

在数控铣床上制造金属滚轮的新方法

A New Method of Manufacturing Metal Contact Rollers
on CNC Milling Machine

尹佑盛 梁锡昌 黄代贤 刘恒学
Yin Yousheng Liang Xichang Huang Daixing Liu Hengxue

(重庆大学机械传动国家重点实验室)

摘 要 提出了一种经济、方便地在三坐标数控铣床上制造金属滚轮的新方法:将三坐标数控立铣扩大为数控车、数控磨,使滚轮按同一安装、同一加工程序进行车削和磨削,以提高滚轮型线精度。编制了用于复杂曲线滚轮的数控程序。用该法已加工出了满足生产要求的摆线齿轮、硬齿面渐开线齿轮成形磨削砂轮金属修整滚轮。

关键词 数控铣床; 金属修整滚轮; 制造方法
中国图书资料分类法分类号 TH162.1

ABSTRACT To subgrade the shape-curve roughness of a contact roller, the three-coordinate CNC milling machine has been enlarged as a CNC lathe and CNC grinding machine so that the contact rollers can be lathed and grinded by the same installation and NC program. Furthermore, an NC program of dealing with complex curve contact rollers has been developed. Acceptable metal shaving contact rollers of cycloidal gears and involute gears in shape grinding have been manufactured with this method.

KEY WORDS numerically controlled milling machine; metal shaving rollers; manufacturing method

0 前 言

成形磨齿法与展成法相比具有效率高、精度高而成本低的优点,因而得到广泛应用。成形磨齿法的关键在于成形砂轮修整器,目前国内外使用的成形砂轮修整器有整体基圆修整器;四杆机构修整器;三坐标数控修整器和金属滚轮修整器等。金属滚轮修整器具有成本低、保形稳定的特点,现代数控机床的普及应用为制造各种形状的金属滚轮创造了条件。但任何一台单机数控机床都无法完成金属滚轮热处理前的车削和热处理后的磨削。本文提出了一种可在一台数控立铣上完成金属滚轮的车削和磨削的新方法,并制造了已用于生产的摆线齿轮修整滚轮和合乎生产要求的硬齿面渐开线重型齿轮修整滚轮。

1 在三坐标数控铣床上制造复杂形状金属滚轮的新方法

用于成形磨削摆线齿轮、硬齿面渐开线齿轮(见图1)等的金属滚轮的制造在普通机床上是难以完成的。我们通过对三坐标数控立铣床的机械结构和数控系统具有的控制功能进行分析研究,认为只要配置少量附件,就可在该数控立铣床上完成复杂曲线齿轮金属修整滚轮的加工任务。按同一安装,同一加工程序可在数控铣上进行滚轮的车削和热处理后的磨削。实施办法是将工件装夹在铣床主轴上,车刀架和磨头砂轮附件置于铣床工件台上,通过工作台在ZX平面运动来完成车削和磨削任务。下面以制造摆线齿轮、硬齿面渐开线重型齿轮成形砂轮修整滚轮为例说明该方法。

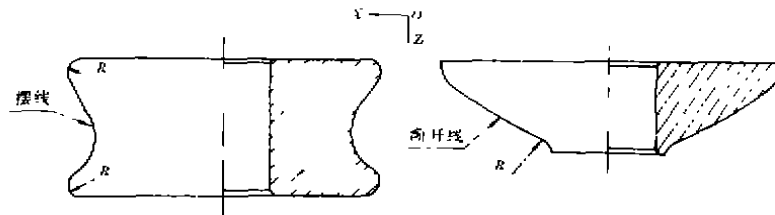


图1 摆线、渐开线滚轮

2 在数控铣上车削摆线、渐开线修整滚轮的工艺

根据 XK5040-1三坐标数控铣的机床结构,将滚轮用芯轴装夹在铣床主轴上,车刀架固定在工作台上。滚轮侧母线曲线形状由控制系统控制工作台ZX联动完成。车削工艺路线及

