

民用柴炉柴灶热性能测试方法的研究^{*}

祝永昌

耿惠兰

杨铁牛

李培乾

(农工系)

(陕西省农村能源办公室)

摘 要

本文报道了在民用柴炉柴灶热性能的测试中, 实现定压加热; 锅水达到和偏离沸点时的确切测定方法; 温度计的正确选择和使用; 绘制测试曲线和计算热效率的正确方法, 以及对推广或评选民用柴炉柴灶的评价参数等问题。

关键词: 能源; 水标准; 汽标准

目前能源危机越来越多地威胁到世界许多国家的工农业生产和人民生活。节约能源, 已成为人们的共同呼声。农村能源的合理使用直接涉及到生态平衡及工业原料来源等重大问题。近年来, 我国在推广节柴炉、灶方面已经取得了比较显著的成绩。但是, 如何较全面地评价民用柴炉、柴灶的性能问题, 显然, 对于测试方法的研究是十分必要的。本文是在查阅了有关资料^[1-6]和在大量试验的基础上撰写而成的。

1 问题的提出

省柴灶是投资少、见效快、群众易于接受的节能途径, 但省柴的程度如何, 柴灶使用时是否方便等, 尚需制定出一个统一的、合理的测试方法。《民用柴炉、柴灶热性能测试方法》^[3] (BG4643—84) (以下简称“方法”) 适时的产生, 在推动节柴炉、灶工作的进一步普及和应用中发挥了应有的作用。但是, 我们认为“方法”未能恰当地反映炉、灶热反应过程, 这主要表现在:

(1) “沿锅盖半径 $1/2$ 处均布加工 6 个通气孔, 开孔总面积约为锅盖的 1%”。锅盖上开孔不能反映实用炉、灶的性能; 在锅盖上开总面积约为锅盖面积 1% 的孔没有充分的依据。

(2) 关于温度计的选用及使用方法: “方法”仅说明需要“测量范围为 0~100℃, 分度值 0.5℃”的温度计, “方法”规定, 测试时“将温度计插入中心孔使其感温泡位于锅底约 3 cm 处”, 这不符合温度计的使用规定^[9] (《暂行国际标准》^[1]对温度计的使用方法也不合规定要求)。

(3) “注意观察并记下锅水温度偏离沸点的时刻 T_1 (时:分)”。在实际测试时, 由于温度计插入深度不符合温度计的使用规定, 锅水达到和偏离沸点的时间就很难测出。

本文于1988年11月10日收到。

• 参加本课题试验的还有李勇、王小军等同志。

(4) “方法”中还提出:“迅速打开锅盖舀出剩余锅水…”,这种作法首先与使用情况有出入,其次是迅速的程度受人为的影响很大(绘制的性能曲线要求时间不变)。而且水有抛洒,锅内余水不可能舀完,同时舀水伴随蒸发,这些都必然地影响到蒸发量的准确程度,另外,增加了测试工作量与测试时间。

(5) “方法”中曲线的绘制,存在着曲线不完整、手续繁琐、误差较大等缺陷。

(6) “方法”不够简明,家喻户晓的“三个十”的测试方法未能反映出来,热效率测试操作繁琐。

2 试验方案的设计与仪器的准备

通过试验,希望能定量地确定出“方法”存在的问题,为修编国家标准提供依据。试验内容包括:

(1) 锅盖开孔情况对锅内压力变化的影响:考虑到试验现场的气象条件,备有各种气压计、干湿温度计、风速表等,其他测试所必须的仪器物品有:天平、台秤、铁锅、开孔的木、铝锅盖(沿锅盖半径 $1/2$ 处均布加工12个通气孔,其总面积为锅盖面积的2%,在测试时采用塞孔的办法以实现锅盖开孔总面积为锅盖面积的0.5%,1%,1.5%,2%,或不开孔)、加水量杯、量筒以及沸石等^[7]。另备有测定锅内压力的各种压力计、微压计。

(2) 不同温度计、温度计不同插入深度、锅盖开孔程度对温度值的影响:试验备有专用试验桶,不同分度值的水银温度计和酒精温度计。为使加热不受燃料热值、含水量的影响,用电炉(3KW)作热源;另备有调压变压器、电压表、瓦特表、电度表、秒表。为了确保所测数据精确可靠,对上述仪器、仪表均经过了标定或校正。

