


太阳能光伏应用

——原理·设计·施工

靳瑞敏 等编著 



T AIYANGNENG
GUANGFU YINGYONG
YUANLI SHEJI SHIGONG

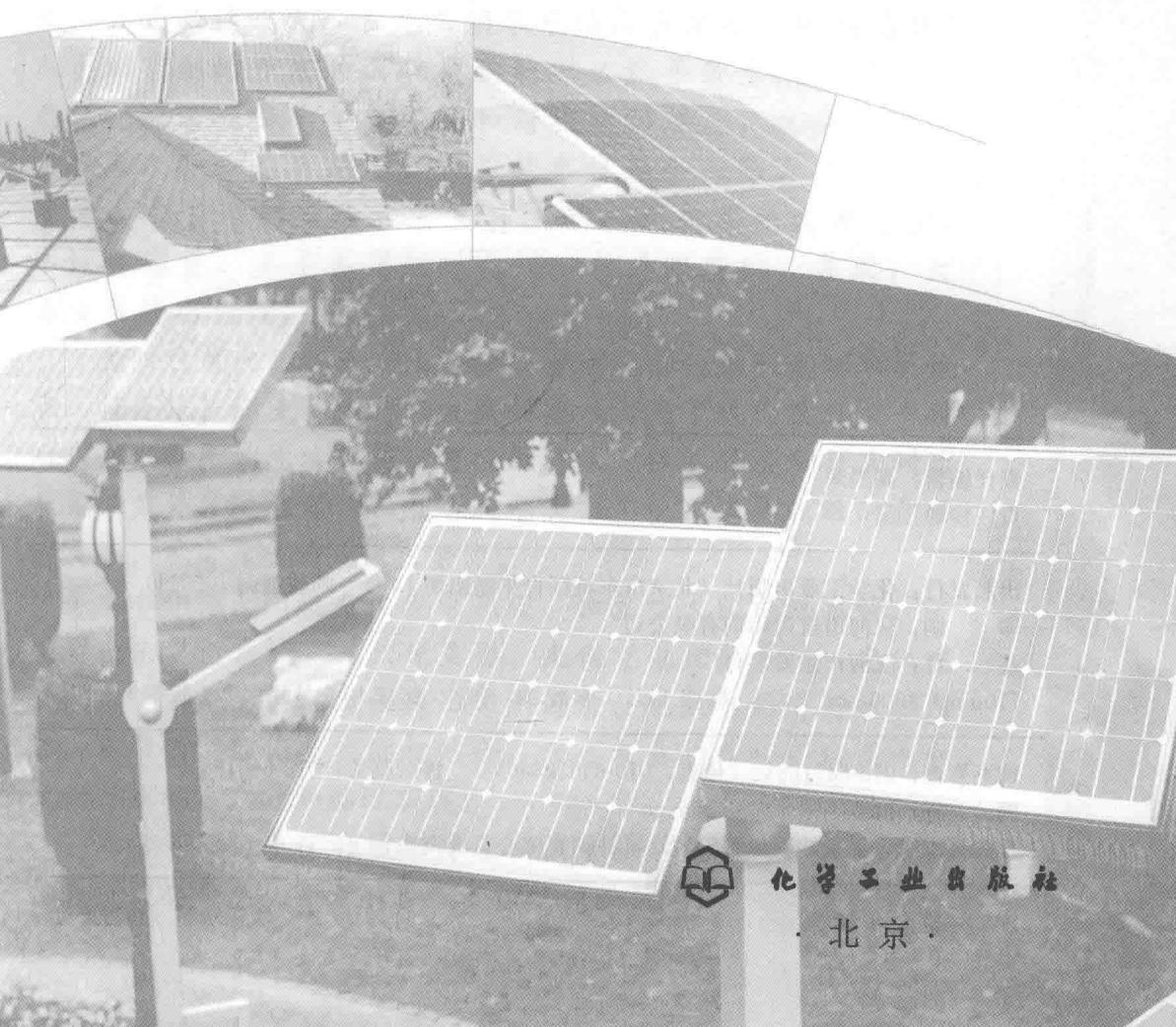


化学工业出版社

太阳能光伏应用

——原理·设计·施工

靳瑞敏 等编著 ●



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

太阳能光伏应用：原理·设计·施工/靳瑞敏等编
著. —北京：化学工业出版社，2017.4

ISBN 978-7-122-29027-4

I. ①太… II. ①靳… III. ①太阳能发电 IV.
①TM615

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 027028 号

责任编辑：高墨荣
责任校对：吴 静

文字编辑：孙凤英
装帧设计：刘丽华

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：三河市航远印刷有限公司

装 订：三河市瞰发装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 291 千字 2017 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：48.00 元

