生物质能清洁供暖在温室大棚中的应用

祁帅杰，时浩，马培勇

（合肥工业大学，安徽合肥230009）

摘要：近年来，我国各类相关政策的出台推动着生物质能不断发展。生物质能作为一种清洁的可再生资源，具有来源广泛、环保经济等特点。文章通过对生物质能的供暖特性以及温室大棚的供暖现状等方面进行分析，提出一种基于生物质能的大棚供暖系统。该系统由温室大棚、生物质锅炉、二氧化碳储罐、蒸汽喷雾器、翅片散热器等部分组成，系统通过生物质锅炉为温室大棚提供热量以维持适宜温度，生物质燃料燃烧产生的二氧化碳和水蒸气收集后用于调控大棚的二氧化碳浓度及湿度。该系统在实现对温室大棚环境智能调控的基础上节约资源，降低排放，同时也在一定程度上促进了农村生物质资源的回收和利用，为以后生物质能清洁供暖在温室大棚中的应用奠定基础。

目前，我国大部分温室大棚仍采用散煤燃烧的方式取暖，效率低且易产生一氧化碳等有毒气体，对农户自身安全以及大气质量的影响十分严重。而常见的电采暖、空气能采暖以及太阳能采暖等方式虽然安全性较高，但仍存在安装及运行成本高、容易受周围空气环境影响等缺点。虽然采用生物质锅炉对温室大棚进行供暖的前期成本较高，但采用合适的设计进行改进后，其应用在一方面能促进大棚内作物秸秆的回收利用，实现生物质资源的自产自销，从而降低成本；另一方面锅炉燃烧排出的气体清洁无污染，产生的二氧化碳又能促进作物的生长，达到一炉多用的效果。本研究提出了一种基于生物质能的温室大棚清洁供暖方案，旨在为以后生物质能清洁供暖在温室大棚中的应用奠定基础。

1生物质能供暖

生物质能源作为世界第四大能源，是一种清洁的可再生能源，大多来源于植物光合作用所产生的有机物。根据其来源不同，可将生物质能分为林业资源、农业资源、生活污水和工业有机废水、城市固体废物以及畜禽粪便五类[1]。我国农村大量的农作物秸秆没有得到充分的利用，致使生物质资源浪费严重。2017年10月习近平总书记提出乡村振兴战略；国家能源局指出要让生物质能在农村清洁取暖中发挥更大的作用；2017年12月，我国多部委联合发布《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》中制定了4种清洁供暖方式，其中就有包括生物质能的可再生能源供暖方式；2019年7月，国家能源局综合司发函对《关于解决“煤改气”“煤改电”等清洁供暖推进过程中有关问题的通知》征求意见，提出因地制宜拓展多种清洁供暖方式，宜电则电、宜气则气、宜煤则煤、宜热则热，在农村重点发展生物质能供暖；我国的生物质能供热方式大致分为生物质热电联产和生物质成型燃料供热两类，据估算2019年生物质供热面积可达4.8亿平方米[2]；2020年和2021年国务院发布的中央一号文件《中共中央、国务院关于抓好“三农”领域重点工作确保如期实现全面小康的意见》和《中共中央、国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》中再次表明国家对“三农”（农村、农业、农民）的重视，即对农村发展、农业振兴和对农民人居环境的重视。因此，通过有效利用农村丰富的生物质能源来实现人居环境的清洁供暖也是“三农”工作和乡村振兴的关键。

采用生物质能进行清洁供暖，一方面能够充分利用农村丰富的资源（如玉米、小麦等秸秆），缓解生物质资源浪费的同时能够减轻农村居民在取暖方面的经济负担，实现农村生物质资源的自产自销；另一方面，传统散煤燃烧的取暖方式产生的一氧化碳、氮氧化物等有毒气体对居民自身健康以及大气环境造成危害，根据我国《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）的规定，目前新建锅炉的二氧化硫排放浓度不能超过50mg/m^3，氮氧化物排放浓度不超过200mg/m^3，颗粒物排放浓度不超过20mg/m^3，而采用高效清洁的生物质燃烧技术能够有效降低污染物的排放，进而减轻大气污染；此外，生物质资源的有效利用，也在一定程度上缓解了煤炭、石油等能源的紧张，优化了资源配置，保障了国家的能源安全。

