400kW(屋顶)光伏并网发电系统

方案及说明书

编制：杨波

2012 年 05 月

目录

1 系统概况 - 2 -
1.1 项目简介 - 2 -
1.2 项目所在地理和气象条件 - 2 -
2 阵列设计 - 2 -
2.1 组件选型 - 2 -
2.2 阵列布局 - 3 -
2.3 并网型光伏逆变器选型 - 4 -
2.4 阵列设计 - 6 -
3 并网配电 - 6 -
3.1 系统图 - 6 -
3.2 电缆选择 - 7 -
4．监控软件 - 8 -
5．系统能效计算分析 - 9 -
5.1 光伏系统发电量估算 - 9 -
5.2 系统节能估算 - 9 -
5.3 项目费效比 - 9 -
6.环境影响分析 - 10 -
7 系统设备配置及总价预算 - 10 -

1 系统概况

1.1 项目简介

光伏并网系统容量约 400kW，占地约 4000m^2。此光伏并网发电系统将采用分布式并网设计方案，将 400kW 系统分成 4 个并网发电单元，通过 4 台 CS1G-50（100KW）三相并网逆变器接入 0.4KW 交流电网，实现并网发电。

1.2 项目所在地理和气象条件

河南省属温带大陆季风气候，四季分明，光照比较充足，年日照时数为 3200 小时左右，气候温暖，年平均气温 16.9 摄氏度，平均降水量 659 毫米。

省　　市处于东经　　º，纬度　　º，光伏阵列若考虑固定角度安装，为使并网电站年发电量最大，最佳的角度应在-5º 纬度即 31.24º 左右。

2 阵列设计

2.1 组件选型

选用_____的型号为 CS5P-250M 光伏组件，其主要参数见表 1，在不同温度下的参数计算见表 2。

表 1 光伏组件 CS5P-250M 的参数

最大功率(W)	最大电压(V)	最大电流(A)	开路电压(V)	短路电流(A)	电压温度系数	电流温度系数	组件尺寸(mm)	厚度(mm)	重量 kg
250	48.7	5.14	59.6	5.49	-0.45%/℃	0.06%/℃	1602×1061	40	20

表 2 光伏组件 CS5P-250M 在不同温度下的参数

温度℃	最大功率 W	最大电压 V	最大电流 A	开路电压 V	短路电流 A
25	250	48.7	5.14	59.6	5.49
-10	283	56.4	5.03	69.0	5.34
70	203	38.8	5.24	47.5	5.60

2.2 阵列布局

■ 光伏阵列间距计算

光伏阵列间距一般确定原则为冬至当天 9:00～15:00 方阵不应被遮挡。

太阳高度角的计算公式：

$\sin\alpha = \sin\phi \sin\delta + \cos\phi \cos\delta \cos\omega$

太阳方位角的计算公式：

$\sin\beta = \cos\delta \sin\omega / \cos\alpha$

式中：

ϕ——为当地纬度，河南地区为 32.24°；

δ——为太阳赤纬，冬至日的太阳赤纬为-23.27°；

ω——为时角，上午 9：00 的时角为 45°。

计算出河南地区冬至时上午 9 点的太阳高度角为：

$\alpha = \arcsin(\sin\phi \sin\delta + \cos\phi \cos\delta \cos\omega)$

$\alpha = \arcsin(\sin(32.24^\circ)\sin(-23.27^\circ)+\cos(32.24^\circ)\cos(-23.27^\circ)\cos(45^\circ))=16.58^\circ$

