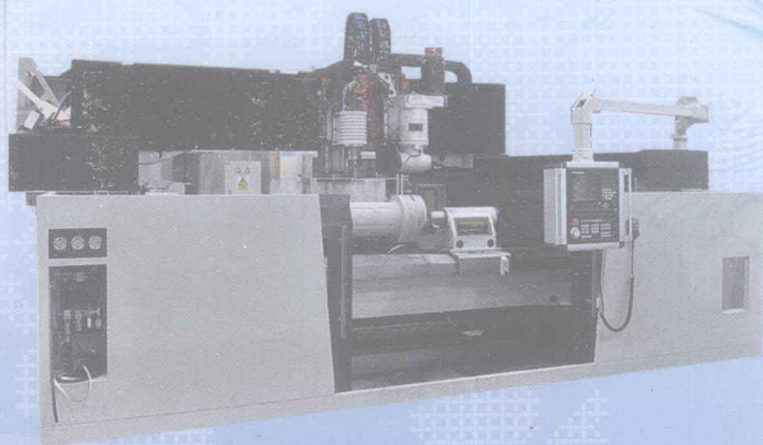


异型石材数控加工 装备与技术

吴玉厚 赵德宏 著



科学出版社

异型石材数控加工装备与技术

吴玉厚 赵德宏 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在分析国内外异型石材装备发展趋势的基础上,系统阐述了异型石材数控加工装备的设计及制造技术,以及多轴五联动数控加工技术、石材加工刀具及工艺技术、数字化制造技术等,解决了一系列制约我国异型石材高档数控加工装备设计、制造的技术瓶颈,提出了一种基于机床运动创成法的机床模块化设计理论。本书主要内容包括:异型石材数控加工技术与装备的国内外发展状况与趋势;异型石材数控加工工艺技术;异型石材数控加工的刀具技术;异型石材数控加工中心的设计理论与方法;异型石材数控加工功能部件;异型石材数控加工中心典型样机设计、制造、装配与检测技术;异型石材数控加工装备基础结构件设计与优化技术;异型石材数控加工技术;装饰石材 CAD 软件技术;石材异型制品数字化建模技术;异型多轴联动数控加工技术。

本书适合石材加工企业、石材数控加工装备制造企业、机械装备制造企业技术人员,石材数控加工科研人员,以及相关专业学生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

异型石材数控加工装备与技术 / 吴玉厚, 赵德宏著. —北京: 科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-030489-6

I. ①异… II. ①吴…②赵… III. ①异型-石料-数控机床-加工设备
②异型-石料-数控机床-加工工艺 IV. ①TU754.4②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 039554 号

责任编辑: 牛宇锋 / 责任校对: 包志虹

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年9月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011年9月第一次印刷 印张: 22 1/4

印数: 1—2 000 字数: 436 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

天然石材因其稳定的物理和化学特性,成为建筑装饰业的主要原材料,见证了人类历史、文化、科技的进步史。随着现代建筑业的发展,石材产业已经成为建筑装饰业的主要支柱,人们对于石材制品,尤其是高档、异型、精品化的石材制品的需求越来越强劲。伴随着现代工业的发展,石材产业也逐渐由古老的手工制作变为机械化加工。以意大利为代表的西方发达国家,开发了一系列异型石材高档制品的先进加工设备,极大地提高是石材制品的层次和加工效率,代表着先进石材加工技术的发展趋势。近年来,随着建筑产业的迅速发展,我国石材工业总产值突破了百亿美元大关,位居世界第一。然而,相对石材产业的迅速发展,我国石材装备制造业却严重滞后。受制于相关研究、开发能力的不足,我国仍主要以荒料开采和板材加工设备为主,严重制约了石材产业及其装备制造业的发展。

石材属于硬脆性材料,其加工工具、工艺及加工特性都与金属加工存在着本质的差别,使用传统的金属机床制造技术还不能完全满足石材数控加工装备的设计要求,因此迫切需要对异型石材数控加工装备的设计、制造技术进行专门性的研究。“十一五”期间,由沈阳建筑大学与沈阳机床(集团)有限责任公司等单位联合研制的异型石材车铣加工中心(HTM50200),主要针对当前石材制品向着异型化、精品化方向发展的趋势,特别是针对国内在回转体异型石材制品和三维雕塑制品方面的技术空白而研制。该中心采用动龙门结构,具有八轴五联动数控加工功能,配有石材车削(锯切)加工和雕铣(磨削)加工复合工作头部件,能同时实现对石材制品的车削、雕铣、磨削加工,能实现对石材回转体异型制品和三维立体制品的双五轴联动加工。其功能全面,具有高速、高效、高可能性,性能和技术水平达到国际先进水平。该设备是我国研制的第一部高端异型石材数控加工设备,具有完全的自主知识产权,研制阶段已形成国家发明专利七项,一经推出就取得了良好的市场效益,并在中国(沈阳)第九届装备制造业博览会上获得机床类制品唯一金奖。该设备的研制较好地解决了国内石材产业在高附加值异型制品方面的技术瓶颈,将极大地推动我国石材产业的技术升级。

