

智能泵站 PLC 远程控制系统设计*

李光辉^{1, 2}, 周小波^{1, 2, 3}, 曾文明^{1, 2, 3}, 赵九洲¹, 胡志国⁴, 卢珍^{1, 2}

(1. 四川省农业机械研究设计院, 成都市, 610066; 2. 农业农村部丘陵山地农业装备技术重点实验室, 成都市, 610066;
3. 四川省节水灌溉重点实验室, 成都市, 610066; 4. 宜宾市翠屏区农林畜牧局, 四川宜宾, 644002)

摘要:智能泵站 PLC 远程控制系统采用现地控制设备 PLC、无线通讯模块(智能远程控制终端)、YunPLC 平台(公网云服务器)、上位机有机结合的方案。根据操作功能和无线传输等需求,搭建硬件系统和软件系统。系统可远程下载 PLC 梯形图程序;可通过 OPC 客户端组态软件、PC 端/手机网页、手机短信、IOS、安卓手机 APP 等方式,实现远程监控智能泵站的功能。也可通过操作触摸屏等本地控制方式监控智能泵站。结合变频器多段速等节能技术,实现不同台位地块灌溉分频率运行。实现泵站远程监控、高效运行,减少操作劳动强度,改善操作维护人员的工作环境。

关键词:山丘区;管网灌溉;智能泵站;PLC;无线远程控制

中图分类号:S275.1 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5553(2018)07-0078-06

李光辉, 周小波, 曾文明, 赵九洲, 胡志国, 卢珍. 智能泵站 PLC 远程控制系统设计[J]. 中国农机化学报, 2018, 39(7): 78-83

Li Guanghui, Zhou Xiaobo, Zeng Wenming, Zhao Jiuzhou, Hu Zhiguo, Lu Zhen. Design of PLC remote control system for intelligent pumping station [J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2018, 39(7): 78-83

0 引言

针对山丘区“水低田高”、土地集约化经营条件下,由于灌溉地块落差大、输水管路长、分水口数量多等而导致的操作劳动强度大的问题^[1-3],在分析山丘区多分水口管网灌溉智能泵站控制功能、保护功能、运行特点、运行参数、通讯方式基础上,确定控制系统方案,搭建硬件系统和软件系统。

1 系统方案

该控制系统主要由现地控制设备 PLC、无线通讯模块(智能远程控制终端)、YunPLC 平台(公网云服务器)、上位机组成。现地控制核心 PLC 与智能远程控制终端采用 PPI 协议进行 RS485 传输;智能远程控制终端与 YunPLC 平台采用 TCP/IP 协议通过 3G/4G 进行无线传输;YunPLC 平台与上位机、手机通过 3G/4G 进行无线传输。系统功能:通过设置远程下载软件和 PLC 编程软件等上位机操作环境,可远程下载 PLC 梯形图程序;通过编写智能泵站远程控制终端软件、组态软件等,可通过 OPC 客户端组态软件、PC 端/手机网页、手机短信、IOS、安卓手机 APP 等远程控制方式,

实现远程监控智能泵站的功能;也可通过操作触摸屏等本地控制方式监控智能泵站;结合变频器多段速等节能技术,实现不同台位地块灌溉分频率运行。系统结构示意图如图 1 所示。

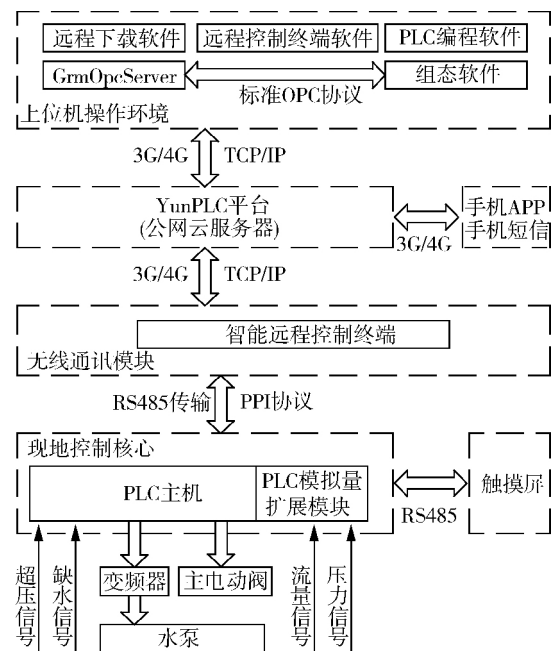


图 1 系统结构示意图

Fig. 1 Framework of the system

收稿日期:2018 年 6 月 25 日 修回日期:2018 年 6 月 27 日

*基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费项目(20150312704);四川省科研院所科技成果转化资金项目(2018YSZH0030)

