



能效标准 — 支持信息

2019年9月

节能环保型冰箱



致谢

主要作者，包括联合国环境规划署的 Brian Holuj、劳伦斯伯克利国家实验室的 Won Young Park 和 Nihar Shah 以及自然资源保护委员会的 Noah Horowitz 和 Alex Hillbrand，并对以下外审专家所做的宝贵贡献表示感谢：

Rashid Ali Abdallah, 非洲能源委员会
Atef Marzouk, 非洲联盟委员会能源司
Tolga Apaydin, Arçelik A.Ş.
Jochen Härten, BSH 家用电器
Marcello Padilla, 智利能源部
Li Pengcheng, 中国标准化研究院
Marie Baton, CLASP
Naomi Wagura, CLASP
Philipp Munzinger, 德国国际合作机构
Miriam Frisch, 德国国际合作机构
Fred Ishugah, 东非可再生能源和效率精英中心
Michael Kiza, 东非可再生能源和效率精英中心
Charles Diarra, 西非经共体可再生能源和能源效率中心
Viktor Sundberg, 伊莱克斯
S.P. Garnaik, 能源效率服务有限公司
Han Wei, 中国能源基金会
Antoine Durand, 弗劳恩霍夫系统与创新研究所
Nora Steurer, 全球建筑与结构联盟
Miquel Pitarch, HEAT
Anett Matbadal, 独立顾问
James Wolf, 独立顾问
Frank Gao, 国际铜业协会
Hal Stillman, 国际铜业协会
Kerry Song, 国际铜业协会
Kevin Lane, 国际能源署
John Dulac, 国际能源署
Chiara Delmastro, 国际能源署
Sommai Phon-Amnuaisuk, 国际节能学会
Didier Coulomb, 国际节能学会
Gabrielle Dreyfus, 基加利制冷能效项目
Dae Hoon Kim, 韩国制冷空调评估中心
Hee Jeong Kang, 韩国制冷空调评估中心
Jinho Yoo, 韩国制冷空调评估中心

Jun Young Choi, 韩国检测实验室
Virginie Letschert, 劳伦斯伯克利国家实验室
Hyunho Choi, LG 电子
Juan Rosales, 玛贝家电
Fabio García, 拉丁美洲能源组织 (OLADE)
Jaime Guillén, 拉丁美洲能源组织 (OLADE)
Asad Mahmood, 巴基斯坦国家能源效率与保护局
Sara Ibrahim, 可再生能源和能源效率区域中心
Maged Mahmoud, 可再生能源和能源效率区域中心
Kudakwashe Ndhlukula, 可再生能源和能效南共中心
Eunsung Kwon, 三星电子
Yongsik Cho, 三星电子
Lin-Jie Huang, 三花控股集团
Li Jiong, 三花控股集团
Ousmane Sy, 塞内加尔工程师和制冷技术人员协会
Stephen Cowperthwaite, 英国环境、食品和农村事务部
Helena Rey De Assis, 环境署可持续旅游业 Madeleine Edl, 联合国环境署 能效联盟
Marco Duran, 联合国环境署 能效联盟
Patrick Blake, 联合国环境署能效联盟
Paul Kellett, 联合国环境署 能效联盟
Souhir Hammami, 联合国环境署 能效联盟
Eric Antwi-Agyei, 联合国环境署能效联盟-西非经共体冰箱和空调倡议人
Morris Kayitare, 联合国环境署能效联盟-卢旺达冷却倡议人
Toby Peters, 伯明翰大学
Paul Waide, Waide 怀德战略效率
Marco Spuri, 惠而浦
Ashok Sarkar, 世界银行组织
Omar Abdelaziz, 泽瓦尔科技城

前言

本文提供了关于节能和气候友好型制冷器具《能效标准指南》的理论依据，简要介绍了能源效率和制冷剂的范围，产品类别以及市场和政策趋势。有关测试和能耗测量的信息，《能效标准指南》参考了国际电工委员会标准（IEC）62552:2015。各国需要熟悉本标准或用于其监管体系的其他方法。

制冷器具在正常使用情况下会消耗大量电力，所以存在着巨大的机会来经济高效地提高能源效率，过渡到更低的全球变暖潜能值（GWP）的制冷剂。与低效产品相比，高能效制冷器具往往具有更好的绝热性，因此能够在电力不稳定的情况下保持温度。能源效率联盟（U4E）已针对 150 个发展中和新兴经济体制定了国家节能减排评估¹（截至 2019 年 9 月），如果这些国家采用了《能效标准指南》，则将节省年度电力消耗，减少温室气体排放，并为消费者节省电力费用。如果样本区域中的所有国家都采用符合最低要求的能效和制冷剂，下表摘自评估报告，举例说明了在 2030 年预计的年影响，通过查看完整国家节能减排评估报告，可以了解除以下简化清单之外的其他国家的各种组合。

根据最低减排目标(MEPS)方案，从 2030 年开始每年的预计节省				
地区	电力 (太瓦时)	发电厂 (每个 500MW)	CO2 (百万吨)	电费 (百万美元)
中美洲	5.9	3	3.5	478.3
非洲	11.3	5	7.8	910.2
东南亚	9.1	4	6.2	979.9
西亚	7.4	3	6.5	604.8

¹ 国家节能减排评估详见 <https://united4efficiency.org/countries/country-assessments>

免责声明

本出版物中使用的名称和材料的表示方式并不表示联合国环境规划署对任何国家、地区、城市或其当局地区的法律地位或相关划定边界的任何观点的表达。此外，所表达的观点不一定代表联合国环境规划署的决定或既定政策，对商品名或商业程序的引用也不构成背书。

本出版物中包含的信息如有更改，恕不另行通知。尽管作者试图确保信息来源的可靠性，但联合国环境规划署对任何错误或遗漏，或使用该信息所造成的后果概不负责，所有信息均以原有基础提供，不对所包含内容的完整性、准确性、及时性或使用该信息所造成的后果提供任何明示或暗示的保证，包括但不限于性能、适销性和特定用途适用性的保证。

联合国环境规划署、其相关公司、贡献者或合作伙伴、代理商或其各自的员工在任何情况下均不对您或其他人任何与本文所提供信息有关的行为承担责任。即使知晓有可能出现损害，本免责声明适用于任何损害赔偿或责任，联合国环境规划署在任何情况下均不对您承担任何间接性、后果性、示范性、附带或惩罚性的损害，包括利润损失。

如需更多信息，请联系：

联合国环境规划署-能源效率联盟

法国巴黎 Rue Miollis 1 号，7 号楼，能源、气候和技术分部，75015

电话：+33(0)1 44 37 14 50

传真：+33(0)1 44 37 14 74

电子邮件：u4e@un.org

<http://united4efficiency.org/>

目 录

致谢.....	i
前言.....	ii
免责声明.....	iii
1. 能效标准的范围和产品类别.....	1
2. 制冷器具能耗和能效要求的趋势.....	2
3. 能源效率准入值：能效标准的基准和级别.....	4
4. 节能制冷器具的认可.....	9
参考文献.....	13
附录 1 制冷器具的产品种类	15

附表目录

表 1: 制冷器具能效标准中用于定义产品类别的参数..... 1

表 2: 《能效标准指南》与部分标准的比较-冷藏箱..... 5

表 3: 《能效标准指南》与部分标准的比较-冷藏冷冻箱..... 6

表 4: 《能效标准指南》与部分标准的比较-冰冻柜..... 7

表 5: 某些经济体中的制冷器具产品种类..... 15

表 6: 欧盟新规基于隔室的分类方法..... 15

表 7: 美国、加拿大和墨西哥制冷器具的产品种类..... 16

附图目录

图 1: 新型冷藏冷冻箱组合的标准化平均单位能耗..... 3

图 2: 印度无霜冰箱的年能耗要求..... 4

图 3: 冷藏冷冻箱（25° C）的最大能耗要求比较..... 8

图 4: 冷藏箱（25° C）的最大能耗要求比较..... 9

图 5: 印度无霜产品的能效等级..... 10

图 6: 印度直冷冰箱的能效等级..... 10

图 7 在欧盟销售冰箱的实际（2010-2016）和预计能效等级（2017-2030）分布..... 11

图 8: 冰箱的能耗和实际价格趋势 - 美国..... 12

图 9: 冰箱能耗和实际价格趋势 - 澳大利亚..... 12

首字母缩写表

AD	自动除霜
AEC _{max}	年最大耗电量
AHAM	美国家电制造商协会
ANSI	美国国家标准协会
AV	调整容积
BEE	能源效率局
CA	加利福尼亚
comp	隔室
DOE	美国能源部
ED	生态设计
EL	能源标识
EU	欧盟
FR	冰柜
GWP	全球变暖潜值
HC	碳氢化合物
IEC	国际电工技术委员会
ISO	国际标准化组织
LBNL	劳伦斯伯克利国家实验室
MD	手动除霜
MEPS	最低能效标准
NAECA	家用电器能源节约法案
PAD	半自动除霜
RE	冷藏箱
RE-FR	冷藏冷冻箱
S&L	标准和标识
TDID	带分配装置的制冰机
U.S.	美国
U4E	能源效率联盟

