

The background is a solid yellow color. It is decorated with several overlapping circles of varying sizes. Inside some of these circles are faint, stylized versions of economic charts: a bar chart in the top-left, a line graph in the top-center, and a horizontal bar chart in the bottom-center. There are also some smaller, solid-colored circles scattered around.

ECONOMIC RESEARCH ON THE METHANOL INDUSTRY IN CHINA

中国甲醇产业 经济研究

张彩丽◎编著

中国石化出版社
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

ECONOMIC RESEARCH ON THE METHANOL INDUSTRY IN CHINA

中国甲醇产业 经济研究

张彩丽◎编著

中国石化出版社
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

图书在版编目(CIP)数据

中国甲醇产业经济研究 / 张彩丽 编著. —北京: 中国石化出版社, 2015. 1
ISBN 978-7-5114-3154-7

I. ①中… II. ①张… III. ①甲醇—化学工业—产业经济—中国 IV. ①F426.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第005750号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街58号

邮编: 100011 电话: (010)84271850

读者服务部电话: (010)84289974

<http://www.sinopec-pmss.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092毫米 16开本 20印张 255千字

2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷

定价: 98.00元

序

甲醇来源渠道多、应用广，随着其上中下游全产业链生产技术的迅猛发展，甲醇产业正逐步形成。2006年诺贝尔化学奖得主乔治·A. 奥拉首次提出“甲醇经济”概念，引起业界和各国政府部门的关注，甲醇经济逐渐从幕后走向台前，承担了越来越重的责任和希望。同时，在全球化石能源供应和环境保护压力越来越大的背景下，为追求能源和物质的“分子利用”，不断提高能源利用效率，甲醇作为最简单的一元醇和富氢液体，其良好的燃烧特性和简洁的分子结构，使其作为可持续的新型能源载体和基础化工原料对世界经济的影响力越来越明显。

我国甲醇工业虽然起步较晚，但发展很快，尤其是在“十一五”期间，产能出现了爆炸式的增长，但产业发展良莠不齐，基本上属于因地制宜式的顺其自然发展，总体上缺乏顶层设计，产业竞争力较弱。规模较小的企业盈利艰难，加上节能减排和环保压力的不断增大，使得总体开工率下滑到50%左右，行业面临着生存挑战，急需整合规范、调整提升。在此背景下，我欣慰地看到中国石油化工集团公司张彩丽同志结合自身实践，在国家提出“加快发展高碳能源低碳化利用和低碳产业”，建设资源节约型与环境友好型社会的纲领下，撰写了《中国甲醇产业经

济研究》一书。本书从甲醇产业发展情况入手，以基础性、通俗性、实用性、规范性为编写原则。前五章主要从甲醇的属性、主要生产工艺、供求关系、贸易体系及下游产业链五个方面，结合近年来出现的新工艺、新技术、新应用介绍了甲醇的相关知识和最新发展动向，并详细介绍了各个环节的影响要素，汇集了当前国内外甲醇产业的基础知识，内容较为丰富，信息量大，将甲醇产业发展历史、现状与未来发展趋势有机结合，既有现实可行性，又有前瞻启发性。后两章围绕甲醇原料可获得性和经济性导致的全球布局调整，生产技术更新换代带来的利用效率提高，新兴应用领域不断拓展形成的消费市场改变，稳定和低成本物流影响的贸易流向的优化等方面，采用定性和定量分析相结合的方法，结合国家有关政策，分析了中国甲醇经济发展面临的挑战和机遇。从调整宏观政策、理顺管理体制、推进技术进步等方面，提出优化产业结构和布局、建立快速高效甲醇储运网络体系、制定产业标准、加大技术创新、建立产业预警机制等产业健康发展的一系列政策建议和规划意见。

