



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103162013 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 19

(21) 申请号 201310063738. 8

(22) 申请日 2013. 02. 28

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 余建星 翟宇轩 余杨 田里

杨源 梁静 刘源 孙震洲

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 程毓英

(51) Int. Cl.

F16L 1/20(2006. 01)

F16L 1/16(2006. 01)

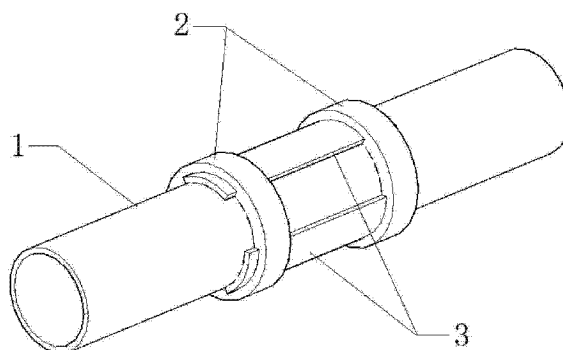
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种阻止海底管道屈曲传播的组合加强式止屈装置

(57) 摘要

本发明属于海底管道铺设技术领域,涉及一种阻止海底管道屈曲传播的组合加强式止屈装置,固定在需要保护的海底管道的外部,包括至少两个弧形长条钢板及至少两个钢环,每个弧形长条钢板的截面为一段圆弧,圆弧的内半径等于海底管道的外半径;所述的钢环的内侧设置有多组弧形凹槽,钢环的内径与海底管道的外径相同,弧形凹槽的个数不小于弧形长条钢板的个数,凹槽的宽度与弧形长条钢板的宽度一致,各个弧形长条钢板沿管道轴向方向均匀分布在海底管道外部,与海底管道相贴合,并嵌在各个钢环的弧形凹槽内。本发明重量较轻,安装简便,同时又有较高效率。



1. 一种阻止海底管道屈曲传播的组合加强式止屈装置, 固定在需要保护的海底管道的外部, 包括至少两个弧形长条钢板及至少两个钢环, 每个弧形长条钢板的截面为一段圆弧, 圆弧的内半径等于海底管道的外半径。所述的钢环的内侧设置有多组弧形凹槽, 钢环的内径与海底管道的外径相同, 弧形凹槽的个数不小于弧形长条钢板的个数, 凹槽的宽度与弧形长条钢板的宽度一致, 各个弧形长条钢板沿管道轴向方向均匀分布在海底管道外部, 与海底管道相贴合, 并嵌在各个钢环的弧形凹槽内。

2. 根据权利要求 1 所述阻止海底管道屈曲传播的组合加强式止屈装置, 其特征在于, 所述的弧形长条钢板和弧形凹槽的个数均为 3 个。

3. 根据权利要求 1 所述阻止海底管道屈曲传播的组合加强式止屈装置, 其特征在于, 所述的钢环为两个, 分别固定在弧形长条钢板的两端。

一种阻止海底管道屈曲传播的组合加强式止屈装置

技术领域

[0001] 本发明属于海底管道铺设技术领域,涉及一种止屈装置。

背景技术

[0002] 海底管道是海洋石油工程中重要的油气输运方式,它的安全运营是确保海上油气生产顺利进行的关键。管道在铺设期间处于空载状态,没有内部压力平衡外部水压,此外管道张紧器会给管道预拉应力,因此管道将被拉伸,导致管道壁厚减小,这些因素都使得管道在外水压作用下很容易发生压溃。而当管道处于在位运行期间,由于受到腐蚀作用或外力如船舶脱锚撞击管道、海床作用力、海水引起的弯矩或其他干扰力作用下,也会发生屈曲压溃。在外界水压作用下,屈曲沿管道轴向传播,最终导致整个管道的破坏。管道发生局部屈曲压溃后,在远小于压溃压力的一定水压作用下,压溃形态将沿管长方向传播,从而造成整条管道的变形破坏,这种现象就是屈曲传播现象。目前,工程上多采用加装止屈器的方法来防止屈曲沿管道长度方向的传播。其工作原理就是允许管道发生局部屈曲,但是屈曲传递并不能跨越屈曲器,这样就为屈曲传播设置了物理障碍,将屈曲变形限制在两个止屈器之间,从而避免了管道的整体破坏。

