

刀具刃口缺陷对插齿加工的影响

■ 宜昌长机科技有限责任公司 （湖北 443003） 杨 光

摘要：本文基于插齿机的加工原理，探讨插齿刀刃口缺陷对被加工件的影响。



插齿机按滚切法加工齿轮，它的工作原理相当于一对圆柱齿轮啮合传动的过程。其中一个为端面磨有前角、齿顶及刀齿两侧均开有后角的插齿刀，另一个则是被加工的齿轮。当插齿刀与工件保持着紧密的无间隙啮合状态时，插齿刀每上下往复一次，被加工齿轮就会相对刀具在分度圆上转过一段弧长。也正因为有着这样一种独特的工作原理，其刀具刃口在前次加工中，可能出现的某一刀齿崩刃、切削瘤及拉伤等缺陷，都将会在这一次及后续的加工中，在与其相啮合的齿面上反复地、有规律地留下痕迹。这就是在无间隙啮合加工中，不完整切削刃带来的不可避免的刃口缺陷的复制。这一缺陷将一直保留至刀具刃磨后，能完全去除刃口缺陷时为止。

1. 问题来源

在对插齿机（见图1）用户的服务中发现，当用户在加工中或换刀后，出现被加工工件齿距偏差（公法线变动量）增大，往往将解决问题的注意力集中在机床的传动链上。总是设法去改变刀轴滑动导轨与镶条的运动间隙或两套分度蜗轮副的啮合间隙，以期消除加工误差，却不太关心刀具刃口质量对工件的影响。殊不知，在机床设计时，设计者已有意识的采用耐磨材料，强化了这些关键部位的抗磨损设计。况且，这些部位的磨损是在一台机床全寿命周期中的一个极为漫长的渐变过程，不会突然发生。



图1 带尾座的插齿机

而盲目、武断地解决问题，往往会适得其反，这不仅不能解决问题，还破坏了原机床合理的运动间隙，并可能因此而产生新的问题，或给机床几何精度带来无法弥补的损伤。

以合理的方法去推论刀具的刃口质量是否是产生问题的根源则显得更为简单，处理起来也更为快捷。其方法是：在加工抽检中或换刀后发现问题时，应在下一个工件加工完毕后，在退刀时将参与退刀的刀齿和与之相啮合的工件齿上分别划上记号（见图2）。

通过对被加工工件的测量，找出影响齿距偏差突然增大或减小的大小齿，并按工件的旋向标出问题齿距退刀点的顺位齿数。然后，按齿轮的啮合原理，从插齿刀的退刀点就能很容易地找到可能影响齿距偏差突然增大或减



图 2

小的刀齿。为确认该刀齿是否有问题，这时可将有疑似问题的刀齿划上记号，然后再切1~2个工件，同样划上退刀记号，重复上一次的查找过程。如果这一次查找的问题刀齿和上一次的问题刀齿为同一刀齿，则可以明确的判断该刀具的刀齿的确有问题。如果不是同一刀齿，再从其他方面查找为时不晚。这样，从简单的方法入手，用排除法去查找问题则可避免误判，非常简便、实用（见图3）。



图 3

2. 结果分析

为什么新刃磨的刀具往往也会出现上述现象呢？这是因为对插齿刀的认识存有误区，我们普遍认为刀具是达到制造标准并通过检测的，问题应该是出在机床传动链上。其实，在对刀具的近10项通用几何精度检测中，没有一项是针对刃口质量进行检测的。

根据现场观察统计，其实更多的时候，问题出在用户自行刃磨后的刀具刃口上。其表现形式有以下几种：

（1）在对刀具前角的刃磨中，因无法用高倍投影仪对刃口的刃磨质量进行检测，只能凭目视感觉，并未能完全去除前次插齿加工时遗留下的刃口缺陷，这

样就使得刀具刃口带着残余缺陷参与了下一批次的加工，并留下了痕迹。

（2）没有专用磨刀机，使用的是未改造的外圆磨床刃磨刀具前刃。由于采用未改造的外圆磨床刃磨刀具，就不能使用高精度的固定顶尖装夹工艺来磨削前刃，只能利用头架主轴锥孔来装夹接刀杆、插齿刀。这样，外磨头架主轴在旋转中自身固有的几何精度误差（轴向窜动误差、径向跳动误差），都将严重影响刀具修磨后前刃面的斜向圆跳动误差。而这一刃磨误差将直接影响到加工质量。

（3）修磨前刃时不进行精磨加工。一块粒度46的砂轮在一次修磨完成后，即送厂家进行涂层处理。过粗的砂轮粒度造成前刃面上有明显的加工痕迹，导致表面粗糙度值增大，用手触摸，即可感知其刀齿一侧的出刀刃口粗糙、毛刺集聚。加工中往往会出现一个齿面好、一个齿面差的现象。其修磨质量难以恢复到刀具出厂时的制造标准，插齿时将造成被加工工件齿距偏差增大，单次刃磨后的刀具使用寿命、零件批量加工合格率也将会大大降低。

3. 结语

随着新材料的不断出现，齿轮加工的材料也在不断的升级变化。用户对齿轮加工的节拍、工序能力指数的要求也在不断的提高。这从某种意义上讲，对刀具寿命的考核胜过了对机床几何精度的考核。

市场上对刀具材料细分为高

速钢、粉末冶金高速钢两大类十余个品种，国内外刀具厂商的热处理工艺也各不相同，刀具的涂层又分成了氮化钛、铝氮化钛、氮碳化钛、锆硅纳米晶体及钛硅纳米晶体等。因此，在不同因素条件下组合的刀具，对不同的加工材料、不同的加工参数往往会产生不同的加工效果，所以根据加工材料选择合适厂商生产的合适刀具非常重要，而根据实际加工情况精心选择合适的加工参数（节拍），则又决定了刀具的使用成本和加工成本。

在换装不同品牌、不同材质、不同涂层的刀具或优化加工参数后的首批零件加工中，则应计件跟踪测量。当发现零件加工到一定数量后，工序能力指数出现偏离时，则应立即停机修磨刀具。避免因刀具用钝后继续切削造成刀齿刃口及刀齿两侧刃后角的拉伤，从而对刀具形成深度损伤。这必将导致刀齿前刃修磨量增大，刀具全寿命使用周期降低。

所以，科学选择合适的加工参数，确定一次刃磨后的零件加工量，不仅有利于保证批量零件的加工质量，还可保证以额定的刀齿前刃修磨量来获得完整的切削刃。当不具备精磨前刃的条件时，用户最好在自己完成粗磨后，交刀具涂层厂家进行精磨后涂层。这样，一次修磨即可获得一把完好如初的刀具。只要科学、合理地使用刀具及机床，就一定会获得事半功倍的效果，取得最大收益。**MW**

（收稿日期：20160221）