



**EIA** environmental  
investigation  
agency

**2°C**

**LEGAMBIENTE**

**ecodes**  
tiempo de actuar

**EEB**  
European  
Environmental  
Bureau



**zero.**

Deutsche Umwelthilfe

# EIA 欧盟《2024氟化温室 气体法规手册》

全球首个氢氟碳化物（HFC）逐步淘汰计划



欧盟《氟化温室气体法规》修订版旨在支持减少碳排放，并在热泵、冷链、医疗保健等多个领域推动创新与绿色投资。

欧盟即将禁用对气候有害的氢氟碳化物（HFCs）和其他氟化气体（F-gases），计划在2050年完成全球首个HFC全面淘汰计划。为支持这一长期愿景，欧盟制定了路线图，并选定多个重点领域作为早期气候行动的突破口。

2024年2月，欧盟正式通过《氟化温室气体法规》2024/573（下称欧盟F-Gas法规）。相较于前版（2014/517），此修订法规大幅强化了对HFC的削减力度。2024年版法规提出，到2050年全面淘汰HFC，并加快向基于天然制冷剂的替代技术转型。

该法规作为《欧洲绿色新政》的重要组成部分，预计至2050年将减少约5亿吨二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>e）排放。<sup>1</sup> 这相当于129座燃煤电厂的年排放总量。<sup>2</sup>

欧盟F-Gas法规的效力源于其全方位管控体系。在加速HFC削减及实现2050年全面淘汰目标的支持下，监管机构结合2014年法规的经验，认识到采取额外的需求削减措施对于有效引导淘汰进程至关重要。这些措施包括：采取更多行动来打击非法贸易；对HFC配额征收分配费用；在关键领域（如空调、热泵和制冷）禁止使用基于HFC的新设备；禁止向发展中国家倾销低效且过时的HFC基设备；以及强制对技术人员进行天然制冷剂的培训和认证。

此次修订带来了诸多重大利好。欧盟委员会（下称“委员会”）的一项评估显示，在整个经济范围内，每减少一吨二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>e）所产生的负减排成本（成本节约）为36.3欧元。<sup>3</sup> 此外，新法规还遏制对全氟和多氟烷基物质（PFAS）的不必要使用；此类物质危害人类健康及动植物生存，可在水土中残留数百年。

法规加强了那些依赖天然制冷剂零部件和设备的欧盟相关产业，同时也为此类产业打开通往欧盟市场的大门。一同，该法规还进一步提升了其他正在经历类似转型的非欧盟国家的竞争力。

最终，欧盟F-gas法规将引领欧洲从HFC转向天然制冷剂，为全球转型铺平道路，并在《蒙特利尔议定书》框架下为采取更加雄心勃勃的行动奠定基础，从而加速全球对HFC的逐步淘汰。

尽管行业游说活动异常激烈，欧洲议会和欧洲理事会最终达成的修订案仍然展现出雄心壮志。本手册详细概述了该法规所引入的主要措施。未来的核心任务是要确保此法规得到有效执行。

EIA呼吁，制造商、技术人员、终端用户、执法机关以及政策制定者应将支持欧盟F-gas法规有效实施的政策措施置于优先位置。

具体措施列举如下。

## EIA有关支持欧盟F-gas法规实施的必要行动倡议

### 委员会和成员国：

- 优先开展和推广针对氟化气体及其替代品的扩展培训和认证项目。
- 在2028年截至期限之前，制定生产者责任延伸制度，以资助回收、循环利用、再生或销毁含有的氟化气体的废弃电器电子设备。
- 应效仿德国的热泵补贴政策，引入相关补贴以加速使用无氟气体（F-gas-free）技术的进程，<sup>4</sup> 同时终止那些仍然推广氟化气体技术的补贴项目。
- 迅速在欧洲及国家层面制定并实施关键产品标准，以促进天然制冷剂技术的广泛推广
- 推行禁用氟化气体的采购政策
- 提供资金支持，用于无氟气体替代品的科学研究与创新工作。
- 确保豁免申请流程透明化。

### 制造商：

- 优先进行无氟气体设备的研发和推广工作，并通过制造商主导的培训项目，支持采用氟化气体的天然替代品。

### 安装人员和终端用户：

- 迅速淘汰使用全球变暖潜能值（GWP）极高（≥2500）的制冷和热泵设备，应对2025年起生效的延伸维修服务禁令。EIA调查显示，全球变暖潜能值（GWP）极高的HFC常被走私到欧盟，使得这些气体的用户因此面临购买非法产品的重大风险。<sup>5</sup>
- 加强对于所有使用氟化气体（包括氢氟烯烃）的固定设备以及部分移动设备的泄漏预防和密闭措施。另请注意，与此同时，针对绝大多数使用氟化气体的设备，包括移动设备和泡沫板设备，提出额外的回收要求。



## 打击HFC非法贸易必须采取的特定行动

持续存在的HFC非法贸易，将对绿色替代方案和脱碳项目的投资造成威胁。有效实施F-gas法规是解决这一问题的关键。

### 成员国：

- 指定特定的海关办事处来处理附录1（HFCs和全氟碳化物PFCs）气体及含HFC设备的进口事务，以及确保过境程序的开闭程序。
- 优先将国家单一窗口系统与氟化气体门户网站相连接，以便海关能够掌握实时核验配额情况
- 更新国家相关处罚规定，以反映HFC走私所造成重大环境危害以及由此获得的巨额利润。例如，将走私定义为刑事犯罪（而不仅仅是行政违规行为），以便警方和检察机关能够给予其更高的处理优先级。
- 参照欧洲化学品管理局（ECHA）执法论坛在REACH法规成功实施的经验，推动在各成员国之间建立联合、一致、强制且有效的协调机制，确保法规实施的统一性<sup>6</sup>
- 组建氟化气体专家团队，构建相关知识体系，并集中调查和执行权：参考在德国黑森州“气候气体专家团队”的高效运作机制极，指定特定的警察部门，并固定检察机关保持长期合作。

