

在线测量技术应用于挖掘机动臂和斗杆加工

■ 山重建机有限公司（山东临沂 276034） 刘启锋 孙云超 齐彬彬

摘要：简述在线测量技术在挖掘机动臂、斗杆加工中的应用。通过测量设备的安装和宏程序的编制，实现动臂、斗杆在加工中心上一次装夹完成测量、打印、调整和存档。

在线测量技术是一种新兴的先进测量技术，可以实现加工与测量在同一设备上进行，避免了二次装卡产生的误差，同时可提高效率。本文着重介绍了数控机床配合雷尼绍RMP60测头测量加工挖掘机动臂、斗杆的过程和经验。

动臂、斗杆为挖掘机的重要部件，其制造精度直接影响挖掘机工作寿命。为了保证产品质量，动臂和斗杆在公司内焊接和加工。

动臂、斗杆都为箱体类结构，以21T动臂为例，动臂长度为6m，宽度只有0.5m，在焊接过程中因组对间隙、焊接顺序及约束不充分等因素造成动臂的收缩和弯曲变形。后工序加工一般的工艺路线是：焊接后使用划线机划线，在加工中心上频繁试刀后进行加工，出现工序增加和瓶颈工序问题。公司引进雷尼绍测量技术，通过在线测量并打印后，手动调整修正值进行加工的先进方法，解决了加工中心的瓶颈工序问题。

1. 雷尼绍RMP60测头测量原理

RMP60测头系统是雷尼绍公

司推出的性价比比较高的测头，它与数控机床连接应用，可以实现工件测量、刀具测量的功能，可以缩短90%的机械加工辅助时间，并消除由于设定误差造成的产品报废，是智能制造的“眼睛”。测量原理如图1所示。

2. 设备的安装过程

如图2所示，在线测量设备由配备测量系统接口的数控加工中心5、需要加工的工件挖掘机动臂7和斗杆6、雷尼绍RMP60测头4、带有加工中心测量宏程序的数控面板3、雷尼绍RMP60接收器2、打印机1组成。首先把雷尼绍RMP60接收器与加工中心数据线连接，保证数据的传输；其次把雷尼绍RMP60测头放入加工中心刀库后，与雷尼绍RMP60接收器进行配对。最后把打印机与加工中心相连，保证数据的打印。

在加工中心数控面板编制雷

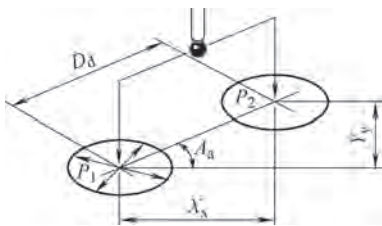


图 1

尼绍基本功能宏程序，主要内容为测头的标定、内孔测量、开启与关闭等基本功能的实现。然后在加工中心数控面板编制加工中心测量宏程序，主要内容是先定义各支座孔中心距坐标进行变量赋值，测头测量后的值赋给机床变量，赋值后的机床变量与标准值和偏差值进行计算，计算后打印测量日期、测量目标、测量方向、测量值、超差值及偏差值。然后再根据打印数据和加工余量手动调整各支座孔中心距坐标数值。

3. 在线测量方式的实现

挖掘机动臂、斗杆焊接后，需要对各支座孔进行镗孔，来保证各支座孔的中心距坐标在公差范围内，焊接后放置在配备测量系统接口的数控加工中心上，定位装夹后支座孔中心距坐标数值需要收集。动臂、斗杆在加工中心装夹后，从数控面板调出测量宏程序和测头对动臂、斗杆各位支座中心距坐标进行测量。测量宏程序主要内容：先使用加工中心定义每个支座中心距在XY方向的系统变量，测量宏程序中引用每个支座中心距在XY方向的系统

