

# 基于光伏发电的恒压供水系统设计

李金宝 姬鹏东 李云斌

宁夏中环光伏材料有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i10.7291

**[摘要]** 光伏发电系统是利用太阳能,将太阳能转换成电能并加以利用的一种系统装置。光伏发电是一种清洁,可持续利用的发电方式,由于太阳能相对于其他能源来说是取之不尽的,因此光伏发电从根本上避免了火力发电,核电等利用地球上的原料进行发电,而导致的能源枯竭和环境污染,是一种极具潜力的发电方式。该设计利用光伏发电,为某供水系统进行供电,供水系统采用变频恒压供水的方式,保证系统供水压力的稳定,系统通过ST-200PLC对供水压力进行控制,利用压力传感器,变频器等实现恒压供水,本设计既利用了太阳能光伏供电系统的清洁能源,也通过自动控制系统实现了变频调压,实现了节能减排的。

**[关键词]** 光伏发电;恒压供水;自动控制;PLC

## Design of Constant Pressure Water Supply System Based on Photovoltaic Power Generation

Li Jinbao, Ji Pengdong, Li Yunbin

Ningxia Zhonghuan Photovoltaic Materials Co., Ltd.

**[Abstract]** Photovoltaic power generation system is a system device that uses solar energy to convert solar energy into electrical energy and utilize it. Photovoltaic power generation is a clean and sustainable way of generating electricity. As solar energy is relatively inexhaustible compared to other energy sources, photovoltaic power generation fundamentally avoids the energy depletion and environmental pollution caused by the use of raw materials on Earth for power generation such as thermal power and nuclear power. It is a highly promising way of power generation. This design utilizes photovoltaic power generation to supply power to a certain water supply system. The water supply system adopts a variable frequency constant pressure water supply method to ensure stable water supply pressure. The system controls the water supply pressure through ST-200 PLC and uses pressure sensors, frequency converters, etc. to achieve constant pressure water supply. This design not only utilizes the clean energy of the solar photovoltaic power supply system, but also achieves variable frequency voltage regulation through an automatic control system, achieving energy conservation and emission reduction.

**[Key words]** photovoltaic power generation, constant pressure water supply, automatic control, PLC

## 1.引言

光伏发电是一种绿色的发电方式,我国政府对光伏发电项目投放越来越多的资金,目前我国的技术已经是很成熟并且在我国的各种大型工商业厂房上都得到大量应用。国家也出台了文件与政策上的支持,鼓励企业及地方政府大力开展光伏产业,建立光伏发电项目,利用太阳能等清洁能源,解决我国日益增长的能源需求,可以肯定的说,光伏发电行业是朝阳行业,其市场前景十分广阔[1]。

随着我国居民水平的提高,城市用水量越来越大,居民对于用水质量也有了更高的要求。高层建筑是目前我国居民住宅的发展方向,而高层住宅供水问题涉及到节能,环保,恒压等问题,因此自动恒压供水系统越来越受到市场的青睐,在这样的背景下,利用光伏发电为供水系统持续供电,同时通过恒压供水系统为区域恒压供水,是现代化供水系统的发展方向。

## 2.控制方案

### 2.1 太阳能发电控制

#### (1) 光伏发电的基本原理

光伏发电即将太阳的光能转化为电能的系统装置,太阳能是我们地球上所有能量的来源,无论是人类生活需要的食物,还是人们生活与生产过程中需要的能源物质都是由太阳能直接或间接产生的,例如,植物的光合作用,为植物与我们人类提供了食物以及能量,太阳是我们一切生命生存的基础,然而我们人类对于太阳能的利用率还处于一个非常低的阶段,如何能够更有效的利用太阳能,是当今社会各个国家的共同课题。

#### (2) 独立发电系统

独立发电系统是光伏发电系统最简单的结构组成,它是一个独立的发电系统,远离电网,独立为用电负荷供电的小型系统。独立发电系统在我们生活中的应用极为广泛,例如,利用光伏发电的路灯,太阳能热水器,以及室内照明系统等等,其可以满足单独负荷的用电需求,并通过蓄电池,将电能存储起来,当电池板由于天气变化无法接受阳光时也能用电负载供电。

