



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107401655 A

(43)申请公布日 2017. 11. 28

(21)申请号 201610342273.3

(22)申请日 2016.05.20

(71)申请人 中国石油天然气股份有限公司

地址 100007 北京市东城区东直门北大街9
号中国石油大厦

申请人 西安石油大学

(72)发明人 梁爱国 王庆林 蒋华义 王玉龙

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 赵囡囡 吴贵明

(51)Int.Cl.

F16L 55/175(2006.01)

F16L 55/18(2006.01)

F17D 5/06(2006.01)

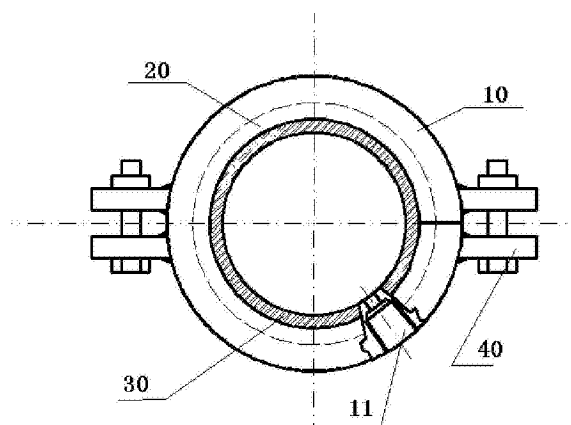
权利要求书2页 说明书21页 附图12页

(54)发明名称

金属管线缺陷识别及免焊接维修方法

(57)摘要

本发明提供了一种金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,其中,该方法包括建立损伤数据表,在损伤数据表中建立损伤工况与安全施工压力之间的函数关系;通过检测装置对管线的损伤工况进行检测,并根据检测装置检测后确定的损伤工况,通过查询损伤数据表以确定管线的安全施工压力;根据确定后的安全施工压力和损伤工况选取相适配的密封卡具;将密封卡具安装在管线的损伤处,并使密封卡具与管线的外壁之间形成空腔;通过注胶装置向空腔内注入密封剂以对管线的损伤处进行密封维修,密封剂在空腔内产生的压力小于安全施工压力。该方法有效地解决了注入的密封剂对管线造成二次损伤以致管线无法修补的问题。



1. 一种金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,其特征在于,包括:

建立损伤数据表,在所述损伤数据表中建立损伤工况与安全施工压力之间的函数关系;

通过检测装置对管线的所述损伤工况进行检测,并根据所述检测装置检测后确定的所述损伤工况,通过查询所述损伤数据表以确定所述管线的所述安全施工压力;

根据确定后的所述安全施工压力和所述损伤工况选取相适配的密封卡具;将所述密封卡具安装在所述管线的损伤处,并使所述密封卡具与所述管线的外壁之间形成空腔;

通过注胶装置向所述空腔内注入密封剂以对所述管线的损伤处进行密封维修,所述密封剂在所述空腔内产生的压力小于所述安全施工压力。

2. 根据权利要求1所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,其特征在于,所述损伤工况包括所述管线的材质类型、所述管线的损伤类型和所述损伤处与所述密封卡具的注胶槽之间的距离;在建立所述损伤数据表时,将所述管线的材质类型、所述管线的损伤类型和所述损伤处与所述密封卡具的注胶槽之间的距离进行拟合以得到所述安全施工压力。

3. 根据权利要求2所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,其特征在于,所述损伤类型包括孔状损伤,所述安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

$$P_{safe} = 157.05519 - 31.10771 * \ln(r + 74.249),$$

其中,

所述安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa,

所述管线的损伤处为孔状结构, r 为所述孔状结构的半径,单位为mm。

4. 根据权利要求2所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,其特征在于,所述损伤类型包括孔状损伤,所述安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

$$P_{safe} = 247.00606 - 52.10033 * \ln(r + 65.39911),$$

其中,

所述安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa,

所述管线的损伤处为孔状结构, r 为所述孔状结构的半径,单位为mm。

5. 根据权利要求2所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,其特征在于,所述损伤类型包括沿所述管线的轴向方向的轴向裂缝损伤,所述安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

$$P_{safe} = 25.55345 - 4.34022 * \ln(r - 2.47777),$$

其中,

所述安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa,

r 为所述管线的损伤处的损伤长度。

6. 根据权利要求2所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,其特征在于,所述损伤类型包括沿所述管线的周向方向的环向裂缝损伤,所述安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

$$P_{safe} = 23.80073 - 3.32896 * \ln(r - 3.54268),$$

其中,

所述安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa,

r 为所述管线的损伤处的损伤长度。

7. 根据权利要求1所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法, 其特征在于, 所述密封剂注入所述空腔时的温度为 T_1 , 其中, $0 < T_1 \leq 800^\circ\text{C}$ 。

8. 根据权利要求1所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法, 其特征在于, 所述密封剂的使用压力为 P_1 , 其中, $P_1 \leq 60\text{MPa}$ 。

9. 根据权利要求1所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法, 其特征在于, 所述密封剂注入所述空腔前的温度为 T_2 , 其中, $90^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 120^\circ\text{C}$ 。

10. 根据权利要求1所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法, 其特征在于, 所述注胶装置朝向所述空腔内推送所述密封剂的压力为 P_2 , 且, $P_3 \leq P_2 \leq 70\%P_4$,

其中,

P_3 为所述管线的额定压力;

P_4 为所述安全施工压力。

11. 根据权利要求1所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法, 其特征在于, 所述检测装置包括超声波探伤仪和超声波测厚仪, 当 $5\text{mm} \leq \delta$ 时, 采用所述超声波探伤仪对所述管线进行检测, 当 $\delta < 5\text{mm}$ 时, 采用所述超声波测厚仪对所述管线进行检测, 其中, 所述 δ 为所述管线的壁厚。

12. 根据权利要求1所述的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法, 其特征在于, 所述密封卡具包括法兰卡具、单槽环形卡具、双槽卡具或方形盒状卡具中的至少一种。

金属管线缺陷识别及免焊接维修方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油田管道破损泄漏维修技术领域,具体而言,涉及一种金属管线缺陷识别及免焊接维修方法。

背景技术

[0002] 现有技术中的管道维修方法往往需要进行停产维修和更换,维修难度大,耗费时间长,且一旦动火,容易引起安全事故。停产检修也会因生产停滞带来额外的经济损失。因此油田日常生产运行过程中油、气管道内壁腐蚀或结垢等导致的管道破损,常采用不动火的注剂式带压密封技术进行维修。该技术采用特制的密封卡具,在泄漏部位上重建一个新的密封结构,迅速地弥补泄漏缺陷,达到阻止介质外泄,实现密封的目的,适用介质温度和压力范围较广,封堵操作较为简便,在国内外得到广泛的推广和应用。

[0003] 注剂式带压密封技术施工应用时,卡具承受的内压是泄漏到密封空腔内的系统压力和完成密封的密封剂挤压力的合力,而管道会承受来自卡具注胶槽内密封剂挤压力及管道本体和系统压力的共同作用。其中,系统压力是以均布载荷作用在管线上,密封挤压力是通过多个注剂孔注入到密封空腔内。每个注剂孔附近承受密封剂流动、填满、压实全过程,每个注剂孔所表现的挤压力是不同的。如果注剂的外部推力过大,或者控制不当,则对管道产生极大的附加应力,导致管道发生形变或破裂,造成不可修复的破坏。此外,在油田日常生产运行过程中,油、气金属管道由于长时间运行及输送高温、高压、腐蚀性强的流体介质,容易引起管道内外壁腐蚀或结垢,进而发生管壁减薄或穿孔的现象,给现场施工带来很多不确定因素。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,以解决现有技术中由于注入密封剂的壓力控制不当造成管线不可修复的问题。

[0005] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,包括:建立损伤数据表,在损伤数据表中建立损伤工况与安全施工压力之间的函数关系;通过检测装置对管线的损伤工况进行检测,并根据检测装置检测后确定的损伤工况,通过查询损伤数据表以确定管线的安全施工压力;根据确定后的安全施工压力和损伤工况选取相适配的密封卡具;将密封卡具安装在管线的损伤处,并使密封卡具与管线的外壁之间形成空腔;通过注胶装置向空腔内注入密封剂以对管线的损伤处进行密封维修,密封剂在空腔内产生的压力小于安全施工压力。

[0006] 进一步地,损伤工况包括管线的材质类型、管线的损伤类型和损伤处与密封卡具的注胶槽之间的距离;在建立损伤数据表时,将管线的材质类型、管线的损伤类型和损伤处与密封卡具的注胶槽之间的距离进行拟合以得到安全施工压力。

[0007] 进一步地,损伤类型包括孔状损伤,安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

[0008] $P_{safe} = 157.05519 - 31.10771 * \ln(r + 74.249)$,

[0009] 其中,安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa,管线的损伤处为孔状结构, r 为孔状结构的半径,单位为mm。

[0010] 进一步地,损伤类型包括孔状损伤,安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

[0011] $P_{safe} = 247.00606 - 52.10033 * \ln(r + 65.39911)$,

[0012] 其中,安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa,管线的损伤处为孔状结构, r 为孔状结构的半径,单位为mm。

[0013] 进一步地,损伤类型包括沿管线的轴向方向的轴向裂缝损伤,安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

[0014] $P_{safe} = 25.55345 - 4.34022 * \ln(r - 2.47777)$,

[0015] 其中,安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa, r 为管线的损伤处的损伤长度。

[0016] 进一步地,损伤类型包括沿管线的周向方向的环向裂缝损伤,安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

[0017] $P_{safe} = 23.80073 - 3.32896 * \ln(r - 3.54268)$,

[0018] 其中,安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa, r 为管线的损伤处的损伤长度。

[0019] 进一步地,密封剂注入空腔时的温度为 T_1 ,其中, $0 < T_1 \leq 800^\circ\text{C}$ 。

[0020] 进一步地,密封剂的使用压力为 P_1 ,其中, $P_1 \leq 60\text{MPa}$ 。

[0021] 进一步地,密封剂注入空腔前的温度为 T_2 ,其中, $90^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 120^\circ\text{C}$ 。

[0022] 进一步地,注胶装置朝向空腔内推送密封剂的压力为 P_2 ,且, $P_3 \leq P_2 \leq 70\% P_4$,其中, P_3 为管线的额定压力; P_4 为安全施工压力。

[0023] 进一步地,检测装置包括超声波探伤仪和超声波测厚仪,当 $5\text{mm} \leq \delta$ 时,采用超声波探伤仪对管线进行检测,当 $\delta < 5\text{mm}$ 时,采用超声波测厚仪对管线进行检测,其中, δ 为管线的壁厚。

[0024] 进一步地,密封卡具包括法兰卡具、单槽环形卡具、双槽卡具或方形盒状卡具中的至少一种。

[0025] 应用本发明的技术方案,金属管线缺陷识别及免焊接维修方法,该方法包括建立损伤数据表,在损伤数据表中建立损伤工况与安全施工压力之间的函数关系。通过检测装置对管线的损伤工况进行检测,并根据检测装置检测后确定的损伤工况,通过查询损伤数据表以确定管线的安全施工压力。根据确定后的安全施工压力和损伤工况选取相适配的密封卡具,将密封卡具安装在管线的损伤处,并使密封卡具与管线的外壁之间形成空腔。通过注胶装置向空腔内注入密封剂以对管线的损伤处进行密封维修,密封剂在空腔内产生的压力小于安全施工压力。该方法有效地解决了因盲目注入密封剂而导致密封剂的压力远远大于损伤管线的安全施工压力,使得注入的密封剂进一步对管线造成二次损伤以致管线无法修补的问题。

附图说明

[0026] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0027] 图1示出了根据本发明的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法的实施例的流程图;

[0028] 图2示出了根据本发明的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法的泄漏现场勘测的实施例的流程图；

[0029] 图3示出了根据本发明的风险评估软件的评价方案的流程图；

[0030] 图4示出了根据本发明的金属管线缺陷识别及免焊接维修方法的流程图；

[0031] 图5示出了根据本发明的第一密封卡具的结构示意图；

[0032] 图6示出了根据本发明的第一密封卡具的另一视角的结构示意图；

[0033] 图7示出了根据本发明的第二密封卡具的结构示意图；

[0034] 图8示出了根据本发明的第二密封卡具的另一视角的结构示意图；

[0035] 图9示出了根据本发明的第三密封卡具的结构示意图；

[0036] 图10示出了根据本发明的第三密封卡具的另一视角的结构示意图；

[0037] 图11示出了根据本发明的第四密封卡具的结构示意图；

[0038] 图12示出了根据本发明采用单槽密封卡具对直管段损伤处密封的实施例一的结构示意图；

[0039] 图13示出了根据本发明采用单槽密封卡具对直管段损伤处密封的实施例二的结构示意图；

[0040] 图14示出了根据本发明采用双槽密封卡具对直管段损伤处密封的实施例一的结构示意图；以及

[0041] 图15示出了根据本发明采用双槽密封卡具对直管段损伤处密封的实施例二的结构示意图。

[0042] 其中,上述附图包括以下附图标记:

[0043] 10、密封卡具;11、注剂孔;12、螺纹孔;20、注胶槽;30、法兰;40、螺栓耳板;50、三通管;60、弯头;70、管线。

具体实施方式

[0044] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0045] 如图1至图4所示,根据本发明的实施例一,提供了一种金属管线缺陷识别及免焊接维修方法。该方法包括建立损伤数据表,在损伤数据表中建立损伤工况与安全施工压力之间的函数关系。通过检测装置对管线的损伤工况进行检测,并根据检测装置检测后确定的损伤工况,通过查询损伤数据表以确定管线的安全施工压力。根据确定后的安全施工压力和损伤工况选取相适配的密封卡具,将密封卡具安装在管线的损伤处,并使密封卡具与管线的外壁之间形成空腔。通过注胶装置向空腔内注入密封剂以对管线的损伤处进行密封维修,密封剂在空腔内产生的压力小于安全施工压力。

