

# 中国煤成大气田及气源

戴金星 等 著



科学出版社

# 中国煤成大气田及气源

戴金星等 著

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

专著以中国 32 个煤成大气田为基本单元论述, 整个内容概括为两大部分: 第一部分为天然气地质学, 论述各大气田的构造概况、地层、生储盖组合和大气田的主要地质特征, 特别关注多期成藏和晚期成藏; 第二部分是气源对比, 以多指标、多图版、多相态(气、液、固)、多方法对大气田气源进行了系统的综合对比, 如此多因素、多角度、多手段进行气源对比, 是前人未涉及的, 是本专著的一个重要亮点。

本书可供从事石油天然气地球科学工作者、石油院校师生、油田现场生产部门的技术和管理人员阅读参考!

### 图书在版编目(CIP)数据

中国煤成大气田及气源 / 戴金星等著. —北京: 科学出版社, 2014. 5

ISBN 978-7-03-040580-7

I. ①中… II. ①戴… III. ①煤成气-气田-研究-中国 ②煤成气-气源-研究-中国 IV. ①P618.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 090915 号

责任编辑: 韦 沁 韩 鹏 / 责任校对: 鲁 素

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2014 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 5 月第一次印刷 印张: 27 1/2

字数: 630 000

定价: 198.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 序

煤成烃研究在我国获得了重大进展。煤成烃理论是中国陆相生油理论的主要特色和重要组成部分。中国煤系地层发育：在早石炭世、石炭-二叠纪、晚二叠世、早三叠世、晚三叠世，早侏罗世、中侏罗世、晚侏罗世和古近纪、新近纪等发育多个聚煤期，大型含煤盆地众多，煤炭产量和储量均位居世界前列。

1979年戴金星提出“成煤作用中形成的天然气和石油”一文，开启了煤成烃地质学研究的先驱。在这三十多年数据采集、实验分析和理论研究中，戴金星院士和他的团队又先后完成了“鉴别煤成气和油型气若干指标的初步探讨”（1985），“中国天然气地质学（卷一）”（1992），“各类烷烃气的鉴别”（1992），“中亚煤成气聚集域及其源岩——中亚煤成气聚集域研究之一”（1995），“中国大中型天然气田形成条件与分布规律”（1997），和“我国煤系气田地球化学特征、煤成气藏形成条件及资源评价”（2001）等重要论文和专著。

在煤成气地质理论的推动和指导下，我国天然气勘探由“一元论”（油型气）发展为“二元论”（煤成气和油型气）。例如，在四川盆地上三叠统须家河组，发现合川、广安、新场和元坝等气田；在鄂尔多斯盆地二叠系下石盒子组、山西组，发现苏里格、乌审旗、榆林和大牛地等大气田；在塔里木盆地上白垩统，发现库车拗陷克拉2、迪那2和大北等大气田；在南海莺琼盆地古近纪、新近纪，发现崖13-1、东方1-1及乐东22-1等大气田。东海盆地古近纪、新近纪发现平湖、春晓等气田。

煤成气研究推动了中国天然气工业迅速发展。1978年中国天然气探明地质储量和年产量分别为 $2268 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $151 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，2012年探明地质储量和年产量分别跃升到 $92290 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $1072 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。中国已成为产气大国，剩余可采储量居世界第11位，年产天然气量居世界第6位。煤成气在中国天然气探明储量和产量的不断增长之中占有举足轻重的地位。

戴金星院士四十多年来一贯从事天然气地质学和天然气地球化学的研究，他创导并发展了中国煤成气理论，有效指导了我国煤成气田的发现、勘探与开发。今年戴金星等著《中国煤成大气田及气源》即将出版，这是一本把煤成气理论与近几十年来我国发现煤成大气田的实践相结合的专著；是一部把煤成气理论推向新高度、新阶段的科学专著；是一部使煤成气地球化学，特别是气源对比精度、可信性进入新高点的技术性专著。该书的出版，为我国石油天然气地球科学工作者、现场生产技术干部和石油院校师生提供一本精品力作，值得庆贺！

中国科学院 资深院士



2014年3月

# 前 言

四十多年来,我潜心从事天然气地质及其地球化学研究,并把煤成气地质及其地球化学作为主轴研究。近年来,当将步入耄耋之年,欲把主要研究成果出些专著,《中国煤成大气田及气源》是其中第一部问世的专著。因此,本专著名称、论述及内容是经几年酝酿斟酌选定,即把我的主轴研究和对中国近期快速发展起了重要作用的煤成气大气田结合而成为书名。我一生的研究是为民争气,为国争气,故向一些书法家索赋墨宝“气壮山河”条幅珍藏着,以渡人生,以表夙愿,以示目的。在我倡导煤成气之前的1978年全国所产天然气,国人年均仅有 $14\text{m}^3$ ;2012年全国产气 $1025\times 10^8\text{m}^3$ ,国人平均享用气 $78.7\text{m}^3$ 。今后力争在有生之年为国人年均能用上 $200\text{m}^3$ 天然气,驱散雾霾迎来蓝天继续不断争气。

