

多能互补分户供暖节能运行 应用技术导则

广东万和新电气股份有限公司

2017-2

主要内容

- 《带辅助能源的住宅燃气采暖热水器具》编制
- 多能互补分户供暖系统的发展
- 多能互补分户供暖系统的技术课题
- 《民用建筑多能源生活热水和供暖系统技术规程》编制

《带辅助能源的住宅燃气采暖热水器具》 编制任务

《带辅助能源的住宅燃气采暖热水器具》编制任务

- 文件标题：关于下达2015年第二批国家标准制修订计划的通知
- 文件编号：国标委综合[2015]52号
- 发文单位：国家标准委
- 发文日期：2015年7月31日
- 计划编号：20151960-T-333
- 项目名称：带辅助能源的住宅燃气采暖热水器具
- 专业部：工一
- 标准性质：推荐
- 制 修 订：制定
- 标准类别：产品
- 项目周期：36月
- 主管部门：住房和城乡建设部
- 归口单位：住房和城乡建设部
- 起草单位：广东万和新电气股份有限公司、
中国市政工程华北设计研究院有限公司

多能互补分户供暖系统概念

多能互补分户供暖系统开发背景

- 住宅采暖和卫生热水的能耗在一些地区可能占家庭能源费用支出的2/3左右，因此随着全球节能和环保形势的发展，家庭热能供应系统的节能问题成为关注的焦点。
- 2003年随着我国暖通空调标准的换版，将家用冷热源装置与末端装置以及多种能源转换装置进行集成的概念在我国出现，近年多项涉及多能源集成应用产品的标准近年相继发布。
- 在欧洲，由于相关节能指令的实施，使用单一能源的电热水器和燃气热水器的采暖热水路逐步被集成太阳能热水装置或热泵热水装置的复合型热水系统取代。
- 在北美、日本等地，类似的变化已经越来越广泛地影响全社会。住宅多能源集成供暖已经成为家庭能源消费方式的发展趋势。

能源的梯级利用原理

- 有用能又称有效能是指能量中的可利用部分，任何一种形式的能量都可以表示为：

$$E = E_x + A_n$$

式中：E——能量； E_x ——有用能； A_n ——无用能。

- 对于温度为T的热能，有用能 E_x 与热量Q的定量关系为：

$$E_x = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right)Q$$

- 式中： E_x ——有用能，J； T_0 ——环境热源温度，K；T——热源温度，K；Q——热量，J。
- 从热力学的角度，不同状态的热能利用价值是不同的，按照热能的价值选择其最有价值的利用方式，就可以取得显著的节能效果。

热源的差异是互补的基础

- 不同类型的能源的技术经济特性存在差异，因此，虽然能源之间可以通常适当的转换相互替代，但是，两种具有相近的功能而技术经济性差异较大的能源，如果能够合理地进行集成，将获得优于两种能源独立使用的效果。
- 例如，电热过程是将电能转换为热能的过程，从一次能源利用效率的角度衡量，能源利用效率较低。但是，电热过程易于控制、调节，电热元件结构简单、紧凑，以及制造成本低廉是电热技术突出的优势。
- 又如，太阳能热利用过程受气象条件制约明显，日照条件不良会不同程度影响输出热水的温度，同时还存在冬季水温持续偏低的难题，采用集成电加热措施，利用电加热元件能够以紧凑的结构和低廉的购置费用，获得弥补日照条件不良以及冬季运行对太阳能热利用过程水温影响的效果，而且运行稳定、可靠。
- 若电热元件的功能被电动空气源热泵替代，用于补充热能所消耗的电能将减少2/3左右。

