



“燃”眉之急：

## 如何解决天然气燃除问题？

美国环保协会“环境、社会和治理”评估体系：投资者对低碳世界的洞见

美国环保协会“环境、社会和治理”（ESG by EDF）评估体系是一整套以投资者为导向的研究产品。基于美国环保协会在科学、政策及产业领域的专业知识，提供有关应对碳密集型部门能源转型问题的真知灼见。



## 概览

- **石油和天然气行业产生的燃除是气候污染的主要源头。**减少燃除是削减全球温室气体排放的最快速且最有影响力的方法之一。
- **解决燃除问题与行业利益息息相关。**燃除被称作石油和天然气行业的“污点”——这是一目了然的污染和浪费行为，会削弱公众对该行业的支持力度。
- **解决燃除问题在经济上是可以负担的。**在许多情况下，如果将燃除缓解措施纳入管理战略及流程中，就能以合理的成本减少或消除燃除问题。
- **各家公司应消除常规燃除。**我们建议所有运营商做出承诺，包括最迟在 2030 年前实现零常规燃除、减少整体燃除、零容忍未燃烧燃除、以及制定透明计划和政策倡议。
- **披露支持问责制。**披露全公司范围内关于绝对燃除量、燃除强度以及常规燃除等级的信息，对于追踪进展情况必不可少。
- **评估涵盖 20 家公司。**我们讨论了 20 家大型石油和天然气公司的燃除承诺、披露和绩效。
- **排名领先企业：**bp 公司、戴文能源公司(Devon)、依欧格资源公司(EOG)、挪威国家石油公司(Equinor)、西方石油公司(Occidental)、中国石油天然气股份有限公司(PetroChina)、先锋石油公司(Pioneer)、沙特阿美公司(Saudi Aramco)、以及壳牌公司(Shell)。
- **排名垫底企业：**埃克森美孚国际公司(ExxonMobil)、美国阿美拉达赫斯公司(Hess)、中国海洋石油有限公司(CNOOC)。

### 美国环保协会的作者：

Andrew Howell, 注册金融分析师  
[ahowell@edf.org](mailto:ahowell@edf.org)

Dominic Watson  
Andrew Baxter  
Gabriel Malek

### 美国环保协会的贡献者：

Colin Leyden  
Nichole Saunders  
David Lyon  
Ben Hmiel  
Mark Omara

### 美国环保协会以外的贡献者：

Clare Staib-Kaufman

## 目录:

执行摘要.....	4
投资者关于燃除应要求什么? .....	7
燃除 101: 什么是天然气燃除? .....	9
20 家石油和天然气公司的天然气燃除情况.....	16
天然气燃除的监管.....	22
天然气燃除的解决方案.....	29
附录 1: 公司天然气燃除绩效和披露的详细信息.....	32
国际石油公司.....	32
美国独立石油公司.....	37
国家石油公司.....	41
附录 2: 应对天然气燃除问题的组织.....	44
延伸阅读.....	46

## 定义

**NOC:** 国家石油公司

**燃除强度:** 美国环保协会根据源于伍德·麦肯兹 (Wood Mackenzie) 和天然气燃除监测组织 (Flaring Monitor) 的卫星数据以及公司报告的燃除强度, 对每家公司在其同类团体中的表现进行了评估。

**WB ZRF30:** 世界银行 2030 年零常规燃除倡议。

**WB GGFR:** 世界银行减少全球天然气燃除伙伴关系

**ZRF30 Global:** 全球 2030 年消除常规燃除承诺。

**ZRF25 Permian:** 二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺。

**燃除强度:** 致力于具体的燃除强度目标。

**关键“诉求”:** 美国环保协会关于公司为处理燃除可采取的下一步最有影响力措施的评估。

# 执行摘要

天然气燃除是石油和天然气行业的长期操作惯例，对气候、空气质量、公众健康产生负面影响。同时，它会导致企业的社会与监管风险——但是，通过扎实有效的计划和管理，我们可以避免这一问题。本报告分析了投资者如何管理燃除风险敞口并评估了主要石油和天然气公司燃除的绩效。

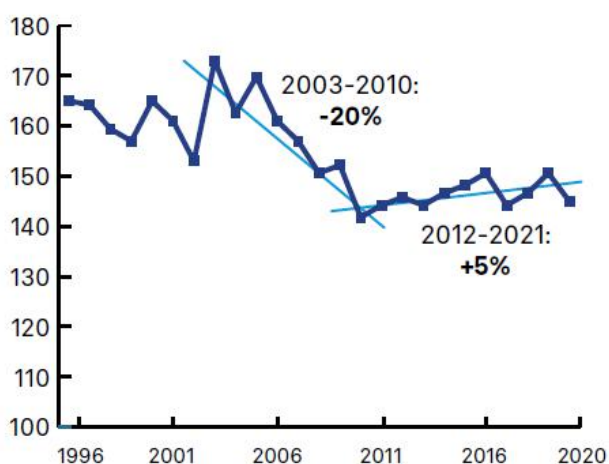
燃除是指过剩天然气作为废气被烧掉的过程；通常情况下，因为天然气外运能力缺乏或出于安全原因，石油和天然气的生产、运输和加工过程中会采用燃除。天然气燃除会排放二氧化碳、雾霾前体氮氧化物、以及损害人类健康的其他污染物。如果天然气未经燃烧而释放（例如，由于燃除故障），则大量导致气候变暖的甲烷会被直接排放到大气中。

燃除和放空是油气运营商造成污染和浪费强有力的明显证据。一位公司高管表示，燃除被称作该行业的“污点”。普遍存在的燃除会削弱运营商的社会经营许可，引发了针对该等排放的监管、惩罚及征税等一系列行动。一些能源客户也开始对甲烷排放产生顾虑，例如，法国 Engie 集团由于担心其“气候足迹”，取消了从美国进口液化天然气的计划。

油气公司采取的燃除最小化措施不仅可降低对气候及公众健康的影响，也是风险管理与治理领域的最佳实践。投资者完全有理由敦促各个公司在燃除方面改善绩效和提高透明度。

图 1:

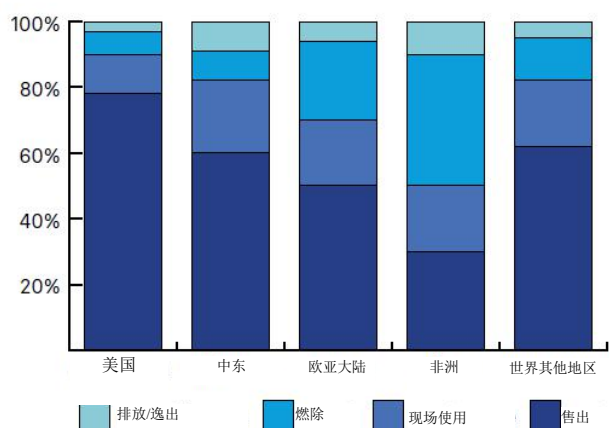
年度燃除量（十亿立方米）



来源：世界银行

图 2:

不同地区的伴生天然气利用情况（2019 年）



来源：国际能源署



## 过度燃除

燃除将有价值的产品作为废弃物进行处置。目前，这种做法仍很普遍：去年，天然气燃除量达 1420 亿立方米，约占全球天然气总产量的 4%；这些天然气如果售出，其价值将高达 150 亿美元。如果运营商改进其计划，并改善天然气的利用和运输方式，那么只需极小的代价就可以消除大部分燃除。

减少燃除的好处已是众所周知。然而，进展情况却是喜忧参半。2000 年至 2010 年期间，全球燃除量处于下降态势。但是，过去 10 年间（2011-2020 年），燃除量仍在适度攀升（参见图 1）。国际能源署的数据表明，截至 2019 年，各地区的天然气燃除率从美国的 7% 到非洲的 34% 不等（参见图 2）。在此期间，所有主要国家的燃除量都呈上升趋势。其中美国增幅最大；2017 年-2019 年期间，由于美国加大致密油生产，但缺乏与之匹配的天然气基础设施，在此背景下，美国天然气燃除量大幅增长。

## 必需做出新的承诺和披露

我们评估了 20 家大型油气生产商的燃除强度、承诺和披露情况，发现整个行业的情况差异显著。许多公司支持“世界银行 2030 年零常规燃除倡议（ZRF30）”，或者做出了类似承诺。但是，在许多情况下，并没有制定具体计划来落实这些承诺，也没有进行相关披露以便投资者评判其进展情况。此外，即使有条件，很少有公司超越“世界银行 2030 年零常规燃除倡议”而设定更加雄心勃勃的目标，或致力于减少整体燃除。

---

我们倡议，所有石油和天然气运营商做出关于燃除的四项承诺：

1. 加入“世界银行 2030 年零常规燃除倡议”，或者做出等效承诺，并且致力于 2025 年之前在美国二叠纪盆地做出行动；
2. 采纳适用于整体燃除强度的目标；
3. 对于甲烷污染主要源头的未燃烧燃除采取零容忍政策；
4. 支持政府减少燃除和最大限度减少燃除故障的政策。

---

同时，我们呼吁完善燃除披露情况。尽管有承诺消除天然气燃除，但是，只有少数报告了绝对燃除量和燃除强度，甚至更少的公司报告了常规燃除。我们认为，所有这三种措施对于投资者评估公司绩效都是有价值的。

如图 3 所明确显示，我们评估的全部公司均有提升的空间。我们重点强调了投资者应向每家公司提出的最重要“要求”。**这些承诺和披露是可以实现的，可能会产生适当成本或节省费用；如果得到整个行业的采纳，可以大幅减少行业温室气体的排放。**

本报告总结了投资者就燃除应要求公司执行的事项；提供了关于燃除技术方面的背景信息；评估了 20 家公司在燃除强度、联盟、承诺及披露方面的绩效；调研了全球燃除监管的情况；并讨论了针对燃除的常见和新型解决方案。关于我们所评估 20 家公司的燃除绩效的其他详情，请参见附录。

图 3.

燃除绩效和关键“诉求”汇总表

		承诺				披露				
		燃除强度	全球 2030 年消除常规燃除承诺	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
国际石油公司	bp		✓	✓			✓		✓	设定燃除强度目标
	雪佛龙石油公司		✓		✓		✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	康菲石油公司		✓				✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	意大利埃尼 (ENI) 集团		✓	✓			✓		✓	设定燃除强度目标
	挪威国家石油公司		✓				✓	✓	✓	设定燃除强度目标
	埃克森美孚石油公司		✓				✓			支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	西班牙国家石油公司		✓				✓		✓	设定燃除强度目标
	壳牌公司		✓				✓		✓	致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	合计		✓				✓		✓	设定燃除强度目标
美国独立石油公司	阿帕奇公司		✓	✓	✓		✓			支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	戴文能源公司		✓		✓		✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	依欧格资源公司		✓				✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	美国阿美拉达赫斯公司				✓		✓	✓		支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	西方石油公司		✓				✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	先锋石油公司		✓		✓		✓			致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
国家石油公司	中国海洋石油有限公司									支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	巴西石油公司		✓				✓			设定燃除强度目标
	中国石油天然气股份有限公司									支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	俄罗斯石油公司						✓	✓		支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	沙特阿美公司		✓					✓		披露燃除量

燃除强度图标:



来源: 公司报告和美国环保协会

## 领先企业和垫底企业

在 20 家公司中，因燃除强度较低的公司有：bp、挪威国家石油公司和壳牌公司（国际石油公司组别）；戴文能源公司、依欧格资源公司、西方石油公司和先锋石油公司（美国独立石油公司组别）；以及中国石油天然气股份有限公司和沙特阿美公司（国家石油公司组别）。

燃除强度较高的公司有：埃克森美孚国际公司（国际石油公司组别）、美国阿美拉达赫斯公司（美国独立石油公司组别）和中国海洋石油有限公司（国家石油公司组别）。

## 投资者对燃除应提出什么要求？

在鼓励各个公司针对燃除采取更有力的措施方面，投资者可以发挥重要作用。在与各公司管理团队商讨气候问题时，投资者应对燃除（以及有关总体甲烷排放的重要事项）给予应有的关注。消除燃除是，减少公司运营排放的近期有效措施，进而可以降低所有产品组合带来的气候风险。

### 承诺

针对减少燃除的目标，各家公司应制定更加雄心勃勃的具体子目标。常规燃除（参见第 11 页的定义）是其逻辑起点，通常可通过合理的规划和基础设施建设予以避免。每家运营商都应制定消除伴生天然气常规燃除的明确目标。但是，目标应超越零常规燃除，覆盖最大限度减少所有的燃除。投资者通过推动各家公司提升其燃除目标，可确保获得相对快速且具成本效益的成功方案，支持其净零转型。我们建议，投资者应提出以下要求：

- 1. 2030 年零常规燃除：起点。**在我们评估的 20 家公司中，12 家公司支持“世界银行 2030 年零常规燃除倡议”，另外 4 家公司做出了类似承诺。其他公司应做出该承诺，包括“无新增常规燃除”的保证，即，如果伴生天然气没有既定运输目的地或用途，则不进行新的石油生产。并且，作为对 2030 年零常规燃除倡议的承诺，每家公司应披露其实现承诺的具体计划。

**二叠纪盆地 2025 年前消除常规燃除承诺的更大目标。**在二叠纪盆地（该区域外运伴生天然气的必要基础设施已基本到位）运营的公司，应在 2030 年消除常规燃除承诺的基础上更进一步，并承诺加快进度。希望取得气候领先地位的公司应在更广的地域内考虑承诺 2025 年消除常规燃除。

- 2. 整体燃除强度的坚定目标。**常规燃除仅代表总体燃除量的一部分，各家公司还应该制定旨在减少其整体燃除足迹的目标。我们认为的良好起点是，天然气燃除强度目标为产出天然气的 1%（这与阿帕奇公司和先锋石油公司采纳的目标一致；戴文能源公司的目标更严格，为 0.5%），或燃除排放总量目标为每原油当量桶 3 千克二氧化碳当量（雪佛龙石油公司所采纳的目标）。
- 3. 对未燃烧燃除零容忍。**未燃烧燃除会导致甲烷直接排放到大气中，造成有害影响。因此，各家公司应提高警惕，确保燃除持续燃烧并按既定的流程发挥作用，这一点尤其重要。确保实现最佳燃除绩效的措施应包括：经常监测燃烧情况，以及完善设计、安装和维护。一个高效的、最大限度减少燃除及其管理政策至关重要。
- 4. 政策倡议。**各家公司应支持政府旨在大幅减少燃除活动及伴生排放的政策。在美国，应在联邦和州级层面落实该倡议。美国环保局正在制定新的甲烷监管法规，油气行业可以参与制定，将此类承诺纳入到法规之中。

## 披露

太多公司所披露的燃除信息不完整或者不清晰，使得投资者难以评价某家公司的绩效，或者难以对比不同的公司活动。我们呼吁所有公司至少披露下列三项燃除绩效衡量标准，以帮助投资者和其他利益相关方评估进展情况。