### 委员会：

- 考虑具体标准，供主管当局作为检查时的执法依据
- 引入供应链追踪方法，以应对一旦非配额HFC进入欧盟市场后将持续存在的查扣难题
- 明确合规性声明中应包含的要素，以能够证明气瓶可重新充装。

### 海关：

- 确保产品投放市场前，满足所有必要的证据要求。这些要求包括：核实HFC-23副产物的销毁证明（包括原产地的详细信息）；确保合规性文件（说明在整个供应链中气瓶回收物流安排）正确无误。对于被认为不符合要求的气瓶，海关须予以没收并销毁。

### 其他国家主管部门：

- 相互合作并通报违规行为。确保在对氟化气体违规行为进行调查时，同步开展财务调查，以便能够实施更具实质性的处罚。
- 市场监督在监控HFC的在线销售方面发挥着关键作用，确保不合规气瓶退出市场。

### 安装人员和用户：

- 实际上，在一些网络交易平台上，非法HFC常会以低于市场价格出售，因此购买者应当避免在线购买廉价HFC。非配额HFC不仅会增加排放，还可能存在污染问题，并损害设备性能与安全性。

# 全球首个HFC淘汰计划

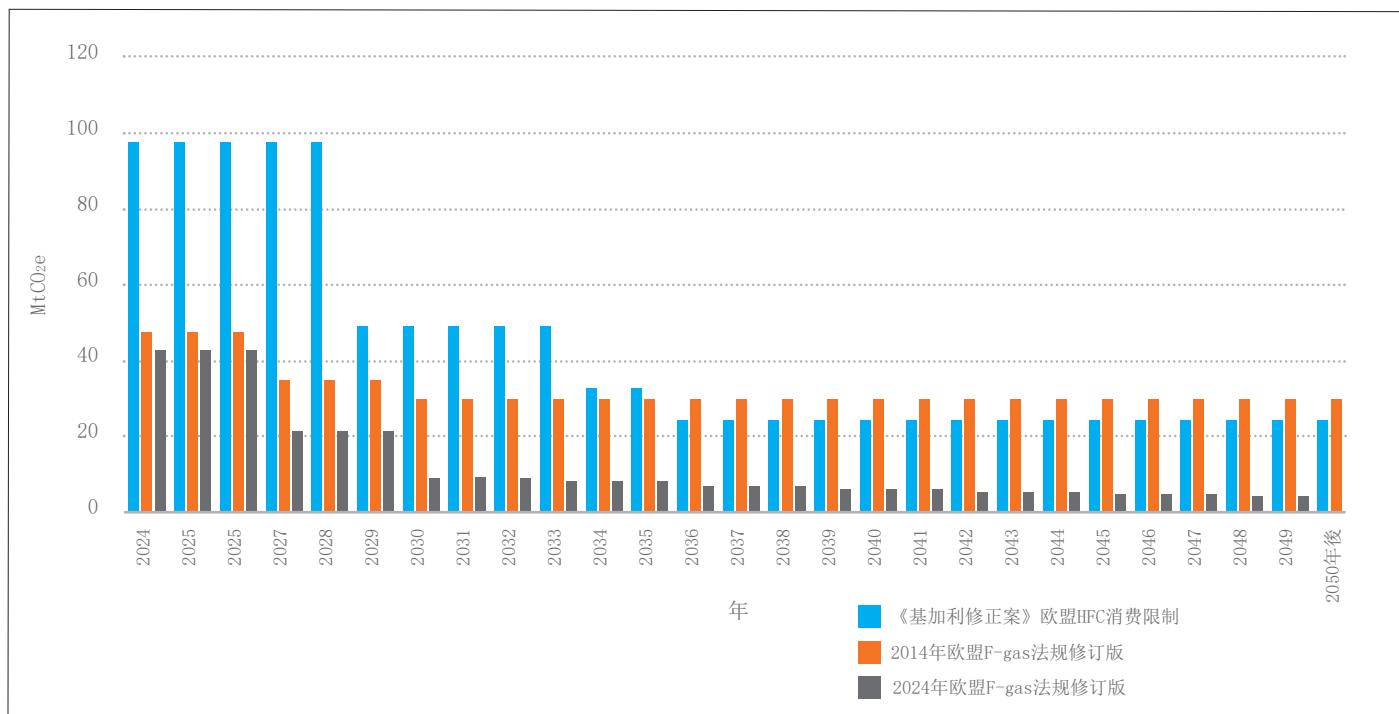
欧盟F-gas法规的核心监管措施是基于配额制度的HFC逐步削减计划，按二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>e）计算，逐年减少欧盟市场投放的HFC总量。

早在2014年通过的上一版法规已经确立了全球最为雄心勃勃的HFC逐步削减时间表。根据其进度，至少在2034年之前，其进度都已超过《基加利修正案》中对非A5（发达国家）缔约方所规定的减排要求。

根据最新修订版，从2024年开始，欧盟HFC逐步削减计划下的消费减排进程将显著加快，最终在2050年实现消费的全面淘汰。<sup>7</sup>

这是全球首个HFC逐步淘汰计划，并为加速落实《基加利修正案》奠定基础。

图1：欧盟在《基加利修正案》、2014年F-Gas法规及2024年F-Gas法规下的允许HFC消费量比较



对HFC逐步削减计划做出了其他几项重要调整。由以前免费分配的HFC配额，变成现在每吨CO<sub>2</sub>e需要支付3欧元的费用。尽管此价格远低于当前欧盟碳价（约68欧元/吨CO<sub>2</sub>e），但预计能有效防止“新入预留储备配额”的滥用，并减少非法贸易。<sup>8</sup>从2027年开始，HFC逐步削减计划还将涵盖计量吸入器（MDIs）；<sup>9</sup>这类吸入器主要使用HFC-134a和HFC-227ea。<sup>10</sup>因此，预计从2025年开始，干粉吸入器、软雾吸入器以及全球变暖潜能值（GWP）较低的HFC替代品将开始进入市场。<sup>11</sup>

