

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>6</sup>

E21B 23/00

# [12] 发明专利申请公开说明书

E21B 3/00 E21B 17/01

E21B 17/02 E21B 4/00

[21] 申请号 98123545.X

[43]公开日 1999年5月5日

[11]公开号 CN 1215789A

[22]申请日 98.10.27 [21]申请号 98123545.X

[30]优先权

[32]97.10.27 [33]US [31]60/063326

[32]98.5.20 [33]US [31]09/081961

[71]申请人 哈利伯顿能源服务公司

地址 美国得克萨斯州

[72]发明人 詹姆斯·B·特里

[74]专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

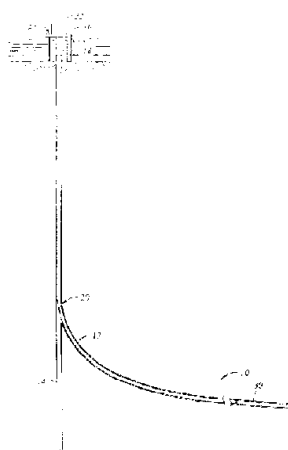
代理人 顾红霞

权利要求书 5 页 说明书 29 页 附图页数 12 页

[54]发明名称 钻井系统

[57]摘要

钻井系统包括一个支撑底部钻具组合的工作管柱。工作管柱包括复合控制管缆,它具有不渗透流体的衬,多层承载层,和一个耐磨层。多个电导体和数据传输导体埋在承载层中,在底部钻具组合和地面间输送电流和数据。底部钻具组合包括一个钻头,一个伽码射线和侧斜仪组件,带电阻率天线的推进系统和导向组件,一个电子部分,一个传动装置,和旋转钻头的动力部分。推进系统包括两个或多个牵引舱。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

---

1. 一个在井中运送井装置的系统，包括：  
一根复合控制管缆；和  
5 一个井下连接到所述复合控制管缆的推进系统。
2. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括围绕所述复合控制管缆的  
流体，使得所述复合控制管缆在井内取得基本中性的浮力。
- 10 3. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述复合控制管缆包  
括一根管，其扬氏弹性模量的轴向分量为 500,000-10,500,000psi 。
4. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述复合控制管缆包  
括一根各向异性的管。  
15
5. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述复合控制管缆包  
括一根管，所述管具有的弹性模量在所有的轴线是不同的。
6. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述复合控制管缆包  
括一根管，所述管具有非线性的弹性模量。  
20
7. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述复合控制管缆包  
括一根管，所述管的材料密度为 0.99 – 2.9 克/厘米<sup>3</sup>。
- 25 8. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述复合控制管缆包  
括一个管状件，所述管状件具有非金属制的一个部分。
9. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述复合控制管缆基  
本是由非金属材料制成的。  
30
10. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述复合控制管缆是  
由纤维强化的基体制成的。
- 35 11. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括埋在所述复合控制管缆壁  
中的金属导体。



12. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括容纳在所述复合控制管壁中的数据传输导体。

5           13. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括传送流体压力的通道和传导电和数据的导体。

14. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于在所述复合控制管壁的壁中埋设一个或多个传感器。

10

15. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于所述推进系统包括一个从上游端到下游端穿通的孔，使得通过所述推进系统流动流体。

15

16. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括一个底部钻具组合，该组合带有一个自动的反馈系统。

17. 一种在井中进行井下作业的装置，包括：  
一根管柱，具有带非金属纤维的壁；和  
一个在井下安装到所述管柱的底部钻具组合。

20

18. 根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于所述底部钻具组合包括一个井装置。

25

19. 根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于所述底部钻具组合包括一个推进系统。

20. 根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于所述底部钻具组合包括一个三维导向（steering）装置。

30

21. 一种在地层中钻进的钻井系统，包括：  
一个管柱，它的一部分是非金属的；和  
一个底部钻具组合，安装在所述管柱一端，它具有一个推进系统和一个排出地层的件。

35

22. 根据权利要求 21 所述的系统，还包括连接所述管长度的连接器。



23. 根据权利要求 21 所述的系统，还包括一个可导向（steerable）组件，确定所述底部钻具组合的井轨迹的方向。

5           24. 根据权利要求 21 所述的系统，还包括一个动力部分，向所述底部钻具组合提供动力。

25. 根据权利要求 21 所述的系统，其特征在于所述管是一个复合管。

10

26. 在钻井中用的连接复合管长度的连接器，包括：

一个第一端连接器，安装在复合管的一个长度上；

一个第二端连接器，安装在复合管的一个第二长度上；

所述端连接器具有合作配接的槽，和圆弧带锥度的表面，在旋转所述端连接器时，它们接合。

15

27. 钻进井眼的钻井管柱，包括：

复合管的第一和第二长度，每段长度包括一个内衬，围绕所述衬的多层承载层，和在所述承载层间延伸所述长度的至少一个电导体和至少一个数据传输导体；

20

分别分布在所述第一和第二长度上的第一和第二端连接器，所述端连接器具有安装所述衬、承载层、电导体和数据传输导体的一端的孔；

所述端连接器具有导体连接器，连接所述电导体和数据传输导体；以及

25

所述端连接器具有连接所述端连接器的中间连接件。

28. 一种推进钻头钻进井眼的推进系统，包括一个带有牵引舱的罩，交替接合并眼，并在井眼推进钻头。

30

29. 一种导向一个钻头钻进井眼的可导向系统，包括一个罩，多个围绕所述罩方位间隔开的孔中的隔离件，和安装在所述罩中单独启动所述隔离件在不同的径程度与井眼接合的多个启动器。

35

30. 根据权利要求 29 所述的系统，其特征在于所述罩包括两个罩部分，它们间具有柔性接头，并且一个输出轴穿过所述罩，带有一个在所述柔性接头上的铰链接头。



31. 在地层中钻进井眼的底部钻具组合，包括一个电子部分和一个推进系统，所述推进系统包括一个电阻率天线，所述电阻率天线连接所述电子部分，测量地层电阻率。

5

32. 根据权利要求 31 所述的组合，其特征在于所述推进系统包括一个罩，它带有安装所述电阻率天线的孔。

33. 一个钻进井眼的系统，包括：

10

一个延伸到井眼的复合管柱；

一个连接所述管柱的原动机；

一个在一端钻进井眼的钻头；

所述钻头接合所述原动机；

一个连接所述原动机的可导向组件；

15

所述原动机可响应所述可导向组件，在井眼向上游和下游移动所述钻头。

34. 由地面控制器控制井眼钻进的底部钻具组合，包括：

一个延伸到井眼的复合管柱；

20

所述管柱具有耦接控制器的数据传输导管；

一个耦接所述管柱的原动机；

一个钻柱，安装到一个定向组件上，在一端安装到一个钻进井眼的钻头上；

25

所述钻柱接合所述原动机，和耦接所述数据传输导管的所述定向组件；

一个可导向组件，连接所述原动机，并耦接所述数据传输导管；

所述定向组件通过所述数据传输导管向控制器发送数据，并且所述可导向组件接受控制器的信号；以及

30

所述原动机可响应所述可导向组件接受的所述信号，在井眼内向上游或下游移动所述钻头。

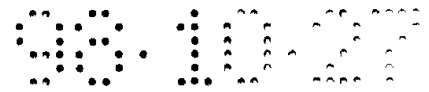
35. 钻进井眼的底部钻具组合，包括：

一个安装在底部钻具组合的一端上，并具有穿过管壁的通讯链环的管；

35

一个井下马达；

一个钻头；



一个推进器；

一个铰链接头，位于所述推进器中，具有一个连接所述井下马达的第一部分，和耦接所述钻头的第二部分，所述第二部分这样连接所述第一部分，使得允许所述第二部分从与所述第一部分的同轴方向弯曲；和

5            一个接合所述第二部分的可导向组件，所述可导向组件与所述通讯链环通讯，在指令改变所述钻头的方向时，相对于所述第一部分弯曲所述第二部分。

36. 一种在现有下了套管的井眼中切割孔的装置，包括：

10            一个控制管缆；

一个底部钻具组合，安装到所述控制管缆的一端，包括一个罩，在罩每端有一个牵引舱，并接合下了套管的井筒；

一个模板，安装在所述罩内，可往复运动，所述模板形成在下了套管的井眼中要切割的孔的轮廓；

15            切割件，可移动地安装在所述罩上，沿所述模板运行，将下了套管的切割孔处切碎。

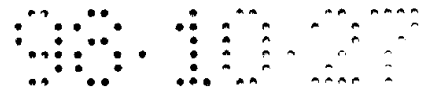
37. 不用钻机在伸向井中的套管柱上安装一节套管的装置，包括：

一个吊卡，安装对准在套管柱上的一节套管；

20            将一节套管旋转并丝扣上紧到套管柱上的夹钳；

一个千斤顶，具有卡瓦，夹紧一节套管；

所述千斤顶具有液压柱塞，将一节套管和套管柱推向井内。



# 说明书

## 钻井系统

5 本发明涉及使用工作管柱在井中进行钻井作业的系统，特别涉及，包括在复合控制管缆上的底部钻具组合的系统，复合控制管缆是由这样的管组成，它的一部分最好是非金属。在使用所述井系统钻井中，底部钻具组合包括一个动力部分，用以旋转钻头；和一个推进系统，用以在井内移动底部钻具组合。

10 很多现有的井包括在钻井和完井过程中被搁置（bypassed）的油气层，因为这些搁置的油气层完井生产是不经济的。海上钻机的建设费用约\$ 40百万，一天的租金会达\$ 250,000之多。这样的成本不允许使用这样昂贵的钻机对这些搁置的油气层进行钻井和完井。目前，没有经济有效的方法对很多搁置的油气层进行生产。因此常常是较大的油气层被完井并投入生产，因为，这些井有足够的生产率，证明使用海上钻机进行钻井和完井经济上是值得的。

15 现在很多主要油田已在中老期（paying out），需要经济有效的方法生产这些以前搁置的油气层。一般来说，这些搁置油气层的位置和大小是已知的，特别是在较成熟的生产油田中。

20 为了在现有的井中经济地钻和完井搁置的油气层，需要不使用常规钻机和常规钻机设备。不用钻机生产井的一个方法是使用带有底部钻具组合的金属的复绕油管。见本文参引的美国专利 5,215,151； 5,394,951；和 5,713,422。底部钻具组合一般包括一个井下马达，提供旋转钻头的动力以钻进井筒。井下钻具组合仅在滑动方式工作，因为金属复绕油管在地面不被旋转，不象由钻机上的转盘旋转的钢钻杆。底部钻具组合可包括一个牵引器，它推进底部钻具组合沿井筒向下。一个这样的牵引器  
25 是一个推进器，它推拉复绕油管的下端向下，不依靠接触或抓住井筒内壁。由这样的底部钻具组合能够钻的深度是有限的。

30 一个这样的自推进牵引器是由西井工具公司(Western Well Tool)制造，在井筒推进一个接近常规底部钻具组合。推进系统包括一个上、下罩，它带有在每端上安装的封隔器支座。每个罩具有一个液压缸和柱  
35



5 塞，使推进系统在井筒内移动。通过下封隔器支座膨胀接合并筒壁，下罩中柱塞在液压缸中伸开，推进系统工作，在井下推钻头。同时，上封隔器支座收缩，并向上罩的另一端移动。一旦下罩柱塞完成它的冲程，然后，当下封隔器支座收缩，在下罩另一端上重新定位时，上罩液压柱塞启动推钻头和马达进一步向下。这个循环重复连续在井筒内移动底部钻具组合。牵引器可在井筒的两个方向推进底部钻具组合。在封隔器支座和罩间设有流动通道，允许钻井液通过推进系统。

10 几个公司制造在井中推进钻头和拉钢质复绕油管的自推进牵引器。这些牵引器包括自推进轮，它们摩擦接合并壁。然而，在推进系统轮和井壁间存在很小间隙，当轮遇到井壁尺寸上的凸棱或其他不平时，就会出现这个问题。而且，时间一长在轮与井壁间会出现对于充分推进牵引器摩擦接合不够的情况。

15 其他公司也提供牵引器，用于沿下了套管的井筒步进（walk）推进电缆端部。但是，这些牵引器接合具有已知内尺寸的套管内壁。Schlumberger 制造这种牵引器。

20 使用金属复绕油管有几个缺点。底部钻具组合穿过井筒较深时，金属复绕油管倾向于弯曲。在斜井中弯曲特别剧烈，斜井中，重力无助于向井下拉油管。在油管弯曲时，由于与井筒接触产生的力矩和阻力变的较难克服，并常使得使用复绕油管达到远距离的搁置的油气层是不实际或不可能的。而且，钢复绕油管常在钻井过程早期由于循环弯曲疲劳，必需更换。还发现，复绕油管与使用接头连接的钢管和钻机的常规钻井系统一样的昂贵。

25 底部钻具组合也可包括定向工具，如弯接头，或罩，用于引导井筒轨迹。一些类型的定向工具可从地面调节。现有技术的定向工具常要求棘轮（ratchet）可 360 度旋转以到一个新的倾斜方向。

30 底部钻具组合可包括各种传感器，如接近钻头的伽码射线和测斜仪组件，和多深度双频井眼补偿电阻率侧井仪。这些工具产生表示钻头倾斜和方位的数据，及底部钻具组合相对于地层的位置的数据。底部钻具组合也可包括其他传感器，提供关于井筒的其他数据，如陀螺勘测数据；电阻率测量；井下温度；井下压力；流速；动力部分速度；伽码射线测量；流体识别；岩样；和在钻头上的压力，冲击振动，钻压；钻头





扭矩和其他传感器数据。

5 旋转钻井和与金属连续油管配用的现有技术底部钻具组合包括电子组件，用于收集数据，井下处理数据，和向地面传输处理的信息。处理的信息可通过常规电缆或泥浆脉冲遥测传输到地面。在泥浆脉冲遥测中，使用一个阀，处理的信息通过泥浆柱脉冲返回地面，所述阀的开和闭产生脉冲。见美国专利 5,586,084。但是，泥浆脉冲遥测的传输速度是有限的。

10 在底部钻具组合中的电子组件可以抵抗的温度也是有限的。一旦在任何持续的时间期间，电子组件的环境受到高温，如 305 度 F，或更高，一些电子组件会不起作用。因此，电子组件如半导体集成电路片，必需仔细生产和选择，确保它们能够抵抗底部钻具组合的可预见的热，冲击和振动。因为电子组件的寿命是在时间上的温度函数，井下温度越高，  
15 电子组件的寿命越短。因此，电子组件不仅昂贵，而且井下处理数据的设备的复杂性使得底部钻具组合很昂贵，特别是随钻测井仪。这样的电子组件也减少了底部钻具组合的可靠性。

