



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101829745 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 11

(21) 申请号 201010160250. 3

(22) 申请日 2010. 04. 23

(73) 专利权人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市武昌珞狮路 122 号

(72) 发明人 华林 毛华杰 钱东升 田亮 邵一川 田琛琛

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

代理人 崔友明

(51) Int. Cl.

B21H 1/06 (2006. 01)

B21B 27/02 (2006. 01)

审查员 刘渊

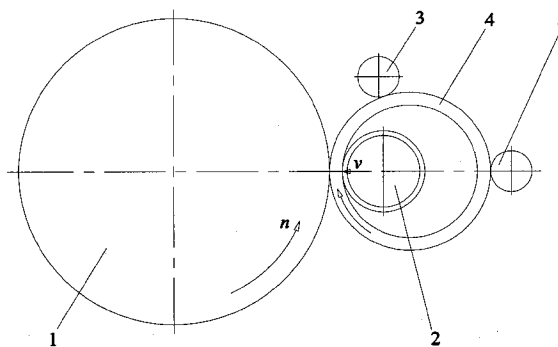
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

双沟槽截面环件冷辗扩成型的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种双沟槽截面环件冷辗扩成型的方法, 包括以下实现步骤: (1) 制坯: 将棒料段从室温均匀加热到锻造温度, 然后镦粗、冲孔、冲连皮, 制成辗扩用环件毛坯, 环件毛坯的尺寸设计; (2) 轧辊孔型设计; (3) 辗环机辗扩成形, 当测量所得双沟槽截面环件外直径达到预定值时, 芯辊停止进给, 辗扩过程结束, 环件毛坯最终成形为规定尺寸的双沟槽截面环件。本发明采用环件冷辗扩工艺生产双沟槽截面环件, 通过合理设计环件毛坯、辗扩孔型和成形参数, 将矩形截面环件毛坯通过连续局部塑性变形成形为双沟槽截面环件, 减少了原材料和加工工时消耗, 改善了环件金属流线分布和组织性能, 提高了生产效率和产品质量, 降低了生产成本。



1. 双沟槽截面环件冷辗扩成形的的方法,其特征在于包括以下实现步骤:

(1) 制坯:将棒料段从室温均匀加热到锻造温度,然后镦粗、冲孔、冲连皮,制成辗扩用环件毛坯,环件毛坯的尺寸设计过程包括:

1) 计算辗扩成形的双沟槽截面环件体积 $V_{\text{环件}}$;所述的双沟槽截面环件体积计算方法是

$$V_{\text{环件}} = \frac{\pi B_e}{4} (D_{oe}^2 - D_{ie}^2) - \pi R_b \sin \frac{\alpha}{2} \left[\frac{10}{3} R_b^2 + \frac{2}{3} R_b^2 \cos \alpha - 2 D_{ie} R_b \cos \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha R_b (D_{ie} - 2 R_b \cos \frac{\alpha}{2})}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

式中, B_e 为双沟槽截面环件轴向宽度; D_{ie} 和 D_{oe} 分别为双沟槽截面环件内、外直径; R_b 为双沟槽截面环件沟槽半径; α 为双沟槽截面环件沟槽圆心角;

2) 选择辗扩比 K

对于双沟槽截面环件的冷辗扩,选择辗扩比 K 值为 1.15 ~ 2.5;

3) 根据双沟槽截面环件体积和辗扩比确定环件毛坯的尺寸

根据双沟槽截面环件的外直径 D_{oe} 与辗扩比 K 值计算环件毛坯的外直径 D_{oi} 为 $D_{oi} = D_{oe}/K$;

根据环件毛坯的外直径 D_{oi} 、双沟槽截面环件体积 $V_{\text{环件}}$ 和双沟槽截面环件轴向宽度 B_e 计算环件毛坯内直径 D_{ii} 为 $D_{ii} = \sqrt{D_{oi}^2 - 4V_{\text{环件}}/\pi B_e}$;