本书作为国内第一部论述异型石材数控加工装备设计、制造及数控加工技术的专著,以异型石材车铣中心的研制和相关技术的研究为例,系统论述了异型石材数控加工装备及技术的研发要点及解决方案,为相关石材装备企业和科研人员进行高档异型石材数控装备的研究和开发提供了宝贵的参考,对于推动我国石材装备制造业的技术进步和产业升级具有重大意义。

全书共九章,分别就异型石材数控加工装备研制的关键技术进行了系统的论述。其中:第1章重点阐述了异型石材及其装备制造业的发展趋势,论述了异型石材数控加工装备研制的关键技术要点;第2章论述了石材加工工艺与刀具技术,阐述了石材锯切、铣削、磨削加工工艺的实验研究,获得了石材加工工艺参数的最优化配置方法和技术,同时就新型石材加工工具的研制进行了论述;第3章研究了石材数控加工装备的设计理论,通过机床运动功能创成法研究了异型石材数控加工的机床运动轴需求,提出了异型石材数控加工装备的模块化设计方法和具体设计方案;第4章论述了异型石材数控加工关键功能部件的研制,主要包括异型石材车铣复合高速电主轴的设计、制造及检测技术,单驱动可分度的石材锯切加工工作部件的研制;第5章论述了龙门式异型石材数控加工装备的基础结构件,包括立柱、横梁、工作台的结构设计与有限元分析、结构改进和优化设计方法;第6章介绍了虚拟样机与仿真技术在石材数控加工装备的研制中的应用;第7章论述了异型石材数控加工装备的电气系统设计和配置技术;第8章介绍了异型石材车铣加工中心的制造、装配及精度检测技术;第9章论述了异型石材制品的数字化建模、数控加工及加工仿真和防碰撞等相关技术。

本书在编写过程中,得到了沈阳机床(集团)有限责任公司、沈阳工程学院、沈阳高精数控技术有限责任公司、沈阳永顺石材厂、福建新正阳石业集团、辽宁省石材行业协会等单位和组织的大力支持,得到了沈阳机床(集团)有限责任公司刘春时院长、姜庆凯部长、盖立亚部长、蒋昭霞高级工程师等的大力支持,以及沈阳建筑大学张珂教授和赵民教授、沈阳建筑大学机械电子工程实验室和“异型石材多功能数控加工设备”工程技术研究中心全体同仁的大力帮助,在此一并表示衷心的感谢。

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 异型石材产业现状	1
1.2 异型石材数控加工装备与技术现状	4
1.2.1 异型石材数控加工设备分类	4
1.2.2 石材数控加工中心	7
1.2.3 数控车床	14
1.2.4 数控抛光设备	20
1.2.5 石材雕刻机	22
1.2.6 国外异型石材数控加工装备的发展趋势	23
1.3 石材数控加工装备与技术的基本构成	25
1.3.1 数控机床原理	25
1.3.2 数控机床的特点	26
1.3.3 制约国内石材加工设备发展的主要技术障碍	34
第 2 章 石材数控加工工艺与刀具	36
2.1 石材加工工艺基础	36
2.1.1 国内外研究现状	36
2.1.2 石材加工金刚石工具	39
2.1.3 石材磨削加工的基础理论	41
2.1.4 石材的可加工性预测	45
2.1.5 石材磨削中润滑及冷却的研究	45
2.2 石材加工工艺的试验研究	46
2.2.1 花岗岩内圆磨削中磨削力的试验研究	46
2.2.2 花岗岩套圈内圆磨削中表面质量的试验研究	60
2.2.3 基于比磨削能的花岗岩内圆磨削的正交试验研究	70
2.2.4 花岗岩内圆磨削中砂轮磨损的研究	77
2.3 石材加工用锯片简介	88
2.3.1 金刚石锯片使用效果的影响因素系统分析	88
2.3.2 金刚石锯片的制造	88
2.3.3 金刚石锯片切割的相关研究	88