## 禁止使用新型氟化气体产品及设备

附录IV明确规定：在具体日期之后，禁用新型HFC设备进入市场，以支持HFC逐步削减计划。欧盟决策者已将若干新禁令纳入附录IV，甚至列明在某些情况下全面禁止使用所有氟化气体，旨在推动全面转向使用天然制冷剂替代品，阻止氟化替代品的使用。新禁令包括：

**独立式空调与热泵设备：**自2027年起，禁止在小型（包括12千瓦及以下）独立式空调和热泵设备中使用全球变暖潜能值（GWP） $\geq 150$ 的氟化气体；从2032年起，禁止使用所有GWP $\geq 150$ 的氟化气体；<sup>12</sup>自2027年起，禁止在中型（12千瓦至50千瓦）独立式空调和热泵设备中使用GWP $\geq 150$ 的氟化气体；自2030年起，禁止在所有其他独立式空调和热泵设备中使用GWP $\geq 150$ 的氟化气体。<sup>13</sup>



建筑外面上的空调机组。©Shutterstock

**分体式空调和热泵设备：**自2027年起，在小型（包括12千瓦及以下）分体式空气-水系统中禁止使用GWP $\geq$ 150的氟化气体；自2029年起，在小型分体式空气-空气系统中禁止使用GWP $\geq$ 150的氟化气体；自2035年起，在所有小型分体式系统中禁止使用GWP $\geq$ 150的氟化气体；自2029年起，在大型（12千瓦以上）分体式系统中禁止使用GWP $\geq$ 750的氟化气体；自2033年起，在大型系统中禁止使用GWP $\geq$ 150的氟化气体。<sup>14</sup>

**制冷与冷却设备：**自2026年起，禁止在家用冰箱和冰柜中使用任何氟化气体；<sup>15</sup>自2022年起，禁止使用GWP $\geq$ 150的HFC；自2025年起，禁止在独立式冰箱和冰柜中使用GWP $\geq$ 150的氟化气体，自2030年起，禁止在所有其他制冷设备中使用氟化气体；<sup>16</sup>从自2027年起，禁止在较小功率（ $\leq$ 12千瓦）的冷却装置中使用GWP $\geq$ 150的氟化气体，并自2032年起，禁止使用任何氟化气体；自2027年起，禁止在较大功率（ $>$ 12千瓦）的冷却装置中使用GWP $\geq$ 750的氟化气体。<sup>17</sup>（备注：这些新规定是对现有禁令的补充，例如自2015年起禁止在家用冰箱和冷冻设备中使用GWP $\geq$ 150的氟化气体，以及自2022年起在多联式集中制冷系统中禁止使用此类气体。）

在欧盟全面禁用氟化气体的实例中，这同样适用于氢氟烯烃（HFOs）。根据经济合作与发展组织（OECD）<sup>18</sup>定义，这类物质中的大多数被归类为全氟和多氟烷基物质（PFAS），或称“永久性化学物质”。目前欧盟正以此为依据，在《化学品注册、评估、许可和限制》（REACH）法规下展开对限制提案的讨论。

全氟和多氟烷基物质（PFAS）因其持久性、远距离迁移性、生物蓄积性和毒性，已严重污染土壤、水源和食物，并对人类健康构成威胁。<sup>19</sup> 全球专家，包括欧洲化学品管理局，普遍认为全氟和多氟烷基物质（PFAS）已对环境和人类健康构成全球性威胁。自2025年起，严禁在消防和个人护理产品中使用任何氟化气体；2033年起，欧盟禁止在泡沫产品中使用氟化气体；2030年起，全面禁止在技术气溶胶和中压开关设备中使用氟化气体。<sup>20</sup>

## 热泵

热泵是实现欧洲供暖系统脱碳化的重要技术手段。然而，数万台热泵中使用HFC制冷剂，将加剧未来气候变化的影响。

摒弃热泵中的HFC，采用超低GWP且不含全氟和多氟烷基物质（PFAS）的天然制冷剂，不仅能够通过节能减少温室气体排放，同时还能有效消除热泵制冷剂泄漏对气候和环境造成的负面影响。

随着欧盟加速推进电力系统的脱碳化，热泵在使用过程中及寿命终止时制冷剂泄漏对气候的影响将日益凸显。

自从欧盟委员会提出修订案，其中包括禁止在热泵中使用GWP值较高的制冷剂，市场便开始主动转向使用天然制冷剂丙烷。众多知名热泵制造商，如菲斯曼（Viessmann）、松下（Panasonic）、LG、大金（Daikin）、三星（Samsung）、博世（Bosch）、威能（Vaillant）、AIT、Auer、艾克森林（Ecoforest）、Hautec、Hoval、Thermocold、Clivet和NIBE，均开始在其产品线中引入丙烷热泵。此外，博世<sup>21</sup>、菲斯曼<sup>22</sup>、大西洋集团（Groupe Atlantic）<sup>23</sup>、Aira<sup>24</sup>、等企业也宣布将在欧盟地区加大生产投资。

## 反倾销措施

过时制冷设备被“倾销”到缺乏资源和能力妥善处理的国家，已引起国际社会日益关注。

多个发展中国家已在《蒙特利尔议定书》框架内提出这一问题：即部分缔约方将一些能效低下、使用过时且高GWP值制冷剂的制冷和空调设备，出口到其市场，推高了设备的维护保养需求。<sup>25</sup>

