

# 寒地村庄合并对生物质热电厂投资成本 与能源利用率的影响

张一飞<sup>1,2,3\*</sup>

1. 哈尔滨工业大学建筑与设计学院, 哈尔滨 150001;
2. 寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部重点实验室, 哈尔滨, 150001;
3. 安徽省城镇化建设协同创新中心, 合肥, 230000

**摘要:**中国的城市化进程正处于高速发展期,部分区域为了解决村庄人口外流造成的农业衰落问题而执行了村庄合并规划。在村庄合并规划环节中重新审视生物质热电厂的规模与数量问题,有利于展开对生物质热电厂投资成本与能源利用效率的研究,进而优化能源消费结构,推进可持续发展进程。通过预测城市化比例确定撤销村庄,将撤销村庄人口重新分配至保留村庄内,同时在人口稀少的区域新建镇分流部分人口。通过对比村庄合并规划前分散建设15座生物质热电厂与村庄合并规划后集中建设1座生物质热电厂两种情况下的分析数据得出结论:生物质热电厂采用集中建设模式比分散建设模式的投资成本低6.29亿元,且每年可节约秸秆87930.31吨,折价为2198.26万元。

**关键词:**寒地村庄;合并规划;生物质热电厂;投资成本;能源利用率

**中图分类号:**S24 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2736(2024)-0042-9

## 0 引言

农业生物质能源具有产量相对稳定的特点,生物质载体的收集、运输、能源转化及其衍生燃料都与其所处区域的农业用地、村庄的区位分布关系密切<sup>[1]</sup>。对于正处于城市化进程快速推进时期的发展中国家来说,伴随着人口向城市集中、村庄的房屋闲置与人口外流等现象,也产生了村庄合并与迁址重建的问题。在冬季热能需求巨大的寒冷地区,村庄合并规划不仅涉及到村庄撤销、人口再分配的问题,还涉及到生物质热电厂规模与数量之间的权衡与对比,选择不同模式会对整个区域生物质热电厂的投资成本与能源利用效率产生影响。

雷克斯<sup>[1]</sup>等人认为生物质收集点与仓库间距离、生物质产量、致密化效率等因素都会影响到生物质能源的运输与利用效率。康斯坦丁诺

斯<sup>[2]</sup>等人在对比分析秸秆与生物原油的运输成本以及加工成本后,认为从综合成本角度来看,生物原油并不具优势。麦德斯<sup>[3]</sup>等人致力于研究生物质固体燃料与液体燃料的铁路运输成本,认为液体燃料的运输成本更高,并且运输成本逐年上升。文献<sup>[1-3]</sup>在生物质能源供应与运输层面取得了研究成果,不过未涉及到与村庄相关的研究。莱斯<sup>[4,5]</sup>等人通过建立混合整数线性规划(MILP)模型来构建生物质能源与太阳能混合应用的生态村庄,并核算了能耗标准与运营造价,然而该项研究是基于单一村庄展开的,缺少系统性、网络化的区域性考量。卡米拉<sup>[6]</sup>等人通过建立生物质竞争力模型来分析用于分散式村镇供热的生物质潜能,不过该研究并未提出村镇合并优化的规划建议。胡开永<sup>[7]</sup>等人以河北迁安地区某农宅为基础,建立三维模型,采用 Trn-sys 对农宅能耗进行预测,通过实测数据对模型

基金资助:国家自然科学基金(项目编号:51578175),安徽省城镇化建设协同创新中心开放课题(项目编号:XTCX2024KF04)

