

冷凝式燃气热水器

LENGNINGSHI RANQI
RESHUIQI

国际铜业协会(中国)
广东万和集团有限公司
国家燃气具产品质量监督检验中心(佛山)

组
编



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

冷藏式肉類製冰機

【附贈】
肉類製冰機

【附贈】
肉類製冰機



TS914.252

1

冷凝式燃气热水器

编 著 郑永新 叶远璋 姚克农 赵恒谊

钟家淞 潘兆铿 王永一

主 审 夏昭知

重庆大学 出版社

内 容 提 要

本书介绍了近年部分国内、外单位在冷凝式燃气热水器上所进行的铜肋片管换热器防腐的试验研究成果,主要内容包括对腐蚀机理的研究,近 30 种防腐涂层进行的试验室优选,以及优选的涂层在热态试验台与整机热水器上进行的耐久性试验检验,从而为生产厂家推荐出几种适用的防腐涂料,以期能为关心、从事冷凝式热水器研发的人员提供有关技术信息,开阔视野,以有利于冷凝式热水器的健康发展。

本书主要是为燃具生产厂的管理、设计、生产人员而编写的,也可作为大专院校相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

冷凝式燃气热水器/郑永新等编著. —重庆:重庆大学出版社,2008.5

ISBN 978-7-5624-4486-2

I. 冷… II. 郑… III. 冷凝—燃气设备—热水器具
IV. TS914.252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 052656 号

冷凝式燃气热水器

编 著 郑永新 叶远璋 姚克农 赵恒谊
钟家淞 潘兆铿 王永一

主 审 夏昭知

责任编辑:林青山 李定群 版式设计:李 懋

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023)65102378 65105781

传真:(023)65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆三联商和包装印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:11.25 字数:281 千

2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-4486-2 定价:35.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究



序

国际铜业协会是世界上最主要的推广和促进铜的使用的非赢利性国际组织,自1995年进入中国以来,一直积极致力于推广铜的应用,展现铜推动社会可持续发展的特性,让人们充分享受铜为科技进步、生命健康和高品质生活所作出的贡献。

在此期间,我们已在建筑、能源、电力、家用电器、环保和科技等领域开展了一系列项目,使得铜的高导电性、安全性、抑菌性和传热性等内在的优点在我们生产和生活中得到进一步强调和推广。

我们通过客观、独立和非商业化的视角为政府部门提供制定相关政策及法规的依据和建议;通过整合产业平台超越任何一家单一企业所拥有的专业知识和管理效率;通过不断的创新变革,与行业中的佼佼者合作,开展相关的市场推广和科技研发活动,充分发挥领导和协调作用,为铜创造良好的应用环境。

在燃气热水器方面,我们一直致力于节能技术的推广和研发,以充分发挥铜材料优良的导热和易加工性能。过去的两年多时间,我们项目积极推动了燃气热水器国家能效标准、能效标识的建立,并通过与重庆大学、同济大学,以及万和公司、方太公司的合作,完成了用于冷凝式燃气热水器铜换热器的防腐涂层研发工作。冷凝式燃气热水器技术已经在万和公司等单位实现商业化应用。

冷凝式燃气热水器相对于传统的产品,具有明显的节能、环保的特性。为了让冷凝式产品技术得到更大范围的应用和推广,我们联合重庆大学、广东万和集团、国家燃气具质量监督检验中心(佛山)等单位,将这两年的一些研究资料,汇集成书,希望能对国内开发冷凝式燃气热水器的企业和科研单位提供有力的参考。

如今的中国,高效节能意识日渐深入人心,节能产品也越来越受到人民群众的密切关注。我们将持续不断地在家用电器和科技创新领域寻找新的发展机会,更深入与产业界配合展开市场推广和科技研究,务求为整个社会创造出更先进、更舒适、更高效的绿色环保产品,让铜为我们带来更健康、更高效、更节能、更美好的生活。

再次热烈祝贺《冷凝式燃气热水器》一书正式出版!

国际铜业协会亚洲区总裁

2008年3月

前 言

由中国标准化研究院主持制订的家用燃气热水器能效标准(GB 20665—2006),已于2007年7月正式颁布。在标准中明确提出了燃气热水器能源效率等级指标:一级(最高等级)能效的燃气热水器其热效率应不低于96%,而要达到如此高的节能指标,只有采用冷凝式热水器技术。本书正是在这种背景下,为推动国内冷凝式燃气热水器的研发,提高节能水平而编写的。其服务对象主要是热水器生产厂的设计、生产、营销、管理人员以及燃气行业的管理人员,通过本书能对冷凝式燃气热水器的工作原理、技术优势和需要解决的技术问题有一初步的了解,进而在各自岗位上推动冷凝式燃气热水器的健康发展。

