



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116963859 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 27

(21) 申请号 202180095595.1

(22) 申请日 2021.12.14

(30) 优先权数据

21163240.1 2021.03.17 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/085692 2021.12.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/194412 EN 2022.09.22

(71) 申请人 山特维克科洛曼特公司

地址 瑞典桑德维肯

(72) 发明人 丹尼斯·博因

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

专利代理师 蔡石蒙 黄刚

(51) Int.Cl.

B23B 1/00 (2006.01)

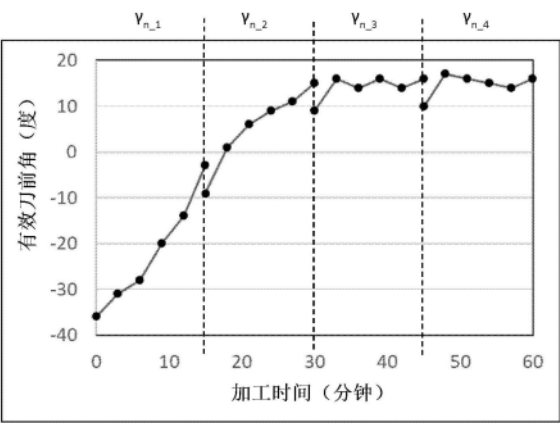
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

用于CNC车床的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于CNC车床的车削方法，该车削方法涉及至少两个加工步骤，其中切削元件(1、11)在所述加工步骤之间被重新布置，从而使得改变标称前角(γ_n)。由此，可以增加有效刀具寿命，并且即使使用磨损的刀具也可以实现高质量的加工表面和稳定的切削工艺。本发明还涉及一种用于执行所述方法的系统和计算机程序。



1. 一种CNC车床的车削方法,包括以下步骤:

-提供工件(2),所述工件(2)能够绕其旋转轴线沿旋转方向(R)旋转;

-提供车削刀具(10),所述车削刀具(10)沿着刀具轴线(L)延伸,其中所述车削刀具包括切削元件(1、11),所述切削元件(1、11)包括前刀面(3)、后隙面(4)以及形成在所述前刀面(3)和所述后隙面(4)之间的边界处的切削刃(5),其中所述切削元件(1、11)能够相对于所述工件(2)以不同定向布置,每个定向由相对于所述工件(2)的表面的标称前角(γ_n)来限定,并且其中所述切削元件(1、11)在所述切削刃(5)和所述工件(2)之间的接触点处具有有效前角(γ_e)和有效后角(α_e),所述有效前角(γ_e)和所述有效后角(α_e)取决于所述切削元件(1、11)的磨损;

-将所述切削元件(1、11)相对于所述工件(2)布置在由第一标称前角(γ_{n_1})限定的第一定向上,从而产生第一有效前角(γ_{e_1})和第一有效后角(α_{e_1});

-在第一加工步骤中,利用处于所述第一定向的所述切削元件(1、11)来加工所述工件(2);

并且,在所述第一加工步骤之后,

-将所述切削元件(1、11)相对于所述工件(2)或相对于待加工的另一工件重新布置在由第二标称前角(γ_{n_2})限定的第二定向上,从而产生第二有效前角(γ_{e_2})和第二有效后角(α_{e_2}),其中,所述第二标称前角(γ_{n_2})不同于所述第一标称前角(γ_{n_1});以及

-在第二加工步骤中,利用处于所述第二定向的所述切削元件(1、11)来加工所述工件(2)或所述另一工件。

2. 根据权利要求1所述的车削方法,其中,所述第二标称前角小于所述第一标称前角。

3. 根据前述权利要求中的任一项所述的车削方法,其中,所述第二有效后角对应于或基本对应于所述第一有效后角。

4. 根据前述权利要求中的任一项所述的车削方法,其中,所述第二标称前角与所述第一标称前角相差2-10度。

5. 根据前述权利要求中的任一项所述的车削方法,其中,当所述切削元件脱离切削时,执行重新布置所述切削元件的步骤。

6. 根据前述权利要求中的任一项所述的车削方法,其中,基于所述切削元件处于切削的预定时间段来选择每个加工步骤的持续时间。

7. 根据前述权利要求中的任一项所述的车削方法,其中,将所述切削元件重新布置在第二定向上的步骤包括将所述刀具轴线相对于所述工件在横向于所述旋转轴线的方向上从第一刀具轴线位置移动到第二刀具轴线位置,其中,在所述第二刀具轴线位置下的所述刀具轴线与在所述第一刀具轴线位置下的所述刀具轴线平行,而不成一直线。

8. 根据权利要求7所述的车削方法,其中,所述刀具轴线从所述第一刀具轴线位置在第一方向上移动第一距离到达所述第二刀具轴线位置。

9. 根据前述权利要求中的任一项所述的车削方法,还包括在所述第二加工步骤之后的以下步骤:

-将所述切削元件相对于所述工件或相对于待加工的另一工件重新布置在由第三标称前角限定的第三定向上,从而产生第三有效前角和第三有效后角,其中,所述第三标称前角不同于所述第一标称前角和所述第二标称前角中的每一个标称前角,

-在第三加工步骤中,利用处于所述第三定向的所述切削元件来加工所述工件或所述另一工件。

10.根据权利要求8和9所述的车削方法,其中,将所述切削元件重新布置在所述第三定向上的步骤包括:使所述刀具轴线从所述第二刀具轴线位置远离所述第一刀具轴线位置在所述第一方向上移动第二距离到达第三刀具轴线位置。

11.根据权利要求10所述的车削方法,其中,所述第二距离等于或小于所述第一距离。

12.根据前述权利要求中的任一项所述的车削方法,其中,所述切削元件包括立方氮化硼或多晶立方氮化硼。

13.根据前述权利要求中的任一项所述的车削方法,其中,所述工件由硬度为40HRC或更高的硬化钢制成或者由耐热超合金制成。

14.一种系统,包括

-CNC车床,

-处理器,以及

-包括切削元件的车削刀具,

其中,所述系统被配置用以执行根据权利要求1-13中的任一项所述的方法。

15.一种具有指令的计算机程序,当所述指令由根据权利要求14所述的系统执行时,使得所述系统执行根据权利要求1-13中的任一项所述的方法。

用于CNC车床的方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属切削的技术领域。更具体地是，本发明属于车削领域。

背景技术

[0002] 在金属切削中，车削是常见的加工操作。CNC车床是常用的。当加工特别硬的材料时，通常使用具有由立方氮化硼(CBN)或陶瓷制成的切削元件的车削刀具。即使此类材料具有高耐磨性(例如当与硬质合金切削刀具相比时)，切削元件的前刀面和后刀面上的磨损最终也将限制切削元件的可用性，或者甚至导致刀具破损，从而使得必须更换切削元件。出于效率和经济原因，可能期望的是尽可能长时间地使用切削元件。因此，已做出努力来减少切削元件的磨损。作为示例，EP2015881公开了一种CBN刀具部件，其包括在前刀面上的辅助层，该辅助层具有更高的抗月牙洼形成能力。然而，即使刀具寿命可能有所延长，但这种层也不会阻止刀具磨损以免最终使CBN刀具的切削性能劣化。