河南地区冬至时上午 9 点的太阳方位角为：

$\beta = \arcsin(\cos\delta \sin\omega / \cos\alpha)$

$\beta = \arcsin(\cos(-23.27^\circ)\sin(45^\circ)/\cos(16.58^\circ))=42.7^\circ$

阵列间距为：

$D = \cos\beta \times H/\tan\alpha = 2.47H$

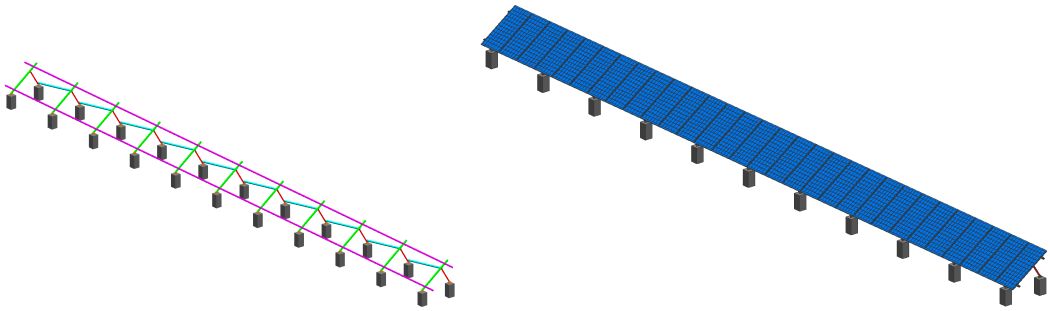
式中：

D——阵列间距；

H——阵列高度。

■阵列布局

固定式安装倾角 31.24º，则一光伏板占地长 1.602×cos(31.24º)＝1.42(m)；考虑空隙，宽为 1.091m；光伏阵列去除固定支架高度，净高 1.602*sin(31.24º)＝0.83m，则阵列之间的最小间距为 0.83×2.47=2.05(m)。



2.3 并网型光伏逆变器选型

选用 CS1G-50 三相输出并网逆变器，具有如下特点：

- 高效率、小型化低频隔离变压器设计
- 采用了三菱第五代功率模块，高性能，低功耗
- 输出电流谐波小，功率因数高，对电网无污染
- 输出功率实现软起功能，对电网无冲击
- 根据日出、日落自动并网、离网，夜间消耗功率极低，实现无人值守
- 直流侧具有防反接保护，避免由于误接线而导致的损坏
- 交流测具有相序自适应功能，错序仍可正常运行
- 并网侧电压、电流、频率和孤岛的检测和保护
- LCD 人机界面，可直观显示或修改运行参数
- 集成 Modbus-RTU 通信，提供多功能用户界面与通讯
- 有基于 windows 系统的上位机配置与监控软件，通过通信接口方便用户组成远程监控系统

● CQC 认证

CS1G-50 技术参数如下：

■直流输入

最大输入功率	100kWp
最大输入电压	850Vdc
MPPT 电压范围	420～760Vdc
最大输入电流	360A
最大输入路数	1 路

■交流输出

额定输出功率	100kW
最大输出电流	144A
额定电网电压	三相 400V（-15%，+10%）
额定电网频率	50/60Hz，±1Hz
电流谐波总畸变率	额定功率下<3％（50%额定功率以上）
功率因数（cosΦ）	额定功率下≥0.99（50%额定功率以上）

■保护

电网过/欠压保护	√
电网过/欠频保护	√
防孤岛效应保护	√
过流保护	√
极性反接保护	√
过载保护	√
过热保护	√

■系统

最大效率	95.7%

欧洲效率	94.6%
防护级别	IP20（户内）
夜间自耗电	<9W
拓扑	隔离变压器
冷却	强制风冷
使用环境温度	-20℃～+40℃
使用环境湿度	≤90%，无凝露
人机界面	LCD+键盘
通讯接口	RS485，Modbus-RTU 协议

■机械参数

宽×高×深（mm）	836×1900×692
重量（kg）	830

2.4 阵列设计

按所选阵列排布，组件总数为 1600 片，总功率为 250W×1600＝400kW。

考虑每串阵列的电压在冬天及夏天时满足 CS1G-50/TM 的最高电压及 MPPT 电压范围，根据 CS5P-250M 的电性能，取每串组件数为 10 片。

根据组件总数，设计阵列如下：

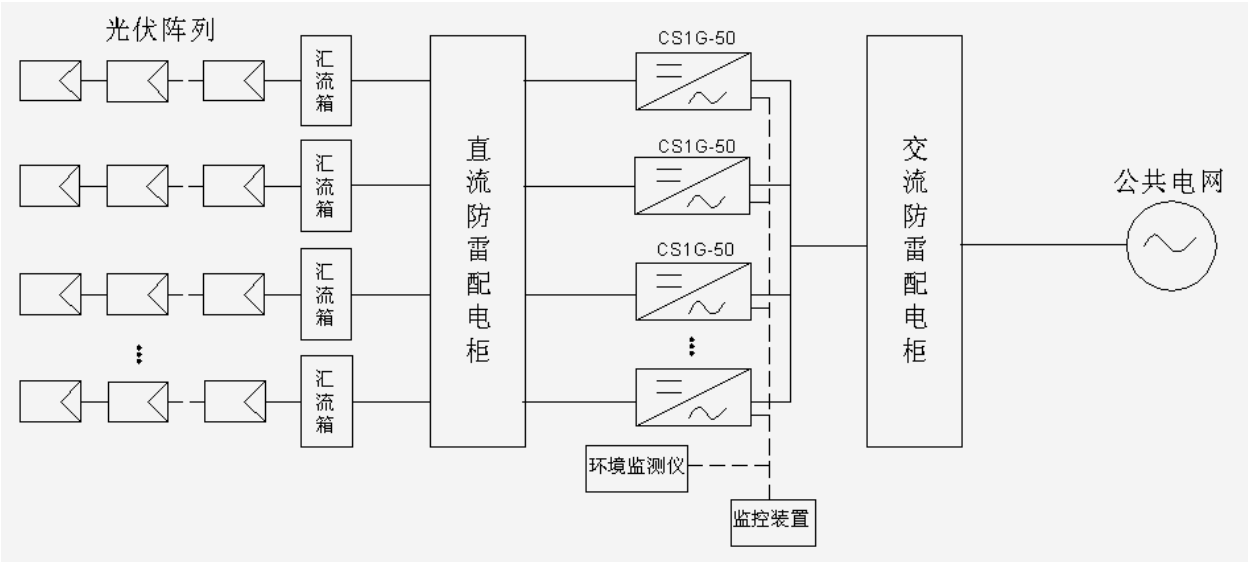
10 片串×20 并＝250W*10*20＝50kW；共 8 组阵列。

10 片 CS5P-250M 电压串再 20 并后的阵列参数

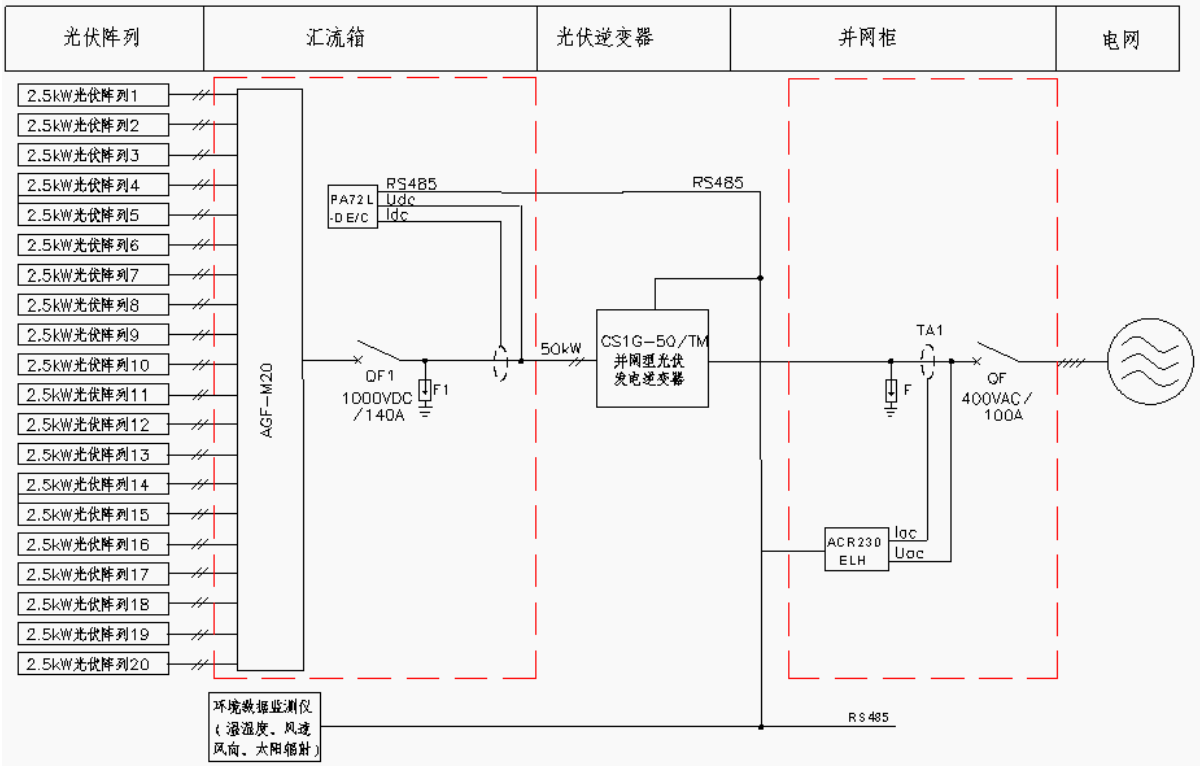
温度℃	最大功率 W	最大电压 V	最大电流 A	开路电压 V	短路电流 A
25	50000	487	102.8	596	109.8
-10	56600	564	100.6	690	106.8
70	40600	388	104.8	475	112

3 并网配电

3.1 系统图



系统配置图



系统接线图(部分)

每串光伏组件通过汇流箱及直流防雷配电柜接入光伏逆变器，光伏逆变器输出通过交流防雷配电柜接入公用电网。

3.2 电缆选择

组件之间的连接电缆和组件与逆变器之间的电缆都使用在户外，直接暴露在阳光下，因此，该光伏系统直流部分选用耐氧化、耐高温、耐紫外线的电缆，以保证系统长时间

的安全正常运行。

每串组件最大短路电流 5.49A，安装接线拟采用 2.5 mm^2 的线缆（UL1028 AWG14，105℃，600V）。

串组件进行 20 并联，最大短路电流 5.49×20＝109.8A，采用 25mm^2 的线缆（UL1028，105℃，600V）。

光伏阵列到逆变室采用热镀锌铁管。

4．监控软件

系统配备_____有限公司研发的监控系统，可根据系统组成进行组态。

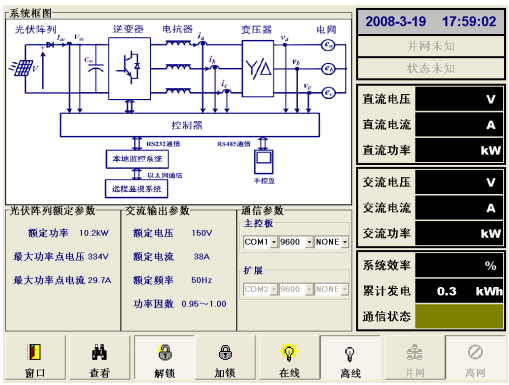
该监控系统具有如下功能：

1）实时监视：用户可以即使察看光伏系统的各种运行状态和电气参数，直观显示电气线路，运行曲线，数据实时更新。通过系统软件的“遥视功能”，用户可以更加直观的了解逆变室的工作状况。

2）远程控制：用户可以在监控主机或者远程监控站进行远程数据整定或操作。

3）报警故障：如果光伏逆变器发生报警或故障，监控系统可通过多种方式（如语音、图形闪烁、GSM 短消息等）将当前状况和故障原因通知值班人员，并且帮助维修人员快速排除故障。其中 GSM 短消息报警模块可以同时通知多人，将故障信息发送至手机。