表1 车削参数

刀具		切削用量		
		a_p (mm)	f (mm/min)	n (r/min)
粗车	硬质合金车刀	0.40	30	420
精车	高速钢车刀	0.03	4	65

车刀与滚轮相对位置见图2所示。车削时,工件旋转,车刀随工作台在ZX平面内运动。车削前必须将车刀刀尖与滚轮上端面对齐,然后再调整Z向尺寸使车刀位于Z向或X向起始位置,而且车刀在整个车削过程中都保持这个相同的起始位置。对图2中a图摆线滚轮,起始位置为Z向固定,X向在变化;而b图渐开线滚轮起始位置X向固定,Z向在变化,X起始值为车刀刀尖离滚轮外圆为一固定值。车刀每次循环路线均为滚轮侧母线的等距线。车削参数见表1所示。车刀刀尖园角对工件加工精度的影响及车刀走等距线由控制系统的刀具半径补偿功能实现。车削后的摆线滚轮和渐开线滚轮的型线精度为 ± 0.015 mm,满足设计要求,而车削仅为滚轮的粗加工工序。

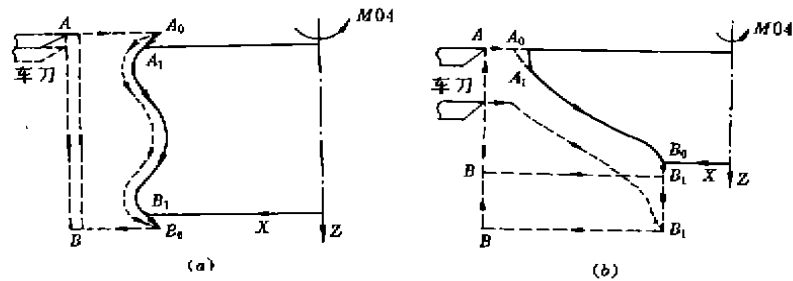


图2 车削摆线、渐开线滚轮工艺路线图

3 摆线、渐开线滚轮的数控磨削工艺

为提高滚轮的制造精度,在 XK5040-1 上磨削图1所示摆线、渐开线滚轮的工装方式、加工程序与车削时完全相同。为在 XK5040-1 三坐标数控铣上磨削摆线、渐开线滚轮,我们自行设计

表2 磨削参数

	砂轮转速 (r/min)	工件转速 (r/min)	a_p (mm)	f (mm/min)
粗磨	5650	52	0.02	30
精磨	5650	42	0.01	3.5

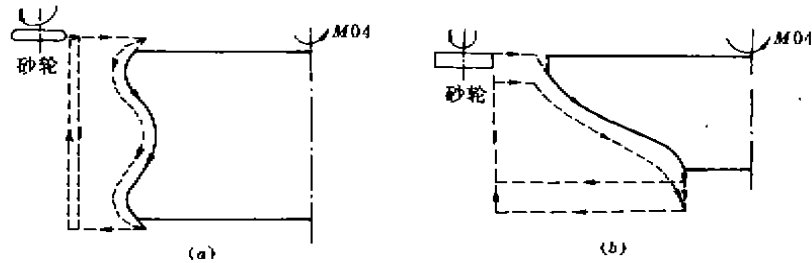


图3 磨削摆线、渐开线滚轮工艺路线图

和制造了磨头附件,砂轮转速为5650 r/min,砂轮直径为120~150 mm 之间均可。磨削工艺路线以及砂轮与滚轮相对位置如图3所示。磨削摆线滚轮时,砂轮为白钢玉砂轮,砂轮外圆修成为一半径为R0.8~R1.0 mm 的小圆弧,以减小砂轮对滚轮的干涉。砂轮圆弧半径太小,在一次磨削过程不能保持形状,经多次反复实践认为R0.8~R1.0在一次磨削过程或多次磨削过程中易保持砂轮圆弧的形状和产生的干涉最小。磨削渐开线滚轮时,因曲线单向变化,所以既可采用平行砂轮,又可采用碟形砂轮。我们采用了平行金刚砂轮。采用金刚砂轮的目的在于对渐开线滚轮容易配对,因为金刚砂轮磨损很小。磨削参数见表2所示。摆线滚轮磨削精加工后经检验型线精度为 ± 0.01 mm,用之修整砂轮在成形磨齿机上磨出的摆线齿轮已正式用于生产,各种指标均满足生产要求。磨削后的渐开线滚轮型线精度为 ± 0.008 mm,图纸要求为 ± 0.038 ,完全符合生产要求。以上说明在三坐标数控铣上车削、磨削复杂曲线滚轮的方法是切实可行的。