著作冠名《中国煤成大气田及气源》或《中国煤成气大气田及气源》谁为佳?作者们曾有讨论。书中研究的32个大气田,以往传统认为气源为煤成气或其为主,著作对逐一大气田的多地球化学指标的综合的气源对比结果,虽然绝大部分大气田气源为煤成气,然而有的主流气源不是煤成气,如徐深大气田中的兴城气藏和丰乐气藏的气源均为无机成因烷烃气,升平气藏和汪家屯气藏是无机烷烃气和有机烷烃气的混合气;荔湾3-1大气田,番禺30-1大气田是煤成气和油型气的混合,龙深大气田是煤成气、油型气和无机成因气的混合气。由此,专著采用了《中国煤成大气田及气源》。

专著以大气田为基本单元论述,而整个内容概括为两大部分;第一部分为天然气地质学,论述各大气田的构造概况,地层,生储盖和大气田的主要地质特征,特别关注多期成藏和晚期成藏;第二部分是气源对比,以多指标、多图版、多相态(气、油、固)、多方法对大气田气源进行了系统的综合对比,如此多因素、多角度、多手段进行气源对比,是前人未涉及的,是本专著的一个重要亮点。

专著的大气田探明地质储量均为2011年年底,是年中国共发现48个大气田,以往传统认为35个为煤成气大气田,但后者中3个由于文献资料尚缺而未入书。尽管大气田储量至2011年,但文献引用至2013年,个别至2014年,故本书是最新的有关中国煤成大气田的专著。

著作主要是由我与我的相关的博士和博士后,且部分为大气田所属部门技术骨干共同完成。作者在目录中标出。各作者完成第一稿后,我和各章负责统稿人,进行了通读,在格式、术语、图式、文献等方面进行了统一和修改;全书先后经过3次统稿和修

改。各章负责统稿和修改人员：第一章，戴金星、黄土鹏、于聪；第二章，邹才能、胡国艺、于聪；第三章，李伟、倪云燕、吴伟；第四章，朱光有、龚德瑜；第五章，杨春；第六章，李剑；第七章，陶士振、黄保家、施和生。全书一些不规范图件由龚德瑜、吴伟、黄土鹏和于聪进行重新编绘。戴金星最后审定。

戴金星

2014年3月19日

# 目 录

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| 序                                    |                    |
| 前言                                   |                    |
| 第一章 大气田及其在天然气工业上的重大意义                | (1)                |
| 第一节 大气田及其作用                          | 戴金星, 房忱琛 (1)       |
| 一、大气田的划分标准                           | (1)                |
| 二、产气大国的重要基础是大气田                      | (2)                |
| 第二节 中国大气田的地质和地球化学若干特征                |                    |
| …… 戴金星, 于 聪, 黄士鹏, 龚德瑜, 吴 伟, 房忱琛, 刘 丹 | (8)                |
| 一、地球化学特征                             | (8)                |
| 二、地质特征                               | (18)               |
| 参考文献                                 | (24)               |
| 第二章 鄂尔多斯盆地煤成大气田及气源                   | (28)               |
| 第一节 天然气地质概况                          | 邹才能, 于 聪 (28)      |
| 一、构造演化及沉积地层                          | (30)               |
| 二、气源岩                                | (32)               |
| 三、储集层                                | (37)               |
| 四、盖层                                 | (40)               |
| 第二节 苏里格气田                            | 邹才能, 杨 智, 于 聪 (42) |
| 一、气田概况                               | (42)               |
| 二、气田主要地质特征                           | (42)               |
| 三、天然气地球化学特征                          | (44)               |
| 四、天然气成因及来源                           | (47)               |
| 第三节 榆林气田                             | 胡国艺 (51)           |
| 一、气田概况                               | (51)               |
| 二、气田主要地质特征                           | (53)               |
| 三、天然气地球化学特征                          | (54)               |
| 四、天然气成因及来源                           | (57)               |
| 第四节 乌审旗气田                            | 张文正, 胡国艺 (61)      |
| 一、气田概况                               | (61)               |
| 二、气田主要地质特征                           | (61)               |
| 三、天然气地球化学特征                          | (63)               |

