

基恩士在线检测系统在差速器壳加工自动线上的应用

■ 中国重汽集团济南桥箱有限公司 (山东 250100) 张文佳 孙 亮 辛磊磊 王厚勇 李建超 王即武

摘要: 随着机加工生产线自动化改造项目的普遍实施,在线检测技术已成为自动化改造中不可或缺的一部分,基恩士测笔既能读取机床的模式变量又能对机床的宏变量地址进行写入,实现双向传输。在此基础上与机床宏程序及总控PLC相配合,实现对产品的在线检测、自动补偿以及检测频次的设置。

随着全球自动化、信息化水平的不断提升,对传统制造业提出了新的挑战与要求,智能化、自动化与信息化,已经成为工业制造的趋势与方向,而在线检测技术已经成为影响智能化、自动化加工的关键制约因素。本文基于基恩士测笔系统,利用小型工

控机,开发了一套机床内工件的在线检测及自动补偿系统,并成功应用于一条改造后的自动线中。

1. 背景描述

在差速器壳机械加工生产线的自动化改造过程中,已配置六关节机器人及控制柜,实现了工

件自动上下料。现需要增加在线检测来减少人为干预,从而实现最终较长时间的无人化生产。该产品的精车小端工序在数控立车床完成(见图1),具体加工部位为轴承外圆及被动轮外圆,两处分别由两组刀具加工,每组共有两把刀(一把备用刀具)。

础,取得了很好的经济效益和良好的社会效益,实物如图9所示。

①减少相应的设备投资,降低成本。专机共计投入成本35万元,市场同等设备采购为50万元,该项目直接为公司节省设备采购成本15万元。②产品质量的提升。数字化目视压装,自动存储压装数据,可实现压装产品的追溯,质量得以保障。③程序故障识别可视化,方便维护。④专机具有一定的自动化,改善了工人操作劳动强度,缓解招工难的问题。⑤提高劳动生产率,降低了人工成本。⑥兼容性。设计柔性化,通过切换压头与调节位移即可实

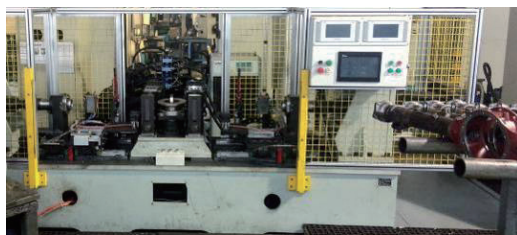


图9 插管式后桥壳总成数字化压装专机数模及效果图

现同一系列产品的兼容生产,提高设备使用率。

3. 结语

插管式后桥壳总成数字化压装专机的成功开发,实现了整个压装过程位移和压力的实时监控、数字化压装,能够自动存储压装数据,实现压装产品的追溯,质量得以保障,为新产品的

开发提供了很好的数据支持,取得良好经济效益的同时,增强了公司产品的竞争力。

参考文献:

- [1] 刘政军,刘宇飞,郝雪枫,等. PLC控制在汽车后桥壳焊接设备中的应用[J]. 热加工工艺, 2007, 36 (7): 17-19.

MW (收稿日期: 20170513)

上述两个加工部位加工精度要求高，公差严格，随着刀具磨损容易造成尺寸变化，因此检测频次要求高，并且大外圆处有十字轴孔，即使人工测量也很不方便。按项目要求需对两个外圆尺寸进行在线检测，并实现自动补偿。

2. 整体方案设计

测量系统由自动线的总控制柜、小型研华工控机和基恩士测笔（GT2-A12K）系统等组成。该系统末端执行器是带传感器的基恩士测笔，通过增加小型研华工控机，设计开发软件，将读取测笔的测量值，通过运算，转化为产品尺寸，并设计出公差范围及标准值，计算出偏差值。工控机与机床进行通信，使之既能读取机床的模式变量又能对机床的宏变量地址进行写入，实现双向传输。在此基础上与机床宏程序及总控相配合，实现对产品的在线检测、自动补偿以及检测频次的设置。

