(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 105537345 A
(43)申请公布日 2016.05.04

(21)申请号 201510910157.2

(22)申请日 2015.12.10

(71)申请人 中国航天科技集团公司长征机械厂
地址 610199 四川省成都市龙泉驿区龙泉镇驿都中路189号

(72)发明人 康权 王立志 李志远 崔旭昌 胡代君

(74)专利代理机构 绵阳市博图知识产权代理事务所(普通合伙) 51235
代理人 巫敏

(51)Int.Cl.
B21D 15/06(2006.01)
B21D 22/14(2006.01)

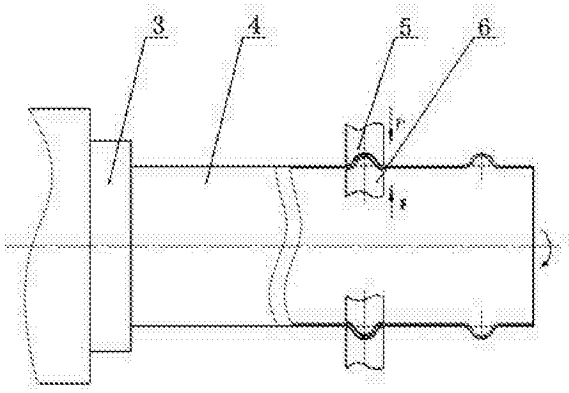
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

波纹管内旋压成形方法

(57)摘要

本发明公开了一种波纹管内旋压成形方法，包括以下步骤，将管坯安装于旋压机的主轴上，由主轴带动长薄壁管旋转；在管坯内外分别安装形成波纹的内旋轮和外旋轮；内旋轮和外旋轮同步工作；直至内旋轮的凸型面与外旋轮的凹型面间隙为管坯厚度的1.1~1.3倍时暂停内旋轮的进给量，保持该间隙成型3~5s，完成一个位置加工。内、外旋轮同步沿管坯轴向运动一个波距，重复上述步骤，直至成形出所需长度的波纹管。本发明的优点是成形精度更高，成形成本低。并且产品在旋压过程中晶粒细化，旋压变形使金相组织均匀致密，同时晶粒被压扁拉长，在旋压方向形成纤维组织，产品质量好，使用寿命大大提高。



CN 105537345 A

1.一种波纹管内旋压成形方法，其特征在于：包括以下步骤，

(1)将管坯安装于旋压机的主轴上，由主轴带动长薄壁管旋转，主轴转速为60r/min～120r/min；

(2)在管坯内外分别安装形成波纹的内旋轮和外旋轮，内、外旋轮均为三个，沿管坯周向均匀分布，并位于管坯径向安全位置处，其中，内、外旋轮相向的一面分别为形成波纹管内、外壁波峰的凸型面和凹型面；

(3)内旋轮和外旋轮同步工作；三个外旋轮同步沿管坯的径向往内运动，直至外旋轮外表面与管坯外表面贴合，外旋轮进给速度为4~8mm/r；三个内旋轮同步沿径向往外运动，旋轮进给速度为4~8mm/r，内旋轮与管坯内表面接触时，管坯接触区域开始产生塑性变形，内旋轮继续往沿径向往外运动，此时，内旋轮进给速度为1~4mm/r；

(4)直至内旋轮的凸型面与外旋轮的凹型面间隙为管坯厚度的1.1~1.3倍时暂停内旋轮的进给量，保持该间隙成型3~5s，内、外旋轮分别同时沿径向往内、外复位至径向安全位置处；

(5)内、外旋轮同步沿管坯轴向运动一个波距，重复步骤(1)~(4)，直至成形出所需长度的波纹管。

2.根据权利要求1所述的波纹管内旋压成形方法，其特征在于：所述管坯的管径大于250mm，壁厚为2.7～3.5mm。

3.根据权利要求1所述的波纹管内旋压成形方法，其特征在于：所述外旋轮外径为D0=0.5D～2D，D为成品波纹管波谷处的外径，D0为外旋轮的外径；

外旋轮的凹型面由三段平滑连接的圆弧构成，所述三段圆弧为中部的圆弧A和对称相切于圆弧A两侧的圆弧B和圆弧C，圆弧A的半径R0=1.0R～1.2R，圆弧B和圆弧C的半径R1=0.9r～1.0r；