[0003] 因此，需要进一步增加车削工艺中使用的切削元件的刀具寿命。

发明内容

[0004] 本发明的目的是减轻现有技术的缺点，并提供一种增加刀具寿命(即，切削元件可用于加工的时间)的方法。进一步的目的是提供一种一致地产生高质量的加工表面的方法。进一步的目的是获得稳定的切削工艺。

[0005] 因此，根据第一方面，本发明涉及一种用于CNC车床的车削方法，其中所述方法包括以下步骤：

[0006] -提供工件，所述工件能够绕其旋转轴线在旋转方向上旋转；

[0007] -提供一种车削刀具，所述车削刀具沿着刀具轴线延伸，其中，所述车削刀具包括切削元件，所述切削元件包括前刀面、后隙面以及形成在所述前刀面和所述后隙面之间的边界处的切削刃，其中所述切削元件能够相对于所述工件布置在不同的定向上，每个定向由相对于所述工件的表面的标称前角限定，并且其中所述切削元件在所述切削刃和所述工件之间的接触点处具有有效前角和有效后角，其中所述有效前角和所述有效后角取决于所述切削元件的磨损；

[0008] -将所述切削元件相对于所述工件布置在由第一标称前角限定的第一定向上，从而产生第一有效前角和第一有效后角；

[0009] -在第一加工步骤中，利用处于所述第一定向的所述切削元件来加工所述工件；

[0010] 并且，在所述第一加工步骤之后，

[0011] -将所述切削元件相对于所述工件或相对于待加工的另一工件重新布置在由第二标称前角限定的第二定向上，从而产生第二有效前角和第二有效后角，其中，所述第二标称前角不同于所述第一标称前角；以及

[0012] -在第二加工步骤中，利用处于所述第二定向的切削元件来加工所述工件或所述另一工件。

[0013] 由此,可以增加有效刀具寿命,并且即使使用磨损的刀具也可以实现高质量的加工表面以及稳定的切削工艺。表面质量可以例如指表面粗糙度或表面完整性,例如与加工工艺引起的微观结构变化有关。

[0014] 该车削方法用于CNC车床,即计算机或计算机化数控车床,即适合于车削的任何CNC机床,例如车削车床、多任务机床、车削铣床或纵切机床。工件可以是包括外表面的金属工件,该外表面是径向外表面。该径向外表面背对旋转轴线。该车削方法可用于径向外表面的车削,即外部车削。工件在第一端和第二端之间延伸。

[0015] 工件可以是硬化钢,例如40HRC或更高的硬化钢。可替代地是,工件可以是超合金,例如耐热超合金(HRSA),例如镍基合金。

[0016] 工件可以通过夹紧装置来夹紧。夹紧装置保持工件并且至少部分地由电机或主轴控制和驱动。夹紧装置可以是夹头卡盘、端面驱动器或三爪卡盘的形式,并且可以包括尾座。机床的主轴箱端优选地是位于工件的第一端处。工件的第二端的与工件的第一端相反,所述第二端可以是自由端。可替代地是,第二端与尾座或第二卡盘接触。

[0017] 车削刀具包括前端和呈联接部分的形式的相反的后端。联接部分连接到CNC车床,更具体地是连接到CNC车床的机床接口,例如机床主轴或刀具旋转转塔或刀架。

[0018] 联接部分的截面可以具有正方形或矩形形状。联接部分可以是圆锥形的或是基本上圆锥形的,例如优选地根据ISO标准26623-1。在本文中,截头锥体是圆锥状形状。在此上下文中,形成ISO标准26623-1联接器的后部部分的锥形部分是圆锥状形状。联接部分沿着联接轴线延伸。联接部分优选地是圆锥形的,使得所述圆锥或圆锥状形状围绕联接轴线对称或基本对称。在此上下文中,三重对称被认为是对称的。所述圆锥或圆锥状形状的截面积优选地是在向后方向上减小。联接部分可以是中空锥柄的形式,例如根据DIN 69893的HSK。

[0019] 联接轴线对应于车削刀具的刀具轴线或中心轴线,所述刀具轴线或中心轴线限定车削刀具的纵向轴线。

[0020] 车削刀具包括切削元件。切削元件优选地是由耐磨材料制成的,例如立方氮化硼(CBN)、多晶立方氮化硼(pCBN)、陶瓷或硬质合金。切削元件可以被实现为车削刀具的一部分,例如实现为这种车削刀具的一体部分,或者被实现为可更换的和/或可转位的切削刀片或可安装到车削刀具的车削刀片,例如安装在刀片凹座中,在该刀片凹座中,切削刀片可以通过任何合适的紧固装置(例如螺钉或用于将切削刀片牢固地保持在刀片凹座内的其它装置)紧固在刀片凹座中。切削元件也可以被认为是这种切削刀片的一部分。例如,切削元件可以是CBN切削刀尖,其被钎焊到硬质合金载体上,从而一起形成可更换的切削刀片。

[0021] 切削元件包括顶表面,该项表面包括前刀面或前刀表面。切削元件还包括邻接前刀面的后隙面或后隙表面。切削刃形成在前刀面和后隙面之间的边界处。切削刃或切削刃的一部分产生加工表面。切削刃在俯视图中可以具有凸形形状,例如,它可以是例如圆弧形式的刀尖切削刃。切削元件,特别是如果呈切削刀片的形式的话,在俯视图中可具有菱形形状、三角形形状、八边形形状、正方形形状、圆化形形状或多边形形状。

[0022] 顶表面可以是平坦的。可替代地是,该表面可以是非平坦的或非平面的。例如,该表面可包括一个或多个断屑装置,其形式为一个或多个突起和/或凹陷。此外,倒角可以形成在顶表面中,使得切削刃被限定在后隙面和该倒角表面之间的边界处。在这种情况下,出于本公开中讨论的目的,该倒角表面对应于前刀面,即:当考虑标称前角和/或有效前角时

是这种情况。

[0023] 当加工时,工件在旋转方向上旋转,并且控制车削刀具,使得切削元件的切削刃与旋转的工件接合。在第一加工步骤期间执行的加工包括对工件进行加工。第一加工步骤还可以包括对另外的工件进行加工。

[0024] 加工可以涉及产生旋转对称表面的任何方法,其中工件旋转。因此,该方法不仅可以用在单点车削中,而且可以用在其它车削操作中,例如在加工期间切削刃和工件之间的接触点或接触区域沿着切削刃行进的车削操作。例如,存在相对于旋转轴线在横向上的线性走刀运动的情况。