- 1. 绝对燃除量。**我们建议，披露天然气燃除量和二氧化碳当量，在运营总额和净资产的基础上报告燃除量，或至少阐明所披露燃除量的基础。
- 2. 燃除强度。**计算燃除强度需要其他数据和假设，因此，各家公司也应对其进行报告（包括计算依据），从而有助于利益相关方与其他生产者开展对比。以下两种燃除强度衡量标准可提供帮助：一是燃除的天然气总量/生产的天然气总量，二是二氧化碳排放当量/生产的桶油当量。虽然前者更容易理解，但后一个指标可能更具可比性，它将天然气燃除活动置于整个石油和天然气生产的背景下。<sup>1</sup>在我们评估的 20 家公司中，有 9 家公司披露了燃除强度衡量标准。
- 3. 常规燃除量。**虽然大多数公司已制定零常规燃除目标，但是，很少公司真正在其可持续发展报告中披露常规燃除的水平。<sup>2</sup>做出该等零常规燃除（ZRF）承诺的所有公司应披露该事项，以便投资者衡量这些公司在消除常规燃除方面的进展情况。

最后，我们鼓励各家公司在其可持续发展报告中提供关于燃除趋势及减少燃除的措施和策略的更多详情和细节。在对可持续发展报告的调研中，我们注意到关于燃除的讨论深度及细节的程度相差很大，其中先锋石油公司提及“燃除”一词的次数最多（达到 53 次），而挪威国家石油公司仅 6 次提及“燃除”一词。因此，投资者通过敦促各家公司提供更具体的、具有可比性的燃除信息以及实现其目标的清晰路线图，可以更好地管理由于市场状况发生变化及排放法规带来的转型风险。

### 向管理层提出关于燃除的问题

在与油气公司讨论气候政策时，为了更好地了解这些公司的燃除措施与远景目标，投资者可向管理团队提出以下问题：

1. 帮助我们了解近期的燃除趋势。如何解释近期燃除增加/减少的原因？是什么因素阻碍贵公司无法更快速地减少燃除？
2. 贵公司如何区分常规燃除和事件驱动的燃除？贵公司是否有油井没有联通天然气外运基础设施？伴生天然气最可行的替代用途是什么？
3. 贵公司如何减少事件驱动的燃除？如何管理与中游合作伙伴的协作，以避免导致燃除的瓶颈？贵公司找到了哪些技术解决方案，可以最有效地降低燃除强度并改善燃除绩效？
4. 贵公司减少燃除的具体目标是什么？如果贵公司已承诺消除常规燃除，那么公司制定了什么计划来实现该目标？在二叠纪盆地或更广泛的地域范围内，贵公司是否愿意在 2030 年消除常规燃除承诺的基础上更进一步，以实现 2025 年消除常规燃除承诺，或设定具体的燃除强度目标？
5. 贵公司在可持续发展报告中如何披露燃除绩效？贵公司是否愿意承诺报告燃除总量、常规燃除量和燃除强度？
6. 贵公司支持哪些公共政策，来减少燃除并改进贵公司运营的燃除绩效？在美国，贵公司对联邦和/或州级层面的燃除限制的立场是什么？贵公司在该问题上采取了哪些措施来公开表示对该问题的支持，并与政策制定者就该问题进行合作？

<sup>1</sup>一家公司的燃除强度既受其伴生天然气与非伴生天然气产量之比的影响，也受其整体气油产量比（GOR）的影响。在其他条件相同的情况下，非伴生天然气产量较高的公司，其燃除强度指标相对较低。

<sup>2</sup>已有部分公司向世界银行披露上述信息，在零常规燃除 30（ZRF30）网站上可以查看该信息。



# 燃除 101：什么是天然气燃除？

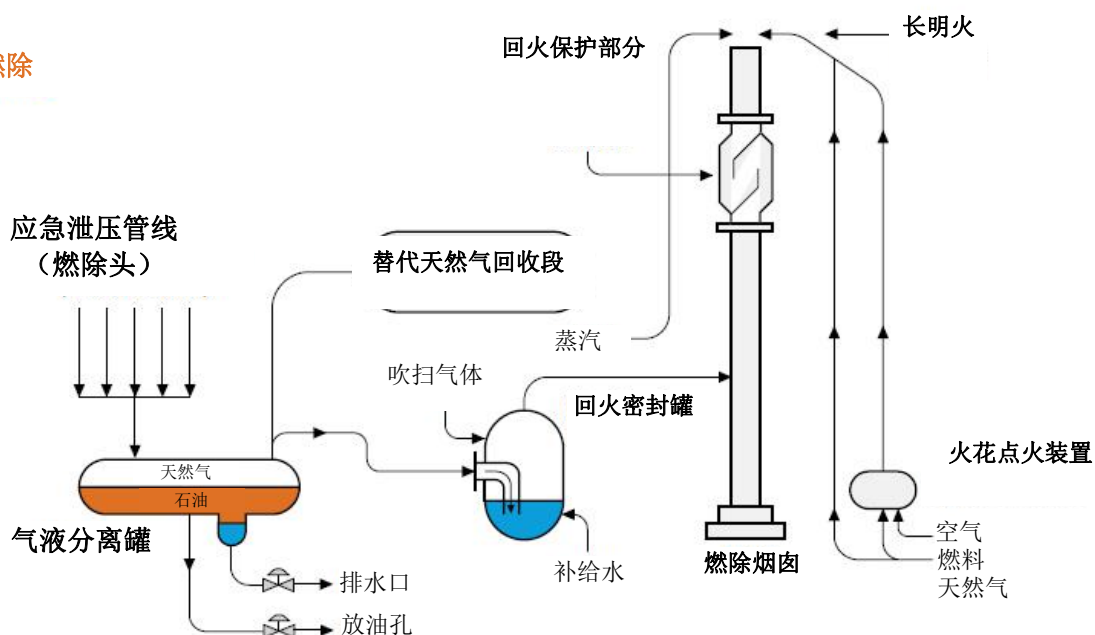
天然气燃除是将天然气作为废弃物燃烧的过程。尽管燃除发生在多个工业生产流程中（包括石油化工生产和填埋作业），本报告主要关注燃除的最大来源：石油生产，其中伴生天然气的燃烧量是主要的天然气燃除量。

在石油开采过程中，天然气通常作为副产品，在这种情况下也称为伴生天然气。尽管天然气本身是极具价值的资源，但出于以下多种原因可能被燃烧掉：

- 缺乏捕获及运输天然气的基础设施。油气公司可能在缺乏外运伴生天然气基础设施的情况下生产石油。在伴生天然气产量较小；缺乏针对被捕获天然气的切实可行的市场；或者运营商在完成必要的天然气基础设施前就已经开始石油生产的情况下，都可能出现上述状况。
- 缺乏现场用途。伴生天然气具有多种用途，比如：重新注入含烃地层中以提供压力支持，或转化为可用卡车或其他方式外运的压缩天然气（CNG）或液化天然气（LNG）。如果上述用途均未落实，那么天然气就不得不燃除掉。
- 中游瓶颈。在某些情况下，可能已建成天然气运输基础设施，但其容量限制、以及维护或其他因素会妨碍天然气的外运。如果天然气管网不在石油生产商的控制范围内，这种情况更容易发生。
- 安全性。天然气流量的增加以及下游瓶颈问题可能导致的压力增加，也需要燃除。设备失效会使部分天然气处理工艺停工，这也可能导致基于安全考虑的燃除情况。

当生产商由于上述任何原因而无法外运天然气时，考虑到燃除比直接将天然气排放到大气中是更可取的方式，因此，会采用天然气燃除。天然气的主要成分是甲烷，排放后比二氧化碳吸收更多的热量。甲烷排放还会造成其他问题，包括突然燃烧的风险，以及伴生排放的其他有害空气污染物，这些污染物会对现场附近居民以及油田生产从业工人的健康造成不利影响。

图 4：  
典型的天然气燃除



以往，许多石油生产商在对其生产经济状况建模时，并没有像通常考虑其他环境成本（如水处理）时那样考虑到避免燃除的成本。因此，生产商通常低估真正的运营成本，进而夸大回报。

## 燃除的天然气有多少？

世界银行日前发布了最新的《全球天然气燃除追踪报告》，使用卫星数据（参见专栏 3）报告了天然气燃除状况。根据该报告，2020 年，全球天然气燃除量达到 1420 亿立方米，约占天然气总产量 4 万亿立方米的 4%。<sup>3</sup>如果捕获这些天然气，并按当前现货价格（亨利中心，3 美元/百万英热单位）在美国售出，其市值可高达约 150 亿美元。

2020 年，全球天然气燃除量略低于 2019 年的水平（至少部分原因可能是新冠疫情导致的燃除放缓），与 2018 的水平相近。事实上，过去十年间，燃除量变化趋势波动范围较小。按国家划分，俄罗斯的天然气燃除量最高（250 亿立方米），其次是伊拉克、伊朗和美国。在燃除强度（燃除气量/生产气量）方面，强度最高的国家包括委内瑞拉、阿尔及利亚、伊朗、伊拉克和尼日利亚（采用 5 年平均强度值）。过去五年中，在个别国家，燃除量在不同年度间有一定幅度的波动，但对绝大多数的国家而言，燃除量波动范围一直较小。

图 5:

2020 年天然气燃除量和强度（天然气燃除量最高的国家）

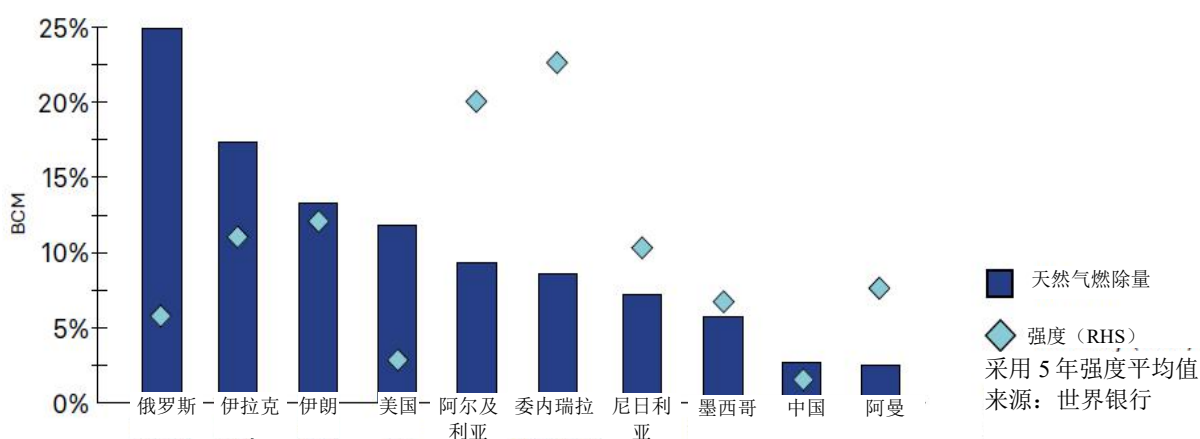
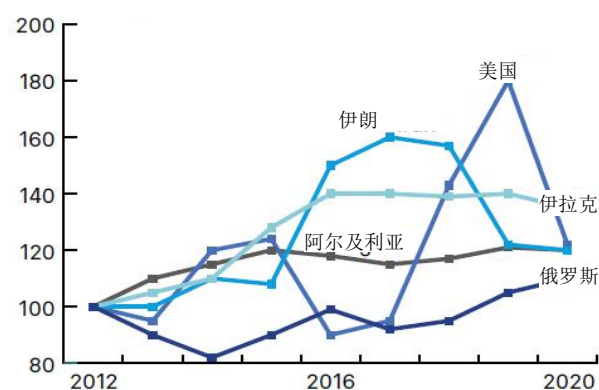


图 6:  
10 年天然气燃除量（重定的基准）

过去几年间，继二叠纪盆地的石油产量快速增长后，美国的石油产量发展轨迹更加波动不定。在二叠纪盆地，石油投产的速度超过了对天然气基础设施的投资速度。在金德摩根公司 (Kinder Morgan) 的墨西哥湾沿岸快线管道上线后，天然气管道容量于 2019 年底开始满足需求，使得 2020 年的燃除量大幅降低。展望未来，除非运营商更加积极地将伴生天然气规划整合到石油开发和生产中，否则管道容量短缺将再次成为一个问题。



来源：世界银行

<sup>3</sup> <https://www.iea.org/reports/natural-gas-information-overview>

## 常规天然气燃除与事件驱动的天然氣燃除

大多数天然气燃除分为常规燃除或事件驱动的燃除，体现了燃除的原因。<sup>4</sup>

1. **常规天然气燃除**指由于缺乏天然气运输基础设施或现场利用而不得不燃除天然气。在某些情况下，在运输伴生气的必要基础设施到位之前石油生产就已开始了。如果这种情况发生的时间少于一年，则燃除视为临时常规天然气燃除，否则将视为长期常规燃除。
2. 相比之下，**事件驱动的天然氣燃除**在本质上属于偶发性，是指运营商为安全或维护目的而燃除天然气，是由基础设施事件（例如停电和事故）以及中游运输限制（主要是管道容量不足）造成的。

基于 2019 年的数据，美国环保协会（EDF）在 2020 年对二叠纪盆地的天然气燃除状况开展了研究，挪威雷斯塔能源公司（Rystad Energy）估计三分之二的天然气燃除是事件驱动的，而在常规天然气燃除中，相当高的比重是短期性质的（参见图 7）<sup>5</sup>。值得注意的是，做出这一估算时的背景是，在石油产量激增的同时，二叠纪盆地运营商未能同步建立伴生天然气基础设施，导致中游行业出现大量的天然气燃除。在其他地区，常规燃除相对事件驱动的燃除比率可能更高。

常规燃除通常发生在生产现场，而事件驱动的燃除则发生在从井口到中游作业的多个地方。在对燃除相关排放的估算中，美国环保局（EPA）估计，中游行业的整体燃除活动略多于上游行业（参见图 8）；而温室气体排放清单表明，美国石油和天然气行业燃除的甲烷排放 60% 来自于上游行业，部分原因是上游行业的天然气燃除故障率更高。

图 7:

2020 年二叠纪盆地观测到的天然气燃除量（按类型划分）

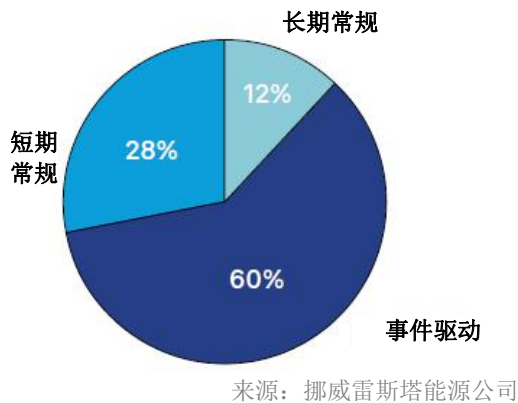
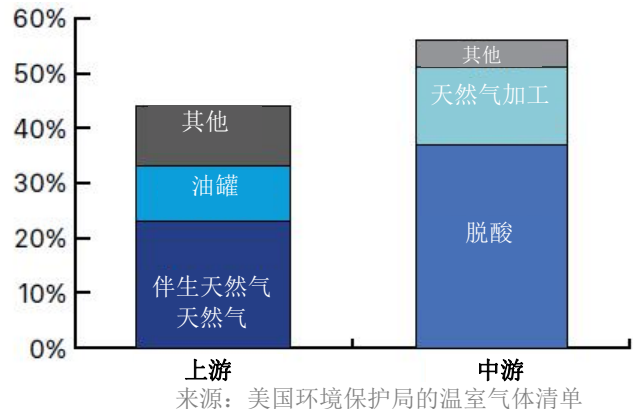


