

机械数控加工编程技术研究

王晨¹ 郭龙² 曹浩毓³ 刘书博⁴

陕西飞机工业有限责任公司 陕西 汉中 723213

摘要: 机械数控加工编程技术在制造业中发挥着重要作用,对提高产能、降低生产成本具有重要意义。通过对机械数控加工编程技术基础的了解,分析机械数控加工编程技术的关键技术。同时,结合新技术的应用与融合,展望了机械数控加工编程技术的未来发展方向。

关键词: 机械数控; 加工; 编程技术

1 机械数控加工编程技术基础

机械数控加工编程技术是数控机床实现自动化加工的基础。它是数字化方式对机床的加工运动进行控制,从而实现零件的加工。机械数控加工编程技术的基础包括以下几个方面:(1) 数控编程语言: 数控编程语言是数控加工的核心,它定义了机床的各种运动轨迹和加工参数。常见的数控编程语言有G代码和M代码等,它们通过一系列的代码指令实现对机床的控制。(2) 加工工艺规划: 加工工艺规划是根据零件的加工要求,制定合理的加工工艺流程和参数。它涉及到刀具选择、切削参数设置、加工顺序规划等多个方面。(3) 计算机数值控制技术: 计算机数值控制是实现数控加工的核心技术,它通过计算机对机床的运动和加工过程进行控制。计算机数值控制技术涉及到许多领域的知识,如计算机软件、电路设计、机械制造等。(4) CAD/CAM技术: CAD/CAM技术是指计算机辅助设计/计算机辅助制造技术,它是实现数控加工的重要工具。通过CAD/CAM软件,可以实现零件的建模、加工工艺规划、刀具路径生成等功能。机械数控加工编程技术基础是实现高质量、高效率加工的关键。随着技术的发展,机械数控加工编程技术也在不断进步,将为制造业的发展提供更加有力的支持^[1]。

2 机械数控加工编程技术的特点

机械数控加工编程技术是在计算机数控技术的基础上发展起来的一种先进的加工方式。相对于传统的手工编程和手工操作,机械数控加工编程技术具有以下特点:第一,高度自动化。机械数控加工编程技术通过计算机编程可以实现对加工过程的自动化控制,减少了人工干预的程度,工作效率大大提高。一旦编程完成,机械就可以按照编程的指令一直进行加工操作,而无需人员持续监控和操作。第二,精度高、稳定性好。在机械数控加工编程技术中,加工过程是由计算机控制的,计

算机可以精确地计算加工坐标和运动轨迹,确保加工的精度和稳定性。与传统的手工加工相比,机械数控加工编程技术可以大大提高产品的加工质量。第三,加工灵活性强。机械数控加工编程技术可以根据不同的加工要求进行编程调整,实现灵活的加工过程。采用机械数控加工编程技术可以在同一台机床上加工不同的产品,而不需更换工具和设备,提高了加工的效率 and 灵活性。第四,生产成本低。机械数控加工编程技术在生产过程中可以减少人力、物力和时间的消耗,因此可以降低生产成本。通过提高加工效率和精度,减少废品率和返工率,机械数控加工编程技术可以显著降低生产的成本,提高企业的竞争力^[2]。第五,可重复性好。机械数控加工编程技术可以将加工过程完全记录下来,生成加工程序,方便以后进行相同产品的重复加工。不论是批量生产还是订单定制,机械数控加工编程技术都可以保证加工的一致性和重复性,提高生产的效率和质量。

3 机械数控加工编程技术的关键技术

3.1 数控机床的控制系统及其编程语言

数控机床的控制系统是实现机械数控加工的核心部分,它通过控制机床的运动、加工工具和工件的相对位置关系,实现精确的加工操作。(1) 数控机床的控制系统: 数控机床的控制系统一般由数控部分和机电两部分组成。数控部分包括控制器、插补器和驱动器等,负责接收和处理加工程序的指令,并控制机床的各个执行部件进行协调运动。机电部分则包括伺服电机、执行机构和传感器等,用于控制机床的运动轴和加工过程中各个执行部件的动作。(2) 编程语言: 数控机床的编程语言用于描述工件的几何形状、工艺要求和加工路径等信息。常见的数控机床编程语言包括G代码和M代码。G代码主要用于控制机床的直线和曲线插补运动,例如指定直线段的起点和终点坐标、指定曲线的半径和圆心等。而M代码主要用于控制机床的辅助功能,例如开关冷