本人认为本书将促进工业界和学术界对甲醇经济发展的关注，为国家和地方政府在制定相关政策时提供参考，并对从事甲醇产业规划、生产、科研和贸易的投资者提供帮助，也是高校化工专业师生很好的参考书。书中有很多作者本人的思考和研究成果，我赞赏作者在这一产业的远见和洞察力，但作为一家之言，对于一些争论性较大、目前国内外尚无定论的观点和见解，仍需要广大同仁探讨和指正。期待通过大家进一步研究，不断完善“甲醇经济”理念，促进中国甲醇经济持续健康发展。

戴照明

目 录

第1章 甲醇的属性及用途	1
1.1 甲醇的来源	1
1.2 甲醇的性质	2
1.3 甲醇的质量指标	4
1.4 甲醇的主要用途	5
第2章 甲醇的主要生产工艺	
2.1 甲醇生产原料	8
2.2 甲醇主要生产工艺	10
第3章 世界和中国的甲醇供求及贸易	52
3.1 全球甲醇供需及贸易情况	52
3.2 中国甲醇供需及贸易情况	63
第4章 甲醇下游产业链	79
4.1 传统产业	80
4.2 新兴产业	112

第5章 甲醇产业发展趋势和特点	150
5.1 全球甲醇生产形成新格局	150
5.2 甲醇原料来源多样化，产业经济性和环保性不断提高	165
5.3 甲醇生产技术不断创新，引领产业可持续性发展	171
5.4 不断拓展的应用领域形成甲醇新商机	182
第6章 中国甲醇产业面临的挑战和机遇	194
6.1 中国甲醇产业面临的问题及挑战	194
6.2 中国甲醇产业面临的发展机遇	211
第7章 中国甲醇产业发展建议	238
7.1 进一步提高产业集中度，实现单点布局规模化、基地化、 一体化发展	239
7.2 建立甲醇储备基地，增强市场影响力	240
7.3 研究制定甲醇管道运输，完善运输网络	241
7.4 制定下游产业利用标准，推动甲醇产业健康发展	245
7.5 加强技术创新，提升技术装备水平，加快工业应用， 完善产业链	246
7.6 建设甲醇产业预警机制，防范国外低价倾销冲击	247
附录：与甲醇有关的文件及知识	249
附录1：《天然气利用政策（2012年）》中华人民共和国 国家发展和改革委员会令第15号	249
附录2：国家发展改革委关于调整非居民用存量天然气 价格的通知	255
附录3：国务院办公厅关于促进煤炭行业平稳运行的意见	259

附录4:《商品煤质量管理暂行办法》第16号	262
附录5:《关于规范煤化工产业有序发展的通知》	266
附录6:《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设引导产业健康发展的若干意见》	271
附录7:国务院办公厅关于加强内燃机工业节能减排的意见	281
附录8:交通部发布的《道路危险货物运输管理规定》	288
附录9:《煤化工产业中长期发展规划(征求意见稿)》	300
附录10:工信部推三省市甲醇汽车试点	302
附录11:甲醇期货知识	307

后记	311
----	-----

第 1 章

甲醇的属性及用途

【本章要点】

本章主要介绍甲醇的来源、物理化学性质、存储运输条件、工业甲醇的质量指标、上下游产业链构成及主要用途等情况。

1.1 甲醇的来源

自然界中只有某些树叶和果实中含有少量的游离态甲醇，绝大多数以酯或醚的形式存在。1661年罗伯特·波义耳通过蒸馏方法从木材中分离得到甲醇，但产量很低，且杂质较多。合成氨技术的突破带动了甲醇工业化技术的革新，目前甲醇主要采用一氧化碳和氢气合成法生产，仅有少量在木材干馏中作为副产物回收。合成甲醇的一氧化碳和氢气可以以固体（如煤、焦炭）、

液体（如原油、重油、轻油）或气体（如天然气及其他可燃性气体）为原料，经造气、净化、变换、脱除二氧化碳后，配制成适宜的合成气，在不同的催化剂存在下，选用不同的工艺条件单产甲醇（分高压法和低压法），或与合成氨联产甲醇（联醇法）。将合成后的粗甲醇，经预精馏脱除甲醚，精馏而得成品甲醇（图1-1）。随着可再生资源的开发利用，利用农作物秸秆、速生林木及林木废弃物、城市有机垃圾等也可以气化合成甲醇。

