

iea



International
Energy Agency

能效2020

CCEEE编译

CCEEE 
ENERGY · EFFICIENCY · ECONOMY



能效2020

CCEEE编译



摘要

国际能源署（IEA）每年对全球能效提升进展进行追踪，形成《能效》系列市场报告。作为该系列最新的一期报告，《能效 2020》通过分析能源数据、政策和技术趋势，对近期全球能效形势进行了综合性的研判。

能效提升对加速清洁能源转型、实现全球气候和可持续目标有着至关重要的作用。今年的报告结合对 2019 年相关趋势的分析，特别关注新冠（Covid-19）疫情在 2020 年对能效和全球能源市场的影响。同时，报告重视能效在各国疫情后经济刺激计划中的地位及其影响，强调能效对于促进增加就业、刺激消费、减少温室气体排放，从而支持全球经济可持续复苏的重要作用。

Acknowledgements

This publication has been prepared by the Energy Efficiency Division of the International Energy Agency (IEA). The analysis was led and co-ordinated by Jeremy Sung. The main contributors were Ian Hamilton, George Kamiya, Kevin Lane, Luis Lopez, Yannick Monschauer, Michael Oppermann, and Hugo Salamanca. Oliver Carlo provided essential research and statistical support.

Brian Motherway, Head of the Energy Efficiency Division, provided strategic guidance and input to this work. Valuable comments, feedback and guidance were provided by other senior management within the IEA, in particular, Keisuke Sadamori, Laura Cozzi, Laszlo Varro and Mechthild Worsdorfer.

Other IEA colleagues provided important contributions, including: Thibaut Abergel, Heymi Bahar, Simon Bennett, Sylvia Beyer, Joel Couse, Andrea Dertinger, Araceli Fernandez Pales, Alyssa Fischer, Peter Fraser, Kathleen Gaffney, Timothy Goodson, Lilly Lee, Jean-Baptiste Le Marois, Sara Moarif, Hidenori Moriya, Takahiro Oki, Apostolos Petropoulos, Alison Pridmore, Roberta Quadrelli, Michael Waldron, and Daniel Wetzel.

The IEA Communication and Digital Office provided production and launch support. Particular thanks to Jad Mouawad and his team: Astrid Dumond, Chris Gully, Jethro Mullen, Julie Puech, Rob Stone, Isabelle Nonain-Semelin and Therese Walsh. Andrew Johnston edited the report.

The report was made possible by assistance from the Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan.

The IEA would like to thank the following experts who reviewed the report and provided valuable contributions:

Alex Ablaza	Asia-Pacific ESCO Industry Alliance
Noura Al-Saud	AEON Strategy
Anne Arquit Niederberger	Enervee
Bob Blain	Natural Resources Canada
Mar Blazquez Gomez	Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge, Spain
Jeferson Borghetti Soares	The Brazilian Energy Research Company
Clara Camarasa	Copenhagen Centre on Energy Efficiency
Pierpaolo Cazzola	The International Transport Forum at the OECD
Russell Conklin	US Department of Energy
Chiara Dalla Chiesa	Enel

Shubhashis Day	Shakti Sustainable Energy Foundation
Lynnette Dray	University College London
Gabrielle Dreyfus	Institute for Governance & Sustainable Development
Bilal Duzgun	Turkey Ministry of Energy and Natural Resources
Carlos Eduardo Firmeza	The Brazilian Electricity Regulatory Agency
Christine Egan	CLASP
Mark Ellis	4E TCP
Chae Eun Hwang	Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea
Steven Fawkes	EnergyPro
Alessandro Federici	Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development
Brian Fitzgerald	Energy Efficiency and Conservation Authority of New Zealand
Cristina Gamboa	World Green Building Council
Phil Harrington	Strategy. Policy. Research
Gerben Hieminga	ING Commercial Banking, Economic Bureau
Tauno Hilimon	Republic of Estonia Ministry of Economic Affairs and Communications
Takashi Hongo	Mitsui Group
Rod Janssen	Energy in Demand
Roy Jean-Luc	GE Power
Michale Kiza	The East African Centre of Excellence for Renewable Energy and Efficiency
Saurabh Kumar	Energy Efficiency Services Limited
Skip Laitner	
Stephane Le Gentil	Abu Dhabi Energy Services
Ana Lepure	
Joshua Lim	National Environment Agency under the Ministry of Sustainability and the Environment in Singapore
Jacob Llerena	Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge, Spain
Rudiger Lohse	GE Power
Amory Lovins	Rocky Mountain Institute
Tomasz Majczyk	Department of the Environment, Climate and Communications, Ireland
Jack Mayernik	National Renewable Energy Laboratory
Cathy McGowan	Australian Government Department of Industry, Science, Energy and Resources
Vincent Minier	Schneider Electric

Rob Murray-Leach	Energy Efficiency Council, Australia
Manabu Nabeshima	Ministry of Foreign Affairs of Japan
Steve Nadel	American Council for an Energy-Efficient Economy
Stephen Pantano	CLASP
Alan Pears	
Volkmar Pflug	Siemens Energy
Carlos Pimparel	Directorate General for Energy and Geology, Portugal
Gabriela Prata Dias	Copenhagen Centre on Energy Efficiency
Rahul Raju Dusa	Copenhagen Centre on Energy Efficiency
Oliver Rapf	Buildings Performance Institute Europe
Ingrid Reumert	Velux
Ida Riise-Knudsen	Danish Energy Agency
Marc Ringel	Nuertingen Geislingen University
Timo Ritoumami	Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland
Karen Roij	Danfoss
Paul Ruyssevelt	Energy in Buildings and Communities TCP
Paul Ryan	EnergyConsult Pty Ltd
Ashok Sarkar	World Bank
Rahul Sharma	Energy Efficiency Services Limited
Siddarth Singh	IEA Consultant
Samuel Thomas	Regulatory Assistance Project
Fabby Tumiwa	Institute for Essential Services Reform, Indonesia
Timothy Unruh	National Association of Energy Service Companies
Harry Verhaar	Signify
Andrea Voigt	European Partnership for Energy and the Environment
Xianli Zhu	Copenhagen Centre on Energy Efficiency

目录

执行摘要	09
1. 新冠疫情与能效	13
2. 建筑	19
活动水平和结构效应	21
技术能效效应	25
3. 电器	30
活动水平和结构效应	31
技术能效效应	32
4. 工业	37
活动水平和结构效应	38
技术能效效应	42
5. 城市交通	45
活动水平和结构效应	46
技术能效效应	50
6. 远距离交通	52
航空和铁路	53
船舶运输	57
7. 疫情危机应对政策跟踪	61
8. 能效就业与复苏	71
9. 2019 年能效进展	76
能源强度和能效	76
用于未来能效提升的投资	77
建筑	79
交通	83
工业	85

图目录

图 1.1	全球一次能源强度改善的年度变化，历史数据及 IEA 可持续发展情景模拟数据	13
图 1.2	2019 年全球一次能源需求较 2018 年的变化及成因	14
图 1.3	封锁政策对经济部门的直接和间接影响	16
图 1.4	2000–2020 年全球 GDP 变化与能源强度改善之间的关系	17
图 2.1	部分国家平均的居民居家时间变化（左）和前往工作场所人次变化（右）	21
图 2.2	美国两地区“居家令”（stay-at-home order）期间能源需求减少及平均能源强度（按建筑类型）	23
图 2.3	英国每日新装智能电表数量	26
图 3.1	荷兰某电力公司提供的疫情封锁期间用能情况变化（与封锁前相比）	31
图 3.2	2018–2019 年及 2019–2020 年全球部分“白色家电”每周网购搜索指数	33
图 4.1	部分工业行业 2020 年上半年吨产量较 2019 年同比变化	38
图 4.2	2018 年 1 月至 2020 年 8 月美国工业部门月度天然气消费	39
图 4.3	欧盟 27 国和美国 2020 年上半年工业行业产出较 2019 年同期变化	40
图 4.4	主要经济体国家 2020 年上半年工业电价较 2019 年同比变化	43
图 4.5	各工业行业电机驱动系统用电量占行业总体用电量比重	44
图 5.1	部分国家居民 2020 年 3–10 月工作通勤状况的变化	46
图 5.2	部分国家 2020 年 3–10 月行驶公里数变化	47
图 5.3	美国 2020 年 2–10 月工作周出行需求与方式指数（与基准情景比较）	48
图 5.4	部分国家 [2020 年 1 月 13 日至 10 月 31 日（含）期间] 每工作周平均出行方式与需求变化指数（与基准情景比较）	48
图 5.5	各国 2020 年一周上路自行车计数较 2019 年变化	49
图 5.6	2015–2020 年全球各主要市场轻型乘用车销量（左）及轻型乘用电动车销量（右）	51
图 6.1	1980–2020 年全球航空客运量变化	53
图 6.2	2020 年 3 月以来各航司退役的四引擎飞机（报废或长期封存）数量（按机型）	56
图 6.3	2013–2021 年全球航空燃油消耗量	56
图 6.4	2019–2020 年亚欧沿线铁路货运周转量	58

图 7.1	《可持续复苏计划》建议的平均年度支出分配，按措施和领域	61
图 7.2	《可持续复苏计划》部分建议措施下的碳减排效果及成本	62
图 7.3	截至 2020 年 10 月底，全球已公布的能效相关刺激性政府投资计划	63
图 7.4	截至 2020 年 10 月底，各地区已公布的刺激性政府能效支出计划	65
图 7.5	截至 2020 年 10 月底已公布的相应刺激性政府投资计划及其预计拉动的社会投资 vs. IEA《可持续复苏计划》：清洁能源资金按领域细分（左），及清洁能源资金中的能效相关资金按能效措施细分（右）	66
图 8.1	美国能效就业在 2020 年 3–7 月的净变化量	72
图 8.2	《可持续复苏计划》中，每 100 万美元资金投入在建筑业和制造业创造的就业数量	73
图 8.3	截至 2020 年 10 月底公布的刺激性投资计划 vs.《可持续复苏计划》发展路径的预计就业潜力比较	74
图 9.1	2019 年全球能源相关 CO ₂ 排放较 2018 年变化，及避免的碳排放量	77
图 9.2	2015–2019 年 IEA 用于能效技术研发和示范的公共投资	78
图 9.3	针对初创能效企业的全球风险投资，按技术	78
图 9.4	2010–2019 年各区域能效风险投资，按技术	79
图 9.5	全球售出空调设备的平均季节性能效比	81
图 9.6	2014–2019 年全球各地区建筑能效年度投资	82
图 9.7	2015–2019 年全球一次铝熔炼和氧化铝精炼的能源强度年度变化	87
图 9.8	2018–2019 年部分地区获得的 ISO 50001 认证数量	88
图 9.9	2018–2019 年各行业获得的 ISO 50001 认证数量	89

材料目录

材料 1.1	报告中涉及的关键术语	14
材料 2.1	居家办公有助于节能减排，但力度几何？	22
材料 2.2	新冠疫情如何影响建筑中暖通空调系统的使用	25
材料 2.3	新冠疫情对节能建筑产品的影响：绝热产品销量普遍下滑，但也有例外	29

材料 3.1	高效电器并不意味着昂贵：来自东南亚的案例	35
材料 3.2	经济缓慢复苏和电器更新换代速度减缓对能效和能源需求的影响	36
材料 4.1	上次全球经济危机后，政府经济刺激政策对产业结构和能源需求的影响	41
材料 6.1	如果空运需求回到疫情前，近期超大型飞机的退役将如何影响航空出行	57
材料 6.2	低油价改变了油轮的运油路线	59
材料 7.1	欧盟的可持续复苏	66
材料 7.2	各国经济刺激政策方案与全球能效紧急行动委员会（Global Commission for Urgent Action on Energy Efficiency）建议的比较	68
材料 9.1	G20 国家工业能源强度对标	86

表目录

表 2.1	疫情导致的建筑能源强度影响因素	19
表 3.1	疫情导致的电器能源强度影响因素	30
表 3.2	冰箱在部分国家的网购搜索指数、最低能效标准的最后更新时间及现行能效标识项目	34
表 4.1	疫情导致的工业能源强度影响因素	37
表 5.1	疫情导致的客运交通能源强度影响因素	45
表 6.1	疫情导致的远距离交通能源强度影响因素	52
表 7.1	全球已公布的清洁能源刺激性政府支出计划，按领域	63
表 8.1	部分国家和地区能效就业估算数量	71
表 8.2	目前已公布的刺激性投资计划在各地区工业、建筑和交通部门预计创造的就业数量	74
表 8.3	目前公布的能效相关刺激性投资计划带来的预计新增就业机会（岗位 – 年），按能效措施	75
表 9.1	建筑部门各主要技术的清洁能源技术进程	80
表 9.2	交通部门主要领域清洁能源技术进程	84
表 9.3	主要工业行业清洁能源技术进程一览	86
表 9.4	各国家、地区、经济体电机最低能效标准等级	91

执行摘要

已经滞后的能效提升进程在疫情中进一步受阻

以一次能源强度的改善作为衡量，全球能效提升进度自 2015 年起开始放缓。新冠疫情的爆发为能效工作增加了额外的压力。受疫情和持续处于低位的能源价格影响，2020 年排除天气因素影响的全球能源强度预计较上年仅改善 0.8%，约为往年改善幅度（2019 年 1.6%，2018 年 1.5%）的一半，远远低于实现全球气候和可持续目标所需要的水平。而在国际能源署（IEA）用于描绘全球按计划实现气候能源目标的可持续发展情景（Sustainable Development Scenario）下，能效提升在未来二十年的温室气体减排中承担着 40% 的重任；能效提升减缓的现实问题亟待解决。

2020 年全球能效投资预计较上年缩减 9%

2020 年全球经济增长预计缩水 4.6%，同时收入方面的不确定性也对消费者和商业决策有所影响；双重压力下，全球对新的高能效建筑、设备和汽车的投资预计也将同步减少。与 2019 年相比，2020 年全球新车销量预计下降 10% 以上，将延缓全球在用车辆整体更新换代和能效提升速度；但与此同时，新车销量中电动车占比预计也从 2019 年的 2.5% 增至 3.2%。工业和商用建筑方面，由于能源价格走低，关键能效措施的回收期普遍延长了 10%~40%，削弱了能效投资与其他投资选项相比的吸引力。

出行方式的转变正在对能源需求和强度产生深远影响

出行限制和封锁措施对远距离和城市交通有着重大影响。2020 年全球交通能耗预计较 2019 年下降 10%，其中石油消耗每天平均减少约 600 万桶，较上年降低 11%。交通部门对 2020 年全球石油需求总体降幅的贡献率高达 2/3。

然而，出行需求的骤减也降低了航空和铁路运输的客运负载系数（例如 2020 年 4 月国际航班的客运负载系数仅为 28%），从而导致单位旅客能耗和每行驶公里能耗增加。

缺乏协同的能效措施或导致工业部门能源强度上升

当前趋势显示，位于产业链上游的能源密集型行业在制造业中所占比重正在提高，可能导致工业部门能源密集程度进一步增高。例如，在欧洲和美国，能源密集程度相对较低的汽

车制造业产值在 2020 年上半年同比下降 30%，而能源密集程度高的基本金属制造业产值同期仅下降了 15%。

未来收益的不确定性可能会促使企业重新评估各投资方向的优先顺序，而能效相关的投资项目在持续处于低位的能源价格面前并不具备优势。

部分国家和地区延迟实施建筑能效措施

受封锁措施和“社交疏离”（social distancing）政策的限制，在一些国家和地区，节能改造服务商难以进入建筑设施，从而延迟了建筑部门的节能改造。在封锁措施最严格的时期，印度和英国建筑中新装智能仪表减少了 80%~90%，但在 2020 年第三季度逐渐恢复到了 2019 年水平。经济方面的不确定性进一步阻碍了投资流向建筑节能领域；现阶段节能玻璃等材料的预估销量较疫情前预测值下调了 6% 左右。

但“自己动手”（do-it-yourself; DIY）式的房屋改造也开始在一些国家兴起，这样的改造方式有助于在短期内提升居住建筑的技术能效。以澳大利亚为例，2020 年上半年该国建筑（外墙）绝热材料的销量同比增加了 20%~40%。

电器能效短期内有望提升

技术能效提升的亮点出现在电器领域。截至 2020 年第三季度末的数据显示，疫情在一定程度上促进了家庭购买新的家电，其中一些新的、更高效的家电替代了老旧、低能效的家电。新冠疫情爆发以来，全球范围内许多电器的网络购物搜索指数上涨了 20%~40%，反映出电器销量可能较往常有所增加。这一趋势一经证实，将意味着全球存量电器在技术能效方面会有整体提升。

用于促进能效提升行动的激励资金目前分配并不均衡

作为各国疫情后恢复政策的一部分，政府在各部门实施的激励措施将对技术能效产生重大影响。无论是投资新项目还是推动结构性转变，都将影响到所在部门的能源强度。

国际能源署 (IEA) 追踪情况显示，截至 2020 年 10 月底，各国政府公布的经济刺激方案中，共有 660 亿美元的资金将用于能效相关举措。其中很大一部分（260 亿美元）将投入到建筑部门——就投入产出比而言，这样的分配并不令人意外：据估计，每 100 万美元的建筑能效投资约可以创造 15 个就业机会。约 200 亿美元将用于加快向电动车转型，包括新建充电桩等相关基础设施。

然而还有许多领域的能效潜力尚待开发。IEA 的追踪结果反映出能效投入在不同部门间的分配并不均衡。目前公布的计划中，尚无关于提高超高能效电器市场渗透率的措施，同时交通部门在电动车以外，用于提升其他道路车辆能效的资金也相当有限。

不同地区的能效投入也存在巨大差异。欧洲国家计划投入的能效资金远远高于世界其他国家——欧洲在全球已公布的将用于能效的政府刺激性资金中占比高达 86%，余下 14% 基本来自亚太地区和北美。

增加能效领域刺激性资金投入有望创造数以百万计的就业机会

IEA 估算，目前公布的能效相关刺激性投资计划将能在 2021–2023 年期间提供约 180 万个全职就业机会，其中建筑部门占近 2/3，工业部门占 16%，交通部门占 20%。基于目前各国家和地区公布的计划，这些能效相关的就业机会将有超过 80% 分布在投资力度最大的欧洲地区。

但 IEA 在 2020 年 6 月发布的《可持续复苏计划》（Sustainable Recovery Plan）显示，如果进一步加强能效相关的经济恢复措施，加大政府和社会资金对于建筑、交通和工业部门能效的投入力度，全球有望创造近 400 万个额外的就业机会。

疫情正在改变人们在建筑中使用能源的方式

疫情以来，人们开始扩大社交距离，更多地居家办公，对商业建筑的使用减少，居家用能活动增加，因此建筑部门能源需求重心也逐渐从商用建筑向居住建筑转移。2020 年上半年，部分国家居住建筑用电量增加了 20%~30%，同期商业建筑用电量减少约 10%。

疫情期间，基本服务型设施在商业建筑能耗总量中的比重上升。这类设施通常能源密集程度较高，可能导致商业建筑整体能源强度上升。例如，大部分食品销售类卖场疫情期间仍在持续运营，但这类卖场——以美国的为例——能源密集程度是普通写字楼的两倍以上，而后者绝大部分在疫情期间是不开放使用的。

而随着商店和办公建筑逐步重新开放，室内的人们需要加强建筑通风以降低新冠病毒传播风险，这也会导致商业建筑的能源密集程度增加。通常情况下，一栋建筑物能耗总量中有 30% 用于通风换气；疫情后随着对建筑通风的要求提高，相应能耗比重还会进一步增加。

..... 交通部门同理

疫情爆发以来，所有远距离出行方式的活动水平都发生了骤减，其中民航和铁路出行量在 2020 年分别下降约 60% 和 30%。这两种出行方式在数据上的差异显示，至少从本土出行的角度看，人们正在从航空出行向铁路和汽车出行转变。航空向铁路的转变有助于改善能源强度，但向道路交通的转变却可能导致能源强度上升。

城市居民正在减少公共交通出行，转而选择私家车或步行、自行车骑行等非机动的“主动交通”（active modes of transport）。一些国家公共交通出行量减少高达 50%。

人们无法确定，疫情期间发生的、对于能效有积极影响的行为转变，在疫情过去后是否还会持续存在，但可以确定的是，如果没有针对性的引导政策，疫情后人们的行为很可能会回到疫情前的模式。

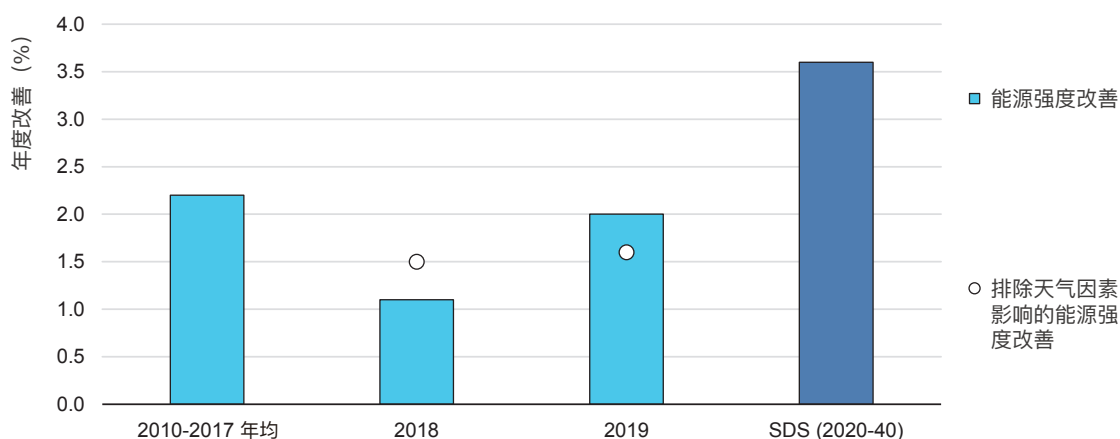
1. 新冠疫情与能效

疫情前，能效行动便已亟待加强

近年来，国际能源署（IEA）反复强调全球需要尽快采取行动，扭转 [2015 年以来逐渐放缓的能效提升进程](#)¹。

2019 年，不断下跌的全球能效提升速度似乎终于开始止住颓势——当年全球一次能源强度改善 2%，高于 2018 年的 1.1%。

图 1.1 全球一次能源强度改善的年度变化，历史数据及IEA可持续发展情景模拟数据



IEA 2020. All rights reserved.

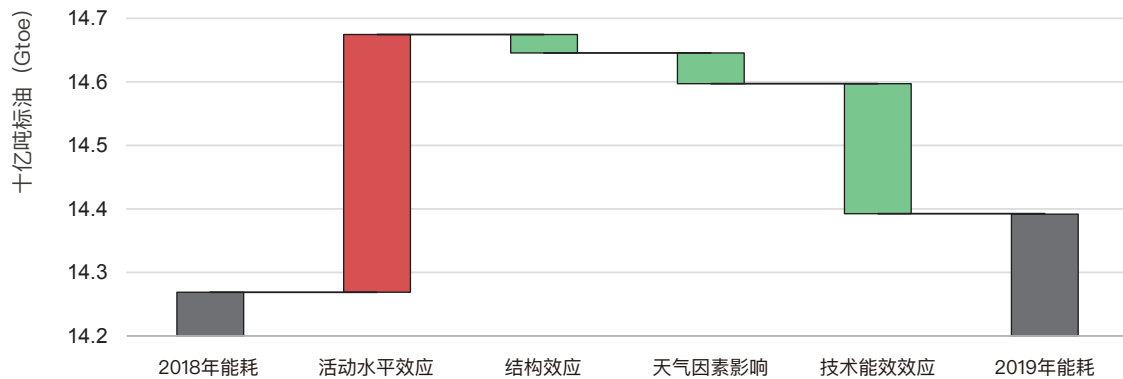
注：SDS = IEA 可持续发展情景（Sustainable Development Scenario）。

来源：IEA, [Global Energy Review 2019](#)。

这一能源强度改善速率主要源自三大因素的贡献。其一，技术能效提升起到了关键作用，抵消了近一半由经济增长引起的全球能源需求潜在增量。其二，2019 年全球经济增幅显著下滑，由 2018 年的 3.6% 跌至 2.9%，将“活动水平效应”——即由经济活动引发的能源需求增加——的影响削弱了近 1/5。其三，2019 年全球主要地区的天气较为温和，对燃煤、燃气和电力供暖和制冷的需求减少；在同等经济活动水平下，温和天气导致的能源需求要比预期低 10% 以上。

¹ 本报告中，能效“提升”即能源强度“改善”（下降），是指完成既定活动所需能耗下降。能效提升或能源强度改善（下降）以正数表示，而能效降低或能源强度上升以负数表示。

图 1.2 2019年全球一次能源需求较2018年的变化及成因



IEA 2020. All rights reserved.

注：红色柱状图形代表引起能源需求增加的因素，绿色柱状图形代表引起能源需求减少的因素。

来源：IEA, [Global Energy Review 2019](#)。

上述最后一个因素——天气——对于正确解读 2019 年全球能源强度在表面上的“改善”有着至关重要的作用。排除天气因素的影响后，全球能源强度在 2019 年的改善幅度仅有 1.6%，与 2018 年（排除天气因素影响后）的 1.5% 几乎一致。

材料 1.1 报告中涉及的关键术语

活动水平：产生能源需求的行为。活动水平变化对能耗的影响称为“活动水平效应”。

结构：某经济体或部门 / 行业中不同活动水平的组合形式。结构变化对能耗的影响称为“结构效应”。

能源强度：单位活动水平产生的能耗。能源强度低（好）和高（差）往往能分别反映出能源利用效率高和低。但也有例外。例如，炼钢整体而言是一个能源密集程度高的过程，但一系列原因会造成不同钢铁厂之间的能源强度千差万别。

技术能效：建筑物、电器设备、工业设备和流程、机动车等用能技术实现单位活动水平或提供单位服务所产生的能耗。例如，一辆 20 公里 (km) 油耗为 1 升 (L) 的汽车，其技术能效水平优于另一辆 20 km 油耗为 2L 的汽车。

新冠疫情危机为全球能效提升进程再添不确定性

近年来，全球能效提升进程减缓的背景下，新冠疫情的爆发无疑为能效工作增加了新的不确定性。首先，当前的经济危机很可能会造成[企业和居民个人推迟对更高能效技术产品的投资决策](#)。虽然相关投资状况目前看来尚未发生大的变化（主要是由于目前进行的项目通常

是提前几年就确定好的），但在未来几年，尤其是伴随着危机进一步加剧的可能性，人们将有机会验证能效投资行为在经济萧条中是否具备一定的抵抗力。

其次，此次疫情还引发了大众行为和市场的变化。这些变化也是能效提升进程中的不确定因素。例如，航空运输需求的空前减少所引起的国际客运和货运能源强度变化可能是永久性的，这将主要取决于航空产业在疫情后的恢复状况。与此同时，更多的居家办公也正在改变人们在城市的移动方式。这些变化既能够促进能源强度的改善，在一些情况下又可能反过来加剧其恶化。

同时，政府为应对疫情带来的经济危机所推行的政策举措也密切关系到能效提升工作能否有良好的进展。例如，以往工业部门的一些刺激性资金在某些情况下反而导致了老旧、低效设备的服役时间延长。假如政府在制定新冠疫情经济刺激政策时，缺乏对能源系统的考虑，类似的情况在未来仍有可能再次发生。

好消息是，能效提升的社会经济效益正在获得越来越广泛的认可。经历此次疫情危机，各国政府纷纷表示要“重建得更好”（building back better），投入数十亿美元的刺激性资金促进能效提升，并尤其重视建筑和交通部门。

虽然人们可能还需要好几年的时间才能正确、全面地了解新冠疫情危机带给全球的影响，但上述事实充分说明，疫情给全球能效提升进程带来的，有风险也有机遇。

2020：能效进展追踪中不同寻常的一年

总体而言，IEA 预估 2020 年全球一次能源需求较 2019 年下降 5.3%。在全球国内生产总值（GDP）总量下降 4.6% 的情况下，全球一次能源强度改善幅度预计仅为 0.8%，是 2010 年全球经济危机以来最小的改善幅度，远低于实现全球气候和可持续发展目标所需的 3% 以上的年均改善幅度。

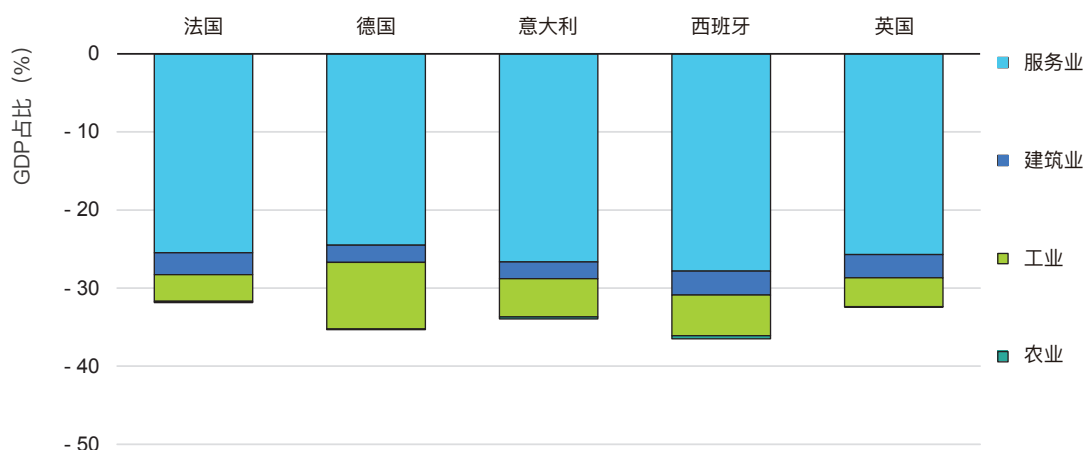
然而，包括新冠疫情在内的外部冲击使得 2020 年的能效进展难以通过以往常用的一次能源强度²等参数进行精确测算，因为这些冲击对能源强度的分子和分母都产生了巨大的影响。

此次疫情引发的危机中，一次能源强度（变化）主要反映的是疫情对经济的影响，而非能效水平的改善。例如，[经济合作与发展组织（OECD）关于欧洲五国的分析](#)显示，此次危机在不同程度上直接或间接地影响了每一个经济部门，其中服务业受影响最大。疫情引起的

² 一次能源强度是衡量全球能效总体进展的有效指标，能够反映全球通过能源消耗实现经济增长的效率。然而由于一次能源强度受供能结构的影响，这一指标并不适用于追踪需求侧或部门 / 行业能效进展。一次能源强度同时还受经济结构变化（如经济向能源密集程度高或低的行业转型）的影响，因此也不能用于衡量技术能效提升。因此，要全面地评估能效进展，还需要考察其他一些重要参数，包括终端能源需求等。详情参见 [Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics](#)。

变化可能会造成经济产出更多地来自能源密集型行业，而非能源密集程度低的服务业，从而导致经济体的能源强度整体上升，但这并不能说明这些经济体在能效上的变化。

图 1.3 封锁政策对经济部门的直接和间接影响



IEA 2020. All rights reserved.

