

# Sinumerik 在曲轴线的应用

## Application of Sinumerik in Curved Axis

夏大发 李静

Dafa Xia Jing Li

上海通用汽车有限公司武汉分公司 中国·湖北 武汉 430207

Wuhan Branch, SAIC General Motors Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430207, China

**摘要:** 曲轴是发动机中最重要的部件, 承受着弯曲扭转载荷的作用。因此要求曲轴有足够的强度和刚性, 动平衡也需要控制, 而且主轴颈和连杆轴颈表面光洁度高。针对曲轴的这些特性, 论文深入浅出地讲解了 Sinumerik 840DSL 的一些典型和特殊功能, 正是这些功能保证了我们的生产效率和曲轴质量。

**Abstract:** The crankshaft is the most important component in the engine and bears the bending and torsion load. Therefore, the crankshaft is required to have sufficient strength and rigidity, the dynamic balance also needs to be controlled, and the surface finish of the main journal and connecting rod journal is high. In view of these characteristics of the crankshaft, the paper explains some typical and special functions of the Sinumerik 840DSL in simple terms, which ensure our production efficiency and crankshaft quality.

**关键词:** Sinumerik 840DSL; 车拉; 姐妹刀 H 功能

**Keywords:** Sinumerik 840DSL; car pulling; sister knife H function

**DOI:** 10.12346/etr.v4i12.7420

## 1 项目简介

随着汽车市场的竞争日益激烈和公司战略考量, 上海通用汽车有限公司在华中地区—湖北省会武汉江夏建立了全新的生产基地, 通过更加贴近市场的服务和全新的物流来满足客户的需求。在建立了总装线的同时, 建立了动力总成车间, 其中就包含了一条年产能在 24 万件的曲轴线。

## 2 项目方案系统构成

曲轴的复杂性和高精度要求, 导致我们选用的设备也是很特殊, 整条线控制系统的规划也是很复杂。大部分机床全部为 Siemens 的系统, 有简单 PLC 控制, 也有 PLC&S120 的组合, 再就是 Sinumerik 840DSL 数控系统<sup>[1]</sup>。

其中一家供应商 MAG, 主要完成对主轴颈、连杆颈的粗车、半精车和精车, 其控制结构图如图 1 所示。基于 Sinumerik 的刀具管理, 引入姊妹刀及 H 功能<sup>[2]</sup>, 提升机床效率并增强人机交互。

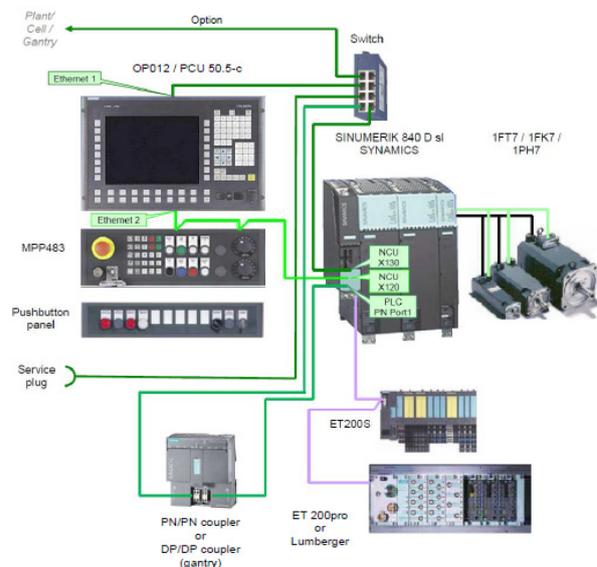


图 1 控制结构图

【作者简介】夏大发 (1986-), 男, 中国湖北洪湖人, 本科, 助理工程师, 从事工业自动化研究。

### 3 控制系统完成的功能

#### 3.1 车拉工艺

车：工件旋转做主运动，刀盘进给；拉：通过刀具进行主运动，由刀齿的高度差作为进给运动（拉刀原理）。车拉是综合以上两种方式，工件做主运动，刀盘旋转，并且刀片由低到高排列逐渐切削工件，与外铣的区别在于外铣刀盘刀片是等高布置的，车拉刀盘是有层次布置。而对主轴颈的半精车正是基于这种工艺，得益于 Sinumerik 840DSL 的精准控制，保证了很好的产品质量，下面我们看看如何实现<sup>[5]</sup>。

NC 程序如下：

N2490 T=»109» M184

N2500 L6

N2510 STOPRE

；\_\_\_\_\_FIN\_DIA\_MAIN\_5\_\_\_\_\_

N2530 G0 G95 C3=(TM\_ANGLE[0,1]+1)

N2540 TRANS X=(KOR[66]) Z=-KOR[61]

N2550 G0 X49.600 Z-4.735

N2560 G1 G94 C3=TM\_ANGLE[0,1] F300; 以 F300 的速度旋转切入 1 度，车拉开始

N2570 G1 G9 G95 Z=IC(4) F0.200; Z 轴横向移动 4mm, 车拉完成

N2580 G0 X54.000

补充解释<sup>[4]</sup>：

KOR[66]	5 通道计算出来的补偿经验值
KOR[61]	5 通道计算出来的补偿经验值
M184	Open clamping sleeve left hand with lock (C3-axis)
TM_ANGLE[0,1]	C-axis-position (C3, C4) of the tool, 1. Edge (D1)
G9	Exact stop, non-modal
G94	Feed in mm/min, speed in rev/min
G95	Feed in mm/rev, speed in rev/min
IC(..)	Programming in incremental coordinates

#### 3.2 姐妹刀

Sinumerik 的刀具管理系统用来管理机床的刀具。刀具通过 T 编号和 Duplo 号加以标识。相同的刀具（姐妹刀）具有相同的 T 编号，它们是通过 Duplo 号加以区别的。刀具管理有两种用于调用刀具的运行方式，T= 识别号和 T= 刀位号。在调用不同的刀具时也就在这两种运行方式中进行了选择<sup>[5]</sup>。

在此，刀具管理系统允许根据一个与刀位无关的刀具编号（T 编号）或名称来管理刀具。即一个特定的刀具始终具有同一个 T 编号，而与该刀具所在的刀具系统和刀位无关。相同的刀具含有相同的 T 编号。为了加以区别，给刀具分配了不同的 Duplo 号。通过 T= “109” 来调用。

刀具系统中有多个具有相同 T 编号的刀具，以便能够使用备用刀具进行作业。如果要使用备用刀具作业，则编程时在刀具之后必须编写功能 L6 通过以下指令来调用：T= “109” L6，在通过 NC 程序、基本数据文件或操作面板输入刀具数据后，所有刀具暂时均为备用刀具。在第一次调用某一刀具时，则该刀具被认为是激活的。

如果在调用时，刀具由于耐用期限监控、件数监控、刀具折断监控（选项）或操作员的介入而被闭锁，则下一个具有该 T 编号的刀具被激活。也就是说，一个刀具的数据不一定需要指定一个备用刀具（灵活的备用刀具管理）。如果某一 T 编号的所有刀具磨损，则显示出信息“无激活的刀具”。在更换相应的刀具并重新激活时，流程可以继续<sup>[6]</sup>。

#### 3.3 H 功能 H2010-Operator’ s Inquiry

H 功能是一种辅助功能，其工作原理与 M 功能类似，但是每条 NC 语句最多 3 个 H 指令，经过译码后，数值存储在 DB21~DB30 中，对应关系如下：

DBW140	Extended address H function 1 (16-bit INT)
DBD142	H function 1 (REAL or DINT)
DBW146	Extended address H function 2 (16-bit INT)
DBD148	H function 2 (REAL or DINT)
DBW152	Extended address H function 3 (16-bit INT)
DBD154	H function 3 (REAL or DINT)

在写入对应的 DB 后，PLC 再做相应的处理。而 MAG 在此基础上开发了专门的 H2010 功能，实现机床与操作人员的交互，由操作人员确认机床的相关状态<sup>[7]</sup>。

##### 3.3.1 功能描述

辅助功能 H2010 提供了一种可能性，NC 程序根据操作员检查的结果执行不同的动作。首先，一个提示文本信息会弹出，操作员根据提示信息检查，然后根据实际情况确认 Yes/no 按键。无论操作员选择 Yes/No，其状态都会存储在公共 \$A\_DBB[1] to \$A\_DBB[5] 中。如果按 Yes，“1” 将会存储，如果按 No，“2” 将会存储。H2010 能够不带扩展使用，但是必须在 NC 程序中添加 MSG(“...” ) 语句，这个语句还必须在 H2010 前。对于常用的询问文本信息，已经固化存储，使用带扩展 H 功能来调用<sup>[8]</sup>。

