

文章编号:1673-9469(2010)02-0050-04

## 混合式太阳能圈舍在内蒙古农牧区应用探究

姚虹,白海平,孔生贵

(内蒙古农业大学,内蒙古呼和浩特 010018)

**摘要:**通过研究被动式太阳能暖棚牲畜圈舍和主被动混合式太阳能暖棚牲畜圈舍的供热原理,给出了两种太阳能圈舍的基本结构和供暖系统,并对它们的特点作了比较,总结出在内蒙古农牧区推广使用主被动混合式太阳能暖棚牲畜圈舍可以有效解决牲畜过冬问题,大幅提高牲畜的饲料利用效果和生产性能,降低饲养成本和幼畜死亡率,真正解除严寒对畜牧业发展的制约。

**关键词:**被动式太阳能暖棚;主被动混合式太阳能暖棚;牲畜圈舍;温室效应

**中图分类号:**TK51

**文献标识码:**A

### Study on the application of the mixed solar barn in the agricultural and pastoral areas of Inner Mongolia

YAO Hong, BAI Hai-ping, KONG Sheng-gui

(Inner Mongolia Agricultural University, Mongolia Hohhot 010018, China)

**Abstract:** By studying the heating principle of the passive solar warm livestock shed and the active and passive mixed solar warm livestock shed, this paper gave the basic structure of two solar sheds and heating system, and compared their characteristics. We summarized to promote the use of active and passive mixed solar warm livestock shed could efficiently solve problems that livestock over winter in the agricultural and pastoral areas of Inner Mongolia. It enhanced greatly use efficiency and performance of livestock feed, reduced feeding costs and mortality rates of young animals, really made the development of stockbreeding to release from cold constraints.

**Key words:** passive solar warm shed; active and passive mixed solar warm shed; cattle's shed; greenhouse

在内蒙古的经济发展中,畜牧业的发展占据着十分重要的地位。但由于冷季漫长,猪、牛、羊等牲畜在寒冷的季节需要消耗大量的体能,直接影响到牲畜的生长、育肥、繁育,甚至造成幼畜的死亡率升高,提高了养殖成本,降低了经济效益。为解决这一问题,近些年来,在内蒙古农牧区推广使用太阳能暖棚圈舍,它可以利用太阳能的光能使圈舍的温度升高,又能保留畜体产生的温度,使圈舍的温度保持在一定的范围内,有效解决了牲畜过冬问题,提高牲畜的饲料利用效果和生产性能,具有保温好、降低饲养成本和幼畜死亡率等优点,解除了严寒对畜牧业发展的制约,使圈舍利用率和周转率明显提高,深受广大农牧民的欢迎。

### 1 被动式太阳能暖棚牲畜圈舍

#### 1.1 原理

所谓被动式太阳能暖棚牲畜圈舍,其原理就是在圈舍顶覆盖塑料薄膜或玻璃,在白天利用阳光辐射使圈舍内产生温室效应,提高温度。

舍内温室效应产生的原因可根据黑体辐射原理加以解释(以玻璃舍顶为例):

玻璃的辐射透射率随辐射波长变化的特点是:(1)对于紫外辐射( $\lambda < 0.4\mu\text{m}$ ),其透射率几乎为零;(2)对于可见光和近红外辐射( $0.4\mu\text{m} < \lambda < 3.0\mu\text{m}$ ),其透射率最大,约在80%以上;(3)对于中远红外辐射( $\lambda > 3.0\mu\text{m}$ ),其透射率较小。大部分

收稿日期:2010-03-08

基金项目:内蒙古自治区自然科学基金项目(200711020111)

作者简介:姚虹(1961-),男,内蒙古呼和浩特市人,副教授,从事物理学和太阳能应用的教学与研究。

被玻璃所吸收。

太阳辐射可近似看作温度为 6 000K 的黑体辐射,其辐射的电磁波能量主要集中在 0.25 ~ 3.0 $\mu\text{m}$  的可见光和近红外区域,太阳辐射的电磁波必须穿过厚厚的大气层才到达地面,由于大气对太阳辐射中紫外和红外波段的电磁波吸收较多,到达地面的太阳辐射,其波长多在 0.25 ~ 2.5 $\mu\text{m}$  的范围内.因此.在研究地面上的太阳辐射能时只需考虑波长在 0.25 ~ 2.5 $\mu\text{m}$  范围内的太阳辐射。玻璃对于这部分太阳辐射恰好具有最大的透射率。此外,还应考虑地球表面的热辐射.由于地表温度比太阳表面温度低得多,所以地表辐射波谱主要集中在中远红外( $\lambda > 3.0\mu\text{m}$ )区域。玻璃对这部分热辐射恰好具有较小的透射率。即地表的热辐射大部分被玻璃所吸收很少能直接透过玻璃。