[0046] 在本实施例中,该方法有效地解决了因盲目注入密封剂而导致密封剂的压力远远大于损伤管线的安全施工压力,使得注入的密封剂进一步对管线造成二次损伤以致管线无法修补的问题。由于注入的密封剂的压力太小而达不到密封的效果。本技术方案金属管线缺陷识别及免焊接维修方法通过模拟出的安全施工压力能够很好的控制注入密封剂的压力,使得注入的密封剂的密封效果恰到好处,有效的保证了施工的安全性和成功率。

[0047] 进一步地,损伤工况包括管线的材质类型、管线的损伤类型和损伤处与密封卡具

的注胶槽之间的距离。在建立损伤数据表时,将管线的材质类型、管线的损伤类型和损伤处与密封卡具的注胶槽之间的距离进行拟合以得到安全施工压力。该方法能够迅速发现油气管道场站、炼化厂以及长输管线等管线因腐蚀变薄或泄漏等缺陷,对缺陷位置进行准确定位的快速检测识别方法,并提供一套免焊接带压维抢修方法,以克服现有维修技术存在安全隐患、盲目性不足的问题。该方法能更好地满足现场应急需求,保证密封作业的成功率,安全及时地维修事故管线,保证生产安全进行。

[0048] 其中,安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

[0049] $P_{safe}=157.05519-31.10771*\ln(r+74.249)$,

[0050] 安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa,管线的损伤处为孔状结构, r 为孔状结构的半径,单位为mm。若管线的管径 D 与管线的壁厚 δ 的比值为168/5,管线的管道内压 P 即管线运行压力为6.4MPa,损伤类型包括孔状损伤即为圆孔状穿孔时,通过将损伤数据表编织成风险评价软件,通过风险评价软件将相应参数的数据进行损伤模拟以测出在各种工况下的管线的安全施工压力,如下表1所示,示出了通过损伤数据模拟出的安全施工压力与通过安全施工压力公式计算安全施工压力的误差情况。

[0051] 表1

[0052]

圆孔半径/mm	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20
仿真模拟结果P/MPa	21.5	21.5	20	19	19	18	16
公式计算结果P/MPa	22	21	20.1	19.1	18.2	17.3	15.6
误差%	2.3	2.3	0.5	0.5	4.1	3.9	2.5

[0053] 表1示出了在不同圆孔损伤大小下的仿真模拟结果和公式计算结果的误差较小,即两者的计算结构相差甚小,采用该方法有效地提高了安全施工压力计算的准确性。

[0054] 再如表2所示,缺陷形式仍为圆孔,当管径为89mm、壁厚为4mm、运行压力为1.6MPa时,安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

[0055] $P_{safe}=247.00606-52.10033*\ln(r+65.39911)$,

[0056] 仿真模拟结果和公式计算结果如表2所示:

[0057] 表2

[0058]

圆孔半径/mm	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20
仿真模拟结果P/MPa	26	26	26	21	19	18.6	14.5
公式计算结果P/MPa	27.2	25.4	23.5	21.8	20.1	18.4	15.3
误差%	4.6	2.3	9.6	3.8	5.8	1.0	5.5

[0059] 缺陷形式为轴向裂缝,当管径168mm、壁厚5mm、运行压力6.4MPa,管道内压 P 为6.4MPa,安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

[0060] $P_{safe}=25.55345-4.34022*\ln(r-2.47777)$,

[0061] 其中,安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa, r 为管线的损伤处的损伤长度即裂缝的长度。

[0062] 仿真模拟结果和公式计算结果如表3所示:

[0063]

裂缝长度/mm	5	10	15	20	40	60	80
仿真模拟结果P/MPa	21.5	17	15	12	11	7	7
公式计算结果P/MPa	21.5	16.8	14.6	13.1	9.8	8.0	6.7
误差%	0	1.2	2.7	9.2	10.9	14.3	4.3

[0064] 缺陷形式为沿管线的周向方向的环向裂缝损伤,当管径为377mm、壁厚为8mm、运行压力P为1.6MPa安全施工压力 P_{safe} 通过以下公式获得:

[0065] $P_{safe} = 23.80073 - 3.32896 * \ln(r - 3.54268)$,

[0066] 其中,安全施工压力 P_{safe} 的单位为MPa,r为管线的损伤处的损伤长度即裂缝的长度。

[0067] 仿真模拟结果和公式计算结果如表4所示:

[0068] 表4

[0069]

裂缝长度/mm	5	10	15	20	40	60	80
仿真模拟结果P/MPa	22.5	17.9	15.5	15	10.5	10.5	10
公式计算结果P/MPa	22.5	17.6	15.7	14.5	11.8	10.4	9.4
误差%	0	1.7	1.3	3.3	12.4	1.0	6.0

[0070] 金属管线缺陷定位检测方法是指结合现场情况选用合适的设备、技术及人工认定识别的工艺方案,对管线缺陷的位置、形状、大小及类型进行识别、判断,为维抢修方案的制定提供基础数据,有效地避免了维修过程的盲目性。主要检测技术包括无损检测和人工识别两种。检测方案流程图如图2所示,其具体操作步骤如下:

[0071] 步骤1:泄漏现场勘测,了解并勘测现场待检测油气管道的基本情况信息,为制定检测方案做准备。主要包括以下方面:

[0072] 1)历史:待检测管道的历史腐蚀检测情况、修复情况、改线和施工情况等。

[0073] 2)管线布局:三通、法兰和弯管等布局情况。

[0074] 3)管道规格:包括管道直径、壁厚、运行压力、温度等。

[0075] 4)管道防腐层:沥青、煤焦油、环氧粉末、绝缘层等。当管体覆盖绝缘层时,被检测位置还需要进行处理,留出一定的检测空间,通常不小于0.5米。

[0076] 5)管道支撑系统:简单支撑、环向夹钳、焊接支撑等。

[0077] 6)接近被检测位置的难度:检测支架管道时,要用结构坚固稳定的梯子,最好有两名及以上作业人员协助,并有工作人员负责安全监护。检测坑下管道时,要借助梯子,坑下油水较多时,要穿上雨鞋或抗油拒水防护服。检测高温管道时,需要先测量管体温度,温度过高时,需要带特殊的防高温手套。

[0078] 7)周围环境:被检测位置周围存在的危险源情况,周围可能影响作业的设备、仪器仪表、平台、建筑物的具体位置。

[0079] 8)预期的缺陷类型:根据泄漏情况预测管道的缺陷类型,腐蚀裂缝、穿孔、麻点腐蚀、刺漏等。

[0080] 步骤2:确定检测方案,根据勘测掌握的信息,确定检测顺序、检测方法、时间安排、安全防护设施、检测人员和安全责任监督人员等内容,其中:

[0081] 1)检测的顺序要根据现场实际情况而定,要结合考虑管道的正常运行,以不耽误正常生产为前提,结合检测的灵活性和程序简单性。

[0082] 2)埋地管道要根据勘测情况确定是否开挖,还要根据不同的防腐层和不同的输送介质,确定泄漏点周围管道的检测次数和检测位置的选择,地面管道则可直接进行检测。

[0083] 步骤3:仪器设备检查及检测准备,主要包括:

[0084] 1)确定管道壁厚在5mm以上的,使用超声波探伤。壁厚在5mm以下的,使用超声波测厚仪进行测量。在检测前对设备进行连接检查,检查设备完好情况,并对设备进行校准,设置检测范围,标注管道直径和壁厚。选择管段的检测位置,测量管体温度、处理管道表面等。

[0085] 2)对于地面裸露管道或已开挖能看直接看到管线缺陷的,可进行人工识别,测量确定管线泄露缺陷的形状、类型及大小。

[0086] 步骤4:开展检测,主要包括:

[0087] 1)使用便携式超声波探伤仪或超声波测厚仪对管道本体进行检测。首先进行扫查,对待测管段区域进行整体扫查。当发现缺陷反射波后,调节衰减器,以确定缺陷最大反射波波幅所在的区,进而测定缺陷的平面位置和埋藏深度,记录其位置及波幅所在的区。

[0088] 2)对于埋地距离较长的管段,需要选择适当的位置进行开挖检测,剥离该管段的防腐层进行检测;对于超声波信号衰减严重的管道,如结蜡原油、沥青防腐层或腐蚀严重的管段,可以适当缩短初始检测范围,采用密间隔,多点测量方法,搜集较多的检测数据,以便于分析。

[0089] 步骤5:检测结果分析,分析检测数据,诊断管道检测结果。标注法兰、弯管、支管、仪表等管道基本属性。标示埋地位置和防腐层位置,比对分析相同管段不同位置的检测数据和相同位置数据叠加分析,判断缺陷、观测缺陷的环向位置,对缺陷进行严重程度分类。

[0090] 步骤6:复检,对上述结果重新复查一遍或多遍,以保证测试结果的准确性。

[0091] 根据缺陷诊断结果,进行验证和复检。对检测结果分析比对后,对存在可疑缺陷的管段,进行复检和分析,将结果与之前的检测结果对比分析,确定需要开挖的管段位置。确定存在缺陷的管段,标出缺陷位置,观测管壁腐蚀情况,根据缺陷不同位置及情况,可采用其他无损检测手段,如超声波导波、磁粉、涡流等,对缺陷进行精细扫描确定缺陷的位置、性质和尺寸。

[0092] 金属管线缺陷风险评价方案是指通过软件仿真模拟管线不同缺陷形式(圆孔、裂缝、麻点、断裂等)及缺陷大小时管线受力及变形情况,确定不同泄露缺陷对管线破损的影响规律,对管线易泄露破损的原因及缺陷形式进行风险分析,编制风险评价分析软件,为维抢修方案的制定提供依据。

[0093] 所编制的风险评价分析软件可对现场检测到的管线缺陷进行分析,确定其对管线正常运行的影响,为维抢修方案中工具的选择、安全施工压力的大小等提供依据,方便现场使用。评价方案流程图如图3所示,其具体操作步骤如下:

[0094] 步骤1:分析管线破损原因及缺陷形式,包括:

[0095] 1)调研管线规格参数、使用中存在的问题、事故维修时间、地点、原因及维修工艺技术、相关生产、安装、维护标准等。

[0096] 2)根据调研结果分析确定管线易泄露破损的原因及缺陷形式(圆孔、裂缝、麻点、断裂等)。

[0097] 步骤2:管线缺陷的仿真模拟,包括:

[0098] 1)测试管线相关力学参数。

[0099] 2)用ANSYS软件(或其他力学分析软件)建立力学模型,模拟不同缺陷形式及缺陷大小时管线的受力及变形情况。

[0100] 3)结合调研分析结果确定不同泄露缺陷对管线破损的影响规律。

[0101] 步骤3:编制风险评价软件,对管线易泄露、破损点进行风险分析,编制风险评价软件。

[0102] 所述的免焊接带压维抢修方案是针对根据管线缺陷定位检测方案所确定的管道缺陷情况和缺陷风险评价结果而使用相应的带压密封工具进行免焊接带压密封维修,消除安全隐患或泄漏点,确保管线安全正常运行的技术方案。主要包括工具选择方案和安全施工压力确定方案两部分。工具选择方案是指根据管道缺陷的不同及其对管道正常运行影响的不同而加工选用合适的密封卡具和施工工具,有目的性地对管线进行维抢修。安全施工压力确定方案是指通过密封卡具(简称卡具)试验平台对卡具进行出厂检验、密封性能测试以及安全施工压力测试,并结合软件仿真模拟(ANSYS等力学分析软件),确保卡具在施工过程中的稳定性及确定不同缺陷情况下带压密封的安全施工压力,保证维抢修方案的成功率。维抢修方案流程图如图4所示,其具体操作步骤如下:

[0103] 步骤1:密封卡具的选择,根据管道缺陷位置(如法兰、直管段、弯头、三通等)、缺陷形状(如纵向裂缝、轴向裂缝、斜缝、点漏、腐蚀变薄等)、缺陷大小(如裂缝长度、漏点大小、管道内外壁发生腐蚀程度等)的不同及其对管道正常运行影响的不同决定所用密封卡具及施工工具的形式。

[0104] 法兰部位缺陷选用法兰卡具。直管段的点漏、单条裂缝一般选用单槽环形卡具。直管段的多处点漏、多条裂缝、腐蚀变薄等,一般选用双槽管状卡具。三通、弯头处的泄露一般选用方形盒状卡具。如果检测到裂缝过长、漏点过大、管道内外壁发生全面腐蚀致使管壁整体减薄导致管道整体强度过低、卡具注胶压力点处管道强度过低等情况,不能使用密封卡具进行维修,需停产更换管线。

[0105] 步骤2:密封卡具的制作与质量检验,根据管输介质腐蚀性要求和现场勘测实际卡具需求,对所用卡具进行设计加工,并利用密封卡具实验平台对其质量进行检验。卡具结构示意图如图5至15所示,其中,其中,如图5所示,将密封卡具10设置于管线70上以对其进行密封,其中30为法兰,如图6所示,图6示出了将密封卡具10上的螺栓耳板40。图7示出了密封卡具10用于密封三通管50的示意图,图8示出了密封卡具10上注剂孔11的结构示意图,图9示出了密封卡具10对弯头60进行密封的结构示意图,其中,密封卡具10上设置有螺纹孔12,图12至15示出了密封卡具10的注胶槽20对损伤处进行密封的结构示意图。