(3) 各种开孔情况下,升温速度、蒸发量的测定:将电炉、锅等全部被测系统在台秤上进行测定。这样可以准确的记录出各种条件下(开孔的多少、电压的高低等)温度上升速度、不同时间的蒸发量等变化规律。

(4) “方法”与修编稿热效率测定的对比:热效率的测定是在上述各种试验条件基础上进行的。

3 试验的主要结论

(1) 温度计的选用:酒精温度计:由于酒精沸点仅 78°C ,适用于较低温度的测定($-100^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$)^[8],按“方法”5.6条的规定:“盖上锅盖,将温度计插入中心孔,使其感温泡位于距锅底约3cm处”,使用酒精温度计进行大量的测量,其读数高于试验地当时的气压标准^[9]沸点,最高者竟达 103.5°C 。故应明确指出,民用柴炉、柴灶的测试一律不能使用酒精温度计。

(2) 温度计的使用:按“方法”5.6条及“VITA”(柴灶效率测试暂行国际标准,以下简称“暂行标准”),煮沸水试验(WBT)操作步骤第4条规定:“将温度计放入每只锅的中部,距锅底1cm,记录水温……”,这些使用方法都是不恰当的,因为水银温度计只有全浸式或非全浸式(局浸)两种^[8]。所谓“全浸”是指校正时水银球与水银柱完全浸入的情况下进行的。“非全浸”温度计则有校正刻度线,其浸入应以刻度线

为标准。为了验证“方法”及“暂行标准”的误差，我们使用了特制的试验桶，测试在当达到沸点与偏离沸点时，特别提出两个概念：“水标准”，即以水面与校正刻度线平齐时进行的温度测量；“汽标准”，即以锅盖的下平面与校正刻度线平齐时进行的温度测量。测试结果如图1所示。

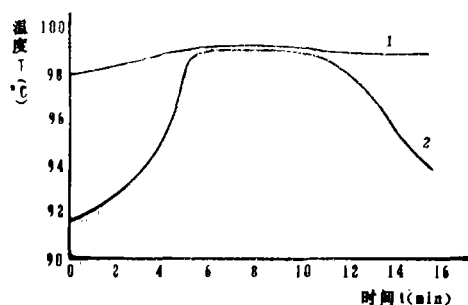


图1 “水标准”与“汽标准”对照图

1. 水标准；2. 汽标准

从图中可以看出，在相似的气象条件下，由“水标准”测得的沸点具有沸点值高于“汽标准”测得的沸点值和达到特别是偏离沸点的时间不易读出的特点。造成这一现象的根本原因是由于此时水银柱浸入量多于校正时的浸入量，且受蒸汽影响所致。“方法”和“暂行标准”与“水标准”所测水的沸点具有相似的特点，很难读出准确的沸点值和偏离沸点的时间，这样就不可能得到正确的测试结果，为此应屏弃前者采用“水标准”进行测试。

采用“汽标准”、“方法”和“暂行标准”测得的沸点值见表1。测试现场气象条件及所用的仪器设备限于篇幅从略（以下同）。

表1 不同测试方法的沸点值（℃）

电 压	测试方法	全盖的温度值		1%孔的温度值	
		白克曼温度计	水银温度计	白克曼温度计	水银温度计
200V	“暂行标准”	4.091	98.9	4.09	98.9
	“方法”	4.063	98.9	4.06	98.9
	“汽标准”	3.7836	98.5	3.745	98.5
210V	“暂行标准”	4.085	98.9	4.09	98.9
	“方法”	4.04	98.9	4.06	98.9
	“汽标准”	3.77	98.5	3.7467	98.5
200V	“暂行标准”	4.09167	98.9	4.09	98.9
	“方法”	4.04	98.9	4.025	98.9
	“汽标准”	3.768	98.5	3.705	98.5

