G72 指令在数控车床加工复杂沟槽的研究

撰文／江苏科技大学工程训练中心　洪超　吴萍

对 G72 指令在数控车床加工编程方法的研究，分析了数控车床各种沟槽的不同加工方法，比较了 G72、G73 和 G75 指令加工沟槽的特性，分析了编程加工时的注意事项。结合加工实例，阐明了 G72 指令在数控车削复杂沟槽零件时的编程方法和技巧。G72 加工复杂沟槽的独特效能证明，熟练掌握和灵活运用编程指令，是提高加工效率的重要途径。

一、引言

FANUC 系统数控车床在生产加工中已得到广泛使用，零件编程加工时，常用循环指令：G71、G72 和 G73 指令，使用时比较简单实用。在生产加工中，沟槽加工也是数控车常见的加工方法之一，加工中会遇到各种形状的沟槽。在 FANUC 数控系统中，切削沟槽常使用 G75 循环指令，但是 G75 只适合切削简单的直沟槽。当加工需一次完成斜槽或者槽肩和槽根处有倒角、倒圆角的复杂槽型时，G75 指令就不再适合，无法加工了。G73 指令可加工复杂沟槽，但由于加工时刀具是沿工件表面轮廓层层深入加工，空行程很多，加工效率极低。宏程序也可加工复杂沟槽，但编程复杂，使用不方便。G72 指令却可以简单方便完成复杂沟槽加工。

二、G72 指令沟槽加工

FANUC−0i 系统数控车床 G72 代码指令是端面复合循环加工指令，主要用于盘类零件的加工，是轴向进给，径向切削的端面的加工循环指令。G72 指令的功能，根据加工工件、刀具不同，加工范围也不同。在实际生产中，通常采用切削刃平行与轴线的 90° 偏刀，对轴向尺寸精度相对要求较高、径向尺寸精度要求较低，零件轮廓外形是单调递增或单调递减，直径相差较大的盘套类零件毛坯进行车削加工。内孔则采用刀刃平行于轴线的镗孔刀，加工长度短、直径差大的零件端面。从指令定义上理解它与沟槽加工无任何关系。但是 G72 指令切削方向与沟槽的切削方向相同，而且它可以进行曲面轮廓的描述加工。同样对于内环槽的加工也可以采用循环指令。综合以上特点，G72 指令正符合复杂沟槽加工需求，因此可选用 G72 指令加工沟槽。

1. 沟槽加工刀具选择

沟槽加工刀具不能使用外圆车刀，而选择切槽刀。切槽刀一般使用在切断或切槽的加工，且切槽刀的 2 个刀尖都可加工工件，它具有轴向切削强度差，径向切削性能好的特点。切断刀的宽度与刀具的强度、切削时的切削阻力有关。刀具宽度较大时，刀具强度增大，轴向切削性能较好，但径向切削阻力大。刀具宽度较小时，轴向切削性能差，径向切削力小。所以切槽刀在加工时应选择较合适的宽度，以满足加工需要。

2. 沟槽加工的编程轨迹选择

G72 指令粗加工切削轨迹路线是从右到左，退刀至工件端面的安全处。精车路线是从左到右，自大直径到小直径，只有这样可加工因大直径差预留的轴向加工余量。精、粗加工编程由于加工起终点不同，粗、精加工圆弧指令程序的顺逆圆正好相反。且系统规定精加工程序的第一个程序段只能沿 Z 方向进刀，不能出现 X 轴的运动指令。G72 指令加工时可使用 2 个刀尖正反两个方向加工沟槽，编程和加工既简单又方便，减少了加工时间、提高了生产效率。

3. 沟槽加工退刀量选择

用 G72 指令编写零件切槽加工时，Z 轴方向是不能有退刀量，并且不留精车 Z 向的余量，因此 G72 指令中的 R 值和第二行中 W 值必须为 0。在编写精车轮廓时，由于切断刀是左右 2 个刀尖加工，对刀是以左刀尖对刀，加工沟槽时，槽右侧则由右刀尖加工，这样必须考虑切槽刀的宽度，

