

机床基础件应用人造花岗岩的发展和现状*

赵惠英^① 于贺春^① 赵则祥^① 胡果明^② 仇文全^② 何鸿强^③

(^①中原工学院, 河南 郑州 450007;

^②北京微纳精密机械有限公司, 北京 101300;

^③北京机械工业自动化研究所, 北京 100120)

摘要: 在概述国内外人造花岗岩技术发展的基础上, 详细分析了国内外机床基础件采用人造花岗岩复合材料的应用现状; 分析了满足数控机床向超精密、高速方向发展对基础件的性能要求, 机床基础件使用人造花岗岩复合材料的必要性; 同时从绿色制造技术和低碳经济方面, 指出人造花岗岩复合材料的生产属于绿色制造技术的范畴, 符合国家发展低碳经济政策, 加速人造花岗岩复合材料在机床基础件的应用研究, 有助于推动产业化发展的步伐。

关键词: 人造花岗岩 复合材料 应用 机床基础件

中图分类号: TH145 **文献标识码:** A

Current status and development of the application of artificial granite on machine foundation parts

ZHAO Huiying^①, YU Hechun^①, ZHAO Zexiang^①, HU Guoming^②, QIU Wenquan^②, HE Hongqiang^③

(^①Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, CHN;

^②Beijing Micronano Precision Mechanical Co., Ltd., Beijing 101300, CHN;

^③Beijing Research Institute of Automation for Machinery Industry, Beijing 100120, CHN)

Abstract: The development situation of the artificial granite technology at home and abroad is first summarized, and then the current situation of artificial granite used as foundation parts of machine tool at home and abroad is analyzed in detail. In order to meet the performance requirements of the foundation parts in the developing of the ultra-precision and high speed of our country numerical control engine, the necessary that the composite material of the artificial granite is used for the foundation parts of machine tools. At the same time, from the green manufacturing technology and low carbon economic aspects, it is pointed out that the artificial granite composite material production belongs to the green manufacturing technology and accords with the National development of low-carbon economy policy in this paper. Accelerating the application and study of the artificial granite composite materials in foundation piece of machine tool will promote the pace of industrial development.

Keywords: Artificial Granite; Composite Material; Application; Foundation Parts of Machine Tool

人造花岗岩(又称树脂混凝土、反应树脂混凝土、聚合物混凝土、矿物铸件)是以热固性树脂(环氧树脂、丙烯酸甲酯等)作粘接剂,天然石料(花岗岩、辉绿岩等)为填料加入其他添加剂,通过聚合反应固化而成,是一种高充填的复合材料。与金属材料相比,它有许多明显的特性。

1 人造花岗岩国内外发展的状况

1.1 人造花岗岩国外发展的状况

由于战争年代的困难和生铁缺乏,1917年,德国的Schlesinger首先采用钢筋混凝土制造车床床身。由于导轨也采用混凝土,产生的摩擦力很大,又缺乏润滑,导致导轨很快损坏,使这一大胆尝试失败了。经过

* 国家高技术研究发展计划(863计划)“大口径光学非球曲面加工机床和成套应用工艺”课题(2008AA042503)

进一步研究,上世纪30年代后期,采用钢筋混凝土制作小型圆形铁板剪床和小型滚铣床支承件获得了成功。1940年发展了一种专用车床,钢筋混凝土得到了较大规模应用,制造了1000多台。经过大约20年的停滞,60年代初期,苏联为了节约钢铁和降低制造成本,在大型车床和龙门铣床的基础件上应用钢筋混凝土。其他国家,如瑞士、英国和美国等也开始产生了对混凝土的兴趣。

在钢筋混凝土的发展中,同时伴随着树脂混凝土——人造花岗岩的发展。这种人造花岗岩有很多好的性能,因此激起了机床制造者的兴趣。他们对这种材料寄予很大期望,都企图用人造花岗岩代替钢筋混凝土^[1]。

上世纪70年代,瑞士、德国和意大利的一些公司推出了采用钢筋混凝土和人造花岗岩基础件的机床产品,应用的目的则由降低成本转向提高机床性能,主要用于高精度机床和自动化机床。瑞士的斯图特(Studer)公司第一个将人造花岗岩床身用在RA5磨床产品上。解决了钢筋混凝土强度低、尺寸稳定性差、耐腐蚀性能低等缺点,并在1979年欧洲国际机床展览会上展出。

