

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102528236 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201210013754. 1

(22) 申请日 2012. 01. 17

(71) 申请人 武汉船用机械有限责任公司

地址 430084 湖北省武汉市青山区武东街九号

(72) 发明人 王良 程文池 赵金明 周永忠  
刘谦 杨新明 徐钢新

(74) 专利代理机构 武汉荆楚联合知识产权代理有限公司 42215

代理人 王健

(51) Int. Cl.

B23K 9/16 (2006. 01)

B23K 37/04 (2006. 01)

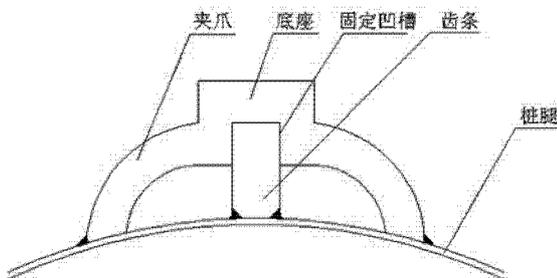
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种桩腿单面齿条的焊接方法和焊接夹具

(57) 摘要

一种桩腿单面齿条的焊接方法,包括:A. 预热至 160 ~ 180℃;B. 定位点焊,长度为 500 ~ 1000mm,间距小于 600mm;C. 将焊接夹具的固定凹槽插入齿条,将夹爪的自由端与桩腿焊接;D. 预热至 160 ~ 180℃;E. 采用 FCAW 气体保护焊接方法施焊,层间温度为 160-180℃,焊接线能量为 17 ~ 23kJ/cm。一种桩腿单面齿条的焊接夹具,由底座和对称固定在底座上的偶数个夹爪组成,底座的内侧设有与齿条静配合或过渡配合的固定凹槽,夹爪的自由端与桩腿焊接。本发明提供的桩腿单面齿条的焊接方法和焊接夹具,能够确保齿条与桩腿的可靠固定,有效地控制齿条的焊接变形,确保齿条的焊接精度和焊接质量。



1. 一种桩腿单面齿条的焊接方法,其特征在于包括以下步骤:
  - A. 对焊接坡口预热至  $160 \sim 180^{\circ}\text{C}$ ;
  - B. 对齿条施定位点焊,所述定位点焊的长度为  $500 \sim 1000\text{mm}$ ,间距小于  $600\text{mm}$ ;
  - C. 在齿条上沿轴向每隔  $0.8 \sim 1.5\text{m}$  安装一个焊接夹具,将焊接夹具的固定凹槽插入齿条上部,使焊接夹具与齿条静配合或过渡配合,然后将焊接夹具的夹爪的自由端与桩腿的外壁焊接固定;
  - D. 对焊接坡口预热至  $160 \sim 180^{\circ}\text{C}$ ,预热范围为焊接坡口周围  $80 \sim 100\text{mm}$ ;
  - E. 采用 FCAW 气体保护焊接方法对齿条施焊,焊丝直径  $1 \sim 1.4\text{mm}$ ,控制层间温度为  $160\text{--}180^{\circ}\text{C}$ ,控制焊接线能量为  $17 \sim 23\text{kJ/cm}$ 。
2. 根据权利要求 1 所述的一种桩腿单面齿条的焊接方法,其特征在于步骤 E 之后还包括步骤 F:
  - F. 齿条焊接完成后,将焊接夹具的夹爪从桩腿上切割分离,然后取出焊接夹具。
3. 根据权利要求 1 所述的一种桩腿单面齿条的焊接方法,其特征在于步骤 B 还包括 B1:
  - B1. 齿条与桩腿定位点焊前,在齿条与桩腿的间隙大于  $2\text{mm}$  的位置设置钢质垫片,所述垫片的厚度等于齿条与桩腿的间隙高度。
4. 根据权利要求 1 所述的一种桩腿单面齿条的焊接方法,其特征在于:所述点焊预热温度、焊接预热温度、层间温度和焊接温度的差值小于  $20^{\circ}\text{C}$ 。
5. 根据权利要求 1 所述的一种桩腿单面齿条的焊接方法,其特征在于:所述步骤 E 中的焊接线能量为  $17 \sim 19\text{kJ/cm}$ ,焊接电流为  $180 \sim 220\text{A}$ 、电压为  $24 \sim 28\text{V}$ ,焊接速度为  $35 \sim 45\text{cm/min}$ 。
6. 根据权利要求 1 所述的一种桩腿单面齿条的焊接方法,其特征在于:所述步骤 E 中,由偶数名焊工从齿条中间向两边采用分段退焊法施焊,每段长度  $300 \sim 500\text{mm}$ 。
7. 根据权利要求 6 所述的一种桩腿单面齿条的焊接方法,其特征在于:所述偶数名焊工从齿条中间向两边施焊的焊接电流相等。
8. 一种桩腿单面齿条的焊接夹具,包括桩腿和齿条,其特征在于:所述焊接夹具由底座和偶数个夹爪组成,所述夹爪的形状和大小相同,所述夹爪的横截面为弧形、类弧形或 L 形,所述偶数个夹爪的一端沿底座的轴向、对称地固定在底座的两侧,另一端为自由端,所述底座的内侧设有开口向下、轴向通长的固定凹槽,所述固定凹槽的内壁与齿条静配合或过渡配合,所述夹爪的自由端与桩腿的外壁焊接连接。
9. 根据权利要求 8 所述的一种焊接夹具,其特征在于:所述底座的长度为  $60 \sim 80\text{mm}$ 。
10. 根据权利要求 8 所述的一种焊接夹具,其特征在于:所述夹爪为两个,其轴向长度与底座的长度相等。

