

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 23220101153201

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 TMS320F28335 的永磁同步电机伺服
系统设计与实现

The Design and Realization of Permanent Magnet Synchronous
Motor Servo System Based on TMS320F28335

陈 骁 龙

指导教师姓名: 彭 侠 夫 教授

专 业 名 称: 控制工程

论文提交日期: 2013 年 5 月

论文答辩时间: 2013 年 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2013 年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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

随着微电子技术、电力电子技术、计算机技术、现代控制技术、材料技术的快速发展，伺服系统在工农业生产、日常生活、航空航天等各个领域得到广泛的应用。永磁同步电机（PMSM）伺服系统具有结构简单、运行可靠、响应快、功率因素高等特点，因此其广泛地应用在各种要求频繁调速、高精度位置伺服控制的场合，拥有较高的研究价值。本文以 Ti 公司的数字信号处理器(DSP) 芯片 TMS320F28335 为核心，借助其卓越的数据处理能力及丰富的外围设备，设计了基于 SVPWM 矢量控制的永磁同步电机转速伺服控制系统。

本文首先建立了两相转子旋转坐标系（dq 坐标系）上的永磁同步电机的数学模型，详细介绍了矢量控制原理及电压空间矢量脉宽调制（SVPWM），确定采用基于 SVPWM 控制的电流、转速双闭环控制设计方案；其次在分析 DSP 芯片 TMS320F28335 功能特点的基础上，设计了以其为控制核心的永磁同步电机矢量控制系统的硬件组成，包括驱动模块、检测电路、保护电路及通信模块等；再次在详细介绍了系统的软件总体结构的基础上在 Ti 公司 DSP C2000 系列集成开发环境 CCS3.3 开发平台下提出了系统主要子模块的软件设计思路及其实现流程，包括转子转速的计算、抗积分饱和数字 PI 控制器的设计、AD 转换模块、SVPWM 模块、故障保护模块等；最后在搭建的实验平台上进行实验，对实验结果进行分析，验证本设计方案能够满足永磁同步电机伺服系统的基本要求，对永磁同步电机伺服系统的研究设计具有一定的参考意义，也为后续相关研究奠定了基础。

关键词：永磁同步电机；数字信号处理器；矢量控制

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

With the rapid development of micro-electronics technology, power electronics technology, computer technology, modern control technology, material technology, servo system has been widely used in industrial and agricultural production, daily life, aerospace and other fields. Permanent magnet synchronous motor (PMSM) servo system has a simple structure, reliable operation, fast response, high power factor, so it has been widely used in various requirements of frequent speed, high-precision position servo control occasions, and has high research value. This paper uses the digital signal processor (DSP) chip TMS320F28335 produced by Ti, with its superior data processing capability and rich peripherals to design a PMSM speed servo control system based on SVPWM vector control method.

At first, the paper establishes the mathematical model of PMSM on two-phase rotor rotating coordinate system (dq coordinate system), analyses vector control theory and voltage space vector pulse width modulation (SVPWM), to determine the design of current, speed dual closed-loop control based on SVPWM. Secondly, the hardware circuit of PMSM vector control system using TMS320F28335 as its control core has been designed based on the analysis of features of DSP chip, including the driver module, the detection circuit, protection circuit and the communication module, etc. And then, based on the explain of the system software overall structure, design the sub-module of the system software design ideas and its implementation process on DSP C2000 series integrated development environment CCS3.3 development platform, including the calculation of rotor speed, anti-windup digital PI controller design, AD converter module, SVPWM module, fault protection module, etc. Finally, experiment and analysis the experimental results, verify that the design is able to meet the basic requirements of the PMSM servo system, has reference value for the design of PMSM servo system, and laid the foundation for follow-up research.

Keywords: PMSM; DSP; Vector Control

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 永磁同步电机伺服系统介绍	2
1.3 国内外研究与发展概况	4
1.3.1 发展概况	4
1.3.2 最新研究动向	5
1.4 主要工作	7
第二章 永磁同步电机基本结构及数学模型	9
2.1 永磁同步电机的种类及基本结构	9
2.2 常用坐标系及坐标变换	10
2.2.1 常用坐标系	10
2.2.2 坐标变换	12
2.3 dq 坐标系下永磁同步电机数学模型的建立	13
第三章 永磁同步电机控制方法及 SVPWM	15
3.1 永磁同步电机控制方法介绍	15
3.1.1 控制方法介绍	15
3.1.2 两种控制方法比较	15
3.2 永磁同步电机矢量控制	16
3.2.1 矢量控制基本原理	16
3.2.2 矢量控制常用控制策略	17
3.3 SVPWM	18
3.4 永磁同步电机伺服系统的建立	21
3.4.1 $i_d = 0$ 矢量控制系统的搭建	21
3.4.2 电流环及速度环控制器	22
第四章 基于 DSP 的永磁同步电机伺服系统硬件设计	25

4.1 DSP 芯片	25
4.1.1 DSP 概述	25
4.1.2 TMS320F28335 芯片	26
4.2 系统硬件设计总体方案	27
4.3 永磁同步电机及驱动模块	27
4.3.1 永磁同步电机参数	27
4.3.2 驱动模块	28
4.4 控制模块	30
4.4.1 所用 DSP 硬件资源介绍	30
4.4.2 通信接口	31
4.5 数据采集模块	32
4.5.1 电流采样及 AD 转换模块.....	32
4.5.2 转子位置速度检测模块	33
第五章 永磁同步电机伺服系统软件设计	35
5.1 DSP 软件开发平台	35
5.1.1 CCS 软件开发平台介绍	35
5.1.2 软件设计模块化及 COFF 格式介绍	35
5.2 伺服系统软件的总体结构	36
5.3 主程序设计	37
5.4 PWM 定时器中断子程序设计	39
5.4.1 测速模块	40
5.4.2 编码器细分	42
5.4.3 PI 控制器模块	45
5.4.4 SVPWM 模块	47
5.4.5 AD 模块.....	51
5.5 EPWM1_TZ1 中断子程序设计	52
第六章 实验结果分析	55
6.1 实验平台	55
6.2 实验结果	55

6.2.1 PWM 波形	55
6.2.2 转速跟踪	56
工作总结与展望	59
参考文献	61
致谢	65

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

Chapter1 Introduction.	1
1.1 Background of Research	1
1.2 The Introduction of PMSM Servo System	2
1.3 Research and Development in the World	4
1.3.1 The Development.....	4
1.3.2 The Research trends	5
1.4 Primary Task	7
Chapter2 The Structure and Mathematical Model of PMSM	9
2.1 Types and Structure of PMSM	9
2.2 Common Coordinate System and Coordinate Transformation	10
2.2.1 Common Coordinate System	10
2.2.2 Coordinate Transformation	12
2.3 The Mathematical Model of PMSM on dq Coordinate	13
Chapter3 The Control Method of PMSM and SVPWM	15
3.1 The Control Method of PMSM	15
3.1.1 The Introduction of Control Method.....	15
3.1.2 Comparison of two Control Method	15
3.2 The Vector Control of PMSM	16
3.2.1 The Principle of Vector Control	16
3.2.2 The Common strategy of Vector Control	17
3.3 SVPWM	18
3.4 The Establishment of PMSM Servo System	21
3.4.1 The Establishment of Vector Control System with $i_d = 0$	21
3.4.2 The Controller of Current Loop and Speed Loop.....	22
Chapter4 The Hardware Design Based on DSP	25

4.1 DSP Chip	25
4.1.1 The Introduction of DSP	25
4.1.2 TMS320F28335 Chip	26
4.2 The Plan of the Hardware Design	27
4.3 PMSM and the Drive Module	27
4.3.1 Parameter of PMSM	27
4.3.2 The Drive Module	28
4.4 Control Module	30
4.4.1 The introduciton of DSP Resources Used.....	30
4.4.2 The Communion Interface	31
4.5 The Data Acquisition Module.....	32
4.5.1 Current Sampling and AD Converter Module	32
4.5.2 The Position Detection Module	33
Chapter5 The Sofeware Design of PMSM	35
5.1 DSP Sofeware Design Platform	35
5.1.1 The Introduction of CCS Sofeware Design Platform	35
5.1.2 Modular Sofeware Design and COFF Format	35
5.2 The Strcuture of the Sofeware Design	36
5.3 The Design of Main Program	37
5.4 PWM Timer Interrupt Service.....	39
5.4.1 Speed Calculation Module	40
5.4.2 Encode Subdivison.....	42
5.4.3 PI Controller Module	45
5.4.4 SVPWM Module	47
5.4.5 AD Module.....	51
5.5 EPWM1_TZ1 Interrupt Service	52
Chapter6 Analysis of Experiment Results	55
6.1 The Experiment Platform	55
6.2 Expreiment Results	55

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts 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 for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库