



# 基于模块化技术的新型石材加工中心创新设计

袁 杰 张进生 王 志 鞠修勇 王兆生

(山东大学机械工程学院, 济南市经十路 73 号 250061)

(山东省石材工程技术研究中心, 济南市经十路 73 号 250061)

**摘要:** 在分析了目前石材行业现状和发展趋势的基础上, 根据产品需求的特点, 提出了一种基于创新设计理念和模块化设计技术石材制品加工中心, 以满足石材行业对功能多、柔性高、精度好等理想加工设备的迫切需求。在确定了设备结构的基础上, 通过对模块化设计技术的理解, 对新型石材加工中心的结构进行功能模块划分, 并对划分的模块进行单独设计, 最后把各模块的接口标准化、系列化设计后进行拼接, 组合成该新型加工设备。运用模块化设计技术对新型石材加工中心进行创新设计, 具有设计周期短、投产快, 投资较少等特点。

**关键词:** 石材制品 模块化 创新设计 加工中心

**Innovation Design on New Model Stone Machining Center**

**Based on Technology of Modular Design**

**Yuan Jie Zhang Jinsheng Wang Zhi Ju XiuYong Wang Zhaosheng**

(School of Mechanical Engineering, Shandong University, Jinan 250061)

(Stone Engineering Center of Shandong Province, Jinan 250061)

## 1 引言

随着建筑装饰业和石材加工技术的发展, 石材异型制品向着高档化、艺术化、多样化的方向发展; 用户个性化需求突出, 石材制品花色品种越来越多; 应用面越来越广、用量越来越大加工、质量要求越来越高; 相当部分石材企业, 跨过了手工、机械化的生产方式, 逐步向自动化、绿色化、循环经济等现代化生产模式迈进。

新的需求给石材制品加工设备提出了新的要求: 功能多, 柔性度高; 能快速适应生产变化的需求, 缩短生产准备周期; 较高的效率; 高精度, 保证高质量产品的生产; 高的可靠性, 便于操作维护; 合理的价

位。这使得能够满足上述需求的石材制品加工中心的研制成为急需。

本文基于创新设计理念和模块化设计技术, 在对结构功能分析的基础上, 提出了一种具有功能多、加工范围广、性能价格比高、竞争力强的石材制品加工中心, 以满足发展越来越快的石材行业的迫切需求。

## 2 模块化设计原理

模块化设计的基本原理是将一种产品或系统分解成一些功能和结构独立的单元 (即模块), 然后按用户需求组合, 以满足不同的市场需求。利用模块化设计进行产品开发具有缩短制造周期、体现用户意愿、提高系统升级速度、降低成本、便于维修等特点。

### 2.1 模块划分原则

模块划分不仅要考虑到功能方面的要求, 而且还要考虑到结构方面的要求以及当前技术水平。设备模块是否合理划分, 取决于设计者的领域知识和实践经

联系人: 山东大学机械工程学院 张进生

电 话: 0531-88392008

E-mail: zhangjs@sdu.edu.cn

http://www.mec.sdu.edu.cn



验, 取决于长期生产制造中积累的实际数据, 以及设计、制造技术水平等, 至今仍未有一套较完整的理论方法或准则来指导, 但是还是有一定的规律可循。根据新型石材加工中心的结构特点及参考其它产品划分方法的基础上, 总结出如下几条模块划分的原则:

(1) 功能独立原则 使模块易于拼组搭配, 也便于组成其它变型产品。

(2) 典型部件原则 以部件作为模块的单元, 便于模块互换, 而且对于复杂的部件可以进一步模块划分。

(3) 基础件原则 基础件是产品的大件, 大都是铸铁或焊接件, 功能简单, 应作为单独的模块单元考虑。

(4) 可扩充性原则 模块单元应考虑未来新技术应用的可能性和客户自由选择的具有补充功能的附加模块、特色模块。

## 2.2 模块接口设计

分离的模块只有通过接口设计、模块集成才可能构成整机, 接口的匹配性直接影响到模块功能的发挥和整机的性能。模块接口是将组成系统的若干模块按一定的结构连接起来的特征集合, 它具有一定集合形状、尺寸和精度的边界结合表面, 用于实现模块之间的定位。