独立光伏发电系统的基本结构包括:太阳能电池板,用于储能的蓄电池,控制存储电能的控制器,逆变器,以及负载组成,其结构并不复杂,它概括的讲是一种将光能转化为电能的

能量转换系统。

①电池板，电池板也被称为电池矩阵，如图 1 是由多个矩形电池板组成的方形阵列，其作用是高效的吸收太阳发出的光线，并经过电池板的光伏特性将光能转化为电能的主要设备，太阳能电池矩阵，其材料通常是由硅制成，并包括单晶，多晶以及非晶硅三种。

②控制器，光伏发电系统中的控制器，其主要作用是用于对蓄电池充放电的控制，由于光伏发电系统在发电过程中是随着外接环境变化而变化的，有的时候阳光充足，有的时候阴雨连绵，蓄电池经常会受到过充，过放电的影响，导致蓄电池效率下降，而控制器起到了对蓄电池充放电状态调节的功能，可以极大的延长蓄电池的使用寿命，提高系统工作的稳定性。

③逆变器，经电池板进行的光与电能转换并存储在蓄电池中的电荷是直流电，而市网用电都是交流电，逆变器就是将直流电转变为交流电的装置，逆变器也分并网与单独运行逆变器两大类。

独立发电是光伏发电系统最简单的结构组成，其可以满足单独负荷的用电需求，并通过蓄电池，将电能存储起来，当电池板由于天气变化无法接受阳光时也能为用电负载供电。

本系统为恒压供水系统供电，供电量大，能量高，选择独立发电系统较适合本系统因此选择独立发电作为本系统的供电模式。

2.1.2 供水系统控制

(1) 恒压供水原理

恒压供水压力调节分为 6 个部分，分别为设定初始值，压力传感器识别外接压力信号，对压力信号进行比较，算法，变频器变频，水泵等 6 大部分。在设备工作过程中，压力传感器实时的监测出水管路的反馈压力，在与系统初始压力设定值比

较以后，通过算法，改变变频器的频率，变频器频率改变后带动泵电机转速的变化，从而调节系统的供水流量。可以看出整个系统形成一个封闭环，不断循环往返，压力传感器时刻监测供水管路中的压力，压力传感器这种不断将压力值反馈给压力比较器，往复的周而复始的监控，可以实现流量的自动调节功能，由于系统实时的调节流量，降低了能耗，并提高了工作效率，自动控制系统省去了人工操作，降低的人员的参与，同时也提高了供水的控制系统的精度。

(2) 调速原理

恒压供水系统由水泵，变频器，压力传感器等组成，系统根据出水压力的变化，压力传感器不断探测到水压变化，并将变化的电信号传输给 PLC，PLC 通过计算，确定开启水泵的数量，系统同时根据出水管路用水需求的不同决定开启水泵的数量，改变变频器的输出频率，调整输出压力。光伏发电恒压供水系统通过太阳能发电，为整个恒压供水系统供电，供水系统通过 PLC 恒压变频控制，实现区域的恒压供水。系统光伏发电采用独立系统发电方式，光伏组件在阳光充足的时候连续发电，并入市网，而阴雨天无法发电的时候由市网直接供电，此方案可以满足供水系统持续大功率的用电需求，并且省去对光伏供电系统控制的要求，恒压供水系统，通过 PLC 对系统进行控制，利用压力传感器，探测系统的水压，根据水压进行变频调压，控制出水流量达到系统连续供水，压力恒定的目的。

3 硬件系统设计

如图 1 为供水系统硬件接线图设计，依据设计方案，硬件电路包括控制器，变频器，水泵，压力传感器以及控制电路组成，这个电路的核心是控制器，控制器控制着整个系统的工作，压力传感器时刻监测水压，变频器根据水压的变化调节水泵的供水压力，从而实现系统水压的恒定。

