

# 新结构高效双切齿轮滚刀

## New Structure and High Efficiency Dual-cut Gear Hob

汉江工具有限责任公司 王小雷



王小雷

教授级高工,中国机械工业金属切削刀具技术协会理事,长期从事复杂刀具的开发研制工作,先后完成装配式圆磨滚刀及热处理工艺、复杂刀具齿轮滚刀CAD/CAPP集成系统、库存管理信息系统、尼曼蜗轮滚刀、高效双切齿轮滚刀、高速高效小径加长滚刀等项目。

### 大模数滚齿加工的特点

滚齿在齿轮加工方面占据了大量份额。随着齿轮加工技术的迅猛发展,特别是大模数、多齿数齿轮对高速高效加工技术的要求,迫切要求在滚齿加工方面实现高速高效。实现高速滚齿,滚齿机必须提高刚性及驱动功率,要实现数控、温度补偿。

新结构高效双切滚刀也适用于对齿轮根部有较高加工要求的领域,由于该滚刀齿顶部齿数多(通常为20齿),所以在齿轮加工中,齿轮根部的加工次数多,因此,用新结构高效双切滚刀加工齿轮可以获得很好的齿轮齿底圆弧。

更重要的一点,就是要采用高速高效滚刀,使切削更加合理化。

目前,高速高效切削已经显示出很多的优点和强大的生命力,成为制造业中提高加工效率和质量、降低成本的主要技术途径之一。

由于大模数齿轮所对应的滚刀的切削量成倍增加,又由于传统大滚刀槽数较少,齿高长,因此分配到各齿的载荷很大。在滚刀加工齿轮的滚削过程中,几乎75%的切削量由位于全齿1/3处的刀齿齿顶完成,而整个齿中部和根部的占全齿2/3部分仅仅完成切削任务的25%。实际上,在刀齿齿顶载荷分布和磨损极不均匀。齿顶圆角处的磨损决定了刀具的寿命,刀齿的中部和根部磨损很少。

### 新结构高效双切滚刀的特点

高效经济的滚刀必须具有很多槽数,而且滚刀的外径也不能太大,齿顶的切削面应多于刀齿中部和齿根的切削面。

为符合以上要求,汉江工具有限责任公司开发了滚刀,新结构高效双切滚刀每相邻齿中有一排齿具有完整的齿形,另一排齿的有效部分只有齿高的1/3。

该滚刀在外径允许的情况下,可获得20排槽左右,是普通滚刀的2倍以上。

根据被加工件的质量要求,新结构高效双切滚刀可以铲制,也可以磨制。由于该种滚刀具有10排左右的完整齿,所以该种滚刀不仅可用于粗切,还可用于齿轮精加工。在粗加工场合,该滚刀也可以带前角,这样,可减少切削力和磨损。

新结构高效双切滚刀可在任一标准的滚刀刃磨床上刃磨。装卡后即可保证前刀面的精度,所需的只是调整砂轮进入滚刀槽的深度。该滚刀设计原理不仅局限于模数或径节制的渐开线滚刀,也适用于特殊齿形的滚刀。根据不同需要,公司还可做三切或四切滚刀,但应用最多的还是新结构高效双切滚刀。

表1 新结构高效双切滚刀切削速度 (m/min)

| 模数 | 易加工材料<br>强度 < 700N/mm <sup>2</sup> |     | 较难加工材料<br>强度 < 900N/mm <sup>2</sup> |     | 难加工材料<br>强度 < 1200N/mm <sup>2</sup> |     |
|----|------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|
|    | 粗加工                                | 精加工 | 粗加工                                 | 精加工 | 粗加工                                 | 精加工 |
| 6  | 72                                 | 90  | 54                                  | 64  | 35                                  | 41  |
| 7  | 67                                 | 84  | 51                                  | 60  | 33                                  | 39  |
| 8  | 64                                 | 80  | 48                                  | 57  | 32                                  | 37  |
| 9  | 61                                 | 76  | 46                                  | 54  | 30                                  | 35  |
| 10 | 59                                 | 74  | 45                                  | 53  | 30                                  | 34  |
| 12 | 54                                 | 68  | 41                                  | 48  | 27                                  | 32  |
| 14 | 51                                 | 64  | 39                                  | 46  | 26                                  | 30  |
| 16 | 48                                 | 60  | 37                                  | 43  | 25                                  | 28  |
| 18 | 43                                 | 54  | 33                                  | 39  | 22                                  | 26  |
| 20 | 40                                 | 50  | 31                                  | 36  | 21                                  | 24  |
| 22 | 37                                 | 46  | 28                                  | 33  | 20                                  | 23  |
| 25 | 35                                 | 44  | 27                                  | 32  | 19                                  | 22  |
| 28 | 32                                 | 40  | 25                                  | 29  | 17                                  | 20  |
| 30 | 30                                 | 38  | 23                                  | 27  | 16                                  | 19  |

新结构高效双切滚刀也适用于对齿轮根部有较高加工要求的领域,由于该滚刀齿顶部齿数多(通常为20齿),所以在齿轮加工中,齿轮根部的加工次数多,因此,用新结构高效双切滚刀加工齿轮可以获得很好的齿轮齿底圆弧。

