(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 112338601 A
(43)申请公布日 2021.02.09

(21)申请号 202011183159.3

(22)申请日 2020.10.29

(71)申请人 陕西长羽航空装备有限公司
地址 710000 陕西省西安市高陵区泾河工业园泾园七路8号

(72)发明人 王世超 廉颖 蒋立 宋冬行 吴佳

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 姚咏华

(51)Int.Cl.
B23Q 3/12(2006.01)
B23Q 3/06(2006.01)
B23K 15/00(2006.01)
B23K 15/04(2006.01)
B23K 15/06(2006.01)
B23P 15/00(2006.01)

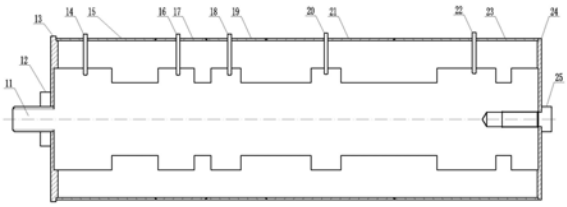
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种圆筒类薄壁件加工成型工装及方法

(57)摘要

本发明公开一种圆筒类薄壁件加工成型工装及方法，将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构，对每一段圆环结构分别进行加工，将加工好的所有圆环结构装配在一起并采用真空电子束焊接，得到组合构件，对组合构件进行真空退火和精加工，得到最终的圆筒类薄壁件。加工工装包括内表面加工工装、外表面加工工装和装配焊接工装，所述内表面加工工装用于在一段圆环结构加工内表面时对该圆环结构进行夹持，外表面加工工装用于在一段圆环结构加工外表面时对该圆环结构进行夹持，装配焊接工装用于将所有圆环结构焊接为组合构件时将所有的圆筒装配在一起。本发明能够改善并控制圆筒类薄壁件加工过程中的变形量保证加工精度。



CN 112338601 A

1.一种圆筒类薄壁件加工成型方法,其特征在于,包括如下过程:

将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构,对每一段圆环结构分别进行加工,将加工好的所有圆环结构装配在一起并采用真空电子束焊接,得到组合构件,对组合构件进行真空退火和精加工,得到最终的圆筒类薄壁件;

其中,对每一段圆环结构的加工过程包括:将锻棒加工为环形坯料,将所述环形坯料的内表面、外表面以及端面进行加工,使内表面、外表面以及端面加工至每一段圆环结构的最终尺寸。

2.根据权利要求1所述的一种圆筒类薄壁件加工成型方法,其特征在于,相邻两段圆环结构之间的焊接接头采用搭接。

3.根据权利要求1所述的一种圆筒类薄壁件加工成型方法,其特征在于,当圆筒类薄壁件沿轴向分布有孔洞时,将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构时,每一段圆环结构上具有至少一个所述孔洞。

4.一种用于实现权利要求1-3任意一项所述圆筒类薄壁件加工成型方法的加工工装,其特征在于,包括内表面加工工装、外表面加工工装和装配焊接工装,所述内表面加工工装用于在一段圆环结构加工内表面时对该圆环结构进行夹持,外表面加工工装用于在一段圆环结构加工外表面时对该圆环结构进行夹持,装配焊接工装用于将所有圆环结构焊接为组合构件时将所有的圆筒装配在一起;

所述装配焊接工装包括第一芯轴(11)和可拆卸安装于第一芯轴(11)两端的第一堵头(13)和第二堵头(24),第一堵头(13)和第二堵头(24)用于夹持及固定所有圆环结构装配后的整体结构;第一堵头(13)和第二堵头(24)上相邻一侧的外缘上均设有定位台阶,所述定位台阶用于对圆环结构进行定位。

5.根据权利要求4所述的加工工装,其特征在于,当圆筒类薄壁件沿轴向分布有孔洞时,将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构时,每一段圆环结构上具有至少一个所述孔洞;

所述第一芯轴(11)上在所述孔洞相对的位置开设有定位孔,第一芯轴(11)在所述定位孔处安装有定位销,第一芯轴(11)与每一段圆环结构之间通过定位销、所述孔洞和定位孔定位连接。

6.根据权利要求5所述的加工工装,其特征在于,所述定位孔设置为腰型孔,所述腰型孔的长度方向沿着第一芯轴(11)的轴向设置,腰型孔在其宽度方向上与定位销之间间隙配合。

7.根据权利要求4所述的加工工装,其特征在于,内表面加工工装包括卡盘(1)和安装在卡盘(1)上的可活动的若干抱爪(2);所述若干抱爪(2)抱紧后,相邻抱爪(2)的侧壁之间接触,所有抱爪(2)形成的内腔的形状与待加工的圆环结构的外表面形状相适配,待加工的圆环结构的径向尺寸比所述内腔的径向尺寸小0.1-0.2mm。

8.根据权利要求4所述的加工工装,其特征在于,外表面加工工装包括第二芯轴(4)、第三堵头(6)和第四堵头(7),第三堵头(6)和第四堵头(7)套设于芯轴(1)上,第二芯轴(4)的一端为装夹端(4-1),第三堵头(6)与第二芯轴(4)相对固定连接,第四堵头(7)与第二芯轴(4)之间可拆卸连接,第三堵头(6)的外缘在靠近第四堵头(7)一侧开设有第一定位台阶(6-1),第四堵头(7)的外缘在靠近第三堵头(6)的一侧开设有第二定位台阶(7-1),第一定位台

