

数控车加工刀位点坐标之探索

邵阳市高级技工学校 (湖南 422004) 雷波

在数控车床上加工,对刀是很重要的一个步骤。一般的方法是用选择的车刀试车外径,停车后,测量外径,将测得值输入刀偏表,再用车刀试车工件端面,将该端面的Z坐标值输入刀偏,表这样就完成了对刀。这种对刀方法是把车刀的刀尖看成一个理想的点,如图1a,而实际的车刀应如图1b。

用如图1b所示的车刀来加工工件的内、外径或端面是没有问题的,也就是说不会产生误差。但用来加工圆锥、圆弧表面,就会产生较大的误差,特别是精加工时误差就会超过规定值。因为图1b的车刀的刀位点在P点(假想刀尖点),如图1c,相当于图1a中的刀尖点。

下面就实际生产中经常碰到的几种锥度和圆弧的加工进行论述,以求得数控编程时刀位点P的坐标值。

1. 锥度的加工

(1) 加工如图2a所示的锥度(2θ)工件 加工图2a所示工件时,其走刀路线为 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ 。在加工bc段锥度表面时,如果直接按b、c坐标点编程,即刀位点P与b、c两点重合,则加工后的圆锥表面是 P_1P_2 (见图2b),就会产生欠切区 bcP_1P_2 。实际上应该使刀尖点P走到e点,如图2c所示。使刀尖圆弧与bc相切。刀位点P沿ef走刀,加工出来的表面才符合图样要求。在编程时,X方向的坐标不需要改变,只要b、c两点在Z轴方向偏移一个 ΔZ ($\Delta Z = be = cf$),就得到e、f两点的坐标。 $\Delta Z = r(1 - \tan\theta/2)$ (r为刀具圆弧半径, θ 为工件锥度半角,以下同)。把工件右端中心设为工件坐标原点,则加工此工件abc表面的程序为:

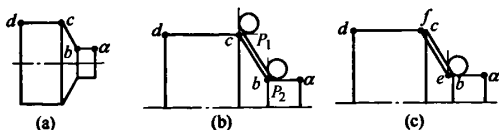


图 2

```
...
G00 X (xa) Z2.0;
G01 X (xa) Z (zb - Δz) F40;
X (xc) Z (zc - Δz);
...
```

(2) 加工如图3a所示的锥度(2θ)工件 在加工图3a所示的工件圆锥表面时,将刀尖点P定位到ba的延长线c(m,k)点,见图3b。再沿cb走刀,这时刀具实际切削表面为de,将会产生abcd欠切区。要想使刀具沿ab切削,必须使刀具圆弧与bc相切,则刀具的刀尖点P从c(m,k)点偏移一个 ΔZ 值[$\Delta Z = r(1 - \tan\theta/2)$]到f点,见图3c。刀具刀尖点P沿fg走刀,这时加工的表面才是圆锥表面ab。f点的坐标为:[m, (k - Δz)], g点的坐标为:[x_b, (z_b - Δz)]。

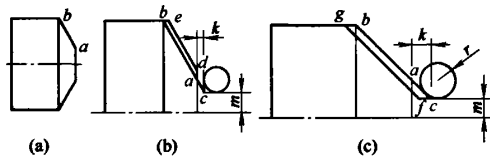


图 3

这时加工ab圆锥表面程序为:

```
...
G00 X (m) Z [k - r (1 - tanθ/2)];
G01 X (xb) Z [zb - r (1 - tanθ/2)] F40;
...
```

如果实际加工时,先加工圆锥端面,再退刀加工圆锥表面ab,即加工路线为oab,如图4所示,此时,刀具的刀位点P能退到f点

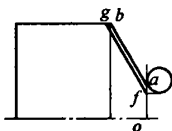


图 4

(此时,刀具圆弧与ab表面及工件左端面同时相切)而不应退到a点,f点相对于a点应减小一个 Δx 值,不难算出 Δx 的值为: $\Delta x = r(1 - \tan\theta/2) / \tan(90^\circ - \theta)$ 。

此时,刀具的刀位点P沿fg走刀,刀具实际切削的表面就是ab。f点的坐标为:[(x_a - 2 Δx), 0], g点的

坐标为: $[x_b, (z_b - \Delta z)]$ (Δz 同上)。以工件右端面中心为工件坐标系原点, 加工 oab 表面的程式为:

```
...
G01 X ( $x_a - 2\Delta z$ ) Z0.0 F40;
      X ( $x_b$ ) Z ( $z_b - \Delta z$ )
...
```

2. 加工圆弧表面

圆弧表面加工分三种情况进行论证:

(1) 第一种情况 加工图 5a 所示的凸圆弧, 刀具沿 $abcd$ 走刀, 如果刀具的刀尖点 P 在编程时, 按 b 、 c 两点坐标编程, 则会产生欠加工区域, 见图 5b 中的阴影区域。故应使刀尖 P 走到 m 点 (见图 5c) 使刀具圆弧与圆弧表面 bc 相切, 使刀尖沿 ms 圆弧走刀, 这时刀具实际加工的圆弧表面就是 bc 圆弧。

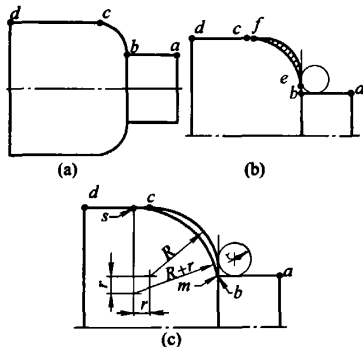


图 5

m 点的坐标相对于圆弧起点 b 只在 Z 轴方向偏移了一个 Δz 值, s 点的坐标相对于 c 点只在 Z 轴方向偏移了一个 r (刀具圆弧半径) 值。由解析几何知识可以算出:

$$\Delta z = (R + r) - \sqrt{R^2 + 2Rr}$$

所以, m 点的坐标为: $[x_b, (z_b - \Delta z)]$, s 点的坐标为: $[x_c, (z_c - r)]$; 所以加工 $abcd$ 工件表面程序为:

```
...
G01 X ( $x_a$ ) Z [ $(z_b - \Delta z)$ ] F40;
G03 X ( $x_c$ ) Z [ $(z_c - r)$ ] R ( $R + r$ );
G01 Z ( $z_d - r$ );
...
```

(2) 第二种情况 加工图 6a 所示的半径为 R 凹圆弧表面 bc , 如果刀具的刀位点 P 按 bc 圆弧走刀, 则会产生图 6b 所示阴影部分的欠切区域。

所以, 刀具的刀位点 P 要走到 e 点见图 6c, 使刀具

圆弧与工件圆弧 bc 相切, 且切点为 bc 圆的起点 b , 使刀尖 P 按 ef 圆弧走刀, 圆弧 ef 的端点 f 在 X 方向应与 c 点平齐, 以便为切削 cd 段做好准备。 F 点相对于 c 点在 Z

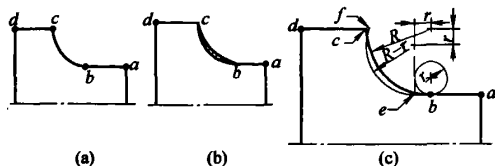


图 6

方向向右偏移了一个 Δz 值。由解析几何知识不难计算出: $\Delta z = (R - r) - \sqrt{R^2 - 2Rr}$ 。而 e 点相对于 b 点只在 Z 方向向左偏移一个刀具圆弧半径 r 值, 所以, e 点的坐标为: $[x_b, (z_b - r)]$, f 点的坐标为: $[x_c, (z_c + \Delta z)]$ 。这时加工工件 $abcd$ 表面的程序为:

```
...
G01 X ( $x_a$ ) Z ( $z_b - r$ ) F40;
G02 X ( $x_c$ ) Z ( $z_c + \Delta z$ ) R ( $R - r$ );
G01 Z ( $z_d - r$ );
...
```

(3) 第三种情况 加工如图 7a 所示含有凹圆弧外圆柱体表面, 在加工 bc 段圆弧表面时, 如果使刀具的刀位点按 b 、 c 两点的坐标走刀, 则会产生过切区和欠切区, 如图 7b 所示。在 e 点的右边, 则产生过切区, 在 e 点的左边, 则会产生欠切区。见图中的阴影区域。

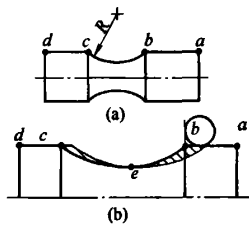


图 7

因此, 在加工这种凹圆弧表面时, 要让刀具的刀位点 P 走到 m 点, 见图 8。刀具的刀位点 P 按 mn 圆弧走刀, m 、 n 相对于 b 、 c 两

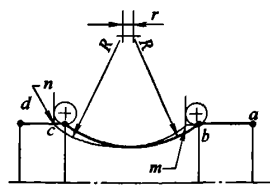


图 8

分别向左偏移一个刀具半径 r 值。 mn 圆弧的圆心相对于 bc 圆弧的圆心也向左偏移一个刀具半径 r 值, mn 圆弧的半径与 bc 圆弧半径相同。 m 、 n 两点的坐标为: $m [x_b, (z_b - r)]$; $n [x_c, (z_c - r)]$ (编程略)。**MW**

(收稿日期: 20080308)