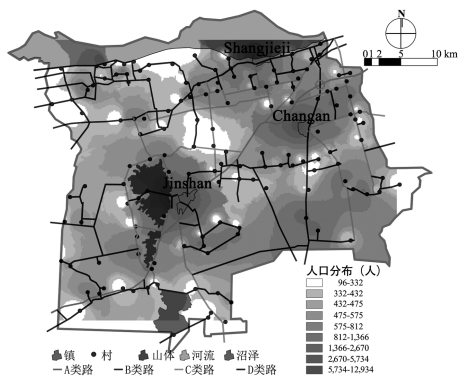


图1 区域内自然要素、村镇区位、人口分布与道路分布状态

进行验证,结果表明:合理利用天然气、生物质和太阳能成为减轻供暖经济负担、降低 CO<sub>2</sub> 排放的有效方法。黄思慧<sup>[8]</sup>等人提出一种以太阳能和生物质能作为热源的供暖系统,并通过两种模式对其进行性能分析:与传统的供暖系统相比,模式一的节能率高达 96.19%,模式二的节能率达到 59.09%;模式一的 PMV 为 -0.5,模式二的 PMV 为 -0.7;两种模式的热舒适性都良好。杨雨莹<sup>[9]</sup>等人构建基于改进层次分析法(AHP)-逼近理想解排序法(TOPSIS)的村镇太阳能+生物质能联合供暖综合评价模型,结果表明:案例4个准则评级依次为优秀、良好、优秀、良好,综合评价等级为良好。

上述文献在生物质能源运输与利用效率、不同生物质燃料形式的效率差异、生态村庄、村庄合并社会问题、农民再就业等方面取得了各种研究成果,不过同时考虑生物质热电厂综合能源利用效率与村庄合并规划的研究成果较为欠缺,因此本文将综合考虑这两方面因素以展开后续的分析过程。

### 1 方法:依托村庄合并状态确定综合能源利用效率算法

为了使研究具有延续性与扩展性,我们选择了与以前关于村镇人口密度的研究成果<sup>[10]</sup>相同的研究对象(图1)。该区域位于我国黑龙江省东北部,总面积 1586.16km<sup>2</sup>,包含3个镇与144个村庄。图1中A类路为高速公路,B类路为国

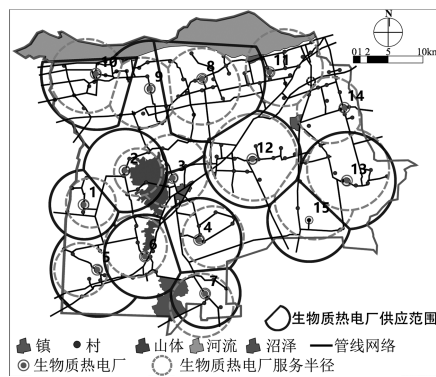


图2 “几个小的”建设模式下的生物质热电厂供应范围与服务半径

道、省道,C类路为县道,D类路为乡道。

在综合考虑村镇区位、人口分布、道路、山体、沼泽等因素的基础上,以生物质能源自给自足为前提的村庄合并规划涉及到的几个关键问题——缩减人口稀少村庄、扩建新村或新镇,将逐一展开进行讨论。

#### 1.1 确定撤销村庄标准

撤销村庄的筛选标准需要结合生物质能源自给自足的目标来设置。从文献《Effects of population density of a village and town system on the transportation cost for a biomass combined heat and power plant》<sup>[10]</sup>关于此区域的研究结果可以得知,除3个人口集中的镇外的其他村庄均具备生物质能源自给自足的条件,也就是说区域内的生物质潜能可以支撑所有141个村庄每年的电能与热能消耗需求。以往关于生物质热电厂的研究<sup>[11-14]</sup>始终围绕斯洛斯模式(一个大的还是几个小的更优)来展开争论,本文也将针对这一议题展开量化对比分析。本文的前置研究<sup>[10,15]</sup>中遵循的是村庄合并前的“几个小的”建设模式,本文在后续内容中将增加村庄合并后的“一个大的”建设模式来作为对比,通过运输成本、总体能源效率的对比来评判哪种建设模式更加适合于目标区域。

如图2所示,在“几个小的”建设模式下以8km作为热能传输阈值,目标区域需要建设15座生物质热电厂,其中11座直接为村庄服务的热电厂都能够实现生物质能源自给自足,而3座

