

DIGITRAK® F5®

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

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

3-2500-14-C3 (Simplified Chinese)

© 2010-2012年, Digital Control Incorporated, 版权所有。保留所有版权。2012年2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公司徽标, 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[™], LWD[™], SE[™], SED[™], SuperCell[™] 以及TeleLock[™]是Digital Control Incorporated公司的注册商标。

有限担保

Digital Control Incorporated (简称 DCI) 公司制造和出售的所有产品均带有有限担保条款。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, USA (美国); 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
点击开关和拨动开关	12
音频声响	12
插入和卸出电池组	12
开机	13
关机	14
主菜单	14
定位模式	16
校准菜单	16
“地平面高度 (HAG)”菜单	17
设置菜单	18
深度单位菜单	19
倾角单位菜单	19
设置时间和日历	19
设置时间	20
设置日历	20
遥感频道菜单	20
面向角偏移菜单	21
压力单位菜单	21
温度单位菜单	21
力量单位菜单	21
传感器选择菜单	22
DataLog 钻进数据记录菜单	23
压力-拉力数据记录菜单	24
键盘的使用	26
显示屏幕	27
定位模式显示屏幕	27
深度模式显示屏幕	28
预测深度显示屏幕	29
深度显示屏幕, 无数据	29
标准接收器显示屏幕符号	30
标准接收器显示屏幕符号 (续)	31
传感器	33
一般说明	33
F5 传感器的类型	33
电池组和电源开关	35
安装电池 / 开机	35
传感器电池状态	37
休眠模式 (自动关机) / 关机	37

目录 (续)

传感器 (续)	
传感器壳体要求	37
传感器选择	39
改变“19/12”双频传感器的频率	41
倾角法	41
面向角法	41
温度状态和过热指示计	42
传感器温度过高警告声	42
传感器过热指示器 (温度点)	43
远程显示器	45
一般说明	45
电源选择	46
电池组或衬板的插入和卸除	46
连接直流电源电缆	46
键盘	47
电源开关	47
音频声响	47
调节屏幕对比度	47
调节视角	48
遮板的安装与卸除	48
主菜单	49
远程模式	50
设置菜单	50
对比度调节	51
显示屏幕	52
主显示屏幕	52
深度显示屏幕	53
预测深度显示屏幕	54
电池充电器	55
一般说明	55
查看电池状态	55
交流 / 直流电源设置	56
为电池组充电	56
电池充电器 LED 指示灯	56
安全注意事项及警告	57
系统设置	59
接收器、远程显示器、传感器的开机	59
接收器	59
远程显示器	59
传感器	60
进行电子干扰检查	60
何谓电子干扰, 如何检查	60
背景噪音检查	60
面向角 / 倾角检查	61
处理干扰问题的建议	62

目录 (续)

系统设置 (续)	
对照传感器进行接收器的校准.....	62
单点校准 (地面)	63
两点校准 (地下)	65
设置面向角偏移	67
启用面向角偏移.....	67
不启用面向角偏移	68
设置地平面高度 (HAG) 距离.....	69
定位	71
定位的基本概念	72
前后定位点 (FLP、RLP) 和定位线 (LL)	72
深度、倾角和地形对 FLP 和 RLP 之间距离的影响	73
定位点的标注	74
确定传感器位置的标准方法	75
确定前定位点 (FLP)	75
确定定位线 (LL)	77
找到 RLP, 确认传感器前进方向和位置.....	79
“飞行”跟踪.....	81
偏轨定位	82
TARGET STEERING 目标指引功能.....	85
可行的目标深度以及如何放置作为目标使用的接收器	85
设定接收器的 <i>目标指引功能</i>	86
指向目标方向.....	87
干扰区内的 <i>目标指引</i>	89
关闭 <i>目标指引</i> 屏幕.....	89
附录 A: 系统规格及维护要求	91
电源规格	91
环境要求	91
传感器的一般保养说明	92
电池组的储存	92
附录 B: 预测深度和实际深度及前后偏移信息.....	93
附录 C: 根据 FLP 和 RLP 之间的距离计算深度	99
附录 D: 参考值列表.....	101
深度增加, 单位: 英寸 (厘米) / 10 英尺 (3 米钻杆)	101
深度增加, 单位: 英寸 (厘米) / 15 英尺 (4.6 米钻杆)	102
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 F5 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。

⚡ 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DigiTrak F5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，本手册封面上列出了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。

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。请经常访问我们的网站：www.digitrak.com或通过电话与我们联系，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)
Kent, Washington, USA (美国)
2012

概述



DigiTrak F5 定位系统

DigiTrak F5 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。系统由一个手持式接收器、一个传感器、一个带电池和电缆供电选项的远程显示器、一个电池充电器系统和三块为接收器和远程显示器供电的可充电电池组构成。

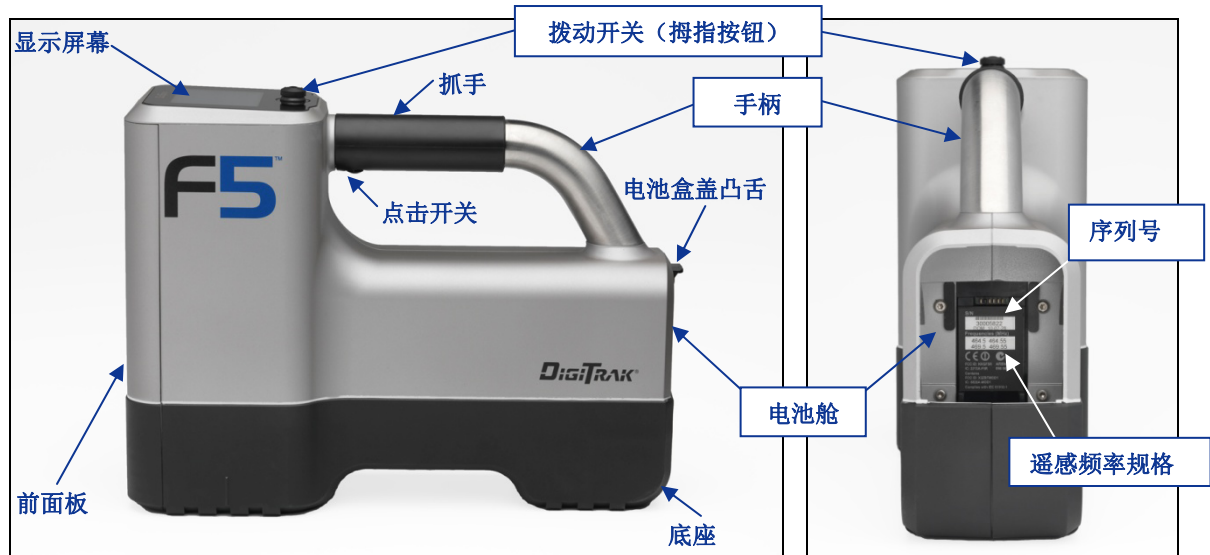
提供了多个可供 F5 系统使用的传感器选项。可选功能包括五个频率选项（1.3 kHz、8.4 kHz、12 kHz、18.5 kHz、19.2kHz），双频传感器和一个电缆传感器。选项还包括流体压力传感器（FPTs），它能够监测导向孔内环形通路泥浆压力；拉力监测传感器（TensiTrak），它能够监测扩孔器与被牵引管线之间的拉力以及用于那些无法步行跟踪的钻进的地磁传感器（SST）。

F5 系统还有一个 DataLog 数据记录功能，可用来记录沿钻进路线的数据点信息。钻进数据可上载至某个安装了 DigiTrak LWD（log-while-drilling，随钻数据记录）软件的计算机，从而能对 DataLog 文件进行格式化处理、分析、查阅和打印。全面的信息请参阅 *DigiTrak LWD DataLog 系统操作手册*。

本手册将在第一章概述之后的各章中分别介绍 F5 系统的每个组件——接收器、传感器、远程显示器、电池充电器。之后会在系统设置一章提供钻进作业之前系统组件的设置说明，包括确认系统通讯与校准是否正确的验证方法。然后将在定位一章一步一步地告诉您如何进行定位操作及传感器的跟踪，包括使用预计深度、“飞行”跟踪和偏轨定位。接着会在目标指引一章中介绍如何使用该功能来为钻头导航。

附录 A 介绍了 F5 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 $\pm 30\%$ 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 提供了针对 10 英尺（3 米）和 15 英尺（4.6 米）钻杆（取决于倾角）的计算所得深度增加数据。

接收器



F5 接收器——侧视图及背视图

一般说明

F5 接收器是一个手持设备，用来对 F5 或 F Series 传感器的信号进行定位、跟踪和路经测绘。接收器转换来自传感器的信号并显示如下信息：深度、倾角、面向角、温度以及电池的电量。若使用流体压力传感器，还可显示流体压力数据。F5 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。遥感频率规格标在位于接收器电池盒内的序列号标签上。必须与位于远程显示器背面的序列号标签上所列的遥感频率规格之一相一致（见 *远程显示器* 一章）。

接收器和传感器还须符合世界不同国家或地区的具体使用要求。接收器软件中提供了地区标识号（参阅本章后面的“接收器启动屏幕”部分以及主菜单中的系统信息选项）。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）。此外，接收器须设置为使其能探测到所用的传感器，并须针对该传感器进行校准（见 *系统设置* 一章）。

点击开关和拨动开关

F5 接收器有两种类型的系统操作开关：一个是位于手持设备顶部的拨动开关（拇指按钮），另一个是位于手柄下方的点击开关。

拨动开关——用来进入和浏览菜单。可沿着四个方向移动：左、右、上（朝向显示器）、下（朝向手柄）。

点击开关——用于接收器开机、选择菜单选项、改变屏幕显示以获取深度读数。可以扣一下点击开关或扣住点击开关不松手，取决于不同的操作目的。

音频声响

F5 接收器开机和关机时、确认菜单变化以及确认操作状况的成功或失败时，都会发出提醒声，具体见下面的简要说明。传感器温度上升时，接收器也会发出声响（见 *传感器* 一章中的“传感器温度过高警告声”一节）。

开机——几声短促的嘀嘀声。

关机——四声短促的嘀嘀声。

确认信号声——四声短促的嘀嘀声以确认菜单执行成功。

操作失败信号声——两声长响，表示未能成功执行菜单选项。屏幕上会显示出操作失败信息。需要扣动点击开关（在严重故障情况下只有卸除电池），屏幕上的操作失败信息才会消失。确认设置无误并试着再操作一次，若故障信息仍不消除，应致电DCI客服部，寻求协助。

插入和卸出电池组

将一块充满电的 DigiTrak F Series 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。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。然后取出电池舱内的电池组。




放入电池组



电池组正确就位



卸出电池组

若要查看电池组的电量，按一下位于电池盒盖凸舌下方 LED 指示灯下面的电池状态按钮  即可。LED 指示灯会亮起，以显示电池组的电量。见 *电池充电器* 一章中的更详细说明。

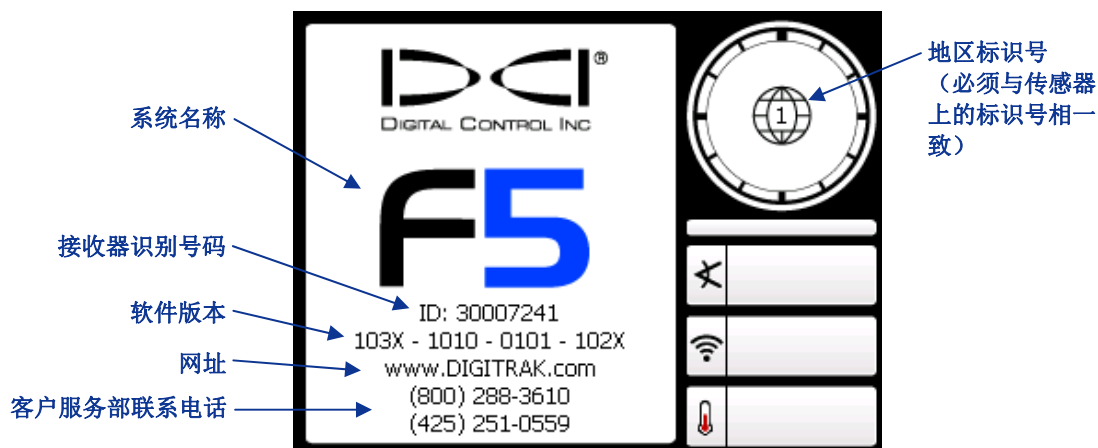
开机

接收器的开机方法是，扣住点击开关，持续 2 秒钟，然后再松手。能够听到几声嘀嘀声，然后屏幕上会出现 F5 标识，接收器便开始进入自检程序。随后，屏幕上会显示如下警告画面。



接收器警告屏幕

必须扣动并松开点击开关，确认已阅读并理解本手册中的内容。如果自检项目全部通过，屏幕上就会出现如下启动画面。



接收器启动屏幕

扣一下点击开关，退出启动屏幕并开启主菜单（见下面的“主菜单”一节）。

注意： 自检过程中若某个检测项目未通过，会显示警告符号，系统名称部位会出现故障信息。请与 DCI 客服部联系，获得帮助。

关机

接收器的关机方法是，从主菜单内选择关机选项（见下面）。设备关机时可听到四声短促的嘀嘀声。

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；若接收器处于 *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。

主菜单

按一下点击开关可经由启动屏幕进入主菜单。定位操作时，向下拨动一下拨动开关（朝向手柄）可进入主菜单。使用拨动开关来高亮显示具体的菜单项目，扣动点击开关选取菜单选项。

主菜单有两个不同的屏幕，如下所示。屏幕右下方的朝下箭头表示下一幅屏幕上有更多菜单选项；朝上箭头则表示上一幅屏幕中有更多选项。



接收器主菜单屏幕

主菜单屏幕还显示出接收器电池状态（在右上角）、传感器类型和频率设置（在电池状态显示条的左边）、目前遥感频道选择（上图中示出频道 1）。所有接收器菜单屏幕上都会显示这些项目。

主菜单中的供选选项总结如下。

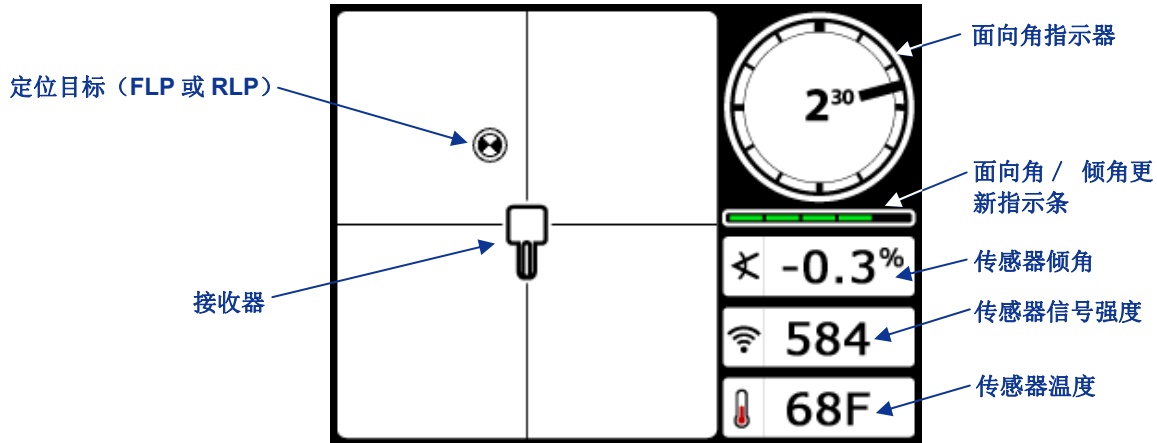
接收器主菜单选项

	定位模式 ——开启定位模式屏幕，显示出传感器数据。见下面的“定位模式”一节。
	关机 ——设备关机，伴随着四声短促的嘀嘀声。
	校准菜单 ——使用地面以上（单点）方法或地面以下（两点）方法进行接收器相对于传感器的校准。见下面的“校准菜单”一节。
	“地平面高度 (HAG)” 菜单 ——开启、关闭或设置深度测量时接收器与地面应保持的高度。见下面的“地平面高度 (HAG) 菜单”一节
	设置菜单 ——允许用户改变深度单位、倾角单位、压力单位、力量单位、温度单位、遥感频道、时间和日期、激活面向角偏移功能，以使传感器面向角与钻头面向角相一致。见下面的“设置菜单”一节。
	传感器选择菜单 ——显示出传感器类型和频率选项。见下面的“传感器选择菜单”一节。
	DataLog (钻进数据记录) 菜单 ——允许用户启用或停用钻进数据记录功能、去建立新的钻进工作、通过接收器去浏览和删除钻进工作数据以及使用预装的 LWD 软件将钻进工作数据上传至电脑。参阅下面的“DataLog (钻进数据记录) 菜单”章节
	钻前检查清单 ——对接收器进行诊断检测。若有任何疑问，请联络 DCI 客服部。
	系统信息 ——开启系统信息屏幕，查看软硬件版本、获取将 DataLog (数据记录) 文件上载至计算机时所需要的蓝牙标识和版本号。
	压力-拉力 (P-T) 数据记录菜单 ——允许用户启用或停用压力-拉力数据记录功能，删除已记录的压力-拉力工作数据以及使用预装的 LWD 软件将压力-拉力工作数据上传至电脑。参阅下面的“压力-拉力工作数据记录菜单”章节。

定位模式



點選主菜单中的定位模式选项可开启定位模式屏幕，即定位操作的默认屏幕。当接收器探测到来自传感器的信号时，定位模式屏幕上显示出关于传感器位置、温度、倾角、面向角、流体压力（若使用流体压力传感器）以及信号强度的实时数据。本章后面“显示屏幕”一节内有关于定位模式屏幕的更多信息。



接收器定位模式屏幕，传感器在有效范围内

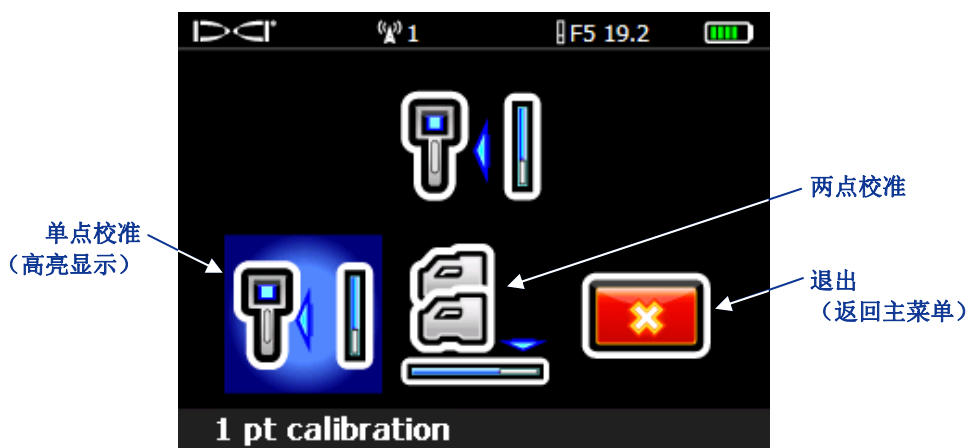
面向角 / 倾角指示条显示来自传感器的信号质量。如果传感器不在有效范围内，面向角 / 倾角指示条上将是空白，不显示任何传感器数据。

若在定位模式屏幕状态下扣住点击开关不松手，则会显示深度模式屏幕。可以显示出三种深度模式屏幕，取决于接收器相对于传感器的位置。参见本章后面“显示屏幕”一节内关于每个深度模式屏幕的说明。

校准菜单



经由“校准菜单”，操作者可使用地面以上（单点校准）方法或地面以下（两点校准）方法进行接收器相对于传感器的校准。进入校准菜单后，原先使用过的校准选项就会高亮显示，以供选用。



接收器校准菜单

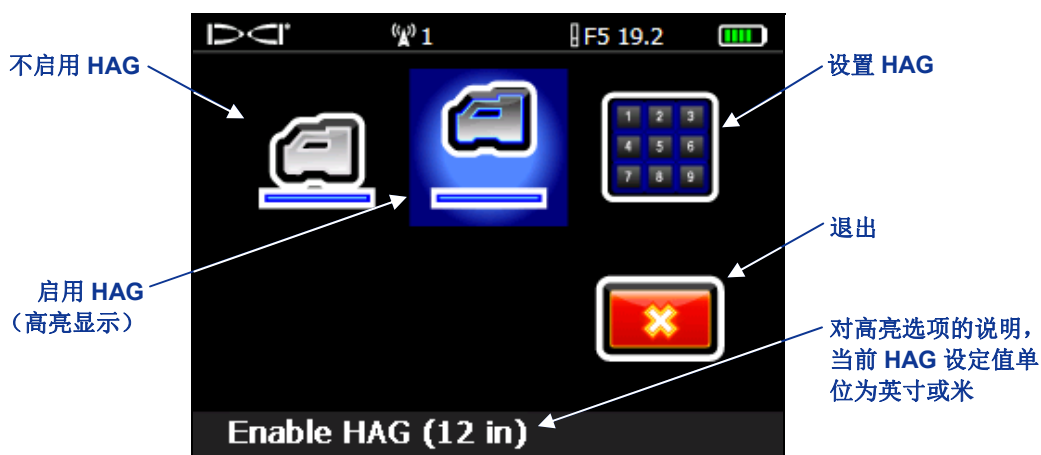
第一次使用设备以及换用不同的传感器、接收器或钻头时，都需要进行校准。见系统设置一章内“接收器相对于传感器的校准”一节中关于校准操作的详细说明。

“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。

HAG 菜单中有三个选项：启用、不启用、设置。可以经由“设置”选项改变和启用 HAG 设定值。见系统设置一章内“设置地平面高度 (HAG) 距离”一节中的详细说明。



HAG 菜单屏幕

HAG 功能的默认设置为关闭（不启用）除非启用了 HAG 功能，否则必须将接收器放在地面上，才能获得准确的深度测量读数。校准期间 HAG 功能会被自动关闭，因此必须重新启用该功能。

设置菜单



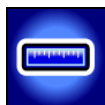
设置菜单用来为接收器设置如下选项：深度单位、倾角单位、时间和日历、遥感频道、面向角偏移，压力单位，温度单位和拉力单位，如下图所示。



接收器设置菜单

接收器关机时，系统会保存改变后的设置参数。DCI 建议用户在设置接收器和远程显示器时，使二者的设置参数相一致。

深度单位菜单



深度单位菜单有四个选项：**xx"**表示仅以英寸为单位；**x'xx"**表示单位为英尺和英寸；**x.xx m**表示使用的是公制单位（米和厘米）；**x.xx'**表示仅以英尺为单位。使用拨动开关来高亮显示所需要的菜单项目，扣动点击开关予以选定。此时可听到确认声响，屏幕回到设置菜单，“退出”按钮被高亮显示。

附注： 温度单位取决于所选定的深度单位。如果深度选择的是公制单位，所显示的温度则为摄氏度（°C）；如果选择了英制单位（英尺、英寸或英尺加英寸），温度单位则为华氏度（°F）。

倾角单位菜单



倾角单位菜单有两个选项：度数（**x°**）和百分比（**x%**）。使用拨动开关来高亮显示所需要的菜单项目，扣动点击予以选定。此时可听到确认声响，屏幕回到设置菜单，“退出”按钮被高亮显示。

设置时间和日历



设置菜单中的时间和日历设置选项可用来设置接收器的时间和日期。若使用 DataLog（数据记录）功能，便有必要进行这一设置。

选择了“设置时间和日历”选项后，屏幕上会显示如下画面：



时间和日历键盘

设置时间



时间以 24 小时时钟格式显示。时间设置方法：

1. 拨动拨动开关，高亮时间图标使其处于激活状态（如上图所示），然后扣一下点击开关。
2. 选择所需要的时间值（从左到右，一次一个数字）。例如，若要将时间设为 13:39（下午 1 点 39 分），操作方法是：
 - 拨动拨动开关使数字“1”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
 - 拨动拨动开关使数字“3”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
 - 拨动拨动开关使数字“3”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
 - 拨动拨动开关使数字“9”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
3. 确认时间读数正确无误。
4. 拨动拨动开关使回车按钮高亮起来，然后扣一下点击开关。此时可听到确认声响，屏幕回到设置菜单，“退出”按钮被高亮显示。

