

中国可持续能源项目

大卫与露茜尔·派克德基金会
威廉与佛洛拉·休利特基金会
能 源 基 金 会
项目资助号：G-0401-07147



燃气热水器国家能效标准技术支持报告

中国标准化研究院

2006 年 5 月

目 录

表 格	4
图 形	5
前 言	6
执 行 报 告	9
(一) 项目概况	9
(二) 主要工作过程	11
(三) 项目的实施效果预测	17
(四) 政策建议	19
一、 产品分类及中外市场差异	21
(一) 热水器产品分类	21
(二) 中外差异	21
1. 美国	21
2. 欧洲	21
3. 澳大利亚	22
4. 日本	23
5. 中国大陆	23
(三) 特性比较	23
二、 市场状况	25
(一) 燃气热水器发展历程	25
(二) 拉动燃气热水器产量的因素	27
1. 燃气供应环境的发展	27
2. 产品更新	27
3. 出口激增	27
(三) 产品结构	29
1. 产品分类	29
2. 产品结构	30
(四) 产品销售渠道和价格分析	33
1. 产品销售渠道	33
2. 产品价格	35
(五) 企业状况	37
1. 制造商	37
2. 专业配件商和 OEM 商	41
(六) 行业管理	41
三、 能效水平测试与分析	42
(一) 统计分析	42
(二) 代表性产品相关检测项目的详测及分析	47
1. 测试样品选择	47
2. 测试内容及分析	53

3. 补充测试部分样本热负荷变化对热效率的影响.....	56
四、 节能潜力分析.....	58
(一) 理论分析.....	58
1. 燃气热水器的热平衡分析.....	58
2. 热水器热效率计算方法.....	60
3. 理论热效率.....	62
(二) 冷凝式热水器节能分析.....	64
(三) 实际热效率分析.....	64
1. 影响因素.....	64
2. 热效率计算.....	65
(四) 节能潜力分析.....	69
1. 燃气热水器不同工况下热效率.....	69
2. 节能潜力分析.....	71
五、 节能技术.....	73
(一) 热效率影响因素分析.....	73
1. 排烟温度.....	73
2. 过剩氧含量.....	74
3. 热水器工作热负荷.....	74
4. 热水流量.....	75
5. 燃气组分、进水温度、环境因素.....	75
(二) 各种节能措施及技术分析.....	76
1. 高效燃烧方式.....	76
2. 强化换热.....	77
3. 减少热损失.....	78
4. 利用烟气的潜热.....	79
5. 采用先进的控制技术.....	80
6. 优化热水器设计.....	81
(三) 国内外节能技术应用.....	82
1. 国外燃气热水器节能技术的应用.....	82
2. 国内燃气热水器节能技术的应用.....	83
六、 推荐的能效标准及测试条件.....	85
(一) 部分国家和地区能效标准及测试条件.....	85
(二) 影响能效指标测定的环境因素.....	89
(三) 能效标准及测试条件建议.....	91
(四) 采用新能效标准的效益分析.....	92
1. 将淘汰技术水平低、能耗高的产品，清理燃气热水器市场.....	93
2. 集中品牌，优化市场.....	93
3. 提升燃气热水器的技术含量和附加值.....	94
4. 倡导、促进冷凝式燃气热水器的发展.....	94
5. 节省燃气耗量预测.....	94
参考资料	100

表 格

表 0-1	标准节能潜力和环境影响	18
表 1-1	燃气快速热水器、电热水器和太阳能热水器特性比较	24
表 2-1	主要品牌产品 1999 年到 2003 年产品总量、出口量和国内销售量	26
表 2-2	燃气热水器产品价格区间表	35
表 2-3	燃气企业 1999 年到 2003 年燃气热水器平均价格	36
表 2-4	部分有影响力的燃气热水器品牌及制造商（排名不分先后）	40
表 3-1	123 个样本测试结果统计	44
表 3-2	额定负荷下热水器排烟温度统计表	45
表 3-3	额定负荷下热水器过剩空气系数	46
表 3-4	样本 1 产品描述	48
表 3-5	样本 2 产品描述	48
表 3-6	样本 3 产品描述	49
表 3-7	样本 4 产品描述	50
表 3-8	样本 5 产品描述	51
表 3-9	样本 6 产品描述	51
表 3-10	样本 7 产品描述	52
表 3-11	样本 8 产品描述	53
表 3-12	温升时热水器热效率	53
表 3-13	热负荷变化时热水器热效率测试数据	55
表 3-14	进水温度对热水器热效率影响测试数据	56
表 6-1	欧盟两用炉能效要求	88
表 6-2	欧盟能效星级标识	88
表 6-3	不同环境湿度的热效率测试数据	90
表 6-4	不同环境温度热效率的测试数据	91
表 6-5	燃气快速热水器年耗气量统计	96
表 6-6	燃气热水器工作状况分析	96
表 6-7	新增燃气快速热水器可节省的燃气量预测	97
表 6-8	预测节省燃气总量（亿 m ³ ）	98

图 形

图 1-1 美国热水器产品型式	21
图 1-2 欧洲热水器产品型式	22
图 1-3 澳大利亚热水器产品型式	22
图 2-1 2004 年 1~9 月份燃气快速热水器进口量 (台)	28
图 2-2 2004 年 1~9 月份燃气快速热水器出口量 (台)	28
图 2-3 近年来燃气快速热水器出口量 (台) 及增长率 (%)	28
图 2-4 产品结构-按给排气方式是划分	31
图 2-5 产品结构-按用途划分	32
图 2-6 2003 年燃气热水器产品容量比例	32
图 2-7 燃气热水器产品销售渠道比例	34
图 2-8 1999 年到 2003 年某企业热水器产品价格走势图	36
图 2-9 258 家制造商的地域分布状况	38
图 3-1 国家燃气用具质量监督检验中心 (天津) 热水器检测台	43
图 3-2 北京建筑工程学院暖燃实验室热水器性能试验检测台 1	43
图 3-3 北京建筑工程学院暖燃实验室热水器性能试验检测台 2	43
图 3-4 所有样本热效率分布的散点图	44
图 3-5 样本 1 产品内部结构	47
图 3-6 样本 2 产品内部结构	48
图 3-7 样本 3 产品内部结构	49
图 3-8 样本 4 产品内部结构	50
图 3-9 样本 5 产品内部结构	50
图 3-10 样本 6 产品内部结构	51
图 3-11 样本 7 产品内部结构	52
图 3-12 样本 8 产品内部结构	53
图 3-13 不同排气方式热水器在 100%和 50%热负荷下的热效率实测值	57
图 4-1 非冷凝式热水器的显热效率损失 (按低热值计算)	66
图 4-2 非冷凝式热水器热效率 (按低热值计算)	67
图 4-3 非冷凝式热水器热效率 (按高热值计算)	67
图 4-4 冷凝式热水器的潜热效率损失 (按高热值计算)	68
图 4-5 冷凝式热水器热效率 (按高热值计算)	69
图 4-6 冷凝式热水器热效率 (按低热值计算)	69
图 4-7 不同排烟方式热水器理论与实测热效率	72
图 6-1 进水温度对燃气热水器热效率的影响	90
图 6-2 预计每年节省燃气量	98

前 言

能效标准与标识是世界各国积极采用的节能手段之一，通过能效标准与标识的实施，能够提高用能产品的能源利用效率、促进节能技术的进步，从而减少有害物质的排放，最终达到节约能源、保护环境的目的。我国从二十世纪九十年代开始，在国家发改委和国家标准委的重视和支持下，陆续制定并颁布了 22 项强制性国家能效标准。

燃气热水器是我国城市居民用户中最主要的燃气终端应用设备之一，从 70 年代末开始研制生产，经过近 25 年的发展，产量也从 20 世纪 80 年代初的几万台发展到 2004 年 800 万台以上，目前居民家庭拥有燃气热水器约 6225 万台。随着人民生活条件的改善和提高，预计未来 5 年燃气热水器市场的需求仍很旺盛，每年约在 800~2000 万台。而我国燃气热水器热效率水平参差不齐，现有的产品标准规定的热效率指标偏低，节能潜力巨大。

近年来，党和政府高度重视节能工作，“节能优先”已经成为我国的基本国策。党的十六届五中全会特别提出，“十一五”主要目标是：在优化结构、提高效益和降低消耗的基础上，实现 2010 年人均国内生产总值比 2000 年翻一番；资源利用效率显著提高，单位国内生产总值能源消耗比“十五”期末降低 20% 左右。在 2004 年 11 月国家发改委向全社会公开发布的《节能中长期专项规划》中详细规划了包括主要工业耗能设备、家用电器、照明器具、机动车等产品，以及建筑物制冷、采暖温度控制的节能目标：即 2010 年新增主要耗能设备能效指标达到或接近国际领先水平，其中家用燃气热水器热效率应达到 90%~95%。

根据国家发改委和国家标准委要求加快国家能效标准制定步伐的要求，2004 年全国能源基础与管理标准化技术委员会申请国家能效标准立项工作，并组织行业专家、检测机构和企业开始了能效标准的研制工作。2005 年 5 月，家用燃气快速热水器能效标准被正式列入国家标准制修订计划，计划项目编号：20050975—Q—469，由全国能标委技术归口，2005 年 12 月标准一致通过了审定。

燃气热水器国家能效标准是根据《节能中长期专项规划》的统一部署，在开展快速燃气热水器节能技术理论研究，典型样机能效测试和大量检测数据汇总分析以及行业调查工作，并在分析研究了欧盟、美国、日本等国外相关标准和测试方法的基础上，既考虑与国际接轨，同时又充分考虑我国快速热水器产业的总体发展状况和技术水平，并经充分研讨后形成的，技术指标科学、合理、可操作性强，达到了国际先进水平。该标准是我国第一个燃气方面的国家能效标准，填补了我国燃气用具方面国家能效标准的空白，是我国逐步实现《节能中长期专项规划》目标，实施节能产品认证制度、高耗能产品淘汰制度等节能措施的重要支持性文件。标准的实施将会在促进企业节能技术进步和快速燃气热水器产品能效提高、增强我国产品国际竞争力，加强政府节能管理的宏观调控等方面发挥重要作用。

美国能源基金会中国可持续能源项目为本项目提供了宝贵的资助。合同的执行单位为中国标准化研究院，参加标准起草的单位有北京建筑工程学院、国家燃气用具质量监督检验中心、国家燃气用具产品质量监督检验中心(佛山)、国际铜业协会(中国)、广东万和集团有限公司、广东万家乐燃气具有限公司、艾欧史密斯(中国)热水器有限公司、中标认证中心、北京鉴衡认证中心。

在项目的执行过程中还得到了国际铜业协会的鼎力资助。重庆大学的夏昭知教授、国家燃气用具产品质量监督检验中心的何贵龙工程师、广东万和集团有限公司的张华平科长、广州迪森家用锅炉制造有限公司的楼英总经理助理、上海能率有限公司的张坤东主管、默洛尼卫生洁具（中国）有限公司的任志主管、杭州松下住宅电器设备有限公司的浦熙安部长等国内专家以及美国 LBNL 的国际专家林江博士的具体支持和帮助，在此一并表示感谢。

虽然我国政府节能主管部门和国家标准化管理委员会高度重视能效标准的制定工作，但是由于政府资金有限，对能效标准研制工作的投入远远不能满足实际需要。在燃气热水器能效标准研制工作完成之际，我们要特别感谢美国能源基金会对燃气热水器能效标准研制工作的资金资助，正是由于这些资助，我们才得以顺利进行研制标准所需的市场调研、产品测试、数据收集、能效研究、节能潜力分析等一系列工作，使标准所规定的技术要求更科学、更合理、更具有操作性，而节能潜力分析更是为政府提供了科学的决策支持。能源基金会长期以来对中国能效标准研制工作的支持，为中国能源的可持续发展做出了巨大的贡献。

执 行 报 告

（一）项目概况

近年来，随着我国经济的快速发展，特别是部分地区和高耗能行业盲目投资、低水平扩张，导致我国能源供应不足的矛盾有所加剧。从我国长期能源供应情况看，虽然我国煤炭资源总量还比较丰富，但是石油、天然气资源相对十分贫乏。截至 2001 年末，我国探明可采储量石油只占世界储量的 2.3%，天然气仅占 0.9%。由于人口基数巨大，我国人均石油仅约为世界人均水平的 1/10，天然气约为 1/20。目前石油对进口的依存度高达 40%，能源安全不容忽视。随着人口增加、工业化和城镇化进程的加快、特别是重化工业和交通运输的快速发展，能源需求量将大幅度上升，经济发展面临的能源约束矛盾和能源环境问题将更加突出。我国能源相对不足，而能源基础设施建设投资大、周期长，还面临交通运输、水资源制约等一系列问题，因此节能是缓解能源约束矛盾的现实选择，是解决能源环境问题的根本措施，是提高经济增长质量和效益的重要途径，是增强企业竞争力的必然要求。党的十六届五中全会特别提出，“十一五”主要目标是：在优化结构、提高效益和降低消耗的基础上，实现 2010 年人均国内生产总值比 2000 年翻一番；资源利用效率显著提高，单位国内生产总值能源消耗比“十五”期末降低 20% 左右。

我国一贯重视节能工作，近年来为了缓解能源约束矛盾，颁布了一系列政策和措施，2003 年在我国八大能源战略重“节能优先、效率为本”被列在首位；2004 年，国务院发布了 30 号文件《关于在全国范围内开展资源节约活动的通知》，号召全国连续三年开展全国资

源节约活动和宣传；2004 年 7 月国家发改委和国家质检总局联合发布了《能源效率标识管理办法》；2004 年 11 月国家发改委第一次向全社会公开发布《节能中长期专项规划》，规划的节能目标之一是：主要耗能设备能效指标到 2010 年达到或接近国际领先水平，其中家用燃气热水器热效率到 2010 年达到 90%~95%；2004 年 12 月胡锦涛总书记在中央经济工作会议上发表重要讲话，指出：“要制定并强制推行更加严格的节能、节材、节水标准”；2005 年，财政部和国家发改委联合出台了《节能产品政府采购实施意见》等等。由于投资少见效快，为用能产品制定和实施能效标准和能效标识、实施节能产品认证已成为世界各国提高产品能效、进而达到节能、环保目的的首选政策工具之一，也是各国构架贸易壁垒的一个组成部分。从二十世纪九十年代开始，在国家发改委和国家标准委的重视和支持下，我国陆续制定并颁布了 22 项强制性国家能效标准，其中除一项汽车油耗限值标准外，其余均是电耗能效标准。

2001 年经重庆市经济贸易委员会能源资源节约与综合利用处同意，重庆大学和重庆市能源利用检测中心等单位开始组织对重庆市家庭用燃气设备节能地方标准的制定与实施研究工作，该项目得到了美国能源基金会的资助，2003 年重庆市质量技术监督局正式发布了 DB50/1387-2003《家用燃气快速热水器热效率限定值与节能评价值》地方标准。由于近几年我国能源供需矛盾的加剧，国家发改委和国家标准委要求加快国家能效标准制定的步伐，在美国能源基金会中国能源可持续项目的支持下，2004 年全国能源基础与管理标准化技术委员会申请国家能效标准立项工作，并组织行业专家、检测机构和企业开始了能效标准的研制工作。2005 年 5 月，家用燃气快速热水器能效标准被正式列入国家标准制修订计划，计划项目编号：20050975

—Q—469，由全国能标委技术归口。

项目的执行单位为中国标准化研究院，参加单位包括北京建筑工程学院、国家燃气用具质量监督检验中心、国家燃气用具产品质量监督检验中心(佛山)、国际铜业协会（中国）、广东万和集团有限公司、广东万家乐燃气具有限公司、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司、中标认证中心、北京鉴衡认证中心。编制组成员有：陈海红、刘伟、傅忠诚、詹淑慧、刘彤、赵恒谊、林力、叶远璋、胡定钢、鞠平、陈雪松。

（二）主要工作过程

标准研究工作分为三个阶段。

第一阶段资料收集及行业调查。通过各种途径我们收集到了美国、欧盟、澳大利亚、日本、香港等国家和地区的相关标准和资料，并对这些资料进行了研究和分析。在分析、研究相关资料的同时，为了对中国燃气热水器市场有全面的了解和掌握，中国标准化研究院和国际铜业协会（中国）分别委托相关的机构和调查公司进行了燃气热水器的行业调查。

第二阶段能效研究和收集分析测试数据。2004 年底～2005 年 5 月根据第一次研讨会会议精神，分别委托北京建筑工程学院进行“燃气快速热水器节能潜力技术研究”、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司进行“燃气容积式热水器节能潜力技术研究”、国家燃气用具质量监督检验中心进行“燃气快速热水器能效测试”，并对收集到的测试数据进行了研究分析。

第三阶段国家能效标准草案起草。按照项目计划，在初步收集分析相关资料以及行业调查的基础上，2004 年 10 月由全国能标委组织在北京召开了标准启动会及第一次研讨会。参加会议的有国家发改委环境与资源综合利用司、国家标准化管理委员会工业交通部、中国标准化研究院、美国能源基金会、中国标准化协会、国际铜业协会（中国）、中国美国商会、March WIN 咨询公司、北京建筑工程学院、中国计量院鉴衡认证中心、中标认证中心、国家燃气用具产品质量监督检验中心、上海市燃气安全和装备质量监督检验站、成都前锋电子有限责任公司、杭州松下住宅电器设备有限公司、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司、樱花卫厨（中国）有限公司、上海能率有限公司共 18 个单位 21 位代表出席了会议。会议特别邀请了项目国际专家美国劳伦斯伯克利国家实验室的林江博士出席。

与会代表围绕标准适用范围、评价参数、能效限定值、节能评价值和目标值指标的确定以及是否进行分等分级，是否制定超前标准等议题进行了热烈的研讨，并达成以下共识：

1. 标准的适用范围是否能扩大，包括快速燃气热水器和容积式燃气热水器；

2. 由于影响燃气热水器能效的因素很多且比较复杂，需做必要的技术研究；

3. 由国家燃气用具质量监督检验中心制定检测方法和试验方案；根据测试方案由检测中心收集部分样品进行验证试验，同时由企业按照检测方法自行检测，以便收集更多的测试数据。

2004 年底～2005 年 5 月根据第一次研讨会会议精神，分别委托北京建筑工程学院进行“燃气快速热水器节能潜力技术研究”、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司进行“燃气容积式热水器节能潜力技术研究”、国家燃气用具质量监督检验中心进行“燃气快速热水器能效测试”。期间召开了 5 次小型研讨会，对研究、测试方案和结果进行讨论。

在研究及测试的基础上，2005 年 6 月由全国能标委在青岛组织召开了“燃气热水器国家能效标准研讨会”。参加会议的有中国标准化研究院、国际铜业协会（中国）、北京建筑工程学院、《电器》杂志社、国美国商会、March WIN 咨询公司、中标认证中心、国家燃气用具质量监督检验中心、国家燃气用具质量监督检验中心（佛山）、上海市燃气安全和装备质量监督检验站、广东万和电器有限公司、广东万家乐燃气具有限公司、上海能率有限公司、广州迪森家用锅炉制造有限公司、宁波方太厨具有限公司、杭州松下住宅电器设备有限公司、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司、樱花卫厨（中国）有限公司、默洛尼卫生洁具（中国）有限公司、青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司共 23 个单位 30 位代表出席了会议。会议特别邀请了项目国际专家美国劳伦斯伯克利国家实验室的 Jim Lutz 出席。会议安排了“项目背景及标准内容”、“行业调查”、“测试研究”及“能效研究”四部分介绍，与会代表围绕着前期研究与标准技术指标建议展开了深入热烈的研讨，并达成以下共识：

1. 由于燃气容积式热水器评价指标与快速式热水器差异较大，

且容积式热水器市场额较小，故本标准中不宜纳入容积式热水器；

2. 根据前期研究结果，评价燃气热水器的能效参数除了额定热负荷时的热效率以外，应增加考核低负荷时的热效率，后讨论确定为 30% 额定热负荷；

3. 能效等级分为 3 级，原则为：1 级能效最高，冷凝式热水器可以达到 1 级；2 级为节能评价值，普通高效快速热水器可以达到；3 级为能效限定值，根据以往的实测数据，应比产品标准额定热负荷时，热效率 80% 要求有所提高；

