



分布式、非蓄电、非逆变太阳光伏变功率蓄能 供热、制冷及四季亮化照明系统

节能 减排 低碳

健康 舒适 绿色

南方 北方 国际发展趋势

中国平安 PINGAN

中国平安财产保险股份有限公司承保产品责任险

芜湖市科华新型材料应用有限责任公司

中国·安徽·芜湖

分布式、非蓄电、非逆变太阳光伏变功率蓄能 供热、制冷及四季亮化照明系统

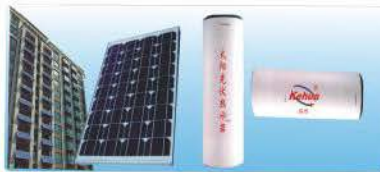
一、简介



芜湖科华及战略联合体, 开创分布式电源、太阳光伏电、风电、变功率电热产品, 高效无机相变潜热蓄能材

料, 采用最先进的信息技术、智能化监控、网络化群控和远程遥控技术进行计算机智能控制等集成应用新技术, 其核心技术获国家科学技术进步奖, 集成应用获多项国家发明专利。为国内外节能减排、低碳、生态健康生活、工作环境。分布式太阳能光伏电源的非蓄电非逆变最新有效利用, 生活热水、供暖及供热系统、光伏高效非逆变全直流制冷及制冷系统, 无中间热能输送环节, 提供最为简洁、高效, 科学的多种能源集成应用技术和产品。

引领世界太阳能光伏家用电气化集成应用技术



一、太阳光伏电热水器

- ① 洗脸、餐厨用(10-20L)
- ② 沐浴用(40-60L)
- ③ 洗、浴混合用(80-100L)

节电、节水、无热水管线, 即开即热, 无需防冻。停电保温10天以上。

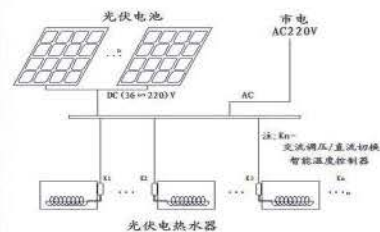


二、分布式光伏电源、分户、分室供暖、四季供热水

几块板子, 几根电线, 终端供暖, 四季热水, 简明耐用!

三、分布式光伏电源区域集中控制、分户、分室电热水器, 四季生活热水

非蓄电、非逆变光伏电, 市电互补, 变功率蓄能终端。



四、分布式光伏电源区域集中控制, 分户、分室供暖、四季供热水

五、太阳光伏电热水器+高效非逆变全直流空调+四季亮化照明

六、分布式太阳光伏变功率蓄能电热、制冷、亮化照明系统

- (1) 分布式光伏电源, 市电互补, 家用电气复合能源化, 世界领先集成新技术、新产品
- (2) 分户家用电器及系统, 物联网控制智能化



二、目的意义

2.1 随着全球能源形势的日益紧张, 能源利用结构、能源供应方式逐步发生变革, 节能与环保、分布式能源、相变蓄能材料等已成为当今世界各国关注的热点。为了提高能源的利用效率和控制环境污染, 传统的供热方式以及多种恒功率电热供热等已无法满足现有城镇区域的建筑供热(暖)的需要, 即使近年来涌现出诸多供热新技术和新模式, 例如利用低谷电的供热供暖技术、以及利用可再生能源的太阳能集热器和水源或空气源热泵供热技术等。现有新型供热方式也存在较多的技术问题和无法解决的致命缺陷, 直接影响着可再生能源的利用和发展。例如低谷电供热方式虽然实现了能源的有效利用, 但只能满足冬季供暖需求。太阳能集热器受地区、昼夜、气候和日照采集率变化等因素的影响致使所提供热水的温度不稳定, 即使采用大储罐进行显热蓄水储能, 也达不到稳定供热要求, 只能再利用市电间接互补, 中间传输及储存热效率较低, 得不偿失。同时也带来几十吨甚至上千吨

水箱的过负荷, 防冻、抗冻、分体与建筑结合难等, 以及各种器件存在无法克服或长期尚未克服的技术瓶颈, 例如: 水源或空气源热泵易受水源或空气源的地区自然条件影响, 特别是在低温制热或高温制冷时, 其整体水平 COP 值并未达到“1: 1”, 甚至在严寒地区或无市电情况, 根本无法使用; 还存在只能用交流电, 以及控制系统复杂等缺点。因此设计开发新一代的多能源共用的集成供热、制冷、亮化照明技术及产品是非常必要的, 从而实现家用电器的复合能源化。

2.2 针对现有城镇区域建筑供热系统在节能环保方面所存在的瓶颈问题, 提出了不仅适用于区域而更广泛的居住或工作建筑供热系统的分布式、非蓄电、非逆变光伏电热及低谷电互补以及合理利用建筑本体显潜热蓄能的新模式。将太阳能光伏发电(或风力发电)与新一代安全节能型变功率电热器件与相变储能材料及蓄能应用技术有机结合在一起作为变功率潜热蓄能电热转化体; 结合建筑住宅或工作区所处地理位置的特点, 设置分布式光伏能源进行非蓄电非逆变的“变功率电热蓄能”、高效非逆变全直流制冷、四季照明、低谷用电、多能源互补、物联网等集成应用技术。重点在全国部分城镇区域性住宅建筑中推广应用, 也可以在广大农村或边远无网电供应的地区进行推广应用, 甚至可以是在高寒或极寒的南北极地区对太阳能光伏发电的无蓄电池、无逆变器情况下的直接变功率电热利用。前述六种应用形成系统, 因地制宜, 量力、分布、分期, 在国内外引领建筑分布式光伏供热、制冷、照明集成应用。推进家用电器复合能源化, 特别适用于南方冬冷夏热地区的集中供热、供冷的最佳选择方案。

