

农村生物质炉灶节能改造优化设计方案

马博海

辽宁省农业农村发展服务中心，辽宁省沈阳市，110032；

摘要:本报告聚焦农村生物质炉灶节能改造优化设计方案。随着农村经济发展和环保意识提升，传统生物质炉灶存在的能耗高、污染大等问题亟待解决。通过对农村生物质炉灶现状的深入分析，确定了节能改造的目标与原则，进而提出包括炉灶结构优化、燃烧技术改进和附属设备配置等方面的具体设计方案。阐述了改造实施步骤，涵盖炉灶选型评估、施工方案制定及质量控制验收。经分析，该方案预期具有显著的节能、环境和经济效益，应用前景广阔。

关键词:农村生物质炉灶；节能改造；优化设计；经济效益

DOI: 10.64216/3080-1508.25.04.025

在我国广大农村地区，生物质炉灶长期以来是居民炊事和取暖的主要设备。生物质能源具有可再生、来源广泛等优点，如农作物秸秆、薪柴等。然而，传统的生物质炉灶存在诸多弊端，不仅能源利用效率低下，造成大量能源浪费，还会产生较多污染物，对室内外环境造成污染，影响居民身体健康。在当前倡导节能减排、绿色发展的大背景下，对农村生物质炉灶进行节能改造优化具有重要的现实意义。通过科学合理的设计和改造，提高生物质炉灶的能源利用效率，减少污染物排放，既能满足农村居民的生活需求，又能促进农村生态环境的改善和可持续发展。

1 农村生物质炉灶现状分析

1.1 传统生物质炉灶的类型与特点

传统农村生物质炉灶主要有三种类型，分别是直燃式炉灶、半气化炉灶和气化炉灶^[1]。直燃式炉灶是最为常见的类型，它的结构简单，一般由灶体、炉膛、锅台等部分组成。其特点是操作简便，农民易于上手，只需将生物质燃料直接放入炉膛内燃烧即可。然而，这种炉灶的通风主要依靠自然通风，空气供给不足，导致燃料燃烧不充分，能源利用效率较低，通常热效率在15%~20%左右。而且燃烧过程中会产生大量的烟尘和有害气体，对室内外环境造成严重污染。

半气化炉灶在直燃式炉灶的基础上进行了一定改进。它在炉灶底部设置了气化室，燃料在气化室内进行不完全燃烧，产生可燃气体，然后这些可燃气体上升到燃烧室与二次空气混合后再次燃烧。半气化炉灶的热效率有所提高，一般能达到25%~35%，相对直燃式炉灶减少了部分烟尘排放，但仍然存在燃烧不稳定、气化效果不佳等问题。

气化炉灶则是较为先进的一种类型，它通过特殊的

设计使生物质燃料在缺氧的条件下进行热解气化，产生以一氧化碳、氢气等为主的可燃气体，然后将这些气体引入燃烧室进行充分燃烧。气化炉灶的热效率较高，可达40%~50%，而且燃烧较为充分，污染物排放相对较少。

1.2 现有炉灶存在的问题

现有农村生物质炉灶存在诸多问题，能源利用效率低是最为突出的问题之一。由于炉灶的设计不合理，如炉膛尺寸不合适、通风系统不完善等，导致生物质燃料不能充分燃烧。许多炉灶在燃烧过程中会出现明火直接从灶口喷出的现象，这不仅造成了能源的浪费，还存在一定的安全隐患。而且，燃料燃烧不充分会产生大量的一氧化碳、碳氢化合物等有害气体，这些气体不仅对环境造成污染，还会危害居民的身体健康。

污染物排放量大也是一个严重的问题。传统生物质炉灶在燃烧过程中会产生大量的烟尘、二氧化硫和氮氧化物等污染物。这些污染物排放到空气中，会导致室内外空气质量下降，尤其是在冬季，室内通风不畅时，高浓度的污染物会引发居民呼吸道疾病等健康问题。同时，大量的烟尘排放到大气中，也会对区域大气环境质量产生不利影响，加剧雾霾等环境问题。

2 节能改造优化设计目标与原则

2.1 设计目标

节能改造优化设计的首要目标是提高生物质炉灶的能源利用效率^[2]。通过对炉灶结构和燃烧技术的改进，使生物质燃料能够更充分地燃烧，将热效率提高到50%以上。这意味着相同数量的生物质燃料能够产生更多的热量，从而减少燃料的消耗，降低农民的生活成本。减少污染物排放也是重要目标之一。优化炉灶的燃烧过程，使燃料燃烧更加充分，降低一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物和烟尘等污染物的排放浓度。

