

浅析机械加工精度的影响因素及提高措施^{*}

任妙芳

(杭州汽车技工学校, 浙江 杭州 310011)

摘要: 在机械加工过程中, 有很多因素影响工件的最终加工质量, 工件的加工质量要求及减少各种因素对加工精度的影响是机械加工前必须考虑的事情。通过分析影响机械加工精度的主要因素, 结合多年的工作实践, 有针对性地提出提高机械加工精度的对策措施。

关键词: 机械加工精度; 影响因素; 加工误差; 机床误差; 误差补偿

中图分类号: TH161

文献标识码: A

文章编号: 1006-4414(2010)02-0124-03

Discussion on the affecting factors and improvement measures for machine accuracy

Ren Miao-fang

(Hangzhou automobile technician school Hangzhou Zhejiang 310011, China)

Abstract: In the machining process, there are many factors affecting the workpiece quality of the final processing. How to meet the need of the machining process and how to decrease the affection on the accuracy of processing is a necessary question to think before the processing. In this paper, combining with the experience of many years, the measures about increase the machining accuracy are put forward.

Key words: machining accuracy; machining tolerance; factors; machine tool error; error compensation

1 引言

零件的加工质量是保证机械产品工作性能和产品寿命的基础。衡量机械加工质量的指标有两方面即加工精度与表面质量, 在机械加工过程中, 由于各种因素的影响, 使刀具和工件间的^[1]正确位置发生偏移, 因而加工出来的零件不可能与理想的要求完全符合, 两者的符合程度可用机械加工精度和加工误差来表示。加工精度是指零件加工后的实际几何参数(尺寸、形状和位置)与理想几何参数的符合程度。而加工误差是指零件加工后的实际几何参数(尺寸、形状和位置)与理想几何参数的偏离程度。加工精度越高, 则加工误差越小, 反之越大。加工精度的高低以国家有关公差标准来表示。

2 获得加工精度的常用方法

(1) 获得尺寸精度的方法: ①试切法: 用于单件小批生产; ②调整法: 用于成批大量生; ③定尺寸刀具法: 生产率高, 刀具制造复杂; ④自动控制法: 切削测量补偿调整。

(2) 获得形状精度的方法: ①轨迹法: 利用刀尖运动轨迹形成工件表面形状; ②成形刀具法: 由刀刃的形状形成工件表面形状; ③展成法: 由切削刃包络面形成工件表面形状^[2]。

(3) 获得位置精度的方法: 主要由机床精度、夹具精度和工件的装夹精度来保证。

3 机械加工精度的影响因素

3.1 工艺系统的几何精度对加工精度的影响

3.1.1 加工原理误差

加工原理误差是指采用了近似的成形运动或近似的切削刃轮廓进行加工而产生的误差, 如, 滚齿加工用的齿轮滚刀有两种误差: ①切削刃齿廓近似造形误差, 由于制造上的困难, 采用阿基米德基本蜗杆或法向直廓基本蜗杆代替渐开线基本蜗杆; ②由于滚刀刀齿数有限, 实际加工出的齿形是一条折线, 和理论的光滑渐开线有差异。通过采用近似的成形运动或近似的切削刃轮廓, 虽然会带来加工原理误差, 但往往可简化机床或刀具的结构, 提高生产效率, 有时反而能得到较高的加工精度^[3]。因此, 只要误差不超过规定的精度要求, 在生产中仍能得到广泛的应用。

3.1.2 机床误差

机床误差可归纳为: 机床导轨导向误差, 机床主轴回转误差, 机床传动链的误差。

(1) 主轴回转误差 主轴回转误差即实际回转轴线与理想回转轴线的偏移量, 具有三种基本形式: 纯径向跳动, 纯角度摆动, 轴向窜动, 如图 1 所示。

影响主轴回转精度的主要因素轴承本身误差、轴承间隙、轴承间同轴度误差, 各段轴颈、轴孔的同轴度误差、主轴系统的刚度和热变形等。但它们对主轴回转精度的影响大小随加工方式而不同。

(2) 机床导轨误差 导轨是确定主要部件相对

* 收稿日期: 2010-03-26

作者简介: 任妙芳(1976-), 女, 浙江东阳人, 讲师, 主要从事机械专业的教学科研工作。

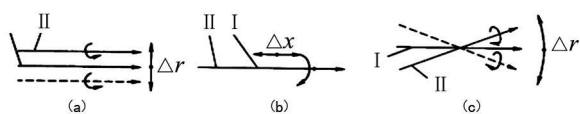


图 1 机床主轴回转误差的类型

位置的基准,也是运动基准,各项误差直接影响被加工工件的精度对导轨的精度要求主要有:在水平面内的直线度在垂直面内的直线度,前后导轨的平行度(扭曲)。导轨误差对加工精度的影响:如车削时导轨在水平面内弯曲,向前凸出,则出现鼓形误差^[4];向后凸出,则出现鞍形误差如图 2 所示。