4. 为保证测试的公正性，在现有测试方法的基础上对室温、冷水温度和温升等测试条件进行限制。

根据会议精神修改完成征求意见稿。2005 年 7~9 月，由全国能效标委秘书处向相关的行业协会、企业、研究机构、检测机构、认证机构、专家发放征求意见稿 45 份，并将征求意见稿和编制说明放在“中国能效标识网”(<http://www.energylable.gov.cn>)和“中国燃气与用具公用信息网”(<http://www.chinagas.com.cn>)上，向社会广泛征求意见。为进一步落实回函意见，修改标准送审稿，于 2005 年 10 月 13 日在北京召开了“燃气热水器国家能效标准第三次研讨会”。参加会议的有中国标准化研究院、美国能源基金会、国际铜业协会（中国）、北京建筑工程学院、美国燃气制造商协会、鉴衡认证中心、中标认证中心、国家燃气用具质量监督检验中心、国家燃气用具质量监督检验中心（佛山）、广东万和电器有限公司、广东万家乐燃气具有限公司、上海能率有限公司、北京菲斯曼供热技术有限

公司、杭州松下住宅电器设备有限公司、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司、天津瑰都啦咪锅炉有限公司、《电器》杂志、法制晚报共 16 个单位 29 位代表。会议代表听取了北京建工学院课题组所做的“快速燃气热水器节能潜力研究”汇报，与会代表围绕着标准征求意见稿回函意见（见征求意见稿 1 稿意见汇总表）进行了深入热烈的研讨，并达成以下共识：

1. 在测试方法中进一步明确检测气源；
2. 修改评价参数，将“30%额定热负荷时的热效率”改为“50%额定热负荷时的热效率”；
3. 初步确定标准中适用范围包括采暖两用炉，需根据测试数据补充采暖热效率指标，并进一步征求两用炉生产企业意见。

根据会议精神和已经审定的行业标准 CJ/T228-2006《燃气采暖热水炉》的相关要求，并参考 EN483 和欧盟指令 94/42EEC 的有关要求补充修改了采暖两用炉的技术指标要求和试验方法要求，完成征求意见稿 2 稿。由于扩大了标准的适用范围，引用了 CJ/T228《燃气采暖热水炉》，标准名称相应改为《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》，并于 2005 年 11 月 20 日～11 月 30 日进行了征求意见稿 2 稿的快速征求意见，共向 36 个单位和专家发送了征求意见稿 2 稿，收到 6 个单位回函意见 20 条（见意见汇总处理表）。2005 年 12 月 13 日起草组在北京对回函意见和采暖两用炉测试方法进行了研讨，达成以下原则：

1. 试验方法宜简单可行；

2. 技术指标要留有一定空间；
3. 普通热水器和采暖两用炉统一考核尺度。

基于以上共识，考虑到行业标准 CJ/T228 《燃气采暖热水炉》测试方法的复杂性和可操作性，对供暖型和两用型热水器在送审稿中直接引用了 GB6932 的测试方法，由于 GB6932 适用范围包括这两种产品，且名称叫做热水器，所以标准名称恢复为《家用燃气快速热水器能效限定值及能效等级》。考虑到冷凝式采暖热效率，受到回水温度的影响，适当降低了 1 级采暖效率指标，为 94%。对测试条件进一步加以明确。

2005 年 12 月 24 日，全国能源基础与管理标准化技术委员会（以下简称全国能标委）在北京召开了《家用燃气快速热水器能效限定值及能效等级》国家标准审定会。国家发改委和国家标准委的有关领导出席会议。参加会议的有中国标准化研究院、美国能源基金会、国际铜业协会（中国）、中国标准协会、北京市公用事业研究所、北京市燃气集团有限责任公司、重庆大学、中国石油天然气集团公司、发改委能源研究所、北京市公用局煤气用具厂、广州迪森家用锅炉制造有限公司、上海能率有限公司、默洛尼卫生洁具（中国）有限公司、上海市燃气安全和装备质量监督检验站、杭州松下住宅电器设备有限公司、四川成都前锋电子有限责任公司、国家标准技术审查部以及编制组单位北京建筑工程学院、国家燃气用具产品质量监督检验中心（天津）、国家燃气用具产品质量监督检验中心（佛山）、广东万和电器有限公司、广东万家乐燃气具有限公司、艾欧史密斯

（中国）热水器有限公司、鉴衡认证中心、中标认证中心等全国能标委委员、燃气热水器行业及高校的有关专家，用户单位、检测机构、燃气热水器重点生产企业有关代表，标准起草人员共计 38 人出席会议。

审定组由 20 名专家组成。全国能标委副主任委员白荣春担任审定组主任委员。审定组分别听取了中国标准化研究院和北京建筑工程学院就制定标准背景、标准起草过程和标准研究主要内容等作的说明，并进行了质询。审定组本着科学求实、积极负责、协调一致的原则对标准送审稿的各项内容，进行了充分、认真、细致和热烈的讨论和逐章逐条的审查，提出以下主要修改意见：

1. 鉴于燃气采暖热水炉和家用燃气快速热水器属于两种产品，燃气采暖热水炉行业标准即将颁布实施，本标准应引用；
2. 对定义“能效限定值”和“节能评价值”进行文字修改；
3. 删除 4.1 条；
4. 删除表 1 注；
5. 进水口冷水温度由“ $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ” 改为“ $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ”。

编制组根据审定会意见修改完成报批稿于 2006 年 12 月上报审批。

（三）项目的实施效果预测

据测算，我国目前城镇居民燃气热水器的拥有量约为 6225 万台，并且，随着城市化进程和天然气的开发、利用，燃气热水器的市场需求还在逐年增长，每年还将有 800~2000 万台新增和替换需求。

近年我国的燃气热水器在欧美、中东、巴西及周边国家和地区也有销售。推广优质、高效的节能产品不仅有利于节约本国能源，还将有助于提高中国产品在全球热水器行业中的地位。

实施新的国家能效标准对我国燃气具，特别是燃气热水器市场将产生深远的影响：

1. 清理燃气热水器市场，淘汰技术水平低、能耗高的产品；
2. 集中品牌，优化市场；
3. 提升燃气热水器的技术含量和附加值；
4. 促进冷凝式燃气热水器的发展；
5. 节省燃气消耗量。

能效标准实施预计在今后 5~10 年中，燃气热水器热效率的实际提升空间将在 4% 左右，到 2010 年节省燃气总量将在 5.6 亿 m³ 左右（按天然气计），碳减排系数按照中国工程院《中国可持续发展能源战略研究报告》数据，0.410kg-C/kgce，天然气和标准煤折算系数按照 1.33kgce/m³ 计算，则可以减排碳 30.54 万吨，见表 0-1，具有很好的节能和环境效益。

表 0-1 标准节能潜力和环境影响

年份	2006 年	2010 年	2015 年	2020 年
新增燃气热水器台数 (万台/年)	1000	1200	1400	1600
当年节能型燃气热水器保有量 (万台)	1000	5200	9400	14200
预计热效率平均提高 4% 当年节能量以天然气计 (立方米)	0.61	3.16	5.72	8.64
预计热效率平均提高 4% 累计节能量以天然气计 (立方米)	0.61	5.60	23.98	55.50

累计减排碳（万吨）	3.33	30.54	130.76	302.64
-----------	------	-------	--------	--------

（四）政策建议

由于我国的燃气种类除了天然气、石油液化气，还有人工煤气。而每一种类的燃气中，又有多种不同成分的气体细分。由于能源紧张，供气非常不规范，目前中国不同的地区使用着 200 多种不同成分的燃气气体。不同的燃气成分要求燃气热水器的生产厂商不得不对产品的设计进行相应的调整，加上燃气产品的特殊性，其安全问题不仅受质检部门的监控，而且受建设部门的监控，而地方检测机构的水平又参差不齐，导致企业难以应对。为了更好地实施燃气热水器能效标准，我们建议：

1. 做好标准的宣贯工作

采取各种形式做好标准的宣贯工作，使社会有关方面及部门能了解能效标准的意义，使企业掌握标准的内容并遵照执行，引导消费者正确选择节能产品。

2. 改进气源的规范供应

制定和实施更加严格的气源标准，推广和采用更加科学、合理的计量器具，推广热值表替换热量表。

3. 加强检测机构的能力建设

由于中国气源的不稳定性，导致检测难度的加大。能效标准作为强制性标准，对能效测试的精确性要求加大，目前具备满足燃气热水器能效标准检测要求的检测机构还不是很多，检测机构必须进行必要的能力建设才能满足委托检验和市场监管的需要。

4. 加强能效标准的实施与监督

国家应尽快出台强制性的高耗能产品淘汰制度及其他相应的能效标准的监督措施，保护生产商和消费者的合法权益，促进公平竞争，维护市场秩序。同时还要加强能效标准监督的规范性，由于燃气热水器产品能效影响因素很多，相应对检测机构的能力要求较高，为了避免加重企业负担，维护企业的合法权益，必须对地方在能效标准监督过程中检测机构行为的规范性进行监督，保证能效标准和能效标识制度的效果。

5. 尽快出台节能激励政策

制定和颁布相应的鼓励政策，诸如税收、低息贷款、加速折旧、帮助开拓市场等一系列优惠政策，可以调动企业开发和生产节能产品、申请节能产品认证的积极性，降低节能成本，扩大节能产品的市场占有率。

4. 做好标准的后续研究与更新工作

要从制度上和资金上保证研究工作的持续进行，从而保证能效标准持续有效地发挥出应有的作用。燃气热水器标准的1级产品定位在冷凝式热水器上，目前的指标是只要是冷凝式产品就一定能够达到。冷凝式热水器是目前国际上发展较快的高效产品，目前我国还处于研发阶段，但是能效标准的实施无疑会促进冷凝式产品的市场化，随着技术水平的提高，冷凝式热水器的技术指标还需要不断更新和提高。

一、产品分类及中外市场差异

（一）热水器产品分类

一般家用或民用热水器按照使用的能源形式可以分为燃气热水器、电热水器、太阳能热水器、燃油热水器等；按照有无储水装置又可以分为：无储水装置的家用快速燃气热水器、即热式电热水器和有储水装置的容积式燃气热水器、普通电热水器、太阳能热水器、热泵热水器。

（二）中外差异

1. 美国

美国市场上家用热水器的产品型式主要是容积式燃气热水器、普通电热水器以及少量的燃油热水器和液化石油热水器，见图 1-1。

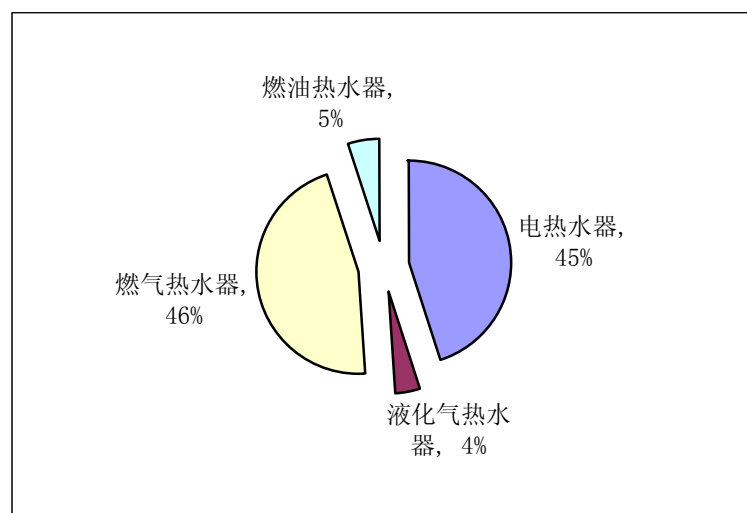


图 1-1 美国热水器产品型式

（资料来源：MarchWin）

2. 欧洲

欧洲热水器产品型式非常多样化，除了电热水器、快速燃气热水器和容积式燃气热水器以外，还有采暖热水两用炉（或者叫壁挂

炉,combination boilers) 和一种用锅炉循环热水加热的叫做“indirect cylinder”的热水器,见图 1-2。

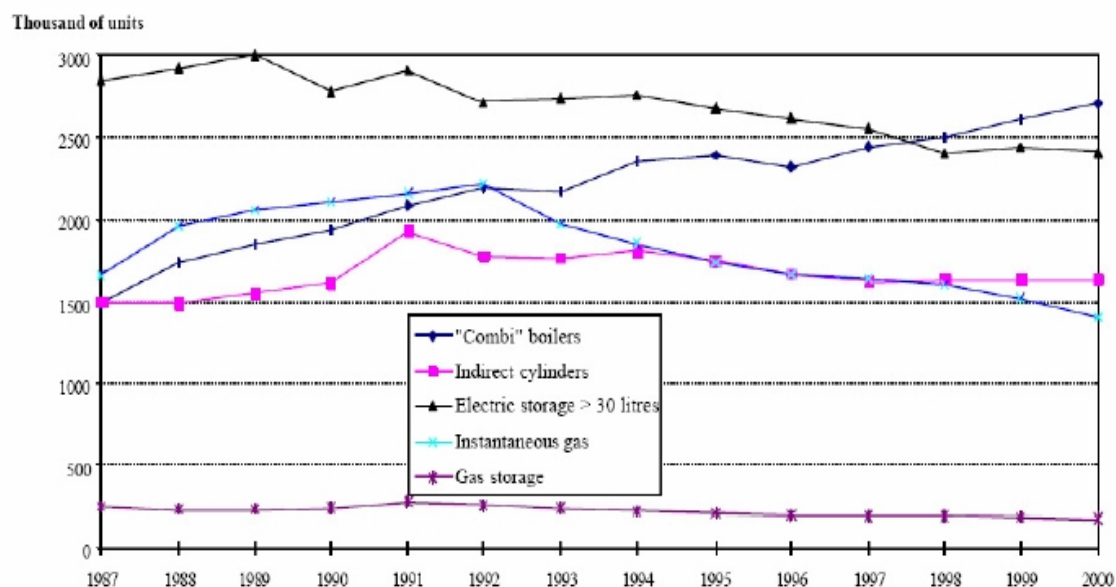


图 1-2 欧洲热水器产品型式

(资料来源: MarchWin)

3. 澳大利亚

澳大利亚热水器产品型式主要是电热水器,其次是容积式燃气热水器,还有少量的太阳能热水器和其他能源类型的水器。见图 1-3。

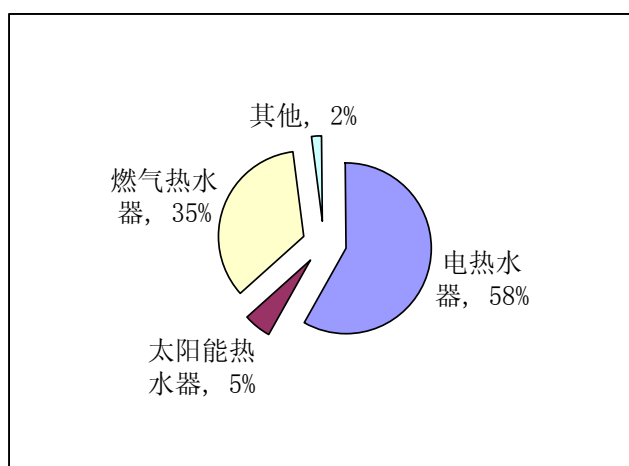


图 1-3 澳大利亚热水器产品型式

(资料来源: MarchWin)

4. 日本

在日本，热水器主要产品型式是燃气快速热水器和储水式电热水器。

5. 中国大陆

在中国大陆，热水器的主要产品型式有燃气快速热水器、储水式电热水器和太阳能热水器。与此同时，市场同样存在燃气容积式热水器、即热式电热水器产品；近年来燃气采暖热水炉已经为市场熟悉；此外，热泵热水器也开始进入市场。

毫无疑问，中国大陆已经和正在成为世界的生产制造基地，与此同时，也是世界上最大的消费市场，世界各地的各种民用产品已经和正在以各种形式进入中国，挤占自己的市场份额，同时，中国已经和正在学习、模仿、开发、生产出种类更多的产品，满足本国和海外的市场需求，家用热水器产品也不例外。

（三）特性比较

在热水器市场需求“蛋糕”不断增大的同时，3 种产品类型燃气热水器、电热水器和太阳能热水器之间存在着“此消彼长”的市场竞争。在中国城镇，热水器产品类型的竞争主要是燃气热水器和电热水器之间的“电气之争”。在农村主要是太阳能热水器与燃气热水器和电热水器之间的竞争。 尽管这种竞争状况还将长期存在，但可以预见，在未来 5 年中，在中国的城镇，燃气热水器将对电热水器形成明显的竞争优势，主要依据是：

- 中国电力紧张的状况在短期内无法根本扭转，大型电场项目的建设周期往往需要3~5年的时间甚至更长；
- 政府的能源战略将天然气的开发和引进给予了前所未有的重视；

- 随着数项天然气重大工程的竣工，天然气的供应状况将大大改善；
- 从能源利用效率和环保的角度，天然气作为一次能源较电能更具有竞争优势。

表 1-1 燃气快速热水器、电热水器和太阳能热水器特性比较

性能	燃气快速热水器	电热水器	太阳能热水器
能源形式	燃气	电能	太阳能(+电能)
加热效率 (%)	80	90	30~50
加热时间 (s)	<45	较长, 无规定	较长, 无规定
热水产率	>90%额定产率	标准容积±10%	不稳定
水温稳定性	<90s温度恒定	温度稳定	温度变化较大
热水连续性	可连续使用	储水式不可连续使用, 即热式可连续使用	受自然环境影响较大
使用寿命	6~8a	目前没有相关的规定专家认为应该为8a	15a
安装	方便	方便	复杂
室内环境	室内安装, 影响室内环境	室内安装, 影响室内环境	室外安装, 维护比较困难
安全性	有中毒、失火、爆炸危险	有触电、失火、爆炸危险	安全可靠
主流产品价位	400元以下 和 800~1200元 两档	1200~1800元	2000~3000元
运行费用比较	一般约为电热水器的50%	较高	无燃料费用
结水垢状况	结水垢少	易结垢, 增设阳极镁棒后需两年更换一次	易结垢
卫生性	无排污净水功能	无排污净水功能	有排污净水功能
其他			浪费水, 冬夏季节可能存在爆管

二、市场状况

（一）燃气热水器发展历程

70 年代末，我国生产出第一台燃气热水器，由此揭开了我国燃气热水器生产的序幕。经过近 25 年的发展，燃气热水器行业从 80 年代的玉环、神州等少数几个生产企业到现在的万和、万家乐、能率、百得、前锋、艾欧史密斯、光芒和林内等二、三十个知名品牌，产量也从 20 世纪 80 年代初的几万台发展到现在年产 800 万台，成为五金行业的一个支柱型产业。

从整个发展历程来看，80 年代和 90 年代初期是燃气热水器发展的黄金阶段，行业发展迅速，并逐渐形成了玉环、百乐满、神州、万家乐等四大品牌，奠定了我国燃气热水器的行业基础。从 90 年代中后期到 2000 年，燃气热水器行业进入“战国时代”，而行业的领军品牌也变成了“万和”和“万家乐”两家，其余有实力的二三线品牌多达 10 几个，形成激烈的市场竞争。同时，由于电热水器和太阳能热水器的逐渐兴起，占据了热水器部分市场份额，使得燃气热水器的生存空间逐渐被压缩，行业产量和销售量均出现不同程度的下降。1999 年后，燃气热水器生产企业意识到危机的存在，对行业进行了结构调整，在产品、技术、服务、价格等方面采取了一系列应对措施，：超大流量的燃气热水器以及数码型燃气热水器的研发；在行业内推行认证制度，提高行业门槛，强化产品质量等举措。到 2002 年下半年，行业出现转机，产量和销售量有所回升。2003 年，燃气热水器市场在 2002 年回升的基础上继续保持稳定的发展态势，特别是在西气东输、俄气南下等一系列利好消息的促进下，将会在未来几年内仍旧保持行业“龙头”的地位。

