加工中心大型镗刀换刀装置

河北钢铁集团宣工公司 （张家口 075105） 韩醒田 程晓林

我公司生产的齿轮壳，需要在加工中心上镗削 ϕ420 mm 孔，且此孔为精密配合，在加工工艺上，常需要镗削加工保证，这样在加工孔系时，常需要配置在 300～800 mm 的或者尺寸更大的 800～1 200 mm 的粗精镗刀对孔系进行粗精加工，常规的机床自动换刀功能不能满足需求，为了实现大型镗刀自动换刀，对机床进行二次设计开发，在工作台上设置固定换刀架，运用机床主轴移动和机床自动换刀功能中的自动抓刀放刀功能，通过编制宏程序进行自动控制，实现大型刀具的自动换刀功能。

为了满足公司齿轮壳的加工要求，实现加工中心大型刀具的自动换刀功能，设计制作加工中心大型镗刀自动换刀架，达到齿轮壳的技术要求。因此本次设计的主要任务是：在现有加工中心上二次设计可以完成两把大型镗刀的自动换刀。齿轮壳示意图如图 1 所示。

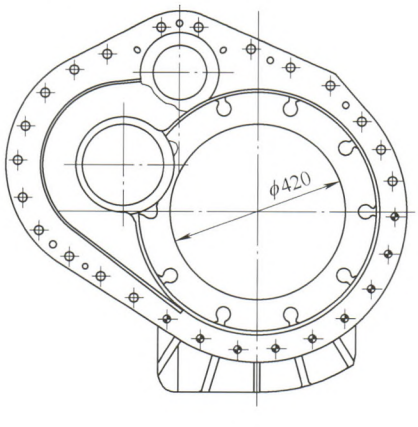


图1 齿轮壳

机床使用系统使用 FANUC 31*i* – A，主要技术参数：机床自动换刀系统参数、最大刀具质量 20 kg、相邻刀具最大换刀直径 120 mm、间隔换刀最大换刀直径 240 mm、设计大型镗刀换刀参数、刀具最大质量 20 kg、刀具最大换刀直径 500 mm、刀具数量 2 把。

1. 设计思路

保留数控加工中心原有刀库换刀机能不动，根据本加工中心担负的生产任务，在加工中心工作台上设置固定式刀库即换刀架，使用无机械手换刀方式，由刀库与机床主轴的相对运动实现换刀。换刀时，先使工作台与主轴相对运动，将使用过的旧刀送回刀库，然后再使工作台与主轴相对运动一次，从刀库中取出新刀。

2. 刀库设计

根据对产品调研，大型刀具有 2 把就可以满足需求，按刀具自动换刀库的结构和加工产品的结构需求设计固定换刀架（刀库），可以放置两把大型刀具，采用固定刀号设置，即 101 和 102。结构对称设计，与工作台垂直放置，尽可能地少影响工作台工作面积和范围，放在工作台的左角。并设有减振弹簧，减少刀体放刀后引起的振动。刀架（刀库）示意图如图 2 所示。

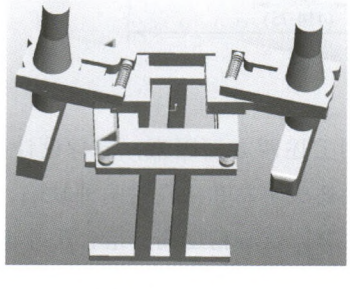


图2 换刀架（刀库）

3. 换刀过程

（1）送还大镗刀：刀具预备→运动到换刀点→主轴定向准停→主轴下降到位置→运动进入刀库→刀具加紧放松→主轴上升→换刀完毕进入下一工作

任务。

（2）安装大镗刀：刀具准备→运动到换刀点→主轴定向准停→主轴下降位置→抓刀夹紧刀具→运动出刀库→主轴上升→换刀完毕进入下一工作任务。

4. 换刀自动控制过程程序编制

自动换刀通过编制宏程序来实现自动控制。程序编制及自动控制：将配置的两把大镗刀，编号为T101、T102。大镗刀换刀程序共使用4个程序，分别为O8074、O8005、O8075和O8076。O8005、O8075和O8076三个程序分别镶嵌在O8074主程序里。

