ICS 91.140.99
P 46

GDGCC

广东省燃气采暖热水炉商会团体标准

T/GDGCC 8—2020

多能源集成燃气供暖热水系统

Multi-energy integrated gas heating hot water system

2020- 02- 20 发布　　2020- 03 -20 实施

广东省燃气采暖热水炉商会　发布

本标准版权归广东省燃气采暖热水炉商会所有。除了用于国家法律或事先得到广东省燃气采暖热水炉商会文字上的许可外，不许以任何形式再复制该标准。

广东省燃气采暖热水炉商会地址：广东省广州市经济技术开发区东区宏明路宝盛大厦508室

邮政编码：510730　　电话：020-82003613

网址：www.gdgcc.org　　邮箱：gdccly@vip.126.com

目　　次

前言.....II
引言.....III
1　范围.....1
2　规范性引用文件.....1
3　术语和定义.....2
4　分类、型号.....3
5　要求.....4
6　试验方法.....12
7　检验规则.....14
8　标志、使用说明书、包装、运输和贮存.....15
附录 A（资料性附录）　多能源集成燃气供暖热水系统能效评价方法.....18

前　言

本标准依据 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由广东省燃气采暖热水炉商会提出。

本标准由广东省给热供暖标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：广东万和新电气股份有限公司、中山市羽顺热能设备制造有限公司、东莞市艾瑞科热能设备有限公司、绍兴艾柯电气有限公司、广东华美骏达电器有限公司、国家燃气用具质量监督检测中心（佛山）、重庆温馨时代暖通设备有限公司。

本标准主要起草人：黄逊青、陈群、刘景冬、梁宝来、张建明、张师林、郭春雨。

本标准为首次制定。

引　言

太阳能、热泵与燃气加热单元集成供暖热水系统，将促进家用和类似用途供暖系统在舒适、节能和环保方面的技术进步，是目前家用供暖热水系统技术发展的方向。本标准的提出旨在规范以太阳能热水单元、空气源热泵单元和燃气加热单元集成应用的供暖热水系统的安全性以及其它技术要求。

多能源集成燃气供暖热水系统

1 范围

本标准规定了多能源集成的燃气供暖热水系统（以下简称“系统”）的术语和定义、分类、型号、要求、试验方法、检验规则、标志、说明、包装、运输和贮存。

本标准适用于：

a) 采用燃气和另外一种或一种以上能源的热源单元构成，兼有供暖和生活热水加热功能的多能源集成的燃气供暖热水系统。其中生活热水加热系统的贮热水箱名义容积不超过600 L，热源单元的容量范围为，燃气加热单元功率不超过70 kW，空气源热泵额定加热功率不超过70 kW，太阳能集热器面积不超过32 m^2，供暖热水温度不超过95 ℃，生活热水温度不超过65 ℃；

b) 采用燃气和另外一种或一种以上能源的热源单元构成，仅具有供暖功能的多能源集成供暖系统。该类系统为兼有供暖和生活热水加热功能系统的简化型；

c) 采用燃气和另外一种或一种以上能源的热源单元构成，具有独立生活热水加热功能的多能源集成供暖系统。其中生活热水加热系统的贮热水箱名义容积不超过600 L，热源单元的容量范围为，燃气加热单元功率不超过70 kW，空气源热泵额定加热功率不超过10 kW，太阳能集热器面积不超过32 m^2 ，生活热水温度不超过65 ℃。

本标准不适用于：

a) 仅采用一种热源单元；

b) 仅采用电加热装置作为后备热源的太阳能热水系统；

c) 无贮热水箱的多能源集成生活热水系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全第1部分：通用要求

GB 4706.32-2012 家用和类似用途电器的安全 热泵、空调器和除湿机的特殊要求

GB 4706.94 家用和类似用途电器的安全 带有电气连接的使用燃气、燃油和固体燃料器具的特殊要求

GB 5296.2 消费品使用说明 第2部分：家用和类似用途电器

GB/T 12936 太阳能热利用术语

GB/T 13611 城镇燃气分类和基本特性

GB 16914 燃气燃烧器具安全技术条件

GB/T 18430.2 蒸气压缩循环冷水(热泵)机组 第2部分：户用及类似用途的冷水(热泵)机组

GB/T 18708 家用太阳热水系统热性能试验方法

GB/T 18713 太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范

GB/T 19141 家用太阳能热水系统技术条件

GB 20665 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

GB/T 23888 家用太阳能热水系统控制器

GB 25034 燃气采暖热水炉

GB/T 25127.2 低温环境温度空气源热泵（冷水）机组 第2部分：用户及类似用途的热泵（冷水）机组

GB 26969 家用太阳能热水系统能效限定值及能效等级

GB/T 28746 家用太阳能热水系统储水箱技术要求

GB 29541 热泵热水机(器)能效限定值及能效等级

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB/T 50155 供暖通风与空气调节术语标准

GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范

GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范

CJ/T 395 冷凝式燃气暖浴两用炉

CJJ 12 家用燃气燃烧器具安装及验收规程

T/CECS 510-2018 集中生活热水水质安全技术规程

IEC 60335-1:2010 Household and similar electrical appliances-Safety Part 1:General requirements

3 术语和定义

GB 25034 、CJ/T 395、GB/T 12936、GB/T 18708、GB/T 19141 、GB/T 23137 、GB/T 23888 、GB/T 50155、GB 50736界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 多能源集成燃气供暖热水系统 multi-energy integrated gas-fired heating and hot water system

