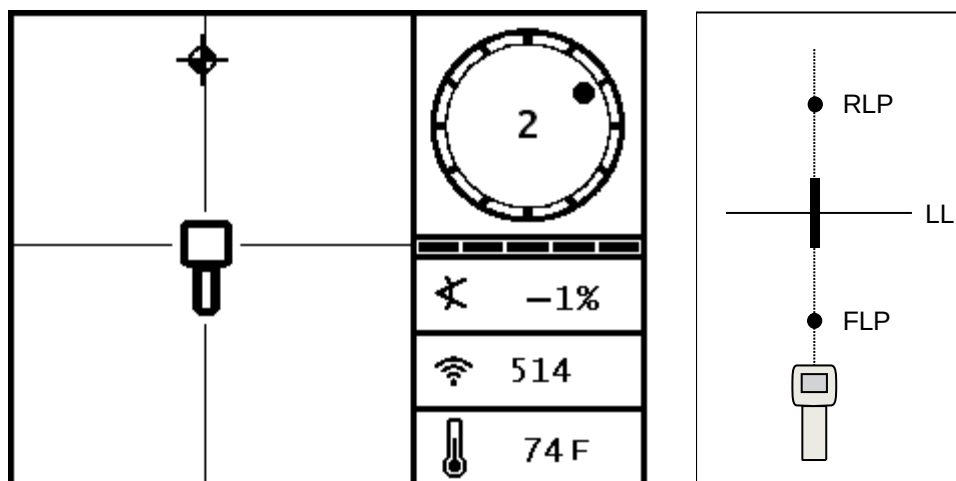
直线钻径情形下的“飞行”跟踪



弧形钻径情形下的“飞行”跟踪

深度读数可在 FLP 或 LL 处读取。需要扣住点击开关才能查看深度或预测深度，并将深度读数传送给远程显示器。

警告：不要扣住点击开关，除非您准确地位于 FLP 处（目标位于方框的正中央）。如果您是在 FLP 的前方，您便会设定不正确的参考值，产生错误的定位线（“鬼线”）。在此情形下，则必须在 FLP 处重新设定参考值。



接收器显示屏上显示出的“飞行”跟踪

接收器和传感器的实际位置

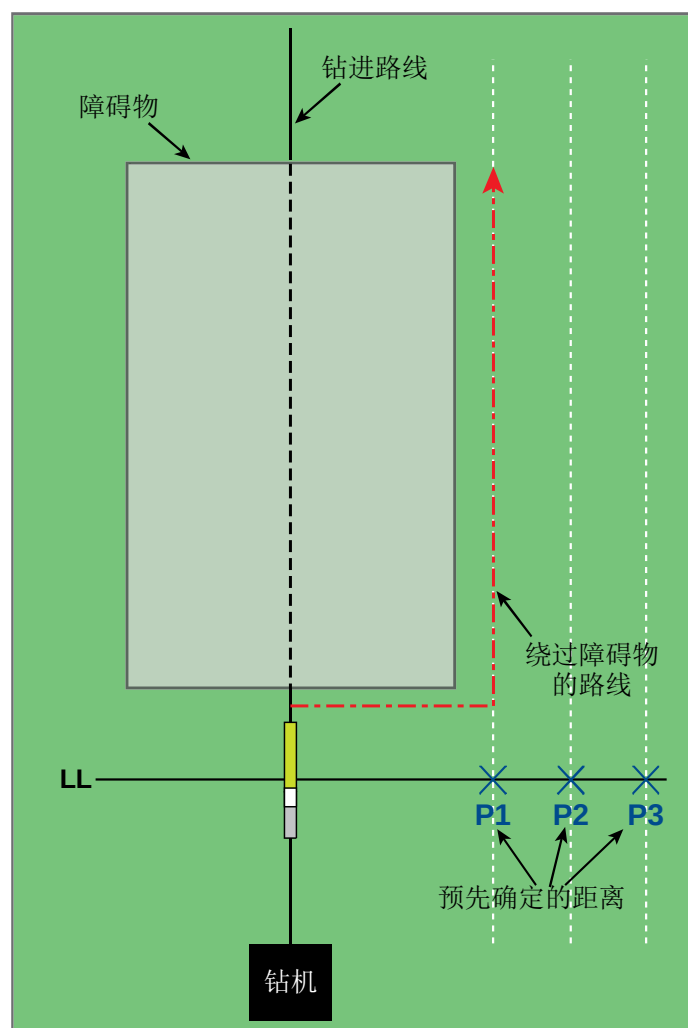
随着钻机向前钻进，FLP 应沿着接收器上显示的十字形准线的垂线行走，表明钻机没有偏离钻进路线。FLP 进入方框后，扣住点击开关，确认预测深度读数与预期的读数相符。

