

多品种通用可调夹具的设计与应用研究

李金朔 尹佳川

河北科技学院, 河北唐山, 063200;

摘要: 多品种通用可调夹具可以提供机械制造中多品种小批量零件加工工装的基本条件, 从而有效地克服传统专用夹具不可以通用、制造费用高、更换复杂等缺点, 提高生产率、减少工装投入。多品种通用可调夹具的设计与应用, 抛开一般理论分析, 从设计、制造、应用的过程入手, 确定夹具的设计需求与功能, 设计整体结构、可调定位机构、夹紧机构、辅助结构, 根据实际应用场合的通用性、稳定性、可靠性, 对应用问题进行改进, 满足多品种小批量零件加工所需。研究表明合理的可调结构设计与参数匹配, 有利于夹具的快速定位, 改进后的多品种通用可调夹具可满足多品种、不同规格零件加工的需要, 减少工装投入, 提高生产灵活性, 可为机械制造中多品种、小批量零件加工工装提供。

关键词: 多品种; 通用可调夹具; 结构设计; 定位夹紧; 应用研究

DOI: 10.69979/3029-2727.26.05.059

引言

多品种通用可调夹具用于机械制造中多规格、小批量零件的加工需求, 可以用于轴类、盘类、支架类等零件, 以及数控车床、铣床、钻床等机床。主要是通过调节夹具的定位、夹紧结构, 实现不同规格、不同类型的零件的准确定位与可靠夹紧, 不需要为每种零件单独开发专用夹具, 减少工装设计、生产制造和更换的时间成本和经济成本。夹具需要适应零件尺寸的波动范围, 可以灵活调整定位基准与夹紧力度, 以确保不同规格零件加工时的定位、夹紧精度, 同时兼顾便于操作, 快速调整夹具以便于提高生产效率, 适用于多品种、小批量加工的需求。

1 多品种通用可调夹具的设计要求

1.1 核心设计要求

多品种通用可调夹具的设计需要满足通用性、可调性、稳定性和经济性的需求, 主要要求为定位精度、夹紧可靠性、调整方便性 3 个方面。定位精度要求满足零件加工要求, 定位误差控制在合理范围内, 保证不同规格的零件加工后尺寸精度不变, 避免因定位偏差造成零件报废。可调性要求定位机构、夹紧机构可以快速进行调整, 适用不同尺寸、不同零件的加工, 调整方便, 无需复杂工具, 减少操作人员的工作强度; 夹紧可靠性要求夹具可提供稳定的夹紧力, 夹紧力大小可根据零件材质、结构随意调整, 避免由于夹紧力过大致使零件变形, 或者夹紧力太小致使加工过程中零件松动, 影响加工精度、操作安全。经济性要求夹具制造成本低, 结构简单,

零部件通用性强, 易于维护更换, 工装投入少。

2 品种通用可调夹具的整体结构与核心部件设计

2.1 整体结构布局

多品种通用可调夹具的整体布局要满足通用、可调及操作便捷等要求, 结构采用模块设计, 由底座、可调定位机构、可调夹紧机构、辅助支撑机构、锁紧装置组成, 各个模块通过螺栓联接便于拆卸、调整及保养; 底座用于支撑夹具的全部重量与夹具加工时的切削载荷, 为铸铁材料制成, 底部设有定位槽和安装孔, 夹具能够牢固安装于加工设备工作台上, 加工过程中不会产生松动和振动。可调定位机构和可调夹紧机构装在底座的上部, 呈对称布置便于定位与均匀夹紧零件, 辅助支撑机构装在定位机构和夹紧机构之间, 用来支撑零件弱点, 防止零件在加工过程中产生变形; 锁紧装置用于固定调整后的定位、夹紧机构, 使调整后的位置保持稳定不会因加工过程中出现振动而导致位置变动, 整体结构紧凑, 布局合理, 操作空间充足, 便于操作人员调整及操作。

2.2 可调定位机构设计

可调定位机构是实现多品种零件定位的关键部件, 其设计是否合理直接影响着夹具的通用性、定位精度, 是此次设计的重点工作。可调定位机构采用组合定位方式, 由定位块、调节螺杆和导向导轨组成。定位块采用合金钢材料进行淬火处理, 提高硬度和耐磨性, 定位块表面经过精磨处理, 定位基准面平整光滑, 定位误差小。

调节螺杆采用45号钢进行调质处理, 螺纹精度等级采用高精度, 调节平稳。调节螺杆与定位块采用螺纹连接, 通过旋转调节螺杆使定位块沿导向导轨移动, 实现定位位置的调节。导向导轨采用矩形导轨, 安装底座上, 导轨表面镀铬处理提高光滑度和耐磨性, 减小定位块移动时摩擦阻力, 定位块移动平稳无卡滞, 导轨上设置刻度标记, 方便操作人员调整定位位置。定位机构设置多个定位点, 可以根据零件结构特点选择合适的定位点, 实现对不同类型、不同规格零件的定位, 扩大夹具的适用性。