对此，欧盟最新修订版规定底下，从2025年3月起，将禁止向非欧盟国家出口含GWP $\geq$ 1000的氟化气体的泡沫产品、技术气溶胶、固定式制冷设备、固定式制冷和固定式热泵设备。<sup>26</sup> 此外，制冷、空调和热泵设备的出口不得违反已向《蒙特利尔议定书》通报的任何进口限制。<sup>27</sup>

如果某个成员国能够证明某项商品的经济价值和预期使用寿命对出口商造成了过重的负担，那么只要出口行为不违反目的国的法律法规，欧盟委员会就有权为此类出口发放豁免令。<sup>28</sup>

## 强制性生产者责任延伸

老旧设备中氟化气体的长期积存（亦称“库存”），正成为国际社会日益关注的焦点。据估计，消耗臭氧层物质（ODS）和氢氟碳化物（HFC）“库存”每年会释放15亿吨二氧化碳当量的排放量，这相当于441座燃煤电厂的温室气体排放量。<sup>29</sup> 解决ODS和HFC“库存”问题，将带来减少数十亿吨二氧化碳当量的气候减缓机会；<sup>30</sup> 而通过推行生产者责任延伸制度（EPR），可在遏制此类排放中发挥出关键作用。<sup>31</sup> 然而，此前的F-Gas法规并未针对生产者责任设定强制性措施或最低要求。因此，截至2021年，仅有四个成员国（丹麦、爱沙尼亚、法国、德国和西班牙）确认已建立生产者责任制度<sup>32</sup>

为解决该问题，修订后的法规要求欧盟成员国最迟在2028年之前实施强制性措施，通过生产者责任延伸制度（EPR），筹集资金，用于回收、循环利用、再生或销毁报废电子电气设备中含有的氟化气体。<sup>33</sup>

## HFC-23副产物销毁证明机制

三氟甲烷（HFC-23）是全球增温效应最强的氟化气体之一，其GWP高达14,600。HFC-23主要来源于二氟一氯甲烷（HCFC-22）生产过程中的副产物；而HCFC-22是制造多种氟化气体（如HFC-32、HFC-125、HFC-1234yf及其混合物）的关键原料。<sup>34</sup> 尽管已有减排技术，但近年来HFC-23的排放量仍持续上升。<sup>35</sup>

根据《基加利修正案》以及旧版欧盟F-gas法规，HFC在投放市场之前需要提供证据，证明其在制造过程中（包括原料）产生的HFC-23副产物已被销毁或回收。然而，该义务既未规定证据要求，也未设置报告责任，导致其实际上无法执行。

此次修订新增强制性要求，即除非生产者及进口商能够提供证据，证明其制造过程中产生的HFC-23副产物已通过最佳可行技术予以回收或销毁，否则禁止将相关氟化气体进入欧盟市场。<sup>36</sup> 证据必须涵盖氟化气体来源、原产地生产设施，包括涉及HCFC-22生成的前体物质、经批准的HFC-23焚烧方式（如高温焚烧炉、催化分解装置）可用性及操作证明，以及提供其他进口前气体追踪的补充信息。

## 维护保养禁令

鉴于天然制冷剂及GWP值较低HFC替代方案的普及，继续使用GWP值极高的HFC，例如HFC-404A（GWP 4728），对现有设备进行维护保养已无必要。为此，修订版规定自2025年起，禁止使用GWP值 $\geq 2,500$ 的原生氟化气体对任何制冷设备进行维护保养或检修，军用设备及设计冷却温度低于-50°C的设备除外。自2030年起，禁令将延伸至GWP $\geq 2,500$ 的回收与再生氟化气体。<sup>37</sup> 自2032年起，禁令将适用于GWP $\geq 750$ 的原生氟化气体，但冷水机组将不在此列。<sup>38</sup>

对于空调设备及热泵的检修与维护保养，也实施了类似的禁令，GWP $\geq 2500$ 的原生氟化气体将从2026年起开始禁用，GWP $\geq 2500$ 的回收与再生氟化气体自2032年起开始禁用。<sup>39</sup>

## 天然制冷剂的强制性认证与培训

阻碍无HFC技术推广应用的关键障碍之一，是缺乏经过适当培训与认证的安装人员和技术人员。包括天然制冷剂在内的HFC替代品具有特殊性质（如易燃性、高压及毒性），需通过专业的知识和培训来确保安全操作。此次修订强制性认证与培训要求扩展至所有氟化气体替代品（包括天然制冷剂），覆盖安装、维护保养、检修、维修、报废、泄漏检测及回收等全流程操作。<sup>40</sup>

认证计划还须提供关于在安装及维护过程期间的能效提升信息。<sup>41</sup> 德国市场数据显示，较之基于HFC的设备，丙烷空气源热泵的平均能效高出7%，因此认证计划可针对制冷剂类型及其对能效的影响提供操作指南。<sup>42</sup> 预计新的认证措施将创造新的绿色就业机会，并加速天然制冷剂替代方案的安全推广。

欧盟委员会将于修订法规生效后两年内制定认证计划及培训的最低要求。<sup>43</sup> 此后，各成员国需在一年内建立或调整认证计划，并确保相关培训资源到位。<sup>44</sup>

陈旧的行业标准与建筑规范，对采用依赖可燃性天然制冷剂（如碳氢化合物）的气候友好型替代技术带来了更多重大阻碍。近年来，国际电工委员会（IEC）发布了两项修订标准，提高可燃制冷剂的允许充注量。IEC 60335-2-89（适用于商用制冷设备，2019年）与IEC 60335-2-40（涉及电气热泵、空调器及除湿机，2022年）标准，目前正被纳入相关的EN标准之中。