阶(6-1)和第二定位台阶(7-1)能够分别嵌入待加工的圆环结构(10)的两端,第一定位台阶(6-1)的轴心、第二定位台阶(7-1)的轴心与第二芯轴(4)的轴心同轴,第一定位台阶(6-1)和第二定位台阶(7-1)与所述圆环结构(10)的两端内壁之间为间隙配合,第一定位台阶(6-1)和第二定位台阶(7-1)能够将所述圆环结构(10)夹紧。

9.根据权利要求8所述的加工工装,其特征在于,第二芯轴(4)上在装夹端(4-1)一侧设有轴肩(4-4),第二芯轴(4)上位于轴肩(4-4)的另一侧设为配合段(4-2),第三堵头(6)和第四堵头(7)均套设于所述配合段(4-2),第三堵头(6)和第四堵头(7)均与配合段(4-2)之间为间隙配合,第三堵头(6)通过螺栓二(5)与所述轴肩(4-4)固定连接。

10.根据权利要求9所述的加工工装,其特征在于,第二芯轴(4)上在配合段(4-2)的另一侧设为螺纹段(4-3),螺纹段(4-3)上配合连接有螺母(9),第二芯轴(4)上在螺母(9)与第四堵头(7)之间套设有垫圈(8),所述垫圈(8)的一段套设在配合段(4-2)外部,垫圈(8)的一段套设在螺纹段(4-3)外部。

一种圆筒类薄壁件加工成型工装及方法

技术领域

[0001] 本发明属于机械加工技术领域，具体涉及一种圆筒类薄壁件加工成型工装及方法。

背景技术

[0002] 圆筒类钛合金薄壁件由于净重小、节约材料、结构紧凑等优点，在航空航天等领域中占据着举足轻重的地位，机械加工是圆筒类结构件的一种主要成型方法，一般直接采用厚壁管材作为毛坯经加工制造而成。

[0003] 由于某些筒体高径比较大，壁面结构比较复杂，分布有大量凸台和窗口，结构分布不均匀，难以直接加工成型。为获得流线性能较好的圆筒类薄壁件，目前采用的成型工艺为：锻造成环件、机械加工、装配、焊接、真空退火处理、组合加工成型的工艺流程。这类零件的外形直径与壁厚之比通常可以达到200以上，壁厚最薄为0.5mm。因此，零件的刚性差，在加工中装夹定位困难，零件极易变形，使零件的形位误差增大不易保证零件的加工品质。目前采用的装夹方式多为工艺夹头法，由于在加工前圆筒两端需增加工艺凸台，既增加了圆筒的长度，也增加了圆筒的外径，此种方法在加工过程中不会直接加持零件本体，减少了零件的变形量。但是比较浪费材料，增加了加工余量，且随着后续工艺凸台的去除，筒体可能会因为刚性的减少而发生不可挽回的变形。而且对于长度较长的圆筒类薄壁件，按照传统的工艺对其进行加工难度非常大，因此亟需一种能够保证长度较长的圆筒类薄壁件加工精度的加工方法。

发明内容

[0004] 为解决现有技术中存在的问题，本发明的目的在于提供一种圆筒类薄壁件加工成型工装及方法，本发明能够改善并控制圆筒类薄壁件加工过程中的变形量保证加工精度。

[0005] 本发明采用的技术方案如下：

[0006] 一种圆筒类薄壁件加工成型方法，包括如下过程：

[0007] 将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构，对每一段圆环结构分别进行加工，将加工好的所有圆环结构装配在一起并采用真空电子束焊接，得到组合构件，对组合构件进行真空退火和精加工，得到最终的圆筒类薄壁件；

[0008] 其中，对每一段圆环结构的加工过程包括：将锻棒加工为环形坯料，将所述环形坯料的内表面、外表面以及端面进行加工，使内表面、外表面以及端面加工至每一段圆环结构的最终尺寸。

[0009] 优选的，相邻两段圆环结构之间的焊接接头采用搭接。

[0010] 优选的，当圆筒类薄壁件沿轴向分布有孔洞时，将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构时，每一段圆环结构上具有至少一个所述孔洞。

[0011] 本发明还提供了一种用于实现本发明上述圆筒类薄壁件加工成型方法的加工工装，包括内表面加工工装、外表面加工工装和装配焊接工装，所述内表面加工工装用于在一

段圆环结构加工内表面时对该圆环结构进行夹持，外表面加工工装用于在一段圆环结构加工外表面时对该圆环结构进行夹持，装配焊接工装用于将所有圆环结构焊接为组合构件时将所有的圆筒装配在一起；

[0012] 所述装配焊接工装包括第一芯轴和可拆卸安装于第一芯轴两端的第一堵头和第二堵头，第一堵头和第二堵头用于夹持及固定所有圆环结构装配后的整体结构；第一堵头和第二堵头上相邻一侧的外缘上均设有定位台阶，所述定位台阶用于对圆环结构进行定位。

[0013] 优选的，当圆筒类薄壁件沿轴向分布有孔洞时，将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构时，每一段圆环结构上具有至少一个所述孔洞；