“节能减排”已经成为国民经济发展的一项重大战略方针。按国家发改委节能中长期规划的要求,到2010年我国GDP单位能耗应比现在降低20%。以燃气热水器为例,目前国家标准(GB 6932—2001)要求其热效率不小于80%,若要在此基础上节能20%,则要求热效率提高到不低于96%,达到燃气热水器能效标准中一级节能产品的要求,这是一项十分艰巨的任务。节能已不单纯是节省开支的个人行为,而是提升到国家发展战略的高度,是实现科学发展观的重大问题。

目前,冷凝式燃气热水器在我国已进入了研发初期阶段,有的厂家已开始试生产。虽然整个社会的节能环保意识现在已经有了明显的提高,节能产品越来越多地受到消费者的欢迎,但节能意识还需普及与深入,对节能产品的宣传仍需加大力度。因此,本书将起到节能宣传作用,使群众更多地了解和使用节能产品。

我国在2001年前后已研制出冷凝式燃气热水器样机,其热效率达92%~96%。随后,国内多家燃具生产厂、科研单位、高等院校等在冷凝式燃气热水器的防腐蚀、燃烧、热交换与控制系统上做了不断的改进与完善。至今,其热效率已提高到105%,达到当今国际水平。本书介绍了国内冷凝式燃气热水器在现阶段取得的有关研究成果。需要说明的是,国内冷凝式燃气热水器还处在研发初期,人们对由此产生的新技术问题也还处于探索、深入研究的过程中。因此,对某些技术问题会存在不同的看法。在书中将介绍这些不同的观点,并认为不同技术观点间的讨论有助于促进科技的发展。

推动燃气热水器技术发展的主要动力来源于用户对热水器的安全、舒适、环保、节能等方面不断提高的要求。由于这个推动力,燃气热水器才取得了今天的成果并将有更好的未来。本书主要从热交换器的设计来讨论燃气热水器上可能采取的节能措施,并讨论燃气热水器实现冷凝运行方式的条件及需要解决的问题。

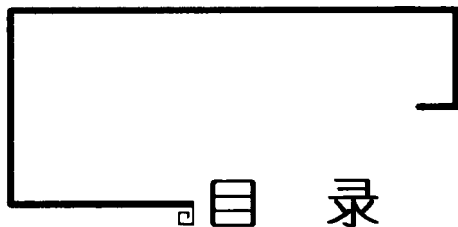
换热器防酸性冷凝液的腐蚀是冷凝式燃气热水器上的一个重大技术问题。现行的解决方

法有两种:一种是在原铜换热器表面浸涂耐温防腐蚀涂料(如改性有机硅、环氧树脂等有机涂料),另一种是用耐酸腐蚀的材料(如不锈钢,铝合金等)制作换热器。本书将重点讨论前一种方法。自2005年以来,国际铜业协会(中国)、广东万和集团公司、重庆大学、国家燃气用具产品质量监督检验中心(佛山)以及佛山星火电子电器厂、四川同一科技发展有限公司等单位对冷凝式燃气热水器做了一些试验研究和理论分析工作。本书是在这些工作成果基础上完成的。

本书第1~3章由叶远璋、姚克农、王永一编写,第4~6章由郑永新、钟家淞编写,第7、8章由赵恒谊、潘兆铿编写;全书由夏昭知主审。特别要感谢陈海红、王启、刘彤、魏敦崧、邱大健、张华平、伍国福、张明伟、林力等业内专家在本书编写过程中给予的支持与帮助。

由于编者水平有限,书中难免有不当之处,敬请提出批评与指正。

编者
2008.3.30



目 录

第 1 章 冷凝式燃气热水器概述	1
1.1 冷凝式燃气热水器(及两用炉)发展概况	1
1.2 燃气热水器能效标准介绍	10
1.3 提高燃气热水器的热效率	13
1.4 中国国情与冷凝式燃气热水器的研发	19
1.5 欧洲冷凝式锅炉(两用炉)标准 EN667(摘要)	19
第 2 章 肋片管换热器介绍	25
2.1 肋根吸热	25
2.2 使用肋片的极限条件	26
2.3 最小质量肋片	27
2.4 三角形肋片	27
2.5 肋片管吸热	28
2.6 肋片管传热过程	29
2.7 几种常用的肋片管	31
2.8 圆管吸热	33
2.9 冷凝过程中的换热	38
第 3 章 燃气热水器各项热损失分析	43
3.1 排烟损失 q_2	43
3.2 化学不完全燃烧损失 q_3	48
3.3 物理不完全燃烧损失 q_4	49
3.4 散热损失 q_5	49
3.5 冷凝放热 q_6	50
3.6 水吸热与燃气燃烧放热	50
3.7 热水器的输入与输出热量	51
3.8 热效率不确定度评定	53
第 4 章 冷凝式加热设备上防腐蚀模拟试验	59
4.1 冷凝式燃气热水器设计中的几个问题	59

