(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116806303 A
(43)申请公布日 2023.09.26

(21)申请号 202180088827.0

(22)申请日 2021.11.09

(30)优先权数据
2020904106 2020.11.10 AU

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.06.30

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/AU2021/051319 2021.11.09

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/099355 EN 2022.05.19

(71)申请人 戴诺诺贝尔亚太股份有限公司
地址 澳大利亚维多利亚州

(72)发明人 B·德弗里斯 J·巴德
V·洛弗尔 S·萨马特

(74)专利代理机构 北京世峰知识产权代理有限公司 11713
专利代理师 卓霖 许向彤

(51)Int.Cl.
F42D 3/04(2006.01)

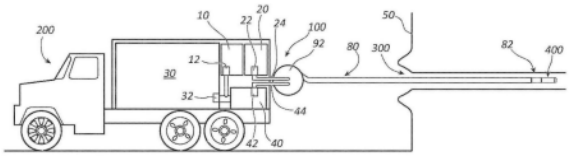
权利要求书3页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

软管端部混合系统和方法

(57)摘要

用于进展装料的软管端部混合系统可以包括设置在输送设备的端部附近的静态混合器。该混合系统可以包括具有中心孔的混合管,并且混合管联接到输送软管的出口。混合管包括设置在混合管的中心孔内的静态混合器。喷嘴系统还包括具有中心孔的喷嘴,并且该喷嘴联接到混合管出口。静态混合器可以设置在输送软管本身内。静态混合器可以设置在距输送设备的远端预定距离处,以在通过静态混合器将乳剂与敏化剂混合之后建立乳剂的层流。敏化的乳剂可以以小于45度的角度从输送设备排出。



CN 116806303 A

1.一种炸药输送系统,该炸药输送系统包括:

被配置为用于存储敏化剂的贮器;

被配置为用于存储乳剂基质的贮器;

输送设备,该输送设备具有:中心孔,该中心孔从所述输送设备的近端向远端延伸所述输送设备的长度;和出口,该出口设置在所述远端处,其中,所述输送设备被配置为将乳剂炸药输送出该输送设备的所述出口;以及

静态混合器,该静态混合器设置在所述输送设备的所述中心孔内距所述输送设备的所述出口预定距离,其中,所述静态混合器被配置为在所述输送设备内将所述乳剂基质和所述敏化剂混合成乳剂炸药,

其中,所述静态混合器距所述输送设备的所述出口的所述预定距离占据所述中心孔的足够长度,以在所述乳剂由所述静态混合器混合之后建立乳剂炸药的层流。

2.根据权利要求1所述的炸药输送系统,其中,所述预定距离在25mm至100mm的范围内。

3.根据权利要求1或权利要求2所述的炸药输送系统,其中,所述预定距离在35mm至80mm的范围内。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的炸药输送系统,其中,所述乳剂基质是均质化的乳剂基质。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的炸药输送系统,其中,所述敏化剂是化学产气剂。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的炸药输送系统,其中,所述输送设备包括具有中心孔和出口的输送软管,其中,所述静态混合器设置在所述输送软管的所述中心孔内距所述输送软管的所述出口预定距离。

7.根据权利要求6所述的炸药输送系统,其中,所述静态混合器联接到螺纹管的顶部,其中,所述螺纹管的螺纹设置在所述螺纹管的外表面上,并且被配置为拧入所述输送软管距所述输送软管的出口预定距离。

8.根据权利要求6或权利要求7所述的炸药输送系统,其中,通过将所述静态混合器在所述输送软管的外侧上夹持就位的夹持件,所述静态混合器能够联接在所述输送软管的所述中心孔内距所述输送软管的所述出口预定距离。

9.根据权利要求1至5中任一项所述的炸药输送系统,其中,所述输送设备包括:

混合管,该混合管包括中心孔,该中心孔从混合管入口延伸至混合管出口,其中,所述混合管入口被配置为联接到输送软管的出口,并且其中,所述静态混合器被设置在所述混合管的所述中心孔内;以及

喷嘴,该喷嘴包括中心孔,该中心孔从喷嘴入口延伸至喷嘴出口,其中,所述喷嘴入口联接到所述混合管出口,并且所述喷嘴的长度为所述预定距离。

10.根据权利要求9所述的炸药输送系统,其中,所述混合管入口的内径小于所述混合管出口的内径。

11.根据权利要求9或权利要求10所述的炸药输送系统,其中,所述静态混合器设置在所述混合管的所述中心孔的肩部内。

12.根据权利要求9至11中任一项所述的炸药输送系统,其中,所述混合管包括在所述混合管入口的外表面上的螺纹,该螺纹被配置为联接到所述输送软管的所述出口的对应螺纹。

13.根据权利要求9至12中任一项所述的炸药运送系统,其中,所述喷嘴能够可拆卸地附接到所述混合管。

14.根据权利要求9至13中任一项所述的炸药输送系统,其中,所述混合管包括在所述混合管出口的内表面上的螺纹,并且所述喷嘴包括在所述喷嘴入口的外表面上的对应螺纹,其中,这些螺纹被配置为彼此联接。

15.根据权利要求1至5和9至14中任一项所述的炸药输送系统,其中,所述喷嘴的所述中心孔的内径从喷嘴入口到喷嘴出口是恒定的。

14.根据权利要求1至15中任一项所述的炸药输送系统,其中,所述乳剂炸药以小于所述输送设备的纵向轴线的45度的角度从所述输送设备的出口排出。

17.根据权利要求1至16中任一项所述的炸药输送系统,还包括第二静态混合器,该第二静态混合器被配置为在乳剂基质进入所述输送设备之前将所述乳剂基质与所述敏化剂部分地混合。

18.根据权利要求17所述的炸药输送系统,其中,所述第二静态混合器是三元件静态混合器。

19.一种进展装料的方法,该方法包括:

将乳剂基质输送通过输送设备的中心孔,所述输送设备具有:中心孔,该中心孔从近端向远端延伸所述输送设备的长度;和在所述远端处的出口;

在所述输送设备中利用静态混合器将乳剂基质与敏化剂混合以形成敏化的乳剂炸药,所述静态混合器设置在所述输送设备的所述中心孔内距所述输送设备的所述出口预定距离;以及

在混合之后,在敏化的乳剂从所述输送设备的所述出口排出之前,在敏化的乳剂炸药中形成层流。

20.根据权利要求19所述的方法,以小于45度的角度将敏化的乳剂炸药从所述输送设备的所述出口排出。

21.根据权利要求19或权利要求20所述的方法,其中,将敏化的乳剂炸药从所述出口排出产生轴向推力,该轴向推力足以使所述输送设备缩回,同时促进高效混合并保持层流。

22.根据权利要求19至21中任一项所述的方法,还包括将所述输送设备从进展钻孔中缩回。

23.根据权利要求19至22中任一项所述的方法,其中,排出的敏化的乳剂炸药的密度达到0.9g/ml。

24.根据权利要求19至23中任一项所述的方法,其中,排出的敏化的乳剂炸药的密度为0.5至0.7g/ml。

25.根据权利要求19至24中任一项所述的方法,其中,所述预定距离在25mm至100mm的范围内。

26.根据权利要求19至25中任一项所述的方法,其中,所述预定距离在35mm至80mm的范围内。

27.根据权利要求19至26中任一项所述的方法,其中,所述输送设备包括具有中心孔和出口的输送软管,其中,所述静态混合器设置在所述输送软管的所述中心孔内距所述输送软管的所述出口预定距离。

28.根据权利要求19至27中任一项所述的方法，还包括在乳剂进入所述输送设备之前利用第二静态混合器混合乳剂。

29.一种炸药输送系统，该炸药输送系统包括：

被配置为用于存储敏化剂的贮器；

被配置为用于存储乳剂基质的贮器；

输送软管，该输送软管具有：中心孔，该中心孔从所述输送软管的近端向远端延伸所述输送软管的长度；和在所述远端处的出口，其中，所述输送设备被配置为将乳剂炸药输送出所述输送设备的所述出口；

软管前静态混合器，该软管前静态混合器被配置为将乳剂基质和敏化剂混合，以在敏化的乳剂炸药被引入所述输送软管之前产生敏化的乳剂炸药；以及

软管端部静态混合器，该软管端部静态混合器设置在所述输送软管的中心孔内距所述输送设备的所述出口预定距离，其中，所述软管端部静态混合器被配置为将敏化的乳剂炸药重新混合。

