

光伏直驱变频多联机空调生产供电方法

Photovoltaic direct-drive variable frequency multiplex air conditioning production power supply method

陈文琼¹ 路小倩¹ 黄茂科¹ 黄锐斌¹

CHEN Wenqiong¹ LU Xiaoqian¹ HUANG Maoke¹ HUANG Ruibin¹

1. 珠海市格力电器股份有限公司 珠海市 519000

1.GREE ELECTRTIC APPLIANCES,INC.OF ZHUHAI ZHUHAI 519000

摘要

光伏空调绿色环保, 受到了越来越多的客户关注, 但是针对光伏空调的光伏模式测试受技术和设备限制, 一般安排在专项实验室调试或安排在售后安装调试阶段进行, 专项实验室验证增加生产成本, 售后安装调试验证受制于天气、太阳能光伏板安装进度、市电供电因素、协调因素等多项外部因素影响, 空调调试周期长无形中增加了项目成本。项目组拟定研究一种光伏空调双源环路供电方法, 模拟光伏发电状态, 在生产或者售后调试阶段对光伏空调的五大功能模式进行快速检测, 排除机组故障, 对空调质量进行严格的控制。

关键词

光伏; 供电; 太阳能模拟器; 测试

Abstract

Photovoltaic air conditioning green environmental protection, more and more customers are paying attention. However, the photovoltaic mode test for photovoltaic air conditioning is limited by technology and equipment, general arrangement in special laboratory debugging or arrange in the after-sales installation and debugging phase, special laboratory verification increases production costs. The after-sales installation and commissioning verification is subject to the weather, installation progress of solar pv panel, mains power supply, coordination factors and other external factors, the cost of project is also increased by the long period of air conditioning debugging. The project team has drawn up a research on the power supply method of dual power circuit of photovoltaic air conditioning, simulate the atate of photovoltaic power generation, in the production or after-sales debugging phase, the five functional modes of photovoltaic air conditioning are quickly detected, eliminate the unit failure, and control the air conditioning quality strictly.

Keywords

Photovoltaic; Power supply; Solar simulator; Test

0 前言

随着世界经济的发展, 人类将目光更多的投向可再生能源, 其分布广泛、资源丰富、清洁环保等特性, 具有非凡的潜力和应用前景。太阳能作为优异的可再生资源之一, 具有取之不尽, 用之不竭; 就地利用, 不存在远距离输配问题; 清洁能源, 不影响生态平衡等特性。

我国《能源发展“十三五”规划》中也明确指示太阳能需坚持技术进步、降低成本、扩大市场、完善体系, 扩大“光伏+”多元化利用, 促进光伏规模化发展。

我国《能源发展“十二五”规划》中, 明确提出要实现公共建筑单位面积能耗下降 10%, 大型公共建筑能耗降低 15% 的目标。从下图一可以看出, 建筑能耗占社会能耗 $\geq 31\%$, 由图二可以看出暖通系统能耗占建筑能耗 $> 60\%$, 暖通系统能耗巨大, 节能降耗迫在眉睫。珠海格力电器股份有限公司响应国家的号召, 推出全球首创的光伏直驱变频多联机, 再次实现光伏发电和高效空调制冷系统的完美结合。

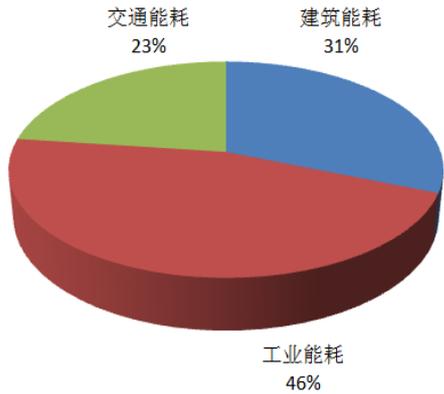


图1 社会能耗分布图

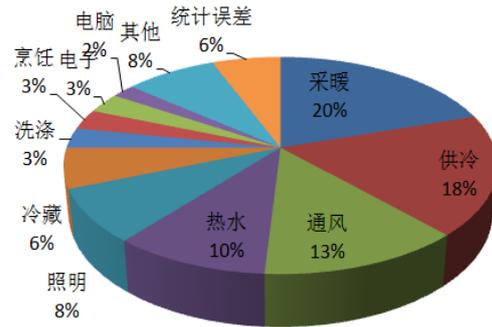


图2 建筑能耗分布图

1 光伏空调的分类与现状

目前行业上光伏空调按照是否接入电网主要分为独立型和并网型两种。独立光伏空调也叫离网光伏空调，主要由空调设备、太阳能电池阵列、控制器、蓄电池、交流逆变器组成，其中交流逆变器为选配件，主要作用是交流负载供电。图三所示为独立光伏空调结构及能量流动示意图。

