

---

# 通过 UL Solutions 实现低 GWP 制冷剂合规



Safety. Science. Transformation.™

# 目录

---

环保制冷剂给 HVAC/R 行业带来新挑战。 [03](#)

---

全球制冷剂格局和法规时间表 [05](#)

---

HVAC/R 行业关键标准 [07](#)

---

进入北美 [08](#)

---

进入欧洲和英国 [11](#)

---

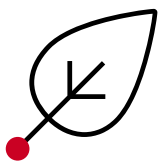
国际标准 [13](#)

---

UL Solutions 如何提供帮助 [14](#)

---

总结 [18](#)



## 环保制冷剂给 HVAC/R 行业带来新挑战。

氢氟烃制冷剂 (HFC) 曾被认为是一种环保替代品, 可以替代氯氟烃 (CFC) 等消耗臭氧层的物质。然而, 人们后来发现 HFC 也会导致全球变暖, 因为它们可能产生温室气体。制造商正在努力减少 HFC 的使用, 从而确保开发的系统能够安全应对低全球变暖潜势 (GWP) 制冷剂的爆炸特性。

全球范围内推出的众多监管举措正在引领这一转变, 从而逐步减少 HFC 的消耗和生产。其中包括《欧盟气候目标计划》、《美国制造业创新 (AIM) 法案》和《蒙特利尔议定书基加利修正案》。这些法规以及其他最近的一些立法和法规更新都为一系列遏制全球变暖和减少温室气体排放的战略提供了支持。





通过广泛的研究活动，我们了解到，虽然低 GWP 制冷剂减少了温室气体排放，但由于其具有轻度易燃的性质，因此火灾风险更高。包括磨损、产品缺陷和其他损坏在内的多种因素，可能会导致泄漏，从而使附近的热表面或电气组件点燃溢出气体。这使易燃制冷剂缓解规划成为 HVAC/R 设备开发、评估和认证过程的一个关键部分。

UL Solutions 已对易燃制冷剂进行广泛研究，包括与美国空调供暖与制冷协会 (AHRI) 进行的一项里程碑式联合研究，这项研究调查了使用低 GWP 制冷剂的场所发生火灾时，消防人员所面临的危险。通过与 Eurovent、美国采暖制冷和空调工程师协会 (ASHRAE) 和 AHRI 等组织合作，我们有关安全的科学倡导在整个 HVAC/R 行业引起了广泛的关注。我们在各种技术委员会的领导地位，让我们能够紧跟新兴制冷剂行业要求和全球需求的发展步伐，从而为 HVAC/R 电器制造商提供明确的指导。



## 全球制冷剂格局和法规时间表

我们的专业知识和见解可帮助您紧跟全球有关逐步减少氟化气体使用以及低 GWP 制冷剂使用的法规要求的快速发展步伐，例如：

### 北美洲

- 美国环境保护署 (EPA) 制定了《重要新替代品政策》(SNAP)，以确定臭氧消耗物质 (ODS) 及其健康风险。
- AIM 法案 (美国) 提议在全国范围内逐步减少氟化气体的使用，该法案将取代各州自行制定的政策。
- 加州空气资源委员会 (CARB) 提出，从 2023 年 1 月 1 日起，HVAC 产品的全球变暖潜势 (GWP) 限制为 750；2024 年 1 月 1 日对冷水机生效；对制冷系统的额外要求已于 2021 年生效。

### 中国

《蒙特利尔议定书》的一个直接成果就是 HCFC 淘汰管理计划 (HPMP)，也称为中国绿色制冷计划，旨在逐步淘汰氢氯氟烃 (HCFC)。

### 欧盟

欧盟通过了《氟化气体法规》，以控制包括氢氟烃在内的氟化温室气体的排放。[Fit for 55](#) 对初始时间表进行了修订，要求制造商到 2030 年减少 55% 的温室气体排放，到 2050 年实现气候中和。

## 氟化气体的关键要素

氟化气体用于各种家用电器和工业应用。不幸的是，虽然此类气体不会破坏臭氧层，但可能会产生温室气体。氟化气体的**全球变暖效应**相比于二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 可高达 25,000 倍，这也是欧盟采取监管行动逐渐淘汰此类气体的原因。一些最常见的氟化气体包括：