30.根据权利要求29所述的炸药输送系统，还包括均化器，该均化器被配置为在所述软管前静态混合器的混合之前将乳剂基质均质化。

31.根据权利要求29至30中任一项所述的炸药输送系统，其中，排出的敏化的乳剂炸药的密度达到0.9g/ml。

32.根据权利要求29至31中任一项所述的炸药输送系统，其中，排出的敏化的乳剂炸药的密度在0.5至0.7g/ml之间。

33.根据权利要求29至31中任一项所述的炸药输送系统，其中，排出的敏化的乳剂炸药的密度在0.7至0.9g/ml之间。

34.根据权利要求29至33中任一项所述的炸药输送系统，其中，当敏化的乳剂基质从所述输送软管中排出时，所述敏化的乳剂基质实现至少55％的产气效率。

软管端部混合系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于2020年11月10日提交的号为2020904106的澳大利亚临时专利申请的优先权，该申请的标题为软管端部混合系统和方法(END OF HOSE MIXING SYSTEMS AND METHODS)，该临时专利申请的全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开总体上涉及炸药领域。更具体地，本公开涉及用于输送炸药的系统和与之相关的方法。在一些实施例中，设备和方法与进展装料(development charging)有关。

附图说明

[0004] 本文的书面公开描述了非限制性和非穷举性的示意性实施例。参考了在附图中所描述的一些此类示意性实施例，在附图中：

[0005] 图1示出了配备有炸药输送系统的移动处理单元的一个实施例的侧视图，该炸药输送系统包括喷嘴系统，该喷嘴系统联接到插入水平爆破孔中的输送导管。

[0006] 图2示出了根据本公开的一个实施例的喷嘴系统的立体图。

[0007] 图3示出了图3的喷嘴系统的剖视图。

[0008] 图4示出了根据本公开的一个实施例的喷嘴系统的混合管。

[0009] 图5示出了图4的混合管的剖视图。

[0010] 图6示出了根据一个实施例的静态混合器的立体图。

[0011] 图7示出了根据一个实施例的静态混合器的立体图。

[0012] 图8示出了根据一个实施例的喷嘴系统的喷嘴。

[0013] 图9示出了图8的喷嘴的剖视图。

[0014] 图10示出了根据本公开的一个实施例的用于输送炸药的系统的流程图。

[0015] 图11示出了根据本公开的一个实施例的静态混合器。

[0016] 图12A示出了根据本公开的一个实施例的静态混合器。

[0017] 图12B示出了根据本公开的一个实施例的设置在混合装置内的图12A的静态混合器。

具体实施方式

[0018] 乳剂炸药通常用于采矿业、采石业和挖掘业中，用于破碎岩石和矿石。一般来说，在地表(诸如地面)中钻出被称为“爆破孔(blasthole)”的孔。在进展装料中，可以在岩面中钻出多个水平孔。然后，可以将乳剂炸药泵送到或预先装入(augured)多个爆破孔中。乳剂炸药在多个爆破孔中所形成的爆炸产生水平采矿隧道。

[0019] 乳剂炸药通常以乳剂基质的形式输送到作业现场，乳剂基质太浓密而无法完全引爆。一般来说，乳剂基质需要被“敏化”，以使乳剂炸药被成功引爆。敏化通常是通过引入敏化剂来实现的，敏化剂在乳剂基质中提供或产生小的空隙。这些空隙降低乳剂炸药的密度，

并且也成为传播引爆的热点。敏化剂可以是通过将气体吹入乳剂基质、中空微球或其他多孔介质中而引入的气泡，和/或可以是注入到乳剂基质中并与乳剂基质反应从而形成气泡的化学产气剂(chemical gassing agent)。对于化学产气剂，在“产气”完成之前通常需要一定量的时间。就本公开而言，一旦敏化剂与乳剂基质完全混合，则所产生的乳剂就被视为乳剂炸药并且被敏化，即使敏化可能在一定时间内还没有完成。

[0020] 对于爆破孔，根据其长度，引爆装置可以被放置在爆破孔的端部、也被称为“趾部(toe)”处，并且可以被放置在乳剂炸药的开始位置。通常，在这样的情况下，爆破孔的开口端不会装入炸药，而是将装入惰性材料，称为“封堵(stemming)”，以试图将爆炸力保持在爆破孔周围的材料内，而不是使爆炸性气体和能量从爆破孔的开口端逸出。

[0021] 本文公开了用于输送炸药的系统和与之相关的方法。将容易理解的是，下文总体上描述并且本文在图中示出的实施例的部件可以被布置和设计成各种不同的配置。因此，如下面描述的和图中所示的，下面对各种实施例的更详细的描述并不是为了限制本公开的范围，而只是代表各种实施例。虽然在附图中呈现了实施例的各个方面，但是除非特别指明，否则附图不一定按比例绘制。

[0022] 短语“联接到”是指两个或多个实体之间任何形式的相互作用，包括机械、电、磁、电磁、流体和热相互作用。同样，“流体连接到”是指两个或多个实体之间任何形式的流体相互作用。两个实体可以彼此相互作用，即使它们相对于彼此没有直接接触。例如，两个实体可以通过中间实体彼此相互作用。

[0023] 术语“基本上”在本文用于指几乎为100％并且包括100％，包括至少约80％，至少约90％，至少约91％，至少约92％，至少约93％，至少约94％，至少约95％，至少约96％，至少约97％，至少约98％，和至少约99％。

[0024] 术语“靠近(proximal)”在本文用于指在所公开的对象“附近”或“在”所公开的对象处。例如，“靠近输送管道的出口”是指在输送管道的出口附近或在输送管道的出口处。

[0025] 图1示出了用于进展爆破装料的示例性炸药输送系统100。如上面所讨论的，进展爆破装料是指通过在岩面50中产生多个水平爆破孔来进展采矿隧道。为简洁起见，本公开的重点是进展爆破装料；然而，本公开中所讨论的炸药输送系统100可以用于许多不同类型的爆破装料，诸如竖直爆破装料、生产爆破(production blasting)等。

[0026] 图1示出了配备有炸药输送系统100的移动处理单元200的一个实施例的侧视图。移动处理单元200可以被配置为进入地下。移动处理单元200可以包括第一贮器10、第二贮器20、第三贮器30和安装到移动处理单元200的均化器40。不同类型的爆破装料可以使用以上列出的一些部件但不是全部部件。例如，在一些实施例中，第一贮器10、第二贮器20、均化器40及其组合可以是可选部件。移动处理单元200位于水平进展爆破孔300附近。为了简单起见，示出了单个水平进展爆破孔300，但是可以在岩面50中钻出多个水平爆破孔。

[0027] 在一些实施例中，第一贮器10被配置为存储第一产气剂(诸如pH控制剂)，第二贮器20被配置为存储第二产气剂(诸如化学产气剂)，并且第三贮器30被配置为存储乳剂基质。均化器40被配置为将乳剂基质、第一产气剂和可选的第二产气剂混合成基本上均质化的乳剂基质。例如，在图1中，第二产气剂是在均化器40之后引入的；然而，在图10中，第二产气剂是在均化器40之前引入的。

[0028] 在一些实施例中，第一产气剂包括pH控制剂。pH控制剂可以包括酸。酸的示例包括

但不限于有机酸，诸如柠檬酸、乙酸和酒石酸。可以使用本领域已知的并且与第二产气剂和产气促进剂(如果存在)相容的任何pH控制剂。pH控制剂可以溶解在水溶液中。

[0029] 在一些实施例中，第二产气剂包括化学产气剂，该化学产气剂被配置为在乳剂基质中与产气促进剂(如果存在)反应。化学产气剂的示例包括但不限于过氧化物(诸如过氧化氢)、无机亚硝酸盐盐(诸如亚硝酸钠)、亚硝胺(诸如N,N'-二亚硝基五甲基四胺)、碱金属硼氢化物(诸如硼氢化钠)、以及碱(诸如包括碳酸钠的碳酸盐)。可以使用本领域已知的并且与乳剂基质和产气促进剂(如果存在)相容的任何化学产气剂。化学产气剂可以溶解在水溶液中并且可以存储在第二贮器20中。

