

# 太阳能家用照明系统控的设计

## 【目录】：

- 摘要 8-9
- 1 绪论 10-15
  - 1.1.1 课题研究的背景和意义
  - 1.2 太阳能光伏发电利用的现状 11-13
    - 1.2.1 国外太阳能光伏发电利用状况 11-12
    - 1.2.2 国内太阳能光伏发电利用状况 12-13
  - 1.3 太阳能家用照明系统的发展趋势 13
- 2 太阳能家用照明系统组件分析 15-31
  - 2.1 太阳能家用照明系统主控制电路 15-16
  - 2.2 光伏电池 16-18
    - 2.2.1 光伏电池基本知识 16-17
      - 2.2.1.1 光伏电池的工作原理及特点 16
      - 2.2.1.2 铅酸蓄电池充放电原理 18-19
    - 2.3.2 铅酸蓄电池充放电原理 18-19
  - 2.4 DC/DC 控制电路 20-26
  - 2.5 电路工作电源 29-31
- 3 太阳能家用照明系统控制器硬件参数设计 31-37
- 太阳能家用照明系统控制器软件设计 37-44
- 5 结果与讨论 44-45
- 参考文献 45-47
- 附录 1：太阳能家用照明系统控制器总电路原理图 47-48
- 附录 2：太阳能家用照明系统控制器电路 PCB 图 48
- 附录 3：我国全年太阳能总辐射图 48-49
- 致谢 53

**【摘要】：** 太阳能家用照明系统由光伏电池组件、蓄电池、控制器和照明负载等主要器件组成。光伏电池组件将接收到太阳光能转变电能储存在蓄电池之中，控制器将根据用户的需要控制蓄电池向照明负载供电或断电，因此，控制器在太阳能家用照明系统有至关重要的作用。本课题设计了一种以 STC12C5410AD 核心的太阳能家用照明系统控制器。SG3525 电路产生 10KHz 的 PWM 信号去驱动 Buck 电路，Buck 电路将输入直流电转换成稳定的 36V 直流输出，STC12C5410AD 通过数据处理实现对对蓄电池的充电管理，并产生两路方波控制逆变电路实现 DC/AC 逆变，将 36V 转换成 220V 交流电输出。其稳压功能是这样实现的：220V 交流电通过变压、整流、滤波后作为电路的反馈电压与 SG3525 内部提供的给定基准电压进行比较，产生差值信号  $\Delta U_k$  送 SG3525 进行处理，如果  $\Delta U_k=0$ ，说明此时输出电压满足稳压要求，不需调整 Buck 电路；如果  $\Delta U_k \neq 0$ ，则说明要输出电压偏高，此时，SG3525 将根据 Buck 电路  $V_o = T T_{on} V_i = D V_i$  的特点，通过反馈电压值降低 PWM 输出的脉冲宽度，以减少开关管的占空比 D，从而降低 Buck 电路输出，直至与设定值相等；相反，则要增大开关管的占空比，使之稳定。STC12C5410AD 通过对蓄电池端电压进行采样值来确定蓄电池的工作状态，正常工作时绿灯亮；检测到欠压时，红灯亮，报警器工作；检测到过压时，黄灯亮，报警器工作。为防止功率管被烧坏，三路 PWM 信号都有相应的驱动保护电路。本控制器还设计了欠压保护功能。当 STC12C5410AD 检测到电路欠压故障时，发出一个低电平信号触发光耦 TLP52

1,使其导通后,SG3525 管脚获得一个高于 2.5V 电压,关闭输出的 PWM 信号,DC-DC 停止工作;当检测到电压恢复正常时,由 STC12C5410AD 发出一个高电平信号触发光耦 TLP521,使其截止,SG3525 管脚 10 被拉低,输出的 PWM 信号重新开启,DC-DC 又恢复工作,以实现欠压保护。此外,在光线不足的情况下,该控制器能够接通市电,以保证照明设备正常供电。

**【关键词】： 光伏电池 照明系统 Buck 电路 STC12C5410AD SG3525**

## 课题研究的背景和意义

新能源是二十一世纪世界经济发展中最具决定力的五大技术领域之一。太阳能是一种清洁、高效和永不衰竭的新能源。在新实际中,各国政府都将太阳能资源利用作为国家可持续发展战略的重要内容。而光伏发电具有安全可靠、无噪声、无污染、制约少、故障率低、维护简便等优点,在我国西部广袤严寒、地形多样和居住分散的现实条件下,有着非常独特的作。