采用燃气和另外一种或一种以上能源的热源单元构成，兼有供暖和生活热水加热功能的热水系统。

3.2 一次能源加热效率 primary energy heating efficiency

在规定工况和条件下运行时，被加热水加热到规定温度时，所得到的能量同实际消耗的一次能源能量的比值，用百分数表示。

3.3 一次能源发电效率 primary energy generation efficiency

以火力发电方式将一次能源转换成终端用电设备端输入电能过程的能源转换效率,包括发电和输配电过程的能源利用效率。

3.4 太阳能集热单元 solar heat collecting unit

以太阳能的热效应进行加热的热源单元，主要由太阳能集热器及其附属部件构成。

3.5 燃气加热单元 gas-fired heating unit

以气体燃料的燃烧进行加热的热源单元。

3.6 空气源热泵单元 air-source heat pump unit

以空气为低温热源通过热泵循环过程进行加热的热源单元。

3.7 优先热源 priority heat supply

在多热源系统中，优先使用的热源。

3.8 后备热源 standby heat supply

在多热源系统中，在优先热源之后投入使用的热源。后备热源用于补充优先热源的不足，以满足系统需求。

4 分类、型号

4.1 应用分类

4.1.1 系统功能

a) 供暖专用；
d) 供暖和生活热水。

4.1.2 热源集成方案

4.1.2.1 对于采暖专用系统的热源集成方案：

a) 太阳能集热单元＋燃气加热单元；
b) 空气源热泵加热单元＋燃气加热单元；
c) 太阳能集热单元＋空气源热泵加热单元＋燃气加热单元。

4.1.2.2 对于供暖和生活热水两用系统的热源集成方案：

a) 太阳能集热单元＋燃气加热单元；
b) 空气源热泵加热单元＋燃气加热单元；
c) 太阳能集热单元＋空气源热泵加热单元＋燃气加热单元。

4.1.2.3 考虑到技术经济性因素，不宜在一个系统中集成三种或三种以上热源单元。

4.1.3 生活热水系统方案

4.1.3.1 经热源单元加热的热水可以采用 2 种方式输出：

a) 直接到用水终端；
b) 进入到贮热水箱。

4.1.3.2 进入热源单元的低温水可以采用 2 种方式输入：

a) 供水管网；
b) 贮热水箱的低温区域；
c) 贮热水箱的高温区域。

4.1.3.3 热水系统的热水输出可以采用 2 种方式输出：

a) 经热源单元加热后直接输出；
b) 从贮热水箱的高温区域输出。

4.1.4 供暖模式

4.1.4.1 日间供暖模式：在 8:00～18:00 时段，供暖热量超过全天用量 50 %的使用模式。

4.1.4.2　夜间供暖模式：在 18:00～8:00 时段，供暖热量超过全天用量 50 %的使用模式。

4.1.5　用水模式

4.1.5.1　日间用水模式：在 8:00～18:00 时段，热水用量超过全天用量 50 %的使用模式。

4.1.5.2　夜间用水模式：在 18:00～8:00 时段，热水用量超过全天用量 50 %的使用模式。

注：在日间供暖模式场所，其用水模式对应日间用水模式；在夜间供暖模式场所，其用水模式对应夜间用水模式。

4.2　型号

4.2.1　多能源集成燃气供暖热水系统产品型号按表 1 规定编制：

表 1　多能源集成燃气供暖热水系统产品型号编制规则

型号	□□	IH	□	-	G□□	A□□	S□□	T□□	-	□□
代号	1	2	3		4	5	6	7		8
代号说明： 1—制造企业代号，用两个字母表示； 2—多能源燃气供暖热水系统； 3—多能源燃气供暖热水系统产品系列，用一个字母表示； 4—燃气加热单元额定热输出功率，kW，两位整数，小数不计入； 5—空气源热泵单元额定制热量，kW，两位整数，小数不计入； 6—太阳能集热器轮廓集热面积(m^2)，两位整数； 7—水箱名义容积（L）×0.10，两位整数，末位不计入； 8—企业自编扩展代号，用两位整数表示。										

4.2.2　产品型号示例

a)　NN 公司多能源集成燃气供暖热水系统 P 系列，燃气加热单元-25 kW、空气源热泵单元-14 kW、太阳能集热器-6 m^2，水箱-300 L，企业自编扩展号-02；
　　型号：NNIHP-G25A14S06T30-02；

b)　NN 公司多能源集成燃气供暖热水系统 P 系列，燃气加热单元-25 kW、太阳能集热器-6 m^2，水箱-300 L，企业自编扩展号-05；
　　型号：NNIHP-G25S06T30-05；

c)　NN 公司多能源集成燃气供暖热水系统 P 系列，燃气加热单元-25 kW、空气源热泵单元-14 kW，水箱-300 L，企业自编扩展号-07。
　　型号：NNIHP-G25A14T30-07 。

5　要求

5.1　一般规定

5.1.1　使用条件

——气源：燃气加热装置所使用的燃气应符合 GB/T 13611 的规定，燃气的压力范围应符合 GB/T 13611 的规定。

——电源：220 V×(1±10 %) ～ 50 Hz±1 Hz 或 380 V×(1±10 %) 3 N～ 50 Hz±1 Hz。
——热泵进风温度：
a) 标准型：-7 ℃～43 ℃
b) 低温型：-15 ℃～43 ℃
c) 超低温型：-25 ℃～43 ℃。
——热水温度[1]：通常为 25 ℃～45 ℃。
——水源压力：系统进水压力不超过 0.8 MPa。

注 1：某些类型的浴缸在恒温过程中可能需要注入 65 ℃的热水。

5.1.2 电气系统

5.1.2.1 所有热源单元的电气安全设计均应符合Ⅰ类防触电保护类别要求。

5.1.2.2 电气部件的安全设计环境温度，应符合 GB 4706.1-2005 附录 P 的规定，按不低于 40 ℃考虑。

5.1.2.3 空气源热泵装置应设置独立供电回路并设置相应的空气开关，空气开关额定容量应不小于空气源热泵最大运行电流的 1.25 倍。若该供电回路是系统供电回路的分支，则系统供电回路应设置独立的空气开关，该空气开关容量应不小于空气源热泵最大运行电流的 1.25 倍与其它用电装置额定电流之和。

5.1.2.4 电源线应符合 GB 4706.1-2005 第 25.7 的要求，单元供电线截面积不得小于 0.75 mm^2，室外安装的部分的供电线应采用氯丁橡胶护套软线。内部布线应符合 GB 4706.1-2005 第 23.5 的要求，截面积不得小于 0.50 mm^2。

5.1.2.5 系统供电线路应按照 GB 4706.1-2005 附录 P 的要求，配置额定剩余电流不超过 30 mA 的剩余电流装置（RCD）。若系统采用多路电源供电方式，则每路电源均应配置额定剩余电流不超过 30 mA 的剩余电流装置（RCD）。

5.1.2.6 若系统户外安装部分未处于建筑物防雷系统的保护范围，应按 GB 50057 的要求采取防雷措施。

5.1.3 地理高程

5.1.3.1 未注明适用地理高程的系统，技术性能参数仅适用于海拔 1000 m 以下地区。

5.1.3.2 适用于海拔 1000 m 以上地区的燃气加热单元和空气源热泵单元，应给出适用地理高程条件下的制热性能以及其它技术性能参数。

5.1.3.3 适用于海拔 2000 m 的系统，应在产品标识和说明中按 IEC 60335-1:2010 明示，其安全性能，例如，电气间隙要求等应符合 IEC 60335-1:2010 第 7.12 条要求，相关功能部件，例如，压力式保护装置的性能应满足在规定地理高程条件的使用要求。

5.2 材料、结构和连接

5.2.1 材料

5.2.1.1 用于制造零部件的材料，其温度适应范围和耐环境性能，如耐腐蚀、耐紫外线辐射等应满足相应部件在正常和非正常使用条件下的要求，包括：

a) 在使用期间可能接触烟气的所有部件，应采用耐热和耐腐蚀的材料；
b) 与生活热水接触的材料和部件，应能够适应正常使用条件下的温度和压力，而且在可以预见的非正常条件下不出现导致危险；

c) 系统中所有热源以及系统内部水侧的管路、加热及换热设备应具有耐腐蚀的能力，使用过程中不会污染其接触的热水。

5.2.1.2 系统中与太阳能集热器连接的生活热水管路相关部件，应符合 GB/T 19141 的要求。

5.2.1.3 系统使用的绝热材料应具有阻燃、无毒、无臭等性能，粘结剂应无毒，粘贴或固定应牢固。

5.2.2 结构

5.2.2.1 系统可以采用整体式交付的结构，或分成多个单元在现场组装的结构。

5.2.2.2 系统各组件表面应平整、无明显划伤和裂纹。表面涂层应颜色均匀，不起皮、无龟裂和剥落现象。

5.2.2.3 系统的可操作部件（如手柄、旋钮等）应以可靠的方式固定，在正常使用中不应出现松动。用来指示开关位置的可操作部件，如果其位置的错误可能引起危险的话，则不能将其固定在错误的位置上。

5.2.2.4 除采用安全特低电压的结构外，在正常使用中可操作部件，即使绝缘失效，也不能带电。在正常使用中用手连续握持的部件，其结构应使操作者的手在按正常使用抓握时，不能与金属部件接触。

5.2.3 连接

5.2.3.1 管道连接处均应光滑平整、严密、不渗漏，各管道走向合理。

5.2.3.2 热水管路包括阀门、管件应有足够的强度，同时便于与外部的管路连接。连接的水管应具有足够的耐高温性能以防止热水回流时损坏。

5.2.3.3 容纳水或介质的部件和管道，应考虑在可以预见的非正常条件下，由于水或水溶液温度低于冰点时可能出现的冻结现象，以及防止冻结现象对系统和相关部件、管道造成的损坏。

