



(45) 授权公告日 2013.05.08

权利要求书4页 说明书13页 附图4页

1. 一种螺丝攻，

a) 其关于旋转轴是可旋转的，并且

b) 具有多个螺纹切割齿，所述多个螺纹切割齿分别具有径向外部的尖端刀具，并且在围绕所述旋转轴呈螺旋形行进的安排中，使用预先定义的螺距以互相偏移的方式进行布置，

c) 其中，在使所述螺丝攻的一端轴向邻接所述旋转轴的引导区中，根据预先定义的径向距离函数，所述螺纹切割齿的所述尖端刀具离所述旋转轴的最大径向距离随着所述尖端刀具离所述螺丝攻的一端的轴向距离的增大而增大，

d) 其中，径向被定义为垂直于所述旋转轴，且轴向被定义为沿着或平行于所述旋转轴，

e) 其中，至少在所述尖端刀具的区域中，所述引导区中的螺纹切割齿的至少一部分分别具有在刀面和刀具侧面之间的定义的刀具圆角，相比于理想楔形 (20') 或相比于未经过圆角的切割边缘，所述刀具圆角的曲率和 / 或所述刀具圆角的削减深度分别依赖于以下各项来选择：

e1) 所述引导区中螺纹切割齿的数量，以及

e2) 螺距，

f) 其中，所述引导区中所述螺纹切割齿的至少一部分的刀具圆角的曲率半径，至少在其尖端刀具区，根据方程  $R = f(\gamma/3) \cdot C \cdot P/Z$  来进行选择，且，

所述引导区中所述螺纹切割齿的至少一部分的刀具圆角的削减深度，至少在其尖端刀具区，根据方程  $a = C \cdot P/Z$  来进行选择，

其中，R 为曲率半径， $2\gamma/3$  为楔角， $f(\gamma/3)$  为楔角  $2\gamma/3$  的函数，P 为螺距，Z 为所述引导区中螺纹切割齿的数量，而 C 为实数，且  $0.0075 \leq C \leq 0.7383$ 。

2. 如权利要求 1 所述的螺丝攻，其中，相比于理想楔形 (20') 或相比于未经过圆角的切割边缘，所述刀具圆角的曲率和 / 或所述刀具圆角的削减深度分别依赖于所述引导区中所述螺纹切割齿的所述尖端刀具的最大径向距离的增大或依赖于所述引导区中所述螺纹切割齿的所述径向距离函数，和 / 或，其中，如果给定相同的螺距和 / 或给定相同的径向距离函数，所述引导区中螺纹切割齿的数量较大，则所述引导区中至少所述螺纹切割齿的所述刀具圆角的削减深度的平均值较小，和 / 或，至少所述螺纹切割齿的所述刀具圆角的曲率半径的平均值较小，和 / 或，其中，如果给定所述引导区中相同数量的螺纹切割齿和 / 或给定相同的螺距，根据所述径向距离函数，所述最大径向距离在整个所述引导区上的增加较小，则至少所述螺纹切割齿的所述刀具圆角的削减深度的平均值较小，和 / 或，至少所述螺纹切割齿的所述刀具圆角的曲率半径的平均值较小，和 / 或，其中，如果给定相同的径向距离函数和 / 或给定所述引导区中相同数量的螺纹切割齿，所述螺距较小，则所述引导区中至少所述螺纹切割齿的所述刀具圆角的削减深度的平均值较小，和 / 或，至少所述螺纹切割齿的所述刀具圆角的曲率半径的平均值较小。

3. 如前述权利要求之一所述的螺丝攻，其中，所述引导区中所述螺纹切割齿的所述径向距离函数为单调的，和 / 或其中，所述尖端刀具的最大径向距离的所述径向距离函数是距所述螺丝攻的末端的轴向距离的线性函数或阶跃或阶梯函数，或者，其中，所述尖端刀具的最大径向距离的所述径向距离函数选自包括以下函数的组：n 阶有理函数或微分有理函数；根函数或幂函数；指数函数或对数函数；螺旋函数；或者插值函数，其为通过拉格朗日

插值多项式或样条函数插值的函数。

4. 如权利要求 3 所述的螺丝攻,其中,所述径向距离函数为严格单调递增的。

5. 如权利要求 3 所述的螺丝攻,其中,所述  $n$  阶有理函数或微分有理函数是  $n$  阶多项式。

6. 如权利要求 3 所述的螺丝攻,其中,所述螺旋函数是对数或阿基米德螺旋。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,具有轴向紧跟所述引导区的导向区,所述螺纹切割齿的结构延伸进入所述导向区,并且在所述导向区中,所述螺纹切割齿的所述尖端刀具的最大径向距离不再随着离所述螺丝攻的一端的轴向距离的增大而增大,其中,所述导向区中的螺纹切割齿的至少一部分分别具有定义的刀具圆角。

8. 如权利要求 7 所述的螺丝攻,其中在所述导向区中,所述螺纹切割齿的所述尖端刀具的最大径向距离保持相同并然后再次稍微减少。

9. 如权利要求 7 所述的螺丝攻,其中,至少在所述尖端刀具的区域中,所述导向区中的螺纹切割齿的至少一部分分别具有定义的刀具圆角。

10. 如权利要求 7 所述的螺丝攻,其中在所述导向区中,所述刀具圆角的曲率和 / 或所述刀具圆角的削减深度被选择为分别依赖于所述螺距。

11. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,其中,所述刀具圆角的曲率半径为可变的。

12. 如权利要求 11 所述的螺丝攻,其中,所述刀具圆角的曲率半径在从 2 微米至 200 微米的范围内。

13. 如权利要求 11 所述的螺丝攻,其中,所述刀具圆角的曲率半径在 18 微米至 100 微米或 5 微米至 60 微米的范围内。

14. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,其中,所述螺纹切割齿的所述刀具圆角形成在刀面和刀具侧面之间具有弯曲的刀具轮廓曲线,和 / 或,其中,至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线至少在一部分中沿着曲率圆或在圆弧中运行,或者至少在一部分中具有大致恒定的曲率或曲率半径,和 / 或,其中,至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线至少在一部分中具有非圆弧形的路线,

或者其中,至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线具有在一部分中可变的曲率或曲率半径,或者其中,在所述尖端刀具的中心区,设置了所述刀具圆角的预先定义的曲率,以及在到所述螺纹切割齿的切割角落或侧翼区的过渡区,设置了另一个曲率,或者甚至设置了实际上没有曲率的边缘形状。

15. 如权利要求 14 所述的螺丝攻,其中,所述至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线至少在一部分中具有所述非圆弧形的路线是根据  $n$  阶有理函数或微分有理函数;根函数或幂函数;指数函数或对数函数;螺旋函数;或插值函数,其为通过拉格朗日插值多项式或样条函数插值的插值函数。

16. 如权利要求 15 所述的螺丝攻,其中,所述  $n$  阶有理函数或微分有理函数是  $n$  阶多项式。

17. 如权利要求 15 所述的螺丝攻,其中,所述螺旋函数是对数或阿基米德螺旋。

18. 如权利要求 14 所述的螺丝攻,其中,至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线的曲率从所述刀面到所述刀具侧面增大或减小。

19. 如权利要求 14 所述的螺丝攻,其中,至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线

的曲率从所述刀面到所述刀具侧面增大至最大值,然后再次减小。

20. 如权利要求 14 所述的螺丝攻,其中,至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线的曲率从所述刀面到所述刀具侧面减小至最小值,然后再次增大。

21. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,其中,所述刀具圆角以切向或连续可微或平滑的方式合并到对应刀具的刀面和 / 或刀具侧面。

22. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,其中,所述刀具圆角的曲率或者至少曲率半径位于预先定义的值的范围内,所述值的范围根据圆角深度 (t) 来确定,和 / 或,其中,所述刀具圆角的曲率或刀具轮廓曲线和 / 或所述刀具圆角的削减深度依赖于螺纹直径。

23. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,其中,所述刀具圆角的曲率或刀具轮廓曲线和 / 或所述刀具圆角的削减深度依赖于所述刀面的前角,和 / 或依赖于所述刀具侧面的间隙角,和 / 或依赖于理想楔形的楔角,和 / 或依赖于所述刀具的横向前角,和 / 或,其中,所述刀具圆角的曲率或刀具轮廓曲线和 / 或所述刀具圆角的削减深度依赖于将在其中产生螺纹的材料,和 / 或依赖于所述螺纹切割齿的材料和 / 或其状态。

24. 如权利要求 23 所述的螺丝攻,其中,所述螺纹切割齿的状态包括结构和 / 或硬度。

25. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,具有至少两个排屑槽,所述至少两个排屑槽平行于所述旋转轴或与所述旋转轴成轴向运行,或以可变或恒定的螺旋角围绕所述旋转轴运行,其中,每个排屑槽上分别布置有至少一个轴向偏移的螺纹切割齿,所述刀具圆角的曲率或刀具轮廓曲线和 / 或所述刀具圆角的削减深度分别依赖于排屑槽的数量和 / 或排屑槽的螺旋角来选择。

26. 如权利要求 25 所述的螺丝攻,其中,每个排屑槽上分别布置有多个轴向偏移的螺纹切割齿。

27. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,其中,对所述实数 C,  $0.0664 \leq C \leq 0.3692$ 。

28. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻,其中,至少在所述尖端刀具上,至少所述螺纹切割齿由硬金属或金属碳化物,或由另一种材料形成。

29. 如权利要求 28 所述的螺丝攻,其中,所述另一种材料是硬脆材料。

30. 如权利要求 29 所述的螺丝攻,其中,所述硬脆材料是多晶金刚石 (PCD);立方氮化硼 (CBN);金刚砂;金属硼化物;或者金属硼化物碳化物。

31. 如权利要求 30 所述的螺丝攻,其中,所述金属硼化物是硼化镁。

32. 如权利要求 30 所述的螺丝攻,其中,所述金属硼化物碳化物是硼化镁碳化物。

33. 一组螺丝攻,所述螺丝攻如前述权利要求之一所述,其中,就所述引导区中螺纹切割齿的数量方面,和 / 或就所述引导区中螺纹切割齿的尖端刀具的或所述引导区中螺纹切割齿的径向距离函数的最大径向距离的增大方面,和 / 或就螺距方面来说,所述螺丝攻有所不同,且其中,在不同的螺丝攻中,至少在尖端刀具区,所述引导区中螺纹切割齿的至少一部分的切割边缘圆角的曲率根据上述参数而不同。

34. 如权利要求 1 或 2 所述的螺丝攻或如权利要求 33 所述的一组螺丝攻的用途,用于在钢工件中产生螺纹。

35. 一种产生螺丝攻的方法,所述螺丝攻围绕旋转轴是可旋转的,其中,

a) 为每个螺丝攻产生相关数量的螺纹切割齿,所述螺纹切割齿分别具有径向外部的尖端刀具,并且在围绕所述旋转轴呈螺旋形行进的安排中,使用预先定义的螺距以互相偏移

的方式进行布置，

c) 其中，在使所述螺丝攻的一端轴向邻接所述旋转轴的引导区中，根据预先定义的径向距离函数，所述螺纹切割齿的所述尖端刀具离所述旋转轴的最大径向距离随着所述尖端刀具离所述螺丝攻的一端的轴向距离的增大而增大，

d) 其中，径向被定义为垂直于所述旋转轴，且轴向被定义为沿着或平行于所述旋转轴，

e) 其中，至少在所述尖端刀具的区域中，所述引导区中的螺纹切割齿的至少一部分分别设置或产生有具有定义的曲率的切割边缘圆角，相比于理想楔形或相比于未经过圆角的切割边缘，所述切割边缘圆角的曲率和 / 或圆角的切割边缘的削减深度分别依赖于以下各项来选择：

e1) 所述引导区中螺纹切割齿的数量，以及

e2) 螺距。

36. 如权利要求 35 所述的方法，其中，所述切割边缘圆角的曲率和 / 或圆角的切割边缘的削减深度分别依赖于所述引导区中螺纹切割齿的尖端刀具的最大径向距离的增大，或各个螺丝攻的引导区中螺纹切割齿的径向距离函数来选择。

37. 如权利要求 35 所述的方法，其中，所述螺纹切割齿通过对未圆角的切割边缘进行碾磨产生，和 / 或，其中，使用机械精细金属去除方法来对所述螺纹切割齿的切割边缘进行圆角。

38. 如权利要求 37 所述的方法，其中，所述机械精细金属去除方法包括使用研磨材料的喷磨或射流加工方法，刷洗方法或高压水射流方法。

## 螺丝攻及生产螺丝攻的方法

[0001] 描述

[0002] 本发明涉及螺丝攻和生产螺丝攻的方法。

[0003] 根据“螺纹实践和铣削实践手册 (Handbuch der Gewindetechnik und Frästechnik), 发行人: EMUGE-FRANKEN, 出版社: Publicis 公司, 出版年: (2004 (ISBN 3-89578-232-7))”, 在此之后简称为“EMUGE 手册”, 第 8 章, 181 至 298 页, 公布了螺丝攻和攻丝法的各种实施方式。

[0004] 螺丝攻是用于切割生产螺纹的工具, 其一端可被柄 (shank) 固定在工具架 (tool holder) 或工具夹上, 且另一端具有工作区, 带有用来将螺纹切割进工件的螺纹刀具或螺纹切割齿。螺纹切割齿沿着螺旋或螺纹线以一定的间隔距离排列, 其螺距对应于即将产生的螺纹。在与切割方向或与螺纹线垂直的横截面, 螺纹切割齿与即将产生的螺纹轮廓相匹配, 从而, 在径向最外的齿尖端具有外部刀具或尖端刀具 (tip cutter), 以用于螺纹底部的切割, 而在侧面, 通常具有侧翼刀具 (flank cutter), 以用于螺纹侧翼的切割。

[0005] 螺丝攻通常具有引导区 (lead region) 和导向区 (guide region), 在引导区, 螺纹切割齿的尖端刀具的最大径向距离从螺丝攻的末端以线性或梯度的方式轴向向后增加, 而导向区轴向贴近引导区, 并且在其中, 螺纹切割齿的尖端刀具的径向距离最初保持恒定, 然后通常呈圆锥形再度略微降低。对于引导区, 关于它的倒角长度、倒角直径和倒角角度, 已知有不同的引导形式 (lead form), 倒角长度与螺纹孔的长度有关。根据 DIN, 有引导形式 A、B、C、D 和 E, 它们就引导中圈数方面、引导区方面, 以及就进入角方面来说有所不同。例如, 引导形式 A 在引导区中具有 6-8 圈, 并具有大约  $5^{\circ}$  的进入角, 引导形式 B 在引导区中具有 3.5-5.5 圈, 和  $8^{\circ}$  的进入角, 而引导形式 C 具有 2-3 圈和  $15^{\circ}$  的进入角。

[0006] 在攻丝过程中, 螺丝攻围绕它的作为旋转轴的纵向轴旋转, 并同时相对于旋转轴以轴向进给运动移动进入工件中, 轴向进给速度依赖于旋转速度和螺距。使用螺丝攻, 内部螺纹在预先加工的通孔或者甚至盲孔或底部孔中产生, 螺纹切割齿持续地与工件表面接合 (持续切割)。对于碎片移除, 螺丝攻在相邻的螺纹切割齿之间通常具有排屑槽, 排屑槽可直接运行或轴向运行至旋转轴, 或甚至在螺丝攻的旋转方向上成螺旋状运行, 或反向运行至旋转方向。螺丝攻只能在一个方向上切割 (顺时针旋转或逆时针旋转), 从而要么只产生右旋螺纹或只有左旋螺纹。在切割操作或攻丝过程中, 当旋转进入工件的孔中时, 螺丝攻开始切割至所有引导螺纹切割齿的接合处, 螺丝攻然后慢下来直到最大穿透深度。一旦整个螺纹切割进入工件, 通过在反向运动或返回运行中反转旋转方向和进给的轴向方向, 来使螺丝攻被反转, 以从所产生的螺纹出来。在返回运行中, 留在孔中的后续刀具的切割随着螺丝攻的到达而被切除。在前向反向运动中, 随着碎片的切除而剩下的碎片根部 (chip root) 被向后进一步压缩至一缝隙, 缝隙的大小依赖于螺丝攻的间隙角。然后, 在进一步的反向运动中, 在滑动摩擦的作用下, 螺丝攻完全脱离工件。

[0007] 高速钢, 尤其是用于正常负载的 HSS 或用于更高负载的 HSS-E, 被用作螺丝攻的材料, 在大多数情形中, 至少作为切割部分中或工作区上的切割材料, 尽管也可使用 PM 钢。

[0008] 此外, 硬金属螺丝攻也是众所周知的, 硬金属用来指烧结或胶结的金属碳化物, 尤

其是碳化钨,必要时与金属或其他金属碳化物合铸或混合,关于柄和工作区由硬金属组成的螺丝攻,谈及的是固体硬金属 (SHM),而关于刀具部分由硬金属和工具钢柄组成的螺丝攻,是尖端硬金属 (THM)。

[0009] 由于他们较大的材料硬度和较高的压缩强度,以及他们较高的温度稳定性,硬金属螺丝攻具有超过高速钢螺丝攻的优势,例如,理论上较高的旋转速度和较长的服务寿命。有利地,硬金属螺丝攻被用来在灰铸铁 (GCI) 或铝中开凿螺纹。然而,硬金属螺丝攻在钢中具有相对较短的服务寿命,通常比可比的 HSS 或 HSS-E 螺丝攻短。硬金属螺丝攻较短的服务寿命可能源于这样一个事实:由于硬金属相对于高速钢较高的脆性和较低的弹性,以及较低的断裂强度和韧性,螺纹刀具过早地断裂或部分撕裂或磨损。

[0010] 为了增加服务寿命并减少滑动阻力和集结趋势,由高速钢和硬金属制造的螺丝攻通常都进行额外的表面处理,从简单的硝化到现代化的硬质材料镀层,例如硬铬电镀,用氮化铬、氮化钛、碳氮化钛或氮化铝钛进行镀层。

[0011] 为了增加服务寿命,在美国专利号 7,147,939B2 中提出了一种具有碳化钨核心的硬金属螺丝攻,该碳化钨核心与按重量在 14 到 16% 范围内的钴合铸,并与逐步添加的金属氮化物、碳化物、碳化氮、硼化物和 / 或氧化物耐磨镀层合铸,金属为铝、硅或来自周期性系统组 IVa、Va 和 VIa 之一的过渡金属,碳化钨核心还与含有二硫化钼的外部镀层合铸以降低耐磨镀层上的摩擦力。据说,33HRC AISI 4340 钢的服务寿命高于使用氮化钛进行常规镀层的 HSS 螺丝攻。

