

团 体 标 准

T/CPIA 0011.202—2019

户用光伏并网发电系统

第 2-2 部分：设计规范 方阵设计

Residential grid-connected photovoltaic (PV) system-

Part 2-2: Design specifications—PV array

2019-2-14 发布

2019-3-15 实施

前 言

T/CPIA 0011《户用光伏并网发电系统》分为如下部分：

- 第1部分：现场勘察与安装场地评估；
- 第2-1部分：设计规范 一般要求；
- 第2-2部分：设计规范 方阵设计；
- 第2-3部分：设计规范 结构设计；
- 第2-4部分：设计规范 电气安全设计；
- 第2-5部分：设计规范 系统接入设计；
- 第3部分：安装与调试规范；
- 第4部分：验收规范；
- 第5部分：运行和维护规范；
- 第6部分：发电性能评估方法。

本部分为T/CPIA 0011的第2-2部分。

本部分根据GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》和GB/T 1.2-2002《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国光伏行业协会标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：江苏天合智慧分布式能源有限公司、天合光能股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、苏州阿特斯阳光电力科技有限公司、江苏爱康绿色家园科技有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、汉能薄膜发电应用集团有限公司。

本部分主要起草人：王勇、褚晓玲、靳云红、张光春、罗锋、王赶强、任改改、赵凤阁、沈修川、刘睿、殷熠笋、陈大英、王芳、陈文华。

户用光伏并网发电系统 第2-2部分：设计规范 方阵设计

1 范围

T/CPIA 0011 的本部分规定了户用光伏并网发电系统方阵倾角设计、方阵间距设计、方阵排布设计及方阵组串设计等内容。

本部分适用于以 220V 或 380V 电压等级接入用户侧电网或公共电网的户用光伏并网发电系统, 220V 电压等级单点接入容量不宜超过 8kW, 380V 电压等级单点接入容量不宜超过 400kW。

本部分不适用于带储能光伏系统、聚光光伏系统、BIPV 光伏系统和双面组件光伏发电系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2297 太阳光伏能源系统术语

T/CPIA 0011.201-2019 户用光伏并网发电系统 第2-1部分：设计规范 一般要求

3 术语和定义

GB/T 2297 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏方阵 PV array

将若干光伏组件在机械和电气上按一定方式组装在一起并且有固定的支撑结构而构成的直流发电单元称为光伏方阵, 又称光伏阵列。

3.2

真太阳时 true solar time

以太阳时角作标准的计时系统。

4 基本要求

户用光伏并网发电系统方阵设计应满足 T/CPIA 0011.201-2019 的相关要求。

5 光伏方阵设计

5.1 安装方式设计

光伏方阵根据不同安装地点采用不同安装方式; 对于斜屋面宜采用顺应屋面坡度布置; 对于地面和平屋面宜采用一定倾角的安装方式。

5.2 方阵倾角设计

5.2.1 光伏方阵宜按全年发电量最高的原则选择最佳倾角安装, 光伏方阵应结合太阳辐照度、风速、雨水、积雪等气候条件及建筑朝向、屋顶结构等因素进行设计, 经技术经济比较后宜适当调整方阵的安装方位角或倾角。

5.2.2 最佳倾角可参见附录A。

5.3 方阵间距设计

5.3.1 平屋面南北方向光伏方阵间距按公式 (1) ~ (3) 进行计算:

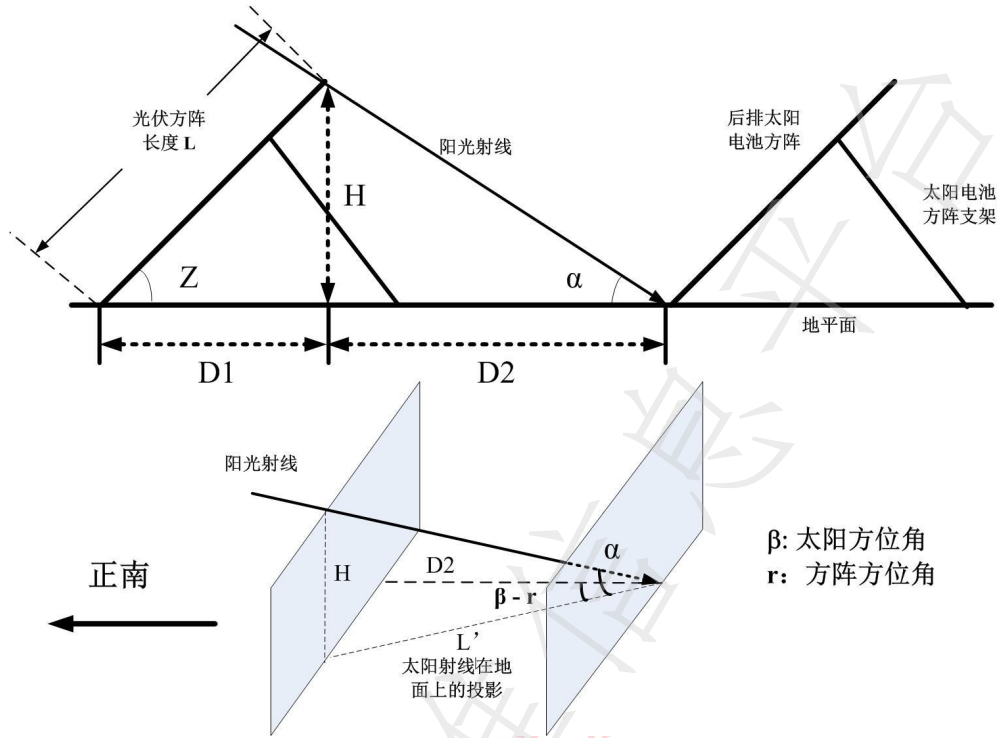


图 1 平屋面方阵间距示意图

$$D = D1 + D2 = (L \times \cos Z) + (L \times \sin Z) \times \cos(\beta - r) / \tan \alpha \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$D1 = L \times \cos Z \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$D2 = \cos(\beta - r) \times L', \quad L' = H / \tan \alpha, \quad H = L \times \sin Z \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

D——光伏方阵南北方向前后排间距;

L——光伏方阵纵向长度;

Z——光伏方阵向南倾角;

H——光伏方阵垂直高度;

L'——太阳射线在地面上的投影;

β ——太阳方位角 $\cos \beta = (\sin \phi \sin \alpha - \sin \delta) / (\cos \alpha \cos \phi)$ 正南为零, 东向为正, 西向为负;

r——方阵方位角 正南为零, 东向为正, 西向为负;

α ——太阳高度角 $\sin \alpha = \sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega$;

ϕ ——当地纬度;

ω ——太阳时角 正午为零, 上午为正, 下午为负;

δ ——太阳赤纬角 $\delta = 23.45 \sin[360 \times (284 + N) / 365]$ (Cooper方程) 式中N代表从1月1日算起的天数。

5.3.2 斜屋面南北方向光伏方阵间距按公式 (4) ~ (7) 进行计算:

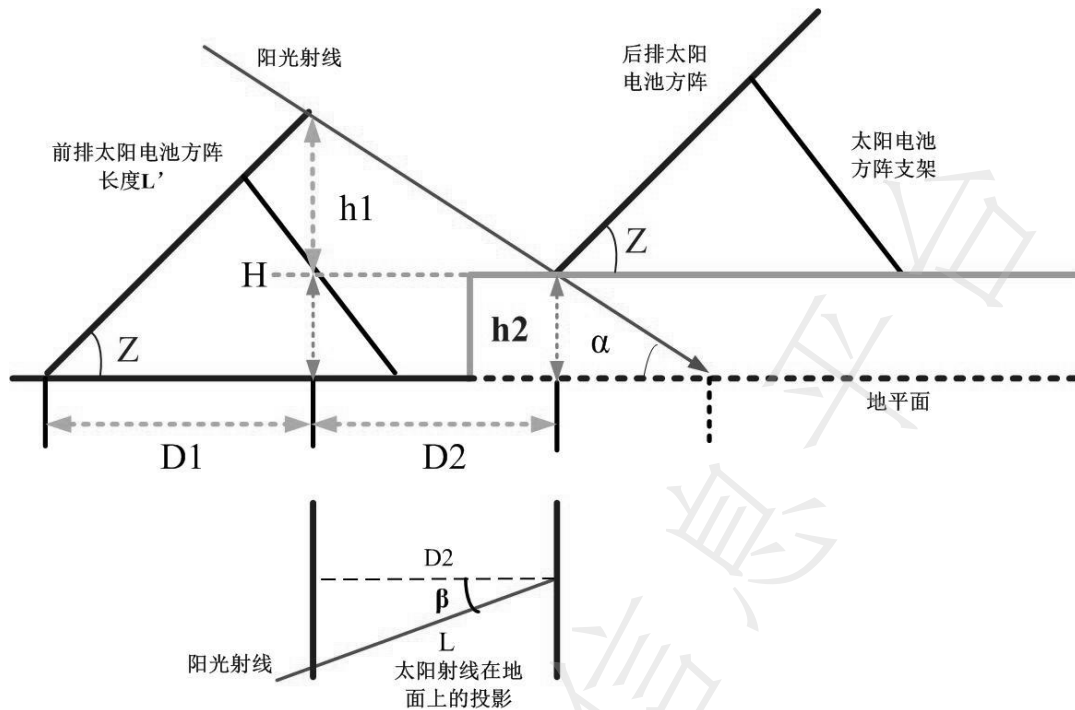


图2 斜屋面方阵间距示意图

$$D1 = L' \times \cos Z \quad (\text{与平地一致无变化}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$D2 = \cos \beta \times L, \quad L = h1/\tan \alpha \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$H = L' \times \sin Z = h1+h2 \quad h1=H-h2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$D = D1+D2 = (L' \times \cos Z) + (L' \times \sin Z - h2) \times \cos \beta / \tan \alpha \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- B——太阳方位角;
- α ——太阳高度角;
- L——太阳射线在地面上的投影;
- h1——前后光伏方阵相对高度;
- h2——前后排地面高度差;
- H——前排方阵垂直高度;
- L'——光伏方阵纵向宽度;
- Z——光伏方阵倾角。

5.4 方阵排布设计

- 5.4.1 应根据建筑物的实际条件, 选择光伏方阵安装位置及光伏发电系统类型。
- 5.4.2 固定式布置的光伏方阵安装方位角宜采用正南方向。
- 5.4.3 光伏方阵各排、列的布置间距宜满足5.3方阵间距设计。
- 5.4.4 光伏方阵中, 应根据实际情况, 预留满足光伏发电系统的日常维护、检修、清洗、设备更换等要求的运维通道, 同时多雪地区宜方便人工融雪、清雪, 不宜对其它建筑、设备采光造成影响。
- 5.4.5 光伏方阵组件与屋面之间的垂直距离应满足安装、通风和散热的要求。
- 5.4.6 光伏方阵组件排布在建筑中的位置应满足其所在部位的建筑防水、排水和保温隔热等要求。
- 5.4.7 光伏方阵组件间距宜不小于20mm。
- 5.4.8 光伏方阵排布应远离易燃易爆、高温发热、腐蚀性物质等。
- 5.4.9 地面光伏方阵组件串的最低点距地面的距离不宜低于300mm, 并应考虑以下因素:
 - a) 当地的最大积雪深度;
 - b) 当地的洪水水位;
 - c) 植被高度。