O8074 （大镗刀换刀主程序）

O8005 （2把大镗刀坐标位置）

O8075 （安装刀具程序）

O8076 （送还刀具程序）

在程序中使用了#500变量，当主轴上安装的是T101时，变量#500显示的是101，若主轴上安装的是T102时，变量#500显示的是102。

在换大镗刀之前，需执行M06指令把主轴刀具送回刀库。调用大镗刀根据需要使用以下子程序：主轴没有刀具，需安装T101大镗刀G65P8074T101；主轴上有大镗刀，只需送回大镗刀G65P8074；主轴上有大镗刀T101，需换T102大镗刀G65P8074T102。

O8074（BIG TOOL ATC CHANGE）（大型刀具换刀程序）

#2 = #4001（G00/G01）（2号赋值）

#3 = #4003（G90/G91）（3号赋值）

#4 = #4109（FEED）（4号赋值）

¦IF［#4120NE#0］GOTO992¦（如果主轴上有刀具，则调到992报警）

IF［#20EQ#0］GOTO100（ONLY. RETURN.）

如果20号等于0，就跳到N100段程序，执行送还大镗刀程序

IF［［#500EQ0］OR［#500EQ#0］］GOTO200（ONLY. PICK. UP.）（如果500号等于0或者500号等于0号，则调到N200段程序，执行安装刀具程序。）

