

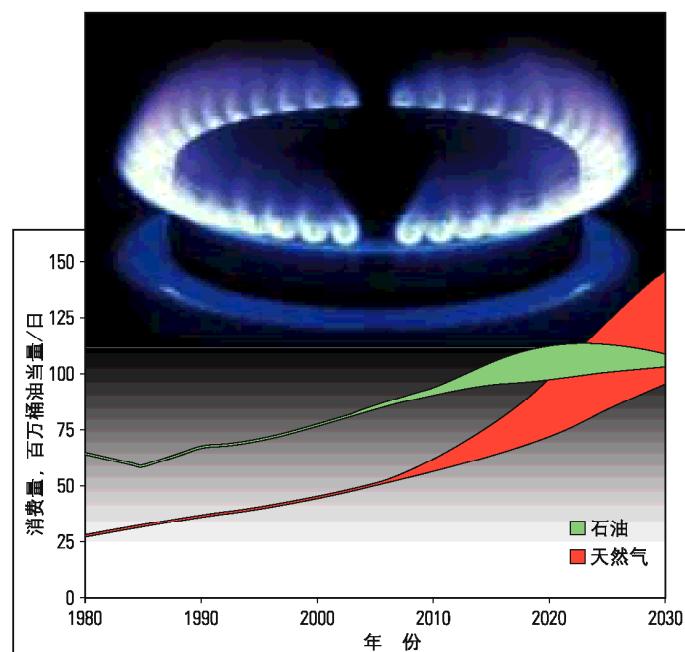
生机勃勃的全球天然气市场

天然气早已远离仅作为找油的副产品所处的时代，那时天然气被认为是一种很麻烦的东西，通常当做火炬气被烧掉。由于天然气储量丰富、燃烧清洁和用途广泛等，未来有可能成为全球最重要的燃料资源。

在今后的50年里，预计全球对石油、天然气和其它形式能源的总需求将是现在的两倍以上。目前，美国、加拿大和欧洲的能源消费量大约占世界的一半，而亚太地区的消费量占四分之一。在未来的半个世纪里，这种消费格局将发生逆转^[1]。能源供给的构成也在发生变化，观察家们新的预测表明，世界天然气的消费量到2025年将超过石油消费量（右上图）。在未来的30年里，天然气工业将有可能不得不提供超过自1970年以来天然气供给量2到3倍的天然气^[2]。

根据BP的研究，目前世界拥有约156万亿米³（5500万亿英尺³）天然气探明储量^[3]。其中俄罗斯占31%，中东占36%，亚太地区占8%（下一页，上图）。目前世界每年的天然气消费量约2.5万亿米³（88万亿英尺³），而且需求还在快速增长，尤其是亚太地区，该地区许多国家正在加紧实施能源密集型的工业化计划^[4]。

天然气需求增长的一个重要原因是，与其他化石燃料相比，天然气是一种更为洁净的燃料。燃气热电厂的二氧化碳和氧化氮排放量通常远低于燃煤或燃油电厂的排放量。天然气是一种很洁净的燃料，因此对于那些试图尽量降低能源利用所造成环境影响的国家而言，具有更大的吸引力。例如，预计中国经济年增长率约为6~8%，这表明未来中国将需要更多的能源。然而，在确保经济快速增长的同时，中国国内也意识到随之而来的环境问题。中国已经决定减少对煤炭的依赖。因此，中国的天然气消费量在未来的20年里有可能增长7倍^[5]。



▲ 石油和天然气预计消费量。一些专家认为，如果将单位统一到桶油当量/日 (BOE/D) 上，到2025年天然气消费量将超过石油。未来的估算值以预测范围来表示。（根据Watts的数据修改，参考文献1）

让天然气更加洁净

虽然与其它主要燃料、石油和煤炭相比，天然气已经是一种很环保的洁净燃料，但技术进步正在进一步加强它的环保效果。正在开发中的天然气合成油 (GTL) 技术将使天然气转变成为超级清洁液体燃料（请参见“天然气合成油技术”，第32页）。在常规发电机中使用GTL转换的燃料时，所产生的排放量只是使用一般汽油或柴油燃料排放量的一小部分。