### 新结构高效双切滚刀的应用

新结构高效双切滚刀主要适用于能源、船舶、水泥、矿山、冶金、建材等机械行业众多领域的大模数齿轮加工。为了能迅速占领市场,扩大生产规模,很多行业企业相继购进了大型高速滚齿机,而新结构高效双切滚刀具备了这种高速高效切削的特性。新结构高效双切滚刀与相同规格的普通滚刀相比切削效率可提高3~4倍。因此,开发新结构高效双切滚刀满足国内刀具需求,可以替代进口,是我国业齿轮加工面向高速高效切削的要求,同时也充分发挥了数控设备的功能,加快了向高端产品迈进的步伐,具有很广阔的市场前景和社

会经济效益。

### 新结构高效双切滚刀的制造

#### 1 应用材料

新结构高效双切滚刀采用高性能高速钢或粉末冶金高速钢。调整普通高速钢的基本化学成分并添加其他合金元素,使其机械性能和切削性能有显著提高,即高性能高速钢。高性能高速钢的常温硬度可达HRC67~69,高温硬度也相应提高,可用于高强度钢、高温合金、钛合金等难加工材料的切削加工,并可提高刀具使用寿命。

高速钢的制造质量受多方面因素的影响,其中对性能影响较大而又难以改善的因素,是碳化物分布的均匀性及其粒度粗细的控制。

高速钢熔炼中碳化物偏析比较严重,完全消除碳化物偏析的方法是粉末冶金法。其基本原理是将高频感应炉熔炼的钢液用高压惰性气体雾化成粉末,再经过热压制成钢坯再经轧制或锻造成材。粉末冶金高速

钢与熔炼高速钢相比,有很多优点:如韧性及硬度较高,可磨削性能显著改善,材质均匀,热处理变形小等,其质量稳定可靠,故产品使用寿命较长。粉末冶金高速钢可以切削各种难加工材料,特别适合于制造各种精密刀具和形状复杂的刀具。

#### 2 滚刀的涂层

刀具涂层技术解决了刀具强度和韧性之间的矛盾,通过优化涂层的晶格结构、添加合金元素及多层涂层组合来提高涂层的强韧性,以适应不同的切削条件,大大提高了刀具的耐用度和切削速度。目前研究的热点是开发具有纳米多层结构和纳米复合涂层的新型刀具涂层材料,具有特殊性能的刀具涂层也将成为刀具涂层材料新的研究领域。

涂层技术主要包含化学涂层(CVD)和物理涂层(PVD)技术。当代CVD涂层的特点是多层涂层,其涂层结构包括TiCN、TiC、TiN、ZnCN和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。通过对CVD工艺的良好控制,刀具制造商现在可提

供质量稳定的涂层厚度从  $5\mu\text{m}$  到  $20\mu\text{m}$  的涂层刀具,以及用于高硬度材料工件加工的、单层涂层厚度不超过  $0.2\mu\text{m}$  的多层涂层合金刀具。

PVD 涂层技术在金属陶瓷和硬质合金基体上的涂层厚度为  $2\sim 5\mu\text{m}$ , 此类硬质涂层已经进入了商业化。典型的商业化涂层方式包括 TiN、TiCN、TiAlN、CrN、TiB<sub>2</sub>, 还有诸如 TiN-TiAlN 的多层涂层。PVD 涂层工艺所具有的独特优势是可以给锐利的切削刃面提供超细晶粒、平滑、低摩擦和防止高温热裂的涂层。

新近发展的硬质合金刀具涂层包含外部用 TiN 或者 TiAlN PVD 涂层与内部 TiN/TiCN/TiN CVD 涂层的结合。内部 CVD 涂层可提供极好的基体结合力和耐磨性,而外部 PVD 涂层提供一个坚固的、不易脆裂的、表面光滑的、超细晶粒刀具表层。这种 CVD-PVD 相互结合的涂层有助于延长刀具在难加工金属材料 and 钢材加工的断续切削时的使用寿命。

齿轮刀具主要采用 TiN、TiCN

或 TiAlN 涂层,它们的化学成分稳定,具有高红硬性和维持高速切削的能力,降低了被加工零件的尺寸误差,可获得良好的表面质量、高的效率以及更长的刀具使用寿命。

新结构高效双切滚刀主要用于高速切削的场合,通常应进行 PVD 涂层。滚刀目前主要采用 TiN、TiCN 和 TiAlN 涂层:采用 TiN 涂层的滚刀适用于有切削液场合下的齿轮加工,切削温度可达  $300^\circ\text{C}$ ;采用 TiCN 涂层方式的滚刀仅适用于有切削液的场合,切削温度可达  $400^\circ\text{C}$  采用 TiAlN 涂层的滚刀,切削



汉江工具生产的高效重载双切滚刀

温度可达  $800^\circ\text{C}$ 。

### 新结构高效双切滚刀的切削参数

新结构高效双切滚刀与同规格大模数普通滚刀相比,可采用大的切削速度和更大的进给量。通常是普通滚刀切削速度的  $3\sim 4$  倍。其切削速度可参照表 1。

### 结束语

由于齿轮加工技术正向着高速、高效、重载方向发展,新结构高效双切滚刀就是为了适应这种需要而开发的滚刀新产品。由于新结构高效双切滚刀的齿数多,可获得高的切削速度(参见表 1),可采用大的进给量,与普通滚刀相比,新结构高效双切滚刀可提高效率  $3\sim 4$  倍。随着高速大滚齿机的大量应用,随着齿轮加工提高效率,减少成本的需求,新结构高效双切滚刀必将得到广泛应用。

(责编 侧卫)



数控滚刀铲磨床