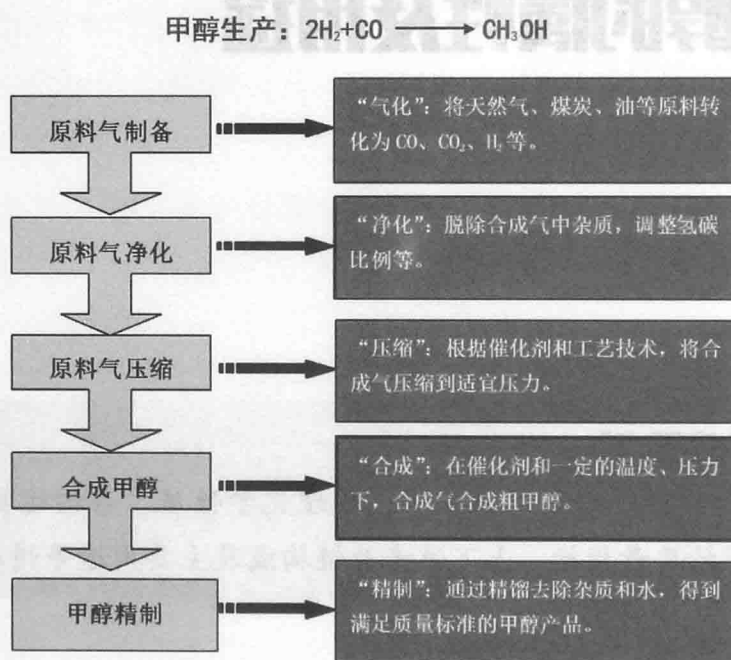


图1-1 甲醇生产流程简图

1.2 甲醇的性质

甲醇，别名甲基醇、木醇、木精。分子式 CH_3OH ，相对分子质量32.04，是一种透明、无色、易燃、有毒的液体，略带酒精味。熔点 -97.8°C ，沸点 64.8°C ，自燃点 470°C ，相对密度0.7915($20^\circ\text{C}/4^\circ\text{C}$)， 20°C 时蒸气压96.3mmHg，黏度0.5945cP，闪点 11.11°C ，蒸

气与空气能形成爆炸混合物，爆炸极限为6.0%~36.5%。甲醇是最常用的有机溶剂之一，能和水以任意比例相溶，但不形成共沸物，能和多数常用的有机溶剂(乙醇、乙醚、丙酮、苯等)混溶，并形成恒沸点混合物，甲醇能和一些盐如CaCl₂、MgCl₂等形成结晶化合物，称为结晶醇，如CaCl₂·CH₃OH、MgCl₂·6CH₃OH，和盐的结晶水合物类似。甲醇燃烧时无烟，火焰呈蓝色。甲醇具有脂肪族伯醇的一般性质，连有羟基的碳原子上的三个氢原子均可被一一氧化，或脱氢生成甲醛，再氧化成甲酸，甲酸氧化的最终产物是二氧化碳和水。甲醇有毒、有麻醉作用，对视神经影响较大，严重时可引起失明(图1-2)。

有毒物品 对人体有害 请注意防护		
甲醇 Methanol	健康危害	理化特性
	急性中毒症状有：头疼、恶心、胃痛、疲倦、视力模糊以至失明，继而呼吸困难，最终导致呼吸中枢麻痹而死亡。 慢性中毒反应为：眩晕、昏睡、头痛、耳鸣、视力和消化障碍。	易燃，易燃烧爆炸，具刺激性。 遇明火会引着回燃。
当心中毒 	应急处理	灭火措施
	皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。 眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 食入：饮足量温水，催吐。用清水或1%碳酸氢钠溶液洗胃。就医。	抗溶性泡沫 干粉 二氧化碳 砂土
注意防护 		

