

改变全球空调 市场格局： 中国的机遇与挑战

空调制冷行业现状

全球的空调制冷需求正在迅速增长，有研究发现舒适性制冷¹可能会成为地球气候的最大终端风险之一。到2100年，仅住宅建筑端的空调制冷就有可能造成全球气温升高超过0.5°C。¹ 随着全球对这一趋势愈发担忧，中国作为全球房间空气调节器（房间空调器）最大的生产国，以及房间空调器年购买量最大的国家，也面临着独特的机遇与挑战。

从房间空调器到建筑中央制冷系统再到区域制冷，中国在全球制冷系统产业各领域均已占据了重要的地位。虽然美国目前已安装空调的数量更多，但中国市场每年新增的空调安装量远高于美国，并即将取代后者的地位。特别是在以房间空调器为主的家用空调领域，中国市场在销量方面全球领先，已安装

房间空调器数量也位居全球首位。据预测，到2050年，中国家用空调的安装量和制冷量（吉瓦）将达到全球总量的1/4。

作为应用广泛的入门级制冷电器，房间空调器的市场需求在当前和未来都很庞大，并且是受市场失效效应影响最大的空调细分市场。无论在节能和气候影响方面，还是在支持中国电网脱碳方面，房间空调器都蕴藏着最大的机遇，值得各方的广泛关注。

* 除特别解释外，本报告中使用的“舒适性制冷”一词均指通过使用房间空调器、以人体舒适为目的的制冷（区别于工业用途的制冷）。

根据本研究目的，本报告中出现的“房间空调器”指功率不大于15千瓦的一体式或分体式空调。房间空调器主要用于住宅建筑（也就是常说的家用空调），也可用于商业楼宇（例如小型办公楼、门卫等）。

1 《解决全球制冷挑战：如何应对房间空气调节器带来的气候威胁》，落基山研究所，2018年。

中国在全球房间空调器市场中的独特地位

全球安装量第一

在近三十年内，中国经历了最快的房间空调器增长率：城市住宅的房间空调器安装率从1995年的8%增加到了2012年的128%（中国国家统计局，2014）²。目前，中国是全球最大的房间空调器市场，其国内销量占全球房间空调器市场销量的42%³。虽然当前市场渗透率已经很高，但预计中国的房间空调器安装量在2050年还会再翻一番，达到房间空调器安装总量超过10亿台的水平。

在过去的数年中，中国在能效部

门投入了大量资本，其中，政府2016年在能效部门的投资为600亿美元，比2015年增长24%⁴。投资面涉及各种不同领域和节能电器，其中就包括房间空调器。为了应对房间空调器的迅速增长及其造成的能源需求的激增，政府实施了一系列激励措施来提升家用电器的能效。例如，2009年开始实施的“节能产品惠民工程”⁵推动了高效定频房间空调器的市场占有率在18个月内从5%提升至70%⁶。在此基础上，中国还逐步将市场发展重点转向能效更高的变频房间空调器，其市场占有率已从2007年的7%上升到了2016年的60%以上。⁷

在当前的市场状况下，尽管房间空调器增速正在放缓⁸，市场仍然专注于推广变频、智能和高能效的房间空调器的销售。虽然政府出台了各项鼓励政策加速高效变频房间空调器的市场普及率，但目前在售的变频房间空调器的平均能效只能达到现有最佳技术水平的60%左右，并且后者本身也大幅落后于技术可行的理论最高能效水平^{9,10}。这很大程度上归因于房间空调器部门市场机制的失效，其中的一个关键问题在于消费者更在意产品的前期成本而不是生命周期成本。这使得全球房间空调器产业都关注于产品的大规模低成本生产，而不是加速提高产品

2 劳伦斯伯克利国家实验室报告《减缓空调能耗的增长》

3 日本制冷与空调行业协会，2018年《全球各地区空调需求》

4 国际能源署2017年市场报告-能效

5 在这里，高能效指的是市场现有1级和2级产品。1级代表市场最高能效水平，5级代表强制性最低能效性能标准（MEPS）。2010年MEPS改革将变频空调能效等级总数从5级减为3级，同样的变化于2013年开始应用于变频空调领域。

6 中国能效标识摘自劳伦斯伯克利国家实验室报告《减缓空调能耗的增长》，作者：de la Rue du Can, S., C. Leventis, N. Shah, M. McNeil