GTL工艺采用费·托合成工艺的现代技术，这种工艺是上世纪20年代开发的，主要由三个步骤组成：

1. 通过含碳物质的部分氧化，将天然气转换成合成气，这是一种氢和一氧化碳的混合物。

2. 将费·托反应器中的合成气产生合成油。

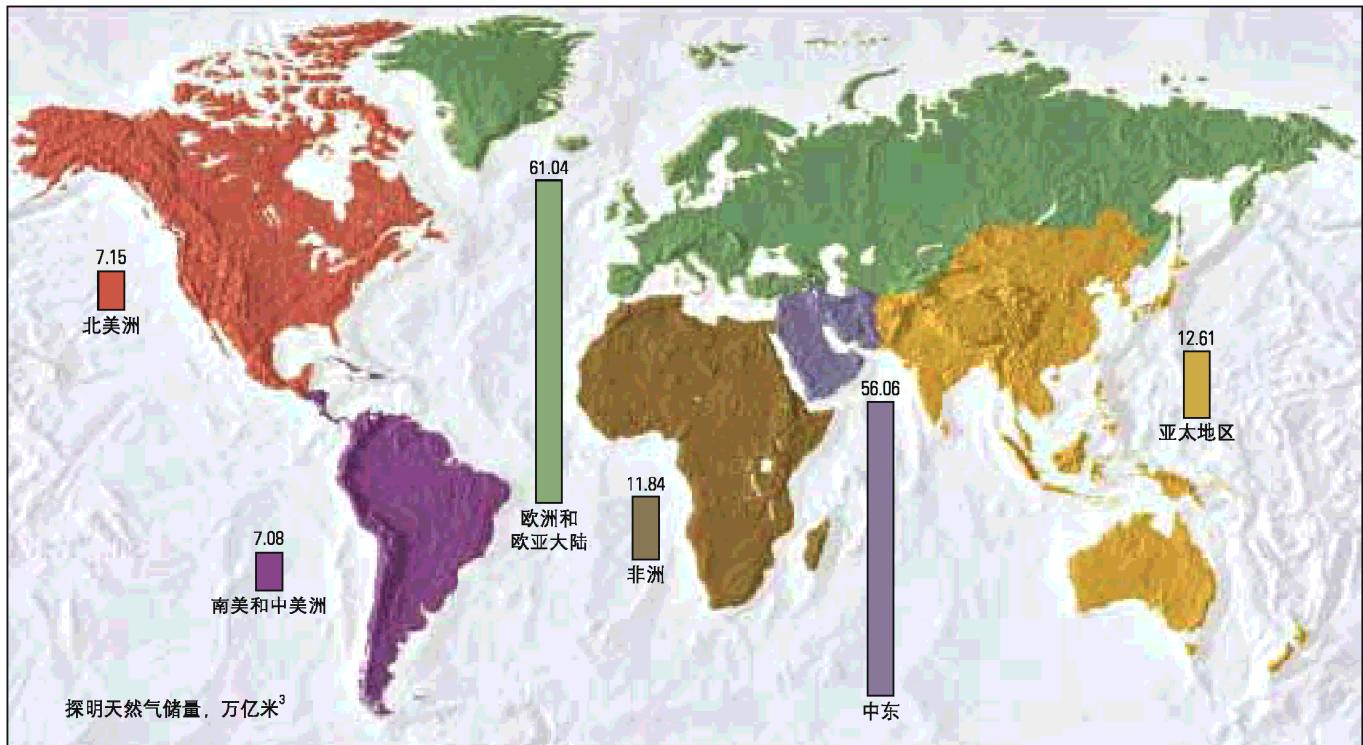
3. 提高合成油品质，产生最终产品，如低硫柴油燃料或汽油^[6]。

目前，仅有两家商业生产GTL的工厂，一家是壳牌公司在马来西亚Bintulu的生产设施，一家是PetroSA公司在南非的生产厂。它们转换常规天然气的总生

产能力达到6760米³/日（42500桶/日）。另外两家南非工厂提供另外2.54万米³/日（16万桶/日）煤层气转换生产能力（有关煤层气更多的信息，请参见“煤层天然气的开采”，第8页）。一些评估结果表明，在未来5年里，将在10个国家至少建设14家工厂，总能力将达到11.13万米³/日（70万桶/日）^[7]。这种碳氢液态产品将直接用于汽车或与其它燃料混合使用。

虽然目前天然气本身被当作一种能源资源，但随石油生产伴生的天然气仍然以火炬气形式被烧掉。火炬气燃烧对环境很不利。整个行业每年总共烧掉或排放的天然气约930亿米³（3.25万亿英尺³），而这些天然气是完全可以得到更好利用的^[8]。