## 一种桩腿单面齿条的焊接方法和焊接夹具

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种自升式海洋平台的桩腿单面齿条的焊接方法和焊接夹具,属于机械加工技术领域。

### 背景技术

[0002] 自升式海洋平台由平台和支撑平台的若干桩腿组成。海洋平台作业时,桩腿下降并支承于海底,平台沿桩腿上升至离开水面一定的高度,以减小波浪的冲击。平台转移时,平台下降浮于水面,桩腿自海底升起并保持大部分升出水面,以减小移位时的水阻力。桩腿结构形式分为柱体式和桁架式两种,其中,柱体式桩腿是用钢板制作成封闭管状结构,然后沿桩腿轴向在管的外壁按需求数量焊接上单面齿条而成,一般在 80m 以下的浅海区作业。桩腿上焊接的齿条用于将液压系统的驱动力传动至桩腿,齿条承受荷载大、受力复杂,因而对齿条的焊接质量要求很高。而用于海洋平台的齿条属于超长、超厚零件,长度一般在 5 米以上,厚度在 10 厘米以上,超长超厚齿条的焊接变形不易控制,极大地影响焊接精度,难以满足海洋平台对齿条焊接的质量要求。

[0003] 发明专利申请名称为“一种桩腿主舷管焊接方法”,公布号:CN101987399A,申请公布日:2011.03.23,公开了一种桩腿主舷管焊接方法,包括如下步骤:步骤 a、将加工好的半圆板和齿条对接;步骤 b、对焊口加温至 120 ~ 180 °C 进行定位点焊,定位点焊的长度在 100 ~ 150mm,间隔小于 300mm;步骤 c、将工件预热至 150 ~ 180°C,预热范围至少为焊缝周围 80mm 内;步骤 d、控制层间温度在 180 ± 10°C,采用 GMAW 气保焊 1 ~ 1.4mm 焊丝封底,埋弧焊 3 ~ 5mm 填充盖面;焊接时,对同一半圆板与齿条的接缝同步进行对称焊接,以消除焊接过程产生的变形。该发明专利申请通过采用 GMAW 气保焊和埋弧焊结合的焊接方法,确保焊接质量要求,降低焊接成本,提高焊接速度。

