

# 甲烷测量： 量化油气行业甲烷排放的突破性行动

---

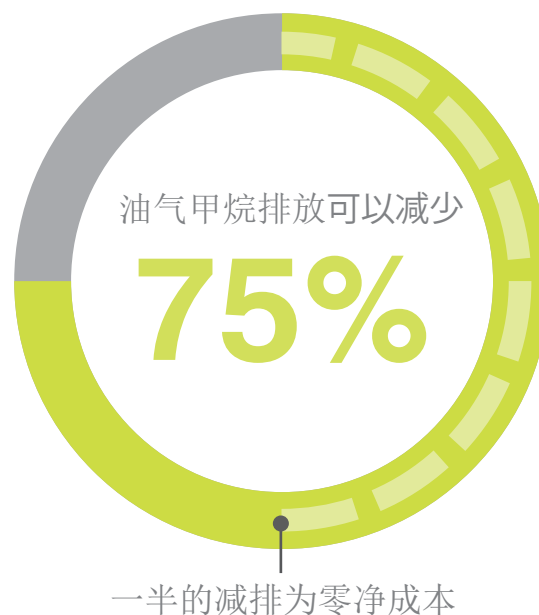
在美国环保协会（EDF）的协调下，这项由40家机构超过140名研究人员开展的、针对美国油气行业为期五年的研究，为测量全球甲烷排放和定位全球甲烷排放源设立了新标准。



# 甲烷成为行业最大的风险之一

甲烷是一种短寿命温室气体，其排放后20年内的增温作用至少为二氧化碳的80倍。因此，当今全球暖化效应的25%是由人类活动带来的甲烷排放造成的。

应对气候变化既要迅速减少二氧化碳这种长寿命气候污染物的排放，也要快速降低甲烷及其他短寿命气候污染物的排放量。全球人为造成的甲烷排放中，约有三分之一来自油气行业。这意味着油气行业蕴藏着关键的机遇，能够迅速并以具有成本效益的方式实现减排。要在现有的条件下大幅减排，政府和企业的行动十分重要。实际上，据国际能源署（IEA）估计，将全球油气甲烷排放削减75%是可行的——其中高达三分之二是可以以零净成本实现的。







尽管页岩气发展迅猛，美国油气行业的甲烷排放规模仍然高度不确定。直到最近，美国环境保护署（EPA）对油气甲烷排放的年度统计还是主要基于20世纪90年代初期收集的数据，当时水平钻井和水力裂压法还没有广泛地投入使用。

自2010年以来，基于对与水力压裂井场和其他来源相关的关键活动排放量的不同假设，环保署的估计相差了两倍。

由于巨大的数据空缺，关注这一问题的科学家、决策者、公民、甚至一些业内专家无法了解天然气生产和使用增多所带来的气候影响。



# 研究目标：

## 为美国油气行业甲烷排放建立一个可靠的基准

2012年，EDF发起了迄今为止最大的甲烷合作研究项目：一项为期五年的系列研究，旨在细查美国油气供应链的甲烷排放。我们的目标是清楚地说明甲烷排放源的规模和范围，并确定最大的减排机会。

我们组织了来自40家不同研究机构的超过140位独立专家来领导测量活动。来自整个供应链的超过50家油气公司也提供了场站准入和技术投入。研究主要由慈善捐助方资助，同时有个别公司为一些学术研究人员提供额外资金。秉承EDF的一贯政策，EDF接受和使用的全部资金来自慈善捐助。

### 主要目标

- 填补数据空缺，加强对美国油气行业甲烷排放的了解。
- 采用多种多样的数据收集方法降低不确定性。
- 检验供应链每个环节的排放。



## 主要研究原则

---

研究的五大核心指导原则：

- 项目由学术科学家领导
- 在可能的情况下使用多种方法量化排放
- 由独立科学专家对研究进行审阅
- 向公众公布数据
- 在同行审阅的报刊上公布研究结果

## 结果和发布

---

自2013年首项研究成果发布以来，这项研究工作的成果包括：

- 35篇经同行审阅发表的论文
- 为州及联邦甲烷政策提供信息
- 推动EDF与企业合作，开发测试减排创新技术
- 激发了另一项受联合国环境署支持的全球研究行动

## 主要研究发现

---

- 整个供应链的甲烷排放都十分显著；油气生产的甲烷排放比重最大
- 排放清单系统性地低估了整体排放量
- 难以预测、广泛分布的排放源所造成的排放是数据出入的重要原因，但不是全部原因

众多独立于EDF研究项目的研究人员也对加强各界对油气甲烷排放的认识做出了重大贡献



# 1

## 整个供应链都存在甲烷排放

实地测量证实，油气开发的各个环节，从生产到运输到地方配送，都会产生显著的甲烷排放。在美国，众多研究将近期调研得出的经验性数据与之前EPA的温室气体排放清单估计相比较后提出：一些环节（比如加工环节）的排放量被高估了。

相反，生产和收集环节的排放量要比报告高得多。特别是收集站是一个被忽视的主要排放源。场地测量显示，井场中存在大量未被报告的甲烷排放。上游的排放不仅限于天然气井或水力裂压井——实际上，常规和非常规产油井的排放量也很高。