接口的两大主要因素是接口的形状和接口的几何尺寸。由于在模块化系统中, 模块接口是作为一个接口系统存在的, 且这一系统具有标准化、系列化的特点, 同时为了管理方便, 这使得在接口设计时必须坚持标准化和系列化的方针。模块接口标准化和系列化的原则如下:

(1) 形状的统一性原则 具有相同功能的模块接口应采用相同的接口几何形状。

(2) 形状的简单、规范原则 各模块间应选用比较简单、规范的连接接口, 便于模块的联接与分离。

(3) 尺寸的优选性原则 对于同一系列模块的设计应满足几何尺寸的优选性原则, 才能满足产品系列化的要求。

## 3 设备的结构与方案设计

### 3.1 功能与运动分析

新型石材加工中心主要用于天然大理石、花岗石、人造石、陶瓷、玻璃等材质制品的加工, 尤其适于加工室内外饰面装饰的台板面、内外曲面、实体回转体(柱体、球体)、平面雕刻、浮雕等异型制品。

设备功能需求决定设备运动形式, 能实现水平方向、竖直方向和前后方向(简称 X、Y、Z 方向)的插补联动就能完成对台板面、内外曲面、平面雕刻、浮雕等异型制品加工, 板材的切割, 不满足三个方向的插补联动, 需加一个可以改变切割锯片锯切方向的辅助旋转运动, 实体回转体的加工, 不仅需要三个方向的插补联动, 还需一个提供工件旋转的运动, 目前用的比较多就是回转体车床。以此可得出, 新型石材加工中心必须具备五个数控运动轴且 X、Y、Z 三轴插补联动。

### 3.2 设备结构方案设计

#### 3.2.1 模块划分

由于立式结构的加工中心适用于加工复杂轮廓、曲面及板类工件等, 根据要加工的石材制品的特点, 首先把新型石材加工中心的结构形式确定为立式。

新型石材加工中心的总体功能是由相应的功能模块来实现的, 按照模块化设计的特点、要求和模块划分的原则, 将设备总体功能分解为四大功能模块, 包括机械、控制、冷却润滑和其他辅助功能模块, 再把各功能模块分解为各子功能模块, 最后把各子功能模块进一步细化分解到各功能元, 这也就是本设备的模块划分方式。本文主要对设备的机械功能模块进行模块分解划分。

根据各种制品加工特点和设备的运动功能分析, 对设备的机械功能模块进行功能模块分解, 这里主要分解为四个子功能模块:

(1) 运动模块 实现刀具相对于工件的 X、Y、Z 方向的运动;

(2) 动力模块 带动刀具进行主旋转运动、带动刀具进行辅助旋转运动、带动工件进行旋转运动三部

分组成；

(3) 支撑模块 支撑、连接其他部件，并使其在工作过程中保持准确的相对位置和运动关系。

(4) 扩展模块 由于石材设备功能需求多的特点，为以后设备功能的扩展奠定基础。

对运动模块、动力模块、支撑模块进一步分解：

(1) 运动模块 左右移动后拖板 - 实现刀具做 X 向的运动；前后移动横梁 - 实现刀具做 Y 向的运动；升降移动前拖板 - 实现刀具做 Z 向的运动。

(2) 动力模块 电主轴 - 实现刀具的主旋转加工运动；刀具旋转运动装置 - 实现刀具（锯片）任意方向的切割运动；回转体车床 - 实现在加工实体回转体时给工件一个旋转运动。

(3) 支撑模块 底座 - 支撑、连接其他功能零部件；刀库 - 存放刀具。

把机械功能模块的各功能元连接组装，即可完成新型石材加工中心的机械系统的设计，如图 2 所示。

综上所述，新型石材加工中心主要划分为机械模块、冷却润滑模块、辅助模块、控制模块，机械模块又划分为运动模块、动力模块、支撑模块、扩展模块，并在此基础上对各机械模块的子模块进行了划分，如图 1 所示。模块接口标准化设计，不仅可以方便改换模块、重构组合形成不同类型的加工设备，还可以通过模块增加或更换来拓展或变换设备功能。