|                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| 四、天然气成因及来源 .....          | (65)               |
| 第五节 子洲气田 .....            | 黄士鹏 (66)           |
| 一、气田概况 .....              | (66)               |
| 二、气田主要地质特征 .....          | (67)               |
| 三、天然气地球化学特征 .....         | (68)               |
| 四、天然气成因及来源 .....          | (71)               |
| 第六节 米脂气田 .....            | 李志生, 王晓波, 龚德瑜 (74) |
| 一、气田概况 .....              | (74)               |
| 二、气田主要地质特征 .....          | (76)               |
| 三、天然气地球化学特征 .....         | (76)               |
| 四、天然气成因及来源 .....          | (77)               |
| 第七节 神木气田 .....            | 张文正, 黄士鹏 (81)      |
| 一、气田概况 .....              | (81)               |
| 二、气田主要地质特征 .....          | (81)               |
| 三、天然气地球化学特征 .....         | (83)               |
| 四、天然气成因及来源 .....          | (85)               |
| 第八节 大牛地气田 .....           | 刘全有, 孟庆强 (86)      |
| 一、气田概况 .....              | (86)               |
| 二、气田主要地质特征 .....          | (88)               |
| 三、天然气地球化学特征 .....         | (88)               |
| 四、天然气成因及来源 .....          | (89)               |
| 第九节 靖边气田 .....            | 李 剑, 李 谨 (92)      |
| 一、气田概况 .....              | (92)               |
| 二、气田主要地质特征 .....          | (93)               |
| 三、天然气地球化学特征 .....         | (95)               |
| 四、天然气成因及来源 .....          | (99)               |
| 第十节 气藏的形成及期次 .....        | 胡国艺, 杨 智 (104)     |
| 一、上古生界气藏形成及期次 .....       | (104)              |
| 二、下古生界天然气成藏过程及期次 .....    | (107)              |
| 参考文献 .....                | (109)              |
| 第三章 四川盆地煤成大气田及气源 .....    | (115)              |
| 第一节 四川盆地须家河组天然气地质梗概 ..... | 李 伟 (116)          |
| 一、地质概况 .....              | (116)              |
| 二、气源岩 .....               | (119)              |
| 三、储集层 .....               | (125)              |
| 四、储盖组合特征 .....            | (126)              |
| 五、天然气分布特征 .....           | (128)              |
| 第二节 广安气田 .....            | 李 伟 (131)          |

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 一、气田概况 .....      | (131)               |
| 二、气田主要地质特征 .....  | (132)               |
| 三、油气地球化学特征 .....  | (138)               |
| 四、天然气成因及来源 .....  | (140)               |
| 五、气藏的形成及期次 .....  | (142)               |
| 第三节 合川气田 .....    | 公言杰 (142)           |
| 一、气田概况 .....      | (142)               |
| 二、气田主要地质特征 .....  | (143)               |
| 三、油气地球化学特征 .....  | (145)               |
| 四、天然气成因及来源 .....  | (147)               |
| 五、气藏的形成及期次 .....  | (147)               |
| 第四节 安岳气田 .....    | 谢增业 (149)           |
| 一、气田概况 .....      | (149)               |
| 二、气田主要地质特征 .....  | (150)               |
| 三、油气地球化学特征 .....  | (152)               |
| 四、天然气成因及来源 .....  | (156)               |
| 五、气藏的形成及期次 .....  | (159)               |
| 第五节 八角场气田 .....   | 吴 伟 (159)           |
| 一、气田概况 .....      | (159)               |
| 二、气田主要地质特征 .....  | (161)               |
| 三、天然气地球化学特征 ..... | (162)               |
| 四、天然气成因与来源 .....  | (164)               |
| 五、气藏的形成及期次 .....  | (165)               |
| 第六节 新场气田 .....    | 秦胜飞 (166)           |
| 一、气田概况 .....      | (166)               |
| 二、气田主要地质特征 .....  | (167)               |
| 三、天然气地球化学特征 ..... | (171)               |
| 四、天然气成因及来源 .....  | (174)               |
| 五、气藏的形成及期次 .....  | (176)               |
| 第七节 洛带气田 .....    | 于 聪 (177)           |
| 一、气田概况 .....      | (177)               |
| 二、气田主要地质特征 .....  | (178)               |
| 三、天然气地球化学特征 ..... | (181)               |
| 四、天然气的成因及来源 ..... | (183)               |
| 五、气藏的形成及期次 .....  | (185)               |
| 第八节 邛西气田 .....    | 倪云燕, 吴 伟, 于 聪 (186) |
| 一、气田概况 .....      | (186)               |
| 二、气田主要地质特征 .....  | (186)               |