1. 能效标准指南的范围和产品类别

能源效率标准和标识（S&L）是基于测试标准获得的能耗值。尽管各国之间衡量冰箱能耗的标准大致相似，但许多因素可能导致各国之间的能耗值（例如瓦时/天或千瓦时/年）有所不同，尤其是由于周围环境温度、隔室的内部温度以及测试程序中的其他功能的规范不同。因此，制冷器具的产品类别根据市场特征和法规监管而变化，测试条件和/或测试结果使用的不同会导致不同的能耗值，这使得跨区域贸易比较变得困难。

表 1 列出了制冷器具能效标准中考虑的关键参数。附录 1 中的表 5、6、7 显示了区域标准中定义的产品类别的示例。美国（U.S.）使用 18 种产品类别，欧盟（EU）目前使用 10 种产品类别，其他国家通常使用类似的多样化产品系列。但在撰写本文时，欧盟正在修订标准，并且不会包含这些类别。改进的方法对那些正在考虑实施《能效标准指南》的国家来说是一个合适的时机。因此，最大能耗按照制冷器具的三大类产品提出要求，这些产品类型可以根据特定国家或地区的市场特征和法规监管进行调整。

表 1：制冷器具能效标准中用于定义产品类别的参数

结构或类型		气候分类	内置或独立	除霜	制冰	尺寸
冰箱	仅限冰箱，带冷冻室的冰箱	亚热带（ST） 热带（T） 亚温带（SN） 温带（N）	独立式 内置式	手动 自动 半自动	带分配装置的制冰机	例如，调整后的体积小于 300 L 的产品类别
冷藏冷冻箱	顶部、底部或侧面安装的冷冻箱					
冰柜	卧式（水平的） 立式（垂直的）					
按隔室*						

*新欧盟标准中的能耗要求是基于各个隔室。

各国的制冷器具通常采用以下三种标准。许多国家采用或参考标准 IEC 62552，例如巴西、中国、欧盟（2009 年法规）、南韩和南非曾/已基于标准 IEC 62552:2007，使用 25°C 的环境温度。最近修订了标准 IEC 62552:2015 以统一国际住宅制冷测试和能效指标，中国、中国台北、欧盟（正在修订）、印度尼西亚、肯尼亚、马来西亚和泰国已经或计划采用标准 IEC 62552，该标准可测量基于 16°C 和 32°C 环境温度下的能耗，修订了有关制冷器具可能出现的实际能效信息。

澳大利亚和新西兰使用统一的测试标准 AS/NZS 4474:2018，该标准基于 32°C 的环境温度制定最低能效标准（MEPS），基于 22°C 的环境温度制定标识。印度的测试标准与先前基于 32°C 的环境温度的标准 AS/NZS 4474.1 保持一致。

加拿大、墨西哥和美国的标准是基于美国国家标准协会/家电制造商协会（ANSI/AHAM）的测试标准。该测试标准基于 32.2°C（90°F）的环境温度，以考虑开门以及温热食物的余热对能耗的影响。

家用制冷器具通常设计处于 16°C 或更高的环境温度，但某些器具实际处于较低或较高温度的环境。基于 32°C 和 24°C（或 25°C）的标准与许多现有的区域标准一致，制冷器具的功耗在 16°C 至 32°C 之间不会呈线性增加（详细信息请参阅 Harrington 2015）。制冷器具在 25°C 下的实际性能，相比于 25°C 的性能更接近 24°C 时的性能（通过在 16°C 和 32°C 下测得的性能进行线性插值）。尽管 0.5 和 0.5 是 24°C 的修正系数，但其更好地代表了 25°C 时的实际性能。因此，《能效标准指南》的参考温度为 24°C（性能由 16°C 和 32°C 的实测性能决定），与欧盟标准草案保持一致。

2. 制冷器具能耗和能效要求的趋势

2012 年，据估计全球约有 14 亿台冷藏和冷冻器具在使用，平均每台每年耗电 450 千瓦时（Barthel and Götz, 2012）。在主要经济体中，家用冰箱的平均每台能耗在降低（图 1），实现了每年低于 400 千瓦时（IEA 4E, 2014）。非洲市场的一项研究表明，一台标准的冷藏冷冻箱（净容积为 280L）每年消耗 700 千瓦时，然后通过规定适当的最低能效标准将改善到每年消耗 350-450 千瓦时或更低（U4E, 2017），《能效标准指南》实施后能耗将会更低。例如，与 2010-2011 年相比，印度在 2016-2019 年期间对无霜冰箱的能耗要求严格了约 60%（图 2）。2018 年，墨西哥宣布修订后的制冷器具标准，与加拿大和美国现行标准保持一致，与早期版本（墨西哥国家能源有效利用委员会 2018）相比，预计可降低 35% 的能耗。这次修订将分三年实施：2018 年针对容量大于等于 550L 的产品；2019 年针对容量大于等于 400L 小于 550L；2020 年针对容量小于 400L 的产品。

