



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104923602 B

(45)授权公告日 2016.09.14

(21)申请号 201510344636.2

B21D 37/10(2006.01)

(22)申请日 2015.06.19

审查员 王伟霞

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104923602 A

(43)申请公布日 2015.09.23

(73)专利权人 航天精工股份有限公司

地址 300300 天津市东丽区华明工业园区

滨海企业总部B06

(72)发明人 杨知硕 林忠亮 韩应付 赵英凯

王丽丽

(74)专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理

有限公司 12211

代理人 李莎

(51)Int.Cl.

B21D 22/02(2006.01)

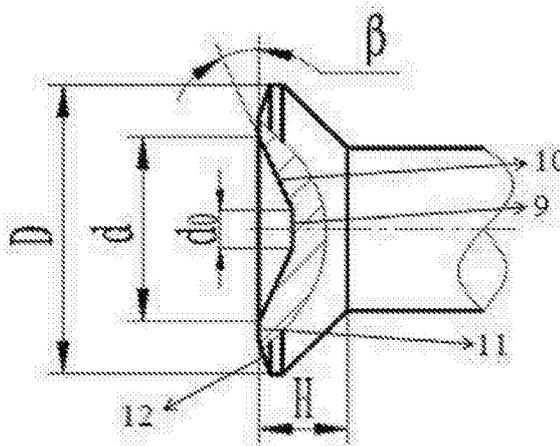
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

内六方花形槽紧固件成型方法及成型模具

(57)摘要

本发明创造提供了一种内六方花形槽紧固件成型方法及成型模具,使产品在初冲作用下获得具有特定结构的预成型结构槽,然后使所述预成型结构槽在精冲作用下获得符合标准要求的内六方花形槽。本发明创造能够使得内六方花形槽加工稳定性高,提高生产效率,降低生产成本。



1. 一种内六方花形槽紧固件成型方法,包括以下步骤,使产品在初冲作用下获得具有特定结构的预成型结构槽,然后使所述预成型结构槽在精冲作用下获得符合标准要求的内六方花形槽;

其中,所述预成型结构槽的各个平面绕其中心轴旋转对称,结构自中央向外依次为中部凹台、凹台侧壁、外周平台、外周平台棱边,所述中部凹台的直径是目标内六方花形凹圆弧对边宽度的0.6~0.8倍,所述凹台侧壁外边缘的直径是目标内六方花形凸圆弧对边宽度的1.4~1.6倍,所述中部凹台与凹台侧壁的夹角比目标内六方花形凹圆弧纵切面方向上的倒角大 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种内六方花形槽紧固件成型方法,其特征在于,所述外周平台棱边外边缘的直径为成型产品头部直径的0.85~0.95倍,所述外周平台与外周平台棱边的夹角为 $18^{\circ}\sim 22^{\circ}$ ,初冲后产品头部厚度为成型产品头部厚度的1.4~1.5倍。

3. 根据权利要求1所述的一种内六方花形槽紧固件成型方法,其特征在于,初冲过程占全部变形量的70%以上。

4. 一种内六方花形槽紧固件成型模具,包括初冲模具,所述初冲模具自中央向外依次包括中部凸台、凸台侧壁、外周凹平台、外周凹平台棱边,所述初冲模具的各个平面绕其中心轴旋转对称,其中,所述中部凸台的直径是目标内六方花形凹圆弧对边宽度的0.6~0.8倍,所述凸台侧壁外边缘的直径是目标内六方花形凸圆弧对边宽度的1.4~1.6倍,所述中部凸台与凸台侧壁的夹角比目标内六方花形凹圆弧纵切面方向上的倒角大 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$ ,所述外周凹平台棱边外边缘的直径为成型产品头部直径的0.85~0.95倍,所述外周凹平台与外周凹平台棱边的夹角为 $18^{\circ}\sim 22^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种内六方花形槽紧固件成型模具,其特征在于,还包括组合式精冲模具,所述组合式精冲模具由精冲芯和精冲套组成,所述精冲芯和精冲套采用过盈配合的方式组装在一起,过盈量为0.04~0.07mm。

6. 根据权利要求5所述的一种内六方花形槽紧固件成型模具,其特征在于,所述精冲芯表面具有一层镀银保护层。

7. 根据权利要求5所述的一种内六方花形槽紧固件成型模具,其特征在于,所述精冲芯采用进口M42高速钢制成。

## 内六方花形槽紧固件成型方法及成型模具

### 技术领域

[0001] 本发明创造涉及紧固件加工技术领域,具体涉及一种内六方花形槽紧固件的镦制成型方法以及成型模具。

### 背景技术

[0002] 内六方花形槽(也叫内六角花形槽、齿轮槽)螺栓是一种新型高强紧固件,其独特的花形结构设计具有扭矩传递效果好、承扭矩大、无轴向反推力等优点,能够使头部更加轻薄,在满足板拧、拉伸疲劳等机械性能的同时最大限度的降低了结构重量,在现代飞机等宇航飞行器追求减重、高可靠性和长寿命的背景下显示出较大的优势,得到广泛的应用。

[0003] 内六方花形槽是由十二段圆弧组成的对称分布的花形槽,主要尺寸包括W、B、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、倒角 $\alpha$ 及槽深等。与其他槽型相比,内六方花形槽槽形更加复杂,是镦制成型中的重点和难点。目前,内六方花形槽螺栓通常是在一模两冲温镦机上成型的,采用的模具为普通初冲和整体式精冲,内六方花形槽槽形完全由精冲保证,即加热的毛坯经过简易的变形后,然后由整体式精冲直接镦压成型。