### 一、国内外太阳能利用概况

#### 1.1 国外现状

常规能源资源的有限性和环境压力的增加,使世界上许多国家重新加强了对新能源和可再生能源技术发展的支持。近几年,国际光伏发电迅猛发展。1973 年,美国制定了政府级阳光发电计划;1980 年又正式将光伏发电列入公共电力规划,累计投资达 8 亿多美元;1994 年度的财政预算中,光伏发电的预算达 7800 多万美元,比 1993 年增加了 23.4%;1997 年美国 and 欧洲相继宣布"百万屋顶光伏计划",美国计划到 2010 年安装 1000~3000MW 太阳电池。日本不甘落后,1997 年补贴"屋顶光伏计划"的经费高达 9200 万美元,安装目标是 7600Mw。印度计划 1998—002 年太阳电池总产量为 150MW,其中 2002 年为 50MW。

国际光伏发电正在由边远农村和特殊应用向并网发电和与建筑结合供电的方向发展,光伏发电已由补充能源向替代能源过渡。到目前为止,世界太阳电池年销售量已超过 60 兆瓦,电池转换效率提高到 15%以上,系统造价和发电成本已分别降至 4 美元/峰瓦和 25 美分/度电;在太阳热利用方面,由于技术日趋成熟,应用规模越来越大,仅美国太阳能热水器年销售额就逾 10 亿美元。太阳能热发电在技术上也有所突破,目前已有 20 余座大型太阳能热发电站正在运行或建设。

#### 1.2 国内现状

煤炭巨量消费已成为我国大气污染的主要来源。我国具有丰富的太阳能、风能、生物质能、地热能和海洋能等新能源和可再生能源资源,开发利用前景广阔。太阳能光伏发电应用始于 70 年代,真正快速发展是在 80 年代。在 1983 年—1987 年短短的几年内先后从美国、加拿大等国引进了七条太阳电池生产线,使我国太阳电池的生产能力从 1984 年以前的年产 200 千瓦跃到 1988 年的 4.5 兆瓦。目前太阳电池主要应用于通信系统和边远无电县、无电乡村、无电岛屿等边远偏僻无电地区,年销售约 1.1 兆瓦,成效显著。

(1) 建成了 40 多座县、乡级小型光伏电站，光伏电池总装机容量约 600kw，其中西藏最多，达 450 多 kw；1998 年 10 月建成我国最大的西藏那曲安多县光伏电站的光伏电池装机容量高达 100kw。

(2) 家用光伏电源在青海、内蒙古、新疆、甘肃、宁夏、西藏以及辽宁、吉林、河北、海南、四川等地广泛应用。据不完全统计，至今全国已累计推广家用光伏电源约 15 万台，光伏电池总功率约达 2.9MW。

(3) 在 22 所农村学校建立了光伏电站，光伏电池组件的总装机容量为 57kw。

(4) 1998 年中国通信史上建成难度最大的兰一西一拉光缆干线工程，有 26 个光缆通信站采用光伏电池作电源，其海拔高度多在 4500m 以上，光伏电池组件的总功率达 100kw。

(5) 1996 年建成了塔中 4--轮南输油输气管道阴极保护先伏电源系统，总功率为 40kw。该系统横贯环境恶劣复杂的塔克拉玛干大沙漠，总长达 300Km。

(6) 1995 年，63 个国家重点援藏项目—西藏广播电视发射接收工程采用光伏电池供电，共建成 216 套卫视接收站和 \* 套调频发射站光伏电池供电系统，总功率为 300 多 kw。用。

- 目前国内主要以管式太阳能为主，不管是工程还是家用，但在沿海地区及国外，大部分家用太阳能都是采用的板式太阳能，依据板式太阳能的安装简便，漏水可能性小，性价比高，可安装位置的随意性等优势，板式太阳能将逐渐进入并打入中国市场，这是太阳能的前景，但是由于受到目前太阳能的使用局限性（有无光照）影响，直接影响了太阳能热水设备的口碑，因此我想板式太阳能还有很大一段路要走，但它的崛起也将是节能热水设备发展的必然。

