

细长轴加工精度问题的探讨*

于建业

(盐城工学院学生处, 江苏 盐城 224003)

摘要 从细长轴的结构特点出发, 分析了影响细长轴加工精度的因素, 并针对产生误差的根源, 从改变加工方式、工装结构和刀具参数等方面着手, 提出了相应的解决措施。

关键词 细长轴; 加工精度; 措施

分类号 TG506

文献标识码 A

文章编号 1008-5092(2000)02-0031-03

细长轴工件长径比(L/D)较大, 刚性差, 对于切削力、振动和切削温度十分敏感, 车削加工时, 很容易产生弯曲变形和振动, 给切削加工带来一系列的困难, 几何形状精度和表面质量得不到保证。尤其是加工丝杆、精车长轴外圆、精车螺纹时, 若不能提高其机械加工精度, 将极大地影响产品质量。

为此, 笔者在这方面进行了研究和探讨。

1 影响细长轴加工精度的因素

1.1 切削力

切削过程中, 在刀具的作用下, 由于切削层金属、切屑和工件表面层金属的弹性变形产生的抗力与刀具和切屑、工作表面间的摩擦阻力必然会带来切削合力 F_t , 切削合力可以分解为3个互相垂直的力: 切向力(主切削力) F_z ; 径向力(切深抗力) F_y ; 轴向力(进给抗力) F_x , 如图1。一般情况下, 主切削力 F_z 最大, F_y 、 F_x 小一些, 随着刀具几何参数、切削用量、刃磨质量的不同, F_y 、 F_x 相对于 F_z 的比在很大的范围内变化^[1-3]。

$$F_y = (0.15 \sim 0.7) F_z;$$

$$F_x = (0.1 \sim 0.6) F_z$$

车削外圆时, F_z 是计算切削功率的重要依据。 F_y 虽不作功, 但能使工件变形或造成振动, 对加工精度或已加工表面质量影响较大。 F_x 作用在进给机构上, 在设计或校核机床进给机构强

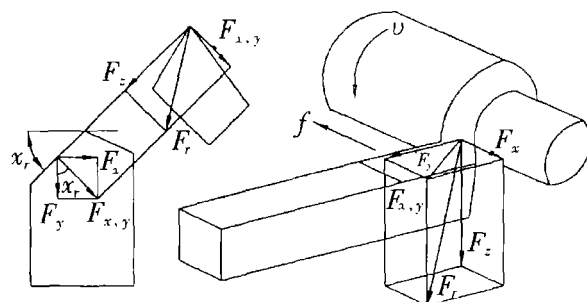


图1 切削合力和分力

Fig.1 Coefficient of the Cutting Force and Resultant Tool Force

度时要用到它。在加工细长轴时, F_y 会使车刀同时在 y 、 z 方向上产生变形, 形成加工误差; 而力 F_x 在轴向对工件产生作用, 会将工件压弯^[4]。

1.2 振动和切削热

工件变曲后, 在高速回转下, 由于离心力的作用加剧了弯曲变形, 并引起振动, 同时工件在切削热作用下, 产生热伸长, 如卡盘和顶尖距离是固定的, 工件在轴向就不能自由伸长, 因此产生轴向力, 进一步加剧了工件的弯曲变形。

所以加工细长轴时, 生产效率低, 质量差, 其原因也就在此。为了消除和减少上述误差, 解决细长轴的加工精度问题, 可以采取下列措施。

2 提高细长轴加工精度的措施

2.1 改进工件的装夹方法

* 收稿日期: 1999-11-04

作者简介: 于建业(1971-), 男, 江苏盐城市人, 助教。

2.1.1 选择安装方式

细长轴的加工,在机床上有两种安装方式:(1)两端采用顶尖支承;(2)一端用卡盘支夹,另一端用顶尖支承。如果在受同样的径向力作用下,以上两种安装方式相比较,后一种形式的弯曲变形量小,故细长轴的车削加工,在机床上应采取第二种安装方式。

2.1.2 跟刀架、中心架

采用跟刀架、中心架是目前工业企业经常用的一种加工细长轴的辅具。辅具的正确使用对保证切削加工的顺利进行和提高工件的加工质量起着重要的作用。该措施能够增加工件的刚度,消除径向切削力 F_y 把工件“顶弯”的因素。但其缺点是还不能解决轴向切削力 F_x 把工件“压弯”的问题,尤其是在工件的长轴比(L/D)较大时,这种现象尤为突出。

2.1.3 缩颈

加工过程中可以根据需要和可能条件,在卡盘一端的工件上,车出一个缩颈部分见图 2。缩颈直径 $d = D/2$ (D 为工件坯料的直径),工件在缩颈部分的直径减少后,刚度增加,缩颈具有自位作用,可以消除由于坯料本身的变形而在卡盘强制夹持下轴心线随之歪斜的影响,提高了加工精度。

