

OMI 软件在基于 Siemens840D powerline 双主轴系统加工中心及大型车削生产线的应用

崔永，杨自科

（海克斯康测量技术（青岛）有限公司，青岛 266000）

摘要：本文重点论述了如何使用在机测量软件 PC-DMIS NC，在以 Siemens 840D powerline 为控制系统的双主轴加工中心及大型车削生产线中实现在机测量，以及根据测量结果即时更改刀补再加工，为在机测量在该行业的技术应用增添了有参考价值的案例。

关键词：在机测量软件；刀补更新；西门子 840D；双主轴

1 引言

某高铁轮对生产商，启动了包含在机测量等一揽子几何量测量需求的计划方案。其中包含其主力加工设备基于 Siemens840D powerline 系统的 DANOBAT 双头铣床、DMG 公司的五轴车铣复合加工中心，以及部署在自动产线上同样基于 Siemens840D pl 的双主轴立式车床等机床类型。客户需求十分明确，除了常规的三坐标、轮对检测专机外，客户还提出要在轮轴新品生产线的所有主力机床上安装

在机测量软件，并将其接入已有的 Q-das 数据分析处理系统。双头铣床结构和轴类零件如图 1、2 所示。

经过一轮验证，Wilcox 公司技术支持团队确认按照常规方式，PC-DMIS NC 无法正常支持 Siemens840D pl 双主轴镗铣床（双系统、单 RJ45）及 Siemens840D 自动线立式车床应用。在无类似案例可以参考的情况下，如何实现软件接入，并与西门子系统实现兼容成为摆在面前的主要问题。在本需求计划中，在机测量包为必选方案，所以要实现应用需求，必须先完成软件接入和系统兼容工作；在本案例中，客户同意先提供机床，并运行现场调研测试，经过近两周的

全面研究、开发和测试后，我司制定了满足客户需求的实施方案，经现场测试达到了客户预期的技术目标。



图 1 双头铣床结构



图 2 轴类零件

2 技术背景和要求

技术背景和技术指标要求包括: 每个零件加工前需要确定工件实际基准位置, 在更新坐标系后进行加工; 在目标机床上对工件指定特征进行测量并出具报告, 测量结果同时需要传输至 Q-das 软件数据库; 系统根据测量结果, 自动更新对应加工该特征使用的刀具信息, 及其磨损值, 以供精加工使用; 确保工件 ID 在测量报告中体现, 并关联 Q-das 软件中对应的存档; 双头铣需要使用双头分别测量轴的两端, 并在同一坐标系下评价总轴长。机床设备清单见表。

表 设备清单

设备	系统	结构形式	接口情况	数量
SIRMU 自动线	SIEMENS 840D Power Line	车削中心	单网口	多台
双头铣	SIEMENS 840D Power Line 2 channel	对头双主轴铣床	单网口	多台

3 技术分析

(1) 加工前找正是在机测量的标准配置, 可以通过安装机床测头使用宏程序进行坐标查找和坐标系更新 (图 3)。



图 3 工件检测坐标系更新

(2) 目前客户需求的第二项, 对于普通铣床来说, 比较容易实现, 可以通过直接连接 PC-DMIS NC 软件达到要求, 但双头铣床和车床并非标准支持设备, 需要对其进行二次开发或者修改; 测量结果传输到 Q-das 数据库, 可以通过 HEXAGON 标准数据转换软件 PCD-Qdas converter 将结果导入到 Q-das 软件中。在 PC-DMIS-Q-das Converter 中将 NC 格式转换为 Qdas 格式转换软件如图 4 所示。

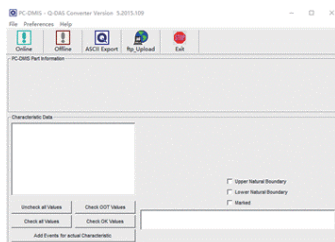


图 4 NC 到 Qdas 的格式转换

(3) 系统根据测量结果自动更新对应的刀补磨损值, 可以使用 PC-DMIS NC update tool offset 功能来实现。刀具偏置更新设置如图 5 所示。