注：GDP= 总增加值 + 税收 - 政府补贴。总增加值（GVA）常用来代表产值。图中封锁政策对 GDP 的影响也带动了，假设税收和政府补贴恒定的情况下，对总增加值的影响。

来源：OECD, [Economic Outlook 2020](#)。

基于上述原因，同时为了在当前全球面临的特殊挑战下为政策制定者提供最有效的参考，《能效 2020》报告与以往关注上一年全球能效进展（如《能效 2019》主要关注 2018 年能效进展）的做法不同，更多地聚焦当前市场趋势对能效的潜在影响和启示。

为此，《能效 2020》在各国政府公布的官方能源数据基础上，还参考了智能仪表、智能手机、网络搜索引擎等来源频繁更新的大量数据。

本册报告不对未来能源需求、能源强度或技术能效水平做任何量化预测。如需了解 IEA 在建模分析基础上，对新冠疫情未来十年在能源需求和能效改善方面潜在影响的预测，欢迎阅读[《世界能源展望 2020》](#)。

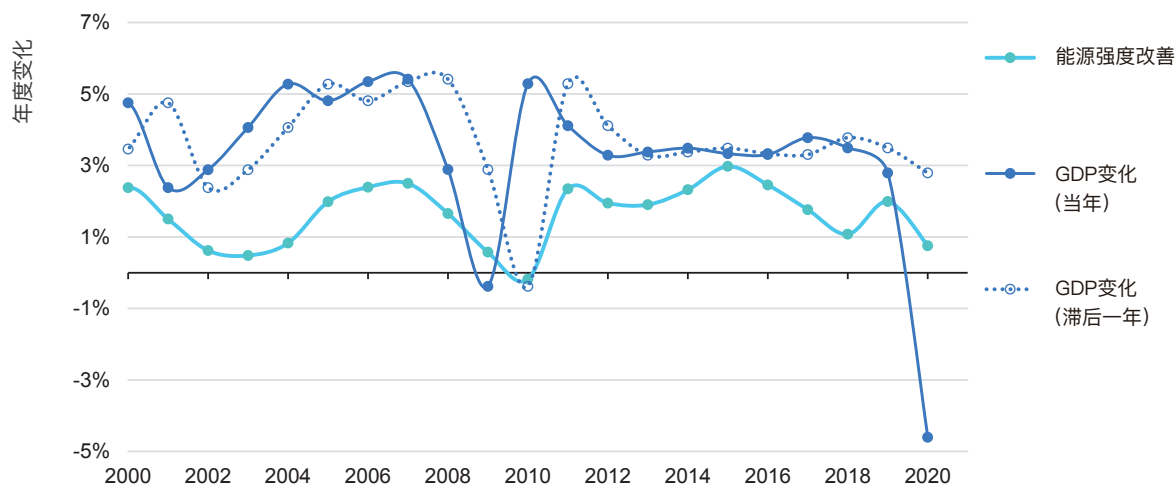
经济危机或使能源强度上升

虽然在当前危机的影响下，能源强度或许无法成为衡量能效进展的可靠指标，但能源强度的历史数据配合经济领域的历史数据，却能为预测疫情后的短期趋势提供有效参考。

以往的 GDP 和能源强度数据显示，类似于 2020 年这样的 GDP 大幅下降的情况通常伴随着未来能源强度改善速度的下滑。例如，全球 GDP 总量在 2006–2007 年年均增加 5% 以上，

2008 年增速下滑至 3%，到 2009 年增速为零。而全球能源强度改善速度不仅在 2008 年和 2009 年显示出了相应的下滑，还在 2010 年全球 GDP 重回经济危机前 5% 左右增速的同时，仍然呈现下滑趋势。能源强度改善趋势变化相对于 GDP 增速下滑的滞后性表明，经济衰退对能源强度改善的阻碍作用，可能不仅限于即时的影响，在经济危机过去后仍会持续一段时间。

图 1.4 2000–2020 年全球 GDP 变化与能源强度改善之间的关系



IEA 2020. All rights reserved.

来源：IEA, [World Energy Outlook 2020](#); International Monetary Fund (IMF), [IMF Datamapper](#)。

造成这一现象的原因之一是，经济危机期间，由于企业和家庭收入的不确定性增加，人们对于包括技术能效投资在内的投资决策会变得更加谨慎。据 IEA 估算，2020 年全球能效投资大约下降 9%，由此推算，2021 年全球一次能源强度改善速度仍将延续之前的减缓趋势。加之经济低迷时期，（能源需求降低引起的）能源价格下降使得能源支出在企业 and 家庭总体开支中的占比下降，更让能效投资相比其他投资选项的优先级进一步降低。

经济衰退的另一个后果是政府税收收入减少，这可能促使政府改变公共开支项目之间的优先顺序，减少对能效项目的投入。

综上所述，除非各国政府积极支持能效提升，否则即使是在疫情结束、全球经济快速重回正轨后，疫情期间经济低迷对全球能源强度造成的负面影响也仍将持续 12 个月以上。

后续章节将对本报告收集的截至 2020 年第三季度的数据展开详细分析。虽然这些数据显示，疫情危机在短期内对技术能效的影响相对较小，但假如经济进一步衰退，则可能在未来几年真正危害到技术能效进程。此外，尽管一些国家意识到了能效措施的重要性，并将其纳入到了政府的经济刺激计划中，但在其他一些国家，人们尚未真正将能效作为关键议程予以优先考虑。

疫情危机为具有多重收益的高效能源系统转型提供了机遇

此次疫情带来的经济危机虽然可能妨碍了能源强度改善的进程，却依然是促进高效能源系统转型的重要机遇。

首先，与以往的经济危机不同，此次危机起源于全球性的公共健康危机，而后者正在迫使人们的办公场所和出行模式发生改变。目前要断言这些改变的持久性还为时过早——如果未来各国采取措施成功控制住了疫情，人们的行为可能会很快回到疫情前的模式，甚至能源密集程度可能变得更高。然而一些用于应对本次危机的措施，如增加对城市中（步行、自行车等）“主动交通”（active transport）基础设施的政府投资等，有助于强化高能效的行为转变，并推动这些转变永久化。

第二，本次危机的发生正值[全球能源系统巨变](#)之时，这为能效提升提供了可贵的机遇。能源系统的电气化仍在继续，同时规模不一的可再生能源发电也在迅速增加。值得特别注意的是，太阳能发电在疫情期间几乎没有受到影响，并且在 IEA 所有情景的建模分析中，其未来发电占比预计都将上升。

电网中各种可再生能源发电占比增加，意味着人们需要新的技术、政策和监管机制来保障电力安全，并且降低能源系统的整体投资需求。因此，能源系统的需求侧无论对提升系统整体能效而言，还是就提供额外的需求侧灵活性来说，都正在变得愈加重要。高效的终端用能技术有助于减小系统整体用能规模，从而降低电网投资需求。可以根据可再生能源可用时间段对用能进行自动调节的高效技术正在得到越来越广泛的应用，使终端能效和系统能效的同步提升成为可能。

第三，能效投资能够实现包括温室气体减排和空气质量提升在内的一系列收益。这在当下显得尤其重要：包括[本次疫情危机](#)在内，越来越多证据显示出了健康和空气质量的相关性。能效提升还具有多重经济社会效益，能够通过创造就业和加强工业生产力等方式直接助力经济复苏，正如 IEA 在其[《可持续复苏计划》](#)中所指出的那样。能效高的经济结构不仅具备更高的生产力，还会在人类可能遭遇的各种危机中，展现出更强大的抵抗力和修复力。例如，[节能型的社会福利住房](#)不仅能帮助弱势群体有效控制能源开支，还（因为节能房屋的健康性能）有助于减少政府支出中的公共健康预算。

2. 建筑

新冠疫情危机在未来几年对建筑部门能源强度的影响取决于一系列相互复杂作用的因素。

短期内存在以下三种明显的趋势：

- 社交疏离和远程办公导致商业建筑使用率下降、居家的用能活动增加，致使建筑能源需求重心逐渐从商业建筑向居住建筑转移；这在某种程度上，可能造成建筑部门整体能源强度上升。
- 能源密集程度高的建筑设施类型在商业建筑总能耗中占比上升，导致商业建筑中单位活动水平能耗总体上升，即商业建筑能源强度上升。
- 疫情相关的限制措施致使专业的建筑节能服务商无法进入居住建筑，从而延迟了节能改造；然而在一些国家和地区，逐渐兴起的“自己动手”（do-it-yourself; DIY）式房屋改造正在助力技术能效提升。

表 2.1 疫情导致的建筑能源强度影响因素

作用类型	影响因素	对能源强度改善的潜在作用 (促进 ↑；抑制 ↓)
活动水平效应 和结构效应	居住建筑活动水平升高；商业建筑活动水平降低。	↓
	服务业能耗中，能源密集型行业占比增加；即商业建筑能耗中，能源密集型建筑类型占比增加（详见后文）。	↓
	出于防疫需要，商业建筑通风换气速率提高。	↓
技术能效效应	经济低迷和失业潮致使租户和业主收入减少（其中业主收入减少包括租金收入减少），建筑改造和换代率下降。	↓
	持续处于低位的能源价格延长了建筑节能改造的投资回收期。	↓
	持续性的公共健康风险及相关限制措施让专业的节能服务商无法进入居住建筑，从而延迟了节能改造。	↓
	节能服务公司（ESCOs）收入减少甚至出现违约，节能服务供应市场短缺。	↓

作用类型	影响因素	对能源强度改善的潜在作用 (促进 ↑；抑制 ↓)
技术能效效应（续）	政府针对建筑节能改造和新建建筑节能投入刺激性资金。	↑
	随着人们居家时间增多，家庭能源开支上升，反过来促进各个家庭投入资金开展建筑节能改造。	↑
	商业建筑业主利用租户和其他建筑使用人员不在的时机，在不影响用户的情况下开展建筑节能改造。	↑
	居家时间的延长促进人们为提升建筑舒适度投入人力物力，开展DIY（do-it-yourself）式房屋改造。	↑

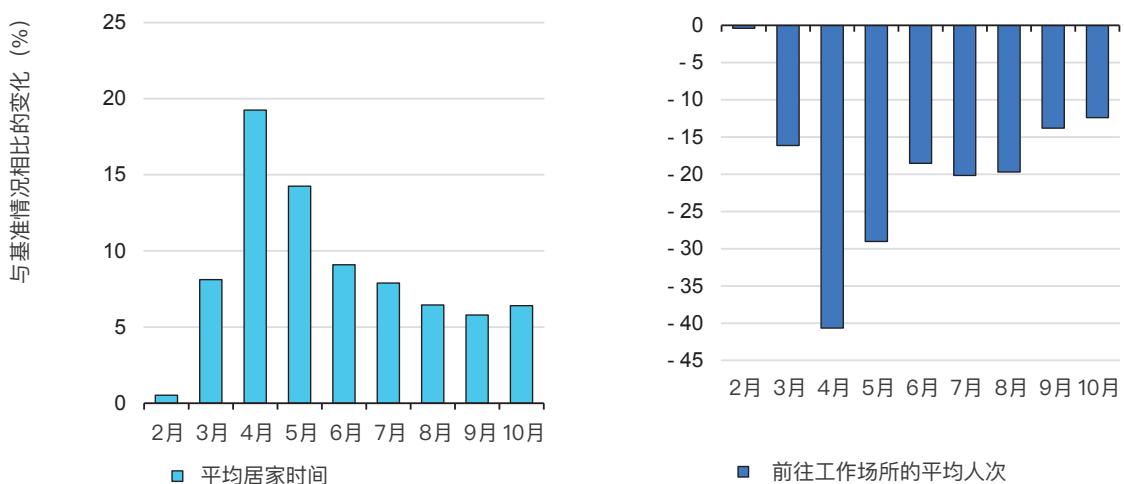
长远来看，本次全球健康和经济危机的持续时间将对建筑部门能源强度产生重大影响。如果当前的健康危机持续下去，将继续限制人们使用商业建筑，从而使得商业建筑能源强度延续其在 2020 年的变化趋势。疫情期间，随着越来越多的人回到自己的工作岗位，出于防疫需求和楼内人员的健康考虑，商业建筑将提高楼宇的通风换气速率，这势必引起能源强度上升。而如果眼下的经济危机加剧，企业和家庭可能会在未来减少对建筑节能改造的投入，从而减缓技术能效提升进程。受疫情影响，当前的分析预测已经对建筑部门及相关施工行业的预期增长值进行了下调。

但从目前各国已经宣布的刺激性能效投资计划来看，建筑部门作为重点支持部门，很快将获得更多的政府投资并从中获益。在一些地区，建筑部门获得的政府投资力度将足以促进该部门技术能效大规模提升。

活动水平和结构效应

居住建筑能耗增加，商业建筑能耗减少

图 2.1 部分国家平均的居民居家时间变化（左）和前往工作场所人次变化（右）



IEA 2020. All rights reserved.

注：图中数据展示了与谷歌（Google）的基准日（baseline days）相比，（疫情爆发以来）前往各类场所的人次（或人们在各类场所的停留时间）变化。一个基准日代表相关数据在当天的正常数值。图上所选取的基准日数据为从 2020 年 1 月 3 日至 2 月 6 日这五周期间的中位数。图上“居家”指人们停留在“居住类”场所的情况，（疫情爆发以来）人们的居家时间发生了变化；而“工作类”场所的相关情况则通过到访该类场所的总人次变化进行衡量。图上数据来自以下国家：澳大利亚、奥地利、比利时、巴西、加拿大、智利、捷克共和国、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、印度、印度尼西亚、爱尔兰、意大利、日本、韩国、卢森堡、墨西哥、摩洛哥、荷兰、新西兰、挪威、波兰、葡萄牙、新加坡、斯洛伐克、南非、西班牙、瑞典、瑞士、泰国、土耳其、英国、美国。
来源：Google LLC, [Google COVID-19 Community Mobility Reports](https://www.google.com/covid19/mobility/), accessed 10 November 2020.

随着居家办公日渐常态化，各大主要经济体国家的人民在 4 月前往工作场所的平均人次减少了 60% 以上，6–9 月减少了 20%~30%。在封锁政策最为严格的时期，人们的居家时间增加了近 30%，而在政策稍微缓和的 6–10 月，这一数据仍比往常高出 5%~10%。居家时间的增加伴随着额外的用能行为，从而为能源需求带来了巨大的影响和复杂的变化。

在美国一些地区，3 月底到 4 月初，[工作日平均民用电量上涨 20%~30%](#)，特别是在需要家用室内[制冷](#)的温暖地区。在印度，随着[民用室内制冷负荷的增加](#)，民用电力需求也相应增加；而在[欧洲](#)，由于（家用）供暖能耗的上升，3–4 月初[居住电耗同比增加 40%](#)。

与居住部门不同，商业建筑能耗在过去一段时间有所降低。中国商业和服务业电力需求（近似代表商业建筑用电量；下同）在新冠疫情爆发之初的 1–2 月[下降了 3%](#)，但随后[发生反弹](#)。

在美国，由于商店关闭或缩短营业时间、办公场所空置或仅有少数人工作，4–9 月商业电力需求[较上年水平下降 8%](#)。

然而，包括办公建筑在内的商业建筑即使是在空置期间，也依然在持续耗能，例如长期保持运行的暖通空调（HVAC）系统和维持开启状态的计算机服务器电源等。居家办公的确为降低能耗和减少碳排放带来了正向的净收益，但这些收益主要来自通勤的减少。

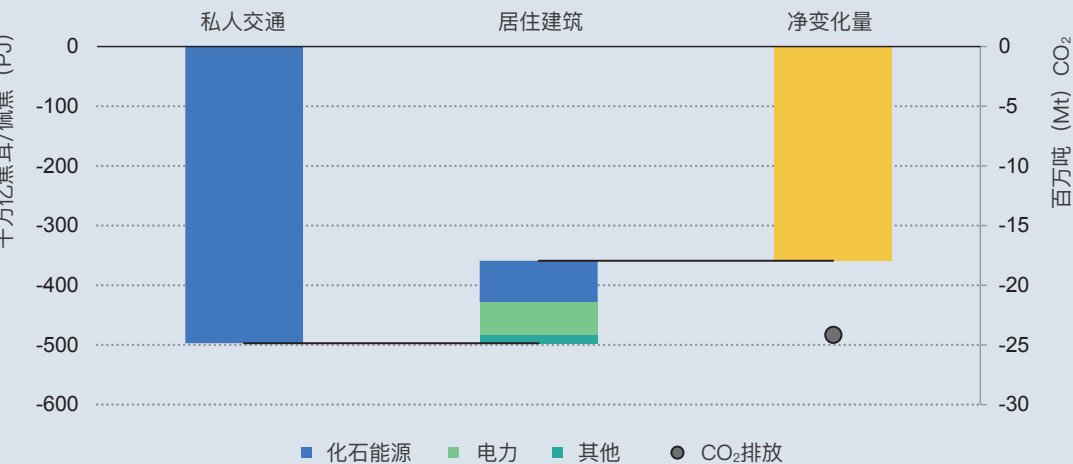
尽管商业建筑向居住建筑的能耗转移所产生的整体影响，会因为各国具体情况和能源结构的不同而变化，但一些国家的建筑部门用电总量已经表现出了微弱的下降。在澳大利亚，尽管居住建筑电力需求的增长几乎完全抵消了商业建筑中电力需求的下降，但建筑电力需求总量仍然下降了 2%。在欧洲，建筑电力需求总量继 4 月较过去五年的均值下降 13% 后，[在夏季又有了一些回升](#)。然而随着该地区疫情秋季的另一次爆发，电力需求总量再度发生了微弱下降，[一如意大利和比利时在 10 月份的情况](#)。

但值得注意的是，至少在某些衡量标准下（如单位经济产出的建筑能耗），建筑能耗重心从商业建筑向居住建筑的转移会引起建筑部门能源强度的上升。

材料 2.1 居家办公有助于节能减排，但力度几何？

与在办公室工作相比，居家办公一天，单日家用能耗将增加 [7%~23%](#)。具体增幅取决于该地区在房屋平均面积、供暖或室内制冷需求、计算机等信息技术（IT）设备和家用电器能效等方面的特点。对全球大部分地区而言，居家办公引起的能源需求增加在冬季要高于夏季，这主要源自增加的室内供暖需求，同时冬季的能源结构通常也更倾向于依赖化石能源。

“居家办公”情景下全球年度二氧化碳（CO₂）排放和终端能源消费量变化（按能源种类）



注：其他 = 热能、现代生物质能（与传统生物质能相对）和其他可再生能源。

总体上，居家办公能够通过减少人们利用私人汽车通勤的时间和燃油消耗，实现节能和CO₂减排。然而对于短途的私家车通勤或主要依靠公共交通通勤的人群而言（即减少通勤对能耗和碳排放总量的影响小），他们居家办公带来的居住能耗增加（视当地居住建筑的能源结构），可能会引起能源需求和碳排放的小幅度净增加。

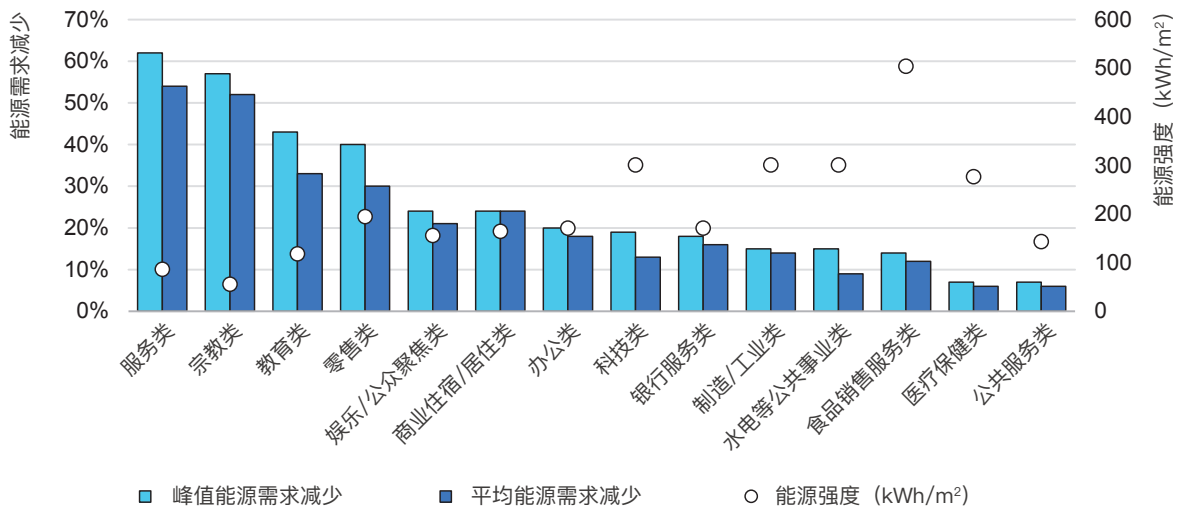
全球而言，每五份工作中就有一份可以在家完成。这些从业人员每周仅需居家办公一天，全球道路客运油耗总量每年就能降低 1% 左右。而即便将居家办公引起的居住能耗增加考虑在内，全球 CO₂ 排放每年也将减少 2400 万吨。（而这还不包括居家办公后，因办公场所计算机及其他 IT 设备使用减少所带来的少量额外节电量。）

总的来说，居家办公对节能减排的贡献虽然还不足以推动实现全球长期可持续能源和气候关键目标，但仍是值得关注的一环。未来随着居家办公变得更加普遍，人们对于（实体化）办公场所的需求以及商业建筑的能源需求将进一步降低，从而促进能耗总量实现进一步的总体下降。然而，当居家办公成为常态，人们可能会从城市中心搬到外围、住更大的房屋，这样一来，供暖和室内制冷能耗都将上升，并且在出行时也倾向于采取能源密集程度更高的方式，从而会抵消掉一部分[与办公建筑和通勤相关的节能量](#)。

在居家办公的基础上，视频会议的使用也能取代原先的远距离商务差旅，有助于减少航空燃油需求和相关碳排放。基于现有的飞机能效水平，如果能将全球商务差旅中飞行时间 6 小时以上的出行活动减少一半，每年的航班数量虽然仅会减少不足 1%，但全球 CO₂ 排放量却会[减少约 5000 万吨](#)。

能源密集型基础服务的能耗占比升高

图 2.2 美国两地区“居家令”（stay-at-home order）期间能源需求减少及平均能源强度（按建筑类型）



注：能源需求减少的比较基准为（无疫情）常规条件下的预期能耗。服务类（建筑）包括干洗店、复印店、理发店、修理店等。食品销售服务类（建筑）包括超市和餐厅等。

来源：Uplight, [The Impact of Quarantine on Non-Residential Utility Customer Energy Use](#); EIA, [Commercial Buildings Energy Consumption Survey](#)。

虽然新冠疫情造成了商业建筑能源需求的普遍下降，但不同地区、经营规模和服务于不同客户群的商业建筑，其能耗降幅各不相同。[来自美国两地区智能仪表的数据显示](#)，业务规模大的建筑，能耗受影响小，其中超市和医院³等基础业务和服务类建筑所受影响最小。

尽管在封锁政策最严格的时期之后，许多商业建筑都已逐渐恢复到了“一切如常”（business as usual）的经营服务状态，疫情危机却在一些能源密集程度低的商业建筑（如服务类、宗教类和教育类建筑）中造成了较大的能耗降幅。能源密集型的商业建筑——如餐厅、超市和医院等——经历的能源需求下降则较为平缓。在全球相关数据不够全面的情况下，现有数据显示，基于单位服务能耗的商业建筑能源强度⁴可能在疫情期间有所上升。

“逃离城市”潮不及长期城市化对能源强度的影响大

新冠疫情危机爆发以来，“逃离城市”（urban flight）[案例](#)——城市居民向低人口密度的郊区迁移的现象——不断涌现，意味着建筑能源强度可能因此上升。这是因为在人口密度低的区域，建筑物的面积往往更大，因此需要消耗更多的能源，尤其是用于供暖和室内制冷。

[美国一项调查](#)显示（疫情期间）出现了一些暂时性迁移的案例，但并未揭示导致这一现象的原因；对房地产行业 and 搬家公司数据的[分析](#)也呈现出类似的结论。欧洲在 2020 年也出现了一些从城市到低人口密度区域的[暂时性迁移](#)，但没有证据显示迁移会是永久性的。

从根本上来说，即使发达国家的人们[从一线城市向二线城市迁移](#)成为一种趋势进而造成每个居民个人的能耗增加，全球加速城市化的趋势也很难逆转，而后者对能源需求和强度的影响将超出新冠疫情引起的逆城市化迁移。

³ 译者注：按美国的划分，医院、学校等建筑属于商业建筑。

⁴ 译者注：除单位服务能耗外，商业建筑能源强度还可以有其他的衡量方式；通过不同方式衡量的商业建筑能源强度变化趋势可能不同。

材料 2.2 新冠疫情如何影响建筑中暖通空调系统的使用

出于对新冠病毒可以借助空气中的悬浮颗粒进行传播的担忧，以及[空气质量和新冠病毒的健康影响之间可能存在的某种关系](#)，人们正在不断加强对建筑通风系统的重视。

美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）发布指南，介绍了可以最大限度预防传染病空气传播的[最佳实践方法](#)。ASHRAE 建议的操作包括对建筑暖通空调系统进行检修和维护，使用 MERV⁵ 13 及以上的过滤器进行过滤，以及提高室内外空气交换速度。欧洲暖通空调学会（REHVA）[建议](#)通过开窗为建筑提供尽可能多的空气，并增加对室外空气的利用，同时要避免出于节能目的对通风系统进行需求控制类设置。

在（疫情前的）正常情况下，[建筑供能中 30% 的能源](#)都经由通风换气系统从建筑出气中散失掉了，因此提高通风速率也会使用于建筑供暖和室内制冷系统的能耗增加。这样一来，让暖通空调系统尽可能地高效运行就变得越发重要。暖通空调系统的安装、重新调试和升级将有助于巩固建筑性能，保护建筑内人员的健康。

一些暖通空调工程师已经[预见到](#)通风需求的增加（如每 24 小时就需要对整栋建筑物内的空气净化一次）将显著提高能源成本。在加快通风速率满足健康要求的前提下，想要降低这些成本就必须要有创新的技术，例如暖通空调智能控制系统、更先进的过滤系统，以及用于能量回收的新型除湿技术等。

技术能效效应

由于可用数据的有限性，要预测仍在发展中的新冠疫情对建筑技术能效的影响，是一件十分困难的事。然而短期看来，尽管一些国家逐渐兴起了 DIY（do-it-yourself）式自主房屋改造的趋势，建筑部门的技术性能提升进程似乎仍因封锁政策的实施而在整体上有所延迟。

长远来看，如果全球经济持续低迷，消费者和企业的（投资）信心很可能发生动摇，从而抑制对建筑能效的投资。然而各国政府已经很快意识到，建筑能效提升有利于推动经济增长和创造就业。对于那些计划在建筑部门投入刺激性资金的国家而言，存量建筑的技术能效水平将在未来几年得到显著提升。

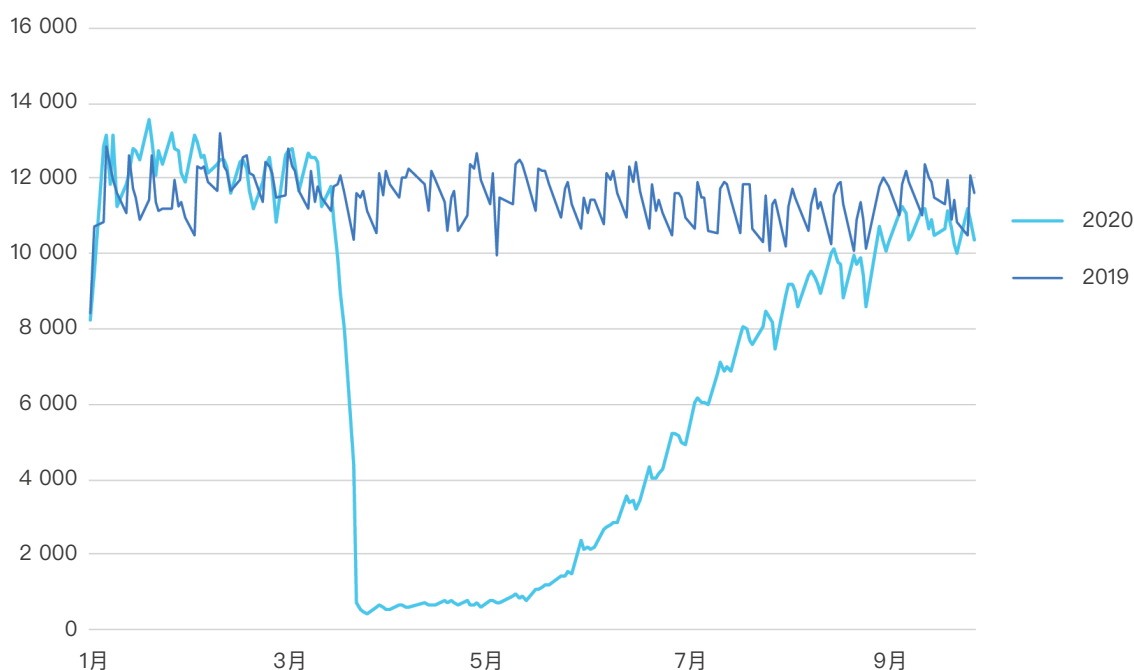
⁵ 译者注：ASHRAE 使用的一种空气过滤器等级评定体系，意为最低效率报告值（Minimum Efficiency Reporting Value）；评级越高，代表过滤效率越高。

封锁政策阻碍节能改造服务商进入居住建筑，延迟节能改造

在居住建筑部门，“保持身体距离”（physical distancing）政策的实施限制了需要专业人士在场的建筑设备和系统的安装。在节能改造方面，[相关报告显示](#)，2020 年上半年相关场所实施的限制进入措施，可能是导致建筑节能设备（绝热层、玻璃窗等）以及高效供暖和室内制冷系统（热泵等）安装延迟的重要原因。

保持身体距离政策对专业安装人士进入建筑物的影响也反映在了英国的智能仪表安装数据上。在封锁政策最严格的时期，每天新装的智能仪表数量由原先的 1.2 万只左右猛跌至不足 1000 只。印度也发生了类似的情况：据印度能源效率服务有限公司（EESL）称，印度新装智能仪表数量由（疫情前）正常情况下的每天 1 万只左右骤减至现在的每天 2000 只左右。⁶

图 2.3 英国每日新装智能电表数量



来源：ElectraLink, [Open Data](#)。

⁶ 来自印度能源效率服务有限公司提供给 IEA 的信息。译者注：印度能源效率服务有限公司为印度电力部下属的国有“超级节能服务公司”（Super ESCO）。

正如英国和其他国家的智能仪表安装情况在 9 月份恢复到 2019 年水平那样，其他专业设备的安装人员在 2020 年第三季度也逐渐被允许进入更多的建筑场所。另一方面，能效领域的专业人员也通过提供[线上咨询服务](#)的方式，更好地适应了疫情期间的特殊情况。然而随着全球部分地区第二波疫情的爆发，新的封锁政策可能会导致更多居住建筑节能设备的延迟安装。

部分发达国家房屋改造增多，或提升居住建筑技术能效水平

一些国家的数据显示，居家时间的增加促进了人们对自家房屋进行整修，其中包括一些具有节能作用的改造。由于专业的房屋改造服务商在防疫要求下无法进入一些建筑场所，屋主们开始转向 DIY (do-it-yourself) 式的自主改造，或是在健康风险低的情况下，请专业服务商进行改造（如在地板下安装绝热层）。

