

# 在无分度的数控车上实现分度插槽的功能实践

李成亮

(中国航发贵州红林航空动力控制科技有限公司 贵州 贵阳 550009)

**摘要:** 当今社会, 产品朝着多样化发展, 而我们的设备跟不上这个节奏, 而购买新专用设备成本高、周期长, 且订单不稳定等因素, 从而导致资源浪费或订单丢失。而我们现有的数控机床往往带有一些特殊的功能, 只有发现这些功能并开发利用, 才能提升机床的利用率, 从而提高对市场的反应。本文以数控车插槽为例, 主要阐述了如何使没有分度的数控车产生的分度功能, 从而实现对插槽零件的加工。本文主要从刀具设计、数控程序编写、数学计算、刀具装夹、注意事项及应用在实际生产等进行了试验与总结, 扩大了数控车的使用范围, 使其多个工序能够合并加工, 一次装夹能够完成多工序加工, 具有更好的加工效率和更好的产品质量。

**关键词:** 宏程序; 无分度; 插槽; 刀具; 数控车

## 0 引言

槽是机械加工中常见的一道加工工序, 一般采用插削或拉削的方式加工, 常用的加工方式有以下几种 (1) 插削加工, 插削加工是指零件定位后切削运动为往复直线运动的一种加工方式。传统的插削加工主要是用来加工零件的内表面, 如键槽、花键槽等, 特别适于加工盲孔或有障碍台阶的内表面。也可用于加工四方孔、内多方孔等的多边形孔, 还可以加工齿条、齿轮等为直线的成型面。插削加工是目前目前槽类加工最为广泛的。(2) 电加工, 电加工成本高, 效率低, 不适合大批量加工。(3) 数控车插削加工, 需特制的程序, 由于车和插在同一个工序加工完成, 可以减少插槽用的工装, 提高尺寸精度、提升加工效率。且适合零件大批量加工。

## 1 分析及要求

由于插槽需要主轴具有分度功能, 而经济型数控车不具备分度功能, 所以只能从数控车主轴电机考虑, 现在的变频电机转速大部分都是无极变速, 即可以是任意的转速, 可以在任意转速停车。所以插槽需要的数控车主轴电机必须是变频电机, 而不能是普通电机。变频电机由于临界转差率反比于电源频率, 可以在临界转差率接近 1 时直接启

动, 也可以从几千转立即停止, 因此, 过载能力和启动性能比较强, 变频电机可在其调速范围内可任意调速, 而电机不会损坏, 如图 1 所示。

数控车必须有螺纹车削功能, 即转速与进给能够锁住, 即主轴旋转一圈进给进一个距离, 插槽需要螺纹车削功能的定位作用, 主轴旋转的角度控制进给的距离, 从而实现主轴的分度定位。

数控车必须具有刹车功能, 目前的数控车都具有该功能。数控车必须具备宏程序读写功能。

## 2 刀具准备

### 2.1 刀具材料选用

根据加工零件的材料选取合适材料的刀具, 如下表:

### 刀具材料选用

序号	零件材料	刀具	刀具特性
1	钢件	硬质合金刀具	刀具硬度达到 81 ~ 93HRC, 刀具强度高, 韧性差, 易折断
2	铝件 / 铜件 / 钛合金	高速钢刀具	刀具硬度达到 63 ~ 67HRC, 韧性好, 可磨性好, 不容易折断, 易磨出各种形状且锋利的刀具。

### 2.2 刀具刃磨

插槽刀目前公司没有配备专用的刀具, 一般需要手工刃磨或机床刃磨, 根据材料选取合适的刀具。刀具前角在刃磨过程中保证在 10° 左右, 并刃磨出大约 R1 左右的卷屑曹便于顺利排除铁屑, 刃磨保证刀具后角和两个偏角大约 5° 左右。刃磨角度如图 2 所示, 实体图如图 3 所示。