三、主要技术内容

3.1 适应于建筑用户侧太阳光伏非蓄电、非逆变变功率蓄能供热:

(1) 供暖: 在现有地面辐射变功率蓄能供暖基础上改变能源利用结构, 白天用光伏发电非蓄电非逆变直供变功率加热电缆蓄能地面或变功率蓄能散热器用电, 夜间使用低谷电互补, 进行电热转化, 采用潜显热贮能或完全显热贮能变功率地面。施工方式采用现场施工法和预制组合法, 不通过中间热能输送, 直接进行分户或集中供暖, 光伏电采用分布式光伏非蓄电非逆变直供电源。

(2) 热水器及热水系统, 在现有承压式电热水器中增设变功率蓄能电热器, 形成交直流两用自动切换, 显潜热储能, 低谷电互补, 应用方式由原来的一罐多室多龙头改为舍弃中间输送的一室一罐方式, 一开就是热水。

(3) 上述(1) + (2)的结合, 形成冬季供暖系统和四季生活热水系统。

(4) 结合南方以夏季制冷空调、冷藏为主要矛盾, 可以采用太阳光伏电热水器及热水系统与现市场上热销的“全直流变频空调”经升级具备市电与高效非逆变光伏蓄电池供电自动切换互补, 实现四季(生活热水 + 亮化照明) + 夏季太阳光伏非逆变全直流空调(或冰柜、冰箱、冷藏)。

3.2 分布式电源: 分布式电源是近年来兴起的, 采用小型设备向用户就近提供能源的利用方式和设施。本项目采用一种分布式非蓄电非逆变光伏电为电源, 工作电压可以根据光伏电池板的串并联组合条件进行系列化并辅以市电互补, 可以是安全电压也可以是通用电压。形成双电源(复合多能源)用户, 通过按时序或温度编程针对交直流切换或变功率与恒功率分别用电控制形成交直流互补。同一变功率电热器件进行和信息化智能控制及通讯遥控技术, 形成分布式变功率电热系统。减去中间热能输送环节, 实现对能源最大化利用, 在信息化智能控制的遥控技术支持下进行跨行业的优化整合。它完全区别于太阳能热利用, 而是一种全新的无中间热能输送的多种能源(或称复合能源)的利用方式。该利用方式可以是分户利用建筑装饰太阳能电池板供电, 也可以集中大面积分组与建筑结合或独立安装太阳能电池板, 集中发电、分户供电, 采用电线与分户连接形成光伏电热水器或光伏电热水系统。由于该分布式光伏电池容量富余, 故用于蓄电高效非逆变光伏全直流空调制冷及亮化照明系统, 简单易行, 分户控制和分户计量十分简单。

3.3 光伏电热利用与光热利用的比较简析:

虽然, 太阳光伏电转化效率较低, 仅 15 ~ 20% 左右, 光热转化效率可以高达 60% 左右。省略这两种“光电、光热”转化器件的衰减不计(光伏电池寿命 25 年, 光热集热器 10 ~ 15 年), 在应用时取相同的标称功率进行实际利用效率的比较。通过真正实际应用而非概念性对比, 这二者的等量转化后的实际利用效率是与应用方式、终端设备的能效密切相关的。(绝非转化效率对比, 转化效率对比对使用者无实际意义)

光热利用: 以典型的太阳热水器为例, 由于存在四项不稳定(集热不稳定, 输送不稳定, 储存不稳定, 使用不稳定), 集热后的光热转化标称能量因前述四项不稳定损失高达 30-50%。

光伏非蓄电、非逆变直接电热利用：以芜湖科华研发的“太阳光伏变功率蓄能热水器”为例，由于太阳能电池板的标称功率是指已核算光伏电转化后的“光电转化标称功率”，由于是非蓄电、非逆变直接通过导线进行传输由变功率宽幅工作电压的电热器进行电热转化，其电热转化在应用终端内部，无中间热能输送，应用终端—“储罐”在室内存储，因此其电能输送损失，电热转化损失和储存损失仅在 5-10%。

以上两项经“芜湖科华”在芜湖地区以 80 升热水器为例，经近一年的对比性试验取得十分显著的效果。“光伏电热水器”能效远远优于“光热电热水器”。（经济技术对比性分析略），“光伏”、“光热”“转化利用效率差”高达 30% 左右，故光伏综合效益更为显著。（详见“节能评审报告”）略

3.4 自控温电热带是一种智能型变功率电加热器件，所采用发热材料是具有 PTC 特性（即电阻正温度系数效应）的特种导电聚合物复合材料。因此，自控温电热带的电阻会随着被加热体系温度的升高而增大，从而自动调节输出功率，以达到控温和节能的目的。与其它电热器件相比，有以下优点：

- (1) 交直流两用， $\pm 50\%$ 宽幅工作电压；
- (2) 低温加热快捷，电热转化效率高（100%）；
- (3) 可自动限制加热温度，具有开关特性和记忆特性；
- (4) 可任意切断或接长使用，安装使用简便；

(5) 在额定电压工作时，产品发热温度高达 135℃，承受温度高达 160℃，自身不燃安全可靠，连续使用寿命长达 30 年以上。

鉴于此，采用特种自控温电热带或电热器件为可变电源或双电源互补在建筑及生活设施中供热是非常理想的智能电热终端。这种终端，可以是地面、墙裙、散热器、床、炕、地垫、汗蒸房、烘房、热水器等需要供热的装置或设施。

3.5 潜热蓄热技术是利用无机相变储能材料的固液相变过程来实现能量的贮存和释放（其相变温度点系列化，相变焓高达 140kJ/kg 以上），在能源的有效利用和全球气候保护方面发挥了重要作用。潜热蓄能技术用于住宅建筑领域呈现许多优点：