例如，针对澳大利亚节能产品和服务供应商的采访结果⁷显示，消费者对低成本能效措施的需求有所增加，其中发光二极管 (LED) 照明产品销量增长了 15%，而 DIY (do-it-yourself) 式房屋防风产品的网络销量更是增加至原来的近 2.5 倍。一家公司的 DIY (do-it-yourself) 式绝热材料销量上涨了 30%，同时一名绝热层安装人员提到其在 3 月收到的客户咨询订单是上月的近 4 倍。但也有一些受访者表示，人们对价格较高的居住建筑节能产品和服务的需求出现了明显的下降。

美国的住房改造活动在 2020 年也有类似的增加。市场普遍认为这些进行 DIY (do-it-yourself) 改造的屋主是造成[木材批发价格上涨 50%](#)的原因之一，同时[美国银行 \(Bank of America\) 一份逾千人参与、关于疫情危机期间消费者态度的调查](#)发现，超过 70% 受访家庭有意愿在 2020 年进行房屋改造，还有更多家庭计划 2021 年进行。作为美国主要的家居装修连锁店，门店总数之和接近 4300 家的 Home Depot 和 Lowe's，[在 2020 年 5-7 月三个月间实现了超过 654 亿美元的净销售额](#)，较上年同比增加 26%。

此外，富裕家庭可能还会将增加的可支配收入（由于减少了长途旅行等其他支出所带来的可支配收入增加）中的一部分用于进行房屋节能改造，从而达到提升房屋舒适度的目的。例如，[美国一些尚未确认的证据](#)显示，疫情危机爆发以来，高能效的居住建筑暖通空调系统销量有所增加。一些消费者开始购买高能效的空调，这些空调视具体季节，季节性能效比在 16~20 之间；而以往的通常情况下，人们购买的空调季节性能效比往往在 13 左右。

⁷ 来自澳大利亚能效委员会 ([Energy Efficiency Council](#)) 对 IEA 分享的未公开分析结果。

全球建筑业前景暗淡，预示新建及既有建筑能效提升进程放缓

新冠疫情预计将严重影响全球建筑业投资。2020 年初市场预测该行业全年投资较 2019 年增幅为 [3.1%](#)，而最新的预测值降为 [1.2%](#)。在几个主要国家的市场，建筑业投资已经发生了严重的缩水：[德国较 2019 年投资水平减少了 4.4%](#)，[加拿大 7%](#)，[印度 2.2%](#)，以及[马来西亚 7.7%](#)。尽管该行业在不少国家遇冷，中国建筑业却预计将在 2020 年实现较上年总体增长 [1.9%](#)。鉴于中国经济体量和市场规模的影响，其数据有助于维持全球建筑业预测发展趋势的微弱上行状态。

房屋建筑业预计将与建筑业总体（包括造桥、修路等非建筑的建造施工）呈现出类似的发展趋势。有分析推测，由于疫情期间需求受到抑制，该行业未来复苏后，年增速甚至可能[超出疫情前水平](#)，但这一讨论目前充满了不确定性。美国数据显示，2020 年 8 月售出或在售的新建私人房屋较上年同比[增加了 8%](#)。

全球绿色建材市场预计到 2027 年将能实现 [8.6%](#) 的年增速，但仍然低于 [2019 年的 11.7%](#)。2020–2027 年，绿色建筑需求[在中国和拉丁美洲预计将分别以 11.6% 和 13% 的年均增速](#)持续增长。与按[疫情前的年增速](#)推算的情形相比，（疫情影响后的）2027 年全球节能玻璃市场规模预计将缩小 [6% 左右](#)。尽管 2020 年上半年，建筑保温绝热产品在居住建筑中的销量有所下滑，但在北方地区各发达国家政府的持续支持下，该类产品需求有望增加，并可能维持住（疫情前）[4% 的年增速](#)。这一趋势研判也反映出居家办公普及，居住建筑室内制冷需求增加等可能发生的变化。

关于建筑部门及其技术能效的上述预测分析是否准确，在很大程度上取决于各国政府会采取怎样的政策措施应对此次危机。目前为止，针对建筑部门的相关政策让人有了一些信心，对于发布了大型建筑节能改造政策的欧洲来说尤其如此。然而在其他一些国家和地区，用于促进建筑深度节能改造的政策在规模和力度上仍有待加强。

材料 2.3 新冠疫情对节能建筑产品的影响：绝热产品销量普遍下滑，但也有例外

此次疫情危机对存量建筑技术能效进程的影响，从各大节能建筑设备制造商的资产负债表上就可见一斑——封锁政策、保持身体距离措施和全球经济衰退的影响都如实反映在了相关企业的经营状况上。

举例来说，来自全球的建筑绝热产品制造商称，其销量在 2020 年上半年下降 5%~20% 不等，其中第二季度即封锁政策最严格的时期，销量更是跌至谷底。

销量数据的地区性差异反映出需求侧因素对建筑绝热产品销量的抑制作用：新冠感染风险低、受经济影响小的地区，建筑绝热产品销量高。例如，据部分公司统计，2020 年第二季度其销量在北欧各国、加拿大和澳大拉西亚地区⁸较为稳定，而这些国家和地区都具有国民收入高、受新冠疫情影响相对较小、对建筑绝热材料的需求弹性小等特点。

据悉，澳大利亚新近兴起的 DIY（do-it-yourself）式房屋改造趋势为居住建筑绝热产品带来了销量增长，一些公司称其在 2020 年上半年实现了 20%~40% 的同比增幅。

来源：上文中澳大利亚相关信息来自澳大利亚能效委员会（Energy Efficiency Council）对 IEA 分享的未公开分析结果。关于澳大拉西亚的详细信息，参见 [Kingspan 2020 Interim Results](#)。

⁸ 译者注：包括澳大利亚、新西兰及太平洋西南岛屿。

3. 电器

新冠疫情危机能够通过一系列结构和技术能效因素对电器的能源强度产生影响。全球电器的购买和使用行为在短期内可能出现以下三种主要趋势：

- 其一，一些国家的居民购入新的家电，如烹饪设备或家庭娱乐设施等，用以提供原先可以从家庭外购得的服务。类似地，人们也为居家办公或学习购入了额外的信息技术（IT）设备。
- 其二，封锁政策的实施和消费者抱持的不确定性导致其暂时推迟了对部分家电产品的消费行为，但这一变化在很大程度上已被封锁解除后的需求回升和某些地区更甚以往的网购销量所抵消。
- 其三，随着人们的居家时间延长，使用家电的类型、时间和频率都在发生变化。而对电器的使用增加也可能让它们的使用寿命更快地耗尽，进而促进同类产品的替换性购买。

表 3.1 疫情导致的电器能源强度影响因素		
作用类型	影响因素	对能源强度改善的潜在作用 (促进 ↑；抑制 ↓)
活动水平和结构效应	大多数种类的家用电器使用增加，居住建筑能耗上升。	↓
技术能效效应	长期：经济低迷和失业潮造成未来一至两年内电器设备的更换速度降低。	↓
	长期：政策制定者在经济危机期间延迟推行原有的最低能效标准升级计划。	↓
	短期：居家时间延长造成频繁使用家电，电器寿命缩短，加速更新换代。	↑
	短期：居家时间延长导致家庭能源支出上升，促使人们寻求具有更高能效的家电设备。	↑
	政府刺激性资金支持电器回收利用机制的发展，从而有助于完成优于最低能效标准的新型号电器对老旧、低效型号的替代。	↑

综上所述,受封锁措施和社交疏离政策的影响,短期内全球对电器的购买和使用将会增加。虽然人们居家时间延长将使家电能耗有所增加,但新家电购买量的上升和其对老旧家电的替代,将为一些国家的电器带来一次技术能效提升,从而改善全球存量电器的整体能源强度。

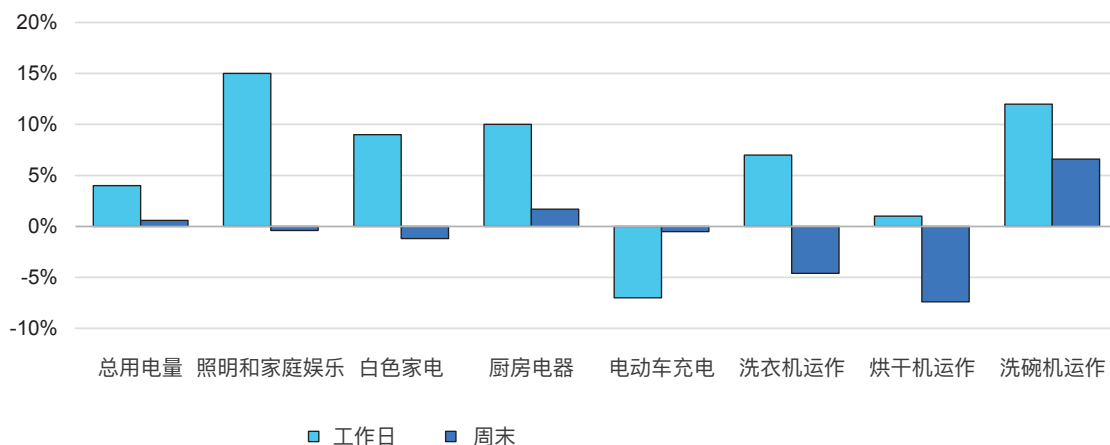
疫情对全球存量电器技术能效的长期影响将取决于包括政府刺激性政策在内的经济复苏具体情况：缓慢复苏可能会使人们推迟购入更新、更高效的电器，无论是初次购买这类电器还是用于替换老旧型号；而快速复苏则有助于促进此类消费行为。

活动水平和结构效应

家用电器使用增加，居住建筑单位面积能耗上升

疫情期间的封锁措施使居住建筑中的用能情况发生了改变，能源需求在工作日的小时变化曲线与常规的周末颇为类似。电力公司数据很好地反映出了家电使用规律的变化如何影响居住建筑电力需求。

图 3.1 荷兰某电力公司提供的疫情封锁期间用能情况变化（与封锁前相比）



IEA 2020. All rights reserved.

来源：Quby, [What self-quarantine does to household energy usage: while others guess, Quby measures](#)。

例如，[来自荷兰一家电力公司智能电表的数据显示](#)，疫情封锁期间，洗衣机和烘干机在工作日的运作频率要高于封锁前，但在周末却有所下降。另一个值得注意的变化则是电动车充电需求降低，而照明和家庭娱乐用电却显著上升，这是由于人们在封锁期间减少了出行、更多待在家中的缘故。

数字技术的应用无论在工作还是娱乐领域都有所增加，一定程度上是因为如今能够由本人亲身参与的娱乐活动变少了。疫情封锁措施最为严格的时期，网络上关于几家主流（影音）

流媒体服务的搜索量⁹较 2019 年水平上涨 60%，而网民对于流媒体服务的兴趣在 2020 年全年都总体高于 2019 年水平。这不仅带来了居住建筑能耗的升高，还增加了数据中心和网络的能源需求：[全球网络流量在 2–4 月间激增近 40%](#)。但欧洲部分网络运营商称，尽管疫情期间当地网络数据流量暴涨 50% 甚至更高，[网络用电量却基本与先前持平](#)。网络数据流量与能耗脱钩符合近年来 [IT 行业的总体能效趋势](#)：[数据传输和计算机运算能效水平每两三年就能翻一番](#)。

虽然人们很难预言上述的行为变化能否长期持续，但随着 2020 年下半年一些国家陆续宣布了新的新冠疫情限制措施，这些变化及其影响至少在短期内还将继续存在。

这些变化将使基于单位面积能耗的居住建筑能源强度上升。但如果以单位活动水平能耗作为衡量，由于某些活动通过家用电器实现起来比商用电器的能源密集程度低，上述电器使用上的改变可能反而有助于能源强度改善。例如，在家做一顿饭——取决于这顿饭的具体菜品和就餐人数——能耗可能低至 0.5 千瓦时（kWh）。但根据[英国的一项研究](#)，餐厅由于需要保持炸锅和保温灯等能源密集型电器长时间处于开启状态，因此做一顿饭的平均能耗在 1.5 kWh 到 3.3 kWh 之间。

然而，人们毕竟很难做到从新冠疫情引起的建筑部门整体能源强度变化中，对（烹饪等）具体活动的能源强度变化进行逐一分辨。总的来说，居住建筑能耗增加——加上商业建筑虽然乏人问津却仍在一定程度上保持运营所带来的能源强度上升——[预计将造成建筑部门能源强度的总体上升](#)。

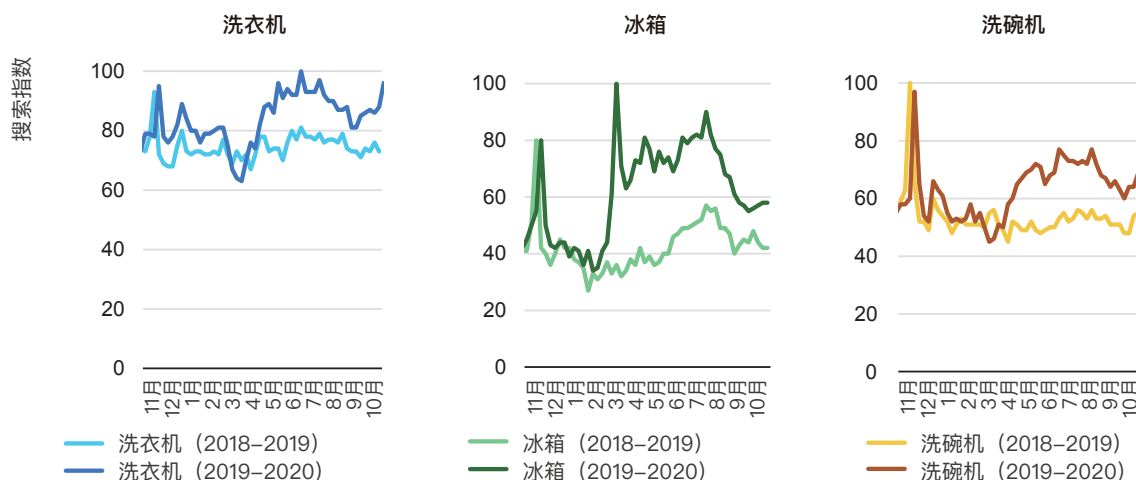
技术能效效应

由于人们居家时间增多刺激了家电消费，促进了高能效的新型号家电对老旧型号的替代，新冠疫情在短期内对存量电器技术能效提升的影响或许是正面的。然而长远来看，疫情影响中的一部分有助于电器的技术能效提升，另一部分却会起到相反的作用（参见本章开头的表格）。例如，随着全球经济进一步衰退，无论是初次购入新的电器种类还是替换原有电器的消费行为都会发生减少或推迟。

⁹ 基于以“Netflix”和“Amazon Prime Video”作为主题词的全球谷歌趋势。译者注：Netflix，中文译名“网飞”；Amazon Prime Video，亚马逊为会员提供的在线影音服务。二者均为主流的在线视频观看平台。谷歌趋势为谷歌公司发布的一款基于谷歌搜索引擎的搜索数据分析工具。

封锁措施刺激短期内新家电消费，促进技术能效提升

图 3.2 2018–2019年及2019–2020年全球部分“白色家电”每周网购搜索指数



IEA 2020. All rights reserved.

注：上图统计范围包括全球在“购物”分类下，基于以下主题词的搜索：洗衣机、冰箱、洗碗机。将各主题词下最高搜索量的对应指数确定为 100，再按比例分别确定其余搜索量数据的对应指数。图中所指“全球”包括所有可以使用谷歌搜索引擎的国家，因此图上不含中国数据。

来源：[Google Trends](https://www.google.com/trends/)。

封锁政策在一些国家促进了人们购买额外的家用电器。网络购物搜索指数显示，危机爆发以来，销量增长最早发生在那些被认为是疫情期间所必需的家电类别中，例如人们会为了防止食物短缺而购买冰箱。2020 年第一季度美国低温冷柜销量较上年同比增加 45%，同期土耳其销量更是直接翻了一倍以上¹⁰。

而在封锁政策实施后，人们对“白色家电”的购买兴趣则开始转向洗碗机、洗衣机等设备——这些家电产品的全球销量在疫情之初有所减少，但其中某些类别的销量在 5 月已经同比增长了 20%~40%。美国“白色家电”2020 年 3 月销量较上年同比上涨 6%，同年第三季度由于供应链受到来自新冠疫情相关安全协议的影响，无法追上日益增长的家电需求，许多制造商遭遇了供货短缺的问题。土耳其 2020 年上半年“白色家电”销量同比增长 11%¹¹。韩国和新加坡市场也出现了类似的趋势：厨房电器和洗碗机迎来销量上涨。中国的冰箱销量一开始因消费者推迟非紧急的购买行为而在 3 月出现下降，但受网络购物增加的刺激，很快又在夏天反弹回升。

¹⁰ 销量数据来自土耳其白色家电制造商联盟（TURKBESD）。

¹¹ 同上。

疫情封锁期间，苏打水机和面包机等小家电的销量同样有所增加，[尤其是在美国](#)。这反映出人们试图减少外出采购食物的时间，并为自己增加一些 DIY (do-it-yourself) 的娱乐项目。而随着[欧洲](#)、[北美](#)和[亚洲](#)的居民逐渐适应居家办公，全球 IT 设备销量迎来暴涨。

上述趋势可能带来全球在用电器的总体能效提升——许多国家市场中的新电器都受到来自最低能效标准与 / 或能效标识项目的规范，从而保证人们在疫情期间新购入的家电有着较高的能效水平，尤其是在与所要替代的老旧家电相比时。

以冰箱为例——在那些冰箱的网购搜索指数高因而消费者购买意愿相对较强的国家，考虑到冰箱使用寿命长，距离消费者购买上一台冰箱至今，政府有很大概率对冰箱能效标准做过提升、对能效标识进行过改进，而这些都能够帮助消费者在购买决策中选择能效水平最高的冰箱型号。

表 3.2 冰箱在部分国家的网购搜索指数、最低能效标准的最后更新时间及现行能效标识项目

国家	2020年网购搜索指数 较2019年的变化	能效标准最后更新时间	能效标识项目
巴西	1.7%	2018	强制比较型和自愿认证性
印度	2.6%	2020	强制比较型
日本	12.1%	2006	强制比较型和自愿认证性
墨西哥	8.6%	2018	强制比较型和自愿认证性
瑞典	10.6%	2017	强制比较型和自愿认证性
美国	11.5%	2014	强制比较型和自愿认证性

注：表中网购搜索指数变化数据为 2020 年 1 月 6 日至 10 月 31 日期间，在“购物”类别下以“冰箱”为主题词进行的搜索量较上年同期搜索量的平均变化。

来源：[Google Trends](#)。

电器能效提升速度取决于经济复苏具体情况

无论是在发达国家还是发展中国家的市场中，即使是在经济危机期间，电器的更新换代通常都能够带来更高的能效水平，主要基于以下两方面的原因。第一，很多国家都通过不断更新的能效标准和能效标识等政策对电器能效进行规范，逐渐形成并强化了电器能效的一般性趋势，即新电器的能效水平往往比使用寿命几乎耗尽的老旧电器要高得多。

第二，不像其他能效设备的前期成本有时较为高昂，高效电器在价格上通常与同类普通产品相差无几。例如，许多东南亚国家推出了各种不同价位的高效空调产品，从而降低了消费者在经济低迷期不愿购买高效家电的风险，尽管这些消费者仍然面临因居家时间增加而带来的能源支出增加。

材料 3.1 高能效电器并不意味着昂贵：来自东南亚的案例

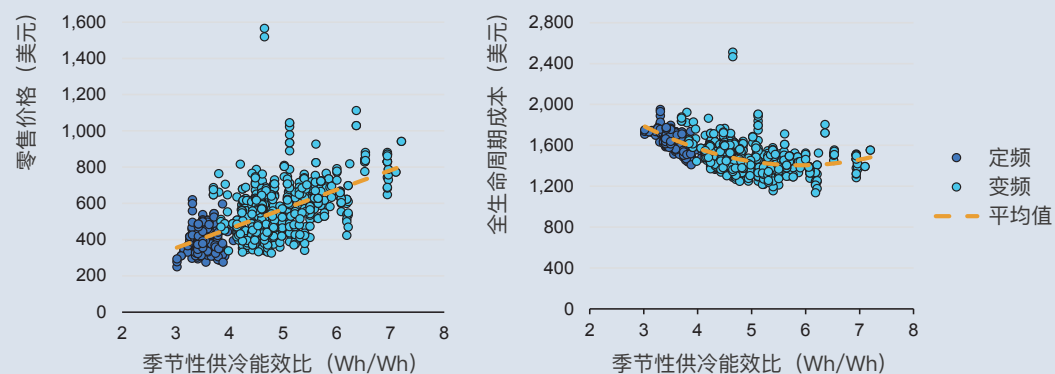
经济危机期间，面临失业或降薪威胁的消费者在家电消费决策中，往往比平时更加倾向于寻求最廉价的选项。

虽然在全生命周期尺度上，节能电器（因其较低的运行成本）通常比同类普通产品更划算，但并非所有消费者都能放眼全生命周期计算成本并清楚其中的差别。这就意味着，人们在很多时候仅仅依靠零售价格做出消费决策，而这一现象也是能效提升进程中一个众所周知的壁垒。

电器能效标识为消费者提供关于产品能耗的信息，作为计算全生命周期成本的关键一环，这将有助于克服节能电器的上述壁垒。目前电器能效标识上的能耗信息越来越依靠基于产品真实表现并具有代表性的检验程序，因此也在变得更加准确。

与此同时，即使在消费者无法获取产品能耗信息，也不愿计算全生命周期成本的情况下，东南亚的案例也证明了某些节能电器仅在零售价格上也能够做到比同类普通产品更实惠。例如，越南市售的好几款节能空调，其季节性能效比（seasonal performance factor）均达到 5 或以上，但价格却远低于 530 美元 / 台的市售空调均价。¹²

与空调能效水平相关的 2019 年越南空调售价（左）和全生命周期成本（右），按技术类型



IEA 2020. All rights reserved.

注：“季节性供冷能效比”（Cooling Seasonal Performance Factor; CSPF）= 空调设备在制冷模式下全年从室内空气中转移走的总热量 / 设备同期产生的能耗总量。瓦时 / 瓦时 (Wh/Wh) = 每 Wh 电力输入带来的制冷输出 Wh 数。基于 CLASP and the Ecology and Environment Institute 数据。

¹² 零售价格为基于 12000 英国热量单位 / 小时 (BTU/h) 的统一功率进行标准化换算后的价格。

尽管近期电器销量呈现快速上涨，但假如经济危机继续加剧，消费者受经济不确定性和收入减少的影响，将减少非必要的消费行为，因此未来一至两年内电器的更新换代速度可能会逐渐变缓。届时，消费者将会倾向于更长期地保有已有的老旧、低能效电器；而持续处于低位的能源价格也会使因居家时间延长而产生的能源开支增加变得不明显，从而削弱人们主动寻求能效提升的采购意愿。

刺激性政策也将起到重要作用。直接鼓励电器消费（如电器回收利用计划）或诸如对低收入家庭购买家电提供现金激励一类的政策，通常有助于加速电器更新换代。然而目前各国均尚未出台专门针对电器能效的刺激性政策（参见 [疫情危机应对政策跟踪](#)）。

材料 3.2 经济缓慢复苏和电器更新换代速度减缓对能效和能源需求的影响

假如疫情长期处于爆发状态，而经济复苏缓慢，将对消费者（投资）信心和收入状况产生严重的负面影响（尤其是对低收入家庭而言），从而抑制对电器、空调、汽车和其他商品的消费。

例如，假如消费者信心减弱，人们就会倾向于避免购买新的、额外的冰箱。消费者同时还会延迟更换现有的老旧冰箱，而由于新冰箱的能效水平可以达到被更换型号的两倍左右，这一行为将对能源需求产生一定的影响。IEA 针对全球存量冰箱的建模分析指出，假如全球冰箱销量在 2021 年下降 10%，将主要产生以下两方面的能源影响：

- 消费者减少购买额外的新电器，从而降低电力需求。该影响 2021 年在全球范围内的规模约为 1.4 太瓦时（TWh;10 亿 kWh）。
- 新的高能效电器对现有老旧、低能效电器的更换速度减缓，造成用电量增加。该影响 2021 年在全球范围内的规模约为 1.2 TWh。

综合两方面的影响，全球电力需求在 2021 年将出现一次（0.2 TWh 的）净减少，同时伴随着经济增长的迟滞和（因人们减少购入额外的新电器所引起的）用能服务的减少。这一预测结果表明，寻求经济可持续复苏路径的政策制定者应该制定相应政策，促进市售的最高能效电器型号对低能效型号的替换。这样做不仅有助于刺激经济增长、便于人们使用更多的用能服务，还能一举提高所有用能服务的能效。

4. 工业

由于疫情封锁措施带来的生产减少和消费需求下降，2020 年[各工业行业能源需求预计都有大幅降低](#)。其中，能源密集型和而非能源密集型行业在能耗降幅上的区别（即前文提到的“结构效应”）将是工业部门总体能源强度变化的重要决定因素。发生在 2008–2009 年的全球金融危机留给人们的经验之一就是政府刺激性资金往往倾向于支持能源密集型的工业产出。此次疫情引发的危机是否会产生相同的结果，还要取决于政府的经济恢复政策如何制定。

在针对性的政策干预缺位的情况下，技术能效提升进程面临多重挑战。正如高效工业电机的例子所呈现出来的那样，经济危机会迫使能效投资退场，尤其是在节能潜力巨大的轻工行业。

表 4.1 疫情导致的工业能源强度影响因素

作用类型	影响因素	对能源强度改善的潜在作用 (促进 ↑；抑制 ↓)
活动水平和结构效应	新冠疫情减少了大多数工业行业的能源需求，尤其在非能源密集型的轻工行业。	↓
	经济不景气造成用于购买新的节能资产的开支被削减。	↓
技术能效效应	持续处于低位的能源价格延长了节能改造的投资回收期。	↓
	为支持工业增长，无针对性用途的政府激励资金和更为宽松的政策法规促使企业继续使用老旧设施，推迟能效提升的进程。	↓
	以节能效益分享模式为资金来源的节能服务公司（ESCO）收入减少甚至出现违约，节能服务供应市场短缺。	↓
	需求减少导致设施低负荷运转，从而导致能源密集程度升高。	↓
	政府公布与能效提升密切相关的刺激性支出计划。	↑
	需求降低导致老旧设施退役或封存。	↑
	经济危机导致竞争激化，迫使企业通过能效提升来降低成本。	↑

注：箭头的颜色和方向表示该影响因素将会推动能源强度上升还是改善。绿色向上的箭头 = 促进能源强度改善；红色向下的箭头 = 抑制能源强度改善，即推动能源强度上升。

活动水平和结构效应

大多数工业行业活动水平的下降引发能耗减少

由于生产减少，2020 年工业能源消费预计将大幅减少。2020 年上半年，大多数工业行业产量较上年有同比下滑。封锁措施引起工人活动减少是产量缩减的主要原因，同时受其他经济部门影响，产业链上游产品需求也有下降。

作为全球[第二大水泥生产国](#)，印度在水泥厂关停、本土和水泥出口目的国建造活动减少的共同影响下，2020 年水泥产量较 2019 年同期[下降约 85%](#)。2020 年，全球用于新建建筑和既有建筑改造（水泥的主要使用终端）的投资[预计减少约 10%](#)。

图 4.1 部分工业行业2020年上半年吨产量较2019年同比变化



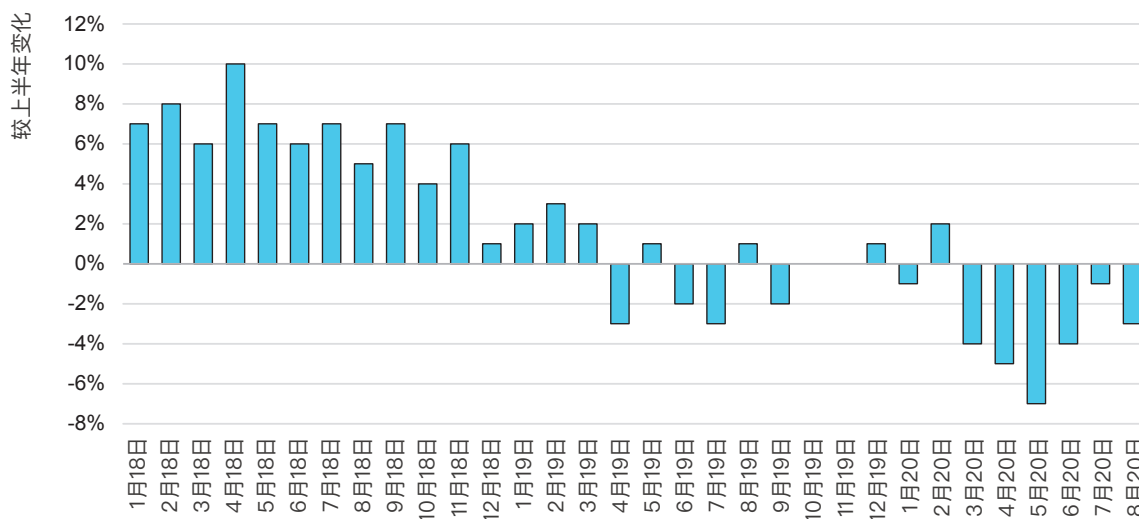
IEA 2020. All rights reserved.

注：图上石化产品产量以乙烯作为代表。对于无法获取数据的情况，图中采用了估算的处理方式。

来源：MoSPI, [IIP](#); St. Louis Fed, [Industrial Production](#); Trading Economics, [Euro Area Industrial Production](#), [China Industrial Production](#); World Steel Association, [Statistics](#); Global Cement, [Chinese cement output falls by 4.8% to 1Bnt so far in 2020](#), [Indian cement production falls by 85% in first half of 2020](#); St Louis Fed, [Cement and Concrete Product](#); IFC, [The Impact of COVID-19 on the Cement Industry](#); Platts, [Global Polyolefins Outlook 2020](#); Investing, [Chinese Manufacturing PMI](#), [Eurozone Manufacturing PMI](#); Quandl, [PMI Composite Index](#); FXEmpire, [India Manufacturing PMI](#), [United States Manufacturing PMI](#), accessed 27 August 2020.