可见舍顶用普通玻璃建造的温室,可以使太阳辐射的电磁波能量顺利透过玻璃直接射入温室,被舍内地面和物体所吸收。从而提高舍内的温度。与此同时,舍内各物体也要辐射电磁波,其波长主要集中在中远红外波段,而这部分热辐射的能量极少能透过玻璃射出舍外,它们大都被圈舍玻璃所吸收又重新以热辐射的形式辐射回圈舍内.在这双重辐射影响下,圈舍内的温度要高于圈舍以外的温度,产生了温室效应。

较好的塑料薄膜(厚度为 0.1mm)对太阳的辐射透射率与玻璃相近,但对于  $\lambda > 5.0\mu\text{m}$  中远红外

辐射的透射率却高于玻璃,因此用塑料薄膜作舍顶的保温性较玻璃的差。表 1 给出了几种常用塑料薄膜和玻璃对不同波长电磁波的透射率。

在建造被动式太阳能暖棚牲畜圈舍时,可将墙体适当加厚,白天利用墙体吸收储存热能,在夜晚放出,并在圈舍顶加盖保温棉被,可使圈舍内在夜晚寒冷时保持一定的温度。

1.2 构造

目前普遍设计使用的被动式太阳能暖棚牲畜圈舍,座北朝南,棚顶南坡一面为塑料薄膜或玻璃覆盖,北坡一面为土木或砖木结构的屋面,在不覆盖时呈半敞棚状态,半敞棚占整个棚的 1/2 ~ 2/3。暖棚覆盖塑料或玻璃的一面可以是斜面式的,也可以是拱圆式的。

1.3 优势和存在的问题

它的优势是利用太阳能这个取之不尽用之不绝的天然能源,减少了煤炉取暖对环境的污染,符合低碳经济的发展方向;设计施工简单,建设周期短,建造成本低;圈舍棚顶容易固定,抗风、抗雪,保温性能较好;提高了牲畜的饲料利用效果和生产性能,降低了饲养成本,降低了成幼畜死亡率;明显地提高了使圈舍利用率和周转率。

这种被动式太阳能暖棚牲畜圈舍在一定程度

表 1 常用塑料薄膜和玻璃对不同波长电磁波的透射率  
Tab.1 The transmittance of common plastic film and glass in different wavelengths of the electromagnetic wave

| 电磁波  | $\lambda/\mu\text{m}$ | 无色透明<br>聚氯乙烯/% | 醋酸乙烯/% | 聚乙烯/% | 玻璃/% |
|------|-----------------------|----------------|--------|-------|------|
| 紫外辐射 | 0.28                  | 0              | 76     | 55    | 0    |
|      | 0.36                  | 20             | 80     | 60    | 0    |
|      | 0.32                  | 25             | 81     | 63    | 46   |
|      | 0.35                  | 78             | 84     | 66    | 80   |
| 可见光  | 0.45                  | 86             | 82     | 71    | 84   |
|      | 0.55                  | 87             | 85     | 77    | 88   |
|      | 0.65                  | 88             | 86     | 80    | 91   |
|      | 1.0                   | 93             | 90     | 88    | 91   |
| 红外辐射 | 1.5                   | 94             | 91     | 91    | 90   |
|      | 2.0                   | 93             | 91     | 90    | 90   |
|      | 5.0                   | 72             | 85     | 85    | 20   |
|      | 9.0                   | 40             | 70     | 84    | 0    |

上解决了内蒙古地区冬季牲畜圈舍采暖的需要,但也存在着一些明显的问题:

首先,由于圈舍的保温性能差,使得圈舍内昼夜温度变化较大;其次,圈舍通风条件差,尤其是夜晚为了保持舍温一般采取关闭通风口的做法,导致舍内换气量不足,造成舍内湿度过大,有害气体浓度高,空气污浊,细菌繁殖较快。这些原因都将对牲畜的生长产生不利的影响。

#### 1.4 对圈舍的改进

圈舍内昼夜温差大,主要是由于圈舍的保温性能差和夜晚没有热源补充热能造成的。针对这一原因,可以对圈舍进行一定的改进:

在圈舍内加装吸储热能的材料,使其在白天阳光照射下圈舍内温度较高时吸储热能,在夜晚圈舍内温度较低时释放热能,以维持圈舍内的最低温度。储热材料可以是水、聚苯板、砾石等,具体方法有:

1)采用水储热圈舍,是把装满水的金属桶或塑料桶等储水容器码放于圈舍内北侧。白天由于水温低于舍温,靠吸收太阳辐射和吸收圈舍热能储存热能,夜晚通过自然对流和热辐射释放热能。

2)采用聚苯板储热圈舍,是在圈舍北侧墙壁内用一次性发泡聚苯板加建一储热墙,要求将聚苯板双层错落放置,增强储热性能。白天靠吸收太阳辐射和吸收圈舍热能,夜晚通过自然对流和热辐射释放热能。

3)采用砾石储热的圈舍,是在圈舍地面下方建一砾石储热床,与圈舍有通风管道相通。白天在圈舍温度高时,靠风机将热空气吹入砾石床与砾石进行热交换储存热能,并将砾石床内已降低了温度的空气引入圈舍,可适当降低圈舍内的温度;夜晚用风机将圈舍内冷空气吹入砾石床,吸收热能后再引入圈舍内,达到升温的目的。

虽然采取以上方式可以使圈舍内夜晚的温度有所提高,但是由于储热材料在白天存储的热能有限,不能从根本上解决圈舍内夜晚温度较低的问题。

## 2 主被动混合式太阳能圈舍

为解决这些问题,可以将现已比较成熟的主动式太阳能供热技术与被动式太阳能暖棚牲畜圈舍技术结合起来,建成一种主被动混合式太阳能

暖棚牲畜圈舍。

所谓主被动混合式太阳能暖棚牲畜圈舍,就是在被动式太阳能暖棚牲畜圈舍的基础上,加装一套太阳能集热供暖系统,结合现已比较成熟的主动式太阳能供暖技术,克服了被动式太阳能暖棚牲畜圈舍存在的问题,使其更加科学。

#### 2.1 供暖系统

主被动混合式太阳能暖棚牲畜圈舍可采用以下两种太阳能集热供暖系统,第一种是以水为储热物质和循环工质的供暖方式;第二种是以砾石为储热物质,以空气为循环工质的供暖方式。

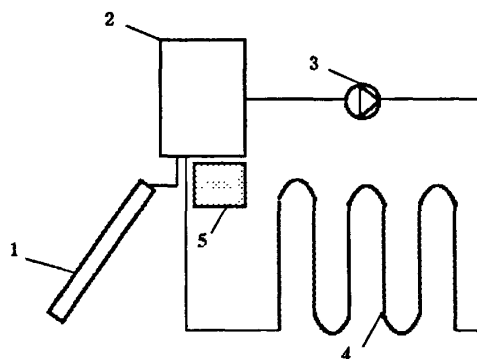


图1 以水为储热和循环工质的太阳能供暖系统

1-太阳能集热器; 2-储热水箱;  
3-循环泵; 4-采暖盘管; 5-辅助热源

Fig.1 Water as heat storage and working material for cycle of solar heating system

第一种供暖系统,如图1所示。白天集热时水泵不工作,太阳能集热器靠自然循环来加热储热水箱中的水;夜晚需要供暖时,热水循环泵开启,系统运行。系统可以手动控制,也可以配合自动控制系统进行控制。

这套系统中,太阳能集热器可使用普通的家用全玻璃真空管集热器,集热器的采光面积要占圈舍采暖面积的10%~20%。储热水箱采用开式储热水箱,储热水箱的容积可以根据太阳能集热器的面积确定。圈舍内采暖装置可采用地板辐射采暖或散热器辐射采暖,但地板辐射采暖要求水温在30~40℃之间就可以,而散热器辐射采暖要求水温须达到60℃以上,一般应采用地板辐射采暖,需要在圈舍内地板下铺设采暖盘管,构建地板辐射面。