### 2.3 刀杆设计

刀杆设计为可拆装刀具,

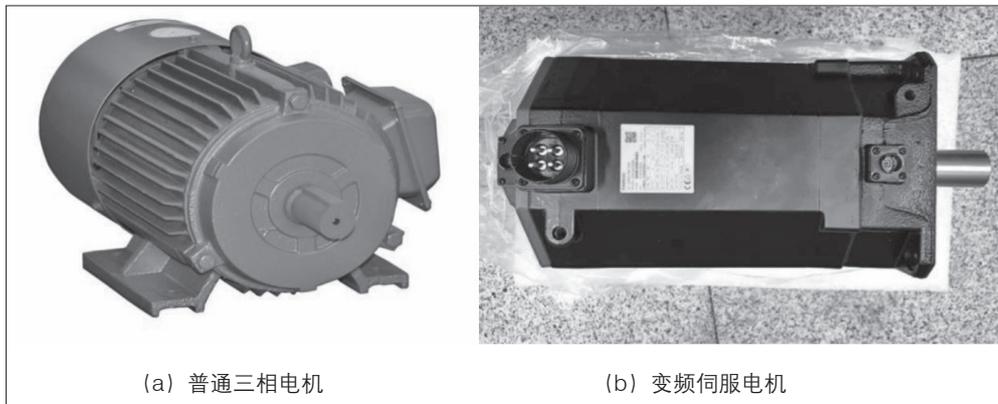


图 1 变频电机

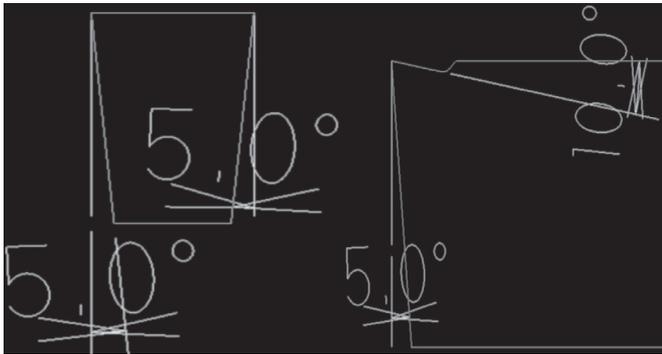


图 2 刃磨角度

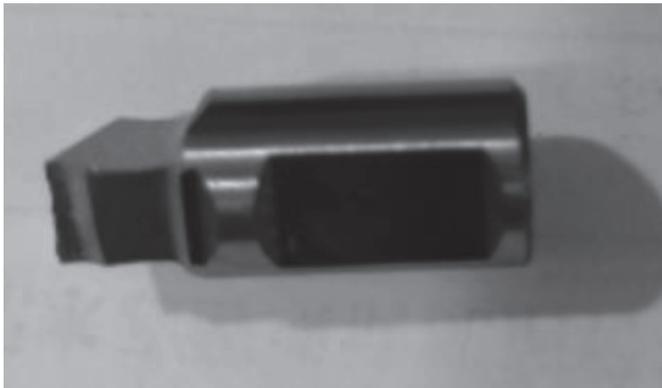


图 3 实体图

直径为 16mm (无心磨磨到 16-0.02mm), 长度 120mm, 顶端钻 8+0.02mm 的径向孔用于装刀, 顶端中心处钻 M6 螺纹孔用于锁紧刀杆。

该刀具做成可拆装刀具, 可以快速更换刀片以适应不同槽宽和槽深不同形状槽的零件, 也可用于内孔直径大于 20 的内孔插槽加工, 拓宽加工应用范围。

### 2.4 装刀

插槽刀安装必须垂直于主轴轴心, 保证刀尖与主轴轴心径向方向 90°, 确保加工槽的位置度。

一般采用打表找正法, 保证刀片和机床 x 方向平行, 保证刀刃中心点和主轴中心线重合; 在刀杆上装上直径 8mm 的芯棒, 使用百分表沿 X 芯棒轴作纵向运动, 轻微旋转刀杆, 使百分表读数差在 0.02mm 以内。

### 3 程序准备

要使没有分度的数控车实现分度插槽功能, 程序至关重要, 没有合适的程序分度定向等功能就不能实现。程序采用宏程序编制, 以适应不同数目的槽加工, 以及不同槽深的加工, 方便更改, 不易出错。

零件程序如下 (FANUC 系统):

O0001(CHA CAO)

T1010S20 M3

X38 Z20

#4=4 (插槽的数量, 根据图纸要求更改)

#1=360000/#4 (第一个槽旋转的角度, 此为 90 度)

#2=360000/#4 (每次插槽递加的角度)

#3=360000 (插槽终止角度)

#10=38 (插槽的起刀点)

#11=0.2 (每次插槽的加工量)

#13=37 (插槽的直径)

WHILE[#1 LE #3] DO2 (条件判断)

G32 Z10 F20 Q#1 (G32 定位到第一个槽角度)

#10=38

#11=0.2

#13=37

WHILE[#10 GE #13] DO1 (条件判断)

S0 (主轴锁死)

G1 G98 X#10 F500 (每次刀具起点)

G4 X0.5 (停顿 0.5 秒)

G1 G98 Z-10 F500 (插槽)

X39 (退刀)

G0 Z20 (退刀)

#10=#10-#11 (每次插掉 0.2MM)

END1 (吃刀循环结束)

G0 Z20

M3 S20

X38

#1=#1+#2END2 (插槽循环结束)

