

软管、软管总成及制备方法

[0001] 本申请要求于 2022 年 09 月 23 日提交中国专利局、申请号为 202222549443.9、实用新型名称为“超高压等通径酸化压裂软管总成”的中国专利申请，以及于 2023 年 01 月 10 日提交中国专利局、申请号为 202310035390.5、发明名称为“软管、软管总成及制备方法”的中国专利申请，以及于 2023 年 02 月 03 日提交中国专利局、申请号为 202310084796.2、发明名称为“软管、软管总成及制备方法”的中国专利申请，以及于 2023 年 02 月 06 日提交中国专利局、申请号为 202310085327.2、发明名称为“软管、软管总成及制备方法”的中国专利申请，以及于 2023 年 02 月 17 日提交中国专利局、申请号为 202320251538.4、实用新型名称为“软管及软管总成”的中国专利申请，以及于 2023 年 01 月 18 日提交美国专利与商标局、申请号为 63/439,602、发明名称为“软管、软管总成及制备方法”的美国临时专利申请，以及于 2023 年 07 月 27 日提交美国专利与商标局、申请号为 18/226,798、发明名称为“软管、软管总成及制备方法”的美国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0002] 本发明涉及软管连接技术领域，特别是涉及一种超高压等通径酸化压裂软管总成、酸化压裂软管以及酸化压裂软管的制备方法。

20 背景技术

[0003] 酸化压裂软管总成作为页岩油压裂系统中不可或缺零部件之一，其密封性能直接决定了压裂系统的工作性能。

[0004] 现有技术中的软管与金属接头采用内管和外管扣压式连接，承受较大的管内压力和较高的拉伸力易出现软管与金属接头之间的脱离，导致连接密封性能较差，易渗漏，同时制造工艺复杂，制造成本较高。

[0005] 综上所述，如何有效地解决软管与金属接头连接困难等问题，是目前本领域技术人员急需解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种超高压等通径酸化压裂软管总成、酸化压裂软管以及酸化压裂软管的制备方法，能够承受较大的管内压力和较高的拉伸力而不会出现软管与金属接头之间的脱离，并且具有极佳的密封性能，不易渗漏。

5 [0007] 为解决上述技术问题，本发明提供如下技术方案：

[0008] 一种超高压等通径酸化压裂软管总成，包括软管本体和金属接头，所述金属接头包括内管、用于套装于所述内管外侧的第一外管、用于套装于所述第一外管外壁的第二外管以及用于与所述内管的内端螺纹连接的丝圈，所述第一外管和所述第二外管单独扣压，所述丝圈的外壁具有外卡槽，
10 所述第一外管的端部具有与所述外卡槽相配合的内卡台，所述内管的内端有连接部，所述内管的外壁有第一凸起，所述第一外管的内壁有用于与所述第一凸起相错位咬合的第二凸起，其中，当所述金属接头与所述软管本体连接时，所述软管本体夹持于所述第一凸起和所述第二凸起的咬合面之间，所述第二外管的内壁上具有多个小凸起。

15 [0009] 可选地，所述内管的外壁有倒八刺凸台，所述倒八刺凸台的高度小于所述第一凸起的高度，所述倒八刺凸台设置于靠近所述内管的端口一侧。

[0010] 可选地，所述第一外管的内壁具有多个小矩形凸台，所述小矩形凸台高度小于所述第二凸起的高度，所述小矩形凸台设置于靠近所述第一外管的端口一侧。

20 [0011] 可选地，所述第一凸起、第二凸起以及小矩形凸台均具有圆弧倒角。

[0012] 可选地，所述内管的端口处带有一个缓冲斜坡和直台缓冲区，所述缓冲斜坡与所述倒八刺凸台相连。

[0013] 可选地，当所述第二外管（3）扣压于所述内管（1）外壁时，所述内管的端口较所述第二外管的端口位置向外延长出一个延伸段，所述缓冲斜坡和直台缓冲区处于所述延伸段处。
25

[0014] 可选地，所述软管本体由内而外由超高分子量耐磨内衬层、内橡胶保护层、骨架层、外纤维布层和外橡胶保护层构成，所述骨架层由内纤维布层、多层橡胶缠绕层和多层钢丝缠绕层构成；

[0015] 所述第一凸起和第二凸起、小矩形凸台分别与所述骨架层的内外表

面咬合配合。

[0016] 可选地，所述第一凸起、第二凸起与对应的所述骨架层的表面之间的间距为 2-5mm；

5 [0017] 所述第一外管接近端口处的外径较靠近所述丝圈处的外径小 2-4mm。

[0018] 可选地，所述软管本体的内壁具有软管内层，所述内管的外径与所述软管内层的内径相同，所述内管嵌入所述软管内层中，所述倒八刺凸台与所述软管内层咬合配合。

10 [0019] 可选地，所述软管本体的内壁具有软管外层，所述软管总成还包括位于所述第二外管与所述软管外层之间的密封胶，所述软管外层的端面抵接于所述第一外管的端口端面。

[0020] 一种酸化压裂软管，包括上述任一项超高压等通径酸化压裂软管总成的软管本体，所述软管本体的骨架层包括沿软管本体的管径方向依次设置的多层钢丝缠绕层；其中，最内层的钢丝缠绕层为第 1 层钢丝缠绕层，
15 且每个奇数层的所述钢丝缠绕层的钢丝缠绕角度均为 α ， α 为 53.0~54.0 度；且第 n 层钢丝缠绕层和第 $n-1$ 层钢丝缠绕层的钢丝行程相等， n 为偶数。

[0021] 可选地，所述软管本体包括由内而外依次设置的超高分子量耐磨内衬层、内橡胶保护层、第一中胶层、内纤维布层、第二中胶层、骨架层、第十二中胶层、外纤维布层和外橡胶保护层；

20 [0022] 其中，所述软管内层由超高分子量耐磨内衬层和内橡胶保护层构成；

[0023] 所述软管外层由第十二中胶层、外纤维布层和外橡胶保护层构成。

[0024] 可选地，所述内橡胶保护层和骨架层之间设有耐腐蚀防渗漏层。

[0025] 可选地，所述钢丝缠绕层的表面设有黄铜镀层。

25 [0026] 可选地，所述超高分子量耐磨内衬层包括 8~12 层膜，单层膜的厚度为 0.15mm；

[0027] 所述内橡胶保护层的厚度为 9~11mm；

[0028] 所述耐腐蚀防渗漏层包括 4~6 层膜，单层膜的厚度为 0.15mm；

[0029] 所述中胶层的厚度为 0.3~0.6mm；

[0030] 所述外橡胶保护层的厚度为 2.5~4.0mm；

- [0031] 所述内纤维布层和外纤维布层均包括若干层帘子布，单层帘子布的厚度为 0.8~1.2mm。
- [0032] 一种酸化压裂软管的制备方法，包括以下步骤：
- [0033] 将超高分子量膜缠绕在芯杆上，经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层；
- 5 [0034] 在超高分子量耐磨内衬层上压出内胶，并覆上内橡胶保护层；
- [0035] 在内橡胶保护层上依次铺设耐腐蚀防渗漏层、第一中胶层、内纤维布层、第二中胶层、骨架层、第十二中胶层、外纤维布层和外橡胶保护层，得到的复合层；
- 10 [0036] 将复合层硫化处理，得到酸化压裂软管。
- [0037] 可选地，所述在所述内橡胶保护层上依次耐腐蚀防渗漏层、第一中胶层、内纤维布层、第二中胶层、骨架层、第十二中胶层、外纤维布层和外橡胶保护层，包括：
- [0038] 在内橡胶保护层上铺设耐腐蚀防渗漏层；
- 15 [0039] 在耐腐蚀防渗漏层上依次缠绕第一中胶层和内纤维布层，并在经热熔硫化后在内纤维布层上均匀涂刷胶粘剂；
- [0040] 在内纤维布层上依次缠绕第二中胶层、骨架层、第十二中胶层、外纤维布层和外橡胶保护层。
- [0041] 可选地，所述将第一超高分子量膜缠绕在芯杆上，经硫化热熔制得
- 20 超高分子量耐磨内衬层，包括：
- [0042] 将第一超高分子量膜缠绕在芯杆上，经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层；其中，硫化的温度为 145~155℃，硫化的时间为 30~40min；
- [0043] 所述并在经热熔硫化后在内纤维布层上均匀涂刷胶粘剂，包括：
- [0044] 并在经热熔硫化后在内纤维布层上均匀涂刷胶粘剂，其中，硫化的
- 25 温度为 155~165℃，硫化的时间为 10~15min；
- [0045] 所述将复合层硫化处理，得到酸化压裂软管，包括：
- [0046] 将复合层置于气压为 0.5~0.6MPa 的环境下升温至 150~170℃，并保温 1h 后、降温，以完成硫化处理，得到酸化压裂软管。
- [0047] 可选地，还包括按照以下按重量份数计原料制备所述内橡胶保护层：

