

数控铣床金属构件加工中机械自动化控制技术研究

● 窦 宁 卢伟国 张新喜 杨 波 李文博



[摘要] 数控铣床与传统铣床最大的区别就是数字化技术的改造。以往传统的铣床需要由人工进行控制,金属构件的实际生产效率以及生产质量难以有效提升。机械自动化技术的应用,为工业企业提升经济效益、促进其持续发展创造了新的技术条件,同时,也促进了我国经济的快速发展。随着机械自动化技术的广泛应用,大部分企业在进行数控铣床金属构件的加工过程中也会使用该技术。部分企业为了能够提高生产以及加工效率,在金属加工过程中会使用数控铣床设备。本文对数控铣床金属构件加工工艺机械自动化控制技术进行研究,以供参考。

[关键词] 数控铣床;金属构件加工;机械自动化控制技术

Q 数控铣床金属构件加工中机械自动化控制技术的应用特点

(一)集成化

数控铣床在自动化控制技术应用中有着明显的集成化特点。目前,数控铣床主要应用在工业企业金属构件加工的具体流程和标准要求中。在金属构件加工过程中,数控铣床需要实现自动化运作的目的,还要在应用过程中借助相关设备进行全面的质量控制。数控铣床的集成化特点是由电子信息技术相关设备进行控制的。计算机系统能够对数控铣床中的零部件进行全面的分析,使整个金属构件的加工过程具有更强的安全性。在此基础上,数控铣床能够有效地减轻相关技术人员的工作量,还能够助力工业企业提高金属构件的生产效率。同时,数控铣床还可以在生产过程中对生产材料进行有效的控制,助力工业企业在生产过程中尽可能地减少生产成本,从而提升企业的经济效益。

(二)精细化

数控铣床还具有精细化的特点,可以使工业企业在生产制造过程中有效地使用机械自动化控制技术。这样一来,在整个金属构件的生产过程中就可以设定具体程序,使生产过程能够达到比较高的精准度,在一定程度上避免了以往传统的人力劳动可能带来的失误问题。数控铣床在应用过程中使用的机械自动化技术,对工业企业生产加工产品的实际尺寸、大小以及生产质量都有明确的要求。同时,对一些特殊产品的尺寸,也提出比较精细的要求和控制标准。正

因如此,我国的工业企业可以充分地使用机械自动化控制技术使相关的金属加工达到严格的生产制造标准。

以数控铣床中的“微联接”为例,在这一过程中,技术人员需要对生产产品和相关设备金属构件的实际规格、生产大小、缺口、生产质量、结构以及具体的类型,进行较为全面的了解和分析,同时,还需要详细地统计加工产品的总数量。在此基础上,技术人员还需要分析“微联接”在整个生产过程中的制造情况,并且将具体的生产制造零件结合相关的标准进行连接。在相关的生产制造流程全部结束后,技术人员需要合理地使用木锤等工具,用抖动的方式解除已经完成生产的金属构件的边缘连接方式。只有完成上述的所有步骤,企业才能够最终获得比较完整的产品。

(三)技术性

在以往金属构件加工过程中,部分工业企业使用的数控铣床结构比较单一,这样的数控铣床在实际生产过程中很难实现多样化的操作模式。在现阶段,工业企业所使用的数控铣床已经与机械自动化技术进行了充分的融合,将以往较为传统的数控铣床所具有的生产制造特点与现代化的科学技术进行巧妙的融合,使数控铣床能够在生产过程中实现多种手段的加工工艺,让这些不同类型的工艺手段在同一个生产时间段内同时应用。比如,在金属构件加工过程中,可以将切割与焊接的工艺进行巧妙的结合,这能够在一定程度上简化生产步骤。与此同时,数控铣床在加工过程中可以充分地利用自动化控制技术来进行较为全面的控制,不再需

要由相关员工对设备、具体的生产过程进行全程的监督，能够在一定程度上保障生产过程的安全性。

（四）敏捷性

数控铣床实际应用的加工工艺还具有敏捷性的特点。在工业企业开展的机械生产过程中，数控铣床在对金属构件进行相应的加工，或者是必要的切削任务的过程中，能够凸显出良好的功能。比如，以往较为传统的数控铣床只能对某一种特定类型的金属进行加工或者是必要的处理。但是随着机械自动化控制技术的不断发展，应用了机械自动化控制技术的数控铣床，就能够在生产过程中对多种类型的基础工艺进行必要的加工处理。同时，在加工过程中，应用了机械自动化控制技术的数控铣床，对被加工金属的尺寸、大小以及具体的弯曲面具有比较好的包容性，并在加工过程中也表现出了一定程度的便捷性。此外，工业企业的员工可以借助机械自动化控制技术结合不同类型的金属材质，在加工过程中选择不同的金属加工方式。