### 3.2.2 技术参数确立

目前各种石材制品在国内常见的规格尺寸如表一

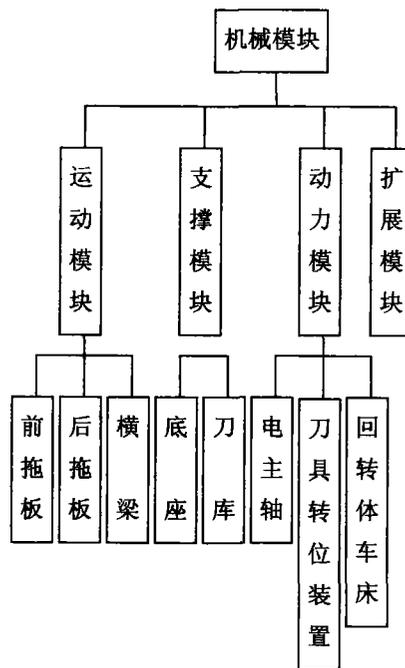
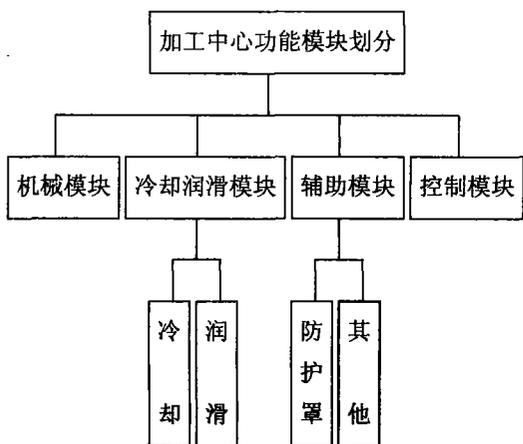
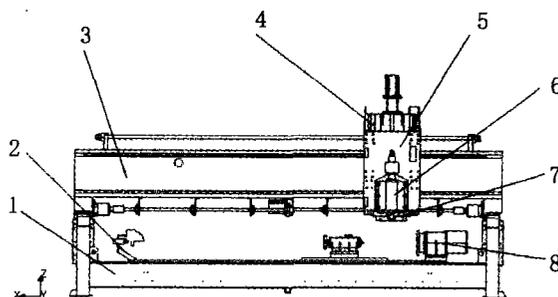


图 1 新型石材加工中心模块划分



1-底座模块；2-刀库模块；3-横梁模块；4-后拖板模块；5-前拖板模块；6-电主轴模块；7-刀具旋转装置模块；8-回转体车床模块；

图 2 新型石材加工中心示意图

所示，基本满足各种需求。通过以上分析研究，并调研了现有国内外石材加工设备及国外石材加工中心的

表 1 常见石材制品规格

制品种类	相应制品	常用规格 (mm)
平面异型制品	台板面、内外边缘花线	幅面：2000×1200；1500×800；1000×600
曲面异型制品	内、外曲面	幅面：2000×1200；1500×800；1000×600 直径：φ400~100000
实体回转制品	球体	直径：φ400~1500
	柱体	直径：φ400~1500；高度：2000~3000
雕刻制品	平面浮雕	幅面：2000×1200；1500×800；1000×600
	立体雕刻	轮廓尺寸：800×800×2000

(下转第 49 页)



个公司博采世界各地的石材,廉价的资源,经他们“艺术加工”便价值不菲,甚至价值连城。

漫步在维罗纳偌大的石材展厅中,我真切地感觉到我的心沉沉的。我知道,那是一块石头,一个关于石头的梦。我在思考着阿利坦该向何处去。我痛心于中国石矿近乎掠夺式的开采,痛心于中国石材市场的恶性竞争,痛心于中国石材至今没有一个响当国际品牌,在当今的国际市场上,中国石材好像就是廉价的集中代表,比如中国的广西白就是一个很好的例子,论质地、论品性,“广西白”与著名的卡拉拉白相差无几,但价格却相差十几倍,“广西白”沦落为“便宜”的代名词,不是石材本身的瑕疵,而是我们自己没有把它的内在品质和外在包装做精做足。急功近利,拼命开采,低价出售成了行内公开的秘密。对此,广西石材协会会长到了维罗纳之后更是感慨万千。当然,这样的事情在中国石材界早已见怪不怪,司空见惯