为在欧盟范围内全面普及这些标准，修订版法规要求各成员国确保其国家安全标准与建筑规范同步更新，以符合上述IEC标准要求。<sup>45</sup>



## 防范非法贸易与支持合规措施

自2015年起，HFC生产商及进口商须持有配额方可投放欧盟市场。随着HFC供应趋紧，其市场价格飙升，最高达到逐步淘汰前水平的13倍。<sup>46</sup> 高昂的价格使得从非欧盟国家向欧洲走私非配额HFC的潜在利润大增。2022年，欧盟HFC价格约为2014年水平的5倍。<sup>47</sup> 随着欧盟继续收紧HFC淘汰时间表，HFC价格可能会进一步攀升，非法贸易风险将随之加剧，亟需采取强力措施予以遏制。

EIA于2019年首次向世界发出关于HFC气候犯罪的警示，强调欧盟自2015年实施F-Gas法规并启动HFC逐步削减计划不久，一些企业仍肆无忌惮地向欧盟走私未受配额管制的HFC。<sup>48</sup>

2021年，EIA评估指出，欧盟境内非法交易的HFC总量或高达3000万吨二氧化碳当量，相当于650万辆汽油车一年的碳排放量。<sup>49</sup>此类非法贸易不仅加剧了HFC的排放问题，还通过持续维持对HFC的市场需求，阻碍了更环保替代品的普及。

欧盟F-gas法规修订版新增打击非法贸易的措施与工具，包括：

**接入欧盟单一窗口：**从2025年3月起，欧盟委员会将确保氟化气体门户与欧盟单一窗口环境实现互连，并要求成员国将本国海关单一窗口系统同步对接。<sup>50</sup>此举将允许海关部门在进口环节实时核查进口商是否持有足够的配额。

**进口与许可：**在进口或出口时，在F-gas门户网站完成有效注册，即视为获得许可。<sup>51</sup>所有氟化气体及相关产品与设备的进出口行为，均须向海关当局出示有效许可证；临时存储及个人物品除外。<sup>52</sup>进出口申报必须包括氟化气体门户网站的ID号码、经济运营商注册和识别（EORI）号码、散装气体和产品/设备中气体的净质量、商品编码，以及散装气体和产品/设备（含部件）中气体的二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>e）。<sup>53</sup>在欧盟境内进口的所有氟化气体，均应被视为原生气体。<sup>54</sup>

**海关办事处：**为确保海关官员具备足够的知识储备并配备必要设备，成员国须指定或批准专门的海关办事处，负责在进出口环节处理附录I所列氟化气体（HFC和PFC）及含此类气体的预充注设备。仅指定的办事处有权启动或终止过境程序。<sup>55</sup>海关办事处人员须具备氟化气体非法贸易的相关专业知识，并配备执行实物检查所需的设备。<sup>56</sup>此外，欧盟委员会有权规定主管部门实施检查时应遵循的具体标准。<sup>57</sup>

**新进入者：**为防止滥用新入预留储备配额，仅具备三年以上氟化气体贸易或服务经验的企业才可申请配额，且须提供实体营业地址，确保同一地址仅注册一家企业。<sup>58</sup>

**气瓶：**针对不可再充装气瓶，修订版新增相关定义及要求。任何投放市场或流通的气瓶，若未附带回收条款，均视为不可再充装气瓶。可再充装容器的进口商须提交符合性声明，其中包括其分销网络中已建立空容器回收再重装的物流安排凭证，且能追溯至终端用户。<sup>59</sup>欧盟委员会可通过实施法案，明确指定具有约束力的具体安排要素。<sup>60</sup>海关及市场监管部门有责任没收不可再充装容器。<sup>61</sup>

**处罚：**成员国对处罚继续享有最终决定权，但为确保处罚具备足够威慑力且在整个欧盟范围内统一适用，修订版现已纳入制定处罚的指导原则。处罚应有效、适度且具备威慑力，综合考虑到违规行为的严重性、对人类健康及环境的保护、过往违规记录、以及责任实体的财务状况。<sup>62</sup>处罚包括行政罚款和/或刑事处罚、没收与扣押、以及暂时禁止从事氟化气体相关活动。<sup>63</sup>再则，根据修订版，最高罚款将至少为所涉气体或设备市场价值的5倍，而对于重复违规行为（五年内再犯）将处以市场价值8倍的罚款。<sup>64</sup>此外，若发生配额超标违规，违规方将在下一分配周期被处以配额削减，削减量为超标量的200%。<sup>65</sup>

**再出口禁令：**禁止再出口不合规氟化气体，但若后续市场投放行为符合法规要求，主管部门可采取销毁之外的替代措施（包括拍卖）。<sup>66</sup>

**追溯机制：**根据修订版，欧盟委员会可通过一项授权法案修改法规，以采用供应链追踪方法。<sup>67</sup>

**协作：**为强化执法力度，此次修订纳入了多项措施以提升成员国间、海关部门、市场监管部门、环境部门及其他检查机构之间的合作与信息交流。<sup>68</sup>当检测到违规行为时，主管部门必须通知相关机构、欧盟委员会（如涉及配额问题）以及受影响的其他成员国主管部门。<sup>69</sup>一旦从欧盟委员会、另一个成员国或相关机构获悉违规证据或信息，或收到第三方提出的实质性担忧，有关部门必须对违规行为展开调查。<sup>70</sup>检查应包括实地考察和对在线平台的检查。<sup>71</sup>