多热源集成系统构建原理

- 在多种热源装置集成的系统中，在满足使用要求的前提下降低家庭能源支出是运行管理的基本原则，因此，获得单位热量的成本较低的热源装置将处于主导地位，在运行过程中主导的热源装置优先运行，只有在主导热源装置无法满足使用要求的情况下，辅助热源装置才投入运行。
- 一般来说，购置费用较高的热源装置运行费用较低，例如，太阳能热水器运行费用几乎为零，而热泵系统的运行费用通常只有电热装置的1/3左右；
- 运行费用较低的热源装置受环境影响较大，太阳能热水器的供热能力直接受日照条件影响，而空气源热泵的供热能力受环境温度影响较大；
- 运行费用较高的热源装置性能较为稳定，燃气热水器和电热水器就属于这类产品。所以，在组合产品中，燃气加热和电加热装置通常作为辅助热源，而太阳能和热泵装置通常就作为主热源。

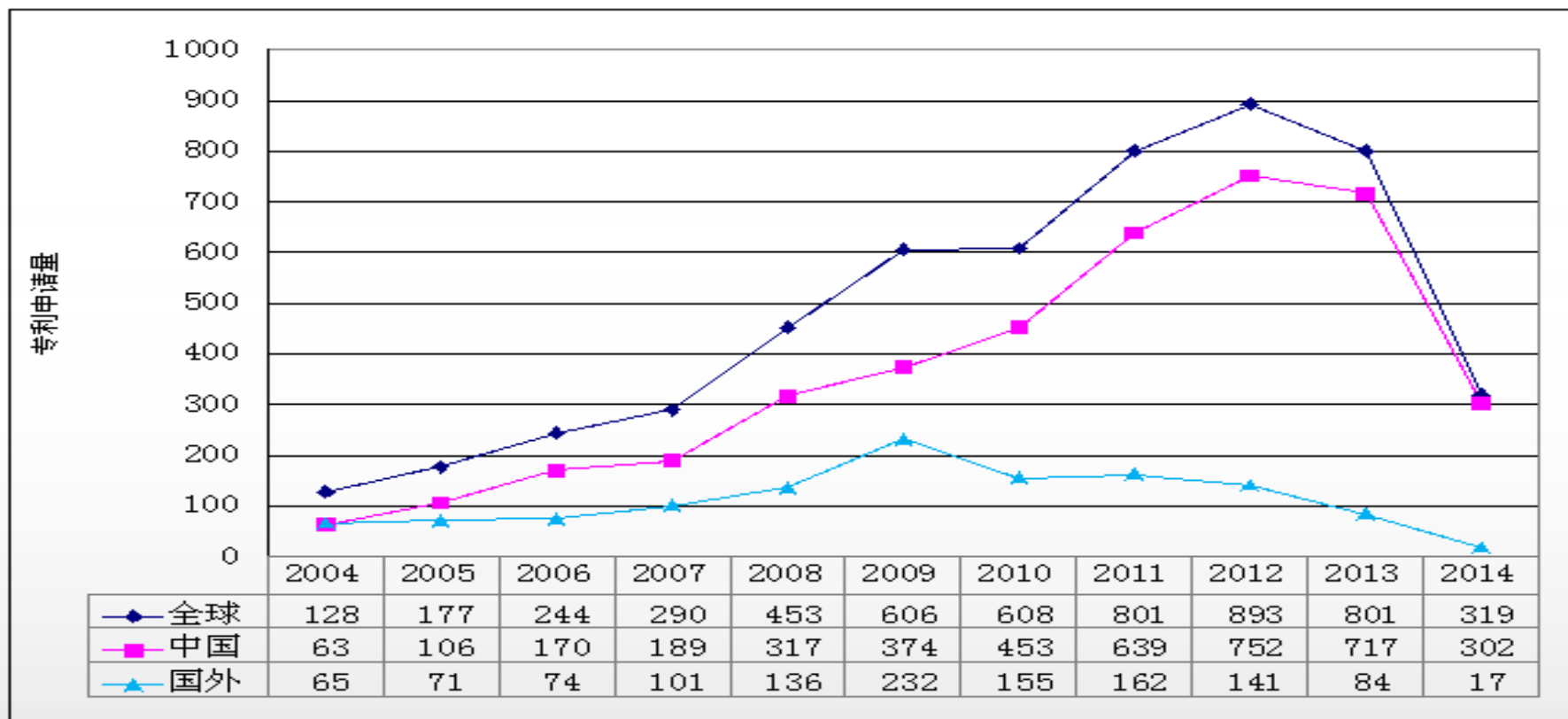
太阳能 + 的发展空间

- 太阳能热水系统配备辅助热源是太阳能热利用的特点决定，配备辅助热源是太阳能热水系统的必要需求，规模化的多能源集成应用就是从太阳能热水系统开始，电热元件是目前使用最为普遍的辅助热源。
- 近年更多地考虑运行经济性更好的热泵和燃气加热装置作为辅助热源，其中在广东以及南方地区，工程应用系统中，空气源热泵基本上成为主流的辅助热源。
- 随着燃气供应条件的改善，燃气加热装置以其较低的购置费用和运行费用的优势，在太阳能热水系统中的应用逐步增加。
- 电热装置的购置费用低廉且调节控制方便，由于目前国家电力供求形势的变化，在政策层面已经放开发电热采暖方式，在某些地区应用，尤其是在规定的时段具有合理性。

住宅采暖能源利用方式对比

购入能源	利用方式		供热量	一次能源消耗	一次能源利用效率
电力100kJ	电热采暖		90kJ	285kJ	31.6%
	热泵制热		350kJ	285kJ	122.8%
燃气100kJ	燃气采暖炉		100kJ	100kJ	100%
	燃气热泵		162.5kJ	100kJ	162.5%
	发动机输出功25kJ	热泵制热87.5kJ			
	发动机余热75kJ				

多能互补分户供暖系统专利申请量统计



多能互补分户供暖系统专利申请趋势分析

