自适应控制技术在CNC机床上的应用

刘志兵 杨晓红

交大昆机科技股份有限公司

摘要：以以色列OMAT公司ACM自适应控制监视系统为例，论述了集成在西门子840D系统中的安装调试、工作原理，并以典型的实际应用范例阐述了在优化金属切削加工中的特色。

关键词：ACM 自适应控制 实时控制 功率传感器 用户图形界面

一．概述

如何提高金属切削数控机床的加工效率，充分利用机床主轴最大转速、最大负载和轴最大进给速率，加工材质、切削量多变的工件。同时又能自动保护机床和主轴系统、保护较昂贵的进口刀具。这已经越来越受到终端用户和机床制造厂家关注的问题之一。以色列OMAT公司的ACM自适应控制监控系统正是为了适应这种要求，从控制角度为解决该问题提出的理想方案。

OMAT公司ACM作为西门子840D数控系统的重要选件，可以提供多种版本形式：• 外装式ACM装置；• 纯软件集成式ACM；• PC卡软硬件混合式ACM；• 单元软硬件混合式ACM。其中，第一种软硬件均做在ACM装置中，外部接线多，但不受数控系统和主轴驱动器的限制，主要针对老系统和不能安装集成ACM系统的机床用。第2、第3种是软件为主的ACM系统，极少或无外部接线，但是受非出口型数控系统限制，要求系统软件版本高，目前在出口到国内的840D系统中难以实现。因此我们在与OMAT公司合作中选用了第4种版本的ACM系统。本文就该版ACM自适应控制系统的工作原理、安装调试以及应用情况论述如下。

二。单元软硬件混合式ACM系统工作原理

如图1。所示该系统由三部分组成：

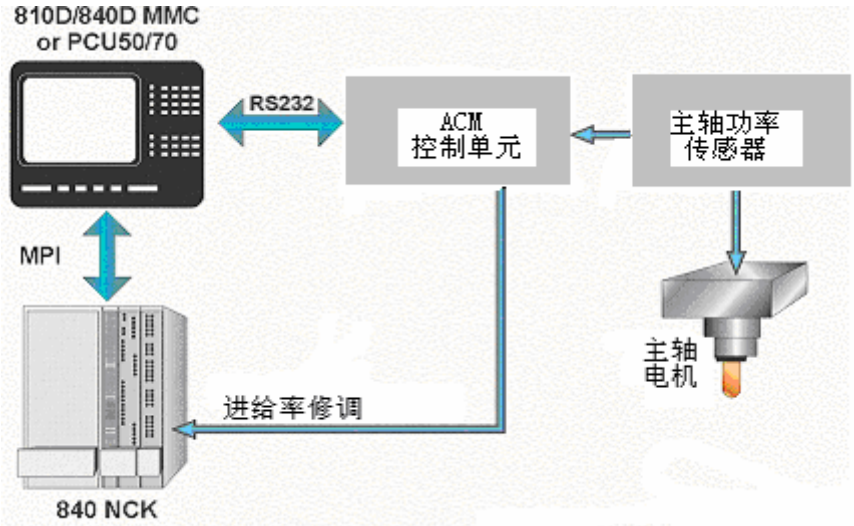

图 1。

• ACM控制单元：

数字量输出至840D系统的NCU，模拟量输入信号来自OMAT功率传感器模块。ACM测量采集的主轴功率信号通过SINUMERIK RS232 串口与CNC的PC部分通讯。

- ACM实时控制软件：集成在ACM控制单元的微处理器中。
- ACM 用户画面接口：Windows 用户图形界面用于配置和监控自适应控制过程。

ACM 是一个实时自适应控制系统，实时采样机床主轴负载变化，据此自动调节机床进给率至最佳值。并且时实监视记录主轴切削负载、进给率变化，刀具磨损量等加工参数，并输出图形、数据至 Windows 用户图形界面。这些数据还可以存储在硬盘供以后查阅存档。

