SIEMENS 840D 在全自动柔性活塞生产线中的应用（上）

山东滨州渤海活塞股份有限公司 （256602） 王龙昌 耿兴华 宋立科

1. 项目简介

公司内燃机活塞生产线共有六台机床组成，共完成从活塞毛坯到成品的 12 道工序的切削加工。毛坯需要人工放置到第一台机床的料道上，通过料道运送到机床内机械手将活塞送入机床内，切削完成的活塞通过机床内机械手再放置到料道上，料道运送活塞到机床间机械手，机床间机械手运送活塞到下一个机床的料道，料道运送活塞到该机床的机床内机械手……如此循环直至运送到最后一个机床的料道。考虑到其动作的复杂性、加工精度的原因，电气配置全部采用 SIEMENS 840D。前五台机床均使用 MPI 通过 SIEMENS 840D NCU 的 X122 接口联网，用来传送机床间的信号，从而实现了生产线的全自动化（见图 1、图 2）。

图 1 滨州活塞车间一角

图 2 全自动柔性活塞生产线

2. 系统的组成及完成的功能

SINUMERIK 840D 的数控单元被称作 NCU（Numerical Control unit）单元。根据选用硬件如 CPU 芯片等和功能配置的不同，NCU 分为 NCU561.4，NCU571.4，NCU572.4，NCU573.4（12 轴），NCU573.5（31 轴）等若干种。同样地，NCU 单元中也集成 SINUMERIK 840D 数控 CPU 和 SIMATIC PLC CPU 芯片，包括相应的数控软件和 PLC 控制软件，并且带有 MPI 或 Profibus 接口，RS232 接口，手轮及测量接口，PCMCIA 卡插槽等，所不同的是 NCU 单元很薄，所有的驱动模块均排列在其右侧。

SINUMERIK 840D 配置的驱动一般都采用 SIMODRIVE 611D。它包括两部分即：电源模块 + 驱动模块（功率模块）；电源模块主要为 NC 和给驱动装置提供控制和动力电源，产生母线电压，同时监测电源和模块状态。

OP 单元和 PCU 建立起 SINUMERIK 840D 与操作者之间的交互界面。

SINUMERIK 840D 应用了 MPI（Multiple Point Interface）总线技术，传输速率为 187.5K/s，OP 单元为这个总线构成的网络中的一个节点。为提高人机交互的效率，又有 OPI（Operator Panel Interface）总线，它的传输速率为 1.5M/s。在 OP 单元、MCP 及 NCU 之间即是通过 OPI 总线进行通讯的。

附表是其中一台机床使用的 SIEMENS 840D 的主要组件（其他附件未列出）。

系统安装完成（见图 3），检查电气接线及各种规格电源的正确性，逐级合上各级断路器，即可进行软件的调试。

SIEMENS 840D 的主要组件表

名　称	型　号	数量
驱动电源模块	6SN1145-1BA02-0CA1 36/47KW	1
浪涌吸收器	6SL3000- 0BE23- 6AA0 36KW 67A	1
电抗器	6SL3000-0DE23-6AA0 36KW	1
X 轴电动机	1FT6105-1AC71-3AG1 50nm 2000rev/min	1
X 轴电动机驱动模块	6SN1123-1AA00-0DA1 80A	1
X 轴电动机控制模块	6SN1118-0DM21-0AA0	1
Z 轴电动机	1FT6086-1AF71-3AH1 27nm 3000rev/min	1
Z 轴电动机驱动模块	6SN1123-1AA00-0CA1 50A	1
Z 轴电动机控制模块	6SN1118-0DM13-0AA1	1
主轴电动机	1PH2117- 6WF41 23.7kW 1500v9000rev/min	1
主轴电动机驱动模块	6SN1123-1AA01-0FA1 200A	1
主轴电动机控制模块	6SN1118-0DG21-0AA1	1
接口模块 361	6ES7361-3CA01-0AA0	1
数字输入模块 (32 点 ×0.5A)	6ES7321-1BL00-0AA0	3
数字输出模块 (32 点 ×0.5A)	6ES7322-1BL00-0AA0	2
数字输出模块 (8 点 ×2A)	6ES7322-1BF01-0AA0	1
数字输出模块 (16 点 ×0.5A)	6ES7322-1BH01-0AA0	1
模拟输入模块 (2 ×12Bit)	6ES7331-7KB02-0AB0	1
SIEMENS 840D NCU571.4	6FC5357-0BB12-0AE0	1
显示面板 OP010C 10.4″	6FC5203-0AF01-0AA0	1
操作面板 MCP 483C	6FC5203-0AF22-0AA0	1
PCU50（566MHZ WINNT 4.0）	6FC5210-0DF20-0AA0	1