[0004] 但是,由于内六方花形槽螺栓多采用钛合金、高温合金等高强合金,材料变形抗力大,同时内六方花形槽槽形复杂,使得该类型产品镦制成型时,模具使用寿命低,产品加工稳定性低,生产效率低,生产成本居高不下。在上述常规的温镦成型方式下,精冲使用寿命不足1000件,这是因为,续温镦成型时,精冲受到连续高频冲击载荷(轴向载荷和横向载荷)的作用,在精冲头与精冲体过渡区产生应力集中,进而产生疲劳裂纹,导致精冲断头;精冲材料在连续高温工作时,头部在压力和摩擦力作用下自然失效,发生永久变形和磨损,使槽深T变浅,导致精冲报废。

### 发明内容

[0005] 本发明创造为解决现有技术中的问题,提供了一种内六方花形槽紧固件成型方法,使得内六方花形槽加工稳定性高,提高生产效率,降低生产成本。

[0006] 本发明创造所采用的技术方案是,包括以下步骤,使产品在初冲作用下获得具有特定结构的预成型结构槽,然后使所述预成型结构槽在精冲作用下获得符合标准要求的内六方花形槽,其中,所述预成型结构槽的各个平面绕其中心轴旋转对称,结构自中央向外依次为中部凹台、凹台侧壁、外周平台、外周平台棱边,所述中部凹台的直径( $d_0$ )是目标内六方花形凹圆弧对边宽度(B)的0.6~0.8倍,所述凹台侧壁外边缘的直径( $d$ )是目标内六方花形凸圆弧对边宽度(W)的1.4~1.6倍,所述中部凹台与凹台侧壁的夹角( $\beta$ )比目标内六方花形凹圆弧纵切面方向上的倒角( $\alpha$ )大 $2^\circ \sim 4^\circ$ 。

[0007] 进一步,所述外周平台棱边外边缘的直径(D)为成型产品头部直径( $D_0$ )的0.85~0.95倍,所述外周平台与外周平台棱边的夹角( $\gamma$ )为 $18^\circ \sim 22^\circ$ ,初冲后产品头部厚度(H)为成型产品头部厚度( $H_0$ )的1.4~1.5倍。

[0008] 其中,所述 $d_0$ 和 $d$ 分别影响目标内六方花形槽倒角 $\alpha$ 内圆直径( $L_2$ )和外圆直径

( $L_1$ ), , 由于 $L_2$ 和 $L_1$ 分别与 $B$ 和 $W$ 密切相关, 而 $W$ 和 $B$ 的尺寸由精冲保证, 因此所述 $d_0$ 和 $d$ 的大小及差值是保证 $L_2$ 和 $L_1$ 分别与 $B$ 和 $W$ 具有尺寸上一致性的关键因素, 影响内六方花形槽的形状和位置。若 $d_0$ 较大容易使精冲后内六方花形槽侧壁不平整;  $d_0$ 较小使精冲时模具受到凹台侧壁较大的不规则力的作用而磨损, 同时减弱内六方花形槽纵深的精确度。 $d$ 较大时容易导致精冲后倒角 $\alpha$ 外圆直径 $L_1$ 偏大, 与内六方花形的目标凸圆弧脱离;  $d$ 较小时容易导致精冲时凸圆弧顶端受力增大, 内六方花形尺寸不规则, 或扭曲趋于六边形花形。 $d_0$ 和 $d$ 的差值较大也会使内六方花形在精冲时受力不均而尺寸稳定性变差; 差值较小则使凹圆弧和凸圆弧过渡不明显, 易使花形扭曲而趋于六边形。

[0009] 其中, 所述 $\beta$ 一方面能够调整精冲时精冲头的合理受力, 保证 $L_2$ 、 $L_1$ 以及倒角 $\alpha$ 深度( $h_0$ )的成型准确度; 另一方面有助于内六方花形槽内壁面上 $\alpha$ 的准确成型, 降低成型应力。 $\beta$ 过小使精冲时应力增大,  $\beta$ 过大容易使 $L_2$ 、 $L_1$ 以及 $h_0$ 的位置出现偏差。

[0010] 其中, 所述 $D$ 、 $\gamma$ 和 $H$ 的设计使得精冲时内六方花形槽外周的平面在压力方向上得到适应性调整, 在保证内六方花形槽内部尺寸的同时, 使产品头部的尺寸得以满足规格设计的要求。由于精冲时内六方花形槽外周受到的压力较小, 因此 $D$ 和 $D_0$ 的差异不宜过大, 同时为减小产品边缘部分的应力以及适应 $D$ 与 $D_0$ 之间的尺寸调整, 在外周平台边缘设计一圈具有较小角度的外周平台棱边,  $\gamma$ 过小不利于消除应力,  $\gamma$ 过大不利于 $D$ 与 $D_0$ 之间的尺寸调整, 即产品成型后内六方花形槽外周不利于形成平滑的平面。合适 $H$ 的取值范围使得产品头部在精冲时 $D$ 、 $\gamma$ 调整的同时满足头部厚度 $H_0$ 的规格要求。