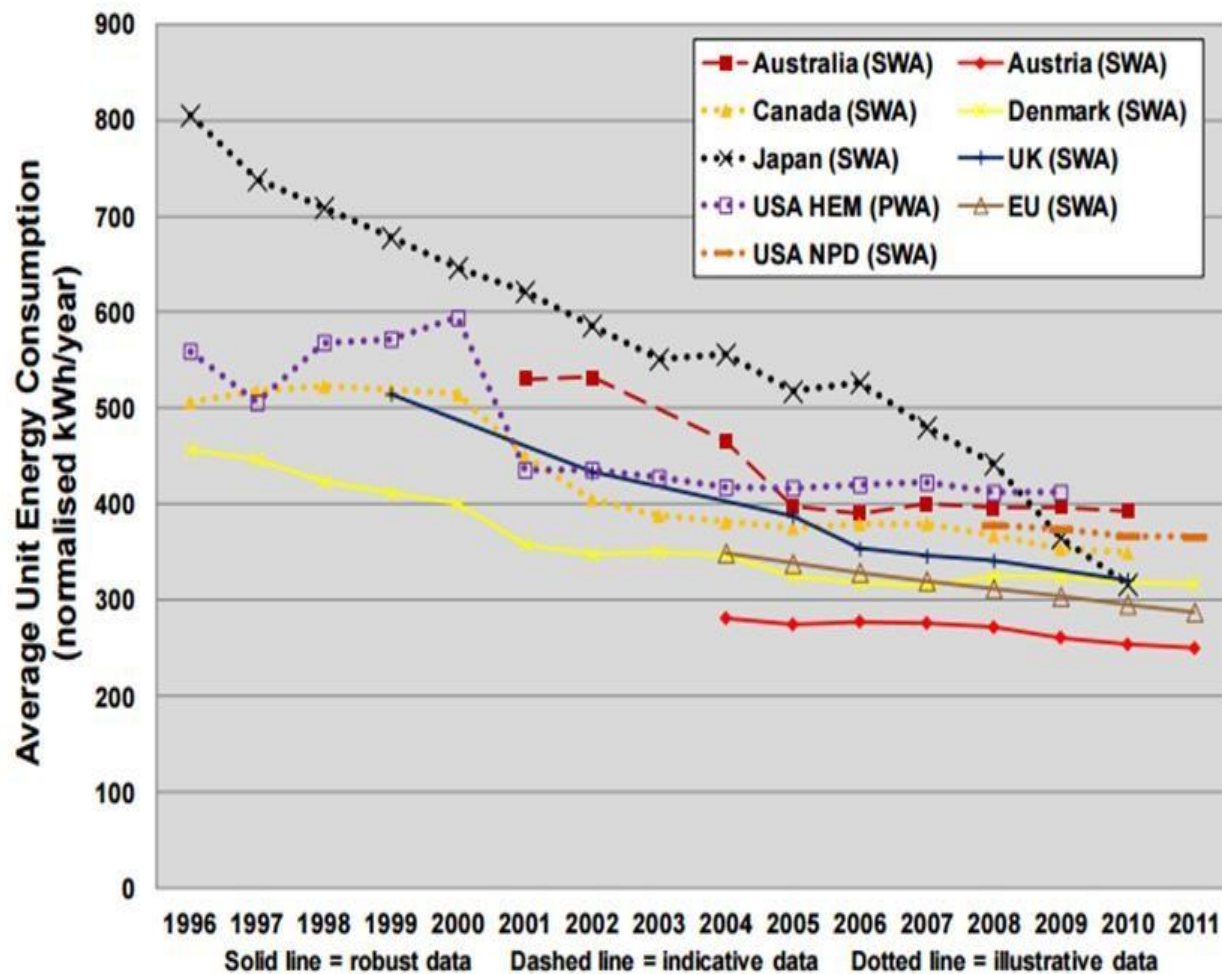


图 1：新型冷藏冷冻箱组合的标准化平均单位能耗

SWA：销售加权平均值；PWA：产品加权平均值；USA HEM：数据来自家庭能源杂志；USA NPD：数据来自 NPD 集团零售跟踪服务

资料来源：国际能源署—节能终端设备（IEA 4E）2014

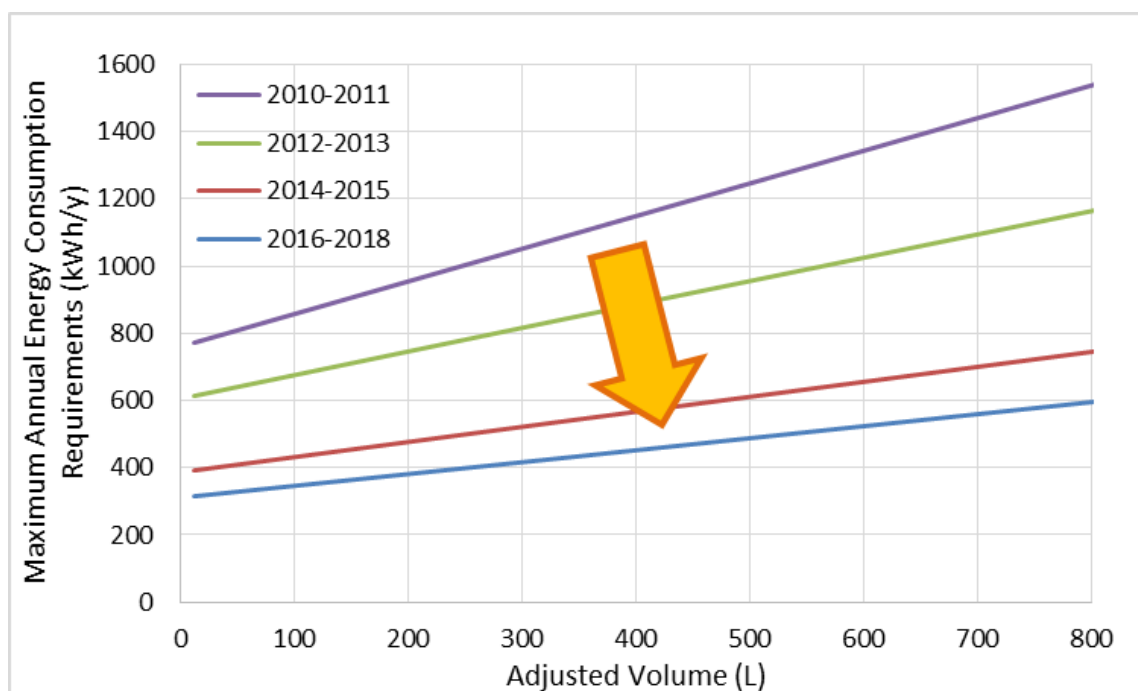


图 2：印度无霜冰箱的年能耗要求

资料来源：能源效率局（2015）

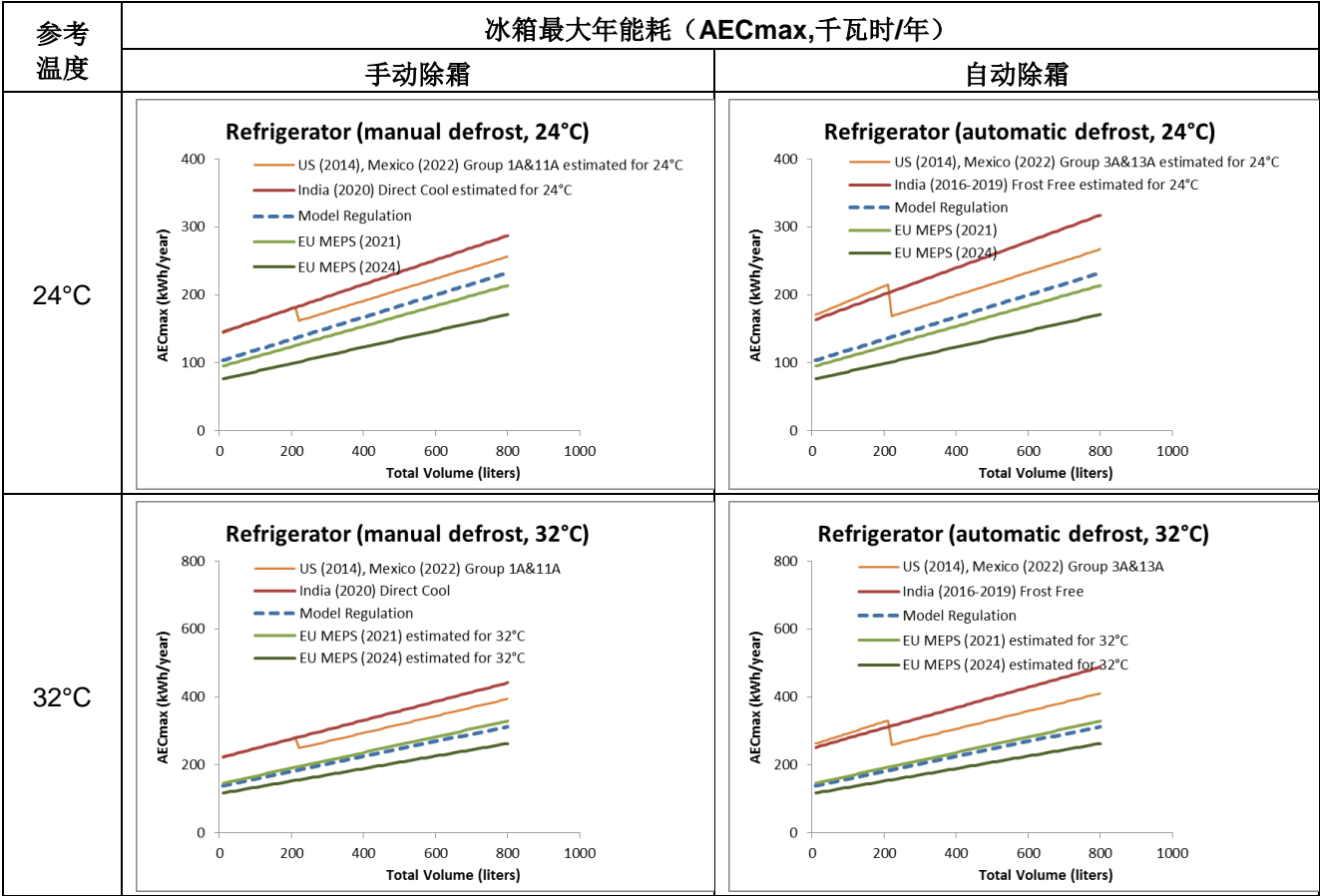
能源使用要求通常由单个产品的调整体积、环境温度、相关隔室的温度等来确定。现有标准间的要求不能直接比较，因为不同标准基于不同的方法和参数，从而导致这些产品监管方式复杂多样。

3. 能源效率准入值：能效标准指南的基准和级别

设定的要求需要与具有强有力政策的主要新兴经济体的预期市场过渡相一致，也可向把《能效标准指南》作为目标市场销售产品的制造商提供重要的政策信号：那些已过时的、实施不足的或没有强制性的最低能效标准和标识。一组通用或可比较的标准要求将帮助制造商提供可以更广泛销售的产品，以形成更大的规模经济从而推广高能效方案。把向更高效过渡与向更低全球变暖潜能过渡的制冷剂相结合，使制冷行业在重新设计器具和重新装配生产线中发挥协同作用，同时寻求这两个机会。表 2、3 和 4 展示了《能效标准指南》中参考温度为 24°C 和 32°C 的选定标准的说明性比较。

