太阳能光伏发电技术

宋洋 宋凯主 编.



江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

太阳能光伏发电技术/宋洋,宋凯主编. -- 南昌:江西科学技术出版社, 2016.8
ISBN 978-7-5390-5726-2
Ⅰ.①**太**… Ⅱ.①**宋**… ②**宋**… Ⅲ.①**太阳能发电** Ⅳ.①TM615
中国版本图书馆 CIP **数据核字(**2016**) 第** 160148 **号**

国际互联网(Internet**) 地址:**
http://www.jxkjcbs.com
选题序号: ZK2016162
图书代码: B16048-101

太阳能光伏发电技术 **宋洋 宋凯主编**

出版发行	**江西科学技术出版社**
社址	**南昌市蓼洲街** 2 **号附** 1 **号**
	邮编: 330009 **电话:** (0791) 86623491 86639342(**传真**)
印刷	**江西千叶彩印有限公司**
经销	**各地新华书店**
开本	787mm×1092mm 1/16
字数	96 **千字**
印张	6
版次	2016 **年** 8 **月第** 1 **版** 2016 **年** 8 **月第** 1 **次印刷**
书号	ISBN 978-7-5390-5726-2
定价	20.00 **元**

赣版权登字-03-2016-245
版权所有,侵权必究
(**赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换**)

前　言

随着现代工业的发展，全球能源危机和大气污染问题日益突出，太阳能作为理想的可再生能源，受到了许多国家的重视。目前，太阳能光伏发电技术正在迅速发展，应用的规模和范围也在不断地扩大，已成为当今世界新能源发电领域的一个研究热点。

本书利用校企合作研究的 YL－187 太阳能发电系统实训平台，系统介绍了太阳能光伏发电的相关知识，并介绍了相关的典型案例。

按照中职院校电气专业培养目标的要求，本书以工作过程为导向，从实用的角度，避免高深的理论分析，多举应用实例，尽量使知识浅显易懂，便于学习。全书分为五个学习情景，采用以工作任务为驱动的工作学习一体化教学模式，注重学生实践动手能力、自主学习能力、与人沟通能力、解决实际问题能力的培养。

由于编者水平有限，教材中可能还有许多缺点、错误及不完善之处，恳请选用此书的师生及广大读者给予批评和指正。

目 录

任务一 充放电控制器的安装与调试 …… (1)
一、明确任务 …… (1)
二、制订计划 …… (3)
三、资讯信息 …… (3)
四、任务施工 …… (5)
五、任务验收 …… (11)
六、总结评价 …… (12)
七、知识链接 …… (13)
任务二 直流调压 DC – DC 单元的安装与测试 …… (19)
一、明确任务 …… (19)
二、制订计划 …… (21)
三、资讯信息 …… (21)
四、任务施工 …… (22)
五、任务验收 …… (26)
六、总结评价 …… (26)
七、知识链接 …… (27)
任务三 交流逆变 DC – AC 单元的安装与调试 …… (33)
一、明确任务 …… (33)
二、制订计划 …… (35)

三、资讯信息……（35）
四、任务施工……（40）
五、任务验收……（42）
六、总结评价……（43）
七、知识链接……（44）
任务四　太阳能路灯、警示灯的安装与调试……（49）
一、明确任务 ……（49）
二、制订计划……（51）
三、资讯信息……（51）
四、任务施工……（55）
五、任务验收……（59）
六、总结评价……（59）
七、知识链接……（60）
任务五　模拟太阳能光伏发电系统的安装与调试 ……（65）
一、明确任务……（66）
二、制订计划……（67）
三、资讯信息……（68）
四、任务施工……（72）
五、任务验收……（74）
六、总结评价……（74）
七、知识链接……（76）

