

电焰灶与燃气灶的技术经济性对比及互补应用前景分析

蔡 育

深圳市燃气集团股份有限公司

摘 要：近年来，天然气消费量持续增长，城市燃气已逐步成为我国能源体系的核心部分；同时，为实现“双碳”目标，绿色低碳、智能化的能源转型发展趋势更加明显。随着新技术、新产品不断迭代更新，电焰灶作为一种响应终端电气化的新型厨具面向市场，采用等离子体技术直接将电能转化为明火，无需附加化学燃料，可提供家用烹饪食品的热源。本文围绕厨具的技术原理、能源效率、经济性、基础设施适配性等方面，对电焰灶与燃气灶进行研究。通过综合分析，燃气灶在技术经济性、安全稳定性等方面仍具备显著优势，但结合电焰灶的产品功能，燃气企业可将此类产品作为特定场景下的补充选择，以满足用户明火烹饪需求。

关 键 词：电焰灶；燃气灶；等离子体技术；技术经济对比；互补应用

1 引言

2024年，国民经济回升向好，能源转型加快推进，天然气消费呈现较快增长势头，全年天然气消

费量同比增长7.3%，其中，城市燃气消费同比增长11.1%^[1]，发挥了城市能源供应的“压舱石”功能，在保障民生与优化能源结构等方面发挥着重要作用。伴随城市燃气应用量的稳定增长，绿色低碳、终端电

[3]田云祥,冯章柯,谢明碧.城镇燃气管道泄漏智能化分级管理[J].煤气与热力,2024,44(12):30-32

[4]李勇,李琦元,陈旭,等.燃气管道强度与严密性试验的智能化数据采集技术[J].城市燃气,2024,(10):24-28.

[5]汪贤文,焦文玲,刘天杰,等.户内燃气系统微泄漏动态扩散下的安全性[J].城市燃气,2024,(10):33-37.

[6]付祥钊,彭世尼,等.燃气安全技术[M].重庆大学出版社,2015.

[7]于文翔.浅谈民用户内天然气安全事故的防范[C]//中国城市燃气协会安全管理委员会.2022年第五届燃气安全交流研讨会论文集(下册).港华燃气投资有限公司山东分公司,2023:362-364.

[第一作者简介] 蔡育，科技信息部副经理，从事城市燃气生产运营技术、安全管理、科技研发、数字化等工作。

气化的趋势也在同步演进，出现了以“电能生明火”的电焰灶产品，为终端用能多样化提供了新技术。本文通过对电焰灶进行技术原理分析，并与燃气灶开展综合性能对比，旨在厘清此类新型厨具产品的应用定位，并为燃气企业应对厨具电气化趋势、优化产品结构等方面提供参考。

2 电焰灶工作原理与技术路线评析

电焰灶的技术核心在于摒弃了传统的电阻发热原理，通过气体放电（电弧）直接将电能转化为热能（明火），形成高温等离子体火焰，其物理基础是气体放电理论^[2]。其基本物理过程是：通过变压器将市电电压升高至数千伏，利用此高压在两个电极间形成电弧，击穿空气分子使其电离，形成由带电粒子组成的等离子体，这一过程中电子的动能转化为热能，从而产生温度可达约1 200℃的可见火焰。该过程无需任何化学燃料参与。目前，基于等离子体生成方式、电极布置及电流控制方式的差异，市场上主要存在以下几种技术路线。

2.1 等离子吹弧技术

等离子吹弧技术路线的核心是将交流电整流为直流后，在密闭炉体内的两电极间进行高压放电，以生成初始等离子体。其关键技术是借助内置风扇，将等离子体从喷口吹出，形成烹饪所需的火焰形态，结构

如图1所示。吹弧主要实现两个作用：一是将放电等离子体吹出产生火焰，二是一旦某个电极间产生等离子体放电后，电流会集聚在该电极，导致其他电极无法放电，风扇将该放电电极吹弧，拉长放电距离，实现电流均分的效果，可促使其他电极放电引火。由于该技术需要风扇将“火焰”吹出喷口，理论上会加剧臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）的生成。在能效方面，由于转换环节多，其实际热效率存在争议，且运动部件的寿命会影响产品的长期可靠性。