20 由现有的井钻新井生产被搁置的油气层，常需要在现有的套管上切割一个孔或窗口，随后，钻柱通过所述窗口，钻一个斜的井眼进入到被搁置的油气层中。在现有套管切割窗口使用的现有技术工具，产生一个无规则几何形状的窗口，并常是带有不整齐形状。而且，切割工具会产生一个围绕窗口的锯齿边。在新的斜井筒可以被钻前，常常需要连续地向井眼运动钻具，以便把窗口清理干净。不整齐形状和锯齿边会在新井眼的钻井和完井中造成问题。因为窗口的特定位置和几何形状是未知的，  
25 在现有井眼中的套管和新井眼的新套管间建立一个密封也是困难的。

30 将下了套管的井眼用新套管进行密封的现有技术程序包括在注水泥操作时，用水泥填充在不整齐形状的窗口和新套管间的间隙。常常需要具有很好塑性的特殊水泥流入到这些间隙。常常必需将套管端部铣磨干净。而且，即使在注水泥操作后间隙常留在窗口周围，使得水泥仍不能形成一个充分的密封。

35 本发明克服了现有技术的缺点。



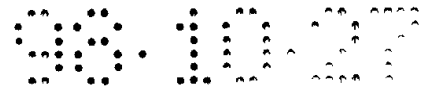
5 本发明的系统使用具有独特性能的复合控制管缆，将底部钻具组合进入到倾斜的和水平的地下井眼的作用范围延长到现有技术系统以前达到的范围的两倍以上，乃至 5 — 10 倍。在本发明系统中用的装置比包括管类和钻机的现有技术系统的装置要轻。移动，提升和安装本发明系统的复杂性和费用，以及布置它要求的空间和结构强度，与现有技术油气开发旋转钻机，或金属连续油管比较，是最小的。

10 本发明系统最好包括一个复合控制管缆（umbilical），它具有一个在内的流体不可渗透衬，多层承载层，和一个外耐磨层。承载层最好是围绕内衬编织的树脂纤维。多个电导体和数据传输导体埋在承载层中，在地面和底部钻具组合间输送电流和传输数据。而且，沿复合控制管缆的长度可在一个或多个数据传输导管上安装多个传感器。

15 底部钻具组合包括一个钻头，一个伽码射线和测斜器和方位仪组件，一个带有可导向（steerable）组件的推进系统，一个电子部分，一个电阻率测井仪，一个传动装置和一个旋转钻头的动力部分。在复合控制管缆中的电导体向电子部分提供电源，并可以向动力部分提供电源。在复合控制管缆中的数据传输导管可以是光纤缆，它将各传感器的数据传输到地面，如伽码射线和测斜仪组件和电阻率测井仪的数据。

20 推进系统包括一个罩，它具有一个带有牵引舱的上游部分和一个带有牵引舱的下游部分。各牵引舱连接一个安装在一个罩部分内的液压缸中的柱塞，推进底部钻具组合沿井眼上下。在工作中，一个牵引舱膨胀，接合井眼，同时液压柱塞向井下推钻头，并向前拉复合控制管缆，而另一个牵引舱移动到它的罩部分的另一端，准备启动它的柱塞进一步向井下移动钻头。推进系统的罩包括一个孔眼，一个输出轴穿过所述孔眼，输出轴一端工作连接动力部分，另一端连接钻头。可导向组件有各种类型的，用于改变井轨迹，如在两个罩部分间的一个可调连接，一个安装在推进系统罩上的三维的可调直径叶片的稳定器，或安装在推进系统罩上的可单独偏心伸长的两个多位牵引舱。在可导向组件是可调连接时，穿过推进系统的输出轴在两个罩部分的配接处具有一个铰链接头。

30 钻井系统也可包括另一个在现有下了套管的井眼切割窗口的底部钻具组合。这个底部钻具组合连接复合控制管缆，并包括一个上游和下游牵引舱，跨过要切割窗口的下了套管的井眼部分。一个模板安装在在所述组合的罩上，并被液压或电动启动接合下了套管的井眼内壁。一个



5 切割喷嘴安装在罩上的齿形轨道上，按模板限定的切割套管上的窗口。然后套管的切割片被电磁体磁性收回，并保持在罩中。一旦切好窗口，底部钻具组合和套管的片被从井中取出。一个带有密封凸缘的管状件然后安装在底部钻具组合上。所述组合下入到井眼，带密封凸缘的管状件被安装在窗口。然后一个生产管柱下到井中，在管状件内安装，进行被搁置油气层的生产。密封凸缘密封连接处。

10 钻井系统也包括一个不用钻机在新井眼设置管的方法和装置。使用套管柱塞在井中安装生产管柱。

15 本发明的钻井系统的一个优点是不用钻机钻井。钻井系统可从一个浮动平台操作，并使用一个海底钻井井口底盘。然而不用钻机，千斤顶，浮式装置（floaters）。本发明的钻井系统是无钻机控制管缆钻井系统，不仅可用于再入现有井，而且也用于钻新井。

20 本发明的钻井系统的另一优点是显著减少操作该系统的井队人员。

25 还有一优点是使用非金属的钻柱。不需要钢工作管柱使得能够不需要操纵金属管的钻机。

30 本发明的钻井系统的再一个优点是使用从底部钻具组合到地面延伸的复合控制管缆。使用复合控制管缆提供地面的强化的压力控制，因为，钢质工具接头的连接和解开消除。而且，与必需通过防喷气的钢钻杆比较，复合控制管缆上的加厚端的数目显著减少。复合控制管缆以可能的程度下入到井眼中，然后由井下控制管缆推进系统进一步布置到井中。然后通过将复合控制管缆缠绕到地面上的一个滚筒上回收。

35 本发明复合控制管缆另一优点是多根一定长度的管不必须象对接头连接的钢质钻杆要求的那样，使用钻机在地面连接和解开到相同程度。

40 复合控制管缆的另一个优点是能够在接近平衡和欠平衡下钻井和完井。在钻井液柱压力大约相同于地层压力的接近平衡情况下钻井和完井，引起的对生产层的损坏较小。



本发明的另一优点是使用底部钻具组合，它固定在井筒上，因此使得常规底部钻具组合遇到的振动大为减小。振动，谐振和冲击对常规底部钻具组合是很有害的，特别是对组合中的电子组件。

5           本发明的另一个优点是使用穿过复合控制管缆的电导体。通过在地面和底部钻具组合间传导电能，在底部钻具组合中不再需要交流发电机或电池，使电子组件工作。

10           本发明的另一个优点是使用通过复合控制管缆的壁的数据传输导管，如光纤缆，或同轴缆。这种数据传输导体允许将底部钻具组合中的传感器接受的原始数据直接传输到地面，不暴露可能会损坏的线。然后在地面处理数据，而不是象在常规底部钻具组合中那样在井下处理数据。通过在地面处理数据，可用较大，较精密较廉价的计算机处理系统，分析数据。而且，在常规底部钻具组合中要求的井下处理数据的电子装置可以不再需要，从而减少昂贵而且相当脆弱的井下电子组件。使用在复合控制管缆中的数据传输导管的另一个优点是能向地面较快且可靠地直接传输数据。通过泥浆柱脉冲传输数据的常规过程被取消。

20           本发明的另一优点是使用连接复合控制管缆的长度的连接器，它包括电和数据传输导管的连接。

          本发明另一个优点是为准定向钻井，使用有效，可靠和不昂贵的井下控制管缆推进系统，和勘测系统。

25           通过以下说明会明了本发明的其他目的和优点。

          下面参考附图详细说明本发明的一个优选实施例，图中：

          图 1 是本发明的钻井系统在一个典型钻井应用中的立面示意图；

          图 2 是本发明复合控制管缆的剖面图；

30           图 3 是具有电导体和数据传输导体的复合控制管缆沿图 2 中的平面 3—3 的剖面图；

          图 4 是复合控制管缆连接两段长度的连接器的剖面图；

          图 5 是连接复合控制管缆下游端的本发明底部钻具组合的立面示意图；

35           图 5A 是图 5 的底部钻具组合的具有整体反向旋转装置的传动装置的示意图；

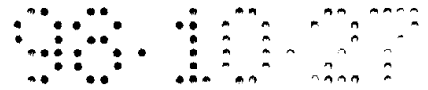


图 6 是带电阻率天线和可导向组件的推进系统的剖面图；

图 7 是沿图 6 中 7-7 平面的剖面图，示出了牵引舱之一；

图 8 是底部钻具组合的另一个实施例的示意立面图，部分剖切，该组合用于切割现有下了套管井眼上的窗口；

5 图 9 是在图 8 现有下了套管井眼中的切割的窗口的立面剖面图；

图 10 是图 8 和 9 所示窗口的示意剖面图，一个生产管柱安在新井眼中；

图 11 是用于在新井眼中安装和除去钢管的系统的示意图；

图 12 是向新井眼设置和回收一节套管的套管柱塞分解图；

10 图 13 是具有与本发明配用的另一个可导向组件的推进系统的示意剖面图；

图 14 是在图 13 中的牵引舱的平面 14 的剖面图；

图 15 是具有另一个与本发明配用的可导向组件的推进系统的示意剖面图；

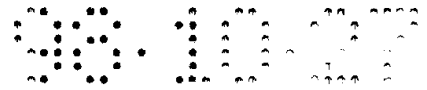
15 图 16 是图 15 中沿可导向组件的导向启动器的平面 16 上的剖面图；

图 17 是不同泥浆重量的复合控制管缆和钢质复绕油管上的拉力比较图。

20 本发明可具有不同的实施方式。在图中和本文中详细说明了本发明的特定实施例，应理解本公开是为了解释本发明的原理，而不是将本发明限定于图示和说明。

25 本发明的系统包括一个复合控制管缆线，其上安装着一个底部钻具组合。本发明的各个实施例提供几个不同的底部钻具组合结构，每个用于多种不同类型井之一的一种井下操作，这些井包括：新井，位移延伸井（**extended reach well**），延伸的现有的井，侧钻井，斜井，和其他类井。应理解，底部钻具组合可以仅是进行一项钻井操作的一个钻井工具。钻井操作常涉及到在井的油气层的钻井和完井，但本发明不限于这些操作。本发明的实施例提供了应用本发明系统的多种方法。应充分认识到，下述的实施例的不同原理可以分开地，或适当结合地用于在井下操作中产生出所需的结果。特别是，本系统实际上可用在任何类型的钻井操作中。

35 见图 1，在此示出一个用本发明系统作为钻井系统 10 的示意图。钻井系统 10 包括一个形成工作柱 20 的管柱，它带有底部钻具组合 30，



组合 30 连接到工作柱 20 的下端。所示的工作柱 20 和底部钻具组合 30 置于与现有的井 14 相倾斜的侧钻的井中。钻井系统 10 由现有平台 18 的地面 16 伸出，现有平台是以前用于钻井、完井并产生出现有井 14 的。在平台 18 的表面上有各种控制器 21，接受并向井下发出信号。这些控制器是已知的。在平台地面 16 上应设有防喷器和其他必要的安全控制装置 22，为井 12 的钻井和完井用。此外，侧钻井 12 仅是为了说明本发明典型应用中的钻井系统 10 和它的操作，决不应认为是限定本发明在侧钻井的范围。

5

10

15

20

复合控制管缆 20 用作工作柱。复合控制管缆的突出工作性能是一根管，其扬氏弹性模量的轴向分量为 500,000-10,500,000psi，范围最好是 2,000,000-5,000,000psi。该管各向异性，弹性模量在所有轴线上不同，且不是线性的。实施该管可以由纤维构成，如非金属纤维，金属纤维，或金属和非金属纤维混合构成。一个实施例中包括了一根螺旋缠绕的或交织的纤维强化热塑料构成的管，或纤维强化的热固聚合物，或环氧树脂管。纤维可以是非金属，或金属，或金属和非金属材料的混合。复合控制管缆最好由密度为 0.99-2.9 克/立方分米的材料制成。除非另外限定，在本说明中用的复合控制管缆一术语的意思是连续可缠绕的，或分段连接的管柱，它具有上述特征。应理解，虽然本发明的上述管不包括复绕油管，但本发明的各种组件可与复绕油管配用，特别是，与浅油井 (short reach wells) 和智能牵引器 (smart tractor) 配用。

25

30

上述特征的复合控制管缆 20 具有很多优点。低弹性模量允许大型管缠绕到小直径辊上，不会使控制管缆 20 产生塑性变形。在弯曲时不疲劳。低的模量可使控制管缆在辊上盘卷具有无限的疲劳寿命。而且，在控制管缆进出井时，沿井眼短半径弯曲和弧段受力时，低模量形成很低的阻力。低密度使得管的重量轻便于运输和提升。而且，使用适当加重的泥浆或特定设计的管，该管在井筒中可以漂浮。12.9 磅/加仑泥浆使得具有最优的几何形状的管具有中性浮力。使浮力接近钻井液的重

35

下面是钢和复合管复绕油管间弯曲应变的比较：

2-7/8"钢管，典型屈服应力 $\theta_y=80,000\text{psi}$

因此，屈服应变 $\epsilon_y=\theta_y/E$ ，E 为材料的扬氏模量

因  $E_{\text{钢}}=30 \times 10^6 \text{ psi}$ ，这样  $\epsilon_{y(\text{钢})}=80,000/30,000,000 = 0.00267$  英寸/英寸



同样， $E_{\text{复合管}}=1.43 \times 10^6 \text{ psi}$ ，并且一般 $\theta_{y(\text{复合管})}=26,000 \text{ psi}$ ，

因此， $\epsilon_{y(\text{复合管})}=26,000/1,430,000 = 0.01818 \text{ 英寸/英寸}$

使复合管屈服前的最大弯曲应变是钢的 6.81 倍。弯曲计算方法，参见《机械工程师马克标准手册》(Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers)一书，作者 Baumeister, Theodore, Avallone, Eugene A., Baumeister, Theodore III, 第八版 McGraw-Hill 图书公司 (McGraw-Hill Book Company)，纽约，1978 年，第 5-54 页。

下面提供的比较是拉伸钢或复合管连续油管需要的力，表示了用井下推进系统和复合控制管缆向井底更深处移动和从井底回收的系统能力。

克服简单的滑动摩擦，拉钢或复合管连续油管需要的力为：

钢管需要的拉力 ( $F_{\text{钢}}$ )：

$$F_{\text{钢}} = \mu \times W_{\text{钢}} \times K_{\text{钢}} \times L_{\text{钢}}$$

$\mu$  = 井筒摩擦系数 (约为 0.5)

$W_{\text{钢}}$  = 钢重量/英尺 = 4.53 磅/英尺 (2-7/8" 外径  $\times$  5/16" 壁厚)

$K_{\text{钢}}$  = 在 12.5 磅/加仑的泥浆中钢的浮力因子 = 0.809

$L_{\text{钢}}$  = 水平方向管长 = 10000 英尺

因此，拉 10000 英尺的钢需要的力  $F_{\text{钢}} = 18,324 \text{ 磅}$

同理，对于复合管

$\mu$  = 井筒摩擦系数 (约为 0.5)

$W_{\text{复合管}}$  = 复合管重量/英尺 = 1.7 磅/英尺 (2-7/8" 外径  $\times$  5/16" 壁厚)