内旋轮的凸型面由三段平滑连接的圆弧构成，所述三段圆弧为中部的圆弧I和对称相切于圆弧I两侧的圆弧J和圆弧K，圆弧I的半径R2=(R-t)，圆弧J和圆弧K的半径R3=1.0～1.2(r+t)；

其中，R为成品波纹管外壁波峰圆角半径，r为成品波纹管波形外壁根部的过渡圆角半径，t为成品波纹管壁厚。

波纹管内旋压成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种成型方法，尤其涉及一种波纹管内旋压成形方法。

背景技术

[0002] 目前，波纹管的成形工艺主要有液压成形、旋压成形和焊接成形等。液压成形是波纹管成形最常用的方法，利用在管坯中的液体压力，使管坯在限制环中胀形，直到沿环向出现屈服，同时辅以压缩管坯补料，小直径波纹管多采用这种方法。旋压成形工艺主要用于加工大、中型波纹管，管坯安装于旋压机的主轴上，由主轴带动管坯旋转，同时旋轮沿着波纹管外形轮廓移动，通过旋轮的径向及轴向进给运动成形出波纹。焊接成形主要是通过“板材压筋—卷圆—焊接”的工艺方法，即先在板材上压制波形，然后将压制波形后的板材卷圆，对连接部进行焊接，得到一个小节，最后再将多个小节焊接得到波纹管。

[0003] 目前普遍使用的波纹管是采用分节成形、多节焊接工艺方法获得，采用该工艺方法主要有以下工艺缺点：(1)焊接区域容易产生应力集中，使产品的疲劳强度降低，焊缝区域在长期存放过程中可能产生微裂纹并进行扩展，影响产品的使用寿命；(2)数量众多的纵向焊缝、环向焊缝，尤其是交叉焊缝，使得波纹管的焊接质量难以保证，根据设计要求，产品的焊缝质量要百分之百检测，焊缝检测效率低且费用很高；(3)焊接过程中产品变形较大，产品成形精度和一致性差。因此，传统工艺方法制造的产品不仅成形精度差、加工效率低、生产成本高，最重要的是产品质量可靠性差，无法满足产品的设计要求；(4)由于该工艺方法本身局限性，每一小节长度较短，目前停留在1100mm以内，这使得波纹管的节数较多，加工工艺复杂，生产效率低。

[0004] 中国专利91106244.0，公开了一种波纹管加工方法及设备，由机床带动管坯旋转，旋压轮沿径向进给旋压，同时双等离子炬对管坯加热区加热，轴向压力头沿管坯轴向施加压力，一个波形成形后，旋压轮沿轴向移动一个波矩，进行下一波形旋压。但其加工的对象为外径D小(60～110mm)、壁厚δ大(3.5～5mm)的波纹管，因此，其不适用于管径大于250mm、管壁厚2.7～3.5mm的波纹管的加工。中国专利200810021178.9，公开了一种铜波纹管螺旋波纹成形设备及其成形工艺，铜管为硬质铜管，该成形设备上设滚轮装置，滚轮装置上设三个在所述铜管的圆周方向均布的滚轮对铜管进行滚压加工；三个滚轮与铜管的轴线的垂直方向均偏转一个相同的角度，该角度即铜管螺旋波纹的螺旋升角。但其加工的对象为空调设备上的波纹管，由于空调设备上的波纹管外径小，因此其同样不适用于加工管径大于250mm、管壁厚2.7～3.5mm的波纹管。采用上述设备加工管径大于250mm、管壁厚2.7～3.5mm的波纹管，在成形过程中均存在由于管径大、壁厚薄而易出现变形缺陷，不能完成波纹管的加工。