2.2 等离子相位约束技术

等离子相位约束技术路线的特点是以灶具表面的多个离子针作为一个电极，以金属锅具作为另一电极形成放电回路。通过在每条离子针回路上串联高压电容，利用电容的电气特性实现各离子针之间的电流自动均分，从而将火焰分散在每个离子头上，由于电容属于非做功元件，该技术路线在理论上可以减少功率损耗。该技术的主要局限在于其对锅具的依赖性，必须使用金属锅具方能形成回路，且锅具离开电离区即导致火焰熄灭，这与用户频繁移锅的烹饪习惯存在差异。出于安全考虑，为防止锅具离开后电压异常升高，通常需要增加检锅系统，这在一定程度上增加了系统的复杂性。

2.3 等离子相位交错技术

等离子相位交错技术的电焰灶放电电极位于灶具表面（燃气灶火口的位置），该技术使用交流电流在

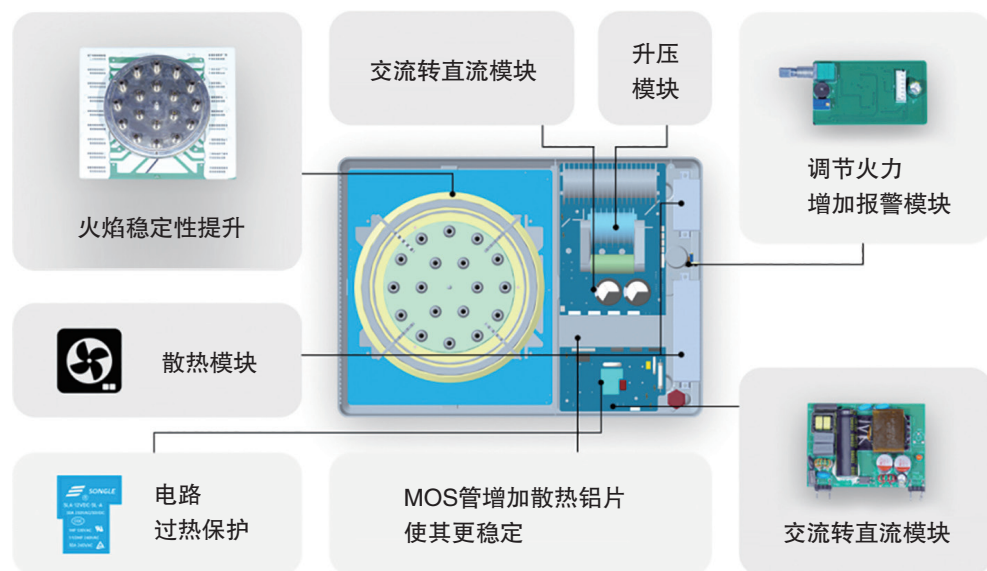


图1 某款等离子吹弧技术电焰灶示意图

固定两电极之间放电，产生等离子体。目前主要存在以下问题：长时间工作后存在部分离子头自动熄灭现象；高压变压器在长期热循环应力下存在开裂现象。整体考量，该技术的可靠性、稳定性、耐久性相对较差，无法满足量产要求。

2.4 等离子相位不平衡技术

等离子相位不平衡技术是在相位交错技术基础上的一种优化方案。该技术通过在程序中人为制造各相位间的电流微差，使生成的等离子体火焰产生周期性摆动。从实际效果看，这种人为控制的火焰扰动，在一定程度上扩大了热场覆盖范围，有助于减缓因热量持续作用于锅底固定点位而造成的局部高温灼伤。不过，这本质上仍是在原有硬件架构上进行的优化尝试，并未从根本上解决电极固定布置所带来的加热均匀性瓶颈。

