

CAD/CAM 一体化技术在 NC 加工中的应用

王延风

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘要 论述了 CAD/CAM 系统的功能特点,并用过程思路驱动设计和制造过程。以 CAD/CAM 应用于 NC 加工的典型实例,说明 CAD/CAM 一体化技术在产品设计制造中的作用。

关键词 CAD/CAM 过程思路 数控加工

1 引言

目前 CAD/CAE/CAM 技术已广泛应用于汽车、航空航天、机械、电子和建筑学领域,尤其是在数控加工方面,CAD/CAM 一体化技术使数控机床应用范围日益扩大,使数控机床能加工出许多以前传统加工手段无法精确加工的零件,同时显著地缩短设计周期,提高设计质量,减少错误,降低成本,提高劳动生产率。因此,CAD/CAM 一体化技术也是加速产品更新换代的有效手段,改造传统生产过程的必由之路。是实现有效的计算机集成制造系统(CIMS)的前提条件,采用 CAD/CAE/CAM 技术能对市场进行快速响应,更具有竞争优势。

2 CAD/CAM 一体化技术

2.1 CAD/CAM 一体化系统

一个典型的交钥匙方式的 CAD/CAM 系统(见图1)包括虚拟产品制作即形成产品的屏幕样机,主要从三维实体建模出发,进行概念设计,由三维实体模型提取零件的物理属性如质量、质心位置、转动惯量等。在构造屏幕样机的基础上并行开展装配建模,机构运动仿真,工程分析,详图设计,以并行工程的作业方式进行产品的综合设计评价。CAM 技术可从 CAD 系统零件描述中直接识别和提取加工特征信息,根据加工特点有效地组织成零件信息模型,自动生成数控加工程序,经后处理转换成机床识别的 NC 代码,并可进行 NC 加工仿真。

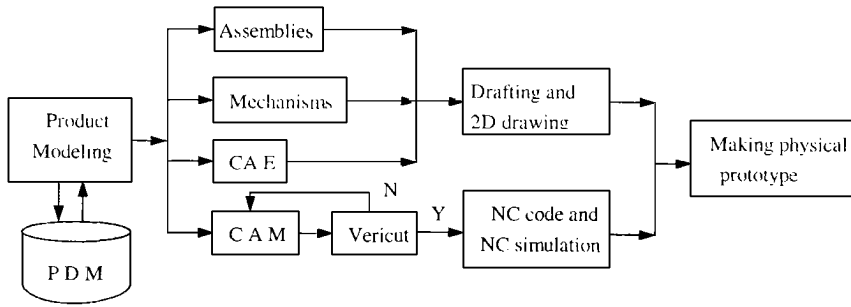


Fig. 1 CAD/CAM systems architecture

在 CAD/CAM 中斜线(/)含有使能力相结合的意思, CAD/CAE/CAM 技术的相互作用和集成是潜在效益的来源, 然而这种能力的结合走了实用科学的捷径, 它需要整个研制过程中更好的合作, 吸收并行工程、精益生产等先进制造和管理技术, 实现人、组织、技术、信息的集成和优化。CAD/CAM 一体化其实质是设计和制造的综合计算机化, 产品的几何模型(有些综合系统还要求附加工艺和组织管理方面信息)是关于产品的最基本核心数据, 并作为整个设计、计算分析中最原始的依据, 通过 CAD/CAM 系统的计算、分析和设计而得到大量信息, 可运用数据库和网络技术将其存储和直接传送到生产制造环节的各个方面, 从而实现设计制造一体化。

采用了 CAD/CAM 一体化技术以后, 图纸的作用大大减弱, 大部分设计和制造信息电子系统直接传送, 图纸不再是设计与制造环节的分界线, 也不再是制造、生产过程中的唯一依据, 图纸将被简化, 甚至最终消失。

2.2 用过程思路驱动设计到制造过程

高效的产品开发包括各种各样相互依赖的“过程思路”。对于按特定工艺过程生产的指定类型的零部件、装配或产品来讲, 一个过程思路表示从概念设计到实际产品的一系列相互联系的工作。实体模型的灵敏模型和主模型结构使得过程思路成为可能, 实体建模改写了产品和过程定义的基本技术, 这样为制造带来了自动化可能性, 并且协作工程将制造过程所要考虑的问题上升到设计过程来处理。现在, 相关的功能小组之间要权衡所有下游过程的分支, 如在概念设计中构造实体模型的同时把“可制造性”并入产品设计过程中, 保证可生产性。可制造性考虑的是一个设计是否可以被加工出来, 而可生产性则是在成本限制因素上考虑可加工性。