[0003] 止屈器的基本形式是一个厚壁圆环,当前常用的止屈器根据安装形式的不同,可分为有扣入式、缠绕式和整体式止屈器。扣入式止屈器先旋入到管道指定位置然后直接夹紧,缠绕式止屈器在管道的指定位置进行缠绕,整体式止屈器的内径和管道的内径一样,而壁厚比管道更厚,两者同轴排好之后再连接处焊接。

[0004] 从止屈性能上看,整体式止屈器的止屈效果最好,但由于其厚度长度较大导致重量较重,为安装运输带来不便,且对焊接质量、水密性要求极高,安装复杂,成本较高。扣入式止屈器结构简单,制造方便,但止屈效率较低,易发生螺栓冲剪破坏,不适用于深水管道。将扣入式止屈器与管道在它们的连接处焊接起来,可形成焊接式止屈器,但由于施焊位置仅限于止屈器边缘与管道相接触的地方,施焊面积相对较小,止屈器与管道并不能形成有效的整体,因此对止屈效率提升不大。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种重量较轻,安装简便,同时又有较高效率的止屈装置。本发明的技术方案如下:

[0006] 一种阻止海底管道屈曲传播的组合加强式止屈装置,固定在需要保护的海底管道的外部,包括至少两个弧形长条钢板及至少两个钢环,每个弧形长条钢板的截面为一段圆弧,圆弧的内半径等于海底管道的外半径,所述的钢环的内侧设置有多组弧形凹槽,钢环的内径与海底管道的外径相同,弧形凹槽的个数不小于弧形长条钢板的个数,凹槽的宽度与弧形长条钢板的宽度一致,各个弧形长条钢板沿管道轴向方向均匀分布在海底管道外部,与海底管道相贴合,并嵌在各个钢环的弧形凹槽内。

[0007] 作为优选实施方式,所述阻止海底管道屈曲传播的组合加强式止屈装置,其特征

在于,所述的弧形长条钢板和弧形凹槽的个数均为 3 个;所述的钢环为两个,分别固定在弧形长条钢板的两端。

[0008] 本发明通过将三个弧形钢板瓣体每隔 60° 焊接在管道外壁上,减轻了整个装置的重量,增加了整个装置与管道外壁的焊接面积,同时在外套以止屈钢环,大大提高了管道的环向刚度。由于采用组合部件,制造工艺简单,可批量标准化生产,同时结构简单,便于安装和运输,成本较低;同时弧形钢板与止屈圆环的双层防护又使得整个装置能有效阻断屈曲传播的进行,实现了经济性与安全性的统一,适用于深水海底管道。具体而言,具有以下优点:

[0009] (1) 本装置用三个弧形钢板对管道外壁环向刚度进行不均匀加强,这三个弧形钢板沿管道环向每隔 60° 设置一个,并与管道进行焊接,虽然没有对管道外壁进行 360° 全面加强,但是由于管道变形的对称性,这种设置方式实际对管道沿各个方向的对称压溃变形都起到了干扰与约束作用,因此提高了屈曲传播穿过止屈器需要耗散的能量,对屈曲传播起到了阻止作用。此外,弧形钢板外面再套以止屈圆环,相当于若干扣入式止屈器,进一步约束了管道的环向变形。因此这两层防护结构使得整个止屈装置的止屈效果有很大的提升。

[0010] (2) 本止屈装置所有边界与管道外壁相接触位置均与管道焊接在一起,由于采用三个瓣体结构,使得施焊面积较一般焊接式止屈器大为增加,止屈装置与管道能更大程度地结合为一个整体,从而提高了止屈效果。此外所有焊接位置均露于外侧,不需要复杂的焊接工艺,操作简便。

[0011] (3) 由于采用三个 60° 的弧形钢板,每隔一定间距套一个止屈圆环的结构形式,使得本装置与同尺寸其它形式的止屈器相比,重量更轻,节省了更多钢材,降低了成本。