图 8:

石油和天然气行业排放清单中天然气燃除产生的二氧化碳排放



虽然常规燃除和事件驱动的燃除发生的原因经常不同，但常规燃除水平较低往往与事件驱动的燃除较少相关联。挪威雷斯塔能源公司在其研究中指出，事件驱动的燃除减少 25%，也有助于消除常规燃除。事件驱动的燃除减少，其原因在于更好的上游天然气捕集和收集系统往往伴随着对中游基础设施的更大投资。由于上游运营商在设计过程中对伴生天然气进行规划，上游和中游联系更加紧密协调一致，从而降低整体天然气燃除量。这进一步凸显了减少常规燃除的重要性。

<sup>4</sup>有些分析师还对第三类“运营类”燃除进行了分析，主要包括间歇性燃除，用于分离器、储罐群或更高分子量（MW）闪蒸产生的少量气体。世界银行将燃除分为常规燃除、安全燃除或非正规燃除；安全和非正规燃除均符合我们对事件驱动的燃除的定义。

<sup>5</sup>Rystad Energy/美国环保协会二叠纪盆地燃除展望报告（2021 年 1 月）

美国环保协会“环境、社会和治理”评估体系：投资者对低碳世界的洞见

## 天然气燃除对气候的影响

天然气燃除导致气候变化的方式有两种。第一种方式是通过排放二氧化碳：燃烧 1 立方米的天然气会产生约 1.9 千克的二氧化碳。<sup>6</sup>去年，天然气燃除产生的 1420 亿立方米天然气，如果完全燃烧，将产生约 2.7 亿吨的二氧化碳当量排放。

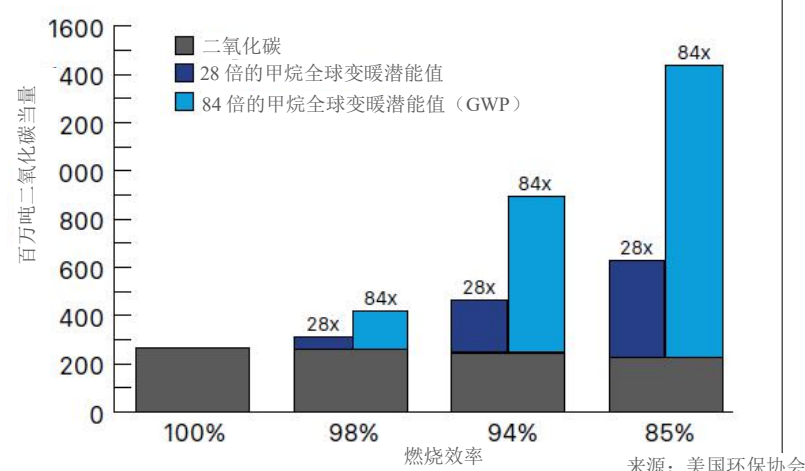
第二种方式是通过排放甲烷，因为并不是所有天然气都能在燃除过程中完全燃烧。这个问题更为严重，因为甲烷的变暖效应比二氧化碳强得多——100 年为 28 倍以上，20 年为 84 倍。<sup>7</sup>就燃除而言，甲烷逃逸到大气中的数量是多种因子（包括进入燃除的天然气流量、天然气成分和燃除的“破坏效率”）导致的结果。大多数排放清单，如美国环保局以及世界银行牵头的“减少全球天然气燃除合作伙伴”(GGFR)计划都认为，在燃除的天然气中，98%会得到燃烧，只有 2%会排入空中（主要为甲烷）。这会将天然气燃除隐含的温室气体足迹提高到 3 亿-4 亿吨二氧化碳当量。

然而，强有力的证据表明，在现实生活条件下，天然气燃除的实际燃烧效率远低于 98%。<sup>8</sup>美国环保协会的二叠纪甲烷分析项目（见专栏 1）表明，许多燃除在大部分时间都未达到最佳状态，导致排放的甲烷水平更高。本团队认为，在二叠纪盆地，整个盆地的燃除过程的燃烧效率不太可能超过 94%，甚至可能更低。正因如此，我们认为，所有运营商应做出强有力的承诺来消除燃除故障。

对全球天然气燃除过程的燃烧效率的不同假设，可能导致燃除产生的隐含温室气体足迹高得多，特别是使用更高的 84 倍的甲烷全球变暖潜能值（GWP，见图 9）。在较低（85%）的燃烧效率和较高的甲烷全球变暖潜能值（84 倍）的情况下，天然气燃除的足迹超过 10 亿吨二氧化碳当量，接近全球温室气体排放总量的 2%。虽然无法确定其真实足迹，但天然气燃除的温室气体排放似乎超过了公认的水平，主要原因是甲烷逃逸和放空排放。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）最近发布的第 6 次评估报告指明了这一点，并进一步强调了甲烷减排在减缓近期气候变化方面的重要性。

通过改变运营方式来减少被燃除的天然气量，是减少天然气价值链中燃除排放的唯一可靠机制。此外，所有进行燃除的公司都需要采取措施确保设备功能达到最佳，并开发系统来检查设备故障，特别是位于边缘地区的设备故障。

图 9：  
在不同的燃烧和甲烷全球变暖潜能值假设下的天然气燃除相关排放



<sup>6</sup>完全燃烧相当于 14.5kg/mmbtu 的碳。

<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>

<sup>7</sup>参见 IPCC，“人为和自然辐射强迫作用”（2018 年）。

<sup>8</sup>“美国北达科他州巴肯页岩天然气燃除的甲烷、炭黑和乙烷排放”，环境科学技术 2017, 51, 9, 5317-532 和“页岩地层井相关天然气燃除的甲烷破坏效率”，环境科学技术 2014, 48, 16, 9548-9554



## 天然气燃除与社区健康

天然气燃除的影响不仅局限于气候。任何地方燃除产生的颗粒物排放将会对附近社区的人口带来健康威胁。在美国，超过 50 万人居住在距离二叠纪盆地、西海湾（鹰滩）盆地和威利斯顿（巴肯）盆地的天然气燃除活动 5 公里的范围内，这些地方的燃除活动累计占美国的 80%。<sup>9</sup>在尼日利亚的尼日尔三角洲，超过 200 万人居住在距离天然气燃除活动 4 公里的范围内，而伊拉克南部是另一个距离当地居民很近的高燃除活动区域。数以千计的石油行业工人也面临与燃除相关的健康风险。

天然气燃除会产生以下各种不利的健康影响<sup>10</sup>：

- 燃除是作为挥发性有机化合物（VOC）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）的重要来源，包括甲醛、乙醛和乙烯。氮氧化物和挥发性有机化合物会导致哮喘的发作和恶化以及地面臭氧的形成，而臭氧又会影响呼吸系统、心血管系统和神经系统以及生殖系统和死亡率。
- 燃除还会排放有害空气污染物，包括苯和多环芳烃（PAH）以及以炭黑形式存在的颗粒物。苯和一些多环芳烃是公认的致癌物，也与出生缺陷有关，而接触炭黑会导致更高的死亡率和心肺疾病住院率。

这些担忧并不是没有根据的：美国最近的研究发现，孕妇早产的显著增加与怀孕期间居住在发生过 10 次以上燃除活动的 5 公里范围内相关。<sup>11</sup>

天然气燃除也事关环境正义问题。在美国的二叠纪盆地和西部海湾地区，居住在盆地天然气燃除活动附近的人口主要为有色人种。美洲原住民，尤其是 Mandan、Hidatsa 和 Arikara 部落的成员，占居住在威利斯顿盆地附近人口的很大比例，而威利斯顿盆地有大量的燃除活动。

### 为什么天然气燃除是环境、社会和治理（ESG）问题

天然气燃除问题涉及环境、社会和治理的所有核心支柱。环境破坏来自于可避免的二氧化碳和甲烷排放。

社会影响是由伴生气污染对工人和社区造成的有害影响以及甲烷燃烧无组织泄漏造成的健康风险造成的。另一个影响是当天然气遭到燃除而不是输送到市场时，对各州和土地所有者造成的收入损失。最后，天然气燃除显然是一个治理问题，因为当该问题整合到管理规划和决策中时，几乎可以完全避免。



#### 环境

天然气燃除排放导致气候变暖的二氧化碳、甲烷和其他空气污染物

#### 社会

污染影响社区和工人

#### 治理

过度天然气燃除反映缺乏管理重点

<sup>9</sup>“浓烟滚滚：美国周边非常规油气开采中暴露于燃除中的人群特征”，Lara J Cushing 等人，2021 年，《环境研究快报》16 034032 Ibid.

<sup>10</sup>“在德克萨斯州南部，鹰滩页岩非常规油气开采结果引发的燃除”，Lara J Cushing 等人，2020 年，环境健康视角

<sup>11</sup>“在德克萨斯州南部，鹰滩页岩非常规油气开采结果引发的燃除”，Lara J Cushing 等人，2020 年，环境健康视角

## 专栏 1：二叠纪甲烷分析项目

美国环保协会的二叠纪甲烷分析项目（PermianMAP）是一个甲烷监测和研究项目，旨在提供来自世界上最大的油田之一的透明和可访问的甲烷排放数据。从 2020 年初开始，美国环保协会的二叠纪甲烷分析项目团队一直在使用塔式监测器、频繁的飞机和直升机调查以及地面测量，在二叠纪盆地的高产区开展先进的排放监测。该项目的完整研究方法请参考网站[相关介绍](#)。

为研究天然气燃除产生的甲烷排放，二叠纪甲烷分析项目研究人员使用部署在 R44 直升机上的定制红外摄像机开展燃除调查。2020 年期间，对 1000 多个高产井场进行了四次随机的直升机燃除监测，研究发现，约 5% 的燃除发生故障且仅部分燃烧，另外还有 5% 完全未燃烧导致甲烷直接排放。在一项小规模研究中，研究人员一周内多次观测了 200 多个天然气燃除活动，超过一半的故障燃除反复出现故障，约四分之一的燃除活动从未正常运行。

美国环保协会 2021 年春季启动直升机天然气燃除调查，调查范围后扩大到包括边缘井场和高产井场。<sup>12</sup>因此，观测到的燃除故障率从 10% 上升到 30% 左右，增长了两倍。这些新发现凸显了低产和边缘井场、天然气燃除以及其他来源的甲烷排放率引发担忧。研究人员认为，由于设备较旧、维护频率较低和产量降低而导致的井场间歇性燃除，都将造成这些井场出现更高的燃除故障率。

尽管边缘油井占全国油井的绝大比重，但运营商往往寻求州和联邦排放标准对其免责。制定定期检查这些边缘设施是否存在设备故障的标准，将有助于大幅降低燃除故障率。

**通过红外摄像机从 R44 直升机上看到的燃烧的燃除(L)和未燃烧的燃除(R)。**



图片截取与视频片段。

图片来源：二叠纪甲烷分析项目

<sup>12</sup>见美国环保协会博客，“重新对二叠纪盆地开展研究，对美国甲烷政策意味着什么”

# 二叠纪盆地石油和天然气燃除排放情况

**研究区域**

二叠纪盆地  
美国环保协会的研究区域

---

**研究内容**

1200 次天然气燃除

---

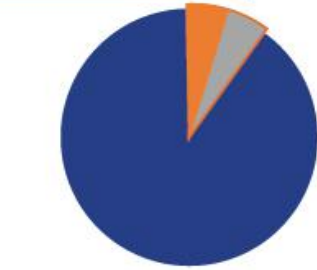
**研究方法**

空中监测

4 次随机调查  
定期，涵盖各个区域内的天然气燃除活动  
2月 | 3月 | 6月 | 11月

3 次重复调查  
连续，覆盖一个区域内的所有天然气燃除活动  
11月2日 | 11月4日 | 11月6日

## 我们的发现



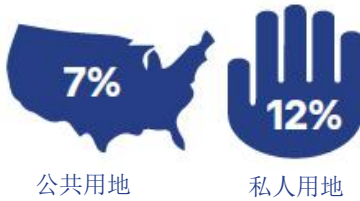
10% 天然气燃除出现故障  
5% 天然气未燃烧，出现放空



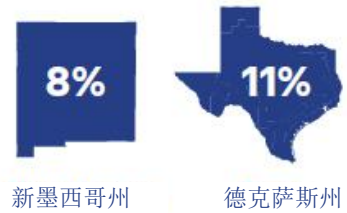
发生故障的天然气燃除会释放甲烷和挥发性有机化合物

## 表现最差的地方

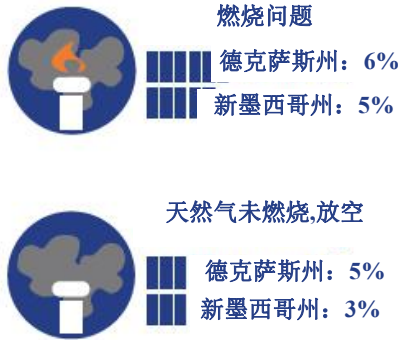
故障率（按土地所有者划分）



故障率（按地理位置划分）

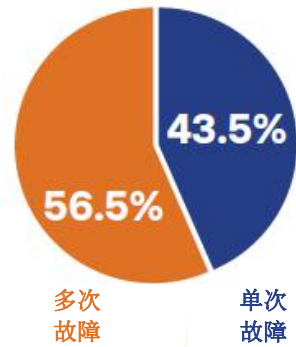


## 天然气燃除出现故障的原因



## 重复出现故障

超过一半的天然气燃除反复出现故障



截至 2021 年 2 月 10 日的数据

更多信息，请登录 [PermianMAP.org](http://PermianMAP.org) 查询。

# 20 家石油和天然气公司的天然气燃除情况

我们评估了 20 家上市石油公司（其中包括：九家国际石油公司（英国石油公司、雪佛龙石油公司、康菲石油公司、埃尼集团、挪威国家石油公司、埃克森美孚国际公司、西班牙国家石油公司、壳牌公司和道达尔能源公司）、六家美国独立石油公司（阿帕奇公司、戴文能源公司、依欧格资源公司、美国阿美拉达赫斯公司、美国西方石油公司和先锋石油公司）和五家国家石油公司（中国海洋石油有限公司、巴西石油公司、中国石油天然气股份有限公司、俄罗斯石油公司和沙特阿拉伯国家石油公司））的天然气燃除绩效、承诺和披露状况。这些公司通常是同类中企业天然气燃除量最大的石油公司。

为评估每家公司的天然气燃除强度，我们分析了公司报告数据和来自 Wood Mackenzie 及天然气燃除监测组织（Flaring Monitor）的卫星测量的燃除数据集。为评估承诺和披露，我们审查了各公司的可持续发展报告和碳排放信息披露项目(CDP)问卷调查回复<sup>13</sup>，并直接联系了公司管理团队。

