
目 录

1 课题背景及研究意义	1
1.1 课题背景	1
1.2 研究意义	1
2 文献综述	2
2.1 温室大棚发展历程	2
2.2 国外温室大棚调控现状及应用	2
2.2.1 现状	2
2.2.2 温室大棚应用	3
2.3 国内温室大棚调控现状及应用	5
2.2.1 现状	5
2.2.2 温室大棚应用	5
2.4 温室大棚智能控制发展前景	6
3 研究内容、预期目标及研究方法	8
3.1 研究内容	8
3.2 预期目标	9
3.3 研究方法	9
4 进度安排	11
参 考 文 献	13

1 课题背景及研究意义

1.1 课题背景

我国人口占世界总人口的五分之一，但耕地面积只有 7%。改革开放以来，我国农业有了一定的发展，但是农业基础相对落后，农业设施不完善，土地利用率低。另外，我国植物种类繁多，南北气候差异很大。东北华北地区属于温带季风气候，冬季气候寒冷，夏季气候炎热多雨，一年的温差很大。华北地区降水较少且时常出现干旱天气，空气较干燥，不适合某些需要在潮湿环境下生长的植物。南方时常出现持续很长时间的阴雨天气，植物得不到充足的阳光。这些都限制了农作物及其他植物的种植，仅靠运输来满足需求显得十分困难。温室大棚的出现很好地解决了这个问题。

随着大棚技术的发展，温室大棚逐渐得到广泛的应用。它比一般的大棚构造复杂，可安装设备。微控制器的加入很大程度上促进了温室大棚的发展。植物的生长需要合适的环境，所以利用温室技术把棚内的参数保持在合适的范围内，显得十分重要。温室大棚创造出虚拟的环境，利用微控制器来满足植物的最佳生长条件。人工控制耗费大量的人力和物力资源，且控制精度差，反应时间慢。把微控制器与温室大棚相结合则成功地解决了这些问题。

1.2 研究意义

温室大棚的推广使用，让以往的季节性生长供应，变成全年性的种植，改变了之前“靠天吃饭”的格局，使植物的种植面积得到很大的扩展。适宜的生长环境很大程度上增加了农作物的产量，改善植物多样性，让一些稀有作物走上餐桌，种植技术的改进可以让蔬菜营养更为丰富，提高人们的生活质量。温室栽培自动化节约大量的水，能源以及人力物力资源，符合可持续发展的特点。让农业走向智能化道路是如今的发展趋势。

本课题以微控制器为核心，开发温室大棚的智能控制系统。通过温度，湿度以及光照传感器来获取温室环境信息，并发送给微控制器，来控制执行机构，达到对温室参数调控的目的。该系统测量精度较高，结构简单，容易操作，维修更换方便，成本也较低。课题思想可用于农业温室大棚栽培生产，从而对农业建设产生一定推动作用，并且拥有很大的发展潜力。

2 文献综述

2.1 温室大棚发展历程

温室栽培最早起源于罗马，当时人们用简易装置催熟黄瓜。后来，一些欧洲国家，地中海沿岸地区诞生了简易的温室，主要培养一些反季节农作物。到了 18 世纪，温室大棚的材料开始选用玻璃。19 世纪后期，欧洲的很多地区开始研究大棚温度调节的措施，可应用于栽培黄瓜，葡萄等农作物。随着技术普及，温室栽培技术陆续传入世界其他地区。到了上个世纪 60 年代，各国温室技术发展迅猛，尤其是发达国家，政府对农业给予很大的补贴，农业设施不断改进。美国在 20 世纪初已拥有数千个冬季蔬菜栽培温室，后来研制的无土栽培技术是一次巨大的转变。随着自动化和计算机等技术不断发展，荷兰率先研制出了计算机控制温室，日本，以色列，英国发达等国家也不断推出大型连栋温室^{[1][2]}。

我国农业起源很早，但基础较为薄弱。数千年前，我国就已懂得人为改造农业设施。上个世纪六十年代北京天津等地区兴起大棚农业。起初的大棚质量一般，承重能力和密封性均较差。改革开放后，我国从荷兰，美国等国家引进技术，温室大棚有了很快的发展，并推广到南方很多地区。到了 80 年代，国内主要发展覆盖材料为塑料薄膜的温室，这是一项巨大的突破，可大大增加我国北方地区农作物产量，后来出现的连栋温室适用于不同经度纬度地区，很大程度上扩大了种植面积^[3]。总体而言，我国的温室大棚正从小型到大型，低级到高级，单栋到连栋的转变，基础设备不断改善，能源利用效率也不断提高。

2.2 国外温室大棚调控现状及应用

2.2.1 现状

目前，日本，美国，荷兰等发达国家在温室自动控制方面处于较领先的位置，设施完善，自动化水平高。计算机控制技术和微控制器技术可以对田间操作进行管理，调节温室参数，例如光照，湿度，温度等。荷兰等欧美国家农业设施规模大，且植物栽培技术以及自动化生产收割的优势明显。美国在大型温室和观赏性植物种植方面有很大优

势。以色列温室技术则有低能耗的特点。目前发达国家温室大棚技术较成熟，基本实现了远程操作，自动化调节，全天候检测等功能。

2.2.2 温室大棚应用

(1) 强制通风冷却温室

由于温暖的冬季气候条件，过去几十年温室栽培在整个地中海地区已经发展十分迅速。这个地区最大的问题就是气候：冬天温暖湿润，而夏天炎热干燥，很多农民不得不在夏天来临之际放弃农作物，因此，在地中海地区，对于温室大棚的从事者来说，冷却大棚中的空气是一项很重要的工作。其难点包括：调整和改善温室大棚的构造和设备，巧妙地运行管理生产系统的每个不同的部分，从而延长适于植物生长以及温室使用的时间等。

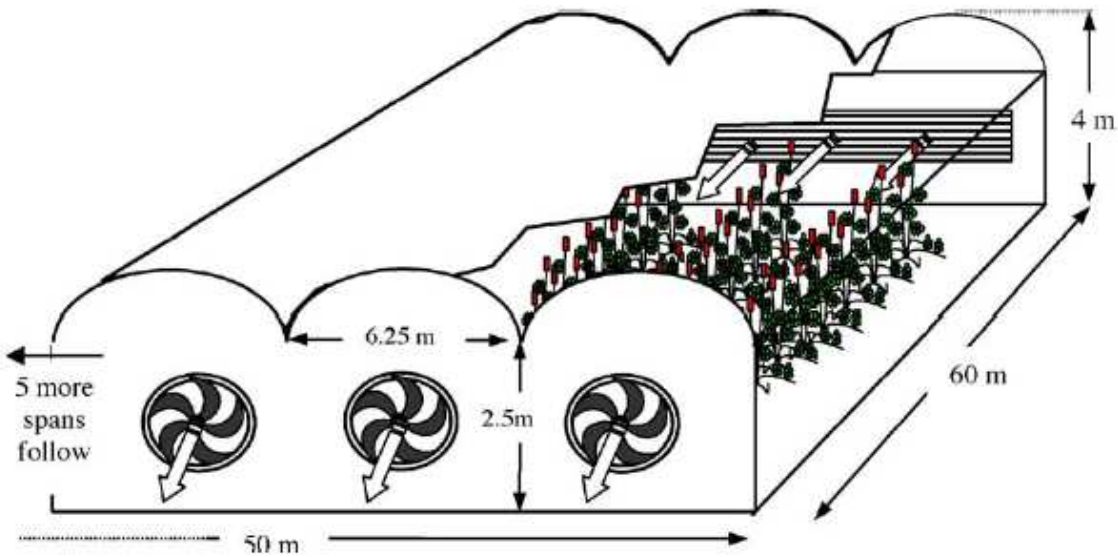


图 2-1 商业计划的玫瑰种植大棚

在夏天，太阳辐射达到最大值，为了满足温度要求，一些低能耗的方式，比如说强制通风，散热垫等被广泛应用。地中海地区最常用的温室冷却方法是自然通风和强制通风。其中，地中海地区的国家常采用强制通风的方式，进行高效率通风。

利用强制通风达到对温室进行冷却和空气湿度调控的方式已经围绕地中海区域不断推广。如图 2-1 所示，该温室大棚共有九个风扇，图中显示其中三个，可设定风扇工

作频率和工作持续时间。通过对外部气温，太阳光强，风速等以及内部通风量，表面材料的透射率等参数的测量，可得到预测气温的简要模型，进而估计大棚通风量^{[4][5]}。

(2) 温室大棚节能策略

温室大棚的基本原则是提高太阳能等的利用率以达到对已有资源的节省，同时减少电能以及其他物资资源的消耗。美国科罗拉多州气候变化异常，出现极端天气的频率很高。通常建设温室大棚太阳能节流系统，尽可能多的提供太阳能转化空间，满足处在寒冷地区植物的生长需求。因此，大棚表面覆盖材料常选用透明材料，例如丙烯酸。同时，要考虑温室特性以及植物生长习性，需要温室系统提供适宜的环境。

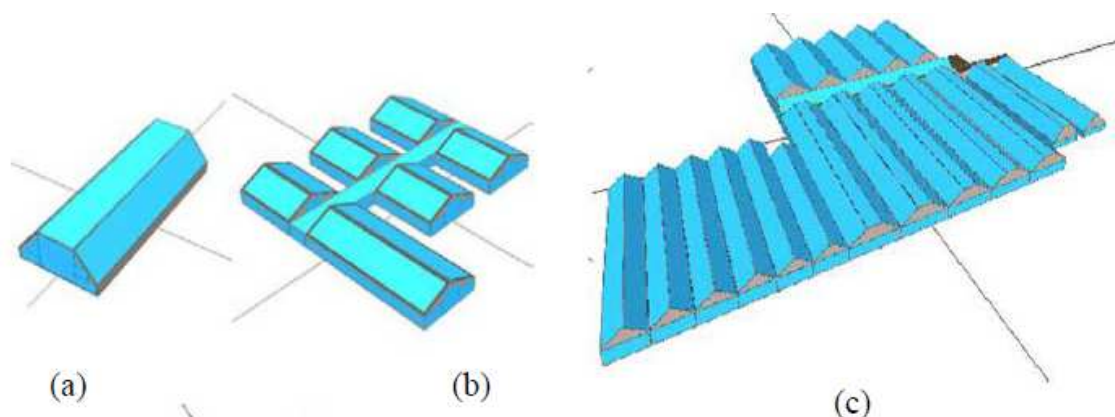


图 2-2 小型，中型，大型温室大棚

对三种不同格式的大棚分别进行能量的分析和评估，来确定相应节能措施，如图 2-2 所示，分别是小型，中型和大型的温室大棚的模型图。评估的措施主要是减少温室热损失，提高供热系统的效率等。

通过评估，认为降低采暖的消耗是最有效的节能措施，包括了墙体的保温，炉锅的高效率产热，采用三层聚碳酸酯和合适的水箱等。但是三层聚碳酸酯成本较高，不符合经济效益，这一措施不建议使用。安装合适的水箱是一种有效的措施，显著增加能量的利用和减少能量消耗。其利用水具有较高的热容，在白天可以吸收太阳辐射，获得热量，夜晚温度降低缓慢，达到供热的目的。一般选择安装黑色或深色的水箱，来捕捉更多地太阳能。另外，小型温室大棚可安装暖风机，夜间使用节能幕墙。中型的一般采用三重聚碳酸酯，外加保温墙。大型规模的大棚可采用基础绝缘和外墙保温的方法节约能

源。根据统计, 横跨科罗拉多州的温室数量有六百之多, 使用节能措施及可再生能源后, 可削减大约 50% 的能量消耗^{[6][7]}。

2.3 国内温室大棚调控现状及应用

2.2.1 现状

我国的温室大棚的总数量为世界之最, 分布比较集中, 南北差异较大, 南方主要栽培花卉等, 北方则主要种植蔬菜。结合微控制器以及计算机通信等技术, 已建成智能化温室, 拥有自动温控, 自动灌溉, 控制执行器运作等功能。目前我国建立蔬菜大棚主要根据自然环境, 使用的年限少, 抗击极端天气的能力较差, 塑料膜容易造成污染, 大棚普遍自动化水平低, 温室气候参数调整不精确, 这些方面和某些发达国家存在一定的差距, 需不断提升技术, 完善设施缩小差距^[8]。

2.2.2 温室大棚应用

(1) 节水灌溉系统

我国温室节水灌溉的研究处于初步阶段, 很多系统仍处于调试阶段。目前研制的 2000 型系统可以实现程序控制和人工控制等, 但是由于成本很高, 所以其使用仅限于实验室, 距离市场化还有一定的差距。土壤传感器是灌溉系统中的重要组成部分, 其插入土壤, 直接获得土壤含水信息, 并传给微控制器进行处理。目前测量精度较高的传感器成本较高, 故其性价比较低, 发展新型传感器很有必要^[9]。另一个重要组成部分是微控制器, 这也是整个系统的核心, 我国使用的微控制器多采用单片机, 例如 8031 单片机。由于该芯片的功能较少, 在实际运用中一般要和计算机通信技术等相结合, 保持土壤恒湿的工作模式^[10]。

节水灌溉要考虑的内容很多, 在保证作物正常生长的水量前提下, 尽量减少水的消耗, 同时在运输水的过程中, 减少渗漏, 缩短运输管道的长度。灌溉过程中尽量保持均匀性, 这就要求合理规划系统, 选择精度高, 性能好的传感器。目前我国大部分使用的是人工浇灌的方法, 在精度上很难保证^[11]。这种模式要求农民有较高的生产运作经验, 为高效节水, 还需改善农业设施, 提高智能化水平。为降低生产运营者操作难度, 使用上下位机的方式对土壤进行监测和控制。系统核心是单片机和 PC, 下位机的功能是对数据进行采集和处理, 利用计算机通信技术将这些信息传给上位机 PC。设置参数环节

使用简洁的人机交互界面,适用性强,适合多数计算机水平不高的生产者使用。该系统结构简单,成本较低,引入模糊控制系统后,可让实用性更强^[12]。采用这些节水技术后,水资源的利用率可大大提高,但针对我国的现状,仍旧存在 30%左右的水资源浪费。很多研究都停留在理论层次,已有的大棚浇灌系统也仅仅是小规模的生产运营,很多情况下,农民无法承担高昂的投资费用。因此,发展成本更低,更易推广的先进高效农业系统显得十分重要。

(2) 数据采集系统

随着温室大棚的发展,我国已基本实现自动准确地获取环境参数,例如光照强度,温度,湿度等。单片机是系统的核心,可处理采集到的数据并传至 PC,对执行器进行控制。AT89S51 单片机,兼容性较好,处理能力达到对温室大棚的要求,此外,其价格低廉,组成简单,能耗低,方便维修和更换^{[13][14]}。参数的采集主要是利用光照传感器,温湿度传感器等。传感器获取的参数传至单片机,进行处理,控制键盘进行查询,显示各个参数值,如果某个数值超过正常范围,报警系统就会启动。系统以 RS485 总线的形式进行通信,上位机需要查询时,下位机通过总线将参数值传递过来^{[15][16]}。

数据采集的目的是对温室参数进行分析,控制执行器,创造出人工的适合植物生长的环境。执行机构主要有日光灯、遮阳网等光照调节装置以及电热器、热吹风、通风扇、灌溉系统等温湿度控制装置^[17]。随着自动控制技术的发展,温室环境因子的调控逐渐无人化,控制精度不断提高。由于每种植物要求的环境不同,一年中不同生长阶段需要的光照,温湿度等也不尽相同,所以对温室大棚控制要求就会比较高,要有良好的控制方案,思路清晰,顺序合理。因此,需不断提高农业生产的自动化水平,改善运行模式,更好地将微控制技术,自动化技术和温室生产结合起来^{[18][19]}。

2.4 温室大棚智能控制发展前景

温室大棚作为新兴产业,自动化和智能化的发展空间很大。我国温室在建设质量上会不断提高,延长使用期,提高抵抗极端天气的能力,同时调节室内参数更便捷。温室内部封闭环境会得到更合理和有效的调控,设备和功能逐渐齐全,室内耕种会更加简洁,节省很多人力物力。栽培功能多样化,收获的产品品种不断增多,由之前的单一蔬菜栽培逐渐向着观赏性植物拓展。随着消费水平的提高,人们开始更多关注健康的饮食

生活,为满足市场需求,温室农作物质量会不断提升,反过来刺激农业经济,培养出更多更好的农业产品。另一方面,温室大棚会向大型化发展,通过集中栽培,统一监管,在技术上给予统一的辅助,很大程度上提高产品质量。机械化以及自动化,智能化温室会得到很快的发展,高性能机械使温室种植由现代化向智能化发展,提高种植效率至少一倍,并且产量将会是目前的至少三倍^[20]。今后,根据不同的气候以及植物特点,全国不同地区将会选择不同类型的温室大棚,达到最优模式,大幅度满足栽种的合理性。同时和国际接轨,通过引进国外技术,并加以融合,找到适合的栽种套路。我国温室大棚技术拥有很大的发展空间,国家也相继颁布了很多鼓励措施,对温室大棚技术的发展有着很好的推动作用^{[21][22]}。

目前我国的温室技术和国外相比还有一定的差距。发达国家温室自动化,智能化水平普遍较高,有一套先进完善的栽培模式。近几年,我国技术有很大的突破,但很多研究仍停留在实验阶段,距离进入市场还有一定距离。操作要求高,建设成本高等仍是存在的主要问题。微控制器技术,传感技术以及自动化等技术需要更好地融合进温室大棚栽培过程中,更加高效地调节温室各参数,使棚内始终保持在植物合适的生长环境。

3 研究内容、预期目标及研究方法

3.1 研究内容

1) 微控制器在温室大棚中的背景和应用现状

(1) 查阅温室大棚微控制器的相关文献,了解目前国内外温室大棚技术的发展情况以及该产业的背景。

(2) 了解目前温室大棚的主要的应用,总结已有功能的不足之处,并在此基础上改进或发展其他功能。

2) 温室大棚光照及温湿度测控系统总体方案确定

确定要实现的功能,评估方案的可行性,并在此基础上搜集传感器信息,确定需要的微控制器和传感器的类型,针对功能,对每个传感器模块进行分析,并考虑系统整体性能。

3) 根据植物所需要的阳光来获取和调整光照强度

通过使用光照传感器来捕捉光强,将光信号传给微控制器,并和植物所需的光强进行比较,日光灯等执行器由微控制器控制,可以对光强进行调节,使光照强度保持在合理的范围之内,满足植物的需求。起到了自动控制光照参数的目的。

4) 通过温度传感器获取实时的温度数据,并根据植物所需要的温度来调整

由温度传感器组成的模块检测气温,将温度数据传给微处理器,并和植物所需的温度对比,电热阻等作为执行器,由微控制器控制,调节温度,使温度控制在合理的范围内,满足植物生长需求。

5) 通过湿度传感器获取实时的土壤湿度数据,并根据植物生长最适宜的湿度进行调整

植物生长需要水分,且直接生长环境是土壤,土壤的含水量直接影响植物的生长发育。通过土壤湿度传感器获得土壤湿度的实时信息,并传给微控制器,然后和植物适宜生长湿度对比,控制灌溉水量,使土壤湿度保持在合适的范围之内,植物处于良好的生长环境。

3.2 预期目标

1) 湿度的精确测量以及水管流量的调整

湿度传感器插入土壤中，测出土壤的实时湿度数据并传回微控制器。整个过程要求传感器模块运行良好，测量精度较高，并且针对实时性，要求传感器处理数据速度满足要求。同时执行器控制精度良好，以达到对土壤湿度的精确控制。

2) 温度的精确测量和调节

利用温度传感器测量室温，要求传感器精确达到要求，能够及时获取温度值并传给微控制器。同时系统能够使执行器在很短的时间之内做出反应，及时调节室温，并且调节精度高，使大棚内温度在合适的范围内。

3) 光照的精确测量和调节

利用光照传感器测量光照强度，传感器测量光照精度要达到要求，测量的数据传输速度快，传给微控制器后，执行器要很快做出反应，达到对室温的精确控制。

4) 系统整体运行平稳，结构简单，维修方便

智能控制系统要求系统每个模块平稳运行，满足测量的前提条件。同时，要求系统结构简单，方便测量数据。另外，要求成本较低，方便维修，通过简要的维修可以延长系统的使用寿命，也让得到的数据更为准确。

3.3 研究方法

1) 阅读关于微控制器在温室大棚中应用的文献

查找并阅读有关文献，了解目前温室大棚的发展，以及微控制器在温室大棚中的应用情况，及时了解学术前沿。科研工作具有继承性，很多研究的成果是对前人研究的深化和拓展，找到存在的问题，并由此获得启发，制定规划和目标，总结结论，设想改进的方案。

2) 在模拟的环境下对系统进行测试

在模拟实验环境下对系统进行组装和测试，采集棚内光照强度，温度，土壤湿度数据，发送给微控制器，各个执行器做出反应，记录经过调节后的温室大棚各个环境参数以及模型所处环境的光照及温度数据，并和温室内部数据对比。

3) 绘制数据曲线，分析温室大棚对环境参数的调节

绘出温室大棚内部的光照强度，温度，土壤湿度以及模型所处环境的光照和温度数据曲线，并分析温室对各个环境参数的调节作用，从而判断实验的成功性，最后得出实验结论。

4 进度安排

第 1~2 周 安排任务，查阅文献，翻译外文资料；

第 3~4 周 熟悉测控系统的需求，写开题报告；

第 5~8 周 完成光照传感器，温度传感器，湿度传感器及各自控制系统各部分电路设计；

第 9~12 周 完成系统的调试，控制程序的编写，完善设计；

第 13~14 周 论文的编写；

第 16 周 答辩准备，答辩。

本人签名：

年 月 日

参 考 文 献

- [1] 侯晓茜. 基于嵌入式系统的温室大棚参数采集与传输[D]. 沈阳工业大学, 2013.
- [2] 钟新平. 基于单片机的温室大棚环境参数自动控制系统[D]. 广西大学, 2011.
- [3] 钟钢. 国内外温室发展历程、现状及趋势[J]. 农业科技与装备, 2013, (9):68-69.
DOI:10.3969/j.issn.1674-1161.2013.09.028.
- [4] Kittas C, Karamanis M, Katsoulas N. Air Temperature Regime In A Forced Ventilated Greenhouse With Rose Crop[J]. Energy and Buildings, 2005, 37(8):807 - 812.
- [5] Salazar R, Rojano A, Lopez I, et al. A Model for the Combine Description of the Temperature and Relative Humidity Regime in the Greenhouse[J]. Artificial Intelligence (MICAI), 2010 Ninth Mexican International Conference on, 2010:113 - 117.
- [6] Kwag B C, Krarti M. Energy Efficiency Design Strategies for Greenhouse in Colorado[C]. //Advances in Solar Buildings and Conservation; Climate Control and the Environment; Solar Heating and Cooling. 2012:111-117.
- [7] Balas M M, Musca S V, Toader D, et al. On a promising sustainable energy system and its control - the passive greenhouse[C]. //Soft Computing Applications, 2009. SOFA '09. 3rd International Workshop on. IEEE, 2009:235 - 240.
- [8] 何南思. 温室大棚环境参数控制[D]. 沈阳工业大学, 2014.
- [9] 迟天阳, 杨方, 果莉. 节水灌溉中土壤湿度传感器的应用[J]. 东北农业大学学报, 2006, 37(1):135-137. DOI:10.3969/j.issn.1005-9369.2006.01.029.
- [10] 王芳琴. 单片机控制的节水灌溉系统的研究[D]. 华中农业大学, 2005.
DOI:10.7666/d.y806423.
- [11] 李秀娟. 现代化农业设施节水灌溉控制系统的研究[D]. 合肥工业大学, 2007.
DOI:10.7666/d.y1054075.
- [12] 张豪. 基于单片机的模糊控制在节水灌溉控制系统中的实现[D]. 江南大学, 2007. DOI:10.7666/d.y1399139.
- [13] 常喜茂, 孔英会, 付小宁. C51 基础与应用. 北京: 电子工业出版社, 2008.

- [14] 李敏, 曾明, 孟臣等. 温室大棚单片机数据采集系统设计[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2003, 15(1):47-51. DOI:10.3969/j.issn.1002-2090.2003.01.012.
- [15] 程微滨, 叶林朋. 基于单片机的温室大棚数据采集系统设计[J]. 知识经济, 2009, (11):88-88.
- [16] 温吉珍, 刘洪山. 基于单片机的温室大棚检测系统原理性装置研制[J]. 科技创新导报, 2010, (20):25-25. DOI:10.3969/j.issn.1674-098X.2010.20.017.
- [17] 彭其圣, 刘松龄. 单片机温室大棚种植参数监控系统[J]. 中南民族大学学报:自然科学版, 2004, 23(2):52-53. DOI:10.3969/j.issn.1672-4321.2004.02.016.
- [18] 刘力, 鲍安红, 曹树星等. 温室大棚内环境自动化控制方案设计[J]. 农机化研究, 2013, 35(1):90-93. DOI:10.3969/j.issn.1003-188X.2013.01.022.
- [19] 高迟, 山东莱芜职业技术学院机电系, 山东莱芜 271100. 基于单片机的智能温室大棚控制系统[J]. 机电产品开发与创新, 2005, 18:131-132. DOI:10.3969/j.issn.1002-6673.2005.06.056.
- [20] 王丽艳, 邱立春, 郭树国. 我国温室发展现状与对策[J]. 农机化研究, 2008, (10):207-209. DOI:10.3969/j.issn.1003-188X.2008.10.062.
- [21] 王琦, 徐克生, 郭艳玲等. 现代温室发展趋势[J]. 林业机械与木工设备, 2004, 32(10):8-9. DOI:10.3969/j.issn.2095-2953.2004.10.002.
- [22] 陈国辉, 郭艳玲, 宋文龙. 温室发展现状及我国温室需要解决的主要问题[J]. 林业机械与木工设备, 2004, 32:11-12. DOI:10.3969/j.issn.2095-2953.2004.02.003.

指导教师意见

指导教师签字:

年 月 日