[0012] (4) 本装置由多个部件组成,每个部件均可实现批量化流水线生产,制作工艺简单。每个部件与现有其它止屈器相比都体积更小、重量更轻,运输十分方便。现场安装工序简便,焊接操作简单,不需要有整体式止屈器那样高的焊接工艺与水密性要求。

[0013] (5) 本装置通过止屈圆环上的凹槽组装为一个整体,弧形钢板与止屈圆环可以很好地铆合在一起,结构稳定性好,全部结构没有用到螺栓等其它形式的连接,不会出现扣入式止屈器螺栓冲剪破坏的情况。

[0014] (6) 可以根据实际工程状况来灵活决定所需生产的弧形钢板的长度以及外侧所套止屈圆环的个数,来调整本止屈装置的长度以及保护强度;或通过沿管道长度方向并列对接若干个弧形钢板,将它们在对接位置处焊接在一起并套上止屈圆环,来达到适时改变本止屈装置长度的目的。

附图说明

[0015] 图 1 是安装在某段管道上的本止屈装置的示意图;

[0016] 图 2 是安装在某段管道上的本止屈装置的正视图;

[0017] 图 3 是图 2 中的 A-A 截面图;

[0018] 图 4 是止屈圆环的横截面图;

[0019] 图 5 是本止屈装置的安装过程示意图。

[0020] 图中标号说明:

[0021] 1 海底管道 ;2 止屈钢环 ;3 弧形钢板 ;4 焊缝 ;5 止屈钢环上凹槽处的圆角。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图,对本发明的具体实施方式作进一步描述:

[0023] 如图 1 所示,本发明包括三瓣紧贴海底管道 1 外壁的弧形长条钢板 3 以及套在外面的若干止屈钢环 2。每一瓣弧形钢板的截面形状为对应圆心角等于 60° 的一段圆弧,此段圆弧的内半径等于所安装管道的外半径以保证此瓣弧形钢板能够合适地紧贴在管道外壁上,如图 3 所示,厚度一般取 $2t \sim 3t$ (t 为管道壁厚),长度可根据工程实际情况适时调整,一般取 $1D \sim 3D$ (D 为管道外径)之间。弧形钢板外面所套的止屈钢环 2 的截面形状为一内侧带三个弧形凹槽的厚壁圆环,如图 4 所示,圆环的内径与管道外径相等,厚度可以取 $4t \sim 6t$,止屈钢环沿轴向的宽度不宜过大,可以取 $0.1D \sim 0.5D$ 。止屈钢环内侧的凹槽深度与相应弧形钢板的厚度相同,凹槽形状也是一个对应圆心角为 60° 的圆弧,这样,弧形钢板便可很好地嵌入此凹槽中,与止屈钢环紧密地铆合在一起,使整个止屈装置成为稳定的结构。此外,止屈钢环内侧的凹槽沿圆周方向每隔 60° 分布一个,这样可使嵌入其中的弧形钢板沿圆周方向每隔 60° 对管道外壁进行不均匀加强,这样做的好处是对管道各个方向的 2 阶模态压溃变形起到干扰与约束作用,诱发管道更高阶模态的屈曲变形,从而提高了屈曲传播穿过止屈器需要耗散的能量,增加了止屈效率。

[0024] 整个止屈装置所能看得到的边缘与管道外壁之间的缝隙均通过手工电弧焊进行填充,如图 2 中的焊缝 4 所示,具体包括每瓣弧形钢板露在外面的边界部分与管道外壁之间的缝隙,以及止屈钢环与管壁相接触部分的边界缝隙。通过将止屈装置与管道焊接为一个整体,可以进一步提高止屈装置对屈曲传播的阻碍作用。

[0025] 各部件的生产加工方法为:

[0026] 止屈钢环可以通过用特定形状的模具整体浇铸而成,尺寸根据实际管道的情况进行设计,材料宜选用比管道材料等级更高的钢材,以保证其的整体刚度,内径要比所安装管道的外径稍大,留出一定的余量以便于安装,同样凹槽的尺寸也要留出插装弧形钢板的余量。在浇铸完成后出厂前,应对止屈钢环内侧凹槽的边缘折角处进行打磨或铰削等处理,形成一定的圆角,如图 4 中 5 所示,以减小该处的应力集中,同时也便于弧形钢板的安装。

