

新型燃具与燃气灶功能适用性对比分析

陈 雪, 李 培, 肖 嵩

武汉市燃气集团有限公司

摘 要: 天然气作为清洁且节能高效的二次能源, 已在居民场所及工商业场所广泛使用, 对于现有能源市场, 部分对热值稳定性要求不高的工业企业, 已采用生物质燃料作为替代能源。对于居民及餐饮用户, 现阶段出现了电火灶产品, 以电力作为能源供应, 可通过炉头尖端放电打火形成等离子焰炬, 作为燃气灶具替代用炊具。对于现阶段市面上天然气及灶具的可替代产品, 城市燃气经营企业应了解替代能源或灶具的适用性, 分析其优劣势, 为燃气企业的市场拓展提供依据。本文从热效率、能耗成本、安全性、安装维护便捷性等方面对上述两类灶具展开对比分析。为不同使用场景下的灶具选择提供参考建议。

关 键 词: 灶具; 热效率; 能耗

1 前言

燃气灶以天然气作为原料, 通过燃气与空气预混燃烧, 形成稳定火焰, 火焰通过热辐射和对流将热量传递至锅具底部, 用户可通过旋转旋钮调节阀门开度, 精准控制燃气流量及火焰强度。电火灶则是通过高频点火装置产生火花, 对空气中的分子展开电离, 并在垂直于磁场方向感生出流经闭合圆形路径的涡流, 电流产生高热将气体加热, 瞬间形成高温等离子炬, 并通过感应线圈耦合等离子体, 形成较为稳定的火焰。两种灶具均能提供热量传递至炊具底部满足用户的加热需求, 燃气灶通过天然气的燃烧将化学能转化为热能, 电火灶则将电能转化为热能。

为了进一步探讨电火灶与燃气灶的适用性, 从热效率、能耗成本、安全性、安装维护便捷性等方面对上述两类灶具展开对比分析。

2 热效率及炉头温度测试

燃具的燃烧效能可用热效率来定义, 热效率越高则代表能量转化率越高, 能源损耗量越小。按照GB 30720-2014《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》规定, 当嵌入式燃气灶热效率达到63%、台式燃气灶热效率达到66%时可被认定为一级能效燃气灶, 单眼灶额定功率为4.2kW~5kW。而电火灶设备的额定热效率为78%, 额定功率为2.5kW, 电火灶的燃烧热效率比一级能效燃气灶高出12%。为了得出电火灶及燃气灶的实际工作热效率, 展开了热效率测试。

2.1 热效率测试

利用表1所示实验设备展开燃气灶及电火灶的热效率测试, 在铝制锅内装入1L纯净水(初始温度22℃~25℃)。将电火灶调至中火火力功率(额定2kW), 同步记录加热时间、水温变化及能量输入量。电火灶

[第一作者简介] 陈雪, 工程师, 从事工艺技术管理、燃气工程新技术推广以及科技创新工作。

通过电能分析仪记录耗电量，天然气灶通过流量计记录燃气消耗量。终止条件为水温达到92℃~95℃时立刻停止加热，避免沸腾导致的潜热损失（使初始水温上升70℃），每类灶具各测3组数据，得出耗能及加热时间测试均值。热效率计算方式如下。

电火灶热效率=（水吸收的热量）/（电能消耗）

天然气灶热效率=（水吸收的热量）/（燃气消耗的热值）

注：水吸收的热量通过公式 $Q=m \times c \times \Delta T$ 计算，其中 m 为水的质量， c 为水的比热容（常压下25℃水的定压比热为4.2kJ/（kg·℃）， ΔT 为温度变化。

表1 热效率测定实验设备

序号	实验设备	技术参数
1	数字温度记录仪	± 0.1℃精度
2	电能质量分析仪	支持2.5kW功率测量
3	标准铝制锅	容量3L，保温层厚度2mm
4	热电偶温度传感器，红外热成像仪	K型，响应时间 < 1s 带高温镜头
5	量杯	精度要求为 ± 1g
6	计时器	精度要求为0.01s

表2 热效率测试结果

灶具类型	额定功率 (实测功率)	加热时间	耗能	水吸热量	热效率
电火灶	2 000W (1 700W~1 800W)	5.4min	0.16kW·h	294kJ	51.04%
燃气灶	4.2kW	3.1min	0.02m³	294kJ	41.3%