[0011] 进一步, 在内六方花形槽紧固件成型过程中, 初冲过程变形量较大, 占全部变形量的70%以上。

[0012] 本发明创造还提供了一种内六方花形槽紧固件成型模具, 包括组合式精冲模具, 所述组合式精冲模具由精冲芯和精冲套组成, 所述精冲芯和精冲套采用过盈配合的方式组装在一起, 过盈量为 $0.04\sim 0.07\text{mm}$ 。其中, 所述精冲芯横切面的花形尺寸与目标内六方花形槽横切面的花形尺寸一致, 且所述精冲芯露出精冲套的部分的各纵向尺寸与目标内六方花形槽各相应位置的纵向深度一致。

[0013] 其中, 合适的过盈量是组合式精冲模具实现精冲功能的重要指标, 为保证在模具使用过程中精冲芯不被挤入精冲套或拔出, 精冲芯与精冲套之间要有足够大的结合力; 同时, 还要保证在精冲芯磨损导致槽深变浅时, 精冲芯要能够从精冲套中压出一部分而不损坏; 另外, 合适的结合力也同样是使精冲芯自精冲套中压出部分不会因挤压而发生尺寸变形的重要保证。

[0014] 本发明创造还提供了一种内六方花形槽紧固件成型模具, 包括初冲模具, 用于使产品在初冲作用下获得所述具有特定结构的预成型结构槽, 所述初冲模具包括分别用于成型所述中部凹台、凹台侧壁、外周平台、外周平台棱边的中部凸台、凸台侧壁、外周凹平台、外周凹平台棱边。

[0015] 其中, 所述中部凸台的直径( $d_0$ )是目标内六方花形凹圆弧对边宽度( $B$ )的 $0.6\sim 0.8$ 倍, 所述凸台侧壁外边缘的直径( $d$ )是目标内六方花形凸圆弧对边宽度( $W$ )的 $1.4\sim 1.6$ 倍, 所述中部凸台与凸台侧壁的夹角( $\beta$ )比目标内六方花形凹圆弧纵切面方向上的倒角( $\alpha$ )大 $2^\circ\sim 4^\circ$ , 所述外周凹平台棱边外边缘的直径( $D$ )为成型产品头部直径( $D_0$ )的 $0.85\sim 0.95$ 倍, 所述外周凹平台与外周凹平台棱边的夹角( $\gamma$ )为 $18^\circ\sim 22^\circ$ 。

[0016] 进一步,所述精冲芯表面具有一层镀银保护层,能够进一步提高其耐腐蚀性及使用寿命。

[0017] 进一步,所述精冲芯优选的采用进口M42高速钢,该材料具有更好的韧性和强度,提高精冲芯抗变形、抗磨损性能。

[0018] 本发明创造提供的内六方花形槽紧固件成型方法,经过两步变形操作,一方面能够通过初冲的预成型提高产品的加工过程稳定性,产品尺寸一致性好,精确度高;另一方面能够降低整个变形过程的应力,提高模具的使用寿命,同时为组合式精冲模具的使用提供了可能性。

[0019] 本发明创造提供的内六方花形槽紧固件成型方法和内六方花形槽紧固件成型模具还具有下述优势:(1)使用寿命长,组合式精冲模具使用寿命是整体式精冲寿命15倍以上。整体式精冲由于经常出现断头现象和头部磨损导致槽深变浅的现象,平均使用寿命不足1000件,而组合式精冲模具平均使用寿命在15000件以上。这是因为,组合式精冲的精冲芯和精冲套为分体式,不会在连接处产生应力集中,有效的避免了断头现象的发生;当精冲芯发生自然失效导致槽深 $T$ 变浅时,可将精冲芯从精冲套中压出一部分来补偿槽深,实现了精冲的循环使用。(2)由于组合式精冲模具节约了因精冲破坏而频繁更换模具、调制机床的时间,生产效率是常规方法的3倍以上。(3)从加工成本上来看,组合式精冲加工成本仅为整体式精冲的60%,组合式精冲的精冲芯和精冲套均采用线切割加工,且可同时加工多个精冲套和精冲芯,加工效率高,而整体式精冲采用电火花加工,且只能单个加工,加工效率低;从生产成本上来看,以加工相同规格型号的10000件产品为例,采用本发明技术方案方法仅需使用1个精冲,而采用常规成型方法则需要约12个精冲,本发明技术方案有效的降低了模具损耗,可节约模具成本约1000元。

## 附图说明

[0020] 图1是内六方花形槽的结构示意图。其中,图1-1为内六方花形槽俯视方向结构示意图;图1-2为图1-1中A-A方向的剖视图。

[0021] 图2是现有技术中整体式精冲结构示意图。其中,图2-1为整体式精冲俯视方向结构示意图;图2-2为整体式精冲侧视方向结构示意图;图2-3为图2-1中B-B方向的剖视图;图2-4为图2-3中 $I_1$ 部分的局部放大图。

[0022] 图3是现有技术中内六方花形槽成型过程示意图。其中,图3-1为加热的毛坯经过简易的初冲变形后的结构示意图;图3-2为由整体式精冲直接冲压成型的示意图。

[0023] 图4是本发明创造组合式精冲模具的结构示意图。其中,图4-1为组合式精冲模具俯视方向结构示意图;图4-2为组合式精冲模具侧视方向结构示意图;图4-3为图4-1中C-C方向的剖视图;图4-4为图4-3中 $I_2$ 部分的局部放大图。