- 多能互补分户供暖系统产品无论国内国外的专利申请均处于十分活跃的状态，在2004~2012年期间（2013年和2014年数据不完整，由于存在审查周期原因，相关专利未全部公开，故不纳入分析范围），中国大陆地区（简称中国或国内）年申请量增加了约1100%，国外增加了约150%，其中，国外在2007~2009年期间，专利申请量出现一个高潮，3年时间增加约200%，与欧盟在此期间起草、发布的可再生能源指令有较大的关联，该指令旨在促进太阳能和热泵的应用，正是多能互补分户供暖系统相关的领域。
- 该产品无论国内外在今后几年均是技术创新的热点。虽然目前国内专利申请量约占全球申请量的80%左右，但是，较多是作为太阳能热水系统的辅助热源，这一现象可能与近年我国各级政府实施的推动太阳能热利用行业发展政策的情况有较为密切的关系。

2012年多能互补分户供暖系统专利公开数量汇总

产品类别	燃气热水器	燃气采暖热水炉	多能源热水器具
国外专利	111	463	141
中国专利	630	126	752

与多能源互补系统相关的部分欧洲标准

EN 13203-1:2006	家用燃气热水器具 不超过70kW热输入和300L储水容量-第1部分：热水输出的性能评定
EN 13203-2:2006	家用燃气热水器具 不超过70kW热输入和300L储水容量-第2部分：能量消耗评定
EN 13203-3:2010	家用太阳能辅助燃气热水器具 不超过70kW热输入和500L储水容量-第3部分：能量消耗评定
EN 13203-4:2011	家用燃气热水器具 第4部分：不超过70kW热输入50kWe电力输出和500L储水容量，与热电联产装置（micro CHP）组合输出热水和电力的燃气器具的能量消耗评定
pr EN 13203-5:2012	家用燃气热水器具 第5部分：与电动热泵组合的燃气器具的能量消耗评定
EU No 811/2013	供暖装置、组合式供暖装置、供暖装置集成温度控制和太阳能装置、组合式供暖装置集成温度控制和太阳能装置的能效标签
EU No 812/2013	热水器的能效标签要求
EU No 813/2013	供暖装置和组合式供暖装置生态设计要求
EU No 814/2013	热水器的生态设计要求

