

常用数控系统电子齿轮箱编程方法

■ 青海省第二机床制造有限责任公司 (西宁 810021) 王 勇

摘要: 本文针对运用展成法加工齿轮, 加工机床不需要挂齿轮, 运用电子齿轮箱功能, 经过数控编程加工齿轮, 并针对市场常用的数控系统电子齿轮箱编程方法进行说明、对比和论述。

1. 电子齿轮箱概述

齿轮以其传动比准确、传动功率大及传动平稳等特点在工业领域得到广泛的应用。过去, 原有齿轮加工是通过滚齿机挂轮来实现的。随着电子技术、数控系统的不断发展, 现代滚齿机都采用电子齿轮箱功能。所谓电子齿轮箱, 概括来说就是能实现机械

齿轮定比传动功能的电气传动系统。当加工直齿时, 刀具主轴与工件轴执行固定的传动比, 例如加工20齿齿轮时, 滚刀为单头滚刀, 那么刀具主轴转动20圈时, 工件轴转一圈。当加工螺旋齿轮时, 根据齿轮的螺旋角, 对轴向进给轴移动进行工件轴的补偿, 采用如下公式进行补偿

$$\text{补偿角度} = Z \sin P / (\pi T \cdot Q) \times 360$$

式中, Z 是轴向进给轴移动量 (mm); P 是齿轮的螺旋角 ($^{\circ}$); T 是齿数; Q 是齿轮模数。

2. 常用数控系统电子齿轮箱编程特点

(1) FANUC数控系统电子齿轮箱编程指令与参数 (见表

本文采用的焊接工艺, 无需进行焊后去应力或提高硬度的热处理工序。经过长时间旋锻高温难变形合金丝材的测试, 采用上述修复工艺可以提高旋锻模具使用寿命2~4倍。

2. 旋锻模具再制造工艺

难变形合金丝材用旋锻模具的制造方法。①机加工出旋锻模具基础样坯, 以四瓣模为例, 其截面如图5所示。②在平面1上堆焊具备高强度、高韧性、高抗疲劳性和高耐磨等特性的焊料。③经过磨削、线切割、打磨工序得到成品旋锻模具。根据堆焊材料的性质, 辅以适当的热处理制度, 对旋锻模具工作面进行性能

调整。

3. 结语

根据笔者长期使用和修复旋锻模具的经验, 提出了一种难变形合金丝材用旋锻模具的修复工艺和再制造方法。通过手工氩弧

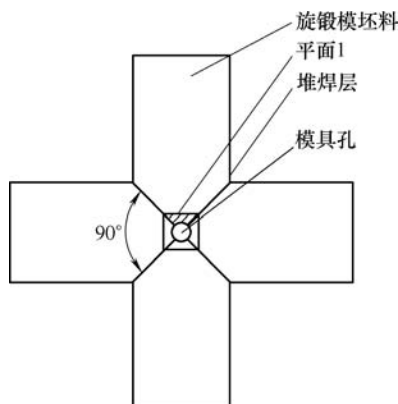


图5 四瓣旋锻模截面图

焊堆焊工艺、磨削、线切割、热处理及打磨等工艺与工序, 可以修复不同程度损坏的旋锻模具。借鉴旋锻模具的修复工艺, 提出了机加工模具坯料、堆焊、磨削、线切割、热处理和打磨的旋锻模具制造工艺。

参考文献:

- [1] 曲银化, 孙建科, 孟祥军. 钛合金等温锻造技术研究进展[J]. 钛工业进展, 2006, 23 (1): 6.
- [2] 吴傲宗, 尹松森, 陈博. 双金属堆焊工艺在锻造模具修复中的应用[J]. 金属加工 (热加工), 2014 (10): 84.