任务一　充放电控制器的安装与调试

学习目标：

1. 作用

能按照安全操作规程，正确操作 YL－187 太阳能发电系统。

2. 应用

掌握 YL－187 太阳能发电系统的太阳能电池、蓄电池及充电控制器的连接和使用。

3. 要求

能够阅读“充放电控制器的安装与调试”工作任务单，明确项目任务和个人任务要求，服从工作安排。

能够考察工作现场，收集现场技术资料。

能够进行小组讨论学习，并制订完成任务实施计划与方案。

能够在任务完成后进行工作总结与评价。

工作情景描述：

现场勘查直观了解 YL－187 太阳能发电系统，熟悉太阳能发电系统充放电控制单元及电源情况，通过实际操作，仔细观察并记录太阳能发电系统充放电的工作过程。

接到太阳能发电系统充放电控制的安装与控制学习任务，根据控制要求完成本次任务。

控制要求：

(1) 按照要求安装太阳能光伏电池、蓄电池及太阳能控制器。

(2) 按照设备接线图连接太阳能光伏电池、蓄电池及太阳能控制器。

(3) 在 YL－187 实训平台上使用稳压电源实验测试太阳能控制器。

(4) 使用实际设备运行并调试。

一、明确任务

1. 学习目标

(1) 接到任务后，能迅速掌握任务内容，查找学习相关资料，熟读相关说明书等。

(2) 能以企业工人的状态进入施工现场，做好相关技术记录、安全标示等工作。

2. 学习地点

太阳能发电实训室。

3. 学习过程

(1) 认真阅读工作情景描述及相关资料，熟知所做工作内容，准备学习资料。

(2) 明确工作任务，勘察现场，根据设备安装记录表内容，认真填写设备安装记录(见表1－1)。

表1－1　设备安装记录表

设备安装部门		时间	
设备名称		设备编号	
安装记录			
维修组			
维修人员			
安装情况	设备规格: 设备安装布线情况: 设备标识情况: 设备与图纸符合情况: 其他:		
调试情况			
维修材料名称	规格		数量
验收记录			
验收部门			
验收人		日期	

二、制订计划

1. 学习目标

(1) 能根据任务要求及现场了解的具体情况，制订准备、施工、验收与学习计划。

(2) 能根据工作要求确定学习目标，并合理分配工作任务，填写表 1－2 工作计划表。

2. 学习地点

太阳能发电实训室。

3. 学习过程

(1) 根据现场了解的设备生产情况及所得的相关资料制订工作前、工作中和工作后的计划(见表 1－2)。

(2) 操作设备时需要了解什么?

(3) 需要学习和准备的计划步骤是什么?

表 1－2　工作计划表

任务			
班级		小组	
项目负责人			
项目参与人			
工作计划			

三、资讯信息

1. 太阳能光伏系统简介

太阳能光伏发电系统是利用太阳电池半导体材料的光伏效应，将太阳光辐射能直接转换为电能的一种新型发电系统，它由太阳能电池方阵、控制器、蓄电池组、直流/交流逆变器等部分组成，其系统组成如图 1－1 所示。

(1) 太阳能光伏电池: 太阳能电池单体是光电转换的最小单元，尺寸一般为 4～100cm^2。太阳能电池单体的工作电压约为 0.5V，每平方厘米的工作电流为 20～25mA，通常不能单独作为电源使用。

将太阳能电池单体进行串并联封装后，就组成了太阳能电池组件，其功率一般为几瓦至

几十瓦，是可以单独作为电源使用的最小单元。太阳能电池组件再经过串并联组合安装在支架上，就构成了太阳能电池方阵，来满足负载所要求的输出功率（见图 1－2）。



图 1－1　太阳能光伏系统整体示意图



图 1－2　太阳能电池单元

（2）蓄电池：其作用是储存太阳能电池方阵受光照时所发出的电能并可随时向负载供电。太阳能电池发电系统对所用蓄电池组的基本要求是：①自放电率低。②使用寿命长。③深放电能力强。④充电效率高。⑤少维护或免维护。⑥工作温度范围宽。⑦价格低廉。

目前，我国与太阳能电池发电系统配套使用的蓄电池主要是铅酸蓄电池和镉镍蓄电池。配套 200Ah 以上的铅酸蓄电池，一般选用固定式或工业密封免维护铅酸蓄电池；配套 200Ah 以下的铅酸蓄电池，一般选用小型密封免维护铅酸蓄电池。

（3）太阳能控制器：充放电控制器是能自动防止蓄电池组过充电和过放电并具有简单测量功能的电子设备。由于蓄电池组过充电或过放电后将严重影响其性能和寿命，充放电控制器在光伏系统中一般是必不可少的。

按照开关器件在电路中的位置，充放电控制器可分为串联控制型和分流控制型；按照控制方式，可分为普通开关控制型（含单路和多路开关控制）和 PWM 脉宽调制控制型（含最大功率跟踪控制器）开关器件，可以是继电器，也可以是 MOSFET 模块，但 PWM 脉宽调制控制器只能用 MOSFET 模块作为开关器件。

