



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105537873 B

(45)授权公告日 2019.01.11

(21)申请号 201610006544.8

(22)申请日 2016.01.06

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105537873 A

(43)申请公布日 2016.05.04

(73)专利权人 上海发电设备成套设计研究院  
地址 200240 上海市闵行区剑川路1115号  
专利权人 上海交通大学

(72)发明人 朱幼君 唐鼎 黄伟清 王兴平

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司  
31001

代理人 翁若莹 吴小丽

(51)Int.Cl.

B23P 15/00(2006.01)

B21D 13/04(2006.01)

(56)对比文件

WO 9209766 A1,1992.06.11,全文.

US 2012131891 A1,2012.05.31,全文.

EP 2452738 A1,2012.05.16,全文.

CN 105127298 A,2015.12.09,全文.

CN 104952494 A,2015.09.30,全文.

CN 101954394 A,2011.01.26,权利要求第1-2项.

蔡振芳等.新型高效汽液分离干燥器装置波纹板的制造.《化工机械》.2014,第41卷(第3期),第381-383、391页.

审查员 高玉江

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种疏水钩波纹板成形制造方法

(57)摘要

本发明提供了一种疏水钩波纹板成形制造方法,利用辊弯成形工艺,通过辊型设计,形成所需结构的无焊接的、整体的疏水钩波纹板。利用包括由多道次辊弯成形辊对顺序配置形成的上下两排轧辊的辊弯成形机组,将平直的金属板逐渐弯曲成表面带有疏水钩结构的波纹板。将金属板开卷并矫直,再送入辊弯成形机组的上下两排轧辊间,轧辊将平直的金属板依次进行多次弯折,先成形波纹结构,后成形疏水钩结构;最后裁切成所需长度的疏水钩波纹板。本发明提供的方法利用辊弯成形代替传统的折边成形,通过特殊的弯辊的辊型设计,形成无焊接的、整体结构的疏水钩波纹板,全过程全自动高速制造,增强了产品可靠性和使用性能,同时提高了生产效率、降低了成本。



1. 一种疏水钩波纹板成形制造方法,其特征在于:利用辊弯成形工艺,通过辊型设计,形成所需结构的无焊接的、整体的疏水钩波纹板;

所述辊弯成形工艺,采用辊弯成形机组,所述辊弯成形机组包括由多道次辊弯成形辊对顺序配置形成的上下两排轧辊;所述上下两排轧辊,用于将平直的金属板逐渐弯曲成表面带有疏水钩结构的波纹板;

所述辊弯成形辊对具有与所需成形的波纹结构和疏水钩结构相对应的轮廓结构;

疏水钩波纹板成形制造方法的具体步骤为:

步骤1:将金属板开卷;

步骤2:将开卷后的金属板矫直;

步骤3:将矫直后的金属板送入辊弯成形机组的上下两排轧辊间,轧辊将平直的金属板依次进行多次弯折,先成形波纹结构,后成形疏水钩结构;

步骤4:将步骤3制成的产品裁切成所需长度的疏水钩波纹板。

2. 如权利要求1所述的一种疏水钩波纹板成形制造方法,其特征在于:所述辊弯成形工艺,是通过顺序配置的多道次具有特定轮廓型面的成形轧辊,将金属板进行逐渐横向弯曲,以制成特定端面的所述疏水钩波纹板。

3. 如权利要求1所述的一种疏水钩波纹板成形制造方法,其特征在于:所述波纹结构,是通过压制形成的波浪形结构,所述波纹结构的各个波峰、波谷呈相等角度。

4. 如权利要求1或3所述的一种疏水钩波纹板成形制造方法,其特征在于:所述疏水钩结构,是通过整体折叠,在所述波纹结构的波峰、波谷处形成的具有挡水功能的沟槽。

5. 如权利要求1或3所述的一种疏水钩波纹板成形制造方法,其特征在于:所述疏水钩结构,可设置在所述波纹结构的每个波峰和波谷处,也可仅设置在每个波峰处,或仅设置在每个波谷处。

6. 如权利要求5所述的一种疏水钩波纹板成形制造方法,其特征在于:不同位置处的所述疏水钩结构弯折角度可以相同,也可根据疏水效果进行前后角度逐步变化。

7. 如权利要求4所述的一种疏水钩波纹板成形制造方法,其特征在于:所述波纹结构尾端设有尾部挡水钩,尾部挡水钩与所述波峰、波谷处的疏水钩结构同时加工成型。

## 一种疏水钩波纹板成形制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于核电站一回路和二回路汽水分离器的,以及用于其它各种工艺流程中的,气(汽)/液相微粒、气(汽)/固体微粒分离的,一体化结构的疏水钩波纹板的成形制造方法。

