



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104565576 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201310499465. 1

(22) 申请日 2013. 10. 22

(71) 申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22 号

申请人 中国石油化工股份有限公司北京化
工研究院

(72) 发明人 邹弋 姚雪容 郑俊鹏 任毅

马蓓蓓 李娟 罗水源

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限

公司 11283

代理人 王崇

(51) Int. Cl.

F16L 9/14(2006. 01)

F16L 59/14(2006. 01)

F16L 59/02(2006. 01)

F16L 57/06(2006. 01)

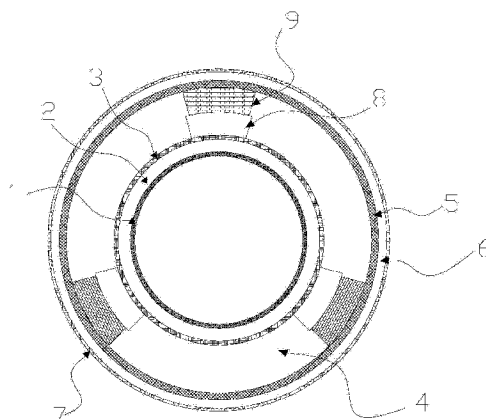
权利要求书2页 说明书16页 附图3页

(54) 发明名称

一种管道和带接箍的管道

(57) 摘要

本发明提供了一种管道以及一种带接箍的管道。所述管道从内到外依次包括：防腐耐磨内衬(1)、内管(2)、第一绝热层(3)、隔热层(4)、第二绝热层(5)、外管(6)和外防腐层(7)，形成所述第一绝热层(3)和第二绝热层(5)的材料相同或不同，并各自独立地为含气凝胶的隔热保温粉末涂料和/或纤维强化气凝胶织物。本发明提供的管道和带接箍的管道能够同时兼具优异的保温性能、抗腐蚀性能和耐磨性能。



1. 一种管道,其特征在于,所述管道从内到外依次包括:防腐耐磨内衬(1)、内管(2)、第一绝热层(3)、隔热层(4)、第二绝热层(5)、外管(6)和外防腐层(7),形成所述第一绝热层(3)和第二绝热层(5)的材料相同或不同,并各自独立地为含气凝胶的隔热保温粉末涂料和/或纤维强化气凝胶织物。

2. 根据权利要求1所述的管道,其中,所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料的导热系数为 $30\text{--}150\text{mW/m}\cdot\text{K}$;优选地,所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料含有第一气凝胶和成膜聚合树脂;优选地,以所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料的总重量为基准,所述第一气凝胶的含量为 $1\text{--}50$ 重量%,所述成膜聚合树脂的含量为 $50\text{--}99$ 重量%。

3. 根据权利要求1所述的管道,其中,所述纤维强化气凝胶织物的导热系数为 $20\text{--}80\text{mW/m}\cdot\text{K}$;优选地,所述纤维强化气凝胶织物含有第二气凝胶和中空纤维;优选地,以所述纤维强化气凝胶织物的总重量为基准,所述第二气凝胶的含量为 $1\text{--}50$ 重量%,所述中空纤维的含量为 $50\text{--}99$ 重量%。

4. 根据权利要求2或3所述的管道,其中,所述第一气凝胶和第二气凝胶相同或不同,并各自独立地为疏水性的气凝胶。

5. 根据权利要求4所述的管道,其中,所述第一气凝胶和第二气凝胶均为二氧化硅多孔材料;优选地,所述二氧化硅多孔材料的粒径为 $5\mu\text{m}\text{--}1000\mu\text{m}$,导热系数为 $12\text{--}40\text{mW/m}\cdot\text{K}$,比表面积为 $300\text{--}800$ 平方米/克,孔直径为 $10\text{--}40\text{nm}$,孔隙率为 $90\%\text{--}98\%$ 。

6. 根据权利要求5所述的管道,其中,所述二氧化硅多孔材料为用表面改性剂改性得到的改性二氧化硅多孔材料,所述表面改性剂为 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷、 γ -(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷、N-(β -氨乙基)- γ -氨丙基三甲氧基硅烷、N- β -(氨乙基)- γ -氨丙基甲基二甲氧基硅烷、乙烯基三甲氧基硅烷、二甲基二氯硅烷、聚乙二醇、十二烷基磺酸钠、十六烷基三甲基溴化铵、山梨醇酐油酸酯、钛酸酯、正硅酸酯、多聚硅烷、硅溶胶、磷酸酯和硬脂酸中的一种或多种。

7. 根据权利要求2所述的管道,其中,所述成膜聚合树脂为环氧树脂、聚酯、酚醛树脂、丙烯酸酯和聚氨酯中的一种或多种。

8. 根据权利要求3所述的管道,其中,所述中空纤维为中空玻璃纤维、中空陶瓷纤维和中空聚合物纤维中一种或多种。

9. 根据权利要求1所述的管道,其中,所述防腐耐磨内衬(1)由防腐耐磨树脂形成,所述防腐耐磨树脂选自超高分子量聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、全氟乙烯-丙烯共聚物和乙烯-三氟氯乙烯共聚物中的一种或多种。

10. 根据权利要求1所述的管道,其中,所述内管(2)和外管(6)的材质相同或不同,并各自独立地为不锈钢和/或碳钢。

11. 根据权利要求1所述的管道,其中,所述隔热层(4)为形成于所述第一绝热层(3)与第二绝热层(5)之间的空腔结构,所述空腔结构内填充有空气和/或惰性气体,或者是真空的。

12. 根据权利要求11所述的管道,其中,所述空腔结构通过设置于第一绝热层(3)与第二绝热层(5)之间的支撑结构使二者分离而形成。

13. 根据权利要求11或12所述的管道,其中,以所述第一绝热层(3)和第二绝热层(5)的总厚度为基准,所述隔热层(4)的厚度为 $500\text{--}3000\%$,优选为 $500\text{--}2500\%$ 。

14. 根据权利要求 1 所述的管道,其中,所述外防腐层(7)由防腐材料形成,所述防腐材料选自环氧树脂、聚氨酯和酚醛树脂中的一种或多种。

15. 根据权利要求 1 所述的管道,其中,所述防腐耐磨内衬(1)的厚度为 1-5mm,所述内管(2)的厚度为 2-8mm,所述第一绝热层(3)的厚度为 0.5-3mm,所述第二绝热层(5)的厚度为 0.5-3mm,所述外管(6)的厚度为 2-8mm,所述外防腐层(7)的厚度为 0.5-2mm。

16. 一种带接箍的管道,其特征在于,所述带接箍的管道包括至少两根权利要求 1-15 中任意一项所述的管道以及至少一个接箍。

17. 根据权利要求 16 所述的带接箍的管道,其中,所述管道的与所述接箍连接的端的外表面上具有外螺纹结构(10),并且所述接箍相应地具有内螺纹结构,使得二者螺纹连接在一起。

18. 根据权利要求 17 所述的带接箍的管道,其中,所述管道的与所述接箍连接的端设置有喇叭口接头(17)。

19. 根据权利要求 18 所述的带接箍的管道,其中,所述喇叭口接头(17)的内侧设置有防腐耐磨涂层(18);优选地,所述防腐耐磨涂层(18)由防腐耐磨树脂形成,所述防腐耐磨树脂选自超高分子量聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、全氟乙烯-丙烯共聚物和乙烯-三氟氯乙烯共聚物中的一种或多种。

20. 根据权利要求 16-19 中任意一项所述的带接箍的管道,其中,所述接箍从内到外依次包括衬管(14)、密封层、接箍内保护层(13')、接箍隔热层(12)和接箍外保护层(13),所述密封层中设置有衬套(15)和密封圈(16)。

21. 根据权利要求 20 所述的带接箍的接箍,其中,所述接箍隔热层(12)包括形成于接箍内保护层(13')与接箍外保护层(13)之间的空腔结构,该空腔结构内填充有气凝胶颗粒、空气和惰性气体中的一种或多种,或者是真空的。

一种管道和带接箍的管道

技术领域

[0001] 本发明涉及一种管道以及一种带接箍的管道。

背景技术

[0002] 在开采地下资源的过程中,如石油和地热资源,管道在整个流体输送过程中起着至关重要的作用。与此同时,随着国家对绿色经济大力提倡和节能减排的大背景下,开采地下资源对管道的使用要求也提出了更高的挑战。其中,最大的两个挑战是保温和防腐。