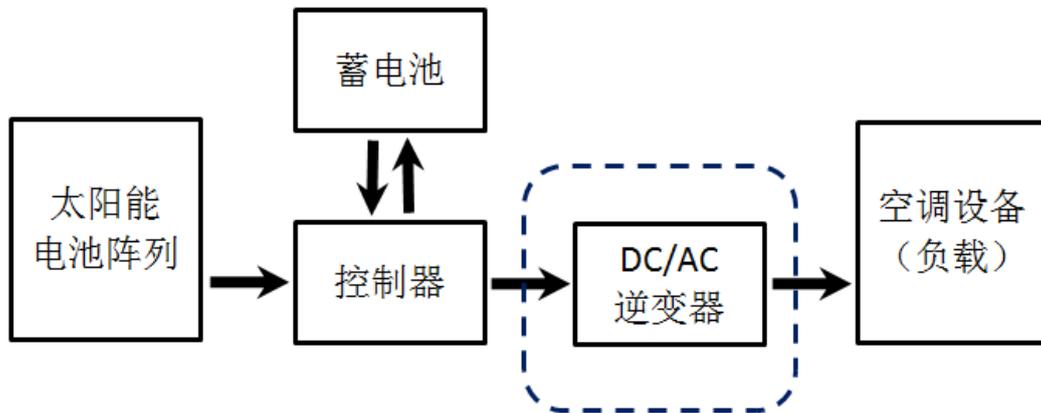


图3 独立光伏空调结构及能量流动示意图

并网光伏空调以电网作为能量缓冲、储存和补给的媒介，主要由太阳能电池阵列、空调设备、汇流单元组成，若要为交流负载供电，还需要配置交流逆变器。按照光伏所发的剩余电量是否反馈给电网，并网光伏空调又可以细分为有逆流系统和无逆流系统。有逆流系统的能量可以在电网与光伏空调之间双向流动，光伏所发的电能优先供空调使用，超出空调需求的电量反馈给电网，不足的电量由电网补充；无逆流系统的能量只在电网与光伏空调之间单向流动，超出空调需求的电量不反馈给电网从而不能被利用，不足的电量由电网补充。图四所示为并网有逆流光伏空调的结构及其能量流动的方向。

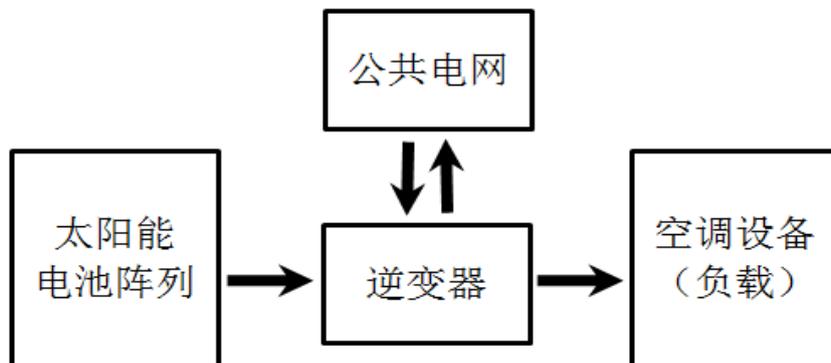


图4 并网有逆流光伏空调的结构及其能量流动示意图

按照空调设备使用交流电还是直流电，光伏空调可以划分为交流型和全直流型两种。交流型光伏空调，需

逆变器将光伏所发的直流电转换为交流电供空调使用。全直流型光伏空调设备能够不经过逆变器的转换直接利用光伏所发的直流电。以格力的光伏直驱变频多联空调为例，其工程安装省去光伏逆变器设备，与常规光伏系统相比，节省了交直流多次变换过程的能量损耗，提升效率 6%-8%，光伏直驱利用率高达 99%。