与多能源互补系统相关的部分中国标准

GB/T XXXXX-XXXX	热水制备系统绩效评价与计算方法 第1部分 户用及类似用途热水制备系统
GB/T XXXXX-XXXX	热水制备系统绩效评价与计算方法 第2部分 户用及类似用途采暖热水系统
GB 4706.94-2008	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 19141-2011	家用太阳热水系统技术条件
GB/T 20095-2006	太阳热水系统性能评定规范
GB/T 23137-2008	家用和类似用途热泵热水器
GB/T 25967-2010	带辅助能源的家用太阳能热水系统热性能试验方法
GB/T 29031-2012	空气源单元式空调(热泵)热水机组
GB 50495-2009	太阳能供热采暖工程技术规范
JB/T 10916-2008	户用和类似用途采暖空调热水机组
NY/T 651-2002	家用太阳能热水系统安装、运行维护技术规范

多能互补分户供暖系统的技术课题

多能互补分户供暖系统节能运行的实现

- 多能互补分户供暖系统的概念是以分户供暖系统节能运行的基本目标而提出的。
- 多能互补的措施主要针对太阳能热利用和空气源热泵供暖这类节能效果突出但是又存在某些技术局限性的应用，通过优势互补的手段使得具备节能优势的供暖方式得到最大限度的应用，从而获得节能效益。因此，多能互补系统的安装、运行本身就奠定了节能的基础。
- 对于任何一个供暖系统，除了具备应有的供暖功能和节能优点之外，还必须在安全性、可靠性和经济性等诸方面满足相应的要求，换言之，市场的准入要求以及用户多方位的期望的满足程度是多能互补系统能够被用户接受的重要因素。
- 在运行过程中，用户通常不是以节能效果作为运行优化目标参数，一般是以运行经济性作为运行目标。因此，节能运行在现实中将转换为经济运行，背景是多能互补供暖系统。

系统的协同和冲突

- 多能源供暖系统由于组合了两个或更多的热源装置，在系统构建和运行管理方面所面临的一些问题是现有使用单一能源的热源装置基本不涉及的，然而这些问题对系统的安全、可靠、舒适、高效、经济特性具有至关重要的影响。
- 以系统工程的角度认识多热源集成系统，构成系统的各热源装置作为子系统集成为系统之后，子系统之间可能出现相互的影响，除非这些子系统是两两独立的，在实践中，太阳能集热子系统与各类辅助热源之间存在相互影响是不可避免的，而且辅助热源之间的相互影响也是不可避免的。
- 子系统之间出现的相互影响可是分为两类，对系统产生积极作用和产生消极作用，前者为协同效应，后者为冲突效应。
- 在多热源系统集成设计过程中，需要针对上述影响的类型分别处理，促进协同效应的增强，与此同时，抑制冲突效应的作用。冲突是集成设计的关键，协调是解决冲突的过程。

冲突的表现

- 不同单元之间的运行参数不同，尽管某个单元仍然处于正常状态，但是可能导致其它单元进入非正常运行状态；
- 若某个单元发生故障时，故障的影响可能通过相互之间的接口传递，使得影响扩大；
- 不同的单元分别具有不同的运行特性，其运行状态的优化程度，对使用性能和运行费用影响较大；
- 当热源装置组合之后，可能导致某些运行条件与单独使用的情况有较大的差异，从而导致相应的热源装置处于非正常运行状态；
- 组成热水系统的各热源单元的容量配置的合理性，也成为一个重要问题，过高的配置可能导致系统的经济性受到不良影响，而过低的配置则可能导致热水供应能力不能达到预期的使用要求。

安全要求和材料要求

— 安全要求

- 首先，使用燃气加热装置作为后备热源时，必须考虑燃气一旦发生泄漏的应对措施。
- 其次，如何防止热水器故障对其它热源装置或储热装置产生不良影响，或其它热源装置或储热装置等发生故障时对热水器产生不良影响。

— 材料要求

- 燃气热水器的进水温度一般按30°C以下设计，而采用平板式集热器的太阳能热水器夏季的水温可能高达85°C以上，如果温度如此高的热水直接进入燃气热水器的进水口，可能导致某些结构部件损坏。进水口超温的后果不仅是控制器判定为发生故障，而且可能损坏进口管路上的密封件和管路件中的非金属材料制作的零件。

优势互补

- 在多能源系统中，通常不宜将某一种能源作为主、其他作为后备热源，由于每种热源的特性不同，在不同的运行条件下，有利的利用方式就不同，例如，虽然太阳能利用几乎不需要运行费用，但是，时间和规模是受到自然条件和安装场地制约的；而燃气加热装置的运行费用较高，但是其热性能基本不受环境条件影响，而且对热需求响应迅速。
- 在多能源利用系统中，难以获得的、或者是受环境影响较大的、运行费用低的优先利用；而来源稳定的、或者是受环境影响较小的、运行费用高的尽量少利用。
- 如果以使用量的比例来衡量主次，则同一类系统中，作为主、次的能源是不确定的，只有以利用次序的先后才能确定各种能源在系统中的作用，常见的排序为：太阳能、热泵、燃气，如果没有特殊的原因，这个排序是普遍适用的。
- 热源配置应统筹考虑建筑、气候、燃气和电力价格以及政策因素，包括海拔高度等地理条件。

设计参数

- ⑩ 燃辅热效率：由于燃气后备加热装置的容量通常需要考虑在太阳能集热器无法提供热量的情况下，能够独立满足基本的热热水需求，所以在多数运行条件下，辅助热源处于部分负荷状态下运行，部分负荷运行状态下的热效率成为决定其运行经济性的关键。
- 调温特性：常规设计的燃气热水器最高进水温度为 30°C 以下，所以，其进出水口之间的最小温升为 10°C 以上。在与太阳能热水器和热泵热水器组合运行时，将出现在蓄热水箱出水温度 40°C 时要求燃气热水器点火运行的情况，这时就会出现出水温度无法低于 50°C 的情况，不仅超出舒适使用范围，而且还可能导致使用者被烫的情况。
- 常见的热泵热水机组供暖热水循环温差为 5°C ，而燃气供暖炉供暖热水循环温差为 15°C 以上，两者若不能协调，将导致系统难以正常运行。解决方案之一，就是针对供暖应用的热泵热水机组的供暖热水循环温差范围宜为 $10^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

设计参数—容量和运行参数

- 确定太阳能保证率是系统设计一个关键问题，保证过渡季节加热生活热水过程有较高的保证率，通常行业内意见比较一致，但是在冬季供暖运行过程中，太阳能保证率需要如何确定，意见分歧较大。
- 空气源热泵的容量配置也有太阳能类似问题，尤其是有燃气锅炉的系统中，如果当地的冬季气温不太低，例如在华中、华东、西南等地区，空气源热泵基本可以承担全部的供暖负荷，因此，如果需要具备空调制冷功能，由于目前制冷负荷均由热泵承担，满足空调负荷的热泵通常在冬季已经可以满足这些地区冬季的供暖负荷需求。
- 考虑到目前建筑节能技术发展的现状，供暖热水的供水温度下限降低至 30°C ，对改善太阳能热水供暖和空气源热泵供暖的运行经济性有显著的促进作用。

例：太阳能保证率的选择

	较高的保证率	较低的保证率
优点	1 满足技术规范要求，有利于获得补贴;	1 较好的使用舒适性;
	2 较低的运行能耗、较低的运行费用;	2 单位集热面积有用得热量较多;
		3 较低的购置费用;
		4 较小的集热器安装场地;
		5 夏季过热现象不明显;
缺点	1 较高的购置费用;	1 满足技术规范程度低，不易获得补贴;
	2 较大的集热器安装场地;	2 较高的运行能耗、较高的运行费用;
	3 单位集热面积有用得热量较少;	
	4 夏季过热现象较为严重;	
	5 使用舒适性通常较差	

故障隔离

- 多能源系统基本上是在现有的单一能源热源装置基础上进行组合构成，相关单一能源的热源产品标准、规范对产品的安全性要求进行了相对完整的规定，但是，对于由多个热源装置构成的多能源系统，热源装置之间的故障影响是安全设计的关键，所以，系统设计应考虑某个热源装置在发生故障时，通过自锁、互锁等措施有效实施隔离，以防止故障影响扩大，同时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。
- 通常在系统中燃气采暖热水炉的安全功能是最为重要的，燃气采暖热水炉应考虑增加故障隔离功能，防止其故障对其它热源装置或储热装置产生不良影响，或其它热源装置或储热装置等发生故障时对燃气采暖热水炉产生不良影响。为此，需要燃气采暖热水炉增加相应的安全功能，以满足能够与外部装置，包括其它热源装置或储热装置实现联动，包括实现互锁或联锁的需要。

可靠运行

- 由于有多台热源装置组合运行，理论上多能源系统的故障率将明显高于单一能源的热源装置，因此，提高系统可靠性是多能源系统开发的一个重要课题。
- 提高系统可靠性的常用措施包括，尽量简化系统配置，权衡可靠性和能源利用效率与经济性等因素，避免系统不合理地复杂化；
- 对一些重要的功能和部件采用备份等措施；利用故障隔离措施，将故障的影响尽可能限制在较小的范围，例如，单个热源装置故障后，将该装置屏闭，然后用其他热源装置替代其原有功能等等。
- 一些预期的非正常状态虽然不一定导致产品立即损坏，但是，如果经常处于非正常的过负荷状态，将对系统可靠性产生不良影响。例如，使用制冷剂R134a的热泵制冷系统，一般允许制冷剂最高饱和温度为75°C，若太阳能热水系统的储水箱可能容纳经过热泵加热的水，就可能夏季高于75°C的水影响热泵制冷系统

状态稳定

- 当热源系统中出现两个或更多热源组合时，某些热源的输入、输出状态以及自身的运行状态可能就会受到其他热源的影响，最为简单的例子，就是当两个热源的循环水路以串联方式联接时，系统的水侧阻力降可能发生明显的变化。因此，作为多热源的系统，需要重新考虑在各种运行状态下，各热源是否能够在适宜的状态下稳定运行。
- 在多能源系统中，对能源的梯级利用会产生新的运行模式，例如，住宅供水温度一般不高于 30°C ，若燃气加热装置的生活热水从太阳能集热装置的储水箱流出时，就可能导致燃气加热装置的测控系统误以为发生了故障，而且当水温更高时，若没有相应的保护措施，燃气加热装置中某些部件就可能因为过热而损坏。
- 常规的燃气加热装置较大的加热温升可能导致输出的水温过高而不满足舒适性要求。显然，生活热水的允许温度变化范围，尤其是加热模式切换时允许的温度变化范围与使用燃气作为单一能源的生活热水加热装置的性能有明显的差异。

简化操作

- 人工操作不当通常是影响家用系统正常运行的主要原因，在一个多热源装置的系统中，这个问题更加突出，因此，简化人工操作就成为解决系统冲突的主要措施。
- 虽然，目前单一能源的热源装置基本上可以实现无需人工干预的自动运行，但是，对于有多个热源装置的多能源系统而言，具体某个热源装置何时应处于何种运行状态，是无法由用户进行操作的，只能由系统的控制装置对各热源进行协调，实现运行模式的自动切换，显然，在住宅场所，这类控制操作必须简单而且易于实现，所以，原则上要求系统运行操作应在一个界面实现，同时，要求在正常运行状态下应无需人工干预就能够满足系统优化运行的需要。

运行经济

- 多热源系统构成相对复杂，购置费用因而较高，所以，系统运行模式应在满足安全、舒适的前提下，最大限度降低运行费用。
- 在多种热源装置集成的系统中，在满足使用要求的前提下降低家庭能源支出是运行管理的基本原则，因此，获得单位热量的成本较低的热源装置将处于优先的地位，在运行过程中优先的热源装置先运行，只有在优先热源装置无法满足使用要求的情况下，后备热源装置才投入运行。
- 一般来说，购置费用较高的热源装置运行费用较低，例如，太阳能热水器运行费用几乎为零，而热泵系统的运行费用通常只有电热装置的1/3左右；运行费用较低的热源装置受环境影响较大，太阳能热水器的供热能力直接受日照条件影响，而空气源热泵的供热能力受环境温度影响较大；运行费用较高的热源装置性能较为稳定，燃气热水器和电热水器就属于这类产品。所以，在组合产品中，燃气加热和电加热装置通常作为后备热源，而太阳能和热泵装置通常就作为优先利用的热源。

功能扩展与集成

- 经济地扩展功能与集成其他相关装置，是通过增加附加价值解决系统经济性问题的措施。
- 配备采暖热泵热水机组的系统，在实现空调制冷运行和除湿运行是显而易见的，利用热泵装置可以基本不增加购置费用的情况下，解决夏季空调制冷需求问题，从而显著提高系统的技术经济性。
- 夏季太阳能余热可以利用空气除湿转轮进行空气除湿处理，从而通过空气温湿度独立调节运行模式，可以实现减少空调系统电耗高达30%的目标。
- 多能源采暖热水系统可以与太阳能空气集热器、太阳能被动采暖措施、热泵型直接膨胀式房间空调器的协调运行，也可以根据用户的需要扩展空调制冷功能和热回收功能等，并可以集成住宅新风系统等装置，同时配备循环系统、末端装置以及监控系统，以充分利用住宅内的现有器具，进一步提高系统技术经济性。

多能互补分户供暖系统的评价

- 多能互补分户供暖系统的节能性能指标，采用代表性的测量条件进行评价，因为在实际运行过程中，系统的组合方案变化较多，而且实际的运行模式受到当地日照、气温、燃气和电力价格、以及住宅条件和用户习惯等因素的影响，所以，评价方案与其所说是考核系统节能效果，不如说是引导该领域的技术发展。换言之，引导产品设计在满足安全、可靠、舒适、便利的前提下，在多热源组合的状态下，尽量降低一次能源消耗。显然，节能性能相对来说是间接的。
- 多能互补分户供暖系统无法避免原有基于单一热源或主要基于单一热源的技术标准体系未包含的冲突，同时，随着技术发展出现了一些原有标准未识别或未有效处置的技术内容，即使利用现有标准规定的原则，存在过于原则、笼统，缺乏可操作性的问题，这是相关技术标准重点解决的问题，通常在功能性技术要求方面解决。对于多能互补分户供暖系统功能性技术要求，通常是针对系统冲突的处理措施，一般采用热源装置结构和功能检查，辅以现场验证方法和判定依据。显然，评价结果是需要直接检测获得的。

《民用建筑多能源生活热水和 供暖系统技术规程》编制

生活热水和供暖系统技术规程

- 项目信息

项目名称：民用建筑多能源生活热水和供暖系统技术规程

主编单位：中国建筑标准设计研究院、广东万和新电气股份有限公司

标准类别：中国工程建设标准化协会标准

主管部门：中华人民共和国建设部标准定额司

- 范围：本规程适用于民用建筑物上新装、增设及改造已经安装的生活热水和供暖的热水系统，热源由太阳能、热泵、燃气锅炉或其他热源装置等组成。系统具备生活热水或供暖热水加热功能，或具备两种功能。系统装机供热总容量不小于150kW，其中燃气采暖热水炉供热量不小于100kW，系统配套的储水箱容积不小于600L。
- 目次：1、总则、2、术语、符号、3、系统设计、4、安装施工、5、工程验收、6、运行管理

编制计划

- 组织编制组和提出编制大纲
- 标准初稿及条文说明
- 提出征求意见稿
- 挂网征求意见（60天）
- 提出送审稿
- 审查会
- 报批稿
- 报批以及后续工作