# 2

## 排放清单低估了整体排放量

估测油气甲烷排放有两种方法：

### 自下而上

自下而上法一般用于清单中，通过将活动数据（比如井口数量）乘以排放因子（比如每口井的平均排放量）来估计区域排放量。如果单独使用这一方法，会导致排放估值偏低。

这是因为油气活动数据，尤其是设施数量，通常存在高度的不确定性。

仅仅基于设备层面的测量很难准确地量化某一场地的总排放量，因为一些排放源可能遭到了忽视、难以安全测量、或者超出测量技术的最大排放率。

要设计出能够代表全部泄漏源的排放因子，也需要使用分层抽样法来准确地代表高排放源。量化场地顺风处的总场地排放量可以校准这些影响。

### 自上而下

自上而下法将从地面、飞机、塔台或卫星观测收集到的甲烷浓度数据与大气传输模型相结合，来估计场地或区域的排放。这些技术发展迅速，可以有效地量化整体排放，并可以区分排放是来自热源还是生物源（牲畜、垃圾填埋、湿地等等）。通过使用烃比值或同位素特征即可实现。自上而下法可以有效地估测区域排放量，但无法精确地定位排放源。

EPA泄漏率估算

1.4%

EDF甲烷合成泄漏率

2.3%

### 甲烷泄漏率的影响

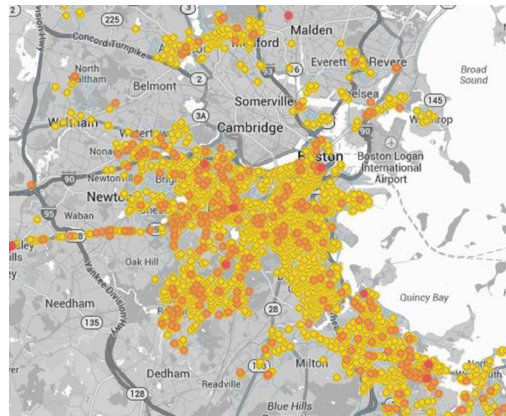
- 甲烷泄漏率达到2.3%，抵消了天然气相比于煤炭在气候上的大部分优势。
- 损失的天然气足以为1000万户美国家庭提供一年的供暖。
- 损失的天然气价值超过20亿美元。



# 3

## 常规及非常规事件都会导致排放

研究人员现已将整个供应链中最常见的排放源和设施的排放量特征进行描述，并始终观察到重尾分布的现象。在各种类型的设备和现场实践中观察到，这些分布的特点是少数排放源对总排放产生巨大影响。一方面，特定排放源中的大部分通常排放量较低，这显示出企业可以有效地运用现有技术控制排放。然而，甲烷排放有很大一部分来自“超级排放源”——一类随机的、会向大气释放出大量甲烷的设备——有时是由于机械故障，有时是由于操作失误。这些超级排放源基本上没有出现在排放清单中。





“研究对我们的启示显而易见。操作员要时刻警惕，监测泄漏。同时，需要强有力的甲烷政策来确保全部操作员都在这样做——而不只是依靠带头的公司自发开展泄漏检测和维修项目。”

Matt Watson, EDF能源副主席

# 将甲烷研究推广到全球

EDF最初的油气甲烷研究关注的是美国境内从井口到燃气表的甲烷排放，但研究中提到的问题却不仅局限于美国境内。近来在加拿大阿尔伯塔省进行的研究佐证了美国的主要研究成果：测量到的甲烷排放要比报告的甲烷排放量高，一小部分被忽视的排放源是数据存在出入的最大原因。

当前，已经有一些致力于在全球推动甲烷研究的行动。EDF的附属独立机构 MethaneSAT有限责任公司计划发射一颗专门用来测量和定位全球甲烷排放的卫星（MethaneSAT），以加强人类对全球面临的甲烷挑战的理解。

EDF，油气行业气候倡议组织（OGCI）的成员企业，以及联合国环境署气候和清洁空气联盟（CCAC）也在合作开展一系列新研究，关注全球关键地区的甲烷排放，由同行进行审阅。这些研究将补充MethaneSAT收集的数据。



# EDF组织的甲烷研究： 论文列表

在由EDF协调的美国油气甲烷排放研究中，科学家发布了35篇经同行审阅的论文。下方的列表中包含发布日期和简要描述。全部论文的链接可以在下方的网页中找到：

[edf.org/climate/methane-studies](http://edf.org/climate/methane-studies)。

1. December 2013: UT Production study
2. May 2014: NOAA DJ Basin Flyover
3. November 2014: HARC/EPA Fence-line study
4. December 2014 UT Pneumatics Study
5. December 2014 UT Liquid Unloadings Study
6. January 2015: Harvard Boston Urban Methane Study
7. February 2015: CSU Transmission and Storage study, Measurement paper
8. February 2015: CSU Gathering and Processing study, Measurement paper
9. March 2015: WSU Local Distribution study
10. May 2015: CSU Gathering and Processing study, Methods paper
11. July 2015: CSU Transmission and Storage study, National results paper
12. August 2015: CSU Gathering and Processing study, National results paper
13. July 2015: Barnett Campaign (13-24): Overview
14. NOAA led Top-down study
15. Bottom-up inventory - EDF
16. Functional super-emitter study - EDF
17. Michigan airborne study
18. WVU compressor study
19. Princeton near-field study
20. Purdue aircraft study
21. Aerodyne mobile study
22. University of Houston mobile study
23. Picarro mobile flux study
24. University of Cincinnati tracer apportionment
25. December 2015: Barnett Synthesis
26. March 2016: Abandoned & Orphaned Wells
27. April 2016: Helicopter survey
28. August 2016: Indianapolis study
29. December 2016: Pump-to-wheels measurement study
30. December 2016: High flow sampler paper
31. January 2017: Barnett component paper
32. March 2017: Local distribution pipeline leak mapping
33. July 2017: Emissions Variability in the Eagle Ford Basin
34. November 2017: Pump-to-wheels modeling paper
35. June 2018: Synthesis of U.S. methane measurements - EDF





[edf.org/climate/methane-studies](https://www.edf.org/climate/methane-studies)