表 2：《能效标准指南》与部分标准的比较-冷藏箱

表 2：《能效标准指南》与部分标准的比较-冷藏箱¹

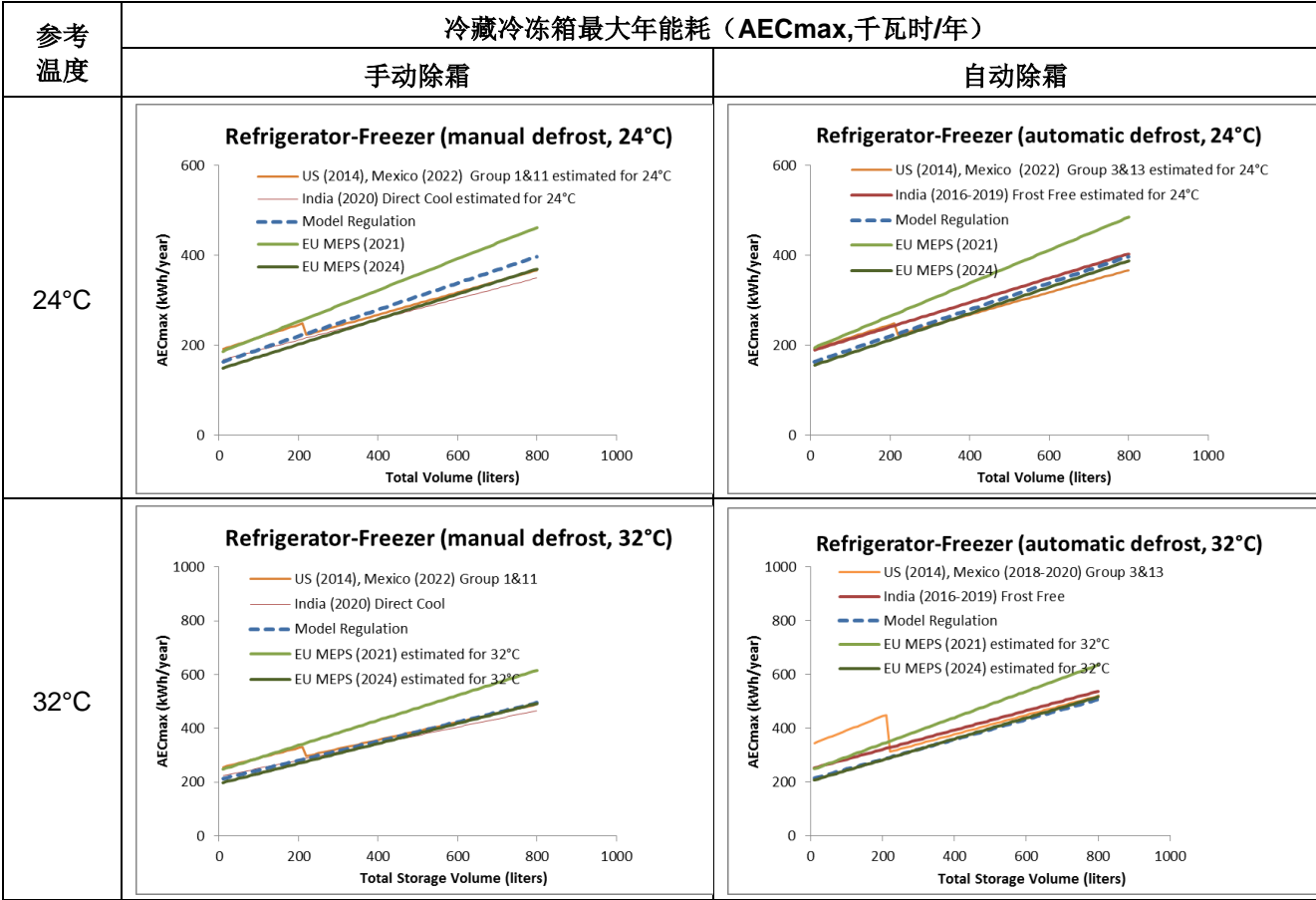


注释：

1. 根据印度和墨西哥的标准，冰箱在 24°C 时的能耗要比 32°C 时的能耗低 35%；根据欧盟的标准，冰箱在 32°C 时的能耗要比 24°C 时的能耗高 35%。
2. 基于只有保鲜室的冰箱。

¹ . 美国标准对 220 L 以下的产品有不同的要求

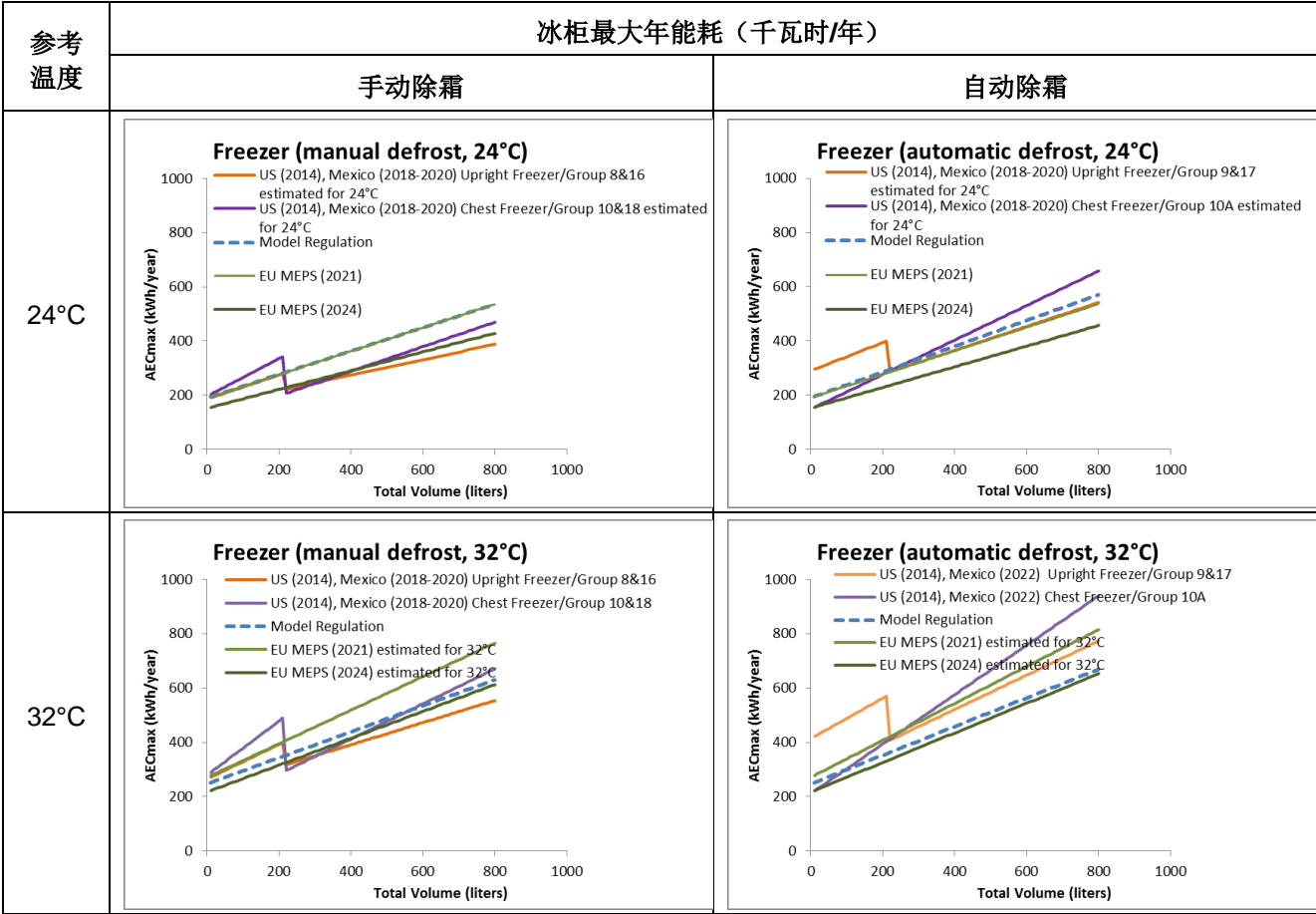
表 3：《能效标准指南》与部分标准的比较-冷藏冷冻箱



注释：

1. 根据印度和墨西哥的标准，冷藏冷冻箱在 24°C 时的能耗要比 32°C 时的能耗低 25%；根据欧盟的标准，冷藏冷冻箱在 32°C 时的能耗要比 24°C 时的能耗高 25%。
2. 基于保鲜室的容积占总容积的 70%的双门无霜冰箱。