[0027] 弧形钢板的钢材宜选用强度等级与海底管道相同或更高的钢材,可以通过用特定模具浇铸而成,也可使用如下方法加工生产:先准备一批内径与所安装海底管道外径相等,厚度与所需弧形钢板厚度相同的厚壁圆管,沿长度方向切割成长度等于所需弧形钢板长度的若干段;对于每一段切割下来的圆管,均对其位于圆周上每隔 60° 的位置处沿轴向进行纵切割,这样每一小段钢管可以得到两组 6 个所需的弧形钢板。这种加工方法操作简单,效率较高,适用于这个部件的批量化生产。

[0028] 本发明同时提供一种上述止屈装置的安装方法,安装过程如图 5 所示:

[0029] (1) 本止屈装置应在铺管阶段分段管道的焊接之前进行安装。选出需要安装本止屈装置的管段,先将两个止屈钢环从管道两段套在其上,调整间距使其距离大约等于弧形钢板的长度,调整角度使它们的凹槽处在同一轴线上。若弧形钢板的长度较长,也可在两个端部的止屈钢环之间再用同样方法设置若干个止屈钢环,以对弧形钢板进行加强约束,具体数量可根据弧形钢板的长度以及管道的作业水深来确定。

[0030] (2) 将三瓣弧形钢板从一端沿止屈钢环的凹槽插入,并穿过每一个止屈钢环相应的凹槽,插入后调整止屈钢环的位置,使其与弧形钢板很好的铆合在一起。

[0031] (3) 在本止屈装置的所有边界与管道之间的缝隙位置进行焊接,确保焊接后止屈装置与管道之间不可相对滑动。

[0032] (4) 本止屈装置为组合焊接式,可根据需要灵活组合。若要求止屈装置的长度较长时,可沿轴向对接布置多组弧形钢板,并在每两个钢板对接位置处设置一个止屈钢环。具体安装时,在布置好止屈钢环并插入多组弧形钢板后,可先将止屈钢环移至一边,将两个钢板在对接位置处焊接在一起后,再将止屈钢环移回连接处焊接固定,使其对焊缝连接处形成保护。

[0033] (5) 在整个管线上每隔一定的长度间距安装本止屈装置,可以有效将屈曲传播阻断于两个止屈器之间。

[0034] 本发明的最佳实施例采用了 3 个弧形长条钢板和 2 个钢环,在实际施工中长条钢板的数量和钢环的数量是可以改变的,但长条钢板的数量和尺寸应当与钢环内侧的凹槽的数量和尺寸相互配合。