却系统、换刀操作等。(3)平面编程和立体编程:根据加工对象的不同,数控机床的编程方式可以分为平面编程和立体编程。平面编程主要用于平面工件的加工,编程过程简单、直观,可以使用2D图形软件辅助生成加工程序。而立体编程则适用于复杂曲面的加工,需要将三维模型的几何信息转化为分层的加工指令,实现立体加工过程。(4)编程技巧和优化:在机械数控加工编程技术中,还需要掌握一些编程技巧和优化方法,以提高加工效率和质量。例如合理选择刀具的路径和切削参数、优化切削顺序以减少刀具空走时间、选择合适的刀具轨迹和切削策略等。同时,对加工过程中可能出现的误差和工艺问题进行分析和优化,以提高加工精度和稳定性。

3.2 加工工艺的规划与策略

加工工艺的规划与策略是为了实现高效、精确的加工过程而制定的详细计划和方法。在进行加工工艺的规划与策略时,首先需要进行工艺设计,确定加工的具体过程和步骤。工艺设计包括确定加工方案、选择适当的刀具和切削参数、确定刀具路径和切削策略等。通过科学合理的工艺设计,可以最大程度地提高加工效率和保证加工质量。刀具的选择和排列是加工工艺规划的重要环节。需要根据具体的加工工件和要求,选择合适的刀具类型和规格。同时,刀具的排列和布局也需要合理安排,以保证加工的连续性和高效性,避免刀具之间的干涉和碰撞。刀具路径规划是确定刀具在加工过程中的运动轨迹和路径。由于机械数控加工编程技术的特殊性,需要采用合适的路径生成算法和规划策略,以确保刀具的精确控制和稳定运动。常用的路径规划方法有直线插补、圆弧插补、多段线插补等。切削策略的优化是加工工艺规划与策略中的一个重要方面^[3]。通过优化切削策略,可以最大程度地减小切削力、减少切削温度、提高切削速度等,从而提高加工效率和延长刀具寿命。常见的切削策略优化方法包括合理选择进给速度、切削深度和切削轴向等。加工工艺的规划与策略还需要考虑加工质量的控制。通过合理的工艺设计和优化策略,可以有效地控制加工过程中的误差和变形,提高加工精度和表面质量。

3.3 加工轨迹规划与插补算法

加工轨迹规划与插补算法是确定刀具在加工过程中的轨迹和关键点的计算方法。(1)插补算法:加工轨迹的插补算法主要包括直线插补和圆弧插补。直线插补算法主要通过分段直线插补来描述直线运动,即将原始直线路径分成多个小段,通过依次连接这些小段来实现整个直线轨迹。而圆弧插补算法则是通过确定圆弧的起

点、终点和中心点来定义圆弧的轨迹。插补算法的优化可以提高加工轨迹的精度和平滑度。(2)轨迹规划:轨迹规划是根据加工需求和几何形状,规划刀具的运动轨迹和路径。常用的轨迹规划方法包括直线轨迹、圆弧轨迹和编程轨迹等。直线轨迹规划主要包括直线段的起点和终点坐标计算。圆弧轨迹规划则需要根据圆弧的半径、起点和终点确定圆心位置,并计算每个插补点的运动参数。编程轨迹规划是将几何图形转化为数控机床控制系统所需的轨迹插补指令。(3)轨迹优化:轨迹优化是为了提高加工效率和质量,优化加工轨迹的运动方式。常见的轨迹优化方法包括插补点密度的优化、切削轨迹的平滑化、运动速度的优化等。通过合理的轨迹优化,可以减小切削震动和误差累积,同时提高加工速度和加工平滑度。(4)插补算法的快速计算与优化:由于数控机床的工作速度较快,对插补算法的计算速度和效率要求较高。因此,对插补算法进行快速计算和优化是加工轨迹规划与插补算法的关键技术。常见的优化方法包括加速插补算法、使用快速插值算法和计算技巧等。

3.4 刀具路径生成与优化技术

刀具路径生成与优化技术是为了实现高效、精确的加工而设计的方法和策略;在进行刀具路径生成前,需要确定加工顺序和路径规划。切削顺序是指多个加工区域的切削顺序安排,以最大程度地减少刀具空走时间和提高加工效率。路径规划是确定每个加工区域内刀具的运动路径,以保证加工过程中的准确性和稳定性;选择合适的切削策略与参数可以有效地提高切削效率和刀具寿命。常见的切削策略包括等间距切削、提高进给速度、合理选择切削深度和切削速度等。还需要根据加工材料的硬度、切削力分布等因素,选择适当的切削参数。在实际加工过程中,由于机械误差、切削力等因素的影响,可能会导致刀具轨迹与期望轨迹存在偏差。因此,通过动态路径修正与优化可以根据实际情况对刀具路径进行调整,保证加工结果的准确性与稳定性;常见的动态路径修正方法包括补偿算法、轨迹优化算法等。平滑插补是通过优化切削路径,减少急转弯、急停等动作,以减小切削冲击和切削振动,提高加工质量和刀具寿命。另外,减少换刀次数可以缩短切削时间和提高自动化程度,常见的方法是合理选择刀具和切削轨迹,最小化切削轨迹中的不连续操作。