表 2-1 主要品牌产品 1999 年到 2003 年产品总量、出口量和国内销售量

单位：万台

企业代 码	1999 年			2000 年			2001 年			2002 年			2003 年		
	总产量	出口量	国内销 售量	总产量	出口量	国内销 售量	总产量	出口量	国内销 售量	总产量	出口量	国内销 售量	总产量	出口量	国内销 售量
1	68.1	2.73	65	59.3	3.8	55	73.63	11.6	61.5	86.7	9.36	77.34	108.6	14.8	93.8
2	42.28	0.07	53.03	37.94	0.18	40.28	27.71	0.66	32.92	58.51	0.61	46.64	68.69	0.88	67.57
3	2	/	2	2.5	/	2.5	3	/	3	4	/	4	5	/	5
4	3.06	/	3.06	5.1	/	5.1	7.2	0.15	7.05	8.5	0.3	8.2	10.6	0.5	10.1
5	/	/	9.94	/	/	7.71	/	/	10.1	/	/	16.04	/	/	24.59
6	29.8	/	28.5	33.6	/	33.8	37.4	/	36.9	40.5	/	41.5	44.2	/	43.9
7	9.5	/	9.5	8.5	/	8.5	10	/	10	9.8	/	9.8	10.8	/	10.8
8	/	/	/	/	/	/	2	/	2	4.5	0.5	4	6	1	5
9	/	/	/	6.5	/	6.45	11	/	10.9	16	0.3	15.8	25	1.2	24.8
10	/	/	/	/	/	/	2	/	2	3.5	/	3.5	4.7	/	4.7

（二）拉动燃气热水器产量的因素

1. 燃气供应环境的发展

从目前到 2020 年，中国的能源供应环境中，燃气尤其是天然气的供应将极大的改善，政府规划中，燃气在整个的能源结构中从目前的大约 3%增加到（2010 年）10~12%。燃气供应环境的发展与完善将极大地促进民用燃气具，包括燃气热水器产品的更广泛的生产与销售。

2. 产品更新

目前，大约7,000万台的燃气热水器保有量中99.9%以上是燃气快速热水器，大约3,000万台是早期的直排式的产品，随着国家“禁直推强”的政策，这部分产品必将被其他燃气热水器产品所替代。

根据有关产品规定，燃气快速热水器的规定寿命为6~8年。以目前的约7,000万台快速燃气热水器推算，如果按照平均8年的寿命更新，即使今后不再新增需求，仅仅产品更新产生的平均年需求就达875万台。

考虑到一些产品“超期服役”的实际情况，即便按照10年的寿命更新计算，平均年更新需求也达700万台。

3. 出口激增

近年来，燃气热水器产品的进口量大幅下降，2003年1~9月份，燃气热水器累计进口量约5,000台。与此同时，燃气热水器的出口数量激增，年增长率达30%~50%甚至100%以上。

2004年1~9月份，燃气热水器累计出口量已经超过100万台，全年预计达135万台左右。出口需求正在成为拉动GWH产量增长主要因素之一。

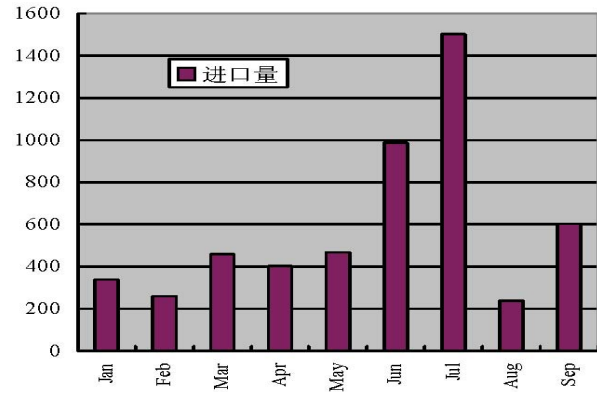


图 2-1 2004 年 1~9 月份燃气快速热水器进口量 (台)

(来源: 海关总署)

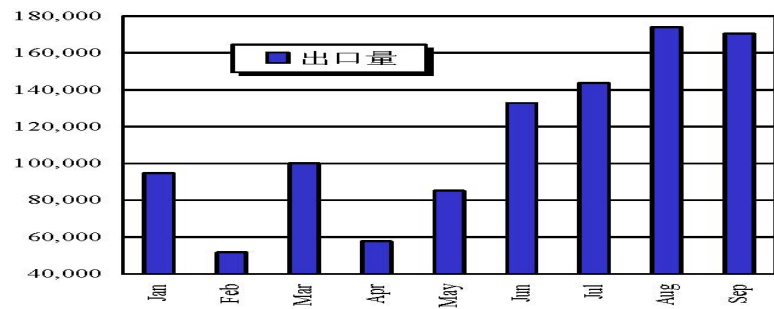


图 2-2 2004 年 1~9 月份燃气快速热水器出口量 (台)

(来源: 海关总署)

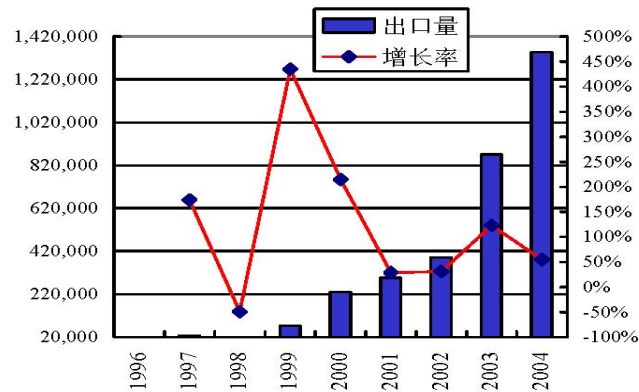


图 2-3 近年来燃气快速热水器出口量 (台) 及增长率 (%)

(来源: 海关总署)

（三）产品结构

根据中国家电市场研究课题组历时4年的研究成果表明：2003年，我国城市家庭热水器产品的普及率基本稳定在70%左右，已进入成熟发展阶段。其中，我国城市居民家庭拥有的热水器仍以燃气热水器为主，约占热水器市场总量的57.4%。电热水器和太阳能热水器经历了多年发展，也具备了一定规模，其中电热水器的发展比较稳定，其市场占有率为31.3%。虽然太阳能热水器的使用受场地和安装条件的限制，但其发展仍比较快，占有率已达到11.3%。

1. 产品分类

按照GB 6932—2001《家用燃气快速热水器》的分类要求，燃气热水器可以进行如下划分：

- 按给排气方式划分：自然排气式（以下简称“烟道式”）；强制排气式（以下简称“强排式”）；自然给排气式（以下简称“平衡式”）；强制给排气式（以下简称“强制平衡式”）和室外式；
- 按供暖热水系统机构划分：开放型燃气热水器和密闭型燃气热水器；（在我国企业实际产品划分中很少采用）

燃气采暖热水炉（简称热水炉）从一开始进入中国市场，业内的争论就没有停息，因为不同产品种类的划分首先涉及到行业的管理归属，其次涉及到标准规范制定的归属机构。2000年在制定GB 6932时，经过一番争论，暂时将这一产品归属到GB6932中，但争执并没有停息。特别是针对快速燃气热水器的安全要求对于热水炉来说远远不够。针对这一情况，建设部于2005年组织制定，2006年正式颁布了CJ/T 228—2006《燃气采暖热水炉》行业标准，得到了热水炉企业的普遍赞同，行业也呼吁

尽快修订GB6932，将两种产品分开。

热水炉产品技术成熟与广泛应用于欧洲，进入中国市场的时间有5~6年左右，受中国供暖制度改革，分户采暖的需要，被房地产开发商主要配套在有采暖需求的北方地区新建建筑中。由于人们生活水平的提高，在一些冬天较冷的长江流域大城市，零售也有较快的增长。采暖热水炉属于高端产品，市场价格从数千元到万元不等。目前中国市场的热水炉产品有3大来源，首先是欧洲进口产品，其次是韩国进口或组装产品，最后是中国本土制造商的产品。实际上，无论是韩国产品还是中国制造商的产品都是模仿欧洲的产品型式。市场上最知名的欧洲品牌是意大利的依玛（IMMERGAS）。依玛公司目前是世界上专业生产、研发家用热水炉的大型公司，年产量达38万台，在世界同行业名列前茅；最知名的国内品牌为广州迪森公司的“小松鼠”，采用意大利技术，受热水炉产品高利润的吸引，国内知名的燃气快速热水器制造商也纷纷开发此类产品，目前，包括进口在内，热水炉在中国市场的年销售量约4~5万台。

2. 产品结构

（1）产品类型结构

➤ 按排气方式划分

按给排气的方式划分是企业进行产品定型时主要的分类方式，也是进行市场销售和产品宣传时主要的称谓，为广大消费者所熟知，产品结构如图2-4：

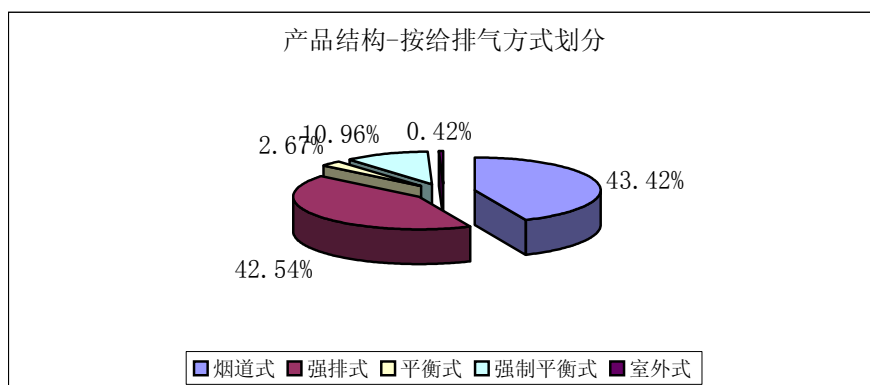


图 2-4 产品结构-按给排气方式是划分

(来源：燃调报告)

随着燃气热水器产品生产技术的发展和提高，我国燃气热水器产品结构发生了较大变化，在90年代，我国以直排型燃气热水器为主，在2000年行业全面淘汰了直排式燃气热水器之后，烟道式燃气热水器成为主导产品。近年来，为了与电热水器和太阳能热水器争夺市场，生产企业开始着眼于安全系数更高的强排式燃气热水器和强制平衡式燃气热水器。从图2-4可以看出，我国燃气热水器产品结构调整已经初见成效。烟道式燃气热水器和强排式燃气热水器分别占到43.42%和42.54%，不再是烟道式一枝独秀的局面，而技术含量更高的强制平衡式热水器也已经占10.96%，并且发展势头强劲，在未来有可能成为燃气热水器的主导产品。作为中间过渡性产品的平衡式燃气热水器只占到2.67%的市场份额，而室外型燃气热水器的开展在我国不是很普遍，市场份额不到1%。

➤ 按用途划分

按使用用途划分，我国燃气热水器以供热水型燃气热水器为主，比例占到92.14%。此外，燃气采暖热水炉作为分户式供暖的重要设备已经被越来越多的房地产开发商在北方供暖地区作为新建建筑配套，以两用

型居多。

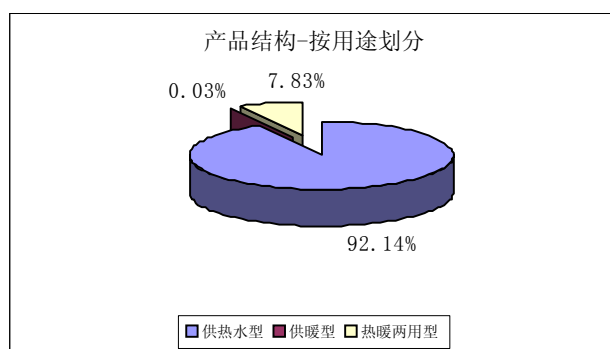


图 2-5 产品结构-按用途划分

（来源：燃调报告）

（2）产品容量结构

如果把6升以下定义为小容量燃气热水器；6-8升定义为中等容量的燃气热水器，8-10升定义为大容量燃气热水器，10升以上定义为超大容量热水器的话（各个数量段均含上限），中国燃气热水器容量结构见图2-6。

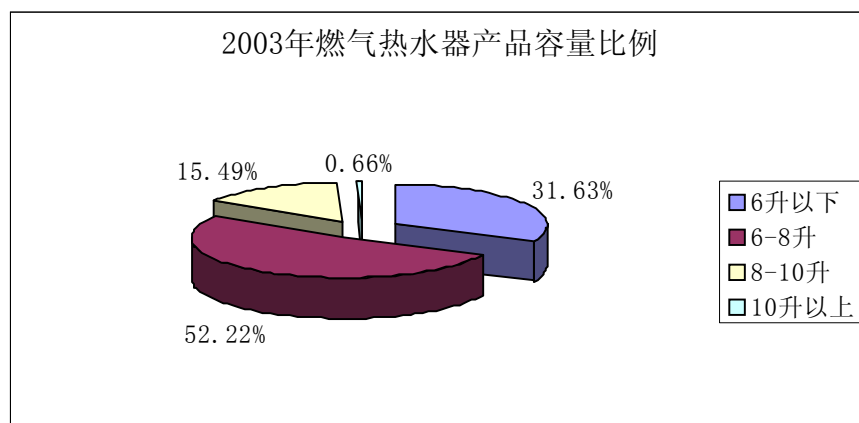


图 2-6 2003 年燃气热水器产品容量比例

（来源：燃调报告）

从图2-6可以看出，燃气热水器产品以6-8升中等容量的燃气热水器为主，占52.22%，一半的比例，代表了市场中消费者对燃气热水器容量的主要诉求。其次是6升以下的小容量燃气热水器，由于其价格较低，

作为“小厨宝”在厨房中使用，受到工薪家庭的欢迎，在市场中有了一定的销路，厂家也比较愿意生产，占产品总量的31.63%。8-10升的大容量燃气热水器，出水量大，速度快，舒适度好，为中上阶层消费者所青睐，在市场中有固定的消费群体，厂家也愿意将其作为自身的高端产品生产，因此市场中占有15.49%的份额。10升以上的超大容量燃气热水器，对于城市家庭来说实用性较低，一般用于宾馆和多房间的别墅，可以多点供水，厂家每年只定量生产一部分以应对特殊单位的特殊需要，因此市场份额只占0.66%，

（四）产品销售渠道和价格分析

1. 产品销售渠道

（1）国内销售渠道

在销售过程中，燃气热水器生产企业对产品的销售渠道一般采用以下五种方式：

- 生产厂商——企业销售公司——用户
- 生产厂商——企业销售公司——百货公司——用户
- 生产厂商——企业销售公司——建筑公司——用户
- 生产厂商——企业销售公司——当地建材市场——用户
- 生产厂商——用户

需要说明的是，在实际销售过程中，企业为了扩大自身的销售额，不会只采用某一种销售渠道，而往往是确定一个主要的销售渠道，辅以其他多个销售渠道，这些渠道相互结合，互相补充，将企业产品信息传达给每个目标消费者。各种销售渠道所占比例如图2-7。

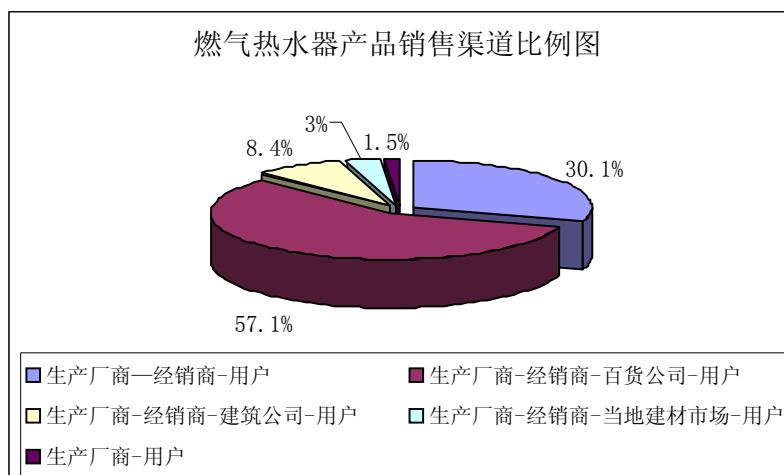


图 2-7 燃气热水器产品销售渠道比例

(来源：燃调报告)

从图2—7可以看出，企业在燃气热水器产品销售过程中，采用最多的是生产厂商——企业销售公司——百货公司——用户这条销售渠道，占57.1%，绝大部分的企业都是将其做为产品销售的主要渠道。企业根据地方上销售公司对当地市场的预测及与主要百货公司的合同，适当调整后安排产品生产，将产品批量运输至主要销售地，再由当地销售公司分发各百货公司，由百货公司面向消费者销售。此外，由销售公司直接面向消费者销售也占有30.1%，在调查中，少数企业也将这种销售方式作为其主要销售渠道。考虑到燃气热水器在做家庭装修的时候安装，因此，企业也将当地的建筑公司和建材市场纳入自己的销售渠道，通过建筑公司和建材市场向消费者进行销售，分别占到8.4%和3%，最后是由企业直接向用户销售，一般是酒店、宾馆等大客户采用此种销售方式，这种方式占1.5%。

(2) 国外渠道—产品出口

燃气热水器产品出口现状不容乐观。众所周知，燃气热水器是一种

对安全性能要求很高的产品，欧美地区等国家对于本国进口燃气热水器产品有很多苛刻的要求，特别是利用标准建立壁垒，使得我国产品在进入国外市场时受到诸多限制。

根据调查结果显示，我国燃气热水器产品出口工作主要在2000年以后，产品销售地包括：东亚和东南亚地区国家，如日本；南美地区国家，如巴西；欧盟国家，如法国；此外中东地区（以伊朗为代表）和北非地区（以埃及为代表）也是我国企业出口的主要市场。总的来看，生产企业用于出口的燃气热水器占每年总产量的10%-20%，部分企业出口数量占到生产数量的30%以上。

2. 产品价格

（1）出厂价格

燃气热水器的成本价格构成中，包括原材料费、配件、劳动工资、管理成本、设备折旧费、税收、损耗、合理的利润等方面。一些小企业为了争取市场空间，降低成本，不惜在产品制造过程中偷工减料，损害消费者利益。现在市场中形成一种鱼龙混杂的局面，燃气热水器产品出厂价格从100元到1500不等。从调查反馈来看，产品价格高低受两方面的影响，一是产品分类，技术含量越高的产品价格越高。二是产品容量（额定产热水能力），容量越大的产品价格越高。具体价格构成见表2-2。

表 2-2 燃气热水器产品价格区间表

型号	6升以下	6-8 升（含 8 升）	8-10升（含10 升）
烟道式	230-448元	280-550元	400-615元
强排式	461-589元	460-1145元	550-1270元

强制平衡式	/	900-1200元	1300-1500元
-------	---	-----------	------------

(2) 市场零售价格

一般来说，市场零售价格除了出厂价格外，还要包括运输费用、仓储费用、税收和百货公司或建筑方等合理的利润等，所以零售价格往往是产品出厂价格的1.2-1.5倍（企业提供）。

(3) 1999年到2003年市场零售价格走势

由于燃气热水器市场产品价格差别较大，特别是一些小型企业的产品价格水分较大，因此在分析1999年到2003年燃气热水器产品价格走势时，我们综合六家有代表性的大中型企业的数据来说明。

表 2-3 燃气企业 1999 年到 2003 年燃气热水器平均价格

年份	1999	2000	2001	2002	2003
年销售量 (万台)	145.24	144.94	159.94	214.21	262.09
年销售额 (亿元)	9.61	9.9075	9.237	9.55	11.735
平均每台价格(元)	661.66	627.67	577.53	445.82	447.75

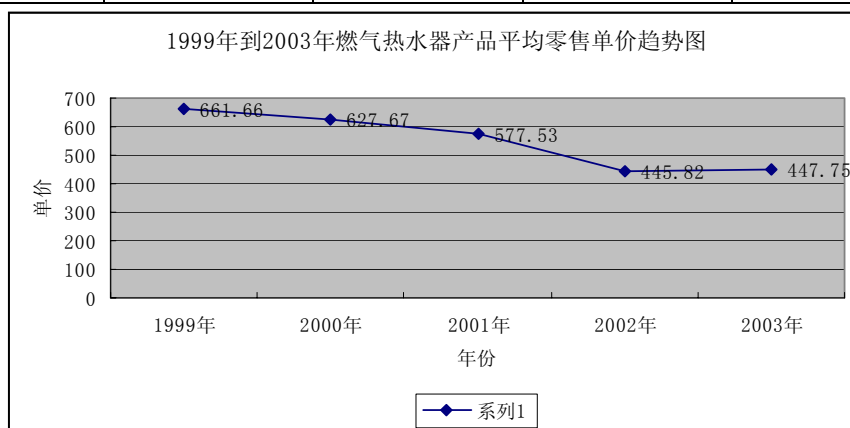


图 2-8 1999 年到 2003 年某企业热水器产品价格走势图

(来源：燃调报告)