4.2	酸性冷凝液·····	62
4.3	铜肋片管冷凝段换热器的防腐蚀模拟试验·····	68
第5章 换热器冷凝段的温度分布 ·····		84
5.1	烟温分布·····	85
5.2	肋片表面温度分布·····	87
第6章 冷凝式燃气热水器防腐蚀实物试验 ·····		89
6.1	腐蚀模拟试验中尚待深入的问题·····	89
6.2	第一阶段整机实物试验·····	90
6.3	第二阶段整机实物试验·····	95
6.4	第三阶段整机实物试验·····	99
6.5	讨论·····	105
第7章 耐温防腐蚀涂料试验研究 ·····		113
7.1	金属腐蚀机理·····	113
7.2	对涂料的一般要求·····	116
7.3	试验选用的26种耐温防腐涂料·····	117
7.4	前处理工艺对涂料附着性的影响·····	118
7.5	无机涂料的耐酸腐蚀性能试验·····	119
7.6	电泳涂层的耐酸腐蚀性能试验·····	120
7.7	有机涂料的耐酸腐蚀性能试验·····	121
7.8	多种改性有机硅耐温防腐蚀涂料介绍·····	127
7.9	两种碳钢换热器防腐蚀涂料·····	135
7.10	冷凝式燃气热水器上的试验验证·····	137
第8章 热水器的安全与自动控制系统介绍 ·····		143
8.1	热水器的自动点火与火焰检测·····	143
8.2	热水器的安全保护·····	147
8.3	自动恒温热水器的性能要求·····	155
8.4	热水器的自动恒温控制·····	159
附录 GB 20665—2006 ·····		169
主要参考文献 ·····		172

第1章

1.1 冷凝式燃气热水器概述

1.1 冷凝式燃气热水器(及两用炉)发展概况

开发高效节能的民用燃具,已不单纯是为用户节省开支,而是实现国民经济可持续发展的需要,实现科学发展的需要。早在20世纪中东石油危机之后,为节约能源,在欧洲便研制出了高热效率的冷凝式锅炉,其显著特点是热效率比常规设计锅炉提高10%以上。由于使锅炉的排烟温度降低到露点以下,烟气中大量水蒸气冷凝并释放出汽化潜热,具有明显的节能效果。1979年,荷兰成功研制出了第一台冷凝式燃气热水器,次年得到批准使用。其后,英国、法国、德国、日本也开始了研制冷凝式热水器与冷凝式两用炉。目前,冷凝式热水器(炉)在发达国家约占热水器(炉)总产量的15%以上(个别国家高达95%)。与常规的燃气热水器相比,特殊的换热器结构形式与制作工艺是冷凝式燃气热水器的一个重要特点。下面,首先介绍在冷凝式热水器上常用的几种热交换方式。

1) 直接换热

如图1.1所示,这种方法是高温烟气与水直接接触进行换热的。首先用喷嘴将循环水喷成细小的液雾,水雾下降过程中受高温烟气加热成为热水。对于冷凝式热水器,入水7是自来水,出水8是卫生热水。

对于冷凝式两用炉将换热器4作为室内散热器,直接用采暖回水进行喷淋,但此时两用炉的使用范围受到一定限制。如果喷淋用的采暖回水温度高于烟气露点,烟气会使一部分水滴蒸发,而且热效率会急剧下降。

进入喷嘴的循环水温度一般要限制在50℃以下,此时喷淋水温度低于烟气露点,烟气出口温度会降到露点以下,烟气中的水蒸气便冷凝并释放出大量汽化潜热以加热循环水。喷淋水温越低,其热效率越高。但这种结构形式对家用热水器不太适宜,可以用于公共事业(如游泳池、旅馆、澡堂)。

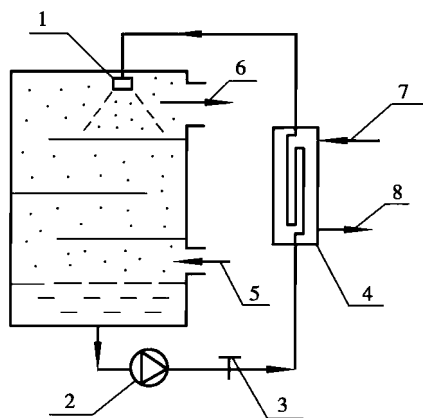


图 1.1 直接换热

1—喷嘴;2—泵;3—阀;4—换热器;
5—烟气入口;6—排烟;7—入水;8—热水

2) 间接换热

这种方法是通过换热器壁面进行高温烟气和被加热水之间的热量传递,冷凝式热水器上大多采用这种形式。如果入水温度较低(一般要求小于 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$),则换热器将产生烟气冷凝现象,否则没有。这种类型的设备,还可分为以下两种形式:

(1) 单一换热器。唯一的一个换热器既要保证利用和回收烟气显热,又要使烟气中的水蒸气在换热面上冷凝,吸收汽化潜热,所以必须尽可能使用低温入水(见图 1.2)。

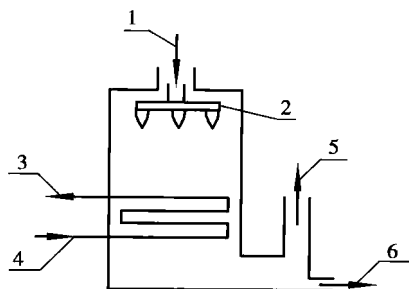


图 1.2 单一换热器

1—燃气、空气;2—燃烧器;3—热水;4—入水;
5—排烟;6—冷凝水

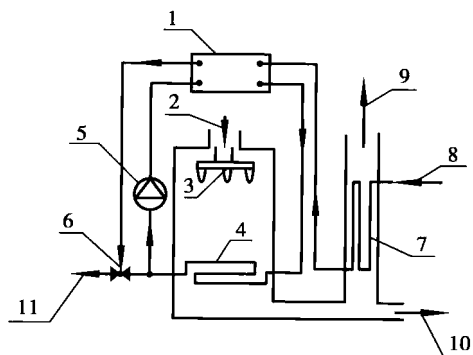


图 1.3 双换热器

1—板式换热器;2—燃气、空气;3—燃烧器;4—高温段换热器;5—泵;6—三通阀;7—冷凝段换热器;8—入水;9—排烟;10—冷凝水;11—热水

(2) 双换热器。一个为常规的高温段换热器 4,保持较高的烟气温度,不产生烟气冷凝;另一个为冷凝段换热器 7,回收烟气显热并使烟气中水蒸气凝结,即同时回收烟气显热和潜热(见图 1.3)。但需要注意的是,伴随烟气中酸性气体的凝结会对换热器产生腐蚀。在冷凝式两用炉上,若入水是 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的采暖回水,它首先进入冷凝段换热器 7,水温从 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 升高到约 $52\text{ }^{\circ}\text{C}$,同时烟气温度下降,烟气中水蒸气局部冷凝, $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水进入板式换热器被高温水加热为 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热水输出。

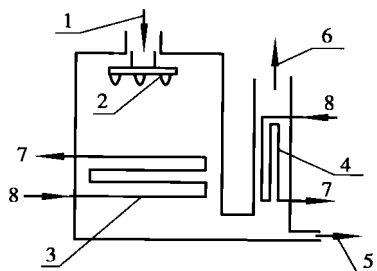


图 1.4 具有两个独立换热器

1—燃气、空气;2—燃烧器;3—主换热器;
4—第二换热器;5—冷凝水;6—排烟;
7—热水;8—入水

3) 为预热生活用热水设置独立的第二冷凝换热器

虽然冷凝式热水器排出的烟气温度是很低的($50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右),但仍含有一定的热量(主要是潜热)。如果用温度更低的“水源”,就可再回收一部分烟气的热量。对于只供卫生热水的冷凝式热水器,冬季冷水温度为 $10\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$,是一个极好的“冷水源”。因此,可以在一些冷凝设备的烟气出口处,加装一个加热冷水的第二换热器 4(见图 1.4)。

4) 质量热交换方式

这种冷凝式热水器最大限度地吸收了烟气中的剩余热量,它使用了一个比自来水更有意义的“冷源”——燃烧空气,如图1.5所示。热水器使用强制鼓风燃烧器,炉体两侧设有2个“质量热交换”式喷淋洗涤器,在鼓风机2和燃烧器6之间组成了左侧第一洗涤器,燃烧所需的空气(冷风)被喷淋的冷凝水加湿与加温后进入燃烧器。冷凝水又经泵4送至右侧第二洗涤器头部,再经过喷淋,使仍留在烟气中的水蒸气冷凝下来,这样就会有部分质量的水从烟气中转移到燃烧空气里。这种装置提高了烟气的露点温度,即使入水温度较高(如70℃),仍可获得局部冷凝。

除特殊的换热器布置外,还必须注意冷凝式热水器的整体设计与燃烧系统的特点。图1.6所示为一台日本生产的冷凝式燃气热水器(示意图)。图中燃气与由风机送来的燃烧空气预先完全混合后,从顶部的燃烧器喷出,点燃后在较小的燃烧空间内燃尽。高温烟气向下流动,经换热器后由排烟口排出。烟气中的水蒸气在换热器冷凝段冷凝成水滴,落入集水盒。酸性冷凝水被中和或经冷水稀释后排入下水道。从理论上讲,要提高热水器的热效率就必须增加换热器的面积。实验表明:热效率从80%提高至90%,其换热面积需增加约50%;若要提高到95%(热效率按高热值计算),则需增加约1倍的换热面积。