根据表2热效率测试结果可得，家用燃气灶的热效率测定值约为41.3%，低于规定的1级燃气灶热效率约22%；电火灶的热效率测定值约为51.04%，额定热效率为78%，实测值低于额定值约27%。实测数据与国标要求及理论值存在偏差的原因为标准规定的实验室测试条件与实际情况相差较大，标准测试场景采用的铝锅直径大于本次测试用锅，测试水量也大于本次测试数值，且标准测试场景中增加密闭搅拌装置，使锅内温度分布更均匀，升温更稳定，这使实验室测出的热效率远大于实际使用条件下的热效率^[1]。

2.2 炉头温度及热传导均匀性测试

采用附带红外高温镜头的热成像仪对电火灶与燃

气灶的炉头温度展开测试，如图1所示。电火灶的炉头最高温度大于2 000℃，燃气灶的炉头最高温大于1 300℃，炉头材质为不锈钢，发射率为0.16。通过炉头温度测试可得，电火灶的炉头温度高于燃气灶约700℃。

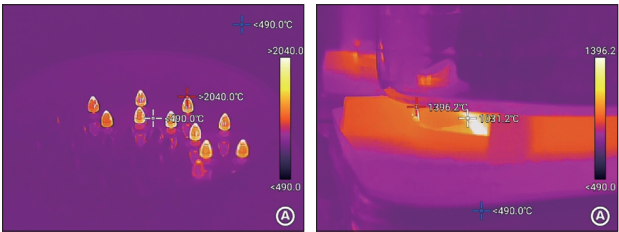


图1 炉头温度测试，左图为电火灶，右图为燃气灶

实验发现电火灶的炉头火焰存在跳焰的情况，打开该灶具1档、2档、3档时炉头火焰分布情况如图2。与不同档位的天然气火焰相比（如图3），受热较分散，且焰矩分散不均匀。本次测试采用铝锅，铝的熔点约为660.3℃，沸点约为2 470℃，在电火灶测试过程中出现了锅底冒烟的现象，并在锅内出现了点状斑点，原因为等离子焰矩的局部点状分散加热导致受热不均及锅具局部温度过高导致的金属气化及氧化，使得锅具不再具备安全烹饪的条件。

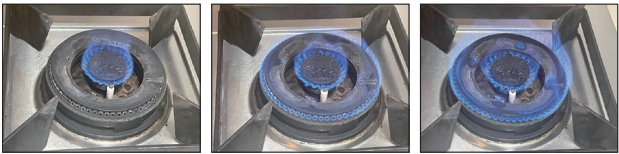


图2 天然气灶具不同档位火焰
（从左至右分别为1档、2档、3档）



图3 电火灶不同档位火焰
（从左至右分别为1档、2档、3档）

由电火灶的炉头火焰分布情况可得，炊具的受热面较使用燃气灶更加聚集且不均匀。采用红外热成像仪对电火灶的加热过程展开观测，如图4所示。可得，由于受热不均，当局部水温达到94℃出现沸腾现象时，试验锅内约60%水温仍处于80℃。同一受热载体内介质温差可达18℃，由于焰矩的分散，可能影响

烹饪过程中菜品的均匀受热及菜品品质。

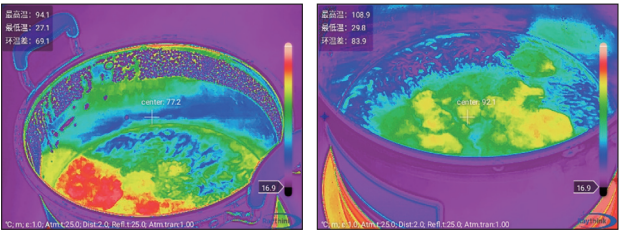


图4 锅内介质受热分布图

3 能耗成本对比分析

适用于居民日常烹饪使用的电火灶3档额定功率分别为1.0kW、2.0kW、2.5kW，实测功率为0.85kW、1.7kW、2.2kW，本次测算按照实际功率计算；单眼燃气灶3档额定热负荷分别约为2kW（40%满负荷），3.5kW（70%满负荷），5kW（满负荷），小时用气量分

别为0.202m³/h、0.354m³/h、0.506m³/h。适用于商业餐饮使用的电火灶额定最大功率为5kW，商业灶具的额定热负荷30kW。表3列出了灶具不同火力档位及不同阶梯价单位时间（1h）额定能耗成本，按表3成本测算，若居民每日使用灶具1.5h，一个月度周期（30d），处于一档、二档气/电价格区间的居民用户，使用电火灶较燃气灶每月可节约成本约0.63元~2.53元。处于三档气/电价格区间的居民用户使用燃气灶较电火灶可节约14.3元。