2.3.4	金刚石锯片车刀的开发	92
2.4	石材热喷涂加工工具	93
2.4.1	石材热喷涂工具试验研究	93
2.4.2	HVOF 热喷涂陶瓷涂层研究	99
2.4.3	等离子(APS)喷涂花岗岩涂层	107
2.4.4	等离子(APS)喷涂玄武岩涂层研究	112
第3章	异型石材数控加工设计理论与方法	120
3.1	异型石材加工中心运动功能分析	120
3.1.1	车削运动功能分析	120
3.1.2	雕铣基本运动功能分析	123
3.2	典型异型石材数控加工装备设计方案比较	126
3.2.1	部件方案设计及比较	126
3.2.2	总体方案1	129
3.2.3	总体方案2	136
第4章	异型石材数控加工装备功能部件研究	139
4.1	石材数控加工电主轴单元技术	139
4.1.1	石材车铣复合电主轴的结构特点	139
4.1.2	车铣复合电主轴模态分析与试验	140
4.2	车削工作头结构设计	145
4.2.1	设计思路	145
4.2.2	设计技术方案	146
4.2.3	工作头详细结构设计	146
第5章	石材加工装备基础结构件设计与优化	150
5.1	龙门式立柱结构与优化	156
5.1.1	床身立柱的模态分析	156
5.1.2	床身结构的改进型研究	162
5.2	龙门式横梁结构设计	168
5.2.1	横梁的模态分析	168
5.2.2	横梁结构的改进设计	174
5.3	立式回转体工作台设计	179
第6章	异型石材数控加工装备虚拟样机技术	186
6.1	虚拟样机技术在异型石材数控加工装备研制中的应用	186
6.1.1	虚拟样机技术	186
6.1.2	基于并行设计的虚拟样机研究平台	187
6.1.3	虚拟样机技术在异型石材数控装备研制中的实现方法	187

6.1.4 虚拟样机技术在异型石材数控装备研制中的发展前景	187
6.2 异型石材数控加工装备虚拟装配技术	188
6.2.1 虚拟装配的技术内涵	188
6.2.2 虚拟装配的分类	189
6.3 异型石材数控加工中心运动仿真与干涉检验技术	190
第7章 异型石材数控加工装备的电气系统设计	201
7.1 伺服系统的配置	201
7.1.1 伺服系统的组成	201
7.1.2 异型石材车铣加工中心对伺服系统的基本要求	201
7.1.3 异型石材车铣加工中心伺服电机的要求与选择	202
7.1.4 伺服系统的动态性能分析	210
7.1.5 异型石材车铣加工中心伺服系统的速度环控制	212
7.1.6 伺服系统的位置环控制	213
7.2 异型石材车铣加工中心电气设计	215
7.2.1 电气设计基本规定	215
7.2.2 NC-HHPS-2 设计及使用	220
7.3 异型石材车铣加工中心数控系统及 PLC 控制技术	223
7.3.1 数控系统结构	223
7.3.2 数控系统硬件配置及控制单元	224
7.3.3 操作面板	232
7.3.4 数据的设定与显示	235
7.3.5 刀具补偿值的设定	238
7.3.6 Z 轴回零点和刀具长度偏移值的设定	244
7.3.7 刀具寿命管理	246
7.3.8 NC110 系统 PLC 接口及控制技术	248
第8章 异型石材车铣加工中心制造与检测	252
8.1 加工中心装配工序研究	252
8.1.1 装配过程概述	252
8.1.2 装配尺寸链的分析计算	253
8.1.3 尺寸链的计算	254
8.1.4 异型石材加工中心的装配工艺	257
8.1.5 异型石材加工中心的保养	264
8.2 加工中心精度检测方法研究	265
8.2.1 几何精度检验	265
8.2.2 定位精度检验	267

8.2.3	数控机床切削精度的检测	270
8.3	激光干涉仪在数控机床精度检测中的应用	271
8.3.1	检验原理	272
8.3.2	测量方法	272
8.3.3	测量过程的误差分析	272
第9章	石材异型制品数字化建模与加工技术	274
9.1	UG 数控加工编程	274
9.1.1	UG 软件概述	274
9.1.2	模型建立	275
9.1.3	数控编程初始化	276
9.1.4	实例创建	277
9.1.5	长城浮雕三维造型	287
9.1.6	五角星模型铣削加工	292
9.1.7	优化设计	295
9.2	异型石材五轴加工刀具路径生成算法研究	296
9.2.1	异型石材五轴加工相关概念和模型	296
9.2.2	进给步长的计算	302
9.2.3	刀具路径计算方法	303
9.2.4	实例计算	309
9.3	UG/POST 后置处理器开发	311
9.3.1	后置处理概述	311
9.3.2	立式工作台五轴联动后置处理	317
9.3.3	卧式工作台车铣复合后置处理	324
9.3.4	用户化后置处理	327
9.4	基于 VERICUT 的加工仿真研究	329
9.4.1	VERICUT 软件简介	329
9.4.2	VERICUT 系统功能简介	330
9.4.3	VERICUT 加工仿真过程	332
9.4.4	加工仿真	335
参考文献		339
附录一	异型石材车铣加工中心简介	342
附录二	异型石材车铣加工中心 (HTM50200) 主要技术指标	345