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。偏轨定位方法惟当传感器倾角与地形倾角相同时，才会有效。理想状况下，水平地面的倾角应当为 0% (0°)。

为了清楚地解释偏轨定位法的工作原理，让我们来看一个例子。此例中，在待钻进路径上方有一座建筑物，如下图所示。传感器正要从建筑物的下方经过。

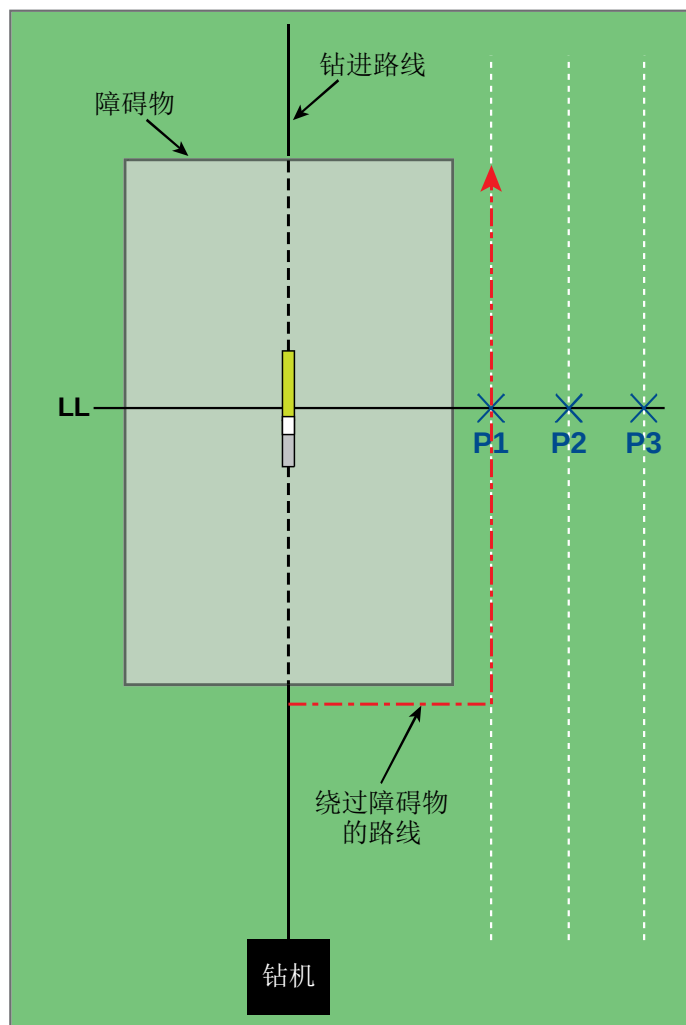
1. 停止钻进，使定位线进入方框，找出传感器的 LL。
2. 扣住点击开关（保持接收器方向不变）的同时，走到钻机的一侧，到达离开钻机预定距离的一点（P1）。前后移动接收器，直到能看到定位球从屏幕底部跳到顶部（反之亦然），标注这一位置。



为偏轨定位作准备

3. 仍然扣住点击开关不松手并保持接收器方向不变，走到更加远离钻机的另一点（P2）。前后移动接收器，直到能看到定位球从屏幕底部跳到顶部（反之亦然），标注这一位置。
4. 仍然扣住点击开关并保持接收器方向不变，走到更为远离钻机的另一点（P3）。前后移动接收器，直到能看到定位球从屏幕底部跳到顶部（反之亦然），标注这一位置。
5. 找到传感器侧面这三个位置（P1、P2、P3）之后，用一条线将它们连接起来。这就是定位线（LL）。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）进行斜距或信号强度比较，随着钻机的前行，您就能确定钻头是否偏离预定的钻进路线。

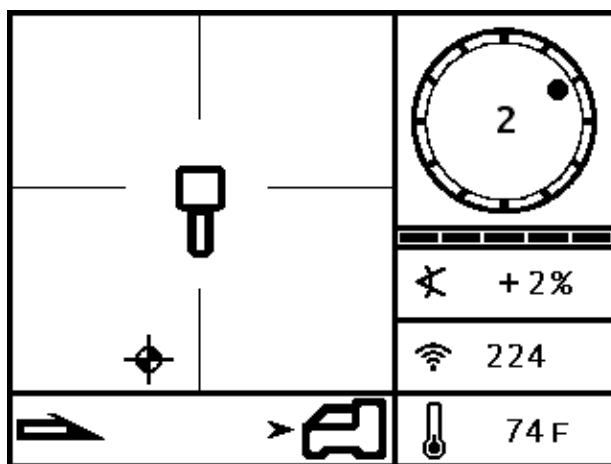
6. 随着钻进作业的继续，应对钻机前进方向进行修正，使其与每一点（P1、P2、P3）保持恒定的斜距。斜距增大，表明钻机向外偏离钻进路线；斜距减小，则表明钻机移向侧位。