(1) 相变潜热大，积累性蓄热能力强、相变时温度基本恒定，具有温度自控调节能力，从而减小室内空气温度波动，较长时间保持所需温度，提高人体舒适度；

(2) 非供热时实现主动蓄能控温，供热时被动蓄能时序编程，通过吸热 ΔT_1 与放热 ΔT_2 的大小变化，可实现谷期（夜间）用电蓄热，非谷期（白天）停电供热，反之光伏电热亦可。

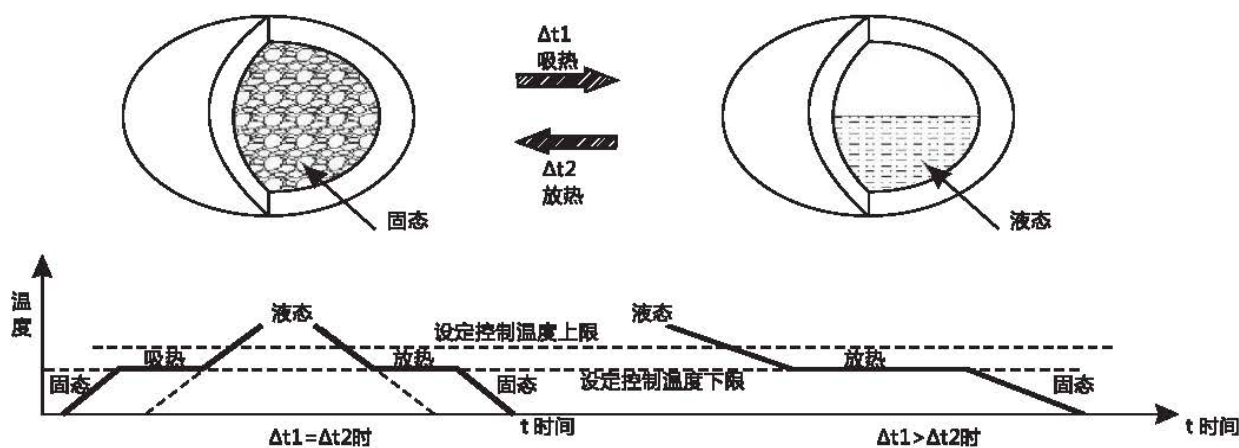
(3) 潜热蓄能系统可以将峰期用电负荷向谷期转移，在电力上削峰填谷，或将白天太阳能光伏电热能量向夜晚转移，缓解能量的供求矛盾，是国家用电政策“电力需求侧管理”鼓励节约用电和多种能源复合利用的有效方法。

(4) 减轻建筑物的承载负荷，降低建筑造价。

(5) 在电热水器中结合变功率电热器，可以快速集热储热，也可快速输热，达到小储罐高储能。

(6) 相变蓄热原理示意图：

相变蓄热材料 KHPCM（相变潜热吸放能）原理与时间特性



(7) 芜湖科华无机相变蓄能材料技术参数表

产品型号	溶解温度	蓄热量（相变焓）		相对密度
	°C	kJ/kg	J/cm ³	g/cm ³
KHTM24	24±1	141±20	225	1.6
KHTM27	27±1	138±20	221	1.6
KHTM29	29±1	143±20	243	1.7
KHTM31	31±1	215±20	322	1.5
KHTM60	60±2	256±20	350	1.5
KHTM60°C以上产品正在研发过程中				

3.6 鉴于自控温电热带具有交直流、变功率、宽电压、开关记忆特性及节能、安全、使用寿命长等特点，相变材料拥有蓄热（冷）能力强的优点，将二者有机结合起来在“光伏利用”领域内进行非蓄电、非逆变功率积累性电热转换与积累性潜热储存，既解决了太阳能分布式电源发电非蓄电非逆变光伏变功率电力直接利用问题，又大大提高了低谷电的利用率。该法极具发展潜力，并全面推动太阳能、风能离网发电的创新性发展。传统单一能源的利用方式被可再生能源与网电互补的复合多能源应用理念所取代将成为一种必然趋势。3.7 相关技术论文。（详见科华网站“技术咨询”）

四、太阳光伏变功率蓄能热水器及热水系统

4.1、背景材料

太阳能热水器和太阳热水系统，是太阳能热利用的产物。目前太阳热水器有闷晒式热水器、全玻璃真空集热管热水器、玻璃金属封装的热管式热水器、平板式热水器等多种形式；与之对应的热水系统有集热管式热水系统、热管式热水系统以及平板式热水系统。

热水器的基本构成部件是太阳能集热部件和储热水箱：按集热部件和储热水箱的结合方式热水器可以分为紧凑式和分离式；按储热水箱是否与大气连通热水器可以分为承压式和非承压式；按储热水箱中热水的得热方式可以分为直接式和间接式；按热水的出水方式可以分为落水式、顶水式及增压泵式。

太阳热水系统主要由太阳集热系统和热水供应系统构成，主要包括太阳集热器、储热水箱、循环管道、支架、控制系统、热交换器和水泵等设备和附件。集热系统与储热水箱换热方式，可分为：直接式热水系统（一次循环系统）和间接式热水系统（也称二次循环系统）。直接式系统又可以细分为：直流系统、自然循环系统和强制循环系统。按集热器中工质是否承压可分为：开式集热热水系统和闭式集热热水系统。按有无辅助热源分类，可分为：有辅助热源热水系统和无辅助热源热水系统。有辅助热源热水系统根据加热方式的不同又可以细分为：内置式直接加热方式、内置盘管换热器加热方式、外置换热器加热方式、外部辅助热源直接加热方式、间歇式供热水系统、连续式供热水系统。目前太阳能热水系统的分类还比较乱，没有统一的标准。

