



TAIYANGNENG、FENG NENG
FADIAN JISHU
SHIYAN ZHIDAOSHU

太阳能、风能发电技术 实验指导书

主 编 / 张泽奎

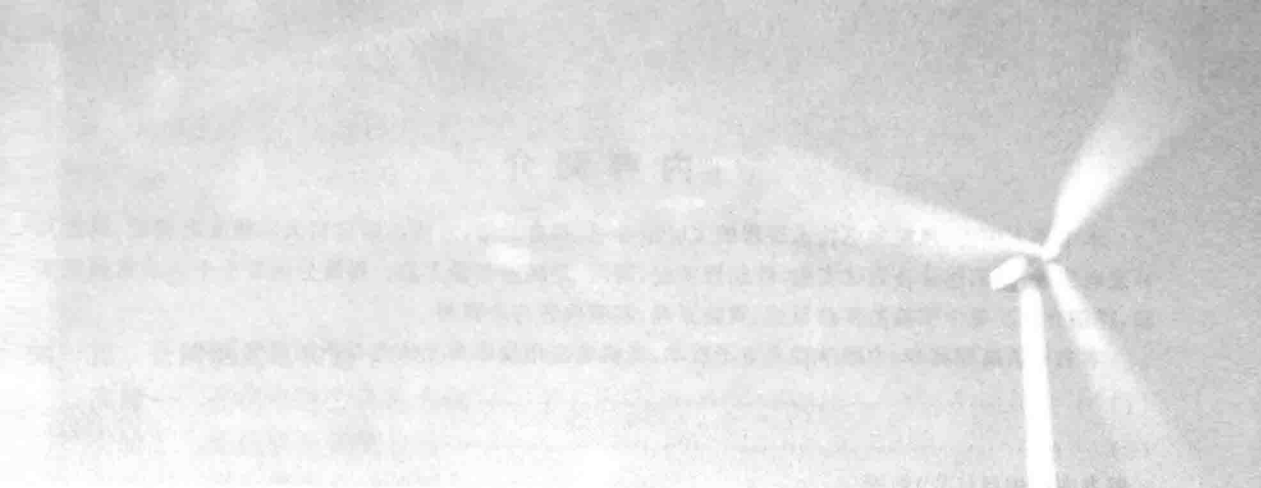
副主编 / 孙慧强 杨 晟



华中科技大学出版社

<http://www.hbtp.com>





TAIYANGNENG、FENGNENG
FADIAN JISHU
SHIYAN ZHIDAOSHU

太阳能、风能发电技术 实验指导书

主 编：张泽奎

副主编：孙慧强 杨 晟

参 编：邓 峰 石金发 李 勇 丁基勇 陈国英 谷玉玲

主 审：王中林



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉



内 容 简 介

本书是太阳能、风能发电技术课程的实验指导书,共分五篇,主要内容包括太阳能发电实验,风光互补发电实验,太阳能综合测试实验,控制器实验,离网、并网逆变器实验。每篇分为若干个必须掌握的实验,详细介绍了每个实验的实验目的、实验原理、实验内容与步骤等。

本书可供高职高专、中职学校光电子技术、光机电应用技术和光伏电专业的师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

太阳能、风能发电技术实验指导书/张泽奎主编. —武汉:华中科技大学出版社,2014.12

ISBN 978-7-5609-9756-8

I. ①太… II. ①张… III. ①太阳能发电-实验-高等教育-教学参考资料 ②风力发电-实验-高等教育-教学参考资料 IV. ①TM615-33 ②TM614-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 290022 号

太阳能、风能发电技术实验指导书

张泽奎 主编

责任编辑:狄宝珠

封面设计:龙文装帧

责任校对:刘 竣

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:10

字 数:236 千字

版 次:2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:30.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

目 录

第一篇 太阳能发电实验	(1)
实验一 光伏电池方阵的安装	(1)
实验二 光伏供电装置组装	(5)
实验三 光伏供电系统接线	(9)
实验四 光线传感器状态特性	(11)
实验五 光伏电池组件光源跟踪控制程序设计	(13)
实验六 光伏电池的输出特性	(15)
实验七 蓄电池的充电特性和放电保护	(18)
实验八 逆变器的参数测试	(25)
实验九 逆变器的负载安装、调试	(32)
第二篇 风光互补发电实验	(34)
实验一 风力发电机外特性测试实验	(34)
实验二 太阳能光伏电池暗伏安特性与光谱特性实验	(38)
实验三 太阳能光伏电池串并联与直接负载实验	(41)
实验四 太阳能光伏发电自动跟踪系统实验	(44)
实验五 风光互补控制器工作原理实验	(48)
实验六 单相离网逆变器工作原理实验	(55)
实验七 光伏发电系统实验	(62)
第三篇 太阳能综合测试实验	(68)
实验一 太阳能光伏电池基本特性参数实验	(68)
实验二 太阳能光伏电池光谱特性实验	(71)
实验三 环境对太阳能光伏电池特性影响实验	(72)
实验四 太阳能光伏电池与直接负载实验	(74)
实验五 太阳能控制器工作原理实验	(75)
第四篇 控制器实验	(81)
实验一 数码管显示	(81)
实验二 独立按键	(82)
实验三 温度测量	(84)
实验四 DS1302 时钟	(86)
实验五 RS232 串口通信	(88)
实验六 环境亮度检测	(89)
实验七 LCD12864 液晶显示	(90)
实验八 PWM 控制	(92)