(2) 轧辊孔型设计:驱动辊的工作面为圆柱面,芯辊的工作面由圆柱面和两个与双沟槽截面环件沟槽面对应的沟球面组合而成,用来成形双沟槽截面环件沟槽,驱动辊和芯辊的最小工作面半径应满足下述公式

$$R_d \geq R_{d\min} = \frac{R_x (R_{oi} - R_{ii})}{17.5 \beta R_x - (R_{oi} - R_{ii})}, \quad R_x \geq R_{x\min} = \frac{R_d (R_{oi} - R_{ii})}{17.5 \beta R_d - (R_{oi} - R_{ii})}$$

式中, R_d 、 R_x 分别为驱动辊和芯辊的工作面半径; R_{ii} 、 R_{oi} 分别为环件毛坯的内、外半径, β 为环件毛坯与轧辊之间的摩擦角;

驱动辊和芯辊的闭合中心距应在辗环机允许的闭合中心距范围内,且驱动辊和芯辊的闭合槽的深度应不超过双沟槽截面环件的壁厚,应满足下述公式

$$R_d + R_x + S_d + S_x = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2}, \quad S_d + S_x = H - 0.4\text{mm}$$

式中, L_{\min} 和 L_{\max} 分别为辗环机允许的最小和最大闭合中心距, S_d 和 S_x 分别为驱动辊和芯辊的侧壁宽度, H 为双沟槽截面环件的壁厚;

(3) 辗环机辗扩成形:将环件毛坯 (4) 放入辗环机内进行辗扩,辗扩中环件毛坯与轧辊间保持润滑,环件毛坯在驱动辊 (1) 旋转和芯辊 (2) 进给的作用下连续咬入辗扩孔型,辗扩过程中导向辊 (3) 紧贴环件毛坯外壁随环件毛坯外径扩大作随动导向运动,当测量所得双沟槽截面环件外直径达到预定值时,芯辊停止进给,辗扩过程结束,环件毛坯最终成形为规定尺寸的双沟槽截面环件。

2. 按权利要求 1 所述的双沟槽截面环件冷辗扩成形的的方法,其特征在于所述的芯辊的工作面半径应不超过环件毛坯的内半径 R_{ii} , 满足 $R_x \leq R_{ii} - 3\text{mm}$ 。

3. 按权利要求 1 所述的双沟槽截面环件冷辗扩成形的的方法,其特征在于所述的辗扩成形,驱动辊的线速度 $V_d = 1.1 \sim 1.6\text{m/s}$, 根据驱动辊的工作面半径,设计驱动辊的转速 n 为

$$n = V_d / 2 \pi R_d$$

根据双沟槽截面环件辗扩变形所需咬入和锻透条件, 芯辊的进给速度 v 为

$$v = \frac{f^2 n R_d^2}{R_{oi} (1 + R_d / R_x)^2} \left(1 + \frac{R_d}{R_x} + \frac{R_d}{R_{oi}} - \frac{R_d}{R_{ii}} \right)$$

式中, n 为驱动辊的转速, f 为环件毛坯与轧辊间的摩擦系数。

双沟槽截面环件冷辗扩成型的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种冷辗扩成型的方法,具体的是涉及一种双沟槽截面环件冷辗扩成型的方法。

背景技术

[0002] 双沟槽截面环件主要是用作双沟球轴承的内、外套圈,在机械装备、汽车零部件等工业领域有着广泛的应用。双沟槽截面环件不仅尺寸精度要求高,还要求有较长的使用寿命,而这些技术指标的关键在于双沟槽截面环件的加工工艺。目前,双沟槽截面环件通常采用锻造扩孔和机械切削联合加工,即先通过锻造扩孔加工出矩形截面环件,再通过机械切削加工出沟槽。其加工工艺流程为:1)下料,2)墩粗,3)冲头扩孔,4)平端面,5)机械切削加工沟槽,6)磨削。这种工艺的主要问题在于通过机械切削加工沟槽具有许多缺点:1)材料和加工工时消耗多;2)切削加工破坏了环件的金属流线,降低了产品组织性能;3)两个沟槽需分开加工、两次定位,加工精度难以保证。这些缺点导致采用这用工艺加工双沟槽截面环件生产效率低,成本高,产品质量难以保证。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的问题是针对上述现有技术提出一种生产效率高、成本低、产品质量好的双沟槽截面环件冷辗扩成型方法,该方法通过连续局部塑性变形使矩形截面毛坯成形为双沟槽截面环件,避免了沟槽切削加工缺陷,有效地提高了生产效率和产品质量,降低了生产成本。