Q 数控铣床切削加工工艺

（一）粗加工工艺

粗加工工艺，实际上就是数控铣床对金属构件进行比较初步的加工，是金属零件加工过程中具有较高生产效率的一个环节。粗加工工作就是在保证金属构件的毛坯形状、尺寸与最终成品尽可能接近的基础上，在比较短的单位时间内能够实现生产材料的最大切削率。在经过粗加工之后的金属材料，在轮廓上与实际产品比较接近，甚至能够达到一半以上的精度标准。为了能够更好地保证整个生产流程的实际生产效率，我国工业企业大多都对粗加工的速度有着比较高的要求。同时，在粗加工工艺的加工过程中会选择直径比较大的刀具，能够在一定程度上提高金属构件的实际加工效率，还能够有效地降低生产过程对刀具造成的磨损。为了能够更好地提升粗加工的实际工艺，工业企业会选择使用仿真软件，来计算毛坯实际需要切削的面积以及具体的切削率。这样计算出来的结果具有比较高的精确性，既能够在一定程度上降低对刀具所产生的实际荷载以及磨损程度，还能够提高金属构件的加工质量。

（二）半精加工工艺

粗加工完成后，就可以立即进入半精加工的程序当中。半精加工的质量对后续的精加工有着直接的影响。在进行半精加工的过程中，相关人员要有效地控制加工的效率及质量，尽可能地去除掉金属零件表面多余的生产材料。经过半精加工后的金属构件表面都比较光滑，并且材料的余料也比较平均。为了能够更好地提升半精加工的实际工艺，相关人员一定要控制好切削间距以及实际的公差值，在切入的过程中保持稳定性，严格地按照相关的操作程序来进行操

作，尽可能地避免对刀具和相应金属工件造成损伤。在加工过程中，也要保证切削具有的连续性，尽可能地减少换刀以及退刀情况的出现。

（三）清角加工工艺

经过了半精加工之后的金属工件表面会比较均匀，但是在一些凹陷性面的位置，还有可能会存在比较多的加工材料余量，而加工材料余量的均匀性如果较差，那么就会直接影响后续的精加工切削工作的稳定性。因此，在经过了半精加工工作之后，还需要对金属工件进行相应的清角加工，也就是要将金属材料表面多余的材料进行全面的清除，为后续的精加工工作奠定良好的基础。由于清角加工在加工过程中会对加工余量的均匀性有着比较高的要求，因此，在清角加工这个环节，就会更加追求金属工件表面的统一性和协调性。相关人员不能单纯为了加工速度而忽略加工质量。在进行清角加工的过程中，由于不能够一次性完成相应的切削作业。因此，使用的刀具直径都需要小于精加工刀具的直径。

（四）精加工工艺

精加工是整个数控铣床金属零件加工的最后一道工序，对精加工工艺有着比较高的标准。精加工对金属零件的实际尺寸、表面的粗糙程度，以及形状等各个方面都提出了比较高的精度要求，要保证金属零件的精度能够与设计图纸保持一致。在进行精加工的过程中，为了更好地保证刀刃具有的平衡性，都会在金属零件的表面预留出一定余量，尽可能地减少在切削工作中可能产生的误差。在精加工过程中要尽量选择直径比较小的加工刀具，这可以在加工过程中防止金属零件发生变形。在加工过程中采用多次走刀的方式，并且不断优化走刀的实际路线，可以有效地提高加工的实际精度。

Q 数控铣床金属构件加工工艺的应用

（一）金属构件的平面加工

目前，使用数控铣床对金属构件进行相应的平面加工，是一种比较简单也十分普遍的加工方式。与此同时，其加工精度也比较容易控制，加工的实际效率也比较高。数控铣床技术加工生产出来的金属构件质量都比较高，其产品的性能也更加接近成品的需求，可以更好地满足市场对产品的需要。金属构件平面加工主要指的就是对金属构件进行横向或者是纵向的水平加工，也可以是呈水平面呈现出一定角度的加工面。相关人员必须重视加工的效率、加工的工序，以及加工的质量等方面。同时，相关人员还应该明确金属构件材料的相关属性，明确金属构件成品的具体参数，在此基础上，选择比较适宜的加工刀具与其相应的铣削工艺。比如，在进行平装加工的过程中，刀体结构具有的加