由图2-8和表2-3可以看出，从1999年开始，燃气热水器产品单价呈逐年降低的态势，这一方面是企业生产技术不断进步且日趋成熟，产品生产成本降低使得价格相应降低，另一方面，也是由于市场竞争较为激烈，企业不得不依靠降价策略取得市场份额。特别是2002年，为了夺回被电热水器和太阳能热水器所侵蚀的市场份额，燃气热水器生产行业纷纷采取了降价的策略，造成产品销售量大幅度提升33.9%，而销售总额却只提高了3.3%。2003年，产品平均单价基本保持了2002年的水平，销售量和销售额均有所上升。

总的来看，随着生产技术的进步和市场竞争的日趋激烈，燃气热水器产品价格呈下调趋势，企业为了争取更大的市场空间，不得不在价格中下功夫。但是劣质企业生产成本低，因此市场价格就低，优势企业的价格战无法对其产生根本影响。在这种情况下，行业优势企业迫切希望通过强化标准、推行认证制度等方式提高行业门槛，限制劣质企业的发展。这也是今后燃气热水器行业发展出路所在。

(五) 企业状况

1. 制造商

在美国、日本的水器市场，市场已经高度集中，前4位品牌就占据80%以上的市场份额。欧洲10多个国家，也就20左右个品牌。

而在中国，燃气热水器市场远未成熟，一个突出的表现就是，市场上有多达数百家制造商和产品品牌。2003年，中怡康监测到，在全国主要的353家商场销售的水器品牌达到222个。2003~2004年，按月度市场份额，前十名的燃气热水器品牌多达20多个。到2004年，全国获

得DGWH生产许可证的制造商有258家。此外，一些“无证”的企业和专门的OEM也在从事生产制造，数量无法准确统计。有业内人士估计，至少几十家。另外一个特点就是制造商地域分布特征明显，258家获得生产许可证的制造商中，75%以上在广东（其中又主要集中在中山、顺德两地）；其次是长三角。

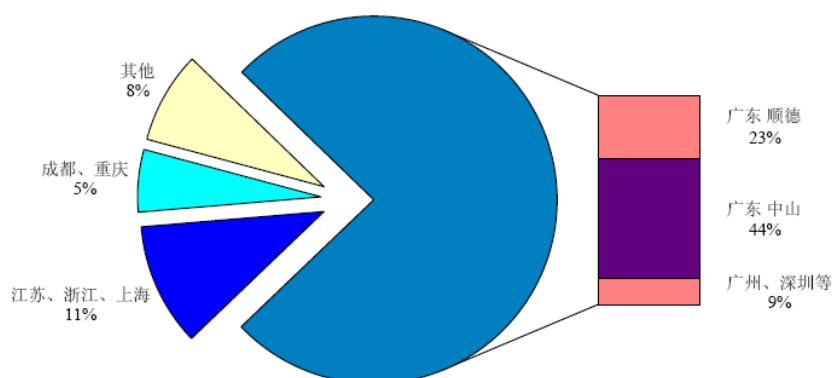


图 2-9 258 家制造商的地域分布状况

（来源：MarchWin）

在本土制造商中，存在着专业五金厨卫制造商与综合家电制造商之间的竞争关系。综合家电制造商（主要是海尔、美的）原来的热水器产品主要是电热水器，后来逐步将热水器产品线延伸到燃气热水器和太阳能热水器。2003年，海尔的全球销售收入规模达800亿元，美的为175亿元（预计2004年将达300亿元），对于这些大型的制造商而言，燃气热水器只是一个很小的产品，占其销售收入1~2百分点或更低。对于专业五金厨卫制造商，尽管燃气热水器产品占其主营业务收入的50%甚至更高，但企业销售收入规模比较有限。燃气热水器行业规模最大的两家制造商万和、万家乐年产值在10~13亿元之间，比较大的制造商规模也就是5~6亿元，众多的企业其规模在亿元左右或更低。

在外资（合资、独资）企业中，从投资方国别、地区看，外资燃

气热水器制造商有：

- 日本，Rinnai，Noritz（上海），Panasonic（杭州）
- 美国，A.O. Smith（南京），
- 德国，Bosch（广东顺德）
- 意大利，Ariston（江苏无锡）
- 台湾，Sakura（江苏昆山）

此外，还有燃气容积式热水器制造商： 澳大利亚，Everhot（海外为Rheem，Vulcan，Solahart）（成都）。海外知名品牌制造商进入中国，其市场状况带有明显的母公司产品的特征。

按照年产量规模，燃气热水器制造商大致可大致分为100万台以上、40~60万台、20万台、10万台和10万台以下5个等级。万和、万家乐是目前仅有的年产100万台以上DGWH制造商，其品牌在国内市场知名度较高，业内人称“两万”，目前，其共同特点是低价战略。万和从1993年发展至今，企业年销售收入达10多亿元，固定资产近10亿元。具有年产200万台DGWH的生产能力。2002年开始，万和产销量成为行业第一。万家乐具有年产200万台的生产能力，1988年至今，累计生产超过2,500万台，社会保有量超过2,000万。中山长青（创尔特），从燃气热水器阀体配件起家，到创出“创尔特”整机品牌，是行业内最早闯出海外市场的制造商，大约30万台年产量中30%以上出口海外。中山华帝以华帝品牌在燃气灶具市场享有很高的市场份额，后拓展到燃气热水器产品，年产能50万台，实际产量大约40万台。2004年8月在深圳中小企业板上市。

表 2-4 部分有影响力的燃气热水器品牌及制造商（排名不分先后）

（来源：MarchWin）

制造商类别	品牌	制造商
专业五金厨卫	万和	顺德万和电器有限公司
	万家乐	广东万家乐燃气具有限公司
	华帝	中山华帝燃具股份有限公司
	创尔特	中山长青燃气具有限公司
	樱雪	中山市樱雪燃气具有限公司
	奇田	顺德市容桂镇科田热水器厂
	百得	中山市百得燃气用具有限公司
	裕安	顺德市裕安燃气具实业有限公司
	富士山	富士山卫厨发展有限公司
	神州	广东神州燃气用具有限公司
	五洲	广州市五洲燃气具有限公司
	红日	广州市红日燃具有限公司
	火王	深圳市火王燃器具公司
	捷佳	深圳市南光捷佳电器有限公司
	德意	浙江德意厨具有限公司
	前锋	成都前锋电子有限责任公司
	光芒	江苏光芒热水器有限公司
	迅达	湖南迅达集团有限公司
	申花	上海申花电器企业发展有限公司
综合家电	海尔	海尔洗碗机有限公司
	美的	广东美的热水器公司
外资（独资、合资）	Rinnai	上海林内有限公司
	Noritz	上海能率有限公司
	Panasonic	杭州松下住宅电器设备有限公司
	A.O.Smith	艾欧史密斯（中国）热水器有限公司
	Bosch	博世（顺德）燃气用具有限公司
	Ariston	默洛尼卫生洁具（中国）有限公司
	樱花	樱花卫厨（中国）有限公司
	百吉	重庆百吉厨房用具有限公司

2. 专业配件商和 OEM 商

广东地区的燃气热水器（包括其他燃气具）整机品牌制造商的周围聚集着一大批专业配件商和专业整机OEM企业。这种状况为其在生产配套供应、交货期的缩短、成本的降低、新产品开发的配合等方面提供了良好的环境，从而形成了明显的地域竞争优势。在中国，燃气热水器整机与配件已经逐步形成了两个唇齿相依的行业。配件、整机OEM行业发展的优劣对整机行业发展的影响巨大。由于专业配件商、整机OEM的“客户”是整机制造商或品牌制造商，因此，这些企业通常仅为业内人士所熟悉，燃气热水器产品的消费市场对他们知之甚少。

燃气热水器两大配件“水箱”和“阀体”中，规模较大的专业“水箱”配件商如：中山市广凌电器有限公司、中山市祥基电器有限公司、中山市千年电器燃具有限公司等都集中在广东（中山的东凤、南头、小榄一带），规模较大的专业阀体配件商，如：顺德合胜有色金属制造有限公司、华兴电器燃具有限公司、顺德市裕安气具实业有限公司、宁波三国机械电子有限公司等，一部分集中在广东（顺德、中山），另一部分在浙江。规模较大的整机OEM商，如佛山顺德区金美达实业有限公司、荣星电器燃具有限公司等都集中广东（顺德、中山）。

（六）行业管理

1991年3月30日建设部、劳动部、公安部令第10号《城市安全管理规定》对中国燃气具行业的市场准入情况做出规定：

第二十八条“城市燃气用具生产单位实行生产许可证制度的产品时，必须取得归口管理部门颁发的《生产许可证》，其产品受颁证机关

的安全监督。”

第二十九条“民用燃具的销售，必须经销售城市人民政府城建行政主管部门指定的检测中心（站）进行检测，经检测符合销售地燃气使用要求，并在销售地城市人民政府城建行政主管部门指定的城市燃气经营单位的安全监督下方可销售。”

目前，中国各地区燃气管理部门对燃气具行业准入的基本控制是，各型号必须取得省级以上或当地技术监督所的合格检测报告才能在当地各渠道销售。

部分地区还需进行气源适配性检测，取得年度准销证，产品进入当地《燃烧器具销售产品合格目录》后才可在当地进行销售。如：深圳市、大连市、福州市、上海市、太原市、武汉市等。其中广州、上海等地对煤气、天然气等特殊气源产品还需向燃气管理处办理入网准销证，所有特殊气源产品需粘贴由燃气管理处发出的准销证。

另外，有部分地区除在当地销售的各型号产品需取得省级以上检测报告外，还需再签订年度检测协议，对当地销售主要品种燃气用具进行1-6次不定期抽检，或要求每2个月定期或不定期送检，以严格控制产品质量。如南京、长沙等。

三、能效水平测试与分析

（一）统计分析

为了更准确地把握当前国内市场燃气热水器的实际运行热效率水平，对国家燃气用具质量监督检验中心（天津）2002年实施新的检测

标准后所检测过的样机中抽取了123台产品作为样本，进行统计分析。



图 3-1 国家燃气用具质量监督检验中心（天津）热水器检测台



图 3-2 北京建筑工程学院暖燃实验室热水器性能试验检测台 1



图 3-3 北京建筑工程学院暖燃实验室热水器性能试验检测台 2

样本选择了目前我国市场上比较常见的热水器类型：气源种类覆盖天然气、人工燃气和液化石油气三种气源；有烟道式、强排式和强制给排气式三种；包括国内厂家和欧洲、韩国等地产品。样本测试结果统计见表3-1。

表 3-1 123 个样本测试结果统计

热效率 (η)	样本个数	热效率 (η)	样本个数	热效率 (η)	样本个数
$80 \leq \eta < 81$	4	$85 \leq \eta < 86$	10	$90 \leq \eta < 91$	18
$81 \leq \eta < 82$	8	$86 \leq \eta < 87$	8	$91 \leq \eta < 92$	6
$82 \leq \eta < 83$	11	$87 \leq \eta < 88$	10	$92 \leq \eta < 93$	0
$83 \leq \eta < 84$	11	$88 \leq \eta < 89$	12	$93 \leq \eta < 94$	0
$84 \leq \eta < 85$	12	$89 \leq \eta < 90$	12	$94 \leq \eta < 95$	1
$80 \leq \eta < 85$	46 (37.4%)	$85 \leq \eta < 90$	52 (42.3%)	$90 \leq \eta < 95$	25 (20.3%)

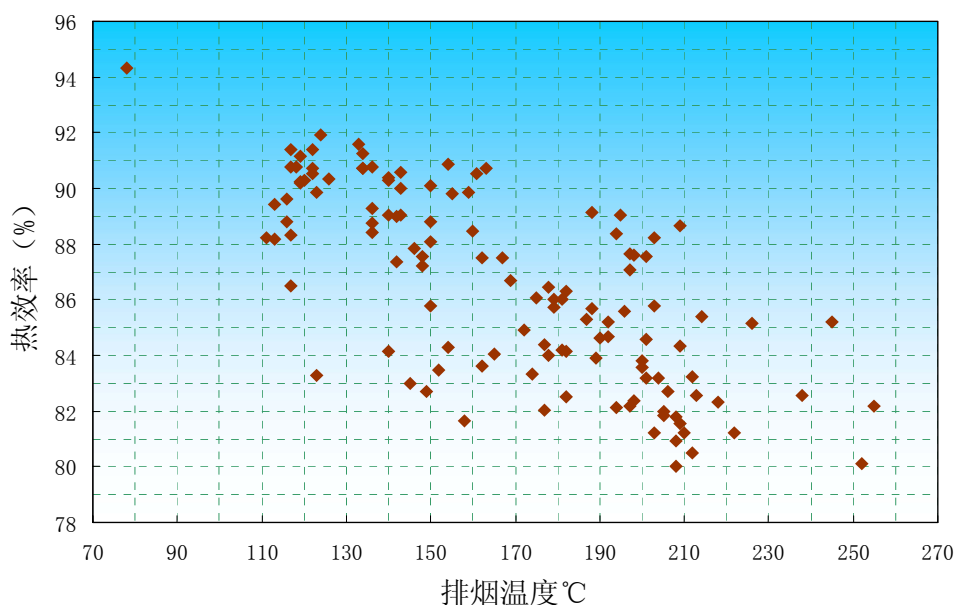


图 3-4 所有样本热效率分布的散点图

统计分析结果：全部样本的测试热效率水平均达到GB6932-2001所规定的80%的最低热效率值，且大多数产品的热效率远高于80%，集中分布于82%~92%，热效率平均值为86.5%。部分技术实力较强的生产

企业的高端产品中，由于应用了不同的节能技术，热效率可以提高到90%以上。只有一台样机的测试热效率达到了94.3%，但其排烟温度为78℃，已不符合GB6932-2001所规定排烟温度高于110℃的要求（其他所有被测样机的排烟温度都在110℃以上）。

（1）排烟温度

燃气热水器排烟温度的高低直接关系到排烟热损失的大小，是影响其热效率水平的主要因素。对各样本在额定工况下运行时的排烟温度的测试结果见表3-2。

表 3-2 额定负荷下热水器排烟温度统计表

排烟温度 (T) °C	样本个数及比例	排烟温度 (T) °C	样本个数及比例	排烟温度 (T) °C	样本个数及比例
75 ≤ T < 110	1 (0.8%)	110 ≤ T < 140	29 (23.6%)	210 ≤ T < 220	6 (4.9%)
		140 ≤ T < 160	24 (19.5%)	220 ≤ T < 230	2 (1.6%)
		160 ≤ T < 200	38 (30.9%)	230 ≤ T < 260	4 (3.3%)
		200 ≤ T < 210	18 (14.6%)	260 ≤ T < 330	1 (0.8%)
75 ≤ T < 110	1 (0.8%)	110 ≤ T < 210	109 (88.6%)	210 ≤ T < 330	13 (10.6%)

从测试数据来看，为了尽可能提高热效率，大多数生产企业已经采取各种措施来降低排烟温度，提高热效率。

（2）过剩空气系数

过剩空气系数是影响燃气热水器热效率的重要因素。各样本在额定工况下运行时的过剩空气系数，测试数据统计见表3-3。

表 3-3 额定负荷下热水器过剩空气系数

过剩空气 系数 (α)	样本个数及 比例	过剩空气 系数 (α)	样本个数及 比例	过剩空气 系数 (α)	样本个数及 比例
$1.0 \leq \alpha < 1.20$	1 (0.8%)	$1.50 \leq \alpha < 1.80$	30 (24.4%)	$2.40 \leq \eta < 3.00$	15 (12.2%)
$1.2 \leq \alpha < 1.50$	17 (13.8%)	$1.80 \leq \eta < 2.00$	29 (23.6%)	$3.0 \leq \eta < 4.30$	1 (0.8%)
		$2.00 \leq \alpha < 2.40$	30 (24.4%)		

被测样品在各种过剩空气系数下的CO排放水平最高为0.049%（最低为0.002%），低于GB6932-2001所规定的0.06%。

被测样品的过剩空气系数集中分布在1.5~2.4之间（占被测样品总数的72.4%）。过剩空气系数低于1.8的占到了被测总数的39%，低于2.0的占到了被测总数的62.6%。个别产品的过剩空气系数降低到了1.19，仍可以保证完全燃烧。

在现有技术条件下，通过优化燃烧器结构等形式，完全可以做到在较低的过剩空气系数下实现燃气的完全燃烧，从而降低烟气排放量，在一定的排烟温度下进一步降低排烟热损失，提高热效率。



测试结果分析：

- ✚ 所有检测样本均满足GB6932-2001的规定：热效率不低于80%；
- ✚ 绝大部分样本可满足GB6932-2001的规定：排烟温度为110~260℃；
- ✚ 很多企业的燃气热水器已经采取提高热效率的措施：
 - ☆ 能够做到160℃以下的烟气低温排放；
 - ☆ 较低的过剩空气系数仍能保证燃气的完全燃烧。

（二）代表性产品相关检测项目的详测及分析

1. 测试样品选择

（1）强制排气式热水器

样本1：高档强制排气式热水器一台：带自动恒温功能、风机转速可随燃气流量自动调节、风机位置在热交换器后），该样机属于日本风格的机型，在国内供热水型热水器中属于高档产品。



图 3-5 样本 1 产品内部结构

表 3-4 样本 1 产品描述

型号：JSQ	产品适用燃气种类：天然气12T
热水额定热负荷（kW）：20.3	产热水能力（kg/min）：10
热水自动恒温功能：比例调节（40-100）	燃气稳压装置：有
风机位置：风机在热交换器后，转速可随燃气流量自动调节	给排气方式：强制排气式～JSQ；
供电电压：市电～220V	

样本2：高档强制鼓风式热水器一台：风机位置在热交换器和燃烧器前，在国内供热水型热水器中属于高档产品。



图 3-6 样本 2 产品内部结构

表 3-5 样本 2 产品描述

型号：JSQ	产品适用燃气种类：天然气12T
热水额定热负荷（kW）：22	产热水能力（kg/min）：11
热水自动恒温功能：比例加分段调节（40-100）	燃气稳压装置：有
风机位置：风机在热交换器前，转速可随燃气流量自动调节	给排气方式：强制排气式～JSQ；

供电电压：市电 \sim 220V

样本3：普通强制排气式热水器一台：无自动恒温功能，属于中档产品。



图 3-7 样本 3 产品内部结构

表 3-6 样本 3 产品描述

型号：JSQ	产品适用燃气种类：天然气12T
热水额定热负荷（kW）：16	产热水能力（kg/min）：8
热水自动恒温功能：无（手动40-100）	燃气稳压装置：无
风机位置：风机在热交换器后，转速不能随燃气流量自动调节	给排气方式：强制排气式 \sim JSQ
供电电压：市电 \sim 220V	

样本3#：在测试过程中为了更加全面了解产品的情况，又增加了一台样机：主要测试热效率随热负荷变化规律，属于中低档产品。



图 3-8 样本 4 产品内部结构

表 3-7 样本 4 产品描述

型号：---	产品适用燃气种类：液化气20Y
热水额定热负荷（kW）：16	产热水能力（kg/min）：8
热水自动恒温功能：无（冬夏型，手动30-100）	燃气稳压装置：无
风机位置：风机在热交换器后，转速不能随燃气流量自动调节	给排气方式：强制排气式~JSQ
供电电压：市电~220V	

（2）强制给排气式

样本4：采暖热水两用型热水器一台：不带储罐， $\geq 24\text{KW}$ ，欧洲式，属于采暖两用型产品的高档主流机型。



图 3-9 样本 5 产品内部结构

表 3-8 样本 5 产品描述

型号：JLG	产品适用燃气种类：天然气12T
热水额定热负荷（kW）：30.5	产热水能力（kg/min）：16.1
供暖额定热负荷（kW）：30.5	供暖热输出（kW）：28.03
热水自动恒温功能：比例调节（40-100）	燃气稳压装置：有
风机位置：风机在热交换器后，转速不能随燃气流量自动调节	给排气方式：强制给排气式，采暖热水两用~JL G
供暖系统结构型式：密闭式~B	供电电压：市电~220V
采暖热水分为两路水系统，采暖水系统经过燃烧室与烟气换热，再与板式热交换器在燃烧室外部与热水系统经过二次换热供应生活热水	

