

磨齿机磨齿齿面波纹故障的维修

中冶陕压重工设备有限公司 (陕西富平 711711) 刘巨鹏 任小星 张 钊

齿轮磨床的加工方法是以滚切运动方法进行。渐开线齿形是待加工齿轮与砂轮（砂轮是按轮齿的齿形来修正的）的相对滚动（无滑动）而形成的。在其磨齿时，齿面波纹出现左重右轻的现象，且磨削不同模数的齿轮时，出现波纹的条数不同。以下以德国ZSTZ500磨齿机磨齿齿面出现的波纹故障为例进行分析和处理。

1. 故障现象

ZSTZ500磨齿机磨齿时，齿面出现波纹且左重右轻。磨模数 $m=4$ 时，齿面出现两条波纹；磨模数 $m=7$ 时，齿面出现3~4条波纹且波纹现象比较突出。

2. 故障诊断前的准备

此种故障现象表现为齿轮磨床加工精度误差。齿轮磨床加工精度误差主要包括下面三个方面：

- (1) 齿向误差：主要决定于机床几何精度。
- (2) 齿面表面质量误差：主要决定于机床磨头精度、工艺因素及系统振动。
- (3) 齿距相邻误差、齿距累计误差和齿形误差：主要决定于机床传动链的误差。

根据查阅资料发现，可能导致本次故障的原因主要表现在下面几个方面：

对工件齿距累计误差的影响：蜗轮精度影响占60%，蜗杆精度影响占8%，丝杠精度影响占11%。

对工件齿距相邻误差的影响：蜗杆精度影响占23%，差动挂轮占20%。

对工件齿形误差的影响：丝杠精度影响最大占35%，它所占百分比会随工件节圆直径的变化而变化，工件节圆越小，所占百分比越大；蜗杆精度

的影响占25%，它的影响会随工件节圆直径的增大而增加。

3. 工件齿形曲线分析

由于齿轮磨床各传动零件在工件齿形展成的过程中，其工作周期不一，齿轮模数也不一，所以反映在齿形误差和齿向误差曲线上的波纹条数也不一样。工件的齿形误差超差，可以通过齿轮检测仪测量得到真实的齿形误差和齿向误差曲线。齿形误差曲线见图1，该图反映的是故障处理前的齿形误差。从曲线图上可以看出：标准误差为 $19.0\mu\text{m}$ ，检测序号为1的轮齿时，右侧齿面齿形误差为 $15.6\mu\text{m}$ ，左侧齿面齿形误差为 $24.6\mu\text{m}$ 。检测序号为6的轮齿时，右侧齿面齿形误差为 $19.6\mu\text{m}$ ，左侧齿面齿形误差为 $20.1\mu\text{m}$ 。

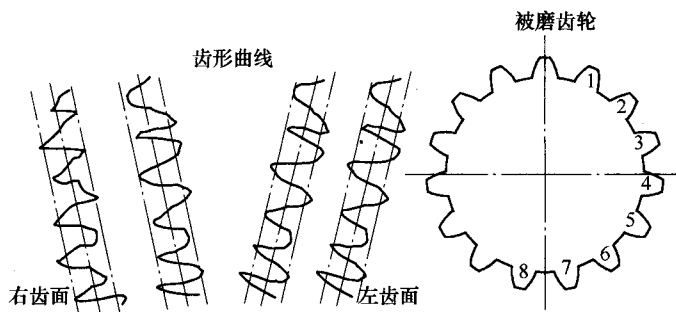


图1 故障处理前齿形误差曲线

4. 故障诊断过程

有了以上几点分析作为维修前期准备，接下来进行故障判断和故障排除就变得十分清晰和明确，应从以下几方面进行检查并排除故障：

- (1) 工作台移动导轨磨损。
- (2) 砂轮主轴前锥部的径向圆跳动、轴向窜动、轴向间隙大或砂轮主轴与砂轮法兰锥部接触不

良。

- (3) 滚动运动链挂轮比误差。
- (4) 砂轮修整器角度误差。
- (5) 砂轮修整器移动不直。
- (6) 砂轮选择不当（太软或太硬）或磨损过大。
- (7) 精磨时工作台移动导轨加了润滑油。
- (8) 工作台丝杠轴向窜动超差。
- (9) 工作台移动、回转制动器过松。