[0025] 在加工期间,切削元件受到磨损,特别是形成在前刀面上的月牙洼磨损和形成在后隙面上的后刀面磨损。特别地是,对于在硬质零件车削中使用的CBN切削元件,切削元件的微观几何形状根据切削元件的使用寿命期间的磨损进展而被根本性修改。例如,如果使用带有倒角的CBN切削元件,其最初具有负的前角,则由于切削元件上的月牙洼磨损,有效前角最终将变为正值。最后,切削元件会断裂,或者其将无法提供可接受的加工结果,并且必须进行更换。发明人已经发现,切削元件在经过一定时间的加工后可以呈现摩擦学稳定状况,该状况在切削元件的剩余寿命中保持。例如,对于带有倒角的CBN切削元件,这种摩擦学稳定状况可能会在所估计的刀具寿命的大约30%之后出现。在摩擦学稳定状况下,有效前角和有效后角以及切削刃半径均被归一化。因此,楔角也被归一化,因此在稳定的摩擦学状况下不会发生显著变化。因此,即使在该稳定状况期间月牙洼磨损和后刀面磨损可能会增加,但磨损进展也使得后刀面和月牙洼的形状不会改变,即:有效前角和有效后角保持基本相同。已发现的是,尽管有效前角与原始前角相比发生了显著改变,但在稳定的摩擦学状况下,切削元件的切削刃线仍保持良好的完整性。然而,还发现的是,在稳定的摩擦学状况下,有效后角通常为零或接近于零,即:在刀具寿命的相当长的一段时间内为零或接近于零,而这可能潜在地导致各种不利影响。例如,由于后隙面和工件之间的接触增加,加工表面的完整性可能改变。发明人认识到,如果在达到稳定摩擦学状况之前或之后不久改变标称前角的话,则可以改善(或维持)加工表面的完整性,并且有效刀具寿命可以得到增加。

[0026] 换言之,发明人已经找到了一种允许通常被认为磨损完的切削元件使用更长时间的方式或方法。这种方式包括相对于工件重新布置切削元件。发明人已经发现,当使用CBN或pCBN切削元件(即包含CBN或pCBN的切削刀片或车削刀片)来车削硬化钢或其它硬质金属(诸如,例如镍基超合金)时,该方法效果特别好。

[0027] 如本文所用,“标称前角”是指原始前刀面相对于垂直于加工表面的平面的角度,不考虑切削元件的几何形状的任何变化(例如由磨损引起的变化)。在此上下文中,标称前角也可以被视为“系统前角”,即由特定加工设置(例如CNC车床、刀架等的相对于工件的定向和位置)中的切削元件的原始几何形状限定。对应地是,“标称后角”是指原始的、未磨损的后隙面相对于工件的表面的后隙,即所期望的后隙,不考虑刀具磨损。相比而言,如本文所使用的,“有效前角”是加工时起作用的真实前角,即实际的切削角度,并且这将取决于前刀面的几何形状的局部变化。对应地是,“有效后角”是指后隙面相对于加工表面的实际的后隙。有效前角和有效后角均受切削元件的磨损的影响。例如,由于前刀面上形成的月牙洼磨损,有效前角与原始前角相比可能增大,而有效后角可能由于后刀面磨损而减小。因此,当用未磨损的切削元件进行加工时,有效前角和有效后角最初将分别对应于标称前角和标

称后角。但是,一旦磨损开始形成,并且影响到这些角度,则有效角度将偏离对应的标称角度。

[0028] 因此,在第一加工步骤期间,切削元件上的磨损将影响前刀面和后隙面的实际几何形状。因此,有效前角可能增大,而有效后角可能减小。标称第二前角不同于第一标称前角,以便补偿这种磨损。特别地是,将切削元件重新布置到第二定向,即修改标称前角,可以增加有效后隙。

[0029] 为了实现这一点,在第二加工步骤中使用的第二标称前角可以小于在第一加工步骤中使用的第一标称前角。

[0030] 减小标称前角显然还将导致有效前角的减小,至少与在重新布置切削元件之前存在的有效前角相比是这样。然而,第二有效前角仍可以大于第一有效前角,因为由第一加工步骤引起的磨损已经导致有效前角相比于第一有效前角增加。

[0031] 还设想了第一有效前角和第二有效前角相同,即由第一加工步骤的磨损引起的有效前角的变化对应于第一标称前角和第二标称前角之间的差。然而,如果第一加工步骤最初涉及使用新的、未磨损的切削元件,则情况可能往往并非如此,这是因为由于月牙洼磨损而增加的前角通常将会高于重新布置切削元件时所期望补偿的角度。另一方面,如果第一加工步骤利用已磨损的切削元件开始,其中该已磨损的切削元件已从已达到稳定摩擦学状况的先前状态重新布置,并且第一加工步骤继续进行,直至达到新的稳定摩擦学状况,则第一有效前角将很可能对应于第二有效前角,即,使得通过标称前角的改变恢复有效前角。然而,未磨损的切削元件的原始有效前角可能是不理想的或不可能恢复。

[0032] 通过减小标称前角,将增加有效后隙,从而减少切削元件的后刀面与工件之间的接触。当切削元件的后刀面与工件之间的接触面积增大时,被动力和走刀力的分布将发生变化,从而导致所加工部件的白层厚度的增加,这与加工表面上不期望的微观结构改变有关。因此,通过增加后隙,将获得更稳定的加工工艺,并且将减少白层的形成,从而提供改进的加工表面质量。

[0033] 第二有效后角可对应于或基本上对应于第一有效后角。换句话说,第一标称前角与第二标称前角之间的差可以对应于由第一加工步骤引起的有效后角的变化。例如,第一加工步骤可能已引起切削元件上的后刀面磨损,使得有效后角减小至零,即:其中在后隙面的至少一部分与工件之间发生摩擦。然后,通过让第一标称前角和第二标称前角之间的差对应于期望的后角,例如针对未磨损的切削元件存在的后角,则可以通过重新布置切削元件来恢复期望的(例如原始的)有效后角。换句话说,可以通过修改标称前角来恢复原始的有效后隙。

[0034] 第二标称前角可以与第一标称前角相差2-10度。在许多应用中,这将足以恢复后隙,同时保持良好的切削性能,并且,通过不过多地改变标称前角,将可以多次重新布置切削元件,从而进一步增加切削元件的总寿命。第二标称前角可以与第一标称前角相差4-8度,诸如:例如相差6度,这对于至少一些应用可能是有利的。

[0035] 重新布置切削元件的步骤可以在切削元件脱离切削时执行。如本文所用,“脱离切削”是指切削元件不与工件接合的状态。这种状态可能发生在对两个不同工件的加工之间或在对工件的车削操作的两次不同的走刀之间。

