

大型滚齿加工设备智能切削软件系统的开发

齐重数控装备股份有限公司 (黑龙江齐齐哈尔 161005) 张莉军 杜宏祺 武玉明

齿轮被广泛地应用于机械设备的传动系统中, 滚齿机是应用最广的切齿方法, 传统的机械滚齿机床机械结构非常复杂, 一台主电动机不仅要驱动展成分度传动链, 还要驱动差动和进给传动链, 各传动链中的每一个传动元件本身的加工误差都会影响被加工齿轮的加工精度, 同时为加工不同齿轮, 还需要更换各种交换齿轮, 调整起来复杂费时, 大大降低了劳动生产率。因此, 制造生产全功能数控滚齿机是高精度齿轮加工的理想设备。

1. 国内外研究现状分析

目前国内机床厂家生产的数控滚齿机多数都是两轴联动与集中传动相结合控制, 分离传动的四轴数控滚齿机的加工直径也多在规格为2m左右的小型数控滚齿机, 并且数控滚齿加工专用人机界面及加工程序都是和高等院校联合开发, 使用的多是德国西门子数控系统, 加工中模数的齿轮, 没有自主知识产权的核心技术, 缺少国际竞争力。4m以上的大型数控立式滚齿机全部是由国外进口, 现在国外制造滚齿机的厂家主要有美国的格里森-普法特、德国希斯、利波海尔、日本三菱等几家公司, 齿轮最大加工直径可达到16m, 6轴数控滚齿机床。

2. YK31500L为全功能数控立式滚齿机的机床结构

YK31500L为全功能数控立式滚齿机主要由工作台、立柱、床身、滑座、滚刀架、内铣刀架、内(外)指形刀架、冷却系统及测量系统等组成。机床采用西门子840D系统, 具有6个数控轴, 可实现四轴联动。利用系统的电子齿轮箱功能代替了传统复杂的机械传动链, 实现主动轴和随动轴之间的同步运动控制, 提高机床可靠性, 降低机床故障率。

机床的展成运动和差动运动也是数控的, 彼此之间的联动关系由数控编程来实现。机床结构如图1所示。

图1中, +X是立柱沿径向的正向移动方向, +Y是滚刀架沿切向的正向移动方向, +Z是滚刀架沿轴向的正向移动方向,

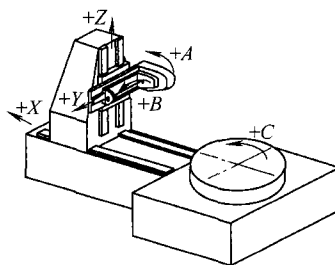


图1 YK31500L结构示意图

+A是滚刀架扳度的正向转动方向, +B是滚刀的正向转动方向, +C是工作台的正向转动方向。

3. 滚齿加工设备智能切削软件系统的开发与设计

由于目前广泛应用的数控系统均为通用型数控系统, 数控系统所配置的加工循环程序也都是针对车床、铣床及加工中心类通用设备而开发的。有特殊工艺要求的机床, 如数控滚齿机、专用磨床、专用位置控制设备等都需要有自己专用的加工界面, 以便于对设备的操作、管理。虽然齿轮的加工具有一定的规律性可以遵循, 但其加工又极为复杂, 要保证齿轮加工的精度, 不仅仅是需要机床有较高的性能, 还要有合理完善的切削加工程序。齿轮加工程序及人机操作界面是机床制造厂家在数控系统二次开发基础上实现的。采用西门子OEM开发软件实现了人机界面的二次开发, 将VB、VC编写的应用程序加入 HMI, 从而将专用技术加入到系统中, 使一个通用的数控系统变成了专用系统。其中OEM开发软件完成各界面的定义, VC软件主要完成各种语言界面的生成, VB软件完成画面设计、

