(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110834177 A
(43)申请公布日 2020.02.25

(21)申请号 201911027600.6

(22)申请日 2019.10.28

(71)申请人 中国石油大学(华东)
地址 266580 山东省青岛市黄岛区长江西路66号

(72)发明人 蒋文春 彭伟 余昕桐

(74)专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限公司 37252
代理人 陈海滨

(51)Int.Cl.
B23P 15/00(2006.01)

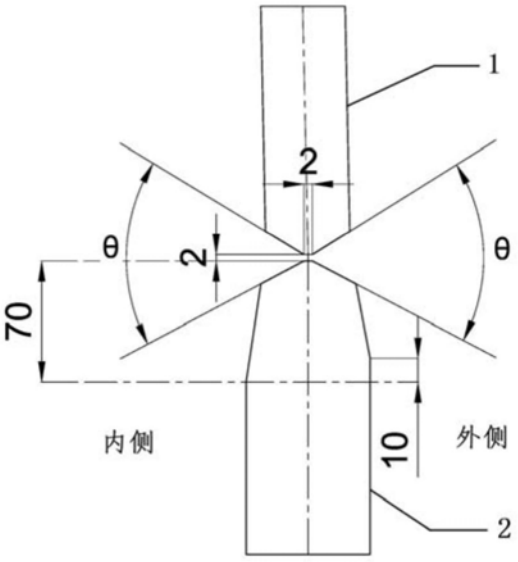
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

降低大型压力容器焊接残余应力的方法

(57)摘要

本发明提供了一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,包括以下步骤:1)将需要焊接的两部分加工X形坡口,坡口角度为50°～60°,若两部分厚度不一致,则对较厚一侧首先进行锥形过渡预处理,使其末端的厚度与较薄一侧的厚度一致;2)进行填充焊,采用内外交替焊接的方式,内侧焊接2～4层后转到外侧继续2～4层焊接作业,以此类推直至填充焊道焊接完成;3)进行盖面焊,将压力容器水平放置进行盖面焊操作,盖面焊的焊接顺序为采用两侧向中间的焊接顺序分别进行内外侧盖面焊作业;4)将连接处的焊缝余高打磨平整,以无明显不连续突起为标准;5)采用机械方法对焊道及其附近区域进行全覆盖的冲击作业,即完成残余应力的消除。



CN 110834177 A

1.一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)将需要焊接的两部分加工X形坡口,坡口角度为50°～60°,若两部分厚度不一致,则对较厚一侧首先进行锥形过渡预处理,使其末端的厚度与较薄一侧的厚度一致;

(2)进行填充焊

采用内外交替焊接的方式,内侧焊接2～4层后转到外侧继续2～4层焊接作业,以此类推直至填充焊道焊接完成;

(3)进行盖面焊

将压力容器水平放置进行盖面焊操作,盖面焊的焊接顺序为采用两侧向中间的焊接顺序分别进行内外侧盖面焊作业;

(4)将连接处的焊缝余高打磨平整,以无明显不连续突起为标准;

(5)采用机械方法对焊道及其附近区域进行全覆盖的冲击作业,即完成残余应力的消除。

2.根据权利要求1所述的一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,步骤(1)中当两部分厚度不一致时,对较厚一侧进行锥形过渡预处理为锥形过渡预切割处理。

3.根据权利要求1所述的一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,步骤(1)中所述的较厚一侧为筒体;所述的较薄一侧为封头。

4.根据权利要求1所述的一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,还包括对焊前进行火焰加热预热处理,预热温度为100～200℃。

5.根据权利要求4所述的一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,所述的火焰加热为氧乙炔火焰加热。

6.根据权利要求1所述的一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,步骤(2)中,所述的内外交替焊接的总交替次数不低于3次。

7.根据权利要求1所述的一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,所有焊接层间的温度低于150℃。

8.根据权利要求1所述的一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,步骤(5)中所述的机械方法为超声冲击或喷丸。

9.根据权利要求1所述的一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,其特征在于,经过步骤(2)、(3),所得大型压力容器焊缝附近的有害焊接残余应力为在表层5mm以内。

降低大型压力容器焊接残余应力的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及钢制容器加工制造技术领域，具体涉及一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法。

背景技术

[0002] 压力容器作为一种承压设备，广泛应用于石化、核电、航空航天等领域。承压设备大型化是提高经济效益的必由之路。然而，设备大型化会给制造带来巨大挑战。由于直径和壁厚超大、焊道数量多、约束强，会产生较大的焊接残余应力，引起应力腐蚀、疲劳、蠕变开裂。尤其是封头与筒体的连接焊缝，由于设计厚度的差异还会引入应力集中的问题，加剧了设备的失效风险。因此，有效地降低两焊接连接处的焊接残余应力对大型压力容器的制造具有重要意义。