例如，如果将目前非洲烧掉的天然气作为一种能源使用的话，可以基本满足该大陆近一半的发电需求^[9]。为了解和解决这一世界性问题，世界银行与一些国家政府和石油公司联合发起了一项降低全球火炬气燃烧的合作计划。该计划的目的是限制火炬气燃烧和以其它方式利用这些天然气。参加这一合作计划



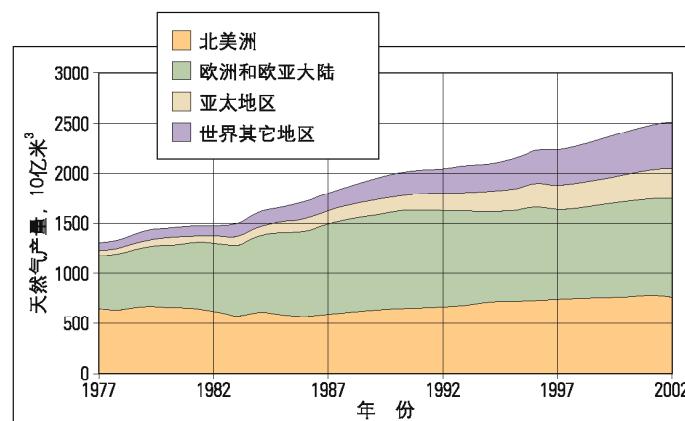
▲ 世界各国地区截止到2002年底的探明天然气储量。俄罗斯拥有欧洲和欧亚大陆78%的天然气储量。中东是另一个拥有大量天然气储量的地区。(根据2003年BP世界能源统计综述修改, 参考文献3)

的公司包括BP、壳牌、雪弗龙德士古、道达尔和Sonatrach等石油公司, 参加的国家包括安哥拉、喀麦隆、厄瓜多尔、尼日利亚、挪威和美国^[10]。

从地区到全球市场?

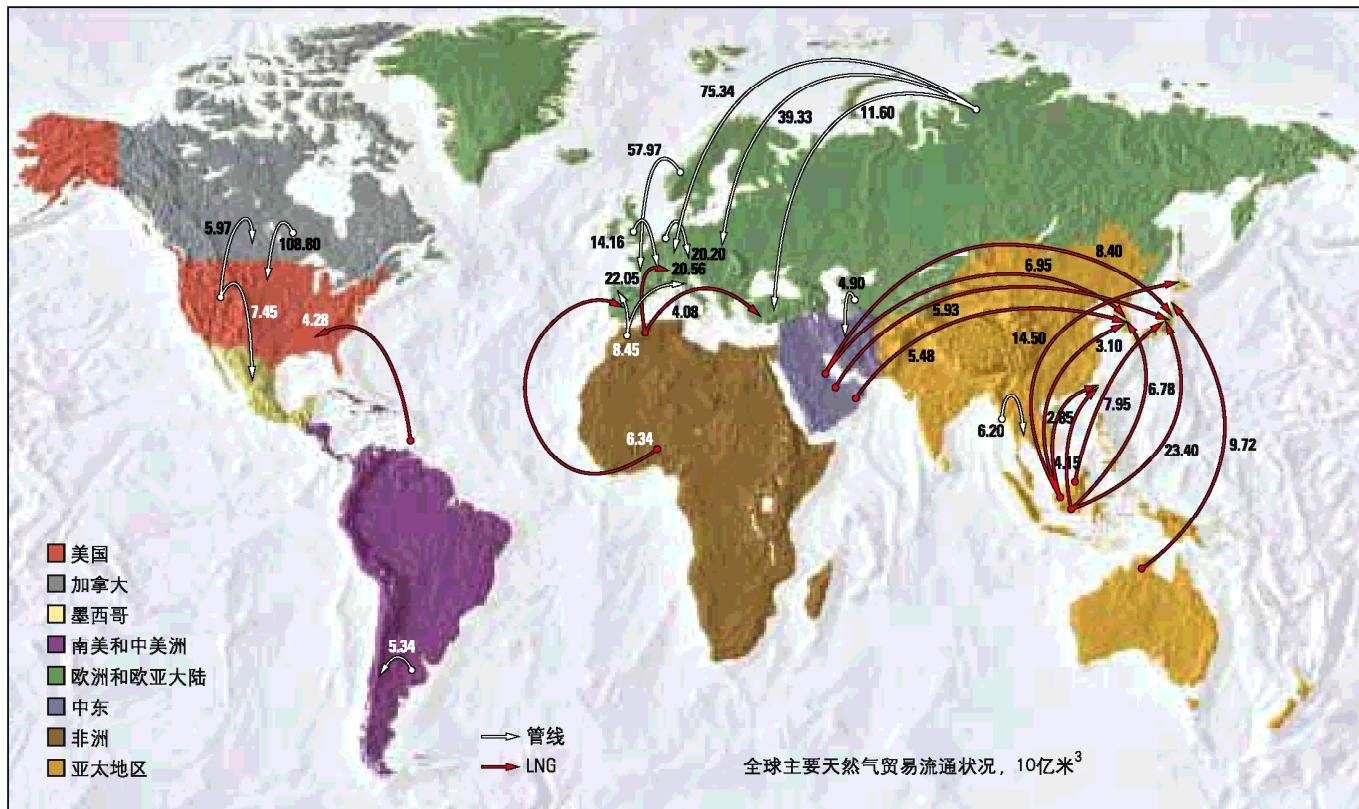
由于天然气很难运输, 所以目前天然气需求的近80%是靠终端用户自己国家的天然气生产井供给来满足的, 但如果需求继续快速增长, 这种供给方式将会改变(右图)。天然气将不得不进行长距离传输和跨越国界。根据一份估算资料, 到2030年只有不到50%的需求采用原产地供给方式来满足^[11]。管线输送天然气的进口量将翻一番, 液化天然气(LNG)进口量可能会增长5倍, 这种液体是将天然气冷却到-162°C (-259°F)获得的, 它的体积只有原始天然气体积的1/600^[12]。

