

摘要

社会的高速发展和进步离不开能源的供应，光伏做为清洁能源的主力军之一，一直备受关注。光伏电站的开发与利用渐渐渗透到各个角落，而最大化的可持续利用光伏资源，一直备受业内关注和讨论。光伏电站的建设需要很多前提条件，光伏的发电量与很多因素有关，如当地的地理纬度、日照资源、设备及线缆损失等。光伏阵列倾角的朝向一般设计为正南方向，但由于太阳入射角随季节的变化而变化，光伏电站建设条件的复杂性，无法全部实现实时最佳倾角太阳直射跟踪，所以需要针对不同的应用环境，使用最佳的光伏安装方案，实现最大化利用日照资源。本文结合工程实际情况，介绍了目前几种常用的固定倾角式和跟踪式光伏支架形式，并对其优缺点进行了分析。以实际案例，通过软件和公式的模拟计算，对平铺固定式支架方案、最佳倾角固定式支架方案、固定可调式支架方案、水平单轴跟踪式支架方案、倾斜单轴跟踪式支架方案和双轴跟踪式支架方案的可接收辐射量进行数据分析，对比出光伏系统不同支架安装类型对发电量的影响。总结数据，给光伏项目的支架选择应用类型及研发做参考分析。

关键字：光伏支架发电量

前言

建设光伏电站有利于增加可再生能源的比例，优化系统电源结构，且无任何污染，减轻环保压力，符合我国能源发展战略的需要和国际能源发展趋势。我国近年来大力推举发展光伏行业，如户用光伏项目、光伏扶贫项目、平价示范项目、领跑基地项目、特高压配套外送等多样并行发展的前提下，仅2019年预计并网总装机容量可达到50GW。商业化和平民化的发展，不仅需要高效和实用，也还要平价和可推广性。在光伏电站建设中，光伏支架工程量在土建工程中占比较大，因其量大面广，约占光伏电站总造价的7%，同时采用不同类型的光伏支架形式会影响光伏组件的发电效率，因此有必要对光伏支架的结构形式进行深入研究。

第1章常用光伏可调支架类型介绍

1.1 光伏应用介绍

光伏发电系统是利用不同半导体材料在光线照射下产生光生伏打效应，将太阳能转换为电能的系统。自1954年，科学家恰宾和皮尔松在美国贝尔实验室，首次制成了实体单晶太阳能电池以来。尽管太阳能发电目前在整个能源消费结构中所占的比例不大，然而新的太阳能光伏发电工程和产品正在不断涌现，其应用领域和应用范围日益广泛，以下对现有常用光伏技术做简单分类介绍：

从存储类型分类，可分为独立性太阳能发电系统和并网型光伏发电系统。独立太阳能发电系统是指光伏发电不与电网连接的发电方式，典型特征为需要储能电池来存储电能。主要用于电讯、卫星广播电视、太阳能水泵等。并网太阳能光伏发电系统是指光伏发电与国家电网连接的发电方式，成为电网的补充，典型特征为不需要储能电池。民用太阳能发电多以家庭为单位，商业用途主要为企业、政府大楼、公共设施、安全设施等，工业用途如太阳能农场，渔场等。

1.2 光伏发电影响因素

众所周知，光伏电站发电量计算方法是理论年发电量=年平均太阳辐射总量*电池总面积*光电转换效率，但是由于各种原因影响，光伏电站实际发电量也会受到影响。下面介绍几种主要影响光伏发电的因素。

(1) 太阳辐射量

在太阳电池组件的转换效率一定的情况下，光伏系统的发电量是由太阳的辐射强度决定的，太阳的辐射强度、光谱特性是随着气象条件而改变的，如太阳四季距离变化、太阳每日东升西落。