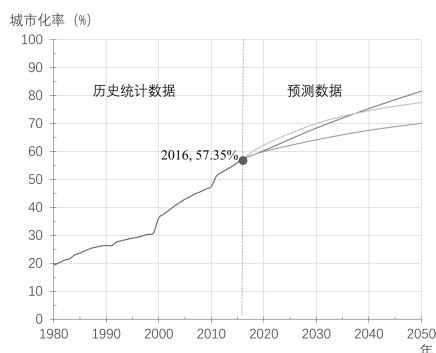


图3 中国城市化率历史统计数据  
与预测数据

为镇服务的生物质热电厂则不得不补充常规能源才能实现供需平衡<sup>[10]</sup>。这种建设模式其实是把有限的生物质能源优先供应给村庄使用,而供热技术进步以及热网传输距离不断提升等条件则提供了其他的资源分配可能性——在目标区域建设更少的生物质热电厂来为所有人口服务。在这种建设模式下,区域内有限的生物质能源将优先供应给 3 个镇,这就形成了村庄合并后的“一个大的”建设模式。我们将制定一种新的规划方案来与分散式规划方案展开对比,那就是整个区域只建设 1 座热电厂的规划方案。制定这种规划方案的前提则是确定保留与撤销村庄的数量,我们在此环节采用城市化程度的指标进行控制。文献<sup>[16]</sup>数据表明 2016 年中国城市化程度为 57.35%,多篇文献<sup>[17-19]</sup>的成果根据多种预测方法得到了多种预测数据(图 3),预计 2050 年城市化率分别为 70.12%、77.56%、81.63%。由于不同预测结果差异性较大,将制定出不同的村庄筛选标准进行对比分析。依据文献<sup>[20]</sup>数据可以得到研究区域历年人口数量变化趋势(图 4),研究区域内的村镇受到城市化与人口增长双重因素的影响(村庄向城镇集中,区域人口分布态势产生变化,但总量保持稳定),人口在相当长一段时间内趋于稳定<sup>[17-19]</sup>,因此,计算过程中 2050 年人口数采用 2016 年人口数据。

基于文献<sup>[17-19]</sup>的城市化率预测结果与人口统计数据<sup>[20]</sup>,运用公式(1)来对确定目标区域内

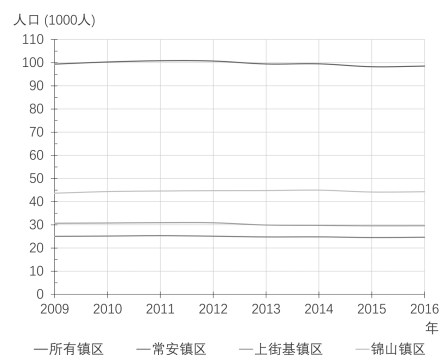


图4 各镇区人口与区域总人口  
近年变化趋势

村庄人口所需的缩减比例。

$$A = \frac{V - (P' - P'U')}{V} \quad (1)$$

式中,  $A$  为村庄人口所需的缩减百分比,  $V$  为村庄当前人口,  $P'$  为研究区域 2050 年预测总人口,  $U'$  为研究区域 2050 年城市化率。将图 3 与图 4 中的数据输入公式(1)进行计算,可以得到分别基于 2050 年城市化率预测的三种可能性(70.12%、77.56%、81.63%)的三种村庄人口缩减百分比(38.93%、54.13%、62.45%)。将 141 个村庄的人口数进行升序排列可以得到分布图(图 5),依据计算得出的缩减百分比(38.93%、54.13%、62.45%)三种数值下所对应的临界村庄人口数值分别为 446、513、546 人。也就是说,当需要缩减 38.93% 的村庄人口时,应当撤销人口在 446 人以下的村庄,同理可以推导 54.13%、两种情况下的数值。在去除人口少于 446 人以下村庄后可以得到村镇分布状态(图 6)。

从图 6 中可以看出,此次撤销行为对于东北部的村镇影响较小,该区域村庄分布密度仍然较高,人口也相对集中,而其他区域的村庄分布密度得到较大幅度的降低。为了尽可能适应远期高度城市化趋势,在后续分析过程中对人口 546 人以下的村庄全部加以撤销。基于较长时期内区域总人口保持不变的前提下,被撤销村庄的人口需要安置到区域内其他村镇中去,这就带来了另一个需要讨论的议题——扩建新村或新镇。