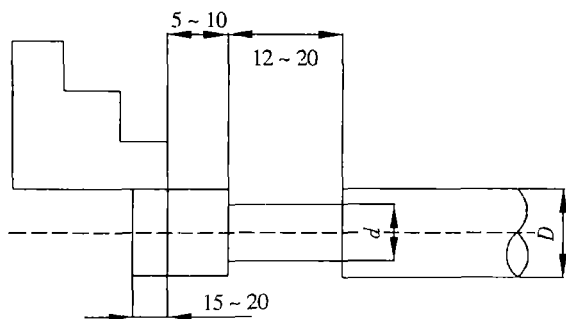


图 2 夹持端车出缩颈

Fig. 2 Cut the Neck at Holding Side

2.2 切削方法的改进

一般车削走刀方向是从车床的尾座向车床的卡盘端进行车削,鉴于跟刀架不能解决的问题,可采用反向进给的切削方式如图 3,即进给方向由卡盘一端指向尾座。这样轴向切削力 F_x 对工件的作用(从卡盘到切削点的一段)是拉伸作用而不是压缩。如果机床尾架应用弹性的顶尖,就不会因 F_x 压弯工件。此时采用大进给量和大的主偏角车刀,增大了 F_x ,工件在强有力的作用下,消除

了径向颤动,使切削平稳。弹性顶尖使工件热伸长有了伸缩的余地。

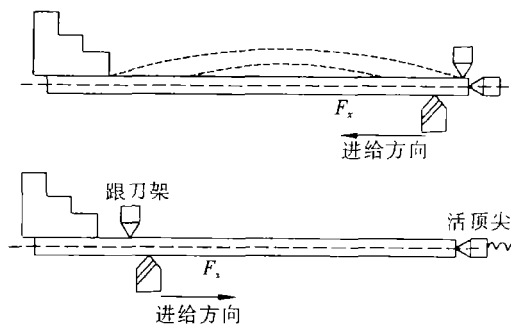


图 3 不同进给方向加工细长轴的比较

Fig. 3 The Comparison between Different Spec Direction on Processing Thin Major Axis

2.3 防振切削用量和合理的刀具几何参数

2.3.1 切削用量选择

细长轴车削时的切削用量(参见表 1),除保证工件的质量、刀具的耐用度、劳动生产率外,还要根据细长轴的结构特点,使切削变形小,因此,应严格控制切削力和切削温度,防止切削过程产生振动。

表 1 车削细长轴切削用量推荐表

Table 1 Recommended Uncut Chip Quantity of Cutting Thin Major Axis

工序	切削用量		
	切削深度 (mm)	进给量 (mm/r)	切削速度 (m/s)
	a_p	f	v
粗车	2~5	0.30~0.60	3000~4200
半精车	1.5	0.30~0.60	4800~7200
精车	0.05~0.10	12~14	<300

2.3.2 刀具的几何参数

主偏角 K_r 的大小直接影响切削力轴向力 F_x 和径向力 F_y 的分配比例。在刀尖圆弧半径为零的情况下,增大主偏角,甚至主偏角 $K_r \leq 90^\circ$,可以减小主切削力 F_z ,同时可使径向力 F_y 减小,轴向力 F_x 增大,两者都可减小在切削过程中产生的振动,有利于提高加工精度。而增大副偏角亦可使 F_y 减小, F_y 的减小,有利细长轴零件轴向的变形和振动,同时 F_x 和 F_y 对工件的弯矩相互抵消了一部分,起着抑制振动的作用且切削平稳。

前角 γ 对切削过程中的振动、车刀的强度影响极大。加大前角,则刀刃锐利,从而降低切削力和切削热。根据选择前角的最佳数值,细长轴的车刀前角 $\gamma = 20^\circ \sim 30^\circ$,并且在刀面磨出圆弧型或

直线型的卷屑槽,有利于断屑。为了提高刀具的耐用度,还要磨出负倒棱。

参 考 文 献

- 1 周泽华主编.金属切削原理[M].上海:上海科学技术出版社,1990.60~76,136~163.
- 2 李华主编.机械制造技术[M].北京:机械工业出版社,1996.306~356.
- 3 上海市大专院校机械制造工艺学协作组编著.机械制造工艺学[M].福州:福建科学技术出版社,1996.58~126.
- 4 王先逵.机械制造工艺学(上册)[M].北京:清华大学出版社,1990.217~328.
- 5 太原市金属切削刀具协会编.金属切削实用刀具技术[M].北京:机械工业出版社,1993.57~66.

On Processing Precision of Thin Major Axis

Yu Jianye

(Department of Students of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC)

Abstract The paper analyses the elements that influences the processing precision of thin major axis on the base of its structure characteristics. It also puts forward appropriate measures to eliminate errors by changing processing way, structure of installment and cutting tool parameter.

Keywords thin major axis; processing precision; measure