

花岗石精密平台与构件制品

高效加工技术与设备开发

张进生 王学哲 王日君 王志

(山东大学机械工程学院山东省石材工程技术研究中心, 济南 250061)

1 概述

天然花岗石质地坚硬, 色泽美观大方, 经久耐用, 是一种理想的、被广泛应用的建筑材料^[1]; 同时花岗石良好的耐酸、耐碱、耐磨和热稳定性能, 使其在精密机械、仪器、仪表等工业领域中应用量越来越大^[2]。花岗石平台与构件制品的应用是其中之一。

花岗石平台(精密平板), 是进行精密测量的基准工具, 其加工特点主要是表面的平面度要求高, 也有部分沟槽、侧面及定位孔的加工等。

花岗石构件制品主要为精密测量、集成电路加工等精密机械的工作台、导轨、滑板、立柱、横梁、底座等基础支承部分, 典型构件如图 1 所示。其加工特点除表面平面度要求高之外, 用于导向、支承的各表面间的相互位置精度高, 加工难度大。

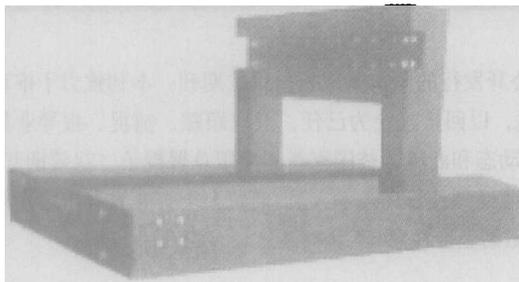


图 1 花岗石构件

作者地址: 山东省济南市经十路

电话: 0531-88392008

电子信箱: zhangjs@sdu.edu.cn

随着社会对精密机械发展的要求愈来愈高、应用范围越来越广, 国内外对花岗石平台与构件制品的市场需求量越来越大; 平面度及尺寸加工的精度要求越来越高; 需求规格越来越大, 现在有的要求长度已达到 9000mm, 宽度达到 3500mm; 品种规格越来越多。同时其表现出的多品种、小批量、高精度、个性化需求多、工期紧等的生产特点更加突出。

花岗石平台与构件制品的加工目前主要是借用一些金属加工设备(如龙门刨铣床、单臂刨铣床等)或自制的简陋设备, 加工精度低、后续工序的劳动强度较大、设备功能单一、生产效率低。

随着花岗石平台与构件制品应用的日趋广泛, 加工质量要求的不断提高, 制品的加工不能再靠生产率低、能耗及生产成本高的落后设备, 也不能依赖进口, 只能以自己的质优、价廉的设备赢得市场^[3]。现代花岗石平台与构件制品的生产企业迫切需要功能多、规格大、适应面广, 加工精度高、自动化程度高、设计、制造、运行成本低、设计周期短、制造投产快、结构简单、维护使用方便的专用加工设备。

2 制品的加工工艺分析

花岗石平台与构件制品目前的生产工艺流程一般为: 选择毛坯、铣磨、开槽、钻孔、磨抛、研磨、检验、标记、入库^[4]。现有工艺(设备)存在的问题主要:

2.1 设备功能单一, 工件一次装夹完成的加工内容

少;

2.2 工序多, 工件在加工过程中需要多次装夹, 精度难以保证;

2.3 设备加工精度低, 效率低;

2.4 制品的规格、重量大, 多次装夹, 工作量和劳动强度大。

花岗石平台与构件制品当前的生产特点是: 市场需求量越来越大、精度要求越来越高、需求规格越来越大、品种规格越来越多、工期要求越来越短。原有工艺和设备已不能满足制品生产的需要。应用新技术, 开发新型设备, 采用工序集中的方法进行工艺集成, 是解决问题首选办法。集成工艺应具备的特点是: 将制品五个面的铣磨、磨抛、开槽、钻孔等工序集中在一台设备上完成, 避免工件重复装夹带来的不便和误差, 提高工件的加工精度, 降低后续工序的劳动强度, 提高生产效率。集成工艺中工件一次装夹应完成的加工内容, 即毛坯装夹固定、铣磨动力头铣磨粗加工上表面、上表面开槽、磨抛动力头磨抛精加工上表面、更换竖直钻孔动力头、上表面钻孔、安装端面铣磨钻动力头、铣磨侧面、侧面开槽、侧面钻孔等。

3 设备的结构与方案设计

3.1 功能、运动分析

花岗石平台与构件制品加工的关键是其型面的成形加工, 需要刀具相对于工件在水平、竖直和前后方向(简称为 X、Y、Z 方向)运动, 相应的加工设备应具备 X、Y、Z 三个方向的运动部件。由此, 规划设备的机械结构主要由以下几部分来实现设备的功能:

3.1.1 运动部件, 实现刀具相对于工件的 X、Y、Z 方向的运动;

3.1.2 动力部件, 带动刀具实现加工主运动;

3.1.3 支承部件, 支承、连接其他各部件, 并使其在工作过程中保持准确的相对位置和运动关系。

因此, 设备的机械结构总的来说由运动部件、动力部件和支承部件三大部分组成。另外, 从设备全局考虑, 要实现设备的功能, 还应具备控制部件、冷却润滑部件和其他辅助部件等。