变量访问、计算,还具有强大的数据库管理功能。

(1) 滚切加工系统人机界面的开发 目前国内数控滚齿机主要为手动操作,机床操作者需要自己根据工艺卡上给出的齿轮数据,手动计算加工程序中的所有参数,并把计算的参数输入到加工程序中。将刀架扳度,手动移动滚刀靠近工件的上下端面,目测一个既不会发生碰撞,又没有过多空行程的进刀和出刀位置后,启动加工程序开始切削。在加工过程中,操作者根据噪声和齿面切痕判断机床是否发生故障。这种操作方式工作效率很低,操作失误时对加工有很大的影响,并且在机床发生故障时,很难及时制止。

齐重数控装备股份有限公司研制开发的YK31500L数控立式滚齿机,最大加工直径可达5m。针对不同的加工刀架、加工工件、加工方式,对应编制了多种加工界面,具体包括:加工任务输入界面、工件参数输入界面、刀具参数输入界面、切削参数输入界面、加工方式输入界面、机床状态监控界面、报警显示界面、加工任务调用及存储界面等,界面之间可以通过软键自由切换。可以通过人机操作界面完成直齿、斜齿、人字齿、锥度齿、鼓形齿、锥齿及蜗轮等各种复杂特殊齿轮的加工,既适用于高效率的齿形粗加工,又适合于高精度的齿形精加工,还可以完成齿形的多种修正。并且在软件中充分考虑到环境温度的影响,对齿轮加工全过程进行过程监控、生产过程管理、数据存储管理、切削工艺管理等。

数控立式滚齿机人机操作界面具有良好的人机交互性,并且要保证与对应加工程序的可靠链接,数控系统的正常运行。加工时,操作者只需在界面中输入相关参数,系统就可以对数据进行编辑,自动生成零件加工程序,无须操作者选择调用。工件参数、刀具参数和切削参数可分别存储到硬盘,用户可根据需要对数据记录进行拷贝、修改及重新设置并建立新的数据库,以便后期进行数据查询或加工相同齿轮时方便的调用。切削参数设置界面如图2所示,切削状态监控界面如图3所示。

(2) 数控立式滚齿机操作 操作者通过数控立式滚齿机人机专用操作界面输入相应参数可自动调用加工程序,来完成各种齿轮的加工。开发的滚齿加工软件系统能自动计算所有加工数据,对不符合

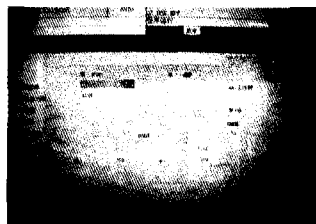


图2 切削参数设置界面

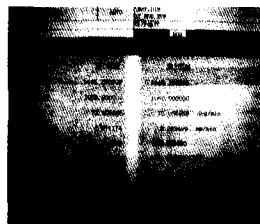


图3 切削状态监控界面

齿轮加工原理和超出机床要求的参数能够给出提示信息、优化进刀和出刀位置。用加工指令集代替手动操作完成整个滚齿加工流程、用数据库存储所有加工参数,降低了操作失误率,提高了加工效率。而且在加工过程中可实时获取并计算分析机床状态参数,发生机床故障时可以自动退刀,使滚刀快速离开齿槽,有效保护刀具和工件。

具体操作步骤:①回参考点:机床每次重新上电后必须先将各个轴回到其参考点。②从数据库中导出或新建加工任务:选择加工何种齿轮(直齿、斜齿、内齿、蜗轮、鼓形齿等),确定加工的安全位置。③输入齿轮工件参数:齿数、模数、齿宽、螺旋角、外径、内径及变位系数等。④输入刀具参数:刀具头数、刀具类型(滚刀或铣刀)、刀具直径及刀具螺旋角等。⑤输入切削参数:滚刀转数、切削进给率、循环数次、顺/逆滚、夹具参数及串刀方式等。⑥保存与参数生效:系统存储所有参数且自动对输入参数进行计算,并将计算结果写入加工程序变量存储区,不符合加工的参数给出提示信息。⑦根据需要输入指令编号,系统自动完成整个加工过程。在第二刀之后的加工步骤,可以根据需要进行轴距补偿,实现对工件的修整。循环指令4:X和Z移动到安全位置,A轴扳度,B与C回到坐标零点,电子齿轮打开,此时可以开始刮刀花。循环指令5:执行第一次切削循环。循环指令8:执行第二次切削循环。循环指令19:在当前位置打开电子齿轮循环指令20:电子齿轮关闭。⑧机床状态监控:了解机床目前的工作状态,加工程序执行过程中可观察机床各轴的实时数据,掌握机床加工余程,并时刻监控机床各运动轴的负载情况,包括电动机负荷、电动机温度等。当各进给轴出现伺服故障或电动机过载等故障时,相应机床轴快速回退。

