



对能源部气候工作组题为“气候变化、经济和社会碳成本”的报告第11章的评论 对温室气体排放对美国气候影响的关键性评估

布萊恩·C·普萊斯

公共评论 2025
年9月



2025年9月2日

美国能源部 SW独立大道1000号 华盛顿特区
DC 20585 收件人：卷宗编号：DOE-HQ-20
25-0207-0001
www.regulations.gov 通过提交：

尊敬的赖特国务卿：

代表未来资源（RFF），我很高兴分享我方写给美国能源部（DOE）的有关能源部气候变化工作组题为 **对温室气体排放对美国气候影响的关键性评估**（CWG报告）

RFF是一家位于华盛顿特区的独立非营利性研究机构。其使命是通过公正的经济研究和政策参与来改善环境、能源和自然资源决策。RFF致力于成为最受信赖的研究见解和政策解决方案来源，以实现健康的环境和繁荣的经济。虽然鼓励RFF研究人员提供专业知识来为政策决策提供信息，但此处表达的观点是作者个人的观点，可能与其他RFF专家、其官员或其董事的观点不同。RFF不就具体的政策提案表明立场。

在这种情况下，RFF专家布赖恩·普雷斯特博士对报告的第11章“气候变化、经济与社会碳成本”提供了技术评论。评论重点在于经济概念的使用及其在报告中的应用，并参考了相关文献的最新进展。

如果你有任何问题或需要更多信息，请联系Liam Burke，邮箱为lburke@rff.org

诚挚地，

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carlos E. Martinez".

卡洛斯·E·马丁

研究政策参与副校长

关于第11章的评论， “气候变化、经济以及碳的社会成本”，美国能源部气候变化工作组 (CWG) 报告 对温室气体排放对美国气候影响的关键性评估 (CWG报告)

brian c. prest 高级研究员和倡议总监，未来资源研究所 2
02.328.5109 | prest@rff.org

1. 第119页的技术评论

第119页的CWG报告错误地描述了Newell等人 (2021) 的研究结果，该研究由本人 (Newell 、 Prest和Sexton 2021) 合著。Newell等人 (2021) 的摘要如下总结其研究结果：

对于那些指定温度对GDP增长影响随时间累积的模型，不确定性最大；在表现最佳的模型中，同时考虑抽样和模型不确定性的95%置信区间从84%的GDP损失到359%的收益不等。GDP水平效应的模型产生了分布范围更窄的GDP影响，集中在1-3%的损失，这与主要综合评估模型的损害函数一致。此外，包含滞后温度效应的模型表明对GDP水平的影响，而非GDP增长。我们识别出温度对贫穷国家GDP和农业生产存在统计上显著的边际效应，但对富裕国家的GDP、非农业生产或GDP增长则没有。

结论进一步指出，

将温度与GDP水平关联的模型能够得出远更确定性的气候变化影响估计。此类最佳模型表明，到2100年GDP损失为1-3%，这与目前嵌入在美国社会碳成本主要综合评估模型中的损害函数一致 (国家科学院2017年；诺德豪斯2017年；罗斯等2017年；国家研究委员会2010年)。任何模型置信集中的GDP水平模型的95%置信区间为-8.5%至+1.8%。高温估计会对贫困国家的GDP水平和农业GDP造成统计上显著的损失，但不会对富裕国家的生产和非农业部门造成损失。



Cwg尽管总结了以下相同的结果：

总体而言，[Newell等(2021)]未能检测到温度对GDP或GDP增长率的影响，并且即使在夸大的RCP8.5变暖情景下，他们估计了2100年全球增长的95%置信区间，该区间跨度为-86%至+388%。换句话说，净效应可能是正的，但太不确定，无法与零区分开来。

有至少三个原因说明为什么CWG总结是不恰当的。第一条款不准确，充其量也是不完整的。Newell等人(2021)的摘要声称：我们识别出温度对贫困国家GDP和农业生产存在统计上显著的边际效应，但对富裕国家GDP、非农业生产或GDP增长则不存在。

