直齿圆锥齿轮的铣削

河南省许昌市技工学校实习科 (461000) 黄伟峰

直齿圆锥齿轮在精度要求不高和没有专用机床的情况下可以在铣床上用仿形法加工。

根据直齿圆锥齿轮的特点：直齿锥齿轮的齿分布在圆锥面上，齿形由大端向锥顶逐渐收缩，锥齿轮大端与小端的直径不相等，基圆直径也不相等，大端齿形渐开线曲率较小、齿形曲线较直；小端齿形渐开线曲率较大，齿形曲线较弯曲。

直齿锥齿轮铣刀的齿形只能按圆锥面锥面素线的其一截面齿形设计，一般直齿锥齿轮铣刀根据加工齿数不同分段制造出8把刀或15把刀，为了避免干涉以每段最小齿数的大端齿形作为铣刀的齿形，以小端的齿槽宽度作为铣刀的宽度。标准直齿锥齿轮铣刀的厚度是按外锥距与齿宽之比为1/3时的直齿锥齿轮小端齿槽宽度确定的，所以说在铣床上加工出来的直齿圆锥齿轮的齿形只是在某一齿数的大端齿形比较准确，其他截面中则存在一定误差。

直齿锥齿轮在铣床上加工的传统工艺一般是分三刀或两刀铣成，即第一刀铣去齿槽中部大部分余量，第二刀和第三刀铣去大端两侧余量，方法有两种：第一种采用分度头主轴回转与工作台横向偏移相结合铣削齿侧面；第二种是采用分度头在水平面内偏转和工作台横向偏移相结合铣削齿侧面。这两种方法许多书中都有介绍，在这里就不作介绍了，一般采用第一种方法。这两种方法都有许多缺点：①在批量生产时，由于工件的高低不一样，工作台多次偏移，会造成对中性误差，啮合后接触长度不够。②对工人的技术等级要求较高。③容易产生废品。④效率较低。⑤接触长度不宜控制。

我们学校实习工厂为许昌裕康煤球机厂生产煤球机直齿圆锥齿轮，每年600套左右，一套2对。一开始使用上述第一种方法，效率较低，经济效益不佳，市场竞争力较差。针对这种情况，经过实践分析和反复试验，觉得采用一刀铣成的方法加工出直齿圆锥齿轮，效果不错。方法如下：直齿圆锥齿轮在铣削时分度头先扳一个根锥角，这时铣出的齿槽就是大端处宽且深，小端处窄且浅，但大端还留有一定的余量，如果把分度头仰角再减小一些（减小的角度以试切后装配，两啮合齿轮接触长度为依据），使大端再多铣一些就能一次把大端余量铣完，即一刀把大端齿槽铣成。这种方法有许多优点：①由于工件在铣削过程中始终无偏移工作台，所以对中性较好，齿向误差较小。②对操作工人的技术等级要求不高，操作工人无需每铣一个齿轮都要判断分度头的转向和工作台的偏移方向，无需每次对刀时测量工件的余量还剩多少，只需要直接分度和测量大端齿厚就可以了。③废品率较低。④最主要的就是效率提高40%以上。⑤齿轮的接触长度可以通过调整分度头仰角的大小来控制。但这种方法的缺点是大端齿槽较深，以我们学校实习工厂加工的直齿圆锥齿轮为例，当模数 $m=6$，$\delta=45°$时用一刀铣成，大端齿厚符合要求时齿深为14.8mm，比标准齿深13.2mm深1.6mm，这时可以把标准铣刀的齿顶磨掉1mm左右（不宜多磨），再铣出的齿槽深度只深了0.6mm，对齿轮强度影响不大。

通过对煤球机的圆锥直齿轮近一两年的使用跟踪调查，使用寿命比以前不但没有降低而且还有所提高（由于接触长度的增加），损坏形式一般为机械磨损，但是这种加工方法仅此一项每年为实习工厂节约加工经费9000多元，效率提高了40%左右，而且废品率极低。这种方法适用于批量较大、低速的场合，不需要专用设备，操作工人的技术等级要求不高，效益明显。

（收稿日期：20040430）

要进行预修整，以确认当前有效砂轮及修整工具与实际状况相符；用手动径向进给方式进行外圆磨削以调整工件装夹的圆柱度。这些操作均在程序启动前进行，是安全操作的前提。

（收稿日期：20040521）