



2022年12月

2050年清洁能源 与气候计划



执行摘要

局长致信



本人很荣幸依据 2008 年《全球温室效应治理法案》和 2021 年《气候法案》（《麻萨诸塞州气候政策新一代路线图制定法案》）的要求，呈交本《2050 年麻萨诸塞州清洁能源与气候计划》（“2050 CECP”或“计划”）。麻州通过战略规划、有力的宣传和制定深思熟虑的政策，继续成为全国气候行动方面公认的领导者。在过去的八年里，Baker-Polito 政府采取了雄心勃勃的方法来应对气候变化，并为麻萨诸塞州以公平公正的方式在 2050 年成功实现净零排放奠定了基础。

与 2025 年和 2030 年的清洁能源与气候计划类似，本计划继续说明了在确定全面和详细的策略从而在 2050 年实现净零排放方面，麻州开展的全国领先的工作。这些计划继续建设通往未来的道路，即为我们的公民提供清洁空气、改善已建成的环境、建造可靠的能源系统、实现近期和长期温室气体减排。重要的是，本计划基于在多年的清洁能源与气候规划以及推进气候缓解和恢复策略的辛勤工作之上，同时也考虑了众多组织和居民向政府提供的反馈。

技术和实践会随着时间的推移而改变，而目前 EEA 正在根据现有的最佳信息制定各部门分项限额。分项限额将相对于 1990 年的基线水平，在 2050 年共同实现温室气体减排 85% 以上，而碳封存将被用于吸收和储存剩余的排放量，以便在 2050 年实现净零排放。认识到气候变化带来的独特和潜在的不可逆转的威胁，本 2050 CECP 强调了麻州对未来的集体行动计划，即为我们的家庭和企业供暖、为我们的车辆提供动力、用于发电的能源是具有成本效益的、公平的、并且主要依靠清洁和可再生资源。具体而言，本计划整合了降低负面影响、增加对环境正义社区投资的各项策略。

除了按部门设定策略和温室气体排放限额之外，本计划优先考虑了通过涵盖了我们经济的各个部门实现净零排放的各种行动的策略，例如扩展劳动力发展、支持清洁能源创新、确保繁荣、公正的经济转型惠及每一个人。

希望我们的工作能延续到下一届政府，确保 2050 CECP 中各项政策和计划的实施能够开始让经济转型——即不再使用化石燃料，确保所有社区共享麻州可持续程度更高的未来所带来的利益。

谨致问候，

BETHANY A. CARD

能源和环境事务局局长

致谢

2050 年清洁能源与气候计划的制定需要在以下人士的领导下进行广泛分析和规划：

州长 Charlie Baker
副州长 Karyn Polito
能源和环境事务局局长 Bethany A. Card
能源和气候治理方案副局长 Judy Chang

众多的州政府机构和计划、关键的利益相关者和利益相关者团体、技术和主题专家，以及公众成员贡献了宝贵的时间和见解，确保本清洁能源与气候计划反映麻萨诸塞州在未来 30 年内实现经济去碳化而必须采取的关键步骤。能源环境事务行政办公室特别感谢以下个人对本计划的直接贡献。

州供稿者和审查者

Jennifer Applebaum (MassCEC)	Ariel Horowitz (MassCEC)
Sarah Basham (EEA)	Georgeann Keer (DFG)
Joanne Bissetta (DOER)	Gerard Kennedy (MDAR)
Shevie Brown (DOER)	Lisa Rhodes (MassDEP)
Dunbar Carpenter (EEA)	Tori Kim (EEA)
Bruce Carlisle (MassCEC)	Christine Kirby (MassDEP)
Jonathan Cosco (EOHED)	Sean Mahoney (DCR)
Christopher Chan (DPU)	Mia Mansfield (EEA)
Hong-Hanh Chu (EEA)	Nina Mascarenhas (DOER)
Nicole Cooper (EEA)	Samantha Meserve (DOER)
Elizabeth Doherty (EEA)	Maggie McCarey (DOER)
Jennifer Daloisio (MassCEC)	Peter McPhee (MassCEC)
Aurora Edington (DOER)	Melissa Mittelman (EEA)
Ian Finlayson (DOER)	Hayes Morrison (MassDOT)
Jennifer Fish (DCR)	Galen Nelson (MassCEC)
Patrick Forde (EEA)	Adrienne Pappal (CZM)
Eric Friedman (DOER)	Read Porter (EEA)
Kurt Gaertner (EEA)	Rishi Reddi (EEA)
Daniel Gatti (EEA)	Kara Runsten (EEA)
Jonathan Goldberg (DPU)	Gerben Scherpbier (EEA)

