

数控车床加工双线螺纹时的精度控制方法

赖柳选¹ 赖小敏²

(1 广东省岭南工商第一技师学院 广东 广州 510820; 2 清远工贸职业技术学校 广东 清远 511510)

摘要: 学生在用数控车床加工双线螺纹时, 常会出现牙型角差、精度不符合要求、大小牙等问题。在本文中, 针对加工普通双线螺纹在车削过程中常出现的问题进行分析, 查找原因, 并在刀具、加工工艺和测量等方面进行改进, 从而使普通双线螺纹在数控车床高速车削中的精度能够得到控制, 满足螺纹在配合中的使用要求, 减少零件因为螺纹不合格而报废的几率。

关键词: 普通双线螺纹; 车刀; 加工工艺; 测量; 精度

0 引言

在技工学校里, 螺纹加工是数控专业的学生必须掌握的基本技能之一。在加工中, 采用数控车削的方法进行螺纹加工, 与普通车削相比较, 数控车削螺纹无论是进给速度, 还是刀尖受力, 都是大很多的, 难度也相对提高。同时, 在技工学校里, 学生加工螺纹所使用的机床设备及刀具, 并没有工厂的实用, 主要是经济型数控车床, 自己磨刀加工。因此, 根据本校的教学条件, 本文从螺纹车刀、加工工艺和测量方法进行改进, 从而达到控制双线螺纹的加工精度, 降低学生因为螺纹加工而使工件报废的几率。

1 应对措施

螺纹连接是常见的可拆连接, 应用广泛, 每个螺纹在使用时都有一定的精度要求。但在实际的双线螺纹加工中, 加工出来的螺纹都会出现牙型角差、螺纹有大小牙或螺纹的精度等级达不到要求等情况, 针对这几种情况, 以下是从螺纹车刀、加工工艺、测量方法进行分析, 根据分析的原因提出应对措施。

1.1 从车刀上分析并改进

1.1.1 三角螺纹牙型角差, 螺纹大小牙, 产生的首要原因主要有

- ①车刀刀尖角刃磨不准确。
- ②车刀安装不正确。
- ③车刀磨损严重。
- ④切削速度选用不当等。

1.1.2 针对以上原因采取改进措施

- ①在一般的情况下, 三角形螺纹车刀的刀尖角为 60° , 但在实际的加工中, 由于高速切削螺纹时实际牙型角会扩大, 因此把刀尖角磨成 59.5° 较好。在加工较大螺距的螺纹或被加工材料的硬度较高时, 刃磨螺纹车刀时一般要求在螺纹车刀的两个切削刃上磨出宽度为 0.2mm 至 0.4mm 的倒棱, 其 $\gamma=5^\circ$, 如下图 1 所示:
- ②在安装螺纹车刀时要尽量减少伸出长度, 防止刀杆刚性不够, 一般情况下刀头伸出刀架的长度应不大于 1.5 倍的刀杆高度, 加工外螺纹宜采用弹性刀杆, 加工内螺纹时车刀刀杆选较硬的材料。
- ③装刀时安装高度不能出现过高或过低, 因为这两种

情况都会在加工过程中出现“扎刀”现象, 车刀安装过高, 则吃刀到一定深度的时候, 后面就会顶住工件, 从而增大摩擦力, 造成“扎刀”; 车刀安装过低, 则切屑就不易排出, 会把工件顶住, 造成“扎刀”。因此, 装刀的时候车刀刀尖对准工件轴线, 如果是用硬质合金

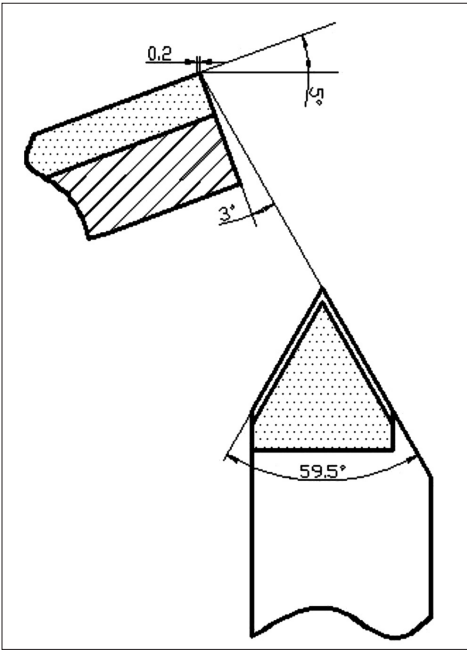


图 1 螺纹车刀刃磨角度

车刀高速车螺纹时, 刀尖应略高于轴线约 0.1mm 至 0.3mm ; 用高速钢车刀低速车螺纹时, 刀尖应略低于工件轴线, 并且要使车刀刀尖角平分角线与工件轴线垂直, 所以, 装刀的时候可以借助螺纹样板。