许多国家正在成为重要的LNG生产国, 包括埃及和挪威, 而且安哥拉、伊朗和委内瑞拉有可能开发新的LNG供应项目。供应方式的多样化将增加天然气对用户的吸引力, 这样他们就会有



▲ 世界各国地区天然气产量分布情况。在图上显示的这段时间内, 天然气的消费量显示出相同的趋势, 因为大部分天然气靠近产地消费。然而, 预计未来地区间的天然气贸易将会增长。(根据2003年BP世界能源统计综述修改, 参考文献3)。

1. Watts P: "Building Bridges—Fulfilling the Potential for Gas in the 21st Century," 在世界天然气大会上的发言, 日本东京, 2003年6月3日, www.shell.com/static/mediaen/downloads/speeches/PBVwgc03062003.pdf
2. Watts, 参考文献1。
3. 2003年BP世界能源统计综述。英国伦敦: BP (2003年6月): 20。这项统计中使用了BP的换算系数。
4. BP研究报告, 参考文献3: 25。
5. Watts, 参考文献1。
6. Cottrill A: "GTL Seeking Its Big Break into Stardom," *Upstream* (2002年3月8日): 24-25。
7. Thackeray F: "Gas-to-Liquids Prospects: GTL in 2007," *Petroleum Review* (2003年1月): 18-19。
8. 美国能源信息署, "World Natural Gas Production, 2000," www.eia.doe.gov/pub/international/ieapdf/t04_01.pdf
9. 世界银行新闻发布资料, 2002年8月30日, www.ifc.org/ogmc/pdfs/PartnershipPressRelease.pdf
10. 世界银行, 参考文献9。
11. Watts, 参考文献1。
12. Watts, 参考文献1。



▲ 2002年天然气主要贸易活动范围。通过管线和采用液化天然气(LNG)货运形式对天然气进行长距离运输。图中的数字以10亿米³为单位，目前的大部分运输主要在两或三个大的地区内进行。(根据2003年BP世界能源统计综述修改，参考文献3)。

更大的安全感，因为他们不会依赖某一个供应商^[13]。LNG供应商可以远离用户(上图)。例如，2002年日本不仅从亚太地区获得LNG供给，而且还用船运方式从阿布扎比、阿曼和卡塔尔进口LNG。美国的LNG主要供应国是特立尼达和多巴哥，但美国也从阿尔及利亚、文莱、马来西亚、尼日利亚、阿曼和卡塔尔获得供应^[14]。

关于天然气最终是否能够象石油一样成为全球交易商品存在很多争议。全球大部分石油采用国际贸易形式，各地的石油价格大体相同。相反，天然气贸易为地区甚至地方性的，不同地区的价格变化很大。一些因素已经在激化这种关于全球化的争论，包括长距离运输的LNG货物量的增加，以及LNG运输船数量的迅速扩张。最近，东京电力公司所属一家核电厂出现维护问题，有可能导致该公司采纳寻求提供额外的LNG作为临时性替代能源的建议^[15]。任何类似这种交易的举动都可能影响到对其它重要客户(如美国)的供应。