4.2、存在问题

4.2.1、太阳能热水器

4.2.1.1 产品分类系统分类频繁，十分混乱，无法统一标准，结构越来越复杂。

4.2.1.2 管路系统控制系统十分复杂。

4.2.1.3 产品配件和辅件繁多。

4.2.1.4 故障多、事故多，特别是伪劣非标伴热带加之误用给进出水管路防冻、抗冻、化冻带来的火灾恶性事故无法避免，所谓“水漫金山，火烧连营”。

4.2.1.5 集热、输送、储水、使用四方面热能不稳定，热损失较大。

4.2.1.6 太阳热水器，应称之谓太阳光热电热水器，由于存在“集热、输送、储存、使用四个不稳定”，为了达到全天候使用，也还是使用辅助电热。实质是太阳光热电热水器，但又未能严格做到现有电热水器的安全要求和能效，也只是辅助电热，预热温度为 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，再补充太阳能光热。热能中间传输和存储，能耗损失较大，使用能效 $\leq 50\%$ ，甚至更低。

4.2.1.7 太阳光热利用热水器，由于集热器的热交换是通过水流动进行，故无法在高寒严寒地区设置。

4.2.1.8 无法与建筑结合，即使平板太阳能热水系统也因集热器需与储罐进行二次循环换热及室外大储罐和

繁杂的管路系统，无法与建筑进行紧凑、美观、有效和谐的结合，更无法满足所有用户的需求。

4.2.2、电热水器，目前国内外电热水器存在的问题主要是：

4.2.2.1 没有时序设置控制，没有潜热储能装置，因此仅靠水来储能，无法做到全周期利用低谷电宏观节电个人节费的功能。

4.2.2.2 无法采用安全电压，也还是存在一定的高电压安全隐患。

4.2.2.3 受到阶梯电价的限量约束。

4.2.4 无电地区无法使用电热水器。

4.3、太阳光伏变功率蓄能热水器

分布式电源是近年来兴起并且是国家大力推行的项目之一，采用小型设备向用户就近提供能源的新的利用方式和设施。一种分布式、非蓄电、非逆变光伏电或风电装置所产生的可变电源，工作电压可以根据光伏电池板的串并联组合条件或风力发电机的大小进行匹配系列化并辅以市电互补，可以是安全电压也可以是通用电压。形成双电源用户，通过电热终端进行交直流切换控制形成交直流两用，共用同一变功率电热器件进行连接，也可以交直流分别用于不同的恒功率和变功率加热器进行互补，简化控制系统，形成分布式变功率电热系统。它完全区别于太阳能热利用，而是一种全新的可再生能源电热利用方式。

4.3.1 太阳光伏变功率蓄能电热水器简称“太阳光伏热水器”，是具有交直流双电源、变功率与恒功率互补电热、相变潜热与水显热蓄能成一体的一种新型太阳能热水器，主要特点如下：

电源：以太阳光电池板所发变功率光伏电无需经蓄和逆变过程，而直接将光伏电供变功率加热器进行电热转化，对储罐水进行加热，直至水温升至90℃时断电控温，否则只要有太阳光即进行电热转化。当阴雨天、夜晚辅以低谷电（垃圾电，半价）进行互补，特殊情况快速大量重复用水也可以转变为交流电热水器，满足供热需求。

相变蓄能储水罐：承压式搪瓷或不锈钢生态水箱，硬质聚氨酯发泡保温，10-80L，容量系列化，满足个性化要求设置在室内。罐内设置相变蓄能器和变功率恒功率加热器，快速储热，快速散热，小储罐大储热（2-3倍同容量储热），双电全停，罐内水温蓄热可维持5-7天。

电加热器：罐内设置交流恒功率加热器一只，直流变功率蓄能电加热器一只，分别供交流和光伏可变直流电使用，直流电压可以是110V或220V，也可以应客户要求变更为采用安全电压，交流供电电压为220V。

4.3.2 控制器：

4.3.2.1 交流单路时序编程智能控制，温度显示。双路分别有温度独立控制，互补而互不干扰；

4.3.2.2 交流智能或手动控制，满足特殊情况的应急用水的快速大量重复需求：

- ① 顶水式用水，一开就有热水；
- ② 无中间热能输送；
- ③ 室外无进出水管，故无需做防化冻堵措施；
- ④ 可以直接冷热水混水调温，也可以供冷热混合龙头用水。



4.3.3 工作模式：

4.3.3.1 以太阳光伏电为主，交流低谷电互补； 4.3.3.2 交流电单路时序编程，温度显示，温度独立控制；

4.3.3.3 光伏电非蓄电、非逆变直供电热工作显示，温度独立控制；

4.3.3.4 手动双电源同时分别供电，互不干扰； 4.4 太阳光伏高效非逆变全直流空调机空调系统

4.4.1 直流电的两电极极性是固定不变的，电流只有一个流向，根本无频可言。目前市场上全直流变频空调实际上是直流调速空调，它所采用的直流调速技术要远远优于调频技术。直流调速电机的转子是永磁的，又省却了三相交流异步电机转子电流消耗。所以它从电网电源到电动机这一段的电效率要比调频调速方式高，节省了一定的能量。节不节能主要取决于制冷系统的设计与配置，视其系统制冷系数的大小而定，空调效能比一般在2.6-2.9，极少为3.0。

4.4.2 当夏季太阳能辐照强度较大，制冷已成主要矛盾，而生活热水能耗较小，故富余光伏供电能力转向蓄电高效非逆变全直流制冷空调。上述市场上的全直流空调器或空调系统经增设交直流切换控制装置即可（这需要

验证配置，由专业服务完成）。

五、变功率蓄能地面辐射供暖

5.1 是通过建筑与生活设施用自限温加热带与建筑结构层或相变储能器材敷设于面层与隔热层之间形成储能地面。交直流两用，太阳光伏电、非蓄电、非逆变直接供电与市电（低谷期）互补。