第一作者:李光辉,男,1983 年生,四川广安人,硕士,高级工程师;研究方向为泵站、节水灌溉等电气自动控制。E-mail: 331672213@qq.com

2 硬件系统

根据控制功能,进行电气原理(接线)图设计,搭建控制系统的硬件系统。硬件系统主要包括:智能远程控制终端、PLC 主机、PLC 模拟量扩展模块、网线、天线、通讯线、直流开关电源、触摸屏、中间继电器等。智能远程控制终端作为整个系统的核心通讯部件,使用 3G/4G 作为通讯方式,通过非透明的传输方式,智能数据压缩等先进算法,可有效解决传统无线模块不稳定的问题,实现多包并发采集,极大提高了系统的响应速度,降低流量费用。PLC 主机通过 PPI 电缆与智能

远程控制终端通信,接收起/停指令,执行主泵启动/停止,主电动阀开/关/停动作。PLC 模拟量扩展模块用于接收流量信号、压力信号。网线作为电脑与智能远程控制终端的通讯设置工具。天线作为增强系统信号用。通讯线作为 PLC 与智能远程控制终端的连接线。直流开关电源作为系统的工作电源。SIM 卡主要用于移动通信系统中身份识别等。触摸屏用于本地操作启动/停止主泵、开/关/停主电动阀等。中间继电器用于分别输出执行变频器启动/停止及多段速运行、主电动阀接触器开/关/停中转信号等。硬件系统主要架构如表 1 所示,系统接线端子图如图 2 所示。

表 1 硬件系统主要架构表
Tab. 1 Main Framework of the hardware system

名称	规格	备注
智能远程控制终端	GRM503-N2Y	串口:标配 1 路 R485,1 路 RS232; 以太网口:2 路 100M 以太网口; 上网方式:移动 3G/4G;PLC 远程下载:支持; 监控方式:短信、APP、网页、OPC 组态。
PLC 主机	S7-CPU 226CN DC/DC/DC	电源:DC24V;I/O 点数:24 输入、16 输出
PLC 模拟量扩展模块	S7-EM231	电源:DC24V;模拟输入通道数:4 个
网线	SAMZHE CAT6 UTP CABLE RoHS	
天线	RG174 RoHS	
通讯线	S7-200 PLC PC/PPI cable	
直流开关电源	D-50B	输入:AC220V;输出:DC24V
SIM 卡	中国移动 3G/4G 卡	
触摸屏	MT6103IP	电源:DC24V
中间继电器	MY-4NJ 24VDC	J1:远程;J2:本地;J3:变频器多段速 M10 对应输入; J4:变频器多段速 M11 对应输入; J5:变频器多段速 M12 对应输入; J6:变频器启动;J7:主电动阀开接触器中转控制; J8:主电动阀关接触器中转控制