$K_{\text{复合管}}$  = 在 12.5 磅/加仑的泥浆中复合材料的浮力因子 = 0.0157

$L_{\text{复合管}}$  = 水平方向管长 = 10000 英尺

拉复合管 10000 英尺需要力  $F_{\text{复合管}} = 133 \text{ 磅}$

拉 10000 英尺的钢管需要的力是拉同样复合管的 138 倍。摩擦力的计算，参见《机械工程师马克标准手册》(Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers)一书，作者 Baumeister, Theodore, Avallone, Eugene A., Baumeister, Theodore III, 第八版，McGraw-Hill 图书公司 (McGraw-Hill Book Company)，纽约，1978，第 3-54 — 3-27 页。

现参见图 17，此图示出在不同浮力状态下，即不同的泥浆重量时，用复合管或钢复绕油管钻 50,000 英尺的水平井时需要的拉力。



5 现见图 2 和 3，控制管缆 20 最好是具有上述特征的复合管做成。复合控制管缆 20 最好具有一个不渗透流体的衬 32，多层承载层 34，和一层耐磨层 36。如图 3 所示，多个导体 40 和 42 嵌于承载层 34 中。这些导体可以是金属的或光纤的导体，如电导体 40 和数据传输导体 42。一个或多个数据传输导管 42 可包括多个传感器 44。应理解，导体可以是延伸于传输压力流体的控制管缆 20 长度方向的通道。

10 本文参引的美国专利 5,097,870; 5,176,180; 5,285,008; 5,285,204; 5,330807; 5,348096 和 5,469,916 中示出和说明了复合管的类型。还见本文参引的“Development of Composite Coiled Tubing for Oilfield Services”作者 A.Sas-Jaworsky and J.G.Williams, SPE Paper 26536,1993。本文参引的美国专利 5,080,175; 5,172,765; 5,234,058; 5,437,899 和 5,540,870 中公开了复合管棒材，和装在复合管电缆中的电或光学导体。

15 不可渗透流体的衬 32 是一根内管，最好由聚合物制造，如聚乙烯或聚氯乙烯。衬 32 也可由尼龙或其他特殊聚合物或弹性材料制造。在选择衬 32 的适当材料时，应对侧钻井 12 中用的钻井液和在井下遇到的温度予以考虑。因为碳纤维，特别是弯曲后不透过流体，内衬 32 主要起不渗透流体的隔层的作用，内衬 32 不渗透流体，从而，将承载层 34 与通过衬 32 的孔眼 46 的钻井液隔离。在复合控制管缆 20 的制造过程中，内衬 32 也起添加承载层 34 的芯棒作用。

25 承载层 34 最好是树脂纤维，具有足够层数以支撑悬在钻井液中的工作柱 20 所要求的负荷力，包括复合控制管缆 20 和井底钻具组合的重量。例如，图 2 所示的控制管缆 20 具有六层承载层 34。

30 承载层 34 的纤维最好是缠绕到热固的或可固化的树脂中。尽管玻璃纤维比碳纤维便宜，但其强度却不如碳纤维大，考虑到强度问题，用碳纤维好些。也可碳纤维和玻璃纤维混用。因此承载层 34 的具体纤维将取决于井，特别是，井的深度，以致在选择纤维中可达到强度和成本均适当的复合管。一般全部是碳纤维较好，因为它的强度和抗压力大。

35 承载层 34 决定复合控制管缆 20 的机械性能。缠绕和编织承载层 34，使得形成具有各种机械性能的复合控制管缆，所述性能包括抗拉和





抗压强度，脆裂强度，韧性，抗腐蚀性流体的性能，气体侵入性能，外静水压力性能，内流体压力性能，抗进入井筒中被剥落的性能，密度即浮力，抗疲劳性能，和其他机械性能。纤维 34 是独特地缠绕和编制的，使得复合控制管缆 20 的机械性能最大，包括极大地加大它的强度。

5

耐磨层 36 最好围绕最外的承载层 34 编织。耐磨层是一个牺牲层，因为它接合并筒 12 内壁，在复合控制管缆 20 下入到井 12 中时磨损。耐磨层 36 保护下面的承载层 34。一个较好的耐磨层是 Kevlar 商标的材料，是一种抗磨损强度很高的材料。虽然仅示出一层耐磨层，根据需要可以附加耐磨层。耐磨层 36 的一个优点是它可以是由不同的纤维和颜色做成，使得易于确定在复合控制管缆 20 上的磨损位置。应理解，内衬 32 和耐磨层 36 对于复合控制管缆 20 的使用不是关键的，在某些应用中可以不使用。也可以加上压力层 38，但不是必需的。

10

15

在编织过程中，电导体 40，数据传输导体 42，传感器 44 和其他数据连接线可以埋入在复合控制管缆 20 的壁中的承载层 34 间。用承载层 34 的碳，玻璃纤维和混合纤维将这些装置缠绕到复合控制管缆 20 的壁中。应理解，根据需要，任何数目的电导体 40，数据输送导管 42 和传感器 44 可埋入到复合控制管缆 20 的壁中。

20

电导体 40 可以包括一根或多根铜线，如线 41，多导体铜线，编织线，如 43，或同轴编织的导体。这些导体连接地面电源。一根编织的铜线 43，或同轴电缆 45 用结合到承载层 34 的纤维缠绕。虽然可以用单根的铜线，但一根编织的铜线 43 沿复合控制管缆电阻小，形成较大的传输能力。电导体 40 允许基本通过一个单一导体从地面传输到底部钻具组合 30 大量电能。用多道传输，在地面和底部钻具组合间通过单一导体可以双向通讯。这单一导体 41 可向地面提供数据传输。

25

30

用于从地面电源到底部钻具组合 30 传输的主铜导体 40 最好是编织的铜线 43。编织铜线 43 可用于向驱动部分 90 提供电源，使钻头 140 旋转。编织铜线 43 可以从地面传导大电压，如 400 伏，这将产生必须散发出去的热。编织铜线 43 最好在两个最外的承载层 34 之间。将编织铜线 43 设置在邻近复合控制管缆 20 的外径，编织铜线 43 位于层 34 的较大的表面积上，使散热最大。

35

数据传输导管 42 可以是多根光纤缆，提供与地面的控制器通讯，



以在两个光纤方向传输所有数据。光纤缆具有宽的频带传输能力，并允许在底部钻具组合 30 和地面间双向通讯。如前所述，光纤缆可以是直线或螺旋形地缠绕在承载层 34 的碳、玻璃混合或纤维中。

5           如图 3 所示，传感器 44 埋在承载层 34 中，并连接到一个或多个数据传输导体 42，如光纤缆上。作为埋入的传感器的代替，光纤缆也可在它的长度上间隔腐蚀，充当沿复合控制管缆 20 的长度的预定位置上的传感器。这使能沿复合控制管缆 20 监控压力，温度和其他参数，并传输到地面控制器。

10

复合控制管缆 20 可以盘卷，使得它可以绕在一个滚筒上。在制造复合控制管缆 20 时，内衬 32 从一个滚筒绕开，直线通过一个编织机。然后当衬 32 通过多个编织机时，碳，混合或玻璃纤维编织到内衬 32 上，每个编织机在内衬 32 上编织一层纤维。制成的复合控制管缆 20 然后缠绕到滚筒上。

15

在编织过程中，电导体 40，数据传输导体 42 和传感器 44 在承载层 34 的编织间加到复合控制管缆 20 中。在编织纤维的制造过程中，导体 40，42 可以围绕控制管缆 20 直线铺设，螺旋缠绕，或编织。而且，导体 40 也可以特定角度缠绕，使得在复合控制管缆 20 内加压时补偿内衬 32 的膨胀。

20

复合控制管缆 20 可制成各种直径。金属的复绕油管一般的使用直径为 1-1/2"，但复合控制管缆 20 最好具有比 1-1/2"大的直径。当然，复合控制管缆的尺寸将根据具体用途，和它所使用的井来确定。

25

虽然复合控制管缆 20 可以具有连续的长度，如 25,000 英尺，但最好复合控制管缆 20 被制成较短的长度，如 1,000，5,000 和 10,000 英尺。一般滚筒可容纳约 12,000 英尺复合控制管缆。但是，一般具有附加的备用滚筒，可提供附加的复合控制管缆 20。这些滚筒当然可用于加长或缩短复合控制管缆 20 的长度。对于复合控制管缆 20 的直径和重量，实践中没有象对它的长度那样的限制。

30

复合控制管缆 20 具有能够进行延长位移井的钻井和完井所有的必需性能。特别是，复合控制管缆 20 比铁质材料的管，当悬浮在泥浆中，具有对于它的重量来说的大的强度，和较长的服役期。复合控制管缆 20

35



也与钻井用的钻井液相容，在钻井液由它的孔眼 46 向下，并由井筒 12 形成的环形空间 82 上返时，接近浮力（取决于泥浆比重和密度）。这使得上述金属管遇到的阻力和其他摩擦系数减少到可接受的限度。复合控制管缆 20 可用于提高温度的情况，特别是当，在钻井平台 16 上放置热交换器，冷却通过井筒 12 循环的钻井液时。因为不用旋转复合控制管缆 20 来使钻头旋转，在复合控制管缆 20 上不存在扭矩。

见图 4，此图示出一个连接器 50，连接复合控制管缆 20 的相邻的长度 52 和 54。可在连接器 50 中放一个喷射接头 60，这将在下文说明。连接器 50 包括一个安装在复合控制管缆长度 52 上的凹端连接器 56，和一个安装在复合控制管缆长度 54 上凸端连接器 58。下面详细说明凸端连接器 58，连接器 58 包括一个端面 59，一个外管形罩 62 和一个内管形套 64，它们形成容纳多个承载层 34 的环形区域 66。如所见，内衬 32 穿过内管形套 64。一个或多个销 68 穿过罩 62，承载层 34，和内套 64，将端连接器 58 连接到复合控制管缆长度 54 的终端。其他类型的连接器参见美国专利 4,833,516 和 5,332,049。

在连接器 58 的端面 59 中设有多个连接器 70，用于连接到装在承载层 34 间的电导体 40 和数据传输导体 42 上。在本文参引的美国专利 4,568,145;4,699,454;5,064,268 中说明了光纤缆连接器。同轴缆的连接器示于本文参引的美国专利 4,698,028。对于在管中的电导体，见本文参引的美国专利 5,146,982。Dean G.O'Brien of California 还制造另一种光纤连接器。

连接器 50 是一种快速连接器。快速连接的一个类型是图 4 示出的卡口式的连接。凸端连接器 58 包括多个园弧形的扇段 72，它具有可与凹连接器 56 配接的向外突出的带锥度的表面 74，凹连接器 56 具有多个园弧形扇段 76，它带有一个向内的带锥度的凸缘 78。工作时，在凸端连接器上的扇段插入到连接器 56 的扇段 76 间，然后连接器 58 旋转带锥度的表面 74、78，将连接器 56 和 58 的两端面 57 和 59 拉在一起。凹连接器 56 包括多个高压密封件 79，它密封接合凸端连接器 58 的端面 59。在端连接器 56，58 完全接合形成连接器 50 时，电导体 40 和数据传输导体 42 的连接器 70 对准并连接，传输电流或数据。

应理解，在平台地面 16 上可使用一个装置连接连接器 50。一个这样的装置可包括一个虎钳（vise），用以夹住深入到井 12 中的复合控



制管缆 20 的那端，和一个夹钳（tong）插入并旋转复合控制管缆 20 新长度，以形成连接 50。

5 应理解，端连接器 56，58 最好在制造过程中安装在复合控制管缆 20 的端部，因此在运到钻井现场时已经安在复合控制管缆 20 的端部。还应理解，端连接器 56，58 不需要由金属制成，而可以由复合管制成。复合管端连接器可以加热结合到复合控制管缆 20 的端部。而且，应理解，也可使用其他类型的快速连接，如用于高压软管连接的快速连接。

10 导体 40 和 42 的各自连接器 64 和 66 的另一种变换是通讯链环，它是围绕连接，而不是通过连接器 50，电磁传输信号。见本文参引的美国专利 5,160,925。然而最好是导体 40，42 直接在连接 50 处连接在一起。

15 与连接器 50 类似的连接器用于将复合控制管缆 20 的下游端连接到底部钻具组合 30，以及地面的提供电源和处理信号的电系统。连接器 50 也用于修理复合管 20 损坏的端部，使得损坏的端部可以割掉，其余部分重新连接到工作柱 20。最好是定做的，不是做成对每个井都适用的，复合控制管缆 20 长度。

20 见图 5，示出的底部钻具组合 30，通过一个脱开工具（release tool）80，连接复合工作柱 20 的下游端 78。脱开工具 80 最好连接导体 40 和 42 之一，以便从地面取得电启动。各种类型的脱开工具可用作脱开工具 80，如炸药，化学切割器，或机械丢手（release）。脱开金属复绕油管的机械丢手的一种类型在本文参引的美国专利 5,146,894 中  
25 公开。最好的脱开工具 80 包括电起爆炸药，割断底部钻具组合 30 和工作柱 20 间的连接。这样的脱开工具简单可靠。如果底部钻具组合 30 被卡在井 12 中，就需要脱开工具 80。

30 图 5 所示的底部钻具组合 30 用于井筒 12 的钻进，并包括一个动力部分 90，一个地面控制的传动装置 100，一个整体的反转装置 125，一个电子部分 110，一个井下控制管缆推进系统 120，一个电阻率侧井仪 121，一个可导向的组件 124，一个伽码射线和侧斜仪组件 130 和安装在钻柱 123 上的钻头 140。动力部分 90 为钻头 140 的旋转提供动力。  
35 推进系统 120 提供底部钻具组合 30 进出井筒 12 的动力。应理解，复合控制管缆 20 不能被推入到井筒中。推进系统 120 能够将复合控制管缆



20 拉入到井筒，或它可用于支撑复合控制管缆 20 退出井筒。电阻率测量仪 121 测定底部钻具组合周围的地层的电阻率，包括一个装在推进系统 120 中的电阻率天线 122，和装在电子部分 110 中的电子组件。可导向组件 124 改变井筒 12 的轨迹，最好装在推进系统 120 中。伽码射线和侧斜仪组件 130 估定钻头 140 处的地层的特征，并提供在井筒 12 内的钻头 140 的定向和角度控制的早期信息。

应理解，底部钻具组合 30 可包括一个同心的可调稳定器，如本文参引的美国专利 5,332,048 公开的那些。稳定器取决于应用，可位于底部钻具组合的任何处。

应理解，底部钻具组合 30 的组成随应用和井变化。其他可以加入到底部钻具组合 30 中的工具包括，NMR 磁共振成像工具，用于向地面传输数据，指示周围地层的流体特征，包括它们的可运输性，识别和成分。还应理解，不同的传感器可包括在电子部分 110 中，或位于井底钻具组件 30 上的其他位置，提供关于钻井和地层的其他信息，如定向控制和勘测用的三轴加速仪和侧斜仪。例如，用随钻井时测定的参数和特性可以包括在底部钻具组合 30 中。传感器测得的其他参数和特性包括操作压力，操作温度，环空压力，地层压力，压力采样，流体识别，陀螺测斜，气孔率和密度。