[0004] 本发明为解决上述提出的问题所采用的解决方案为:双沟槽截面环件冷辗扩成型的方法,包括以下实现步骤:

[0005] (1)制坯:将棒料段从室温均匀加热到锻造温度,然后墩粗、冲孔、冲连皮,制成辗扩用环件毛坯,环件毛坯的尺寸设计过程包括:

[0006] 1) 计算辗扩成型的双沟槽截面环件体积 $V_{\text{环件}}$;

[0007] 2) 选择辗扩比 K

[0008] 对于双沟槽截面环件的冷辗扩,选择辗扩比 K 值为 $1.15 \sim 2.5$;

[0009] 3) 根据双沟槽截面环件体积和辗扩比确定环件毛坯的尺寸

[0010] 根据双沟槽截面环件的外直径 D_{oe} 与辗扩比 K 值计算环件毛坯的外直径 D_{oi} 为 $D_{oi} = D_{oe}/K$;

[0011] 根据环件毛坯的外直径 D_{oi} 、双沟槽截面环件体积 $V_{\text{环件}}$ 和双沟槽截面环件轴向宽度 B_e 计算环件毛坯内直径 D_{ii} 为 $D_{ii} = \sqrt{D_{oi}^2 - 4V_{\text{环件}}/\pi B_e}$;

[0012] (2) 轧辊孔型设计:驱动辊的工作面为圆柱面,芯辊的工作面由圆柱面和两个与双沟槽截面环件沟槽面对应的沟球面组合而成,用来成形双沟槽截面环件沟槽,驱动辊和芯辊的最小工作面半径应满足下述公式

$$[0013] \quad R_d \geq R_{d\min} = \frac{R_x(R_{oi} - R_{ii})}{17.5\beta R_x - (R_{oi} - R_{ii})}, R_x \geq R_{x\min} = \frac{R_d(R_{oi} - R_{ii})}{17.5\beta R_d - (R_{oi} - R_{ii})}$$

[0014] 式中, R_d 、 R_x 分别为驱动辊和芯辊的工作面半径; R_{ii} 、 R_{oi} 分别为环件毛坯的内、外半径 (R_{ii} 为 D_{ii} 的一半, R_{oi} 为 D_{oi} 的一半), β 为环件毛坯与轧辊之间的摩擦角;

[0015] 驱动辊和芯辊的闭合中心距应在辗环机允许的闭合中心距范围内, 且驱动辊和芯辊的闭合槽的深度应不超过双沟槽截面环件的壁厚, 应满足下述公式

$$[0016] \quad R_d + R_x + S_d + S_x = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2}, S_d + S_x = H - 0.4\text{mm}$$

[0017] 式中, L_{\min} 和 L_{\max} 分别为辗环机允许的最小和最大闭合中心距, S_d 和 S_x 分别为驱动辊和芯辊的侧壁宽度, H 为双沟槽截面环件的壁厚;

[0018] (3) 辗环机辗扩成形: 将环件毛坯 4 放入辗环机内进行辗扩, 辗扩中环件毛坯与轧辊间保持润滑, 环件毛坯在驱动辊 1 旋转和芯辊 2 进给的作用下连续咬入辗扩孔型, 辗扩过程中导向辊 3 紧贴环件毛坯外壁随环件毛坯外径扩大作随动导向运动, 当测量所得双沟槽截面环件外直径达到预定值时, 芯辊停止进给, 辗扩过程结束, 环件毛坯最终成形为规定尺寸的双沟槽截面环件。

[0019] 按上述方案, 所述的双沟槽截面环件体积计算方法是

[0020]

$$V_{\text{环件}} = \frac{\pi B_e}{4} (D_{oe}^2 - D_{ie}^2) - \pi R_b \sin \frac{\alpha}{2} \left[\frac{10}{3} R_b^2 + \frac{2}{3} R_b^2 \cos \alpha - 2 D_{ie} R_b \cos \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha R_b (D_{ie} - 2 R_b \cos \frac{\alpha}{2})}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

[0021] 式中, B_e 为双沟槽截面环件轴向宽度; D_{ie} 和 D_{oe} 分别为双沟槽截面环件内、外直径; R_b 为双沟槽截面环件沟槽半径; α 为双沟槽截面环件沟槽圆心角。

[0022] 按上述方案, 所述的芯辊的工作面半径应不超过环件毛坯的内半径 R_{ii} , 满足 $R_x \leq R_{ii} - 3\text{mm}$ 。

[0023] 按上述方案, 所述的辗扩成形, 驱动辊的线速度 $V_d = 1.1 \sim 1.6\text{m/s}$, 根据驱动辊的工作面半径, 设计驱动辊的转速 n 为

$$[0024] \quad n = V_d / 2\pi R_d$$

[0025] 根据双沟槽截面环件辗扩变形所需咬入和锻透条件, 芯辊的进给速度 v 为

$$[0026] \quad v = \frac{f^2 n_1 R_d^2}{R_{oi} (1 + R_d / R_x)^2} \left(1 + \frac{R_d}{R_x} + \frac{R_d}{R_{oi}} - \frac{R_d}{R_{ii}} \right)$$

[0027] 式中, n 为驱动辊的转速, f 为环件毛坯与轧辊间的摩擦系数;

[0028] 本发明的有益效果在于:

[0029] 本发明采用环件冷辗扩工艺生产双沟槽截面环件, 通过合理设计环件毛坯、辗扩孔型和成形参数, 将矩形截面环件毛坯通过连续局部塑性变形成形为双沟槽截面环件, 减少了原材料和加工工时消耗, 改善了环件金属流线分布和组织性能, 提高了生产效率和产品质量, 降低了生产成本。

附图说明

[0030] 图 1 是本发明的双沟球截面环件的结构示意图

[0031] 图 2 是本发明的环件毛坯的结构示意图

- [0032] 图 3 是本发明的环件冷辗扩原理图
 [0033] 图 4 是本发明的驱动辊工作型腔结构图
 [0034] 图 5 是本发明的芯辊工作型腔结构图
 [0035] 图 1 中 1- 驱动辊, 2- 芯辊, 3- 导向棍, 4- 环件毛坯, 5- 测量辊。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图通过实施例进一步详细介绍本发明, 但是实施例不会构成对本发明的限制。

[0037] 双沟槽截面环件冷辗扩成形的的方法, 包括以下实现步骤:

[0038] (1) 制坯: 将棒料段从室温均匀加热到热变形温度 (即锻造温度), 然后镦粗、冲孔、冲连皮, 制成辗扩用环件毛坯, 环件毛坯的尺寸设计包括:

[0039] 1) 计算辗扩成形的双沟槽截面环件体积

[0040]

$$V_{\text{环件}} = \frac{\pi B_e}{4} (D_{oe}^2 - D_{ie}^2) - \pi R_b \sin \frac{\alpha}{2} \left[\frac{10}{3} R_b^2 + \frac{2}{3} R_b^2 \cos \alpha - 2 D_{ie} R_b \cos \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha R_b (D_{ie} - 2 R_b \cos \frac{\alpha}{2})}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

[0041] 式中, B_e 为双沟槽截面环件宽度; D_{ie} 和 D_{oe} 分别为双沟槽截面环件内、外直径; R_b 为双沟槽截面环件沟槽半径; α 为双沟槽截面环件沟槽圆心角;

[0042] 2) 选择合适的辗扩比

[0043] 辗扩比 K 为辗扩后双沟槽截面环件外直径 D_{oe} 与环件毛坯外直径 D_{oi} 之比, 辗扩比取值与制坯设备和辗扩设备能力有关, 对于双沟槽截面环件冷辗扩, K 值一般取为 1.15 ~ 2.5。

[0044] 3) 根据双沟槽截面环件体积和辗扩比确定环件毛坯尺寸

[0045] 环件毛坯为矩形截面环件, 其轴向宽度 B_i 和双沟槽截面环件轴向宽度 B_e 相等。根据双沟槽截面环件外直径 D_{oe} 与辗扩比 K 值计算毛坯外直径 D_{oi} 为 $D_{oi} = D_{oe}/K$ 。基于塑性变形体积不变原理, 根据环件毛坯外直径 D_{oi} 、双沟槽截面环件体积 $V_{\text{环件}}$ 和双沟槽截面环件轴向宽度 B_e 计算毛坯内直径 D_{ii} 为 $D_{ii} = \sqrt{D_{oi}^2 - 4V_{\text{环件}}/\pi B_e}$;

[0046] (2) 轧辊孔型设计: 轧辊孔型的设计主要包括驱动辊和芯辊工作型腔设计。驱动辊和芯辊工作型腔结构如图 5 和 6 所示。为了限制环件毛坯辗扩轴向宽展、保证冷辗扩后双沟槽截面环件端面质量, 辗扩孔型采用闭式孔型, 即在驱动辊和芯辊上增加侧壁。驱动辊工作面为圆柱面, 芯辊工作面由圆柱面和两个与双沟槽截面环件沟槽面对应的沟球面组合而成, 用来成形环件沟槽, 根据环件辗扩变形所需咬入和锻透条件, 驱动辊和芯辊的最小工作面半径应满足下述公式

$$[0047] \quad R_d \geq R_{d\min} = \frac{R_x (R_{oi} - R_{ii})}{17.5 \beta R_x - (R_{oi} - R_{ii})}, R_x \geq R_{x\min} = \frac{R_d (R_{oi} - R_{ii})}{17.5 \beta R_d - (R_{oi} - R_{ii})}$$

[0048] 式中, R_d 、 R_x 分别为驱动辊和芯辊工作面半径; R_{ii} 、 R_{oi} 分别为环件毛坯内、外半径; β 为环件毛坯与轧辊间摩擦角。为了保证芯辊能顺利穿入环件毛坯进行辗扩, 芯辊工作面半径应不超过环件毛坯内半径, 通常有 $R_x \leq R_{oi} - 3\text{mm}$ 。

[0049] 此外, 根据辗扩机结构要求, 驱动辊和芯辊的闭合中心距应在辗扩机允许的闭合

中心距范围内,而且驱动辊和芯辊的闭合槽深应不超过双沟槽截面环件的壁厚,通常有

$$[0050] \quad R_d + R_x + S_d + S_x = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2}, \quad S_d + S_x = H - 0.4 \text{ mm}$$

[0051] 式中, L_{\min} 和 L_{\max} 为辗环机允许的最小和最大闭合中心距, S_d 和 S_x 为驱动辊和芯辊的侧壁宽度, H 为双沟槽截面环件的壁厚;

[0052] (3) 成形参数设计:成形参数设计主要包括驱动辊转速和芯辊进给速度设计。为了保证环件稳定轧制,驱动辊线速度通常保持在 $V_d = 1.1 \sim 1.6 \text{ m/s}$,根据驱动辊工作面半径,可设计驱动辊转速 n 为

$$[0053] \quad n = V_d / 2 \pi R_d$$

[0054] 根据环件辗扩变形所需咬入和锻透条件,芯辊进给速度 v 通常按下式设计

$$[0055] \quad v = \frac{f^2 n_1 R_d^2}{R_{oi} (1 + R_d / R_x)^2} \left(1 + \frac{R_d}{R_x} + \frac{R_d}{R_{oi}} - \frac{R_d}{R_{ii}} \right)$$

[0056] 式中, n 为驱动辊转速, f 为环件毛坯与轧辊间的摩擦系数,通常取 $0.15 \sim 0.2$;

[0057] (4) 辗环机辗扩成形:将环件毛坯 4 放入辗环机内进行辗扩,辗扩中环件毛坯与轧辊间保持良好的润滑,环件毛坯在驱动辊 1 旋转和芯辊 2 进给的作用下连续咬入辗扩孔型,并在孔型中产生连续局部塑性变形,其壁厚逐渐减小、直径逐渐扩大、内表面沟槽逐渐成形。辗扩中导向辊 3 紧贴环件毛坯外壁随环件毛坯外径扩大作随动导向运动,以保证辗扩过程的稳定性和双沟槽截面环件的圆度。测量辊 5 紧贴环件毛坯外壁对环件毛坯外直径进行实时在线测量,当测量辊测量所得双沟槽截面环件外直径达到预定值时,芯辊停止进给,辗扩过程结束,环件最终成形为规定尺寸的双沟槽截面环件。

[0058] 实施例 1

[0059] 双沟槽截面环件的冷辗扩成形方法,按如下步骤实现:

[0060] 1) 制坯:将棒料段从室温均匀加热到高塑性、低抗力的锻造温度,然后将热态的料段锻粗、冲孔、冲连皮,制成辗扩用环件毛坯。

[0061] 如图 1 所示,要求辗扩成形的 GCr15 钢双沟槽截面环件外直径 D_{oe} 为 62mm,内直径 D_{ie} 为 52.5mm,双沟槽截面环件沟槽圆心角 α 为 91° ,双沟槽截面环件沟槽圆弧半径 R_b 为 4.64mm,双沟槽截面环件宽度 B_e 为 20mm。根据环件毛坯设计方法,取辗扩比为 1.36,设计辗扩用环件毛坯外直径 D_{oi} 为 45.64mm,环件毛坯内直径 D_{ii} 为 33.64mm,环件毛坯轴向宽度 B_i 为 20mm。(图 2 所示)。为了便于辗扩成形,制坯时要严格保证环件毛坯的几何精度,消除环件毛坯内孔偏心、表面锤头印、冲孔毛刺等制坯缺陷;

[0062] 2) 轧辊孔型设计:孔型设计包括驱动辊和芯辊工作型腔设计。根据孔型设计方法,设计驱动辊工作面半径 R_d 为 103.5mm,侧壁宽度 S_d 为 2.5mm;芯辊工作面半径 R_x 为 28mm,侧壁宽度 S_x 为 2mm,沟球面圆心角和圆弧半径分别为 91° 和 4.64mm。(沟球面圆心角和圆弧半径与双沟槽截面环件沟槽圆心角和圆弧半径相一致)

[0063] 3) 成形参数设计:成形参数设计主要包括驱动辊转速和芯辊进给速度设计。根据成形参数设计方法,计算确定驱动辊转速为 2.43r/s,芯辊进给速度 v 为 1mm/s。

[0064] 4) 辗环机辗扩成形:将加工好的环件毛坯放入辗环机内进行辗扩成形,辗扩过程中环件毛坯与轧辊间保持良好的润滑。环件毛坯在驱动辊旋转和芯辊进给的作用下连续咬入辗扩孔型,并在孔型中产生连续局部塑性变形,其壁厚逐渐减小、直径逐渐扩大、内表面

沟槽逐渐成形。辗扩中导向辊紧贴环件毛坯外壁随环件毛坯外径扩大作随动导向运动,以保证辗扩过程的稳定性和双沟槽截面环件的圆度。测量辊紧贴环件毛坯外壁对环件毛坯外直径进行实时在线测量,当测量辊测量所得双沟槽截面环件外直径达到预定值时,芯辊停止进给,辗扩过程结束,环件最终成形为规定尺寸的双沟槽截面环件。

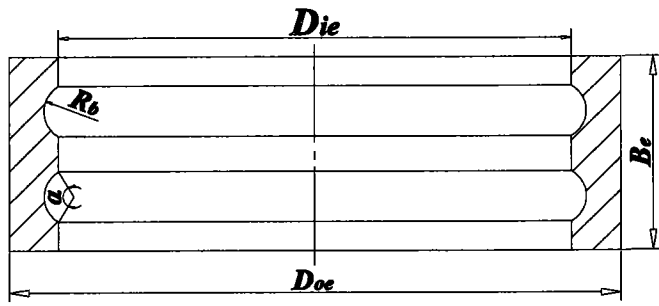


图 1

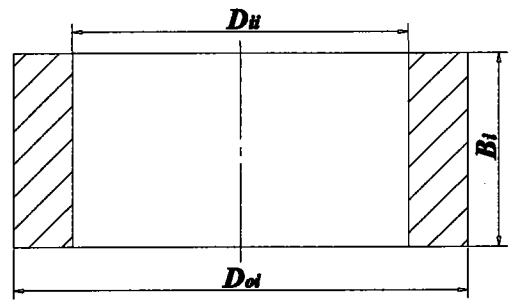


图 2

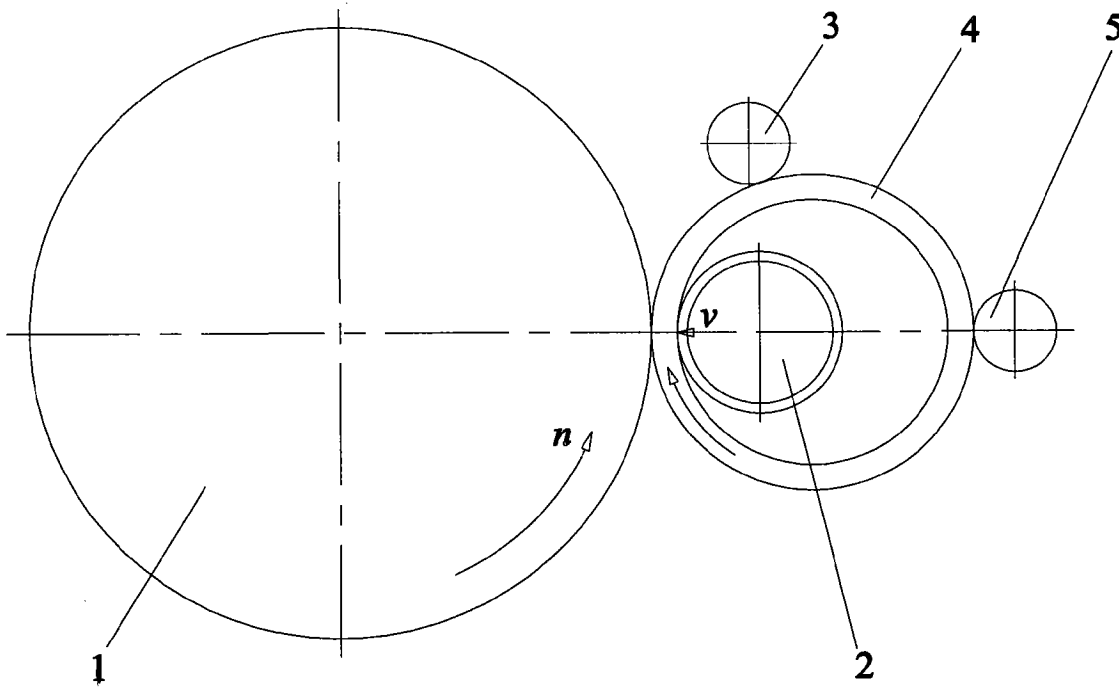


图 3

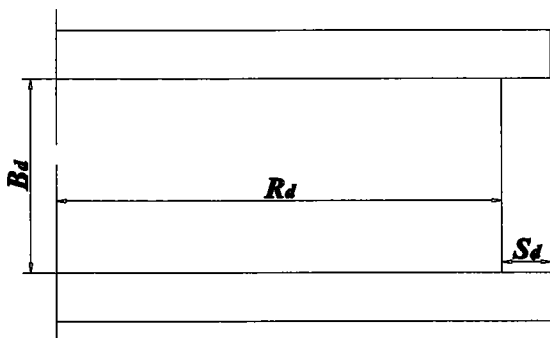


图 4

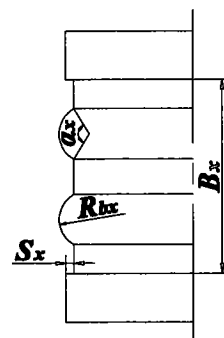


图 5