

利用 CAD 图形交换文件实现 激光直写设备的运动控制

熊木地, 谢朝, 肖文礼, 邢忠宝

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130021)

摘要:分析了激光写入与加工设备的特点。指出了这类设备工作效率低下的主要原因是要求刻划或加工的图形变换的频率高,而这类设备的加工元件的编程语言不标准,程序采用人工编制,且加工工艺复杂,从要求刻划与加工的图形到设备的多维运动控制代码的产生是一件非常繁琐的过程。提出了采用 CAD 绘图功能作为加工轨迹输入,在 CAD 绘图环境中加入设备运动的辅助信息,然后产生相应的 DXF 图形交换文件,并开发图形交换文件到运动代码生成的解释软件,利用 CAD 与解释软件相结合可实现设备的运动代码自动生成,可极大地提高编程效率,缩短调试时间,提高设备的利用率。同时给出实现此方案的步骤与途径。

关键词:图形交换文件;运动控制代码;解释软件

中图分类号:TP391.72 **文献标识码:**A

1 引言

当前激光直写设备与激光加工设备得到了越来越广泛的应用,从精度较低的激光切割机到亚微米级精度的二元光学激光直写设备。在这些设备中,加工图形的更换率很高,以适应小批量特种加工的要求。现有的激光直写设备运动控制程序(工件加工程序)的编制过程十分繁琐,且编写程序的语言不通用,对于设备的使用者来说,不经过较长时间的培训是难以编写出有用的运动控制程序的。对于熟练的使用者来说,编制程序的时间也很长,若编写复杂的图案程序,编程所用的时间大大超过了元件的加工时间。尽管有些设备采用了标准的 CNC 控制模块,编程语言为标准的 G 代码,但编程的效率仍然很低。因此,缩短编程时间提高加工制造效率对于系统来说具有十分重要的意义。

近年来 CAD 技术在各行各业都得到了广泛的应用,许多绘图软件都能生成 DXF 型图形交换文件,由于 DXF 文件是标准的 ASCII 文件,很适合于传给其他程序作专用分析。目前,交互式绘图软件 AutoCAD 的功能强大,兼容性好且使用方

便而成为非常流行的 CAD 绘图软件之一。文中主要以 AutoCAD 为例分析激光写入设备的运动代码自动产生的条件与过程,并给出其实现方案。

2 DXF 型图形交换文件的产生与读写方法

DXF 图形交换文件产生的方法主要分为两类,一类是由 CAD 软件根据绘制的图形自动产生的;另一类是用户直接根据 DXF 文件的格式,用程序直接写入而生成的。当使用 AutoCAD 绘制加工图形时,只需要键入 DXFOUT 命令便可以产生绘制图形的 DXF 文件。DXF 文件的总体结构包括:HEADER 标题段, TABLES 表段, BLOCKS 块段, ENTITIES 实体段以及文件结尾 (EOF) 构成。文件也可只包括 ENTITIES 实体段与文件结尾两部分,这样接口程序更易于编写,且能满足一般的实际需要。DXF 文件由许多组构成,每一个组在 DXF 文件中占两行。组的第一行为组码,第二行是组值。在 AutoCAD 系统中,组代码相当于数据类型,组值相当于数据的值,组代码和组值合起来表示一个数据的含义和它的值。此文件的详细结构见参考文献[1]。

AutoCAD 软件的绘图功能很强,但数值计算能力较弱。因此,在使用激光写入或加工设备时,刻划图形的分析和计算是在 CAD 环境之外完成的,然后再将分析和计算的结果传送给 CAD,在 CAD 中产生图形。为了让 CAD 能自动接受分析和计算的结果,应编写 DXF 文件。为了方便编写接口程序和以后的进一步扩充,根据 DXF 文件中实体段的特点,将接口程序设计成一些相对独立的基本模块。这些模块主要包括创建 DXF 文件及写实体的开始部分,写实体结尾与文件结尾,写直线模块,写圆模块,写圆弧模块与高次曲线的拟合模块等。在编写这些程序模块时,应严格按照 DXF 文件的格式来生成图形交换文件。由于组成刻画图形的直线或曲线所对应的组(包括组码与组值)在文件中没有顺序,因此在生成 DXF 文件时,不包含刻划或加工图形的加工顺序等信息。还需要往图形交换文件中加入设备运动辅助信息才能生成正确的设备运动代码。辅助信息添加的方法有程序法与 CAD 法。在往 DXF 文件加入辅助信息或进行编辑时,若直接用程序实现,则相当麻烦,若借助 AutoCAD 则非常容易。在 AutoCAD 中,可用命令 Dxfin 装入此图形文件,并进行编辑,然后生成新的图形交换文件。

