

气化技术的未来

德洛姆·费尔 (DeLome Fair) 美国综合能源系统公司 (Synthesis Energy Systems Inc., SES) 总裁兼首席执行官

气化技术在几十年前就已经实现了规模化商业应用。但是受能源、化学品市场以及地缘政治等因素的影响,该技术发展形势时而良好,时而低迷。南非于1955年首次应用该技术来大规模生产煤制油(Coal-to-liquids, CTL)。20世纪70年代,遭遇石油危机的美国也开始大力发展煤气化技术。该技术为美国创造了一种新的政治气候——将国内煤炭资源转变为其他能源类型,从而降低对进口石油的依赖。20世纪80年代初,美国、欧洲、日本和中国进一步拓展了煤气化技术在商业生产和煤化工行业中的应用。例如,美国在北达科他州建立了首个煤制气工程项目,在加利福尼亚州的冷水电厂建立了首座整体煤气化联合循环发电示范项目,迅速使该技术成为了可替代清洁能源平台。在20世纪90年代,美国建成并运营了波尔克电站(Polk)和沃巴什河电厂(Wabash)的IGCC机组,进一步促进了该技术的发展。21世纪初,由于能源价格不断走高,应用煤气化技术的清洁能源项目发展更加迅速。

但水力压裂法的出现为美国带来了海量页岩气资源,这拉低了天然气价格,也改变了煤气化技术的发展局面。因此,美国煤气化项目的发展显著放缓,只有少数几个仍

在维持,以免被取消。从这段时期到进入2010年代初期,中国相继建设了许多煤制化学品项目来生产氨、甲醇、烯烃以及其他各种化学品。目前,中国是应用煤气化技术最多的国家。通过发展该技术,中国可以生产大量的化学品来满足工业化发展的需求。近年来,中国的国内生产总值增速放缓,这意味着世界最大和最稳定的煤气化技术市场的需求也开始减小。

由于近几年全球能源价格走势同之前大不相同,煤气化技术的总体发展趋势也逐渐下滑。如果继续以传统的眼光看待煤气化技术,即只专注于把高阶煤转化为化学品的大规模项目,那么未来煤气化面临的挑战将十分艰巨。但若人们能够摒弃对煤气化技术的旧观点,在对市场和地缘政治力量的双重力量权衡中,仔细评估市场趋势,该技术将会迎来新一轮的发展契机。

天然气价格

煤气化技术的主要竞争对象是油气能源产品,而且天然气价格是评估煤气化项目可行性的一个最重要的指标。



气化示范项目的成功运行将开辟新的市场

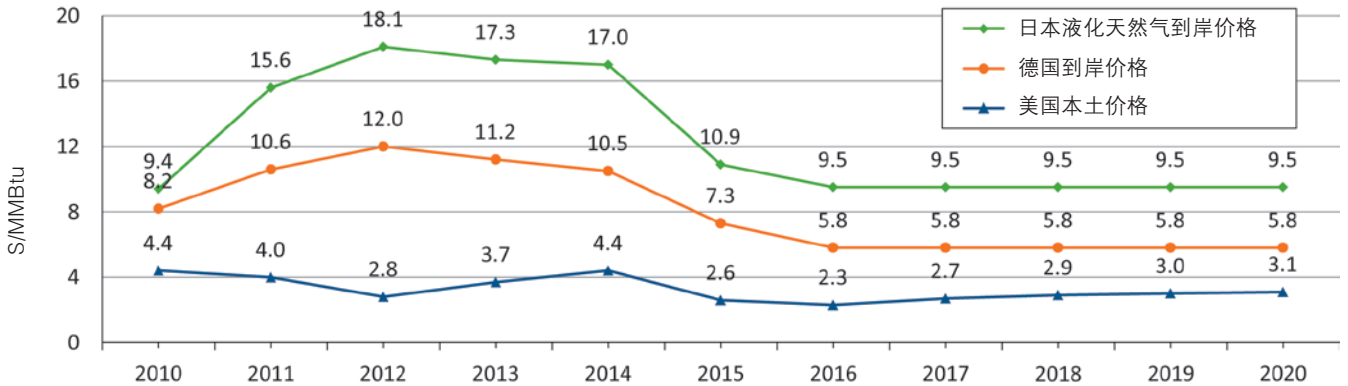


图1 天然气价格预测 [1]