[0014] 所述第一芯轴上在所述孔洞相对的位置开设有定位孔，第一芯轴在所述定位孔处安装有定位销，第一芯轴与每一段圆环结构之间通过定位销、所述孔洞和定位孔定位连接。

[0015] 优选的，所述定位孔设置为腰型孔，所述腰型孔的长度方向沿着第一芯轴的轴向设置，腰型孔在其宽度方向上与定位销之间间隙配合。

[0016] 优选的，内表面加工工装包括卡盘和安装在卡盘上的可活动的若干抱爪；所述若干抱爪抱紧后，相邻抱爪的侧壁之间接触，所有抱爪形成的内腔的形状与待加工的圆环结构的外表面形状相适配，待加工的圆环结构的径向尺寸比所述内腔的径向尺寸小0.1-0.2mm。

[0017] 优选的，所述内腔的轴向尺寸不小于圆环结构的轴向尺寸。

[0018] 优选的，外表面加工工装包括第二芯轴、第三堵头和第四堵头，第三堵头和第四堵头套设于芯轴上，第二芯轴的一端为装夹端，第三堵头与第二芯轴相对固定连接，第四堵头与第二芯轴之间可拆卸连接，第三堵头的外缘在靠近第四堵头一侧开设有第一定位台阶，第四堵头的外缘在靠近第三堵头的一侧开设有第二定位台阶，第一定位台阶和第二定位台阶能够分别嵌入待加工的圆环结构的两端，第一定位台阶的轴心、第二定位台阶的轴心与第二芯轴的轴心同轴，第一定位台阶和第二定位台阶与所述圆环结构的两端内壁之间为间隙配合，第一定位台阶和第二定位台阶能够将所述圆环结构夹紧。

[0019] 优选的，第二芯轴上在装夹端一侧设有轴肩，第二芯轴上位于轴肩的另一侧设为配合段，第三堵头和第四堵头均套设于所述配合段，第三堵头和第四堵头均与配合段之间为间隙配合，第三堵头通过螺栓二与所述轴肩固定连接。

[0020] 优选的，第二芯轴上在配合段的另一侧设为螺纹段，螺纹段上配合连接有螺母，第二芯轴上在螺母与第四堵头之间套设有垫圈，所述垫圈的一段套设在配合段外部，垫圈的一段套设在螺纹段外部。

[0021] 本发明具有如下技术效果：

[0022] 本发明圆筒类薄壁件加工成型方法将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构，对每一段圆环结构分别进行加工，由于每一段圆环结构相对较短，因此其内外表面较容易加工，降低了加工难度，因此本发明能够解决因圆筒类薄壁零件长度较长按照传统的工艺对其进行加工难度非常大的问题。本申请的每一段圆环结构采用锻造加工以及简单的机加工，因此能够保证各段圆环结构的性能，使得本发明圆筒类薄壁件整体的性能得以提升，同时加工余量大为减少，节约了材料成本和工序。本发明使用真空电子束焊接，利用其具有热影响区小、焊接变形量也小的特点，基本可通过焊后的真空退火消除变形量和释放

焊接应力。通过精加工，能够保证圆筒类薄壁件最终的尺寸精度。

[0023] 进一步的，相邻两段圆环结构之间的焊接接头采用搭接，可以保证相邻两段圆环结构之间的位置关系，保证圆筒类薄壁件整体的同轴度，同时，采用搭接的方式，能够保证真空电子束焊接过程中，能够焊透，保证了焊接效果。

[0024] 进一步的，每一段圆环结构上具有至少一个孔洞，这样能够利用孔洞来确保各圆环结构角向位置。

[0025] 本发明的加工工装中，利用内表面加工工装，能够在每一段圆环结构进行加工时，夹持住圆环结构，从而实现对圆环结构内表面的加工；利用外表面加工工装，能够在每一段圆环结构进行加工时，夹持住圆环结构，从而实现对圆环结构外表面的加工；采用装配焊接工装，能够将所有圆环结构焊接为组合构件时将所有的圆环结构装配在一起，然后方便进行真空电子束焊接，装配焊接工装中，利用第一堵头、第二堵头和第一芯轴能够实现对组合构件两段进行夹持，而把中间需要焊接的位置留出，方便后面的真空电子束焊接，第一堵头和第二堵头上相邻一侧的外缘上均设有定位台阶，利用定位台阶能够保证组合构件被稳定的夹持于第一堵头和第二堵头之间，便于焊接。

[0026] 进一步的，第一芯轴上在圆筒类薄壁件上的孔洞相对的位置开设有定位孔，利用定位销、定位孔以及孔洞，能够实现对各段圆环结构进行轴向和角向定位，保证焊接时产品不会发生轴向和角向错移。