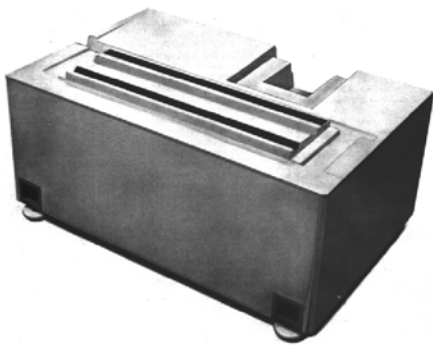


图1 Studer公司RA5磨床人造花岗岩床身

此后的十几年间,人造花岗岩在机床基础件上应用的研究得到了快速发展,世界上有十几个国家,120多家公司进行有关的工作,如德国、日本、英国和原苏联等的机床制造厂、大学及研究机构开展了人造花岗岩的基础和应用研究^[2],主要研究内容为原材料(包括粒料和粘接剂)的性能及选择,成份配比,基础件的成型技术及专用设备,逐渐积累起制造技术方面的知识。采用人造花岗岩基础件的机床也越来越多,在第三届中国国际机床展览会上就有9个厂家推出了采用人造花岗岩基础件的机床,不同型号达到20多个,产品整机11台^[3]。

目前,人造花岗岩基础件已进入了商品化生产阶

段。有许多机床制造厂建造了自己的人造花岗岩基础件生产车间。首先在德国和瑞士有了人造花岗岩基础件的专业化生产工厂。2007瑞士的施耐博格(SCHNEEBERGER)公司和德国的蓝浦(RAMPF)公司在中国建立生产基地从事亚洲市场人造花岗岩基础件的生产和销售。

1.2 人造花岗岩国内发展的情况

20世纪80年代,上海磨床研究所、同济大学、北京第二机床厂等单位对在机床上应用人造花岗岩基础件进行了研究,成功地制造出样机进行试用。但是都没有批量生产,也未能商品化。

同期,北京机床研究所用了6年时间对人造花岗岩基础件在机床上的应用作了系统研究。研究出的人造花岗岩复合材料的性能优良,各项物理、力学性能指标已达到瑞士、德国等发达国家的水平。对人造花岗岩基础件及其模具的设计特点、要求和成型工艺中的技术也进行了研究和优化。成功地制造出MPM150平面磨床床身,并做了大量基础性能对比试验^[2]。为各精度等级的超精密机床配套而生产的超精加工机床床身和激光加工机床床身使用至今,性能一直稳定。

20世纪90年代初,济南东星精密量仪有限公司逐步涉足人造花岗岩基础件的试制和生产,经过近20年的发展,建立了专业生产人造花岗岩基础件的纳诺精密铸造公司,可向国内外用户供货,但未能形成较大的批量。

目前,北京微纳精密机械有限公司利用北京机床研究所的研究成果,在人造花岗岩基础件制造技术的国内外信息收集、基础理论、关键技术、工程化、产业化等方面开展了研究和实践工作。

2 人造花岗岩机床基础件的应用

对人造花岗岩复合材料的机械性能和物理性能进行过大量的研究和检测,由于成分配方的优化,同初期相比,其物理、机械性能有了较大提高,性能指标已完全能满足制造机床基础件的要求。与机床基础件使用的传统材料灰铸铁相比,人造花岗岩复合材料有非常好的吸振性和热稳定性,其阻尼比是灰铸铁的6倍以上。采用人造花岗岩复合材料床身后,机床主要部件上的绝对振动速度和振动幅值都有所降低,整机的动态特性有明显改善。热容量是灰铸铁的2倍,热传导率是灰铸铁的1/20以下,在遇到短时内外界温度变化时,温度恒定时间要长3倍,而温度影响的反应振幅只有1/3。与天然花岗岩相比,人造花岗岩复合材料可以做成任何形状,有很好的成型性。因此,人造花岗岩

