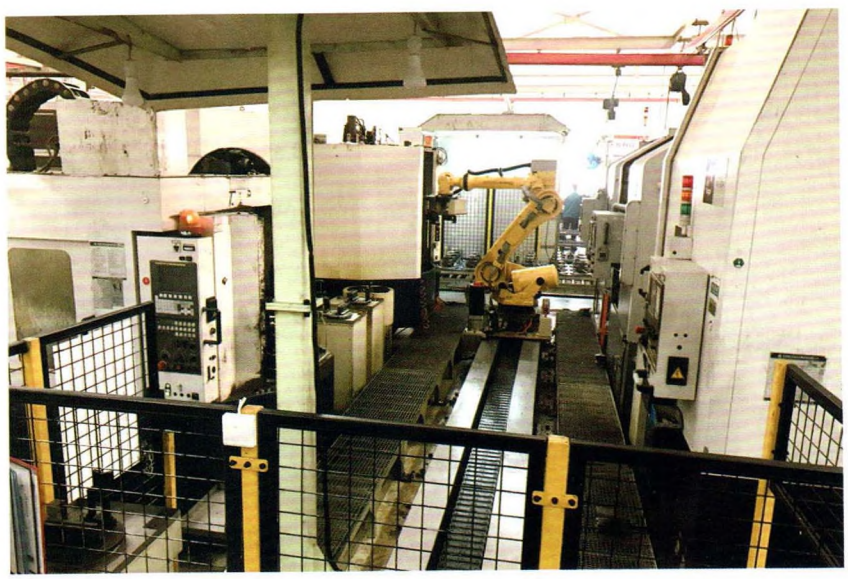
在线检测在自动生产线中的创新应用

□ 中国重汽集团济南桥箱有限公司/孙亮 张文佳 辛磊磊 王厚勇 王即武

利用宏程序将在线检测装置与数控车床有机结合，使其满足产品自动化与智能制造的需要。实践证明，宏程序设计合理可靠，能够满足自动化智能化生产需求，保证产品一次下线合格率，真正发挥在线检测装置的作用，实现机床自动化智能化生产。

应中国制造2025总体发展要求，自动化与智能制造成为未来制造业发展趋势。要实现机械加工产品的自动化与智能化制造，首先要解决的是产品尺寸的在线检测、刀具磨耗值的自动补偿等问题，保证产品的加工质量。

目前市场上的在线检测装置能够实现产品尺寸的测量和刀具磨耗值的补偿等功能，但尚不能满足自动化智能生产的需求。为实现产品长时间自动化无人生产，需要机床实现自动检测产品尺寸，并根据测量结果进行自动判断，当产品尺寸超过最大实体尺寸时，机床能够实现刀具磨耗值的自动补偿和自动再加工。当产品尺寸超过最小实体尺寸时，机床能够自动报警，杜绝不良品流入下一工序，保证产品一次下线合格率，真正发挥在线检测装置的作用，实现机床自动化智能化生产。最终减少人员介入干涉时间，从而大幅提高自动生产线的效率和节拍。



问题提出

传统机械加工过程中由于人的参与，人为的测量误差及人工补偿失误经常导致废品出现，影响产品的加工质量及合格率。如何使机床根据需求自动测量产品尺寸，如何自动补偿刀具磨损量，如何使机床自动判别产品尺寸是否合格，如何判断不合格品是否能够再加工等都成为自动化过程中的大难题。如果上述问题能够解决，将对传统制造业的自动化与智能制造水平有较大程度的提升。

工件测头在线检测原理

工件测头安装在机床主轴（加工中心）或刀塔（数控车床）上，

工件测头相当于刀具，具有刀具的属性，如刀号、刀长、刀径，通过红外线信号与红外线接收器进行通信，报告测头各种状态（开启、关闭、就绪、触发）。使用前对测头进行标定，启动测量程序后，测头靠近工件测量部位，以进给速度接触工件表面，一旦接触工件表面，工件测头将信号无线传输给接收器，接收器将信号反馈给机床，机床停止运动，同时记录当前测头所在位置，测量原理如图1所示。