[0012] 为了增加服务寿命,美国专利号 7,147,413B2 和相关的美国专利号 7,207,867B2 中提出了一种硬金属螺丝攻,包括圆柱形柄和带有引导区的螺纹产生区,引导区包含金属氮化物、碳化物、碳化氮、硼化物和 / 或氧化物耐磨镀层,金属为铝、硅或来自周期性系统组 IVa、Va 和 VIa 的过渡金属,而且,引导区使用含有二硫化钼的进一步的外部镀层进行镀层。在碾磨的过程中,使用液压精度架来保持圆柱形柄,使得螺纹产生区和引导区在 10 微米的公差内与圆柱形柄同心。

[0013] 在螺丝攻的碾磨中,指向切割方向的螺纹切割齿的那些切割边缘被尽可能地保持尖锐,以使螺纹的切割尖锐流畅,或者,换句话说,尽可能少地保留切割边缘上的圆角。

[0014] 然而,在高速钢螺丝攻的碾磨中,毛刺现在通常在切割边缘上形成,毛刺在使用螺丝攻的过程的一开始就导致差的螺纹。从而,在首次使用螺丝攻之前,通过使用刷子进行修边操作或通过使用研磨材料或使用高压水射流进行喷磨或射流加工来移除刀具上的毛刺是众所周知的。然而,高速钢螺丝攻的切割边缘从而被轻微地圆角。

[0015] 在硬金属螺丝攻的情形中,碾磨螺纹切割边缘时不形成毛刺,由于硬金属碎片的的不同,且比高速钢被圆角时具有不同的形变特征。从而,对硬金属螺丝攻,也没有修边操作的需求

[0016] 如果硬材料镀层被额外地应用到螺丝攻的材料中,切割边缘同样被轻微地圆角。

[0017] 然后在螺丝攻的使用过程中获得磨损导致的明显的圆角,由于这个原因,螺丝攻然后也不断地被重新碾磨,以创建尖锐的切割边缘。

[0018] 根据现有技术,在螺丝攻中,对之前所提到的进行了技术上的调整,关于切割边缘,本质上不可取的圆角被尽可能少地保留,典型地低于 1 微米至最大 10 微米数量级的曲率半径。更大的曲率半径和从而更小的曲率被专家认为是使螺丝攻无法使用的磨损。

[0019] 本发明的目标是现在定义一种螺丝攻及生产螺丝攻的方法,其中实现了螺丝攻良好的服务寿命,包括当螺纹刀具由硬金属形成时。

[0020] 这个目标通过具有下文所描述的特征的螺丝攻和具有下文所描述的特征的方法来实现。有利的实施方式和提炼从各自关于螺丝攻和方法的内容中显现出来。

[0021] 所述螺丝攻,其关于旋转轴是可旋转的;并且具有多个螺纹切割齿,多个螺纹切割齿分别具有径向外部的尖端刀具,并且在围绕旋转轴呈螺旋线形或螺旋形行进的安排中,使用预先定义的螺距以互相偏移的方式进行布置;其中,在使螺丝攻的一端轴向邻接旋转轴的引导区中,根据预先定义的径向距离函数,螺纹切割齿的尖端刀具离旋转轴的最大径向距离随着尖端刀具离螺丝攻的一端的轴向距离的增大而增大;其中,径向被定义为垂直于旋转轴,且轴向被定义为沿着或平行于旋转轴;其中,至少在尖端刀具的区域中,引导区中的螺纹切割齿的至少一部分分别具有在刀面和刀具侧面之间的定义的刀具圆角,相比于理想楔形 20' 或相比于未经过圆角的切割边缘,刀具圆角的曲率和 / 或所述刀具圆角的削减深度分别依赖于引导区中螺纹切割齿的数量,以及螺距来选择。

[0022] 相比于理想楔形 20' 或相比于未经过圆角的切割边缘,刀具圆角的曲率和 / 或刀具圆角的削减深度分别依赖于引导区中螺纹切割齿的尖端刀具的最大径向距离的增大或依赖于引导区中螺纹切割齿的径向距离函数。

[0023] 如果给定相同的螺距和 / 或给定相同的径向距离函数,引导区中螺纹切割齿的数量较大,则引导区中螺纹切割齿的刀具圆角的削减深度和 / 或刀具圆角的曲率半径分别,至少平均,较小。

[0024] 如果给定引导区中相同数量的螺纹切割齿和 / 或给定相同的螺距,根据径向距离函数,最大径向距离在整个引导区上的增加较小,则螺纹切割齿的刀具圆角的削减深度和 / 或刀具圆角的曲率半径分别,至少平均,较小。

[0025] 如果给定相同的径向距离函数和 / 或给定引导区中相同数量的螺纹切割齿,螺距较小,则引导区中螺纹切割齿的刀具圆角的削减深度和 / 或刀具圆角的曲率半径,至少平均,较小。

[0026] 引导区中螺纹刀具的径向距离函数为单调的,优选地为严格单调递增的,和 / 或其中,尖端刀具的最大径向距离的径向距离函数是距螺丝攻的末端的轴向距离的线性函数或阶跃或阶梯函数。

[0027] 尖端刀具的最大径向距离的径向距离函数选自包括以下函数的组:n 阶有理函数或微分有理函数,尤其是 n 阶多项式;根函数或幂函数;指数函数或对数函数;螺旋函数,尤其是对数或阿基米德螺旋;或者插值函数,尤其是通过拉格朗日插值多项式或样条函数插值的函数。

[0028] 具有轴向紧跟引导区的导向区,螺纹切割齿的结构延伸进入导向区,并且在导向区中,螺纹切割齿的尖端刀具的最大径向距离不再随着离螺丝攻的一端的轴向距离的增大而增大,尤其是,保持相同并然后再次稍微减少。

[0029] 至少在尖端刀具的区域中,导向区中的螺纹切割齿的至少一部分分别具有定义的刀具圆角,优选地,刀具圆角的曲率和 / 或刀具圆角的削减深度优选地被选择为分别依赖于螺距。

[0030] 刀具圆角的曲率半径为可变的,或在从 2 微米至 200 微米的范围内,优选地,在 18

微米至 100 微米或 5 微米至 60 微米的范围内。

[0031] 螺纹切割齿的刀具圆角形成在刀面和刀具侧面之间具有弯曲的刀具轮廓曲线。

[0032] 至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线至少在一部分中沿着曲率圆或在圆弧中运行,或者至少在一部分中具有大致恒定的曲率或曲率半径。

[0033] 至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线至少在一部分中具有大致非圆弧形的路线,尤其是根据  $n$  阶有理或微分有理函数,尤其是  $n$  阶多项式;根函数或幂函数;指数函数或对数函数;螺旋函数,尤其是对数或阿基米德螺旋;或插值函数,尤其是通过拉格朗日插值多项式或样条函数插值的插值函数,或者其中,至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线具有在一部分中大致可变或非恒定的曲率或曲率半径。

[0034] 至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线的曲率从刀面到刀具侧面增大或减小。

[0035] 至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线的曲率从所述刀面到所述刀具侧面增大至最大值,然后再次减小。

[0036] 至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线的曲率从刀面到刀具侧面减小至最小值,然后再次增大,或者其中,在尖端刀具的中心区,设置了刀具圆角的预先定义的曲率,以及在到螺纹切割齿的切割角落或侧翼区的过渡区,设置了另一个曲率,或者甚至设置了实际上没有曲率的边缘形状。

[0037] 刀具圆角以切向或连续可微或平滑的方式合并到对应刀具的刀面和 / 或刀具侧面。

[0038] 刀具圆角的曲率或者至少曲率半径位于预先定义的值的范围内,值的范围根据圆角深度 ( $t$ ) 来确定。

[0039] 刀具圆角的曲率或刀具轮廓曲线和 / 或刀具圆角的削减深度依赖于螺纹直径。

[0040] 刀具圆角的曲率或刀具轮廓曲线和 / 或所述刀具圆角的削减深度依赖

[0041] 于刀面的前角,和 / 或依赖于刀具侧面的间隙角,和 / 或依赖于理想楔形的楔角,和 / 或依赖于刀具的横向前角。

[0042] 刀具圆角的曲率或刀具轮廓曲线和 / 或刀具圆角的削减深度依赖于将在其中产生螺纹的材料,和 / 或依赖于螺纹切割齿的材料和 / 或其状态,如结构和 / 或硬度。

[0043] 具有至少两个排屑槽,至少两个排屑槽平行于旋转轴或与旋转轴成轴向运行,或以可变或恒定的螺旋角围绕旋转轴运行,其中,每个排屑槽上分别布置有至少一个,且优选地,多个轴向偏移的螺纹切割齿,刀具圆角的曲率或刀具轮廓曲线和 / 或刀具圆角的削减深度分别依赖于排屑槽的数量和 / 或排屑槽的螺旋角来选择。

