

斜齿内齿轮的插齿加工

中航工业长空精密制造公司 (陕西汉中 723000) 张晓昱 白 涛

行星减速器由于其结构紧凑、体积小、重量轻等优点而广泛用于航空、航天、船舶及机床等行业中。而内齿轮是行星减速器中的关键件。在传统的设计中,考虑内齿轮加工的通用性,一般都做成直齿。近年来随着机械行业的发展,对齿轮传动性能、使用寿命、承载能力、噪声等方面提出了更高的要求。斜齿传动相比直齿传动啮合系数大,承载能力强,对降低噪声和传动平稳性都得到了明显改善,有着十分广泛的应用前景。但斜内齿轮的加工特殊,无法在普通的插齿机上加工,需要定制专用的主轴螺旋导轨副和专用的斜齿插齿刀。本文将结合实例,分析加工原理,来探讨斜内齿轮的插齿加工。

1. 斜内齿轮的加工原理

内齿轮插齿时,插齿刀与内齿轮实际上可看为一对内啮合齿轮副。插齿刀实质上是一个端面磨有前角,齿顶及齿侧均磨有后角的变位齿轮。插齿加工斜内齿轮,是在装有螺旋导轨副的插齿机上用斜齿插齿刀进行切削。与直齿插齿加工一样,具有上下切削主运动、分齿运动及进给运动,还有附加的

螺旋运动。如附图所示,为使插齿刀刀刃在运动时形成斜齿的螺旋传动,将刀具主轴安装在螺旋导轨中,主轴的螺旋导轨相对固定的螺旋导轨面滑动,使刀具主轴产生相应的附加的回转运动。

(1) 斜内齿轮的插齿加工需遵循的原则 ①斜齿插齿刀的螺旋导程与插齿机床螺旋导程相等

$$L_{\text{机床}}=L_{\text{刀}}=\pi d/\tan \beta=\pi m_n z_{\text{刀}}/\sin \beta$$

式中, m_n 为内齿轮的法向

模数; $z_{\text{刀}}$ 为插齿刀齿数;

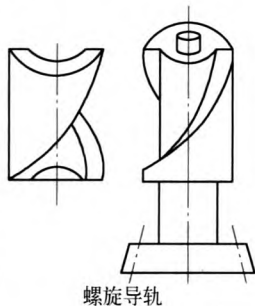
β 为内齿轮的螺旋角; d 为插齿刀的分度圆直径。

②螺旋导轨的螺旋方向与插齿刀螺旋方向相同。③

插齿刀的螺旋角与斜内齿轮螺旋角大小相等,方向

相同。当插齿加工斜外齿轮时,螺旋方向相反。

(2) 加工中应注意的问题 ①选择合适的插齿刀,避免出现齿顶干涉。②由于机床导轨为螺旋导轨,插齿时刀具冲程应控制在300次/min以内。③由于斜内齿轮为内螺旋线, M 值测量时,采用钢球



(2) 冷却液需流经刀具。不要用传统冷却形式,试图实现高压冷却射流。这只会带来麻烦,并可能伤及操作人员;出离了高压冷却加工的初衷,未获得高压冷却所带来的益处。

(3) 如果你需要更大的冷却液压力(当冷却液汽化,蒸发,导致冲刷切屑的冷却流量不足),请加大冷却液流量,而不是增大冷却液压力。这是经济有效的措施。

(4) 如何估量冷却流量需求? 经验数据是0.5gpm/hp。也就是说,在高压冷却加工中,切削

功率为10hp,所需切削液流量为5Us gal/min。

如果你在车削此类被加工材料时,遇到困难,可以打开思路,寻求帮助。你的竞争对手,或许,已经找到了更好的解答,答案中,包含着当今的高压冷却技术(HPC)。伊斯卡针对难加工材料加工,提出了众多解决方案,可大幅提升你的生产率。联系伊斯卡的专家,找到解决问题的关键所在,让他们为你的特别需求寻找到正确的加工策略。MW

(收稿日期:20120412)

测量。

2. 加工实例

由以上分析可知,根据工件的参数,可确定插齿刀的参数,按公式可计算出机床螺旋导轨的导程,只需更换导轨,即可加工内齿轮。一套螺旋导轨副的导程是固定不变的,同样由公式可知,当改变插齿刀齿数时,对于同样模数的齿轮,可得到不同的螺旋角。或者只要保证导程不变,可以相应改变模数和螺旋角,都将相应扩大一副螺旋导轨的加工范围。