实验九 充电阶段控制	(93)
实验十 放电阶段控制	(94)
实验十一 放电时控模式	(95)
实验十二 放电光控模式	(95)
第五篇 离网、并网逆变器实验	(96)
实验一 逆变器实验箱认知实验	(96)
实验二 工作电源测试实验	(98)
实验三 前级升压驱动小板	(98)
实验四 纯正弦波驱动小板	(101)
实验五 单相全桥主电路	(103)
实验六 并网逆变实验箱整体认知	(104)
实验七 前级驱动小板	(106)
实验八 频率检测与相位跟踪小板	(107)
实验九 变压器次级整流滤波电路	(108)
实验十 后级输出驱动电路	(108)
附录	(110)
附录 A 风光互补控制器说明	(110)
附录 B PH 风速风向仪	(114)
附录 C 变频器说明	(117)
附录 D 逆变器参数说明	(119)
附录 E 太阳能控制器参数说明	(119)
附录 F 逆变器参数说明	(122)
附录 G 太阳能控制器实验箱接线表	(122)
附录 H V-Ets-solar-S2000 型太阳能发电实训平台	(123)
参考文献	(155)

第一篇 太阳能发电实验

实验一 光伏电池方阵的安装

【实验目的】

1. 实训目的

- (1) 了解单晶硅光伏电池单体的工作原理。
- (2) 掌握光伏电池方阵的安装方法。

2. 实训要求

- (1) 在室外自然光照的情况下,用万用表测量光伏电池组件的开路电压,了解光伏电池的输出电压值。
- (2) 在室外自然光照条件下和在室内灯光照的情况下,用万用表测量光伏电池方阵的开路电压,分析光伏电池方阵在室内、外光照条件下开路电压区别的原因。

【实验原理】

1. 本征半导体

纯净半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的一种物质,纯净的半导体称为本征半导体。制造半导体器件的常用半导体材料有硅(Si)、锗(Ge)和砷化镓(GaAs)等。本征硅半导体中的硅原子核最外层有四个价电子,硅晶体为共价键结构,硅原子最外层的价电子被共价键束缚,在低温下,这些共价键是完好的,本征硅半导体显示出绝缘体特性。当温度升高或受到光照等外界激发时,共价键中的某些价电子会获得能量,摆脱共价键束缚,成为可以自由运动的电子,在原来的共价键中留出空穴。这些空穴又会被邻近的共价键中的价电子填补,并在邻近的共价键中产生新的空穴,空穴运动是带负电荷的价电子运动造成的,其效果是带正电荷的粒子在运动。可以认为,自由电子是带负电荷的载流子,空穴是带正电荷的载流子。因此,本征半导体中有两种载流子即电子和空穴,它们是成对出现的,称为电子-空穴对,两种载流子都可以传导电流。通常本征半导体中的载流子浓度很低,导电能力差。当温度升高或受到光照时,本征半导体中的载流子浓度按指数规律增加,半导体的导电能力也显著增加。

2. P型半导体和N型半导体

纯净半导体中加入了微量三价元素和五价元素,其导电能力会明显增强。三价元素的原子核的最外层有三个价电子,在形成共价键时,产生了一个空穴。五价元素的原子核的最外层有五个价电子,在形成共价键时,产生了一个自由电子。在本征硅半导体中掺入微量三价元素硼后,本征硅半导体中的空穴浓度大大增加,半导体的导电能力明显提高,

主要依靠空穴导电的半导体称为 P 型半导体。在 P 型半导体中,空穴浓度高于电子,空穴称为多数载流子,电子称为少数载流子。在本征硅半导体中掺入微量五价元素磷后,本征硅半导体中的电子浓度大大增加,半导体的导电能力明显提高,主要依靠电子导电的半导体称为 N 型半导体。在 N 型半导体中,电子的浓度高于空穴,电子称为多数载流子,空穴称为少数载流子。无论是 P 型半导体还是 N 型半导体,整个硅晶体中的正负电荷数量是相等的,是电中性的。

3. PN 结

采用特殊制造工艺使硅半导体的一边为 P 型半导体,另一边为 N 型半导体。由于在 P 型半导体中的空穴浓度高于电子浓度,而在 N 型半导体中电子浓度高于空穴浓度,因此,在 P 型半导体和 N 型半导体的交界面存在空穴和电子的浓度差。多数载流子会从高浓度处向低浓度处运动,这种由浓度差引起的多数载流子运动称为扩散运动,扩散运动的结果是在交界面 P 区一侧失去空穴留下不能移动的负离子,在 N 区一侧失去电子留下不能移动的正离子。在 P 型硅半导体和 N 型硅半导体交界面的两侧出现了由不能移动的正负离子形成的空间电荷区,称之为 PN 结。空间电荷区中产生了一个从 N 区指向 P 区的电场,该电场由多数载流子扩散而形成,称为内电场。空间电荷区中没有载流子,所以空间电荷区也称为耗尽层。如图 1-1 所示是半导体 PN 结的结构示意图。