[0106] 卡具一般为双面弧结构,分为上下盘两部分,卡具弧面内径与管线外径相同,上下盘之间通过带螺栓的夹耳相连,结合处设有两个条形密封槽,注入密封剂后可实现上盘、下盘结合面密封,卡具两侧有两个环形注胶槽,注入密封剂后可实现管线与卡具的密封。单槽环形卡具上、下盘中设计有凹槽,扣合后形成一个环状密封空腔。双槽式管状卡具上、下盘中分别设计有条形注胶槽,扣合后形成彼此相联的四个密封腔,分别是卡具两端的两个环形密封腔,上、下盘接合面的两个长条形密封腔。卡具上、下盘之间接合面间隙小于0.1mm。注剂孔沿密封腔均匀布置,两孔间直线及弧线间距均小于100mm。法兰卡具通常根据法兰形

状及大小进行设计加工,方形盒状卡具根据三通、弯头等泄漏部位的实际情况而定。密封卡具材质根据介质腐蚀性要求,一般选用锅炉压力容器用钢;密封卡具的壁厚根据管线的额定压力确定。

[0107] 对于腐蚀面积较大、点蚀已连成片、裂缝较长等面积较大但在可维修范围内的缺陷,可以在卡具内加内衬保护片进行带压密封,单槽环形卡具均需要使用内衬保护片。其作用主要是防止使用单槽卡具时,密封胶进入管道内与管输介质相接触或密封胶与管壁接触时阻力过大而导致注胶失败所设计的保护衬片。应按照卡具环形凹槽规格尺寸制作内衬片(壁厚一般为6mm),分上下两盘交错搭接,卡在环形凹槽上将其填平,一般根据实际需要可将边缘加工为锯齿形或锐边,其材质根据介质腐蚀性要求,一般为45#钢。卡具制作加工完成后,利用密封卡具实验平台对其进行出厂检验、密封性能测试以及安全施工压力测试,确保卡具在施工过程中的安全性和稳定性。

[0108] 通常情况下应针对油田管道中易发生缺陷及易泄漏点,进行对应卡具储备及检验,以满足现场应急需求。

[0109] 步骤3:安全施工压力的确定,包括:

[0110] 1)使用密封卡具试验平台对密封注剂过程中管道所能承受的最大弹性压力即安全施工压力进行测试,得出不同管线参数及缺陷形式下安全施工压力的测量结果。

[0111] 2)使用软件(ANSYS等力学分析软件)进行仿真模拟,确定不同情况下的安全施工压力。

[0112] 3)对比仿真和实验结果,优化改进仿真模型,得出符合实际情况的力学模型,进而确定计算安全施工压力的经验公式,并编制安全施工压力计算软件。

[0113] 步骤4:免焊接带压带压密封作业,包括:

[0114] 1)选用非固化型密封剂,使用温度为0~800℃,使用压力小于60MPa,注剂作业前加热到90℃~120℃。

[0115] 2)操作前检查确认与密封胶接触管段缺陷情况,并通过软件计算确定现场情况的安全施工压力。

[0116] 3)进行带压密封施工作业,操作时注胶压力控制在管线安全施工压力的70%以下,且不小于管线额定压力。

[0117] 步骤5:施工后处理,施工完成后,用卡瓦式塑料胶套将密封卡具完全包裹,内附一定质量的黄油防腐,对已开挖的管段进行填埋恢复。

[0118] 金属管线缺陷定位检测方案是结合现场实际情况选用合适的设备、技术及人工认定识别的工艺方案,所用到的无损检测方法具有快速、准确等特点,应用到在役油气管道缺陷检测中,以最小的埋地管道开挖和防腐层剥离工作量,最快得到管道缺陷情况,为是否实施管线带压维修及如何保证维修过程中管线运行安全提供检测依据。

[0119] 通过软件仿真模拟管线不同缺陷形式及缺陷大小时管线受力及变形情况,对管线易泄露破损的原因及缺陷形式进行风险分析。编制的风险评价分析软件可对现场检测到的管线缺陷进行分析,确定其对管线正常运行的影响,为维抢修方案中密封卡具及安装位置的选择、安全施工压力的大小等提供依据,便于明确施工参数。

[0120] 免焊接带压维抢修方案是针对根据管线缺陷定位检测方案所确定的管道缺陷情况和缺陷风险评价结果而使用相应的带压密封工具进行免焊接带压密封维修,消除安全隐

患或泄漏点,确保管线正常运行的技术方案。该方案针对现场实际情况设计加工或选择合适的密封工具并进行免焊接维抢修,并在施工前对所用密封工具进行了质量检验,可确保密封工具在施工过程中的稳定性。安全施工压力的确定可使注胶点避开管线破损点,提供安全施工压力值,避免注胶的盲目性,有效地保证了施工的安全性和成功率。

[0121] 该方法能够对金属管线缺陷进行快速准确检测识别并对缺陷点实施免焊接带压维抢修的工艺方法,可安全、有效地完成不同管段、不同缺陷、不同压力等级的管线修复。并且修复后的管线各项技术性能指标不低于原管线设计,满足现场应急需求,对管道破损泄漏维修技术的进一步发展具有重要意义。

[0122] 其中,金属管线缺陷识别及免焊接维修方法中,密封剂注入空腔时的温度为 T_1 ,其中, $0 < T_1 \leq 800^\circ\text{C}$ 。密封剂的使用压力为 P_1 ,其中, $P_1 \leq 60\text{MPa}$ 。密封剂注入空腔前的温度为 T_2 ,其中, $90^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 120^\circ\text{C}$ 。

[0123] 注胶装置朝向空腔内推送密封剂的压力为 P_2 ,且, $P_3 \leq P_2 \leq 70\%P_4$,其中, P_3 为管线的额定压力, P_4 为安全施工压力。

[0124] 根据本发明的第二实施例,以管长约2.8km、运行压力为3.4MPa,外径219mm,壁厚5mm的无缝钢管,以转油站的含水原油管线检测及维修为例,包括:

[0125] 1、对管线缺点定位检测:

[0126] 步骤1:现场勘测,调研该管段基本情况信息,为制定检测方案做准备。主要包括:

[0127] 1)历史:该管线运行18年以上,部分管段腐蚀、结垢现象严重,曾出现数次管破、管漏,累计修复10余次。

[0128] 2)管线布局:三通、法兰和弯管等布局情况。

[0129] 3)管道规格:管道直径为 $\Phi 219\text{mm}$ 、壁厚5mm、运行压力3.4MPa。

[0130] 4)管道防腐层:绝缘层,被检测位置不需要进行处理。

[0131] 5)管道支撑系统:简单支撑。

[0132] 6)接近被检测位置的难度:需佩戴特殊的防高温手套。

[0133] 7)周围环境:被检测位置周围无潜在的危险源。

[0134] 8)预期的缺陷类型:腐蚀裂缝、穿孔、刺漏。

[0135] 步骤2:确定检测方案,根据勘测掌握的信息,确定检测顺序、检测方法、时间安排、安全防护设施、检测人员和安全责任监督人员等内容,包括:

[0136] 1)检测时,根据现场实际情况,以不耽误正常生产为前提。

[0137] 2)剥离绝缘层,泄漏点周围无破漏的,可直接检测。

[0138] 步骤3:仪器设备检查及检测准备,包括:

[0139] 1)该管段壁厚为5mm,使用超声波探伤。发现减薄及问题管段,使用超声波测厚仪进行测量。

[0140] 2)对设备进行连接检查,检查设备完好情况,连接设备,检查电缆完好性,是否充满电等。

[0141] 3)对设备进行校准,设置检测范围,标注管道直径和壁厚。

[0142] 4)选择合适的检测位置,尽量避开具有较大反射特征(如法兰等)或者置于检测盲区内;

[0143] 5)对管体温度进行测量。

[0144] 6)对管道表面进行清理,使管体四周露出足够的空间,便于检查。

[0145] 步骤4:开展检测,包括:

[0146] 1)首先对已发生泄露、渗漏的位置进行人工识别,测量确定泄露的形状、类型及大小。经人工识别发现法兰连接部位有刺漏。

[0147] 2)对其余待测管段位置即探头移动区范围内涂布耦合剂,采用超声波探测器探头进行探测。扫查全部焊缝截面及焊缝两侧,做锯齿型扫查,探头移动速度不大于150mm/s,探头沿焊缝方向的位移每次应有15%的重叠,为了检查横向缺陷,应在焊缝两侧进行平行或斜平行扫查。

[0148] 3)当发现缺陷反射波后,调节衰减器,以确定缺陷最大反射波波幅所在的区,进而测定缺陷的平面位置和埋藏深度,记录其位置及波幅所在的区。

[0149] 4)发现腐蚀减薄等壁厚变薄的缺陷,换用超声波测厚仪进行进一步检测确认,记录其位置。

[0150] 步骤5:检测结果分析,包括:

[0151] 1)标注法兰、弯管、支管、仪表等已知的管道基本属性。

[0152] 2)标示埋地位置和防腐层位置。

[0153] 3)比对分析相同管段不同位置的检测数据和相同位置数据叠加等分析方法,判断缺陷、观测缺陷的轴向及环向位置,对缺陷进行严重程度分类;经分析得知,该管段直管处无泄露情况,法兰连接处有刺漏。

[0154] 步骤6:复检,对检测结果进行复检和分析,将结果与之前的检测结果对比分析。

[0155] 步骤7:得出检测结论。

[0156] 通过本方法对该管段进行了试验检测,发现法兰连接部位有刺漏,其余管段腐蚀情况均相近,无漏检,较为理想。

[0157] 2、对缺陷进行风险分析:

[0158] 通过编制的风险评价软件对该法兰处进行风险分析得知:该处发生刺漏较小,周围管段腐蚀情况均相近,内压不超过22.5MPa即可。

[0159] 3、对该管段缺陷进行免焊接带压维抢修,步骤如下:

[0160] 步骤1:密封卡具的选择,此泄漏点位于法兰处,为小面积刺漏,选用法兰卡具,卡具结构如图5所示。

[0161] 步骤2:密封卡具的制作与质量检验,从卡具储备库选用已制作加工并进行质量检测的法兰卡具,该卡具材质选用锅炉压力容器用钢材,壁厚15mm。注胶孔分布采用8孔式,注胶槽槽深10mm,卡具与管段接合面间隙小于0.5mm。

[0162] 步骤3:确定安全施工压力,使用所编制的安全施工压力计算软件带入各项基本参数计算得知,理论安全施工压力为19.2MPa,注剂过程管道承压不超过22.5MPa,注剂压力不超过35MPa即可。

[0163] 步骤4:免焊接带压密封作业,选用非固化型密封注剂,使用温度为0~800℃,使用压力小于60MPa。检查确认与密封胶接触法兰缺陷情况,密封注剂使用前加热到90℃~120℃,依次沿注胶孔注入,操作时注胶压力控制在30MPa以下,注满后注胶压力上升至35MPa停止注胶,采用螺栓封闭注胶孔。

[0164] 步骤5:施工后处理,施工完成后用卡瓦式塑料胶套将密封卡具包裹,内附一定质

量的黄油防腐。

[0165] 根据本发明的第三实施例,以长度为11500m,运行压力2.2MPa,外径325mm,壁厚5mm的螺旋焊缝钢管,某联合站排污线管线检测及维修为例,包括:

[0166] 1、对管线缺点定位检测,包括以下步骤:

[0167] 步骤1:现场勘测,调研该管段基本情况信息,为制定检测方案做准备。主要包括:

[0168] 1)历史:该管线运行23年左右,部分管段腐蚀、结垢现象严重,曾出现数次管破、管漏,累计修复11次。

[0169] 2)管线布局:三通、法兰和弯管等布局情况。

[0170] 3)管道规格:管道直径为 $\Phi 325\text{mm}$ 、壁厚5mm、运行压力2.2Mpa。

[0171] 4)接近被检测位置的难度:该管段多为埋地管段,且坑下油水较多,需要借助梯子并穿上抗油拒水防护服。

[0172] 5)周围环境:被检测位置周围无潜在的危险源。

[0173] 6)预期的缺陷类型:腐蚀裂缝、穿孔、点蚀。

[0174] 步骤2:确定检测方案,根据勘测掌握的信息,确定检测顺序、检测方法、时间安排、安全防护设施、检测人员和安全责任监督人员等内容。

[0175] 1)检测时,根据现场实际情况,以不耽误正常生产为前提。

[0176] 2)管段埋地部分视情况决定是否开挖;开挖后,剥离防腐层,确定泄漏点周围管道的检测次数和检测位置的选择。

[0177] 3)检测方法:部分地面管段,检测信号比较清晰,每一段检测一次,发现可疑的问题管段,进行重点排查;大部分的埋地管段,根据情况确定每段管道检测次数和检测位置。

[0178] 步骤3:仪器设备检查及检测准备,包括:

[0179] 1)该管段壁厚为5mm,使用超声波探伤;发现减薄及问题管段,使用超声波测厚仪进行测量。

[0180] 2)对设备进行连接检查,检查设备完好情况;连接设备,检查电缆完好性,是否充满电等。

[0181] 3)对设备进行校准,设置检测范围,标注管道直径和壁厚。

[0182] 4)选择合适的检测位置,尽量避开具有较大反射特征(如法兰等)或者置于检测盲区内。

[0183] 5)对管体温度进行测量。

[0184] 6)对管道表面进行清理,使管体四周露出足够的空间,便于检查。

[0185] 步骤4:开展检测,包括:

[0186] 1)首先对已发生泄露、渗漏的位置进行人工识别,测量确定泄露的形状、类型及大小;人工识别发现距入口340km处有一处斜向裂缝。

[0187] 2)对其余待测管段位置即探头移动区范围内涂布耦合剂,采用超声波探测器探头进行探测;扫查全部焊缝截面及焊缝两侧,做锯齿型扫查,探头移动速度不大于150mm/s,探头沿焊缝方向的位移每次应有15%的重叠,为了检查横向缺陷,应在焊缝两侧进行平行或斜平行扫查。