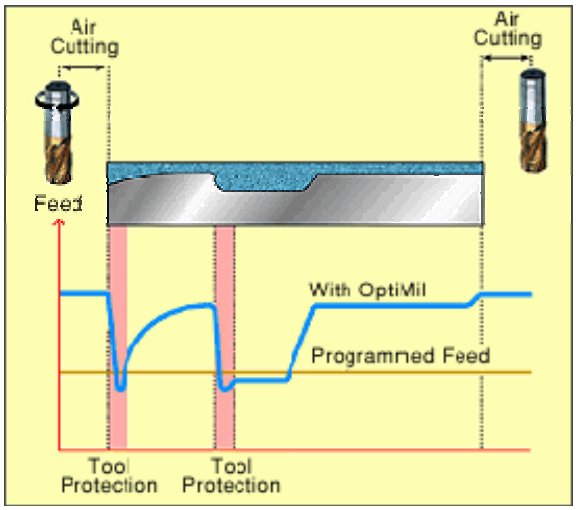

图 2。

三．安装与调试

1．硬件安装

原理图见图 3。所示，主轴功率经 OMAT LA55-P 型电流互感器测量，功率转换器放大后，由 9 芯插头输入至 ACM 控制单元；进给修调数字量信号输入至 PLC 输入模块；ACM 控制单元与 PCU50（用户操作接口）由 RS232 串口通信连接。此外还有以下控制信号：ACM 激活后给 PLC 的输入信号；ACM 出现故障进给保持信号；以及 PLC 报警使 ACM 产生复位的 ACM RESET 信号。

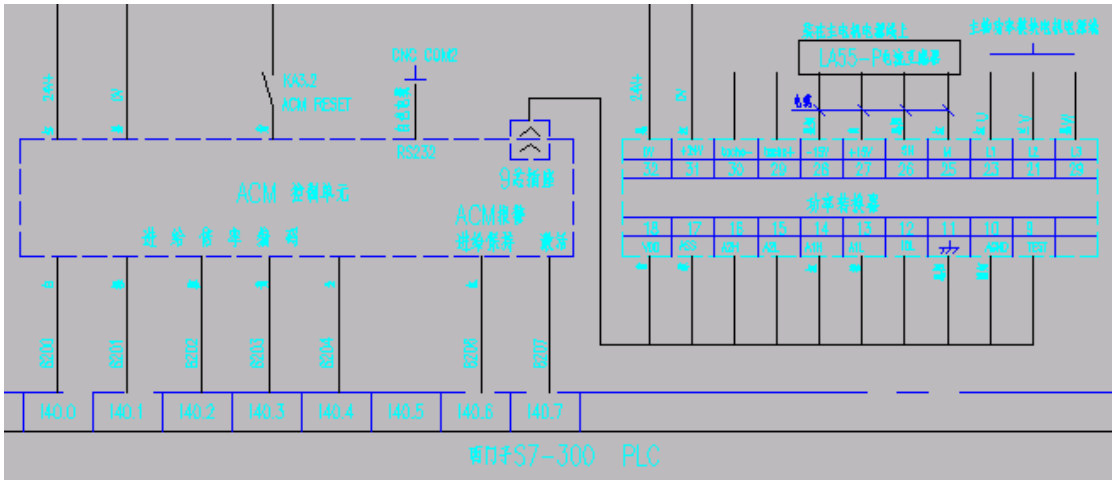

图 3。

2．PLC 软件编程

2．1．下载 OMAT 标准 PLC 控制程序 FB30 并在 OB1 中调用：

。。。

CALL FB30 “OMAT_CYCLIC FB”

ACMFEEDOUT := IB40 //来自 ACM 的进给修调信号

ACMFEEDOUT := I40.6 //来自 ACM 的报警进给保持信号

ACMFEEDOUT := I40.7 //来自 ACM 的激活信号

ACMFEEDOUT := T10 //来自 ACM 的激活延时信号

。。。

2．2．局部修改西门子标准 MCP（机床控制面板）管理子程序 FC19：

。。。

U DB50.DBX11.0 “OMAT_CYCLIC FB_IDB”. ACMALARMOUT //PLC 报警信号

R #MST_Inp23 [0] “NC_STOP” //使 NC 停止

。。。

2．3．编程 NC 报警文本程序（程序略）

2．4．修改机床参数：MD12030 OVER_FACTOR_FEEDRATE[23]=1.3

MD12030 OVER_FACTOR_FEEDRATE[24]=1.4

MD12030 OVER_FACTOR_FEEDRATE[25]=1.5

3．ACM 用户图形界面 PC 软件安装

3．1．在 F:>\OEM 下创建 OPMS 新目录

3．2．将 OMAT 软盘上的下列文件拷入新建目录 F:>\OEM\OPMS

• OPMS.MDI • OPMS.ZUS

3．3．将文件 025_GR.DLL 和 025_UK.DLL 拷贝到 F:>\OEM\LANGUAGE；

打开文件 RE_GR.INI 和 RE_UK.INI 插入语句：HSKT=“OMATIVE ACM”