[0005] 面对当今形势，研究一种产品成形质量好、生产成本低、且简单、高效的波纹管零件制造方法成为现在该领域技术人员迫切需要解决的技术难题。

发明内容

[0006] 本发明的目的就在于提供一种解决上述问题，能对管径大、壁厚薄的管材进行波纹管旋压成形，工序简单、成形质量好、成形精度和加工效率高的波纹管内旋压成形方法。

[0007] 为了实现上述目的，本发明采用的技术方案是这样的：一种波纹管内旋压成形方法，包括以下步骤，

(1)将管坯安装于旋压机的主轴上，由主轴带动长薄壁管旋转，主轴转速为60r/min～120r/min；

(2)在管坯内外分别安装形成波纹的内旋轮和外旋轮，内、外旋轮均为三个，沿管坯周向均匀分布，并位于管坯径向安全位置处，其中，内、外旋轮相向的一面分别为形成波纹管内、外壁波峰的凸型面和凹型面；

(3)内旋轮和外旋轮同步工作；三个外旋轮同步沿管坯的径向往内运动，直至外旋轮外表面与管坯外表面贴合，外旋轮进给速度为4~8mm/r；三个内旋轮同步沿径向往外运动，旋轮进给速度为4~8mm/r，内旋轮与管坯内表面接触时，管坯接触区域开始产生塑性变形，内旋轮继续往沿径向往外运动，此时，内旋轮进给速度为1~4mm/r；

(4)直至内旋轮的凸型面与外旋轮的凹型面间隙为管坯厚度的1.1~1.3倍时暂停内旋轮的进给量，保持该间隙成型3~5s，内、外旋轮分别同时沿径向往内、外复位至径向安全位置处；

(5)内、外旋轮同步沿管坯轴向运动一个波距，重复步骤(1)~(4)，直至成形出所需长度的波纹管。

[0008] 作为优选：所述管坯的管径大于250mm，壁厚为2.7～3.5mm。

[0009] 作为优选：所述外旋轮外径为D0=0.5D～2D，D为成品波纹管波谷处的外径，D0为外旋轮的外径；

外旋轮的凹型面由三段平滑连接的圆弧构成，所述三段圆弧为中部的圆弧A和对称相切于圆弧A两侧的圆弧B和圆弧C，圆弧A的半径R0=1.0R～1.2R，圆弧B和圆弧C的半径R1=0.9r～1.0r；

内旋轮的凸型面由三段平滑连接的圆弧构成，所述三段圆弧为中部的圆弧I和对称相切于圆弧I两侧的圆弧J和圆弧K，圆弧I的半径R2=(R-t)，圆弧J和圆弧K的半径R3=1.0～1.2(r+t)；

其中，R为成品波纹管外壁波峰圆角半径，r为成品波纹管波形外壁根部的过渡圆角半径，t为成品波纹管壁厚。

[0010] 与现有技术相比，本发明的优点在于：

产品质量好：本发明不仅彻底去除了波纹管零件的纵向焊缝，而且采用长薄壁管加工的隧道波纹管的长度不受工艺限制，远远大于现有工艺长度仅能达到的1100mm以内，可以大大减少产品的环向焊缝。同时新工艺的成形精度更高，便于产品装配。并且，与传统工艺相比，新工艺成形的产品在旋压过程中晶粒细化，旋压变形使金相组织均匀致密，同时晶粒被压扁拉长，在旋压方向形成纤维组织，产品质量好，使用寿命大大提高。

[0011] 成形效率高：相比于缩径旋压成形工艺，内旋压成形大大减小了零件变形区域，减低了产品成形难度，提高产品成形速度。

[0012] 成品率高：由于取消了纵向焊缝，本工艺方法能够彻底避免产品上出现纵向和环向焊缝相交区域，同时环向焊缝大大减少，降低了焊接难度，大大提高了产品的成品率。