[0027] 进一步的，内表面加工工装中，所有抱爪形成的内腔的形状与待加工的圆环结构的外表面形状相适配，因此当待加工的圆环结构外表并非圆柱面时，抱爪的内表面能够与圆环结构外表很好的接触，使得抱爪作用于圆环结构上的压强较低，既能够使得抱爪抓紧圆环结构，使得内表面加工(如内镗)能够正常进行，还能够防止抱爪将圆环结构夹变形；此外，若干抱爪抱紧后，相邻抱爪的侧壁之间接触，因此抱爪之间没有间隙，通过抱爪之间的相互接触，通过抱爪之间的限位作用，能够控制抱爪对圆环结构的夹紧力，能够防止因利用卡盘操作抱爪夹紧圆环结构时，由于用手施加的作用力过大而导致抱爪将圆环结构夹变形；待加工的圆环结构的径向尺寸比所述内腔的径向尺寸小0.1-0.2mm，经过测试，在该过盈量下，既能够保证抱爪将圆环结构稳定夹持，还能够保证在夹持过程中，圆环结构变形量可接受，保证最终产品合格。采用卡盘结构能够保证抱爪、卡盘以及圆环结构之间的同轴度，保证了最终零件的圆度。

[0028] 进一步的，外表面加工工装中，通过第三堵头和第四堵头将圆环结构的两端夹持住，使得圆环结构径向不受装夹力作用，可有效减少圆环结构变形量；第二芯轴的一端设为装夹端，因此本发明的外表面加工工装可根据实际需要用于数控车床和加工中心，通用性较强。在第三堵头的外缘开设第一定位台阶，第四堵头的外缘开设第二定位台阶，利用第一定位台阶和第二定位台阶既能够保证圆环结构的两端通过台阶结构能够被夹紧，还能够通过定位台阶与圆环结构两端内壁之间的间隙配合，使得圆环结构与第二芯轴之间具有较好的同轴度，保证了圆环结构加工时的壁厚相对均匀。

[0029] 进一步的，第三堵头通过螺栓与轴肩固定连接，因此第三堵头可方便拆卸，便于根据不同直径的圆环结构更换第三堵头，使得本发明通用性较强，减少配件的使用量。

[0030] 进一步的，垫圈的一段套设在配合段外部，垫圈的一段套设在螺纹段外部，因此本发明可适应不同长度的零件，减少工装配件的数量和规格。

附图说明

[0031] 图1为本发明中内表面加工工装的结构示意图；

[0032] 图2为本发明中外表面加工工装的结构示意图；

[0033] 图3为本发明中装配焊接工装的结构示意图；

[0034] 图4为本发明中相邻两段圆环结构之间的焊接接头方式示意图。

[0035] 其中：1-卡盘；2-抱爪；3-螺栓一；4-第二芯轴；4-1-装夹端；4-2-配合段；4-3-螺纹段；4-4-轴肩；4-5-定位孔；5-螺栓二；6-第三堵头；6-1-第一定位台阶；7-第四堵头；7-1-第二定位台阶；8-垫圈；9-螺母；10-圆环结构；11-第一芯轴；12-螺母；13-第一堵头；14-定位销一；15-第一圆环结构；16-定位销二；17-第二圆环结构；18-定位销三；19-第三圆环结构；20-定位销四；21-第四圆环结构；22-定位销五；23-第五圆环结构；24-第二堵头；25-螺栓三；26-第一圆环结构；27-第二圆环结构。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施例来对本发明做进一步的说明。

[0037] 本发明圆筒类薄壁件加工成型方法，包括如下过程：

[0038] 将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构，对每一段圆环结构分别进行加工，将加工好的所有圆环结构装配在一起并采用真空电子束焊接，得到组合构件，对组合构件进行精加工，得到最终的圆筒类薄壁件；其中，对每一段圆环结构的加工过程包括：将锻棒加工为环形坯料，将所述环形坯料的内表面、外表面以及端面进行加工，使内表面、外表面以及端面加工至每一段圆环结构的最终尺寸。

[0039] 作为本发明优选的实施方案，参照图4，相邻两段圆环结构之间的焊接接头采用搭接。

[0040] 作为本发明优选的实施方案，参照图3，当圆筒类薄壁件沿轴向分布有孔洞时，将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构时，每一段圆环结构上具有至少一个所述孔洞。

[0041] 参照图1-图3，本发明还提供了一种用于实现本发明上述圆筒类薄壁件加工成型方法的加工工装，包括内表面加工工装、外表面加工工装和装配焊接工装，所述内表面加工工装用于在一段圆环结构加工内表面时对该圆环结构进行夹持，外表面加工工装用于在一段圆环结构加工外表面时对该圆环结构进行夹持，装配焊接工装用于将所有圆环结构焊接为组合构件时将所有的圆筒装配在一起；所述装配焊接工装包括第一芯轴11和可拆卸安装于第一芯轴11两端的第一堵头13和第二堵头24，第一堵头13和第二堵头24用于夹持及固定所有圆环结构装配后的整体结构；第一堵头13和第二堵头24上相邻一侧的外缘上均设有定位台阶，所述定位台阶用于对圆环结构进行定位。

[0042] 作为本发明优选的实施方案，参照图3，当圆筒类薄壁件沿轴向分布有孔洞时，将待加工的圆筒类薄壁件划分为若干段圆环结构时，每一段圆环结构上具有至少一个所述孔洞；所述第一芯轴11上在所述孔洞相对的位置开设有定位孔，第一芯轴11在所述定位孔处安装有定位销，第一芯轴11与每一段圆环结构之间通过定位销、所述孔洞和定位孔定位连接。