商品名或通用名	全球变暖潜势 (100 年)
氢氟烃 (HFC)	高达 14,800
全氟化碳 (PFC)	高达 12,200
六氟化硫 (SF <sub>6</sub> )	22,800
NF <sub>3</sub>	17,200

## 常见低 GWP 制冷剂

另一方面，低 GWP 制冷剂的示例有氨气 (NH<sub>3</sub>)、二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 和烃类 (丙烷或异丁烷)。这些物质是自然产生的，比传统的氟化气体具有更低的臭氧消耗潜势 (ODP)。

**A1**  
不易燃

 **A2L**  
轻度易燃

 **A3**  
易燃/易爆

- R32 和 R454B 是 R410A 的两种主要 A2L 制冷剂替代品，而 R410A 正在逐步被淘汰。
- 氨气、二氧化碳和异丁烷只能用于一些制冷应用。
- 丙烷是一种 A3 (爆炸性) 制冷剂，只能在非常小的充注量下使用。
- 丙烷在一些制冷应用中使用，如杂货店的伸手可取式冷藏柜。

制冷剂名称	商品名或通用名	全球变暖潜势
R-744	CO <sub>2</sub>	1
R-290	丙烷	4
R-600a	异丁烷	5
R-1234yf	HFO-1234yf	4
R-1234ze	HFO-1234ze	<1
R-152a	HFC-152a	124
R-124	HCFC-124	609
R-32	HFC-32	675
R-452B	HFC-45B	675
R-454B	Opteon™ XL41	466

# HVAC/R 行业关键标准

如果要重新设计 HVAC 和制冷系统以便使用易燃制冷剂，为了确保合规性，了解管辖易燃制冷剂的关键标准和法规将非常重要。



# 进入北美



## UL 60335-2-40 第 4 版

UL 60335-2-40 描述了电热泵、空调机和除湿机的要求，是 ANSI/SCC 认证的美国/加拿大两国共识安全标准。该标准基于 IEC 60335-2-40, IEC 60335-2-40 这项国际标准目前是欧洲和其他地区对使用低 GWP 制冷剂的 HVAC 设备设计进行评估、测试和认证的基础。

2024 年 1 月 1 日之后，所有新产品和产品变更应依据 UL 60335-2-40 最新版本进行评估。



## UL 60335-2-89 第 2 版

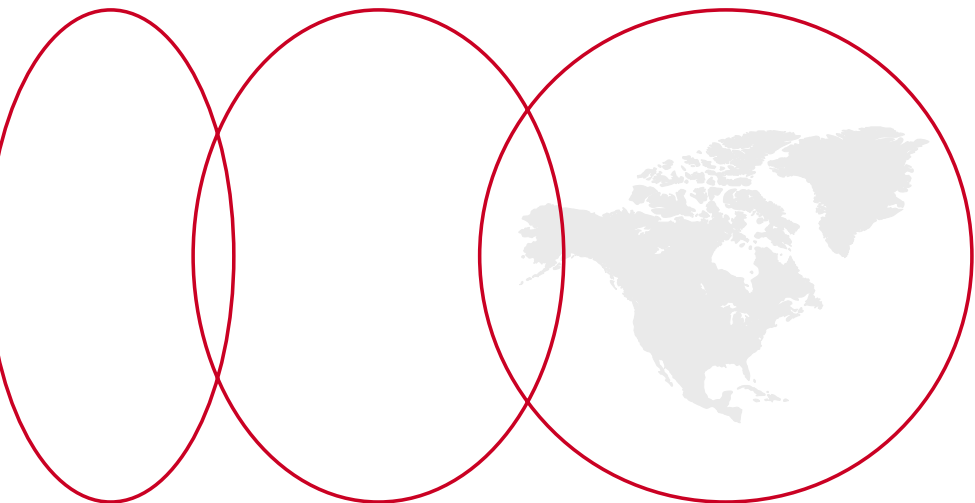
UL Solutions 最近已过渡到新的协调标准 UL 60335-2-89 家用和类似用途的电器安全标准——安全性——第 2-89 部分：有关内置或外置制冷机组或电动压缩机的商用制冷设备和制冰机的特殊要求，涵盖下列制冷标准：

