(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101438025 B
(45)授权公告日 2012.05.30

(21)申请号 200780016270.X

(22)申请日 2007.05.03

(30)优先权数据
11/418,842 2006.05.05 US

(85)PCT申请进入国家阶段日
2008.11.05

(86)PCT申请的申请数据
PCT/GB2007/050235 2007.05.03

(87)PCT申请的公布数据
WO2007/129115 EN 2007.11.15

(73)专利权人 国民油井华高有限合伙公司
地址 美国得克萨斯

(72)发明人 K·E·赫利克

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 屠长存

(51)Int.Cl.
E21B 4/20(2006.01)
E21B 7/06(2006.01)
E21B 7/10(2006.01)

(56)对比文件
WO 2004/101944 A2,2004.11.25,
WO 2005/028805 A1,2005.03.31,
EP 0787886 A2,1997.08.06,
WO 2006/044737 A2,2006.04.27,
US 2003/0111268 A1,2003.06.19,
US 2004/0222023 A1,2004.11.11,
US 4854397 A,1989.08.08,

审查员 瞿超

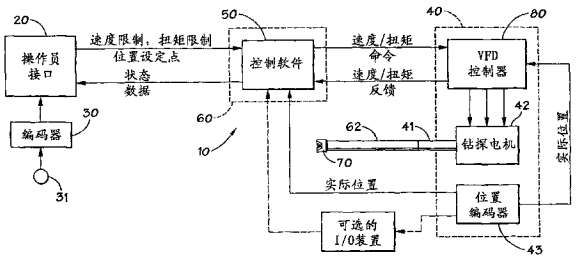
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

(54)发明名称

选择性确定钻头取向的设备和方法

(57)摘要

一种用于选择性确定钻柱(135)端部处的钻头(156)在井筒(133)中的取向的设备，所述设备可连接到用于转动所述钻柱(135)和所述钻头(156)的动力设备(127)，所述设备包括：控制部件设备，其包括可移动的、实现所述钻头(156)在所述井筒中的取向变化的控制部件(31)和用于产生表示所述控制部件(31)的移动的移动信号的信号设备(30)；以及用于与所述动力设备(127)和所述控制部件(31)通信的控制器(60)，所述控制器(60)用于将来自所述控制部件设备的所述移动信号转换为对所述动力设备(127)的命令信号，该配置使得在使用中该命令信号命令所述动力设备(127)基本上根据所述控制部件(31)的移动转动所述钻柱(135)和所述钻头(156)。



CN 101438025 B

1. 一种用于选择性确定钻柱端部处的钻头在井筒中的取向的设备，所述设备能够连接到用于转动所述钻柱和所述钻头的动力设备，所述设备包括：

控制部件设备，该控制部件设备包括能够移动的、实现所述钻头在所述井筒中的取向变化的控制部件，以及用于产生表示所述控制部件的移动的移动信号的信号设备，以及

用于与所述动力设备和所述控制部件通信的控制器，所述控制器用于将来自所述控制部件设备的所述移动信号转换为对所述动力设备的命令信号，该配置使得在使用中该命令信号命令所述动力设备基本上根据所述控制部件的移动转动所述钻柱和所述钻头，

其中，所述控制器包括计算设备，该计算设备被编程用于 (a) 接收速度限制输入和扭矩限制输入，所述速度限制输入包括表示对所述钻柱转动速度的限制的信号，所述扭矩限制输入包括表示对施加给所述钻柱的扭矩的限制的信号；以及 (b) 控制所述动力设备的移动使得所述速度限制不被超过并且使得所述扭矩限制不被超过。

2. 根据权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述控制部件包括能够与所述控制器操作地连接的能够手动转动的旋钮。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备，其特征在于，所述动力设备包括顶部驱动装置，并且其中所述设备适合于控制所述顶部驱动装置的变频驱动控制器。

4. 根据权利要求 3 所述的设备，其特征在于，所述控制器适合于接收和处理来自所述变频驱动控制器的反馈信号，该反馈信号表示 (c) 所述顶部驱动装置的驱动轴的实际速度，所述驱动轴连接到所述钻柱以转动所述钻柱和所述钻头，以及 (d) 由所述驱动轴施加给所述钻柱的实际扭矩。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备，其特征在于，在使用中所述钻头在一时间段内从开始位置移动到目的地位置，并且所述控制器控制所述动力设备使得所述钻头冲过所述目的地位置的量被减小、被最小化或者基本上为零。

6. 根据权利要求 5 所述的设备，其特征在于，所述控制器被配置为：

(e) 确定在所述时间段的速度以及所述钻头接近所述目的地位置的速度变化；以及

(f) 根据步骤 (e) 控制所述钻头的移动速度。

7. 根据权利要求 6 所述的设备，其特征在于，所述控制器被配置为在使用中控制所述动力设备的移动，使得所述钻柱和钻头 (i) 以基本上恒定的加速移动，(ii) 以基本上恒定的减速移动，(ii) 直接或间接地在 (i) 之后，从而抑制所述钻头冲过所述目的地位置。

8. 根据权利要求 7 所述的设备，其特征在于，所述控制器被配置为在使用中控制所述动力设备的移动使得所述钻柱和钻头在 (i) 和 (ii) 之间以基本上恒定的速度移动。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备，其特征在于，所述控制器被配置为在通过所述动力设备重新定位期间监视所述钻柱的当前转动速度，基于所述当前转动速度确定停止距离以及当所述停止距离在所述钻头的所希望的目的地位置的预先选择的范围内时将所述动力设备的输入速度设置为零，从而抑制所述目的地位置的振荡。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备，还包括操作员接口，该操作员接口用于操作员向所述控制器输入动力设备速度和要施加给所述钻柱的扭矩的限制值，以及所希望的钻头目的地位置。

11. 根据权利要求 10 所述的设备，其特征在于，所述控制器被配置为向所述操作员接口输出实际的动力设备速度和施加给所述钻柱的实际扭矩以及所述控制部件的位置的指

示。

12. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备，其特征在于，所述控制器适合于接收来自编码器设备的信号，该编码器设备提供表示所述动力设备的转动部分的位置的位置信号，该转动部分能够连接到所述钻柱。

13. 根据权利要求 12 所述的设备，其特征在于，所述控制器被配置为基本上连续使用来自所述编码器设备的所述位置信号以控制所述动力设备。

14. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备，其特征在于，所述控制器被配置为接收并存储增量角转动距离和钻柱转动方向，并控制所述动力设备使得所述钻柱以所述增量角转动距离为单位在所述钻柱转动方向上转动。

15. 根据权利要求 1 所述的设备，其适合于控制转台系统。

16. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备，其特征在于，所述控制器包括存储计算机可执行指令的可编程介质，所述计算机可执行指令用于进行权利要求 1 或 2 的控制器步骤。

17. 根据权利要求 16 所述的设备，其特征在于，所述控制器包括计算机。

18. 根据权利要求 16 所述的设备，其特征在于，所述控制器包括可编程逻辑控制器、单板机、微控制器或者有限状态机。

19. 根据权利要求 16 所述的设备，其特征在于，所述控制器包括中央处理单元。

20. 一种钻机舱，其包括上述权利要求中的任一项所述的设备。

21. 一种用于选择性确定钻柱端部处的钻头在井筒中的取向的方法，该钻柱连接到用于使其转动的动力设备，该方法包括使用权利要求 1 至 19 中任一项所述的设备控制所述动力设备以转动所述钻柱的步骤。

22. 根据权利要求 21 所述的方法，还包括在钻探期间转动所述钻柱的步骤，从而调节所述钻头的钻头面角度以便于定向钻探。

选择性确定钻头取向的设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于选择性确定钻柱端部处的钻头在井筒中的取向的设备、包括该设备的钻机舱 (driller's cabin) 以及使用该设备的方法。