[0043] 作为本发明优选的实施方案，参照图1，内表面加工工装包括卡盘1和安装在卡盘1

上的可活动的若干抱爪2;所述若干抱爪2抱紧后,相邻抱爪2的侧壁之间接触,所有抱爪2形成的内腔的形状与待加工的圆环结构的外表面形状相适配,待加工的圆环结构的径向尺寸比所述内腔的径向尺寸小0.1-0.2mm。

[0044] 作为本发明优选的实施方案,所述内腔的轴向尺寸不小于圆环结构的轴向尺寸,即利用抱爪2能够将圆环结构抱紧于所述内腔中,提高了圆环结构加工过程中的稳定性。

[0045] 作为本发明优选的实施方案,抱爪2径向的内侧和外侧均通过螺栓3与卡盘1连接。

[0046] 作为本发明优选的实施方案,抱爪2内壁主要为圆柱面,当待加工的薄壁件外壁具有凸缘和/或凹槽时,所述抱爪2内壁上对应设有容纳所述凸缘的容纳凹槽和/或伸入所述凹槽的凸缘结构;所述若干抱爪2抱紧后,容纳凹槽与待加工的薄壁件外壁的凸缘表面紧贴,凸缘结构与待加工的薄壁件外壁的凹槽紧贴。

[0047] 作为本发明优选的实施方案,抱爪2的高径比不小于1.2,要使得薄壁件能够全部容纳于所有抱爪2形成的内腔中,防止薄壁件在加工内表面过程中发生变形。

[0048] 作为本发明优选的实施方案,所述抱爪2设置三个,即每个抱爪中心角为120度,且位于同一圆周上,三个抱爪中心角之和等于360度。

[0049] 作为本发明优选的实施方案,抱爪2采用铝合金制造,质地较软,质量较轻,不会夹伤材料表面,易于拆卸和搬运。

[0050] 作为本发明优选的实施方案,通过调整抱爪2的内壁弧形面尺寸与高度,提高该装置的应用范围。此外,可根据零件外壁具体形状设计各种规格的装夹装置,也可设计成复杂壁面。

[0051] 作为本发明优选的实施方案,在圆筒零件的每个圆周面上均为六点装夹,筒体受力更为均匀。

[0052] 作为本发明优选的实施方案,参照图2,外表面加工工装包括第二芯轴4、第三堵头6和第四堵头7,第三堵头6和第四堵头7套设于芯轴1上,第二芯轴4的一端为装夹端4-1,第三堵头6与第二芯轴4相对固定连接,第四堵头7与第二芯轴4之间可拆卸连接,第三堵头6的外缘在靠近第四堵头7一侧开设有第一定位台阶6-1,第四堵头7的外缘在靠近第三堵头6的一侧开设有第二定位台阶7-1,第一定位台阶6-1和第二定位台阶7-1能够分别嵌入待加工的圆环结构10的两端,第一定位台阶6-1的轴心、第二定位台阶7-1的轴心与第二芯轴4的轴心同轴,第一定位台阶6-1和第二定位台阶7-1与所述圆环结构10的两端内壁之间为间隙配合,第一定位台阶6-1和第二定位台阶7-1能够将所述圆环结构10夹紧。

[0053] 作为本发明优选的实施方案,第二芯轴4上在装夹端4-1一侧设有轴肩4-4,第二芯轴4上位于轴肩4-4的另一侧设为配合段4-2,第三堵头6和第四堵头7均套设于所述配合段4-2,第三堵头6和第四堵头7均与配合段4-2之间为间隙配合,第三堵头6通过螺栓二5与所述轴肩4-4固定连接。

[0054] 作为本发明优选的实施方案,第二芯轴4上在配合段4-2的另一侧设为螺纹段4-3,螺纹段4-3上配合连接有螺母9,第二芯轴4上在螺母9与第四堵头7之间套设有垫圈8,所述垫圈8的一段套设在配合段4-2外部,垫圈8的一段套设在螺纹段4-3外部。

[0055] 作为本发明优选的实施方案,第三堵头6与配合段4-2之间的配合间隙为0.01-0.02mm,第四堵头7与配合段4-2之间的配合间隙为0.01-0.02mm。

[0056] 作为本发明优选的实施方案,轴肩4-4上开设有供螺栓二5穿过的通孔,第三堵头6

上开设有能够与螺栓二5配合的螺纹孔。

[0057] 作为本发明优选的实施方案，第二芯轴4上与装夹端4-1相对一端的端面中心设有供车床尾座顶尖顶入的定位孔4-5。

[0058] 作为本发明优选的实施方案，第一定位台阶6-1与圆环结构10的端部内壁之间的配合间隙为0.01-0.02mm，第二定位台阶7-1与圆环结构的端部内壁之间的配合间隙为0.01-0.02mm。

[0059] 作为本发明优选的实施方案，第一定位台阶6-1和第二定位台阶7-1圆度不大于0.01mm。

[0060] 作为本发明优选的实施方案，第三堵头6、第四堵头7、垫圈8和螺母9均由铝合金制成，质地较软，避免夹伤零件，重量较轻，便于操作。

[0061] 本发明圆筒类薄壁件加工成型方法通过加工工序的合理安排和装夹装置的选用，严格控制产品的变形量和壁厚，保证了产品的最终变形量和壁厚要求。本发明的圆筒类薄壁件加工成型方法包括坯料锻造、分段加工、装配、焊接、组合精加工，具体步骤包括：