[0003] 目前广泛使用的降低焊接残余应力的方法主要是焊后热处理，包括整体和局部热处理：焊后整体热处理显然不适用于大型压力容器，而局部热处理操作不当反而会引入额外的热应力，适得其反。而且，热处理过程需要消耗大量的能源和时间，投入大量的人力和物力，不符合高效率生产。此外，还经常存在焊后热处理之前焊缝位置就开裂的情形。因此，在压力容器设计制造阶段，通过改善制造工艺来降低焊接残余应力对提高压力容器的结构完整性具有重要的意义。

发明内容

[0004] 针对大型压力容器(壁厚≥50mm)焊接接头焊接残余应力过大容易导致开裂的问题，本发明提供了一种操作方便、效率高、能在设计制造过程中降低压力容器焊接残余应力的方法。

[0005] 本发明采用以下的技术方案：

[0006] 一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法，包括以下步骤：

[0007] (1)将需要焊接的两部分加工X形坡口，坡口角度为50°～60°，若两部分厚度不一致，则对较厚一侧首先进行锥形过渡预处理，使其末端的厚度与较薄一侧的厚度一致；

[0008] (2)进行填充焊

[0009] 采用内外交替焊接的方式，内侧焊接2～4层后转到外侧继续2～4层焊接作业，以此类推直至填充焊道焊接完成；

[0010] (3)进行盖面焊

[0011] 将压力容器水平放置进行盖面焊操作，盖面焊的焊接顺序为采用两侧向中间的焊接顺序分别进行内外侧盖面焊作业；

[0012] (4)将连接处的焊缝余高打磨平整，以无明显不连续突起为标准；

[0013] (5)采用机械方法对焊道及其附近区域进行全覆盖的冲击作业，即完成残余应力的消除。

[0014] 进一步地，步骤(1)中当两部分厚度不一致时，对较厚一侧进行锥形过渡预处理为

锥形过渡预切割处理。

[0015] 进一步地,步骤(1)中所述的较厚一侧为筒体;所述的较薄一侧为封头。

[0016] 进一步地,还包括对焊前进行火焰加热预热处理,预热温度为100～200℃。

[0017] 进一步地,所述的火焰加热为氧乙炔火焰加热。

[0018] 进一步地,步骤(2)中,所述的内外交替焊接的总交替次数不低于3次。

[0019] 进一步地,所有焊接层间的温度低于150℃。

[0020] 进一步地,步骤(5)中所述的机械方法为超声冲击或喷丸。

[0021] 进一步地,经过步骤(2)、(3),所得大型压力容器的有害焊接残余应力为在表层5mm以内。

[0022] 本发明具有的有益效果是:

[0023] 本发明所提出的内外交替焊接方案有利于降低轴向残余应力,尤其是内侧表面的残余拉应力,可提高压力容器,尤其是内压容器的结构强度和承压能力;盖面焊顺序可显著降低焊趾区的环向残余应力,而大量实践证明焊趾区域是焊缝开裂的频发位置,采用本方法可提高焊缝的抗开裂性能;打磨焊缝余高可解决应力集中问题;焊后超声冲击处理可基本消除有害的残余拉应力并在表面形成压应力层,提高结构抗拉强度,提高抗应力腐蚀开裂性能;本方法是在压力容器制造的过程中降低焊接残余应力,对提高压力容器的结构完整性、增强压力容器焊接接头的抗应力腐蚀开裂能力具有重要的意义。

附图说明

[0024] 图1为封头和筒体的锥形过渡及坡口形式图解(其中,1为封头,2为筒体);

[0025] 图2为轴向残余应力消除效果示意图;

[0026] 图3为盖面焊顺序示意图;

[0027] 图4为环向残余应力消除效果示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本发明进行具体的说明:

[0029] 一种降低大型压力容器焊接残余应力的方法,包括以下步骤:

[0030] (1)将需要焊接的两部分加工X形坡口,坡口角度为50°～60°。若两部分厚度不一致,则对较厚一侧(可以是筒体)首先进行锥形过渡预处理,使其末端的厚度与较薄一侧(可以是封头)的厚度一致;焊前进行火焰加热预热处理,预热温度为100～200℃。

[0031] (2)进行填充焊

[0032] 采用内外交替焊接的方式,内侧焊接2～4层后转到外侧继续2～4层焊接作业,以此类推直至填充焊道焊接完成;总交替次数不低于3次(由一侧转到另一侧为一次)。

[0033] (3)进行盖面焊

[0034] 将压力容器水平放置进行盖面焊操作,盖面焊的焊接顺序为采用两侧向中间的焊接顺序分别进行内外侧盖面焊作业;

