

Sinumerik 802D 系统在 S2500A 卧车改造中的应用

黄蒲川
东方汽轮机厂

摘要：SA2500A 卧车是我厂大型的关键设备，一直承担汽轮机核心部件转子围带的精加工任务；该设备是前苏联 70 年代所生产的，自安装使用至今，电气部分严重老化，备件缺乏，启动噪音大，但机械部分精度良好，因此采用 SIEMENS 公司 SINUMERIK 802D 数控系统及 Masterdiver VC 变频器对设备做数控化改造，对设备的制造能力有质的提升。

关键词：SINUMERIK 802D 数控系统 数控化改造

一、设备现状及改造必要性

随着我国经济的飞速发展，电力设备制造行业的复苏，高精尖的数控设备对工厂市场份额的占有有着重要的地位，但如何发挥老设备的作用同样是及其重要的，对老设备进行可行性的数字化和数控化的改造，是一条投资少，见效快的有效途径。

S2500A 卧式车床是我厂的大型设备，是汽轮机核心部件转子围带加工的不可缺少的关键设备，设备主轴精度良好，但由于电气系统故障频繁，数显仪表显示不精确，造成设备在近年无法长期正常工作，因此必须对设备电气系统做必要的改造。

该设备主轴电机为交流三相异步电机，启动方式为串电阻启动；设备的进给由进给刀架完成，刀架进给系统由大、中、小三个拖板和小刀架组成，共 4 坐标；其中大、中、小三个拖板的进给依靠主轴旋转带动光杠传动，小刀架为手动进给；大、中、小三个拖板的快速移动共用一个快速电机，小刀架无快速。

二、改造方案设计

对老设备的改造通常的做法是选用相应规格的驱动装置以控制电机的启动和转速，使用 PLC（可编程控制器）作为设备的控制核心，这是一种常规的电气改造，对设备的加工制造能力和产品质量控制能力没有大的提高。因此在对 S2500A 的改造进行方案确定时，针对设备主轴机械精度良好的状况，选择改造方向为进行数控化改

造。

具体方案如下：

对设备进给刀架取消原进给依靠主轴旋转带动光杠传动的方式，应用 SINUMERIK 802D 数控系统进行刀架数控改造，将中、小拖板的进给传动丝杠改装为滚珠丝杠，安装 SIEMENS 1FK7 伺服电机，使用于 SINUMERIK 802D 数控系统配套的 611UE 双轴驱动模块，来控制中、小拖板的进给；

针对主轴将取消原串电阻的启动方式，使用 SIEMENS 公司 Materdrive VC 变频器作为主轴电机的驱动装置，并在 802D 系统中将其配置为模拟主轴；

对于机床大拖板的进给及快速不作数控化的改造，将原光杠至大拖板的传动链脱开，原三个拖板共用的快速电机作为改造后大拖板的快速和进给电机，使用 SIEMENS 公司 Materdrive VC 变频器作为大拖板的快速和进给电机的驱动装置；

（一）SINUMERIK 802D 数控系统简介

1. 系统功能

SINUMERIK 802D 数控系统是 SIEMENS 公司针对车床和铣床开发的中档数控系统，是将所有 CNC、PLC、HMI 和通讯任务集成于一个单一的部件 PCU 中，PCU 作为 802D 数控系统的核心，集成 PROFIBUS 接口、键盘、MCP、最多三个手轮接口以及 PCMCIA 接口，而且各软件部件包括 NCK、PLC 和 HMI 全部集成于 PCU 当中，系统各部件的连接通过 PROFIBUS 现场总线进行连接和通讯。SINUMERIK 802D 数控系统最多可控制四个数字进给轴和一个主轴。

