

# 圆弧插补算法的探讨

周 虹

(湖南铁道职业技术学院, 湖南 株洲 412001)

**摘 要:**逐点比较法是 CNC 系统中应用较为广泛的一种插补算法。本文介绍了逐点比较法插补圆弧的运算过程, 并对逐点比较法插补圆弧的算法进行了改进, 为数控系统插补软件的设计提供了参考。

**关键词:** 数控; 圆弧; 插补

中图分类号: TH123<sup>+</sup>.1      文献标识码: A      文章编号: 1671-5276(2006)03-0043-02

## Study on Arc Interpolation Algorithm

ZHOU Hong

(Hunan Railway Professional Technology College, HN Zhuzhou 412001, China)

**Abstract:** Point by point comparing method is a widely used interpolation in CNC system. This paper introduced the algorithm process by using point by point comparing method, improved algorithm of interpolation arc, and provided a design method of NC system interpolation software.

**Key words:** NC; arc; interpolation

### 0 引言

随着微电子技术和计算机技术的发展, CNC 系统的性能日臻完善, 其应用领域也日益扩大。CNC 系统的核心是如何控制刀具或工件的运动轨迹, 这项任务由插补程序来完成。具体来说, 插补的作用是根据给定的信息进行数字运算, 在计算过程中不断向各个坐标发出相互协调的进给脉冲, 使被控机械部件按指定的路径移动。

直线和圆弧是构成工件轮廓的基本线条, 所以大多数 CNC 系统都具有直线和圆弧的插补功能, 插补算法的种类有很多, 如逐点比较法、数字积分法和数据采样法等, 本文主要讨论圆弧的插补算法。

### 1 逐点比较法圆弧插补

逐点比较法的基本原理是机床运动部件每走一步, 都要完成四个工作节拍: 偏差判别→坐标进给→偏差计算→终点判别, 如此不断循环进行这四个节拍就可以加工出所要求的轮廓。

采用逐点比较法进行圆弧插补时, 通常以圆心为原点, 根据圆弧起点与终点的坐标值来进行插补, 如图 1 所示。

以第一象限逆圆弧为例, 圆弧起点坐标为  $(X_o, Y_o)$ , 终点坐标为  $(X_e, Y_e)$ , 对于圆弧上任一

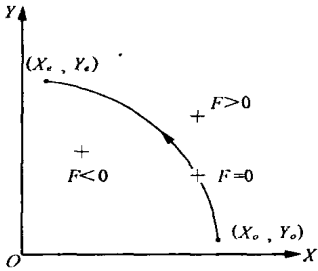


图 1 圆弧起点与终点

点  $(X_i, Y_i)$ , 有:  $X_i^2 + Y_i^2 = R^2$ , 令  $F = (X_i^2 + Y_i^2) - R^2$  为偏差函数。当  $F > 0$  时, 该点在圆外, 向  $-X$  方向运动一步; 当  $F < 0$  时, 该点在圆内, 向  $+Y$  方向运动一步; 为使运动继续下去, 将  $F = 0$  归入  $F > 0$  的情况, 插补运动始终沿着圆弧并向终点运动。圆弧插补的判别计算可采用如下的迭加运算:

设当前点  $(X_i, Y_i)$  对应的偏差函数为

$$F_i = (X_i^2 + Y_i^2) - R^2$$

当刀具沿  $-X$  方向走一步后

$$F_{i+1} = (X_i - 1)^2 + Y_i^2 - R^2 = F_i - 2X_i + 1$$

当刀具沿  $+Y$  方向走一步后

$$F_{i+1} = X_i^2 + (Y_i + 1)^2 - R^2 = F_i + 2Y_i + 1$$

终点判别可由  $n = |X_e - X_o| + |Y_e - Y_o|$  判别, 每走一步使  $n = n - 1$ , 直至  $n = 0$  为止。