Catie Snyder (DOER)
William Space (MassDEP)
Ashley Stolba (EOHED)
Marian Swain (DOER)
Kate Tohme (DPU)
Joanna Troy (DOER)
William Van Doren (DCR)

Sharon Weber (MassDEP)
Emily Webb (DOER)
Jules Williams (MassDOT)
Patrick Woodcock (DOER)
Megan Wu (DPU)
George Yiankos (DPU)

咨询委员会

GWSA 实施咨询委员会

Gaurab Basu (健康公平教育和宣传中心以及 IAC 气候正义工作组联合主席)

Alison Brizius (波士顿市)

Julie Curti (都市区域规划委员会 (Metropolitan Area Planning Council) 和 IAC 建筑工作组 (Buildings Work Group) 主席)

Kate Dineen (A Better City 和 IAC 交通工作组 (Transportation Work Group) 联合主席)

Sebastian Eastham (麻省理工学院)

Catherine Finneran (Eversource)

Nancy Goodman (麻萨诸塞州环境联盟 (Environmental League of Massachusetts))

Steve Long (大自然保护协会 (The Nature Conservancy) 和 IAC 土地使用和基于自然的解决方案工作组 (Land Use and Nature-Based Solutions Work Group) 联合主席)

Michelle Manion (麻萨诸塞州奥杜邦协会 (Massachusetts Audubon Society) 和 IAC 土地使

用和基于自然的解决方案工作组 (Land Use and Nature-Based Solutions Work Group) 联合主席)

Jeremy McDiarmid (东北清洁能源委员会 (Northeast Clean Energy Council))

Dave McMahon (麻州绿色低收入住房联盟 (Commonwealth Green Low Income Housing Coalition))

Paulina Muratore (忧思科学家联盟 (Union of Concerned Scientists))

Caitlin Peale Sloan (保护法律基金会 (Conservation Law Foundation) 和 IAC 电力工作组 (Electric Power Work Group) 主席)

Kurt Roth (弗劳恩霍夫可持续能源系统中心 (Fraunhofer Center for Sustainable Energy Systems))

Staci Rubin (保护法律基金会和 IAC 气候正义工作组联合主席)

Sarah Simon (Environmental Entrepreneurs 和 IAC 交通工作组 (Transportation Work Group) 联合主席)

Jason Viadero (Massachusetts
Municipal Wholesale Electric
Co.)

Stephen Woerner (国家电网)

清洁热能委员会

William Akley (Eversource)

Lauren Baumann (New Ecology,
Inc.)

Kenan Bigby (Trinity
Financial)

Harry Brett (Plumbers and Gas
Fitters UA Local 12)

Alexander Bross (MassHousing)

Andrew Brown (The HYM
Investment Group)

Emerson Clauss III (Home
Builders and Remodelers
Association of Massachusetts)

Rebecca Davis (Massachusetts
Competitive Partnership)

Eric Dubin (Mitsubishi
Electric Trane HVAC)

Mike Duclos (HeatSmart
Alliance)

Madeline Fraser Cook (Local
Initiatives Support
Corporation)

Eugenia Gibbons (独立顾问)

Dharik Mallapragada (麻省理工
学院能源倡议 (Massachusetts
Institute of Technology Energy
Initiative))

Cameron Peterson (都市区域规划
委员会)

Robert Rio (麻萨诸塞州产业联合
会 (Associated Industries of
Massachusetts))

Kimberly Robinson (先锋谷规划
委员会 (Pioneer Valley
Planning Commission))

Dorothy Savarese (Cape Cod
Five)

Tamara Small (NAIOP
Massachusetts)

Richard Sullivan (麻萨诸塞州西
部经济发展委员会 (Economic
Development Council of Western
Massachusetts))

Charles Uglietto (Cubby Oil &
Energy) Dennis Villanueva
(Mass General Brigham)

Jollette Westbrook
(Environmental Defense Fund)

顾问团队

The Brattle Group, 帮助制定和编写本计划

Evolved Energy Research, 分析麻萨诸塞州的去碳化途径

BW Research Partnership 和 **Industrial Economics, Inc.**, 分析麻萨诸塞州去碳化途
径对就业和宏观经济的影响