背景技术

[0002] 定向钻探的挑战之一是针对所希望的钻探方向的改变确保正确地取向定向电机。这要求顶部驱动装置将钻柱移动到特定的位置而不是简单盲目地转动轴 (shaft)。

[0003] 某些当前的顶部驱动装置控制接口和软件允许钻机利用顶部驱动装置进行钻头面取向移动，但是通常这些系统是不准确的。在一种方法中，通过在选择方向后施加速度命令 (节流命令，throttle) 和扭矩限制来转动顶部驱动装置。通过变频驱动顶部驱动装置，操作员可以在缓慢打开节流阀的同时观看顶部驱动轴，并且可以利用节流控制使得当轴处在所希望的位置时停止轴。这是使用钻机作为操作的闭环位置控制部分，这可能是不需要的。对于人机接口 (HMI) 顶部驱动装置，该情况可能更糟，因为钻机必须在触摸屏上键入节流命令，观看驱动装置的移动，然后赶快回来观看屏幕并点击“零节流”以停止轴。这可能导致误差。

[0004] 在定向钻探中，其中目标地层可能与井的表面位置横向间隔几千英尺，需要穿透到深处并且还横向穿过土壤、岩石和地层，钻头方向由钻头的方位角和 / 或工具面角度 (tool-face angle) 确定。工具面角度是指偏转装置在井下实际“面对”的方向。工具面是指偏转装置在工具串 (toolstring) 的轴上的位置 (例如，泥浆电机的弯管 (bend) 的方向)，关于两件事情取决于井筒几何形状 ：如果井筒在钻头处是垂直的或者接近垂直的，则工具面取向参考真磁北 ；如果井筒在钻头处倾斜五度或更多，则工具面取向参考孔的“高侧”。

[0005] 在任一种情况中，利用电机或某些其它偏转装置钻探时，由电机功率部分产生的扭矩产生右旋反扭矩。该反扭矩的强度取决于井深、阻力 (drag) 以及电机在井下产生的速度和扭矩等因素。有时在钻探的同时，反扭矩可能在转台 (rotary table) 处在钻头和钻柱之间引起几周旋转。目前，定向钻机使用钻探时测量 (measurement-while-drilling，MWD) 读出器测量该反扭矩，并在所期望的符合井下钻头处的正确方向取向的取向上在转台处对钻柱进行标记。

[0006] 在某些现有系统中，通过导向仪 (steering tool) 在井下测量工具面角度信息，并典型使用相对低带宽的泥浆脉冲信号将该信息传送到表面。通过对钻柱施加扭矩或钻柱角修正，钻机保持所希望的面角度，但是因为接收面角度信息中的等待或延迟，钻机经常修正过度或修正不足。修正过度或修正不足可导致钻头相当量的前后偏离，这增加了必须钻探的距离以到达目标底层。前后偏离还可能增加卡管的风险并使得铺设套管 (casing) 更加困难。

[0007] 在定向钻探中，特别是长距离、高角度或者水平钻探，长的钻头行程、平稳正确地控制的井路径以及最小的过程修正是所希望的。在实际钻探中，许多井下轨迹控制装置被

用于在必要时偏转钻探轨迹。这些包括井下电机的井下弯管套(bent housing)、弯管接头或斜向器以及其它活动或可调装置,如可调稳定器。为了正确地执行轨迹偏转,准确地设定工具面是非常重要的。

[0008] 设定工具面角度的一个现有方法依赖于在井下勘探传感器位于BHA(bottomhole assembly,下部钻具组合)中的位置处测量工具面角度。然而,由于这种井下偏转装置引起的干涉配合,在接触点处(即,弯头(bent knee)和介入稳定器)这些装置产生显著的接触力。在施加表面扭矩时这些抑制性扭矩防止弯头转弯。因此,在传感器位置处"视在工具面"可能经常显著不同于弯头处的真实工具面角度。

[0009] 一种井下工具面角度设定的现有方法是在探勘测量中勘探传感器所处的轴向位置处推断工具面取向。在弯头和任何其它介入接触位置处(如井下电机的上稳定器)"抑制性扭矩"的影响可能没有被考虑。结果,不仅准确性受影响,而且定向勘探的方位角准确性也受影响,因为勘探数据受井下装配变形的影响。通常在MWD勘探中,特别是在水平区域附近,方位角准确度可能是非常差的。在这种勘探中两度以上方位角的误差是相当普遍的。由于这种方位角误差,井轨迹的不确定性将导致偏离的钻探或者导致弯曲的水平井路径。这可能限制井的最大可钻探的水平范围。

[0010] 在转动钻柱以将钻头转动到所希望的取向中,希望尽可能快速准确地实现新的钻头面取向,而没有可导致冲过或没有达到所希望的钻头位置的快速颠簸移动。

发明内容

[0011] 根据本发明,提供一种用于选择性确定钻柱端部处的钻头在井筒中的取向的设备,所述设备可连接到用于转动所述钻柱和所述钻头的动力设备,所述设备包括:

[0012] 控制部件设备,其包括可移动以实现所述钻头在所述井筒中的取向变化的控制部件,以及用于产生表示所述控制部件的移动的移动信号的信号设备,以及

[0013] 用于与所述动力设备和所述控制部件通信的控制器,所述控制器用于将来自所述控制部件设备的所述移动信号转换为对所述动力设备的命令信号,该配置使得在使用中该命令信号命令所述动力设备基本上根据所述控制部件的所述移动转动所述钻柱和所述钻头,其中,所述控制器包括计算设备,该计算设备被编程用于(a)接收速度限制输入和扭矩限制输入,所述速度限制输入包括表示对所述钻柱转动速度的限制的信号,所述扭矩限制输入包括表示对施加给所述钻柱的扭矩的限制的信号;以及(b)控制所述动力设备的移动使得所述速度限制不被超过并且使得所述扭矩限制不被超过。一方面,所述控制部件可由操作员例如在钻机舱中操作。该控制部件可包括可转动的旋钮、操纵杆或者可移动的滑块以实现所述钻头的取向变化。

[0014] 优选地,所述控制部件包括能够与所述控制器操作地连接的能够手动转动的旋钮。

[0015] 优选地,所述动力设备包括顶部驱动装置,并且其中所述设备适合于控制所述顶部驱动装置的变频驱动控制器。

[0016] 优选地,所述控制器适合于接收和处理来自所述变频驱动控制器的反馈信号,该反馈信号表示(c)所述顶部驱动装置的驱动轴的实际速度,所述驱动轴连接到所述钻柱以转动所述钻柱和所述钻头,以及(d)由所述驱动轴施加给所述钻柱的实际扭矩。

[0017] 优选地，在使用中所述钻头在一时间段内从开始位置移动到目的地位置，并且所述控制器控制所述动力设备使得所述钻头冲过所述目的地位置的量被减小、被最小化或者基本上为零。

[0018] 优选地，所述控制器被配置为：(e) 确定在所述时间段的速度以及所述钻头接近所述目的地位置的速度变化；以及 (f) 根据步骤 (e) 控制所述钻头的移动速度。

[0019] 优选地，所述控制器被配置为在使用中控制所述动力设备的移动，使得所述钻柱和钻头 (i) 以基本上恒定的加速移动，(ii) 在 (i) 之后直接或间接地以基本上恒定的减速移动，从而抑制所述钻头冲过所述目的地位置。

[0020] 优选地，所述控制器被配置为在使用中控制所述动力设备的移动使得所述钻柱和钻头在 (i) 和 (ii) 之间以基本上恒定的速度移动。

[0021] 优选地，所述控制器被配置为在通过所述动力设备重新定位期间监视所述钻柱的当前转动速度，基于所述当前转动速度确定停止距离以及当所述停止距离在所述钻头的所希望的目的地位置的预先选择的范围内时将所述动力设备的输入速度设置为零，从而抑制所述目的地位置的振荡。