[0044] 引导区中所述螺纹切割齿的至少一部分的刀具圆角的曲率半径,至少在其尖端刀具区,根据方程  $R = f(\gamma_3) \cdot C \cdot P/Z$  来进行选择;和 / 或引导区中螺纹切割齿的至少一部分的刀具圆角的削减深度,至少在其尖端刀具区,根据方程  $a = C \cdot P/Z$  来进行选择,其中, $R$  为曲率半径, $2\gamma_3$  为楔角, $f(\gamma_3)$  为楔角  $2\gamma_3$  的函数, $P$  为螺距, $Z$  为所述引导区中螺纹切割齿的数量,而  $C$  为实数,且  $0.0075 \leq C \leq 0.7383$ 。

[0045] 对于实数  $C$  而言, $0.0664 \leq C \leq 0.3692$ 。

[0046] 至少在尖端刀具上,至少螺纹切割齿由硬金属或金属碳化物,或由另一种,尤其是脆硬材料形成,所述脆硬材料尤其是多晶金刚石 (PCD);立方氮化硼 (CBN);金刚砂;金属硼

化物,尤其是硼化镁;或者金属硼化物碳化物,尤其是硼化镁碳化物。

[0047] 就引导区中螺纹切割齿的数量方面,和/或就引导区中螺纹切割齿的尖端刀具的或引导区中螺纹切割齿的径向距离函数的最大径向距离的增大方面,和/或就螺距方面来说,螺丝攻有所不同,且其中,在不同的螺丝攻中,至少在尖端刀具区,引导区中螺纹切割齿的至少一部分的切割边缘圆角的曲率根据参数而不同。

[0048] 螺丝攻或一组螺丝攻的用途是用于在钢工件中产生螺纹。

[0049] 所述产生可围绕旋转轴旋转的螺丝攻的方法,其中,为每个螺丝攻产

[0050] 生相关数量的螺纹切割齿,螺纹切割齿分别具有径向外部的尖端刀具,并且在围绕旋转轴呈螺旋线形或螺旋形行进的安排中,使用预先定义的螺距以互相偏移的方式进行布置;其中,在使螺丝攻的一端轴向邻接旋转轴的引导区中,根据预先定义的径向距离函数,螺纹切割齿的尖端刀具离旋转轴的最大径向距离随着所述尖端刀具离所述螺丝攻的一端的轴向距离的增大而增大;其中,径向被定义为垂直于旋转轴,且轴向被定义为沿着或平行于旋转轴;其中,至少在尖端刀具的区域中,所述引导区中的螺纹切割齿的至少一部分分别设置或产生有具有定义的曲率的切割边缘圆角,相比于理想楔形或相比于未经过圆角的切割边缘,所述切割边缘圆角的曲率和/或圆角的切割边缘的削减深度分别依赖于以下各项来选择:引导区中螺纹切割齿的数量、螺距、以及优选地此外引导区中螺纹切割齿的尖端刀具的最大径向距离的增大、或各个螺丝攻的引导区中螺纹切割齿的径向距离函数。

[0051] 螺纹切割齿是通过对未圆角的切割边缘进行碾磨产生。

[0052] 使用机械精细金属去除方法来对螺纹切割齿的切割边缘进行圆角,上述机械精细金属去除方法尤其是使用研磨材料的喷磨或射流加工方法,刷洗方法或高压水射流方法。

[0053] 本发明现在基于一个令人惊讶的认识,那就是,通过选择刀具圆角的曲率和/或相比较于依赖至少两个参数的理想的楔形(或者:未被圆角的切割边缘)的削减深度(或者:材料去除深度),对螺丝攻的螺纹切割齿的至少一些切割边缘的有针对性的和限定的圆角(或者:圆润或圆角定型或预制),至少是在外部刀具或尖端刀具区域,可使螺丝攻的服务寿命相对于没有这种圆角(或者:定型或预制)的同样的螺丝攻有所增加,即使螺纹切割边缘是由硬金属组成且螺纹被切入钢中,前述两个参数为:

[0054] • 引导区中螺纹切割齿的数量,以及

[0055] • 螺距

[0056] 且优选地,还依赖于第三个参数:

[0057] • 引导区上螺纹切割齿(或者:根据螺纹轮廓定型的螺纹刀具)的外部刀具或尖端刀具的最大径向距离的依照引导区中径向距离函数路径的上升或增加。

[0058] 在有益的实施方式中,如果,

[0059] • 假定相同的径向距离函数和/或相同的螺距,引导区中螺纹切割齿的数量较大,

[0060] • 假定相同的螺距和/或引导区中相同的螺纹切割齿数量,根据径向距离函数,整个引导区上最大径向距离的增加较小,

[0061] • 假定相同的径向距离函数和/或引导区中相同的螺纹切割齿数量,螺距较小,

[0062] 那么引导区中螺纹切割齿的切割边缘圆角的曲率在此被选择或设置为至少平均较大(或者,相应地,曲率半径较小)。

[0063] 此外,在有益的实施方式中,如果

[0064] • 假定相同的径向距离函数和 / 或相同的螺距, 引导区中螺纹切割齿的数量较大,  
[0065] • 假定相同的螺距和 / 或引导区中相同的螺纹切割齿数量, 根据径向距离函数, 整个引导区上的最大径向距离的增加较小,

[0066] • 假定相同的径向距离函数和 / 或引导区中相同的螺纹切割齿数量, 螺距较小,

[0067] 那么引导区中螺纹切割齿的切割边缘圆角的削减降深度在此被选择或设置为至少平均较小。

[0068] 径向方向在此可被定义为与经过这里或远离这里的工具轴垂直行进, 而轴向方向被定义为沿着或平行于工具轴行进。

[0069] 螺距可被定义为轴向邻接的螺纹切割齿的两个对应点的轴向距离间隔或空隙, 或者也可定义为切割齿排列的螺纹或螺旋线的螺距或螺距角, 例如根据 DIN 2244。

[0070] 圆角的刀具或切割边缘的曲率在线上或投影曲线或交叉点上确定, 其中, 交叉或投影平面, 尤其是, 要么横向行进至切割边缘, 要么行进以包含切割方向, 以及如果必要, 在螺纹切割齿安排的螺旋线的螺距角上行进, 或者优选地在垂直于旋转轴的平面上 (在外部或尖端刀具的情形中) 或在平行于旋转轴的平面上 (在侧翼刀具的情形中) 行进。圆角过的切割边缘在投影或交叉平面中的投影或交叉曲线由此在刀面和刀具侧面之间的方向上行进。

[0071] 在这样一个投影或交叉曲线上, 可以测量曲率或曲率半径, 例如通过使用本身为众所周知的扫描仪进行扫描, 以确定切割边缘圆角, 切割边缘至少部分地从刀面横跨至刀具侧面, 反之亦然, 并对扫描仪的位置改变进行估计。

[0072] 投影或交叉平面在那里贯穿或与切割边缘交叉, 并且切割边缘圆角在那里被如此测量或确定的切割边缘上的那个地方, 可沿着切割边缘定位在不同的地点。优选的是在尖端刀具中间或中心的测量。如果侧翼切割边缘也被圆角, 测量地点优选地定位在侧翼直径或在侧翼刀具的中心位置。然而, 也可沿着切割边缘提供多个测量点, 以及也可使用那里已经确定的多个曲率半径或曲率, 甚至可以采用那里已经确定的多个曲率半径或曲率的平均, 以确定该切割边缘或该切割边缘部分, 例如尖端刀具的平均曲率。

[0073] 圆角的切割边缘在一测量点上的曲率然后可通过投影或交叉平面上的切割边缘的投影或交叉曲线在该测量点的二阶导数来获得。沿着投影或交叉曲线的切割边缘上的一点的曲率半径为刀具的这个点处的曲率圆的半径, 曲率圆的中心点被称为曲率中心。曲率圆和圆角的切割边缘的弧形投影或交叉曲线在这个点处具有相同的切线, 或者所考虑的点与曲率中心之间的标准半径向量垂直地立于曲线的切线上。曲率半径为 1 除以曲率幅度。从而, 如果曲率半径较大, 与其间接成比例的曲率较小, 反之亦然。曲率半径, 以及由此曲率, 仅在切割边缘的圆形圆角或圆形线的情形中是恒定的, 即, 假定那里仅有单个值。在所有其他弧形曲线或路径的情形中, 曲率半径和曲率沿着曲线变化, 即, 其为可变的并假定有多于一个的值。

[0074] 所形成的螺纹切割齿的刀具圆角, 尤其是, 在刀面和刀具侧面之间具有弧形的刀具轮廓曲线, 该曲线在投影平面上行进, 尤其是, 该投影平面与刀具或与刀面和由此与刀具侧面成横向排列, 和 / 或排列成包含切割方向, 以及必要时排列在螺旋线的螺距角上。

[0075] 在一个实施方式中, 提供了刀具圆角或刀具轮廓曲线, 其形状至少在截面上为圆形弧或圆形线的形式, 从而显示恒定的曲率。

[0076] 也可提供可变曲率的刀具圆角或刀具轮廓曲线,其中至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓线的曲率从刀面到刀具侧面可增大或减小,或者可从刀面到刀具侧面增大至最大值,然后再减小。此外,可在尖端刀具中心区提供预先定义的刀具圆角曲率,以及,在到侧翼区或螺纹切割齿的切割边缘的过渡区提供另一个曲率,或者甚至提供实际上没有曲率的边缘形状。