2. PLC 部分

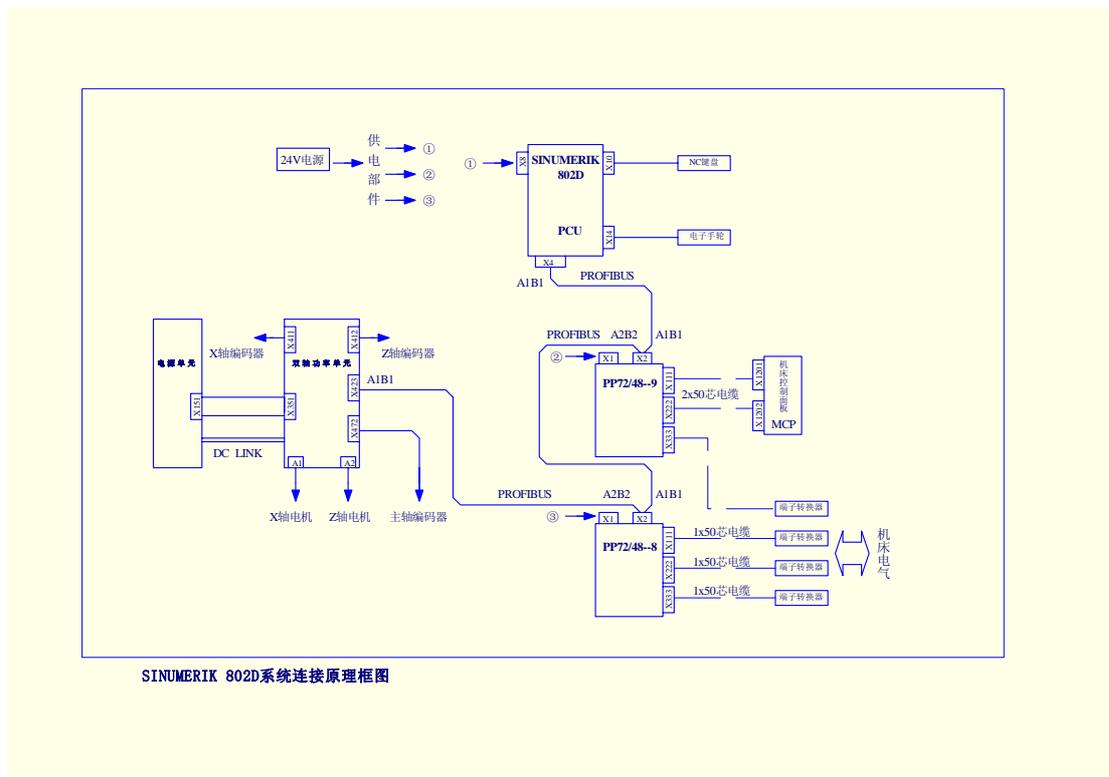
SINUMERIK 802D 数控系统的电气控制核心 PLC 部件集成于 PCU 当中，外部的输入输出信号由 I/O 模块 PP72/48 完成，每个 PP72/48 具有 3 个独立的 50 芯插槽，包括 24 位数字量输入和 16 位数字量输出，因此每个 I/O 模块具有 72 位数字输入和 48 位数字输出，802D 系统最多可配置两块 PP72/48 模块，即最多有 144 位数字输入和 96 位数字输出；PLC 的编程软件使用 Programming Tool Plc 802D，该软件与 STEP 7—200 PLC 编程软件大致相同，使用 LAD（梯形图）作为编程语言，但所使用的通讯接口和通讯电缆有所不同。

3. 驱动单元

SINUMERIK 802D 数控系统使用的是 SIMODRIVE 611UE 通用伺服驱动单元，

配套使用的电机为 SIEMENS 1FK6 和 1FK71 系列伺服电机，编码器信号为 1Vpp 正弦波，611UE 配备 PROFIBUS 接口模块用于速度环和电流环控制，802D 的位置环控制由 PCU 完成，611UE 控制模块可选择双轴和单轴模块，并且还可以在双轴模块上设定一个叠加轴。在本次对 S2500A 的改造中，选择双轴模块作为中、小拖板的控制，同时设定叠加轴，配置为模拟主轴，完成对主轴的控制。

(二) SINUMERIK 802D 系统连接原理框图



SINUMERIK 802D 系统是基于 PROFIBUS 总线的数控系统，输入输出信号是通过 PROFIBUS 总线的传递，位置调节也是通过 PROFIBUS 完成；PCU 为 PROFIBUS 的主设备，每个 PROFIBUS 从设备（PP72/48、611UE）都具有自己的唯一的总线地址，因而从设备在 PROFIBUS 总线上的排序是任意的。PP72/48 模块的总线地址由模块上的地址开关 S1 设定，第一块 PP72/48 的总线地址为“9”，第二块 PP72/48 的总线地址为“8”；611UE 的总线地址可以利用工具软件 SimoComU 设定，第一块双轴 611UE 模块的总线地址为“12”，第一块单轴 611UE 模块的总线地址为“10”；完成对 PROFIBUS 的连接后，PROFIBUS 两个终端设备的终端电阻开关应处于 ON 的位置，即在整個 PROFIBUS 总线连接中，起点和终点设备的终端电阻开关位置应为 ON，中间连接设备的终端电阻开关位置为 OFF。

