

石墨烯加热板/膜作为仔猪保温供热体的节能特性研究

朱晓明, 周昕, 徐杏, 肖华, 周卫东* (浙江省农业科学院畜牧兽医研究所, 浙江杭州 310021)

摘要 [目的]研究石墨烯加热板/膜作为仔猪保温供热体的节能特性。[方法]利用自行设计制作的能耗监测试验装置对市售石墨烯加热板、石墨烯加热膜和电阻丝加热板进行室温 15 ℃ 下的升温能耗试验、恒温 21 ℃ 的能耗试验。[结果]石墨烯加热板/膜升温至预设温度的时间和所需能耗均高于电阻丝加热板, 未能表现出明显的低能耗性能。[结论]市售石墨烯板/膜的节能性均略逊于电阻丝。

关键词 仔猪; 石墨烯; 节能

中图分类号 S26 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)24-0216-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.24.061

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the Energy-saving Characteristics of Graphene Heating Plate/Film as Heat Preservation Body for Piglets

ZHU Xiao-ming, ZHOU Xin, XU Xing et al (Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou, Zhejiang 310021)

Abstract [Objective] To study the energy-saving characteristics of graphene heating plate/membrane as the heat preservation and heating body for piglets. [Method] The energy consumption monitoring experiment device self-designed was used to conduct the energy consumption experiment of graphene heating plate, graphene heating film and resistance wire heating plate at room temperature of 15 ℃ and constant temperature of 21 ℃ respectively. [Result] The heating and thermostatic experiment showed that the time and energy consumption required to heat the graphene heating plate/film to the preset temperature were higher than the resistance wire heating plate, the graphene heating plate/film had no obvious low energy consumption performance compared with the electric wire heating plate. [Conclusion] The energy-saving properties of commercially available graphene sheets/films were slightly inferior to resistance wires.

Key words Piglet; Graphene; Energy-saving

幼龄畜禽是恒温动物, 其出生后体温维持和调节系统尚未完全发育, 适应外界环境温度的变化存在较大困难, 因此, 提供并维持合适的环境温度对于其生命安全和后续的健康生长发育至关重要^[1-3]。通常幼龄畜禽父母利用垫料和体温等为其维持体温提供热源和保温直至其能完全适应外界环境, 但是随着畜禽养殖业向集约化、规模化发展^[4-6], 这种由父母提供的庇护逐渐失去, 需要提供外来热源和保温措施协助幼龄畜禽维持体温直至其体温维持和调节系统发育完成后脱温。同时, 北方地区冬季环境温度对生长和成年畜禽生命健康也是威胁, 必要时也需要提供热源和保温措施。虽然在规模化畜禽养殖业中外来热源和保温的技术和设备研究与应用已取得较好的进展, 但运行的热源设备普遍存在着能耗大、加热效率低、维修保养不便、运行成本高、安全隐患突出等问题, 迫切需要研发节能、安全的新型热源和保温设备及材料。

石墨烯是一种新型二维平面结构的纳米碳材料, 相比于其他碳质材料, 理论上讲其特殊的原子层结构使其表现出非常优异的电学、热学和力学等性能^[7-10]。用石墨烯制作的加热板/膜以远红外辐射的方式均匀传播热能, 具有发热快、发热均匀、效率高等优点^[11]。该研究利用模拟的猪舍环境和仔猪保温箱, 通过升温时间、恒温能耗监测, 研究比较了石墨烯加热板/膜、电阻丝加热板的加热性能及节能特性, 以期为后续畜禽养殖业节能、安全的新型热源设备研发提供依据。

1 材料与与方法

1.1 材料 该研究热源分别为市售石墨烯加热板、石墨烯加热膜、电阻丝加热板(图1)。石墨烯加热板 120 cm×50 cm×

1.2 mm, 发热体为石墨烯层; 石墨烯加热膜 105.0 cm×52.5 cm×0.8 mm, 发热体为石墨烯层; 电阻丝加热板 100 cm×55 cm×20 mm, 发热体为电阻丝。

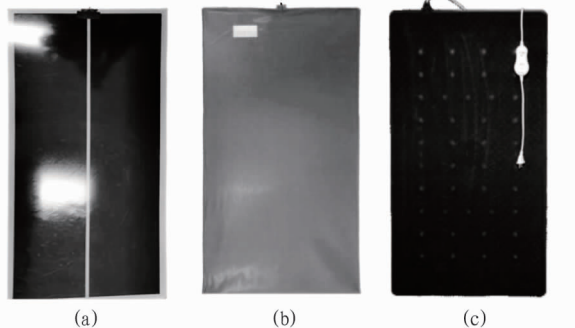


图1 石墨烯加热板(a)、石墨烯加热膜(b)、电阻丝加热板(c)
Fig.1 Graphene heating plate (a), graphene heating film (b), resistance wire heating plate (c)