3 在 AutoCAD 绘图环境中加入设备运动辅助信息

各种 CAD 软件包由于考虑软件的通用性,软件包生成的各种文件中一般不包括刻划与加工路径以外的信息。因此,在利用 CAD 作图时,应在图中加上足够的设备运行信息,以保证解释程序有足够的信息来源。能生成正确的设备运动与控制代码的图中包含的信息应包括以下内容:

1. 刻划与加工的轨迹图(设备的运动图形)。
2. 规定刻划与加工的起始段与结束段。
3. 设备的合成运动模式。即设备刻划与加工时,加工段与段之间是连续加工还是加工一段停止后再加工下一段。这样运行模式分为连续模式与间歇模式。
4. 定义的各种宏体。这些宏体包括开始宏,结束宏,刻划宏,停止宏等。开始宏包括设备开始刻划时应输出的开关量及运行的特殊要求。结束宏中应包括刻划结束时输出的开关量及运行的

特殊要求。刻划宏中包括刻划过程中应输出的开关量。停止宏用于段与段之间所需的刻划信息,只有当设备运行在间歇模式方才有效。

5. 规定各刻划段的加工秩序,并对需要重复走的路径加入后几次的秩序。

6. 把各种宏体及刻划秩序的数字放在相应的加工路径附近。距离的大小,以不产生混淆为准。

7. 加入一些提示信息。

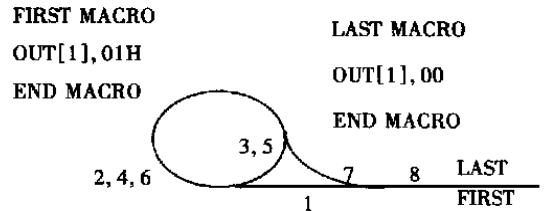


Fig. 1 Add ancillary message on drawing

图 1 中, FIRST 与 LAST 宏体中, OUT 指令属于命令代码,表示设备的开关量控制。在 AutoCAD 中,除设备的运动轨迹之外的刻划或加工信息都以文字或数字方式给出,并用 Text 命令在图中绘出,如图 1 所示。

4 运动控制代码的产生方法

在设备的运动轨迹图中,加入刻划与加工的辅助信息后,用 Dxfout 命令输出 DXF 图形交换文件,再用解释软件生成运动代码。当编写 DXF 图形交换文件到设备的运动控制代码的解释程序时,根据设备的刻划或加工的工艺要求,DXF 文件中必须有描述设备运行时的相关信息。读取 DXF 文件时,应首先读取文件中的刻划信息,然后根据刻划信息读取相应的图形信息。解释程序的任务就是利用 DXF 文件中的加工信息去产生设备的运动控制代码。编制解释程序的思路是根据刻划的轨迹段,寻找相应的宏名宏体及刻划的顺序提示符的字符串,然后给出相应的代码。由于在 DXF 文件中,说明性的文字与运动轨迹段没有联系,应首先判断宏名与刻划顺序提示符与那一个加工段相联系,判断的依据是这些字符串的插入位置与哪一个加工段的距离最短,则认为此字符串属于这个加工段。解释程序的流程图如图 2 所示。