版权所有 违者必究

随着人口快速增长和工业化进程加速，能源短缺、生态破坏和环境污染的问题日益严重。人类目前所使用的能源大部分是由矿物燃料提供的，矿物燃料燃烧排出温室气体和有毒物质，它们使地球的生态环境急剧恶化。恶化的环境严重影响到我们每一个人的健康生存，近年来每年冬天越来越严重的雾霾天气警告我们：人类不科学的生产和生活方式必须改变。首先必须尽可能减少矿物燃料的消耗。人类无节制的开发和消耗矿物能源必然导致生态环境急剧恶化，应该提倡人类与环境和谐相处的理念，这类似中国古代天人合一的思想；我们应该牢记每个人每天消耗的能源是人类共同拥有的和不可再生的；提高节约能源意识，不过度消费，不是买得起的就可以随意浪费的。其次，大力发展绿色能源。

太阳能光伏发电具有无污染、资源的普遍性和不枯竭等优点，符合保护环境和可持续发展的要求。为了我们及我们子孙后代碧水蓝天的生活环境，光伏新能源的技术开发和普及利用非常必需并且迫在眉睫。每个人都有推广使用绿色能源的责任和义务。笔者希望为此做出努力。

本书介绍太阳能光伏发电原理、独立型太阳能电池系统、并网型光伏发电系统、光伏逆变器、光伏发电控制系统、光伏建筑一体化、光伏电站工程施工组织设计、光伏电站运行维护内容。本书强调理论与实际相结合，含有大量的工程实践案例和光伏行业标准，更加贴近实际。

本书可作为光伏领域工作者和该专业学生参考书，也可以作为光伏公司及从业者的专业知识培训教材。

本书由洛阳师范学院靳瑞敏教授编写前言及第1、2、3、7、8章；洛阳师范学院赵存华副教授编写第4章；河南科技大学李新利博士编写第6章；洛阳师范学院张旭老师编写第5章。

由于太阳能光伏应用范围广，技术变化快，加之水平所限，难免有不妥和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第1章 太阳能光伏发电简介

001

1.1 太阳辐射及太阳能应用	002
1.1.1 人类活动与太阳辐射能	002
1.1.2 太阳辐射能	002
1.2 光伏效应及表征参数	009
1.2.1 光伏效应	009
1.2.2 太阳电池的表征参数	012
1.3 太阳电池的特点及分类	014
1.3.1 太阳电池的特点	014
1.3.2 太阳电池的分类	015
1.4 太阳电池组件	019
1.4.1 太阳电池组件结构	021
1.4.2 太阳电池组件的封装材料	022
1.4.3 太阳电池组件生产工艺	023
1.4.4 太阳电池组件生产设备	026
习题	029

第2章 独立型太阳能电池系统

031

2.1 独立太阳能电池系统特点	033
2.2 独立太阳能电池系统的基本组成	034
2.3 太阳能电池用蓄电池	035
2.3.1 常用蓄电池的原理	035
2.3.2 几种常用蓄电池	037
2.3.3 蓄电池容量和容量设计	040
2.3.4 蓄电池的充电	041
2.3.5 蓄电池的放电	042
2.3.6 蓄电池的使用和维护	043
2.3.7 蓄电池的命名方法、型号组成	044
2.4 太阳能电池组件的容量设计	045
2.4.1 太阳能电池组件输出的计算方法	045
2.4.2 独立光伏系统的工作电压	046

2.5 控制器	046
2.5.1 控制系统	047
2.5.2 蓄电池充放电控制	048
2.5.3 控制器的类型	049
2.6 太阳能电池系统用灯具	049
2.7 小型独立太阳能电池系统应用	050
习题	053