[0030] 在一些实施例中，第二贮器20被进一步配置为存储与第二产气剂混合的产气促进剂。替代地，产气促进剂可以被存储在单独的贮器中或者不存在于系统中。产气促进剂的示例包括但不限于硫脲、尿素、硫氰酸盐、碘化物、氰酸盐、乙酸盐、磺酸及其盐类、以及它们的组合。可以使用本领域已知的并且与第一产气剂和第二产气剂相容的任何产气促进剂。pH控制剂、化学产气剂和产气促进剂均可以溶解在水溶液中。

[0031] 在一些实施例中，乳剂基质包括连续的燃料相和不连续的氧化剂相。可以使用本领域已知的任何乳剂基质，诸如作为非限制性示例，来自Dyna Nobel的Titan®1000G。

[0032] 燃料相的示例包括但不限于：液体燃料，诸如燃油、柴油、馏分油、炉油、煤油、汽油和石脑油；蜡，诸如微晶蜡、石蜡和松弛蜡；油，诸如石蜡油、苯、甲苯和二甲苯油；沥青材料；聚合油，诸如烯烃的低分子量聚合物；动物油，诸如鱼油；以及其他矿物油、碳氢化合物或脂肪油；以及它们的混合物。可以使用本领域已知的并且与氧化剂相和乳剂剂(如果存在)相容的任何燃料相。

[0033] 乳剂基质可以提供敏化产品中至少约95％、至少约96％或至少约97％的氧含量。

[0034] 氧化剂相的示例包括但不限于释放氧的盐。释放氧的盐的示例包括但不限于碱和碱土金属硝酸盐、碱和碱土金属氯酸盐、碱和碱土金属高氯酸盐、硝酸铵、氯酸铵、高氯酸铵及其混合物，诸如硝酸铵和硝酸钠或硝酸钙的混合物。可以使用本领域已知的并且与燃料相和乳剂剂(如果存在)相容的任何氧化剂相。氧化剂相可以溶解在水溶液中，从而形成本领域中已知为“油包水(water-in-oil)”乳剂的乳剂基质。氧化剂相可以不溶解在水溶液中，从而形成本领域中已知为“油包熔体(melt-in-oil)”乳剂的乳剂基质。

[0035] 在一些实施例中，乳剂基质还包括乳剂剂。乳剂剂的示例包括但不限于基于聚[烯丙基]琥珀酸酐(poly[alk(en)yl]succinic anhydride)和烷基胺的反应产物的乳剂剂，包括烷醇胺的聚异丁烯琥珀酸酐(PiBSA)衍生物。乳剂剂的其他示例包括但不限于：醇烷氧基化物；苯酚烷氧基化物；聚(氧亚烷基)二醇；聚(氧亚烷基)脂肪酸酯；胺烷氧基化物；山梨醇和甘油的脂肪酸酯；脂肪酸盐；山梨醇酯；聚(氧亚烷基)山梨醇酯；脂肪胺烷氧基化物，聚(氧亚烷基)二醇酯；脂肪酸胺；脂肪酸酰胺烷氧基化物；脂肪胺；季胺类；烷基恶唑类；烯酰恶唑类；咪唑类；烷基磺酸盐；烷基硫酸盐；烷基芳基磺酸盐；烷基磷酸盐；烯酰磷酸盐；磷酸酯；卵磷脂；聚(氧烷)二醇和聚(12-羟基硬脂酸)的共聚物；2-烷基和2-烯基-4,4'-双(羟甲基)噁唑啉；山梨醇单油酸酯；山梨醇倍半油酸酯；2-油基-4,4'双(羟甲基)噁唑啉；以及其混合物。可以使用本领域中已知的并且与燃料相和氧化剂相相容的任何乳剂剂。

[0036] 炸药输送系统100还可以包括第一泵12，该第一泵被配置为泵送第一产气剂。第一泵12的入口流体连接到第一贮器10。第一泵12的出口流体连接到流量计，该流量计被配置

为测量第一产气剂的流。第一流量计流体连接到均化器40。第一产气剂的流可以从均化器40上游引入乳剂基质的流中。

[0037] 炸药输送系统100还可以包括第二泵22，该第二泵被配置为泵送第二产气剂。第二泵22的入口可操作地连接到第二贮器20。第二泵22的出口流体连接到第二流量计，该第二流量计被配置为测量第二产气剂的流中的流动。第二流量计流体连接到阀。该阀被配置为控制第二产气剂的流。该阀在输送设备80的出口附近流体连接到该输送设备80。输送设备80可以具有：中心孔，该中心孔从输送设备80的近端向远端82延伸输送设备80的长度；以及设置在远端82处的出口。在一些实施例中，输送设备80是输送软管。输送设备80被配置为将乳剂炸药输送出位于输送设备80的远端82处的出口。

[0038] 炸药输送系统100还可以包括第三泵32，该第三泵被配置为泵送乳剂基质。第三泵32的入口流体连接到第三贮器30。第三泵32的出口流体连接到第三流量计，该第三流量计被配置为测量乳剂基质的流。第三流量计流体连接到均化器40。在不包括均化器40的实施例中，第三流量计(如果存在的话)可以流体连接到输送设备80。

[0039] 在一些实施例中，炸药输送系统100被配置为以比乳剂基质的质量流速低约5％、低约4％、低约2％或低约1％的质量流速输送第二产气剂。

[0040] 均化器40可以被配置为在形成均质化产物时对乳剂基质进行均质化。如本文所使用的，“均质化”或“对…均质化”是指减少乳剂基质(诸如所述乳剂基质)的燃料相中的氧化剂相滴的大小。与未均质化的乳剂基质相比，均质化的乳剂基质增加均质化的乳剂基质的粘度。均化器40也可以被配置为将乳剂基质的流和第一产气剂的流混合成均质化的乳剂基质。均质化的乳剂基质的流离开均化器40。来自乳剂基质的流和第一产气剂的流的压力可以为均质化的乳剂基质的流动流提供压力。系统100可以包括第四泵42，该第四泵被配置为将均质化的乳剂基质泵送出均化器40。

[0041] 均化器40可以通过在乳剂基质和第一产气剂上引入剪切应力来减小氧化剂相滴的大小。均化器40可以包括阀，该阀被配置为在乳剂基质和第一产气剂上引入剪切应力。均化器40还可以包括混合元件，诸如以非限制性示例而言该混合元件为静态混合器和/或动态混合器，诸如螺旋推送器(auger)，用于将第一产气剂的流与乳剂基质的流混合。

[0042] 将乳剂基质均质化可以对敏化的乳剂有益。例如，与未均质化的敏化的乳剂炸药相比，减小的氧化剂相滴大小和增加的敏化的乳剂炸药的粘度可以减轻通过引入第二产气剂产生的气泡的气泡聚结。同样，与未均质化的敏化的乳剂炸药相比，均质化的敏化的乳剂炸药中静压对气泡密度的影响也有所降低。因此，与未均质化的敏化的乳剂炸药相比，均质化的敏化的乳剂炸药中的气泡迁移较少。

[0043] 在一些实施例中，均化器40不对乳剂基质进行实质性的均质化。在这样的实施例中，均化器40包括主要配置为将乳剂基质的流和第一产气剂的流混合的元件，但是不包括主要配置为减少乳剂基质中氧化剂相滴的大小的元件。在这样的实施例中，敏化的乳剂炸药将是未均质化的敏化的乳剂炸药。本文所用的“主要配置为”是指元件被配置来执行的主要功能。例如，均化器40的任何混合元件可能对氧化剂相滴大小具有一些影响，但是混合元件的主要功能可以是用于混合第一产气剂的流和乳剂基质的流。

[0044] 来自第二贮器20的第二产气剂可以以多种不同的方式引入乳剂基质(例如，均质化或未均质化的乳剂基质)中以使乳剂基质敏化。例如，第二产气剂可以通过环(ring)实施