(1) 该地面在低温升温时以设计功率的 1.5-2 倍功率快速升温并可随地面升温过程中自限温加热电缆输出功率无级快速下降，因此以米功率 20-30W/m 时，每平方米仅需 5 米左右，分布较疏，而不会产生局部过热地面。当地面温度达到 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ 时，加热电缆的输出功率接近于设计功率的 50%，并无级自调自补偿，当覆盖地毯等地面覆盖物时，地面也不会出现过热，能自动限温保护。因此该地面安全、舒适、耐用、恒温。

(2) 当采用低谷用电、非低谷期停电供暖方式时，将夜间室温控制在 22-25 $^{\circ}\text{C}$ 时停电，同时蓄能地面满足蓄能条件即可。由于该地面内设置一定数量的高效储能材料和地面结构层或找平填充层辅助自动恒温储能，实现 100% 谷期用电，非谷期完全中断负荷，释放热能，以提供供暖所需能量，并通过计算机网络控制结合行为节能，形成个性化需求的供热和智能控制多功能系统。

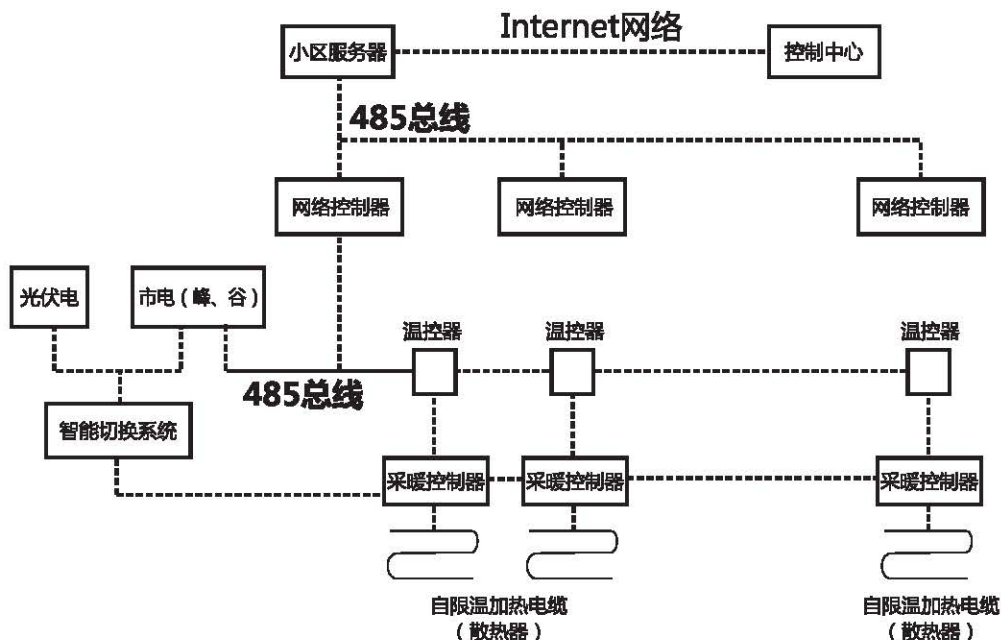
5.2 复合储能蓄热地面多功能体

(也可以制作相变潜热储能变功率散热器)，利用计算机软件编制行为节能理想程序进行网络化集中控制，无需再建热电厂和敷设输送管道，免维护、省时、节约投资，减少了热电厂和输送管道日常的维护成本，满足现时城乡发展速度，特别是给无集中供热条件的新区开发、农村城镇化建设的快速发展，提供了一条综合配套设施可行性方案。

5.3 计算机网络控制系统

5.3.1 计算机网络控制系统能够对太阳光伏非蓄电非逆变及谷期用电、地面辐射供暖质量、用电负荷特性、储放热随环境温度及时间变化特性，用电行为实现集中智能控制，通过“供暖网站、采暖服务器、网络控制器、数据交互机、室内外温度控制器、自限温蓄热地面终端”形成该智能控制系统。

5.3.2 系统原理方框图：(1、2)



5.3.3 计算机网络控制主要功能：

- (1) 授权许可申请功能；
- (2) 报表统计及分析功能；
- (3) 数据存储、备份功能；
- (4) 远程监视功能；
- (5) 入网校验功能；
- (6) 操作历史记录功能。

5.3.4 计算机系统软件功能技术要求：

5.3.4.1 使用配置有 CPU 处理器和储存系统的设备使智能判断得以实现，能通过户外温度、地面温度、变

压器负载情况、温度异常变化等情况智能判断，使最需要取暖的地方立即可以变暖，使温度精确控制，使电能的利用达到最佳合理化。

5.3.4.2 能在变压器负荷满载时释放部分压力，实现变压器负载自动调配。

5.3.4.3 设立取暖优先级制度，实现用户信息储存化、供热信息数据化，能与企业管理建立 ERP 系统化，使供暖系统模块化。

5.3.5 计算机系统温度控制技术的要求：

5.3.5.1 采用控制器采用集中控制弱电系统，分户控制强电系统（强弱电分离体系）的网状对应关系，并且一个户式控制器设计为对应一户的最终末端控制单位。

5.3.5.2 控制器应配有 CPU 处理器、储存系统、功能按键和显示屏，可组合实现温控器体系所不具备的智能系统。

5.3.5.3 控制器能使温控器的功能与该户二级配电箱的作用进行整合，成为了一个控制设备。

5.3.5.4 控制器应在安装、维修、调试、升级等方面采用便捷简单原则。

5.3.5.5 控制器一般安装于户外，使室内再无任何明装的强电设备和接线安装漏洞。

5.4 储能温控设备及技术要求

5.4.1 蓄热地面采暖系统用的温度控制装置

普通采暖系统的温度控制，是通过对当前的温度和目标温度（设定温度）进行比较，当前温度较低的情况下进行通电加热，当前温度较高的时候停止通电加热，从而把温度保持在一定的程度，即时对温度进行控制。而蓄热地面采暖系统的温度控制，虽然基本上也是采用地面温度控制，但控制的过程却完全不同。在蓄热地面采暖系统中，利用谷期电进行通电加热，并将热量存储起来，等到白天需要采暖系统运行的时候，通过已经存储了热量的地面自身的自然放热来进行采暖。因此，在白天没有温度控制的方法，无法进行即时温度控制。