某些行业已经出现了反弹，尤其是在中国。中国各城市在 3–4 月份陆续解除封锁措施后，钢铁行业在 2020 年上半年的产量甚至超过了 2019 年水平。同时，还有[报告](#)指出，中国水泥行业也在 5 月份强烈反弹。但与没有新冠危机影响的预测相比，中国工业总产量和总体能源需求在 2020 年全年的总体变化趋势预计仍是下降的。

图 4.2 2018年1月至2020年8月美国工业部门月度天然气消费



来源：US Energy Information Administration, [Industry sector consumption of natural gas falls amid slowing economy](#)。

工业产量下降自然地对能耗产生了相应的影响。美国 4 月工业用电量较上年同比下降 9%，同时 5 月工业用气量下降 8%，是自 2009 年全球经济危机以来发生的最大同比降幅。尽管工业天然气消耗趋势在疫情前就相对平缓（2019 年增速仅为 0.1%），疫情的爆发仍然大大削减了工业部门的天然气用量——美国能源信息管理局（U.S. EIA）预测 2020 年美国工业用气量将下降 4.4%。

政府刺激性投资已帮助钢铁等上游产业逐步复苏

部分国家政府针对工业部门的刺激性经济措施正在使工业产量逐步恢复正常水平。为刺激市场需求，中国在 2020 年 1–6 月期间批准了 4638 公里（km）的铁路和城市轨道交通基础设施项目方案，总价值 147 亿美元。仅是建造这些项目预计就将消耗 2380 万吨钢材，占 2020 年上半年中国钢材产量的 5% 左右。

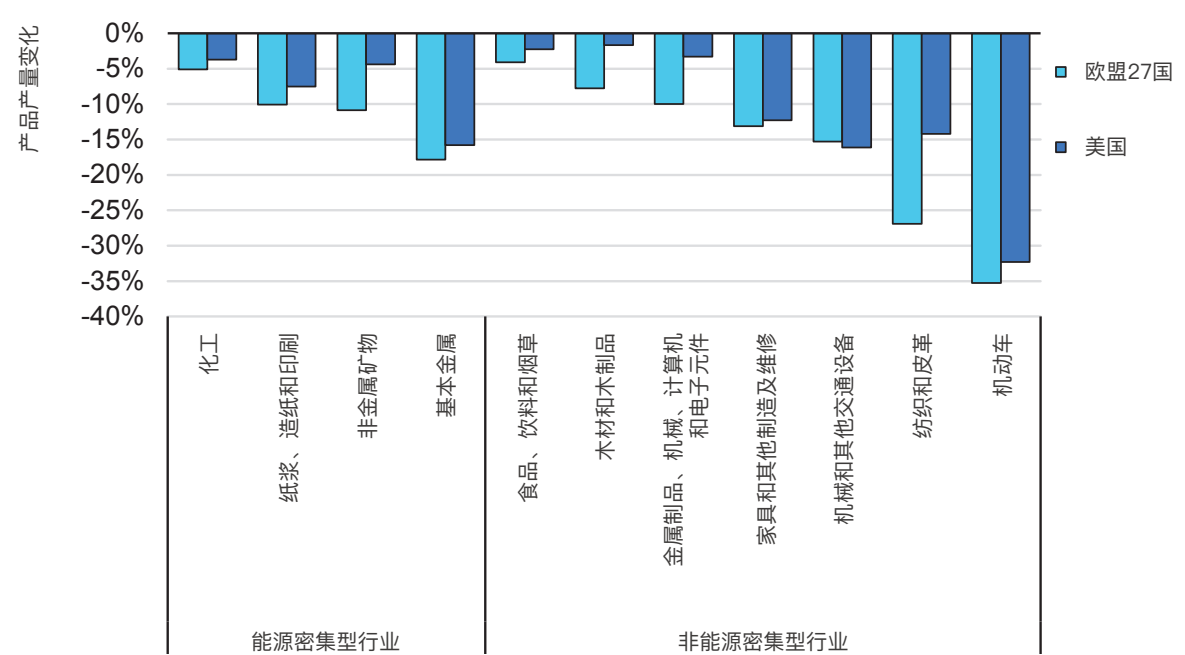
而在汽车行业本身复苏的基础上，由目前的公共健康危机引发的[人们对私人出行方式的偏好](#)增强，加之[市场原有的稳定需求](#)，以及新的电动车促进政策，都有望推动[汽车制造业的钢铁需求](#)增加。

当前危机可能使工业产出重心向能源密集型行业偏移

从能源角度出发，假如非能源密集型的工业行业¹³（如纺织、机械设备等）产值的下降超过了能源密集型行业（如钢铁、水泥等），工业部门的整体能源强度在未来几年将会有所上升——即影响工业能源强度的“结构效应”。

在美国和欧洲，当前危机造成社会消费性支出降低，这对机动车等非能源密集型耐用品制造业的伤害，要大于其对化工产品等能源密集型制造业的影响。虽然现在还无法断定能源密集型制造业在 2020 年全球工业产出中所占比重是否会增加，但就美国而言，如果 2020 年下半年的工业数据延续上半年的趋势，其工业部门能源密集程度很可能升高，而这主要就是因为能源密集型的化工行业在工业部门总产值中的相对占比增加。

图 4.3 欧盟27国和美国2020年上半年工业行业产出较2019年同期变化



来源：Eurostat, [Production in industry \(sts_inpr_m\)](#), accessed 25 October 2020. FRED, [Industrial Production: Total Index](#), accessed 26 October 2020.

13 本章内容中的“工业”特指国民经济核算体系中所涉及的“制造业”。

以往经济危机的经验显示，随着经济衰退后的复苏，政府刺激性政策的制定和国家经济发展水平将共同对本国工业能源强度产生重要影响。发展中国家更倾向于通过建筑业和公共基础设施建造来促进经济复苏，从而导致能源密集型的基本金属和水泥行业产值增加。而发达国家由于普遍不缺少基本的实体基础设施，对制造业的刺激重点则更侧重于特殊化学品或汽车制造等非能源密集型的高附加值行业。

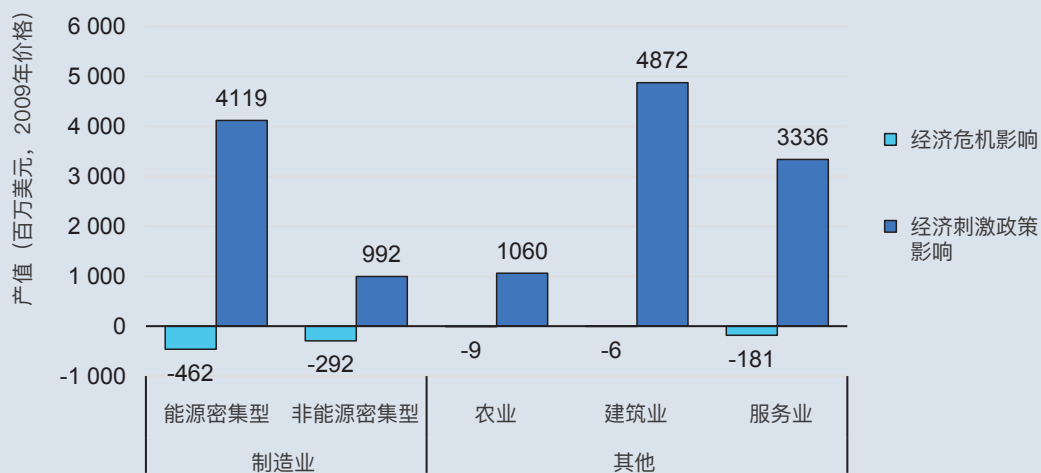
例如在 2008–2009 年全球经济危机期间，中国（作为高速增长的发展中国家）实施的一揽子大规模经济刺激政策就曾使其制造业重心向能源密集型行业偏移。受中国巨大的工业产出和能源需求规模影响，全球工业部门能源强度在这一时期也发生了上升。

各国政府可以通过将工业财政支持与能效提升进行绑定的方式，缓解疫情危机后因经济刺激政策实施而引发工业能源强度反弹的局面。

材料 4.1 上次全球经济危机后，政府经济刺激政策对产业结构和能源需求的影响

对中国在 2008–2009 年金融危机期间实施的价值 4 万亿人民币（2009 年约合 5860 亿美元）的一揽子经济刺激政策进行分析发现，这些政策举措仅以 1.8% 的能源消费增加支撑了 4.5% 的 GDP 增长。这些政策重点聚焦在公共基础设施、住房、医疗健康、教育和科研等领域。随之而来的建筑业增长也间接导致了基本金属、水泥等能源密集型制造行业产值增加超过纺织、机械及食品饮料等非能源密集型行业的情况。

2009 年中国经济刺激政策对制造业产业结构的影响估算

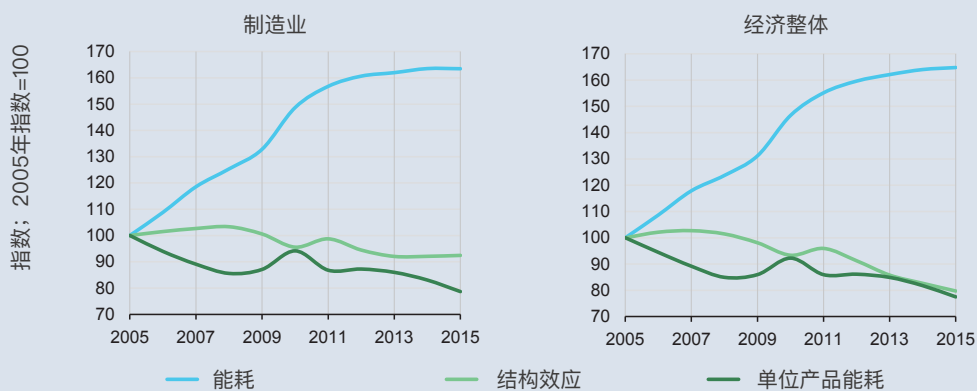


注：能源密集型工业行业包括钢铁、制铝、化工、水泥，以及非金属矿物。非能源密集型制造业包括食品、饮料和烟草；纺织和皮革；以及机械、交通设备和电子元件。由于本研究所采用的输入–输出模型在行业分类上的局限性，（能源密集型的）纸浆和造纸业被认为是与木材和家具制造业类似的行业，归入了非能源密集型。

来源：Yuan et. al., [The impact on Chinese economic growth and energy consumption of the Global Financial Crisis: An input–output analysis](#).

中国经济刺激政策的总体结果是，虽然制造业产业结构向能源密集型发生了转移，但如果将建筑业和服务业纳入计算，整个经济体的能源密集程度却是降低的。

2005–2015 年中国制造业和整体经济的结构效应、能耗和单位产品能耗指数



IEA 2020. All rights reserved.

注：制造业包括基本金属；化工；非金属矿物；交通设备和机械；食品、饮料和烟草；造纸和印刷；木材；纺织和皮革；橡胶和塑料；以及家具和其他制造业。整体经济包括制造业、农业、建筑业和服务业。

图中，结构效应指数降低，代表能源密集型行业在制造业或经济整体中的占比低于其他行业；而单位产品能耗指数降低，代表制造业或经济整体的总体能效水平提升。

来源：IEA, [Energy Efficiency Indicators](#); Asian Development Bank, [Input-Output Economic Indicators](#)。

经济刺激政策对工业产业结构的影响往往是即时的，而长远来看，工业产业结构的发展变化更多地取决于本国的经济和社会发展战略，例如促进非能源密集型、高附加值行业增长的（技术）创新和贸易政策等。

技术能效效应

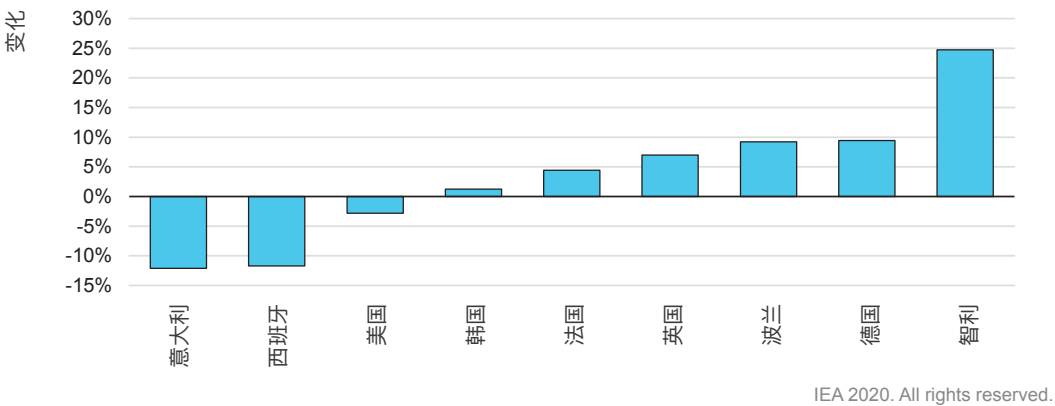
疫情爆发以来，随着全球性投资力度减弱以及人们普遍更关注如何恢复生产，能效投资因其回收期长而面临非优先级考虑的风险——当前情况下，能源价格长期处于低位，[能效投资的回收期可能进一步延长](#)。能效作为投资选项之一，需要与市场营销和生产优化等核心业务活动竞争投资资源。因此，对能效收益进行量化测评成为了能效投资中非常必要的环节。假如没有政策能将政府的经济刺激性举措与能效投资捆绑起来，节能改造进程将面临延后的风险。

正如本章开头表格中所示，各类因素会对工业部门技术能效水平产生正面或负面影响。面对当前经济局势，那些抑制工业能效提升的因素所产生的影响或许更大。

高效电机及电机系统市场或将遇冷

鉴于电机在工业生产过程中的重要地位，提高已安装的电机系统能效水平是提升工业技术能效的重要手段。新出台的政策法规将促使新的工业电机产品提高能源运行水平。与此同时，由于电机运行时间长，且工业电价相对稳定，即使是在疫情期间工业电机节能改造仍然具有投资回收期较短的特点。如果与无疫情的情况（通常投资回收期约为 3~4 年）相比，疫情期间的投资回收期仅延长了约 10%。

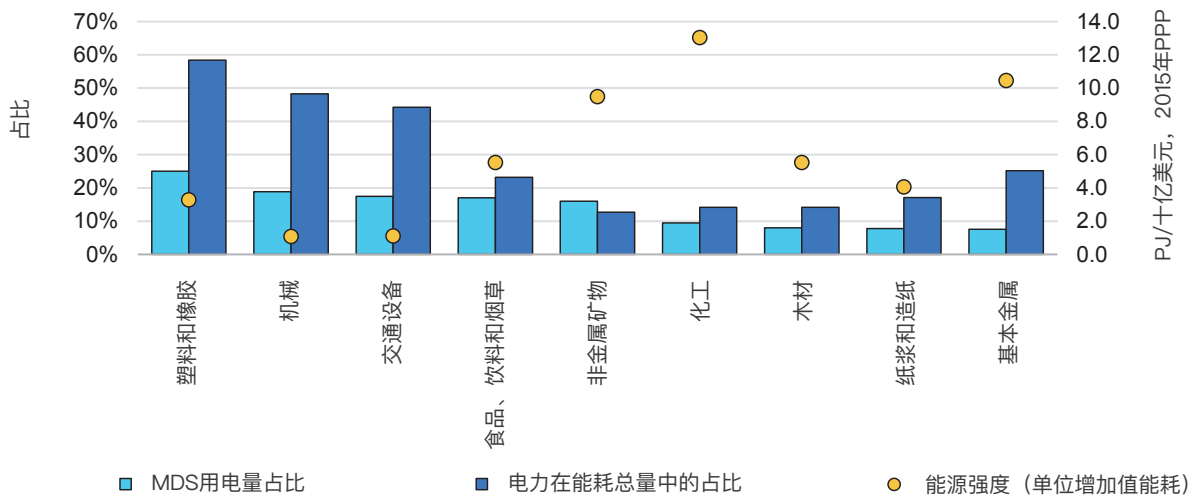
图 4.4 主要经济体国家2020年上半年工业电价较2019年同比变化



来源：IEA, [Energy Prices](#), accessed 25 October 2020. Eurostat, [nrg_pc_205](#), accessed 25 October 2020. EIA, [Average Price of Electricity to Ultimate Customers](#), accessed 25 October 2020。

尽管在投资回收期上受到的影响相对温和，当前危机仍然对电机节能改造产生了一些负面影响——疫情引发的经济危机期间，工业行业倾向于关注自身核心业务，降低成本、维持（资金）流动性，而缺乏对能效的关注。对非能源密集型行业而言尤其如此，因为总体能耗对这些行业企业的运营成本影响不大。然而正是这些非能源密集型行业的电机驱动系统用电，构成了行业总体用电和能耗的主要来源，因此这里也蕴藏着工业部门大部分（70%）的节能潜力。

图 4.5 各工业行业电机驱动系统用电量占行业总体用电量比重



注：MDS = 电机驱动系统。PJ = 佩焦，千万亿焦耳 (J)。PPP = 购买力平价。
来源：US EIA, [Manufacturing Energy Consumption Survey](#). IEA, [Energy Efficiency Indicators](#).

此外，尽管新的政策规范不断促进电机能效提升，[最低能效标准](#)对电机驱动部件例如泵、风扇、压缩机等的覆盖仍有不足，致使这些部件的能效提升要依赖于原设备制造商，而后者做法往往取决于其对市场需求的预判。

迄今为止，各国针对工业部门的刺激性政策方案中鲜有覆盖能效措施的，但[丹麦](#)和[法国](#)例外——这两个国家将从 2021 年起对工业能效项目进行专项拨款。

5. 城市交通

新冠疫情期间，对人们活动的限制、封锁政策的实施及边境的关闭，改变了人们在城市中的出行方式，交通能源需求因此大幅降低。一系列由疫情引发的因素将对城市交通的能源强度产生影响。

尽管上述限制措施在年中有了一些缓和的迹象，2020 年城市交通领域因疫情危机而出现的趋势如下：

- 出行需求（特别是商务出行需求）降低，以及（居家办公导致的）通勤减少。
- 出行方式从公共交通转向私家车和主动交通，以及电子商务及其配送服务增长。
- 电动车在新车销量中占比增加，促使新的道路车辆技术能效水平略有提升。

长期来看，城市交通能源强度的变化尚不明确，但经济不确定性和持续处于低位的能源价格可能会减缓汽车更新换代的速度，从而妨碍技术能效水平提升。

表 5.1 疫情导致的客运交通能源强度影响因素

作用类型	影响因素	对能源强度改善的潜在作用 (促进 ↑；抑制 ↓)
活动水平和结构效应	城市交通出行方式转变，从公共交通转向（私人）汽车。	↓
	城市交通出行方式转变，从公共交通转向主动交通。	↑
技术能效效应	经济不景气导致消费者信心减弱，进而造成一些国家市场中的汽车更新换代速度下降，或被廉价、低能效的汽车型号主导。	↓
	持续处于低位的能源价格促进人们购买低能效汽车和燃油。	↓
	政府公布针对高能效汽车和出行方式的刺激性支出计划。	↑

政府制订的刺激性支出计划能够推动城市交通技术能效提升，例如激励消费者替换老旧、低能效的汽车。政府的刺激性政策还能够决定上文提到的行为转变能否持续下去——例如通过提供相关基础设施来鼓励大众选择类似骑自行车等高能效的主动交通出行方式。而政府如果不将刺激性政策措施与能效提升绑定起来，随着客运交通活动水平逐渐回到疫情前的强度，城市交通能耗可能会发生反弹。

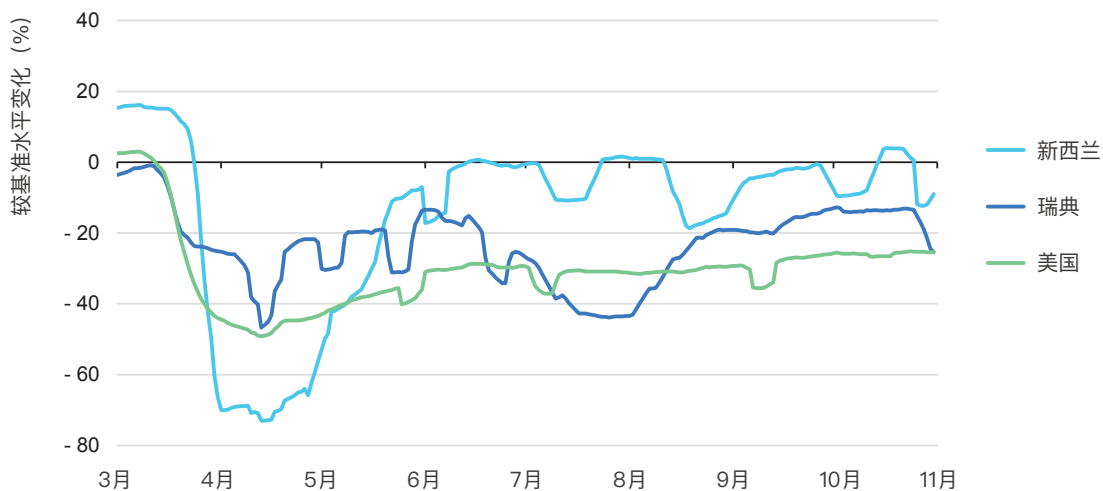
在各国政府已经公布的刺激性支出计划中，交通部门多次成为重点。这将促使市民出行向非能源密集型的交通方式转移，并推动汽车技术能效提升。然而，已公布的交通部门刺激性政府支出计划将主要注意力放在了支持电动车及充电基础设施的发展上，对其他高效出行方式的关注尚显不足。

活动水平和结构效应

城市出行量骤减，通勤尤甚

“居家令”的实施，办公室和学校关闭，以及对市民活动的其他限制，共同导致了城市出行量在 3–4 月间的急剧下降。虽然许多国家的限制措施在后来有所放松，但来自智能手机的数据显示，截至 10 月底，大多数国家居民前往办公、零售和娱乐场所¹⁴的人次数始终停留在基准水平以下。加拿大、墨西哥和美国的工作通勤状况保持在基准线以下 25% 的水平，而大多数欧洲国家则较基准水平下降了 15%~30%。与此截然不同的是，在新西兰等受新冠疫情影响小的国家，工作通勤状况在疫情发生以来几乎没有发生变化。

图 5.1 部分国家居民2020年3–10月工作通勤状况的变化



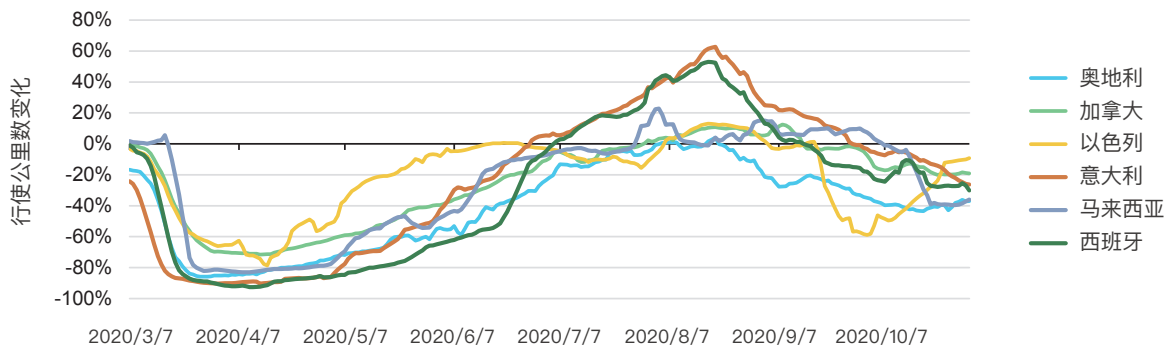
IEA 2020. All rights reserved.

注：变化比较基准为 2020 年 1 月 3 日至 2 月 6 日五周间的出行人次。图中出行量指有记录的居民前往工作场所出行人次。

来源：Our World In Data; Google LLC [Google COVID-19 Community Mobility Reports](#)。

¹⁴ 零售和娱乐场所包括餐厅、咖啡厅、购物中心、主题公园、博物馆、图书馆和电影院等场所，但不包括食品杂货类商店（或超市）和药店。

图 5.2 部分国家2020年3–10月行驶公里数变化



IEA 2020. All rights reserved.

注：变化比较基准为 2020 年 2 月 11 日至 25 日两周间的行驶公里数。图上数据代表居民在指定日期的行驶公里数与基准情况相比增加或减少的百分比。图示里每一天的变化值都是通过与一周中同一天（如均为周一）的基准值比较而得出的，并且采用了连续七天数据的平均值。

以色列统计数据由以色列相关部门提供并对其负责。OECD 在使用这些数据的过程中，遵循国际法相关要求，对戈兰高地、东耶路撒冷及约旦河西岸的以色列定居点不持任何立场和偏见。

来源：Waze, [COVID-19 Impact Dashboard](#)。

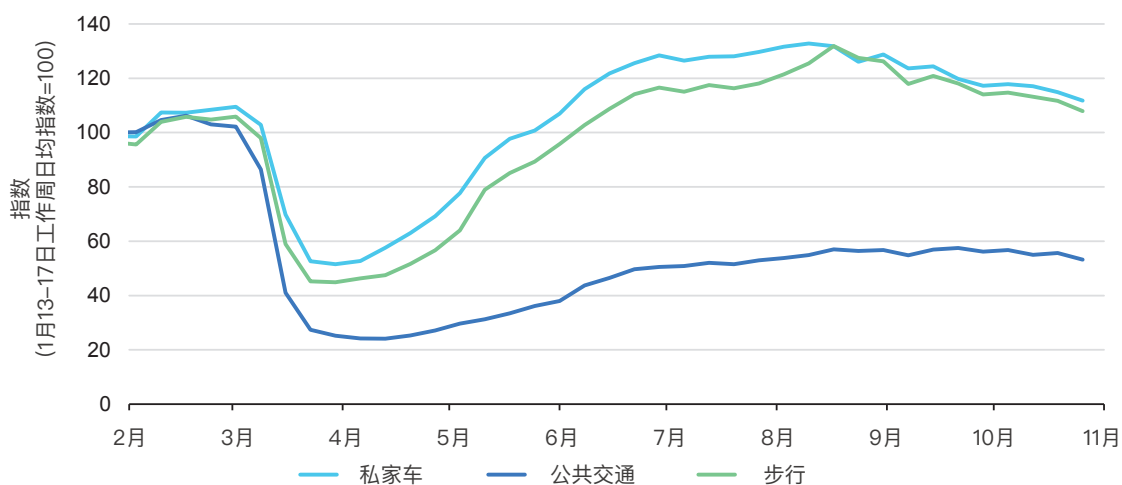
在一些国家，第二波新冠疫情爆发对城市交通的影响在 9–10 月开始显现。例如，[以色列的智能手机数据](#)显示，9 月 18 日开始实施的为期三周的（新一轮）封锁政策使该国日均行驶公里数减少近一半。

市内出行方式改变：从公共交通转向私人交通

虽然所有出行方式在 2020 年的交通活动水平都较正常情况有所下降，但[来自智能手机的行程数据](#)显示，大多数国家公共交通出行量的减少超过了私家车和步行等私人交通方式的减少。

全球（城市）交通出行方式的变化从美国的数据中可见一斑。美国自实施封锁政策和活动限制措施以来，3–4 月期间所有出行方式的工作日交通需求与常规水平相比均发生骤减。5 月中旬，私家车和步行出行量回升（并超过疫情前水平），但由于人们担心存在感染风险，公共交通出行量始终远低于正常水平。

图 5.3 美国2020年2-10月工作周出行需求与方式指数（与基准情景比较）



IEA 2020. All rights reserved.

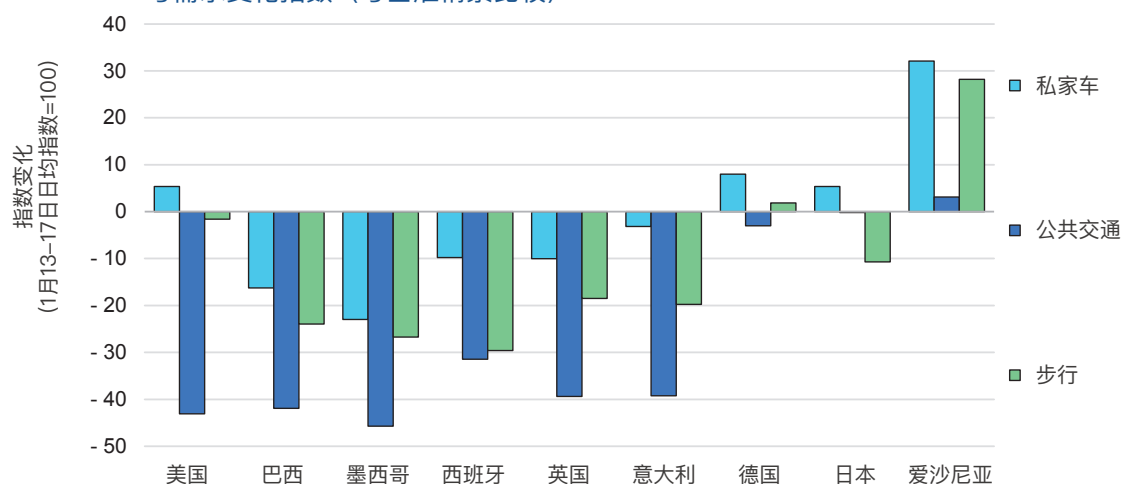
注：基准情景为 2020 年 1 月 13-17 日工作周的每种出行方式日均出行需求次数（且确定为 100）。工作周 = 周一至周五（含）。一次出行需求指通过苹果地图（Apple Maps）智能手机应用程序（app）发起的一次导航请求。

来源：Apple, [Mobility Trends Reports](#)。

在所有的城市交通出行方式中，公共交通（公交、地铁和轨道交通）受冲击最大。在受疫情影响尤其严重的国家，公共交通出行量持续停留在疫情前水平的 60% 左右。

与此不同的是，私家车、步行和自行车骑行等交通方式的出行量（在最初的降低后）均有较大的回升，其中一些交通方式的出行量甚至超过了疫情前水平。

图 5.4 部分国家 [2020年1月13日至10月31日（含）期间] 每工作周平均出行方式与需求变化指数（与基准情景比较）



IEA 2020. All rights reserved.

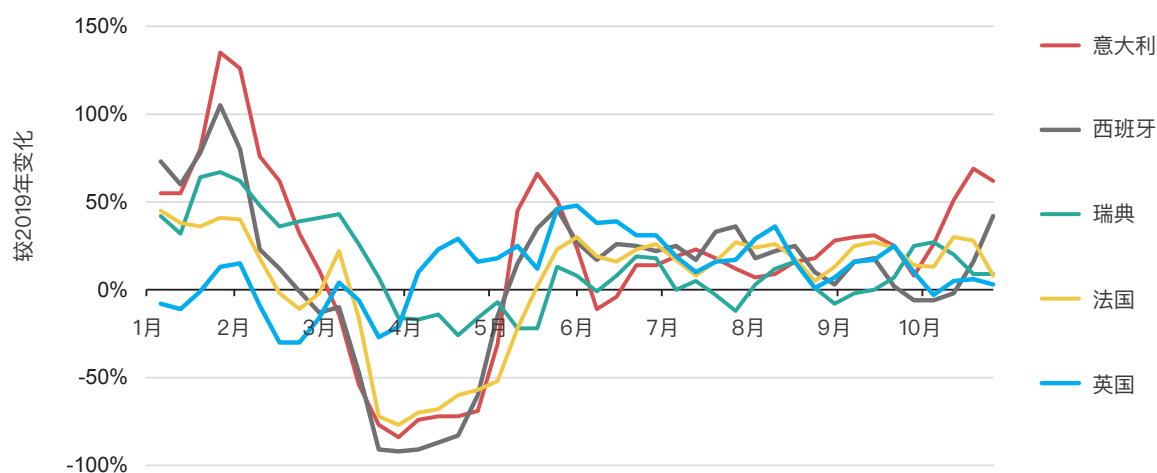
注：基准情景为 2020 年 1 月 13-17 日工作周每种出行方式的日均出行需求次数（且确定为 100）。工作周 = 周一至周五（含）。一次出行需求指通过苹果地图（Apple Maps）智能手机应用程序（app）发起的一次导航请求。

来源：Apple, [Mobility Trends Reports](#)。

部分国家在 2020 年截至目前已经出现了私家车平均出行次数的净增长。德国、日本和美国的私家车出行量已超过疫情前水平，而公共交通出行量仍处于日常水平以下。随着各国活动限制措施放松，曼谷、北京和上海等地的道路拥堵状况也几乎回到了疫情前。

疫情同时还促进了主动交通出行方式的快速发展。来自自行车自动计数装置¹⁵的数据显示，北美地区和欧洲许多国家的居民利用自行车出行增多。例如 2020 年 9 月，法国、意大利和英国统计到的上路自行车计数较上年同比增加 15%~25% 不等。在印度尼西亚首都雅加达，自行车销量激增了十倍。新增的相关基础设施也在助力这一变化：新一批自行车专用道在墨西哥城投入使用后，当地自行车使用翻了一倍以上。在包括意大利和美国在内的部分国家，疫情以来，尤其是在夏季，居民每周步行出行的次数也有所增加。

图 5.5 各国2020年一周上路自行车计数较2019年变化



IEA 2020. All rights reserved.