2. 太阳能光伏系统充放电单元的安装

（1）太阳能电池板的安装：将太阳能电池板面对向阳角度放置好，使太阳能电池板最大限度接收光照。在左右两个接线端子的旁边有正负极标志，它代表电池在工作状态下输出

电压的正负极，按照用电需求正极接正接，负极接负极。接线采用机械压紧方式，用 M4 十字螺丝刀将接线柱的压紧螺丝旋开，将电线去皮后穿过 G7 电缆密封接头，插入接线孔中，将线压紧。电线接好后，将防护盖盖上，用 M4 十字螺丝刀将自攻螺丝拧入螺丝孔，固定好后在将接线盒盖盖上，即完成电池板的接线。在电池板的背面安装有接地螺丝，将接地线固定在接地螺丝上即可安全接地。将正负极接线接入断路器 A 的下端备用。

(2) 蓄电池的安装：将蓄电池 A 的正极接到蓄电池 B 的负极，串联为 24V 电池，将蓄电池 A 的负极与 B 的正极接到断路器 B 下端备用。

(3) 太阳能控制器的安装：将控制器太阳能电池板控制端接入断路器 A 的上端；将控制器蓄电池端接入断路器 B 的上端；将控制器负载端接入断路器 C 的上端。

(4) 断路器 C 下端留作 24V 直流供电。



图 1－3　太阳能控制器

四、任务施工

1. 学习目标

(1) 认识太阳能发电系统的组成和工艺要求。

(2) 学习掌握太阳能发电系统各部分的作用、功能与结构原理。

(3) 知道太阳能发电系统的分类。

(4) 掌握太阳能发电系统的操作程序。

2. 学习地点

太阳能发电实训室。

3. 学习过程

1) 施工准备：①制定施工方案，根据勘察现场情况填写设备维修所需材料并领取材料，准备工具。②工具准备，按照工作需求，准备相应工具，并列出清单(清单上需注明型号与数量) 具体按工具外出清单表来准备。③材料准备，按进货清单准备材料，并逐一核对(数量、规格等)，确认准确无误。④画出太阳能发电系统安装线路图。