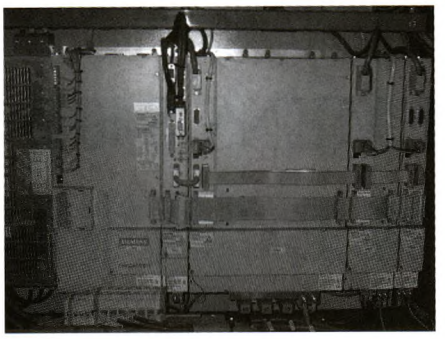

图 3　电气柜 SIEMENS 840D 的安装画面

PCU50 和笔记本通过网线连接，在 WINDOWS 环境下，将 HMI 及和 HMI 版本对应的汉化软件拷贝到 PCU50，进行安装。在此时可以方便的将报警文本拷贝到相应的文件夹下。至此，可运行 HMI 进入 SIEMENS 840D 的画面进行相应参数的设置和驱动数据的配置。

在 NCU 单元上，将 S4 调整到 3，S3 调整到 1，按一下相邻的 RESET 小按键，总清 PLC 和 NC 的内存，NCU 上电完成，将 S4、S3 调整到 0。

在笔记本打开 STEP7，建一新工程，插入 S7-300 的站，进行硬件组态，编译并下载到 PLC。在 OB1 中编写相应基本运行的程序，并将随机光盘 TOOL-BOX 安装的块一起拷贝到 STEP 7 并下载到 SIEMES 840D 的 PLC 中。

在面板设定通用参数、通道参数、轴参数，并根据电动机型号设定驱动数据，则此时可调试各个轴的运行。随后可根据机床的实际动作要求编写 PLC 较复杂的逻辑关系。较为详细的参数的设置、驱动数据的配置、报警文本的编写、PLC 功能块的调用等问题可参考简明调试手册、DOC ON CD 等电子文档资料，在此不再详述。下面着重介绍在使用 SIEMENS 840D 中，用到的几个较为重要的概念和碰到的技术难点。

（1）双通道及其程序的同步　多通道是 SIEMENS 840D 的一个重要概念。SIEMENS 840D 可创建两个方式组，10 个通道，31 根数字轴。此生产线使用了双通道的概念。双通道是 SIEMENS 840D 的选件功能，通过 SIEMENS 安装相应的数据包可实现双通道的控制。在两个通道各编制一套加工程序，这样便于处理机床复杂的逻辑关系。每个车床双通道程序的同步是通过在 PLC 调用 FC21，用 NC 通道程序读取 PLC 的位状态，以实现各种动作之间的互锁。

当然 FC21 也可实现 PLC 读取 NC 数据及其他功能，请参考 DOC ON CD 对 FC21 参数的定义。生产线每台机床均控制机床内机械手、机床间机械手。机床内机械手、机床间机械手、料道及阻挡器，用系统的第二通道控制。第一通道控制进给轴和主轴，进行相应的活塞切削加工。调用 FC21 的程序如下：