[0003] 以原油开采为例,我国油田所产原油大多是高含蜡原油。研究表明,长距离管道结蜡的关键影响因素是温度。温度有两方面的作用,一方面由于管壁处的油温低于蜡的初始结晶温度,使油中的蜡分子借助于管内壁所提供的结晶中心结晶析出,形成不流动的结蜡层,并进一步吸附液相中的蜡晶,形成网络结构,把部分液态原油包围在其中;另一方面,由于热油管道横截面上临近管壁处的温度梯度,当温度最低的内壁面处析出临近后,该处溶液中溶解的蜡分子浓度就低于远离内壁面处的溶液。由于温度不同析出的临近数量不同,因此,只要油流中存在温度低于蜡的初始结晶温度的区间,并且其中存在径向温度梯度,油流中就会出现蜡分子的径向浓度梯度。内壁面处的浓度最低,向着管道中心方向,浓度逐渐增高。由于浓度梯度的存在,就会引起蜡分子从管中心向管壁的径向扩散,为管壁继续结蜡创造条件,石蜡晶体析出直接在管道内壁上形成结蜡层。因此,管道保温在管道输送过程中的作用十分重要。

[0004] 此外,原油的高含硫、含酸和含沙量都对管道耐腐蚀性和耐磨性提出了更高的要求。从采油管道腐蚀的角度来看,高含硫、含酸的油气资源会使管道承受特有的腐蚀,比如湿硫化氢腐蚀、硫化氢与盐酸腐蚀、硫化氢加氢氰酸腐蚀、硫化氢加碳酸腐蚀、环烷酸腐蚀、多酸腐蚀等。而且,全面腐蚀或均匀腐蚀的危害也不容小嘘,比如不锈钢材料在表面形成钝化膜后,其腐蚀速率可以小于 0.1mm/a,但是一旦钝化膜在酸性液中呈活性破坏后,其腐蚀速率不会小于 0.5mm/a,甚至将会达到 2mm/a 以上。高含沙量会增加管道壁面的磨损情况,对破坏钢材表面钝化膜有推波助澜的作用。因此,在要求管道具有良好抗腐蚀性性的同时,还需要管道具有较高的耐磨性。

[0005] 同时,利用地热资源的过程中存在的最关键的问题就是提高能量利用率。这时需要所回收地下热能的能值远大于循环系统中消耗能源的能值,地热资源的利用才能算是成功。而增强地下管道的保温性能,无疑能最大限度的降低地热资源的损耗并提高能量利用率。而提高管道的防腐性能可以大幅度延长管道使用寿命,缩短回收成本的时间。

[0006] 现有的隔热油管一般采用双层同心管结构,并将管两端封闭以保证良好的隔热性能。这种隔热油管可以减少注蒸汽热损失,提高可注入深度和注入油层的蒸汽干度,减少原油举升过程中的热损失。CN101644372A 公开了一种真空复合隔热管,该管道是真空复合管结构,包括内管和外管,其特征在于,在内管和外管之间设有至少一层单独的不锈钢的或碳钢的真空隔热层,利用真空隔热层最终实现油管隔热。

[0007] 同心套管结构确实具备非常优异的保温效果,但是技术上也存在较高的要求。首

先,隔热管道内外管间形成的空间虽然可以最大限度的保障保温效果,但是其连接形式往往采用接箍,而接箍通常会与管道接触形成热桥,造成热量流失。第二,在流体输送过程中,隔热管道内管由于受热而形成热应力,尤其采油过程中通入热蒸汽时,内管和外管的温差可达 200℃ 以上,所以需要在管道结构上进行消除或补偿热应力的措施。第三,内外管之间的隔热空间是保障隔热效果的有效保障,但是一旦外管由于安装或者腐蚀等问题造成破损,会使隔热空间的效果严重降低。而且,一旦酸性气体如硫化氢侵入管道也会加速管道的腐蚀。

[0008] 综上所述,目前亟需开发一种能够兼具保温性能、抗腐蚀性能和耐磨性能的采油管道。

发明内容

[0009] 本发明的目的是为了克服现有的采油管道不能兼具保温性能、抗腐蚀性能和耐磨性能的缺陷,而提供一种能够同时兼具优异的保温性能、抗腐蚀性能和耐磨性能的管道以及一种带接箍的管道。

[0010] 本发明提供了一种管道,其中,所述管道从内到外依次包括:防腐耐磨内衬、内管、第一绝热层、隔热层、第二绝热层、外管和外防腐层,且形成所述第一绝热层和第二绝热层的材料相同或不同,并各自独立地为含气凝胶的隔热保温粉末涂料和/或纤维强化气凝胶织物。

[0011] 本发明还提供了一种带接箍的管道,其中,所述带接箍的管道包括至少两根上述管道以及至少一个接箍。

[0012] 本发明提供的管道不仅能够改善隔热效果,而且还能够解决隔热油管本身的结构缺陷。推测其原因,可能是由于:一方面,通常来说,现有的采油管通常包括不锈钢内管和外管。如果以马氏体型不锈钢材料作为内管材料,其热导率一般为 $26\text{mW/m}\cdot\text{K}$,表面温度与内外管空间中接触面温度以及内管物流温度十分接近,在高温状态下容易使空间内气体形成热对流。而本发明提供的管道在内管和外管之间加设有含气凝胶的第一绝热层和第二绝热层,由于气凝胶的热导系数较低,1mm 厚的含气凝胶的结构层能够使接触面表面温度降低 80% 以上,从而大幅度减小了传热温差、消除了热对流现象。另一方面,使用含气凝胶的隔热保温粉末涂料和/或纤维强化气凝胶织物形成第一绝热层和第二绝热层,不需要抽真空处理就具有较好的保温效果,这是由于消除热对流后的静止空气的导热系数约为 $23\text{mW/m}\cdot\text{K}$,可以满足隔热油管的保温需求。此外,由于气凝胶通常具有较高的空隙结构,能够有效吸附硫化氢等有害气体,从而降低对管道的腐蚀性。此外,防腐耐磨内衬和外防腐层的存在不仅能够进一步提高所述管道的保温性能,还能够使所述管道具有较好的抗腐蚀性能和耐磨性能。

[0013] 根据本发明的一种优选实施方式,当所述接箍从内到外依次包括衬管、密封层、接箍内保护层、接箍隔热层和接箍外保护层,所述密封层中设置有衬套和密封圈,即,在现有接箍的接箍内保护层和接箍外保护层之间加设接箍隔热层时,还能够有效避免所述接箍与管道之间热桥的形成,从而进一步减少热量的流失,增强保温效果。

[0014] 本发明的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0015] 附图是用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明,但并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0016] 图 1 为本发明提供的管道的横截面示意图;

[0017] 图 2 为本发明提供的带接箍的管道的轴向剖视图;

[0018] 图 3 为本发明提供的支撑结构的结构示意图;

[0019] 图 4 为本发明提供的喇叭口接头的结构示意图。

[0020] 附图标记说明

[0021] 1-防腐耐磨内衬;2-内管;3-第一绝热层;4-隔热层;5-第二绝热层;6-外管;7-外防腐层;8-支架;81-支撑体;82-卡槽;9-支撑物;10-外螺纹;11-接箍密封环;12-接箍隔热层;13-接箍外保护层;13'-接箍内保护层;14-衬管;15-衬套;16-密封圈;17-喇叭口接头;18-防腐耐磨涂层

具体实施方式

[0022] 以下对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0023] 根据本发明,如图 1 所示,所述管道从内到外依次包括:防腐耐磨内衬 1、内管 2、第一绝热层 3、隔热层 4、第二绝热层 5、外管 6 和外防腐层 7,形成所述第一绝热层 3 和第二绝热层 5 的材料相同或不同,并各自独立地为含气凝胶的隔热保温粉末涂料和/或纤维强化气凝胶织物。