[0024] 图5是本发明创造初冲模具的结构示意图。其中,图5-1为初冲模具轴向切面的剖视图;图5-2为图5-1中 $I_3$ 部分的局部放大图。

[0025] 图6是本发明创造成型方法的过程示意图。其中,图6-1为初冲作用后获得具有特定结构的预成型结构槽的结构示意图;图6-2为在精冲作用下获得符合标准要求的内六方花形槽的结构示意图。

[0026] 图7是初冲过程中 $d$ 出现偏差时成型结构示意图。其中,图7-1为 $d$ 较大时成型结构

示意图;图7-2为d较小时成型结构示意图。

[0027] 图8是本发明创造组合式精冲模具循环使用的操作过程示意图。图8-1为精冲芯磨损时的结构示意图;图8-2为在精冲套尾端车除的结构示意图;图8-3为在精冲套尾端车除后向精冲芯施加压力的结构示意图;图8-4为精冲芯在精冲套内移动,使产品槽深符合要求的结构示意图。

[0028] 其中,1-精冲头;2-精冲体;3-精冲芯;4-精冲套;5-中部凸台;6-凸台侧壁;7-外周凹平台;8-外周凹平台棱边;9-中部凹台;10-凹台侧壁;11-外周平台;12-外周平台棱边。

### 具体实施方式

[0029] 下面通过结合附图对本发明创造进行进一步说明。为了叙述方便,本发明创造中的方法略去了必要或常规的步骤或条件,例如温锻成型常规温度、成型过程中产品或设备的装卸、成型模具的选材等,本行业的技术人员可根据需要进行调整和设计。

[0030] 本发明创造提供的紧固件具有如图1所示的内六方花形槽结构,其中,W为六方花形凸圆弧对边宽度,B为内六方花形凹圆弧对边宽度, $R_1$ 为六方花形凹圆弧半径, $R_2$ 为六方花形凸圆弧半径。同时,为了便于紧固件紧固操作的目的,在内六方花形槽内壁上还设有倒角 $\alpha$ (如图1-2所示),所述倒角 $\alpha$ 外圆直径 $L_1$ 与六方花形凸圆弧对边宽度W尺寸一致,所述倒角 $\alpha$ 内圆直径 $L_2$ 与六方花形凹圆弧对边宽度B尺寸一致, $h_0$ 为倒角 $\alpha$ 的深度,在紧固件紧固时,合适的倒角 $\alpha$ 方便旋扭工具(内六方花形扳手)顺利插入紧固件的内六方花形槽中,并帮助与旋扭工具的咬合,方便实现紧固效果。值得指出的是,由于如上所述W与 $L_1$ 、B与 $L_2$ 的尺寸分别一致,因此在本发明创造中分别涉及到与W、B相关的尺寸比例关系时,W与B可分别用 $L_1$ 与 $L_2$ 替代,如 $d_0$ 为B的0.6~0.8倍也可描述为 $d_0$ 为 $L_2$ 的0.6~0.8倍,d为W的1.4~1.6倍也可描述为d为 $L_1$ 的1.4~1.6倍,替代的方案亦在本发明说明书和权利要求书的保护范围之内。

[0031] 现有技术中的整体式精冲结构如图2所示,精冲头1与精冲体2一体连接,二者过渡区设有连接倒角(如图2-4所示),精冲头1的深度T(不包括精冲头1头部的突出部分)与内六方花形槽的深度一致。使用该整体式精冲进行内六方花形槽紧固件成型时,将加热的毛坯经过简易的变形后(如图3-1所示),由整体式精冲直接锻压成型(如图3-2所示)。当连续作业时,精冲受到连续高频冲击载荷的作用,在精冲头1与精冲体2过渡区产生应力集中,进而产生疲劳裂纹,易导致精冲断头;另一方面,在连续高温工作时,精冲头1在压力和摩擦力作用下自然失效,发生永久变形和磨损,槽深T变浅,整体式精冲报废。

[0032] 本发明创造提供的组合式精冲模具如图4所示,所述组合式精冲模具由精冲芯3和精冲套4组成,所述精冲芯3和精冲套4采用过盈配合的方式组装在一起,过盈量为0.04~0.07mm,所述精冲芯3露出精冲套4的部分的花形各部分的尺寸与目标内六方花形槽各相应位置的尺寸一致,其中,精冲芯3露出精冲套4的深度T(不包括精冲头1头部的突出部分)与内六方花形槽的深度一致。所述精冲芯3采用进口M42高速钢,表面经镀银处理。

[0033] 本发明创造提供的初冲模具如图5所示,用于使产品在初冲作用下获得具有特定结构的预成型结构槽,初冲模具各个平面绕其中心轴旋转对称,结构自中央向外依次为中部凸台5、凸台侧壁6、外周凹平台7、外周凹平台棱边8。其中,所述中部凸台5的直径 $d_0$ 是目标内六方花形凹圆弧对边宽度B的0.6~0.8倍,所述凸台侧壁6外边缘的直径d是目标内六方花形凸圆弧对边宽度W的1.4~1.6倍,所述中部凸台5与凸台侧壁6的夹角 $\beta$ 比目标内六方