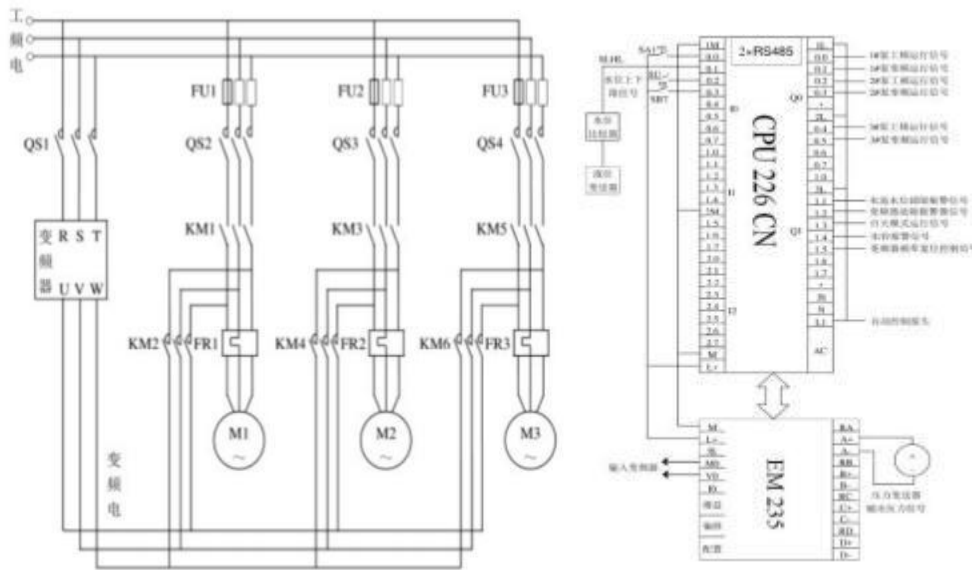


图 1 总体电路设计接线图

4. 软件系统设计

当系统初始化以后，进行数据采集，每间隔 1 秒采样一次，然后求平均值并与标准值进行比较，通过比较结果选择工作模式，即开启相应水泵的数量，当 e(t) 在 0~1023 之间时，系统仅仅开启变频泵，当 e(t) 在 1024 与 2047 之间时开启 1

台水泵，当 e(t) 在 2048 与 3070 之间时开启 2 台水泵，当 e(t) 在 3071 与 4096 之间时开启 3 台水泵。整个系统处于循环往返的过程，只要工作面持续工作，压力传感器就不断反馈压力数据，系统就进行数字比较，从而选择最优化的水泵开启数量，实现变频调试，降低能耗，节能减排的目的。

(1) 一台水泵电机开启流程：图 3 左为一台水泵电机开启时的工作流程，系统首先开启主泵电机，然后开启 1#水泵电机，监测故障，如 1#水泵电机开启时存在故障，自动开启 2#电机，并检测故障，依此类推，直到系统可以正常运行与工作。

(2) 二台水泵电机开启流程：图 2 右为两台水泵电机开启流程，开机时首先按照工作流程，启动未出现故障的水电机，在第一台水电机启动以后，系统启动第二台水电机，并重复上述操作。

(3) 三台水泵电机开启流程：图 3 为启动三台水电机的工作流程，三台水电机启动也是按顺序执行，如果水电机 1 无故障，启动，接下来启动水电机 2，水电机 2 无故障启动水电机 3。