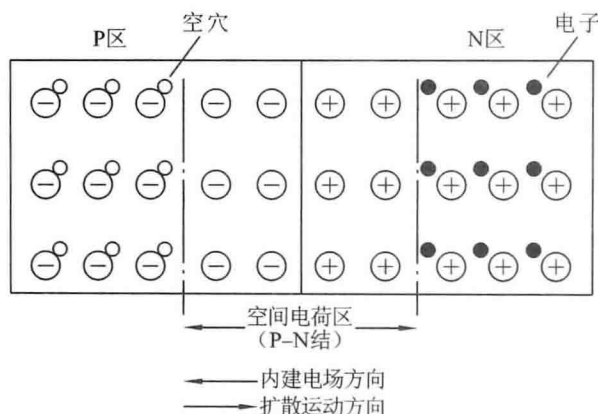


图 1-1 半导体 PN 结的结构示意图

PN 结中的内电场力会使 P 区的电子即少数载流子向 N 区运动,同时使 N 区的空穴即少数载流子向 P 区运动,少数载流子在内电场力的作用下的运动称为漂移运动。

扩散运动和漂移运动的方向是相反的,起初,空间电荷区较小,内电场较弱,扩散运动占优势。随后空间电荷区不断扩大,内电场增强,对多数载流子扩散的阻力不断增大,多数载流子扩散运动逐渐减弱,然而少数载流子的漂移运动不断增强。最后,扩散运动和漂移运动达到动态平衡,空间电荷区的宽度相对稳定,流过 PN 结的扩散电流和漂移电流大小相等、方向相反,总电流保持为零。

4. 光伏电池

光伏电池是半导体 PN 结接受太阳光照产生光生电势效应,将光能变换为电能的变换器。当太阳光照射到具有 PN 结的半导体表面,P 区和 N 区中的价电子受到太阳光子的冲击,获得能量摆脱共价键的束缚产生电子和空穴多数载流子和少数载流子,被太阳光

子激发产生的电子和空穴多数载流子在半导体中复合,不呈现导电作用。在PN结附近P区被太阳光子激发产生的电子少数载流子受漂移作用到达N区,同样,PN结附近N区被太阳光子激发产生的空穴少数载流子受漂移作用到达P区,少数载流子漂移对外形成与PN结电场方向相反的光生电场,如果接入负载,N区的电子通过外电路负载流向P区形成电子流,进入P区后与空穴复合。我们知道,电子流动方向与电流流动方向是相反的,光伏电池接入负载后,电流是从电池的P区流出,经过负载流入N区回到电池。

光伏电池单体是光电转换最小的单元,尺寸为 $4\sim 100\text{ cm}^2$ 不等。光伏电池单体的工作电压约为 0.5 V ,工作电流为 $20\sim 25\text{ mA/cm}^2$ 。光伏电池单体不能单独作为光伏电源使用,将光伏电池单体进行串、并联封装后,构成光伏电池组件,其功率一般为几瓦至几十瓦,是单独作为光伏电源使用的最小单元。光伏电池组件的光伏电池的标准数量是36片($10\text{ cm}\times 10\text{ cm}$),能产生 17 V 左右的电压,能为额定电压为 12 V 的蓄电池进行有效充电。图1-2所示是标准的光伏电池组件。光伏电池组件经过串、并联组合安装在支架上,构成了光伏电池方阵,可以满足光伏发电系统负载所要求的输出功率。



图 1-2 光伏电池组件

目前主要有3种商品化的硅光伏电池:单晶硅光伏电池、多晶硅光伏电池和非晶硅光伏电池。单晶硅光伏电池所使用的单晶硅材料与半导体行业所使用的材料有相同的品质,单晶硅光伏电池的成本比较贵,光电转换效率为 $13\%\sim 15\%$ 。多晶硅光伏电池的制造成本比单晶硅光伏电池低,光电转换效率比单晶硅太阳能电池要低,一般为 $10\%\sim 12\%$ 。非晶硅光伏电池属于薄膜电池,造价低廉,光电转换率比较低,一般为 $5\%\sim 8\%$ 。

光伏电池组件正面采用高透光率的钢化玻璃,背面是聚乙烯氟化物膜,光伏电池两边用EVA或PVB胶热压封装,四周用轻质铝型材边框固定,由接线盒引出电极。由于玻璃、密封胶的透光率的影响以及光伏电池之间性能失配等因素,组件的光电转换效率一般要比光伏电池单体的光电转换效率要低 $5\%\sim 10\%$ 。

【实验内容与步骤】

1. 实训内容

(1) 在室外自然光照的情况下,用万用表测量光伏电池组件的开路电压,计算光伏电

池单体的工作电压。

(2) 将 4 块单晶硅光伏电池组件安装在铝型材支架上,光伏电池组件并连接。在室内光照的情况下,用万用表测量光伏电池方阵的开路电压。

(3) 将 4 块单晶硅光伏电池组件 2 串 2 并连接,在室内外光照的情况下,用万用表测量光伏电池方阵的开路电压。

2. 实验步骤

1) 使用的器材和工具

- (1) 光伏电池组件,数量:4 块。
- (2) 铝型材,型号:XC-6-2020,数量:4 根,长度:856 mm。
- (3) 铝型材,型号:XC-6-2020,数量:2 根,长度:776 mm。
- (4) 万用表,数量:1 块。
- (5) 内六角扳手,数量:1 套。十字形螺丝刀和一字形螺丝刀,数量:各 1 把。
- (6) 螺丝、螺母若干。