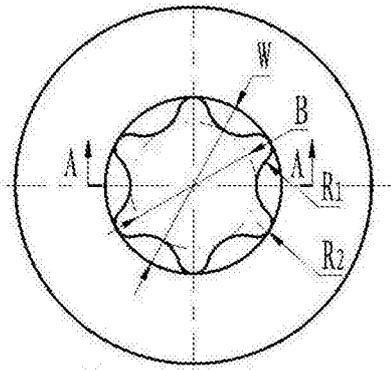
花形凹圆弧纵切面方向上的倒角 $\alpha$ 大 $2^\circ \sim 4^\circ$ ,所述外周凹平台棱边8外边缘的直径D为成型产品头部直径 $D_0$ 的 $0.85 \sim 0.95$ 倍,所述外周凹平台7与外周凹平台棱边8的夹角 $\gamma$ 为 $18^\circ \sim 22^\circ$ 。

[0034] 分别使用本发明创造提供的上述初冲模具和组合式精冲模具,使产品分别在初冲作用下获得与所述初冲模具上各个平面尺寸对应的预成型结构槽(图6-1所示),然后在精冲作用下获得符合目标要求的内六方花形槽(图6-2所示),即可完成内六方花形槽在紧固件头部的成型。

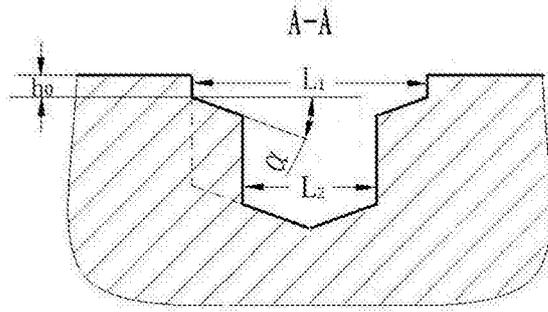
[0035] 下面以槽号为T20的 $120^\circ$ 沉头螺栓为例,采用本发明创造提供的上述方法和成型模具,对本发明方案做进一步说明,下文所述尺寸为基本尺寸。槽号为T20的 $120^\circ$ 沉头螺栓要求 $W=3.96\text{mm}$ 、 $B=2.86\text{mm}$ 、 $H_0=2.1\text{mm}$ 、 $D_0=11.0\text{mm}$ 、 $\alpha=20^\circ$ 。为获得较为合适的初镢成型尺寸,初冲模具尺寸如下: $d_0=2.0\text{mm}$ 、 $d=6.3\text{mm}$ 、 $\beta=22^\circ$ 、 $D=9.9$ 、 $\gamma=20^\circ$ ,并且此时,外周凹平台棱边8在中心轴垂直方向的高度 $h=0.3\text{mm}$ 。初冲后产品变形量占全部变形量的70%以上,尺寸与初冲模具对应尺寸基本一致,且 $H=3.0$ 。精镢后获得符合要求的沉头螺栓头型。

[0036] 图7示例性说明了所述凸台侧壁6外边缘的直径d较目标内六方花形凸圆弧对边宽度W过大或过小时,对内六方花形槽成型后结构产生的影响。当d较大时,导致精冲后倒角 $\alpha$ 外圆直径 $L_1$ 偏大,与内六方花形的目标凸圆弧脱离(如图7-1所示);当d较小时,内六方花形尺寸不规则,近似六边形花形(如图7-2所示),不利于紧固操作。

[0037] 镢制一定数量的产品后,精冲芯磨损导致产品槽深T变浅,此时只需将组合式精冲做简单的车削加工,便可使产品获得合适的槽深,如图8所示:(1)槽深变浅为 $T_1$ 时(图8-1),在精冲套4的尾端车除长度为 $T_0$ 补偿量(图8-2),令 $T_0=T-T_1$ ,此时在精冲的尾端精冲芯凸出高度为 $T_0$ ;(2)固定精冲套4,在精冲芯3尾端对其施加一定的压力,使精冲芯3在精冲套4内向前移动 $T_0$ ,在精冲套4的头端精冲芯3的凸出量增加 $T_0$ ,从而使产品槽深符合要求。通过上述方法,可对组合式精冲模具进行多次加工,实现组合式精冲模具的循环使用。