技术人员正在检查空调机组。©Shutterstock

## 六氟化硫排放应对措施

六氟化硫（SF6）在开关柜中用作绝缘气体，是世界上温室效应最强的气体，其GWP达到25,200。鉴于无氟替代技术的普及，此次修订针对该领域新增多项禁令。自2026年起，欧盟禁止投运依赖氟化气体的中压电气开关设备（电压等级≤24kV）；自2030年起，禁令扩展至电压等级>24kV且≤52kV的中压设备。<sup>72</sup> 自2028年起，禁止投运使用氟化气体中GWP≥1的高压电气开关设备（电压等级>52kV且≤145kV）；自2032年起，禁令扩展至电压等级>145kV的高压设备。<sup>73</sup> 自2035年起，禁止使用原生六氟化硫（SF6）进行检修与维护保养工作。<sup>74</sup> 此外，泄漏检查、排放控制和标签要求已扩展至涵盖电气开关设备中的六氟化硫（SF6）。

## 其他氟化气体减排措施

使用硫酸氟（GWP=4,630）进行熏蒸时，操作方必须提供相关文件记录，说明已采取的气体捕获和收集措施。如果技术上或经济上不可行，操作方必须说明原因，并将相关证据保留五年之久。<sup>75</sup>

自2026年1月1日起，仅可在因医疗原因无法使用较低效能替代品的情况下，方可启用吸入式麻醉剂地氟烷（GWP=2,540）。<sup>76</sup> 医疗机构需保留豁免证明，并对使用的地氟烷实施气体捕获。

## 密封与泄漏

设备在充装、运行及报废处理过程中，因泄漏导致的直接排放，是制冷剂气体排放的重要源头。各子行业在运行期间的年泄漏率差异显著：家用制冷设备为0.3%、商用制冷中央系统为15%、厢式货车为28%、卡车及拖车为18%，而船舶为40%。<sup>77</sup> 为减少泄漏导致的直接排放，此次修订加强了对密封与泄漏的控制要求。

一旦发现泄漏，必须立即采取预防措施并修复，不得延误。<sup>78</sup> 此外，对旧版中的泄漏检查阈值与频率予以修订，现已涵盖到所有氟化气体（之前仅限于HFC），并全面收紧标准。<sup>79</sup>

此次修订要求泄漏检查应涵盖固定式制冷设备、空调及热泵系统、消防设备、有机朗肯循环、电气开关设备，以及移动设备（包括冷藏卡车及拖车、轻型载货车、冷藏集装箱和火车货运车厢）。

各类移动设备（包括火车和飞机在内）中的空调和热泵系统也在检查范围之内。当前修订版仍未将船舶纳入其中，但根据相关规定，欧盟在审查该法规的执行情况时，应评估将船舶纳入的可行性。<sup>80</sup> 对移动设备的相关要求将仅从2027年起适用。<sup>81</sup>

凡含附录I所述气体且二氧化碳当量 $\geq 5$ 吨的设备，或者含附录II第1节所述氟化气体（不包括泡沫中的氟化气体）且质量 $\geq 1$ 公斤的设备，必须进行泄漏检查。<sup>82</sup> 检查频率将根据气体含量以及泄漏检测系统的配置情况而定。

在下列情况下，全密封设备可免于泄漏检查：已标注“全密封”标识、含附录I所述氟化气体且二氧化碳当量 $< 10$ 吨、或者，含附录II第1节所述氟化气体且质量 $< 2$ 公斤（对于住宅建筑设备，则限制在含氟化气体且总质量 $< 3$ 公斤）。<sup>83</sup>

配备压力/密度监测装置并具备自动报警功能、或者含附录I所述氟化气体且总质量 $< 6$ kg。<sup>84</sup>

## 报告义务：

自2025年4月起，以下主体需履行报告义务：

在上一日历年度内，HFC交易量超过1吨的生产商和进、出口商，或者其他氟化气体的二氧化碳当量排放量超过100吨的生产商和进、出口商。<sup>85</sup>

在上一日历年内，HFC销毁量超过1吨或其他氟化气体的二氧化碳当量销毁量达100吨的企业。<sup>86</sup>

在上一日历年内，使用附录I气体作为原料且总量 $\geq 1,000$ 吨二氧化碳当量的企业。<sup>87</sup>

在上一日历年内，HFC投放市场总量 $\geq 10$ 吨二氧化碳当量的企业，或产品和设备中所含的其他氟化气体投放市场总量达100吨二氧化碳当量的企业。<sup>88</sup>

此外，每年向市场投放1,000吨或以上二氧化碳当量HFC的企业，必须由经认可的独立审计机构对其报告进行核查。<sup>89</sup>

## 标签要求

含有氟化气体的产品与设备，其标签及说明手册中必须清晰标注氟化气体名称、重量、二氧化碳当量，和相关GWP值。<sup>90</sup>

此外，任何产品和设备，如所含氟化气体的GWP $\geq 150$ ，必须在广告描述中明确标注。<sup>91</sup>

所有改装后且更换氟化气体的设备和产品，应重新贴标以反映最新情况。这一点同样适用于氟化气体的再充装容器。<sup>92</sup>

泡沫板、层压板、泡沫材料以及预混多元醇，如含有氟化气体，必须明确标注所含氟化气体及其行业名称。<sup>93</sup>

对于回收或再利用氟化气体，必须在其容器上清楚标注回收设施的批次号、名称和地址。<sup>94</sup>

最后，用于销毁、直接出口、军事用途、半导体材料蚀刻或化学气相沉积腔室清洁等用途的氟化气体容器（无论是作为原料供应，还是作为计量吸入器MDI所供应），均应贴有标签，说明其内容物仅可用于指定用途。<sup>95</sup>

## 回收与销毁：

新版F-gas法规规定，固定设备和移动设备操作方、建筑业主及承包商需承担氟化气体的回收与销毁责任。

固定设备、消防设备、特定移动设备以及基于氟化气体溶剂的操作方，应确保氟化气体能够在技术可行的情况下，由经过认证的人员回收，并随后进行循环利用、再生或销毁。<sup>96</sup>