## 2 太阳能家用照明系统组件分析

太阳能家用照明系统由光伏电池组件、蓄电池、控制器和照明负载等主要器件组成。

**太阳能发电** 即是通过**太阳能电池**又叫光伏电池（是由各种具有不同电子特性的半导体材料薄膜制成的平展晶体，可产生强大的内部电场），为了保护这些光伏电池不受环境影响，需要把它们连接起来并封装在组件中，当光线进入晶体时，由光产生的电子被这些电场分离，在**太阳能电池**的顶面和底面之间产生电动势。这时，如果用电路连通，就会产生直流电流，这些电流储存到蓄电池，再通

过固态电子功率调节装置转换成所需的交流电提供给各种负载。所以晚上没有太阳时，负载是一样可以正常工作的。

**太阳能发电**系统可分为太阳能热发电和太阳能光伏发电两种。太阳能热发电就是利用太阳能将水加热，使产生的蒸汽去驱除汽轮机发电机组。根据热电转换方式的不同，把太阳能电站分为集中型太阳能电站和分散型太阳能电站。塔式太阳能电站是集中型的一种，既在地面上敷设大量的集热器阵列，在阵列中适当地点建一高塔，在塔顶设置吸热器，从集热器来的阳光热集到吸热器上，使吸热器内的工作介质温度提高，变成蒸汽通过管道把蒸汽送到地面上的汽轮机发电机组发电。

### 家用太阳能系统

光电发电能力	1000 瓦以下
目标设施	个人住宅
用途	照明、电视机、收音机、路灯
优点	<ul style="list-style-type: none"> <li>●系统结构简单。</li> <li>●非常适合分散居住的乡村。</li> <li>●使用更精确，因为用户是单独的住户。</li> </ul>

由光电 (PV) 发电系统供电的设备

### 负载设计

100~150Wp 家用太阳能发电系统					
设计负载电器名称	规格型号	负载功率	数量	每日工作时间	日耗电量
照明	节能灯	11W	2	3/4	88Wh

卫星电视接收机		25W	1	3/4	100Wh
彩色电视	21 寸	70W	1	3/4	280Wh
总计		117W			468Wh
		<b>设备配置:</b> <b>太阳能电池组件: 100W~150Wp;</b> <b>免维护蓄电池: 50~65AH/24V;</b> <b>充电控制器: 6A;</b> <b>可以连续工作三个阴雨天</b>			

300Wp 家用太阳能发电系统					
设计负载电器名称	规格型号	耗电功率	数 量	每日工作 时 间	日耗电量
照明	节能灯	11W	4	4	176Wh
收音机		3W	1	6	18Wh
卫星电视接收机		25W	1	6	150Wh
彩色电视	21 寸	70W	1	6	420Wh
水泵		200W	1	0.9	180Wh
总计		342W			944Wh
设备配置: 太阳能电池组件: 300Wp; 免维护蓄电池: 150AH/24V; 逆变器: 500W ; 充电控制器: 12A。 安装方式: 简易自安装 可以连续工作三个阴雨。					

[太阳能发电](#) [太阳能组件](#) [家用太阳能发电系统](#) [太阳能黄灯](#) [单晶硅太阳能电池板](#) [多晶硅太阳能电池板](#)

500Wp 家用 / 办公太阳能发电系统					
设计负载电器名称	规格型号	耗电 功率	数 量	每日 工作 时 间	日耗电量
照明	节能灯	11W	6	4	264Wh
电脑	液晶显示	100W	1	5	500Wh
打印机	喷墨	30W	1	1	30Wh
传真机	喷墨	150W	1	1	150Wh
电冰箱(选项)	150L	100W	1	24	800Wh
卫星电视接收机/VCD		25W	1	6	150Wh

彩色电视	21 寸	70W	1	6	420Wh
水泵		200W	1	0.5	100Wh
总计		640W			1614Wh
		<b>设备配置:</b> <b>太阳电池组件: 500Wp;</b> <b>免维护蓄电池: 300AH/24V;</b> <b>逆变器: 1000W ;</b> <b>充电控制器: 20A。</b> <b>安装方式: 可上门安装或提供图纸</b> <b>可以连续工作三个阴雨. 电冰箱与办公设备只能选其一。</b>			