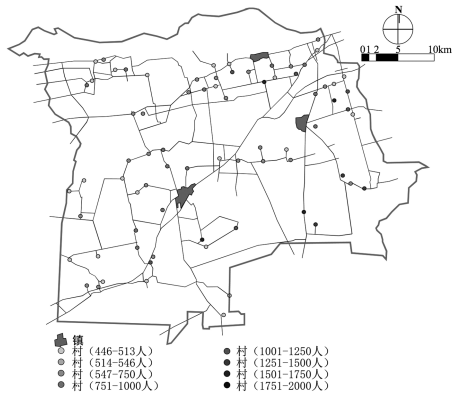


图5 村庄人口缩减百分比与对应临界村庄人口数

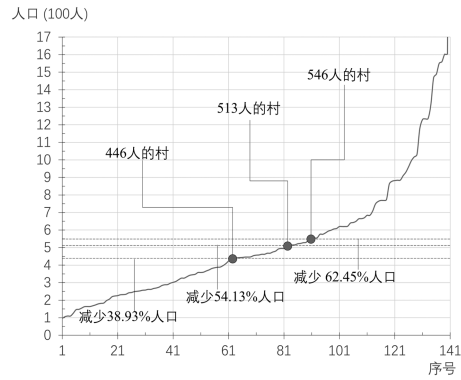


图6 撤销人口较少村庄后的村镇人口等级分布

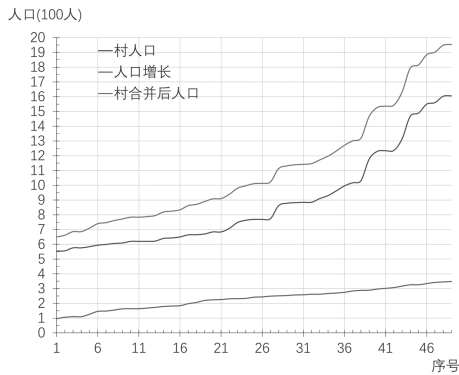


图7 村庄合并规划中各村庄对应增加人口数

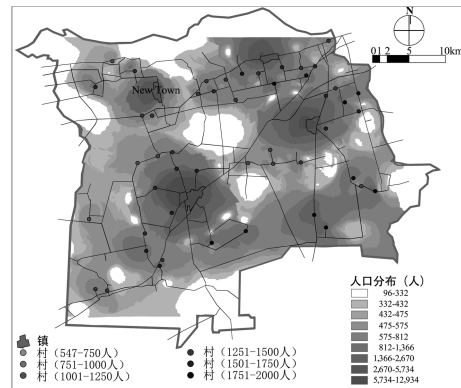


图8 村庄合并规划后的村镇人口分布状态

### 1.2 扩建新村或新镇

依托于扩建新村或新镇的前置条件,由图6可以看出研究区域内西北部地区村庄与人口稀少,可以作为人口迁移区域。从区域规划角度来进行分析,西北部地区应当建设一个新镇来平衡整个地区的人口密度。结合专家投票与多方案对比等综合措施的运用,确定了撤销村庄人口的再分配机制。在已经被确定撤销的91个村庄中,49个人口较少的村庄人口被合并到被保留的49个村庄中(图7),32个人口较多的村庄人口被合并到现有的3个镇中,10个人口最多的村庄人口重新组成了西北部的 Newtown,村庄合并规划后共4个镇、49个村(图8)。

对比图1与图8可以发现,执行村庄合并后区域内人口分布的极化效应加强,这种人口集聚态势将对区域内生物质热电厂应用各层面产生

影响。

## 2 结果:投资成本与综合能源利用效率分析

村庄合并规划以前采用的是“几个小的”建设模式,通过多个较小的生物质热电厂来满足区域需求,村庄合并规划之后人口分布趋于密集化,我们尝试采用“一个大的”建设模式,通过一个较大的生物质热电厂来满足区域需求。下面将通过投资成本与综合能源利用效率两方面的量化分析来验证这种尝试是否能够带来综合能源利用效率的提升。多个文献<sup>[21-22]</sup>的成果均表明,由生物质热电厂选址与距离造成的运输成本差异非常小,与投资成本以及能源利用率造成的资源浪费相比权重过低,因此后续分析内容不针对运输成本展开详细论述。