4 机械数控加工编程技术的应用与发展

4.1 机械数控加工编程技术在制造业的应用现状

随着科技的不断进步和制造业的快速发展,机械数控加工编程技术已成为现代制造业中的重要组成部分。

(1) 汽车制造：机械数控加工编程技术在汽车制造中被广泛应用。通过将汽车零部件的加工需求转化为切削路径和加工参数，机械数控加工能够实现高精度、高效率的零部件加工。从车身零部件到发动机零部件，机械数控加工技术在汽车制造中发挥着关键作用^[4]。(2) 航空航天：在航空航天行业中，机械数控加工编程技术的应用同样重要。航空航天零部件的制造对精度和可靠性要求极高，而机械数控加工能够通过精确的切削路径和参数，大大提高零部件的制造质量和效率。(3) 电子设备：在电子设备制造中，机械数控加工编程技术被广泛用于生产电子器件和半导体器件。通过精确的切削路径和加工参数，机械数控加工能够生产出高精度、高质量的电子器件和半导体器件，满足电子设备制造的要求。

(4) 通用机械设备制造：除了上述行业之外，机械数控加工编程技术还被广泛应用于通用机械设备制造。例如，数控车床、数控加工中心、数控铣床等常见的机械设备的制造，都需要运用机械数控加工编程技术，以实现高效、精确的加工。

4.2 机械数控加工编程技术的发展趋势与展望

机械数控加工编程技术在制造业中的应用日益广泛，随着科技的不断进步和制造业的快速发展，该技术也呈现出一系列的发展趋势和展望。随着人工智能和自动化技术的不断发展，机械数控加工编程技术也将朝着智能化和自动化方向发展。通过引入自动化软件和智能算法，实现加工过程的自动化和实时优化，提高生产效率和质量。虚拟现实和增强现实技术能够提供更直观、交互性的界面，方便操作人员进行刀具路径生成和加工过程的可视化模拟。这将帮助操作人员更好地理解 and 优化加工过程，提高操作效率和减少错误。随着3D打印和增材制造技术的发展，机械数控加工编程技术也将与之结合，实现更加灵活和高效的零件制造。通过将3D打印和增材制造与数控加工技术相结合，可以实现复杂形状、高精度的零部件制造。

4.3 新技术在机械数控加工编程领域的应用与融合

新技术在机械数控加工编程领域的应用与融合正在

改变传统的加工方式和生产模式，为制造业带来了新的机遇和挑战。(1) 人工智能 (AI)：AI技术在机械数控加工编程中的应用主要体现在刀具路径的优化和实时调整上。通过深度学习和强化学习等技术，AI能够分析和预测加工过程中的复杂数据，并提供更高效、精确的刀具路径规划和优化策略，从而提高加工效率和质量。

(2) 云计算与物联网 (IoT)：云计算和物联网技术的应用使得机械数控加工编程可以实现更高度的网络化和远程控制。通过使用云端平台，加工编程能够实现远程协作和在线数据共享，从而提高生产线的灵活性和生产效率。(3) 虚拟现实 (VR) 与增强现实 (AR)：虚拟现实和增强现实技术为机械数控加工编程提供了更直观、交互性的界面。操作人员可以通过VR和AR技术进行可视化模拟，实时观察和调整刀具路径，提高操作效率和减少错误。(4) 大数据分析：大数据分析技术可帮助机械数控加工编程从庞大的加工数据中发现规律和优化策略。通过对大量的加工数据进行收集、存储和分析，可以提取有价值的信息，改进加工参数、刀具路径等，从而提高加工质量和效率。

结束语

机械数控加工编程技术是现代制造业的重要支撑，其技术的发展和对于提高制造行业的生产效率、产品质量和竞争优势具有重要意义。在面临诸多挑战和机遇的背景下，应积极探索机械数控加工编程技术的创新和应用，推动其与其他先进技术的融合发展，为制造业的转型升级和高质量发展提供有力支持。

参考文献

- [1]李占辉.机械数控加工编程技术研究[J].科技创新与应用,2021(30):166-167.
- [2]王瑞.机械数控加工编程技术探讨[J].南方农机,2021,52(21):158-159.
- [3]刘伟强.机械数控加工编程技术的运用探讨[J].现代制造技术与装备,2021,47(7):184-185.
- [4]王建军.机械数控加工编程技术及其应用领域浅述[J].科学与信息化,2021(14):90-91.