样本5：采暖热水两用型热水器一台：带储水罐，18KW左右，属于采暖两用型产品的中档主流机型。



图 3-10 样本 6 产品内部结构

表 3-9 样本 6 产品描述

型号：JLG	产品适用燃气种类：天然气12T
热水额定热负荷（kW）：18.1	产热水能力（kg/min）：8.7
供暖额定热负荷（kW）：18.1	供暖热输出（kW）：15.1
热水自动恒温功能：无	燃气稳压装置：有

风机位置：风机在热交换器后，转速不能随燃气流量自动调节	给排气方式：强制给排气式，采暖热水两用~JL G
供暖系统结构型式：开放式~K	供电电压：市电~220V
采暖热水分为两路水系统，采暖水系统在小型储罐中与燃烧室内立管式与热交换器换热，热水经过储罐内的盘管与采暖水换热供应生活热水	

(3) 烟道式热水器

样本6：烟道式热水器一台：热水产率为10L/min。由于烟道式产品全部为国产，档次差别不大。



图 3-11 样本 7 产品内部结构

表 3-10 样本 7 产品描述

型号：JSD	产品适用燃气种类：液化石油气20Y
热水额定热负荷（kW）：20	产热水能力（kg/min）：10
热水自动恒温功能：无（冬夏型，手动40-100）	燃气稳压装置：无
给排气方式：自然排气式~JSD	供电电压：干电池~3V

样本7：烟道式热水器一台：热水产率为7L/min。



图 3-12 样本 8 产品内部结构

表 3-11 样本 8 产品描述

型号: JSD	产品适用燃气种类: 人工煤气6R
热水额定热负荷 (kW): 14	产热水能力 (kg/min): 7
热水自动恒温功能: 无 (冬夏型, 手动40-100)	燃气稳压装置: 无
给排气方式: 自然排气式~D	供电电压: 干电池~3V

2. 测试内容及分析

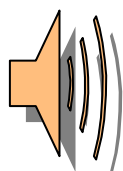
(1) 温升值对热效率的影响

各样品在额定热负荷下, 测定每10K温升的热效率值, 不考虑进水压力。

表 3-12 温升时热水器热效率

测 试 项 目	热效率相差最大值 (与 40K 相差百分比)	热 水 温 升 (K)					
		20	30	40	50	60	70
样本							
样本1	2.4 (2.9%)	82.6	82.9	82.8	82.2	81.7	80.5
样本2	3.9 (4.6%)	86.5	84.5	84.0	83.6	82.6	

测 试 项 目 样 本	热效率相差最大值 (与 40K 相差 百分 比)	热 水 温 升 (K)					
		20	30	40	50	60	70
样本3	2.5 (2.9%)	85.0	85.6	85.6	85.2	83.6	83.1
样本4	2.8 (2.8%)	89.2	90.4	89.3	88.6	87.9	
样本5	2.4 (3.0%)	90.8	92.0	92.6	90.8	89.8	
样本6	1.5 (1.8%)		84.5	84.8	84.5	84.0	83.3
样本7	1.7 (2.1%)	80.8	81.1	81.0	79.9	79.4	



冷热水温升对热效率影响的测试结果：

- ☞ 温升对热效率测试结果的影响在 1.5~3.9 个百分点 (1.8~4.6%)，影响不是线性关系；
- ☞ 50K 以上的温升下热效率呈明显降低趋势，但这段温度不是洗浴功能的常用温度；
- ☞ 20K 温升时由于水流量过大而影响传热效果，热效率有所降低，而用户在实际使用时的水量不可能随意加大；
- ☞ 30 至 40K 的温升是热效率的最佳段，也是用户经常使用的温度范围。

※带有自动恒温功能的产品由于出水温度可以自动保持恒定，省去用户调整温度时的燃气和水的消耗，具有明显的节能效果。

(2) 荷对热效率的影响

各样品分别在20%（可降进气压力实现）、40%、60%、80%、100%、122%（1.5倍进气压力）等不同的热负荷下，测定热效率值，温升尽量接近40K。

表 3-13 热负荷变化时热水器热效率测试数据

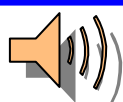
测试项目 样本	热效率相差最大值 (与100%值的百分比)	热负荷变化					
		20%	40%	60%	80%	100%	120%
样本1	10.2 (12.3%)	74.6	77.4	80.4	82.0	82.8	84.8
	过剩空气系数	8.75	5.22	3.48	2.65	2.15	1.65
	CO	0.070	0.037	0.014	0.008	0.012	0.042
样本2	2.6 (3.1%)	85.9	83.3	83.9	84.1	84.0	
	过剩空气系数	7.00	5.83	3.75	2.69	2.41	
	CO	0.007	0.022	0.009	0.010	0.011	
样本3	50.5 (59.2%)	35.7	74.9	79.5	82.6	85.3	86.2
	过剩空气系数	30.00	6.77	4.20	2.96	2.26	1.74
	CO	0.240	0.020	0.015	0.004	0.009	0.172
样本3#	17.5 (21.1%)	66.8	73.8	78.0	81.5	83.0	84.3
	过剩空气系数	11.67	5.53	3.33	2.28	1.72	1.35
	CO	0.136	0.038	0.017	0.011	0.017	0.149
样本4	21.8 (24.2%)	69.1	81.7	85.7	87.8	89.9	90.9
	过剩空气系数	7.24	4.88	3.00	2.06	1.56	1.34
	CO	0.030	0.006	0.009	0.008	0.017	0.165
样本5	52.6 (57.8%)			38.4	89	91	85.4
	过剩空气系数			5.53	1.93	1.46	1.22
	CO			0.319	0.030	0.020	0.302
样本6	6.1 (7.2%)	79.4	80.7	82.8	83.9	84.8	85.5
	过剩空气系数	5.83	3.23	2.33	1.81	1.32	1.12
	CO	0.011	0.005	0.002	0.005	0.009	0.056
样本7	9.4 (11.6%)	72.1	73.9	77.0	79.3	80.7	81.5
	过剩空气系数	8.40	5.00	3.33	2.53	2.06	1.71
	CO	0.013	0.010	0.009	0.008	0.006	0.012

(3) 进水温度对热效率的影响

在进水温度为5℃（实际情况为8℃左右）、20℃和30℃条件下测定热效率值。

表 3-14 进水温度对热水器热效率影响测试数据

测试项目 样本	热效率差值 (与20℃比)	冷 水 温 度		
		8℃	20℃	30℃
样本1	2.9 (3.5%)	7.2	19.8	30.2
		85.3	83.4	82.4
样本2	2.5 (3.0%)	7.6	20.0	29.4
		85.3	84.0	82.8
样本3	1.8 (2.1%)	8.4	20.0	30.6
		86.0	84.7	84.2
样本4	2.1 (2.3%)	7.2	20	30.8
		90.8	89.6	88.7
样本5	3.1 (3.4%)	8.0	19.8	30.4
		93.4	91.7	90.3
样本6	3.2 (3.8%)	7.0	20.0	30.2
		86.4	84.7	83.2
样本7	3.3 (4.1%)	8.0	20.6	30.0
		82.3	80.2	79.0



进水温度对热效率影响的测试结果：

- ☞ 进水温度对于热效率的影响平均达到 2.7 个百分点；
- ☞ 进水温度不限定可能造成检测误差（我国现行燃气热水器检测标准中未对进水温度加以限制）。

3. 补充测试部分样本热负荷变化对热效率的影响

2005年4月在北京建筑工程学院召开的研讨会上，与会者认为鉴于在前阶段检测中发现热负荷对燃气快速热水器热效率有一定影响，且

在小负荷时热效率降低较多，如果不对热水器小负荷时热效率加以限制，可能会导致部分热水器在小负荷情况下热效率不达标，影响热水器使用中总能耗；建议在制定新的能效标准时考虑。

根据研讨会精神，为制定科学、合理的燃气快速热水器能效标准及检测内容，国家燃气用具质量监督检验中心（天津）就热负荷变化对热水器热效率影响情况作进一步检测、分析。

（1）样本选择

选择市场上销售的主流机型，主要选择较大热水器生产厂家的产品。

（2）测试内容及分析

对样本在100%及50%热负荷下的热效率进行检测，并对其变化进行分析。测试结果表明：燃气快速热水器热效率随热负荷的变化主要与热水器的排烟方式有关，排烟方式不同，热效率随热负荷变化的幅度有较大差异。

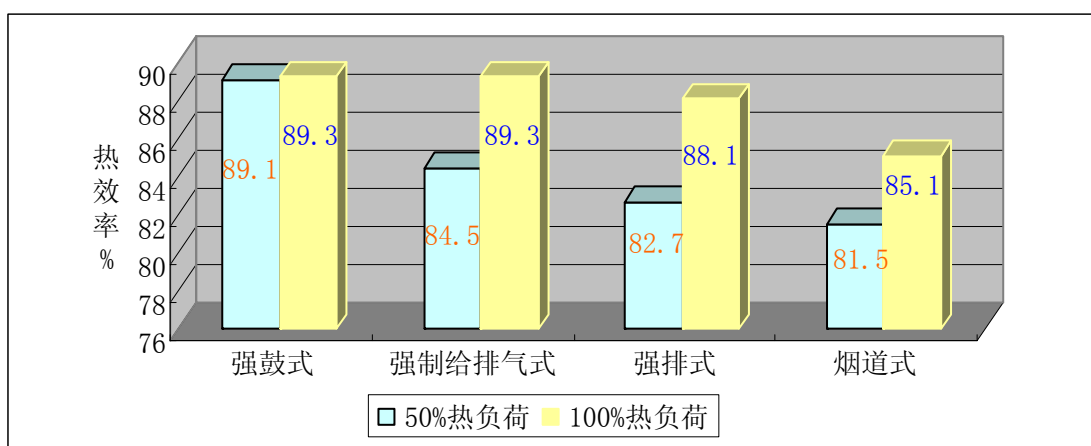


图 3-13 不同排气方式热水器在 100%和 50%热负荷下的热效率实测值



负荷变化对热效率影响的测试结果：

- ☞ 强鼓式和烟道式热水器在 100%和 50%热负荷下的热效率之差约为 5%；
- ☞ 不带风机转速自动调节的强制给排气式和强排式热水器，当负荷降低时热效率下降较多。

四、节能潜力分析

（一）理论分析

1. 燃气热水器的热平衡分析

燃气热水器热平衡关系应满足输入总热量（ Q_i ）与输出总热量（ Q_o ）相等，即

$$Q_i = Q_o$$

输入总热量：燃烧空气带入热、燃气带入热之和。

$$Q_i = Q_a + Q_g + Q_{g-c}$$

其中：燃烧空气带入热：包括空气显热及其中蒸汽的热焓。

$$Q_a = Q_{a1} + Q_{a2} = V_g \cdot V_a \cdot C_{pa} \cdot t_a + V_g V_a d_a r_a$$

燃气带入热：包括燃气的化学热、燃气显热及其中水蒸汽的热焓。

燃气燃烧的化学热 Q_{g-c} ：

按燃气高热值 H_h 计算： $Q_{g-c} = V_g H_h$ ，

按燃气低热值 H_L 计算： $Q_{g-c} = V_g \cdot H_L$

$$\text{燃气显热及潜热: } Q_g = Q_{g1} + Q_{g2} = V_g \cdot C_{pg} \cdot t_g + V_g d_g r_g$$

输出总热量：被加热水获得的有效热热量（ Q_w ）、烟气带出热（ Q_f ）及设备散热损失（ Q_c ）。

$$Q_o = Q_w + Q_f + Q_c$$

其中：被加热水获得的有效热量：水通过热水器的热焓增值

$$Q_w = W_w \cdot C_{pw} \cdot (t_2 - t_1)$$

烟气带出热：热水器出口烟气的显热及其中水蒸汽热焓。烟气中水蒸汽含量包括燃气、空气带入水蒸汽及燃烧化学反应产生的水蒸汽。

$$Q_f = Q_{f1} + Q_{f2} = V_g \cdot V_f \cdot C_{pg} \cdot t_f + V_g W_f r_f$$

热水器向外界散热量 Q_r

$$Q_r = \alpha_F F(t_F - t_a)$$

热平衡关系式：根据上述分析，热平衡关系式为：

$$Q_a + Q_g + Q_{gh} = Q_w + Q_f + Q_r$$

或

$$Q_w = Q_{gh} + Q_g + Q_a - Q_f - Q_r$$

其中： V_g ——燃气用量， m^3/h ；

V_o 、 V_{of} ——理论空气需要量及理论烟气量， m^3/m^3 燃气；

V_a 、 V_f ——空气及烟气的体积， m^3/m^3 燃气；

α ——燃烧的过剩空气系数；

$$V_a = \alpha \cdot V_o$$

$$V_f = V_{of} + (\alpha - 1)V_o$$

t_g 、 t_a 、 t_f 、 t_F ——燃气、空气、烟气及设备表面温度， $^{\circ}C$ ；

C_{pg} 、 C_{pa} 、 C_{pf} 、 C_{pw} ——燃气、空气、烟气及水的平均定压比热， $\text{kJ}/(\text{m}^3\text{ }^\circ\text{C})$ ；

d_g 、 d_a 、 W_f ——燃气、空气及烟气中水蒸汽含量， kg/m^3 ；

$$W_f = d_g + \alpha V_o d_a + V_{H_2O}$$

t_1 、 t_2 ——水的进出口温度， $^\circ\text{C}$ ；

W ——被加热水量， kg/h ；

r_g 、 r_a 、 r_f ——燃气、空气及烟气中水蒸汽的凝结热， kJ/kg ；

H_h 、 H_L ——燃气的高热值和低热值， kJ/m^3 ；

Q_{g1} 、 Q_{a1} 、 Q_{f1} 、 Q_{g2} 、 Q_{a2} 、 Q_{f2} ——分别表示燃气、空气、烟气的显热及潜热热焓；

α_F ——热水器对环境空气的对流换热系数， $\text{W}/(\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C})$ ；

F ——热水器表面面积， m^2 。



☞ 燃气热水器的热平衡关系式

输入总热量 Q_i = 输出总热量 Q_o

☞ 燃气热水器热效率

水通过热水器得到的有效热量与燃气输入化学热量之比。一般用 η 表示。

2. 热水器热效率计算方法

燃气热水器热效率的定义为：水通过热水器得到的有效热量与燃气输入化学热量之比。一般用 η 表示。

(1) 正算法

本算法通过测量燃气和水的流量及其热焓得到实测热效率。

$$\eta = \frac{Q_w}{Q_{g \cdot c}}$$

按高热值计算的效率：

$$\eta = \frac{Q_w}{V_g \cdot H_h}$$

按低热值计算的效率：

$$\eta = \frac{Q_w}{V_g \cdot H_L}$$

(2) 反算法

热效率通过热损失计算得出，为理论效率减去各项热损失率。

本算法可用于分析和改善热水器热效率。

按高热值计算的热效率：

$$\eta_h = \frac{Q_w}{Q_h} = \frac{Q_w}{V_g \cdot H_h} = 1 - \left(\frac{Q_1}{Q_h} + \frac{Q_2}{Q_h} + \frac{Q_r}{Q_h} \right)$$

式中： $Q_1 = Q_{f1} - Q_{g1} - Q_{a1}$ 为热水器燃烧烟气的显热损

失；

$Q_2 = Q_{f2} - Q_{g2} - Q_{a2}$ 为热水器烟气中水蒸汽的

潜热损失。

低热值计算的热效率：

$$\eta_L = \frac{Q_w}{Q_L} = \frac{Q_w}{V_g H_L}$$

$$\begin{aligned} \eta_L &= \frac{Q_w}{Q_L} = \frac{Q_h}{Q_L} - \left(\frac{Q_1}{Q_L} + \frac{Q_2}{Q_L} + \frac{Q_r}{Q_L} \right) \\ &= \frac{H_h}{H_L} - \left(\frac{Q_1}{Q_L} + \frac{Q_2}{Q_L} + \frac{Q_F}{Q_L} \right) \end{aligned}$$

上两式中：

$\Delta\eta_{h,f} = \frac{Q_1}{Q_h}$ ——按高热值计算，由显热损失引起的热效率降低值；

$\Delta\eta_{L,f} = \frac{Q_1}{Q_L}$ ——按低热值计算，由显热损失引起的热效率降低值；

$\Delta\eta_{h,c} = \frac{Q_2}{Q_h}$ ——按高热值计算，由潜热损失引起的热效率降低值；

$\Delta\eta_{h,2} = \frac{Q_2}{Q_L}$ ——按低热值计算，由潜热损失引起的热效率降低值；

$\Delta\eta_{h,r} = \frac{Q_r}{Q_h}$ ——按高热值计算，由设备散热引起的热效率降低值；

$\Delta\eta_{L,r} = \frac{Q_r}{Q_L}$ ——按低热值计算，由设备散热引起的热效率降低

值。



燃气热值

- ☞ 高热值是指 1m^3 燃气完全燃烧后其烟气被冷却至原始温度，而其中的水蒸气以凝结水状态排出时所放出的热量；
- ☞ 低热值是指 1m^3 燃气完全燃烧后其烟气被冷却至原始温度，但烟气中的水蒸气仍为蒸气状态时所放出的热量；
- ☞ 燃气的高热值在数值上大于其低热值，差值为水蒸气的气化潜热。

3. 理论热效率

理论热效率是指理想条件下热效率的理论值。如果燃气热水器热损失将为0，热效率将达到理想值。



热水器理想工作条件：

- ☞ 烟气出口温度 t_f = 空气温度 t_a = 燃气温度 t_g
- ☞ 过剩空气系数 $\alpha = 1$ ，空气需要量为理论空气需要量，烟气中 CO_2 含量为最大。纯 CH_4 燃烧时， $\text{CO}_{2\max} = 11.7\%$ 。
- ☞ 热水器向周围散热损失为 0， $Q_r = 0$
- ☞ 对冷凝式热水器，热水器排出烟气中燃烧产生的水蒸汽全部凝

结 冷凝热全部为热水器有效热

(1) 非冷凝式燃气热水器的理论热效率：

在这种情况下，烟气中水蒸汽以蒸汽状态排放，其热焓值作为热损失计算。

按高热值计算的理论热效率
$$\eta_h = 1 - \frac{Q_2}{Q_h} = 1 - \frac{H_h - H_2}{H_h} = \frac{H_L}{H_h}$$

纯甲烷气燃烧，甲烷低热值为 $H_L = 35906 \text{ kJ/Nm}^3$ ，高热值为 $H_h = 39842 \text{ kJ/Nm}^3$ ，

$$\eta_h = \frac{35906}{39842} = 90.1\%$$

按低热值计算的理论热效率 $\eta_L = 100\%$ 。

(2) 冷凝式热水器的理论热效率

燃气燃烧产生的烟气中水蒸汽全部凝结，凝结热全部转化为有效热。

按高热值计算的理论热效率 $\eta_h = 100\%$ 。

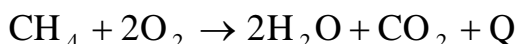
按低热值计算的理论热效率
$$\eta_L = \frac{H_h}{H_L} > 100\%$$

$$\text{纯甲烷气燃烧 } \eta_L = \frac{39842}{35906} = 110.96\%$$

（二）冷凝式热水器节能分析

冷凝式燃气热水器节能原理： 燃气热水器以纯CH₄天然气为燃料。

CH₄燃烧的化学计量反应式为



其中：Q为燃烧热

冷凝式热水器的换热原理是不仅利用燃气燃烧的显热，还要将烟气中水蒸汽的潜热充分回收，其方法是使烟气中水蒸汽在低于烟气饱和温度下凝结，放出潜热，将这部分热量通过冷凝换热器传给被加热水。从而有效地利用了烟气中的水蒸汽潜热。

对1m³ CH₄而言，燃烧产物中水蒸汽凝结放出潜热约为低热值的11%，非冷凝式热水器排烟温度高、水蒸气以汽态排出，水蒸气潜热未能利用。相比较可知，冷凝式热水器的理论热效率比非冷凝式热水器高出约11%。