1.2 仪器与装置 仔猪保温箱 1 300 mm×600 mm×600 mm, 用厚度为 5 mm 三合板材自制(图2); 智能电表: 上海民熔电气 DDS-D-LDC, 可同时监测电量、电压、电流和功率; 温控系统: 上海恒远电气直源温控仪搭载 PT100 型温度传感器; 自制试验装置实物见图2, 主视图和左视图见图3。

1.3 试验装置工作流程 自制能耗监测试验装置工作流程见图4。

1.4 测定方法 将石墨烯加热板、石墨烯加热膜和电阻丝加热板分别放入3个独立的自制仔猪保温箱, 分别连接好电路并完成调试, 进行能耗监测: 在温控仪上设定好目标温度, 分别记录初始温度、电量、时间后通电, 记录各自的电压、电流和瞬时功率, 每 24 h 记录一次温度、电量、电压、电流和瞬时功率。

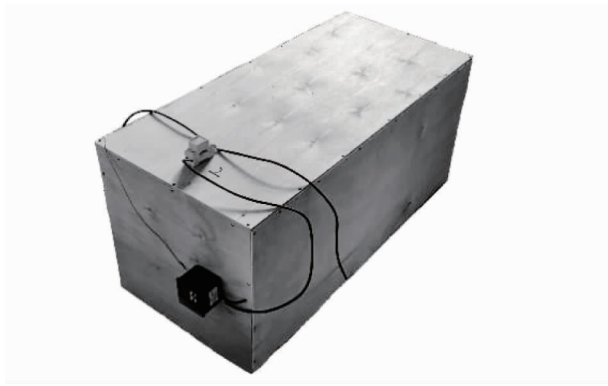


图2 实物图

Fig.2 Object picture

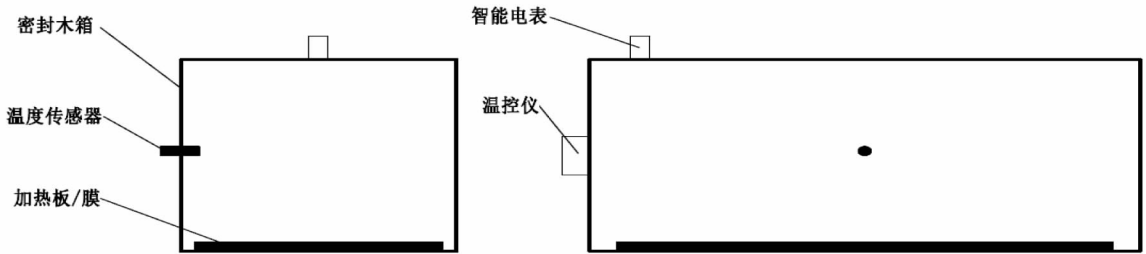


图3 自制能耗监测装置主视图(a)、左视图(b)

Fig.3 The main view (a) and left view (b) of the self-made energy consumption monitoring device

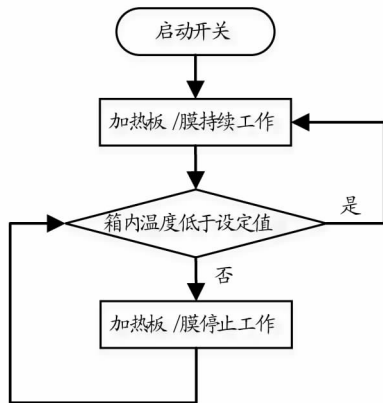


图4 自制能耗监测装置工作流程

Fig.4 Work flow of self-made energy consumption monitoring device

每日室温为 12、11、14、14、14、14、15 °C。结果显示:3 种加热材料能耗未出现明显差异,石墨烯加热板/膜较电阻丝加热板未表现出明显的低能耗性能(图 5)。

表 1 不同加热材料能耗

Table 1 Energy consumption for different heating materials

材料名称 Material name	电量 Electricity quantity // kW·h	到达温度时间 Time to temperature // h
石墨烯加热板 Graphene heating plate	0.9	6.13
石墨烯加热膜 Graphene heating film	0.9	6.33
电阻丝加热板 Resistance wire heating plate	0.6	4.70