第3章 并网型光伏发电系统

055

3.1 并网型光伏发电系统总体设计	056
3.2 并网系统电路组成	058
3.2.1 光伏组件(方阵)	058
3.2.2 太阳能电池组件支架	060
3.2.3 光伏并网逆变器	062
3.2.4 光伏系统防雷设计	063
3.3 大型光伏并网系统的施工组织	064
3.3.1 准备和计划	064
3.3.2 土建施工	066
3.3.3 特殊条件的施工	070
3.3.4 太阳能电池组件安装	072
3.3.5 逆变器等箱体安装	078
3.3.6 设备和系统调试	081
3.3.7 二次系统调试	083
3.3.8 消防工程	084
3.3.9 环保与水土保持	086
3.4 几种光伏电站介绍	087
习题	090

第4章 光伏逆变器

091

4.1 逆变器简介	092
4.2 逆变器结构及工作原理	095
4.2.1 逆变器基本结构	095
4.2.2 逆变电路基本工作原理	096
4.2.3 单相电压型逆变电路	097
4.2.4 三相逆变器	101

4.3 光伏并网逆变器	104
4.3.1 隔离型光伏并网逆变器	105
4.3.2 非隔离型光伏并网逆变器	108
习题	112

第5章 光伏发电控制系统

113

5.1 光伏发电控制系统概述	114
5.2 太阳能跟踪控制	115
5.2.1 太阳能跟踪控制方式	115
5.2.2 太阳能跟踪控制类型	117
5.3 MPPT 控制算法	117
5.3.1 MPPT 控制概述	117
5.3.2 典型 MPPT 控制算法	119
5.4 跟踪器系统工作原理及硬件设计	128
5.4.1 主控芯片的选择	128
5.4.2 电源控制器的设计	129
5.4.3 程序控制部分	130
5.5 DC-DC 变换器	131
5.5.1 DC-DC 变换器的分类	131
5.5.2 典型的 DC-DC 变换器电路	131
5.6 孤岛效应	140
5.6.1 孤岛效应概述	140
5.6.2 孤岛效应的检测方法	140
5.7 光伏控制系统案例分析	143
5.7.1 太阳能路灯控制系统	143
5.7.2 控制器硬件设计	144
5.7.3 蓄电池充放电策略	145
5.7.4 最大功率点跟踪控制策略	145
5.7.5 控制系统软件设计	145
习题	146

第6章 光伏建筑一体化

149

6.1 光伏建筑一体化的优势	150
6.2 光伏建筑一体化的几种形式	151
6.3 建筑一体化对电池组件的要求	154

6.4	太阳能光伏建筑一体化原则与应当注意的问题	155
6.4.1	太阳能光伏建筑一体化原则	155
6.4.2	开展 BIPV 应当注意的几个问题	157
6.5	光伏建筑一体化的应用	158
6.5.1	家庭安装太阳能电池组件的简单测量工具	160
6.5.2	一般家庭屋顶太阳能电池系统控制器的规格、型号识别	161
6.5.3	一般家庭屋顶太阳能电池系统转换器（逆变器）DC-AC 的 认识	161
6.5.4	一般家庭屋顶太阳能电池系统蓄电池	162
6.5.5	一般家庭屋顶太阳能电池系统的接线方法	162
6.5.6	一般家庭屋顶太阳能电池系统的基本参数	162
6.5.7	目前家庭并网光伏电站的申办流程	164
6.6	家庭分布式光伏发电设计与安装	165
6.6.1	分布式光伏发电系统设计	165
6.6.2	硬件系统的设计	167
6.6.3	支架的总体结构设计	173
6.6.4	硬件结构的安装	174
6.6.5	家庭分布式光伏电站案例	175
	习题	180

第 7 章 光伏电站工程施工组织设计案例

181

7.1	工程概况、施工条件及工期目标	182
7.2	土建工程	185
7.3	安装标准及地下设施	195
7.3.1	安装标准	195
7.3.2	场地及地下设施	196
7.3.3	建（构）筑物	196
7.4	安装工程	197
7.4.1	一般规定	197
7.4.2	支架安装	198
7.4.3	组件安装	199
7.4.4	汇流箱安装	200
7.4.5	逆变器安装	201
7.4.6	电气二次系统	202
7.4.7	其他电气设备安装	202
7.4.8	防雷与接地	202