设置日历



日历功能采用“月/日/年”格式显示日期。日期设置方法：

1. 拨动拨动开关使日历图标高亮起来，然后扣一下点击开关。键盘上的显示窗口将变为显示日期格式。
2. 选择日期（从左到右，一次一个数字）。日期格式为：两个数字表示“月”、两个数字表示“日”、两个数字表示“年”（即“月月/日日/年年”）。例如，若要将日期设为 2011 年 1 月 2 日，操作方法是：
 - 拨动拨动开关使数字“0”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
 - 拨动拨动开关使数字“1”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
 - 拨动拨动开关使数字“0”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
 - 拨动拨动开关使数字“2”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
 - 拨动拨动开关使数字“1”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
 - 拨动拨动开关使数字“1”高亮起来，然后扣动点击开关予以选定。
3. 确认日期读数正确无误。
4. 拨动拨动开关使回车按钮高亮起来，然后扣一下点击开关予以选定。此时可听到确认声响，屏幕回到设置菜单，“退出”按钮被高亮显示。

遥感频道菜单



遥感频道菜单有五个遥感设定值（(1, 2, 3, 4, 0)）和一个“退出”选项。进入遥感频道菜单后，会自动高亮当前的设定值，供您选用。接收器和远程显示器必须设为同样的遥感频道，二者才能相互通讯。

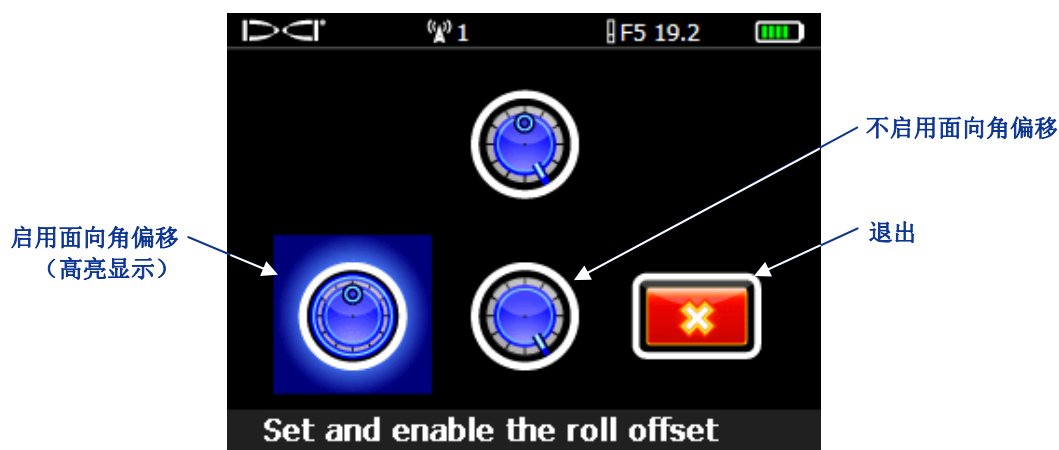
改变接收器遥感频道的方法是，用拨动开关来高亮显示遥感频道菜单中所需要的遥感频道，然后扣一下点击。此时可听到确认声响，屏幕回到设置菜单。

选择了“退出”选项便会回到设置菜单屏幕，遥感频道设定值不予改变。选择“0”便会关闭遥感功能，这样可延长接收器内的电池寿命。

面向角偏移菜单



当传感器的 12 点钟位置不能根据钻头的 12 点钟位置来调整时，便需要面向角偏移。使用该功能可对接收器进行设置，使其显示钻头的面向角而不是传感器的面向角。面向角偏移菜单内有以下选项：设置和启用面向角偏移，或不启用面向角偏移，如下所示。见系统设置一章内“设置面向角偏移”一节中关于如何使用面向角偏移菜单的详细说明。



面向角偏移菜单

压力单位菜单



压力单位菜单有两个选项：每平方英寸磅（PSI）和千帕（kPa）。用拨动开关去高亮所希望的选项并点击点击开关去选择它。你将会听到确认信号的声音同样屏幕会返回到推出选项高亮的设定菜单。

温度单位菜单



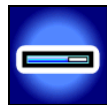
温度单位菜单有两个选项：华氏度（F）和摄氏度（C）。用拨动开关去高亮所希望的选项并点击点击开关去选择它。你将会听到确认信号的声音同时屏幕会返回到退出选项高亮的设定菜单。

力量单位菜单

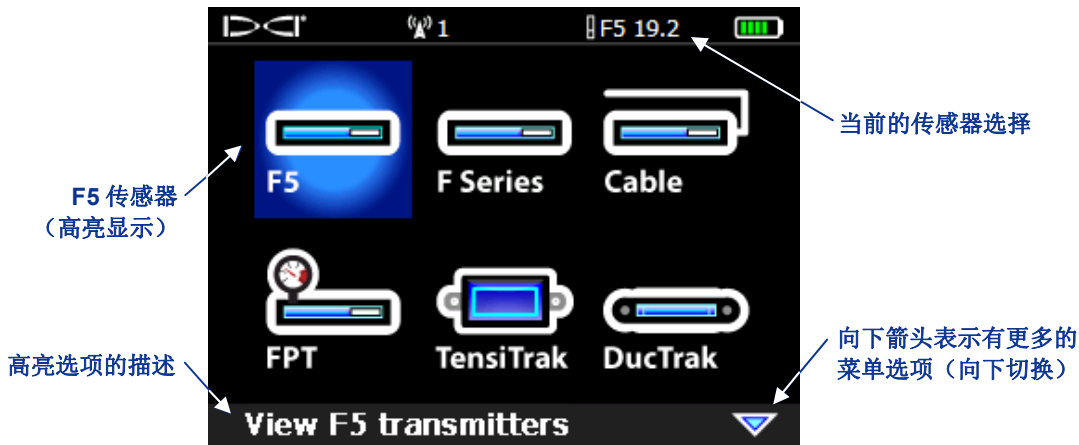


力量单位菜单有两个选项：磅（lb）和牛顿（N）。用拨动开关去高亮所希望的选项并点击点击开关去选择它。你将会听到确认信号的声音同样屏幕会返回到退出选项高亮的设定菜单。

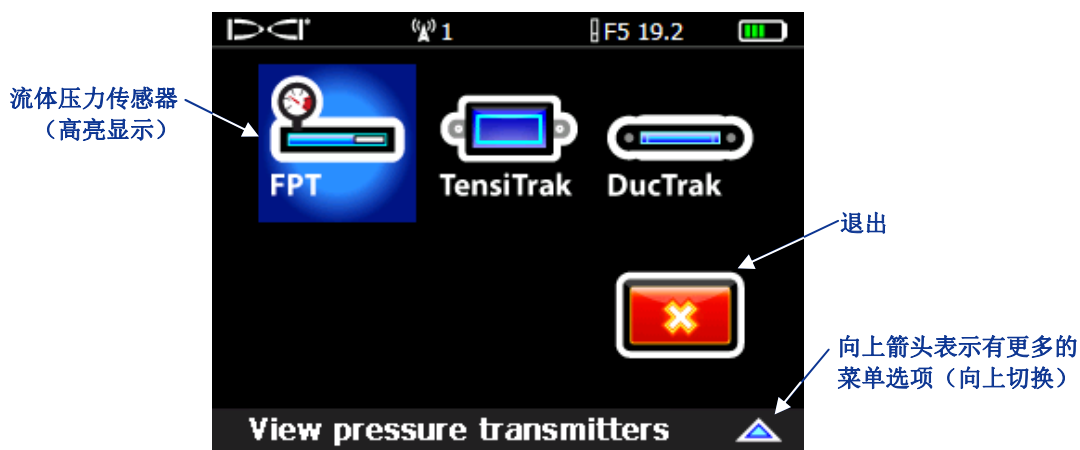
传感器选择菜单



传感器选择菜单允许用户去设置传感器类型、型号和频率使其可以适用。主传感器选择菜单出现在两个不同的屏幕上，如下图所示。



传感器选择菜单，第一幅屏幕



传感器选择菜单，第二幅屏幕

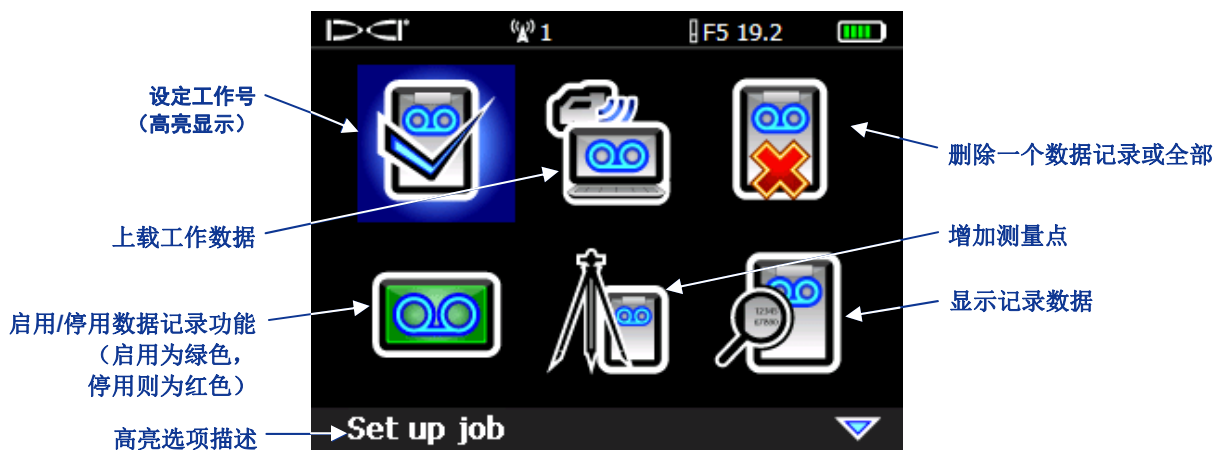
如果已选定的传感器类型有多个型号选项，如 F5，F 系列，有线和流体压力传感器（FPT）选项下，那时所期望选择的频率将出现在另一屏幕。

一旦一个传感器选项选定，屏幕显示将会返回到主菜单界面并且在显示屏幕的上端会显示出新的传感器选项。选择退出（Exit）菜单则返回到上一级菜单（主菜单）并且在显示屏幕的上端会显示原传感器选项。

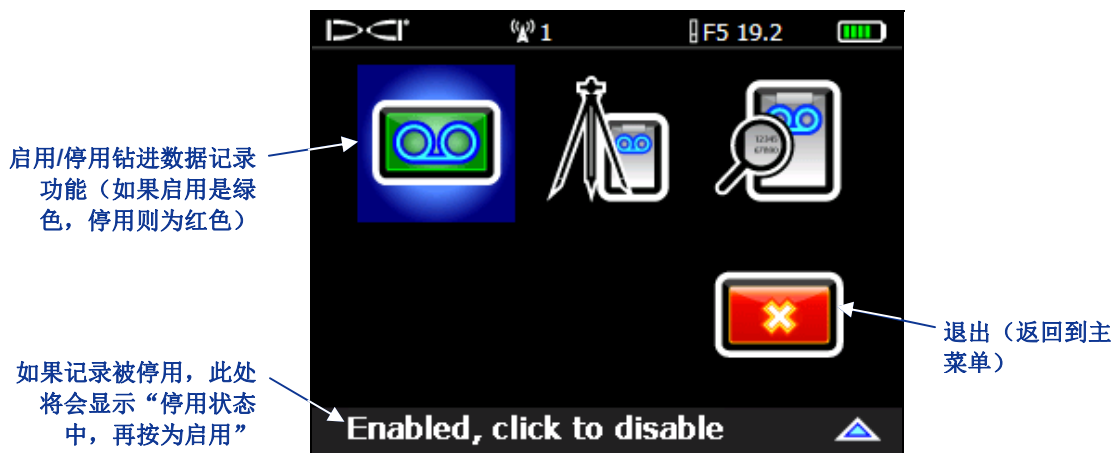
DataLog 钻进数据记录菜单



钻进数据记录菜单提供了以电子方式记录导孔钻进数据所需的选项。它显示在两个不同的屏幕上，如下所示。



钻进数据记录菜单，第一个屏幕



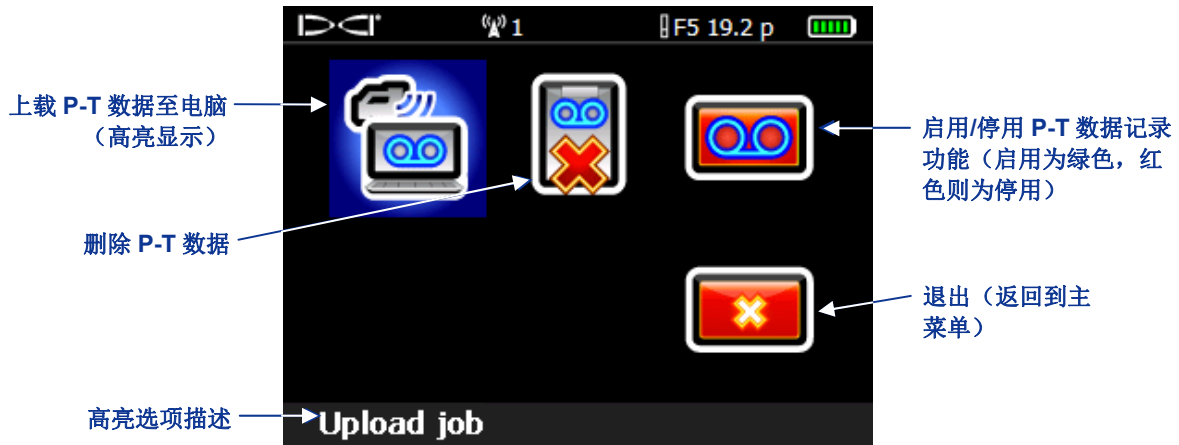
钻进数据记录菜单，第二个屏幕

钻进数据记录菜单允许你去启用或停用钻进数据记录功能，如设定新工作号，从接收器中查看和删除钻进作业以及运用预装的 DigiTrak LWD 软件并通过蓝牙技术将钻进数据上载至电脑。DigiTrak LWD 软件有多种选项，用于分析，编辑，显示，打印，存储，并通过电子邮件发送的钻进数据。DigiTrak LWD 数据记录系统操作手册中提供了完整的数据记录功能并附带提供了 LWD 软件的应用指南。

压力-拉力数据记录菜单



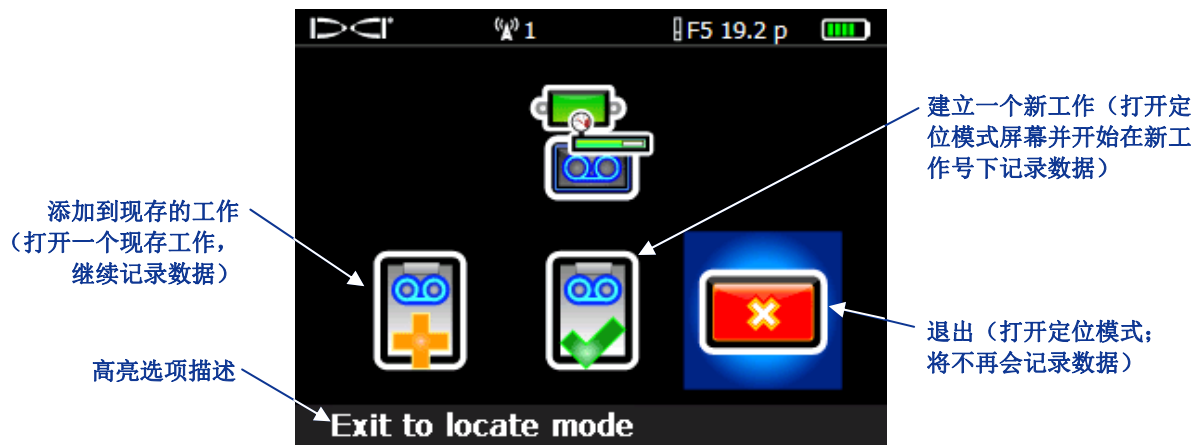
压力-拉力 (P-T) 数据记录菜单是用于流体压力传感器和 TensiTrak 传感器。默认设置是 P-T 数据记录功能处于停用状态，如下图所示。要启用此功能，选择显示为红色的启用/停用 P-T 数据记录功能图标，此图标将变为绿色。




压力-拉力数据记录菜单

注意： 启用 P-T 数据记录功能允许你去记录 P-T 工作数据。P-T 数据将显示在定位模式屏幕上，无论此功能是启用或是停用。

开始记录时，此功能已启用（绿色图标），选择退出返回到主菜单。然后，在主菜单中，去选择定位模式以显示出以下菜单。



拉力-压力数据记录开始记录菜单

选择任两个选项中的一个去建立一个新工作或选择添加到现存的工作，然后显示将返回到定位模式屏幕上并且数据会被记录在已指定的工作号之下。当 P-T 数据正在记录时，记录图标  将会出现传感器钟面指示器的右下角。如果你选择从 P-T 开始记录菜单退出，显示将会返回到定位模式屏幕并且数据记录被关闭。当系统停止记录，但 P-T 数据记录功能仍处于激活状态，在定位模式屏幕向右拨动开关将再次开启 P-T 开始记录菜单，这样在你愿意时，可以开始记录。

对于一个 P-T 工作记录，在定位模式屏幕向右拨动开关将会打开如下图所示的标记记录菜单。



DataLog 标记记录菜单

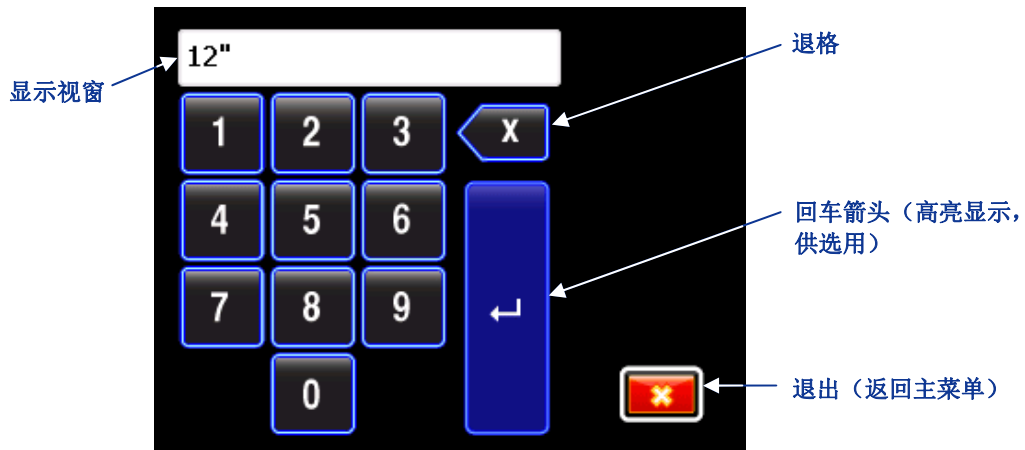
标记可以沿着钻孔路径被记录在固定间隔和关键点，诸如穿越道路或小溪流之前和之后，为将来在编辑和分析数据时做为参考。数据记录系统操作手册中提供了完整的拉力-压力数据记录功能并附带提供了 LWD 软件应用。

键盘的使用



不少菜单都提供了键盘，用于在接收器上输入数值。可通过键盘设置 HAG 功能中的“地平面高度”数值、设置目标指引功能中的目标深度、设定钻杆长度以及 DataLog（数据记录）功能中的测点。启用 DataLog（数据记录）功能后，可用一个图形键盘来设置日期和时间，如上文所论述的“设置菜单”。

当选定键盘图标后，便会显示出一个标准键盘。接收器显示的单位可被设定为米（XX.X m），英尺（X.XX'），英尺和英寸（X'XX"），或是英寸（XX"）；以下所示均是设定为英寸。



标准型键盘

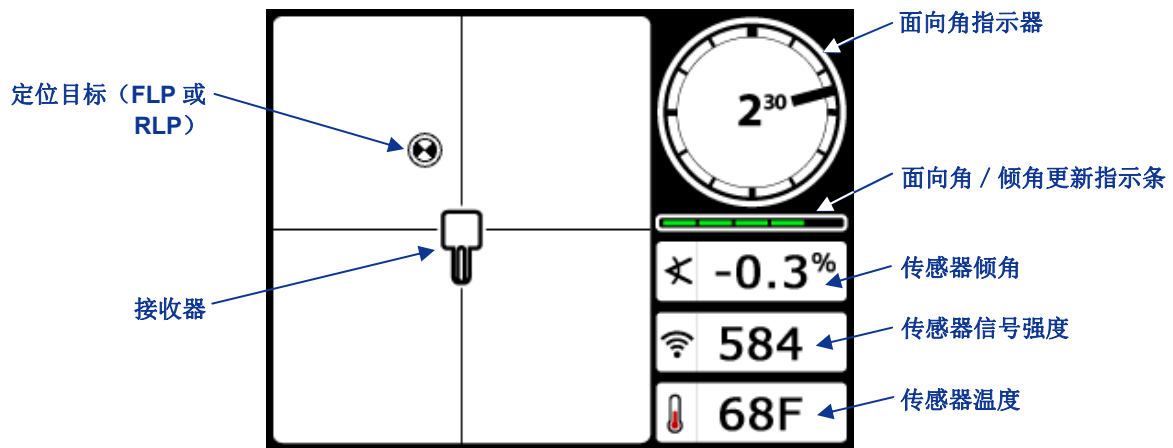
使用拨动开关来突出高亮你想选择数值并点击按钮去选择这个值。这样依次从左向右操作。当需要输入小数点后数值时（例如以英尺或米为单位），此时输入的最后两位将会位于小数点的右边。在这示例中，如果全部数值已输入完毕，此时还需在数值的最后输入两个零。选择退格键，去删除最后两位的输入值。一旦所需数字显示在显示窗口，切换到高亮返回箭头并且点击按钮开关去锁定数值并启用此功能。

显示屏幕

基本的接收器屏幕包括定位模式屏幕、深度模式屏幕和预测深度屏幕。这些分别会在下面作出说明。关于这些屏幕显示内容方面的更多信息以及详细的定位说明，请参阅 [定位](#) 一章。

定位模式显示屏幕

主菜单中的第一个选项即为定位模式选项，选择该选项可显示定位模式屏幕。当接收器探测到来自传感器的信号时，定位模式屏幕上显示出关于传感器位置、温度、倾角、面向角以及信号强度的实时数据。



接收器定位模式屏幕，传感器在有效范围内（不扣动点击开关）

面向角 / 倾角更新指示条显示来自传感器的面向角 / 倾角数据的质量。指示条若显示空白，则说明没有接收到面向角 / 倾角数据，接收器和远程显示器上也都不会显示信息。仍可以读取深度和预测深度读数，但接收器会假设传感器的倾角为零，如深度或预测深度模式屏幕上的右图所示。



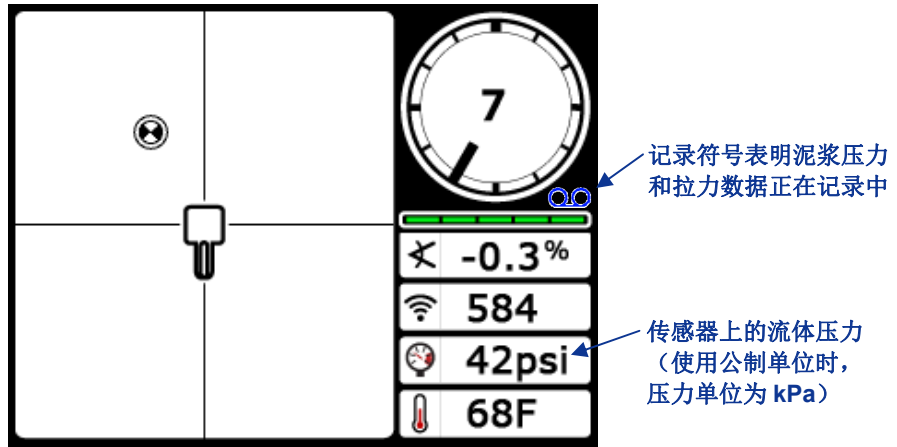
若使用了面向角偏移功能（一种电子补偿手段，能使传感器的 12 点钟位置与钻头的 12 点钟位置相一致），便会出现一个面向角指示器，如右图所示。见 [系统设置](#) 一章内“设置面向角偏移”一节中关于面向角偏移功能的更多说明。



当接收器设定为检测 F5 的 12 千赫兹传感器和“12/1.3”双频传感器（传感器型号：5XD 12/1.3 和 F5Dp 12/1.3）双频模式状态时，双频传感器符号将钟面指示器的左上方，如右侧图上所示。当接收器设定为双频模式状态中的低频接收（1.3 千赫兹）或双频模式状态中的高频接收（12 千赫兹）时，字母“DL”或“DH”将伴随双频传感器符号同时分别显示。为了能够正常通讯，接收器必须设置在双频模式传感器状态。参阅“传感器选项”中的传感器章节。