④由于高速车削螺纹, 所以车刀材料一定要选用耐磨材料, 并要根据实际情况降低切削用量, 一般情况下, 用来制造车刀的材料应该具备: 高硬度和高耐磨性, 高红硬性, 高淬透性和足够的韧性塑性, 例如选用低合金三角外螺纹车刀进行车削, 适合低速车削, 通常第一刀切削量控制在 0.4mm , 并逐刀递减, 车削前要把主轴转速调低, 因为在螺纹螺距确定的条件下, 螺纹切削时 X 轴、Z 轴的移动速度由主轴转速决定, 与切削进给速度倍率无关, 并且在进行螺纹切削时不要进行主轴转速调整, 更不要停止主轴。

1.2 从加工工艺分析

数控车床高速车削普通双线螺纹出现牙型角差, 大小牙现象的原因除了车刀问题, 另外最主要原因应该是加工工艺的不合理性。不合理的加工程序会在加工螺纹过程中

增加螺纹车刀的负担。现在就以我校的机床为例，系统是 GSK980TD，这个系统中用于加工螺纹的指令有三个，分别是：G32、G92 和 G76。三种指令的切削方法和编程方法都不同，因此，在车削螺纹过程中造成的误差也不同。

1.2.1 螺纹加工指令 G32、G92 和 G76 的加工特点分析

① G32，它是等螺距螺纹切削指令，进刀方式是采用直进式进刀，但由于 G32 指令并不执行循环切削，所以一般不采用。

② G92 指令也是直进式切削方法，它与 G32 不同的是 G92 是循环切削指令。采用 G92 指令编程，在螺纹切削过程中，车刀的两侧刃同时工作，切削力较大，而且排屑困难，因此切削深度较大，刀刃磨损较快，从而造成螺纹中径产生误差，但是加工的牙形精度较高，因此一般多用于小螺距螺纹加工，如图 2 所示。

- 切深
- 第一刀 X1
- 第二刀 X2
- 第三刀 X3
-

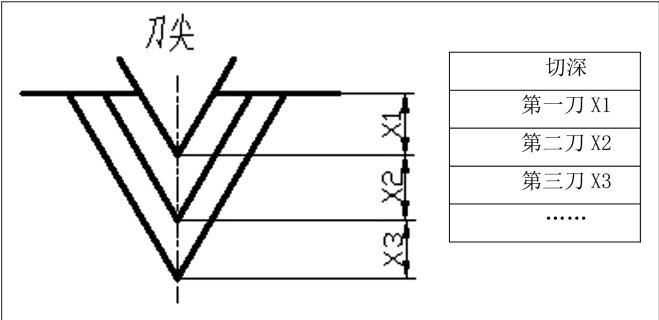


图 2 G92 直进式加工

③ G76 指令采用是斜进式切削方法，切削时由于是单侧刃加工，加工刀刃容易损伤和磨损，使加工的螺纹面不直，刀尖角发生变化，而造成牙形精度较差，但由于为单侧刃工作，刀具负载较小，排屑容易，并且切削深度为递减式，因此，这种加工方法一般适用于大螺距螺纹加工，由于此加工方法排屑容易，刀刃加工工况较好，在螺纹精度要求不高的情况下，此加工方法更为方便，如图 3 所示。