4）数据曲线：系统包含一个历史数据库，用于存储指定变量长时间的变化趋势，方便用户对现场情况进行分析。包含历史曲线、实时趋势曲线、数据报表等，对各种重要数据进行有效处理和汇总。



5．系统能效计算分析

5.1 光伏系统发电量估算

一般在河南地区，每 100kW 的光伏并网发电系统第一年发电量大概为 130000 KWh。

考虑到光伏电池板及相关部件的损耗，剩下 24 年按照每年 0.8%递减计算。

第 25 年发电量为 108960 KWh，为第一年的 82.5%。

25 年总发电量为 3028912KWh，年平均发电量为 119157 KWh。

本项目设计 400kW 光伏电站，估计年总发电量为 1191564kWh,年平均发电量为 63664 KWh。

5.2 系统节能估算

根据目前我国发电煤耗为平均 390g 标煤／kWh（根据能源基础数据汇编，国家计委能源所，1999，1，p16）计，预计年节约标煤：53664 kWh×390 标煤／kWh=209t，预计 25 年总节约标煤：209×25=5225t。

每发 1KWh 排放 CO_2

$$C + O_2 = CO_2$$

$$12 + 32 = 44$$

$$44 / 12 \times 390 = 1430g\ CO_2/KWh = 1.4kg\ CO_2 / KWh$$

400W 的光伏电站预计年平均发电量：63664 KWh

每年减排二氧化碳：

$$63664\ KWh \times 1.4kg\ CO_2 / KWh = 891t\ CO_2$$

25 年减排二氧化碳：

$$63664\ KWh \times 1.4kg\ CO_2 / KWh \times 25\text{年} = 22280t\ CO_2$$

由此可见，该光伏发电项目有明显的节能效益。

5.3 项目费效比

太阳能光伏并网系统主要部件寿命 25 年以上，设备投资约 10 元-13 元/瓦，根据中央财办建【2011】187 号文件，国家给予较大的财政补贴，具体见有关文件。

另外国家还给予上网电价补贴 0.4-0.5 元/度。

6.环境影响分析

电力是一种可以方便分配和使用的二次能源，对于火力发电厂来说，考核其经济性的一个重要指标就是发电标准煤耗，其单位为克/千瓦小时即发出 1kwh 电需耗用多少克标准煤。所谓标准煤是为方便比较而要把各地不同的煤种都折合成燃烧值为 7000 大卡 / 千瓦的标准煤。现在 1 k w h 电要消耗的标准煤是 360 克，加上生产环节中的煤耗，发出 1kwh 电要消耗 0.4kg 的标准煤，同时产生 0.272kg 的碳粉尘、0.997kg 的二氧化碳、0.03kg 的二氧化硫和 0.015kg 的氮氧化合物等污染物。

根据前述节能量计算，并网运行时每年可节约 170 吨标准煤（包括建筑物本体节能量），按照每节约 1 吨标准煤，可减少排放 2.4925 吨二氧化碳、0.075 吨二氧化硫、0.68 吨粉尘、0.0375 吨氮氧化合物，则每年共可减少排放 422.8 吨二氧化碳、12.7 吨二氧化硫、115.4 吨粉尘、6.36 吨氮氧化合物。

7 系统设备配置及总价预算

序号	名称	数量	单位	单价（元）	小计（元）
1	阿特斯光伏组件 CS5P-250M	1600			
2	电池组件安装支架				
3	光伏方阵防雷汇流箱				
6	交直流防雷配电柜				
7	光伏并网逆变器 CS1G-100	4			
8	监控软件	1			
9	工控机	1			
10	环境监测仪	1			
11	基础费				
12	安装费				
13	其他辅材费				
14	设计费				
15	总投资				约 420-480 万元

备注：

1.光伏阵列应根据实地建筑图纸进行设计安装，需提供详细建筑图纸；

2.逆变器及系统排线根据实地具体情况进行考虑。