若使用了流体压力传感器，定位模式屏幕上会增加一个数据显示区和记录的符号，如下图所示。

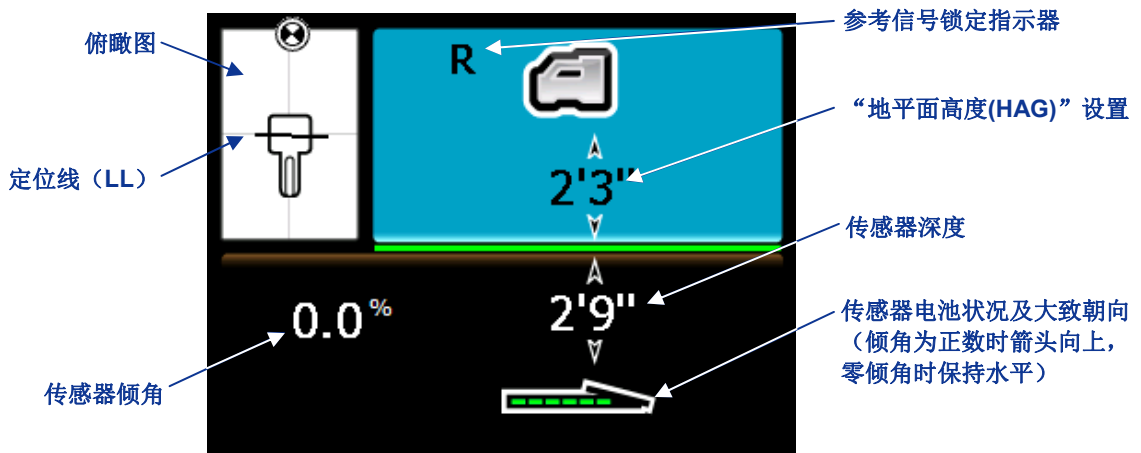


带流体压力数据的定位模式屏幕（不扣动点击开关）

当在回拉的过程中使用了拉力监测系统（TensiTrak）时，定位模式屏幕显示的是孔内环形泥浆压力，回拉力和已记录的数据点的数量。完整的使用指令和主显示屏幕，参见 *DigiTrak F5 TensiTrak* 回拉和压力监测系统操作手册。

深度模式显示屏幕

在接收器位于定位线上（LL）的情形下，扣住点击开关不松手，就会显示出深度模式屏幕。见 *定位* 一章中关于如何使接收器处于定位线位置的说明。

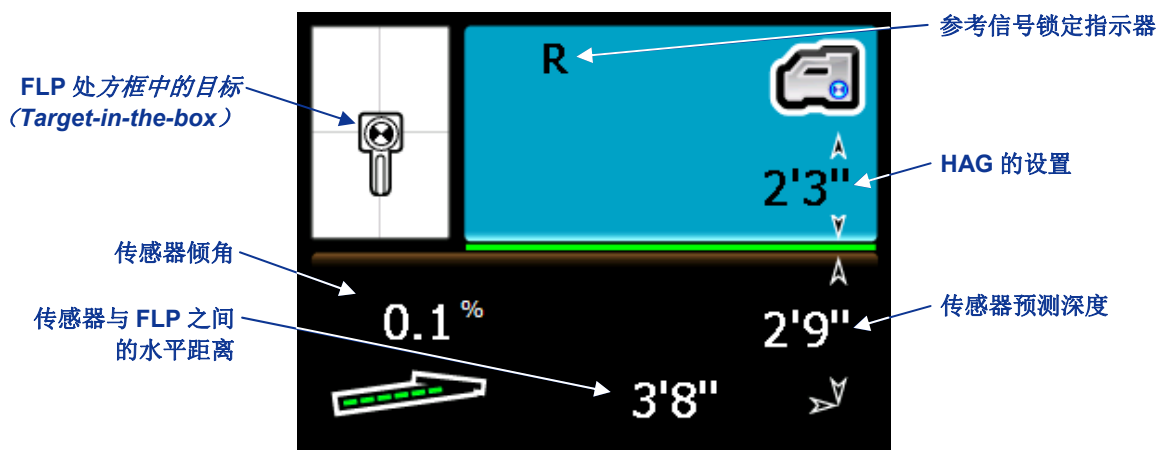


HAG 启用、接收器位于定位线上情形下的接收器深度模式屏幕（扣住点击开关）

在不启用 HAG 设置功能的情形下，会显示接收器被放在地面上，因此读取深度数值时必须将接收器置于地面。

预测深度显示屏幕

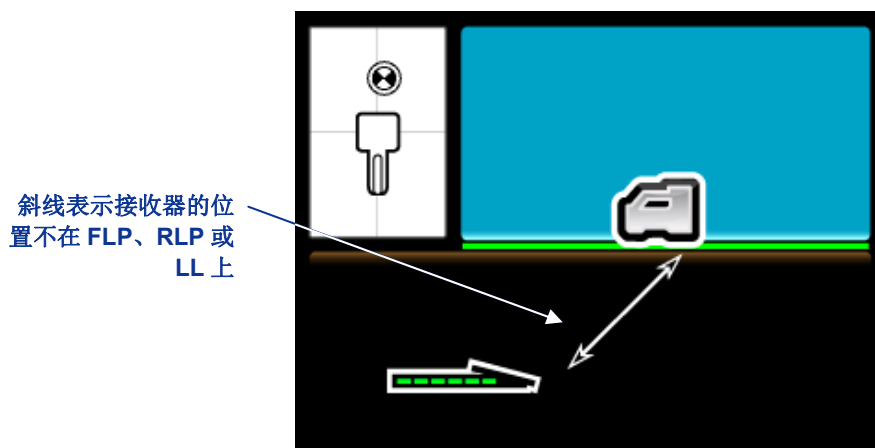
当接收器被放在前定位点或后定位点（FLP 或 RLP）位置上并且扣住点击开关时，就会显示出预测深度屏幕。预测深度是指传感器若继续沿目前轨道运行到达前定位点时的计算深度。预测深度只在前定位点（FLP）有效。见定位一章中的更多信息。



HAG 启用、接收器位于前定位点上情形下的接收器预测深度屏幕（扣住点击开关）

深度显示屏幕，无数据

定位操作期间可以随时采用按住点击开关不松手的方式开启深度屏幕。但接收器若不位于定位线或前后定位点上，深度屏幕上显示出的画面便会如下图所示，即：不显示深度或预测深度信息。







不启用 HAG 情形下的接收器深度模式屏幕（位置不在 FLP、RLP 或 LL 上）

启用了 HAG 设置功能后，画面中的接收器就会被提升到高于地面的某个位置，HAG 值显示在接收器的下方。

标准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。一根短线指出面向角的位置，面向角角度值显示在时钟的正中央。时钟位置数字是传感器的函数（12 或 24）。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。
	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上的标识号相一致。
	面向角 / 倾角更新指示条 ——显示出接收器收到的传感器发来的数据质量（具体地说，数据率）。通过此功能能知道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。
	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）。朝上或朝下的箭头分别表示温度上升或下降变化。右边的图标表示钻进温度已高至危险程度。
	接收器图标 ——表明接收器相对于地面的位置，用于地平面高度（HAG）功能、获取深度读数、进行两点校准，以及使用 目标指引 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）。见 定位 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 定位 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 定位 一章。
	传感器电池 / 钻头 ——表示使用碱性电池时传感器电池内的剩余电量（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。

标准接收器显示屏幕符号（续）


	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）。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。
	双传感器符号 ——当接收器设定为检测 F5 的 12 千赫兹传感器或双频传感器以及传感器设置为双频模式状态时，此符号会出现在传感器钟面图标的左上方。字母“DL”或“DH”会伴随此符号同时出现，分别表示接收器是设置为探测双低频率（1.3 kHz）还是双高频率（12 kHz）。
	记录符号 ——表明泥浆压力-拉力数据正在记录中。当压力-拉力数据记录启用时，此符号会出现在传感器钟面指示器的右下方。
	压力符号 ——当使用流体压力传感器时，在定位模式屏幕上，这个图标旁的数字就是压力读数。如果压力超过限值（100-250psi 或 690-1760 千帕），此值会变为红色显示。当压力过载时（超过 250psi 或 1760 千帕），此值将会显示为“+OL”。

附注

传感器

一般说明

传感器安装在钻具壳体内，产生 F5 接收器能探测到的磁场。必须对 F5 接收器进行正确设置，使之能探测到传感器的特定频率。另外，钻进作业之前，必须对照传感器对接收器进行校准，并须对校准参数进行验证（参阅系统设置章节）。

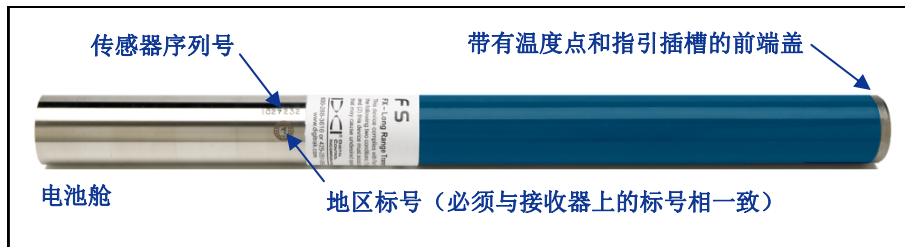
传感器和接收器的地区标号必须一致，才能保障二者之间能够正常通讯并保障设备符合当地操作要求。传感器的地区标号位于地球仪符号（）之内，分别位于大量程和超大量程传感器的序列号旁边和短程传感器的前端盖上。该标识号必须与接收器上的标识号相一致，二者才能正确通讯（见接收器一章）。

这部分描述了可以用于 F5 系统的各种传感器，并提供了使用电池供电的 F 系列和 F5 传感器的信息。

F5 传感器的类型

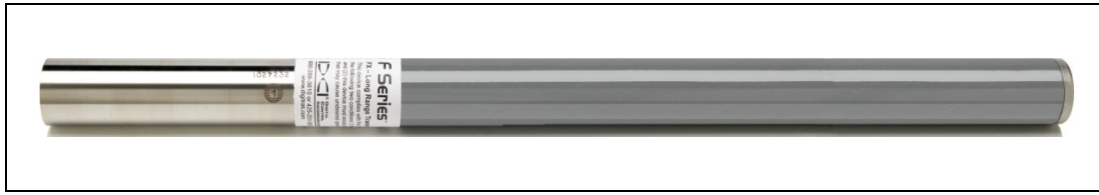
DCI 公司制造多种可配合 F5 系统使用的传感器，总共有 5 个可选频率（1.3 kHz、8.4 kHz、12 kHz、18.5 kHz、19.2 kHz）。所有 F Series 和 F5 传感器都以 0.1% 或 0.1° 递增方式（0%-100% 或 0° -45°）提供倾角读数。F5 传感器的面向角显示为 24 点钟位置，F Series 传感器的面向角则显示为 12 点钟位置。

大量程 F5 和 F Series 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），深度范围约为 65 英尺（19.8 米）。有几个选项，包括双频传感器和流体压力监测传感器。



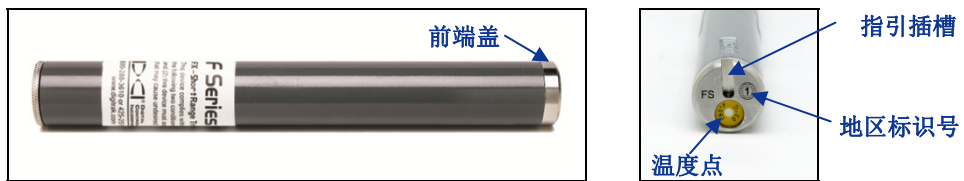
大量程 F5 传感器

超大量程传感器的长度是都是 19 英寸（48.26 厘米），直径都是 1.25 英寸（3.175 厘米），深度范围约为 85 英尺（25.9 米）。有两种不同的频率：12kHz（灰色）或 19.2kHz（黑色）。



超大量程 FXL 传感器

短量程 FS 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），频率为 12kHz。



短量程 FS 传感器，前端盖近视图

FC 电缆传感器的深度范围约为 90 英尺（27.4 米）。长 19 英寸（48.26 厘米），直径 1.25 英寸（3.175 厘米），频率 12kHz。有关 FC 电缆传感器的操作说明，请参阅 *DigiTrak 多功能电缆盒 (MFCB) 操作手册*。



FC 电缆传感器

长量程流体压力传感器除了提供其他 F5 标准传感器的数据，还添加了孔内流体压力度数（从 0—250psi 或 0—1725 千帕）。压力感测器位于前端盖，两个感测器端口分别位于钟面指引槽的两侧。FPTs 有两种双频可选：19 和 12 千赫兹（型号 F5Dp 19/12）或 12 和 1.3 千赫兹（型号 F5Dp 12/1.3）。如同其它 F5 长量程传感器，FPTs 也是 15 英寸长（38.1cm），直径是 1.25 英寸（3.175cm）以及大约 65 英尺（19.8m）的深度量程。



长量程 FPT 流体压力传感器

使用数据记录系统记录压力-拉力数据的完整指南，请参阅 *DigiTrak LWD 数据记录系统用户手册*。

下表总结了与 F5 系统兼容的各种传感器。对于每一种传感器型号，它给出了产品型号，简短的介绍，系统类型，最大量程以及工作频率。

可与 F5 系统兼容的传感器一览表

传感器型号	说明	类型	量程*	频率
FS	短量程	F Series	15 英尺 (4.6 米)	12 kHz
FX	大量程	F Series	65 英尺 (19.8 米)	12 kHz
FX 19.2	大量程	F Series	65 英尺 (19.8 米)	19.2 kHz
FXL	超大量程	F Series	85 英尺 (25.9 米)	12 kHz
FXL 19.2	超大量程	F Series	85 英尺 (25.9 米)	19.2 kHz
5X 18.5	大量程	F5	65 英尺 (19.8 米)	18.5 kHz
5X 8.4	大量程	F5	65 英尺 (19.8 米)	8.4 kHz
5XD 19/12	大量程	F5	65 英尺 (19.8 米)	19.2 或 12 kHz
5XD 12/1.3	大量程	F5	65 英尺 (19.8 米)	12 或 1.3 kHz
FC	电缆或导线	电缆	90 英尺 (27.4 米)	12 kHz
DDS 12	DucTrak——短量程	DucTrak	40 英尺 (12.2 米)	12 kHz
DDT 12	DucTrak——大量程	DucTrak	80 英尺 (24.4 米)	12 kHz
F5Dp 19/12	流体压力监测器	FPT	65 英尺 (19.8 米)	19.2 或 12 kHz
F5Dp 12/1.3	流体压力监测器	FPT	65 英尺 (19.8 米)	12 或 1.3 kHz
TT5	TensiTrak 拉力监测器	TensiTrak	60 英尺 (18.3 米)	12 kHz
SST	地磁	电缆	90 英尺 (27.4 米)	12 kHz

*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。传感器双频模式状态可达 40 英尺 (12.2m)。

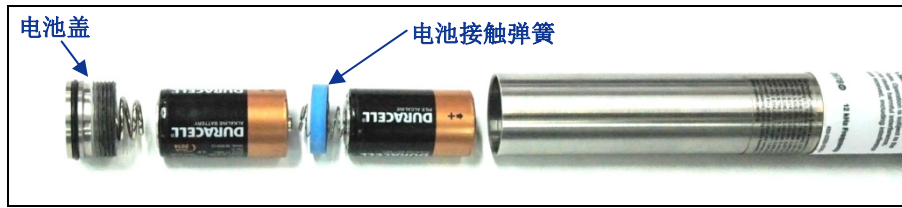
电池组和电源开关

每个大量程传感器需要两节 C 号碱性电池或一节 DCI SuperCell 锂电池。超大量程传感器需要一节 DCI SuperCell 锂电池。超大量程传感器不宜使用碱性电池，因为这种电池仅能连续工作数小时。短量程 FS 传感器需要使用一节 AA 碱性电池或一节 1.5V AA 锂电池。

安装电池 / 开机

正确装上电池后，传感器便处于开机状态。 电池的安装方法：

1. 用一个较大的平头螺丝刀卸掉传感器上的电池盖（逆时针旋转）。逆时针旋转 FPT 或 FS 传感器上带滚花的电池盖来移除电池盖。
2. 将电池正极在前插入传感器电池舱。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弹簧可改善效能，见下图。



安装碱性电池——采用了接触弹簧

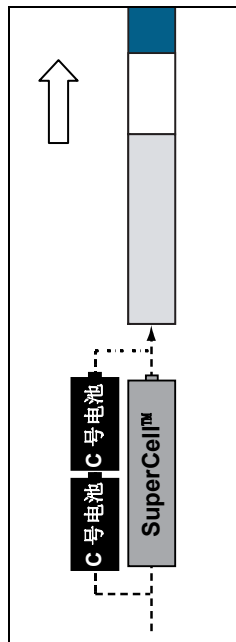
安装双频传感器的电池时，须根据所需要的频率认准方向（朝上或朝向），如下图所示。

传感器头朝上安装电池

5XD 12/1.3 或
F5Dp 12/1.3 传感器，
单高频（SH）模式
（12 千赫兹）操作

及

5XD 19/12 或
F5Dp 19/12 传感器，
高频模式
（19.2 千赫兹）操作

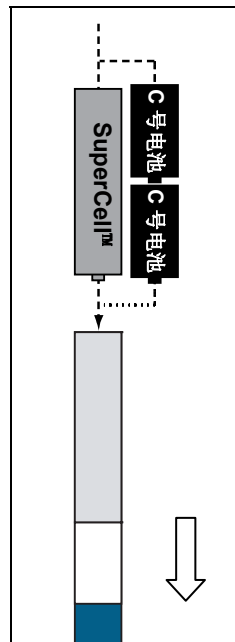


传感器头朝下安装电池

5XD 12/1.3 或
F5Dp 12/1.3 传感器，
双高（DH）模式
（12 千赫兹）或双低
（DL）模式操作

及

5XD 19/12 或 F5Dp
19/12 传感器，
低频模式（12 千赫兹）
操作



以正确的方向安装电池——双频传感器

附注： 当 FPT（型号 F5Dp 19/12 或 F5Dp 12/1.3）传感器接通电源时，压力监测器将会设定为 0。

3. 装入电池后，盖好电池盖。装回电池盖的时候，务必要保持双频传感器的正确方向。

附注： 使用 5XD 19/12 双频传感器(5XD 19/12 or F5Dp 19/12)时，可在安装了电池之后改变频率。参阅本章后面的“改变 5XD 19/12 双频传感器的频率”章节。当安装电池时，必须将 5XD 12/1.3 和 F5Dp 12/1.3 双频传感器设置为单频（12 kHz）或双频模式（12/1.3 kHz）。

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上的电池状态符号看出电池的剩余电量。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

对于各类用电池供电的 DigiTrak 传感器来说，传感器若连续 15 分钟保持静止状态，便会进入休眠模式，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。如果你在使用 FPT，必须转动钻杆大约半圈。FPT 如果停留它在进入睡眠模式时相同的钟面位置不动，它将无法苏醒。

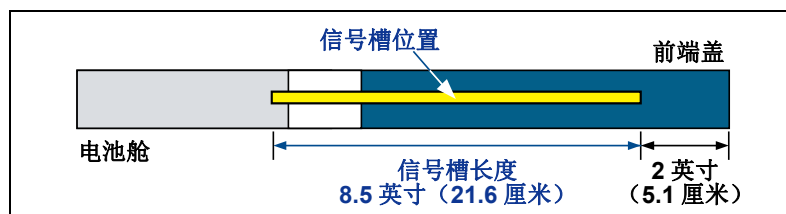
休眠模式下的传感器仍会继续消耗少量电池。为了延长电池使用寿命，应随手卸出传感器内的电池；若较长时间不使用传感器，则务必要卸掉电池。

附注： 在使用 FPT 时，在卸除电池之后它还将继续发送信号多达 20 秒钟。如果你已经卸除了电池并打算再次启动传感器的另一频率，在重新安装电池之前，你必须等到数据在接收器上已完全停止显示。

传感器壳体要求

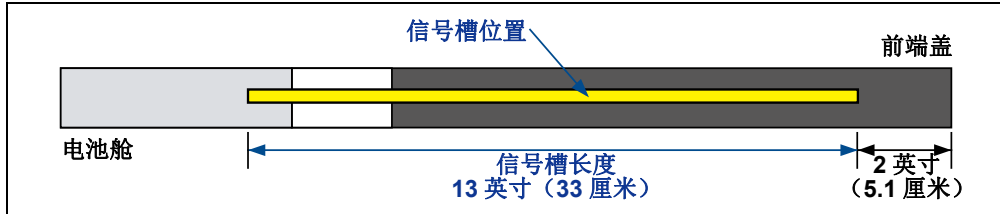
为了获得最大传感量程并延长电池寿命，钻具壳体上的开槽必须满足最低长度与宽度要求，位置亦须正确无误。DCI 建议至少须在壳体周长范围内等距离开设三条信号槽，每个信号槽的宽度至少应为 1/16 或 0.0625 英寸（1.6 毫米）。检查信号槽长度时一定要从壳体的内层开始测量，以保障精确度。

大量程传感器（长度为 15 英寸 / 38.1 厘米）的开槽长度必须至少为 8.5 英寸（21.6 厘米），并须至少从离传感器前端盖 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。长量程 FPT 传感器有相同的信号槽开槽要求，并且对舱体有特殊的要求；请联系 DCI 客户服务以便获取更多相关信息。



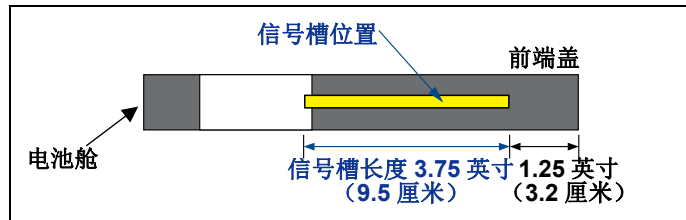
大量程传感器壳体开槽要求

超大量程传感器（长度为 19 英寸 / 48.26 厘米）的开槽长度必须至少为 13 英寸（33 厘米），并须至少从离传感器前端盖 2 英寸（5.1 厘米）处开始，如下图所示。



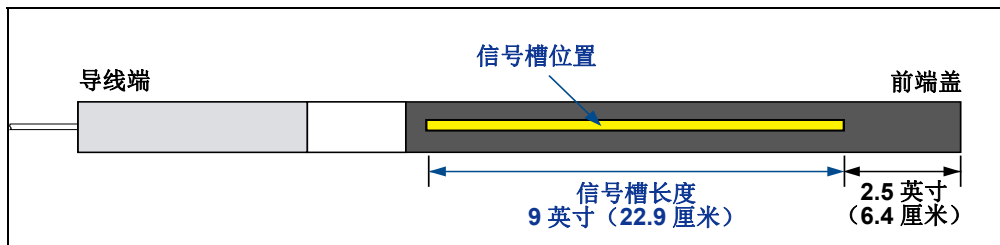
超大量程传感器壳体开槽要求

短量程 FS 传感器（长 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），并须至少从离传感器前端盖 1.25 英寸（3.2 厘米）处开始，如下图所示。



FS 传感器壳体开槽要求

FC 电缆传感器（长 19 英寸 / 48.26 厘米）的开槽长度必须至少为 9 英寸（22.9 厘米），并须至少从离传感器前端盖 2.5 英寸（6.4 厘米）处开始，如下图所示。



FC 传感器壳体开槽要求

FC（F 系列有线）传感器需配合使用 MFCB（多功能有线供电盒）进行操作。更多信息和完整指南，请参阅 *DigiTrak MFCB* 操作手册。

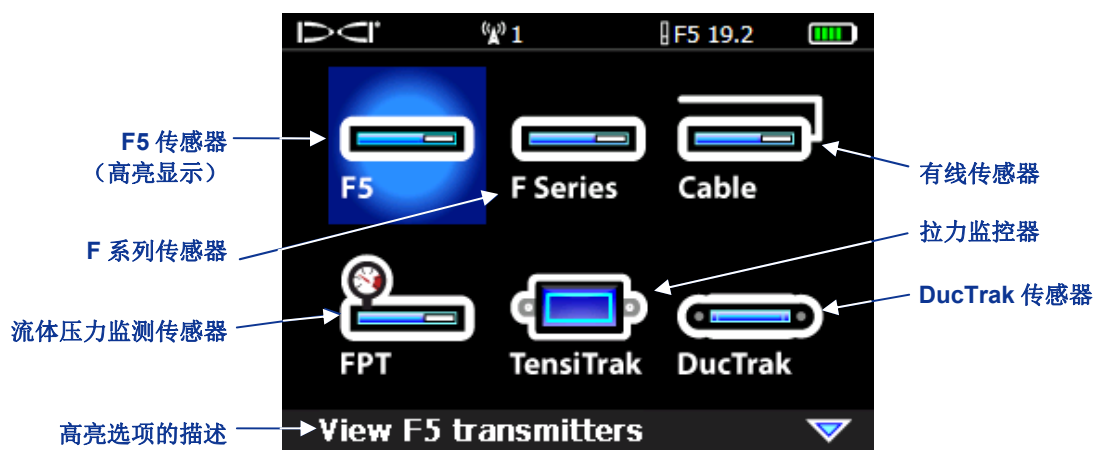
传感器必须妥帖地安装在壳体内。针对较大的钻机壳体，必要时，可以用胶带或 O 型圈缠绕传感器，及 / 或使用壳体适配器。更多信息，请联系 DCI 客服部。

