



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107552852 B

(45)授权公告日 2019.06.28

(21)申请号 201710960197.7

B24B 1/00(2006.01)

(22)申请日 2017.10.16

B24B 3/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107552852 A

(56)对比文件

CN 202155586 U,2012.03.07,
CN 205888191 U,2017.01.18,
CN 102350533 A,2012.02.15,
JP 特开2016-203324 A,2016.12.08,
CN 205888198 U,2017.01.18,

(43)申请公布日 2018.01.09

(73)专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

审查员 孙志良

(72)发明人 梁志强 李世迪 周天丰 王西彬
解丽静 焦黎 刘志兵 颜培

(74)专利代理机构 北京天奇智新知识产权代理有限公司 11340

代理人 李振文

(51)Int.Cl.

B23C 5/10(2006.01)

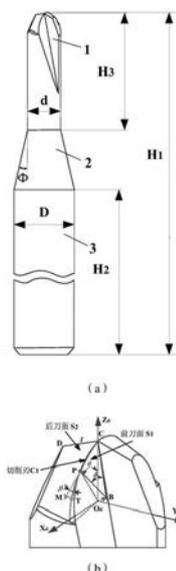
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种微细球头铣刀及刃磨制备工艺

(57)摘要

本发明公开一种新型微细球头铣刀及其刃磨制备工艺,属于微细铣削加工技术领域。所述铣刀整体结构主要由球头和圆柱组成的刀头部分、圆锥刀颈部分和圆柱刀柄部分组成。球头部分结构设计为中心对称双刃结构,前刀面是倾斜的平面,后刀面是圆锥面,切削刃由倾斜的平面和圆锥面相交而成的曲线构成。该设计方法一方面有助于增强刀具切削刃口强度,减少刀具与工件的接触摩擦,从而有效降低刀具磨损延长刀具寿命,对称结构设计减小刀具的动不平衡量;另一方面,舍弃了圆柱部分螺旋刃结构,简化球头部分结构,可以有效降低刀具制备难度提高加工质量。



1. 一种整体式微细球头铣刀,其整体结构主要由球头和圆柱组成的刀头部分、圆锥刀颈部分和圆柱刀柄部分组成;球头部分结构设计为中心对称双刃结构,前刀面S1是倾斜的平面,后刀面S2是圆锥面,切削刃C1由倾斜的平面S1和圆锥面S2相交而成的曲线构成,其特征

征在于,切削刃C1上任一点方程为:
$$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} r_{xi} \\ r_{yi} \\ r_{zi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R \cdot \sin \theta \cdot \sin \left[\arccos \left(\frac{(1 - \cos \theta) \cdot \tan \gamma_0}{\sin \theta} \right) \right] \\ R \cdot (1 - \cos \theta) \cdot \tan \gamma_0 \\ R \cdot \cos \theta \end{bmatrix}$$

式中,R为球头铣刀球头半径, θ 为高低角, γ_0 为前刀面与 X_dZ_d 平面的夹角。

2. 根据权利要求1所述的整体式微细球头铣刀,其特征在于,微细球头铣刀总长度为 $H1 \leq 50\text{mm}$,其中球头部分直径为 $d \leq 0.5\text{mm}$,刀头部分的长度为 $H3 \leq 3\text{mm}$,圆锥刀颈部分的锥角为 $\Phi = 10^\circ \sim 30^\circ$,圆柱刀柄部分直径为 $D \leq 3.175\text{mm}$,长度为 $H2 \leq 20\text{mm}$ 。

一种微细球头铣刀及刃磨制备工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种新型微细球头铣刀及刃磨制备工艺,属于微细铣削加工技术领域。