表 4：《能效标准指南》与部分标准的比较-冰冻柜



注释：

1. 根据印度和墨西哥的标准，冰柜在 24°C 时的能耗要比 32°C 时的能耗低 30%；根据欧盟的标准，冰柜在 32°C 时的能耗要比 24°C 时的能耗大 20%。
2. 根据美国标准，卧式冰柜的能耗无因次校正系数为 0.7，而立式冰柜的为 0.85，这些校正因子在比较中应用。
3. 由于自动除霜比手动除霜的冰柜耗能更大，因此《能效标准指南》进一步将要求与自动除霜类型的相符合。

图 3 和图 4 比较了几个经济体中冰箱和冷藏冷冻箱的最大能耗要求，显示出与上述结果相似的趋势，例如一个标准的冷藏冷冻箱（净容积为 300 L）依据最低能效标准要求，允许每年消耗 240–640 度电。《能效标准指南》的要求与当前美国和欧盟草拟的标准要求相似。《能效标准指南》将在许多国家/地区都具有成本效益，主要是因为美国和欧盟依据普适稳健的技术和经济分析确定了这些标准要求，而他们是能够广泛影响此类产品的成本和可行性的巨大市场。

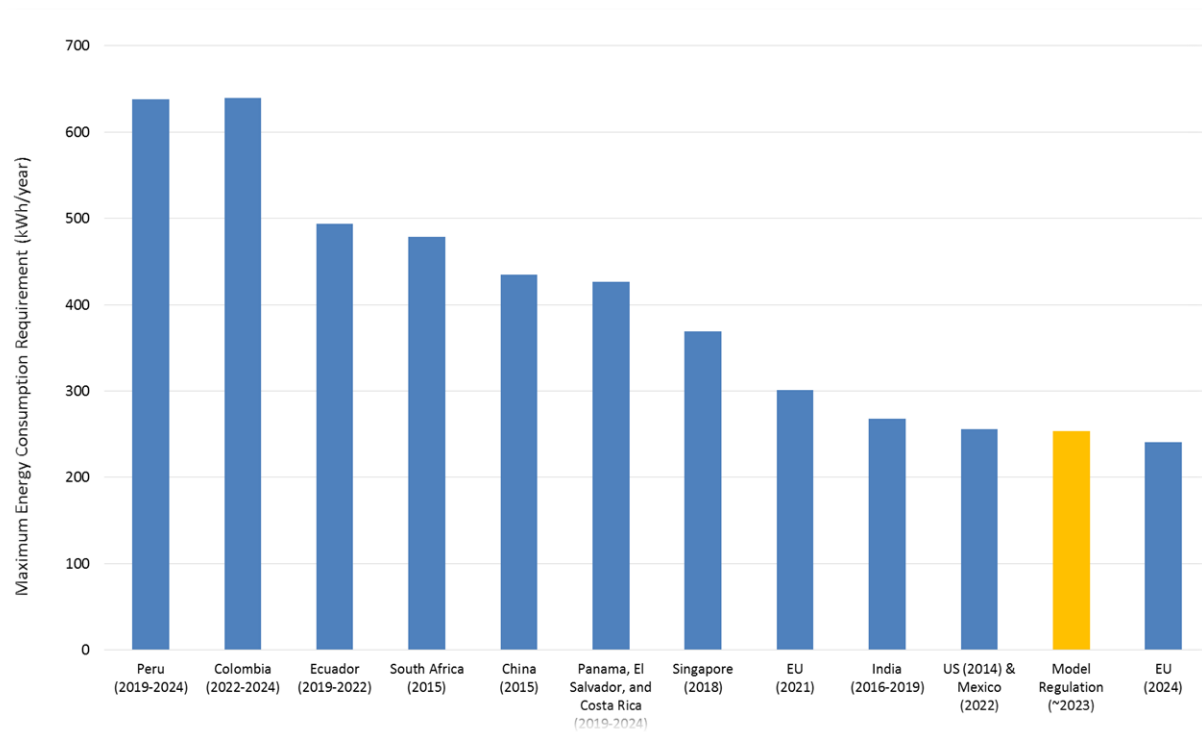


图 3：冷藏冷冻箱（25° C）的最大能耗要求比较

资料来源：美国劳伦斯伯克利国家实验室（LBNL）分析

注释：

1. 根据哥伦比亚、巴拿马、萨尔瓦多、哥斯达黎加、印度、墨西哥、新加坡和美国的标准，冷藏冷冻箱在 25°C 时的能耗要比在 32°C 时的能耗低 25%；根据欧盟的标准，冷藏冷冻箱在 32°C 时的能耗要比 25°C 时的能耗高 25%。南非的能耗要求相当于目前欧盟的 B 等级。
2. 印度、美国/墨西哥等其他国家的最大能耗要求分别针对标准中定义的无霜型冷藏冷冻箱和具有顶装式冷冻箱不带自动制冰机自动除霜型冷藏冷冻箱。
3. 该比较是基于容量为 300 L，冷冻室占总容量 30% 的双门无霜冷藏冷冻箱的计算得出的。

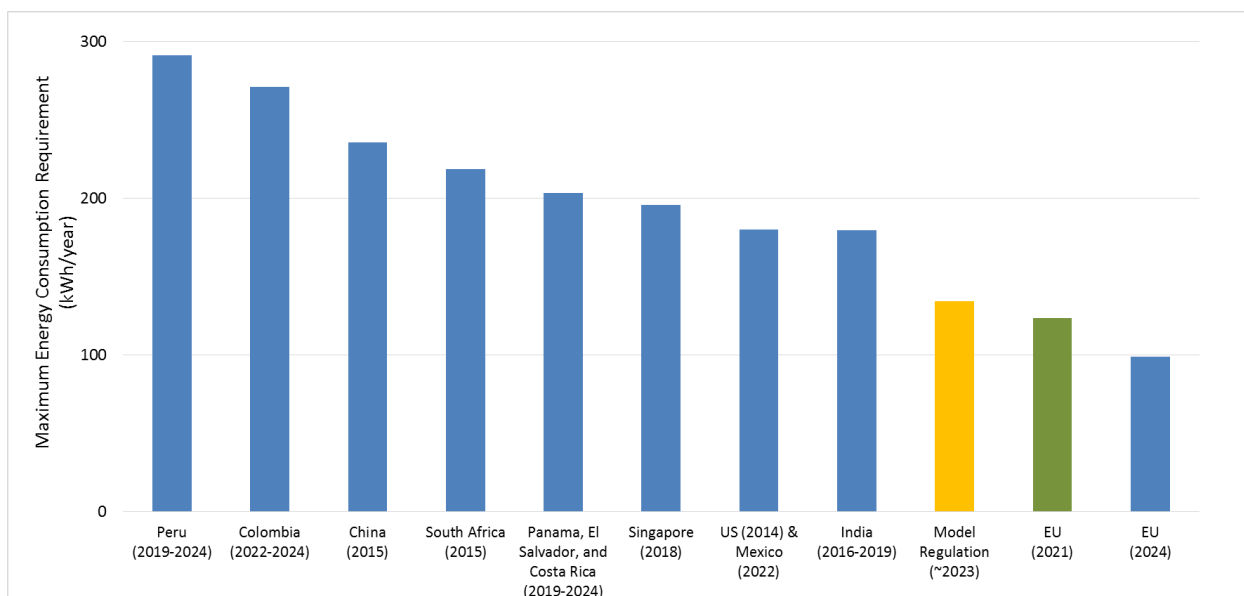


图 4：冷藏箱（25° C）的最大能耗要求比较

资料来源：美国劳伦斯伯克利国家实验室分析

- 根据哥伦比亚、巴拿马、萨尔瓦多、哥斯达黎加、印度、墨西哥、新加坡和美国的标准，冰箱（主要是小型产品）在 25°C 时的能耗要比 32°C 时的能耗低 35%。；根据欧盟的标准，冰箱在 32°C 时的能耗要比 25°C 时的能耗高 35%。南非的能耗要求相当于目前欧盟的 B 等级。
- 印度、美国/墨西哥等其他国家的最大能耗要求分别针对标准中定义的小型直冷冰箱（手动除霜）和不带冷冻室的冰箱。
- 该比较是基于容积为 200 L 的单门冰箱的计算得出的。