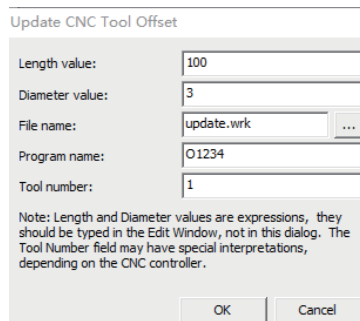


图 5 刀具偏置更新

由于 NC 软件并非西门子车床的标准支持软件, 在分析客户技术要求和实际软件功能实现能力后, 可以确定双头铣的双头如何区分使用, 以及 PC-DMIS NC 如何在 SIRMU 自动线车床上实现校验和测量, 是首先要考虑的两个问题。双头铣床其中一侧的主轴 (对侧主轴与其对称分布) 如图 6 所示。



图 6 双头铣床其中一侧的主轴图片 (对侧主轴与与其对称分布)

4 主要问题分解及其解决方案

4.1 Siemens840D双头铣床

(1) 通过单个网口实现双头铣双头测量且可分别输出双头测量结果。



图 7 双头铣机床双通道 Siemens 控制系统面板

目前 PC-DMIS NC 软件支持西门子单机测量, 但单机

双主轴不是标准支持模式。经现场调研发现,该系统为西门子双通道系统,两个主轴分别由一个独立的通道控制执行,但双通道均基于同一 windows 系统,因此本系统中需要以单网口兼容双通道。双头铣机床双通道 Siemens 控制系统面板如图 7 所示。

单网口兼容双通道是双头铣使用 NC 软件达到用户测量要求的关键技术之一。通过查看机床 PLC 变量,可以了解到机床系统中,分别对应双测头的输入点为 DB10.DBX107.0 和 DB10.DBX107.1。由此可知,双通道使用的测头跳转信号是分开的,相应的子程序文件夹也是分开的。

由于双通道测头跳转信号相互独立,所以可以选择为系统添加一块 USB 转 RJ45 网卡,将机床原有网卡和新网卡分别设置为不同的 IP 地址,可以将此台机床的两个通道分别看作是两台独立的机床,进行配置和使用。但这样客户需要提高采购成本购买更多的接入点,这显然降低了方案的性价比。

经过对机床和软件的分析,我们发现在实际操作过程中,可以通过修改子程序组内的两个子程序 PCDMOVE.SPF 和 PCDPROBE.SPF 来将两个通道的主轴运行参数完全区分开。在操作过程中,需要修改这两个子程序的跳转信号和名称,并生成两套独立的子程序,将其中一组的 PCDMOVE.SPF 和 PCDPROBE.SPF 两个子程序分别修改为 PCDMOVE2 和 PCDPROBE2,并同时将其对应的通道 PRB 变量赋值为 2 通道,与此同时可以利用 PC-DMIS NC 软件 DMIS 程序,与由其生成的 CNC 程序一一对应的关系规则,完全区分开测量返回的结果对应的主轴侧。两个主轴可以使用同一 CNC SERVER 端口,同时也为后面的轴总长计算提供了方便。第二主轴的子程序内容及 PC-DMIS NC Server 软件的配置对应界面如图 8 所示。

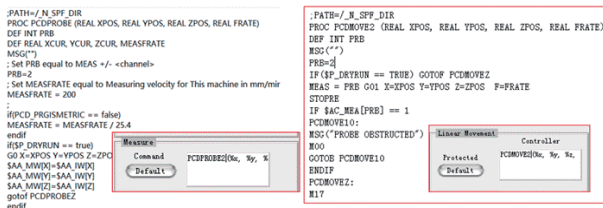


图 8 第二主轴子程序内容及 PC-DMIS NC Server 配置界面

通过以上设置,需要编写 1 通道主轴测量程序时,在主程序中使用 PCDMOVE 和 PCDPROBE 作为移动指令和触测指令。需要编写 2 通道主轴测量程序时,则在主程序中自动生成 PCDMOVE2 和 PCDPROBE2 格式的子程序,且只占用一个 IP 通道。至此,理论上已经实现了双头铣机床的

测量需求。

(2) 使用双头测量结果自动计算并输出轴的总长数据。上述双主轴测量方案已在得到实现,轴总长如何自动测量并输出,成为摆在面前的新问题,如果可以应用类似于双臂 CMM 的操作方法,在同一位置的标准球上对两个主轴分别进行校验,并在同一机床坐标系下对工件进行测量,则结果可以直接计算得出,但当前条件并不允许。