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| 三、天然气地球化学特征 .....          | (191)          |
| 四、天然气成因及来源 .....           | (191)          |
| 五、气藏的形成及期次 .....           | (196)          |
| 第九节 元坝气田 .....             | 刘全有, 王 杰 (197) |
| 一、气田概况 .....               | (197)          |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (197)          |
| 三、天然气地球化学特征 .....          | (200)          |
| 四、天然气成因及来源 .....           | (202)          |
| 参考文献 .....                 | (203)          |
| 第四章 塔里木盆地煤成气大气田及气源 .....   | (212)          |
| 第一节 塔里木盆地库车拗陷天然气地质梗概 ..... | 朱光有 (212)      |
| 一、地质概况 .....               | (213)          |
| 二、气源岩 .....                | (215)          |
| 三、储集层 .....                | (217)          |
| 四、盖层 .....                 | (217)          |
| 五、天然气分布特征 .....            | (218)          |
| 第二节 克拉2气田 .....            | 秦胜飞 (219)      |
| 一、气田概况 .....               | (219)          |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (220)          |
| 三、天然气地球化学特征 .....          | (222)          |
| 四、天然气成因及气源 .....           | (224)          |
| 五、气藏的形成及期次 .....           | (227)          |
| 第三节 大北气田 .....             | 朱光有 (228)      |
| 一、气田概况 .....               | (228)          |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (229)          |
| 三、油气地球化学特征 .....           | (230)          |
| 四、气藏的形成和期次 .....           | (233)          |
| 第四节 迪那2凝析气田 .....          | 朱光有 (234)      |
| 一、气田概况 .....               | (234)          |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (235)          |
| 三、油气地球化学特征 .....           | (237)          |
| 四、气藏的形成及期次 .....           | (241)          |
| 第五节 英买7号凝析气田 .....         | 陶小晚 (242)      |
| 一、气田概况 .....               | (242)          |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (244)          |
| 三、油气地球化学特征 .....           | (244)          |
| 四、天然气成因及来源 .....           | (248)          |
| 五、气藏的形成及期次 .....           | (249)          |

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| 第六节 柯克亚凝析气田 .....          | 龚德瑜 (249)           |
| 一、气田概况 .....               | (249)               |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (249)               |
| 三、天然气地球化学特征 .....          | (252)               |
| 四、天然气成因及来源 .....           | (253)               |
| 五、凝析油(轻质油)的地球化学特征及来源 ..... | (256)               |
| 六、气藏的形成及期次 .....           | (260)               |
| 参考文献 .....                 | (261)               |
| 第五章 准噶尔盆地煤成大气田及气源 .....    | (266)               |
| 第一节 盆地天然气地质梗概 .....        | 杨 春, 罗 霞 (266)      |
| 一、地质概况 .....               | (266)               |
| 二、气源岩 .....                | (268)               |
| 三、储盖组合 .....               | (272)               |
| 四、天然气分布特征 .....            | (272)               |
| 第二节 克拉美丽气田 .....           | 杨 春 (273)           |
| 一、气田概况 .....               | (273)               |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (274)               |
| 三、天然气地球化学特征 .....          | (276)               |
| 四、天然气成因及来源 .....           | (278)               |
| 五、气藏的形成及期次 .....           | (278)               |
| 第三节 玛河气田 .....             | 廖凤蓉 (280)           |
| 一、气田概况 .....               | (280)               |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (280)               |
| 三、油气地球化学特征 .....           | (282)               |
| 四、天然气成因及来源 .....           | (284)               |
| 五、气藏的形成及期次 .....           | (285)               |
| 参考文献 .....                 | (286)               |
| 第六章 松辽盆地煤成气大气田及气源 .....    | (289)               |
| 第一节 天然气地质梗概 .....          | 李 剑, 姜晓华 (289)      |
| 一、构造演化及沉积地层 .....          | (290)               |
| 二、烃源岩 .....                | (296)               |
| 三、储集层 .....                | (300)               |
| 四、盖层 .....                 | (304)               |
| 第二节 徐深气田 .....             | 戴金星, 李 剑, 刘 丹 (306) |
| 一、气田概况 .....               | (306)               |
| 二、气田主要地质特征 .....           | (307)               |
| 三、天然气地球化学特征 .....          | (309)               |
| 四、天然气成因及来源 .....           | (315)               |