[0035] 所有焊接层间的温度低于150℃。

[0036] (4)将两连接处的焊缝余高打磨平整,以无明显不连续突起为标准;

[0037] (5)通过上述焊接方法可将有害的残余应力控制在表层5mm以内;采用超声冲击、

喷丸等机械方法对焊道及其附近区域进行全覆盖的冲击作业，即可实现残余应力的基本消除。

[0038] 实施案例1

[0039] 以大型压力容器封头和筒体焊接为例：

[0040] 参阅图1，首先对筒体进行锥形过渡削薄处理，使封头、筒体连接处厚度相同。内侧锥形过渡长度70mm，外侧留10mm直边段后进行锥形过渡。将连接处开X形坡口，钝边2mm，间隙2mm，坡口角度θ控制在50°～60°。

[0041] 焊前进行坡口清理，对封头和筒体进行打磨，打磨掉焊接坡口两侧各20mm的油污、锈蚀、水分、毛刺等脏污，并进行氧乙炔火焰加热，预热温度不低于100℃。在进行定位焊后进行背面清根处理。

[0042] 填充焊首先在内侧进行，并采用内外交替焊接的方式进行，每2-4层换到另一侧，直至填充焊完成。

[0043] 轴向残余应力消除效果如图2所示，图中纵坐标为残余应力(MPa)，表示内侧表面轴向残余应力；横坐标表示沿焊缝表面路径的距离分布。图中方形实心点曲线表示用普通焊接方法加工的焊接残余应力分布，圆形空心点曲线表示用本发明方法加工的焊接残余应力分布。可以看出本发明的压力容器封头与筒体连接方法与普通方法相比，整体残余应力得到了很大程度的降低，在焊缝区域尤其是焊趾区域的残余应力降低了170MPa左右。说明与普通焊接方法相比，本发明采用的内外交替焊接顺序可显著降低封头筒体轴向焊接残余应力。

[0044] 盖面焊顺序示意参阅图3，填充焊道完成后，将设备水平放置，进行内外侧的盖面焊作业。焊道顺序为由两侧向中间焊。

[0045] 环向残余应力消除效果如图4所示，纵坐标为残余应力(MPa)，表示沿熔合线的环向残余应力，横坐标表示沿封头和筒体焊接熔合线路径的距离分布。图中方形实心点曲线表示用普通焊接方法加工的焊接残余应力分布，圆形空心点曲线表示用本发明方法加工的焊接残余应力分布。可以看出本发明的压力容器封头与筒体连接方法与普通方法相比，在熔合线附近的近表层区域，残余应力最大降低了160MPa左右，且整体分布相对普通方法更加均匀。

[0046] 与普通焊接方法相比，本发明采用的两侧向中间的盖面焊顺序可显著降低封头筒体环向焊接残余应力。

[0047] 焊接完成后将焊缝余高初步打磨平整，以无明显不连续突起为准。

[0048] 最后可采用超声冲击、喷丸等机械作用对焊缝表面进行冲击处理，进一步改善焊缝表面形貌，以及消除残余拉应力并转化为有益的压应力。

[0049] 当然，上述说明并非是对本发明的限制，本发明也并不仅限于上述举例，本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换，也应属于本发明的保护范围。

