

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT  
NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CHI TIẾT  
HÌNH DÁNG HÌNH HỌC PHỨC TẠP TRÊN TRUNG TÂM GIA  
CÔNG BA TRỤC CNC BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÙ SAI SỐ**

**TRƯƠNG THỊ THU HƯƠNG**

**THÁI NGUYÊN 2008**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

.....

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT  
NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CHI TIẾT  
HÌNH DÁNG HÌNH HỌC PHỨC TẠP TRÊN TRUNG TÂM GIA  
CÔNG BA TRỤC CNC BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÙ SAI SỐ**

**Học viên: Trương Thị Thu Hương**

**Người HD Khoa học: PGS.TS Nguyễn Đăng Hoà**

**THÁI NGUYÊN 2008**

**THUYẾT MINH  
LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**ĐỀ TÀI**

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CHI TIẾT  
HÌNH DÁNG HÌNH HỌC PHỨC TẠP TRÊN TRUNG TÂM GIA  
CÔNG BA TRỤC CNC BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÙ SAI SỐ**

Học viên: **Trương Thị Thu Hương**

Lớp: **CHK8**

Chuyên ngành: **Chế tạo máy**

Người HD Khoa học: **PGS.TS Nguyễn Đăng Hoà**

Ngày giao đề tài: **01/11/2007**

Ngày hoàn thành: **30/4/2008**

**KHOA ĐT SAU ĐẠI HỌC**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN**

**HỌC VIÊN**

**MỤC LỤC**

	<b>PHẦN MỞ ĐẦU</b>	11
	<b>TỔNG QUAN VỀ BÙ SAI SỐ CHO MÁY CÔNG CỤ CNC</b>	<b>14</b>
<b>Chương I</b>		
1.1	Các phương pháp bù sai số cho các máy CNC	14
1.1.1	Mô hình bù	14
1.1.1.1	Thêm modul phần mềm	15
1.1.1.2	Biến đổi các thông số điều khiển	16
1.1.1.3	Biến đổi Post Processor (PP)	16
1.1.1.4	Biến đổi chương trình NC	17
1.1.2	Bù sai số với các bộ điều khiển	17
1.1.2.1	Thêm modul phần mềm mới	18
1.1.2.2	Cài đặt bộ điều khiển phân cứng độc lập	18
1.2	Gới thiệu một vài nghiên cứu bù sai số ở trong nước và trên thế giới	19
1.2.1	Các công trình ở trong nước	19
1.2.2	Công trình của các tác giả nước ngoài	20
1.2.2.1	Bù sai số hình học do lực cắt cho máy phay 3 trục CNC	20
1.2.2.2	Bù sai số hình học cho trung tâm gia công đứng	23
1.2.2.3	Bù sai số cho trung tâm gia công nhiều trục	23
1.3	Kết luận chương I	25
	<b>PHÂN TÍCH CÁC THÀNH PHẦN SAI SỐ VÀ CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SAI SỐ</b>	<b>26</b>
<b>Chương II</b>		
2.1	Độ chính xác gia công	26
2.2	Các nguồn sai số của máy công cụ	28
2.2.1	Sai số hình học	29
2.2.2	Sai số do vít me	32

2.2.3	Sai số do sóng trượt	32
2.2.4	Sai số do ổ đỡ	33
2.2.5	Sai số do nhiệt	33
2.2.6	Sai số do rung động tự do	35
2.2.7	Sai số do tải tĩnh và động	35
2.2.8	Sai số do hệ thống điều khiển truyền động servo	36
2.3	Kết luận chương II	37
<b>Chương III</b>	<b>HỆ THỐNG BÙ SAI SỐ GIA CÔNG</b>	<b>39</b>
3.1	Hệ thống thiết bị thí nghiệm	39
3.1.1	Trung tâm gia công VMC - 85S	40
3.1.2.	Máy đo tọa độ 3 chiều CMM - C544	40
3.1.2.1	Cấu hình cơ bản của máy	40
3.1.2.2	Tính năng kỹ thuật cơ bản	43
3.1.3	Phần mềm thiết kế CAD/CAM	44
3.1.3.1	Thiết kế với sự trợ giúp của máy tính CAD	45
3.1.3.2	Sản xuất với trợ giúp của máy tính CAM	47
3.2.	Thực nghiệm gia công trên máy VMC-85S	50
3.2.1	Thiết kế CAD/CAM	50
3.2.1.1	Biên dạng và kích thước gia công	50
3.2.1.2	Lập trình nguyên công	51
3.2.2	Truyền chương trình sang máy CNC	55
3.2.3	Điều chỉnh máy	57
3.2.3.1	Thiết lập gốc tọa độ phôi	57
3.2.3.2	Thiết lập các tham số bù dao	57
3.2.3.3	Gia công cắt gọt	58

3.3	Đo sai số gia công trên máy CMM - C544	59
3.3.1	Gá đặt chi tiết	59
3.3.2	Khởi động và kiểm tra hệ thống	59
3.3.3	Hiệu chuẩn đầu đo	60
3.3.4	Lập hệ tọa độ của chương trình đo	61
3.3.5	Scan biên dạng thực	62
3.4	Cơ sở dữ liệu scan bề mặt	63
3.4.1	Mô hình mặt lưới quét hình	63
3.4.2	Mô hình mặt lưới đa thức tham số	66
3.4.2.1	Mô hình mặt lưới đa thức chuẩn tắc	66
3.4.2.2	Mô hình mặt lưới Ferguson	67
3.4.2.3	Mô hình mặt lưới Bezier	69
3.4.2.4	Mô hình mặt lưới B-spline đều	70
3.5	Xử lý dữ liệu đo	70
3.5.1	Xây dựng lưới tam giác Gergory từ các đám mây điểm	71
3.5.2	Xây dựng lưới điểm theo mặt B-spline	73
3.5.3	Đơn giản hoá lưới tam giác	75
3.6	Xây dựng đường tròn theo biên dạng đo	75
3.6.1	Toạ độ tâm và bán kính đường tròn qua ba điểm đo	75
3.4.5	Toạ độ tâm và bán kính đường tròn qua toạ độ của n điểm đo	77
3.7	Bù sai số gia công	79
3.7.1	Phân tích sai số gia công	79
3.7.2	Bù sai số gia công	82
3.7.3	Bù chương trình NC bằng phần mềm CAD/CAM	82
3.8	Sản phẩm ứng dụng	85
<b>Chương 4</b>	<b>KẾT LUẬN</b>	<b>89</b>
	<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	<b>91</b>

**CÁC TỪ VIẾT TẮT**

CMM	Coordinate Measuring Machine	Máy đo toạ độ 3 chiều
Co-or. Sys	Coordinate System	Hệ toạ độ
VMC	Vertical Machining Center	Trung tâm gia công đứng
CAD	Computer Aided Design	Thiết kế với trợ giúp của máy tính
CAM	Computer Aided Manufacturing	Sản xuất có trợ giúp của máy tính
CNC	Computer Numerical Control	Điều khiển số bằng máy tính
3D	3 Dimension	3 chiều
PP	Post Processor	Hậu xử lý
CL	Cutting Location	Đường dụng cụ
SW	Software	Phần mềm
I/O	Input/Output	Vào/ Ra
PC	Personal Computer	Máy tính cá nhân
PLC	Programmable Logic Controller	Bộ điều khiển PLC
FEM	Finite Element Methods	Phương pháp phần tử hữu hạn
CAP	Computer Aided Planning	Lập kế hoạch có trợ giúp của máy tính
CAPP	Computer Aided Process Planning	Lập quy trình công nghệ có trợ giúp của máy tính
CAQ	Computers Aided Quality Control	Kiểm tra chất lượng sản phẩm
DNC	Direct Numerical Control	Điều khiển số trực tiếp

**DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ**

Hình 1.1	Hệ thống bù sai số của máy công cụ	15
Hình 1.2	Các thành phần của Post Processor	16
Hình 1.3	Các thành phần của bộ biến đổi mã NC	17
Hình 1.4	Cấu trúc 3-80-30 của mô hình sai số	20
Hình 1.5	Cấu trúc 4-20-3 của mô hình sai số do lực cắt	21
Hình 1.6	Cấu trúc 7-110-3 của mô hình sai số tổng hợp	21
Hình 1.7	Hệ thống bù sai số cho trung tâm gia công đứng	22
Hình 1.8	Bù sai số bằng phần mềm cho máy công cụ nhiều trục CNC	24
Hình 1.9	Bù sai số bằng chương trình NC	24
Hình 2.1	Độ chính xác gia công	27
Hình 2.2	Sai số tổng hợp của máy công cụ	29
Hình 2.3	Các thành phần sai số tổng hợp	30
Hình 2.4	Khoảng cách trục vítme - bàn máy	31
Hình 2.5	Hệ thống phản hồi của máy công cụ	36
Hình 3.1	Sơ đồ công nghệ thực nghiệm	39
Hình 3.2	Cấu tạo máy CMM	41
Hình 3.3	Các loại đầu đo cho máy CMM	42
Hình 3.4	Biên dạng gia công thực	50
Hình 3.5	Khai báo phôi, vật liệu, hệ điều khiển	51
Hình 3.6	Thiết lập các thông số công nghệ	52
Hình 3.7	Mô phỏng chương trình gia công	53
Hình 3.8	Giao diện DNC	56
Hình 3.9	Các tham số DNC	56
Hình 3.10	Truyền và nhận chương trình	57
Hình 3.11	Phần mềm Geopak	59



Hình 3.12	Hiệu chuẩn đầu đo	60
Hình 3.13	Đo sai số thực nghiệm	61
Hình 3.14	Thiết lập các thông số đo	62
Hình 3.15	Dữ liệu đám mây điểm	63
Hình 3.16	Mặt quét hình song song	64
Hình 3.17	Mặt quét hình tròn xoay	65
Hình 3.18	Mặt cong quét hình phi tham số	65
Hình 3.19	Mặt lưới đa thức chuẩn bậc ba	67
Hình 3.20	Mặt lưới Ferguson	68
Hình 3.21	Mặt lưới Berier bậc 3 kép	69
Hình 3.22	Mặt lưới B-Spline đều bậc 3 kép	70
Hình 3.23	Dữ liệu biên của mặt cong tam giác	71
Hình 3.24	Mặt cong Gregory	72
Hình 3.25	Đường cong B-spline đều bậc 3	73
Hình 3.26	Ảnh hưởng của bước cắt $a_p$	79
Hình 3.27	Ảnh hưởng của vận tốc cắt	80
Hình 3.28	Chiến lược bù sai số	82
Hình 3.29	Biên dạng gia công kiểm nghiệm	84
Hình 3.30	Sản phẩm gia công	85
Hình 3.31	Thiết lập các tham số bù	86
Hình 3.32	Mô phỏng quá trình gia công	86
Hình 3.33	Gia công sản phẩm trên máy VMC 85S	87

***DANH MỤC CÁC BẢNG***

Bảng 3.1.	Chế độ gia công	58
Bảng 3.2.	Kết quả gia công	77
Bảng 3.3.	Tính toán bù sai số	80
Bảng 3.4.	Sai số sau bù	85
Bảng 3.5.	Kết quả đo sai số gia công	87