

AAPG

论文集 52

ACTIVE MARGIN

BASINS

活动大陆边缘盆地

Kevin T. Biddle 编

穆献中 杨金凤 李 剑 译 梁绍全 校

北京)
0.2

石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

AAPG 论文集 52

活动大陆边缘盆地

Kevin T. Biddle 编

穆献中 杨金风 李 剑 译

梁绍全 校

石 油 工 业 出 版 社

版权登记号

图字：01-1999-2704

内 容 提 要

本书是美国石油地质学家协会 1991 年出版的世界含油气盆地丛书之一，主要包括世界典型“活动边缘”盆地油气发现和盆地起因以及盆地勘探以来的观点分析，涉及盆地包括美国洛杉矶盆地、新西兰塔拉纳基盆地、哥伦比亚马哥达莱那盆地、委内瑞拉法尔孔盆地。书中用较大篇幅对洛杉矶盆地油气发现史、构造地质特征和构造演化史、沉积史、热演化史、区域生物地层学、油气地球化学以及油气运移方面的理论研究成果作了详尽的分析和阐述，并特别强调构造地质和构造演化对油气运移的控制作用，同时也对和洛杉矶盆地成因相似盆地的地质特征、生油气理论成果进行了对比分析和研究。

本书论述深入、资料翔实，为石油勘探家们提供了一套有关活动大陆边缘盆地难得的类比资料，对我国含油气盆地的进一步研究具有一定的理论指导作用。本书可供从事油气地质理论、石油地质勘探研究人员以及大中专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

活动大陆边缘盆地 / (美) 比德尔 (Biddle, K. T.) 编;
穆献中等译. —北京: 石油工业出版社, 2000.5

书名原文: Active Margin Basins

ISBN 7-5021-2904-9

I. 活…

II. ①比…②穆…

III. 大陆边缘-构造盆地-油气勘探

IV. P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 76912 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 22½ 印张 1 插页 563 千字 印 1—1000

2000 年 5 月北京第 1 版 2000 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2904-9/TE·2263

定价: 30.00 元

序 言

提出编写世界含油气盆地丛书的目的是为了帮助勘探家决定在哪些盆地或者盆地的哪些部分进行投资能够获得最大的利润回报。为达到此目的，一个途径就是为勘探家提供广泛的可对比的基础数据和概念，以提高他们通过类比技术进行预测的能力。现已编写的几卷论文集侧重于论述与盆地油气生产有关的各种地质因素，以便有助于对新的勘探区进行地质风险评价。最终的排列顺序、风险评价以及业务决策一般要受诸如经济气候、地理环境和政治稳定性等非地质因素的影响，而且通常因为这些因素而被否定，这已超出本书的讨论范围。

基于这种考虑，美国石油地质学家协会（AAPG）的出版委员会早在 1983 年就决定出版一套论述世界含油气盆地的丛书，这套丛书的每一卷专门论述一种主要类型的盆地。为此目的成立了由丹佛美国地质调查所（U. S. G. S.）Anny B. Coury 领导的特设委员会（由 Kaspar Arbenz, Anny B. Coury, Michael A. Fisher, James A. Helwig, David R. Kingston, H. Douglas Klemme 等组成），负责该套丛书的全面规划，决定最合适的卷数以及对每卷进行总体组织工作；并且进一步决定，每卷（或者重要盆地类型）中要集中较多笔墨详细描述一种“类型”或者一个“模式”的勘探成熟盆地，此外安排一些概括性文章对相同类型的其他盆地或地区进行讨论。

在对新的风险勘探区进行含油气远景评价中，将新探区、新盆地或未钻探的勘探远景区与具有类似构造地层背景的相应产油气的盆地进行研究和比较，总是有着重要的作用。如果新的勘探区与类比盆地属于同一类型，正确地运用类比有助于在新探区对未知地质要素，如储层厚度和分布、圈闭大小和种类以及发育历史等进行合理的评价。就统计学而言，这种比较提高了评价的可信度，同时也可同为同类地区的评价和研究提供方案。

为了在盆地评价时准确无误地运用类比方法，地质家需要获得具广泛的并与最新地质概念紧密结合的世界范围的基础资料库，该资料库必须是应用更新的地质概念综合而成。但是，这些概念和资料库的建立费时且耗资巨大，大部分较小的组织机构难以负担。随着近几十年许多较小的石油公司和独立经营者进入国际勘探区，对容易获得的类比资料的需求量越来越大。

负责含油气盆地丛书的编委会花费了很长时间与精力来统一该套丛书的盆地分类、类比选择以及卷数的确定等问题。经过讨论一些新近发表的含油气盆地和地区的分类方案（如 Bally, 1975; Bally 和 Snelson, 1980; Kingston 等, 1983a, 1983b; Klemme, 1975, 1980, 1986），对各卷主题和主要类比盆地达成一致意见。经特设委员会建议和协会出版委员会全体委员会投票通过，决定将出版 5 卷丛书，每卷对应的分类是：

离散或被动大陆边缘盆地

内克拉通盆地

活动大陆边缘盆地

前陆盆地和褶皱带

内裂谷盆地

每卷选一名或几名编辑负责为该卷征求稿件。给每位编辑都提供了一份有关内容和所附

图表建议的一览表，以保证这套丛书的一致性，以便盆地描述更易于比较。我们真诚地希望这套丛书能够受到大家的普遍欢迎，成为具实用价值的类比文集，在未来许多年中对勘探家有所帮助。

参 考 文 献

- Bally, A. W., 1975, A geodynamic scenario for hydrocarbon occurrences; Proceedings of the 9th World Petroleum Congress, Tokyo, v. 2; Essex, England, Applied Science Publication, p. 33–34.
- Bally, A. W., and S. Snelson, 1980, Realms of subsidence, *in* D. A. Miall, ed., Facts and principles of world petroleum occurrences; Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 6, p. 9–94.
- Kingston, D. R., C. P. Dishroon, and P. A. Williams, 1983a, Global basin classification system; AAPG Bulletin, v. 67, p. 2175–2193.
- Kingston, D. R., C. P. Dishroon, and P. A. Williams, 1983b, Hydrocarbon plays and global basin classification; AAPG Bulletin, v. 67, p. 2194–2198.
- Klemme, H. D., 1975, Giant oil fields related to their geologic setting—a possible guide to exploration; Bulletin of Canadian Petroleum Geology, v. 23, p. 30–66.
- Klemme, H. D., 1980, Petroleum basins—classifications and characteristics; Journal of Petroleum Geology, v. 3, p. 187–207.
- Klemme, H. D., 1986, Field size distribution related to basin characteristics, *in* D. D. Rice, ed., Oil and gas assessment—methods and applications; AAPG Studies in Geology 21, p. 85–89.