按照当前方案双主轴的测量程序不能集中于同一程序中,且在同一程序中,由于无法在同一标准球上校验双臂,也很难将测量结果统一于同一坐标系,所以计算结果也不准确。

此时,暂时将 PC-DMIS NC 软件抛开。在 PC-DMIS 程序运行前,先通过宏程序将轴的总长测量出来,然后使用宏程序写入变量,再使用 PC-DMIS NC 软件的读变量功能读取该变量,写入最终的测量报告中。

通过现场测试,发现以上思路是可行的。在具体操作过程中,首先使用一根“标准长度轴”对双主轴的两个测头进行总长测量校准,即通过使用两个测头的刀补 2 (D2) 进行校准。两个测头在同一坐标系下测量出坐标后,将其结果相减,并与“标准轴长度”进行比较。再将差值补入其中一个测头刀补的 D2 中(另一个测头刀补值不变),这样再次使用两个测头在同一坐标系测量“标准轴”总长,并验证结果是否与“标准轴”总长吻合。如果吻合,则说明宏程序校准完毕,可以用来测量后续新吊装加工的轴。通过此方式测量出的轴总长,可以使用宏程序自动写入 PC-DMIS NC 软件在西门子系统中自建的变量 PCD_VAR[1] 中,在后续的 PC-DMIS NC 程序中添加如图 9 所示的读变量指令。

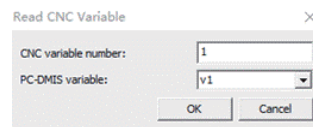


图 9 软件读系统变量指令

读取的指定系统变量值(轴总长)将会自动赋值给变量 V1,在下面的构造和评价中 V1 定义为轴长实测值。软件定义变量及构造一般特征及评价界面如图 10 所示。

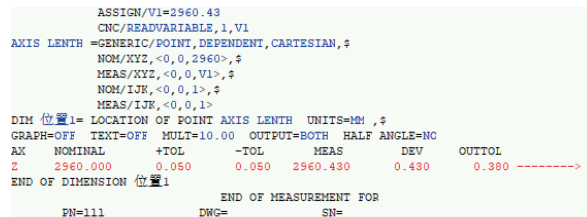


图 10 软件定义变量及构造一般特征及评价界面

这样在程序运行后最终 PC-DMIS NC 生成的报告中将会显示通过宏程序测出的轴总长的测量结果（图 11）。至此，双头铣床的技术障碍全部扫清，可进入调试实施阶段。

						
PART NAME : III						
REV NUMBER :						
SER NUMBER :						
中	MM	位置 1 - AXIS LENGTH				
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTT
Z	2960.000	0.050	0.050	2960.430	0.430	0.380

图 11 含有轴总长的测量结果报告

4.2 SIRMU 自动车削线在机测量的实现问题



图 12 SIRMU 车削中心及自动上下料机械手结构

双头铣床和五轴车铣复合加工中心这两类机床，共有的另一个重要问题就是如何将每件工件的条形码通过扫码枪录入系统后，再写入 PC-DMIS 测量报告。

4.2.1 测头配置和校验问题

（1）测针配置。为了实现整个车轮侧面轮廓和踏面的测量，单项测针显然无法满足要求，因此，需要配置两方向的星型测针，如图 13 所示。

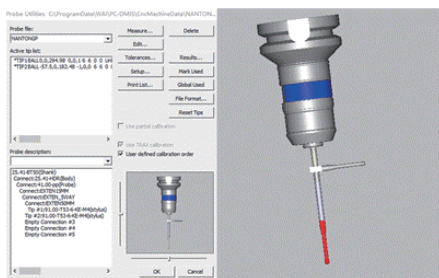


图 13 星型测针配置

（2）测头校验。常规 NC 软件的测头校验，均是在标准球上进行触测补偿的，但标准球中心摆放时很难与虚拟 Y 轴重合，这会导致红宝石测球很难以其赤道面与标准球的赤道面接触，导致最终得到的补偿数据不准确。针对此问题，我们特设计了一个柱形校验工具（图 14），使用此工具可减少调整标准球心位置所消耗的时间且简单可行。校验两个方向测头的实际校验路径如图 15 所示。