2) 操作步骤

(1) 用万用表测量光伏电池组件上的光伏电池的连接导线,了解光伏电池实现组件的封装。

(2) 将 1 块光伏电池组件移至室外,让光伏电池组件正对着自然光线。用万用表直流电压挡的合适量程测量单晶硅光伏电池组件的开路电压,记录开路电压数值。统计光伏电池组件上光伏电池单体的数量,计算光伏电池单体的工作电压。将光伏电池组件的开路电压、光伏电池单体的工作电压填入表 1-1 中。

表 1-1 光伏电池组件的开路电压和光伏电池单体的工作电压

光伏电池组件 开路电压 U/V	光伏电池单体数量(块)	光伏电池单体 工作电压 U/V

(3) 将 4 块光伏电池组件安装在铝型材支架上,形成光伏电池方阵,如图 1-3 所示。要求光伏电池方阵排列整齐,紧固件不松动,4 块光伏电池组件引出线进行并联连接。

将安装好的光伏电池方阵移至室外,让光伏电池方阵正对着自然光线。用万用表直流电压挡的合适量程测量光伏电池方阵的开路电压,记录开路电压数值。

将安装好的光伏电池方阵移至室内,让光伏电池方阵正对着室内灯光。用万用表直流电压挡的合适量程测量光伏电池方阵的开路电压,记录开路电压数值。

(4) 4 块光伏电池组件引出线进行 2 串 2 并连接,移至室外。让光伏电池方阵正对着自然光线。用万用表直流电压挡的合适量程测量光伏电池方阵的开路电压,记录开路电压数值。

将 2 串 2 并连接的光伏电池方阵移至室内,正对着室内灯光。用万用表直流电压挡的合适量程测量光伏电池方阵的开路电压,记录开路电压数值。

(5) 将上述的开路电压数值填入表 1-2 内。

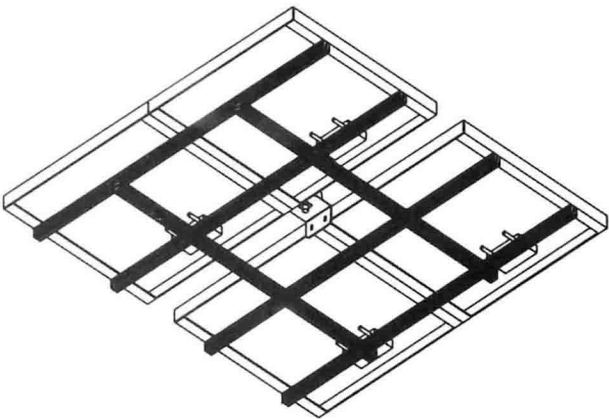


图 1-3 光伏电池组件安装成光伏电池方阵示意图

表 1-2 光伏电池方阵的开路电压

	光伏电池组件并联开路电压 U/V	光伏电池组件 2 串 2 并开路电压 U/V
室外		
室内		

【小结】

(1) 光伏电池单体是光电转换最小的单元,工作电压约为 0.5 V,不能单独作为光伏电源使用。将光伏电池单体进行串、并联封装构成光伏电池组件,是单独作为光伏电源使用的最小单元。实际工程中是将光伏电池组件经过串、并联组合,构成了光伏电池方阵,以满足不同的负载需要。

(2) 将光伏电池组件安置在室外自然光线下测量开路电压,计算出的光伏电池单体工作电压是比较接近实际值。

(3) 光伏电池组件在室内外的开路电压是有明显的差异,表明光伏电池组件在较强的光照度下,能够提供较大的电能。

(4) 为了使得光伏电池组件提供较大的电能,方法之一是采用光伏电池组件跟踪光源。

实验二 光伏供电装置组装

【实验目的】

1. 实训目的

- (1) 了解光伏供电装置的组成。
- (2) 理解水平和俯仰方向运动机构的结构。

2. 实训要求

- (1) 组装光伏供电装置。

(2) 根据光伏供电系统主电路电气原理图和转接头图,将电源线、信号线和控制线接在相应的转接头中。

【实验原理】

光伏供电装置主要由光伏电池组件、投射灯、光线传感器、光线传感器控制盒、摆杆支架、摆杆减速箱、单相交流电动机、水平方向和俯仰方向运动机构、水平运动和俯仰运动直流电动机、接近开关、微动开关、底座支架等设备与器件组成。

1. 水平方向和俯仰方向运动机构

水平方向和俯仰方向运动机构如图 1-4 所示,水平方向和俯仰方向运动机构中有两个减速箱,一个称为水平方向运动减速箱,另一个称为俯仰方向运动减速箱,这两个减速箱的减速比为 $1:80$,分别由水平运动和俯仰运动直流电动机通过传动链条驱动。光伏电池方阵安装在水平方向和俯仰方向运动机构上方,如图 1-5 所示,当水平方向和俯仰方向运动机构运动时,带动光伏电池方阵作水平方向偏转移动和俯仰方向偏转移动。