800Wp 家用 / 办公太阳能发电系统					
设计负载电器名称	规格型号	耗电功率	数 量	每日工作时间	日耗电量
照明	节能灯	11W	6	4	264Wh
电脑	液晶显示	100W	1	5	500Wh
打印机	喷墨	30W	1	1	30Wh
传真机	喷墨	150W	1	1	150Wh
电冰箱	150L	100W	1	24	800Wh
洗衣机		300W	1	0.5	150Wh
微波炉(选项)		1000W	1	0.5	500Wh
卫星电视接收机/VCD		25W	1	6	150Wh
彩色电视	21 寸	70W	1	6	420Wh
水泵		200W	1	0.5	100Wh
总计		2000W			2264Wh
		<b>设备配置:</b> <b>太阳电池组件: 800Wp;</b> <b>免维护蓄电池: 400AH/24V;</b> <b>逆变器: 2000W ;</b> <b>充电控制器: 30A。</b> <b>安装方式: 可上门安装或提供图纸</b>			



可以连续工作三个阴雨天

微波炉与办公设备只能选其一。如果太阳能电池组件采用 **1000Wp**，微波炉与办公设备即可同时使用。

家用太阳能发电系统  
 太阳能发电 太阳能组件 太阳能黄灯 单晶硅太阳能电池板 多晶硅太阳能电池板

光电发电能力	1 到 10 千瓦
目标设施	学校、医院、公共会堂或私人住宅
用途	电视机、录像机、电信设备、照明
优点	<ul style="list-style-type: none"> <li>●能够优先向公共建筑和电气设施供电。</li> <li>●便于收取以下费用:设施使用、食物存藏、充电和水。</li> <li>●设施管理人员能够同时控制系统运行。</li> <li>●能够显著提高生活水平。</li> </ul>

1600Wp 家用 / 办公太阳能发电系统					
设计负载电器名称	规格型号	耗电功率	数量	每日工作时间	日耗电量
照明	节能灯	11W	8	6	528Wh
电脑	液晶显示	100W	2	5	1000Wh
打印机	激光	250W	1	1	250Wh

传真机	喷墨	150W	1	2	150Wh
电冰箱	150L	100W	1	24	800Wh
洗衣机		300W	1	0.5	150Wh
微波炉		1000W	1	1	1000Wh
卫星电视接收机/VCD		25W	1	6	150Wh
彩色电视	21 寸	95W	1	6	570Wh
水泵		400W	1	1	100Wh
总计		2600W			4698Wh



**设备配置:**

太阳能电池组件: **1600Wp;**

免维护蓄电池: **400AH/48V;**

逆变器: **3000W ;**

充电控制器: **30A。**

安装方式: 可上门安装或提供图纸

可以连续工作三个阴雨天

2400Wp 家用 / 办公太阳能发电系统					
设计负载电器名称	规格型号	耗电功率	数 量	每日工作时间	日耗电量
照明	节能灯	11W	8	6	528Wh
电脑	液晶显示	100W	2	5	1000Wh
打印机	激光	250W	1	1	250Wh
传真机	喷墨	150W	1	2	150Wh
电冰箱	150L	100W	1	24	800Wh
洗衣机		300W	1	0.5	150Wh
微波炉		1000W	1	1	1000Wh
空调	1.5 匹	1200W	1	5	3000Wh
卫星电视接收机/VCD		25W	1	6	150Wh
彩色电视	21 寸	95W	1	6	570Wh
水泵		400W	1	1	100Wh
总计		3800W			7698Wh

## 2.2 光伏电池

光伏电池      光伏电池工作原理:



太阳能电池是通过光电效应或者光化学效应直接把光能转化成电能的装置。以光电效应工作的薄膜式太阳能电池为主流，而以光化学效应原理工作的太阳能电池则还处于萌芽阶段。太阳光照在半导体 p-n 结上，形成新的空穴--电子对。在 p-n 结电场的作用下，空穴由 n 区流向 p 区，电子由 p 区流向 n 区，接通电路后就形成电流。