[0188] 3)当发现缺陷反射波后,调节衰减器,以确定缺陷最大反射波波幅所在的区,进而测定缺陷的平面位置和埋藏深度,记录其位置及波幅所在的区。

[0189] 4)发现腐蚀减薄等壁厚变薄的缺陷,换用超声波测厚仪进行进一步检测确认,记录其位置。

[0190] 步骤5:检测结果分析,包括:

[0191] 1)标注法兰、弯管、支管、仪表等已知的管道基本属性。

[0192] 2)标示埋地位置和防腐层位置。

[0193] 3)比对分析相同管段不同位置的检测数据和相同位置数据叠加等分析方法,判断缺陷、观测缺陷的轴向及环向位置,对缺陷进行严重程度分类;经分析得知,该管段有一处腐蚀裂缝,裂缝周围管壁整体减薄,已经发生泄漏。

[0194] 步骤6:复检,对检测结果进行复检和分析,将结果与之前的检测结果对比分析。

[0195] 步骤7:得出检测结论。

[0196] 通过本方法对该管段进行了试验检测,并经开挖、去防腐层等手段进行验证,发现距入口340km处有一长17mm的斜向裂缝,裂缝周围管壁整体减薄,已经发生泄漏;其余管段腐蚀情况均相近,无漏检,较为理想。

[0197] 2、对缺陷进行风险分析,通过编制的风险评价软件对该处管段进行风险分析得知:该处裂缝较小,周围管壁虽有减薄,但对管线承压能力影响较弱;管线承压不超过20.1MPa。

[0198] 3、对该管段缺陷进行免焊接带压维抢修,步骤如下:

[0199] 步骤1:密封卡具的选择,此处腐蚀泄漏点位于直管段,距离法兰、弯头、三通等部位较远,腐蚀形式为斜向裂缝,且长度较小,需选用直管段单槽环形卡具。

[0200] 步骤2:密封卡具的制作与质量检验,从卡具储备库选用已制作加工并进行质量检测的单槽环形卡具,该卡具材质选用锅炉压力容器用钢材,壁厚15mm;卡具为双弧面结构,普通单槽环形卡具,注胶孔分布采用6孔式,注胶槽槽深10mm,卡具与管段接合面间隙小于0.5mm。使用内衬保护卡瓦,其材质根据截至腐蚀性要求,选用45#钢。

[0201] 步骤3:确定安全施工压力,使用所编制的安全施工压力计算软件带入各项基本参数计算得知:理论安全施工压力为19.3MPa;注剂过程管道承压不超过20.1MPa,注剂压力不超过35MPa即可。

[0202] 步骤4:免焊接带压密封作业,选用非固化型密封注剂,使用温度为0~800℃,使用压力小于60MPa。检查确认与密封胶接触管段缺陷情况,密封注剂使用前加热到90℃~120℃,依次沿注胶孔注入,操作时注胶压力控制在30MPa以下,注满后注胶压力上升至35MPa停止注胶,用螺栓封闭注胶孔。

[0203] 步骤5:施工后处理,施工完成后,用卡瓦式塑料胶套将密封卡具完全包裹,内附一定质量的黄油防腐。

[0204] 根据本发明的第四实施例,以管长约20km、运行压力为6.4MPa,外径168mm,壁厚5mm的无缝钢管,原油长输管线检测及维修为例。

[0205] 1、对管线缺点定位检测:包括以下步骤:

[0206] 步骤1:现场勘测,调研该管段基本情况信息,为制定检测方案做准备。主要包括:

[0207] 1)历史:该管线运行10年以上,部分管段腐蚀、结垢现象严重,曾出现数次管破、管漏,造成大面积污染,累计修复21次。

[0208] 2)管线布局:三通、法兰和弯管等布局情况。

- [0209] 3)管道规格:管道直径为 $\Phi 168\text{mm}$ 、壁厚 5mm 、运行压力 6.4Mpa 、进口温度为 35°C 、出口温度为 60°C 。
- [0210] 4)管道防腐层:绝缘层;被检测位置需要进行处理,留出 0.8m 检测空间。
- [0211] 5)管道支撑系统:简单支撑。
- [0212] 6)接近被检测位置的难度:需佩戴特殊的防高温手套。
- [0213] 7)周围环境:被检测位置周围无潜在的危险源。
- [0214] 8)预期的缺陷类型:腐蚀裂缝、穿孔、点蚀。
- [0215] 步骤2:确定检测方案,根据勘测掌握的信息,确定检测顺序、检测方法、时间安排、安全防护设施、检测人员和安全责任监督人员等内容,包括:
- [0216] 1)检测时,根据现场实际情况,以不耽误正常生产为前提。
- [0217] 2)剥离绝缘层,泄漏点周围无破漏,可直接检测。
- [0218] 步骤3:仪器设备检查及检测准备,包括:
- [0219] 1)该管段壁厚为 5mm ,使用超声波探伤;发现减薄及问题管段,使用超声波测厚仪进行测量。
- [0220] 2)对设备进行连接检查,检查设备完好情况;连接设备,检查电缆完好性,是否充满电等。
- [0221] 3)对设备进行校准,设置检测范围,标注管道直径和壁厚。
- [0222] 4)选择合适的检测位置,尽量避开具有较大反射特征(如法兰等)或者置于检测盲区内。
- [0223] 5)对管体温度进行测量。
- [0224] 6)对管道表面进行清理,使管体四周露出足够的空间,便于检查。
- [0225] 步骤4:开展检测,包括:
- [0226] 1)首先对已发生泄露、渗漏的位置进行人工识别,测量确定泄露的形状、类型及大小;人工识别发现距终点 10.7km 处有一处腐蚀穿孔泄漏,其余管段无泄露。
- [0227] 2)对其余待测管段位置即探头移动区范围内涂布耦合剂,采用超声波探测器探头进行探测。扫查全部焊缝截面及焊缝两侧,做锯齿型扫查,探头移动速度不大于 150mm/s ,探头沿焊缝方向的位移每次应有 15% 的重叠,为了检查横向缺陷,应在焊缝两侧进行平行或斜平行扫查。
- [0228] 3)当发现缺陷反射波后,调节衰减器,以确定缺陷最大反射波波幅所在的区,进而测定缺陷的平面位置和埋藏深度,记录其位置及波幅所在的区。
- [0229] 4)发现腐蚀减薄等壁厚变薄的缺陷,换用超声波测厚仪进行进一步检测确认,记录其位置。
- [0230] 步骤5:检测结果分析,包括:
- [0231] 1)标注法兰、弯管、支管、仪表等已知的管道基本属性。
- [0232] 2)标示埋地位置和防腐层位置。
- [0233] 3)比对分析相同管段不同位置的检测数据和相同位置数据叠加等分析方法,判断缺陷、观测缺陷的轴向及环向位置,对缺陷进行严重程度分类;经分析得知,该管段有一处直径 2.5mm 的腐蚀穿孔,其周围有结垢,但无腐蚀减薄情况出现。
- [0234] 步骤6:复检,对检测结果进行复检和分析,将结果与之前的检测结果对比分析。

[0235] 步骤7:得出检测结论,通过本方法对该管段进行了试验检测,并经开挖、去防腐层等手段进行验证,发现距出口10.7km处有一个直径2.5mm的腐蚀穿孔泄漏,其余管段腐蚀情况均相近,无腐蚀减薄,无漏检,较为理想。

[0236] 2、对缺陷进行风险分析,通过编制的风险评价软件对该处管段进行风险分析得知:该处2.5mm的腐蚀穿孔泄露较小,且周围管段腐蚀情况均相近,无腐蚀减薄,管线内压不超过22.8MPa即可。

[0237] 3、对该管段缺陷进行免焊接带压维抢修,步骤如下:

[0238] 步骤1:密封卡具的选择,此处腐蚀泄漏点位于直管段,距离法兰、弯头、三通等部位较远,腐蚀形式为点蚀,且泄漏面积较小,需选用直管段单槽环形卡具。

[0239] 步骤2:密封卡具的制作与质量检验,从卡具储备库选用已制作加工并进行质量检测的单槽环形卡具,该卡具材质选用锅炉压力容器用钢材,壁厚15mm。卡具为双弧面结构,普通单槽环形卡具,注胶孔分布采用6孔式,注胶槽槽深10mm,卡具与管段接合面间隙小于0.5mm。附内衬保护卡瓦。

[0240] 步骤3:确定安全施工压力,使用所编制的安全施工压力计算软件带入各项基本参数计算得知:理论安全施工压力为23.9MPa;注剂过程管道承压不超过22.8MPa,注剂压力不超过35MPa即可。

[0241] 步骤4:免焊接带压密封作业,选用非固化型密封注剂,使用温度为0~800℃,使用压力小于60MPa。检查确认与密封胶接触管段缺陷情况,密封注剂使用前加热到90℃~120℃,依次沿注胶孔注入,操作时注胶压力控制在30MPa以下,注满后注胶压力上升至35MPa停止注胶,用螺栓封闭注胶孔。

[0242] 步骤5:施工后处理,施工完成后用卡瓦式塑料胶套将密封卡具完全包裹,内附黄油防腐。

[0243] 根据本发明的第五实施例,以管长为2784m,运行压力1.8MPa,外径219mm,壁厚7mm的螺旋焊缝钢管,含油污水处理管线检测及维修为例,包括:

[0244] 1、对管线缺点定位检测,包括以下步骤:

[0245] 步骤1:现场勘测,调研该管段基本情况信息,为制定检测方案做准备。主要包括:

[0246] 1)历史:该管线运行5年左右,部分管段腐蚀、结垢现象严重,曾出现数次管破、管漏,累计修复12次。

[0247] 2)管线布局:三通、法兰和弯管等布局情况。

[0248] 3)管道规格:管道直径为 $\Phi 219\text{mm}$ 、壁厚7mm、运行压力1.8Mpa,进站温度为48℃,出站温度为35℃。

[0249] 4)管道防腐层:沥青层;被检测位置需要进行处理,留出0.7米检测空间。

[0250] 5)接近被检测位置的难度:该管段多为埋地管段,且坑下油水较多,需要借助梯子并穿上抗油拒水防护服。

[0251] 6)周围环境:被检测位置周围无潜在的危险源。

[0252] 7)预期的缺陷类型:腐蚀裂缝、穿孔、点蚀。

[0253] 步骤2:确定检测方案,根据勘测掌握的信息确定检测顺序、检测方法、时间安排、安全防护设施、检测人员和安全责任监督人员等内容,主要包括:

[0254] 1)检测时,根据现场实际情况,以不耽误正常生产为前提。

[0255] 2)管段埋地部分视情况决定是否开挖;开挖后,剥离沥青层,确定泄漏点周围管道的检测次数和检测位置的选择。

[0256] 3)检测方法:部分地面管段,检测信号比较清晰,每一段检测一次,发现可疑的问题管段,进行重点排查;大部分的埋地管段,根据情况确定每段管道检测次数和检测位置。

[0257] 步骤3:仪器设备检查及检测准备,包括:

[0258] 1)该管段壁厚为7mm,使用超声波探伤;发现减薄及问题管段,使用超声波测厚仪进行测量。

[0259] 2)对设备进行连接检查,检查设备完好情况;连接设备,检查电缆完好性,是否充满电等。

[0260] 3)对设备进行校准,设置检测范围,标注管道直径和壁厚。

[0261] 4)选择合适的检测位置,尽量避开具有较大反射特征(如法兰等)或者置于检测盲区内。

[0262] 5)对管体温度进行测量。

[0263] 6)对管道表面进行清理,使管体四周露出足够的空间,便于检查。

[0264] 步骤4:开展检测,包括:

[0265] 1)首先对已发生泄露、渗漏的位置进行人工识别,测量确定泄露的形状、类型及大小;人工识别发现该管段一位置处有多个漏点,已发生泄露。

[0266] 2)对其余待测管段位置即探头移动区范围内涂布耦合剂,采用超声波探测器探头进行探测;扫查全部焊缝截面及焊缝两侧,做锯齿型扫查,探头移动速度不大于150mm/s,探头沿焊缝方向的位移每次应有15%的重叠,为了检查横向缺陷,应在焊缝两侧进行平行或斜平行扫查。

[0267] 3)当发现缺陷反射波后,调节衰减器,以确定缺陷最大反射波波幅所在的区,进而测定缺陷的平面位置和埋藏深度,记录其位置及波幅所在的区。

[0268] 4)发现腐蚀减薄等壁厚变薄的缺陷,换用超声波测厚仪进行进一步检测确认,记录其位置。

[0269] 步骤5:检测结果分析,包括:

[0270] 1)标注法兰、弯管、支管、仪表等已知的管道基本属性。

[0271] 2)标示埋地位置和防腐层位置。

[0272] 3)比对分析相同管段不同位置的检测数据和相同位置数据叠加等分析方法,判断缺陷、观测缺陷的轴向及环向位置,对缺陷进行严重程度分类。经分析得知,该管段有一处面积较大的腐蚀穿孔,该部位管壁整体减薄,有两条几乎处于平行状态的11mm长轴向裂缝,距离6mm,裂缝周围有多个直径2mm左右的腐蚀穿孔,已经发生泄漏;缺陷整体大致形成直径18mm的圆形区域。

[0273] 步骤6:复检,对检测结果进行复检和分析,将结果与之前的检测结果对比分析。

[0274] 步骤7:结论,通过本方法对该管段进行了试验检测,并经开挖、去防腐层等手段进行验证,发现距入口1203m处有一处面积较大的腐蚀缺陷,该部位管壁整体减薄,有两条几乎处于平行状态的11mm长轴向裂缝,距离6mm,裂缝周围有多个直径2mm左右的腐蚀穿孔,已经发生泄漏;缺陷整体大致形成直径18mm的圆形区域,其余管段腐蚀情况均相近,无漏检,较为理想。