若农牧户住宅院中建有沼气池,则可利用沼气作为辅助热源,对该系统中的循环水进行再加

热,以保证在吸储热能不足时给与必要的补充。

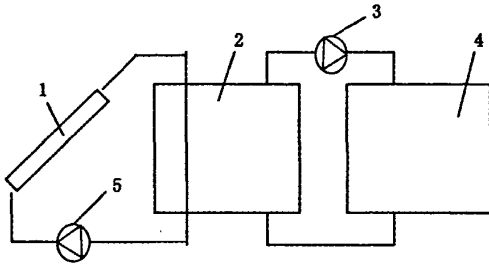


图2 以砾石为储热物质,空气为循环工质的太阳能供暖系统  
1-太阳能集热器; 2-砾石床; 3-风机; 4-圈舍; 5-风机  
Fig.2 Gravel as heat storage material and water as working material for cycle of solar heating system

第二种供暖系统,如图2所示。需要在圈舍地面下方建一砾石储热床,白天集热时,关闭砾石床与圈舍之间的通风管道,通过自然对流或风机强制对流,靠风机强制对流时需安装风机5,使空气在集热器和砾石床之间不断地循环,将在集热器中被加热的空气与砾石进行热交换,把热能储存起来。夜晚供暖时,关闭砾石床与集热器之间的通风管道,通过风机3使空气在砾石床和圈舍之间循环。

这套系统中,太阳能集热器是以空气为集热介质,因空气的比热容小于水的比容热,并且空气与集热器中吸热版的换热系数比水与吸热版的换热系数小得多,所需集热器的集热面积大。砾石床是储热器,当空气在其中流通时,通过热交换达到储热和放热的目的,具有换热面积大,空气流通阻力小及换热效率高等特点;砾石床既是储热器又是换热器,可降低系统的造价。

第一种供暖系统,其储热介质是水,比热容较大,可以用较小面积的集热器和较小体积的储热装置,但其集热器和系统管道在天气寒冷时易冻结。第二种供暖系统,不会出现冻结情况,使用方便简单,但由于空气的比热容小,故要求集热器的集热面积大。

## 2.2 圈舍的优势

混合式太阳能暖棚牲畜圈舍与被动式太阳能圈舍比较,它保留了原被动式太阳能圈舍的长处,还具有以下明显的优势:

由于增加了太阳能供暖系统,在夜晚圈舍内温度得以提升,解决了昼夜温差大的突出问题;由于是在地板下铺设采暖盘管,地面相对干燥,可抑

制细菌的过度繁殖,并且不占用圈舍内使用面积,不影响圈舍内的布局;可以在夜晚开放通风口,并可适当增大通风口面积,降低圈舍内湿度,使有害气体浓度下降。在寒冷的季节,为牲畜创造良好的生长环境。

## 3 结束语

主被动混合式太阳能暖棚牲畜圈舍可以有效的解决被动式太阳能暖棚牲畜圈舍的不足之处,使圈舍内的温度在夜晚保持在合适的水平,湿度降低,有害气体浓度下降。

这种主被动混合式太阳能暖棚牲畜圈舍若在农牧区推广使用,可以有效解决牲畜过冬问题,大幅提高牲畜的饲料利用效果和生产性能,降低饲养成本、降低成幼畜死亡率,真正解除严寒对畜牧业发展的制约。

## 参考文献:

- [1] 马玉明.内蒙古资源大词典[M].呼和浩特:内蒙古人民出版社,1999.
- [2] 马文蔚,苏惠惠,陈鹤鸣.物理学原理在工程技术中的应用[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [3] 周长吉.现代温室工程[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [4] 顾红英.北疆地区养羊暖棚的建造技术[J].农村科技,2009(2):72.
- [5] 寇永谋.农村塑膜暖棚圈舍建设技术[J].农业科技与信息,2008(3):36-37.
- [6] 龙庆河.塑料膜暖棚养猪技术[J].农技服务,2008(12):87.
- [7] 罗运俊,何梓年,王长贵.太阳能利用技术[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [8] 张开黎,于立强.太阳能利用中的储热技术[J].建筑热能与通风空调,2000,20(2):22-26.
- [9] 田琦.太阳能地板辐射采暖若干问题的探讨[J].华北工学院学报,2001,22(2):153-156.
- [10] 赵敬源,邱永亮.主动式太阳能建筑在西北地区的应用前景[J].西北建筑工程学院学报(自然科学版),2001,18(4):81-84.