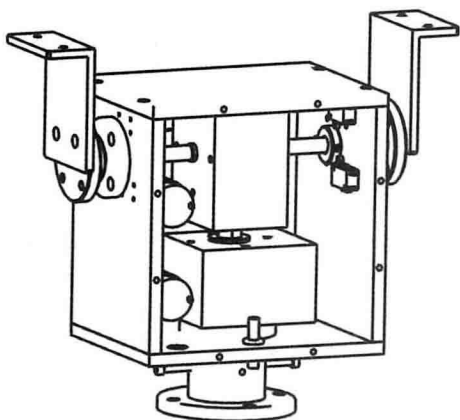


图 1-4 水平方向和俯仰方向运动机构

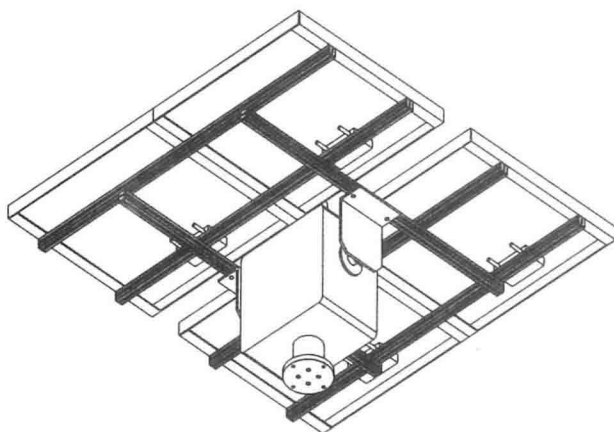


图 1-5 光伏电池方阵与水平方向和俯仰方向运动机构

2. 光源移动机构

摆杆支架安装在摆杆减速箱的输出轴上,摆杆减速箱的减速比为 $1:3000$,摆杆减速箱由单相交流电动机驱动,摆杆支架上方安装 2 盏 500 W 的投射灯,组成如图 1-6 所示的光源移动机构。当交流电动机旋转时,投射灯随摆杆支架作圆周移动,实现投射灯光源的连续运动。

3. 光线传感器

光线传感器安装在光伏电池方阵中央,用于获取不同位置的投射灯的光照强度,光线传感器通过光线传感控制盒,将东、西、南、北方向的投射灯的光强信号转换成开关量信号传输给光伏供电系统的 PLC,由 PLC 进行相应的控制。

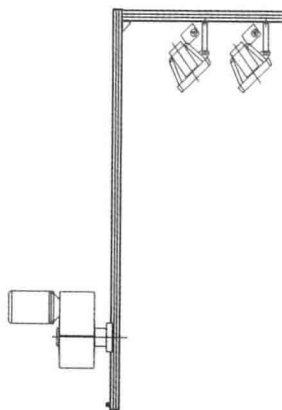


图 1-6 光源移动机构

4. 光伏供电装置结构

水平方向和俯仰方向运动机构、光源移动机构分别安装在底座支架上,组成光伏供电装置,图 1-7 所示是光伏供电装置底座支架示意图,图 1-8 所示是光伏供电装置示意图。图 1-9 和图 1-10 分别是光伏电池方阵偏转移动示意图和投射灯光源连续运动示意图。