动力部分 90 可包括驱动钻头 140 的一个动力源，或动力组合，包括水驱动，电驱动，涡轮，叶轮（vane）型液压马达，或其他井下马达。动力部分 90 可改变它的力矩或 RPM 特性，并由地面控制。

一个典型的动力部分 90 包括一个常规容积式井下液压马达，该马达用常规变容压缩旋转输出轴。该马达具有一个转子和一个定子，在液压流体向下通过复合控制管缆 20 和动力部分 90 中的定子和转子之间时转子旋转。转子连接到一输出轴，输出轴馈送到地面控制传动装置 100。从传动装置 100 来的动力通过一根旋转轴传动到钻头 140，旋转轴可包括一个或多个等速接头。在本文参引的美国专利 5,620,056 中公开了一种井下钻井马达。

应理解，伸到地面的复合控制管缆 20 的导体 40 可使动力部分 90 包括一个或多个电动马达。电流可从地面引导驱动作为动力部分 90 的多级电动马达。这样的多级马达具有能力，供给钻头 140 上要求的性能



特征。多级马达也是坚固可靠的，并可以对钻井液密封。

5 应理解，即使可以不用液压马达作为动力部分 90，钻井液仍沿复合控制管缆 20 的孔眼 46 向下并从井筒 12 和复合控制管缆 20 形成的外环空 82 向上，带走钻头 140 的钻屑，并冷却和润滑钻头 140 和底部钻具组合 30 的其他组件。

10 可以使用地面控制传动装置 100，并将其安装在动力部分 90 的下游端，以变化和调节动力部分 90 的操作性能。传动装置 100 改变着动力部分 90 的输出性能，如改变其扭矩和/或 RPM 特性。取决于动力部分 90 中用的动力类型，可以使用或不使用传动装置 100，也可以包括一个齿轮减速器，或增速器。现参见图 5A，传动装置 100 最好也包括一个整体的反转装置（counter rotation）125，它可由地面控制，允许推进系统 120 反向旋转。整体的反转装置 125 包括一个在传动装置 100 和推进系统 120 间的连接 111，和一个马达 113，以形成静传动装置 100 和推进系统 120 间的相对旋转。使用整体反转装置 125 能够使得，如果推进系统 120 由于反扭矩的作用，被旋转稍离开了正确的定向，推进系统 120 的反转，能够保持在推进系统 120 上的可导向组件 124 的弯角正确的定向。还应理解，也可使用一个马达使钻头 140 在动力部分 90 的旋转方向的相反方向旋转。

25 电子部分 110 提供随钻测量，录井和油气层导向（pay zone steering）用的电子组件和仪器。电子部分 110 包括电阻率侧井仪 121 的电子组件，并连接在推进系统中的电阻率天线 122。在本文参引的美国专利 5,223,522;5,235,285;5,260,662;5,339,036;和 5,442,294 中示出测量电阻率的仪器工具。电子部分 110 起地层测量工具的作用。

30 见图 6 和 7，井下控制管缆推进系统 120 具有多个作用，包括在两个方向之一推进底部钻具组合 30，对周围的地层进行电阻率测量，利用油气层可导向组件 124 为井筒轨迹导向。推进系统 120 包括一个罩 106，它具有一个穿透的孔眼 114，为使钻井液通过复合控制管缆 20 的孔眼 46 向下流动。应理解，必需有足够的孔眼面积，以获得足够的向下流量，并且罩 106 的壁厚也要足够。

35 为了自推进，推进系统 120 成为原动机，并包括一个下游的封隔器式的牵引舱 102，和一个上游封隔器式的牵引舱 104。应理解，推进系



统 120 可包括两个以上的牵引舱。推进系统 120 的罩 106 包括一个下游部分 108 和一个上游部分 112，并且约 20 英尺长，每个罩部分 108 和 112 约 10 英尺长。一个动力输出轴 116 穿过中心孔眼 114，并可包括一个铰接接头 118，它取决于使用的导向组件 124 的类型邻近推进系统 120。

5

如图 7 所示，此图示出牵引舱 102 的横剖面图。因为牵引舱 102 和 104 结构相似，一个牵引舱的说明近似于另一个。牵引舱 102 包括围绕它的外圆周的钢支座 96，它可以膨胀收缩与井 12 的壁接合。多个槽或纵向流体通道 98 围绕形成支座 96 的钢带的内圆周形成，在牵引舱 102 膨胀与井 12 的壁接合时，使钻井液通过环空 82 向上流动。如下文详细说明的，牵引舱 102 和 104 可具有独立可膨胀的各自的室，用于相对于罩 106 偏心膨胀舱 102，104。

10

下游罩 108 包括一个管状液压缸 126，在其中设有一个液压柱塞 128，在柱塞上安装下游牵引舱 102。液压通道 130 和 132 位于管状液压缸 126 的相对两端，向活塞 128 施加液压力。液压通道 134 和 36 邻近下游牵引舱 104，膨胀和收缩牵引舱，使其与井 12 的壁接合和脱离。应理解，上游罩部分 112 的结构和作用是相似的。还应理解，推进系统 120 包括一系列用流体压力驱动的牵引舱 102 和 104 和活塞 128 和 129 的阀，活塞 129 和 129 分别安装在牵引舱 102 和 104 上。

15

20

推进系统 120 的循环包括膨胀下游牵引舱 102 与井 12 内接合，此时上游牵引舱 104 是在收缩的不接合的位置。通过液压通道 130 施加液压力，压力施加到活塞 128。当压力相对于活塞 128 施加，由于活塞 128 固定在接合并壁的牵引舱 102 上是静止的，此时，罩 106 向下游向前沿井沿移动钻头 140。同时液压力通过液压通道 142 施加，使收缩的上游牵引舱 104 在上游罩部分 112 上向前移动。上游牵引舱 104 向前移动，同时使罩 106 向井下移动，启动钻头 140。一旦下游牵引舱 102 到达管状液压缸 126 的上游端，它便完成了它的前进冲程，并收缩。同时上游牵引舱 104 现在完成了向管状液压缸 127 的下游端的行程，并在重新确定的位置，开始它使钻头 140 向下的冲程。然后牵引舱 104 膨胀接合并筒。当液压力通过液压通道 131 向上游活塞 129 施加时，推进系统 120 向下相对于钻头 140 产生冲程。同时，下游牵引舱 102 收缩，并通过上游通道 132 施加的液压力重新定位。然后循环重复，使得推进系统 120 能够在流体运动中连续向下游移动，在钻头 140 上形成向下的压

25

30

35



力。每个冲程约等于罩部分 108 和 112 的长度。

5 应理解，液压驱动可以颠倒方向，从而推进系统 120 可在井筒 12 中向上游移动。即，推进系统 120 能够在井筒 12 中向前，向下游，或向后，向上游步进。还应理解，虽然推进系统 120 图示出是液压驱动的，它也可以用电源传输导体 43 提供的动力由电驱动。

10 应理解，虽然已对带有两个牵引舱的推进系统 120 进行了说明，取决于用途，推进系统 120 的结构也可以多带几个引舱，如三个牵引舱。

15 Western Well Tool ,Inc.制造的一种牵引器具有可膨胀和可收缩的上游和下游封隔器支座，它们安装在液压活塞和液压缸上，自推进钻头。本文参引的 1996 年 8 月 22 日提出，1997 年 3 月 6 日公布的公布号为 WO97/08418 的欧洲专利申请 PCT/US96/13573 中，描述了 Western Well Tool 申请的牵引器。

20 其他的推进系统也可用于本发明的底部钻具组合 30。其他类型的牵引器包括渐进蜗杆（inchworm），公开于本文参引的 Camco International,Inc.的美国专利 5,394,951；Honda 的美国专利 5,662,020。以及 Martin Marietta Energy System,Inc.生产，在本文参引的美国专利 5,497,707 和 5,601,025 中公开的机器人牵引器。另一个公司制造一种被称为“Helix”的牵引器。还见本文参引的“Inchworm Mobility -Stable, Reliable and Inexpensive,”作者 Alexander Ferworm and Debrah Stacey；“Oil Well Tractor”作者澳大利亚的 CSIRO-UTS；“Well Tractor for Use in Deviated and Horizontal Well”作者 Fredrik Schussler；“Extending the Reach of Coiled Tubing Drilling (Trusters, Equalizers, and Tractors)”作者 L.J.Leising, E.C.Onyia, S.C.Townsend, P.R.Paslay and D.A.Stain, SPE Paper 37656, 1997。还见本文参引的“Well Tractor for Highly Deviated and Horizontal Wells”, SPE Paper28871, 1994 年 SPE 欧洲会议论文，伦敦，30 1994 年 10 月 25 日-27 日。

35 见图 6，可导向组件 124 最好提供三维导向，并可包括一个可调节连接，或一个可变偏心可调直径的叶片稳定器，前者如本文参引的美国专利 5,311,952 公开的那种。图 6 示出一个可变偏心可调直径的叶片稳定器，它具有多个稳定器叶片 141，分方位地位于围绕罩 106 的中部 143 的槽中。每个叶片 141 安装在一个或多个与罩 106 一体的斜面件 145 上，





使得在稳定器 141 轴向运动时，斜表面 145 径向向外凸轮式地顶叶片 141，与井 12 的壁接合。通过一个安装在罩 106 中叶片 141 上游端附近的电动的螺丝 147，叶片 141 可以可变地和可调地径向向外移动，电动螺丝 147 电连接一个或多个电导体 40，由地面启动。一个弹簧 149 安装在叶片 141 下游端的罩 106 中，向罩槽收回叶片 141。每个安装在罩 106 上的稳定器叶片是单独径向可调的，从而罩 106 的中心上相对钻头 140 的支点可以改变，从而在基本任何方向变化钻头轨迹。在本文参引的美国专利 3,129,776;4,185,704;4,388,947;5,423,389 中说明了偏心叶片稳定器。

10

如果可导向组件 124 在罩部分 106 和 112 间包括一个可调连接，轴 116 在铰接接头 118 处铰链连接。本文参引的美国专利 5,314,032 公开了一种可调连接。借助一个等速 U 形接头或一根扭转杆，通过铰接接头 118，可通过推进系统 120 传送动力。在本文参引的美国专利 5,527,220 中说明了一种铰接接头。也可用一种钛制柔性轴（flex shaft）。可导向组件 124 最好由地面控制，虽然它可以在底部钻具组合 30 中井下控制。

15

见图 13 — 16，在此示出导向底部钻具组合的另一些实施例。这些是对以上说明的两个牵引舱间的地面控制铰接接头（或机械，或液压或电动）的附加实施例。

20

见图 13 — 14，底部钻具组合 190 包括一个钻头 140，它安装在井下控制管缆推进系统 194 上。推进系统 194 包括一个罩 196，它具有安装彼此相邻的两个牵引舱 198 和 200。牵引舱 198，200 具有各自的可膨胀室 202，它位于钢支座 204 和罩 196 间。每个室 202 带有一个独立的阀 206，它能够膨胀到各自的预定压力，使得每个室膨胀到支座 204 的选择的圆弧部分上的各自程度，从而使罩 196 相对于井筒 12 偏心。如图 13 和 14 所示，接近钻头的牵引舱 198 的室 202 完全膨胀邻近井筒 12 的下侧 208，相对于井筒下侧 208 提升罩 196，而远离钻头的牵引舱 200 的室 202 在井筒 12 的高侧完全膨胀，使罩 196 相对于下侧 208 下降。这将一个向上的力施加到钻头 140，使得底部钻具组合 190 增斜，向上倾斜井眼轨迹。同样，舱 198 和 200 的膨胀可颠倒，降斜。还应理解，每个牵引舱 198 和 200 中的室 202 可以预定方式单独膨胀，以任何优选的三维方向改变井的倾斜和方位。这方法可用于在任何方向导向钻头，不需要在两个牵引舱 198，200 间的铰接接头。

25

30

35



见图 15 和 16，底部钻具组合 212 包括一个安装在井下控制管缆推进系统 214 上的钻头 140。推进系统 194 包括一个罩，它具有两个罩部分 218，220，由一个可调的连接 222 连接到一起。输出轴 116 包括一个铰接接头 118。（见图 6）罩可具有一个最大弯曲的整体的铰接接头或柔性接头，允许在罩中的那个点上弯曲。标准同心牵引舱 102，104 分别安装在邻近罩外端的罩部分 218 和 220 上。一个导向组件 230 位于在两个牵引舱 102 和 104 间的可调连接 222 周围。导向组件 230 包括一个导向启动器 232，它具有单独独立的机械，或液压或电动的启动器 234，连接到多个轴 236 上。最好有四根轴 236。轴 236 穿过导向启动器 232 中的孔 238，并连接到各自的启动器 234 上，每个启动器将一个轴从导向启动器 232 伸长一个预定距离。当导向启动器 232 由地面启动，它使得在两个牵引舱 102 和 104 间的罩弯曲，从而在钻头 140 上，在与导向启动器 232 中的伸长轴 236 的相同方向，施加一个横向力。轴 236 可由各自的启动器 234 以预定方式单独伸长，在任何优选的三维方向改变井轨迹的倾斜和方位。

由于反扭矩，牵引舱可能会在钻头旋转的相反方向有轻微旋转。井下控制管缆推进系统 120 包括整体的反转装置 125，自动反转推进系统 120，保持弯角的正确定向，使得井筒轨迹的正确方向得以保持。

井下控制管缆推进系统 120 包括一个整体 WOB/TOB（钻压和钻头扭矩）传感器。这个传感器向地面计算机提供信息，地面计算机处理这些数据，然后向推进系统 120 发出指令，以致钻头的 RPM 和施加的钻压可以变更，以优化 ROP（机械钻速(rate of penetration)）和减小钻头的弹跳和钻头泥包。也可变更泥浆流速和压力，改善 ROP。

在操作中，推进系统 120 保持在一个方向，使得通过导向组件 124 在罩部分 108 和 112 间的活动连接，在钻头 140 上有一个已知的倾斜。因此，根据设计，推进系统 120 不旋转，它也不在井筒 12 内滚动。

推进系统罩 106 包括在罩部分 108 和 112 中对准的通道 142 和 144，其中要求装有铰链接头 118。然而，这将取决于使用的可导向组件 124。还注意到，柔性接头可代替活动接头 118 使用。活动接头 118 也可以是智能(地面控制)的，或很象柔性接头非智能（没有控制，并只用于允许在牵引舱间产生最大弯曲）的。



电阻率天线 122 由两部分组成，一个下游天线 146，一个上游天线 148，分别安装在通道 142 和 144 中。每个通道 142，144 密封盖住天线 146，148，防止天线 146，148 接触流体。天线 146，148 分别容纳在通道 142，144 中，使得罩 106 在工作弯曲时，天线 146，148 不致断裂。电阻率天线 146，148 和接受器具有约 12 英尺的总长度。因此，牵引舱 102，104 必需至少分开 12 英尺，以留出天线的位置。电阻率天线 146，148 从推进系统罩 106 起可探测约 10 - 34 英寸的地层深度。

