

# 螺纹车削螺距变化分析与解决方法

刘洪<sup>1</sup>, 李游<sup>1</sup>, 徐宏<sup>2</sup>, 陈云<sup>1</sup>, 张毅<sup>1</sup>, 蔡远明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>成都工具研究所有限公司; <sup>2</sup>宝山钢铁股份有限公司

**摘要:** 针对在专用数控螺纹车床上使用多齿螺纹刀片加工螺纹时出现螺距超差的情况, 分析了螺距变化产生的原因, 提出了解决螺纹加工中螺距产生变化的方法并进行了切削验证。

**关键词:** 螺纹; 车削; 螺距

**中图分类号:** TG62; TH161.2

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1000-7008.2020.07.020

## 1 引言

生产中加工如图 1 所示的某批次螺纹工件时, 测量加工工件螺纹的螺距, 发现螺距存在超差情况, 无法满足批量生产的要求。加工材料为高强度钢, 实际加工工况为: 车出外圆, 为螺纹车削加工减少余量, 使用三齿外螺纹刀片加工, 多次进刀加工出完整螺纹深度, 采用专用螺纹车床, 液体喷淋冷却。

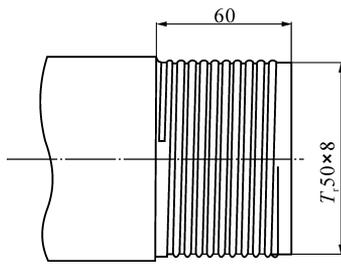


图 1 工件

## 2 螺距超差原因分析

造成螺纹螺距超差有 3 个原因: ①机床精度或刚性不够, 加工螺纹时刀具运行轨迹没有达到预期, 导致加工螺纹螺距超差; ②多齿刀片本身存在设计缺陷; ③切削负荷高于机床或刀具连接刚性, 导致加工螺纹螺距超差。采用进口专用螺纹车床, 经检查确认性能良好, 故着重对另外 2 个原因进行分析。

### 2.1 多齿刀具齿形位置对螺距的影响

为提高生产效率, 采用三齿螺纹刀具进行螺纹车削, 图 2 为螺纹刀片外观, 齿 1 为精切削齿, 齿 2 和齿 3 为粗切削齿。

生产采用三齿螺纹刀片, 根据多齿刀片切削机理及刀片设计原则, 粗切削齿需给精切削齿留有一定的加工余量。如果刀片齿形尺寸参数设计不合理, 则会出现加工出的螺纹螺距全部增大或减小。

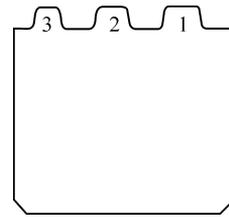


图 2 螺纹刀片

### 2.2 切削参数选用对螺距的影响

多齿螺纹刀片切削参数主要有切削深度和切削速度两项指标。在加工梯形螺纹过程中, 与普通车削相比, 梯形螺纹车削的切削力呈两个特点。如图 3 所示, 在普通车削中, 主切削力或切向力位于切削平面内并垂直于基面; 在螺纹切削中, 由于刀片偏转螺旋升角  $\psi$ , 前刀面受力分解为轴向进给力  $F_x$  和垂直切削力  $F_y$  的合力, 考虑到轴向进给力  $F_x$  较小, 可近似认为  $F_y$  方向力为主切削力。梯形螺纹加工切削力的另一个特点是轴向进给力小, 因此螺纹车削中主要考虑主切削力  $F_y$  和切深抗力  $F_z$ 。进刀深度与切削力呈线性关系, 切削深度过大易引起加工螺纹螺距不稳定现象。要保证生产效率和质量的平衡, 通常采用粗切削时大进刀深度、精切削时小进刀深度切削。

$$\tan\psi = \frac{P}{\pi d_2} \quad (1)$$

式中,  $\psi$  为螺旋升角;  $P$  为螺纹导程;  $d_2$  为螺纹中径。

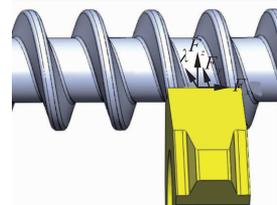


图 3 切削力分解

根据高速切削理论可知, 加工塑性材料在无积屑瘤的高速切削范围内, 切削速度越大, 切屑变形系数越小, 切削抗力越小。一方面, 变形时间缩短, 金

属变形减小;另一方面,切削速度对前刀面平均摩擦系数有影响,除低速情况外,切削速度越大,前刀面平均摩擦系数越小。梯形螺纹切削为重载切削,要求机床具有良好的刚度。随着切削速度的提高,刀片磨损速度加快,也存在加工螺纹螺距波动的风险。

