



面向模块化设计的石材异型制品 加工设备系列规划

王日君 张进生 葛培琪 王志

(山东大学机械工程学院, 济南 250061; 山东省石材工程技术研究中心, 济南 250061)

摘要: 石材异型制品加工设备的模块化设计可提高设备的柔性和利用率。模块化设计是对一定范围内产品的设计, 因此模块化设计所覆盖的产品范围至关重要。针对石材异型制品加工设备的特点, 在对石材异型制品的市场需求进行分析的基础上, 规划了制品的类型和规格系列, 通过制品的类型和规格与加工设备的结构和规格之间的映射, 结合现有的加工设备, 规划了石材异型制品加工设备系列型谱, 为设备模块的划分和模块系统的建立奠定了基础。

关键词: 模块化设计 石材异型制品 加工设备 产品系列型谱

随着人类物质文化水平的不断提高, 人们对石材制品需求的量和质逐年升级, 石材异型制品的需求日益旺盛, 且愈来愈呈现出系列化、个性化的发展趋势, 这直接催生了石材异型制品加工设备的模块化设计的研究。

模块化设计是在对一定范围内的产品进行模块划分的基础上, 通过拼装不同的模块得到不同功能的产品。因此, 模块化设计所覆盖的产品范围至关重要, 在进行产品的模块化设计之前, 必须在市场调研、用户需求分析的基础上合理拟定产品范围, 即产品系列型谱, 为模块化设计的成功实施奠定基础。

1 产品系列型谱的概念

产品系列是共享通用技术并面向相关市场应用的一组产品, 产品系列的规划是模块化设计的前提。若模块化设计所覆盖的产品种类和规格多, 则企业对市场的适应能力和应变能力强, 有利于占领市场和争取用户, 但同时设计难度和工作量也较大, 必须特别注

意模块的划分和同类功能的不同模块的选择和设计。反之, 若模块化设计所覆盖的产品种类和规格较少, 则会给设计工作带来很大的方便, 易于提高产品的性能和针对性, 但该产品的适应度和应变度会受到一定限制。因此, 应在市场调查的基础上, 从模块化设计的角度进行充分的论证, 以便合理的拟定出产品的系列型谱。

石材异型制品加工设备的功能是完成石材异型制品的加工, 因此, 用户对石材异型制品加工设备的需求常常是根据工程对石材异型制品的需要发出的, 也就是说用户需求的制品类型决定设备的主要功能和类型, 因此, 设备系列规划要建立在制品需求分析的基础上, 同时结合市场上同类设备的需求来进行。图1所示为石材异型制品加工设备系列型谱的规划过程。

由此可见, 产品系列型谱的拟定包含用户需求的获取和用户需求的转化两个过程。用户需求的获取是指通过市场调研得到用户需求信息, 即石材异型制品和加工设备的需求信息; 用户需求的转化是指将用户的需求转化为产品系列, 即将制品和加工设备的需求转化为石材异型制品加工设备系列。

作者简介: 王日君(1979~), 女, 博士研究生。主要研究方向为数字化设计与制造。

通信地址: 济南市经十路73号山东大学机械工程学院博士2006级信箱(250061)