目 录

引言.....	(1)
第一章 洛杉矶盆地综述.....	(4)
第二章 洛杉矶盆地：一个都市环境的油田	(26)
第三章 加利福尼亚州洛杉矶盆地构造地质与构造演化	(33)
第四章 洛杉矶盆地晚第三纪生物地层学和地层学方面的观点及 在盆地演化中的作用.....	(155)
第五章 洛杉矶盆地中部构造演化中的沉降和热实质.....	(212)
第六章 洛杉矶盆地油气系统地球化学特征.....	(224)
第七章 洛杉矶盆地中油田的地层控制因素对油气运移史的指导.....	(250)
第八章 洛杉矶盆地海底扇油气研究.....	(270)
第九章 新西兰塔拉纳基盆地.....	(291)
第十章 哥伦比亚中和上马格达莱纳盆地.....	(314)
第十一章 委内瑞拉西北部法尔孔盆地中烃源岩分布的新地质模型.....	(335)

引 言

Kevin T. Biddle

“洛杉矶盆地最明显的特征是其构造地形及与其年代和大小有关的复杂性”(Yerkes 等, 1965, p. A16); 但它的复杂性在 AAPG 世界含油气盆地论文集中本卷的设计和命名时引起了不少的争议(见序言中有关这些论文集工作范围的讨论)。由于洛杉矶盆地具有令人感兴趣的地质特征和作为油气产区的重要性, 丛书的协调者早就决定要在世界含油气盆地丛书中包括洛杉矶盆地。最初, 考虑将洛杉矶盆地收入到聚敛边缘盆地一卷中, 这可能是因为识别出在南加利福尼亚州洛杉矶地区晚期发生的缩短变形。然而有一点毫无疑问, 洛杉矶盆地是在圣安德烈亚斯转换体系演化中形成和变形的(Atwater, 1970, 1989; Campbell 和 Yerkes, 1976; Blake 等, 1978; Engebretson 等, 1985; Wright, 本书)。对于在本区工作过的人们来说, 新第三纪洛杉矶盆地的初始沉降是由拉张引起的, 这一点也是不容怀疑的(Yeats, 1968; Crowell, 1974, 1976, 1987; Wright, 本书)。因此, 丛书的协调者认为, 如将洛杉矶盆地作为在聚敛边缘背景中形成的盆地模式将会使人误解。

本书的书名《活动大陆边缘盆地》是一个折衷的方案, 尽管如此, 也不能完全描述它的内涵。一个活动的边缘可能以聚敛、离散或转换为主。加利福尼亚大陆边缘是洛杉矶盆地演化关键时期的转换边缘。虽然在时间和空间上, 沿转换边缘曾经出现拉伸与缩短, 但是北美和太平洋板块间的走滑位移是主要的构造运动。该边缘当然是活动的, 但如果将洛杉矶盆地视为与转换边缘盆地相关的复杂实例将会更为恰当。

有人也许会问, 为什么在含油气盆地丛书中选择洛杉矶盆地作为其中的模式盆地之一来描述。若干原因使得选择洛杉矶盆地既正确, 又可引起人们的兴趣。首先, 一个转换边缘盆地补全了这套丛书所论述的盆地类型。圣安德烈亚斯转换体系是世界上研究程度最高的转换边缘, 洛杉矶盆地又是该体系中研究程度最高的盆地。因此, 洛杉矶盆地有资格作为转换边缘类盆地中比较好的模式。第二, 我们对与走滑构造相关的变形的理解正在不断发展。对走滑背景中断裂的混合模式的认识的增加(Nur 和 Boccaletti, 1989), 对变形期间地壳旋转重要性的认识(Luyendyk 和 Hornafius, 1987)以及对主要走滑断层强度的新的研究也许会使我们在走滑构造区考察应力场的角度改变。一篇新近发表的论述洛杉矶盆地的文章中, 提供了有关这些正在发展的观点中的部分资料和对它们的检验。第三, 本书的几位编者提供了本区过去 25 年间油气勘探期间收集的资料。其中有许多是以前不曾获得的, 这大大地增加了我们对于洛杉矶盆地的认识。这些新资料不论是对石油勘探家, 还是那些对加利福尼亚构造感兴趣的人都很有用。最后, 该盆地巨大的油气储量使其在每单位体积沉积充填物中油气含量方面(见 Biddle, 本书)成为世界上最多产的盆地, 所有的勘探者都会对洛杉矶盆地为什么如此富含化石燃料的理解感兴趣。

最后一点值得注意, 在本书序言中, Arbenz 认为世界含油气盆地丛书的目的之一就是要提供一个良好的描述模式, 这可以为其它相似的但勘探程度较低的盆地提供类比资料。但是把任何总体的端元性质作为类比的基础并在此基础上得出相似的结论是不明智的, 而且以这种方式运用洛杉矶盆地的油气总量也是不明智的。洛杉矶盆地史的其它方面为相似背景下

形成的盆地提供了良好的对比条件，它复杂的多期演化就是一个这样的基础（Biddle，本书）。

世界含油气盆地论文集中的每一卷论及范围相似，但是本卷内容受到志愿参与者的人数和完成稿件的限制，包括油气显示和盆地起因（Biddle）以及本区勘探史的回顾等（Rintoul）介绍性的文章。其后是有关盆地的构造地质和构造演化史（Wright）和生物地层学及地层学（Blake）等主要论著，Wright 的文章篇幅较长，包含了丰富的信息。Mayer 讨论了盆地的沉降史和热实质，以及源岩和油气二者的地球化学分析（Jeffrey 等）。洛杉矶盆地的最后两篇论文论述地层对油田的控制（Yeats 和 Beall）和海底扇的油气生产（Redin）。虽然本书涉及到洛杉矶盆地历史的大多数方面，但存在一个明显的不足即缺少对盆地内储层性质的分析。