2) 模拟调试：按照图 1－4 接线图连接电路，使用开关电源模拟太阳能电池板电压与蓄电池电压充放电过程。

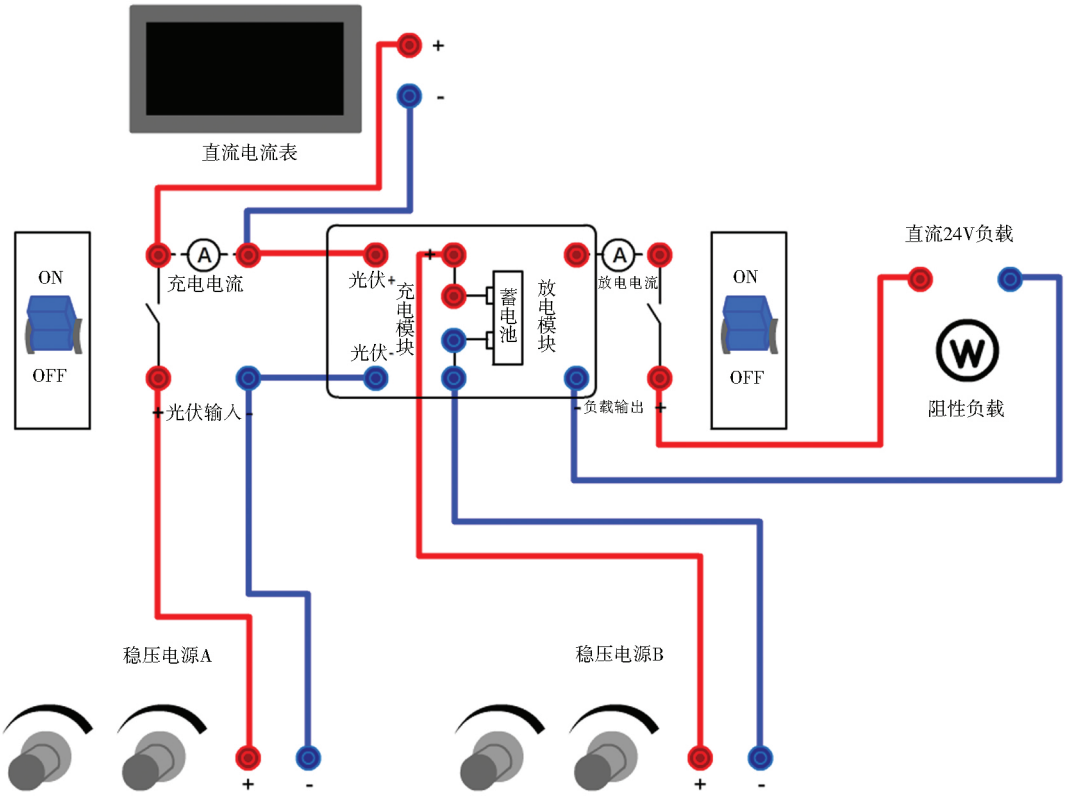


图 1 - 4　太阳能充放电安装接线图

(1) 控制器快速充电/恒流充电,负载放电。调节蓄电池(电源 B)电压上升到 12.0V 左右,红灯(charge)亮,绿灯(load)亮,控制器显示(solar control)(见图 1 - 5)。

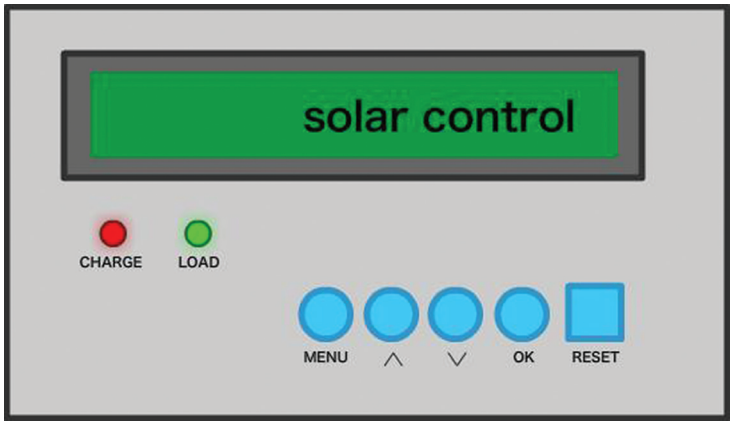


图 1 - 5　控制器启动示意图

继续调节蓄电池(电源 B)电压上升到 14V 左右,按下 reset 键,红灯绿灯同时熄灭,5s 后红绿灯同时亮,负载灯泡也亮了,此时进入“24V 制式”,按下“ok”键,控制器显示 ↑charge

0.0A) /(load 0.5A) /(batter 21.0V) ”，表示蓄电池(电源 B) 向负载灯泡放电 0.5A(见图 1 - 6) 。

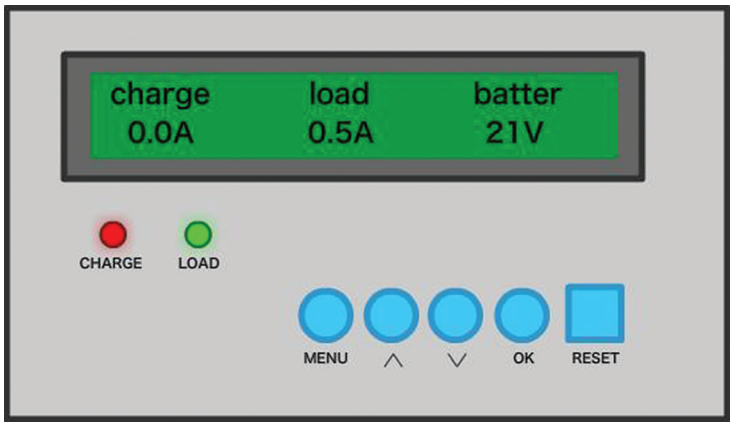


图 1 - 6　控制器放电示意图

接上光伏输入(电源 A) ，打开光伏输入开关，调节光伏输入(电源 A) 电压在 < 14V 范围，观察充电直流电流表显示电流都在 < 10mA 范围内，控制器显示 “(charge 0.0A) /(load 0.5A) /(batter 21.0V) ”，表示光伏输入(电源 A) 没有向蓄电池(电源 B) 充电。