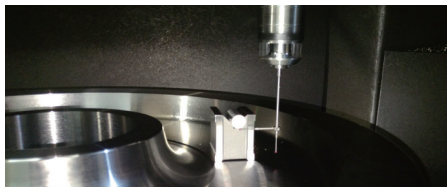
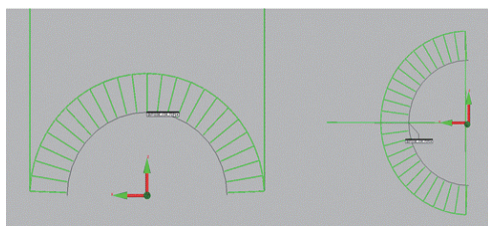


图 14 实际测头配置和特殊定制工具

校验两个方向测头的实际校验路径如图 15 所示。

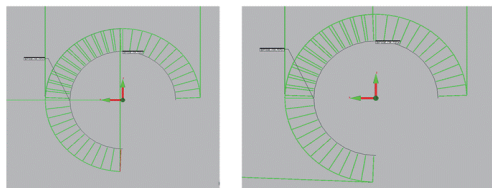


1 号测针校验路径

2 号测针校验路径

图 15 校验路径

由于 SIEMENS840Dsl 系统的车床对 NC 软件不提供默认支持，在校验过程中需要对测头路径进行修改，特别是移动点需要特别注意添加位置。修改前后的测头校验路径如图 16 所示。



路径线修改前

路径线修改后

图 16 移动点修改前后路径对比图

由图 16 可以明显看出路径修改前，测量第二个半圆前的路径与标准球体有碰撞干涉交叉点。如果不修改路径，则测头和标准球必然会在校验过程中发生碰撞，令校验过程未完成便提前中止。目前测头定义和校验问题已解决。

4.2.2 Siemens840D 系统中的 NC 子程序的修改和编写

传输至机床内用于 NC 软件使用的 Siemens 子程序，在应用过程中也需要由 X, Y, Z 坐标运动，更改为适应车床系统的 X, Z 运动坐标，具体程序如图 17 所示。

```
G0 X=XPOS Z=ZPOS F=
$AA_MW[X]=$AA_IW[X]
$AA_MW[S]=$AA_IW[S]
$AA_MW[Z]=$AA_IW[Z]
GOTO PCDPROBEZ
ENDIF
```

车床程序

```
G0 X=XPOS Y=YPOS Z=ZPOS F=FRATE
$AA_MW[X]=$AA_IW[X]
$AA_MW[Y]=$AA_IW[Y]
$AA_MW[Z]=$AA_IW[Z]
gotof PCDPROBEZ
endif
```

铣床程序

图 17 NC 软件子程序的变化

4.2.3 编入轮号轴号条形码

将轮号轴号的条形码编入 PC-DMIS 及 Q-das 软件。由于 PC-DMIS NC 安装于客户服务器中，无法像单机版本的 CMM 一样使用弹出注释的方式输入零件编号。因此，需要在了解软件基本运作模式的前提下，确定条形码编入的方案。

在自动机械手抓起工件后即扫描其上条形码，此时软件可以自动将该条形码生产一个纯文本文件，写入对应机床的文件夹中（一个机床一个文件夹）。在每个机床测量的 PC-DMIS 程序中添加读取文件指令，在每一次运行测量程序时，自动读取扫码枪生成的文本文件中的零件编号，然后自动将该文件删除（保证每次文件夹中条形码是唯一的），PC-DMIS 程序读入零件编号后，会自动写入 Qdas 可以识别的 dfq 文件并在报告的对应位置中显示。程序如图 18 所示。

```

FPTR      =FILE/OPEN,\\172.31.1.103\Material number\0114-005-2.txt,READ
V1        =FILE/READLINE,FPTR,(SN)
           FILE/CLOSE,FPTR,KEEP
  
```

图 18 读取文件指令

通过 PC-DMIS 本身的文件读写功能，解决了每件零件使用同一程序，但需要出不同编号报告的问题。经现场反复调试，最终形成可应用于 SIRMU 自动车削生产线上的 NC 软件测量方案。由于子程序的测试修改过程复杂，很多涉及西门子系统参数的内容不属于此方案重点，在此不作详述。