(责任编辑 刘存英)

# 混合式太阳能圈舍在内蒙古农牧区应用探究

作者: 姚虹, 白海平, 孔生贵, YAO Hong, BAI Hai-ping, KONG Sheng-gui  
作者单位: 内蒙古农业大学, 内蒙古, 呼和浩特, 010018  
刊名: 河北工程大学学报(自然科学版)   
英文刊名: JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING (NATURAL SCIENCE EDITION)  
年, 卷(期): 2010, 27 (2)  
被引用次数: 1次

## 参考文献(10条)

1. 马玉明 [内蒙古资源大词典](#) 1999
2. 马文蔚;苏惠惠;陈鹤鸣 [物理学原理在工程技术中的应用](#) 2001
3. 周长吉 [现代温室工程](#) 2003
4. 顾红英 [北疆地区养羊暖棚的建造技术](#)[期刊论文]-[农村科技](#) 2009 (02)
5. 寇永谋 [农村塑膜暖棚圈舍建设技术](#)[期刊论文]-[农业科技与信息](#) 2008 (03)
6. 龙庆河 [塑料膜暖棚养猪技术](#)[期刊论文]-[农技服务](#) 2008 (12)
7. 罗运俊;何梓年;王长贵 [太阳能利用技术](#) 2005
8. 张开黎;于立强 [太阳能利用中的储热技术](#)[期刊论文]-[建筑热能通风空调](#) 2000 (02)
9. 田琦 [太阳能地板辐射采暖若干问题的探讨](#)[期刊论文]-[华北工学院学报](#) 2001 (02)
10. 赵敬源;邱永亮 [主动式太阳能建筑在西北地区的应用前景](#)[期刊论文]-[建筑科学与工程学报](#) 2001 (04)

## 本文读者也读过(10条)

1. 郑同超, 咎林森, 格桑罗布, ZHENG Tong-chao, ZAN Lin-Sen, GESANG Luo-bu [论青藏高原绿色牦牛产业化发展](#)[期刊论文]-[家畜生态学报](#)2005, 26 (3)
2. 李健 [太阳能暖圈的研究与应用](#)[期刊论文]-[农村科技](#)2010 (4)
3. 赵明轩, 姬永莲, 吴丽嵩, [甘肃牦牛业现状及发展前景](#)[期刊论文]-[中国乳业](#)2008 (10)
4. 高丽英, 尚海忠, [海西州牦牛生产现状及发展思路](#)[期刊论文]-[畜牧与兽医](#)2008, 40 (12)
5. 薛白, XUE Bai, [环青海湖地区天然草场牦牛的环境容纳量](#)[期刊论文]-[中国草食动物](#)2001, 3 (2)
6. 丁新伟, 朱欢, [新疆天山牦牛业发展对策](#)[期刊论文]-[新疆畜牧业](#)2008 (1)
7. 王锦文, 马黎明, 索南仁青, [贵南县牦牛品质退化的原因与改良措施](#)[期刊论文]-[草业与畜牧](#)2010 (2)
8. 刘群生, 王春彦, 高文峰, 浦绍选, 王波, 施藩国, [集热调温被动式温室](#)[期刊论文]-[太阳能](#)2000 (1)
9. 刘勇涛, 江明锋, 邓康云, 陈智华, 文勇立, 王永, [四川牦牛业可持续发展的有利条件、制约因素及对策](#)[期刊论文]-[四川畜牧兽医](#)2006, 33 (10)
10. 杨跃峰, [日光温室单层膜与双层膜覆盖热效率比较](#)[期刊论文]-[青海农技推广](#)2005 (3)

## 引证文献(1条)

1. 张宝来, 高德营, [温室蔬菜大棚内温度的物理解释](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2011 (23)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hbjzkjxyxb201002014.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb201002014.aspx)