[0077] 可能至少一个刀具圆角或至少一个刀具轮廓曲线的至少一些分段路径是可预先定义的,例如,通过以下函数中的一个或更多: $n$ 阶有理函数或微分有理函数(例如多项式或多项式的商);根函数或幂函数;椭圆函数;指数函数或对数函数;螺旋函数,尤其是对数或阿基米德螺旋;摆线或者插值函数,尤其是通过拉格朗日插值多项式或样条函数插值的函数。

[0078] 从科技上来讲,并根据产生圆角的产生过程,各个螺纹切割齿上的曲率也依赖于螺纹切割齿的轮廓上所考虑的位置,并且在尖端刀具上,例如,可比在侧翼刀具上更小(曲率半径更大),和/或在尖端刀具和侧翼刀具之间的过渡处可比在尖端刀具上更小(曲率半径更大),且进一步依赖于引导区中螺纹切割齿的位置。例如,在进一步径向靠外的螺纹切割齿上,即该螺纹切割齿被布置在引导区的进一步轴向远离螺丝攻末端的那个末端区,比在进一步径向靠内的螺纹切割齿上,即该螺纹切割齿位于引导区的轴向邻接螺丝攻末端的起始区,圆角可以更严重,或者切割边缘的曲率更小。

[0079] 就绝对值来说,根据本发明,切割边缘圆角的曲率半径典型在20微米至100微米范围内获得,尤其是25微米至60微米,从而大大高于先前技术所认可的最大允许值。

[0080] 尤其是,这些值可组成各个刀具上的最大值,并沿着刀具在一定程度 上再次变得较小。具体地,在角落区或齿尖端和齿侧翼之间的过渡处,更小的曲率或更大区域的刀具圆角也可实现。

[0081] 刀具圆角和,尤其是他们的曲率半径,也依赖于螺纹切割的工件材料,和/或依赖于螺丝攻的螺纹切割齿的材料。

[0082] 引导区中尖端刀具的径向距离函数(或者:尖端刀具最大径向距离的轴向增加)通常为单调的,优选地为严格单调递增。单调递增意味着函数至少部分增大,或逐步增大,或者甚至持续增大(严格单调),即,在单调递增的情形中,给定距螺丝攻末端的较大的轴向距离时,螺纹刀具最大径向距离的径向距离函数的函数值总是大于或等于给定距螺丝攻末端的较小的轴线距离时,螺纹刀具的函数值,且在严格单调递增的情形中,总是大于这个函数值。

[0083] 尖端刀具最大径向距离的优选的径向距离函数为到螺丝攻末端的轴向距离的线性函数或者甚至阶跃函数或阶梯函数。尖端刀具最大径向距离的径向距离函数也可为弧形或者非线性,并且可从,例如,包括以下函数的函数组中进行选择: $n$ 阶有理函数或微分有理函数;根函数或幂函数;椭圆函数;指数函数或对数函数;螺旋函数,尤其是对数或阿基米德螺旋;摆线或者插值函数,尤其是通过拉格朗日插值多项式或样条函数插值的函数。

[0084] 至少在尖端刀具上,至少在螺纹切割齿的区域中,螺丝攻优选地由硬金属或金属碳化物,或由另一种,尤其是脆硬材料组成,脆硬材料尤其是多晶金刚石(PCD);立方氮化硼(CBN);金刚砂;金属硼化物,尤其是硼化镁;或者金属硼化物氮化物,尤其是硼化镁氮化物。

[0085] 由于定义的刀具圆角,在切割过程中,但尤其也在碎片根部之上的返回运行过程中,作用在螺纹切割齿和它们的刀具,尤其是尖端刀具上的力量和负载,该力量和负载在硬金属的情形中,不能由螺丝攻材料的弹性来补偿,以及在高速钢的情形中,被降低至能够建立显著增加,尤其是增加高达 10 倍的服务寿命的点,具体包括在长片、硬材料如钢中。被以这种方式设计的螺丝攻可用于大量的钢中,尤其是合金钢、渗碳钢、淬火和回火钢、氮化钢、冷加工或热加工钢、不锈钢、耐酸和 / 或耐热钢或镍基合金,但是也用于钛和钛合金、青铜、锻造或铸铝(合金)、铸钢、铜、电子级铜、MMC 和其他材料,用于螺纹切割。

[0086] 以下进一步参照示意性实施方式来解释本发明。在此参照分别以图示性方式来表现的图,

[0087] 图 1 显示透视纵向视角的螺丝攻,

[0088] 图 2 从前向视角显示根据图 1 的螺丝攻,

[0089] 图 3 显示带有引导区的根据图 1 的螺丝攻的子区域,

[0090] 图 4 从透视视角显示螺纹切割齿,

[0091] 图 5 显示切割边缘半径的设计图示,以及

[0092] 图 6 显示根据本发明的切割边缘圆角,带有削减深度。

[0093] 在图 1 至图 6 中为相互对应的部件和尺寸提供相同的参考标记。

[0094] 根据图 1 至图 3 的螺丝攻 5 具有柄 53 和方形夹钳区 54,柄 53 具有螺纹切割区 50,其贴近自由端 55,方形夹钳区 54 用于正面夹入工具架或工具夹,并用于螺丝攻 5 关于其旋转轴 A 的旋转。优选的夹为 Softsynchro 品牌的申请人所出售的夹,或根据 EP 0 887 135 B1 的夹。

[0095] 在所展示的示意性实施方式中,螺丝攻 5 在螺纹切割区 50 里具有三排螺纹切割齿 10,其分别以螺旋角或横向前角  $\epsilon$  (见图 1 和 3) 排列,例如,沿着排屑槽 45 成  $45^\circ$  角,以用于排泄螺纹切割齿 10 在螺纹切割操作中所移除的碎片。然而,也可设置两个或多于三个的排屑槽 45。整组螺纹切割齿 10 沿着螺距为 P 的螺纹形状布置,并且在即将产生螺纹的螺距角  $\delta$  (见图 3) 上。

[0096] 每个螺纹切割齿 10 具有放射状外部尖端刀具 11 和内向横向刀具或侧翼刀具 12 和 13。米制螺纹的螺纹切割齿 10 通过示例的方式来展示,在其他螺纹类型和形状的情形中,例如,圆螺纹或梯形螺纹,螺纹切割齿相应地在他们的形状方面进行适应。

[0097] 轴向方向 r 的轴向坐标由 z 来表示,该轴向方向 r 指向远离螺丝攻自由端 55 的旋转轴 A,而行进至那里或者从旋转轴或半径垂直出来的径向坐标由 r 来表示。其上布置有,例如,中心点的自由端 55,初始地与一个区域轴向邻接,该区域在螺丝攻接合工件上的钻孔或核心孔时,不切入工件中(容差带)。在轴向值  $z = 0$  处,从起始切割一开始,从引导区 51 开始,然后螺纹切割齿 10 相继插入工件中,即,变得活动。在此,螺纹切割齿 10 的尖端刀具 11 的径向距离函数  $r(z)$  或径向距离 r 在旋转轴 A 的轴向方向 z 上从  $z = 0$  处的起始半径  $r_1 = r(0)$  开始,通过引导区 51 的轴向倒角长度  $La = z_0 - 0 = z_0$  (见图 3),即通过总差  $\Delta r = r_0 - r_1$ ,持续增加至引导区 51 末端的轴向距离  $z = z_0$  处的最大外部半径  $r_0 = r(a_0)$ 。在这里,第一活动螺纹切割齿的初始半径  $r_1$  大致对应核心孔的半径,螺纹即将在该核心孔中产生。现在,引导区 51 中的螺纹切割齿 10 分别在一定深度上对螺纹进行机械加工以进一步深入工件中,该深度对应于到前齿的径向距离,并依赖于  $\Delta r$  和引导区 51 中的

齿的总数量  $Z$ , 所谓的引导齿的总数。切入的螺纹圈的总体深度于是为  $\Delta r$ 。

[0098] 在图 1 至图 3 所展示的示意性实施方式中, 径向距离  $r$  为轴向坐标  $z$  的线性函数, 由此实现圆锥形引导区 51。其结果为差分  $r_{i+1}-r_i$ , 或者, 在径向方向  $r$  上从第  $i$  个螺纹切割齿 10 到直接相邻的第  $i+1$  个螺纹切割齿 10 的递增在整个引导区 51 上大致保持相同的值  $\Delta r/Z$ , 即每个齿大致移除相等宽度的碎片。然而, 源自旋转轴 A 的尖端刀具 11 的径向距离函数在引导区 51 上不一定非得是线性函数, 而是也可遵循  $z$ - 坐标轴上的另一个单调递增函数, 从而, 例如, 获得带有轴向增加或减少的距离差分  $r_{i+1}-r_i$  的凸弧引导区, 由此对深度或碎片厚度进行机械加工。

[0099] 引导区 51 中螺纹切割区 50 的螺纹圈数和倒角长度  $L_a$  根据不同的引导形式而选择为不同, 尤其可使用介绍中所提到的 DIN 引导形式 A、B、C、D 和 E。根据分布在外围的螺纹切割齿 10 的数量, 该数量通常对应于排屑槽 45 的数量, 引导齿, 即引导区 51 中的螺纹切割齿 10 的总数  $Z$ , 由螺纹圈数与排屑槽 45 的数量的乘积获得。引导区 51 中的螺纹圈数反过来依赖于倒角长度  $L_a$  和螺距  $P$ , 螺距  $P$  对应于排屑槽 45 上两个螺纹切割齿 10 的轴向间隔, 或者对应于螺丝攻的一次完整旋转之后螺纹切割齿的轴向跨越。