当缓慢地调节光伏输入(电源 A) 电压超过蓄电池(电源 B) 时，可以观察到(电源 A) 的电流逐渐升高，(电源 B) 的电流逐渐减少，充电直流电流表显示电流逐渐 > 100mA，当缓慢地调节光伏输入(电源 A) 电压到 23.5V 左右，(电源 A) 电流逐渐升高到 0.6A 左右，(电源 B) 的电流逐渐减少到 0.0A，充电直流电流表显示电流 624mA，控制器显示 “(charge 0.6A) /(load 0.5A) /(batter 22.0V) ”，表示光伏输入(电源 A) 向蓄电池(电源 B) 快速充电，充电直流 624mA，控制器向负载灯泡放电 0.5A，蓄电池(电源 B) 自身不耗电，相反在充电，红(charge) 绿(load) 灯同时长亮，表示系统处于正常充放电状态(见图 1 - 7) 。

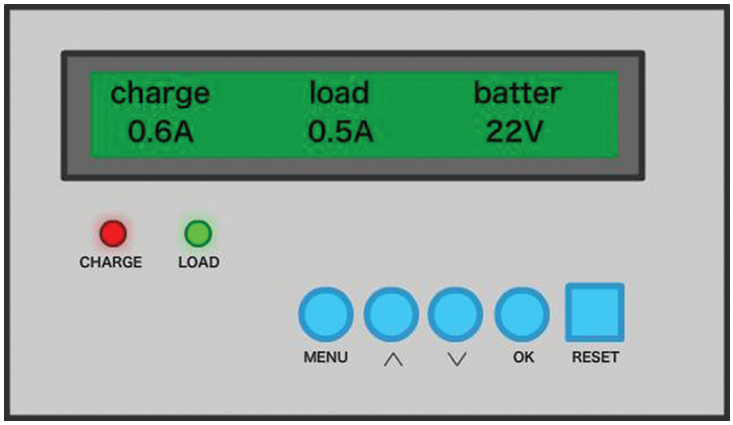


图 1 - 7　控制器充电示意图

继续调节光伏输入(电源 A) 电压到 25V 左右，(电源 A) 电流逐渐升高到 0.7A 左右，

(电源 B)的电压被动地上升到 24V 左右,(电源 B)电流始终为零,充电直流电流表显示电流略有升高到 655mA,控制器显示“(charge 0.6A)/(load 0.5A)/(batter 24.2V)”,表示光伏输入(电源 A)向蓄电池(电源 B)恒流充电(见图 1-8)。

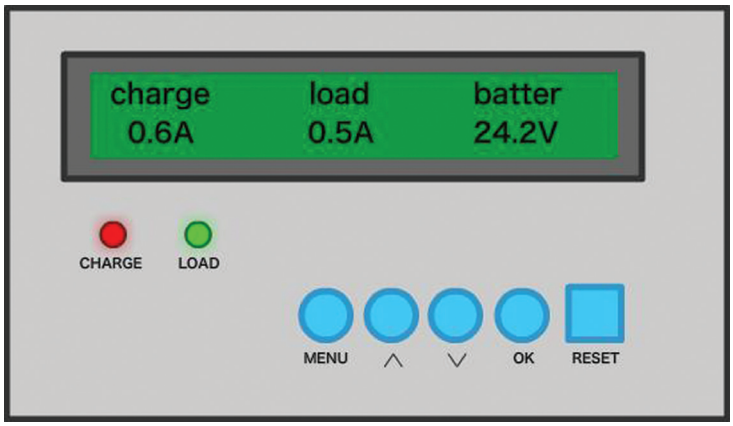


图 1-8 控制器恒流充电示意图

然后缓慢地调节蓄电池(电源 B)的电压,观察(电源 B)电流从 0.0A 逐渐升高到 0.5A 左右,充电直流电流表显示电流逐渐下降到 <100mA 范围内,光伏输入(电源 A)的电流逐渐减少到 <100mA 范围内,控制器显示(charge 0.0A)/(load 0.5A)/(batter 24.8V),表示充电引起蓄电池电压升高,24V 负载灯泡由光伏输入(电源 A)供电逐渐转换光伏输入/蓄电池(电源 B)同时供电,继续升高蓄电池(电源 B)的电压到 25V 左右,24V 负载灯泡完全由蓄电池(电源 B)供电,控制器显示“(charge 0.0A)/(load 0.5A)/(batter 25.2V)”(见图 1-9)。