本书的第二部分简要论述了与洛杉矶盆地起因相似的盆地，但其中也引起了较大的争议。图 1 表示了本书中包括的盆地。这些盆地中，塔拉纳基和法尔孔盆地与洛杉矶盆地最为相似。它们两个都形成在转换背景中，初始被拉伸，随之叠加变形，哥伦比亚马格达莱纳盆地中部和上部不是沿转换边缘形成的，而是沿具有聚敛历史的复杂边缘形成的。但是这两个盆地有早期拉张的历史，继之以缩短并伴随有一定量的走滑。其它盆地，如原苏联东部的萨哈林（Sakhalin）盆地的稿件在本卷即将出版时仍未得到。



图 1 本书涉及的盆地位置

本卷的所有稿件至少由两名本丛书之外的评审人评审，他们的评论证明是很有用的，非常感谢他们的工作。

参考文献

- Atwater, T. M., 1970, Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of western North America; GSA Bulletin, v. 81, p. 2005–2018.
- Atwater, T. M., 1989, Plate tectonic history of the northeast Pacific and western North America, *in* E. L. Winterer, D. M. Hussong, and R. W. Decker, eds., The eastern Pacific Ocean and Hawaii; GSA, The Geology of North America, v. N. p. 21–72.
- Blake, M. C., Jr., R. H. Campbell, T. W. Dibblee, Jr., D. G. Howell, T. H. Nilsen, W. R. Normark, J. C. Vedder, and E. A. Silver, 1978, Neogene basin formation in relation to plate-tectonic evolution of the San Andreas fault system, California; AAPG Bulletin, v. 62, p. 344–372.
- Campbell, R. H., and R. F. Yerkes, 1976, Cenozoic evolution of the Los Angeles basin area—relation to plate tectonics, *in* D. G. Howell, ed., Aspects of the geologic history of the California continental borderland; Pacific Section, AAPG Miscellaneous Publication 24, p. 541–558.
- Crowell, J. C., 1974, Origin of late Cenozoic basins in southern California, *in* W. R. Dickinson, ed., Tectonics and sedimentation; SEPM Special Publication 22, p. 190–204.
- Crowell, J. C., 1976, Implications for crustal stretching and shortening of coastal Ventura basin, California, *in* D. G. Howell, ed., Aspects of the geologic history of the California continental borderland; Pacific Section, AAPG Miscellaneous Publication 24, p. 365–382.
- Crowell, J. C., 1987, Late Cenozoic basins of onshore southern California: complexity is the hallmark of their tectonic history, *in* R. V. Ingersoll and W. G. Ernst, eds., Cenozoic basin development of coastal California; Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., Rubey v. VI. p. 207–241.
- Engelbreton, D. C., A. Cox, and R. G. Gordon, 1985, Relative motions between oceanic and continental plates in the Pacific basin; GSA Special Paper 206, 59 p.
- Luyendyk, B. P., and J. S. Hornafius, 1987, Neogene crustal rotations, fault slip, and basin development in southern California, *in* R. V. Ingersoll and W. G. Ernst, eds., Cenozoic basin development of coastal California; Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., Rubey v. VI, p. 259–283.
- Nur, A., and M. Boccaletti, 1989, Active and recent strikeslip tectonics; EOS, v. 70, n. 35, p. 806.
- Wright, T. L. 1991, Structural geology and tectonic evolution of the Los Angeles basin, California, *in* K. T. Biddle, ed., Active margin basins; AAPG Memoir 52, p. 35–134.
- Yeats, R. S., 1968, Rifting and rafting in the southern California borderland, *in* W. R. Dickinson and A. Grantz, eds., Proceedings of conference on geologic problems of San Andreas fault system; Stanford, California, Stanford University Publications, p. 307–322.
- Yerkes, R. F., T. H. McCulloh, J. E. Schoellhamer, and J. G. Vedder, 1965, Geology of the Los Angeles basin, California—an introduction; USGS Professional Paper 420-A, p. A1-A57.
- Zobeck, M. D., et al., 1987, New evidence on the state of stress of the San Andreas fault system; Science, v. 238, p. 1105–1111.

第一章 洛杉矶盆地综述

Kevin T. Biddle

摘要 洛杉矶盆地位于太平洋与北美板块间的圣安德烈亚斯 (San Andreas) 转换体系内, 为多期形成的晚第三纪盆地。它是由于中中新世南加利福尼亚横向山脉 (Transverse Ranges) 的走向滑动和旋转造成的扩张作用形成的。中新世晚期—上新世早期间的扩张作用伴随着加利福尼亚海湾的开启, 开始了盆地的形成发育。上新世早期—全新世的盆地变形史以与北洛杉矶活动褶皱和逆冲体系有关的缩短作用为特征。

根据每单位体积沉积充填中含烃量计算, 洛杉矶盆地是世界上含油气资源最丰富的沉积盆地之一。盆地演化的每一阶段皆为盆地的油气资源作出了贡献。盆地演化中与油气形成相关的方面皆与盆地的形成机制有关, 并可用来指导具类似背景的油气田勘探。其余控制油气分布的一级因素产生于与盆地类型无关的较大规模的作用过程。洛杉矶盆地内高质量的厚层生油岩沉积是这些区域控制的结果。

洛杉矶盆地的多期形成史表明沿着活动转换边缘可发生这种复合作用, 这种复合作用可用来指导形成于类似环境中的盆地。

一、引言

洛杉矶盆地是众多沿着加利福尼亚西部边缘分布的晚第三纪盆地中的一个 (图 1)。虽

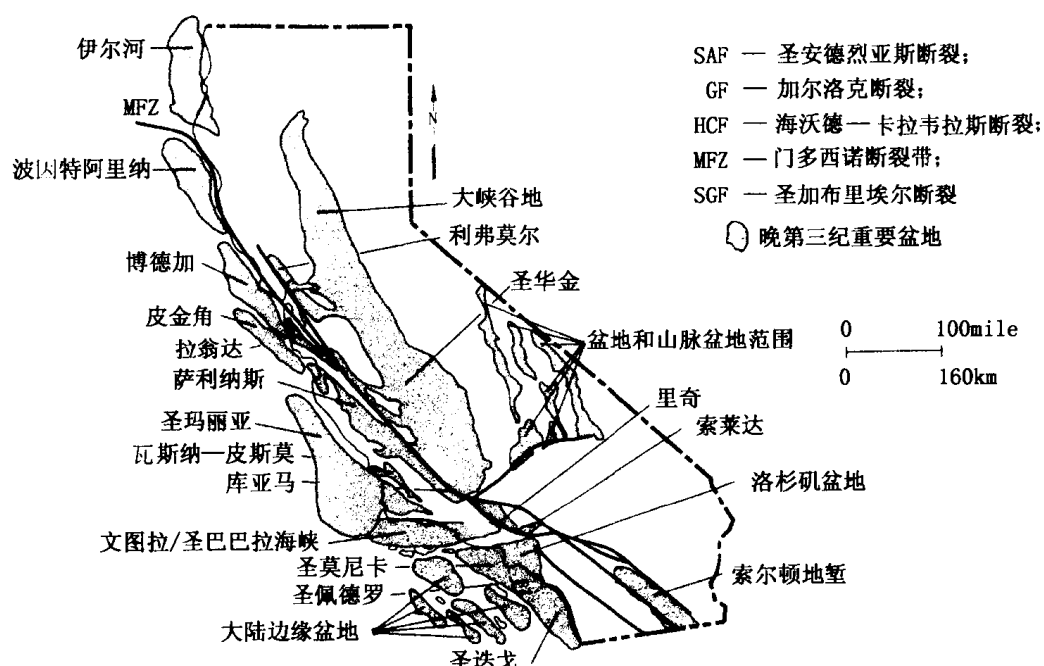


图 1 加利福尼亚晚第三纪主要盆地位置图

然它和其中的许多盆地具相似的演化史，但巨大含油气量将它和其余盆地地区分开。洛杉矶盆地是世界沉积盆地中油气资源最丰富的盆地之一（Barbat, 1958; Yerkes 等, 1965; Gardett, 1971; Wright, 1987），目前估计其可采储量为 $105 \times 10^8 \text{ bbl}^{\text{①}}$ 油当量（加利福尼亚储委会, 1985, 1987）。盆地范围较小、厚层沉积层序和巨大的探明储量使洛杉矶盆地成为世界上最丰富多产的盆地（按单位体积含烃量计算）（Barbat, 1958; Yerkes 等, 1965; Wright, 1987）（图 2）。

由于其生产量，近一个世纪以来洛杉矶盆地及其周围地区引起了人们的广泛关注。关于此地区含油气远景的研究可追溯到 1865 年（Whitney, 1865）。Yerkes 等（1965）进行的该盆地研究最为完整。此外为了论及盆地的演化史，这些作者以带注解按年月排序的格式概括总结了关于该区 1962 年以来的文献，1965 年至今的许多研究在本书后面的文章中有所反映（尤其是本书第

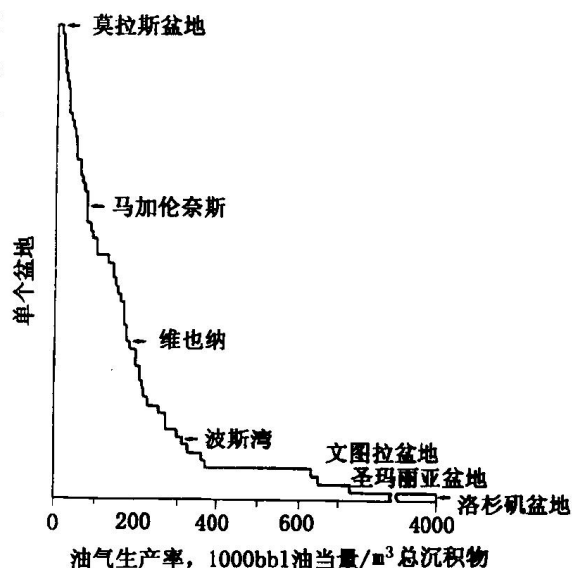


图 2 根据每单位体积沉积物充填的烃量计算的盆地生产率

纵坐标表示单个盆地，顶部代表低产盆地，底部为高产盆地。虽然此图中未列入所有的产油盆地，但各种主要类型的盆地皆包括其中。德国的莫拉斯盆地、阿根廷和智利的马加伦奈斯盆地、奥地利的维也纳盆地，波斯湾地区和文图拉、圣莫尼卡盆地（D. White, 未公开数据）

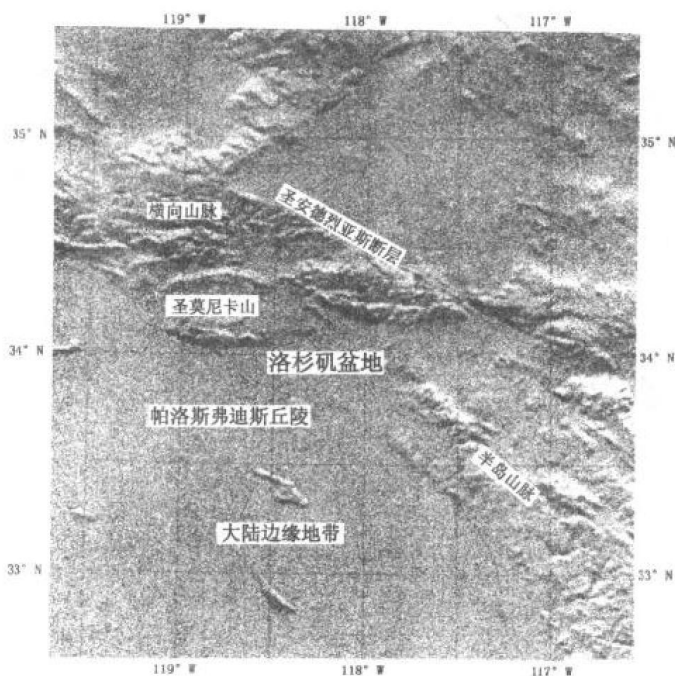


图 3 现在的洛杉矶盆地和周围山系位置图
阴影地形为从北面人工照射的结果，此图是英国国防部绘图处出版的 30s 数字地形数据集（Godsen, 1981）

三章），这里不做进一步讨论。本书中对该盆地的研究被看作是世界上最研究转换边缘盆地中最佳著作之一。其研究水平使它作为模式盆地之一列入 AAPG 含油气盆地论文集。

现今的洛杉矶盆地是位于沿着半岛山脉、横向山脉和南加利福尼亚大陆边缘地块的交汇形成的地形及构造盆地（Yerkes 等, 1965; Wright, 本书）（图 3）。此盆地范围很小（图 4），但却含巨厚的、主要在晚第三纪沉积充填的沉积地层（图 5）。过去盆地沉积的范围比如今的构造盆地范围要大得多（Yerkes 等, 1965; Wright, 本书; Yeats 和 Beall, 本书第七章）。和许多盆地一样，洛杉矶盆地也具有多期形成史，盆地形成的每一重要阶段皆对盆地内油气资源的生成有所贡献。

① 1bbl = 0.159m³，下同。

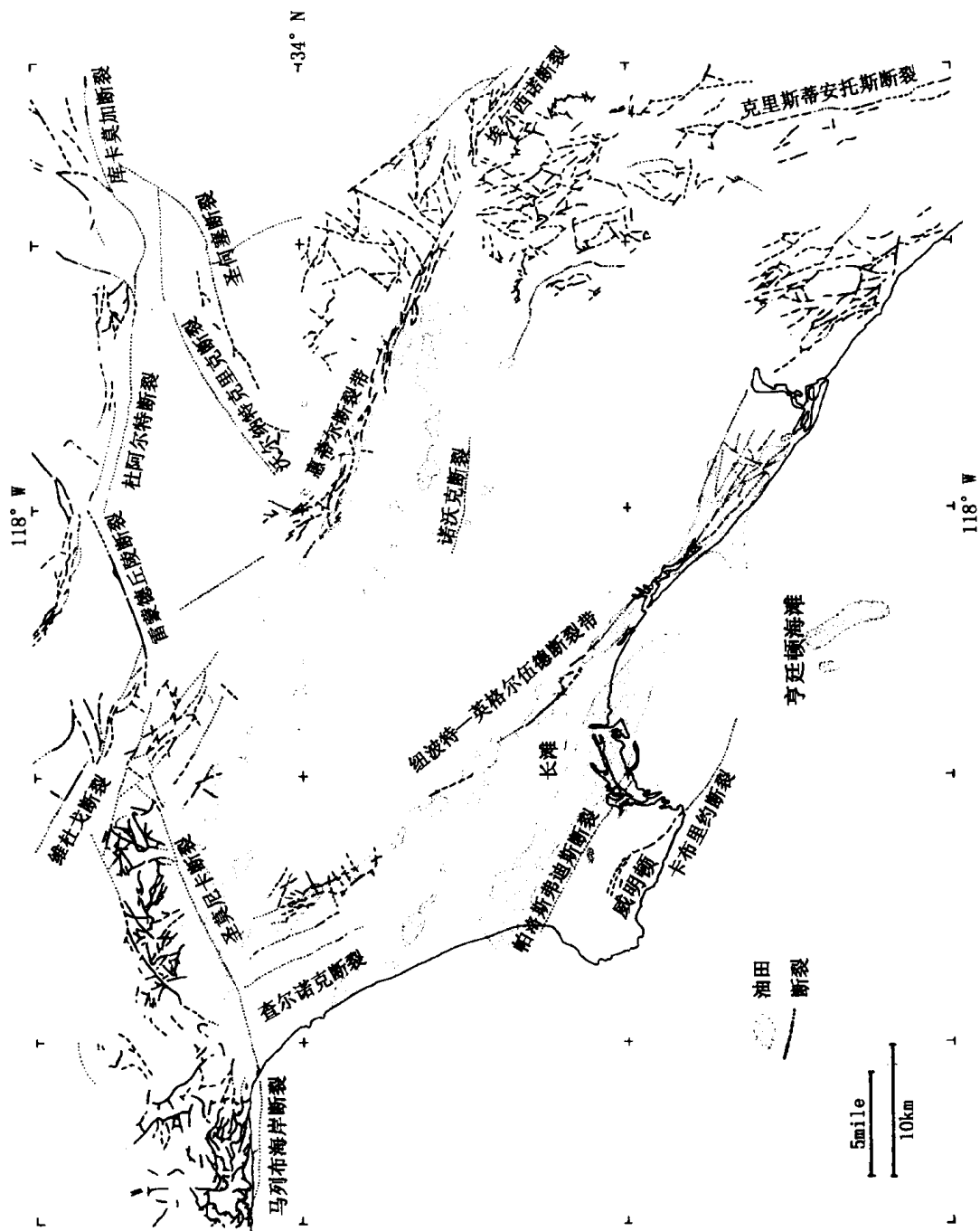


图 4 洛杉矶盆地内地表断裂和油田分布图

盆地内主要断裂、断裂带和 3 个最大的油田已标出,供参考(据 Jennings, 1962; Rogers, 1965, 1967; Jennings and Strand, 1969; 加利福尼亚自然资源保护部, 1986)