|                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 第三节 长岭 I 号-松南气田 .....            | 赵泽辉, 李 谨, 姜晓华 (321)           |
| 一、气田概况 .....                     | (321)                         |
| 二、气田主要地质特征 .....                 | (321)                         |
| 三、天然气地球化学特征 .....                | (324)                         |
| 四、天然气成因及来源 .....                 | (326)                         |
| 第四节 龙深气田 .....                   | 李 剑, 李 谨, 姜晓华 (330)           |
| 一、气田概况 .....                     | (330)                         |
| 二、气田主要地质特征 .....                 | (332)                         |
| 三、天然气地球化学特征 .....                | (334)                         |
| 四、天然气成因及来源 .....                 | (338)                         |
| 第五节 气藏的形成及期次 .....               | 李 剑, 姜晓华, 李 谨 (341)           |
| 一、烷烃气藏的形成及期次 .....               | (341)                         |
| 二、CO <sub>2</sub> 气藏的形成及期次 ..... | (343)                         |
| 参考文献 .....                       | (345)                         |
| 第七章 中国海域煤成大气田及气源 .....           | (348)                         |
| 第一节 海域沉积盆地天然气地质梗概 .....          | 黄保家, 施和生, 陶士振, 李绪深, 朱俊章 (349) |
| 一、莺-琼盆地新生界天然气地质 .....            | (349)                         |
| 二、珠江口盆地白云凹陷新生界天然气地质 .....        | (359)                         |
| 三、东海盆地西湖凹陷天然气地质 .....            | (368)                         |
| 第二节 崖 13-1 气田 .....              | 黄保家, 李绪深 (372)                |
| 一、气田概况 .....                     | (372)                         |
| 二、气田主要地质特征 .....                 | (372)                         |
| 三、油气地球化学特征 .....                 | (374)                         |
| 四、天然气成因及来源 .....                 | (377)                         |
| 五、气藏的形成及期次 .....                 | (379)                         |
| 第三节 东方 1-1 气田 .....              | 黄保家, 李绪深 (379)                |
| 一、气田概况 .....                     | (379)                         |
| 二、气田主要地质特征 .....                 | (380)                         |
| 三、油气地球化学特征 .....                 | (382)                         |
| 四、天然气成因及来源 .....                 | (383)                         |
| 五、气藏的形成及期次 .....                 | (385)                         |
| 第四节 乐东 22-1 气田 .....             | 黄保家, 李绪深 (387)                |
| 一、气田概况 .....                     | (387)                         |
| 二、气田主要地质特征 .....                 | (387)                         |
| 三、油气地球化学特征 .....                 | (389)                         |
| 四、天然气成因及来源 .....                 | (390)                         |
| 五、气藏的形成及期次 .....                 | (392)                         |

---

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| 第五节 番禺 30-1 气田 .....  | 施和生, 朱俊章 (393) |
| 一、气田概况 .....          | (393)          |
| 二、气田主要地质特征 .....      | (394)          |
| 三、油气地球化学特征 .....      | (395)          |
| 四、天然气成因与来源 .....      | (397)          |
| 五、气藏的形成及期次 .....      | (400)          |
| 第六节 荔湾 3-1 凝析气田 ..... | 施和生, 朱俊章 (401) |
| 一、气田概况 .....          | (401)          |
| 二、气田主要地质特征 .....      | (402)          |
| 三、油气地球化学特征 .....      | (406)          |
| 四、天然气成因及来源 .....      | (408)          |
| 五、气藏的形成及期次 .....      | (409)          |
| 第七节 春晓气田 .....        | 陶士振 (411)      |
| 一、气田概况 .....          | (411)          |
| 二、气田主要地质特征 .....      | (413)          |
| 三、天然气地球化学特征 .....     | (416)          |
| 四、天然气成因与来源 .....      | (418)          |
| 五、气藏的形成及期次 .....      | (419)          |
| 参考文献 .....            | (421)          |

# 第一章 大气田及其在天然气工业上的重大意义

## 第一节 大气田及其作用

### 一、大气田的划分标准

世界各国及不同的学者对大气田的划分没有统一的标准，气田大小的涵义也不尽相同，有的指面积大小、有的指储量大小、有的指经济效益的高低。有的国家把在天然气工业发展史上有重要意义的气田也称大气田。但总的来说，世界上通常都是以储量的大小来划分大气田（戴金星等，2003）。