虽然数据显示公司的燃除绩效各不相同，但结论显而易见：我们所评估的大多数公司可以采取更多行动来减少天然气燃除，并改善与天然气燃除相关的披露。上述结果表明，我们必须加强投资者的参与度，以提高燃除的标准，同时必须改进公共政策。下文为研究发现的总结；附录对单个运营商的绩效进行了讨论。

## 燃除强度

我们评估了 20 家公司披露的天然气燃除量和强度，并将其与 Flaring Monitor 收集的美国产区和 Wood Mackenzie 收集的其他地区的卫星数据进行了比较。公司倾向于结合直接测量和估算方法来计算燃除量，而卫星数据取自传感器对燃除热特征的读数（见专栏 2）。我们评估的全球数据集覆盖 2019 年，而美国的数据则持续到 2020 年。

图 10 显示了 2019 年各家公司基于卫星测量和公司报告的燃除强度数据，图 11 显示了 2019 年和 2020 年美国的天然气燃除数据。

图 10:

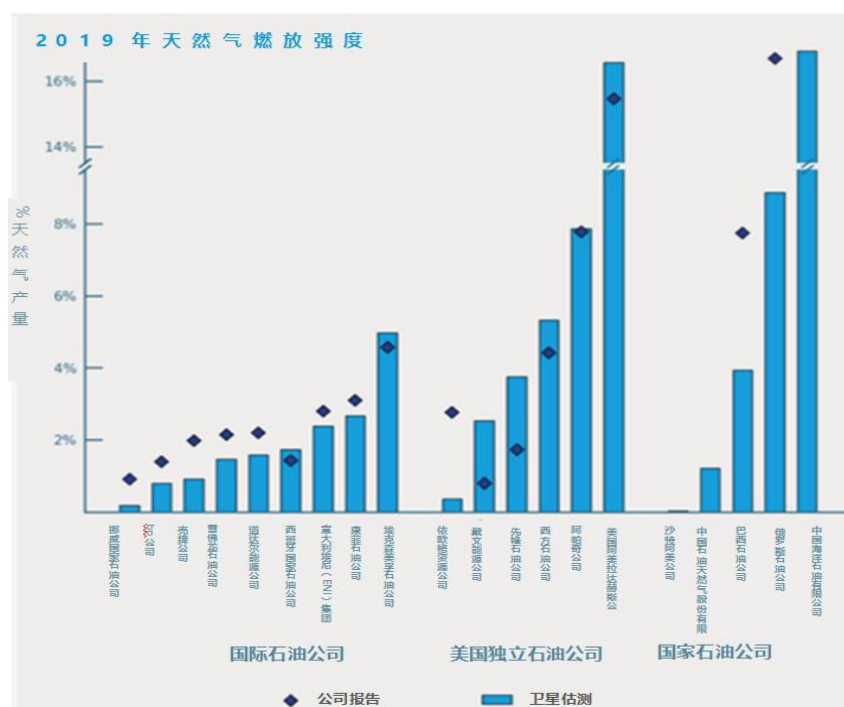
### 2019 年 20 家公司的全球天然气燃除强度

公司报告

卫星数据

天然气燃除强度=燃除的天然气/生产的天然气。

来源：Wood Mackenzie、Flaring Monitor 和公司报告



<sup>13</sup>特别是问题 C-OG4.8：“如果燃除与贵公司油气生产活动相关，请描述贵公司为了减少燃除所做的努力，包括任何燃除减排目标。”



关于图 10 和图 11 的一些观测结果包括：

- **各公司的天然气燃除强度差别很大。**在每个组别中，各公司的燃除强度差别很大。这种状况在几家国家石油公司中最为明显（其中 2019 年的燃除强度范围，最低是沙特阿拉伯国家石油公司 0.5% 以下，最高是中国海洋石油有限公司 16% 以上）。处在强度范围下限的公司包括挪威国家石油公司、壳牌公司和 bp（国际石油公司组别）；依欧格资源公司和美国西方石油公司（美国独立石油公司组别）以及中国石油天然气股份有限公司和沙特阿拉伯国家石油公司（国家石油公司组别）。每个组别中燃除强度较高的一家公司分别是：埃克森美孚国际公司（国际石油公司组别）、美国阿美拉达赫斯公司（美国独立石油公司组别）和中国海洋石油有限公司（国家石油公司组别）。

图 11：

2019 年和 2020 年美国六家公司的天然气燃除强度



- **卫星测量与公司报告的天然气燃除数据之间的差异。**在多数情况下，Wood Mackenzie 和 Flaring Monitor 收集的卫星数据与公司报告的数据非常吻合，但在少数情况下存在显著差异。这种差异可能是由于专栏 2 中讨论的多种因素造成的。也就是说，这两种数据来源在说明同一家公司在其组别中的相对天然气燃除强度（低、中或高）时通常表现一致。
- **2020 年美国天然气燃除强度大幅下降。**2017~2019 年期间，因石油产量持续上升，尤其是在二叠纪盆地，燃除强度大幅增长。之后，受天然气外输能力增强以及与因新冠疫情生产活动减少的双重因素影响，所有美国运营商的燃除强度都出现了下降。

## 专栏 2：通过卫星监测天然气燃除

与甲烷等其他石油和天然气排放不同，天然气燃除可用肉眼观测到，同时也可从太空进行测量，天然气燃除亮度与燃烧气量直接相关。

近十年来，美国国家海洋和大气管理局（NOAA）的联合极地卫星系统（JPSS）一直在观测全球天然气燃除活动。JPSS 的可见光红外成像辐射套件（VIIRS）安装在 Suomi-NPP 和 NOAA-20 极轨卫星上，可收集燃除活动的读数，每颗卫星每 24 小时测量一次全球燃除强度，空间分辨率为 1 km<sup>2</sup>。VIIRS 传感器（在波长为燃除过程中产生的热辐射最大时）对热辐射做出响应，从而将它们与其他热源区分开来。

科罗拉多矿业学院佩恩公共政策研究所的地球观测组(EOG)，通过 VIIRS 夜间燃烧(VNF)设备接收、处理和提供可见 VIIRS 数据。此外，地球观测组还提供全球各个天然气燃除现场的年度燃除量估算，包括上游（生产现场）、中游（例如，压缩机站、处理厂、液化天然气）和下游（例如，原油精炼厂）设施的天然气燃除现场。该估算基于先前推导的卫星观测到的天然气燃除亮度与燃除量之间的相关性得出。<sup>14</sup>

有几个因素可能阻碍 VIIRS 传感器准确测量燃除活动的的能力。其中最重要的因素是事件驱动的燃除的周期性：每台 VIIRS 仪器每 24 小时对同一燃除场站进行一次回访，且仅在夜间进行测量。如果当时恰好天然气燃除正处于间歇暂停，则不会被测量。此外，云层也会阻碍能见度，尽管 VNF 算法对这些影响做了一些调整。

在油气行业气候倡议组织（OGCI）的支持下，地球观测组借助一个基于网络的新应用程序，从 2022 年开始将能改善 VIIRS 天然气燃除数据的类型和质量。

<sup>14</sup> <https://www.mdpi.com/1996-1073/9/1/14>

图 12:

安装 VIIRS 传感器的 Suomi NPP 卫星



来源: 美国国家航空航天局 [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/NPP/mission\\_overview/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/NPP/mission_overview/index.html)

图 13:

地球观测组的年度天然气燃除量估算 (2012-2020 年)



来源: SkyTruth

为将卫星推导的天然气燃除估算对应于相应的公司，需要根据地理坐标将 VNF 数据映射至特定的运营商。由于 VIIRS 燃除辐射监测的网格面积为 1 平方公里，因此该映射可能是不确定的，尤其是在具有密集燃除点和多个运营商的盆地中。本报告评估的卫星天然气燃除数据来自 Flaring Monitor 和 Wood Mackenzie，其已将 VNF 数据映射至运营商。在美国，考虑到多个运营商的活动彼此邻近，Flaring Monitor 开发了一种基于井场匹配的方法。

将卫星测量的燃除数据与公司报告的数据进行比较将受到各种不确定性的影响，这使得严格意义上的比较变得较为困难。公司使用一系列可能会出现错误的测量和估算技术。在某些情况下，测量仅限于生产现场，这意味着可能不会披露压缩机站/处理厂/炼油厂的天然气燃除数据。在其他情况下，公司报告的燃除数据可包括非卫星能测量的放空气体。另外，报告依据也可能存在问题；通常，公司基于运营报告天然气燃除，但基于净资产报告天然气总产量，这给计算有意义的燃除强度比率的工作增加了难度。<sup>15</sup>

在本分析中，卫星测量的燃除量和强度通常低于各个公司报告的数据。相比之下，美国环保协会在其二叠纪甲烷分析项目研究中发现，各个公司报告的二叠纪盆地上游燃除量通常低于卫星数据。

## 天然气燃除承诺

我们评估的几乎所有公司都可采取更多的措施来减少燃除。评估公司燃除承诺的一个关键步骤是评估其燃除的具体目标。以下特别说明我们认为每家公司为应对天然气燃除应做出的四项承诺：

- 1. 2030 年零常规燃除：起点。**在评估的 20 家公司中，12 家公司支持“世界银行 2030 年零常规燃除倡议”，另外 4 家公司做出了类似承诺。其他公司应做出该承诺，包括“无新增常规燃除”的保证，即，如果伴生气没有运输目的地或用途，则不进行新的石油生产。并且，作为对 2030 年零常规燃除承诺的一部分，每家公司应披露其实现承诺的具体计划。

**二叠纪盆地 2025 年前消除常规燃除承诺。**在二叠纪盆地（外运伴生气的必要基础设施已基本到位）运营的公司，应在 2030 年承诺的基础上更进一步，并承诺加快进度。希望取得气候领先地位的公司应在更广的地域内考虑做出 2025 年消除常规燃除承诺。

- 2. 整体燃除强度的坚定目标。**常规燃除仅代表总体燃除量的一部分，各家公司还应该制定减少其整体燃除足迹的目标。我们认为，燃除强度目标为产出天然气的 1%（这与阿

<sup>15</sup>部分司法管辖区（如德克萨斯铁路委员会）不要求对被燃除的气体和排放气体区别对待，运营商可在其报告中将两者合并在一起。

帕奇公司和先锋石油公司采纳的目标一致；戴文能源公司的目标更严格，为0.5%，或燃除排放与油气产量之比，如目标为每原油当量桶排放3千克二氧化碳当量（雪佛龙石油公司所采纳的目标），是良好的起点。

- 3. 对未燃烧燃除零容忍。**未燃烧燃除会将甲烷直接排放到大气中，造成有害影响。因此，各家公司应提高警惕，确保燃除持续燃烧并按既定的流程发挥作用，这一点尤其重要。确保实现最佳燃除绩效的措施应包括：经常监测燃烧情况，以及完善设计、安装和维护。一个高效的、最大限度减少燃除及其管理政策至关重要。
- 4. 政策倡议。**各家公司应支持政府旨在大幅减少燃除活动及伴生气排放的政策。在美国，应在联邦和州级层面落实该倡议。美国环保局正在制定新的甲烷监管法规，油气行业可以参与制定，将此类承诺纳入到法规之中。

## 披露

太多公司所披露的燃除信息不完整或者不清晰，使得投资者难以评价某家公司的绩效，或者难以对比不同的公司活动。我们呼吁所有公司至少披露下列三项燃除绩效衡量标准，以帮助投资者和其他利益相关方评估进展情况。

- 1. 绝对燃除量。**我们建议，披露天然气燃除量和二氧化碳当量，在运营总额和净资产的基础上报告燃除量，或至少阐明所披露燃除量的基础。
- 2. 燃除强度。**计算燃除强度需要其他数据和假设，因此，各家公司也应对其进行报告（包括计算依据），从而有助于利益相关方与其他生产者开展对比。以下两种燃除强度衡量标准可提供帮助：一是燃除的天然气总量/生产的天然气总量，二是二氧化碳排放当量/生产的桶油当量。虽然前者更容易理解，但后一个指标可能更具可比性，它将天然气燃除活动置于整个石油和天然气生产的背景下。<sup>16</sup>在我们评估的20家公司中，有9家公司披露了燃除强度衡量标准。
- 3. 常规燃除量。**虽然大多数公司已制定零常规燃除目标，但是，很少公司真正在其可持续发展报告中披露常规燃除的水平。<sup>17</sup>做出该等零常规燃除（ZRF）承诺的所有公司应披露该事项，以便投资者衡量这些公司在消除常规燃除方面的进展情况。

最后，我们鼓励各家公司在其可持续发展报告中提供关于燃除趋势及减少燃除的措施和策略的更多详情和细节。在对可持续发展报告的调研中，我们注意到关于燃除的讨论深度及细节的程度相差很大，其中先锋石油公司提及“燃除”一词的次数最多（达到53次），而挪威国家石油公司仅6次提及“燃除”一词。因此，投资者敦促各家公司提供更多具体的、具有可比性的燃除信息，并且提供各家公司计划实现其目标的清晰路线图，从而可以更好地管理由于市场状况发生变化及排放法规带来的转型风险。

图14总结了我们所评估公司的天然气燃除强度绩效、具体目标和披露情况。并指出了我们认为的关键“诉求”，即我们针对每家公司提出的改善燃除绩效的合理措施。

<sup>16</sup>一家公司的燃除强度既受其伴生天然气与非伴生天然气产量之比的影响，也受其整体气油产量比（GOR）的影响。在其他条件相同的情况下，非伴生天然气产量较高的公司，其燃除强度指标相对较低。

<sup>17</sup>已有部分公司向世界银行披露上述信息，在零常规燃除30（ZRF30）网站上可以查看该信息。



图 14： 燃除绩效和关键“诉求”汇总表

		联盟		承诺			披露					
		天然燃除强度	支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
国际石油公司	bp 公司	🔥	✓	✓	✓	✓			✓		✓	设定燃除强度目标
	雪佛龙石油公司	🔥🔥	✓	✓	✓		✓		✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	康菲石油公司	🔥🔥	✓		✓				✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	意大利埃尼 (ENI) 集团	🔥🔥	✓	✓	✓	✓			✓		✓	设定燃除强度目标
	挪威国家石油公司	🔥	✓	✓	✓					✓	✓	设定燃除强度目标
	埃克森美孚石油公司	🔥🔥	✓	✓	✓				✓			支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	西班牙国家石油公司	🔥🔥	✓		✓				✓		✓	设定燃除强度目标
	壳牌公司	🔥	✓	✓	✓				✓		✓	致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	合计	🔥🔥	✓	✓	✓				✓		✓	设定燃除强度目标
美国独立石油公司	阿帕奇公司	🔥🔥			✓	✓	✓		✓			支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	戴文能源公司	🔥			✓		✓		✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	依欧格资源公司	🔥	✓		✓				✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	美国阿美拉达赫斯公司	🔥🔥					✓		✓	✓		支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	西方石油公司	🔥🔥	✓		✓				✓	✓		致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
	先锋石油公司	🔥			✓		✓		✓			致力于二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺
国家石油公司	中国海洋石油有限公司	🔥🔥										支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	巴西石油公司	🔥🔥	✓		✓				✓			设定燃除强度目标
	中国石油天然气股份有限公司	🔥										支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	俄罗斯石油公司	🔥🔥							✓	✓		支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议
	沙特阿美公司	🔥	✓		✓					✓		披露燃除量

燃除强度关键： 🔥 低      🔥🔥 中      🔥🔥🔥 高      来源： 公司报告和美国环保协会



	联盟	承诺	披露	
--	----	----	----	--

### 专栏 3：天然气燃除披露框架

各种主流的环境、社会和治理披露框架均鼓励油气公司至少报告部分有关天然气燃除排放的信息。这些框架为投资者提供了敦促各个公司参与天然气燃除的基础。油气行业公司通常在其可持续发展报告中包含绝对天然气燃除数据，但不包括燃除强度或常规燃除量的数据。投资者可通过鼓励可持续发展会计准则委员会(SASB)、碳排放信息披露项目(CDP)、全球报告倡议组织(GRI)和气候相关财务信息披露工作组(TCFD)在其报告框架中添加有关天然气燃除强度和常规燃除的内容，来增强自身的燃除参与度。

**可持续发展会计准则委员会(SASB)：**SASB 在其对油气勘探和生产公司的披露建议中明确提及天然气燃除。EM-EP-110a.2 指标要求公司报告以下来源的全球范围 1 排放总量：“(1)天然气燃除产生的碳氢化合物、(2)其他燃烧、(3)过程排放、(4)其他排放和(5)逃逸排放。”<sup>18</sup>该指标规定，天然气燃除产生的碳氢化合物包括“燃除产生的所有排放物，这些排放物与通过燃烧碳氢化合物产品和日常运营、故障或紧急情况下的不可回收天然气的管理和处置有关。”此外，EM-EP-110a.3 指标要求公司讨论减少范围 1 排放的长期和短期方法，将天然气燃除视作可能需要特别关注的一种排放源。在实践中，公司经常将其绝对天然气燃除量数据与 SASB 的 EM-EP-110a.2 指标联系起来，并将其减少燃除的战略与 EM-EP-110a.3 指标联系起来。

**碳排放信息披露项目(CDP)：**CDP 针对油气公司的调查问卷比其同类披露框架更加关注天然气燃除。对于询问公司是否有针对甲烷减排目标的 C-OG42.c 指标，CDP 指出，常见的甲烷减排目标涉及减少天然气燃除。CDP 还用一整章节(C-OG4.8)介绍“在减少燃除方面开展的工作”。该章节要求各个公司描述公司具体的燃除减少计划，并要求没有计划的公司解释燃除与其运营无关的原因。最后，在关于范围 1 排放的 C-OG7.1 中，与 SASB 和气候相关财务信息披露工作组(TCFD)一样，CDP 建议各个公司披露天然气燃除产生的绝对甲烷和二氧化碳排放量。CDP 报告的公司倾向于对所有这三个与燃除相关的部分做出回应。

**全球报告倡议组织(GRI)：**旨在适用于所有行业公司，全球报告倡议组织(GRI)对油气公司的天然气燃除披露提供的指导最少。在其关于范围 1 排放的推荐披露 305-1 中，GRI 将燃除列为可能导致温室气体排放的“活动类型”。除此之外 GRI 不涉及燃除。GRI 正在制定油气行业的披露标准，计划于 2021 年第四季度发布。

**气候相关财务信息披露工作组(TCFD)：**因为与行业无关，所以一般的 TCFD 框架未明确提及天然气燃除。然而，在能源部门的补充指南中，TCFD 有一个衡量天然气燃除的指标。TCFD 敦促公司披露二氧化碳当量（单位：百万吨）以及以下来源的全球范围 1 排放总量：“(1)燃烧；(2)天然气燃除产生的碳氢化合物；(3)过程排放；(4)直接排放和(5)逃逸排放。”<sup>19</sup>该建议几乎与 SASB 的 EM-EP-110a.2 指标相同。鉴于这些相似之处，大多数公司的绝对天然气燃除排放按 SASB 框架报告，尤其考虑到大多数公司仅参考 TCFD 的通用框架而非其针对能源部门的附加报告要求。

<sup>18</sup>石油和天然气-勘探和生产-可持续性会计准则，SASB（2018 年）

<sup>19</sup>执行气候相关财务信息披露工作组的建议，TCFD（2017 年）

# 天然气燃除的监管

鉴于监管风险，投资者有充分的理由敦促公司参与天然气燃除行动。虽然监管机构过去对燃除持宽容态度，导致许多辖区的监管无效和/或执法不严，但未来监管审查可能会趋严。随着人们对燃除造成的环境和人类健康的恶性影响的更深入了解，有目共睹的天然气燃除将是一个有吸引力的靶子。

事实上，天然气燃除是特别合适监管的候选对象，因为它是环境市场失效的典型例子，在这种情况下，个人的行为会对他人产生无意和无法弥补的有害影响。<sup>20</sup>虽然行业的部分成员单位在减少燃除方面展现出了领导力，但事实证明，行业整体行动远远不足以解决燃除这个问题。因此，减轻与气候相关的金融风险 and 实现净零投资目标取决于改进的燃除公共政策。

随着政策行动的呼声增强以及与清洁能源的竞争愈演愈烈，投资者应考虑与公司和政策制定者合作，以支持明智且雄心勃勃的行动，解决燃除及其相关污染问题。<sup>21</sup>

## 全球天然气燃除政策

虽然世界各地的石油生产国政府已广泛承认燃除对经济、环境和健康的影响，但解决该问题的监管政策仍然有限。目前，七个国家——俄罗斯、伊拉克、伊朗、美国、阿尔及利亚、委内瑞拉和尼日利亚——占全球燃除总量的 65% 左右，但没有一个国家制定了大幅减少燃除的综合政策。<sup>22</sup>

即使在一些已制定了燃除政策的国家，例如阿尔及利亚或尼日利亚，政策执行仍然不严。在这些国家中，国家石油公司的巨大影响以及这些国家对油气行业的经济依赖，通常意味着监管机构要么为公司提供几乎无限制的、没有后果的燃除豁免权，要么对公司的燃除情况完全视而不见。

天然气燃除和放空通常由多个监管机构负责。由于二者涉及一个国家自然资源的有效利用以及空气污染问题，因此在许多国家，石油或能源部以及环境部在应对燃除方面的权力存在交叉重叠的情况。

<sup>20</sup>Keohane N.O., Olmstead S.M. (2016) 环境领域的市场失灵。列于：华盛顿特区岛屿出版社《市场与环境》。  
[https://doi.org/10.5822/978-1-61091-608-0\\_5](https://doi.org/10.5822/978-1-61091-608-0_5)

<sup>21</sup>《2021 年不可避免的政策响应：政策预测》，《联合国负责任投资原则》，2021 年 3 月 17 日

<sup>22</sup>《全球天然气燃除追踪报告》，世界银行 GGFR，2021 年 4 月

图 15:

## 国际天然气燃除监管框架汇总

国家	世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	天然气燃除强度 <sup>23</sup>	主要监管机构	总体目标	允许燃除的情况	许可和处罚	说明
俄罗斯	√	6.9%	自然资源部；地区主管部门	到 2030 年，全国范围的温室气体排放量较 1990 年的水平降低 70%-75%	俄罗斯官方要求所有主要油田的伴生气利用率为 95%。优先考虑伴生气的管道接入。 <sup>24</sup>	俄罗斯对不遵守常规和紧急天然气燃除的行为设立了相当严厉的处罚，可能包括吊销运营执照。	尽管有官方规定，但缺乏监督和执法，尤其是对俄罗斯运营商而言，这意味着对要求的遵守有限。
伊拉克 <sup>25</sup>	√	11.6%	环境部；石油部	没有确定官方的燃除目标，但声明将在 2025 年消除燃除。	目前尚不清楚对燃除是否有任何官方限制，但是，近年来伊拉克政府和国家石油公司寻求与外国公司合作建立天然气捕集和利用基础设施。 <sup>26, 27, 28</sup>	据报道，环境部已对巴士拉石油公司就燃除处以罚款，但支付的罚款通常低于减少燃除产生的成本。 <sup>29</sup>	鉴于目前从伊朗进口天然气，伊拉克有明显的经济和地缘政治动机来减少燃除。但从历史上看，缺乏投资限制了天然气捕集基础设施的建设。
伊朗 <sup>30</sup>		13.6%	石油部	到 2030 年，与照常排放情景相比，全国温室气体排放量将减少 4%。	2017 年的一项法律要求伊朗政府到 2021 年将燃除比重限制在伴生气产量的 10%。 <sup>31</sup>	不清楚	需要对天然气捕集基础设施进行大量投资，以减少伊朗的燃除。然而，美国的制裁可能会限制外国投资。

<sup>23</sup>燃除强度=被燃除的天然气除以已产石油桶数。来源：世界银行“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”（GGFR）

<sup>24</sup>Hines, Jon 等人，《俄罗斯联邦实行的石油天然气监管：概述》，《汤森路透法律实务》，2021 年 4 月 1 日

<sup>25</sup>据最佳公开信息显示，获取该国最新燃除政策的可靠资料尚有限。

<sup>26</sup> Hasan, Hadeel A. 和 Slava Kiryushin. 《初步分析：伊拉克石油市场及其监管》，DWF Group，2021 年 5 月 29 日

<sup>27</sup>《在持续冲突中，伊拉克将着手开展熄灭燃除工作》，世界银行 GGFR，2017 年 5 月 9 日

<sup>28</sup> Al Ansary, Khalid. 《伊拉克正部长宣布该国正在与法国石油巨头道达尔讨论一项金额达 70 亿美元的协议》，彭博新闻社，2021 年 3 月 27 日

<sup>29</sup>Rubin, Alissa J. 和 Clifford Krauss. 《伊拉克南部的黄昏毒气弥漫》，《纽约时报》，2020 年 7 月 16 日

<sup>30</sup>据最佳公开信息显示，获取该国最新燃除政策的可靠资料尚为有限。

<sup>31</sup>《伊朗通过法律限制天然气燃除》，《金融论坛报》，2017 年 1 月 2 日

国家	世界银行“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	天然气燃除强度 <sup>21</sup>	主要监管机构	总体目标	允许燃除的情况	许可和处罚	说明
阿尔及利亚		22.7%	能源矿产部； 阿尔及利亚国家碳氢化合物管理局	阿尔及利亚的国家自主贡献（NDC）承诺到2030年天然气燃除不超过1%。	阿尔及利亚正式禁止常规燃除，但在监督和执行上似乎存在重大差距。 <sup>32</sup>	私营石油公司运营的新油田中的燃除似乎是有限的。几乎所有的燃除都发生在阿尔及利亚国家石油公司运营的老油田中。	由于阿尔及利亚国家石油公司具有相当大的政治和经济影响力，该公司似乎在很大程度上不受政府对燃除管制的限制。
委内瑞拉		44.5%	环境和可再生资源部	到2030年，全国范围的温室气体与BAU相比，到2030年，全国温室气体排放量将减少20%。	委内瑞拉不限制排放和天然气燃除，但设定了空气质量和污染物的最大排放限值。环境和可再生资源部（MARNR）根据具体情况制定标准，但据了解，石油行业遵循其自己的指导方针。 <sup>33</sup>	环境和可再生资源部（MARNR）根据具体情况授予天然气燃除许可证。政府还拥有（通常是免费或以折扣价）获取运营商不使用的伴生天然气的合法权利。	严重的政治冲突与石油生产国的天然气燃除的增加有关。过去两年，在叙利亚和也门出现天然气燃除急剧增加和天然气产量下降的趋势后，委内瑞拉的天然气燃除急剧增加，而天然气产量却出现下降。 <sup>34</sup>
尼日利亚	√	11%	石油资源部	到2030年，排放量比2010-14年的水平降低70%-75%。	自2008年以来，除少数情况外，尼日利亚已正式禁止所有非运营的天然气放空和燃除。 <sup>35</sup>	石油资源部颁发燃除气许可证并征收燃除罚金。 <sup>36</sup>	尽管尼日利亚仍是世界第七大天然气燃除国，但在过去15年里，尼日利亚在燃除方面取得了重大进展，自2000年以来燃除减少了70%。 <sup>37</sup>

<sup>32</sup> 《阿尔及利亚天然气燃除减排研究》，《碳限值》（尼日利亚），2019年7月1日

<sup>33</sup> 《伴生天然气燃除排气法规》，世界银行“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”（GGFR），2004年8月

<sup>34</sup> 《页岩油产量增加和政治冲突导致全球天然气燃除量增加》，世界银行“减少全球天然气燃除伙伴关系”（GGFR），2019年6月12日

<sup>35</sup> 《评估天然气燃除量对尼日利亚经济的影响》，PWC，2018年

<sup>36</sup> 《2018年燃除气（防止废物和污染）条例》，尼日利亚天然气燃除商业化计划，2018年7月

<sup>37</sup> 《全球天然气燃除跟踪报告》，世界银行“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”（GGFR），2021年4月



## 美国

在美国，包括二叠纪和巴肯在内的主要产油盆地近年来出现了高水平的天然气燃除现象。在联邦层面，目前缺乏限制燃除的法规，国会也不太可能就燃除问题采取行动。然而，拜登政府目前正在考虑修改和恢复奥巴马时代联邦土地管理局的规定（该规定限制联邦和部落土地上的天然气燃除和放空，但最近被地区法院撤销）。此外，通过美国环保局即将出台的甲烷规范，拜登政府现在有机会制定涵盖所有美国油气运营的法规，以消除伴生气的常规放空和燃除，并确保燃除设施的有效运营。

总的来说，天然气燃除是在州层面进行监管的。科罗拉多州和新墨西哥州通过了全面的法规限制燃除，并得到了行业和环境利益相关者的支持。这个例子表明，有效的法规实施可以建立在广泛的公共支持基础上。

其他石油生产州采取的协同监管行动则更加有限。2020年9月，代表2万多亿美元投资的大型机构投资者呼吁德克萨斯州铁路委员会采取措施到2025年消除常规燃除。<sup>38</sup>然而，德州监管机构尚未表现出采取严格行动的意愿。

---

<sup>38</sup> 《投资巨头敦促德克萨斯州停止大部分天然气燃除》，彭博新闻社，2020年9月  
美国环保协会的环境、社会和治理：投资者对低碳世界的远见卓识

图 16:

## 美国各州天然气燃除监管框架汇总

州	2019年天然气燃除强度 <sup>39</sup>	主要监管机构	总体目标	允许常规燃除的情况	许可和处罚	说明
北达科他州	19.3% <sup>40</sup>	北达科他州工业委员会(NDIC)	无	北达科他州工业委员会允许非主要盆地中的燃除不超过完井结束后的一年时间, 而对巴肯和斯里福克斯(Three Forks)盆地的相关时限则为90天。之后, 运营商必须达到91%的天然气捕集目标。 <sup>41, 42, 43</sup>	如果能证明连接到集气系统在经济上不可行, 则运营商可寻求许可豁免。	尽管近年来北达科他州在减少燃除方面取得了相对进展, 但该州对石油的经济依赖使其不太可能通过限制生产来解决燃除问题。
德克萨斯州	2% <sup>44</sup>	德克萨斯州铁路委员会(RRC)	无	德克萨斯州铁路委员会允许运营商在钻井期间和完井后的10天内进行燃除, 之后需要获得燃除例外许可, 委员会的行政人员可批准运营商在钻井期间和完井后不超过180天的燃除。	最近的政策变更表明, 超过45天的延期需要记录基础设施连接的进展情况, 而超过180天的延期则需要通过委员会的最终行政命令授予。	尽管最近政策有所改进, 但实际上, 德克萨斯州的现行法规允许公司几乎无限制地进行燃除。自2013年以来, 运营商已获得超过35,000份短期燃除许可证, 而没有一次遭到拒绝。 <sup>45</sup>
新墨西哥州	2%	石油保护部(OCD)	到2030年, 全州范围内的温室气体排放量比2005年的水平低45%。	石油保护部已禁止常规天然气放空和燃除, 并要求到2026年捕集98%的产出气。 <sup>46, 47</sup>	针对紧急情况、维护、油井卸载、储罐计量可以授权放空和燃除; 针对勘探油井可授权不超过一年的放空和燃除。	新墨西哥州取消常规燃除的做法堪称典范。到2026年实现98%的天然气捕集目标进一步提供了比大多数州更强的基线。

<sup>39</sup>燃除强度=被燃除的气体量/已产气体总量

<sup>40</sup>据北达科他州管道管理局公布的最新报告显示, 4月份的燃除率从20%下降至约7%。

<sup>41</sup>《第24665号令》, 北达科他州工业委员会, 2014年4月22日

<sup>42</sup>《北达科他州工业委员会第24665号令政策/指导》, 北达科他州工业委员会。041718版

<sup>43</sup>《北达科他州天然气燃除排放法规》, 美国能源部石油天然气办公室, 2020年6月

<sup>44</sup>2019年, 二叠纪盆地是德克萨斯州最活跃高产的油田, 其燃除率超过5%。但在2019年, 整个州(包括老油田)的燃除率约为2%

<sup>45</sup> Leyden, Colin. 《德克萨斯州石油天然气监管机构就燃除问题提出了薄弱的解决方案》, 美国环保协会, 2020年8月26日

<sup>46</sup>《第28部分-最终条例》, 新墨西哥州能源、矿产和自然资源部, 石油保护部, 2021年3月25日

<sup>47</sup> Goldstein, Jon. 《新墨西哥州采取措施结束常规通风燃除》, 美国环保协会, 2021年3月25日

州	2019年天然气燃除强度 <sup>37</sup>	主要监管机构	总体目标	允许进行常规天然气燃除的时间	许可和处罚	说明
怀俄明州	0.5%	怀俄明州石油和天然气保护委员会 (WOGCC)	无	除紧急或异常情况、吹扫操作、生产测试和套管头天然气量小于 60,000 立方英尺/天外，禁止进行放空和燃除。	在任何其他情况下，运营商都需要申请放空和燃除授权，但不需要提供经济上的理由。	怀俄明州的规范排放阈值为 60,000 立方英尺/天，允许在没有许可证的情况下进行大量放空和燃除。
科罗拉多州	0.2%	科罗拉多州石油和天然气保护委员会 (COGCC)	到 2050 年，全州范围内的温室气体排放量减少 90%	科罗拉多州石油和天然气保护委员会禁止“不必要或过度”的放空和燃除。 <sup>48,49</sup>	只有在获得科罗拉多州石油和天然气保护委员会批准后才能进行放空或燃除，但紧急情况、维护、液体卸载和井口测试期间除外。	科罗拉多州是美国第一个消除常规燃除的州，是寻求解决燃除问题的管理典范。
联邦	2.8%	土地管理局 (BLM)	到 2050 年，实现整个经济体净零排放。	2016 年，土地管理局发布法规，将部落和联邦土地上伴生气的放空和天然气燃除限制在紧急情况下进行，要求运营商捕集更多的生产天然气，并检查和修复泄漏。 <sup>50</sup>	土地管理局法规还要求运营商对浪费的天然气（其损失是可以避免的）支付特许权使用费。	2020 年 10 月，位于怀俄明的联邦地区法院取消了该法规，目前该法规已停止实施。该法院判决已被上诉。据报道，拜登政府也在考虑修订该土地管理局法规。

<sup>48</sup> 《2 CCR 404-》，科罗拉多州自然资源、石油和天然气保护委员会，2020 年 11 月

<sup>49</sup> Grossman, Dan. 《在突破性的行动中，科罗拉多州结束了常规燃除》，美国环保协会，2020 年 11 月 5 日

<sup>50</sup> 《甲烷和资源浪费预防条例》，美国内政部土地管理局。

## 解决天然气燃除的政策手段

幸运的是，现在已有众多可用的解决方案，适当的政府干预可以在减轻燃除的社会和经济成本方面发挥关键作用，通过设定最低标准，使净零投资在财务上可行。哥伦比亚大学全球能源政策中心的 Marianne Kah 指出了监管机构需要考虑的五种政策手段，以及其优缺点：<sup>51,52</sup>

- **绩效或天然气捕集标准。**允许灵活的运营决策，但可能会激励基础设施附近的低产值钻井，以便积攒信用积分用于高燃除的钻井。
- **禁止常规天然气燃除。**该类法规针对因经济原因而进行的燃除。但是，未能解决由事件驱动的燃除问题。相关挑战包括生产商在了解生产规模之前，就需要承诺建设天然气基础设施。这可能会使中游公司在和运营商谈判中占上风。
- **对燃除的天然气和捕集的天然气征收同等的特许权使用费。**这将减少浪费激励并对特许权使用费所有者进行补偿。挑战在于确定被燃除的天然气的成本，而往往这些气量被认为是低价值的，由此可能限制尽量减少燃除的动力。
- **天然气燃除税。**在运营和资本决策中纳入对天然气燃除成本的考虑。比总量控制和排放交易更容易管理，但在政治上不受欢迎，且不能保证实现所需的总量控制。确定适当的税收水平可能较为困难。
- **天然气燃除的总量控制和排放交易。**这将促进最低成本的燃除削减，且可设计为在一定程度上实现燃除的总量控制。但是，管理起来可能较为困难，且交易价格可能会出现波动。

---

<sup>51</sup> Kah, Marianne. 《减少天然气燃除量的政策选择》，美国环保协会、Ceres 和哥伦比亚中心全球能源政策投资者圆桌会议，2021 年 4 月 29 日

<sup>52</sup> 50Agerton, Mark, Gilbert, Ben 和 Gregory Upton. 《燃除天然气经济学：研究和政策议程》，2021 年 5 月 10 日  
美国环保协会“环境、社会和治理”评估体系：投资者对低碳世界的洞见



# 天然气燃除的解决方案

在与油气运营商就燃除进行接触时，投资者应强调公司有多种选择来使用现有技术和流程来减少燃除，且在许多情况下，可以合理的成本完成。下文我们将回顾一些表现最佳的企业实施的领先燃除解决方案。

有关管理、技术和组织层面的燃除解决方案的更为详细讨论，请参阅 GaffneyCline 代表美国环保协会编写的 2020 年报告——[解决天然气燃除：来自领先二叠纪运营商的经验教训](#)。

## 管理层面：更好地开展上中游之间的协调

目前大部分燃除是由于上游生产商与中游集输运营商之间的产能和吞吐量预期不匹配造成的。可促进上游和中游的协作，以较低的成本减少燃除。

- 计划、沟通和协调，确保新井和既有井的天然气外输能力。
- 做好充分准备提前提供油井开发的时间、地点以及预计产量，以使中游公司能够保证充分的收集和处理能力。
- 共享现有和计划的未来产能增加和限制信息，使上游公司能够更好地调整钻井计划。
- 维护上游和中游之间的沟通渠道，以便团队随时应对运营故障，防止故障时的过度燃除。由于天然气收集或处理设施的故障以及中游的设备（例如压缩机）故障，可能会发生计划外的故障，影响到上游设施。

此外，确保燃除正常运行的措施对于尽量减少燃除对气候和健康的影响至关重要。其中包括对燃除的连续/频繁监控以及更好的设计、安装和维护。

## 技术层面：基础设施和生产用途

在进行常规燃除的情况下，大多数情况下的最佳解决方案是将这些上游设施连接到天然气集输基础设施。实施的难易程度取决于一系列因素，最重要的是靠近既有的收集和压缩基础设施。

在天然气管网连接不可行的情况下，有多种伴生气替代方案可避免燃除。

- 可将天然气回注至生产天然气的储层或其他储层，为增加石油产量提供压力支持。世界各地的运营都采用了这种提高生产效率的方法：根据美国能源信息署 (EIA) 的数据，2015 年，回注的天然气是全球燃除气量的三倍。天然气回注在具体操作中的有效性取决于储层的特征，并非所有这些特征都适合天然气回注。
- 可对天然气进行处理以脱水、脱硫和脱碳，然后进行现场压缩成压缩天然气 (CNG)。对于距离设施 30 公里至 40 公里范围内的陆上单井点，将压缩天然气运输到天然气处理设施在经济上是可行的。
- 另一种选择是现场生产液化天然气 (LNG)。建立微型液化天然气设施通常是非常资本密集型的一项工作，单个设施可能需要高达约 2000 万美元的资本支出。不过，如果外运采购可行且持续，这种尝试在商业上是可行的——例如，周边地区可能希望用液化天然气代替柴油燃料。
- 燃气轮机和“往复式发动机”可将天然气转化为电能。电能可在现场为其他设备供电，也可出售给电网。在燃气轮机中燃烧废气而不是进行天然气燃除同样会产生排放。然而，废气用来发电的话，则可减少对其他导致排放的活动的的需求（例如用电驱的气动控制器和泵代替气驱的相关设备）。

- 通过油井节流或关闭以应对天然气中游拥堵的技术潜力越来越大。尽管石油公司历来不愿限制生产以避免天然气燃除，但一些运营商开始提及这种方法，说明情况似乎正在发生变化。重要的是，领导层和员工要与允许使用这些技术的文化和流程保持一致（参见下一点）。

图 17：  
天然气压缩机站



图片来源：盖蒂图片社(Getty Images)

图 18：  
蒸气回收装置



图片来源：盖蒂图片社(Getty Images)

图 19：  
燃气涡轮发动机



图片来源：Shutterstock

## 组织层面

能够最大限度减少天然气燃除的公司有相应的目标、内部政策、流程和文化，帮助一线人员开展实施。。

希望参与减少天然气燃除的公司应：

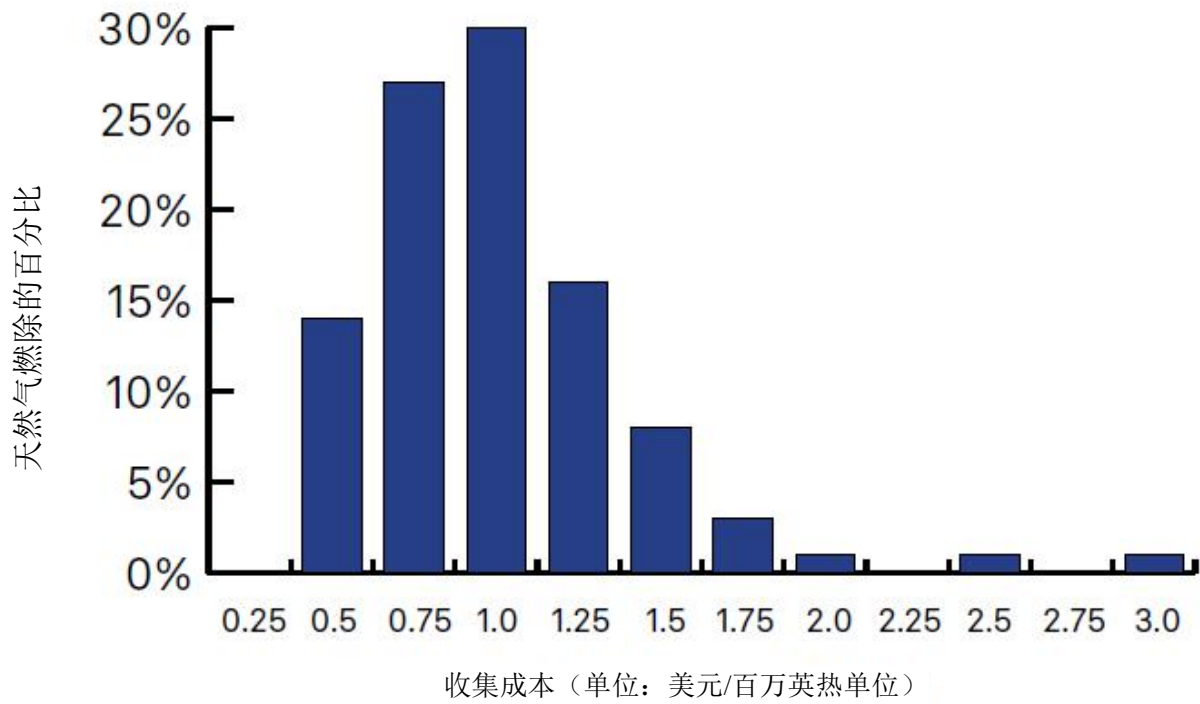
- 设定大胆的燃除削减和强度目标，为员工设定具体目标，并建立从董事会到运营工程师的问责制。
- 将薪酬指标与燃除绩效目标联系起来。
- 保证燃除量、强度和实现目标的进度对员工的透明度。
- 制定更严格的操作程序以减少事件驱动的燃除（例如，授权生产人员在没有外输能力时进行关井和停产）。
- 提高基础设施的可靠性——加强维护计划和设备升级可减少触发事件驱动燃除的过程故障。
- 通过行业集体和协会与其他生产商分享最佳实践。

## 去除天然气燃除的成本如何？

在鼓励公司寻求燃除解决方案时，投资者应强调，在许多情况下，可以合理的成本减少燃除。在为美国环保协会编制的分析中，挪威雷斯塔能源公司调查了二叠纪盆地的数百次常规燃除，并估算了创建必要的天然气提取基础设施以消除常规燃除的成本。研究发现二叠纪盆地最常见的燃除减少成本为 0.75-1.25 美元/百万英热单位（图 20）。在缺乏外输基础设施的不太成熟的盆地，或在远离天然气市场的偏远生产地区，减少燃除可能更具挑战性。

图 20:

可以不同成本（单位：美元/百万英热单位）减少的天然气燃除的百分比




来源：挪威雷斯塔能源公司

# 附录 1: 公司天然气燃除绩效和披露的详细信息

为评估公司的燃除绩效，我们审查了公司的总天然气燃除披露和来自 Flaring Monitor（美国）和 Wood Mackenzie（其他地方）的卫星燃除数据披露情况。为计算燃除强度，我们将天然气燃除量与天然气产量（均以每立方米天然气计）进行了比较。根据这些数据，我们将每家公司的燃除强度在其组别（国际石油公司、独立公司或国家石油公司）中评定为低、中或高。


虽然在许多情况下，卫星和公司报告的天然气燃除强度相似，但某些时候却存在显著差异，这可能是由专栏 2 中讨论的因素造成的。尽管如此，对于我们评估的大多数公司，这两种数据来源通常在说明某家公司在其组别中的相对燃除强度（低、中或高）时表现一致。

