

快装型节能日光温室推动供暖天然气大幅度下降

——北京农学院教学实践基地温室节能降碳案例

北京农学院作为一所农业院校，温室大棚是学校农林学科的教学实践基地，也是学校供暖用天然气消耗总量高于其它类型高校的主要原因之一。近年来，北京农学院积极响应党中央实现碳达峰、碳中和的号召，主动思考，主动作为，认真对标高等学校能源消耗限额指标，选定供暖天然气消耗量单耗大户温室大棚进行重点研究和规划改造。

一、存在问题

进行规划改造前，北京农学院东区实践基地均采用塑料温室大棚，面积为 6300 m²，保温性差，在冬季夜间室外温度较低的时候，为保证植物生长，室内大棚维持 14℃，供暖所需天然气消耗量巨大，是普通建筑的 5-10 倍，制约着学校的节能降碳工作。



图 1 改造前塑料温室大棚

二、解决措施

为解决这个问题，学校从教学科研需求和节能降碳两个维度出发，

积极组织学科单位、能源管理部门和国有资产管理部门调研设计，最终确定设计建设“零天然气”消耗的快装型节能日光温室。2021年，学校投资232万元对散热量大的旧式温室大棚进行了改造，建造了4980 m²快装型节能日光温室。这种新型的日光温室形式，具有最佳方位角度，充分利用阳光。该型温室采用热镀锌椭圆管作为主体结构，采用彩钢保温板被作为墙体主要材料，顶部利用12丝PO膜透光保温。温室同时设置内外保温系统，并配置主动蓄热系统，通过以下五种保温措施，取得了良好的保温效果。

第一种保温方式：基础保温方式

快装型温室基础采用新型海容模块。海容模块是一种新型建筑节能环保建材，用改性阻燃型可发性聚苯乙烯颗粒加热发泡通过专用模具一次性成型，按类型可分为平板模块和空腔模块，具有优异的保温隔热防火的性能，广泛用于住宅、冷库、新农村城镇建设、工业厂房、保温鱼池、高效农业大棚等领域。

其特性：

- 1、模块自身强度大、导热系数小、达到B1级防火要求。
- 2、模块尺寸精确稳定、规格配套齐全、施工简便操作灵活。
- 3、模块墙体结构保温、防火、抗震、防渗、防脱落、安全性能高。
- 4、建造过程中完全取代墙体各种砌块、浇筑模板、外墙保温材料。
- 5、施工过程无建筑垃圾产生，实现现场文明施工。
- 6、建造周期短、综合性价比高，满足建筑保温结构一体化技术要求。

快装温室基础采用海容模块建设，施工开槽后仅需铺设垫层，上

面配置 900mm 高海容模块，钢筋固定后，直接混凝土浇筑定型。施工快捷方便，并能有效较少地中传热。

第二种保温方式：墙体保温方式

快装温室后坡及东西北侧采用 100mm 彩钢保温复合板，彩钢板内侧喷涂 30mm 聚氨酯保温材料。双层复合材料有效降低了墙体结构的热量传导，起到了良好的保温作用。



图 2 墙体保温

第三种保温方式：主动蓄热系统

温室北墙内侧设置纳米涂层太阳能集热水箱。该集热水箱具有六大优势：

1、平均提高温室夜间棚温 3-9℃。

将纳米涂层太阳能集热水箱向后倾斜着立于温室后墙，白天蓄集

太阳能热量，夜间释放热量，根据不同温室的保温性能和跨度，可平均提高温室夜间棚温。

2、蓄热能力强

水的比热容是 $4.2\text{KJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ，红砖是 $0.75\text{KJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ，土墙是 $0.84\text{KJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。相同环境同样的一平米，水箱蓄热后墙散热是砖墙的 5.6 倍，是土墙的 5 倍。



图3 主动蓄热系统

第四种方式 新型外用防水型保温被

外用防水型保温被与传统的草帘及毛毡被相比，质量轻且便于安装及拆卸。其中芯层为喷胶棉，该棉具有不吸水，蓬松度好，保温性能好等优势。保温被的内、外面料均为专业定制纯原料+抗 UV 材料 PE 布，更适合户外使用，其中外层面料覆盖抗老化防水涂膜。独特的材料成分造就了超长的抗老化期限，使用寿命可达 7 年以上。为了减少

保温被在制作过程中出现的针眼增加后期防水的问题，在保温被中增加 EPE 卷材层，该材料具有保温，高回弹性，能够把缝制的线眼进行密封，有效的防止了针眼进水问题。

1、独特的连接方式

传统的保温被连接方式一般为扣眼连接或粘扣连接，这两种连接方式均有弊端，扣眼连接会出现漏光透气现象，粘扣连接会因为尘土或老化的问题出现连接不密实等问题。北京农学院温室使用的保温被独创 PE 布条密及抗老化粘扣结合的方式，将保温被平铺到地面进行粘扣连接，连接后将左右被子的 PE 布条进行整体缝合，有效解决了漏气漏光和连接不密实问题。