Harvard Forest 和 **UMass Amherst**, 协助支持有关自然土地和工作用地一章的内容

术语和首字母缩写词解释

2021 年《气候法》	《麻萨诸塞州气候政策新一代路线图制定法案》，2021 年签署成为麻萨诸塞州法律
2022 年《气候法案》	《推动清洁能源和离岸风电法案》，2022 年签署成为麻萨诸塞州法律
AIM 法案	《美国创新和制造法案》，2020 年签署成为美国法律
AMI	先进的计量基础设施
厌氧消化器	密封罐，让微生物不使用氧气来分解污水和有机废物。这个过程会释放甲烷，收集后可以燃烧发电。
APS	替代能源组合标准
ARPA	《美国救援方案法》（American Rescue Plan Act），2021 年签署成为美国法律
碳封存	从大气中清除和储存二氧化碳，通常由植物和土壤进行。
CCUS	碳捕获、利用与封存
CDR	二氧化碳清除
CECP	清洁能源与气候计划
CES	清洁能源标准
CHS	清洁热能标准
CO ₂	二氧化碳
CPS	清洁峰值标准
DCR	麻萨诸塞州保护和娱乐部
DER	分布式能源
DESE	小学和中学教育部
DFG/DER	麻萨诸塞州渔猎部/麻萨诸塞州生态恢复司
DOER	麻萨诸塞州能源部
DPH	麻萨诸塞州公共卫生部
DPU	麻萨诸塞州公共事业部

电单车	电动自行车
EDC	配电公司
EEA	麻萨诸塞州能源环境事务行政办公室
EFSB	能源设施选址委员会
EIA	美国能源信息署
EJ	环境正义
EJTF	环境正义工作组
排放限额	麻萨诸塞州温室气体排放不能超过的水平。
排放分项限额	某个部门的温室气体排放不能超过的水平。
EOHED	麻萨诸塞州住房和经济发展行政办公室
EOLWD	麻萨诸塞州劳工和劳动力发展行政办公室
EPA	美国国家环境保护局
EV	电动汽车
FERC	联邦能源监管委员会
FCEM	清洁能源远期市场
F-Gas	氟化气体——有氟的温室气体，如不同类型的氢氟碳化物（HFC）和六氟化硫（SF ₆ ）。
GHG	温室气体——温室气体，如二氧化碳（CO ₂ ）、甲烷（CH ₄ ）、一氧化二氮（N ₂ O）、不同类型的氢氟碳化物（HFC）和六氟化硫（SF ₆ ），它们吸收热量并导致全球平均气温上升，从而改变全球天气模式。
GHG 清单	温室气体清单——排放源及其年度排放量的报告，使用标准化方法进行估算。
GMAC	电网现代化顾问委员会
地面安装的太阳能	设置在地面上的太阳能板，从太阳获取能量来发电。屋顶太阳能是安装在建筑物顶部的太阳能板。
GW	吉瓦——相当于一百万千瓦的功率单位
GWh	吉瓦时——相当于一百万千瓦时的能量单位，通常用于衡量大型发电站的输出

GWP	全球变暖潜力值
GWSA	《全球温室效应治理法案》，2008年在麻萨诸塞州经过修订并签署成为法律
HFC	氢氟碳化物
HVAC	暖通空调
IAC	实施咨询委员会
IIJA	《基础设施投资和就业法案》，2021年签署成为美国法律，也称为两党基础设施法或“BIL”。
IPCC	政府间气候变化专门委员会
IRA	《减少通货膨胀法案》，2022年签署成为美国法律
ISO-新英格兰	独立系统运营商-新英格兰
LBE	DOER管理的“以身作则”计划
LDC	当地配电公司 - 运营天然气分配系统的投资者拥有的公用事业公司。
LMI	中低收入
MassCEC	麻萨诸塞州清洁能源中心
MassDEP	麻萨诸塞州环境保护部
MassDevelopment	麻萨诸塞州发展财务署
MassDOT	Massachusetts Department of Transportation
Mass Save®	由麻萨诸塞州的天然气和电力公司以及能源效率服务提供商发起的倡议，提供广泛的促进能源效率的服务
MBTA	麻萨诸塞州海湾交通管理局
MEPA	麻萨诸塞州环境政策法
MDAR	麻萨诸塞州农业资源部
MMTCO ₂ e	百万公吨二氧化碳当量——衡量排放出的温室气体量。排放 1 MMTCO ₂ e 相当于燃烧 112,523,911 加仑汽油。
MSBA	麻萨诸塞州学校建筑管理局
MSW	城市固体废物
MW	兆瓦——功率单位