[0013] 成形成本低：由于减少了焊缝焊接量，使得焊接、焊缝检测和打磨工序的工作量相应减少，能够节省大量的焊接材料费用和焊缝检测费用，降低了产品的生产成本。

附图说明

[0014] 图1 为现有技术加工产品的结构示意图；

图2 为本发明的加工结构示意图；

图3 为本发明采用的外旋轮的结构示意图；

图4 为本发明采用的内旋轮的结构示意图；

图5 为本发明加工成品的结构示意图。

[0015] 图中：1、波纹管；2、焊接区域；3、主轴；4、管坯；5、外旋轮；6、内旋轮；7、圆弧A；8、圆弧B；9、圆弧C；10、圆弧I；11、圆弧J；12、圆弧K。

具体实施方式

[0016] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。

[0017] 实施例1：参见图1，图1为现有技术加工产品中，焊接加工制成的产品结构示意图，图中有波纹管1，可见焊接区域2纵横交错。

[0018] 参见图2到图5，一种波纹管1内旋压成形方法，包括以下步骤：

(1)将管坯4安装于旋压机的主轴3上，由主轴3带动长薄壁管旋转，主轴3转速为60r/min～120r/min；

(2)在管坯4内外分别安装形成波纹的内旋轮6和外旋轮5，内、外旋轮5均为三个，沿管坯4周向均匀分布，并位于管坯4径向安全位置处，其中，内、外旋轮5相向的一面分别为形成波纹管1内、外壁波峰的凸型面和凹型面；

(3)内旋轮6和外旋轮5同步工作；三个外旋轮5同步沿管坯4的径向往内运动，直至外旋轮5外表面与管坯4外表面贴合，外旋轮5进给速度为4~8mm/r；三个内旋轮6同步沿径向往外运动，旋轮进给速度为4~8mm/r，内旋轮6与管坯4内表面接触时，管坯4接触区域开始产生塑性变形，内旋轮6继续往沿径向往外运动，此时，内旋轮6进给速度为1~4mm/r；

(4)直至内旋轮6的凸型面与外旋轮5的凹型面间隙为管坯4厚度的1.1~1.3倍时暂停内旋轮6的进给量，保持该间隙成型3~5s，内、外旋轮5分别同时沿径向往内、外复位至径向安全位置处；

(5)内、外旋轮5同步沿管坯4轴向运动一个波距，重复步骤(1)~(4)，直至成形出所需长度的波纹管1。

[0019] 本实施例中，所述管坯4的管径大于250mm，壁厚为2.7～3.5mm；所述外旋轮5外径为D0=0.5D～2D，D为成品波纹管1波谷处的外径，D0为外旋轮5的外径；

外旋轮5的凹型面由三段平滑连接的圆弧构成，所述三段圆弧为中部的圆弧A7和对称相切于圆弧A7两侧的圆弧B8和圆弧C9，圆弧A7的半径R0=1.0R～1.2R，圆弧B8和圆弧C9的半径R1=0.9r～1.0r；

内旋轮6的凸型面由三段平滑连接的圆弧构成，所述三段圆弧为中部的圆弧I10和对称相切于圆弧I10两侧的圆弧J11和圆弧K12，圆弧I10的半径R2=(R-t)，圆弧J11和圆弧K12的半径R3=1.0～1.2(r+t)；

其中，R为成品波纹管1外壁波峰圆角半径，r为成品波纹管1波形外壁根部的过渡圆角半径，t为成品波纹管1壁厚。

[0020] 为了对该实施例的数据进行更详细的描述，我们对该实施例进行如下数据限定：本实施例中，管坯4选用材料为5A03铝(LF3)的长薄壁管，其内径d=260mm，壁厚为t=3mm，成品波纹管1波谷处内径d=260mm、外径D=266mm，成品波纹管1外壁波峰圆角半径R=16mm，成品波纹管1波形外壁根部的过渡圆角半径r=8mm。