[0004] 但该发明专利申请公开的齿条焊接方法仍然存在明显的缺陷:一是由于海洋平台桩腿用齿条属于超长、超厚齿条,其焊接变形大且不易控制,但该焊接方法中除采用定位点焊、控制预热温度和焊接温度等常规措施外,未采用其它控制或消除变形的措施,使齿条易产生过大的焊接变形,严重影响齿条的装配精度,降低齿条的承载力和传动效率,不能满足海洋平台的桩腿齿条焊接的质量要求;二是该发明专利申请公开的齿条属于双面齿条,双面齿条在两侧同时施焊,而单面齿条仅在一侧施焊,更易产生不均匀的热变形而导致齿条的几何尺寸、相对位置发生改变,影响齿条的焊接精度,因而该发明专利申请公开的双面齿条焊接方法并不能直接适用单面齿条的焊接。

### 发明内容

[0005] 本发明的第一个技术目的旨在克服现有桩腿单面齿条焊接方法存在的焊接变形过大、影响齿条焊接精度、降低齿条承载力和传动效率的缺陷与不足,提供一种桩腿单面齿条的焊接方法,通过安装专用的焊接夹具、控制较低的焊接线能、控制预热温度和层间温度等方法,确保齿条与桩腿的可靠固定,有效地控制齿条的焊接变形,提高齿条的焊接精度,

使齿条焊接质量能够完全满足海洋平台桩腿齿条的承载力和精确传动等要求。

[0006] 本发明的第二个技术目的旨在克服现有桩腿单面齿条的焊接缺乏专用焊接夹具,齿条固定不可靠而容易在焊接过程中发生变形和位移,影响齿条焊接精度和焊接质量的缺陷与不足,提供一种用于桩腿单面齿条焊接的焊接夹具,该焊接夹具通过与齿条的静配合或过渡配合、与桩腿的焊接连接,可靠地将齿条与桩腿固定,确保齿条在焊接中不发生任何微小的位移,严格限制齿条的焊接变形,保障齿条的焊接精度和焊接质量,且焊接夹具结构简单、使用方便、成本低廉,并且可以重复使用。

[0007] 本发明为实现技术目的采用的技术方案是:

一种桩腿单面齿条的焊接方法,包括以下步骤:

A. 对焊接坡口预热至 160 ~ 180℃;

B. 对齿条施定位点焊,所述定位点焊的长度为 500 ~ 1000mm,间距小于 600mm;

C. 在齿条上沿轴向每隔 0.8 ~ 1.5m 安装一个焊接夹具,然后将焊接夹具的固定凹槽插入齿条上部,使焊接夹具与齿条静配合或过渡配合,将焊接夹具的夹爪的自由端与桩腿的外壁焊接固定;

D. 对焊接坡口预热至 160 ~ 180℃,预热范围为焊接坡口周围 80 ~ 100mm;

E. 采用 FCAW 气体保护焊接方法对齿条施焊,焊丝直径 1 ~ 1.4mm,控制层间温度为 160-180℃,控制焊接线能量为 17 ~ 23kJ/cm。

[0008] 一种桩腿单面齿条的焊接方法,在步骤 E 之后还包括步骤 F:F. 齿条焊接完成后,将焊接夹具的夹爪从桩腿上切割分离,然后取出焊接夹具。

[0009] 一种桩腿单面齿条的焊接方法,所述步骤 B 还包括 B1:B1. 齿条与桩腿定位点焊前,在齿条与桩腿的间隙大于 2mm 的位置设置钢质垫片,所述垫片的厚度等于齿条与桩腿的间隙高度。

[0010] 一种桩腿单面齿条的焊接方法,所述点焊预热温度、焊接预热温度、层间温度和焊接温度的差值小于 20℃。

[0011] 一种桩腿单面齿条的焊接方法,所述步骤 E 中的焊接线能量为 17 ~ 19kJ/cm,焊接电流为 180 ~ 220A、电压为 24 ~ 28V,焊接速度为 35 ~ 45cm/min。