(3) 数控立式滚齿机加工程序的编制 滚刀架加工齿轮展成法加工,应用比较广泛。需编制

的加工程序包括：直齿、斜齿、带空刀的人字齿、鼓形齿、蜗轮及锥度齿程序。内铣头架加工齿轮属成形法加工，需编制内齿加工程序，主要是直齿、斜齿。编制齿轮加工程序需要熟练掌握西门子高级编程语言，了解齿轮的基本知识，齿轮加工的原理、加工方式、齿轮加工的刀具，了解齿轮的加工过程、加工工艺。为满足操作者在齿轮加工过程中各种需要，针对各种齿轮都编制了多种加工循环。滚刀架斜齿加工部分程序：

```
XC01.SPF
PROC XC01(INT NO_Z,INT NO_K,REAL NO_Mn,
REAL ANGLE_WORK,REAL ANGLE_TOOL,REAL
SP_V,REAL SP_V2,REAL SG_V,REAL SAFE_X,REAL
DIS_X,REAL DET_X,REAL SAFE_Z,REAL DIS_Z,REAL
SPEED_Z,REAL SPEED1_Z,REAL DIS_Y,REAL
SPEED_Y,REAL COUNT,REAL DIAM_TOOL,REAL
BW_WORK,REAL MIN_TOOL,REAL SEC_TOOL,REAL
MIN_WORK,REAL SEC_WORK,REAL H_CLAMP,REAL
DIAM_GEAR) SAVE DISPLOF
DEF REAL DIS_XBW
DEF REAL SPJ_V
DEF REAL SPJ_V2
DEF REAL CC_Z
DEF REAL JC_Z
DEF REAL DIS_X1
DEF REAL SAFE_Z1
DEF REAL SAFE_Z2
DEF REAL SAFE_Z3
DEF REAL TEMP2=0
DEF REAL TEMP1
DEF REAL ANGLE2_TOOL
DEF REAL ANGLE2_WORK
DEF REAL ANGLE_A
DEF REAL ANGLE1_A
...
N53 ANGLE2_TOOL=ANGLE_TOOL+MIN_TOOL/
60+SEC_TOOL/3600 (刀具螺旋角)
N54 ANGLE2_WORK=ANGLE_WORK+MIN_WORK/
60+SEC_WORK/3600 (工件螺旋角)
N55 ANGLE_A=TRUNC(100000*(ANGLE2_TOOL-
ANGLE2_WORK))/100000+360 (扳度角度)
N56 ANGLE1_A=$AA_IM[A]
N57 IF ANGLE_A==ANGLE1_A ; (判断扳度是否正确)
N58 GOTOF N65
N59 ELSE
```

```
N60 MSG ("检查A轴扳度")
N61 GOTOF N250 ; (扳度不正确结束程序)
N62 ENDIF
N63 DRFOF
N64 FFWON
N65 G4 F1
N70 G54
N80 CBZEG_ON (调用C、B、Z轴电子齿轮子程序)
N85 M06
N90 M10
N100 M08
N105 STOPRE
N110 M3 S=SPJ_V (主轴一次转速)
N115 M16
N120 G90 G0 X=SAFE_X (X轴更换工件位置)
N122 G90 G0 Z=SAFE_Z (Z轴更换工件位置)
N125 G91 G0 X=-DIS_X1 (一次加工的齿深)
N130 M15
N135 IF SG_V==0 (逆滚)
N140 G90 G0 Z=SAFE_Z1 (逆滚进刀位置)
N145 G91 G1 Z=-SAFE_Z2 F=TEMP1 (逆滚出刀位置)
N150 M16
N155 G90 G0 X=SAFE_X
N160 G90 G0 Z=SAFE_Z
N165 ELSE
N170 G90 G0 Z=SAFE_Z3 (顺滚进刀位置)
N175 G91 G1 Z=SAFE_Z2 F=TEMP1
N180 M16
N185 G90 G0 X=SAFE_X
N190 G90 G0 Z=SAFE_Z
N192 ENDIF
N195 STOPRE
N200 TEMP2=TEMP2+1
N205 DIS_X1=DIS_X1+DET_X (一次加工的齿深)
N210 TEMP1=JC_Z (Z轴二次进给速度 mm/min)
N215 M3 S=SPJ_V2 (主轴二次转速)
N220 IF TEMP2<COUNT GOTOB N125
N225 STOPRE
N230 M05 M09
N235 G04 F2
;N240 M11
;N245 G91 G1 Y=DIS_Y F=SPEED_Y
N250 EG_OFF
M17
```