在储量级别上中国和俄罗斯（或苏联，下同）采用探明储量，欧美各国大多数采用原始可采储量。在划分大气田下限储量标准上，不同国家、不同学者也不同，即使同一学者不同时期划分标准也不一致。例如，M. T. 哈尔布特 1968 年认为可采储量为  $283\times10^8\text{m}^3$  ( $1\times10^{12}\text{ft}^3$ ) 属于大气田，而 1970 年和 2001 年他把可采储量分别为  $991\times10^8\text{m}^3$  ( $3.5\times10^{12}\text{ft}^3$ ) 和大于  $860\times10^8\text{m}^3$  ( $3\times10^{12}\text{ft}^3$ ) 的列入大气田（表 1.1）。表 1.1 为国内外一些学者提出的划分大气田的标准及世界发现大气田数。

表 1.1 国内外不同时期大气田划分标准

| 学者                     | 年份   | 大气田的可采储量/ $10^8\text{m}^3$ | 发现大气田数              |
|------------------------|------|----------------------------|---------------------|
| M. T. 哈尔布特等 (Halbouty) | 1970 | 991 (可采储量)                 | 79                  |
| M. T. 哈尔布特等 (Halbouty) | 2001 | 860 (可采储量)                 | —                   |
| И. И. 涅斯捷洛夫 (Нестеров) | 1975 | 1000                       | —                   |
| D. A. 霍姆格伦等 *          | 1975 | 860 (可采储量)                 | 160                 |
| J. D. 穆迪 *             | 1975 | 860 (可采储量)                 | 158                 |
| H. D. 克莱米 *            | 1977 | 991 (可采储量)                 | 112                 |
| В. Ф. 拉宾 *             | 1978 | 1000                       | —                   |
| 瓦西利耶夫 (Васильев)       | 1983 | 300                        | 236                 |
| 张子枢                    | 1990 | 1000                       | 114                 |
| P. 曼恩等 (Mann)          | 2003 | 860                        | 354 (1868 ~ 2002 年) |

\* 转引自ベッド邦夫，1977。

在下限储量及其之上而成为大气田，其储量相差悬殊。在俄罗斯由于发现很多大气田，故该国一些学者，对大气田进一步作了详细分类：大型、特大型和超大型 3 个级别（表 1.2）。

中国和俄罗斯（转引自ベツト邦夫，1977）把探明地质储量大于  $300\times10^8\text{m}^3$  的气田称为大气田（表 1.3）。本书以此标准来划分中国大气田。

表 1.2 苏联学者有关油气田分类表

| 油气田分类 | 原油储量/ $10^8\text{t}$ | 天然气储量/ $10^8\text{m}^3$ | 资料来源              |
|-------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| 特大型   | 大于 3                 | 大于 5000                 | Еременко,<br>1984 |
| 大型    | 0.3 ~ 3              | 300 ~ 5000              |                   |
| 中型    | 0.1 ~ 0.3            | 100 ~ 300               |                   |
| 小型    | 小于 0.1               | 小于 100                  |                   |
| 特大型   | 大于 5                 | 大于 5000                 | Кадинин,<br>1983  |
| 大型    | 0.5 ~ 5              | 500 ~ 5000              |                   |
| 中小型   | 小于 0.5               | 小于 500                  |                   |
| 超大型   | 大于 100               | 大于 50000                | Нестеров,<br>1975 |
| 特大型   | 15 ~ 100             | 7500 ~ 50000            |                   |
| 大型    | 2 ~ 15               | 1000 ~ 7500             |                   |
| 中型    | 0.1 ~ 2              | 50 ~ 1000               |                   |
| 小型    | 小于 0.1               | 小于 50                   |                   |
| 超大型   | —                    | 大于 10000                | Василѣв,<br>1983  |
| 特大型   | —                    | 1000 ~ 10000            |                   |
| 大型    | —                    | 300 ~ 1000              |                   |
| 中小型   | —                    | 小于 300                  |                   |

表 1.3 中国油气田分类表

| 油气田分类 | 原油储量/ $10^8\text{t}$ | 天然气储量/ $10^8\text{m}^3$ |
|-------|----------------------|-------------------------|
| 特大型   | 大于 10                | —                       |
| 大型    | 1 ~ 10               | 大于 300                  |
| 中型    | 0.1 ~ 1              | 50 ~ 300                |
| 小型    | 小于 0.1               | 小于 50                   |

二、产气大国的重要基础是大气田

所谓产气大国是指年产量在  $500\times10^8\text{m}^3$  及以上的国家。虽然世界产气大国近 20 年逐年有所增加，但不及世界产气国的 1/6。这些产气大国既出现在国土面积辽阔的大国，如俄罗斯、美国、加拿大、中国、阿尔及利亚、印度尼西亚和伊朗，也出现在国土面积不大的荷兰和卡塔尔。大国和小国都可以成为产气大国，关键在于是否探明有相当数量的大气田，或少许特大型和超大型的大气田。国土小的国家均以发现超大型大气田而成为产气大国，如卡塔尔和荷兰。