为加工零件生成一个过程思路, 包括建立切削好的特征模型, 这样使成品零件与未处理的铸件或锻件产生联系, 并且与制造操作相关, 使用这种全集成的相关思路, 充分发挥了 CAD/CAM 一体化技术在设计制造中的作用。其结果是显著缩短周期, 提高了质量并降低了成本。

3 CAD/CAM 技术在 NC 加工中的应用

我们利用建立好的 CAD/CAM 系统, 采用 CAD/CAE/CAM 技术, 对空间遥感相机的一些关键件如中筒(图2, 图3)及民用产品墨盒进行了 NC 加工及 NC 仿真。对于空间遥感相机中筒及墨盒的加工, 如用 TNC426 对话交互式编程方法对这种复杂三维曲面进行三轴联动加工编程很困难, 甚至于无法精确加工出来。我们利用 UG 软件用过程思路从概念设计实体建模开

始,考虑可加工性,并对关键件进行工程分析计算,然后用UG CAM 模块生成刀轨及工艺参数文件,用 Vericut 进行加工过程仿真,检验程序是否准确无误,之后进入后处理模块,通过对刀位源文件及针对用户机床的机床数据文件(MDF)的处理,产生机床可执行的ISO 数据代码文件,最后将经过验证无误的程序通过机床的RSC- 232接口传入机床数控系统,就可以加工了。

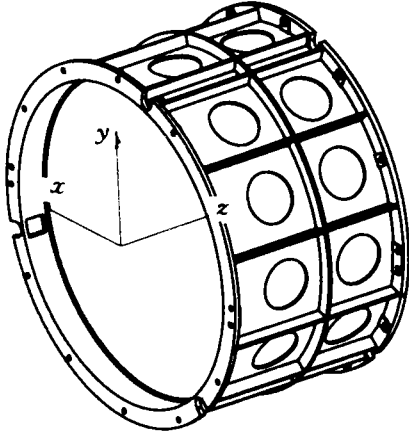


Fig. 2 Middle tube(1) solid model

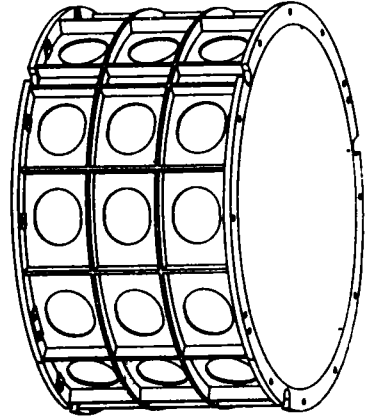


Fig. 3 Middle tube(2) solid model

3.1 CAD 造型

3.1.1 墨盒的造型(如图4所示)

用UG 软件(V11.1版本)参数化建模、特征建模及复合建模技术构造屏幕样机。首先构造基本体素圆柱体,然后用特征建模技术在圆柱上表面向下打一深度为15mm的孔,由于墨盒型腔底面为斜面,所以采用复合建模技术将底面绕一轴旋转 10° ,很快形成墨盒的基本型体。为了美观要将“长光所CAD/CAM”立体字分布均匀贴到柱面上,这在模型构造中是难点,我们采用沿一矢量方向将字二维轮廓向柱面上投射拉伸的方法来实现。并考虑加工因素例如要选用 $\varnothing 8$ 球刀加工,调整字体大小和每个字间距,使刀具能加工出来。在模型构造中每个字的投射矢量间夹角与以后CAM 中形成刀轨操作中所选用刀轴矢量和投射矢量相关。最终将字体均匀地贴在了柱面上,保证了可加工性,完成了墨盒产品的模型构造。