5.2.3.4 容纳水或介质的部件和管道，应防止在闭路状态下由于水或水溶液的温度变化，导致压力异常升高而导致密封失效或部件和管道损坏。

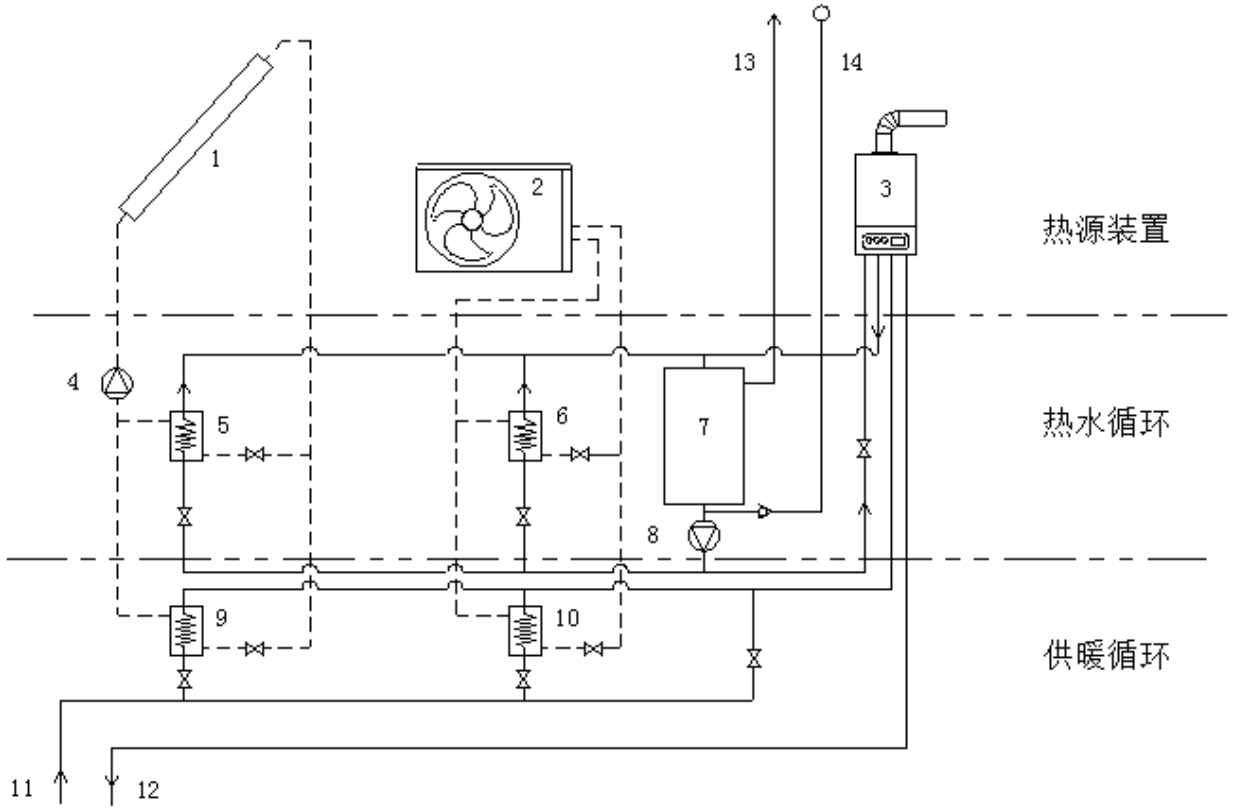
5.2.4 检测

5.2.4.1 当以安全保护和设备状态监视为目的时，宜选择温度开关、压力开关、水流开关等以开关量形式输出的传感器，不宜使用连续量输出的传感器。

5.2.4.2 温度传感器测量范围宜为测点温度范围的 1.2～1.5 倍。其中，供、回水管温差的两个温度传感器应成对选用，且温度偏差系统应同为正或负。

5.2.4.3 压力或压差传感器的工作压力应大于该点可能出现的最大压力或压差的 1.5 倍，量程宜为该点压力或压差正常变化范围的 1.2～1.3 倍。

5.2.4.4 流量传感器量程宜为最大工作流量的 1.2～1.3 倍。流量传感器安装位置前后应有保证传感器所要求的直管段长度或其他安装条件。



1——太阳能集热器 SCU　　2——空气源热泵主机 AHP　　3——燃气采暖热水器 GBS
4——太阳能集热循环泵 SHP　　5——太阳能热水换热器 SHW　　6——热泵热水换热器 HPW
7——蓄热水箱 TAN　　8——生活热水循环泵 SWP　　9——太阳能供暖换热器 SHH
10——热泵供暖换热器 HPH　　11——供暖热水回水 HWI　　12——供暖热水出水 HWO
13——生活热水供水 SWO　　14——生活热水补水 SWI

图 1　多能源集成燃气供暖热水系统流程示例

5.3　系统要求

5.3.1　系统的组成

5.3.1.1　系统可能由多个制造商提供的产品在使用场所组装而成，各独立交付的部分应符合适用的国家、行业标准要求和能效标准要求，同时也应符合器具制造商规定的相应技术要求。

5.3.1.2　构成系统的各单元、组件、零部件应符合适用的国家、行业标准要求，可独立交付的热源单元，例如，燃气采暖热水炉、空气源热泵等具备相应的市场准入资格，同时应符合本标准的要求。

5.3.2　系统设计总则

5.3.2.1　系统的安全性能应符合 GB 16914 和 GB 4706.94 的规定，各热源单元应符合其独立运行条件。

5.3.2.2　系统的配置方案应以优势互补的原则，在满足使用要求的前提下，充分考虑建筑结构、气候环境、日照条件、燃气和电力价格以及政策因素，并兼顾到系统生命周期的技术经济性进行选择。

5.3.2.3 系统的运行模式宜在满足使用要求的前提下，以降低运行费用为基本准则。获得热量的成本较低的热源单元为优先热源单元，在使用中优先热源单元先运行，只有在优先热源单元无法满足使用要求的情况下，其他热源单元才投入运行。一般情况下，热源运行的优先顺序为：

a) 太阳能集热单元；
b) 空气源热泵单元；
c) 燃气加热单元。

5.3.2.4 系统热负荷宜按以下方法确定：

a) 供暖季节系统热负荷，应综合考虑供暖负荷与生活热水加热负荷；
b) 供暖负荷按当地气候条件的室外计算温度下的供暖热负荷确定；
c) 住宅场所的生活热水加热所需热负荷不另行计算，即按零计算,除非生活热水负荷超过供暖负荷 15 %；
d) 非住宅场所的生活热水用量若明显大于住宅场所，生活热水加热所需热负荷按实际需求计算；
e) 非供暖季节的系统热负荷，按非供暖季节最大生活热水加热负荷计算。

5.3.2.5 供暖热水系统循环流量按最大流量确定，系统循环水泵的扬程应在与末端连接成为完整的供暖系统时，供暖热水循环量满足所有热源运行的要求。

5.3.2.6 如果热源单元内置的循环水泵扬程、流量不满足要求，需采取增加外置循环泵、修改末端设计等措施，以保证多能源集成供暖系统在运行过程中热水循环量满足要求。外置循环泵的参数和布置需充分考虑循环系统的水力平衡要求。系统内水侧管道最高流速应不超过表 2 的规定。

表 2 管道内最高流速

管径 DN mm	15	20	25	32	40	50
流速 m/s	0.80	1.0	1.20	1.40	1.80	2.00

5.3.2.7 进入太阳能集热单元和空气源热泵的水温较低有利于运行效率提高，在储热水箱内维持合理的温差通常是降低进入太阳能集热单元和空气源热泵的水温的措施。

5.3.2.8 供暖热水系统宜采用较低的供、回水温度，末端为地面辐射供暖的热水循环温度范围宜按以下要求：

a) 输出水温范围：35 ℃～4 5℃，不应高于 60 ℃；
b) 供回水温差宜为 10 K,且不宜小于 5 K。

注：空气源热泵单元可能需采用水侧低阻力设计方案，才能满足5 K以上的循环温差要求。

5.3.2.9 末端为散热器的多能源集成供暖系统宜按 75 ℃/50 ℃连续供暖进行设计，且供水温度不宜大于 85 ℃，供回水温差不宜小于 20 K。

5.3.2.10 地面辐射供暖系统末端供水温度宜采用混水的方式调节。

5.3.2.11 热水加热顺序宜按热源的优先顺序安排,避免经后备热源加热后的热水进入优先热源的换热器再加热。

5.3.2.12 供暖热水系统应设置用于水侧压力缓冲和适应水量体积变化的膨胀装置,膨胀装置的定压点宜设在循环水泵的吸入口处，定压点最低压力宜使管道系统任何一点的表压均高于 5 kPa。热源单元已

经内置膨胀装置的，经验证其参数能够满足系统需要的，可不再独立配置。膨胀装置与受其保护的水路之间的连接不得设置可能关断水路的阀门或类似部件，以免膨胀装置功能被屏蔽。

5.3.2.13 供暖热水系统应设置防止水侧压力过高的压力释放装置，热源单元已经内置压力释放装置的，经验证其参数能够满足系统需要的，可不再独立配置。压力释放装置与受其保护的水路之间的连接不得设置可能关断水路的阀门或类似部件，以免压力释放装置功能被屏蔽。

