

# 建筑项目中太阳能技术应用的探讨

田慧云

桂林建筑规划设计集团有限公司

**摘要：**2021年9月8日，《建筑节能与可再生能源利用通用规范》发布，通过对新规的解读，结合近年来国内太阳能技术的发展，探讨在建筑项目中太阳能系统的应用形式及影响因素。

**关键词：**太阳能；太阳能热利用系统；光伏发电系统；光伏光热（PV/T）系统

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.12.070

## 引言

2021年9月8日，《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021发布，全本强制条文，第5章5.2.1条，新建建筑应安装太阳能系统。将太阳能系统在建筑项目中的应用提到了一个新高度。太阳能系统将清洁能源之一的太阳能转化为热能及电能，替代原有常规能源，减少了二氧化碳的排放量，是目前实现碳减排、碳中和的重要技术措施。为实现我国“2030年达到碳排放高峰，2060达到碳中和”的目标，必须加大推广力度，拓宽应用范围。如何在建筑项目中推广使用太阳能系统，选取与项目本身更协调的应用方式，成为大家特别关注的内容。

## 一、太阳能系统分类

太阳能系统大体上分为三类：一、太阳能热利用系统、二、太阳能光伏发电系统、三、太阳能光伏光热（PV/T）系统。

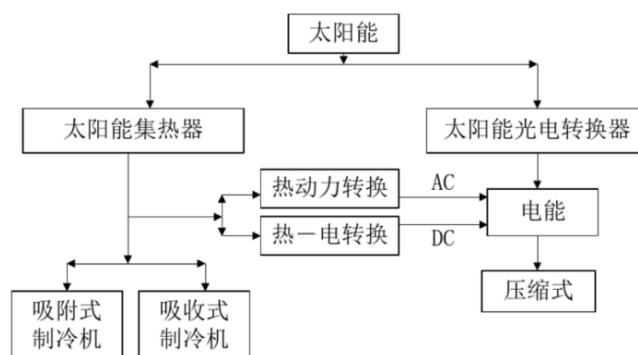
## 二、太阳能利用系统

太阳能热利用系统分为太阳能供暖空调系统（一般为暖通专业）与太阳能热水系统（一般为给排水专业）。

### （一）太阳能供暖空调系统

太阳能制冷利用太阳能提供动力，驱动制冷机制取冷量，从而实现空气调节，太阳能制热利用太阳能汲取

热量，直接或间接为建筑提供所需热量。太阳能空调按本质区分，有两种应用方式：第一种为光电转换，利用转换后的电能制冷。第二种为光热转换，利用转换后的热能制冷。



目前市场上的小型太阳能空调，基本上为第一种应用方式。利用太阳能光伏板发电，采用电池储电或者与电网供电相切换的方式为空调机组提供动力来源，用于空调制冷。这种方式在本质上就是小型光伏发电系统的应用。但是由于空调能耗较大，需要的太阳能光伏板数量较多，普通建筑可用于安装光伏板的外墙面及屋面面积有限，使用上受到了一定的限制。采用光伏发电与电网供电相切换的模式，节能的效果很有限，能耗多数仍由电网直接供应；采用光伏发电电池储能的模式，需要的储能电池容量较大，目前储能电池的价格及维护费用仍旧偏高，导致初次投资较大。

第二种方法—即太阳能光热转换，在制冷的同时，可以同时供热，这样太阳能的利用效率会得到提升。大型太阳能中央空调多数为这种光热转换的方式。制热时由太阳能和生物质燃料为主要能源，制冷时借助部分电能。目前市场上可以量产的产品基本上是大中型溴化锂制冷机。目前，这种采用大型溴化锂制冷机的太阳能中央空调系统产量有限，初次投资较高，且由于太阳能集热板与建筑内部空调使用面积的面积配比有限，工程应用上并不多见。

尽管如此，制冷剂产生的废气对大气层造成的影响，导致地球温度的逐年上升，对绿色环保空调的需求会越来越强烈。太阳能空调系统将一年四季应用结合起来，夏季制冷、冬季采暖、春秋季节提供热水，将极大的提高太阳能系统的利用效率和系统整体的经济性能，具有非常广阔的推广前景。