[0022] 优选地，该设备还包括操作员接口，该操作员接口用于操作员向所述控制器输入动力设备速度和要施加给所述钻柱的扭矩的限制值，以及所希望的钻头目的地位置。

[0023] 优选地，所述控制器被配置为向所述操作员接口输出实际的动力设备速度和施加给所述钻柱的实际扭矩以及所述控制部件的位置的指示。

[0024] 优选地，所述控制器适合于接收来自编码器设备的信号，该编码器设备提供表示所述动力设备的转动部分的位置的位置信号，该转动部分能够连接到所述钻柱。

[0025] 优选地，所述控制器被配置为基本上连续使用来自所述编码器设备的所述位置信号以控制所述动力设备。

[0026] 优选地，所述控制器被配置为接收并存储增量角转动距离和钻柱转动方向，并控制所述动力设备使得所述钻柱以所述增量角转动距离为单位在所述钻柱转动方向上转动。

[0027] 优选地，该设备适合于控制转台系统。

[0028] 优选地，所述控制器包括存储计算机可执行指令的可编程介质，所述计算机可执行指令用于进行权利要求 1 或 2 的控制器步骤。

[0029] 优选地，所述控制器包括计算机、可编程逻辑控制器、单板机、中央处理单元、微控制器或者有限状态机。

[0030] 根据本发明的另一方面，提供一种包括如上所述设备的钻机舱。该钻机舱可远离钻塔场地建造，然后带到钻塔场地并安装在钻塔上。然后可以配置该设备以控制现有的钻塔装备。

[0031] 根据本发明的又一方面，提供一种用于选择性确定钻柱端部处的钻头在井筒中的取向的方法，该钻柱连接到用于使其转动的动力设备，该方法包括使用上述设备控制所述动力设备以转动所述钻柱的步骤。

[0032] 在一个实施例中，该方法还包括在钻探期间转动所述钻柱的步骤，从而调节所述钻头的钻头面角度以促进定向钻探。

[0033] 在一方面，根据本发明的系统具有一个或几个（两个或更多）用于顶部驱动装置的闭环位置控制模式，并使控制器中的软件能够进行有关顶部驱动轴位置限制的速度

计算工作。在某些特定方面，本发明采用“撞击 (Bump)”模式或者“编码器跟随 (Encoder follow)”模式。在进入任一种模式之前，该顶部驱动装置被关掉。

[0034] 在“撞击”模式中，操作员向顶部驱动控制系统输入顶部驱动轴的（以及因此附于其上的钻柱的）的增量角转动距离（单位为角度或转数）、速度（单位为 RPM）以及扭矩限制（对顶部驱动电机经由顶部驱动轴施加给钻柱的扭矩的限制）。当这些参数已经被输入时，操作员通过选择“撞击 CW”（顺时针转动）或者“撞击 CCW”（逆时针转动）来选择钻柱的转动方向并且顶部驱动装置在该方向上将钻柱转动指定的距离，然后停止。一方面，该移动是按照在顶部驱动装置参数中定义的速度斜率的“梯形”；也就是说，为了到达最终的钻头目的地点，（编码器、驱动轴以及钻头的最终位置），以恒定的加速度驱动顶部驱动装置（见图 4A），直到其达到恒定的最大速度，然后开始恒定的减速，从而到达最终的目的地点。一方面，因为在恒定的加速之后要实现恒定的减速以到达最终的目的地点，并最好没有过冲，因此恒定的最大速度没有达到（见图 4B）。

[0035] 由于需要输入转动距离，从 HMI（例如，图形显示、触摸屏、和 / 或使用计算机鼠标）或者从设备的硬连线控制装置（如变频驱动装置）启动“撞击”模式。在“撞击”模式中，操作员按度数输入距离（转动的弧度距离或圈数）并选择方向（向前 - 顺时针或相反 - 逆时针）。

[0036] 在“编码器”跟随模式中，位于操作员的控制台或者控制站上的增量编码器（例如，可转动的旋钮、操纵杆或者可移动的滑块）向顶部驱动装置提供可移动的或旋转位置输入。操作员提供速度和扭矩限制，并且顶部驱动装置控制软件向顶部驱动装置的变频驱动装置的变频驱动控制器产生速度命令，从而在给定的斜坡速度和扭矩限制的情况下，尽可能接近地跟随编码器（旋钮或滑块）的位置。这样，例如对于可转动的旋钮系统，如果操作员想让轴并由此使钻头向右转动 15 度，那么他简单地将旋钮向右转动 15 度并且顶部驱动装置跟随，使得钻柱和钻头在相同的方向上转动相同的量。

[0037] 为了计算速度限制，即钻柱的转动速度，假定位置目的地为 d，当前位置为 x（从在电机轴上的编码器提供的位置计算出的），向变频驱动（“VFD”）控制器给出速度命令以适当地向所希望的目的地移动顶部驱动轴。符号（方向）可以通过 x-d 来简单地算出。一方面，使用控制软件的现有斜坡函数。该斜坡函数适当地使速度斜线增加，从而该计算可集中在限制速度上，使得优选地正好在目的地该轴停止。在任何给定的点，假定最大加速度值为 a0，距离为 x，则在该点处恰好停止所要求的速度是 a0 和 x 的乘积的平方根。在某些方面，优选不必在代码执行中重复计算平方根，因为它是非常长的计算；所以使用斜坡函数来产生适当的速度形貌（因为它使用适当的加速度值），从而计算出在当前速度的情况下到停止所需的距离，如果目的地在该停止距离的某死区 (deadband) 内，则将输入到该斜坡函数的速度设定为零。以恒定的加速度从给定的速度到停止所需的距离为 :$d = v^2/a0$。因此如果目的地在停止死区之外，则输入到斜坡函数的速度为 vmax（由操作员指定），如果在停止死区之内，则为 0。

[0038] 在某些实施例中，为了允许在没有编码器或者在编码器故障的情况下进行钻头面操作，使用开环模式。由操作员在屏幕上（例如，操作员控制台的触摸屏）启动开环操作；或者为了在顶部驱动装置控制器没有编码器数据的情况下提供功能性，该控制系统被永久配置为活动的。在开环模式中（没有来自编码器的关于轴位置的数据），基于来自顶部驱动

装置的速度反馈和控制器周期时间计算轴位置，然后将其用于上述速度限制计算。如果该驱动装置没有准备好，则将该模拟速度信号保持为零，也就是说，在驱动装置指示它准备好之前不开始移动。

[0039] 使用速度计算的死区可以防止驱动装置反复地切换方向（被称为“防振荡 (hunt prevention)”-“振荡”是指对所希望的最终目的地点的来回过冲），尝试实现比物理上的可能更小的位置控制。根据本发明，在所希望的目的地周围的某离散死区被限定，并且一旦到达其中的任何位置，则钻头停止（即，不再“振荡”）。在某些实施例中，典型的死区范围例如为顶部驱动轴转动的正或负三度。