背景技术

[0002] 目前微细铣削加工中应用的微细铣刀根据结构类型不同主要有传统螺旋刃球头铣刀整体或者局部等比例缩小的微细铣刀和特殊结构的微细铣刀。大多数微细铣刀的设计思路是对传统螺旋刃铣削刀具进行结构简化,但是在实际微细铣削加工中,由于尺度效应的存在,传统螺旋刃微细铣刀表现出了传统铣削中所未见的缺陷,不能满足微细铣削领域的要求。随着零部件的微型化,以及一些难加工材料在微细加工领域的应用,对微细铣刀的结构及制备工艺提出了更高的要求。微细铣刀具有特征尺寸小,加工难度极大的特点需要针对微细切削的特点和加工机理,面向多种难加工材料微小零件或结构具体加工需求的进行结构设计,既要简化刀具结构,提高刀具制备的可加工性,还要保证刀具的切削性能。理想的微细铣刀应该结构简单以便于制造,同时尽可能的提高刀具切削加工性能。为此,本发明提出了一种新型微细球头铣刀及其磨削制备工艺方法。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种新型微细球头铣刀及其磨削制备工艺方法,用于降低微细刀具的制备难度,推动微细刀具的实用化,满足微细铣削加工的应用需要。

[0004] 实现本发明的技术方案如下:

[0005] 一种新型整体式微细球头铣刀,主要由球头和圆柱组成的刀头部分、圆锥刀颈部分和圆柱刀柄部分组成,其整体结构如图1(a)所示;球头部分结构设计为中心对称双刃结构,前刀面S1是倾斜的平面,后刀面S2是圆锥面,切削刃C1由倾斜的平面和圆锥面相交而成的曲线构成,如图1(b)所示。

[0006] 通过对该刀具角度分析发现其具有等法向前角、等法向后角、等法向楔角以及小负螺旋角特点;一方面前刀面设计为倾斜的平面和后刀面设计为圆锥面可以有助于增强刀具切削刃口强度,减少刀具与工件的接触磨擦,从而有效降低刀具磨损延长刀具寿命,对称结构设计减小刀具的动不平衡量;另一方面,舍弃了圆柱部分螺旋刃结构,简化球头部分结构,可以有效降低刀具制备难度提高加工质量。

[0007] 一种制备微细球端铣刀的工艺,具体过程为:

[0008] 微细球头铣刀的前刀面S1为平面,采用圆柱砂轮端面来刃磨前刀面,刃磨方法见图3。磨削加工时,使刀具毛坯沿U轴负向移动距离R,使球心 O_d 位于W轴旋转中心上,然后刀具毛坯绕W轴旋转 $-\gamma_0$,保证前刀面与平面 X_dZ_d 的夹角,接着刀具毛坯沿Y轴移动 $-(L_2-LW_1)+R \cdot \sin \gamma_0$ 保证点 O_d 到砂轮的距离,最后通过圆柱砂轮沿X轴的移动实现前刀面刃磨加工。

[0009] 微细球头铣刀的后刀面S2是圆锥面,采用特定角度锥面砂轮圆锥面刃磨后刀面,刃磨后刀面时砂轮与刀具的相对位置如图4所示,磨削加工时,使刀具毛坯沿U轴负向移动

距离 R ,使球心 O_d 位于 W 轴旋转中心上,然后刀具毛坯绕 W 轴旋转 γ_0 使前刀面与砂轮小端面平行,控制机床 X , Y 和 Z 轴由初始位置分别移动 $R \cdot \cos \gamma_0 - L_1$, $LW_1 - L_2 - R \cdot \sin \gamma_0$ 和 $-L_3$ 。刀具刃磨过程中,刀具固定不动,砂轮沿着 X , Z 轴联动,运动轨迹为圆心在中心线 C_2 上,半径为 $R \cdot \cos \gamma_0$ 的一段圆弧。

[0010] 本发明中的微细球头铣刀结构简单,几何结构易于保证,因此加工成本较低且操作简单,同时该刀具刃口强度高,耐磨损性能好,可广泛应用于难加工材料的微细铣削加工。

附图说明

[0011] 下面结合附图对本发明作详细说明。

[0012] 图1为本发明的新型微细球头铣刀结构示意图;

[0013] 其中(a)为铣刀整体结构图,(b)为铣刀球头部分的设计方案;

[0014] 图2为本发明的新型微细球头刃磨加工刀具与砂轮的相对位置示意图;

[0015] 图3为本发明的新型微细球头铣刀前刀面磨削制备工艺的示意图;