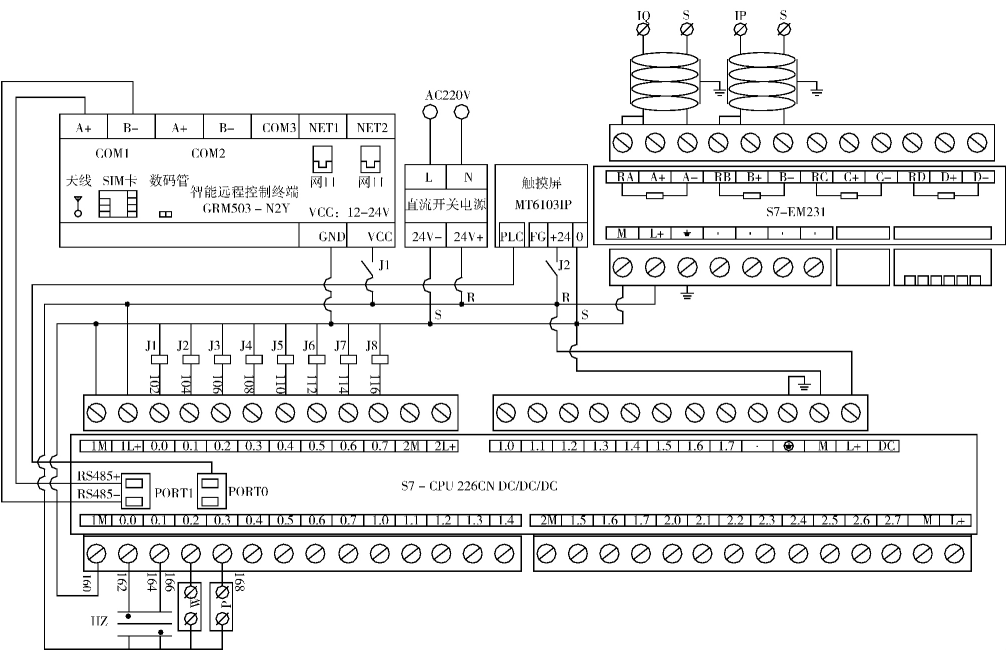


图 2 系统接线端子图
Fig. 2 Connection terminal of the system

3 软件系统

3.1 远程调试修改下载智能泵站 PLC 梯形图程序

根据系统功能需求分析,远程下载软件选用 GV-COM3 V3.2。首先新建智能远程控制终端模块。选择 500 系列型号,输入序号,勾选“使用系统默认登录服务器”,输入登录密码。然后采用串口方式,在串口通道 COM1 下,勾选“启用通道”,本地串口选择“自动新建”,系统自动安装驱动程序生成虚拟串口作为通讯通道。选择 PLC 类型,进行波特率、数据位、校验位、停止位、PLC 地址等参数设置;并选择传输模式。

远程下载软件系统主要参数设置如表 2 所示。

表 2 软件系统主要参数设置表
Tab. 2 Main parameters of the software system

项目	参数	设置值
本地串口	自动新建	com0com serial Port emulator(COM6)
	波特率/ bps	9 600
	奇偶校验	偶校验
	数据位	8
	停止位	1
PLC 类型 (S7-200 系列)	PLC 地址	2
	传输模式	下载模式

新建模块如图 3 所示,S7-200 系列 PLC 配置如图 4 所示。

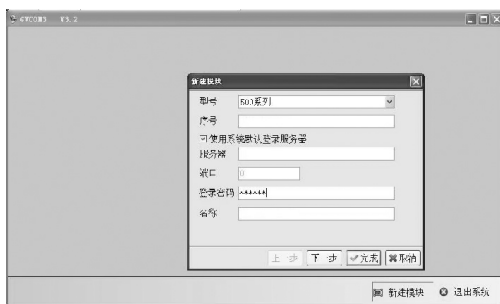


图 3 新建模块图

Fig. 3 Building new module

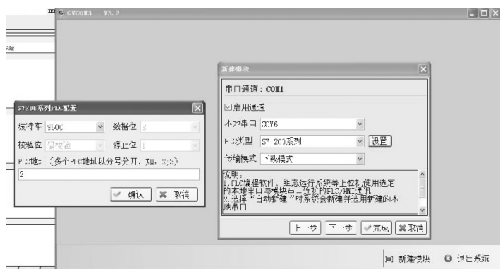


图 4 S7-200 系列 PLC 配置图

Fig. 4 Configuration of S7-200 series PLC

模块连接如图 5 所示。



图 5 模块连接图

Fig. 5 Diagram of module connection

3.2 智能泵站 PLC 梯形图程序

3.2.1 主要参数设置

在 PLC 编程软件环境 STEP 7-Micro/WIN 下,首先选择系统块(通信端口)。选择端口 0,设置 PLC 地址、最高地址、波特率、重试次数、地址间隔刷新系数。其次选择通信块,设置本地、远程、接口、协议、模式、最高站地址(HSA)。再选择设置 PG/PC 接口块,设置地址、超时、传输率、最高站地址、本地连接。相关参数(变量)设置如表 3 所示。

表 3 PLC 程序主要参数设置表
Tab. 3 Main parameters of the PLC program

项目	参数(变量)	设置值
系统块 (通信端口)	PLC 地址	2
	最高地址	31
	波特率/ kbps	9.6
	地址间隔刷新系数	10
	重试次数	3
通信	本地	0
	远程	2
	接口	PC/PPI cable(COM6)
	协议	PPI
	模式	11 位
设置 PG/ PC 接口	最高站地址(HSA)	31
	地址	0
	超时/s	100
	传输率/kbps	9.6
	最高站地址	31
	本地连接	COM6

3.2.2 启动/停止程序

PLC 主机输入开关量有:本地操作、远程操作、缺水信号、超压信号。PLC 主机输出开关量有:远程、本地、变频器多段速 MI0、MI1、MI2 对应输入、变频器启动、主电动阀开、关。PLC 主机寄存器变量有:终端/组态/触摸屏三种编程软件环境下,分水口 1~分水口 7 开关、主电动阀开、关、停。终端软件环境下变量有:流量、压力。PLC 模拟量扩展模块输入模拟量有:流量信号输入、压力信号输入。PLC 变量定义如表 4 所示。

表 4 PLC 变量定义表
Tab. 4 PLC variable definition

变量名	变量名称	变量名	变量名称
I0.0	本地操作	AIW2	压力信号输入
I0.1	远程操作	M10.1/M20.1/M25.1	分水口 1 开关(终端/组态/触摸屏)
I0.2	缺水信号	M10.2/M20.2/M25.2	分水口 2 开关(终端/组态/触摸屏)
I0.3	超压信号	M10.3/M20.3/M25.3	分水口 3 开关(终端/组态/触摸屏)
Q0.0	远程	M10.4/M20.4/M25.4	分水口 4 开关(终端/组态/触摸屏)
Q0.1	本地	M10.5/M20.5/M25.5	分水口 5 开关(终端/组态/触摸屏)
Q0.2	变频器多段速 M10 对应输入	M10.6/M20.6/M25.6	分水口 6 开关(终端/组态/触摸屏)
Q0.3	变频器多段速 M11 对应输入	M10.7/M20.7/M25.7	分水口 7 开关(终端/组态/触摸屏)
Q0.4	变频器多段速 M12 对应输入	M11.0/M21.0/M26.0	主电动阀开(终端/组态/触摸屏)
Q0.5	变频器启动	M11.1/M21.1/M26.1	主电动阀关(终端/组态/触摸屏)
Q0.6	主电动阀开	M11.2/M21.2/M26.2	主电动阀停(终端/组态/触摸屏)
Q0.7	主电动阀关	V2	流量(终端软件)
AIW0	流量信号输入	V4	压力(终端软件)

分水口 1 开关及主电动阀开/关/停的 PLC 梯形图程序如下。利用变量 M10.1、M20.1、M25.1 的瞬时上升沿、1 号多段速输出点 Q0.4、启动输出点 Q0.5 等实现主泵的启动/停止;利用变量 M11.0、M21.0、M26.0 的瞬时上升沿、主电动阀开输出点 Q0.6 等实现开主电动阀;利用变量 M11.1、M21.1、M26.1 的瞬时上升沿、主电动阀关输出点 Q0.7 等实现关主电动阀;利用变量 M11.2、M21.2、M26.2 串入开、关主电动阀回路实现停主电动阀。其 PLC 梯形图程序如图 6 所示。

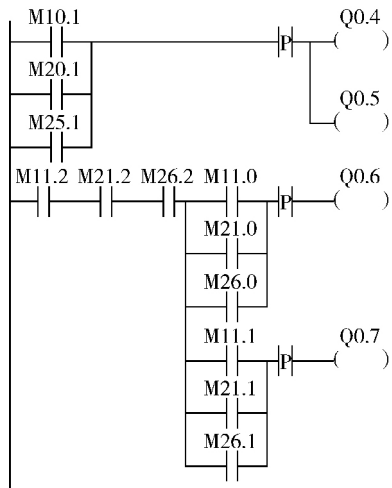


图 6 启动/停止 PLC 梯形图程序

Fig. 6 PLC ladder program for starting and stopping

3.2.3 远程下载 PLC 程序

根据电气原理(接线)图,搭建智能泵站远程控制系统,通过远程软件设置相关通讯参数、编制 PLC 程序后,进行程序的编译。然后在 STEP 7-Micro/WIN 下,点击“上载/下载”即可远程下载 PLC 梯形图