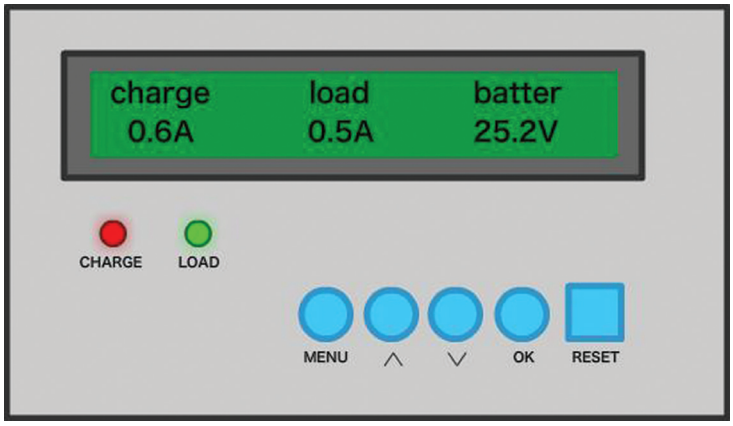


图 1-9 控制器蓄电池供电示意图

(2)控制器 HVD 过充保护。继续以上实训,缓慢地调节光伏输入(电源 A)电压到 28V 左右,此时(电源 A)电流上升到 0.7A,(电源 B)电流下降到 0.0A,充电直流电流表显示电流升高到 679mA 左右,控制器显示“(charge 0.6A)/(load 0.5A)/(batter 26.3V)”。红(charge)绿(load)灯同时长亮,表示系统处于正常充放电状态(见图 1-10)。

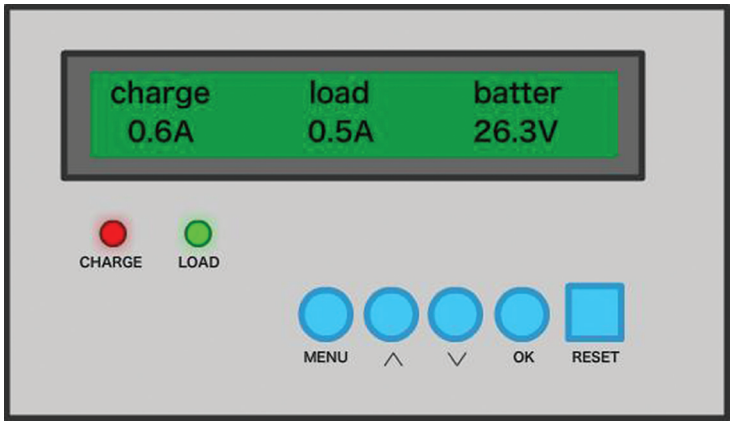


图 1－10　控制器正常充放电放电示意图

继续缓慢地升高光伏输入(电源 A)电压,观察充电直流电流表显示电流,大约在光伏输入(电源 A)电压等于 30V 左右,充电电流突然快速变为 0mA,(电源 B)电流突然快速变为 0.6A,(电源 B)电压突然下降到 25V 左右,控制器显示"(charge 0.0A)/(load 0.5A)/(batter 25.0V)",表示系统产生充电保护状态,切断光伏电池的充电,保护蓄电池被过充,表示 HVD 过充保护功能工作正常(见图 1－11)。