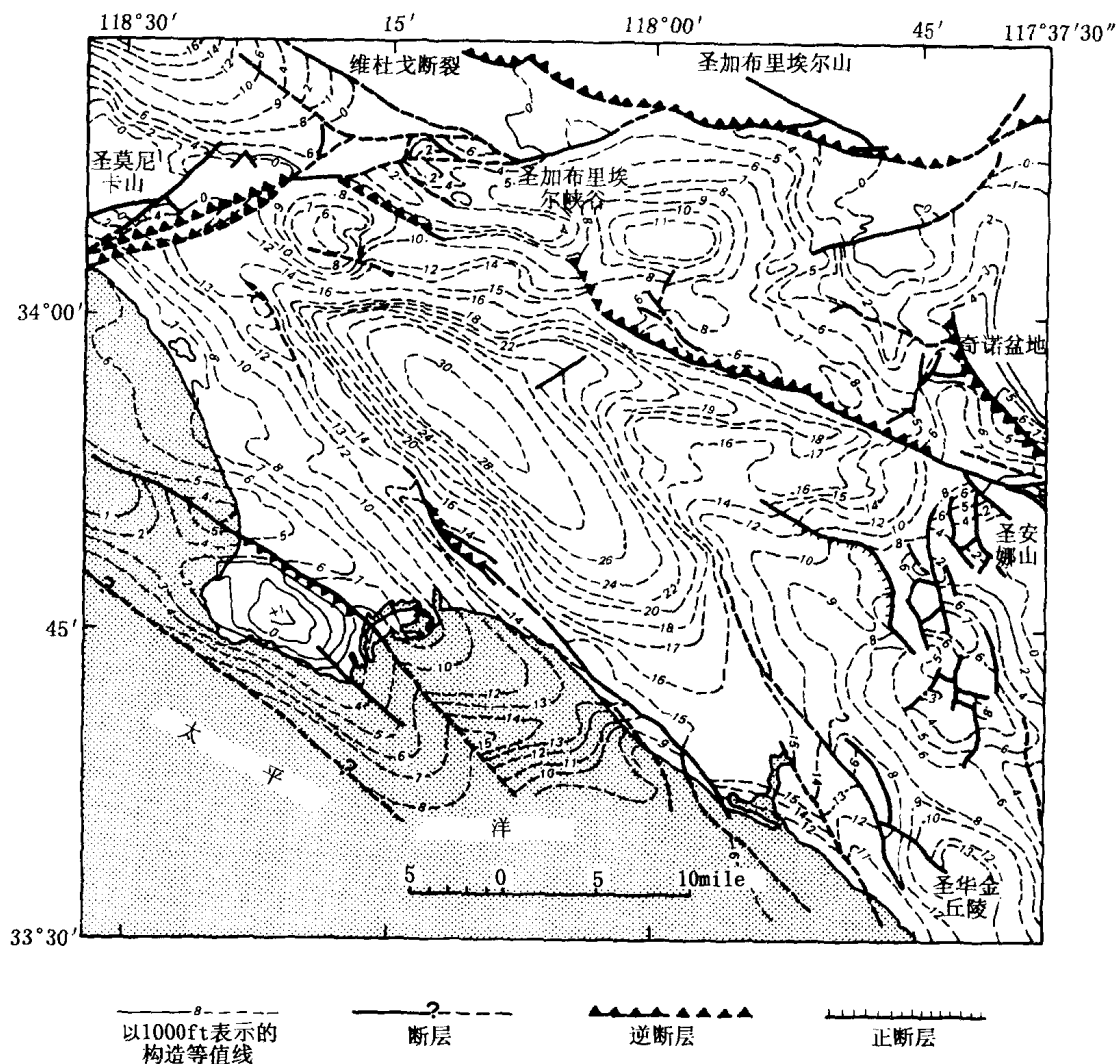


图5 洛杉矶盆地推测的基底顶部的主要构造特征和构造等深浅

绝大多数的位于基底顶部等深线之上的沉积地层皆被认为上第三系沉积。

到现今最深的钻井是 American Retrofine Corehole 1 井, 钻井垂直深度为 20736ft (6320m)

盆地演化的晚期阶段与横向山脉、北洛杉矶褶皱和逆冲带的形变有关，包括有限的走向滑动的北—南向缩短作用（Davis 等，1989；Wright，本书）。这种缩短作用至今仍然存在，在圣安德烈亚斯转换体系内也存在这种缩短作用。此阶段由于沉积压实和构造沉降，生油岩保持成熟状态，到达生油窗；与此同时油气开始运移，并有另外的圈闭形成。这种持续变形作用在洛杉矶盆地的部分地区对圈闭有改造或破坏作用（Wright，本书；Yeats 和 Beall，本书）。此阶段的变形随着时间的推移会导致洛杉矶盆地的破坏。

收集的资料增进了我们对该盆地的认识。本综述的目的就是为以后章节的论述打下基础。在这里，对盆地的勘探史（包括各时期发现的油气）只作简要概述，讨论了盆地可能的形成和变形机理，并对此地区可能控制油气形成的主要因素进行了推测。本章的结尾是关于这些主控因素中哪些是属于洛杉矶盆地所特有的，哪些是受远离洛杉矶盆地以外的构造和沉积事件所控制的综合讨论。

二、洛杉矶盆地的油气资源

洛杉矶盆地有近一个世纪的油气勘探史（对该区勘探作历史性回顾，Rintoul，本书第二章）。位于盆地东边的 Brea Olinda 油田为盆地内发现最早的油田，建成于 1880 年（图 6），从那时起又陆续在盆地内发现了其余 67 个油田。这些油田按它们的圈闭类型、油气种类、发现时间、油气可采储量以及按油当量桶表示的综合可采储量列于表 1 中，各个油田在盆地中的位置见图 7。

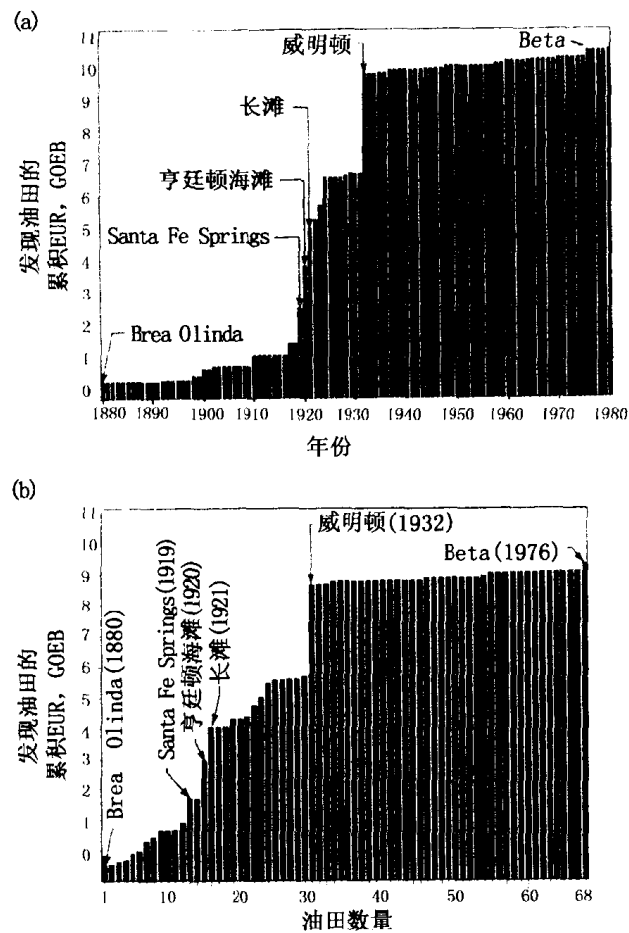


图 6 洛杉矶盆地内的油田发现史

(a) 储量按年（时间）的增加量；(b) 随着油田的发现
储量的变化情况，储量以 10⁹bbl 油当量 (GOEB) 为单位

盆地的勘探史概括显示在图 6 中，其中图 6a 为随时间变化储量的变化情况；而图 6b 为随着每一次油田的发现储量的增加情况。直到 1918 年，在盆地的早期勘探过程中，油田的发现速率很慢，储量的增加并不太多。随后的 15 年内，盆地内的几乎所有大型油田均被发现，其中包括超大型的威明顿 (Wilmington) 油田，它是盆地中最大的油田。盆地中最后的重大发现威明顿油田的发现并钻于 1932 年，虽然在此之前许多年对此油田的区域范围和体积已作了全面的评价。在这次盆地发展的重要阶段中，技术更新、对油气生成越来越深入的了解以及价格的浮动都对勘探起到一定的作用 (Rintoul，本书)。