[0100] 此外, 螺纹切割区 50 具有引导区 52, 其使引导区 51 轴向邻接至旋转轴 A, 并且在其中, 螺纹切割齿 10 的尖端刀具 11 的径向距离  $r$  在外部半径  $r_0$  处保持相同, 或者甚至再次稍微减少, 但是不再增加。

[0101] 根据本发明, 在尖端刀具 11 上, 以及优选地, 至少也在引导区 51 中, 在螺纹切割齿 10 的侧翼刀具 12 和 13 上, 现在实施了定义的圆角, 其可增加螺丝攻 5 尤其在用于钢时的服务寿命, 尤其是由硬金属或其他一些脆硬材料所制造的螺丝攻。

[0102] 如在图 3 中所看到的更多的细节, 尖端刀具 11 上的圆角在沿着从刀面到刀具侧面的刀具轮廓而布置在中间或中心的测量点 P1 上, 或反之亦然, 在投影平面 E1 中, 例如, 通过本身已知的扫描仪进行测量或确定, 投影平面 E1 定向为垂直于切割边缘。相应地, 侧翼刀具 12 和 13 上的圆角在相关的测量点 P2 和 P3 确定, 通过分别在垂直于各自切割边缘的投影平面 E2 和 E3 上扫描从刀面到刀具侧面的刀具轮廓。完整轮廓的第一螺纹切割齿 10 上的圆角由此优选地在引导区 51 的末端确定, 该末端处于到导向区 52 的过渡中, 但是也可在其他齿上确定 (比较图 3)。

[0103] 图 4 显示了根据本发明, 既在尖端刀具 11 上, 又在侧翼刀具 12 和 13 上圆角的螺纹切割齿 10 的实施例。示出了从刀面 21 到刀具侧面 22 的刀具圆角或刀具轮廓曲线 20, 该轮廓曲线 20 看上去位于尖端刀具 11 的中间。还示出了线 31 和 32, 线 31 和 32 分别标示刀面 21 上和刀具侧面 22 上刀具圆角的开始。可以看出, 刀具圆角 20 在尖端刀具 11 上大致关于线 31 和 32 平行地延伸, 然而, 在尖端刀具 11 合并到侧翼刀具 12 和 13 的刀角区, 随着在那里, 然后在侧翼刀具 12 和 13 中, 两根线 31 和 32 之间间隔的增加, 刀具圆角变得更大, 且曲率在一定程度上更小, 以再次保持大约恒定 (再次大约平行的线 31 和 32)。然而, 过渡线 31 和 32 的路径也可不同。例如, 沿着侧翼刀具 12 和 13 向下的线 31 和 32 也可分歧或呈现更大的间隔。

[0104] 现在图 5 显示确定大致圆形的切割边缘圆角的曲率半径的方法的实施例。展示了贯穿螺纹切割齿的楔形刀具 2 的投影或剖面, 从其刀面 21 到其刀具侧面 22。由此产生的刀具轮廓对应于投影的刀具 2 的轮廓或边缘。旋转轴的半径或半径距离 (未显示) 仍然用

r 来表示。SR 为切割方向。

[0105] 开始的基础由极其锋利或极其楔形的刀具轮廓（理想楔形）来提供，针对未经过圆角的切割边缘在该轮廓中示出了外部半径  $r_0$  上的末端点 20'。末端点 20' 上极其楔形的刀具轮廓的楔角由  $2\gamma_3$  来表示，并在一方面，对应于刀面 21 或极其楔形的刀具轮廓的刀面的直线轮廓部分，而在另一方面，对应于刀具侧面 22 或极其楔形的刀具轮廓的刀具侧面的直线轮廓部分之间的角。

[0106] 现在确定径向圆角深度 t，该深度 t 从最大外部半径  $r_0$  径向向内或者作为从初始外部半径  $r_0$  开始的径向深度。

[0107] 现在在这个圆角深度 t 上，具有提供给刀面 21 的曲率圆或内切圆，该曲率圆或内切圆在径向位于半径  $r_0-t$  的点 T1 处接触刀面 21，在点 T2 处以相切的方式接触刀具侧面 22，并具有曲率中心 M。根据这个曲率圆进行圆角、并以弧形刀具轮廓曲线的形式从刀面 21 上的点 T1 运行至刀具侧面上的点 T2 的刀具圆角或切割边缘用 20 来表示。

[0108] 给定刀具 2 预先定义的间隙角  $\gamma_2$  和预先定义的前角  $\gamma_1$ ，圆角的切割边缘或刀具圆角 20 的曲率半径 R 可作为圆角深度 t 的函数从以下函数得到：

$$[0109] \quad R = t \cdot \tan(0.5 \cdot (90^\circ - \gamma_1 - \gamma_2)) / \cos \gamma_1 \quad (1)$$

[0110] 现在将圆角深度 t 设置成在最小值  $t_{\min}$  和最大值  $t_{\max}$  之间变化。这为圆角的切割边缘或刀具圆角 20 的曲率半径 R 产生在  $R_{\min} = R(t_{\min})$  和  $R_{\max} = R(t_{\max})$  之间的值的范围。一方面，具有最大曲率半径  $R_{\max}$  和曲率中心  $M_{\max}$  的最大的曲率圆，以及深度为  $r_0-t_{\max}$  的刀面 21 上的接触点  $T1_{\max}$  和刀具侧面 22 上的接触点  $T2_{\max}$ ，另一方面，具有最小曲率半径  $R_{\min}$  和曲率中心  $M_{\min}$  的最小曲率圆，以及  $r_0-t_{\min}$  处的刀面 21 上的接触点  $T1_{\min}$  和刀具侧面 22 上的  $T2_{\min}$ ，在此以虚线的表示方式示出。

[0111] 由此获得可在圆角的切割边缘或刀具圆角 20 上进行设置的曲率半径 R 的值的范围，该范围从  $R_{\min}$  到  $R_{\max}$ 。

[0112] 在图 6 中，根据图 5 而被创造性地圆角过的切割边缘被额外地以相对于理想楔形或未经过圆角的切割边缘的所定义的削减深度或材料移除深度 a 来显示。

[0113] 理想楔形或未圆角的切割边缘的角平分线用 WH 来表示，从而在外部半径  $r_0$  穿过位于线性边缘上的末端点 20'。一方面，角平分线 WH 和刀面 21 或极其楔形的刀具轮廓的刀面的直线轮廓部分之间的角，以及另一方面，角平分线 WH 和刀具侧面 22 或极其楔形的刀具轮廓的刀具侧面的直线轮廓部分之间的角彼此相等，并分别用  $\gamma_3$  来表示。极其楔形的刀具轮廓的楔角在末端点 20' 相应地为  $2\gamma_3$ ，并且，一方面，对应于刀面 21 或极其楔形的刀具轮廓的刀面的直线轮廓部分，而另一方面，对应于刀具侧面 22 或极其楔形的刀具轮廓的刀具侧面的直线轮廓部分之间的角。

[0114] 圆角过的刀具的削减深度或材料移除深度在沿着理想楔形的角平分线 WH 测量时，为圆角过的刀具轮廓曲线 20 离理想楔形末端点 20' 的距离。

[0115] 具有曲率中心 M 和曲率半径 R 的圆角的刀具或它的刀具轮廓曲线 20 具有削减深度 a，具有最小曲率半径  $R_{\min}$  和曲率中心  $M_{\min}$  的圆角的刀具（以虚线表示方式示出）具有最小的削减深度  $a_{\min}$ ，而具有最大曲率半径  $R_{\max}$  和曲率中心  $M_{\max}$  的圆角的刀具（以虚线表示方式示出）具有最大的削减深度  $a_{\max}$ 。由此  $a_{\min} \leq a \leq a_{\max}$ 。曲率中心  $M_{\min}$ 、M 和  $M_{\max}$  都依赖于角平分线 WH。

[0116] 在曲率半径  $R$  和削减深度  $a$ , 以及理想楔形的半楔角  $\gamma_3$  之间, 针对所展示的圆形线形刀具 20 的情形, 可建立以下关系:

$$[0117] \quad R = a \cdot (\tan^2 \gamma_3 + \tan \gamma_3 / \cos \gamma_3) \quad (2)$$

[0118] 在尖端刀具 11 的情形中,

$$[0119] \quad \gamma_3 = (90^\circ - \gamma_1 - \gamma_2) / 2$$

[0120] 其中有前角  $\gamma_1$  和间隙角  $\gamma_2$ 。

[0121] 在螺纹切割齿 10 的尾翼刀具 13 的情形中,

$$[0122] \quad \gamma_3 = (90^\circ + \varepsilon + \delta) / 2$$

[0123] 以及在螺纹切割齿 10 的前翼刀具 12 的情形中,

$$[0124] \quad \gamma_3 = (90^\circ - \varepsilon - \delta) / 2$$

[0125] 其中有螺旋角  $\varepsilon$  和螺距角  $\delta$ 。

[0126] 根据图 5 或图 6, 刀具 2 的刀具轮廓曲线 20 产生最适合示出本发明的圆形线段。然而, 在修改中, 其他各种曲率半径的曲线形状, 例如椭圆、双曲线、抛物线、小号曲线等, 也可替代接触点  $T_1$  和  $T_2$  之间的圆形连接曲线, 以相对于角平分线  $WH$  对称或不对称的形式输入到刀面 21 和刀具侧面 22 之间的刀具 2。刀具轮廓曲线 20 和刀面 21, 以及刀具侧面 22 之间的过渡也不一定得是切向或平滑的, 但是也可在边缘、转角或相似情形下制造出来。

