

车削零件时影响加工尺寸精度的误差分析与控制

秦文伟

(无锡机电高等职业技术学校, 江苏 无锡 214028)

摘 要: 针对车削零件加工时影响尺寸精度的因素, 从车刀安装误差、车刀积屑瘤形成机制、机床滑板及主轴间隙、测量方法与环境影响等多个方面进行了分析, 探讨其影响成因并提出了一些控制解决方法, 可用以提高零件加工尺寸的精度。

关键词: 车刀安装; 积屑瘤; 机床间隙; 量具测量

中图分类号: TG506

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2016) 03-0087-03

一、引言

在车削零件时, 为了能够使零件加工尺寸精度符合图纸要求, 一般要进行试切削和试测量。外圆的试切削方法是根据加工零件精车余量的一半进行中滑板进刀, 大滑板进给车削 1~2mm, 中滑板不动大滑板快速退出, 然后停机测量已加工外圆, 如符合图纸加工尺寸, 就继续加工。否则, 用上述方法继续调整试切削余量并测量, 直到尺寸符合图纸要求为止。然而, 在零件加工过程中, 虽然对加工零件进行了试车试测量, 然后调整再试车试测量的反复过程, 但有时还会出现加工尺寸精度误差的情况。这时我们就要对误差的原因加以分析, 通过分析来找到影响加工尺寸精度的一些原因, 并制订解决方案, 最终使加工零件的尺寸精度达到图纸要求。本文将从车刀、机床、测量三方面来分析探讨车削过程中影响加工尺寸精度的误差成因和控制措施。

二、车刀对加工尺寸精度的影响分析与控制

(一) 车刀安装中心高的影响与控制

在车削加工过程中, 我们一般只会关注车刀角度对加工效率的影响, 而忽视车刀安装时刀尖的中心高度对车削加工尺寸精度的影响^[1]。

如图 1 所示, 假设零件加工前半半径 $OA=r$, 车刀刀尖在 A 点, 即装刀时高出工件轴线(E 点)的中心高为 $OH=\Delta h$ 。A 点到 C 点实际切削深度为 $AC=a$, 正常中心高时 E 点到 F 点的理论切削深度为 $EF=b$, 那么加工误差 $\Delta R=AC-EF=a-b$ 。连接 OC, OA, OA 交

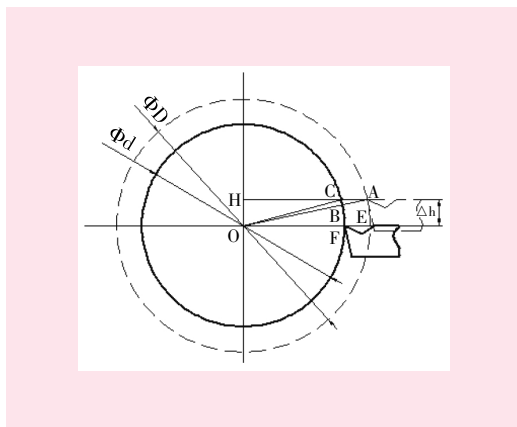


图 1 车刀中心高度安装误差

收稿日期: 2016-05-09

作者简介: 秦文伟(1974-), 男, 江苏无锡人, 无锡机电高等职业技术学校讲师, 车工高级技师, 研究方向: 机械加工技术。

外圆 φd 于 B, 在直角三角形 OCH 中: $OC^2 = OH^2 + CH^2$, 且有 $OC = OB = OA - AB$ 。

由图可知: $AB = EF = b$, $\therefore OC = r - b$

$\therefore CH = AH - AC = a$, $\therefore (r - b)^2 = \Delta h^2 + a^2$, $b = r - \sqrt{\Delta h^2 + a^2}$

则: $\Delta R = a - b = a - r + \sqrt{\Delta h^2 + a^2}$

式中: a —切削深度;

r —待加工外圆半径;

Δh —车刀刀尖实际高度与零件轴线之间的距离;

ΔR —零件的加工误差。

通过计算可以得出, 刀尖的实际安装高度与零件轴线的高度不一致时所产生的尺寸加工误差与零件直径的大小、车刀的切削深度、车刀刀尖与零件轴线的距离有关。

在零件的加工过程中, 不光外圆的车削加工如此, 内孔的车削加工也同样存在这种情况。同车削外圆相比, 车削内孔时在切削力的作用下车刀更易向下变形, 加上镗刀刀杆较细, 刚性比外圆车刀差, 车刀刀尖受力变形后出现的尺寸加工误差比车削外圆时来的更大。

因此, 为了防止车刀中心高度的安装误差, 可以从以下几方面来解决:

1. 根据车床主轴的中心高度, 用钢尺测量的方法使车刀刀尖与主轴中心等高, 如图 2a 所示。

2. 用尾座顶尖对刀的方法来保证刀尖与机床主轴中心等高, 如图 2b 所示。

3. 用目测高度, 使刀尖靠近工件端面, 然后夹紧

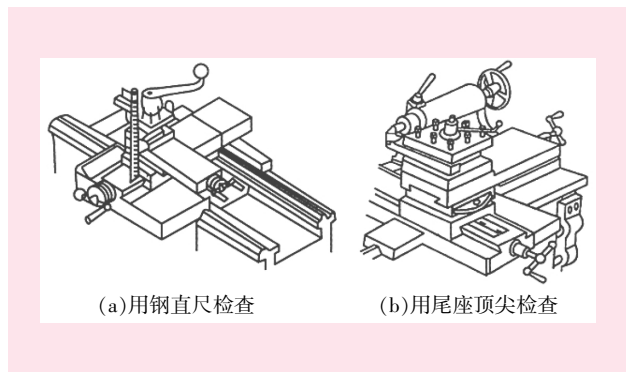


图 2 检查车刀中心高

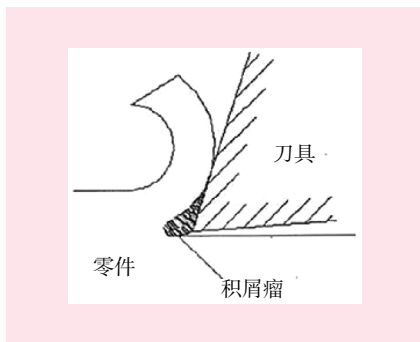


图 3 车刀积屑瘤

试车, 再根据端面中心高调整车刀。

4. 最后要合理选用的零件车削加工切削用量。从前面计算的公式中可知, 切削深度 a 的值越小, 加工误差也越小。所以在零件精加工时一定要控制好车刀的切削深度, 避免产生零件加工的尺寸误差。

(二) 车刀积屑瘤的影响与控制

在车削零件过程中, 特别是中低速切削时, 常常会发现有一块“铁屑”粘贴在车刀前刀面上, 这块“铁屑”就是俗称的积屑瘤, 如图 3 所示。

积屑瘤是由于被加工金属在车削区域范围内的高压和摩擦力的作用下和刀具刃口的前刀面粘结相连而形成的^[2]。该积屑瘤受加工硬化的影响, 它的硬度比被加工金属本身高出 2~3 倍, 甚至可以参与到车削加工中去。车削加工零件时, 积屑瘤的产生是一个终而复始, 循环生长的过程。它由开始出现、生长、长大到一定程度后受外力的影响进行碎裂脱落, 而又开始出现、生长、长大……但是因为积屑瘤附着在前刀面, 使得车刀的前角变大了, 分散了车刀承受的切削力, 所以, 零件粗车时通常允许车刀上有积屑瘤的产生。然而, 因积屑瘤使车刀的前角出现了变化, 令车刀在加工时受到铁屑的挤压和摩擦, 由此降低了车刀的切削能力, 造成了零件表面高低不平、车刀切削力不稳定、切削时呈现较大的振动等, 增大了零件表面的粗糙度, 从而影响了零件的尺寸精度。特别是采用成型刀车削, 积屑瘤的产生让成型刀刀刃的形状发生变化, 导致直接影响了零件的车削尺寸精度。为了减少由此带来的不良影响, 在精车时可以采取以下一些方法, 防止积屑瘤的出现:

1. 零件材料的选择。塑性变形大、硬度低的低碳钢材料在车削时铁屑不易折断, 增大了与前刀面的摩擦, 形成粘结, 容易出现积屑瘤, 反之积屑瘤不易产生。所以, 在不影响零件加工工艺的情况下, 可以采用塑性变形小、硬度高的中、高碳钢, 或者采用热处理的方法提高加工材料的硬度, 来控制积屑瘤的生成。

2. 车刀前角的选择。增大切削车刀的前角, 可以使车削出来的铁屑排屑顺畅, 减少铁屑的变形、铁屑与前刀面的摩擦, 由此避免积屑瘤的产生。根据经验, 当车刀的前角大于等于 40° 时, 可大大降低积屑瘤出现的几率。

3. 切削速度的选择。积屑瘤的产生大多与加工零件时的切削温度有关, 当车削零件的切削速度较低时, 随之而来的切削温度也会很低, 铁屑也就不容易附着粘结。而切削速度较高时, 切削温度的升高使铁屑与车刀前刀面的接触底面呈熔化状, 反而起到了润滑作用, 降低了铁屑的摩擦系数, 不容易产生积屑瘤。只有在切削速度中等的情况下, 铁屑附着粘结最厉害, 容易出现积屑瘤。所以在零件精加工时, 为

了提高零件的加工尺寸精度，一般尽量采用低速和高速切削，避开中速切削区间。

4. 切削液的选择。在车削加工低碳钢或塑性变形较大的工件时，应采用润滑性能比较好的切削液，并在车削加工过程中充分润滑，降低车削加工过程中产生的切削温度，使得积屑瘤出现的几率减少。