2.3 可调夹紧机构设计

可调夹紧机构是实现零件可靠夹紧的重要部件, 需要具有稳定的夹紧力, 可调可控, 以适应不同形状不同材质零件的夹紧要求。可调夹紧机构采用气动夹紧和手动夹紧相结合的方式, 既保证了可靠的夹紧力, 又可以实现夹紧力和夹紧位置的调节。夹紧机构主要由夹紧气缸、夹紧块、调节支架等组成, 夹紧气缸采用小型气动气缸, 体积小动作快, 保证了稳定的夹紧力, 夹紧力的大小可以通过调压阀调节, 适应不同材质零件的夹紧要求, 以防止夹紧力过大而零件变形, 夹紧力过少而零件松动; 夹紧块采用聚氨酯材料, 表面带有防滑纹路, 既保证了夹紧可靠, 又防止了夹紧过程中使零件受伤, 影响零件加工质量。调节支架底座采用滑动连接, 可沿导向导轨移动, 通过螺栓锁紧固定, 实现夹紧位置的调节, 适应不同形状零件的夹紧要求, 夹紧块与调节支架采用可拆卸连接, 可根据零件结构的不同选取不同形状的夹紧块。

2.4 辅助结构设计

辅助结构没有直接定位和夹紧作用, 主要用于夹具的稳定性、通用性和便捷性, 它包括辅助支撑机构、锁紧装置和防护装置。辅助支撑机构采用可调支撑钉, 可以按照零件的结构和尺寸来调节支撑高度, 用于支撑零件的薄弱部位, 以免加工过程中零件发生变形, 提高零件加工精度, 支撑钉材质采用合金钢材料, 顶部采用球面结构。锁紧装置采用螺栓锁紧和棘轮棘爪锁紧相结合的方式, 用于固定调整后的定位机构、夹紧机构和辅助支撑机构, 确保调整后位置稳定不移, 使得在加工过程中不会产生振动导致位移。锁紧装置操作简单、锁紧可靠, 方便人员快速锁紧和松开。防护装置采用透明塑料材质, 安装在夹具的定位和夹紧区域周围, 在加工过程中防止切屑飞溅, 保护人身安全和操作人员观察加工

和夹具状态; 可拆卸防护装置, 方便夹具的调整和拆卸以及零件取放。

3 多品种通用可调夹具的关键零部件设计与校核

3.1 底座设计与校核

底座承受加工过程中切削载荷、夹紧力和零件重量, 底座的强度和刚度直接影响夹具的运行稳定性和定位精度, 是强度校核的重点部位。底座采用HT200灰铸铁, 该材料具有强度高、刚度大、抗冲击性好、加工难度低、成本低的优点, 能承受各种加工载荷, 能够满足通用夹具的制造。底座的尺寸根据夹具的结构和承载力来设计, 底座的厚度和宽度根据夹具的结构来设计, 底座的厚度, 避免底座过薄, 或底座过厚, 增加夹具的重量和制造成本, 拐角处采用圆角过渡, 减少应力集中, 降低底座断裂的风险。强度校核重点计算底座在最大切削载荷和夹紧力作用下的应力, 确保底座最大应力小于材料的许用应力, 校核底座的刚度, 避免底座变形过大, 影响定位, 变形量小于0.03mm, 优化底座的结构, 增加受力集中处的加强筋, 提高底座的强度和刚度, 保证底座能够承载各种载荷。

3.2 调节螺杆与导轨设计与校核

调节螺杆和导轨是可调定位机构和夹紧机构的主要运动部件, 强度和耐磨性直接影响到夹具的可调性和使用寿命, 需要重点设计和校核。调节螺杆材料45号钢, 经调质处理后, 具有很高的力学性能, 螺杆直径按载荷计算确定, 螺纹采用梯形螺纹, 具有承载能力强、传动平稳、自锁能力强的特点, 调节后的定位、夹紧位置不易松动; 调节螺杆强度主要计算螺杆在轴向载荷作用下的拉压应力和螺纹的接触应力, 拉压应力不大于材料许用应力, 接触应力不大于螺纹的许用接触应力, 以免发生断裂和破坏; 导轨采用矩形导轨材料45号钢, 淬火和磨削后, 提高导轨的硬度和耐磨性, 导轨截面尺寸按定位块和夹紧机构的运动要求确定, 导轨强度主要计算导轨在接触载荷作用下的应力, 导轨的应力不大于材料许用应力, 并校核导轨的导向精度, 以免导轨变形而影响定位、夹紧机构的运动精度。