例、中心线实施例或软管端部实施例引入。

[0045] 在环和中心线实施例中，第二贮器20被配置为存储第二产气剂和喷射器，该喷射器被配置为通过导管24将第二产气剂喷射到输送设备80。在环实施例中，第二产气剂被喷射到输送设备80中，以润滑通过输送设备80内部的乳剂基质(例如，均质化或未均质化的乳剂基质)的输送。喷射器可以被配置为以环带的方式喷射第二产气剂，该环带围绕乳剂基质的流，并且被配置为润滑输送设备80内部乳剂基质的流动。含有第二产气剂的润滑剂也可以含有水。当乳剂基质的流通过输送设备80输送时，第二产气剂可以开始通过扩散使乳剂基质进行一些敏化。

[0046] 在中心线实施例中，喷射器可以被配置为喷射处于乳剂基质的流内的第二产气剂的中心线流。当乳剂基质的流通过输送设备80输送时，第二产气剂可以开始通过扩散使乳剂基质进行一些敏化。

[0047] 在软管端部实施例中，第二产气剂在输送设备80中与乳剂基质分开输送，并且在乳剂炸药从输送设备80中排出并且进入水平进展爆破孔300之前，将第二产气剂喷射到乳剂基质中。在一些实施例中，第二产气剂在输送设备80的侧壁内的单独管中在输送设备80中输送。在替代实施例中，单独管可以位于输送设备80的外部，用于输送第二产气剂的流。例如，单独管可以附接到输送设备80的外表面。

[0048] 输送设备80可以从软管卷轴92解绕(unwound)，并且插入水平进展爆破孔300中。输送设备80还可以包括喷嘴系统400，该喷嘴系统400设置在输送设备80的远端82处并且被配置为将第二产气剂和乳剂基质混合以使乳剂基质敏化。输送设备80可以是柔性软管。导管44将第三贮器30和乳剂基质流体连接到输送设备80的环带。在一些实施例中，乳剂基质和第一产气剂在均化器40中混合，并且从均化器40中通过导管44泵送到输送设备80的环带，而输送到设置在输送设备80的远端82处的喷嘴系统400。乳剂基质的流以层流方式被输送通过输送设备80，直到其到达喷嘴系统400。喷嘴系统400被配置为将第二产气剂和乳剂基质混合以使乳剂基质敏化并且以将敏化的乳剂炸药的流从输送设备80排出到水平进展爆破孔300中。

[0049] 图2和图3示出了喷嘴系统(spray nozzle system)400，该喷嘴系统400联接到输送设备80的远端82。图2示出了喷嘴系统400的立体图，图3示出了沿剖面线3-3剖取的喷嘴系统400的剖视图。喷嘴系统400可以包括混合管500和喷嘴700。混合管500包括设置在混合管500的中心孔510中的静态混合器600。中心孔510从混合管入口520延伸到混合管出口530。混合管入口520联接到输送设备80的远端82，并且能够可拆卸地附接到输送设备80。混合管出口530可以联接到喷嘴700，并且能够可拆卸地附接到喷嘴700。

[0050] 乳剂基质通过混合管500中的静态混合器600与敏化剂(例如第二产气剂)混合。对乳剂基质进行敏化会降低乳剂基质的密度。在一些实施例中，敏化的乳剂炸药的密度达到0.9g/ml。在一些实施例中，在产气完成之后，敏化的乳剂炸药的密度为0.5至0.7g/ml。在一些实施例中，敏化的乳剂炸药的密度为0.7至0.9g/ml。

[0051] 喷嘴系统400被配置为在喷嘴700中重新建立敏化的乳剂炸药的层流。当将化学产气剂(诸如第二产气剂20)用作敏化剂时，敏化通常会在一段时间内发生，并且可能直到乳剂炸药进入爆破孔中之后才完成敏化。为了本公开的目的，一旦敏化剂与乳剂基质混合，乳剂炸药就被称为“敏化”的乳剂炸药。在由静态混合器600混合之后，敏化的乳剂炸药进入喷

嘴700的中心孔710。喷嘴700的中心孔710具有从喷嘴入口720到喷嘴出口730的恒定直径。喷嘴700的从喷嘴入口720到喷嘴出口730的长度在喷嘴系统400的操作期间被配置为建立敏化的乳剂炸药的层流。换言之，静态混合器600被设置为距喷嘴出口730具有预定距离。该预定距离被确定为使得敏化的乳剂炸药在被喷出喷嘴出口730之前重新产生层流。在一些实施例中，喷嘴700的长度等于静态混合器600距喷嘴出口730的预定距离。在一些实施例中，喷嘴700的长度在25mm到100mm的范围内。在一些实施例中，喷嘴700的长度在35mm至80mm的范围内。

[0052] 在建立敏化的乳剂炸药的层流之后，敏化的乳剂炸药从喷嘴出口730排出。敏化的乳剂炸药以与喷嘴700的纵向轴线小于45度的角度从喷嘴出口730排出。在一些实施例中，敏化的乳剂炸药没有角度或者以在0度和22.5度之间的角度从喷嘴出口730排出。敏化的乳剂炸药总体上具有足以粘合到爆破孔300的壁上的粘性，而不需要以某种角度排出。

[0053] 敏化的乳剂炸药从喷嘴出口730的排出被配置为提供轴向推力，以将输送设备80从水平进展爆破孔300中缩回。由于敏化的乳剂炸药是以小于45度的角度排出的，因此由敏化的乳剂炸药从喷嘴出口730排出而产生的大部分推力沿轴向方向而不是径向方向。由排出的敏化的乳剂炸药所产生的轴向力足以将输送设备80从水平进展爆破孔300中缩回。因此，在一些实施例中，在装料期间不需要将输送设备80从水平进展爆破孔300中机械地缩回。

[0054] 图4和图5示出了喷嘴系统400的混合管500。图4示出了混合管500的立体图，图5示出了沿剖面线5-5剖取的混合管500的剖视图。混合管500包括管状形状，并且在该混合管500的中心区域中可以包括多个凹陷502。图4的示意性实施例仅示出了单个凹陷502；然而，类似的凹陷可以位于混合管500的相对侧，该相对侧在图4中不可见。图5示出了两个凹陷502，其中第一凹陷设置在混合管500的顶部上，第二凹陷设置在混合管500的底部上。多个凹陷502被配置为使用户能够(用他们的手或工具，诸如扳手)抓持混合管500，并且将混合管500联接或附接到输送设备80或喷嘴700。虽然图5的混合管500的所示的实施例示出了两个凹陷502，但是混合管500可以包括两个以上的凹陷502。在一个实施例中，混合管500包括四个凹陷，这四个凹陷在混合管500的周向上等距间隔开。

[0055] 混合管500的靠近混合管入口520的外表面包括联接机构522，该联接机构522用于将混合管500联接到输送设备80。联接机构522可以包括多个螺纹，这些螺纹被配置为联接到靠近输送设备80的远端82(例如，出口)设置在该输送设备80内的对应螺纹。

[0056] 混合管500的中心孔510从混合管入口520延伸至混合管出口530。中心孔510包括具有不同直径的两个部分。具有第一直径的第一部分512从混合管入口520延伸到肩部514。第二部分516从肩部514延伸到混合管出口530。第二部分516包括肩部514和联接机构532，该联接机构532用于将混合管出口530联接到喷嘴入口720。联接机构532可以包括多个螺纹，这些螺纹被配置为联接到喷嘴入口720的外表面上的相应联接机构722(例如，螺纹)。在一些实施例中，第一部分512的直径小于第二部分516和肩部514的直径。

[0057] 静态混合器600被设置在混合管500的中心孔510内。如图3所示，静态混合器600设置在混合管500的中心孔510的肩部514中。在一些实施例中，静态混合器600能够从混合管500的肩部514移除，以便在喷嘴系统400中出现堵塞时清洁静态混合器600。静态混合器600也可以被定期移除以进行清洁，或者静态混合器600可以在每次使用之后移除以进行清洁，

并且可以在每次使用之后更换。当喷嘴700被联接到混合管500时，静态混合器600可以暂时固定到肩部514。当喷嘴700联接到混合管500时，喷嘴700可以向静态混合器600施加摩擦配合。当静态混合器600被暂时固定在肩部514中时，静态混合器600不会沿轴向方向移动，并且静态混合器600也不会旋转。

[0058] 在一些实施例中，静态混合器600被固定地联接到中心孔510的肩部514。由于静态混合器600被固定地联接到肩部514，因此静态混合器600无法从混合管500移除。