2、保温被优势介绍

2.1 该保温被具有防水及不吸水的特点，解决了冬季因为保温被吸水导致温室前底角部位的保温被结冰现象，减轻了对保温被卷轴及卷被电机的损害。

2.2 表面布料具有光滑特性，下雪后只需多次卷放保温被即可除去保温被表面的积雪。

2.3 保温被为轻型结构，有效地提高安装效率，节省二次拆装成本。

2.4 保温被外面料组成中添加抗 UV 材质，有效延缓老化，使用寿命 5 年以上。

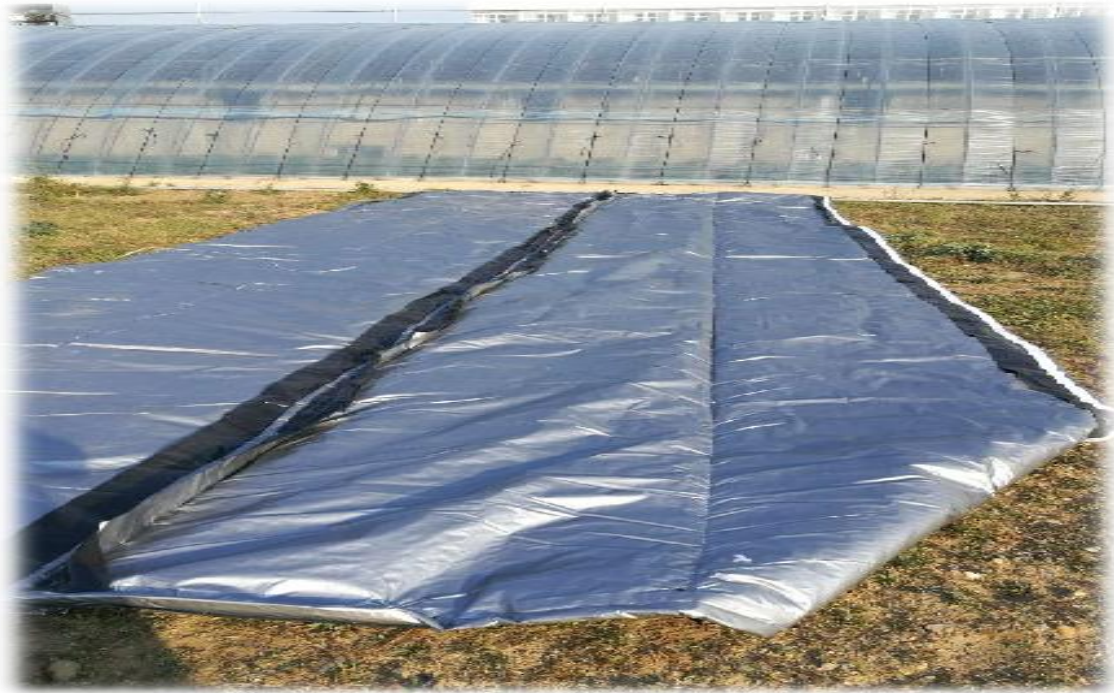


图 4 保温被

第五种方式 室内保温被

温室内侧顶部及南侧坡脚处分别设置轻质内保温被，顶部保温被可以根据日间采光需求上下卷放，坡脚处保温被可以在电机的带动下上下拉升，以保证日光投射需求。

轻质内保温被采用 60 克 PE 布+100 克喷胶棉+60 克 PE 布，该保温被质量轻盈、保温性能优异，与外部保温被及棚膜之间有效构筑了空气间层，能够很好的降低室内热辐射的传出。

三、实际节能效果

经实际测算，快装型节能日光温室比传统型日光温室能提升夜温 5-7℃，能顺利保证果菜等作物顺利越冬。快装型节能日光温室利用主动蓄热系统，高效利用太阳能，摒弃了传统的燃气供暖方式，有效地

降低了加热过程中的碳排放。

2021 年学校建设了快装型日光温室 4980 m²，实现了零天然气供暖，目前仍在陆续扩建。再加上寒假期间对使用率不高的公共建筑采取低温供暖等措施，学校供暖季天然气消耗量下降幅度比较明显。根据实际计算，2021-2022 年供暖季比上一供暖季节省天然气 321971 立方米，节气率达到 9.83%，节省费用 83 万元，减少碳排放 628.48 吨。鉴于该型温室节能降碳效果明显，学校近两年正陆续再新建 20060 m²先进节能的快装型温室。根据 2021-2022 年供暖季天然气实际消耗数据，初步估算采用新型快装温室大棚比普通塑料温室大棚每平米节省天然气 51.10 立方米，将共计节省天然气 1025066 立方米。