2.2 设计原则

遵循实用性原则是节能改造的基础。设计方案要充分考虑到农村居民的实际需求和使用习惯,确保改造后的炉灶能够满足农村居民日常炊事和取暖等生活需求。炉灶的操作要简单易懂,方便农民使用,不需要复杂的专业知识和技能。同时,要考虑农村地区的实际情况,如生物质燃料的种类和供应情况,使炉灶能够适应不同类型的生物质燃料。

3 节能改造优化设计方案

3.1 炉灶结构优化设计

炉膛结构优化是提高炉灶性能的关键^[3]。合理设计炉膛的形状和尺寸,能够使生物质燃料在炉膛内充分燃烧。采用半球形或拱形炉膛,这种形状能够使火焰更加集中,提高燃烧温度,促进燃料的充分燃烧。同时,适当减小炉膛的直径,增加炉膛的高度,使燃料在炉膛内停留时间更长,提高燃烧效率。在炉膛内壁涂抹一层耐火材料,如耐火砖或耐火泥,能够减少热量散失,提高炉膛的保温性能。

锅灶匹配设计也十分重要。根据不同的锅具类型和尺寸,设计与之相匹配的灶口和锅支架。使锅具与灶口之间的间隙适中,既能保证火焰能够充分接触锅具底部,又能避免火焰外溢造成能源浪费。

通风系统优化是保证燃料充分燃烧的重要措施。采用强制通风系统,如安装小型鼓风机,能够提供充足的空气,使燃料燃烧更加充分。在炉灶底部设置进风口,通过调节进风口的大小和位置,控制进入炉膛的空气量,实现对燃烧过程的精确控制。

3.2 燃烧技术改进

采用半气化燃烧技术是提高燃烧效率的有效方法。在炉灶底部设置气化室,使生物质燃料在气化室内进行不完全燃烧,产生可燃气体。这些可燃气体上升到燃烧室后,与二次空气混合进行充分燃烧。半气化燃烧技术能够使燃料燃烧更加充分,提高热效率,同时减少污染物排放。通过优化气化室的结构和通风系统,提高气化效果,使可燃气体的产量和质量得到提升。

二次空气供给技术也是关键。在燃烧室周围设置二次空气入口,使空气在燃烧室内形成旋转气流,增加空气与可燃气体的混合程度,促进充分燃烧。二次空气的供给量和供给时间要根据燃烧情况进行合理调节,以达到最佳的燃烧效果。采用空气预热技术,将进入炉灶的空气先通过与高温废气进行热交换,提高空气的温度,从而提高燃烧温度和燃烧效率。

3.3 附属设备配置

为了提高炉灶的综合性能,需要配置合适的附属设备。安装余热回收装置是提高能源利用效率的重要手段。在炉灶的烟囱或烟道上安装余热回收器,利用废气中的余热加热水或空气。加热后的热水可以用于居民的生活中用水或取暖,加热后的空气可以作为二次空气进入炉灶,提高燃烧效率。余热回收装置能够将原本浪费的热量回收利用,进一步提高炉灶的能源利用效率。

配置高效的净化设备能够减少污染物排放。安装布袋除尘器或静电除尘器,对燃烧产生的烟尘进行过滤和净化,降低烟尘排放浓度。同时,安装脱硫脱硝设备,去除燃烧废气中的二氧化硫和氮氧化物等污染物,使排放的废气符合国家环保标准。

采用自动进料装置能够提高炉灶的操作便捷性。自动进料装置可以根据炉灶内的燃烧情况自动添加燃料,减少人工添料的劳动强度。可以采用螺旋输送机或皮带输送机等形式,将生物质燃料从燃料仓输送到炉膛内。自动进料装置还可以与智能控制系统相连,实现对燃料供给量的精确控制。

4 节能改造实施步骤

4.1 炉灶选型与评估

在进行节能改造之前,需要对农村现有的生物质炉灶进行全面的选型与评估^[4]。首先,对农村不同地区的生物质炉灶类型、数量和使用情况进行详细调查。了解农民对炉灶的使用需求和意见,包括炊事习惯、取暖需求等。根据调查结果,筛选出适合节能改造的炉灶类型。

对筛选出的炉灶进行性能评估。采用专业的测试设备和方法,对炉灶的热效率、污染物排放、燃烧稳定性等指标进行测试。评估炉灶的结构完整性和部件磨损情况,判断是否需要更换或维修。根据评估结果,将炉灶分为不同的等级,为后续的改造方案制定提供依据。

同时,参考市场上现有的节能炉灶产品,了解其技术特点、性能指标和价格情况。与相关的生产厂家进行沟通和合作,获取技术支持和产品信息。综合考虑炉灶的性能、价格、适用性等因素,选择最适合农村地区的节能改造方案。

4.2 改造施工方案

根据炉灶的选型与评估结果,制定详细的改造施工方案。明确改造的具体内容和步骤,包括炉灶结构改造、燃烧技术改进和附属设备安装等。确定施工人员的职责和分工,确保施工过程顺利进行。