[0024] 根据本发明,所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料可以为现有的各种含有气凝胶且具有较好的保温效果的粉末涂料。所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料的导热系数优选为 $30\text{--}150\text{mW/m}\cdot\text{K}$,更优选为 $50\text{--}150\text{mW/m}\cdot\text{K}$,这样能够使得形成所述隔热保温粉末涂料的原料来源更为广泛并使得包括由所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料形成的第一绝热层 3 和第二绝热层 5 的管道具有较好的保温效果。

[0025] 具体地,所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料优选含有第一气凝胶和成膜聚合树脂。所述第一气凝胶和成膜聚合树脂的用量可以根据实际情况进行合理选择,通常来说,当所述第一气凝胶的含量较高时,能够提高所述管道的绝热性能,但是机械强度较低;而当所述第一气凝胶的含量较低时,能够提高所述管道的机械强度,但是保温性能较差,因此,从各方面的性能综合考虑,以所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料的总重量为基准,所述第一气凝胶的含量优选为 1-50 重量%,更优选为 5-40 重量%;所述成膜聚合树脂的含量优选为 50-99 重量%,更优选为 60-95 重量%。

[0026] 根据本发明,所述第一气凝胶的种类可以为本领域的常规选择,例如,可以为二氧化硅气凝胶、三氧化二铝气凝胶、二氧化锆气凝胶、二氧化钛气凝胶等中的一种或多种。优选地,所述第一气凝胶为疏水性的气凝胶,这样能够使得到的管道具有更为优异的耐腐蚀性能。更优选地,所述第一气凝胶为二氧化硅多孔材料。

[0027] 根据本发明,为了进一步提高所述管道的保温性能,所述二氧化硅多孔材料的粒径优选为 $5\mu\text{m}\text{--}1000\mu\text{m}$,更优选为 $20\mu\text{m}\text{--}100\mu\text{m}$;导热系数优选为 $12\text{--}40\text{mW/m}\cdot\text{K}$,更优选为 $12\text{--}20\text{mW/m}\cdot\text{K}$;比表面积优选为 300-800 平方米/克,更优选为 600-800 平方米/克;孔

直径优选为 10-40nm,更优选为 20-40nm;孔隙率优选为 90%-98%,更优选为 95%-98%。在本发明中,所述比表面积可以采用氮气吸附法进行测定。

[0028] 根据本发明,为了更有利于所述二氧化硅多孔材料在成膜聚合树脂中的分散,优选地,所述二氧化硅多孔材料为用表面改性剂改性得到的改性二氧化硅多孔材料。更优选地,所述表面改性剂为 γ -氨丙基三乙氧基硅烷(硅烷偶联剂 KH550)、 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷、 γ -(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷、N-(β -氨乙基)- γ -氨丙基三甲氧基硅烷、N- β -(氨乙基)- γ -氨丙基甲基二甲氧基硅烷、乙烯基三甲氧基硅烷、二甲基二氯硅烷、聚乙二醇、十二烷基磺酸钠、十六烷基三甲基溴化铵、山梨醇酐油酸酯、钛酸酯、正硅酸酯、多聚硅烷、硅溶胶、磷酸酯和硬脂酸中的一种或多种。以所述改性二氧化硅多孔材料的总重量为基准,其中的表面改性剂的含量可以为 2-5 重量%,优选为 2.5-3.5 重量%。

[0029] 本发明对形成所述改性二氧化硅多孔材料的方法没有特别地限定,例如,可以为将含有表面改性剂的溶液喷洒喷砂二氧化硅多孔材料的表面上,然后混合并干燥。

[0030] 本发明对所述成膜聚合树脂的种类没有特别地限定,可以为现有的各种有利于气凝胶成型并有利于保温性能提高的树脂,例如,所述成膜聚合树脂可以为环氧树脂、聚酯、酚醛树脂、丙烯酸酯和聚氨酯中的一种或多种。从原料易得性的角度出发,所述成膜聚合树脂特别优选为环氧树脂。

[0031] 根据本发明,所述环氧树脂可以选自双酚 A 型环氧树脂、缩水甘油醚类环氧树脂、缩水甘油酯类环氧树脂、缩水甘油胺类环氧树脂、脂肪族类环氧树脂、聚硫橡胶改性环氧树脂、聚酰胺树脂改性环氧树脂、聚乙烯醇叔丁醛改性环氧树脂、丁腈橡胶改性环氧树脂、酚醛树脂改性环氧树脂、聚酯树脂改性环氧树脂、脲醛三聚胺树脂改性环氧树脂、糠醛树脂改性环氧树脂、乙烯树脂改性环氧树脂、异氰酸酯改性环氧树脂和硅树脂改性环氧树脂中的一种或多种。

[0032] 根据本发明,所述聚酯可以为聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丙二醇酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯中的一种或多种。

[0033] 根据本发明,所述酚醛树脂可以选自二甲苯改性酚醛树脂、环氧树脂改性酚醛树脂和有机硅改性酚醛树脂中的一种或多种。

[0034] 此外,上述环氧树脂、聚酯、酚醛树脂、丙烯酸酯和聚氨酯均可以通过商购获得,也可以按照本领域技术人员公知的方法进行制备得到,对此本领域技术人员均能知悉,在此不作赘述。

[0035] 根据本发明,根据实际使用的需要,所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料还可以选择性含有固化剂、流平剂和其他助剂。上述组分的含量可以为本领域的常规选择,例如,以 100 重量份所述成膜聚合树脂为基准,所述固化剂的含量可以 10-25 重量份,所述流平剂的含量可以为 0.1-3 重量份,所述其他助剂的含量可以为 0-2 重量份。

[0036] 具体地,所述固化剂的种类应该根据所用的成膜聚合树脂的种类进行选择。例如,对于环氧树脂而言,所述固化剂可以为胺系固化剂和/或酸酐系固化剂。具体地,所述胺系固化剂可以为乙二胺、三甲基六亚甲基二胺、二乙基三胺、羟甲基乙二胺、羟乙基乙二胺、二羟乙基乙二胺、羟乙基二乙烯三胺、二羟乙基乙二胺、羟乙基二乙烯三胺、二羟乙基二乙烯三胺、羟乙基己二胺、一氰乙基乙二胺、二氰乙基乙二胺、二氰乙基己二胺、二氰二胺、环己

二胺、孟烷二胺、胺乙基呱嗪、异佛尔酮二胺和二氨基环己烷中的一种或多种；所述酸酐可以为甲基四氢邻苯二甲酸酐、甲基六氢苯酐、丁二酸酐和己二酸酐中的一种或多种。对于聚酯和丙烯酸酯而言，所述固化剂可以为现有的各种烯类单体，例如，可以为苯乙烯、乙烯基甲苯、甲基丙烯酸甲酯、氰尿酸三烯丙基酯、邻苯二甲酸二烯丙基酯等中的一种或多种。酚醛树脂包括碱催化酚醛树脂和酸催化酚醛树脂。对于碱催化酚醛树脂而言，通常可以进行热固化而不需要加入固化剂。对于酸催化酚醛树脂而言，所述固化剂可以为多聚甲醛和/或六次甲基四胺。

[0037] 根据本发明，所述流平剂可以为负载在白炭黑上的丙烯酸共聚物、聚甲基丙烯酸甲酯和聚丙烯酸正丁酯中的一种或多种；所述负载在白炭黑上的丙烯酸共聚物的型号可以为 PV88、Modaflow II 或 PLP100。

[0038] 所述其他助剂的种类可以根据使用的环境以及所需要获得的性能而选择，可以为固化促进剂、抗粉末结块剂、粉体流动剂、增电剂、抗静电剂、电荷控制剂和颜料分散助剂的一种或几种，在此不作赘述。

[0039] 根据本发明的一种具体实施方式，所述隔热保温粉末涂料可以按照包括以下步骤的方法制备得到：

[0040] (1) 将含有表面改性剂的溶液喷洒在二氧化硅多孔材料的表面上，然后再混合；(2) 将步骤(1)得到的混合物干燥，形成表面改性的二氧化硅多孔材料且使其含水量小于 0.05wt%；(3) 将表面改性的二氧化硅多孔材料、成膜聚合树脂和固化剂筛分至粒径小于 1.5mm；(4) 将筛分后得到的固化剂、流平剂和其他助剂分散于筛分后得到的成膜聚合树脂中得到成膜聚合树脂组合物；(5) 将筛分后得到的表面改性的二氧化硅多孔材料和所述成膜聚合树脂组合物混炼、挤出、压片和破碎。

