

数控探头在线检测和补偿加工功能

中国电科集团第 38 所制造部精密加工分厂 (安徽合肥 230031) 宗克诚 张宁健

1. 数控探头主要功能

数控探头作为机床的一种加工辅助附件, 主要作用是:

(1) 测量内外圆的中心坐标及直径, 其中心坐标可以用来自动设定工件坐标系, 可根据其直径的测量结果修正刀具偏置量。

(2) 凸台及凹槽尺寸、位置测量, 其中心坐标可以用来自动设定工件坐标系, 其宽度测量值可以用来监测尺寸超差情况、修正刀具偏置量等。

(3) 内外拐角测量, 测量直角拐角的顶点坐标, 修正工件坐标系。

(4) 单一平面位置测量, 根据测得的表面坐标位置, 用来自动设定工件坐标系, 修正工件坐标系。

这些功能是数控加工人员经常使用的, 但大多数数控加工人员只是局限于用数控探头用来测量标定工件的加工零点, 或者是用来测量工件的加工尺寸精度、修正刀具偏置量, 对数控探头一些深层次功能是不清楚的。在此给大家介绍两种特殊功能, 数控探头在线检测功能和数控宏程序数值补偿加工功能。数控探头在线检测功能可以实现在机床上对工件实施在线检测, 同时将检测数据保存到 OFF SET SETTING 刀具表里, 结合数控宏程序数值补偿加工,

```

$ P_ UIFR [3, X, TR] = -1 * (R1 + R11)
$ P_ UIFR [3, Y, TR] = R2 + R12
$ P_ UIFR [3, Z, TR] = R3 - R13
$ P_ UIFR [3, W, TR] = R4 + R14
$ P_ UIFR [3, B, TR] = R5 + R15 + 180
N14; 计算并设定 G57 坐标
$ P_ UIFR [4, X, TR] = 200/2 - 80 + R13
$ P_ UIFR [4, Y, TR] = R2 + R12 + (100 - 65)
$ P_ UIFR [4, Z, TR] = -1300 + 150/2 + R11
$ P_ UIFR [4, W, TR] = R4 + R14
$ P_ UIFR [4, B, TR] = R5 + R15 + 270
$ TC_ DP3 [1, 1] = 84; 刀具长度 84mm 将 84.0 赋值
给 TID1 长度 1mm (Z 轴)
N20; 铣平面
G0C90G54X0Y0W0B0
TID1Z100M00; 对刀距离 100mm
...
M00; 检查平面尺寸
N30G0G90G55X0Y0W0B0
TID1Z100
...
N40 G0C90G56X0Y0W0B0

```

```

TID1Z100
...
N50 G0C90G57X0Y0W0B0
TID1Z100
...
M00; 检查外形尺寸
...
STOPRE
M30

```

此程序将 G55 ~ G57 的相关数值与 G54 绑定, 也就是说只要校正 G54 面, 把相关数值输入“精确”中, 其他的各偏置坐标都无需调整即可加工其余三个面。例如: 将 G54 面的平面多铣掉 0.1mm。如果手工修改就要修改其他三个坐标中 G55、G57 中的 X 轴数值和 G56 中 Z 轴数值。虽然数值很少, 但稍有疏忽, 便会出错。而这种运用“预定义可设定框 \$ P_ UIFR [n]”的方法, 将各个偏置相互关联, 并在程序中自动计算, 操作者可以不去考虑其他偏置坐标的变化, 正常加工。减少人为输入出错率, 同时也提高了产品尺寸一致性。MW

(收稿日期: 20101216)

实现在线加工。

2. 原制造工艺及问题

如图所示是一根长7m左右的管型材，在管型材上要加工近100多条耦合槽，耦合槽的宽度及深度公差要求是 $\pm 0.05\text{mm}$ ，加工精度要求比较高。



零件图

以往的加工工艺是在工件上标定X、Y、Z轴的零点，要想保证近100多条槽深度公差是很困难的，因为管型材是模具拉伸出来，表面不加工，7m长的管型材表面不平整而且无规律，经过钳工整形，高低仍相差0.4mm左右。在加工的时候不可能标定近100个Z坐标，每加工一条槽就要修改一次程序，效率低，易出错。所以当时我们的工艺是将槽的深度不加工到位，根据工件的变形量留0.5mm左右的余量给钳工锉修，一位钳工师傅利用专用工具，一天只能锉修出一根工件，费时费力效率非常低，工件的精度、表面粗糙度也不能保证，严重影响了生产计划。为了解决这个问题，我们探索出数控探头在线检测功能和数控宏程序数值补偿加工功能，彻底解决了该工件的加工瓶颈问题。

3. 如何实现数控探头在线检测

要先了解数控探头在线检测机床系统识别的几个关键代码指令：

(1) G65 代码是激活探头测量工件表面指令。

(2) P9014 是防止探头与工件碰撞的保护指令。

(3) T22 是地址号，是指把测量Z坐标的差值，赋值到OFF SET SETTING刀具表，第22号刀的磨损里。

熟悉好以上这些指令后，就要根据工件槽的坐标值编写探头在线检测程序。要仔细准确输入每条槽坐标值，保证探头在线检测程序可执行性。探头在线检测程序和我们平时的加工程序编写是一样的，检测程序如下：

```
(O0001)
T21
M6
G0 G17 G40 G80 G90
G0 G90 G58 X10 Y0
```

G43 H21 Z10

G65 P9014 Z10 F300 (P9014 是防止探头与工件碰撞的保护指令)

G65 P9018 Z0 T22 (P9018 是测量工件表面指令)

G0X20.5

G65 P9018 Z0 T23

G0X35.8

G65 P9018 Z0 T24

G0X46.2

G65 P9018 Z0 T25

...