### 2.3 刀具角度对螺距的影响

对于梯形成型螺纹刀具而言,刀片后角主要减小后刀面与过渡表面之间的摩擦。由于切屑形成过程中的弹性、塑性变形和切削刃钝圆半径  $R$  的作用,在过渡表面上存在弹性恢复层。刀片后角越小,弹性恢复层和后刀面的摩擦接触长度越大,是导致切削刃及后刀面磨损的直接原因之一。增大刀片后角可减小摩擦,提高已加工表面质量和刀具寿命,但增加刀片后角使刀具强度降低,散热变差。



图4 使用后刀片

在加工过程中,螺距会出现突然超差情况。此时检查刀片,基本在第二齿上存在刃口破损的现象。如图4所示,三齿螺纹刀片的第二齿破损最严重,第三齿为最粗切削齿,使用频率低,第二齿为使用频率最高的粗切齿。第二齿的破损导致在螺纹车削过程

中切削阻力增加,使同一螺纹上螺距产生偏差风险。

## 3 结语

通过上述分析可知,多齿刀具的齿形位置符合要求;根据大量切削试验,选用合理切削参数,将精切削时切削量设为  $0.08 \sim 0.25\text{mm}$ ;目前的三齿梯扣刀片仅齿1精车齿加工了侧后角,粗切齿使用时由于后角太小而增加切削阻力,导致刃口发生突发性破损,需对粗切齿补加工适当的后角。通过上述措施对刀片和切削参数进行优化改进,消除了螺纹加工过程中螺距超差。

### 参考文献

- [1] 邓守峰. 螺纹车削加工的工艺分析[J]. 硅谷, 2014(5): 76-77.
  - [2] 张伯霖. 高速切削技术及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
  - [3] 周泽华, 于启勋. 金属切削原理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1993.
  - [4] 唐监怀. 精密检测技术[M]. 上海: 中国劳动社会保障出版社, 2008.
- 第一作者: 刘洪, 工程师, 成都工具研究所有限公司, 610500 成都市  
First Author: Liu Hong, Engineer, Chengdu Tool Research Institute Co., Ltd., Chengdu 610500, China

## 《现代刀具设计与应用》征订



《现代刀具设计与应用》由成都工具研究所、行业协会和专业学会及标委会组织高等院校、科研院所、刀具企业和用户企业的10余名刀具专家编写,国防工业出版社出版。本书介绍了近20多年来在先进制造技术快速发展过程中切削加工工艺的发展趋势,全面反映了切削技术和刀具专业所取得的新进展。

全书600余页,大16开,130余万字,共15章,分成两篇。第一篇为刀具设计基础,共7章,介绍金属切削基本原理、刀具材料、刀具几何参数及结构设计、刀具涂层、工具系统及刀具装夹技术和刀具标准等现代刀具设计应用的基础知识;第二篇为刀具应用技术,共8章,内容涵盖了为获得最佳加工效果和正确应用刀具的系统专业知识,包括工件材料可加工性、切削数据库、切削冷却润滑等基础知识以及高速、高效、硬切削、干式切削等切削新工艺,刀具动平衡和安全技术、加工表面完整性、铣削走刀路线及编程方法和刀具管理等切削刀具专业的新技术。内容翔实新颖,充分显示了刀具应用技术在现代切削技术中的重要性。

本书可供从事金属切削专业技术工作的工程技术人员、科研人员在开发刀具新产品、应用切削新工艺、提高加工效率、降低加工成本等实际工作实践中使用,也可作为高等或中等专业学校机制专业师生的参考书及各类切削技术和刀具培训班的教材。本书对刀具制造企业开展技术创新和提高为用户服务的能力起到积极作用,为提升我国装备制造制造业切削加工技术水平具有重要的现实意义。

本书定价128元,欢迎专业工作者及专业图书资料部门订阅,联系方式:

四川省成都市成华区府青路二段24号 工具技术杂志社发行部

电话:028-83245073

邮箱:toolmagazine@163.com