[0048] 20~26 份天然橡胶；50~60 份丁苯橡胶；15~20 份丙烯酸钠盐离子键聚合物；3~8 份氧化锌；0.2~0.8 份硫磺；6~8 份硫化促进剂；68~72 份补强剂；15~20 份软化剂；3~8 份增粘树脂；1~5 份防老剂；0.1~0.5 份防焦剂。

- 5 [0049] 可选地，还包括按照以下按重量份数计原料制备所述内橡胶保护层：24 份天然橡胶；58 份丁苯橡胶；18 份丙烯酸钠盐离子键聚合物；5 份氧化锌；0.5 份硫磺；7 份硫化促进剂；70 份补强剂；18 份软化剂；5 份增粘树脂；3 份防老剂；0.3 份防焦剂。

[0050] 可选地，制备所述内橡胶保护层包括以下步骤：

- 10 [0051] 按重量份数计，称取 20~26 份天然橡胶、50~60 份丁苯橡胶、15~20 份丙烯酸钠盐离子键聚合物、3~8 份氧化锌、68~72 份补强剂、15~20 份软化剂、1~5 份防老剂、3~8 份增粘树脂和 0.1~0.5 份防焦剂；

[0052] 将上述称取的原料置于 80~100℃下混炼均匀后，在 110℃以下排胶，得到排胶后的混合物；

- 15 [0053] 将排胶后的混合物、0.2~0.8 份硫磺和 6~8 份硫化促进剂在 86~88℃下开炼 2~5min，得到内橡胶保护层。

- [0054] 本发明所提供的超高压等通径酸化压裂软管总成，包括软管本体和金属接头。金属接头包括内管、第一外管、第二外管以及丝圈，软管本体由金属接头的内管、和第一外管、第二外管、丝圈扣压夹持。第一外管套
20 装于内管的外侧，第二外管套装于第一外管的外壁，第二外管的内壁上具有多个小凸起，小凸起压紧第一外管的外壁，采用双外管，第一外管和
第二外管分别单独扣压，提高了材料利用率，减轻了扣压时对外管的受压变形程度，增加了软管总成的耐压性能。

- [0055] 丝圈具有内螺纹，内壁的内端处具有外螺纹，丝圈与内管的内端螺
25 纹连接，连接方便，易于拆卸。丝圈的外壁具有外卡槽，第一外管的端部具有内卡台，内卡台与外卡槽相配合，第一外管和丝圈通过内卡台与外卡槽连接。内管的内端有连接部，连接部与其他部件连接或者与连一根软管总成的金属接头连接。

[0056] 内管的外壁有第一凸起，第一外管的内壁有第二凸起，可选地，第

一凸起和第二凸起数量为两个。第二凸起与第一凸起相错位咬合，软管本体夹持于第一凸起和第二凸起的咬合面中，也就是第二凸起的咬合面与第一凸起的咬合面夹持软管本体。上述第一凸起的咬合面和第二凸起的咬合面对软管本体形成不同作用力的压迫变形段，一方面增加抗拉伸能力，
5 另一方面增加密封性能，使软管总成具有极佳的综合性能。

[0057] 本发明所提供的超高压等通径酸化压裂软管总成，内管和第一外管、第二外管套接，套接部分夹持软管本体的端部，对第一外管和第二外管施加压力使其变形而将软管本体的端部紧固夹持，第二外管与第一外管通过施加压力而紧固夹持。软管总成可承受较大的管内压力和较高的拉伸力而
10 不会出现软管与金属接头之间的脱离，并且具有极佳的密封性能，不易渗漏，同时制造工艺简单和制造成本较低。

[0058] 本发明还涉及一种酸化压裂软管，包括上述任一项超高压等通径酸化压裂软管总成的软管本体，软管本体的骨架层包括沿软管本体的管径方向依次设置的多层钢丝缠绕层；其中，多层所述钢丝缠绕层分为偶数层组
15 和奇数层组，最内层的钢丝缠绕层为第一层钢丝缠绕层，且奇数层组的所述钢丝缠绕层的钢丝缠绕角度相等，偶数层组中的所述钢丝缠绕层的钢丝缠绕角度呈由内层的钢丝缠绕层至外层的钢丝缠绕层依次减少；

[0059] 相比于传统的石油钻采用软管，通过改进骨架层，本发明提供的酸化压裂软管具有更好的耐压性能和受压变形小等性能，软管内层本身具有
20 耐高温、耐油、耐腐蚀、耐磨、自润滑和冲击吸收性能，在输送酸化压裂液的过程中，摩擦阻力更小，不易沾附石蜡、沥青等粘稠物，更易于清洗；

[0060] 其次，该酸化压裂软管可以在浓度 $<80\%$ 的浓盐酸、浓度 $<75\%$ 的硫酸、浓度 $<20\%$ 的硝酸中保持稳定的化学性能，且酸化压裂软管具有良好的自润滑性；且酸化压裂软管的使用温度可达 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，酸化压裂软管的
25 连续使用寿命可达8~12月。

[0061] 本发明还涉及一种酸化压裂软管的制备方法，包括以下步骤：将第一超高分子量膜缠绕在芯杆上，经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层；在超高分子量耐磨内衬层上压出内胶，并覆上内橡胶保护层；在内橡胶保护层上依次铺设耐腐蚀防渗漏层、第一中胶层、内纤维布层、第二中胶层、

骨架层、第十二中胶层、外纤维布层和外橡胶保护层，得到的复合层；将复合层硫化处理，得到酸化压裂软管；故而，可采用上述方法制得酸化压裂软管；

[0062] 由于上述酸化压裂软管具有上述技术效果，因此包括该酸化压裂软管的制备方法应当具有相同的技术效果，在此不再赘述。

附图说明

[0063] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0064] 图 1 为本发明中一种具体实施方式所提供的超高压等通径酸化压裂软管总成的结构示意图；

[0065] 图 2 为本发明一实施例中内管的结构示意图；

[0066] 图 3 为本发明一实施例中倒八刺凸台的结构示意图；

[0067] 图 4 为本发明一实施例中倒丝圈的结构示意图；

[0068] 图 5 为本发明一实施例中第一外管的结构示意图；

[0069] 图 6 为本发明一实施例中第二外管的结构示意图；

[0070] 图 7 为本发明一实施例中软管本体的结构示意图；

[0071] 图 8 为本发明一实施例中骨架层的结构示意图。

[0072] 附图中标记如下：

内管 1、第一外管 2、第二外管 3、丝圈 4、第二凸起 5、第一凸起 6、外纤维布层 7、外橡胶保护层 8、软管内层 9、软管外层 10、延伸段 11、小矩形凸台 12、小凸起 13、倒八刺凸台 14、骨架层 15、密封胶 16、超
高分子量耐磨内衬层 17、内橡胶保护层 18、内纤维布层 19、连接部 20、第二中胶层 21、耐腐蚀防渗漏层 22、第一中胶层 23、第十二中胶层 24。

具体实施方式

[0073] 本发明的核心是提供一种超高压等通径酸化压裂软管总成，该超高压等通径酸化压裂软管总成承受较大的管内压力和较高的拉伸力而不会出现软管与金属接头之间的脱离，并且具有极佳的密封性能，不易渗漏。