偏轨定位

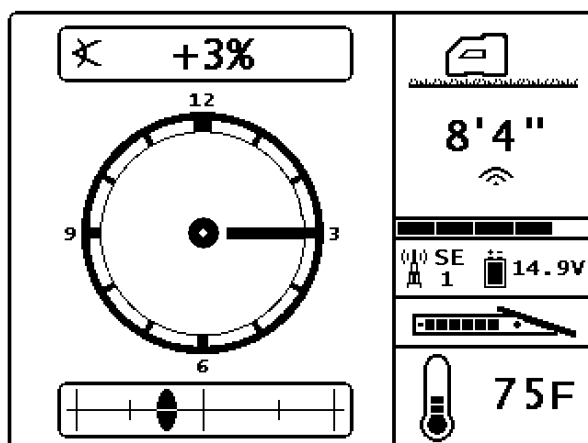
远程指引

远程指引功能的作用是将 SE 接收器放在钻头的前面，作为一个左右指引目标来使用。接收器放在水平的地面上，面向钻机前进方向。若要启用远程指引功能，接收器上必须设置一个与目前钻进深度相一致的参考深度值（见接收器一章中“远程指引菜单”一节）。启动了远程目标指引功能之后，接收器上便会出现定位模式屏幕，如下图所示。



SE 接收器定位模式屏幕，带远程目标指引

当接收器位置正确无误而且接收器上已设置了参考深度值时，远程显示器上的导向指示器就会在屏幕的底部显示出左 / 右导向数据，如下图所示。这时候可将钻头指引到直接位于接收器下方的某个位置。下面提供了关于如何正确放置接收器及如何使用指引数据的更多说明。

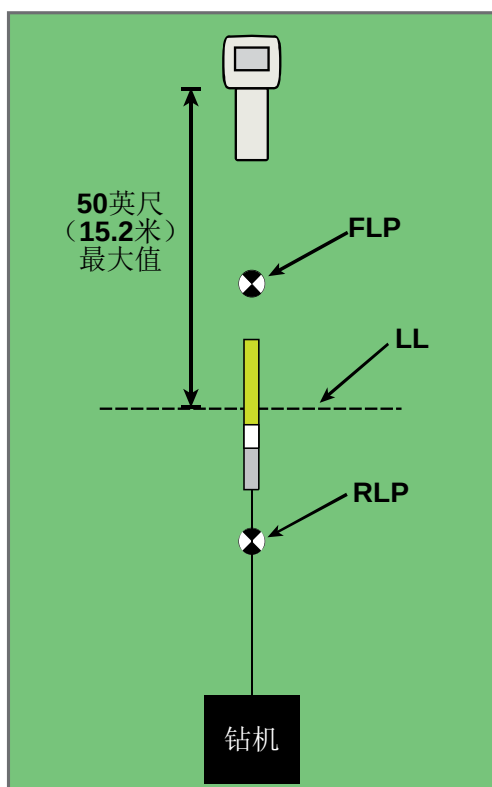


SE 远程指引显示

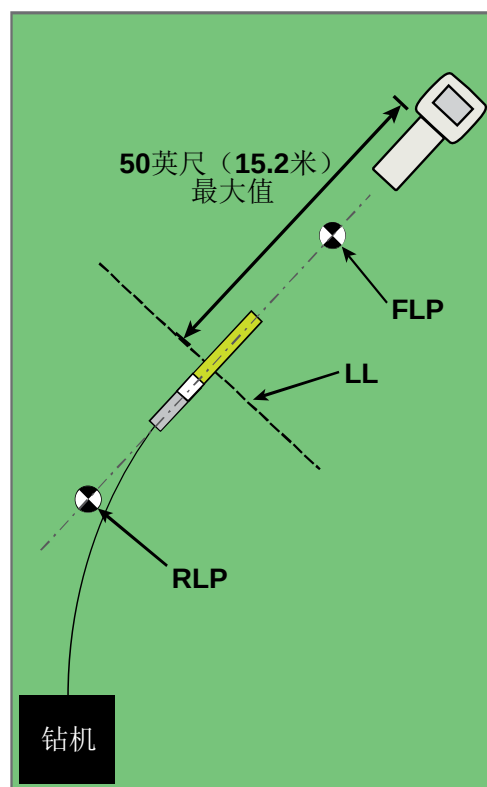
将接收器作为一个目标来放置

一定要确保您想要在接收器下方指引的位置能适应钻杆及所用设备的弯曲半径。

将接收器放在 FLP 前方的钻径上，接收器的后端（安装电池组的一端）必须朝向钻机（或朝向接收器屏幕上显示的上一次传感器定位点），如下图所示。SE 接收器上的更新指示条必须至少显示一根粗横条，远程指引数据才能在远程显示屏上显示。