2 光伏空调生产供电方法

太阳能取之不尽用之不竭，但是也会受到天气和时间的制约。在生产光伏空调的过程中，进行厂内运行测试，如使用常规的电池整列方式供电，势必会因为供电方式的不稳定造成部分光伏空调的部分工作模式无法进行验证。光伏直驱变频多联空调系统会根据实际光伏发电系统及多联机运行的实际情况，按需实时切换五种工作模式，控制光伏空调的用电和发电状态，达到节能省电的目的。

1) 纯空调运行模式

如在阴雨连绵或夜晚时分，此时的光伏发电系统无需不工作，光伏空调主机相当于常规的变频多联空调从公共电网取电工作的运行模式。

2) 纯光伏发电运行模式

在客户无需使用空调的时候，光伏发电系统任然可以继续工作，此时光伏系统相当于一个发电站可以持续的向电网输送纯净的电能，达到零浪费的目的。

3) 光伏空调运行模式

当光伏空调的用电功率恰巧和光伏发电系统发电功率一致时，此时光伏空调主机所需电能全部由光伏发电系统提供，光伏空调主机无需从公共电网取电，达到理论上零电费的目的。

4) 光伏空调及系统用电运行模式

例如在阴雨天气，光伏发电系统所产生的电能无法满足光伏空调主机运行时，光伏空调主机运行所需电能的差额将从公共电网补充，达到节省电费的目的。

5) 光伏空调及系统发电工作模式

在晴朗的白昼光伏发电系统产生高额的电能，优先供给光伏空调主机运行的同时还有富余电能，此时富余电能会持续的向电网输送纯净的电能，达到零电费和零浪费的目的。

光伏空调的供电系统非常复杂，涉及直流电和交流电。不同于常规空调机组的单个输入电源系统，需研发光伏空调多联机双源环路供电方法，实现光伏电和交流电的协同供电，同时还需要考虑实现对出口、内销等不同使用电压下的通用问题，为光伏空调的五大工作模式实现快速检测打下基础，实现生产线批量化生产检测。

首先需解决直流电的供电方案，太阳能电池阵列占地面积广，受日照强度和环境温度等自然条件强烈约束、追日系统复杂安装费用高，得到的数据会存在很大的随机性。不同容量、电压等级的太阳能电池阵列，还需改变阵列的连接方式，操作不便且耗费资源。因此可考虑引进太阳能模拟器进行供电，太阳能模拟器是一种模拟太阳能电池板整列静态和动态电流电压特性的功率源，可真实模拟单晶硅、多晶硅、非晶硅太阳能电池板的输出特性。

其次需实现对不同电压参数的供电方案，380V 机型直接取电、220V 机型使用变频电源柜和三相变压器的组合取电。同时需建立互锁供电系统并智能判断选取对应的取电模式和空调系统匹配。如图五所示，是建立的光伏直驱变频多联机供电系统线路图。图六所示是配套使用的防错互锁供电线路流程。