注：图为 2020 年各周上路自行车计数较 2019 年相应周的百分比变化。图上数据取值为两周数据的移动平均值。

来源：EcoCounter。

在受疫情影响小、健康风险低的地区，私人交通出行方式同样呈现出较强增长。例如，爱沙尼亚私家车和步行出行量较疫情前上涨 30%，但公共交通出行数据几乎没有发生变化。即使是在受疫情影响小的国家，出行方式的转变也是显而易见的，这一现象说明，人们对感染新冠病毒的担忧是交通部门行为变化的强有力动因。近期一项面向全球 25 个高耗能国家居民的态度调查显示，多数受访者较疫情前更愿意使用他们的汽车，这预示着上文提到的出行方式转变可能还将继续。

¹⁵ 译者注：对探测范围内驶过的自行车进行自动识别和计数的装置，常安装于路边，欧美国家常见。

微型出行（micromobility）共享服务——共享单车、电动自行车和电瓶车等个人化的公共交通——使用量在 3-4 月期间几乎跳水至零点，但随后逐渐开始恢复。共享单车使用量大幅度回升，尤其是在中国的城市中。截至 5 月，北京的共享单车用户较疫情前翻了一倍以上，伴随平均单程行驶距离增加（至 3 km）。

人们对私人交通出行方式的偏好是否意味着每次出行的能耗增加，这要取决于人们选择用来替代公共交通的具体出行方式究竟是主动交通（步行、自行车等），共享微型出行，还是私家车出行。政策将在其中发挥主要作用；一些国家已经开始通过政策鼓励城市居民更多地使用主动交通出行方式。

技术能效效应

以产品价格突破对抗经济不确定性

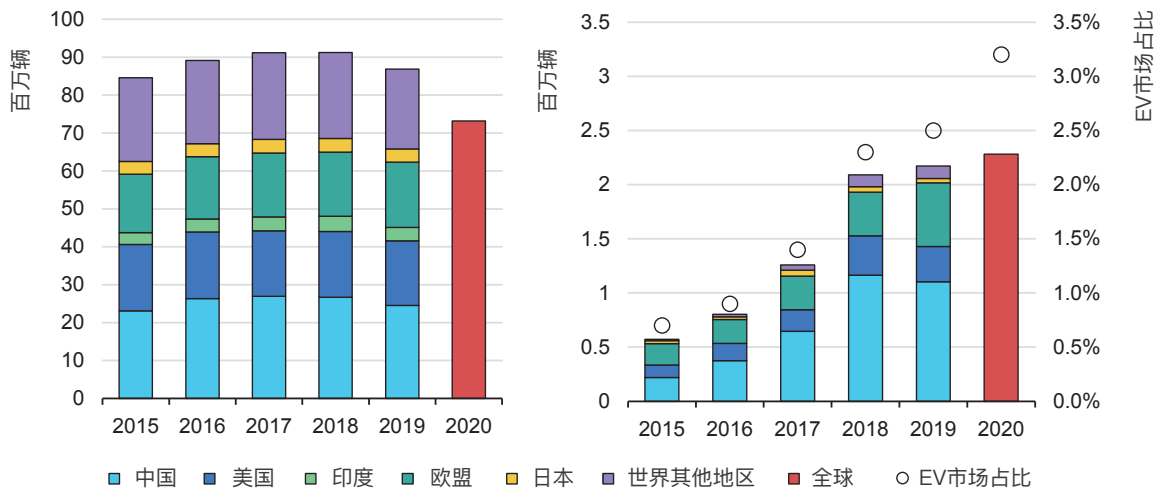
虽然新冠疫情对 2020 年全球客运能源需求的主要影响体现在活动水平的急剧下降，但疫情引起的收入减少、燃油价格下降和相关政策变化也会对交通部门的技术能效产生相应的影响。

根据一项消费者情绪调查，2020 年美国 and 欧洲市场的新车销量预计将比往常低 25% 左右。在中国这样的新兴市场，消费者购买新车的意愿则相对高一些。然而尽管中国汽车市场在近几年发生了一些变化，仍有 70% 以上的新车买家购入的是自己的第一辆车，这就意味着该市场中新车销量的上升并不一定能够通过对于老旧车型的替代而实现能效提升。

日本 2020 年上半年新车销量和二手车新增登记数量均较 2019 年有所下滑。虽然二手车新增登记数量在 9 月几乎回到了 2019 年水平，但新车销量依然只有 2019 年水平的 84%，反映出在用车辆整体能效提升进程的减缓。

尽管中国等主要市场的汽车销量显现出一些增长迹象，但全球 2020 年汽车销售总量预计还是会有 16% 的下降。

图 5.6 2015–2020年全球各主要市场轻型乘用车销量（左）及轻型乘用电动车销量（右）



IEA 2020. All rights reserved.

注：EV = 电动车。EV 市场占比 = 电动车在新车销量中的占比。

来源：IEA, [World Energy Investment 2020](#) and [Tracking Clean Energy Progress](#)。

虽然全球新车销售总量下降，但 2020 年全球新增的车辆中，电动车占比将较往年更大；而电动车往往具有较高的技术能效水平。

2020 年全球轻型乘用电动车销量预计将达到 230 万辆以上，较 2019 年将略有上升，在轻型乘用车销售总量中的占比也创造了新的记录，从 2019 年的 2.5% 增加至 3.2%。至此，全球上路行驶的在用轻型乘用电动车首次达到约 1000 万辆，占全球在用轻型乘用车总量的 1% 左右。

尽管目前全球经济较为低迷，但基于其总体拥有成本（total cost of ownership），电动车在一些国家所面临的竞争逐渐变得激烈起来，导致电动车价格持续下降。汽车的总体拥有成本通常考虑燃料费用和购置成本，因此近期低油价的影响（传统汽车燃料费用下降）显然会在一定程度上削弱电动车的市场竞争力。此外，各国政府也在快速反应，利用经济刺激性政策方案增加对电动车的财务支持，包括二十国集团（G20）成员国为进一步激发市场需求所投入的总计 120 亿美元资金。

6. 远距离交通

和对城市交通的影响一致，新冠疫情也造成了远距离交通需求的急剧下降，并通过一系列结构效应和技术能效效应对该部门的能源强度产生影响。

短期影响包括：

- 受出行需求下降和封锁措施影响，民航及客运铁路负载系数（load factor）下降。
- 燃料价格低导致船舶货运（更容易）选择能效低的路线。
- 民航班机的货运负载能力降低，导致全货运航班由能效水平低的飞机执飞。
- 一些能效水平极低的飞机、火车和船舶退役。

表 6.1 疫情导致的远距离交通能源强度影响因素

作用类型	影响因素	对能源强度改善的潜在作用 (促进 ↑；抑制 ↓)
活动水平和结构效应	民航和客运铁路交通负载系数降低，导致单位旅客能耗增加。	↓
	客运交通方式转变，从航空转向私家车。	↓
	客运交通方式转变，从航空转向铁路。	↑
	货运交通方式转变，从海运转向洲际铁路。	↓
技术能效效应	全球执飞飞机中，货运航班比重高于民航。	↓
	针对航空公司和车企的经济刺激政策未与能效提升绑定，导致低能效交通方式反弹。	↓
	燃料的持续低价促使人们购买低能效车辆和燃料。	↓
	政府公布针对高效车辆和城际交通运输方式的刺激性支出计划。	↑
	远距离交通出行需求降低，导致一些能效水平极低的飞机、火车和船舶退役。	↑

注：从航空转向私家车出行可能造成能源强度上升或不变，具体取决于行程本身。

长远来看，远距离客运的未来存在极大的不确定性。此次危机对航空行业经济生存能力（economic viability）的影响是一个关键的未知数，可能造成某些本土旅行和短途国际旅行从航空向铁路或私家车转变。

即使是在疫情封锁期间，消费者也仍在持续购买需要运输的商品和服务，因此货运交通受到的影响不及客运交通严重。然而，船舶货运作为远距离运输燃料、原材料和制成品的常见交通方式，受到来自疫情的需求冲击（demand shocks）尤其猛烈。

航空和铁路

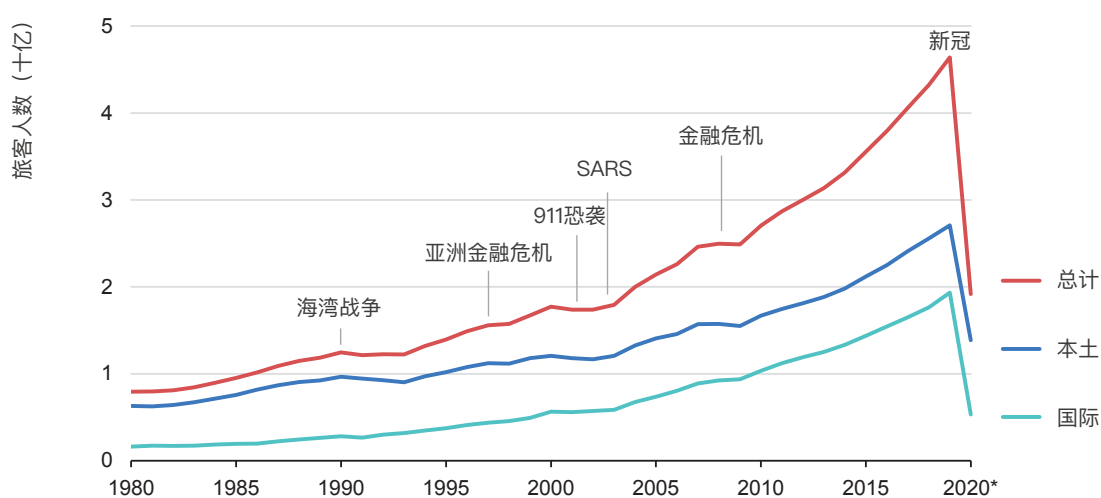
活动水平和结构效应

航空和铁路出行空前萎靡，或促进远距离交通出行方式的转变

新冠疫情危机导致民航班机数量和航空客运量出现了空前萎缩。在各国旅行限制最为严格的4月，全球民航班机数量较2019年同期下降65%~75%，同时国际航空客运需求下降98%。虽然航班数量后来渐渐有所恢复，但截至9月，依然只有2019年水平的45%左右。

11月中旬，国际民航组织（ICAO）称2020年全年航空客运量预计将比2019年降低60%。据估计，最大降幅将来自亚太地区，其次是欧洲。

图 6.1 1980–2020年全球航空客运量变化



来源：International Civil Aviation Organization (2020). [ICAO Economic Impact Analysis of COVID-19 on Civil Aviation](#)。

注：a) 历史数据今后可能会被修订，届时以修订数据为准，同时2020年估算数据将随实际情况更新；b) 最新数据更新请参见 [ICAO Economic Impact Analysis of COVID-19 on Civil Aviation](#)。

根据国际铁路联盟（UIC）开发的预测情景，2020 年全球铁路客运需求与 2019 年相比，[预计降幅将高达 30%](#)（2020 年 7 月更新）；9 月，另一份来自咨询公司 [SCI Verkehr](#) 的[预测提出 36% 的降幅估计](#)。需求减少[预计将在 2020 年造成 450~600 亿美元的收入损失](#)，几乎全部来自铁路客运服务发达的亚洲（53%）和欧洲（44%）。

平均而言，铁路的[单位旅客能效水平至少是空运的 12 倍](#)。因此，远距离客运从航空向铁路的总体“净”转移（铁路降幅小于航空降幅）将促使能耗和碳排放大幅降低。

在欧洲和中国，新冠疫情[加速了客运从航空向铁路的转移](#)。铁路客运需求的增加，以及航空需求低于预期的增长，共同促使欧洲在未来十年将有 800 列新的高速火车投入运营，同时全球需要的飞机数量将减少近 200 架。IEA 早前一项分析指出，[全球航班总量中，约有 14% 可以完全转化为高速铁路运输](#)。欧洲一些[夜间列车路线逐渐出现和兴起](#)（或再度兴起），通常是那些比较理想的 10~16 小时[过夜路线](#)。

同时部分国家宣布的相关政策可能将在中长期内促进航空客运向铁路客运转变。法国政府在 5 月宣布，对法国航空公司（Air France）的紧急财政援助将取决于这家国营航空公司是否会[停止向旅客提供有相应铁路路线的本土短途航班](#)（相应铁路路线耗时 2.5 小时以内）。中国在本土航班转向高速铁路方面拥有[巨大潜力](#)；2020 年上半年公布的铁路刺激性政策力度之大，已经达到了刺激全国钢铁需求增长的程度。

然而在其他一些国家，至少有一部分本土航空出行很可能被私家车出行所取代。根据美国 5 月的一项调查，[约 60% 的受访者表示愿意更多地乘坐私家车出行](#)（愿意乘坐飞机出行的比例为 35%）；在 2018 年一项类似的调查中，私家车对应比例为 33%（飞机 60%）。欧洲一项调查[显示出人们在不同出行方式之间类似的偏好差异](#)：私家车 50%，飞机 30%，铁路 10%。

远距离交通出行方式转变仍在不断出现新的潜在趋势。但出行方式从航空到铁路的转变能够显著改善能源强度，从航空到私家车的转变几乎不影响能源强度，而从铁路到私家车的转变却会引起能源强度上升。

旅行限制和负载容量约束使航空和铁路客运燃油经济性下降

对航空业而言，旅行限制、到达后的隔离要求、高票价，以及保持身体距离的需要都限制了每架飞机可以搭乘的旅客人数，从而增加了单位旅客的燃油消耗量。国际航班在 4 月的平均负载系数[猛跌 2/3，低至 28%](#)，这个数字意味着飞机上平均约四个座位中，仅有一个座位上坐有乘客。

为管控疫情，澳大利亚[对抵港的国际旅客人数设置了限额](#)，造成[某些航班搭乘旅客数量低至 30 人](#)（负载系数 10% 左右），同时，[一些美国和亚洲航司](#)的做法则是[将中间座位空出](#)。

在这些限制措施和需求降低的共同作用下，[国际航空运输协会（IATA）预测 2020 年全球航班平均负载系数将从 2019 年的 83% 跌至 63%。](#)

疫情最严重的时期，因人们选择避开大众公共交通而降低的出行需求，以及一些相关的安全措施，致使铁路客运负载系数也发生了下降。[法国、意大利和其他一些国家和地区](#)暂时性地提出了客运铁路最大负载容量要求，导致单位旅客能耗增加。

目前，大多数铁路运营商已不再实施选座限制措施，转而采取一些尽可能扩大旅客之间距离的方式，同时对列车的通风和清洁程序进行了改善。虽然包括中国在内的部分国家铁路客运负载容量已经开始恢复，但[另一些国家](#)的负载系数却持续低于正常水平。

技术能效效应

货运比重上升，影响航空运输平均技术能效水平

疫情对航空货运的影响不及客运严重。全球航空货运需求 [6 月较 2019 年同比下降 18%](#)，已从 4 月 [降幅 28%](#) 的低点中逐渐恢复。一定程度上是由于航空货运在快速运送防疫所需物资方面持续发挥着关键作用。

总的来说，货运在空运总量中的比重上升了。例如，2020 年 8 月，[波音 747 执飞的货运航班占 747 航班总数的 90% 以上](#)，而该数据在 1 月份为 70%。货运比重上升对航空业的影响是负面的——因为[用作货运的飞机往往比客机老旧，且能效偏低](#)。

由于许多民航班机也会在货舱留出货运空间，航空客运大幅减少的连带效应也对货运产生了影响，这一变化和影响在目前的讨论中却较少提及。随着疫情以来民航班机减少，国际民航航班 6 月的货运负载能力[较上年下降 70%](#)。而将客运飞机转用于全货运航班这一趋势的出现在一定程度上抵消了这一降幅。目前作为全货运航班执飞的客运飞机[在 4 月增加了 35%](#)。然而，进行货运改造后的客机与常规货运飞机相比，因为货运负载能力有限，而导致燃油效率偏低。

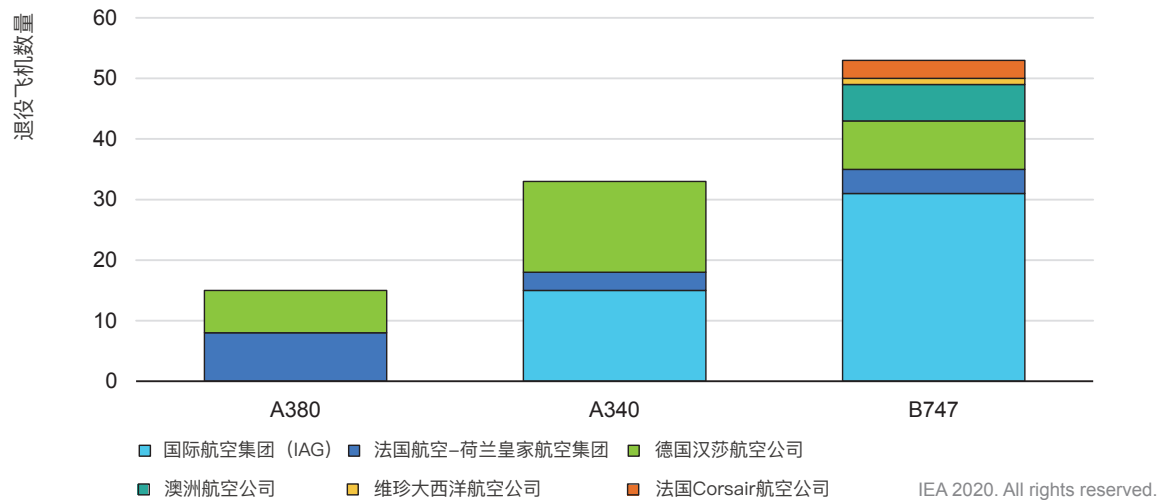
低能效、高负载客机提前退役：能效的一线生机？

远距离交通出行需求的降低加速了老旧或能效低下的飞机退役，尤其是那些四引擎的大型客机——基于设计上的先天因素和较低的座位密度，这些飞机[能效水平要低于小型长途飞机](#)。

[在役飞机中，近一半的空客 A340-600 系列，约 30% 的 A380，以及 70% 的波音 747 \(B747\)，即将退役或长期封存。波音公司 7 月宣布将从 2022 年起\[停止生产 B747 机型\]\(#\)，](#)

与此同时，空中客车公司 (Airbus) 9 月刚刚完成了对最后一架 A380 的初装。还有多家航空公司宣布旗下其他型号的老旧、低能效飞机退役。总体而言，[不再执飞的飞机预计将超过 550 架](#)。

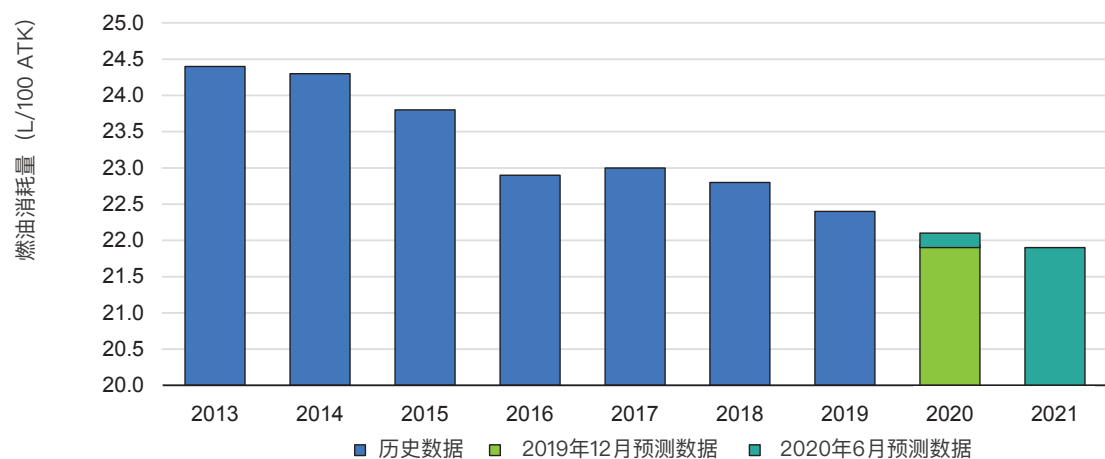
图 6.2 2020年3月以来各航司退役的四引擎飞机（报废或长期封存）数量（按机型）



来源：Analysis based on data by [Planespotters.net](#)。

然而，这些飞机的退役，有的仅比原计划提前了一年。同时，由于持续的燃油低价，以及需要好几年才能恢复的空运需求，[航司还在不断延迟和取消高能效飞机的新订单](#)。另一方面，原定要在 2020 年及以后增加产量的[飞机制造商也正在修订计划、减少产量](#)。

图 6.3 2013–2021年全球航空燃油消耗量



注：ATK = 可用吨公里数。

来源：[International Air Transport Association](#), *Airline industry economic performance*。

总体而言，国际航空运输协会预测 2020 年航空燃油消耗量的改善进程将会减缓，而原有设想中将会在这一年实现能效水平，要到 2021 年才能实现。虽然低能效飞机提前退役的影响甚小，但如果没有这一促进因素，航空燃油消耗量的改善幅度只会更低。

此次危机中各大航司都面临着强烈的财务压力，这也让人们更多地注意到高能效机型节省燃油成本所能带来的收益。例如，高能效的波音 787 和空客 A350 机型承担了 2020 年第二季度近一半的长途空运总量，而在 2019 年该比重仅有 25%。现有订单显示，尽管航司取消了部分订单，高能效机型[依然会继续在各航司的未来计划中扮演重要角色](#)。

材料 6.1 如果空运需求回到疫情前，近期超大型飞机的退役将如何影响航空出行

全球部分大型飞机的提前退役促进了 2020 年在役飞机整体的平均燃油效率提升。未来航班数量再度开始增加时，会进一步带来能耗和碳排放的下降，然而这一影响的力度有限。

假如全球航班数量回到 2019 年水平，新冠疫情引发的小型高能效飞机对（空客 A380 和波音 747 等）超大型飞机的替代，仅会为全球在役飞机平均燃油效率带来 0.2% 的提升幅度；如果只考虑执飞长途航班的飞机，这一替代过程带来的能效提升幅度可能稍大一些。这意味着在利用小型飞机替换大型飞机的基础上，人们还需要加速在役飞机的更新换代。通常来说，相比类型和尺寸相近的老机型，[新机型的燃油效率要高出 15%~25%](#)。但由于疫情影响下，航司正在避免进行大型投资，同时飞机制造商也在有意识地减产，在役飞机的更新换代速度在 2020 年慢了下来。

铁路客运中低能效的柴油火车加速退役

新冠疫情能够进一步促进在役的柴油机车数量减少，尤其是在客运领域。与疫情前原有的预测值相比，全球柴油机车市场[在 2020–2024 年预计将缩水 24%](#)。但在铁路货运领域——尤其是在美国和俄罗斯等电气化（铁道）网络尚未普及的国家，市场对柴油机车的投资还将继续。

船舶运输

活动水平和结构效应

亚欧航线沿线从船舶向铁路转变，或致货运能源强度上升

受疫情影响，货运需求和石油需求均出现了创纪录的下跌，船舶货运活动水平也随之下降。

2020 年上半年，[全球集装箱交易量下降 8%](#)，期间，4 月交易量一度跌至谷底，较上年同比通下降 17%。来自欧盟港口的数据显示，与上年同期相比，2020 年上半年[抵港船舶数量减少 16.5%](#)。

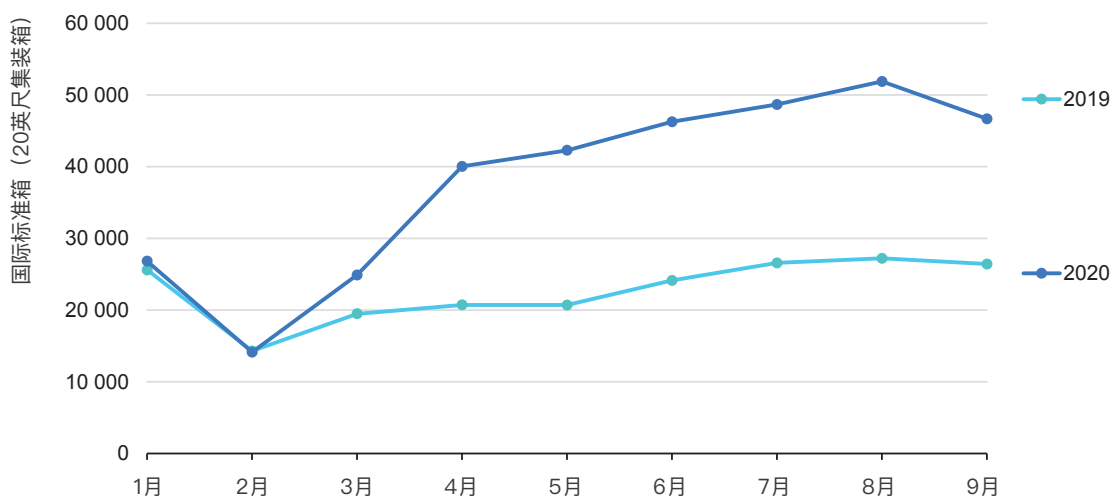
全球铁路货运总量预计也将减少，[降幅可高达 10%](#)。因此造成的 2020 年全球收入损失中，欧洲预计将承担最大的比重，约为 1/3，欧洲大陆的铁路货运总量[预计减少 20%](#)。相比 2019 年同期，印度 4–5 月铁路货运需求[下降 28%](#)，其中 60% 来自煤炭运输负荷降低。

然而在货运活动水平[全球占比最高的中国](#)，铁路货运情况相对稳定，2020 年上半年铁路货运总量[同比增加 3.6%](#)。该增长是部分货运线路由海运向铁路转变的结果。

疫情影响下，因为大量货船的撤回，以及欧洲大规模从中国购买个人防护设备占据了航空货运空间，海上和航空货运负载能力都受到严重影响。因此，欧洲和亚洲贸易商更多地[转而使用亚欧大陆之间的铁路走廊](#)。铁路货运对海上货运（缓慢，但价格低廉）的替代比例高于对航空货运（非常迅速，但价格高昂）的替代率。[由于铁路货运的能源密集程度比海上货运高，但比航空货运低](#)，这一转变可能造成能源强度微弱上升。

与 2019 年相比，亚欧沿线的铁路货运周转量在 3 月上升 30%，而在 8 月上升 90%。

图 6.4 2019–2020 年亚欧沿线铁路货运周转量



IEA 2020. All rights reserved.

来源：[Eurasian Rail Alliance Index](#)。

疫情期间，自东向西的铁路货运线路使用率极高，以至于达到了负载上限。[铁路拥堵已经开始造成铁路货运时间的延长](#)，而正常情况下铁路运输比相应路线的海运快一周左右。

技术能效效应

经济衰退迫使船用燃料价格下降，对能源强度产生多重影响

自 2020 年 1 月 1 日起，国际海事组织（IMO）宣布将船用燃料油的硫含量上限从 3.5% 降至 0.5%。为满足这一新要求，货船运营商只能选择使用硫含量极低的燃料油，或是将高硫含量的燃料油与洗涤器（一种用来减少二氧化硫排放但同时也会引起能耗增加的设备）搭配使用。

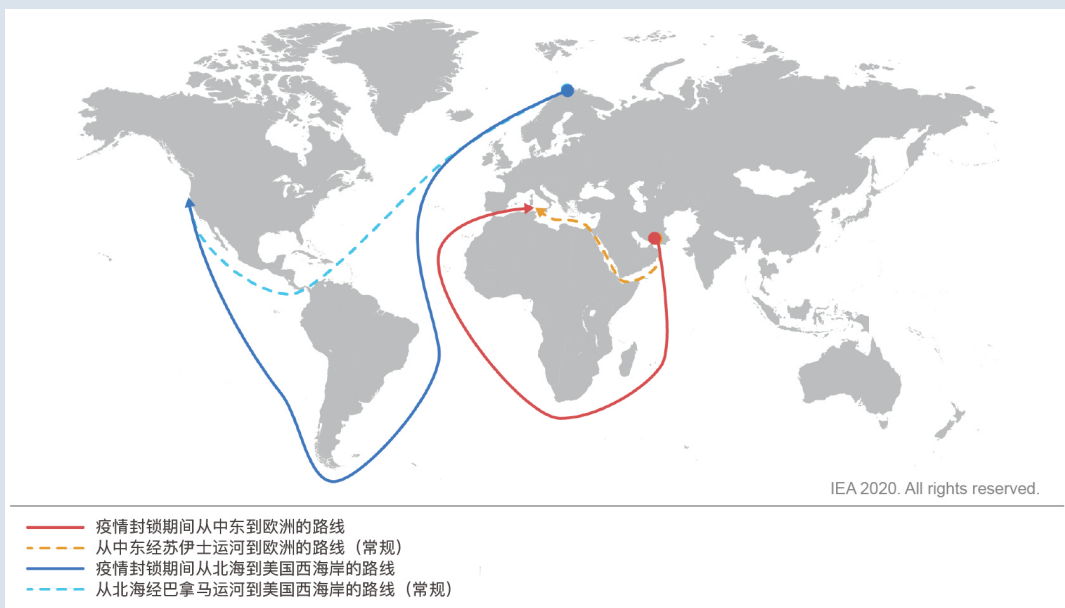
疫情爆发前，硫含量极低的燃料油价格（与布伦特原油价格挂钩）很高，因而对需要满足上述规范的大型船只而言，高硫含量燃料油与洗涤器搭配的方式是一个更为经济的选择。然而疫情引发的经济危机减小了两种燃料油之间的价格差异——从 2020 年第一季度的每吨 160 美元价差减小至第三季度的 50 美元价差。造成的结果是，在一个洗涤器的成本就高达 350 万美元的情况下，如果选取高硫含量燃料油与洗涤器搭配使用的方式，将需要六到七年才能完全收回成本。

材料 6.2 低油价改变了油轮的运油路线

船用燃油价格下降，加上在疫情封锁措施最严格的时期全球燃料储存设施短缺，造成油轮在全球各地出现了一些非常规的运送线路，其中很多（油轮）现在已经演变成了浮动储油设施。

在 3–4 月石油价格跌至历史价格低点期间，卫星追踪数据显示，一些超大型油轮舍近求远，选择了距离更长的运油线路——寄希望于当他们（延迟）抵达目的地时，油价已经出现回升，理想的回升幅度甚至还能抵消他们选择长距离线路所产生的额外燃料成本。

原油油轮运输路线示意：常用路线 vs. 2020 年 3–4 月部分路线



有[报告](#)指出，至少三艘超大型油轮选择了不经过苏伊士运河，而是绕过好望角，走一条更耗能的路线；同时，还有一些向美国西海岸运油的欧洲油轮，选择不经过巴拿马运河，转而走了一条绕过南美洲南端合恩角的线路。

如果低油价成为常态，更多的船舶运营商将转而使用低硫含量燃料油（一个能源密集程度更低的选择）。然而如果持续性的低油价得不到任何管控，则可能使人们推迟甚至放弃选用低碳的替代能源，如短期内的液化天然气（LNG），以及长期的生物燃料、氢能、氨气等。低油价还会减弱人们采取技术和操作手段降低燃油消耗的意愿。

邮轮暂时性停航，但低能效船只退役或改造使在役船只能效提升

根据疫情前的市场预测，全球客运邮轮在 2020 年预计将服务 [3200 万名旅客](#)，但 [3 月中旬以来邮轮服务几近停滞](#)。美国宣布暂停邮轮运营至 [10 月底](#)，同时澳大利亚、加拿大和新西兰也相继做了类似的[暂停邮轮服务](#)公告。

与航空业的情况类似，邮轮业的老旧船只也在疫情期间纷纷退役。作为全球最大的邮轮运营商，嘉年华集团（Carnival）[宣布其计划出售 13 艘船只](#)进行报废，占旗下邮轮总数的 9%，这些船只很可能是低能效的老旧船只。另一主要邮轮运营商，皇家加勒比集团（Royal Caribbean）也正在[对其旗下在役船只中的老旧船只进行报废处理或出售](#)。

一如航空业面临的困境那样，邮轮公司面临的财务压力将会使他们延迟购买新的船只，这意味着仅靠老旧船只退役，对在用船只整体技术能效的提升作用可能无法满足人们的期待。但与此同时，疫情期间突如其来的行业停滞期也为邮轮运营商提供了难得的机会，使其可以对旗下剩余的在用船只开展大规模的能效相关改造，从而能在未来产业复苏时有效地降低运营成本。¹⁶

¹⁶ 来自 IEA 与邮轮业能效顾问之间的交流对话。

7. 疫情危机应对政策跟踪

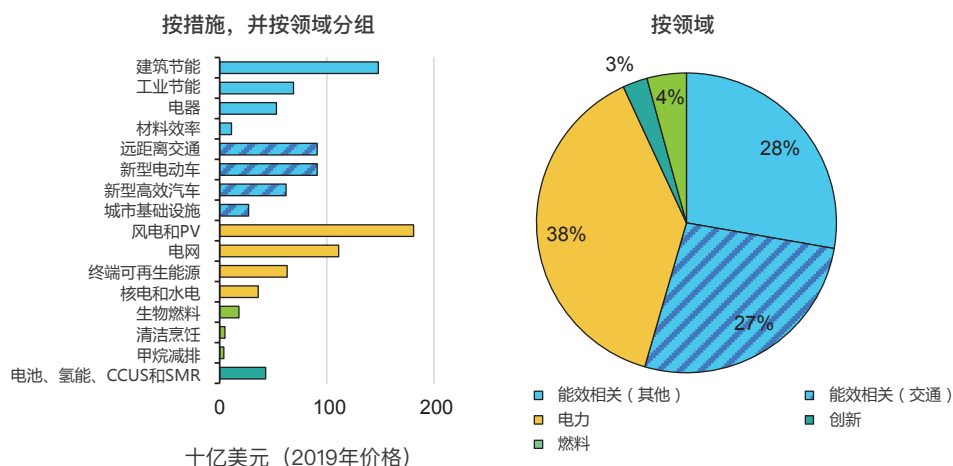
本章对截至 2020 年 10 月底各国政府公布的、应对新冠危机的能效政策进行聚焦跟踪，包括政策法规变化和政府公布的资金支持计划等。此外，本章还将讨论一些不是针对能效但会对其产生影响的政策，例如面向家庭和企业的能源费用减免等。

能效：可持续复苏的核心

IEA 的《[可持续复苏计划](#)》（下文简称《计划》）阐述了全球如何在新冠疫情流行下维持和创造就业、刺激经济增长，以及提升能源可持续性和恢复力。

能效行动（包括对交通部门和城市基础设施的投资）¹⁷是《计划》最重要的组成部分——《计划》建议未来三年，各国政府和社会每年投资 1 万亿美元用于支持经济可持续复苏，并将其半数以上规划为能效用途。能效投资之所以是《计划》中的核心部分，是因为许多节能类产品和服务具有良好的成本效益，同时现有的相关项目在短期内可以进一步得到加速和提升。此外，能效项目往往都是劳动密集型项目，这意味着对能效领域投资的每一美元中都有大部分用来支付劳力成本，从而有助于稳定已有就业和快速创造新的就业。在一些技能专业门槛低的行业，能效投资还能为失业人员提供（再）就业机会。

图 7.1 《可持续复苏计划》建议的平均年度支出分配，按措施和领域



IEA 2020. All rights reserved.