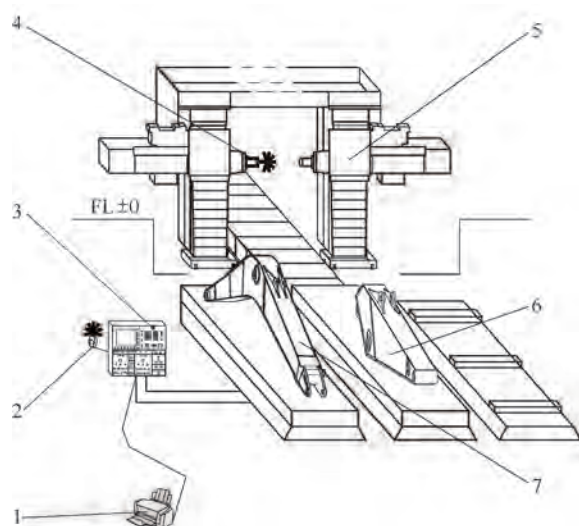


图 2

1.打印机 2. 雷尼绍RMP60接收器 3.数控面板 4.雷尼绍RMP60测头
5.数控加工中心 6.斗杆 7.动臂

变量来编制每个支座中心距的测量程序，然后加工中心使用测头对每个支座中心距在XY方向坐标值进行测量，完成后再赋值与预先定义的系统变量里，完成使用测头对支座进行测量的动作。测量程序如下：

```
%O1301(J213-62A-100000)(TAN
TOU)
( WORK HOLE POS. CHECK
RENISHAW)
(PALLET NO.01)
M06T40
M0
G90G56
G100
#550=113.0(ZP1)
#552=111.25(ZP2)
#554=70.5(ZP3)
#556=113.0(ZP4)
#558=85(ZP5)

#560=0(XP01)
#561=0(YP01)
#562=290.0(XP02)
```

```
#563=0.0(YP02)
#564=2100.0(XP03)
#565=275.7(YP03)
#566=2493.01(XP04)
#567=-199.7(YP04)
#568=3127.01(XP05)
#569=0.0(YP05)

G91G28Z0
N0(G56 WORK OFFSET)
(P01)G0G90G56X#560
Y#561
M61
G04X1
G43H40Z[#550+50.]
G65P9810Z[#550-8]F2000
G65P9814D75.Q10.S3(S3=G56)
G65P9810Z[#550+20.]

N1(P01)G0G90G56X#560
Y#561
G43H40Z[#550+50.]
G65P9810Z[#550-8]F2000
G65P9814D75.Q10.
G65P9810Z[#550+50.]
```

```
G53
#560=#135(XP1)
G53
#561=#136(YP1)
G53

N2(P02)G90G0X#562
Y#563
G43H40Z[#552+50.]
M61
G04X1
G65P9810Z[#552-8]F2000
G65P9814D75.Q10.
G65P9810Z[#552+50.]
M62
G100
G49
#562=#135
#563=#136
G04X1

N3(P03)G90G0X#564
Y#565
G43H40Z[#554+50.]
M61
G04X1
G65P9810Z[#554-10]F2000
G65P9814D70.Q10.
G65P9810Z[#554+50.]
M62
G100
G49
#564=#135
#565=#136
G04X1

N4(P04)G90G0X#566
Y#567
G43H40Z[#556+50.]
M61
G04X1
```

G65P9810Z[#556-5]F2000
G65P9814D85.Q10.
G65P9810Z[#556+50.]
M62
G100
G49
#566=#135
#567=#136
G04X1
N5(P05)G90G0X#568
Y#569
M61
G04X1
G43H40Z[#558+50.]
G65P9810Z[#558-10]F2000
G65P9814D80.Q10.
G65P9810Z[#558+50.]
M62
G100
G49
#568=#135
#569=#136
#544=#5262
G04X1
M00
M98P1304
M00
G56G90G0X3500
M06T02
G100
G56G90G0X0.
M98P1304
M30
%

然后从数控面板调出打印程序，执行打印程序。其中打印程序首先从测量程序调取各支座中心距坐标变量，然后与打印程序中已有的标准值进行计算，计算后的超差值与程序中已有的公差值进行计算，打印计算值。打印

计算值的内容包含：测量日期、测量目标、测量方向、测量值、超差值及偏差值。根据计算值和加工余量手动调整各支座孔中心距坐标数值，调整完各支座中心距坐标变量值更改完成。加工时，加工程序直接调用调整后的各支座中心距坐标变量值进行加工。图3、图4所示为现场加工情况。

4. 技术改善前后对比

挖掘机动臂、斗杆机加工在线测量技术能够应对各种形式的焊接变形，并保证在加工误差最合理的范围之内。在线测量技术主要计算依赖于加工中心，提高了计算的准确性，降低了人工成本。加工前和加工后的数据以打印的形式保存，打印数据更便于存储和追溯。以我公司21T挖掘机动臂、斗杆为例，原划线工序时间为28min，改善后测量工序时间为5min（见图5）。



图 3



图 4

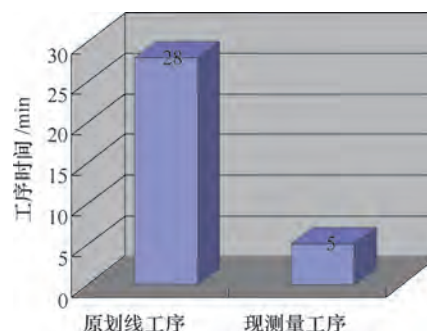


图5 21T挖掘机斗杆加工工序调整前后准备时间

参考文献：

- [1] 英国雷尼绍公司. 雷尼绍测头在数控机床上的应用 [J]. 新技术新工艺, 2003 (2) : 12-13.
- [2] 杨琳, 周亚军. 浅析数控机床在线测量技术 [J]. 科技资讯, 2006 (10) : 32.
- [3] 隋少春, 楚王伟, 李卫东. 数控加工在线测量技术应用探讨 [J]. 航空制造技术, 2010 (22) : 44-46.

MW (收稿日期: 20170227)

专家点评

在线测量技术是一种新兴的先进测量技术，可以实现加工与测量在同一设备上进行，避免了二次装夹产生的误差，同时提高了效率。本文着重介绍了数控机床配合雷尼绍RMP60测头测量加工挖掘机动臂、斗杆的过程和经验，供同行们参考。