5 技术实现过程

5.1 PC-DMIS NC 软件运行简介

该技术方案主要是基于 HEXAGON 的 PC-DMIS NC server 软件来实现的，因此，需要简单地介绍一下 PC-DMIS NC server 的软件架构和运行方式。CNC Server 为数据服务软件，提供机床定义、NC 程序传输和开启 PC-DMIS 功能。PC-DMIS 软件负责测头定义校验、编写测量程序、传输结果和生成报告功能。PC-DMIS NC server 软件内部数据结构如图 19 所示，NC server 软件

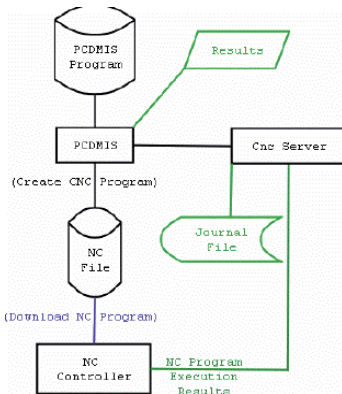


图 19 PC-DMIS NC server 软件内部数据结构

界面如图 20 所示，PC-DMIS 编程界面如图 21 所示。

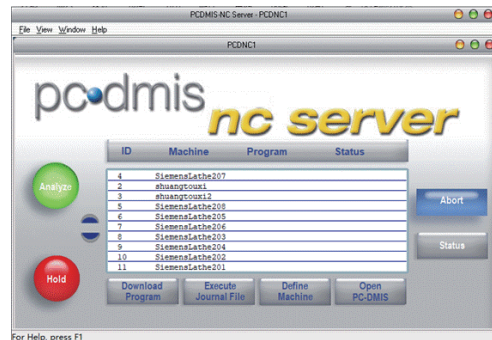


图 20 NC server 软件界面

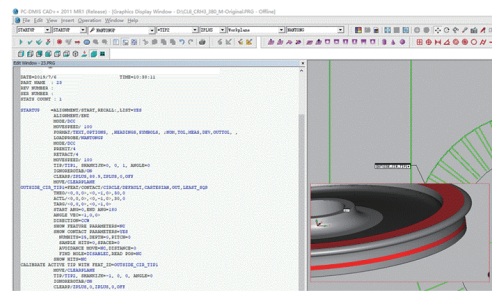


图 21 PC-DMIS 编程界面

CNC Server 定义对应机床后，每个端口均设置对应机床的 IP 地址，由此，CNC server 软件可以与局域网内的机床进行实时通讯，也就是说一个服务器端可以管理和控制多台机床的测量程序运行，对于每台机床，则使用 PC-DMIS 软件进行编写测量程序，程序编写完毕即可加入机床对应的坐标系。使用创建 CNC 程序功能，通过后置处理来生成对应机床的 CNC 程序，将该程序传输至机床。然后，在机床内运行该 CNC 程序，测量结果会写入指定的文件中。程序运行完毕后，CNC server 即获取测量完毕信号，将测量结果文件放置到 PC-DMIS 内进行补偿分析，最终生成测量报告。

以上就是 PC-DMIS NC Server 软件运行的完整过程，在分析了应用问题，并了解了软件运行机制后，下文将详细讨论如何使用该系统来完成用户的测量要求的过程。

5.2 双头铣床的在机测量功能实现方案

(1) 硬件配置：IRP25.50 红外线测头；IRR91.50 红外线接收器；测针；标准球。

(2) 软件配置：PC-DMIS NC server；PC-DMIS-Q-das Converter。

(3) 工件找正分中：使用 Siemens 宏程序编写测量轴基准的测量程序，该程序可以在加工每一工件前，从加工程

序中自动调用,并测量预设轴上的初定位基准。然后该程序可以根据测量结果,自动更新加工轴在该侧对应的加工坐标系,这样加工程序会调用最新的工件位置加工,从而使加工更精准。

同时,使用宏程序将测量轴总长的代码也编写到了该程序中。加工程序调用该程序后,会自动更新目标加工坐标系,并测量轴的总长,写入指定变量内,以便后面 PC-DMIS 程序读取,并写入最终测量报告。

(4) 编写 PC-DMIS 测量程序并运行测量程序:校验测头;使用 PC-DMIS 软件编写测量轴端部特征的程序、测量圆、测量点、构造圆和评价;加入调用 PC-DMIS-Q-das Converter 软件的外部命令,如图 22 所示。