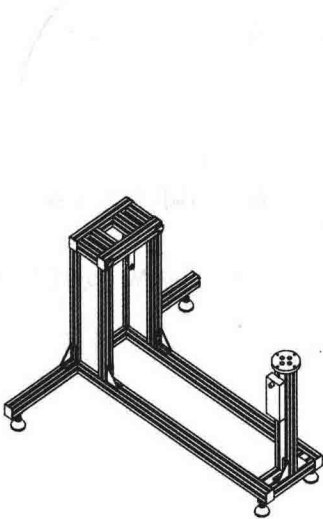


图 1-7 光伏供电装置底座支架示意图

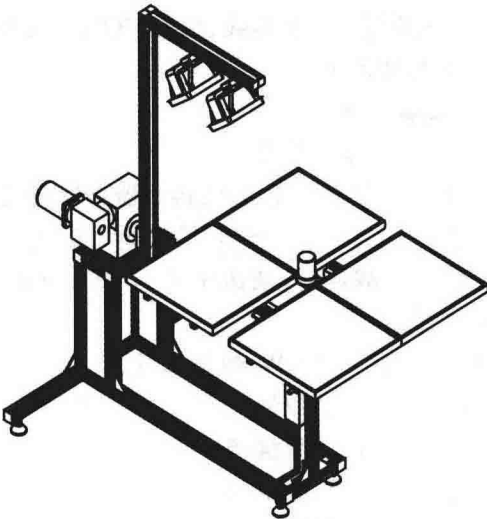


图 1-8 光伏供电装置示意图

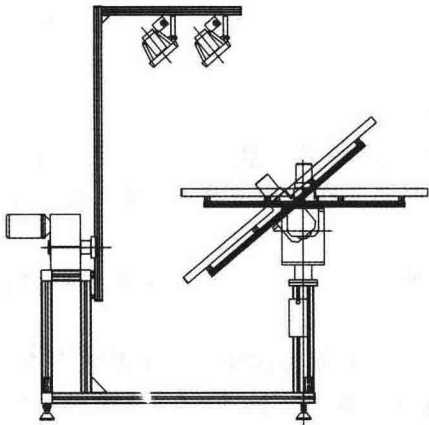


图 1-9 光伏电池方阵偏转移动示意图

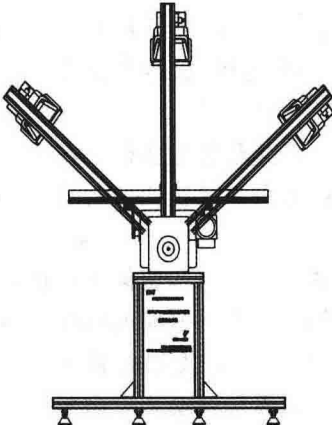


图 1-10 投射灯光源连续运动示意图

5. 接近开关和微动开关

水平方向和俯仰方向运动机构中装有接近开关和微动开关,用于提供光伏电池方阵作水平偏转和俯仰偏转的极限位置信号。

与光源移动机构连接的底座支架部分装有接近开关和微动开关,微动开关用于限位,接近开关用于提供午日位置信号。

【实验内容与步骤】

1. 实训内容

(1) 完成光伏供电装置的组装。

(2) 整理水平和俯仰方向运动机构、投射灯、单相交流电动机、接近开关和微动开关的电源线、信号线和控制线,根据 CON1~CON7 接插座图,将电源线、信号线和控制线接在相应的接插座中。

2. 实验步骤

1) 使用的器材和工具

(1) 光伏电池方阵、光线传感器、光线传感器控制盒、水平方向和俯仰方向运动机构,数量:各 1 个。

(2) 摆杆减速箱,减速比 1 : 3000;单相交流电动机,AC220 V/90 W;摆杆支架,数量:各 1 个。

(3) 投射灯,500 W,数量:2 个。

(4) 接近开关,数量:1 个。

(5) 微动开关,数量:6 个。

(6) 底座支架,数量:1 个。

(7) 转接头,数量:8 个。

(8) 万用表,数量:1 块。

(9) 电烙铁,热风枪,数量:各 1 把。

(10) 螺丝、螺母若干。

(11) 连接线、热缩管若干。

2) 操作步骤

(1) 将光线传感器安装在光伏电池方阵中央,然后将光伏电池方阵安装在水平方向和俯仰方向运动机构的支架上,再将光线传感控制盒装在底座支架上,要求紧固件不松动。

将水平方向和俯仰方向运动机构中的两个直流电动机分别接+24 V 电源,光伏电池方阵匀速作水平方向或俯仰方向的偏移运动。

(2) 将摆杆支架安装在摆杆减速箱的输出轴,然后将摆杆减速箱固定在底座支架上,再将 2 盏投射灯安装在摆杆支架上方的支架上,要求紧固件不松动。

(3) 根据光伏供电主电路电气原理图和接插座图,焊接水平方向和俯仰方向运动机构、单相交流电动机、投射灯、光线传感器、光线传感控制盒、接近开关和微动开关的引出线,引出线的焊接要光滑、可靠,焊接端口使用热缩管绝缘。

(4) 整理上述焊接好的引出线,将电源线、信号线和控制线接在相应的接插座中,接插座端的引出线使用管形端子和接线标号。

【小结】

(1) 光伏供电装置是太阳能发电实训系统将光能转换为电能的基本装置,该装置有

几个重要组成部分:光源移动机构、光线传感器和光线传感器控制盒、水平方向和俯仰方向运动机构。

光源移动机构的功能是使光源连续移动,模拟日光的运动轨迹。光线传感器采集光源的光强度,通过光线传感器控制盒将不同位置的光强信号传输给光伏供电系统。光伏供电系统中的 PLC 接受光强信号后,控制水平方向和俯仰方向运动机构中的直流电动机旋转,使得光伏电池方阵对准光源以获取最大的光电转换效率。

(2) 接近开关和微动开关是光伏供电装置中不可缺少的器件,这些器件用于确定光源移动机构和光伏电池方阵在移动中的位置,起到定位和保护作用。

(3) 光伏供电装置各部分的动作是由光伏供电系统来控制完成。

实验三 光伏供电系统接线

【实验目的】

1. 实训目的

(1) 通过实训理解设备、器件的安装和接线是设备运行前重要的基础工作。

(2) 通过实训理解光伏供电系统的组成。

2. 实训要求

(1) 拆除光伏电源控制单元、光伏输出显示单元、光伏供电控制单元、S7-200 CPU226 PLC 的接线。器件的安装位置可以作适当调整,根据光伏供电系统相关电气原理图重新接线。