2温室大棚供暖现状

我国现有的温室大棚供暖主要有土法供暖、热风供暖、热水供暖、浅层地热供暖、太阳能供暖和复合供暖等方式[3-4]。

土法供暖是一种较为传统的供暖方式，即农户自己采用散煤、煤气炉等方式直接燃烧供暖。该供暖方式成本较低，但需要通过排烟管道将燃烧产生的废气和灰尘排出，否则易造成农户一氧化碳中毒，危害自身健康及大棚环境。同时土法供暖的效果受供暖面积影响，无法维持温室大棚的温度恒定。

热风供暖与热水供暖是通过电加热或燃煤加热设备向大棚内输送较高温度的空气或采用热水炉与散热器进行供暖，

是目前最常见的供暖方式。两种供暖方式的供暖效果较好，运行稳定，易维持大棚室内温度的恒定，但电加热方式运行成本较高，燃煤加热方式会产生一氧化碳等气体污染物以及灰尘颗粒物，而且热风供暖的高温度空气会对大棚内的湿度造成影响，从而影响作物生长。

地热供暖以及太阳能供暖是通过从外部环境中获取地热能和太阳能并通过散热设备进行供暖的方式。这两种供暖方式节能环保，对作物生长影响较小，但供暖效果易受环境影响。复合供暖即采用多种供暖方式结合对大棚进行供暖，虽然效果较好，但投资及运行成本昂贵，农户难以负担。

3基于生物质能的温室大棚供暖系统

3.1系统结构与原理

大棚内作物的生长需要适宜的光照、温度、二氧化碳浓度和养分等。该系统综合利用了生物质锅炉释放的热量调节大棚温度，产生的二氧化碳在大棚内部通过作物的光合作用实现能量的利用与碳循环。因此，在温室大棚外部围绕生物质锅炉设置了配套的烟气除尘装置、蒸汽发生装置和二氧化碳储罐等，大棚内部设置蒸汽出口、翅片散热器和二氧化碳释放器等，内外部由管道进行连接。生物质燃烧器加热锅炉产生水蒸气为大棚内部提供水分，保证大棚内部湿度。锅炉排出的烟气经过除尘过滤后输送到翅片散热器与大棚内部进行热量交换以调节大棚温度，随后最终汇集到二氧化碳储罐贮存用于调节大棚内部二氧化碳浓度。温室大棚外部生物质锅炉及烟尘处理装置如图1所示。