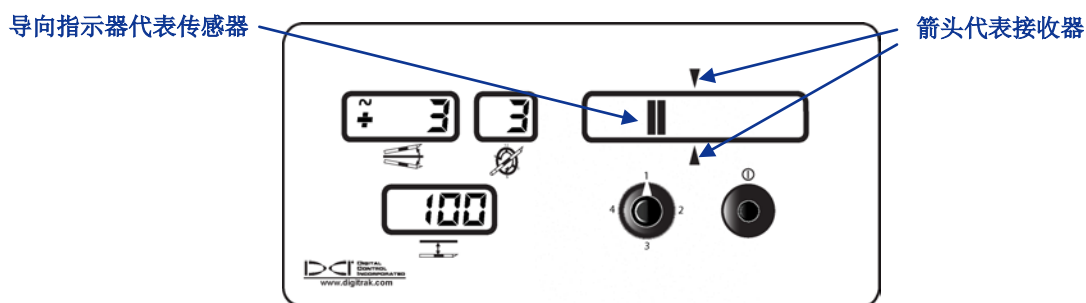
直线钻径情形下的远程指引设定



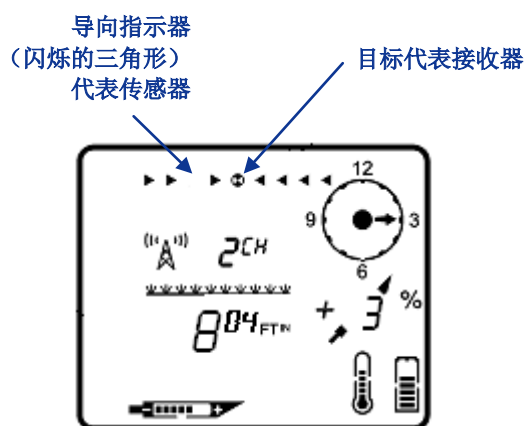
弧形钻径情形下的远程指引设定

指向目标方向

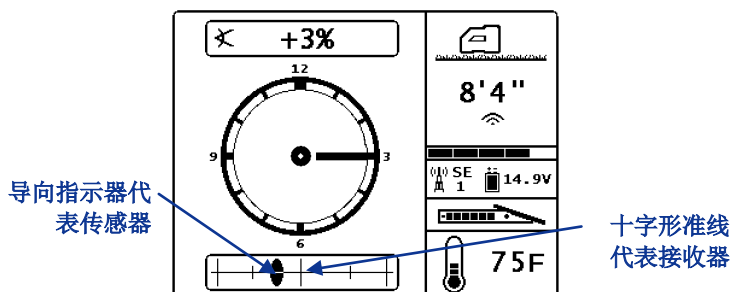
使用远程显示器上的远程导向指示器来指引钻头朝左或朝右行进。当代表传感器的左 / 右导向指示器位于代表接收器的显示屏中央时，表明钻头正朝着正确的方向到达接收器下方的位置。如果指示器偏向左边（如下图所示），应向右修正钻进方向。如果指示器偏向右边，则应向左修正钻进方向。务必要密切注意传感器倾角，了解钻头的上 / 下 偏移。



Mark III/III 远程指引显示屏



Mark IV/IV 远程目标指引显示屏



SED/MFD/FSD 远程目标指引显示屏

附注： 如果接收器内未设置参考深度，导向指示器会位于 Mark 系列远程显示器的右侧。

附注

3-4200-14-C2 (Chinese)

附录 A: 系统规格及维护要求

下面列出 DigiTrak SE 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 (型号)	操作电压	操作电流
DigiTrak SE 接收器 (SER)	14.4V --- (额定电压)	300mA (最大电流)
DigiTrak SE 远程显示器 (SED)	12 - 30 V --- (额定电压)	150 mA (最大电流)
DigiTrak SE 电池充电器 (SBC)	输入电压 100 - 240 VAC 输出电压 25 V --- (额定电压)	350 mA (最大电流) 700 mA (最大电流)
DigiTrak 镍氢电池组 (SBP)	14.4 V --- (额定电压)	2.0 Ah
DigiTrak SE 传感器 (SES)	1.1-1.6 V ---	400 mA (最大电流)
DigiTrak SE 传感器 (ST、SX)	2-3.6 V ---	750 mA (最大电流)