三、SINUMERIK 802D 系统调试

(一) 系统通电

在确定系统的连接和供电部分没有错误后，可以对 PCU、PP72/48，以及 611UE 通入正确的电源，PCU 和 PP72/48 通入 24V 直流电源，三相交流电源接入电源模块。通电后各连接部件显示如下：

1. 802D

802D 进入主界面，显示有报警：

380021—PROFIBUS DP：缺省的 SDB100 已加载

04060—标准的机床数据已加载

2. 驱动部分

① 电源模块：只有绿灯亮，表示主电源接通

② 611UE 模块：R/F 红灯亮，且液晶窗口显示：A1106—611UE 为出厂设定

③ 总线接口模块：红灯亮—表示总线无数据交换

3. PP72/48

“POWER”和“EXCHANGE”两个绿灯亮—PP72/48 模块已就绪，且有数据交换

(二) PLC 调试

SINUMERIK 802D 系统为用户提供的有一个 PLC 子程序库，利用子程序库可以迅速的搭建一个用户 PLC 应用程序，在使用 PLC 子程序库前须使用标准的初始化文件对 802D 进行初始化。

1. 系统初始化

启动由工具箱提供的通讯软件 WINPCIN，将车床的初始化文件通过串行接口以二进制传送到 802D 系统中，下载初始化文件 SETUP_T. CNF 后，系统自动配置为车床配置，具有两个进给轴和一个主轴：

轴号	轴名	轴信号接口
1st Axis	X1	V3800xxxx
2nd Axis	Z1	V3801xxxx
3rd Axis	SP	V3802xxxx

2. 构建用户 PLC 程序

SINUMERIK 802D 系统为用户提供的子程序库中有 64 个子程序（SBR），每个子

程序都包含不同的功能，用户可以根据自己设备的状况盒要求，选择使用不同的子程序，但是所有选择的子程序必须在主程序（MAIN）OB1 中进行调用；在 64 个子程序当中，802D 为用户预留了 43 子程序，以方便用户写入针对自己设备情况和的要求的控制程序，在 SA2500A 卧车的改造中，我们仅使用了 SBR31 USR_INI 子程序，在其中写入了包括设备主轴的手动控制，大拖板的进给和快速，以及设备尾座和顶尖的控制程序；在 802D 的子程序库中，有 4 个子程序是在所有的应用场合均需要，下面根据 S2500A 卧车改造情况对这 4 个 SBR 做简单介绍。

① SBR32: PLC_INI PLC 初始化

该子程序在第一个 PLC 周期（SM0.1）被调用，用于设置一些基本的接口信号，在该子程序中设定了下列接口信号：

V32000006.7—NCK 通道接口的进给倍率有效

V380x0001.5—坐标轴接口的测量系统 1 有效

V380x0001.7—坐标轴接口的进给倍率有效

子程序调用如下：



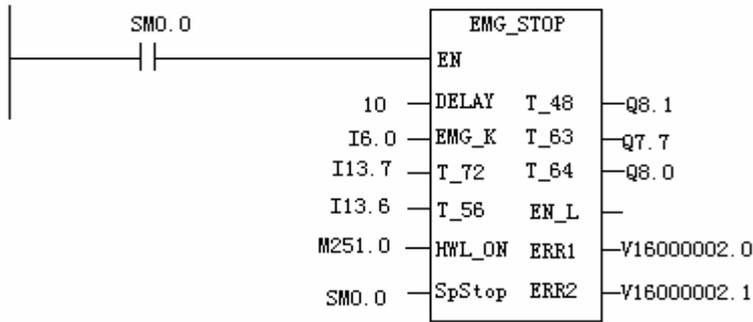
② SBR33: EMG_STOP 急停处理

该子程序根据“功能说明”中定义的时序对急停的过程，以及对驱动器电源馈入模块的上下电时序进行控制；该子程序根据 802D 接口信号 V390x0001.4 和外部主轴停止信号来确定主轴的停止状态；驱动器的使能和禁止信号来自 MCP 到 PLC 的接口信号，