3．4．打开 F:>\OEM 下的文件 REGIE.INI 插入语句：

TASK=NAME：=OPMS，TimeOut=6000

3．5．拷贝 OPMS.INI 到 F:>\OEM；拷贝 OPMS.EXE 到 F:>\HMI_ADV

3．6．安装结束后重新启动西门子 HMI。

四．运行 OMAT ACM 系统

ACM PC 软件安装完毕，在西门子 840D 系统主菜单增加名为 OMAT ACM 的软键，按此键进入 ACM 主画面（见图 4。）主画面显示下列信息：• ACM 运行方式：3 种方式选其中之一；• 状态监视：过载、运行、主轴、在线/离线等状态；• 主轴功率和进给率是实时变化曲线及数值；• 当前运行值：参考编号、零件编号、开始加工时间、运行耗时、切削工件耗时、节

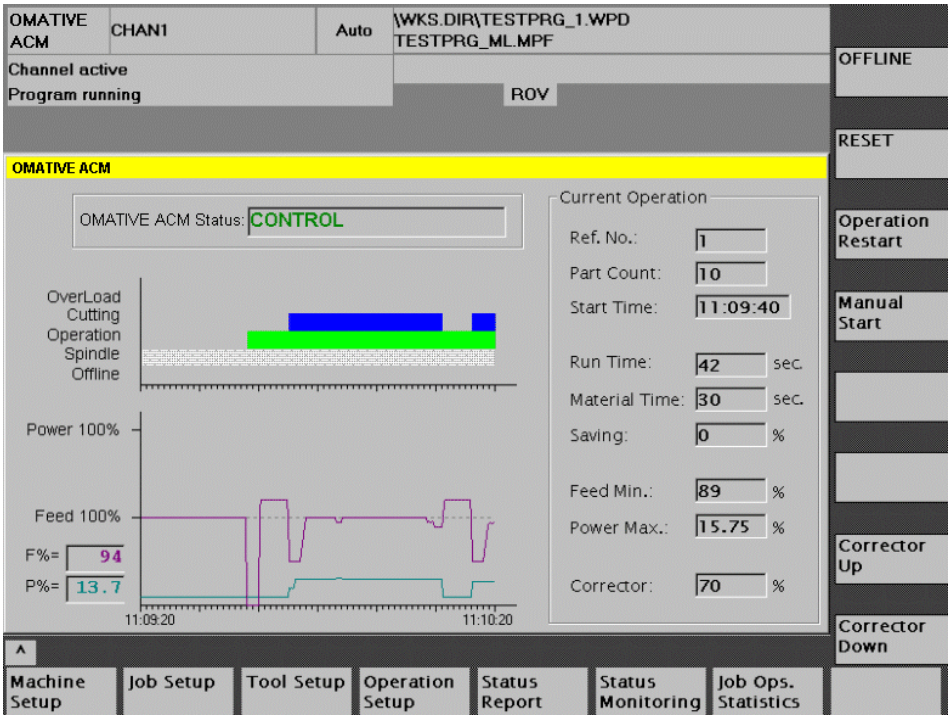

图 4。

约用时（%）、最小进给率（%）、最大进给率（%）、当前修调值（%）。

ACM 工作模式：

- ACM 启动/停止方式：通过 NC 程序 H 功能自动或者手动启动/停止运行。
- 切削参数输入方式：切削参数如，刀具类型、齿数、工件材料、切削量（深度）和速度等可以手动（Preset）或者在学习（Learn）方式自动记录切削参数，然后在学习后（by learn）方式按照记录参数，监控机床运行。
- ACM 运行方式：①进给控制方式：ACM 连续测量主轴负载并且实时自动调节进给率，出现过载则发出报警停止机床。②监控方式：ACM 连续测量主轴负载但不调节进给率，有两种监控模式供选择—最大负载监控或负载允差监控。③事件记录方式：在此方式 ACM 只是将动态切削数据存储在系统存储器中，不做输出处理。

五．OMAT ACM 的特色和效果

传统金属加工刀具断裂不可检测和控制、刀具磨损靠手动监视、效率低，而 OMAT ACM 系统的自适应控制技术对传统加工技术提出了挑战，优化了金属切削 CNC 加工过程，提高了加工效率。典型应用统计：轮廓铣削省时约 38%；铣槽省时约 34%；3D 铣面省时约 37%；钻孔省时约 28%。并且具有下列保护功能：• 铣刀断裂保护（报警并停机防止工件及后续刀具损坏）；• 深孔钻刀具断裂保护（报警并停机）；• 刀具磨损监控（数字显示磨损量）；• 主轴过载保护（报警或停机）。