在蓄热地面采暖系统的温度控制中，为了第二天的采暖，前一夜就必须准备好蓄热温度等条件，开始蓄热，并且在第二天早上完成蓄热。为了顺利地进行采暖，至少要提前预测第二天的寒冷程度，从而决定通电条件。目前的蓄热地面采暖系统的温度控制，已经能够预测第二天的寒冷程度，或根据当天的寒冷程度，通过一个比较适当的温度来进行蓄热，从而顺利的进行采暖。

5.4.2 自限温加热电缆蓄热地面采暖用的是温度控制方式。

5.4.2.1 普通控制

在采暖系统设计中，首先要计算地面采暖系统所必需的蓄热体（地面混凝土或者潜热蓄热材料）温度，以此作为蓄热目标温度来进行运转。运转方式是在深夜谷期电力供给开始的同时开始通电，当到达蓄热目标温度后，直至谷期电力供给停止的时刻，在这段时间内要通过温度调节来维持温度。

这种温度控制方式只有在蓄热目标温度不变的时候才能维持一定的温度蓄热，随着气候的变化，采暖效果也会发生改变。因此，这种方式适用于不易受到外气温度影响的房间，例如，具有较厚混凝土墙壁的 RC 构造的建筑，没有外墙面的房间，房间面积较大、外墙面所占比例较小的房间等。目前，随着下面将要阐述的寒冷程度预测控制和必需量蓄热控制的普及，与其相应的谷期电力优惠政策的实施，这两种方式将要逐步取代普通控制，成为蓄热地面采暖系统的主要温度控制方式。

5.4.2.2 根据外气温度进行的寒冷程度预测控制

分户智能或计算机集中采暖的必需热量在很大程度上是依赖外气温度的，外气温度有 3 种类型的变化，作为采暖设备，必须要采取有效的应对措施：1) 早、中、晚的时间变化引起的变化；2) 天气变化导致的日单位的变化；3) 季节变化导致的周、月单位的变化。

时间变化引起的变化，对于为热容量较大的房间以一天为周期进行采暖的蓄热地板采暖系统来说，没有什么特别的问题，不过，从一个星期、一个月的较长间隔来看，从秋季到严冬，再到春季，随着天气逐渐变冷，又渐渐变暖的季节变化。

这种采暖的季节变化，蓄热地面采暖系统所采取的对应措施，就是温度控制的方式，对外气温度进行处理，判断当前的寒冷程度，自动修改蓄热目标温度，来实施蓄热通电。这种温度控制方法中，蓄热目标温度是随着寒冷程度的变化而变化的。

在这种调节装置中，控制装置自身可以检测出蓄热体在蓄热时的温度上升速度，计算出要达到蓄热目标温度所必需的通电时间，为了达到目标温度，通过推迟通电开始的时间来进行通电控制运转。从而达到100%谷期用电，非谷期中断负荷供暖。这种温度控制的过程如图4.3所示。