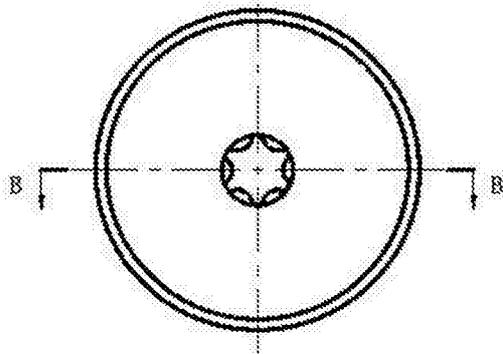


1-1

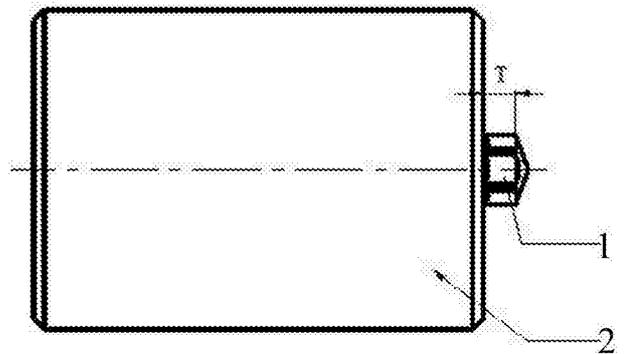


1-2

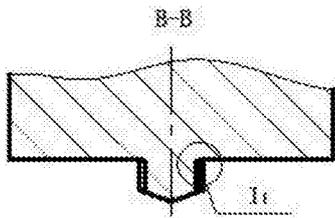
图1



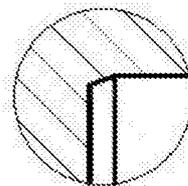
