

参数化数控编程技术及应用研究

赵勇 李征

(四川航天中天动力装备有限公司 四川 成都 610100)

摘要: 自动化、集成化是现代加工制造业的主要发展趋势,而在此过程中,需灵活应用参数化数控编程技术。基于此,本文首先阐述了参数化数控编程技术的内涵机理,分析参数化数控编程方法,提出参数化数控编程技术的具体应用方式,并结合某加工制造实例,探究参数化数控编程技术的应用情况,进一步根据参数化数控编程技术的发展情况进行展望讨论。

关键词: 参数化; 数控编程技术; 技术应用

0 引言

加工制造业在实际发展期间愈发强调精度指标,传统加工生产方式早已无法满足当代精加工要求,故在加工制造产业发展期间,引入了参数化数控编程技术,以先进技术为手段,自动化进行加工制造期间的重复性工序,以此减少加工生产工作量,采用技术手段控制加工制造过程,提高零部件的加工质量,推动加工制造产业的可持续发展。

1 参数化数控编程技术的内涵机理

数控编程代表零部件图纸阶段到数控机床加工的过程,而在此期间,需运用数控编程技术精准计算加工刀位的点位及走向,若运用数控编程技术展开多轴加工,则需立足于实际计算刀轴矢量。在当前时代背景下,在加工制造期间常遇见形状相似的零部件,此时可将该类零部件的数据信息进行整合,将其转化为几何图像,在后续加工中,则可运用数控编程技术按照几何图像参数展开精准化的加工作业。上述过程涉及庞大的数据量,且程序编写难度高,若在程序编写期间出现错误,不仅会给零部件的加工制造工作产生直接影响,还需消耗大量的时间进行检查优化。

编写数控加工制造程序时,将命令进行整合形成命令组,进一步将命令组设定为某一加工制造功能。以储存器子程序数据为例,为确保存储器能够良好发挥其功能,可直接运用子程序命令实现控制。参数指令就是一种命令组,其在整个数控编程系统中具有一定代表性,该参数指令无需由用户记忆,只需确定参数指令即可。参数程序的变化性与动态性是参数程序最显著的特点,其产生的变量可进行计算,而变量值则通过参数指令进行设计与控制,在参数程序中编写某一特定功能即

可将变化数值、未知数值转变为变量编程。

2 参数化数控编程方法

2.1 参数变量

参数化程序与加工制造数控系统与计算机存在紧密关联,在掌握计算机编程语言基础上,可较为简单地掌握参数化编程语言,两者虽在指令输入方面存在差异,但其因果关系、编程思想是一致的。参数化数控编程主要的参数变量呈现方法主要为,或,以,为例,参数中各个的变量均与地址相对应,且变量被设置为系统变量、公用变量、局部变量,其中系统变量存在于特定代号变量内,可放入特定数值;公用变量多在主程序调用参数程序、子程序时发挥作用;局部变量顾名思义,存在于参数程序局部地址区域。上述三种变量主要存储于变量地址内,若无修改指令,则变量不会发生改变。处于参数化数控程序内部的相关变量,其可精准表示零部件生产制造期间的主轴转速、加工尺寸、倒棱大小、圆弧半径和坐标轴位置等参数,并将上述参数便捷化的设置于参数化数控程序变量地址上,若有异常情况出现,则可将其看作逻辑变量,继而实现参数化程序的便捷沿用。若参数化程序内部设置绝对值、开方、去尾、余弦及正弦等复杂函数运算,则可将参数化程序格式设置为,右边可运用算符、变量函数和常数进行表示。

2.2 模型子程序

在参数化数控编程技术应用期间,可借助成组技术完成类似零部件的规模化、统一化加工,根据零部件特征编写通用性程序语言,应用该通用性程序语言即可完成相似零部件的快捷化数控加工。在实际加工期间,在参数化通用性程序语言中输入某特定数值,以此即可突出不同零部件的特征,继而快速完成同一零件组内不同零部件的加工工序,而该类通用子程序被称为“几

何模型子程序”，该子程序承载着零部件的特征。由此可见，参数化数控编程技术在实际应用期间，必须根据待加工零部件的情况编写几何模型子程序。

参数化数控编程技术的应用是有机整编零部件加工特征的过程，以此确保零部件数控加工过程可有序推进。在零部件实际生产加工过程中，技术人员需根据参数化通用性程序语言特征参数情况，为变量赋予数值，以此快速完成类似零部件的生产加工任务。从宏观性角度来看，该类几何模型子程序成为参数化数控编程技术的核心要素。结合当前数控加工制造产业的实际情况，参数化数控编程技术主要应用在结构类似的槽加工、孔加工、螺纹铣削加工、槽车削加工和中心线孔等工序中，而对于相对复杂的零部件，则需对参数化编程技术进一步精细化管控，对繁琐结构进行编写，满足程序逻辑运算及算数需求。编写复零部件的参数化程序时，无需关注零部件几何形状特征，可依托于多项式、方程式进行形状描述，在参数化数控编程技术帮助下快速衍生出相应零部件形状。在开启参数化数控程序时，技术人员需将现有的零部件尺寸数据、几何形状输入到数控程序中，以此方可确保零部件加工制造工作的良好推进。