5.3.2.14 生活热水系统应具备满足水侧压力缓冲和水量体积变化的措施，可以通过配备膨胀水箱，或配备符合按 GB 4706.32-2012 第 22.105 条规定的贮热水箱实现。

5.3.2.15 生活热水系统防止水侧压力过高的措施，可以通过配置符合按 GB 4706.32-2012 第 22.106 条规定的压力释放装置实现。

5.3.2.16 热水系统应采取措施防止系统出口端的热水温度超过 65 ℃，同时，系统的输出端宜设置水温调节措施，使得其输出的热水在到达用水终端前，将热水温度调节到适宜的范围。

5.3.2.17 系统应采取措施防止进水端用水因管道内产生虹吸、背压回流而受污染。其中，承压式贮热水箱的进水端应设置止回阀。

5.3.2.18 生活热水系统的进水端宜配置过滤器。

5.3.2.19 系统应具有防冻保护、室温调控功能，并应设置排气、泄水装置。

5.3.2.20 空气源热泵单元化霜水应集中排放。

5.3.2.21 泄水装置和化霜水的泄水支管沿水流方向坡度不宜小于 0.010；排水干管坡度不宜小于 0.005，不应小于 0.003，且不允许有积水部位。排放端口应避免冻结而出现堵塞现象。

5.3.3 控制功能

5.3.3.1 系统的运行由控制装置自动完成，无需人工干预条件下就应能优化运行，由用户操作系统运行参数设置等功能应在一个界面上实现。热源单元之间的联动、联锁等保护措施应由集中监控装置实现。各热源单元配备的联动、联锁等保护措施，不应对集中监控装置的联动、联锁功能有不良影响。

5.3.3.2 系统应具有自动及手动设定工作模式的功能。在手动工作模式下，系统应允许随意启动任一种热源单元独立供热，在自动模式下，除人工对整机进行开机或停机操作外，在运行期间无需人工干预，包括安全保护措施的实施应自动完成。

5.3.3.3 应尽量避免热源单元的配置和运行可能对系统热输出特性，以及运行效率等技术经济性能产生不良影响，应确保在各种可能的正常运行状态下，各热源单元以及系统相关部分处于正常状态。

5.3.3.4 系统应具备防止在任何部位出现热水温度超过 95 ℃的功能。

5.3.4 功能性保护

5.3.4.1 在发生可能危及安全的故障时，系统应能够自动进入安全保护状态。

5.3.4.2 应考虑系统的安全联锁措施，使得系统中某一热源单元在发生故障时，通过联锁措施有效对故障实施隔离，包括以下措施一项或多项措施：

a) 发生故障的热源单元停止运行；
b) 处于异常状态的单元停止导致其异常的热源或相关部件的运行。

5.3.4.3 各热源单元的工作状态宜通过输出的电气信号传递到控制装置，单一热源单元发生故障时，不应对其它热源单元的运行产生不良影响。

5.3.4.4 系统应允许启动任一种热源单元独立运行或将其停机，除非受到热源单元自身的保护功能限制。

5.3.4.5 构成系统的各热源单元可以同时运行，任何一种热源单元的运行不应对其他种热源单元产生危险，否则任何一种热源单元进入运行状态之前，应对其它热源单元进行非易失锁定；燃气采暖热水炉应能够与外部装置，包括其它热源单元或储热装置实现联动，包括实现电气或机械联锁。

5.3.4.6 燃气采暖热水炉输出的热水温度或热量可能导致其它热源单元或储热装置处于不正常状态时，通过燃气采暖热水炉停止运行实现停止输出热水，在燃气输入管道设置电磁阀在需要时由外部控制电路切断燃气供应也视为符合上述要求。

5.3.4.7 空气源热泵装置应有防止其他热源单元导致其制冷系统部件温度异常的措施，包括：

a) 避免在热泵停机时，制冷剂通过换热器与温度过高的热水进行热量传递，以保证制冷剂温度不高于其制冷系统最高工作压力对应的制冷剂饱和温度或露点温度；
b) 避免在热泵运行时，冷凝器的进水温度高于其最高进水温度。

5.3.4.8 系统应具备防过热措施，以避免太阳能集热单元在夏季输出的高温热水对热源和其他部件造成的不良影响。

注：太阳能集热单元在夏季输出的热水温度可能达到80 ℃以上。

5.3.5 可靠性设计

5.3.5.1 合理简化系统配置，权衡可靠性和能源利用效率与经济性等因素，在保证功能和性能得到满足的前提下，简化系统的配置，例如，若非必要，避免采用三热源配置方案。

5.3.5.2 对一些重要的功能和部件可以考虑采取备份等措施。

5.3.5.3 在单一热源单元发生故障时，系统可以利用其他热源单元维持系统基本的热水输出。一般情况下，太阳能集热单元不作为可独立维持系统基本热水输出功能的热源单元。

5.4 单元技术要求

5.4.1 太阳能集热单元

5.4.1.1 太阳能集热器单元应按全年运行要求考虑，综合技术和经济指标的平衡。按供暖要求配备的太阳能集热器单元在非采暖季节可用于生活热水加热。

5.4.1.2 供暖用太阳能集热器的面积宜按照非供暖季节生活热水加热需求确定，尽量减少由于过大的集热面积在非采暖季节出现过热的情况。

5.4.1.3 生活热水加热用的太阳能集热器单元与贮热水箱等的集成状态应符合 GB/T 19141 要求，太阳能集热器可选用平板式或真空管式。

5.4.1.4 在屋顶或地面安装的太阳能集热器，其面积宜按以下配置：

a) 以日间用水模式运行的系统，每 1 m^2集热面积配套水箱容积不少于 25 L；
b) 以夜间用水模式运行的系统，每 1 m^2集热面积配套水箱容积不少于 50 L。

5.4.1.5 在阳台或墙体安装的壁挂型太阳能集热器，每 1㎡集热面积配套水箱容积为在屋顶或地面安装的一半。

5.4.1.6 若系统集成了空气源热泵装置,以上每1㎡集热面积配套水箱容积可以在5.4.1.4或5.4. 1 .5的要求基础上增加一倍。

5.4.1.7 若太阳能集热器的安装位置不足以全部安装系统设计所需的集热器面积，则可酌情减少安装数量，尽量按最大可安装面积配置。

5.4.2 空气源热泵单元

5.4.2.1 应按照使用场所预期可能出现的最低环境温度和最高环境温度确定空气源热泵的运行环境温度范围，应避免空气源热泵在超过其设计允许工作温度范围运行。在多热源系统中，在超过设计工作温度范围时，可采取停机或改变运行模式等措施。

5.4.2.2 供暖用或供暖和生活热水加热两用空气源热泵单元的制热量，宜按系统制热量的 50 %～70 %确定，不宜超过系统制热量。空气源热泵制热量按室外侧换热器进风温度为 7 ℃/6 ℃（干球/湿球）时的制热量。

5.4.2.3 热泵热水器配套的生活热水配套贮热水箱容积宜按以下方法确定：

a) 日间用水模式，按全天热水用量 50%配备；
b) 夜间用水模式，按全天热水用量配备。

5.4.2.4 若系统中集成了太阳能集热单元，热泵热水器配套的水箱容积应满足：

c) 太阳能集热器在屋顶或地面安装的，每 1 ㎡集热面积配套水箱容积不少于 100 L；
d) 太阳能集热器在在阳台或墙体安装的，每 1 ㎡集热面积配套水箱容积不少于 50 L。

5.4.3 燃气加热单元

5.4.3.1 供暖型燃气加热单元可选用燃气采暖热水炉的外置式，或安装在水箱外壳内或类似空间的内置式。外置式燃气加热单元应符合 GB 25034 要求；内置式燃气加热单元应符合 GB 25034 和 GB 4706.94 要求，其进风、排烟通道不应对其他部件造成温度异常、腐蚀等影响。

5.4.3.2 供暖型燃气加热单元的加热功率，应满足在其他热源停机状态下系统的全部热量需求。

5.4.3.3 生活热水加热型燃气加热单元可选用燃气采暖热水炉的外置式，或安装在水箱外壳内或类似空间的内置式。外置式燃气加热单元应符合 GB 25034 或 CJ/T 395 要求；内置式燃气加热单元应符合 GB 25034 或 CJ/T 395 要求和 GB 4706.94 要求，其进风、排烟通道不应对其他部件造成温度异常、腐蚀等影响。