光伏电池介绍：

太阳能光伏电池（简称光伏电池）用于把太阳的光能直接转化为电能。目前地面光伏系统大量使用的是以硅为基底的硅太阳能电池，可分为单晶硅、多晶硅、非晶硅太阳能电池。在能量转换效率和使用寿命等综合性能方面，单晶硅和多晶硅电池优于非晶硅电池。多晶硅比单晶硅转换效率低，但价格更便宜。

按照应用需求，太阳能电池经过一定的组合，达到一定的额定输出功率和输出的电压的一组光伏电池，叫光伏组件。根据光伏电站大小和规模，由光伏组件可组成各种大小不同的阵列。

本公司光伏组件，采用高效率单晶硅或多晶硅光伏电池、高透光率钢化玻璃、Tedlar、抗腐蚀铝合多边框等材料，使用先进的真空层压工艺及脉冲焊接工艺制造。即使在最严酷的环境中也能保证长的使用寿命。

组件的安装架设十分方便。组件的北面安装有一个防水接线盒，通过它可以十分方便地与外电路连接。对每一块太阳电池组件，都保证 20 年以上的使用寿命。

- 2.3.2 铅酸蓄电池充放电原理

铅酸蓄电池的工作原理

1、铅酸蓄电池电动势的产生

铅酸蓄电池充电后，正极板二氧化铅（ $PbO_2$ ），在硫酸溶液中水分子的作用下，少量二氧化铅与水生成可离解的不稳定物质--氢氧化铅（ $Pb(OH)_4$ ），氢氧根离子在溶液中，铅离子（ $Pb^{4+}$ ）留在正极板上，故正极板上缺少电子。

铅酸蓄电池充电后，负极板是铅（ $Pb$ ），与电解液中的硫酸（ $H_2SO_4$ ）发生反应，变成铅离子（ $Pb^{2+}$ ），铅离子转移到电解液中，负极板上留下多余的两个电子（ $2e^-$ ）。

可见，在未接通外电路时（电池开路），由于化学作用，正极板上缺少电子，负极板上多余电子，如右图所示，两极板间就产生了一定的电位差，这就是电池的电动势。

2、铅酸蓄电池放电过程的电化反应铅酸蓄电池放电时，在蓄电池的电位差作用下，负极板上的电子经负载进入正极板形成电流  $I$ 。同时在电池内部进行化学反应。

负极板上每个铅原子放出两个电子后，生成的铅离子（ $Pb^{2+}$ ）与电解液中的硫酸根离子（ $SO_4^{2-}$ ）反应，在极板上生成难溶的硫酸铅（ $PbSO_4$ ）。

正极板的铅离子（ $Pb^{4+}$ ）得到来自负极的两个电子（ $2e^-$ ）后，变成二价铅离子（ $Pb^{2+}$ ），与电解液中的硫酸根离子（ $SO_4^{2-}$ ）反应，在极板上生成难溶的硫酸铅（ $PbSO_4$ ）。正极板水解出的氧离子（ $O^{2-}$ ）与电解液中的氢离子（ $H^+$ ）反应，生成稳定物质水。

电解液中存在的硫酸根离子和氢离子在电力场的作用下分别移向电池的正负极，在电池内部形成电流，整个回路形成，蓄电池向外持续放电。

放电时  $H_2SO_4$  浓度不断下降，正负极上的硫酸铅（ $PbSO_4$ ）增加，电池内阻增大（硫酸铅不导电），电解液浓度下降，电池电动势降低。

### 3、铅酸蓄电池充电过程的电化反应

充电时，应在外接一直流电源（充电极或整流器），使正、负极板在放电后生成的物质恢复成原来的活性物质，并把外界的电能为化学能储存起来。

在正极板上，在外界电流的作用下，硫酸铅被离解为二价铅离子（ $Pb^{2+}$ ）和硫酸根负离子（ $SO_4^{2-}$ ），由于外电源不断从正极吸取电子，则正极板附近游离的二价铅离子（ $Pb^{2+}$ ）不断放出两个电子来补充，变成四价铅离子（ $Pb^{4+}$ ），并与水继续反应，最终在正极极板上生成二氧化铅（ $PbO_2$ ）。