基恩士测笔系统由基座、运动部件、测笔处理系统单元、气缸及防护等组成。在机床侧壁安装气缸支架，将整个测量机构安装于机床侧壁，测笔固定在气缸支架末端，并增加防护门装置。支架及防护门上的推进气缸均有各自电磁阀控制，电磁阀开关量

接入总控。测笔系统结构如图2、图3所示。

（1）测量系统通信方式的实现：基恩士测笔系统是独立于机床的控制测量系统，测笔作为末端接触式传感器，通过测笔与工件接触时测笔的压缩触发传感器开关，基恩士控制系统能够准确记录信号触发位置，通过CPU进行处理，得到测量数值。由于无法实现在线检测后的刀具自动补偿，为此需要建立起测笔与机床间的通信，将测量出来的偏差值写入机床的对应刀具补偿地址中。

通过增加小型研华工控机，与测笔实现通信；同时工控机与总控连接，控制测笔的防护门及支架的动作，实现对测笔测量程序的启动控制。以上均为简单的I/O连接。但要实现自动补偿，还需要建立与机床的通信，由于机床系统老化，仅具有串口，没有网口，无法保证工控机对机床系统变量的读取与写入。为此，我们借助外接CF卡进行转换，实现串口转网口，最终解决了与机床的通信问题。

（2）宏程序及机床系统变量的应用：由于在该测量系统中需要设置检测频次，如果利用机器人或控制柜PLC来实现，当检测频次需要修改时，不够方便直

观。可以利用宏程序借助公共变量实现计数功能，在加工程序中设定检测频次，例如设定检测频次为3次，将#501人工赋值为3，在程序中利用公共模式变量#500=#500+1，来实现加工计数，当#500等于3时，#500=#501工控机读取到该信号后告知总控，启动测笔进行测量，宏程序会将#500赋为0，程序重新加工计数。此处也可利用“While DO”固定宏程序格式来进行加工计数。

由于测量对象均为外圆尺寸，原则上测量值超上差，可以进行刀补偿后再加工，测量超下差，则无法修复，直接报废。软件对测量结果进行判断后，对于超下差工件工控机直接告知总控，发出零件超下差的报警信号；对于超上差的工件，则需要宏程序及系统变量的配合，实现对相应加工刀具的刀补自动补偿，并将程序跳转到相应工步进行二次加工。

刀具自动补偿过程。首先工控机要找到加工该尺寸的刀补号，一般一个工步由一把刀加工完成，每个尺寸与刀补号一一对应，这种情况较易识别；但本案例中，每把刀都设置了刀具寿命管理及备用刀具，每个加工工步至少有两把刀加工，只靠判断加



图 1



图 2



图 3

工部位无法识别目前刀具号。所以利用特殊功能指令的系统变量#4120专门存储当前刀号，具体程序如下：

```
N1
T0707; /调用当前刀具，此时
#4120中为0707/
#820=#4120; /将7号刀0707存储在
变量#820中/
...
N2
T0299/调用二号刀族群，该群组有
T0101与T0202组成，当前正使用T0101/
#821=#4120; /读取2号刀群中
T0101, 存储在变量#821中/
...
M30;
```

此时只需读取公共变量#820、#821等，便可知道每个加工尺寸的当前刀补号且对应到机床系统中，并将刀具补偿值存储在该系统变量地址中，如#2001对应1号刀补，#2001=#2001+0.02，则代表1号刀补增加0.02mm。

通过上述分析，许多逻辑判断、选择交由宏程序来完成，可以减少软件开发的工作量，并且更加直观，便于用户修改设置，在线检测软件开发一定要与宏程序有机结合，并且灵活使用系统变量。

3. 系统软件开发及调试

(1) 软件思路：工控机读取测笔的测量值，并通过软件将测量值转化为工件尺寸，软件界面中设计公差中值及上下线，并设置一个公差范围外的允许补偿值，工件在此范围内系统认为工件超差可以补偿，属于刀具正常磨损。另外设置一个极限值，一