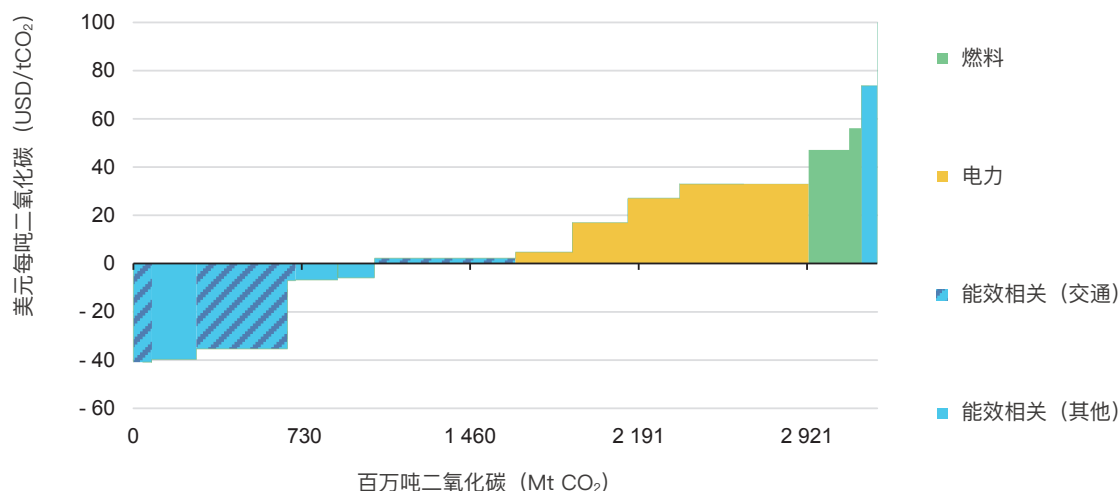
注：PV = 光伏。CCUS = 碳捕集、利用和封存。SMR = 小型模块化（核）反应堆。

来源：IEA, [Sustainable Recovery: World Energy Outlook Special Report in collaboration with the International Monetary Fund](#)。

¹⁷ 此处“能效”包括对电动车、城市基础设施和铁路的投资，因为比起能够被它们替代的现有技术，电动车、新的城市基础设施和铁路的能效更高。但该“能效”不讨论清洁烹饪（clean cooking）和终端可再生能源。

大多数能效投资都能实现节能效益，进而获得货币收益。至关重要的是，这意味着每一吨温室气体减排的成本往往是负数——下图展示了《计划》中，各项建议措施的碳减排效果和成本模拟。

图 7.2 《可持续复苏计划》部分建议措施下的碳减排效果及成本



IEA 2020. All rights reserved.

来源：IEA, [Sustainable Recovery: World Energy Outlook Special Report in collaboration with the International Monetary Fund](#)。

能效支出正成为政府清洁能源刺激性支出计划的重要部分

虽然许多国家的政府经济救助和经济刺激方案尚在制订中，然而截至 2020 年 10 月底，在各国已公布的能源部门的公共支出计划中，约 1140 亿美元将用于“清洁能源刺激”政策措施。¹⁸

在本报告分析的这些政府支出计划以外，各国政府还在试图通过政策法规调整、税费减免及暂缓征收，以及购买（企业）债务或股权等方式来支持能源部门的复苏。

截至 2020 年 10 月底，全球已公布的清洁能源刺激性政府支出计划中，约 58%、总计 660 亿美元的资金将用于实施能效相关的政策措施。这些已公布的能效相关刺激性政府支出计划加上其所撬动的社会投资（参见后文能效就业与复苏一章），将有望创造 500 万岗位 – 年¹⁹的能效就业机会。

¹⁸ “清洁能源刺激”指针对可再生能源发电、生物燃料、电池储能及清洁氢能、电网、电动车及充电基础设施、铁路、公共交通、自行车及步行、材料效率，以及建筑、电器和工业节能等领域的刺激性投资。本报告主要关注 G20 国家，参考其他 OECD 国家及一些可获取数据国家的部分数据。

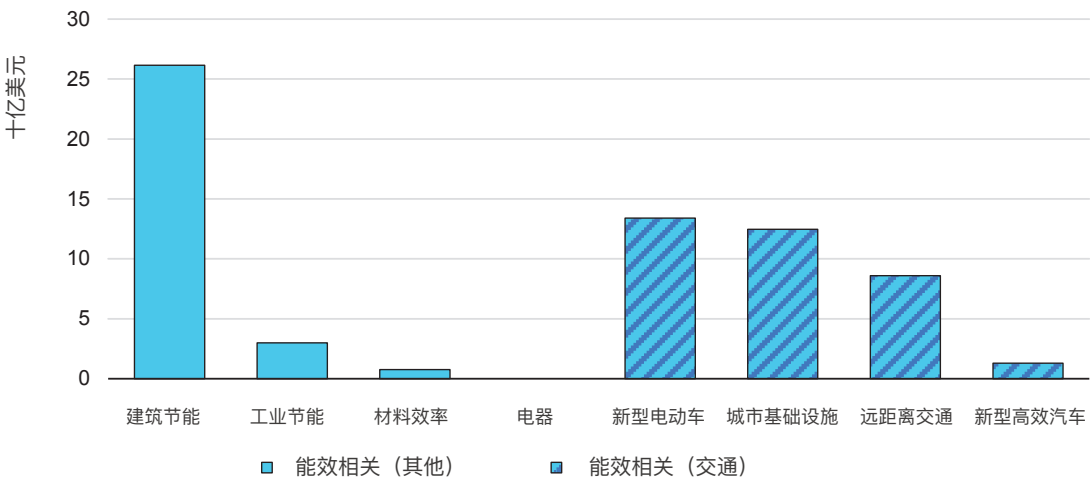
¹⁹ “岗位 – 年”是就业机会的计量单位，指在一个全职岗位上工作一年的就业机会。

表 7.1 全球已公布的清洁能源刺激性政府支出计划，按领域

领域	十亿美元	在清洁能源刺激性政府支出中的占比
能效相关（合计）	65.6	58%
能效相关（交通）	35.7	31%
能效相关（其他）	29.9	26%
电力	23.5	21%
创新	22.2	20%
燃料	2.4	2%
总计	113.7	100%

注：上表给出了全球已承诺投入的清洁能源刺激性政府支出总额及各领域具体金额。由于在本报告成稿时，欧盟的下一代欧盟基金（Next Generation EU Funds）具体分配方案尚未最终确定，因此表中不包括这笔 7500 亿欧元的资金中与清洁能源相关的部分。G20 国家的刺激性政府支出计划有部分数据来自 [Energy Policy Tracker](#)。
全球已承诺的氢能投资计划包含在表中“创新”分类下。

图 7.3 截至2020年10月底，全球已公布的能效相关刺激性政府投资计划



IEA 2020. All rights reserved.

目前已公布的支出计划呈现出行业 and 地域间的不平衡

建筑节能改造和电动车在能效相关刺激性投资计划中占优

截至 10 月底，已公布的 660 亿美元能效相关刺激性政府支出计划中，260 亿美元将专门用于建筑节能改造。然而，针对高效或净零能耗新建建筑的投资计划却非常有限。

约有 135 亿美元资金将用于加速向电动车转型，此外在用于城市基础设施领域的资金中，也包含了 70 亿美元资金将用于电动车充电设施网络的建设。与之形成对比的是，用于推动新型高效内燃机车辆发展的资金却不足 15 亿美元。

与建筑部门的刺激性政策形成强烈对比，在电器领域并没有特定的刺激性支出政策来鼓励购买超过最低能效标准的节能电器。而尽管工业节能和新型高能效汽车领域均存在巨大节能潜力，但在已公布的全球刺激性政府投资计划中，针对这两个领域的资金分别只有 30 亿美元和不足 13 亿美元。

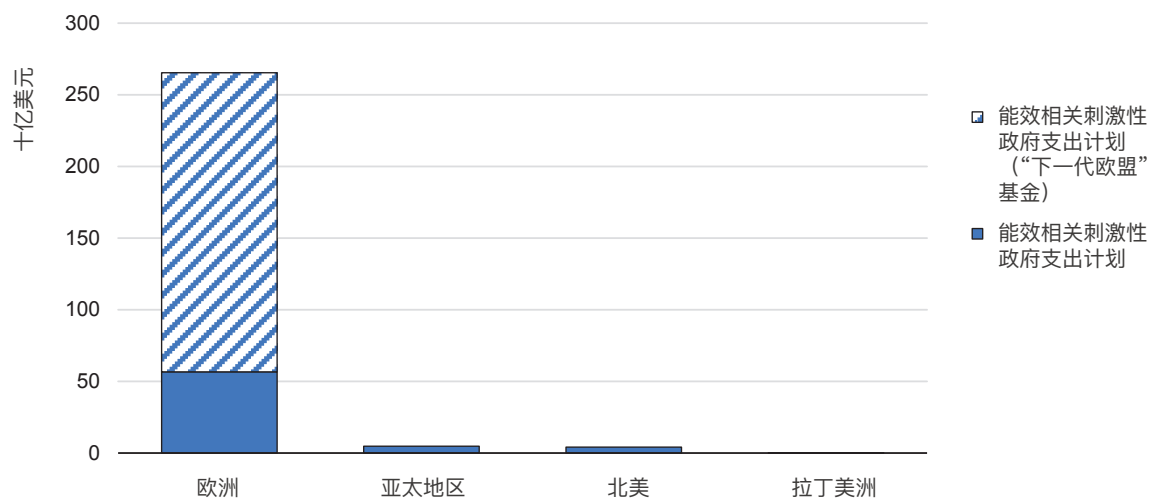
由于疫情期间各国政府都在积极促进主动交通方式对公共交通的替代，在已公布的针对城市基础设施的 125 亿美元政府能效投资计划中，大部分资金将用于新建自行车基础设施。其中，英国承诺[为主动交通投入约 25 亿美元资金](#)，用于新建自行车基础设施和既有设施改造；[加拿大健康社区计划（Canada Healthy Communities Initiative）](#)承诺为支持步行和自行车出行发展等一系列项目投入 2270 万美元；而法国也承诺在巴黎大区投资[超过 3.3 亿美元用于新建总长达 680 公里的自行车道](#)。

现有刺激性政府能效支出计划中，绝大多数来自欧洲各国，其他地区行动滞后

在为能效相关政策措施提供支持方面，欧洲各国政府表现得最为积极。截至 10 月底，欧洲各国政府公布了总规模约为 570 亿美元的相关支出计划（约为全球刺激性政府能效支出计划的 86%），剩余占全球 14% 的资金主要来自亚太和北美地区。欧洲政府能效支出计划中，占比最大的是法国、德国和意大利。

相比之下，拉丁美洲仅公布了极低金额的政府能效支出计划，而非洲更是几乎没有。

图 7.4 截至2020年10月底，各地区已公布的刺激性政府能效支出计划



IEA 2020. All rights reserved.

注：因本报告成稿之时，“下一代欧盟”基金分配细节仍在确定中，相关数据为估算值。估算过程基于以往的欧盟项目资金使用习惯确定。

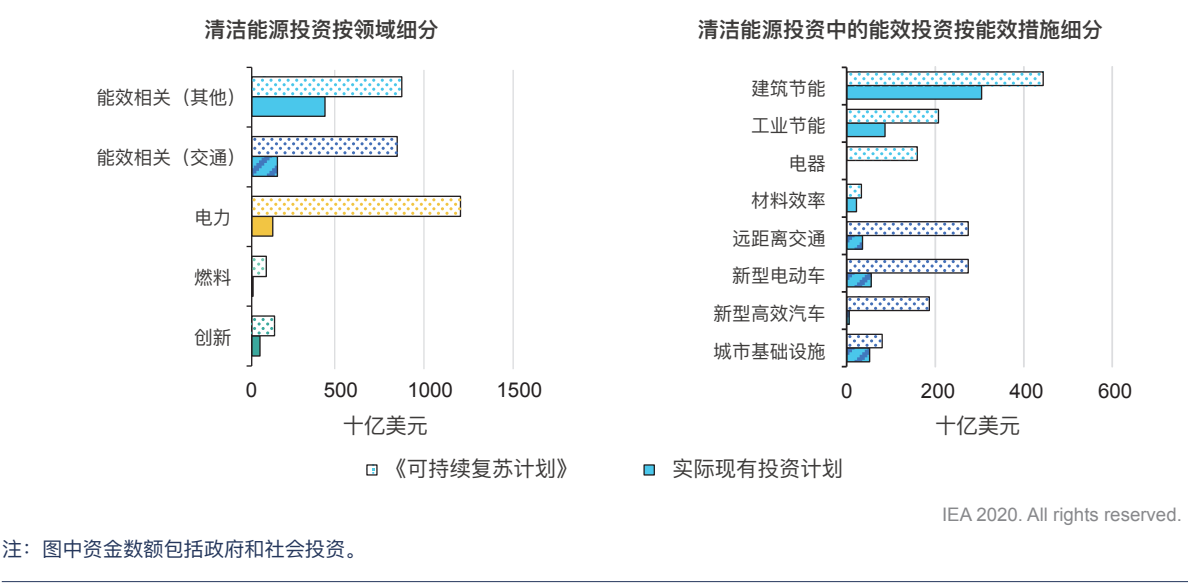
除了在国家层面公布的政府支出计划外，欧盟还公布了一揽子价值 7500 亿欧元（约合 8400 亿美元）的经济刺激方案，其中约有 1/3 将用于气候行动。假如这笔资金也按欧盟以往公共支出的资金使用习惯，将有约 1900 亿欧元（约合 2090 亿美元）的资金流向能效领域，这将使刺激性政府能效支出增加为现有计划的四倍。

现有能效投资计划尚未达到 IEA《可持续复苏计划》建议水平

截至 10 月底公布的能效方面公共刺激性资金，加上其预计将撬动的社会资金，尚未完全达到 IEA 建议复苏路径中的潜在投资机会水平。²⁰ 而与 IEA《可持续复苏计划》提出的潜在投资机会相比，电器、新型高效汽车等部分领域目前获得的刺激性资金支持较少。

²⁰ 鉴于本报告成稿时，近期公布的欧盟刺激性方案（“下一代欧盟”基金）具体分配方案尚在制订中，因此此处并未包括这部分资金。但 IEA 预计这笔基金将大量用于支持能源部门和能效发展。

图 7.5 截至2020年10月底已公布的相应刺激性政府投资计划及其预计拉动的社会投资 vs. IEA《可持续复苏计划》：清洁能源资金按领域细分（左），及清洁能源资金中的能效相关资金按能效措施细分（右）



材料 7.1 欧盟的可持续复苏

2020年7月21日，欧盟领导人们一致同意在确保欧盟各国实行绿色和数字化转型的前提下，在未来三年内为经济复苏提供 7500 亿欧元（约合 8400 亿美元）政府资金。其中约 37% 将专门用于支持[《欧洲绿色协议》（European Green Deal）](#)的气候行动，并助力实现年底修订的欧盟 2030 新气候目标。按照欧盟委员会现有计划和过去的资金分配习惯推测，此次的经济复苏资金中，预计约 1900 亿欧元（约合 2090 亿美元）将用于实施能效相关政策措施。其中很大一部分将投入建筑领域，用于支持 2020 年 10 月 14 日发布的[“欧洲建筑改造潮”](#)计划，及该计划相关的潜在投资机会和新增就业；为此，这笔资金至少将使欧洲既有建筑改造率翻一倍，并在 2030 年前完成 3500 万建筑单元的改造。总体而言，现实中欧盟公布的能效投资计划大大超过 IEA《可持续复苏计划》中为欧洲建议的经济刺激路径，尤其是将欧盟各成员国公布的清洁能源刺激性投资计划纳入考虑后更是如此。

各国在疫情危机期间的政策决定将主导能效进程

随着各国政府开始积极应对疫情带来的经济危机，各种刺激能效行业增长和就业的政策行动有望推动能效进程加速，甚至超过疫情前水平。

然而考虑到 2020 年很可能出现的能耗及碳排放数据异常，部分国家政府下调了包括 2020 年在内相应时间段的能源强度改善目标。还有一些国家的政府推迟了相关能效法规和项目的发布，包括新的最低能效标准或电器星级评定项目、汽车燃油能效标准，以及建筑节能法案。

政策发布的推迟、能效法规修订计划的延期或减弱，都将减缓能效提升进程。与此同时，如果经济刺激方案不把能效纳入成为投资和项目计划的一部分，将可能使建筑、电器和汽车在未来几十年都处于高能耗和高能源支出状态中。

能源供应商出资的能效项目正在参与应对新冠疫情危机

（水、电等）能源供应商出资的项目现已成为一种推动能效提升的全球广泛使用的工具。在美国和加拿大，2017 年由能源供应商出资的能效和需求侧响应项目总价值达到[近 90 亿美元](#)。截至 2020 年，全球共有 [49 个由能源供应商出资的能效项目](#)，分布在 24 个国家 [其中，克罗地亚和塞浦路斯分别在 2019 和 2020 年启动了新的能效目标责任项目（energy efficiency obligations; EEOs）]。²¹

新冠危机妨碍了能源供应商出资项目中能效措施的实施，而能源供应商和其他的项目参与方不得不对项目作出相应调整，以适应这次公共健康危机带来的种种变化。

在澳大利亚，考虑到新冠疫情的影响，新南威尔士州节能计划（Energy Savings Scheme）的管理人员为相关单位[依具体情况提供了个性化的特许和灵活处理](#)，这些相关单位不仅包括作为项目责任主体、受项目管理规范的单位，还包括参与项目、提供节能服务的单位；而这些特许和灵活处理包括：项目汇报日期推迟、达成目标或支付罚款的期限延后，以及审计到期日的延迟。而由于新冠疫情封锁措施的原因，[维多利亚州节能改造项目（Victorian Energy Upgrades Program）也进行了相应调整](#)，把符合规定的节能改造方案限定在关键领域，如只对室内供暖和热水系统进行改造。

²¹ 来自土耳其的说明：此条信息中，“塞浦路斯”指该岛屿南部区域。不存在某单一政权能够同时代表该岛屿上的土耳其族塞浦路斯人民和希腊族塞浦路斯人民。土耳其承认北赛普勒斯土耳其共和国（TRNC）。在“塞浦路斯问题”获得联合国认可的长期且公正的解决方案前，土耳其对该问题保持当前态度。

来自欧盟及欧盟内所有 OECD 成员国的说明：联合国除土耳其外的所有成员国均承认塞浦路斯共和国。本报告中出现的所有该地区相关信息均受塞浦路斯共和国政府管理。

在欧洲，意大利的白色证书（white certificate）机制鉴于此次危机，[建议将 2019 履约年的截止时间适当延后](#)。法国的白色证书机制也有类似调整，包括对完成节能目标、获取白色证书的时限增加[六个月的宽限期](#)，对在供暖和建筑保温节能改造领域的倍增因子（certificate multipliers）结算增加了[十二个月的宽限期](#)，并且为推动非居住建筑淘汰化石能源供暖，引入了新的证书倍增因子适用领域。

在美国，政策制定者也为适应新冠危机的影响作出了一些改变。[密歇根州公共服务委员会建议](#)将能源供应商出资的项目在 2020 和 2021 年的节能目标融合为一个，在保留项目的能效目标基础上，同时又能为项目在 2020 年受到的特殊干扰提供一些灵活度。在科罗拉多州，[爱克希尔能源（Xcel Energy）公司的公共事业能效和需求侧管理项目](#)计划在 2021 和 2022 年设立比 2019 和 2020 年更高的投资和节能目标。

如需了解新冠疫情期间，能源供应商出资的能效项目面临的更多挑战、解决方案，以及行业复苏信息，请参见 IEA 于 [2020 年 8 月发布的文章](#)。

能源费用减免通常与能效刺激性支出共同实施

此次疫情让困难家庭的收入降低，同时还伴随能源贫困（energy poverty）风险的提高，因此部分国家的政府允许这些家庭延迟支付能源账单，或为其提供其他的支持。截至 2020 年 10 月底，各国政府已经公布了高达 137 亿美元的资金用于支持消费者应对比正常情况更高的能源账单。例如印度尼西亚（疫情期间）[为 2400 万低收入家庭提供为期六个月的免费供电](#)，同时还为另外 700 万家庭提供电费优惠。

在一些国家，与能源费用减免方案一同公布的还有政府能效支出计划。加拿大、法国和德国针对建筑改造项目的刺激性政府支出计划分别为 2200 万美元、77 亿美元和 22 亿美元。随着时间推移，这些能效支出不仅可以有助于能源费用减免的持续实施，还能够创造就业，带来经济、健康和环境方面的多重效益。

材料 7.2 各国经济刺激政策方案与全球能效紧急行动委员会（Global Commission for Urgent Action on Energy Efficiency）建议的比较

为了应对全球能效提升进程的减缓，IEA 执行主任在 2018 年 6 月召集成立了一个独立的高级别委员会，专门研究如何通过新的强有力政策行动加速能效提升进程。[全球能效紧急行动委员会](#)的 23 名成员包括现任及前任国家领导人、部长级官员、企业负责人及全球意见领袖。为推动各国政府采取更加积极的能效行动，委员会成员共同讨论并在新冠危机期间最终制订出 [10 条建议](#)（下文简称“委员会建议”）。其中部分建议旨在鼓励各国政府通过采取能效措施，实现短期内的经济刺激效益，并助力推动长期清洁能源转型。

一些国家的政府已经行动起来，在本国政策制定方面向委员会建议看齐。德国的经济刺激政策方案大力推动建筑改造，包括对一项原有项目的扩展——对原有的“[二氧化碳建筑改造项目](#)”（[CO₂ Building Renovation Programme](#)）额外增加 10 亿欧元投资。这一举动将有助于提高建筑节能领域创造就业的潜力（委员会建议 2）。与之类似，意大利将在 2020 年 7 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日期间通过“生态红利”（Eco Bonus）项目为建筑节能改造、屋顶太阳能光伏系统，以及电动车充电站提供 [110% 的税收激励](#)。

西班牙于 2020 年 5 月通过了《[气候变化和能源转型法案](#)》（[Law on Climate Change and Energy Transition](#)），为西班牙实现 2050 年碳中和目标制定了长期愿景和政策框架。法案将能效确定为西班牙各级政府气候行动的核心，承诺大力提升能效，并提出到 2030 年要使一次能源消费总量降低至少 35%（委员会建议 1 和建议 10）。法案在西班牙现有的[建筑部门节能修复](#)（[energy rehabilitation](#)）[长期战略](#)基础上，进一步加大了对建筑改造的重视（委员会建议 2）。法案还规定，国家政府应与各大城市紧密合作，在主要城市地区推广清洁高效的交通出行方式，包括在 2023 年及以前建立低排放区（low-emission zones），以及投资建设替代性出行方式的相关基础设施（委员会建议 7）。

加拿大近期宣布将加大对其[社区能效融资计划](#)（[Community Efficiency Financing Initiative](#)）的支持力度，为各大城市和地方合作伙伴加强能效行动提供了更多机遇（委员会建议 7）。[新增的 3 亿美元资金](#)将用于支持各大城市针对住房节能改造的[融资项目](#)；这类项目有助于克服资金获取困难、改造成本和质量存在不确定性等障碍，同时还能创造本地就业和促进碳减排。

中国在 2020 年 7 月发布的[支持民营节能环保企业发展相关政策](#)中，提出通过一系列金融工具，进一步扩大社会能效投资规模（委员会建议 3 和建议 4）。其中的税收优惠激励措施为企业节能节水带来了机遇，同时，该政策还鼓励金融机构在金融服务中纳入能效相关要求。省级和地方政府将在这些措施的实施及效果监督中扮演重要角色（委员会建议 7）。

紧急刺激性政策之外，原先制定的能效措施仍在继续

尽管能效政策制定者将主要的注意力转向了新冠危机，但疫情前制定的政策法规仍在继续实施，并且还能够帮助新的刺激性能效政策扩大影响。2020 年依照原计划推行的能效政策举措包括：

- 澳大利亚能源市场委员会（Australian Energy Market Commission）发布了关于[大用户需求响应机制新规](#)的最终决议。新规指出，从 2021 年底开始，将首次允许大型工业和商业客户直接或通过聚合商（aggregators, 即需求响应服务供应商），向电力批发市场出售需求响应（电量）。

- 巴西国家电力节能计划 (Procel) 启动了新的“实验室”项目 (Programa Lab Procel²²)，旨在帮助初创企业制订出全新的能效解决方案。巴西电力监管局也上线了一个新的网站，用来发布巴西能效目标责任项目的相关数据。
- 中国 2019 年发布的《绿色高效制冷行动方案》正在实施中。该方案中包括了新升级的家用空调最低能效标准，该标准自 2020 年 7 月 1 日起开始实施。
- 丹麦启动了新项目 [Skrotningsordningen](#)²³，对建筑（供暖系统）中的热泵替代燃油锅炉提供补贴，该补贴政策适用于那些远离区域供热体系或天然气网的建筑。
- 德国引入了[针对建筑改造的减税政策](#) (Steuerliche Förderung der energetischen Gebäudesanierung²⁴)，该政策允许房屋屋主从个人所得税中，扣除住房改造成本的 20%，最高可扣除 4 万欧元的税金。
- 荷兰提出了一系列政策，包括一项针对热力项目的循环基金 ([Warmtefonds](#)²⁵)，针对工业部门的区域产业集群项目 (Regional Industrial Cluster Programmes)，以及一个新的数字化平台——负责在建筑改造的咨询、实施和融资各个阶段，为建筑业主和住户提供全方位的解决方案服务。
- 新西兰宣布实施[“公共机构减碳项目” \(State Sector Decarbonisation Programme\)](#)，项目将为公共机构的能源相关碳减排提供 2 亿新西兰元的资金支持。这笔资金将用于支持低排放供暖和制冷、节能照明、低排放汽车等减碳项目，其中约 8000 万新西兰元已经投入到了中小学、高校和医院，对燃煤锅炉进行低排放的技术替代。
- 西班牙开始为实施[《国家对抗能源贫困战略 \(2019–2024\)》](#)制订行动方案，该方案预计将为面临能源贫困威胁的 350~810 万居民提供支持，包括针对建筑和电器的能效措施。
- 土耳其为近零能源建筑公布了新的定义和能耗限制，同时开始实施[《2019 年总统令：公共建筑节能》 \(2019 Presidential Decree on Energy Savings in Public Buildings\)](#)，该法令要求，面积超过 1 万平方米 (m²) 或年能耗超过 250 吨标油 (toe) 的公共建筑，其终端能源消费量要在 2020–2023 年期间减少 15%。
- 越南实施了一系列[新的电器最低能效标准和能效标识项目](#)，涉及电器包括电饭锅、洗衣机、电视机，以及电冰箱。

22 译者注：西班牙语。

23 译者注：丹麦语。

24 译者注：德语。

25 译者注：荷兰语。

8. 能效就业与复苏

创造就业是能效发展最重要的效益之一。许多能效措施都是劳动密集型的，包括用于提升城市、建筑和交通系统能效的各种行动。

随着清洁能源转型的规模不断扩大，能效就业在近年来呈现出稳定增长。在一些国家，能效行业据估计已经成为[能源部门最大的就业市场之一](#)。然而这类估计往往存在一些不确定性，例如，取决于估算方法的不同，澳大利亚拥有的能效相关就业数量约在 6.0~23.6 万之间。