(2) 阴影损失

组件遮挡包括灰尘遮挡、积雪遮挡、杂草、树木、电池板及其他建筑物等遮挡，遮挡会降低组件接收到的辐射量，影响组件散热，从而引起组件输出功率下降，还有可能导致

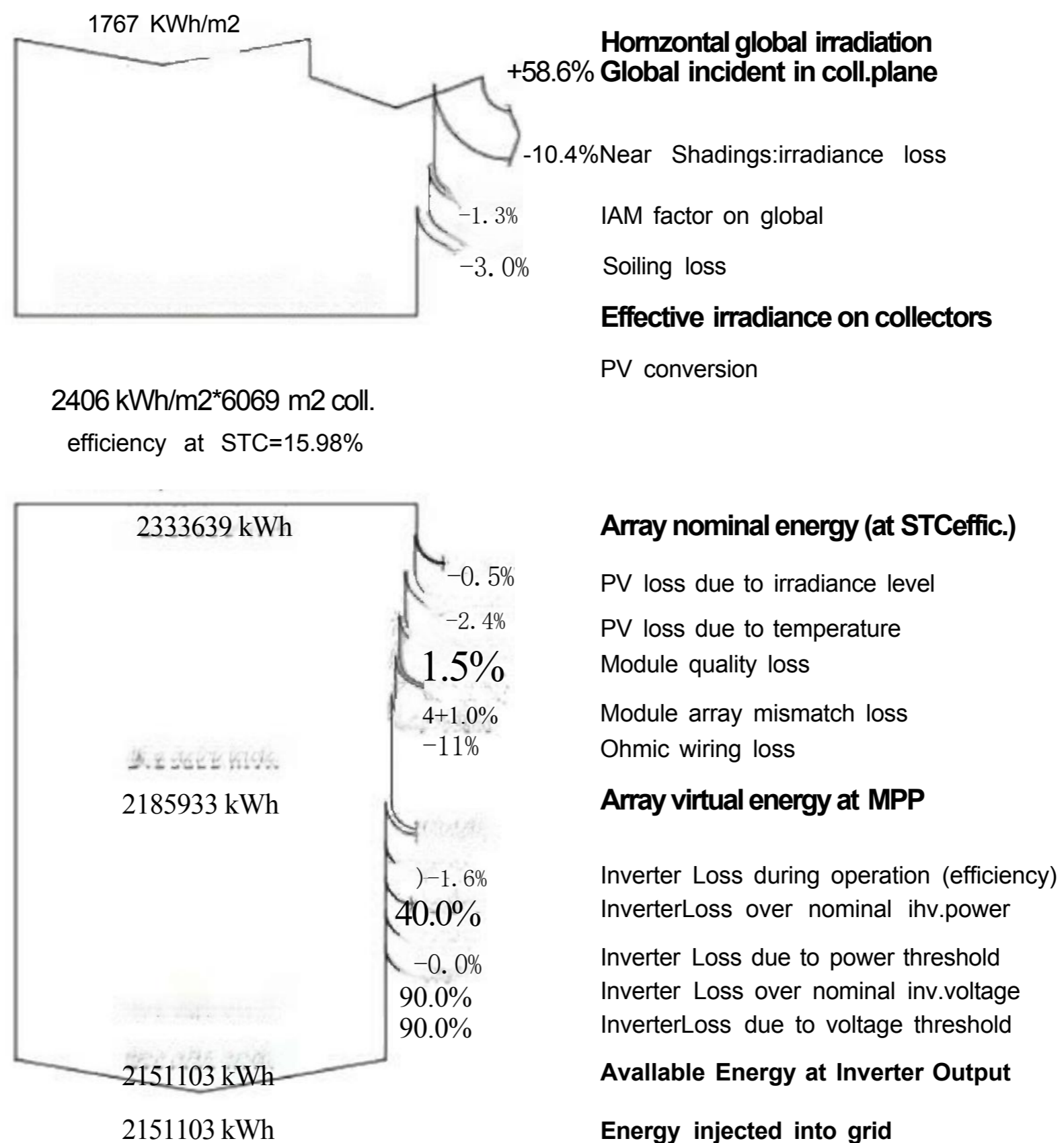
热斑等问题。

(3) 转换效率及产品性能衰减

系统损失和所有产品一样光伏电站在长达25年的寿命周期中，组件效率、电气元件性能会逐步降低，发电量随之逐年递减。除去这些自然老化的因素之外，还有组件、逆变器的质量问题，线路布局、灰尘、串并联损失、线缆损失等多种因素。根据国内近期领跑者项目招标标准中，组件的转换效率均超过20%。

