

文章编号: 1004-7271(2000)04-0376-04

·研究简报·

滚齿机挂轮计算机选取法的改进

Improve to select quick-change gears of hobber using computer

周 华, 倪谷来

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

ZHOU Hua, NI Gu-lai

(Ocean College, SFU, Shanghai 200090, China)

关键词: 滚齿机, 挂轮, 计算机选取

Key words: hobber; quick-change gears; computer selecting

中图分类号: TH132.41 文献标识码: A

齿轮加工机床是机械制造业中一种重要的加工设备, 滚齿机是其中应用最广泛的一种。传统的滚齿机挂轮选取是采用查表法和手工计算法, 效率与精度都较低。90年代后逐渐有了计算机选取挂轮的探讨和研究, 但效果不能令人满意。本文研究的挂轮计算机选取法不仅速度快、精度高, 而且可以提供所有可能的组合以供选择, 具有现实意义和使用价值。

1 问题的提出

齿轮是各种机器中用得最多而技术难度最大的零件, 因此, 齿轮的加工精度在一定程度上决定了机器的精度水平。滚齿机是齿轮加工机床中应用最广泛的一种设备, 它是根据展成法原理来加工齿轮的。在滚齿机上滚切齿轮齿廓(渐开线形状)是靠展成传动链换置公式 $U_x = (a/b)(c/d)$ 来选择机床挂轮而实现的, 即任意给定一个传动比 U_x , 要求计算出4个挂轮 a, b, c, d , 而且要满足一定的精度要求和装配条件^[1]。传统的选取挂轮的方法是靠查表和手工计算, 其主要问题是: ①一种传动比只对应一种挂轮组合, 如果其中某一挂轮被其它传动链占用, 则无法选出另一组挂轮; ②手工计算费时费力、精度低; ③对于表中未列出的传动比, 只能向上或向下选择一种近似的挂轮组合, 则精度下降^[2]。为了解决上述问题, 研究利用计算机选取挂轮的意义和价值则不言而喻。

2 方法与程序

滚齿机所加工的齿轮一般为圆柱齿轮, 其中又可分为直齿圆柱齿轮和斜齿圆柱齿轮两类。虽然对于这两类齿轮的加工, 在选取滚齿机挂轮时的计算公式有些差异, 但在计算机程序的结构和处理方法上却是大同小异的, 所以本文仅以加工直齿圆柱齿轮时的挂轮选取为例, 并以YC3180型滚齿机为加工母机进行阐述。

2.1 滚切直齿圆柱齿轮时的换置公式

滚切直齿圆柱齿轮时的换置公式参用文献^[1]:

收稿日期: 2000-08-21

作者简介: 周 华(1960-), 女, 上海市人, 讲师, 从事机械工程及其自动化方面的研究。

$$U_x = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{f}{e} \times \frac{24K}{z}$$

式中， U_x ——分齿挂轮架（换置器官）的传动比。

a, b, c, d ——所要选取的各挂轮组合，用齿数表示。

f, e ——为了调整传动比 U_x 使其处在合适范围内而使用的一对辅助挂轮。它们可以根据被加工齿轮的齿数 Z 按下列原则来选取：

- 当 $8 \leq Z \leq 20$ 时 取 $e = 56, f = 28,$
- 当 $21 \leq Z \leq 161$ 时 取 $e = f = 42,$
- 当 $Z \geq 162$ 时 取 $e = 28, f = 56。$

K ——滚刀刀头数，通常为 1 或 2。

Z ——被加工齿轮的齿数。

2.2 计算机选取挂轮的方法

利用计算机来选取挂轮的关键是程序设计。我们所设计的程序流程图如图 1 所示。

编程用 BASIC 语言完成。现简述框图中各部分的考虑和作用：

2.1.1 初始化设置

主要完成：①工厂所提供的挂轮集以 DATA——READ 方式置入数组 $a(n)$ 中；②传动比允许误差 $d2$ 的设定，本程序设定为 $d2 = 0.00001$ ；③一些控制变量初值的设定。

2.1.2 输入齿数 Z 和刀头数 K

在所看到的以往同类程序中，均以传动比 U_x 为初始数据输入计算机，然后让计算机推算出 a, b, c, d 。但从 2.1 中可以看到， U_x 的确定是取决于 Z 和 K 的。因此，本程序以 Z 和 K 为初始数据进行输入显得更为合理。输入时程序会自动判断 Z 和 K 是否符合 2.1 中所列条件，如不符合，计算机将提示重新输入，直至符合条件为止。

2.1.3 计算出传动比 U_x 并打印出 Z, K, U_x 等

参见 3.1.1 中的输出实例。

2.1.4 求出所有满足要求的挂轮组合 a, b, c, d 并随即打印出结果

这部分是本程序的核心，在程序设计中主要作了如下几点考虑。

(1) 设计合理的求解路径，减少不必要的试算次数。以往的同类程序，大多采用 FOR—NEXT 循环进行求解，那么，对于 a, b, c, d 的确定，就要用四重 FOR——NEXT 嵌套，由于 YC3180 型滚齿机的挂轮集有 58 个元素^[1]，这就意味着程序在这里要进行 $C_{58}^2 C_{56}^2 = 2545620$ 次试算!!! 这就是同类程序在“奔腾”级微机上也运行 1 个多小时的主要原因。在本程序中设计了合理的求解路径，使试算次数减少到仅 9 万次多一点，为前者的 3.6% 还不到，同时，摒弃 FOR-NEXT 结构，极大地提高了程序的求解速度。

