

学校编码：10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学 号：23220101153214

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

全自动螺旋型节能灯封口机控制系统设计

The Control System Design of automatic  
spiral energy-saving lamp sealing machine

吴康强

指导教师姓名：陈 伟 副教授

专 业 名 称：控制工程

论文提交日期：2013 年 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

厦门大学博硕士论文摘要库

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

兹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）》。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

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。）

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

白炽灯给人们的生活带来便利的同时，由于其浪费能源、二氧化碳排放量较高，严重加剧了全球的温室效应。节能灯以其光效好、寿命长等优点，成为白炽灯的最佳替代品。

螺旋型节能灯封口机就是将芯柱和灯管进行严密封接的设备。该设备拥有 36 个工位共 72 个步进电机，采用 PLC 控制系统成本昂贵，不利于设备的推广使用，针对该问题，本文提出了一种基于 RS485 总线通信的单片机控制系统，并开发步进电机驱动模块，节省数量众多的步进电机驱动器成本，最终实现控制系统可靠稳定、生产效率高、性价比好的设计要求。

首先，论文分析了全自动螺旋型节能灯封口机的设备结构和工作原理，根据需求分析设计了控制系统的总体方案，并确立主控制器和从控制器的软硬件开发为本文的重点内容。

随后，论文介绍了控制系统的软硬件平台设计。硬件平台主要介绍了主控制器和从控制器各个功能模块电路原理，主要包括步进电机驱动模块、RS485 总线通信模块、低压掉电检测模块等。软件平台主要介绍了构成主控制器和从控制器软件基本框架的功能模块程序及其相关流程图算法。

接着，论文针对控制系统现场调试时遇到的变频器干扰 RS485 总线通信和断电保存数据出错等问题进行了详细的问题分析，并给出相应的可行解决方案。

最后，论文对研究内容、经验和不足进行总结，指出该控制系统未来的进一步工作任务和研究方向。

本文介绍的全自动螺旋型节能灯封口机控制系统达到预先的设计要求，投入生产应用可靠稳定，效率高，性价比高，具有很好的市场推广价值。

**关键词：**节能灯 封口机 RS485 总线 步进电机驱动模块

厦门大学博硕士学位论文摘要库



## Abstract

The incandescent lamp is bringing people a convenient life, but in the meanwhile, it is making the greenhouse effect aggravated because of the large wasting of energy and high carbon dioxide emissions. Nowadays, the energy-saving lamp is turning out to be the best substitute for incandescent lamp due to the excellent lighting effect and the long working-life and so on.

The spiral energy-saving lamp sealing machine is one of the facilities what can make a strong sealing in both of core column and light tube. It is keeping 36 welding stations and 72 stepping motors, but due to the exorbitant cost of the PLC Control System, it is hard to be spread and accepted wildly. For this issue and creating a reliable, stable and efficient control system, this paper gets going to talk about a Single-chip Control System based on the RS485-bus communication and developing a stepping motor driver module for reducing the cost of excess stepping motor drivers.

First part, the paper shows you a new design of the overall plan of the control system according to the analysis of the structure and operating principle of the automatic spiral energy-saving lamp sealing machine, and it will take the hardware and software development of the master controller and alternate controller as the key contents of this paper.

Second part, the paper introduces you the platform design of software and hardware of the control system. For the part of the hardware platform, it will highlight the circuitry of every functional module of the master controller and alternate controller, including stepping motor driver module, RS485-bus communication module, low-voltage detection module and so on. For the part of the software platform, it will focus on functional module program what makes up the basic framework of the software of the master controller and alternate controller as well as the algorithm of the relevant flow chart.

Third part, the paper makes a specific analysis and presents some feasible solutions for the issues of the RS485-bus communication disturbed by the frequency converter and the error saving data caused by the abrupt power-lost.

Last part, the paper summarizes the entire studies, experience and shortage, indicates the further working-task and research-direction of this control system.

The control system of the automatic spiral energy-saving lamp sealing machine

introduced by the paper meets the predetermined requirements. The sealing machine works reliably and stably while the good-price control system comes into use which proves its excellent marketing value.