[0275] 2、对缺陷进行风险分析,通过编制的风险评价软件对该处管段进行风险分析得知:该处管段泄露点较多,且管壁整体减薄,管线承压能力较弱;该处管线承压小于18.5MPa。

[0276] 3、对该管段缺陷进行免焊接带压维抢修,步骤如下:

[0277] 步骤1:密封卡具的选择,此处腐蚀泄漏点位于直管段,距离法兰、弯头、三通等部位较远,腐蚀面积较大,管壁整体减薄,且有裂缝和点蚀,需选用直管段双槽管状卡具。

[0278] 步骤2:密封卡具的制作与质量检验,从卡具储备库选用已制作加工并进行质量检测的双槽式卡具,该卡具材质选用锅炉压力容器用钢材,壁厚15mm;卡具为双弧面结构,普通双槽管状卡具,环形密封腔注胶孔分布采用8孔式,条形密封腔注胶孔分布采用6孔式,注胶槽槽深10mm,宽20mm,卡具与管段接合面间隙小于0.5mm。

[0279] 由于该处腐蚀面积较大、裂缝较长且有多处点蚀,但在可维修范围内的,需要在卡具内加内衬保护卡瓦进行带压密封。按照卡具环形凹槽规格尺寸制作内衬卡瓦,壁厚6mm,外径220mm,分上下两盘交错搭接,卡在环形凹槽上将其填平;内衬保护卡瓦材质根据截至腐蚀性要求,选用45#钢。

[0280] 步骤3:确定安全施工压力,使用所编制的安全施工压力计算软件带入各项基本参数计算得知:理论安全施工压力为16.3MPa;注剂过程管道承压不超过18.5MPa,注剂压力不超过35MPa即可。

[0281] 步骤4:免焊接带压密封作业,选用非固化型密封注剂,使用温度为0~800℃,使用压力小于60MPa;检查确认与密封胶接触管段缺陷情况,密封注剂使用前加热到90℃~120℃,依次沿注胶孔注入,操作时注胶压力控制在30MPa以下,注满后注胶压力上升至35MPa停止注胶,用螺栓封闭注胶孔。

[0282] 步骤5:施工后处理,施工完成后用卡瓦式塑料胶套将密封卡具完全包裹,内附一定质量的黄油防腐。

[0283] 根据本发明的第六实施例,以长度为800m,运行压力1.7MPa,外径377mm,壁厚6mm的无缝钢管,某注输联合站集输管网的一段软水管线检测及维修为例,包括:

[0284] 1、对管线缺点定位检测,包括以下步骤:

[0285] 步骤1:现场勘测,调研该管段基本情况信息,为制定检测方案做准备。主要包括:

[0286] 1)历史:该管线运行4年左右,整体运行情况良好,累计修复1次。

[0287] 2)管线布局:三通、法兰和弯管等布局情况。

[0288] 3)管道规格:管道直径为 $\Phi 377\text{mm}$ 、壁厚6mm、运行压力1.7Mpa。

[0289] 4)接近被检测位置的难度:该管段为地面管段,裸露在外。

[0290] 5)周围环境:被检测位置周围无潜在的危险源。

[0291] 6)预期的缺陷类型:腐蚀裂缝、穿孔、刺漏。

[0292] 步骤2:确定检测方案,根据勘测掌握的信息确定检测顺序、检测方法、时间安排、安全防护设施、检测人员和安全责任监督人员等内容,包括:

[0293] 1)检测时,根据现场实际情况,以不耽误正常生产为前提。

[0294] 2)管段埋地部分视情况决定是否开挖;开挖后,剥离防腐层,确定泄漏点周围管道的检测次数和检测位置的选择。

[0295] 3)检测方法:部分地面管段,检测信号比较清晰,每一段检测一次,发现可疑的问

题管段,进行重点排查。部分埋地管段,根据情况确定每段管道检测次数和检测位置。

[0296] 步骤3:仪器设备检查及检测准备,包括:

[0297] 1)该管段壁厚为6mm,使用超声波探伤;发现减薄及问题管段,使用超声波测厚仪进行测量。

[0298] 2)对设备进行连接检查,检查设备完好情况,连接设备,检查电缆完好性,是否充满电等。

[0299] 3)对设备进行校准,设置检测范围,标注管道直径和壁厚。

[0300] 4)选择合适的检测位置,尽量避开具有较大反射特征(如法兰等)或者置于检测盲区内。

[0301] 5)对管体温度进行测量。

[0302] 6)对管道表面进行清理,使管体四周露出足够的空间,便于检查。

[0303] 步骤4:开展检测,包括:

[0304] 1)首先对已发生泄露、渗漏的位置进行人工识别,测量确定泄露的形状、类型及大小;人工识别发现距终点9m的三通处有刺漏,其余管段无泄露。

[0305] 2)对其余待测管段位置即探头移动区范围内涂布耦合剂,采用超声波探测器探头进行探测。扫查全部焊缝截面及焊缝两侧,做锯齿型扫查,探头移动速度不大于150mm/s,探头沿焊缝方向的位移每次应有15%的重叠,为了检查横向缺陷,应在焊缝两侧进行平行或斜平行扫查。

[0306] 3)当发现缺陷反射波后,调节衰减器,以确定缺陷最大反射波波幅所在的区,进而测定缺陷的平面位置和埋藏深度,记录其位置及波幅所在的区。

[0307] 4)发现腐蚀减薄等壁厚变薄的缺陷,换用超声波测厚仪进行进一步检测确认,记录其位置。

[0308] 步骤5:检测结果分析,包括:

[0309] 1)标注法兰、弯管、支管、仪表等已知的管道基本属性。

[0310] 2)标示埋地位置和防腐层位置。

[0311] 3)比对分析相同管段不同位置的检测数据和相同位置数据叠加等分析方法,判断缺陷、观测缺陷的轴向及环向位置,对缺陷进行严重程度分类。经分析得知,距终点9m的三通处有刺漏,漏点直径约为3mm,其余管段整体情况良好。

[0312] 步骤6:复检,对检测结果进行复检和分析,将结果与之前的检测结果对比分析。

[0313] 步骤7:得出检测结论,通过本方法对该管段进行了试验检测,发现距终点9m的三通处有刺漏,漏点直径约为13mm,已经发生泄漏;其余管段情况良好,无漏检,较为理想。

[0314] 2、对缺陷进行风险分析,通过编制的风险评价软件对该处管段进行风险分析得知:该三通处漏点为3mm,漏点小,对管线承压能力影响较弱;管线承压不超过16.7MPa。

[0315] 3、对该管段缺陷进行免焊接带压维抢修,步骤如下:

[0316] 步骤1:密封卡具的选择,此处泄漏点位于三通处,腐蚀形式为圆孔,直径为13mm,需选用方形盒状卡具。

[0317] 步骤2:密封卡具的制作与质量检验,从卡具储备库选用已制作加工并进行质量检测的方形盒状卡具,该卡具材质选用锅炉压力容器用钢材,壁厚15mm。注胶孔分布采用6孔式,注胶槽槽深10mm,卡具与弯管接合面间隙小于0.5mm。

[0318] 步骤3:确定安全施工压力,使用所编制的安全施工压力计算软件带入各项基本参数计算得知:理论安全施工压力为15.3MPa;注剂过程管道承压不超过16.7MPa,注剂压力不超过35MPa即可。

[0319] 步骤4:免焊接带压密封作业,选用非固化型密封注剂,使用温度为0~800℃,使用压力小于60MPa;检查确认与密封胶接触管段缺陷情况,密封注剂使用前加热到90℃~120℃,依次沿注胶孔注入,操作时注胶压力控制在30MPa以下,注满后注胶压力上升至35MPa停止注胶,用螺栓封闭注胶孔。

[0320] 步骤5:施工后处理,施工完成后用卡瓦式塑料胶套将密封卡具完全包裹,内附黄油防腐。

[0321] 根据本发明的第七实施例,以长度为1467m,运行压力0.4MPa,外径219mm,壁厚5mm的无缝钢管,某井区集油干线检测及维修为例,包括:

[0322] 1、对管线缺点定位检测:

[0323] 步骤1:现场勘测,调研该管段基本情况信息,为制定检测方案做准备。主要包括:

[0324] 1)历史:该管线运行16年左右,曾出现数次内外腐蚀导致的管破、管漏,累计修复8次。

[0325] 2)管线布局:三通、法兰和弯管等布局情况。

[0326] 3)管道规格:管道直径为 $\Phi 219\text{mm}$ 、壁厚5mm、运行压力0.4Mpa。

[0327] 4)接近被检测位置的难度:该管段部分为埋地管段,需要借助梯子并穿上抗油拒水防护服。

[0328] 5)周围环境:被检测位置周围无潜在的危险源。

[0329] 6)预期的缺陷类型:腐蚀裂缝、穿孔、刺漏。

[0330] 步骤2:确定检测方案,根据勘测掌握的信息确定检测顺序、检测方法、时间安排、安全防护设施、检测人员和安全责任监督人员等内容,包括:

[0331] 1)检测时,根据现场实际情况,以不耽误正常生产为前提。

[0332] 2)管段埋地部分视情况决定是否开挖;开挖后,剥离防腐层,确定泄漏点周围管道的检测次数和检测位置的选择。

[0333] 3)检测方法:部分地面管段,检测信号比较清晰,每一段检测一次,发现可疑的问题管段,进行重点排查。部分埋地管段,根据情况确定每段管道检测次数和检测位置。

[0334] 步骤3:仪器设备检查及检测准备,包括:

[0335] 1)该管段壁厚为5mm,使用超声波探伤;发现减薄及问题管段,使用超声波测厚仪进行测量。

[0336] 2)对设备进行连接检查,检查设备完好情况;连接设备,检查电缆完好性,是否充满电等。

[0337] 3)对设备进行校准,设置检测范围,标注管道直径和壁厚。

[0338] 4)选择合适的检测位置,尽量避开具有较大反射特征(如法兰等)或者置于检测盲区内。

[0339] 5)对管体温度进行测量。

[0340] 6)对管道表面进行清理,使管体四周露出足够的空间,便于检查。

[0341] 步骤4:开展检测,包括:

[0342] 1)首先对已发生泄露、渗漏的位置进行人工识别,测量确定泄露的形状、类型及大小;人工识别发现距起点328m的弯头处有刺漏,其余管段无泄露。

[0343] 2)对其余待测管段位置即探头移动区范围内涂布耦合剂,采用超声波探测器探头进行探测。扫查全部焊缝截面及焊缝两侧,做锯齿型扫查,探头移动速度不大于150mm/s,探头沿焊缝方向的位移每次应有15%的重叠,为了检查横向缺陷,应在焊缝两侧进行平行或斜平行扫查。

[0344] 3)当发现缺陷反射波后,调节衰减器,以确定缺陷最大反射波波幅所在的区,进而测定缺陷的平面位置和埋藏深度,记录其位置及波幅所在的区。

[0345] 4)发现腐蚀减薄等壁厚变薄的缺陷,换用超声波测厚仪进行进一步检测确认,记录其位置。

[0346] 步骤5:检测结果分析,包括:

[0347] 1)标注法兰、弯管、支管、仪表等已知的管道基本属性。

[0348] 2)标示埋地位置和防腐层位置。

[0349] 3)比对分析相同管段不同位置的检测数据和相同位置数据叠加等分析方法,判断缺陷、观测缺陷的轴向及环向位置,对缺陷进行严重程度分类;经分析得知,距起点328m的弯头处有刺漏,漏点直径约为4mm,其余管段整体情况良好。

[0350] 步骤6:复检,对检测结果进行复检和分析,将结果与之前的检测结果对比分析。

[0351] 步骤7:得出检测结论,通过本方法对该管段进行了试验检测,并经开挖、去防腐层等手段进行验证,发现距起点328m的弯头处有刺漏,漏点直径约为4mm,已经发生泄漏;其余管段情况良好,无漏检,较为理想。

[0352] 2、对缺陷进行风险分析,通过编制的风险评价软件对该处管段进行风险分析得知:该弯头处漏点为4mm,漏点小,对管线承压能力影响较弱;管线承压不超过21.1MPa。

[0353] 3、对该管段缺陷进行免焊接带压维抢修,步骤如下:

[0354] 步骤1:密封卡具的选择,此处泄漏点位于弯头处,腐蚀形式为圆孔,直径为4mm,需选用方形盒状卡具。

[0355] 步骤2:密封卡具的制作与质量检验,从卡具储备库选用已制作加工并进行质量检测的方形盒状卡具,该卡具材质选用锅炉压力容器用钢材,壁厚15mm。注胶孔分布采用6孔式,注胶槽槽深10mm,卡具与弯管接合面间隙小于0.5mm。

[0356] 步骤3:确定安全施工压力,使用所编制的安全施工压力计算软件带入各项基本参数计算得知:理论安全施工压力为19.8MPa;注剂过程管道承压不超过21.1MPa,注剂压力不超过35MPa即可。

[0357] 步骤4:免焊接带压密封作业,选用非固化型密封注剂,使用温度为0~800℃,使用压力小于60MPa。检查确认与密封胶接触管段缺陷情况,密封注剂使用前加热到90℃~120℃,依次沿注胶孔注入,操作时注胶压力控制在30MPa以下,注满后注胶压力上升至35MPa停止注胶,用螺栓封闭注胶孔。

[0358] 步骤5:施工后处理,施工完成后用卡瓦式塑料胶套将密封卡具完全包裹,内附黄油防腐。

[0359] 根据本发明的第八实施例,以管长为2.4km,运行压力2.5MPa,外径219mm,壁厚7mm的无缝钢管,转油站出油线检测及维修为例,包括:

[0360] 1、对管线缺点定位检测,包括以下步骤:

[0361] 步骤1:现场勘测,调研该管段基本情况信息为制定检测方案做准备。主要包括:

[0362] 1)历史:该管线运行14年左右,管线腐蚀、结垢现象比较的严重,曾多次出现管破、管漏,造成大面积漏油,累计修复32次。

[0363] 2)管线布局:三通、法兰和弯管等布局情况。

[0364] 3)管道规格:管道直径为 $\Phi 219\text{mm}$ 、壁厚7mm、运行压力2.5Mpa,进站温度为40℃,出站温度为58℃。

[0365] 4)管道防腐层:沥青层;被检测位置需要进行处理,留出0.6米的检测空间。

[0366] 5)接近被检测位置的难度:需佩戴特殊的防高温手套。

[0367] 6)周围环境:被检测位置周围无潜在的危险源。

[0368] 7)预期的缺陷类型:腐蚀裂缝、穿孔、点蚀。

[0369] 步骤2:确定检测方案,包括:

[0370] 根据勘测掌握的信息,确定检测顺序、检测方法、时间安排、安全防护设施、检测人员和安全责任监督人员等内容。

[0371] 1)检测时,根据现场实际情况,以不耽误正常生产为前提。

[0372] 2)管段埋地部分视情况决定是否开挖;开挖后,剥离沥青层,确定泄漏点周围管道的检测次数和检测位置的选择。

[0373] 3)检测方法:部分地面管段,检测信号比较清晰,每一段检测一次,发现可疑的问题管段,进行重点排查。大部分的埋地管段,根据情况确定每段管道检测次数和检测位置。

[0374] 步骤3:仪器设备检查及检测准备,包括:

[0375] 1)该管段壁厚为7mm,使用超声波探伤;发现减薄及问题管段,使用超声波测厚仪进行测量。

[0376] 2)对设备进行连接检查,检查设备完好情况;连接设备,检查电缆完好性,是否充满电等。

[0377] 3)对设备进行校准,设置检测范围,标注管道直径和壁厚。

[0378] 4)选择合适的检测位置,尽量避开具有较大反射特征(如法兰等)或者置于检测盲区内。

[0379] 5)对管体温度进行测量。

[0380] 6)对管道表面进行清理,使管体四周露出足够的空间,便于检查。

[0381] 步骤4:开展检测,包括:

[0382] 1)首先对已发生泄露、渗漏的位置进行人工识别,测量确定泄露的形状、类型及大小;人工识别发现距终点721m处有一处大面积漏油,其余管段无泄露。

[0383] 2)对其余待测管段位置即探头移动区范围内涂布耦合剂,采用超声波探测器探头进行探测;扫查全部焊缝截面及焊缝两侧,做锯齿型扫查,探头移动速度不大于150mm/s,探头沿焊缝方向的位移每次应有15%的重叠,为了检查横向缺陷,应在焊缝两侧进行平行或斜平行扫查。

[0384] 3)当发现缺陷反射波后,调节衰减器,以确定缺陷最大反射波波幅所在的区,进而测定缺陷的平面位置和埋藏深度,记录其位置及波幅所在的区。

[0385] 4)发现腐蚀减薄等壁厚变薄的缺陷,换用超声波测厚仪进行进一步检测确认,记

录其位置。

[0386] 步骤5:检测结果分析,包括:

[0387] 1)标注法兰、弯管、支管、仪表等已知的管道基本属性。

[0388] 2)标示埋地位置和防腐层位置。

[0389] 3)比对分析相同管段不同位置的检测数据和相同位置数据叠加等分析方法,判断缺陷、观测缺陷的轴向及环向位置,对缺陷进行严重程度分类。经分析得知,该管段有一处面积较大的腐蚀穿孔,该部位管壁整体减薄,周围有2条斜缝,长度分别为55mm、70mm,一条轴向裂缝,长度65mm,裂缝周围有多个直径6mm左右的腐蚀穿孔,已经发生泄漏,已经发生泄漏。

[0390] 步骤6:复检,对检测结果进行复检和分析,将结果与之前的检测结果对比分析。

[0391] 步骤7:得出检测结论,通过本方法对该管段进行了试验检测,并经开挖、去防腐层等手段进行验证,发现距终点721m处有一处面积较大的腐蚀穿孔,该部位管壁整体减薄,周围有2条斜缝,长度分别为55mm、70mm,一条轴向裂缝,长度65mm,裂缝周围有多个直径6mm左右的腐蚀穿孔,已经发生泄漏,缺陷整体大致形成直径100mm的圆形区域。其余管段腐蚀情况均相近,无漏检,较为理想。

[0392] 2、对缺陷进行风险分析,通过编制的风险评价软件对该处管段进行风险分析得知:该处管段泄露点较多,且管壁整体减薄,管线承压能力非常弱,建议停产更换管线。

[0393] 3、对该管段缺陷进行免焊接带压维抢修,步骤如下:

[0394] 步骤1:密封卡具的选择,此处腐蚀泄漏点位于直管段,距离法兰、弯头、三通等部位较远,管壁整体减薄,且有裂缝和点蚀,腐蚀面积较大,不能使用密封卡具进行维修,考虑停产更换管线。

[0395] 步骤3:确定安全施工压力,使用所编制的安全施工压力计算软件带入各项基本参数计算得知:理论安全施工压力为8.2MPa;注剂过程管道承压不超过10.5MPa,注剂压力不超过18MPa。

