

## 能效标准推动热泵产品发展的节能潜力与政策建议

国际电器能效组织 (CLASP)

2022/5

### 一、生活热水和采暖是建筑用能和碳排放的重要来源

2018年，我国建筑面积总量约601亿平方米，其中城镇住宅建筑面积为244亿平方米，农村住宅建筑面积229亿平方米，公共建筑面积128亿平方米，北方城镇采暖面积147亿平方米<sup>1</sup>。从2001年到2018年，建筑能耗总量及其中电力消耗量均大幅增长。2018年建筑运行的总商品能耗为10亿吨标煤，约占全国能源消费总量的22%，建筑运行的化石能源消耗相关的碳排放为21亿吨CO<sub>2</sub>，其中直接碳排放占50%，电力相关的间接碳排放占42%，热电联产热力相关的间接碳排放占8%，而2019年我国建筑运行的化石能源排放已经增长到22亿吨CO<sub>2</sub>，其中生活热水供应排放0.8亿吨，燃气及燃煤供暖排放3.0亿吨CO<sub>2</sub>，两部分合计排放3.8亿吨CO<sub>2</sub>，占中国建筑运行碳排放量的17%左右。

根据《能源数据2020》，我国城乡居民热水器普及率稳步提高，到2019年底，百户热水器普及率已经达到86.9%，据此推算中国在用热水器约为4.2亿台，生活热水已经成为广大居民日常生活必需<sup>2</sup>。

除去中国北方城市地区的集中供暖外，广大的北方农村和城乡结合部主要是以分散式采暖为主，其中燃气壁挂炉占据约5%的份额，而其余的则主要以燃煤炉具取暖为主，不仅消耗大量能源，也造成了严重的空气污染。随着经济发展和生活水平日益提高，气候类型为夏热冬冷的长江中下游区域对于舒适采暖的需求也在日益增长，对各类型的采暖设备的需求持续增长，这也意味着采暖需求增长所带来的能源消费和二氧化碳排放量将持续增长。

### 二、热泵技术广泛应用是建筑节能减排的重要途径

当前生活热水器的主流产品是电热水器、燃气热水器、太阳能热水器和热泵热水器。电热水器主要以储水式电热水器技术为主，其加热效率理论上不超过100%。根据国际电器能效组织

<sup>1</sup> 《中国建筑节能年度发展研究报告2020》

<sup>2</sup> 《能源数据2020》

(CLASP) 的研究, 当前主流储水式电热水器加热效率一般都超过 95%, 24 小时固有能耗 (保温性能) 为 0.6-0.7, 保温最佳性能不超过 0.5, 因此电热水器从在加热效率和保温性能方面的技术发展潜力极其有限。由于当前我国电力主要来自于煤炭发电, 因此低效的电热水器在能源消耗和二氧化碳排放方面有巨大的贡献。但是由于电热器技术成熟, 价格便宜, 安装和使用方便, 如果电力主要来自于可再生能源, 电热水器虽然效率不高, 但是仍将占据一定的市场。

燃气热水器主要使用燃气直接加热, 目前主要有冷凝式和非冷凝式两种主流技术, 非冷凝式燃气热水器效率一般不超过 90%, 而冷凝式燃气热水器一般不超过 95%。燃气热水器热效率提升空间也极其有限。但是由于我国主要使用煤炭发电, 电力和一次能源之间的转换系数约为 2.5, 由于燃气为一次能源, 因此折算电效率约为 225%, 因此燃气热水器相对电热水器在效率方面具有很大的优势。但是燃气热水器依赖燃气管网铺设等基础设施, 主要应用在城市区域, 因此使用范围受到一定的限制。从长期来看, 中国电力来源将逐渐可再生能源化, 但燃气热水器所直接产生的二氧化碳无法避免, 因此燃气热水器在二氧化碳减排方面毫无优势, 在碳中和的大目标下, 燃气热水器的发展将受到限制。

太阳能热水器是一种直接利用可再生能源的热水器, 在电力消耗和二氧化碳减排等方面具有优势, 但是其对安装条件 (尤其是屋顶) 等方面具有很高的要求, 因此目前主要应用在广大农村和城乡结合部等地方, 已经占据约 10% 的市场份额, 未来具有一定的发展空间。

