

车铣复合机床应用初探

Application of Turning-Milling Complex Machine Tool

中航飞机起落架有限责任公司燎原分公司 廖万荣



廖万荣

1988年毕业于西安航空工业技术专科学校,后进入陕西燎原航空机械制造公司,一直从事数控工艺、数控编程和数控加工技术的应用研究工作,现任公司起落架分厂技术室数控工艺主管工程师,公司数控加工技术专业带头人。

随着产品结构的复杂程度不断提高,客户对产品质量的要求也日益苛刻,生产过程也随之发生了巨大的变化:工序集约化突飞猛进,车铣复合加工应运而生,并提出了“一次装夹,全部完工”的概念,其基本含义是指在一台机床上完成一个零件的大部分或所有工序。我公司主要从事飞机起落架零件的加工和生产,为了满足不断扩大的市场需求,采用了

目前,车铣加工中心机床在我国的使用才刚刚起步,还有很多问题(如加工工艺、机床维护和生产管理等方面的)需要研究解决,随着工艺的不断成熟,车铣加工机床肯定会得到广泛的应用,更好地发挥作用。

WFL公司生产的车铣复合加工中心机床M120(见图1),该机床可以实现车、铣、钻、镗、车铣复合和五轴加工,也称之为“多任务机床”。该机床的使用可以大幅度提高生产效率,保证零件的加工质量。使用过程中主要涉及加工工艺规划、机床的维护以及生产管理方式的变化等几个方面。本文主要从工艺方面进行探讨,论述了刀具选择、工艺设计、程序编制和验证的方法。

刀具选择

刀具选择工作是在选择好典型加工零件的基础上进行的,属于工艺准备阶段,将直接影响后续的工艺设计和零件加工。实际上,刀具选择与工艺设计不能

完全分开,因为在选择刀具时已经决定了需要完成的工序,还需要考虑机床的功能和配置,以及刀具、零件和机床部件的干涉情况。

M120机床配备了SIEMENS 840D数控系统,支持一般数控车削和铣削功能,同时支持B轴车、车铣复合和五轴加工功能。

在熟悉机床结构和机床必要的几何尺寸的基础上,选择要加工的典型零件并确定工序内容,这里选择图2所示的零件作为待加工的典型零

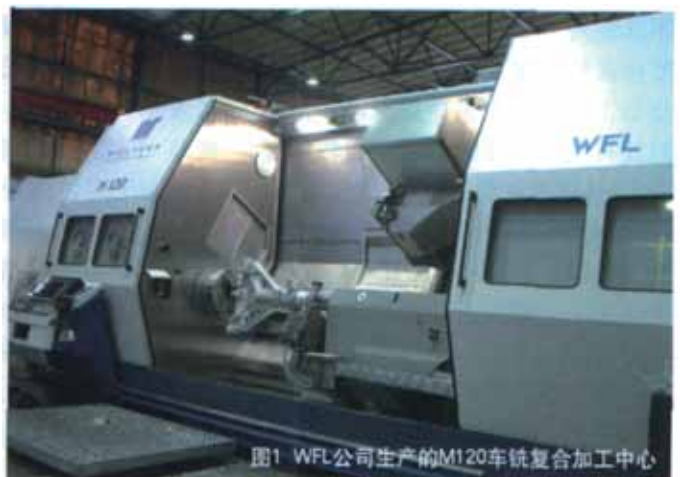


图1 WFL公司生产的M120车铣复合加工中心

件,主要完成头部的铣削、钻镗和零件上复合角度特征的加工。

从零件结构上看,加工中需要用到面铣刀、立铣刀、三面刃铣刀、钻头和镗刀等类刀具。刀具类型确定后,就需要确定刀具的规格,主要考虑刀具、零件与机床部件之间的干涉,即考虑刀具的悬伸刚性和刀具的可达性的影响,最后根据零件的材料选择合适的刀具、刀片的材质。选择刀具



的原则为:刀具的种类和规格应该满足工序的需要;考虑刀具的配套,即选择的刀具种类和规格应该能够完成所有预定的加工内容;同时,在满足可达性要求的前提下尽可能选择短悬伸刀具,即保持刀具的刚性,以发挥机床高刚性优势,提高其加工效率。

工艺设计

车铣复合加工机床的使用,使加工工艺更加灵活,工序更为集中,这不仅提高了工艺的有效性,还减少了零件在整个加工过程中的装夹次数,使加工的精度更易获得保证。但同时使得数控程序的编制变得较为复杂,具体体现在如何使加工过程相对优化,如何避免机床运动部件、刀具和加工零件之间发生相互干涉,以及保证加工过程无故障运行所需采取的措施。

图2中的零件仅需要一次装夹就可完成全部加工内容。在加工过程中充分发挥机床具有2个旋转轴

的优势,摆动B轴,并配合使用C轴旋转定位,既可以缩短刀具的悬伸长度,又可以完成零件复合角度特征的加工;在加工较高陡峭面附近的柱面(如图2中耳片和法兰附近的圆柱面)时,使用大规格面铣刀,应用车铣工艺可以避免小规格刀具大悬伸加工,同时提高加工效率;对于复合角度大孔的加工,可以摆动B轴,并配合使用C轴旋转定位,采用螺旋

插补铣完成孔的粗加工,然后再进行镗削完成精加工,以发挥机床的刚性和灵活性优势;在余量分配方面,应保证整个切削过程平稳可控,从零件毛坯余量最大的部位开始,在不同的C轴角度定位状态下逐步完成,为了保证零件的最终加工精度,精加工应在所有粗加工完成后进行;最后,要注意工序集中应在合理合并工序的基础上进行,图2所示零件在M120车铣加工中心上加工时就合并了原立式龙门加工中心加工工序、卧式加工中心加工工序和部分镗工工序,从而减少了零件的装夹次数。