[0396] 步骤4:维修建议,因该处腐蚀面积较大,管壁整体减薄,且有较大裂缝和点蚀,超出可维修范围,建议停产更换管线。

[0397] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

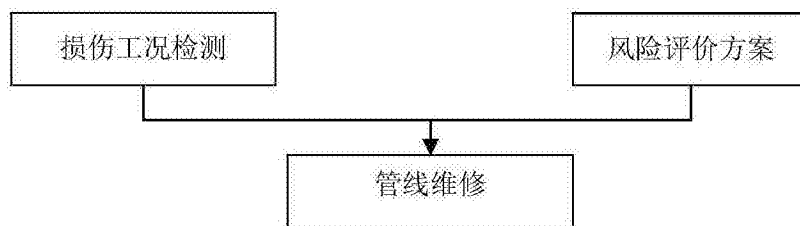


图1

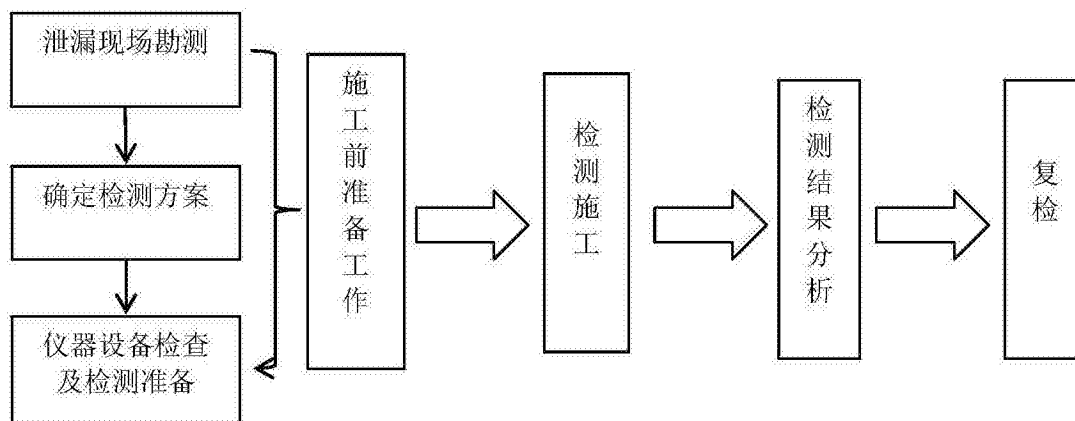


图2

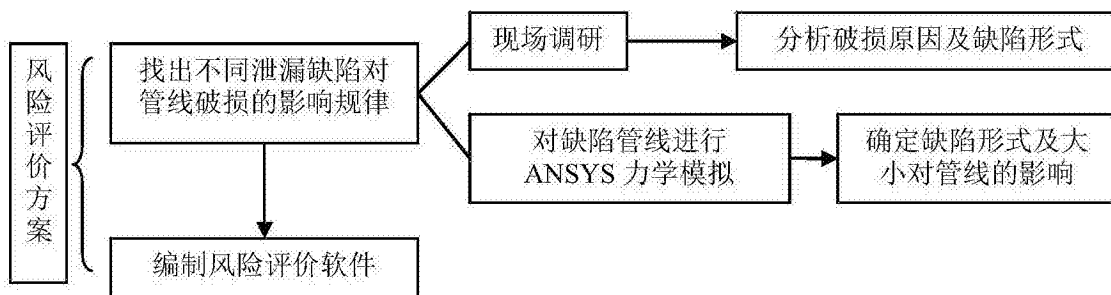


图3

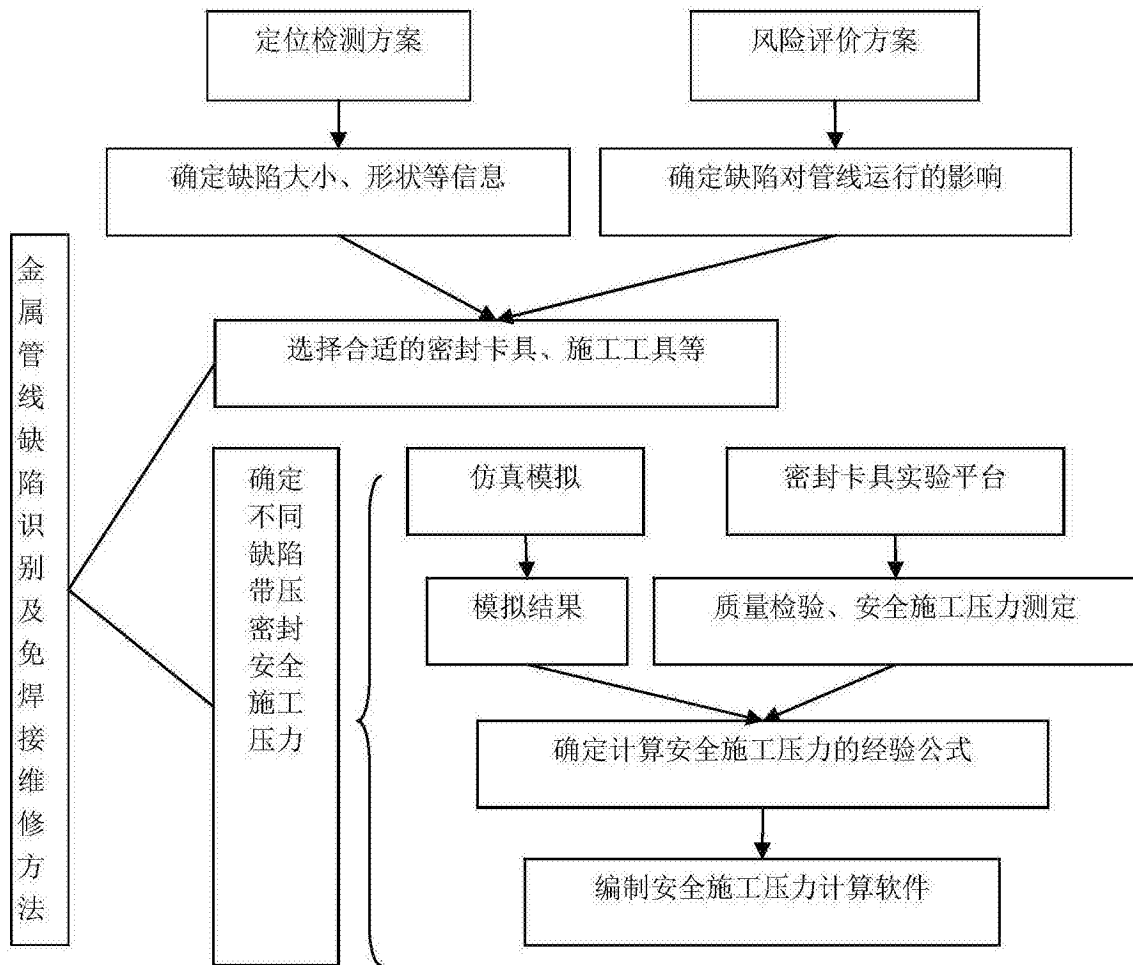


图4

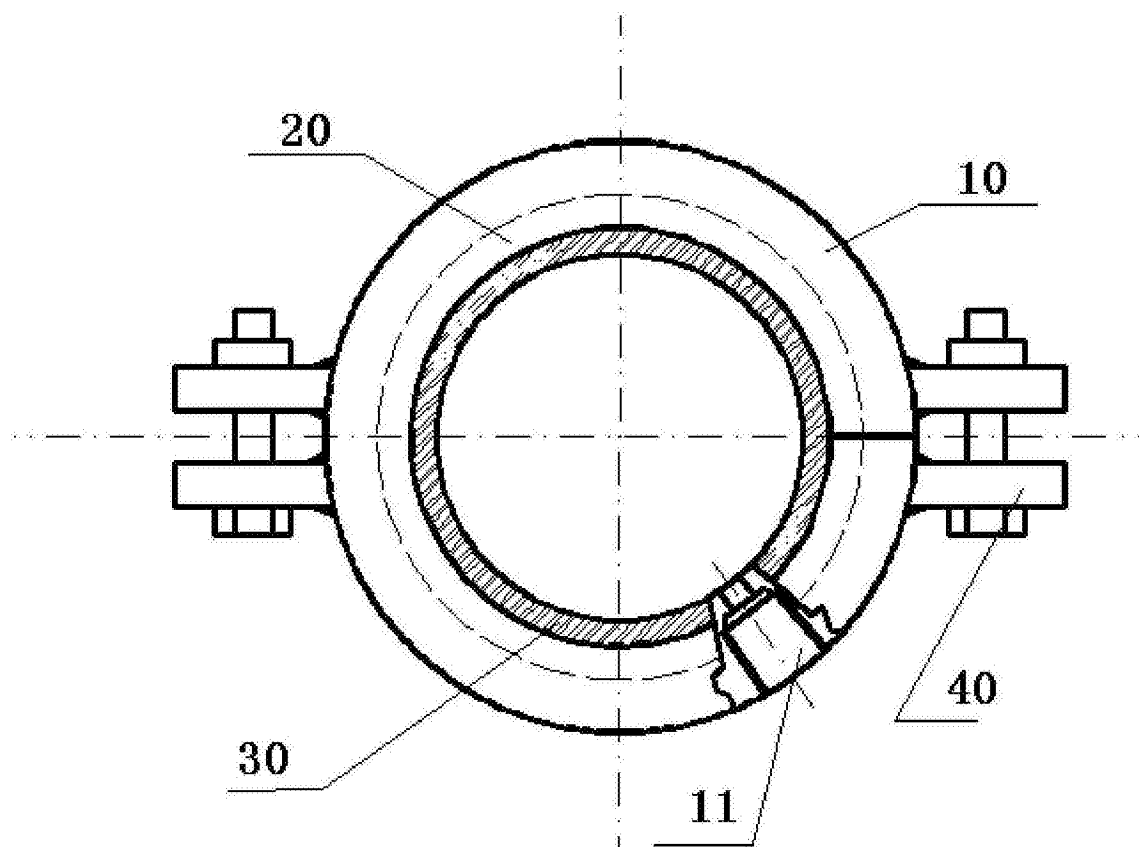


图5

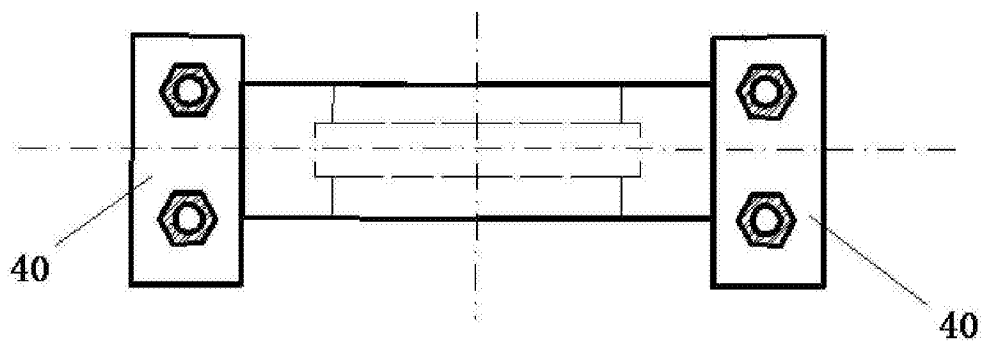


图6