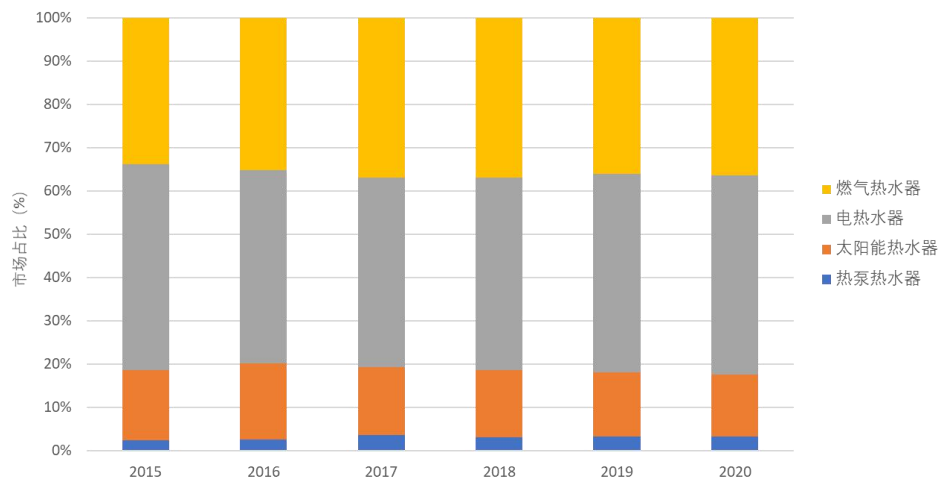
热泵热水器通过热泵技术, 将环境 (空气, 水和土壤) 中的热能转移到水中来实现加热的目的, 因此在效率方面具有特别的优势。我国目前在售的热泵热水器加热效率已经超过了 350%, 而且热泵技术在效率方面还具有发展潜力, 目前我国一级能效水平的热泵热水器平均效率约为 450%, 而市场上热泵热水器最高效率可以超过 500% 甚至以上。相对于电热水器和燃气热水器, 热泵热水器在热效率和二氧化碳减排等方面都具有无可比拟的优势。虽然当前热泵热水器在价格, 体积较大和安装等方面的缺陷导致热泵热水器普及率不高, 但是随着未来技术和产业发展, 热泵热水器将成为市场主流。

分散空间采暖的主要产品以燃煤炉具、燃气壁挂炉和热泵采暖为主。燃煤炉具直接燃烧煤炭取暖, 在北方农村和城乡结合部应用广泛, 效率低、二氧化碳和污染物排放高、安全隐患高, 属于亟需被淘汰出市场的采暖方式。我国《北方地区冬季清洁取暖规划 (2017-2021 年)》就致力于淘汰燃煤炉具采暖。燃气壁挂炉在北方分散采暖市场中占据约 5% 的份额, 也是南方夏热冬冷地区采暖的主要产品, 其技术特点和燃气热水器类似, 我国燃气热水器和采暖锅炉是同一个能效标准所规定的。

热泵采暖在技术原理上和热泵热水器相似，相对于其他分散采暖技术，在效率和二氧化碳减排方面具有显著的优势。热泵技术不仅可以应用在分散式采暖领域，在区域集中供暖方面也具有很大的潜力。

虽然热泵技术在效率和减排等方面具有很大的优势，但是当前市场主流的水热水器仍然是燃气热水器和电热水器，二者合计占据超过 80% 的市场，太阳能热水器占据约 15% 市场份额，热泵热水器市场份额则只有约 3%。

图 1 中国热水器市场分布



\*数据来源：产业在线

而根据中国节能协会热泵专业委员会数据，2019 年中国热泵产业国内销售市场规模 167.1 亿元，其中热泵热水器 77.3 亿元，热泵采暖 78.5 亿元。与 2018 年相比，平均增长 9.0%。虽然热泵供暖在我国热泵应用市场占据主导地位，但到 2018 年底在全国范围内的应用量占比不超过 7%。热泵技术在效率和减排等方面具有很大的优势，但是目前无论在生活中热水和采暖市场，热泵的市场份额仍然有限。