2-1



2-2



2-3



2-4

图2

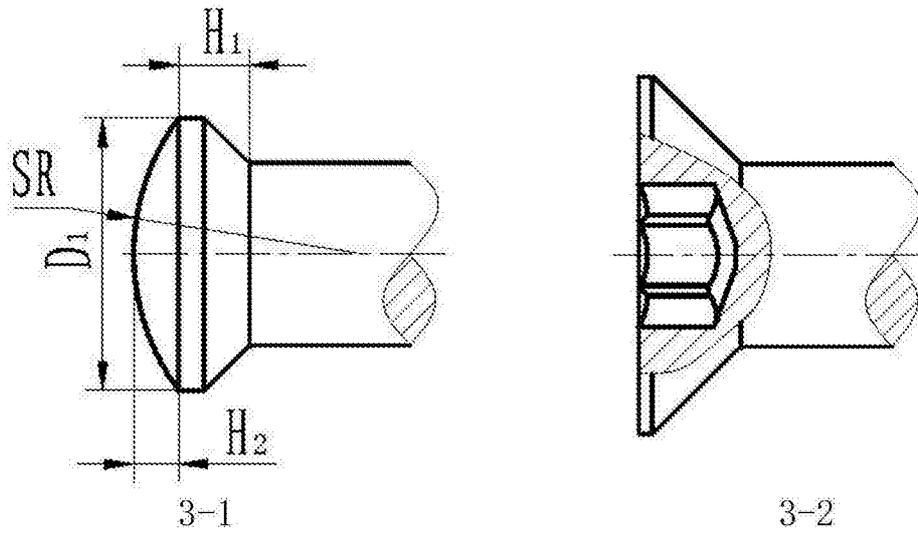


图3

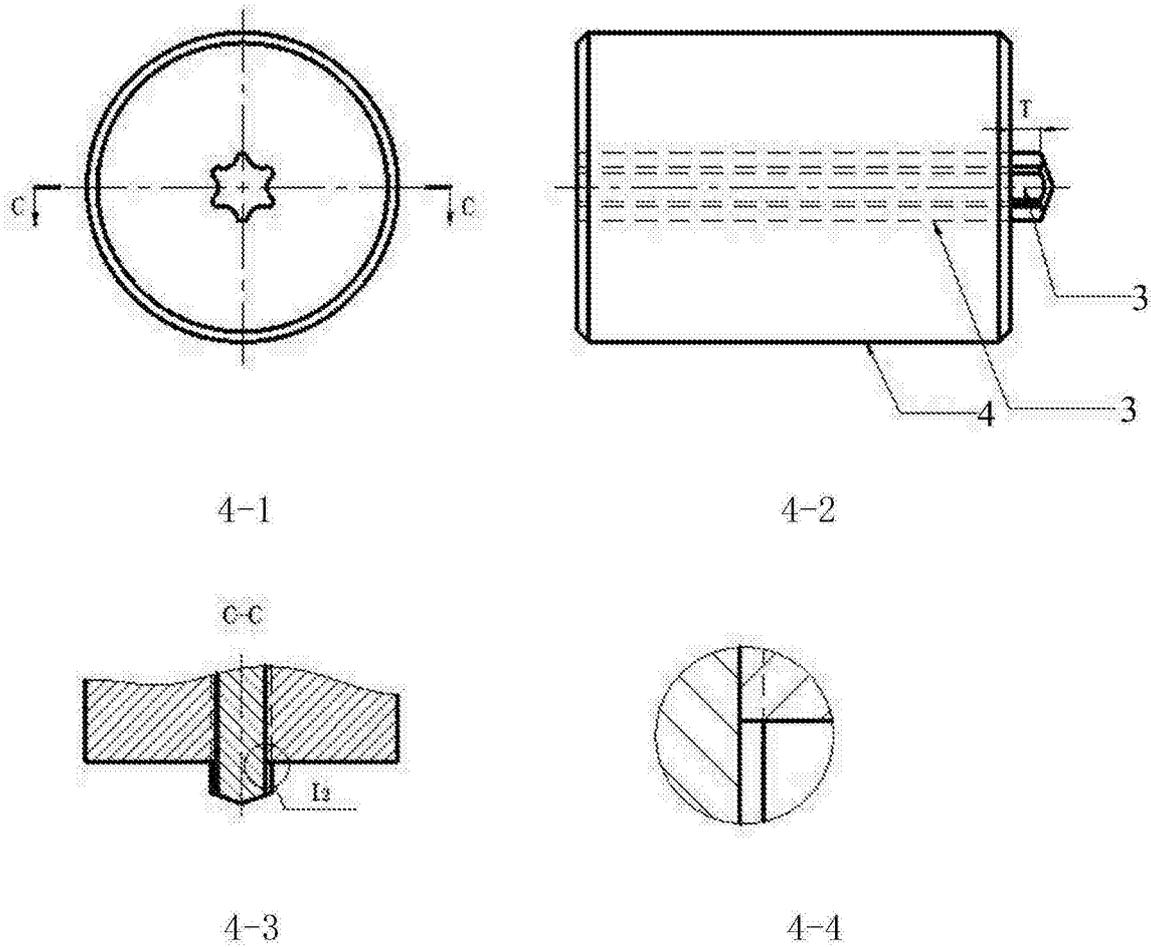


图4