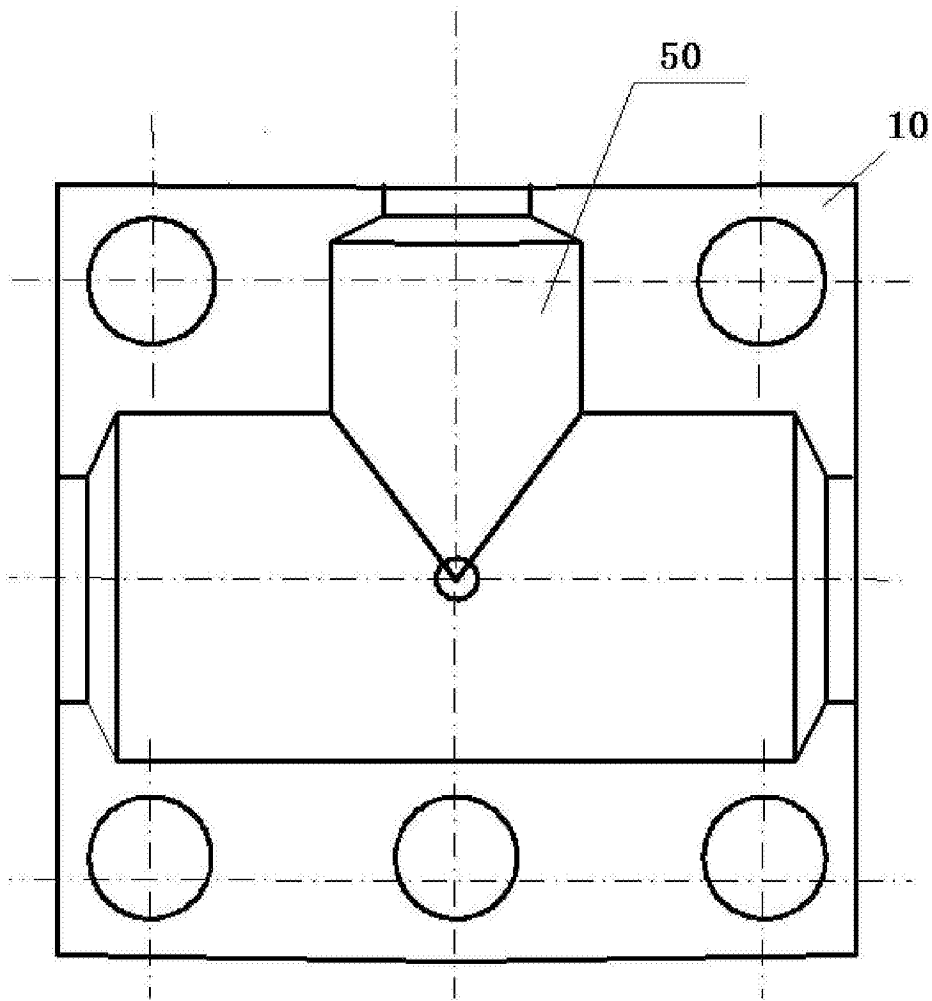


图7

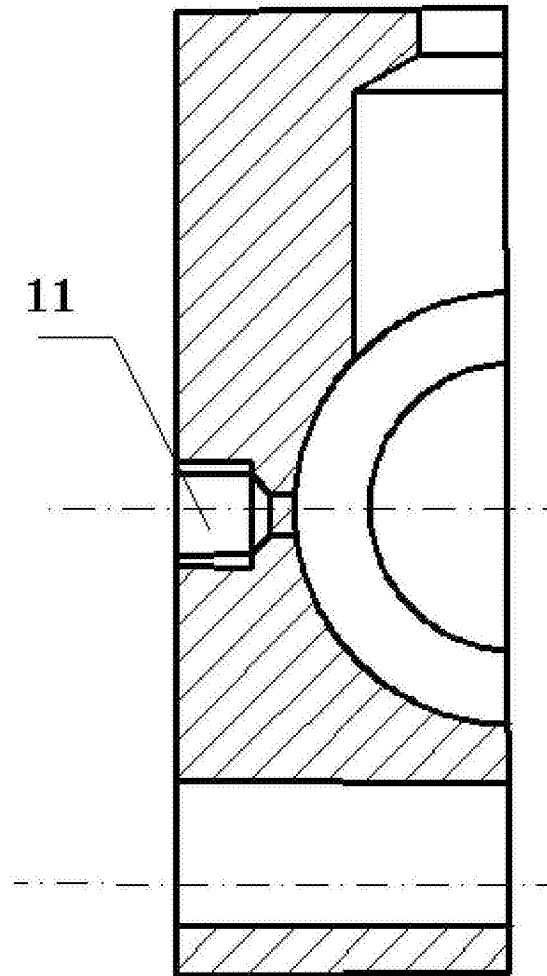


图8

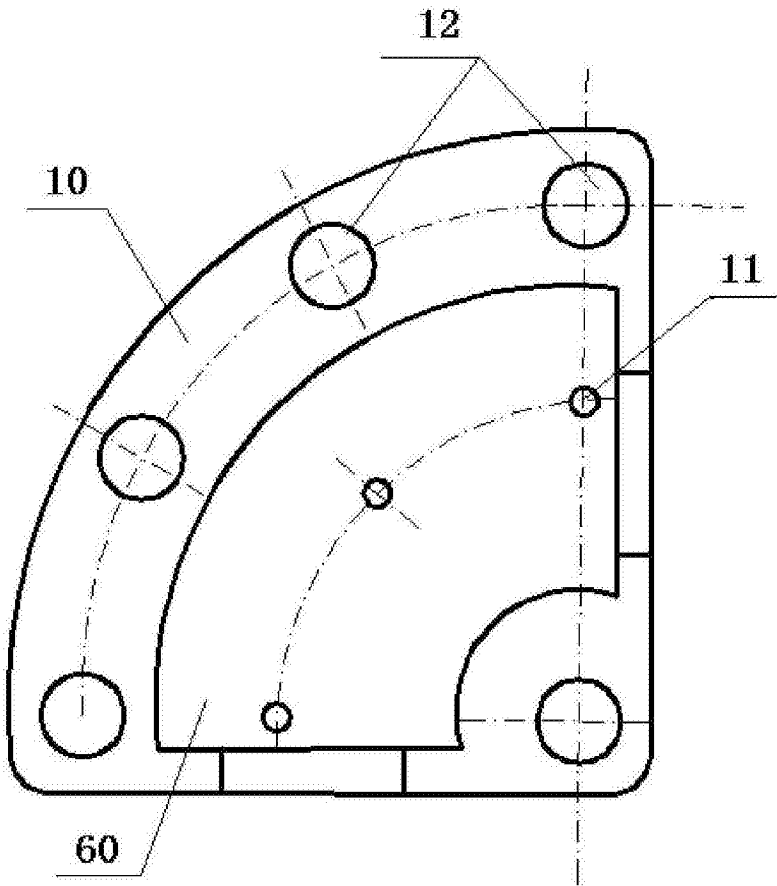


图9

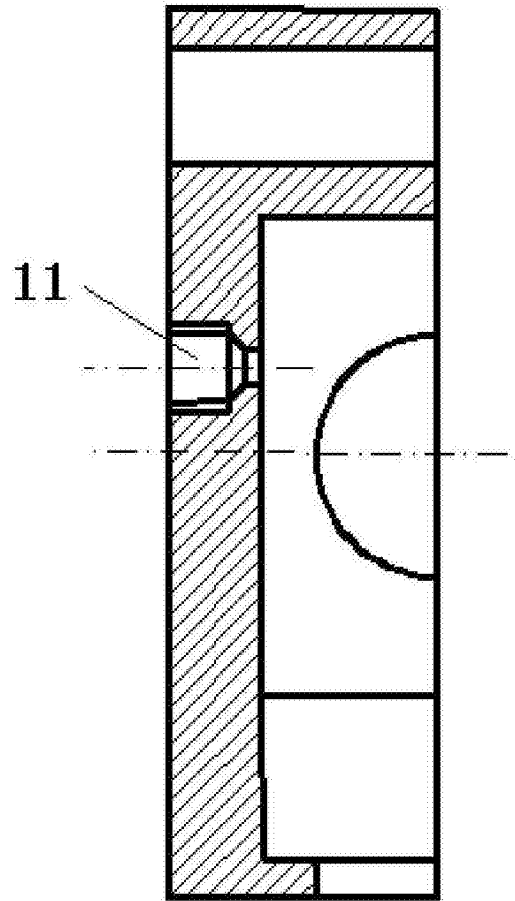


图10

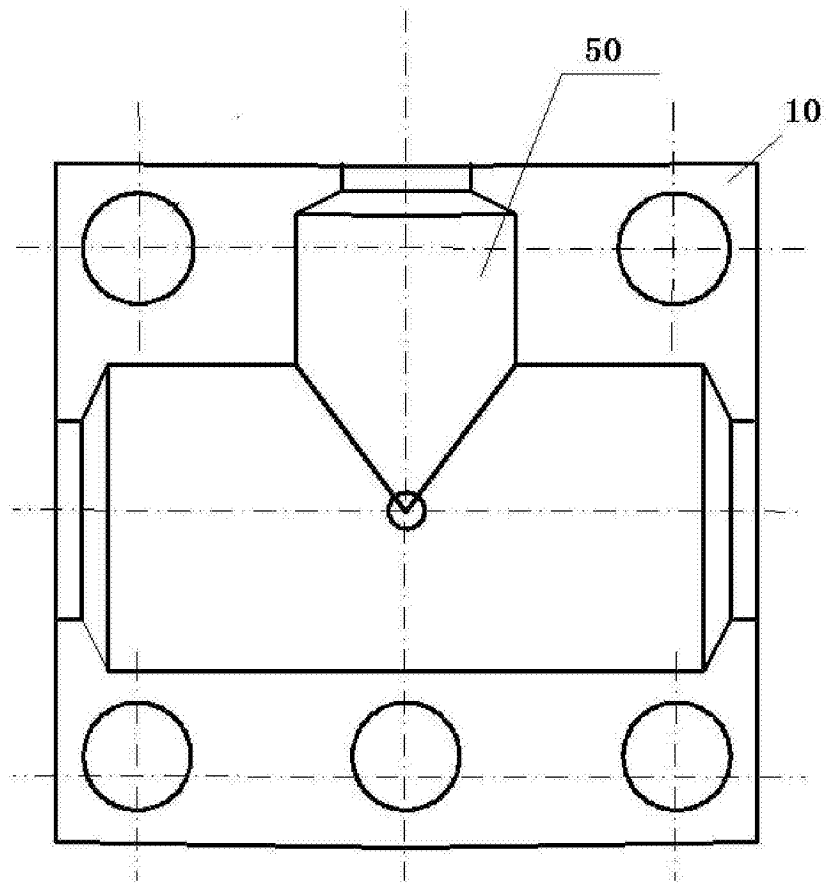


图11

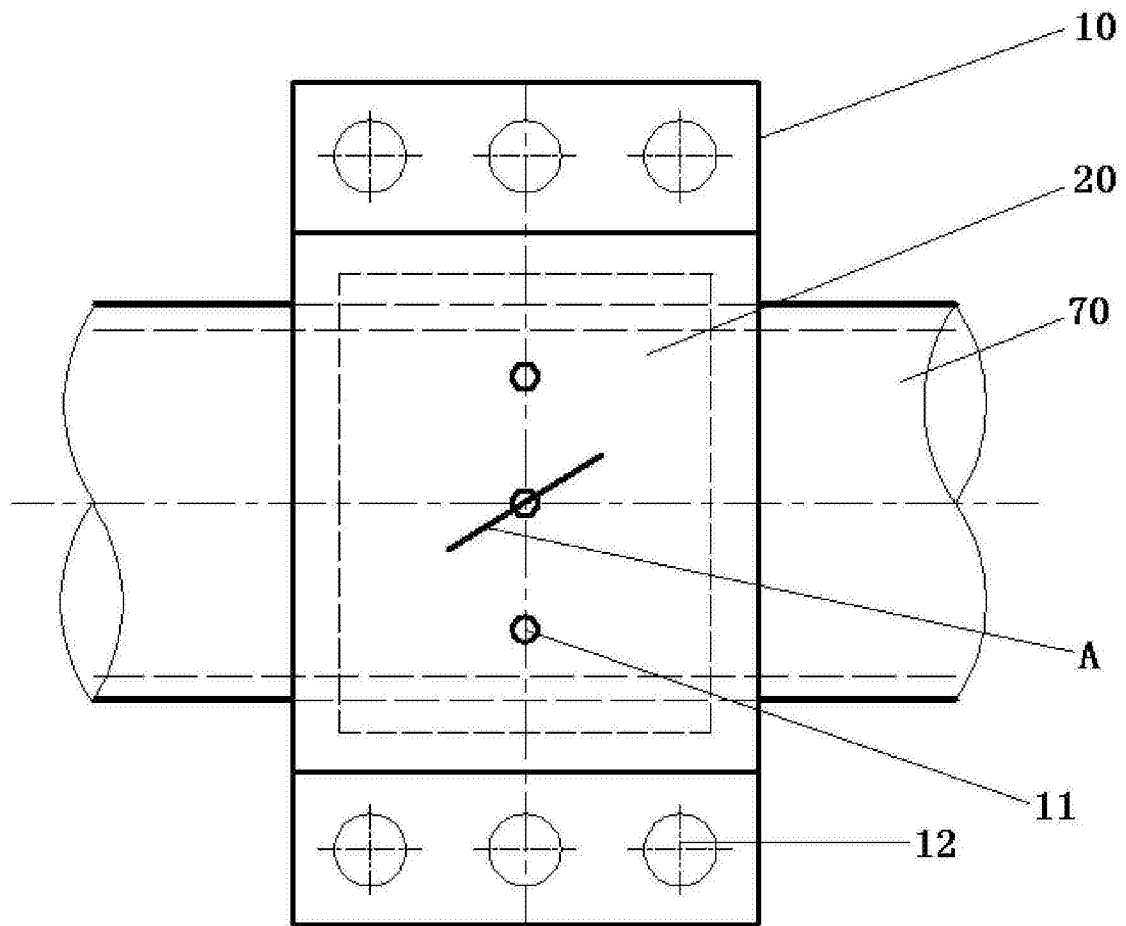


图12

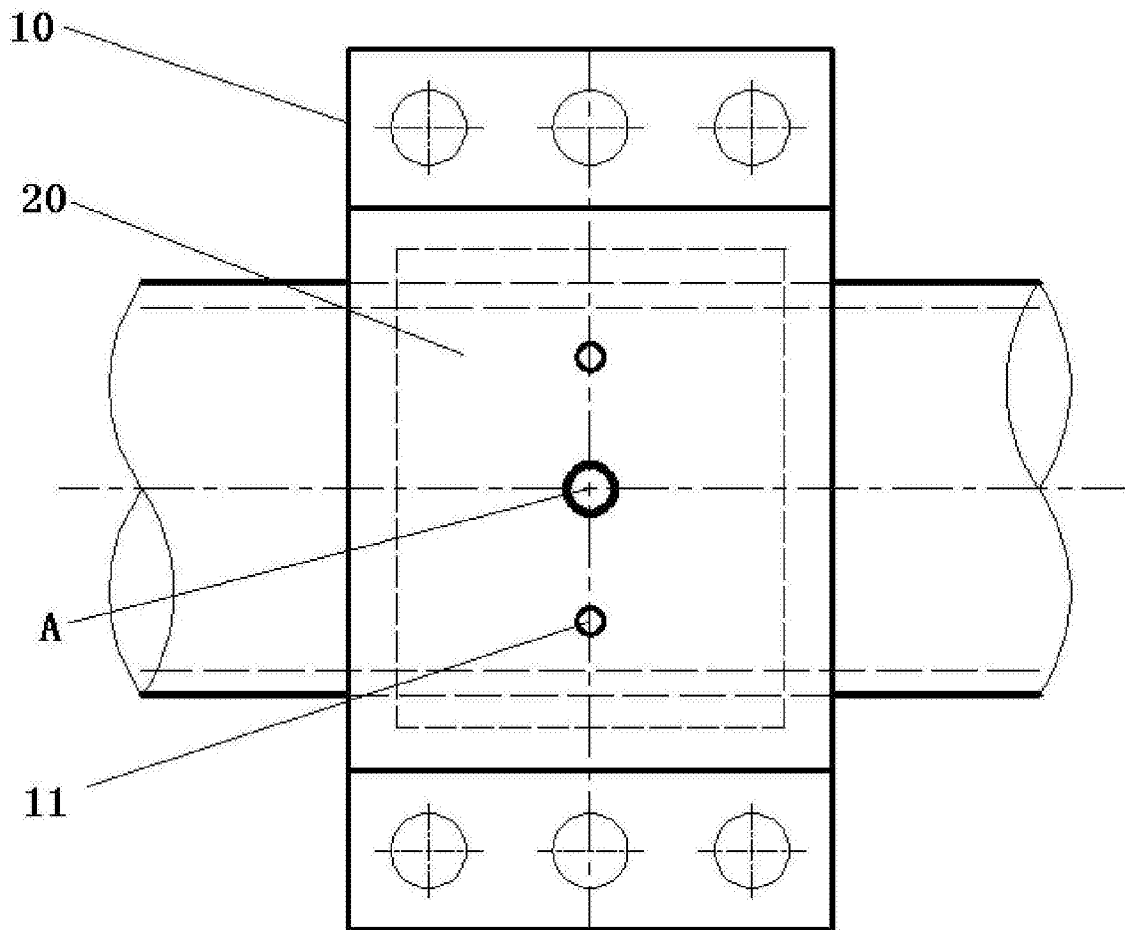


图13

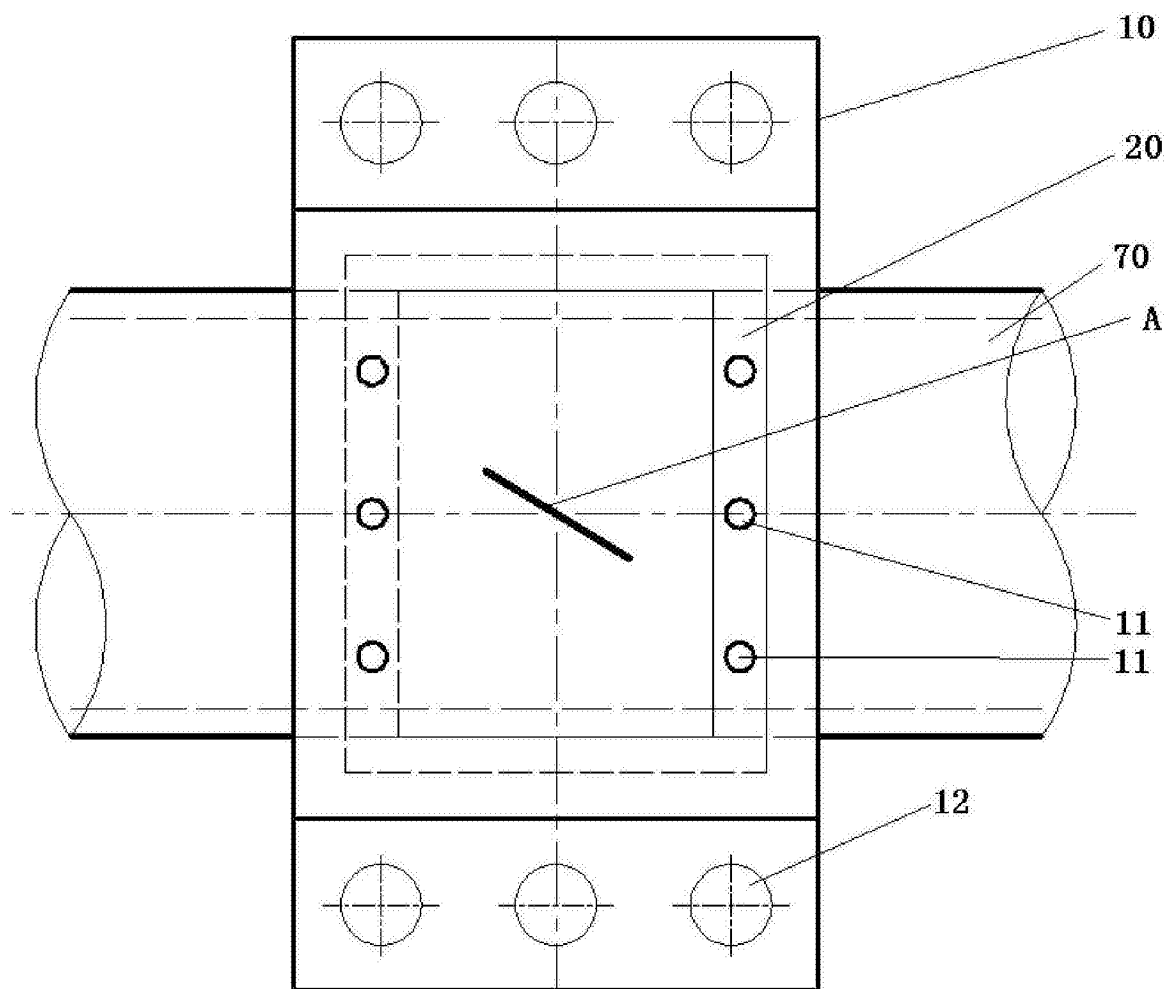


图14

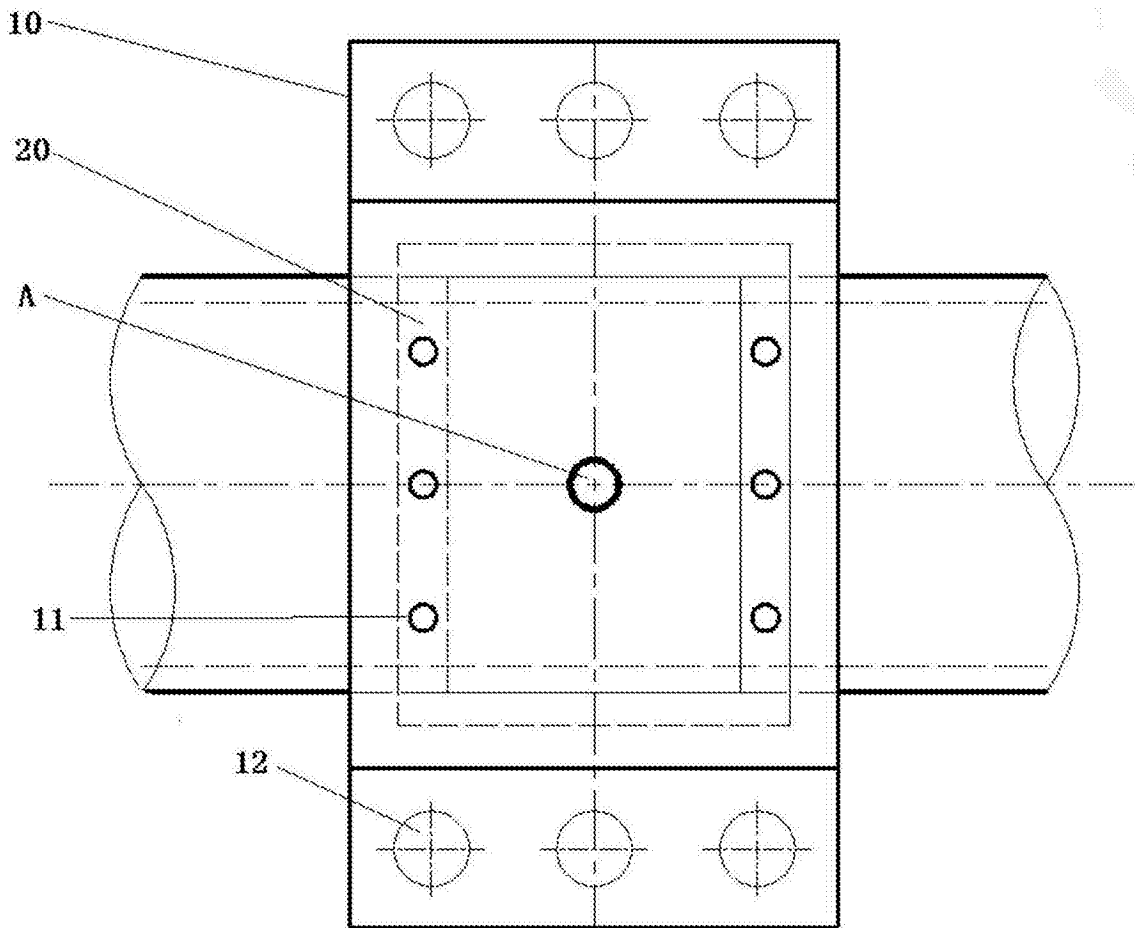


图15