在负极板上，在外界电流的作用下，硫酸铅被离解为二价铅离子（ $Pb^{2+}$ ）和硫酸根负离子（ $SO_4^{2-}$ ），由于负极不断从外电源获得电子，则负极板附近游离的二价铅离子（ $Pb^{2+}$ ）被中和为铅（ $Pb$ ），并以绒状铅附着在负极板上。

电解液中，正极不断产生游离的氢离子（ $H^+$ ）和硫酸根离子（ $SO_4^{2-}$ ），负极不断产生硫酸根离子（ $SO_4^{2-}$ ），在电场的作用下，氢离子向负极移动，硫酸根离子向正极移动，形成电流。

充电后期，在外电流的作用下，溶液中还会发生水的电解反应。

### 4、铅酸蓄电池充放电后电解液的变化

从上面可以看出，铅酸蓄电池放电时，电解液中的硫酸不断减少，水逐渐增多，溶液比重下降。

从上面可以看出，铅酸蓄电池充电时，电解液中的硫酸不断增多，水逐渐减少，溶液比重上升。

实际工作中，可以根据电解液比重的变化来判断铅酸蓄电池的充电程度。

## 3 太阳能家用照明系统控制器硬件参数设计 31-37

## 2 硬件电路组成及工作原理

### 2.1 系统硬件结构

太阳能路灯智能控制器系统硬件结构如图 1 所示,该系统以 STC12C5410AD 单片机为核心，外围电路主要由电压采集电路、负载输出控制与检测电路、LED 显示电路及键盘电路等部分组成。电压采集电路包括太阳能电池板和蓄电池电压采集，用于太阳光线强弱的识别以及蓄电池电压的获取。单片机的 P3 口的两位作为键盘输入口，用于工作模式等参数的设置。

### 2.2 STC12C5410AD 单片机

STC12C5410AD 是 STC12 系列单片机，采用 RISC 型 CPU 内核，兼容普通 8051 指令集，片内含有 10KBFlash 程序存储器，2KBFlash 数据存储器，512BRAM 数据存储器。同时内部还有看门狗(WDT)；片内集成 MAX810 专用复位电路、8 通道 10 位 ADC 以及 4 通道；PWM；具有可编程的 8 级中断源 4 种优先级，具有在系统编程(ISP)和在应用编程(IAP)，片内资源丰富、集成度高、使用方便。STC12C5410AD 对系统的工作进行实施调度,实现外部输入参数的设置、蓄电池及负载的管理、工作状态的指示等。为充分使用片内资源，本文所设置的参数写入 Flash 数据存储器内。

### 2.3 键盘电路

P3.4(T0)接 F1 键，用于设置状态的识别及参数设置；P3.5(T1)接 F2 键，用于自检及"加 1"功能，根据程序流程，分别实现不同功能。

### 2.4 电压采集与电池管理

太阳能电池板电压采集用于太阳光线强弱的判断，因而可以作为白天、黄昏的识别信号。同时本系统支持太阳能板反接、反充保护。

蓄电池电压采集用于蓄电池工作电压的识别。利用微控制器的 PWM 功能对蓄电池进行充电管理。若太阳能电池正常充电时蓄电池开路。控制器将关断负载,以保证负载不被损伤,若在夜间或太阳能电池不充电时蓄电池开路,控制器由于自身得不到电力,不会有任何动作。当充电电压高于保护电压(15V)时,自动关断对蓄电池的充电;此后当电压掉至维护电压(13.2V)时,蓄电池进入浮充状态,当低于维护电压(13.2V)后浮充关闭,进入均充状态。当蓄电池电压低于保护电压(11V)时,控制器自动关闭负载开关以保护蓄电池不受损坏。通过 PWM 充电电路(智能三阶段充电),可使太阳能电池板发挥最大功效,提高系统充电效率。本系统支持蓄电池的反接、过充、过放。