第 1 章 概 述

石材制品因其稳定的物理和化学特性,成为建筑装饰业的主要原材料,见证了人类历史、文化、科技的进步史。伴随着现代工业的发展,石材产业逐渐由古老的手工制作变为机械化加工。以意大利为代表的西方发达国家,开发了一系列异型石材高档制品的先进加工设备,极大地提高了石材制品的层次,代表着先进石材加工技术的发展趋势。本章将在简述石材异型制品的基本概念和发展趋势的基础上,系统阐述异型石材加工装备、技术现状及发展趋势,论述异型石材数控加工装备与技术研究的关键内容和主要技术点。

1.1 异型石材产业现状

我国石材矿产资源丰富,具有各种档次的天然石材和人造石材,广泛应用于建筑工程中。建筑装饰用石材主要划分为天然石材和人造石材两大类,天然石材是指从天然岩体中开采出来的,并经加工成块状或板状材料。建筑装饰用的天然石材主要有花岗岩和大理石两种。目前市场需求以天然石材为主,它是一种高档次装饰材料,主要应用于高等级公共建筑的装饰;人造石材属于较低档次的装饰材料,主要应用于住宅中低档的室内装饰。

我国是石材生产大国,天然石材原材种类很多,主要有大理岩、花岗岩、白云岩、灰岩、砂岩、页岩和板岩等。石材加工的产品主要划分标准是材质和形状,例如,汉白玉产自北京房山的白云岩,云南大理石则是产于大理县的大理岩,著名的丹东绿则为蛇纹石化硅卡岩;作为石材开采的各类岩浆岩,如花岗岩、安山岩、辉绿岩、绿长岩、片麻岩等统称为花岗岩,如北京白虎涧的白色花岗岩,辉长岩中的济南青,辉绿岩中的青岛黑色花岗等。

人造石材是一种人工合成的装饰材料。按照所用黏结剂不同,可分为有机类人造石材和无机类人造石材两类。按其生产工艺过程的不同,又可分为聚酯型人造大理石、复合型人造大理石、硅酸盐型人造大理石、烧结型人造大理石四种类型。四种人造石质装饰材料中,以聚酯型有机类最常用,其物理、化学性能亦最好。

天然石材的开采、加工、贸易、使用是一项古老的活动,它贯穿于整个人类文明史。20 世纪 50 年代末到 60 年代中期,以意大利为代表,石材开采、加工行业开始进入自动化机械生产。60 年代后半期,金刚石刀具进入石材加工行业与开采行业,石材工业发生了革命性变化。80 年代末 90 年代初,随着高科技进入石材行

业,石材工业一改粗笨形象,而作为一个精美的艺术产品行业展示在世人面前。80年代后期,世界建筑行业发展迅速,促进了国际市场对天然石材的需求和生产的发展。1979~1989年10年间的世界石材产量增加了50%。进入20世纪90年代,虽然世界经济处于低走势,但是由于我国等新兴石材国家的崛起,建筑装饰石材行业仍然在不断发展。我国目前已经成为石材加工和出口大国,我国石材行业在国际上除了荒料产量(1680万t)第一外,还有石材荒料(大理石和花岗岩)出口量第一(1816万t),石材加工产品(大理石和花岗岩)出口量第一(6154万t)。

2005年以来,石材国际贸易发生了结构性变化。一些国家从主要出口荒料成为主要出口加工产品,或是逐年增加出口加工产品。例如我国,石材荒料出口量2006年比2005年减少了98%,2007年比2006年又减少了35%;而石材加工产品出口量,2006年比2005年增加了43%,2007年则比2006年增加了38%,现在已成为世界出口石材产品的第一大国^[1~3]。再如芬兰,石材荒料出口量2006年比2005年减少了35%,2007年比2006年又减少了37%;而石材加工产品出口量,2006年比2005年增加了45%,2007年则比2006年增加了57%。总的趋势是出口石材加工产品的国家和地区在不断增加,特别是东亚地区,近年来进口二次切割加工和抛光设备在增长,表明这一地区根据国外市场需求在不断完善加工行业,这也间接证明了这一变化趋势。