3 参数化数控编程技术的具体应用方式

3.1 零件几何建模

在参数化数控编程技术实际应用期间，应根据待加工制造零部件实际情况进行几何建模，根据几何模型情况设定拼接、裁剪及编辑参数，并生成曲面造型。相较于传统线框造型建模方式，曲面造型更易展现零部件的表面特点、边信息、棱边连接方向等信息，当几何模型与实物进行对比时，曲面造型更易实现灵活管控。在当前参数化数控编程技术软件中，几何建模属于基本性功能，但各软件的侧重点功能存在差异，在实际应用时，可同时运用多种参数化数控编程软件，将模型成果输出为通用格式，以此实现功能互补。

3.2 确定方案与参数

完成零部件的几何模型搭建后，需进一步明确零部件数控加工的加工参数、工艺路线，将刀轴、刀具、进给速度和走刀路线等情况设定为变量参数，将其编写至参数化加工宏程序中，尽可能地完善零部件的参数化数控编程加工制造方案，将加工制造参数细化，满足零部件的加工要求，此外，还需采取一定措施提升刀具寿命，确保数控机床的高效运行，继而真正地提高零部件的加工制造效率。

3.3 生成刀具轨迹

对于参数化数控编程加工制造而言，刀具轨迹是否

准确可直接影响零部件的加工质量。生成刀具轨迹时，应确保刀具轨迹光滑、无碰撞、无干涉，且代码质量、切削运行均符合零部件加工制造要求。为进一步提高参数化数控编程加工制造质量，要求刀具轨迹具有较强的适用性与稳定性，完成刀具轨迹生成后，需确定刀具轨迹的刀位点，以此为基础编写参数化数控加工程序。

3.4 数控加工仿真

参数化数控编程技术在新时代背景下逐渐完善，现已在刀具轨迹、工艺设计等方面实现了一定突破，但当代零部件加工制造具有一定的定制化趋势，部分零部件形状愈发复杂多变，且零部件加工制造环境存在不稳定性，故在零部件加工制造期间可能会发生各类异常因素，如加工过程中的欠切、过切及机床干涉碰撞等。为更好地推进零部件加工制造作业，切实发挥出参数化数控编程技术的优势，可采用数控加工仿真方式，依托于软件还原加工环境，模拟零部件加工流程、刀具轨迹等，根据模拟仿真情况调整加工工序，优化参数化程序，以此减少加工制造期间的异常现象发生率。通过该方式可大幅提升零部件加工制造的安全性，并有效提升数控编程质量。随着加工制造产业的自动化、智慧化发展，数控加工仿真技术不断优化，仿真模型精度得以提高，且可在模拟仿真期间获得高度真实的图形，并能够实现实时仿真计算。

在数控加工仿真应用下，可实现零部件加工制造试切，继而以试切环境模型为依据分析加工制造过程的稳定性。零部件试切方式主要存在力学仿真、几何仿真两种形式，其中力学仿真为物理仿真，可根据仿真切削动态力学参数预测刀具振动及损坏情况，继而有针对性地调节切削参数。几何仿真无需考虑切削力、切削参数等，仅根据刀具到几何体的运动情况即可验证试切质量，继而验证参数化加工程序的可行性。通过数控加工仿真可最大限度地防止程序错误现象出现，规避零部件损伤、刀具折断和机床受损等异常问题的出现，且可有效地缩短零部件的加工制造周期，提升加工效率，降低成本支出。

仿真模拟期间主要以 NC 代码与 CL 数据为数据驱动，在上述两种形式下，可实现数据分析及后置处理过程的仿真模拟。结合 NC 代码程序仿真来看，其主要可检验程序正确性，组织加工制造碰撞检测试验，此外，由于 NC 代码以数控机床为基础，通过对数控机床的驱动实现仿真。因此，借助 NC 代码而实现的仿真模拟更符合实际加工制造过程，但受限于加工制造环境，故仿真模拟精度仍存在一定限制。结合 CL 数据来看，通过该方式无需考虑切削参数与切削力，仅针对刀具进