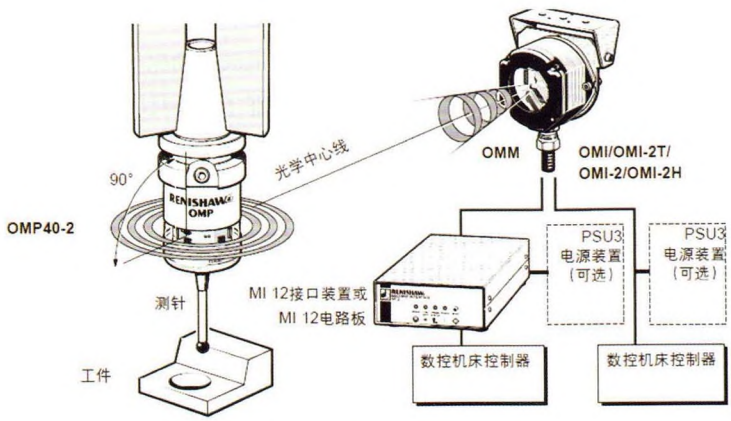


图 1

测量程序通过宏程序及相关宏变量自动计算出产品的实际尺寸，并自动补偿刀具补偿值。测量程序中可通过设置不同h值来设定尺寸的公差范围，h=被测尺寸的公差值的一半。例如：对于尺寸$50^{0.04}_{0}$mm，可设置基准尺寸为50.02mm，h设为0.02mm，即可实现对$50^{0.04}_{0}$mm的自动测量。

工件测头在数控车床中的创新应用

1.测头在数控车床上的安装调试

将测头安装在数控车床内孔刀座上，保证测头与主轴方向平行，并根据实际使用情况选择测针长度及测头直径（见图2）；将接收器安装在信号接收范围内，接收器与测头之间保证无遮挡物，按照接线说明将接收器与机床连接（见图3）。测头及接收器安装完成后，利用雷尼绍提供的标定程序对测头进行标定，然后即可对产品测量部位进行测量，反复测量后测头重复精度在0.005mm以内，满足使用要求。

2.使用宏程序实现机床自动化智能化生产

上文提到测头只能实现产品尺寸的测量和刀具的补偿，无法对超差产品是否可修复进行判断，无法自动再加工可修复部位，如果人工介入干预，会严重影响自动生产线的生产效率和节拍，下面详细介绍通过使用宏程序实现机床自动化智能化制造的步骤。