(2) 接线的线径、颜色选择合理,接线要有标号,叉形端子和管形端子处不露铜。

(3) 接地线选择黄绿色线,接线要可靠。

【实验原理】

实训的基本原理请阅读附后 V-Ets-solar-S2000 型太阳能发电实训设备简介中的光伏供电装置和光伏供电系统的相关内容。

【实验内容与步骤】

1. 实训内容

(1) 光伏电源控制单元的接线。

(2) 光伏输出显示单元的接线。

(3) 光伏供电控制单元的接线。

(4) PLC 的接线。

2. 实验步骤

1) 使用的器材和工具

(1) 光伏电源控制单元,数量:1 个。

(2) 光伏输出显示单元,数量:1 个。

- (3) 光伏供电控制单元,数量:1个。
- (4) S7-200 CPU226 PLC,24 输入/16 继电器输出,数量:1个。
- (5) 万用表,数量:1块。
- (6) 十字形螺丝刀和一字形螺丝刀,数量:各1把。
- (7) 套管打码机,数量:1台。
- (8) 叉形端子、管形端子、接线、套管若干。

2) 操作步骤

建议按以下顺序接线。

(1) 辅助电源控制单元的接线。光伏电源控制单元的作用是向光伏供电装置和光伏供电系统提供+24 V 的电源,有 8 根接线,两根 0.5 mm^2 红色线和两根 0.5 mm^2 黑色线用于 AC220 V 的 L 和 N,两根 0.5 mm^2 红色线和两根 0.5 mm^2 黑色线用于 +24 V 和 0 V。

(2) 光伏输出显示单元的接线。光伏输出显示单元的作用是显示光伏电池方阵输出的电压和电流值,有 12 根接线, 0.5 mm^2 红色线和 0.5 mm^2 黑色线用于 AC220 V 的 L 和 N,用于通信以外的接线可选用 0.5 mm^2 蓝色线。

(3) 光伏跟踪控制单元的接线。光伏供电控制单元是控制光伏供电装置动作的操作控制盒,有 24 根接线,+24 V 的接线选用 0.5 mm^2 红色线,0 V 的接线选用 0.5 mm^2 黑线,其余均可选用 0.5 mm^2 蓝色线。

(4) S7-200 CPU226 PLC 输入输出端口接线。S7-200 CPU226 PLC 是控制光伏供电装置动作的控制单元,有 66 根接线,L、N、PE 分别使用 0.5 mm^2 的红色、黑色和黄绿色线,1 M 和 2 M 使用 0.5 mm^2 黑线,1 L、2 L 和 3 L 使用 0.5 mm^2 红色线,A+1、B+1、C+1、D+1、A+2、B+2、M1、M2 和 M3 使用 0.5 mm^2 黑色线,L+1 和 L+2 使用 0.5 mm^2 红色线,其余使用 0.5 mm^2 蓝色线。

(5) 接线完毕后,根据相关电气原理图,用万用表检测接线是否正确、接线工艺是否符合要求。

【小结】

(1) 设备、器件的安装和接线是设备运行前的基础工作,是十分重要的。

(2) 设备、器件的安装和接线有其工艺要求,例如:线径、线型、颜色、接线端子的选用、标号、布线方式和路径等。

(3) 在光伏供电控制单元的接线和 PLC 输入输出端口接线之前,应该了解光伏供电控制单元的电气原理图和 PLC 输入输出接口电气原理图,有助于对光伏供电系统的理解。

实验四 光线传感器状态特性

【实验目的】

- 1. 实训目的
- (1) 了解光敏电阻、电压比较器的工作特性。
- (2) 理解光线传感器的工作原理。

- 2. 实训要求

熟悉光线传感器的引线定义,能够正确使用光线传感器。

【实验原理】

光线传感器的电原理图如图 1-11 所示。IC1a 和 IC1b 是电压比较器,电阻 R_3 和 R_4 给 IC1a 和 IC1b 电压比较器提供反相端固定电平, R_{G1} 、 R_{P1} 和 R_1 为 IC1a 电压比较器提供同相端电平, R_{G2} 、 R_{P2} 和 R_2 为 IC1b 电压比较器提供同相端电平。