### 背景技术

[0002] 汽水分离装置用于核电站一回路的蒸汽发生器与二回路的汽水分离再热器,为机组中的关键装置,对于防止放射性泄漏、安全运行和提高效率具有重要作用。该装置是将过饱和蒸汽中的水滴分离出来,降低湿度。因为一回路的蒸汽发生器产生的是饱和蒸汽,在汽轮机高压缸膨胀做功后,出口含水量增加至12%甚至更高,会对透平叶片及蒸汽通道造成的侵蚀,严重影响到汽轮机及其后的管系工作的可靠性,同时导致运行效率显著降低。若利用汽水分离装置去除携带的水,并再热后进入低压缸膨胀做功发电,则既保证了机组的安全,又可大大提高循环热效率。所以,高效率的汽水分离器是核动力装置安全经济运行的重要保证。

[0003] 汽水分离装置完成汽水分离功能的关键部件是带疏水钩的波纹板。疏水钩波纹板由一系列加工成波纹状的薄板组成,其工作原理为:蒸汽携带着微小液滴在波纹板构成的通道内作曲线运动,由于蒸汽流动方向的不断变化和水滴离心力的作用,水滴不能随汽流偏转而撞击波纹板壁面,在波纹板的疏水钩和尾部挡水钩处汇集。疏水钩和尾部挡水钩收集波纹板壁面的水并捕获蒸汽流中的水滴,形成的水沿着钩形向下流入疏水装置。蒸汽经波纹板实现汽水分离后将供给下一级汽轮机并用于发电。

[0004] 同样,在诸多工业生产中,如天然气采掘中的分离出水和泥沙、压缩空气中分离出水与油等许多工艺过程,存在工艺气(汽)体介质夹带有液相或固体微粒,利用波纹板构成的分离器分离液或固体微粒,以增效、净化、或回收物料。

[0005] 目前,疏水钩波纹板的制造方法主要是采用折弯加焊接工艺的方式,利用折弯模具,通过多次折弯生成波纹板和疏水钩,再通过焊接的方式将波纹板与疏水钩焊接。也有部分波纹板通过连续折弯的方式进行加工。现有工艺存在以下局限性:

[0006] (1) 工序复杂,现有加工效率低,导致生产成本高。在连续折弯过程中,每张疏水波纹板需要数十道工序制造完成。由于疏水波纹板折边部位多且折弯角度极大,因此无法采用自动化送料和夹持,需要耗费大量的人工,导致带疏水钩的波纹板成本极高。

[0007] (2) 人工参与多,可能导致产品质量不稳定。波纹板的折弯部位多,难以实现自动化送料和夹持,人工送料可能导致定位误差大,产品质量不稳定。

[0008] (3) 现有工艺必须有焊接点,在高温、高湿度工况中成为危险位置。核电机组运行中无法检修,对产品质量可靠性的要求极高。而现有工艺中,波纹板与疏水钩通过焊接方式连接,波纹板宽度方向上带有多个点焊或长焊缝。产品在汽水分离器中的使用过程中,高湿度蒸汽流动或其他腐蚀或侵蚀因素会加速腐蚀(FAC)可导致焊接部位脱落。因此焊接点成为产品的薄弱环节。

[0009] 经检索,发现中国发明专利:一种用于核岛蒸汽分离干燥器的波纹板组件制造方法,申请公布号:CN 104952494 A,申请号:201410125024.X。该发明公布了一种用于核岛蒸汽分离干燥器的波纹板组件制造方法,该方法包含如下步骤:“步骤1,将金属板进行压模,制成多个波纹板。步骤2,将金属板进行压模,制成多种类型的挡水钩。步骤3,将金属板进行压模,制成多种类型的支撑板。步骤4,将波纹板与挡水钩焊接。步骤5,将带有挡水钩的波纹板与支撑板焊接形成波纹板组件”。该发明采用的是折弯加焊接工艺。

[0010] 经检索,发现中国发明专利:一种压水堆蒸汽发生器干燥器用双沟波形板,申请公布号:CN 104826458A,申请号:201510225440.1。该发明公布了一种压水堆蒸汽发生器干燥器用双沟波形板,满足蒸汽发生器设计要求。“该双沟波形板包括1块波形板,该波形板带有若干个波形;在波形板的每个波峰和波谷处的内表面各连接1个挡水钩”,“挡水钩与波形板之间采用电阻焊的形式连接”。该发明采用的是折弯加焊接工艺。