[0074] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0075] 在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0076] 本发明所提到的方向用语，例如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”、“内”、“外”、“侧面”等仅用于结合附图中的示例方向对实施例进行说明。例如，在管道结构中，“内”通常用于指示朝向管道中心轴的一侧，而“外”通常用于远离管道中心轴的一侧。因此，使用的方向用语是用以说明及理解本发明，而非用以限制本发明。在图中，结构相似的单元用相同标号进行表示。

[0077] 另外，本发明结合示意图进行详细描述，在详述本发明实施例时，为便于说明，表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大，而且所述示意图只是示例，其在此不应限制本发明保护的范围。此外，在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

[0078] 请参考图 1 至图 8，图 1 为本发明中一种具体实施方式所提供的超高压等通径酸化压裂软管总成的结构示意图；图 2 为内管的结构示意图；图 3 为倒八刺凸台的结构示意图；图 4 为倒丝圈的结构示意图；图 5 为第

一外管的结构示意图；图 6 为第二外管的结构示意图；图 7 为软管本体的结构示意图。

[0079] 在一种具体实施方式中，本发明所提供的超高压等通径酸化压裂软管总成，包括软管本体和金属接头，金属接头包括内管 1、套装于内管 1 外侧的第一外管 2、套装于第一外管 2 外壁的第二外管 3 以及与内管 1 的内端螺纹连接的丝圈 4，第一外管 2 和第二外管 3 单独扣压，丝圈 4 的外壁具有外卡槽，第一外管 2 的端部具有与外卡槽相配合的内卡台，内管 1 的内端有连接部 20，内管 1 的外壁有第一凸起 6，第一外管 2 的内壁有与第一凸起 6 相错位咬合的第二凸起 5，软管本体夹持于第一凸起 6 和第二凸起 5 的咬合面中，第二外管 3 的内壁上具有多个小凸起 13。

[0080] 上述结构中，超高压等通径酸化压裂软管总成包括软管本体和金属接头。金属接头包括内管 1、第一外管 2、第二外管 3 以及丝圈 4，软管本体由金属接头的内管 1、和第一外管 2、第二外管 3、丝圈 4 扣压夹持。

[0081] 第一外管 2 套装于内管 1 的外侧，第二外管 3 套装于第一外管 2 的外壁，第二外管 3 的内壁上具有多个小凸起 13，小凸起 13 压紧第一外管 2 的外壁。本申请实施例对小凸起 13 的尺寸和形状不做具体限制，只要小凸起 13 为第二外管 3 内壁上的凸起结构且能够对第一外管 2 的外壁施加一定压力即可。在一些实施例中，小凸起 13 的尺寸小于第一凸起 6 和第二凸起 5 的尺寸。本申请实施例采用了双外管结构，第一外管 2 和第二外管 3 分别单独扣压，提高了材料利用率，减轻了扣压时外管的受压变形程度，增加了软管总成的耐压性能。

[0082] 丝圈 4 具有内螺纹，内管 1 的内端处具有外螺纹，丝圈 4 与内管 1 的内端螺纹连接，连接方便，易于拆卸。

[0083] 丝圈 4 的外壁具有外卡槽，第一外管 2 的端部具有内卡台，内卡台与外卡槽相配合，例如，内卡台与外卡槽具有至少部分互补的形状，从而内卡台可以嵌入外卡槽中。第一外管 2 和丝圈 4 通过内卡台与外卡槽连接。

[0084] 内管 1 的内端有连接部 20，连接部 20 与其他部件连接或者与另一软管总成的金属接头连接。

[0085] 内管 1 的外壁有第一凸起 6，第一外管 2 的内壁有第二凸起 5，可选地，第一凸起 6 和第二凸起 5 的数量各为两个。当然，第一凸起 6 和第二

凸起 5 可以具有更多的数量，且二者的数量可以不同。第二凸起 5 与第一凸起 6 相错位咬合，即，第二凸起 5 与第一凸起 6 管道延伸的方向（如图 1 中的横向）上错开排布。软管本体夹持于第一凸起 6 和第二凸起 5 的咬合面中，也就是当第一外管 2 的内壁和内管 1 的外壁相互压紧时，第二凸起 5 的咬合面与第一凸起 6 的咬合面夹持软管本体。这里的咬合面可以指形成错位咬合的表面，如图 1 所示，第一凸起 6 的咬合面可以为内管 1 外壁上形成第一凸起 6 的表面，第二凸起 5 的咬合面可以为第一外管 2 内壁上形成第二凸起 5 的表面。上述第一凸起 6 的咬合面和第二凸起 5 的咬合面对软管本体形成不同方向的作用力的压迫变形段，一方面增加抗拉伸能力，另一方面增加密封性能，使软管总成具有极佳的综合性能。

[0086] 优选地，第一凸起、第二凸起和小凸起均可设置为矩形，也可设置为梯形、矩形、圆弧形等，在此不作具体限制，只要能够实现相同作用即可。

[0087] 本发明所提供的超高压等通径酸化压裂软管总成，内管 1 和第一外管 2、第二外管 3 套接，套接部分夹持软管本体的端部，对第一外管 2 和第二外管 3 施加压力使其变形而将软管本体的端部紧固夹持，第二外管 3 与第一外管 2 通过施加压力而紧固夹持。软管总成可承受较大的管内压力和较高的拉伸力而不会出现软管与金属接头之间的脱离，并且具有极佳的密封性能，不易渗漏，同时制造工艺简单和制造成本较低。

[0088] 上述超高压等通径酸化压裂软管总成仅是一种优选方案，具体并不局限于此，在此基础上可根据实际需要做出具有针对性的调整，从而得到不同的实施方式，内管 1 的外壁有倒八刺凸台 14，该倒八刺凸台 14 可以为倒钩状凸起，用于防止软管与内管 1 沿松脱的方向相互滑动。倒八刺凸台 14 的高度小于第一凸起 6 的高度，倒八刺凸台 14 设置于靠近内管 1 的端口一侧。

[0089] 在实际应用中，倒八刺凸台 14 和第一凸起 6 构成内管 1 的复合凸起，倒八刺凸台 14 接近端口部，第一凸起 6 接近内端或连接部 20。需要说明的是，本申请中的内管 1 端口是指金属接头连接软管的端口，即与连接部 20 相对的另一端，内管 1 内端是指金属接头远离软管的一端，即靠近连接部 20 的一端。如图 1 所示，内管 1 端口为左端，而内管 1 内端为右端。后续

其他部件的“端口”和“内端”的定义与内管 1 类似，不再重复描述。。

[0090] 倒八刺凸台 14 作用于软管本体内壁面，倒八刺凸台 14 压迫软管本体的内壁面，增加软管本体与内管 1 的密封性能。倒八刺凸台 14 的高度小于第一凸起 6 的高度，第一凸起 6 的高度较大，使软管本体的骨架层 15 产生较大且适宜的变形，或使软管本体壁形成一个连续凹凸变形，从而增加软管总成的抗拉伸性能。

[0091] 在上述各个具体实施例的基础上，第一外管 2 的内壁具有多个小矩形凸台 12。本申请实施例中对小矩形凸台 12 的尺寸不做具体限制。在一些实施例中，小矩形凸台 12 的尺寸小于第二凸起 5 的尺寸。此外，小矩形凸台 12 高度小于第二凸起 5 的高度。小矩形凸台 12 设置于靠近第一外管 2 的端口一侧。

[0092] 在实际应用中，软管总成中内管 1 的第一凸起 6 与第一外管 2 的第二凸起 5 错位设置，且第一外管 2 的内壁具有多个小矩形凸台 12，多个第二凸起 5 的高度小于第二凸起 5 的高度，在扣压完成后，第一外管 2 靠近端口部一端相对于内端部分内径更小，形成一个内锥面，从而极大的增加了软管总成的抗拉伸性能；同时，内管 1 采用整体锻造高强度材料，后经粗车、调质、精车加工而来，相对于第一外管 2 材料强度、硬度要大得多，且第一外管 2 要求材料的延展性要优于内管 1，在受到外部压力作用时，以减轻对第一凸起 6 处软管本体的骨架层 15 的压迫变形。

