北方户用生物质可燃气的用量与成本分析

庄新姝[1]，董良杰[1]，谢玉先[2]，王茂华[1]，赵晓玲[3]

（1.吉林农业大学工程技术学院 长春130118；2.中国人民解放军军需大学农业经济管理系 长春130062；3.吉林省优质农产品中心 长春130062）

摘要：针对生物质气化可燃气在北方采暖期和非采暖期不同的供能方式，进行了用气量及成本的研究与分析计算，得出不同采暖月份单位建筑面积的采暖耗气量，并与用煤、薪材及秸秆采暖所需费用进行了对比。结果表明：生物质可燃气采暖费用（扣除秸秆原料费）与用煤采暖费用相当；结合地炕采暖，可燃气费用与用薪材、秸秆采暖费用相当。

将生物质气化生成可燃性气体为农村居民供燃，是近年来在我国蓬勃发展并大力推广的一项新技术。该技术适合我国国情，它的推广应用是我国农村生活用能的一次重大变革。目前，除吉林省外，在山东、北京、天津、辽宁、黑龙江、海南等省市已推广300余处。该技术充分利用秸秆等农林废弃物，使农民用上了优质的气体燃料，对改善农民生活质量、缩小城乡差距、建设生态农业具有重要意义。生物质气化可燃气供应北方生活用气量在采暖期和非采暖期有着显著差别，非采暖期主要用于炊事；而采暖期进行采暖的同时可完成炊事。本文分别就这两个时期户用生活用气量与成本进行了分析计算，以期为生物质气化技术在北方农户的推广应用提供理论依据。

1生物质气化供应北方户用生活用能的方式

1.1非采暖期的供能方式

目前，北方农区生物质气化可燃气非采暖期主要用于炊事。供能方式为：用灶具完成煮饭烧水，灶具一般是大气式燃烧器，炊事热效率45%~55%。可燃气用量随每户人口数、饮食习惯、季节不同而有所差异。对一些生物质气化集中供气示范点进行统计，每户平均炊事用气量约为6m^3/d，可燃气单价按0.15元/m^3
计，农户每月需支付可燃气费用约27元。

1.2采暖期的供能方式

北方农区采暖期（以吉林省中部长春地区为例）从11月初到次年3月末，约150d，采暖的同时可完成炊事。根据北方农民的生活习惯、传统用能方式、现有的采暖方式及将来的发展趋势，可将采暖方式归纳为以下4种。

1.2.1落地炕或架空炕采暖北方农村传统的集取暖、休息多功能于一体的火炕，历史悠久，符合农民生活习惯且成本低廉。考虑我国北方大部分农村的经济条件，在目前及今后较长时间内仍为主要采暖方式。落地炕是传统旧式火炕，目前推广应用较先进的是高效预制组装架空炕，该炕型较传统落地炕散热面积大、热效率高、美观、安装方便，适合北方农区应用。

1.2.2架空炕（或落地炕）结合土暖气采暖在北方较富裕的农区及小城镇，多采用架空炕（或落地炕）结合土暖气进行采暖。无架空炕的农户可用落地炕，燃气炉同时完成供应暖气热水、加热火炕及部分炊事活动。这种方式简便适用，采暖效果好，只是成本较前者高。

1.2.3单用土暖气采暖随着农村经济的发展，农民生活水平的提高及农村土地资源的日益珍贵，在农村兴建楼房将是发展趋势。而农村要实现集中供暖较难，故将来的农村楼房可能全部用土暖气采暖或个别房间用架空炕采暖。

1.2.4架空炕与地炕结合采暖地炕建在室内地下，炕面是地面的一部分，约占房屋建筑面积的1/6，炕深1.2~1.3m，以锯末、树叶、稻壳、秸秆等农林废弃物为原料。一个采暖期投2~3次料，燃料在炕中阴燃供暖。随着节能地炕的推广，架空炕与之相结合采暖，必将成为充分利用生物质资源、节省可燃气的一种较科学的采暖方式。

2采暖用气量的计算与成本分析

2.1农宅保温性能的确定

以北方农村平均住房面积70m^2

（长10m，宽7m，高2.8m）来计算，住宅各部分保温措施按照《民用建筑节能设计标准》及参考文献[2]规定如下：

外围护墙：东、北及西面墙均为500mm厚夹心砖墙，内层240mm，外层120mm，中间夹120mm厚珍珠岩或聚苯乙烯；南墙为370mm厚实心砖墙，各墙里外抹石灰浆20mm，冬季传热系数为0.37W/（m^2·℃）。

房顶：设天棚上放置200mm厚锯末、珍珠岩或聚苯乙烯，传热系数为0.49W/（m^2·℃），平顶房顶要求达到相同的热阻。

地面：设置300mm厚灰渣保温层水泥地面，传热系数为0.27W/（m^2·℃）。

门：0.9m×1.9m双层木门，亮子0.5m×0.9m，传热系数为2.33W/（m^2·℃）。

窗：北窗小，南窗大，二层玻璃结构，北窗3扇共7.2m2，南窗2扇共17.5m^2，传热系数均为1.74W/（m^2·℃）。

换气渗透次数：以每小时全房更换一次计。

2.2农宅热负荷系数计算

针对选定的北方典型农宅，以墙体中心线为计算基线，夹心墙以室内墙体为计算基线，则农宅热负荷系数计算见表1。

由表1可知：U·A的累加结果为：159.24W/℃。

农宅热负荷系数为：L℃=159.24×24×3600/1000=1.376×10^4kJ/（℃·d），说明农宅每天室温升高1℃，需要热量1.376×10^4kJ。