IEC 62552:2015 明确了特定辅助装置（环境控制的防凝露加热器和自动制冰机）的装载能效和能耗的测试方法，一些地区标准增加了装载能效和/或辅助能耗来规定每年最大能耗要求，例如欧盟法规草案增加了具有环境控制的防凝露加热器的制冷器具的辅助能耗。装载能效的一种衡量标准是实际估算用户交互所产生的能耗（例如需要多少额外的能量去除用户交互带来的热量，如门的打开以及对温热食物和饮料的冷却中）。例如澳大利亚在计算 24°C 下用于能源标识的装载能效是基于 32°C 和 16°C 下测得的装载能效（自 2021 年起生效）。（Harrington, 2018）

大多数制冷器具的能效标准都聚焦在一个环境温度下的能耗，而很少关注任何环境温度下的装载能效或其他环境温度下的能耗（Harrington, 2015），这些新的能耗测量结果会鼓励制造商在实际条件下优化其产品的能效，但可能会增加合规成本，所以实施这些能耗测量的好处值得进一步探索和讨论。

4. 节能制冷器具的认可

《能效标准指南》中的高能效水平是低能效水平（即最大能耗）的 1.5 倍，相当于或低于当前最好技术达到的能效水平。例如，在印度 315 种无霜冰箱型号（200-620L）中有 54 种预计能够符合《能效标准指南》的高效能要求（图 5）；在印度 366 种直冷冰箱型号（40-260 L）中只有少数预计能够满足《能效标准指南》的高效能要求（图 6）。

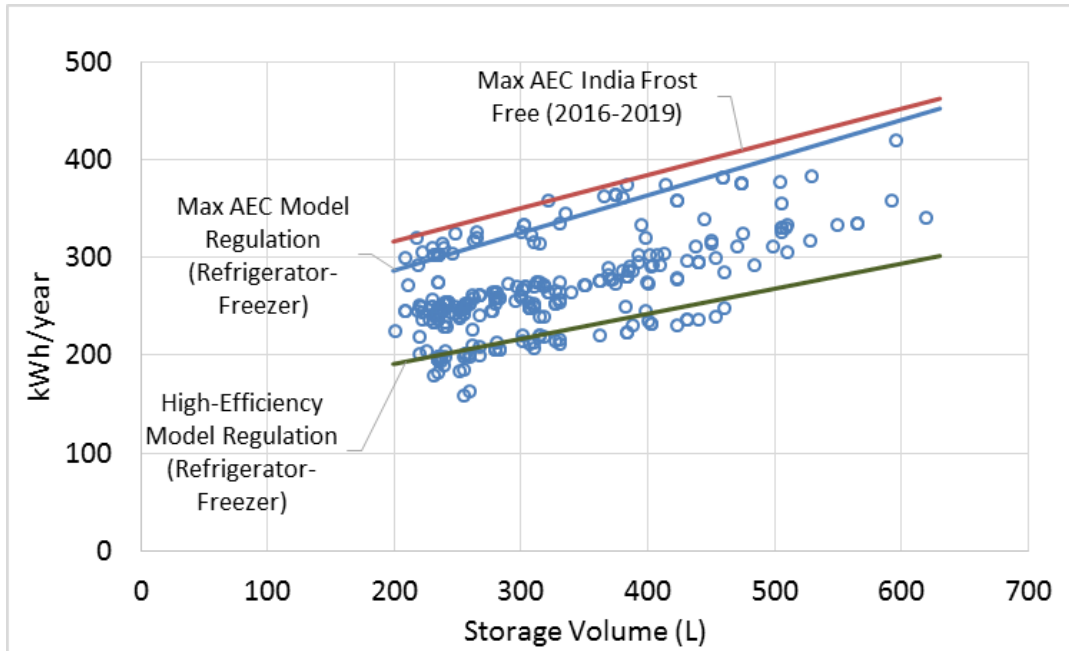


图 5：印度无霜产品的能效等级

资料来源：根据能源效率局（BEE）数据库整理得出

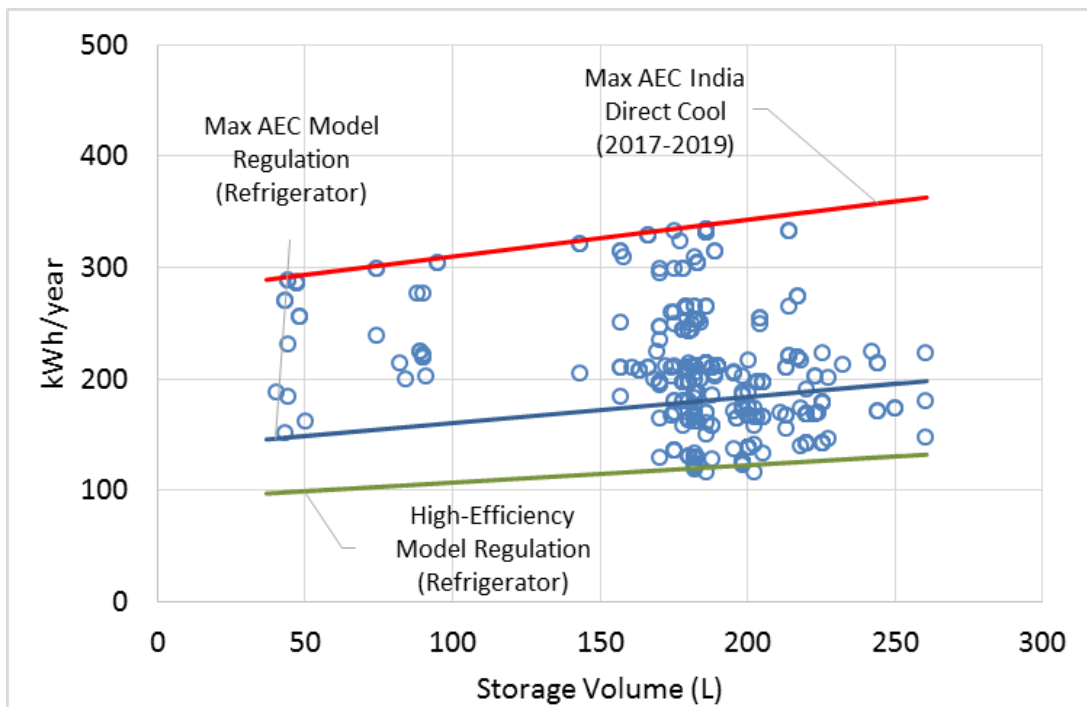


图 6：印度直冷冰箱的能效等级

资料来源：根据能源效率局数据库整理得出

据估计，欧盟 32 种最高效能（A+++）的单门冰箱型号中有 25 种符合《能效标准指南》中的高效能要求，而 55 种最高效能的双门冷藏冷冻箱型号中有 25 种符合这些要求，所有最高效能的冰冻柜型号（共 71 种）都符合《能效标准指南》中的高效能要求。

全球已经有超过 5 亿台家用冰箱使用低全球变暖潜值的碳氢化合物（HCs）作为制冷剂（联合国环境规划署，2015），这使压缩机的运行与传统制冷剂相比更加节能。使用这种低全球变暖潜值制冷剂的高效制冷器具如今已在市场上销售，全球市场份额不断增加。

R-600a（HC-600a）是欧洲家用冰箱和冰柜的标准制冷剂。Topten EU（2018）和欧盟（2019）表示，欧盟地区制冷器具的平均能效在 2004-2015 年间提高了 37%，自 2012 年来几乎所有产品都被评为 A+或更高等级（图 7），欧盟法规将恢复为 A–G 等级，因此在现有和将来的标识之间需要一个的调节机制，新的 G 级可以与当前的 A+级相当甚至更高。