### 2.5 负载输出控制与检测电路

本系统设计了二路负载输出,每路输出均有独立的控制和检测,具有完善的过流、短路保护措施,电路原理如图 2 所示。设计了两级保护:第一级采用了由 R7(0.01Ω 康铜丝)以及运放 LM358、比较器 LM393 等器件组成的过流、短路检测电路,配合单片机的 A/D 转换及外部中断响应来实现负载过流及短路保护,是一种硬件+软件的方式,LM358 的输出送 PL.7(A/D 转换)口,用作过流信号识别,当电流超过额定电流 20%并维持 30s 以上时,确认为过流;短路电流整定为 10A,响应时间为毫秒数量级。第二级采用了电子保险丝保护,当流经电子保险丝的电流骤然增加时,温度随之上升。其电阻大大增加,工作电流大大降低,达到保护电路目的,响应时间为秒数量级,过流撤消或短路恢复后电子保险丝恢复成低阻抗导体,无须任何人为更换或维修。系统采用了两级保护措施后,在长达数小时的负载短路实验后,控制器仍没出现电路烧毁现象。解决了用传统保险丝只能对电路进行一次保护以及一旦器件烧毁必须人为更换的问题,同短路后需手动复位或断电后重新开启的系统相比,也具有明显的优点。简化了太阳能路灯控制器维护,提高了系统的安全性能。

#### 硬件设计过程中的注意事项

- (1)感应雷保护电路应设计在太阳能电池板引线入口处,保护电路周围 4mm 内不能布置其他器件。
- (2)防止太阳能电池板反接的二极管必须采用快恢复二极管,这种二极管导通内阻小,充电时发热量小,不用散热器也可以连续充电,充电效果好。
- (3)充电、负载放电电路的印刷线路宽度至少为 4mm~5mm,线路上用搪锡处理以增加过电流能力,大电流导线从一层过渡到另一层时,要放置 3~5 个过孔。
- (4)过流、短路保护电路选用的电流取样电阻要综合考虑电流、功率及热稳定性三个因素。电阻增大则电路效率下降,本系统选用电阻为 0.01Ω,过电流能力在 10A 以上的康铜丝作为电流取样电阻,来产生取样电压,取样电压最多不超过 0.2V,故采用运放 LM358 对其进行放大。
- (5)器件的布局和 PCB 的布线采用模块化方式,大电流信号与小电流信号要分离,对放大电路的线路尤其要精心布置。数字地和模拟地分开,注意电源线和地线的布局。

## 3 系统软件设计

与本设计方案的硬件电路对应的软件程序包括:主程序、定时中断程序、A/D 转换子程序、外部中断子程序及键盘处理子程序、充电管理子程序、负载管理子程序。单片机的软件编程以 KeilC 编译器的 Windows 集成开发环境  $\mu$  vision2 作为开发平台,采用 C51 高级语言编写。

### 3.1 软件编程要点

(1)本系统采用较少的按键实现了诸多功能,如负载工作模式的设置、双灯同时工作还是分时工作、负载工作时间的设定、自检功能等,为防止误操作采取了一些措施。这种方法实际上是一键多用的一种尝试,还可以推广到更复杂的人机对话的设计。其思路可参见按键处理流程图。

(2)键盘在定时中断服务程序中读取,用中断间隔时间实现键盘的去抖,不必编写另外的延时程序,提高了CPU的利用效率。键盘值存入数据缓冲区,在主程序中读数据缓冲区的内容,执行键盘功能散转子程序。

(3)环境光线(闪电、礼花燃放)对太阳能电池板的采样电压有明显影响,故在白天、黄昏的识别时。要进行软件延时,一般控制在2~3min。

(4)外部中断为高优先级中断,编制子程序实现负载过流、短路保护时,要充分考虑到负载启动瞬间会产生数倍于额定电流的冲击电流。冲击电流维持时间在3ms~5ms,应在软件上采取措施,避免短路与负载开启的误判。确定负载过流、短路后,切断负载输出。负载切断后,每隔一段时间,如20s,应试接通负载开关,当发现过流、短路信号已消除,则恢复负载的输出。否则负载开关仍然保持断开。

(5)为保护负载(灯具),蓄电池过放保护恢复时应用软件设置一个回差电压,这样负载开关不会出现颤抖现象,有利于延长灯具的使用寿命。(6)根据STC12C5410AD的DataFlash的特点,数据写入时必须启动ISP/IAP命令,CPU等待IAP动作定时后,才继续执行程序,要先关断中断(EA)。还应注意数据写入DataFlash存储器,不能跨越扇区。