[0093] 在上述各个具体实施例的基础上，第一凸起 6、第二凸起 5 以及小矩形凸台 12 均具有圆弧倒角。

[0094] 在实际应用中，第一凸起 6、第二凸起 5 以及小矩形凸台 12 均倒有半径大小不同的圆弧，以便在扣压内管 1、第一外管 2 咬合面夹持软管本体时减轻对骨架层 15 的损伤。

[0095] 在上述各个具体实施例的基础上，内管 1 的端口处带有一个缓冲斜坡和直台缓冲区，缓冲斜坡与倒八刺凸台 14 相连。

[0096] 在实际应用中，内管 1 的端口设置缓冲斜坡和直台缓冲区，缓冲斜坡的大端（外径较大的一端）与倒八刺凸台 14 相连，直台缓冲区与缓冲斜坡的小端（外径较小的一端）连接，缓冲斜坡和直台缓冲区的外径小于倒八刺凸台 14 的外径，也就是小于软管本体的内径，利于总成装配，且不易

损伤软管本体的内壁和软管内层 9。

[0097] 在上述各个具体实施例的基础上，内管 1 的端口较第二外管 3 的端口位置向外延长出一个延伸段 11，缓冲斜坡和直台缓冲区处于延伸段 11 处。

- [0098] 在实际应用中，内管 1 的端口较第一外管 2 的端口位置再延长出一个延伸段 11，也就是当第一外管 2 内卡台安装到丝圈 4 的外卡槽之后，内管 1 较第一外管 2 长出一个延伸段 11，延伸段 11 一方面增加软管本体内壁面与内管 1 的外壁面的接触长度和面积，提高防泄漏性能；另一方面对软管本体有一微小的支撑，该支撑可避免软管本体弯曲时软管在第一外管 2 的端口处有较大的弯曲曲率而使软管本体与第一外管 2 之间产生间隙。
- 10 [0099] 另一种较为可靠的实施例中，在上述任意一个实施例的基础之上，第一凸起 6 和第二凸起 5、小矩形凸台 12 分别与骨架层 15 的内外表面咬合配合。

- [0100] 在实际应用中，提供一种实施例，软管本体是由超高分子量耐磨内衬层 17、内橡胶保护层 18，内纤维布层 19、多层橡胶缠绕层和多层钢丝缠绕层构成的骨架层 15、外纤维布层 7 和外橡胶保护层 8 由内而外构成，软管本体具有极好的抗压性能、良好的弯曲性能和耐磨耐腐蚀耐老化性能，外橡胶保护层 8 还具有良好的防火性能。
- 15

- [0101] 为进一步提高金属接头与软管本体的连接和提高软管总成的综合性能，第一凸起 6 和第二凸起 5、小矩形凸台 12 分别与骨架层 15 的内外表面咬合配合，也就是说在制备过程中将软管本体对应于内管 1、第一外管 2 上的第一凸起 6 和第二凸起 5 的超高分子量耐磨内衬层 17、内橡胶保护层 18、内纤维布层 19、外纤维布层 7 和外橡胶保护层 8 剥离。具体的，在一些实施例中，将对应内管 1 上的第一凸起 6 的超高分子量耐磨内衬层 17、内橡胶保护层 18 和内纤维布层 19 剥离，同时将对第一外管 2 上的第二凸起 5 的外纤维布层 7 和外橡胶保护层 8 剥离，使骨架层 15 的内外表面分别与内外管的第一凸起 6 和第二凸起 5 配合。这样，第一外管 2 在受力向轴心收缩变形过程中压迫骨架层 15 也向轴心收缩变形，并使部分钢丝位于内第一凸起 6 和第二凸起 5 之间，或者说骨架层 15 内外表面均形成连续的波浪形，则软管本体与金属接头之间的连接更为牢固。可选地，倒八刺凸台 14 与软管内层 9 咬合配合，当软管本体受到外力时更不易脱离金属接头，内管 1
- 20
- 25
- 30

的多个倒八刺凸台 14 与软管本体的内衬层咬合配合。

[0102] 在上述各个具体实施例的基础上，第一凸起 6、第二凸起 5 与对应的骨架层 15 的表面之间的间距为 2-5mm。

5 [0103] 第一外管 2 接近端口处的外径较靠近丝圈 4 处的外径小 2-4mm。例如，端口边缘处的第一外管 2 外径较丝圈 4 内端边缘处的第一外管 2 外径小 2-4mm。

10 [0104] 在实际应用中，第一凸起 6、第二凸起 5 与对应的骨架层 15 的表面之间的间距为 2mm-5mm 之间任意值，包括端点值，比如为 3mm、4mm，第一外管 2 接近端口处的外径较靠近丝圈 4 处的外径小 2mm-4mm 之间任意值，包括端点值，比如为 3mm。这样即保证了装配的可操作性，又给第一外管 2 分段扣压留出空间，使第一外管 2 扣压之后尽量保持前后段外径大小一致，这样下一步第二外管 3 扣压后外径大小才能保持一致，较为美观。

15 [0105] 在上述各个具体实施例的基础上，软管本体的内壁具有软管内层 9，内管 1 的外径与软管内层 9 的内径相同，在内管 1 与金属接头连接时，内管 1 嵌入软管内层 9 中。

[0106] 在实际应用中，通过软管内层 9，将内管 1 嵌入软管内层 9，保证扣压完成后，金属接头的内管 1 与软管内层 9 内径相同，称之为等通径软管总成，避免涡流。

20 [0107] 在上述各个具体实施例的基础上，软管本体的外壁具有软管外层 10，在第二外管 3 与软管外层 10 之间均匀涂抹一层密封胶 16，软管外层 10 的端面抵接于第一外管 2 的端口端面。在一些实施例中，如图 1 所示，第一外管 2 在端口侧与软管外层 10 沿软管延伸方向有一定重叠。

25 [0108] 在实际应用中，在完成总成扣压之后，在第二外管 3 与软管外层 10 之间均匀涂抹一层密封胶 16，这样不仅提高了端部的密封性能，还减少了雨水、空气等对骨架层 15 的腐蚀影响。

30 [0109] 另，提供一种酸化压裂软管，包括上述任一项超高压等通径酸化压裂软管总成的软管本体，软管本体的骨架层 15 包括沿软管本体的管径方向依次设置的多层钢丝缠绕层；其中，最内层的钢丝缠绕层为第 1 层钢丝缠绕层，且每个奇数层的所述钢丝缠绕层的钢丝缠绕角度均为 α ， α 为 53.0~

54.0 度, 且第 n 层钢丝缠绕层和第 $n-1$ 层钢丝缠绕层的钢丝行程相等, n 为偶数;

[0110] 即多层钢丝缠绕层分为偶数层组和奇数层组, 最内层的钢丝缠绕层为第一层钢丝缠绕层, 由内至外, 奇数层的钢丝缠绕层的钢丝缠绕角度均为 α , α 为 53.0~54.0 度, 且第 n 层钢丝缠绕层和第 $n-1$ 层钢丝缠绕层的钢丝行程相等, n 为偶数;

[0111] 本发明软管奇数层组的钢丝缠绕角度为 53.0~54.0 度, 根据公式 $T = \pi D / \tan \alpha$, T 为行程, D 为当前钢丝缠绕层的外径直径, α 为奇数层的钢丝缠绕层的钢丝缠绕角度, 可计算出相邻奇数层和偶数层钢丝缠绕的行程, 依此方法陆续设计各奇数层与偶数层组的缠绕角度与行程。

[0112] 需要注意的是, 钢丝缠绕层均采用钢丝螺旋缠绕形成。

[0113] 具体地, 骨架层 15 复合在酸化压裂软管的第二中胶层 21 上, 在实施例中, 钢丝缠绕层的层数为 10 层, 如下图 8 所示, 具体缠绕方式如下:

[0114] 本发明的酸化压裂软管以内径 127.0mm 为例, 第一层钢丝缠绕角度 α_1 为 53.50 度, 外径是 163.1mm, 第二层钢丝的缠绕角度 α_2 为 54.85 度, 外径是 167.8mm, 标准行程/范围: 373.8/370.9~375.2;