G65 P9018 Z0 T99

G0Z100

M30 (循环测量结束)

通过在线检测程序的执行，就可以得到相对每条槽Z零点坐标的数据差值，这些数据值被保存在OFF SET SETTING刀具表的磨损里。有了这些数据差值，就可以在加工程序进行数值补偿，通过数值补偿保证每条槽的深度达到 $(5 \pm 0.05)\text{mm}$ 的要求。

4. 如何实现数控宏程序数值补偿加工

首先根据每条的槽的坐标位置，编写X、Y各加工坐标点；再利用宏指令读取OFF SET SETTING刀具表的磨损里的数据差值，相对应每条槽的Z坐标值实现精确差补，保证Z轴方向达到 $5 \pm 0.05\text{mm}$ 精度要求。程序如下：

T6

M6

G0 G17 G40 G80 G90

G0 G90 G59 X15 Y-20 M3 S3000

G43 H Z5

G1Z [#2022-5] F300 M8 (#2022 是指读取刀具磨损表里，第22号刀位的数据差值。如果探头测量数据是0.2mm，那G1Z的实际切削深度就是-4.8mm，检验时槽的深度正好是 $0.2 + 4.8 = 5\text{mm}$)

G1X11Y20F400

G0Z5

X24.84Y-20

G1Z [#2023-5] F300 (#2023 是指读取刀具磨损表里，第23号刀位的数据差值。如果探头测量数据是-0.15mm，那G1Z的实际切削深度就是-5.15mm，检验时槽的深度正好是 $-0.15 + 5.15 = 5\text{mm}$)

...

G1Z [#2024-5] F300 (#2024 是指读取刀具磨损表里，第24号刀位的数据差值)

2657 镗床电气系统技术改造

中信重工机械股份有限公司 (河南洛阳 471039) 陈宪彬 赵宝法 崔化权

我公司的 2657 镗床是 20 世纪 70 年代原苏联制造的设备,已服役 40 多年,于 1995 年曾大修过一次,一直使用至今。因这台设备是公司关键设备,担负着繁重的生产任务,常年连续工作,一天 24h 不停机,电器元件、线路等严重老化,故障率很高,严重影响了生产的顺利进行。要想从根本上摆脱这种被动局面,只有进行电气系统技术改造。

1. 原系统简介

(1) 主轴部分 2657 镗床原主电动机是一台三相交流异步电动机,型号 Y225M-4,18.5kW,电动机轴头带一个具有两级速度的小变速箱,变速箱输出轴带一个长带轮,挂 12 根 V 带。这一切重量以及工作时的拖动力,仅靠电动机的 4 个地脚螺钉支撑,因此经常造成电动机地脚开裂。

(2) 驱动部分 2657 镗床共有 5 个坐标方向的运动,即:工作台运动、主轴箱上下运动、镗杆进

出运动、立柱左右运动和偏心盘运动,这 5 个坐标方向的运动靠齐齐哈尔机床电气传动设备厂的一套 V5 系列的晶闸管直流调速装置驱动。在以上 5 个坐标运动中,其中工作台运动、主轴箱上下运动、镗杆进出运动、立柱左右运动等 4 个坐标电动机一样,是一台 220V、4kW 的直流电动机。偏心盘运动电动机较小,是一台 220V、1.1kW 的直流电动机,因为一套装置拖动的电动机容量大小不一样,所以每次需要利用偏心盘工作时,都需要调整电流反馈电位器;偏心盘使用完毕,需要其他坐标工作时,再次调整电流反馈电位器,不然设备不能正常工作。这样不仅浪费时间、耽误生产,而且极易造成装置出故障。

(3) 控制部分 2657 镗床控制用可编程控制器采用东芝 EX40 系列 PLC,这种系列的 PLC 已经淘汰,备件购买不到;继电器、接触器等元件已经老化,故障率很高,需要经常修理,耽误生产。

2. 改造内容

(1) 主轴部分改造 由于原设计缺陷,2657 镗床主轴部分故障频繁,主要故障在副变速箱部分,这次改造机械方面甩掉极易出故障的副变速箱,重新加工过渡连接装置,使主电动机轴头直接连接带轮。

因为原来的副变速箱有两种速度,改造后,为了保证实际速度与原刻度盘指示的速度值相一致,并保证实际速度不减少,就需要电气方面配合,把主电动机由原来的单速电动机换成双速电动机,型号为 YD200L-4/8,14kW,1 450/740 r/min,在变速杆处加装一个限位开关,在低速挡电动机以 740 r/min 的速度运转,当检测到变换到高速挡时,电动机切换到高速,以 1 450 r/min 的速度运转,保证了电气与机械的有效配合,实现了原有功能。控制电

...

GIZ[#2099-5] F300 (#2099 是指读取刀具磨损表里,第 99 刀号位的数据差值)

G0Z200

M9

M5

M30

5. 结语

通过数控探头在线检测功能和数控宏程序数值补偿加工两组程序实施,不仅保证工件的加工精度,减轻了手工业的劳动强度,而且生产效率上大幅度提高,由原先每天只能生产出 1 件合格的产品,提升到每天生产出 6 件合格的产品,缩短了制造周期和成本,真正实现了数字化制造。MW

(收稿日期:20101210)