[0059] 图6和图7示出了静态混合器600的立体图。在一些实施例中，静态混合器600可以包括多个混合路径。多个混合路径被配置为破坏乳剂基质的层流，并且将敏化剂和乳剂基质基本上混合，以降低密度并使乳剂基质敏化，从而在敏化的乳剂炸药被排出喷嘴系统400之前产生敏化的乳剂炸药。例如，图6和图7包括第一混合路径610和第二混合路径620。第一混合路径610将一部分乳剂基质以一定的角度向上、侧向、向下引导至汇聚点630，并且第二混合路径620将剩余的乳剂基质以一定的角度向下、侧向、向上引导至汇聚点630。第一混合路径610和第二混合路径620在汇聚点630处汇合，其中第一混合路径610和第二混合路径620在汇聚点630处汇合并且基本上将乳剂基质和敏化剂混合，以降低密度并使乳剂炸药敏化。

[0060] 图8和图9示出了喷嘴系统400的喷嘴700。图8示出了喷嘴700的立体图，图9示出了沿剖面线9-9剖取的喷嘴700的剖视图。喷嘴700包括管状形状，并且可以在喷嘴700的中心区域中包括多个凹陷702。图8的示意性实施例仅示出了单个凹陷702；然而，类似的凹陷可能位于喷嘴700的相对侧，该相对侧在图8中不可见。图9示出了两个凹陷702，其中第一凹陷设置在喷嘴700的顶部上，第二凹陷702设置在喷嘴700的底部上。多个凹陷702被配置为使用户能够(用手或工具，诸如扳手)抓持喷嘴700，并且将喷嘴700联接或附接到混合管500。虽然图8的喷嘴700的示意性实施例示出了两个凹陷702，但是喷嘴700可以包括两个以上的凹陷702。在一个实施例中，喷嘴700包括四个凹陷，这些凹陷在喷嘴700的周向上等距地间隔开。

[0061] 喷嘴700的靠近喷嘴入口720的外表面包括联接机构722(例如，螺纹)，该联接机构722用于将喷嘴700联接到混合管500。联接机构722可以包括多个螺纹，这些螺纹被配置为联接到靠近混合管出口530设置在混合管500内的相应联接机构532(例如螺纹)。

[0062] 喷嘴700的中心孔710从喷嘴入口720延伸至喷嘴出口730。如前面所讨论的，中心孔710具有恒定直径。在一些实施例中，中心孔710的直径可以与混合管500的中心孔510的第一部分512的直径相似。

[0063] 喷嘴700可以进一步包括靠近喷嘴出口730的锥形区域732。锥形区域732从喷嘴700的外径逐渐变细到喷嘴出口730的较小直径。

[0064] 炸药输送系统100在进展装料中可以用于对水平爆破孔进行装料。基本上均质化的乳剂基质可以通过输送设备80以层流方式泵送至设置在输送设备80的端部82处的喷嘴系统400。乳剂基质可以利用设置在混合管500的中心孔510内的静态混合器600在混合管500中与第二产气剂20混合。联接到混合管500的喷嘴700在敏化的乳剂炸药中形成层流。

[0065] 在产生层流之后，敏化的乳剂炸药可以以小于45度的角度从喷嘴出口730排出。敏化的乳剂炸药从喷嘴出口730的排出可以产生轴向推力，该轴向推力足以缩回输送软管，同时促进高效混合并保持层流。

[0066] 在一些实施例中，输送设备80不包括喷嘴系统400。图10示出了用于在进展装料中输送炸药的炸药输送系统100的另一个实施例的流程图。如上面所讨论的，炸药输送系统100可以安装在移动处理单元(未示出)上。炸药输送系统100可以包括用于存储第一产气剂的第一贮器10、用于存储第二产气剂的第二贮器20、用于存储乳剂基质的第三贮器30、以及均化器40。在一些实施例中，第一贮器10、第二贮器20、均化器40及其组合可以是可选部件。

[0067] 炸药输送系统100还可以包括输送设备80。如上面所讨论的，输送设备80可以具有：中心孔，该中心孔从输送设备80的近端向到远端82延伸输送设备80的长度；以及设置在远端82处的出口。在所示的实施例中，输送设备80不包括喷嘴系统400。而是，静态混合器被设置在距输送设备80的远端82或出口的预定距离处。

[0068] 炸药输送系统100还可以包括附加的静态混合器900，该附加的静态混合器900在乳剂炸药被引入输送设备80中之前将乳剂基质和敏化剂混合。在这种情况下，乳剂基质可以在软管静态混合器800的端部之前被敏化。

[0069] 炸药输送系统100还可以包括水注射系统1000，该水注射系统1000将水环注射到输送设备80中，以通过提供润滑来促进乳剂基质沿着输送设备80的流动。

[0070] 图11示出了静态混合器800，该静态混合器800被设置在距输送设备80的远端82或出口预定距离处，并且被配置为将第二产气剂和乳剂基质混合以使乳剂基质敏化。如上面所讨论的，输送设备80可以是柔性软管。在一些实施例中，静态混合器800可以包括多个混合路径810、820。多个混合路径810和820被配置为扰乱乳剂基质的层流，并且将敏化剂和乳剂基质基本上混合，以降低密度并使乳剂基质敏化，从而在敏化的乳剂炸药从输送设备80的远端82或出口排出之前形成敏化的乳剂炸药。第一混合路径810将一部分乳剂基质以一定的角度向上、侧向、向下引导到汇聚点，第二混合路径820将剩余的乳剂基质以一定的角度向下、侧向、向上引导到汇聚点。第一混合路径810和第二混合路径820在汇聚点处汇合，其中第一混合路径810和第二混合路径820在汇聚点处汇合并且将乳剂基质和敏化剂基本上混合，以降低密度并使乳剂敏化。

[0071] 静态混合器800可以联接到螺纹管830，螺纹管830具有中心孔和在该螺纹管830的外表面上的螺纹832。螺纹832可以延伸螺纹管830的整个长度，或者仅延伸螺纹管830的一部分。静态混合器800可以被焊接或以其他方式联接到螺纹管830的远端。在一些实施例中，静态混合器800可以与螺纹管830成一体。螺纹管830可以使静态混合器800能够插入并且联接到输送设备80。在一些实施例中，输送设备80可以是输送软管，并且输送软管的远端82可以包括与螺纹管830上的螺纹832相对应的内螺纹。然后，可以将静态混合器800旋拧到输送设备80的远端82中预定距离，以确保在静态混合器800将乳剂基质和敏化剂混合之后重新形成层流。在一些实施例中，预定距离在25mm至100mm的范围内。在一些实施例中，预定距离在35mm至80mm的范围内。

[0072] 在一些实施例中，可以将乳剂基质和敏化剂混合，以在将乳剂炸药引入输送设备80之前形成敏化的乳剂炸药。乳剂基质和敏化剂的混合可以由静态混合器900进行。图12A示出了静态混合器900，该静态混合器900被配置为将第二产气剂和乳剂基质混合以使乳剂基质敏化。在一些实施例中，静态混合器900可以包括多个混合路径910、920。多个混合路径910和920被配置为扰乱乳剂基质的层流，并且将敏化剂和乳剂基质基本上混合，以降低密度并使乳剂基质敏化，从而在敏化的乳剂炸药之前形成敏化的乳剂炸药。第一混合路径910

将一部分乳剂液基质以一定的角度向上、侧向、向下引导至汇聚点，第二混合路径920将剩余的乳剂基质以一定的角度向下、侧向、向上引导至汇聚点。第一混合路径910和第二混合路径920在汇聚点处汇合，其中第一混合路径910和第二混合路径920在汇聚点处汇合并且将乳剂基质和敏化剂基本上混合，以降低密度并使乳剂敏化。

[0073] 在所示的实施例中，静态混合器900是三元件静态混合器。静态混合器900包括三个不同的元件930、940、950，这三个元件分别具有类似的设计。每个元件930、940、950均包括第一混合路径910和第二混合路径920，因此产生曲折的路径用于混合乳剂基质和敏化剂。

[0074] 图12B示出了设置在管道960内的静态混合器900。管道960的中心部分962可以容纳静态混合器900(以虚线示出)。管道960可以包括从中心部分962张开的张开端，随着张开端远离中心部分962延伸而直径增大。管道960的中心部分962可以具有一英寸的直径。