旦超出该范围，系统判定刀具破损，直接发出报警。

(2) 软件调试及使用：程序运行前需设置测头初始位置数据，上下偏差为基准值的公差 $\pm 16 \mu\text{m}$ ，工件在此范围内的为合格工件，大于上偏差时需要“再次加工”，小于下偏差时认为“工件报废”。上极限为触笔测量的最大值，一般设定比上偏差大0.5mm即可，下极限为触笔测量的最小值，一般设定比下偏差小0.5mm。超出工件尺寸上下极限值的为测量出错，可能工件表面测量位置存在铁屑或异物，或者测笔未接触到工件可测量位置。数据显示绿色代表工件合格，黄色代表尺寸偏大需再加工，红色表示工件报废或测量超差。

打开软件界面，设定快捷键Alt+F4关闭软件界面（见图4）；在打开界面下，设定Alt+F5，可调出设置画面（见图5），对公差、极限及预设值进行修改。

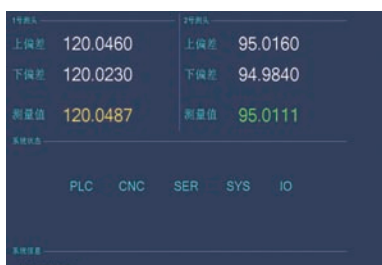


图 4

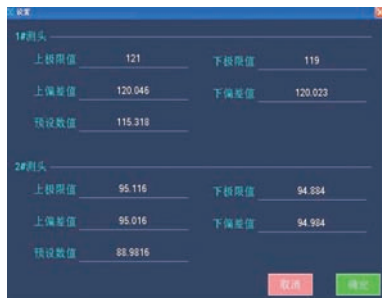


图 5

(3) 实现流程：机器人上料后，产品加工完成，由宏程序完成产品加工的计数、加工频次设定及需测量尺寸当前刀具的刀号、刀补号显示。PLC在读取到机床完成信号后，告知工控机读取机床数据，如是否到达检测频次，当前的刀具号等。一旦到达检测频次，工控机告知PLC控制测笔进行检测，如运行是否正常，异常（如下端测笔深入到十字轴孔）则报警；运行正常，则继续判断检测工件是否合格，如果合格则放行，机器人将工件取走。如果超差，则工控机判定超上差、超下差，一旦超下差，工件报废，PLC处理发出报警；如果超上差，工控机告知PLC需要再次加工，同时工控机计算出补偿值，与机床系统变量配合，写入到机床对应的刀补号中。由PLC启动加工程序，由宏程序判定需要重新加工的部位，程序直接跳转到该部分进行单独的加工。加工完成后，再次启动测量系统，对补偿后的产品进行验证。从而使整个测量实现完成的闭环。流程如图6所示。

(4) 工控机读取内容：①判断是否需要检测机床宏程序组1，加工程序设定检测频次数据，例如当#810=#811时，工控机告知PLC“需要检测”。②判断是否需要检测刀具组寿命值，读取T0199、T0299两组寿命值，当读取值=1时，工控机告知PLC“需要检测”，新刀具加工完成需要检测。③判断是否需要检测刀具组寿命值，读取T0199、T0299两组寿命值，刀具寿命值为7，当读取值=7时，工控机告知PLC“需