意大利,世界石材大国的地位虽然没变,但2006年除了大理石这一项(荒料和加工产品)出口还是占第一外,其他几个历来占第一位的领域,如荒料产量、荒料进口和出口都变成了第二位。随着众多的新兴石材国家的涌现,意大利世界石材大国的地位在明显下降,昔日唯一的石材大国的地位已是风光不再。虽然如此,但是在石材机械和技术贸易方面,意大利所占份额仍然是首位。2007年意大利石材技术总出口金额为4849亿欧元,意大利向欧洲出口金额占其总出口金额的44.71%,其中欧盟国家占31.33%,非欧盟国家占13.38%。其他地区,非洲占8.02%,北美占10.38%,中南美占7.54%,东亚占15.06%,大洋洲占0.31%。在出口金额中,初切设备出口金额占出口总金额的71%。

我国石材加工机械行业发展与石材工业主体一样,历经了多次的起伏与长年的探索。进入21世纪以后,才真正形成了一个集科研、生产、应用、后期维修、安全保障全面发展的初步现代化的主体工业体系。

在1980年以前,我国的石材机械业处于初级阶段。全国的花岗岩材年产量仅有3万m²,大理石板材43万m²,还不及现在一个大型企业的年产量。同期我国的石材加工机械行业也是处于初期发展阶段,全国仅有十余家企业。在石材加工机械方面仅能够生产常规的一些中、小型设备,如小型螺十摆式砂锯、手扶摇臂磨机及中、小直径圆盘切机等;在石材矿山开采设备方面更是落后,除了常规手工操作的简单机械以外,最先进的是仿照意大利设备生产的几台大理石矿山用钢丝绳

锯,这些石材机械设备仅在国内的部分中小企业使用,没有出口能力。

1980~1990年,我国的石材工业历经一次大的发展,石材企业迅速增加到1万多家,全国引进了大量的国外先进生产设备。据不完全统计,仅花岗岩、大理石加工流水线就有200多条,使我国石材的加工能力达到每年生产3000万 m^2 板材,矿山开采能力每年30万 m^2 以上。我国的石材机械企业也有了较大的发展,生产了国产的花岗岩、大理石加工流水线和不同开关、不同规格的金刚石圆盘式石材切机,国产大型框架锯石机被广泛应用,石材研磨设备也从简单的手扶摇臂磨机发展到不同规格的自动磨机,还有大部分的异型加工机械都可由国内生产。

1990~2010年,我国的石材工业有了更大的发展,全国石材企业发展到了358万家。花岗岩、大理石板材年生产能力超过1亿 m^2 ,我国的石材总产量已然位居世界前列,我国石材进出口贸易额达到12亿美元。同期我国的石材机械行业也上了一个新的台阶,全国共引进了300多台(套)石材开采、加工设备及相关技术,石材机械、刀具磨具、石材护理业都得到快速发展。

国内,山东工业大学研制了数控石材风水球切割机;广东工业大学和华侨大学分别对石材加工和磨削理论进行系统研究;沈阳建筑大学对石材加工软件进行设计研究;中国人工晶体研究所对石材加工工具进行了系统研究。国外,德国汉诺威大学对石材加工和装备进行了系统研究;美国GE公司对石材金刚石工具进行了系统研究。

随着建筑装饰业和石材加工业的发展,石材制品正朝着高质量、异型化、艺术化、品种多样化方向发展。各种花岗岩、大理石弧形板,各种截面石线、柱制品等石材异型及工艺制品的需求日益增大。但由于大多石材厂产品单一,异型加工能力薄弱,而石材的天然特性要求各种石材制品的生产加工最好由同一家单位承接,以保证装饰效果的一致性,这就给普通石材厂带来一系列问题:①由加工能力问题引起的色差和其他问题不能达到建筑单位的要求;②异型产品的加工难以实现。因此,异型加工限制了一些石材厂家的发展,开发一些简单异型加工装备,可以增加石材厂加工能力,提高其加工水平。

石材异型制品还没有一个统一的定义,一般可以认为,除矩形板材制品外的其他所有石材制品,都可归类为石材异型制品。石材异型制品的分类方式很多,被行业公认的主要是按制品的特点和加工方式进行分类:①平面异型制品;②曲面异型制品;③实体回转变制品;④雕刻制品异型石材。加工工艺基本上按下述步骤进行:下料——成型——磨削——修补——抛光——切角——检验——包装。异型石材加工有些工艺步骤可合成为一个,如圆弧板成型和下料一次完成。有些异型石材加工可以在一个设备上完成,如数控加工中心,可以同时完成锯割、抛光、雕刻、铣削等。目前应用的石材异型制品加工方法多种多样,涉及的加工设备种类繁多、各具特色,有数控、液压和机械仿形等多种结构形式。按照石材异型制品的分