自威明顿油田发现之后，又陆续发现了其余 38 个油田。这 38 个油田总的估计最终开采量 (EUR) 为 600×10^6 bbl 油当量 (MOEB) (表 1)，占盆地总 EUR 的 6%。盆地内最后发现的油田 (Beta 油田，发现于 1976 年) 具有 218MOEB 的储量，是近 20 年以来美国发现的最大的油田之一。

油田大小分布曲线 (图 8) 示出盆地内有 3 个超大型油田 (威明顿、亨廷顿海滩和长滩)、一定数量的中等规模油田和很多小型油田 (表 1)。在 68 个油田中，储量大于 1MOEB 的 48 个油田的平均储量为 216MOEB。储量中值为 32MOEB。若以全部 68 个油田来考虑，其平均储量降为 154MOEB，其中半数的油田储量小于 8MOEB。

表 1 洛杉矶盆地内油气田

	油田	圈闭 ^①	类型 ^②	发现年份 ^③	油 ^④ (EUR, kbbbl)	气 ^⑤ (EUR, mcf)	油当量桶 ^⑥ kbbbl
1	Alondra	S	A	1946	2154	1408	2406
2	阿纳海姆	S	A	1951	4	—	4
3	Bandini	C	A	1953	5969	15469	8738
4	Belmont Offshore	S	A, B	1948	68500	41931	76006
5	Beta	S	A	1976	214272	21866	218186
6	贝弗利丘陵	C	A	1900	164131	215163	202645
7	Boyle Heights (abd)	S	A	1955	273	113	293
8	Brea - Olinad	C	A	1880	438691	481986	524967
9	东 Buena Park (abd)	C	A	1942	197	20	201
10	西 Buena Park (abd)	C	A	1944	50	17	53
11	Cheviot Hills	S	A	1958	26180	142492	51686
12	Chino - Soquel	S	A	1950	324	349	387
13	东凯奥特	S	A	1909	121829	60804	132713
14	西凯奥特	S	A	1909	257522	271005	306032
15	多明格斯	S	A	1923	276846	387394	346190
16	El Segundo	C	A, B	1935	14744	34725	20960
17	Esperanza	S	A	1956	1331	699	1456
18	Gaffey (abd)	S	A	1955	10	—	10
19	Howard Townsite	S	A	1947	6162	27810	11140
20	亨廷顿海滩	S	A	1920	1138034	861117	1291805
21	Hyperion	C	A	1944	798	209	835
22	英格尔伍德	S	A	1924	400048	285002	451063
23	Kraemer	S	A	1918	3925	1078	4118
24	Kraemer 北东 (abd)	S	A	1953	?	—	—
25	西 Kraemer (abd)	S	A	1956	10	—	10
26	La Mirada (abd)	C	A	1946	25	10	27
27	Lapworth (abd)	C	A	1935	55	—	55
28	拉斯谢奈加斯	S	A	1960	65349	55550	75293
29	Lawndale	S	A	1928	3747	6729	4958
30	Leffingwell (abd)	S	A	1946	763	2460	1203
31	长滩	S	A	1921	927428	1087440	1121773
32	长滩港	S	A	1954	11572	35003	17838
33	洛杉矶市	C	A	1892	23575	—	23575
34	Los Angeles Downtown	S	A, B	1964	15233	22922	19336
35	东洛杉矶	C	A	1946	6936	12401	9156
36	Mahala	S	A	1920	4077	1586	4361

续表

油田	圈闭 ^①	类型 ^②	发现年份 ^③	油 ^④ (EUR, kbbbl)	气 ^④ (EUR, mcf)	油当量桶 ^⑤ kbbbl
37 蒙特贝洛	S	A	1917	202004	234712	243917
38 Newgate	S	A	1956	296	370	362
39 纽波特	S	A	1922	187	259	233
40 西纽波特	S	A, B	1923	77647	8371	79145
41 Olive	C	A	1953	3020	1209	3236
42 Playa del Rey	C	A	1929	63008	62061	74118
43 Potrero	S	A	1928	15672	72967	28733
44 Prado - Corona	S	A, B	1966	1632	5192	2561
45 Richfield	S	A	1919	217340	173067	248319
46 Rosecrans	S	A	1924	83339	166330	113112
47 Rosecrans, East	S	A	1959	202	234	243
48 Rosecrans, South	C	A	1940	8835	20661	12533
49 Rowland (abd)	S	A	1931	2	—	2
50 盐湖	S	A	1902	53683	211894	91612
51 南盐湖	C	A	1970	10091	4503	10897
52 Sansinena	C	A	1898	60840	74661	74204
53 San Vicente	C	A	1968	21043	19433	24522
54 Santa Fe Springs	S	A, B	1919	622254	836512	771990
55 Sawteille	S	A	1965	15274	13100	17619
56 锡尔海滩	S	A, B	1924	217236	219786	256484
57 Sherman (abd)	S	A	1965	93	50	102
58 Sunset Beach	S	A	1954	6910	9591	8627
59 Talbert (abd)	C	A	1947	126	4	127
60 托兰斯	C	A	1922	247562	162573	276593
61 Turnbull (abd)	S	A	1941	766	582	870
62 联合车站	S	A	1967	1895	5298	2843
63 Venice Beach	C	A	1966	4030	2678	4508
64 Walnut	S	A	1948	131	25	135
65 惠蒂尔	C	A	1898	55731	52193	65074
66 惠蒂尔高地北部	S	A	1944	85	84	235
67 威明顿	S	A, B	1932	2788158	1192802	3001670
68 Yorba Linda	ST	A	1930	<u>94781</u>	<u>2174</u>	<u>95170</u>
总计				<u>9074637</u>	<u>7628134</u>	<u>10439275</u>