7.4.9 线路及电缆	202
7.5 小型光伏并网电站案例	203
7.5.1 环境及设计原则	203
7.5.2 系统构成	204
7.5.3 方案的设计流程	204
习题	208

第8章 光伏电站运行与维护

209

8.1 建立完整的技术档案资料及电站运行档案	210
8.2 电站运行、维护人员培训	211
8.3 太阳能光伏阵列管理维护	212
8.4 蓄电池组的维护管理	213
8.5 逆变器的维护管理	214
8.5.1 逆变器的操作使用	214
8.5.2 逆变器维护检修	215
8.6 配电柜和测量控制柜的维护管理	215
8.7 变压器的保养维护及注意事项	217
8.8 电线电缆的保养维护及注意事项	219
8.9 光伏电站管理	221
习题	221

参考文献	223
------------	-----

第1章 太阳能光伏发电简介

1.1 太阳辐射及太阳能应用



1.1.1 人类活动与太阳辐射能

万物生长靠太阳。人类生产、生活所需的能量，如人们熟知并加以利用的石油、煤炭、风能、海洋潮汐能、水能、地热能、生物质能、可燃冰等，都是太阳辐射能在地球上的一种转化形式。随着人口的增加，由于化石燃料的过度使用，人类排放的二氧化碳已经超出了地球生态系统的吸收能力。生态超载还导致森林萎缩，渔业资源衰退，土地退化，淡水资源减少，生物多样性日益丧失，空气污染严重。据世界自然基金会统计，1961年人类只消耗大约2/3的地球年度可再生资源，《地球生命力报告2012》显示，人类目前每年消耗着1.5个地球的生态资源，并且到2050年之前将达到2个地球。我国的生态状况同样不容乐观。尽管我国的人均低于全球平均水平，且大大低于欧美国家，但已经是其自身生物承载力的2.5倍，这意味着我们需要2.5个我国的自然资源量才能满足需求；同时，由于人口基数大，我国的生态足迹总量全球最大。我国脆弱的生态系统正在承受着经济发展和不断增长的人口带来的双重压力。

通过改用清洁、充足的可再生资源（如太阳能、风能等），我们有可能逐步减少污染空气的污染排放物，以缓解气候变化对地球的影响。原子能的利用也已成熟，但是切尔诺贝利核电站的泄露、日本福岛核泄漏的危害又令人产生了恐惧。地壳运动产生的地震、火山爆发、洪灾等能量，也正在被人们认识。

太阳能光伏发电是开发和利用太阳能的最灵活、最方便的方式，近年来得到了飞速的发展。

1.1.2 太阳辐射能

太阳辐射能是指到达地球大气上界的太阳辐射能量，亦称为天文太阳辐射量，简称太阳能。地球所接收到的太阳辐射能量仅为太阳向宇宙空间放射的总辐射能量的二十二亿分之一。

太阳是离地球最近的一颗自己发光的天体，它给地球带来了光和热。太阳的活动来源于其中心部分，中心温度高达 $1500 \times 10^6 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，在这里发生着核聚变，太阳能是太阳内部连续不断的核聚变反应过程产生的能量。聚变产生能量并被释放至太阳的表面，通过对流过程散发出光和热。太阳核心的能量需要经过几百万年

才能到达它的表面,使太阳能够发光。到现在为止太阳的年龄约为46亿年,它还可以继续燃烧约50亿年。根据现在宇宙学理论,在太阳存在的最后阶段,太阳中的氦将转变成重元素,太阳的体积也将开始不断膨胀,直至将地球吞没。在经过一亿年的红巨星阶段后,太阳将突然坍缩成一颗白矮星——所有恒星存在的最后阶段。再经历几万亿年,它将最终完全冷却。因此,对人类来说,太阳能是取之不尽、用之不竭的能源。