MWBE	少数族裔和妇女拥有的小型企业
NEPOOL	新英格兰电力联营体
NESCOE	新英格兰各州电力委员会
NO _x	氮氧化物
NWL	自然土地和工作用地，参见 2021 年法案第 8 章中的定义。
OSW	离岸风
PIP	公众参与计划
PM	颗粒物
PV	光伏
RFS	可再生燃料标准
RPS	可再生能源组合标准
SF ₆	六氟化硫
SO _x	硫氧化合物
SMART	麻萨诸塞州太阳能可再生目标计划
扩展建筑或能源法规	新建建筑必须满足的建筑能源使用和建筑外壳密封性的标准。
SWMP	2030 年固体废物总计划：携手共进，实现零垃圾
TBtu	万亿 Btu（英国热量单位）——热能的单位
TWh	太瓦时——相当于一千吉瓦时的能量单位
VMT	车辆行驶里程

执行摘要

2050 年清洁能源与气候计划

通过与本《2050 年清洁能源与气候计划》（简称“2050 CECP”或“计划”）同时发布的信函，能源环境事务行政办公室（EEA）秘书将净零作为 2050 年全州温室气体（GHG）的排放限制，要求将温室气体排放从 1990 年的水平减少 85%，并规定了各部门的总排放水平要与从大气中清除的、归属于麻州的量相当。本 2050 CECP 代表了麻萨诸塞州 2050 年实现净零的整体政策和策略。

本计划基于多年的分析、利益相关者会议、公众听证会和报告的基础之上，包括 2020 年清洁能源与气候计划、2050 年麻萨诸塞州去碳化路线图、2025 年和 2030 年清洁能源与气候计划。这个计划反映了行政部门官员、立法者、宣传团体、科学家、环境正义（EJ）合作伙伴、行业利益相关者、公用设施部门和居民的努力，他们深切关心麻州对我们的气候和能源系统所面临的关键问题的答案。

麻萨诸塞州多年来在气候和能源政策方面的成功为这项工作奠定了基础。八年来，麻萨诸塞州在应对气候危机方面一直处于全国领先地位。通过与立法机构的密切合作，Baker-Polito 政府已经做出了前所未有的承诺，以减少归属于麻萨诸塞州的温室气体排放量。2017 年，麻萨诸塞州关闭了该州最后一家运行中的燃煤电厂 Brayton Point，目前该地正在转变成一个支持离岸风电产业发展的中心。2020 年，麻萨诸塞州成为美国设定净零排放限额的州之一。除了扩大清洁能源生产之外，麻州还一直是美国能源效率较高的州之一，这归功于我们强有力的消费者激励措施，为他们节省了数十亿美元的能源账单。

麻萨诸塞州对自己的定位是这样的：通向净零排放的路径的近期组成部分很明确——如果这些部分变得可用且经济高效——具有适应新技术的灵活性。离岸风电、水电、太阳能光伏（PV）和现有的区域性发电（如核能）的结合，以及对智能电网管理和储能的投资，将支持形成一个去碳化的电网。电动汽车（EV）和热泵代表了可扩展的技术，可以帮助我们的交通和建筑过渡到零排放。

在其他领域，通向净零经济的确切路径并不确定。许多分析家预计，支持从大气中清除碳的机制将在未来几十年内出现，但究竟会使用什么方式以及成本如何，还有待观察。尽管存在这些不确定因素，麻州将采取措施，准备将区域和/或技术解决方案纳入该州，以实现净零排放。持续的规划、灵活性和独创性将确保迅速、成功和具有成本效益地过渡到一

个清洁的未来。本计划确定了一些地方，在这些地方，由于技术或其他不确定因素，要求麻州保持政策的灵活性，以适应不断变化的条件。

净零限额和各部门的分项限额

《全球温室效应治理法案》（GWSA）最近经 2021 年法案第 8 章修正，要求麻萨诸塞州在 2050 年实现净零排放。该要求有两个组成部分：(1) 总排放量比 1990 年水平减少 85%，(2) 确保全州释放到大气中的温室气体总排放量小于或等于从大气中清除的量。此外，GWSA 要求 EEA 为交通、住宅供暖和制冷、商业和工业供暖和制冷、电力、工业加工以及天然气配送和服务制定各部门的具体分项限额。EEA 已经设定了 2050 年的分项限额，如表 ES-1 所示，整个经济领域的减排量实现略高于 85% 的减排要求，为各部门预留一些不确定的空间。

表 ES-1. 2050 年排放限额和分项限额

2050 年		
排放限额和分项限额	排放限额比 1990 年的减少%	排放限额单位采用 MMTCO ₂ e*
全州限额	85%	14.0
各部门分项限额		
交通	86%	4.1
住宅供暖和制冷**	95%	0.8
商业和工业供暖和制冷**	92%	1.2
电力	93%	2.0
天然气配送和服务	72%	0.5
工业加工	-27%	0.8