3.2 方案设计

按照正常的设备配置, 完成花岗石平台与构件制品的加工一般需要 3~4 台设备, 投资成本较高。运用集成思想, 采用集成技术对设备进行设计开发^[9]。功能集成, 将所需几台设备的功能集成在一台设备上完成, 实现工件加工的集成工艺; 集成动力头设计, 实行结构集成, 将五面加工的铣磨、磨抛、开槽、钻孔等子动力头集成在一个总动力头上; 变频调速, 从运动上集成, 缩短传动链、提高了传动精度、减小了空间尺寸; 采用光栅式传感器进行位置检测并采用红光定位系统, 实现设备的快速对刀及钻孔时的精确定位, 实现设备的机、电、光集成一体化。花岗石平台与构件制品的特点是规格大、精度高, 所以宜把运动分配给动力头和横梁、工件则装夹固定; 由于设备横梁的截面、长度和重量都比较大, 从设备的运行平稳性、加工精度和经济性考虑, 不宜采用龙门移动结构; 经工件的集成工艺和设备的功能、结构分析, 确定该机为桥式结构。

为了快速响应市场, 降低产品开发成本, 缩短开发周期, 便于设计、生产组织及使用、维护, 采用模块化设计技术^[9], 以有限的模块重构组合成多样的产品, 来达到上述目的。模块化设计在机床行业的研究发展比较深入^[7], 模块化的设计关键是要设计一组能同时满足基型和变型设计要求的模块。因此, 模块的创建首先必须通过分析用户提出的功能要求, 进行功能分解与组合, 实现从功能到结构概念的过渡。可以

说, 模块创建是模块化设计核心内容, 也是决定模块化设计方案优劣的重要过程。

3.2.1 模块划分 是将设备的总体功能, 按照模块化设计的特点和要求, 合理划分成多个功能模块的过程。由前面的功能运动分析, 设备的总体功能包含机械、控制、冷却润滑和其他辅助功能等子功能, 由相应的功能模块来实现。子功能可进一步分解为功能元, 与相应的功能模块对应。本文将主要对设备的机械功能进行分解并分析讨论。

(1) 运动部件: X 方向的运动部件带动刀具做 X 方向的进给运动——功能模块 1; Y 方向的运动部件带动刀具做 Y 方向的进给运动——功能模块 2; Z 方向的运动部件带动工件做 Z 方向的进给运动——功能模块 3;

(2) 动力部件, 实现加工主运动——功能模块 4;

(3) 支承部件, 支承、连接其他各部件, 并保持其相对位置和运动关系——功能模块 5。

由分析知, 设备的机械结构可划分为五个功能模块, 由这五个功能模块共同作用来实现设备的机械功能。

3.2.2 模块创建 即每个功能模块由相应的部件来实现。参考其他石材及金属制品加工设备, 规划出模块的实现部件。

(1) 功能模块 1——水平托板
带动刀具做 X 方向的进给运动;

(2) 功能模块 2——移动横梁:
带动刀具做 Y 方向的进给运动;

(3) 功能模块 3——竖直拖板:
带动工件做 Z 方向的进给运动;

(4) 功能模块 4——集成动力头:
带动刀具实现加工主运动;

(5) 功能模块 5——金属座: 支

承、连接其他各部件。

综上所述, 设备主要划分为机械模块、冷却润滑模块、辅助模块、控制模块等; 机械部分又划分为运动模块、动力模块、支承模块、扩展模块等功能模块, 如图 2 所示。模块接口进行标准化设计, 模块间