MW (收稿日期: 20160715)

1) , 编程指令说明 (见表2)。

FANUC数控系统加工齿轮编程举例如下:

N10 G90 G00 X0 C0 (刀具轴定位)

N20 G81 T30 L1 Q2. P5. (建立电子齿轮箱)

N30 M03 S300 (刀具转动)

N40 G91 G01 Z100 F40 (加工齿轮)

N50 M05

N60 G80 (关断电子齿轮箱)

(2) 西门子数控系统。西门子的“电子齿轮”功能可以控制跟随轴运动,使之按照线性运动偏移,最多与5个引导轴相关联运动,引导轴与跟随轴之间的关联按照每个引导轴通过耦合系数进行定义(见表2)。算出的跟随轴运动分量是由单个引导轴运动分量乘各自的耦合系数构成。一个齿轮组的齿轮程序:定义、接通、关闭和删除。西门子数控系统电子齿轮箱编程指令(见表3),编程指令说明(见表4)。

西门子数控系统加工齿轮编程举例如下:

N10 DEF INT NO_Z (齿轮齿数)

N20 DEF INT NO_K (滚刀头数)

N30 DEF REAL Z_DIF (微分常数)

N40 DEF REAL NO_MN (模数)

N50 DEF REAL ANG_W (齿轮工件螺旋角)

N60 EGOFS (C) (关断电子齿轮)

N70 EGDEL (C) (删除电子齿轮关系)

N80 STOPRE (电子齿轮箱)

N90 Z_DIF= (SIN (ANG_W) N110 EGON (C, ” NOC” ,B,NO_

× 360) ÷ (NO_MN × 3.141 5) K,NO_Z,Z,Z_DIF,NO_Z) (建立齿

N100 EGDEF (C,B,0,Z,0) 轮关系)

表 1

	参数7731#0=0	参数7731#0=1
开始同步	G81 T_ L_ Q_ P_	G81.4 T_ L_ Q_ P_
同步解除	G80	G80.4

表 2

指令	含义
T	齿轮齿数 (范围: 1~1 000)
L	滚刀头数 (范围: -200~200), 通过L的符号来指定工件轴的旋转方向: L为正时, 工件轴旋转方向为正; L为负时, 工件轴旋转方向为负
Q	模数或齿距 (范围: 0.01~25.0mm)
P	齿轮的螺旋角 (范围: ±90°)

表 3

使用EG指令编程
EGDEF (跟随轴, 引导轴1, 耦合类型1, 引导轴2, 耦合类型2)
EGON (跟随轴, 程序段转换模式, 引导轴1, 耦合系数分子1, 耦合系数分母1, 引导轴2, 耦合系数分子2, 耦合系数分母2)
EGONSYN (跟随轴, 程序段转换模式, 跟随轴同步位置, 引导轴1, 引导轴1同步位置, 耦合系数分子1, 耦合系数分母1, 引导轴2, 引导轴2同步位置, 耦合系数分子2, 耦合系数分母2)
EGOFC (跟随主轴1)
EGDEL (跟随轴)

表 4

指令	含 义
EGDEF	电子齿轮定义 一副电子齿轮箱轴组可以通过跟随轴数据和最少1个、最多5个引导轴带各自耦合类型来确定
跟随轴	由引导轴影响的轴
引导轴1 引导轴2	影响跟随轴的轴
耦合类型	“0” 跟随轴受相应引导轴的实际值影响 “1” 跟随轴受相应引导轴的额定值影响
EGON	在无同步的情况下选择性接通电子齿轮箱轴组
程序段转换模式	“NOC” 立即进行程序段转换 “FINE” 在“精确同步运行”时进行程序段转换 “COARSE” 在“近似同步运行”时进行程序段转换 “IPOSTOP” 在“额定值同步运行”时进行程序段转换
耦合系数分子1 耦合系数分子2	耦合系数分子
耦合系数分母1 耦合系数分母2	耦合系数分母 耦合系数=分子/分母
EGONSYN	在同步的情况下选择接通电子齿轮箱轴组, 只允许对先前EGDEF详细说明的引导轴编程
EGOFC	关闭电子齿轮箱
EGDEL	删除电子齿轮箱, 在删除之前必须先关闭电子齿轮箱