电阻率天线 146，148 是柔性线，由一个共用连接连接在一起，该连接跨过活动接头 118，具有一个连接电子部分 110 的数据传输导管。天线 122 测量的电阻数据首先传送到电子部分 110，然后传送到地面。如前所述，天线 146，148，它们的共有连接和在电子部分 110 中的相关的电子组件一起形成电阻率仪器 121。应理解，虽然将电阻率天线 146，148 设在牵引舱 102 和 104 间较好，但也可将电阻率天线 122 设在牵引舱 104 的上游。

然后地层数据经由光纤缆 42 从电子部分 110 传送到地面，在地面由控制器 21 处理，鉴别直接在底部钻具组合 30 周围的地层性质。在钻头处的电阻率的测量，伽码射线测量和井斜测量相结合简化了地面的寻找油气层的勘探导向工作。

包括 Halliburden, Schlumberger, Dresser Sperry Inc. 和 Baker Hughes 等的几个公司制造电阻率侧井仪。在本文参引的美国专利 5,318,138 中也有对电阻率侧井仪的描述。

伽码射线和测斜仪组件 130 位于推进系统 120 和安装钻头 140 的钻柱 123 之间的，下游推进系统 120 的前方。伽码射线和测斜仪组件 130 位于下游推进系统 120 前是较好的，使得尽可能地接近钻头 140。伽码射线和测斜仪组件 130 是一个工具，具有磁力仪和传感器，以探测钻头 140 的动态倾斜和方位。伽码射线和测斜仪组件 130 包括导向井轨迹的油气层导向工具。伽码射线和测斜仪组件 130 通过电磁数据传输系统，如本文参引的美国专利 5,160,925 说明的那种，连接到电子部分 110，通过在复合控制管缆中的一个或多个数据传输导管 42 将数据传输到地面。



电阻率侧井仪 121 的电阻率测量，伽码射线和侧斜仪组件 130 的倾斜角和方位角的测量，和三轴加速度计的的测量是井轨迹地质导向（geo-steering）或油气层导向的主要测量。这些测量数据在地面处理，确保钻头 140 的钻井的正确方向，或者，如果需要，通过导向组件 124 校正井轨迹的方向。

5

在本发明中，由于电阻率天线 146，148 安装在推进系统 120 上，伽码射线和侧斜仪组件 130 位于推进系统 120 和钻头 140 间，井下控制管缆推进系统 120 与底部钻具组合 30 的可导向性结合为一体。在现有技术中，一些地层传感器设置在可导向组件弯角的上游，如距离钻头 10—50 英尺处，这影响及时测定到需要校正轨迹，以避免钻入到出问题地层的能力。将导向组件 124 设置在推进系统 120 中，推进系统 120 可以离钻头 140 很近，不再用常规的底部钻具组合的弯头。或者，电阻率天线 122 可以安装在推进系统 120 上方。

10

15

虽然示出的电阻率测井仪 121 是包括在底部钻具组合 30 中，应理解，操作本发明钻井系统 10 并不要求电阻率侧井仪。在很多应用中，不用电阻率测量，伽码射线和测斜仪组件 130 可提供足够油气层导向。而且，因为本发明的钻井系统 10 常用于现有井，现有井制过图的，被搁置的油气层的坐标是可预先确定的，这样，不需通过使用电阻率或其他油气层导向测定装置对它们定位，就可以设计出带有到被搁置的油气的几何井轨迹的井平面图。探测油气层储量的伽码射线和测斜仪组件 130，将沿预先绘制的井轨迹，导向钻头 140。

20

25

在操作中，组装的底部钻具组合 30 包括钻头 140，伽码射线和测斜仪组件 130，井下控制管缆推进系统 120，可导向组件 124，电阻率测井仪 121，电子部分 110，传动装置 100 和动力部分 90。脱开工具 80 的顶端连接复合控制管缆 20 的下端，底部钻具组合 30 通过脱开工具连接复合控制管缆的下端。底部钻具组合 30 在复合控制管缆 20 上下入到井筒 12。在井中布置复合控制管缆 20 的优选方法是先下入一个 10,000 英尺长的复合控制管缆 20，然后下入用连接器 50 连接的每个 1,000 英尺长的复合控制管缆。钻井液沿复合控制管缆 20 的孔眼 46 流动，通过动力部分 90，通过穿过推进系统 120 的孔眼 114，再通过钻头 140，通过环空 82 上返地面。动力系统 90 是井下容积式马达，涡轮或其他液压马达。钻井液旋转在定子内的转子，使穿过推进系统 120 的输出轴 116 工作旋转钻头 140。电阻率天线 122 接受地层反馈，并将电

30

35



阻率数据送到电子部分 110。同样，伽码射线和测斜仪组件 130 提供钻头周围地层的数据，和井斜及井方位数据。在复合控制管缆 20 中的电导线 40 向，除了伽码射线和侧斜仪组件 130 外的电子部分和所有井下传感器提供电源，并在动力部分 90 是电动马达时，向动力部分 90 供电。

5

关于定向井的另外的信息，可参见美国专利 5,332,048；的“Introduction to Petroleum Production”，第 1 卷第 2 和第 3 章；“State of the Art in MWD”，国际 MWD 社团 1993 年 1 月 19 日出版(the International MWD society)；“Measurement at the Bit:A New Generation of MWD Tools”，油田回顾，1993 年 4/7 月(April/JULY 1993 issue of Oilfield Review)；“Anadrill Directional Drilling People, Tools and Technology Put More Within Your Reach”作者 Anadrill Schlumberger, 1991；“Petroleum Bottomhole Assembly Performance”作者 J.S. Williamson and A.Lubinski, IADC/SPE 14764, 1986；“Technical Data Sheet for Navigator”作者 Baker Hughes Inteq, 1994；“An Underground resolution, Integrated Drilling Evaluation and Logging”作者 Anadrill Schlumberger, 1995；“Ideal Wellsite Information System”作者 Anadrill Schlumberger, 1991；“The Navigator Sales Orientation Manual”作者 Frank Hearn, John Hickey, Paul Seaton and Les Shale；和“Navigator reservoir Navigation Service”作者 Baker Hughes, 1996。

20

推进系统 120 推进钻头 140 进入地层，钻新的井筒 12。由地面控制机械钻速或进给。底部钻具组合 30 的旋转部分仅是输出轴 116 和钻头 140。复合控制管缆 20 和底部钻具组合 30 的其余部分在井筒 12 内不旋转。因此，本发明的钻井系统 10 仅在滑动方式工作，即复合控制管缆 20 始终不为了钻井旋转。在伽码射线井斜测定仪组件 130，三轴加速计和电阻率侧井仪 121 中的传感器向地面的工作者提供，钻头 140 的方位，方向和位置情况和井筒附近相对于地层中油气层的位置数据。然后响应定向和油气层传感器的数据，推进系统 120 可以由可导向组件 124 驱动，正确引导钻头 140。应理解，底部钻具组合 30 可由一个控制电路控制，如在地面的控制器 21 中的微控制电路，它通过在复合控制管缆 20 的壁中的数据传输导线 42，接受井下信号和数据，进行分析，然后通过数据传输导线 42 发出指令，指导井下的工作。见本文参引的美国专利 5,713,422。

35

见图 4，可在连接器 50 的端连接器 56，58 间设置一个喷射接头



5 60。喷射接头 60 包括与水眼 46 连通的多个通道 61 和喷嘴 63，每个通道 61 以向上游的角伸到喷射接头 70 的外部。在每个通道 61 中设一个阀 65，以控制通过通道 61 的流体流量。阀 65 可由地面控制。在钻头的切屑由环空 82 上返时，它们会在环空 82 集中，不能流到地面。反向的喷射接头 60 使液压流体通过喷嘴 63，形成流体喷射，将切屑上推通过下了套管的井筒的鞋部，使得摩擦力减小，切屑可流到地面。反向喷射接头 60 可设在每个连接 50 处，将切屑扫除通过环空上返，流到地面。

10 应理解，虽然仅带有一个井下控制管缆推进系统 120 的底部钻具组合 30 已被说明，底部钻具组合可包括一个以上的井下控制管缆推进系统 120，并可以包括两个或多个井下控制管缆推进系统，如串联，提供附加动力推进钻头 140。这种井下控制管缆推进系统取决于应用，可包括两个或多个牵引舱。

15 应理解，底部钻具组合 30 在不仅仅能进行钻井使用，而且，事实上，可用于其他工具在井中进行其他作业。这样的工具包括修井工具，井的强化增产工具，录井工具，密度工程工具（**density engineering tool**），射孔工具，或铣磨工具。

20 复合控制管缆 20 不需要承受大的拉伸或压缩。当钻井液沿孔眼向下并上返环空时，钻井液对复合控制管缆 20 形成浮力，进而减少加在复合控制管缆 20 上的拉伸和压缩。而且，因为复合控制管缆 20 在井筒内不旋转，复合控制管缆 20 与从底部钻具组合 30 来的反作用扭矩相隔绝。

25 复合控制管缆 20 也具有足够的拉伸和压缩强度，抵抗在钻井中的极意外的情况。例如，如果底部钻具组合 30 卡在井中，复合控制管缆 20 具有在大多数情况中的抽出卡住的底部钻具组合 30 足够的拉伸强度。而且，如果底部钻具组合 30 进入生产层，复合控制管缆 20 可以相对着生产井的压力进入，生产井施加作为静水压力或地层压力的压缩负荷。在被强化增产的修井的井中有时发生这种现象。复合控制管缆 20 会有钻井液的内压，平衡外部井压，以及足够的压溃强度。

30 在电子部分 110 中用的电子装置，与常规底部钻具组合的电子组件比较，是不昂贵的。因此，即使电子装置在使用时因为高温使性能变差，底部钻具组合 30 可以从井中回收，更换或修理电子部分 110 中的电路



板。

5 利用在复合控制管缆 20 中的数据传输导管 42，可向地面传输各种数据。传输到地面的数据包括井斜，方位，陀螺勘测数据，电阻率测量，井下温度，井下压力，流速，动力部分的转速(rpm)，伽码射线测量，流体鉴别，地层试样和在钻头上的压力，冲击，振动和重量，以及其他传感器数据。例如底部钻具组合可包括一个压力接头，测定井筒 12 中环空 82 的压力。

10 数据传输导管 42 最好是光纤缆。光纤缆具有很大的频带宽度，允许传输大量的数据，然后数据由地面上功能强大的计算机处理。用光纤缆，数据传输速度快，可传输数据量大。通过在地面处理数据，底部钻具组合 30 更廉价，更有效。具有向地面高速传输数据的能力允许不再使用现有技术底部钻具组合的大多数的电子装置。因为不用通过泥浆脉冲传输数据它也提高了向地面传输数据的可靠性，。

15

在复合控制管缆 20 中的电导体 40 允许较大电能向井下输送。这使得电阻率测量可达到更深的地层。而且，在底部钻具组合中不再要求由一个交流发电机，或电池，向除了伽码射线和侧斜仪组件 130 以外所有部件供电。也可用地的较大功率的电源向地层输送电流，强化电阻测定仪 121 的电阻测量。

20

应理解，可用复合控制管缆 20 和推进系统 120，将各种井下装置运送到井里使用，使底部钻具组合具有钻井，完井和油井生产的其他用途。复合控制管缆 20 和推进系统 120 可在钻井时使用，将这些井下装置下入或抽出井筒，如电动马达，涡轮，叶轮，或容积式钻井马达，各类测量空间三维位置的传感器，驱替地层的件如钻头或喷头，井径仪（声或力学），定向造斜装置如造斜器，套管铣鞋，套管出口系统（化学或爆炸）或钻井用的其他井下工具。复合控制管缆 20 和推进系统 120 也可与各种钻井性能传感器配用，如伽码，电阻率，磁共振（MRI），声，中子密度，温度，压力，地层压力，或其他井下参数的传感器。复合控制管缆 20 和推进系统 120 还可以与钻井性能传感器配用，如钻压，钻头扭矩，机械钻速，管压，环空压，冲击和振动，马达转速，跨马达压差，或其他性能参数的传感器。各种导向装置可与复合控制管缆 20 和推进系统 120 配用，如在马达内或上方的固定弯接头，带有定向器的在马达内或上的固定弯接头,带有可调定向器的在马达内或上的可调弯

25



5 接头，三维或三维以下导向系统，一个或多个回流止流阀，循环接头，快速切断接头，套管接箍定位器，电池，电动涡轮，电子装置，稳定器或其他导向底部钻具组合的装置。复合控制管缆 20 和推进系统 120 也可与生产设备配用，如井下泵，裸眼封隔器，下套管井封隔器，砂滤，  
10 压力控制井下阀，带眼衬管，射孔枪，或其他用于建井的装置。复合控制管缆 20 和推进系统 120 还可与修井设备配用，或处理地层的设备配用，如套管清刮机，喷射清洁工具，酸和其他井处理流体系统，层位处理流体系统或其他修井或井处理装置。复合控制管缆 20 和推进系统 120 也可用于运送例如井采油修理工具（well intervention tool），酸化压裂工具，密度工程工具，录井工具。上述列出的修井和维护工具仅是为了举例，不是总括。

15 见图 8 和 9，复合控制管缆 20 可与底部钻具组合 150 配用，在现有井筒切割侧钻窗口，向被搁置的油气层钻新井。图 1 示出使用底部钻具组合 150 的井筒，除去一段现有套管，允许推进系统 120 出来，钻新井筒 12。

20 见图 8，底部钻具组合 150 由脱开工具 80 连接到复合控制管缆 20 的下游端。底部钻具组合 150 包括一个动力部分 90，一个传动装置 100，一个电子部分 110，和一个井下控制管缆窗口切割组件 160。应理解，底部钻具组合 150 不包括钻头，并可以不要动力部分 90。电子部分 110 在向地面传输井下参数，如温度，压力等数据时仍是有用的。

25 切割组件 160 包括一个上游牵引舱 102，和一个下游牵引舱 104。如图 8 所示，推进系统 160 包括一个安装在罩 163 内的液压驱动活塞 165，167 上的模板（template）164，在与下了套管的井筒 14 的壁接触的一个延伸位置和一个邻近罩 163 的缩回位置间移动模板 164。

30 应理解，取决于用途和井，推进系统可以要求带或不带底部钻具组合。如果不要求自推进，牵引舱 102，104 仅用于提供一个稳定的平台，进行窗口切割工作。膨胀的牵引舱 102，104 提供一个绝对稳定的平台以搁置模板 164，然后围绕模板 164 以优选的形状开窗 170。

35 如图 9 所示，模板 164 具有在井筒 14 的壁 172 中要切割的窗口 170 的预定形状那样的周边 166。一个或多个喷嘴 168 安装在柔性软管的端部，软管提供水气体混合喷射流，气体是由地面供的氮气或二氧化碳