- UL 412, 制冷装置用冷却器标准
- UL 427, 制冷装置标准
- UL 563, 制冰机标准
- UL 471, 商用冰箱和冷冻柜标准

UL 60335-2-89 的最新版本已与国际电工委员会 (IEC) 协调，涵盖所有当前市场变化，便于制造商轻松进入全球市场和简化测试。

目前，制造商可以根据 UL 60335-2-89 评估 UL 412、UL 427、UL 563 和 UL 471 认证产品。UL 412、UL 427、UL 563 和 UL 471 在 2022 年 9 月 29 日之前仍然是有效的认证标准。此后，它们将被淘汰，不再用于认证新产品。此时间表也适用于目前依据 UL 1995 加热和冷却设备标准进行认证，但不在 UL 60335-2-40 范围内的产品（例如用于制冷的冷凝器或用于非舒适性冷却应用的冷水机）。

2024 年 9 月 29 日之后，所有新产品和产品变更应依据 UL 60335-2-89 最新版本进行评估。



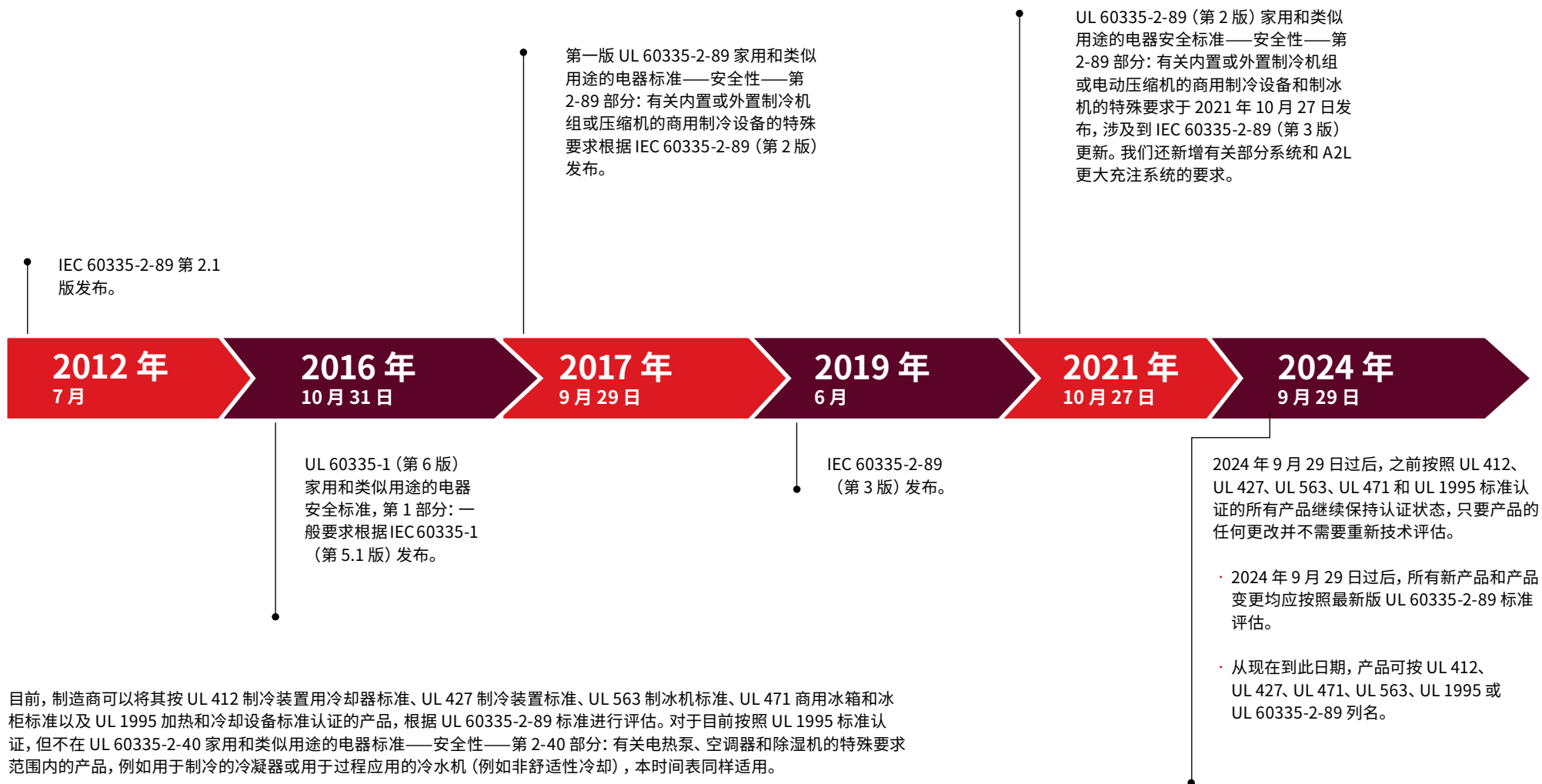


# UL 1995 过渡至 UL 60335-2-40



目前, 制造商可以按 UL 60335-2-40 评估 UL 1995 认证产品。在 2024 年 1 月 1 日之前, UL 1995 将一直作为有效的认证标准。届时, UL 1995 将不再用于认证新产品。

# UL 412、UL 427、UL 471、UL 563 和 UL 1995 向 UL 60335-2-89 过渡



# 进入欧洲和英国

## 欧洲指令和 CE 标志

### CE 标志

使用易燃或轻度易燃制冷剂时需要特殊预防措施。以下指令是针对 HVAC/R 产品最常见的要求：

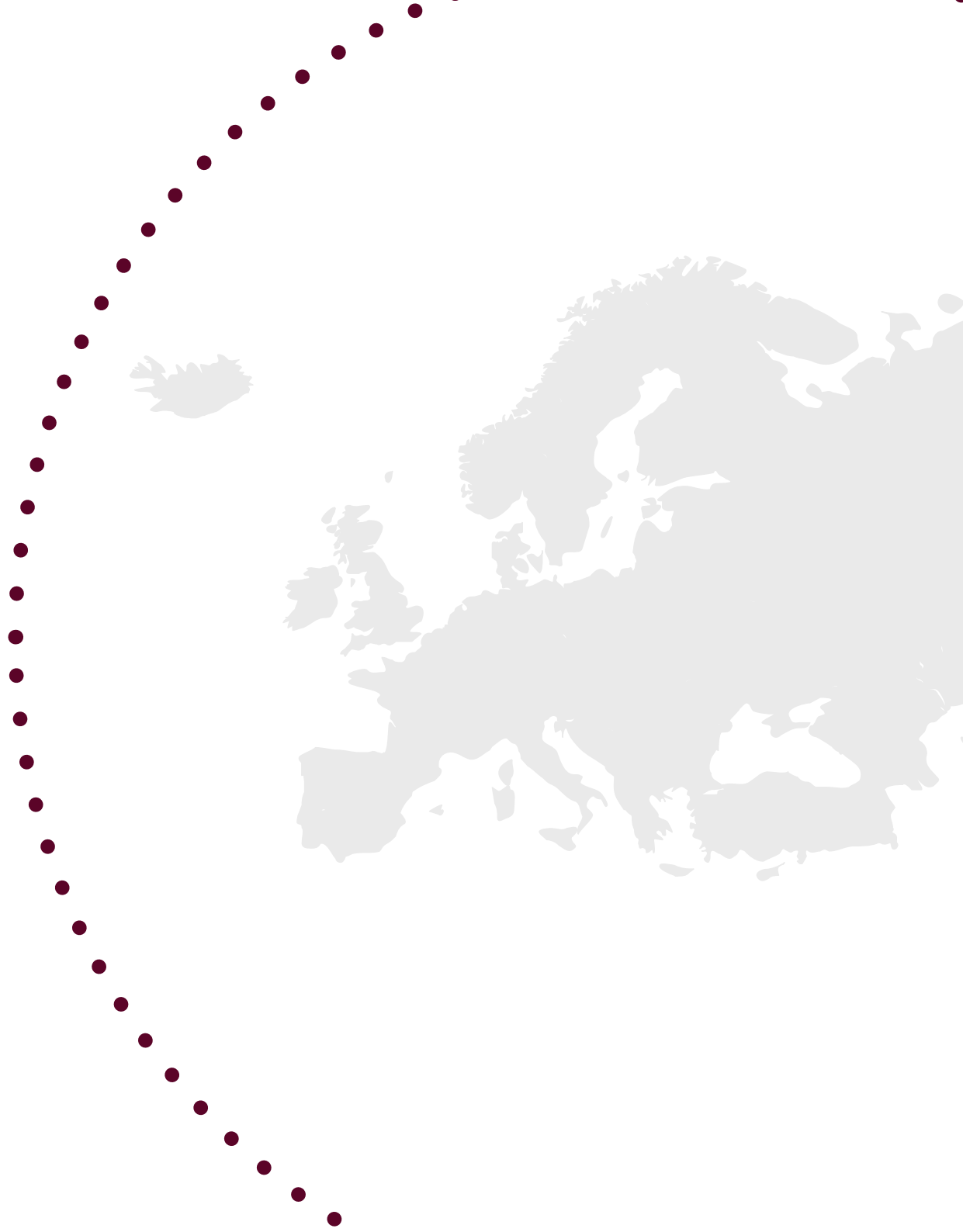
- 低电压指令 (LVD 2014/35/EU)
- 机械指令 (MD 2006/42/EC)
- 用于潜在爆炸性环境的设备 (ATEX 2014/34/EU)
- 压力设备指令 (PED 2014/68/EU)