4 摆线、渐开线滚轮数控加工程序的编制

目前,数控机床大多仅具有直线和圆弧插补功能。对于复杂曲线零件的编程,必须经过数学处理,生成由直线和圆弧段组成的曲线方能进行数控加工。XK5040-1三坐标数控铣只具有直线和圆弧插补功能,因此加工摆线、渐开线滚轮的程序也必须通过数学处理才能得到。我们采用了双圆弧法进行数学处理。

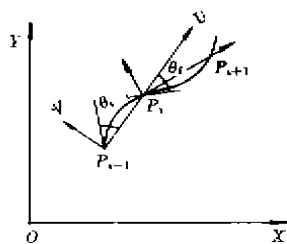


图4 U-V坐标系与XOY的关系

双圆弧法是指在平面上给出的 n 个型值点 $P_i(X_i, Y_i) (i = 1, 2, \dots, n)$ 中每相邻两个点之间都用两段相切的圆弧来拟合。它具有拐点自动处理和两段相切圆弧半径之差为最小的特点。双圆弧法采用局部坐标系 $U-V$, 它与总体坐标系 XOY 的关系如图4所示。图中 P_{i-1}, P_i, P_{i+1} 为型值点, θ_{i-1}, θ_i 为局部坐标系 $U-V$ 中型值点处曲线切线与 V 轴的夹角。双圆弧法的处理过程已用 FORTRAN 语言编制, 并且与 FANUC 3MA 系统语言配合形成一个用于处理复杂曲线的数控编程软件, 对不同的曲线, 根据参数状态和端点条件可直接得到 XK5040-1 的加工程序。该软件的编制流程框图见图5所示。为使该软件具有通用性, 所以图5中采用了三次样条法求离散型值点处的斜率, 从而求出 θ_i 值。另外, 该软件是针对 XK5040-1 为 FANUC 3MA 进行后置处理的, 对于其它系统数控立铣, 该软件仍然适用, 具有一定普遍性。