[0062] 步骤一：坯料锻造

[0063] 按照圆筒类薄壁件的最大外形轮廓进行锻件生产，根据坯料形状及锻造成型方式，所述圆筒坯料锻造包括：锯切、加热、镦粗、冲孔、芯轴拔长、扩孔。

[0064] 所述锯切步骤为：将合金棒材按预设规格进行锯切。

[0065] 所述加热步骤为：将锯切好的合金棒材加热至相变点下40℃±10℃，最短保温时间＝0.8min/mm×合金棒材直径。

[0066] 所述镦粗步骤为：使用空气锤，将坯料镦粗至H＝100～120mm。

[0067] 所述冲孔步骤为：使用直径Φ70～Φ85mm冲头进行冲孔，冲孔底片≤50mm。

[0068] 所述芯轴拔长步骤为：使用上平砧+下V型砧+芯棒对环件进行拔长，芯棒拔长和倒棱交替进行，并平端面，整形成荒坯。

[0069] 所述扩孔步骤为：使用碾环机将荒坯碾压至最终坯料尺寸。

[0070] 步骤二：分段加工

[0071] 所述分段加工包括：粗加工、平磨端面、精加工。

[0072] 所述粗车步骤为：粗车、粗铣去除大部分加工余量、使零件的坯料释放大部分应力，单边预留0.3mm加工余量。

[0073] 所述平磨端面步骤为：平磨两端面完全见光，涂色检测加工面平面度，要求连续着色面≥85％。

[0074] 所述精加工步骤为：对圆环结构内壁面和外壁面进行精加工，直接加工到最终尺寸。

[0075] 进一步，若零件壁面窗口精度要求较高或尺寸较大时，需在粗加工和半精加工阶段去除大部分余量，各加工工序之间需相隔一定的时间进行自然时效，释放零件内应力。

[0076] 进一步，所述粗加工和精加工过程中，在加工内壁和外壁面分别采用外包爪和芯轴的方式进行装夹。该方法使用工装，均可用于车床和铣床，通用性强。

[0077] 加工圆环结构内表面时，采用本发明的内表面加工工装中的抱爪进行加持，三个抱爪沿周向均匀布置，内壁为圆弧面，在受力状态下结合紧密，接触面积大，车削时零件不易发生旋转。可根据圆筒的实际直径和高度进行制作。

[0078] 加工圆环结构外表面时，采用本发明的外表面加工工装(如图2所示)将第二芯轴的装夹端进行装夹固定，沿轴向对圆环结构进行固定，加工过程中，圆环结构的径向仅受到切削力的作用，可有效保证圆环结构的变形量。

[0079] 步骤三：装配

[0080] 参照图3，整个圆筒类薄壁件分为若干段，即分为若干个圆环结构，比如分为5段，根据每段圆环结构的结构特征，在第一芯轴上设计定位孔，装配圆环结构时，使用定位销进行轴向和角向定位，保证焊接时各圆环结构不会发生轴向和角向错移，如图3所示，本发明装配焊接工装将所有的圆环结构装配在一起后，由圆环结构组成的组合构件外壁面处没有遮挡，因此不影响焊接过程。整个装配焊接工装的制作需选用非磁性材料进行加工，以避免真空电子束焊接时电子束发生磁偏转。

[0081] 步骤四：焊接

[0082] 焊接接头采用搭接。使用电子束焊对该圆筒零件进行焊接，真空电子束焊热影响区小，焊接变形量也小，基本可通过焊后真空退火消除变形量和释放焊接应力。

[0083] 步骤五：组合精加工

[0084] 焊接后对圆筒零件整体进行组合精加工，主要对圆筒外壁的窗口和装配孔进行统一加工，保证后续其余部件的顺利装配。

[0085] 实施例

[0086] 本实施例中，以牌号为TC4钛合金圆筒的制作为例来说明该方法的具体实施方式，该圆筒的整体长度为617-637mm，壁厚为1.2-2.3mm，采用传统的方法难以加工：

[0087] TC4钛合金的主要化学成分为：

[0088]