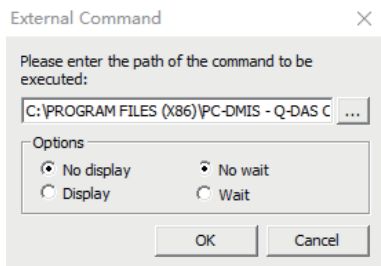


图 22 插入 PC-DMIS Q-das Converter 外部命令

插入该指令后,在 PC-DMIS 软件分析结果时,会自动打开 PC-DMIS Q-das Converter 软件并对测量结果进行搜索,集中存入 dfq 文件。Q-das 软件监控到此文件存在时,会立即抓取,并将 PC-DMIS 的结果文件自动写入 Q-das 数据库中。

(1) 插入更改刀补指令:

CNC/UPDATETOOLOFFSET,PNT1.Z,CIRL.D,update.wrk,01234,I

该指令将 1 号刀的刀长与特征 PNT1 的 Z 坐标关联在一起。如果 PNT1 的 Z 坐标偏差为 0.02,则当程序执行完毕后,1 号刀的磨损值将会自动减少 0.02,在加工下一件工件时将会自动补偿加工误差,大幅减少由于刀具参数初始设置而导致的偏差量。

(2) 加入工件坐标系:

CNC/USEWORKOFFSET,G55,STARTUP,<0,0,0>,<0,0,0>

该指令是建立 CMM 坐标系的过程,给 PC-DMIS 生成的 CNC 程序加入工件坐标系 G55,程序将直接调用机床 G55 坐标系对工件进行测量。

(3) 读取变量将总轴长写入 PC-DMIS 测量结果报告。

(4) 输出测量电子报告。

(5) 轴两端的特征分别通过两个程序测量,分别出具两份测量报告,报告注释左端和右端。

5.3 SIRMU 车削自动生产线的在机测量功能

SIRMU 车削自动生产线与双头铣加工中心均基于 Siemens840D powerline 系统,在机测量功能也基本一致。不同的是星型测针的使用,扫描侧面轮廓度的方法,以及踏面直径的测量。前两者对于 PC-DMIS 是很常规的操作,在此不作赘述,下面主要说明测量踏面直径的方法。

在车床上操作直径测量的方法与加工中心环境不同,不能直接在圆面的不同位置上采点,然后直接求圆心和直径。自动生产线立式车床只有 X 轴一个水平可移动轴。因此,需将红宝石测球中心调整到过虚拟 Y 轴零点,沿圆的直径方向测出一点,然后根据已知圆心进行计算,得出该圆直径。在 PC-DMIS 中进行编程如图 23 所示,测量报告如图 24 所示。

```
RING3 =GENERIC/CIRCLE,DEPENDENT,CARTESIAN,OUT,$
NOM/XYZ,<0,0,0>,$
MEAS/XYZ,<0,0,0>,$
NOM/IJK,<0,0,1>,$
MEAS/IJK,<0,0,1>,$
DIAMETER/921,点9.X*2
DIM 踏面直径= LOCATION OF CIRCLE RING3 UNITS=MM,$
GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH HALF ANGLE=NO
AX NOMINAL +TOL -TOL MEAS DEV OUTTOL
D 921.000 0.500 0.000 919.976 -1.024 1.024 <
END OF DIMENSION 踏面直径
```

图 23 车床踏面直径测量编程

轴	MM	踏面直径 - RING3
AX	NOMINAL	+TOL -TOL MEAS DEV OUTTOL
D	921.000	0.500 0.000 919.976 -1.024 1.024 <

图 24 车踏面直径测量报告

6 结语

至此,此项目所有的技术问题均已解决,一个完全满足高铁轮对检测的车间现场质量控制方案形成。此应用中的在机测量方案,利用机床测头和相应的在机测量软件 PC-DMIS NC,配合 Q-DAS 统计分析软件,解决了轮轴等批量零件实时加工制造过程中的监控及闭环控制等实际问题,切实提高了轮轴零件的加工精度和生产效率,目前该方案已经在国内类似行业得到了推广应用,为制造业的智能化转型升级提供了支持。IM

参考文献:

1. 《SINUMERIK 840D/810D/FM-NC 操作指南》Siemens Company
2. 《SINUMERIK 810D/840D 简明调试指南》Siemens Company