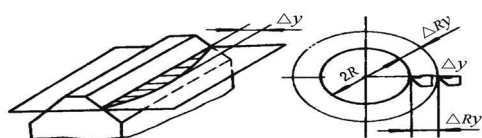


图 2 机床导轨误差

(3) 机床传动链误差 指机床内传动链始末两端的传动元件间相对运动的误差,一般用传动链末端元件的转角误差来衡量。产生的原因是传动链中各传动元件的制造误差、装配误差及磨损等。若传动齿轮在某时刻产生转角误差为 $\Delta\varphi$,则它所造成的传动链末端元件的转角误差为 $K\Delta\varphi$, K_i 为该轴到末端元件的总传动比,称为误差传递系数,若 K_i 大于 1 则误差被扩大;反之,若 K_i 小于 1 误差被缩小。各传动件对工件精度影响的总和为 $\sum K_i \Delta\varphi_i$ 。

3.1.3 刀具的几何误差

包括刀具切削部、装夹部的制造误差及刀具安装误差:①定尺寸刀具:刀具尺寸精度直接影响工件尺寸精度;②成形刀具:刀具形状精度直接影响工件形状精度;③展成刀具:刀刃形状精度会影响工件加工精度;④一般刀具:制造精度对工件加工精度无直接影响^[5]。

3.1.4 调整误差

在工序的调整工作中所存在的误差即调整误差一次调整后存在的误差对这一批零件的影响不变。但大批量加工中存在多次调整,不可能每次完全相同。对全部零件来说,每次调整误差为偶然性误差。机床调整误差可理解为零件尺寸分布曲线中心的最大偏移量。

3.2 工艺系统的受力变形对加工精度的影响

工艺系统加工中受到的力有:切削力,传动力,惯性力,夹紧力,重力等。工艺系统在这些力的作用下,将产生相应的变形。这种变形将破坏切削刃和工件之间已调整好的正确的位置关系,从而产生加工误差。工艺系统的刚度对加工精度的影响归纳起来为

下列常见形式:由于受力点位置的变化而产生的工件形状误差;误差复映;毛坯材料硬度不均匀使切削力产生变化,工艺系统受力变形随之变化而产生加工误差;工艺系统中其它作用力使工艺系统中某些环节受力变形而产生加工误差,如图 3 所示。

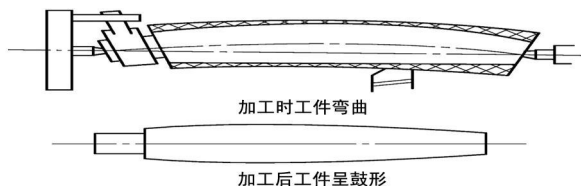


图 3 工艺系统的受力影响加工精度

3.3 工艺系统的热变形对加工精度的影响

工艺系统在各种热源的影响下会产生很复杂的变形,导致工件产生加工误差。工艺系统的热变形对加工精度的影响主要分为以下几种:①机床热变形引起的加工误差,机床受热源的影响,各部分温升将发生变化,由于热源分布的不均匀和机床结构的复杂性,机床各部件将发生不同程度的热变形,破坏了机床原有的几何精度,从而降低了机床的加工精度;②工件热变形引起的加工误差:使工件产生变形的热源,使工件产生变形的热源为切削热(主要)与外部热源,同时,不同的加工方法,不同的工件材料、结构和尺寸件的受热变形也不相同^[6];③刀具热变形引起的加工误差:刀具的热变形主要是切削热引起的,传给刀具的热量虽不多,但由于刀具体积小、热容量小且热量又集中在切削部分,因此切削部分仍产生很高的温升。

4 提高机械加工精度的措施

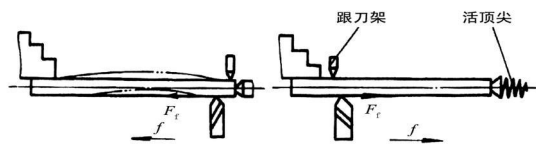


图 4 直接减少误差

(1) 直接减少误差法 直接减少误差法在生产中应用较广,是在查明产生加工误差的主要因素直接进行消除或减少的方法。例如:细长轴的车削,由于受力和热的影响而使工件产生弯曲变形,现采用“大进给反向切削法”,再辅之以弹簧后顶尖,可进一步消除热伸长的危害,如图 4 所示。

