



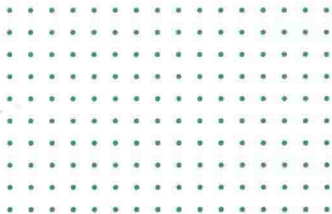
能源“金三角” 发展战略研究

谢克昌 主编

NENGYUAN
JINSANJIAO
FAZHAN ZHANLUE YANJIU



化学工业出版社



中国工程院重点咨询项目



能源“金三角” 发展战略研究

谢克昌 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·



“能源‘金三角’发展战略研究”是由中国工程院谢克昌院士主持的咨询项目,6位院士,100多位专家参加研究。项目下设能源“金三角”地区战略定位与比较优势研究,宁东、鄂尔多斯、榆林产业与产能结构与差异化发展战略研究,能源“金三角”地区资源特征与环境承载力研究,能源“金三角”地区能源清洁、高效、综合、可持续开发利用技术方案设计,宁东/鄂尔多斯/榆林能源化工示范区发展战略研究,促进能源“金三角”地区又好又快发展的中长期政策建议研究八个课题。

项目研究成果对促进地区能源清洁、高效、可持续开发利用,推进我国能源结构改善和经济发展方式转变,提升国家能源安全保障水平,保障区域协调、健康、可持续发展有重要意义。

图书在版编目(CIP)数据

能源“金三角”发展战略研究/谢克昌主编. —北京:
化学工业出版社, 2015.9

ISBN 978-7-122-24802-2

I. ①能… II. ①谢… III. ①能源战略—研究报告—
中国 IV. ①F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第177057号

责任编辑:白艳云
责任校对:宋 夏

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京瑞禾彩色印刷有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张24 字数565千字 2016年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:280.00元

版权所有 违者必究

中国工程院重点咨询项目

能源“金三角”发展战略研究项目和各课题负责人

项目负责人

谢克昌

中国工程院 中国工程院原副院长、中国科协副主席、
院士

各课题负责人

课题一	能源“金三角”地区战略定位和比较优势研究	倪维斗院士
课题二	宁东、鄂尔多斯、榆林产业与产能结构分析及差异化发展战略研究	张玉卓院士
课题三	能源“金三角”地区资源特征与环境承载能力研究	彭苏萍院士
课题四	能源“金三角”地区能源清洁、高效、综合、可持续开发利用技术方案设计	岑可法院士
课题五	宁东能源化工示范区发展战略研究	谢克昌院士
课题六	榆林能源化工示范区发展战略研究	谢克昌院士
课题七	鄂尔多斯能源化工示范区发展战略研究	谢克昌院士
课题八	促进能源“金三角”地区又好又快发展的中长期政策建议研究	徐德龙院士
综合组	能源“金三角”发展战略研究	谢克昌院士

综合组成员

组 长

谢克昌	中国工程院	原副院长、院士
-----	-------	---------

副组长

倪维斗	清华大学	院士
-----	------	----

张玉卓	神华集团公司	院士
-----	--------	----

彭苏萍	中国矿业大学（北京）	院士
-----	------------	----

岑可法	浙江大学	院士
-----	------	----

徐德龙	中国工程院	副院长、院士
-----	-------	--------

贺永德	陕西化学工会	教授级高级工程师
-----	--------	----------

刘 科	神华科学技术研究院有限责任公司	副院长
-----	-----------------	-----

李文英	太原理工大学	教授
-----	--------	----

任相坤	北京三聚环保新材料股份有限公司，中国矿业大学	教授级高级工程师
-----	------------------------	----------

张庆庚	赛鼎工程有限公司	董事长、教授级高级工程师
-----	----------	--------------

兰新哲	陕西广播电视大学	校长、教授
-----	----------	-------

袁家军	浙江省人民政府	省委常委、常务副省长
-----	---------	------------

赵文亮	鄂尔多斯市人民政府	副市长
-----	-----------	-----

王 俭	神华宁煤集团	董事长、教授级高级工程师
-----	--------	--------------

康金城	中国工程院国际合作局	局长、研究员
-----	------------	--------

成 员

梁积裕	宁夏回族自治区	扶贫办党组书记
-----	---------	---------

杨键军	鄂尔多斯市发改委	副主任
-----	----------	-----

陈 恕	宁夏能源协会	会长
-----	--------	----

谢 军	榆林市科技局	局长
-----	--------	----

马亚军	榆林学院	院长、教授
-----	------	-------

闫 龙	榆林学院	副教授
-----	------	-----

吕耀峰	鄂尔多斯市发改委	科长
-----	----------	----

丁喜梅	内蒙古博源控股集团有限公司	教授级高级工程师、 集团公司副总裁兼总 工程师
-----	---------------	-------------------------------