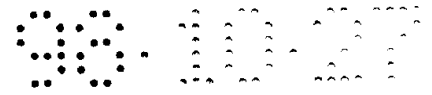


气。应理解，本发明的切割方法不限于流体。例如，高温切割装置或其他方法也可以用。喷嘴 168 安装在具有旋转齿轮 171 的轨道 169 上，旋转齿轮移动喷嘴 168 在罩 160 上进行螺旋运动，并沿邻近模板 164 的周边 166 的螺旋路径 174，切割套管 14 的壁 172 中的窗口 170。喷嘴 168 可以液压驱动或电动沿轨道 169 螺旋式如沿路径 174，通过切割在模板 170 内的套管井筒 14 的多个部分 176，沿其周边 166 干净地切割窗口。套管 12 的部分 176 然后用在罩 163 上的电磁体磁性移走。

在工作中，底部钻具组合 150 移到邻近窗口 170 的定位的位置中。牵引舱 102，104 膨胀接合套管 12 的壁 172，因此形成一个稳定的窗口 170 的切割平台。罩 163 上的液压活塞 165，167 被启动相对于套管 12 的壁 172 的内部移动模板 164。模板 164 由液压活塞 165，167 施加到它的压力保持在位。安装在罩 160 的轨道 169 上的齿轮 171，电动启动，混合着气体的流体由地面通过复合控制管缆 20 和喷嘴 168 泵压。在齿轮 171 沿轨道 169 并在模板内以螺旋方式移动喷嘴 168 时，套管 172 的部分 176 被自由切割，并用电磁体 178 收回。一旦喷嘴 168 完成套管 12 的部分 176 的完全切割形成窗口，牵引舱 102，104 被释放，底部钻具组合 150 从下了套管的井筒 14 回收。其结果是图 9 所示的整齐形状的窗口被干净地切割。

虽然说明的是底部钻具组合 150 使用气体冷凝的水切割窗口 170，应理解，底部钻具组合 150 也可与其他切割窗口 170 的装置配用，如炸药，化学喷嘴，或使用氮气或其他气体或液体的冰。其他装置包括冲击钻，乙炔焰或弧击穿。

见图 10，在底部钻具组合 150 从井 14 取出后，一个管状件 180，它具有窗口 170 形状和尺寸的密封凸缘，安装在底部钻具组合 150 上，或类似的组件上，并下入到井筒 14。在邻近窗口 170 定位总成 150 时，并在膨胀牵引舱 102 和 104 与套管 14 的壁 172 接合后，与启动器 165，167 相似的液压启动器被启动，将管状件 180 正确定位，并将管状件 180 安到套管 14 的窗口 170 上。密封凸缘 182 然后被围绕周边 166 支撑，形成围绕套管 14 的窗口 170 的密封。密封凸缘 182 形成一个在窗口 170 上的机械密封连接 184，接受底部钻具组合，如底部钻具组合 30，进行新井筒 12 的钻进。在完成新井筒 12 钻进时，一个生产管柱可通过管状件 180 和密封凸缘 182 下降，进入新井筒 12。



或者，一个完井管柱可以通过管状件 180 的内孔下入到井筒 12 中。然后套管在新井筒 12 中用水泥固井。在新井筒 12 中的新套管保持新井筒是裸眼的，允许随后的地层处理，并防止生产时井筒坍塌。应理解，如果希望被搁置的地层快速生产，套管上端可凸出到下了套管的井筒中，围绕上端固定套管外封隔器，将现有下了套管的井筒 14 密封。常常是从现有的油气层和被搁置的油气层生产出的油气在套管外封隔器上混合，通过下了套管的井筒上升到地面。

能够使用复合控制管缆 20 作为新井筒 12 中的生产管柱。复合控制管缆 20 可回接到套管外封隔器上，或在套管出口点密封，延长到地面。

利用底部钻具组合 150 能够快速使钻井系统 10 下到井筒 14 中，并由井筒 14 快速收回。本发明钻井系统 10 的一个目的是快速经济地使搁置的油层生产，因为它们的生产期有限。

还应理解，复合控制管缆 20 可用于井的射孔。例如，在底部钻具组合 150 从井 12 取出后，井被固井，一个射孔接头可安在复合控制管缆 20 的井下端，下入到新井筒 12 中。然后射孔接头被引爆，对井筒射孔，以便生产。复合控制管缆 20 然后可用作生产油管。一个滤网可安到复合控制管缆 20 的下游端。

本发明底部钻具组合的另一个应用是随钻测试。底部钻具组合下到井中，邻近要测试的地层定位。在底部钻具组合上的上下牵引舱用于隔绝在下了套管井筒中的生产层。然后数据被收集处理。一般是测试地层压力。常常收集试样回收到地面。底部钻具组合必需特别牢固，以抗极为严酷的钻井环境。

本发明井下控制管缆推进系统可包括其他应用。例如包括运送常规录井工具，和拉套管，或将完井管柱下到井筒。

见图 11 和 12，使用钢套管对新井筒固井仍是较好的。比当前的复合管，钢具有较大的绝对拉伸和压缩强度，及较好的弹性。而且，钢能够抵抗在生产井内的温度梯度，以及其他环境条件。钢套管也能抵抗生产井的很多剪切力。因此，最好钻井系统 10 使用在复合控制管缆 20 上的底部钻具组合钻进井筒，然后向新井筒下入钢套管完井。



5 因为本发明的钻井系统 10 的目的是消除对钻机的需要，完井组件 240 示于图 11 和 12，它不要求钻机。完井组件 240 包括一个管操纵系统 242，一个套管吊卡 244，套管钳 246 和套管柱塞（ram）250。管操纵系统 242 提起每个以 248 表示的在水平位置的一根套管，然后移动每个套管到 252 的中间位置，然后到直立位置 253。然后新的一根垂直地位于井口 254 上。在井口 254 上垂直位置，液压控制的套管吊卡 244 抓住新的一根管对准从井口 254 凸出的套管柱上端。钳 246 安装在液压套管柱塞 240 的框架上，将新的套管在井筒中的套管柱的上端上紧丝扣。

10

见图 12，套管柱塞 250 通过一个顶引罩（bowl）256 和底部引罩 258 支撑套管吊卡 244。引罩 256，258 包括悬挂套管柱的卡瓦。套管柱通过支撑和抓住套管的引罩 256, 258 中的卡瓦。套管柱塞包括四个柱塞 260，向下推新的套管和套管柱进入新的井筒。一种套管柱塞是由 R.L.Gilstrap Co.of Oklahoma City 制造的。见本文参引的"The Wellhead Casing Jac for Extra Pipe Pulling Power" 创作者 R.L.Gilstrap Co.。在新套管丝扣连接到套管柱后，用液压套管千斤顶 252 将它顶入井筒。完井系统也包括在井中新套管的常规注水泥固井。

15

20

完井系统 240 与现有技术相比有以下几个优点。如所见，不需要钻机在新井筒安装套管柱。而且，完井系统 240 可以由少到两人操作。此外，套管柱塞 250 具有将套管拉出井的能力，并具有克服套管相对于下了套管的井筒的摩擦力和阻力的能力。而且，套管柱塞 250 具有将套管推入到井中的能力。常规钻机不具有这样的能力，而是依靠套管的重量，使用重力和/或旋转或往复移动，在井中安装套管柱。