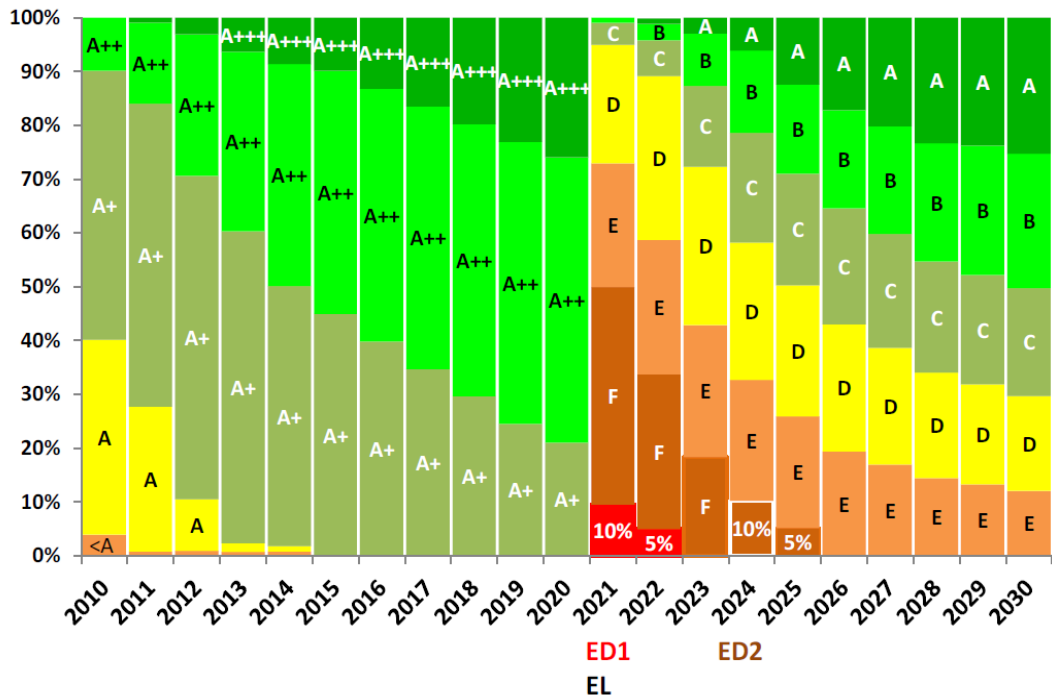


图 7 在欧盟销售冰箱的实际（2010–2016）和预计能效等级（2017–2030）分布
资料来源：欧盟（EU） 2019
备注：

新欧盟的能源标识（EL）和生态设计（ED）要求将从 2021 年启用，从 2024 年起，对生态设计的要求也将提高。到 2021 年，G 能效等级的所占比例预计为 10%，到 2022 年实现 5%。到 2024 年，F 能效等级的所占比例预计为 10%，并且 2025 年实现 5%。

几项研究表明，尽管总体能效水平不断提升，家用电器的实际价格仍在继续下降，如 Van Buskirk 等（2014）发现包括冰箱在内家电标准的引入和更新与购买价格的长期上涨以及标准实行后生命周期成本的加速下降无关，图 8 和图 9 显示了美国和澳大利亚冰箱的能耗和实际价格的趋势。