5 结 论

采用扩大功能后的 XK5040-1 数控立铣加工出了高精度的摆线、渐开线齿轮成形磨削修整滚轮, 这表明文中提出的在数控铣床上制

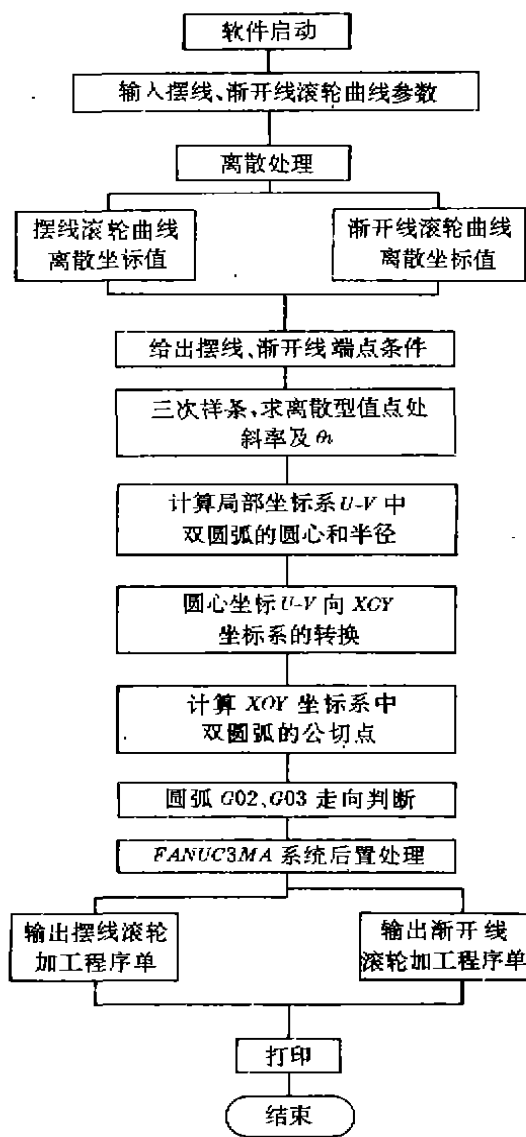


图5 摆线、渐开线滚轮数控加工编程框图

造金属滚轮的方法是可行的。由于车削、磨削附件及编程专用软件对加工中小尺寸规模的滚轮均适合,因此该方法适用于各种形状滚轮尤其是复杂曲线滚轮的加工,并不再需要其它专用加工设备。同时,当滚轮需要重新修磨时,只需要数控铣床上按原加工程序进行磨削,重磨的一致性,体现了既方便又经济的原则,这将有利于成形磨齿技术的进一步推广应用。

参 考 文 献

- 1 范炳炎. 数控加工程序编制. 航空专业教材编审组出版, 1984
- 2 钱乐秋, 赵文耘. FORTRAN77程序设计. 上海: 复旦大学出版社, 1989
- 3 张耀宸主编. 机械加工工艺设计手册. 航空工业出版社, 1987
- 4 NCハンドブック編集委員会 NCハンドブック日刊工業新聞社(中译本,《机床数控技术》翻译组译, 机械工业出版社出版, 1978
- 5 梁锡昌等. 成形磨齿技术, 机械制造论文集总第四期, 重庆大学出版社出版, 1986

* * * * *

《重庆大学学报》被列为中国科技核心期刊

中国科学院文献情报中心, 根据国家自然科学基金会资助课题的研究方向和国外重要检索工具[《科学引文索引》(SCI)、《工程索引》(EI)、《科学技术会议录索引》(ISTP)、《科学评论索引》(ISR)、《化学索引》(CA)、《数学评论》(MR)等]收录的中国科技期刊论文的情况; 根据中国科技情报所关于中国科技论文统计与分析和中国管理科学院“学术榜”上所列入的中国大学(不含港台)学报等重要资料, 经专家评议并报请有关领导机关审定, 在全国3431种正式科技期刊中, 评出286种科技核心期刊。

被列入核心期刊的中国高校自然科学学报共有41种, 其中综合性大学14种, 工、农、医等类大学学报27种, 其名单如下:

北京大学学报、复旦大学学报、南开大学学报、南京大学学报、武汉大学学报、中山大学学报、兰州大学学报、厦门大学学报、四川大学学报、吉林大学学报、杭州大学学报、山东大学学报、北京师范大学学报、华东师范大学学报、清华大学学报、浙江大学学报、天津大学学报、重庆大学学报、同济大学学报、上海交通大学学报、西安交通大学学报、上海科技大学学报、北京科技大学学报、东南大学学报、哈尔滨工业大学学报、北京理工大学学报、华中理工大学学报、大连理工大学学报、西北工业大学学报、成都科技大学学报、北京航空航天大学学报、电子科技大学学报、东北工学院学报、北京农业大学学报、华中农业大学学报、北京医科大学学报、上海医科大学学报、上海第二医科大学学报、华西医科大学学报、中国科技大学学报。

我校学报被列入中国科技核心期刊, 这是学校各级领导和广大师生员工多年辛勤工作的丰硕成果, 同时也是对我们重庆大学全体师生, 对重庆大学学报编辑部全体人员的鞭策与鼓舞。我们要在此基础上, 再接再厉, 深化改革、提高质量、增加信息量, 为扩大国内外学术交流, 促进教学、科研工作的发展作出新的贡献。