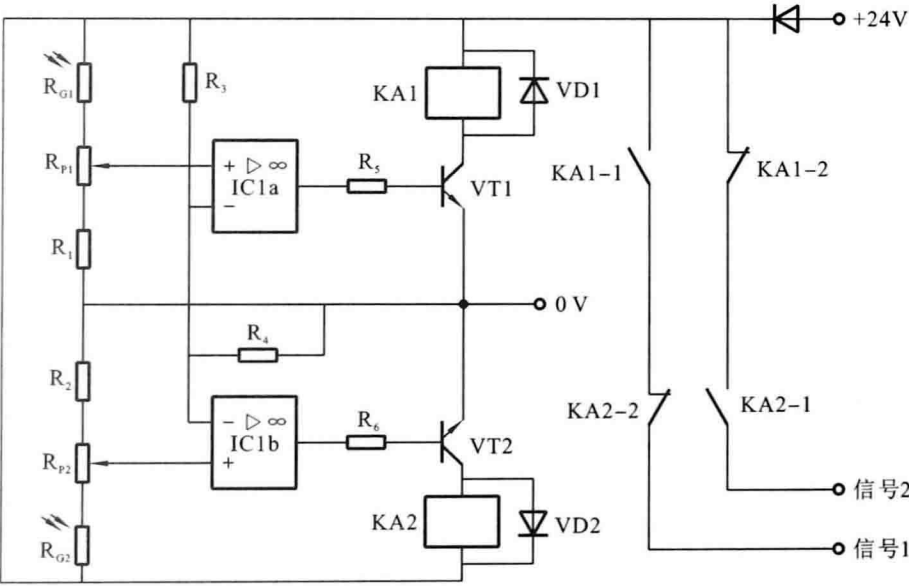


图 1-11 光线传感器电原理图

在无光照或暗光的情况下,光敏电阻 R_{G1} 的阻值较大, R_{G1} 、 R_{P1} 和 R_1 组成的分压电路提供给 IC1a 电压比较器同相端的电平低于 IC1a 电压比较器反相端的固定电平,IC1a 电压比较器输出低电平,三极管 VT1 截止,继电器 KA1 不导通,常开触点 KA1-1 和常闭触点 KA1-2 保持常态,信号 1 端无电平输出。同样在无光照或暗光的情况下, R_{G2} 、 R_{P2} 和 R_2 组成的分压电路提供给 IC1b 电压比较器同相端的电平低于 IC1b 电压比较器反相端的固定电平,三极管 VT2 截止,继电器 KA2 不导通,常开触点 KA2-1 和常闭触点 KA2-2 保持常态,信号 2 端无电平输出。

将光敏电阻 R_{G1} 和光敏电阻 R_{G2} 安装在透光的深色有机玻璃罩中,光敏电阻 R_{G1} 和光

敏电阻 R_{G2} 在罩中用不透光的隔板分开。当太阳光或灯光斜照射在光敏电阻 R_{G1} 一侧,光敏电阻 R_{G1} 受光照射,其阻值变小;光敏电阻 R_{G2} 没有受到光的照射,其阻值不变。 R_{G1} 、 R_{P1} 和 R_1 组成的分压电路提供给 IC1a 电压比较器同相端的电平高于 IC1a 电压比较器反相端的固定电平,IC1a 电压比较器输出高电平,三极管 VT1 导通,继电器 KA1 线圈得电导通,常开触点 KA1-1 闭合、常闭触点 KA1-2 断开,信号 1 端输出高电平。PLC 接收该高电平后,控制水平方向和俯仰方向运动机构中的相应的直流电动机旋转,使光伏电池方阵向光敏电阻 R_{G1} 一侧偏转。同样的道理,当太阳光或灯光斜照射在光敏电阻 R_{G2} 一侧,信号 2 端输出高电平,PLC 控制水平方向和俯仰方向运动机构中的相应的直流电动机旋转,使光伏电池方阵向光敏电阻 R_{G2} 一侧偏转。

光伏电池方阵在偏转过程中,当太阳光或灯光处在光敏电阻 R_{G1} 和光敏电阻 R_{G2} 上方,IC1a 电压比较器和 IC1b 电压比较器均输出高电平,三极管 VT1 和 VT2 导通,继电器 KA1 和 KA2 的线圈得电导通,常开触点 KA1-1 和 KA2-1 闭合、常闭触点 KA1-2 和 KA2-2 断开,信号 1 端和信号 2 端无电平输出,水平方向和俯仰方向运动机构中的相应的直流电动机停止动作,光伏电池方阵也停止偏转。

实际的光线传感器在透光的深色有机玻璃罩中安装了 4 个光敏电阻,用十字形不透光的隔板分别隔开,这 4 个光敏电阻所处的位置分别定义为东、西、北、南。东、西光敏电阻和北、南光敏电阻分别组成如图 1-11 所示的电路,因此,有 4 路信号提供给 PLC。当光线传感器接受不同位置的光照时,PLC 会控制水平方向和俯仰方向运动机构中的直流电动机旋转,直到光伏电池方阵正对着光源为止。

【实验内容与步骤】

1. 实训内容

操作光伏供电控制单元的有关按钮,移动点亮的投射灯,通过 PLC 的输入输出端口的发光二极管观察光线传感器的输出状态。

2. 实验步骤

(1) 将通电的投射灯放置在光线传感器上方并更换不同的位置,接插座 CON7 的 7、8 端口接 5 V 电源,用万用表测量 CON7 的 1、2、3、4、5、6 端口的通断情况。

(2) 将通电的投射灯放置在光线传感器上方并更换不同的位置,观察 S7-200 CPU226 的 SP0.0、SP0.1、SP0.2、SP0.3、SP0.4 和 SP0.5 指示灯的显示状态。

(3) 根据 S7-200 CPU226 的 SP0.0、SP0.1、SP0.2、SP0.3、SP0.4 和 SP0.5 指示灯的显示状态,判定水平方向和俯仰方向运动机构中的直流电动机正确的旋转方向。

【小结】

(1) 光敏电阻和电压比较器是光线传感器核心元件,光敏电阻是传感器,其特点是受光后阻值变小;电压比较器是信号处理器件,其输出电平取决于电压比较器同相端和反相端电平的高低,当电压比较器同相端的电平高于反相端的电平,电压比较器输出高电平,当电压比较器同相端的电平低于反相端的电平,电压比较器输出低电平。

(2) 继电器 KA1 常开触点和继电器 KA2 常闭触点串联的作用是同组光敏电阻都受