7 劳伦斯伯克利国家实验室报告《商业可行高效房间空气调节器评估，包括低全球变暖潜能值（GWP）制冷剂应用机型》

8 日本制冷与空调行业协会，2018年《全球各地区空调需求》

9 根据国际能源署数据，住宅空调最佳季节性制冷能效比为7.5，市场平均水平为4.4。

10 理论能效极限值指两种温度间一个卡诺循环的效率。如果室外温度为35摄氏度、室内温度为27摄氏度，最大可行制冷能效比（EER）为37.5。当前世界上能效最高的空调EER值大约是6。在此对卡诺循环的计算仅基于有效制冷负荷，即将空气从35摄氏度降低到27摄氏度，而未考虑潜热负荷的影响。此外，我们相信潜热负荷可以通过100%理论能效下的干燥系统实现。这也进一步符合印度政府能源效率局（BEE）对印度变频室内空调额定制冷能力评估的标准测试条件。

的运行效率。因此，虽然高效变频房间空调器的市场占有率持续提高，但在当前能效提高和推广速度下，中国房间空调器室内制冷能源需求预计仍将在2050年翻番至910 TWh。¹¹

因房间空调器用量增长造成的用电量的增长会给已经临近运行极限的电网带来新的负担：在全球许多大城市中，空调用电量占用电需求峰值的比例已高达40-60%。中国的情况也是如此：河南、湖北、山东省各城市在夏季的空调需求不断上升，电网中的空调负荷占夏季峰值负荷的1/3以上。到2050年，在国家电网和地方电网的部分地区，制冷负荷预计将会达到峰值需求总量的50%。¹²

全球房间空调器制造领导者和创新中心

中国是全球房间空调器制造业的领导者，产量超过全球房间空调器总量的70%，中国制造商在空调领域的研究与创新中也扮演着主导角色。因此，中国在引领与推动全国乃至全球低碳制冷技术发展方面占据着独特的位置。

据估计，到2050年，全球每年将需要增加2000吉瓦（GW）发电装机

来为全球房间空调器的运行提供电力，相当于美国、日本和德国三个国家当前的年耗电总量。从现在到2050年，仅房间空调器的运行就将带来高达1320亿吨二氧化碳当量（CO₂e）排放，几乎将使巴黎协议将全球升温幅度控制在前工业时代水平以上2摄氏度以内的气候目标化为泡影。随着国际社会对家用制冷能源需求的不断增长及其对其气候影响的愈发担忧，中国凭借其主导性的制造能力和创新基础，将

发挥自身优势，引领全球开发这一项极其高效的制冷解决方案。

全球制冷挑战为中国制造商创造了巨大的机遇。中国不仅在市场与经济方面，更在积极的能源和气候方面展现了国家乃至全球范围的领导力。



解决方案展望

由于缺乏对于更高效产品的市场需求，全球房间空调器技术进步速度缓慢。作为当前最先进的商业可行制冷技术，蒸汽压缩房间空调器的能效仅为理论能效极限值的14%左右¹³。在多种市场因素影响下，至今为止的行业发展方向均主要关注于以最低的前期成本满足渐进式的最低能效性能标准和制冷剂转变。前期成本低廉，同时满足市场最低能效性能标准的产品成为了市场主流。同时空调制造商也通过提供此类设备追求大规模的销量。

传统空调的隐藏成本：虽然许多人为了舒适和幸福生活选购了前期成本较低的房间空调器，但房间空调器在生命周期内的运行成本却会为消费者带来他们看不见的负担。这种现象不但会锁定大量高能耗的低效设备，还会进一步加剧温室气体排放带来的气候影响。

落基山研究所在其最近发布的报告《解决全球制冷挑战问题》中指出：传统能效解决方案、递进式技术进步、

甚至是电网中可再生能源比例的迅速提高都只能解决该挑战的一小部分问题，远不足以中和房间空调器预计增量带来的影响。此时此刻，我们亟需开发并规模化推广一项具备突破性创新的舒适性制冷技术。