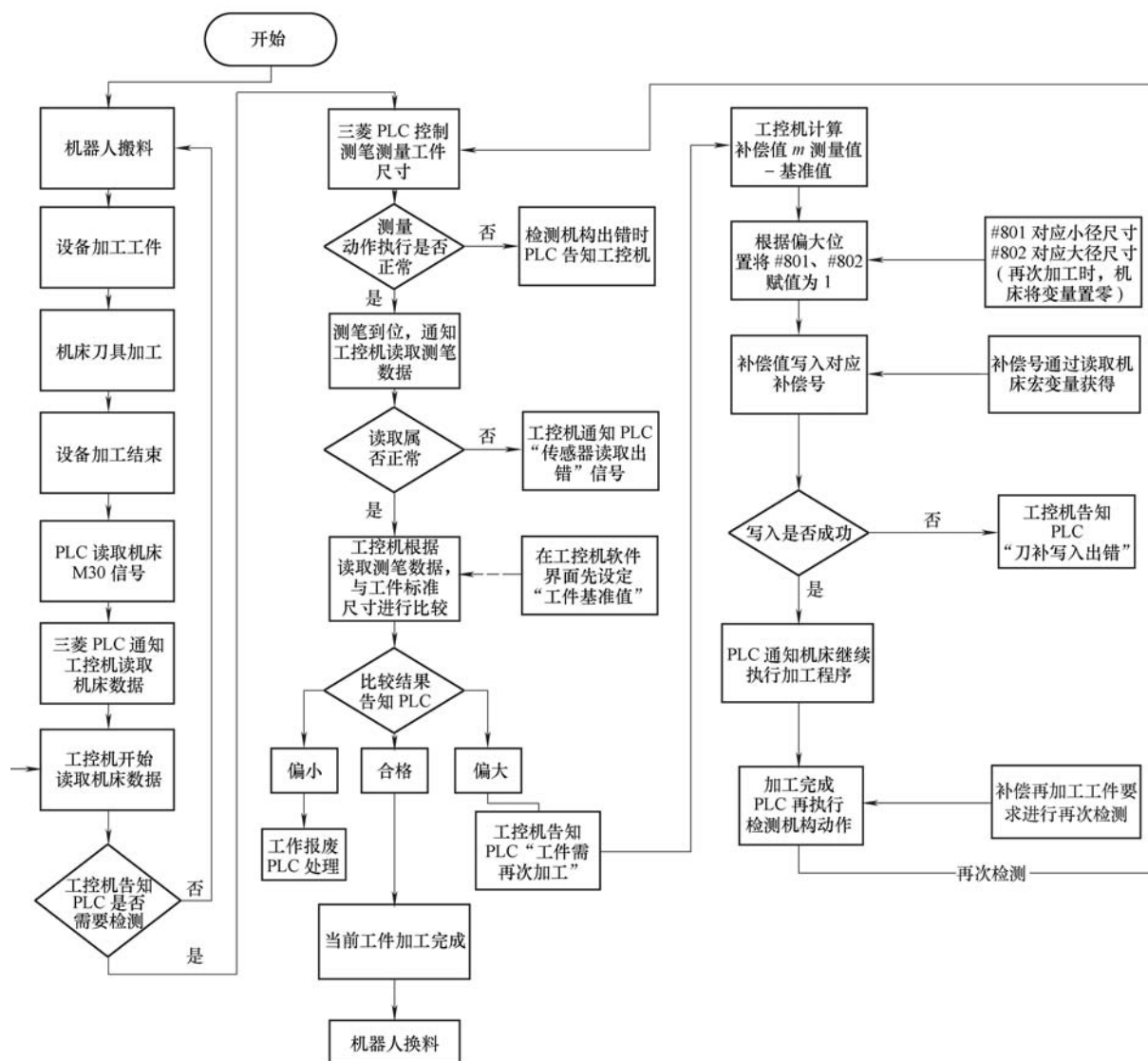


图 6

要检测”，刀具使用7次后，要求检测工件。④获取补偿地址机床宏程序组2，加工程序计算出实际2组刀具的补偿地址，例如#820为刀具组1当前实际刀具号地址，#821为刀具组2当前实际刀具号地址。读取的数据范例：0101、0202、0808、0909，取出补偿地址为01、02、08、09。

4. 结语

在线测量技术已经成为自动化生产顺利实现的必要条件。在线测量技术的实现涉及多方面技术，高精度末端传感器，测量系

统与机床良好通信连接，机床宏程序及系统变量与测量软件的有机结合，为在线检测系统的实现提供了良好基础。

参考文献：

- [1] 曹永洁，傅建中. 基于高精度位移传感器的机床主轴热变形实时测量[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2006 (12) : 42-44.
- [2] 邓三鹏，方沂，张永丹，等. 数控机床在线检测软件的开发[J]. 机械设计与制造, 2006 (1) : 153-155.

MW (收稿日期：20170329)

专家点评

随着高端数控机床的普遍应用，在线检测技术已成为自动化生产线的重要组成部分，本文介绍的基思士在线监测系统借助小型工控机与数控机床建立通信连接，将测量出来的偏差值写入到对应的刀具补偿地址中。通过数控宏程序与检测软件的巧妙结合，实现了产品加工中的自动补偿功能，拓展了在线检测系统的功能和使用范围。