[0075] 实验结果

[0076] 下面的表格总结了利用地下移动处理单元进行的实验。喷嘴系统是通过使用13mm的钻头扩大喷孔而由标准的井上喷嘴制造出的。初步结果显示，产气效率显著提高。由于产气试剂的摩尔摄入量是已知的，而且确定了产气之前和之后乳状基质的密度，因此利用理想气体定律来计算理论气体量并且利用查尔斯定律来补偿装料过程中的温度差异，而估算出产气效率。

[0077] 理想气体定律：$P \times V = n \times R \times T$(P、V和T是压力、体积和温度，n是物质的量，R是理想气体常数)。

[0078] 查尔斯定律：$\mathrm{Vr}_T = V_0 + (\frac{1}{273}) \times V_0 \times T$ (V的单位为升，T的单位为开尔文)。

[0079] 表1：使用带有简易喷嘴和不带有简易喷嘴的进展输送系统的产气效率。产气效率是在对乳剂炸药进行产气30分钟之后计算的。

[0080]

系统	添加的产气试剂(乳剂的wt%)	产气之前的乳剂密度(g/ml)	产气30分钟之后的乳剂密度(g/ml)	产气效率(%)
未附接喷嘴	1.0	1.3	1.2	7.7
无具有4元件静态混合器的喷嘴	1.0	1.3	1.1	13.2
简易喷嘴	1.0	1.3	0.6	73.2
具有较低产气流动的简易喷嘴	0.2	1.3	1.1	48.8

[0081] 在该初步试验之后，基于所公开的喷嘴系统400设计喷嘴系统，以包括联接道混合管500的喷嘴700，从而在混合之后产生层流。使用了不同长度的喷嘴700。

[0082] 表2：使用喷嘴系统400的产气效率。产气效率是在对炸药乳剂进行产气30分钟之后计算的。

[0083]

系统	添加的产气试剂(乳剂的wt%)	产气之前的乳剂密度(g/ml)	产气30分钟之后的乳剂密度(g/ml)	产气效率(%)
未附接喷嘴	1.4	1.3	1.0	21.6
喷嘴长度35mm	0.3	1.3	1.1	67.5
喷嘴长度70mm	0.3	1.3	1.1	69.6
具有较低产气流的喷嘴长度70mm	0.8	1.3	0.7	94.2

[0084] 喷嘴系统400实现了高达三至四倍的产气效率。在安装了喷嘴系统400和仅摄入0.8wt%产气试剂的情况下,实现了0.7g/ml的低乳剂密度。这些结果是出乎意料的,并且不能用现有技术实现。

[0085] 表3:使用距内径为19mm的输送设备80(例如输送软管)的远端82100mm的静态混合器800以及软管前静态混合器900的产气效率。产气效率是在对乳剂炸药进行产气30分钟之后计算的。

[0086]

系统	添加的产气试剂(乳剂的wt%)	产气之前的乳剂密度(g/ml)	产气30分钟之后的乳剂密度(g/ml)	产气效率(%)
A	0.629	1.330	0.754	55.2
B	0.616	1.330	0.730	58.1
C	0.320	1.330	0.928	59.7

[0087] 本文公开的任何方法都包括用于执行所述方法的一个或多个步骤或动作。该方法的步骤和/或动作可以彼此互换。换言之,除非步骤或动作的特定顺序对于实施例的正确操作是必需的,否则特定步骤和/或动作的顺序和/或使用可以被修改。此外,本文描述的方法的子程序或该方法的仅一部分可以是本公开范围内的单独方法。换言之,一些方法可以仅包括更详细的方法中描述的一部分步骤。

[0088] 在整个该说明书中提到“实施例”或“该实施例”意味着与该实施例相关地描述的特定特征、结构或特性包括在至少一个实施例中。因此,在整个该说明书中所记载的短语或其变化不一定都是指代同一实施例。

[0089] 同样地,本领域技术人员应当理解,借助在上述实施例的描述中的该公开,为了简化本公开,各种特征有时被一起组合在单个实施例、图或其描述中。然而,该公开的方法不应解释为反映出任何权利要求都需要比该权利要求中明确记载的特征更多的特征的意图。相反,正如所附权利要求所反映的那样,创造性方面在于少于前面公开的任何单一实施例的所有特征的组合。因此,本说明书所附的权利要求书在此明确地并入本说明书中,其中每项权利要求作为单独的实施例独立存在。本公开包括独立权利要求与其从属权利要求的所有排列组合。

[0090] 在权利要求书中就某一特征或元件引用术语“第一”,并不一定意味着存在第二或附加的此类特征或元件。对于本领域的技术人员来说,显然可以在不背离本公开的基本原则的情况下对上述实施例的细节进行修改。