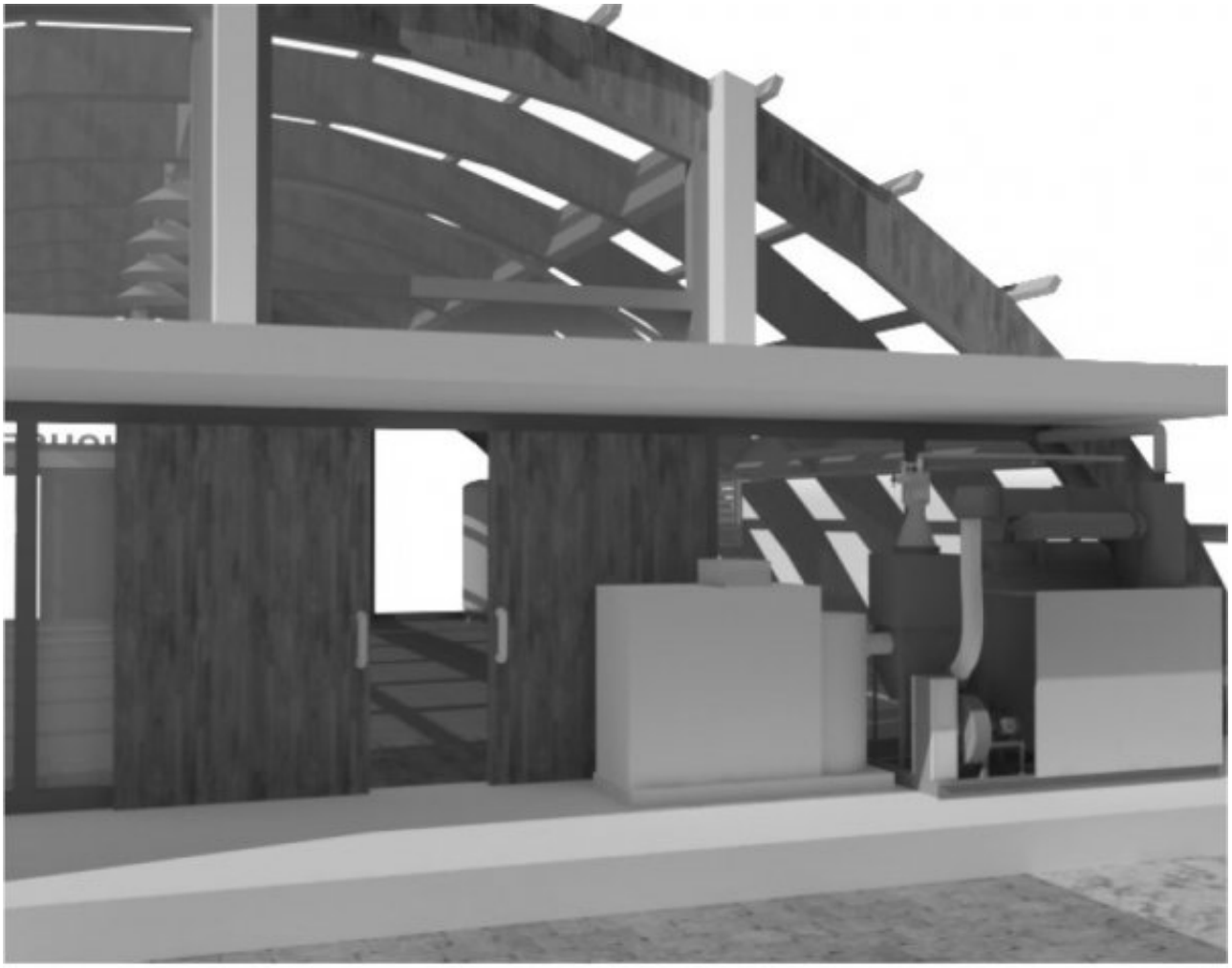

图 1 温室大棚外部生物质锅炉及烟尘处理装置

温度是作物生长的关键因素，表1所示为一般农作物不同生命活动所需温度。通过对作物生长环境温度控制，使作物处于适宜生长的环境中，有利于缩短作物的成长周期。对于一些需要糖分积累的作物，在夜间提供合适的温度调整作物的呼吸作用，有利于提高作物的品质。

表 1 一般农作物不同生命活动所需温度

功能	生长/℃	光合/℃	呼吸/℃
最高温度	40	35-40	50
适宜温度	25-35	20-25	36-46
最低温度	-10	0-5	-10

翅片散热器是一种使用最为广泛的换热设备之一，它是通过在普通的基管上加装翅片来达到强化传热的目的。热烟气在翅片散热器处与大棚环境进行大量的热量交换。为达到更好的温度调节效果，可以通过对大棚内部的热流场分析确定翅片散热器最佳分布位置，使翅片散热器的布置更加合理。此外位于大棚顶部的蒸汽出口除了湿度调节的目的外也具有为大棚升温的功能，可以进行辅助控温。温室大棚内顶部蒸汽喷雾器如图2所示。