25

应理解，本发明可与常规钻机配用，或可包括减少常规钻机的使用。例如，一个操作者使用常规钻机钻导管的井筒，然后交出该钻机以便在其他井用。

30

虽然已图示并描述了本发明的优选实施例，在不偏离本发明构思的范围内，业内人士可作出变更。



说明书附图

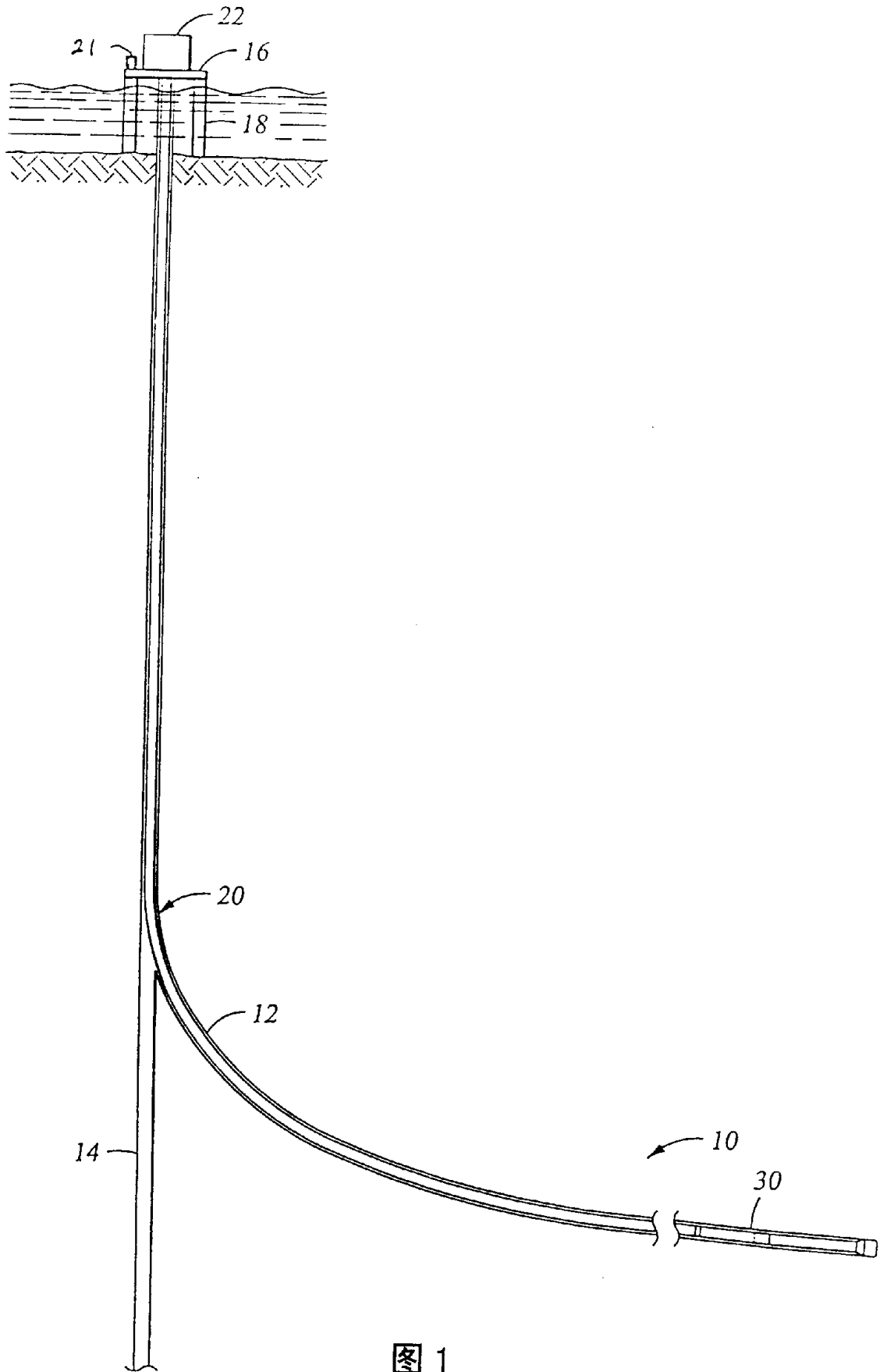


图 1

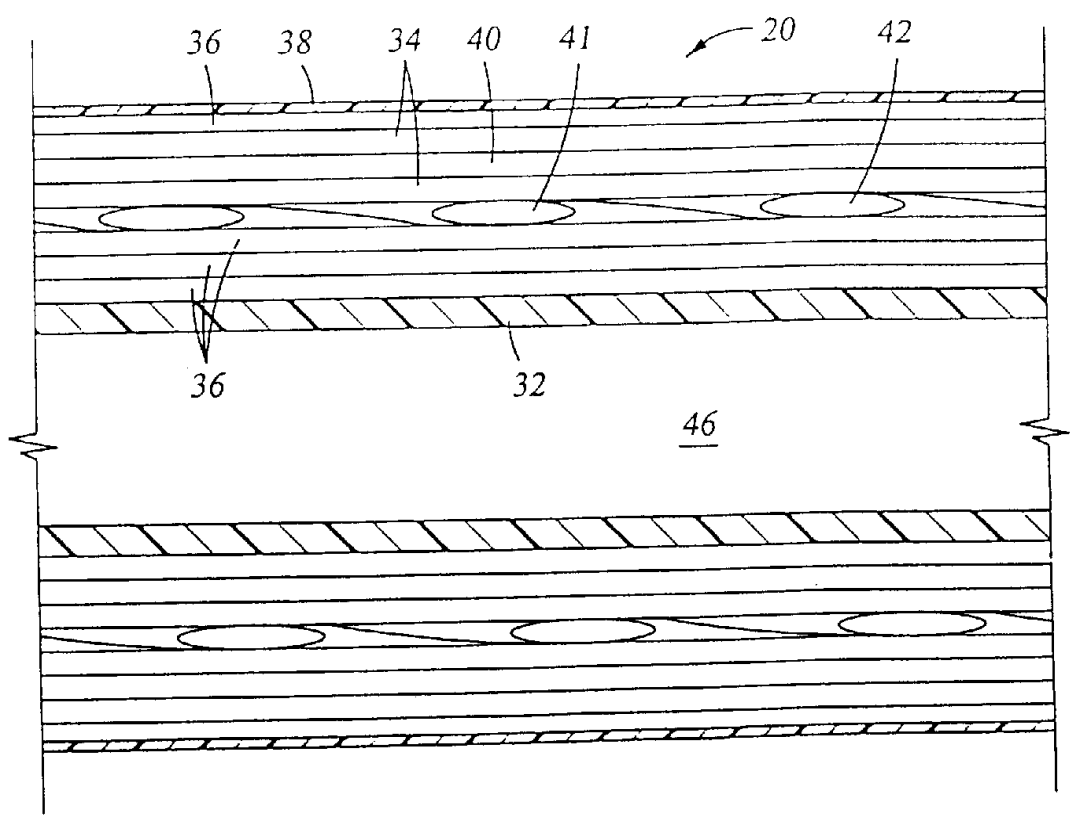


图 2

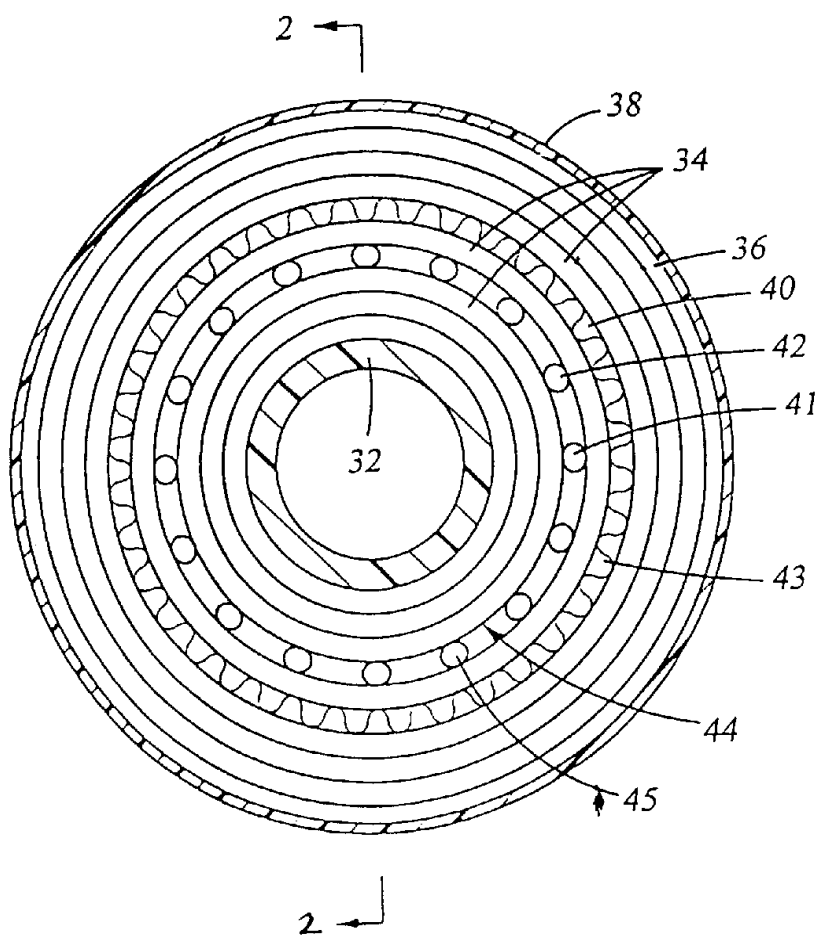


图 3

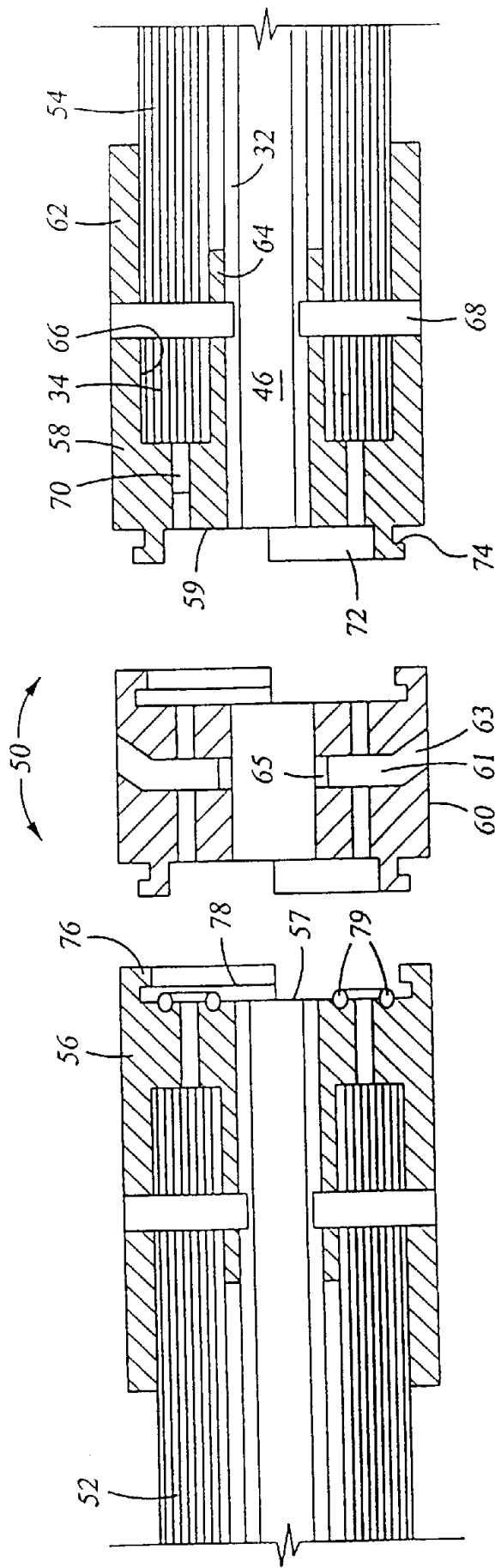


图 4



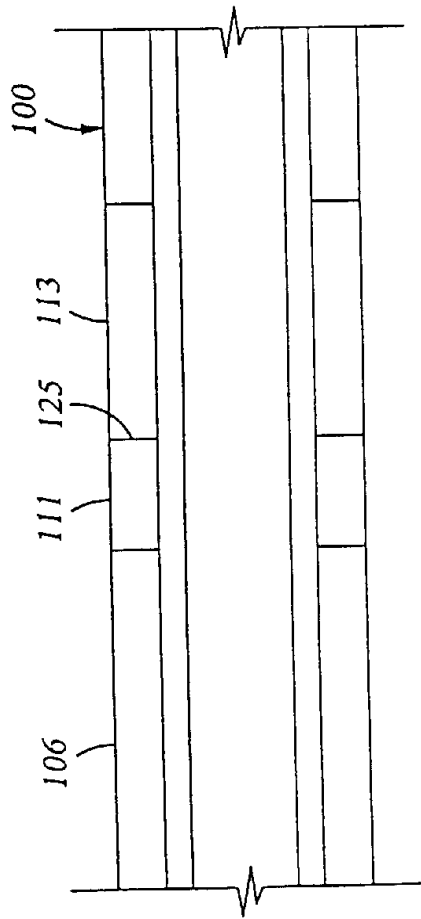


图 5 A

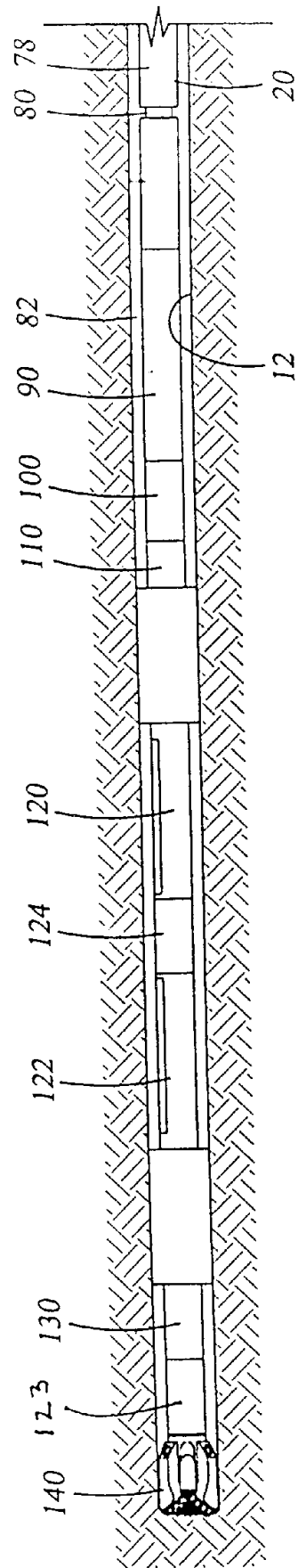


图 5





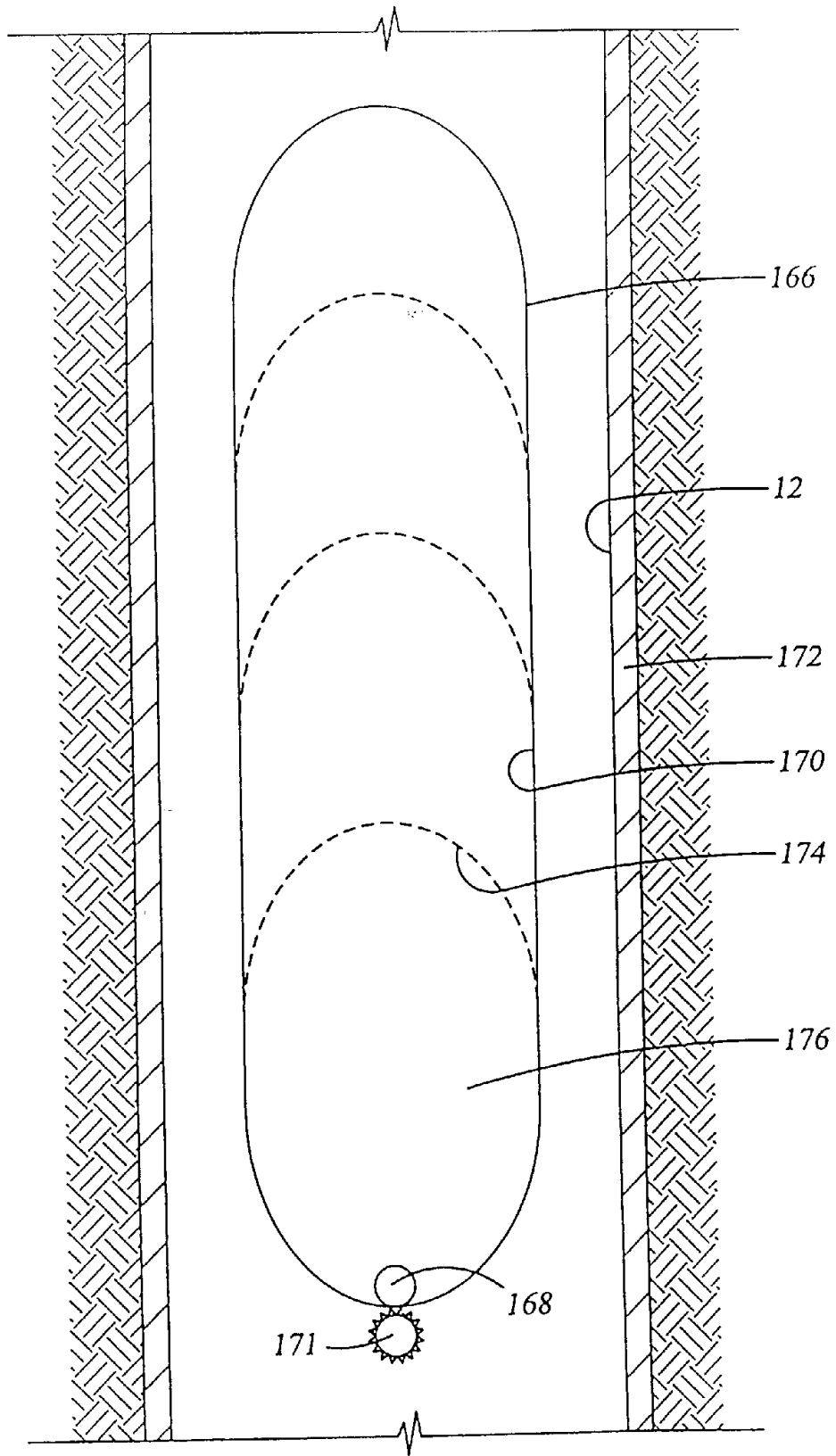