还有设备选型容配比损失、温度损失、电网调度损失、维修维护损失等诸多影响因素，因此光伏电站系统配置需根据实际情况，综合考虑，合理设计才能最大化降低发电损失。见例图1-1。

图1 - 1 光伏最佳倾角系统发电量损失占比



第2章光伏支架安装类型及其优缺点分析

在光伏电站建设中，光伏支架工程量在工程中占比较大，因其量大面广，约占光伏电站总造价的7%。随着光伏多样化发展现状，光伏支架不仅起到固定及支撑光伏组件的作用，跟踪支架也能调节光伏阵列的可靠运动，最大化的利用太阳辐照量。现在市面常用的支架安装方案主要包括固定式支架方案、水平单轴跟踪支架方案、倾斜单轴跟踪支架方案(也称倾纬度角单轴跟踪支架方案)和双轴跟踪支架方案。

2.1 固定式支架方案

固定式支架方案也可分为平铺固定式支架方案、最佳倾角固定式支架方案和固定可调式支架方案。其结构简单、抗风雪压强、安装方便、运维便利等特点，可应用范围最为广泛。

2.1.1 平铺固定式支架方案

平铺固定式支架方案主要安装在居民瓦屋面、厂区彩钢瓦屋面的区域场景。安装方式是以屋面倾斜面的固定倾角不变安装(见图2-1所示)。优点是抗风能力强，可靠性强，材料成本低。缺点是需谨慎防水措施，以防屋面漏水；不同区域的屋面建筑角度不同，组件可接收到的太阳辐射量面积较少；倾斜角度低的屋面，灰尘易堆积，导致不易清洗，运维难度大；清洗不净，造成热斑效应等危害。

图2-1 瓦屋面和彩钢瓦屋面电站光伏安装图



2.1.2最佳倾角式支架

最佳倾角式支架主要安装在分布式混凝土平屋面，地面电站，车棚等场景。安装方式是根据当地经纬度和海拔高度，计算出全年最大辐射量的值，相应角度为最佳倾角。根据最佳倾角，搭建支架结构来固定光伏组件(见图2-2所示)。优点是混凝土平屋面：抗风能力强，可靠性强，不破坏屋面防水；地面电站：安装方便，不受温度限制，不同地质的固定方式多样。缺点是混凝土平屋面的固定混凝土压块的强度要求高，屋面负载要求高；地面电站的工程量较大，不同地质对支架的要求不同，养护难度较大。

图2-2混凝土屋面和地面项目最佳固定倾角光伏安装图



2.1.3固定可调式支架方案

固定可调式支架方案主要安装在大型分布式屋面和土地平整的地面电站等场景。安装方式是根据当地经纬度和海拔高度，计算出每个季度或每个月最大辐射量的值，相应角度为最佳倾角。根据最佳倾角的范围，定期调节固定式支架倾角，增加太阳光直射吸收量(见图2-3所示)。优点是提高各季节的太阳辐射量，以达到提高发电量的要求。缺点是运行时需要人工调节角度，带来人力成本增加。

图2-3 圆弧式和推拉杆式可调式光伏安装图



2.2 跟踪式支架方案

跟踪式支架方案主要包括水平单轴跟踪式支架方案、倾斜单轴跟踪式支架方案(也称倾纬度角单轴跟踪支架方案)和双轴跟踪式支架方案。其中水平单轴跟踪式支架方案和倾斜单轴跟踪式支架方案只有一个旋转自由度，双轴跟踪式支架方案具有两个旋转自由度。

三种跟踪系统采用的跟踪控制策略皆为主动式跟踪控制策略，通过计算得出太阳在天空中的方位，并控制光伏阵列朝向。这种主动式光伏自动跟踪系统能够较好的适用于多霜雪、多沙尘的环境中，在无人值守的光伏电站中也能够可靠工作。从跟踪是否连续的角度看，目前市面所研制的光伏自动跟踪系统主要有步进跟踪方式和连续跟踪方式，两者相对比，步进跟踪方式优势在于能够大大的降低跟踪系统自身能耗。