一般认为,太阳是处于高温、高压下的一个巨大的气体团,由里向外可分为6个区域。① 太阳核:太阳核的直径约为太阳直径的0.23倍,质量约为太阳的0.4倍,体积约为太阳的0.15倍,压力高达 10^9 atm ($1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$),温度约为 10^7 K ,其中进行着激烈的热核反应,所产生的90%能量以对流和辐射的方式向外放射。② 吸收层:从太阳核以外到约0.8倍太阳直径处称之为吸收层,也称为辐射层。该层压力降到 10^{-2} atm ,热核反应产生的大量氢离子在这里被吸收。③ 对流层:从吸收层以外至1倍太阳直径处称为对流层,其间温度约为 $5 \times 10^3 \text{ K}$,大量的对流传热在该区进行。④ 光球层:对流层之外500km以内,有大量低电离的氢原子,这是肉眼可见的太阳表面,其亮度相当于6000K的黑体辐射。光球层是非常重要的—层,太阳的绝大部分辐射从光球层发射出去,同时还有对地球影响很大的黑子和耀斑在当中活动。⑤ 色球层:色球层厚度约为2500km,大部分由低层压氦气、氢气以及少量离子组成,也称为太阳的大气层。⑥ 日冕:色球层之外即是伸入太空的银白色日冕。日冕由各种微粒构成,包括部分太阳尘埃质点、电离粒子和电子,温度高达 10^6 K 以上。有时日冕能向太空伸展几万公里,形成太阳风,冲击到地球大气层上,产生磁暴或极光,从而影响地球磁场和通信。太阳辐射与接收原理如图1-1所示。

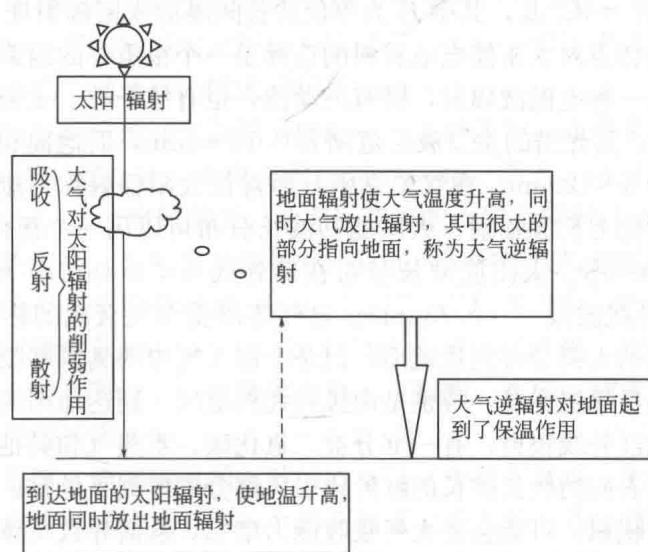


图 1-1 太阳辐射与接收

全球年消耗能量的总和只相当于太阳 40min 内投射到地球表面的能量，太阳辐射能来源于其内部的热核反应，每秒转换的能量约为 $4 \times 10^{26} \text{J}$ ，基本上都是以电磁辐射的形式发射出来的，通常将太阳看作是温度 6000K、波长 $0.3 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 的辐射体，辐射波长的分布从紫外区到红外区。尽管地球所接收到的太阳辐射能量仅为太阳向宇宙空间放射的总辐射能量的二十二亿分之一，达到地球大气层外的太阳辐射能在 $132.8 \sim 141.8 \text{mW/cm}^2$ 之间，被大气反射、散射和吸收之后，约有 70% 投射到地面，但已高达 $1.73 \times 10^{15} \text{W}$ ，也就是说太阳每秒钟照射到地球上的能量就相当于 500 万吨煤，是全球能耗的数万倍。地面接收到的太阳辐射包括直接辐射和散射辐射。直接接收到不改变方向的太阳辐射称为直接辐射；被大气层反射和散射后方向改变的太阳辐射称为散射辐射。

为了定量描述太阳能，需要引入一些概念。在地球位于日地平均距离处时，地球大气上界垂直于太阳光线的单位面积在单位时间内所受到的太阳辐射的全谱总能量，称为太阳常数。太阳常数的数值为 1353W/m^2 ，常用单位为 W/m^2 。将大气对地球表面接收太阳光的影响程度定义为大气质量 (AM)。大气质量是一个无量纲量，它是太阳光线穿过地球大气的路径与太阳光线在天顶角方向时穿过大气的路径之比，并假定在标准大气压 (101325Pa) 和气温 0°C 时，海平面上太阳光垂直入射的路径为 1。AM 数值不同，太阳光谱会产生不同的变化。当太阳辐射强度为太阳能常数时，大气质量记作 AM0，AM0 光谱适合于人造卫星和宇宙飞船上的情况。大气质量 AM1 的光谱对应于直射到地球表面的太阳光谱（其入射光功率为 925W/cm^2 ）。图 1-2 是 AM0 和 AM1 两种条件下的太阳光谱，它们之间的差别是由大气对太阳光的吸收引起的衰减造成的，主要来自臭氧层对紫外线的吸收和水蒸气对红外线的吸收，以及空气中尘埃和悬浮物的散射。图中太阳光谱辐照度 $E_\lambda = dE/d\lambda$ ，其中 E 为单位波长间隔的太阳辐射度，给定波长 λ 。太阳光谱的这些特点对太阳能电池材料的选择是一个很重要的因素。