[0115] 第三层钢丝缠绕角度 α_3 为 53.50 度, 外径是 172.5mm, 第四层钢丝的缠绕角度 α_4 为 54.75 度, 外径是 177.2mm, 标准行程/范围: 395.7/392.8~397.1;

[0116] 第五层钢丝缠绕角度 α_5 为 53.50 度, 外径是 181.9mm, 第六层钢丝的缠绕角度 α_6 为 54.61 度, 外径是 186.6mm, 标准行程/范围: 417.5/414.6~418.9;

[0117] 第七层钢丝缠绕角度 α_7 为 53.50 度, 外径是 191.3mm, 第八层钢丝的缠绕角度 α_8 为 54.50 度, 外径是 196.0mm, 标准行程/范围: 439.4/436.5~440.8;

[0118] 第九层钢丝缠绕角度 α_9 为 53.50 度, 外径是 200.7mm, 第十层钢丝的缠绕角度 α_{10} 为 54.37 度, 外径是 205.4mm, 标准行程/范围: 461.2/458.3~462.6;

[0119] 其中, 管体结构的设计计算如下:

[0120] 根据软管工艺设计理论, 确定最佳的工艺参数: 内胶厚度、增强层

直径、缠绕行程、线轴张力、外径及密度等。

[0121] 以 $\Phi 127\text{mm} \times 103.5\text{Mpa}$ (PB 为 232.9 MPa) 为例, 选用不同直径镀铜钢丝, 根据以下公式及表, 确定钢丝层数 i 以及钢丝直径 d :

[0122] 耐压强度计算公式

$$P_B = \frac{0.735 \cdot K_B \cdot \Sigma N}{D^2} \cdot C$$

$$K_B = K_B \times \pi d^2 / 4 \times 100$$

$$\Sigma N = \pi D \cdot i \rho C \cos \alpha / d$$

$$K_B = 2150 \text{N/m}^2$$

5

[0123] 其中, PB 表示胶管爆破压力, 单位可以为 MPa; KB 表示钢丝强度, 单位可以为 N/mm²; N 表示单向层钢丝根数; d 表示钢丝直径, 单位可以为 cm; D 计表示骨架层平均直径, 单位可以为 cm; i 表示钢丝单向层数量; ρ 表示钢丝层平均密度; C 表示综合修正系数。

10 [0124] 依据上述缠绕方式, 经过计算 PB=241.6, 满足设定爆破压力 232.9 MPa 要求。

[0125] 因此软管基本设计参数为: 钢丝层数 $i=10$ 、钢丝直径 $d=2.2\text{mm}$ 、缠绕角度= 53.50° 、 54.85° 、 53.50° 、 54.75° 、 53.50° 、 54.61° 、 53.50° 、 54.50° 、 53.50° 、 54.37° 、缠绕行程= 373.8mm 、 395.7mm 、 417.5mm 、 439.4mm 、 461.2mm 。

15

[0126] 为论证优化管体结构的性能, 设置五个对照组进行对比, 五个对照组的酸化压裂软管的管径分别为 $\Phi 51\text{mm}$ 、 $\Phi 64\text{mm}$ 、 $\Phi 76\text{mm}$ 、 $\Phi 102\text{mm}$ 、 $\Phi 152\text{mm}$, 每个对照组包括两个仅钢丝缠绕角度不同的试验组, 具体实验结果如下表

表 1 管径为Φ51 的酸化压裂软管缠绕角度优化前、后产品性能指标的变化

规格 型号	工作指标	结论使用前	结论使用后																	
Φ51	钢丝直径	Φ1.2	Φ1.2																	
	缠绕角度	50.1	51.4	52.6	53.7	53.5	54.85	53.5	54.75	53.0	54.4	53.0	54.3	54.0	55.3	54.0	55.2			
		54.8	55.7	56.7	57.8	53.5	54.61	53.5	54.50	53.0	54.2	53.0	54.1	54.0	55.1	54.0	55.0			
	工作压力	100.2MPa	111.1MPa							110.7MPa							111.6MPa			
	爆破压力	225.1 MPa	250.0 MPa							249.1 MPa							251.02MPa			
	受压变形	-3.12%	-1.10%							-1.07%							-1.14%			

表 2 管径为 Φ64 的酸化压裂软管缠绕角度优化前、后产品性能指标的

变化

规格 型号	工作指标	结论使用前	结论使用后					
Φ64	钢丝直径	Φ1.4	Φ1.4					
	缠绕角度	50.1 51.3 52.7 53.7	53.5 54.86 53.5 54.78	53.0 54.39 53.0 54.33	54.0 55.3 54.0 55.2			
		54.9 55.8 56.8 57.8	53.5 54.60 53.5 54.52	53.0 54.27 53.0 54.15	54.0 55.1 54.0 55.0			
	工作压力	101.5MPa	107.8MPa	108.0MPa	107.2MPa			
	爆破压力	228.3 MPa	242.5 MPa	243.1 MPa	241.2MPa			
	受压变形	-2.60%	-0.71%	-0.81%	-0.75%			

表 3 管径为 Φ76 的酸化压裂软管缠绕角度优化前、后产品性能指标的变化

规格 型号	工作指标	结论使用前	结论使用后						
Φ76	钢丝直径	Φ 1.6	Φ 1.6						
	缠绕角度	50.1 51.4 52.6 53.7	53.5 54.85 53.5 54.75	53.0 54.39 53.0 54.33	54.0 55.3 54.0 55.2				
		54.8 55.7 56.7 57.8	53.5 54.61 53.5 54.50	53.0 54.27 53.0 54.15	54.0 55.1 54.0 55.0				
	工作压力	98.0MPa	106.5MPa	107.2MPa	107.0MPa				
	爆破压力	220.5MPa	239.6MPa	241.2 MPa	240.7MPa				
	受压变形	-2.23%	-0.81%	-0.79%	0.75%				

表 4 管径为 Φ102 的酸化压裂软管缠绕角度优化前、后产品性能指标的变化

规格 型号	工作指标	结论使用前	结论使用后					
Φ102	钢丝直径	Φ1.8	Φ1.8					
	缠绕角度	50.1 51.3 52.7 53.7	53.5 54.86 53.5 54.78	53.0 54.39 53.0 54.33	54.0 55.3 54.0 55.2			
		54.9 55.8 56.8 57.8	53.5 54.60 53.5 54.52	53.0 54.27 53.0 54.15	54.0 55.1 54.0 55.0			
	工作压力	102.0MPa	107.2MPa	107.2MPa	107.0MPa			
	爆破压力	229.5 MPa	241.3MPa	241.2 MPa	240.7MPa			
	受压变形	-2.55%	0.60%	-0.79%	0.75%			

表 5 管径为 Φ152 的酸化压裂软管缠绕角度优化前、后产品性能指标的变化

规格 型号	工作指标	结论使用前	结论使用后		
Φ152	钢丝直径	Φ 2.2	Φ 2.2		
	缠绕角度	50.1 51.3 52.7 53.7	53.0 54.39 53.0 54.33	54.0 55.3 54.0 55.2 54.0	
		53.8 54.1	53.0 54.28 53.0 54.27	55.1 54.0 55.1 54.0 55.0	
		54.9 55.8 56.8 57.8	53.0 54.15 53.0 54.13	54.0 55.0	
		57.7 57.8			
	工作压力	97.2MPa	104.5MPa	105.9MPa	104.3MPa
	爆破压力	218.8MPa	235.2MPa	238.2 MPa	234.7MPa
	受压变形	-2.34%	-0.40%	-0.79%	0.75%

[0127] 由上述试验可知：

[0128] 采用本方案公开的钢丝缠绕方式实施后，酸化压裂软管的工作压力

和爆破压力均得到增强，且受压变形程度也得到减弱。

[0129] 基于此，改进骨架层 15 的每层钢丝缠绕层的钢丝缠绕角度，并配合相邻层钢丝缠绕层之间的配合，使得酸化压裂软管具有更高的力学强度，酸化压裂软管可以实现的工作压力较高(高达 15000PSI)，爆破压力较高(高达 33750PSI)，不仅能够适用不同的地质环境或领域，如盾构机、喷砂机、混凝土、隧道开凿、输送高腐蚀性流体，钻采领域、修井领域，而且对 28% 的盐酸或者金刚砂等不同介质都有较好的输送效果。