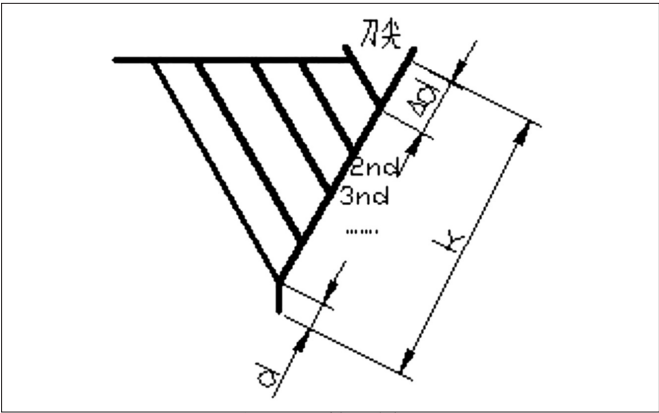


图 3 G76 斜进式加工

1.2.2 针对 G92 和 G76 的加工特点选择合理的加工工艺

G92 和 G76 两种指令各有各的优点与缺点，因此，在加工螺纹过程中，只利用一种指令是不理想的，应该将两种指令混合进行，由于 G76 指令在切削螺纹过程中刀具负荷较小，排屑容易，刀刃加工工况较好，而 G92 指令加工出来的牙形精度较高，所以可以在程序中先用 G76 进行螺纹的粗车，然后再用 G92 进行螺纹的精车，这样做，既可避免加工螺纹过程中因切削量大而产生变形，也能够保证螺纹加工精度。例如：加工如下零件的螺纹，如图 4 所示，

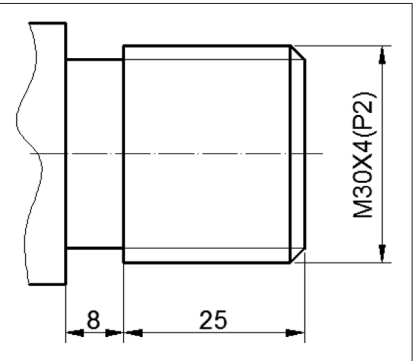


图 4 零件的螺纹尺寸

采用 GSK980TD 系统机床加工，编写程序如下：

```
O1000 ; /* 程序号 */
G0 X100 Z100 ;
T0100 ; /* 调用 1 号螺纹刀,不用刀补 */
G0 X31 Z5 ; /* 快速定位到第一条螺纹线加工起刀点 */
G76 P010060 Q50 R0.025 ; /* 用 G76 螺纹车削循环指令 */
G76 X27.6 Z-28 P1300 Q400 F2 ; /* 粗车部分螺纹 */
G0 X31 Z7 ; /* 快速定位到第二条螺纹线加工起刀点 */
G76 P010060 Q50 R0.025 ; /* 用 G76 螺纹车削循环指令 */
G76 X27.6 Z-28 P1300 Q400 F2 ; /* 粗车部分螺纹 */
G0 X31 Z5 ; /* 快速定位到第一条螺纹线加工起刀点 */
G92 X27.5 Z-28 F2 ; /* 用 G92 对第一条螺纹线进行精车 */
X27.45 ; /* 精车螺纹 */
X27.4 ;
X27.4 ;
G0 X31 Z7 ; /* 快速定位到第二条螺纹线加工起刀点 */
G92 X27.5 Z-28 F2 ; /* 用 G92 对第一条螺纹线进行精车 */
X27.45 ; /* 精车螺纹 */
X27.4 ;
X27.4 ;
G0 X100 Z100 ; /* 返回安全点 */
M30 ; /* 主轴停转,程序结束,返回程序起始段 */
```

加工双线（或多线）螺纹时，一定要分线，用数控高速加工螺纹，只要在程序中定好每一条螺纹线的车削起刀点，通常加工第二条螺纹线时，起刀点要比第一条螺纹线的起刀点的 Z 方向移一个螺距的位移（X 向与第一条螺纹线相同）