太阳辐射是一种电磁波辐射，既有波动性，也有粒子性。太阳的波长辐射范围如图 1-3 所示。其光谱的主要波长范围为 $0.15 \sim 4 \mu\text{m}$ ，而地面和大气辐射的主要波长范围则为 $3 \sim 120 \mu\text{m}$ 。在气象学中，通常把太阳辐射称为短波辐射，而把地面和大气辐射称为长波辐射。太阳能的波长分布可以用一个黑体辐射来模拟，黑体的温度为 6000K。太阳能波长分布在紫外线 ($< 0.4 \mu\text{m}$)、可见光 ($0.4 \sim 0.75 \mu\text{m}$) 和红外线波段 ($> 0.75 \mu\text{m}$)。这些波段受大气衰减的影响程度各不相同。可见光辐射的大部分可到达地面，但是上层大气中的臭氧却吸收了大部分紫外线辐射。由于臭氧层变薄，特别是南极和北极地区，到达地面的紫外线辐射越来越多。入射的红外线辐射，有一部分被二氧化碳、水蒸气和其他气体吸收，而在夜间来自地球表面的较长波长的红外辐射大部分则传到了外空。这些温室气体在上层大气中的积累，可能会使大气吸收能力增加，从而导致全球气候变暖和天气变得多云。虽然臭氧减少对太阳能吸收的影响甚微，但温室效应可能会增大散射辐射，并可能严重影响太阳能的吸收作用。

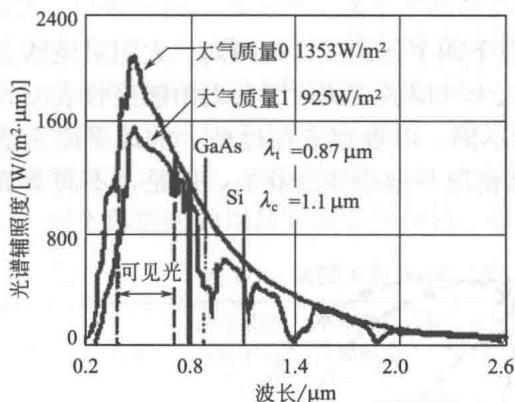


图 1-2 AM0 和 AM1 太阳光谱

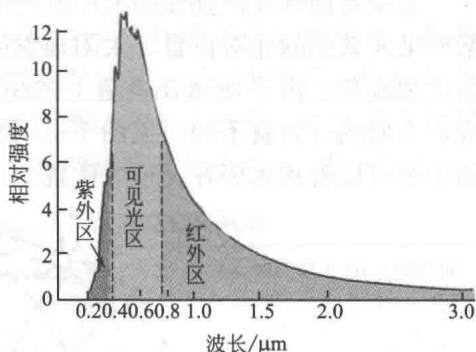


图 1-3 太阳辐射的波长范围

太阳光的入射方向与地平面的夹角，即某地太阳光线与该地垂直于地心的地表切线的夹角，叫做太阳高度角，简称太阳高度。它有日变化和年变化。当太阳高度角为 90° 时，在太阳光谱中，红外线占 50%，可见光占 46%，紫外线占 4%；当太阳高度角为 5° 时，红外线占 72%，可见光占 28%，紫外线几乎为 0。一天中，太阳高度角是不断变化的；同时，一年中也是不断变化的。对于某处地平面来说，太阳高度角较低时，光线穿过大气的路程较长，辐射能衰减得就多。同时，又因为光线以较小的角投射到该地平面上，所以到达地平面的能量就少，反之，则较多。