程序。

3.3 智能泵站 PLC 远程控制终端软件

安装 GRMDEV 最新版软件,新建工程,选择设置通讯协议为 S7-200 PPI,确认从机地址、通讯端口参数与 PLC 设置一致。然后在数据词典里添加 I/O 设备变量分水口 1 开关~分水口 7 开关(分别对应主泵起停和变频器多段速端子对应的多段速运行频率设定值)、主电动阀开、主电动阀关、主电动阀停、流量、压力,选择相应的寄存器类型,并输入变量名对应的寄存器地址。在扩展 Web 属性里,设置开关量样式的 0 文本色和 1 文本色;设置浮点数小数位数、最大值/最小值、高变色/低变色界限。保存、编译工程后,下载工程至智能终端,然后上电联网实现数据上传、远程监控功能。新建远程控制终端变量如图 7 所示。

图 7 新建远程控制终端变量

Fig. 7 Building new variable of the remote control terminal

3.4 智能泵站远程监控方式

可通过 OPC 客户端组态软件、PC 端/手机网页、

手机短信、IOS、安卓手机 APP 等远程控制方式,实现远程监控智能泵站 PLC 的功能。也可通过操作触摸屏等本地控制方式监控智能泵站 PLC。

3.4.1 OPC 客户端组态软件监控

组态监控软件采用力控 ForceControl,安装 Grm-LocalOpcServerSetup 后,采用标准 OPC 协议,建立 GrmOpcServer 与组态软件的连接。其基本开发流程为:新建 IO 设备→IO 控制点组态→编制组态监控界面→IO 点动画连接→实现对 PLC 的远程监控。远程组态监控界面如图 8 所示。



图 8 远程组态监控界面

Fig. 8 Remote configuration monitoring interface

3.4.2 PC 端/手机网页监控

其基本开发流程为:使用 GrmOpcMgr 修改密码→添加 GRM 网络设备→刷新全部 GRM 设备→登录云监控网站,输入模块的序列号和密码→显示监控变量、修改变量的 WEB 属性。登录云监控网站及修改监控变量如图 9 所示。

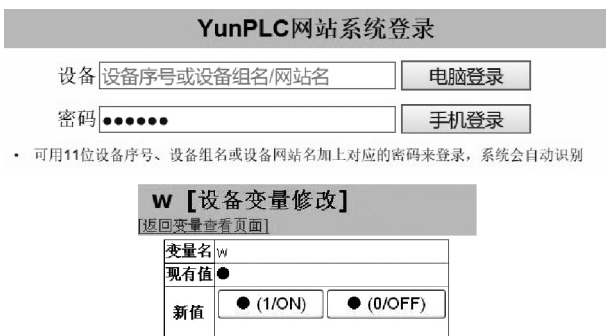


图 9 登录云监控网站及修改监控变量

Fig. 9 Log on to the cloud monitoring site and modify the monitoring variables

3.4.3 手机短信监控

其基本开发流程为:在 GRMDEV 编程环境下,新建短信控制→新建条件报警→编辑含变量起停控制的固定格式短信,通过短信服务中心发送至模块对应的手机号,即可读写 PLC 各变量的值。发送短信如图 10 所示。

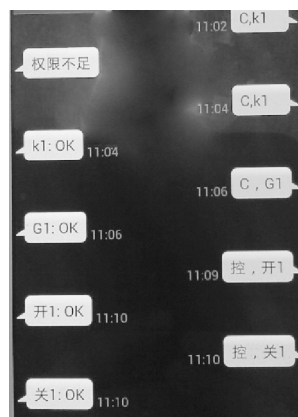


图 10 发送短信

Fig. 10 Sending message

3.4.4 IOS、安卓手机 APP 监控

登录云监控网站,苹果手机扫描下载 APP, Android 手机下载安装 GrmWebAPP_V110,登录添加设备后,即可查看工业通用版的 APP 监控界面。智能模块提供了标准 Webservice 二次开发接口,也可二次开发定制版的 APP 监控界面。登录安卓手机 APP 及添加设备如图 11 所示。