通过检查以上几个方面，结果发现问题出现在丝杠上。接下来的工作就是单独对丝杠进行修复。

5. 展开维修工作

原图样设计要求的丝杠相关参数如图2所示，全长范围内跳动值保证在0.02mm内。

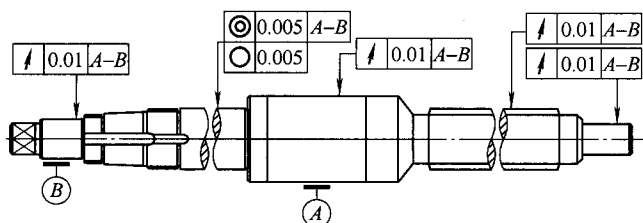


图2 原丝杠各处形位公差值

经过对工作台进行解体，拆下丝杠，用双顶尖顶起丝杠，检查其各处跳动如图3所示。由图可以看出各点跳动均超差，最严重弯点在丝杠梯形螺纹与轴承光台处，另一弯点在丝杠螺纹中部。经与维修站联系，不仅供货周期太长而且价格比较昂贵，生产势必受到很大影响，所以最终决定对丝杠进行校直。

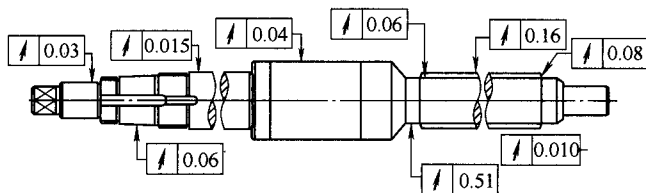


图3 丝杠修复前各处跳动值

针对弯点部位及丝杠材质硬、细长的特点，首先对跳动值为0.51mm处校核，利用展成校直法对离其最近斜面校直，首先在研磨平台上垫上一张材质较软的铜皮，然后将丝杠平放在铜皮上，用榔头轻轻敲击该处，经过多次敲击及反复检测后发现校

直效果比较明显，跳动值变为0.2mm；紧接着用专制的头部带有与梯形螺纹底径相同弧度的工具轻敲凸起的梯形螺纹底径，反复多次敲击和检测，最终将该处的跳动值校核到0.1mm。然后将丝杠放置一天，经内部应力释放，又用上述方法校直一遍后，检测这两处跳动值分别为0.06mm和0.05mm，最后又对整体丝杠跳动超差处进行校核，最终将丝杠全长范围内各处跳动值校核到与原设计的0.025mm接近，其结果如图4所示。

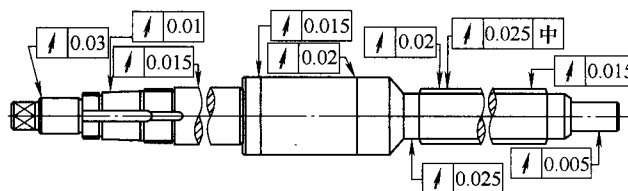


图4 丝杠修复后各处跳动值

装上丝杠经磨齿后，发现左齿面波纹明显减小，但不能满足生产要求。将机床空运转4h，拆下丝杠对其个别超差部位复校直后再装上试车，左右齿面波纹基本消失，磨削精度达到5级，经齿轮检测仪进行齿形曲线检测，其结果如图5所示。从此齿形误差曲线图可以看出，所检测的1、7、13等处，左、右齿面齿形误差值均小于标准误差16μm，满足生产使用要求，维修工作圆满结束。

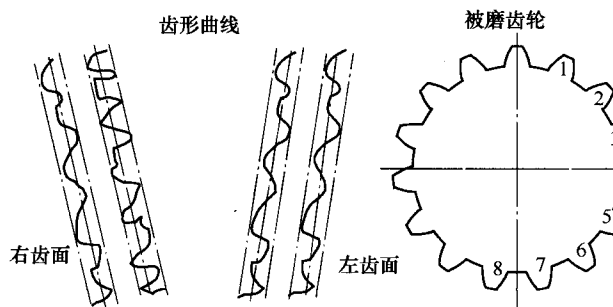


图5 故障处理后齿形误差曲线

6. 结语

齿轮磨床是一种精密机床，出现故障后，只有认真分析，仔细判断，并辅之细致有效的维修工作，再复杂的问题也会迎刃而解。总的来说，机床维修工作重点在于分析和判断，正确判断故障可能出现的原因基础在于扎实的理论功底和丰富的实践经验。**MW** (收稿日期：20111020)