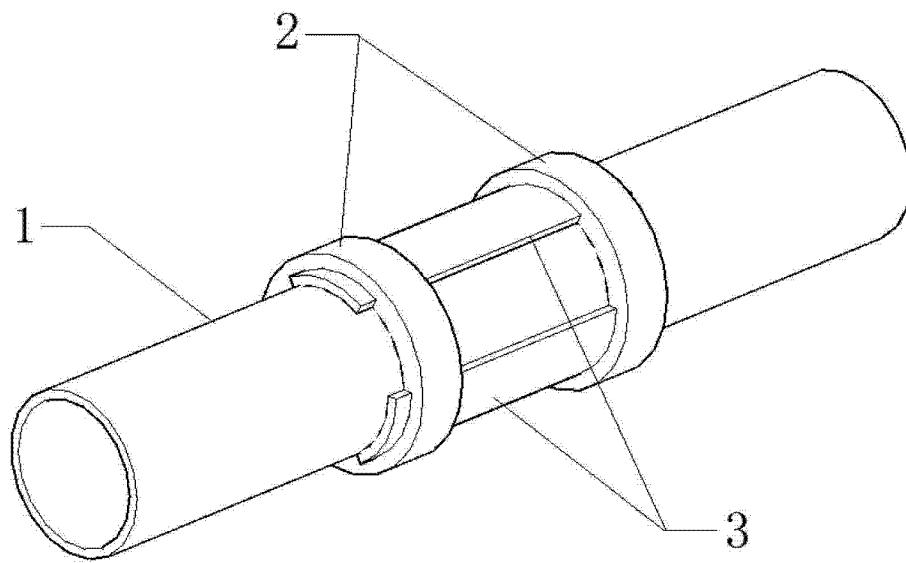


图 1

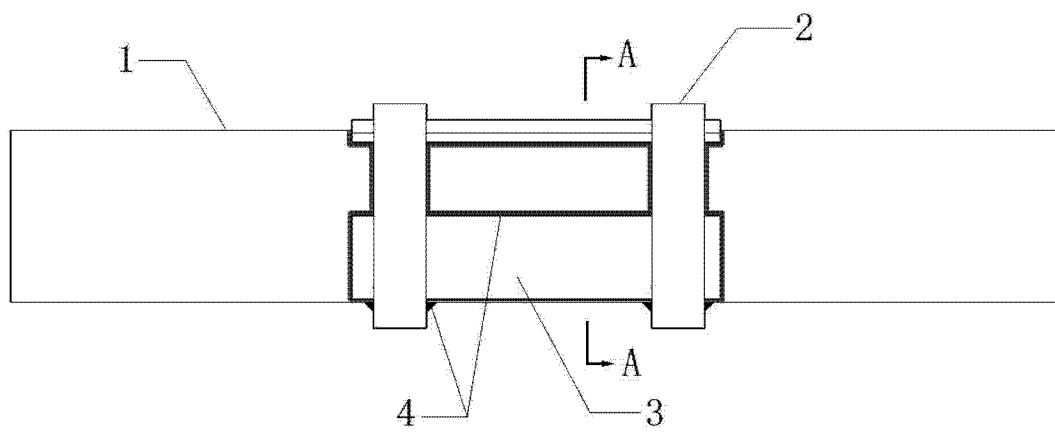


图 2

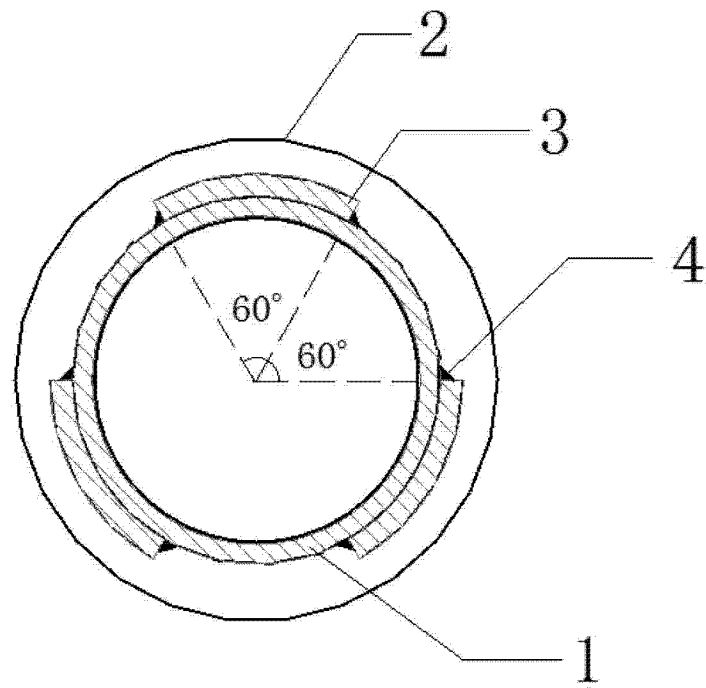