(2) 误差补偿法 误差补偿法,就是人为地造出一种新的原始误差,去抵消原来工艺系统中固有的原始误差,从而减少加工误差,提高加工精度^[7]。

(3) 误差转移法 误差转移法实质上是将工艺系统的几何误差、受力变形和热变形等,转移到不影

响加工精度的方向去。例如,对具有分度或转位的多工位加工工序或采用转位刀架加工的工序,其分度、转位误差将直接影响零件有关表面的加工精度。若将刀具垂直安装(如图),可将转塔刀架转位时的重复定位误差转移到零件内孔加工表面的误差非敏感方向,可减少加工误差的产生,提高加工精度^[8]。

(4)均分原始误差法 提高毛坯精度或上道工序的加工精度,往往是不经济的。这时,可把毛坯(或上道工序的工件)按尺寸误差大小分为 D 组,每组毛坯的误差就缩小为原来的 $1/D$,然后按各组的平均尺寸分别调整刀具与工件的相对位置或调整定位元件,就可大大缩小整批工件的尺寸分散范围。在生产中会遇到这种情况:本工序的加工精度稳定,工序能力也足够,但毛坯或上道工序加工的半成品精度太低,引起定位误差或复映误差过大,因而不能保证加工精度^[9]。

(5)就地加工法 机床零件装到工作位置上再精加工,消除误差影响。如牛头刨、龙门刨工作台面装配在自身机床上进行“自刨自”精加工,以保证对滑枕、横梁的平行度;平面磨床工作台面在装配后作“自磨自”精加工;在机床上修正卡盘平面的平直度,卡爪的同轴度。

5 结 语

在机械加工的过程中,误差的产生不能够避免,只有结合具体情况对误差出现的原因进行详尽的剖析,才能够采取相应的对策减小加工误差,从而真正提高机械加工的精度^[10]。使加工误差控制在零件需求的许可范围之内,从而保证零件的加工质量。

参考文献:

- [1] 李玉平. 机械加工误差的分析[J]. 新余高专报, 2005(4): 124-125
- [2] 朱正欣. 机械制造技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [3] 汪 尧. 工艺系统几何误差对加工精度的影分析[J]. 科技信息, 2004(4): 56-58.
- [4] 刘晋春, 赵家齐. 特种加工第四版[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004
- [5] 丁立铭. 航空制造工程手册[M]. 北京: 航空工业出版社, 1993.
- [6] 卢秉恒. 机械制造技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [7] 张亮峰, 赵建树. 机械加工工艺基础与实习[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [8] 孙志忠, 袁慰平. 数值分析(第2版)[M]. 南京: 东南大学出版社, 2002.
- [9] 廖效果, 刘又午. 数控技术[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2000
- [10] 席子杰. 数控机床加工工艺编程与维修[M]. 长春: 吉林电子出版社, 2003.

(上接第 105页)

行是旋转机械的真实故障, 上列是通过支持向量机的方法计算出来的结果。只有对角元元素说明故障检测结果是正确的, 而非主元元素代表错误的识别。从识别的结果来看, 用振动信号处理技术来诊断旋转机械的转子不对中的故障是可行的。从故障模式的分类效果来看, 在小样本下还取得了不错的效果, 能正确识别的样本个数, 也是对角线上的元素之和共有 36 个, 占整个样本数 60 的百分比是 36/60 即: 60.0%。

表 2 故障模式分类矩阵

故障的类别	机座	转子横向	转子不	转轴不	动静件	油膜
	松动	裂纹	平衡	对中	碰磨	涡动
机座松动	7	1	1	0	0	1
转子横向裂纹	2	7	1	0	0	0
转子不平衡	1	2	6	0	0	1
转轴不对中	2	0	2	5	0	1
动静件碰磨	1	0	0	0	5	3
滚动轴承引起的故障振动	0	0	1	0	2	6

4 结 论

利用旋转机械的震动信号, 采用基于信号处理的方法, 取出了信号的频域特征进行基于支持向量机的模式识别, 获得了很好的效果。给出的方法, 可以很好的应用到旋转机械的故障检测与识别当中, 尤其是擅长于汽车、压缩机等快速方便的检测, 有较高的经济和实用价值。

参考文献:

- [1] 陈大喜, 朱铁光. 大型回转机械诊断现场实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [2] 黄文虎, 夏松波, 刘瑞岩, 等. 设备故障诊断原理、技术及应用[M]. 北京: 科学出版社, 1996
- [3] D. L. Donohoe & J. M. Johnstone. Denoising by soft-thresholding [J]. IEEE Trans Inform Theory 1995 41(3): 613-627.
- [4] 郑国伟. 一设备管理与维修工作手册[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1986