环境要求

设备	相对湿度	操作温度
DigiTrak SE 接收器和远程显示器 带镍氢电池组 带锂离子电池组	<90% <90%	14° 至 149° F (-10° 至 65°C) -4° 至 140° F (-20° 至 60°C)
DigiTrak SE 传感器 SES 传感器 ST 及 SX 传感器	<100% <100%	-4° 至 180° F (-20° 至 82°C) -4° 至 220° F (-20° 至 104°C)
DigiTrak SE 电池充电器	<90%	32° 至 104° F (0° 至 40°C)
DigiTrak 镍氢电池组	<99%, <10°C 条件下 <95%, 10-35°C 条件下 <75%, 35-60°C 条件下	14° 至 149° F (-10° 至 65°C)

传感器的一般保养说明

- 应经常清洁电池盒内的弹簧及螺纹，以及电池帽的弹簧及螺纹，确保电池连接状况良好。用砂布或金属丝刷清除氧化物。小心操作，不要损坏电池帽 O 型圈；必要时，卸掉此圈后再进行清洁。清洁完之后，用导电润滑油对电池帽螺纹进行润滑，以防电池帽黏结在电池盒内。

附注： 各类电池供电的 DCI 传感器出厂时电池端盖上都涂有镍基防卡润滑剂，这有助于电气接地，以提高电池效能。

- 使用之前，查看电池帽 O 型圈是否受损，以防电池盒内进水。如果所安装的 2-022 Buna-N70 型 O 型圈已受损，应予以更换。
- 如果空间允许，可在传感器玻璃纤维管上缠裹胶带，这样做能保护玻璃纤维管，使其不会受到环境的腐蚀。
- 寄回产品注册卡，获得 90 天有限质量担保。

电池组的储存

如果较长一段时间不打算使用电池组，请遵照以下要求储存电池组。

- 不要将电池组存放在高于 113°F（45°C）的环境下。
- 电池组不可在充满电状态下存放。
- 电池组不可装在充电器内存放。
- 若需要长期存放电池组，应先为电池组充电至 30%至 50%的电量水平。电池组的储存时间若超过一年，则必须每隔一段时间为电池组充一次电，使其电量达到 30%至 50%水平。

附录 B: 预测的深度和实际深度及前后偏移量 中的信息

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。磁力线表明传感器的位置。当传感器与地面保持水平，您会看到定位线（LL）位于传感器的正上方，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分量的交汇处，FLP 和 RLP 则位于地面和磁场垂直分量的交汇处。一些水平分量和垂直分量在图 B1 中由黄色短横线来表示。