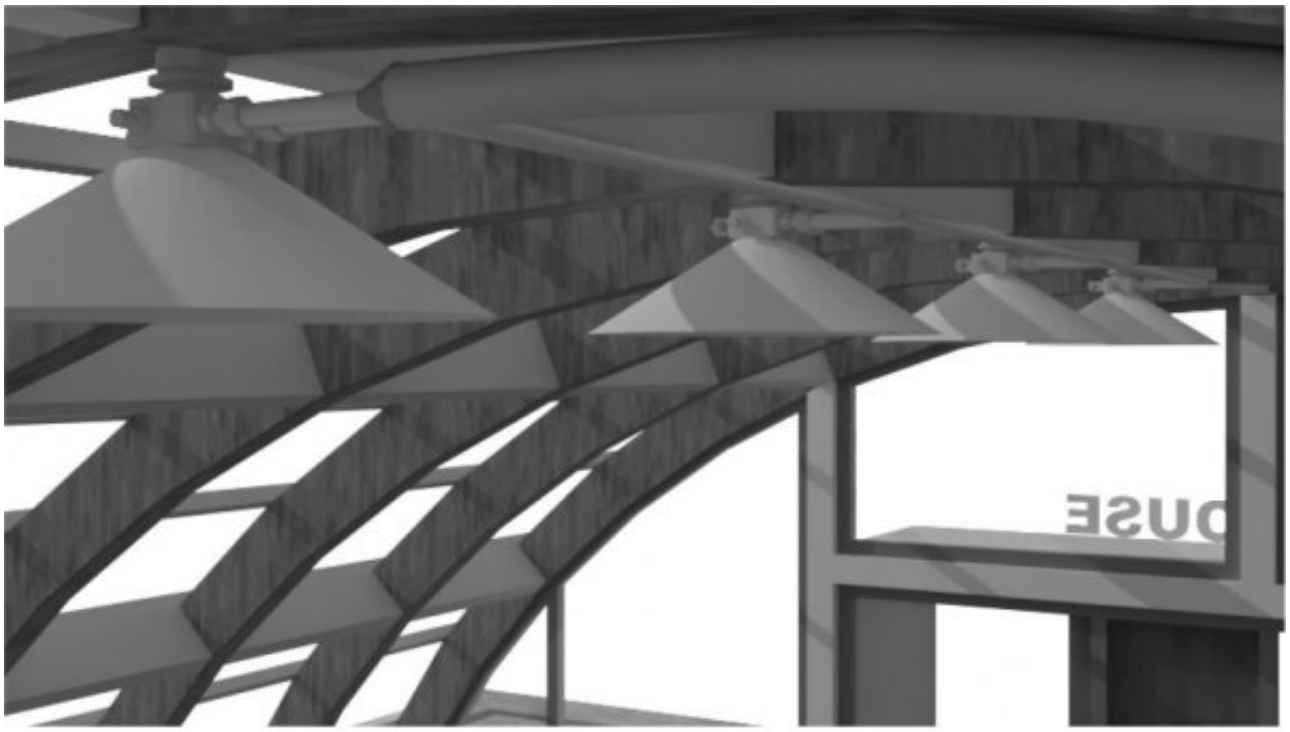

图 2 温室大棚内顶部蒸汽喷雾器

二氧化碳是作物进行光合作用的反应物，是作物生长的原料。温室大棚二氧化碳浓度的大小也直接影响到农作物的生长，由于农作物处于密闭的环境，随着时间的推移，大棚内的二氧化碳浓度会逐渐降低，为满足作物的生长需求，需要对温室大棚的二氧化碳浓度进行调控。大棚中二氧化碳来源主要是生物质燃烧过程中释放的二氧化碳，经过管道最终运输到二氧化碳储罐中进行贮存，需要时再进行释放，对大棚内的二氧化碳进行补充。温室大棚内翅片散热器及二氧化碳储罐分布如图3所示。