正是由于 OMAT ACM 独特的自适应控制技术，效果显著的实用性，国外许多著名公司如，欧美 Siemens AG Turbinenwerke, Germany; Chevron Aerospace, UK；Peugeot Citroen Motors, France; Boeing, USA; General Electric, USA，日本 Mitsubishi Motors, Nissan Autobody, Toshiba GE，Toyota Motors

等公司都已大量使用，取得了明显的效果，以美国通用汽轮机公司的测试报告图示说明如下：

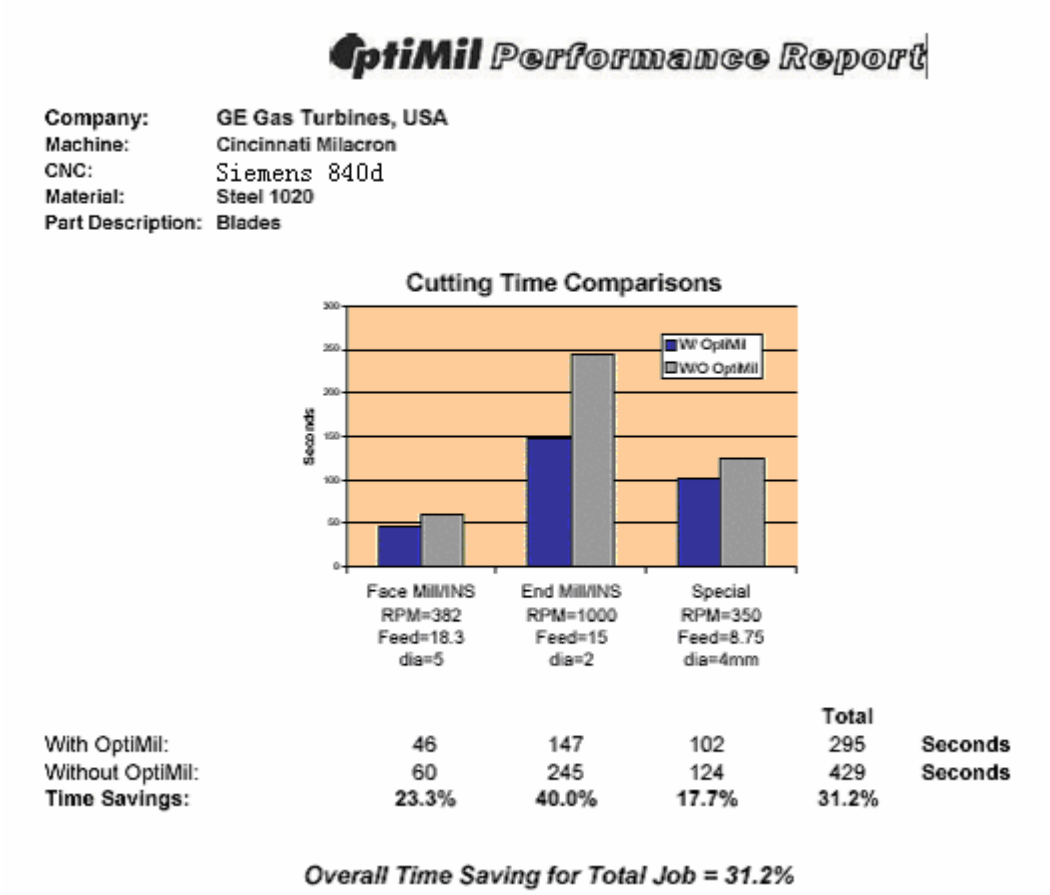

图 5。

六．结束语

我公司与以色列 OMAT 公司合作，成功地将单元软硬件混合式 ACM 系统集成安装于产品机床 THM4680 卧式加工中心的 840D 系统上，还做了大面工件切削对比实验，切削效率提高约 33%。ACM 的机床负载量化控制以及对刀具、主轴的安全保护功能，使得操作者放心最大限度的满负荷使用机床，而又不至于对机床造成伤害。这尤其适用于面切削、加工铸钢等硬质材料、模具加工业、深孔钻削、使用高价进口刀具等用户。国内航空航天、纺织、家电等行业的知名企业也率先正在陆续使用该产品。相信随着数控加工技术、高速切削等先进金属加工理念在国内企业的普及应用，自适应加工技术一定会得到广泛应用。

参考文献: 《OMATIVE ACM System User Manual》

网站：WWW.OMAT.COM.IL