在天然气既廉价又充足的情况下，建设煤气化项目的可能性近乎为零。图1所示为日本和欧美天然气的预测价格。图2所示的是2016年初世界各地的液化天然气（LNG）到岸价格。

低于6美元/MMBtu，但将燃料提供给最终用户之前，LNG在气化和管道运输过程中会增加额外成本。例如，中国去年的天然气价格为2.5~3.5元/m³（10~15美元/MMBtu）。

由上述两个图，可以得出以下几个结论：

- (1) 除美国之外，预计其他国家和地区的天然气价格将保持上升趋势。
- (2) 虽然预测的天然气价格较为稳定，但仍存在较高的波动性。
- (3) 虽然几乎所有国家和地区的LNG到岸价格均

中国、印度、印度尼西亚、巴西和非洲等地区的天然气价格预计会出现最大增幅，未来这些地区的天然气价格也会很高，而且这是天然气价格的底线。因此，能源市场上，煤气化制成气等其他低成本燃料必会替代如此昂贵的天然气和液化天然气。



图2 LNG到岸价格 [2]

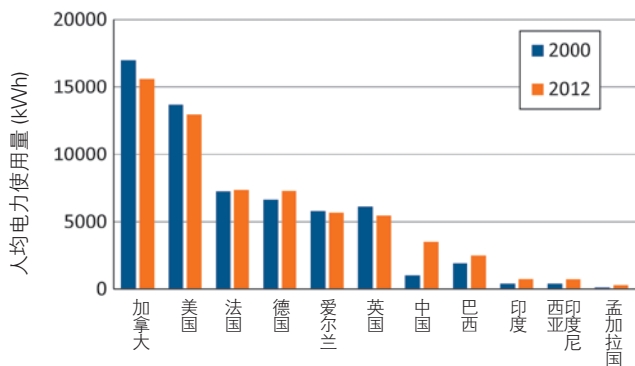


图3 部分国家人均能源使用量 [3]

能源需求

目前，加拿大和美国的人均能源使用量位居前列，但近年来呈下降趋势（图3）。如图3所示，欧洲发达国家的人均能源使用量较低。据此可知，发展中国家仍处于上升阶段，未来这些国家的人均能源使用量最终会接近欧洲水平。

以中国为例，在过去的数十年里，中国的人均能源使用量有明显的涨幅，而且未来仍会继续上升。中国约有13.5亿人，若人均能源使用量从2012年的水平升至5000kWh（略低于欧盟国家2012年的水平），那么额外还将需要约250GW的发电装机容量。人口约为12.5亿的印度若想达到同等水平，还需要600GW的发电装机容量。由于这些国家的人口数量还将继续增长，这些预测并没有将其他用电单位的额外电力装机需求考虑在内。

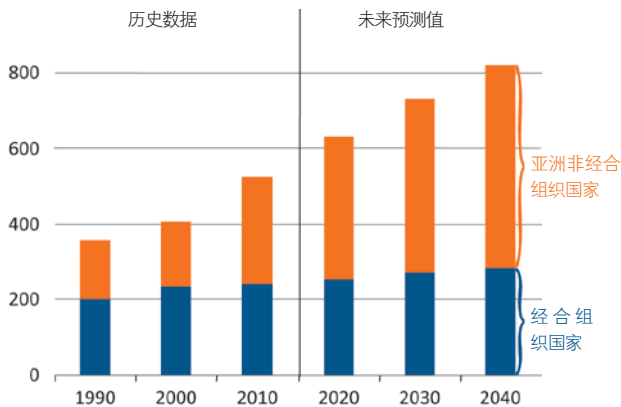


图4 全球能源消费预测 [3]