*这些数字代表了基于 2022 年 12 月公布的全州温室气体排放清单的 MMTCO₂e。如果清单核算方法发生变化，MMTCO₂e 的当量数字将发生变化。

**鉴于全州温室气体清单中的排放跟踪方式，与住宅、商业和工业建筑的制冷用电有关的排放包含在电力分项限额中。

备注：为了说明 GWSA 所要求的减排量，并与环境保护部目前在全州温室气体排放清单中的排放跟踪相一致，EEA 将全州的排放分为以下政策部门，与 2025/2030 CECP 相一致：建筑、电力、交通、非能源和工业，以及自然土地和工作用地。此外，表 ES-1 没有将农业和土地利用以及垃圾类别列入全州温室气体排放清单。这些类别的预测总排放量在 2050 年约为 1.1 MMTCO₂e，并且不受分项限额限制。包括这些排放量，模拟数据将导致大约减少 89%，这超出了 85% 的要求。综合减排水平高于整个经济范围内 85% 的温室气体减排量，这旨在为个别部门实现特定部门排放限额的能力预留一些不确定性的空间。本报告第三章将进一步讨论这个问题。

本计划中的限额和分项限额是依据 2022 年现有的最佳数据、信息和假设设定的。经济、技术、国家和国际政策以及常规做法的未来变化可能会影响麻萨诸塞州实现限额和分项限额的方式。本计划要求在麻萨诸塞州实施大量的技术、基础设施和解决方案：热泵、电动汽车、充电站、太阳能电池板、风力涡轮机、能源储存、先进的输配电基础设施、多元化交通基础设施、电气化公交设施和铁路线、以及公共交通附近的住房等等。除非必要的基础设施得到许可和建设，否则麻州的进展可能会放缓，影响到麻州实现净零排放的能力。

同时，所有这些基础设施都要负责地建设，保护自然土地和工作用地，并遵守环境正义。

对环境正义的承诺

化石燃料燃烧产生的污染影响着所有麻萨诸塞州的居民，但一些社区比其他社区承受着更大的负担。由于几十年来关于公路、发电厂和其他污染源选址的决策，有色人种社区和低收入社区面临的健康和气候风险比其他地区更高。租户和收入有限或英语水平有限的人面临着巨大的障碍，需要额外的支持来转为采用清洁能源。

麻州将确保环境正义居民区和中低收入居民在能源转型中不被忽视，这将需要优先投资于环境正义居民区的清洁能源。EEA 将与利益相关者和环境正义委员会¹合作，以确定它将专门用于环境正义居民区或针对收入的计划的气候投资。EEA 将继续使用促进社区参与的最佳实践，特别是在实施可能影响环境正义居民区的计划时。环境保护部（MassDEP）将继续并加强其在环境正义地区的空气监测/基于社区的空气传感器部署工作，以确定目前的空气质量和减少这些地区污染的机会。

跨部门策略

本计划列出了针对每个经济部门帮助减少我们的车辆、为我们的家庭和企业供暖的炉子和锅炉、发电以及工业应用和废物管理中的化石燃料的政策。当我们展望 2050 年时，随着交通和供暖向电气化的转型，这些有针对性的方法之间的相互影响将越来越大。2050 CECP 认识到，各部门的清洁能源技术面临着一些共同的挑战和解决方案。

大家共同关心的一个方面是电气化协调。交通和建筑去碳化的主要策略是电气化。因此，电力部门的规划至关重要。麻萨诸塞州正在评估如何将越来越多的可再生能源与更大规模的、不同的发电概况和不断增长的电力需求结合起来，并根据充电和加热模式的不同动态变化。麻州将需要实施负荷灵活性措施、费率设计和需求侧管理策略，以安全可靠地整合

¹ 环境正义委员会由当地社区领导者、商业领导者和学术研究人员组成，就实现环境正义原则的政策和标准向 EEA 局长提供建议。

新的发电和负荷。麻州还在进行土地使用分析，以确保新的可再生能源和输送基础设施不会损害我们赖以进行碳封存的土地。

跨部门协调至关重要的另一个领域是劳动力发展。为了实现麻州 2050 年的要求，麻萨诸塞州的清洁能源部门将需要超过 65,000 名额外的全职工人，其中许多人将从事高薪工作，如电工、离岸风电工人、建筑工人和暖通空调（HVAC）技术人员。²为了增加合格的清洁能源工作者的数量，麻萨诸塞州清洁能源中心（MassCEC）将与劳动力技能办公室（或未来的同等实体）合作，以确定扩大职业和培训计划、提高各级教育对清洁能源机会的认识、通过学徒计划将人们与工作联系起来的方法，并为 Massachusetts Climate Service Corps 制定一个计划，以激励大家从事清洁能源和气候相关部门的职业。