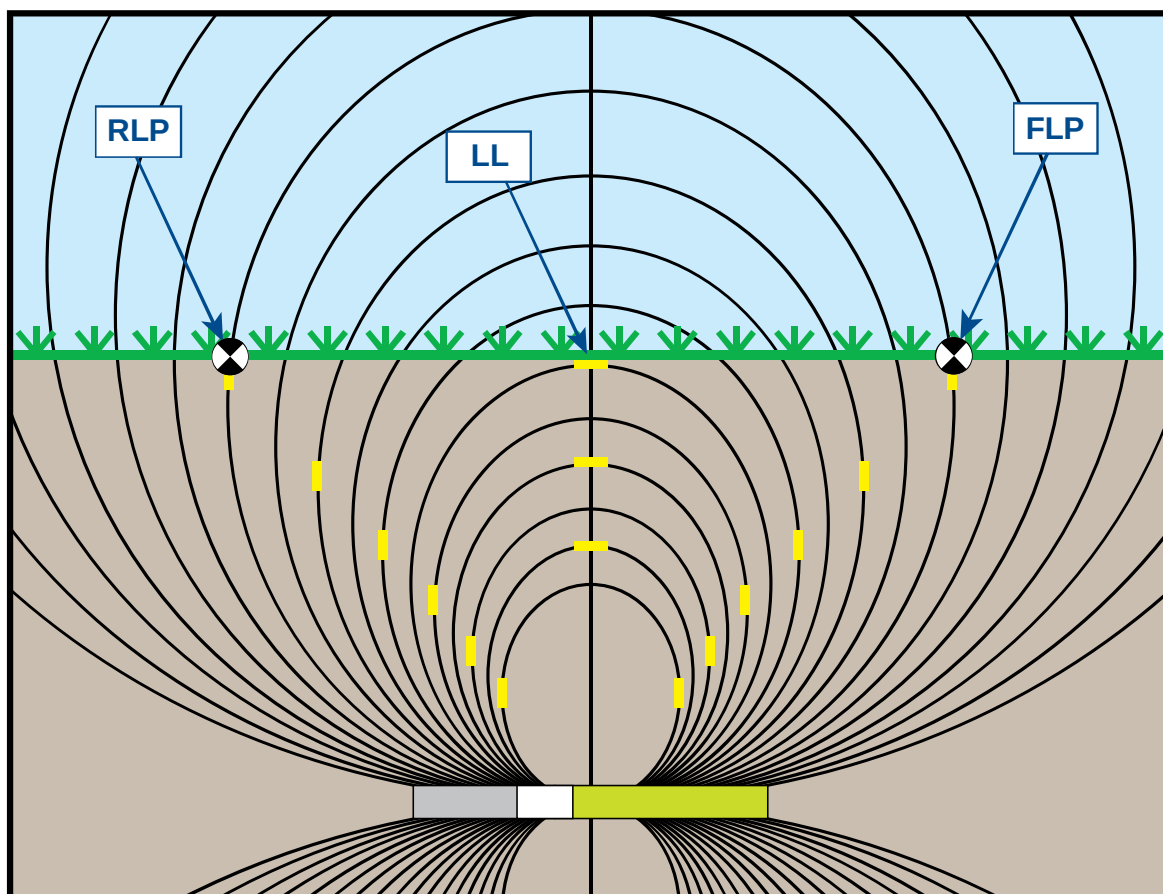


图 B1 磁场和 FLP、RLP、LL 的几何图形（侧视图）。

由于传感器信号磁场（磁力线）的形状，如果传感器倾角超过 $\pm 30\%$ （或 $\pm 17^\circ$ ）及 / 或传感器深度等于或超过 15 英尺（4.6 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，接收器上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 B1 和 B2）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量状况。