### 三、 热泵节能减排潜力分析

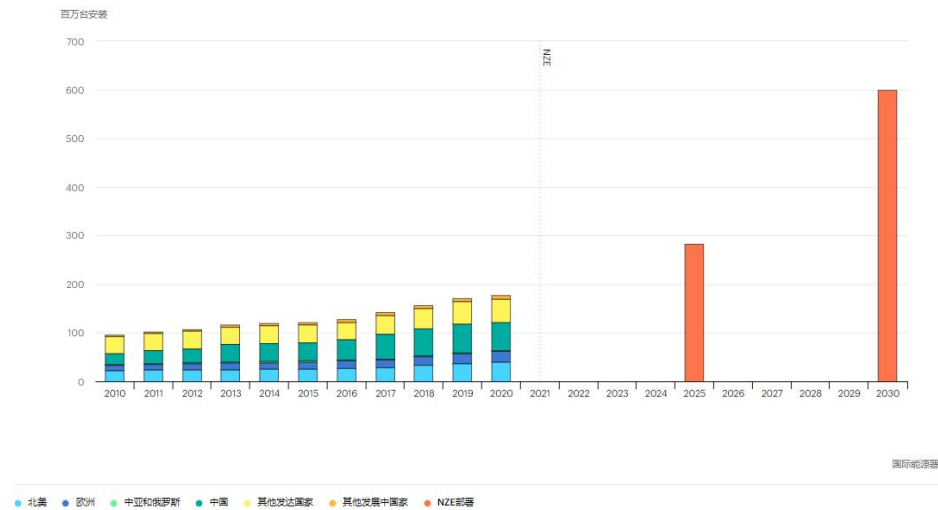
鉴于当前传统生活热水和采暖（电热和燃气）在效率提升方面的技术发展空间极其有限，要实现生活热水和采暖两个领域内的碳中和目标，其中一个最佳的路线就是大力推广热泵产品来替代传统产品。国际和国内很多机构针对热泵替代传统产品所产生的节能减排潜力进行了深入的研究：

相关研究机构针对生活热水和采暖广泛应用热泵技术带来的节能减排潜力也进行了计算。根据国际电器能效组织（CLASP）电器气候影响计算器的分析预测，如果全部采用热泵技术，中国生活热水在最佳技术情形下 2022-2030 期间累计二氧化碳减排量可以达到 8.9 亿吨。根据中国节

能协会热泵专业委员会发布的《热泵助力碳中和白皮书（2021）》中对生活热水和采暖广泛应用热泵技术带来的节能减排潜力也进行了计算。在显著增长情形下，2060年建筑采暖潜在二氧化碳减排量为6.74亿吨/年，而热泵和生活热水所带来的潜在二氧化碳减排量为3.91亿吨/年。两个机构对热泵减排潜力模型情形定义见附件。

综上所述，不同的研究报告和减排模型对于热泵技术广泛应用于生活热水和采暖所带来的减排潜力计算结果不尽相同，这是因为不同的模型具有不同的建模方法、数据来源和情形设定等特点。但是有一点是毫无疑问的，那就是这些模型和方法都将热泵技术取代传统加热和采暖技术作为主要的减排情形，而且热泵技术替换和技术提高所带来的减排潜力毫无疑问都是巨大的。在国际共同控制气候温长在1.5度，并努力争取2度以下增长的目标下。由于热泵所带来的巨大的减排潜力，国际社会一致认为热泵未来将有巨大的发展潜力。国际能源署（IEA）等机构也预测热泵产品将在未来的时间内获得极大的市场发展<sup>3</sup>。

图2 国际能源署2010-2030年按地区和全球净零情景下热泵安装量预测



#### 四、 中国热泵能效标准状况

自2013年中国颁布第一项热泵行业强制能效标准以来，各类热泵能效标准陆续出台，目前共有四项热泵强制能效标准和七项推荐测试标准颁布。主要涉及热泵热水器和热泵取暖两个行业，以空气源热泵为主，具体产品类型包括热泵热水器、多联式空调（热泵）机组、低环境温度空气

<sup>3</sup> <https://www.iea.org/reports/heat-pumps>

源热泵（冷水）机组、水（地）源热泵机组。其中热泵热水器主要针对热泵制热水，其他三类产品主要针对热泵空间温度调节。

表 1 中国热泵主要能效标准

标准名称	标准号	标准使用领域（热水、取暖）	标准覆盖产品
《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》	GB29541-2013	热水	空气源热泵热水器
《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级》	GB21454-2021	空间制冷/制热	风冷或水冷式冷凝器的多联式空调（热泵）机组，低环境温度空气源多联机（不低于-25摄氏度）
《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》	GB37480-2019	商用 取暖	低环境温度运行的空气源热泵（冷水）机组、供暖用低环境温度空气源热泵热水器。
水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级	GB 30721-2014	户用、工商业用空间制冷+制热	以水为冷（热）源水（地）源热泵机组。不适用于单冷或单热型。