在大气层上界与光线垂直的平面上，太阳辐照度基本上是一个常数，但是在地球表面上，太阳辐照度却是经常变化的。这主要是由大气层透明程度造成的。大气透明程度是表征大气对于太阳光线透过程度的一个参数。晴朗无云的天气，大气透明度最好，到达地面的太阳辐射能就多；天空云雾很多或者风沙灰尘很大时，大气透明度低，到达地面的太阳辐射能就低。

日照时间也是影响地面太阳辐照度的一个重要因素。如果某地区某日白天有 14h，若其中阴天时间 $\geq 6h$ ，而出太阳的时间 $\leq 8h$ ，那么，可以说该地区这一天的日照时间为 8h。日照时间越长，地面所获得的太阳总辐射量就越多。

另外，海拔越高，大气透明度越好，从而太阳的直接辐射量也越高。我国青藏高原地区，由于平均海拔高达 4000m 以上，且大气洁净、空气干燥、纬度又低，太阳总辐射量多介于 $6000 \sim 8000 \text{ MJ/m}^2$ 之间，直接辐射比重大。此外，日地距离、地形、地势等对太阳辐照度也有一定影响。在同一纬度上，盆地气温比平川高，阳坡气温比阴坡高。

日地运动规律：地球绕太阳运转的轨道是一个椭圆轨道，太阳就处在其椭圆轨道的两个焦点之一的位置上。这个椭圆轨道在天文学上称为黄道。在黄道平面上，日地间距离并非固定数值。日地距离最近 ($1.47 \times 10^8 \text{ km}$)，即近日点；日地距离最远 ($1.52 \times 10^8 \text{ km}$)，即远日点。两者相差 $5 \times 10^6 \text{ km}$ ，约占日地平均距

离的 $1/30$ 。

太阳对地球光照强度的大小取决于以下四个方面：日地距离、太阳对地球上某处某时某刻的相对位置、太阳辐射进入大气层的衰减情况和太阳能接收表面的方位和倾角。由于地球在轨道上的位置不同，以观察者在地球上的地平面为基准，太阳的位置就不同，见图 1-4。具体情况与地理纬度有关，但是，不同季节的中午可以看到太阳在天顶的位置。