## 英国法规和 UKCA 标志

### UKCA 标志

使用易燃或轻度易燃制冷剂时需要特殊预防措施。以下指令是针对 HVAC/R 产品最常见的要求：

- 压力设备 (安全性) 法规 2016
- 机械供应 (安全性) 法规 2008
- 用于潜在爆炸性环境的设备和保护系统法规 2016 UKSI 1107:2016



# 进入欧洲和英国

## CE 标志

### 机械指令

#### 关键点:

- 当存在潜在爆炸性环境时, 机械必须符合 ATEX 的要求以及特定联盟指令的规定。
- 机械的设计和制造必须能避免过热和火灾风险。
- 如果没有适当的防护措施, 机器产生或使用的气体、液体、灰尘、蒸汽和其他物质可能会引起爆炸。

### ATEX 指令

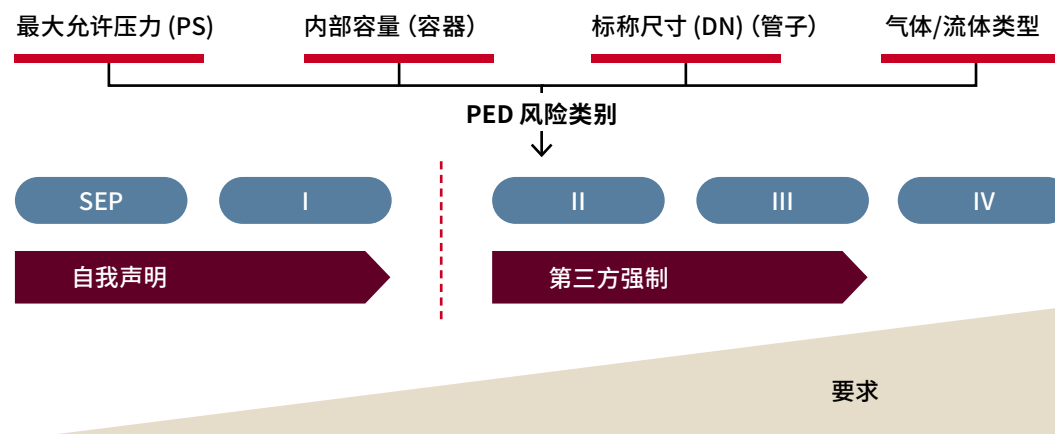
#### 关键点:

- 根据 ATEX 指令, 用于潜在爆炸性环境的设备、保护系统和组件必须符合特定产品要求。
- 用于潜在爆炸性环境的防护系统和设备仍然可能爆炸。虽然很少发生, 但燃油泄漏通常会引起这些事故。
- 一般来说, 潜在易燃设备不应在潜在爆炸性环境中使用。

### PED 指令

#### 关键点:

- 压力设备指令 (PED) 是强制性欧盟 (EU) 法规, 涵盖最大允许压力大于 0.5 巴或 7.25 磅每平方英寸的压力设备和组件的设计和制造合格评定。
- PED 合规是 EU CE 合格评定的一部分, 进入欧洲经济区 (EEA) 需要满足这两项要求。
- UL Solutions 是认可的公告机构, 可提供合格评定服务和 UKCA 认证支持。