复合材料主要用于制作超精密加工机床、精密机床、加工中心机床、高速车床和其他对动态性能和热稳定性要求较高机床床身、基座、立柱和工作台等基础件。

此外由于人造花岗岩复合材料有很强的抗老化和抗化学腐蚀的能力，因此也可在印刷机械、食品机械和造纸机械中应用。

磨床制造商一直是机床领域使用人造花岗岩基础件的先行者。应用最成功的是瑞士的斯图特公司，目前该公司的所有高精度外圆磨床都采用 Granitan S103 人造花岗岩床身，导轨应用 S200 耐磨涂层，获得了良好的刚性、吸振性和热稳定性。图2 是斯图特公司高精度外圆磨床人造花岗岩床身^[4]。



图2 斯图特高精度外圆磨床人造花岗岩床身

图3 是 2011 年新投入生产的数控万能外圆磨床 S41。磨削高度 225/275 mm，磨削长度 1 000/1 600 mm，最大工件重量 250 kg，X 和 Z 轴速度 0.001 ~ 20 000 mm/min，刀架磨削主轴直接驱动且分辨率为 0.000 05°，全套加工可达 4 个砂轮。



图3 斯图特公司S41数控外圆磨床

与斯图特公司同属斯来福临（Schleifring）集团的肖特（SCHAUDT）公司和米克罗莎（MIKROSA）公司的磨床产品也都采用了人造花岗岩床身。其产品已在世界各地使用，受到用户的好评^[5]。

德国艾布尔-希里夫（ELB-schliff）公司从 1979 年开始在 WSN 系列平面磨床上试用人造花岗岩复合材料床身，1986 年形成商品，向世界各地出售。图4为



图4 艾布尔-希里夫的平面磨床及人造花岗岩床身

艾布尔-希里夫公司生产的 WSN 系列平面磨床及人造花岗岩复合材料床身^[6]。

图5 是美国哈挺（HARDINGE）生产的 CONQUEST 系列高速车床和床身。左图为该机床的外形，采用的是 45°斜床身，右图是利用专用支架在床身上安装导轨等部件的情况^[7]。

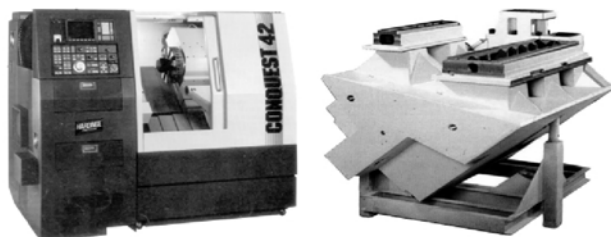


图5 美国哈挺生产的高速车床和人造花岗岩床身

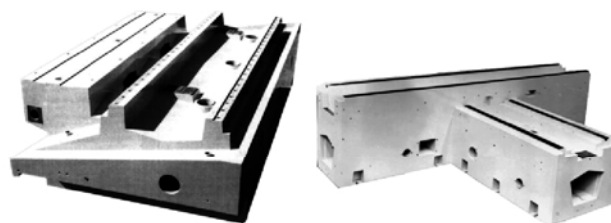


图6 乔治-菲舍尔NDM25车削中心人造花岗岩床身^[8]

图7 俄罗斯生产的外圆磨床人造花岗岩床身^[9]



图8 昂科（ANCA）人造花岗岩床身工具磨床^[10]

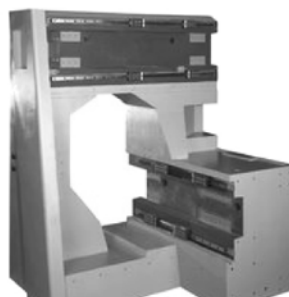


图9 蓝浦公司供货的高速铣床人造花岗岩床身^[11]



图10 施耐博格加工中心人造花岗岩床身^[12]

许多世界知名企业也都在不同机床产品上批量采用了人造花岗岩基础件。图6至图12是部份实例。

除上述实例外,在其他不同类型的机床和其它机械制造行业都在大量应用人造花岗岩基础件。据统计,目前在欧洲每生产10台机床就有1台使用人造花岗岩基础件。人造花岗岩复合材料已经成为制造高档机床基础件的材料之一。