**Keyword:** energy-saving lamp; sealing machine; RS485-bus;  
stepping motor driver module

厦门大学博硕士论文摘要库

## 目 录

第一章 绪论.....	1
1.1 选题背景及意义.....	1
1.1.1 节能灯应运而生.....	1
1.1.2 国内外研究现状和重要意义.....	1
1.2 本文的主要工作和章节安排.....	3
第二章 总体方案的分析与设计.....	5
2.1 设备结构和工作原理.....	5
2.2 系统总体方案设计及需求分析.....	6
2.2.1 系统总体方案设计.....	6
2.2.2 系统的硬件配置和功能需求.....	8
2.2.3 系统的工作模式.....	10
2.2.4 RS485 总线通信报文格式设计.....	11
第三章 控制系统硬件平台设计.....	13
3.1 从控制器设计.....	13
3.1.1 从控制器 CPU 芯片性能.....	14
3.1.2 输入输出模块.....	14
3.1.3 步进电机驱动模块.....	16
3.1.4 RS485 总线通信模块.....	18
3.1.5 低压掉电检测模块.....	20
3.2 主控制器设计.....	21
3.2.1 主控制器芯片性能.....	22
3.2.2 绝对值编码器输入模块.....	23
3.2.3 步进电机驱动器接口模块.....	25
3.3 触摸屏简介.....	27
3.4 变频器简介.....	28
第四章 控制系统软件架构与设计.....	30
4.1 控制系统软件总体架构.....	30

---

4.2 从控制器软件设计.....	31
4.2.1 工序动作表调用设计.....	31
4.2.2 步进电机控制程序.....	33
4.3 主控制器软件设计.....	35
4.3.1 绝对值编码器位置读取设计.....	35
4.3.2 灯管参数存取设计.....	37
4.4 其他程序模块设计.....	39
4.4.1 CRC 校验.....	40
4.4.2 输入信号滤波.....	41
4.4.3 RS485 总线轮询方式设计.....	42
第五章 控制系统现场调试遇到的问题.....	44
5.1 现场调试总体情况.....	44
5.2 RS485 总线通信干扰问题.....	44
5.2.1 问题分析.....	45
5.2.2 解决方案.....	46
5.3 断电保存数据出错问题.....	49
5.3.1 问题分析.....	49
5.3.2 解决方案.....	51
第六章 总结与展望.....	53
参考文献.....	54
致 谢.....	56

## Contents

Chapter 1	Introduction .....	1
1.1	The background and significance of this paper .....	1
1. 1. 1	Energy-saving lamps arises at the historic moment.....	1
1. 1. 2	Domestic and foreign research status and significance .....	1
1.2	The main work and chapter arrangement of this paper.....	3
Chapter 2	The analysis and design of the overall scheme .....	5
2.1	The structure and working principle of sealing machine.....	5
2.2	Design of the overall scheme and requirements analysis .....	6
2.2.1	Design of the overall scheme .....	6
2.2.2	Hardware configuration and functional requirements .....	8
2.2.3	The operation modes of the system.....	10
2.2.4	Design of RS485-bus communication message format .....	11
Chapter 3	Hardware platform design of control system .....	13
3.1	Design of the Alternate controller.....	13
3.1.1	Chip performance of the alternate controller .....	14
3.1.2	Input and output modules.....	14
3.1.3	Stepping motor driver module .....	16
3.1.4	RS485-bus communication module .....	18
3.1.5	Low-voltage detection module .....	20
3.2	Design of the master controller.....	21
3.2.1	Chip performance of the master controller .....	22
3.2.2	Absolute value encoder input module.....	23
3.2.3	Stepping motor driver interface module .....	25
3.3	Introduction of touch screen .....	27
3.4	Introduction of frequency converter .....	28
Chapter 4	Software architecture and design of the control system.....	30
4.1	Overall software architecture of the control system .....	30

4.2	Software design of the alternate controller .....	31
4.2.1	Process actions table called design .....	31
4.2.2	Stepping motor control program .....	33
4.3	Software design of the master controller .....	35
4.3.1	Absolute value encoder positions read design .....	35
4.3.2	Access design of Tube parameters .....	37
4.4	Designs of other program modules .....	39
4.4.1	CRC check .....	40
4.4.2	The input signal filtering .....	41
4.4.3	Design of the RS485-bus polling mode .....	42
Chapter 5	The scene debugging problems of the control system .....	44
5.1	Overall situation of the scene debugging .....	44
5.2	The issue of the RS485-bus communication interference .....	44
5.2.1	Problem analysis .....	45
5.2.2	The solution .....	46
5.3	The issue of the error saving data caused by the abrupt power-lost .....	49
5.3.1	Problem analysis .....	49
5.3.2	The solution .....	51
Chapter 6	Summary and expectation .....	53
Reference	.....	54
Acknowledges	.....	56