华尔天	浙江工业大学	副校长、教授
-----	--------	--------

宗玉生	中国工程院	调研员
-----	-------	-----



前言

能源“金三角”地区位于我国内陆腹心，与我国绝大部分省会城市距离都在 1500 公里以内，是天津、青岛等港口与大西北、中亚之间新亚欧大陆桥的中枢。该区具有丰富的石油、煤炭、天然气资源，资源总量 1.05 亿吨，约占全国的 24%，同时该地区还具有丰富的光能、风能等可再生资源和盐、铝、镁等矿产资源。该区是全国罕见的能源资源富集区，国土面积仅占全国的 1.4%，而 2013 年能源生产总量超过全国 1/4，长期以来支撑了国家经济建设，也是未来我国保障能源安全、优化能源结构、防治大气污染的战略资源区。

经过十多年的开发建设，能源“金三角”地区建成了煤直接液化、煤制烯烃、煤制天然气、大型煤制甲醇、长距离直流输电等示范工程，产业发展优势日益突出。对外铁路、公路、航空、管网等多方式联运的大交通格局初步形成。通过实施植树造林、天然林保护、退耕还林还草等措施，生态环境显著改善。多民族聚集，形成了民族文化、黄河文化、边塞文化、草原文化和农耕文化兼容并蓄的河套文化体系，成为区域大开发的强大凝聚力和推动力。但是，伴随能源大规模开发、加工转化、外输和利用，该区存在多矿权重叠、资源人为肢解、开发方式粗放、转化盲目上马、水资源短缺、生态环境破坏等十分突出的矛盾和问题。

国家高度重视能源“金三角”地区的发展问题。2010 年，李克强总理在视察宁东能源化工基地时提出“宁东、鄂尔多斯、榆林现在看来是个金三角，这块整体规划、统筹考虑、有序推进，很可能成为我们国家十分重要的能源化工基地，在国家全局中会有举足轻重的作用”。2012 年 12 月，国务院正式批准《呼包银榆经济区发展规划（2012 ~ 2020 年）》，提出到 2020 年把该地区基本建成以煤炭基地、油气基地、电源基地和煤化工基地四大基地

为主的国家综合能源基地。

中国工程院作为国家级咨询机构和决策支持机构，于 2012 年 4 月设立了《能源“金三角”发展战略研究》重点咨询课题，从战略地位与比较优势、产能结构与差异化发展、资源特征与环境承载力、可持续开发利用技术、宁东 / 鄂尔多斯 / 榆林三地发展战略、中长期政策建议等方面开展了系统研究。

本报告是在课题研究成果基础上编纂而成的，力争为政府、行业、产业、技术等提供有价值的咨询意见。但受能源“金三角”地区发展复杂性和编写人员水平的限制，难免有疏漏、偏颇之处，请批评、指正。

谢克昌

二〇一四年九月



目录

第一篇 综合篇

第1章 能源“金三角”地区发展现状 /3

- 1.1 区域总体概况 /3
- 1.2 经济社会发展 /5
- 1.3 能源产业发展 /8

第2章 能源“金三角”地区发展若干重大问题的分析 /18

- 2.1 发展环境与比较优势 /18
- 2.2 同质化与差异化发展 /22
- 2.3 能源资源可持续开发 /25
- 2.4 能源清洁高效转化利用 /27
- 2.5 水资源优化配置 /31
- 2.6 生态环保与低碳发展 /34

第3章 能源“金三角”地区发展战略 /37

- 3.1 战略思路与目标 /37
- 3.2 统筹规划清洁能源供应基地布局 /40
- 3.3 大力推进能源资源科学开发 /42
- 3.4 有序开展煤炭清洁高效转化 /43
- 3.5 优化能源外输通道和煤炭配送体系建设 /44
- 3.6 强化多能协同和资源循环利用 /46
- 3.7 缓解水资源短缺和生态低碳压力 /47

第4章 政策建议 /49

- 4.1 设立能源“金三角”综合改革试验区 /49
- 4.2 成立国家级能源“金三角”地区发展协调机构 /50
- 4.3 制定能源“金三角”地区科学发展指导意见 /50
- 4.4 加快能源“金三角”改革力度 /51