附图说明

[0040] 为了更好地理解本发明，现在仅以举例的方式引用附图，其中：

[0041] 图 1 是利用根据本发明的控制设备的钻塔的部分截面的示意性侧视图；

[0042] 图 2 是根据本发明的控制设备和图 1 的钻塔的相关部分的示意性框图；

[0043] 图 3 是图 2 的控制设备的操作流程图；

[0044] 图 4A 是示出根据本发明的方法的第一实施例的速度与时间关系的曲线图；

[0045] 图 4B 是示出根据本发明的方法的第二实施例的速度与时间关系的曲线图；

[0046] 图 5 是用于操作图 1 和图 2 的控制设备的操作员触摸屏的示意性前视图。

具体实施方式

[0047] 现在对照图 1，钻塔 111 被示意性描述为陆地钻塔，但是其它钻塔（例如，离岸钻塔、桩脚式钻塔、半潜水器、钻探船等）也在本发明的范围内。如下所述的控制系统 60 与操作员接口（例如接口 20）一起控制钻塔的某些操作。钻塔 111 包括支撑在钻台 115 之上的场地上的井架 113。钻塔 111 包括起重机构，该起重机构包括安装在井架 113 上的定滑轮 117 和动滑轮 119。定滑轮 117 和动滑轮 119 通过由绞车 123 驱动的缆绳 121 相互连接，以控制动滑轮 119 的上下移动。动滑轮 119 携带吊钩 125，顶部驱动系统 127 悬挂在吊钩 125 上，顶部驱动系统 127 包括变频驱动控制器 126、电机（或多个电机）124 和驱动轴 129。顶部驱动系统 127 转动钻柱 131，在井筒 133 中驱动轴 129 连接到钻柱 131。可以操作顶部驱动系统 127 在任一方向上转动钻柱 131。根据本发明的实施例，钻柱 131 经由仪表化接头 139 耦合到顶部驱动系统 127，仪表化接头 139 包括提供例如钻柱扭矩信息等信息的传感器。

[0048] 钻柱 131 可以是任何典型的钻柱，并且一方面包括钻管 135 的多个相互连接部分、下部钻具组合 (bottom hole assembly，BHA)137，底部钻具组合 137 包括稳定器、钻铤和 / 或设备或装置，一方面包括一组随钻测量 (measurement while drilling，MWD) 仪器，该组仪器包括导向仪 151 以提供钻头面角度信息。任选地，弯管接头 141 与连接到 BHA 137 的井下或泥浆电机 142 和钻头 156 一起使用。如所熟知的，在钻探期间在方位角和俯仰角方面控制钻头 156 的面角度。

[0049] 由泥浆泵 143 经由泥浆管 145 将钻探液传送到钻柱 131。在旋转钻探期间，钻柱 131 通过顶部驱动系统 127 在井筒 133 内转动，一方面，顶部驱动系统 127 滑动安装在平行的纵向延伸的轨道（未示出）上，从而当扭矩施加到钻柱 131 时阻止转动。在滑动钻探期

间，通过顶部驱动系统 127 将钻柱 131 保持在位，同时通过泥浆电机 142 转动钻头 156，由泥浆泵 143 向泥浆电机 142 供应钻探液。该钻机可以操作顶部驱动系统 127 以改变钻头 156 的面角度。

[0050] 尽管示出了顶部驱动钻塔，但是将本发明与使用转台和钻杆向钻柱施加扭矩的系统结合使用也在本发明的范围内。

[0051] 通过由泥浆泵 143 提供的钻探泥浆将钻头钻入地下时所产生的切割物运送到井筒 133 外。

[0052] 如图 2 中所示，根据本发明的系统 10 具有操作员接口 20（例如，但不限于，钻机控制台和 / 或一个、两个、三个或更多个触摸屏和 / 或操纵杆、滑块或旋钮）和可选择的可调编码器 30，用于转动顶部驱动系统 40 的主轴 41（如系统 127，图 1）。可调编码器 30 具有可调设备 31（例如，可转动的旋钮或可移动的滑块），当被钻机或其它人移动或转动时，可调设备 31 导致顶部驱动系统 40 的主轴 41（如轴 129，图 1）的相应移动，以及由此导致的钻柱和所附钻头（如图 1 中所示）的相应移动。

[0053] 控制系统 60（例如，但不限于一个、两个、三个或更多个现场或远程计算机、PLC、单板机、CPU、有限状态机、微控制器）的可编程介质中的控制软件 50 响应于（例如在钻机控制台处）可调设备 31 的移动控制主轴 41 的移动，使得主轴 41 不被移动得太快并使得当靠近移动终点时主轴 41 和钻柱 62（如钻柱 131，图 1）以及与其连接的钻头 70（如钻头 156，图 1）以平稳减少的减速平稳移动。“现场”可以包括例如，但不限于，在钻机舱中和 / 或在与钻塔相邻的控制室或建筑物中。

[0054] 顶部驱动系统 40 的电机 42 转动在其端部具有钻头 70 的主轴 41（其连接到钻柱 62）。VFD 控制器 80（如控制器 126，图 1）控制电机 42。位置编码器 43（位于顶部驱动电机附近）将表示主轴 41 的实际位置的信号发送到 VFD 控制器 80 和控制系统 60，在此该信号是控制软件 50 的输入值。

[0055] 从操作员接口 20 将预先选择的主轴速度的限制值（“速度限制”）、主轴扭矩的限制值（“扭矩限制”）以及所希望的钻头位置或“位置设定点”输入到控制系统的控制软件 50。控制系统 60 将状态数据提供给操作员接口 20，所述状态数据包括速度、扭矩、轴取向、以及设备 31 的位置。

[0056] 控制软件 50 向 VFD 控制器 80 发送命令，该命令包括速度命令和扭矩命令（扭矩限制）。VFD 控制器 80 向控制软件 50 提供反馈，该反馈包括主轴 41 的实际速度和实际扭矩（由顶部驱动电机施加给钻柱的扭矩）的值。

[0057] 图 3 示出系统 10 的功能。

[0058] 如图 3 中所示，控制系统 60 然后调节顶部驱动电机的速度并控制施加给钻柱的扭矩，使得顶部驱动装置的主轴在所希望的点处停止。控制系统将实际施加给钻柱的扭矩量以及有关实际速度、钻柱的实际转动量（单位为度或弧度）的数据值（例如 50 秒）传送给控制软件。位置编码器 43 将位置信息和速度信息提供给 VFD 控制器 80。控制软件 50 从编码器 43 和 / 或从 VFD 控制器 80 或者任选地经由软件 50 控制的直接输入 / 输出设备（例如与该编码器通信的 I/O 装置）接收关于位置的信息。VFD 控制器 80 恒定地使用来自编码器 43 的位置来控制顶部驱动电机的输出以实现所希望的命令的速度并将扭矩保持在控制软件 50 所施加的扭矩限制内。

[0059] 使用控制接口 20 上的操作员控制装置的操作员向 VFD 控制器 80 输入对施加给钻柱的扭矩的限制（“扭矩限制”）和对顶部驱动系统 40 的主轴 41 的转动速度的限制（“速度限制”）。

[0060] 通过使用该速度限制、主轴的实际位置、主驱动轴转动的最后速度（“最后速度”）（该速度是由控制系统 60 从先前的控制迭代向 VFD 控制器 80 命令的速度）、最大允许加速度（“最大加速度”）以及向 VFD 控制器 80 发送速度命令的周期时间（周期时间是由硬件时钟、CPU 中的时钟或者控制系统 60 中的时钟提供），控制软件 50 计算发送到 VFD 控制器 80 的速度命令（“速度命令”），VFD 控制器 80 然后控制主轴 41 的转动，使得钻柱以所希望的速度转动。为了重新确定钻头的取向，希望以使得钻头既不会冲过所希望的位置（取向）也不会未到达所希望位置的速度转动钻柱，并且通过尽可能快地转动来实现这一点；但是当钻头接近所希望的位置时，减速是很重要的，从而使得不会发生过冲。因此，控制软件 50 计算钻头移动的整个时间段中所希望的速度以及当钻头接近所希望的位置时所希望的速度变化。最终速度是这样计算得到的当钻头接近所希望的位置时钻柱转动的速度。