现行热泵热水器能效标准 GB29541-2013《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》根据热水器实测性能系数(COP)值判定产品的能效等级。目前热泵热水器能效分为 5 个等级，最低能效要求是能效 5 级的规定值。2020 年最新发布的热泵热水器测试标准 GB/T23137-2020《家用和类似用途热泵热水器》，新标准细化了热水储存性能的温度下降值要求和对于噪声值的要求，增加了空气源热泵热水器全年能源消耗效率（APF）的要求和试验方法，对于热泵制热量、热水储存性能、噪声等产品主要性能指标的试验方法进行了完善。

表 2 热泵热水器能效等级

制热量/kW	型式	加热方式	能效等级					
			1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	
H<10	普通型	一次加热、循环加热式	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70	
		静态加热式	4.20	4.00	3.80	3.60	3.40	
	低温型	一次加热、循环加热式	3.80	3.60	3.40	3.20	3.00	
H≥10	普通型	一次加热	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70	
		循环加热	不提供水泵	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
			提供水泵	4.50	4.30	4.00	3.80	3.60
	低温型	一次加热	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10	

		循环加热	不提供水泵	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10
			提供水泵	3.80	3.60	3.40	3.20	3.00

目前能效标准覆盖的热泵空间温度调节产品主要有多联式空调（热泵）机组，低环境温度空气源热泵（冷水）机组和水（地）源热泵机组。多联式空调（热泵）机组和低环境温度空气源热泵（冷水）机组以空气为热源，水（地）源热泵机组以地热为冷热源。多联式空调（热泵）机组是目前小型商用和住宅用空调系统之一，由一台或几台风冷室外机连接数台相同或不同型号的室内机构成的循环系统，可以向一个或数个区域直接提供处理后的空气。低环境温度空气源热泵（冷水）机组是在中国北方较冷地区使用的空调产品之一，主要用于商业建筑。水（地）源热泵机组属于大型中央空调中的一类，利用地下浅层地热资源，通过系统输入少量电能实现低位热能向高位热能转移，既可制冷又可制热，主要应用于办公楼、商场、医院等领域。

《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级》GB 21454-2021 于 2020 年发布，标准根据实测全年性能系数 (APF)，制冷季节能效比 (SEER)，制冷综合部分负荷性能系数 (IPLV) 或制冷能效比 (EER) 规定了风冷式单冷型多联机、风冷式热泵型多联机、水冷式多联机、低温多联机四类产品的能效等级指标。多联机和低温多联机能效等级分为 3 级，3 级能效要求是最低能效要求。

GB37480-2019《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》于 2019 年发布，该项标准不仅将低温热泵机组能效等级依次分成 3 个等级，在能效测试方面，也由 COP 转向 IPLV (H)。

表 3 低温热泵机组能效等级

名义制热量（或名义制冷量）kW	额定出水温度（℃）	能效等级			
		1 级	2 级	3 级	
		综合部分符合性能系数 【IPLV (H) , W/W】	综合部分符合性能系数 【IPLV (H) , W/W】	综合部分符合性能系数 【IPLV (H) , W/W】	制热性能系数 (COP <sub>h</sub> , W/W)
H≤35(或 CC≤50)	35℃ <sup>a</sup>	3.40	3.20	3.00	2.40
	41℃ <sup>b</sup>	3.20	2.80	2.60	2.10
	55℃ <sup>c</sup>	2.30	1.90	1.70	1.60
H>35(或 CC>50)	35	3.40	3.20	3.00	2.40
	41	3.00	2.80	2.60	2.30
	55	2.10	1.90	1.70	1.60

- a 主要适用于低温辐射采暖末端，如地板采暖等。
- b 主要适用于强制对流采暖末端，如风机盘管、强制对流低温散热器等。
- c 主要适用于自然对流和辐射结合的采暖末端，如风机盘管、低温散热器等。

水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级 GB30721-2014 适用于以地热为冷（热）源的户用、工商业用途热泵机组，根据全年综合性能系数(ACOP)划定热泵机组的能效等级。水（地）源热泵机组分 3 个能效等级，第 3 级能效为最低能效要求。