[0016] 图4为本发明的新型微细球头铣刀后刀面磨削制备工艺的示意图。

具体实施方式

[0017] 本发明的目的在于提供一种新型微细球头铣刀及其磨削制备工艺方法,用于降低微细刀具的制备难度,提高微细球头铣刀切削性能,满足微细铣削加工的应用需要。

[0018] 实现本发明的技术方案如下:

[0019] 一种新型整体式微细球头铣刀,其整体结构图1(a)所示,主要由球头和圆柱组成的刀头部分1、圆锥刀颈部分2和圆柱刀柄部分3组成,微细球头铣刀总长度为 $H_1 \leq 60\text{mm}$,其中球头部分直径为 $d \leq 0.5\text{mm}$,刀头部分的长度为 $H_3 \leq 3\text{mm}$,圆锥刀颈部分的锥角为 $\Phi = 10^\circ \sim 30^\circ$,圆柱刀柄部分直径为 $D \leq 3.175\text{mm}$,长度为 $H_2 \leq 20\text{mm}$;球头部分结构设计为中心对称双刃结构,前刀面是倾斜的平面 S_1 ,后刀面是圆锥面 S_2 ,切削刃由倾斜的平面 S_1 和圆锥面 S_2 相交而成的曲线 C_1 构成,如图1(b)所示。

[0020] 建立新型微细球头铣刀的球头部分数学模型,建立了如图1(b)所示的刀具坐标 $O_d X_d Y_d Z_d$,坐标系原点 O_d 位于微细球头铣刀球心, $O_d Z_d$ 轴与刀具轴向重合, $O_d X_d$ 轴平行于前刀面。切削刃上任一点 P 在图1(b)所示坐标系中的方程为式(1)。

$$[0021] \quad \mathbf{r} = \begin{bmatrix} r_{xi} \\ r_{yi} \\ r_{zi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R \cdot \sin \theta \cdot \sin \left[\arccos \left(\frac{(1 - \cos \theta) \cdot \tan \gamma_0}{\sin \theta} \right) \right] \\ R \cdot (1 - \cos \theta) \cdot \tan \gamma_0 \\ R \cdot \cos \theta \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0022] 式中, R 为球头铣刀球头半径, θ 为高低角, γ_0 为前刀面与 $X_d Z_d$ 平面的夹角。圆锥面微细球头铣刀的前刀面为平面,图1(b)中线段 $O_d B$ 垂直前刀面于点 B ,则向量 $O_d B$ 即为前刀面的法向量,可表示为:

$$[0023] \quad O_d B = [0, R \cdot \sin \gamma_0 \cdot \cos \gamma_0, R \cdot \sin^2 \gamma_0]^T \quad (2) \quad \text{前刀面的方程可表示为:}$$

$$[0024] \quad y \cdot \cos \gamma_0 + z \cdot \sin \gamma_0 - R \cdot \sin \gamma_0 \cdot \cos^2 \gamma_0 - R \cdot \sin^3 \gamma_0 = 0 \quad (3)$$

[0025] 后刀面的方程为可表示为:

[0026]

$$K = \begin{bmatrix} l \cdot \cos \alpha_0 \cdot \sin \gamma_0 \cdot \sin \delta + (R - l \cdot \sin \alpha_0) \cdot \sin \delta \cdot \cos \gamma_0 \\ -l \cdot \cos \alpha_0 \cdot (\cos^2 \gamma_0 + \cos \delta \cdot \sin^2 \gamma_0) - (R - l \cdot \sin \alpha_0) \cdot (\sin \gamma_0 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \cos \delta - \sin \gamma_0 \cdot \cos \gamma_0) \\ -l \cdot \cos \alpha_0 \cdot (\sin \gamma_0 \cdot \cos \gamma_0 - \sin \gamma_0 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \cos \delta) + (R - l \cdot \sin \alpha_0) \cdot (\cos^2 \gamma_0 \cdot \cos \delta + \sin^2 \gamma_0) \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0027] 式中, l 为线段CD的长度, $l \in [0, 0.32R]$, α_0 为点C处的法向后角, δ 为线段BC绕向量 $O_d B$ 转过的角度, $\delta \in [0, 2 \cdot \arcsin(\sqrt{2} / (2 \cdot \cos \gamma_0))]$ 。