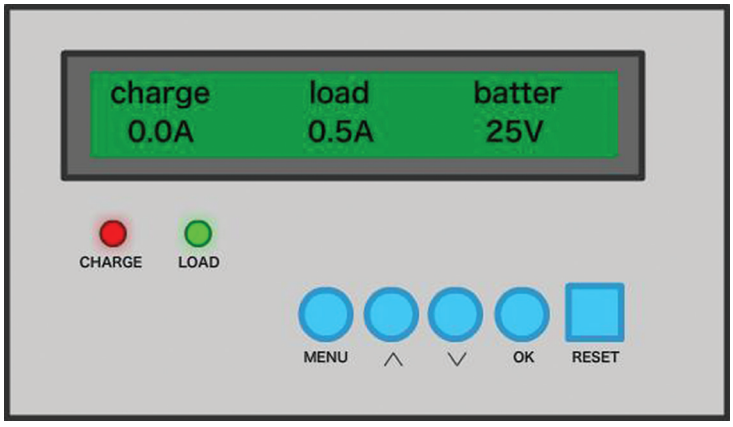


图 1－11　控制器 HVD 过充保护示意图

(3)控制器 LVD 功能及自动恢复。继续以上实训,下降光伏输入(电源 A)电压到 21V 左右,然后缓慢地下降蓄电池(电源 B)电压到 21V 左右,观察 24V 负载灯泡由亮突然变为熄灭,绿(load)灯熄灭,控制器显示(batter low),(电源 B)电流下降到 0.0A 左右,控制器处于停止等待状态,表示 LVD 功能中欠压断开功能正常(见图 1－12)。

然后缓慢地调节蓄电池(电源 B)的电压,观察 24V 负载灯泡由熄灭突然变为亮,(电源 B)电流升高到 0.5A 左右,绿(load)灯由熄灭突然变亮,控制器显示"(charge 0.0A)/(load 0.5A)/(batter 25.0V)",表示 LVD 功能中自动恢复功能正常(见图 1－13)。

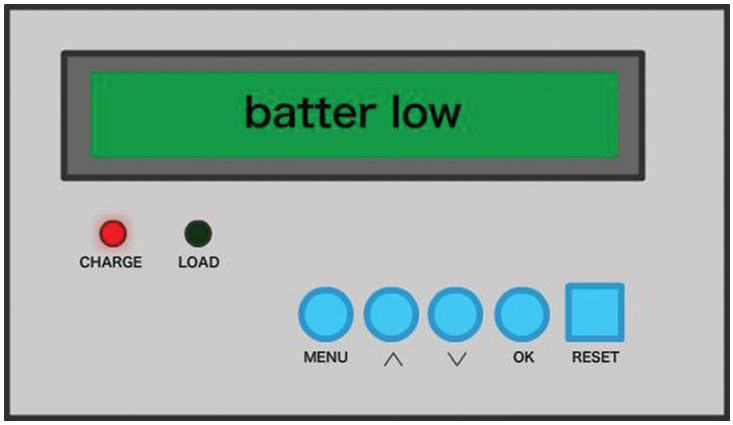


图 1 – 12　控制器欠电压示意图

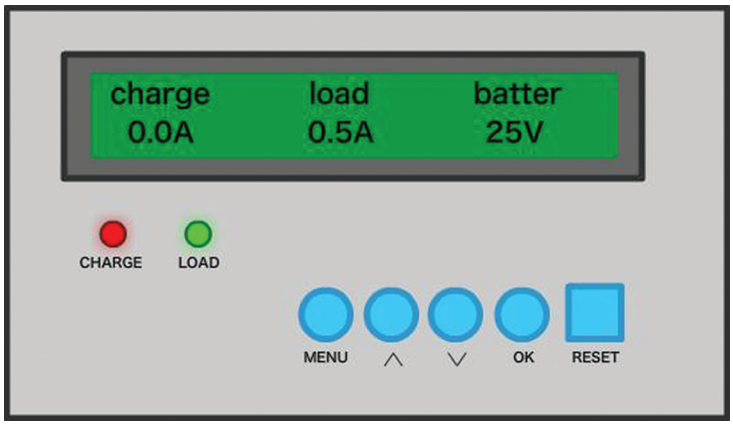


图 1 – 13　控制器恢复正常工作示意图

关闭控制器实训步骤: 先断开光伏输入开关,拿掉光伏输入(电源 A) 连线,接着拿掉 24V 负载灯泡连线,最后拿掉蓄电池(电源 B) 连线和直流电流表上的连线。

3) 现场施工: 按照太阳能发电系统安装线路图连接系统(见图 1 – 14) 。

(1) 蓄电池组装,核对蓄电池容量与设计配置单是否相同(若多块组联,请确定并串联方式,并联电池不能超过 4 块) 。蓄电池连接线接线时,注意连接线鼻子焊接点是否牢固。连接太阳能电池板和蓄电池进行调试。

(2) 电池板组装,组装前将电池板支架与灯杆搬运至基础附近,将电池板用螺丝固定在架子上,按要求对电池板实行并串联接线,接线完毕后进行测试,确保电压符合安装要求。正常天气情况 12V 系统电池板系统测试电压不能低于 18V,24V 系统电池板测试电压不能低于 36V。若小于要求,要检查单板电压是否符合要求。