应对气候变化，是麻萨诸塞州在国家和国际舞台上展示领导力的一个重要机会。作为许多世界领先大学和高科技产业的所在地，麻萨诸塞州在全世界清洁能源技术的发展和部署中发挥了巨大的作用。麻州将继续在支持清洁能源公司方面发挥重要作用，特别是帮助公司确立商业可行性，同时确保历史上代表性不足的投资者参与并领导清洁能源技术的发展。麻萨诸塞州将进一步建立伙伴关系，帮助扩展麻萨诸塞州大学的技术转让计划。

麻萨诸塞州的州政府机构和市政府应该领导向清洁能源的转型。目前的“以身作则”计划要求麻萨诸塞州的机构满足建筑物的高性能标准，转向使用更多的电动车，并开发现场可再生能源。由能源部（DOER）管理的“绿色社区”计划为各城市提供拨款，以实现气候和能源目标。麻州还计划评估州资助的建筑物如何更好地遵守我们的去碳化目标。

基于部门的策略

要实现我们 2050 年的排放限额，需要让所有乘用车、大多数中型和重型卡车和公共汽车以及麻萨诸塞州的 650 万座建筑物中绝大部分从石油和天然气等矿物燃料过渡到清洁电力。为了给这些家庭和车辆供电，麻萨诸塞州必须通过投资离岸风电、水电、传输系统、太阳能光伏、分配系统和储能以增加其电网中的清洁能源使用量。

² 关于经济和就业因素的分析，参见第八章。

2050 年 CECF 关键基准

实现麻萨诸塞州温室气体排放限额比 1990 年基线水平至少低 85% 以及 2050 年净零排放

交通

97%

的轻型车辆（500 万辆）实现电气化

93%

的中型和重型车辆（35 万辆以上）实现电气化或不排放



建筑

80%

的家庭（280 万户以上）供暖和制冷采用电热泵（包括现场燃料备用）

87%

的商业空间供暖采用电力或替代燃料

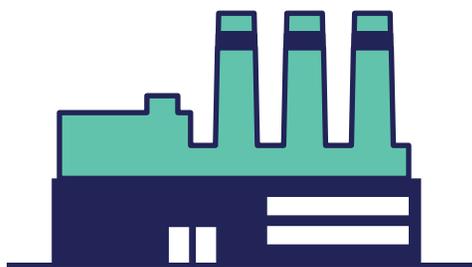
电力

2.5 倍

与 2020 年相比电力负荷增长

97%

的电力消耗使用清洁和可再生能源



非能源与工业

52%

的工业能源用途电气化

90%

减少固体废物处理

自然土地和工作用地

40%

的麻州土地和水体得到永久保护

64,400 英亩

新的河岸和城市树木覆盖面积



就业和健康利益

65,000

个额外全职岗位来自清洁能源转型

高达 **47 亿美元** 的健康利益

交通

麻州将改善公共交通，投资于住房和多元化交通基础设施，以帮助居民在可能的情况下不使用个人车辆出行。同时，麻萨诸塞州将通过车辆电气化实现深度去碳化。电气化的主要推动因素是实施汽车排放标准，要求汽车制造商生产越来越多的零排放汽车。根据法规，这些标准将确保到 2035 年，所有销售的新乘用车，以及大多数新的中型和重型车辆都是电动的。麻萨诸塞州将通过方便的销售点激励措施为消费者提供支持，并为中低收入居民提供额外的支持，同时为具有重要的公平和公共健康利益的车队（包括校车、出租汽车和送货卡车）提供有针对性的援助。

随着 EV 开始主导新的乘用车市场，麻萨诸塞州计划从奖励购买 EV 转向奖励淘汰旧的内燃汽车。对于交通部门难以电气化的部分，麻州将探索基于市场的机制，以减少温室气体排放。麻萨诸塞州还将提供强有力的激励措施，鼓励电动汽车的智能充电，这有助于让电动汽车成为电网的资产，以减少配送电成本。

建筑

麻萨诸塞州减少建筑物排放的策略包括性能标准、财政支持、消费者宣传和监管要求。清洁热能标准将要求通过类似于成功的清洁能源标准的方法，逐步减少建筑排放。气候融资加速器（有时泛指“绿色银行”）将帮助吸引私人资本，并将消费者与转用清洁能源所需的前期资本联系起来，帮助他们节省长期费用。麻萨诸塞州计划建立一个建筑去碳化信息交换中心，以提供简化的服务、协助人们了解激励计划，并为消费者探索家庭和车辆升级和电气化以便达到零排放的选择方案提供信息资源。对 Mass Save® 计划的继续改进和改革将进一步提高我们建筑物的能源效率并支持电气化。未来麻萨诸塞州建筑法规的更新将继续提高对新住宅和商业建筑的能源效率和电气化的要求。