了。中国有句俗得不能再俗的俗语,叫做“自己的梦自己圆”。当返程的飞机掠过意大利上空时,我突然想起了这句话,坐在我身边的邹传胜会长,好像也发现了我的若有所思,问我“怎么样,收获如何?”我没有回答他的话,因为我无法回答,我觉得在维罗纳收获的是一个关于石头的梦,一个是有关如何经营阿利坦的石头梦。如果有一天,我真的把一个充满文化张力和品牌价值的阿利坦石材呈献给下一届或下下一届的维罗纳国际石材展,让参展的石界精英们投来惊讶的目光,如果中国石材界的精英们齐心协力,在下一届国际石材展上,让中国的石材品牌能够独领风骚,让业界的同行们(包括台湾展团)都争先恐后地挂靠我们展团,这才是对邹传胜先生,这位为中国石材工业奔波的长者最深情的、最令他满意的回答了。我的这个梦想,我坚信随团的这些石界大亨们会有同感,如果是,那就权且叫做中国石界的“同一个世界,同一个梦想”吧!

(上接第 37 页)

性能参数,结合我国的国情,确立了该新型石材加工中心的技术参数。

### 3.2.3 设备控制方式

设备的控制系统是基于 PC 的全软件化结构方式来构建的,将数控系统的所有子系统全部集中到一个通用的平台上,所有功能都实现数字控制,如实现 X、Y、Z 三个方向的进给运动、三坐标的伺服联动、回转体车床的旋转运动以及刀具辅助旋转运动等。由于新型石材加工中心的面向的加工对象要求都比较高,因而采用半闭环伺服控制。

## 4 结论

在分析了目前石材行业现状和发展趋势的基础上,根据产品需求的特点,运用模块化设计技术创新设计了新型石材制品加工中心,以满足石材行业对功能多、柔性高、精度好等理想加工设备的迫切需求。

(1) 采用模块化设计技术,通过功能、运动分析,对新型石材加工中心进行功能模块划分,按模块进行开发,便于设计、生产、使用及维护。

(2) 该设备采用桥式框架结构,结构合理紧凑,工艺性能好,制造成本低、具有较高的性能价格比。

(3) 根据石材设备功能需求多的特点,设计了模块标准化、系列化接口,设置了可更换的功能模块,

增加或更换即可拓展或变换设备功能,功能多、柔性好,能快速适应生产变化,缩短生产准备周期。

### 参考文献

- 1.张进生,王日君,王学哲等.新型石材雕刻制品加工设备的开发.石材,2006(3)
- 2.张进生,王学哲,王日君等.花岗石精密平台与构件制品高效加工技术与设备开发.石材,2006(1)
- 3.Gunnar Erixon. Modularity—the Basis for Product and Factory Reengineering. Annals of CIRP, 1996,45(1)
- 4.P.GU. Product modularization for life cycle engineering. Robotics and Computer Integrated manufacturing, 1999, (15)
- 5.刘小鹏,张卫国,钟毅芳.机床模块化设计中的模块创建及应用.华中理工大学学报,2000,28(5)
- 6.郭津津,徐燕中,朱世和等.产品快速设计系统中的模块划分及建模方法.组合机床与自动化加工技术,2003(9)
- 7.谢守振,王世锋,段富宣.3MZ204CNC 轴承内圆磨床的模块化设计.制造技术与机床,2005(8)
- 8.赵中敏.模块化设计在现代机床制造中的作用.中国设备工程,2006,09
- 9.周信,胡利民.模块接口的标准化.标准化报道,1992,13(6)
- 10.刘小鹏,吴俊军,周济.机床模块接口的系列化及其应用.机械与电子,2000(4)
- 11.童时中.模块化原理设计方法及应用.北京:中国标准出版社,2000