表 4 水（地）源热泵机组能效等级

类型		名义制冷量 (CC) kW	全年综合性能系数(ACOP) W/W		
			1 级	2 级	3 级
冷热风型	水环式	-	4.20	3.90	3.50
	地下水式	-	4.50	4.20	3.80
	地埋管式	-	4.20	3.90	3.50
	地表水式	-	4.20	3.90	3.50
冷热水型	水环式	CC≤150	5.00	4.60	3.80
		CC>150	5.40	5.00	4.00
	地下水式	CC≤150	5.30	4.90	3.90
		CC>150	5.90	5.50	4.40
	地埋管式	CC≤150	5.00	4.60	3.80
		CC>150	5.40	5.00	4.00
	地表水式	CC≤150	5.00	4.60	3.80
		CC>150	5.40	5.00	4.00

尽管中国针对不同热水，采暖设备已经开发了相对完善的能效标准体系。但目前存在的一个问题是，由于目前实施的标准中，不同类型的产品，比如热水器，我们有电，气，热泵和太阳能等每种产品所采用的能效评价方式和指标都不一样。在供暖设备上，中国已经开发了低环境温度热泵机组的能效标准，家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效标准。每种产品所采用的评价方式和指标也不一样。

由于目前我国热水器及供暖设备的能效评价方式不一致，能效标识信息也不一致，也缺乏消费者易懂，易比较的信息。因此消费者是无法通过能效标识上的能效参数来判断那种产品更加节能。因此也达不到有效的引导消费者采购更加高效的产品，比如热泵产品的目的。

针对上述问题，行业协会已经开始在着手研究统一的水热水器检测标准。2019 年，中国节能协会发布了热水器能效测试团体标准《家用和类似用途热水器能效测试计算方法》T CECA-G 0022-2019，该标准统一了热泵热水器、储水式电热水器、快热式热水器、燃气快速热水器以及燃气容积式热水器能效测试方法和能效计算方法。目前这一检测方法还亟待得到产业界的充分认可和采用，并希望未来能采纳成为国家标准。

## 五、国际热泵标准经验

**热泵热水器：**热泵热水器的测试标准规定了热泵热水器的测试工况、测试程序以及主要性能参数的计算方法。目前多数国家采用制热性能系数（COP）或者能效系数（EF）作为热泵热水器能效参数衡量热泵热水器的能效水平，COP 一般定义为提供给水的能量除以消耗的电能。传统电阻热水器的 COP 不能超过 1.0，但热泵热水器的 COP 显著高于 1.0。与传统热水器相比热泵热水器是相对复杂的系统，整体能源效率受以下因素的影响：安装地点的气候条件；供应给热泵热水器的冷水温度和加热温度；热泵/传热系统（压缩机、蒸发器、冷凝器和其他组件）的性能；储罐的保温和热损失；每天抽出的热水量；每次抽水的量和持续时间以及抽水的时间间隔；恒温器设置和控制方式等。

表 5 不同国家间热泵热水器产品测试标准比较

热泵测试/指标	中国 GB/T 23137- 2020	欧盟 EN16147	日本 JISC9220-2011	韩国 (Draft B ****)	美国 Appendix E to 10 CFR 430	ISO HPWH-19967
负荷	容积	容积	容积	-	第一小时出率 (FHR)	容积
<b>用水模式</b>	-	24小时模拟	24小时模拟	n/a	24小时模拟	24小时模拟
热损耗	24小时	48小时	-	n/a	24小时	48小时
<b>COP</b>	制热阶段	使用测试	使用测试	制热阶段	使用阶段	使用阶段
进水温度 °C	15	10	9-17-24	15-30-40	14.4	10
出水温度 °C	55	55	65	50	57.3	55
Δ温差 °C	40	45	56-48-41	35-20-10	42.9	45
环境温度 °C	20	20	7-16-25	7-15	19.7	20
平均水源温度 °C	12		11*	12*	15.8	n/a
性能指标	性能系数 热损耗	加热时长 热损耗 热水热量	-	-	综合能源系数 UEF	加热时长 热损耗 热水热量

根据不同的标准测试条件和测试程序，同样的热泵热水器可以得出不同的 COP 值。部分国家的热泵热水器测试标准只测量机组第一次从冷水加热期间的 COP，有些国家考虑了一系列物理抽取和再加热循环期间的 COP，还有一些考虑了保温能耗。中国没有大多数国家的 24 小时用水模式，包括美国的第一小时出水率。另外，中国的能效参数只考虑了制热阶段。因此，中国的热泵热水器测试方法有比较大的局限性。只测试主动加热阶段性能系数（COP）可能导致性能系数比长周期性能系（COP）测试值低 50%以上。长周期测试包括待机损耗，恢复制热和用水模式在内。