（3）锅内压力的测定：当水沸腾时测定锅内压力，其压力值见表2。

表2 不同开孔量的锅内压力（pa）

试验次数	无 孔	0.5%孔	1 %孔	1.5%孔	2 %孔
1	0.9319	0.8829	0.5886	0.3924	0.3433
2	1.079	0.9319	0.7848	0.7848	0.4413
3	1.77	1.324	0.6377	0.6867	0.6867
平 均	1.2603	1.046	0.6704	0.6213	0.4904

从表2可以看出,无孔与2%孔和1%孔平均压力差之间影响很小,对沸点的影响,经过大量的测量在0.005~0.052℃之间,因此,测试时可以不必要开孔以减少麻烦,且测试后锅盖很容易恢复使用。

(4) 开孔与不开孔对综合效益的影响:由于开孔造成无效蒸发,而蒸发量按“方法”则认为全属有效功,经分析这是以往导致测试误差的原因之一。以煮沸水试验为例,锅盖不同开孔时的综合效益见表3。

表3 锅盖不同开孔时综合效益

有 无 孔	用 时	用电 (KJ)	蒸发量 (g)	η (%)	备 注
1 %孔	22' 30"	3096	275	52.82	加水 3 kg
无 孔	20' 44"	2448	171	57.00	加水 3 kg
1 %孔较无孔	+1' 46"	+648	+104	- 4.18	

由表3可以看出,“方法”所采用舀水的方法,舀水时的蒸发,舀的损失以及舀不完全水等,是造成误差主要原因。

(5) 供给热量的大小与蒸发量、热效率以及升温速度的关系:供给热量的大小与蒸发量的关系试验采用无孔铝盖,结果(见图2)表明,供给热量愈大,蒸发量愈大。

供给热量的大小与热效率的关系:当电压分别为180V、200V和220V时,其热效率分别为46.69%,46.98%和48.52%,即热量供给愈大,热效率愈高。

供给热量的大小与升温速度的关系:为了表明炉灶负荷的大小,特引出升温速度与降温速度: kJ/min 即每分钟上升或下降热量的多少。如16kg水每分钟升温2.5℃,与4kg水每分钟升温10℃,是等值的,均为167.5kJ/min,而“方法”则分别表示为2.5℃/min,10℃/min。试验结果:当电压为180V,200V,220V,其升温速度分别为30.94 kJ/min,37.56 kJ/min,46.35kJ/min,即供给热量愈大,升温速度愈快。

综合试验:加水为3 kg,试验结果见表4。

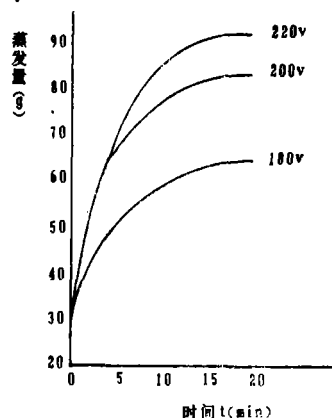


图2 供给热量与蒸发量的关系

表4 不同供热值炉灶热性能对照

电 压	至沸点时间	功耗 (kJ)	热效率 η (%)	升温速度 (kJ/min)
180V	31' 15"	2484	41.06	31.55
190V	25' 51"	2268	45.07	38.14
200V	23' 04"	2232	45.80	42.75
210V	20' 32"	2160	61.37	48.02
220V	18' 52"	2142	63.98	52.25
220V较180V	-12' 23"	-342	+22.92	+20.70

(6) 偏离沸点后终止测试时间的确定：影响热性能的主要因素之一是蒸发，各种测量方法下蒸发变化的测试结果见图3。

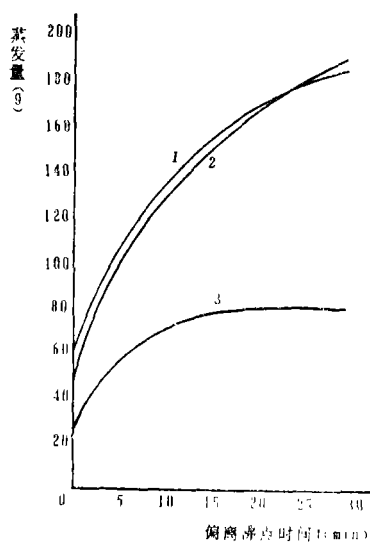


图3 不同测量方法的蒸发量

1. 1%孔汽标准；2. 1%孔水标准；3. 无孔汽标准

测量，3 kg水沸腾的蒸发量多在15g~24g间变化，即为总水量的0.5%~0.8%。在计算热效率时，可以用 GS_1 代替，这样简化了计算及测试过程，而采用“方法”测试时3 kg水在同样气象条件下，其蒸发量在47g~100g之间变化，即占总水量的1.6%~3.3%，这样是无论如何不能代替的。

