

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: X2010230399

UDC _____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

温 室 大 棚 自 动 控 制 系 统 设 计 与 实 现

Design and Implementation of Automatic Control System

for Greenhouse

丁 锐

指导教师姓名: 董槐林教授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论 文 提 交 日 期: 2012 年 10 月

论 文 答 辩 时 间: 2012 年 11 月

学 位 授 予 日 期: 年 月

答 辩 委 员 会 主 席: _____

评 阅 人: _____

2012 年 10 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

摘要

近年来，我国的农业设施得到了较大的发展，各种先进的农业设施，已经广泛运用于农业生产。随着科学技术的迅猛发展和高新技术在现代化农业中的广泛应用，先进的农业设施已成为我国农业的创新产业，它的发展给现代化农业带来了个更强大的发展动力，促进了农业现代化的发展。

本文是在当今嵌入式系统技术不断发展的背景下，结合国内温室大棚现状，探讨了采用 ARM 技术与嵌入式系统技术构建了温室大棚控制器的相关技术。

根据国内温室大棚的主要需求和特点，本文研究的烤烟育苗大棚集中控制系统由若干个温室大棚自动控制器、水泵控制器、网络摄像机、小型气象站、上位监控计算机组成。温室大棚自动控制器、水泵控制器通过 CAN 总线与上位控制计算机连接，网络摄像机通过以太网与上位控制计算机连接。温室大棚自动控制器基于嵌入式 ARM 控制器设计，集成有温湿度传感器，由 LCD 和键盘组成人机界面，控制大棚内遮荫、卷膜、喷灌和滴灌等执行机构完成指定动作。水泵控制器基于嵌入式 ARM 系统设计，控制清水泵、肥泵、药泵完成指定动作；网络摄像机实现大棚内烟苗生长情况的监视；户外小型数字气象站可实时监测并发送当前气象信息到上位控制计算机上；上位控制计算机完成大棚群、水泵房、视频等所有部件的集中监控，从而实现烤烟育苗基地的集中控制和管理。

该系统已经应用于国内某地多处烤烟育苗温室大棚项目中，取得了较好的阶段性应用实施效果。

关键词：温室大棚；ARM；嵌入式系统

Abstract

In recent years, the agricultural infrastructure development has made a great progress, a variety of advanced facilities has been widely applied to agricultural production. With the rapid development of science and extensive application in high technology in modern agriculture, the use of advanced agricultural facilities has become a new direction in industry. Its development promotes the progress and development on the way of agricultural modernization.

This dissertation is in the context of continual development of embedded system combined the situation of Greenhouse in China, examining the certain technology of building the greenhouse controller according to ARM technology and embedded system technology.

Considering the requirements and features of the greenhouse in China, the objective is to research the tobacco seeding greenhouse control system which is composed by greenhouse automatic controller, pump controller, network cameras, small weather station, and the upper monitoring computer. Among them the Greenhouse automatic controller and water pump controller connect with the host control computer through the CAN bus , while the network camera connects linking to the host control computer through Internet.

Greenhouse automatic controller based on the design of embedded ARM controller, integrating temperature and humidity sensor with a LCD and a keyboard interface, so as to be used to control the greenhouse shading, filming, spray irrigation and drip irrigation and other specified action.

Water pump controller based on ARM embedded system design as well, which controls the action of water pump, chemical fertilizer pump, and medicine pump, the network camera can monitor the growth situation of tobacco in the greenhouse, while the small outdoor digital weather forecasting station is able to forecast and send the weather information promptly back to the host computer, finally, the host control

computer guards the condition of Greenhouses, pump room, video work, thereby achieving centralized control and management of the tobacco tobacco seeding field.

The research results have been applied in a number of domestic Flue-cured Tobacco Seeding Greenhouse projects, and obtained positive resultts.