欧盟将传统热水器、太阳能热水器以及热泵热水器能效标准（EU No. 814/2013）统一，用同一个分类系统来管理热水器产品，所有产品使用相似的能效标识。传统热水器和热泵热水器采用相同的测试条件和能效系数计算方法，产品的能效等级由能效系数和负荷所确定，能效系数  $\eta_{wh}$  是有效热水输出热量除以制热消耗等量一次能源消耗量。

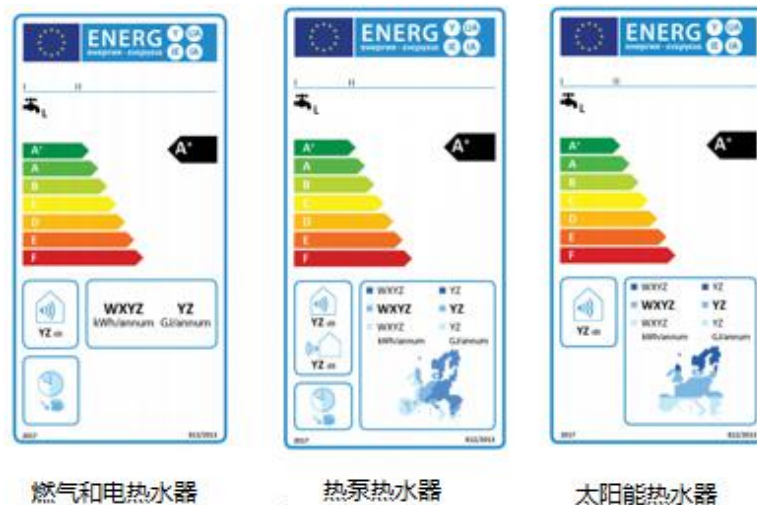


表 6 欧盟热水器能效等级

能效等级	热水器负荷							
	XXXS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
A+++	$\eta_{wh} \geq 62$	$\eta_{wh} \geq 62$	$\eta_{wh} \geq 69$	$\eta_{wh} \geq 90$	$\eta_{wh} \geq 163$	$\eta_{wh} \geq 188$	$\eta_{wh} \geq 200$	$\eta_{wh} \geq 213$
A++	$53 \leq \eta_{wh} < 62$	$53 \leq \eta_{wh} < 62$	$61 \leq \eta_{wh} < 69$	$72 \leq \eta_{wh} < 90$	$130 \leq \eta_{wh} < 163$	$150 \leq \eta_{wh} < 188$	$160 \leq \eta_{wh} < 200$	$170 \leq \eta_{wh} < 213$
A+	$44 \leq \eta_{wh} < 53$	$44 \leq \eta_{wh} < 53$	$53 \leq \eta_{wh} < 61$	$55 \leq \eta_{wh} < 72$	$100 \leq \eta_{wh} < 130$	$115 \leq \eta_{wh} < 150$	$123 \leq \eta_{wh} < 160$	$131 \leq \eta_{wh} < 170$
A	$35 \leq \eta_{wh} < 44$	$35 \leq \eta_{wh} < 44$	$38 \leq \eta_{wh} < 53$	$38 \leq \eta_{wh} < 55$	$65 \leq \eta_{wh} < 100$	$75 \leq \eta_{wh} < 115$	$80 \leq \eta_{wh} < 123$	$85 \leq \eta_{wh} < 131$
B	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$39 \leq \eta_{wh} < 65$	$50 \leq \eta_{wh} < 75$	$55 \leq \eta_{wh} < 80$	$60 \leq \eta_{wh} < 85$
C	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$36 \leq \eta_{wh} < 39$	$37 \leq \eta_{wh} < 50$	$38 \leq \eta_{wh} < 55$	$40 \leq \eta_{wh} < 60$
D	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$33 \leq \eta_{wh} < 36$	$34 \leq \eta_{wh} < 37$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$36 \leq \eta_{wh} < 40$
E	$22 \leq \eta_{wh} < 26$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$30 \leq \eta_{wh} < 33$	$30 \leq \eta_{wh} < 34$	$30 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 36$
F	$19 \leq \eta_{wh} < 22$	$20 \leq \eta_{wh} < 23$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$28 \leq \eta_{wh} < 32$
G	$\eta_{wh} < 19$	$\eta_{wh} < 20$	$\eta_{wh} < 23$	$\eta_{wh} < 23$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 28$