由表4、表5可得，虽然燃气商业猛火灶每小时能源成本约为电火灶的2倍，但不论民用灶具还是商业灶具，使用天然气作为能源，在耗费相同能源成本时，燃气灶较电火灶能够提供更多的热值。由表6可得单位能耗成本内（能源成本每消耗1元），对于民用灶具，天然气灶提供的热值约为电火灶的1.76倍；对于商业灶具，天然气灶提供的热值约为电火灶的1.56倍。

表3 武汉2025年度用电或天然气能源成本

能源类型	分类	分档标准	价格	适用范围
电力	民用	第1档（0—2 160kW·h/a）	0.558元/kW·h	年用电量≤2 160kW·h
		第2档（2 161kW·h/a—4 800kW·h/a）	0.608元/kW·h	2 160kW·h<年用电量≤4 800kW·h
		第3档（4 801kW·h以上/a）	0.858元/kW·h	年用电量>4 800kW·h
	商用	电价均价	1.0元/kW·h	商业餐饮
天然气	民用	第1档（0—360m ³ /a）	2.53元/m ³	年用气量≤360m ³
		第2档（361m ³ /a—600m ³ /a）	2.78元/m ³	360m ³ <年用气量≤600m ³
		第3档（601m ³ 以上/a）	3.54元/m ³	年用气量>600m ³
	商用	气价均价	3.712 0元/m ³	商业餐饮

表4 不同火力档位及不同阶梯价单位时间（1h）额定能耗成本（燃气/电火灶，元）

火力档位 \ 气（电）价分档	居民1档气/电价	居民2档气/电价	居民3档气/电价
火力档位1档	0.511/0.474 > 1	0.511/0.517 < 1	0.715/0.729 < 1
火力档位2档	0.895/0.948 < 1	0.984/1.033 < 1	1.253/1.459 < 1
火力档位3档	1.280/1.228 > 1	1.407/1.338 > 1	1.791/1.888 < 1

表5 商业猛火灶单位时间（1h）能耗成本

能源类别	灶具功率	气（电）价格	每小时耗气（电）量	每小时能耗成本
天然气	30kW	3.712元/m ³	3.03m ³	10.6元
电能	5kW	1.0元/kW·h	5kW·h	5元

表6 热效率成本测算

灶具	实际使用热效率	单价	热值	热效率成本
燃气灶民用	41.3%	2.53元/m ³	8 500 kcal/m ³	1 387kcal/元
电火灶民用	51.04%	0.558元/kW · h	860 kcal/kW	786kcal/元
燃气灶商用	2级炒菜灶 30%	3.7元/m ³	8 500 kcal/m ³	689kcal/元
电火灶商用	按测试款电火灶热效率计算 51.04%	1.00元/kW · h	860 kcal/kW	439kcal/元
液化气灶	50%	7.5元/kg	11 000 kcal/kg	733kcal/元

4 安全性对比分析

电火灶因无需天然气或煤气作为燃料，故无燃气中毒或燃气燃爆风险，但是电火灶大功率电器（≥2.5kW），需匹配专用电路（建议4mm²铜线+16A插座），电路过载可能引发火灾。

天然气灶若发生燃气泄漏可能导致爆炸（爆炸极限5%~15%），但现阶段户内安全3件套的安装能够显著降低户内燃气事故发生的概率，且燃气工程项目规范中对灶具连接管的使用年限及材质均已作出规定，进一步降低了户内燃气泄漏的风险。此外，天然气公司每年会对居民用户展开1次安检，对商业餐饮用户每季度展开1次燃气安检，检查灶具的熄火保护装置、灶具连接管以及接头的气密性等，进一步保障了燃气灶的使用安全性。

5 安装维护成本及便捷性对比分析

电火灶属于电器类，即插即用，由于该灶具为大功率电器，在部分因无燃气管道路由而无法铺设燃气管道的老旧住宅内，可能存在升级配电系统的需求。且电火灶的高频打火等离子发生器寿命约5年，更换需专业厂家人员；电路故障排查复杂。但现阶段电火灶厂家较少，对于灶具的维护，可能存在维护不及时零配件无法更换的情况，且该灶具的采购成本高于3 000元，零配件的更换成本远高于燃气灶零配件维修或更换的成本。

燃气灶分为台式与嵌入式，安装较为便捷，但燃气的开通需预设燃气管路，完成开户及燃气公司审批。现阶段燃气灶已属于成熟产品，各品牌灶具厂家

在全国各地几乎都有专业的维保人员，维保及时性应远大于电火灶。家用双眼灶的购置成本约为1 500元。在燃气工程项目规范出台以前，橡胶连接管需定期更换（2年），会对用户产生维护成本，但根据现有规定，灶具连接管的使用年限不应小于燃具的判废年限（8年），燃气灶的维护成本进一步降低。两类灶具的安装维护成本对比表见表7。