[0011] 经检索,发现美国专利:Vane Configurations for Steam,授权公告号US 8105022 B2。该发明公布了一种用于蒸汽分离干燥的波纹板组件,该组件采用围绕中心线径向分布的模式。该波纹板组件中,疏水钩结构单独加工成型,再通过焊接的方式与波纹板相连。

[0012] 经检索,发现美国专利:Moisture Separator,授权公告号US 2012/0131891。该发明公布了一种汽水分离器波纹板板型,该板型通过特殊的疏水钩设计,降低了疏水钩板面上水膜被撕破而重新卷入气流,形成的二次液滴与回流,提高了波纹板分离效率。该疏水钩结构复杂,需单独加工成型,再通过焊接的方式与波纹板相连。

[0013] 经检索,发现中文文献:新型高效汽液分离干燥器装置波纹板的制造,文章编号1674-1617(2014)01-0009-05。该文献提出波纹板加工需要以下步骤:(1)波纹板下料,下料用剪切方法,并于剪切后去除毛刺;(2)冲压尾钩;(3)通过七~八道工序完成双曲S形状;(4)通过七~八道工序将S形波纹板形状改变成U型形状;(5)U形状压扁整体校正整形;(6)压制V形板,同样通过七~八道工序完成波纹板基本形状和尺寸;(7)纹板整体整形压模。由此可见,该文献中,疏水钩波纹板采用人工手持折弯的方式成形,每一张疏水钩波纹板需要近30道工序制造完成。由于疏水钩波纹板折边部位多且折弯角度极大,因此无法采用自动化送料和夹持,需要耗费大量的人工工时,导致疏水钩波纹板成本极高。

## 发明内容

[0014] 本发明要解决的技术问题是提供一种能够实现疏水钩波纹板无焊点整体结构和全自动高速制造的成形制造方法,以增强产品可靠性,同时提高生产效率、降低成本。

[0015] 为了解决上述技术问题,本发明的技术方案是提供一种疏水钩波纹板成形制造方法,其特征在于:利用辊弯成形工艺,通过辊型设计,形成所需结构的无焊接的、整体的疏水钩波纹板。

[0016] 优选地,所述辊弯成形工艺,是通过顺序配置的多道次具有特定轮廓型面的成形轧辊,将金属板进行逐渐横向弯曲,以制成特定端面的金属型材。

[0017] 更优选地,所述辊弯成形工艺,采用辊弯成形机组,所述辊弯成形机组包括由多道次辊弯成形辊对顺序配置形成的上下两排轧辊;所述上下两排轧辊,用于将平直金属板逐渐弯曲成表面带有疏水钩结构的波纹板。

- [0018] 进一步地,所述波纹结构和疏水钩结构为一张金属板辊弯成形而成。
- [0019] 进一步地,所述辊弯成形辊对为对称结构。
- [0020] 进一步地,所述辊弯成形辊对具有与所需成形的波纹结构和疏水钩结构相对应的轮廓结构。
- [0021] 进一步地,所述上下两排轧辊之间设有与所述波纹结构和疏水钩结构形状、尺寸相适配的间隙。
- [0022] 优选地,具体步骤为:
- [0023] 步骤1:将金属板开卷;
- [0024] 步骤2:将开卷后的金属板,通过张力控制系统,送入矫直装置,进行金属板矫直;
- [0025] 步骤3:将矫直后的金属板,送入辊弯成形机组的上下两排轧辊间,轧辊将平直金属板依次进行多次弯折,先成形波纹结构,后成形疏水钩结构;
- [0026] 步骤4:通过飞锯裁切系统,裁切成所需长度的疏水钩波纹板。
- [0027] 进一步地,所述波纹结构,是通过压制形成的波浪形结构,所述波纹结构的各个波峰、波谷呈相等角度。
- [0028] 进一步地,所述疏水钩结构,是通过整体折叠,在所述波纹结构的波峰、波谷处形成的具有挡水功能的沟槽。
- [0029] 更进一步地,所述疏水钩结构,可设置在所述波纹结构的每个波峰和波谷处(双疏水钩),也可仅设置在每个波峰处,或仅设置在每个波谷处(单疏水钩)。
- [0030] 更进一步的,不同位置处的所述疏水钩结构弯折角度可以相同,也可根据疏水效果进行前后角度逐步变化。
- [0031] 更进一步的,所述波纹结构尾端设有尾部挡水钩,尾部挡水钩与所述波峰、波谷处的疏水钩结构同时加工成型。
- [0032] 进一步的,所述疏水钩波纹板可以是等折角度的,也可以通过自动化辊位调整系统,形成不等折角的疏水钩波纹板。
- [0033] 利用本发明提供的疏水钩波纹板成形制造方法,通过顺序配置的多道次具有特定轮廓型面的辊弯成形辊对,将金属板逐渐进行横向弯曲,可以制成疏水沟结构与波纹结构整体的板材。该成形方法属于柔性成形工艺,可更换不同的压纹道次辊弯成形辊对,即可生产出单疏水钩截面、双疏水钩截面以及变折角的疏水钩波纹板。
- [0034] 本发明提供的疏水钩波纹板成形制造方法,其生产效率可达50米/分钟,是传统手工手持折弯再加焊接的数十倍;产品表面质量好,尺寸精度高,长度不受限制,能够完全自动化;工作环境清洁、无污染,生产过程绿色节能。利用本发明生产得到的带疏水钩的波纹板,疏水钩和波纹连接处没有焊缝,产品质量稳定,更重要的是不会有焊接点断裂而破坏分离的可能。传统的折弯成形变形区域集中,而本发明中利用辊弯成形,钢板逐渐变形,有相对较均匀的应力分布状态,可保证疏水钩波纹板具有较高的机械性能与使用寿命。
- [0035] 与现有技术相比,本发明提供的疏水钩波纹板成形制造方法具有如下有益效果:
- [0036] (1) 消除了产品上的所有焊接点,不会因腐蚀或震动破坏焊点,极大提高了产品在高温、高湿度工况中长期服役的高可靠性;使产品寿命延长,免检修,可降低电厂的维护成本,减少工人的辐照计量。
- [0037] (2) 利用辊弯成形机组进行连续、高速、自动化生产,生产效率高,产品一致性好。