表 8.1 部分国家和地区能效就业估算数量

国家或地区	能效就业估算数量（新冠危机前）
美国	204万
欧洲	100~300万
中国	72.9~73.0万
加拿大	47.2万
澳大利亚	6.0~23.6万
巴西	3.3~6.2万

注：不同地区对能效就业的定义不同，因此表中数据相互之间不可比，也不具有加和性。美国：截至 2020 年 2 月；中国：截至 2018 年，且仅限节能服务公司；欧洲：截至 2020 年，仅限建筑部门（初步估计，稍后可能进行改动）；加拿大：截至 2019 年；澳大利亚：截至 2019 年；巴西：截至 2018 年。

来源：NASEO and EFI, [The 2020 U.S. Energy & Employment Report](#); [Wang Qingyi](#), 2019 Energy Statistics; BPIE (Unpublished), Working Paper: Examining the impact of Covid-19 on building efficiency employment in Europe; ECO Canada, [Energy Efficiency Employment in Canada](#); [EEC](#), [Energy efficiency employment in Australia](#); Mitsidi, [Job creation potential in Brazil from 2018 to 2030](#) (in Portuguese)。

政策行动不足或导致能效领域失业增加

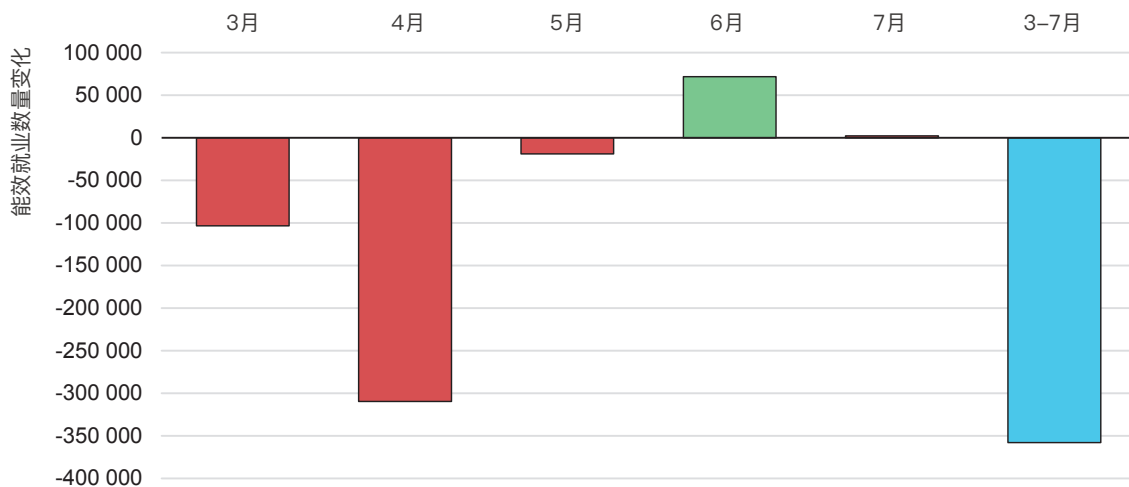
由于疫情期间封锁措施的实施，人们不愿陌生人进入自己的房屋，以及疫情引发的全球经济危机等原因，新冠危机对能效就业产生了威胁。例如在建筑部门，社交疏远的相关要求就导致节能改造服务商无法进入民居进行改造，从而造成其收入延迟。

同时，燃料价格低也使节能改造的投资回收期有所延长。这一情况加上人们可支配收入减少，共同导致能效领域投资吸引力降低。还有一些类似的例子，例如由于疫情影响，能源供应商难免要面对更多用户拖欠支付账单的情况，[美国能效项目资金因此遭到削减，或转而用来为消费者提供能源费用减免](#)。

依靠早前签订的项目合同，节能服务公司（ESCOs）在 2020 年的业务较为稳定，但尽管如此，如果该行业像预想的那样在 2021 年出现收入下滑，这些公司的员工可能会面临失业的困境。然而这在很大程度上取决于政府的支持力度，以及公司所在的业务领域。例如，一项面向德国节能服务公司的调查发现，虽然在某些特定领域开展业务的一些公司受到了来自疫情的影响，但整个节能服务产业在现有项目合同和政府的大力支持下，预计直到 2021 年年中都能一直保持健康发展。²⁶ 在巴西，很多节能服务公司都是中小型企业，它们对本国的能源供应商能效目标责任项目依存程度高。一旦该类项目的资金池遭到削减，这些节能服务公司将不得不面临破产威胁。美国作为全球最大的能效市场之一，[其节能服务公司表示他们](#)暂时解雇了员工，或是降低了员工的薪水。一些公司不得不解雇高达一半人数的员工，在居住建筑领域开展业务的节能服务公司受影响尤其严重。

总的来看，经过持续几个月的就业减少后，部分能效工作者在夏天终于得以重新开始工作，美国 7 月能效就业数量较上月只是基本持平，而失业率依然很高。需要注意的是，下图就业数据不包括工作时间减少、目前在很大程度上并不算充分就业的人群。

图 8.1 美国能效就业在2020年3–7月的净变化量



IEA 2020. All rights reserved.

来源：BW Research Partnership, [Memorandum: Clean Energy Employment Initial Impacts from the COVID-19 Economic Crisis, July 2020](#)。

全球范围内，受新冠危机影响，能源部门直接提供的就业中有 430 万就业人口已经或面临失业。²⁷ 其中在能效行业，面临失业风险的群体包括从事高效电器和建材制造、工业节能，

²⁶ 来自 DENEFF EDL_HUB 向 IEA 提供的信息；DENEFF EDL_HUB 是德国的一家 ESCO 行业协会，其 ESCO 成员在德国的市场占比高达 70% 以上。

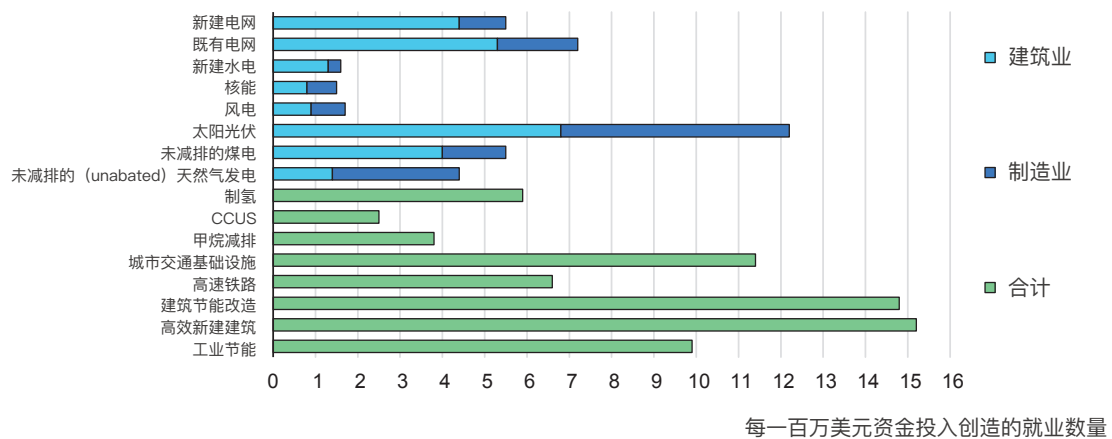
²⁷ 具体行业包括能效、生物能、电力、煤炭、石油和天然气。

以及建筑改造的工作人员。从就业层面来说，能源部门受影响最严重的是汽车制造行业，其次就是能效行业。

政府针对能效领域的经济刺激政策能够重启就业市场

考虑到多数节能改造工作都具有劳动密集型的特点，在能效领域每投入 100 万美元资金平均将产生约 6~15 个就业机会，最终就业量取决于具体行业。由于能效投资通常可以较快地调动起来，因此对希望在经济危机中稳定现有就业、创造新增就业机会的各国政府而言，能效领域是能源部门最具吸引力的投资方向之一。

图 8.2 《可持续复苏计划》中，每100万美元资金投入在建筑业和制造业创造的就业数量



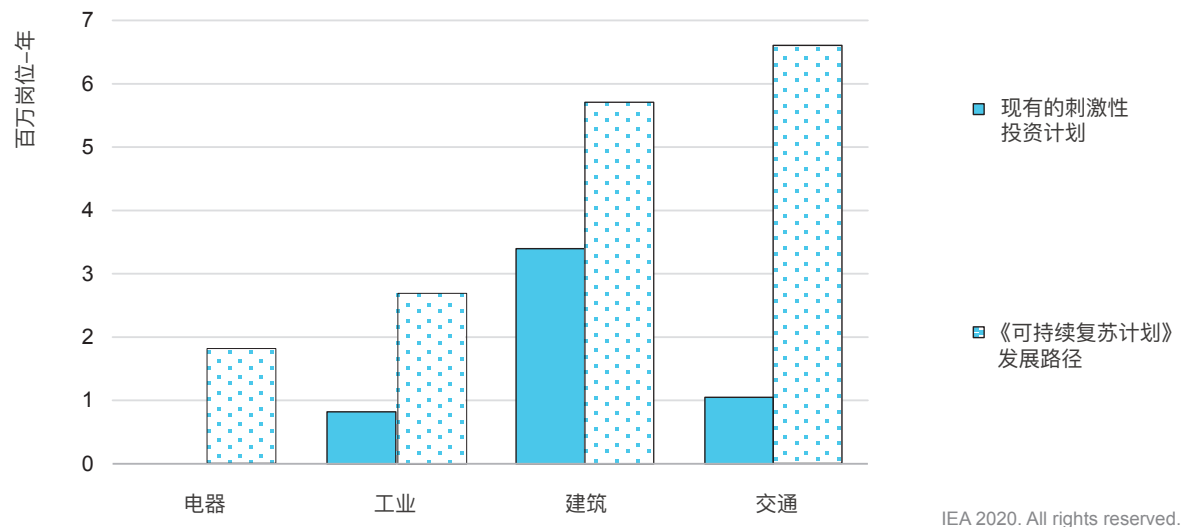
IEA 2020. All rights reserved.

来源：IEA, [Sustainable Recovery: World Energy Outlook Special Report in collaboration with the International Monetary Fund](#).

针对能效领域的刺激性支出开始创造就业，但潜力仍待进一步挖掘

虽然部分国家政府仍在制订其经济刺激政策方案，但截至 10 月底全球已公布的刺激性能效支出计划显示，能效资金正在流向就业潜力大的行业。建筑能效措施（包括高效新建建筑和建筑改造）获得了大部分的能效资金支持。建筑节能行业平均每 100 万美元投资约创造 15 个就业机会，照此估计，现有投资计划预计将能创造 340 万岗位 – 年的就业机会。随着欧盟的“[欧洲建筑改造潮](#)”计划等项目陆续推出，这一趋势很可能迎来更好的发展势头。

图 8.3 截至2020年10月底公布的刺激性投资计划 vs. 《可持续复苏计划》发展路径的预计就业潜力比较



注：图中工业包括工业节能改造和材料效率；交通包括新型高效汽车、新型电动车、远距离交通和城市基础设施。图中所有数据均为政府支出计划及其预计撬动的社会投资共同创造的岗位 – 年数量。

表 8.2 目前已公布的刺激性投资计划在各地区工业、建筑和交通部门预计创造的就业数量

部门	欧洲	亚太	北美	拉丁美洲
工业	798,000	17,000	3,000	
建筑	2,824,000	302,000	268,000	1,000
交通	723,000	245,000	80,000	

注：基于可用数据，表中各地区就业数量统计并未包括该地区所有国家。亚太包括：澳大利亚、中国、印度、印度尼西亚、日本、新西兰和韩国。欧洲包括：捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、荷兰、波兰、葡萄牙、俄罗斯、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其和英国。拉丁美洲包括：阿根廷、巴西和墨西哥。北美包括：加拿大和美国。图中所有数据均为政府支出计划及其预计撬动的社会投资共同创造的岗位 – 年数量。

建筑节能改造——如既有房屋、学校、医院或市政设施的改造——是清洁能源措施中劳动密集程度最高的措施之一，因此有望在未来几年内创造大量就业。[房屋改造支出中，可有高达 60% 的资金用于劳务](#)，从而能够激活当地价值链，促进经济发展。

然而能效领域还存在巨大的就业潜力有待挖掘。IEA《可持续复苏计划》预测，如果在三年内针对电器能效投入 1600 亿美元政府和社会资金，将能够保护或创造 180 万岗位 – 年的就业机会。但近期公布的刺激性政策计划显示，各国对电器领域的关注和支持不足，包括电

器更新换代，以及消费者对电器更新的需求，而这些可能引起能效提升进程的高度滞缓，以及损害电器制造业的就业情况。

虽然目前公布的全球刺激性政府能效支出计划中，工业节能领域将获得 30 亿美元的资金支持，但这笔资金只能帮助该领域实现 IEA《可持续复苏计划》建议发展路径下 1/3 的就业潜力。如果加上政府资金预计撬动的社会投资，全球工业节能领域能够保护或创造的就业机会预计将从 59 万岗位 – 年（仅依靠当前的政府支出计划）增加至 210 万岗位 – 年。

目前全球公布的刺激性政府能效支出计划，加上其预计撬动的社会投资，将有望在全球保护或创造逾 500 万岗位 – 年的就业机会。在许多国家的政府仍在制订针对能源部门的经济刺激政策方案的同时，IEA《可持续复苏计划》显示，假如各国政府能够再投入 2100 亿美元的刺激性资金，加上撬动的另外 8900 亿美元社会投资，全球将有望额外新增 1200 万岗位 – 年的能效就业机会。

表 8.3 目前公布的能效相关刺激性投资计划带来的预计新增就业机会（岗位–年），按能效措施

能效措施	预计新增岗位–年
建筑改造	3,209,000
工业节能	590,000
新型电动车	312,000
铁路	237,000
电动车充电基础设施	230,000
材料效率	229,000
新建建筑	188,000
公共交通	124,000
人行步道和自行车道	122,000
新型高效汽车	24,000

注：表中新增就业的岗位 – 年数量来自政府投资和预计相关社会投资的共同作用。

9. 2019 年能效进展

本章总结了 2019 年全球能效趋势，内容基于 IEA 部分出版物中的分析结果，并在其基础上进行了更新。这些出版物包括[《全球能源回顾 2019》](#)、[《追踪清洁能源进展》](#)以及[《世界能源投资 2020》](#)。

能源强度和能效

全球能源强度改善速度与上年持平

2019 年全球能源强度改善幅度为 2%。虽然这一幅度相比 2018 年的 1.1% 在理论上有了一个“显著的提升”，但这两个数字的表象之下，其实是来自这两年天气情况的强烈影响。

2019 年，全球主要地区气候较为温和，造成供暖和制冷需求下降，在很大程度上为当年能源强度改善作出了重要贡献；而在 2018 年，情况则刚好相反。在排除天气因素的影响后，2019 年全球经济的（真实）能源强度改善幅度为 1.6%，2018 年为 1.5%，二者几乎完全一致。

技术能效提升幅度较 2018 年降低 5%

尽管能效提升是 2019 年能源强度改善的最主要原因，其在 2019 年创造的总节能量却比 2018 年低 5%。这一变化在一定程度上反映了近年来各国在新出台能效政策方面的停滞不前。此外，经济不景气使人们减少购买满足节能标准的新设备，从而减慢了低能效在用设备更新换代的速度。

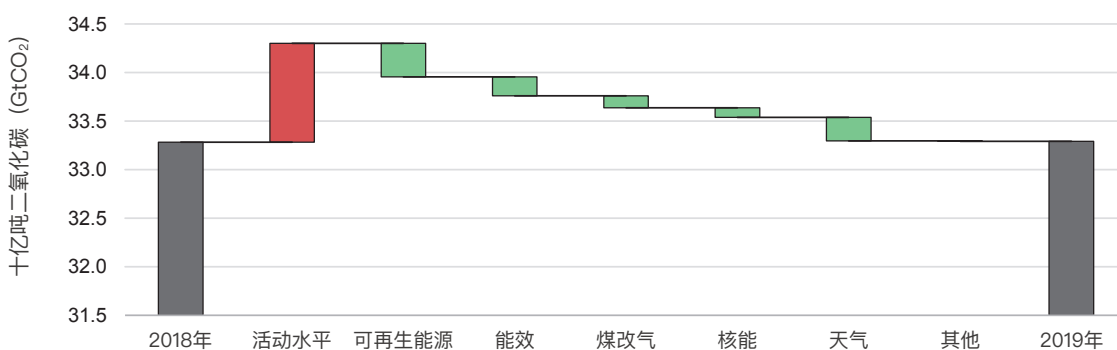
全球主要的用能国家和地区——按能源消费总量大小依次为中国、美国、欧洲和印度——基于其能耗体量，对全球 2019 年因能效提升产生的节能量贡献最大。虽然中国 2019 年因能效产生的节能量绝对值很大，但（与上年相比）产生了大幅度的下降。而由于中国在全球能源需求中的重要地位，这一变化在很大程度上造成了全球能效相关节能总量的减少。而尽管中国能效相关节能量的减少来自好几方面原因的共同作用，其主要原因还是 2019 年实施的经济刺激政策方案——该方案为能源密集型行业和低能效工厂提供了资金支持，从而导致中国经济中部分能源密集程度最高的行业在 2019 年出现了增长，包括水泥行业 5% 和钢铁行业 7% 的增幅。

在印度、日本、俄罗斯和美国，技术能效提升带来的节能量——以节约的一次能源消费总量表示——显著增加。2019 年欧洲的技术能效节能量也在 2018 年水平基础上有所增加。而在美国，对比 2018 年主要因天气因素造成的能源强度恶化，2019 年能源强度改善了 2.9%，其中能效提升是最大的贡献者。

2019 年能效提升大幅促进能源部门碳减排

2019 年能效提升帮助全球避免了约 2 亿吨二氧化碳（tCO₂）的额外温室气体排放，几乎相当于西班牙（当年）的能源相关碳排放总量。能效是继可再生能源后，避免能源部门额外碳排放的第二大主力。

图 9.1 2019 年全球能源相关 CO₂ 排放较 2018 年变化，及避免的碳排放量



IEA 2020. All rights reserved.

注：Y 坐标起始值为 31.5 十亿吨二氧化碳（GtCO₂）。红色柱状图形代表导致能源相关温室气体排放增加的因素，绿色柱状图形代表造成能源相关温室气体排放减少的因素。

来源：IEA, [Global Energy Review 2019](#)。

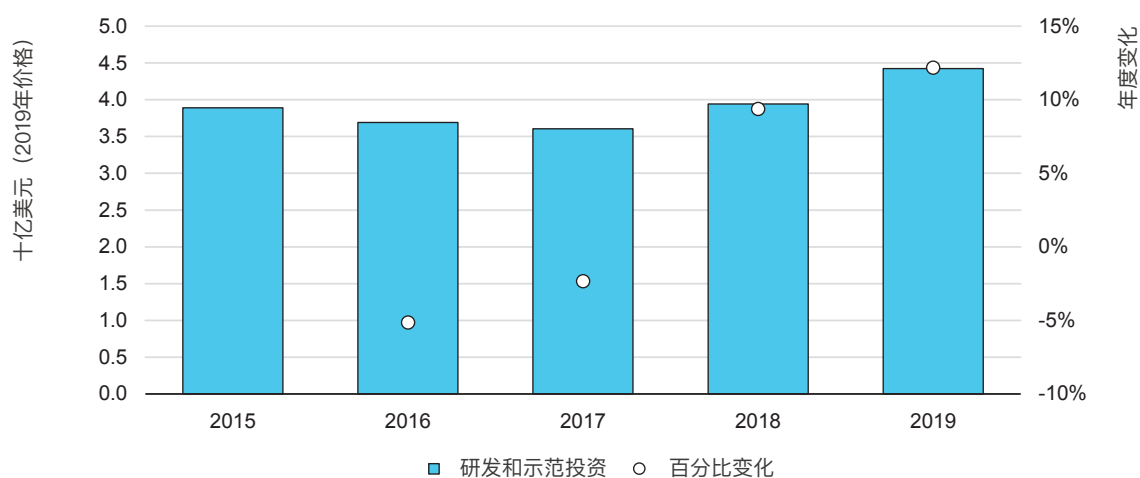
用于未来能效提升的投资

2019 年针对建筑、交通、工业各部门能效提升的投资总额为 2500 亿美元，与上年基本持平。尽管一些领域开始出现新的（投资）活动迹象，但各部门的投资年度变化还是基本保持稳定。

扣除物价上涨因素，各国政府用于新型能效技术研发 (R&D) 的资金²⁸ 总计高达 45 亿美元，（较上年）上涨 12%，超过 2009 年 44 亿美元的历史高点，新型能效技术前景总体看好。能效是能源相关研发投入总额中占比最大的投资方向之一。

²⁸ 不包括上文提到的 2500 亿美元能效投资。

图 9.2 2015–2019年IEA用于能效技术研发和示范的公共投资

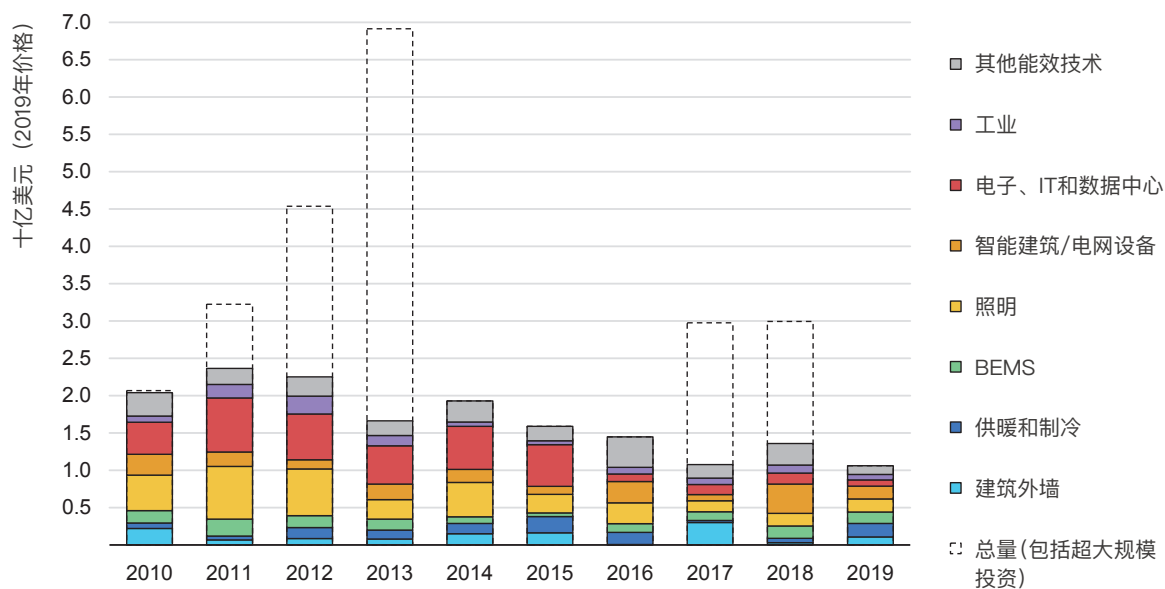


IEA 2020. All rights reserved.

来源：IEA, [Energy Technology RD&D Budgets](#)。

不同于针对新型技术的公共投资，开发新型能效技术的初创企业在 2019 年获得的私人风险投资还不足 2018 年水平的一半。但排除个别超过 5 亿美元的超大规模投资²⁹后，余下部分的投资较上年仅有微弱下降。大多风险投资流向了建筑部门，在各类建筑技术之间呈现均匀分布。

图 9.3 针对初创能效企业的全球风险投资，按技术



IEA 2020. All rights reserved.

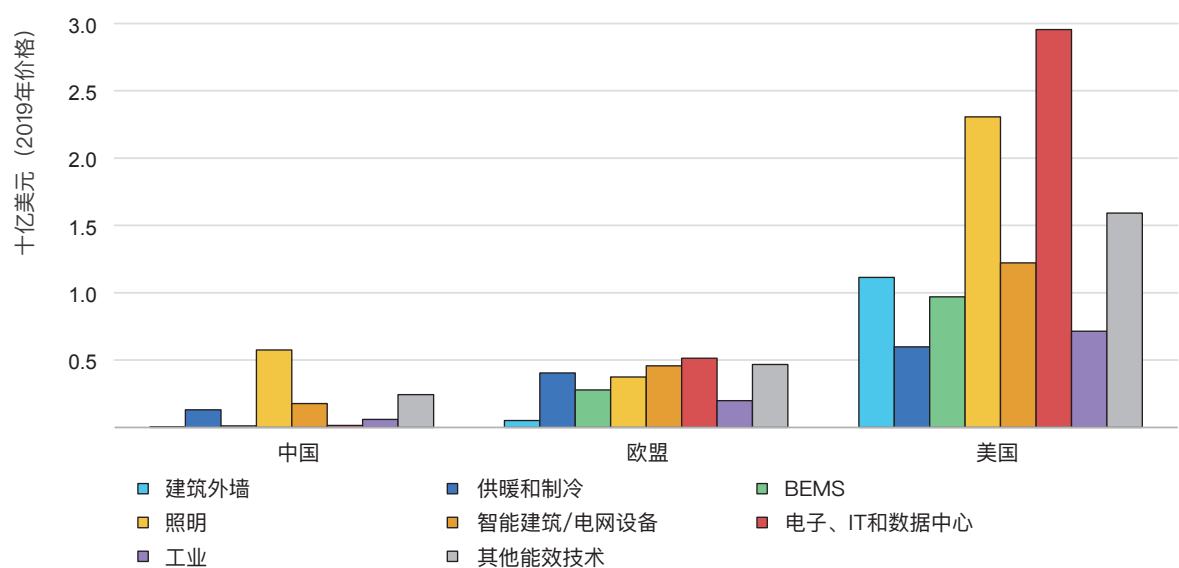
注：为避免异常值引起投资数据在技术分布趋势上的偏离，图中有色柱状图形排除了 5 亿美元及以上的超大规模投资。BEMS = 建筑能源管理系统。

²⁹ 译者注：即统计学意义上引起数据趋势偏离的异常值（outlier）。

2019 年，暖通空调领域的初创企业获得的风险投资中，单笔投资金额不足 5 亿美元（为避免数据趋势偏离而排除了较大异常值）的投资总额是 2018 年水平的近两倍，是继 2017 和 2018 年出现连续下降后，迎来的积极信号。在 2019 年，创新的制冷技术较受资本青睐，这些技术包括利用余热为冰箱制冷和空调空气循环供电、太阳能储存制冷技术，以及用于提升既有家用空调能效的智能设备等。

2010–2019 年期间，美国的初创企业是能效相关风险投资的最大受益方，获得了这期间全球能效风险投资总额的 70% 左右，而欧盟和中国的初创企业同期占比分别为 16% 和 7%。能效风险投资在这三个主要地区各自偏好的技术领域，在一定程度上也反映出各国家和地区的比较优势（comparative advantages）。例如，在硅谷的故乡——美国，投资就更多地流向了 IT 业和数据中心的能效提升。

图 9.4 2010–2019 年各区域能效风险投资，按技术



IEA 2020. All rights reserved.