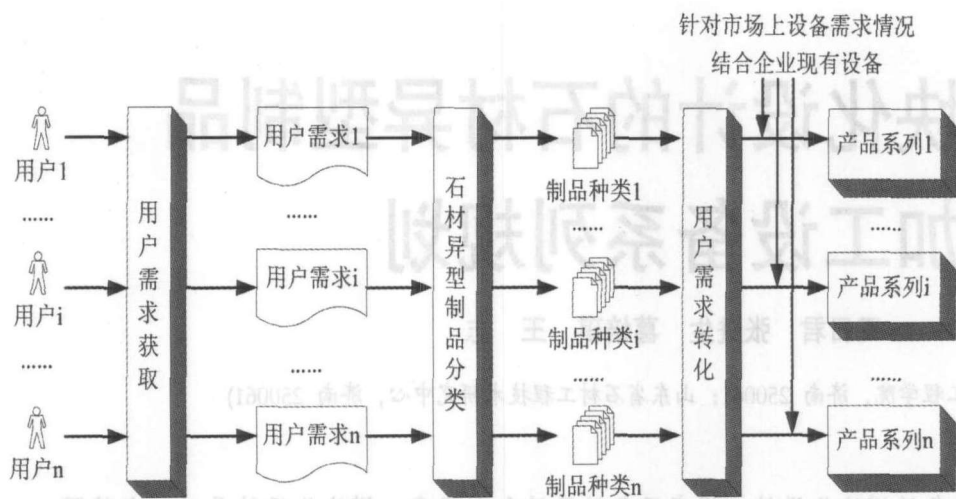


图1 石材异型制品加工设备系列型谱的规划

化、高质量、艺术化、规模化应用的发展趋势。在对石材异型制品的市场需求情况进行调研的基础上，从制品的加工及其制品加工设备开发的角度将石材异型制品进行系列化分析，主要包括制品类型的系列化和制品规格的系列化，见表1。

(2) 石材异型制品加

2 用户需求获取

用户需求是产品设计的基本依据与导向。在不了解用户需求情况下进行产品的规划、设计与生产，必然导致产品结构或性能与要求脱节，降低产品在市场上的竞争力和生命力。石材异型制品加工设备用户需求分析包括制品的需求分析和设备的需求分析。

(1) 石材异型制品的需求分析

近年来，在建筑装饰中，石材制品已经完全改变了以往品种单一的局面，品种日益丰富多样化。从大板到规格板、线条、圆弧板、高难度的水刀拼花、大型风水球、墓碑等，石材异型制品占据了越来越多的市场份额。石材异型制品的这种发展趋势主要取决于以下几个关键因素：

① 市场需求的拉动。随着市场经济的不断发展，客户的需求日益多样化和个性化，工序复杂、艺术性强的制品更能迎合现代消费者的消费观念。

② 石材加工业的发展的推动。先进技术与先进设备极大提高了石材加工效率和加工质量，其中以多功能加工中心和高压水射流加工设备为典型代表。

③ 企业的经济效益的刺激。加工石材异型制品的利润大大高于加工饰面板材，更能保证企业的效益。而且，发展异型石材制品是我国石材工业的一个新的经济增长点，理所当然应引起我国石材界的重视。

因此，石材异型制品已经越来越多的走入人们的生活，整个石材行业已呈现出鲜明的多品种、异型

工设备的需求分析

表1 石材异型制品的需求分析

制品类型系列化	制品规格系列化(mm)	
花线制品	截面宽度: ≤100; 100~200; >200	
平面异型制品	幅面: 2000×1200; 1500×800; 1000×600	
曲面异型制品	幅面: 2000×1200; 1500×800; 1000×600 直径: ≤φ2500; φ2500~φ100000	
实体回转型制品	直径	≤φ350; ≤φ500; ≤φ1500; ≤φ2000
	长度	≤200; ≤600; ≤5000
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
立体异型制品	立体异型制品	轮廓尺寸: 800×800×2000

目前，市场的石材异型制品加工设备种类繁多、各具特色，对其进行归纳如图2所示：

仿型加工设备需要制造和制品同样大或者成比例的模型，增加了成本和加工准备时间；数控车床、铣

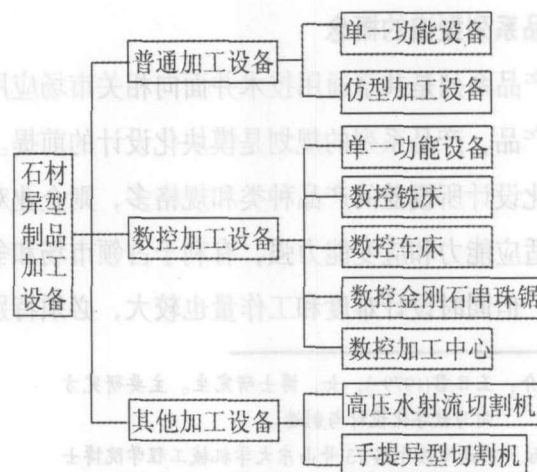


图2 常用的石材异型制品加工设备

床、多功能加工中心等设备价格昂贵且操作技术要求高,性价比离石材企业的期望差距较大;金刚石串珠锯整机和串珠绳的成本均较高,且串珠绳使用寿命较短,使加工出来的产品成本略高;高压水射流切割机价格贵,有关技术问题尚未完全解决;手提切割机加工效率低质量差,已无法满足现代加工的要求。以上这几种机型因为种种原因限制了其在石材加工领域的广泛应用,因此在石材异型加工设备中所占比例较低,而普通单机和数控化的单机则以其低成本高效率的优势占有较高的市场份额。