##### 3.3.2 使用的变量

使用的变量如表 1 所示。

表 1 使用的变量表

Function	Description
\$A_DBB[1]	Operator’ s inquiry channel 1
\$A_DBB[2]	Operator’ s inquiry channel 2
\$A_DBB[3]	Operator’ s inquiry channel 3
\$A_DBB[4]	Operator’ s inquiry channel 4
\$A_DBB[5]	Operator’ s inquiry channel 5

##### 3.3.3 H2010.XX 对应的文本信息

如果 NC 语句中的 H2010 有扩展，相应的文本信息将会

在面板上显示（根据语言选择调用相应的存储的文档）。列表（以英语为例）如表 2 所示。

表 2 H210.XX 对应的文本信息

Function	Message - Question
H2010.08	702432 Process workpiece in Spindle 1? - YES/NO
H2010.07	702433 Process workpiece in Spindle 2? - YES/NO
H2010.06	702434 Unload workpiece with loader? - YES/NO
H2010.05	702435 Chuck refitted? - YES/NO
H2010.04	702436 Calibration tool protective hood removed? - YES/NO
H2010.03	702437 Calibration tool protective hood mounted? - YES/NO

### 3.3.4 编程案例

①通道 1 中不带扩展的程序。

提示文本信息需要在 NC 程序中加入 MSG 语句，但文本信息仅显示在所显示的通道中。

Channel 1:

N60 RETR:

N70 MSG(“All Channel 2 (right) tools replaced? - YES/NO”)

N71 H2010

N72 STOPRE

N73 IF \$A\_DBB[1]==1 GOTOF YES

N74 IF \$A\_DBB[1]==2 GOTOF NO

N75 GOTOB RETR

N100 YES: G0.....

N200 NO:

②通道 2 中带扩展的程序。

提示文本信息已经根据语言单独存储，如果选择了一种语言，提示文本信息就对应显示相应的语言<sup>[9]</sup>。

示例：如下文本信息将会显示：

“All Channel 2 (right) tools replaced? - YES/NO” .

Channel 2:

N60 RETR:

N71 H2010.23

N72 STOPRE

N74 IF \$A\_DBB[2]==1 GOTOF YES

N75 IF \$A\_DBB[2]==2 GOTOF NO

N76 GOTOB RETR

N100 YES: G0.....

N200 NO:

## 4 应用体会

Sinumerik 840DSL 是功能强大的数控系统，其开放性提供很好的人机交互界面，让客户有了很好的体验。而且还提供了安全集成功能，这里没有详述。Sinumerik 还有很多的实际应用，和供应商二次开发的内容，丰富和完善了最终用户体验。

## 参考文献

- [1] 董金龙,于天彪,李俊财,等.基于UG和Vericut的开式整体叶轮加工仿真[J].组合机床与自动化加工技术,2019(8):4.
- [2] 李伟,梁睿君,王志强.基于840D数控系统温度补偿功能的误差补偿系统[J].机械制造与自动化,2021,50(2):4.
- [3] 黄俊,袁军堂,汪振华,等.基于有限元法的滚珠丝杠进给系统热特性分析[J].组合机床与自动化加工技术,2014(3):4.
- [4] 王虎奇,张健,唐青春.基于VERICUT7.0五轴双摆头机床建模和仿真的研究[J].组合机床与自动化加工技术,2014(6):3.
- [5] 汤熊.基于UG & VERICUT的弧面凸轮多轴数控加工仿真实现[D].湘潭:湘潭大学,2012.
- [6] 赵中华,张水忠.基于UG平台叶轮五轴加工工艺及虚拟仿真技术研究[J].制造技术与机床,2009(8):5.
- [7] 李省委,陈文,林宗德.基于西门子SINUMERIK808D置换哈斯系统的关键技术研究[J].数字技术与应用,2019,37(6):2.
- [8] 邬显伟.SINUMERIK 810T GA3 系统2260#报警排除法[J].中国设备工程,2001(10):32.
- [9] 侯勇康.基于区块链的智能制造生产线管理平台设计与实现[D].沈阳:中国科学院大学(中国科学院沈阳计算技术研究所),2022.