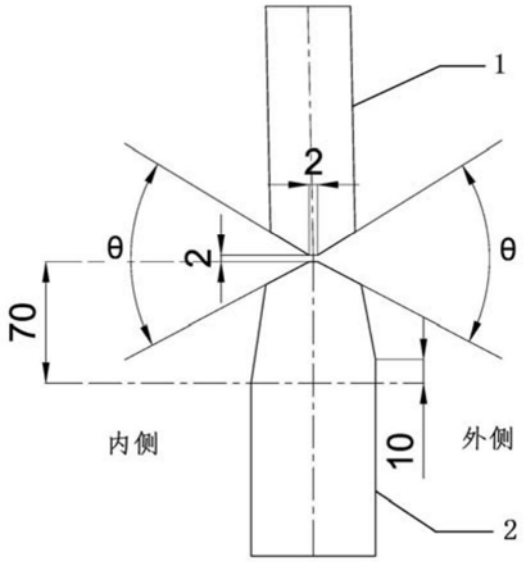

1
2
θ
2
θ
70
内侧
10
外侧
2

图1

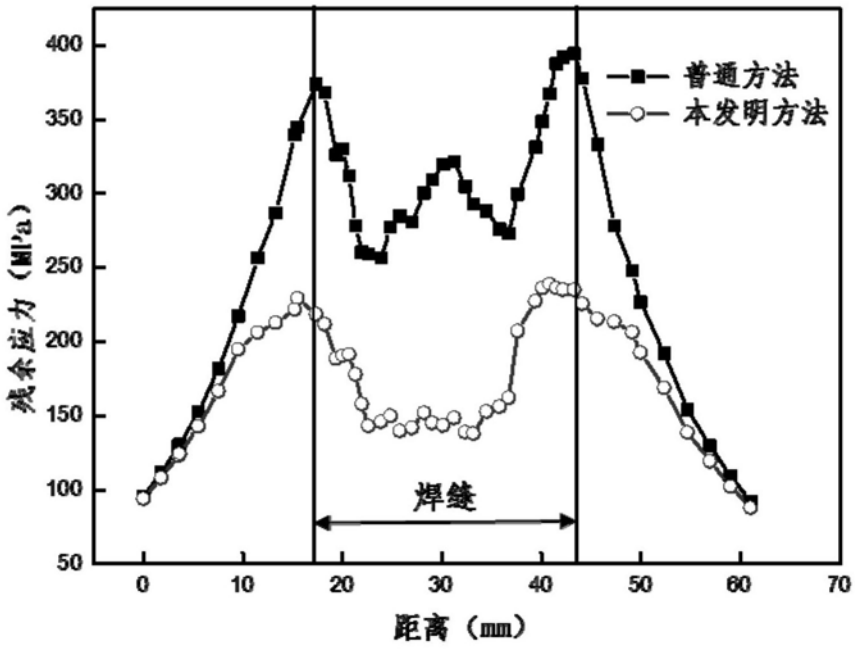

普通方法
本发明方法
残余应力（MPa）
焊缝
距离（mm）
400
350
300
250
200
150
100
50
0
10
20
30
40
50
60
70

图2

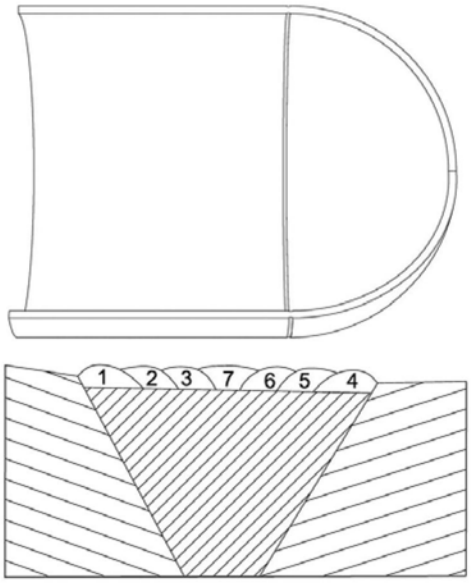

1
2
3
7
6
5
4

图3

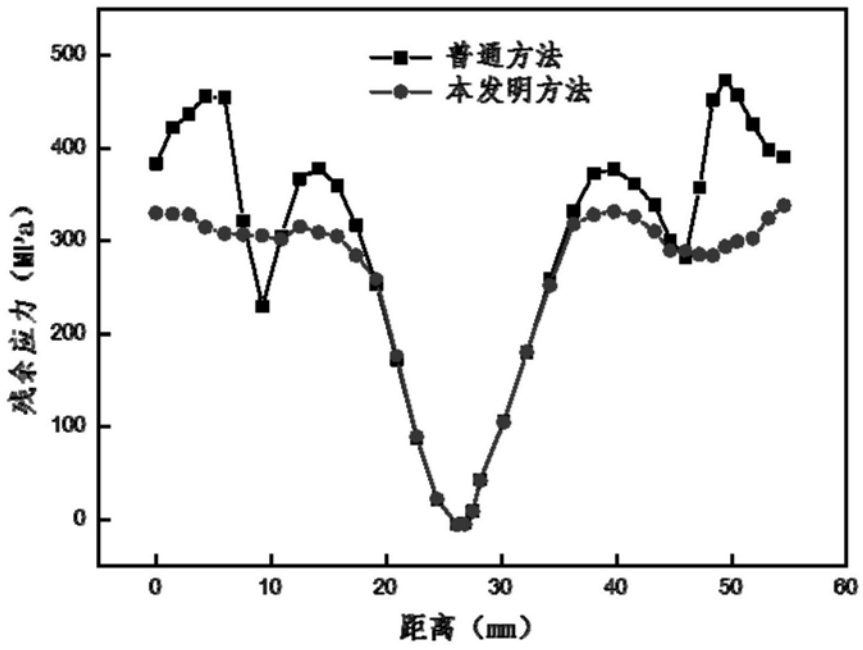

普通方法
本发明方法
残余应力（MPa）
距离（mm）
500
400
300
200
100
0
0
10
20
30
40
50
60

图4