4. 结语

制造生产数控滚齿机床主要服务于能源、交

三菱M70数控系统以太网应用

大连大森数控技术发展有限公司 (辽宁 116023) 李洪波

M70数控系统是三菱公司最近几年推出的产品,具有光纤通信、多轴多系统控制、纳米插补、高速高精加工、CNC定制画面和以太网连接等丰富的功能,受到数控加工行业尤其是模具加工行业的普遍欢迎。本文介绍M70数控系统以太网的应用方法。

1. 以太网的连接说明

M70数控系统的以太网功能,主要用于数据传输,数据的种类有:加工程序、刀具数据、参数、共变量数据、操作履历、PLC程序和系统构成数据等。

(1) M70系统以太网硬件连接接口如图1所示。



图 1

(2) M70系统与计算机连接方式

有两种:M70系统和计算机直接连接时,使用交叉网线。使用这种连接方式,一台计算机只能连接一台M70系统;M70系统和计算机通过HUB连接时,使用直连网线。使用这种连接方式,一台计算机可

通、电力、矿山、重型机械、造船、航空航天及国防等国家重点行业领域,是高精度齿轮加工的理想设备。该设备大大提高了齿轮加工能力和加工效率,从精度、性能等方面可达到国际同类产品先进水平,为用户带来了很大的经济效益。设备智能切削软件系统的程序及运行稳定,人机界面宜人、美观、内容结构清晰,充分满足了用户的加工需要。

MW (收稿日期:20120114)

以连接多台M70系统。

2. M70系统侧参数设定

按“MAINT”键,进入维护画面,按菜单键“参数”,再按屏幕右下方的翻页键,选择“以太网参数”。M70系统以太网连接,只需设定#1925~#1931参数,其余参数保持默认即可,如附表所示。

参数设定表

参数号	简称	内容	设置值
1925	EtherNet	启动/停止以太网功能	1
1926	Global IP address	设定从外部访问NC的IP地址	192.168.200.1
1927	Global Subnet mask	设定子网掩码	255.255.255.0
1928	Global Gateway	指定网关	0.0.0.0
1929	Port number	指定服务功能的端口编号	1900
1930	Host address	指定主机的IP地址	192.168.200.2
1931	Host number	指定主机的端口编号	21

3. 计算机侧的设定

(1) 关闭杀毒软件及系统自带的Windows防火墙,如图2所示。

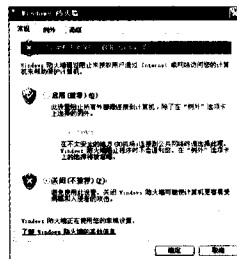


图 2

(2) IP地址设定:打开“网上邻居”属性,设置计算机的“本地连接”的IP地址为“192.168.200.2”,子网掩码为255.255.255.0,如图3所示。

(3) 在PC上使用PING命令测试连线:输入PING192.168.200.1测试,如图4所示,表示连接成功。