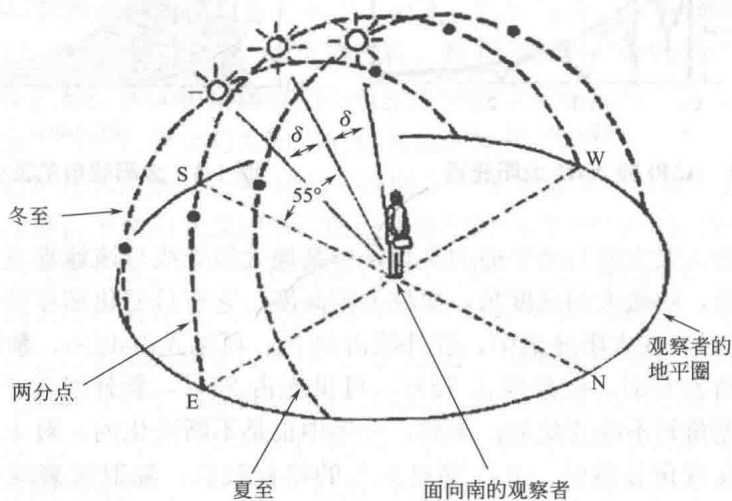


图 1-4 地球上人观察太阳的情况

太阳活动同地球上的一些现象存在密切关系。现在，人们已经发现太阳活动在以下几方面对地球有显著的影响。太阳活动中的耀斑和黑子对地球的电离层、磁场和极区有显著的地球物理效应，使地面的无线电短波通信受到影响，甚至出现短暂的中断，这被称为“电离层突然骚扰”。这些反映几乎与大耀斑的爆发同时出现。磁场沿磁力线下来，与色球层气体相碰撞，使中性线两侧磁力线的足跟部位发光，成为人们所见到的耀斑。耀斑本身是磁场不稳定的结果。正是由于磁场这种非平衡状态，导致了耀斑的爆发，以达到磁场新的平衡，耀斑的爆发过程同时也是大量能量释放的过程。较大的耀斑爆发不但由于氢原子热运动温度可达几千万度甚至上亿度，并且有很强的 X 射线、紫外线以及高能质子放出。这些强烈的辐射光线增加了氢原子的压力，使氢原子、离子及其他微粒以超过 1000km/s 的速度抛出，成为太阳的微粒辐射。“磁暴”现象说明整个地球是一个大磁场，地球的周围充满了磁力线。当耀斑出现时，其附近向外发射高能粒子，带电的粒子运动时产生磁场，当它到达地球时，便扰乱原来的磁场，引起地磁的变动。发生磁暴时，磁场强度变化很大，对人类活动特别是与地磁有关的工作会有很大影响。太阳影响地球的另一个现象是极光现象：地球南北两极地区，在晚上甚至在白天，常常可以看见天空中闪耀着淡绿色或红色、粉红色的光带或光弧，叫做极光。这是因为来自太阳活动的带电高能粒子流到达地球时，在磁场的作用下奔向

极区,使极区高层大气分子或原子激发或电离而产生光。太阳的远紫外线和太阳风会影响大气的密度,大气密度的变化周期为11年,显然与太阳活动有关。太阳活动还可能影响到大气温度和臭氧层,进而影响到农作物的产量和自然生态系统的平衡。由于太阳活动对人类有影响,特别是对航天、无线电通信、气象等方面影响显著,因此,研究太阳活动,特别是太阳耀斑发生的规律,并设法进行预报,对太阳能的利用具有重要的价值。我国各地辐射情况见表1-1~表1-3。

表1-1 我国大陆30省(市、自治区)太阳能资源数据

区域	名称	全年最高 总辐射量 /(MJ/m ²)	全年最低 总辐射量 /(MJ/m ²)	省会水平面 总辐射量 /(MJ/m ²)	省会水平 面利用 时间/h	方阵 倾角 /(°)	省会倾斜面 年总辐射量 /(MJ/m ²)	省会倾斜面 年利用时间 /h
西北 九省 (自治区)	西藏	7910.65	6088.59	7885.99	2190.55	30	8832.31	2453.418
	青海	6951.76	6142.93	6142.93	1706.37	40	7064.37	1962.324
	甘肃	6458.52	5442.78	5442.78	1511.88	40	6259.19	1738.665
	新疆	6342.31	5304.84	5304.84	1473.57	45	6100.56	1694.601
	内蒙古	6195.18	5658.47	6041.35	1678.15	45	6947.56	1929.877
	云南	6156.72	4848.38	5182.78	1439.66	28	5597.4	1554.835
	宁夏	5944.8	5944.8	5944.8	1651.33	42	6658.17	1849.492
	山西	5868.3	5513.84	5513.84	1531.62	40	6340.91	1761.365
	陕西	4730.51	4730.51	4730.51	1314.03	40	5440.18	1511.134
	平均	6284.31	5519.46	5798.87	1610.80		6582.28	1828.41
东南 部十七省 (市、 自治区)	黑龙江	4683.69	4442.92	4683.69	1301.03	50	5386.24	1496.179
	河北	5008.89	5008.89	5008.89	1391.36	42	5609.96	1558.323
	广西	4595.91	4294.11	4591.91	1276.64	25	4963.58	1378.773
	吉林	5034.39	4640.64	5034.39	1398.44	45	5789.55	1608.209
	广东	5161.46	4478.03	4478.03	1243.90	25	4836.28	1343.41
	湖北	4312.92	4047.91	4312.92	1198.03	35	4959.86	1377.74
	山东	5123.01	4761.44	5123.01	1423.06	40	5891.46	1636.516
	河南	5095	4478.03	4764.36	1323.43	40	5479.02	1521.95
	辽宁	5068.67	4903.14	5067.41	1407.61	45	5827.53	1618.757
	江西	5045.26	4630.6	4832.08	1342.24	30	5218.65	1449.624
	江苏	4855.49	4855.49	4855.49	1348.75	35	5341.04	1483.621
	福建	4410.74	4410.74	4410.74	1225.21	30	4763.59	1323.221
	浙江	4751.82	4314.6	4314.6	1198.50	35	4746.06	1318.349
海南	5125.1	5125.1	5125.1	1423.64	25	5381.35	1494.82	