要抵消新兴经济体房间空调器制冷需求的5X增长量，该报告提出了“5X解决方案”的概念，即通过降低电网电力用量和使用全球变暖潜能值（GWP）更低的制冷剂，将气候影响减少至当今标准房间空调器水平1/5的技术解决方案。到2050年，5X解决方案可以实现高达1000亿吨累计减排，并将2100年全球升温幅度减小0.5摄氏度¹⁴。规模化推广5X解决方案会成为我们降低舒适性制冷气候影响最有效且必要的手段之一，并且不会加剧灾难性气候变化。

5X解决方案：对中国和全世界的意义

我们相信当前的技术背景能够支持5X解决方案的开发。而我们最需要的是在支持性市场环境中发现未来需

求的信号，从而刺激当前空调市场的转型。

当前的技术背景能够支持5X解决方案的出现：当前最佳技术机型的能效水平已经可以达到市场平均水平的2倍以上。落基山研究所的分析显示，传统蒸汽压缩系统的进步、热交换器性能的提高，以及自然冷却和高级除湿技术的应用能够将空调能源用量减少至1/3.5¹⁵。再配合全球变暖潜能值更低的制冷剂，空调整体气候影响还会进一步降低。

通过结合房间空调器能效技术指数级的进步和环保型制冷剂的应用而开发的房间空调器5X解决方案能够满足2050年的全球制冷需求，即使在全球安装量增加2.7倍的情况下，仍会将年排放量在当前水平基础上大幅降低¹⁶。与照常发展情景对比，5X解决方案可以在2050年前累计实现高达1000亿吨减排，相当于欧盟所有28个成员国立即实现碳中和。（图1，图2）

11 《解决全球制冷挑战：如何应对房间空调器带来的气候威胁》，落基山研究所，2018年。

12 关于空调对中国峰值电力负荷的影响，虽然全国平均值预计为17%左右（IES, 2017），但该数值在一些城市中心和地区可能不成比例地高达50%。

13 《解决全球制冷挑战：如何应对房间空调器带来的气候威胁》，落基山研究所，2018年。

14 Ibid.

15 同上

16 我们的分析假设5X解决方案应用曲线按照以下趋势发展：市场应用率从2022年的5%开始，年销量到2030年达到80%市场份额，到2040年实现几乎100%市场份额。

图 1: 房间空调器运行造成的全球年度二氧化碳当量排放

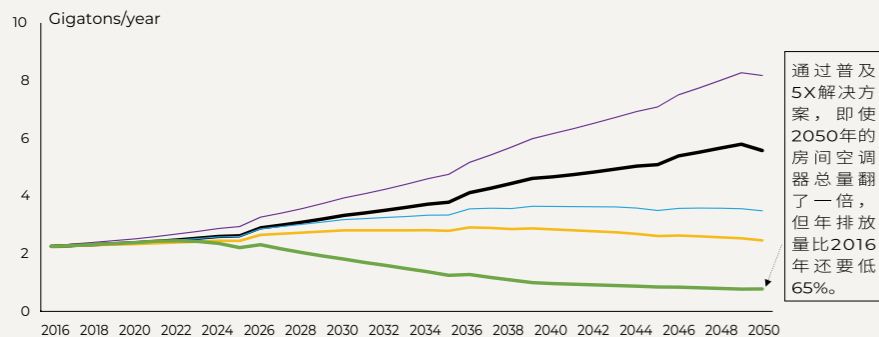


图 2: 到 2050 年，房间空调器运行造成的全球累计二氧化碳当量排放

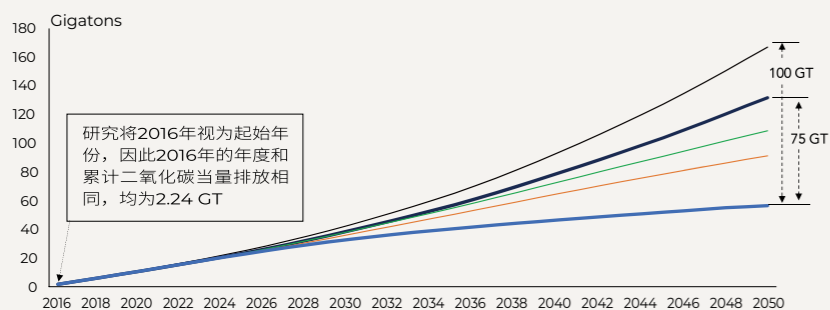
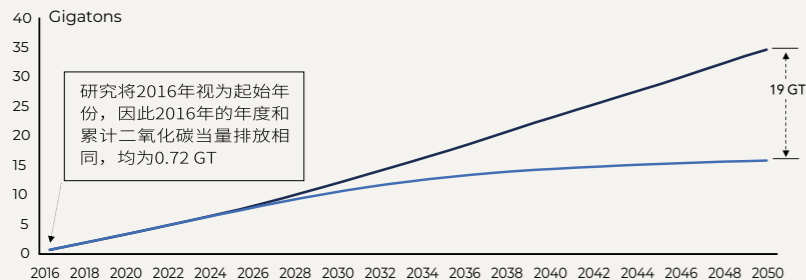