行运作仿真即可,检验刀具刀位轨迹的准确性,以此保障零部件加工制造质量。

3.5 后置处理技术

在参数化数控编程技术应用期间,后置处理技术同样为重点环节,其可直接决定参数化加工过程对于数控机床的控制质量。在后置处理期间,可将数控机床原文档文件转为 NC 代码,在一定时间内对数控机床进行识别控制,而这一过程尤为关键,可直接影响零部件加工制造过程的有序开展。CAD/CAM 系统为当下应用最为广泛的参数化数控编程软件,依靠该软件可实现与编程,有效识别数控机床的 NC 代码,同时在识别软件应用下,可通过后置处理技术设计功能模块,最大限度地确保参数化数控程序可顺利运行。除此之外,还需根据实际零部件加工制造过程,分析数控机床的功能与结构。借用后置处理技术,将编程语言生成的源文件转换为设备可识别的 NC 代码文件,以此即可借助数控机床完成零部件的定制加工。

4 参数化数控编程技术应用实例分析

为进一步了解参数化数控编程技术的应用效果,以某头盔模具加工制造作业为例展开分析。零部件毛坯长度与宽度均为 29.8cm,高度为 21cm,结合头盔尺寸形状,将加工区域划分为陡峭区、过渡区、平坦区(图 1)。

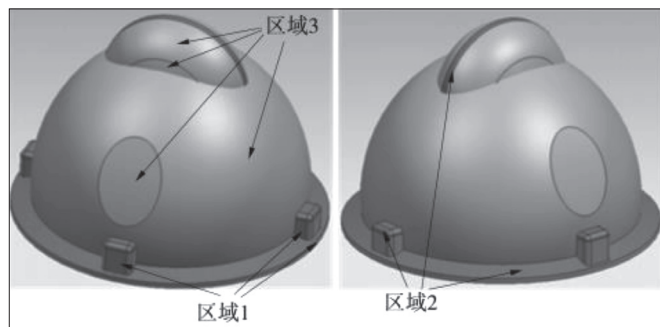


图 1 加工区域划分情况

在加工制造方案制定期间,将该头盔模具的加工程序设定为四道,具体为:

- (1) 粗加工:运用圆鼻刀腔铣进行头盔模具粗加工;
- (2) 半精加工:在参数化数控编程软件帮助下,运用圆鼻刀腔铣进行二次半精加工;
- (3) 分区精加工:根据头盔模具 3 个加工区域进行 3 次精加工,其中陡峭区采用高轮廓铣进行加工,过渡区与平坦区均运用固定轴曲面区域铣及圆鼻刀、球刀进行精加工;
- (4) 清根加工:运用 5mm、10mm 的球刀进行 2 次清根加工。

上述四道工序在实际加工制造之前,运用参数化数控编程技术,将四道工序加工状态编写为宏程序,将加工工序中存在的未知数据、变化数据设定为变量参数,确保各类加工状况均可在特定的宏程序运行下完成加工。

完成上述加工方案制定后,需进行加工模拟仿真(图 2),并根据模拟仿真情况进行方案优化处理。在该实例中,选用 VERICUT 仿真系统,其由 G 代码与 ARTCLSF 仿真结构构成,在实际应用期间,可依托于

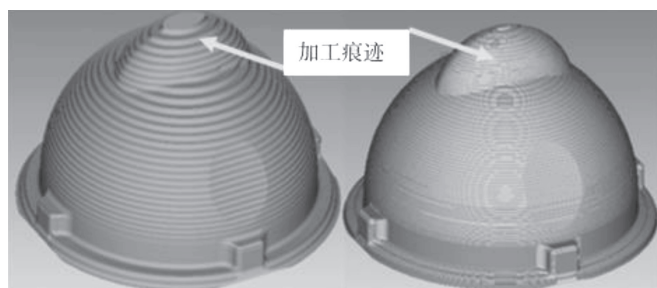


图 2 仿真半精加工与加工过后模型

G 代码实现局部视图、仿真视图分析,以此明确加工环境,尽可能缩小模拟仿真情况与实际加工环境间的差异,以便发现零部件加工制造存在的风险隐患,以此及时发现问题并解决问题,消除设计误差,切实发挥出参数化数控编程技术在零部件加工制造中的效果。以仿真模拟结果为依据,得出了加工制造方案优化点,并对原有的工序原宏程序进行调整。

(1) 半精加工、粗加工期间优先选择恒定体积去除率方式进行处理,而清根加工、分区精加工时应混合使用恒定体积去除率方法及恒定切屑厚度方法;

(2) 将刀具加工时间由 296.24min 调整为 228.03min,以此可在不影响零部件加工质量基础上提高制造效率;

(3) 结合实际情况对恒定体积去除率方式进行优化,用于减小冲击荷载,提升刀具稳定性。

5 参数化数控编程技术的未来应用展望

结合加工制造产业需求来看,参数化数控编程技术在未来发展中主要表现为以下趋势。

(1) 集成化:在未来发展中,参数化数控编程技术的集成化程度必然会得到进一步提高,将计算机辅助编程系统、过程控制系统、后置处理系统进行整合集成,以集成化手段提高参数化程序数据内部资源的利用率,继而缩短零部件加工制造周期。