[0028] 制备上述新型微细球头铣刀的刃磨工艺方法如下:

[0029] 1. 将刀具棒料装夹到数控磨床夹具上固定, 在刀具刃磨过程中, 砂轮只能沿X, Z轴方向平动; 而刀具除了可以沿U, Y轴平动外, 还可以绕A, W轴旋转。当加工开始时, 砂轮和刀具首先移动到初始位置即机床回零状态, 此时刀具和砂轮的相对位置如图2所示。图中 $O_M X_M Y_M Z_M$ 为机床坐标系, 尺寸 L_1, L_2, L_3 和 LW_1 为机床基准值, 可由实际测量获得。

[0030] 2. 在步骤1的基础上, 开始在毛坯前端刃磨微细球头铣刀的前刀面S1, 刃磨方法如图3所示, 采用圆柱砂轮端面来刃磨前刀面, 磨削加工时, 使刀具毛坯沿U轴负向移动距离R, 使球心 O_d 位于W轴旋转中心上, 然后刀具毛坯绕W轴旋转 $-\gamma_0$, 保证前刀面S1与平面 $X_d Z_d$ 的夹角, 接着刀具毛坯沿Y轴移动 $-(L_2 - LW_1) + R \cdot \sin \gamma_0$ 保证点 O_d 到砂轮的距离, 最后通过圆柱砂轮沿X轴的移动实现前刀面刃磨加工。

[0031] 3. 在步骤2刃磨得到的刀具毛坯的基础上, 开始刃磨微细球头铣刀的后刀面S2, 刃磨时砂轮与刀具的相对位置图如图4所示, 采用特定角度锥面砂轮圆锥面刃磨后刀面S2, 使刀具毛坯沿U轴负向移动距离R, 使球心 O_d 位于W轴旋转中心上, 然后刀具毛坯绕W轴旋转 γ_0 使前刀面S1与砂轮小端面平行, 控制机床X, Y和Z轴由初始位置分别移动 $R \cdot \cos \gamma_0 - L_1, LW_1 - L_2 - R \cdot \sin \gamma_0$ 和 $-L_3$ 。刀具刃磨过程中, 刀具固定不动, 砂轮沿着X, Z轴联动, 运动轨迹为圆心在中心线C2上, 半径为 $R \cdot \cos \gamma_0$ 的一段圆弧。

[0032] 最终获得的刀具结构如图1(a)所示。

[0033] 综上所述, 以上仅为本发明的较佳实施例而已, 并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