废品堆中的家电。©Shutterstock

自2027年3月起，上述要求将适用于更多的移动领域，即轻型冷藏车和多式联运集装箱，包括冷藏集装箱、火车货运车厢、重型车辆中的空调设备和热泵、厢式货车、以及在农业、采矿和建筑作业中使用的非道路移动机械、火车、地铁、有轨电车和航空器。<sup>97</sup>

自2025年1月1日起，建筑业主及承包商在翻新、改建或拆除作业中，可通过由合资格人员回收或采取销毁处理方式，确保在移除含氟化气体的泡沫板和层压板时避免排放氟化气体。如果技术上不可行，必须予以文字记录并保存五年。<sup>98</sup>

此外，任何回收的HFC和HFO，若未经再利用和再生处理，禁止用于充装或再充装设备。<sup>99</sup> HFC仅可采用《蒙特利尔议定书》批准的销毁技术进行销毁。如果销毁技术尚未获得批准，则在销毁其他氟化气体时必须采纳符合欧盟和国家废弃物法律的销毁技术。<sup>100</sup>

## 标准

长期以来，陈旧的安全标准一直是阻碍易燃HFC替代品广泛应用的关键因素。然而，自上一版F-gas法规以来，修订后的国际安全标准已得到更新发布，提高了某些制冷和供暖设备中可燃制冷剂的允许含量上限。

修订后的法规明确指明了这些标准（IEC 60335-2-89和IEC 60335-2-40），并强调“成员国应确保其国家安全标准和建筑法规得到更新，以反映相关的国际和欧洲标准。”<sup>101</sup>

## 豁免：

用于特定用途或特定产品的HFC可申请豁免配额要求，豁免期最长可达4年。如果经评估，委员会认为替代品仍然不可用，则该豁免可予以延续。<sup>102</sup>

此外，修订后的欧盟F-gas法规保留了原法规中关于附录IV产品与设备禁令的豁免机制，即如果能够证明这些产品或设备在其生命周期内的二氧化碳当量排放量低于符合相关欧盟生态设计指令要求的同类设备，则可以申请豁免。<sup>103</sup> 需要指出的是，迄今为止，这一豁免条款尚未被使用。

附录IV中的多项禁令包括豁免条款，允许在需满足国家安全标准时的情况下不予适用。此等豁免权必须由成员国予以证明，但具体实施机制仍存在操作上的模糊性。<sup>104</sup>

委员会还有权在需要时为热泵分配额外的配额。按照每年评估氟化气体削减政策对热泵市场的影响，将评估结果纳入《气候行动年度活动报告》。如果评估证实氟化气体存在严重短缺，可能危及RePowerEU热泵部署目标，委员会可以修改附录VII，允许在市场上投放额外的氟化气体数量（2025–2026年期间，每年高达4,410,247吨二氧化碳当量；预计在2027–2029年期间，每年高达1,425,536吨二氧化碳当量）。额外的配额将分配给在上一年度报告中将热泵使用列为其主要应用类别之一的制造商和进口商。<sup>105</sup>

欧盟委员会可批准最长四年的豁免，允许相关产品和设备上市，或使新型/扩展型电气开关设备投入运行——前提是无可用替代品，或替代方案因技术/安全原因无法使用，或会导致成本过高。<sup>106</sup>

同样，若某成员国提出实质性请求，且经评估发现回收/再生的氟化气体经证实存在短缺，欧盟委员会则有权批准为期四年的服务禁令豁免。<sup>107</sup>



从太空看地球。©Unsplash

## 总结

通过采取一系列旨在减少氟化气体消耗与排放的宏伟举措，欧盟F-gas法规提出了应对此类气体排放的全面解决方案。

随着世界其他地区根据《蒙特利尔议定书 基加利修正案》开始逐步削减HFC的使用，欧洲的这一做法可谓典范。然而，这一宏伟政策能否奏效，取决于执行力度。

# 参考资料

1. 欧盟委员会（2024年）“委员会欣然通过有关限制氟化气体及消耗臭氧层物质的宏伟新规”新闻稿。2024年1月29日。[在此](#)获取。
2. 来源：美国环境保护署（EPA）的温室气体当量计算器。[在此](#)获取
3. 欧盟委员会（2022）。委员会工作人员工作文件：影响评估报告。SWD (2022) 96 最终版。第36页。在此获取。[f-gases\\_impact\\_assessment\\_en.pdf\\_\(europa.eu\)](f-gases_impact_assessment_en.pdf_(europa.eu))
4. Trevisan (2023)：“德国为使用天然制冷剂的家庭热泵提供额外补贴”新闻稿。2023年1月10日[在此](#)获取。
5. EIA (2044) “比以往任何时候更令人不寒而栗：打击欧洲持续存在的HFC气候超级污染物非法贸易”；[在此](#)获取。
6. 关于欧洲化学品管理局执法论坛的信息；[在此](#)获取。
7. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 附录VII。
8. 价格自2024年7月1日起生效。欧盟碳排放交易体系 (ETS) 最新定价信息[在此](#)获取。
9. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第16(1-2)条, 序言20, 第19(1)条
10. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 序言20。
11. Chiesi Farmaceutici, (2019)。Chiesi 宣布一项3.5亿欧元投资计划，并推出首款碳足迹最小化加压定量吸入器 (pMDI)，用于哮喘和慢性阻塞性肺病 (COPD) 的治疗。[在此](#)获取。
12. 欧盟法规 (EU) 2024/573号, 附录IV 8 (b-c)。
13. 欧盟法规 (EU) 2024/573号, 附录IV 8 (d-e)。
14. 欧盟法规 (EU) 2024/573号, 附录IV 9 (b-f)。
15. 欧盟法规 (EU) 2024/573号, 附录IV 2 (b)。
16. 欧盟法规 (EU) 2024/573号, 附录IV 3 (b-c) 和5 (c)。
17. 欧盟法规 (EU) 2024/573号, 附录IV 7 (b-d)。
18. 限制意向及结果前注册表<https://echa.europa.eu/registry-of-restriction-intentions/-/dislist/details/0b0236e18663449b>——欧洲化学品管理局 (europa.eu)
19. 欧洲化学品管理局全氟和多氟烷基物质 (PFAS) [在此](#)获取。
20. 欧盟法规 (EU) 2024/573号, 附录IV 11 (c) , 20, 17 (c) 和19 (b) , 第13 (9a, b) 条
21. 博世, (2023)。“气候中和建筑存量：博世在葡萄牙阿威罗地区扩大热泵生产规模。”[在此](#)获取。
22. Hydrocarbons21, (2023) “欧洲ATMO会议：菲斯曼称家用热泵无需使用氟化气体”，ATMosphere。[在此](#)获取。
23. Laister, David, (2023)。“大西洋集团对热泵制造商进行投资”，BusinessLive。[在此](#)获取。
24. Gaved, Andrew, (2023), “Aira斥资3亿英镑，展现热泵发展宏图”，Elemental Digital。[在此](#)获取。
25. UNEP/OzL.Pro. 35/12/ Decision XXXV/13: 禁止制冷设备的进出口
26. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 序言20, 第22 (3) 条。
27. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第22 (5) 条。
28. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第22 (4) 条
29. [www.copalliance.org](http://www.copalliance.org)
30. Project Drawdown, “制冷剂管理”[在此](#)获取。
31. 环境调查机构, (2016)。“欧盟F-Gas法规下的国家生产者责任计划”[在此](#)获取。
32. Öko-Institut (2022)。欧盟《氟化温室气体法规》（第517/2014号）修订支持合同：评估及影响评价最终报告。CLIMA. A2/ETU/2019/0016。第18页。[在此](#)获取。
33. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第9条。
34. 欧盟委员会 (2015)。F-Gas法规（欧盟法规 (EU) 517/2014）关于实施第7 (2) 条的成员国技术建议 - 讨论文件。第4页。[在此](#)获取。
35. Stanley, K. M., Say, D., Muhle, J., Harth, C. M., Krummel, P. B., Young, D., & Rigby, M. (2020)。尽管存在近乎全面的减排预期，全球HFC-23的排放量仍持续攀升。《自然通讯》，第11卷第1期，第1-6页；另请参阅：Solomon, S., Alcamo, J., & Ravishankara, A. R. (2020)。臭氧层保护科学与政策五十年未竟事业。《自然通讯》，第11卷第1期，第1-4页<https://www.nature.com/articles/s41467-019-13899-4>
36. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第4 (6) 条。
37. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第13 (3) 条。
38. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第13 (5) 条。
39. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第13 (4) 条。
40. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第10条和序言16。
41. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第10 (5) 条和序言16。
42. 2023年德国能源部数据（非公开分享）。
43. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第10 (8) 条。
44. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第10 (3) 条。
45. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 序言19。
46. Oko-Institut e.V., Ricardo & Oko-Recherche (2021)。欧盟《氟化温室气体法规》（第517/2014号）修订评估及影响评价利益相关方研讨会议简报：2021年5月6日初步研究结果。
47. Cooling Post “高GWP制冷剂价格呈上涨趋势”新闻报道。2022年6月29日。[在此](#)获取。
48. EIA (2019) , “大门洞开：欧洲HFC非法贸易猖獗。”[在此](#)获取
49. EIA (2021) , “欧洲最严峻的犯罪：HFC制冷剂气体非法贸易”[在此](#)获取
50. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第20 (2-3) 条。
51. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第20 (5) 条。
52. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第22 (1) 条。
53. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第23 (3) 条。
54. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第22 (2) 条。
55. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第23 (13) 条。

# 参考资料

56. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第23 (13) 条。
57. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第24 (1) 条。
58. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第18 (2-3) 条。
59. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第23 (6) 条。
60. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第11 (4) 条。
61. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第23 (12) 条。
62. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第31 (2) 条。
63. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第31 (3) 条。
64. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第31 (4) 条。
65. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第31 (5) 条。
66. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第23 (12) 条。
67. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第24 (1) 条。
68. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第28 (1) 条。
69. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第28 (3-4) 条。
70. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第29 (2) 条。
71. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第29 (3) 条。
72. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第13 (9a-b) 条。
73. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第13 (9c-d) 条。
74. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第13 (7) 条。
75. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第4 (2) 条。
76. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第13 (8) 条。
77. Oko-Institut et al (2022)。欧盟《氟化温室气体法规》(第517/2014号) 修订支持合同: 评估及影响评价[在此](#)获取。
78. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第4 (5) 条。
79. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第5条。
80. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第35 (5) 条。
81. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第5 (5) 条。
82. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第5 (2, 3) 条。
83. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第5 (1) 条。
84. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第5 (1) 条。
85. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第26 (1) 条。
86. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第26 (2) 条。
87. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第26 (3) 条。
88. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第26 (4) 条。
89. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第26 (8) 条。
90. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第12 (3) 条。
91. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第12 (16) 条。
92. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第12 (3) 和 (6) 条。
93. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第12 (5) 条。
94. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第12 (7) 条。
95. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第12 (8-15) 条。
96. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第8 (1-2) 条。
97. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第8 (3, 5和9) 条。
98. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第8 (8-9) 条。
99. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第8 (6) 条。
100. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第8 (10-11) 条。
101. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 序言19。
102. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第16 (4) 条。
103. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第11 (2) 条。
104. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 附录IV。
105. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第17 (7) 条。
106. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第11 (5) 条。
107. 欧盟法规 (EU) 2024/573, 第13 (6) 条。