（三）实际热效率分析

1. 影响因素

（1）排烟温度对热效率的影响

热水器实际的排烟温度不可能等于环境空气温度或回水温度，因此存在排烟的显热及潜热损失，烟气温度愈高，排烟损失愈大，热效率愈低。

传统的水热水器（指非冷凝式）为避免凝结水对换热器产生腐蚀，

一般规定排烟温度应大于110℃。在此温度下烟气中水蒸汽不会凝结，排烟损失包括烟气的显热损失和全部的潜热损失。且Q1与Q2均较高。

冷凝式热水器排烟温度一般在60℃以下。此时其中大部分水蒸汽可凝结下来。烟气的显热损失及潜热损失均较低，则热水器热效率高。

（2）过剩空气系数的影响

由于燃气与空气混合的不均匀性，热水器在实际运行中，供给燃烧的空气量要大于理论空气需要量才能实现完全燃烧，因此过剩空气系数 $\alpha > 1$ 。

由于 $\alpha > 1$ ，烟气中存在过量未燃烧空气，使烟气中CO₂浓度降低。烟气总量的增加，在相同排烟温度下带走的显热量也会增加，致使排烟热损失增大。显然， α 越大，排烟热损失越大，热水器效率越低。

随着 α 增大，水蒸汽在烟气中湿含量降低，即分压降低，对应的饱和温度降低，烟气中可凝结的水蒸汽量将有所下降，也将对总热效率产生影响。

（3）热水器散热损失的影响

热水器的散热损失与热水器结构形式和设备表面温度有关，因而与排烟温度有关。

根据实测资料，大部分燃气热水器的散热损失在1~7%之间，以2~4%居多。

2. 热效率计算



计算假设的前提条件:

以 12T 为天然气的基准气，即纯甲烷气为计算基础；

空气、燃气以 20℃ 进入燃烧系统，空气的相对湿度为 100%，燃气为干燃气；

忽略热水器的散热损失；

☺ 在 $\alpha = 1.0 \sim 2.2$, $t_f = 20 \sim 200^\circ\text{C}$ 间进行计算。

(1) 非冷凝式热水器

➤ 非冷凝式热水器的显热效率损失

按低热值计算的显热效率损失如图4-1所示。显热效率损失随着 t_f 增大， α 增大，呈上升趋势。

$\alpha = 1.0, t_f = 110^\circ\text{C}, \Delta\eta_{L1}$ 为 3.3%

$\alpha = 2.2, t_f = 200^\circ\text{C}, \Delta\eta_{L1}$ 为 15.3%

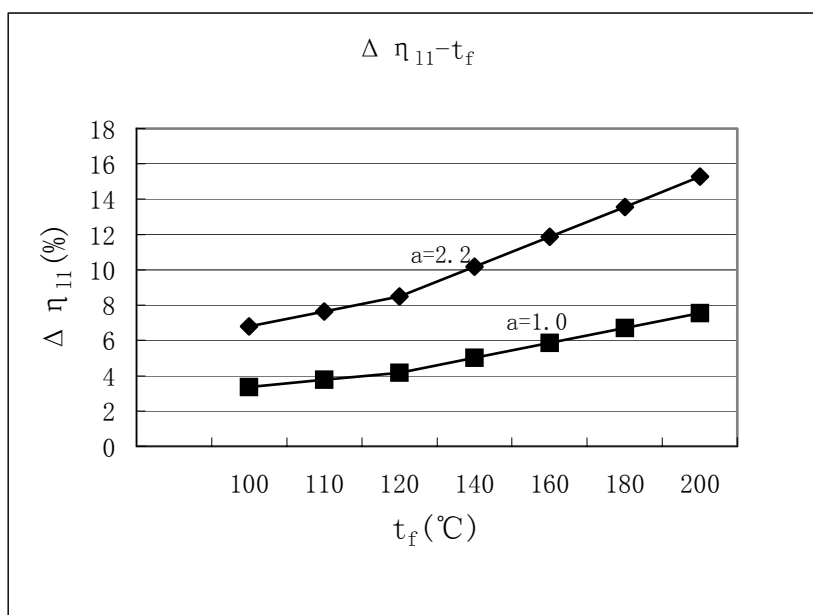


图 4-1 非冷凝式热水器的显热效率损失（按低热值计算）

➤ 非冷凝式热水器的潜热效率损失

非冷凝式热水器排烟温度在 100℃ 以上，烟气中的水蒸汽全部以汽态排出，水蒸汽将全部潜热量带走，而不能利用。

当燃气按高热值计算时，此部分热量损失为 ΔQ_c ，该值不随 α_1 和 t_f 变化。效率损失为 $\Delta\eta_{hc}$

$$\Delta\eta_{hc} = \frac{\Delta Q_c}{Q_h} = \frac{W_c \cdot r}{H_h}$$

➤ 非冷凝式热水器热效率

按低热值计算的非冷凝式热水器热效率如图5-2所示。

其中不考虑烟气中水蒸汽凝结热的利用。其理论热效率为100%，实际热效率随 α 增大， t_f 增大而下降。

按高热值计算的非冷凝式热水器如图5-2所示。此图则反映了未被利用的水蒸汽凝结热作为潜热损失。最大的理论效率的90.1%，实际热效率随 α 和 t_f 增大而下降。

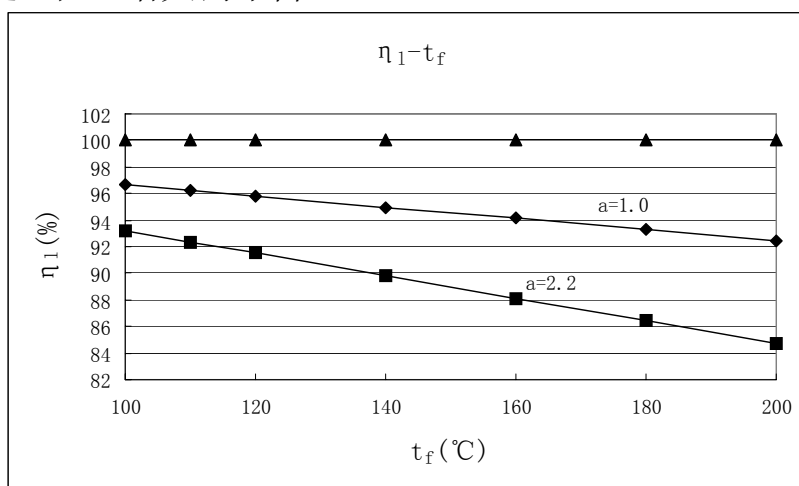


图 4-2 非冷凝式热水器热效率（按低热值计算）

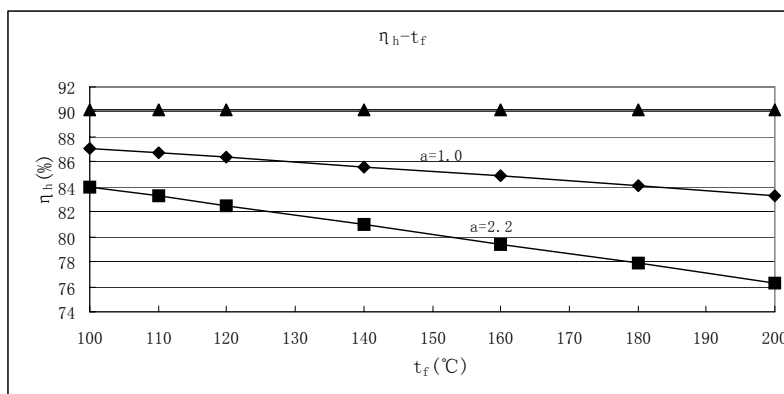


图 4-3 非冷凝式热水器热效率（按高热值计算）

(2) 冷凝式热水器

➤ 冷凝式热水器潜热效率损失

为了使烟气中的水蒸汽凝结下来，将凝结热用于加热水，因而冷凝式热水器的排烟必须等于或低于烟气中水蒸汽含量所对应的饱和温度 t_b 。其显热及潜热效率损失均下降，由于排烟温度低，故其热效率比非冷凝式有较大提高。

图4-4为冷凝式热水器潜热损失引起的热效率下降值（按高热值计算）

不可冷凝水蒸汽带走的潜热效率损失为

$$\Delta\eta_2 = \frac{d_{bf}G_F - 1.293\alpha V_0 d_{b20}}{H_h} \times r$$

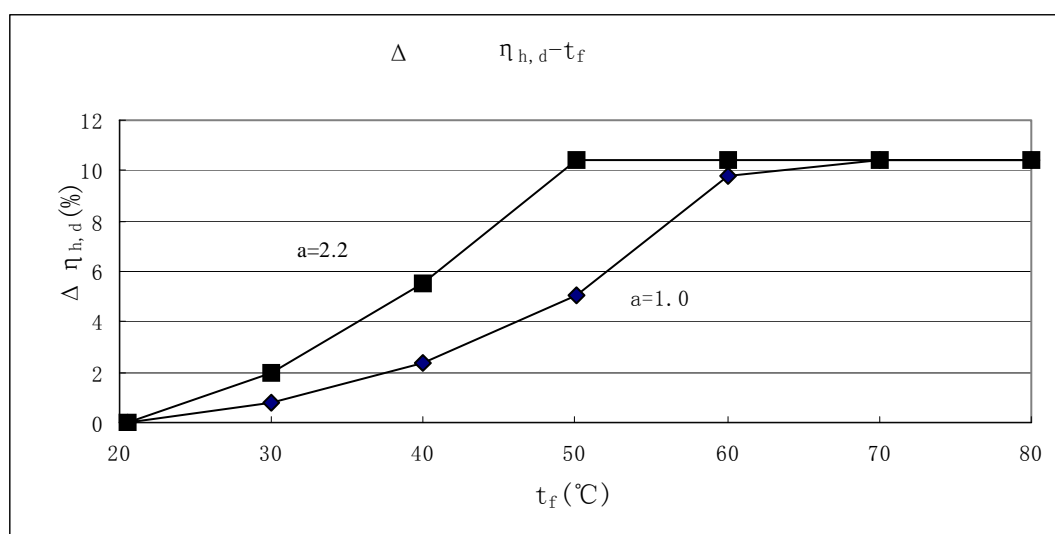


图 4-4 冷凝式热水器的潜热效率损失（按高热值计算）

➤ 冷凝式热水器的热效率

在计算热水器的显热及潜热损失后，冷凝式热水器的效率由图5-5和图5-6所示。

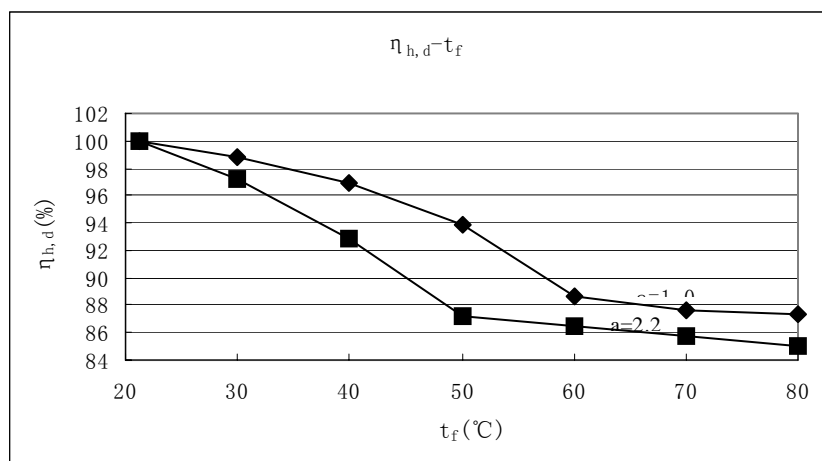


图 4-5 冷凝式热水器热效率（按高热值计算）

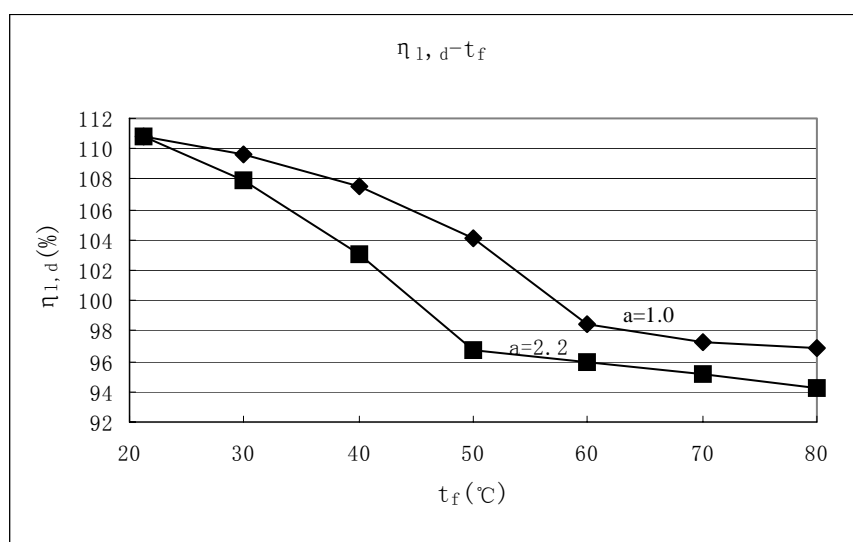


图 4-6 冷凝式热水器热效率（按低热值计算）

（四）节能潜力分析

1. 燃气热水器不同工况下热效率

（1）非冷凝式热水器

➤ 不考虑散热损失的影响

热水器热效率主要受排烟温度 t_f 与燃烧过程过剩空气系数的影响。

如果热水器在最有利条件下运行：

即 $\alpha = 1$ （燃烧最佳空气供给量）

$t_f = 110^\circ\text{C}$ （热水器标准GB6932规定的最低排烟温度），

则热水器可能达到的最高热效率为：

按高热值计算： $\eta_h = 86.73\%$ ，

按低热值计算： $\eta_L = 96.24\%$

如果热水器在较不利条件运行：

即 $\alpha = 2.2, t_f = 200^\circ\text{C}$

则热水器热效率为：

按高热值计算： $\eta_h = 76.4\%$

按低热值计算： $\eta_L = 84.7\%$

➤ 考虑散热效率损失为2~5%

热水器在上述条件下运行，但考虑散热效率损失为2~5%。则热效率相应为：

最有利条件下：即考虑2%散热效率损失：

$\eta_h = 84.7\%$

$\eta_l = 94.2\%$

较不利条件：即考虑5%散热效率损失：

$\eta_h = 71.4\%$

$\eta_l = 79.7\%$

（2）冷凝式热水器

➤ 不考虑散热损失的影响

如果热水器在最有利条件下运行

如果热水器的最有利条件为 $\alpha = 1, t_f = 21.29^\circ\text{C}$ （燃烧产生水全

部冷凝时，烟气中水蒸汽对应的饱和温度)，热效率为：

$$\eta_h = 99.9\%$$

$$\eta_l = 110.9\%$$

★在热水器实际运行中上述运行条件是难以实现的。

较不利条件

如果以 $\alpha = 2.2, t_f = t_b = 48.32^\circ\text{C}$ （烟气中水蒸汽开始冷凝时的饱和温度）为热水器的不利运行条件，热效率为：

$$\eta_h = 87.2\%$$

$$\eta_l = 96.8\%$$

➤ 考虑散热效率损失为1~2%

热水器在上述条件下运行，考虑散热效率损失为1~2%。

在最有利条件下，考虑1%热损失，热效率为：

$$\eta_h = 98.9\%$$

$$\eta_l = 109.9\%$$

在较不利条件下，考虑2%热损失，热效率为：

$$\eta_h = 85.2\%$$

$$\eta_l = 94.8\%$$

2. 节能潜力分析

根据理论分析与实际测试可知，目前我国燃气快速热水器的实际测试热效率与理论热效率有一定的差距。这一差距就是燃气热水器热效率可能采取措施加以提升的空间，即节能潜力。

从图5-7不难看出，不同排烟形式的热水器其热效率可提升的空间有所差异。

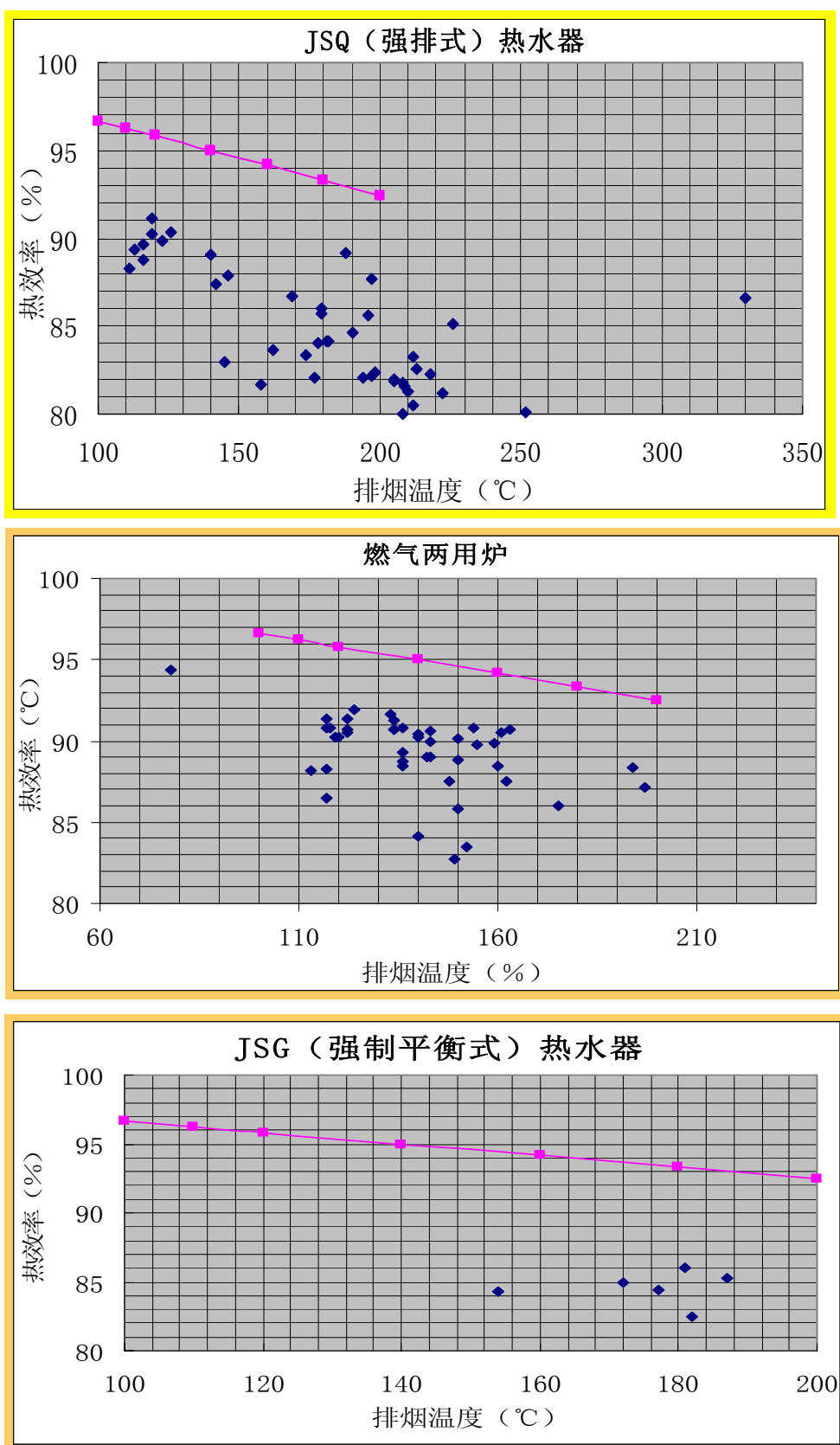


图 4-7 不同排烟方式热水器理论与实测热效率

五、节能技术

（一）热效率影响因素分析

影响燃气热水器热效率的因素很多。由燃气热水器的热平衡理论分析可知，影响其热效率的主要因素有排烟温度、过剩空气系数等。具体讲，热水器的热效率与换热器的结构、换热器的传热面积、水的



燃气热水器热效率的影响因素

- ☞ 排烟温度
- ☞ 过剩氧含量（过剩空气系数）
- ☞ 热水器工作热负荷
- ☞ 热水流量

流量、水的进出口温度、过剩空气系数、排烟温度、机体表面温度等因素有关。

1. 排烟温度

排烟温度与热水器的排烟热损失直接相关，是影响热效率高低的关键因素之一。热水器热负荷越高，在相同过剩空气系数越小，排烟温度就越高，热损失越大，热效率越低。

因此，排烟温度与过剩空气系数是热水器设计时要确定的关键参数，对于常规（非冷凝式）热水器，为防止烟气中水蒸汽凝结，要求排烟温度不低于 110°C 。若采取适当措施提高热水器进口水温（如采用进口水循环管），则可将设计的排烟温度进一步降低，甚至在 100°C 以下。对于冷凝式热水器，排烟温度视进口水温不同，常可降至 $45^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 或更低。降低排烟温度将有效提高热效率。