欧盟传统热水器与热泵热水器采用类似的能效标签，强调总年度能源消耗，除了热水器能效等级以外，欧盟热水器能效标签还提供了负荷等级、室内室外机噪音，热泵热水器和太阳能热水器有额外的气候和天气标注。

图 3 欧盟热水器产品能效标签



**热泵取暖：**除热泵热水器能效标准之外，欧盟也制定了统一的空间加热器能效标准（EU）No 811/2013，覆盖热泵空间加热器、组合型水暖加热器、锅炉空间加热器以及热电联产空间加热器。该标准规定了空间加热器标准产品范围，测试标准，能效参数以及能效等级要求。其中热泵

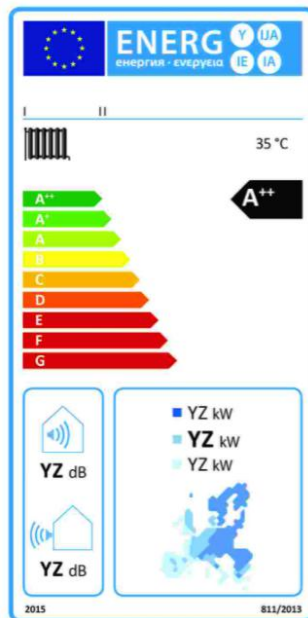
空间加热器是使用来自空气源、水源或地源的环境热量和/或废热的空间加热器发热；热泵空间加热器可以配备一个或多个使用电阻加热元件或化石和/或生物质燃料燃烧的辅助加热器；欧盟采用季节性空间供暖能效（ $\eta_s$ ）来衡量热泵空间加热器的能效，是指定供暖需求与能耗之间的比值。

表 7 欧盟低温热泵和低温热泵空间加热器的季节性空间供暖能效等级

季节性空间供暖能效等级	季节性空间供暖能效 $\eta_s$ (%)
A+++	$\eta_s \geq 175$
A++	$150 \leq \eta_s < 175$
A+	$123 \leq \eta_s < 150$
A	$115 \leq \eta_s < 123$
B	$107 \leq \eta_s < 115$
C	$100 \leq \eta_s < 107$
D	$61 \leq \eta_s < 100$
E	$59 \leq \eta_s < 61$
F	$55 \leq \eta_s < 59$
G	$\eta_s < 55$

欧盟低温热泵空间取暖设备能效标签提供了平均气候条件下的季节性空间供暖能效等级，热泵额定热量输出，三个指示性温度区的欧洲地区，热泵室内机和室外机噪音信息。

图 4 欧盟低温热泵取暖器能效标签



欧盟统一的热泵热水器及热泵空间加热器标准、能效参数以及能效标识，有利于消费者选择更高效节能产品，便于不同产品能效横向对比，通过市场淘汰低效产品，推动市场绿色转型，引导高效节能产品的技术发展。实现了系统化能效评估路径，针对不同能源类型产品的用能系统简历

统一的节能评价方法，更好地反应用户实际应用场景和能效消费情况。为中国热泵行业标准发展起到很好的借鉴作用。

## 六、 推进热泵节能减排潜力政策建议

热泵技术的广泛应用所带来的节能减排潜力是巨大的，但是目前热泵产品的市场规模却仍然较小，推广热泵产品的普及是一个需要多方参与的努力。其中热水和采暖相关能效标准的改进将会极大地促进热泵相关产品的市场推广。基于上述研究，主要的政策建议如下：

针对热水器产品：

- 为热水相关产品建立科学和可靠的统一能效指标体系和测试计算方法，将所有热水器产品放在同一个指标体系内进行评估，突出热泵热水器在效率方面所具有的巨大优势。
- 将热水相关产品（电热水器，燃气热水器，热泵热水器）强制性国家能效标准统一为一个综合标准，根据同一指标设定能效等级要求，可对不同技术产品设定不一样最低能效要求。
- 根据热水和统一能效标准，为所有相关产品设立统一的能效标识。

针对供暖产品：

- 为采暖相关产品建立科学和可靠的统一能效指标体系和测试计算方法，将所有采暖产品放在同一个指标体系内进行评估，突出热泵采暖产品在效率方面所具有的巨大优势。
- 将采暖相关产品（热锅炉，燃气锅炉和热泵采暖）强制性国家能效标准统一为一个综合标准，根据同一指标设定能效等级要求，可对不同技术产品设定不一样最低能效要求。
- 根据暖统一能效标准，为所有相关产品设立统一的能效标识。