## 国际石油公司

	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”	
		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度		常规燃除量
bp		✓	✓	✓	✓			✓		✓	设定燃除强度目标


- bp 就“燃除的总碳氢化合物”报告了天然气燃除活动，其中 2020 年为 831000 吨，比 2016 年的 1896000 吨下降了 50% 以上。该公司未报告天然气燃除强度，但我们估计该公司的燃除强度是国际石油公司中最低的，根据公司报告的天然气燃除量和天然气产量（卫星数据显示 2019 年的燃除强度为 0.8%），2019 年为 1.4%，2020 年为 1%。
- 除了支持世界银行“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议外，bp 还承诺到 2025 年在其美国陆上运营中实现零常规燃除，并与主要公共利益相关方进行政策倡导，bp 在 2020 年签署的致德克萨斯州铁路委员会的函件中，支持消除常规燃除的政策并进行点对点宣传，鼓励同行企业加入这项工作。
- 在美国以外，bp 在减少其在安哥拉和阿曼的天然气燃除方面取得进展。
- 作为其净零排放雄心计划的一部分，bp 正在实施各种技术来改进燃除监测和绩效，例如改进燃除点火程序、使用预测性燃除分析和光谱测定。



	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”	
		支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度		常规燃除量
雪佛龙石油公司		✓	✓	✓	✓				✓		致力于二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺

## 雪佛龙石油公司


- 雪佛龙石油公司在天然气燃除强度方面排名中等；该公司的报告显示，2019年的燃除强度为2.2%，约为国际石油公司的平均水平，在2020年降至1.8%（卫星数据显示2019年的燃除强度更低，为1.5%）。
- 该公司已支持所有主要的天然气燃除联盟，且是唯一一家设定总体天然气燃除强度目标（3千克二氧化碳当量/原油当量桶（BOE））的国际石油公司；根据其2020年可持续发展报告，总体天然气燃除强度目标在2020年上半年为3.6千克二氧化碳当量/原油当量桶（BOE）。
- 在美国，雪佛龙公司的天然气燃除强度为0.5%，低于同行。这要归功于2015年承诺在没有天然气外输能力的情况下，不启动二叠纪盆地的新井上线生产，以及在收集和压缩方面的大量投资。管理层还注重“根本原因分析”——识别和补救高频天然气燃除事件的原因。
- 在国际上，在伊拉克和尼日利亚等国内天然气市场有限的国家，削减燃除仍然是一个挑战。管理层强调，完全由伴生气供气的安哥拉液化天然气设施帮助大幅减少了该国的天然气燃除。
- 根据公司每年更新的边际减排成本曲线(MACC)，雪佛龙已在五年内预算投资20亿美元用于有吸引力的减排，其中包括减少燃除。

	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”	
		支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度		常规燃除量
康菲石油公司		✓		✓				✓	✓		致力于二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺

## 康菲石油公司


- 康菲石油公司的天然气燃除强度高于同行平均水平。据该公司称，2019年的燃除强度为3.1%，2020年降至2.1%（根据卫星数据，2019年为2.7%）。根据Flaring Monitor，美国的天然气燃除强度在2019年相对较高，为2.4%，但在2020年下降至1.1%。

- 康菲支持世界银行“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议，但属于少数未加入世界银行牵头的“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”(GGFR)的国际石油公司之一。
- 管理层表示，2019 年的燃除增加巴肯盆地的天然气基础设施受限，产量增长超出了中游管道和处理能力造成的。康菲引用了在二叠纪盆地减少燃除方面取得的进展，在该盆地已建成且正在运营一个天然气收集系统，可提供更大的灵活性和与多个第三方处理设施连接。其他举措包括更改设施设计以减少/消除天然气储罐的燃除。

		联盟		承诺				披露			
燃除强度		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
意大利埃尼 (ENI) 集团		√		√	√			√		√	设定燃除强度目标

## 意大利埃尼 (ENI) 集团

- 埃尼集团在天然气燃除强度方面的表现大致为国际石油公司的平均值（2019 年公司报告的燃除强度为 2.8%，卫星报告的燃除强度为 2.4%）。
- 该公司因拥有在国际石油公司中最雄心勃勃的常规燃除减少目标而脱颖而出，承诺到 2025 年在全球范围内实现零常规燃除。然而，目前离 2016 年制定的这一目标仍有一段距离：2020 年常规燃除可能超过 5 亿立方米。<sup>53</sup>
- 埃尼集团 2020 年碳中和报告中指出，安哥拉的天然气燃除减少项目以及整体产量下降是 2020 年燃除量下降 18% 的主要驱动因素。但是，报告未提供实现“到 2025 年实现常规天然气零燃除”的雄心勃勃目标所需具体措施的信息。与所有提出零常规天然气燃除目标的公司一样，我们敦促该公司披露为实现该目标而计划采取的具体措施。

		联盟		承诺				披露			
燃除强度		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
挪威国家石油公司		√	√	√					√	√	设定燃除强度目标

<sup>53</sup>据向世界银行报告的数据显示，2019 年报告的十亿立方米燃除总量中有 65% 为常规燃除。


## 挪威国家石油公司

- 挪威国家石油公司在 2019-20 年实现了国际石油公司中最低的天然气燃除强度（公司报告的燃除强度为 0.8%，卫星报告的燃除强度为 0.2%）。该公司在其大部分运营（包括在挪威、巴西或美国近海的运营）中均不会开展常规燃除。一些特定资产的燃除问题值得注意，例如美国的 Mariner 油田和巴肯页岩资产，其中中游管道能力有限仍然是一个挑战。

		联盟		承诺				披露			
	燃除强度	支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
埃克森美孚石油公司			✓	✓				✓			支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议

## 埃克森美孚石油公司

- 根据公司报告和卫星报告的天然气燃除强度，埃克森美孚公司的天然气燃除强度在国际石油公司中最高，2019 年为 4.6%。
- 该公司公布碳绩效数据的速度比大多数同行慢，仅计划在 2022 年初披露 2020 年数据。
- 尽管埃克森美孚是世界银行牵头的“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”(GGFR) 创始合作伙伴，但该公司尚未正式支持“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议（我们评估的唯一一家未正式支持“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议的主要国家）；然而，该公司的 2019 年可持续发展报告指出，“上游运营计划与世界银行发起的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议保持一致。”
- 埃克森美孚设定了一个燃除强度目标——即“2025 年天然气燃除强度在 2016 年的基础上降低 50%”——然而，由于强度总目标缺乏具体信息，因此很难评估实现这一目标的进展情况。
- 管理层指出在天然气燃除减少方面表现好坏参半：埃克森美孚在二叠纪盆地减少天然气燃除方面取得进展，但在巴肯和西非面临挑战，缺乏基础设施仍然是一个障碍。
- 投资者应敦促埃克森美孚承诺支持“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议以及二叠纪盆地的“到 2025 年实现常规天然气零燃除”倡议。

		联盟		承诺			披露				
	燃除强度	支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
西班牙国家石油公司		√		√				√		√	设定燃除强度目标

## 西班牙国家石油公司


- 根据公司报告和卫星报告的天然气燃除，雷普索尔（西班牙国家石油公司）被列为中等强度天然气燃除的公司，略高于国际石油公司的燃除强度平均水平，2019年为1.4%，2020年为1.7%。
- 与我们评估的其他多家公司相比，雷普索尔报告称，2020年的燃除量增加15%，管理层将其归因于“燃除最密集的资产的产量增加以及测量方法精确度的改进”。
- 雷普索尔是我们评估的两家非世界银行牵头的“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”(GGFR)成员单位的国际石油公司之一。该公司签署了“到2030年实现常规天然气零燃除”倡议，并承诺到2025年将常规天然气燃除减少50%；然而，由于尚未具体说明实现的基准年，因此难以评估这一承诺。

		联盟		承诺			披露				
	燃除强度	支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
壳牌公司		√	√	√				√		√	致力于二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺

## 壳牌公司

- 壳牌公司在天然气燃除方面的绩效排名优于其组别的平均水平，根据壳牌报告，2019年的燃除强度为2%，2020年的燃除强度为1.4%（卫星报告的燃除强度为0.9%）。该公司在各项有关甲烷和燃除减少的倡议计划中发挥了重要作用。
- 壳牌在其2020年可持续发展报告中提供了比许多国际石油公司更详细的燃除信息，并说明了在澳大利亚、美国二叠纪、卡塔尔和尼日利亚的进展情况。
- 该报告还描述了升级二叠纪盆地旧设施的措施，即配备自动停产设备，而不是燃除，以缓解来自某些高需求管道的巨大压力；用改进的天然气处理基础设施取代燃除烟囱；并安装更好的控制装置。管理层指出，自2017年以来，这些举措已将二叠纪设施的天然气燃除减少了80%以上。2021年9月，该公司宣布将其二叠纪盆地的业务出售给康菲石油公司。




		联盟		承诺			披露				
	燃除强度	支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
道达尔能源公司		✓	✓	✓				✓		✓	设定燃除强度目标

## 道达尔能源公司


- 道达尔能源公司的天然气燃除强度为国际石油公司的平均值，公司报告的2020年燃除量为420万立方米，低于2019年的570万立方米，与2020年的2%的燃除强度相当（卫星测量的燃除强度为1.6%）。
- 管理层指出了为改造其既有场站以限制或消除燃除而采取的若干措施。在尼日利亚，天然气燃除已减少，道达尔的目标是到2025年完全消除尼日利亚的常规燃除。用尼日利亚海岸附近的Ofon油田举例说明，该油田的伴生气现在被压缩并出口到尼日利亚陆上液化天然气工厂，而不是进行燃除。在其他地方，生产经过优化，无需在压缩机停机期间进行燃除。

## 美国独立石油公司

		联盟		承诺			披露				
	燃除强度	支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
阿帕奇公司				✓	✓	✓		✓			支持世界银行2030年零常规燃除倡议


## 阿帕奇公司

- 阿帕奇公司在天然气燃除强度方面排名中等，2019年卫星报告的和公司报告的燃除强度为7.9%。然而，该燃除强度在很大程度上受到阿帕奇在埃及的高燃除运营的影响。相比之下，根据Flaring Monitor的数据，该公司已将二叠纪盆地的燃除强度从2019年的1.6%降低到0.5%，表现居于我们评估的美国独立公司的榜首。
- 今年早些时候，阿帕奇为其美国陆上运营做出了两项行业领先的燃除承诺：即到2021年底消除常规燃除，并将整体燃除强度保持在1%以下。该公司强调其对中游资产的控制，使其对捕集的天然气的运输和处理具有更大的可见性，使其能够将燃除控制在较低水平。
- 我们认为，阿帕奇公司可以通过披露常规燃除量及解决其埃及运营的高燃除强度来进一步提高透明度。

		联盟		承诺			披露				
	燃除强度	支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
戴文能源公司		✓		✓		✓		✓	✓		致力于二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺


## 戴文能源公司

- 戴文能源公司报告称，2019年的天然气燃除强度为0.8%，使其成为独立公司中表现较好的公司之一。然而，基于卫星观测的 Flaring Monitor 数据表明，2019年戴文的燃除强度更高，为2.5%，2020年为1.8%。我们为戴文能源公司分配了一个较“低”的天然气燃除强度，反映了其燃除的进展和承诺；我们还将通过卫星数据来确认这种戴文自主报告的优良绩效。
- 2021年6月，戴文宣布了新的环境绩效目标，其中包括到2025年达到行业领先的0.5%的燃除强度以及到2030年消除常规燃除的目标。
- 戴文能源公司在新墨西哥州的特拉华（Delaware）盆地运营最为活跃，那里的中游基础设施限制导致了2017-19年的燃除量的上升。然而，管理层指出，戴文于2019年取得了一家中游伴生气压缩设备公司的所有权，此后解决了导致特拉华盆地大部分燃除的问题。据管理层称，这些行动导致特拉华盆地的强度从4%下降到2019年底的1%以下，在2020年上半年，燃除量与去年同期相比下降了70%。
- 管理层指出，天然气燃除的分布并不广泛；戴文大部分燃除来自少数几个场站，在这些场站上对压缩和收集设施的投资使公司取得了快速进展。除升级压缩机外，管理层还注意到调整一些油井的流速和在必要时关闭一些油井带来的积极成果。
- 2021年，戴文能源公司完成了与WPX能源的合并，这可能会导致更高的天然气燃除强度，因为WPX能源运营场地位于北达科他州的威利斯顿盆地，那里的天然气基础设施短缺可能会导致一段时间内的高天然气燃除强度。

		联盟		承诺			披露				
	燃除强度	支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
依欧格资源公司		✓		✓				✓	✓		致力于二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺

## 依欧格资源公司


- 根据卫星数据，依欧格资源公司在我们评估的美国独立公司中的天然气燃除强度排名优于平均水平。根据 Flaring Monitor 的数据，2019 年和 2020 年，卫星观测到的该公司的燃除强度分别为 1.3% 和 0.5%。而该公司自主提供的报告表明，2019 年的燃除强度相对较高，为 2.8%，但仍低于美国独立石油公司的平均水平。
- 该公司是仅有的支持“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议的两家美国独立石油公司（该公司和美国西方石油公司）之一。
- 管理层指出了为减少燃除所采取的一些措施。这些措施包括在资产的生命周期的早期安装天然气收集管道，同时承包足够的管道外输能力以提供流量保证。其他技术包括使用多个井场和技术，包括低排放控制器、仪表空气系统、配备排放控制技术的压缩机以及电动泵和太阳能泵。管理层还指出在实施闭环天然气捕集方面的进展，依欧格自己开发了一套自动化流程，用于在下游发生状况时将天然气重新回注入既有油井，目前处于试点测试阶段。管理层援引德克萨斯州铁路委员会的报告称，该公司的天然气捕集率在业内排名第一。

	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”	
		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度		常规燃除量
美国阿美拉达赫斯公司						√		√	√		支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议

## 美国阿美拉达赫斯公司


- 在我们评估的美国独立石油公司中，美国阿美拉达赫斯公司的天然气燃除强度最高，这是由其在北达科他州的生产所导致的。根据 Flaring Monitor 的数据，该公司在美国 2019 年的燃除强度为 16%，2020 年为 8%，而该公司自主报告的 2019 年的燃除强度为 15.5%。
- 该公司是唯一一家未承诺消除常规天然气燃除的美国独立石油公司。
- 管理层指出，在天然气基础设施到位之前启动的巴肯产量增长，以及小密苏里四号（Little Missouri Four）天然气厂的建设和试运行的延迟，都导致其燃除强度偏高。过去八年里，公司在北达科他州的中游基础设施已花费超过 30 亿美元；尽管如此，生产仍然超过了该公司处理天然气的速度。
- 美国阿美拉达赫斯公司依赖第三方提供天然气收集和处理基础设施，并报告称 2019 年第三方的天然气捕集量低于预期值。该公司计划继续寻求额外的天然气处理和压缩能力，这将有助于缓解该地区的燃除强度。
- 该公司报告投资天然气捕集和液化天然气提取设备，以使用模块化、移动、无人捕集技术回收巴肯未经处理的湿天然气。