(3) 控制器连接。严格按照控制器说明来安装,顺序为先接蓄电池端,再接负载端(观察灯是否亮,如正常亮灯,则正常,否则检查更换控制器) ,最后接太阳能电池板端(观察灯是否熄灭,熄灭为正常。有些控制器带有延时功能,等三五分钟后会自己熄灭) 。在连接过程

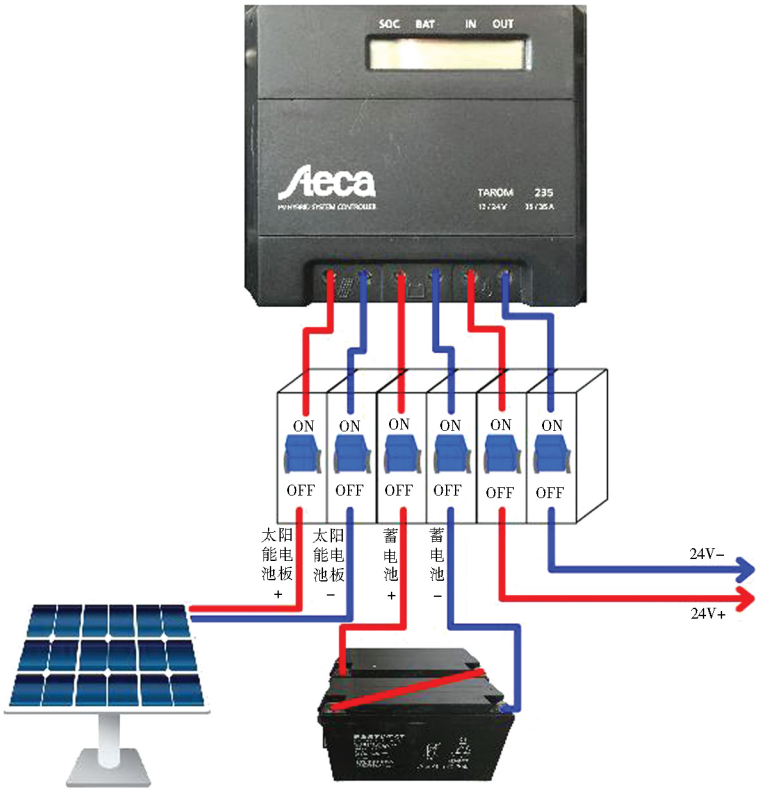


图 1－14　太阳能发电系统安装线路图

中，注意正负极要接正确，同时不要两手同时拿电池板的正负极线端，避免触电。

4）系统调试：

（1）在教师的现场监护下进行通电调试，验证系统功能是否符合控制要求。

（2）如果出现故障，学生应独立检修。检修完毕应重新调试，直至系统能够正常工作。

五、任务验收

1. 学习目标

填写任务验收单，并交付验收；对验收成果完成质量检测。

2. 学习地点

太阳能发电实训室。

3. 学习过程

（1）清点工具并进行整理。

（2）拟定验收项目表，确定工作任务单的验收项目和参数（见表 1－3）。

（3）请各组派一名代表对完成的工作进行预验收，发现情况及时处理，并做好记录。

（4）说明你小组的验收数据。

表 1－3　质量验收表

项目评价内容	评价
导线选择	
布线正确性	
布线工艺	
安全文明生产	

六、总结评价

1. 学习目标

(1) 制订小组的汇报形式(PPT 等),上台汇报你组的工作过程与成果。

(2) 进行工作总结与评价,填写工作评价表(见表 1－4)。

表 1－4　工作评价表

项目	评价内容	评价等级		
		A	B	C
社会能力	遵守纪律、遵守管理规定、服从安排			
	安全意识、责任意识、7S 管理意识			
	节约、环保意识			
	学习态度积极主动			
	团队合作意识			
	与人沟通能力			
	协作能力			
	自主学习能力			
	承受挫折			
	工作态度			
	仪容仪表			
专业能力	按时独立完成工作页			
	工具、设备选择得当			
	操作规范			
	创新能力			
	检修任务完成			
	工作效率与质量			
小组评价	组长签名:			
老师评价	教师签名:			