分析家普遍认为，世界分为两大天然气贸易板块—亚太地区和从美国到欧洲与非洲的大西洋盆地。也有一些专家将欧洲视为第三个独立板块，但这种具体划分方式的不同并不重要，重要的是—些分析家认为，虽然过去大多数LNG贸易在区域板块内进行，而未来的贸易则可能集中在板块之间进行。如果是这样的话，他们认为全球的价格将趋于一致，并最终使LNG和天然气都成为全球性交易商品。

无论这种变化即将来临或是20年以后才会出现，分析家都承认存在一些限制因素。首先，LNG贸易以长期合同为主导，这意味着大部分LNG的销售都采用订购方式，不可能在没有调整合同的情况下对应价格简单地改变。然而，我们应该记得，在上世纪60和70年代，美国大部分天然气也采用长期合同方式销售。但在80年代，当天然气需求和价格明显上升时，这一做法也快速发生了变化。

- 13. Cook L: "Liquefied Natural Gas—Realising the Potential," 在世界天然气大会上的发言，日本东京，2003年6月5日，www.shell.com/home/html/iwgen/downloads/lindacook-wgc3.pdf
- 14. Poten and Partners: "2002: Global LNG Imports Reach Nearly 111 MMt," Market Opinion, 2003年3月21日，www.poten.com
- 15. 东京电力公司新闻发布资料: "Investigation of Maintenance Work at TEPCO's Nuclear Power Plants," 2002年8月29日, "Conclusion of a Heads of Agreement on LNG Purchase under the Sakhalin II Project," 2003年5月19日，以及 "Official Participation in Darwin LNG Project," 2003年6月30日，www.tepco.co.jp/corp-com/press/index-e.html
- 16. Thackeray F 和 Leckie G: "Stranded Gas: A Vital Resource," *Petroleum Economist* 69卷, 第5期 (2002年5月):10.
- 17. DeLuca M: "Thinking Big, Delving Deeper," *Offshore Engineer* (2002年4月):24.
- Carre G, Pradie E, Raymondau M, Christie A, Delabroy L, Greeson B, Watson G, Fett D, Piedras J, Jenkins R, Schmidt D, Kolstad E, Stimatz G 和 Taylor G: "深水完井和固井新技术,"《油田新技术》, 14卷, 第4期 (2002/2003年冬季刊): 36-51。
- 18. Collett TS, Lewis R 和 Uchida T: "Growing Interest in Gas Hydrates,"《油田新技术》, 12卷, 第2期 (2000年夏季刊): 42-57。
- 19. Kværnø K: "Gas Hydrates—Geological Perspective and Global Change," *Reviews of Geophysics*, 31卷, 第2期(1993年5月):173-187。

第二个因素，价格的确定并不透明，主要是业内合同的性质所决定的。潜在的客户不可能通过简单地登录商品交易所的网站查看世界各地的最新价格。上世纪 60 和 70 年代，美国天然气市场还将天然气运输、储存和分配等服务内容捆绑在一起，自美国政府将这些商业活动分开后，竞争开始加剧，各部分商业活动的成本很快透明起来。

第三个因素，也是最重要的因素：为了实现地区间的贸易，需要大规模的基础建设投资，必须建立液化厂，以便将天然气转换成一种低温液体，而且在抵达的港口必须有把 LNG 再转换成天然气的再气化设备。

边际天然气

尽管天然气储量非常丰富，但全球有三分之一以上的天然气储量归类为边际天然气^[16]。边际储量是那些已经发现但由于地理位置太偏远或规模太小而未被开发的储量。这段历史到今天应该结束了，现在那些拥有边际天然气储量的公司正在寻找将这种天然气推向市场的方法。实现这一目标有两种方式：在驳船上安装LNG设施或采用浮动GTL装置。

壳牌公司是众多开发浮动 LNG (FLNG) 设施技术领先的公司之一。壳牌公司与其合作伙伴正在探讨 FLNG 作业的可能性，以开发蒂汶海的大型 Sunrise 气田，该气田位于澳大利亚北部与蒂汶岛之间的水域内。虽然壳牌公司与合作伙伴之间尚未就是否将 FLNG 船作为开发这个储量超过 2300 亿米³ (8 万亿英尺³) 气田的最佳选择达成协议，但如果选择 FLNG 方式，那么一条驳船需要在Sunrise气田至少能够工作20年。一旦天然气在驳船上被液化后，再将其卸载到专用的运输船上。