5.4.4 贮热水箱

5.4.4.1 贮热水箱可选用承压式或开口敞开式。承压式贮热水箱应符合 GB 4706.32-2012 第 22.104、22.105、22.106、22.107 和 22.108 等条文的要求；开口敞开式贮热水箱应符合 GB/T 28746 的要求。

5.4.4.2 贮热水箱容积按以下规定确定：

a) 配备太阳能集热单元的系统,贮热水箱容积按 5.4.1.4、5.4.1.5 和 5.4.1.6 的要求；
b) 配备热泵单元的系统,贮热水箱容积按 5.4.2.3，其中,若贮热水箱内安装了热泵冷凝器，容积按 5.4.2.3 确定；

c） 配备太阳能集热单元和热泵单元的系统，贮热水箱容积按 5.4.2.4 的要求。

注：本条文未考虑供暖负荷的蓄热需求。

5.4.4.3 容积不大于 200 L 的水箱，其进水、出水管内径应不小于 15 mm；容积大于 200 L 但小于 400 L 的水箱，其进水、出水管内径应不小于 20 mm；容积大于 400 L 的水箱，其进水、出水管内径应不小于 25 mm。

5.4.4.4 承压水箱的热水输出率为：卧式水箱≥75 %；立式水箱≥85 %。热水输出率采用排水法检测。

5.4.4.5 储存生活热水的贮热水箱宜具备 T/CECS 510-2018 第 7.1 规定的灭菌功能。可采用高温、紫外光催化二氧化钛、银离子或二氧化氯等灭菌措施，家用热水系统宜采用高温灭菌措施。高温灭菌可以通过以下措施实现，最不利点水温不应低于 60 ℃，持续时间不应低于 1 h，每周不应少于 1 次。

5.5 系统性能要求

5.5.1 供暖热量

5.5.1.1 在系统设计的运行范围内，可以自动或手动设置任一种热源单元独立运行或与其他热源同时运行，运行均可以持续稳定进行，除非已经达到设定的停机条件。

5.5.1.2 在系统停止其他热源单元运行，任一热源单元独立运行时，制热量不小于热源单元额定制热量的 90 %。

5.5.2 热源单元性能

5.5.2.1 太阳能集热单元

太阳能集热单元独立加热，其他热源不运行，按GB/T 18708检测，应符合设计要求。

5.5.2.2 空气源热泵单元

空气源热泵单元独立加热，其他热源不运行，按GB/T 18430.2或GB/T 25127.2检测，应符合设计要求。

5.5.2.3 燃气加热单元

燃气加热单元独立加热，其他热源不运行，按GB 25034 或 CJ/T 395检测，应符合设计要求。

5.5.3 多热源联合运行

按6.4和6.5检测，检测过程中系统各部分，包括所有热源，无论处于停机状态还是运行状态，均不应出现异常。

6 试验方法

6.1 外观及一般要求检验

本标准5.3.2各条文要求符合性按相关标准结合视检进行。其中：

a） 系统及热泵单元按 GB 50243 进行；

b） 燃气加热单元以及燃气相关部分按 CJJ 12 进行；

c） 太阳能集热单元以及太阳能热水部分按 GB/T 18713 进行。

6.2 主要组件要求检验

6.2.1 太阳能热水系统组件及热水系统支架按 GB/T 19141 规定的方法进行。

6.2.2 热泵热水系统按 GB/T 18430.2 或 GB/T 25127.2 规定的方法进行。

6.2.3 燃气加热单元按 GB 25034 或 CJ/T 395 的规定进行。

6.2.4 贮热水箱按 GB/T 28746 规定的方法进行。

6.3 性能要求检验

6.3.1 系统运行控制检验

按产品使用说明规定的方法操作，视检进行。

6.4 供暖运行

6.4.1 系统相容性

6.4.1.1 集成系统的多热源联合运行性能测试，回水按运行优先次序由各热源加热，优先热源以最优运行状态运行，持续稳定运行 1 h 后，后备热源继续将水温加热到设定温度，持续时间不少于 3 h。

6.4.1.2 若热源超过两种，热源投入运行的顺序按系统控制程序默认规则，投入运行时间为在前一种后备热源运行时间 3 h 之后。

6.4.1.3 若有两种以上后备热源，每种热源承担的热负荷均分优先热源不足部分的供暖需求热量，偏差范围为系统热负荷的 10 %。

6.4.1.4 检测过程中系统各部分，包括所有热源，无论处于停机状态还是运行状态，均不应出现异常。

6.4.2 热源单元运行

6.4.2.1 在系统其他热源单元停止运行状态下，各热源单元分别独立运行，制热量应不小于 5.5.2 规定的单元制热量的 90 %。

6.4.2.2 热源单元运行条件若不符合额定运行条件要求，可按热源单元制造商提供的运行特性换算方法，判定 6.4.2.1 的符合性。

6.5 生活热水系统

6.5.1 基本测试程序

集成系统的多热源联合运行性能测试，按运行优先次序各热源依次启动运行，每启动一种热源单元运行将水箱平均温度升高 10 K～20 K 后，再加入一种热源单元，继续再将水箱平均温度升高 10 K～20 K 后，再加入另一种热源单元，至水温达到设定要求或测试时间达到规定要求。在其他热源加入运行时，原先已经运行的热源继续保持运行状态。检测过程中系统各部分，包括所有热源，无论处于停机状态还是运行状态，均不应出现异常。

6.5.2 太阳能集热单元＋燃气加热单元

a) 对于燃气加热单元输出热水直接到用水终端的系统，太阳能集热单元独立加热，其他热源不运行，水箱平均温度升高 10 K～20 K 后，燃气加热单元从将水箱高温区域输出的热水加热至设定温度输出，持续 10 min 以上，期间系统输出热水温度应保持设定温度±3 K，太阳能集热单元继续加热运行，系统各部分不应出现异常；

b) 对于燃气加热单元输出热水进入贮热水箱的系统，太阳能集热单元独立加热，其他热源不运行，水箱平均温度升高 10 K～20 K 后，燃气加热单元将水箱低温区域输出的热水加热后输入水箱高温区域，至水箱内温度达到设定温度后，燃气加热单元停止运行，期间太阳能集热单元继续加热运行，系统各部分不应出现异常。

6.5.3 空气源热泵加热单元＋燃气加热单元

a) 对于燃气加热单元输出热水直接到用水终端的系统，空气源热泵加热单元独立加热，其他热源不运行，水箱平均温度升高 10 K～20 K 后，燃气加热单元从将水箱高温区域输出的热水加热至设定温度输出，持续 10 min 以上，期间系统输出热水温度应保持设定温度±3 K，期间空气源热泵加热单元继续加热运行，系统各部分不应出现异常；

b) 对于燃气加热单元输出热水进入贮热水箱的系统，空气源热泵加热单元独立加热，其他热源不运行，水箱平均温度升高 10 K～20 K 后，燃气加热单元将水箱低温区域输出的热水加热后输入水箱高温区域，至水箱内温度达到设定温度后，燃气加热单元和空气源热泵加热单元停止运行，期间空气源热泵加热单元继续加热运行，系统各部分不应出现异常。

6.5.4 太阳能集热单元＋空气源热泵加热单元＋燃气加热单元

a) 对于燃气加热单元输出热水直接到用水终端的系统，太阳能集热单元独立加热，其他热源不运行，水箱平均温度升高10 K～15 K后，空气源热泵加热单元投入运行，水箱平均温度再升高10 K～15 K后，燃气加热单元从将水箱高温区域输出的热水加热至设定温度输出，持续10 min以上，期间系统输出热水温度应保持设定温度±3 K，太阳能集热单元和空气源热泵加热单元继续加热运行，系统各部分不应出现异常；

b) 对于燃气加热单元输出热水进入贮热水箱的系统，太阳能集热单元独立加热，其他热源不运行，水箱平均温度升高10 K～15 K后，空气源热泵加热单元投入运行，水箱平均温度再升高10 K～15 K后，燃气加热单元将水箱低温区域输出的热水加热后输入水箱高温区域，至水箱内温度达到设定温度后，燃气加热单元停止运行，期间太阳能集热单元和空气源热泵加热单元继续加热运行，系统各部分不应出现异常。