表7 安装维护成本对比表

项目	电火灶	天然气灶
灶具购置费（家用/商用）	3 000元/5 000元	1 500元/3 000元
改造费用（家用/商用）	1 000元/2 000元	2 300元/6 000元
审批要求	无需审批	需燃气公司验收
使用年限	等离子打火器（5年）	8年

6 使用场景适用性分析

对于居民区域，电火灶可在不允许燃气接入的场所或非燃气管网覆盖区的居民区域展开能源供应，现阶段同类产品电磁炉已占据居民电热灶具的主要市场，居民用户在户内无法安装燃气（如LOFT户型）时，一般会首选电磁炉作为首选烹饪器具，电火灶可能作为备选。此外，通过噪音监测，电火灶在使用时最大噪音可达68dB，平均噪音为66dB，家用燃气灶的使用最大噪音为50dB，平均噪音为41dB，如图5所示。现有市面上的抽油烟机噪音约50dB，电火灶设备的噪音为燃气灶的1.6倍，为抽油烟机的1.3倍，该噪音可能对居民日常休息造成影响，若需增大该设备与家庭使用场景

的适配性，需对设备的自带风机进行降噪处理。

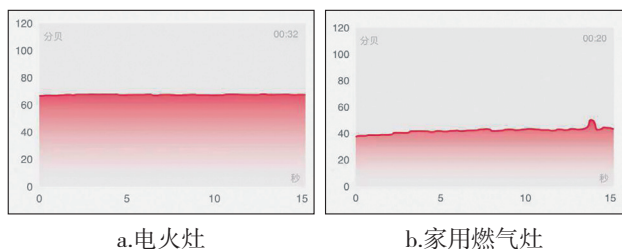


图5 噪音监测结果

电火灶对炊具具有较强选择性，例如砂锅、涂层锅与电火灶不适配，根据电火灶炉头温度测试可得，炉头温度可达2 000℃，电火灶的炉头高温超过普通砂锅的耐热温度，使用过程中砂锅可能炸裂，对于涂层锅则会因高温导致涂层损坏脱落及剥离。但现阶段涂层锅占据了大量炊具市场，且居民倾向于用砂锅煲汤，使用该设备作为灶具时，需注意锅具的适配性，该设备的等离子焰炬受热点较为聚集，当使用铝制等薄壁锅具时，还需关注锅具底部局部氧化。对于天然气灶具而言，无论该餐饮是以猛火快炒、砂锅慢炖的中餐为主还是中火与小火烹饪的西餐为主，燃气灶都能够适配于不同的炊具。

对于商业餐饮场所而言，虽然燃气餐饮猛火灶相对于电火灶每小时的能源成本较高，但是相同能源成本下，商业燃气灶提供的热值可达电火灶的1.5倍，现阶段在不能使用燃气作为热源的商业餐饮场所，液化石油气成为了商户的替代选择，电火灶在单位能耗成本下与液化石油气提供的热值相当，使用电火灶则

不存在更换液化石油气钢瓶的情况，但电火灶对接电路的负载能力有所要求。电火灶在不具备安全用气条件或不在燃气管道覆盖范围内的商业餐饮场所有较大的应用前景。

7 结论

综上所述，现代厨房灶具领域呈现多元化发展态势。电磁炉具备无明火安全性和精确温控优势，在LOFT户型这类不具备安全用气条件的民用场所使用，能够满足用户烹饪需求；电火灶功率大，炉头温度高，实际使用热效率高于50%，在不具备安全用气条件或不在燃气管道覆盖范围内的商业餐饮场所有较大的应用前景。这些替代方案为用户提供了多样化选择，满足了不同场景下的烹饪需求。

然而，基于当前的综合性能评估与用户实际使用反馈，燃气灶在关键指标上表现出相对突出的整体优势。燃气灶具有高热负荷输出能力以及对中式爆炒等复杂烹饪方式的广泛适应性，经过长期实践验证，与各类使用场景更加适配，在当前阶段仍被视为更具普适性和可靠性的炊具。

参考文献

[1]李兆坚,江亿.家用燃气灶热效率特性测试分析[J].应用基础与工程科学学报,2006,(03):368-374.

工程信息

烟台港西港区 液化天然气（LNG）项目建设进入冲刺阶段

近日，在烟台港西港区液化天然气（LNG）接收站项目现场，5座巨型LNG储罐矗立海岸线，配套管道网络已初具规模。这座总投资83.16亿元的国家级战略工程，预计将于2025年11月30日

实现主体工程机械完工，建成后年处理LNG能力达590万t，为环渤海地区再添一座清洁能源供应枢纽。

（本刊通讯员供稿）