单位建筑面积热负荷系数为：SL℃=1.376×10^4/70=196.55kJ/（m2·℃·d），即农宅单位建筑面积每天室温升高1℃，需要热量196.55kJ。

目前农村非节能建筑的单位建筑面积热负荷系数高达300~350kJ/（m2·℃·d）[2]，大约是节能建筑的1.5~1.75倍。

表1　北方典型农宅热负荷系数计算

Table 1. Calculation of heat load coefficient of typical rural house in the north

围护结构 Surrounding compose	计算尺寸/(m×m) Dimension	面积 A/m^2 Area	传热系数 $U/[W\cdot(m^{-2}\cdot℃^{-1})]$ Heat transfer coefficient	传热系数 U×面积 A/(W·℃$^{-1}$) Heat transfer coefficient U×Area A
东墙 East wall	6.32×2.8	17.70	0.37	6.55
西墙 West wall	6.32×2.8	17.70	0.37	6.55
北窗 North window	1.5×1.6×3	7.20	1.74	12.53
北墙 North wall	(9.00×2.8)-7.20	18.00	0.37	6.66
南门 South door	(0.9×1.9)+(0.9×0.5)	2.16	2.33	5.03
南窗 South window	3.8×2.3×2	17.48	1.74	30.42
南墙 South wall	(9.00×2.8)-17.48-2.16	5.56	0.37	2.06
房顶 Roof	9.00×6.32	56.88	0.49	27.87
地面 Floor	9.00×6.32	56.88	0.27	15.36
冷风渗透系数 Cold wind penetration coefficient	*(N·V·Pa·Cp)/3.6=[1×(9.00×6.13×2.5)×1.2×1.005]/3.6			46.21

* N—换气渗透次数(次/h) Times of air transfer; V—住宅的使用空间(m^3) House using space; Pa—常温下的空气密度(kg/m^3) Air density under common temperature; Cp—空气比热[kJ/(kg·℃)]Air specific heat

2.3　户用生物质可燃气采暖用气量的计算与成本分析

采暖耗能量及不同燃料采暖费用的计算见表2。

表2　采暖耗能量及不同燃料采暖费用的计算

Table 2. Calculation of energy consumption and expense of different fuels for heating

项目 Item	指标 Index	符号 Mark	结果 Calculation result		数据来源或计算公式 Resource of data or formula
采暖指标 Heating index	室内计算温度/℃	t_n	12	15	$150\times(t_n-t_w)$
	室外计算温度/℃	t_w	-11.24	-11.24	
	采暖期度日数/(℃·d)	DD	3 486	3 936	
	单位建筑面积采暖期净耗有效能/(kJ·m^{-2})	Q_n	6.17×10^5	6.96×10^5	90%×SLC×DD(10%来自太阳能)
	典型农宅采暖期净耗有效能/kJ	Q	4.32×10^7	4.87×10^7	90%×LC×DD
采暖耗气量 Gas consumption for heating	单位建筑面积采暖期耗气量/($m^3\cdot m^{-2}$)	G_s	154.25	174.00	$G_s=Q_n/(Q_g\cdot\eta_1)$
	单位建筑面积每天采暖耗气量/[$m^3\cdot(m^{-2}\cdot d^{-1})$]	G_d	1.028	1.160	$G_d=G_s/150$
	典型农宅采暖期采暖耗气量/m^3	G	10 800	12 175	$G=Q/(Q_g\cdot\eta_1)$
	折合玉米秸秆原料量/kg	G_m	5 400	6 087.5	按1 kg秸秆气化得2 m^3可燃气计算
固体燃料采暖耗能量 Solid fuel consumption for heating	典型农宅采暖期采暖耗煤量/kg	C	4 285.71	4 831.34	$C=Q/(Q_C\cdot\eta_2)$
	典型农宅采暖期采暖耗薪材量/kg	F	4 299.27	4 846.63	$F=Q/(Q_F\cdot\eta_2)$
	典型农宅采暖期采暖耗玉米秸秆量/kg	S	4 647.86	5 239.60	$S=Q/(Q_S\cdot\eta_2)$
不同燃料采暖费用对比 Comparing of heating expense among different fuels	玉米秸秆可燃气/元	E_1	1 620.00	1 826.25	E_i=燃料用量×单价
	扣除原料费还需支付燃气费用/元	E_2	1 296.00	1 461.00	其中：可燃气单价0.15元/m^3
	煤/元	E_3	1 285.71	1 449.40	玉米秸秆单价0.06元/kg
	薪材/元	E_4	429.93	484.66	煤单价0.30元/kg
	玉米秸秆/元	E_5	278.87	314.38	薪材单价0.10元/kg