# 国际标准



## IEC 60335-2-40 第 7.0 版

为允许 A2L 制冷剂的使用, 本标准进行了修订, 现涵盖电热泵、空调机和除湿机。最新更新包括限制每种类型电器可能含有的制冷剂量, 以降低给工人和消费者带来的风险。

### 最新更新:

- 附录 GG 规定了通风和二次回路的充注限制和要求, 包括 A2L 制冷剂。它特别提供了在根据安装空间和制冷剂充注量计算所需通风量时应用这些标准的指导。
- 第 22 条规定了具有多个制冷系统的电器的充注限制例外。还修订了避免点火源、泄漏检测系统、安全截止阀和颗粒泡沫材料的要求。
- 附录 LL 要求制冷剂泄漏检测系统具有压力传感器和控制逻辑电子设备, 在发生泄漏时激活蒸发器风扇并驱散制冷剂。
- 附录 MM 强制要求进行制冷剂传感器位置确认测试, 以验证其在设备制造商指定的位置检测制冷剂泄漏的能力。
- 附录 P 旨在验证整个检测系统 (不仅仅是传感器位置), 并测量从泄漏开始到缓解的时间。



## IEC 60335-2-89 第 3.0 版

该标准适用于带嵌入式或遥控式制冷装置或压缩机的商用制冷设备。最新版本完全允许使用 A2L 制冷剂, 并在不增加额外安全措施的情况下将 A3 制冷剂 (R290) 的最大充注限制从 150 g 增加到 500 g。

### 最新更新:

- 第 22.110 条取消了具有多个制冷系统的电器的充注限制, 并修订了避免点火源、泄漏检测系统、安全截止阀和颗粒泡沫材料的要求。
- 附录 CC 是测定电器边界外气体浓度的测试方法。老化电机和电器必须通过附录 CC 测试, 如果有门/抽屉, 还要进行开门测试。



## UL Solutions 如何提供帮助

聘请诸如 UL Solutions 这样的第三方进行测试, 对于最大限度地降低生命和财产风险至关重要。我们的专业知识可在客户的业务组合中广泛整合并推进可持续性, 帮助实现 ESG 目标, 满足消费者对更安全、更可持续的产品和方法的增长需求。

由独立第三方对易燃制冷剂进行测试和认证, 可帮助评估产品是否符合适用的安全和公共使用要求。学习如何遵守最新法规, 并获得有关关键标准的培训, 所有这些都可在实验室环境中进行, 并提供风险评估支持。

第三方测试可帮助制造商跟上最新要求的步伐, 并提供有关履行保证和其他合同义务的支持。UL Solutions 拥有制冷剂和设施认证方面的专业知识, 可为 HVAC/R 产品提供全方位的服务。我们可以帮助您为特定应用选择理想的替代制冷剂, 使您能够满足现行法规的要求并参与全球市场的竞争。



# UL Solutions 如何提供帮助

## 产品测试和认证服务

我们可以针对下列标准提供咨询、测试和认证服务：

- UL/IEC 60335-2-24, 家用和类似用途的电器标准——安全性——第 2-24 部分：制冷电器、冰淇淋机和制冰机特殊要求
- UL/IEC 60335-2-34, 家用和类似用途的电器标准——安全性——第 2-34 部分：电动压缩机的特殊要求
- UL/IEC 60335-2-40, 家用和类似用途的电器标准——安全性——第 2-40 部分：电热泵、空调机和除湿机的特殊要求
- UL/IEC 60335-2-89, 家用和类似用途电器安全标准——第 2-89 部分：带内置或外置制冷装置或电动压缩机的商用制冷设备和制冰机的特殊要求

## 法规培训和咨询

我们的低 GWP 咨询和培训服务包括

- 易燃制冷剂基础知识和缓解技术
- 组件鉴定
- 易燃制冷剂要求的近期调整
- 针对压缩机和制冷压力容器的压力设备指令 (PED)
- 为实验室技术人员提供易燃制冷剂正确使用及相关危险培训
- 含有易燃制冷剂系统的全球法规咨询

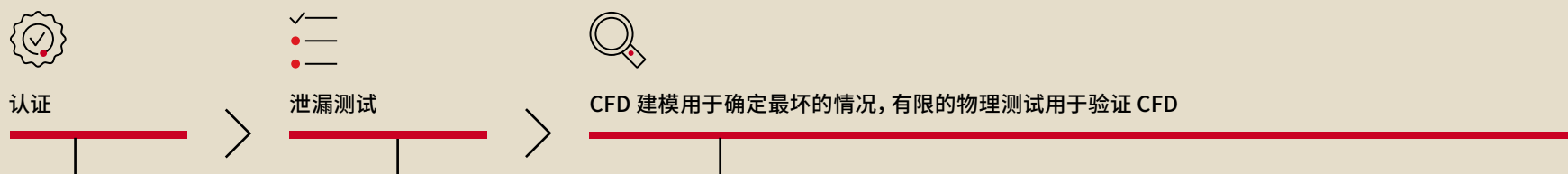


# UL Solutions 如何提供帮助

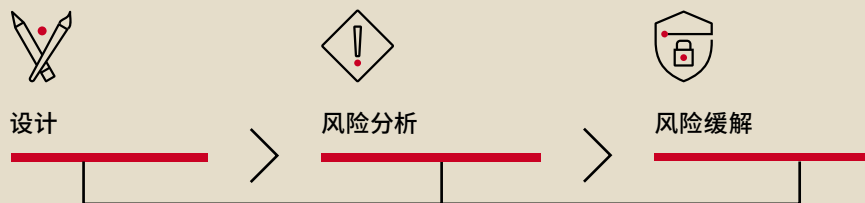
## 计算流体力学 (CFD) 建模

易燃制冷剂建模为物理测试提供支持, 让您能够更全面地了解潜在风险。CFD 评估所有可能的情况并量化密闭空间内易燃制冷剂气体泄漏造成的火灾风险。这涉及跟踪易燃性上限和下限之间的气体体积, 然后应用 CFD 软件来演示风险指标如何根据细节的差异而变化。

### 优势:



- 1 降低成本 (减少样品准备, 降低运输成本)
- 2 加强根据 MD 或任何其他法规 (ISO 12100:2010) 进行的产品风险评估
- 3 缩短认证时间 (失败返工)



- 1 降低成本 (测试之前可接受设计冻结)
- 2 加强根据 MD 或任何其他法规 (ISO 12100:2010) 进行的产品风险评估
- 3 加快上市时间 (降低因物理测试时的失败而重新设计的需要)



# UL Solutions 如何提供帮助

## A2L 制冷剂系统组件认证

使用 A2L 氢氟烯烃 (HFO) 混合物和引入易燃性风险需要谨慎选择组件，以帮助确保组件具有阻焰保护。

为了帮助减轻安全合规方面的负担，我们为经过认证的制冷剂组件开发了一个新的类别，称为使用 A2L 制冷剂的制冷和空调设备用阻焰保护组件。

该类别不仅满足了对平衡认证方法的需要，还提供了关键材料/设计可追溯性，而无需完整的危险场所 (HazLoc) 认证，比测试结果通知书更可靠。该方法更快速，更具成本效益，有助于保护知识产权不受侵犯。

[了解更多](#)

## 性能服务

在过渡到低 GWP 制冷剂时，我们还可以提供 HVAC/R 基准测试服务：

- 咨询服务
- 初步制冷剂泄漏测试
- 组件测试
- 全面泄漏测试
- 评估存在制冷剂时的缓解技术
- 疲劳压力测试





## 总结

### 我们始终走在技术前沿

我们致力于了解各个行业的创新，这意味着我们知道如何使我们的服务适应新产品、新兴领域和不断变化的法规。我们在安全科学领域的独立领导地位、技术专业知识和国际测试实验室网络，可帮助 HVAC/R 行业的制造商证明符合目标市场低 GWP 制冷剂的最新地区安全标准。

我们不断推进测试，以跟上技术创新的快速步伐。凭借我们对新兴安全风险的掌握，我们帮助各类企业安全可靠地提高产品、服务和人员的互联性。





[UL.com/Solutions](https://ul.com/solutions)

© 2023 UL LLC 保留所有权利

本文所列政策和第三方声明是相应第三方的声明，而非 UL Solutions 的声明。

AHL22CS224950zhCN