现欲加工一圆弧, 起点为  $(4, 0)$ , 终点为  $(0, 4)$ ,

插补轨迹如图 2 所示。

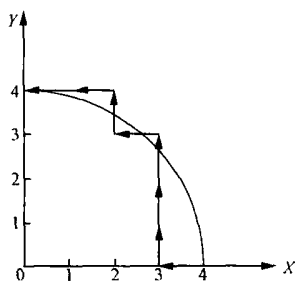


图 2 插补轨迹

## 2 逐点比较法圆弧插补算法的改进

从图 2 可以看出,逐点比较法每插补一次,刀具要么沿  $X$  方向进给,要么沿  $Y$  方向进给,插补结果是以垂直的折线逼近给定轨迹,插补误差小于或等于一个脉冲当量。

对逐点比较法进行改进后,刀具不仅可以沿  $X$ 、 $Y$  方向进给,而且两个坐标可以同时进给。

以第一象限逆圆弧为例,其插补原理如下:

a) 当  $F \leq 0$  时,刀具在圆弧内,向  $+Y$  方向运动一步,  $F_{i+1} = X_i^2 + (Y_i + 1)^2 - R^2 = F_i + 2Y_i + 1$ ;

b) 当  $F > 0$  时,刀具在圆弧外,此时分两种情况: 1)  $Y_i < Y_e$  时,向  $-X + Y$  方向进给,  $F_{i+1} = (X_i - 1)^2 + (Y_i + 1)^2 - R^2 = F_i - 2X_i + 2Y_i + 2$ ; 2)  $Y_i = Y_e$  时,向  $-X$  方向进给,  $F_{i+1} = (X_i - 1)^2 + Y_i^2 - R^2 = F_i - 2X_i + 1$ 。

终点判别由  $n = |X_e - X_o| + |Y_e - Y_o|$  判别,单坐标进给时减 1,双坐标进给时减 2,直至  $n$  为 0 时停止。

(上接第 42 页)

## 4 结束语

本管路系统通过改造,各项参数均达到或超过相应的技术要求,其效果很好,使多相流动试验台测控系统上了一个新台阶。

参考文献:

- [1] 周谟仁. 流体力学 泵与风机[M]. 北京: 中国建筑出版社, 2004.

现仍加工如图 2 所示的圆弧,插补轨迹如图 3 所示。

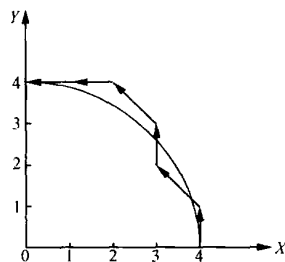


图 3 改进的插补轨迹

## 3 结论

以上分析了第一象限逆圆弧的插补,其它象限的顺、逆圆弧的插补原理与第一象限逆圆弧相似。

通过对图 2 与图 3 的比较可以看出,逐点比较法圆弧插补的最大偏差  $F_{\max} = 7$ ,总步长为 8;改进后的逐点比较法圆弧插补的最大偏差  $F_{\max} = 4$ ,总步长为 6。因此,改进后的逐点比较法圆弧插补的误差小,插补运动总步数少,即具有插补精度高,运算速度快的优点。同时,改进后的插补算法的偏差函数递推公式简单直观,容易用软件来实现。

参考文献:

- [1] 王爱玲. 现代数控原理及控制系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- [2] 王润孝. 机床数控原理与系统[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 1989.
- [3] 吴祖育, 秦鹏飞. 数控机床[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989.

收稿日期: 2005-10-10

- [2] 张小兵. 水力学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [3] 程良骏. 水轮机[M]. 北京: 机械工业出版社, 1981.
- [4] 高殿荣, 吴晓明. 工程流体力学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [5] 张景成. 水泵与水电站[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2003.
- [6] 罗固源. 水力学[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2001.
- [7] 金朝铭. 液压流体力学[M]. 北京: 国防工业出版社, 1992.

收稿日期: 2005-10-23