（TOOL. CHANGE）

（换刀具）

G65P8076T#500（RETURN）（调用8076程序，20号赋值500号）

G65P8075T#20（PICK. UP）（调用8075程序，20号赋值）

GOTO300（跳到N300段程序）

N100G65P8076T#500（ONLY RETURN CHANGE）（N100段程序，调用8076子程序，20号赋值500号）

GOTO300（跳到N300段程序）

N200G65P8075T#20（ONLY PICK UP CHANGE）（N200段程序，调用8075子程序20号赋值）

GOTO300（跳到N300段程序）

N300G#2G#3F#4（读取原代码赋值）

N99M99（N99段程序 子程序结束返回主程序）

（＊＊＊. ALARM LIST. ＊＊＊）（报警目录）

N992#3000 = 192（EXIST MAGAZINE TOOL）（N992段程序 主轴上有刀具报警）

N993#3000 = 193（ATT NO ERROR）（N993报警 目标错误报警）

O8075（BIG TOOL ATC PICK UP）（08075号程序 安装刀具程序）

IF［#500NE0］GOTO991（SP TOOL）（如果500号不等于0，则调到991报警 主轴上有刀具）

IF［#20EQ#0］GOTO994（如果20号等于0号，调到994报警）

N10M98P8005（BIG TOOL POS DATA）（N10段程序 调用8005子程序 镗刀刀库位置）

G00G90G53Z0. M19（快速移动到机床坐标系 Z 轴零点，主轴定向）

G90G53G00X#26（快速移动到机床坐标系 X 轴位置）

G90G53G00Y#27（快速移动到机床坐标系 Y 轴位置）

N50M21（SPNDLE TOOL UNLOCK）（N50段程序 主轴刀具解锁）

G00G90G53Z［#28 + 160. 0］（快速移动到机床坐标系 Z 轴位置上160位置处）

M300（设定主轴定向 Z 轴工进功能）

G01G91Z - 120. 0F2000（相对坐标机床 Z 轴靠近120）

G01G91Z - 40. 0F500（相对坐标坐标机床 Z 轴靠近40）

M20（SPNDLE TOOL LOCK）（主轴锁）

G04X1.（暂停1 s）

M300（设定主轴定向 Z 轴工进功能）

G01G91Z#32F500（Z 轴下降）

#500 = #20（SET. TOOL. NUMBER）（刀号显示）

M300（设定主轴定向 Z 轴工进功能）

G01G91X#30Y#31F500（运动出换刀架）

G00G91X#33（运动到安全位置）

G00G91G28Z0.（Z 轴上升）

M99

（＊＊＊. ALARM LIST. ＊＊＊）（报警信息）

N991#3000 = 191（SP TOOL ARI）（换刀架没有刀具报警）

N993#3000 = 193（ATT NO ERROR）（目标错误报警）

N994#3000 = 194（T. VALUE. ERROR）（刀库刀具错误报警）

O8076（BIG TOOL ATC RETURN）（送还大镗刀子程序）

IF［#500EQ0］GOTO991（如果500号等于0，跳到991报警）

N10M98P8005（BIG TOOL POS DATA）（N10程序段 调用换刀架坐标位置子程序）

G00G90G53Z0. M19（快速回到机床坐标系 *Z* 轴0点，主轴定向）

G00G90G53X［#26 + #30 + #33］（快速移动 *X* 轴）

G00G90G53Y［#27 + #31］（快速移动 *Y* 周）

G00G90G53Z#28（主轴下降）

G00G90G53X［#26 + #30］（快速移动 *X* 轴）

M300（设定主轴定向 *Z* 轴工进功能）

G01G91X［-#30］Y［-#31］F500（工进到换刀架）

M21（SPNDLE TOOL UNLOCK）（主轴松刀）

G04X1.（暂停1秒）

M300（设定主轴定向 *Z* 轴工进功能）

G01G91Z40. 0F500（主轴工进上升）

G01G91Z120F2000.（主轴工进上升）

#500 = 0.（SET. TOOL. NUMBER）（500号变量置0）

G00G91G28Z0.（快速回机床坐标系 *Z* 轴0点）

M20（主轴紧刀）

N400M99（回调用的主程序）

（＊＊＊. ALARM LIST. ＊＊＊）（报警信息）

N991#3000 = 191（SP TOOL NASHI）（没有大镗刀可松报警）

N993#3000 = 193（ATT NO ERROR）（目标错误报警）

O8005（BIG TOOL ATC POSITION DATA）（大镗刀位置子程序）

（T101 < - - > T102）

IF［#20EQ101］GOTO［101］（如果20号等于101，就跳到101段）

IF［#20EQ102］GOTO［102］（如果20号等于102，就跳到102段）

GOTO991（跳到991段）

N101（= = = = = = NO. T101 = = = = = = =）

101程序段

#26 =　（X AXIS ATC POS）

#27 =　（Y AXIS ATC POS）

#28 =　（Z AXIS ATC POS）

#30 =　（X AXIS ESCAPE DISTANCE）

#31 =　（Y AXIS ESCAPE DISTANCE）

#32 =　（Z AXIS ESCAPE DISTANCE）

#33 =　（X AXIS ESCAPE DISTANCE）

（以上为101刀具的换刀点 *X/Y/Z* 的机床坐标系坐标值和刀柄让刀距离，按换刀架实际位置填写和按换刀架刀柄换刀角度计算。）

（= =）

GOTO400（跳到400段程序）

（＊＊＊＊ T1000. DUM. P ＊＊＊＊）

N102（= = = = = = = = NO. T102 = = = = = = = = =）

#26 =　（X AXIS ATC POS）

#27 =　（Y AXIS ATC POS）

#28 =　（Z AXIS ATC POS）

#30 =　（X AXIS ESCAPE DISTANCE）

#31 =　（Y AXIS ESCAPE DISTANCE）

#32 =　（Z AXIS ESCAPE DISTANCE）

#33 =　（X AXIS ESCAPE DISTANCE）

（以上为102刀具的换刀点 *X/Y/Z* 的机床坐标系坐标值和刀柄让刀距离，按换刀架实际位置填写和按换刀架刀柄换刀角度计算。）

GOTO400（跳到400段程序）

N400（400段程序）

M99（返回调用的主程序）

N991#3000 = 199（TOOL NUMBER ERROR）

（刀号错误）

本文主要介绍了加工中心上自行开发的大型刀具换刀装置，设计的主要部分是在加工中心设备二次开发大型镗刀的自动换刀功能，设计的主要部分是在加工中心设备二次开发大型镗刀的自动换刀装置。加工中心的刀具自动交换系统由刀库、刀具交换装置、刀具传送装置、刀具编码装置及识刀器等5个部分组成。这种结构现已技术成熟，换刀速度快，适宜加工中心的大部分加工任务。对于箱体加工时，就需要大型镗刀对孔系进行精加工，如果大型镗刀在加工中心原有换刀系统上实现自动换刀，这就需要实行特殊设计，加大刀库和换刀臂的尺寸，成本高，不适用，还会影响换刀速度。在设备有自动换刀系统的前提下，针对大型镗刀，结合加工中心资源，在加工中心工作台上设计一个固定换刀点，设计制作换刀架，换刀架可以按需要设计换刀的工位，本设计的是两把大镗刀的换刀架，每次换刀时，通过机床主轴移动到换刀点，实现自动卸刀和自动装刀。自动控制通过编制换刀宏程序实现。

这种设计的特点是结构简单，成本低，装卸方便，实现大型镗刀的自动换刀。适宜相关企业借鉴使用，同时，提高了加工中心对箱体类零件加工的适宜型，也为二次开发加工中心的性能提供了经验。

MW　（收稿日期：20140512）