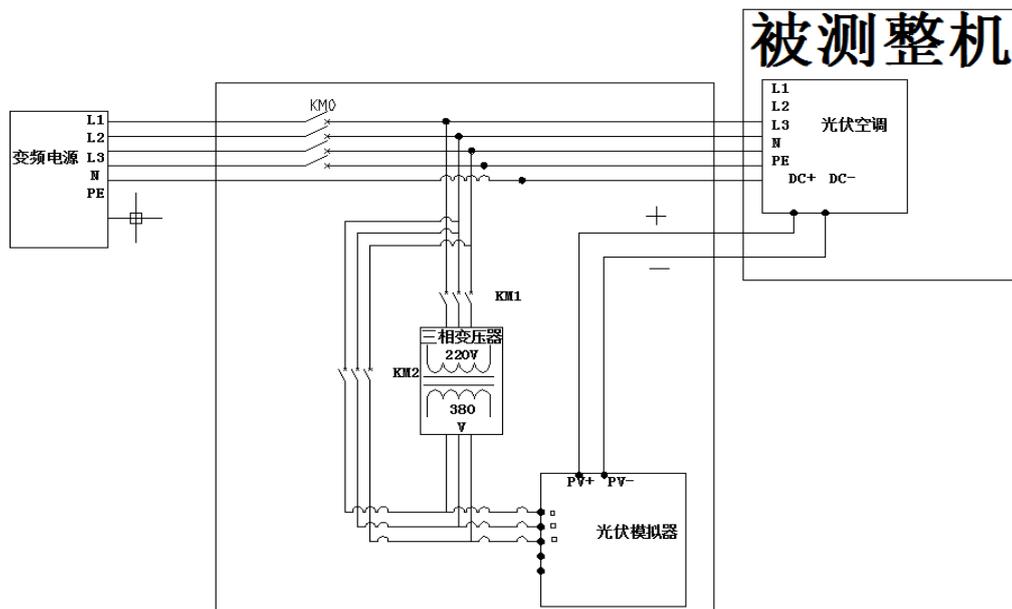


图 5 供电系统线路图

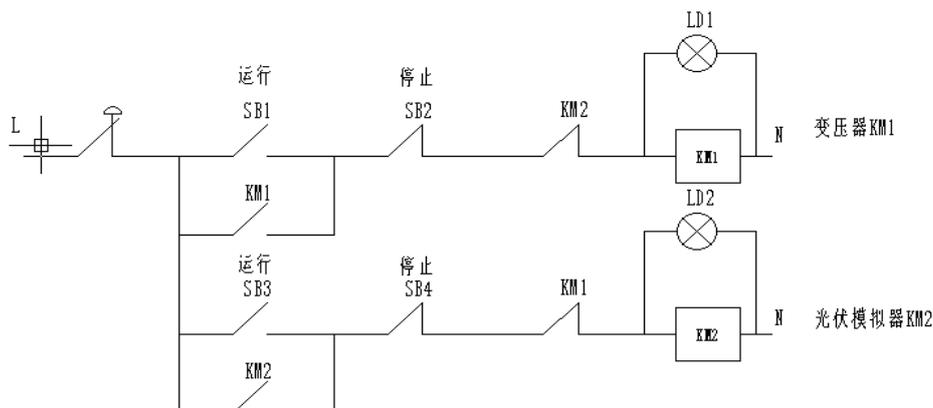


图 6 互锁供电线路流程

生产过程中通过 MES 系统扫码读取机型相关信息，系统自动识别机型的电源规格参数，如扫码信号反馈机组电源规格参数为 380V/3N，反馈信号自动传递到光伏空调双源环路供电装置，（附图六互锁供电线路流程）SB3 开关闭合运行，KM2 继电器通电并控制动作：1）接通太阳能模拟器与变频电源线路取电，交流电走向如下图七所示，光伏模拟器将从变频电源直接取电；2）断开变压器与变频电源线路，避免因人为的误操作导致测试数据异常。变频电源给太阳能模拟器供电，太阳能模拟器再将交流电转换为光伏直流电给被测整机供电。