类和形状特征,其加工方式大致可分四类,当然很多加工设备都不是专门用于生产某一种类型的石材制品,它们之间并没有严格的界限,有的既可以生产这一类型的制品,也可加工其他制品。用于异型石材加工的数控加工设备除了多功能数控加工中心外,还有数控铣床、数控车床、数控圆柱雕刻设备、数控桥式切机、数控金刚石串珠锯、数控回转面加工设备、数控石材异型台面加工设备等。软件也从二维设计发展到三维设计。此外,数控设备还带有激光扫描探头,软件可以把二维扫描图像转变成三维实体。

天然石材是一种不可再生的建筑原材料,因此合理利用天然石材是非常重要的。我们一方面利用它的天然色彩和性能进行装饰,另一方面对它的加工要科学化。只有有效地加工石材,才能有利于环境保护和原材料的可持续发展。但目前,我国石材加工和加工系统还是比较落后的,很多的石材企业都在寻求如何提高本企业科技水平的方法。本书的研究将促进石材行业的科技进步和科技创新,使异型石材加工向自动化、数控化和智能化方向发展。

据不完全统计,2010年我国已有200多家专业石材机械设备加工企业,其中某些企业已具备生产成套大板、薄板、异型板、墓碑用加工设备和矿山开采设备的能力,某些企业研发出了一些先进的数控加工设备与雕刻机,某些企业已能够配套生产加工各种石材的金刚石磨具和刀具,某些企业还能有更进一步的科研开发能力。这些国产的加工设备、工模具和化工产品,除供应国内企业外,还有部分出口。我国石材机械行业总产值超过50亿元人民币,同期我国石材机械出口金额超过1千万美元。

目前,建筑装饰业对装饰用石材的需求日益剧增。高档异型石材及工艺品的需求量增加更快,花色品种日益增多。石材企业迫切需要相应生产技术和设备。石材异型制品加工设备正向数控、单机智能化、多功能化方向发展。但与世界先进水平相比,我国的石材设备在技术性能、自动化程度、品种配套、外观设计等综合性能上还存在很大差距。所以,我们应着眼于未来,积极进取,努力开拓,研制出具有更高水平的新型石材异型加工设备,提高我国在国际石材市场上的竞争力。

1.2 异型石材数控加工装备与技术现状

1.2.1 异型石材数控加工设备分类^[4]

近年来,随着人们生活水平的提高,石材制品越来越广泛地应用于建筑装饰业。随着计算机技术和加工装备的进步,石材加工设备也从机械化向数控化方向发展,并具有现代加工中心。加工中心可以完成切割、成型、钻孔、磨削、抛光、刻字、镗孔、雕刻、车削等工序。数控加工设备根据其加工用途可分为数控铣床、数控

车床、数控雕刻机和数控加工中心等。数控铣床用于各种墓碑加工、石材家具加工、刻字、雕刻、廓形加工等。数控铣床具有精密传动机构,加工速率范围广,通常具有3轴和4轴联动,因此可以进行最复杂的三维雕刻。所有的数控设备都可以进行厨具凹槽加工、台面雕刻,以及墓碑、弓形结构、线性轮廓、壁炉台等的加工。数控设备软件系统可以对加工指令进行存储和重建。数控加工中心还配有快速换刀和刀具磨损控制系统。数控设备所有的功能,从简单切割到雕刻都是自动控制的。有的数控加工设备具有较大的加工尺寸范围,可以对大型石材加工件进行加工。数控铣床带有切割锯片动力头,增加加工能力,锯片直径也比较大,可以对复杂表面进行加工。数控设备都由无刷电机进行驱动,所有运动系统都采用可靠的直线导轨或滚动丝杠。其控制程序已经从3轴发展到12轴,软件也从二维设计发展到三维设计。此外,数控设备还带有激光扫描探头,软件可以把二维扫描图像转变成三维实体。