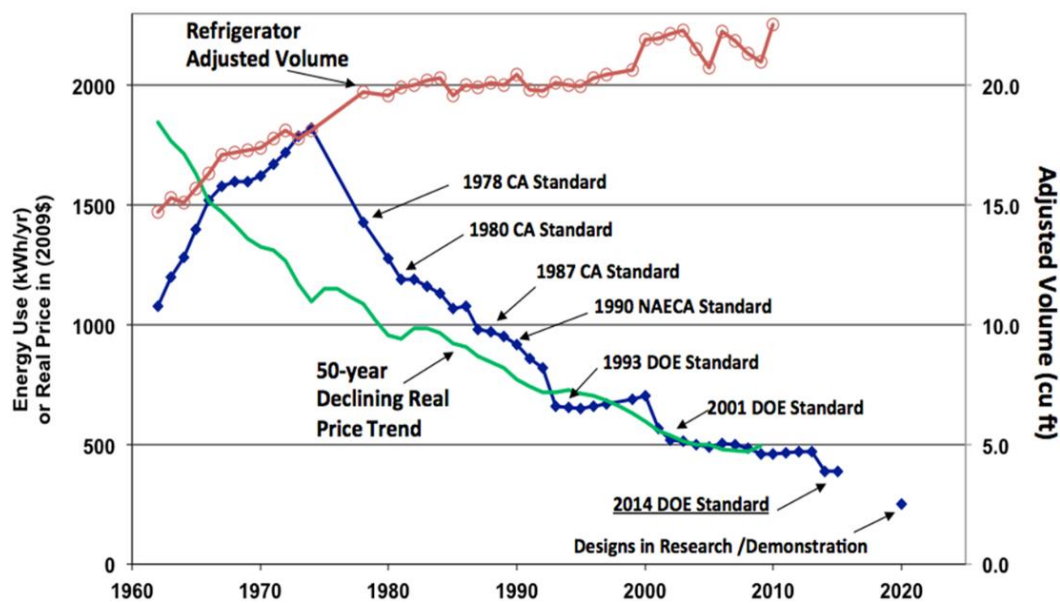


图 8：冰箱的能耗和实际价格趋势 - 美国

资料来源：劳伦斯伯克利国家实验室

CA：加利福尼亚；DOE：美国能源部；NAECA：美国家用电器能源节约法案

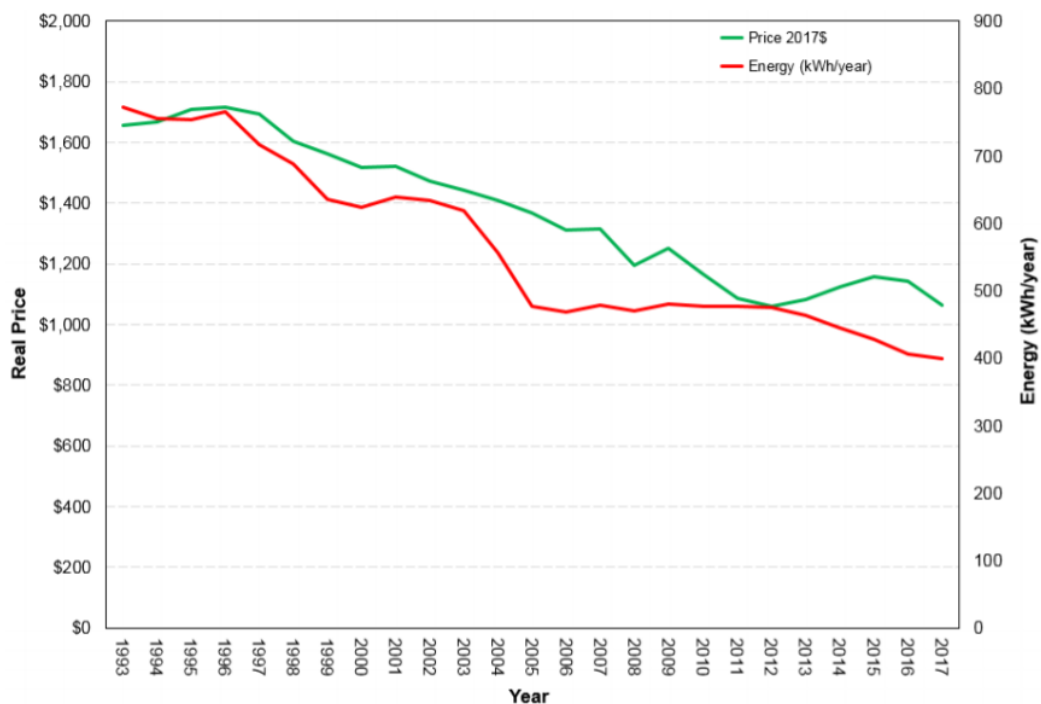


图 9：冰箱能耗和实际价格趋势 - 澳大利亚

资料来源：澳洲联邦环境与能源部 2017 年

参考文献

- Bureau of Energy Efficiency. (2015). Schedule – 1 Frost Free (No-Frost) Refrigerator. Revision No. 4, December 17, 2015. India.
- Barthel, C., and Götz, T. (2012). *The Overall Worldwide Saving Potential from Domestic Refrigerators and Freezers with Results Detailed for 11 World Regions*. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy.
http://www.bigee.net/media/filer_public/2012/12/04/bigee_doc_2_refrigerators_freezers_worldwide_potential_20121130.pdf.
- Commonwealth of Australia, Department of the Environment and Energy (2017). *Decision Regulation Impact Statement – Household Refrigerators and Freezers*. A joint initiative of Australian, State and Territory and New Zealand Governments.
<http://www.energyrating.gov.au/sites/new.energyrating/files/documents/Decision-RIS-Household-Refrigerators-Freezers.pdf>.
- European Union (2019). Commission Delegated Regulation (EU) .../... of 11.3.2019 supplementing Regulation (EU) 2017/1369 of the European Parliament and of the Council with regard to energy labelling of refrigerating appliances and repealing Commission Delegated Regulation (EU) No 1060/2010.
- Harrington, L. (2018). *Household Refrigerators: Energy Modelling Methodology for MEPS 2021 Compliance*. <http://energyrating.gov.au/document/technical-paper-household-refrigerators-energy-modelling-methodology-meps-2021-compliance>.
- Harrington, L. (2015). *Household Refrigeration Appliances: New Star Rating Algorithm Proposal for the IEC Test Method – Development of a New Star Rating System for Household Refrigerators and Freezers in Australia and New Zealand Using Test Method IEC62552-3*. <http://energyrating.gov.au/document/report-household-refrigeration-appliances-new-star-rating-algorithm-proposal-iec-test>.
- International Energy Agency–Energy Efficient End-Use Equipment (2014). *Mapping and Benchmarking for Domestic Refrigerated Appliances*.
- Mexico National Commission for the Efficient Use of Energy (2018). *Mejora en 35 per cent la Eficiencia de los Refrigeradores Domésticos en México*. 2 July.
<https://www.gob.mx/conuee/articulos/mejora-en-35-la-eficiencia-de-los-refrigeradores-domesticos-en-mexico>. Accessed on 16 July 2019.
- Topten EU (2018). *Household Refrigerators and Freezers: Recommendations for Policy Design*.
http://www.topten.eu/uploads/File/20180124_Domestic_refrigeration_PolicyRecommendations.pdf
- United for Efficiency and the Global Environment Facility (2017). *Accelerating the Global Adoption of Climate-Friendly and Energy-Efficient Refrigerators*.
<https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2017/11/U4E-RefrigerationGuide-201801-Final-R1-1.pdf>.

United Nations Environment Programme (2015). *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Report of the UNEP Technology and Economic Assessment*. Nairobi.

http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-27/presession/Background_documents_available_in_english_only/TEAP_Task-Force-XXVI-9_Update-Report_September-2015.pdf.

Van Buskirk, R.D., Kantner, C.L.S., Gerke, B.F., and Chu, S. (2014). "A Retrospective Investigation of Energy Efficiency Standards: Policies May Have Accelerated Long Term Declines in Appliance Costs." *Environmental Research Letters* 9 (114010).
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/11/114010/pdf>.

附录 1 制冷器具的产品种类

表 5：某些经济体中的制冷器具产品种类

印度	新加坡	南韩	欧盟（旧）和一些亚洲、非洲和拉丁美洲国家	澳大利亚、新西兰
1. 直冷式冷藏箱 2. 无霜冷藏箱	1. 冷藏箱 不带冷冻箱 (AV≤900L) 2. 冷藏箱 带冷冻箱 (AV≤300L) 3. 冷藏箱 带冷冻箱 (300L<AV≤900L) 4. 冷藏箱带冷冻箱带制冰功能 (AV≤900L)	1. 冷藏箱 2. 冷冻冷藏箱 (AV<500L) 3. 冷冻冷藏箱 (500L≤AV<1000L 不能制冰) 4. 冷冻冷藏箱 (500L≤AV<1000L 能制冰) 5. 冷冻冷藏箱 (AV≥1000L 不能制冰) 6. 冷冻冷藏箱 (AV≥1000L 能制冰) 仅冷冻柜类型不包括	1. 冷藏箱带一个或多个新鲜食物隔室 2. 冷藏箱-酒柜, 酒柜, 和 带一个 0 星隔室的酒柜 3. 冷藏箱-冷水机组和带一个 0 星隔室的冷藏箱 4. 1 星冷藏箱 5. 2 星冷藏箱 6. 3 星冷藏箱 7. 冷冻冷藏箱 8. 立式冷冻柜 9. 卧式冷冻柜 10. 多功能及其他制冷器具	1. 不带低温隔室冷藏箱, 自动除霜 2. 带或不带制冰室冷藏箱, 手动除霜 (酒吧冷藏箱) 3. 带或不带制冰室冷藏箱, 带短期冷冻食品隔室 4. 冷冻冷藏箱, 自动除霜冷藏箱, 手动除霜冷冻箱 5B. 冷冻冷藏箱, 自动除霜, 落地冷冻柜 5S. 冷冻冷藏箱, 自动除霜, 排列组合 5T. 冷冻冷藏箱, 自动除霜, 顶置冷冻柜 6C. 卧式冷冻柜, 所有除霜类型 6U. 立式式冷冻柜, 手动除霜 7. 立式式冷冻柜, 自动除霜

AD: 自动除霜 AV 调整容积 comp: 隔室 FR: 冰柜 MD: 手动除霜 RE: 冷藏箱 RE-FR: 冷藏冷冻箱
TDID: 分配式制冰功能

表 6：欧盟新规基于隔室的分类方法

隔室种类	模型参数	校正因素		
食品室	<ul style="list-style-type: none"> 调整容积系数 冷藏冷冻组合系数 r 能耗参数 	<ul style="list-style-type: none"> 手动除霜 自动除霜 	<ul style="list-style-type: none"> 独立式 嵌入式 	<ul style="list-style-type: none"> 门或隔室的数量, 以少数为准
红酒贮藏室				
酒窖				
保鲜室				
冷藏室				
0 星&制冰				
1 星				
2 星				
3 星				
冷冻室（4 星）				

表 7：美国、加拿大和墨西哥制冷器具的产品种类

美国、加拿大和墨西哥（表格的中文部分调整了字号使得中英文对齐）	
1	冷冻冷藏箱 和 冷藏箱除手动除霜
1A	冷藏箱—手动除霜
2	冷冻冷藏箱-半自动除霜
3	自动除霜冷冻冷藏箱-带顶置冷冻柜-不带自动制冰机
3-BI	嵌入式自动除霜冷冻冷藏箱-带顶置冷冻柜-不带自动制冰机
3I	自动除霜冷冻冷藏箱-带顶置冷冻柜-带自动制冰机 不带开门制冰功能
3I-BI	嵌入式自动除霜冷冻冷藏箱-带顶置冷冻柜-不带自动制冰机-不带开门制冰功能
3A	冷藏箱-自动除霜
3A-BI	嵌入式自动除霜冷藏箱
4	自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱侧置-不带自动制冰机
4-BI	嵌入式自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱侧置-不带自动制冰机
4I	自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱侧置-带自动制冰机-不带开门制冰功能
4I-BI	嵌入式自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱侧置-带自动制冰机-不带开门制冰功能
5	自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱底置-不带自动制冰机
5-BI	嵌入式自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱底置-不带自动制冰机
5I	自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱底置-带自动制冰机-不带开门制冰功能
5I-BI	嵌入式自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱底置-带自动制冰机-不带开门制冰功能
5A	自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱底置-带开门制冰功能
5A-BI	嵌入式自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱底置-带开门制冰功能
6	自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱顶置-带开门制冰功能
7	自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱侧置-带开门制冰功能
7-BI	嵌入式自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱侧置-带开门制冰功能
8	立式冷冻柜-手动除霜
9	自动除霜立式冷冻柜带自动制冰机
9I	立式自动除霜冷冻柜-带自动制冰机
9-BI	立式嵌入式自动除霜冷冻柜-不带自动制冰机
9I-BI	立式嵌入式自动除霜冷冻柜-带自动制冰机
10	卧式冷冻柜和除紧凑型冷冻柜的其它冷冻柜
10A	自动除霜卧式冷冻柜
11	紧凑型冷冻冷藏箱和除手动除霜外的冷藏箱
11A	紧凑型冷藏箱-手动除霜
12	紧凑型冷冻冷藏箱-半自动除霜
13	紧凑型自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱顶置
13I	紧凑型自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱顶置-带制冰机
13A	紧凑型冷藏箱-自动除霜
14	紧凑型自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱侧置
14I	紧凑型自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱侧置-带自动制冰机
15	紧凑型自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱底置
15I	紧凑型自动除霜冷冻冷藏箱-冷冻箱底置-带自动制冰机
16	紧凑型手动除霜立式冷冻柜
17	紧凑型自动除霜立式冷冻柜
18	紧凑型卧式冷冻柜

PAD：半自动除霜