2. 过剩氧含量

烟气中的过剩氧含量可以反映热水器燃烧时的过剩空气系数，这是一个影响燃烧过程和烟气排放总量的重要参数。在保证完全燃烧的前提下，过剩氧越少则过剩空气系数越小，烟气量越少，在相同的排烟温度下排烟热损失越少，热效率就越高。但过剩氧过少，会导致不完全燃烧，增大污染气体CO的排放量，同时由于燃气化学热不能完全释放，热效率也会降低。

燃气快速热水器使用过程中，烟道或者风机产生的抽力的大小直接影响空气的供给情况，从而影响到过剩氧含量的多少。在总的空气量不变的情况下，燃气流量的变化也会导致过剩氧含量的变化：当燃气流量大时，需要消耗氧量多，过剩氧含量相应地小；相反，燃气流量小时，耗氧量也小，过剩氧含量就大。如果能够根据燃气负荷的变化自动进行风机转速的比例调节，则可以保持过剩空气系数的稳定，使燃烧始终在高效段进行。

3. 热水器工作热负荷

用户在不同季节需要不同温度的热水。对于燃气快速热水器，控制水温的方法有两种，一种是调节燃气流量，另一种是调节热水流量。当用户需要的热水流量固定时，唯有通过调节燃气流量来控制水温。

燃气流量的变化导致燃烧负荷的变化，从而导致热交换器传热状况的变化，影响热水器的热效率。燃气热水器的设计都是按照额定热负荷进行的，此时热效率最高，GB6932-2001所规定的检测条件也是以额定热负荷为准。随着燃气流量偏离额定负荷程度的不同，不同产品

的热效率将会出现不同程度下降。

无论是管道燃气还是瓶装液化石油气，都不可避免会遇到燃气成分变化及供气压力波动的情况。燃气成分和供气压力的波动一方面会影响到燃烧的稳定性，另一方面又会改变热水器的热负荷，还会引起运行中过剩空气系数的变化，从而影响到运行热效率的稳定。

4. 热水流量

用户在使用燃气快速热水器时，实际需要的水量大小会有所不同（比如洗澡跟洗手、洗菜用水量的不同），用户可以通过调节热水流量方便地得到不同的热水温度。热水流量会影响燃气快速热水器中换热器内水的流速，从而会影响到换热状况。可以预测，单位时间内热水流量大可以加大换热器内水的流动速度，有利于传热，会使热效率提高。

5. 燃气组分、进水温度、环境因素

燃气组分的不同会引起燃气热值的变化，以及燃烧需要的空气量、排烟量及烟温的变化，而这些会直接影响热交换器的传热性能，从而影响热效率。生产厂家一般都设计有适用于不同气源的燃气快速热水器燃烧器，但是各地的燃气成分不可能完全一样，即使同种性质的燃气，其组分的差别也可能会比较大。

在不同季节不同地区，热水器进口的冷水温度也是有较大差异的。进水温度的不同会导致烟气与换热器表面的温差的变化，传热效果也会变化，从而导致热效率的变化。一般进水温度越低，热水器的热效率会越高。

（二）各种节能措施及技术分析

节能的措施应围绕热水器热效率的影响因素开展研究，通过各种方法改善燃气热水器的相关热工参数以提高其热效率。

现结合我国燃气热水器产品的实际情况，提出进一步提高我国燃气热水器产品整体能效水平的技术途径。

1. 高效燃烧方式

气体燃料本身具有非常好的燃烧特性，对于现已普及应用的燃气燃烧技术来讲，燃气的充分燃烧，达到或接近100%的燃烧效率已不成问题。在理论上，改进燃气热水器的燃烧技术是提升热效率的技术途径之一。

燃气燃烧是一个非常复杂过程，它与燃气压力、燃气与空气混合情况、燃气空气混合比例等有直接关系。

（1）改进燃烧室结构

改进燃烧室结构，以保证在较小的过剩空气系数下实现燃气与空气的均匀混合及完全燃烧，从而降低热损失。

（2）采用高效燃烧方法

采用稳定高效燃烧的燃烧方法。红外燃烧、催化燃烧等高效燃烧方式有些还没有应用于燃气热水器中。

近年，新型的燃烧器不断涌现，有双U型口琴式主燃烧器，条缝式全预混燃烧器，红外燃烧器等，还出现了围绕热水器节能而生的专利，如“带大面积吸热导热管的燃气热水器”的专利、“超高效袖珍式即时可用燃气热水器”的专利（把燃烧器和多层热交换管束制成一套紧凑

的热交换结构而集中安置在同一个圆筒型的壳体内)等。

如果能在采用高效燃烧技术提高热效率的同时,利用燃烧技术的特点考虑合理降低燃烧污染物(如CO、NO_x等)的排放水平,真正做到高效低污染燃烧,将取得节能与环保的双收效。

★就目前的燃气热水器产品而言,通过改进燃烧技术提升热效率的空间比较有限。

2. 强化换热

对于燃气热水器来讲,燃气燃烧释放的热量最终要以热水的形式带给用户。因此,热的烟气与冷水的换热质量如何、充分与否直接影响着热水器最终效率的高低。强化热水器的水—气间的热交换,是提升燃气热水器热效率最现实的技术手段之一。

(1) 增大换热器换热面积

合理地增大换热器换热面积,产品体积增加十分有限;产品成本会因此有所增加,但与其他提高热效率的方法相比,成本增加有限,消费者可以接受,且技术上简便可行。

(2) 进行换热器的合理设计

选择适当的换热器材料,采用高效换热器,提高换热器综合传热系数,以提高换热效率。

传统的水热水器换热形式无外乎欧美式和日韩式两类。欧美式普遍采用绝热燃烧室控制机体部分的散热,有效换热仅在换热器段进行。日韩式的燃烧室部分不保温,而采取缠绕水盘管的形式,水通过管壁与燃烧室壁、与烟气进行热交换,从而起到降低燃烧室温度和增加一级换热的效果。无论欧美式还是日韩式产品,在换热器部分,水与高

温烟气的热交换，都是通过烟气垂直冲刷冷水管完成。此种换热器结构虽然紧凑，但在低温、低雷诺数的情况下效率并不高。尤其对于冷凝换热器冷凝段的换热，要取得较好的冷却效果，换热器面积需要增加很多。

★ 新型强化换热技术的应用是提高换热效率，从而提高热水器整体热效率的有效途径；同样也是热效率的提高和成本控制两方面平衡的有力保障。

3. 减少热损失

（1）降低机体散热损失

热水器运行时机体向环境的散热损失不可避免。降低燃气热水器机体散热损失可以直接导致热效率的提高。热水器机体外壳散热量与热水器使用的环境温度和机体自身的温度有直接关系。热水器机体做适当保温可减少机体外壳散热损失。

资料显示，目前市售的热水器产品的机体散热损失多在5%左右。

★ 现有技术手段可以将散热损失降低到约3%，但通过改进热水器保温以提高其热效率的空间十分有限。

（2）减少排烟热损失

降低排烟温度：从目前的技术水平来看，将热水器排烟温度控制在220℃，已是很普遍的事情。当采取一定技术手段，将排烟温度控制在160℃及以下，也绝非难事。

★ 单就降低排烟温度这一点，热效率仍有较大的提升空间。控制过剩空气系数：控制过剩空气系数，减少排烟总量，可以在相同的

排烟温度下降降低排烟热损失。

4. 利用烟气的潜热

利用燃气的高热值，即充分利用燃气燃烧产生的烟气中的水蒸气的潜热，是提升热效率的最有效的技术手段之一，但必须采用烟气冷凝技术。如何使烟气中的水分充分冷凝、如何提高低温换热效率以及解决酸性冷凝液腐蚀的问题，将是冷凝式燃气热水器首先要面对的问题。

在燃气热水器换热器后增设冷凝换热器，将排烟温度降到烟气露点温度以下，不仅可以回收排烟显热，还可回收燃气燃烧时产生的水蒸气凝结时放出的大量气化潜热，同时凝结液对烟气中 CO_x 、 NO_x 、 SO_x 等有害气体还有一定的吸收作用，可降低环境污染。

由于烟气中的部分有害气体会溶解到凝结液中，形成具有酸性的腐蚀液（pH值约为4~5），对冷凝换热器及烟道会产生严重腐蚀。因此，冷凝式换热器表面及烟道的防腐与传热传质的强化是技术关键。不同的防腐表面不仅耐腐蚀性能不同，而且传热性能也不同。中小型设备燃气利用设备要求结构紧凑，一些导热性能不佳的防腐材料，如塑料、不锈钢等，不利于设备的小型化。

可取的方案是在铜等导热性能良好的材料表面镀以防腐性能和传热性能均较佳的防腐镀层后用于冷凝式换热器。北京建筑工程学院研究开发的防腐镀膜——非晶态镍磷复合化学镀膜的冷凝换热器已申请国家新型发明专利，应用该冷凝换热器的高效低污染冷凝热水炉已经获得国家新型实用专利。

开发冷凝型热水器，将可以充分利用烟气中水蒸气的大量气化潜热，并进一步发掘烟气的显热潜力，极大地降低排烟热损失，最终提高燃气热水器的热效率。

5. 采用先进的控制技术

（1）采用风机转速比例调节

如果能够根据燃气负荷的变化自动进行风机转速的比例调节，则可以保持过剩空气系数的稳定，使燃烧始终在高效段进行。目前，市售的高档燃气热水器普遍具有该功能，收到了较好的效果。

但从测试的结果来看，具有风机转速随燃气流量比例调节功能的产品，当负荷发生较大范围波动时，其过剩空气系数的变化范围仍较大（当负荷降为设计负荷的60%时，过剩空气系数均接近于4，并且随着负荷的进一步偏离，过剩空气系数飞快增长）。可见，当前燃气热水器产品进行比例调节的稳定性仍有待提高。

其实，精确的比例调节并非不可实现，目前国内高校的研究机构，比如北京建筑工程学已经可以实现满足此种要求的精确调节。

只有实现了风机转速随负荷的精确调节，才能够保证燃气热水器在任意工况下的高效运行，从而实现其综合能效水平的提高。

加大精确比例控制技术的研究和应用，对于占我国燃气热水器半数以上（且已成为今后发展趋势）的强制排烟和强制鼓风式燃气热水器能效水平的提高有着非常重要的意义。

（2）采用分段火力调节

如果热水器设计中能够根据不同的需要将燃烧器作成火力可分段

调节的形式，则可以很好解决冬夏季节用热需求不同带来的热效率变化的问题。

目前，已有厂商在部分型号产品中实现了冬夏火力分段调节并收到良好效果。如果更广泛地推广应用此项技术，将对我国燃气热水器产品整体运行能效水平的提高做出积极贡献。

（3）采用燃气稳压装置

为了稳定燃烧，提高燃气热水器使用的安全性，部分企业在其高档产品中纷纷内置了燃气稳压装置。这种做法对稳定热水器的高效运行起到了良好的作用。

（4）采用热负荷比例调节

如果能够实现热水流量随燃烧热负荷的变化同步比例调节，不仅能够提高用热的舒适性，还有助于提高热水器的实际运行效率。目前，已有部分高档产品中应用了水温恒定技术，收到了良好的效果。

★ 在家用产品中采用复杂的燃烧控制系统，将明显增加产品的体积及成本，应考虑消费市场的接受能力。

6. 优化热水器设计

（1）优化燃气热水器设计，以提高其热效率应是生产厂家和设计人员特别关注的。

（2）优化燃烧系统，在保证充分燃烧条件下尽可能降低过剩空气系数；

（3）优化换热器结构：选择较高的肋化系数；选择较低的肋间距和肋高，可有效提高换热效果；

(4) 细化产品：如果厂商能够针对特定销售区域的气候、气源特点进行产品设计，将同一系列产品按照不同销售地域进行细分，将对燃气热水器总体效率的提高做出积极贡献。但划分过细可能会导致产品生产成本提高，影响销售。

(5) 综合利用节能措施：一般节能产品会采用两种以上的节能手段，但采用节能技术要考虑成本增加、设备使用方便、运行安全、设备使用年限等多方面因素。节能措施应贯穿设计、运行全过程。

同其他产品一样，即使是高档燃气热水器，在选用节能技术时，也必须做技术、经济分析：节能效果与生产成本的增加。因此，应在控制成本的前提下，综合选用节能技术。



提升燃气热水器热效率的主要技术途径

- ◆ 采用高效、低污染燃烧技术；
- ◆ 增强水-气间的热交换；
- ◆ 减少热水器的热损失；
- ◆ 采用冷凝技术；
- ◆ 采用先进的控制技术；
- ◆ 优化热水器设计

(三) 国内外节能技术应用

1. 国外燃气热水器节能技术的应用

由于国外对能源问题认识较早，因此各种节能措施的开发及研究也比较早。应用于燃气快速热水器的节能技术也很多。

日本林内株式会社开发的RUXC-K2000W燃气热水器在原有机型热

交换器的基础上，增设了回收烟气余热的副热交换器，大幅度提高热效率。

日本林内RUS-11/16FEA系列燃气热水器采用燃气比例控制阀和水量自动伺服器机构，具有明显的节能效果。RUS-11/13FEG系列燃气热水器内置5段火力调节功能，不仅扩展了热水器的温度调节范围，还有效减少了热水浪费的现象。

日本GASTAR有限公司开发的强制鼓风式燃烧器，采用高传热系数的强化翅片，提高了换热器效率。

德国白兔热水器采用穿孔翅片，提高换热效率。

日本三国集团采用槽带翅片，提高换热效率。

毫无疑问，世界各地的各种民用产品已经和正在以各种形式进入中国；同时，中国也在学习、模仿、开发、生产制造出种类更多的产品，满足国内和海外市场的需求。

2. 国内燃气热水器节能技术的应用

我国生产的燃气热水器现主要采取两种节能技术，即季节火力分段调节和自动调节燃气、风量大小。

季节火力分段调节是指根据不同季节室内温度和自然水温的不同，进行火力调节，从而达到节约能耗的目的。简单的说，同等流量的燃气所释放的热量，由于夏季水温本身就高，因此燃气热水器加热时吸收的热量就比较少，浪费就比较多；而冬季本身水温低，加热时需要的热量就比较多，热量浪费比较少。设置季节火力分段调节机构，可以在夏季时控制火力，减少燃气消耗，冬季时放开火力，满足加热

的需要。

自动调节燃气、风量大小是指在燃气热水器上设置自动调节阀，根据外部情况，自动调节燃气热水器的燃气和空气流量的比例，使燃气充分燃烧，提高燃气热水器的热效率，从而达到减少燃气消耗，提高热效率的目的。

概括起来，具体的节能手段主要有：

- 采用微电脑控制器控制燃烧过程；
- 使用精准直流调速电机和燃烧比例调节阀配合控制器工作；
- 使用高效热交换器、降低热水器表面温度及排烟温度、提高换热效率；
- 采用智能水控制器，根据用户用水量实时调节燃烧功率；
- 采用更加合理的燃烧室和燃烧方式，提高燃烧效率；
- 采用更加合理的过剩空气系数，降低烟气带走热损失；
- 采用冬夏分段火力调节，双阀三段调节技术，负荷连续调节技术等；
- 采用红外燃烧方式；
- 采用水温智能控制技术，实施根据所需温度进行燃烧调节；
- 换热器选用新材料等（例用钛合金替换铜制换热器等）；
- 增设旁通管降低停水温升及附带的能源浪费；
- 采用模糊控制技术。

各厂家及研究机构根据各自的特点不断推出新的节能措施。

四川川化集团有限责任公司研制了在家用热水器上使用的催化燃

烧器。吉帝牌全自动燃气热水器采用穿孔翅片换热器，其热效率高达85%以上。广东万家乐燃气具有限公司推出的强制鼓风式燃气快速热水器，采用密闭式燃烧室，燃气比例调节阀，水电控制总成等，具有自动恒温控制出水，节能效果显著。成都前锋电子生产的四季节能型燃气热水器采用陶瓷燃气调节阀，实现了火力随需而定，节能效果较好。万和集团的VFD系列热水器采用高效燃烧器和密闭燃烧技术，并且实现空气比例调节，使燃烧更充分，节能效果更加显著。

六、推荐的能效标准及测试条件

（一）部分国家和地区能效标准及测试条件

鉴于对能源利用效率及大气环境污染的关注，近年来世界先进国家纷纷制订了各类用能产品的能效标准或是在现有产品标准中加强了对用能效率的限定。在燃气热水器的能效研究与限定方面，澳大利亚、美国、日本和欧盟走在了前面，中国香港、重庆也都制定了有关燃气热水器的能效标准或能效标识。

（1）美国

美国于1990年就在联邦法规中首次规定了强制性燃气热水器的最低能源效率标准，2004年1月重新进行了修订，加拿大和墨西哥也采纳了这些标准。标准按照燃气热水器的热水产率以10加仑（37.85升）为基准划分为两类产品：小于10加仑的，仅规定了作为能效评价指标能源因子EF的最低值不低于80%；10加仑以上产品在EF值不低于80%的基础上增加了对待机功耗的限定值。

测试方法为一个模拟24小时使用的能效试验，其中包括许多修正因子，以模拟在实际家庭中的使用状况。水箱温度为135° F (57.2° C)；入口冷水温度为58° F (14.4° C)；空气温度 67.5 ± 2.5 ° F (19.7 ± 1.4 ° C)。

因为美国家庭多使用容积式热水器，该标准中的能耗除了使用能耗外还包括了重新启动和待机损耗。容积式热水器测试方法同样适用于快速热水器，计算时水箱容积为零。



美国

- ☞ 能效测试需做24小时模拟试验；
- ☞ 测试条件：进水温度14.4℃，水箱温度57.2℃，空气温度 19.7 ± 1.4 ℃；
- ☞ 水箱大小： ≥ 0

(2) 澳大利亚

澳大利亚早在1983年就制定了燃气热水器的最低能效标准并实施了星级能效标识。在原有燃气热水器产品标准（AS 4552/AG 102-2000）的基础上，于2003年的修订版中提出了能效水平的评定方法及分级标准。

澳大利亚的能效标准从综合用能的角度出发，综合考虑了燃气热水器使用过程中的燃气消耗及电耗，从全年的能源节约率的角度提出了能效评价指标，并就能耗节约水平进行产品的能效分级。规定最低热效率不低于70%（低热值）。

澳大利亚的标准中就能效测试条件做了较严格的规定：环境温度 20 ± 1 ℃；冷水温度 15 ± 1 ℃；温升45℃；燃气用额定压力。

能耗水平的参照机型为容积式燃气热水器，其燃气耗量为30MJ/h，贮水容积为140升，热效率水平为标准规定的下限值70%，待机耗气量上限值为1.14MJ/h。参照机型的年能耗量为28900MJ。以被测热水器相对于参照机型年耗能的节能率水平，将热水器产品划分为6档能效水平，以星号表示，星级越高者能效水平越高。



澳大利亚

- ☞ 考虑全年热水器总能耗
- ☞ 热水器热效率不低于70%
- ☞ 设定贮水容积为140升的容积式热水器为对比机型
- ☞ 测试条件：环境温度 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；冷水温度 $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，温升 45°C ，
- ☞ 6档能效等级：星号越高者能效水平越高

（3）日本

日本的Top runner项目为日本的生产企业规定了到2006年该企业所生产的燃气热水器的加权平均效率，对不同类型热水器的热效率（以燃气高热值为基准）水平作了不同限定（以高热值计算）为：自然通风型直排式为83.5%（相当于低热值效率92%），烟道式自然通风型78%（相当于低热值效率86%），强排型（不包括户外型）80%（相当于低热值效率88%），强排式户外型82%（相当于低热值效率90%）。

（4）欧盟

欧洲燃气快速热水器标准（EN 26）规定设计热负荷下的热效率应该不超过：对于设计热负荷超过10KW的用具为84%；对于设计热负荷不超过10KW的用具为82%；如果在正常试验条件下，B类用具（连接有

通往室外的燃烧产物排出烟道的用具，并直接从用具安装的室内获得空气）的热效率超过了89%，则技术说明书应注明强制性特殊安装要求，以限制水蒸气在烟道中冷凝所造成的危险。