## （二）太阳能热水系统

太阳能热水系统是将太阳能转化为热能的一种应用系统。太阳能热水系统一般由太阳能集热器、集热供水箱、热水供回水管路及自动控制系统组成。

其中，太阳能应用的核心组件是太阳能集热器。目前市场上较常用的太阳能集热器主要分为平板型和真空管型两类。平板型集热器包含内置吸热板、隔热层、透明盖板 and 外壳。当太阳光照射在集热板面时，穿过透明盖板照射在内置吸热板上，光能被吸收转化为热能，热能使传热工质温度升高，输出为有效能量。平板型太阳能集热器特点：构造简单、运行安全、质量可靠、承压能力强、集热面积大、造价适中等特点，是目前建筑项目中常用且最佳的选择之一。真空管集热器细分为很多种，但原理上基本相同。常用的全玻璃真空太阳能集热管由内、外两根同心圆玻璃管构成，内外管夹层之间抽成高真空，内管外表面上由选择性吸收膜构成吸热体。当集热器工作时，太阳辐射透过外玻璃管壁照射到内玻璃管外表面的吸热体上，转换为热能，使内玻璃管内的传热流体温度升高，由于夹层之间高真空状态，有效降低了向周围环境的热损失，使集热效率得以提高。玻璃管集热器具有市场占有率高，造价适中，隔热、抗冻能力强，抗空晒能力好，使用寿命长的特点；但同时存在承压能力弱，易结垢，运行维护工作量大等弱点。

目前，太阳能热水系统的应用较为广泛，且有较多的应用方式。按集热器布置方式划分有分散式系统、集中式系统，集中-分散式系统三大类；按加热方式划分有直接加热系统、间接加热系统两大类；按循环方式划分有强制循环系统、自然循环系统、不循环系统三大类；按集热储热形式划分有集热供热双水箱系统、单水

箱系统、无水箱系统三大类；按是否承压划分为开式系统、闭式系统两大类等等。多种多样的系统方式，适用于各类不同的建筑形式与热水供应方式。在工程实际中，如学生宿舍等公共建筑，多采用集中式强制循环太阳能热水系统；住宅等居住建筑，多采用分散式太阳能热水系统。

以直接加热的太阳能热水系统集热器面积计算为例：

$$A_{jz} = \frac{Q_{md} \cdot f}{b_j \cdot J_t \cdot \eta_j \cdot (1 - \eta_l)}$$

$A_{jz}$ —直接太阳能集热面积

$Q_{md}$ —平均日耗热量

$f$ —太阳能保证率

$b_j$ —集热器面积补偿系数

$J_t$ —平均日太阳辐照量

$\eta_j$ —年平均集热效率

$\eta_l$ —集热系统热损失

太阳能集热器的集热效率  $\eta_j$ ，分散式热水系统约40-70%，集中式热水系统约30-40%，集热系统热损失  $\eta_l$  约15-20%，广西壮族自治区年太阳辐照量  $J_t$  在4200-5400MJ/m<sup>2</sup>.d之间，太阳能保证率  $f$  设计取值一般为40-50%。

集热器面积补偿系数  $b_j$  仅与布置方位与安装倾角有关，由以上太阳能集热器面积计算公式可以看出，太阳能系统在耗热量、辐照量一定，同样供热需求的情况下，可以通过提升集热效率  $\eta_j$  和减少系统热损失  $\eta_l$  的方式，降低太阳能集热器的面积需求。而集热效率  $\eta_j$  与太阳能集热板的形式及产品性能密切相关，采用高性能的产品可以提高集热效率；系统热损失  $\eta_l$  与系统管路布置及材料选择密切相关，选择高性能管材及保温材料，优化管路布置可以适当减少热损失。

经各方研究表明，真空管集热器的集热效率比平板型集热器的集热效率要高，而无论哪一类太阳集热板，集热效率  $\eta_j$  都会随着使用时间逐渐衰减，使用时温度越高，衰减速度越快。合格的太阳能集热器使用年限应超