如表1-1所示,按不同分类方法进行石材加工装备的分类。

表 1-1 石材加工装备分类

分类方法	特点与说明
按控制系统特点	直线控制数控机床:仅同时控制一个轴,刀具平行坐标轴做直线运动,如各种锯切机、磨边机
	轮廓控制数控机床:可实现两个或多个坐标轴同时进行控制,可加工平面曲线轮廓或空间曲线轮廓,如各种雕刻机
按控制轴的不同分类	2轴同时控制(2D)
	3轴控制,任意两轴同时控制(2D)
	3轴同时控制(3D)
	4轴、5轴等,多轴同时控制(4D、5D)
按加工方式分类	数控加工中心
	数控车床
	数控磨床
	数控抛光机
	数控雕刻机
	数控绳锯机

1. 数控加工中心

加工中心是数控机床进一步发展的产物,是现代机械车间柔性化生产最重要的加工设备之一。数控加工中心集中了多种机床加工的功能,如将钻、铣和镗的功能集中在同一设备中,可以做平面及孔的加工,不仅能完成精加工和半精加工,还可以完成粗加工。数控加工中心的特点如下:

(1) 工序集中,集中了不同的加工工序;

(2) 自动换刀,按预定加工程序,自动把各种刀具换到主轴上去,把用过的工具换下来,有刀库和换刀机械手;

(3) 精度高,各孔的中心距全靠各坐标的定位精度保证。

复合加工中心的主轴头可绕 45° 轴自动回转,主轴可转成水平,也可转成竖直。当主轴为水平,配合转位工作台,可进行侧面上的加工,主轴转为竖直,可加工顶面,也称为“五面加工复合加工中心”。

普通数控加工中心结构:床身上有滑座,做横向运动——Y 轴;工作台在滑座上做纵向运动——X 轴;床身后部固定有框式立柱,主轴箱在立柱导轨上做升降运动——Z 轴。立柱左侧前部装有刀库和换刀机械手,刀库能容 16 把刀具。立柱左后部是数控柜,内有数控系统,立柱左侧装驱动电柜,内有电源变压器、强电系统和伺服装置。操作面板悬伸在机床的右前方,以便于操作。机床的各种工作状态显示在面板上。

传动系统:主电机一般为交流变频无级调速电机,经两级多楔带轮驱动主轴。三个轴各有一套基本相同的伺服进给系统,由电机直接带动滚珠丝杠快速移动。三个伺服电机分别由数控指令通过计算机控制,任意两个轴都可联动。

刀库用直流伺服电机经蜗杆涡轮驱动,刀库是一圆盘,刀具装在标准刀杆上,置于圆盘的周边。

机械手自动换刀机构应有以下特点:加工中心主轴内必须有自动拉紧刀杆机构;为清除主轴孔内切屑,应有切屑清除装置;为使主轴上的端面键能进入刀杆上的键槽,主轴必须停止在一定的位置上使之对准,即主轴应有旋转定位机构。

2. 数控车床

数控车床用于加工回转体零件,它集中了卧式车床、转塔车床、多刀车床、仿形车床、自动和半自动车床的功能,是数控机床中产量最大的产品之一。

数控车床不需人工操作,而在保护罩的保护下自动工作。

结构:底座上装有后斜床身,床身导轨与水平面的夹角为 75° 。刀架装在主轴的右上方。刀架的位置决定了主轴的转向应与卧式车床相反。数控车床切削速率很高,可充分发挥刀具的切削性能。床身左端固定有主轴箱,床身中部为刀架溜板,分为两层,底层为纵向溜板,可沿床身轨道做纵向(Z 向)移动,上层为横向溜板,可沿纵向溜板的上轨道做横向(X 向)移动。刀架溜板上装有转塔刀架,刀架有 8 个工位,可装 12 把刀具。在加工过程中,可按照零件加工程序自动转位,将所需的刀具转到加工位置。

传动系统:主电机可以是直流电机,也可以是交流变频调速电机。主电机经带轮副和四级变速机构驱动主轴。8工位转塔刀架的转位由液压马达经联轴器驱动凸轮轴。轴上装有圆柱凸轮机构,凸轮转动时,拨动回转轮上的柱销,使回转轮、轴和转塔旋转。

数控车床全部工作循环是在微机数控系统控制下实现的,许多功能通过软件实现。车削对象改变后,只需改变相应的软件,就可适应新的需要。

液压仿形数控车床是一种具有液压系统的自动车床,可以复制圆柱体、楼梯栏杆、花瓶、大理石球体等各种形状,可以加工天然石材、玛瑙、水晶等各类材料,所有形体是通过具有专利的液压仿形系统实现的。此类机床配备由电机带动的控制圆盘加工头,消费者可以选择一两种或更多的加工速率加工仿形件。根据被加工工件的质量,加工头(尾架和心轴)被各种模型而驱动。尾架沿着具有铜条的不锈钢钢轨运行;尾架的停止与前进由带有自动命令的液压系统所操纵。该设备对运动部件装备集中液压润滑系统。