3.3 夹紧气缸选型与校核

夹紧气缸是可调夹紧机构中的主要设备, 可以说它的选用直接影响夹紧的稳定性和可靠性, 夹紧气缸要根据夹具的夹紧需要进行选型校核。夹紧气缸是一种小型

单作用气动气缸，零件的夹紧需求就是气缸的额定压力和行程，气缸的夹紧力，行程大小和高低，不同尺寸零件的夹紧需求就是气缸的额定压力和行程，气缸缸体选用铝合金，轻便，不腐蚀，气缸活塞用铸铁淬火，耐磨，气缸密封件用好密封圈，不能有漏气的情况，以免出现夹紧力不足。夹紧气缸校核主要是气缸的额定夹紧力是否满足要求，计算气缸额定压力下的输出力，输出力大于所需夹紧力，校核气缸的行程，行程满足不同尺寸零件的夹紧要求，行程不足就无法夹紧零件；气缸是否灵活，气缸动作是否快速灵活，不能卡滞不畅。

4 多品种通用可调夹具的应用测试与优化

4.1 应用测试方案

多品种通用可调夹具的应用测试可根据实际生产工况，制定合理的测试方法，检验通用性、定位精度、夹紧稳定性、操作便捷性，使夹具符合实际生产要求，测试零件包括轴类、盘类、支架类等，夹具放置于数控铣床上，模拟加工工况，通过改变夹具的定位机构、夹紧机构，将零件定位、夹紧，进行零件加工测试，检查夹具的定位精度、夹紧力稳定性和调整容易性，采用百分表检测零件定位误差，压力传感器测试夹紧力大小，记录夹具调整时间和操作难度，每个规格零件测试3次，取平均值为最终测试值，减少测试误差；观察夹具的运行状况，检查零部件有无松动、卡滞、漏气现象，测试过程安全可控，测试结束后，进行测试数据分析，判断夹具应用效果，找出夹具存在的问题。

4.2 应用测试结果分析

实际应用测试获得夹具的通用性、定位精度、夹紧稳定性、便捷性等数据，测试结果表明，夹具总体应用效果良好，能够满足不同规格、不同类型零件的加工要求，定位精度能够满足零件加工要求，定位误差能够控制在规定的范围内，加工后的零件尺寸精度正常；夹紧机构能够提供稳定的夹紧力，夹紧力大小可灵活调整，能够满足不同材质零件的夹紧要求，零件不松动、不变形，加工精度正常；夹具的调整操作简单，操作人员无需专用工具，快速调整定位及夹紧位置，大大减少夹具更换和调整的时间，提高了生产效率。但也暴露出一些问题，调节螺杆久经调整出现轻微松动，影响定位精度；夹紧气缸动作速度较快，夹紧时产生瞬时冲击，易使零件表面出现轻微压痕；辅助支撑机构支撑稳定性较差，加工

时出现轻微晃动。

4.3 应用优化措施

针对应用测试中发现的问题，根据实际生产需求对夹具进行优化，提高夹具使用效果和稳定性。针对调节螺杆松动的问题，在调节螺杆上设计锁紧螺母，调节完毕拧紧锁紧螺母，以防止长期调节、振动造成松动，定期检查螺杆紧固情况，及时拧紧松动的螺母，提高螺杆的使用寿命；针对夹紧气缸动作过快造成冲击的问题，在气缸进气管道上设置节流阀，调节气缸进气速度，减缓气缸动作速度，避免在夹紧时造成瞬时冲击，并在夹紧块与零件接触部分增加缓冲垫，以缓冲夹紧冲击力造成的压痕；针对辅助支撑机构不够稳定的问题，优化支撑钉结构，增加支撑钉直径，提高支撑强度，并在支撑钉底部增加锁紧装置，调整完成后锁紧支撑钉，避免零件加工过程中支撑钉发生晃动，提高辅助支撑的稳定性，避免零件加工过程中产生变形。

5 结论

多品种通用可调夹具应是结合机械制造多品种小批量零件加工的要求，以通用性、可调性、稳定性、经济性为前提，以结构模块化、核心部件为主要设计思想来对各规格、各种类型零件进行定位、可靠夹紧。模块化的可调定位机构通过调整螺杆和导向导轨来达到定位的目的，可调夹紧机构分为气动夹紧和手动夹紧。可调夹紧结构兼顾稳定性、可调性，辅助结构齐全，可使夹具更加易用。通过零部件设计、校核，通过实际应用测试证明了通用性、定位精度、夹紧稳定性，针对在实际应用中出现的螺杆松动、气缸冲击、支撑不稳等问题改进了夹具的应用效果和稳定性。改进后的多品种通用可调夹具适用于多种规格零件加工，减少了专用夹具，减少了夹具的更换时间，提高了生产效率和精度，可实现多品种、小批量生产，结构简单、操作容易、造价低，是机械制造多品种零件加工的工装设备。

参考文献

- [1] 张几峰. 数控加工技术在薄壁件加工中的应用与优化[J]. 模具制造, 2026, 26(03): 198-200.
- [2] 贾红梅, 尹相茗, 邓爽. 5轴加工柔性夹具的结构优化设计[J]. 模具制造, 2026, 26(03): 207-209+212.
- [3] 陈彦彬. 普通车床转盘机械制造工艺及夹具设计[J]. 大众标准化, 2026, (03): 42-44.