第二篇 战略地位篇

第5章 能源“金三角”地区能源产业现状和规划概述 /56

- 5.1 能源产业发展现状 /56
- 5.2 能源产业“十二五”规划概述 /60
- 5.3 本章小结 /63

第6章 能源资源富集地区可持续发展的理论和案例研究 /65

- 6.1 资源富集地区可持续发展理论综述 /65
- 6.2 能源资源富集地区发展的案例研究——德国鲁尔区 /69
- 6.3 能源“金三角”地区实现可持续发展的相关建议 /73

第7章 能源“金三角”地区能源产业发展的外部环境分析 /75

- 7.1 全球能源发展趋势综述 /75
- 7.2 我国能源发展的客观趋势和战略方向 /86
- 7.3 本章小结 /91

第8章 能源“金三角”地区能源产业发展的比较优势分析 /92

- 8.1 能源“金三角”地区能源产业发展的绝对优势分析 /92
- 8.2 能源“金三角”地区能源产业发展的比较优势探讨 /96
- 8.3 本章小结 /96

第9章 能源“金三角”地区能源产业发展的战略定位和战略思路建议 /99

- 9.1 能源“金三角”地区能源化工产业发展所面临的问题 /99
- 9.2 能源“金三角”地区能源产业发展战略定位的建议 /100
- 9.3 能源“金三角”地区能源产业发展战略思路的建议 /101
- 参考文献 /103

第三篇 资源特征与环境承载力研究

第10章 资源特征与开发条件 /110

- 10.1 煤炭资源特征与开发条件 /110
- 10.2 石油和天然气 /115
- 10.3 盐及其它矿产资源 /119
- 10.4 水资源 /121

第11章 资源开发对生态环境的影响 /126

- 11.1 生态环境的主要特征 /126
- 11.2 资源开发对生态环境的影响 /129

第 12 章 区域环境承载能力 /133

- 12.1 影响环境承载力的主要因素 /133
- 12.2 区域环境的承载能力 /135
- 12.3 结论及建议 /148
- 参考文献 /153

■ 第四篇 技术篇 ■

第 13 章 煤炭高效清洁燃烧发电技术 /158

- 13.1 超超临界发电技术 /158
- 13.2 整体煤气化联合循环技术 (IGCC) /159
- 13.3 先进循环流化床发电技术 /160
- 13.4 先进燃气 – 蒸汽联合循环发电技术 /160
- 13.5 燃煤与太阳能复合发电技术 /161

第 14 章 煤炭清洁转化及化工合成技术 /162

- 14.1 煤制甲醇 /162
- 14.2 煤制油 /167
- 14.3 煤制烯烃 /176
- 14.4 煤制天然气 /178
- 14.5 煤制二甲醚 /184
- 14.6 兰炭及焦油深加工 /186
- 14.7 氯碱化工 /193
- 14.8 灰渣提铝及冶炼深加工 /197
- 14.9 各种产品的市场经济性分析 /198
- 14.10 各种产品路线主要参数对比 /218

第 15 章 煤炭资源化利用发电多联产技术 /220

- 15.1 双气头煤炭多联产技术 /220
- 15.2 固体热载体煤炭多联产技术 /221
- 15.3 循环流化床飞灰热载体多联产技术 /222
- 15.4 各种多联产技术的对比 /224