### 3.2 单片机软件编程

系统单片机软件流程如图3、4所示。

## 4 结束语

### 参考文献:

- [1] 电源 《中国照明电器光源灯具文摘》2007年04期
- [2] 坚持科学发展让阳光更灿烂——访合肥阳光电源公司总经理曹仁贤先生 《UPS应用》2007年11期
- [3] 掺杂硼对铝酸锶体系长余辉材料制备及发光性能影响的研究进展 《有色金属》2007年04期
- [4] 节能新技术——太阳能LED照明 《中国照明》2007年11期
- [5] 光源的选购使用与维护 《中国照明电器光源灯具文摘》2007年04期
- [6] 汽车前灯光源的性能要求和发展(下) 《电光源》2007年10期
- [7] LED照明未来——动“芯”更要动“脑” 《中国照明》2007年11期
- [8] 办公室照明的基本要求 《照明设计》2007年05期
- [9] 点亮古埃及的地下墓室——iGuzzini照明研究 《照明设计》2007年05期
- [10] 照明应用 《中国照明电器光源灯具文摘》2007年04期

本文所设计的太阳能路灯控制器可适用 12V 或 24V 工作的光伏系统，可以直接驱动直流节能灯或通过逆变器驱动无极灯等作为照明光源，也可以驱动一些直流低压负载用于城市亮化。控制器的两路负载输出可以用于机动车道和人行道的照明。照明时间和工作模式可以灵活设置。着重解决了如何对蓄电池及负载进行有效管理的问题。提高了太阳能电池板的使用效率，延长了蓄电池的使用寿命，防止因线路问题而造成意外事件的发生。

附图一系统硬件结构图：

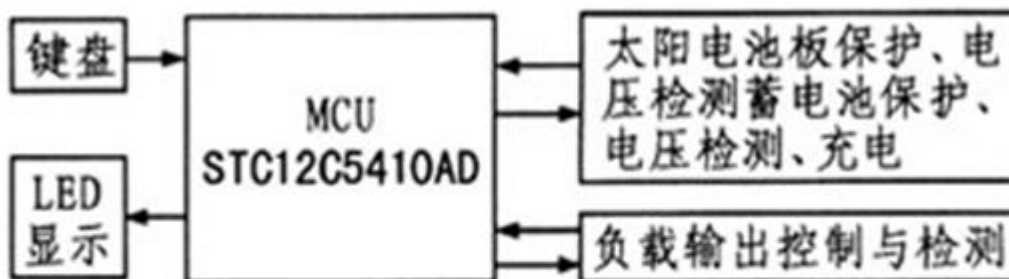


图 1 系统硬件结构框图

## 致 谢

短暂的三年大学生活很快就要结束了，我曾多么憧憬美好的学生时代，如今当自己临近毕业时，我又留恋已经流逝的三年学生生涯。

本文是在刘丽萍老师悉心指导和亲切关怀下，并且在实习期间得到公司有关领导的帮助，经过不断的学习和修改完成的。

老师严谨的学风，渊博的学识，谦逊的为人，丰富的实践经验，高瞻远瞩、敏锐的科学眼光，将是我永远学习的楷模；老师乐观、正直、朴实的生活态度，令我深深敬佩。老师的谆谆教诲，将使我终生受益。在此，谨致以衷心的感谢和崇高的敬意。

电气学院的各位老师以及实习所在单位领导给了我很大帮助和启示，使我学到更多的知识，从而顺利的完成毕业论文。在此一并表示衷心的感谢。祝愿他们身体健康，工作顺利，事业上取得更大成功。

我还要深深感谢我的家人和同学，是他们给予了我物质上的资助和精神上的鼓励，使我得以顺利完成学业。

再次真诚地感谢所有在我三年读书期间帮助过我的老师、同学和朋友，祝大家一生平安！

单福

2010年10月31日

结 束 语

通过本次毕业设计，使我了解太阳能电池发电的原理、组件的生产及太阳能发电系统的应用；还有太阳能的组件工艺过程及其测试的一些基本步骤。通过这段时间在公司的学习，我们更加了解到太阳能的重要性，它是未来能源的提供者，是真正取之不尽用之不竭的新型能源，其发电绝对干净，不产生公害，前景广阔。