6.6 系统安全

6.6.1 燃气安全项目按 GB 16914 规定进行。

6.6.2 电气安全项目按 GB 4706.1 和 GB 4706.94 规定进行。

6.7 保护功能

本标准5.3.4各条文的要求以功能性检查方式判定其符合性。可采用模拟热源单元锁定和解除的状态，如模拟传感器故障、系统某单元供电故障、供气故障、水箱超温（热泵或燃气不受控制器控制持续加热工作）中任一种状况，视检系统有无出现可能导致用户安全的异常现象。

注：试验时同一时间只模拟一种故障状态，传感器故障在同一时间只模拟一处传感器故障。

7 检验规则

7.1 系统检验和单元检验

7.1.1 整体交付的系统检验规则与热源单元相同，检验由制造工厂检验部门实施。分体交付的系统，热源单元的检验由制造工厂检验部门实施，系统检验在安装现场由系统承造方或其认可的机构实施。

7.1.2 产品检验一般分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 以同一型号生产的产品为一批，每一批次的产品数量不应超过100台。
7.2.2 产品应经制造厂质量部门检验合格，并附有质量检验合格证、使用说明书、保修单、装箱单等后方可出厂。
7.2.3 系统各组成单元在生产过程中分别按独立运行状态进行出厂检验外，还应检查本文件的5.1、5.3.1、5.4。
7.2.4 出厂检验出现不合格项允许修复后重新提交检验，再次出现不合格项时则判出厂检验不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 当有下列情况之一时，应进行型式检验：

a) 新产品试制定型鉴定时；
b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有了较大的改变，可能影响产品性能时；
c) 正常生产超过两年时；
d) 间隔生产时间超过一年以上时；
e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 型式检验项目为第5章全部内容和8.1，各单元独立检验结果可直接作为系统型式检验判定依据，必要时可对这些检验结果进行复检。
7.3.3 型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中抽取，每次抽取数量为3台，其中2台试验，1台备用。
7.3.4 在型式检验中的安全项目属致命缺陷，安全项目判定要100 %合格，若出现1台项不合格，则判该次型式检验不合格；若出现除安全项目以外的其他不合格项，则允许加倍抽样进行检验。若加倍抽样检验中仍出现不合格项，则判该次型式检验不合格。

8 标志、使用说明书、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

8.1.1.1 系统的标识应置于系统上易于察看的部位。采用多个单元运输在现场组装的系统，系统的标识应置于主要后备热源单元或贮热水箱易于察看的部位。

8.1.1.2 每台产品应有耐久性铭牌固定在明显部位。铭牌上内容应至少包括：

a) 产品名称和型号；
b) 制造厂名称、地址及已注册的商标；
c) 主要技术参数（燃气种类或代号、额定燃气压力、额定热负荷、适用水压、额定制热水能力、热泵额定制热量、热泵额定产热水能力、制冷剂代号及其充注量、额定电压、额定功率、贮水箱容量及最高工作压力、水箱进出水管管径、热泵制冷系统最高允许工作过压：排气侧、吸气侧压力等）；
d) 产品运行最大噪音；
e) 产品净质量；
f) 产品外形尺寸；

g） 防触电保护类型、防水等级；
h） 产品获得的相关认证、认可情况；
i） 产品出厂编号；

注：“明显位置”指在机组按照正常使用位置安装之后，可以从机组外部或者用手打开罩盖之后可见。

8.1.2 警示标识

警示标识应有如下内容：
a） 安装、维修人员资格说明；
b） 不得使用规定外其他燃气的警示；
c） 通风换气的注意事项；
d） 接地要求。

8.1.3 包装标志

包装箱上应用不褪色的颜料清晰地标出：
a） 如含有燃气加热单元，应标示使用燃气种类、适用地区；
b） 产品名称、规格型号和商标；
c） 质量（毛质量、净质量）；
d） 外形尺寸：长×宽×高（cm）；
e） 生产日期；
f） 制造厂名称、地址；
g） 执行标准号；
h） 生产许可证号；
i） 符合 GB/T 191 要求的“易碎物品”、“向上”、“怕雨”和“堆码层数极限”等包装储运图示标志。

8.1.4 合格证

产品合格证，其内容应包括：
a） 产品名称和型号；
b） 产品出厂编号；
c） 检查结论；
d） 检验印章；
e） 检验日期。

8.1.5 使用说明书

使用说明书应符合GB 5296.2的要求，并至少应包括：
a） 产品名称、型号（规格）；
b） 产品的外形结构尺寸简图及主要零部件名称；
c） 产品概述（外型结构尺寸简图及主要零部件名称、用途、特点、使用环境及主要使用性能指标和额定参数等）；
d） 接地说明；
e） 安装和使用要求和方法，维护和保养注意事项；
f） 产品附件名称、数量、规格；
g） 常见故障及处理办法一览表，售后服务事项和生产者责任；
h） 制造厂名称和地址；

i） 执行标准号。

8.2 包装

8.2.1 产品包装前应进行清洁和干燥处理。

8.2.2 产品包装箱内应附有装箱清单、装箱要求的附件。

8.2.3 随机文件应防潮密封，并放置在箱内适当位置处。

8.3 运输

8.3.1 产品运输过程中应防止剧烈震动、挤压、倾倒、雨雪淋袭及化学物品侵蚀。

8.3.2 产品搬运应轻抬轻放、严禁倾倒、滚动和抛掷。

8.4 贮存

8.4.1 成品应贮存在干燥通风、周围无腐蚀气体的仓库。

8.4.2 成品应按型号分类存放、严禁堆码。

附 录 A
（资料性附录）
多能源集成燃气供暖热水系统能效评价方法

A.1 一般规定

A.1.1 供暖热水系统中热源单元若具备独立运行的运行条件，在独立运行状态下的能效指标应符合以下要求：

a) 燃气采暖热水炉的能效指标应符合 GB 20665 的要求；
b) 空气源热泵热水机组的能效指标应符合 GB 29541 的要求；
c) 太阳能热水装置的能效指标应符合 GB 26969 的要求；
d) 储热水箱的能效指标应符合 GB/T 28746 的要求。

A.1.2 系统能效指标为系统一次能源全年能效因数 $PAPF_{IES}$，集成不同热源的系统性能测试运行条件按表A.1规定。

表 A.1 集成不同热源的系统性能测试运行条件

参 数	春季和秋季	夏 季	冬 季	
运行模式	生活热水	生活热水	生活热水	供暖热水
太阳能日辐照量	13 MJ/m^2	16 MJ/m^2	10 MJ/m^2	
太阳能集热单元效率	50 %	60 %	40 %	
供水温度	15 ℃	25 ℃	5 ℃	
进风温度	15 ℃/12 ℃（DB/WB）	25 ℃/20 ℃（DB/WB）	7 ℃/6 ℃（DB/WB）	
供暖热水循环温度				
生活热水设定温度	55 ℃			

A.2 计算方法

A.2.1 冬季系统供暖季节性能因素计算规则

A.2.1.1 系统最大供暖热负荷，按燃气加热单元额定热输出功率计算。冬季日间平均供暖热负荷为燃气加热单元额定热输出功率50 %计算；夜间平均供暖热负荷为燃气加热单元额定热输出功率70 %计算。

A.2.1.2 配备热泵单元的系统，热泵日间平均供暖热负荷按热泵单元额定热输出功率70 %计算，热泵夜间平均供暖热负荷按热泵单元额定热输出功率50 %计算。

A.2.1.3 日间供暖模式系统仅考核日间供暖时段8:00～18:00的运行能效；夜间供暖模式系统仅考核夜间供暖时段18:00～8:00的运行能效。

A.2.2 系统计算方法

A.2.2.1 太阳能集热单元＋热泵单元+燃气加热单元

A.2.2.1.1 日间供暖模式

$$SAPF_{WD}=\frac{H_D+W_{WD}}{\left(E_{sD}+E_{hD}+E_{gD}\right)/C+G_D-Q_{sW}} \quad \text{(A.1)}$$