[0038] (3) 通过更换辊轮,可以生产任意复杂截面形状的产品,便于产品设计的升级。可实现疏水沟结构横向(调节辊形)和纵向位置与尺寸的变化(自动化调整辊位),提高了产品使用性能。

### 附图说明

[0039] 图1为实施例1中辊弯成形机组结构示意图;

[0040] 图2为实施例1中辊弯成形过程中辊型变化示意图;

[0041] 图3为实施例1中制成的疏水钩波纹板结构示意图。

### 具体实施方式

[0042] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0043] 实施例1

[0044] 一种疏水钩波纹板成形制造方法,利用辊弯成形工艺,通过辊型设计,形成所需结构的无焊接的、整体的疏水钩波纹板。

[0045] 辊弯成形工艺是通过顺序配置的多道次具有特定轮廓型面的成形轧辊,将金属板进行逐渐横向弯曲,以制成特定端面的金属型材。

[0046] 辊弯成形工艺核心装置为辊弯成形机组,图1为本实施例采用的辊弯成形机组结构示意图,所述的辊弯成形机组包括顺序设置的开卷及张力控制系统1、矫直装置2、辊弯成形装置3、飞锯裁切系统4。

[0047] 辊弯成形装置3包括由多道次辊弯成形辊对顺序配置形成的上下两排轧辊;上下两排轧辊,用于将平直的金属板逐渐弯曲成表面带有疏水钩结构的波纹板。

[0048] 辊弯成形辊对为对称结构,辊弯成形辊对具有精密轮廓结构,与金属板表面需成形的截面形状相对应。上排轧辊和下排轧辊之间设有与波纹板和疏水钩形状和尺寸相适配的间隙。

[0049] 具体步骤如下:

[0050] 步骤1,金属板开卷:原始板料是壁厚为1~2mm的金属板卷料,通过开卷及张力控制系统1送入矫直装置2。

[0051] 步骤2,金属板矫直:由矫直装置的排辊将金属板矫直。

[0052] 步骤3,辊弯成形:结合图2,矫直后金属板的进入顺序配置的多道次成形轧辊中,轧辊依次在金属板上进行多次弯折。在此期间,板料需要经过多次大角度翻折,先成形波纹结构,将疏水钩结构所需带料形成凸包,最终翻折会使板料相互重叠形成开孔的疏水钩结构。

[0053] 步骤4,切断:飞锯裁切系统4将成形后的板切割成任意长度的产品5,如图3所示。

[0054] 波纹结构为波浪形,波峰、波谷呈等角度。

[0055] 疏水钩结构,是在波纹结构的波峰、波谷处形成的具有挡水功能的沟槽。疏水钩结构设置在波纹结构的每个波峰和波谷处,形成疏水口为等距的双疏水钩结构。不同位置处