[0061] VFD 控制器 80 从操作员接口 20 接收命令，使得 VFD 控制器跟随可调编码器 30（相应地进行）。控制软件 50 监视可调编码器 30 的位置变化，并且计算导致移动编码器 30 的量的两个位置之间的差（“位置误差”）。由编码器 30 表示的位置减去编码器 43 表示的位置给出这两个位置之间的差。在该计算中使用之前，可能需要根据顶部驱动装置的传动比调节编码器 43 的位置，所述传动比是钻柱电机的转动与轴的转动之间的比率，例如，但不限于，10 ： 1。例如，传动比为 10 ： 1 时，编码器 43 的移动是编码器 30 的移动的 10 倍。位置误差的平方根乘以增益因数（“增益”）得到“目标速度”，该“目标速度”被进一步处理以确定速度限制和目标速度中较小的一个，以得到用于快速平稳地达到所希望的钻头取向 / 位置的钻柱转动的瞬时速度（“限制速度”）。

[0062] 从目标速度和操作员输入的速度限制中较小的一个减去最后速度，并将所得到的差除以周期时间得到所需轴加速度。所计算出的加速度和加速度限制（参数）中较小的一个乘以周期时间得到差速度，然后将该差速度与所述最后速度相加，并发送到 VFD 控制器 80 作为新的速度命令。

[0063] 图 4A 示出最初以恒定加速度驱动顶部驱动装置以将钻头从“钻头开始位置”移动到“钻头目的地位置”。该移动的一部分保持恒定的速度，然后在计算出的点实现恒定的减速使得钻柱并由此使得所附钻头没有过冲或以最小的过冲到达目的地。由于该加速度和速度矢量的形状（时间轴作为底边），图 4A 中所示的移动被称为“梯形移动 (trapezoidal)”。

[0064] 如图 4B 中所示，如果目的地使得没有实现并保持恒定速度，则该移动不是如 4A 中所示的“梯形移动”。而是如图 4B 中所示，钻柱和钻头的恒定加速之后以恒定的减速到达目的地。

[0065] 图 5 示出用于上述控制系统的根据本发明的例如具有触摸屏的操作员接口 20，例如控制台；例如用于根据本发明的方法以撞击 (bump) 模式、跟随 (follow) 模式或者用于振荡（“摇动 (rocking)”）钻柱的“摇尾狗 (wag-the-dog)”模式操作（关于撞击模式和摇动模式，参见共同拥有的未决的美国 11/418,843 号申请，其标题为“Directional DrillingControl”，PCT 申请要求其优先权）。除了虚线内在触摸屏上由操作员启动的“按钮”或区域，包括标记为“定向钻探”的按钮，该屏幕与例如在可通过商业从 National

Oilwell Varco 得到的现有技术的 AMPHION（商标）系统中使用的现有技术的控制台中使用的屏幕相同。在按下该“定向”按钮后，当“定向钻探”按钮被按下时，虚线内其余按钮出现，然后操作员可以选择停止转动钻柱；以撞击模式移动钻柱（并由此移动钻头）；根据操作员对控制部件（例如，旋钮或滑块）的移动来移动钻柱－跟随模式；或者振荡部分钻柱以抑制钻柱的束缚－摇动模式。任选地，代替单个“撞击”按钮，可以使用两个按钮－一个用于“撞击”顺时针，一个用于“撞击”逆时针。

[0066] 因此本发明在一些实施例中，但不是必须在全部实施例中，提供一种用于选择性确定钻柱端部钻头取向的系统，该系统包括：动力设备，用于转动钻柱和钻头，该钻头连接到该钻柱的端部，该钻柱处于井筒内，该井筒从地表面延伸到地下，该钻头位于地表面以下的位置处；控制部件设备，包括可由人手动移动以实现钻头在井筒中的取向变化的控制部件，该控制部件设备包括用于产生表示该控制部件的手动移动的移动信号的信号设备；与该动力设备和该控制部件通信的控制系统，该控制系统用于将来自该控制部件设备的移动信号转换为对该动力设备的命令，该命令命令该动力设备根据控制部件的移动转动该钻柱和钻头。该系统可以具有以下中的一个或者任何可能组合的一些：其中该控制部件是可与该控制系统连接的可手动转动的旋钮；其中该控制系统包括计算设备，该计算设备被编程用于接收操作人员的速度限制输入和扭矩限制输入、具有表示对该钻柱移动速度的限制的信号的速度限制输入、包括表示对施加给该钻柱的扭矩的限制的信号的扭矩限制输入；该控制系统控制该动力设备的移动使得该速度限制不被超过并使得该扭矩限制不被超过；其中该动力设备是顶部驱动系统；其中该顶部驱动系统包括顶部驱动装置并且该顶部驱动装置的驱动由变频驱动装置来进行，变频驱动控制器控制该变频驱动装置，并且该控制系统控制该变频驱动控制器；其中该变频驱动控制器向该控制系统提供表示该顶部驱动装置的驱动轴的实际速度的反馈，该驱动轴连接到该钻柱以转动该钻柱和钻头，并且反馈表示由该顶部驱动轴施加给该钻柱的实际扭矩；其中，该钻头被从开始位置移动到目的位置，并且其中该控制系统控制该动力设备使得该钻头对目的位置的过冲被消除或最小化；其中该控制系统计算该钻柱和钻头的动力设备的最初移动的恒定加速度、在以恒定加速度移动后该钻柱和钻头的动力设备的移动的恒定速度、以及该钻柱和钻头的动力设备的移动的恒定减速以将该钻头移动到目的地位置而没有冲过该目的地位置或者冲过很小；其中只要该钻柱和钻头的转动速度在预先选择的死区范围内该控制系统就停止该动力设备，从而停止该钻柱和钻头的转动；其中该动力设备是转台系统；其中该控制系统包括可编程介质和用于完成控制功能的控制软件，该控制软件在可编程介质内；其中该控制系统包括包含该可编程介质的控制设备，该控制设备选自由计算机、可编程逻辑控制器、单板计算机、中央处理单元、微控制器以及有限状态机组成的组；操作员接口用于操作员将动力设备速度的限制值、该动力设备施加给该钻柱的扭矩以及所希望的钻头目的位置输入到该控制系统；其中该控制系统将实际动力设备速度、施加到该钻柱的实际扭矩以及该控制部件的位置的指示提供到操作员接口；该动力设备具有用于转动该钻柱的转动部分、与该控制系统通信的编码器设备，该编码器设备用于提供表示该动力设备转动部分位置的位置信号；其中该控制系统连续使用来自该编码器设备的位置信号以控制该动力设备；其中该动力设备是顶部驱动系统并且该转动部分是该顶部驱动系统的顶部驱动轴；其中该钻头在一时间段内被移动从而到达钻头目的地位置，该控制软件用于计算在该时间段的速度以及钻头接近该钻头目的地

位置的速度变化，该控制系统用于根据该控制软件的计算控制该钻头的移动速度；其中该系统可以开环模式操作并且其中该动力设备是顶部驱动系统而该转动部分是该顶部驱动系统的顶部驱动轴；该变频驱动装置向该控制系统提供关于该顶部驱动轴速度的反馈，并且该控制系统用于基于来自该变频控制器的速度反馈和基于由该控制系统提供的周期时间的指示计算该顶部驱动轴的位置；并且 / 或者其中该控制系统包括被编程用于接收操作人员的速度限制输入和扭矩限制输入的计算设备，速度限制输入包括表示对该钻柱移动速度的限制的信号，该扭矩限制输入包括表示对施加给该钻柱的扭矩的限制的信号，该控制系统控制动力设备的移动使得该速度限制不被超过并且使得该扭矩限制不被超过，该控制系统包括用于接收该操作人员的增量角转动距离输入和该操作人员的钻柱转动方向输入的计算设备，该控制系统用于控制该顶部驱动系统使得该钻柱在所输入的钻柱转动方向上转动所述增量角转动距离。