CALL FC 21

Enable：=DB100. DBX136. 2（激活 FC21）

Funct：=B#16#4（写 PLC 数据到 NC）

S7Var：=DB100. DBD88（存储区域）

IVAR1：=0（区域偏离）

IVAR2：=-1

Error：=DB100. DBX16. 0

ErrCode：=DB100. DBW18

注意：FC21 在 PLC 中定义的数据起始字节，和 NC 程序中 DBD［0］的高字节相对应。例如：FC21 的起始字节为 DBD88（PLC），则：

DBB91（PLC）=DBB［0］（NC）

DBB90（PLC）=DBB［1］（NC）

DBB89（PLC）=DBB［2］（NC）

DBB88（PLC）=DBB［3］（NC）

NC 加工程序举例（通道一，见图 4）：

N230 IF NOT（$A_DBD[0] B AND_STATUS_MACHINE［20］）GOTOF DROP

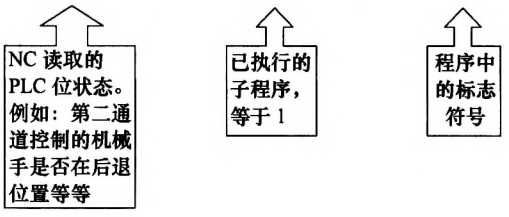

图 4　通道一

此程序段是通过 NC 加工程序读取 PLC 的状态位，判断是否具备向下转步条件。第一、第二通道 NC 程序编制的判断语句即是各种逻辑关系的互锁，也是两通道根据实际动作进行的“同步”。

（2）EasyMask 的使用和活塞止口内径全自动补偿的实现　EasyMask 是一种不需要 OEM 软件包就可在 PCU50 上创建多达 24 个画面的工具，使用一种简单的文本编辑器编辑 INI 和 TXT 文件就可完成画面的设计。借助此工具用户可访问 NCU 和 PLC 的变量。同时支持在线的语言选择，在 WINDOWS 或在 MMC 的 DOS 环境下安装即可。

下面是 EasyMask 可实现的功能：

通用功能 General functions：PLC 接口的画面激活信号；定义可编辑变量的最大/最小值；定义访问变量的权限（查看 SINUMERIK 840D 的访问权限）；定义画面的数量（可以是 8、16 或 24 个画面）。

静态元素 static elements：直线；静态图片；（文件格式：BMP，WMF，ICO）文本；有效文本，如：用光标选择文本 =〉PLC 置位；竖列软键激活 PLC 位。

动态元素 dynamic elements：百分比条，限制最小/最大值。

根据监控的值可选择 3 种填充色，动态图片。

在同一画面的相同位置，根据监控变量的值选择显示 3 幅图片（图片格式：BMP、WMF、ICO）中的一幅；输入/输出域；状态显示。

例如：Bit=0：文本 1，背景色 1，

1：文本 2，背景色 2；

文本数组：根据监控变量的值显示不同的文本。

因该单机机床的手动动作共计 60 多个，若采用外加按钮控制，既繁琐又占用大量的空间，并且不能显示测量部分的浮点数值和根据活塞尺寸填写的标准数值。EasyMask 软件在此有了用武之地，可编辑各种按钮和指示灯，并且有字体和背景颜色，显示各种图标和 PLC 的计算数值，这是普通按钮所无法替代的。非常方便，使用者一目了然。下面是第一台机床的一个测量活塞止口内经画面和刀具寿命画面（见图 5、图 6）。

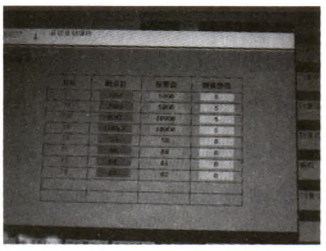

图 5　测量活塞止口内径画面

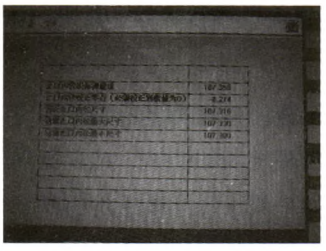

图 6　刀具寿命的画面，美观且功能性强

MW（待续）（收稿日期：20131012）