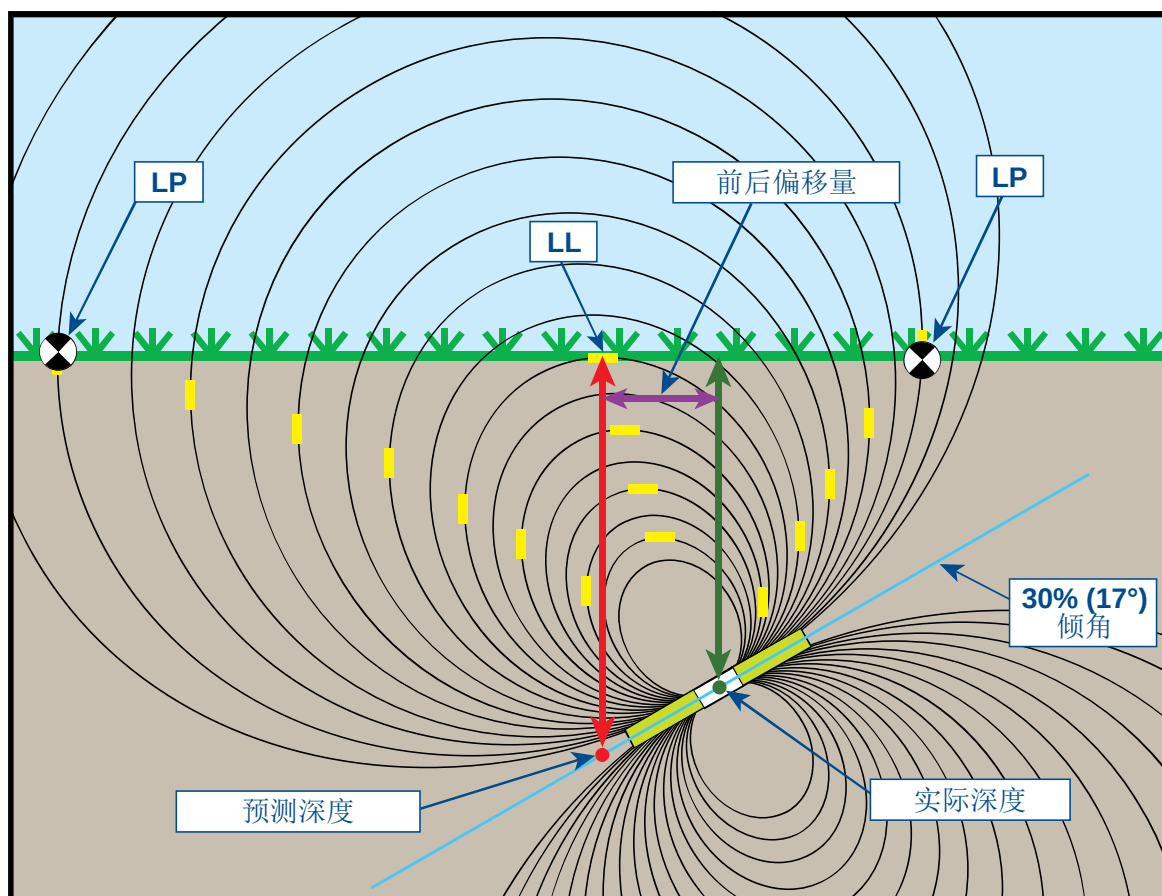


图 B2 陡深情形下的预测深度相对于实际深度及前后偏移

上面的图 B2 显示出安装在钻杆上的传感器，用以表明正负倾角时的钻进情形——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（深度测量点）是传感器信号磁场磁力线的水平分量。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（FLP 和 RLP）。定位点位于信号磁场垂直分量交汇处，如上图垂直短黄线所示。注意，当传感器有倾角时，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）和前后偏移量参数（表 B2），基于接收器的深度读数（预测深度）和传感器倾角。如果您知道设备的所需深度（实际深度），并且希望得到钻进期间在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，用于在不同的传感器倾角情形下，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 列出预测的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，并且提供了不同传感器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 列出预测的和显示出的深度数值，在第一列内以 5 英尺（1.52 米）递增，并且提供了不同传感器倾角情形下的前后偏移数值（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，并且提供了不同传感器倾角情形下的预测深度数值。

表 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。提供了不同传感器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 24 乘以 0.943，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）。

附注

附录 C: 根据 FLP 和 RLP 之间的距离, 计算深度

如果接收器显示屏上显示的信息不可靠, 可以估算传感器深度。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。并须可靠地知道传感器的倾角。运用下面的深度估算表, 找到与传感器倾角最有相关性的除数。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

倾角 (% / °)	除数	倾角 (% / °)	除数	倾角 (% / °)	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

附注

附录 D: 参考值列表

本附录中所含信息和表格能进一步帮助您确认传感器位置。提供了一下信息：

深度增加，单位：英寸（厘米） / 6 英尺（1.8 米钻杆）

深度增加，单位：英寸（厘米） / 10 英尺（3 米钻杆）

深度增加，单位：英寸（厘米） / 15 英尺（4.6 米钻杆）

等级百分比与度数的转换

度数与等级百分比的转换

深度增加，单位：英寸（厘米） / 6 英尺（1.8 米钻杆）

百分比	深度增加		百分比	深度增加
1	0.6 (1.5)		28	16.8 (42.7)
2	1.2 (3.0)		29	17.4 (44.2)
3	1.8 (4.6)		30	18.0 (45.7)
4	2.4 (6.1)		31	18.6 (47.2)
5	3.0 (7.6)		32	19.2 (48.8)
6	3.6 (9.1)		33	19.8 (50.3)
7	4.2 (10.7)		34	20.4 (51.8)
8	4.8 (12.2)		35	21.0 (53.3)
9	5.4 (13.7)		36	21.6 (54.9)
10	6.0 (15.2)		37	22.2 (56.4)
11	6.6 (16.8)		38	22.8 (57.9)
12	7.2 (18.3)		39	23.4 (59.4)
13	7.8 (19.8)		40	24.0 (61.0)
14	8.4 (21.3)		41	24.6 (62.5)
15	9.0 (22.9)		42	25.2 (64.0)
16	9.6 (24.4)		43	25.8 (65.5)
17	10.2 (25.9)		44	26.4 (67.1)
18	10.8 (27.4)		45	27.0 (68.6)
19	11.4 (29.0)		46	27.6 (70.1)
20	12.0 (30.5)		47	28.2 (71.6)
21	12.6 (32.0)		50	30.0 (76.2)
22	13.2 (33.5)		55	33.0 (83.8)
23	13.8 (35.1)		60	36.0 (91.4)
24	14.4 (36.6)		70	42.0 (106.7)
25	15.0 (38.1)		80	48.0 (121.9)
26	15.6 (39.6)		90	54.0 (137.2)
27	16.2 (41.1)		100	60.0 (152.4)