Key Words: Greenhouse; ARM; Embedded System

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

摘要.....	I
Abstract.....	II
第一章 引言	1
1.1 项目开发背景及意义	1
1.2 国内外研究现状	2
1.2.1 温室大棚在现代农业中的地位及作用.....	2
1.2.2 国内外温室大棚的研究现状.....	2
1.2.3 温室大棚的发展趋势.....	3
1.3 主要研究内容与组织结构	4
第二章 关键技术介绍	5
2.1 嵌入式系统	5
2.2 ARM	6
2.3 CAN 总线.....	7
2.4 .Net 技术	8
2.5 本章小结	10
第三章 系统需求分析	11
3.1 总体业务描述	11
3.1.1 业务模型概述.....	- 11 -
3.1.2 业主的需求描述.....	13
3.1.3 管理部门需求描述.....	13
3.2 硬件需求分析	13
3.2.1 环境需求.....	13
3.2.2 功能需求.....	14
3.2.3 非功能需求.....	15
3.3 软件功能性需求	16

3.3.1 系统的功能需求.....	16
3.3.2 系统性能需求.....	17
3.4 本章小结	18
第四章 系统总体设计	19
4.1 硬件系统设计	19
4.1.1 硬件系统总体构架设计.....	19
4.1.2 CPU 板设计.....	20
4.1.3 驱动板设计.....	21
4.1.4 电源设计.....	22
4.1.5 键盘设计.....	22
4.1.6 监控系统硬件设计.....	23
4.2 软件系统设计	24
4.2.1 嵌入式软件系统设计.....	25
4.2.2 上位软件系统设计.....	25
4.2.3 通讯接口设计.....	27
4.3 数据库设计	27
4.4 本章小结	30
第五章 系统详细设计及实现	32
5.1 硬件设计	32
5.1.1 硬件总体实现.....	32
5.1.2 CPU 板设计实现.....	33
5.1.3 驱动板实现.....	34
5.1.4 电源板实现.....	35
5.1.5 视频监视网络硬件实现.....	36
5.2 下位设计	36
5.2.1 控制模式设计.....	37
5.2.2 设置模式设计.....	40
5.2.3 调试模式设计.....	41
5.3 上位设计	42

5.3.1 UI 设计	42
5.3.2 小型气象站上位设计	43
5.3.3 控制模块	48
5.3.4 报警模块	50
5.3.5 育苗信息记录模块	52
5.3.6 运行记录及故障记录	54
5.3.7 系统信息设置模块	57
5.4 本章小结	58
第六章 系统测试	59
6.1 硬件测试	59
6.2 软件测试	61
6.3 测试结果	62
6.4 本章小结	63
第七章 总结与展望	64
7.1 总结	64
7.2 展望	64
参考文献	66
致 谢	67

Contents

Abstract.....	II
Chapter 1 Introduction	1
1.1 The Background of Project and Significance.....	1
1.2 Research Status at Home and Abroad	2
1.2.1 Greenhouses Status and Role in Modern Agriculture.....	2
1.2.2 Domestic and International Greenhouse Research.....	2
1.2.3 Trends of Greenhouse	3
1.3 Main Contents	4
Chapter 2 Overview of Related Technologies.....	5
2.1 Embedded Systems	5
2.2 ARM	6
2.3 CAN Bus	7
2.4 .Net Technology	8
2.5 Summary.....	10
Chapter 3 System Requirements Analysis	11
3.1 Overall Business Description	11
3.1.1 Business Model Overview	11
3.1.2 The Owners of the Demand Described.....	13
3.1.3 Description OF Management Department Needs.....	13
3.2 Hardware Requirements Analysis.....	13
3.2.1 Environmental Requirements.....	13
3.2.2 Functional Requirements	14
3.2.3 Non Functional Requirements	15
3.3 Software Functional Analysis.....	16
3.3.1 The Functional Requirements of the System	16
3.3.2 System Performance Requirements	17

3.4 Summary	18
Chapter 4 System Overall Design	19
4.1 Hardware system design	19
4.1.1 The Design of Hardware System	19
4.1.2 CPU Board Design.....	- 20 -
4.1.3 Driver Board Design	21
4.1.4 Power Supply Design.....	- 22 -
4.1.5 Keyboard Design	22
4.1.6 Monitoring System Design	23
4.2 Software System Design	24
4.2.1 Embedded Software System Design.....	25
4.2.2 Host Software System Design	25
4.2.3 Communication Interface Design	27
4.3 Database Design	27
4.4 Summary	30
Chapter 5 System Detailed Design and Implementation	- 31 -
5.1 The design of hardware system	- 31 -
5.1.1 Realization of Hardware	- 31 -
5.1.2 Realization of CPU Board Design	- 32 -
5.1.3 Realization of Driver Board Design	34
5.1.4 Realization of Power Supply Design	- 34 -
5.1.5 Realization of Video Surveillance Network Hardware.....	- 35 -
5.2 Lower Design	- 35 -
5.2.1 Control Mode Design.....	- 36 -
5.2.2 Setting Mode Design.....	40
5.2.3 Debug Mode Design	41
5.3 Host Design	- 41 -
5.3.1 UI Design	- 41 -
5.3.2 Small Weather Station Upper Design	- 42 -

5.3.3 Control Module.....	- 47 -
5.3.4 Alarm Module.....	50
5.3.5 Seedling Information Recording Module.....	52
5.3.6 Running Records and Fault Records.....	- 52 -
5.3.7 System Information Setting Module.....	- 56 -
5.4 Summary.....	- 57 -
Chapter 6 System Test.....	- 58 -
6.1 Hardware Test.....	- 58 -
6.2 Software Test.....	- 60 -
6.3 Test Results.....	- 61 -
6.4 Summary.....	- 61 -
Chapter 7 Conclusions and Prospect.....	- 62 -
7.1 Conclusions.....	- 62 -
7.2 Prospect.....	- 63 -
References.....	- 65 -
Acknowledgements.....	- 66 -

第一章 引言

1.1 项目开发背景及意义

近年来，我国的农业设施得到了较大的发展，各种先进的农业设施，已经广泛运用于农业生产。

国内的温室大棚控制系统，虽然也有长足快速的进步，但普遍居于低端水平，先进可靠的控制系统，大多数是直接引进国外成熟技术与产品，然而引进费用的昂贵以及维护服务难以跟进等严重制约着该产业的长足快速发展。

漂浮育苗技术^[1]起源于美国，1988年田纳西州立大学首先对这种育苗方式进行评定。由于漂浮育苗培育出的烟苗壮、整齐，育苗投工少，生产效率高，很快被烟农接受推广速度很快。云南省于1996年开始研究烟草漂浮育苗技术，现已将该技术成功推广。漂浮育苗多采用大型日光温室或连栋塑料大棚，因此，温室大棚控制系统在漂浮育苗的过程中起了至关重要的作用。

国内的温室大棚，多数是依靠人工经验来控制棚内的温度、湿度与光照度，也有依靠简单的控制系统来对大棚进行控制。这类大棚，虽然也可以培育出蔬菜、花卉等作物，但操作烦琐，需要足够的人工经验来调节棚内环境，来保证作物的成长。现有的大棚控制系统，多数是依靠简单的单片机对单个大棚进行温度与湿度的采集，或者对日照、CO₂浓度等的采集，依然需要人工进行大棚控制。而对连栋大棚或成片大棚的规模化、集中化控制系统的研究，国内还处于起步阶段。

本系统针对烤烟漂浮育苗大棚生产的实际需求，结合国内外温室大棚控制系统的特点，自主研发设计，开发了符合国情的烟叶温室大棚集中控制系统。该系统的开发可以为规范化、规模化、集中管理化的育苗过程提供技术支持；提高育苗质量，保证育出烟苗的一致性；控制烟苗，尽量减少病虫害；大幅提高育苗工场的管理水平；节省人力，减少种植人员的劳动强度；提高生产过程的科技含量，在农业现代化方面做出了有益的探索和尝试。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 温室大棚在现代农业中的地位及作用

温室大棚是人工建筑设施，是为各种作物甚至动物的生长繁殖创造适宜的环境的一种农业设施，它可以依靠自身的设备，调节棚内的温湿度、日照、空气质量等，因此，温室大棚在现代农业发展中具有重大意义。温室大棚可以大幅度提高农作物的成活率，缩短生长周期，而且不受外界环境影响，不受季节、气候、地域的影响，极大的提高了经济效益，特别是在烟苗培育的过程中，运用科技含量高的大棚控制系统，提高资源的利用率，能提高自身的知名度，可以做新型现代化农业的带头人，实现农业生产工业化。

大型化、规模化、产业化、配套设施齐全连栋温室大棚，并大力发展温室大棚有助于推动我国农业的产业化发展。

1.2.2 国内外温室大棚的研究现状

国外发达国家温室大棚的研究起步较早，20世纪50年代里已开始建造并管理温室大棚。到20世纪70年代，已出现用计算机为控制主体的控制系统。并将温室广泛使用于种植业、畜牧业、水产养殖业及景观园艺等行业，促进了生产力的发展。

目前，国外发达国家的温室系统已经形成规模，并具备一定的行业标准。并绝大多数温室大棚工厂均以计算机系统为核心控制，并辅助以各种各样的传感器，对温室环境进行精确控制。并且基本完全取代的人工劳作，直接基于智能化的控制系统，已经在向全自动化的方向进行发展。

我国的温室大棚发展起步较晚。到70年代末和80年代初，我国才出现大规模的温室建筑与生产，且控制系统基本是全套引进国外技术。虽然引进的技术比较先进，但是由于引进价格特别高，售后服务难以及时到位，对农业生产这技术要求过高等因素，并不适合我国的国情发展。因此，国内先后出现多家公司及工程师，对国外大棚技术进行研究，并结合我国现状，对大棚控制系统进行开发，逐步推出适合我国国情，合适我国农业工作者操作控制的系统。国内温室自动控制系统主要有基于工业控制计算机、单片机、PLC等自动控制系统，其功能主要

是针对单个大棚的温度、湿度、CO₂及日照等进行控制。在这些大棚自动控制系统中，多数系统，仍然依靠人工劳动力进行操作，而系统只是起到采集提醒的作用。因此，大力发展我国现代化的温室大棚，提高我国农业生产力，迫在眉睫的事情。

1.2.3 温室大棚的发展趋势

当前温室大棚具有几个很明显的发展趋势：大型化、智能化、现代化、精准化及工厂化。

大型化的温室大棚的优点：空间较大，有利于室内温度的稳定控制，温差比较小，方便进行机械化操作，造价低。

大型化的温室大棚的缺点：日照差，空气不流通等。

在温室大棚技术发展初期，基本采用人工控制的方式进行大棚操作，随着科学技术的发展，在70年代采用模拟式的组合仪表采集现场信息进行指示、记录及控制；80年代出现了分布式控制系统。如今，计算机控制技术的参与，使计算机采集、分析与控制加入到大棚的自动化控制中，使大棚控制系统得到飞速发展。也使得大棚控制系统由纯人工经验手动控制，到人工参与的自动控制，发展到纯自动控制阶段，将来将发展为智能化控制。

温室大棚在日光、通风、温湿度控制的基础上，加上浇水、施肥、打药、摆盘、除草等系统，将这些系统与生产后期的产品输出等系统想结合，实现整个系统的自动化、智能化控制于调度，并可完成环保、节约型的发展，实现全天候、全年性的连续生产。

在温室大棚的生产过程中，精准化的操作步凑正在逐步的推广应用。如精准化的施肥，精准化的打药，精准化的浇灌，精准化的除草，精准化的微量元素供给等。

大型化、规模化、产业化、配套设施齐全的连接温室大棚，使农业生产完全的向工厂化生产靠拢，甚至完全按照工厂化的生产方式进行劳作。

1.3 主要研究内容与组织结构

本文研究的现代化温室大棚自动控制系统是一个涉及嵌入式系统、ARM、CAN 总线、TCP/IP、电子设计自动化等领域的一个复杂系统。

本文将对现代化温室大棚的控制系统做深入研究分析，研究主流的嵌入式技术、ARM 体系结构与编程等，选用恰当的电子元器件，利用电子设计自动化制作以 ARM 为核心的一系列电路板，并设计外围电路，集成有温湿度传感器，并通过 I/O 控制的方式控制大棚内遮荫、卷膜、喷灌和滴灌执行机构完成指定动作。并于每个大棚安装网络交换机及监控摄像机，监控点可视用户需求而增加，用户可定义兴趣点信息，且上位 PC 机可集中监控所有视频监控点。

论文组织结构如下：

第一章，绪论。阐述了项目开发的背景、意义、现状和主要实现的内容，并对全文的组织结构安排进行了概括性的说明。

第二章，关键技术介绍。介绍了系统建设中主要采用的技术和结构，包括：嵌入式系统、ARM 技术 CAN 总线技术和电子自动化设计。

第三章，系统需求分析。从业务需求分析、硬件需求分析、软件功能性需求分析三方面对系统进行了分析，得出了系统开发的范围及任务。

第四章，系统总体设计。从系统的设计原则入手，主要对系统的硬件系统、软件系统及数据库系统进行了设计，形成了系统的软件和硬件的总体框架。

第五章，系统详细设计与实现。详细介绍了硬件系统的各电路板的设计与实现，嵌入式系统编程的设计与实现以及上位软件的设计与实现，同时展示了部分下位及与上位软件界面。

第六章，系统测试。介绍进行系统测试的过程。包含系统硬件测试、软件测试得出了测试的结果，并提出一些改进或处理办法。

第七章，总结与展望。对全文进行了总结，并展望后续的研究工作。

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