[0127] 在刀具轮廓曲线 20 而不是上述提到的圆的函数或几何的情形中, 获得于是不再恒定的曲率半径  $R$  和削减深度  $a$ , 以及半楔角  $\gamma_3$  之间的不同的相关, 其关系通常可由以下更通用的方程来描述:

$$[0128] \quad R = R(a, \gamma_3) \quad (3)$$

[0129] 在大多数情形中, 然而, 也可使用更简单的方程,

$$[0130] \quad R = a \cdot f(\gamma_3) \quad (4)$$

[0131] 因此其中, 曲率半径  $R$  对应于削减深度  $a$  和 (半) 楔角  $\gamma_3$  的通用函数  $f(\gamma_3)$  的乘积。

[0132] 刀具圆角 20 及它的曲率, 尤其是曲率半径  $R$  的值范围和它的极限  $R_{\min}$  和  $R_{\max}$ , 和 / 或削减深度  $a$ , 尤其是削减深度  $a$  在  $a_{\min}$  和  $a_{\max}$  之间的值范围, 被选作作为或依赖于, 尤其是以下参数的函数:

[0133] • 引导形式

[0134] • 倒角直径

[0135] • 螺纹直径

[0136] • 螺距角  $\delta$  或螺距  $P$

[0137] • 排屑槽数量

[0138] • 横向前角或螺旋角  $\varepsilon$

[0139] • 前角

[0140] • 间隙角

[0141] • 即将加工的材料

[0142] • 螺纹切割齿的材料

[0143] 优选地, 刀具轮廓曲线 20 的削减深度  $a$  和曲率半径  $R$  被选择成至少依赖于以下三个参数:

[0144] • 引导区上螺纹切割齿 (或者 :根据螺纹轮廓定型的螺纹刀具) 的外部刀具或尖端刀具的最大径向距离,依照引导区中径向距离函数  $r(z)$  路径的上升或增加,从而在所展示的实施方式中从  $z = 0$  处的  $r(0)$  增加至  $z = z_0$  处的  $r_0 = r(z_0)$ ,其中差分  $\Delta r = r_0 - r_1$ ,或者相等地,给定预先定义的引导或引导锥形角,倒角长度  $L_a$  的上升或增加

[0145] • 引导区中螺纹切割齿的数量  $Z$ ,以及

[0146] • 螺距  $P$  或者螺距角  $\delta$ 。

[0147] 根据本发明,现在提取出以下根据经验发现的、针对削减深度  $a$  作为螺距  $P$  和引导齿数量  $Z$  的函数的 (线性) 关系:

[0148]  $a = C \cdot P/Z$  (5)

[0149] 其中实数或常数  $C$ ,根据本发明选自以下范围:

[0150]  $0.0075 \leq C \leq 0.7383$  (6)

[0151] 优选地选自范围:

[0152]  $0.0664 \leq C \leq 0.3692$  (7)。

[0153] 在当前的示意性实施方式中,削减深度  $a$  对引导区 51 中的径向增加  $\Delta r$  的依赖性也被考虑进根据 (4) 和 (5) 或 (4) 和 (6) 的常数  $C$  中,因为  $\Delta r$  在此与螺距  $P$  成比例。

[0154] 在复杂的径向距离函数  $r(z)$  的情形中,还可获得削减深度  $a$  对半径  $r(z)$  的另一种依赖性。

[0155] 曲率半径  $R$  通过在 (2)、(3) 或 (4) 中将 (5) 与 (6) 或 (7) 结合使用而从削减深度  $a$  获得。

[0156] 也可提供在螺纹尖端刀具和侧翼刀具之间的外部区,且也在陆地区上 (槽的尾侧) 具有圆角的螺丝攻的螺纹切割齿,例如,用于随着旋转方向反转的后向切割。

[0157] 螺纹切割区,尤其是 50,可配置在具有柄 53 的单片上,例如在 VHM 构造中,或者甚至可作为独立的部件连接至柄 53 (VHM 或 KHM)。此外,带有螺纹切割齿的预制部件,例如,长条或类似形状的 10,也可连接到柄 53,尤其是焊接、夹或拧在上面。

[0158] 螺丝攻,尤其是 5,可进一步使用已知的硬涂料或耐磨涂料或减少摩擦涂料进行涂层,例如使用  $TiN$ 、 $TiCN$ 、 $TiAlN$ 、 $AlCrN$  或  $WC/C$  等。

[0159] 此外,螺纹切割区,尤其是 50,或者刀具或螺纹切割齿 11,也可由不同的硬材料来形成,例如多晶金刚石 (PCD);立方氮化硼 (CBN);金刚砂;金属硼化物,尤其是硼化镁;或者金属硼化物碳化物,尤其是硼化镁碳化物,或者甚至由非硬的材料,如,例如重型高速钢 HSS 形成。

[0160] 在根据本发明的螺丝攻中,柄容差  $h_6$  足够了,但是也可使用,例如  $h_9$ 。此外,可通过螺丝攻中的通道,尤其是利用径向或轴向排放,来实现内部冷却或润滑剂的供应。

[0161] 参考符号列表

[0162] 2 刀具

[0163] 5 螺丝攻

[0164] 10 螺纹切割齿

[0165] 11 尖端刀具

[0166] 12, 12 侧翼刀具

[0167] 20 刀具圆角

|        |               |          |
|--------|---------------|----------|
| [0168] | 20'           | 未圆角的切割边缘 |
| [0169] | 21            | 刀面       |
| [0170] | 22            | 刀具侧面     |
| [0171] | 45            | 排屑槽      |
| [0172] | 50            | 螺纹切割区    |
| [0173] | 51            | 引导区      |
| [0174] | 52            | 导向区      |
| [0175] | 53            | 柄        |
| [0176] | 54            | 方形端      |
| [0177] | 55            | 末端       |
| [0178] | A             | 旋转轴      |
| [0179] | r             | 径向距离     |
| [0180] | r0            | 外部半径     |
| [0181] | SR            | 切割方向     |
| [0182] | P             | 螺距       |
| [0183] | La            | 倒角长度     |
| [0184] | E1、E2、E3      | 投影平面     |
| [0185] | P1、P2、P3      | 测量点      |
| [0186] | t、tmin、tmax   | 圆角深度     |
| [0187] | M、Mmin、Mmax   | 曲率中心     |
| [0188] | R、Rmin、Rmax   | 曲率半径     |
| [0189] | T1、T2         | 接触点      |
| [0190] | T1min、T2min   | 接触点      |
| [0191] | T1max、T2max   | 接触点      |
| [0192] | $\varepsilon$ | 横向前角     |
| [0193] | $\gamma_1$    | 前角       |
| [0194] | $\gamma_2$    | 间隙角      |
| [0195] | $\gamma_3$    | 半楔角      |
| [0196] | a、amin、amax   | 削减深度     |
| [0197] | W             | 角平分线     |