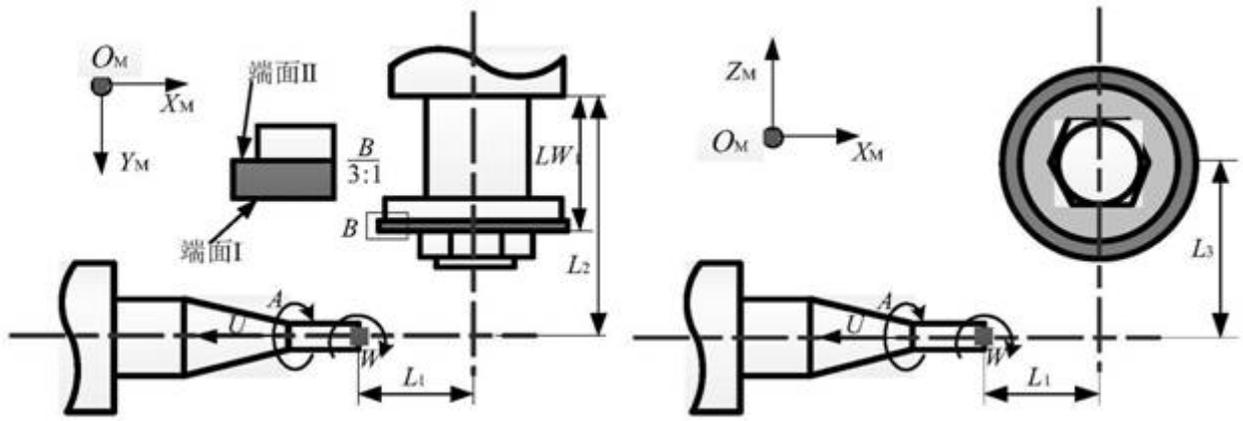


图2

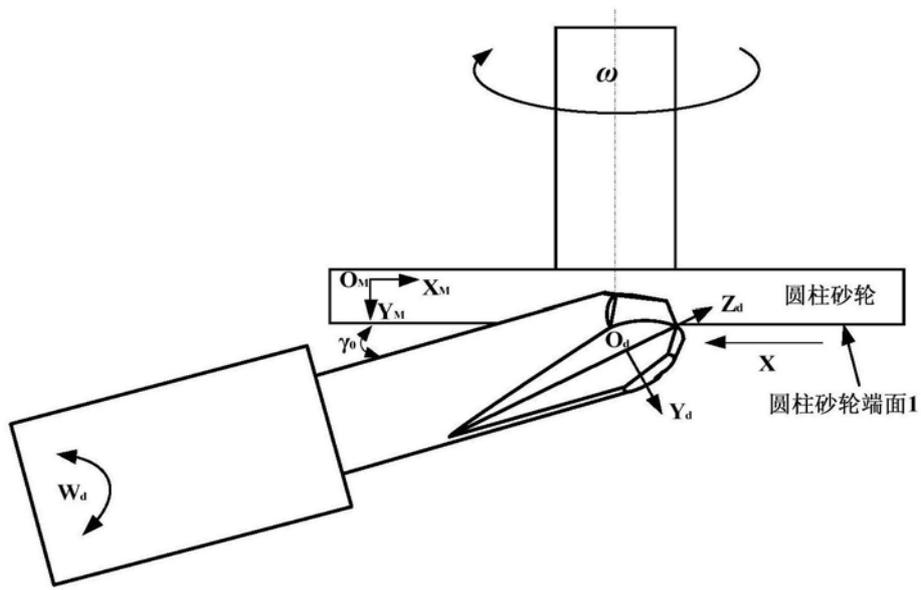


图3

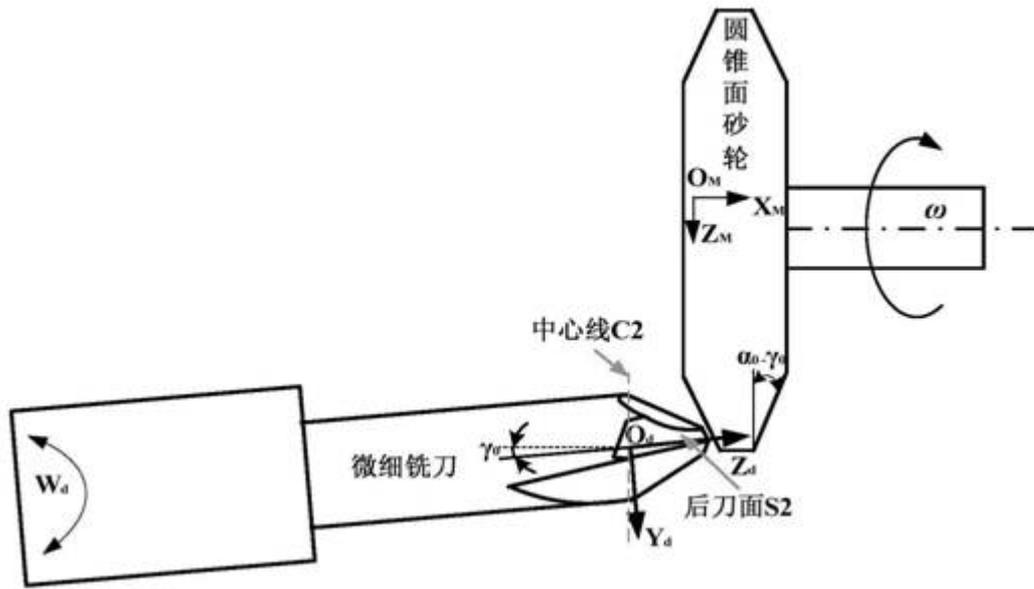


图4