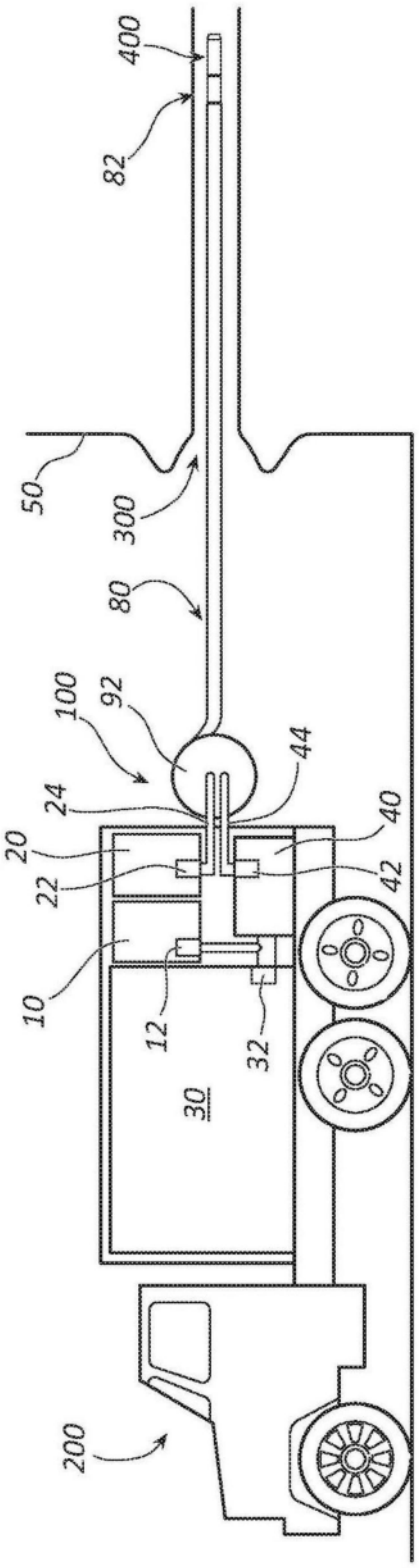


图1

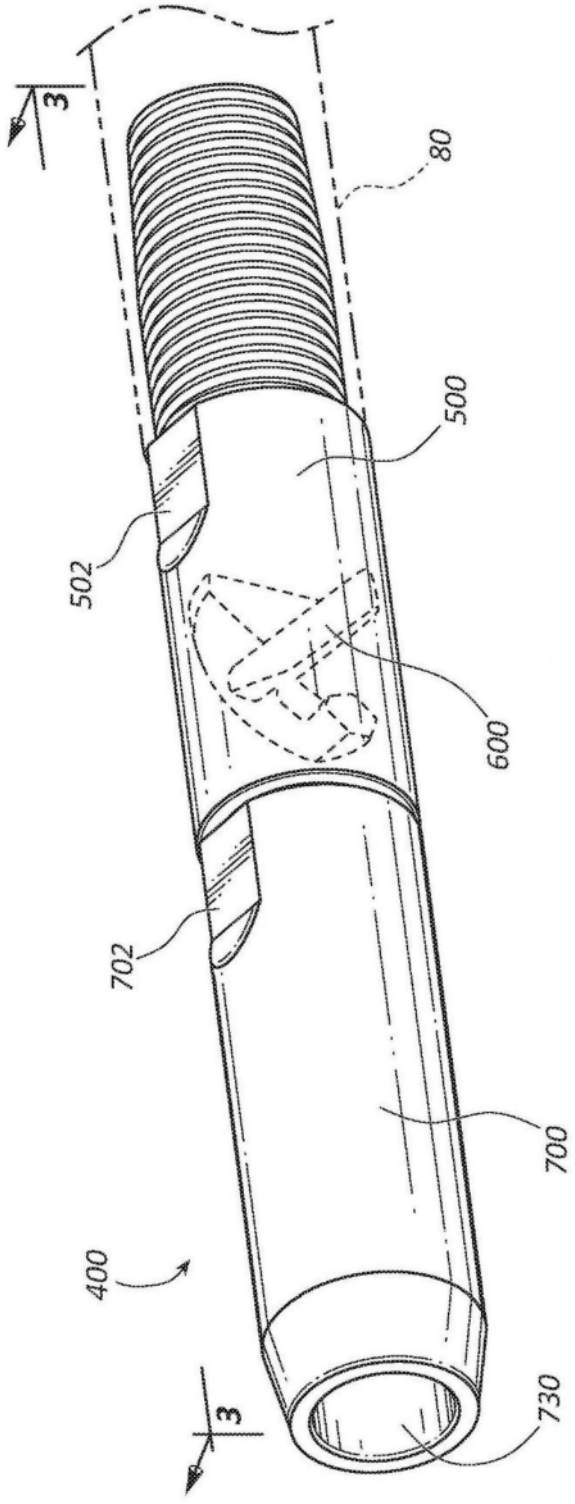


图2

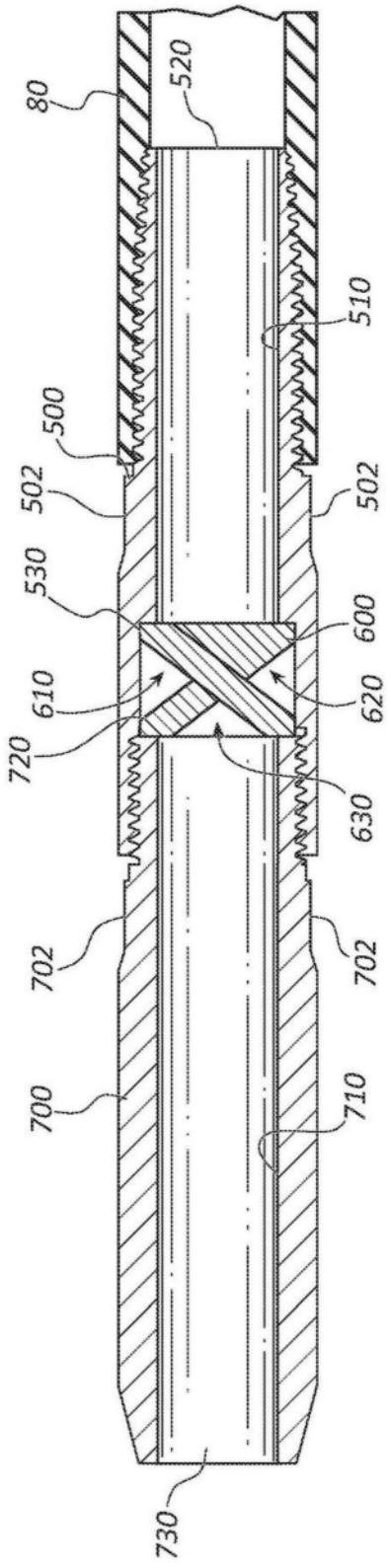

80
520
510
500
502
502
530
600
610
620
720
630
702
702
700
710
730

图3

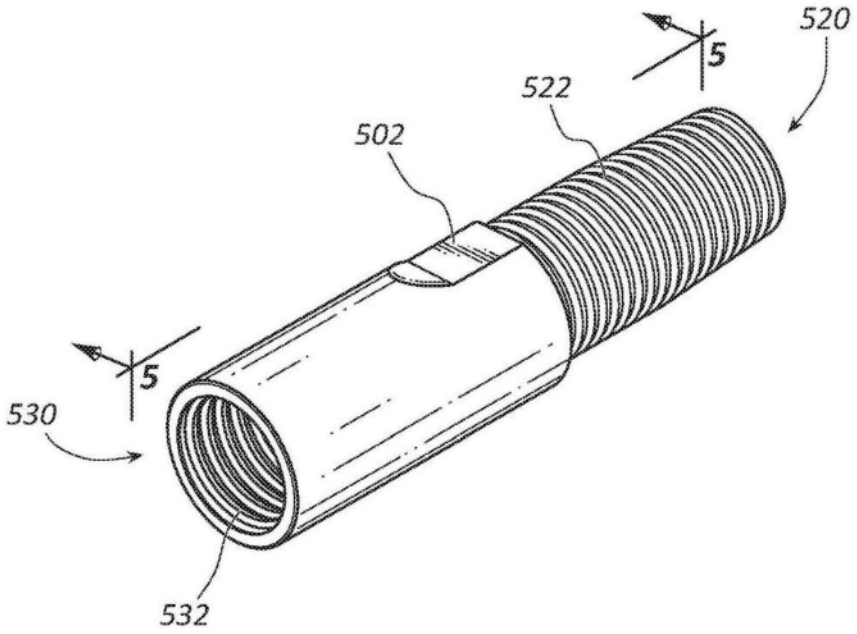

520
5
522
502
5
530
532

图4

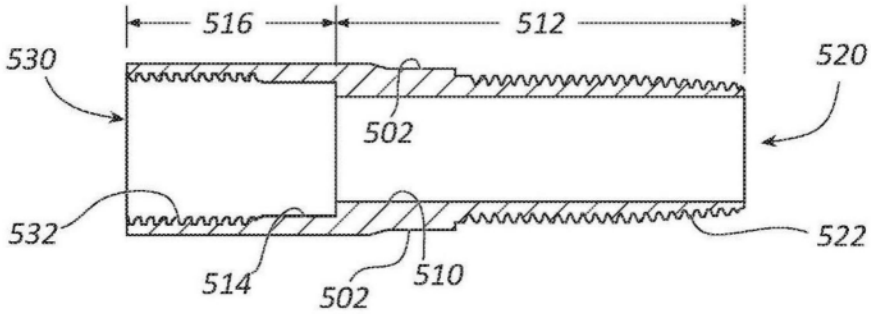

516
512
530
520
502
532
522
514
502
510

图5