传感器前端盖上的指引插槽应能装到壳体内的定位销（键）上，这样传感器才能在壳体内正确就位。在将传感器装入钻机壳体时，如果无法使传感器与其钻头正确对齐，则需要使用面向角偏移功能。见 *系统设置* 一章内“设置面向角偏移”一节中关于如何使用面向角偏移菜单的详细说明。

传感器选择

如前面所说，为了能探测到来自传感器的信号，接收器和传感器的地区标号必须一致。接收器与在使用的传感器必须匹配，并且必须校准传感器。请参阅 *系统设置* 一章中关于传感器选择和校准的详细说明。

主传感器选择菜单提供了 F5 系统可以使用的各种类型的传感器。如果在一个选择中有多个选项，则将会有一个二级菜单出现。



传感器选择主菜单

以下列表中列出了各个传感器模式的可用菜单选项。对于双频传感器，菜单选项图标显示了在装入电池启动传感器进入正确模式期间传感器所需的方向（向上或向下）。

传感器选择菜单中的选项

菜单选项	传感器型号	频率	菜单选项	传感器型号	频率
	5XD 19/12	19.2 kHz		FC	12 kHz
	5XD 19/12	12 kHz		F5Dp 19/12	19.2 kHz
	5XD 12/1.3	单高频 (SH) - 12 kHz		F5Dp 19/12	12 kHz
	5XD 12/1.3	双高频 (DH) - 12 kHz		F5Dp 12/1.3	单高频 (SH) - 12 kHz
	5XD 12/1.3	双低频 (DL) - 1.3 kHz		F5Dp 12/1.3	双高频 (DH) - 12 kHz
	5X 18.5	18.5 kHz		F5Dp 12/1.3	双低频 (DL) - 1.3 kHz
	5X 8.4	8.4 kHz		TT5	12 kHz
	FX 19.2 FXL 19.2	19.2 kHz		DDS 12 DDT 12	12 kHz
	FS FX FXL	12 kHz		SST*	12 kHz

* SST 选项只会出现在已经升级具备 SST 功能的 F5 接收器中。

一旦选项选定，屏幕将会返回到主菜单界面并且选定的传感器频率和类型会显示在屏幕的顶部。

如果选定了新传感器选项，则需要校准。但若是换用先前已经校准过的不同的传感器，则不需要校准。每次使用新的传感器、接收器或不同的壳体时，都需要校准。

附注： 使用“12/1.3”双频传感器时，只需要在 DH 或 DL 两个选项当中的一个选项下，便可对 12 kHz 和 1.3kHz 两个频率进行校准。钻进作业之前，须在两个不同的距离针对两个频率进行深度读数的验证。若使用单高频（SH）模式，则必须单独校准。

改变“19/12”双频传感器的频率

19/12 双频传感器可以被设定为两种频率中的任意一种（19.2kHz 或 12kHz）。传感器接通电源之后，能以两种方法来改变其频率设定值。一种方法是传感器放在地面改变其频率，此方法称为“倾角法”。另一种方法是将传感器安装在钻头内，在地下进行频率的改变，这叫做“面向角法”。下面是两种方法的操作说明。

倾角法

1. 将传感器放置在接近于水平的表面上($\pm 6.75^\circ$ 或 $\pm 15\%$)，并确保传感器数据已经在定位模式状态中显示。
2. 向上翘起传感器，以便使得传感器的倾角值大于 50 度（超过 100%或近似垂直）。
3. 一旦传感器显示出新的大于 50 度或 100%倾角值，随即保持这样的角度至少旋转一个钟点位置。
4. 一旦接收器显示出了改变的钟点，随即保持这样的状态 10-18 秒。
5. 不要转动传感器，慢慢地将传感器恢复至水平状态放置。
6. 注意去观察接收器显示，当所有传感器数据消失时，那就表明传感器频率已经改变（这将花费 10-18 秒的时间）。
7. 进入传感器选择菜单并且选择新频率，新的频率随后将会显示在菜单屏幕的上部。打开定位模式屏幕去核实显示出的传感器数据。


面向角法

1. 确认面向角偏移功能未启用并且传感器钟面数据已经显示在接收器上。
2. 把传感器放置在 10 点钟位置（±半点钟位）并且使其保持在那样的位置 10-18 秒。
3. 然后慢慢的顺时针转动传感器至 2 点钟位置（±半点钟位）并且使其保持在那样的位置 10-18 秒。
4. 再次慢慢的顺时针转动传感器至 7 点钟位置（±半点钟位）。
5. 注意去观察接收器显示，当所有传感器数据消失时，那就表明传感器频率已经改变（这将花费 10-18 秒的时间）。


6. 进入传感器选择菜单并且选择新频率，新的频率随后将会显示在菜单屏幕的上部。打开定位模式屏幕去核实显示出的打开定位模式屏幕去核实显示出的传感器数据。

附注： 如果必须在改变频率之前取消面向角偏移功能，则务必要记下钻头在 12 点钟位置上的传感器未补偿面向角位置。成功改变了频率之后，必须转动钻头，使传感器的面向角位置上显示记录下来的数值，并重新启用面向角偏移功能。

温度状态和过热指示计

所有的 DigiTrak 传感器上都设有内部数字温度计。传感器的温度显示在接收器和远程显示器显示屏的右下角（在传感器温度符号旁 ）。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。

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信息需要经过一段时间才能传送至传感器。必须立刻消除温度上升的原因，以免造成不可逆转的损坏。

温度上升到 118° F（48° C）时，表明传感器已处于危险的过热状态。温度计图标上会发生变化，以显示传感器已处于危险的过热状态 。此时须立即对传感器进行冷却，否则便会损坏传感器。

为使传感器降温，应停止钻进并使钻头回缩几英寸，及 / 或增加钻液。

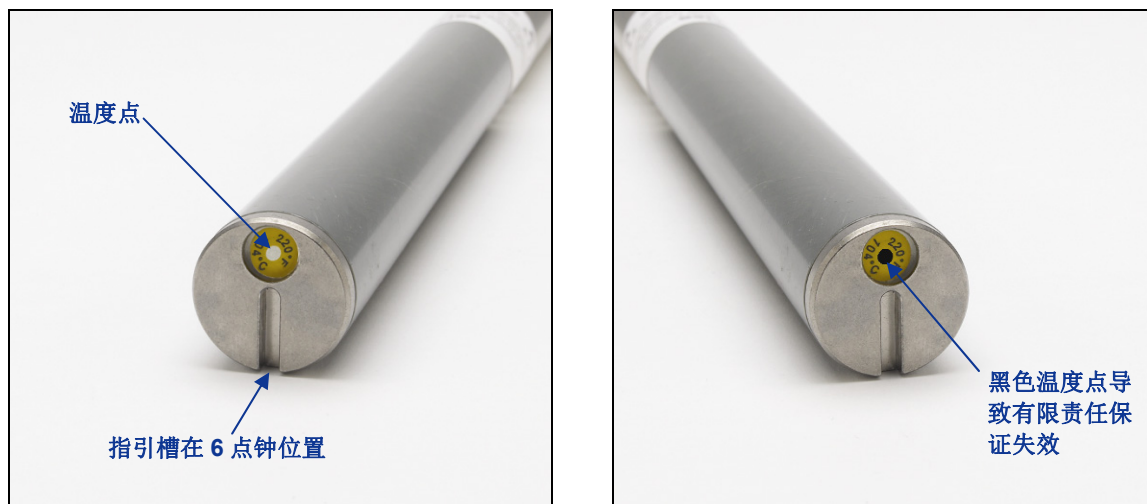
传感器温度过高警告声

下表中概要列出 F5 接收器和远程显示器发出的表示传感器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，便发出一次双响声（嘀嘀）。
104 至 111° F（40 至 44° C）	温度每上升 4° C，便发出两此双响声（嘀嘀-嘀嘀）。 注意： 需对传感器进行降温。
118 至 133° F（48 至 56° C）	温度每上升 4° C，便发出三次双响声（嘀嘀-嘀嘀-嘀嘀）。 注意： 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，远程显示器发出三次双响声；每隔 20 秒，接收器发出三次双响声。 注意： 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）	传感器关机。
180° F（82° C）	FS 及 FC 传感器过热指示器（温度点）变黑（见下面）。
220° F（104° C）	大量程和超大量程传感器过热指示器（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）的白点构成。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，则表明长量程传感器温度已超过 220° F (104° C)，FS 或 FC 超长量程传感器温度已超过 180° F (82° C)，不可继续使用。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。

应采用正确的钻进方法来避免传感器过热。磨蚀性泥浆、堵塞的喷口、不畅通的泥浆回流以及搅拌不匀的泥浆等情形都是造成传感器严重过热的主要原因。

附注

远程显示器



DigiTrak F Series 显示器 (FSD)，正面及背面

一般说明

DigiTrak F Series 显示器 (FSD) 是一台能在多种 DigiTrak 接收器上使用的多功能远程显示器。它能在钻机上为钻机操作者提供传感器深度、方向、状态信息。FSD 远程显示器可采用直流电缆供电，也可用一块 F Series 电池组供电。

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。

电源选择

FSD 远程显示器可采用直流电缆供电，也可用一块 **F Series** 电池组或直流电源供电。随系统提供了一个电池组衬板，可在采用直流电源为 FSD 供电时使用。衬板的体积与电池组一样大，安装与卸除方法也与电池组完全相同。

电池组或衬板的插入和卸除

安装电池组或衬板的方法是：凸舌面朝上、离开 FSD 远程显示器，将其插入电池舱，向内推压，直到凸舌完全就位。

卸出电池组或衬板的方法是，先向下压电池盒盖凸舌，再向外拉，便可取下盒盖。

连接直流电源电缆

直流电源端口和直流电源线缆是通过同轴花键端口连接。连接直流电源电缆的方法是，卸掉位于远程显示器背面的直流电源端口保护帽。然后将连接端口上的标记键与电源端口上的键槽对齐。推入并顺时针旋转连接端口，直到连接端口锁止。再将直流电源电缆的另一端接到直流电源上。



花键连接头

直流电源电缆



直流电源电缆和安装在 FSD 远程显示器上的衬板

将衬板装在电池舱上。衬板的作用是提高结构的完整性并能保存电池电量。

注意： 如果既安装了电池也接通了直流电源电缆，则远程显示器会先使用电池组，直到电池组的电压低于电缆提供的直流电源为止。

键盘

显示窗口右边的键盘用来操作 FSD 远程显示器。

执行按钮——执行按钮（转弯箭头）用来开启 FSD 远程显示器并选取高亮显示的菜单选项。还能用来调节对比度，并执行菜单选项。它的功用与接收器上的点击开关是一样的。



方向箭头按钮——上下左右箭头按钮用来浏览菜单中的选项。还可以在远程模式下按向下箭头进入主菜单（见本章后面的“主菜单”一节）。方向箭头按钮的功用与接收器上的拨动开关是一样的。



电源开关

为 FSD 远程显示器接上电源（装入电池或连接直流电源电缆）之后，便可使用设备。开机与关机功能如下所示。

开机——按住执行按钮 2 秒钟，可使 FSD 设备开机。开机时能听到一声响声，并会出现主显示屏幕（见本章后面的“远程模式”一节）。

关机——按动并松开下箭头按钮，可进入主菜单显示屏。按右箭头按钮，高亮显示关机菜单选项（见本章后面的“主菜单”一节），然后按住执行按钮，直到设备关机。

音频声响

FSD 远程显示器内部装有扬声器，能在开机时发出声响，并能在传感器温度上升时发出警告声。见 *传感器* 一章中“传感器温度警告响”一节内列出的各种警告声及其含义。

调节屏幕对比度

有两种方法能调节显示屏幕的对比度。最简单的方法是在按住执行按钮的同时，按动右箭头（显示屏幕变亮），或按动左箭头（显示屏幕变暗）。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“对比度调节”一节）。

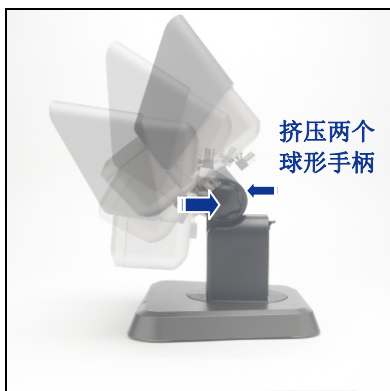
调节视角

FSD 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，应将两球形手柄拧紧。附注：若在不松开两个球形手柄情形下调节显示器的上下方向，则可造成设备的损坏。



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 FSD 远程显示器的磁性底座的前提下，可采用围绕着底座旋转显示器的方法，来调节左右视角。

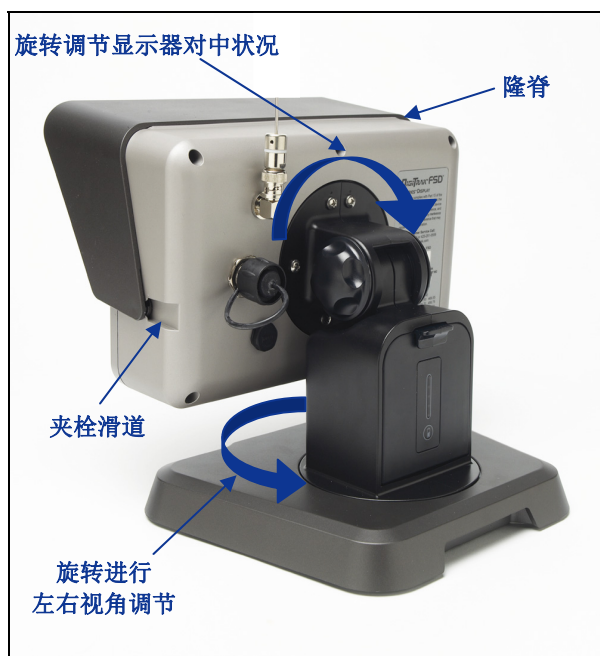
对中——在固定住磁性底座的前提下，抓住并转动显示器，获得所需要的方向。

遮板的安装与卸除

FSD 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。

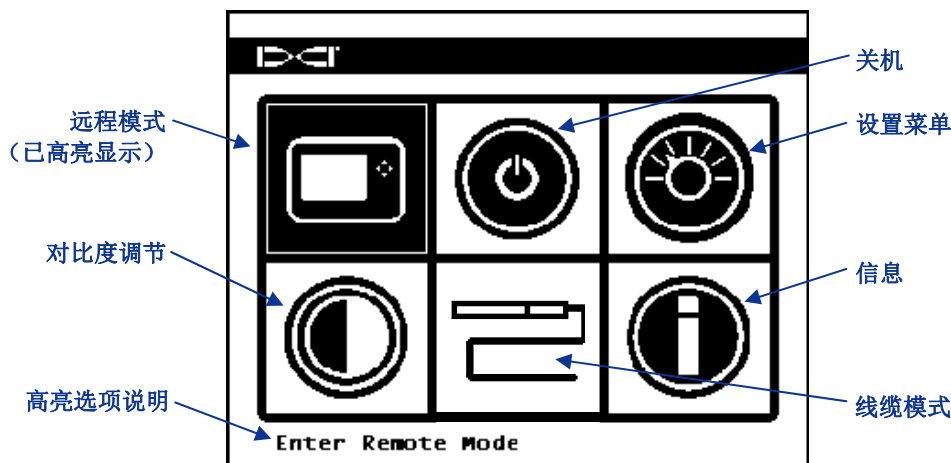
遮板的卸除方法是向后推动遮板，使其脱离隆脊，然后沿滑道将其取下来。



旋转进行视角的左右和对中调节

主菜单

按动向下的箭头按钮，可进入主菜单。主菜单上显示出菜单选项，并会自动高亮显示远程模式选项，以供选取。



FSD 主菜单屏幕

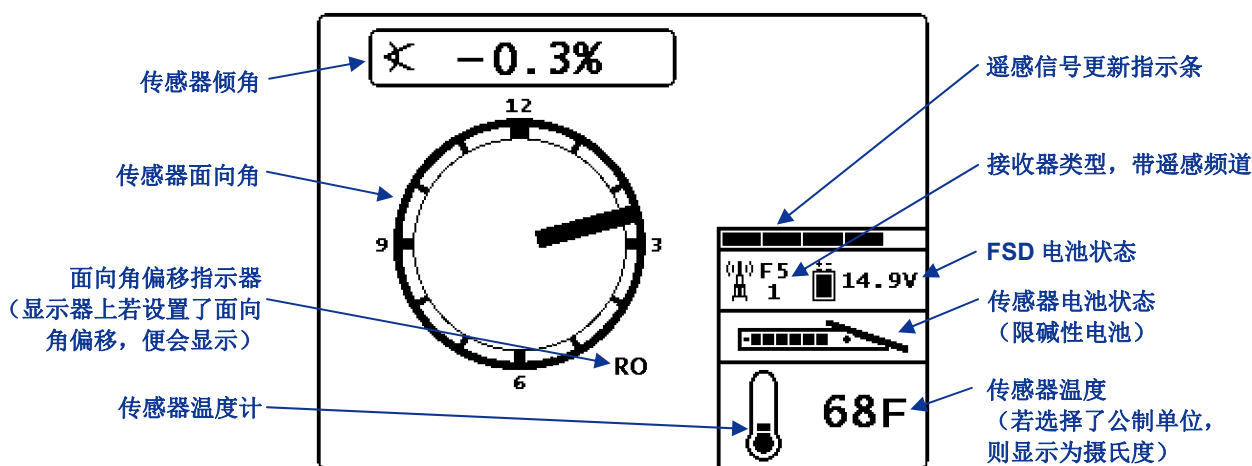
用箭头按钮来高亮显示某个选项，然后按执行按钮予以选取。下表列出主菜单选项和选取了每个选项之后的结果。

FSD 主菜单选项

	远程模式 ——可使 FSD 设备进入远程模式，从而能显示来自接收器的信息，包括传感器倾角、面向角、温度、电池状况、深度、预测深度以及 <i>目标指引</i> 数据。见下面的“远程模式”一节。
	关机 ——设备关机，无响声。
	设置菜单 ——开启设置菜单，可以改变遥感频道、倾角和深度单位以及接收器类型的设定值。见下面的“设置菜单”一节。
	对比度调节 ——调节屏幕的对比度。见下面的“对比度调节”一节。
	线缆模式 ——启用 FC 电缆传感器和 SST 地磁传感器。请参阅 <i>DigiTrak 多功能电缆盒 (MFCB) 操作手册</i> 中的操作说明。
	信息 ——显示 FSD 系统信息，例如软件版本、序列号、遥感配置、当前设定值等。

远程模式

经由远程模式选项可开启 FSD 主显示屏幕，这是 FSD 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 FSD 的电池状态、接收器类型、遥感频道、遥感信号更新指示条，以及目标指引数据（若启用）。若要退出此屏幕，可随时按动向下箭头，回到主菜单。

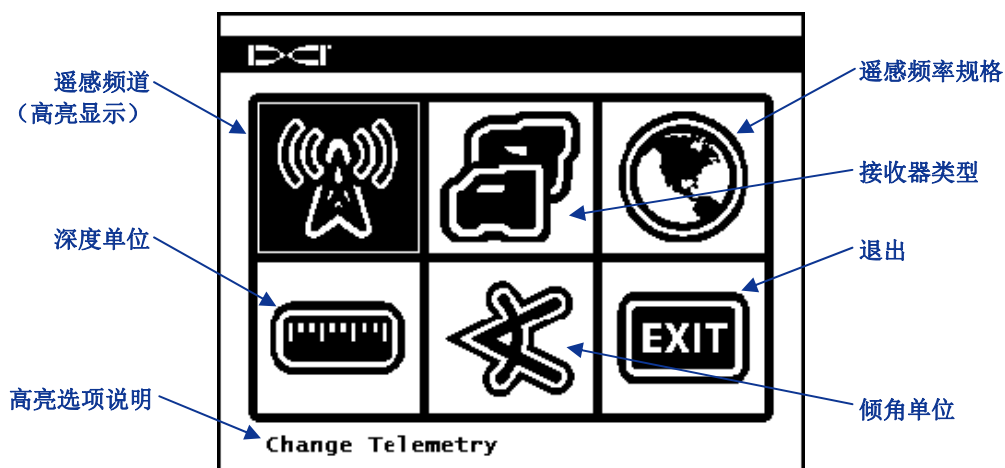


FSD 主显示屏幕

关于 FSD 主显示屏幕和 FSD 深度显示屏幕的更多信息，请参阅本章后面的“显示屏幕”一节。

设置菜单







从主菜单中选择了“设置菜单”后，便会显示出设置菜单屏幕（如下图所示）。



FSD 设置菜单屏幕

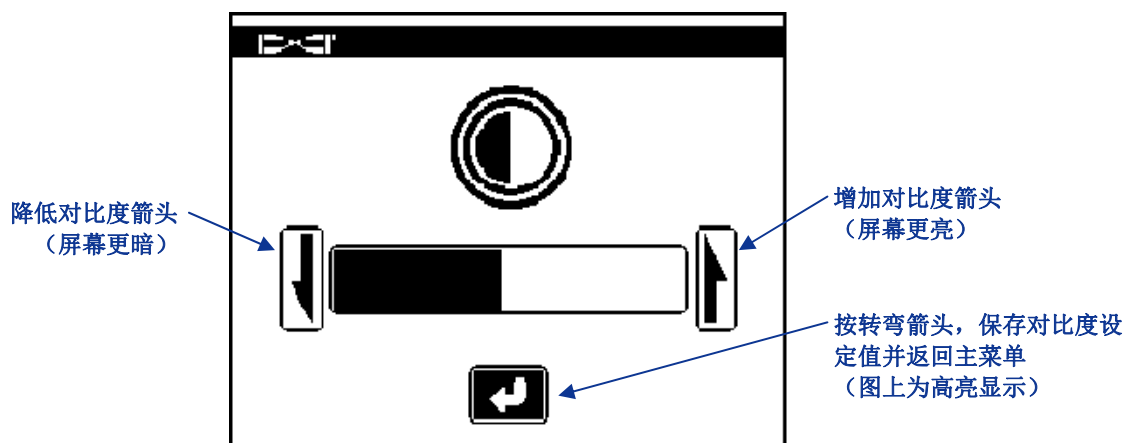
下表列出了显示屏幕上出现的各个菜单选项及其用途。对设定值做出的任何变化都会在 FSD 关机时得以保存。DCI 公司建议客户对 FSD 设定值进行设置，使之与接收器设定值相一致。

FSD 设置菜单选项

	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。
	接收器类型 ——经由此选项可对 FSD 进行设置，使之能配合 F5、F2、SE、Eclipse、或 Mark Series 接收器使用。若使用某个非 F5 接收器，请参阅 <i>DigiTrak MFD/FSD 操作手册</i> 。
	遥感频率规格 ——开启遥感地区选项。若必须改变此设定值，请联系 DCI，确定针对您所在地区的设定值，并确认该设定值与接收器遥感频率规格相一致。
	深度单位 ——允许用户选择英制或公制做为深度单位。若选择了英制单位，温度将显示单位为华氏度 (° F)，压力将显示单位为 PSI 并且拉力将显示单位为磅 (lbs)。若选择了公制单位，温度将显示单位为摄氏度 (° C)，压力将显示单位为千帕 (kPa) 并且拉力将显示单位为千牛 (kN)。
	倾角单位 ——选择倾斜度单位。可在百分率 (%) 与度数 (°) 之间做出选择。
	退出 ——退出设置菜单并返回主菜单屏幕。改变了设定值之后，便会自动高亮显示“退出”选项。

对比度调节

如前面所说，屏幕对比度可经由主显示屏幕调节，方法是：按住键盘上的执行按钮的同时，按左箭头或右箭头按钮，获得所需要的对比度：按左箭头对比度变暗，按右箭头变亮。还可以通过选用主菜单中对比度调节选项的方法来调节屏幕对比度，这便会显示出以下画面。