[0130] 相比于传统的石油钻采用软管，通过改进骨架层 15，本发明提供的酸化压裂软管具有更好的耐高温、耐油、耐腐蚀、耐磨、自润滑和冲击吸收性能，在输送酸化压裂液的过程中，摩擦阻力更小，不易沾附石蜡、沥青等粘稠物，更易于清洗；

[0131] 其次，该酸化压裂软管可以在浓度<80%的浓盐酸、浓度<75%的硫酸、浓度<20%的硝酸中保持稳定的化学性能，且酸化压裂软管具有良好的自润滑性，且酸化压裂软管的使用温度可达 80~100℃，酸化压裂软管的连续使用寿命可达 8~12 月。

[0132] 另外，为论证优化管体结构后软管的耐磨损性能，设置六个对照组进行对比，六个对照组的酸化压裂软管的管径分别为 Φ51mm、Φ64mm、Φ76mm、Φ102mm、Φ127mm、Φ152mm，其分别与同规格和普通橡胶软管和不锈钢管做对比试验，输送介质为 20%~28%盐酸，同时伴有粒径为 15~25mm 的金刚砂，以实际工作寿命为依据，检测各种管的耐磨性能，如下表所示：

表 6 管径为 Φ51 的酸化压裂软管耐磨性能对比试验

规格	输送管类型	泵送量(bbl)
Φ51	普通橡胶软管	156375
	不锈钢管	202568
	本发明所制备酸化压裂软管	279125

表 7 管径为 Φ64 的酸化压裂软管耐磨性能对比试验

规格	输送管类型	泵送量(bbl)
----	-------	----------

Φ64	普通橡胶软管	166385
	不锈钢管	204768
	本发明所制备酸化压裂软管	290138

表 8 管径为 Φ76 的酸化压裂软管耐磨性能对比试验

规格	输送管类型	泵送量(bbl)
Φ76	普通橡胶软管	151368
	不锈钢管	203864
	本发明所制备酸化压裂软管	281253

表 9 管径为 Φ102 的酸化压裂软管耐磨性能对比试验

规格	输送管类型	泵送量(bbl)
Φ102	普通橡胶软管	147856
	不锈钢管	212536
	本发明所制备酸化压裂软管	288653

5

表 10 管径为 Φ127 的酸化压裂软管耐磨性能对比试验

规格	输送管类型	泵送量(bbl)
Φ127	普通橡胶软管	165214
	不锈钢管	213789
	本发明所制备酸化压裂软管	289715

表 11 管径为 Φ152 的酸化压裂软管耐磨性能对比试验

规格	输送管类型	泵送量(bbl)
Φ152	普通橡胶软管	154385
	不锈钢管	205168
	本发明所制备酸化压裂软管	273245

10 [0133] 从上述表格可以看出，本发明所制备的酸化压裂软管的泵送量不低

于 270000bbbl, 远优于不锈钢管和橡胶软管, 因而, 本发明制备的酸化压裂软管的耐磨性能较优。

[0134] 在上述实施例的基础之上, 软管本体包括由内而外依次设置的超高分子量耐磨内衬层 17、内橡胶保护层 18、耐腐蚀防渗漏层 22、第一中胶层 23、内纤维布层 19、第二中胶层 21、骨架层 15、第十二中胶层 24、外纤维布层 7 和外橡胶保护层 8。其中, 软管内层 9 由超高分子量耐磨内衬层 17 和内橡胶保护层 18 构成。软管外层 10 由第十二中胶层 24、外纤维布层 7 和外橡胶保护层 8 构成。

[0135] 具体地, 沿软管本体的管径方向, 由内到外依次包括: 超高分子量耐磨内衬层 17; 复合在所述超高分子量耐磨内衬层 17 上的内橡胶保护层 18, 所述内橡胶保护层 18 包括三元乙丙橡胶层或天然丁苯橡胶层; 复合在所述内橡胶保护层 18 上的耐腐蚀防渗漏层 22, 复合在所述耐腐蚀防渗漏层 22 上的第一中胶层 23, 所述第一中胶层 23 的材质包括天然丁苯橡胶; 复合在所述第一中胶层 23 上的内纤维布层 19; 复合在内纤维布层 19 上的第二中胶层 21, 复合在第二中胶层 21 上的骨架层 15, 复合在骨架层 15 上的第十二中胶层 24, 复合在第十二中胶层 24 上的外纤维布层 7, 复合在外纤维布层 7 上的外橡胶保护层 8。

[0136] 其中, 内橡胶保护层 18 为天然丁苯橡胶层或三元乙丙橡胶层; 第一中胶层 23 的材质包括天然丁苯橡胶。骨架层 15 由内至外依次有十层钢丝缠绕层, 且相邻钢丝缠绕层之间设有中胶片, 且每层钢丝缠绕层均由钢丝螺旋缠绕构成;

[0137] 骨架层 15 根据不同规格压力等级选用 Φ 0.8mmx3050MPa、 Φ 1.2mmx2750MPa、 Φ 1.4mmx2750MPa、 Φ 1.6mmx2450MPa、 Φ 1.8mmx2450MPa、 Φ 2.0mmx2250MPa、 Φ 2.2mmx2150MPa 等强度级别钢丝。

[0138] 采用软管本体的内侧设有超高分子量耐磨内衬层 17, 以具有较强的耐高温、耐油、耐腐蚀、耐磨、自润滑和冲击吸收性能。

[0139] 本发明提供的酸化压裂软管中搭配了特定材料的层组, 各层组协同作用, 使得到的酸化压裂软管综合性能较优, 即软管的力学性能和耐磨性能、耐腐蚀与防渗漏性能均较优。

[0140] 以及内橡胶保护层 18 和骨架层 15 之间设有耐腐蚀防渗漏层 22; 该

防渗漏层具有良好的耐化学腐蚀性能，能够有效抵御酸化压裂液对防渗漏层的侵蚀与渗透，提高酸化压裂软管的使用寿命。

[0141] 具体生产中，钢丝缠绕层的表面设有黄铜镀层，用于增加钢丝与橡胶的结合力，即增加钢丝和中胶层之间的连接强度；另外，镀层本身也
5 适合于塑性加工，可以和钢丝同时变形，且有利于拉拔。

[0142] 更为具体地，超高分子量耐磨内衬层 17 包括 8~12 层膜，单层膜的厚度为 0.15mm；内橡胶保护层 18 的厚度为 9~11mm；耐腐蚀防渗漏层 22 包括 4~6 层膜，单层膜的厚度为 0.15mm；中胶层的厚度为 0.3~0.6mm；外橡胶保护层 8 的厚度为 2.5~4.0mm；内纤维布层 19 和外纤维布层 7 均包括
10 若干层帘子布，单层帘子布的厚度为 0.8~1.2mm。

[0143] 本申请实施例还提供了一种酸化压裂软管的制备方法，包括以下步骤。

[0144] S1、将超高分子量膜缠绕在芯杆上，经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层 17。该步骤使得超高分子量耐磨内衬层 17 具有较强的耐高温、耐
15 油、耐腐蚀、耐磨、自润滑和冲击吸收性能，提高酸化压裂软管的使用性能和寿命。

[0145] S2、在超高分子量耐磨内衬层 17 上压出内胶，并覆上内橡胶保护层 18。

[0146] S3、在内橡胶保护层 18 上依次铺设耐腐蚀防渗漏层 22、第一中胶层 23、内纤维布层 19、第二中胶层 21、骨架层 15、第十二中胶层 24、外
20 纤维布层 7 和外橡胶保护层 8，得到的复合层。需要注意的是，同样地，设置该防渗漏层，使酸化压裂软管具有良好的耐化学腐蚀性能，能够有效抵御酸化压裂液对防渗漏层的侵蚀与渗透。