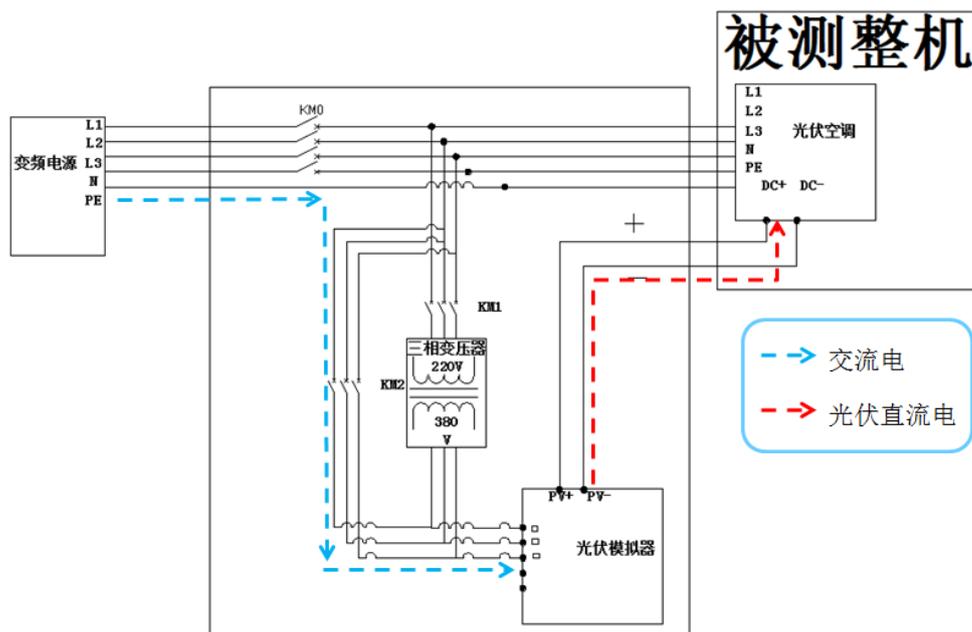


图 7 接通太阳能模拟器与变频电源线路取电电路图

如扫码信号反馈机组电源规格参数为 220V/3N，反馈信号自动传递到光伏空调双源环路供电装置，（图 2 互锁供电线路流程）SB1 开关闭合运行，KM1 继电器通电并控制动作：1）接通变压器与变频电源线路，交流电走向如下图八所示，变频电源经过三相变压器将电源电压转化后给光伏模拟器供电；2）断开太阳能模拟器与变频电源线路取电，避免因人为的误操作导致测试数据异常。

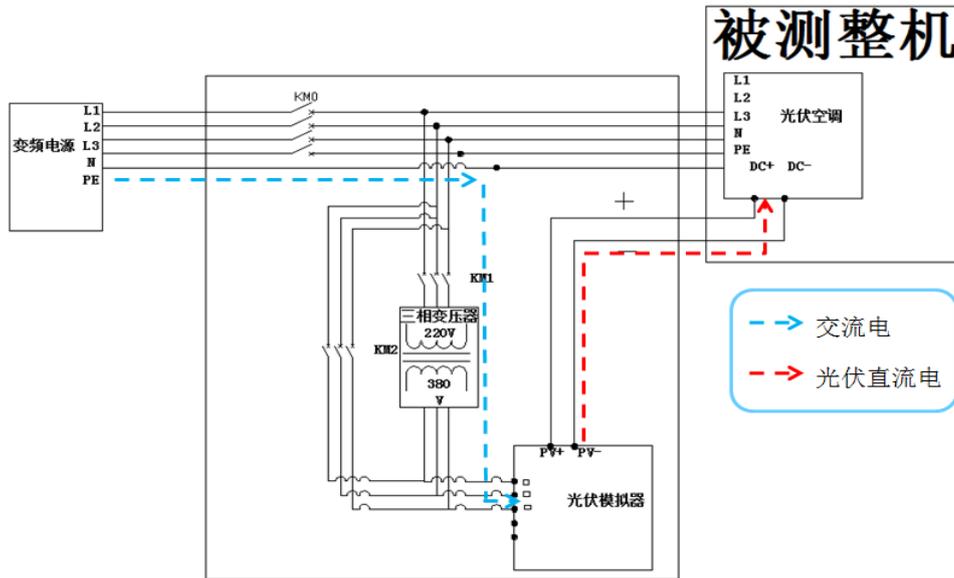


图 8 接通变压器与变频电源线路取电电路图

然后建立监测机组供电需求并实现自动取电。建立双源环路供电系统，满足双电源（太阳能阵列模拟器直流供电、交流市电供电）快速切换供电功能。系统自动判定机组供电需求，可实现单独供太阳能阵列模拟器直流电、单独供变频电源交流电、太阳能阵列模拟器直流供电和交流市电供电双供电模式。可精准实现双源频繁、快速切换的需求，不影响机组的正常运行及并网发电功能。如图九所示双源供电示意图。