例如,我公司设计某种型号的行星减速器,内齿圈参数如下: $D_p=28$, $z=54$, $\alpha=20^\circ$, $\beta=19^\circ$, 左旋。

(1) 计算插齿刀基本参数 插齿刀模数与零件相同,即 $D_p=28$ 。插齿刀螺旋角与零件螺旋角相等,方向相同,即 $\beta=19^\circ$, 左旋。按插齿刀齿数选用方法,避免顶切和根切,根据相应标准选取 $z_{\eta}=36$ 。

(2) 计算插齿刀导程 $L_{\eta}=\pi m_n z_{\eta} / \sin \beta=3.14 \times 25.4 \div 28 \times 36 / \sin 19^\circ=315.1274$ (mm)

(3) 计算机床螺旋导轨 $L_{\text{机床}}=L_{\eta}=315.1274$ mm 旋向与插齿刀螺旋角方向相同,左旋。按以上计算值,选定在V6插齿机上制作导程为315.1274mm的左旋导轨副,即可加工该零件。加工出内齿轮齿形和齿向已达到6级精度。

(4) 内斜齿插齿刀加工中应注意的问题 ①斜齿插齿刀的刀齿相对于其轴线是倾斜的,所以两侧刃的切削角相差很大,一侧为锐角,一侧为钝角,为改善刀齿两侧的切削条件,其刀齿前面的刃磨应垂直于齿向方向。②斜齿插齿刀两侧压力角不相等,在磨齿加工时,使用金刚石滚轮修出砂轮两面不同的角度,同时磨削插齿刀两侧的渐开线齿形。③斜齿插齿刀两侧基圆直径不相等,计量时,应分别计算渐开线起始点和终点。

3. 利用现有螺旋导轨加工其他内斜齿轮方法

我公司采用导程为315.1274mm的左旋导轨加工出一项参数为 $m_n=0.6$, $z=72$, $\alpha=20^\circ$, $\beta=14.5425^\circ$ 的左旋内齿轮。现以加工该项零件为例,介绍利用现有的螺旋导轨加工其他内斜齿轮的方法。

(1) 确定导轨导程 根据齿轮参数,初步确定螺旋导轨,此时,所用刀具参数暂定为内齿轮齿数的1/2和2/3,计算所用导轨导程的范围。依据

公式,可初步确定所用导程范围在270.1103~405.1655mm,左旋。所以,我们选用了导程为315.1274mm,左旋的螺旋导轨。

(2) 确定插齿刀齿数 在导轨确定的前提下,根据公式可初步确定插齿刀齿数为41.85,由于齿数不能为小数,故将插齿刀齿数定为42齿。同时,校验刀具与齿轮是否存在干涉,经计算,刀具齿数为42时,加工72齿内齿圈,不存在干涉现象。故确定插齿刀齿数为42齿。

(3) 确定齿轮螺旋角 在机床导轨、插齿刀齿数确定的前提下,根据公式可计算出刀具的螺旋角为 14.5425° ,其结果与客户要求的 14.5° 相差不大,与客户沟通后,同意将螺旋角更改为 14.5425° 。同时,将相关齿轮参数进行相应更改。

4. 结语

我公司通过对机床进行改造,设计和制造斜齿插齿刀,在通用插齿机上成功加工出斜内齿轮。在设计斜内齿轮时,还应综合考虑机床和刀具等加工因素,在满足使用寿命前提下,结合现有设备合理选择和优化齿轮参数,做到理论和实际相结合,才能最大程度发挥机床的加工性能,降低成本投入。

MW (收稿日期:20120130)

硬质合金滚压工具

本单位生产硬质合金滚压工具已有30余年历史。滚压加工广泛运用于机械加工、液压、重型机械等行业,是一种对机械零件表面进行光整和强化的工艺,它利用硬质合金滚轮对工件表面施加压力,使其表面产生塑性变形,达到修整表面微观几何形状、降低表面粗糙度值的目的,同时可提高表面硬度。滚压后,使零件表面粗糙度值从 $R_a=6.3 \sim 1.6\mu\text{m}$ 降低到 $R_a=0.8 \sim 0.1\mu\text{m}$,实现以滚代磨。本单位还可根据用户要求,生产、加工各类异型硬质合金制品及硬质合金模具。

靖江市城北合力滚压技术服务部(原国营靖江汽车修造厂)

地址:江苏靖江市真武河北路47号

联系人:蒋文宏 手机:13327780598

邮编:214500 电话:0523-84832767

传真:0523-82853000 E-mail:jwh@sina.com

广告查询编号:1008