图1-2 甲醇常规标识

甲醇化学特性稳定，易于保存。贮存条件要求干燥、通风、低温（温度不超过30℃），避免日光照射并隔绝热源、二氧化碳、水蒸气 and 火种。试剂甲醇常密封保存在棕色瓶中置于较冷处。贮存期限6个月。可用干燥、清洁的铁制槽车、船、铁桶等包装，并定期清洗和干燥。

长距离运输可采用公路、铁路、水路、管输方式。公路运输以

卧式甲醇储槽汽车，大吨位汽车槽车（40~50t）已成熟，分装可用铁桶（200L），散装可用塑料桶（20~30L）。铁路运输槽车为国家铁道部指定的包头一机、哈尔滨重工和锦西机务等单位生产，设计规格统一为30m³（折合48t，至少留有5%的空隙）。水运有各类载重吨位运输甲醇船舶（专业甲醇运输船舶45000t，综合运输船舶运输甲醇能力各吨位不等）。内河水运主要为1000~2000t船舶。在产地与消费地毗邻的地区可通过管道运输，在加拿大有两条长距离管输甲醇线，一条是从埃德蒙顿到达巴纳比，全长1146km，从原油管道改造后输送甲醇，输送量4000t/d；另一条全长3000km，原输送液化气管线改送甲醇，输送量4000t/d。

1.3 甲醇的质量指标

甲醇分为工业甲醇、燃料甲醇和变性甲醇。甲醇的现行国标为《中华人民共和国国家标准工业用甲醇》（GB 338—2004）。该标准适用于以煤、焦油、天然气、轻油、重油等为原料合成的工业甲醇，主要用于化学工业、医药工业、农药行业，也可作为燃料使用。该标准规定了工业用甲醇的要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存和安全等。

该标准将甲醇分为优等品、一等品和合格品，质量指标包括色度、密度、沸程、高锰酸钾试验、水混溶性试验等11个，具体如下表1-1所示技术要求：

表1-1 工业用甲醇技术指标

项 目	指 标			试 验 方 法
	优等品	一等品	合格品	
色度/Hazen单位（铂-钴色号）	≤5		≤10	GB 4472
密度（ρ ₂₀ ）/（g/cm ³ ）	0.791~0.792	0.791~0.793		GB 7534
沸程（0℃，101.3kPa，在64.0~65.5℃范围内，包括64.6℃±0.1℃）/℃	≤0.8	≤1.0	≤1.5	GB 7534
高锰酸钾试验/min	≥50	≥30	≥20	GB 338

续表

项 目	指 标			试验 方法
	优等品	一等品	合格品	
水溶性试验	澄清			GB 63241
水的质量分数/%	≤0.10	≤0.15		GB 6283
酸的质量分数（以HCOOH计）/%	≤0.0015	≤0.0030	≤0.0050	GB 338
碱的质量分数（以NH ₃ 计）/%	≤0.0002	≤0.0008	≤0.0015	GB 338
羰基化合物的质量分数（以HCHO计）/%	≤0.002	≤0.005	≤0.010	GB 33
蒸发残渣的质量分数/%	≤0.001	≤0.003	≤0.005	GB 632428

粗甲醇经脱水精制可生成作为燃料使用的无水甲醇，成为燃料甲醇，因其只有燃烧和无水的要求，不需添加变性剂，成本比工业甲醇低。甲醇和汽油、柴油不互溶，尤其是在低温潮湿环境中发生分层（相分离）而造成发动机不能正常工作（图1-3）。因此,可在燃料甲醇或工业甲醇中加入一定量的车用甲醇变性剂，作为汽油、柴油使用，称之为变性甲醇，专门用于调配车用甲醇汽油。

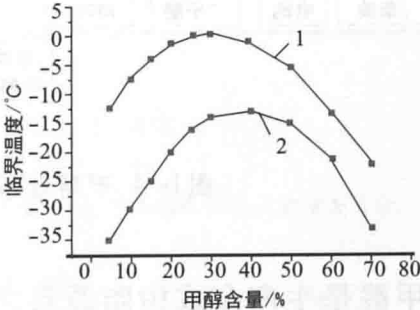


图1-3 甲醇与汽油分离示意图

1.4 甲醇的主要用途

甲醇不但是最基本的有机化工原料，也可代替汽油作燃料使用，消费量仅次于乙烯、丙烯和苯，是一种重要的大宗化工品。生产原料主要来自于天然气和煤炭，下游产业链长，在化工、医药、建材、纺织及运输等行业都有广泛的应用，在国民经济中具有重