[0147] S4、将复合层硫化处理，得到酸化压裂软管。

25 [0148] 可选地，所述在所述内橡胶保护层 18 上依次耐腐蚀防渗漏层 22、第一中胶层 23、内纤维布层 19、第二中胶层 21、骨架层 15、第十二中胶层 24、外纤维布层 7 和外橡胶保护层 8，包括以下步骤。

[0149] S31、在内橡胶保护层 18 上铺设耐腐蚀防渗漏层 22；

[0150] S32、在耐腐蚀防渗漏层 22 上依次缠绕第一中胶层 23 和内纤维布层
30 19，并在经热熔硫化后在内纤维布层 19 上均匀涂刷胶粘剂。优选地，胶粘

剂可选用开姆洛克 250 (型号: chemllok)。

[0151] S33、在内纤维布层 19 上依次缠绕第二中胶层 21、骨架层 15、第十二中胶层 24、外纤维布层 7 和外橡胶保护层 8。

5 [0152] 在上述实施例的基础之上, 将第一超高分子量膜缠绕在芯杆上, 经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层 17, 包括以下步骤。

[0153] S11、将第一超高分子量膜缠绕在芯杆上, 经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层 17。其中, 硫化的温度为 145~155°C, 硫化的时间为 30~40min。

[0154] 所述并在经热熔硫化后在内纤维布层 19 上均匀涂刷开姆洛克 250, 包括以下步骤。

10 [0155] S321、并在经热熔硫化后在内纤维布层 19 上均匀涂刷开姆洛克 250, 其中, 硫化的温度为 155~165°C, 硫化的时间为 10~15min。

[0156] 将复合层硫化处理, 得到酸化压裂软管, 包括以下步骤。

[0157] S41、将复合层置于气压为 0.5~0.6MPa 的环境下升温至 150~170°C, 并保温 1h 后、降温, 以完成硫化处理, 得到酸化压裂软管。

15 [0158] 在上述实施例的基础之上, 内橡胶保护层 18 复合在所述超高分子量耐磨内衬层 17 上。本发明中, 内橡胶保护层 18 为天然丁苯橡胶层, 内橡胶保护层 18 包括以下按重量份数计原料:

[0159] 20~26 份天然橡胶; 50~60 份丁苯橡胶; 15~20 份丙烯酸钠盐离子键聚合体; 3~8 份氧化锌; 0.2~0.8 份硫磺; 6~8 份硫化促进剂; 68~
20 72 份补强剂; 15~20 份软化剂; 3~8 份增粘树脂; 1~5 份防老剂; 0.1~0.5 份防焦剂。

[0160] 实施例 1:

[0161] 内橡胶保护层 18 包括以下按重量份数计原料: 20 份天然橡胶; 50 份丁苯橡胶; 15 份丙烯酸钠盐离子键聚合体; 3 份氧化锌; 0.2 份硫磺; 6
25 份硫化促进剂; 68 份补强剂; 15 份软化剂; 3 份增粘树脂; 1 份防老剂; 0.3 份防焦剂。

[0162] 实施例 2:

[0163] 内橡胶保护层 18 包括以下按重量份数计原料: 24 份天然橡胶; 58 份丁苯橡胶; 18 份丙烯酸钠盐离子键聚合体; 5 份氧化锌; 0.5 份硫磺; 7
30 份硫化促进剂; 70 份补强剂; 18 份软化剂; 5 份增粘树脂; 3 份防老剂;

0.2 份防焦剂。

[0164] 实施例 3:

[0165] 内橡胶保护层 18 包括以下按重量份数计原料: 26 份天然橡胶; 60 份丁苯橡胶; 20 份丙烯酸钠盐离子键聚合体; 8 份氧化锌; 0.8 份硫磺; 8 份硫化促进剂; 72 份补强剂; 20 份软化剂; 8 份增粘树脂; 5 份防老剂; 0.4 份防焦剂。

[0166] 在上述实施例中, 具体地, 丙烯酸钠盐离子键聚合体可以为杜邦公司生产的 Surlyn 1802, 软化剂可选用为偏苯三酸三辛酯; 增粘树脂可选用为酚醛树脂或古马隆树脂。

10 [0167] 在其他实施中, 硫化促进剂包括硫化促进剂 MBS 和硫化促进剂 TMTD, 硫化促进剂 MBS 和硫化促进剂 TMTD 的质量比为 5:2 ~ 6:1。

[0168] 在上述实施例中, 补强剂包括炭黑 N550 和炭黑 N774, 炭黑 N550 和炭黑 N774 的质量比 3: 2。

15 [0169] 在上述实施例中, 防老剂包括防老剂 4020 和防老剂 MB, 且防老剂 4020 和防老剂 MB 的质量比为 7: 3。

[0170] 另外, 内橡胶保护层 18 的制备方法, 包括以下步骤:

[0171] S1、按重量份数计, 称取 20~26 份天然橡胶、50~60 份丁苯橡胶、15~20 份丙烯酸钠盐离子键聚合体、3~8 份氧化锌、68~72 份补强剂、15~20 份软化剂、1~5 份防老剂、3~8 份增粘树脂和 0.1~0.5 份防焦剂。

20 [0172] S2、将上述称取的原料置于 80~100°C 下混炼均匀后, 在 110°C 以下排胶, 得到排胶后的混合物。

[0173] S3、将排胶后的混合物、0.2~0.8 份硫磺和 6~8 份硫化促进剂在 86~88°C 下开炼 2~5min, 得到内橡胶保护层。

25 [0174] 在本发明的其他实施例中, 在进行硫化处理的复合层上缠绕水布, 本发明对所述水布的来源并无特殊的限制, 可以为一般市售。

[0175] 缠绕水布的作用如下: 缠绕水布给予管体一定的压力, 防止橡胶管体在受热过程中过度膨胀。

[0176] 在本发明的其他实施例中, 铺设外橡胶保护层 8 后, 还包括在外橡胶保护层 8 上套入铠装不锈钢层。

30 [0177] 在本发明的其他实施例中, 铺设外橡胶保护层 8 后, 还包括在外橡

胶保护层 8 上缠绕尼龙护套层。

[0178] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

- 5 [0179] 以上对本发明所提供的超高压等通径酸化压裂软管总成进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求
- 10 求的保护范围内。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求

1.一种超高压等通径酸化压裂软管总成，其特征在于，包括软管本体和金属接头；所述金属接头包括内管（1）、用于套装于所述内管（1）外侧的第一外管（2）、用于套装于所述第一外管（2）外壁的第二外管（3）以及
5 用于与所述内管（1）的内端螺纹连接的丝圈（4），所述第一外管（2）和所述第二外管（3）能够单独扣压，所述丝圈（4）的外壁具有外卡槽，所述第一外管（2）的端部具有与所述外卡槽相配合的内卡台，所述内管（1）的内端有连接部，所述内管（1）的外壁有第一凸起（6），所述第一外管（2）的内壁有用于与所述第一凸起（6）相错位咬合的第二凸起（5），其中，当
10 所述金属接头与所述软管本体连接时，所述软管本体夹持于所述第一凸起（6）和所述第二凸起（5）的咬合面之间，所述第二外管（3）的内壁上具有多个小凸起（13）。

2. 根据权利要求 1 所述的超高压等通径酸化压裂软管总成，其特征在于，所述内管（1）的外壁有倒八刺凸台（14），所述倒八刺凸台（14）的
15 高度小于所述第一凸起（6）的高度，所述倒八刺凸台（14）设置于靠近所述内管（1）的端口一侧。

3. 根据权利要求 2 所述的超高压等通径酸化压裂软管总成，其特征在于，所述第一外管（2）的内壁具有多个小矩形凸台（12），所述小矩形凸台（12）高度小于所述第二凸起（5）的高度，所述小矩形凸台（12）设置
20 于靠近所述第一外管（2）的端口一侧。