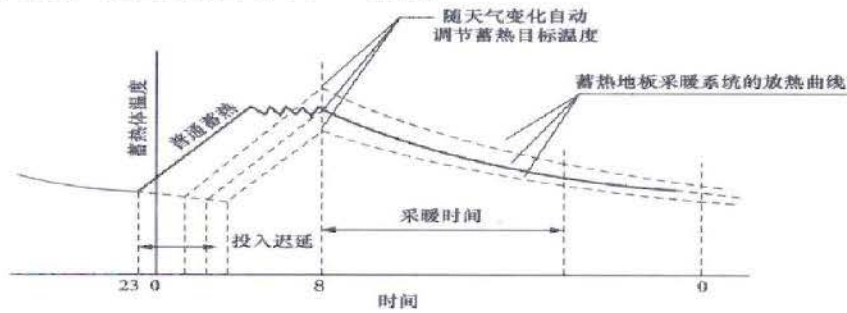


图 4.3.1 蓄热地板采暖系统中根据外气温度的寒冷程度预测控制

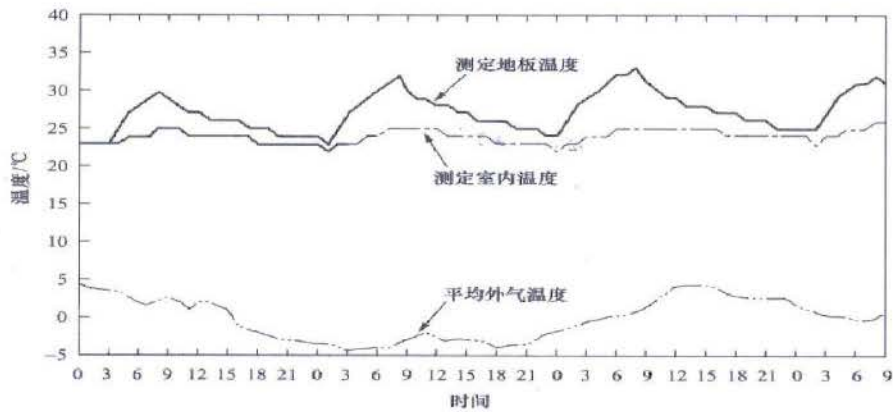


图 4.3.2 蓄热地板采暖系统中根据室外温进行寒冷程度预测控制的示例

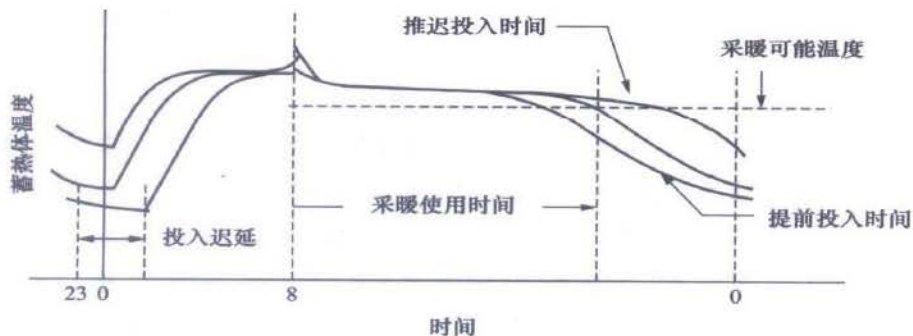
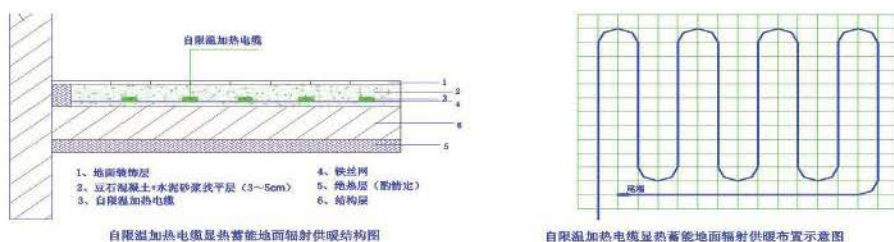


图 4.3.3 潜热蓄热地面采暖系统中采用的必需量蓄热控制

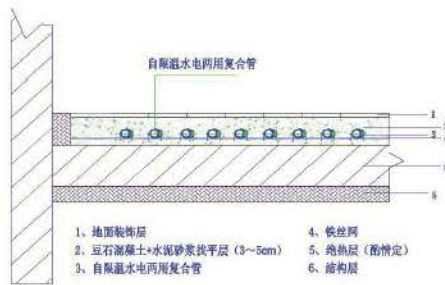
以上图中所示的是潜热蓄热地面采暖系统中的情形。即使延长蓄热时间，温度也几乎不会发生变化。在用于显热地面采暖系统的情况下，采暖持续时间是受蓄热温度决定的，因此可以通过调节通电开始时间，改变蓄热温度。

5.5 复合储能地面的结构设计方案图示

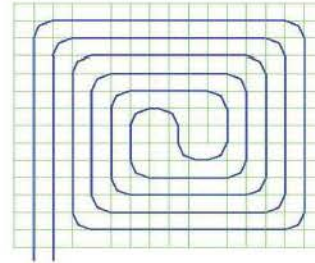
注：详情见“自限温加热电缆蓄能地面供暖系统应用技术规程”



自限温加热电缆显热蓄能地面辐射供暖构造及铺设方法



自限温水电两用复合管显热蓄能地面辐射供暖（冷）结构图

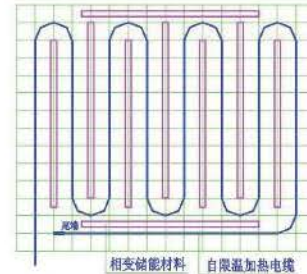


自限温水电两用复合管显热蓄能地面辐射供暖（冷）布置示意图

自限温水电两用复合管显热蓄能地面辐射供暖（冷）构造及铺设方法二

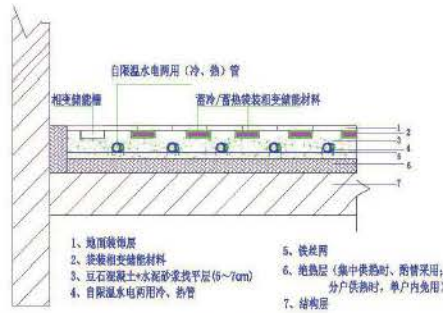


自限温加热电缆+潜显复合蓄能地面辐射供暖结构图

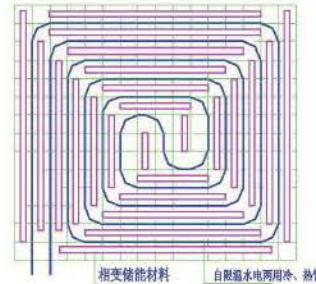


自限温加热电缆+潜显复合蓄能地面辐射供暖布置示意图

潜显热复合蓄能地面辐射供暖构造及铺设方法三



自限温水电两用冷、热管潜显复合蓄能地面辐射供暖（冷）结构图



自限温水电两用冷、热管潜显复合蓄能地面辐射供暖（冷）布置示意图

自限温潜显热复合蓄能地面辐射供暖（冷）构造及铺设方法四

六、300m² 别墅为例解析。（供参考）

供暖热负荷：30W/m²（建筑面积） 配套晶体硅太阳能电池组件：30×1.5=45W/m²

300m² 供暖 9kW/300m² 配套晶体硅太阳能电池组件 13.5kW，单块组件峰值功率 285W，共计 48 块晶体硅太阳能电池组件。

如果采用立柱式光伏追日跟踪仪支架（可以最大程度的采集到太阳光辐射，增加晶体硅太阳能电池组件的发电效果，可以设置成每套支架由 16 块组件组成，计 3 套即可，每套支架峰值功率为 4.56kW。