目前我国北方农村大部分地区的实际情况是：房屋围护结构质量较差，冬季仅居室温度能达到12℃~15℃，其余房

间则在3°C~5°C，少数在0°C以下。我国农村小康住宅标准定为15°C，故计算时分别以12°C和15°C作为室内基准温度，室外基准温度取长春地区采暖期平均气温-11.24°C。采暖热效率为综合效率，即除去排烟损失，燃料热量全部参与采暖。因为气体燃料燃烧较充分，取热效率η1约为80%，可燃气热值取北方农区最丰富的玉米秸秆可燃气平均热值Qg=5000kJ/m^3；若用煤、薪材、玉米秸秆等固体

燃料采暖，由于其燃烧性能不如可燃气，估取综合效率η2=60%，热值依次为Qc=16800kJ/kg、QF=16747kJ/kg、Qs=15491kJ/kg，各种燃料采暖耗能量以及不同燃料采暖费用的计算详见表2。

若农宅安装节能地炕，炕深1.3m，炕内填料干基密度估取为120kg/m^3，地炕综合热效率取70%，填充容积90%，燃料热值取农林废弃物平均低位热值15177kJ/kg，一个采暖期2次投料，则地炕采暖期可提供热量为：

Qk=农林废弃物低位热值×地炕体积×炕内填料密度×填充容积×地炕综合热效率×填料次数=15177×（1/6×70×1.3）×120×90%×70%×2=3.48×10^7kJ。

当室内温度12°C时，该农宅采暖期可燃气用量：GK=（Q-QK）/（Qg · η1）=（4.32-3.48）×10^7/（5000×80%）=2100m^3；15°C时为3475m^3。地炕燃料不计入成本，整个采暖期采暖可燃气费用为315元（12°C）或521.25元（15°C），扣除农民卖秸秆所得费用，实交采暖费252元或417元。

根据长春地区采暖期10年月平均气温，可计算出不同采暖月份可燃气用量。采暖期每天每平方米建筑面积可燃气耗用量如图1所示。

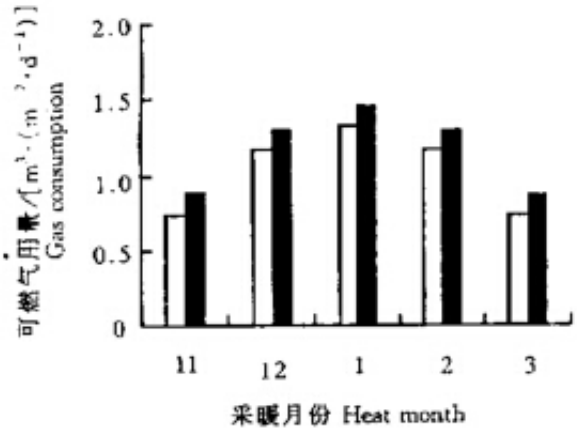

图1 单位建筑面积每天采暖可燃气用量

Fig.1. Daily gas consumption for heating per m^2 building area

□室温 12℃ Room temp.12℃；■室温 15℃ Room temp.15℃

以上计算，是结合北方节能型建筑进行的，非节能型农村住宅，采暖耗能量约是计算值的1.5~1.75倍。但由于普通农宅冬季需保证采暖温度的一般只有东西两个居室，厨房、贮藏间等房间温度可由炉灶散失热量及供暖房间开门散入热量来保证，故其实际供暖面积约为建筑面积的60%，所需采暖燃气量与按节能房计算值大体相符。

3结论

1）生物质气化为村镇居民供燃是一项适合我国国情、正在全国推广的新技术，其采暖用气量随地理位置、房屋围

护结构、室内要求采暖温度等不同而不同。就长春地区而言，当室温达到12°C时，单位建筑面积平均每天采暖耗气量需1.028m^3/（m^2·°C）；室温要求15°C时，采暖耗气量需1.160m^3/（m^2·°C）。

2）对于一个建筑面积70m^2的典型农村住宅，每年生物质可燃气采暖费用为1620元（室温12°C）或1826.25元（室温15°C），扣除农民卖秸秆原料的收入，需支付采暖费1296元或1461元；若室内安装节能地炕，采暖可燃气费用分别为315元或521.25元，扣除秸秆原料费，采暖可燃气费用只需252元或417元。

3）与用煤、薪材、秸秆等燃料采暖相比，生物质可燃气采暖费用（扣除秸秆原料费）与用煤采暖费用相当；结合地炕采暖，可燃气费用与用薪材、秸秆采暖费用相当。

参考文献

1庄新姝.生物质能高新转换技术及玉米秸秆气化应用的研究[D]：[硕士学位论文].长春：吉林农业大学工程技术学院，1998

2王丽娟，张建平，陈荣耀等.黑龙江省农村能源消费的小康标准探析[A].见：季秉厚主编.中国北方寒冷地区农村能源暨新能源研究与应用进展[C].呼和浩特：内蒙古大学出版社，1997.39~42

3孙立等.秸秆类低质生物质原料热解气化技术及其应用评价[J].农村能源，1995，（3）：14~16

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/95785.html