[0036] 因此,第一加工步骤可包括第一组的一个或多个加工操作,并且第二加工步骤可

包括第二组的一个或多个加工操作,其中重新布置切削元件的步骤可以在这些组的加工操作之间执行,例如在加工两个不同的工件之间执行,在这种情况下,第二组中的加工操作不与第一组中的加工操作重叠。

[0037] 在此上下文中,加工操作可以被认为是对工件执行的操作,并且其可以包括使用车削刀具的一次或多次走刀。

[0038] 如上所述,重新布置切削元件的步骤可以在加工操作的两次不同的走刀之间执行。在这种情况下,第一加工步骤和第二加工步骤可以各自包括单个车削操作的不同部分。这样,第一加工步骤可以例如包括一个或多个完整的加工操作(例如,加工部件)和特定加工操作的第一部分,并且第二加工步骤可以包括特定加工操作的第二部分以及后续加工操作和/或后续加工操作的部分。

[0039] 还设想到的,切削元件的重新布置是在加工期间实现的,例如,在车削操作的走刀期间。因此,切削元件的重新布置可以涉及在加工期间执行的逐步或连续的重新布置。例如,这在车削大型HRSA部件时可能是有用的,其中切削元件可能在单次走刀中磨损,从而可能导致部件的表面完整性在切削的开始时与在切削的结束时相比不同。

[0040] 每个加工步骤的持续时间可以基于切削元件处于切削的预定时间段来选择。因此,切削元件的重新布置可以在指定的并且预定的时间段之后完成,例如在切削元件已处于起作用状态的一定分钟数(即“处于切削的时间”)之后完成。因此,第一加工步骤可以涉及加工特定时间,而不考虑已经执行的加工操作的实际数量。加工步骤也可定义为包括加工操作或加工操作的走刀,在其过程中,预定的时间段结束,即,使得当前的加工操作或走刀在切削元件被重新布置之前完成。替代性地是,可以基于预定的切削长度来选择持续时间,而不是预定时间。作为进一步的替代,每个加工步骤可以涉及一定数量的加工操作,即,加工步骤可以被定义为包括加工预定数量的工件。因此,切削元件的重新布置可以在已经加工了特定数量的部件之后进行。

[0041] 无论使用什么参数来确定何时将进行切削元件的重新布置,每个加工步骤都可以包括加工多个不同的工件。

[0042] 在第一定向和第二定向之间布置和重新布置切削元件可以以各种方式实现。根据一些实施例,可以调整工件和刀具轴线之间的相对位置。例如,可以通过使刀具轴线相对于工件在横向于旋转轴线的方向上从第一刀具轴线位置移动到第二刀具轴线位置来调节切削元件和工件之间的接合点,其中处于第二刀具轴线位置中的刀具轴线与处于第一刀具轴线位置中的刀具轴线平行,而不成一直线。

[0043] 因此,切削元件相对于工件的表面的接合方向可以通过改变刀具轴线相对于工件的定向并且特别是通过刀具轴线的平移来调节。特别地是,考虑到关于车床的笛卡尔坐标系,在该坐标系中,Z轴指沿着工件的旋转轴线的方向,X轴指相对于工件的径向方向(即,朝向或远离旋转轴线),并且Y轴指与由Z轴和X轴限定的平面正交的方向,平移可以包括沿着Y轴的运动。因此,这样的实施例需要使用具有沿Y轴移动车削刀具的能力的CNC车床,诸如:例如某些类型的多任务机床或铣车机床。如果使用这样的CNC车床,则重新布置切削元件的步骤因此可以经由机床控制系统来实现。切削元件的这种重新布置可以是既准确又相对容易实施的,这是因为它不需要任何专门设计的车削刀具或刀架。

[0044] 根据一些实施例,刀具轴线从第一刀具轴线位置在第一方向上移动第一距离到达

第二刀具轴线位置。

[0045] 鉴于如上定义的坐标系,第一方向可以沿着Y轴。因此,如果刀具轴线沿X轴或平行于X轴指向,则第一方向可对应于横向于刀具轴线和工件的旋转轴线两者的方向。特别是,第一方向可对应于或基本上对应于工件旋转所沿的方向,即工件在切削元件与工件之间的接触点处的运动的切向方向。换言之,第一方向可以沿着Y轴远离切削元件的前刀面或顶表面所面向的方向。

[0046] 换句话说,刀具轴线的移动可以具有沿着Y轴的分量,并且该移动可以沿着或基本上沿着工件在切削元件和工件之间的接触点处的旋转方向被引导,即远离切削元件的前刀面或顶表面所面向的方向。

[0047] 由此,切削元件将被重新布置到相对于工件的位置,在该位置中,标称前角减小,并且有效后角增大。

[0048] 刀具轴线不仅可以沿着Y轴移动,还可以沿着X轴移动,以补偿由沿着Y轴移动而引起的切削深度的变化。例如,当刀具轴线沿Y轴方向移动一定距离以修改标称前角时,刀具轴线也可沿X轴方向移动一定距离,以保持相同的切削深度。

[0049] 刀具不一定在第一定向和第二定向之间线性移动,或者不一定以两个接连的线性移动来移动(例如,首先在Y轴方向上移动,然后在X轴方向上移动),而是也可以沿着弧线,例如沿着工件的周边移动。

[0050] 在第一方向上移动的第一距离,或者作为其结果的沿着Y轴移动的距离可以在 $0.03r$ 和 $0.18r$ 之间,例如在 $0.07r$ 和 $0.14r$ 之间,其中 r 是工件的半径。 $0.03r$ 和 $0.18r$ 之间的移动可以使标称前角改变 $2-10$ 度,至少如果靠近工件的中心(即,在X-Z平面附近)进行移动就是这种情况。作为示例,所述第一距离或作为其结果的沿着Y轴移动的距离可以是工件半径的大约 0.1 倍,例如在 $0.09r$ 和 $0.11r$ 之间,这可以对应于标称前角的大约 6 度的改变。

[0051] 不需要刀具轴线平移的、用于重新布置切削元件的替代方法可以是取决于所期望的定向来将切削元件安装在不同的车削刀具或刀架中。例如,在第一加工步骤之前,切削元件可以安装在车削刀具主体中,该车削刀具主体被设计成使得当车削刀具安装在CNC车床中时,切削元件将获得相对于工件的第一定向。为了在第二加工步骤之前重新布置切削元件,切削元件可以安装在另一个刀具主体中,该另一个刀具主体被设计成使得当车削刀具安装在CNC车床中时,切削元件将获得相对于工件的第二定向。