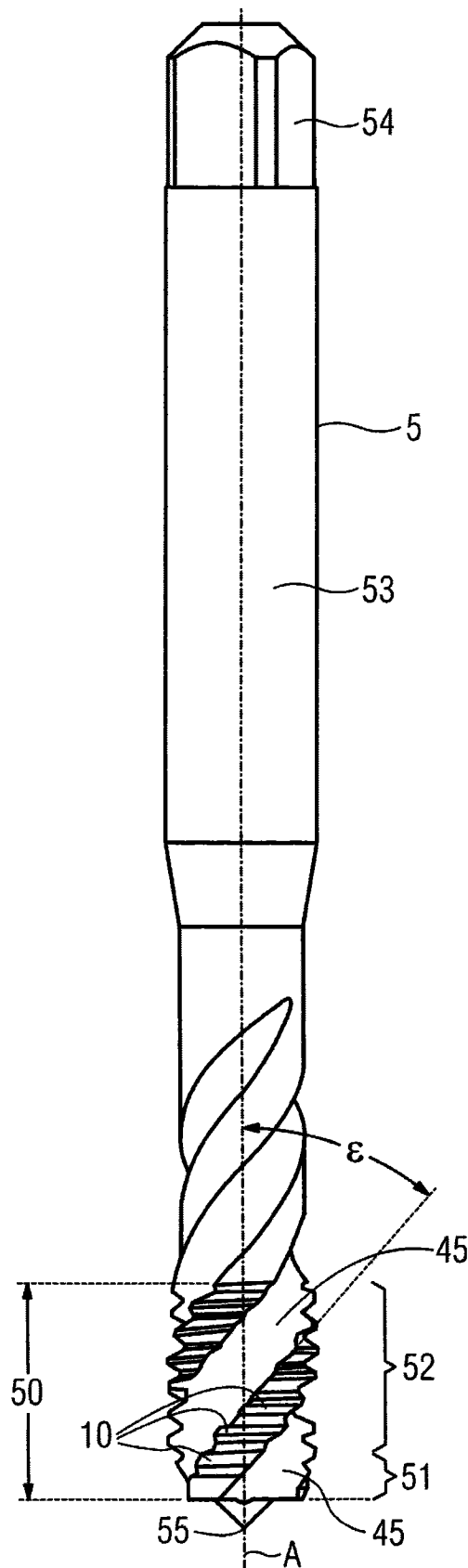


图 1

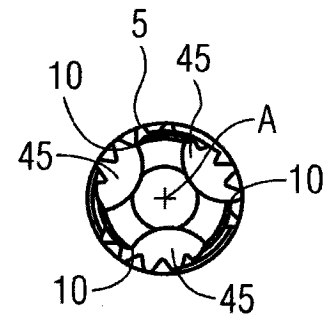


图 2



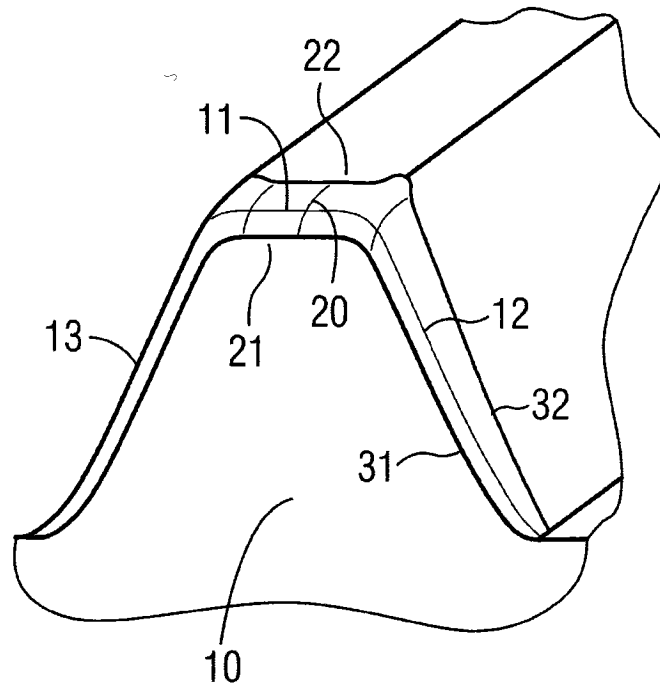


图 4

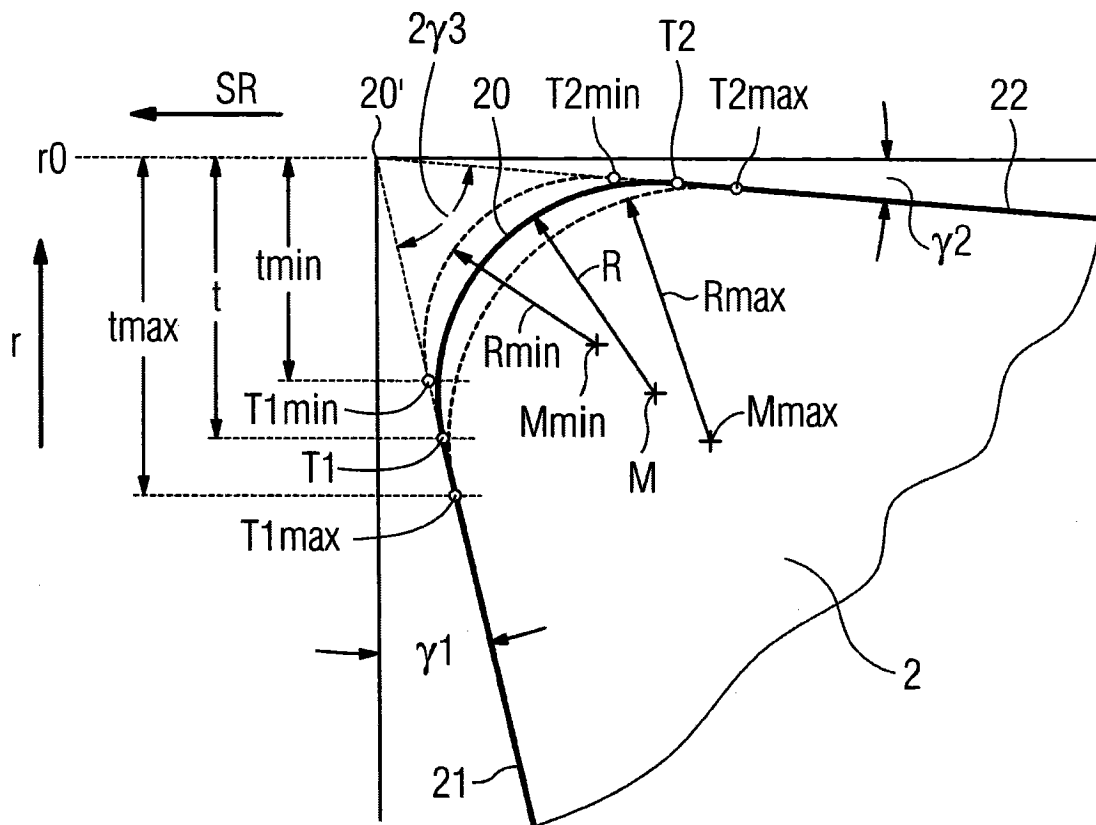


图 5

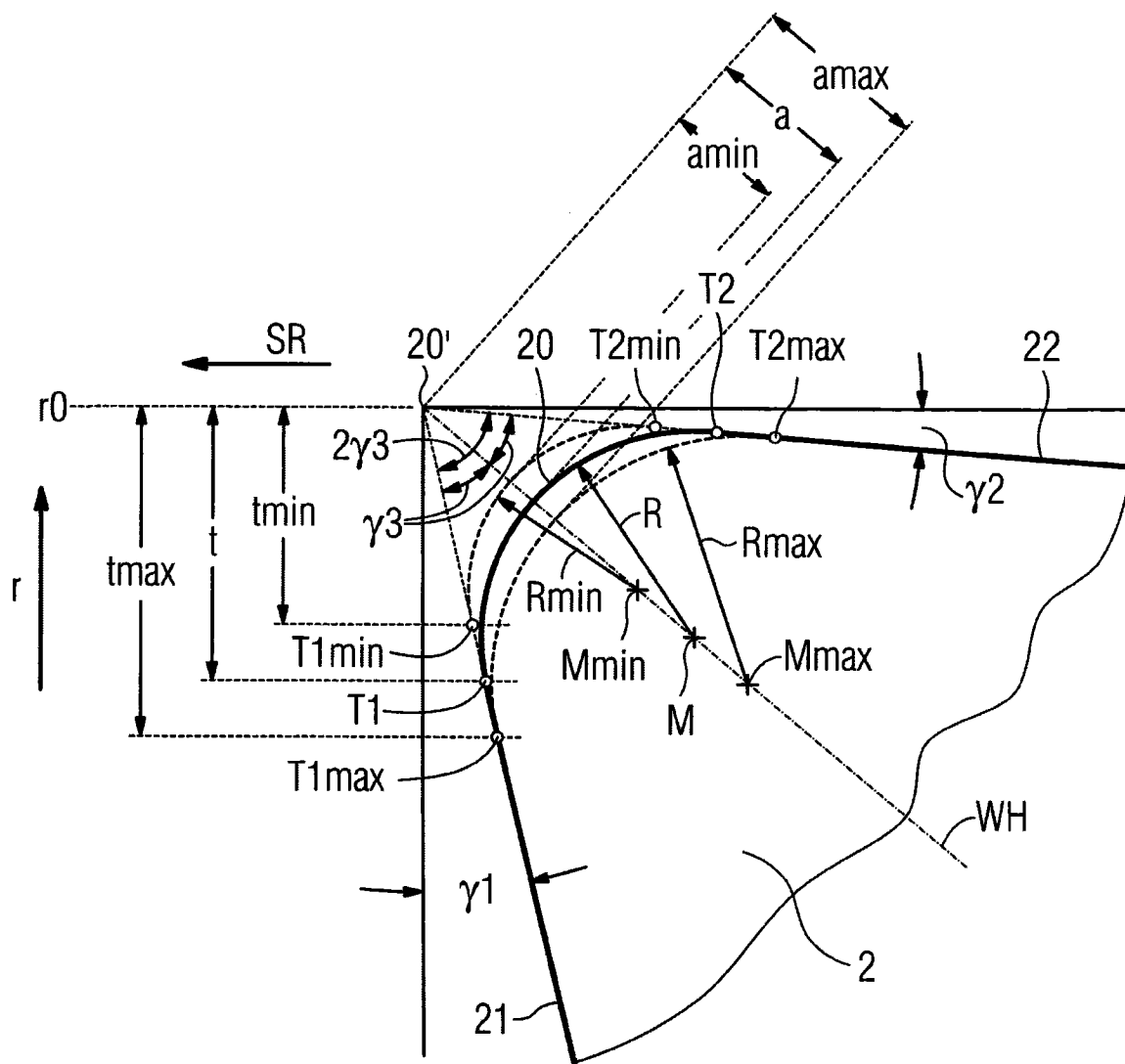


图 6