3 电焰灶与燃气灶的综合性能多维度对比

为全面评估电焰灶的技术及市场适用性，本节从能源效率、经济性、基础设施适配性、安全环保性及产品成熟度等多个维度，对电焰灶与主流燃气灶进行系统性对比分析。

3.1 能源效率与温度特性对比

在热效率方面，市面上主流电焰灶品牌标称热效率在78%~85%之间。这一数据高于GB 30720-2025《燃气灶具能效限定值及能效等级》中规定的一级能效燃气灶标准（嵌入式/台式灶具70%）^[3]。在火焰温度方面，电焰灶所产生的火焰温度可达1 200℃，高于普通家用天然气灶的800℃~900℃火焰温度，但实际的烹饪效率由温度与热负荷（单位时间产热量）共同

决定，家用燃气灶的热负荷普遍在3.5kW~5.0kW^[4]，目前市售电焰灶功率多为2.5kW~3.0kW，综合而言，电焰灶的总热输出能力相对有限。

3.2 经济性分析

从购置成本看，电焰灶因采用等离子技术及复杂电子元件，其市场售价通常高于传统燃气灶具。

从使用成本分析，通过理论计算将2kg水从10℃加热至100℃所需费用。首先计算所需热量： $Q=2\text{kg} \times 90^\circ\text{C} \times 4\,200\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})=756\,000\text{J}$ 。

本研究以典型城市的居民能源价格（天然气3.0元/m³、电价0.6元/kW·h）为基准进行计算，其中天然气热值取31.4MJ/m³（GB 17820-2018《天然气》规定的最低值）^[5]。根据最新发布的GB 30720-2025《燃气灶具能效限定值及能效等级》标准，家用燃气灶具的一级能效热效率为70%，三级能效热效率为59%，具体使用成本分析见表1。

成本测算结果表明，在典型使用场景下（以加热2kg水为基准），电焰灶的运行经济性处于劣势。具体而言，其使用成本比一级能效燃气灶高出43.7%~56.5%，即使对比三级能效产品仍有21.4%~32.3%的差距。这一成本差异主要源于当地电价与气价的比价关系，在当前能源价格体系下，电焰灶在运行成本方面难以建立竞争优势；此结论在不同地区可能会因能源价格差异而有所变化，但整体趋势保持一致。

3.3 基础设施适配性与安全性对比

在能源基础设施建设方面，燃气灶的使用范围受限于燃气管网的覆盖程度、用气环境的安全条件，在老旧小区、部分商务公寓、临时场所等场景中存在应用局限性。相比之下，电焰灶具备“即插即用”的便利性，但现有电焰灶产品使用过程中功率、电流均高

表1 不同灶具加热能耗与费用理论对比（基于2kg水）

灶具类型	热效率	能源类型	能耗	能源单价	费用（元）	相较一级能效燃气灶费用增幅
天然气灶（三级能效）	59%	天然气	0.040 8m ³	3.0元/m ³	0.122 4	+18.6%
天然气灶（一级能效）	70%	天然气	0.034 4m ³	3.0元/m ³	0.103 2	基准
电焰灶A	78%	电能	0.269 2kW·h	0.6元/kW·h	0.161 5	+56.5%
电焰灶B	85%	电能	0.247 1kW·h	0.6元/kW·h	0.148 3	+43.7%

注：天然气耗量=Q/（天然气热值×热效率）；电能耗量=Q/（3 600 000J/kW·h×热效率）；费用=耗量×能源单价；费用增幅=（对比对象费用-一级能效燃气灶费用）/一级能效燃气灶费用×100%。

于常规用户插座的额定数值,一是市面上主流电焰灶均采用16A的工作电流,为此需要使用第三方转换插头将普通插座的10A额定电流提升为16A大电流,不符合家用电路既有的设计电流。二是所调研品牌电焰灶,单眼灶最大功率达到2 500W~2 800W,均超过普通家用线路2 200W(220V、10A)的额定功率。家用电路长期大电流、超负荷运行,存在一定安全隐患,可能引起电路故障或电路火灾。