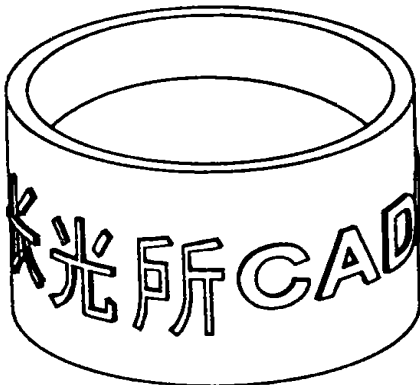


Fig. 4 Ink box solid model

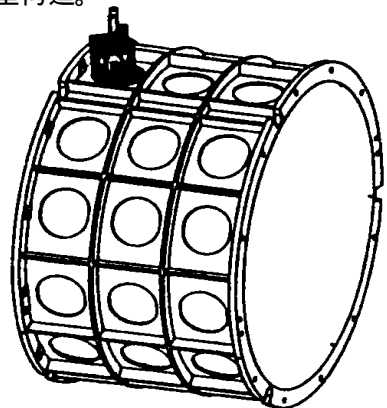


Fig. 5 CAM tool path generation of a blind hole

3.1.2 空间遥感相机中筒 CAD 设计

空间遥感相机中筒轴向尺寸较大,考虑可加工性,将中筒一分为二,同时还要轻量化,故在筒径方向上打了许多分布均匀的盲孔,盲孔底面为柱面。为了保证刚度,在径向、轴向上加许多筋。如图2、图3所示中筒形状复杂,给设计制造带来一系列问题。我们采用了UG的CAD/CAE/CAM系统,对中筒进行了实体模型构造(见图2、图3),计算了重量、质心位置,在实体模型的基础上建立了中筒的有限元力学模型,对中筒进行了静力学动力学分析计算,结果满足要求。下一步准备用CAM技术进行NC加工。

3.2 CAM 加工

UG的CAM有着十分强大的功能,对一些复杂性的曲面都能生成加工程序,而且有很好的工艺性,对切削方式、加工方向、加工范围、步距、进刀、退刀、让刀几何、速度控制、余量控制、过切检查等工艺性的处理问题,UG-CAM都有它自己独到的非常巧妙的安排,关键在于如何运用好它们。由CAD得到的模型,通过“Manufacture”模块经过工艺安排它们自动形成刀位源文件.CLS,并用Vericut验证加工程序准确无误后,经后处理模块生成机床识别的NC代码。为检验最终的ISO代码是否准确无误,还需用机床控制系统的仿真程序进行NC仿真检验或做试切实验。

3.2.1 中筒减重盲孔的加工

减重盲孔深3.5mm,孔底面为柱面,需进行三轴联动加工。数控加工工序安排为:

(1)粗加工盲孔

采用平面铣方式

(2)精加工盲孔底面

用固定轴轮廓铣完成一个孔的精加工

(3)循环加工其它孔

盲孔是在轴向一定距离的圆周上以30°分布,由于数控机床为四轴四联动,其中第四轴为C轴(旋转工作台),主轴可立卧两用,根据这一特点我们选用主轴为卧轴,先自动生成加工一个盲孔的程序(见图5),然后绕C轴旋转30°;用同一程序加工第二个孔,依次类推完成圆周分布的12个孔的加工。

沿轴向方向移动一定距离,同样方法加工第二组孔,最后把全部盲孔都加工出来。

3.2.2 墨盒的加工

由于墨盒的底面为斜面,所以先采用型腔铣粗加工,然后用固定轴轮廓铣精加工斜面,形成一组刀轨文件,型腔加工为立轴加工,用立轴的机床定义文件进行后处理,最后形成墨盒型腔铣的NC代码。

对于加工墨盒外表面,由于柱面上分布均匀地贴着“长光所CAD/CAM”凸起的立体字,是非常复杂的三轴曲面加工。因需要把字体作为岛给让开不加工,而且加工部分字的间隙很小,不小心就会切伤字体,或者字体间残留不必要的部分。我们采用固定轴轮廓铣和变轴轮廓铣,并灵活运用驱动几何和投射矢量,避开了字体,只加工间隙,形成刀位源文件,并用Vericut不断进行切削检验(图6),如有过切或未加工的区域,随时对刀位文件进行修改,直到达到要求为止。采用卧轴加工墨盒外表面,用定义的卧轴机床数据文件进行后处理,形成NC代码,并用TNC426进行数控仿真。先用木头作实验,经进一步修改,验证程序准确无误,最后用铝料加工