过15年，约为15-20年，但需要定期清理保养进行安全检查。

随着太阳能应用的发展，对太阳能产品研发和生产企业提出了更高的要求，通过不断的技术升级，材料更新，研发并量产集热效率更高、性能更稳定、更利于维护管理的新产品。同时，实际工程中也不断在探索新的应用管理方式，通过能源采购模式，太阳能设备交由专业公司经营维护管理，也可以在很大程度上提高系统的应用效率。

### （三）太阳能光伏发电系统

利用太阳能电池的光伏效应，将太阳辐射直接转化成电能的发电系统，简称光伏系统。太阳能光伏系统细分为a离网光伏发电系统、b并网光伏发电系统和c分布式光伏发电系统三大类。

离网光伏发电系统，一般由太阳能光伏板、控制器、储能蓄电池组成。输出为直流电，若需要使用交流负载，则需另外配置交流逆变器。离网光伏发电系统常见的应用方式为太阳能路灯、交通信号灯、边远偏僻无电网供应地区的生活用电等。

并网光伏发电系统，太阳能光伏板将太阳光辐射转化为直流电后，经交流逆变器转换成符合电网要求的交流电后，直接接入公共电网。并网光伏发电系统一般为国家级电站，主要特点为系统规模大、布置集中，便于统一维护管理。但是这类电站投入较高、建设周期长、占地面积大，实际应用中还不太广泛。

分布式光伏发电系统，也称为分散式发电系统，设置在用电现场或靠近用电现场的小功率光伏发电系统。既可满足使用者的供电需求，也可以支持电网的经济运行。分布式光伏发电系统由光伏电池组件（光伏板）、直流汇流箱、直流配电柜、交流逆变器、交流配电柜等设备组成。当太阳光照射在光伏板上，光伏板将太阳能转换为直流电输出，由汇流箱收集，输送至直流配电柜，可供直接取用或储存至蓄电池中；若需要交流使用，则再经交流逆变器逆变成交流电供应。光伏发电电量不足的部分，由市电切换供应。目前，在各类建筑的

实际应用中，此类光伏发电形式应用较为广泛，与光伏建筑一体化发电系统相似，具有安装应用灵活多变、初期投资小、建设周期短、仅占用建筑屋面或外墙等位置、各地节能政策支持等优势。

无论是哪一种光伏发电系统，太阳能光伏发电组件中，光伏板都是最核心的部分，光伏板将太阳辐射的光能转化为电能，直流输出进入后续储存或使用环节，转换率高、使用寿命长是产品技术和质量优劣的重要指标。设计上要求太阳能光伏发电系统中组件的使用寿命高于25年，无论是多晶硅、单晶硅、薄膜电池组件，均会随着时间的推移发生衰减。自使用之日起，一年内的衰减应低于2.5%（多晶硅）、3%（单晶硅）、5%（薄膜电池），之后每年衰减应低于0.7%。

我国幅员辽阔，东西跨越纬度约六十二度，距离约五千二百公里；南北跨越纬度约五十度，南北距离约为五千五百公里。不同地区太阳能光照强度相差很大，太阳能辐照量和日照时长也不相同，即便是同一地区，春、夏、秋、冬不同时间太阳能辐照量和日照时长也不相同。因此，太阳能应用的方式和采用的系统就会随着不同时间、不同地区、不同需求千变万化。工程实际中应根据项目所在地区的自然条件和社会条件，采取适合自身发展的系统和方式。在广泛的实践应用中，不断发现并改进不足，积累经验，从产品研发，生产，到安装应用，再到维护管理各环节，使太阳能应用技术不断提升，为保护人类宜居环境、减少碳排放、促进碳中和贡献自己的力量。

### 参考文献

- [1] 杨俊斌.《太阳能空调的技术现状与发展》2014江苏省工程热物理学会第八届学术会议，2014年.
- [2] 王文成.《光伏系统实施及运行状况研究》中国绿色建筑与节能委员会青年委员会第七届青年论坛，2015年.
- [3] 刘东海. 太阳能光伏发电项目投资风险与防范探讨[J]. 建筑工程技术与设计，2017.