2.2.1 水平单轴跟踪式支架方案

光伏方阵可以随着一根水平轴方向跟踪太阳，以此获得较大发电量。因不同维度和海拔高度，各区域的最佳倾角不同，所以可以根据不同维度可分为水平单轴跟踪式支架方案和水平斜角跟踪式支架方案(见图2-4)，以增加应用场合的广泛性。优点是可实现太阳方位角跟踪或太阳高度角跟踪，有效提高每日的发电量。缺点是高纬度地区，可接收的日照时间短；驱动设备的故障率高，运维难度大。

图2-4水平单轴跟踪和水平斜角跟踪式支架光伏安装图



2.2.2 倾斜单轴跟踪式支架方案

倾斜单轴跟踪式支架方案(见图2-5), 结合最佳倾角固定式支架方案和水平单轴跟踪支架方案的优点, 可保证在全年的日照时间内, 实现太阳方位角跟踪, 大大利用太阳

辐射量来提高发电量。与水平单轴跟踪式支架方案的区别在于旋转轴的运行方式，但增加了运行的复杂性和支架受力要求。倾斜面的纵向面积增大，需要的安装场地也会相应增加。

图2-5倾斜单轴跟踪支架光伏安装图



2.2.3 双轴跟踪式支架方案

双轴跟踪式支架方案(见图2-6),结合了跟踪太阳高度角和跟踪太阳方位角的水平单轴式支架方案,既能实现横向跟踪,也能实现纵向跟踪。理论上能够实时保证光伏组件与太阳光线垂直,完全跟踪太阳运行轨迹,最大程度利用太阳辐射量,提高系统发电量的措施。但相比于水平单轴跟踪式支架方案和倾斜单轴跟踪式支架方案,驱动旋转轴的增加,旋转面积的增大,需要的投资成本、运维难度和场地面积也会相应增加。

图2-6倾斜单轴跟踪和双轴跟踪式支架光伏安装图



2.3 不同支架方案对比

1) 从市场占有率对比,最佳倾角固定支架方案>水平单轴跟踪支架方案>可调式固定支架方案>倾斜单轴跟踪支架方案>双轴跟踪支架方案。

2)从支架结构安全性、控制复杂性、安装便捷性、运维的难度对比，最佳倾角固定

支架方案<可调式固定支架方案<水平单轴跟踪支架方案<倾斜单轴跟踪支架方案<双轴跟踪支架方案;