图 3: 普及 5X 解决方案对中国累计二氧化碳当量排放的影响



RS 情景

参考情景或照常发展房间空调器增长情景：在本情景下，当前已在执行或已公布的政策和政府承诺将按照已确定的时间安排继续进行。

RS-C 情景

除了采用恒定电网排放因子外，其他条件与参考情景相同，以分析制冷本身的排放影响。

RS-K 情景

除加入基加利修正案成功执行的因素外，其他条件与参考情景相同。

改进情景

加入对四个关键领域干预因素的考虑：加速建筑能效规范的执行、加速空气调节器运行效率的进步、提高制冷剂的回收再利用率以及满足基加利修正案对于逐步淘汰 HFC 的要求。

5X 情景

假设从 2022 年开始应用 5X 技术解决方案（一种结合直接和间接减排手段使气候影响至少减小至当前标准房间空调器水平的 1/5）。

根据落基山研究所的分析，5X 解决方案在 2050 年的用电量将在照常发展情景基础上大幅下降 75%。事实上，虽然 2050 年的房间空调器安装量比 2016 年水平多 2.7 倍，但耗电量却将比 2016 年水平低 20% 左右。

中国在 2050 年的房间空调器安装量预计将占全球安装总量的 1/4 左右，因此会极大地受益于 5X 解决方案的应用。我们的分析显示，到 2050 年，5X 解决方案的应用和规模化普及将帮助中国避免 675 吉瓦的发电装机，其中包括 436 吉瓦新增装机，并可空出 245 吉瓦现有装机容量用于其他目的。由于房间空调器预计安装量中的几乎一半已经安装，到 2050 年，中国房间空调器安装总量将增加 1 倍，而在未来几十年内转型至 5X 技术可以将房间空调器年耗电量降低至当前水平的 50% 左右，大幅减轻电网压力。中国将有机会通过这项突破性技术的大规模制造和普及来实现双重效益。

从当前的标准房间空调器技术转变为 5X 解决方案能够帮助中国在 2050 年前累计实现 190 亿吨二氧化碳减排，比常规情景下累计排放量减少一半以上。这一转变还将推动中国完成巴黎气候协议中的国家自主贡献 (NDC)，也有助于其他国家学习中国的领先经验。从另一个角度计算，该转

舒适性制冷成为社会必要需求，5X 解决方案有利于满足这种需求

在全球范围内，舒适性制冷正越来越多地被认为是一种社会必要需求，与人类健康和生产效率息息相关。与此同时，舒适性制冷需求的增长（尤其在住宅建筑制冷领域）及其造成的用电和排放激增则成为了全球性的担忧问题。

作为全球最大经济体之一，中国在全球温室气体减排和应对气候变化影响方面扮演着关键的角色。中国自身在人口健康和社会发展方面的前进脚步正受到气候变化影响的威胁，包括增多的高温威胁、沿海及内陆洪涝灾害、用水与食物安全以及气候敏感疾病的频发等等¹⁹。

中国住宅建筑制冷因其巨大的规模与体量，成为了应对气候变化的关键工作领域，而 5X 解决方案为其提供了一条以创新为导向的发展道路。5X 解决方案符合《中国应对气候变化国家方案》的目标，也有助于推动中国电网脱碳化进程。在引领世界向更低全球变暖影响制冷方案的转型中，中国扮演着重要的双重角色：一、作为全球房间空调器生产领导者，推动制冷行业的转型；二、作为当前和未来全球房间空调器的最大用户（占全球房间空调器用量的 1/4），规模化应用变革性的高能效制冷技术解决方案。