V10000002.7: 使能 V10000002.6: 禁止

主轴停止信号是该子程序处理上下电时序必不可少的条件。

子程序调用如下：



③ SBR38: MCP_NCK 机床控制面板 MCP 操作面板 HMI 的信号送至 NCK 接口

该子程序的目的是将来自 MCP 和 HMI 的接口信号送至 NCK 接口以便激活，

主要功能有：

- 选择操作方式
- 选择增量
- HMI 信号送 NCK 接口
- 根据 PLC 机床参数对点动控制

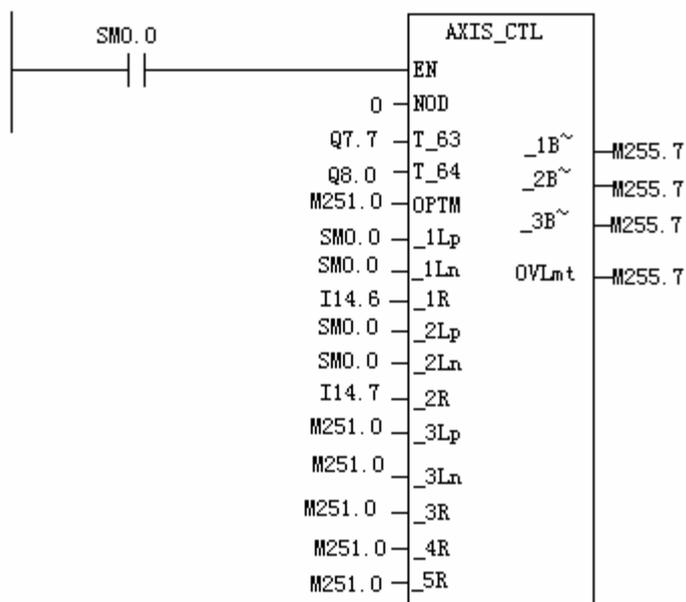
子程序调用如下：



④ SBR40: AXIS_CTL 进给轴和主轴使能控制

该子程序的目的是对驱动器使能、监控硬限位和参考点位置，包括电源馈入模块控制端子 63 和 64 的状态，报闸释放开关，超程释放开关，X 轴的正负硬限位，X 轴参考点，Z 轴的正负硬限位，Z 轴参考点及主轴的参考点位置。

子程序调用如下：



3. 符号表

802D 的 PLC 程序采用符号寻址的方式，在子程序中使用的地址均采用符号编程，所有接口信号均以符号命名，并安排在不同的符号表中，802D 的 PLC 符号表结构包含 32 个符号表，符号表 1 和符号表 2 为用户定义 PP72/48 而预留。

符号表中符号定义遵循以下规则：

① 引导字符表示接口的目标方向

P_：表示到 PLC

H_：表示到 HMI

N_：表示到 NCK

M_：表示到 MCP

② 随后的符号表示接口区

C_通道接口信号

1_轴接口信号

M_MCP 接口信号

4. PLC 参数

SINUMERIK 802D 系统为用户提供了 3 种 PLC 机床参数：

MD14510[0]~[31]：16 位整数型

MD14512[0]~[31]：8 位十六进制数

MD14514[0]~[7]: 32 位浮点数

PLC 机床参数使得 PLC 应用程序更为灵活

在 S2500A 的改造当中，在传入车床初始化文件后，系统已为车床的标准配置，并且 PLC 应用程序是在 802D 子程序库的基础上搭建的，仅需设定几个参数即可，设定参数如下：

MD14510[16]=1

MD14510[28]=17

MD14510[30]=21

MD14512[16]=CH

MD14512[18]=8H

(三) NC 参数配置

在完成对 PLC 程序的基本功能调试后，进行 802D 系统的 NC 参数设置，首先是总线配置：MD 11240=3，同时由于已经完成系统的初始化，系统已成为车床的标准配置，并将 NC 参数配置位车床标准，标准数据如下：

坐标轴	驱动器号 MD30110 MD30220	PROFIBUS 地址	功率模块
X1	1	12	双轴：驱动器 A
Z1	2	12	双轴：驱动器 B
SP	5	10	单轴

1. 进给轴参数

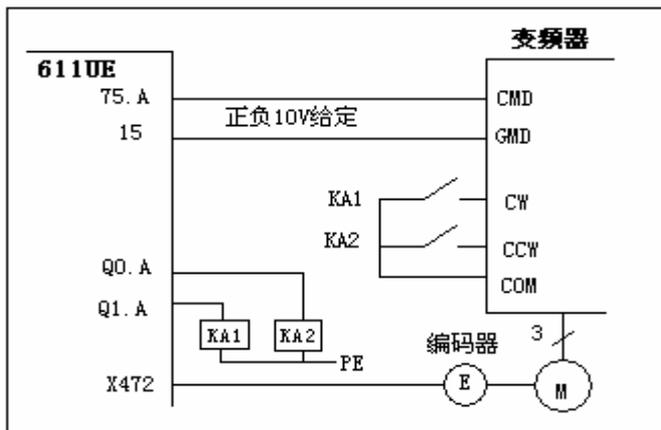
对于进给轴，即 X 和 Z 轴还需根据具体的电机信号和滚珠丝杠等因素设定如下参数：