第 16 章 多种能源协同利用技术 /226

- 16.1 煤、生物质协同利用技术 /226
- 16.2 煤与太阳能、风能协同发展技术 /230
- 16.3 煤、石油、天然气协同利用技术 /232

第 17 章 适合能源“金三角”地区可持续发展循环经济技术路线建议 /238

参考文献 /241

第五篇 产业篇

第 18 章 能源“金三角”产业发展现状分析 /247

18.1 产业发展现状及问题 /247

18.2 产业差异化发展的需求及其条件 /258

第 19 章 能源“金三角”产业差异化发展思路 /263

19.1 产业差异化发展原则和目标 /263

19.2 产业差异化发展的 AHP-SWOT 分析 /264

19.3 产业差异化发展重点 /268

第 20 章 能源“金三角”产业与产能配置研究 /272

20.1 约束因素及影响分析 /272

20.2 煤炭科学产能分析 /276

20.3 产能配置 /281

第 21 章 结论和建议 /290

21.1 主要研究结论 /290

21.2 发展建议 /292

参考文献 /295

第六篇 区域发展篇

第 22 章 宁东能源化工示范区发展战略研究 /299

22.1 宁东能源化工产业发展条件和基础 /299

22.2 金三角地区与宁东能源化工产品产业链选择方案 /301

22.3 金三角地区与宁东近期能源化工产业发展建议 /303

第 23 章 榆林能源化工示范区发展战略研究 /312

23.1 榆林地区能源化工产业发展条件和基础 /312

23.2 榆林地区能源化工产品产业链选择方案 /314

23.3 榆林地区近期能源化工产业发展建议 /314

第 24 章 鄂尔多斯能源化工示范区发展战略研究 /324

- 24.1 鄂尔多斯能源化工产业发展条件和基础 /324
- 24.2 鄂尔多斯能源化工产品产业链选择方案 /326
- 24.3 鄂尔多斯近期能源化工产业发展建议 /326

第 25 章 能源“金三角”节水措施与“三废”综合利用 /334

- 25.1 能源转化利用过程节水技术与措施 /334
- 25.2 循环经济产业链中水资源和固废资源综合利用 /339
- 25.3 能源转化利用过程中的清洁生产 /341
- 参考文献 /343

第七篇 政策篇

第 26 章 金三角地区发展的主要问题和政策分析 /348

- 26.1 主要问题 /348
- 26.2 政策分析 /351

第 27 章 构建促进金三角地区又好又快发展的政策体系 /355

- 27.1 总体设计 /355
- 27.2 支持能源化工产业发展政策 /356
- 27.3 促进“金三角”地区可持续发展政策 /359

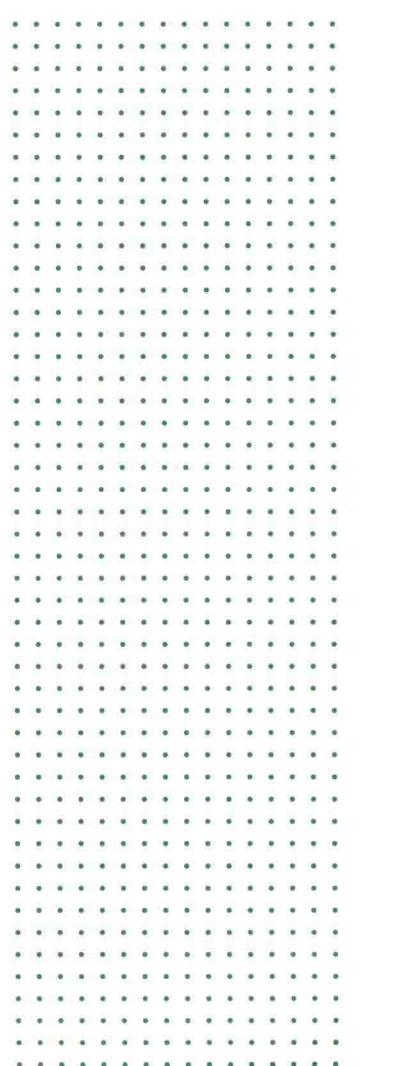
第 28 章 能源金三角发展政策创新和实施机制建议 /364

- 28.1 国家层面的政策措施建议 /364
- 28.2 金三角地区层面政策措施建议 /368
- 28.3 宁榆鄂区域层面的政策措施建议 /369
- 参考文献 /372



能源“金三角” 发展战略研究

第一篇 综合篇



综合篇编写组成员

组 长

谢克昌	中国工程院	院士
-----	-------	----

副组长

任相坤	北京三聚环保新材料股份有限公司，中国矿业大学	教授级高级工程师
李文英	太原理工大学	教授

成 员

高聚忠	中国神华煤制油化工有限公司	研究员
于春林	北京宝聚能源科技有限公司	高级经济师
辛耀旭	中国中煤能源集团公司	教授级高级工程师
高 丹	华北电力大学	讲师
俞珠峰	神华集团经济技术研究院	研究员
张 军	神华集团经济技术研究院	高级经济师
崔永君	北京宝聚能源科技有限公司	研究员
宗玉生	中国工程院	调研员
杨 波	中国工程院咨询服务中心	副处长
陈 磊	中国工程院咨询服务中心	工程师