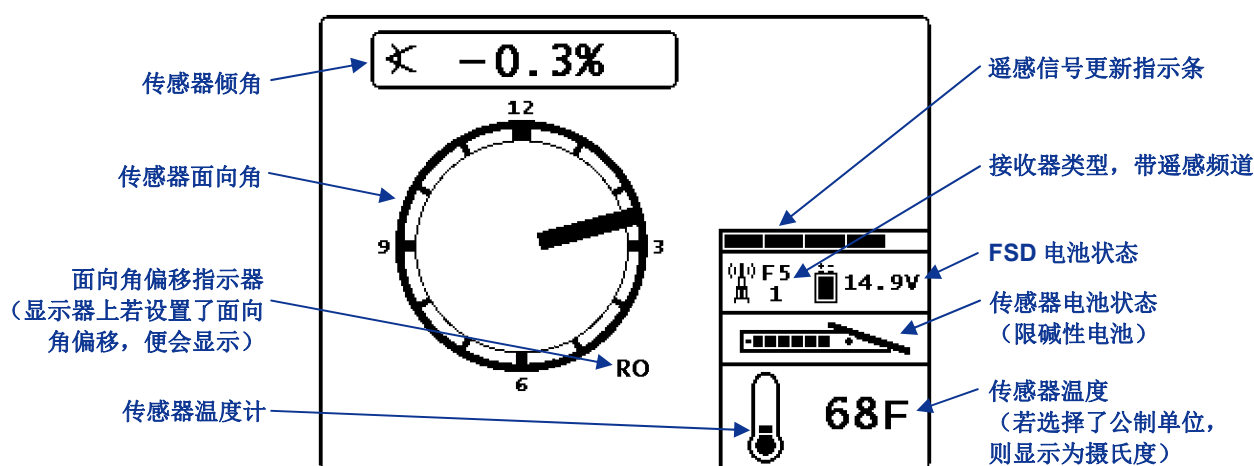
调节屏幕对比度

使用远程显示器上的左右箭头按钮，选择所需要的结果：降低对比度（左箭头）、增加对比度（右箭头），或按转弯箭头。选择了降低或增加对比度箭头之后，按远程显示器上的执行按钮来调节对比度。每按一下执行按钮，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，用远程显示器上的左右箭头按钮来高亮显示屏幕上的转弯箭头，然后按键盘上的执行按钮回到主屏幕。

显示屏幕

主显示屏幕

主显示屏幕是 FSD 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 FSD 的电池状态、接收器类型、遥感频道、遥感信号更新指示条，以及目标指引/数据（若启用）。若要退出此屏幕，可随时按动向下箭头，回到主菜单。



FSD 主显示屏幕

遥感信号更新指示条显示出接收到的信号量。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，以确保能获得正确的数据。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。

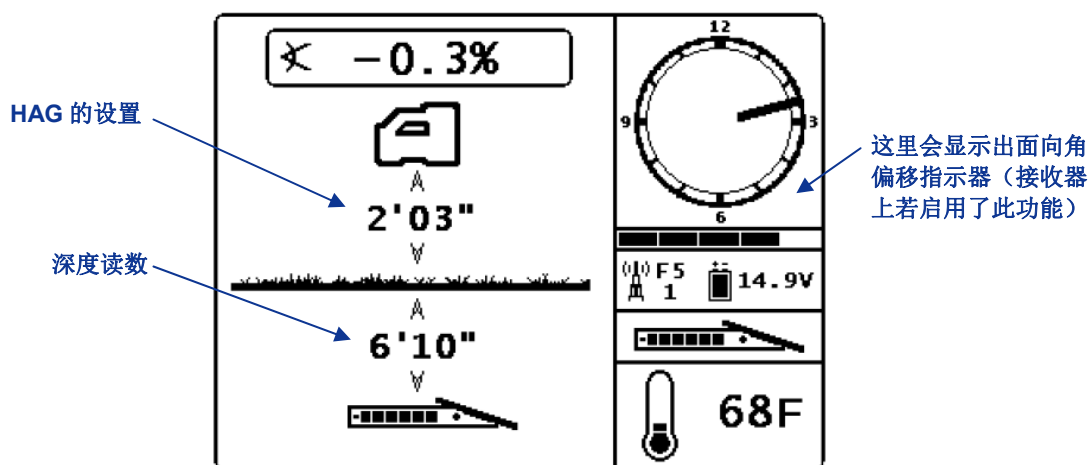
若在接收器上设置了面向角偏移功能（一种能使传感器的 12 点钟位置与钻具的 12 点钟位置相一致的电子补偿手段），便会在传感器钟面指示器右下方显示英文字母“RO”（意为“面向角偏移”功能已启用）。见接收器一章中的“面向角偏移菜单”一节和系统设置一章“设置面向角偏移”一节中的更多信息。

如果是使用流体压力传感器，瞬时流体压力将会在屏幕上传感器电池状态上方显示。传感器电池状态将仍然会显示在深度显示界面（见下文）。当使用在使用流体压力传感器时，如果压力值范围超过了限定条件（超过 250psi 或 1725 千帕），那时压力将会仍然显示为 250psi（1725 千帕）。

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），（扣住地磁）。见定位一章“定位点（FLP 及 RLP）和定位线（LL）”一节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，FSD 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 2 英尺 03 英寸（2' 03"），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，请参阅系统设置一章中的“地平面高度（HAG）距离”一节。



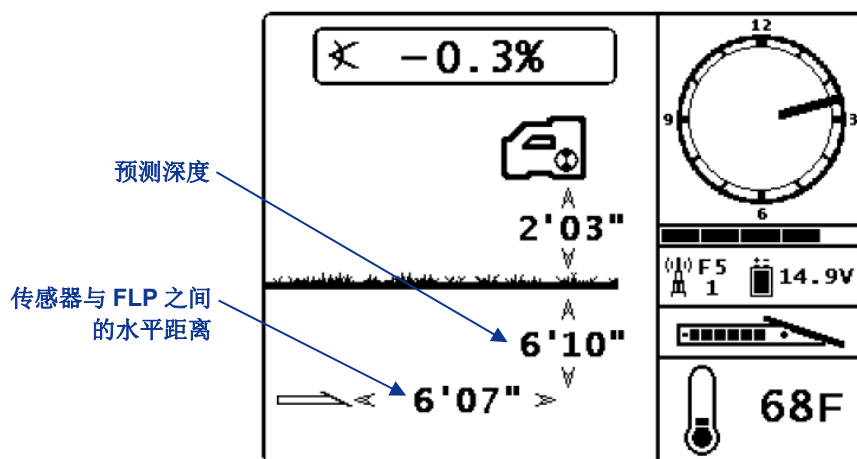
HAG 功能启用状态下 FSD 定位线上的深度显示

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。

接收器上若设置了面向角偏移功能，便会在时钟圆圈右下方、深度显示屏和预测深度显示屏上显示英文字母“RO”。见接收器一章中的“面向角偏移菜单”一节和系统设置一章“设置面向角偏移”一节中的更多信息。

预测深度显示屏幕

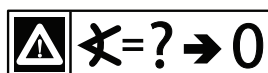
当接收器被放在前定位点或后定位点（FLP 或 RLP）位置上并且扣住点击开关时，就会显示出预计深度屏幕。但唯有在 FLP 处，预测深度才是有效的。预测深度显示屏显示出指向接收器的箭头，以及传感器前方的预测深度点。关于预测深度的更多信息，请参阅定位一章。



HAG 功能启用状态下 FSD 预测深度显示屏幕

与深度显示一样，接收器上若设置了面向角偏移功能，便会在 FSD 预测深度显示屏的时钟圆圈右下方显示英文字母“RO”。上面的例子中没有出现英文字母“RO”，这表明没有启用面向角偏移功能。

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，则远程显示器便会针对深度和预测深度读数假设传感器倾角为零。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。



假设倾角为零

电池充电器



F Series 电池充电器系统

一般说明

DigiTrak F Series 电池充电器 (FBC) 系统包含交流和直流电源线、一个交流适配器和三个可充电的 F Series 电池组。电池组用来为 F5 接收器和 FSD 远程显示器供电。所提供的交流电源线符合客户所在国的电源线规格。

充满电的电池组能连续为 F5 接收器供电约 10 小时，或连续为 FSD 远程显示器供电约 14 小时。电池组反复充电约 400 次之后，电池寿命会大幅下降。

查看电池状态

若要查看电池组的充电状况，按一下位于五个 LED 指示灯下方的电池状态按钮便可。LED 指示灯表示充电电量，每个指示灯代表 20% 的电池充电量。

任何时候都可以查看电池的充电状况，即便电池已安装在设备上。



F Series 电池组

交流 / 直流电源设置

安装交流适配器或直流电源线的方法是：将充电器插头插入电池充电器上的电源插孔（见右图），然后无论朝哪个方向旋转四分之一周，将插头锁定就位。

若用交流电源，将交流电源缆线接到交流适配器上，再将适配器电源插头插入墙上的电源插座。若用直流电源线供电，直接将直流电源线插头插入直流电源插孔便可。通电后，电池充电器上的橙色 LED 指示灯开始闪烁，充电器会发出几声嘀嗒声。



将充电器插入电源插座

为电池组充电

电池充电器接上电源并等到橙色 LED 指示灯闪烁后，将电池组装入电池充电器。电池组妥帖装入充电器后，其表面应与充电器齐平。橙色 LED 会停止闪烁，变为常亮；红色 LED 亮起，表示正在充电。不可试图为非 DCI 公司提供的电池组充电，也不可为 SE 镍氢电池组充电。当橙色 LED 指示灯再次开始闪烁时，表明电池组已经充满了电。此时，红色 LED 指示灯熄灭，绿色 LED 指示灯开始闪烁。

注意： FBC 只可用来为 F Series 电池组充电。

电池充电器 LED 指示灯

电池充电器上有三个 LED 指示灯（红、橙、绿三色），指示灯的状态可以是亮起、熄灭或闪烁，取决于充电状况。下表概要列出不同的 LED 指示灯状态下的充电状况，表明电池状况（若适用）和充电时间。

LED 指示灯	充电状况
橙色指示灯闪烁	充电器已接通电源，准备接纳电池
红色和橙色指示灯常亮	由放电状态转变为首次为电池快速充电
稳定的橙色和绿色	电池充电（大约 3-8 小时）
闪烁的橙色和绿色	电池已充满电(16.8-17 V)
闪烁的红色，橙色和绿色并伴有哗哗声的音响	温度故障（见附录 A 中的操作环境要求）
稳定的橙色	通讯故障

安全注意事项及警告

对于不遵循警告或警示以及不遵守 *安全规程* 和 *安全警告* 一章中的规定而产生的问题，DCI 不承担责任。

	警告： 充电器设有充分的防触电及防危险保护功能，请遵照本手册要求操作。若不按照本手册的要求操作，则充电器的操作防护功能可能会不起作用。使用充电器之前，请阅读本手册。
	警告： 若要将充电器装入托运行李交付托运，则打包之前，务必要卸掉充电器内的电池。
电池温度	<ul style="list-style-type: none"> • 电池充电器的环境温度应当在 $+32^{\circ}\text{F}$ 至 $+95^{\circ}\text{F}$ (0°C 至 $+35^{\circ}\text{C}$) 之间。若在此温度范围之外为电池充电，可能会延长充电时间、降低电池性能或缩短电池的使用寿命。 • 必须保持充电器周围（特别是靠近顶部和底部散热孔处）的空气流通。 • 如果电池内部温度低于 $+32^{\circ}\text{F}$ (0°C) 或高于 113°F ($+45^{\circ}\text{C}$)，则充电器便不能提供充电电流，并会显示出温度故障。
电池电压	<ul style="list-style-type: none"> • 装入充电器的电池的电压范围应当在 8V 至 16.8V 之间。 • 如果电池电压超过 17V，充电器上表示电池故障的红灯便会闪烁，并会停止充电。 • 如果电池电压在 16.8V 至 17V 之间，充电器则会显示出电池已充满电。 • 电池电压若在 4V 至 8V 之间，则会以微量电流对电池进行充电，使其电压上升至 8V。若在 2 分钟内不能使电池电压上升至超过 8V，则会显示出电池故障信号，并会停止充电。
充电时间	<ul style="list-style-type: none"> • 在环境温度未超出规定的操作温度范围的情形下，充电器会在 3 小时之内为电池充满电。 • 环境温度若高于或低于规定的操作温度范围，充电器可能最终仍会为电池充电，但充电时间会不止 3 小时。 • 如果 8 小时之内仍未能为电池充满电，则会显示出电池故障信号，并会停止充电。
电源输入	用所提供的交流 / 直流适配器或汽车点烟器适配器缆线为充电器提供规定电压范围内的直流电源。否则会损坏充电器，导致保修证失效，并会造成安全危害。
用户技术服务	请不要拆卸充电器。充电器内部没有需要用户更换的元件。
液体	充电器内不可进入液体。洒落到充电器上的液体可造成充电器短路。如果不小心将液体洒落到充电器上，应将充电器寄回 DCI 公司修理。
废旧电池丢弃方法	所有的 DCI 锂离子电池均属美国联邦政府的非危险性废弃物类别，可以作为正常的城市垃圾安全丢弃。但这类电池内含有可回收利用的材料，符合可充电电池回收公司 (RBRC) 的电池回收计划要求。请电洽 +1-800-8-BATTERY 或登录 RBRC 公司网站 www.rbrc.org ，了解废旧电池的回收信息。

附注

系统设置

本章详细介绍了 F5 定位系统及定位操作前的系统设置步骤。实际定位操作说明见 *定位* 一章。本章提供了以下信息：

- 接收器、远程显示器、传感器的开机
- 进行电子干扰检查
- 对照传感器进行接收器的校准及 / 或确认校准状况
- 设置面向角偏移（若需要）
- 设置地平面高度（HAG）距离

当使用钻进数据记录或压力-拉力数据记录功能所需要的额外步骤（见 *DigiTrak LWD 数据记录系统操作手册*），F5 TensiTrak 系统（*DigiTrak F5 TensiTrak 回拉和压力监测系统操作手册*）或有线传感器系统（见 *DigiTrak 多功能有线盒（MFBC）操作手册*）。

接收器、远程显示器、传感器的开机

接收器

1. 装电池组之前，请记下位于电池舱内序列号标签上的遥感频率规格。此遥感频率规格必须与远程显示器上的遥感频率规格相一致。
2. 装上充满电的电池组。
3. 扣住点击开关至少 2 秒钟，使接收器开机。
4. 注意接收器启动屏幕上的地区标号。此标号必须与传感器上的标号相一致。
5. 扣一下点击开关，打开接收器主菜单。
6. 从主菜单中选择设置菜单。
7. 参照需求，通过使用设置菜单去对深度单位，倾角单位，时间和日期，遥感频道，压力单位，温度单位以及力的单位进行设置。

远程显示器

1. 记下远程显示器背面列出的遥感频率规格。将其与接收器序列号标签上的标号相比较，确认兼容性。若二者不相符，请联络 DCI 客服部。
2. 装上充满电的电池组，或接上直流电源电缆并将衬板装入电池舱。
3. 按一下执行按钮，使远程显示器开机。此时便能看到主显示屏幕。
4. 按动朝下的箭头按钮，打开主菜单。
5. 从主菜单中选择设置菜单。
6. 经由设置菜单来设置深度单位、倾角单位和遥感信道。确保远程显示器的设定值与接收器的设定值相一致。你应该在两个设备上使用相同单位系统（英制或公制）。

传感器

1. 将传感器上的地区标号与接收器上的标号相比较，确认兼容性。若二者不相符，请联络 DCI 客服部。
2. 将电池正确地装入传感器，接通传感器电源（见 *传感器* 一章中“安装电池 / 开机”一节）。
3. 经由传感器选择菜单对接收器进行正确设置，使其能探测到所用的传感器类型和频率（见 *传感器* 一章“传感器选择”一节中的说明）。

进行电子干扰检查

何谓电子干扰，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。

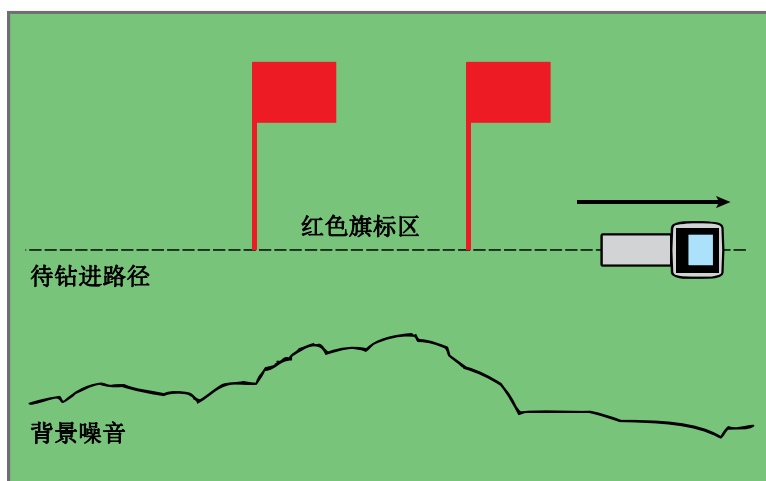
有源干扰又称作“电子干扰”或“背景噪音”，它会对 F5 定位设备产生不同程度的影响。大多数电子设备都会发射出能影响您准确跟踪钻机定位能力或影响倾角 / 面向角测量读数准确性的干扰信号。有源干扰信号的例子包括交通信号灯回路、隐蔽的狗围栏、阴极保护设备、无线电通讯、发射塔、有线电视电缆、光纤示踪线、公用事业公司的数据传输线、安防系统、电力线、电话线、等等。需要用 F5 系统来进行有源干扰源检测；见下面“背景噪音检查”一节。

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各类金属物体，例如管道、钢筋、沟板、铁丝网、车辆等。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，例如铁矿砂。使用您的 F5 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。然后需要确认面向角和倾角信息的速度和准确性。

背景噪音检查

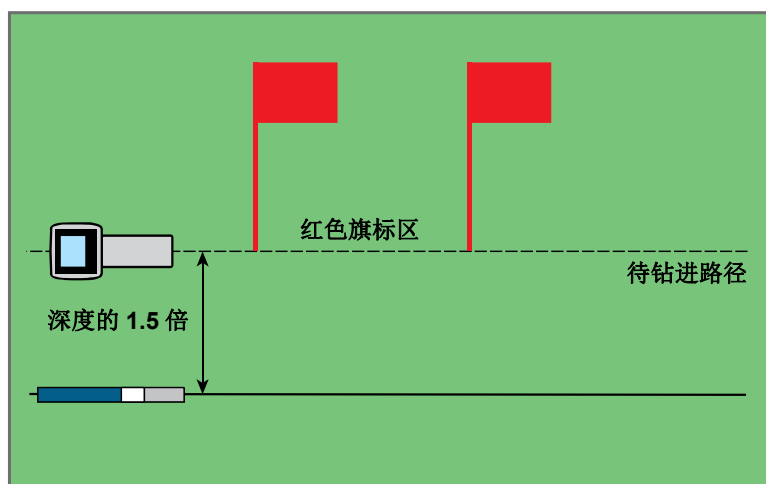
关掉传感器电源，手持已开机的接收器在钻径上方行走时，注意观看接收器显示屏幕上的信号强度，记下引起信号强度变化的地点。一般规则是，在某个钻进现场最大深度测得的传感器信号强度须至少比背景噪音高出 150 个基点。下图中，红色旗标区域表示背景噪音增大。



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相关读数的速度和准确性。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。

处理干扰问题的建议

如果倾角 / 面向角信息变得飘忽不定或信息丢失，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。接收器的有源和无源干扰分离法（启用 HAG 功能）是降低或消除干扰问题的有效方法。

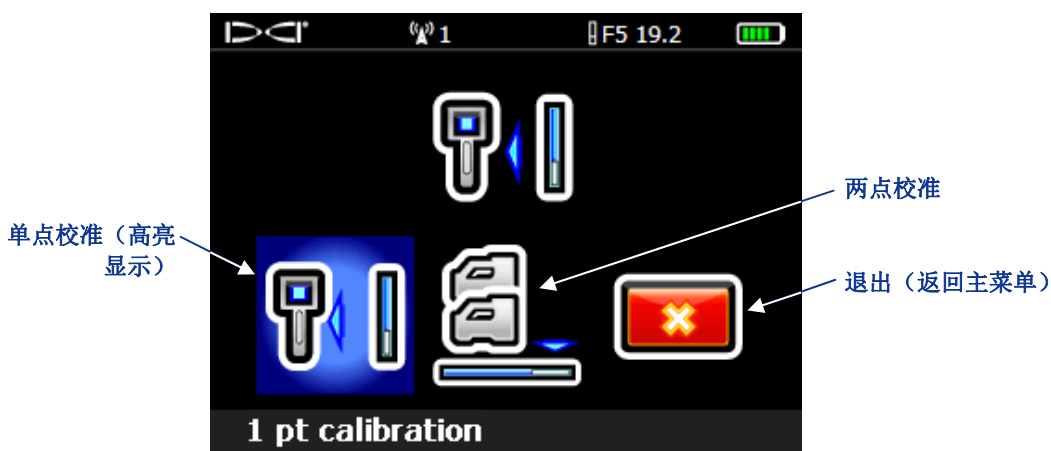
另一种方法是，使用不同频率或深度范围更大的传感器。深度范围更大的传感器具有能克服干扰的更大的发射功率。对于特定的作业现场来说，另一种频率的传感器受干扰的可能性可能更小。为了确定哪个传感器受干扰程度最低，可用不同的传感器和不同的频率进行背景噪音检查，看看哪个传感器信号质量和抗干扰能力最好。

对照传感器进行接收器的校准

首次使用或将要使用不同的传感器、接收器或钻头之前，都必须对照传感器对接收器进行校准。校准操作期间传感器必须装在钻机壳体内（见 *传感器* 一章中的“传感器壳体要求”一节）。

有两种校准方法：单点校准（传感器高于地面）和两点校准（传感器位于地下）。单点校准是首选方法。很少需要采用两点校准方法，若用此方法则必须审慎操作。下面是两种方法的操作说明。两种方法都需要用卷尺。

经由接收器主菜单可进入校准菜单。进入校准菜单后，原先使用过的校准选项就会高亮显示，以供选用。



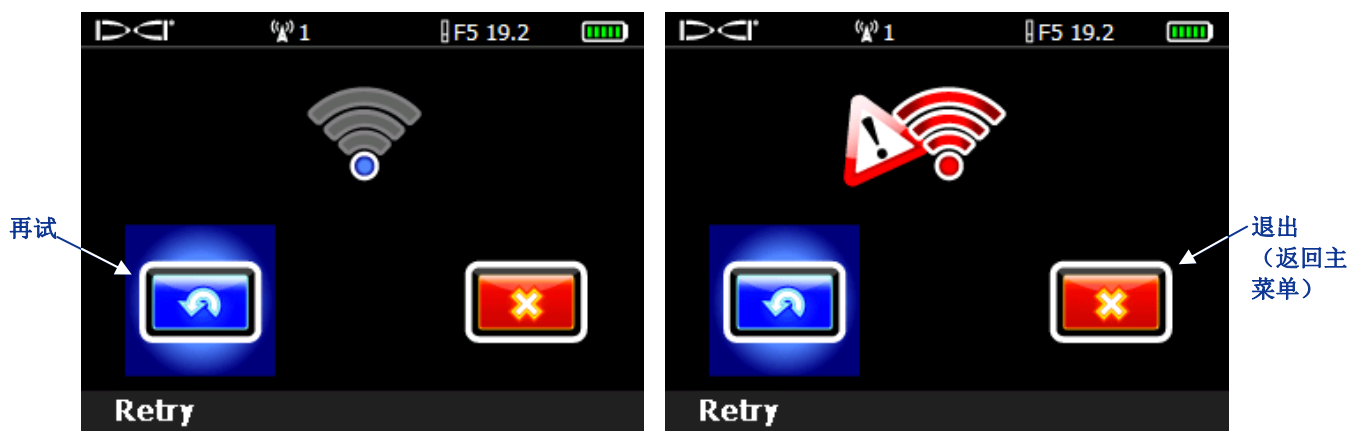
接收器校准菜单屏幕

若要取消校准操作，向右切换直到“退出”选项被高亮显示，然后扣一下扳机。这便回到主菜单，校准参数不变。

附注： 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。

以下情形下不可以进行校准：

- 距离金属结构 10 英尺（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管道的上方。
- 接收器附近有太强的电子干扰源。
- 来自传感器的信号强度低于 300 点（太弱）或超过 950 点（太强）。校准操作期间，信号若不在特定范围之内，就会显示出校准失败屏幕，表明信号太弱或太强，如下图所示。