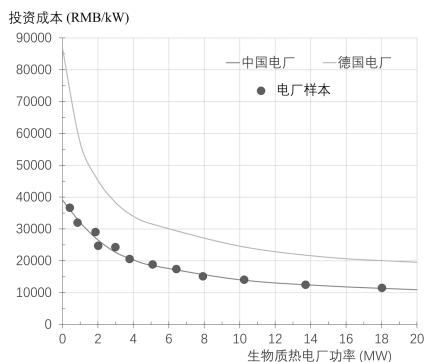


图 9 中德生物质热电厂规模与  
投资成本关系对比

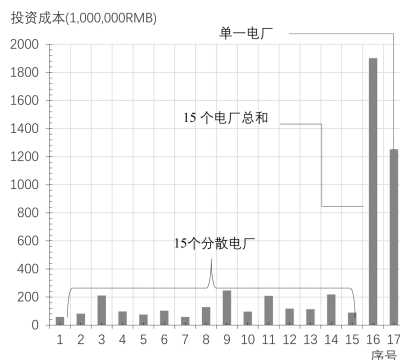


图 10 生物质热电厂分散与  
集中建设的成本差异

### 2.1 建设规模与投资成本的关系

将中国各地 12 座已建成生物质热电厂建设规模与投资成本间的关系<sup>[23]</sup>与德国相关研究结果<sup>[24]</sup>进行对比,可以得出分析结果(图 9)。由于中国土地获取、施工、人力等成本较低的原因,两国投资成本存在差异,但是生物质热电厂规模与单位发电量投资成本之间的关系均呈现为递减指数曲线形态。

按照图 9 中投资成本标准对图 2 中的 15 个生物质热电厂投资成本进行计算,将其结果与整个区域只建设一座生物质热电厂的情况进行对比,可以得到分析结果(图 10)。可以看出,在研究区域建设 1 座大型生物质热电厂的投资成本要比建设 15 座分散的中小型生物质热电厂的投资成本节约 6.49 亿元。

### 2.2 综合能源利用效率的计算方法

这里所说的综合能源利用效率是指最终居民可以使用的能源与原始生物质原料所蕴含的潜能的比值。在村庄合并规划以前,研究区域内拟建设 15 座生物质热电厂,每个生物质热电厂的能源利用率都有所不同,在综合文献<sup>[25-30]</sup>等几种算法后,区域综合能源利用效率可以参照公式(2)来进行计算。

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n M_i T_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (2)$$

式中, $E$  为整个生物质热电厂网络的整体能

源利用效率, $i$  为某个生物质热电厂的编号, $n$  为生物质热电厂的数量, $M_i$  为某个生物质热电厂消耗原料的理论潜能, $T_i$  为某个生物质热电厂的能源利用率。而当执行村庄合并规划后,区域内只需建设一座生物质热电厂,此时公式(2)中的  $E$  就直接代表唯一的这座生物质热电厂的能源利用率。

$M_i$  数值的确定依托于区域生物质潜能评估结果。在航拍图像与实地调研的基础上获取了当地水稻、小麦、玉米、高粱等多种农作物的种植区域,结合农业部门统计数据<sup>[20]</sup>计算出农作物的平均单产潜能,得到历年生物质潜能评估数据(表 1)。

村庄合并前存在 15 个生物质热电厂,因此公式(2)中的  $n$  取值为 15,而表 1 中的生物质潜能则被划分为如图 2 各个供应范围所示的 15 份,公式(2)中的  $M_i$  数值也得以确定。

不同等级的生物质热电厂具有不同的  $T$  值,依据中国各地 12 座已建成生物质热电厂的数据,可以得到关系曲线(图 11),这些生物质热电厂的能源利用率集中在 45% - 80% 区间范围内。运用 Arcgis 对区域内村镇区位与道路体系进行分析,可以确定集中建设生物质热电厂的选址及服务区域(图 12)。从图 12 可以看出,村庄合并规划使人口更加集中于几何中心区域,3.1 与 3.2 的论述表明这种集中可以更加高效地利用能源,节约投资资金。