元素	Al	V	Ti	Fe	C	N	H	O	其他元素
含量(%)	5.5-6.8	3.5-4.5	余量	0.3	0.1	0.05	0.15	0.2	0.5

[0089] 步骤一：坯料锻造

[0090] 按照圆筒的最大外形轮廓尺寸进行锻件生产，根据坯料形状及锻造成型方式，所述圆筒坯料锻造包括：锯切、加热、镦粗、冲孔、芯轴拔长、扩孔。

[0091] 所述锯切步骤为：将合金棒材按预设规格进行锯切。

[0092] 所述加热步骤为：将锯切好的合金棒材加热至相变点下40℃±10℃，最短保温时间＝0.8min/mm×合金棒材直径；

[0093] 所述镦粗步骤为：使用空气锤，将坯料镦粗至H＝100～120mm。

[0094] 所示冲孔步骤为：使用直径Φ70～Φ85mm冲头进行冲孔，冲孔底片≤50mm。

[0095] 所述芯轴拔长步骤为：使用上平砧+下V型砧+芯棒对环件进行拔长，芯棒拔长和倒棱交替进行，并平端面

[0096] 所述扩孔步骤为：使用碾环机碾压的方式将环形件扩至坯料尺寸

[0097] 步骤二：分段加工

[0098] 所述分段加工包括：粗加工、平磨端面、精加工。

[0099] 所述粗车步骤为：粗车去除大部分加工余量、使零件释放大部分应力，单边预留0.3mm加工余量。

[0100] 所述平磨端面步骤为:平磨两端面完全见光,涂色检测加工面平面度,要求连续着色面≥85%。

[0101] 所述精加工步骤为:对零件内壁和外壁面进行加工,直接加工到最终尺寸。

[0102] 进一步,若零件窗口精度要求较高或尺寸较大时,需在粗加工和半精加工阶段去除大部分余量,各加工工序之间需相隔一定的时间进行自然时效,释放零件内应力。

[0103] 进一步,所述粗加工和精加工过程中,在加工内壁和外壁面分别采用图1所示内表面加工工装和图2所示的外表面加工工装方式进行装夹。如图1所示,将卡盘直接装夹于车床上,外抱爪通过螺栓2与卡盘1连接,通过抱爪的径向移动加紧零件。图2所示第二芯轴4的装夹端4-1通过车床三爪固定,第三堵头6通过螺栓二5连接于第二芯轴4的轴肩4-4上,圆环结构10通过第三堵头6与第四堵头7固定于两个堵头之间,第四堵头7通过垫圈8和螺母9固定于第二芯轴右端,第二芯轴右端可用顶尖嵌入定位孔4-5进行固定。

[0104] 每段零件圆环结构的内圆、外圆和端面需满足一定的形位公差,内外圆的同轴度控制在0.05mm以内,两端面与内外圆的垂直度需控制在0.05mm以内。

[0105] 步骤三:装配

[0106] 本实施例的圆筒共分为5段圆环结构,根据分段及整体圆筒的结构特征,设计专用的装配焊接工装,在装配焊接工装的第一芯轴11上设计定位孔,将所有圆环结构按顺序套在第一芯轴11上,再使用定位销进行定位,确保装配无误后,再使用螺母和螺栓分别将第一堵头13和第二堵头24进行固定,利用第一堵头13和第二堵头24将组装后的圆筒两端进行定位夹持,保证整体结构的稳定。各段圆环结构的同轴度通过单段圆环结构的形位公差进行保证。

[0107] 保证焊接时产品不会发生轴向和角向错移,装配焊接工装与圆筒装配在一起,焊接时不用拆卸,随圆筒同时进炉焊接,焊接全程进行固定。装配焊接工装的制作需选用非磁性材料进行加工,以避免真空电子束焊接时电子束发生磁偏转。

[0108] 装配工装上定位孔的尺寸和位置需根据筒体实际窗口上圆孔进行配做,五段圆环结构装配在焊接工装上,再使用定位销进行固定,最后两端用螺母和螺栓进行压紧。本实施例各段圆环结构的定位孔沿径向呈45°布置,并不在同一角向位置。定位销与圆环结构之间为间隙配合,间隙为0.02-0.03mm,第一芯轴11上的定位孔形状为腰形槽,腰型孔的长度方向沿着第一芯轴11的轴向设置,腰型孔的周向(即宽度方向)与定位销之间间隙配合,周向间隙为0.02-0.03mm,防止零件周向转动,此外将第一芯轴11上的定位孔设置为腰型孔主要是考虑到焊接时,由于焊缝处会发生融化,从而导致圆筒的轴向收缩,将定位孔设计为向沿着第一芯轴11的轴向的腰型孔能够防止圆筒收缩后导致定位销别劲儿,一方面会导致焊接完成后的圆筒不便于拆卸,另一方面还会影响焊接质量、各段圆环结构的同轴度以及会使得焊接后的圆筒存在内应力,即使后期消应力退火,由于壁厚较小,会引起整个圆筒的变形。该工装结构简单,拆卸方便,可操作性较强。

[0109] 步骤四:焊接

[0110] 焊接接头采用搭接,结构示意图如图4所示。左侧圆环结构的壁厚为2.2mm,右侧圆环结构的厚度为1.2mm,零件外径为160mm。采用间隙配合,间隙大小为0.07mm。使用真空电子束焊对该圆筒零件进行焊接,该种焊接方式具有深度熔化的效应,可加工出非常窄非常深的焊缝。此外,真空电子束焊热影响区小,周围材料依然保持原有的冷状态焊接变形量也

小,可通过焊后真空退火消除变形量和释放焊接应力。

[0111] 根据真空电子束焊接的原理,焊缝由零件熔化形成,会减少零件轴向长度,在加工时,每段零件在轴向焊缝位置处留有一定的收缩余量,防止焊接后组合零件长度收缩。收缩余量需结合焊缝处的结构形式、尺寸和焊接参数进行选取,该实施例焊缝边缘处各加长0.15mm,防止圆筒整体焊接后轴向收缩。