4. 根据权利要求 3 所述的超高压等通径酸化压裂软管总成，其特征在于，所述第一凸起（6）、第二凸起（5）以及小矩形凸台（12）均具有圆弧倒角。

5. 根据权利要求 2 所述的超高压等通径酸化压裂软管总成，其特征在于，所述内管（1）的端口处带有一个缓冲斜坡和直台缓冲区，所述缓冲斜坡与
25 所述倒八刺凸台（14）相连。

6. 根据权利要求 5 所述的超高压等通径酸化压裂软管总成，其特征在于，当所述第二外管（3）扣压于所述内管（1）外壁时，所述内管（1）的端口较所述第二外管（3）的端口位置向外延长出一个延伸段（11），所述

缓冲斜坡和直台缓冲区处于所述延伸段(11)处。

7. 根据权利要求 2-6 任一项所述的超高压等通径酸化压裂软管总成, 其特征在于, 所述第一凸起(6)和第二凸起(5)、小矩形凸台(12)分别与所述骨架层(15)的内外表面咬合配合。

- 5 8. 根据权利要求 7 所述的超高压等通径酸化压裂软管总成, 其特征在于, 所述第一凸起(6)、第二凸起(5)与对应的所述骨架层(15)的表面之间的间距为 2-5mm;

所述第一外管(2)接近端口处的外径较靠近所述丝圈(4)处的外径小 2-4mm。

- 10 9. 根据权利要求 7 所述的超高压等通径酸化压裂软管总成, 其特征在于, 所述软管本体的内壁具有软管内层(9), 所述内管(1)的内径与所述软管内层(9)的内径相同, 其中, 当所述软管本体与所述金属接头连接时, 所述内管(1)嵌入所述软管内层(9)中, 所述倒八刺凸台(14)与所述软管内层咬合配合。

- 15 10. 根据权利要求 7 所述的超高压等通径酸化压裂软管总成, 其特征在于, 所述软管本体的外壁具有软管外层(10), 所述软管总成还包括: 位于所述第二外管(3)与所述外软管外层(10)之间的密封胶(16), 所述软管外层(10)的端面抵接于所述第一外管(2)的端口端面。

- 20 11. 一种酸化压裂软管, 其特征在于, 包括上述权利要求 1 至 10 中任一项超高压等通径酸化压裂软管总成的软管本体, 所述软管本体的骨架层(15)包括沿软管本体的管径方向依次设置的多层钢丝缠绕层; 其中, 最内层的钢丝缠绕层为第 1 层钢丝缠绕层, 且每个奇数层的所述钢丝缠绕层的钢丝缠绕角度均为 α , α 为 53.0~54.0 度; 且第 n 层钢丝缠绕层和第 n-1 层钢丝缠绕层的钢丝行程相等, n 为偶数。

- 25 12. 根据权利要求 11 所述的酸化压裂软管, 其特征在于, 所述软管本体包括由内而外依次设置的超高分子量耐磨内衬层(17)、内橡胶保护层(18)、第一中胶层(23)、内纤维布层(19)、第二中胶层(21)、骨架层(15)、第十二中胶层(24)、外纤维布层(7)和外橡胶保护层(8);

其中, 所述软管内层(9)由超高分子量耐磨内衬层(17)和内橡胶保

护层(18)构成;

所述软管外层(10)由第十二中胶层(24)、外纤维布层(7)和外橡胶保护层(8)构成。

13.根据权利要求12所述的酸化压裂软管,其特征在于,所述内橡胶保护层(18)和骨架层(15)之间设有耐腐蚀防渗漏层(22)。

14.根据权利要求12所述的酸化压裂软管,其特征在于,所述钢丝缠绕层的表面设有黄铜镀层。

15.根据权利要求12所述的酸化压裂软管,其特征在于,所述超高分子量耐磨内衬层(17)包括8~12层膜,单层膜的厚度为0.15mm;

10 所述内橡胶保护层(18)的厚度为9~11mm;

所述耐腐蚀防渗漏层(22)包括4~6层膜,单层膜的厚度为0.15mm;

所述中胶层的厚度为0.3~0.6mm;

所述外橡胶保护层(8)的厚度为2.5~4.0mm;

15 所述内纤维布层(19)和外纤维布层(7)均包括若干层帘子布,单层帘子布的厚度为0.8~1.2mm。

16.一种酸化压裂软管的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

将超高分子量膜缠绕在芯杆上,经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层(17);

在超高分子量耐磨内衬层(17)上压出内胶,并覆上内橡胶保护层(18);

20 在内橡胶保护层(18)上依次铺设耐腐蚀防渗漏层(22)、第一中胶层(23)、内纤维布层(19)、第二中胶层(21)、骨架层(15)、第十二中胶层(24)、外纤维布层(7)和外橡胶保护层(8),得到的复合层;

将复合层硫化处理,得到酸化压裂软管。

17.根据权利要求16所述的酸化压裂软管的制备方法,其特征在于,所述在所述内橡胶保护层(18)上依次耐腐蚀防渗漏层(22)、第一中胶层(23)、内纤维布层(19)、第二中胶层(21)、骨架层(15)、第十二中胶层(24)、外纤维布层(7)和外橡胶保护层(8),包括:

在内橡胶保护层(18)上铺设耐腐蚀防渗漏层(22);

在耐腐蚀防渗漏层(22)上依次缠绕第一中胶层(23)和内纤维布层

(19)，并在经热熔硫化后在内纤维布层（19）上均匀涂刷胶粘剂；

在内纤维布层（19）上依次缠绕第二中胶层（21）、骨架层（15）、第十二中胶层（24）、外纤维布层（7）和外橡胶保护层（8）。

18.根据权利要求 17 所述的酸化压裂软管的制备方法，其特征在于，所述将超高分子量膜缠绕在芯杆上，经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层（17），包括：

将第一超高分子量膜缠绕在芯杆上，经硫化热熔制得超高分子量耐磨内衬层（17）；其中，硫化的温度为 145~155℃，硫化的时间为 30~40min；

所述并在经热熔硫化后在内纤维布层上均匀涂刷胶粘剂，包括：

10 并在经热熔硫化后在内纤维布层上均匀涂刷胶粘剂，其中，硫化的温度为 155~165℃，硫化的时间为 10~15min；

所述将复合层硫化处理，得到酸化压裂软管，包括：

将复合层置于气压为 0.5~0.6MPa 的环境下升温至 150~170℃，并保温 1h 后、降温，以完成硫化处理，得到酸化压裂软管。

15 19.根据权利要求 17 所述的酸化压裂软管的制备方法，其特征在于，还包括按照以下按重量份数计原料制备所述内橡胶保护层（18）：

20~26 份天然橡胶；

50~60 份丁苯橡胶；

15~20 份丙烯酸钠盐离子键聚合体；

20 3~8 份氧化锌；

0.2~0.8 份硫磺；

6~8 份硫化促进剂；

68~72 份补强剂；

15~20 份软化剂；

25 3~8 份增粘树脂；

1~5 份防老剂；

0.1~0.5 份防焦剂。

20、根据权利要求 17 所述的酸化压裂软管的制备方法，其特征在于，还包括按照以下按重量份数计原料制备所述内橡胶保护层（18）：

- 24 份天然橡胶；
58 份丁苯橡胶；
18 份丙烯酸钠盐离子键聚合物；
5 份氧化锌；
5 0.5 份硫磺；
7 份硫化促进剂；
70 份补强剂；
18 份软化剂；
5 份增粘树脂；
10 3 份防老剂；
0.3 份防焦剂。

21. 根据权利要求 19 所述的酸化压裂软管的制备方法，其特征在于，制备所述内橡胶保护层（18）包括：

- 按重量份数计，称取 20~26 份天然橡胶、50~60 份丁苯橡胶、15~20
15 份丙烯酸钠盐离子键聚合物、3~8 份氧化锌、68~72 份补强剂、15~20 份
软化剂、1~5 份防老剂、3~8 份增粘树脂和 0.1~0.5 份防焦剂；

将上述称取的原料置于 80~100℃下混炼均匀后，在 110℃以下排胶，
得到排胶后的混合物；

- 将排胶后的混合物、0.2~0.8 份硫磺和 6~8 份硫化促进剂在 86~88℃
20 下开炼 2~5min，得到内橡胶保护层（18）。