图 11 登录安卓手机 APP 及添加设备

Fig. 11 Login Android mobile APP and adding equipment

3.4.5 本地触摸屏操作控制智能泵站 PLC

触摸屏操作界面如图 12 所示。



图 12 触摸屏操作界面

Fig. 12 Touch screen operation interface

通过触摸屏编程软件 Easy Builder Pro 编制触摸

屏操作界面,与 PLC 建立通讯连接后,即可实现 PLC 控制。

4 结论

设计了智能泵站 PLC 远程控制系统,本文主要介绍了此系统的硬件和软件设计,并给出了设计的效果图。本系统将操作人员从繁琐的人工操作过程中解脱出来,实现泵站远程监控、高效运行的同时,改善了操作维护人员的工作环境。在丘陵地区,可有效提高山丘区泵站运行效率,解决由于灌溉地块落差大、输水管

路长、分水口数量多等而导致的操作劳动强度大等问题。

参 考 文 献

- [1] 周小波,李光辉,阮红丽,等. 基于 GPRS 数据传输的无线远程控制灌溉系统研究[J]. 四川农业与农机, 2015(2): 36—37.
- [2] 李光辉,周小波,曾文明,等. 无线远程控制变工况提灌站的设计[J]. 现代农业科技, 2015(20): 147—148, 152.
- [3] 莫涵,梁君,李光辉. 农村小型泵站远程控制信息化技术研究及其应用[J]. 四川农业与农机, 2016(6): 16—18.

Design of PLC remote control system for intelligent pumping station

Li Guanghui^{1,2}, Zhou Xiaobo^{1,2,3}, Zeng Wenming^{1,2,3}, Zhao Jiuzhou¹, Hu Zhiguo⁴, Lu Zhen^{1,2}

(1. Sichuan Research & Design Institute of Agricultural Machinery, Chengdu, 610066, China; 2. Key Laboratory of Hilly and Mountainous Agricultural Equipment Technology, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Chengdu, 610066, China;

3. Sichuan Key Laboratory of Water Saving Irrigation, Chengdu, 610066, China;

4. Yibin Cuijing Agricultural and Forestry Animal Husbandry Bureau, Yibin, 644002, China)

Abstract: The PLC remote control system of intelligent pumping station is integrated with PLC, wireless communication module (intelligent remote control terminal), YunPLC platform (public network cloud server) and host computer. The hardware and software systems are built according to operation functions and wireless transmission requirements. The PLC ladder diagram program can be downloaded remotely. The functions of remote control the PLC of the intelligent pumping station can be realized through remote control methods such as OPC client configuration software, PC terminal / mobile web page, mobile phone SMS, IOS, Android mobile APP and so on. The intelligent pumping station can also be monitored by local control such as touch screen. Combined with energy saving technology such as multistage speed of inverter, the frequency division of different land irrigation is realized. The remote monitoring and efficient operation of the pumping station has been realized, the intensity of the operation labor has been reduced, and the working environment of operators has been improved.

Keywords: hilly area; pipe network irrigation; intelligent pumping station; PLC; wireless remote control

(上接第 73 页)

- [3] 杨月新,车延博,李生山,等. 荒山荒坡光伏组件特性的建模与分析[J]. 电子设计工程, 2017, 25(18): 97—100.

Yang Yuexin, Che Yanbo, Li Shengshan, et al. Modeling and analysis of PV characteristics on barren hillslopes [J].

Electronic Design Engineering, 2017, 25(18): 97—100.

- [4] 李练兵. 光伏发电并网逆变技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.

版社, 2016.

- [5] 陈海,晁勤,戴训江. 独立光伏发电系统充放电控制策略[J]. 可再生能源, 2009, 27(3): 7—10.

Chen Hai, Chao Qin, Dai Xunjiang. Independent photovoltaic power generation system charge and discharge control tactic [J]. Renewable Energy Resources, 2009, 27(3): 7—10.

Research on key problems of agricultural portable multi-purpose photovoltaic power generation system

Zhu Yongdi

(Lanzhou Vocational Technical College, Lanzhou, 730070, China)

Abstract: Through studying the composition principle of agricultural portable multi-purpose photovoltaic power generation system, the key issues were analyzed, two formulas for calculating the best azimuth angle of photovoltaic modules were given, the calculation method for the capacity of lead-acid battery packs was given, and the photovoltaic modules were given. The principle of selection of the optimal inclination angle gives the selection principle and connection circuit of the controller and the inverter.

Keywords: photovoltaic power generation; best azimuth; best inclination