在施工前,准备好所需的材料和设备。对材料和设备进行质量检验,确保其符合设计要求。在施工现场设置安全警示标志,采取必要的安全防护措施,确保施工

人员的人身安全。

施工过程中,严格按照施工方案进行操作。先进行炉灶结构改造,如炉膛的修复和改造、锅灶匹配调整等。然后进行燃烧技术改进,安装半气化装置和二次空气供给系统等。最后安装附属设备,如余热回收装置、净化设备和自动进料装置等。在施工过程中,要注意施工质量,确保各部件的安装牢固、连接紧密,避免出现漏气、漏水等问题。

4.3 质量控制与验收

建立严格的质量控制体系是确保改造效果的关键。在施工过程中,安排专业的质量管理人员对每一个施工环节进行监督和检查。对材料和设备的质量进行抽查,对施工工艺进行评估,及时发现和解决质量问题。

施工完成后,进行全面的验收工作。按照设计要求和相关标准,对改造后的炉灶进行性能测试。测试内容包括热效率、污染物排放、燃烧稳定性等指标。邀请相关专家和农民代表参与验收,听取他们的意见和建议。

5 预期效果与应用前景分析

5.1 预期节能效果

通过节能改造,农村生物质炉灶的能源利用效率将得到显著提高。预计改造后的炉灶热效率将提高到50%以上,相比传统炉灶提高20%-30%。这意味着在相同的炊事和取暖需求下,农民使用的生物质燃料将减少30%-40%。以一个普通农村家庭为例,每年可节约生物质燃料(如秸秆、薪柴等)约1-2吨。

5.2 环境效益

改造后的炉灶污染物排放将大幅减少。烟尘排放浓度将降低至国家标准以下,减少对室内外空气质量的污染。一氧化碳、二氧化硫和氮氧化物等有害气体的排放也将显著减少,有助于改善区域大气环境质量,减少雾霾等环境问题的发生。

减少污染物排放对居民的身体健康也具有重要意义。室内空气质量的改善能够降低居民患呼吸道疾病、心血管疾病等健康问题的风险。尤其是对于老人、儿童和孕妇等弱势群体,环境质量的改善将为他们提供更加健康的生活环境。

5.3 经济效益

节能改造后的炉灶具有显著的经济效益。农民通过节约生物质燃料,每年可节省一定的生活成本。同时,余热回收装置产生的热水和热空气可以满足部分生活

用水和取暖需求,进一步降低了能源开支。以一个农村家庭为例,每年可节约能源费用约500-1000元。从产业发展的角度来看,农村生物质炉灶节能改造将带动相关产业的发展。如炉灶制造、材料供应、设备安装和维护等行业将得到发展机遇,创造更多的就业机会。

5.4 应用前景

农村生物质炉灶节能改造具有广阔的应用前景^[5]。在我国广大农村地区,生物质能源资源丰富,如农作物秸秆、薪柴等。通过推广节能改造后的生物质炉灶,能够充分利用这些可再生能源,满足农村居民的生活需求。随着国家对节能减排和农村环境改善的重视,政府将出台更多的扶持政策,鼓励农村居民进行生物质炉灶节能改造。这将为该技术的推广应用提供有力的政策支持。

6 结论与展望

综上所述,对农村生物质炉灶进行节能改造优化具有重要的现实意义。通过对农村生物质炉灶现状的分析,明确了传统炉灶存在的能耗高、污染大、功能单一等问题。在此基础上,确定了节能改造的目标与原则,提出了包括炉灶结构优化、燃烧技术改进和附属设备配置等方面的具体设计方案。详细阐述了改造实施步骤,确保改造过程的科学性和规范性。未来,农村生物质炉灶节能改造技术还有很大的发展空间。要进一步加强技术研发,不断提高炉灶的性能和效率。研发更加先进的燃烧技术和智能控制技术,使炉灶能够根据不同的燃料类型和使用需求自动调整燃烧参数,实现更加精准的燃烧控制。

参考文献

- [1] 张玉. 全球家庭燃烧导致的室内细颗粒物污染暴露及健康风险评估[D]. 北京协和医学院, 2023.
- [2] 陈晓夫, 张伟豪, 刘广青, 等. 我国户用生物质炉灶的发展和应[J]. 可再生能源, 2010, 28(02): 118-122.
- [3] 张冲冲. 生物质成型燃料解耦燃烧实验与模拟[D]. 中国石油大学(北京), 2020.
- [4] 朱明. 中国农村能源行业发展建议[J]. 农业工程技术(新能源产业), 2011, (24): 1-5.
- [5] 李海熹. 生物质半气化炉性能影响因素研究及设计改进[D]. 北京化工大学, 2015.

作者简介: 马博海, 出生年月: 1982年09月, 性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 辽宁丹东, 学历: 本科, 研究方向: 能源环保。