欧盟能效指令92-42-EEC针对两用炉规定了最低能效指标要求见表6-1，并实施了星级标识，见表6-2。

表 6-1 欧盟两用炉能效要求

类型	输出功率 范围 (KW)	额定热负荷时能效		30%热负荷时能效	
		平 热 水 温 度 (℃)	能效要求 (%)	平 均 热 水 温 度 (℃)	能效要求 (%)
标准两用炉	4~400	70	$\geq 84 + 2\log P_n$	≥ 50	$\geq 80 + 3\log P_n$
低温炉 (*)	4~400	70	$\geq 87.5 + 1.5\log P_n$	40	$\geq 87.5 + 1.5\log P_n$
燃气冷凝炉	4~400	70	$\geq 91 + \log P_n$	30(**)	$\geq 97 + \log P_n$
(*) 包括使用液体燃料的冷凝炉； (**) 供应热水的温度					

表 6-2 欧盟能效星级标识

标识	额 定 热 负 荷 时 效 率 %， 平 均 热 水 温 度 70℃	30 % 热 负 荷 时 效 率 %， 平 均 热 水 温 度 $\geq 50℃$
★	$\geq 84 + 2\log P_n$	$\geq 80 + 3\log P_n$
★★	$\geq 87 + 2\log P_n$	$\geq 83 + 3\log P_n$
★★★	$\geq 90 + 2\log P_n$	$\geq 86 + 3\log P_n$
★★★★	$\geq 93 + 2\log P_n$	$\geq 89 + 3\log P_n$

(5) 中国香港

中国香港地区于2004年12月23日执行能效标签计划，机电工程署针对家用快速燃气热水器实施自愿性能效标识。主要参照了欧洲标准和日本标准。以高热值效率75%、低热值效率82%为基准，凡效率高于

该值者准予贴港府机电工程署统一颁发的“能源标签（Energy Label）”。

（6）中国重庆

2003年重庆地方技术监督局颁布了DB50/137-2003《家用燃气快速热水器热效率限定值与节能评价值》地方标准，标准仅适用于以天然气为燃料的烟道式和强排式热水器。热效率限定值为额定热负荷时，热效率不低于80%。节能评价值为额定热负荷和极限工况时热效率的平均值不低于88%，极限工况是指最大温升和最小温升运行工况。

（二）影响能效指标测定的环境因素

我国现行的燃气快速热水器国家标准GB6932-2001对于热效率测试的条件范围规定较宽：室温 $20\pm 15^{\circ}\text{C}$ ，试验过程中室温波动小于 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；进水温度未作规定；温升 $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；燃气用额定压力；实验室湿度条件未作限定。

比较发现，我国燃气热水器热效率测试的环境要求比国外标准要宽松得多，由此将可能带来较大的测试误差。为了衡量测试环境因素可能带来的误差对能效分级的影响，国家燃气用具质量监督检验中心（天津）做了相应的测试、试验。

（1）进水温度的影响

各样机分别在进水温度为 5°C （实际情况为 8°C 左右）、 20°C 和 30°C 条件下测定热效率值。

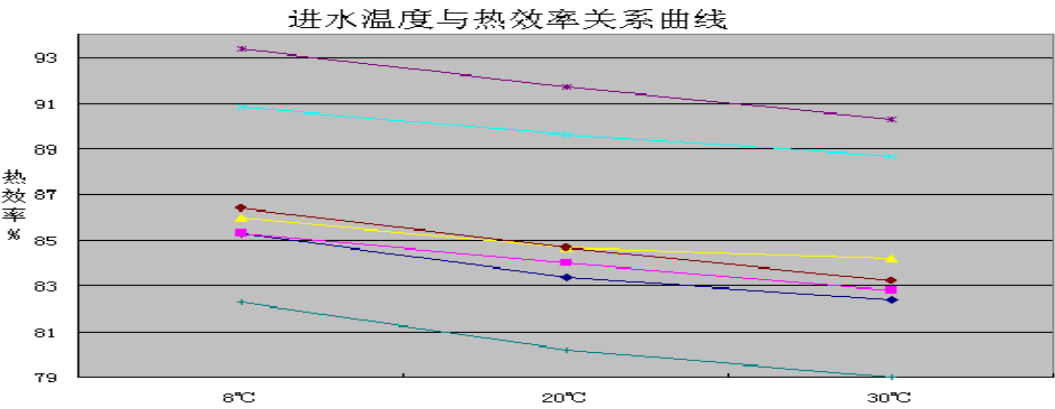


图 6-1 进水温度对燃气热水器热效率的影响

测试表明：冷水温度对于热效率的影响平均达到2.7个百分点，比例为3.2%，各类产品的影响规律基本相同。目前，热水器的热效率水平普遍在82%~92%，2.7个百分点可能对测试结果造成较大偏差，影响能效水平的判定。

结论：以20℃为基准按差值法计算平均每5℃的冷水偏差带来的热效率偏差会达到0.5个百分点。

(2) 实验室温度和湿度的影响

表 6-3 不同环境湿度的热效率测试数据

样本编号	热效率差值	环境相对湿度（%）	
		热效率（%）	
1	2.8	5	74
		82.8	85.6
2	-1.5	14	75
		84.0	82.5
3	2.3	13	74
		85.6	87.9

表 6-4 不同环境温度热效率的测试数据

样本编号	热效率差值	环境温度（℃）	
		热效率（%）	
3	2.1	20.3	9.7
		85.6	87.7

结论：从以上数据看，环境温度和湿度对热效率有一定的影响，但由于测试数据较少，还难以掌握规律。



测试条件对热效率的影响

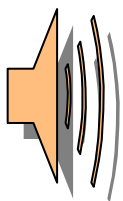
- ☞ 每5℃的冷水偏差带来的热效率偏差会达到0.5个百分点；
- ☞ 规定冷水温度，可以避免测试方法造成的结果误判；
- ☞ 现行标准中的实验室温度范围 $20 \pm 15^{\circ}\text{C}$ 的太宽，可能会造成对检测数据的影响；
- ☞ 环境温度、湿度等因素的影响应消除。

（三）能效标准及测试条件建议

综合以上分析，进口水温度、实验室温度、湿度都会对热水器热效率的测试结果造成误差，初步推算可能会达到5个百分点；热效率提升空间按10个百分点考虑。

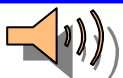
建议节能标准及测试条件：

方案一：



- ☞ 额定工况下的热效率水平为
 - 84%作为能效限定值的最低标准（强制执行）；
 - 88%作为节能评价值，达到该指标的可贴节能标识；
 - 94%作为一级节能标准，达到该指标的为高能效产品。
- ☞ 同时应满足部分负荷下的热效率限定值要求
 - 50%热负荷下的热效率与100%热负荷下的热效率降低不应超过4%。
- ☞ 测试条件：额度负荷时：室温 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；冷水温度 $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；温升为 $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；燃气用额定压力；
 - 30%负荷时：温升为 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，其它条件相同。
- ☞ 环境温度、湿度等因素的影响应消除。

方案二：



- ☞ 对设计热负荷低于10KW的燃气热水器按方案一执行；
- ☞ 对于设计热负荷超过10KW的燃气热水器在方案一的节能标准上分别提高2个百分点，其余同方案一。

方案三：



- ☞ 因两用炉以采暖为主要任务，用快速燃气热水器节能标准衡量其能效，不够准确；
- ☞ 建议对燃气快速热水器和两用炉制定不同的节能标准：两用炉以测试其采暖能耗为标准。

（四）采用新能效标准的效益分析

近二十年来，伴随着城市燃气事业的蓬勃发展，我国的燃气用具，特别是民用燃气用具，在品种款式、工艺材质、技术性能和安全措施方面均有较大改善，但在产品的安全可靠、节能与环保以及智能化

方面仍有待提高。实施新的国家能效标准对我国燃气具，特别是燃气热水器市场将产生深远的影响。

1. 将淘汰技术水平低、能耗高的产品，清理燃气热水器市场

目前低端低质的产品，已经严重地妨碍了燃气热水器产业的升级发展。企业众多、规模不大，产业整体优势无法形成。行业整体规模小，产业集中度低，加上气源、气种的复杂性与长期的地方保护主义，使燃气热水器行业多年来一直在低层次的竞争状态中徘徊。杂乱无序的竞争与参差不齐的质量导致行业声誉不佳。市场上光是获得国家许可的燃气热水器厂商就有两百家。

根据各类用能产品的技术特点及节能发展趋势，国家能效限定值的确定依据为淘汰当前市场上5~15%的耗能过高的落后产品，以促进各类用能产品和设备的更新改造工作。

2. 集中品牌，优化市场

实施能效标准，以宏观政策调控来推动名牌战略，可以整肃整个行业，加速产业升级。

在市场上获得国家许可的燃气热水器厂商虽然不下两百家，但规模化的企业和全国性品牌还较少，品牌整合仍处于初级阶段。燃气热水器市场前四名的厂家市场占有率仅为36.7%，其余63.3%则为各中小品牌占据。热水器行业存在着优质品牌产品集中度过低，普通品牌较多、规模较小，产能过剩的特点。这使得大量低质产品有了市场空间，产品质量和安全难以保证，高附加值新产品面世的不多。

同大部分小家电相比，燃气具行业对技术要求较高，存在技术障

碍，这就为现有有实力的燃气具品牌扩张提供可能。通过新的能效标准建立的市场壁垒将阻止产业的进入者，集中品牌，优化市场；同时将避免企业陷于无差别化的普通产品的价格大战，保证企业应有的利润空间。

3. 提升燃气热水器的技术含量和附加值

自1999年国家强制实行“禁直推强”政策以来，燃气热水器的安全性能得到了明显提高。天然气的开发利用使得燃气热水器拥有很好的环境支持。增强产品科技含量、提高产品安全性能已成为行业共识。

实施新的能效标准，在国家政策引导和品牌厂家的共同努力下，提升燃气热水器的技术含量和附加值将成为可能。

4. 倡导、促进冷凝式燃气热水器的发展

由于受制造成本和厂商推广计划等因素的影响，目前国内还没有冷凝式燃气热水器的销售。但在业内，很多厂商都在关注或者研发这种产品，有些国内厂商已经生产此类产品出口。

冷凝式燃气热水器在高效、节能方面的无可比拟的优势将使其成为能效标准实施后的关注焦点：要达到国家节能规划的要求必须生产和使用冷凝式燃气热水器。

5. 节省燃气耗量预测

由于人们生活水平的提高，燃气快速热水器的用途正从单一的卫生间淋浴向厨卫共用等多用途发展，热水器的使用时间还将有所延长。

根据我国燃气气源的发展及用户采购、使用燃气快速热水器及两用炉的情况，对燃气快速热水器及两用炉采用节能标准后的节能情况

做以下预测（因原有热水器热效率不可能再发生变化，只考虑新增燃气快速热水器热效率提高的节能效果）：

（1）预测气源：天然气，热值按3650kJ/m³计算；

（2）热水器型号：按热水产率8L/min、10L/min两种计；采暖两用炉按16 L/min计；

（3）居民生活年用气量指标：

根据我们在北京首都机场居民区的实地考察结果分析和城镇燃气设计规范推荐的南、北方地区居民生活用气量指标，我们选取南、北方地区居民生活用气量指标分别为2400MJ/年和3000MJ/年（不含采暖用气）；根据调查，居民生活用气中约有60%为燃气热水器耗气；

据人口调查结果，当前我国城市居民家庭户均人口数为3.7人/户，在以下预测分析中，我们可将其视为共同使用一台燃气热水器的人数；

（4）热水器年使用时间：

根据调查和以上分析：

南方地区每年按使用350天计，则每年燃气热水器满负荷利用小时数为146小时，每天使用当量小时数为0.27小时（折合燃气热水器满负荷工作时间）；

北方地区每年按使用210天计，则每年燃气热水器满负荷利用小时数为182小时，每天使用当量小时数为0.56小时（折合燃气热水器满负荷工作时间）；

两用炉采暖按每年采暖120天，每天使用8小时计，则每年使用的小时数为960小时；

(5) 新增燃气热水器台数:

保守估计, 按2005年燃气快速热水器保有量为6225万台, 市场销售量为1000万台/年, 以后每5年间, 销售量增加200万台/年计; 北方地区新增热水器中有5%为热水、采暖两用炉;

(6) 南、北方热水器数量:

根据我国人口普查资料显示, 我国南方地区人口密度高于北方, 南北方家庭比例约为6: 4。

在本次计算中, 按我国燃气热水器南北方之比也为6: 4。

表 6-5 燃气快速热水器年耗气量统计

		设计耗 气量 (m ³ /h)	年耗气量 (m ³ /台)	
			南方地区	北方地区
燃气快速热水器及 两用炉型号	8L/min	1.38	129.96	162.45
	10L/min	1.72	161.98	202.48
	16L/min	2.97		2851.2

(7) 预计节约燃气量:

表 6-6 燃气热水器工作状况分析

名称	单位	北方地区	南方地区	北方地区采暖
居民生活年用气量指标	MJ/人·年	3000	2400	
居民生活年用气量	m ³ /人·年	82.19	65.75	
户均人口数	人/户	3.7	3.7	
居民户均年用气量	m ³ /户·年	304.11	243.29	
燃气热水器年耗气量	m ³ /台·年	182.47	145.97	2851.2

燃气热水器年工作小时数	h/年	117.72	94.18	960
燃气热水器年工作天数	天/年	210	350	120
燃气热水器平均每天工作小时数	h/天	0.56	0.27	8.0

实施节能标准后，按所有新增热水器的热效率可能提高幅度为2~10%计；

表 6-7 新增燃气快速热水器可节省的燃气量预测

每年可节省的燃气量（亿m ³ /年）					
年份		2006年	2010年	2015年	2020年
新增燃气热水器台数 （万台/年）		1000	1200	1400	1600
当年节能型燃气热水器 保有量（万台）		1000	5200	9400	14200
预 计 热 效 率 提 高 比 例	热效率提高 2%	0.30	1.58	2.86	4.32
	热效率提高 4%	0.61	3.16	5.72	8.64
	热效率提高 6%	0.91	4.75	8.58	12.96
	热效率提高 8%	1.22	6.33	11.44	17.28
	热效率提高 10%	1.52	7.91	14.30	21.61

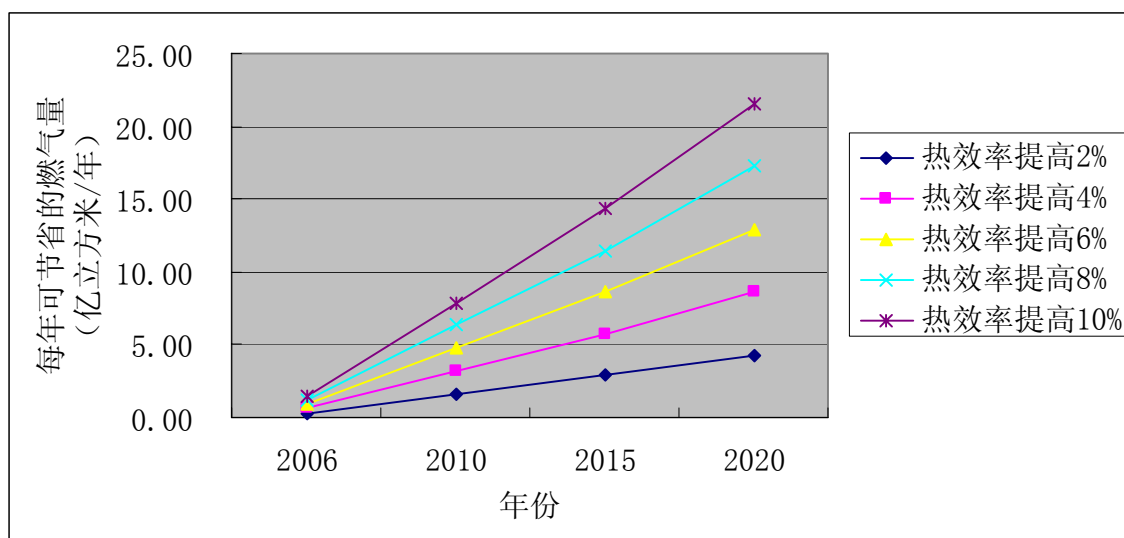
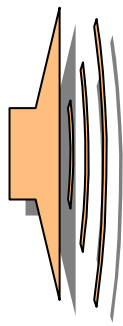


图 6-2 预计每年节省燃气量

预测节省燃气总量为：

表 6-8 预测节省燃气总量（亿 m³）

年份		2006年	2010年	2015年	2020年
预 计 热 效 率 提 高 比 例	热效率提高2%	0.30	2.80	11.99	27.75
	热效率提高4%	0.61	5.60	23.98	55.50
	热效率提高6%	0.91	8.40	35.97	83.26
	热效率提高8%	1.22	11.20	47.96	111.01
	热效率提高10%	1.52	14.00	59.95	138.76



燃气快速热水器节能效果预测

☞ **预测气源**：天然气，热值按36500kJ/m³计算；

☞ **热水器型号**：按热水产率8L/min、10 L/min两种计，两用炉按16 L/min；

☞ **热水器年使用时间（折合满负荷运行时间）**：

南方地区每天0.27小时，每年使用350天计，则每年使用小时数146小时，

北方地区每天0.56小时，每年使用210天计，则每年使用的小时数为182小时；

两用炉采暖按每年120天，每天使用8小时计，则每年使用的小时数为960小时；

☞ **新增燃气热水器台数**：

保守估计，按2005年燃气快速热水器保有量为6225万台，市场销售量为1000万台/年，以后每5年，销售量有200万台的增长；北方地区新增热水器中有5%为热水、采暖两用炉；

☞ **南、北方热水器数量**

根据我国人口普查资料显示，我国南方地区人口密度高于北方，南北方家庭比例约为6：4。在本计算中，按我国燃气热水器南北方之比也为6：4

参考资料

- (1) “提升燃气热水器能效水平市场研究”，迈至圣投资咨询有限公司，2004.11
- (2) “燃气热水器能效调查报告”，中国计量科学院鉴衡认证中心，2004.8
- (3) “燃气热水器能效测试结果报告”，国家燃气用具质量监督检验中心，2005.3
- (4) “高效燃气热水器的实验研究和节能分析”，艾效逸等，《工业加热》2002.5
- (5) “研究冷凝式热水器的几个重要技术问题”，艾效逸等，《家用燃器具》1999.6
- (6) “燃气热水器的理论热效率及其分析”，艾效逸、傅忠诚等，2005 年中国城市燃气学会应用专业委员会会议论文一等奖
- (7) “制定燃具 NOX 排放标准的必要性”，傅忠诚，要大荣，潘树源，郭全，艾效逸，《煤气与热力》第 23 卷 第 2 期，2003 年 2 月
- (8) “高效燃气热水器的实验研究和节能分析”，艾效逸，王义，傅忠诚，潘树源，郭全，王随林，《工业加热》，2002 年第 5 期
- (9) “伴随有水蒸气凝结的烟气对流换热的实验研究”，曹彦斌，艾效逸，郭全，潘树源，傅忠诚，王随林，《工程热物理学报》第 21 卷第 6 期，2000 年 11 月
- (10) “研制冷凝式燃气热水器的几个重要技术问题”，艾效逸，郭全，潘树源，傅忠诚，曹彦斌，论文选篇
- (11) “新型防腐镀膜烟气冷凝换热器换热实验研究”，王随林，刘贵昌，艾效逸，傅忠诚等，暖通空调，2005,35(2): 71-74
- (12) 《燃气燃烧与应用》第二版，同济大学等，.中国建筑工业出版社，1988
- (13) 《燃气燃烧新装置》，傅忠诚等，中国建筑工业出版社，1984
- (14) 《燃气测试技术手册》，金志刚，天津大学出版社，1994
- (15) “重庆市家庭用燃气设备节能地方标准的制定与实施研究”研究报告，重庆大学，2003.12
- (16) DB50/137-2003 家用燃气快速热水器热效率限定值与节能评价值
- (17) AS4552-2000/AG102-2000, Australia Standard Gas water heaters
- (18) 香港自愿参与能源效益标签计划-住宅式即热气体热水炉，机电工程署，2004.12
- (19) Technical support document:energy efficiency standards for consumer products :Residential water heaters,U.S. Depatment of Energy ,January 2001
- (20) Council Directive 92/42EEC, on efficency requirements for new hot-water boiler fired with liquid or gaseous fuels,21 May 1992
- (21) Top Runners Program (http://www.ecc.j.or.jp/top_runner/chapter5-29.html, and JIS S 2109: 2004)