31030、31050、31060、32000、32300、34200、36200、30130、30240、

设定后，进给轴的参数配置基本完成。

2. 主轴参数

在 S2500A 的改造中，将主轴定义为带直接编码器的模拟主轴，由 A 进给通道携带，连接示意如下：



① 按正常设定主轴以下参数：

30110、30220、30130、30240、32000、32020、36200、35110、35130 等

② 再如下设定以下参数：

13060[0]=0; 13060[4]=0; 13070[0]=8000;

30110=1; 30120=2; 30130=1; 30220=1; 30230=2; 30240=1; 30200=0;

30300=1;

35000=1; 30310=1; 30320=1; 30134=0;

③ 使用 SimoComU 软件连接驱动器，并进入专家表，设定以下参数：

P922=0; P890=4; P915[8]=50103; P915[9]=50107

至此，模拟主轴的参数配置完成。

（四）驱动器参数优化

对于伺服系统，首先是对速度环的动态特性进行调试，然后才对位置环进行调试，速度环动态特性的优化是由 SimoComU 软件完成。速度环优化就是对伺服电机动态特性的优化，输入电机的型号及所带编码器的规格后，SimoComU 自动进行参数的优化计算，优化的效果是与电机和机械传动装置的连接方式有关，刚性的连轴方式优化效果最好。

（五）数据备份

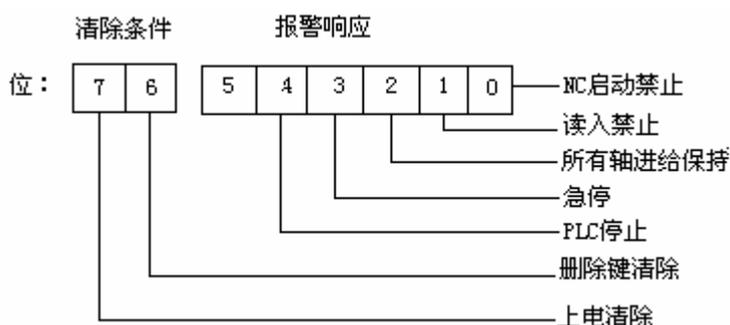
SINUMERIK 802D 系统提供了多种数据备份的方式，802D 中的数据可以通过 RS232 串行接口直接备份到个人计算机上，也可以在系统内部进行备份，在系统调试结束后，备份以下数据：

机床数据；螺距误差补偿数据；刀具数据；试车数据；PLC_应用

四、报警

SINUMERIK 802D 系统为用户提供了 64 个 PLC 用户报警，每一个报警都对应一个报警变量，并对应一个设定报警的 8 位机床参数 MD14516，同时对应一个 NCK 的地址位 V16000000.0~V16000007.7，报警号为 700000~700063；每一个报警还对应一个 64 位的报警变量：VD16001000~VD16001252。

报警的属性包括清除条件和报警响应，报警的属性在 MD14516[0]~[63]中设定，可以根据实际情况设定对应参数，该参数结构如下：



SINUMERIK 802D 系统还有在系统内部默认的通道报警，系统报警，功能报警等，在 SINUMERIK 802D 系统诊断手册中，均有详细的解释和处理方法。

结束语：通过应用 SINUMERIK 802D 数控系统对 S2500A 大型卧式车床的数控化改造后，设备的运行状况和加工制造能力均有大幅的提高，特别是对加工件产品质量的控制能力更是有质的提高，充分体会到应用先进的数控系统对老设备进行改造，确实是一条提升老设备能力的有效途径。

本文仅是个人应用 SINUMERIK 802D 系统的一点心得和体会，只是对 802D 系统应用做了简单的介绍，非常浮浅，但希望能对其他设备的改造有借鉴和参考之处。

参考文献：

《SINUMERIK 802D 安装手册》

《S2500A 电气原理图册》

《大型设备技术改造实例》

《SINUMERIK 802D 功能说明》