①S—构造圈闭；C—复合圈闭；ST—地层圈闭；

②A—油和伴生天然气；B—非伴生天然气（加利福尼亚资源保护部，1985）；

③美国能源部（1985）；加利福尼亚资源保护部（1985，1987）；加利福尼亚油气部（1964）；

④EUR—估计最终开采量；kbbbl— 10^3 bbl；mcf— 10^6 ft³①（来源：加利福尼亚资源保护部，1985）；⑤油当量桶是利用 5600ft³ 天然气等于 1 油当量桶计算；(abd) —放弃的。① $1\text{ft}^3 = 0.0283\text{m}^3$ ，下同。

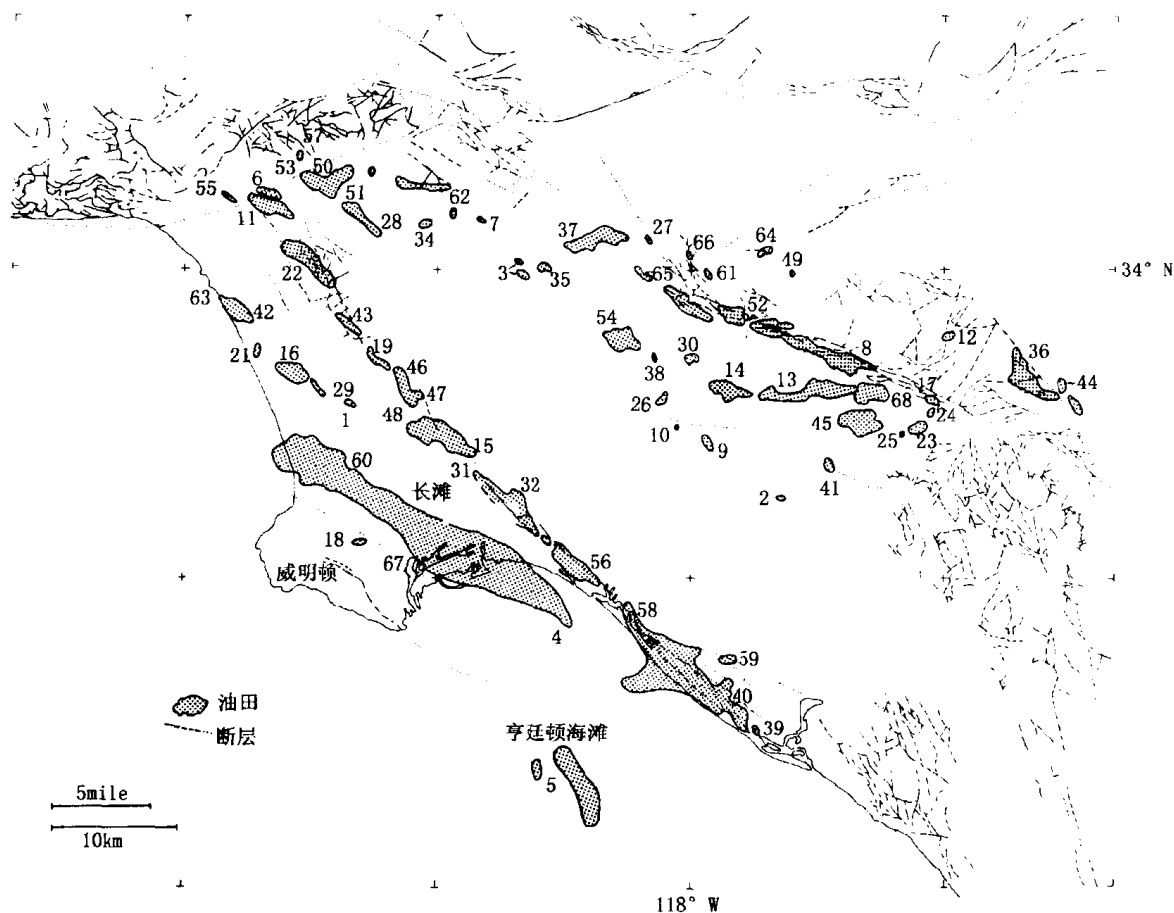
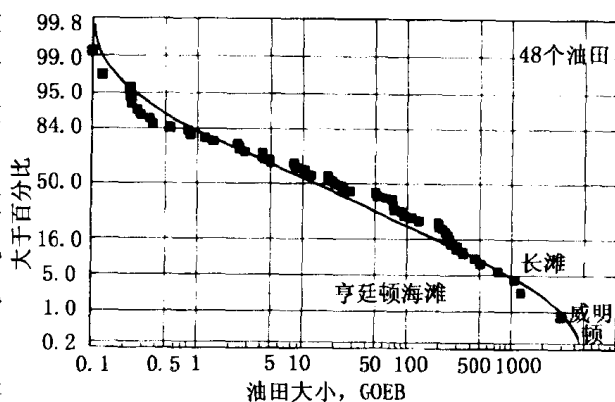


图7 洛杉矶盆地内油田分布图

图中数字为油田代号，其名称列于表1中

威明顿油田具有近 3×10^9 bbl 油当量 (GOEB)，占整个盆地总 EUR 的 30%。3 个超大型油田合起来具有整个盆地总可采储量的 52% (5.4GOEB)。

自从 1976 年发现 Beta 油田以来，整个盆地的勘探工作进入了停滞阶段，表明了盆地自 1880 年首次发现油田以来最长的无发现期。盆地内这种缺乏新发现的现象部分是由于盆地进入了勘探成熟期，此外还有环境关系、规章限制和在一个都市中进行勘探所带来的困难等因素。尽管没有发现新油田，但由于油藏的扩展和开采技术的改进，储量估算仍保持继续上升的势头，这种储量上升的局面还将持续几十年 (Beyer, 1988)。



油田平均大小为216MOEB
油田中值大小为31.8MOEB

图8 洛杉矶盆地内油田大小分布图

图中绘制的皆为可采储量大于1MOEB的油田