工性能比较高，在这个时候就需要选择无孔的刀片，有效地增加实际的容屑空间，确保金属构件表面加工具有一定的平整度。这能够在一定程度上减少加工过程中截面的实际应力。如果进行立面加工，那么在金属构件进行立面切削的操作过程中就会更加简便，将加工刀片固定在刀槽当中，就可以进行相应的转位操作。与此同时，还可以进行比较大的切深或者是比较大的走刀量的加工工作。在加工过程中，如果遇到了具有一定角度的金属构件平面的时候，就需要根据实际情况科学调整铣刀角度，一定要调整到比较适宜的角度才能够进行加工工作。数控铣床在金属构件的平面加工过程中，需要根据实际的角度对铣刀的角度进行必要的调整。相关人员实际选择的主偏角不同，就会对刀具产生的振动幅度产生一定的影响。在这样的情况下，为了更好地保证铣削的实际加工精度，相关人员一定要根据实际的需求，来合理地设定具体的切削角度，最大限度地提高加工刀具的抗震性。

（二）金属构件的曲面加工

在数控铣床加工的金属构件当中，会遇到一些模具、叶片螺旋桨等曲面类的零件。这种类型的零件具有复杂的形状，需要进行多坐标的联动才能够进行相应的加工工作，并且需要在数控铣床或者是数控加工中心完成。对一些边界敞开的直纹曲面加工工作，在数控铣床当中都会采用球头刀来进行加工。在加工过程中，自动化的控制系统就可以对各类数据信息进行科学的全面处理，将相应的程序参数与具体的加工参数进行对比，确保加工需要的精准程度。金属构件的曲面加工要在空间当中呈现出曲面运动的具体路径，同时，与直线运动的路径也要基本相符。一般的刀具与构件轮廓的切点轨迹，能够呈现出按照一定圈层逐渐递进的特点，相关人员只需要按照加工精度的具体要求设定行间距。在加工过程中，运动轨迹可以按照直线进行加工，这样的加工方式需要计算的刀位点比较少，加工程序也比较少。同时，还能够在最大程度上确保母线的直线度。相关人员可以将金属构件分成四个面来进行加工。在水平面向曲面的转换过程中，刀具以及金属构件之间的相对角度呈现出不断减小的趋势。同时，随着角度的不断减小，刀具铣削呈现出来的角度是比较平滑的曲面结构，这样一来可以更好地满足实际加工的具体需要。

（三）金属构件的立体曲面加工

因为数控铣床在加工过程中能够进行多轴的联动操作，所以数控铣床就可以对金属构件进行立体的曲面加工。根据金属构件具有的曲面形状、刀具形状，以及具体的加工精度要求，相关人员可以设定不同的空间坐标，这样一来也就可以实现对现有金属构件的立体化切削。在进行金属构件立体加工的过程中，数控铣床的三个空间轴，即 X 轴、Y 轴

和 Z 轴都要在同一个时间节点对金属构件进行相应的加工操作。这三个轴中每一个轴体的运行模式，都是由单独的程序来进行控制的，可以保证在实际加工过程中各个刀具之间的运行轨迹实现互不干扰的目的。比如，在两个坐标轴联动的三坐标行切法的加工当中，这三个坐标轴当中的任意两个坐标轴都可以在加工过程中实现联动的插补工作，然后由第三个轴来进行单独的周期进刀，这样的加工方法也被称作“二轴半坐标联动”。在加工过程中，如果采用了行切法，那么作为第三个空间轴的分段原则，就需要根据具体曲面轮廓的实际粗糙程度，在刀头之间保证其安全空间。相关人员都会选择球头铣刀，在保证曲面最小曲率半径的基础上，尽可能地增大刀头的半径。这样一来，就能够更好地满足实际加工过程中刀头的散热需求。在金属构件的加工过程中，行切的走刀模式可以在完成一个曲面的加工之后，直接进行下一个平面或者曲面的加工工作。这需要转变轴体面，并设定好相应的系统程序参数，从而保证比较高的加工精度。