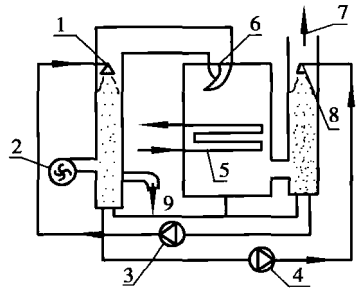
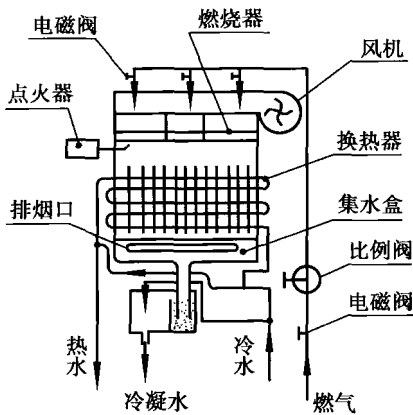
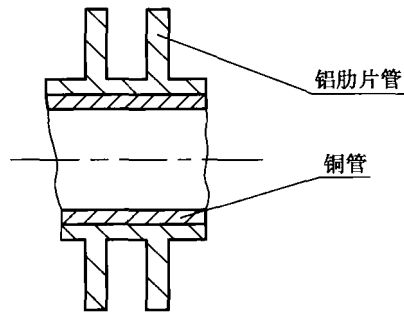


图 1.5 质量热交换

- 1—喷头;2—风机;3,4—泵;
5—换热器;6—燃烧器;7—排烟;
8—喷头;9—冷凝水



(a) 总体布置



(b) 复合金属肋片管

图 1.6 冷凝式燃气热水器

该冷凝式热水器的主要特点如下:

①布置一体式的高温段与冷凝段热交换器。高温段采用传统的铜肋片管结构,而冷凝段采用铝肋片管内插入一根铜管(见图1.6(b))。

②燃烧器采用完全预混的陶瓷孔板燃烧器,布置在燃烧室的上方,烟气向下流动,有利于排出冷凝水。燃烧过剩空气系数 α 能降低到1.2,且烟气中CO含量低于 1.0×10^{-4} , NO_x 含量

低于 3.0×10^{-5} ,热水器负荷调节范围可从15%~100%。

③燃气—空气比例调节,数码恒温,设计热负荷35 kW。燃用天然气时热效率90%(按高热值计算)与常规热水器相比节能10%以上,相应CO₂总排放量也减少10%以上,排烟温度降低到40℃左右。

④冷凝段换热器面积约为高温段换热器面积的50%,冷凝段换热系数实测值为150 W/(m²·℃),而高温段只有45 W/(m²·℃)。燃用天然气时,冷凝水的pH值为3.0~4.0。

在设计中,由于冷凝段换热器采用了复合双金属耐腐蚀肋片管、完全预混燃烧器、低氧运行、数码恒温、燃气/空气比例调节等技术手段,其科技含量处于当今先进水平。

图1.7所示为日本使用的另一种冷凝式热水器,其结构特点如下:

①燃烧器布置在顶部,烟气向下流动。这种布置有助于顺畅排出冷凝水,避免其滞留在换热器上。

②特殊设计的大气式燃烧器,如图1.8所示。其特点是热负荷大,而体积仅为常规燃烧器的1/3,燃烧噪声低(仅50 dB)。

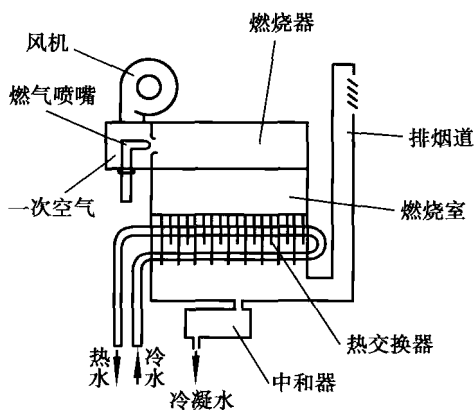


图 1.7 冷凝式燃气热水器示意图

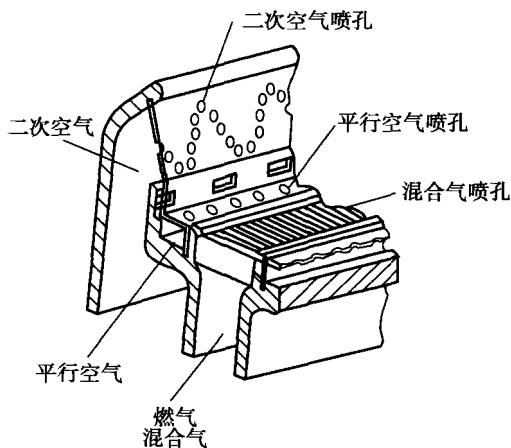


图 1.8 特殊燃烧器

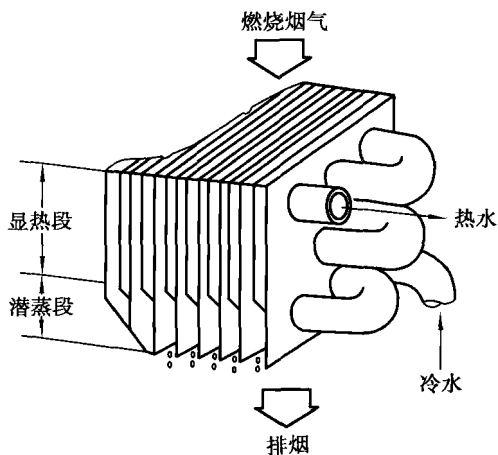


图 1.9 热交换器略图

③整体式铜肋片管换热器,为避免酸性腐蚀在换热器表面浸涂有机硅耐温防腐涂层。

④高的热效率。其热率高达90%(按高热值计算),比常规热水器节能10%。换热器高温段换热系数约45 W/(m²·℃),冷凝段约150 W/(m²·℃)(冷凝段比高温段大3倍左右),换热器结构如图1.9所示。换热器总质量为3.7 kg,燃用天然气时,排出冷凝水的pH值为2.6,冷凝水进入中和器,用镁中和后,pH值升到6.4,排出热水器进入下水道。

⑤由高压风机强制送风,具有数码自动恒温调节,燃气/空气比例调节功能。

图1.10所示为一台欧洲生产的冷凝式两

用炉。在欧洲,通常把能提供采暖热水与卫生热水的加热设备称为两用炉,并划入锅炉范畴。原因之一是供暖系统是带压(可达3 bar*)的密闭循环系统,供暖循环水应是软水,与供暖锅炉特征更为接近。而常规热水器的水系统是开放式无压系统,供水是自来水,不要求使用软水,两者有明显区别。图1.11为其工作原理,燃烧空气由鼓风机送入,燃气在风道的文丘里管喉口切面送入并与空气混合进入燃烧器,燃烧器水平布置。该两用炉的特点如下:

(1)热负荷高达50 kW,采暖面积可达600 m²。

(2)热效率高。在回水/热水为60/75℃时热效率达86%,在30/40℃时热效率达95%(按高热值计算),如图1.13所示。

(3)负荷调节达20%~100%。

(4)完全预混燃烧器,燃烧器呈水平布置,燃烧过剩空气系数 α 下降到1.2。

(5)换热器由扁形不锈钢管制作,耐腐蚀性能好。

(6)烟气中NO_x含量低于 6.0×10^{-5} ,CO低于 1.0×10^{-4} ,具有优良的环保性能。

这种冷凝式两用炉在结构上的一个重要特点是第一次采用了由扁形不锈钢管组成的辐射一对流盘管式换热器。在图1.11中可以看到:其燃烧室由不锈钢盘管构成,以便充分吸收燃烧室的辐射放热。但燃烧室不是封闭的,扁形不锈钢管的外部尺寸约36 mm×10 mm,管间的净间隙为0.8 mm,该间隙便是燃烧室内高温烟气流出的通道。高温烟气流过扁形不锈钢管时,由于对流换热作用,烟气被管内水强烈冷却。当管内水温低于烟气露点温度时,在扁管外表面会产生冷凝水(见图1.12)。从燃烧室盘管间隙中流出的烟气,再进入由扁形不锈钢管组成的冷凝段换热器,在冷凝段只有对流换热。烟气进一步被冷却后从排烟口流入大气。所以,

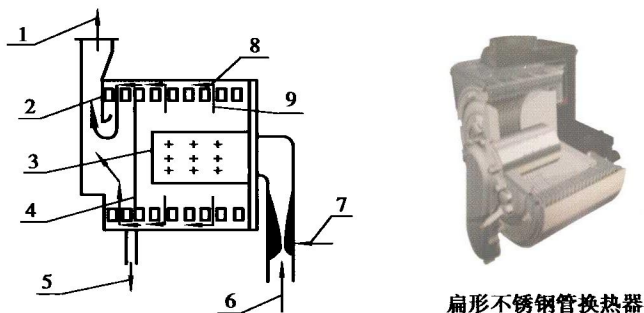


图1.11 冷凝式两用炉工作原理

1—排烟;2—冷凝段;3—燃烧器;4—分隔板;5—冷凝水;6—空气;
7—燃气;8—高温段;9—烟气

* 1 bar = 100 kPa,下同。

换热器的高温段(燃烧室盘管)既有辐射换热又有对流换热,比单纯的辐射换热面(常规热水器上的燃烧室壁面及其水冷盘管)吸热能力要强。盘管换热器的高温段与低温段之间以分隔板4为分界(见图1.11)。当采暖回水温度为50℃时,在冷凝段有水蒸气冷凝,而在高温段不产生冷凝水;但采暖回水温度为30℃时,在高温段也会出现冷凝水。换热器采用扁形管而不用肋片管其目的是为了有利于获得冷凝水。此两用炉的另一个特点是采用了完全预混燃烧器,低氧运行。就其燃烧、换热、控制技术来说,此种冷凝式两用炉代表了欧洲当今的先进水平,已被越来越多的生产厂家所采用,成为欧洲冷凝式两用炉的主导机型之一。

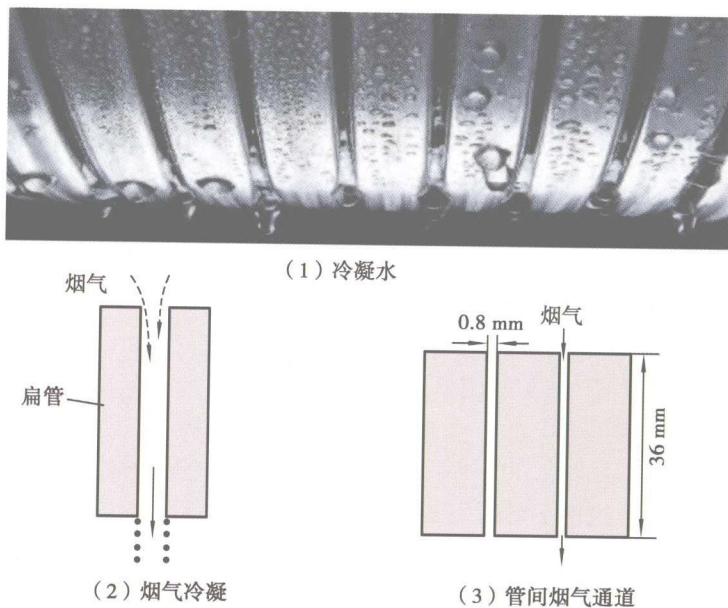


图 1.12 扁形不锈钢管换热器

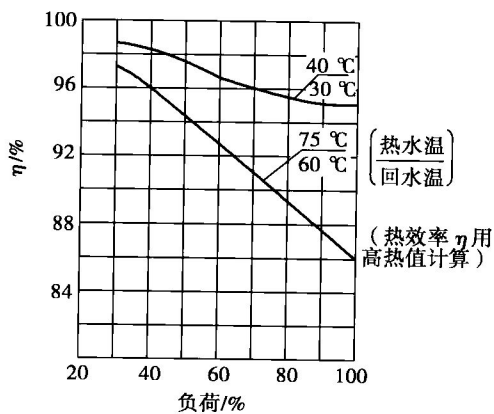


图 1.13 冷凝式两用炉热效率随负荷的变化

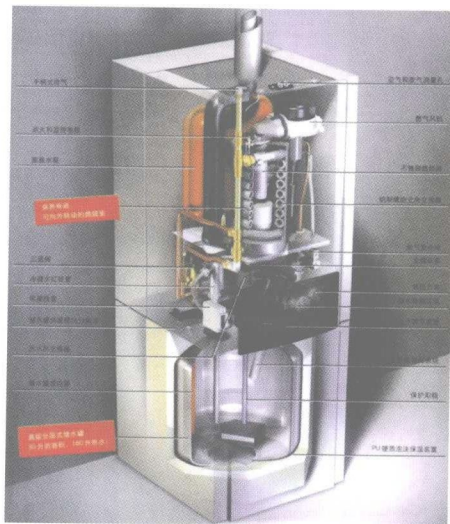


图 1.14 冷凝式两用炉(铝管换热器)

图 1.14 所示为欧洲生产的另一种冷凝式两用炉,其结构特点是采用了铝合金管换热器,以阻止酸性冷凝液的腐蚀;图 1.15 所示为欧洲生产的一种铸铝换热器冷凝式两用炉。采用铝(或铝合金)作换热器,是由于铝具有优良的抗酸性冷凝液腐蚀性能。图 1.16 所示为韩国生产的一种冷凝式热水器,其高温段换热器是铜肋片管形式(与常规热水器一样),冷凝段换热器是铝肋片管内套一铜管。

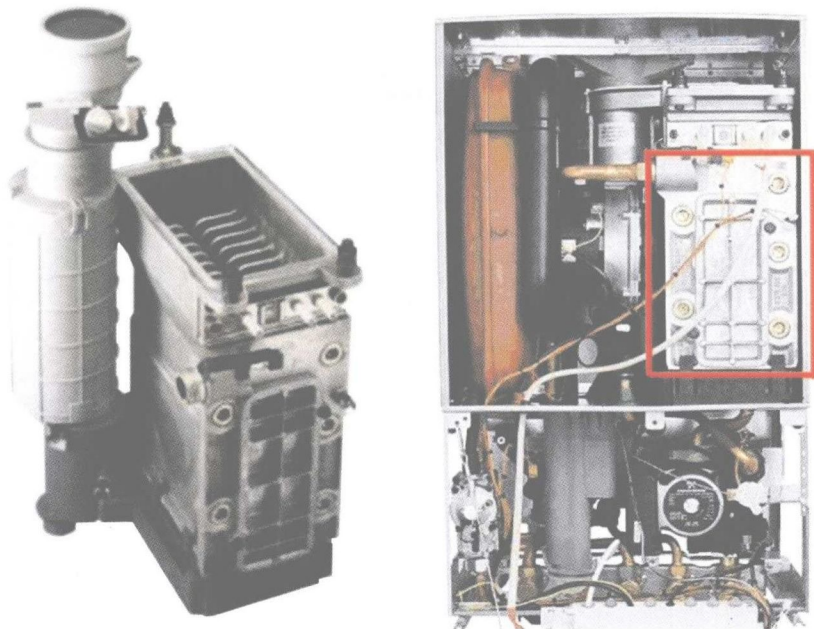


图 1.15 铸铝换热器冷凝式两用炉

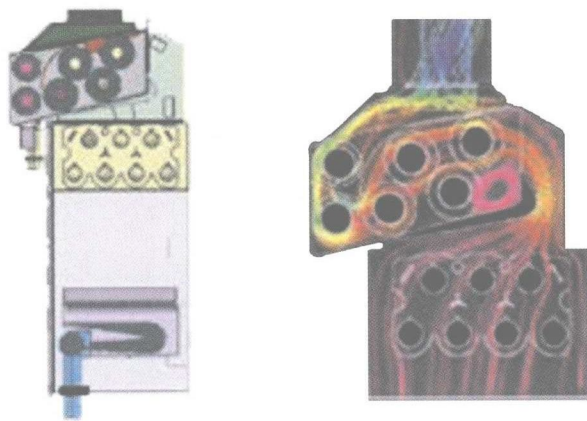


图 1.16 冷凝式热水器(韩国)

我国广东万和集团有限公司在 2001 年研制出冷凝式燃气热水器(见图 1.17),经不断改进、完善后现已投入小批试生产。2007 年,万和公司又研发出热负荷为 40 kW 的完全预混低氧燃烧冷凝式燃气热水器,其热效率高达 105%,达到当今先进水平。该冷凝式热水器的主要特

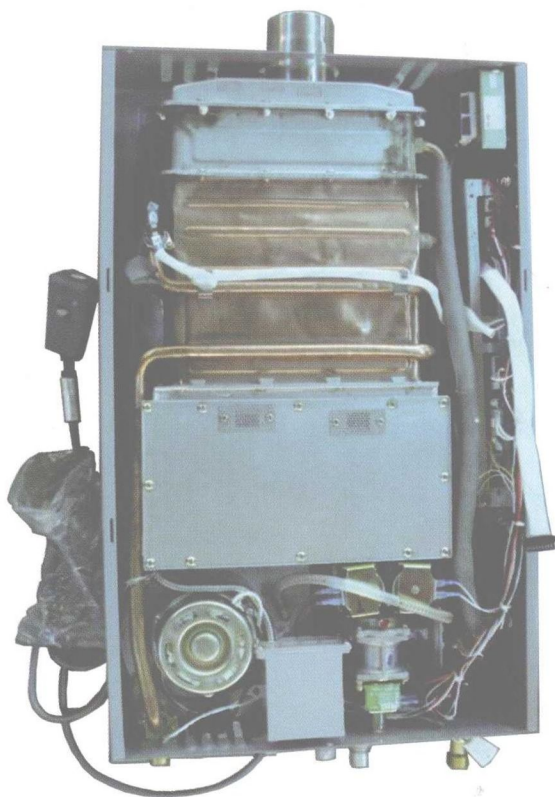


图 1.17 国产冷凝式热水器

点是：

(1) 热负荷可高达 40 kW, 属于 20 ~ 40 kW 系列产品, 可燃用液化石油气与天然气。

(2) 热效率高达 105% (按低热值计算), 排烟温度为 35 ℃, 烟气 CO 含量 ($\alpha = 1$) 为 0.020%, NO_x 含量 ($\alpha = 1$) 为 0.004 0%; 负荷调节达 30% ~ 100%, 排烟污染轻微, 符合环保产品要求。其热效率达到并高于国家能效标准中一级节能产品的要求。

(3) 低氧燃烧, 燃烧过剩空气系数 α 为 1.2 ~ 1.4, 燃烧器布置在燃烧室顶部, 烟气向下流动。

(4) 采用铜肋片管换热器, 在冷凝段下方布置冷凝水收集装置并把冷凝水排向热水器外。

(5) 数码恒温控制, 采用燃气/空气比例调节方式, 实现热水器舒适、节能的要求。

当采用烟气向下流动 (冷凝水也向下流动) 时, 此有利于冷凝水快速、畅通排除而不会滞留在肋片上。设计中肋片间距不能偏小, 以免造成冷凝水阻塞。当烟气采用向上流动方式 (见图 1.17、图 1.18) 时, 冷凝水排除装置也应保证冷凝水快速、畅通排除, 同时冷凝水绝不能渗漏到高温段、燃烧室壁面及燃烧器上。当冷凝水排除受阻时, 应启动保护装置, 切断燃气供应使热水器停止工作。

图 1.18, 图 1.19 是国内热水器厂家生产的另外两种冷凝式热水器, 其热效率 $\eta > 96\%$, 各项性能指标均符合有关标准的规定。