为了满足这些持续增长的人口能量需求，额外的电力和燃料容量将是十分必要的（图4和图5）。

能源消费的历史走向和未来预测如图4所示。显而易见，非经合组织国家煤炭消费曲线的走势同能源消费曲线的走势高度一致，如图5所示。未来的电力产能增长主要在非经合组织国家，而这些国家离不开煤炭的使用。因此，这些国家会利用当地的煤炭资源来提供低成本、低排放的清洁能源。相较于其他传统的煤基技术，气化技术具有超强的碳捕集能力，能够发挥十分重要的作用。

新型发电厂煤气化的潜力

电力供应商和政府部门在作出有关新型发电厂的决策时，必须考虑以下几个关键方面。首先，决策必须考虑到未来使用的燃料。通常情况下，燃料的成本是最重要的影响因素。除此之外，还需考虑到燃料供应的长期性，以及进口燃料和国产燃料对能源安全的影响。最后，根据第21届联合国气候变化大会所制定的新协议，碳排放管制会越来越严格，这一点也必须重视。

在世界很多地区，天然气和煤炭的成本相差甚多。由于煤炭廉价，且当地储量丰富，这些地区很有可能会继续依赖煤炭。虽然发达国家会更多地发展风能、太阳能等成本较高的可再生能源来对冲燃煤电厂所排放的二氧化碳，但大多数新兴市场仍急需大量低价且稳定的新型发电装机容量。该趋势曾经带动，并将持续带动煤基发电项目的发展。煤气化技术不仅可以生产经济可靠的

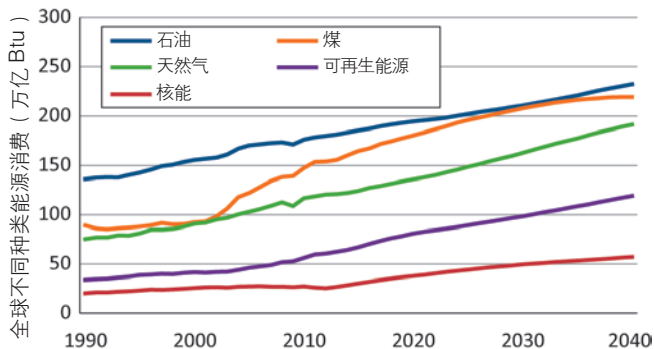


图5 全球不同种类能源消费



义马煤制甲醇项目成功使用了 SES 气化技术 (SGT)

电力，而且有助于降低碳排放，因此对于发展中国家具有非凡的意义。

就燃煤发电来说，各国需要在传统煤粉锅炉和煤气化技术之间做出抉择。资金成本和低成本融资的可能性是建厂要考虑的关键因素。此外，电厂装机容量的选择也十分重要。传统大规模燃煤电厂的装机容量为 600MW。装机容量超过 600MW 的电厂由于缺乏集中的负荷需求和足够的远距离传输能力，运营效果往往不够理想。在这种情况下，考虑到负荷需求的分布式特点，50 ~ 300MW 的小规模装机容量更加合适。

另外一个重要因素是污染物标准和碳排放。相较传统的煤粉发电厂，运用煤气化技术的电厂能够大大降低硫氧化物、氮氧化物和颗粒物等污染物的排放。此外，碳捕集与利用技术已经得到开发和验证，若对煤气化项目进行改造，则可以提供低成本和商业化的途径来捕集二氧化碳。

煤气化发电项目不仅在电力市场颇具竞争力，而且会迅速成为煤基发电的引领者。但煤气化技术仍需满足几个关键要求。首先，气化技术必须降低低阶煤（如褐煤或高灰分煤）及煤矸石的气化成本；其次，新型电厂所排放的污染物必须低于传统的燃煤电厂；最后，煤气化电厂的供应商应做好宣传工作，让大众了解气化技术