1. 大气田使中国从贫气国成为产气大国

1949 年中国累计探明天然气地质储量仅  $3.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，年产气  $0.11 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。1990 年中国累计探明天然气储量只有  $7045 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，年产量  $152 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，还是个贫气国，因为这时全国仅探明 6 个大气田（戴金星，2003），没有一个大气田的储量超过  $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。1991 年至 2011 年的 21 年间，除 1996 年和 2009 年没有发现大气田外，其余各年均发现了大气田。21 年共计发现大气田 42 个，平均每年发现 2 个大气田，即至 2011 年年底，中国累计发现大气田 48 个（图 1.1）。在煤成气理论指导下（戴金星，1986），1992 年在鄂尔多斯盆地发现了以煤成气为主的靖边大气田，它是中国第一个储量大于  $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$  以上大气田，之后大气田陆续被发现，为抛弃“贫气国”帽子提供了基础。

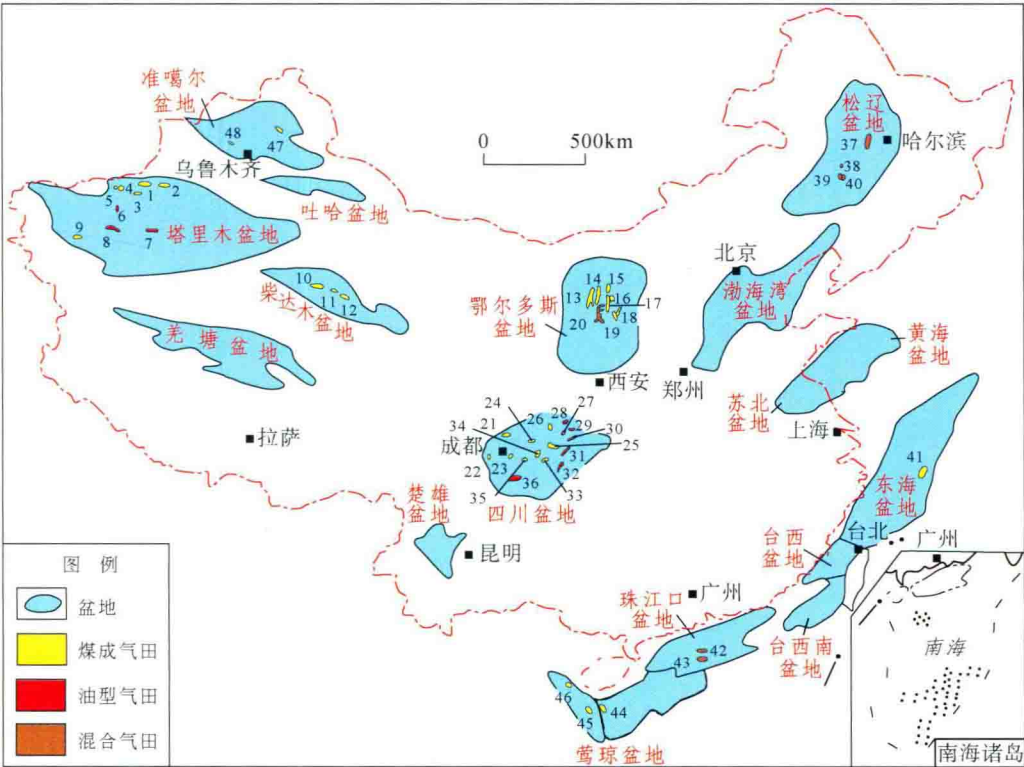


图 1.1 中国大气田分布示意图

1. 克拉 2 气田；2. 迪那 2 气田；3. 英买 7 气田；4. 大北气田；5. 大北 1 气田；6. 塔河气田；7. 塔中 I 气田；8. 和田河气田；9. 柯克亚气田；10. 台南气田；11. 涩北 1 气田；12. 涩北 2 气田；13. 苏里格气田；14. 乌审旗气田；15. 大牛地气田；16. 神木气田；17. 榆林气田；18. 米脂气田；19. 子洲气田；20. 靖边气田；21. 新场气田；22. 邛西气田；23. 洛带气田；24. 八角场气田；25. 广安气田；26. 元坝气田；27. 普光气田；28. 铁山坡气田；29. 渡口河气田；30. 罗家寨气田；31. 大天池气田；32. 卧龙河气田；33. 合川气田；34. 磨溪气田；35. 安岳气田；36. 威远气田；37. 徐深气田；38. 龙深气田；39. 长岭 1 号气田；40. 松南气田；41. 春晓气田；42. 番禺 30-1 气田；43. 荔湾 3-1 气田；44. 崖 13-1 气田；45. 乐东 22-1 气田；46. 东方 1-1 气田；47. 克拉美丽气田；48. 玛河气田