注：为避免异常值引起投资数据在技术分布趋势上的偏离，图中数据排除了 5 亿美元及以上的超大规模投资。BEMS = 建筑能源管理系统。

建筑

建筑能效技术有待加速应用

在 IEA 可持续发展情景下，全球每平方米建筑面积能耗平均每年需要降低至少 2.5%。通过一系列建筑能效措施，[这一目标](#)有望在 2030 年前实现，这些措施包括新建高能效建筑、既有建筑深度节能改造、热泵市场占有率增加为当前的三倍、空调平均季节性能效提升

50%，以及其他能效措施。与此同时，建筑能源智能管理系统和建筑智能控制系统等数字化系统的应用也在持续发挥很好的作用，只是尚未广泛普及。目前只有照明和数据中心符合（IEA 可持续发展情景的）建议能效进程。

表 9.1 建筑部门各主要技术的清洁能源技术进程

技术	2019年状态	与2018年状态比较
建筑外墙		-
供暖		-
热泵		↑
制冷		-
照明		-
电器设备		-
数据中心和数据传输网络		-

注：红色 = 进程滞后；黄色 = 还需开展更多工作；绿色 = 符合进程。因可用数据有限，建筑能源管理系统等技术未被收录在 IEA《追踪清洁能源进展》报告中，因此表中也未包括相关技术。
来源：IEA, [Tracking Clean Energy Progress](#)。

模块化建筑持续推动发达国家建筑能效提升

现代建筑手段的运用，如装配式建筑、异地预制模块化建筑等，仍是节能建筑建造的主要创新领域。这些现代建筑手段能够在生产过程中更好地确保建筑质量和能效水平。2019 年全球模块化建筑建造总产值估计在 7000 万到 1100 亿美元之间。（预先）定制的建筑产品在各建筑类型中使用有所增加，包括多户住宅（公寓楼）、教育类建筑和医院等，因此建筑业在先进的建筑设计和设施制造方面将继续加大投资。

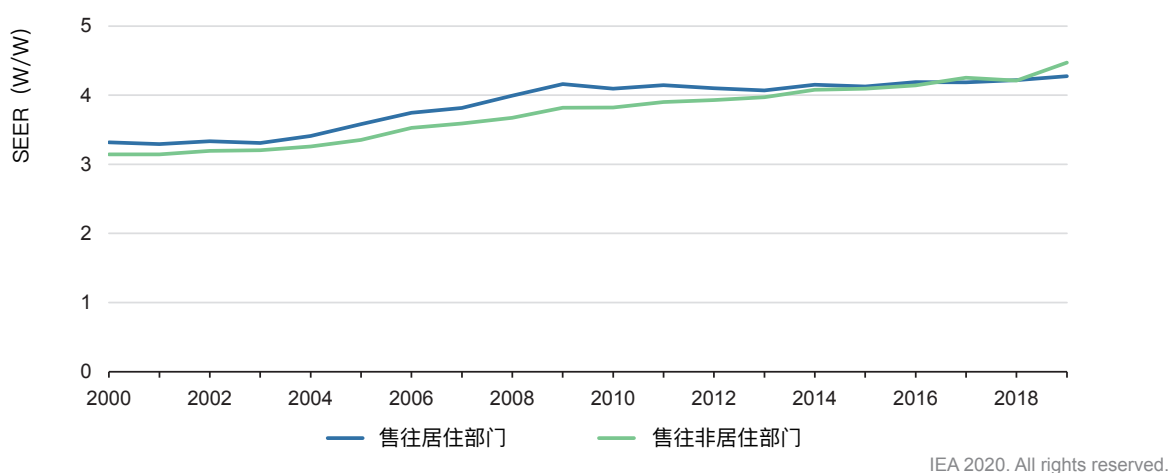
例如，英国 2019 年宣布其住房建设基金（Home Building Fund）中的 25 亿英镑（约合 32 亿美元）[流向了现代化的建筑手段](#)，另外还有 1.7 亿英镑（约合 2.22 亿美元）用于相关的技术研发。然而，建筑业向模块化建筑转型目前主要发生在供热需求为主导的地区，例如波罗的海地区、欧洲、北美和中国北部。

全球空调整体能效水平仍滞后于期望

销售数据显示，2019 年消费者购买的空调平均季节性能效比（seasonal energy efficiency ratio）在居住和非居住部门都有小幅上升，达到约 4 瓦 / 瓦（W/W；每瓦输入电力产生的制冷输出瓦数）。然而这一数据要远远低于大多数国家市场中的最佳可用技术能

效水平——在欧美等发达国家通常为 10~12 W/W。近期分析显示，非洲市场售出的空调中有 35% 的季节性能效比低于 3 W/W，因而人们开始担心低能效产品已经大量进入了该地区的市场中。

图 9.5 全球售出空调设备的平均季节性能效比



注：SEER = 季节性能效比。

来源：IEA, [Tracking Clean Energy Progress](#)。

建筑能效投资市场出现受新建建筑驱动为主的“双速增长”

建筑部门依然是能效投资的最大目标领域。受欧洲政府投资减少的影响，建筑部门能效投资继 2018 年下滑后，又在 2019 年有所回升，总额略高于 1500 亿美元，增幅 2%，该增长主要来自新兴经济体国家投资增加。市场逐渐呈现“双速增长”³⁰：正在进行大规模新建建筑建设的新兴经济体国家，尤其是中国，相应投资活动增强；而在欧美等发达国家，投资主要受建筑改造的驱动，因而相应的投资市场也相对较弱。

2019 年建筑业增长放缓，抑制了能效投资增长

优于建筑节能法案中最低能效标准的新建建筑有助于提高存量建筑中节能建筑所占比重，而包括这些新建节能建筑在内的全球建筑业，则是大多数主要经济体国家能效投资的主要驱动力。2019 年全球建筑业投资总额约为 5.9 万亿美元，较上年增加 4.9%。

尽管建筑业总体投资在 2019 年较 2018 年有所增长，但在 2019 年年末，全球几个主要地区的建造活动开始减缓，包括中国、中东、美国和西欧。澳大利亚建筑业增长也明显放慢。

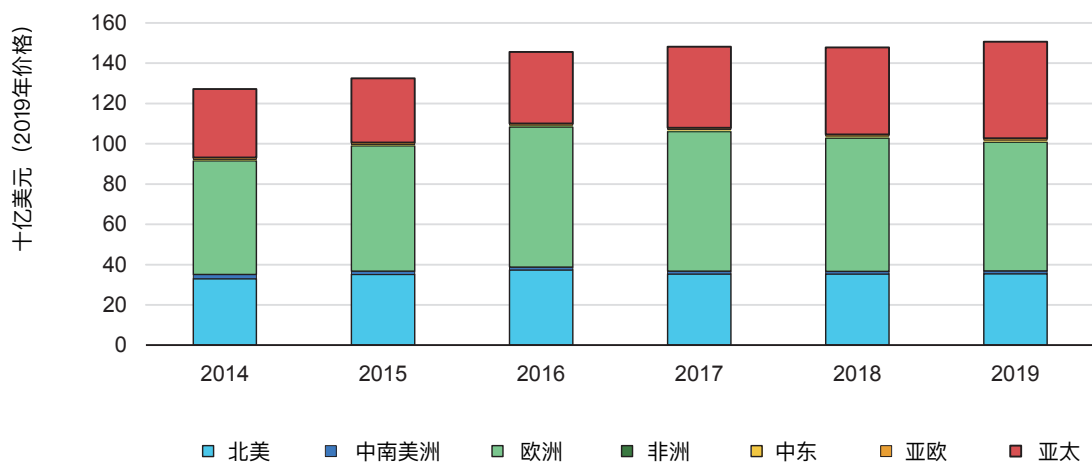
³⁰ 译者注：two-speed market，即市场中一些品类增速很快，一些品类增速放缓的现象。

作为建筑业增长变慢的连锁效应，受市场驱动能效投资也开始减少。另一方面，建筑业的这一变化也导致了以建筑改造为主的政府项目在总体能效投资中的占比增加。

建筑部门的能效提升活动主要集中在快速增长的经济体国家——中国 2019 年建筑能效投资达到了 300 亿美元、增幅 10%（建筑业总体投资增长 13%），或者是在能效政策逐渐开始发挥效力的经济体国家。加拿大是另一个例子，该国宣布在[2019 年预算中针对建筑节能领域额外增加 6 亿加拿大元投资](#)，较 2018 年增加 20%。

在欧洲，政府能效投资占总能效投资的 40%；而政府能效投资增长超过了建筑业的投资增长，这说明建筑改造才是欧洲建筑节能的重点，而不是新建建筑建设。例如，英国 2019 年政府能效投资[较 2018 年上涨 8%](#)，但同时建筑业投资仅出现了微弱增长。意大利和瑞士也出现了这一趋势，即政府对节能改造的投资增幅超过建筑业的投资增幅。而在德国进行类似的比较后却得到了相反的趋势，2019 年扣除物价上涨因素后，德国真实的政府能效投资较 2018 年下降 12%，但建筑业投资却有适度上升。

图 9.6 2014–2019 年全球各地区建筑能效年度投资



IEA 2020. All rights reserved.

2019 年建筑能效政策

2019 年全球各国在建筑部门出台的能效政策不多，但中国发布的一项政策在未来将对全球能效趋势产生重要影响。同时，越来越多的国家和地区开始采用针对既有建筑的强制节能标准。2019 年全球建筑部门能效政策更新如下：

- 澳大利亚的能源部门部长级官员们就《低能耗建筑路线》（*Trajectory for Low Energy Buildings*）达成一致，这是一项为期数年的新战略，旨在推动澳大利亚低能

耗（和低碳）居住建筑及商业建筑发展。该战略针对澳大利亚既有建筑能效提升，提出实施一系列项目，包括针对出租房的最低能效标准、政府建筑暖通空调系统改造，以及开发新的信息和数据收集工具等。

- 2019 年 8 月，中国印发了新版《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2019）。新标准规定绿色建材是绿色建筑评价的评分项之一。建材的节能表现关系到其能否成为绿色建材。
- 韩国引入了针对高效电器的补贴机制。政府将在七类指定电器中，为一级节能电器产品提供其价格 10% 的补贴。
- 土耳其建立了一个针对居住建筑节能的创新性激励体系，屋主可以依靠抵押房屋进行不同程度的借贷，最大借款金额取决于房屋的建筑能效等级。该政策还要求公共建筑在 2020–2023 年期间节能 15%，并要求在 2000m² 以上的非居住建筑中强制使用太阳能热水器。
- 3 月，爱沙尼亚出台新规，要求将 46% 的温室气体配额拍卖收入用于提高国家级政府建筑的能效和可再生能源应用。
- 西班牙在 2019 年对本国的一系列建筑节能标准进行了评价和更新，新标准针对新建和改造建筑，包括建筑最低能效标准，以及可再生能源建筑应用比例标准。与原有标准相比，依照新标准设计施工的建筑，预计将节约高达 40% 的建筑能耗。新标准在原标准基础上增加的改动包括：提高外墙保温要求，改进能效技术、确保建筑实现更好的热舒适度等。

交通

电动车及铁路交通能效提升，但其他交通方式能效进程滞后

高效轻型乘用电动车市场稳健增长，但消费者偏好较大车型

2019 年全球轻型乘用电动车销量达 [210 万辆](#)，实现了在全球轻型乘用车销量中的历史最大占比——2.6%。同年，全球在用轻型乘用电动车超过 700 万辆。与此同时，世界各国有越来越多的城市开始使用电动公交车和电动货车。

然而全球消费者对运动型多用途车（SUVs）等较大车型的偏好依然存在。这一趋势普遍存在于各国的汽车市场，且已经导致各国燃油消耗量改善进程减缓，甚至出现逆转，正如《能效 2019》（*Energy Efficiency 2019*）报告中详细分析描述的那样。

中国引领高速铁路迅速发展

高速铁路在全球范围内持续保持高增长。而全球每三条高速铁路中，就有近两条在中国：中国只花了十年时间，就从几乎没有高速铁路变成了今天拥有超过 2.4 万公里高速铁路的国家。仅 2019 一年，中国国家铁路集团就新开了两条总长 750 公里的高速铁路，并增加了总长超过 3000 公里的新线路。中国高铁发展之快，已经成为近现代历史中最大规模的基建项目之一，而中国高速铁路的交通活动总量也在逐渐逼近国内民航。由于铁路交通的[能效水平比道路交通和航空都要高](#)，高铁的增长趋势显著提升了中国交通部门整体能效。

表 9.2 交通部门主要领域清洁能源技术进程

交通部门领域	2019年状态	与2018年状态比较
电动车		-
铁路		-
小汽车和厢式货车 (vans) 燃油消耗量		-
货车和大客车 (buses)		-
航空		-
国际船舶运输		-

注：红色 = 进程滞后；黄色 = 还需开展更多工作；绿色 = 符合进程。

来源：IEA, [Tracking Clean Energy Progress](#)。

交通能效投资总体持平

由于全球汽车销量下滑，以及高能效汽车销量落后于整体市场，2019 年全球交通能效投资略有下降（降幅近 4%）。尽管全球汽车市场整体走低——包括中国汽车销售总量下滑，针对高效道路货运车辆的投资却保持了稳定，反映出燃油经济性标准开始发挥作用。高效货运车辆通常前端成本（售价）偏高，因此小企业往往很难做出购买高能效车型的决策，即使这类货车在全生命周期的燃油成本更低。

2019 年全球电动车投资增量放缓，但电动车在全球在用车辆中的占比上升

2019 年全球针对轻型乘用车电动车的支出总额比 2018 年增加了 13%，达到 900 亿美元。其中 600 亿美元用于投资电池电动车（BEVs），其余用于购买插电式混合动力车（PHEVs）。2019 年增量投资（2019 年与 2018 年投资总额之差，即 2019 年在 2018 年基础上新增的投资）

低于 2018 年；2018 年一年内，就有近 350 亿美元的增量投资进入全球轻型乘用车市场。但 2019 年轻型乘用车销量增加（2019 年销量与 2018 年销量之差）大于 2018 年。

2019 年全球轻型乘用车销量增加 10 万辆，同时全球轻型乘用车新增销量总体减少了 400 万辆，降幅为 5%。

2019 年交通能效政策更新

- 2019 年 10 月，澳大利亚出台了新的轻型乘用车和厢式货车燃油质量标准。新的汽油标准从 2022 年起实施更低的芳烃含量总平均值限值标准，从 2027 年起实施更低的硫含量限值标准，以此促进汽油质量的提升。这些标准的实施，也会促进更多具有更高燃油效率的轻型车进入澳大利亚市场。
- 2019 年 6 月，日本颁布了新的汽车燃油经济性标准，新标准将从 2030 年开始生效。标准要求在用车辆整体平均燃油经济性在 2016 财年³¹基础上提高 32%。在该标准之前，日本于同年 3 月对重型车能效标准进行了更新，并将于 2025 年正式投入实施。
- 2019 年 8 月，欧洲出台了第一部重型车 CO₂ 排放标准，要求汽车制造商在 2019 年 7 月 1 日至 2030 年 6 月 30 日这一参照期（reference period）的基础上，将旗下重型车的平均碳排放强度平均减少 15%（2025 年起）和 30%（2030 年起）。
- 为促进电动车发展，意大利开展了一个新的“奖 – 罚”（bonus malus）项目。“奖励”（bonus）是指，消费者购买碳排放强度在 90 克 (g) CO₂/km 或以下的汽车时，可以获得高达 6000 欧元的补贴。“惩罚”（malus）则是对碳排放强度在 160 gCO₂/km 或以上的汽车征税，最低税额为 1100 欧元，高排放汽车的税额可达 2500 欧元以上。
- 西班牙制订了一项价值 5000 万欧元的方案，用来支持电动车的研发和创新、促进消费者购买电动车、增加充电桩的安装、推广电动自行车租用系统，以及推动商业交通方案的实施。

工业

各行业能效技术应用进度持续滞后

随着快速城市化的持续推进，2019 年全球对钢筋、水泥等工程材料（construction materials）的需求依然很高。仅钢筋、水泥两个行业就占了近 30% 的工业能耗和超过 41% 的工业部门温室气体排放。

³¹ 译者注：日本财年为当年 4 月 1 日至翌年 3 月 31 日。2016 财年指 2016 年 4 月 1 日到 2017 年 3 月 31 日。

与 IEA 可持续发展情景的模拟发展路径相比，在包括这两个行业在内的能源密集型工业行业中，能效技术的应用程度不足。就清洁能源技术进程状态而言，2019 年全球主要用能行业中并未发生大的技术变革。

表 9.3 主要工业行业清洁能源技术进程一览

工业行业	2019年状态	与2018年状态比较
化工	●	-
钢铁	●	-
水泥	●	-
纸浆和造纸	●	-
制铝	●	-

注：红色 = 进程滞后；黄色 = 还需开展更多工作；绿色 = 符合进程。
来源：IEA, [Tracking Clean Energy Progress](#)。

全球金属制造行业能效水平保持稳定，中国有所改善

通过电弧炉或感应炉冶炼废钢，是降低钢铁生产能源强度最有效的方法之一。按照 IEA 可持续发展情景的发展路径，到 2030 年以废钢为原料的粗钢产量应占粗钢总产量的 40% 以上。但在 2018 年，基于废钢的粗钢产量占比仅为 20%。这一比重在 2019 年上升的可能性不大，因为经由电弧炉（以废钢为主要原料）生产的粗钢占比从 2018 年的 28.8% 下跌到了 2019 年的 27.7%。

材料 9.1 G20 国家工业能源强度对标

IEA 持续支持 G20 国家开展工业能效对标工作，该倡议由日本在担任 G20 轮值主席国期间发起，并引起了一些国家的兴趣。例如巴西最新一期的[《能效图集》](#) (*Atlas of Energy Efficiency*) 就包含了一章关于工业能效对标的内容。印度正在考察工业部门各行业能效的国际基准 (international benchmarks)，并希望借此为其“履行、实现和交易” (Perform Achieve and Trade) ³² 机制的下一轮实行提供参考。

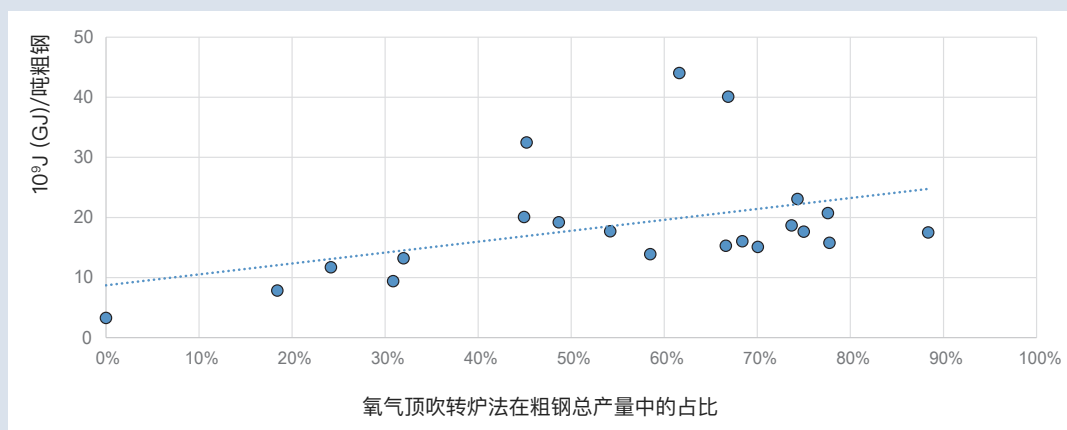
除了总体性的指标，例如吨产品能耗，还有一些其他的指标可以提供关于能源强度影响因子的详细信息，因此也能用于国际工业能效对标。

³² 译者注：印度实行的一项基于市场的减排交易机制，与碳排放交易体系类似。

例如，要了解一国炼钢行业的能源强度，一个有效的指标是高炉法（能源密集程度高）和电弧炉法（能源密集程度低）炼钢产量之比。

虽然高炉法炼钢比例高的国家往往吨钢能耗更高，但这并不是绝对的，因为其他因素也会对吨钢能耗产生影响，如车间 / 设施年限、选用技术差异、数据收集方法差异等。

2018 年 G20 国家钢铁行业平均终端能源消费量 vs. 氧气顶吹转炉法产量占比

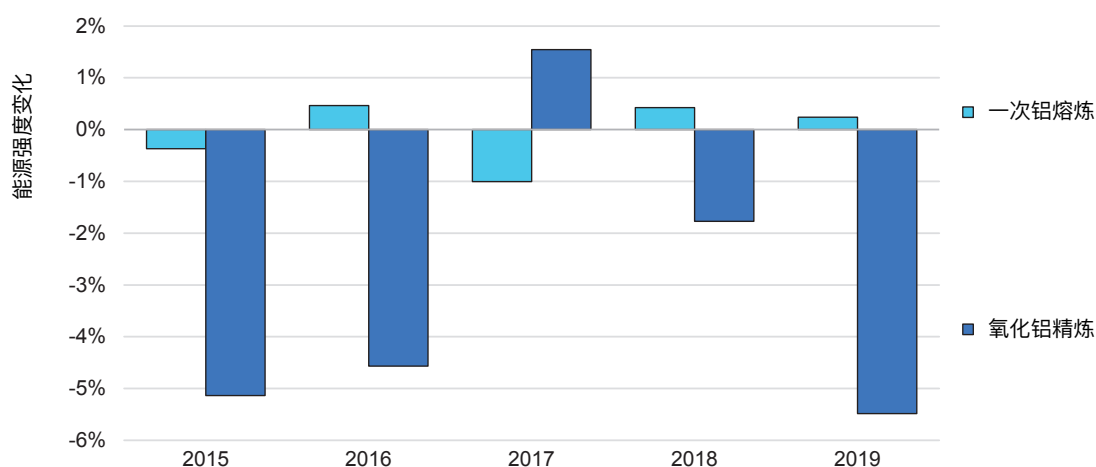


注：圆点代表各国普遍设施条件下，钢铁行业的平均状况。

来源：IEA, [World Energy Balances](#); Worldsteel Steel Statistical Yearbook, 2019。

全球制铝行业的能效提升程度，视所处地区和在生产过程中的环节而有所不同。全球而言，铝熔炼的能源强度基本保持稳定，略高于每吨铝 1.4 万 kWh。氧化铝精炼（将铝土矿精炼成为氧化铝的过程）则不同，2019 年能源密集程度降低了 5% 以上，而这主要是基于中国的生产商开始采用最佳可用技术的原因。

图 9.7 2015–2019 年全球一次铝熔炼和氧化铝精炼的能源强度年度变化



注：能源强度计算采用的是终端能耗。

来源：[World Aluminium Institute](#)。

IEA 2020. All rights reserved.

能源管理体系的发展在欧洲减速、亚洲加速

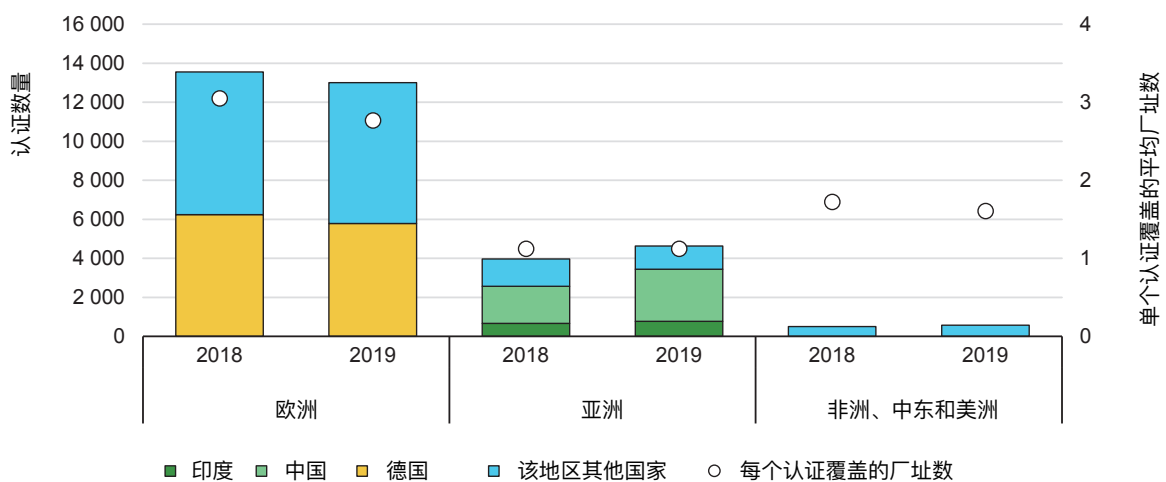
能源管理体系是在各个工业行业进行能效提升最具成本效益的手段之一。每年获得国际标准化组织 ISO 50001 认证的工厂设施数量，能够为能源管理体系在全球的应用和普及提供一定的参考。能源管理体系建设的关键推动力来自政府激励措施或政策法规、企业不断发展的价值观和可持续目标，以及一些节能以外的效益，这些效益对中小企业来说可能是至关重要的。然而，能源管理体系的进一步推广过程中依然存在一些障碍，例如一些公司缺乏节能的企业文化、不想增加额外的行政管理负担，以及缺乏专业人员等。

2019 年德国获得的 ISO 50001 认证数量减少，但法国、意大利、西班牙和英国基本与上年持平。在中国和印度等新兴经济体国家，无论是获得的认证数量，还是获得认证的企业数量都在攀升，但这些地区的认证数量总和依然不足欧洲的一半。上述变化的总体结果体现为，全球 ISO 50001 认证数量在过去两年停滞不前。

非洲获得的认证大部分集中在埃及（占比近 2/3，大多在轻工行业）。而在美洲，巴西和墨西哥共同占据了近一半的认证数量；中国和印度则几乎占了亚洲认证数量的 90%。

在欧洲，企业开始偏好用一个认证覆盖不同厂址的工厂，德国平均每个认证覆盖三个厂址左右，在法国、意大利、西班牙和英国则为四个厂址。然而中国和印度似乎尚未出现这样的趋势。企业选择进行多厂址认证，可能是为了在遵守相关规范的要求、获取相应激励的同时，适当减轻一些行政管理负担³³。

图 9.8 2018–2019 年部分地区获得的 ISO 50001 认证数量



IEA 2020. All rights reserved.

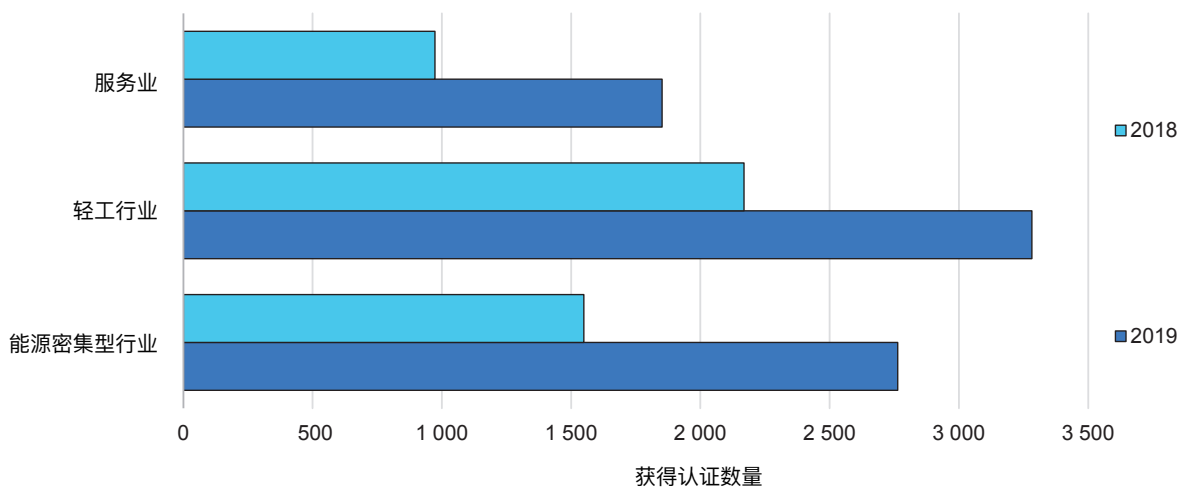
注：由于 ISO 所用调查方法发生了改变，2018 和 2019 年数据与往年数据不同，因此无法与往年报告中的数据进行比较。

来源：International Organisation for Standardization, [ISO Survey 2019](#)。

³³ 多厂址认证基于接受核查的工厂样本进行，因此能够减少拥有多个待认证工厂的同一个企业接受核查的总天数。

在各工业行业之间，用于制造基本金属的工厂获得的认证数量增幅最大，2018–2019 年新增 700 个认证，总量翻了一番。食品、饮料及烟草工厂获得的认证数量也从 500 出头增加到了近 900。此外，化工、化学品及纤维；橡胶及塑料制品等行业获得的认证数量增加了 50%，2019 年认证总数达到 1500 个。然而，与 ISO 9001（1987 年发布）、ISO 14001（1996 年发布）等以往标准的认证数量相比，这些行业获得的 ISO 50001 认证数量依然很少，因此也存在巨大的能源管理体系实施潜力有待进一步挖掘。例如，2019 年基本金属制造行业获得了 2.7 万个 ISO 14001 认证，但 ISO 50001 认证只有 1000 个。

图 9.9 2018–2019 年各行业获得的 ISO 50001 认证数量



IEA 2020. All rights reserved.

注：能源密集型行业包括：纸浆、造纸和纸制品；化工、化学品和纤维；非金属矿产品；混凝土、水泥、石灰、石膏等；基本金属和金属制品。轻工行业包括：食品、饮料和烟草；纺织和纺织品；皮革和皮革制品；木材制造和木制品；出版社；印刷厂；医药；橡胶和塑料制品；机械和设备；电气和光学设备；造船；航空航天；其他交通设备；其他未被分类的制造业。服务行业包括：批发零售贸易；汽车、摩托车和个人及家用物品维修；酒店及餐厅；运输、仓储和通讯；金融中介、房地产、房屋租赁；信息技术；工程服务；其他服务；公共管理；教育；健康和社会工作；其他社会服务。

来源：International Organization for Standardization, [ISO Survey 2019](#)。

工业能效投资保持平稳

2019 年全球工业能效投资据估计维持在“一切如常”（business as usual）水平，总额约为 350 亿美元。

全球工业能效投资主要受以下因素驱动：

- 政策，尤其是大型工业生产型国家和地区实施的政策，如中国、欧洲、印度和美国；
- 投资回收期，即能效投资与其他类型投资的回收期比较。

2019 年，工业节能领域并未发生大的政策变动，同时能源价格来到了历史低点，导致能效投资的经济效益降低。在这两个因素的共同作用下，过去几年的工业能效投资水平基本稳定在同一高度附近，但在 2019 年有微弱下降。

2019 年工业能效政策更新

- 荷兰引入一项节能报告责任制度，要求（年）用电量在 5 万 kWh 以上或（年）用气量在 2.5 万立方米以上的工厂报告其采取的能效行动。
- 波兰启动“能源+”（Energy Plus）项目，项目将在 2019–2025 年期间通过贷款和拨款相结合的方式为工业企业提供激励。项目旨在推动生产流程改进，促进产业链下游废料、废热最少化或循环利用，最终达到减少原材料浪费的目的。
- 巴西“能效战略联盟项目”（Strategic Alliance Program for Energy Efficiency）第三阶段启动，期间政府将为寻求节能咨询服务的工厂提供不高于 40% 节能咨询服务费的资金支持。该项目将聚焦于那些能够降低用电量的节能措施。
- 2019 年 4 月，菲律宾出台了一部综合性的《能源效率与节约》（Energy Efficiency and Conservation）法案。新法案对商业、工业和交通行业的大规模用能单位提出了节能目标，也明确了能效投资的激励政策。法案还巩固了政府原有的能源管理项目，并将最低能效评级（minimum energy performance ratings）项目扩展到了更多电器和汽车产品种类。
- 西班牙通过了“能效行动项目”（Program of Energy Efficiency Actions），并为其提供 3.07 亿美元资金支持。该项目面向工业部门大型企业和中小企业，旨在鼓励工业部门采取能效行动，降低二氧化碳排放和终端能源消费总量，进而助力实现《欧盟指令 2012/27/EU》提出的节能目标。

电机能效政策日趋严格

电机能效提升是提高更广泛的电机驱动系统能效水平的第一步；电机驱动系统包括压缩机、泵和工业风扇等。2019 年，一些主要地区开始实施更严格的电机最低能效标准，并且还对标准提出了后续的更新建议。预计将在未来几年促进电机能效大幅提升的政策变化如下：

- 巴西实施了新的电机最低能效标准。该标准于 2017 年出台，2019 年 8 月正式投入实施。标准要求输出功率在 0.2~370 kW 之间的电机达到 IE3 的能效等级（国际电工委员会将电机能效水平分为 IE1–IE4 四个等级，数字越大，能效越高）。
- 欧盟通过《欧盟法规 2019/1781》，扩大了电机和变速驱动器能效规范的覆盖范围，

要求输出功率在 0.75~1000 kW 之间的电机在 2021 年 7 月前达到 IE3 的能效水平，而输出功率在 75~200 kW 之间的电机要在 2023 年 7 月前达到 IE4 的能效水平。

- 中国公布了一份电机能效标准（GB 18613）的更新草案，新标准将要求输出功率在 0.12~1000 kW 之间的电机达到 IE3 的能效水平。

表 9.4 各国家、地区、经济体电机最低能效标准等级

电机最低能效标准等级	国家/地区/经济体
IE3	巴西、加拿大、欧盟、日本、韩国、墨西哥、沙特阿拉伯、新加坡、瑞士、中国台北、土耳其、美国
IE2	澳大利亚、智利、中国、哥伦比亚、厄瓜多尔、印度、新西兰

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

The IEA examines the full spectrum of energy issues including oil, gas and coal supply and demand, renewable energy technologies, electricity markets, energy efficiency, access to energy, demand side management and much more. Through its work, the IEA advocates policies that will enhance the reliability, affordability and sustainability of energy in its 30 member countries, 8 association countries and beyond.

IEA member countries:

Australia
Austria
Belgium
Canada
Czech Republic
Denmark
Estonia
Finland
France
Germany
Greece
Hungary
Ireland
Italy
Japan
Korea
Luxembourg
Mexico
Netherlands
New Zealand
Norway
Poland
Portugal
Slovak Republic
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States

The European Commission also participates in the work of the IEA

IEA association countries:

Brazil
China
India
Indonesia
Morocco
Singapore
South Africa
Thailand

Please note that this publication is subject to specific restrictions that limit its use and distribution. The terms and conditions are available online at www.iea.org/t&c/

Source: IEA. All rights reserved.
International Energy Agency
Website: www.iea.org



Chinese translation and adaptation of the Energy Efficiency Market Report 2020 © OECD/IEA, 2021

未经允许，不得对本报告的整体或部分进行复制、翻译或将其用作其他用途。申请授权请发邮件至：right@iea.org。

《能效 2020》市场报告的中文版是从该报告的英文版——International Energy Agency (IEA) Energy Efficiency 2020 编译而成。英文版是国际能源署 (IEA) 发布的官方版本。国际能源署 (IEA) 是英文官方原版的原著机构，并不对本次中文编译的准确性和完整性承担任何责任。本次《能效 2020》市场报告中文版的中文编译责任由能效经济委员会·中国 (CCEEE) 全部承担。

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication. Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA. All rights reserved.

IEA Publications

International Energy Agency

Website: www.iea.org

Contact information: www.iea.org/about/contact

Typeset and Printed in China by CCEEE – February 2021

Cover design: IEA

Photo credits: © Shutterstock

