

# 利用镜像功能提高数控立车加工柔性

■ 沈阳黎明航空发动机（集团）有限责任公司（辽宁 110043） 陈国文 祁俊轩 于 洁

**摘要：**在数控车削加工中，通常是在机床坐标系的某一固定象限内对零件进行车削，对刀具结构就有一定程度的限制性。为了减少加工过程中受刀具结构的限制程度，利用数控立车主轴可过中心的特点，以及加工部位轮廓的对称性，通过使用控制系统内部的镜像加工功能，可以提高数控立车的加工柔性。

数控机床的镜像加工功能，通常都是在铣削加工领域中得到灵活应用，主要是针对零件轮廓对称或者不对称的轮廓铣削加工时，为了使编写的加工程序较短，使用镜像加工功能。而车削加工中，应用镜像加工功能的比较少，这与车削加工特点有关，车削通常是在某一固定象限（第一象限或第四象限）内进行。

## 1. 问题提出

在生产加工盘类零件过程中，因加工设备的不确定性或者刀具库存数量的不足，经常发生实际加工的设备或刀具结构，与工艺前期准备的不匹配的现象，例如加工涡轮盘的时候，数控程序和机床都是按照使用数控立车、右偏结构车刀在第一象限内车削加工（见图1，轨迹部分未画出），但实际库存只有左偏结构车刀，与现有数控程序和刀具结构不匹配。如果重新订购右偏结构刀具，则会造成零件生产周期的延长。如何利用当前数控立车和现有结构的刀具，保证零件的正常生产进度，是急需解决的

问题。

## 2. 解决方案

为了不影响零件生产周期，订购新刀具方案因其制造周期长不可行。而库存现有的左偏刀，能够在第二象限内进行加工。根据现有的立式机床能过主轴中心在第二象限加工的功能，通过镜像车削加工功能，把第一象限的刀具轨迹（见图1，轨迹部分未画出），镜像到第二象限进行车削加工（见图2），使该问题得到快速解决。

## 3. 镜像加工功能

（1）镜像加工：镜像加工又称对称加工，是将数控加工刀具轨迹沿某坐标轴做镜像变换，

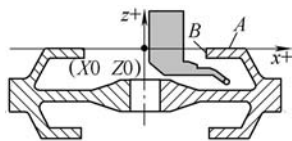


图1 右偏刀在第一象限车削

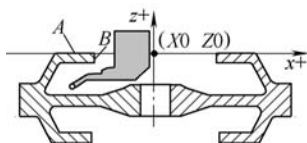


图2 左偏刀在第二象限车削

变成加工轴对称零件的加工轨迹。利用该功能，对于任何一个与X、Y轴及原点对称的零件，只需编写出位于某一象限那部分图形的加工程序，就能完成整个零件的加工，如图2所示。利用镜像加工可以提高数控程序的编写效率，减少程序的错误率，同时能增加机床加工能力。

镜像功能在车床上的实现通常有两种方法。一是可以通过机床操作面板上的镜像功能按钮的选择或者是系统内部参数的设定，二是通过数控程序的编制。方法一只是适用于加工关于X、Z轴对称的零件，方法二不仅适用于方法一中的情形，还可以用于加工关于其他轴对称或点对称的零件。

（2）镜像程序编制：在FANUC系统中，通常用G51.1指令来实现镜像功能，G50.1指令来取消镜像功能。具体编程格式为G51.1 X0（实现X镜像加工，X轴坐标值改变方向），G50.1 X0（取消镜像功能）。

