

低能耗太阳能采暖小住宅建筑设计研究

关键字:太阳能 低能耗采暖 建筑设计

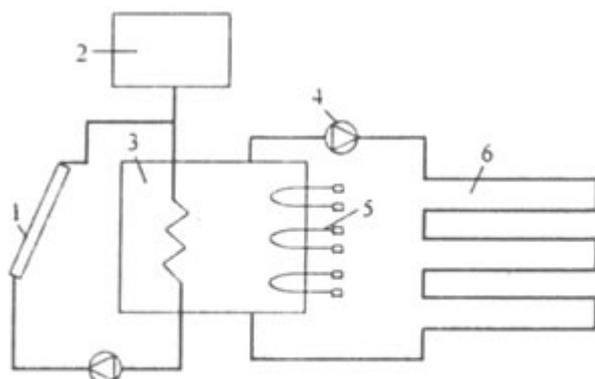


图1 连续运行的太阳能低温热水地板辐射供暖系统

1. 太阳能集热器; 2. 膨胀水箱 3. 蓄热水箱 4. 循环泵
5. 电加热器 6. 采暖盘管

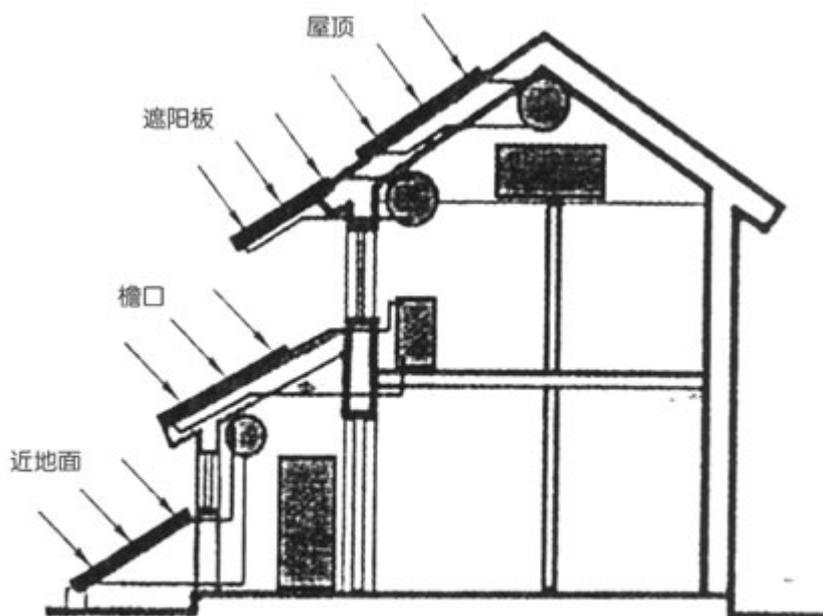


图2 小住宅可安装太阳能集热器的位置

当前，能源问题已经成为制约世界各国发展的主要因素之一。我国是能源消费大国，建筑能耗约占全国总用能的1/4，居耗能首位。随着我国住宅建设量的不断增加，能源与环境问题日渐突出。一方面我国人均能源拥有量较低，另一方面以煤炭为主的不合理的能源

结构以及建筑的高能耗所带来的环境破坏为可持续发展带来巨大压力。

我国的建筑能耗中，北方寒冷地区的采暖能耗占了相当大的比例。因此，建筑节能降耗以及可再生能源的利用引起人们的广泛重视。

太阳能作为一种可再生的清洁能源，近年来在建筑中的利用受到关注。我国属于太阳能资源丰富的国家之一，全国总面积 2/3 以上地区年日照时数大于 2000 小时，辐射总量高于 5000MJ/m²·a。北方采暖地区，大多数城乡处于太阳能资源丰富区，为太阳能建筑提供了可能。

小住宅建筑屋顶面积、南向墙面积与室内使用面积比值较大。结合恰当的建筑体形设计和外围护结构性能设计，经测算，在太阳能资源丰富地区的晴好天气下，可以建造出完全依靠太阳能满足采暖和生活用热水的低能耗建筑甚至零能耗建筑。

太阳能低能耗小住宅建筑设计

实现低能耗建筑的设计途径主要包括两个方面，即能源的开源与节流。开源是指开发利用可再生新能源，节流是指提高供暖、空调系统效率和提高建筑外围护结构性能，减少建筑热损失。太阳能建筑同时具备上述两个特点：首先太阳能属对环境无污染的可再生能源；其次由于太阳能的低密度也要求建筑有着较高品质的围护性能和恰当的体形、朝向和空间布局。

1. 太阳能建筑的朝向和间距

太阳能建筑的朝向选择首先要在节约用地的前提下满足冬季有较多的日照，夏季避免过多的日晒和有利于自然通风降温、照明的要求。有矛盾时，应视当地的气候条件而定，当冬季供暖是首先考虑的问题时，朝向的确定应使房屋在冬季接受较多的阳光照射和较少的冷风吹袭；而以夏季降温为主时则相反。房屋接受日照的条件包括日照时间和日照量两个

方面。

研究表明，冬季太阳能辐射热在 9 时~15 时是全天辐射热的 90%左右，太阳能建筑的屋顶面和南向墙面接受了绝大部分可能接受到的太阳能辐射量，应保证充足的阳光照射，建议建筑主面朝向为南向正负 30 度范围。建筑之间的日照间距应保证冬至日建筑的阳光集热构件不被阴影遮挡。