实际能耗和理论能耗计算:以第一天 08:00 至第二天 08:00,实际的能耗定为 1 d 的能耗,理论能耗以每天 08:00 记录的瞬时功能×24 h/1 000 计算。

2 结果与分析

2.1 室温 15 °C 下的升温 and 能耗 在室内温度 15 °C 的环境下,预设加热温度 25 °C,结果显示:3 种材料加热至预设温度时间分别为 6.13、6.33、4.70 h,能耗分别为 0.9、0.9、0.6 kW·h (表 1)。电阻丝加热板加热至预设温度所用时间最短、所需能耗最低,石墨烯加热板/膜加热至预设温度的时间和所需能耗相近。

2.2 恒温 21 °C 的能耗 将自制能耗监测装置的恒温值设置为 21 °C,持续监测每日的耗电量,监测时间为 3 月 11—17 日。

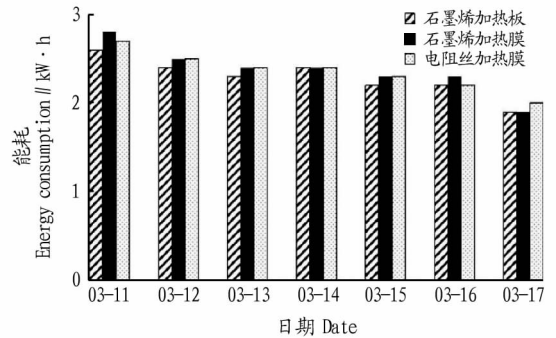


图5 3种加热材料每日保温能耗

Fig.5 Heat preservation energy consumption per day for three heating materials

无论石墨烯材质加热板还是电阻丝加热板均为纯电阻型电路,电能转换为热能遵循焦耳定律, $Q = W = Pt = (U^2/R)t$, 如表 2 所示,石墨烯材料在整个试验初始时和恒温条件下石墨烯

表 2 不同加热材料电阻值变化

Table 2 The resistance value changes of different heating materials

材料名称 Material name	11 °C 时 电阻 Resistance wire at 11 °C // Ω	21 °C 时 电阻 Resistance wire at 21 °C // Ω	21 °C 恒温 7 日能耗 Energy consumption for 7 days at 21 °C // kW·h
石墨烯加热板 Graphene heating plate	386	388	16.0
石墨烯加热膜 Graphene heating film	388	387	16.6
电阻丝加热板 Resistance wire heating plate	371	396	16.5

表8 产能核算结果对比

Table 8 Comparison of productivity caculation results

乡镇名称 Name of towns	新核算 总产能 Total prod- uctivity by new accou- nting method 万 t	原核算 总产能 Total productivity by original accounting method 万 t	实际 产能 Actual prod- uctivity 万 t	耕地 面积 Culti- vated land area hm ²
百丈山 Baizhang Mountain	0.24	0.29	0.15	267.52
赤岸镇 Chi'an Town	9.66	7.73	6.87	7 073.26
赤田镇 Chitian Town	9.60	7.30	4.49	6 415.44
东风垦殖场 Dongfeng Reclamation Farm	0.54	0.69	0.39	579.89
冯川镇 Fengchuan Town	0.69	0.63	0.47	560.67
甘坊镇 Ganfang Town	0.66	0.71	0.36	631.12
干洲镇 Ganzhou Town	7.98	6.62	6.01	5 439.93
会埠镇 Huibu Town	8.26	6.53	4.66	5 176.75
柳溪乡 Liuxi Township	0.35	0.40	0.35	379.69
罗市镇 Luoshi Town	3.17	2.40	1.56	2 067.21
上富镇 Shangfu Town	2.61	2.13	1.28	1 765.78
石溪办事处 Shixi Office	0.59	0.84	0.31	754.64
宋埠镇 Songbu Town	6.65	6.08	4.16	4 770.59
仰山乡 Yangshan Township	0.56	0.70	0.43	666.77
澡溪乡 Zaoxi Township	0.76	0.98	0.42	845.10
澡下镇 Zaoxia Town	2.43	2.40	1.68	1 961.01
总计 Total	54.75	46.43	33.59	39 355.37

(上接第 217 页)

