

# 西门子 SINUMERIK 840D 在五轴加工中的应用

Application of Siemens' SINUMERIK 840D in Five-Axis Machining

西门子自动化工程有限公司 Dirk Rabeneck



Dirk Rabeneck

德国西门子自动化与驱动集团运动控制部全球航空航天业务总经理

在航空工业领域,关键的零件生产都需要对材料进行大面积的加工去除。就飞机结构件的五轴加工来说,大约 90% 的材料要通过加工,材料去除率非常高,只能通过高效、高速、高精度机床来完成。

通过铣削完成的高质量发动机部件,例如叶盘的数量日益增加。相比加工性能,好的尺寸精度和表面质量更为重要。

通过五轴铣削可以获得非常高的加工效率,是很先进的金属切削方

法。西门子 SINUMERIK 840D 系统为五轴加工提供了独一无二的性能和功能,尤其对于加工飞机上非常复杂的结构件和发动机部件,为客户带来诸多好处。

法。

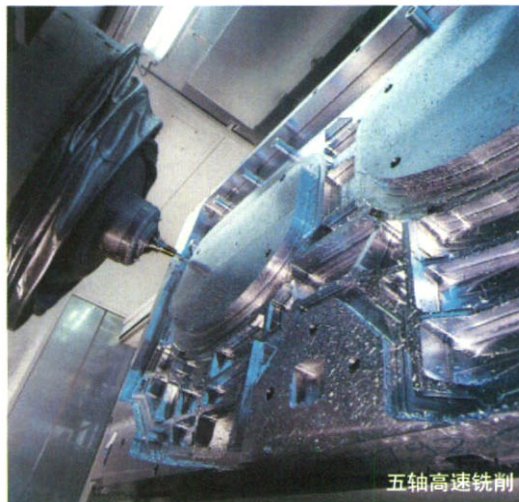
在五轴加工中心上使用的系统必须综合具有特殊编程、运动控制和补偿等功能,另外还要有高性能的硬件。这些功能能够简化用户加工过程,在整个加工过程中有效地指导用户进行操作,并且在特殊的加工任务中可以优化运动控制。考虑到机床速度和加速度对加工表面的影响,我们可以通过特殊控制和驱动功能来提高速度和加速度值。

## 五轴加工功能

事实上,通过数控系统来控制五轴机床的运动是非常必要的。尽管在一些案例中,需要旋转工作台,而在另外一些案例中,工作台。但这些基本原理的差异对于 SINUMERIK 840D 完全不是问题,这要归功于它集成的五轴转换功能(TRAORI)。这意味着相对

于机床坐标系下的编程来说,在工件坐标系下编程成为可能,甚至非常复杂的工件可以在不同运动特性的机床上加工制造,不需要特殊的后置处理器。必须的补偿已经在控制系统内部计算,这确保机床可以在给定的进给速度下运行,机床的机械结构是唯一的影响因素。

另外,只有具有这个五轴转换功能,刀具在折断或出现问题时,才可



五轴高速铣削

以安全退回。

### 五轴加工中心的校准

通常情况下,一台五轴机床的校准需要花费很多时间和金钱。SINUMERIK 840D 集成了一个新的测量功能,这个功能只需要按下按



钮,不需要附加任何设备或软件。这个新的测量循环——CYCLE996 对于第一次测量和重新校准机床运动特性都非常适合。

SINUMERIK 的测量循环已经在实践中经过测试,结果证明非常可靠。它可以帮助修正在大体积零件装夹时出现的很小的误差,可以帮助在加工过程中控制刀具和零件在正确位置,保持整个加工过程的恒定控制。

另外,它可以很容易地使用测量循环和 FRAME 功能来补偿零件装卡时的误差。这是通过在机床坐标系内测量 3 个测量点计算工件位置完成的。通过此功能,控制系统计算与理想位置的偏差能很快很容易地通过 FRAME 功能的坐标转换来补偿,可通过适当的坐标系移动和旋转来实现。