型的预计减排影响将相当于中国在今后五年内完全使用可再生能源发电，或要求全国人民在未来的 100 年中用自行车替代汽车上下班。（图 3）

装机而节约 3500 亿美元，相当于中国 2017 年在清洁能源基础设施领域投资总量的 8 倍^{17, 18}。

以上这些还只是转型对消费端的影响，而如果中国制造商能够利用这一机遇并引领世界向 5X 解决方案的转型，还将会实现巨大的经济和商业效益。对中国而言，5X 解决方案代表在能源、气候，以及经济、技术和房间空调器市场等多方面展现全球领导力的重要机遇。

17 《能源价格改革下中国天然气发电行业成本分析与发展策略》，《Energy Procedia》第 104 期（2016）第 203-208 页

18 《中国 2017 年清洁能源投资超过 440 亿美元，为全球之首》，PV 杂志，2018 年 1 月 10 日，引用于 2018 年 11 月 8 日

19 世界卫生组织《2015 年气候与健康国家档案之中国》

全球制冷技术创新大奖赛简介

2018年11月12日，在全球制冷业专家和产业利益相关方的见证下，由多家国际机构共同举办的全球制冷技术创新大奖赛在印度新德里启动。大奖赛由落基山研究所（RMI）、Conservation X 实验室、能效经济联盟（AEEE）和 CEPT 大学主办，旨在满足制冷业对突破性创新技术的需求，并充分发挥 5X 解决方案的潜在影响力。大赛得到了印度政府及参与 Mission Innovation（由 23 个国家和欧洲委员会组成的、目标加速全球清洁能源创新的全球性联盟）的各国政府的支持。

这次独具首创性的创新挑战为全球空调行业主要制造商、创新者、初创企业和研究者们提供了绝佳的机遇——为

全人类开发一种制冷解决方案并解锁一个潜在规模巨大的市场，该市场有望在未来 30 年中安装超过 10 亿台房间空调器。

全球制冷技术创新大奖赛联盟致力于探索一项变革性的高效和环保解决方案，并推广其在中国和其他家用空调制冷需求飞速增长的国家（包括印度、巴西、印度尼西亚和其他发展迅速的新兴经济体）的孵化、商业化和最终规模化应用。

全球制冷技术创新大奖赛亮点：

- 目标探索一种气候影响降低至基准水平 1/5 的住宅制冷解决方案，并且在评估量产规模下的成本不会超过当前市场最常见机型成本的 2 倍。

- 竞赛于 2018 年 11 月 12 日正式启动，为期 2 年，邀请全球各部门创新者参与开发一种面向全人类的、不加剧全球变暖的制冷解决方案。
- 最多将有 10 项候选技术获得总数至少 200 万美元的中期奖金，用于支持这些方案的设计和样机开发。
- 最终获胜技术将得到至少 100 万美元奖金用于支持方案的孵化和商业运行。
- 点击网站 <https://globalcoolingprize.org/apply/> 报名参加本次竞赛，报名截止日期为 2019 年 6 月 30 日。

全球制冷技术创新大奖赛

探索突破性制冷技术 缓解全球性气候变化

挑战



研究表明，到 **2050** 年，气候变化将造成作物减产、洪水泛滥和影响数百万人的极端炎热天气



到 **2050** 年，使用中的房间空气调节器数量将从当前的 4.6 亿台左右增加到 **12** 亿台左右



到 **2050** 年，舒适性制冷对电力的需求量将增长 **900** TWh 以上



当今最先进空调技术的能效仅能达到最大理论值的 **14%**（多数空调的能效仅为最大理论值的 **6-8%** 左右）

解决方案



激励研发一项气候影响是基准水平 **1/5** 的家用空调制冷技术，能耗减少 **75-80%**，并满足 7 项其他标准



由全球合作伙伴组成的联盟主导，深入行业和市场，寻求创新型解决方案并推动其规模化应用



奖金高达 **300** 万美元



开启全球制冷行业变革和创新的新时代

影响力



为国内制冷需求最迫切的地区提供可负担的制冷技术



有潜力在 **2050** 年前累计实现 **190** 亿吨减排，相当于今后 5 年完全用零碳技术满足用电需求



在 **2050** 年避免高达 **700** TWh 年用电量，相当于家用空调领域的用电需求总量



为数百万家庭带来气候影响减小 **80%** 的制冷技术