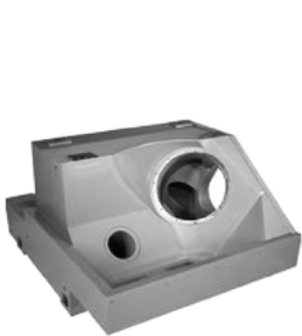


图11 五轴数控铣床人造花岗岩工作台

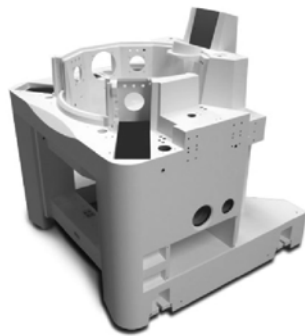


图12 镜片加工车床人造花岗岩床身



图13 北京机床研究所人造花岗岩基座主轴箱和尾座



图14 北京机床研究所人造花岗岩床身

3 结语

在国外,人造花岗岩复合材料用于机床基础件已有30多年了,这种材料有非常好的吸振性和热稳定性,很强的抗老化和抗化学腐蚀的能力,已经成为制造高档机床基础件的材料之一。已批量用于制造超精加工机床、精密机床、加工中心、高速车床和其他对动态

性能和热稳定性要求较高机床床身、基座、立柱和工作台等基础件,改善了机床的动态性能,国内的应用才刚起步。

随着我国数控机床制造向精密、高速方向发展,对机床基础件的精度及其稳定性、动静态稳定性和热稳定性均提出了较高的要求,用人造花岗岩复合材料制造机床基础件的技术将会受到有关部门的重视并得到快速发展。

用人造花岗岩复合材料替代灰铸铁制造机床基础件,减少了熔化金属带来的大气污染,能大幅度节约能源和金属材料,属于低碳经济和绿色制造技术的范畴,符合国家发展低碳经济政策,这必将大大推动和加速人造花岗岩复合材料制造机床基础件研究和产业化的步伐。

参 考 文 献

- [1] 树脂混凝土可以代替铸铁和焊接床身(德文) [J]. Industrie Anzeiger, 1981 (85): 24-29.
- [2] 北京机床研究所. 树脂混凝土成份配方和性能的研究 [R]. 1992, 12.
- [3] 胡果明. 从 CIMT'93 看树脂混凝土基础零件的应用 [J]. 机床, 1993 (8): 4-5.
- [4] 斯来福临集团. 瑞士斯图特机床新产品与经典产品纵览 [Z]. 2012.
- [5] <http://www.studer.com/> [OL].
- [6] 艾布尔-希里夫公司. ELB Advanced Grinding Technologies [Z].
- [7] 哈挺公司. 美国哈挺精密 CONQUEST 42 车床 [Z].
- [8] 乔治-菲舍公司. 产品样本 [Z].
- [9] 中苏合作项目交流资料. 开发和应用机床新材料(包括人造花岗岩) [R]. 1990.
- [10] 昂科公司. 灵活性和速度兼具的数控磨床 [Z].
- [11] <http://www.rampf-group.com.cn> [OL].
- [12] <http://www.schneeberger.com> [OL].
- [13] 段京虎. 树脂混凝土构件的动态特性研究及其在大型数控龙门式平面磨床上的应用 [D]. 杭州:浙江工业大学, 2008.
- [14] 季威军. 树脂混凝土机床床身的应用 [J]. WMEM, 2008 (2): 100-102.

(编辑 李 静)

(收稿日期:2012-10-08)

★2012 绿色制造技术论坛论文

文章编号:121218

如果您想发表对本文的看法,请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。

· 书讯 ·

实用机床设计手册 隋秀凇, 高安邦主编

邮购价:178.00 元

本手册以简明实用为原则,对机床设计的内容进行了全面系统的介绍。全书共分6篇38章,主要介绍机床设计的基本要求、方法和步骤、方案的选择、典型的布局、机床型号编制方法、技术要求、检验标准,机床液压与气动系统设计,机床电力拖动及控制系统设计,机床数字控制系统设计,机床传动系统和辅助系统设计等。本手册适合于从事机床产品和机械制造装备的开发、设计、改造与研究的工程技术人员、研究人员使用,也可供机床产业管理人员参考,对高等院校有关专业的师生也具有很高的参考价值。

来款请寄:北京市朝阳区望京路4号,机床杂志社收,邮编:100102。