三、机床误差对加工尺寸精度的影响分析与控制

（一）机床滑板间隙

机床传动机构中各传动组织间的间隙会让刀具与加工零件的相对位置产生位移，从而引起加工零件的尺寸误差，特别是中滑板丝杆和螺母之间的间隙使车刀在车削零件时出现微量偏移，对零件的加工误差影响较为明显。因此，在机床的日常维护保养中需随时检查并及时调整，以减小中滑板丝杆与螺母的间隙。另外，由于滑板与导轨的日常使用磨损，使得它们之间的配合间隙逐渐增大，也是导致车削零件时出现加工误差的重要影响因素。因为零件车削加工时，零件对车刀具有一定的反作用力，会让配合的间隙集中在一边，导致车刀产生偏移，造成车削时的让刀，且随着切削深度越大，车刀让刀就越明显。为此就应注意平时的日常维护保养，及时调整滑板和导轨间的塞铁以避免。

（二）机床主轴间隙

机床主轴间隙回转误差主要有主轴的轴向间隙窜动和径向间隙跳动。在车削零件时，主轴的回转误差直接影响到加工零件的尺寸精度，根据对零件的加工方式不同，产生的误差情况也不同。如在车削加工零件外圆和内孔时，主轴的回转误差会影响零件的圆柱度和圆度等形状公差，但不会对零件端面的加工尺寸产生影响。主轴间隙回转误差根据间隙表现形式的不同来进行调整：

1. 轴向间隙窜动的调整。在车削加工时，主轴轴向间隙出现窜动，往往是因为推力球轴承磨损，引起间隙增大而造成的。如 CA6140 的轴向窜动间隙的调整是调整主轴前轴承（根据推力球轴承的安装前后方式不同，调整轴承前后的方向也不同），使其间隙减小，控制在 0.01~0.02mm 范围以内。

2. 径向间隙跳动的调整。主轴径向间隙跳动的存在是由于轴承径向间隙过大造成的。在调整时还要分辨主轴采用的是滚动轴承还是滑动轴承，滚动轴承的径向间隙调整就是调整滚珠与滚道间的间隙。而滑动轴承又分内柱外锥式和内锥外柱式二类，内柱外锥式滑动轴承径向间隙的调整只需把轴承往左移动就可以达到间隙减小的目的，内锥外柱式滑动轴承间隙的调整正好与之相反^[3]。

四、量具测量误差对加工尺寸精度的影响分析与控制

在车削加工零件时，为了保证加工尺寸的精度，必须在加工过程中进行测量。但是在测量时由于测量的姿势与手势不同、测量时用力的不同都会造成对零件的测量误差。所以量具在测量时除了在测量前先检查并校对零位外还应用力均匀，测量要求符合规范。如游标卡尺在测量时应移动游标并使量爪与工件被测表面保持良好接触，取得尺寸后最好把螺钉旋紧后再读，以防尺寸变动，使得读数不准；用千分尺测量时则要注意旋钮和测力装置在转动时要用力得当，一定不能强行转动旋钮等。且在测量过程中要多次测量，取其平均值作为测量结果以减小测量误差。同时应注意量具一般都是比较精密的测量工具，使用时不能用力过猛，不能受到撞击，不能用来测量粗糙的物体，以免量具受到损坏。如果长期不用，应用纱布擦干净，抹上黄油或机油，放入盒中，放置在干燥的地方。

另外，在不同环境条件下如温度、湿度、气压、振动等，零件的加工尺寸测量精度也会不同。一般以温度尤为重要，不能在温差过大的时候测量零件，值得注意的是不能在零件本身温度较高时测量加工尺寸，以防止热胀冷缩引起加工尺寸的测量误差。如果是精密零件的加工，则零件加工及测量一定都要在恒温恒湿的环境中进行，保证零件加工尺寸的精度。

五、结语

实际零件车削加工中影响尺寸精度的因素很多，以上仅从车刀安装误差、车刀积屑瘤形成机制、机床滑板及主轴间隙、测量方法与环境影响等几个方面进行了成因分析，并有针对性地提出了相应的控制解决策略，希望能为操作加工人员提高零件车削加工尺寸的精度有所助益。

参考文献：

- [1] 何四平,张容.车刀安装误差对于数控车削加工精度的影响[J].高等教育:天津职业大学学报,2006,(5):51-52.
- [2] 张淑珍.浅谈机械加工过程中积屑瘤的形成与消除[J].中国化工贸易,2014,(1):216.
- [3] 滕朝晖.普通卧式车床主轴间隙的调整[J].职业,2015,(15):147-148.

[责任编辑：詹华西]

（下转第 94 页）

（上接第 89 页）

Error Analysis and Control of the Effects on the Processing Dimensional Accuracy by Cutting Parts

QIN Wen-wei

(Wuxi Machinery & Electronic Higher Professional & Technical School, Wuxi, 214028, China)

Abstract: With regards to the dimensional accuracy, this article analyzes from the following aspects: installation of turning tool, the formation mechanism of built-up edge, the clearance between machine tool slide and spindle, measuring methods and environmental influence, etc. to explore the factors that may lead to the dimensional errors, and therefore proposes some solutions to ensure the accuracy of parts.

Key words: Installation of turning tool; built-up edge; machine tool clearance; measuring tool