校准失败屏幕——信号太弱（左图）或信号太强（右图）

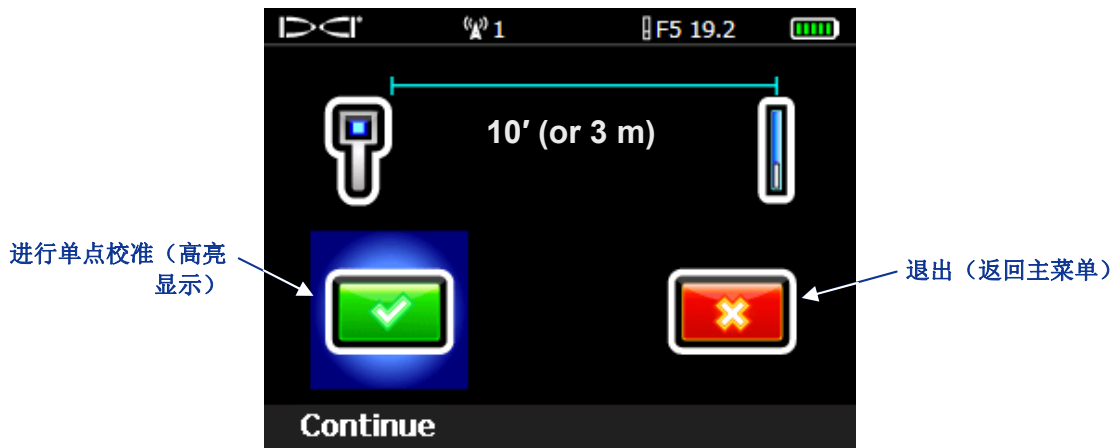
扣动点击开关再试，或向右切换选择“退出”，返回主菜单。若出现校准失败屏幕，应确认设置是否正确，然后再试；或致电 DCI 客服部。

单点校准（地面）



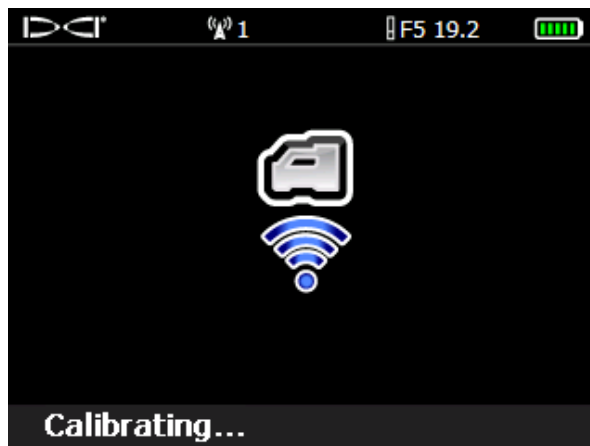
1. 将接收器和传感器（位于其壳体内）放在水平的地面，两设备均开机。二者必须平行，相距 10 英尺（3 米）。用卷尺确认传感器中心线到接收器内部边缘的距离为 10 英尺（3 米），如下面的单点校准显示屏所示。
2. 在接收器位于定位模式下，确认面向角和倾角数值已在接收器上显示出来，接收器能稳定地接收传感器送来的信号。在校准距离（10 英尺或 3 米处）记录传感器的信号强度，以便能与将来的信号强度值比较。信号强度的变化可表明目前处于有干扰的操作环境内或表明设备有故障。

3. 从接收器主菜单内选择校准菜单，然后选择单点校准选项。此时会出现下面的显示屏幕。



单点校准屏幕

4. 按一下点击开关开始校准。屏幕上会显示出正在对接收器进行校准。不要移动接收器。



正在校准屏幕

5. 校准结束后可听到确认声响，屏幕上会出现勾号，表明校准成功。显示屏会返回定位模式屏幕。如果校准失败，能听到两声长响并会显示出校准失败屏幕。确认设置无误并试着再操作一次，若故障信息仍不消除，则应联络 DCI 客服部，寻求协助。

单点校准操作成功之后，做一次深度测量，传感器和接收器的方向应与校准操作时相同。深度应为 10 英尺 ±5 英寸（或 3 米 ±15 厘米）。在另一个已知距离处读取另一个深度读数，然后验证所显示的深度读数是否仍然准确。

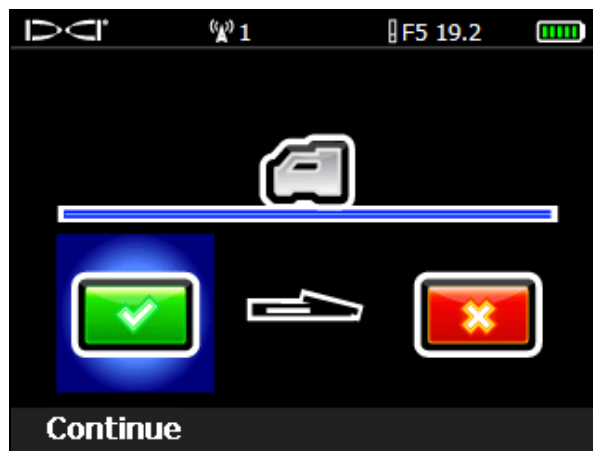
附注： 如果不显示深度数据，则需要获得参考信号锁定（R）。见定位一章“确定前定位点”（FLP）一节中关于如何获得参考信号锁定的说明。

两点校准（地下）



极少需要进行两点校准。需要获得两个校准点，一个是在接收器放在地面的情形下获得，另一个是在接收器位于高出地面 3 英尺（1 米）的地方获得。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。

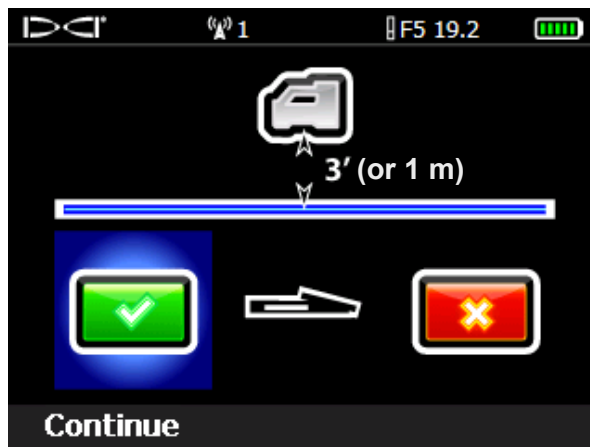
1. 在接收器处于定位模式下，将接收器放在大致水平放置的传感器的正上方（见定位一章中关于如何将接收器放在传感器正上方以及如何确认传感器位置是否水平的说明）。
2. 确认接收器置于地面和接收器位于高出地面 3 英尺（1 米）情形下的信号强度读数在 300 和 950 点之间。若接收器置于地面情形下测得的信号太强，应提升接收器，直到信号强度处于可接受范围内。第二点应在高出该点 3 英尺（1 米）处测量。如果信号太弱，则需要拉回来校准。
3. 确认面向角和倾角数值已在接收器上显示出来，接收器能稳定地接收传感器送来的信号。
4. 从接收器主菜单内选择校准菜单选项，然后选择两点校准选项。此时会出现下面的显示屏幕。
- 5.



两点校准，获得第一点

5. 扣动点击开关，获得第一个校准点。此时会出现“正在校准”屏幕。不要移动接收器。

6. 获得了第一个校准点之后，会出现第二个校准点屏幕。



两点校准，获得第二个校准点

7. 将接收器垂直向上提升 3 英尺（1 米），开始进行第二个校准点的校准。此时会再次出现“正在校准”屏幕。不要移动接收器。
8. 获得第二个校准点之后，可听到确认声响，屏幕上会出现勾号，表明校准成功。显示屏会返回定位模式屏幕。如果校准失败，能听到两声长响并会显示出如下所示的失败屏幕。确认设置无误并试着再操作一次，若故障信息仍不消除，则应联络 DCI 客服部，寻求协助。



两点校准失败屏幕

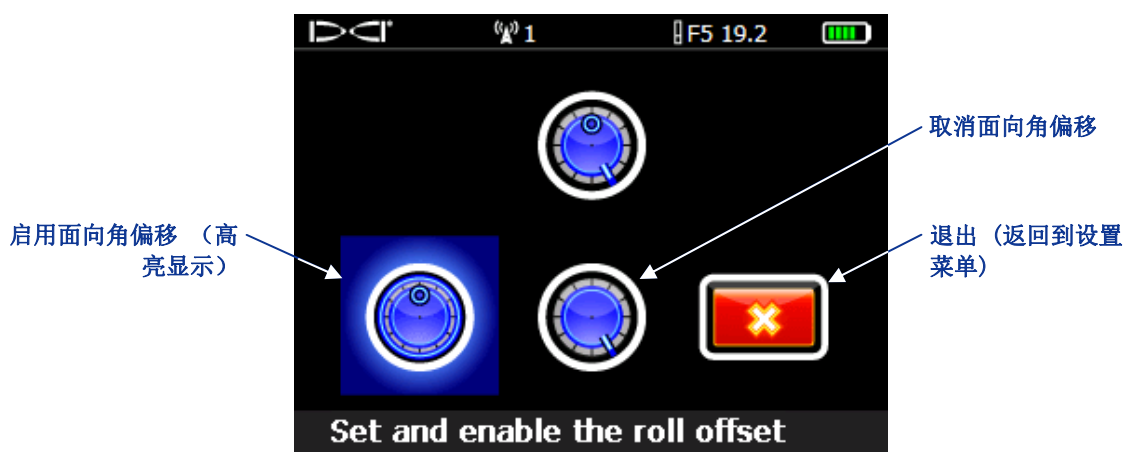
完成了第二个校准点的校准操作之后，需要采用以下方法来验证两个校准点之间的距离：分别测量每个校准点的深度数值，然后算出二者之差。差数应为 3 英尺±2 英寸（或 1 米±5 厘米）。随着钻进操作的继续，重复进行数次上述测量，以确保传感器倾角发生变化时深度数值依然有效。这叫做两点检查。

设置面向角偏移



如果无法使传感器的 12 点钟位置与钻头对齐，则需要设置和启用面向角偏移功能。面向角偏移功能通过电子补偿方式使传感器的 12 点钟位置与钻头的 12 点钟位置相一致。

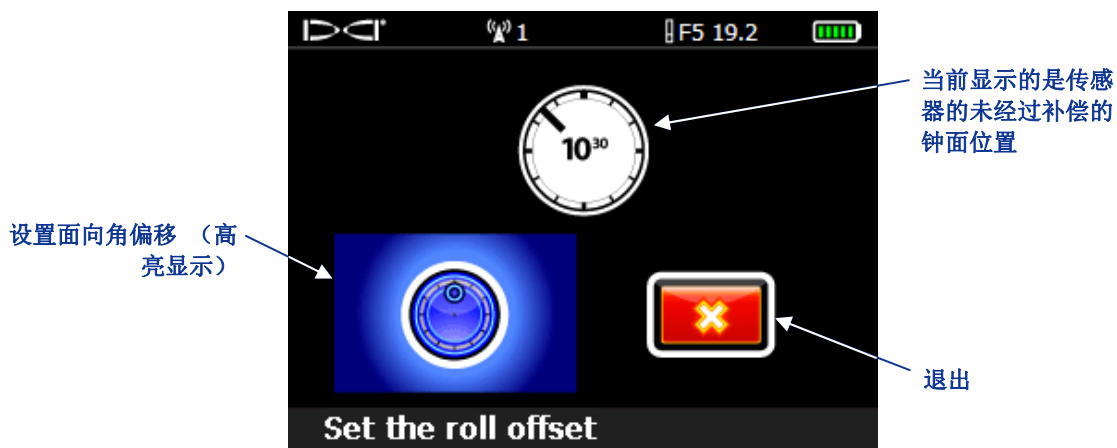
使用面向角偏移功能的方法是，开启接收器主菜单，然后选择设置菜单。从设置菜单中选择面向角偏移菜单选项。



面向角偏移菜单

启用面向角偏移

1. 从下面显示的面向角偏移菜单中选择启用面向角偏移选项。



启用面向角偏移菜单

2. 确认钻头位于其 12 点钟位置，传感器处于开机状态。记录屏幕上显示的面向角数值。
3. 在设置面向角偏移选项高亮显示状态下（如上图所示），扣一下点击开关，激活面向角偏移功能。此时可听到确认声响，同时屏幕回到设置菜单同时面向角偏移激活。

如果接收器不能探测到来自传感器的面向角信号，面向角偏移操作就会失败，并会出现下面的屏幕。



面向角偏移失败屏幕

扣动点击开关再试一次面向角偏移，或向右切换选择“退出”，返回主菜单。若出现面向角偏移失败屏幕，应确认设置是否正确，然后再试；或致电 DCI 客服部。

不启用面向角偏移

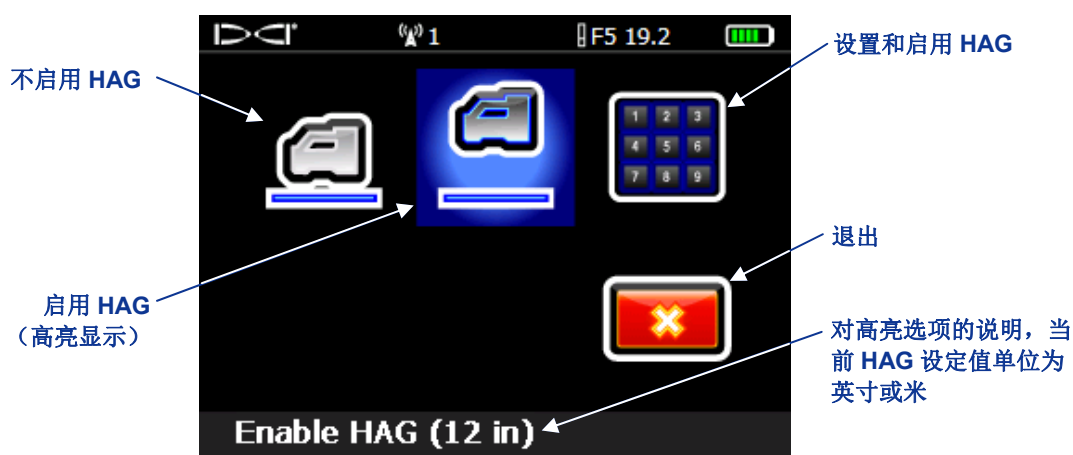
若要关闭面向角偏移功能，从面向角偏移菜单中选择取消面向角偏移选项即可。此时可听到确认声响，屏幕回到设置菜单。定位模式屏幕上显示出的数值即为传感器数值。

设置地平面高度（HAG）距离



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。将接收器提升到高出地面的位置可使其脱离地下干扰源，但这样做会降低传感器有效范围或造成测量读数不准确。

1. 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距离。方法是：稳妥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：12–100 英寸（若使用英制单位）或 0.3 – 2.54 米（若使用公制单位）。
2. 从主菜单中选择 HAG 菜单选项。您会看到地平面高度（HAG）菜单已高亮显示，供您选择；当前或默认（12 英寸或 0.30 米）HAG 设定值被显示在屏幕底部的描述栏内。如果先前已启用了 HAG，系统就会自动高亮显示取消选项，以供选取。



HAG 菜单屏幕

3. 按一下点击开关，以屏幕底部显示的数值启用 HAG。此时可听到确认声响，屏幕回到主菜单。深度读数可在接收器保持在这一高度状况下读取。

若要改变 HAG 数值，则应选择设置和启用 HAG 选项来开启键盘，进行新的 HAG 数值设定（见接收器一章中的“使用键盘”一节）。

附注

定位



使用 F5 接收器在高干扰地区进行定位操作

使用 F5 接收器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。本章首先解释了什么是定位点（FLP 和 RLP）和定位线（LL）、这些元素与传感器有关的几何特征，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、如何进行“飞行”跟踪（钻头仍在移动），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：关于预测深度和实际深度及前后偏移量的信息。

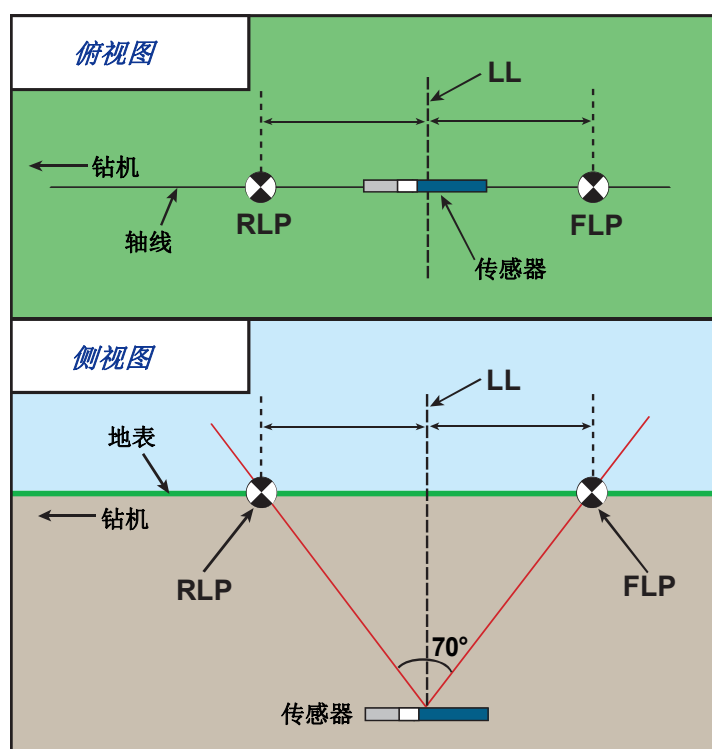
定位的基本概念

前后定位点 (FLP、RLP) 和定位线 (LL)

F5 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 (FLP) 位于传感器的前面，后定位点 (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（传感器位于 0% 倾角时），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。



FLP、RLP、LL 的俯视和侧视几何图

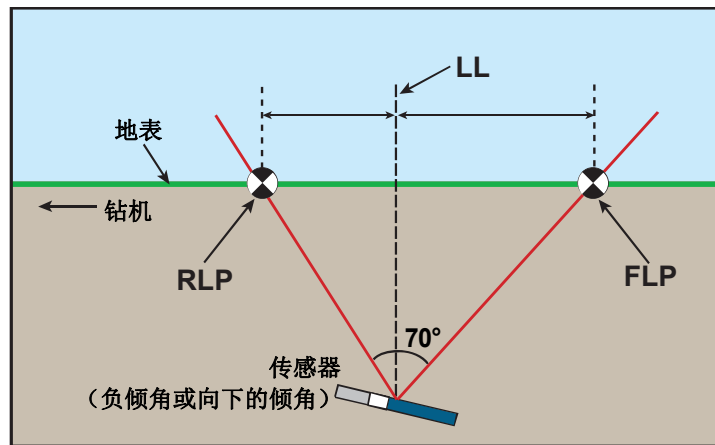
请注意，传感器保持水平时，RLP 和 FLP 与 LL 之间的距离是相等的。

附注： 如果传感器倾角超过 $\pm 30\%$ （或 $\pm 17^\circ$ ）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。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。



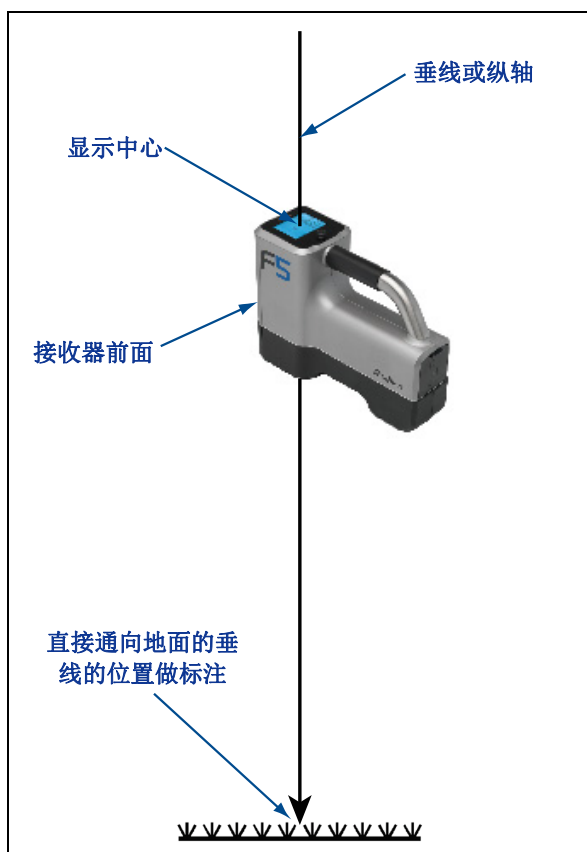
倾角对 FLP、RLP、LL 之间的距离的影响

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（用来与接收器的深度读数相比较）。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。

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：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）。垂线接触地面那一点就是需要标注的位置。

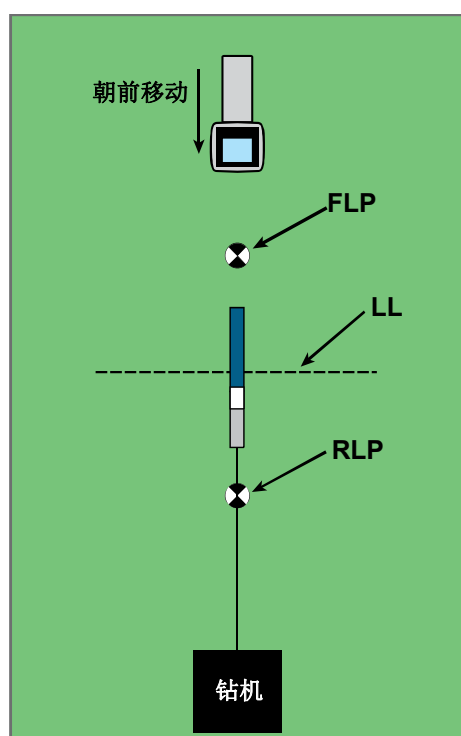


用来标注定位点的垂线

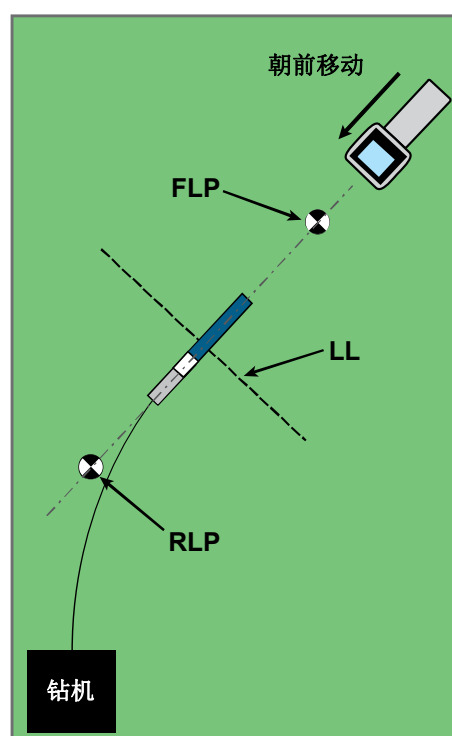
确定传感器位置的标准方法

可以在传感器移动过程中确定 F5 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。



标准定位方法的设定



针对弯路径的标准定位方法

深度读数和钻进数据记录功能的数据点可在 FLP 或 LL 处获得。这必须扣住扳机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，这样才能记录钻进数据记录功能所需的数据点（见 *DigiTrak LWD DataLog 系统操作手册* 中关于如何记录数据点的详细说明）。

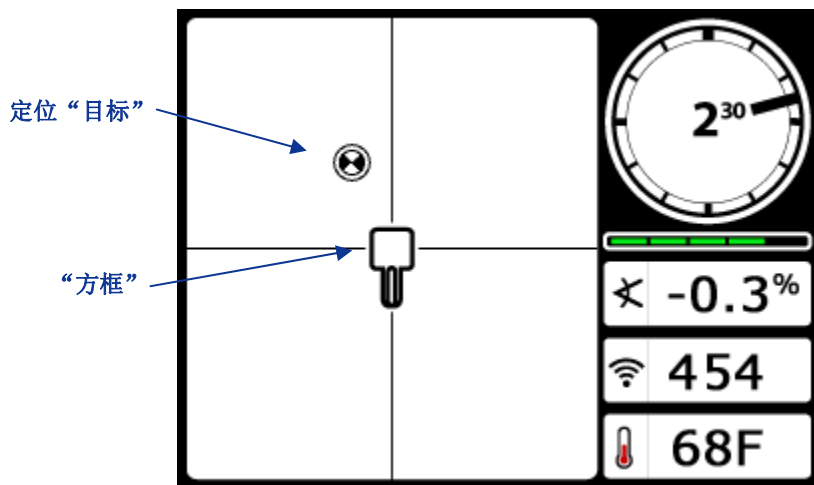
确定前定位点 (FLP)

这里介绍的定位程序假定操作者面对钻机，传感器位于地下、在操作者与钻机之间。

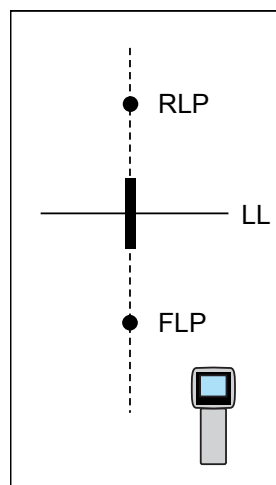
1. 接收器开机，并使其处于定位模式下。
2. 站在钻头的前面，距离钻头大约一根钻杆长。