### 大圆弧插补

对于铣削薄壁腔体,西门子已经开发出了一种定向插补功能——大圆弧插补(ORIVECT),它使得圆柱形铣刀能够相对于倾斜内壁确定出正确的方向。该插补功能使单一旋转轴的移动和加工轨迹同步,刀具矢

量在根据腔体内壁定义的平面内沿正确的方向移动。这避免了常规的轮廓铣产生的圆锥轮廓误差,意味着可以编程较长的线性运动并且不破坏圆锥轮廓。

### 光滑轨迹过渡

刀具矢量要沿着平滑表面运动,刀沿会在轮廓铣削轨迹过渡处出现问题。如果它们不能符合加工要求,可以通过平滑轨迹过渡功能避免,从而获得平滑的定向曲线。

在 CAM 系统中,通过点对点编程来描述无规则表面,这些点可以在集成了样条压缩器的控制系统中平滑输出。控制系统在线性转换中提供了 B 样条和多项式 2 个选项功能。平滑过程也结合了具体刀具的可编程矢量设置,这就意味着工件表面轮廓速度与刀具中心点相关(TCP),所以在保证很好的表面加工质量的基础上获得更高的轨迹转换速度。

### 三维刀具半径修正

这个功能可以在控制系统内部在线计算刀具磨损,使得刀具可以重新修磨后继续使用,而无需修改后置

处理器设置。而且控制系统不需要任何关于被加工表面的附加信息来修正轮廓铣削加工,对于面铣,加工表面的法线方向、TCP 和刀具方向矢量也是必需的。

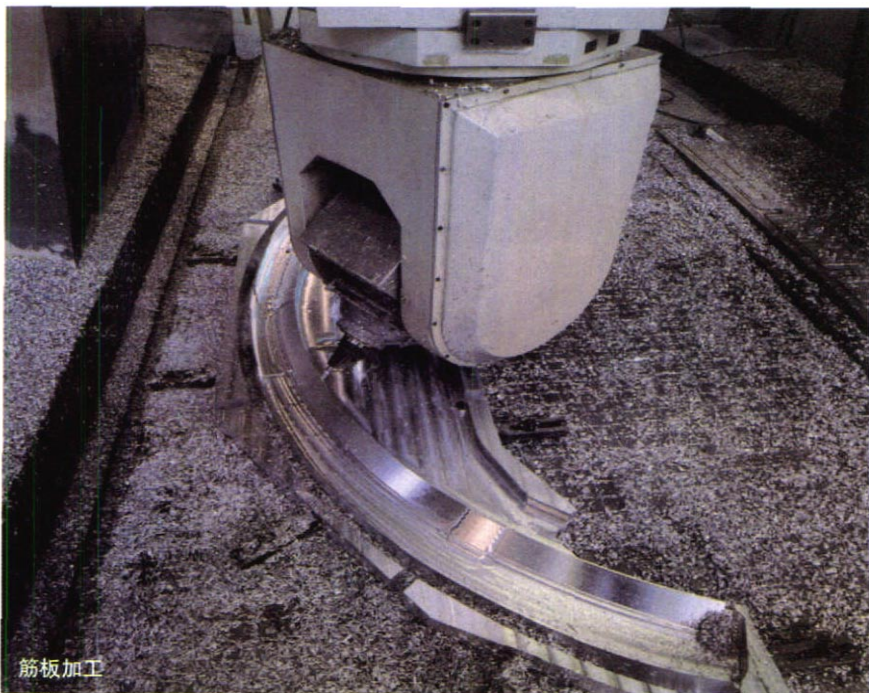
FRAME 概念允许在笛卡尔空间内使用坐标系的移动、旋转、比例和镜像等功能。FRAME 与刀具转动相关,这也使得复杂工件编程变得更加灵活。

### 方便的 HSC 控制

SINUMERIK 提供了简便的默认设置(HSC 设置),用户可以修改它以获得最优化的加工速度、空间精度和表面质量。根据加工类型(粗加工或精加工),它可以有选择地设置压缩器的公差带、切削过渡类型或 JERK 等级。

### 前馈和 JERK 限制

这个功能可以提前“看到”一定数量(可设定)的程序段,并且计算所有程序段的速度轮廓。通过设定程序段之间平滑、切线过渡,不会丧失速度,速度保持在极限速度。这个方法可以通过设定磨削过渡功能



G64X 来实现。

轮廓误差会导致轮廓的扭曲。因为加工惯性,刀具偏离理想轮廓导致轮廓误差。由于 SINUMERIK 840D 的前馈功能可以使加工轨迹上的轮廓误差减小为零。

如果机床运动带有 JERK 限制,加速度将不会发生突变,只是线性增加。用这个方法,机床不会突然振动,减少了机械磨损和破坏。

### 负载与加速度相关

对于工作台的运动,控制系统可以自动计算出相对于实际运动的工件重量、最优的加速度和 JERK。这样,机床性能总能被控制在极限值上,获得最大的生产力。

表面质量随时都会受到因加工过程强制或违背规则而产生的轴振动的影响。对于大型机床,机械的影响是不可能完全避免的。校正

动作可以通过激活 SINUMERIK 840D 的振动阻尼(“高级位置控制”, APC) 结合驱动 SIMODRIVE 611D 的 Performance2 型控制板来实现。

在齿轮机床上,电子直接驱动正在日益替代传统的轴和驱动系统。由于材料硬度和材料去除量的不同而产生的不同应力的负载冲击在加工中增加了。他们会影响驱动轴,导致轨迹的偏离。但对于西门子带有“Dynamic Stiffness Control”功能的直接驱动避免了这个问题。在 0.06ms 的循环时间内, DSC 在驱动内部调整相对于理想轨迹的偏离,比传统的过程还要快。因此,刀具可以在最大的进给速度和切削力的情况下,保持理想编程轨迹。

SINUMERIK 840D 在世界范围内是第一个用特殊算法来补偿几何残留误差的控制系统,可补偿的误差包括:

- 线性位置偏离;
- 导轨的垂直度;
- 轴与轴之间的垂直度。

通常情况下,机床只能通过花费大量费用进行机械测量来减小这些误差。

### 结束语

西门子 SINUMERIK 840D 系统为五轴加工提供了独一无二的性能和功能,尤其对于加工飞机上非常复杂的结构件和发动机部件,为客户带来诸多好处,包括:

- 简化编程;
- 高柔性,因为同一 NC 程序可以在不同运动结构的机床上使用;
- 通过优化运动控制,缩短的加工时间,在每一个环节节省成本;
- 通过通用的补偿功能,提高的空间精度和表面质量。

(责编 依然)



## 慕尼黑航空测试、设计与制造展览会

2009年4月21-23日 德国 慕尼黑

Design  
Testing  
Evaluation  
Compliance  
Pre-production  
Manufacturing  
Assembly  
Quality

[www.aerospacetesting.com](http://www.aerospacetesting.com)

广告索引号09-062

### 关于展会

慕尼黑航空测试、设计与制造展览会是全球航空航天科技工程领域的重要展事。展会为航空测试、设计与试制领域具有丰富经验及精湛专业技术的高级工程师搭建了良好的交流平台。

### 产品及服务

09年展会中,将有300家公司参展。展品主要有:航空电子设备、设计及试制、飞行测试、计量及质量保证、遥测技术、数据采集、发动机测试、航天材料及复合材料测试、NDT、测试软件等。

### 观众来源

参展观众均为来自航空航天部门的工程师及专家——从研发部门到制造、装配、飞行测试、顺应性等部门,还包括众多空间工程部门。

参展联络: 励展博览集团国际销售部 宫先生 Tel. 010-8518 5787 Fax. 010-8515 1304 E-mail: david.gong@reedexpo.com.cn