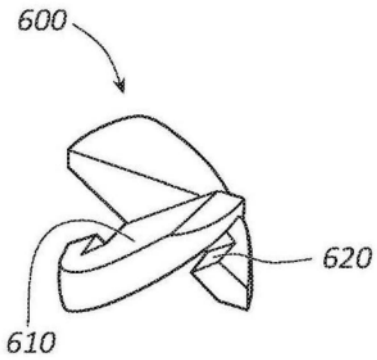

600
620
610

图6

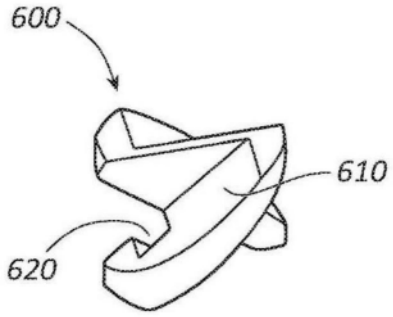


图7

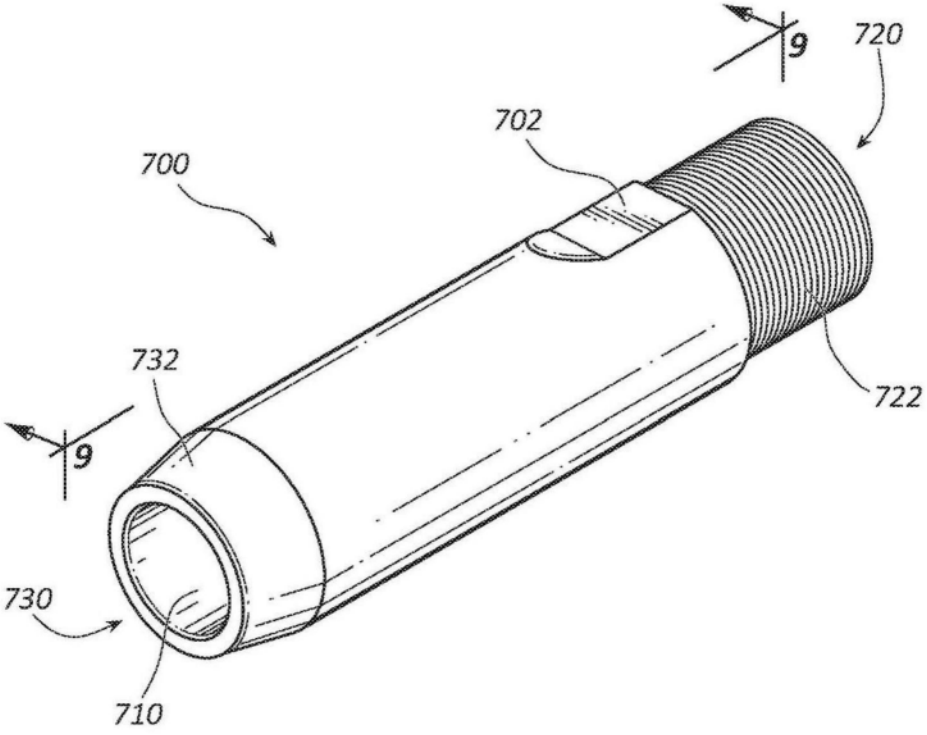


图8

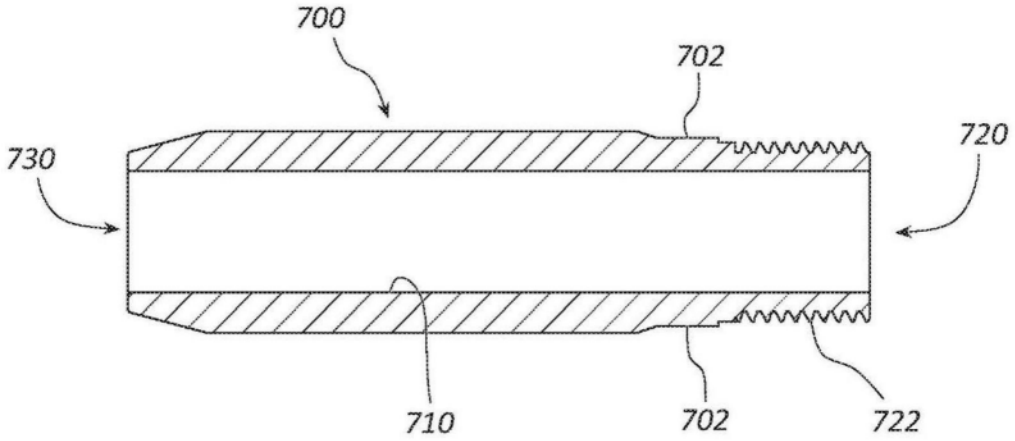


图9

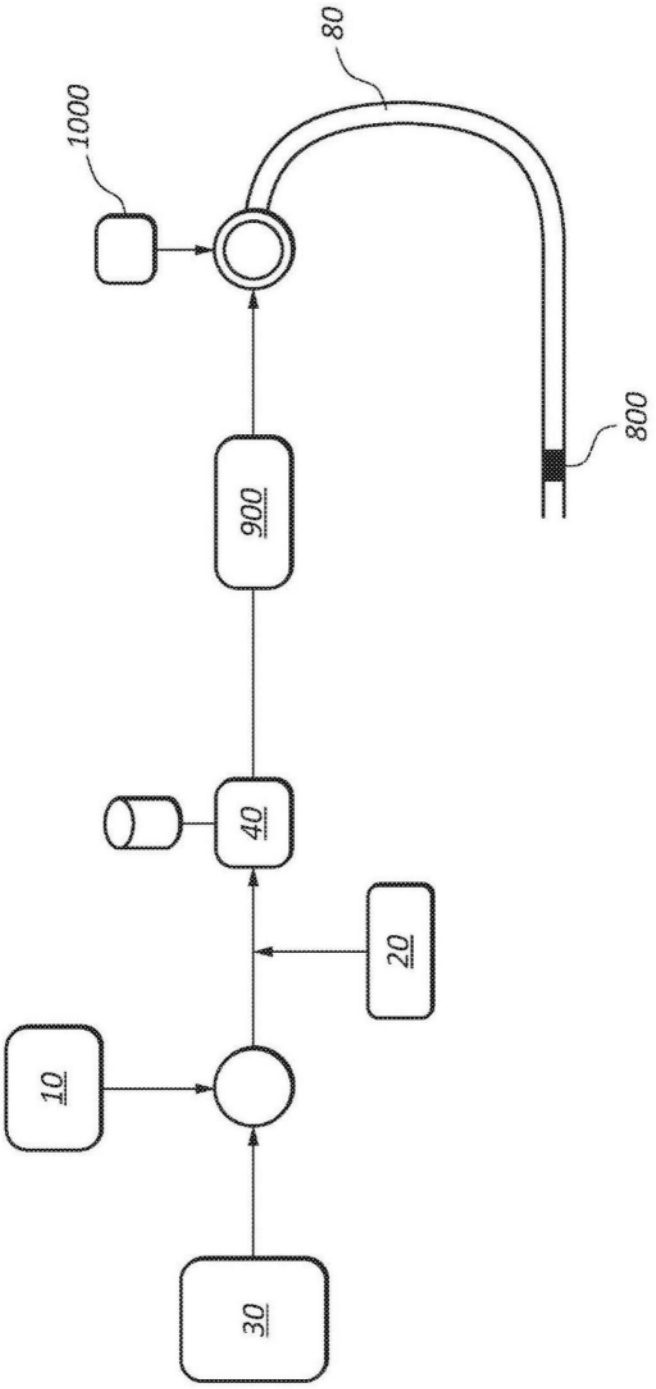


图10

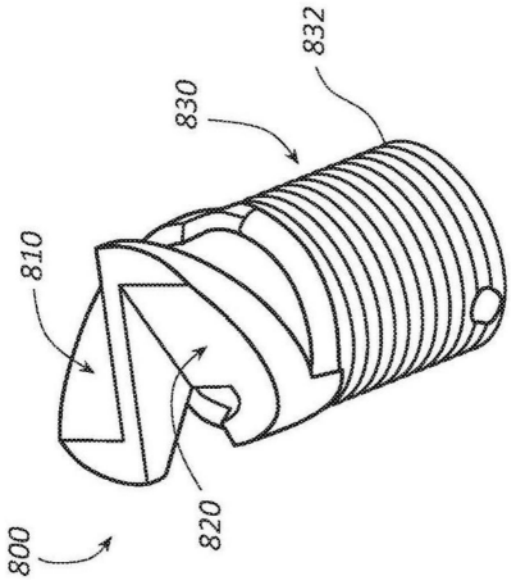


图11

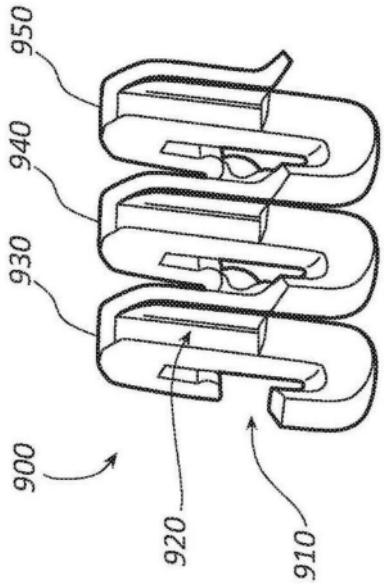


图12A

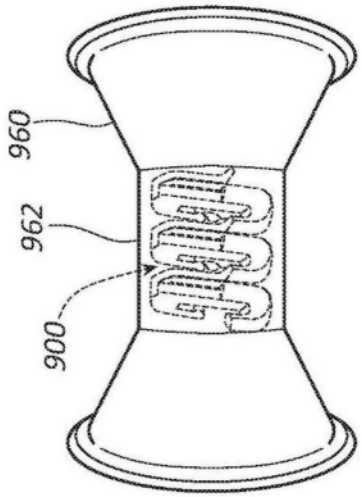


图12B