图 9

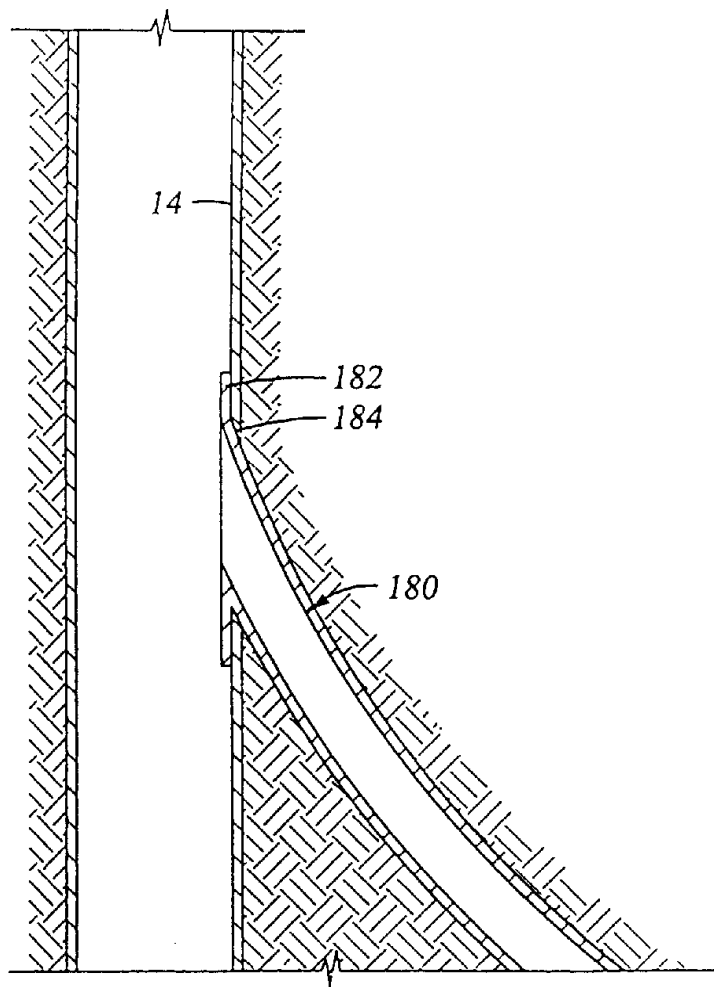


图 10

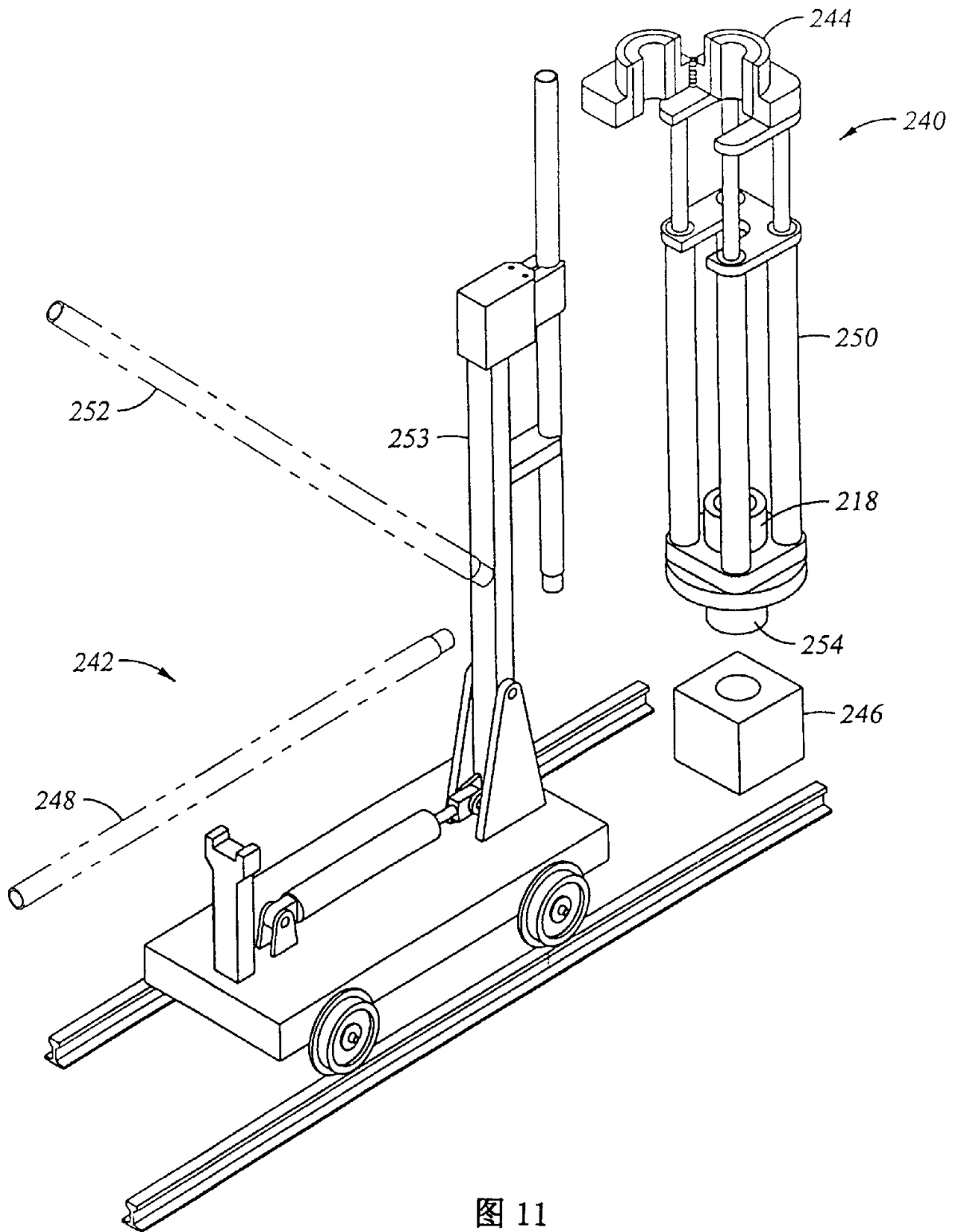


图 11

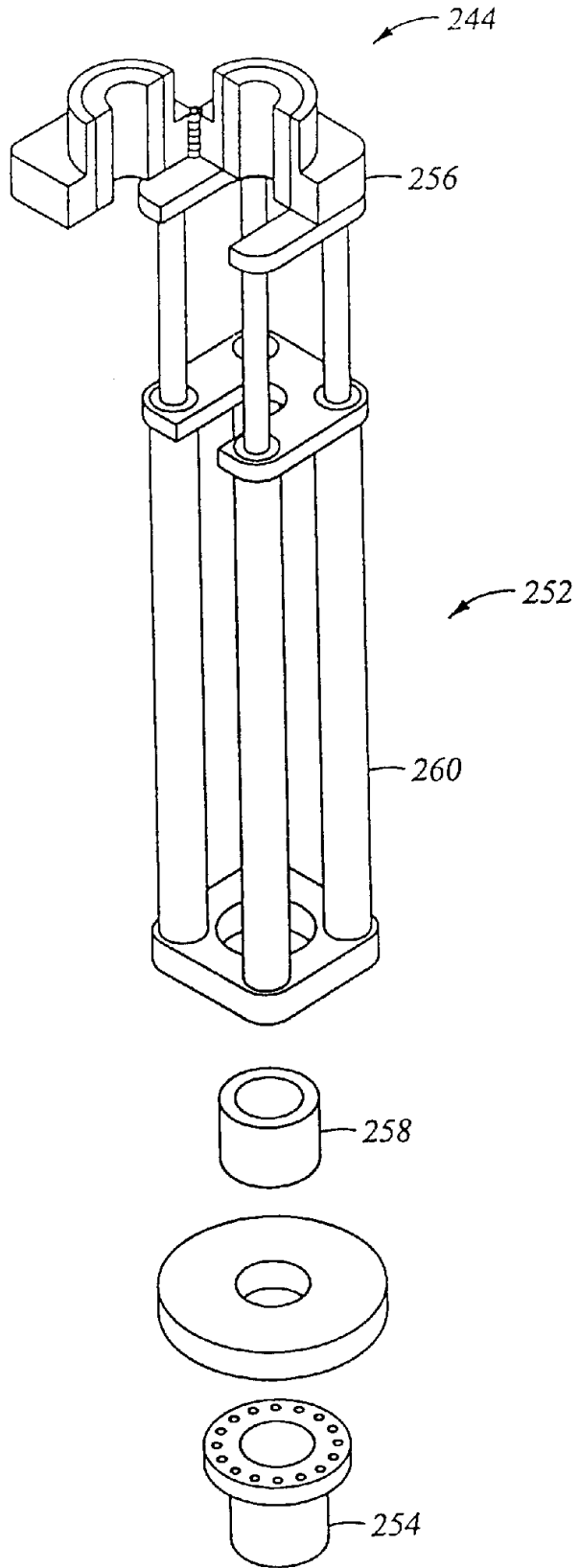


图 12

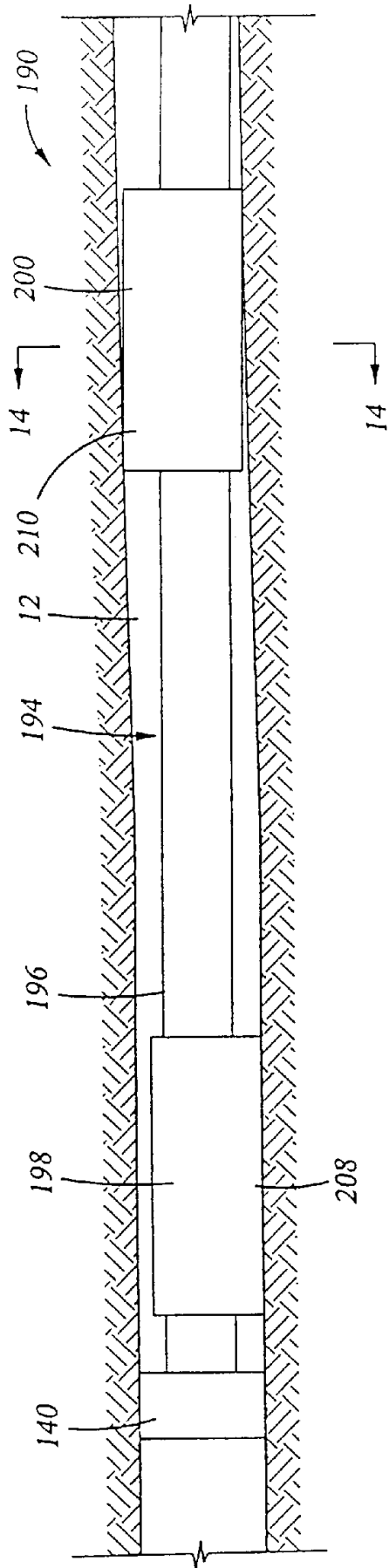


图 13

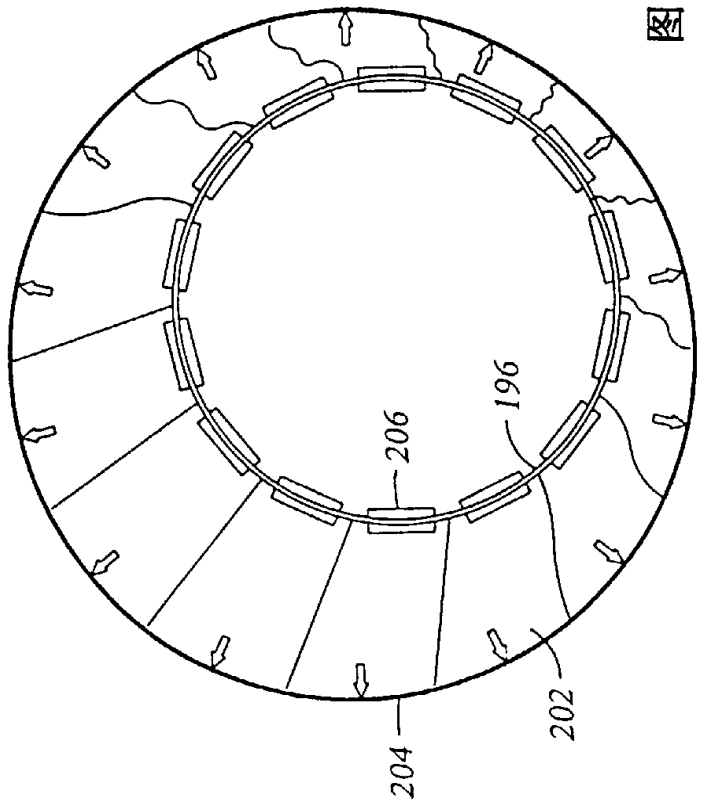


图 14

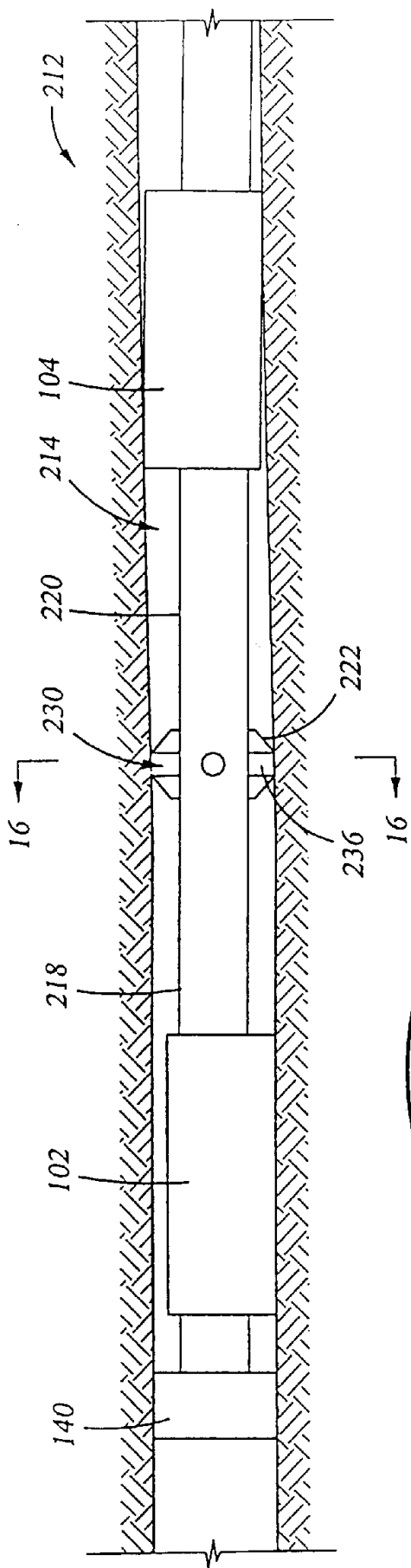


图 15

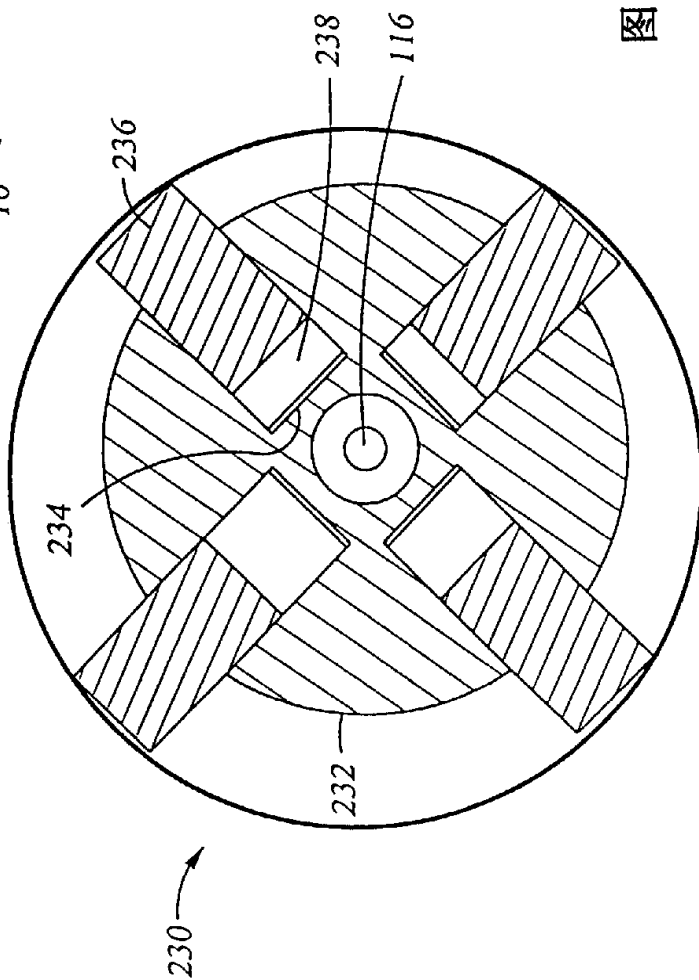


图 16

在不同浮力条件下，使用复合的钢质复浇油管，钻 50000 英尺的侧井拉力比较

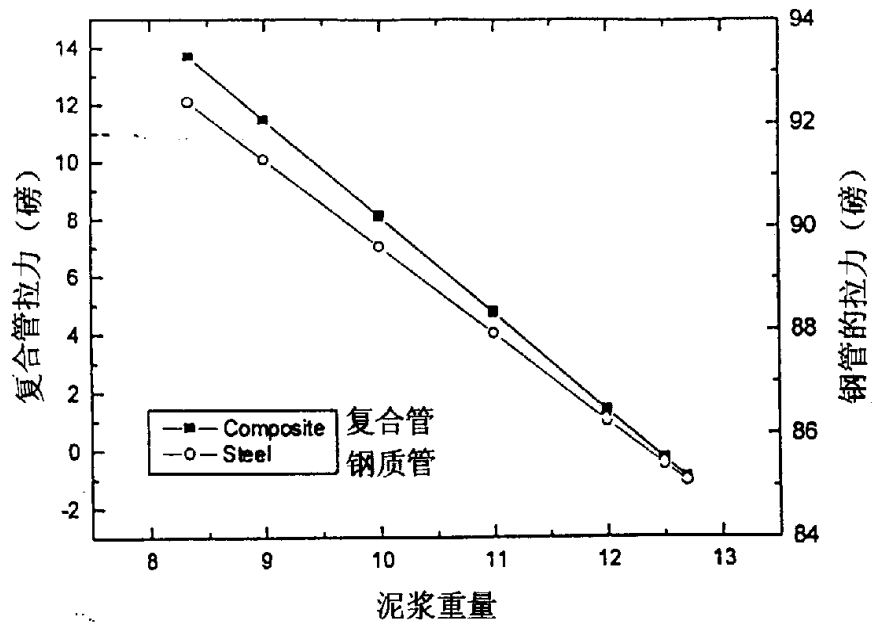


图 17