加热板电阻值变化很小,说明其功率稳定,电阻丝加热板在 21 ℃ 时功率比在 11 ℃ 时功率低了 6.31%。

石墨烯加热板与石墨烯加热膜的发热体为相同材质,石墨烯加热板没有包裹,石墨烯加热膜有包裹材料,其是否对热效率有影响需要进一步研究。石墨烯加热膜和电阻丝加热板的发热体不同且外部都有包裹材料,两者在恒温阶段能耗十分接近。

3 结论

该研究利用自行设计制作的能耗监测试验装置对石墨烯加热板、石墨烯加热膜和电阻丝加热板的保温节能特性进行了实时监测和比较分析,得到以下结论。

(1) 石墨烯材料的加热功率均高于电阻丝加热板,实际能耗与理论能耗相比,2 种石墨烯材料节能性均略逊于电阻丝。

(2) 恒温状态下石墨烯材料与电阻丝材料 24 h 能耗无显著差异。

(3) 石墨烯材料达到设置温度所需时间和电能均多于电

阻丝。指数要低于利用等指数;在东部,产能指数则要高于利用等指数,显现出“差地”越差、“好地”越好的情况,主要原因在于评价指标体系凸显了单个影响因素的重要性,在权重以及计算方法上也是如此,而原指标体系各因素在计算中因一部分影响因素的情况被掩盖,导致评价结果失真。

参考文献

- [1] 陈惠芳.富阳市耕地质量评价及生产能力核算研究[D].杭州:浙江大学, 2013.
- [2] 闫一凡,刘建立,张佳宝.耕地地力评价方法及模型分析[J].农业工程学报,2014,30(5): 204-210.
- [3] 冯艳斌.基于粮食安全的延安市耕地保有量研究[D].西安:长安大学, 2013.
- [4] 胡日查.库伦旗农用地产能核算研究[D].呼和浩特:内蒙古师范大学, 2010.
- [5] 纪聪,常显显,杨凤海,等.林口县农用地产能核算研究与成果分析[J].农产品加工(创新版),2009(10): 68-71.
- [6] 刘敬贤.农用地分等成果在基本农田调整划定中的应用研究[D].广州:广东工业大学, 2011.
- [7] 周子健.基于数量和质量的县域耕地整治潜力测算方法研究[D].北京:中国地质大学(北京), 2013.
- [8] 洪朝芳.基于土地利用总体规划的耕地产能变化及其效益研究[D].福州:福建农林大学, 2012.
- [9] 魏洪斌.基于土地整治的耕地质量评价与提升研究[D].北京:中国地质大学(北京), 2015.
- [10] 刘宁,俎晓静,郝莉莎,等.基于寻甸县农用地分等成果的耕地产能评价研究[J].现代农业科技,2012(2): 268-270,278.
- [11] 俞鹏程.基于综合产能的耕地整治生产潜力研究[D].武汉:华中科技大学, 2013.

阻丝。

参考文献

- [1] 陶秀萍,董红敏.低温对仔猪生产的影响及其机制[J].农业工程学报, 1997,13(S1): 60-64.
- [2] 李雪,李淑琴,关明阳.环境温度对猪的生理及生产性能的影响[J].黑龙江畜牧兽医,1995(2): 10-12.
- [3] 马塘,李宁,闫峻,等.缓解断奶仔猪应激的室内气候环控模式研究[J].安徽农业科学,2019,47(6): 100-102.
- [4] 王云龙,李保明.我国畜牧工程技术与产业化发展 20 年[J].农业工程学报,1999,15(S1): 1-5.
- [5] 申茂向,李保明.养殖业集约规模化与新型工业化[J].中国软科学,2005(12): 76-84.
- [6] 钱建佐.猪规模化养殖中存在的问题及应对策略[J].吉林畜牧兽医, 2020,41(3): 125,128.
- [7] 吴锡植,章振乾,卢密,等.石墨烯和石墨烯基复合材料的制备及其应用[J].中国科技纵横,2012(22): 46,48.
- [8] 任玉兰,宋航,姜兆宇,等.石墨烯性能及研究进展[J].牡丹江师范学院学报(自然科学版),2017(3): 43-46.
- [9] 辛蕾.石墨烯性能浅析及应用前景展望[J].工业技术创新,2016,3(4): 824-826.
- [10] 邢悦,郝思嘉,陈宇滨,等.浅谈石墨烯性能及前沿应用[J].新材料产业,2016(10): 24-30.
- [11] 焦天乙.石墨烯介电常数与热性能初步研究[D].沈阳:沈阳师范大学, 2020.