在未来，新技术可以帮助人们将边际天然气转换成一种可销售的产品，而不必将其烧掉或是回注到地层中。然而，这种产品仍然具有所有LNG的限制因素，更不用说其生产位置远离目标市场这样一个事实。而且，还不得不建立高成本、耗费时间的供给链，才能够使 LNG 贸易全球化。一种替代方式是不将

天然气转换成 LNG，而是在船上通过使用GTL技术直接转换成高品质的液体产品。这种GTL产品将具有现成的地方和区域市场。

深层天然气

开发深海发现的天然气所遇到的具体困难与开发深海石油相同。然而，以合理的价格开发气田并将天然气输送到市场上还有一些特殊问题。墨西哥湾的 Canyon Express 项目被证明是一个可以提供适合一组小气田开发方案的项目。Canyon Express 是今年早些时候投产的项目，采用普通集输系统从由三家不同公司（道达尔，BP 和马拉松）拥有的气田上开采天然气^[17]。这种共享基础设施的方式意味着降低每家公司的成本。

勘探队不仅在深海进行钻井，他们还在墨西哥湾大陆架的浅水区域进行重新勘探，钻更大深度的井。墨西哥湾的浅水区域深度不超过 300 米 (1000 英尺)，那里集中了大量的生产井，通常被认为是产量正在递减的区域。然而，美国内政部矿产管理服务 (MMS) 部门认为，该地区的深层可能储藏着约 3000 亿米³ (10.5 万亿英尺³) 的天然气。

美国政府计划从财政方面鼓励石油公司在该地区的深层进行钻井活动。根据这项计划，MMS 将在石油公司在他们已经租赁的浅水区域进行风险勘探和开发深层天然气时提供停收矿区使用费的政策。估计新的 3000 亿米³ 天然气储量中，大约 60% 位于现有租赁的区域，其余位于尚未租赁的区块。拥有丰富的陆上深层天然气钻井经验的 El Paso 开采公司，已经在墨西哥湾进行了深层钻井，截止到去年已经有 5 口井从 5360~5790 米 (17600~19000 英尺) 深度的砂岩中以 970 米³/日的产量生产天然气。

在该区域作业的公司具有这样一个优势，即多年来为开发浅水发现所建立的基础设施依然存在，新的深层井也可以使用这些设施，从而降低了成本。

天然气水合物

无论作业公司怎样想方设法削减其成本，最终常规的油气资源不可能满足

天然气体积单位 在本期的文章中，除特别标注外，天然气体积单位均采用 SPE 标准，用 60°F 和 14.696 psia 条件下的标准立方英尺 (scf) 及 15°C 和 100 kPa 条件下的标准立方米表示。使用的换算系数为 0.0286364 m³/scf。

全球对能源的需求。考虑到这个因素，美国和其他国家的一些研究组织正在研究从天然形成的水合物中开采天然气的可能性^[18]。水合物是类似空壳状围绕单个天然气分子的多个水分子组成的晶体，但之间没有化学胶结。勘探和开采行业对水合物的关注已经有很长的时间，但一直是将其看作一个问题而不是一种资源。在深海或北极地区，这种象冰一样的水合物在管线中形成并阻塞管线。通常，采用化学抑制剂阻止它们的形成。科学家和工程师现在认为，在大洋沉积层和北极永冻层之下发现的天然形成的天然气水合物，将来有可能成为一种重要的油气资源。如果这种天然气水合物能够得到经济有效的开发，全球将拥有一种储量丰富的新能源。天然气水合物沉积分布在世界各地水深超过 1000 英尺、海底温度低于 10°C (50°F) 并且有可能含气的地区。在美国阿拉斯加、加拿大和俄罗斯的北极区域也已经发现了天然形成的大规模天然气水合物沉积。全球储量估算结果表明，多达 20000 万亿米³ (700000 万亿英尺³) 的天然气储量以水合物的形式存在^[19]。即使只有一小部分的天然气水合物属于可采储量，也能满足全球数百年的能源需求。目前被认为是一个麻烦问题的水合物在将来有可能成为维持全球发展的重耍资源。

未来的燃料

在可以预见的未来，油气将继续在能源供给中占主导地位。在能源构成中，天然气所占比例将逐渐增大。在未来的 25 年内，全球的天然气消费量将超过石油。然而，挖掘天然气资源的最大潜力，还需要重大的技术创新和不懈的努力，以寻找削减天然气生产和运输成本的方法。

— MB