要地位，其衍生物产品发展前景广阔。目前甲醇的深加工产品已达120多种，中国以甲醇为原料的一次加工产品已有近30种，主要用来生产甲醛、二甲醚、醋酸、甲基叔丁基醚（MTBE）、二甲基甲酰胺（DMF）、甲胺、氯甲烷、对苯二甲酸二甲酯、甲基丙烯酸甲酯、合成橡胶等一系列有机化工产品（图1-4）。

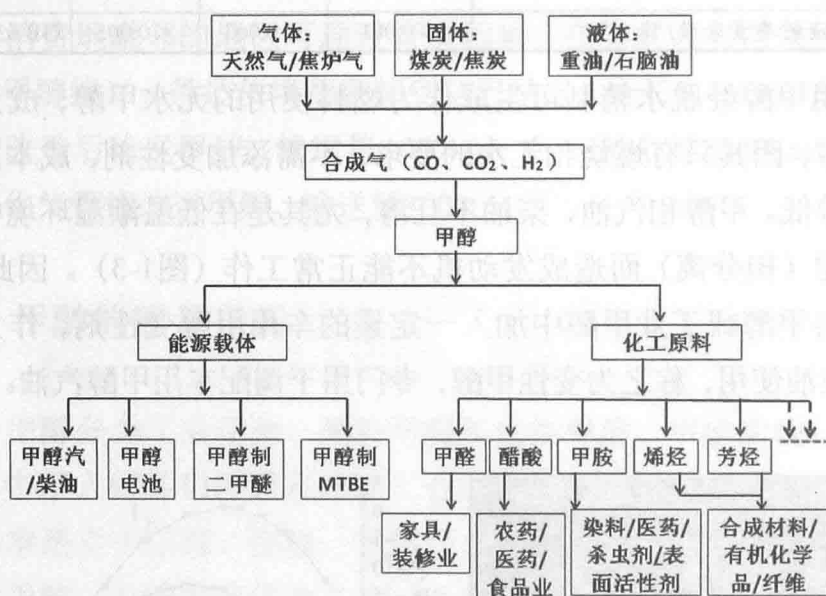


图1-4 甲醇经济产业链示意图

甲醛是生产合成树脂原料之一，是甲醇下游主要消耗品，消耗量占甲醇总产量的四分之一，主要用于生产酚醛树脂、黏合剂及其他有机化学品，中国是世界上最大的复合板生产国。二甲醚除了在日用化工、制药、农药、染料、涂料等方面具有广泛的用途外，还具有燃料性能，可解决能源和污染的矛盾。醋酸主要用于生产醋酸乙烯单体、醋酐、对苯二甲酸、聚乙烯醇、醋酸酯等，在化工、轻纺、医药、染料等行业具有广泛用途。甲基叔丁基醚是一种重要的高辛烷值汽油添加剂。二甲基甲酰胺在聚氨酯行业中可作为洗涤固化剂，在医药行业中作为合成药物中

间体,广泛用于制取强力霉素、可的松、磺胺类药品的生产。甲醇作为一种重要的有机溶剂,溶解性能优于乙醇,可用于调制油漆。一些无机盐如碘化钠、氯化钙、硝酸铵、硫酸铜、硝酸银、氯化铵、氯化钠都或多或少地能溶于甲醇。作为一种良好的萃取剂,甲醇在分析化学中可用于一些物质的分离,还用于检验和测定硼。甲醇是一种优良燃料可作能源。在汽车燃油中可直接添加3%~5%的甲醇,目前直接将甲醇当燃料已引起世界各国的兴趣,它已被某些发电站作燃料。甲醇可以做防冻剂,严冬时节在汽车水箱中添加适量甲醇,能使水箱中循环冷却水不冻。甲醇经微生物发酵可生产甲醇蛋白,富含维生素和蛋白质,具有营养价值高而成本低的优点,能广泛用于牲畜、家禽、鱼类的饲养。近年来在醇醚燃料和替代石化原料等新兴领域发展迅速,尤其是甲醇汽油、甲醇柴油、甲醇制烯烃、芳烃等方面表现突出。