① 由于 13.5kW 冬季用于供暖采用潜显热蓄能，阴雨天结合低谷电互补即可，有太阳时，白天供热蓄热，夜用热能不够时低谷电补充；

② 生活热水采用非蓄电非逆变光伏变功率蓄能热水器 6 台，四季供生活热水，每台电热水器 500W 左右即可。由于承压式直供热水，低谷电互补热水器容量为 20、40、80L，总容量 200-300L 左右。照明亮化全部采用直流 LED 节能光源配置 500 ~ 1000AH 蓄电池即可（根据业主实际使用需求配置）。

③ 根据前面阐述的设计配置，光伏电池板所产生的电能根据冬夏供暖、制冷、四季生活热水、亮化照明灵活应用。

投资成本核算：

- ① 地面供暖变功率发热电缆及施工费用： $300\text{m} \times 150 \text{元}/\text{m} = 4.5 \text{万元}$
- ② 晶硅太阳能组件及追日跟踪仪（或支架）： $30 \times 1.5 \times 300 \times 5 \text{元}/\text{W} = 6.75 \text{万元}$
- ③ 照明 + 蓄电池：1.5 万元 ④ 热水器： $6 \times 2000 \text{元}/\text{台} = 1.2 \text{万元}$
- ⑤ 全直流空调： $6 \times 4000 \text{元}/\text{台} = 2.4 \text{万元}$ ⑥ 控制系统：1.8 万元

三项预计总投资计 $4.5+6.75+1.5+1.2+2.4+1.8=18.15$ 万元，合计总投资 18.15 万元整。

如果能申请立项获得国家补贴，7 元 / 瓦，则补贴款为 $13500 \times 7=9.45$ 万元，实际投入为 8.7 万元整。

13.5kW 晶硅太阳能组件 10 年发电量为 172463kW，例如现时居民用电均价 0.57 元 /kW，10 年则节约电费 9.83 万元（电价在未来肯定是呈上涨趋势），根据晶硅太阳能组件的使用寿命 ≥ 20 年计算，则可节约电费 19.66 万元。

在未来根据业主对光伏电能的使用情况和国家的分布式光伏发电的政策，只需另外添加一台逆变器就可以将多余的电能通过侧并网的方式卖给国家。

节能减排效果：

13.5kW 晶硅太阳能组件年供电量约为 172463kW（以年平均光照时间较短地区为例），年节约用标准煤 5.7525 吨，减少 CO_2 排放量 15071.55kg， SO_2 排放量 48.9kg，氮氧化物排放量 42.57kg。

七、合作应用开发

变功率蓄能供热，“芜湖科华”历经长达 15 年的应用研究，获十几项国家专利，其中 6 项发明专利。其核心技术荣获国家科学技术进步奖及多项省市科技成果奖。

近两年的太阳光伏、非蓄电非逆变变功率蓄能供热系统，特别是其中的地面辐射供暖项目每年以 100 余万平米的安装量在增长。“光伏电热”应用现已已申报三项发明专利，其核心变功率电热产品已分别先后由国家能源局、国家工信部分别立项，形成 2 项行业标准，1 项省地方标准，另应用规程形成 1 项省地方标准，本项目“分布式变功率蓄能供热应用技术规程的行标已获立项批准”。

为了尽快地推动社会经济发展，加快向“资源节约型”、“环境友好型”的经济发展方式转变，遵循“十二五”能源发展规划。我们在这里向同行或有识之士发出战略联合倡议，加快应用开发合作。联合体内芜湖科华放弃知识产权的有偿利用，大家共同携手，开拓创新，积极进取。以高度的紧迫感和强烈的责任感来做好可再生能源、新型环境材料、新型功能材料等综合集成应用工作，为行业的健康发展、为人民谋幸福，作出重大贡献！（咨询电话：13605530998；电邮：ccj0998@163.com）

标准信息

“太阳能热利用自限温电热带”行业标准经国家能源局立项，“芜湖科华”作为该标准第一起草单位，现已批准并已进入出版社印刷即将出版，该标准号为 NB/T32003-2012。

“建筑与生活设施用自限温电加热带”行业标准经国家经信委立项，“芜湖科华”作为该标准第一起草单位，报审稿近于北京已通过 30 多位全国各地知名专家组成审查委员会的评审。

山西省工程建设地方标准 DB J04/T291-2012 自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程，于 2012-05-22 发布，同年 8 月 1 日实施。

安徽省地方标准，地面辐射供暖、建筑与生活设施用自限温加热带 DB 34/T1561-2011 产品标准于 2011-12-16 发布，2012-01-16 实施。

上述多项标准，皆由芜湖科华公司或芜湖科华公司董事长作为第一起草单位或个人，填补我国变功率产品长期在专用领域内无标准可循的被动局面，即将为我国在可再生能源的利用，建筑及生活设施等领域内应用规范提供了标准化依据，为节能减排、生态健康居住及工作环境的发展扫清障碍；为实施国家“十二五”能源规划，国家电力需求侧管理通知提供了可行条件。



敬告：

1、本文件系“芜湖科华”知识产权、版权、真实可靠,受法律保护,任何人不得擅自复制伪造,侵权必究.

2、有合作意向者,请速与本公司联络,战略合作名额有限。

联系电话：13605530998.

芜湖市科华新型材料应用有限责任公司

地址：安徽省芜湖高新技术产业开发区漳江路6号

邮 编：241002

电话：0553-3023095、3023097(91-99)

传 真：0553-3023092

网址：<http://www.ahkehua.com>

E-mail:ah_kh@163.com

总经理：程巍(助理研究员)

E-mail:cwkh@163.com

法人代表(董事长)程崇钧(研究员) 咨询电话：13605530998 E-mail:cqj0998@163.com

版权所有 侵权必究