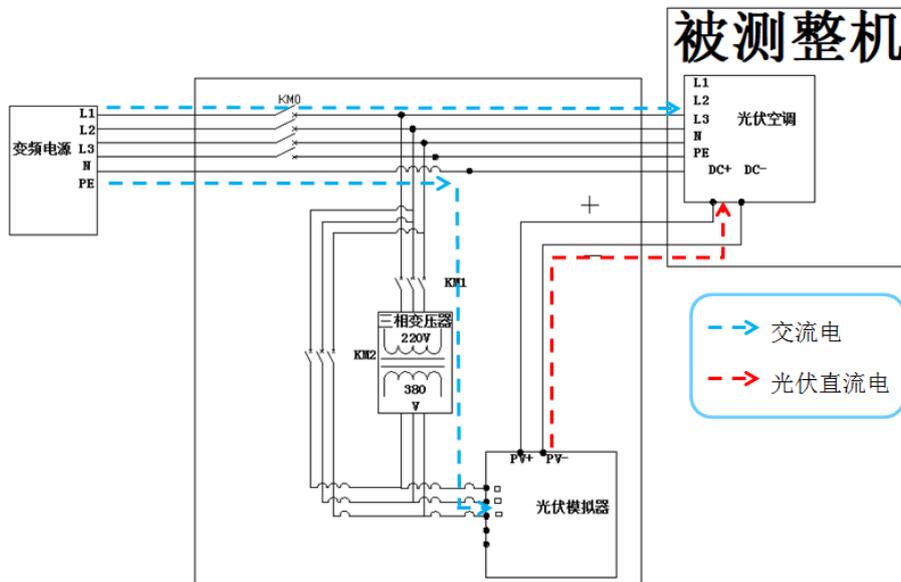


图 9 双源供电线路取电电路图

最后需解决光伏空调并网发电功能，光伏发电直接向变频电源，变频电源会因为电量的冲击而烧毁。可考虑将发电电量引导回太阳能模拟器，使得并网侧形成电网、光伏模拟器和测试机组之间的环路供电系统，解决烧毁变频柜问题，如图十所示消耗发电电量，保护整个电源系统。也可以考虑在测试电路系统中接入消耗发电能量的载体以保护电源系统。

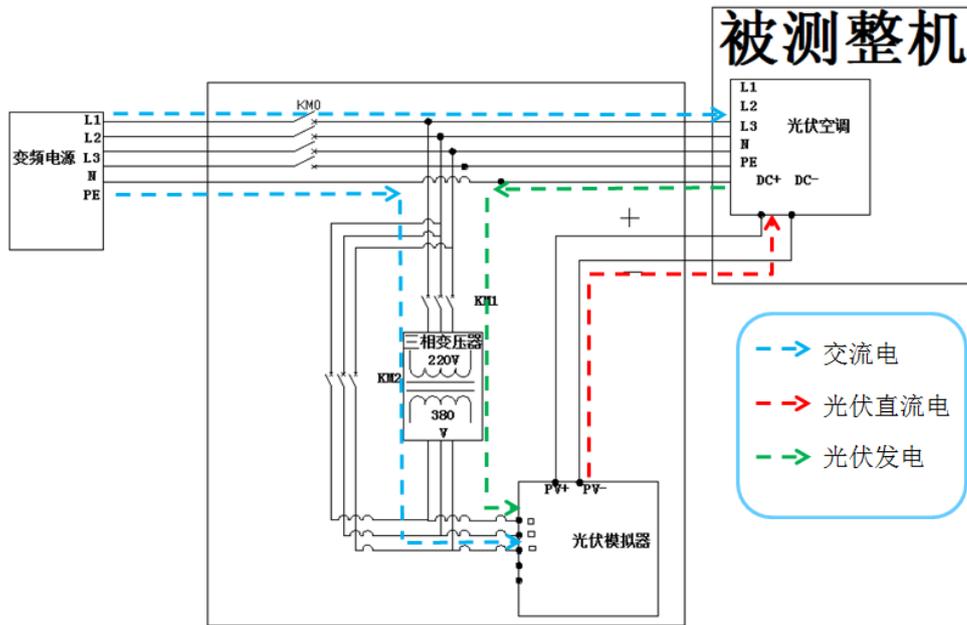


图 10 双源供电线路取电及发电电路图

3 结论

本文介绍了光伏直驱变频多联机生产测试供电方法，通过此测试方法可以摆脱设备、天气、时间的制约，实现了快速的、可批量生产的有效的测试。同时，在售后安装阶段，机组可以使用上述方法先行进行简单的机组调试，不必受制于工程光伏安装板的进度，提高工程装机效率和成本。

光伏空调测试逻辑的完善和优化仍有很大的提升空间待项目组去升级探索。发电量的准确度，更为智能的监测手段、多样化的反馈机制等等随着光伏发电技术和空调技术的日趋成熟会日益完善。国家光伏政策的推行必定掀起光伏空调的研发热潮，生产测试是光伏空调质量的一道重要检验关卡，需深入研究光伏空调开发更加优异的光伏空调生产供电方法，掌握核心科技引领空调行业的先进生产技术。

参考文献

- 【1】陈雪梅，王如竹，李勇。太阳能光伏空调研究及进展。上海：制冷学报，2016。
- 【2】刘飞，顾超，康兰伟。光伏电站经济与政策讨论。山东：山东工业技术，2016。