## 第一章 绪论

### 1.1 选题背景及意义

#### 1.1.1 节能灯应运而生

中国是白炽灯的生产 and 消费大国，据测算，中国照明用电约占全社会用电量的 12% 左右。据统计，白炽灯每瓦发出 10lm 左右的光，使用寿命 1000h 左右。而节能灯每瓦发出 60lm 左右的光，使用寿命 5000h 以上，一些好的品牌甚至可以达到 10000h<sup>[1]</sup>。节能灯比白炽灯节电 70%~80%，发光效率却是白炽灯的 5 倍以上。如果把在用的白炽灯全部替换为节能灯，年可节电 480 亿千瓦时，相当于减少二氧化碳排放 4800 万吨，节能减排潜力巨大<sup>[2]</sup>。

节能灯凭借着发热量低、耗电量少、寿命长、显色好、反应速度快、无闪频、不伤眼、体积小、可平面封装、产品轻薄短小等优点，成为白炽灯的最佳替代品。逐步淘汰白炽灯，不仅有利于加快推动中国照明电器行业技术进步，促进照明电器行业结构升级优化，而且也将为实现“十二五”节能减排目标、应对全球气候变化做出积极贡献。

但是，有两个因素影响着节能灯的推广使用<sup>[3]</sup>。

一、价格。目前市场上节能灯价格虽然高出白炽灯几倍，但是如果算上电费帐，使用节能灯是划算的。然而前提是这只节能灯的使用寿命至少要达到 1 年。于是，就有了第二个影响因素。

二、质量。近年来，在国家强力推广使用节能灯、大型企业潜心研究技术创新的大背景下，节能灯的品质明显提高。然而恰如一个硬币的两面，在巨大的消费潜力和利润空间面前，一些企业不管自己是否拥有合格的生产能力，就趋之若鹜地进入节能灯生产领域，最终导致节能灯市场鱼龙混杂。

#### 1.1.2 国内外研究现状和重要意义

节能灯种类繁多，最常见的有 U 型和螺旋型灯管两种，每种灯管又分为很多种规格型号，如螺旋型灯管管径有 T1、T2、T3、T4、T5 之分。与 U 型节能

灯相比，螺旋型节能灯具有光效更高、寿命更长、光线分布均匀、轴向尺寸小等优点。因此节能灯灯管类型将向螺旋型节能灯方向发展<sup>[4][5][6]</sup>。

螺旋型节能灯生产线包括以下流程：成型，涂粉，烤管，封口，排气，老炼。然而，螺旋型节能灯生产过程很多道工序仍然面临着瓶颈，且因为规格太多导致节能灯设备调整环节多，设备的稳定性可靠性差，不利于实现螺旋型节能灯的大规模自动化生产。

在国外，一些知名的节能灯生产大公司，生产的节能灯品种单一，规格少，一般采用 1200 只/h 的 U 型节能灯自动生产线，管理人员 10 人以下。这些知名的大公司，自己不生产螺旋型节能灯，而是采用收购贴牌销售，大部分螺旋型节能灯收购渠道由中国进口获得。

在国内，政府或企业没有对螺旋型节能灯生产工艺、技术及设备组织系统的培训探讨，导致螺旋型节能灯设备的发展比 U 型节能灯设备缓慢很多，虽然一些企业自发研制了一些半自动化的生产设备，但是仍有一些工序没有得到很好的解决，成为生产的瓶颈和影响产品质量的根源。目前少数有实力的企业，从涂粉到老练，采用半自动生产设备，生产线效率一般为 800~1000 只/小时，而大多数的企业仍是采用简单的作坊式的手工操作设备生产<sup>[7]</sup>。

目前国内在节能灯生产流程的封口环节主要是依靠 3 工位和 6 工位的手动封口机。该手动封口机除了自动旋转工作夹头外，其他步骤全部依赖生产人员凭感觉完成整个封口工序，存在着许许多多的问题，如封口部位慢漏气、机械强度差、外形尺寸不一致等，给节能灯管的生产质量埋下不小的隐患。

从台湾引进的 DGFL20 半自动封口机能满足国产各种不同管径的节能灯型号的生产要求，设备运转平稳、操作简单、合格率高且机械强度较高，封接表面光滑，外形尺寸一致，弥补了手动封口机的很多不足点<sup>[8][9]</sup>。纵然如此，半自动封口机自动化程度和生产效率方面依然存有很大的上升空间。

于是，本文的全自动螺旋型节能灯封口机设备渐渐地问世了。下表 1-1 为 3 工位手动封口机、DGFL20 半自动封口机、本文全自动封口机各项指标的比较：



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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库