1.3 通过单针测量法对工件测量，让数据更精确（下转第 54 页）

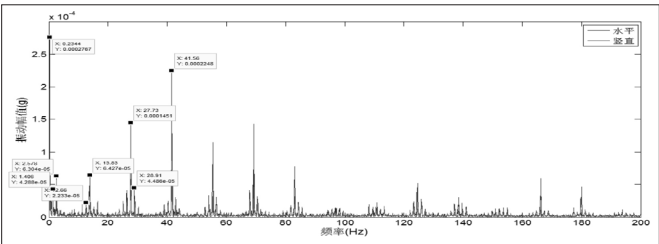


图 8 包络谱

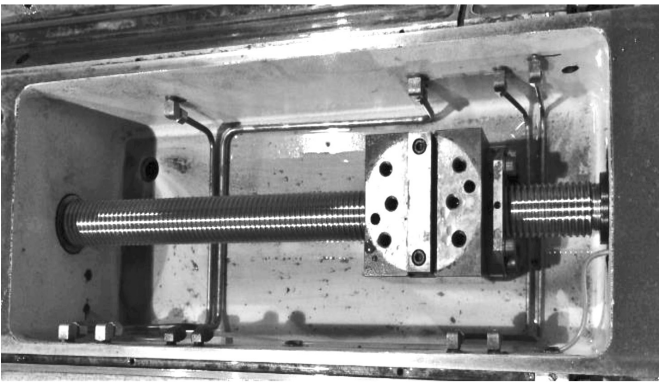


图 9 磨床砂轮轴滚珠丝杆解体图

压痕（如图 9 所示）。
消除此缺陷后，磨床磨削正常，这充分说明之前的数

据分析是准确的。

6 结语

(1) 振动分析对于磨床维护是有很大的帮助的。

(2) 介于磨床本体振动绝大多数处于低频（低于 20Hz），因此磨床振动分析必须要具备提取低频振动数据的能力。

(3) 希尔伯特解调方法低于提取低频振动数据具有很大的优势。

参考文献：

[1] Kreis Thomas.Digital holographic interference-phase measurement using the Fourier-transform method[J].Journal of the Optical Society of America A,1986,3(6).847-855.

[2] Chan KT,Wong WO..Quantitative vibration amplitude measurement with time-averaged digital speckle pattern interferometry[J].Optics & Laser Technology,1998,30(5).

[3]] 高成勇,周灿林.一种基于希尔伯特变换实施相移的相位解调算法 [J]. 光学技术 ,2004,(4).508-509,512.

[4] 王光平.磨削中轧辊表面振痕产生的分析设备管理与维修 [J]. 设备管理与维修 ,2010(6):51-52.

[5] 姜继尚.外圆纵向磨削稳定性统计分析对策 [J]. 机械制造 ,1998.

（上接第 51 页）

正确的测量方法，对控制螺纹精度也是必要的。一般情况，用得比较多的是直接用螺纹千分尺进行螺纹中径测量，现在介绍一种螺纹中径测量方法——单针测量法，即利用一根钢针，把钢针放在螺纹槽里，如图 5 所示。

这种方法与平时所讲的三针测量法原理相同，而且测量起来更加简单，计算公式如下： $A=(M+d_0)/2$ ，其中，A 是单针测量时千分尺上测得的尺寸， d_0 是螺纹大径，M 是三针测量值 $M=d_2+d[1+1/\sin(\alpha/2)]-P/2\cot(\alpha/2)$ ， d_2 是螺纹中径， $d_2=d_0-0.65P$ ，d 是钢针直径， α 是牙型角，P 是螺距。

例如测量上述例子 M30x4(P2)，如果钢针直径 d=1， $\alpha=60^\circ$ ，外径千分尺上应该显示 30.016。原因如下：

因为 $\alpha=60^\circ$ ；
 $d_2=d_0-0.65P=30-0.65\times 2=28.7$ ，P=2，d=1；
 $M= d_2+d[1+1/\sin(\alpha/2)]-P/2\cot(\alpha/2)= d_2+3d-0.866P=30.032$

所以 $A=(M+d_0)/2=30.016$ 。

此外，在控制精度中，无论是控制螺纹精度，还是外圆或内孔精度，在加工过程中，尽量要利用到冷却液，冷却液不单止有冷却作用，还可以使排屑更容易，对于精度控制中有很大的帮助，在此就不一一列举。

2 结语

螺纹精度控制的方法应该有许多种，以上是本人针对学生在加工普通双线螺纹时出现的问题提出解决方法，通过这种方法，有效地提高了普通双线螺纹的加工精度，减小加工过程中报废的几率。

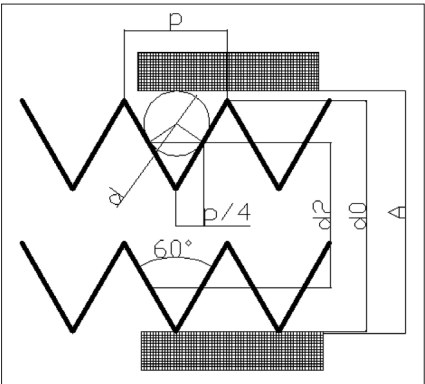


图 5 测量方法示意图

参考文献：

[1] 薛宏建.车工实用手册 [M]. 北京：北京金盾出版社 .2005.11.

[2] 吴善元.机械制造技术 [M]. 北京：机械工业出版社 .1997.10.

[3] 周凤云.工程材料及应用 [M]. 武汉：华中科技大学出版社 .2002.11.

作者简介：赖柳选 (1983.07-)，男，工学学士，机械讲师，研究方向：机械教学研究；赖小敏 (1982.11-)，女，工学学士，数控技术应用讲师，研究方向：数控加工。