附注： 随着钻头位置变深，FLP 会位于钻头前面的更远处。

- 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。注意，FLP 在接收器的左前方，如接收器显示图上所示。



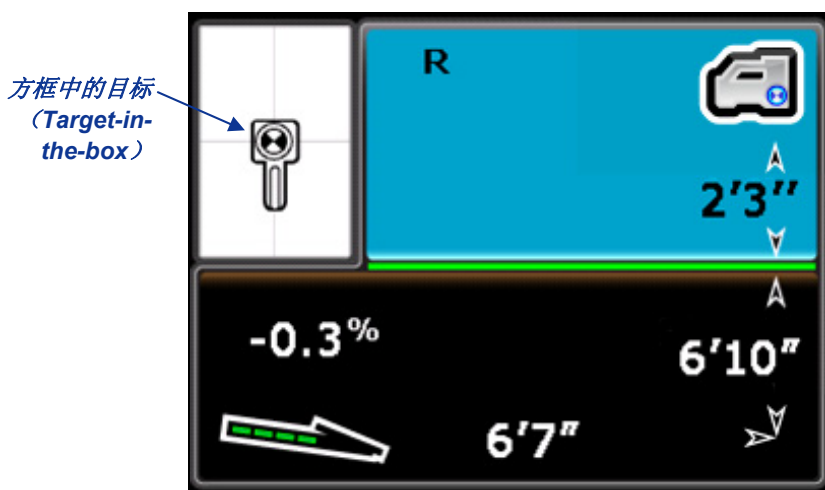
接收器定位模式屏幕



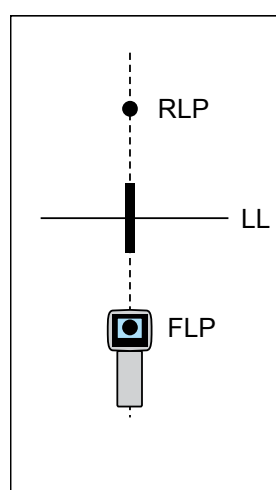
接收器和传感器的实际位置

- 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；本例中的目标位于左前方。
- 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，除非您已准确地位于 FLP 处（目标位于方框的正中央）。如果您是在 FLP 的前方，您可能会设定一个不正确的参考数值，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（在 FLP 定位点上，地平高度 HAG 功能开启）



接收器和传感器的实际位置

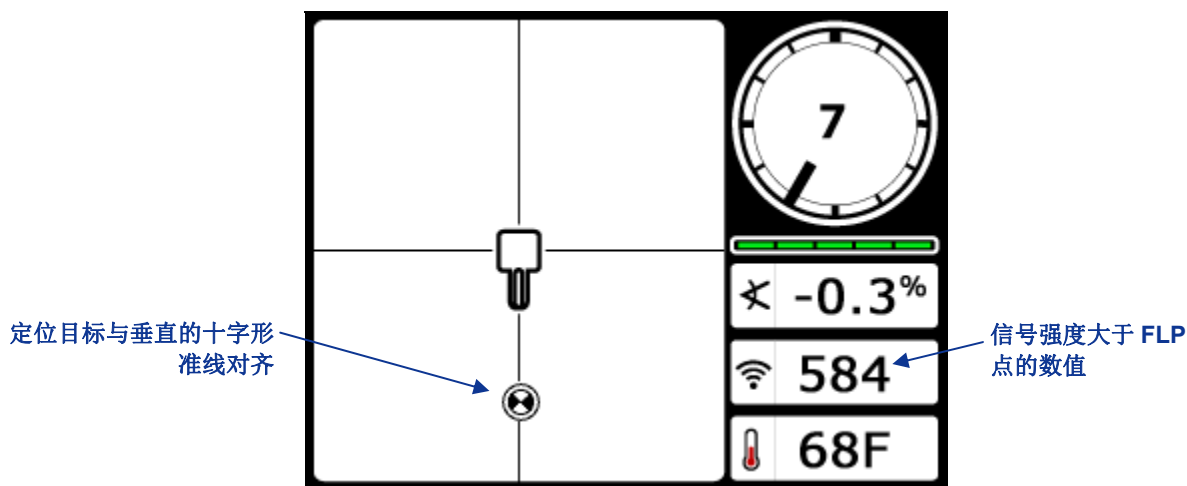
FLP 点给出的深度值即为预测深度，即传感器到达接收器下方位置时计算得出的传感器深度。如果传感器在到达接收器下方位置之前钻进方向发生了变化，预测深度读数便不再准确。

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. 在目标位于方框的正中央情形下，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。

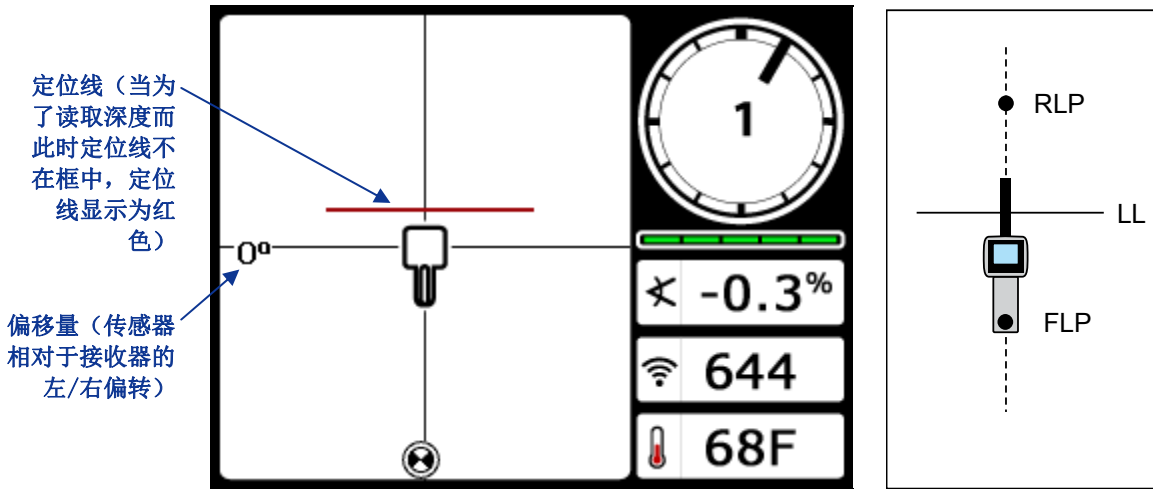


接收器定位模式屏幕 (FLP 在接收器后面, 朝向 LL 移动)

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。

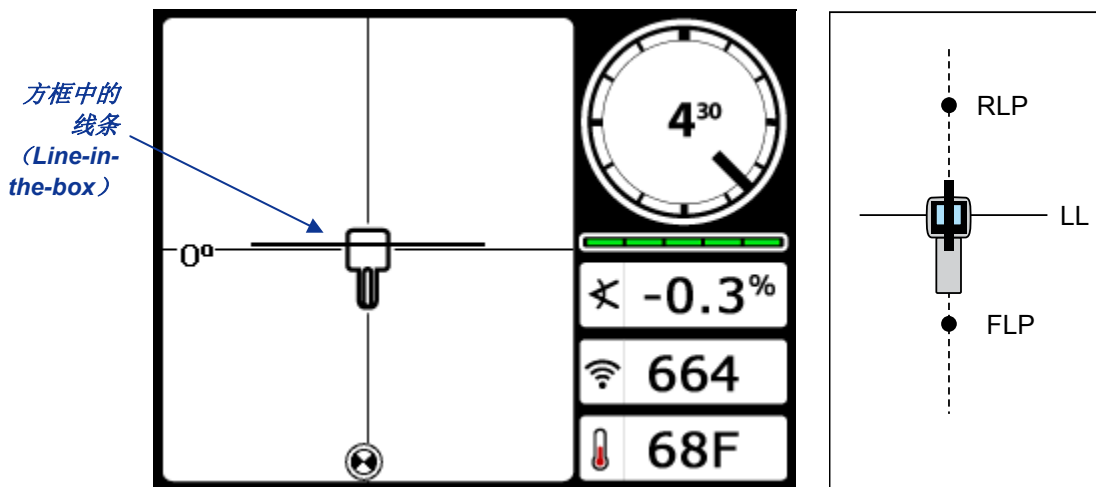
8. 当目标到达屏幕底部时，定位线就应显现出来。

附注： 如果未出现定位线而且定位球跳到了屏幕的顶部，应在定位球跳动位置的上方前后移动接收器。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。



附注： 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向位置（朝向），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。



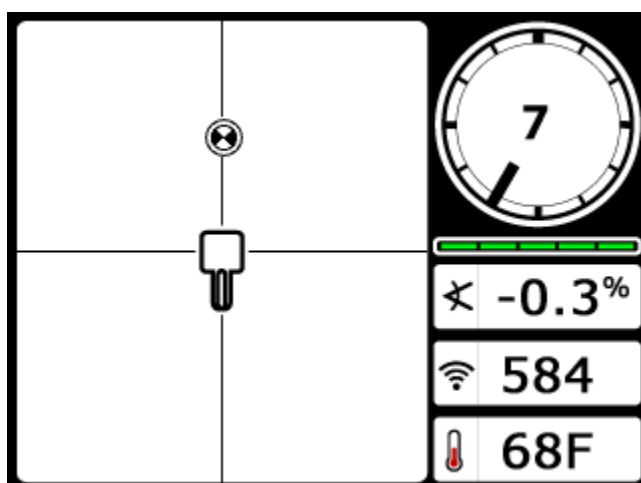
10. 将地面上直接位于接收器显示屏下方的这一位置标为 LL。扣住点击开关，可以读取深度读数。但若要想您直接位于传感器的上方而且深度读数是准确的，则首先须找到 RLP 点。

找到 RLP，确认传感器前进方向和位置

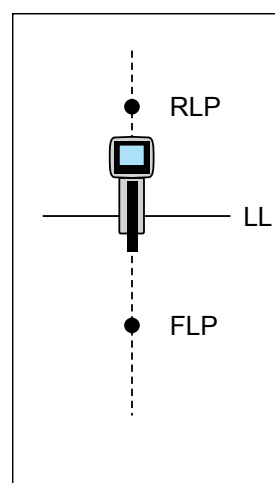
找到 RLP，便能确认传感器前进方向和位置。与 FLP 一样，RLP 是接收器显示屏上的一个目标 (⊗)。找到了 RLP 之后，便可以将 RLP 与 FLP 相连接，形成一条线，用来准确表达传感器的前进方向。传感器位于这条线与 LL 的交汇点下方。

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。

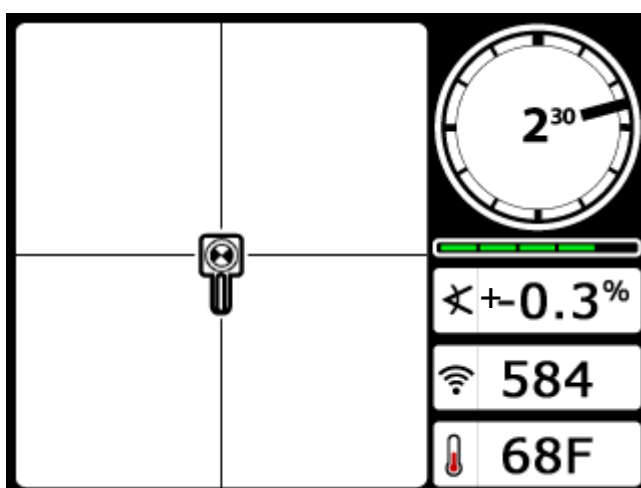


接收器定位模式屏幕
(以 LL 为起点接近 RLP)

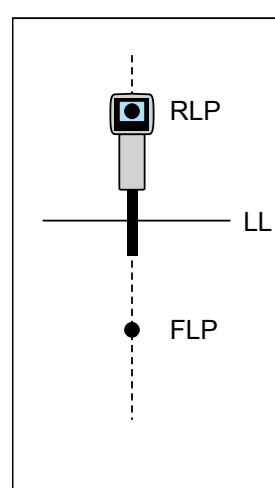


接收器和传感器的实际位置

12. 调整接收器位置，使定位目标位于方框的中央。



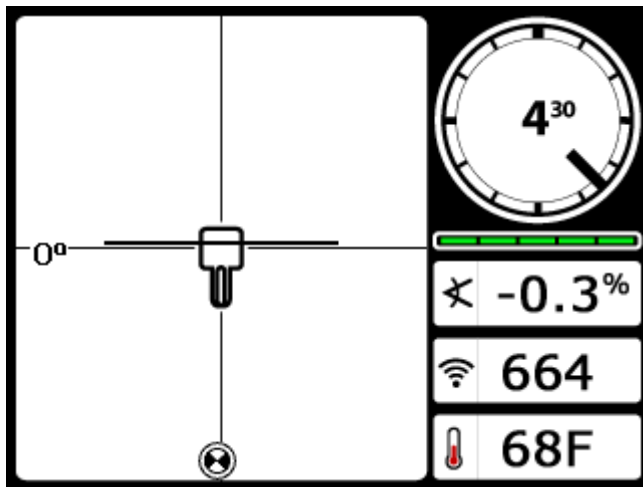
接收器定位模式屏幕 (在 RLP 处)



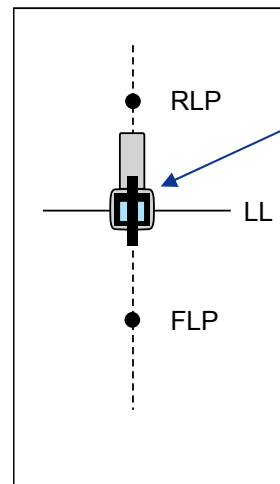
接收器和传感器的实际位置

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**，取消 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。该读数应在启用了 HAG 功能且接收器高于地面时所获深度读数的 5% 范围之内。欲知关于深度的更多信息，请参阅附录 B 和 C。



接收器深度模式屏幕（在 LL 处）



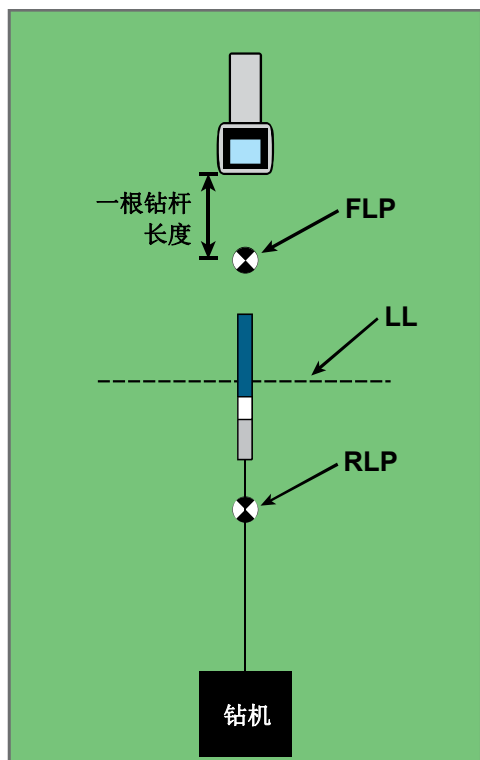
LL 在方框内对齐的条件下，读取深度读数时，接收器可面向 RLP 或 FLP

接收器和传感器的实际位置

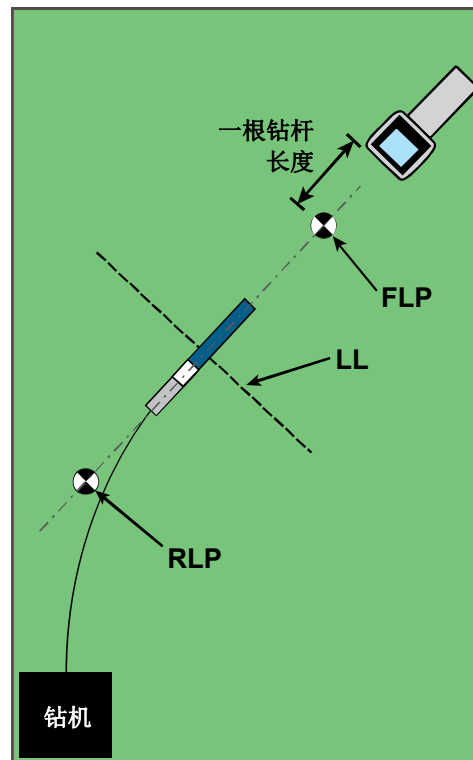
“飞行”跟踪

若在水平的地面上以 0% (0°) 倾角操作，则预测深度即为实际深度。此情形下，所有的定位操作都可以在钻头移动的同时在 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。



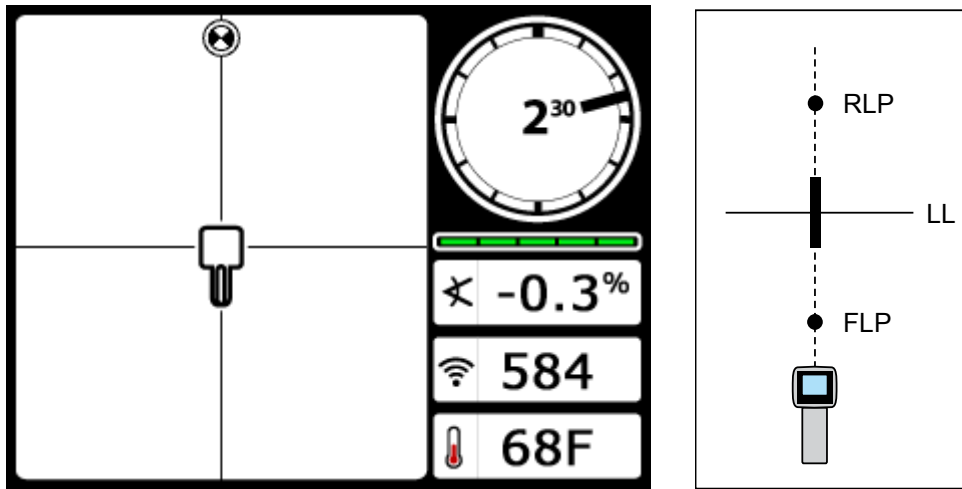
直线钻进情形下的“飞行”跟踪



弧形钻进情形下的“飞行”跟踪

深度读数和钻进数据记录功能的数据点可在 FLP 或 LL 处获得。这必须扣住扳机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，这样才能记录钻进数据记录功能所需的数据点。请参阅 *DigiTrak LWD DataLog 系统操作手册* 中关于记录数据点的更多信息。

警告： 不要扣住点击开关，除非您已准确地位于 FLP 处（目标位于方框的正中央）。如果您是在 FLP 的前方，便会设定不正确的参考数值，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

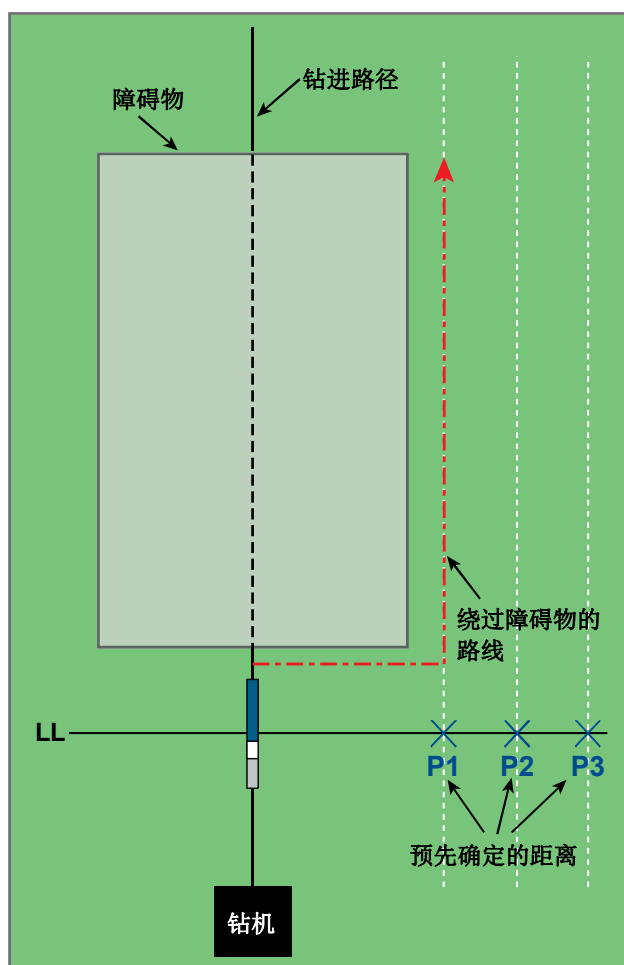
随着钻头向前钻进，FLP 应沿着接收器上显示的十字形准线的垂线行走，表明钻头没有偏离钻进路线。FLP 进入方框后，扣住点击开关，确认预测深度读数与预期的读数相符。

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体现出来。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为 0% (0°) 并在水平地面行走时，才会有效。

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，待钻进路径的上方有一座建筑物，如下图所示。传感器正要从建筑物的下方经过。

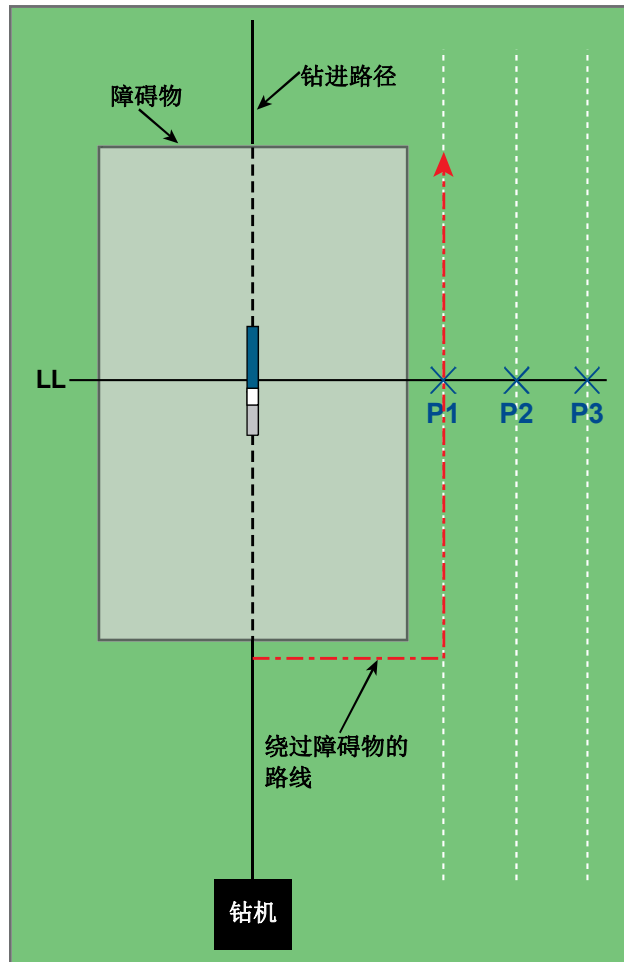
1. 停止钻进，使定位线进入方框，找出传感器的 LL。
2. 扣住点击开关（保持接收器方向不变）的同时，走到钻机的一侧，到达离开钻机预定距离的一点（P1）。前后移动接收器，直到能看到定位球从屏幕底部跳到顶部（反之亦然），标注这一位置。



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. 找到传感器侧面的这三个位置（P1、P2、P3）后，用一条线将它们连接起来。这就是定位线（LL）。由于传感器水平状态下 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。跟踪传感器倾角也很重要，从而能确认钻头保持正确的钻进路线。

- 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。附注：倾角的不同也会影响钻机前行期间的信号强度和斜距。



偏轨定位

Target Steering 目标指引功能

Target Steering 目标指引功能的作用是将 F5 接收器放在钻头的前面，用来指引目标。接收器放在水平的地面上，面向钻机前进方向。若要启用 **目标指引功能**，必须将接收器的目标深度设定为所需要的数值。这样便能通过远程显示器上的 **目标指引**屏幕，将钻头指引到直接位于接收器所在位置的下方的某一点上。