另外，由于开孔后大量的水在沸腾之前已蒸发，因此可以判定“方法”测试必然带来误差。

(8) 水煮沸后继续加热的问题：前述的大量试验表明，开孔测试产生了误差，若烧尽所有柴草(GC)除会导致更大的误差外，还浪费了柴草和不必要的时间。因此若修编测试方法时，采用达到沸点后立即停止加热，还可以考虑“三个十”是较理想的。

参 考 文 献

- 1 〔美〕阿灵顿·技术志愿服务队(VITA). 柴灶效率测试暂行国际标准. 中国农业工程研究设计院出版, 1984: 1—6, 22—35
- 2 《世界新能源与可再生能源会议文件》. A Woodstove Compendium, 肯尼亚出版, 1981: 335—344
- 3 中国农牧渔业部. 民用柴炉、柴灶热性能测试方法. 中国标准出版社, 1984: 1—7
- 4 祝永昌, 李培乾. 对于《民用柴炉、柴灶热性能测试方法》的浅析. 中国农业工程学会论文集, 1984: 143—146
- 5 中国农牧渔业部农村能源环保办公室. 工厂化生产成型节柴省煤炉灶评选办法. 1986: 1—7
- 6 蒋成球, 张勤译编. 国外省柴灶的理论与实践. 中国农业工程研究设计院情报室, 1985: 1—10, 84—86

图中，不论是1%孔的“水标准”（即“方法”）或是1%孔的“汽标准”（温度计插入深度同“汽标准”，只是锅盖有1%孔），偏离沸点30min仍在大量蒸发，很难确定测试终止时间，而用无孔“汽标准”的测量方法，测得在偏离沸点15min后很少蒸发，因此，可以再次判定锅盖开孔引起无效蒸发，特别是打开锅盖舀水引起的无效蒸发是造成测量误差的最重要原因之一。从图3可以作出结论：采用不开孔“汽标准”（即以锅盖的下平面与校正刻度线平齐）进行测试，测试终止时间按15min即可，但为了更可靠，其测试终止时间定为偏离沸点后20min。

(7) 达到沸点时水的质量(GS_2)

能否用最初加入锅中水的质量(GS_1)代替？

根据大量的试验表明：采用无孔“汽标准”

- 7 [日] 赤堀四郎, 木村健二郎主编, 李福绵等译. 实验基础. 科学普及出版社, 1985: 207-233
- 8 北京大学化学系物理化学教研室. 物理化学实验 (修订本). 北京大学出版社, 1985: 291-299
- 9 [苏] B.A. 拉宾诺维奇等著, 尹承烈等译. 简明化学手册. 化学工业出版社, 1983: 5-16, 703-707
10. Zhu Yong chang, et al. The study of the Measure Methods of Heat Properties of Firewoodstove, International Academic Publishers. 1989, 953-956

STUDIES ON THE TESTING METHOD OF HEAT PROPERTIES OF FIREWOOD STOVE AND FIREWOOD RANGE

Zhu Yongchang Geng Huilan Yang Tieniu

(*Agricultural Engineering Department, Northwestern Agricultural
University*)

Li peiqian

(*Rural Energy Office of Shaanxi province*)

Abstract

This paper introduces the achieving of applied heat at the fixed pressure in testing heat properties of civil firewood stove and firewood range, the exact determining method when water in the cauldron reaches or deviates the boiling point, the correct selection and use of thermometers, the right method of drawing testing curve and computing heat efficiency and the parameters for extension or selection of civil firewood stove and firewood range.

Key words: energy resource, water standard, steam standard