- 投资者应敦促阿美拉达赫斯通过改善承诺和披露和宣布具体的燃除减少计划来提高其燃除的目标。

		联盟		承诺			披露				
	燃除强度	支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
西方石油公司		√				√		√	√		支持世界银行2030年零常规燃除倡议

## 西方石油公司

- 美国西方石油公司被列为中等天然气燃除强度的公司。根据 Flaring Monitor 的数据，该公司在我们评估的所有美国独立石油公司中的燃除强度最低，2020 年仅为 0.3%。但是，卫星数据显示，更高燃除强度的国际业务（阿曼）使该公司的整体燃除强度在 2019 年达到 5.3%，而据公司自主报告，燃除强度在 2019 年为 4.4%。
- 该公司签署了世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议。但在我们看来，鉴于其近年来在国内燃除方面的强劲表现，该公司可以承诺在二叠纪盆地实现更加雄心勃勃的“到 2025 年实现常规天然气零燃除”倡议的目标。
- 该公司报告说，新墨西哥州的一个新建天然气收集系统通过推动将已售天然气转移到多个第三方中游公司，进一步减少了燃除量。该天然气收集系统的设计包括一个闭环回流系统，可捕集回流流体释放的蒸气，并增加对生产系统的投资。美国西方石油公司还在不同第三方的系统内获得了额外的运输容量，以便在发生一方中断时提供额外的天然气运输能力。
- 我们希望西方石油明确提出旨在降低公司在阿曼业务中燃除强度的措施。

		联盟		承诺			披露				
	燃除强度	支持世界银行的“到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到2030年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地2025年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	常规燃除量	关键“诉求”
先锋石油公司				√		√		√			支持世界银行2030年零常规燃除倡议

## 先锋石油公司


- 我们将先锋石油公司的天然气燃除强度评估为低水平，尽管其强度水平存在一些不确定性：公司自主报告 2019 年的燃除强度为 1.7%，是二叠纪盆地中最低的，并援引挪威雷斯



塔能源公司的数据证实了这一点。但是，Flaring Monitor 的观测结果显示，该公司的燃除强度要高得多，2019 年为 3.8%，2020 年降至 1.4%。

- 该公司尚未签署世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议，但做出了类似的承诺，并“渴望”到 2025 年消除常规天然气燃除。该公司还设定了 1% 的燃除强度目标。
- 在其 2020 年可持续发展报告中，先锋公司对该主题进行了特别深入的讨论，其中 53 次提及“天然气燃除”一词（这是我们评估的所有报告中提及次数最多的）。其中包括对燃除技术近期投资的描述，包括实施双点火燃除，其规模可在一定流量范围内有效运行，以及在第三方管道出现高压问题时激活天然气燃除的自动背压阀。
- 先锋公司通过监控和数据采集(SCADA)系统对天然气燃除进行远程监控，并利用发送给技术人员的警报进行快速响应。据管理层称，这些远程监控和跟踪计划显著提高了燃除绩效。


## 国家石油公司

	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”
		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	
中国海洋石油有限公司										支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议

## 中国海洋石油有限公司


- 在我们评估的所有公司中，中国海洋石油有限公司（中海油）的天然气燃除强度最高，根据卫星数据，其燃除强度为 17%。作为海上石油生产商，中海油处理伴生气的对策有限。
- 今年早些时候，中国最大的三家石油公司（即中石油、中石化和中海油）与国内三家天然气公司及中国管道公司组建了甲烷控制联盟。优先行动包括加强天然气捕集和减少燃除。
- 该公司未提供任何关于天然气燃除的披露或承诺。

	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”
		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度	

巴西石油公司				√		√		√			设定燃除强度目标
--------	---	--	--	---	--	---	--	---	--	--	----------


## 巴西石油公司

- 巴西石油公司的天然气燃除强度水平处于国家石油公司的天然气燃除强度水平范围的中间值：根据卫星数据显示，该公司 2019 年的燃除强度为 4%，根据该公司的自主报告数据，2019 年其燃除强度为 7.7%。
- 巴西石油公司已签署世界银行“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议，但不是世界银行“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”（GFFR）的成员单位。

	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”	
		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度		常规燃除量
中国石油天然气股份有限公司											支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议


## 中国石油天然气股份有限公司

- 根据卫星数据，中国石油天然气股份有限公司（中石油）的天然气燃除强度非常低，仅为 1%，是燃除强度最低的国家石油公司之一。
- 与中海油不同的是，中石油在陆上运营，并受益于对伴生气外输基础设施的大量投资，几乎没有常规燃除，整体燃除有限。
- 与中海油一样，中石油未加入任何燃除机构，也未提供燃除活动的披露。

	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”	
		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度		常规燃除量
俄罗斯石油公司				√		√		√			设定燃除强度目标

## 俄罗斯石油公司

- 根据世界银行的数据，俄罗斯是天然气燃除活动最多的国家，而俄罗斯石油公司是天然气燃除的重要来源。按照股权结构来算（根据其生产实体的所有权结构来衡量公司的一种方式），根据卫星数据，该公司在 2019 年的燃除量为 57 亿立方米，是我们评估的所有公司中燃除量最高的，燃除强度为 9%。
- 俄罗斯石油公司未签署“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议或其他倡议，也没有制定与燃除相关的具体目标。然而，在其 2020 年 12 月公布的碳管理计划中，该公司设立了到 2035 年前实现零常规天然气燃除的目标。
- 在其可持续发展报告中，俄罗斯石油提到了其天然气投资计划，其中包括减少燃除和寻找伴生气 (APG)用途的战略；不过，提供的细节很少。
- 我们呼吁 bp 作为俄罗斯石油公司 19.75%股权的持有者，推动采取更加大胆的行动来减少俄罗斯石油公司的燃除。

	燃除强度	联盟		承诺			披露			关键“诉求”	
		支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议的公司	世界银行负责管理的“减少全球天然气燃除合作伙伴”	世界银行的“全球到 2030 年实现常规天然气零燃除”的倡议	二叠纪盆地 2025 年消除常规燃除承诺	具有燃除强度目标	零未燃烧燃除目标	燃除量	燃除强度		常规燃除量
沙特阿美公司		✓		✓					✓		支持世界银行 2030 年零常规燃除倡议

## 沙特阿美公司

- 在我们评估的所有公司中，沙特阿拉伯国家石油公司的天然气燃除强度最低，燃除量最小。这得益于该公司非常发达的天然气捕集和外输系统，该系统用于为沙特阿拉伯的石化行业提供原料。

## 附录 2：应对天然气燃除问题的组织

众多行业团体和国际组织都在寻求应对油行业的天然气燃除问题。这些组织机构可为投资者提供关于燃除测量和管理最佳实践的指导，并提供额外支持，让各个公司能够切实负责大幅减少燃除量。下面我们列出一些应对天然气燃除问题的关键组织机构。

- **世界银行“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”(GGFR)**：该公私合作伙伴关系包括 17 个国家和 13 家公司，致力于通过合作研究和加强测量和报告来确定天然气燃除的技术和监管解决方案。“减少全球天然气燃除合作伙伴关系”(GGFR)通过完善和推广切实可行的减少天然气燃除战略，帮助实现 2030 年零常规燃除目标。该合作伙伴关系还负责编制年度全球天然气燃除跟踪报告，该报告利用卫星提供国家级的天然气燃除量和强度数据。
- **“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议(ZRF30)**：2015 年，世界银行与联合国环境规划署(UNEP)共同发起了到“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议，作为油气公司和政府的新全球标准。通过支持该倡议，各个公司同意建立“有利于减少天然气燃除的运营环境”，并避免在新油田和既有油田进行常规燃除。公司还承诺遵守特定的报告要求。世界银行要求各个公司披露其年度总天然气燃除量（来自公司运营的所有油田的天然气燃除量）和“常规燃除气量的份额”。对于开发新油田的公司，世界银行还询问该公司是否制定了具体计划来解决新场站现场的常规燃除问题。目前，已有 34 个政府、44 家公司和 15 个开发机构签署支持该倡议。

每个签约方均有义务采取措施，到 2030 年消除现有的常规燃除，并在没有必要基础设施的情况下避免开发新油井，以便从一开始就避免常规燃除。在我们评估的 20 家公司中，有 12 家支持“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议。这包括九家国际石油公司中的八家（埃克森美孚国际公司声称“其上游运营计划与世界银行“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议保持一致”）；两家美国独立石油公司（依欧格资源公司和美国西方石油公司）和两家国家石油公司（巴西石油公司和沙特阿拉伯国家石油公司）也支持“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议。支持“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议是否会实现尚不明朗。我们还注意到，各个公司对报告要求的遵从情况参差不齐：只有不到一半的支持该倡议的公司向该倡议提供有关总天然气燃除量和常规燃除量的信息。

- **油气甲烷伙伴关系(OGMP)2.0**：油气甲烷伙伴关系(OGMP)2.0 框架由联合国环境规划署、美国环保协会和欧盟委员会共同发起，为公司提供有关高质量甲烷排放测量的指导。该框架通过设定甲烷报告的“黄金标准”，有助于提高甲烷减排的透明度。鉴于涵盖了所有甲烷排放源，油气甲烷伙伴关系(OGMP)2.0 必然涉及天然气燃除。该框架将上游天然气燃除排放视为其五级结构中的第 2 级披露，其中 1 级是最不严格的报告，5 级是最严格的报告。油气甲烷伙伴关系(OGMP)2.0 指导小组最近发布了一份关于天然气燃除测量的技术指导文件。
- **“甲烷减排指导原则”(MGP)伙伴关系**：“甲烷减排指导原则”(MGP)伙伴关系于 2017 年发起，是行业和民间社会组织之间的国际多方利益相关方合作伙伴关系，重点针对天然气供应链中的甲烷减排。“甲烷减排指导原则”(MGP)伙伴关系现有 24 家公司签署方承诺持续减少甲烷排放；推动整个天然气供应链在此方面的优良绩效；提高甲烷排放数据的准确性；倡导关于甲烷排放的健全政策和法规；并提高透明度。“甲烷减排指导原则”(MGP)伙伴关系为签署方提供甲烷管理高级讲习班，并制作公众可用的最佳实践工具包，以促进行业减排。2019 年，“甲烷减排指导原则”(MGP)伙伴关系发布了天然气燃除最佳实践指南。
- **油气行业气候倡议组织(OGCI)**：油气行业气候倡议组织(OGCI)由 12 家公司组成，致力于



通过与《巴黎协定》一致的研究、政策倡导和投资来促进石油和天然气行业应对气候变化。油气行业气候倡议组织(OGCI)成员每年在低碳解决方案上投资超过 70 亿美元，其中一部分用于支持油气行业气候倡议组织(OGCI)气候投资，这是一个支持新兴技术以减少甲烷和二氧化碳排放以及开发碳捕获和封存的创业投资基金。油气行业气候倡议组织(OGCI)的所有成员均支持“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议，并制定了包括天然气燃除减排在内的甲烷和碳强度目标。此外，2020 年 7 月，油气行业气候倡议组织(OGCI)与科罗拉多矿业学院佩恩公共政策研究所发起了投资 100 万美元的合作伙伴关系，以创建一个网络平台来绘制实时全球天然气燃除图。油气行业气候倡议组织(OGCI)投资还向 Andium（一家提供远程天然气燃除监测的新兴公司）提供资金支持。

- **国际石油工业环境保护协会(IPIECA)**：自 1974 年以来，该协会已召集上游和下游石油和天然气公司讨论行业面临的紧迫环境和社会问题。该协会有 13 个工作组，专注于从生物多样性到人权的各种主题。国际石油工业环境保护协会(IPIECA)的气候垂直项目促进了油气行业与联合国气候变化框架公约（UNFCCC）之间的对话，特别关注“排放管理”，包括天然气燃除。2019 年 1 月，该协会公开宣布支持世界银行的“到 2030 年实现常规天然气零燃除”倡议，并承诺利用其召集能力向行业利益相关方传达减少天然气燃除的好处。2011 年，该协会发布了一份关于有效天然气燃除管理规划的白皮书。
- **环境伙伴关系（The Environmental Partnership）**：该环境伙伴关系由 89 家美国石油和天然气公司组成，共同致力于建立全行业减少甲烷和二氧化碳排放的最佳实践。环境伙伴关系有一个独特的天然气燃除管理计划，可帮助公司削减天然气燃除数量、提高天然气燃除可靠性并更准确地计算天然气燃除强度。该环境伙伴关系已承诺每年报告其就天然气燃除采取的行动。
- **德克萨斯州甲烷和天然气燃除联盟(TMFC)**：该联盟由七个贸易协会和 40 多家德克萨斯州石油和天然气公司组成，目标是到 2030 年消除德克萨斯州的常规天然气燃除。我们对这项政策持批评态度，认为德克萨斯州甲烷和天然气燃除联盟(TMFC)的目标与二叠纪盆地等成熟和发达的德克萨斯盆地可实现的目标相差甚远。<sup>54</sup>德克萨斯州甲烷和天然气燃除联盟(TMFC)的目标缺乏雄心和紧迫性，也未提及结束德克萨斯州常规天然气燃除所需的任何政策措施，这增加了该目标旨在转移审查并维持德克萨斯州铁路委员会等政策制定者不作为的可能性。

与各类公司合作开展甲烷减排的投资者应关注这些机构（德克萨斯州甲烷和天然气燃除联盟(TMFC)除外），以评估行业在减少天然气燃除方面的最新进展。作为实现净零天然气燃除的第一步，投资者可鼓励油气公司加入油气甲烷伙伴关系(OGMP)，帮助上游生产商从不可靠的天然气燃除估算转变为精准的天然气燃除测量。

---

<sup>54</sup> 《德克萨斯州甲烷和燃除联盟提出的目标过于疲软，不利于结束常规燃除》“美国环保协会+商业环境实测  
美国环保协会“环境、社会和治理”评估体系：投资者对低碳世界的洞见

## 延伸阅读

### 报告

美国能源部，[天然气燃除和排放：州和联邦监管概述、趋势和影响](#)（2019年）

世界银行[全球天然气燃除追踪报告](#)，2021年4月

国际能源署，[天然气燃除排放报告](#)

[“甲烷减排指导原则”\(MGP\)伙伴关系，挪威雷斯塔能源公司的减少甲烷排放：天然气燃除最佳实践指南](#)（2019年）/[美国环保协会的二叠纪盆地天然气燃除展望](#)（2021年1月）。

国际能源署，[为使天然气燃除引起公众的关注](#)（2020年12月）

### 注释

哥伦比亚全球能源对话：天然气燃除研讨会总结

bp、壳牌和投资巨头敦促德克萨斯州制定天然气零燃除法规。其他州会效仿吗？

（美国环保协会博客：2020年9月）

早应出台零燃除政策，投资者或可促成该政策的实施（美国环保协会博客：2020年5月）

投资者向油气公司提出的5个燃除问题（美国环保协会博客：2020年7月）

长达一年的数据清楚显示：二叠纪盆地燃除仍然是面临的主要问题（美国环保协会博客：2021年2月）

据卫星数据证实，二叠纪盆地天然气燃除量是公司报告的两倍（美国环保协会博客：2019年1月）

据美国环保协会数据显示，二叠纪盆地油气运营商在过去的一年中始终未能维持燃除点的燃烧（美国环保协会：2021年2月）