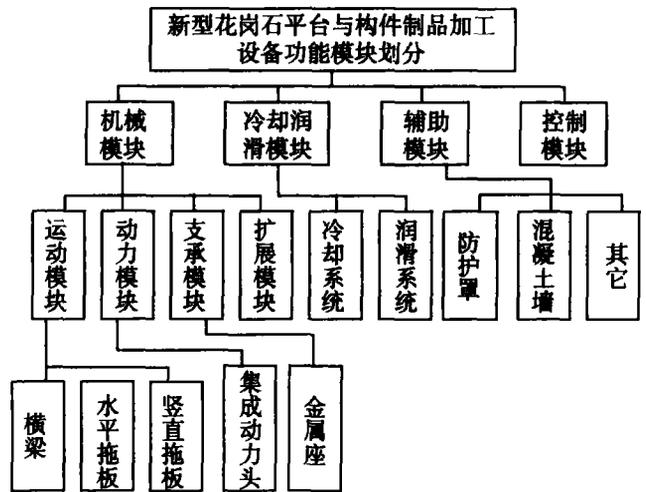


图 2 新型加工设备模块划分框图

通过重构组合可以形成不同类型的相应功能的加工设备。

设备的集成动力头模块又包含实现五面加工的铣磨、磨抛、开槽、钻孔等子动力头模块, 可根据工件加工内容的不同, 更换或者添加不同的子动力头,

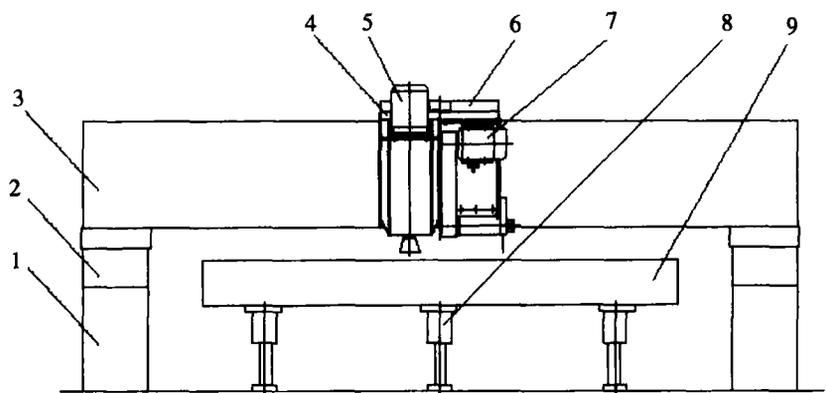


图 3 新型加工.设备结构简图

1-混凝土墙, 2-金属座, 3-移动横梁, 4-竖直托板, 5-集成动力头的铣抛动力头, 6-水平托板, 7-集成动力头的磨削动力头, 8-调平千斤顶, 9-工件

完成对工件的加工。图3所示为新型设备的结构简图。

3.3 设备的控制方式

采用三坐标数控系统控制,用基于PC的全软件化的结构方式来构建整个系统,将数控系统的所有子系统全部集中到一个通用的平台上,所有功能均由计算机和数控软件来实现,从而彻底消除各子系统的冗余硬件以及各子系统间的硬件接口和通讯线路,有效地简化软件接口及软件结构。

新型设备要求的定位精度和加工精度较高,采用闭环式伺服系统;本机纵向有效行程5000mm,横向有效行程3500mm,位移测量距离长,宜选用光栅式传感器作为位置检测装置;光栅式传感器的优点是:测量精度高、可靠性好;对环境要求不严、抗干扰性好;结构简单、成本相对较低;量程大;可直接与计算机接口或独立进行数显、数控和便于自动测量等^[9]。

所有运动由驱动装置驱动,驱动装置则由变频器和编码器控制;在控制箱中安装了一个显示器和一个PC主机,使之更加容易控制;控制系统采用应用广泛、使用可靠的Windows平台,先进的Windows环境使控制和操作软件发挥出最大的优势;不同的切削深度及加工方式决定了不同的进给速度,进给速度的变化由PLC控制伺服电机实现。

表1 设备的规格参数表

项目名称	规格参数	项目名称	规格参数
磨削动力(kW)	7.5	加工精度(mm)	平面度 ≤0.15
铣抛动力(kW)	5.5		钻孔孔距 ≤0.01
总动力(约 kW)	20	加工上平面幅面(mm)	5000×3500
动力头横向移动距离(X轴 mm)	3500	侧面加工动力头移动空间(mm)	5000×500×3500
动力头竖直移动距离(Z轴 mm)	500	外型尺寸(mm)	5940×6600×2300
横梁纵向移动距离(Y轴 mm)	5000	总重量(约 kg)	10000

经过调研、现场试验和优化分析确定新型加工设

备的规格参数见表1。

4 结论

4.1 采用集成及模块化设计技术,通过功能、运动分析,将花岗石平台与构件制品加工设备的机械结构划分为运动模块、动力模块、支承模块、扩展模块等功能模块,按照模块进行开发制造,便于设计、生产组织及使用、维护。各功能模块可根据加工制品的不同进行拼接,重构成相应功能的加工设备。

4.2 设备采用桥式结构,移动式横梁,集成动力头设计,一机多能;主要部件采用焊接件,工艺性好,制造成本低,结构紧凑,具有较高的性能价格比。

4.3 设备集花岗石平台与构件制品粗、精与孔、槽加工于一体,结构及运动参数经过调研、现场试验和优化分析确定,完全满足常规及大幅面制品的加工要求。

4.4 控制系统采用了PLC可编程序控制,先进、实用、宜人、自动化程度高。

4.5 设备投资较小、适用面广、实用性强,具有广阔的市场前景。

参考文献

- [1] 杨杰,严荣荫,陈厚伦等.中国石材.北京:中国建材工业出版社,1994
- [2] 谈耀麟.花岗石在测量装置基座上的应用.石材,2003(6)
- [3] 张进生.把握石材工业发展趋势 研制具有自己特色的异型制品加工设备.石材,2000(4)
- [4] 廖原时,谭金华,高峰.异型石材.北京:中国建材工业出版社,1999
- [5] 阎福旺.系统集成技术.北京:海洋出版社,2000
- [6] 贾延林.模块化设计.北京:机械工业出版社,2003
- [7] Rogers G. G., Bottaci L. Modular production systems. A new manufacture paradigm, Journal of Intelligent Manufacturing, 1997, 8(2)
- [8] 赵先仲.机电系统设计.北京:机械工业出版社,2004