G0 Z30

X150Z150

M30

### 4 加工原理

数控车插削加工其实就是根据 G32 螺纹车削来分度, 跟多头螺纹车削类似, 当 G32 定位后用 S0 锁死主轴, 然

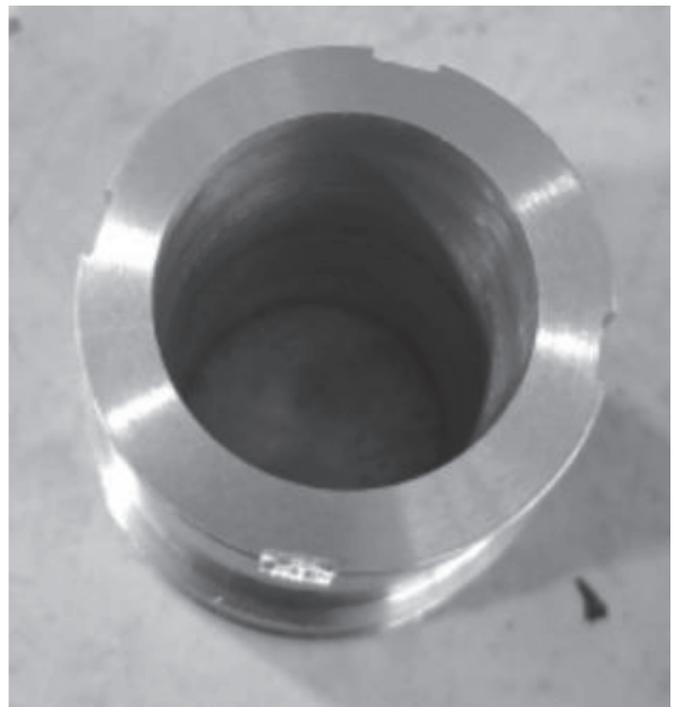


图 4 加工出的零件

后装上刀具轴向直线来回运动，从而实现插槽功能。加工出的零件如图4所示。

5 结语

通过零件的试验加工，电主轴数控车加工出来零件精度和光洁度都较好，精度高，齿轮传动的数控车次之，带传动的数控车插出的槽能满足一般要求。

插内槽只需把插刀改为轴向插刀即可。

在无分度的数控车上插槽的特点如下：

(1) 因数控车刹车是靠电机锁死，电机到主轴传动有一定的串动，所以适应加工有色金属或橡胶塑料等硬度不高的材料，至于钢件加工需要具有电主轴类的数控车；

(2) 数控车车削加工后即可插槽，一次装夹完成，能够保证较高的尺寸精度及位置精度；

(3) 数控车插槽应用范围宽，可以加工键槽、花键、内方等，X轴和Z轴联动时还可加工端面斜槽或形状复杂的槽等；

(4) 插槽精度高，可达到IT8-IT9，表面粗糙度可达到 $1.6\ \mu\text{m} \sim 3.2\ \mu\text{m}$ ，当采用小切削深度、快进给时，因从去

除的金属层及薄，切削力较小，切削热和切削变形小，表面粗糙度可达到 $0.5\ \mu\text{m} \sim 0.8\ \mu\text{m}$ ，直线度可达到 $0.02\text{mm/m}$ ；

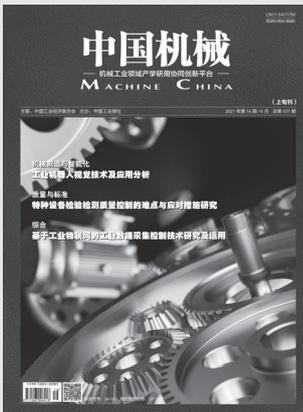
(5) 以上插削功能分度都是均等的，经过改变宏程序的计算功能可以实现不均等的插削功能。

总之，宏程序的运用可以解决一系列问题，对宏程序的探索必将解决更多的难题，宏程序的使用扩大了数控车的应用范围，宏程序有些功能是电脑编程无法代替的。

参考文献：

[1] 国家职业资格培训教材编审委员会. 数控车工(技师、高级技师)[M]. 北京：机械工业出版社, 2008.  
 [2] 国家职业资格培训教材编审委员会. 数控车工(中级)[M]. 北京：机械工业出版社, 2006.  
 [3] 房德涛. 宏程序编程在车削类同工件中的应用[J]. 机械工程师, 2011(10):58-60.  
 [4] 吕建波, 李玉朝. 数控车床对刀操作[J]. 机械工程师, 2013(8):63-64.

作者简介：李成亮(1981.11-)，男，贵州贵阳人，专科，数控车高级技师，研究方向：数控程序、宏程序、自动编程。



版位 Format	价格 Price (RMB)
<b>特殊版位 Specified Ads. Position</b>	
封面	25,000
封二	16,000
封三	12,000
封底	18,000
扉一	15,000
扉二	10,000
后扉一	12,000
后扉二	9,000

版位 Format	价格 Price (RMB)
<b>正常版位 Editorial Page</b>	
编辑页	10,000
编辑页跨页	15,000
1/2编辑页	5,000
1/3编辑页	3,500
1/4编辑页	2,500

注：所有特殊版位广告均为4C广告，正常版位广告均为黑白；所有广告需提供成熟设计稿，如需编辑部制作需单独收费。

**优惠说明：**  
 在原价格基础上，连续预定3期，优惠8%；连续预定6期，优惠15%；连续预定12期，优惠20%；连续预定18期，优惠30%；连续预定36期，优惠40%。另，如提前一次性付款，可在享受优惠的基础上享受8%的额外折扣。

广告预定热线：010-6741 0664 / 1368 332 6370