式中：

H_D —冬季日间供暖模式平均热负荷，kW；

W_{WD} —冬季日间热水平均负荷，kW；

E_{SD} —冬季太阳能集热单元平均耗电功率，kW；

E_{hD} —冬季日间热泵单元平均耗电功率，kW；

E_{gD} —冬季日间燃气加热单元平均耗电功率，kW；

C —一次能源发电效率，0.32～0.40；

G_D —冬季日间燃气加热单元平均热输入功率，kW；

Q_{sW} —冬季太阳能集热单元平均得热功率，kW。

其中：

——H_D 按（A2）式确定：

$$H_D=0.5R \quad \text{(A.2)}$$

式中：

H_D —冬季日间供暖平均热负荷，kW；

R —系统最大热输出功率，kW。

——H_{hD} 和 H_{gD} 按（A3）、（A4）式确定

$$H_{hD}=0.7R_h \quad \text{(A.3)}$$

$$H_{gD}=H_D-H_{hD} \quad \text{(A.4)}$$

式中：

H_{hD} —冬季日间热泵单元平均供暖热负荷，kW；

R_h —热泵额定热输出功率，kW；

H_{gD} —冬季日间燃气加热单元平均供暖热负荷，kW；

——G_D 按（A5）式确定：

$$G_D=\frac{H_{gD}}{\eta_g} \quad \text{(A.5)}$$

式中：

H_{gD} —冬季日间燃气加热单元平均供暖热负荷，kW；

G_D —燃气加热单元日间供暖平均热输入功率，kW；

η_g—燃气加热单元热效率，%。

若 $H_D \le 0.7R_h$，则 $H_{gD}=0$，$G_D=0$

——E_{hD} 按（A6）式确定：

$$E_{hD}=\frac{H_{hD}}{COP_{hD}} \quad \text{(A.6)}$$

式中：

E_{hD}—冬季日间热泵单元平均耗电功率，kW；

H_{hD}—冬季日间热泵单元平均供暖热负荷，kW；

COP_{hD}—冬季日间热泵单元平均性能系数，W/W。

A.2.2.1.2 夜间供暖模式

$$SAPF_{WL}=\frac{H_L+W_{WL}}{\left(E_{sL}+E_{hL}+E_{gL}\right)/C+G_L-Q_{sW}} \quad \text{(A.7)}$$

式中：

H_L—冬季夜间供暖模式平均热负荷，kW；

W_{WL}—冬季夜间热水模式平均负荷，kW；

E_{sL}—冬季太阳能集热单元平均耗电功率，kW；

E_{hL}—冬季夜间热泵单元平均耗电功率，kW；

E_{gL}—燃气加热单元夜间平均耗电功率，kW；

C——一次能源发电效率，0.32～0.40；

G_L—燃气加热单元夜间供暖模式平均热输入功率，kW；

Q_{sL}—冬季太阳能集热单元平均得热功率，kW。

其中：

——H_L 按（A8）式确定：

$$H_L=0.7R \quad \text{(A.8)}$$

式中：

H_L—冬季夜间供暖平均热负荷，kW；

R—系统最大热输出功率，kW。

——H_{hL} 和 H_{gL} 按（A9）、（A10）式确定：

$$H_{hL}=0.5R_h \quad \text{(A.9)}$$

$$H_{gL} = H_L - H_{hL} \quad \text{(A.10)}$$

式中：

H_{hL} —冬季夜间热泵单元平均供暖热负荷，kW；

R_h —热泵额定热输出功率，kW

H_{gL} —冬季夜间燃气加热单元平均供暖热负荷，kW；

——G_L 按（A11）式确定：

$$G_L = \frac{H_{gL}}{\eta_g} \quad \text{(A.11)}$$

式中：

H_{gL} —冬季夜间燃气加热单元平均供暖热负荷，kW；

G_L —燃气加热单元夜间供暖平均热输入功率，kW；

η_g —燃气加热单元热效率，%

若 $H_L \le 0.5R_h$，则 $H_{gL} = 0$，$G_L = 0$。

——E_{hL} 按（A12）式确定：

$$E_{hL} = \frac{H_{hL}}{COP_{hL}} \quad \text{(A.12)}$$

式中：

E_{hL} —冬季夜间热泵单元平均耗电功率，kW；

H_{hL} —冬季夜间热泵单元平均供暖热负荷，kW；

COP_{hL} —冬季夜间热泵单元平均性能系数，W/W。

A.2.2.2 热泵单元+燃气加热单元

A.2.2.2.1 日间供暖模式

热泵单元+燃气加热单元系统的日间供暖能效按（A13）式计算：

$$SAPF_{WD} = \frac{H_D + W_{WD}}{\left(E_{hD} + E_{gD}\right)/C + G_D} \quad \text{(A.13)}$$

式中：

（A13）是在（A1）基础上，加入 $Q_{sW} = 0$，$E_{sD} = 0$ 导出，其余计算方法与（A1）相同。

A.2.2.2.2 夜间供暖模式

热泵单元+燃气加热单元系统的夜间供暖能效按（A14）式计算：

$$SAPF_{WL}=\frac{H_L+W_{WL}}{\left(E_{hL}+E_{gL}\right)/C+G_L} \quad \text{(A.14)}$$

（A14）是在（A7）基础上，加入$Q_{sW}=0$，$E_{sL}=0$导出，其余计算方法与（A7）相同。

A.2.2.3 太阳能集热单元＋燃气加热单元

A.2.2.3.1 日间供暖模式

$$SAPF_{WD}=\frac{H_D+W_{WD}}{\left(E_{sD}+E_{gD}\right)/C+G_D-Q_{sW}} \quad \text{(A.15)}$$

式中：

H_D—冬季日间供暖平均热负荷，kW；

W_{WD}—冬季日间热水平均负荷，kW；

E_{sD}—冬季太阳能集热单元平均耗电功率，kW；

E_{gD}—燃气加热单元平均耗电功率，kW；

C——一次能源发电效率，0.32～0.40；

G_D—燃气加热单元日间供暖平均热输入功率，kW；

Q_{sW}—冬季太阳能集热单元平均得热功率，kW。

其中：

——H_D按（A16）式确定：

$$H_D=0.5R \quad \text{(A.16)}$$

式中：

H_D—冬季日间供暖平均热负荷，kW；

R—系统最大热输出功率，kW。

——H_{gD}按（A17）式确定：

$$H_{gD}=H_D \quad \text{(A.17)}$$

式中：

H_{gD}—冬季日间燃气加热单元平均供暖热负荷，kW；

H_D—冬季日间供暖平均热负荷，kW；

——G_D按（A18）式确定：

$$G_D=\frac{H_{gD}+\left(W_{WD}-Q_{sW}\right)}{\eta_g} \quad \text{(A.18)}$$

式中：

H_{gD}—冬季日间燃气加热单元平均供暖热负荷，kW；

G_D—日间供暖模式燃气加热单元平均热输入功率，kW；

η_g—燃气加热单元热效率，%

W_{WD}—冬季日间热水平均负荷，kW；

Q_{sW}—冬季太阳能集热单元平均得热功率，kW。

A.2.2.3.2 夜间供暖模式

$$SAPF_{WL}=\frac{H_L+W_{WL}}{\left(E_{sL}+E_{gL}\right)/C+G_L-Q_{sW}} \quad \text{(A.19)}$$