在安全与环保方面,燃气灶经过长期发展,熄火保护等安全技术已非常成熟。其燃烧产物在通风良好条件下风险可控,主要风险为燃气泄漏,可通过报警器等技术方式有效监测。

电焰灶在使用中仍存在多重安全隐患:一是电气安全,高压电弧本身存在潜在风险,复杂电路增加了故障概率;二是化学安全,空气电离过程会产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x),其中臭氧对呼吸道有刺激作用,氮氧化物与呼吸系统疾病相关,在通风不良的厨房空间内的累积效应较为明显^[6];三是使用安全,加热集中导致锅具受热不均匀,厨具局部灼伤问题暂未改善。

3.4 产品成熟度与用户体验对比

燃气灶作为经典产品,结构相对简单,零部件标准化程度高,维修网络健全,用户体验稳定。根据调研,电焰灶最早出现于2015年前后,各家企业最新代产品推向市场的时间在2023年底到2024年初,技术投入市场时间短、销量有限,产品的可靠性、稳定性尚待验证。

实际测试与应用中,多个品牌电焰灶出现局部炉头不起火等问题。内部集成了高压包、控制芯片等精密电子元件,维修门槛高、成本大,部分厂商对故障产品采取“只换不修”策略。此外,采用吹弧技术的产品,其炉头喷火孔在溢锅后易被堵塞,清理困难。

4 结论与建议

基于对电焰灶技术原理、性能特征及其与燃气灶的综合对比分析,本研究得出以下结论并提出相应建议。

4.1 主要研究结论

电焰灶作为一种通过电能产生火焰的新型厨具,在整个燃烧过程中不需要添加任何化学燃料,即可

提供烹饪食品的热源,其热效率(78%~85%,标称值)、火焰温度(1 200℃)等方面的参数性能良好,在燃气管网等基础设施不完善的应用场景具备推广价值。但是,电焰灶作为新兴技术产品,尚且存在多方面的挑战与问题,例如,电路负荷要求较高,易产生微量臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)等有害气体,售价及使用成本较高,可靠性指标尚未经过充分验证等。相较而言,燃气灶凭借成熟的安全稳定性、技术经济性,在当前及未来一段时间内仍将保持市场主导地位,电焰灶的出现可为特定应用场景提供补充选择。

4.2 行业发展建议

针对电焰灶技术发展现状及其与燃气灶的互补关系,对燃气行业发展提出以下建议。

(1) 建议加强对电焰灶技术与标准制定工作,燃气企业可结合多年深耕用户厨房安全、居民灶具等行业的经验,重点关注电焰灶的电气安全、各类工况下的有害气体排放、与传统灶具的用户体验对比、长期可靠性评估等技术问题,促进行业可持续发展。

(2) 建议燃气企业在巩固主业优势的基础上,逐步探索服务边界拓展。一方面,利用数字技术提升燃气安全与服务水平,巩固现有市场优势。另一方面,可考虑将电焰灶纳入综合能源服务产品体系,重点面向燃气管网未能覆盖的老旧小区、商务公寓等特定场景,推出“气电互补”的终端用能解决方案,实现燃气灶与电焰灶的有机互补,满足用户明火烹饪需求。

参考文献

- [1]《中国天然气发展报告(2025)》编委会.中国天然气发展报告(2025)[R].石油工业出版社,2025.
- [2]彭夏文,曾小军,张小锋,等.功能纳米涂层的制备、性能及应用综述[J].材料保护,2023,56(05):16-30.
- [3]GB 30720-2025.燃气灶具能效限定值及能效等级[S].国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会,2025.
- [4]胡伟健,李志宏.家用燃气灶热工性能测量及不确定度评定[J].机电工程技术,2018,47(07):14-18+162.
- [5]GB 17820-2018.天然气[S].国家市场监督管理总局,中国标准化委员会,2018.
- [6]兰家骏,李熙炫,彭东红.二氧化氮影响呼吸系统疾病发生的研究进展[J].儿科药科学杂志,2025,31(05):50-54.