上述CWG总结的第二条款仅聚焦于新威尔等人的论文结果所暗示不应依赖的模型类别。新威尔等人(2021)的一个关键结论是，关于温度对 增长率 占国内生产总值的比例非常不确定，但对其影响的估计 等级 占国内生产总值的比例更为确定。这表明，纯国内生产总值增长模型的结果应受到相当大的质疑，而国内生产总值水平模型的结果则显得更为现实。然而，循环累积因果模型仅引用了“-86%至+388%”与更不可靠模型集对应的范围。CWG报告没有引用来自更现实模型（即指定对GDP水平影响的模型）的相应范围。”

在这种情况下，CWG总结的最后一句话也是错误的。GDP水平模型中的估计在Newell等人结论中报告：“任意模型置信集中的GDP水平模型的95%置信区间为-8.5%至+1.8%。”虽然论文没有明确报告该分布的其他统计摘要，但正如 Newell 等人 (2021) 图 6 的底部面板所示（下方复制品，见蓝线），结果仍然可以看出。与这些结果对应的均值和中位数值都大约是“-2%，并且对GDP产生负面影响的可能性为92%，这意味着有8%的可能性为负值。这一结果与CWG声称的“净效应很可能为正”。



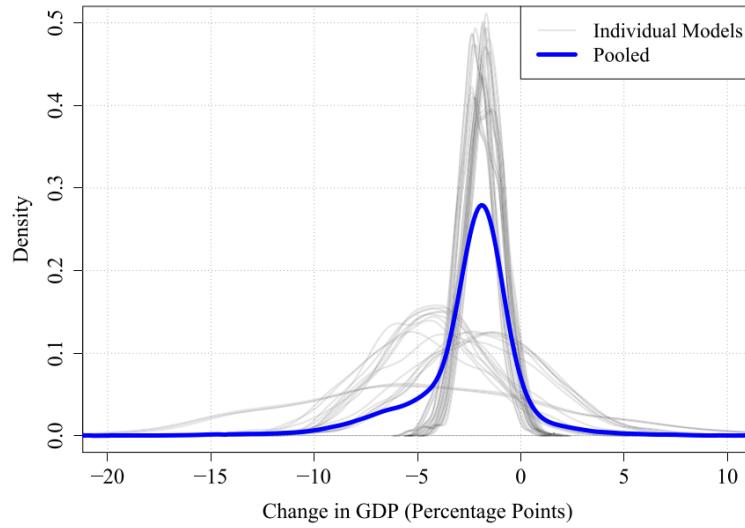


图1. 非线性模型中未缓解的变暖对任何模型置信集中出现的GDP影响分布，GDP水平模型

在新ell等人（2021）之外，更近期的文献（例如nath，ramey和klenow（2025））表明，在new ell等人（2021）所考虑的极端情况之间存在一个中间地带。这表明温度对GDP的影响并非完全持续（如增长模型所示）或完全暂时（如水平模型所示），而是部分持续。新ell等人（2021）并未考虑部分持续模型，但在此类模型中，GDP影响通常大于水平模型中的影响，而小于增长模型中的影响。cwg报告未能提及此类研究。

2.第121页的技术评论

第121页的CWG报告声称：

估算和不确定性的概念难以直接应用于社会碳成本（SCC）计算。无论收集多少数据，都无法改变SCC的许多组成部分未知且依赖于对气候变化物理效应基础文献的了解所做出的判断和意见这一事实。因此，SCC计算最好被理解为“如果-那么”的陈述：如果以下假设成立，则社会碳成本（SCC）为每吨X。

这一论断表明了对经验推断的误解。所有估计都依赖于数据和假设。没有无假设的估计。正如查及其合作者有记忆地指出，“无论科学领域是什么，经验推断的逻辑可以总结为以下J尔斯·曼斯关系：假设 + 数据 → 结论。仅靠数据不足以得出有用的结论”（曼斯基、桑斯塔德和德卡尼奥2020）。这强调了一个要点：无论