可以改造电厂，提高碳捕集能力。近期在建的煤气化发电厂可能未配有二氧化碳捕集设施，但可以对现有的电厂进行改造，以较低的成本大幅降低二氧化碳排放量。气化技术的这种能力具有很高的附加值，能够对冲因限制碳排放导致的投资风险。

煤气化技术还可以满足电力市场的需求。例如，美国综合能源系统公司（Synthesis Energy Systems Inc.，SES）已经建立了一个小规模燃煤煤气化电厂。这个新电厂——iGAS 将小规模燃气轮机和 SES 气化技术（SES Gasification Technology，SGT）相结合，在分散发电平台上利用低阶煤来生产清洁廉价的电力。

其他能源需求

除了发电之外，煤气化技术还可用来生产其他形式的能源。在工业应用中，通过生产合成天然气（SNG）和生产合成气（Syngas）来取代天然气或其他燃料是两个新方向。如果煤炭的价格较低或者替代天然气的燃料价格较高，那么通过气化技术合成天然气有可能会盈利。然而，由于在煤矿附近所建的电厂往往配有天然气管道这种基础设施，因此气化技术更像是一个利基机遇。

气化技术的新市场是利用低成本的煤炭来生产清洁的合成气，这些合成气可以直接投入工业生产中，来生

产化妆品、玻璃和铝制品等。2014年12月，美国综合能源系统公司宣布将建设三个运用SES气化技术的项目。这三个项目由SES中国合资公司——天沃-综能合资公司核准。其中第一个项目于2015年7月正式启动，预计每天将为中国铝业的铝制品生产节约燃料成本5万美元。合成气也可以替代天然气，用于钢铁生产行业中的直接还原铁。

气化技术所面临的挑战

要想抓住能源市场中这份巨大的潜在份额，煤气化行业需要采取哪些措施？首先，将重点从化学品转向清洁能源。当然，化学品生产项目仍需继续，但笔者认为真正的机遇在于清洁能源。其次，气化行业需调整地理分布。从历史来看，煤气化项目选址一直集中在中国东部和美国。未来中国仍会在煤气化市场中占据主导地位，但市场将扩大至全亚洲，包括印度、印度尼西亚、蒙古、巴基斯坦和越南等国。长期来看，在巴西和非洲等其他发展中地区也会出现煤气化需求。

最后，下一代的气化项目可能不会由那些拥有资金和融资能力的大型企业或国有企业来建设。煤气化技术供应商不能仅仅局限于提供许可证和设备的传统角色，还应提供成套的气化岛项目，在股权融资方面更多地协助项目开发商，以使项目顺利开始。清洁能源项目具有诸多利好政策，技术供应商进行股权投资也可获得诱人的收益。

结论

综上所述，本文可得出以下关键结论：

- (1) 高速发展地区的市场比以往更加需要发展煤气化技术。
- (2) 总体来讲，煤气化技术供应商在迅速增长的能源市场中面临着巨大的发展契机。
- (3) 煤气化技术是一项清洁能源技术。
- (4) 为了满足世界发展的需求，仍需大量使用煤炭。
- (5) 在当前全球呼吁碳减排的情形下，煤气化技术是利用煤炭的最佳选择。
- (6) 项目决策需考虑速度、较低的投资资本、经济因素以及污染物排放、碳捕集能力和水耗等环境影响。

煤气化技术供应商应根据市场动态和日新月异的客户需求来调整策略，这样才有机会获得成功。我们相信美国综合能源系统公司的技术已经能够满足未来的能源需求，并将继续利用煤炭为客户提供清洁能源。

参考文献

- [1] International Monetary Fund. (2015, October). Natural gas prices: Long term forecast to 2020, data and charts, knoema.com/ncszerf/natural-gas-prices-long-term-forecast-to-2020-data-and-charts
- [2] Waterborne Energy, Inc. (2015). World LNG estimated December 2015 landed prices, www.ferc.gov
- [3] World Bank. (2016). Electric power consumption (kWh per capita), data. worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC