

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 19920131152908

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

大型养鸡场 LED 照明关键技术研究与应用

Research and Application on Key Technologies of LED

Lighting for Large Henhouse

王新峰

指导教师姓名: 陈文芾 教授

专业名称: 测试计量技术及仪器

论文提交日期: 2016 年 月

论文答辩时间: 2016 年 月

学位授予日期: 2016 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2016 年 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

摘要

人工照明技术可促进肉鸡生长以提高产量,使鸡舍照明技术在近年来发展迅速。具有环保、节能、高效和寿命长等优点的 LED 照明技术广泛应用于各个领域。本文基于某企业鸡舍照明设备改造项目,结合 LED 照明技术,为企业设计了一套稳定可靠的大型鸡舍 LED 照明系统。

本文介绍了鸡舍 LED 照明系统总体方案,阐述了系统布局及要求,利用距高比概念确定鸡舍光照分布和单盏灯光通量,确定照度控制方式,确立系统控制方法,确定各分区供电的开关电源设计标准。在总体方案基础上进行控制系统设计,为解决远距离信息传输设计通信信道,定义有物理层、应用层和数据链路层的 HJF 通信协议并完成控制系统软硬件设计。因系统供电标准严格,本文详细阐述了开关电源设计过程,对开关电源输入整流滤波电路、双端正激拓扑电路、PWM 控制电路、反馈电路和高压变压器等进行设计,给出各电路工作原理并分析和计算各电路元件参数等。在开关电源设计基础上用 Saber 仿真软件对其仿真,分析仿真波形,由仿真结果对实际设计进行必要优化和改进,并进一步证实开关电源理论设计的正确性。基于各模块理论设计,对 LED 照明系统进行通信信道测试;搭建开关电源实验平台,进行电源性能测试,对所测数据进行分析 and 总结;对投入运用的大型鸡舍 LED 照明系统抽样测试,总结测试结果。

测试结果表明,所设计大型鸡舍 LED 照明系统各模块工作稳定可靠,具有较大的工程应用价值。

关键词: LED 照明; 开关电源; 通信协议

Abstract

Artificial lighting technology could promote the growth of poultry for the high yield, which makes the hen house lighting technology developed rapidly in recent years. LED lighting technology is widely applied in various fields because of its environmental protection, energy saving, high efficiency and long life. In order to improve an enterprise's henhouse lighting equipment, this article designs a set of stable and reliable large henhouse LED lighting system based on LED lighting technology.

This paper introduces the overall scheme of the henhouse LED lighting system including the system layout and requirements. The henhouse illumination design and single lamp flux distribution are determined by S/MH. In addition, the overall scheme includes how to control the Intensity of illumination and establishes system's control method and design standard of switching power supply. The control system is designed on the basis of overall scheme. A communication channel is designed to solve the long-distance information transmission and a HJF communication protocol with physical layer, application layer and data link layer is defined. The control system's hardware and software are designed. Due to the system's strictly power supply standard, this paper expounds on design process of the switching power supply, and the power input rectifier filter circuit, double correct topology circuit, PWM control circuit, feedback circuit and high frequency transformer are designed in detail. The principle of the circuit is given and the parameters of circuit element is determined. The simulation of switching power supply design is executed using Saber software and the simulation waveform is analyzed. The simulation results show that there is necessary to optimize and improve actual design. The correctness of the theory of switch power supply design is further confirmed. The communication channel and the power performance are tested by taking advantage of the theory of module design. Sample test of large tunnel LED lighting system is executed and summarizes the test results.

The results of test show that the design of large henhouse LED lighting system module works stable and reliable and the system has great engineering application value.

Key words: LED lighting;Switching power supply;Communication protocol

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
目录.....	IV
Content.....	VIII
第一章 绪论	1
1.1 课题研究的背景与意义	1
1.2 LED 照明技术发展现状及发展方向	3
1.2.1 国外 LED 照明技术发展现状.....	3
1.2.2 国内 LED 照明技术发展现状.....	3
1.2.3 我国 LED 照明技术发展方向.....	4
1.3 本文结构安排	4
第二章 总体方案	6
2.1 鸡舍光照分析与布局设计	6
2.1.1 鸡舍内部布局.....	6
2.1.2 饲鸡周期中的光照要求.....	6
2.1.3 控制要求.....	7
2.2 光照分布分析	7
2.2.1 距高比与光照均匀度.....	8
2.2.2 鸡舍灯光设计.....	9
2.2.3 单盏照明灯所需光通量.....	10
2.3 照度控制	10
2.3.1 照明灯功率与用电总功率.....	10
2.3.2 灯光照度控制.....	11
2.4 整体控制方案	13
2.4.1 主控中心.....	13

2.4.2 通信信道.....	14
2.4.3 从控节点.....	14
2.5 供电方式	14
2.5.1 供电电源参数指标.....	14
2.5.2 隔离式典型拓扑比较.....	15
2.5.3 供电电源主拓扑确定.....	15
2.6 本章小结	16
第三章 控制系统设计	17
3.1 HJF 通信协议制定	17
3.1.1 物理层.....	17
3.1.2 数据链路层.....	18
3.1.3 应用层.....	19
3.2 控制系统硬件设计	20
3.2.1 主控中心.....	21
3.2.2 通信信道.....	22
3.2.3 从控节点.....	22
3.3 控制系统软件设计	24
3.3.1 主控中心发送程序设计.....	24
3.3.2 从控节点接收程序设计.....	24
3.4 本章小结	25
第四章 控制分区供电电源	26
4.1 开关电源系统结构	26
4.2 输入整流滤波电路设计	26
4.2.1 防浪涌和 EMI 滤波	27
4.2.2 整流滤波电路.....	27
4.3 高频直流转换器及驱动电路设计	28
4.3.1 双端正激拓扑电路设计.....	29
4.3.2 功率开关管驱动电路设计.....	31

4.4 高频变压器设计	32
4.4.1 高频变压器磁芯材料的选择.....	32
4.4.2 高频变压器的设计条件.....	32
4.4.3 AP 法.....	33
4.4.4 确定电流密度 J	33
4.4.5 确定变压器磁芯.....	34
4.4.6 确定最大占空比 D_{\max}	34
4.4.7 变压器初级绕组匝数 N_p 确定.....	35
4.4.8 变压器次级绕组匝数 N_{s1} 、 N_{s2} 确定.....	36
4.5 输出整流滤波电路设计	37
4.5.1 输出整流电路.....	37
4.5.2 输出滤波电路.....	38
4.6 PWM 控制电路设计	40
4.7 反馈电路设计	43
4.7.1 基于 TL431 的电压反馈电路设计.....	43
4.7.2 电流反馈电路设计.....	45
4.8 本章小结	46
第五章 电源电路仿真	47
5.1 Saber 仿真	47
5.2 输入整流滤波电路仿真分析及优化	47
5.3 UC3845 电路功能仿真.....	50
5.4 双端正激拓扑电路及驱动电路仿真	51
5.4.1 开关管驱动电路仿真.....	52
5.4.2 双端正激拓扑仿真.....	53
5.5 电压反馈电路仿真	56
5.6 本章小结	58
第六章 系统调试与结果分析	59
6.1 通信信道测试	59

6.2 开关电源测试	62
6.2.1 开关电源电路搭建及平台测试.....	62
6.2.2 空载测试.....	64
6.2.3 输出电压准确度测试.....	66
6.2.4 输出电压纹波测试.....	66
6.2.5 效率测试.....	68
6.3 鸡舍照度测试	69
6.4 本章小结	70
第七章 总结与展望	71
7.1 总结	71
7.2 展望	72
参考文献	73
致谢.....	75
攻读硕士研究生期间科研成果	76

Content

Abstract.....	I
Content.....	IV
Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research background and significance.....	1
1.2 The present situation and developing direction of LED lighting technology	3
1.2.1 The current situation of the development of abroad LED lighting technology.....	3
1.2.2 The current situation of the development of the domestic LED lighting technology.....	3
1.2.3 The development direction of LED lighting technology in China	4
1.3 The work content arrangement of this article.....	4
Chapter 2 The overall scheme of the system	6
2.1 The lighting analysis and layout design of a henhouse.....	6
2.1.1 The internal layout of a henhouse	6
2.1.2 Requirements for the light in the chicken's feeding cycle	6
2.1.3 Control requirements	7
2.2 The analysis of light distribution	7
2.2.1 Spacing ratio and illumination evenness.....	8
2.2.2 The design of a henhouse's light.....	9
2.2.3 The needed luminous flux of a lamp.....	10
2.3 Intensity of illumination control	10
2.3.1 The power of a lamp and the total power of a henhouse	10
2.3.2 The light intensity of illumination control	11
2.4 The overall control scheme.....	13
2.4.1 The control center	13

2.4.2 Communication channel	14
2.4.3 The control node	14
2.5 The power supply mode.....	14
2.5.1 The power supply parameters	14
2.5.2 The comparison of isolation topologies	15
2.5.3 Determine the main topology of the power supply.....	15
2.6 Summary.....	16
Chapter 3 Control system design	17
3.1 Define the HJF communication protocol.....	17
3.1.1 The physical layer	17
3.1.2 The data link layer	18
3.2 The hardware design of the control system	20
3.2.1 The control center	21
3.2.2 Communication channel	22
3.2.3 The control node	22
3.3 The software design of the control system	24
3.3.1 The sending program design of the master control center	24
3.3.2 The receiving program design of the control node	24
3.4 Summary.....	25
Chapter 4 The power supply of a control partition	26
4.1 The structure of the switching power supply	26
4.2 The design of the input rectifier filter circuit	26
4.2.1 The surge and the EMI filter	27
4.2.2 Rectifier filter circuit.....	27
4.3 The design of the high frequency DC converter and its driving circuit	28
4.3.1 The design of the double-ended and positive exciter circuit	29
4.3.2 Driving circuit design of the power switch tube.....	31

4.4 The design of the high-frequency transformer.....	32
4.4.1 The selection of material for the high-frequency transformer magnetic core.....	32
4.4.2 The design conditions of high-frequency transformer.....	32
4.4.3 AP method.....	33
4.4.4 Determine the current density J	33
4.4.5 Determine the transformer magnetic core.....	34
4.4.6 Determine the maximum duty cycle D_{\max}	34
4.4.7 The transformer's primary winding turns N_p	35
4.4.8 The transformer's secondary winding turns N_{s1}, N_{s2}	36
4.5 The design of the output rectifier filter circuit.....	37
4.5.1 The output rectifier circuit.....	37
4.5.2 The output filter circuit.....	38
4.6 PWM Control circuit design.....	40
4.7 Feedback circuit design.....	43
4.7.1 The voltage feedback circuit design based on TL431.....	43
4.7.2 Current feedback circuit design.....	45
4.8 Summary.....	46
Chapter 5 The power supply circuit simulation.....	47
5.1 The Saber simulation.....	47
5.2 The analysis and optimization of input rectifier filter circuit simulation.....	47
5.3 UC3845 circuit simulation.....	50
5.4 The double-ended and positive exciter circuit and driving circuit simulation.....	51
5.4.1 Switch tube driving circuit simulation.....	52
5.4.2 The double-ended and positive exciter circuit simulation.....	53
5.5 The simulation of the voltage feedback circuit.....	56
5.6 Summary.....	58

Chapter 6 The tests and analysis of the system.....	59
6.1 Communication channel test.....	59
6.2 Switching power supply test.....	62
6.2.1 Construct the switch power supply circuit and excute the platform's tests	62
6.2.2 No-load test.....	64
6.2.3 The accuracy of the output voltage test	66
6.2.4 The output voltage ripple test	66
6.2.5 The efficiency test.....	68
6.3 Henhouse illumination tests	69
6.4 Summary.....	70
Chapter 7 Summary and outlook	71
7.1 Summary.....	71
7.2 Outlook.....	72
References	73
Acknowledgement.....	75
Scientific achievements during master's study	76

第一章 绪论

1.1 课题研究的背景与意义

随着我国经济社会的快速发展，人民生活水平普遍提高，各种肉类需求迅速增长，其中以鸡肉的增长尤为明显，致使肉鸡养殖规模迅速扩大^[1]，各种新型养殖技术应用于家禽养殖。鸡是一种感光性很强的动物，人工照明会影响鸡的生长发育、生理特性和激素分泌等^[2, 3]，因此家禽养殖广泛利用人工照明技术促进肉鸡生长以提高产量^[4]，养鸡场鸡舍照明技术在近年来发展迅速。



图 1.1 鸡舍中人工照明技术

为应对环境污染和资源浪费等问题，各个国家都在倡导节能减排，世界经济的发展也以低碳经济作为发展方向，我国也提出了到 2020 年单位 GDP 碳排放要比 2005 年下降 40%~45% 的国际承诺低碳目标^[5]。发光二极管环保、节能、高效和寿命长的特点恰好迎合了时代的发展要求，使 LED 照明技术普遍运用于各个领域^[6]。大型鸡舍 LED 照明技术就是 LED 照明技术的新运用之一。

传统鸡舍照明技术有白炽灯、荧光灯和高压气体灯三种照明方式。白炽灯自爱迪生发明以来，就已经得到广泛利用，但白炽灯寿命短、耗电高、效率低等缺点致使其逐步退出历史舞台，我国也提出了《中国逐步淘汰白炽灯路线图》等白炽灯退市政策^[7]。荧光灯虽然耗电少，但荧光灯寿命短、有电磁辐射和产生有害物质等弊端也使其推广有限。高压气体灯同样有寿命短、电磁辐射和易碎等弊端，

而且还成本高、维护难，并不适用于家禽养殖照明。三种照明形式和 LED 照明形式相比较如表 1.1:

表 1.1 三种传统照明形式和 LED 比较

	发光效率 (lm/W)	显色性	寿命 (h)	环保	色温 (K)
白炽灯	10	60	1000	差	2000
荧光灯	50	70	5000	差 (含汞、有辐射)	5000
高压气体灯	80	80	8000	差 (含汞)	6000
LED	≥60	≤80	50000	好	4000-6000

传统的三种照明形式在发光效率、寿命、环保等方面都存在一定的缺陷，而 LED 照明形式具有发光效率高，绿色无污染，使用寿命长等优点，使 LED 照明技术成为目前鸡舍照明技术重要的发展方向之一。

LED 驱动电源是鸡舍 LED 照明技术中非常重要的一个环节，驱动电源性能好坏直接决定了整个鸡舍 LED 照明系统的优劣。开关电源具有高效率、低成本、小体积、轻量化等方面的优势^[8,9]，在电源“家族”中占有重要的地位，是成长迅速的前沿电源技术^[10]，也是目前 LED 驱动电源广泛采用的电源形式。相比于传统的 LED 驱动电源，开关电源拥有如下特点：

1. 结构简单、重量小。开关电源将输入的交流电压进行整流滤波，再利用 PWM 脉冲信号控制整流滤波后的直流电压，可省去体积大且重的电源变压器，电源体积小、简单轻便。

2. 效率高、功耗小。开关电源开关管工作在开关状态，效率高，转换效率可达 95%以上。

3. 安全性高。开关电源拥有多种辅助保护电路，在雷击等输入骤变、过载或短路等情况下都可以实现不损害开关电源的情况下关断电源，可安全的保护电源和负载。

4. 工作范围宽。开关电源通过改变输入直流电压的脉宽来改变不同大小的输出电压，使开关电源输出电压实现大范围控制，拥有较宽的调压范围。

本文所研究鸡舍照明技术来源于某校企合作科研项目，为满足企业的严格要求，笔者对 LED 照明布局进行了认真规划、对 LED 驱动电源进行了认真的设计，

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 for delivery details.