程序编制

程序编制主要采用自动编程方式,考虑到编程的灵活性要求,结合了部分手工编程,如使用坐标转换和坐标偏置,手工编制车铣复合加工程序等。本工艺是在NX软件平台上开发的,加工过程中主要用到3轴铣,3+1轴和3+2轴加工的功能。

为了简化编程并能够编制出合理优化的程序,应该熟悉并灵活使用机床提供的数控指令(如车铣转换、直径编程和半径编程)、刀具坐标系指令的使用,以及坐标系偏置功能的使用等。在熟悉以上内容的基础上,除车铣复合加工和五轴加工外,其他铣镗加工均可按三轴方式处理,从而

大大简化了零件加工过程中的编程。

3+2轴加工实例如图3所示,在加工复合角度孔和面时,刀轴与零件轴线不垂直,编程时可按一般三轴加工处理,后置完成后可以手工处理。

避免刀具干涉实例如图4所示,为了避免刀具干涉,刀具轴需要摆动一个角度,编程时也可按一般三轴加工方式处理,后置完成后可以手工处理。

车铣复合加工适用于断续车削、重型零件、旋转时偏心力较大的非对称零件回转面、车削不易完成和非完整回转面的加工,是一种革新的车削加工,可以较好地实现间断切削,获得优良的断屑效果。与传统的车削工艺相比,铣削时对零件产生的径向力远远小于车削时对零件产生的径向力,有利于延长刀具的使用寿命;对于难加工材料而言,铣刀的切削寿命长于车刀的切削寿命,因而在采用车铣工艺时可以减少刀具的更换调整时间。

由于零件复杂,加工程序多,加工时间长,必须经过仿真验证才可以用于实际零件的加工。通过仿真,一方面可以检查加工程序的正确性,另一方面可以较为直观地观察零件的模拟加工状态,观察到零件材料的去除情况、刀具干涉情况等,及时完善工艺和加工程序,从而保证零件加工工艺和加工程序的合理性和完整性,最终保证零件的顺利加工。一般情况下,数控加工仿真软件不会直接针对某台机床提供,只为通用机床结构和数控系统提供直接仿真。我公司使用的仿真软件为VERICUT,该软件不能直接支持M120的一些特殊指令,为了简化程序验证过程,采用了先将刀轨文件处理成常见数控系统的程序格式,将程序分块用VERICUT仿真后再转换成M120支持的程序格式的方法,从而较好地解决了数控加工程序验证的问题。

应用实例和效果

典型的飞机起落架零件,规格大(回转直径超过 500mm,长度约 1500mm),结构复杂,使用传统工艺加工,工序较多。起落架零件热处理

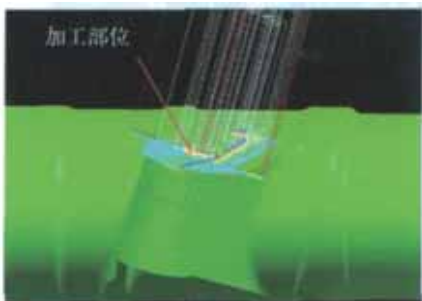


图3 3+2轴加工实例



图4 避免刀具干涉实例

前的传统工艺流程为:镗工镗基准,制中心孔;车工粗车外圆;制深孔;立式加工中心以外圆为基准去外皮;镗工或卧式加工中心加工端部孔和斜轴;带旋转工作台的卧式加工中心加工中部斜耳及其上的孔;……整个加工时间为数天。在车铣复合机床上加工工序将会很集中:第一次装夹加工右端和中部外形、轮廓及孔;第二次装夹加工左端轮廓、轴及孔,加工时间约为 18h。

车铣复合机床的加工效率很高,应用效果非常明显,某型机主起落架外筒的原加工时间仅在立式加工中心上去外皮就需要 144h,现加工时间约 50h(合并了卧式加工中心工序和部分镗工序);某型机主起落架活塞杆的原加工时间仅在立式加工中心上去外皮就需要 56h,现加工时间约 24h(合并了卧式加工中心工序和部分镗工序)。在加工质量方面,2种零件外观质量均有大幅度提高,加工完成后的零件不存在残留

和过切,同时尺寸一致性保持很好,使后续工序更简单。

结束语

车铣复合加工中心机床结构复杂,功能强大,所以在一项零件投入加工前需要进行充分的前期工艺准备工作,包括确定刀具方案、工艺方案和数控程序的处理方法等,如果能够较好地解决机床编程的后置处理和仿真验证问题,效果将会更好。另外,车铣复合加工机床的初始投入很大,但机床投入运行后可以使生产过程简化,从而降低生产运作和管理的成本,相对于传统的工序分散生产方法来说,工件越复杂,其优势就越明显。目前,车铣加工中心机床在我国的使用才刚刚起步,还有很多问题(如加工工艺、机床维护和生产管理等方面的)需要研究解决,随着工艺的不断成熟,车铣加工机床肯定会得到广泛的应用,更好地发挥作用。

(责编 钟元)

uniKEN inserKEN miniKEN roscKEN

uniKENHard uniKENTi uniKENCut uniKENAI uniKENOx uniKENGraf

inserterKEN miniKENHard miniKENCut

高速立铣刀
硬质合金立铣刀
为客户量身定制非标刀具

High Speed End Mills
Hard Metal End Mills
Special Tools as per needs our customers

KENDU KENDU KENDU

www.kendu.es

广告索引号 08-110