[0112] 步骤五:组合精加工

[0113] 焊接后对圆筒整体进行组合精加工,主要对圆筒外壁的窗口和装配孔进行统一加工,保证后续其余部件的顺利装配。

[0114] 采用上述方法生产的复杂结构圆筒类薄壁件完全满足图纸和相关标准要求。

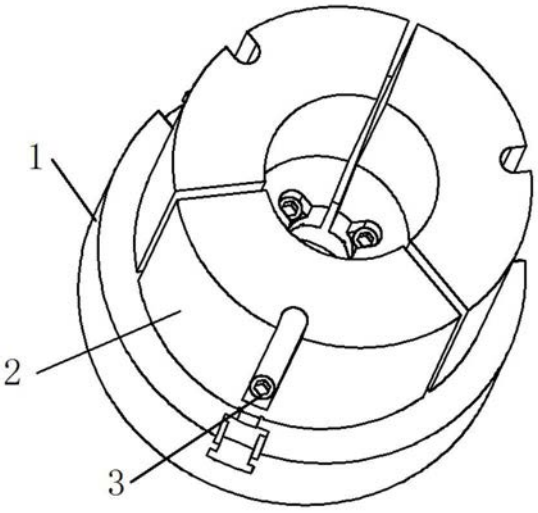


图1

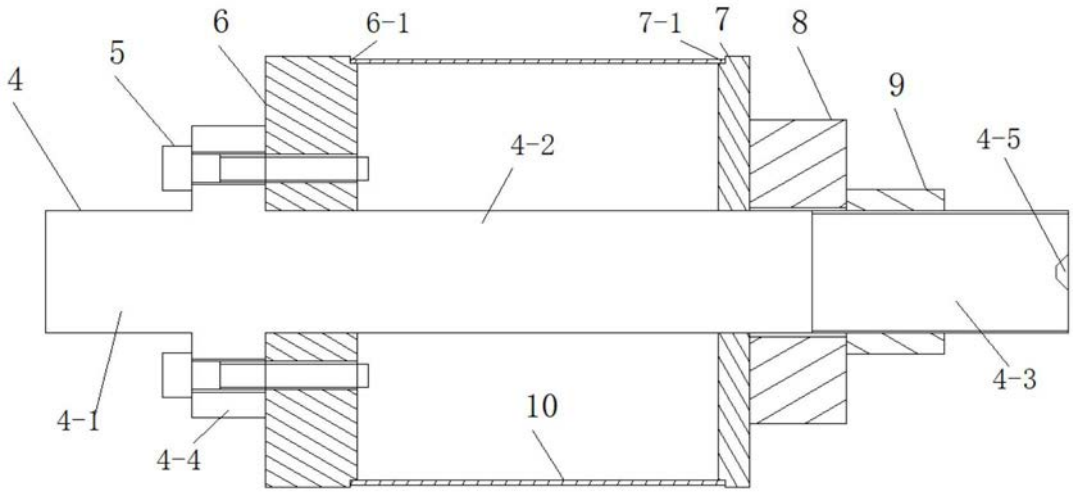


图2

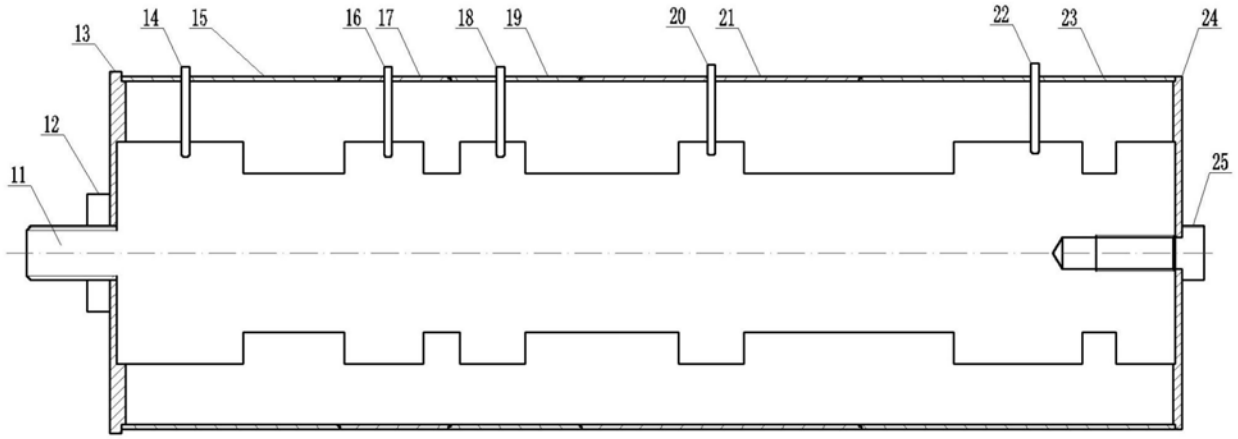


图3

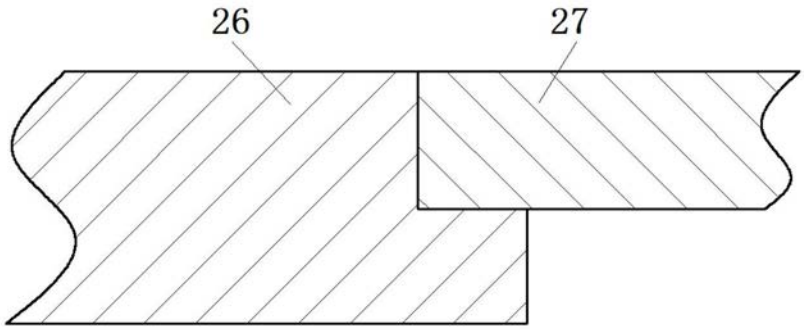


图4