随着麻萨诸塞州向净零排放的前进，管理建筑电气化对电网和天然气分配基础设施的影响至关重要。DOER 和公共事业部（DPU）将与电力和天然气公司合作，在联合能源系统计划中，研究加速电气化和战略性淘汰天然气基础设施的机会。此外，DPU 将评估如何改革电力和天然气费率，以提供适当的激励措施，加速电气化、增加负载灵活性和智能电网管

理，同时平衡低收入居民的成本问题。最终，向清洁能源的转型要求麻萨诸塞州制定政策，维持天然气分配系统在使用时的安全性和可靠性，同时尽量减少将任何套牢成本转嫁给消费者（特别是环境正义人口）的风险。

发电

麻萨诸塞州产生、传输、分配和最终消费电力的方式需要在未来三十年发生巨大的变化，以实现去碳化这一要求。到 2050 年，麻萨诸塞州将需要超过 50 GW 的清洁能源，其中大部分将包括离岸风力和太阳能光伏发电与储能。麻萨诸塞州将与联邦政府和区域伙伴合作，以最有效的方式部署离岸风电技术，在区域水平内规划输电升级，并实施配电系统现代化。麻州的电网现代化顾问委员会（GMAC）由《推动清洁能源和离岸风电法案》（2022 年气候法案）设立，³将与利益相关者合作，向公用设施单位提供建议，以提高电网的可靠性和弹性，进一步实现分布式能源和电气化，并尽量减少或减轻缴费人的成本和风险。

非能源和工业

其余部门（包括工业能源和加工以及天然气配送和服务）的排放，将通过各种策略组合实现减排。这包括在工业加工部门逐步淘汰氟化气体（F-gases），在工业能源部门增加电气化并使用减少温室气体排放的替代燃料，以及减少输气系统的气体泄漏。此外，根据 2030 年固体废物总计划（SWMP），麻萨诸塞州将在 2050 年前将固体废物处理减少 90%。

自然土地和工作用地

保护自然土地和工作用地，是麻萨诸塞州实现净零排放策略的一个重要组成部分。在健康的土壤和湿地中，树木的生长和有机物的积累提供了宝贵的和具有成本效益的碳清除和储存。为了限制碳封存的损失，保持自然土地和工作用地的持续碳封存能力，麻萨诸塞州立志要在 2050 年前，永久保护麻萨诸塞州至少 40% 的土地和水域，制定符合保护麻萨诸塞州关键土地和栖息地的太阳能选址指南，并评估和设置额外的监管途径以限制森林开垦。为了加强基于自然的碳封存，麻州将在 2050 年前将植树面积扩大到至少 64,400 英亩的城

³ Mass. Acts 2022, Ch. 179, <https://malegislature.gov/Laws/SessionLaws/Acts/2022>.

市和河岸地区。麻州的目标是通过湿地恢复和健康的土壤处理方法，减少自然土地和工作用地的温室气体排放。

燃料的未来

虽然电气化仍然是大多数部门去碳化的主要策略，但麻萨诸塞州认识到一些经济部门将难以实现电气化。这些用途可能将主要由生物原料生产的“替代燃料”来服务，以帮助麻州实现其去碳化目标。清洁电力产生的氢气可能在专门的应用中发挥适度但重要的作用，如高温工业用途和作为发电燃料，以确保在没有其他清洁能源的情况下的可靠性。计划概述了不同的液体和气体燃料，这些燃料可以为难以电气化的部门提供可持续的、低碳或零碳的化石燃料替代方案。这类燃料可能比较昂贵，可用性有限，因此将主要用于高价值的流程和麻萨诸塞州经济中难以电气化的部门。

替代燃料在 2050 年麻萨诸塞州经济中发挥的作用有限，但政府将制定明确的政策，为私营部门提供指导，鼓励在最关键的情况下使用尽可能清洁的燃料。到 2024 年，MassDEP 将考虑是否需要更改州温室气体排放清单公约、指导原则和/或常规和先进生物燃料、氢气和合成燃料的燃烧排放的核算方法。此外，麻萨诸塞州将通过与其他州的协调、直接资助研发、考虑鼓励生产和使用替代燃料的政策、为缺乏替代品的高价值部门积累使用替代燃料的经验，加速替代燃料的创新。这些工作将扩大麻州的影响，超越自身使用燃料的温室气体减排的直接效果。