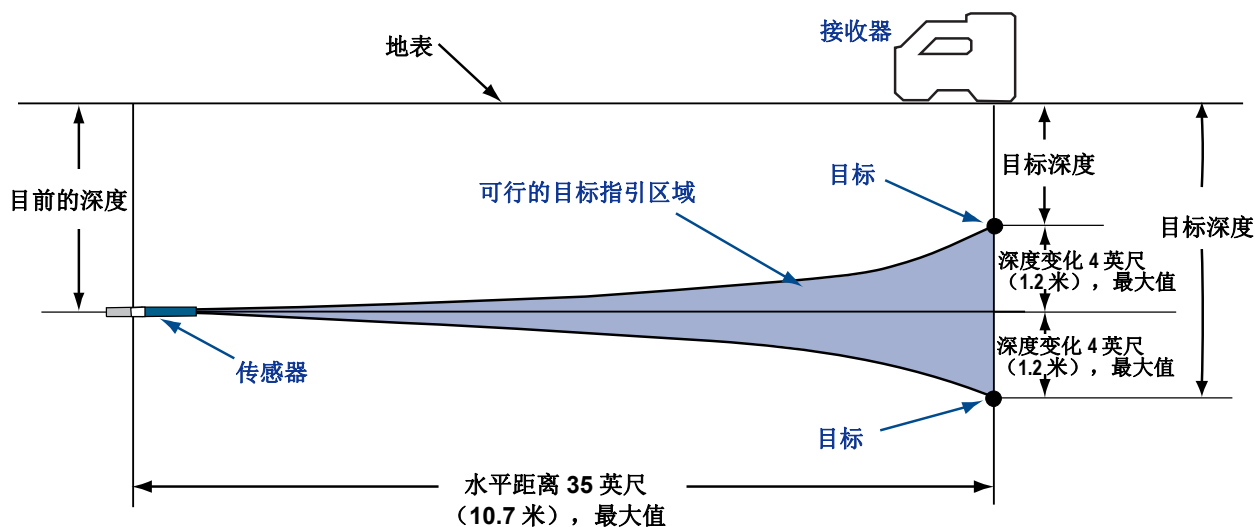
F5 系统假定最准确的 **目标指引**结果是在水平的地形条件下获得的。并且假定一个保守的弧线。因此，在倾角大幅变化的情形下（例如钻机在起点 / 终点作业期间）远程显示器上显示出的上下指引信息可能不一定准确。在这类情形下，只有左右指引信息可被认为是准确的。

可行的目标深度以及如何放置作为目标使用的接收器

对于 **目标指引**功能来说，接收器可放在钻头前面的最大距离为 35 英尺（10.7 米）。超过这个距离，向上、向下转向信息是不准确的。在此范围内，从钻头大致水平位置开始，须采用以下参数：

- 最大深度变化约 4 英尺（1.2 米）。
- 最大倾角变化约 14%。

对于最为保守的 **目标指引**作业来说，我们假定理想的钻径为一圆弧形，圆弧的半径能适应大多数钻杆及所用设备的弯曲半径。如下图所示，可行的指引区域被局限在由两条弧线界定的阴影区内。



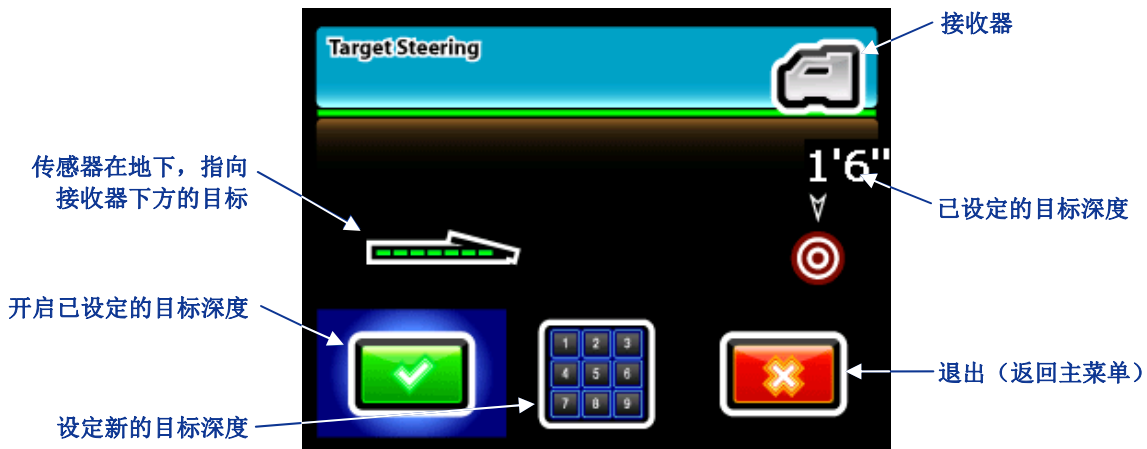
可行的指引区示意图

最大深度变化约为 4 英尺（1.2 米），最大水平距离 35 英尺（10.7 米）。

按照 *目标指引* 操作程序要求，必须正确放置接收器。应将接收器沿钻进路径放置在传感器的前方，且接收器的后端（安装电池组的一端）必须朝向钻机（或朝向上一次定位点，若钻径为弧形）。接收器可放在传感器前面的最大距离约为 35 英尺（10.7 米）。若超出此范围，上下距离信息就会变得不准确。

设定接收器的 *目标指引* 功能

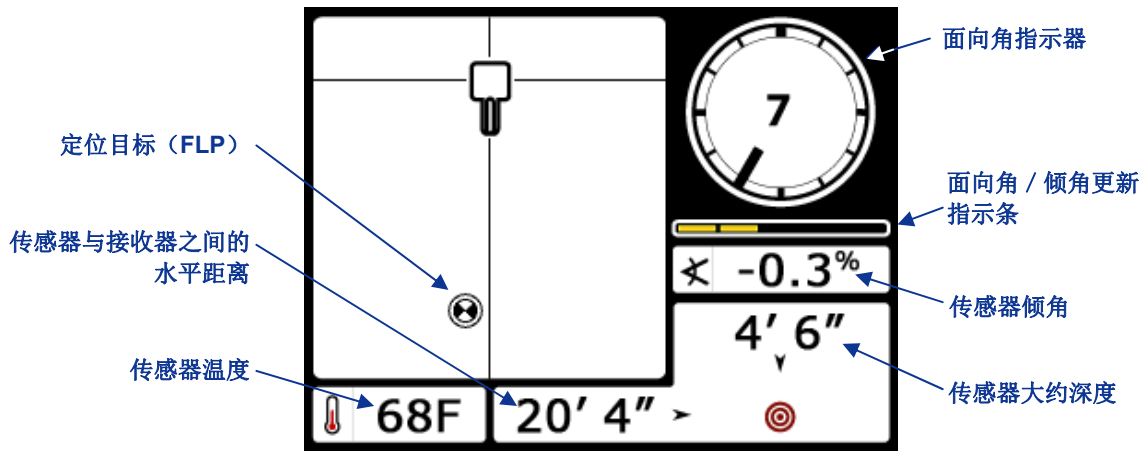
须经由 *目标指引* 菜单将接收器的目标深度设定为所需要的数值。目标深度是指您想要传感器到达接收器下方位置时所处的深度。由标准定位模式屏幕向上按切换开关（朝向显示屏）便可进入目标指引菜单。



目标指引 菜单

屏幕上会显示最近一次设定的目标深度或默认值（1.5'、18"、1'6"、或 0.46 米）。如果此深度与您需要的目标深度值相符，按一下点击开关将其设定为您的目标深度值。显示屏会返回定位模式屏幕，*目标指引* 功能启用。

若要设定新的目标深度，向右切换以高亮显示键盘，然后扣动点击开关（见 *接收器* 一章中的“使用键盘”一节）。输入了所需要的目标深度值之后，显示屏会返回定位模式屏幕，*目标指引* 功能启用，如下图所示。底部示出从接收器到传感器的水平距离。用此数字可帮助您将接收器放置在传感器前方，最大水平距离不超过 35 英尺（10.7 米）的地方。

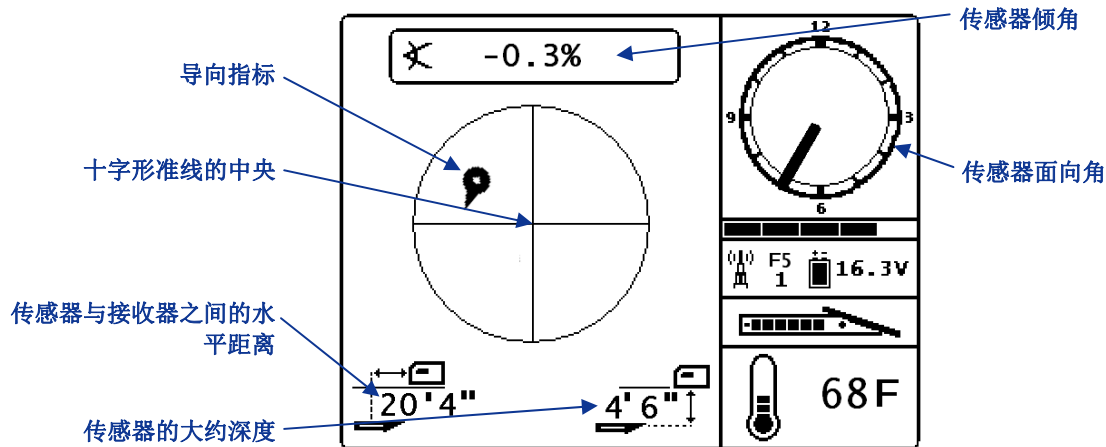


目标指引定位模式屏幕

使用流体压力传感器时，压力数据将会显示在传感器倾角和预测深度之间的位置上。

指向目标方向

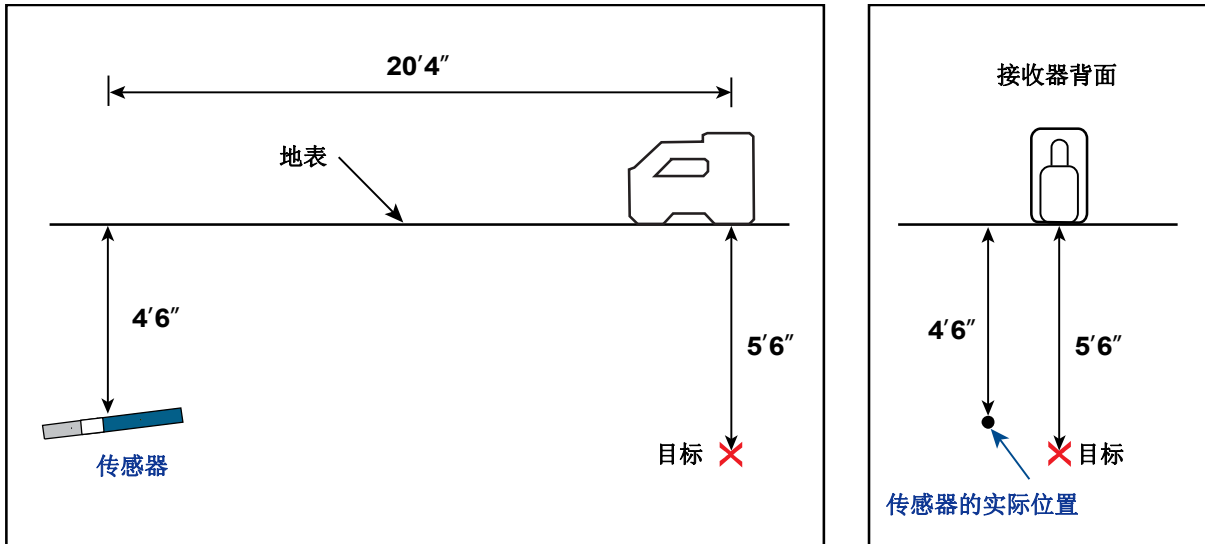
为接收器输入了目标深度数值并将接收器作为目标放在钻机的前方之后，从远程显示器主菜单上选择远程模式（见远程显示器一章中的“主菜单”一节）。然后便能看到下图所示的目标指引屏幕。



远程显示器屏幕上示出的目标指引

本例中，导向指示器显示出钻头在左边，对于待钻进路径来说位置太高。您若正确地朝着已设定的目标深度钻进，则这一导向指示器应是显示屏的绝对中心。一个 4 点钟指引指令能使钻头指向目标。请注意，为方便查看与理解起见，转向指示器的指针与钻头位置时钟指针是一致的。钻头至接收器的水平距离在显示屏左下方示出。右下方示出了当前的钻头深度。

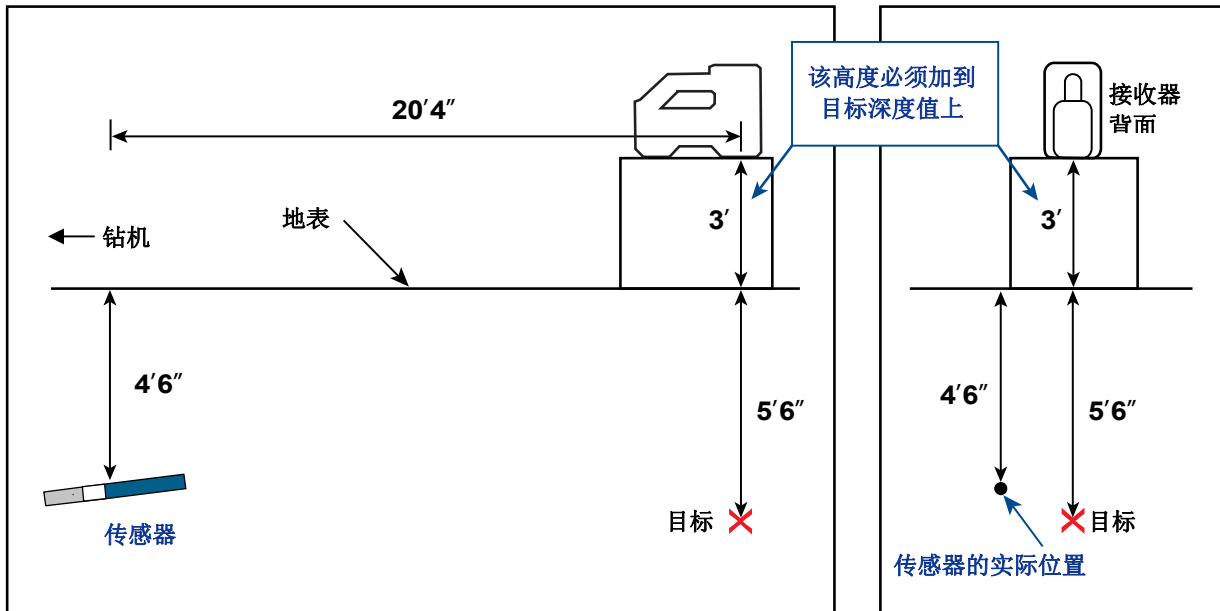
下面左边的示意图是表示接收器和传感器位置的侧视图。右边的示意图则是同样状况下的端视图。



表明接收器、传感器及目标位置的侧视图和端视图

干扰区内的目标指引

在有干扰源的地区（有源及 / 或无源干扰），建议提起接收器，使其高于地面。在下列中，接收器位于高出地面 3 英尺（1 米）的地方。为了进行补偿，将目标深度值设定为 8 英尺 6 英寸（2.6 米）。



传感器、目标、高于地面的接收器侧视图和端视图

关闭目标指引屏幕

若要关闭目标指引屏幕，在显示出目标指引定位模式屏幕时，向下切换即可。显示屏会返回标准定位模式屏幕，接收器便不再用作指引目标。

附注

3-2500-14-C3 (Simplified Chinese)

附录 A: 系统规格及维护要求

下面列出 DigiTrak F5 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 F5 接收器 (F5R)	14.4V \pm (额定电压)	350 mA (最大电流)
DigiTrak F Series 显示器 (FSD)	14.4V \pm (额定电压)	220 mA (最大电流)
DigiTrak F Series 电池充电器 (FBC)	输入电压 12V \pm (额定电压) 输出电压 16.8V \pm (额定电压)	5000 mA (最大电流) 1800 mA (最大电流)
DigiTrak F Series 锂离子电池组 (FBP)	14.4V \pm 或 14.8V \pm	4.4 Ah 最大, 63 Wh 或 4.4 Ah 最大, 65 Wh
DigiTrak FS 传感器	1.1 - 1.6V \pm	400 mA (最大电流)
DigiTrak F5 和 F Series 传感器 (FX、FXL、5XD 12/1.3、5XD 19/12、5X 18.5、5X 8.4)	2 - 3.6V \pm	750 mA (最大电流)
DigiTrak 流体压力传感器 (F5Dp 19/12, F5Dp 12/1.3)	1.7-7.2 V \pm	650 mA (最大电流)
DigiTrak DucTrak 传感器 (DDS 12, DDT 12)	2.4-3 V \pm	130 mA (最大电流)

环境要求

设备	相对湿度	操作温度
DigiTrak F5 型接收器	<90%	-4° 至 140° F (-20° 至 60°C)
DigiTrak F Series 显示器	<90%	-4° 至 140° F (-20° 至 60°C)
DigiTrak FS 传感器	<100%	-4° 至 180° F (-20° 至 82°C)
DigiTrak F5 和 F Series 传感器 (FX、FXL、5XD 12/1.3、5XD 19/12、5X 18.5、5X 8.4)	<100%	-4° 至 220° F (-20° 至 104°C)
DigiTrak 流体压力传感器 (F5Dp 19/12, F5Dp 12/1.3)	<100%	-4° to 220°F (-20° to 104°C)
DigiTrak DucTrak 传感器 (DDS 12, DDT 12)	<100%	22° to 122°F (-5.6° to 50°C)
DigiTrak F Series 电池充电器	<99%, 0-10°C条件下 <95%, 10-35°C条件下	32° 至 95° F (0° 至 35°C)
DigiTrak F Series 锂离子电池组	<99%, <10°C条件下 <95%, 10-35°C条件下 <75%, 35-60°C条件下	-4° 至 140° F (-20° 至 60°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，以及电池端帽的弹簧及螺纹，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 O 型圈已受损，应予以更换。
- 确保在流体压力传感器的感测器端口保持开放并且没阻塞。每次使用后，用流动的水清洁。切勿使用高压流体清洁感应器端口。
- 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（电池组上两到三个 LED 指示灯亮起）。电池组不应存放超过一年，除非是定期重新充电到 30%至 50%水平。

附录 B: 预测深度和实际深度及前后偏移信息

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。

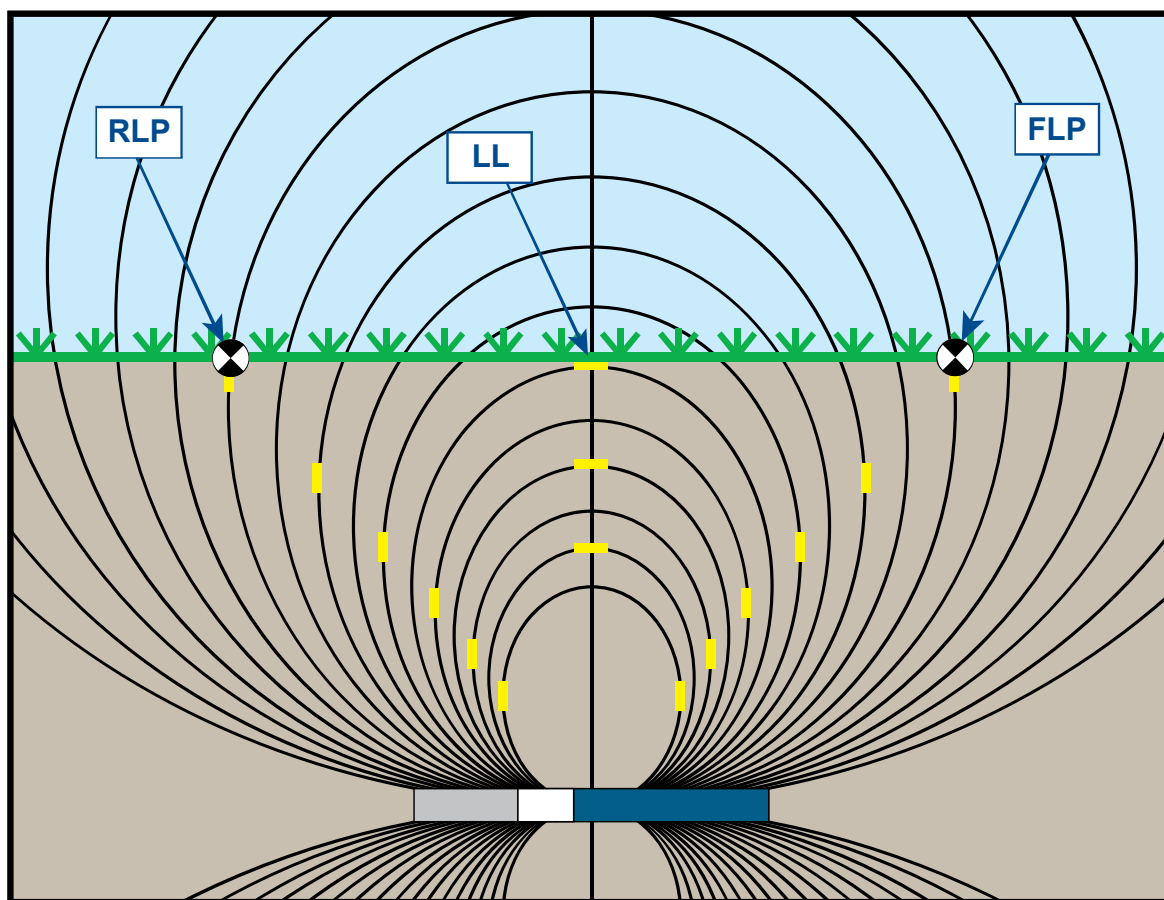


图 B1 磁场和 FLP、RLP、LL 的几何图形（侧视图）

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 17° ）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。

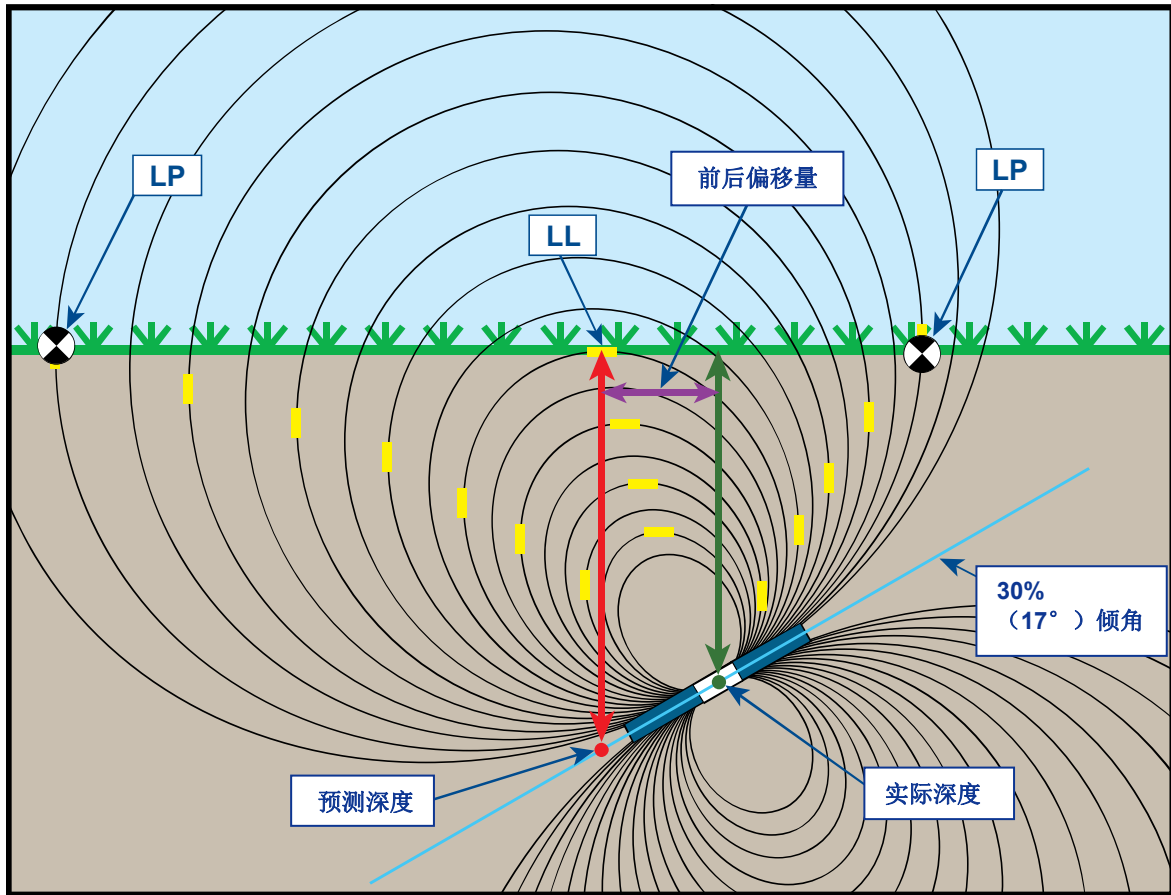


图 B2 陡深情形下的预测深度相对于实际深度及前后偏移

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

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)

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站上得到的 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 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.