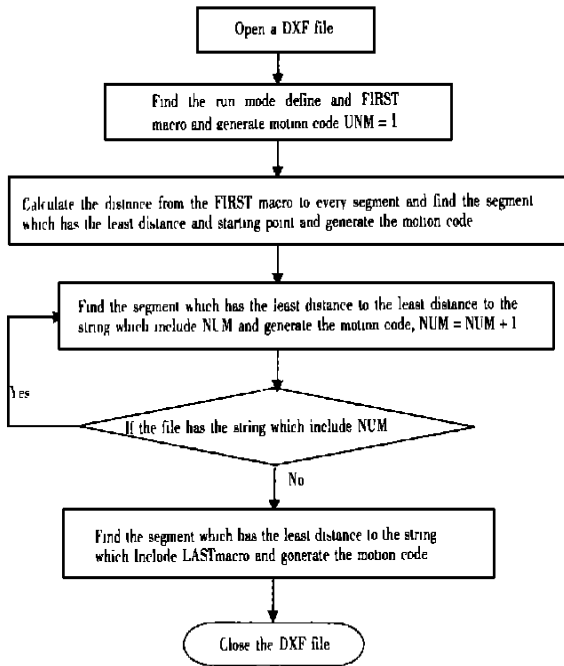


Fig. 2 Flow chart of interpreting software

解释程序的工作过程为: 打开 DXF 文件, 在文件中寻找 FIRST 宏, 然后读取插入点的坐标值, 分别读取文件中的描述加工图形中各直线段起始坐标与圆弧的圆心坐标和半径, 计算插入点与各直线或圆弧的距离, 找出最小距离的轨迹段, 结合 FIRST 宏体中的设备运动信息, 生成运动代码并存入一个运动代码程序中。接着在 DXF 文件中寻找包含加工顺序 1 的文本, 找出与此文本距离最近的图形段, 再结合与此图形段相关联的宏

(即与此图形段的距离最短的宏) 生成运动代码。接着寻找包含加工顺序 2 的文本, 找出其对应的图形段与其相应的宏, 并生成运动代码。依次类推, 直到最大的加工顺序号为止。

解释程序可选用 VC++ 开发工具, 在 Windows98 下开发。生成的运动代码下载到设备的运动控制器的存储器中, 经过控制器解码后形成控制信号, 经设备的执行元件与传动装置, 最后形成设备的运动。

5 实验及结论

在二元光学激光直写设备的研制过程中, 我们选用了 GALIL 公司的运动控制器 DMC1040。若直接用 DMC1040 的运动控制代码进行编程, 则编程的效率低且不易学。当编制较为复杂的衍射光学元件的刻划程序时, 需要几个小时的编程后, 再经过较长时间的联机调试, 最后刻划出图案后方能知道程序是否正确。若利用 GALIL 公司提供的软件不能满足设备的需要。经过长时间的摸索, 我们编制了 AutoBOE1.0 软件, 可实现 DXF 文件到设备的运动控制代码的自动翻译。

综上所述, 在激光写入与加工设备中, 可采用 CAD 绘制出加工图案, 并在图中按约定的规则加入必要的辅助加工信息后, 生成 DXF 图形交换文件, 编制从 DXF 文件到设备的运动代码的解释软件, 实现设备的运动代码的自动产生, 可使设备的人机对话方便, 提高设备的效率, 降低生产成本, 为实现光学 CIMS 迈上坚实的一步。

参考文献:

- [1] 姚涵珍. 计算机绘图及应用开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- [2] 甘特, 孙清. AutoCAD 12.0 高级编程参考[M]. 北京: 学苑出版社, 1994.
- [3] 冯勇等. 现代计算机数控技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.

Motion control of LDWD realized by drawing exchange file of CAD

XIONG Mu-di, XIE Zhao, XIAO Wen-li, XING Zhong-bao

(*Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, China*)

Abstract: The character of the laser direct-writing device (LDWD) is analyzed. The key factor that affects the processing efficiency of the device is the drawing which is often varied, and for the program language isn't standard as well, it needs much time to debug motion code. By inputting the processing drawing, and adding ancillary message on drawing, the DXF file for processing drawing can be created using the function of CAD. The interpreting program which can translate the drawing exchange file of CAD into motion code is edited by utilizing the drawing function and the drawing exchange file of CAD. By using interpreting software the efficiency of the device can be improved. The debugging time of motion control program is shorten. The method is given to realize autocode for the device.

Key words: drawing exchange file; motion control code; interpreting software

作者简介: 熊木地(1970-),男,四川省南江县人。1994年毕业于长春光学精密机械学院电子工程系,1997年获长春光学精密机械学院硕士学位,现为中国科学院长春光机所博士研究生。博士期间的主要研究方向为计算机控制技术,精密伺服控制,同时研究CAD/CAM/CAE/CIMS。