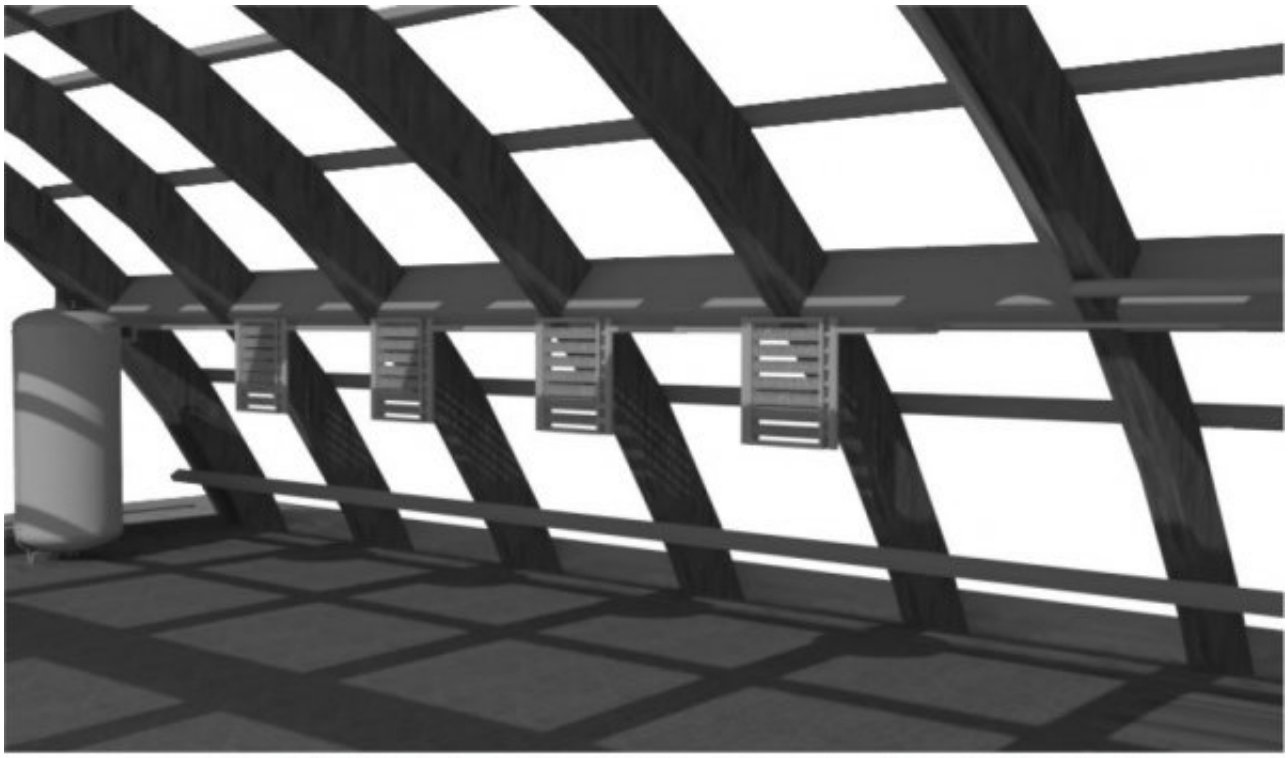

图 3 温室大棚内翅片散热器及二氧化碳储罐分布

系统中有温度、二氧化碳浓度、湿度等监控设备实时监测大棚内的环境参数。当温度低于设定值时，便启动生物质锅炉为大棚供暖，温度过高时可以通过通风的方式进行降温；当大棚内部二氧化碳浓度低于设定值时，开启二氧化碳储罐经由二氧化碳释放器释放，对大棚内的二氧化碳进行补充；当大棚内部湿度低于合适范围时，可以通过加热生物质锅炉进行加湿处理。

3.2系统优势分析

（1）系统采用生物质锅炉可以在降低燃烧污染提升燃烧效率的同时，充分利用农村生物质能源丰富的特点，就地取材，从而降低成本，有利于在大棚中推广应用。

（2）将生物质燃烧设备与温室大棚相结合的方式，充分利用生物质锅炉产生的热能对大棚进行温度调节，同时利用生物质锅炉产生的二氧化碳和水蒸气供给于大棚，达到一套生物质锅炉设备为温室大棚提供热量、水分以及二氧化碳的目的，实现碳的循环再利用，减少二氧化碳的排放，同时实现对温室大棚内温度的智能调控，为作物生长提供适宜的环境。

（3）本系统可以与物联网技术结合，通过大棚内的传感器对大棚内部的环境信息进行采集，经过智能系统分析后自动控制各设备工作，使大棚内外各单元高效稳定运行。

4结论

随着政府对“三农”工作和乡村振兴的不断推进，基于生物质能清洁供暖技术的应用前景十分巨大。农村的生物质资源丰富，加之温室大棚本身就会有作物秸秆等生物质资源产生，这就降低了生物质能清洁供暖的成本。本文根据生物质清洁燃烧特性，通过生物质锅炉与温室大棚的有机结合，提出了一种基于生物质能的温室大棚供暖系统方案，使该系统在维持温室大棚温度稳定的同时实现对大棚内湿度、二氧化碳浓度等环境因素的智能调控，为以后生物质能清洁供暖在温室大棚中的应用提供了一种新的思路。

参考文献：

[1]雷学军，罗梅健.生物质能转化技术及资源综合开发利用研究[J].中国能源，2010，32（1）：22-28.

[2]煤控研究项目散煤治理课题组.中国散煤综合治理研究报告[Z].2020.

[3]田忠静，王金辉，宋秀芹.我国塑料薄膜大棚取暖设备的研究现状及发展趋势[J].安徽农学通报，2013，19（Z1）：130-131.

[4]冯硕，胡文举，李德英.农业建筑中供暖方式及设备的选择[J].天津农业科学，2017，23（9）：78-81.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/180518.html