(2) 剔除数值上重复的解。如前所述，YC3180 型滚齿机的挂轮集有 58 个元素，其中有许多元素在数值上是相同的，这样，势必会求解出元素不同而数值上完全重复的 a, b, c, d 组合，如果把这些数值重复的解也一起打印输出的话，不仅浪费开销，而且会使应用者在判读时感到麻烦。因此，本程序设计成能判断当前所求出的一组 a, b, c, d 是否已有过数值上的同解，如有则予剔除。

(3) 随即打印输出求解结果。这样做的好处是充分发掘计算机的潜能。因为对于大多数的初始条

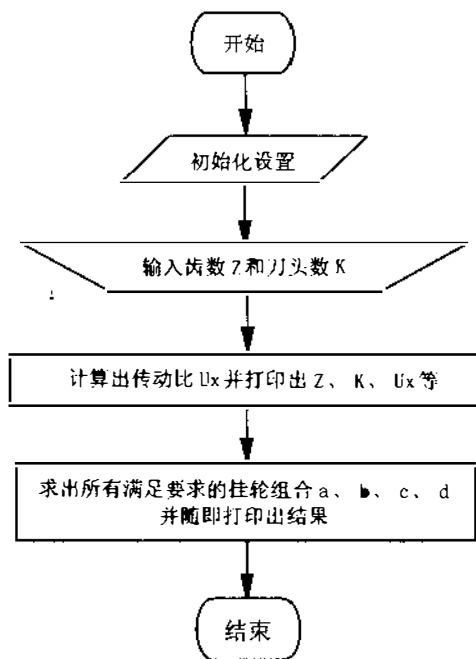


图 1 “选挂轮 1”程序流程图

Fig.1 “selecting gears No1” flowchart program

件,都会有许多组解,计算机可以利用打印机在输出一组解的同时去运行下面的程序。这样处理,显然要比求解出所有结果后一起打印输出更省时。

3 结果与讨论

3.1 结果

3.1.1 两个实例

从2.1可知,对于e、f的取值(包括计算 U_x),要根据被加工齿轮的齿数Z按三种情况进行处理。由于第一种情况($8 \leq Z \leq 20$ 时)所求解出的a、b、c、d组数较多,限于篇幅,现仅列出后两种情况的实例。

下面两个实例均是用586微机(PI/166),在MS-DOS的QBASIC支持下运行得出的。打印机为EPSON的LQ-1600K。

(1) $Z = 59, K = 1$ 时的运行实例

加载并运行程序,计算机屏幕提示:请输入Z?

键入59并回车,

计算机屏幕接着提示:请输入K?

键入1并回车,

接着,打印机便输出以下内容:

$Z = 59 \quad K = 1 \quad f/e = 42/42 \quad U_x = 0.4067796$

				$U1 = .4067796$				$Dt = 0$							
a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
20	59	90	75	25	50	48	59	32	59	60	80	40	59	57	95
20	50	60	59	26	59	60	65	32	59	45	60	40	59	48	80
20	40	48	59	26	52	48	59	32	48	36	59	40	59	45	75
20	30	36	59	30	59	80	100	33	55	40	59	41	59	48	82
20	25	30	59	30	59	60	75	34	59	60	85	43	59	48	86
20	20	24	59	30	59	52	65	35	59	48	70	45	59	48	90
23	46	48	59	30	59	48	60	36	59	60	90	46	59	48	92
24	59	60	60	30	50	40	59	36	59	50	75	47	59	48	94
24	48	48	59	30	45	36	59	36	59	40	60	48	59	50	100
24	45	45	59	30	40	32	59	37	59	48	74				
24	36	36	59	32	59	75	100	40	59	60	100	TOTAL: 42		THE END	

整个过程(指从最后一次回车到打印输出结束,下同)仅20秒!

(2) $Z = 163, K = 1$ 时的运行实例

同上步骤输入 $Z = 163, K = 1$, 打印机输出了以下内容:

$Z = 163 \quad K = 1 \quad f/e = 56/28 \quad U_x = 0.2944785$

$U1 = 0.2944736$				$Dt = -4.947186E-06$				$U1 = 0.2944795$				$Dt = 1.013279E-06$			
a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
20	67	73	74					23	62	77	97				
								TOTAL: 2				THE END			

整个过程仅17秒!

这个例子显示,当找到了一组符合 $0 \leq d2 (= 0.00001)$ 条件的 a、b、c、d 后,后一组再找到的 a、b、c、d, 其对应的 $|Dt|$ 一定不大于前一组的 $|Dt|$ 。

3.1.2 结论

根据上述例子可以看出,滚齿机挂轮采用计算机选取法具有以下优点:①运算速度快。本程序执行

过程最长用时不超过 100 秒,用时的多少主要取决于打印输出量以及打印速度;②精度高。本程序设定的精度绝对误差为 0.00001,并可根据需要方便地改动;③应用灵活。一般都有多组挂轮可供选择;④操作简单方便。只需按提示输入被加工齿轮的齿数 Z 和滚刀刀头数 K ,便可立即得出详尽的结果。

3.2 讨论

滚齿机挂轮计算机选取法不仅可以用于展成传动链,只要将程序适当调整,并相应改变精度要求和装配条件,同样适用于其它传动链,如差动传动链。

参考文献:

- [1] 贾亚洲. 金属切削机床概论[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994. 106-120.
- [2] 周汝忠、姚孝刚、金久梅. 机床挂轮选择专用计数器[J]. 机械设计, 1998, 15(2): 41.