由图 1.2 可见，从 1991 年至 2011 年，由于平均每年有两个大气田被发现，大大提

高了大气田储量的增长速率。至2011年年底中国48个大气田累计探明天然气地质储量共达 $68033.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，占全国探明天然气储量 $83377.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的81.6%。大气田储量中煤成气大气田占优势，为 $51751 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，占全国天然气储量的76%。因此1991年起大气田的大量发现及其储量大幅度的增长，为中国从贫气国走向产气大国奠定了资源基础。

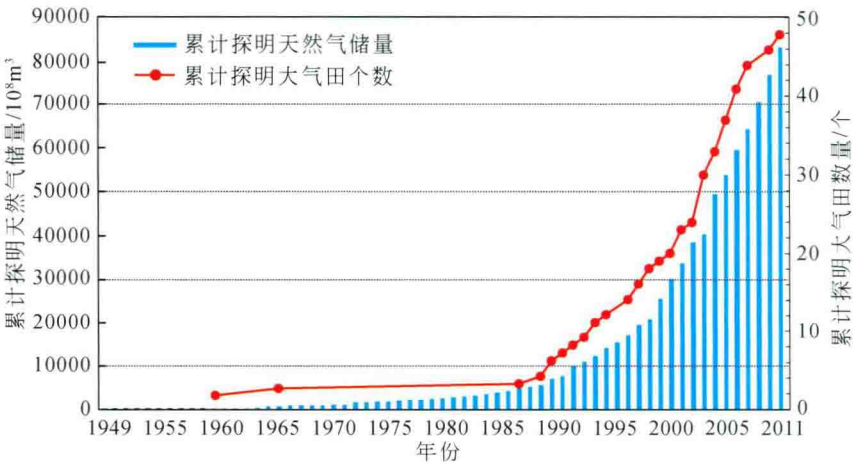


图 1.2 中国 1949 ~ 2011 年大气田发现与天然气储量增长的关系图

从图 1.3 与图 1.2 对比可见：从 1991 年至 2000 年大气田发现数与天然气储量增加率正相关显著，但同期大气田发现数与天然气年产量增加率正相关不显著，这是由于大气田开发和运输管线建设需要时间之故，这种滞后性从 2001 年之后就消退了，且显示大气田发现率与储量和天然气产量具有显著正相关。

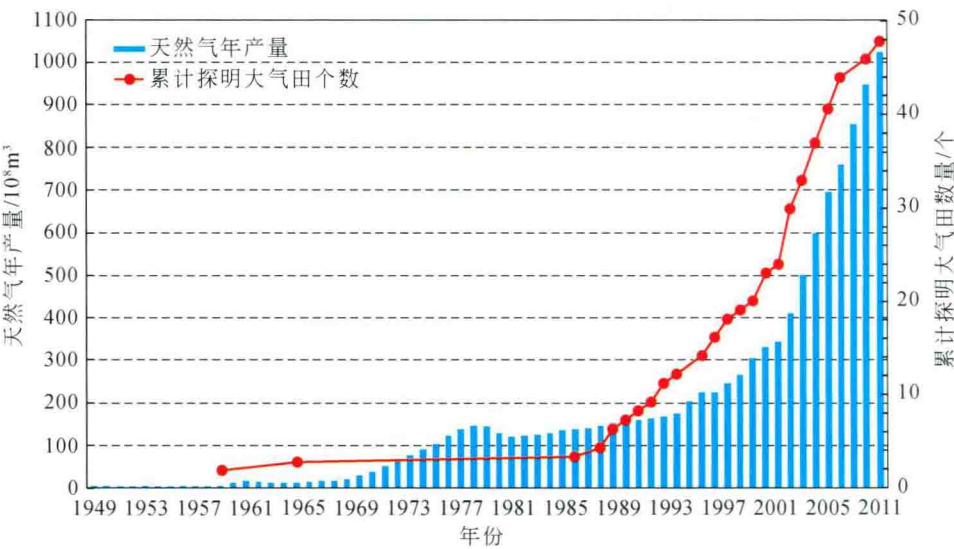


图 1.3 中国 1949 ~ 2011 年大气田发现与天然气年产量关系图