[0012] 一种桩腿单面齿条的焊接方法,所述步骤 E 中,由偶数名焊工从齿条中间向两边采用分段退焊法施焊,每段长度 300 ~ 500mm。

[0013] 一种桩腿单面齿条的焊接方法,所述偶数名焊工从齿条中间向两边施焊的焊接电流相等。

[0014] 一种桩腿单面齿条的焊接夹具,包括桩腿和齿条,所述焊接夹具由底座和偶数个夹爪组成,所述夹爪的形状和大小相同,所述夹爪的横截面为弧形、类弧形或 L 形,所述偶数个夹爪的一端沿底座的轴向、对称地固定在底座的两侧,另一端为自由端,所述底座的内侧设有开口向下、轴向通长的固定凹槽,所述固定凹槽的内壁与齿条静配合或过渡配合,所述夹爪的自由端与桩腿的外壁焊接连接。

[0015] 一种桩腿单面齿条的焊接夹具,所述底座的长度为 60 ~ 80mm。

[0016] 一种桩腿单面齿条的焊接夹具,所述夹爪为两个,其轴向长度与底座的长度相等。

[0017] 与现有技术相比,本发明的特点是:

1. 使用专用焊接夹具将齿条与桩腿可靠固定,严格限制齿条在焊接中的变形和位移,

确保齿条的焊接精度和焊接质量。

[0018] 2. 控制较小的焊接线能量,以及相应的焊接电流、焊接电压和焊接速度等参数,使焊接产生的热量低、焊接热变形小,不易产生热裂纹,确保焊接质量。

[0019] 3. 控制相同或相差很小的预热温度和焊接温度,能够增强点焊焊缝与正式焊缝的熔合性和整体性,确保整体焊缝的质量和焊接强度,满足海洋平台桩腿齿条的高负荷和精确传动的要求。

[0020] 4. 在齿条与桩腿的较大间隙处设置等厚的钢质垫片,消除了齿条与桩腿的间隙,防止焊接收缩作用引起的齿条内陷,确保齿条与桩腿的装配精度。

[0021] 5. 采用药芯焊丝气体保护焊,显著减少了焊接过程的飞溅,减少后续的表面打磨工作量,减轻劳动强度,提高生产效率。

[0022] 6. 采用由中间向两边对称退焊法施焊,能够显著控制齿条受热的线变形和角变形,确保齿条焊接位置准确,并能提高施工效率。

[0023] 7. 焊接夹具结构简单、使用方便、成本低廉,且可以重复使用。

## 附图说明

[0024] 图 1 是本发明桩腿单面齿条的焊接夹具的结构示意图。

## 具体实施方式

[0025] 本发明提供的桩腿单面齿条焊接方法包括如下 A ~ F 步骤:

A. 对焊接坡口预热至 160 ~ 180℃;

B. 对齿条施定位点焊,定位点焊的长度为 500 ~ 1000mm,间距小于 600mm;

C. 在齿条上沿轴向每隔 0.8 ~ 1.5m 安装一个焊接夹具,将焊接夹具的固定凹槽插入齿条上部,使焊接夹具与齿条静配合或过渡配合,然后将焊接夹具的夹爪的自由端与桩腿的外壁焊接固定;

D. 对焊接坡口预热至 160 ~ 180℃,预热范围为焊接坡口周围 80 ~ 100mm;

E. 采用 FCAW 气体保护焊接方法对齿条施焊,焊丝直径 1 ~ 1.4mm,控制层间温度为 160-180℃,控制焊接线能量为 17 ~ 23kJ/cm。

[0026] 步骤 A 中,首先将齿条吊装到位,然后对焊接坡口实施预热。为保证焊接质量,应当在吊装前对齿条与桩腿的焊接位置进行打磨至露出金属光泽。

[0027] 步骤 B 中还可以包括步骤 B1:齿条与桩腿定位点焊前,在齿条与桩腿的间隙大于 2mm 的位置设置钢质垫片,钢质垫片的厚度等于齿条与桩腿的间隙高度。受到加工精度的限制,桩腿与齿条均存在一定范围的挠度公差,挠度公差一般在 1 ~ 3mm 左右。桩腿与齿条装配时,挠度公差导致二者之间不能紧密配合,而是具有一定的间隙,而焊接收缩作用会使齿条产生内陷,从而改变齿条与桩腿的相对位置。当齿条与桩腿之间的间隙超出一定范围,使齿条与桩腿的相对位置产生较大程度地改变时,将严重影响齿条的传动效率和承载力。因此,本发明提供的桩腿齿条焊接方法,在齿条与桩腿的间隙大于 2mm 的位置设置与间隙等厚的钢质垫片,从而消除了齿条与桩腿的间隙,防止焊接收缩作用引起的齿条内陷,确保齿条与桩腿的装配精度,以及齿条的传动效率和承载力。

[0028] 步骤 C 中,焊接夹具通过固定凹槽与齿条的静配合或过渡配合,以及通过夹爪与

桩腿的焊接固定,将齿条与桩腿可靠固定,与仅通过定位点焊固定齿条的方法相比,在焊接过程中,齿条的纵向变形和横向变形都受到严格控制,使齿条焊接质量和焊接精度显著提高。焊接结束后,将焊接夹具的夹爪从桩腿上切割分离,然后取出焊接夹具,因而焊接夹具可以反复使用,能够有效地节约焊接成本。

[0029] 本发明提供的桩腿齿条的焊接方法,定位点焊的预热温度、焊接预热温度、层间温度和焊接温度均为  $160 \sim 180^{\circ}\text{C}$ ,且上述四个温度的差值小于  $20^{\circ}\text{C}$ 。保持相同或相差很小的预热温度和焊接温度,能够增强点焊焊缝与正式焊缝的熔合性和整体性,确保整体焊缝的质量和焊接强度,满足海洋平台桩腿齿条的高负荷和精确传动的要求。

[0030] 本发明提供的桩腿齿条焊接采用药芯焊丝气体保护焊(FCAW)。现有技术一般采用实心焊丝气体保护焊,实心焊丝气体保护焊存在飞溅多的缺陷,而桩腿齿条为超长齿条,长度一般在5米以上,沿着超长齿条施焊过程中,产生过多的飞溅沾在焊缝或桩腿上,极大地增加了后续的表面打磨工作量,增大了工人的劳动强度,降低了加工效率。因而本发明采用飞溅少的药芯焊丝气体保护焊,显著减少了飞溅,以及后续的表面打磨工作量,降低了劳动强度,提高了生产效率。

[0031] 本发明提供的桩腿齿条焊接方法,焊接线能量为  $17 \sim 23\text{kJ}/\text{cm}$ ,优选  $17 \sim 19\text{kJ}/\text{cm}$ 。由于桩腿用齿条属于超长、超厚齿条,焊缝长且厚,且齿条材质为高强度调质钢,因而宜选用较小的焊接线能量,使焊接产生的热量低、焊接热变形小,不易产生热裂纹,确保焊接质量。经过实验验证,当焊接线能量低于  $17\text{kJ}/\text{cm}$  时,出现焊接温度过低而导致焊缝不均匀、出现冷裂纹等情形,影响焊接强度;当焊接线能量高于  $23\text{kJ}/\text{cm}$  时,容易产生过大的热变形和热裂纹,同样影响焊接强度和焊接质量。实验还证明,选用线能量为  $17 \sim 19\text{kJ}/\text{cm}$  进行焊接时,产生的热变形最小、焊接质量最好。选用线能量为  $17 \sim 19\text{kJ}/\text{cm}$  进行焊接时,可选择焊接电流为  $180 \sim 220\text{A}$ 、焊接电压处于  $24 \sim 28\text{V}$ ,焊接速度  $35 \sim 45\text{cm}/\text{min}$ ,可以有效地降低焊接变形,保证了焊接质量。