在SIEMENS系统中，通常用

MIRROR指令来实现镜像功能。编程格式为MIRROR X0（实现X镜像加工，X坐标值改变方向），MIRROR（取消镜像功能）。

使用镜像指令，圆弧插补G02/G03、刀具补偿G41/G42和坐标方向，实现了一次性自动修改功能，提高了程序编制效率。

#### 4. 实际加工应用

现场的数控立车加工主轴可过零件旋转中心，既可以在第一象限（操作者右侧）加工零件，又可以通过零件旋转中心，移动到第二象限（操作者左侧）加工零件。

涡轮盘属于旋转零件，加工部位属于对称结构，应用数控立车的镜像车削功能，利用现有库存的左偏刀，在数控立车上第二象限（X轴负向）完成了零件的加工，解决了因无右偏刀而导致零件加工进度停滞的问题，同时也扩展了数控立车加工的柔性，提高了设备加工利用率。

（1）数控程序编制：在原有的数控程序（第一象限加工）基础上，添加镜像功能指令，即可完成数控程序编制（见表1）。

（2）应用效果：经过加工验证，使用镜像指令的数控程序，加工完的零件完全合格，加工质量与第一象限加工完全一致。

在程序编制方面，镜像编程与修改数控程序中X坐标值方向的传统方法相比（见表2），前者修改方法简捷，降低了工艺员修改程序的劳动量，提高了工作效率。

传统的程序修改方法需要

表1 原数控程序（第一象限）与镜像数控程序（第二象限）对比

| 原程序（第一象限）             | 镜像数控程序（第二象限）          |
|-----------------------|-----------------------|
| G96 S50 M03 LIMS=40   | G96 S50 M04 LIMS=40   |
| —                     | MIRROR X0             |
| G00X445Z200           | G00X445Z200           |
| G42Z-18.8             | G42Z-18.8             |
| G01X480.35F1M08       | G01X480.35F1M08       |
| G02X531.974Z-25.3CR=5 | G02X531.974Z-25.3CR=5 |
| G01X562.242           | G01X562.242           |
| G01Z-16.351M09        | G01Z-16.351           |
| G00G40Z200            | G00G40Z200            |
| —                     | MIRROR                |
| M05                   | M05                   |
| M30                   | M30                   |

表2 传统修改模式与镜像指令模式修改内容对比

|        | G41/G42 | G02/G03 | X坐标值方向 | R刀补值方向 |
|--------|---------|---------|--------|--------|
| 传统修改模式 | 手动      | 手动      | 手动     | 手动     |
| 镜像指令模式 | 自动      | 自动      | 自动     | 自动     |

修改4方面的内容，而且需要逐条修改程序中的X坐标值符号，工作量较大；而采用镜像功能的数控程序，只需在程序开始和程序结束部分添加一行镜像指令（MIRROR0）即可。

#### 5. 结语

加工回转类零件，一般只在某一固定象限加工即可满足零件加工要求，如果应用数控立车的主轴能过旋转中心的这一特点，再结合数控系统的镜像功能，能够实现既能在第一象限加工，又能在第二象限加工。

使用镜像功能时需要注意的是，在镜像指令有效期内，手轮模式的运动方式也受镜像指令控制，注意防止出错刀具与零件发生碰撞；如果中途发现程序有误，需要重新编辑，必须先停止程序运行，然后在MDI方式下取消镜像，或者在程序的开头设置镜像取消程序段，否则会造成重

新执行程序的轨迹错误。

镜像车削功能不但提高了设备的利用率和加工柔性，还可应用在其他零件的车削中，如车削加工盘类件的周向Ω榫槽时，可实现一次装夹一把刀具即可完成Ω榫槽车削（见图3），防止二次装夹，提高了加工精度，同时节省了刀具成本。

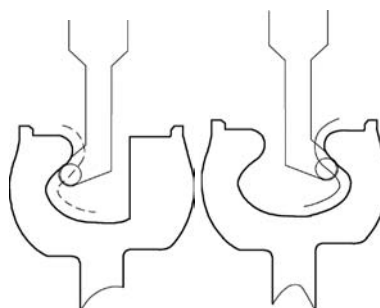


图3 用镜像功能加工Ω榫槽示意图

#### 参考文献：

- [1] 陈诞院. 镜像加工在数控铣削中应用[J]. 机械与电气, 2009 (1) : 37-38.

MW (收稿日期: 20170521)