式中：

H_L—冬季夜间供暖模式平均热负荷，kW；

W_{WL}—冬季夜间热水模式平均负荷，kW；

E_{sL}—冬季太阳能集热单元平均耗电功率，kW；

E_{hL}—冬季热泵单元平均耗电功率，kW；

E_{gL}—燃气加热单元平均耗电功率，kW；

C—一次能源发电效率，0.32～0.40；

G_L—燃气加热单元夜间供暖模式平均热输入功率，kW；

Q_{sW}—冬季太阳能集热单元平均得热功率，kW。

其中：

——H_L按（A20）式确定：

$$H_L=0.7R \quad \text{(A.20)}$$

式中：

式中：

H_L—冬季夜间供暖平均热负荷，kW；

R—系统最大热输出功率，kW；

——H_{gL}按（A21）式确定：

$$H_{gL}=H_L \quad \text{(A.21)}$$

式中：

H_L—冬季夜间供暖平均热负荷，kW；
H_{gL}—冬季夜间燃气加热单元平均供暖热负荷，kW；

——G_L按（A22）式确定：

$$G_L = \frac{H_{gL} + (W_{WL} - Q_{sW})}{\eta_g} \quad \text{(A.22)}$$

式中：
H_{gL}—冬季夜间燃气加热单元平均供暖热负荷，kW；

G_L—燃气加热单元夜间供暖平均热输入功率，kW；

η_g—燃气加热单元热效率，%

W_{WL}—冬季夜间热水平均负荷，kW；

Q_{sW}—冬季太阳能集热单元平均得热功率，kW。

A.2.3 生活热水季节性能因素

$$SAPF_i = \frac{Q_i}{(E_{si} + E_{hi} + E_{gi})/C + G_i} \quad \text{(A.23)}$$

式中：
$SAPF$—全年一次能源能效因数，W/W
$SAPF_i$—季节一次能源能效因数，W/W

Q_i—季节热水加热量，MJ

E_{si}—太阳能集热单元耗电量，MJ

E_{hi}—热泵单元耗电量，MJ

E_{gi}—燃气加热单元耗电量，MJ

G_i—燃气加热单元耗气量，MJ

C——一次能源发电效率，0.32～0.40
i—季节代码，a—春季和秋季，s—夏季，w—冬季。
太阳能集热单元加热量计算按（A24）式。

$$Q_{si} = \eta_i \cdot S_i \cdot A \quad \text{(A.24)}$$

式中：
Q_s—太阳能加热量，MJ

η—太阳能集热单元效率，%
S—太阳能日辐照量，MJ/m^2
A—太阳能集热器轮廓采光面积，m^2
i—季节代码，a—春季和秋季，s—夏季,w—冬季

A.2.4 计算方法

一次能源全年能效因数计算按（A25）式

$$SAPF = 0.50 \times SAPF_a + 0.25 \times SAPF_s + 0.25 \times SAPF_w \quad \text{(A.25)}$$

式中：
$SAPF$—全年一次能源能效因数，W/W
$SAPF_i$—季节一次能源能效因数，W/W
i—季节代码，a—春季和秋季，s—夏季,w—冬季

A.3 试验方法

A.3.1 生活热水加热

A.3.1.1 热泵单元+燃气加热单元

A.3.1.1.1 在集成热泵单元和燃气加热单元的系统中，热泵单元运行制热时间与单一热泵单元制热运行时间相比，夏季为100 %,春季和秋季为75 %,冬季为50 %。

A.3.1.1.2 贮热水箱完成预备过程后，先进行春季和秋季、夏季运行条件的单一热泵单元制热运行时间测试，以获得单一热泵单元加热的运行时间。

A.3.1.1.3 正式试验分三种运行条件进行：

a) 夏季运行条件，仅用热泵单元将贮热水箱内冷水加热至设定温度后自动停机；
b) 在春季和秋季运行条件，热泵单元加热运行时间达到单一热泵单元制热运行时间 75 %时,热泵停止运行，10 min 后，燃气加热单元启动继续加热，至贮热水箱内水温达到设定值后自动停止加热；
c) 在冬季运行条件，热泵单元加热运行时间达到单一热泵单元制热运行时间 50 %时,热泵停止运行，10 分钟后，燃气加热单元启动继续加热，至贮热水箱内水温达到设定值后自动停止加热。

A.3.1.2 太阳能集热单元＋后备热源

A.3.1.2.1 利用电热装置模拟太阳能集热单元,电热装置的加热功率按太阳能集热器轮廓采光面积(0.3～0.7) kW/m^{2}确定，该电热装置的耗电量测量应与被测系统电能测量相互独立。

A.3.1.2.2 日间用水模式系统在贮热水箱完成预备过程后，利用电热装置模拟太阳能集热单元加热贮热水箱内冷水，电加热量至0.5 Q_s,时,停止电加热，10 min后，后备热源继续加热至贮热水箱内水温达到设定值后自动停止加热。按一昼夜需加热贮热水箱2倍有效容积的冷水计算。

A.3.1.2.3 夜间用水模式系统在贮热水箱完成预备过程后，利用电热装置模拟太阳能集热单元加热贮热水箱内冷水，电加热量至Q_s,时,停止电加热，10 min后，后备热源启动继续加热至贮热水箱内水温达到设定值后自动停止加热。按一昼夜需加热贮热水箱1倍有效容积的冷水计算。

A.3.1.2.1　若后备热源有热泵单元和燃气单元，太阳能集热单元加热后剩余的加热负荷按以下规则分配：

a)　夏季，剩余热负荷全部由热泵承担；
b)　春季和秋季，剩余热负荷按热泵单元运行制热时间与单一热泵单元制热运行时间相比，为75 %；
c)　冬季，剩余热负荷按热泵单元运行制热时间与单一热泵单元制热运行时间相比，为50 %。

A.3.2　贮热水箱热量测量

A.3.2.1　贮热水箱热量测量可采用混水法和排水法，其中，采用承压式运行方式的系统，宜使用排水法。

A.3.2.2　混水法测量程序

a)　预备过程，按规定向贮热水箱注入冷水，加热至设定水温；
b)　启动混水泵，以7 L/min～10 L/min的流量，将贮热水箱底部的水输送到顶部，使水箱内部温度均匀，循环过程中应保持流量稳定，流量变化幅度应不超过±1 L/min；
c)　当贮热水箱温度变化持续5 min以上不大于0.3 K，停止混水，此时水箱内温度作为水箱平均温度；
d)　将贮热水箱内热水以7 L/min-10 L/min的稳定流量从热水出口排出，排出水温降低至终止排水温度-0.1 K时停止排水；
e)　向贮热水箱补充的冷水温度波动不超过±0.50 K，注水达到规定容量后停止；
f)　按2）规定操作，当贮热水箱温度变化持续5 min以上不大于0.3 K，停止混水，此时贮热水箱内温度作为加热前水箱平均温度；
g)　加热至设定水温。按b）规定操作，当贮热水箱温度变化持续5 min以上不大于0.3 K，停止混水，此时贮热水箱内温度作为混合后热水温度；
h)　贮热水箱内的热量按（A26）式计算：

$$Q_m = \rho c_p V\left(t_m - t_c\right) \quad \text{(A.26)}$$

式中：

Q_m —混合法测量的热量，kJ

p —水的密度，kg/L

Cp —水的比热，4.868 kJ/(kg·K)

V —实测水容积，L

t_m —混合后热水温度，℃

t_c —加热前贮热水箱平均温度，℃

注：终止排水温度宜为45 ℃。

A.3.2.3　排水法测量程序

a)　预备过程，按规定向贮热水箱注入冷水，加热至设定水温；
b)　关闭排水口，以7 L/min～10 L/min的稳定流量从热水出口排出热水，同时，从冷水入口补充等量的冷水；
c)　排水期间，补充的冷水温度波动不超过±0.3 K，漂移不超过±0.3 K，同时中应保持流量稳定，流量波动范围应不超过±1 L/min；

d) 排水期间每隔 5 s 测量一次排出的热水温度，排出水温降低至终止排水温度-0.1 K 时停止排水；

e) 加热至设定水温，在排放前提前 10 min，通过排水口排出入口段的冷水，以确保冷水入口处的温度为进水温度；

f) 按 a）、b）、c）操作；

g) 排水质量宜采用称重法测量；

h) 排出的热水热量按（A27）式计算：

$$Q_d = mc_p\left(\overline{t_h} - \overline{t_c}\right) \quad \text{.....(A.27)}$$

其中：

$$\bar{t}_h = \frac{1}{n}\cdot\sum_{i=1}^{n} t_{hi} \quad \text{.....(A.28)}$$

式中：

Q_m—排水法测量的热量，kJ

m—排出热水的质量，kg

Cp—水的比热，4.1868 kJ/(kg·K)

$\bar{t}_h$—排水期间平均排水温度，℃

$\bar{t}_c$—排水期间平均补水温度，℃

t_{hi}— 排水期间第 i 次测量的热水温度，℃

n— 排水期间温度测量次数。

注：终止排水温度宜为45 ℃。