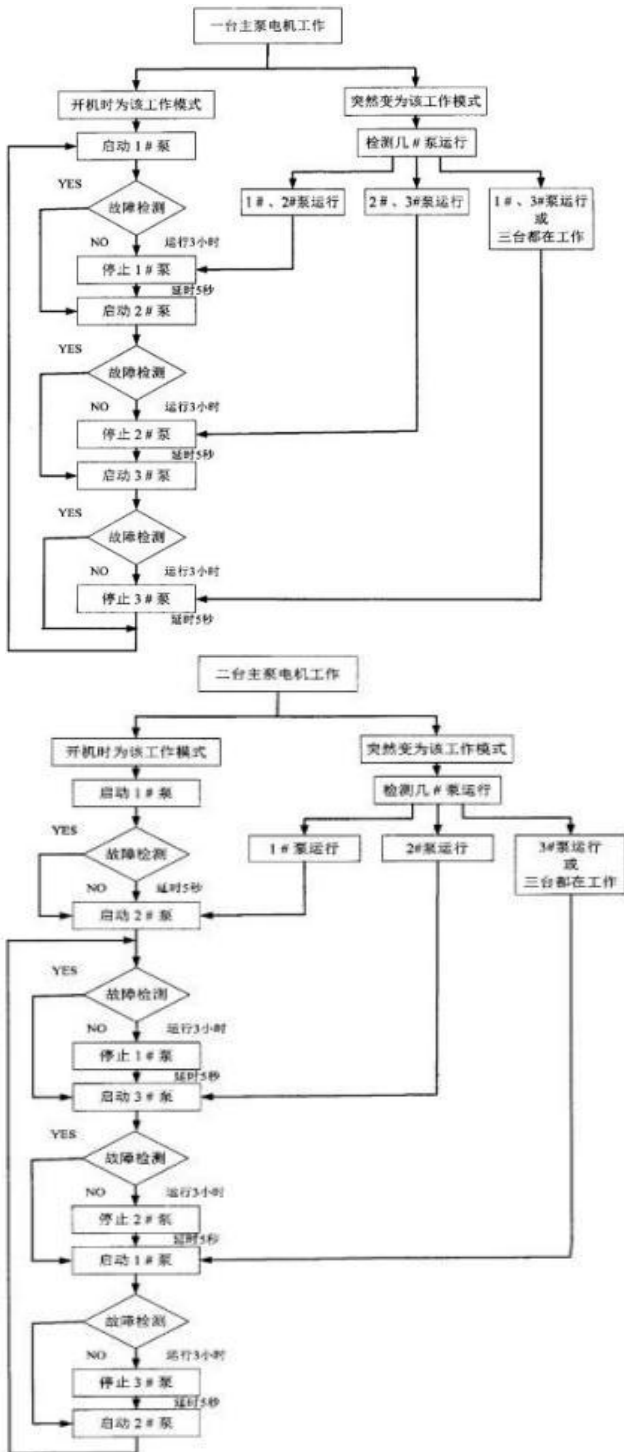


图 2 一台、两台水泵电机开启流程



图 3 三台水泵电机开启流程

如果整个系统仅要求一台水泵站开启，变频泵首先运转，此时对泵站 1 进行检测，检测后系统反馈信号 X0000，当 X0000 显示为 OFF 状态时，水泵站 1 无法启动，此时按顺序检测水泵站 2，泵站 2 的反馈信号为 X0001，当泵站 2 的反馈信号显示 ON 时水泵站 2 开启，反之则继续检测水泵站 3。系统泵站每间隔 3 个小时停机一次，周而复始，保证系统的连续运转以及运行的可靠性。根据控制过程编写 PLC 程序，通过计算机与 PLC 连接，3 泵站连接，数据线，控制面板接好，通过手动操作分别执行泵站的开启与关闭，在调试的过程中及时发现问题，并修改梯形图，直至系统工作正常。总系统程序图详情见附录。

5. 结论

本系统设计首先分析了光伏发电的背景，设计的意义，对光伏发电系统的原理，组成结构，设备选择进行了分析与设计；以变频恒压供水系统为基础，进行变频调压方案设计，分析工作原理，设计结构组成；进行系统的硬件控制设计，包括电气线路，变频器压力传感器与可编程逻辑控制器的设计；并进行 PLCIO 口设计，完成控制系统总体结构。本系统设计最终符合预期，并且运行可靠，实现本设计的最初设计任务。

[参考文献]

[1]智能建筑技术与应用，北京；中国建筑工业出版社，2001.10  
 [2]唐桃波，陈玉林，基于 AT89C52 的智能无线安防基于光伏发电的恒压供水器，电子设计应用，2003.6  
 [3]王秀琴，赵金亮，单片机在只能基于光伏发电的恒压供水系统中的应用，机械，2004.10  
 [4]范立南等智能物联网温室自动监控系统设计与实现[J]. 仪器仪表用户.2019  
 [5]基于 CC2530 的温湿度监测系统的设计与实现.测控技术.2013，第 05 期[12]纪金水.