出完全符合要求的墨盒(图7)。

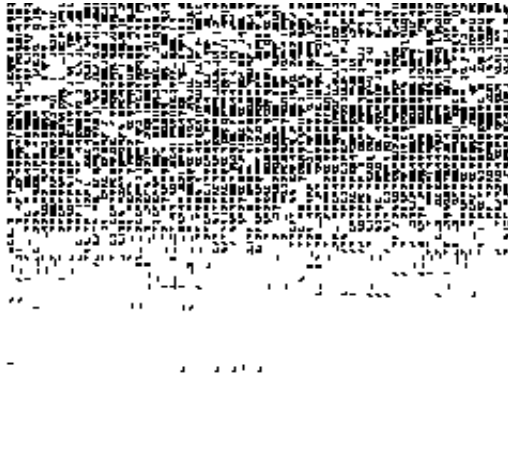


Fig. 6 NC milling simulation of inkbox(vericut)

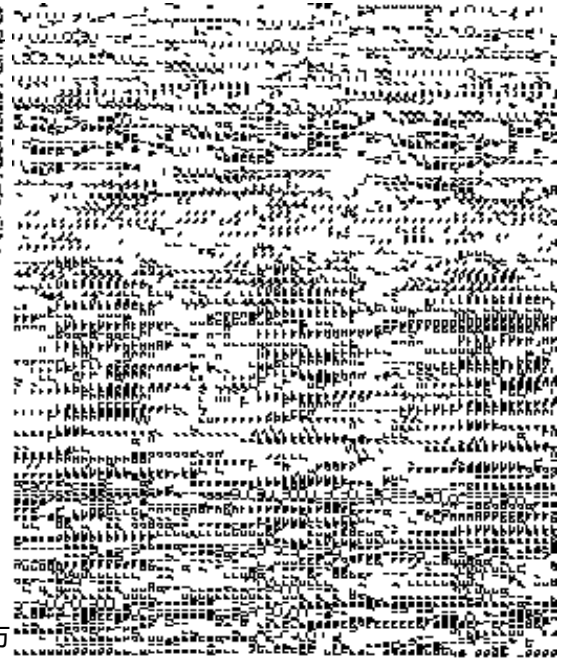


Fig. 7 NC milling of inkbox

4 结 束 语

CAD/CAM 技术提供了非常多的方法和手段来实现技术人员好的规化和设想。把 CAD/CAM 一体化技术用于 NC 加工并把设计、分析、加工这些功能合并到一条“思路”中,其结果会显著缩短产品研制周期,提高产品质量。墨盒的加工从设计到加工,完全采用了 CAD/CAM 一体化技术,用传统方法及单纯 CNC 编程很难加工出来,这也是无图纸加工的第一次尝试。实践证明,用 CAD/CAM 一体化技术完全可实现无图纸加工。我们现在不能只满足于用 CAD/CAM 技术能编得出程序,我们的目标是运用 CAD/CAM 技术对很多工艺性能够很好处理,编出好的数控加工程序。随着 CAM 加工应用的不断增多,工艺经验不断提高,必将极大地提高数控加工的效率和质量。

参 考 文 献

- 1 卢鐸. CAD/CAE/CAM 技术在空间光学仪器研制与开发中的应用. 光学 精密工程. 1996, 4(6): 1~ 6
- 2 Taylor David J. Hybrid Modeling. UG Communication. 1994, (4): 30~ 22
- 3 EDS Unigraphics. Manufacturing User Manual. USA: Electronic Data Systems corporation Unigraphics Division, 1996. Version 11.1
- 4 王延风. CAD/CAM 在光学仪器零部件加工中的应用. 光学 精密工程. 1996, 4(6): 78~ 82

Application of CAD/ CAM Technology in NC Milling

WANG Yan-Feng

(*Changchun Institute of Optics Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022*)

Abstract

This paper describes primary functions and characters of CAD/CAM systems. Design and manufacture are driven by process threads. The role of CAD/CAM in design and manufacture is illustrated by application of CAD/CAM technology in NC milling.

Key words: CAD/CAM, Process threads, NC milling

王延风 女, 1964年12月生, 1989年毕业于长春光机所研究生部“机械制造专业”获硕士学位, 现从事光学仪器 CAD/CAE/CAM 工作。主要研究方向: CAD/CAM 一体化、机构运动分析及仿真。