数据收集将允许研究人员在不做假设的情况下估计任何事物。因此，这一概念需要被纳入到CWG关于碳社会成本（SCC）的讨论中。

3. 第121页至第123页的技术评论

第11.2.1至11.2.3节讨论用于估计损害函数（SCC）的综合评估模型（IAMs）。本节重点介绍了不确定性、协商和分配框架（FUND）模型。然而，FUND模型已经过时，不能代表科学的研究现状。CWG报告遗漏了对最先进的IAMs的引用，包括三年前两个备受瞩目的研究中开发的模型：Rennert等人（2022）和Carleton等人（2022）。

4. 第122页的技术评论

122页的《CWG报告》声称：

例如，2023年美国环保署将其首选的损害函数值提高了约5倍，高于其10年前发布的那份估算值。这不是因为收集了新数据或发明了更好的数学方法，而是因为使用了新的假设，而这些假设的有效性是另一个问题。根据美国环保署（2023）第81页的表格显示，如果应用了与早期分析相似的假设，结果不会与之前有实质性差异。一个新的假设是基于摩尔等（2017）的分析，即全球农业损害远高于之前的认知。

首先，CWG声称美国环境保护署（EPA）2023年的更新估算由于“收集了新数据”或“发明了更好的数学方法”，而非联邦政府上次在温室气体社会成本工作组（IWG，2016）中更新其社会成本（SCC）模型的努力所致。这一说法纯属虚假。相反，EPA的2023年更新完全基于2016年之前不存在的新综合评估模型和元分析。这些新数据集和方法是在包括Rennert等人（2021，2022）、Newell等人（2022）、Carleton等人（2022）、Cromar等人（2022）、Clarke等人（2018）、Howard和Sterner（2017）、Millar等人（2017）、Wong等人（2017）以及Diaz（2016）等研究中所开发的。EPA的2023年研究中清晰引用并讨论了所有这些新研究，但CWG报告中并未提及其中任何一项。

其次，它不明确[表格]EPA（2023）第81页中，CWG所指的“新假设”具体是哪些。报告含糊地将此处显示的估计值与其他“较早”的假设进行了比较，并得出结论认为，碳定价的全球损害估值（SCC）估计值“与之前不会有实质性差异”。然而，在引用的段落中，唯一被识别出的假设仅对应于气候变化对农业影响的更新估计值。CWG认为这部分的估计值是



报告中“unwarranted”。“EPA (2023)”中引用的表格提供了可从所引表格中评估的敏感性，就像我们现在所做的那样。

4.1. 农业对 SCC 的影响

如果cwg得出结论，移除农业对scc的贡献产生的估计值与iwg (2016) 对同年2030年相同排放量的62美元/吨的估计值相似，¹那么，CWG的声明显然是错误的，正如我们通过复制EPA (2023) 中引用的表格所证明的那样。

美国环保署(环保署)的核心估计包括使用每个所提及的三个损害模块，然后将“总计”结果进行平均，如下表所示。该表结果的平均值是每吨二氧化碳230美元。

²由方程产生的 $(\$233+\$219+\$238)/3$ —亦参见美国环保署 (2023) 的表ES-1—在对应于2030年排放年份的行中)。移除每吨二氧化碳4美元和103美元的农业成分

²从数据驱动空间气候影响模型 (DSCIM) 和温室气体影响值估计器 (GIVE) 模块，将这个平均值更改为每吨CO 194美元

²由方程产生的 $(\$229+\$116+\$238)/3$). 这仍然超过先前的 62 美元/吨 CO 超过 3 倍

²估计——清楚地描绘了一个实质性差异。

| Impact category | Damage Module | | |
|--------------------|---------------|-------|---------------|
| | DSCIM | GIVE | Meta-Analysis |
| Health | \$179 | \$104 | - |
| Energy | -\$4 | \$10 | - |
| Labor productivity | \$47 | - | - |
| Agriculture | \$4 | \$103 | - |
| Coastal | \$3 | \$2 | - |
| <i>Total</i> | \$233 | \$219 | \$238 |