[0067] 因此本发明在一些实施例中，但不是必须在全部实施例中，提供一种用于选择性确定钻柱端部的钻头取向的系统，该系统包括：用于转动钻柱和钻头的动力设备，该钻头连接到该钻柱的端部，该钻柱处于井筒内，该井筒从地表面延伸到地下，该钻头位于地表面以下的位置处；控制部件设备，其包括可由人手动移动以实现钻头在井筒中的取向变化的控制部件，该控制部件设备包括用于产生表示该控制部件的手动移动的移动信号的信号设备；与该动力设备和该控制部件通信的控制系统，该控制系统用于将来自该控制部件设备的移动信号转换为对该动力设备的命令，该命令用于命令该动力设备根据该控制部件的移动转动该钻柱和钻头；该控制系统包括计算设备，该计算设备被编程用于接收操作人员的速度限制输入和扭矩限制输入，该速度限制输入包括表示对该钻柱的移动速度的限制的信号，该扭矩限制输入包括表示对施加给该钻柱的扭矩的限制的信号；该控制系统控制该动力设备的移动使得该速度限制不被超过并使得该扭矩限制不被超过；其中该动力设备包括顶部驱动系统；该顶部驱动系统包括顶部驱动装置并且该顶部驱动装置的驱动由变频驱动装置来进行；变频驱动控制器控制该变频驱动装置；该控制系统控制该变频驱动控制器；该变频驱动控制器向该控制系统提供表示该顶部驱动装置的驱动轴的实际速度的反馈，该驱动轴连接到该钻柱以转动该钻柱和钻头，并且反馈表示由该顶部驱动轴施加给该钻柱的实际扭矩；该钻头被从开始位置移动到目的地位置；其中该控制系统控制该动力设备使得该钻头对目的位置的过冲被消除或最小化；其中该控制系统计算该钻柱和钻头的动力设备的最初移动的恒定加速度、在以恒定加速度移动后该钻柱和钻头的动力设备的移动的恒定速度、以及该钻柱和钻头的动力设备的移动的恒定减速以将该钻头移动到目的地位置而没有冲过该目的地位置或者冲过很小。

[0068] 因此本发明在一些实施例中，但不是必须在全部实施例中，提供一种用于选择性确定钻柱端部的钻头取向的方法，该方法包括：移动系统的控制部件以确定该钻头的取向，该移动由人手动进行，该系统如本文中根据本发明的任何系统；用如本文中根据本发明的任一控制系统控制所述动力设备；以及根据所述控制部件的移动转动所述钻柱和钻头。该方法可以包括将钻柱和钻头移动到目的地位置而不会冲过该目的地位置或者冲过很小。

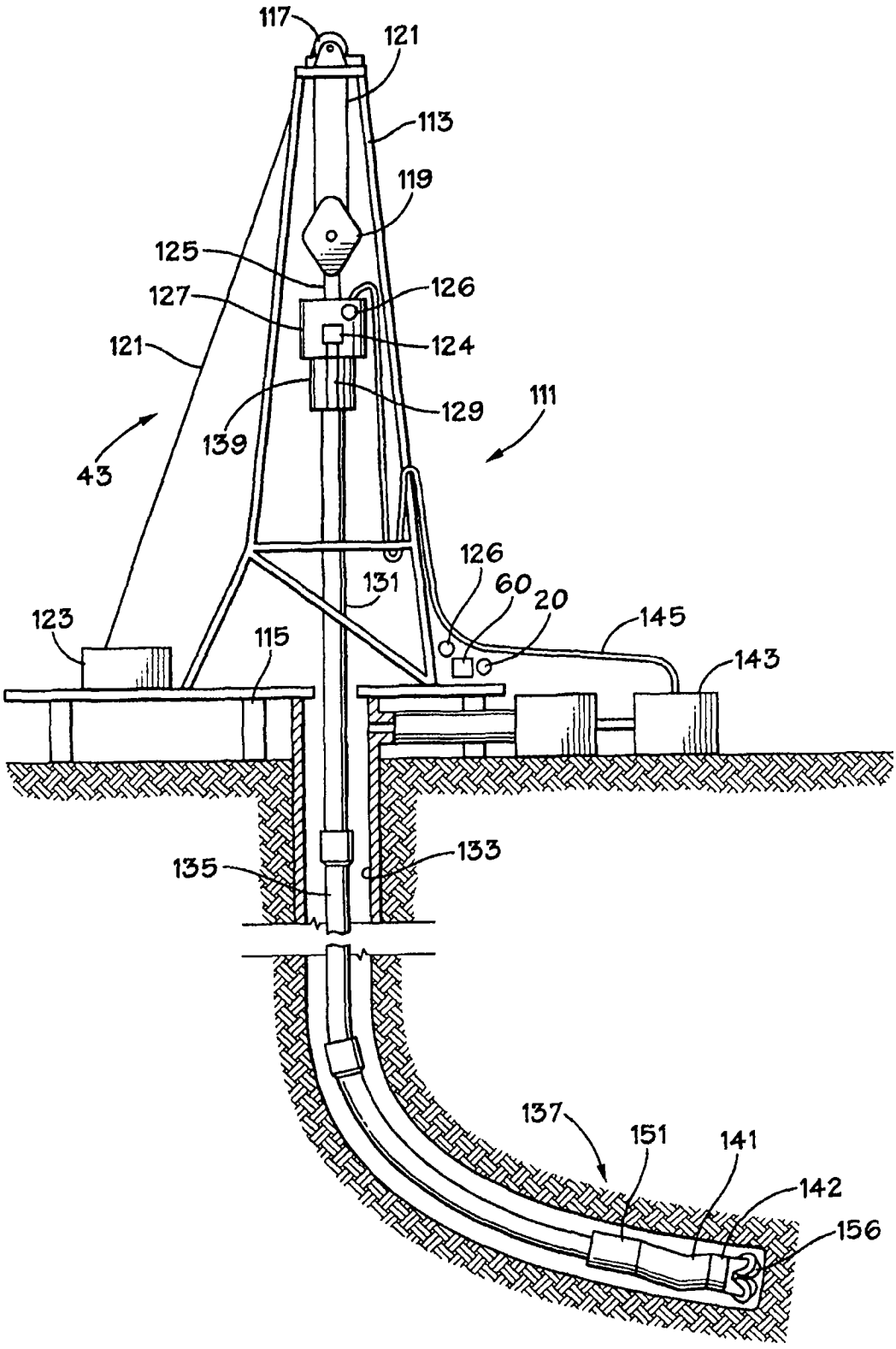

117
121
113
119
125
126
127
124
121
129
111
139
43
126
131
60
20
145
123
115
143
135
133
137
151
141
142
156

图 1

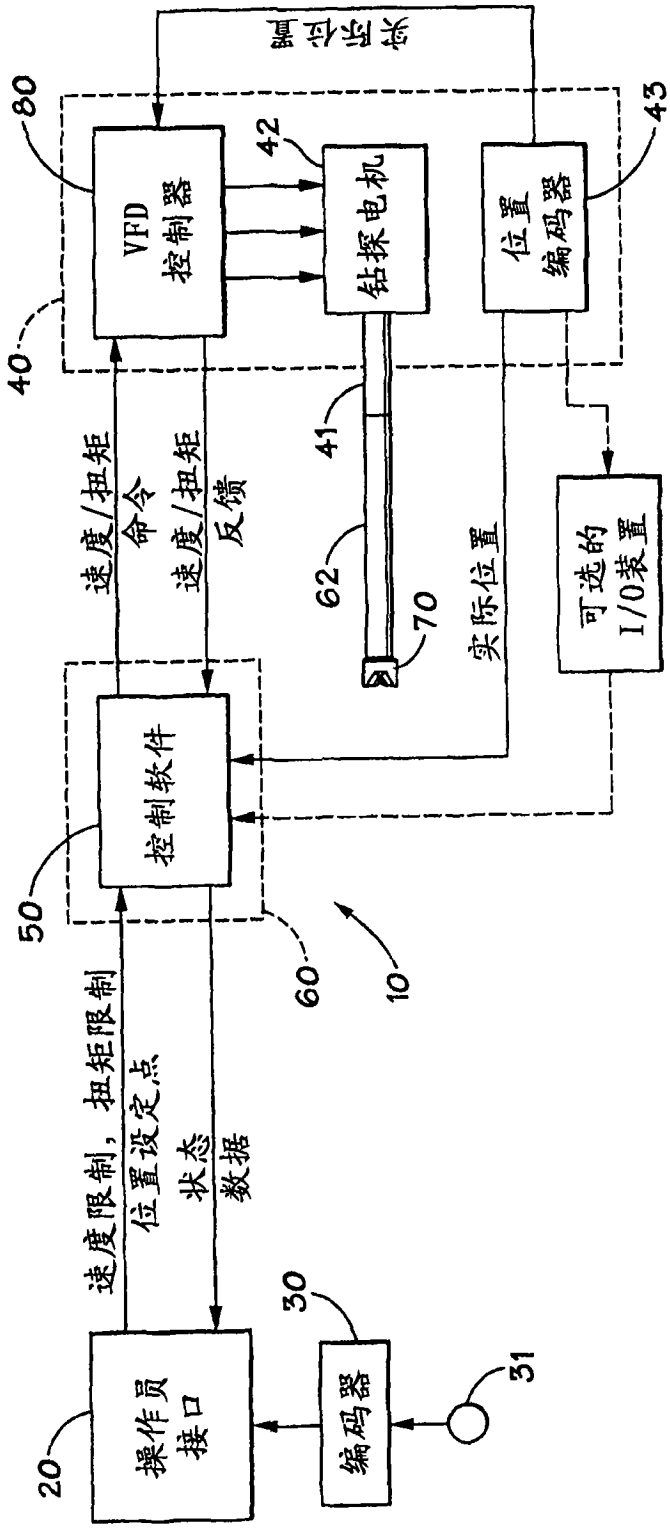

实际位置
80
VFD
控制器
42
钻探电机
位置
编码器
43
40
速度/扭矩
命令
速度/扭矩
反馈
41
62
70
实际位置
可选的
I/O装置
控制软件
50
60
10
速度限制，扭矩限制
位置设定点
状态
数据
30
操作员
接口
编码器
31
20