[0021] 步骤(1)中，主轴3转速为100r/min；

步骤(3)中，外旋轮5进给速度为5mm/r，内旋轮6与管坯4接触前的进给速度为5mm/r，接触后为2.5mm/r；

步骤(4)中，内旋轮6的凸型面与外旋轮5的凹型面间隙为管坯4厚度具体为，保持该间隙成型时间为4s。

[0022] 另外，关于外旋轮5和内旋轮6的具体尺寸为：

外旋轮5外径D_0=340mm，圆弧A7的半径R_0=16.5mm，圆弧B8和圆弧C9的半径R_1=7.5mm。该外旋轮55能较好的成形出波纹的外型面尺寸，避免变形区域的失稳。

[0023] 内旋轮6外径D_1=100mm，圆弧I10的半径R_2=13mm，圆弧J11和圆弧K12的半径R_3=11.5mm。该内旋轮6能较好的成形出波纹的内型面尺寸。

[0024] 实施例2：

本实施例中，管坯4选用材料为5A03铝(LF3)的长薄壁管，其内径d=380mm，壁厚为t=3.2mm，成品波纹管1波谷处内径d=380mm、外径D=386.4mm，成品波纹管1外壁波峰圆角半径R=22mm，成品波纹管1波形外壁根部的过渡圆角半径r=10mm。

[0025] 步骤(1)中，主轴3转速为80r/min；

步骤(3)中，外旋轮5进给速度为4.5mm/r，内旋轮6与管坯4接触前的进给速度为4.5mm/r，接触后为2mm/r；

步骤(4)中，内旋轮6的凸型面与外旋轮5的凹型面间隙为管坯4厚度具体为，保持该间隙成型时间为5s。

[0026] 另外，关于外旋轮5和内旋轮6的具体尺寸为：

外旋轮5外径D_0=280mm，圆弧A7的半径R_0=24mm，圆弧B8和圆弧C9的半径R_1=9.5mm。该外旋轮55能较好的成形出波纹的外型面尺寸，避免变形区域的失稳。

[0027] 内旋轮6外径D_1=150mm，圆弧I10的半径R_2=18.8mm，圆弧J11和圆弧K12的半径R_3=15mm。该内旋轮6能较好的成形出波纹的内型面尺寸。

[0028] 其余与实施例1相同。

[0029] 本发明中制成的产品，通过将内、外旋轮5同步沿管坯4轴向运动一个波距，可以不断延长加工长度，长度不受工艺限制，远远大于现有工艺长度仅能达到的1100mm以内，可以大大减少产品的环向焊缝。

[0030] 采用内、外旋轮5共同工作的新工艺，内旋轮6为主，外旋轮5为辅。成形精度更高，便于产品装配。并且，与传统工艺相比，新工艺成形的产品在旋压过程中晶粒细化，旋压变形使金相组织均匀致密，同时晶粒被压扁拉长，在旋压方向形成纤维组织，产品质量好，使用寿命大大提高。