2. 太阳能建筑的平面布置

(1) 按温度分区

考虑太阳能属一种低密度能源，结合建筑各空间的不同使用功能，在对建筑热环境的设计当中，提出了“温度分区法”的概念，即将起居室、卧室等热舒适指标要求较高的空间布置在南面或东南面，而将厨房、卫生间、存储空间、交通空间等相对温度要求较低空间布置在北侧，且适当减少北向开窗面积，这些空间也作为主要空间的温度阻尼区。通过实际工程证明“温度分区法”的概念是科学有效的。

(2) 入口设计

建筑入口，特别是北向入口是冬季冷风渗入、热量损失较多的热工薄弱环节。因此，设计太阳能采暖建筑时应重视入口处防风与密闭处理，尽量减少其造成的热损失。

建议在建筑物人口处加设门斗，北入口将门斗的入口方向转折 90 度转为东向，以避开冬季寒风侵入方向，避免冷风直接侵入，同时要加强密封，还应注意必须保证其有足够的宽度，使人们在进入外门之后，有足够的空间先关闭外门，然后再开启内门。

3. 太阳能建筑的体型

以获得更多的太阳能、热损失更少为基本原则。从降低能耗角度：一定建筑平面积要尽可能减小外墙长度；从收集太阳能角度：应使南向墙面、受光屋顶面与建筑其他外面之比尽可能大，尽可能避免和减少由于南向墙面、屋顶体型变化带来的阴影。在多见的矩形平面中，一般长轴朝向东西的长方体型最好，正方形次之，长轴朝向南北的长方体型最差，

坡屋顶好于平屋顶。

4. 太阳能建筑的外围护性能、材料与构造

按照我国目前有关节能规定，目前已进入“三步节能”阶段，对住宅外围护结构的性能已做出了明确规定，设计太阳能建筑时必须遵守，并且提出更高要求。太阳能建筑对围护结构材料和构造要求，包括外墙与屋面的保温方式、材料选择、构造做法要满足热工性能指标及保证良好的保温、蓄热性能。外门窗是建筑散热的薄弱环节，一些建筑外门窗的耗热量与空气渗透耗热量之和约占建筑总耗热量的 50% 以上。因此，应加强门窗节能综合研究，使朝阳窗户尽可能成为得热构件。在严寒和寒冷地区的太阳能建筑，地面也应增加保温措施，以提高太阳能利用效率。

太阳能采暖系统构成

太阳能住宅建筑的采暖和生活热水依托的是太阳能热水系统，其组成部分包括：太阳能集热器、储热器（蓄热器）、散热器、补充热源、控制和管路系统，如图 1 所示。

1. 太阳能集热器

集热器是吸收太阳辐射并向载热工质传递热量的装置，它是热水器的关键部件。目前，国内的太阳能集热器主要有平板集热器、真空管集热器。我国已成为世界上最大的热水器生产和应用国家。

2. 储热器（蓄热器）

储热装置是储存热水并减少向周围散热的装置，一定的热水蓄热量主要满足夜间供热，使室内温度不致过大波动。储热装置的容量需热工计算确定。储热器的储热效果不仅取决于保温材料性能的好坏，还与装置的结构和固定连接方式有关。

3. 散热器——低温热水地板辐射采暖

由于太阳能属低密度热能源，散热器选择的最佳形式当属低温热水地板辐射采暖。

低温热水地板辐射采暖是在楼地层内设置加热埋管形成的辐射采暖系统，使用不高于 60

℃的热水流经理入地板的盘管，所释放的热量使混凝土加热。从地表面散出辐射热并均匀地将热量传到室内，由于采用辐射采暖方式，室内温度均匀，梯度合理，室内温度由下而上逐渐递增，地面温度高于呼吸线温度，给人以脚暖头凉的良好感觉，促进新陈代谢，达到一定的保健作用。由于地面层及混凝土层蓄热量大，室内温度的热稳定性也非常理想。

在地板辐射采暖中，实测证明，在人体舒适范围内，实感温度比室内环境温度高 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。在保持同样舒适感的前提下，地板辐射采暖时的室内设计温度，可以比对流采暖降低 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，房间热负荷相对减少，可以节省供热能耗20%左右。

4. 补充热源

为了保证室内温度的连续稳定，当由于气象等因素集热器供温不足时，则应启动补充热源。依据环境等条件不同，补充热源可选择电、燃气、燃油、煤等。

5. 控制和管路系统

该系统是强制双循环管路，外循环回路是集热器与储热器之间热交换，内循环回路是储热器和散热器之间热交换。依循环工质不同选择不同管路，并进行保温处理，控制系统用来保证整个供热系统的智能化工作并通过仪表显示。

太阳能建筑一体化设计

太阳能建筑一体化设计，是指太阳能建筑中太阳能系统构件的各个组成部分与建筑设计的有机结合。

当前，我国太阳能光热产品已达到世界产量第一，而太阳能热水采暖的太阳能建筑并不多见，其主要原因之一就是一体化设计问题没有解决好。就建筑外形而言，一体化设计主要是分体式太阳热水器的集热器与建筑的有机结合。按照接受太阳能最大的原则，建议小住宅建筑采用坡屋顶设计。集热器的安装位置主要包括屋顶、遮阳板、檐口、阳台栏板和近地面等（如图2）。当然也可以结合立面设计安装在南侧墙面或阳台栏板面形成的垂直集热器，充分收集更多的太阳能。

结语

针对我国北方采暖地区的小住宅建筑，利用分体式太阳能热水系统，结合低温热水地板辐射供暖技术，在充分考虑分体式太阳能集热器与建筑一体化设计和建筑节能设计的基础上，可以创作出低能耗的太阳能建筑。小住宅建筑由于可安装集热器的屋顶面积与建筑供暖面积比值较大，结合恰当的建筑手段（包括被动太阳能技术）和光伏电池技术，完全可以进行零能耗建筑的