[0052] 还设想到的,将切削元件重新布置在第二定向的步骤可以包括:通过倾斜刀具轴线,例如通过与车削刀具连接的刀具主轴的旋转移动,或者通过控制与车削刀具连接的刀具转塔的角度,改变切削元件相对于工件的表面的接合方向。可替代地是,切削元件可以相对于刀具轴线倾斜。例如,如果使用可倾斜的或以其它方式可调节的车削刀具或刀架,则切削元件的布置和重新布置可以通过这样的手段来实现。例如,可以使用可倾斜的刀架,或者可以使用其中包括切削元件的部分可倾斜的刀具。这种调节可以通过手动装置来实现,或通过某种致动器来控制,例如通过远程控制的致动器来控制。优选地是,通过倾斜刀具轴线或通过使切削元件相对于刀具轴线倾斜来重新布置切削元件包括倾斜与第一标称前角和后续标称前角之间的差相对应的角度。如果通过这样的倾斜来执行若干步骤的重新布置,例如第三定向,则每个步骤的倾斜角度优选地是相同的或基本上相同的,即在 ± 5 度内。对于每个步骤,标称前角逐渐变小或逐渐变得更负。

[0053] 根据一些实施例,车削方法还包括在第二加工步骤之后的以下步骤:

[0054] -将切削元件相对于工件或相对于待加工的另一工件重新布置在由第三标称前角限定的第三定向上,从而产生第三有效前角和第三有效后角,其中,第三标称前角不同于第一标称前角和第二标称前角中的每一个标称前角,

[0055] -在第三加工步骤中,利用处于第三定向的切削元件来加工工件或另一工件。

[0056] 因此,切削元件的重新布置可以重复多次。第二标称前角可以小于第一标称前角,并且第三标称前角可以小于第二标称前角。换句话说,第三标称前角可以小于第一标称前角和第二标称前角两者。第一标称前角和第二标称前角之间的差可以与第二标称前角和第三标称前角之间的差相同。也就是说,每次重新布置切削元件时,标称前角可以改变相同的量。重新布置可以重复两次以上,例如三次、四次或五次,或者甚至更多次。每次重新布置切削元件时,有效后角可以恢复到加工步骤开始时的状态。由此,可以甚至进一步延长切削元件的有效寿命,同时保持加工表面的质量。

[0057] 根据与切削元件的多次重新布置有关的一些实施例,对于这些实施例,将切削元件重新布置在第二定向的步骤包括将刀具轴线从第一刀具轴线位置在第一方向上移动第一距离到达第二刀具轴线位置,将切削元件重新布置在第三定向的步骤可以包括将刀具轴线从第二刀具轴线位置远离第一刀具轴线位置在第一方向上移动第二距离到达第三刀具轴线位置。

[0058] 通过将刀具轴线远离第一刀具轴线位置和第二刀具轴线位置移动,标称前角将进一步减小,并且与紧接在将切削元件重新布置在第三定向之前存在的有效后隙相比,有效后角将增大。例如,有效后隙可以恢复到紧接在将切削元件重新布置在第二位置之后的有效后隙。换句话说,第三有效后角可以对应于第二有效后角和/或第一有效后角。

[0059] 第二距离可以与第一距离相同或者小于第一距离。

[0060] 由刀具轴线的平移引起的标称前角的变化取决于沿着Y轴距工件的旋转中心的距离。例如,在靠近中心的位置,将需要沿Y轴进行更大的平移,以实现与更远离中心的刀具轴线平移相同的标称前角变化。

[0061] 因此,作为本实施例方面的示例,如果在切削元件位于X-Z平面中的情况下执行第一加工步骤,则仅当第二距离小于第一距离时,标称前角变化对于切削元件的两次后续重新布置来说将是相同的。

[0062] 然而,对于许多应用和工件尺寸,可以忽略这种差异,即在重新布置切削元件时,将刀具轴线沿着Y轴移动相同的距离可能就足够了。换句话说,第二距离可以与第一距离相同。如果例如第一加工操作在工件的中心上方执行,第二加工操作在中心处执行,并且第三加工操作在中心下方执行,则也可能是这种情况。然后,沿着Y轴的两个平移都可以具有相同的幅度,以实现对应的标称前角变化。

[0063] 根据本发明的第二方面,提供了一种系统,其包括CNC车床、处理器和包括切削元件的车削刀具,其中该系统被配置用以执行根据本发明的第一方面的方法。处理器可以是CNC车床的集成部分,或者被可操作地耦合到CNC车床,并且可以被配置用以执行触发要执行的方法的至少一些步骤的计算机程序。该系统还可以包括用于存储这种计算机程序的存储器。

[0064] 因此,根据第三方面,本发明涉及一种具有指令的计算机程序,当指令由根据本发

明第二方面的系统执行时,使得该系统执行根据本发明第一方面的方法。

[0065] 因此,本文描述的方法可以由可以以多种形式存在的一个或多个计算机程序来体现。例如,它们可以作为软件程序存在,该软件程序由用于执行方法的一些步骤的程序指令组成,并且可以体现在计算机可读介质上。换句话说,切削元件的重新布置可以根据计算机程序中定义的指令来完成。这些指令可以例如包括参数,例如用于重新布置切削元件的间隔,以及每次这样的重新布置的程度。这些参数的最优值可以基于加工类似部件的经验来限定,并且可以例如由最终用户输入、在查找表中找到,等等。可替代地是,可以使用算法以基于来自用户的输入计算最优参数,例如与所使用的刀片的类型、要制造的部件的类型以及关于制造这样的部件时的“正常”磨损(例如不使用根据本发明的方法时的预期的刀具寿命)的信息相关的输入。预期刀具寿命可以例如被定义为在更换切削刀片之前的加工时间或所制造的部件的数量。这样的算法可以基于对制造不同部件时的磨损传播和材料的先验了解。

附图说明

[0066] 图1示出了具有CBN切削元件的切削刀片。

[0067] 图2示出了加工期间的未磨损的切削元件的截面。

[0068] 图3示出了磨损的切削元件,此时其已经呈现稳定的摩擦学状况。

[0069] 图4示意性地示出了改变切削元件的标称前角的效果。

[0070] 图5是示出根据本发明的车削方法的步骤的流程图。

[0071] 图6A至图6C示意性地示出了车削方法的实施例。

[0072] 图7是示出根据基于车削方法的另一实施例的测试的有效前角的变化了的曲线图。

[0073] 图8是参考与图7相同的测试的曲线图,其示出切削元件的后刀面磨损的进展。

[0074] 所有附图都是示意性的,不一定按比例绘制,并且通常仅示出为了阐明各个实施例所必需的部分,而可能省略或仅仅暗示其它部分。除非另有说明,否则相同的附图标记在不同附图中指代相同的部分。

具体实施方式

[0075] 图1示出了具有钎焊到其上的CBN切削元件1的切削刀片7。在该示例中,切削刀片是菱形的并且具有紧固孔8,以便于将刀片安装在车削刀具(未示出)的刀片凹座内。切削元件的一部分以放大视图示出,穷示出了顶表面6和后隙面4,该项表面6包括与切削元件的前刀面对应的倒角3。在倒角3和后隙面4之间,形成切削刃5。