表 1 历年生物质潜能评估

	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
单位面积秸秆理论潜能(GJ/hm <sup>2</sup> )	82.43	82.37	81.86	81.97	82.15	82.02
作物种植面积(hm <sup>2</sup> )	138340	138217	138604	138576	138543	138588
生物质理论潜能(TJ)	11403.37	11384.93	11346.12	11359.07	11381.30	11367.01

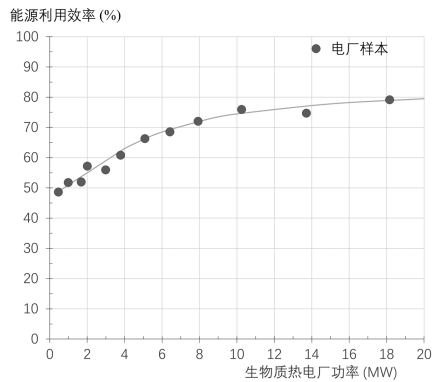


图 11 生物质热电厂总功率与能源利用率的关系

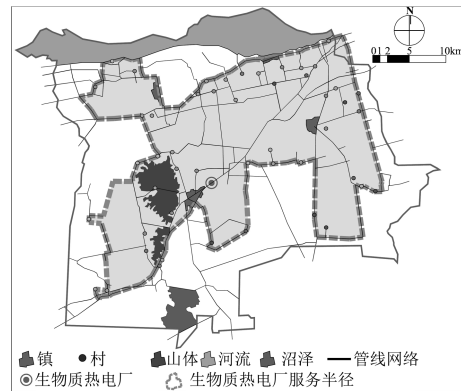


图 12 集中建设模式下生物质热电厂服务区域

将分散建设 15 个生物质热电厂以及只建设 1 座生物质热电厂所对应的生物质潜能与能源

利用率数据进行整理,可以得到结果(表 2)。

表 2 运输成本测算数据

热电厂编号	供应范围 (hm <sup>2</sup> )	生物质潜能 (TJ)	服务人口	总功率 (MW)	能源利用率 (%)
分散建设-1	5967.62	489.46	1717	2.18	55.3
分散建设-2	9203.94	754.91	2835	3.60	61.4
分散建设-3	8645.62	709.11	16572	21.02	79.8
分散建设-4	8137.11	667.41	4109	5.21	66.2
分散建设-5	8091.67	663.68	2916	3.70	61.8
分散建设-6	8805.52	722.23	4735	6.01	68.5
分散建设-7	5992.96	491.54	1991	2.53	57.1
分散建设-8	15700.17	1287.73	7187	9.12	73.9
分散建设-9	9050.16	742.29	4967	6.30	68.7
分散建设-10	9607.61	788.02	4077	5.17	66.1
分散建设-11	7848.77	643.76	15045	19.08	79.3
分散建设-12	12628.99	1035.83	6150	7.80	71.9
分散建设-13	12058.44	989.03	5247	6.66	69.2
分散建设-14	8960.17	734.91	17175	21.79	79.9
分散建设-15	7889.84	647.12	3769	4.78	65.7
集中建设-1	138588.57	11367.03	98492	124.94	80.0

将表 2 中的数值代入公式(2)进行计算,可以得出分散建设 15 个生物质热电厂的综合能源利用效率为 69.16%,而集中建设 1 个生物质热电厂的综合能源利用效率为 80%。按此标准进行换算,集中建设模式每年可以节约农业生物质 87930.31 吨,折价为 2198.26 万元。依托于目前的供热传输技术,供应半径在 15-20 公里以内均处于较为经济的范围,而本文研究范围内建设单一热电厂可以满足这一需求。

### 3 结论

通过上述讨论以及推导分析过程可以得出以下结论:

(1)中国的城市化进程导致村庄人口向外迁移,催生了村庄合并规划编制工作。在城市化进程与人口增长的双重影响下,2050 年以前研究区域内村镇人口总量保持稳定。

(2)在研究区域内集中建设 1 座生物质热电厂的投资成本比分散建设 15 座生物质热电厂的投资成本低 6.49 亿元。

(3)在研究区域内集中建设 1 座生物质热电厂的综合能源利用效率比分散建设 15 座生物质热电厂的综合能源利用效率高 10.84%,每年可节约农业生物质 87930.31 吨,折价为 2198.26 万元。