[0031] 相比于缩径旋压成形工艺，内旋压成形大大减小了零件变形区域，减低了产品成

形难度，提高产品成形速度。

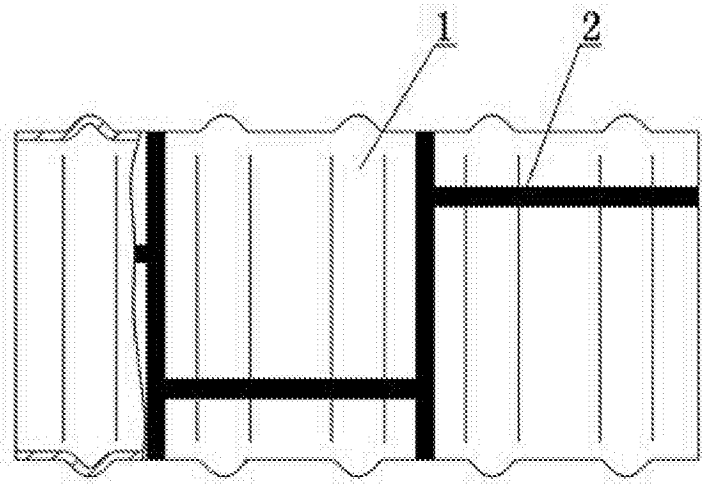


图1

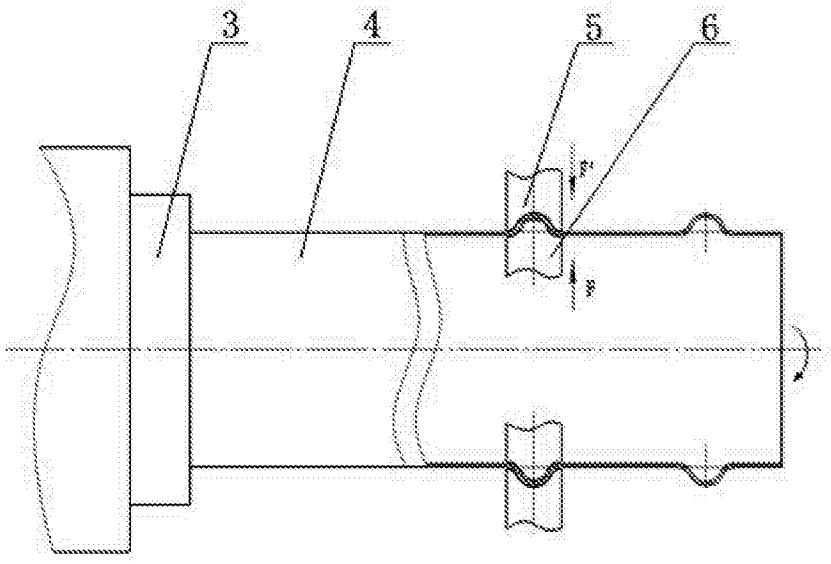


图2

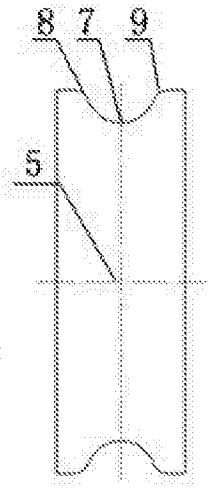


图3

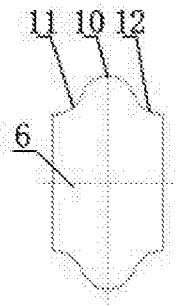


图4

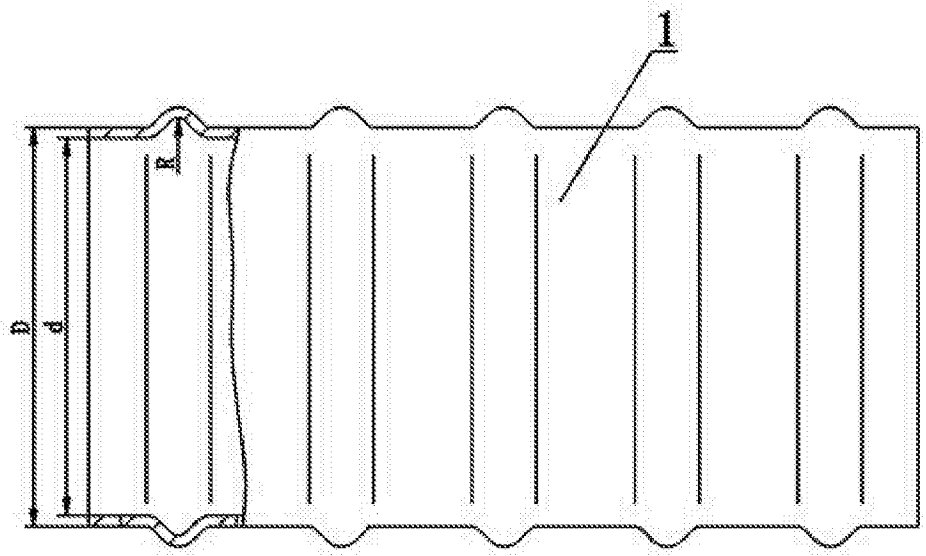


图5