图 3

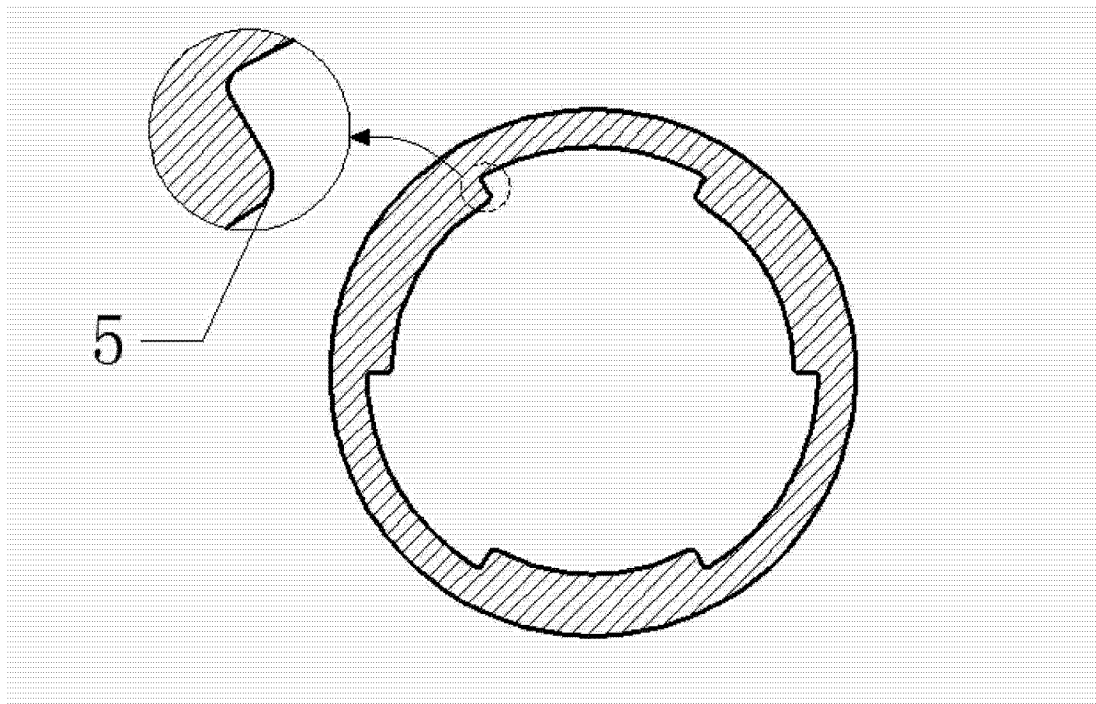


图 4

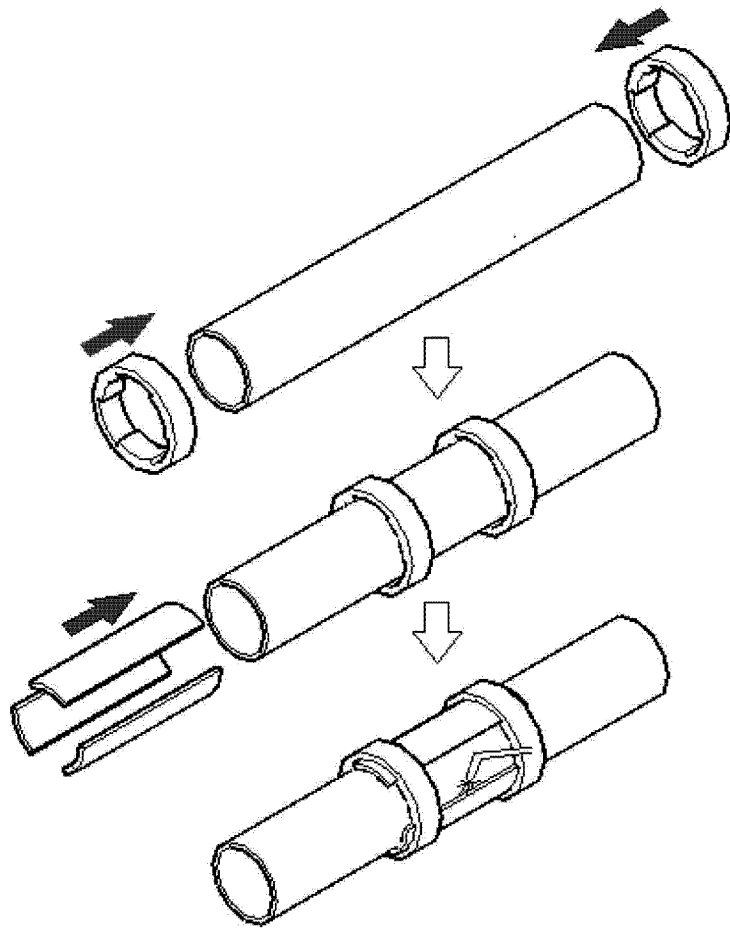


图 5