加工长度减去刀具的宽度。

4. 切削用量选择

加工时背吃刀量的大小选用一定要慎重，由于采用切断刀加工，背吃刀量过大，残留余量就较大，精加工时轴向切削力大，刀具加工时会变形甚至损坏，影响加工质量。背吃刀量过小，加工效率就低。应根据不同的加工材料和刀具，选择合理的背吃刀量。由于是选用切断刀加工，应选用较小的进刀速度和合理的切削速度。下面就形状复杂沟槽零件加工，应用 G72 代码指令编写程序进行介绍。

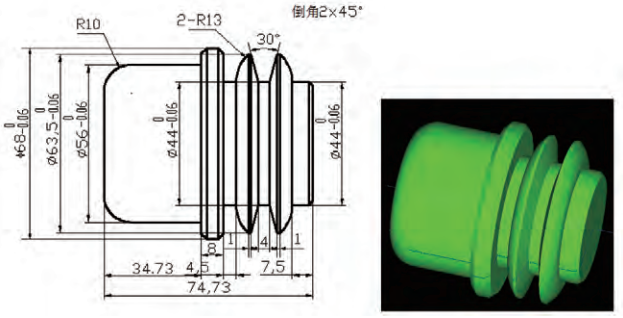

图 加工特殊形状零件图

三、G72 加工特殊形状零件

加工特殊形状零件图所示，由于是非单调递增的轮廓，大家首先考虑使用 G73 来编制加工程序。但 G73 指令加工过程，由于加工时刀具是沿工件表面轮廓运动，空行程很多，加工效率极低，再加上 G73 运行轨迹方式是采用切槽刀的副刀刃来加工，这样就暴露了切槽刀本身结构上强度差的问题，所以这样加工造成每刀的背吃刀量必须很小，极大地影响了加工效率。使用 G72 指令加工时，刀具几乎没有空行程，特别是 G72 的运行轨迹完全符合切槽刀所擅长的切削方式，提高了零件加工效率。

1. 加工刀具和切削用量选择

为了保证刀具的强度，车刀不易过长，比槽深 3mm ~ 5mm 即可。装刀时保证主刀刃与工件轴线垂直，即主刀刃与工件外圆平行。加工零件材料为硬铝 LY12，加工刀具：切槽刀（刀宽 4 毫米），转速：粗车 550r/min，精车 750r/min，进给量：粗车 0.05mm/r，精车 0.05mm/r，背吃刀量：2mm。

2. 加工程序

```
O0003                  程序名
M03 S550;              主轴正转 转速 550r/min
T0404 M08;             选择 4 号刀，4 号刀偏，开启冷却液
G00 X72;               刀具快进到达循环起始刀点
Z1;
G72 W2 R0;             复合循环指令 Z 方向每次进刀 2mm，退刀量为 0
G72 P8 Q9 U1 W0 F0.05; 加工从序号 8 ~ 9，X 向加工余量 1mm，Z 向加工余量 0
N8 G00 Z-34;           快速定位至精加工 Z 向起点
G01 X68 F0.05;
X64 W2;
X44;
W0.5;
G02 X63.5 W4.38 R13;
G01 W5;
X44 W2.613;
W1.02;
X63.5 W2.613;
W5;
G02 X44 W4.38 R13;
G01 W5.5;
X38 W3
N9 G01 X72;            精加工零件轨迹
M03 S750;              主轴正转 转速 750r/min
G70 P8 Q9;             精加工工件轨迹
G00 X100;              X 向返回安全点
Z250;                  Z 向返回安全点
M05;                   主轴停
M09;                   冷却液关
M30;                   加工结束返回程序起始点
```

四、结语

在数控机床加工过程中，由于加工对象复杂多样，特别是轮廓曲线的形状及位置千变万化，加上材料不同、批量不同等多方面因素的影响，在对具体零件制定加工方案时，应该进行具体分析和区别对待，灵活处理。通过上述的编程和加工分析，可清楚地看到，任何一个零件的加工可以有很多的方法。熟练掌握和运用指令，不但可以加工常规或非常规的各种形状、结构零件，甚至能创造性地运用到一些特殊零件上，解决一些较难的加工问题。