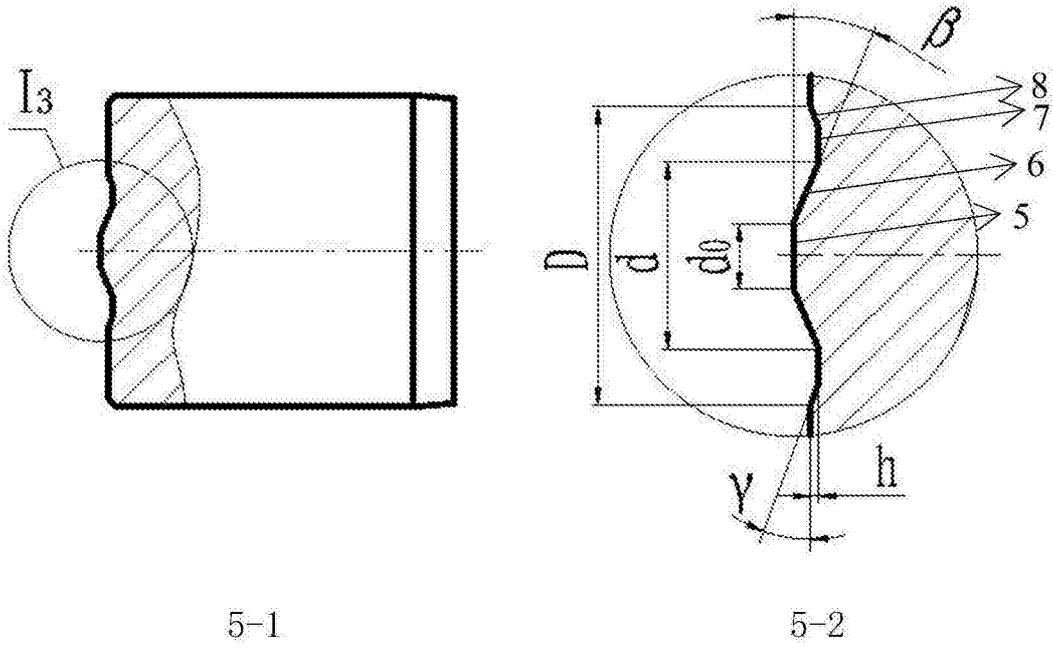


图5

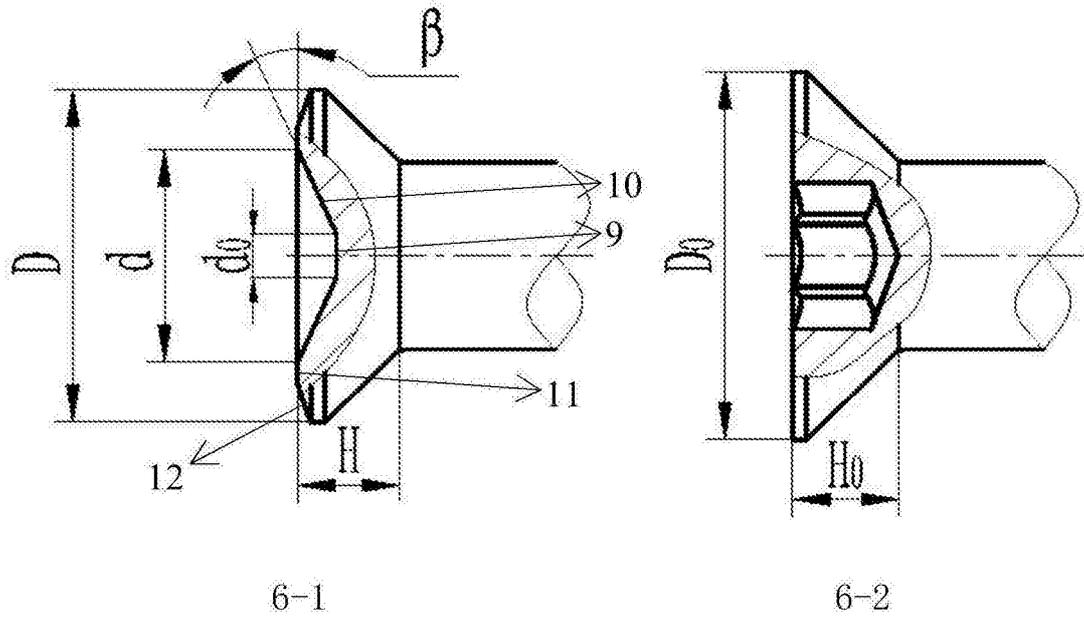


图6

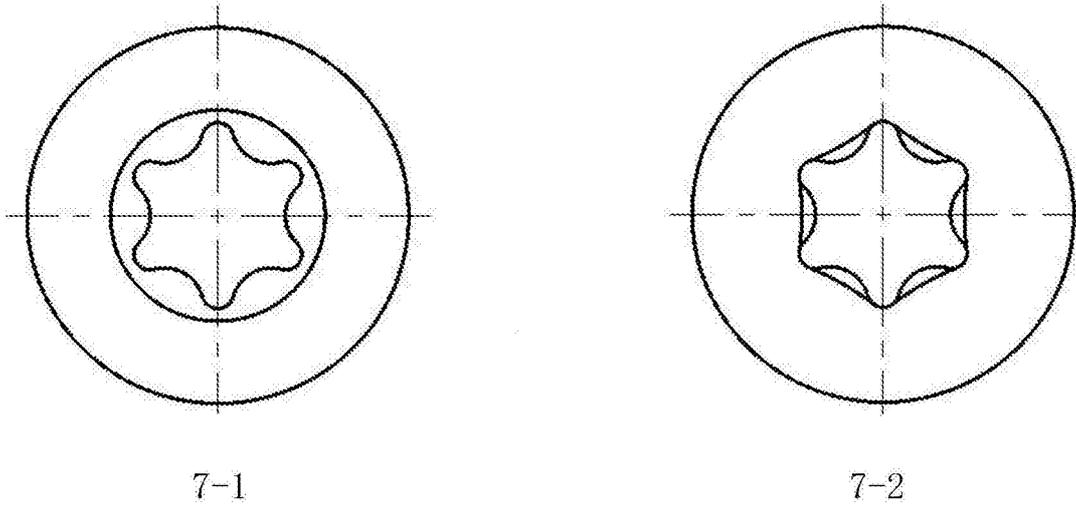


图7

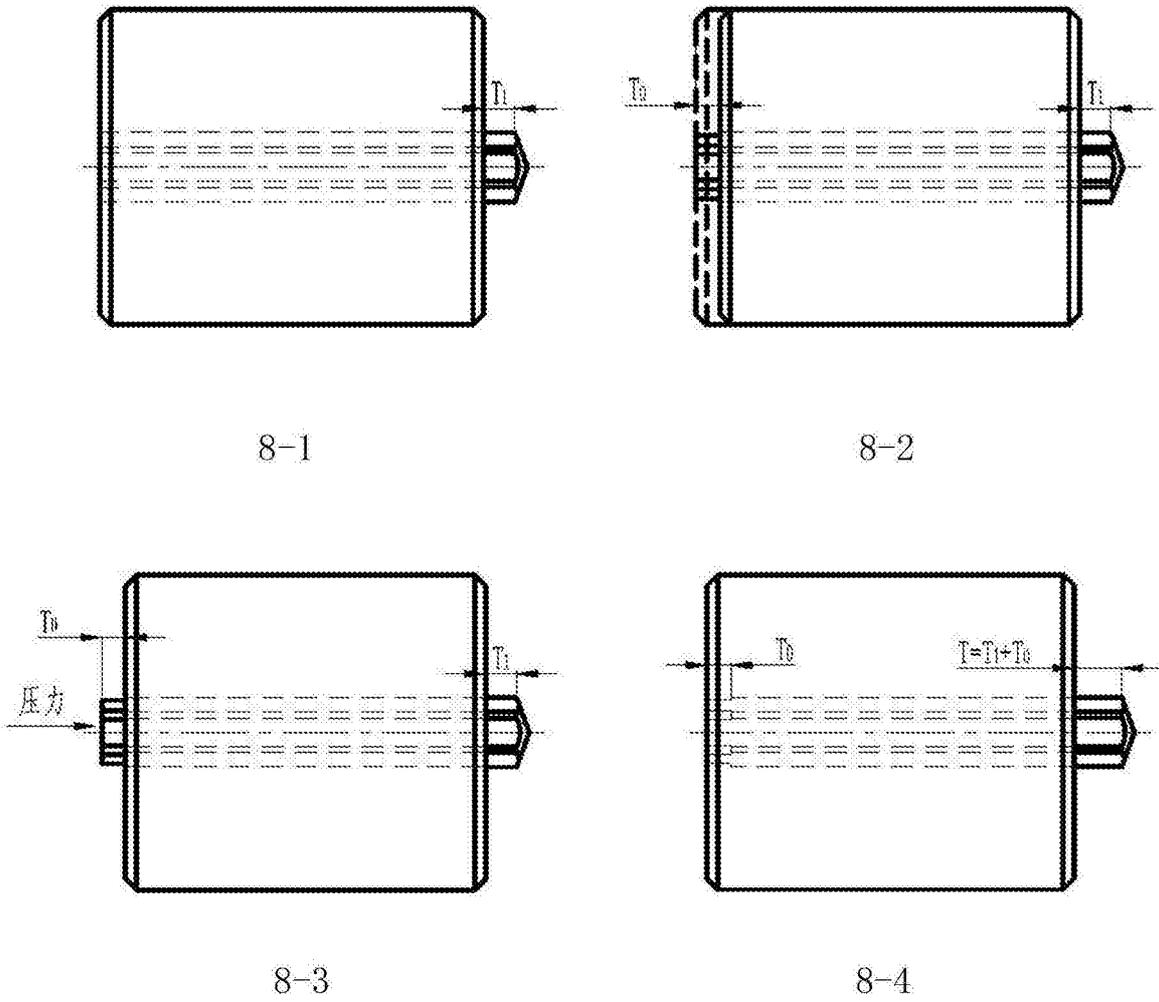


图8