然而随着异型制品需求的与日俱增以及其花色品种的不断翻新,单机类设备因其功能单一、适应面窄,面对多样化的加工要求变得越来越吃力,无法应对市场的千变万化。因此,石材加工企业迫切的需要一种既具有规模生产的效益,又能快速适应动态多变的市场需求的加工设备,以适应石材异型制品加工要求,提高在市场上的竞争能力。

3 用户需求的转化

产品可以用功能域中的一组功能需求(functional requirement, FR)和物理域中的一组设计参数(design parameter, DP)来描述。对于石材异型制品加工设备,功能需求(FR)表达了制品的类型对设备的功能要求,反映了设备满足特定的制品加工需求的特性;设计参数(DP)表达了由制品的规格所决定的设备的参数。

因此,石材异型制品加工设备用户需求的转化过程即是石材异型制品的类型、规格与石材异型制品加工设备的功能和参数之间的转化过程,如图3所示。制品类型的系列化决定了设备结构类型的系列化,制品规格的系列化决定了设备参数的系列化。

(1) 制品类型到设备功能结构类型的映射

石材异型制品的类型,确切的说,是其加工所需的运动,决定了设备的功能和结构形式。对石材异型制品的加工运动进行分析可知,对于一般的石材异型制品,如花线、平面、曲面、立体类异型制品,设备所需要的总功能为:刀具相对于工件的X、Y、Z三轴方向的运动;对于实体回转面制品,设备的工作台

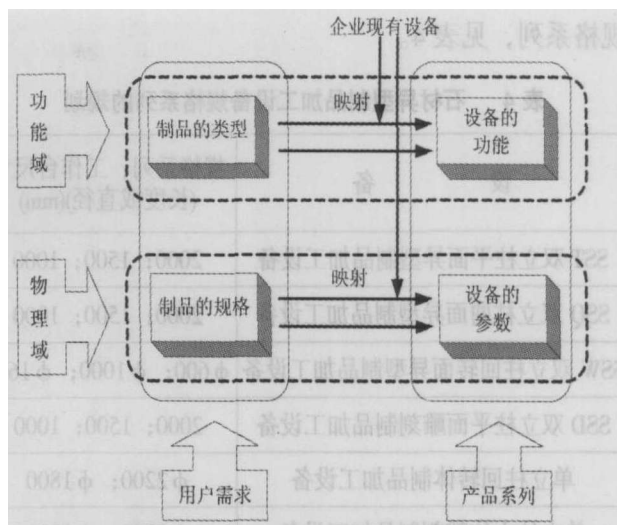


图3 石材异型制品加工设备用户需求的转化过程

要有回转功能;而对于立体雕刻制品,还需动力头在YOZ平面内的摆动。针对制品的加工运动要求,结合石材加工中心现有的加工设备,拟定产品系列见表3。按照设备的自动化程度,将其分为高档的多功能加工中心和中档的数控单机类;按照设备的结构类型,将其分为单立柱型和双立柱型加工设备。该系列设备可加工几乎所有类型的异型制品。

表3 石材异型制品加工设备系列

石材 异型 加工 设备	中档	双立柱型	基型	SST 双立柱平面异型制品加工设备
			变型	SSQ 双立柱曲面异型制品加工设备
		单立柱型	基型	SSW 双立柱回转面异型制品加工设备
			变型	SSD 双立柱平面雕刻制品加工设备
	高档	基型	基型	单立柱回转体制品加工设备
			变型	单立柱立体雕刻制品加工设备
		基型	SPEED2000 数控石材多功能加工中心	

(2) 制品的规格到设备的参数的映射

必须根据制品的规格要求和设备的一般使用范围规律,合理确定模块化设计所覆盖的设备规格范围。设备的规格可用设备的各种参数,如尺寸参数、运动参数和动力参数来表示。对于石材异型制品加工设备等机床类产品,其功能是加工不同尺寸范围的工件,可以根据主轴直径或工作台尺寸作为参数进行产品的系列化规划。