另外，国家加强对当前热水器和供暖产品标准合规性的抽样检测和监管工作，确保进入市场的热泵产品的标准的合规性，标识信息的准确性。并对不合规产品进行相应的处罚，来保障当前标准与标识的严格实施。

国家开展定期的热水器产品和供暖产品的能效等级的市场现状调研，和产品的测试工作，根据市场和技术发展状况，适时开展能效标准的修订工作，以保障当前能效标准的适时性，能够对高效产品进入市场起到关键性的引领性作用。

国家对高效的热泵热水器和热泵供暖等产品开展宣传与推广，利用全国节能周、国家低碳日等宣传平台，联合行业协会、家电制造商、电商平台等，对高效热泵产品开展宣传与推广，引导消费者了解热泵产品的节能潜力，鼓励消费者购买热泵产品。

加强国际合作可以加快推动中国标准标识研究。鉴于欧盟等已经对热水和采暖产品实施了统一能效标识和能效标准的国家和地区开展深入交流和合作。从未来从推动更高效产品的市场转移角度来说，借鉴欧洲经验，推动统一的家用热水器、家用供暖设备采用统一的能效评价是可行的。中国可以借鉴欧洲的经验原则，结合中国的实际用热模式，来进行统一评价。一方面是有利于消费者做出最有利家庭和环境的决策，另一方面也有助于支持中国的节能减排和双碳目标的实现。

**附件： 国际电器能效组织 MEPSY 模型和中国节能协会热水和供暖减排潜力模型情形定义**

MEPSY 是 CLASP 在综合各种类型家电相关节能减排模型基础上所开发出来的模型。MEPSY 不仅仅是一个通用计算模型和工具，而且也是一个涵盖了主流家电产品的 162 个国家和地区节能减排初步计算结果的在线平台。MEPSY 模型目前支持预测到 2030 年的节能减排潜力，未来将扩展支持预测到 2050 年的节能减排潜力。MEPSY 目前对生活热水的节能减排潜力均进行了计算。

**表 8 CLASP 生活热水情形定义**

情形定义	MEPSY 定义	备注
基准情形 (BAU)	电热水器、燃气热水器和热泵热水器均按照当前趋势正常发展。	电热水器加热效率：0.98 非冷凝燃气热水器：0.87 冷凝式燃气热水器：0.96 热泵热水器效率：2.25
高效政策情形 (MEPS)	高效的冷凝式燃气热水替代非冷凝式热水器	
最佳能效政策情形 (BAT)	100%电热储水热水器库存量被热泵热水器替换	

中国节能协会热水减排潜力模型针对以下情形进行了计算：

**表 9 中国节能协会热水减排潜力模型情形定义**

情形	定义
当前情形 (情形 1)	按照当前我国建筑规模、空置率、普及率和热泵占比。
自然增长情形 (情形 2)	建筑规模、热水供应普及率、热负荷指标均随需求增加。电力生产方式得到改造,空置率下降至城镇 10%, 农村 20%; 热泵占比自然增长至 15%, 仍然存在燃气热水器和电热水器, 其它为太阳能热水器。
显著增长情形 (情形 3)	在情景 2 的基础上,热泵占比显著增长到 90%, 燃气热水器基本被取代, 城镇有少量电热水器,农村仍有少量太阳能热水器。

在显著增长情形下，2060 年生活热水潜在减排量为 1.95 亿吨/年，而热泵所带来的潜在减排量为 1.49 亿吨/年。

**表 10 中国节能协会供热减排潜力模型情形定义**

情形	定义
当前情形 (情形 1)	按照目前我国建筑规模、各类主要供热方式占比及电力放因子得到的碳排放量。
自然增长情形 (情形 2)	热泵规模自然增长, 2060 年热泵占比增长至城镇 209 农村 30%; 热电联产也得到一定普及, 燃气壁挂炉完全被取代; 供

	暖面积增加，建护结构和电力生产方式得到改造，耗热量指标下降，电力碳排放因子下降，管网输配效率更高；热泵 COP 随着技术进步而有所提高。
显著增长情形（情形 3）	在情景 2 的基础上，大力推动热泵技术在碳中和中用，热泵占比显著增长至城镇 40%、农村 90%。