#### 参考文献(References):

- [1] Rex T. L. Ng, Christos T. Maravelias. Economic and energetic analysis of biofuel supply chains [J]. Applied Energy, 2017, 205(8): 1571-1582.
- [2] Konstantinos B., Konstantinos A., Kyriakos D. P., et al. Economic Evaluation of Decentralized Pyrolysis for the Production of Bio-oil as an Energy Carrier for Improved Logistics towards a Large Centralized Gasification Plant[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017, 35(3): 57-72.
- [3] Md. S. R., Sandra D. E., Erin S., et al. Estimating the variable cost for high-volume and long-haul transportation of densified biomass and biofuel [J]. Transportation Research Part D, 2014, 19(4):

40-55.

- [4] Wai S. H., Haslenda H., Jeng S. L. Integrated biomass and solar town concept for a smart eco-village in Iskandar Malaysia (IM) [J]. Renewable Energy, 2014, 69(2): 190-201.
- [5] Haslenda H., Wai S. H., Jeng S. L., et al. Integrated biomass and solar town: Incorporation of load shifting and energy storage [J]. Energy, 2014, 75(4): 31-39.
- [6] Kamila V., Jaroslav K., Jan W., et al. Model for evaluation of locally available biomass competitiveness for decentralized space heating in villages and small towns [J]. Renewable Energy, 2018, 129(5): 853-865.
- [7] 胡开永, 刘峰, 吴秀杰, 胡芸清, 郑怡, 田绅. 基于 Trnsys 能耗预测的村镇建筑不同供能方式碳-经济分析[J]. 综合智慧能源. 2023, 45(08): 64-71.
- [8] 黄思慧, 李洁, 陆红梅, 蔡永斌. 太阳能联合生物质供暖系统热性能和能源特性的分析[J]. 石河子大学学报(自然科学版). 2023, 41(06): 704-710.
- [9] 杨雨莹, 任晓芬, 张景, 薛道荣, 韩成明, 杨胜东. 基于改进 AHP-TOPSIS 的村镇太阳能+生物质能联合供暖综合评价[J]. 太阳能学报. 2024, 45(02): 342-350.
- [10] Yifei Z., Chunpeng Q., Yi L. Effects of population density of a village and town system on the transportation cost for a biomass combined heat and power plant [J]. Journal of Environmental Management, 2018, 223(6): 444-451.
- [11] Mirkouei A., Haapala K. R., Sessions J., et al. A mixed biomass-based energy supply chain for enhancing economic and environmental sustainability benefits: A multi-criteria decision making framework [J]. Applied Energy, 2017, 206(11): 1088-1101.
- [12] Daianova L., Dotzauer E., Thorin E., et al. Evaluation of a regional bioenergy system with local production of biofuel for transportation, integrated with a CHP plant [J]. Applied Energy, 2012, 92(4): 739-749.