[0076] 图2示出了切削元件1的截面,此时正在加工金属工件2、更准确地说是在其中形成切屑9并且因此从工件去除材料的车削操作期间。切削元件布置在安装到CNC车床的车削刀具中,并且相对于工件以标称前角 γ_{n-1} 和标称后角 α_{n-1} 定向。切削元件1处于未磨损状态,即在前刀面和后隙面上分别开始形成任何月牙洼磨损或后刀面磨损之前。在该状态下,有效前角 γ_e 和有效后角 α_e 分别对应于标称前角 γ_{n-1} 和标称后角 α_{n-1} 。如图所示,该切削元件的初始前角为负的。

[0077] 图3示出了在其呈现稳定的摩擦学状况或状态之后的磨损的切削元件1'。在这种情况下,即使磨损进一步进展,有效前角和后角也不会发生显著变化。然而,如图所示,有效

前角 γ_e 由于月牙洼磨损而增大(现在为正值),而有效后角 α_e 由于后刀面磨损而减小至零。原始的、未磨损的切削元件1用虚线表示。这种稳定状态可以相当早地呈现,例如早在总的预期刀具寿命的30%之后,并且将在刀具寿命的剩余时间内持续。然而,加工表面的完整性将会受到影响,部分原因是后隙面和工件之间的接触增加。

[0078] 图4示意性地示出了改变切削元件的标称前角的效果。当已经呈现出稳定的摩擦学状态时,或者在呈现出稳定的摩擦学状态之前,可以改变标称前角,以便恢复有效后角。在图4中,原始未磨损的切削元件以虚线示出,磨损的切削元件1'以点线示出,并且重新布置的磨损的切削元件1''以实线示出。在该示例中,已经通过倾斜切削元件,实现了导致标称前角变化 $\Delta\gamma_n$ 的重新布置。然而,如将要描述的是,切削元件的重新布置也可以通过其它手段实现。

[0079] 下面,将参照图5并参考图6A至图6C描述用于CNC车床的车削方法,图5是指示车削方法的步骤的流程图,图6A至图6C是该方法的实施例的示意图。

[0080] 在步骤501中,提供能够绕其旋转轴线沿旋转方向R旋转的工件2。

[0081] 在步骤502中,提供车削刀具10,使之沿刀具轴线L延伸,在该情况下,该刀具轴线L平行于车床的X轴。车削刀具10包括为CBN切削刀片的形式切削元件11。与图1至图4中所示的切削元件1形成对比的是,图6A至图6C中所示的切削元件11不具有在切削元件的切削刃和顶表面之间形成的倒角。切削元件能够相对于工件布置在不同的定向下,每个定向由相对于在切削刃和工件之间的接触点处垂直于工件的表面的线的标称前角 γ_n 限定。

[0082] 在步骤503中,切削元件相对于工件布置在第一定向下,如图6A所示,第一定向由第一标称前角 γ_{n_1} (其在该示例中为零)和标称后角 α_{n_1} 限定。如果图6A所示的切削元件11是未磨损的切削元件,则标称前角和标称后角将会首先分别对应于有效前角和有效后角。图6B和图6C示出了随后的加工步骤,在这些步骤中,磨损可能已经形成在前刀面和后隙面上,从而使得有效角度可能不同于标称角度。然而,为了提高可视性并便于理解,磨损角度和有效角度没有在图6A至图6C中示出。

[0083] 在步骤504中,利用处于第一定向的切削元件来加工工件。

[0084] 在步骤505中,将切削元件相对于工件或相对于待加工的另一工件重新布置在另一定向上,该另一定向在图6B中示出。因此,切削元件11被布置为具有不同的标称前角 γ_{n_2} 和不同的标称后角 α_{n_2} 。在该示例中,新的标称前角 γ_{n_2} 是负的,即小于先前的标称前角 γ_{n_1} 。切削元件11的重新布置已经通过车削刀具10相对于工件2的平移移动来实现。该移动具有沿Y轴方向的分量,即,使得刀具轴线L在Y轴方向上移位距离 ΔY_1 。结果,标称前角已减小,而标称后角已增大(即 $\gamma_{n_2} < \gamma_{n_1}$, $\alpha_{n_2} > \alpha_{n_1}$)。

[0085] 在步骤506中,利用处于重新布置的定向的切削元件来加工工件或另一工件。

[0086] 如图5中的箭头507所示,将切削元件重新布置在不同的定向下并利用重新布置的切削元件来加工工件(或另一工件)的步骤可以重复多次。

[0087] 因此,在图6C中,通过在具有Y轴方向上的分量的方向上平移刀具轴线L,使得刀具轴线L在Y轴方向上移位距离 ΔY_2 ,切削元件11已被再次重新布置。由此,切削元件11现在被布置为具有比之前的标称前角 γ_{n_2} 更小或更负的标称前角 γ_{n_3} ,并且具有比之前的标称后角 α_{n_2} 更大的标称后角 α_{n_3} 。

[0088] 图7示出了切削元件的有效前角在加工期间如何变化,以及切削元件的多次重新

布置如何影响有效前角。该图示出了测试的结果,在测试中,使用四个不同设计的刀架(提供不同的标称前角 γ_{n1} 、 γ_{n2} 、 γ_{n3} 和 γ_{n4}),以将切削元件相对于工件重新布置在不同定向上。该测试中使用的切削元件是带有倒角的CBN切削元件(即类似于图1所示的切削元件)。切削元件最初相对于工件布置成使得第一标称前角 γ_{n1} (以及因此初始的有效前角 γ_e)为-36度,并且后角(图中未示出)为6度。加工15分钟后,重新布置切削元件,使得标称(和有效)前角减小6度。在加工30分钟后,再次进行这种重新布置,然后在加工45分钟后,再次进行这种重新布置。如图7中的虚线所示,这些重新布置中的每一个布置均导致有效前角立即减小6度。如图所示,第一次重新布置是在达到稳定状况之前进行的,而第二次和第三次重新布置是在达到这种稳定状况之后进行的。在此示例中,在加工30分钟和45分钟时进行的相应的重新布置之后,相当快地重新呈现了其中有效前角约为15度的稳定状况。

[0089] 图8中的曲线图在纵轴上示出后刀面磨损的平均宽度 VB_b ,其例示了在上述测试中切削元件的后刀面磨损81(由点表示)的传播。曲线图中还示出了未重新布置的对应的切削元件的参考后刀面磨损82(由三角形指示)。如图8所示,当使用根据本发明的方法时,在加工60分钟之后,后刀面磨损的平均宽度 VB_b 接近200 μm ,而如果不使用该方法,则在加工36分钟之后就已经获得该水平的后刀面磨损。