3. 数控磨床

用磨具(磨轮、砂带、磨块等)作为工具对石材加工件表面进行磨削加工的机床,统称为磨床。磨床可用于磨削内外圆柱面、圆锥面、平面、螺旋面及各种成型面等。

数控磨床是具有3~6根控制轴的数控机械,它将轮廓成型、研磨、雕刻、抛光及旋转加工等功能整合在一个系统中,带有滚珠丝杠的无刷电机保证高速轴的运动,同时滚动直线滑动丝杠可以保证正常滑动。所有的运动部件都带有伸缩式PVC保护罩进行保护,集中油润滑系统可以保证设备的加工质量和精度。

1.2.2 石材数控加工中心

异型石材形状复杂,既有平面曲线又有三维空间曲线,所构成的空间曲面也是多种多样。同时一个加工实体既有立方体又有回转体,给加工带来一定难度。采用石材数控加工中心设备可以加工任何形状的欧式墓碑和家庭装饰用品,并且可以进行刻字、雕刻等。以最快的速率和最好精度加工任何外形和任何字体。数控加工中心设备具有3轴和4轴精密机构,可以加工复杂三维雕刻图案,同时集平面雕刻和回转体加工为一体,同时加工厨房装置、各种石材台面、墓碑面、拱门、各种外形轮廓、壁炉等。数控加工中心具有刀库和机械手,按预订加工程序,自动把各种刀具换到主轴上去,把用过的刀具换下来。数控加工中心可以实现多轴联动,因此可以加工各种复杂曲面。数控加工中心配置有激光扫描系统和专用软件,可以对二维平面图案扫描生成图形,用专用软件对图案进行修改和处理,同时对相关数据进行提取和管理。数控加工中心还装有CAD/CAM软件,可以进行产品设计和

计算机自动编程。数控设备的内部软件可以进行修改和重设置。所有的加工中心都装有快速换刀和刀具磨损控制系统。从简单切割到复杂雕刻所有功能都是自动完成的。数控加工中心主要有复合加工中心、雕刻加工中心和车削加工中心。

1. MILL5 型数控加工中心

MILL5 型是一种具有 5 轴到 10 轴的数控石材加工中心,它将轮廓成型、铣削、研磨、雕刻、抛光及车削加工等功能整合在一个系统中。图 1-1 是 MILL5 型数控加工中心外观图。其设备主要由工作台系统、切割头系统和运动梁系统组成。横梁沿两纵梁导轨做纵向(Y 轴)运动,大拖板沿横梁做 X 轴方向运动,小溜板可以沿大拖板做 Z 轴方向运动。同时切割头还可以沿 Y 轴(A 方向)方向回转,石材加工件装载到回转工作台上,绕 X 轴做 B 方向回转。其高速轴和运动轴的精度由带有滚珠丝杠与无刷电机相连接而得以保证。可移动的横梁使石材加工件的安装和卸载操作特别方便。操作员可以利用性能高且简单易行的软件包创作出任何具有艺术风格及几何形状的产品。表 1-2 为该型加工中心主要技术参数。

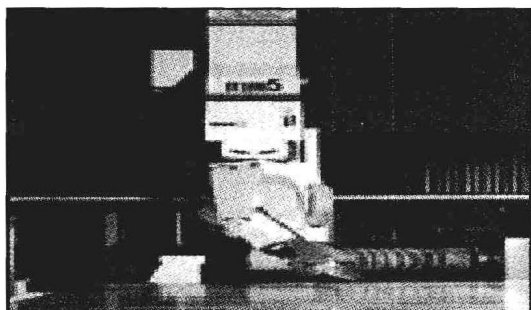


图 1-1 MILL5 型数控加工中心外观图

表 1-2 MILL5 型数控加工中心技术参数

名 称	范 围	名 称	范 围
轴(X)行程	2500~5000mm	铣削锯片最大直径	500mm
轴(Y)行程	2000~5000mm	车削锯片最大直径	1200mm
轴(Z)行程	800~1200mm	刀库	12~60 位
A 轴倾斜角	$0^{\circ} \pm 100^{\circ}$	刀具锥柄	ISO50
B 轴旋转角	$0^{\circ} \sim 360^{\circ}$	其他功能	激光扫描、二维测量

2. MILL98 型数控加工中心

MILL98 型数控加工中心主要用于加工石材各种形状的回转体和平面雕刻。