第 1 章

能源“金三角”地区发展现状

宁夏宁东能源化工基地、内蒙古鄂尔多斯市、陕西榆林市地处鄂尔多斯盆地，在地理上构成一个几何“三角”地带，统称能源“金三角”地区。能源“金三角”地区是古“丝绸之路”的重要通道，伴随中国和欧盟两大经济体交流的逐步深入，以及中国与中亚地区能源合作的大规模开展，横贯欧亚大陆的“能源丝绸之路”正在形成。能源“金三角”地区能源资源丰富，是我国重要的能源开发、能源转化和能源外输区，在我国能源发展中发挥举足轻重的作用。近年来，能源“金三角”地区经济总量持续增长，能源资源开发和转化利用规模快速增加，全国煤炭外输基地、西电东输煤电基地、综合能源化工基地初具规模，产业发展呈现良好发展势头。

1.1 区域总体概况

1.1.1 地处我国内陆腹心和西部前缘，是多民族聚集区

能源“金三角”地区位于我国内陆腹心和西部前缘，居于欧亚大陆桥中枢位置，总面积约 13.35 万平方千米。其中，面积最大的是鄂尔多斯市，为 86752km²，面积最小的是宁东，只有 3484km²。依托区包括宁夏沿黄城市带、内蒙古河套地区及陕西延安市，面积 34.65 万平方千米。见图 1-1。

宁东能源化工基地、鄂尔多斯市、榆林市分属宁夏回族自治区、内蒙古自治区、陕西省，是汉族、回族、蒙古族、满族等多民族聚集区，全区总人口 553.8 万人，其中少数民族人

口约占 10%。鄂尔多斯市常住人口 201.8 万人，近 1/10 是蒙古族，宁东常住人口 15 万人，近 1/4 是回族，榆林常住人口最多，为 337 万，主要是汉族。能源“金三角”地区基本情况见表 1-1。

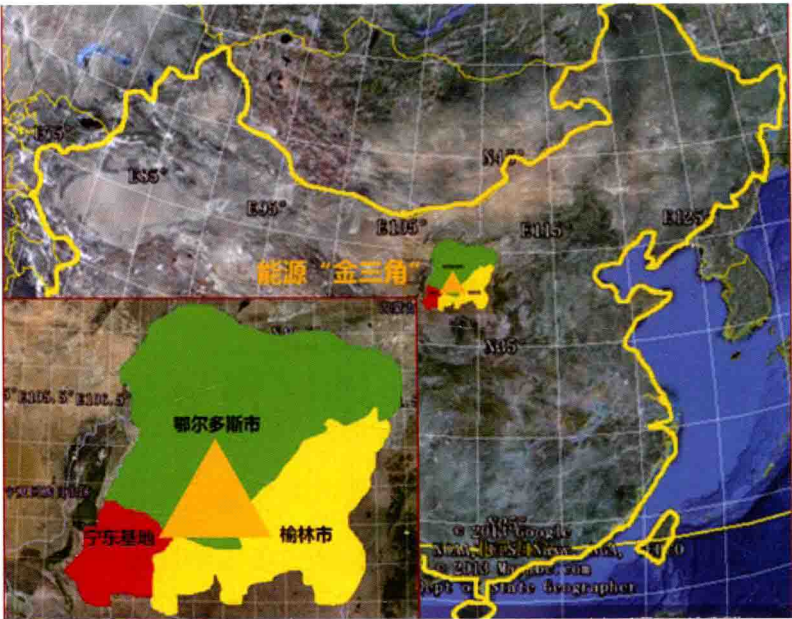


图 1-1 能源“金三角”地理位置示意图

表 1-1 能源“金三角”地区基本情况

行政区域	相对位置	包括县市（区）	面积 /km ²	常住人口 / 万
宁东	宁夏中东部 银川东南部	灵武市、盐池县、同心县、 红寺堡开发区	3484	15
鄂尔多斯市	内蒙古自治区 西南部	东胜区、达拉特旗、准格尔旗、 鄂托克前旗、鄂托克旗、杭 锦旗、乌审旗、伊金霍洛旗	86752	201.8
榆林市	陕西省最北部	榆阳区、神木县、府谷县、 定边县、靖边县、横山县、 绥德县、米脂县、佳县、吴 堡县、清涧县、子洲县	42920	337.0
合计	—	—	133545	553.8

1.1.2 生态环境脆弱，地质构造简单

能源“金三角”地区所处的鄂尔多斯盆地，北起阴山、大青山，南抵秦岭，西至贺兰山、