N120 STOPRE

N130 M17

(3) 三菱数控系统电子齿轮箱编程指令（见表5），编程指令说明（见表6）。

三菱数控系统加工齿轮编程举例如下：

表 5

开始同步	G114.3 H__D__E__L__P__Q__R__
同步解除	G113

表 6

指令	含义
H	选择滚齿轴的主轴 (范围：1~8)
D	工件轴选择（范围：±1~9） D的符号为“+”时，滚齿轴正传，工件轴也正转。D的符号为“-”时，滚齿轴正传，工件轴反转
E	滚齿轴转速比指定 (范围：0~999)
L	工件轴转速比指定 (范围：1~999)
P	齿轮螺旋角指定 (范围：-89.0~89.0)
Q	模块或齿距指定 (范围：0.1~25)
R	工件轴相位偏移量 (范围：0~359.999)

N10 G90 G00 X0 C0

(刀具轴定位)

N20 G114.3 H1 D9 E20 L1 P5. Q2.

R10 (建立电子齿轮箱)

N30 M03 S300 (刀具转动)

N40 G91 G01 Z100 F40

(加工齿轮)

N50 M05

N60 G113 (关断电子齿轮箱)

(4) 力士乐数控系统电子齿轮箱编程指令（见表7）。

力士乐系统加工齿轮编程举例如下：

PSACDELA (删除所有耦合组，初始化系统轴耦合)

表 7

指令	含义
PSACDELA	删除所有电子齿轮箱组，初始化系统轴耦合
PSACDEFE	根据耦合关系重新定义新的电子齿轮箱
PSACONSYN	启动新定义电子齿轮箱
PSACSYNW	保证跟随轴与主动轴同步
PSACOFF	关闭电子齿轮箱
PSACDEL	删除电子齿轮箱

WAIT
PSACDEFE("C2", 1,, 0.5, 0.5, "C1") (定义耦合组)

PSACDEFE("C3", 1,, 0.5, 0.5, "C1") (定义耦合组)

PSACONSYN("C2", "FINE", 0, "C1", 0,1,1) (启用耦合组)

PSACONSYN("C3", "FINE", 0, "C1", 0,@3%,@4%) (启用耦合组)

M0
1 WAIT (BITIF ("IAX_PROGSPREACH", 4) = TRUE) (等待直到与主动轴同步，PLC信号)

CSYNW("C2", "FINE") (等待，直到到达定义的同步)

PSACSYNW("C3", "FINE") (等待，直到到达定义的同步)

GAX(C1) (从轴组中获取轴)

C1=S(100) (执行C1轴运行)

PSACDELA (删除所有耦合组，初始化系统轴耦合)

G1 X0 F5000

G1 C1=0 C2=0 C3=0 F1000

WAIT

1 WAIT (BITIF ("IAX_PROGSPREACH", 4) = TRUE) (等待直到与主动轴同步，PLC信号)

PSACOFF("C2") (关闭一个耦合组)

PSACDEL("C2") (删除一个定义的耦合组)

PSACOFF("C3") (关闭一个耦合组)

PSACDEL("C3") (删除一个定义的耦合组)

WAIT

1 WAIT (BITIF ("IAX_INPOS", 4) = TRUE) (等待主动轴位置到达，PLC信号)

GAX (C1) (从轴组中获取轴)

3. 结语

现有流行数控系统中，为了齿轮加工都具有电子齿轮箱功能，日系数控系统一般都是用G代码调用，而欧系数控系统采用系统轴耦合功能，灵活性更大些。近段时间国内广州数控系统也增加了电子齿轮箱功能，采用人机对话。采用数控系统的电子齿轮箱功能简化了机床的机械设计，提高了加工的效率和精度，柔性更好。电子齿轮箱具有传动精度高、传动比范围宽及调整方便等特点，这是滚齿机的发展趋势。

参考文献：

- [1] 北京发那科机电有限公司. FANUC 0i-D功能手册[E]. 北京：北京发那科机电有限公司，2008.
- [2] 西门子股份有限公司. Sinumerik 840D_840Di_810D 高级编程手册[E]. 德国：西门子股份有限公司，2004.
- [3] 三菱电机株式会社. 三菱系统主轴同期Ⅱ（滚齿加工）BNP-C3039-248[E]. 日本：三菱电机株式会社，2006.

MW (收稿日期：20160620)