针对每种制品的规格系列,结合石材异型制品的一般使用范围,以工作台尺寸作为参数,规划设备的

规格系列, 见表4。

表4 石材异型制品加工设备规格系列的规划

设 备	规格系列: 工作台尺寸 (长度或直径)(mm)
SST 双立柱平面异型制品加工设备	2000; 1500; 1000
SSQ 双立柱曲面异型制品加工设备	2000; 1500; 1000
SSW 双立柱回转头异型制品加工设备	φ 600; φ 1000; φ 1600
SSD 双立柱平面雕刻制品加工设备	2000; 1500; 1000
单立柱回转体制品加工设备	φ 2200; φ 1800
单立柱立体雕刻制品加工设备	φ 2200; φ 1800
SPEED2000 数控石材多功能加工中心	3600

设备规格系列确定之后, 整个石材异型制品加工设备的系列型谱就确定了, 双立柱系列: 4种设备类型 × 3种型号 = 12种型号设备; 单立柱系列: 2种设备类型 × 2种型号 = 4种型号设备; 加工中心共一种型号设备, 因此, 石材异型制品加工设备的系列型谱总共包含 12 + 4 + 1 = 17种规格型号。设备系列的规划为设备系列的模块化设计奠定了基础。另外, 石材异型制品加工设备系列型谱的规划过程对其他机床类产品也是很好的借鉴。

4 结论

石材异型制品多样化、个性化的需求趋势对现有的石材异型制品加工设备提出了严峻挑战, 多功能、高效率的加工设备更受用户青睐。模块化设计技术在石材异型制品加工设备中的应用, 提高了设备的柔性

和适应性, 从而实现了多样化制品加工的规模经济效益, 适应了市场的需求。模块化设计的前提是模块系统的建立, 而模块系统的建立则要以产品系列的规划为基础。在对石材异型制品及其加工设备的市场调研的基础上, 合理规划了石材异型制品加工设备系列型谱, 确定了模块化设计所覆盖的设备范围, 为模块化设计的成功实施奠定了基础。

参考文献

- [1] 王经坤. 石材异型制品加工设备虚拟设计系统的研究与应用. 山东大学博士论文, 2006.
- [2] 侯亮. 机械产品模块化开发原理、方法及其应用实践. 浙江大学博士后学位论文, 2003.
- [3] 王日君. 新型模块化石材异型制品加工设备 CAD 系统的研究开发. 山东大学硕士论文, 2006.
- [4] SUH N P. Axiomatic Design. New York: Oxford University Press, 2001.
- [5] MEYER M H, LEHNERD A P. The Power of Product Platforms: Building Value and Cost Leadership. New York: The Free Press, 1997.
- [6] 潘振熊, 邵福兴. 立体类异型制品的加工. 中国建材, 2001(8).
- [7] 贾延林. 模块化设计. 北京: 机械工业出版社, 1993.
- [8] 廖原时, 谭金华, 高峰. 异型石材. 北京: 中国建材工业出版社, 1999.
- [9] 晏辉. 一个石材业内专家的内心感悟: 中国石材企业十年风雨路. 石材, 2004(2).
- [10] 晏辉. 提高石材加工效率的几个方法. 石材, 2005(8).

石材机械及工具出口放缓

根据中国机电商会相关信息, 今年 1~6 月份我国石材机械与工具相关产品出口放缓 5%~10%。但增长幅度仍比去年同期高 15%~20%。下降的种类主要集中在石材机械的大型单机和成套设备上。

下降的客观原因主要有, 国际原油成本上升, 导致运输成本上涨; 国内人工、水电、燃气等成本上升, 使产品涨价; 还有就是国际建筑业进入调整期, 需求明显减少; 而国内建筑业的疲软又使石材国内使用量减少等

等, 都促使中国石材机械与工具面临考验。

由于中国已融入了世界经济圈, 国际影响也必将波及国内。以往在石材展览会上颇为活跃的机械与工具制造商们, 对今年下半年的几个展会抱有观望思想, 使得展会招展举步维艰。这是否意味着中国石材业真正进入了调整、压缩、整合、甚至淘汰期呢? 下半年就会见分晓。

(侯建华)