- [1] 赵忠尧, 张军. 甲醇生产工业. 化学工业出版社, 2013.
- [2] 尹明德. 甲醇生产基础知识. 化学工业出版社, 2011.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会.
GB338—2011工业用甲醇.
- [4] 李锋. 甲醇及其下游. 化学工业出版社, 2008.
- [5] 李好管. 2010年甲醇产业概况. 煤化工 2011.
- [6] 徐耀武, 徐振刚. 煤化工手册—中煤煤化工技术与工程.
化学工业出版社, 2013.

第2章

甲醇的主要生产工艺

【本章要点】

本章通过分析甲醇生产原料的可获得性和经济性，介绍不同原料甲醇的工业合成方法、技术要点和竞争力，旨在说明原料和技术是影响甲醇行业发展的重要因素，是甲醇产业持续健康发展的基础。

2.1 甲醇生产原料

甲醇自1923年开始工业化生产以来，经历了从天然木材中精馏分离到工业化大规模生产的过程。随着煤炭、天然气和重油气化技术的进步，甲醇合成的原料路线经历了很大变化，富含一氧化碳和氢气的合成气已成为全球甲醇生产的主要原料来源，尤其是甲烷蒸汽重整技术的突破和高活性催化剂的应用，使得低压、低温的合成工艺替代了高压、高温合成工艺，能耗和物耗显著降

低，甲醇的选择性超过99.8%，能源利用率达到75%。原料变化主要受到能源供应和技术发展的影响：20世纪50年代以前煤炭是世界主要能源，甲醇的生产多以煤和焦炭为原料；50年代以后，以天然气为原料的甲醇生产流程被广泛应用；进入60年代以来，以重油为原料的甲醇装置有所发展。目前，欧美、中东地区国家主要采用天然气为原料生产甲醇，该工艺具备投资低、无污染的优点，且无需过多考虑副产物销路。由于中国一次能源结构具有“富煤、贫油、少气”特征，缺少廉价的天然气资源，同时随着石油资源紧缺、油价持续上涨，在大力发展煤炭洁净利用技术的背景下，当前并且今后较长一段时间内煤炭仍是中国甲醇生产最重要的原料。此外，中国还有部分企业采用焦炉气为原料生产甲醇，这也是中国独有的甲醇制取技术。

以天然气为原料制甲醇的生产工艺主要由预转化、转化、压缩、合成和精馏等单元组成。天然气经预转化脱硫后，只需调整合适的水碳比，转化后的合成气即达到甲醇合成的要求。因此天然气制甲醇工艺技术可靠、流程短、设备少、操作简单，适合于建设大型或超大型甲醇装置。

在煤制甲醇工艺中，煤与来自空气中的氧气在气化炉内制得高一氧化碳含量的粗煤气，按照一定碳氢比，经净化工序将多余的一氧化碳和硫化物脱出后得到甲醇合成气，再经过压缩、合成等工序制得含水的粗甲醇，最后经过精馏工序精制得到产品甲醇。

世界上只有中国拥有大规模地采用焦炉煤气制取甲醇的技术。焦炉煤气制取甲醇的关键技术是将焦炉煤气中的甲烷及少量多碳烃转化为一氧化碳和氢气。基本工艺是焦炉煤气首先经低压压缩，然后进行有机硫转化为无机硫，精脱硫后进行加压催化部分氧化，使焦炉气中的烃类转化，成为一氧化碳和氢气，加压合成粗甲醇，经过精馏产出产品甲醇。

2013年全球甲醇的生产以天然气为主要原料，约占总产能的