表1. 在2%的近期 Ramsey 折现率 (以2020年美元每 metric tonne 为单位) 下，2030年 SCC 的影响类别分解

²) M T CO的

来源：EPA 2023，表ES-1。

¹ 参考iwg (2021) 对iwg (2016) 估计值调整为2020年美元。表es-1中使用3%折现率得到的中心估计值。我们关注2030年排放量的数值，以与cwg引用的epa (2023) 表格中的数值相对应。



4.2. 折扣对社会成本 (SCC) 的影响

scc中的另一个重要假设是未来影响折算为现值的方法。newell等人(2022年)和rennert等人(2021年)通过结合一种动态的、类似ramsey的方法来折算，显著改进了折算方法和数据，这与国家科学院(2017年)的建议一致。与cwg的声明相反，这种改进确实代表了一种“更好的数学方法”，改进了iwg(2016年)估计中使用的折算方法。

Rennert 等人 (2021) 强调，这种改进方法降低了 SCC。Rennert 等人 (2021) 的表 1 展示了在早期固定折现率和改进的动态折现法下 SCC 的估计值。在 3% 的中心折现率下，新的动态折现法将 SCC 从 194 美元 (固定折现) 减少到 61.4 美元 (动态折现) 每吨 CO₂

² 在2%的折现率下，改进方法将单位CO₂的SSC从\$1,557 (恒定折现) 减少到\$168.4 (动态)。

² 总之，对于给定的折现率水平，如果采用早期的方法，社会成本效益 (SCC) 将高于EPA (2023) 和Rennert等人 (2022) 所呈现的数值，而不是更低，正如CWG在其声称中所说的那样“如果应用了类似于早期分析的那些假设，那么结果就不会有实质性的差异。”

对折现率整体水平的更新，从3%降至2%，反映了过去几十年实际市场利率数据的长期下行趋势，截至2025年8月，该利率仍维持在2%左右。² 这说明CWG声称没有收集任何“新数据”来为折扣率更新提供信息同样是假的

即使忽略这些数据和方法的改进，并且采用Rennert等人 (2022) 的模型，其中1)忽略了对农业的损害和2)使用恒定的3%折现率，2020年排放年的SCC估计值仍然是每吨CO₂ 84美元。³² 这是比IWG (2016年，2021年) 的51美元/吨CO₂值高61%。

² 同一年 (IWG 2021)。

总之，更新的折现方法反映了市场利率的新数据，以及自IWG (2016) 估计值开发以来，根据国家科学院 (2017) 的建议所开发出更好的数学方法。然而，即使忽略这些改进，SCC也仍然比IWG (2016) 的先前估计高出61%，这表明CWG声称此类估计将会“没有实质性不同于之前”是假的。

² 见 <https://fred.stlouisfed.org/graph/?g=1LEYv>.

³ 基于Rennert等人(2022)的计算，作者的计算。



5. 第122页的技术评论

第122页的CWG报告指出 “[d]” 图像函数系数：IAMs假设CO

² 并且变暖会导致净危害，这种危害会随着温度呈指数级增长。”此说法不准确。大多数IAMs的损害函数随温度呈二次方增长，而非指数增长（例如，气候与经济动态综合模型（DICE）、DSCIM，以及基于霍华德和斯特纳（2017）的EPA（2023）元分析）。此外，在IAM GIVE（源自Rennert等人2022年）中，作为EPA 2023年更新背后主要模块之一，其损害函数大多在温度上是线性的。

6. 第122页技术评论

第122页的CWG报告指出 “身份和访问管理（IAMs）生成安全控制计数（SCC）估计，这些估计随着事先

² 增加。因此，本世纪后期损害的价值将 现有CO浓度应更高，这取决于未来几十年的基准排放量假设。”此说法不准确。这并不是SCC估计随时间增加的主要原因。主要原因是经济增长。此外，如上所述，GIVE是一个具有大体线性损害函数的IAM示例，其中所描述的行为并不正确。

7. 第123页的技术评论

第123页的CWG报告认为如下：

还应注意的是，SCC关注的是CO的社会成本² 化石燃料的使用产生的排放。它并非旨在衡量化石燃料的可用性给消费者和社会带来的私人边际收益。公众对所有类型燃料的支付意愿表明了可靠、丰富的化石能源对社会的重要性。Tol (2017)估计，碳的私人收益相对于社会成本来说很大。这可以通过注意到一加仑汽油的价格表明了消费者对该燃料的边际价值来说加以说明。假设我们假设一个相对较高的碳社会成本，比如说⁴ 1.5 的值会导致 50 美元的碳税 每吨75美元。按每吨MCPF计算，相当于每加仑汽油约44美分 (Lavelle, 2019年)。每加仑3.00美元的免税价格意味着燃料的边际社会效益几乎是边际社会成本的七倍。

⁴ 公共资金边际成本：最优碳税率是SBC除以MCPF (Sandmo 1977)。 ”



本段包含一个经济逻辑中的基本错误，即混淆了汽油的“边际社会成本”与其“边际外部成本”。社会边际成本（SMC）⁴ 生产一种商品的社会边际成本等于其私人边际成本（PMC）加上其边际外部成本（MEC），或者用数学术语表示， $SMC = PMC + MEC$ （例如，Tietenberg 和 Lewis 2015）。然而，所引用的段落错误地暗示了一加仑汽油的社会边际成本等于将碳成本转换为每加仑等值的美元，从而忘记了方程中的私人边际成本项。

有可能作者的混淆源于术语。虽然术语“社会碳成本”包含“社会”一词，但它实际上仅对应上述SMC方程中的边际外部成本（MEC）部分。它不包括导致碳排放的任何产品的生产成本，因为社会碳成本（SCC）旨在代表这些排放对社会造成的损害，或负外部性，而不是任何特定碳排放产品的成本。这些成本自然会因产品而异，例如煤炭、石油或天然气。

从scc估算中遗漏生产成本是一种有意的基本概念区别，但在任何社会边际成本（smc）的计算中，这些成本也必须单独核算。我们在此完成cwg的分析，并相应地更新其结论。

在竞争均衡中，如果外部成本没有被内部化（例如通过碳税），市场价格将等于 两者 私人边际成本 并且 等于私人边际收益（ $P = PMC = PMB$ ）。上文中的CWG假设 $PMB = P =$ 每加仑3美元，这同样与方程式 $PMC = PMB$ 相似地意味着 $PMC =$ 每加仑3美元。

若将CWG提出的每加仑0.44美元的碳税等值视为面值，则社会边际成本因此为 $PMC + MEC = 3.00\text{美元} + 0.44\text{美元} = 3.44\text{美元每加仑}$ ，或比社会边际效益的每加仑3.00美元高约15%。⁵ 这表明CWG声称“燃料的边际社会收益几乎是边际社会成本的七倍”是错误的，至少应该修正为“燃料的边际社会收益大约比边际社会成本小13%”。

⁶ 一个额外的、更精细的观点是，社会边际成本 高于边际社会成本。”反映了每吨75美元的全面社会碳成本（SCC）价值，而不是扣除公共资金边际成本（MCPF）后的价值。这是因为社会碳成本（SCC）不仅用作设定碳税的指导——实际上，它的主要用途是作为估计法规收益的估算值，而这种情况很少以碳的形式出现。

⁴ “边际社会成本”和“社会边际成本”这两个术语可以互换使用。因为“社会边际成本”是更常见的术语，所以我们在这里使用该术语。社会边际收益也存在类似的情况。

⁵ CWG将社会边际收益隐含地等同于私人边际收益，这对于这个思想实验的目的来说是合理的，但它仍然没有考虑汽油生产或消费产生或消费的其他任何未内部化的外部性。

⁶ 其中-13%是\$3.00/\$3.44 - 1。



税收。在这样的事务监管案例中，MCPF与分析无关，这意味着SCC没有通货紧缩是合理的。

针对这一点，需要通过 CWG 提出的 MCPF 1.5 来逆转通货紧缩，将每加仑 0.44 美元的价值更改为每加仑 0.66 美元。因此，边际社会成本将是每加仑 3.66 美元，而不是 3.44 美元。在这种情况下，句子将正确地读作“燃料的边际社会收益比边际社会成本大约小 18%。”⁷

还有其他与汽油使用相关的负外部性不应被忽视。这包括除了温室气体之外的传统空气污染物，以及道路拥堵和事故风险。例如，Parry 和 Small (2005) 估计，这些负外部性使美国的最优汽油税额外增加了每加仑 0.69 美元（以 2000 年美元计，见其表 1）。Lin 和 Prince (2009) 估计，加利福尼亚州这一贡献为每加仑 0.60 美元（以 2006 年美元计，见其表 9）。考虑这些因素将进一步提高社会边际成本高于边际收益的估计，这意味着上述“18% 更小”的估计实际上低估了这种差异。

其次，CWG 对其更广泛的结论是正确的，即征收每吨 CO₂ 50 美元的碳税

² 不会对汽油价格产生过度影响。然而，这样的碳税很可能仍然会带来大幅度的减排，主要来自其他行业，如电力行业，那里相对有较多低成本减排的机会。Chen、Goulder 和 Hafstead (2018) 估计，类似的美国范围碳税（每吨 CO₂ 52 美元）

² 将使美国排放量减少 21%，同时使国内生产总值减少 0.4%。⁸ 巴隆等人 (2018 年) 发现类似的影响，估计每吨 CO₂ 要花费 50 美元

² 碳税将使美国排放量减少约 30%（不确定范围在 19% 到 48% 之间，见该表 1），同时对经济的影响微乎其微，“相当于大多数模型中 GDP 增长率变化不到 0.05 个百分点。”

⁷ 哪里 -18% 是 3.00 美元 /3.66 -1。

⁸ 见 <https://www.rff.org/publications/data-tools/carbon-pricing-calculator/> 对于美国机遇碳费法案在 2020 年的模型结果，假设碳价为每吨二氧化碳 52 美元时。² 这些结果的基础发表在 Chen, Goulder, 和 Hafstead (2018)。



第三，CWG关于汽油最优税率的说明，援引Sandmo (1975)。⁹ 仅当MCPF等于1时，才等于最优汽油税。这与CWG偏好的MCPF值1.5在内部不一致。Sandmo (1975) 指出“外部性商品的最优税率是逆弹性和边际社会损害的加权平均”。这些相应的权重由下式给出：

- $(MCPF - 1)/MCPF$ 对于逆弹性，和 $1/MCPF$ 针对边际社会损害。

CWG只关注后者术语，这就是为什么它使SCC以一个因子 deflate $1/MCPF$ 然而这忽略了前者。完整公式可在Sandmo (1975) 的公式 (25) 中观察到，尽管其使用不同的符号并以税率（即以百分比点而非每加仑美元）来表示。将该公式转换为与CWG的计算方法一致，得到以下汽油最优惠税率公式（每加仑美元）：表示

t*

$$t^* = \frac{MCPF - 1}{MCPF} \left(-\frac{1}{\varepsilon} P + \frac{1}{MCPF} \left(\frac{0.0088 tCO_2}{gallon} SCC \right) \right)$$

汽油的需求弹性在哪里，汽油的价格是多少，MCPF是公共资金的边际成本，以及0.汽油。我们可以看到， Δ 个方程的第二 Δ 在每加 Δ 使用 Δ 示出口 Δ 0088 tCO₂ = 1.5

²/gallon是CWG从吨CO的隐式转换

对于大于1的值，引用的公式中的最优税率率为

2

因为方程的第一项为正，所以是CWG。

⁹ 而 CWG 引用了 Sandmo (1977)，但在参考文献列表中没有这篇论文。CWG 参考文献列表中唯一的 Sandmo 论文是 Sandmo (1975)。

¹⁰ 从下载 <https://www.eia.gov/outlooks/aoe/data/browser/#?id=3-AEO2025> 和 <https://www.eia.gov/outlooks/aoe/data/browser/#?id=11-AEO2025> .



弹性 -0.2 代入 Sandmo (1975) 的适应公式以及估计 $= 1.5, = \$3/$ 加仑，和 $= \$75/\text{tCO}_2$ 的最优
 $MCPF$ 产生最优税：

$$\begin{aligned} P & \quad \text{gallon } SCC & t & \quad \text{tonne } CO_2 \\ t^* &= \frac{0.5}{1.5} \left(-\frac{1}{-0.2} \right) \$3 + \frac{1}{1.5} \left(\frac{0.0088 \text{ tCO}_2}{\text{gallon}} \cdot SCC \right) \\ &= \frac{1}{3} \left(-\frac{1}{-0.2} \right) \$3 + \frac{1}{1.5} \left(\frac{0.0088 \text{ tCO}_2}{\text{gallon}} \cdot SCC \right) \\ &= \$5 + \$0.44 = \$5.44/ \quad . \end{aligned}$$

这改变了 Sandmo (1975) 所引方程所隐含的最优税率，从 CWG 提出的每加仑 0.44 美元变为每加仑 5.44 美元——相差了 12 倍。如此方程清晰表明，Sandmo (1975) 方程的第一项（CWG 的计算中缺失），主导着最优税率的方程。¹¹ 要说明，这条评论并非意在支持每加仑 5.44 美元的汽油税，而是指出了 CWG 引用的公式的不完整应用。

总而言之，CWG 混淆了经济概念，并误用了其引用的方程式。由于这些错误，它得出了符号和幅度都错误的结论。汽油的边际社会收益小于其边际社会成本（不是更大），并且基于所引方程式的最优汽油税远高于 CWG 所建议的数额。

8. 第125页技术评论

第125页的CWG报告指出，“当考虑到这些[气候临界点，例如冻土融化]时，结果是在21世纪仅使SSC值略有增加。”这一说法不准确。Kopits等人（2025）表明，将冻土融化和亚马逊雨林枯死的碳循环反馈潜力纳入三个综合评估模型，会将美国影响特定的SSC值提高9%到50%。

¹¹ 这个术语比每吨 75 美元的碳外部性所贡献的每加仑 0.44 美元的金额要大，对于任何弹性大于 -2.27 ，这很不合理。



参考文献

巴雷、林特和威廉·诺德豪斯。2024年。“政策、预测和碳的社会成本：DICE-2023模型的成果。”*美国国家科学院院刊* 121 (13) : e2312030121。

巴罗恩，亚历山大·R·，艾伦·A·福赛特，马克·A·C·哈夫斯塔德，詹姆斯·R·麦弗兰德和艾德琳·C·莫里斯。2018年。“从EMF 32美国碳税情景研究中的政策洞察。”*气候变化经济学* 9 (1): 184003.

卡勒顿、塔玛、阿米尔·吉纳、迈克尔·德尔加多、迈克尔·格林斯通、特雷弗·豪瑟、所罗门·谢昂、安德鲁·赫尔特伦等。2022年。“考虑适应成本和收益，评估气候变化造成的全球死亡后果。”*经济学季刊* 137 (4): 2037-2105.

克拉克，L. 等人。2018。“长期气候变化对全球建筑能源支出的影响。”*能源经济学* 72, 667-677.

陈，宇光，劳伦斯·H·古尔德，和 马克·A·哈夫斯塔德. 2018. “CO₂的敏感性
在碳税下的排放与替代基线预测”*气候变化经济学* 9 (1): 1840012.

Cromar , K.R.等.2022. 气候变化经济模型对全球健康影响的系统综述与荟萃分析 . 美. 胸. 社. 19, 1203–1212.

迪亚斯 , D. B. 2016. “使用海岸影响和适应模型 (CIAM) 估算海平面上升的全球损害。”*气候变化* 137, 143–156.

环保署 (美国环境保护署) 。2023年。“关于温室气体社会成本的环境署报告：包含近期科学进展的评估。” 2023年11月。
https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-12/epa_scghg_2023_report_final.pdf .

科皮茨，伊丽莎白，丹尼尔·克莱纳克，布萊恩·帕瑟姆，丽莎·伦内尔斯，大卫·史密斯，伊丽莎白·斯宾克，查尔斯·格里菲斯，约瑟夫·佩拉，尼尚·伯恩斯，和大卫·霍尔特。2025年。“气候变化对美国人口造成的经济损失：整合近期研究的证据。”
<https://www.epa.gov/environmental-economics/economic-damages-climate-change-us-populations-integrating-evidence-recent> .

霍华德，彼得·H.，和小托马斯·斯特纳。2017年。“稀少且相隔不远：一项关于气候变化损害估计的元分析。”*环境和资源经济学* 68 (1): 197-225.



iwg (社会温室气体成本跨机构工作组)。2016年8月。技术支持文档：12866下基于监管影响分析的社会碳成本的更新技术 美国政府。https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-12/documents/sc_co2_tsd_august_2016.pdf .

_____。2021年2月。技术支持文件：编号13990下碳、甲烷和氧化亚氮的社会成本技术更新临时估计 美国政府。

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4e/Technical_Support_Document_-_Social_Cost_of_Carbon%2C_Methane_and_Nitrous_Oxide_Interim_Estimates_under_Executive_Order_13990.pdf.

林 , C.Y. Cynthia , 和 Lea Prince。2009年。\"加利福尼亚州的最佳汽油税。\"*能源政策* 37(12): 5173–5183.

曼斯基 , 查尔斯·F. , 艾伦·H·桑斯塔德 , 和斯蒂芬·J·德卡尼奥。2021年。\"解决气候建模和政策分析中的部分识别问题。\"*美国国家科学院院刊* 118 (15): e2022886118.

米尔纳 , R. J. , 尼科尔斯 , Z. R. , 弗里德里希斯坦 , P. & 艾伦 , M. R. 2017. \"一种改进的脉冲响应表示法 , 用于全球近地表气温和对二氧化碳排放的大气浓度响应。\"*大气化学物理* 17, 7213–7228.

国家科学院 (国家科学、工程与医学院)。2017。评估气候损害：更新二氧化碳的社会成本估计 华盛顿特区：美国国家科学院出版社。

纳特 , 伊尚·B. , 瓦莱丽·A·拉米 , 和彼得·J·克莱诺。2024。全球变暖将使全球增长冷却多少？ 编号w32761。美国国家经济研究局。

纽厄尔、理查德·G·，布萊恩·C·普雷斯，和史蒂文·E·塞克斯顿。2021年。“国内生产总值-温度关系：对气候变化损害的影响。”*环境经济学与管理杂志* 108: 102445.

纽厄尔、理查德·G·，皮策、威廉·A·，和普雷斯、布萊恩·C·。2022年。\"一种碳社会成本的折现规则。\"*环境与资源经济学协会期刊* 9 (5): 1017– 1046.

帕里 , 伊恩·W·H. , 和小肯尼斯·A·斯莫尔。2005年。\"英国或美国是否有权征收汽油税 ?\"*美国经济评论* 95 (4): 1276–1289.

伦内特 , 凯文 , 弗兰克·埃里克森 , 布赖恩·C·普雷斯 , 丽莎·伦内尔 , 理查德·G·纽厄尔 , 威廉·派泽 , 科拉·金登 , 等. 2022. \"充分的证据意味着更高的社会成本

² ." *自然* 610 (7933): 687–692. CO



Rennert, K., Prest, B.C., Pizer, W.A., Newell, R.G., Anthoff, D., Kingdon, C., Rennels, L., Cooke, R., Raftery, A.E., Ševčíková, H.和Errickson, F. 2022a. “碳的社会成本：人口、GDP、排放和折现率长期概率预测的进展。”*布鲁金斯经济活动论文* 2021年秋季，第223-305页。

Tietenberg, Thomas H., 和 Lynne Lewis. 2015. *环境与自然资源经济学* Routledge, 2015.

王 , T.E. 等. 2017a. “BRICK v0.2 , 一个用于气候和区域海平面预测的简单、可及且透明的模型框架 .”*地球科学模型开发* 10, 第 2741–2760 页。

