

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 19920121152740

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

面向石材异型切割的数控系统及图形化  
自动编程技术研究与应用

The Research and Development of CNC System and  
Automatically Graphic Programming  
for Profiled Stone Cutting

邹志光

指导教师姓名: 陈永明 副教授

专 业 名 称: 机械制造及其自动化

论文提交日期: 2015 年 4 月

论文答辩时间: 2015 年 5 月

学位授予日期: 2015 年 6 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2015 年 05 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘 要

近年来，随着异型石材制品需求的不断增长及人们对质量要求的不断提高，高效、高质量地满足用户高数量、多样化的需求成为石材加工设备发展的主要目标。与国外先进的技术水平相比，我国石材装备的总体水平还存在较大的差距。特别是应用于石材异型切割的数控系统，还很不完善与成熟。因此，研制先进的具有自主知识产权的石材异型切割数控系统，对提高我国石材装备的技术水平有十分重要的意义。

开放式数控系统作为前沿的数控技术，具有开放性、模块化、标准化等特点，用户可根据客户的需求，对其界面与功能进行相关的更改与扩展。这极大地增强了系统的柔性及适应性。ServoWorks 是一种基于 PC 的纯软件开放式 CNC 技术，系统的所有核心功能均由软件实现。它能够充分利用 PC 丰富的软硬件资源，并且通过 RTX 技术满足数控系统的实时性要求。

本文以 ServoWorks CNC 技术为基础，结合石材加工的工艺要求及操作经验，借鉴国内外成熟的石材异型切割数控系统，研究并开发出了面向石材异型切割的五轴数控系统，其主要内容包括系统功能的总体设计、人机界面的设计与开发、图形化及参数化自动编程的研究与实现等。最后经过系统调试及功能验证，结果表明：系统设计合理，操作方便，加工效率高，达到了预期的要求。

**关键词：**ServoWorks CNC；石材切割；图形化自动编程

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## ABSTRACT

In recent years, with the increasing demands for Stone Cutting products in quantity and quality, to efficiently provide consumers with high quality products has become producers' main goal. However, the domestic equipment for stone cutting is obviously backward compared with it abroad, especially the CNC system for stone cutting is less developed. Therefore, it is very significant to develop advanced CNC system for stone cutting with highly proprietary intellectual property rights.

Open CNC system as cutting-edge technology enjoys several characteristics such as openness, modularization and standardization. Thus it is easily for users to change system's interfaces and function which will greatly increase flexibility and adaptability. ServoWorks is a PC-based technology with truly open-architecture and soft solutions. That is to say ,software realize core system function. Moreover, ServoWorks makes best use of rich resource of PC and meets CNC real-time requirements with RTX technology.

Based on ServoWorks CNC, this paper develops a five-axis CNC system for stone cutting combining processing technology for stone cutting and referring to advanced CNC system at home and abroad .Of which, the design and realization of automatically graphic programming is focused and it introduces the overall design and interface development of CNC system for stone cutting and so on. At last, through system debugging the function test results show that the system design is reasonable and easy to operate with efficiency and meet the desired requirements.

**Keywords:** ServoWorks CNC; Stone Cutting; Automatically Graphic Programing



## 目录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
<b>1.1 石材异型切割概述</b> .....	1
1.1.1 石材制品的市场需求 .....	1
1.1.2 国内外石材异型切割的发展现状 .....	1
<b>1.2 本文的主要研究内容与意义</b> .....	2
<b>1.3 开放式系统简介</b> .....	3
1.3.1 开放式数控系统的产生和定义 .....	3
1.3.2 开放式数控系统与传统数控系统的比较 .....	4
1.3.3 ServoWorks CNC 简介 .....	6
<b>1.4 本文章节安排</b> .....	8
<b>第二章 石材异型切割数控系统的功能要求与总体设计</b> .....	9
<b>2.1 数控系统的基本功能设计</b> .....	9
2.1.1 数控系统的基本功能 .....	9
2.1.2 数控系统的基本功能设计 .....	10
<b>2.2 面向石材异型切割数控系统的功能要求</b> .....	14
<b>2.3 面向石材异型切割数控系统的功能设计</b> .....	16
2.3.1 石材异型切割数控系统的界面设计 .....	16
2.3.1.1 系统界面设计的基本原则 .....	16
2.3.1.2 面向石材异型切割数控系统的界面设计 .....	17
2.3.1.3 利用 XML 和 VB6.0 搭建数控系统界面.....	21
2.3.2 参数化编程与常用参数的加载 .....	27
2.3.2.1 参数化自动编程 .....	27
2.3.2.2 常用参数的加载 .....	29
2.3.3 图形化自动编程设计 .....	30
<b>2.4 本章小结</b> .....	30
<b>第三章 石材异型切割数控系统的图形化自动编程</b> .....	31

<b>3.1 图形化自动编程概述</b> .....	31
3.1.1 自动编程的发展及图形化编程的提出 .....	31
3.1.2 系统图形化编程的基本原理 .....	31
3.1.3 系统图形化编程模块的主要技术 .....	34
<b>3.2 DXF 文件的导入与图形的显示</b> .....	35
3.2.1 DXF 文件简介 .....	35
3.2.2 DXF 文件数据的导入与预处理 .....	35
3.2.2.1 DXF 文件数据的导入 .....	35
3.2.2.2 DXF 文件数据的预处理 .....	37
3.2.3 导入图形的显示 .....	42
<b>3.3 图形的编辑</b> .....	44
3.3.1 图形的选中 .....	44
3.3.2 图形几何变换 .....	47
3.3.2.1 图形几何变换基础及文件准备 .....	47
3.3.2.2 图形的平移变换 .....	49
3.3.2.3 图形的旋转变换 .....	53
3.3.2.4 图形变换的撤销与重做 .....	56
3.3.3 图形加工顺序的自定义 .....	56
<b>3.4 图形数据的后置处理</b> .....	58
3.4.1 图元连接处坐标点的处理 .....	59
3.4.2 坐标偏置处理 .....	65
3.4.3 轨迹优化 .....	67
<b>3.5 生成主程序</b> .....	67
<b>3.6 本章小结</b> .....	70
<b>第四章 系统调试与功能验证</b> .....	71
<b>4.1 调试平台</b> .....	71
<b>4.2 系统调试</b> .....	73
4.2.1 机械调试 .....	73
4.2.2 电气调试 .....	74

4.2.3 系统 PLC.....	74
4.2.4 系统基本参数及技术参数的设置.....	76
4.2.5 伺服系统调整.....	79
4.2.5.1 伺服控制概论.....	79
4.2.5.2 伺服参数调整.....	79
<b>4.3 功能验证.....</b>	<b>80</b>
4.3.1 图形化自动编程功能验证.....	80
4.3.2 参数化自动编程功能验证.....	85
<b>4.4 本章小结.....</b>	<b>86</b>
<b>第五章 总结与展望.....</b>	<b>87</b>
5.1 总结.....	87
5.2 展望.....	88
<b>参考文献.....</b>	<b>89</b>
<b>致谢.....</b>	<b>89</b>
<b>攻读硕士学位期间发表的论文.....</b>	<b>92</b>

## CONTENTS

<b>Chapter1 Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Overview of Stone Cutting .....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Market Demand of Stone products.....	1
1.1.2 Current Development of Stone Cutting at home and abroad .....	1
<b>1.2 Main Research and meaning .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Overview of Open CNC System.....</b>	<b>3</b>
1.3.1 Source and Definition of Open CNC System.....	3
1.3.2 Comparisons between Open CNC System and traditional CNC System.....	4
1.3.3 Introduction about ServoWorks CNC.....	6
<b>1.4 The Contents of this Paper .....</b>	<b>8</b>
 <b>Chapter 2 Function Requirements and overall design of CNC System for Stone Cutting .....</b>	 <b>9</b>
<b>2.1 Basic Function Design of CNC System .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Basic Function of CNC System.....	9
2.1.2 Basic Function Design of CNC System.....	10
<b>2.2 Function Requirements of CNC System for Stone Cutting .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Function Design of CNC System for Stone Cutting.....</b>	<b>16</b>
2.3.1 Interface Design of CNC System for Stone Cutting.....	16
2.3.1.1 general principle of Interface Design.....	16
2.3.1.2 Interface Design of CNC System for Stone Cutting.....	17
2.3.1.3 Developing Interface with XML and Visual Basic 6.0.....	21

2.3.2 Parametrization Programing and Loading of Common Parameter.....	27
2.3.2.1 Parametrization Programing.....	27
2.3.2.2 Automatic Loading of Common Parameter.....	29
2.3.3 Graphical Automatic Programing Design.....	30
<b>2.4 Summary.....</b>	<b>30</b>
<b>Chapter 3 Automatically Graphic Programing Design of CNC System for Stone Cutting.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Overview of Graphical Automatic Programing.....</b>	<b>31</b>
3.1.1 Development and Proposing of Graphical Automatic Programing.....	31
3.1.2 Fundamental Principle of Graphical Automatic Programing.....	31
3.1.3 Main Technology for Graphical Automatic Programing.....	34
<b>3.2 DXF Data Importing and Graphic Display.....</b>	<b>35</b>
3.2.1 Introduction of DXF Document.....	35
3.2.2 Importing and Pretreatment of DXF Data.....	35
3.2.2.1 DXF Data Importing.....	35
3.2.2.2 Pretreatment of DXF Data.....	37
3.2.3 Graphic Display.....	42
<b>3.3 Graphical Edit.....</b>	<b>44</b>
3.3.1 Graphic Selecting.....	44
3.3.2 Graphical Geometric Transformation.....	47
3.3.2.1 Basic Knowledge for Graphical Geometric Transformation and Document preparation.....	47
3.3.2.2 Translation Transformation.....	49
3.3.2.3 Rotation Transformation.....	53

3.3.2.4 Undo and Redo.....	56
3.3.3 Defining Processing Sequence .....	56
<b>3.4 Post-Processing of Graphic Data.....</b>	<b>58</b>
3.4.1 Data Processing of Joint between two Objects .....	59
3.4.2 Coordinate Processing for Machine Offset.....	65
3.4.3 Trajectory Optimization .....	67
<b>3.5 Creating Main Program.....</b>	<b>67</b>
<b>3.6 Summary.....</b>	<b>70</b>
<b>Chapter 4 System Debug and Function Verification.....</b>	<b>71</b>
<b>4.1 Debug Platform.....</b>	<b>71</b>
<b>4.2 System Debug .....</b>	<b>73</b>
4.2.1 Debugging of Mechanism.....	73
4.2.2 Debugging of Electricity.....	74
4.2.3 System PLC.....	74
4.2.4 The Configuration of System Parameter and Processing Parameter .....	76
4.2.5 Servo Drive Adjusting.....	79
4.2.5.1 Overview of Servo Control.....	79
4.2.5.2 Setting up Servo parameters .....	80
<b>4.3 Function Verification.....</b>	<b>80</b>
4.3.1 Function verification of Automatically Graphic Programming .....	80
4.3.2 Function verification of Parametrization Programing.....	85
<b>4.4 Summary.....</b>	<b>86</b>
<b>Chapter 5 Conclusions and Prospects .....</b>	<b>87</b>
<b>5.1 Conclusions.....</b>	<b>87</b>

---

<b>5.2 Prospects</b> .....	88
<b>References</b> .....	89
<b>Acknowledgements</b> .....	91
<b>Publications</b> .....	92

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 绪论

### 1.1 石材异型切割概述

#### 1.1.1 石材制品的市场需求

近些年来,随着我国房地产等基础建筑行业的迅猛发展,石材作为主要的建筑、装饰材料得到了越来越广泛的应用。以前主要见之于广场和地面,现在逐渐拓展到建筑大楼的整体外墙、室内天花板、卫生间洗台、石桌、石凳、花盆等。特别是随着人们生活水平的大幅度提高,他们对于石材制品的工艺性和观赏性提出了更高的要求<sup>[1]</sup>,更多地考虑了石材的花色、品种、质量等因素,因此对石材制品的要求愈加高端化、艺术化、多样化、个性化。此外,由于天然石材良好的物理特性,如耐磨、耐酸碱、热稳定性高等,使其亦在精密测量仪器、精密机床等方面代替传统材料而得到深入而广泛的应用<sup>[2]</sup>。因此,不难预见,随着人类社会的不断进步与加工技术的持续改进,石材制品将会在未来的世界里扮演更加重要的角色。

#### 1.1.2 国内外石材异型切割的发展现状

石材异型切割以锯片作为切削刀具,并且作为应用最为广泛的石材加工方式,其在石材加工领域占据着极其重要的地位。因此,世界各石材设备制造商都非常重视该项技术的研究。

在国外,意大利、美国、德国等发达国家的石材异型切割技术代表世界领先水平,他们大多都已抛弃 PLC 作为其控制核心,而应用在金属加工领域发展极其成熟的数控技术作为设备的控制系统。目前,其数控化、智能化、人性化的水平之高已达到令人叹为观止的地步,如意大利 OMAG 公司生产的 omag mill 98,集锯切和车削于一体,配有多工作头,具有自动化水平高、加工精度高、效率高等特点<sup>[3][4]</sup>。再如意大利生产的数控桥切机,具有参数化、图形化等功能,配以图形编辑、干涉查错、功能仿真及人性化的操作界面。毋庸置疑,国外先进的异型切割技术与国外企业注重科研技术、不断创新,质量上精益求精是分不开的,



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.