[0041] 根据本发明，在步骤(1)中，所述混合可以在离心机混合设备中以一定的转速下混合。其中，为了更有利于物料的均匀混合，本发明的混合过程优选分两步进行。首先在低转速下进行混合，即在转速为 100-1000r/min 的转速下混合 300min，优选在 300-800r/min 的转速下混合 300min；然后再在高转速下进行混合，即在转速为 1000-2500r/min 的高转速下混合 10-120min，优选在 1500-2000r/min 的高转速下混合 60-120min。

[0042] 根据本发明，所述含有表面改性剂的溶液为至少一种表面改性剂和至少一种有机溶剂的混合溶液，且以所述二氧化硅多孔材料的重量为基准，所述表面改性剂的用量可以为 2-5 重量%，优选为 2.5-3.5 重量%。所述表面改性剂与所述有机溶剂的重量比可以为 1-5:100，优选为 1.5-3.5:100。此外，上述隔热保温粉末涂料的制备方法还包括在将含有表面改性剂的溶液喷洒在二氧化硅多孔材料表面上之前，先将所述含有表面改性剂的溶液与酸性物质接触以将其 pH 值调节至 3-6，优选调节至 3.5-5.5。所述酸性物质的种类为本领域技术人员公知，例如，可以为草酸、醋酸、磷酸和对甲苯磺酸中的一种或多种，优选为草酸。此外，所述有机溶剂可以为矿物油、石蜡油、甲醇、乙醇、异丙醇、有机硅油和水的一种或多种，优选为乙醇和甲醇。

[0043] 根据本发明，所述纤维强化气凝胶织物可以为现有的各种含有气凝胶和纤维的材料。所述纤维强化气凝胶织物的导热系数优选为 20-80mW/m·K，更优选为 20-40mW/m·K，这样能够使得包括由所述纤维强化气凝胶织物形成的第一绝热层 3 和第二绝热层 5 的管道具有更好的保温效果。

[0044] 具体地,所述纤维强化气凝胶织物优选含有第二气凝胶和中空纤维。所述第二气凝胶和中空纤维的用量可以根据实际情况进行合理选择,例如,以所述纤维强化气凝胶织物的总重量为基准,所述第二气凝胶的含量可以为 1-50 重量%,优选为 15-50 重量%;所述中空纤维的含量可以为 50-99 重量%,优选为 50-85 重量%。

[0045] 根据本发明,为了从便于描述的角度出发,将所述含气凝胶的隔热保温粉末涂料中含有的气凝胶称为“第一气凝胶”,而将所述纤维强化气凝胶织物中含有的气凝胶称为“第二气凝胶”。所述第二气凝胶的种类可以根据上述第一气凝胶的种类进行合理地选择,在此不作赘述。

[0046] 所述中空纤维的种类可以为本领域的常规选择,可以为现有的各种轴向具有空腔的纤维,例如,可以为中空玻璃纤维、中空陶瓷纤维和中空聚合物纤维中一种或多种。其中,所述中空聚合物纤维中的聚合物可以为聚乙烯、聚丙烯、聚酯(如聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯等)、聚乳酸、聚芳酰胺、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚对苯撑苯并双恶唑、聚醚醚酮和苯酚-甲醛树脂中的一种或多种。

[0047] 本发明对所述中空纤维的外径没有特别地限定,例如,可以为 10-120 微米,优选为 30-80 微米。此外,如上所述,所述中空纤维的轴向具有空腔,即,所述中空纤维的横截面为具有一定壁厚的同心圆环结构。为了使得所述管道和带接箍的管道在具有优异的保温性能、防腐性能、耐磨性能的前提下,还具有较高的力学强度,所述中空纤维的内径与外径的比值优选为 0.3-0.8:1,更优选为 0.4-0.6:1。所述中空纤维可以以单根或多根中空纤维长丝和/或短丝的形式使用,也可以以中空纤维织物(如纺织布、无纺布等)的形式使用。其中,当以单根或多根中空纤维长丝的形式使用时,所述中空纤维的长度可以为 50-400mm;当以单根或多根中空纤维短丝的形式使用时,所述中空纤维的长度可以为 0.5-2mm。此外,所述中空纤维内部可以是真空的,也可以填充有空气和/或惰性气体,如氮气和/或氩气等。在本发明中,所述真空并不是指绝对的真空,而是指绝对压力在 20Pa 以下。

[0048] 根据本发明,所述防腐耐磨内衬 1 可以由现有的各种防腐耐磨树脂形成。优选地,所述防腐耐磨树脂选自超高分子量聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、全氟乙烯-丙烯共聚物和乙烯-三氟氯乙烯共聚物中的一种或多种。其中,所述超高分子量聚乙烯是指指数均分子量在 100 万以上的聚乙烯。

[0049] 根据本发明,所述内管 2 和外管 6 的材质可以相同,也可以不同,并可以各自独立为不锈钢和/或碳钢。

[0050] 根据本发明,所述隔热层 4 可以由现有的各种隔热材料形成的隔热层;也可以为形成于所述第一绝热层 3 与第二绝热层 5 之间的空腔结构,且所述空腔结构内填充有空气和/或惰性气体,或者是真空的;优选为后者,这样能够使得所述第一绝热层 3、隔热层 4 和第二绝热层 5 之间起到更好的配合保温作用。

[0051] 根据本发明,优选地,所述空腔结构通过设置于第一绝热层 3 与第二绝热层 5 之间的支撑结构使二者分离而形成,这样能够更好地避免所述管道内的热应力并防止所述管道中各结构层的变形。

[0052] 具体地,如图 2 和 3 所示,所述支撑结构通常可以包括支架 8 和支撑物 9,所述支架 8 包括支撑体 81 和卡槽 82,所述支撑体 81 固定于内管 2 的壁上且带有上部开口,所述卡槽 82 固定于所述支撑体 81 的上部开口的内侧,所述支撑物 9 通过卡槽 82 固定于支撑体 81 上

且分别与内管 2 和外管 6 接触。

[0053] 所述支撑结构优选为环扇形。此时,所述支撑结构与内管 2 和外管 6 为同心结构,支架 8 的内环半径等于内管 2 的外径,支撑物 9 的外环半径等于外管 6 的内径。所述环扇形的夹角可以为 30° - 75° , 优选为 45° - 60° 。此外,所述支撑结构可以根据实际情况进行设置,例如,可以沿着管道的轴向方向和圆周方向等距设置,同一圆周上的支撑结构的个数通常可以为 3-5 个。

[0054] 本发明对所述隔热层 4 的厚度没有特别地限定,但是以所述第一绝热层 3 和第二绝热层 5 的总厚度为基准,所述隔热层 4 的厚度优选为 500-3000%,更优选为 500-2500%,这样不仅能够增大气体或真空环境的低热导率优势,还能够有效避免热对流的形成,从而使得到的管道具有更好的保温性能。

[0055] 根据本发明,所述外防腐层 7 可以由现有的各种防腐材料形成,例如,所述防腐材料可以选自环氧树脂、聚氨酯和酚醛树脂中的一种或多种。

[0056] 本发明对所述管道中上述各层的厚度没有特别地限定,例如,所述防腐耐磨内衬 1 的厚度可以为 1-5mm,优选为 3-5mm;内管 2 的厚度可以为 2-8mm,优选为 3-6mm;第一绝热层 3 的厚度可以为 0.5-3mm,优选为 0.5-1mm;第二绝热层 5 的厚度可以为 0.5-3mm,优选为 0.5-1mm;外管 6 的厚度可以为 2-8mm,优选为 3-6mm;外防腐层 7 的厚度可以为 0.5-2mm,优选为 0.5-1mm。此外,内管 2 的外径通常为 40-150mm,外管 6 的内径通常为 70-200mm。

[0057] 本发明对所述管道的制备方法没有特别地限定,可以采用现有的各种形成多层管状结构的方法进行,在此不作赘述。

[0058] 本发明提供的带接箍的管道包括至少两根上述管道以及至少一个接箍。其中,图 2 为所述带接箍的管道的轴向剖视图。

[0059] 根据本发明,为了更有利于所述管道和接箍之间的紧密配合,优选地,所述管道的与所述接箍连接的端的外表面上具有外螺纹结构 10,并且所述接箍相应地具有内螺纹结构,使得二者螺纹连接在一起。

[0060] 根据本发明,为了更有利于所述管道和接箍之间的紧密配合,优选地,所述管道的与所述接箍连接的端设置有喇叭口接头 17。更优选地,所述喇叭口接头 17 的内侧设置有防腐耐磨涂层 18,这样能够有效地避免所述管道与接箍结合过程中的磨损。其中,图 4 为图 2 中的喇叭口接头 17 的 A 位置的放大示意图。从图 4 可以看出,在喇叭口接头 17 的内侧,即靠近轴心的一侧设置有防腐耐磨涂层。

[0061] 根据本发明,所述防腐耐磨涂层 18 可以由现有的各种防腐耐磨树脂形成,例如,所述防腐耐磨树脂可以选自超高分子量聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、全氟乙烯-丙烯共聚物和乙烯-三氟氯乙烯共聚物中的一种或多种。其中,所述超高分子量聚乙烯是指指数均分子量在 100 万以上的聚乙烯。

[0062] 根据本发明,所述接箍可以与现有的接箍相同,优选地,所述接箍在现有的接箍结构的接箍内保护层 13' 和接箍外保护层 13 之间加设有接箍隔热层 12。具体结构如图 2 所示,从内到外依次包括衬管 14、密封层、接箍内保护层 13'、接箍隔热层 12 和接箍外保护层 13,所述密封层中设置有衬套 15 和密封圈 16。

[0063] 其中,优选地,所述接箍隔热层 12 包括形成于接箍内保护层 13' 与接箍外保护层 13 之间的空腔结构,该空腔结构内填充有气凝胶颗粒、空气和惰性气体中的一种或多种,或

者是真空的。所述气凝胶颗粒的种类可以为本领域的常规选择,例如,可以为二氧化硅气凝胶、三氧化二铝气凝胶、二氧化锆气凝胶、二氧化钛气凝胶等中的一种或多种,优选为二氧化硅气凝胶。

[0064] 根据本发明,为了更有利于所述带接箍的管道的保温性能的提高,优选地,如图 2 所示,所述接箍隔热层 12 的两端设置有接箍密封环 11。

[0065] 本发明的主要改进之处在于采用了一种新的管道并且优选在现有的接箍结构的接箍内保护层 13' 和接箍外保护层 13 之间加设有接箍隔热层 12,而接箍的其他结构以及具体的连接方式均可以与现有技术相同,在此不作赘述。此外,所述接箍可以采用现有的各种方法进行制备,例如,可以在现有的接箍的基础上进行改进,以在接箍内保护层 13' 和接箍外保护层 13 之间加设有接箍隔热层 12,具体操作为本领域技术人员公知,在此不再赘述。

[0066] 以下将通过实施例对本发明进行详细描述。

[0067] 在以下制备例、实施例和对比例中:

[0068] 粒径通过马尔文公司 Mastersizer 2000E 型激光粒度仪进行测定,导热系数通过天津市建仪试验机有限责任公司的 DRP-4A 型导热系数测定仪进行测定,比表面积和孔隙率通过氮气吸附法进行测定,孔直径通过商购自 Hitachi 公司的型号为 ES-4700 的扫描电子显微镜进行测定。隔热保温粉末涂料和纤维强化气凝胶织物中各物质的含量通过投料比进行计算。

[0069] 以下制备例、实施例和对比例中采用的二氧化硅多孔材料购自卡博特公司,粒径为 5-1000 μm ,导热系数为 12mW/m·K,比表面积为 750 平方米/克,孔径为 20-40nm,孔隙率为 95%。

[0070] 以下实施例和对比例中:

[0071] 管道的结构如图 1 和图 2 所示,从内到外依次包括:防腐耐磨内衬 1、内管 2、第一绝热层 3、隔热层 4、第二绝热层 5、外管 6 和外防腐层 7。内管 2 为 $\Phi 50 \times 5$ (其中, $\Phi 50$ 表示外径为 50mm,厚度为 5mm) 的不锈钢管道,外管 6 为 $\Phi 80 \times 5.5$ (其中, $\Phi 80$ 表示内径为 80mm,厚度为 5.5mm) 的不锈钢管道。隔热层 4 为形成于所述第一绝热层 3 与第二绝热层 5 之间的空腔结构,所述空腔结构内填充有空气和/或惰性气体,或者是真空的。所述空腔结构通过设置于第一绝热层 3 与第二绝热层 5 之间的支撑结构使二者分离而形成,且支撑结构具体如图 3 所示,即,包括支架 8 和支撑物 9,所述支架 8 包括支撑体 81 和卡槽 82,所述支撑体 81 固定于内管 2 的壁上且带有上部开口,所述卡槽 82 固定于所述支撑体 81 的上部开口的内侧,所述支撑物 9 通过卡槽 82 固定于支撑体 81 上且分别与内管 2 和外管 6 接触;所述支撑结构是夹角为 45° 的环扇形,且所述支撑结构沿着管道的轴向方向和圆周方向均等距设置,周向方向的设置间隔为 1 米,同一圆周上的支撑结构为 3 个。所述管道的待与接箍连接的端设置有喇叭口接头 17,且所述喇叭口接头 17 的内侧设置有防腐耐磨涂层 18。所述管道的待与接箍连接的端的外表面上具有外螺纹结构。

[0072] 接箍在现有的接箍结构的接箍内保护层 13' 和接箍外保护层 13 之间加设有接箍隔热层 12,具体如图 2 所示,从内到外依次包括衬管 14、密封层、接箍内保护层 13'、接箍隔热层 12 和接箍外保护层 13,所述密封层中设置有衬套 15 和密封圈 16,所述接箍隔热层 12 的两端设置有接箍密封环 11。所述接箍隔热层 12 包括形成于接箍内保护层 13' 与接箍外保护层 13 之间的空腔结构,该空腔结构内填充有气凝胶颗粒、空气和惰性气体中的一种或

多种,或者是真空的。所述接箍的待与所述管道连接的表面上相应地具有内螺纹结构。所述接箍的待与所述管道连接的端部与管道的喇叭口接头 17 配合。

[0073] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的管道。所述带接箍的管道的保温性能、防腐性能和耐磨性能按如下方法测定。

[0074] (1) 保温性能测试:

[0075] 保温性能采用将温度为 97℃ 的热水从带接箍的管道的一端流入,从另一端流出,通过检测进口水温、出口水温、管道外壁温度以及两个接箍的温度得以反映。进口水温和出口水温采用 RTD 热阻测量,管道外壁温度和接箍的温度采用 FLUKE 红外测温仪测量。所有温度取样,在管道流量稳定半小时后取样测量。测量场地环境温度为 30.3℃。在此过程中的热损失通过 $Q=CG \Delta T$ 计算得到,其中,C 为水的热容值,G 为水的质量流量, ΔT 为进出口水温差。管道的导热系数通过天津市建议试验机有限责任公司的 DRP-4A 型导热系数测定仪测定。

[0076] (2) 防腐性能:

[0077] 防腐性能按照 GB1763-79 中规定的方法进行测定,具体地,将相应实施例形成外防腐层 7 的涂料均匀喷涂在钢片的一个表面上并干燥,以形成厚度为 5mm 的涂层,然后将表面均涂有上述涂层的钢片的 2/3 面积浸入到浓度为 20 重量 % 的硫酸水溶液中,观察 168 小时内涂层是否剥落、起泡、生锈、变色和失光等现象发生。

[0078] (3) 耐磨性能:

[0079] 将相应实施例形成防腐耐磨内衬 1 的涂料均匀喷涂在钢片上并干燥,以形成厚度为 5mm 的涂层,并根据天津市建议试验机有限责任公司的 QHS 型管道涂层划痕深度测量仪表征测定耐磨性能。

[0080] 制备例 1

[0081] 该制备例用于说明本发明提供的隔热保温粉末涂料及其制备方法。

[0082] (1) 将含有表面改性剂的溶液喷洒在二氧化硅多孔材料的表面上:

[0083] 将 5 克 γ -(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷以 3:100 的质量比溶解于无水乙醇中,搅拌至完全溶解,并采用草酸将该溶液的 pH 值调节至 3,得到含有 γ -(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷的乙醇溶液。将 200 克二氧化硅多孔材料加入离心机混合设备中,再将 100 克上述含有 γ -(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷的溶液喷洒在二氧化硅多孔材料的表面上并先在 300r/min 的低转速下混合 300min,然后再在 2000r/min 的高转速下混合 120min。

[0084] (2) 制备干燥的表面改性的二氧化硅多孔材料:

[0085] 将步骤(1)得到的产物置于真空干燥器中干燥,使其含水量小于 0.05wt%,得到表面改性的二氧化硅多孔材料。其中,该表面改性的二氧化硅多孔材料的平均粒径为 40 μ m,导热系数为 12mW/m·K,比表面积为 700 平方米/克,最可几孔径为 10nm,孔隙率为 90%。

[0086] (3) 筛分粒径:

[0087] 将表面改性的二氧化硅多孔材料、环氧树脂(购自中国石化,牌号 EP-E44)和双氰胺固化剂(购自上海众司实业有限公司,牌号 Dyhard 100)筛分至粒径小于 1.5mm。

[0088] (4) 制备成膜聚合树脂组合物:

[0089] 将 150 克上述双氰胺固化剂、30 克型号为 Modaflow II 负载在白炭黑上的丙烯酸

共聚物(购自比利时 UCB 公司)和 5 克固化促进剂(购自上海丽合化工有限公司,牌号 D-8)加入到 600 克上述环氧树脂中并搅拌混合均匀,得到成膜树脂组合物。

[0090] (5) 混炼、挤出、压片和破碎:

[0091] 将 200 克上述表面改性的二氧化硅多孔材料和成膜聚合树脂组合物混合,并将得到的混合物输送至混炼挤出机,控制挤出机加料段温度为 50℃,熔融段温度为 95℃,过渡段温度为 100℃,捏合段温度为 100℃,出料段温度为 95℃。然后将得到的熔融挤出物通过压片辊压制成为厚度为 1.5mm 的薄片,接着再将得到的薄片送入粉碎机中破碎并通过旋风分离器分离后筛分,得到隔热保温粉末涂料 T1。

[0092] 通过物料的加入量计算得知,所述隔热保温粉末涂料 T1 含有 20 重量%的表面改性的二氧化硅多孔材料、61 重量%的环氧树脂、15 重量%的双氰胺固化剂、3 重量%的负载在白炭黑上的丙烯酸共聚物和 0.5 重量%的固化促进剂。采用激光粒度仪表征本实施例制备得到的隔热保温粉末涂料 T1 的粒径为 30 μm-100 μm 之间。采用导热系数测定仪表征本实施例制备得到的隔热保温粉末涂料 T1 的导热系数为 56.2mW/m·K。

[0093] 制备例 2

[0094] 该制备例用于说明本发明提供的隔热保温粉末涂料及其制备方法。

[0095] (1) 将含有表面改性剂的溶液喷洒在二氧化硅多孔材料的表面上

[0096] 将 5 克 N-(β-氨基乙基)-γ-氨基丙基三甲氧基硅烷以 3:100 的质量比溶解于无水乙醇中,搅拌至完全溶解,并采用醋酸将该溶液的 pH 值调节至 6,得到含有 N-(β-氨基乙基)-γ-氨基丙基三甲氧基硅烷的乙醇溶液。将 200 克二氧化硅多孔材料加入离心机混合设备中,再将 100 克上述含有 N-(β-氨基乙基)-γ-氨基丙基三甲氧基硅烷的溶液喷洒在二氧化硅多孔材料的表面上并先在 500r/min 的低转速下混合 300min,然后再在 2500r/min 的高转速下混合 120min。

[0097] (2) 制备干燥的表面改性的二氧化硅多孔材料:

[0098] 将步骤(1)得到的产物置于真空干燥器中干燥,使其含水量小于 0.05wt%,得到表面改性的二氧化硅多孔材料。其中,该表面改性的二氧化硅多孔材料的平均粒径为 500 μm,导热系数为 20mW/m·K,比表面积为 800 平方米/克,最可几孔径为 25nm,孔隙率为 98%。

[0099] (3) 筛分粒径:

[0100] 将表面改性的二氧化硅多孔材料、酚醛树脂(购自河北宇正化工建材有限公司,牌号 2130)和咪唑固化剂(购自无锡绍惠贸易有限责任公司,牌号为 2E4MZ-CN)筛分至粒径小于 1.5mm。

[0101] (4) 制备成膜聚合树脂组合物:

[0102] 将 150 克上述咪唑固化剂、30 克 PV88 流平剂(购自湖北来斯化工新材料有限公司)和 5 克固化促进剂(购自江阴市桐岐泗河废渣化工厂,牌号 DMP-30)加入到 600 克酚醛树脂中并搅拌混合均匀,得到成膜聚合树脂组合物。

[0103] (5) 混炼、挤出、压片和破碎:

[0104] 将 150 克上述表面改性的二氧化硅多孔材料和成膜聚合树脂组合物混合,并将得到的混合物输送至混炼挤出机,控制挤出机加料段温度为 50℃,熔融段温度为 95℃,过渡段温度为 100℃,捏合段温度为 100℃,出料段温度为 95℃。然后将得到的熔融挤出物通过压片辊压制成为厚度为 1.5mm 的薄片,接着再将得到的薄片送入粉碎机中破碎并通过旋风分

分离器分离后筛分,得到隔热保温粉末涂料 T2。

[0105] 通过物料的加入量计算得知,所述隔热保温粉末涂料 T2 含有 16 重量%的表面改性的二氧化硅多孔材料、64 重量%的酚醛树脂、16 重量%的咪唑固化剂、3 重量%的 PV88 流平剂和 0.5 重量%的固化促进剂。采用激光粒度仪表征本实施制备得到的隔热保温粉末涂料 T2 的粒径为 30 μm -100 μm 之间。采用导热系数测定仪表征本实施制备得到的隔热保温粉末涂料 T2 的导热系数为 126.7mW/m·K。

[0106] 制备例 3

[0107] 该制备例用于说明本发明提供的隔热保温粉末涂料及其制备方法。

[0108] (1) 将含有表面改性剂的溶液喷洒在二氧化硅多孔材料的表面上:

[0109] 将 5 克 γ -氨丙基三乙氧基硅烷(硅烷偶联剂 KH550)以 3:100 的质量比溶解于甲醇中,搅拌至完全溶解,并采用对甲苯磺酸将该溶液的 pH 值调节至 5,得到含有 γ -氨丙基三乙氧基硅烷的甲醇溶液。将 200 克二氧化硅多孔材料加入离心机混合设备中,再将 50 克上述含有 γ -氨丙基三乙氧基硅烷的溶液喷洒在二氧化硅多孔材料的表面上并先在 300r/min 的低转速下混合 300min,然后再在 2200r/min 的高转速下混合 120min。

[0110] (2) 制备干燥的表面改性的二氧化硅多孔材料:

[0111] 将步骤(1)得到的产物置于真空干燥器中干燥,使其含水量小于 0.05wt%,得到表面改性的二氧化硅多孔材料。其中,该表面改性的二氧化硅多孔材料的平均粒径为 20 μm ,导热系数为 12mW/m·K,比表面积为 500 平方米/克,最可几孔径为 10nm,孔隙率为 80%。

[0112] (3) 筛分粒径:

[0113] 将表面改性的二氧化硅多孔材料、环氧树脂(购自中国石化,牌号 EP-E44)和 4,4'-二氨基二苯砜筛分至粒径小于 1.5mm。

[0114] (4) 制备成膜聚合树脂组合物:

[0115] 将 200 克上述 4,4'-二氨基二苯砜、30 克 PLP100 流平剂和 5 克固化促进剂(购自东莞市汇洲高分子材料有限公司,牌号 RP-126)加入到 600 克环氧树脂中并搅拌混合均匀,得到成膜聚合树脂组合物。

[0116] (5) 混炼、挤出、压片和破碎:

[0117] 将 100 克上述表面改性的二氧化硅多孔材料和成膜聚合树脂组合物混合,并将得到的混合物输送至混炼挤出机,控制挤出机加料段温度为 50 $^{\circ}\text{C}$,熔融段温度为 95 $^{\circ}\text{C}$,过渡段温度为 100 $^{\circ}\text{C}$,捏合段温度为 100 $^{\circ}\text{C}$,出料段温度为 95 $^{\circ}\text{C}$ 。然后将得到的熔融挤出物通过压片辊压制厚度为 1.5mm 的薄片,接着再将得到的薄片送入粉碎机中破碎并通过旋风分离器分离后筛分,得到隔热保温粉末涂料 T3。

[0118] 通过物料的加入量计算得知,所述隔热保温粉末涂料 T3 含有 11 重量%的表面改性的二氧化硅多孔材料、64 重量%的环氧树脂、16 重量%的 4,4'-二氨基二苯砜、3 重量%的 PLP100 流平剂和 0.5 重量%的固化促进剂。采用激光粒度仪表征本实施制备得到的隔热保温粉末涂料 T3 的粒径为 30 μm -100 μm 之间。采用导热系数测定仪表征本实施制备得到的隔热保温粉末涂料 T3 的导热系数为 147.3mW/m·K。

[0119] 实施例 1

[0120] 该实施例用于说明本发明提供的管道和带接箍的管道。

[0121] 在所述管道中,防腐耐磨内衬 1 由数均分子量为 150 万的超高分子量聚乙烯形成,

第一绝热层 3 和第二绝热层 5 均隔热保温粉末涂料 T1 形成,形成隔热层 4 的空腔结构中填充的为空气,外防腐层 7 由环氧树脂粉末((购自中国石化,牌号 EP-E44,下同))形成,防腐耐磨涂层 18 由数均分子量为 150 万的超高分子量聚乙烯形成。此外,防腐耐磨内衬 1 的厚度为 5mm,内管 2 为 $\Phi 50 \times 5$ 的不锈钢管道,第一绝热层 3 的厚度为 0.55mm,隔热层 4 的厚度为 18.91mm,第二绝热层 5 的厚度为 0.54mm,外管 6 为 $\Phi 80 \times 5.5$ 的不锈钢管道,外防腐层 7 的厚度为 750 微米,防腐耐磨涂层 18 的厚度为 5mm。

[0122] 在所述接箍中,形成所述接箍隔热层 12 的空腔结构中填充的是空气,且空腔隔热层的厚度为 10mm。

[0123] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的管道 G1,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0124] 实施例 2

[0125] 该实施例用于说明本发明提供的管道和带接箍的管道。

[0126] 在所述管道中,防腐耐磨内衬 1 由数均分子量为 150 万的超高分子量聚乙烯形成,第一绝热层 3 和第二绝热层 5 均由隔热保温粉末涂料 T2 形成,形成隔热层 4 的空腔结构中填充的为氮气,外防腐层 7 由聚氨酯(拜耳公司,DP 3059D)形成,防腐耐磨涂层 18 由数均分子量为 150 万的超高分子量聚乙烯形成。此外,防腐耐磨内衬 1 的厚度为 5mm,内管 2 的规格与实施例 1 相同,第一绝热层 3 的厚度为 0.52mm,隔热层 4 的厚度为 18.98mm,第二绝热层 5 的厚度为 0.50mm,外管 6 的规格与实施例 1 相同,外防腐层 7 的厚度为 750 微米,防腐耐磨涂层 18 的厚度为 5mm。

[0127] 在所述接箍中,形成所述接箍隔热层 12 的空腔结构中填充的是氮气,且空腔隔热层的厚度为 10mm。

[0128] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的管道 G2,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0129] 实施例 3

[0130] 该实施例用于说明本发明提供的管道和带接箍的管道。

[0131] 在所述管道中,防腐耐磨内衬 1 由数均分子量为 150 万的超高分子量聚乙烯形成,第一绝热层 3 和第二绝热层 5 均由隔热保温粉末涂料 T3 形成,形成隔热层 4 的空腔结构中填充的为氮气,外防腐层 7 由酚醛树脂(购自新乡市红福防腐材料有限公司,2130 型)形成,防腐耐磨涂层 18 由数均分子量为 150 万的超高分子量聚乙烯形成。此外,防腐耐磨内衬 1 的厚度为 5mm,内管 2 的规格与实施例 1 相同,第一绝热层 3 的厚度为 0.53mm,隔热层 4 的厚度为 18.95mm,第二绝热层 5 的厚度为 0.52mm,外管 6 的规格与实施例 1 相同,外防腐层 7 的厚度为 750 微米,防腐耐磨涂层 18 的厚度为 5mm。

[0132] 在所述接箍中,形成所述接箍隔热层 12 的空腔结构中填充的是氮气,且空腔隔热层的厚度为 10mm。

[0133] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的管道 G3,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0134] 实施例 4

[0135] 该实施例用于说明本发明提供的管道和带接箍的管道。

[0136] 在所述管道中,防腐耐磨内衬 1 由数均分子量为 150 万的超高分子量聚乙烯形成,

第一绝热层 3 和第二绝热层 5 均由纤维强化气凝胶织物(其中,含有 15 重量 % 的多孔二氧化硅材料和 85 重量 % 的中空涤纶纤维无纺布,导热系数为 $40\text{mW}/\text{m}\cdot\text{K}$) 形成,形成隔热层 4 的空腔结构中填充的为氮气,外防腐层 7 由环氧树脂粉末形成,防腐耐磨涂层 18 由数均分子量为 150 万的超高分子量聚乙烯形成。此外,防腐耐磨内衬 1 的厚度为 5mm,内管 2 的规格与实施例 1 相同,第一绝热层 3 的厚度为 1.51mm,隔热层 4 的厚度为 16.99,第二绝热层 5 的厚度为 1.50mm,外管 6 的规格与实施例 1 相同,外防腐层 7 的厚度为 750 微米,防腐耐磨涂层 18 的厚度为 5mm。

[0137] 在所述接箍中,形成所述接箍隔热层 12 的空腔结构中填充的是氮气,且空腔隔热层的厚度为 10mm。

[0138] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的管道 G4,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0139] 实施例 5

[0140] 该实施例用于说明本发明提供的管道和带接箍的管道。

[0141] 该实施例的管道与实施例 4 相同,不同的是,纤维强化气凝胶织物中多孔二氧化硅材料的含量为 30 重量 %,涤纶中空纤维的含量为 70 重量 %,纤维强化气凝胶织物的导热系数为 $30\text{mW}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。

[0142] 该实施例的接箍与实施例 4 的接箍相同。

[0143] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的管道 G5,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0144] 实施例 6

[0145] 该实施例用于说明本发明提供的管道和带接箍的管道。

[0146] 该实施例的管道与实施例 4 相同,不同的是,纤维强化气凝胶织物中多孔二氧化硅材料的含量为 50 重量 %,涤纶中空纤维的含量为 50 重量 %,纤维强化气凝胶织物的导热系数为 $20\text{mW}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。

[0147] 该实施例的接箍与实施例 4 的接箍相同。

[0148] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的管道 G6,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0149] 实施例 7

[0150] 该实施例用于说明本发明提供的管道和带接箍的管道。

[0151] 该实施例的管道与实施例 6 相同,不同的是,形成隔热层 4 的空腔结构为真空的(压力小于 100Pa)。

[0152] 该实施例的接箍与实施例 6 的接箍相同。

[0153] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的管道 G7,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0154] 对比例 1

[0155] 该对比例用于说明参比的管道和带接箍的管道。

[0156] 该对比例中的管道没有第一绝热层 3 和第二绝热层 5,其他层的结构、材质和厚度与实施例 6 相同。

[0157] 该对比例的接箍与实施例 6 的接箍相同。

[0158] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的参比管道 DG1,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0159] 对比例 2

[0160] 该对比例用于说明参比的管道和带接箍的管道。

[0161] 该对比例的接箍与实施例 6 的管道结构相同。

[0162] 该对比例中的接箍没有接箍隔热层 12,其他层的结构、材质和厚度与实施例 6 相同。

[0163] 将 3 根相同规格的管道用 2 个接箍通过螺纹连接以形成一根 3 米长的带接箍的参比管道 DG2,其保温性能、防腐性能和耐磨性能的测试结果如表 1 所示。

[0164]

表 1

编号	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	DG1	DG2
流量/kg/min	2.507	2.505	2.507	2.503	2.509	2.507	2.506	2.506	2.505
进口温度/°C	96.5	96.6	96.5	96.7	96.7	96.5	96.7	96.7	96.6
出口温度/°C	88.2	86.7	85.2	90.3	92	93.8	94.1	82.7	81.2
接箍 1 温度/°C	44.7	47.9	49.1	41.1	38.9	37.3	37.6	51.7	70.1
接箍 2 温度/°C	41.9	45.1	45.4	38.9	37.3	36.4	36.7	47.1	64.9
进口端管道 外壁温度/°C	47.5	51.2	53.3	43.2	40.5	38.2	37.5	56.4	38.5
出口端管道 外壁温度/°C	39.2	41.3	42.0	36.8	35.8	35.5	34.9	42.4	34.1
热损失 Q=CGΔT (W)	1449.63	1727.70	1973.59	1116.0	821.53	471.57	453.92	2444.19	2687.53
管道导热系数 $\lambda = \frac{Q \ln \frac{d_1}{d_0}}{L(T_0 - T_w)}$ (mW/m·K)	68.847	88.56	106.32	48.54	34.02	18.82	17.84	141.14	107.65
防腐性能	漆膜 无异常	漆膜 无异常	漆膜 无异常	漆膜 无异常	漆膜 无异常	漆膜 无异常	漆膜 无异常	漆膜 无异常	漆膜 无异常
耐磨性能	165μm	165μm	165μm	165μm	165μm	165μm	165μm	165μm	165μm

[0165] 从以上结果可以看出,本发明提供的管道和带接箍的管道能够同时兼具优异的保温性能、抗腐蚀性能和耐磨性能。

[0166] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0167] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0168] 此外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

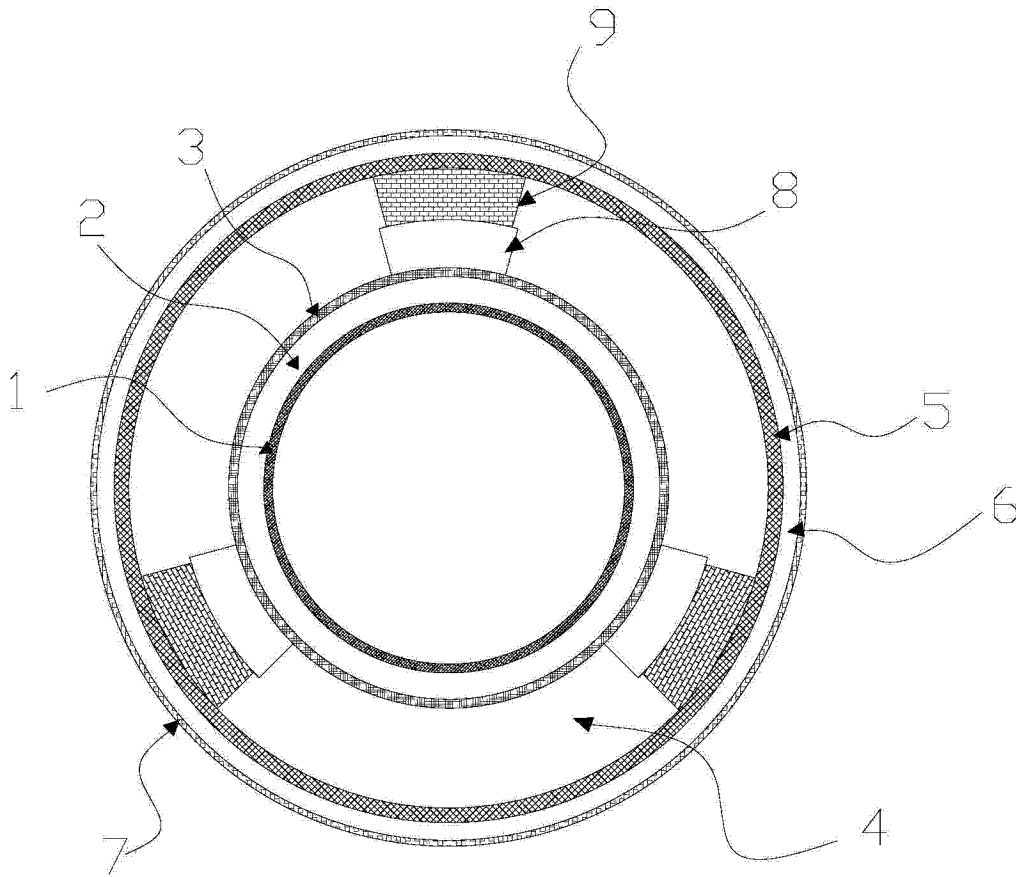


图 1

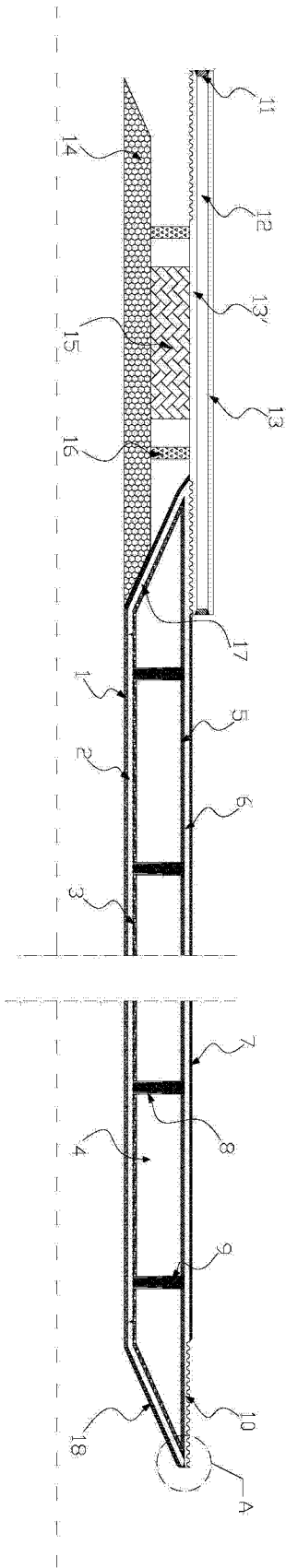


图 2

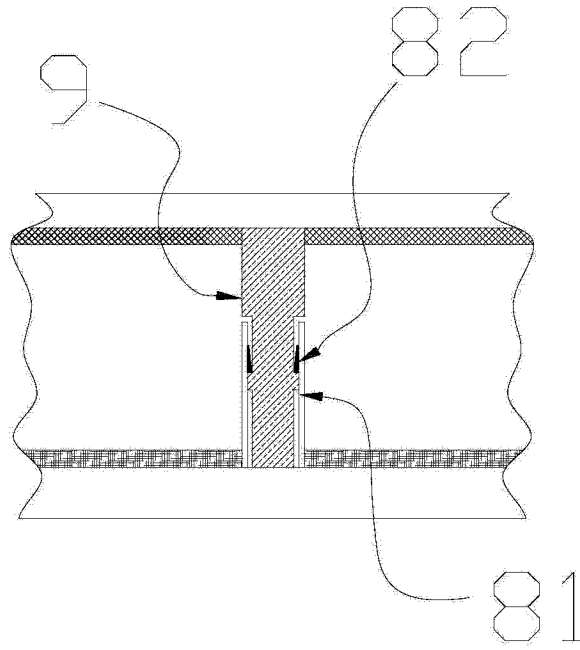


图 3

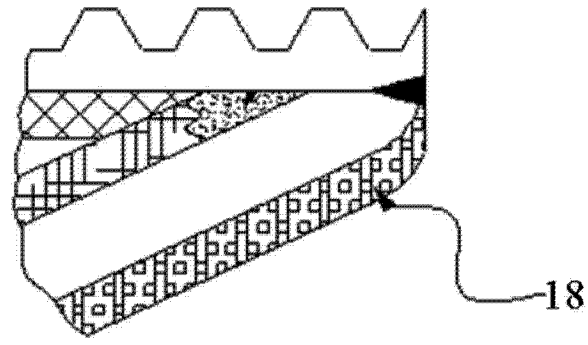


图 4