Q 数控铣床金属构件加工中对机械自动化方面的管理

（一）设备检测管理

铣定台是数控铣床中重要的一个基本部件，相关人员可以通过对铣定台以及铣床进行较为严格的质量检测，针对其中出现的数据错误，分析数控铣床在运作过程中可能存在的问题，并且提出有针对性的改进方案。在进行设备检测管理的过程中，要想减少因为人工的操作而带来的问题，就需要使用自动化控制技术对数控铣床进行必要的优化，从而更好地实现现有设备的自动化管理。工业企业在使用数控铣床进行金属构件加工的过程中，一定要做好对生产设备的检测管理，保证数控铣床能够正常运转。在设备检测管理工作中，技术人员要重视数控铣床以及相关设备的维修工作，要尽可能地保证数控铣床能够正常地运转。

（二）技术使用管理

数控铣床在加工过程中采用的铣削模型，是比较先进的三维测控技术，测控技术在实际应用过程中具有比较多的优点，如可以实现动态的监控，利用电子信息技术来进行测评的控制。同时，还可以使用仪器来实现测评控制。通过将电子信息技术与数控铣床进行有效的融合，可以在一定程度上提高金属构件生产过程中数控铣床的可操作性。在加工过程中，相关人员一定要严格地按照生产产品的加工工艺，对三维自控平台进行严格的监测，从而获取更加全面的数据信息，更好地实现数控铣床的自动化生产。

五、数控铣床金属构件加工中对机械自动化管理的措施

（一）加大对铣刀的预加工应用力度

使用数控铣床进行金属构件的生产过程中，一定要加大

对铣刀预加工的应用力度。第一，合金钢具有比较大的硬度，如果使用普通的刀具，不仅不能够满足生产要求，对设备也会造成比较严重的损害。因此，在加工过程中一定要充分地结合加工的具体工序，预留出合理的留量，然后再完成后续的加工工序。第二，要结合金属构件在加工过程中的实际情况来解决可能出现的问题，对加工工艺、加工产品等进行科学、合理的测试，对加工工艺进行创新与完善，从而延长刀具的使用寿命。

(二) 确保铣床轮廓清根方式运用的合理性

要想科学地使用数控铣床来进行金属构件的加工，相关人员一定要保证铣床轮廓清根方式运用的合理性。因为清根工作对金属构件加工精准程度的要求比较高，所以相关人员要借助粗加工工艺对金属构件圆弧部分进行必要的打磨。在利用立铣刀对圆弧进行清根处理的过程中，一定要注重加工的处理速度与金属构件硬度的实际结合程度，尽可能地避免刀具损坏情况的出现。

Q 结束语

综上所述，数控铣床对自动化和智能化技术的应用，不但可以有效地减少相关技术人员的工作量，还可以提高企业对现有资源的利用效率以及工业生产的实际精度。未来，期待数控铣床的设备加工可以实现数字化、人工智能化的创

新性转变，从而进一步提高我国制造业发展的技术水平。

参考文献

- [1] 杨啟鑫. 数控铣床金属构件加工工艺机械自动化控制技术研究[J]. 内燃机与配件, 2021(18): 117-118.
- [2] 吕前龙. 数控铣床金属构件加工工艺机械自动化控制技术[J]. 今日自动化, 2023(06): 4-7.
- [3] 种永刚, 李荣. 数控铣床金属构件加工工艺机械自动化控制技术研究[J]. 世界有色金属, 2020(19): 219-220.
- [4] 李凤娟. 数控铣床金属构件加工工艺机械自动化控制技术[J]. 世界有色金属, 2022(17): 229-231.

作者简介:

窦宁(1988—), 男, 满族, 辽宁铁岭人, 本科, 工程师, 沈阳飞机工业(集团)有限公司, 研究方向: 机械加工。

卢伟国(1978—), 男, 汉族, 河北保定人, 本科, 高级工程师, 沈阳飞机工业(集团)有限公司, 研究方向: 机械加工。

张新喜(1982—), 男, 汉族, 浙江金华人, 本科, 高级工程师, 沈阳飞机工业(集团)有限公司, 研究方向: 机械加工。

杨波(1973—), 女, 汉族, 辽宁葫芦岛人, 本科, 高级工程师, 沈阳飞机工业(集团)有限公司, 研究方向: 机械加工。

李文博(1989—), 男, 汉族, 山东济宁人, 本科, 高级工程师, 沈阳飞机工业(集团)有限公司, 研究方向: 机械加工。