2050 年碳清除

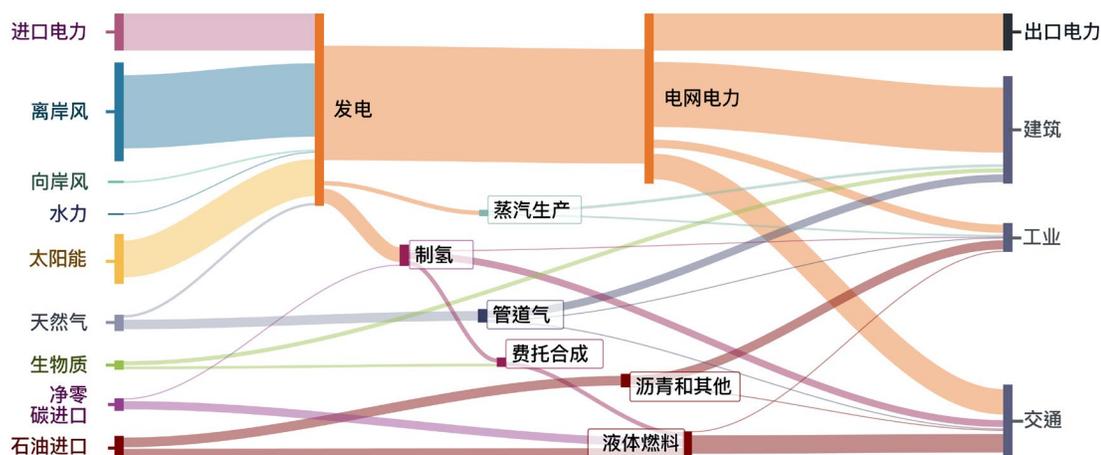
即使有雄心勃勃的去碳化工作和麻萨诸塞州自然土地和工作用地的碳封存，在 2050 年实现净零排放仍然可能超过麻州土地的封存能力，需要额外的二氧化碳清除和封存空间。额外的封存能力预计将来自于采购州外自然土地和工作用地的碳封存和/或来自于碳清除工程技术。在区域和全球范围内，有各种基于自然和工程化的碳封存方法可用或正在开发之中。麻州在评估不同的方法时需要权衡一系列的因素，包括有效性、环境完整性、共同利益、负面外部效应、成本、风险和环境正义。作为获得必要碳封存的第一步，麻州在未来三年内，将制定一个碳封存采购的政策框架，包括核算参数和采购程序。具体来说，麻州

将规定州内和州外的碳清除如何以及何时可以用来平衡剩余的温室气体排放，并确定管理碳封存资源交换的政策机制。麻州将制定一个碳封存策略，并将其纳入未来的 CECP 中；从 2030 年开始，麻州会建立必要的核算和交换基础设施，以便在 2050 年前就可以开始封存采购。

前方的道路

下图 ES-1 显示了预测的麻萨诸塞州 2050 年能源供应和使用的概况。该图显示了对可再生能源和清洁能源的依赖，也显示了某些部门对一些非排放燃料的剩余需求。剩余的温室气体排放将需要通过归属于麻萨诸塞州的净碳封存能力来平衡。向这样的未来转型，需要所有居民、社区、地方领导者、企业和政策制定者的大力参与。设计政策和计划来实现这个未来，将需要建立麻萨诸塞州在教育、培训、创新和气候领导方面的优势。

图 ES-1. 2050 年麻州的能源使用



这个说明性的桑基图接近于在 CECP 分阶段途径下，2050 年麻萨诸塞州的能源流情况。关于分阶段途径的细节参见 [2025/2030 CECP](#)⁴ 第 3 章。

虽然我们只能预测未来几十年会发生什么，但麻萨诸塞州致力于保持必要的重点和灵活性，以实现净零排放。

⁴ The 2025/2030 CECP 可在 <https://www.mass.gov/2030CECP> 获取

2050 年未来愿景

向净零排放的转型惠及全社会的方方面面。



对麻萨诸塞州的居民来说，室内外空气清洁、健康。

离岸风在清洁能源转型中发挥了重要作用。

技术创新帮助解锁全新的去碳化方案。

城市地区和河流走廊新植树后，变得更阴凉。

大多数家庭使用电力、生活高效，采用热泵供暖和制冷。

清洁和安静的电动汽车减少空气和噪音污染，特别是在城市地带。

清洁能源投资创造了就业机会，特别是在太阳能、离岸风和清洁建筑领域。