深度增加，单位：英寸（厘米） / 10 英尺（3 米钻杆）

百分比	深度增加		百分比	深度增加
1	1 (2)		28	32 (81)
2	2 (5)		29	33 (84)
3	4 (10)		30	34 (86)
4	5 (13)		31	36 (91)
5	6 (15)		32	37 (94)
6	7 (18)		33	38 (97)
7	8 (20)		34	39 (99)
8	10 (25)		35	40 (102)
9	11 (28)		36	41 (104)
10	12 (30)		37	42 (107)
11	13 (33)		38	43 (109)
12	14 (36)		39	44 (112)
13	15 (38)		40	45 (114)
14	17 (43)		41	46 (117)
15	18 (46)		42	46 (117)
16	19 (48)		43	47 (119)
17	20 (51)		44	48 (122)
18	21 (53)		45	49 (124)
19	22 (56)		46	50 (127)
20	24 (61)		47	51 (130)
21	25 (64)		50	54 (137)
22	26 (66)		55	58 (147)
23	27 (69)		60	62 (157)
24	28 (71)		70	69 (175)
25	29 (74)		80	75 (191)
26	30 (76)		90	80 (203)
27	31 (79)		100	85 (216)

深度增加，单位：英寸（厘米） / 15 英尺（4.6 米钻杆）

百分比	深度增加		百分比	深度增加
1	2 (5)		28	49 (124)
2	4 (10)		29	50 (127)
3	5 (13)		30	52 (132)
4	7 (18)		31	53 (135)
5	9 (23)		32	55 (140)
6	11 (28)		33	56 (142)
7	13 (33)		34	58 (147)
8	14 (36)		35	59 (150)
9	16 (41)		36	61 (155)
10	18 (46)		37	62 (157)
11	20 (51)		38	64 (163)
12	21 (53)		39	65 (165)
13	23 (58)		40	67 (170)
14	25 (64)		41	68 (173)
15	27 (69)		42	70 (178)
16	28 (71)		43	71 (180)
17	30 (76)		44	72 (183)
18	32 (81)		45	74 (188)
19	34 (86)		46	75 (191)
20	35 (89)		47	77 (196)
21	37 (94)		50	80 (203)
22	39 (99)		55	87 (221)
23	40 (102)		60	93 (236)
24	42 (107)		70	103 (262)
25	44 (112)		80	112 (284)
26	45 (114)		90	120 (305)
27	47 (119)		100	127 (323)

等级百分比与度数的转换

百分比	度数	百分比	度数	百分比	度数	百分比	度数
1	0.6	26	14.6	51	27.0	76	37.2
2	1.1	27	15.1	52	27.5	77	37.6
3	1.7	28	15.6	53	27.9	78	38.0
4	2.3	29	16.2	54	28.4	79	38.3
5	2.9	30	16.7	55	28.8	80	38.7
6	3.4	31	17.2	56	29.2	81	39.0
7	4.0	32	17.7	57	29.7	82	39.4
8	4.6	33	18.3	58	30.1	83	39.7
9	5.1	34	18.8	59	30.5	84	40.0
10	5.7	35	19.3	60	31.0	85	40.4
11	6.3	36	19.8	61	31.4	86	40.7
12	6.8	37	20.3	62	31.8	87	41.0
13	7.4	38	20.8	63	32.2	88	41.3
14	8.0	39	21.3	64	32.6	89	41.7
15	8.5	40	21.8	65	33.0	90	42.0
16	9.1	41	22.3	66	33.4	91	42.3
17	9.6	42	22.8	67	33.8	92	42.6
18	10.2	43	23.3	68	34.2	93	42.9
19	10.8	44	23.7	69	34.6	94	43.2
20	11.3	45	24.2	70	35.0	95	43.5
21	11.9	46	24.7	71	35.4	96	43.8
22	12.4	47	25.2	72	35.8	97	44.1
23	13.0	48	25.6	73	36.1	98	44.4
24	13.5	49	26.1	74	36.5	99	44.7
25	14.0	50	26.6	75	36.9	100	45.0

度数与等级百分比的转换

度数	百分比		度数	百分比
0	0.0		23	42.4
1	1.7		24	44.5
2	3.5		25	46.6
3	5.2		26	48.8
4	7.0		27	51.0
5	8.7		28	53.2
6	10.5		29	55.4
7	12.3		30	57.7
8	14.1		31	60.1
9	15.8		32	62.5
10	17.6		33	64.9
11	19.4		34	67.5
12	21.3		35	70.0
13	23.1		36	72.7
14	24.9		37	75.4
15	26.8		38	78.1
16	28.7		39	81.0
17	30.6		40	83.9
18	32.5		41	86.9
19	34.4		42	90.0
20	36.4		43	93.3
21	38.4		44	96.6
22	40.4		45	100.0

3-4200-00-C2 (Chinese)

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）本公司或获有 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、偶发性或继发性的损害，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、继发性或类似的损害，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 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 operator'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; use of batteries or other products or components not manufactured or supplied by DCI; 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, ALL OF WHICH ARE HEREBY DISCLAIMED AND EXCLUDED. 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 or 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 an 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 an 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.