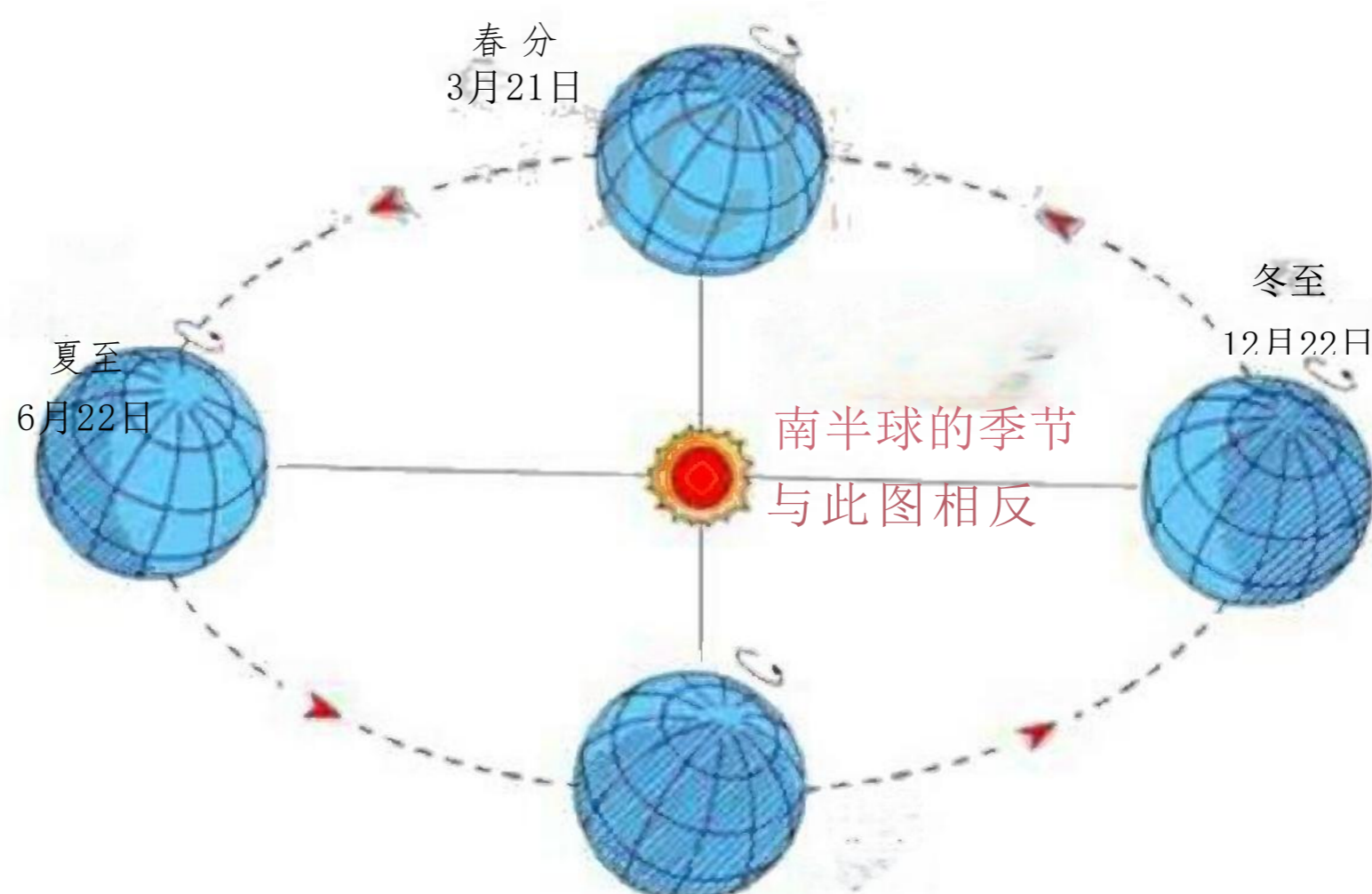
3) 支架类型各有优缺点, 不同的场景环境使用不同的支架方案, 合适且优选的方案更利于长久收益;

第3章案例数据分析

3.1 太阳辐射量变化

根据日照原理，光伏阵列与太阳入射角成 90° 时，可以获取最大的太阳辐射量。因此要充分利用太阳能，不同地区的光伏阵列安装倾角需要随季节变动。以赤道为例，春分时阳光垂直照射于赤道线上，太阳赤纬角为 0° ，为获得最大的太阳辐射量，光伏阵列的安装最佳倾角为当地纬度角；春分至夏至阳光垂直照射位置也由赤道移至北回归线，太阳赤道角为 $23^\circ 26'$ ，光伏阵列安装最佳倾角为纬度角减去 $23^\circ 26'$ ；由夏至再至秋分，阳光垂直照射位置再由北回归线移至赤道线，秋分与春分的太阳赤纬角相同为 0° ，光伏阵列的安装最佳倾角为当地纬度角；由秋分再至冬至，阳光垂直照射位置由赤道线移至南回归线，太阳赤纬角为 $-23^\circ 26'$ ，光伏阵列安装最佳倾角为纬度角加上 $23^\circ 26'$ 。如图3-1所示，在不同时节太阳入照射范围变化图。

图3-1 不同时节太阳照射范围变化图



3.2 组件接收的辐射量计算

对于朝南倾斜放置的太阳能组件，获得的总辐射量为直接辐射、反射辐射与散射辐射

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/508051013106006123>