图 2

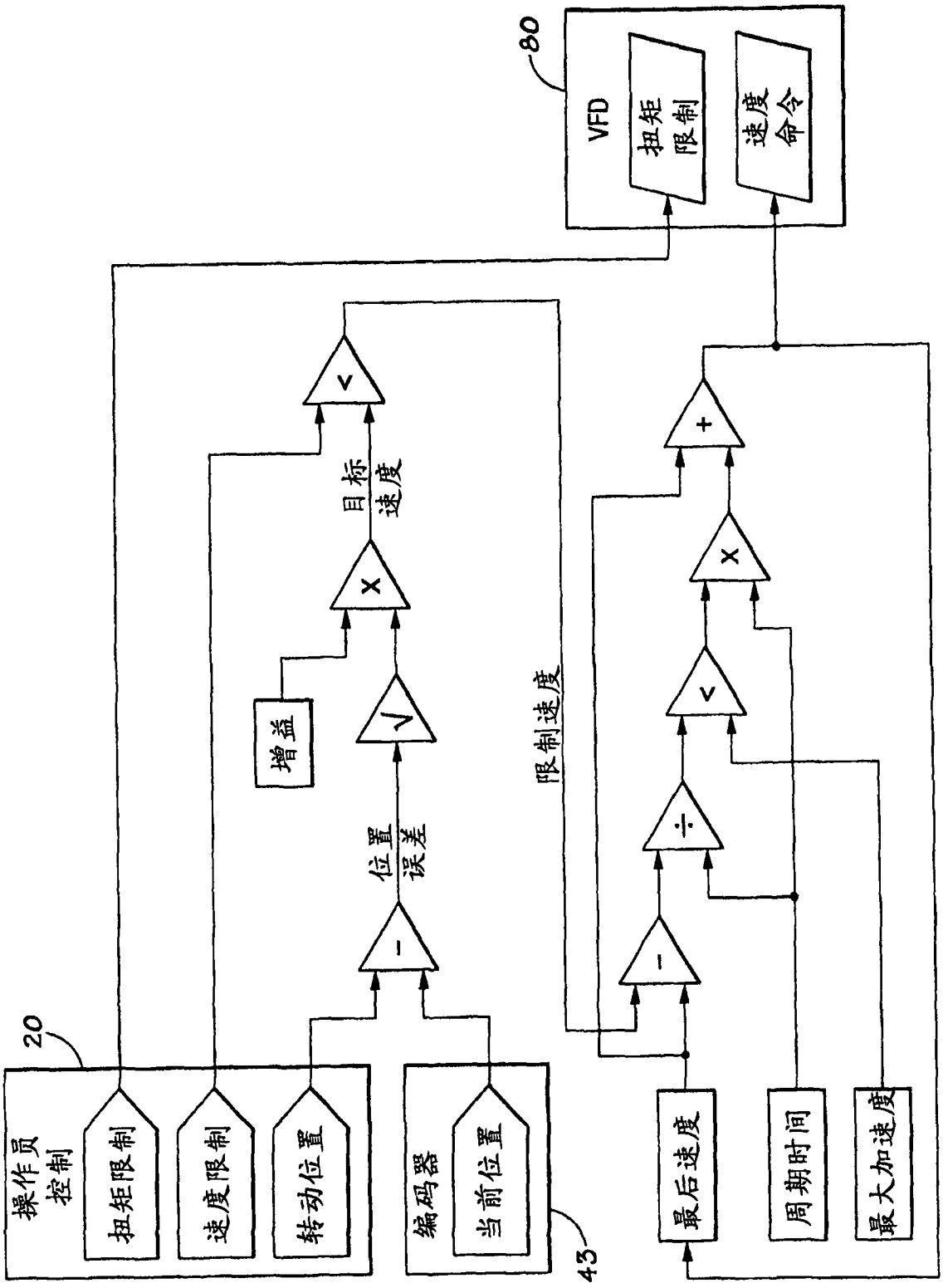

80
VFD
扭矩限制
速度命令
20
操作员控制
扭矩限制
速度限制
转动位置
编码器
当前位置
43
增益
位置误差
目标速度
限制速度
最后速度
周期时间
最大加速度

图 3

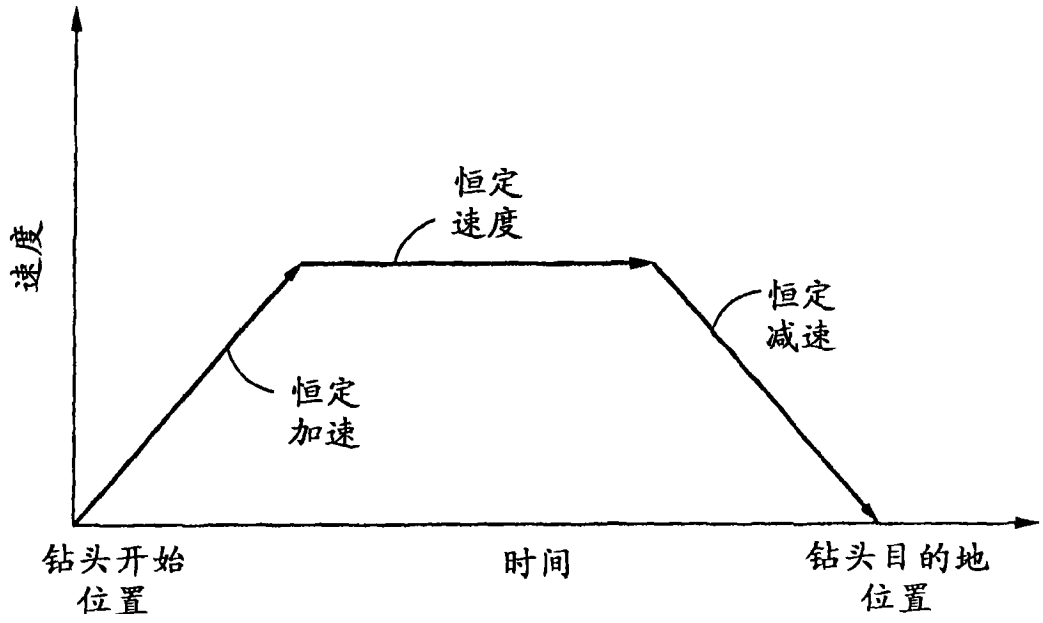

速度
恒定
速度
恒定
减速
恒定
加速
钻头开始
位置
时间
钻头目的地
位置

图 4A

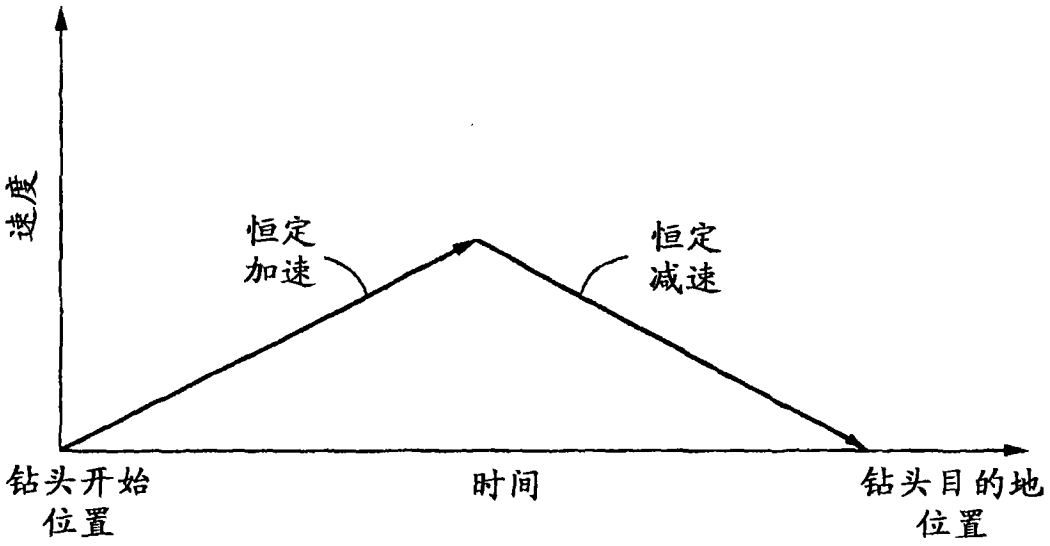

速度
恒定
加速
恒定
减速
钻头开始
位置
时间
钻头目的地
位置

图 4B

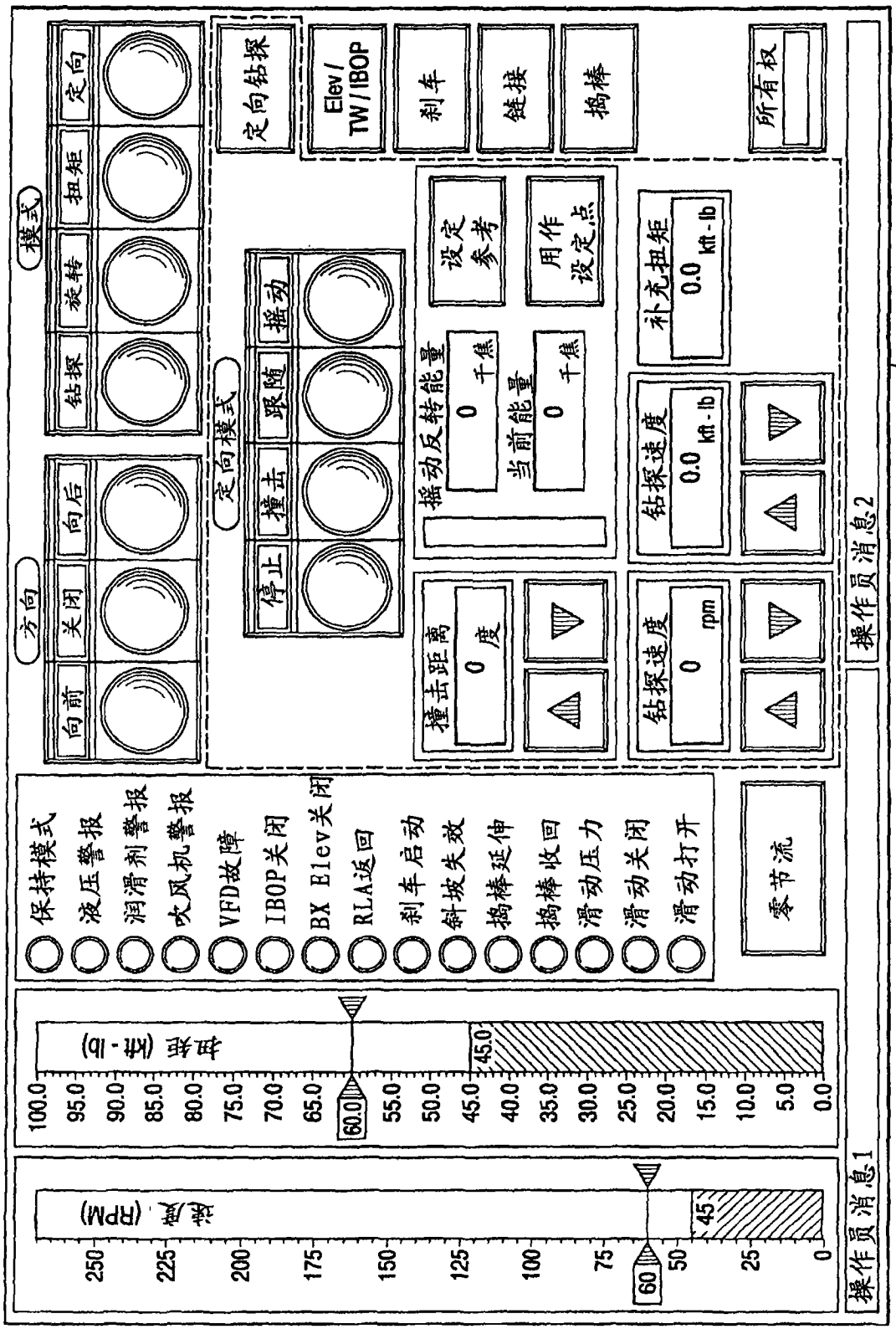

模式
方向
向前
关闭
向后
钻探
旋转
扭矩
定向
定向模式
停止
撞击
跟随
摇动
定向钻探
Elev/
TW/IBOP
刹车
链接
摘棒
撞击距离
0 度
摇动反转能量
0 千焦
当前能量
0 千焦
设定
参考
用作
设定点
钻探速度
0 rpm
钻探速度
0.0 kft-lb
补充扭矩
0.0 kft-lb
所有权
保持模式
液压警报
润滑剂警报
吹风机警报
VFD故障
IBOP关闭
BX Elev关闭
RLA返回
刹车启动
斜坡失效
摘棒延伸
摘棒收回
滑动压力
滑动关闭
滑动打开
零节流
扭矩 (千-lb)
转速 (RPM)
操作员消息1
操作员消息2
31

图 5