[0032] 本发明提供的桩腿齿条焊接方法可采用退焊法施焊,由偶数名焊工从齿条中间向两边采用分段退焊法施焊,每段长度  $300 \sim 500\text{mm}$ 。采用由偶数名焊工从齿条中间向两边采用分段退焊法施焊的方法,能够显著控制齿条受热的线变形和角变形,确保齿条焊接位置准确,并能提高施工效率。为进一步确保齿条的焊接质量,防止齿条产生角变形,优选地,偶数名焊工从齿条中间向两边施焊的采用的焊接电流相等。

[0033] 本发明提供的用于桩腿单面齿条的焊接方法的焊接夹具,由底座和偶数个夹爪组成。偶数个夹爪的形状和大小相同,其横截面为弧形、类弧形或L形。偶数个夹爪的一端沿底座的轴向、对称地固定在底座的两侧,另一端为自由端,底座的内侧设有开口向下、轴向通长的固定凹槽,固定凹槽的内壁与齿条静配合或过渡配合,夹爪的自由端与桩腿的外壁焊接连接。焊接夹具通过固定凹槽与齿条静配合或过渡配合连接,通过焊接与桩腿固定连接,从而将齿条与桩腿可靠固定,使焊接过程中齿条不会因外力和热变形作用发生任何微小的位移,保障齿条的焊接位置准确,提高齿条焊接质量。

[0034] 焊接夹具是焊接加工中的常用工装,对于固定焊接件、确保焊接位置精准具有不可替代的作用。但是,现有技术桩腿齿条的焊接加工,由于桩腿和齿条构件尺寸和质量都较大,不能适用一般焊接加工的夹具,因而通常仅采用定位点焊的方式固定。但是,点焊的焊接强度有限,而齿条的尺寸和质量又较大,且焊缝长、焊接热量大,使得齿条在后续的正式

焊接过程中极易发生过大的变形和位移,从而严重影响齿条的焊接精度和焊接质量,降低齿条的承载力和传动效率。本发明提供的焊接夹具,在定位点焊的基础上,采用静配合或过渡配合以及焊接的方式,进一步可靠固定齿条,严格限制齿条的变形和位移,确保了齿条焊接精度和焊接质量,并且齿条焊接完成后焊接夹具可拆除重复使用,且焊接夹具结构简单、使用方便、成本低廉。

[0035] 本发明提供的焊接夹具,综合考虑齿条和桩腿的尺寸,以及焊接夹具的安装密度,底座的长度可以设置为 60 ~ 80mm。夹爪优选为两个,并且其轴向长度与底座的长度相等。

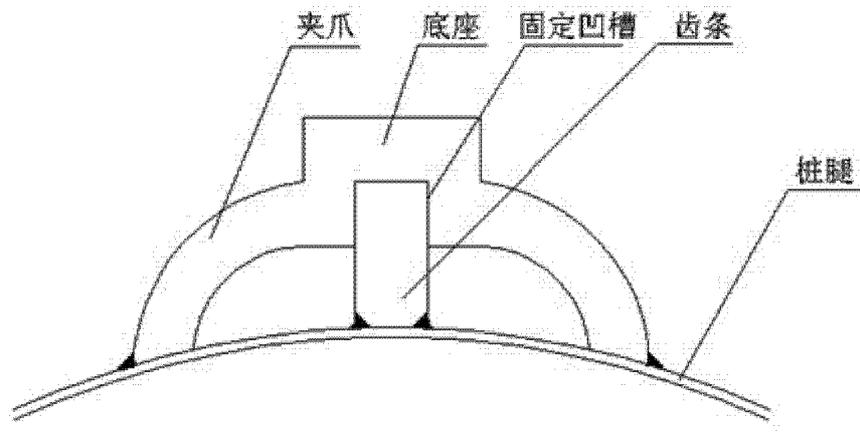


图 1