- [13] Apfelbacher A., Conrad S., Schulzke T. Ablative Fast Pyrolysis – Potential for Cost Effective Conversion of Agricultural Residues [J]. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2014, 33(10): 669 – 675.
- [14] Golecha R., Gan J. B. Biomass transportation cost from field to conversion facility when biomass yield density and road network vary with transport radius [J]. *Applied Energy*, 2015, 164(2): 321 – 331.
- [15] Yifei Z., Jian K. Effects of the distribution density of a biomass combined heat and power plant network on heat utilisation efficiency in village – town systems [J]. *Journal of Environmental Management*, 2017, 202(8): 21 – 28.
- [16] National Bureau of Statistics of the People’s Republic of China, *China Statistical Yearbook (2017)* [J]. China Statistics Press, 2017.
- [17] Shantong L., Sanmang W., Chunliang G. Forecast and analysis of urbanization speed in China [J]. *Development Research*, 2017, 34(11): 19 – 22.
- [18] Yan Z., Zhilong H. Review of the level and speed of urbanization in China [J]. *Urban Studies*, 2010, 17(11): 1 – 6.
- [19] Luying L. Perplexity of Inflection Point at 50% Urbanization Level: A Comparative Study on Rapid Urbanization of Typical Countries [J]. *Urban Planning Forum*, 2013, 57(3): 43 – 49.
- [20] Fujin bureau of statistics. *Fujin statistical yearbook (2017)* [R]. 2017: 13.
- [21] Zhan Z., Lisheng W., Peidong Z., et al. Collection path optimization and transportation cost analysis of regional stalk resource [J]. *Renewable Energy Resource*, 2009, 27(3): 102 – 106.
- [22] Shuhua Y., Tingzhou L., Xiaofeng H., et al. Study on economical radius of collected straw in biomass fuel cold compression molding [J]. *Transactions of the CSAE*, 2006, 22(10): 132 – 134.
- [23] Qingyou Y., Jie T. Evaluation of China Biomass Power Generation Industry Efficiency [J]. *Operations Research and Management Science*, 2015, 24(2): 173 – 179.
- [24] Rafal S., Dietrich S., Ursula E. Current status of bioenergy technologies in Germany [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 72(1): 801 – 820.
- [25] Veronika D., André P. C. Efficiency and economy of wood – fired biomass energy systems in relation to scale regarding heat and power generation using combustion and gasification technologies [J]. *Biomass and Bioenergy*, 2001, 21(2): 91 – 108.
- [26] Amit K., Jay B., Peter C. Biomass power cost and optimum plant size in western Canada [J]. *Biomass and Bioenergy*, 2003, 24(6): 445 – 464.
- [27] Dai J., Liu G., Xu T., et al. Research on heat – electricity ratio’s affecting factors of heating unit [J]. *Huadian Technology*, 2013, 35(12): 7 – 11.
- [28] Liu L., Han B., Zhang R. Heating’s economic analysis for CHP units based on heat – electricity ratio [J]. *District heating*, 2010, 36(1): 64 – 66.
- [29] Chuntian L., Lei X. Economic analysis of heating network’s heating distance [J]. *China science and technology information*, 2011, 18(11): 223 – 224.
- [30] Minghao W. Discuss about long distance transmission technology of large heating network [J]. *District Heating*, 2017, 36(3): 100 – 103. .

---

**作者简介:**

第一作者/通讯作者:张一飞,1979年生,男,黑龙江富锦人,博士,哈尔滨工业大学建筑与设计学院,副教授,主要研究方向为建筑设计及其理论。Email:29598757@qq.com

---

## The Impact of a Cold Village Merger Plan on the Investment Cost and Energy Utilization Ratio of Biomass CHP Plants

ZHANG Yifei<sup>1,2,3\*</sup>

(1. School of Architecture and Design, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China;

2. Key Laboratory of Cold Region Urban and Rural Human Settlement Environment Science and Technology, Ministry of Industry and Information Technology, Harbin 150001, China;

3. Collaborative Innovation Center of Urbanization Construction in Anhui Province, Hefei 230000, China)

**Abstract:** China's urbanization process is rapidly developing. Thus, it is imperative to implement the village merger plan to address the decline in agriculture caused by the outflow of village populations. Re-evaluating the scale and quantity of biomass combined with heat and power (CHP) plants in the village merger planning process is beneficial for analyzing the investment costs and energy utilization ratios of biomass CHP plants and optimizing the energy consumption structure and promoting sustainable development processes. Predicting the extent of urbanization is useful in determining the abandonment of villages, where the populations are redistributed to other villages, while new towns are simultaneously built in sparsely populated north-western areas for relocated portions of the population. By comparing the analyzed data of the construction of 15 biomass CHP plants before the village merger plan and the centralized construction of a biomass CHP plant after the village merger plan, the investment cost of a biomass CHP plant that adopts a centralized construction mode is determined to save 629 million RMB Yuan, compared with a plant adopting a decentralized construction mode. Additionally, 87,930.31 tons of straw can be saved annually, which is equivalent to 21.92260 million Yuan.

**Key words:** cold village; merger plan; biomass CHP plant; investment cost; energy utilization ratio