5.5 方阵组串设计

- 5.5.1 同一组串中的各光伏组件的电性能参数应在偏差范围内。
- 5.5.2 同一组串内组件的方位朝向、安装倾角应保持一致；同一路MPPT下，不同组串的组件数量、方位朝向、安装倾角应保持一致。
- 5.5.3 方阵组串的最大功率工作电压变化范围应在逆变器的最大功率跟踪电压范围内。
- 5.5.4 方阵组串最大开路电压应不高于逆变器最大输入电压限值。
- 5.5.5 方阵组串的串联数量应按公式（8）和（9）计算，选定的组件串联数量（N取整数）应同时满足公式（8）和（9）计算的结果。

$$N \leq \frac{V_{dc\max}}{V_{oc} \times [1 + (t - 25) \times K_v]} \dots\dots\dots (8)$$

$$\frac{V_{mppt\min}}{V_{pm} \times [1 + (t' - 25) \times K_v]} \leq N \leq \frac{V_{mppt\max}}{V_{pm} \times [1 + (t - 25) \times K_v]} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- K_v ——光伏组件的开路电压温度系数；
- N ——光伏组件的串联数量（N取整）；
- t ——光伏组件工作条件下的极限低温，单位为摄氏度（℃）；
- t' ——光伏组件工作条件下的极限高温，单位为摄氏度（℃）；
- $V_{dc\max}$ ——逆变器允许的最大直流输入电压，单位为伏特（V）；
- $V_{mppt\min}$ ——逆变器MPPT电压最小值，单位为伏特（V）；
- $V_{mppt\max}$ ——逆变器MPPT电压最大值，单位为伏特（V）；
- V_{oc} ——光伏组件的开路电压，单位为伏特（V）；
- V_{pm} ——光伏组件的工作电压，单位为伏特（V）。

附录A
(资料性附录)
光伏方阵最佳倾角参考值

全国各大主要城市光伏方阵最佳倾角参考值如表 A. 1:

表 A. 1 全国各大主要城市光伏方阵最佳倾角参考值

城市	纬度 ϕ ($^{\circ}$)	斜面日均辐射量 (kJ/m^2)	日辐射量 (kJ/m^2)	独立系统推荐倾角 ($^{\circ}$)	并网系统推荐倾角 ($^{\circ}$)
哈尔滨	45.68	15835	12703	$\phi+3$	$\phi-3$
长春	43.9	17127	13572	$\phi+1$	$\phi-3$
沈阳	41.7	16563	13793	$\phi+1$	$\phi-8$
北京	39.8	18035	15261	$\phi+4$	$\phi-7$
天津	39.1	16722	14356	$\phi+5$	$\phi-3$
呼和浩特	40.78	20075	16574	$\phi+3$	$\phi-3$
太原	37.78	17394	15061	$\phi+5$	$\phi-6$
乌鲁木齐	43.78	16594	14464	$\phi+12$	$\phi-3$
西宁	36.75	19617	16777	$\phi+1$	$\phi-1$
兰州	36.05	15842	14966	$\phi+8$	$\phi-9$
银川	38.48	19615	16553	$\phi+2$	$\phi-2$
西安	34.3	12952	12781	$\phi+14$	$\phi-5$
上海	31.17	13691	12760	$\phi+3$	$\phi-7$
南京	32	14207	13099	$\phi+5$	$\phi-4$
合肥	31.85	13299	12525	$\phi+9$	$\phi-5$
杭州	30.23	12372	11668	$\phi+3$	$\phi-4$
南昌	28.67	13714	13094	$\phi+2$	$\phi-6$
福州	26.08	12451	12001	$\phi+4$	$\phi-7$
济南	36.68	15994	14043	$\phi+6$	$\phi-2$
郑州	34.72	14558	13332	$\phi+7$	$\phi-3$
武汉	30.63	13707	13201	$\phi+7$	$\phi-6$
长沙	28.2	11589	11377	$\phi+6$	$\phi-6$
广州	23.13	12702	12110	$\phi+0$	$\phi-1$
海口	20.03	13510	13835	$\phi+12$	$\phi-3$
南宁	22.82	12734	12515	$\phi+5$	$\phi-4$
成都	30.67	10304	10392	$\phi+2$	$\phi-8$
贵阳	26.58	10235	10327	$\phi+8$	$\phi-8$
昆明	25.02	15333	14194	$\phi+0$	$\phi-1$
拉萨	29.7	24151	21301	$\phi+0$	$\phi+2$

注：本表引自 GB 50797 《光伏发电站设计规范》附录 B。