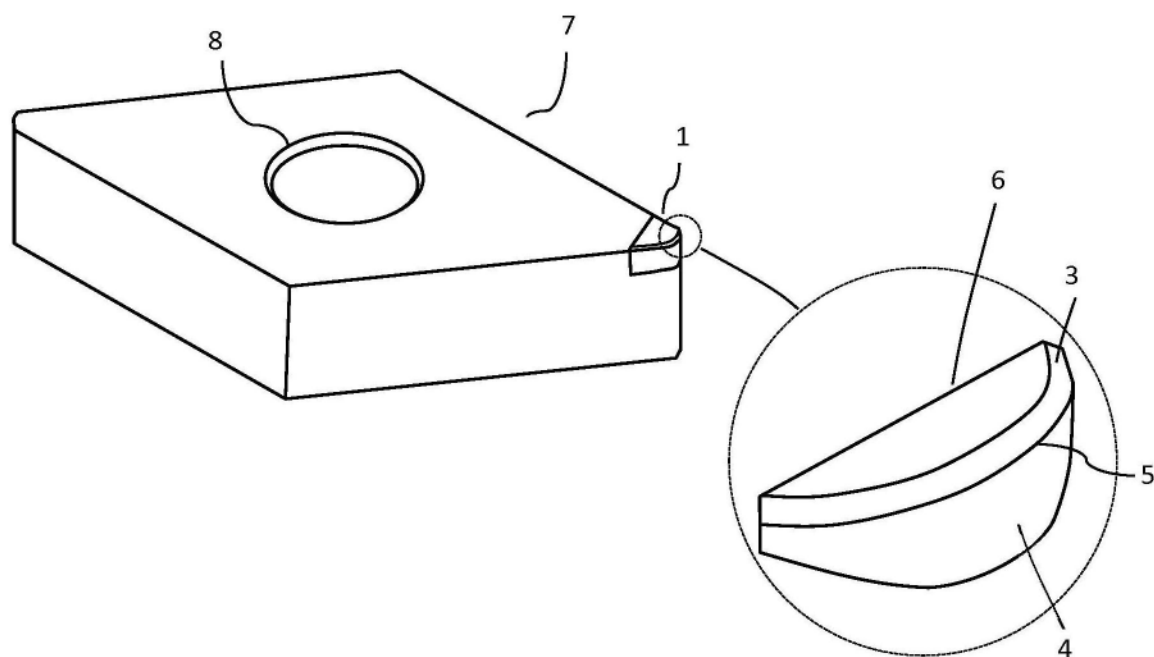


图1

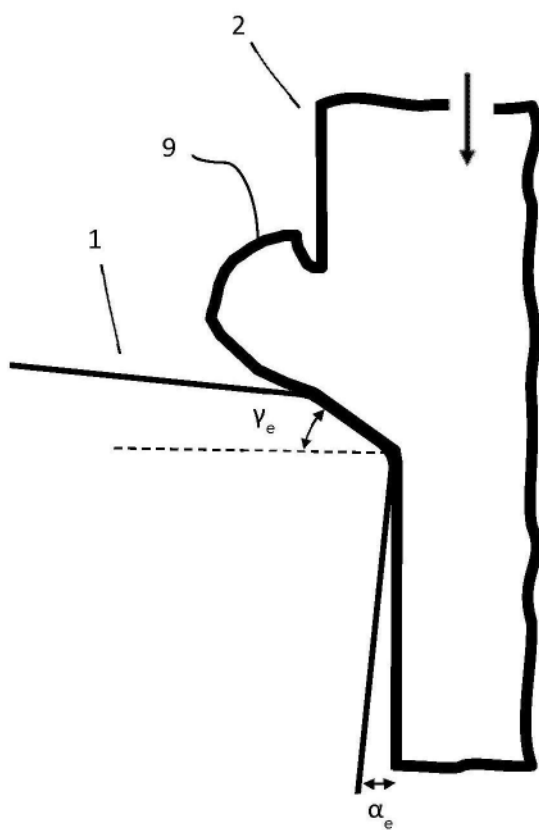


图2

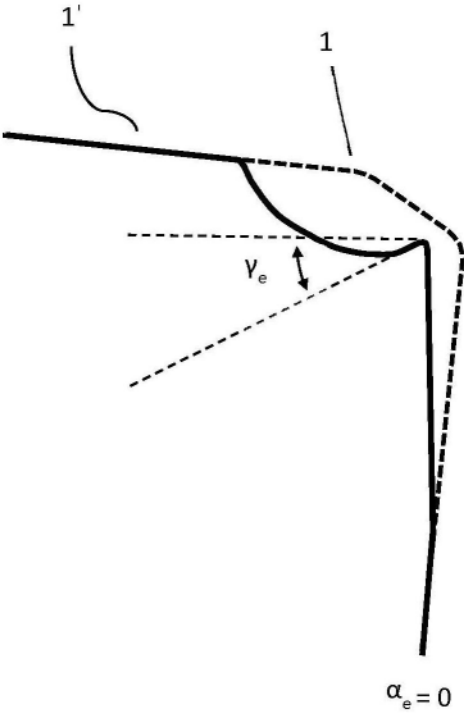


图3

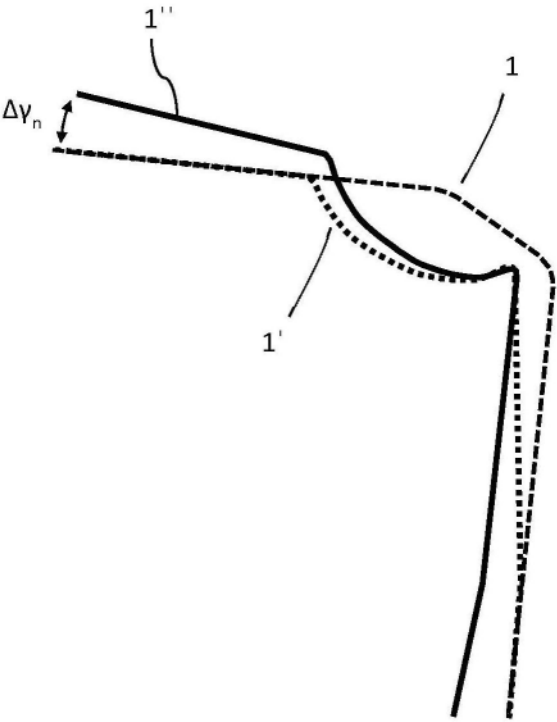


图4

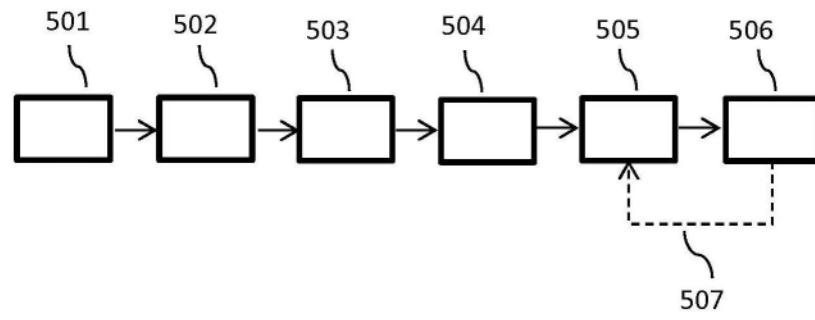


图5