的疏水钩弯折角度相同。

[0056] 本实施例通过辊弯成形工艺加工疏水钩波纹板,能够完全自动化,主要通过排辊辊弯成形,工作环境清洁、无污染、低噪声,节能,生产效率高。

[0057] 生成的产品尺寸精度高,且长度不受限制;产品质量稳定,辊弯过程中,金属板处于较好的应力状态,可保证折叠部位有较高的尺寸精度,且各轧辊的寿命较长。生产的疏水钩因板的连续性保证了与汽(气)流完全隔离,并形成宽大有效的储水与疏水空间。因此是具有低流阻,高临界流速和能分离高含量液或固体杂质能力的优化分离元件。

[0058] 实施例2

[0059] 本实施例与实施例1基本相同,其区别在于:疏水钩结构仅设置在波纹结构的每个波峰处,形成单疏水钩结构。不同位置处的疏水钩弯折角度相同。

[0060] 实施例3

[0061] 本实施例与实施例1基本相同,其区别在于:疏水钩结构仅设置在波纹结构的每个波谷处,形成单疏水钩结构。根据疏水效果,进行前后位置处疏水钩弯折角度的逐步变化。通过自动化辊位调整系统,形成不等折角的疏水钩波纹板。

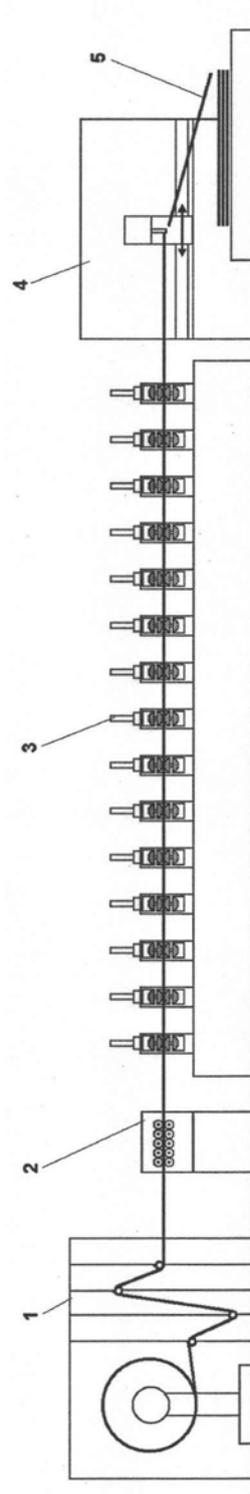


图1

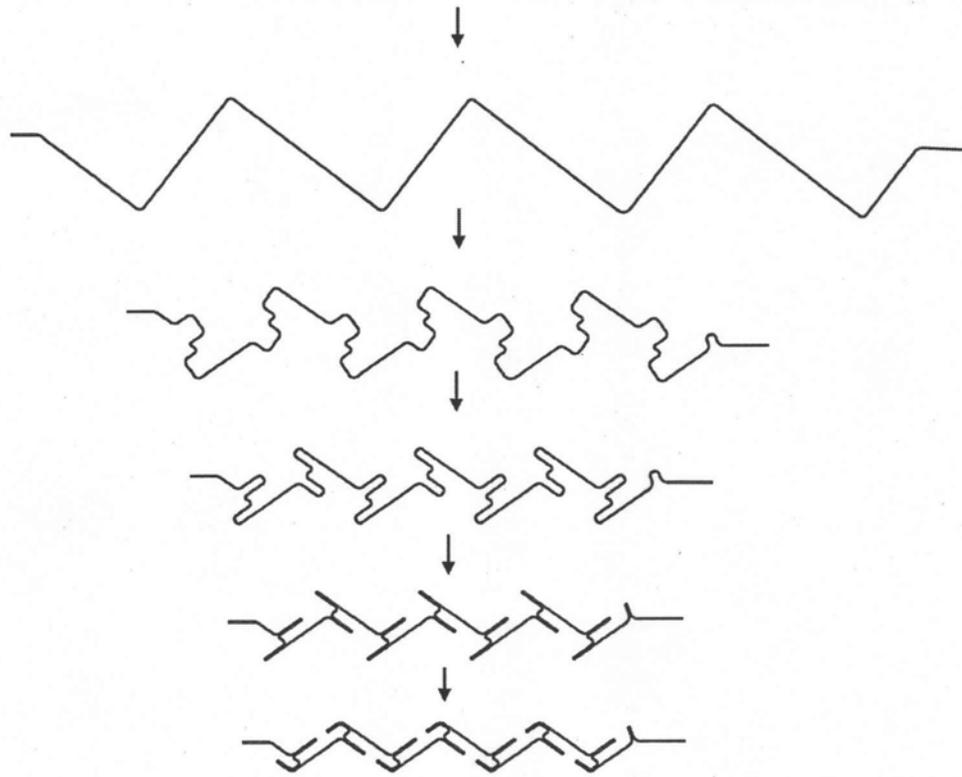


图2



图3