(2) 智慧化:在信息时代,AV/VR 技术、物联网技术、大数据技术、人工智能技术等逐步应用到各产业中,加工制造产业也不例外,参数化数控编程技术必然会迎合时代

发展潮流而融入前沿技术,使参数化加工程序的编写工作更为智能,减少人工编程占比,以此消除程序编写期间的人为误差,并在一定程度上减少人工成本。

(3) 并行化:随着产业的发展,零部件精细化程度不断提高,为保障加工制造质量,参数化数控编程软件的功能将趋向全面协同发展,转变以往独立化、单一化工作方式,以并行化、协同化为主要模式。

6 结语

综上所述,参数化数控编程技术在加工制造产业中具有较高的应用价值,在应用期间,应做好参数变量及模型子程序的确定工作,结合待加工零部件实际情况进行零件几何建模,确定方案与参数后生成刀具轨迹,并进行数控加工仿真与后置处理,结合参数化数控编程技术当前实际应用情况来看,该技术在未来发展中将趋向集成化、智慧化、并行化发展,其在加工制造

业中所发挥的作用必然会进一步提高。

参考文献:

- [1] 周六信,张立强,殷亚斌,等.基于参数化等距划分的蒙皮刀路自动生成研究[J].计算机时代,2020(11):1-6.
- [2] 赵寿宽,龚君,王丽.多轴联动数控相贯线切割机编程系统的开发与实际应用[J].科技与创新,2020(20):158-159.
- [3] 韩金刚.基于特征技术的木工数控编程研究及系统开发[D].广州:广州大学,2020.
- [4] 戴蓉蓉.曲轴数控车削参数化编程系统的研究[D].成都:西华大学,2020.
- [5] 付跃飞,吴红琼,熊永钊,等.利用NX表达式功能对曲柄销盘参数化建模与数控编程[J].机械工程师,2020(02):134-136+139.

(上接第36页)

个采矿工作更加科学、安全、高效,从而促进企业更好发展。

5.3 提高综采工作面人员的安全意识

在实际的综采智能开采过程中,经常发生的安全事故问题,大部分是因为综采工作面人员没有按照智能开采标准和要求进行规范的开采作业,给开采工作埋下了安全隐患。因此,综采工作面人员需要不断提高技术能力,尽可能减小事故发生的概率,结合地质结构实际情况,改进开采方法,促进综采工作面智能开采技术的创新。

所以,为了提高综采工作面智能开采质量和效率,煤矿企业管理人员的管理理念必须进行革新,并且对于基层的综采工作面人员进行智能技术培训和综合素养的教育,提高综采工作面人员的安全防范意识和责任意识,并制定相应的安全施工制度标准,使综采工作面人员对每个环节的智能开采作业都能以严谨的工作态度进行。

5.4 保护环境

相关企业在煤矿综采工作面智能开采项目中因工作需要,必须重视全寿命周期成本理念下的绿色采煤方法,科学合理地创新和优化采煤管理模式,根据不同的井型、地势选择合适的开采技术,提高井下开采工艺技术的应用效果,保障整体井下采矿环节的安全性,避免出现燃烧、爆炸、坍塌等安全事故。同时,严格执行绿色采煤管理方法,确保采煤工作的顺利开展。实现低碳环保,达到无污染、舒适的采煤工作要求。

6 结语

总的来说,工业科技水平的迅猛发展,不断深化我

国工业科技及其网络技术革命,也影响着我国当前工业动向的变化。煤矿企业的未来发展将更加趋向于智能化和自动化,但由于综采工作面开采过程受工作特性和自然环境的共同影响,其安全隐患问题也始终是行业内关注的重点。随着自动化、科技化及管理水平的日益提升,相关专业人员渐渐将智能化技术融入开采工作中,在煤炭综采作业面智能开发的应用不但能够达到无人开采的目标,还能够极大地推动煤炭综采技术的发展。

参考文献:

- [1] 黄曾华,苗建军.综采工作面设备集中控制技术的应用研究[J].煤炭科学技术,2017,41(11):14-17.
- [2] 栗广杰,黄长仁.综采工作面智能化开采现状及发展研究[J].西部论丛,2019,31(41):181-184.
- [3] 倪少军,李双良,王峰.麦垛山煤矿综采工作面智能化开采技术研究及应用[J].百科论坛电子杂志,2019,10(09):149-151.
- [4] 靳鹏飞.煤矿综采工作面智能化技术及装备发展研究[J].煤炭科学技术,2022(11):736-739.
- [5] 张彩峰.塔山煤矿综采放顶煤工作面智能化开采技术的探讨及应用[J].煤矿机电,2018,10(23):473-476.

作者简介:王寅浩(1986.03-),男,汉族,北京人,本科,工程师,研究方向:煤炭开采、巷道掘进、支护技术、安全管理。