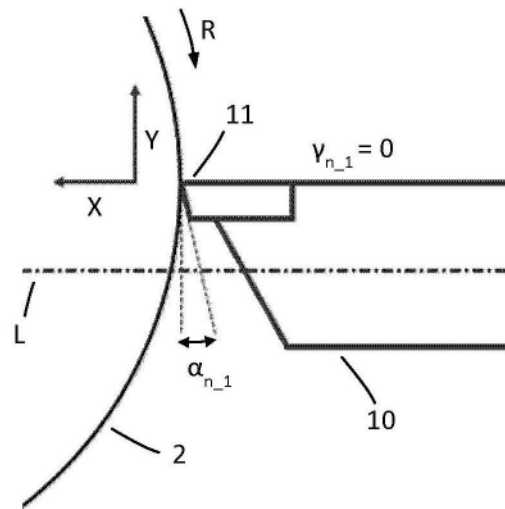


图6A

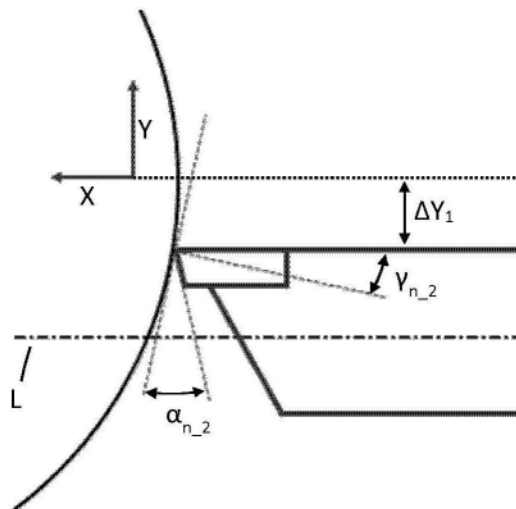


图6B

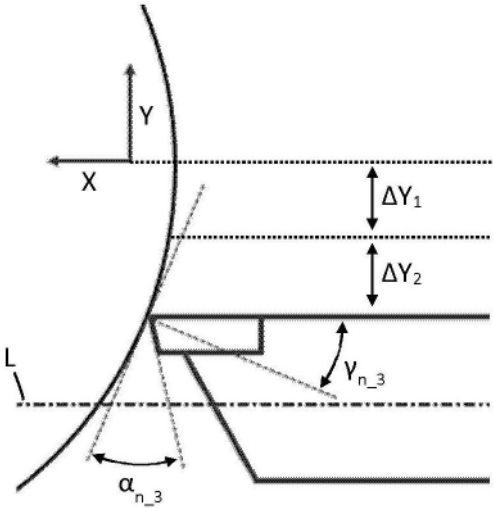


图6C

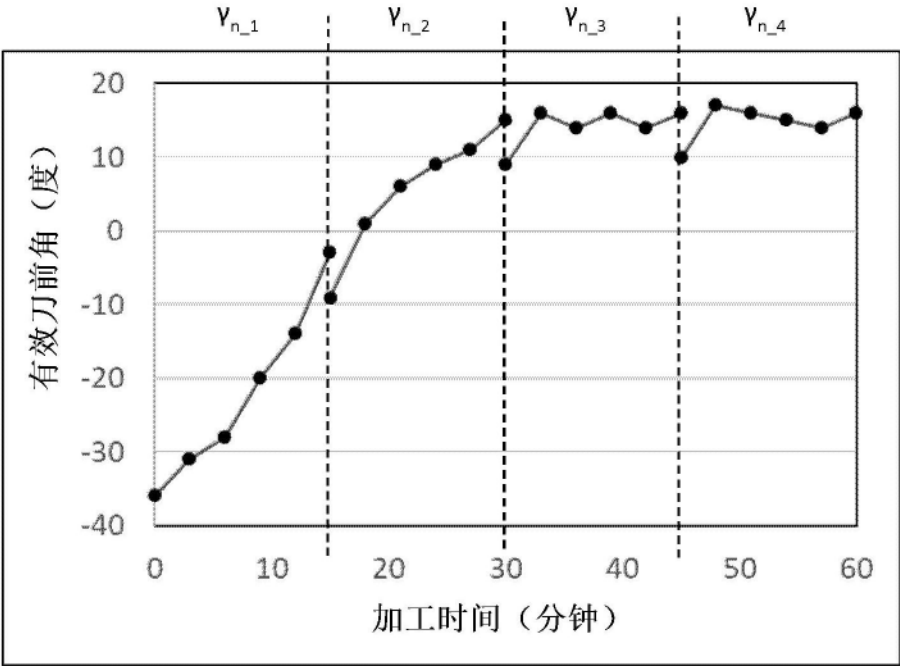


图7

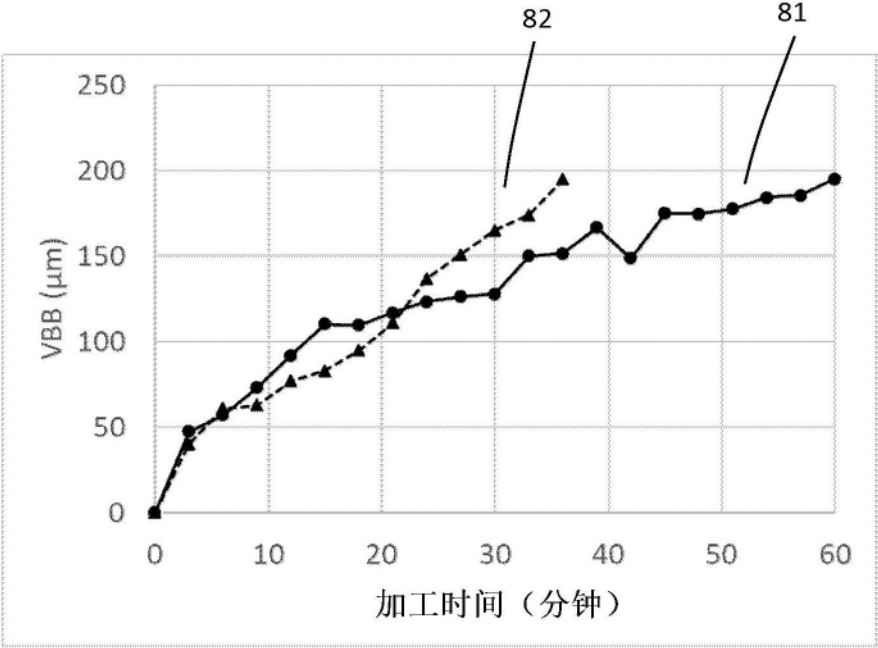


图8