（1）程序结构流程图。为实现机床自动化智能化加工，现根据

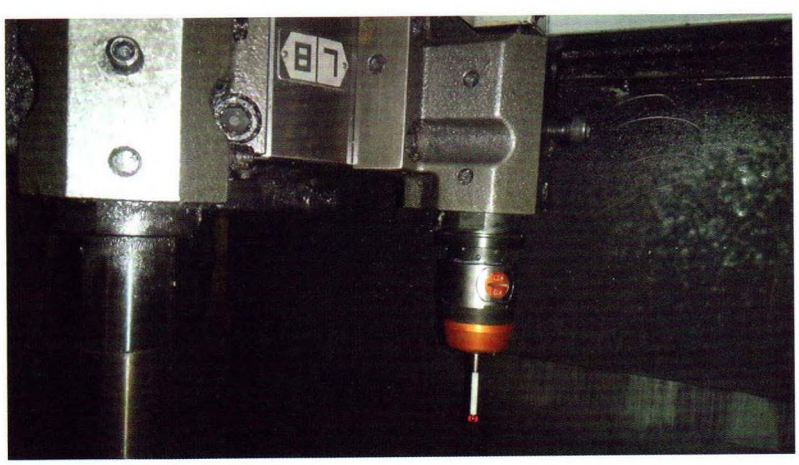


图 2

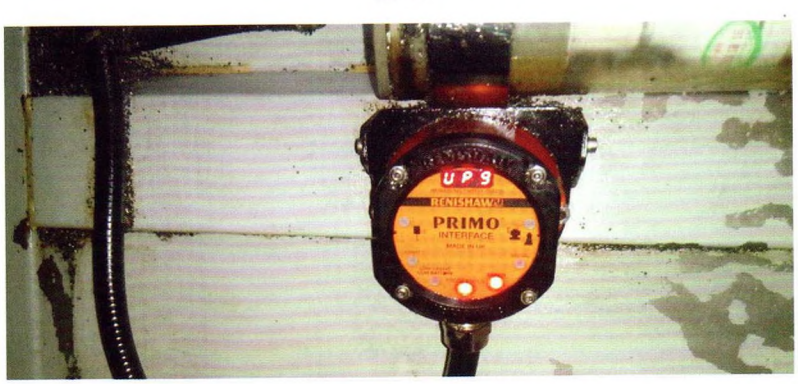


图 3

功能要求，绘制程序流程图，使程序自动模拟传统加工流程，提高产品下线合格率，保证产品质量，程序流程图如图4所示。

（2）主程序结构。利用宏程序的选择语句和宏变量，对主程序进行改进，对相关宏变量进行设置使程序能够实现下列功能：当测量数据超过最大实体尺寸时，程序针对超差部位自动进行再加工，使产品尺寸合格；当测量数据超过最小实体尺寸时，程序自动进行超差报警，杜绝不良品流入下一工序；当重新装夹了精车刀片后，程序能够自动退刀补值，并调用公差范围大的测量程序（h=0.4mm）进行测量，在测量后自动进行判断，选择再加工或超差报警，再加工后再次进行测量，以降低废品率。

（3）子程序结构。利用宏程序与宏变量对子程序进行改进，增加检测频次功能，可根据生产实际情况自由设置在线检测频次，在保证产品尺寸的前提下，最大程度降低检测时间，提高机床生产效率。

主程序和子程序结构、程序流程及功能说明可扫描下方二维码查看（见图5）。

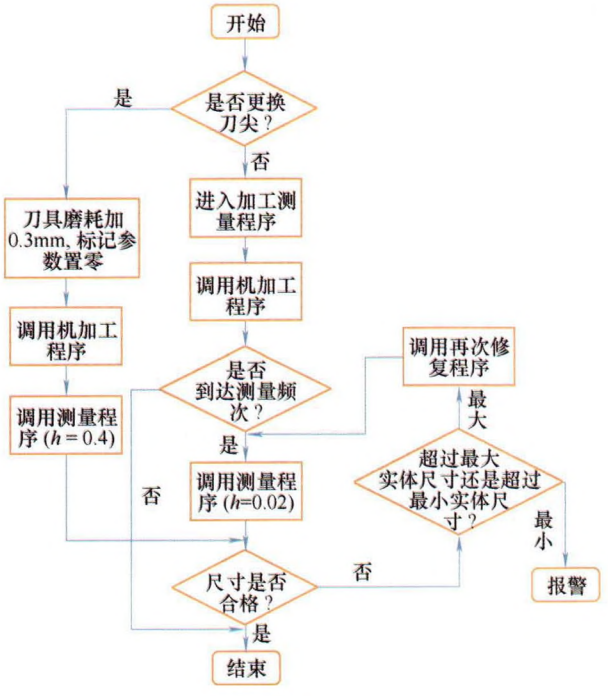


图 4

图 5

结语

上述程序经现场验证，实现了机床自动测量、自动补偿以及针对超差工件进行再加工或报警等功能；在更换刀片后实现了自动退刀补、自动加工测量、自动补偿并自动再加工等功能。本次创新应用，满足了机床自动化与智能化生产需要，保证了产品尺寸的一致性，保证了自动生产线下线产品的合格率，显著减少了人为干预时间，大幅提升自动生产线生产节拍，真正发挥了在线检测装置在自动化生产中的作用，对于类似生产线的自动化智能化生产有良好的借鉴作用。

AUTO1950

孙亮

助理工程师

中国重汽集团济南桥箱有限公司主减速器部

主要负责车间技术与质量工作，参与公司技术创新与质量改进工作。2016年初，首次接触生产线自动化项目，在自动化项目改造过程中解决了众多技术难题,推进了公司自动线的自动化与智能化程度。