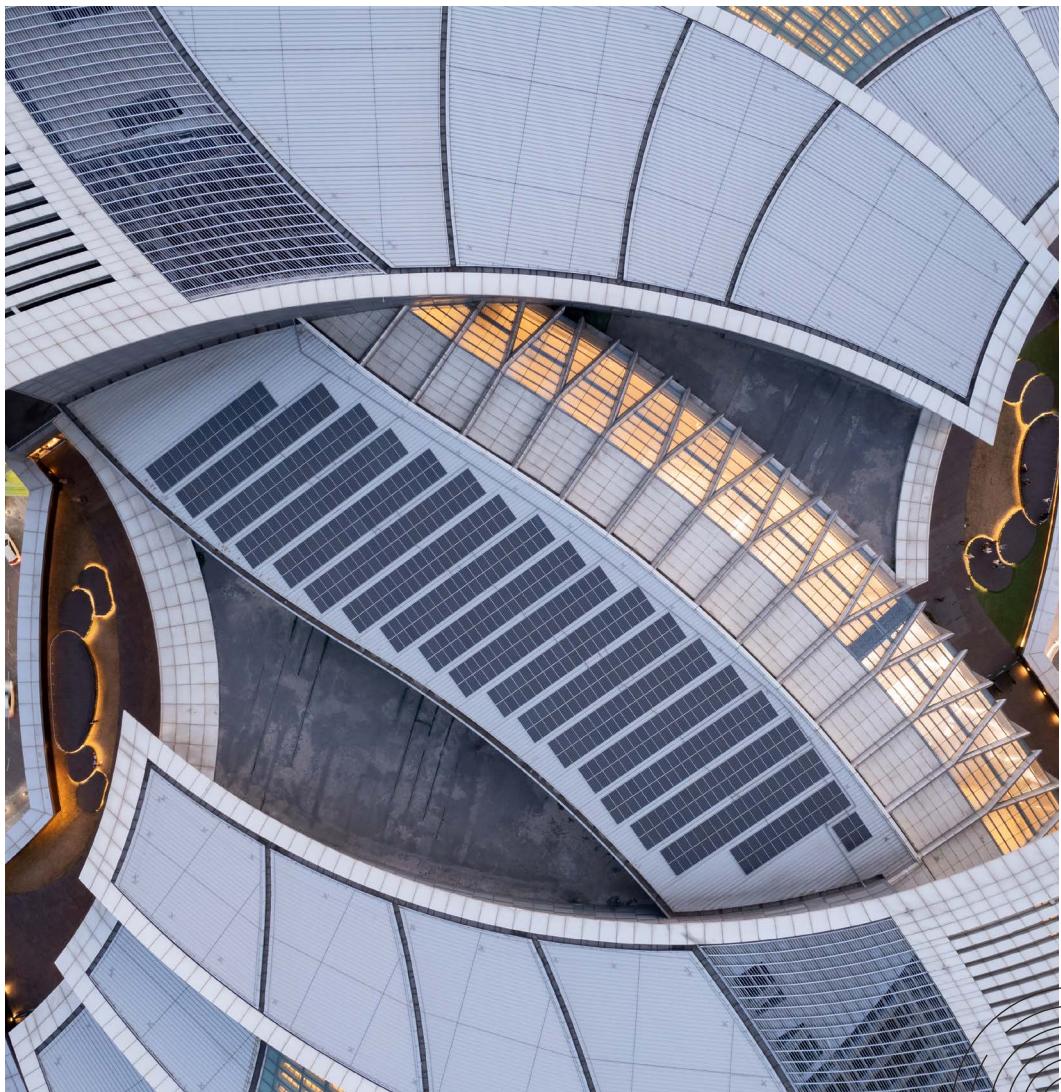


扭转曲线

面向中国与美国商业地产的成本高效型制冷减排路径



Carbon
Containment
Lab

With
support
from:



HANG LUNG PROPERTIES

LVMH

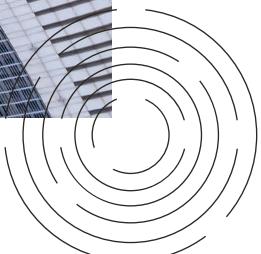




Image Credit: Shutterstock

Authors

Willem Vriesendorp
Carbon Containment Lab
United States

Selin Gören
Carbon Containment Lab
United States

Anastasia O'Rourke
Carbon Containment Lab
United States

Sage Wen
Hang Lung Properties, seconded to
Carbon Containment Lab
China

Ethan Olim
Carbon Containment Lab
United States

The Carbon Containment Lab would like to thank **John Haffner** of Hang Lung Properties and **Nicolas Martin** of Moët Hennessy Louis Vuitton for sponsoring and advising this work.

执行摘要

在气候变化与经济发展双重驱动下,到2050年,全球制冷需求预计将增至当前水平的两倍以上,制冷剂与电力的需求也将随之大幅攀升。与此同时,监管法规正在加速推动更具气候友好性的制冷剂和制冷设备。这些现实情况将给建筑业主和运营方带来诸多挑战,包括制冷剂供应趋紧以及电价波动。

利益相关方需要更深入地理解制冷行业温室气体排放规模及其气候影响,并了解可行的减排路径,以应对即将到来的挑战。鉴于商业地产行业规模庞大、具备实现显著减排的潜力、且其中许多企业已作出气候承诺,其便成为开展减排路径研究的合理切入点。

本报告首次对商业地产制冷相关排放及对应减排措施的经济可行性进行了量化评估,为建筑业主、政策制定者及其他利益相关方制定有效的减缓路径提供了数据驱动的基础。

商业地产领域的制冷温室气体排放不容忽视。作为一个庞大且持续增长的行业,商业地产涵盖办公、零售、食品储存与销售以及其他多类物业形态。我们估算,中国与美国的商业空调与制冷在2026年至2060年间预计将排放128亿吨二氧化碳当量($MTCO_2e$)。中国将贡献上述排放量的79%,其中的77%来自于用电,23%来自于制冷剂。中国制冷排放量之所以巨大,主要源于其庞大的人口规模、不断增长的制冷需求以及以煤电为主的电力结构。相较之下,美国的制冷剂直接排放与用电间接排放大致各占总排放量的一半。

具有经济吸引力的减排措施有望将商业制冷的累计排放总量降低45%。这一估算基于对18项措施的分析,我们以100美元/吨二氧化碳当量($MTCO_2e$)作为成本阈值,计算该成本范围内可实现的总减排潜力。

- 此处的45%代表2026年至2060年累计避免排放57亿吨二氧化碳当量($MTCO_2e$),此数据仅略低于美国2022年全年的总排放量。
- 其中,超过65%的避免排放量具备较高的财务回报;本文将其定义为内部收益率(IRR)高于8%。
- 经济吸引力最强的两项措施分别是优化系统控制以及智能维护与运营管理。在中国与美国的商业地产领域实施这些措施,预计可在2026-2060年间累计避免约14亿吨二氧化碳当量($MTCO_2e$)排放,并带来1,780亿美元的现值节省。
- 在中国,提升能效的措施占具有经济吸引力的减排潜力的57%。其中,小型办公建筑空调系统展现出的减排空间尤为突出。然而,要进一步提升这些措施的覆盖率,可能仍需要配套的政策支持与财政激励。
- 在美国,单一制冷剂与混合制冷剂的再生利用带来的减排效果尤为显著,潜在减排量接近5亿吨二氧化碳当量($MTCO_2e$),占已识别的具有经济吸引力的减排潜力的45%以上。

本研究对建筑业主、政策制定者及其他利益相关方提供了多方面的启示。

1. 规模与区位至关重要。当地条件最终将决定在所建模的18项减排机会中，哪些能够为利益相关方带来最大的影响。尤其是能源消费模式，它是衡量各项减排机会经济吸引力的主要决定因素之一。
2. 实现节约需要系统性视角。制冷发生在高度集成的系统中，需求、负荷、天气、建筑形态与设备以复杂的方式相互作用。只有在充分理解该集成系统并开展跨环节优化，才能实现最大、且投资回报最优的减排效果。
3. 数据与智能化技术将指明方向。运营方需要数据，以便准确应对不断变化的环境。维护工作在基于实测性能与系统工况进行响应式调整时最为有效。
4. 我们应将供热与制冷统筹考虑。制冷过程会产生废热；而对于同时存在热水需求的物业而言，这部分废热是一种常被忽视的宝贵资源。
5. 大型物业可带来远超规模的影响。减排机会通常在大型物业中更具财务吸引力；而专业化管理的物业往往具备更强的措施落地能力。这些物业可通过率先采用新一代设备并在既有系统中使用再生制冷剂来发挥引领作用。大型物业还可通过动员租户参与、并设定激励性标准，推动租户采取同类行动，从而进一步扩大减排影响。
6. 接下来的十年至关重要——当下的行动将决定未来数十年的排放。随着大量高排放设备临近寿命末期，转向全生命周期制冷剂管理（LRM）并采用新一代清洁设备，将对未来的排放轨迹产生重大影响。

商业地产行业有望在2060年之前将其制冷排放量减少近一半，从而有效缓解全球变暖、降低运营成本并提升能源安全。本报告表明，实现这一转型在财务层面也具有吸引力。要充分实现这一减排潜力，需要所有相关方——制造商、建筑业主、租户和监管机构——果断行动、协同推进。此刻，由我们共同塑造。

