

阿尔伯达深盆气研究

袁政文 许化政 王百顺 焦存礼 何惠生 编译



石油工业出版社

阿尔伯达深盆地研究

袁政文 许化政 王百顺 焦存礼 何惠生 编译

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了阿尔伯达盆地“深盆地”的成藏条件特征、开发技术及研究方法，并提供了国外盆地深盆地气藏研究的最完整的实例，内容丰富生动，图文并茂，对于我国深层油气勘探有一定借鉴价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

阿尔伯达深盆地气研究/袁政文等著译.
北京:石油工业出版社.1996.6
ISBN 7-5021-1798-9

I. 阿…
II. 袁…
III. 深气层-含油气盆地-气藏-研究
IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 16011 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)
河北省徐水县激光照排厂排版
石油工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 520 千字 印 1—1500
1996 年 8 月北京第 1 版 1996 年 8 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5021-1798-9 / TE·1520
定价: 26.00 元

序

阿尔伯达盆地探明的稠油资源量达 $0.48 \times 10^{12} \text{m}^3$, 超过了世界其他地区总探明石油储量的三倍; 已探明天然气储量 $1.9 \times 10^{12} \text{m}^3$, 预测的深盆气资源量达 $100 \times 10^{12} \text{m}^3$, 而且这仅仅是原生油气藏遭破坏后的残余部分。如此巨大的油气资源量简直不可思议! 它迫使我们不得不重新考虑一些石油地质的基本概念, 重新认识那些被我们认为勘探程度已很高的盆地的资源潜力; 重新评价那些已被我们废弃的区带和层系。

更引人注目的是, 这些巨大的油气资源大多储集在“隐蔽圈闭”中。巨大的稠油资源分布在地层和不整合圈闭中, 油气运移距离达 400km; 天然气圈闭在地层下倾方向的深盆地中, 上倾方向是含水带, 下倾方向是饱含天然气的巨大气库。正如 J. A. Masters 先生所说“能在北美大陆发现一个大型油气田就是一种很有意义的事件。但是, 找到特大型隐蔽圈闭油气田则是更加重要的事件。它成全了勘探家的最大宿愿, 证实了他们关于地下深处隐蔽有大量资源的信念”。

受“深盆气”的启迪, 在北美的落基山盆地、阿科马盆地、阿巴拉契亚盆地、丹佛盆地、圣胡安和绿河盆地中都已找到了类似的深盆气田。那么, 在它的启迪下, 我们能做些什么呢? 当然, 我们不能生搬硬套西加盆地的勘探模式, 那里有许多优越的、不可比拟的地质条件。但是, 有关深盆中大量生成的(或正在生成的)烃类的运移聚集模式, 它的开发经验, 必然地会启发我们开发深层油气资源的新思维。

感谢袁政文先生等为我们编译了这本论文集。尽管它是由不同的篇幅组成的, 但它自然而然地组成了从烃类生成、盆地评价、沉积成岩、油气成藏、油气层识别、钻井工程、煤层气开发的完整序列, 提供了国外盆地油气藏研究的最完整实例, 内容丰富生动, 富有启发性。从书中还可以看出我们的国外同行严谨的工作态度, 具开拓性的思维方式, 循序渐进的工作程序, 负责的合乎逻辑的推理, 以及精美的语言都使本书具有很高的权威性。

论文集涉及以下内容: 下白垩统油气地质研究; 深盆天然气生成和运移; 下白垩统岩相古地理; 沉积和成岩作用; 天然气相控条件; 深盆气储量和产能特征; 煤层气资源的评价和开发; 盆地压力系统研究; 电测井和岩石校正技术; 钻井和完井; 相拟气田—Hoadley 气田地质特征。

全书编译论文 13 篇, 约 40 万字, 附图 307 幅。我拜读译著后, 受益匪浅, 并热诚向广大读者推荐, 相信它将对我国深层油气勘探开发起推动作用, 丰富我国的天然气地质理论。

戴金星

1996 年 7 月

前 言

随着勘探程度的提高,我国许多含油气盆地的勘探工作正向构造边部、深层和洼陷内的隐蔽圈闭发展。东濮凹陷深层天然气的勘探即是一个例子,中原石油勘探局为此曾付出了高昂的代价,虽有许多发现,但时至今日,对深层天然气的认识仍很肤浅,开展工作难度很大。也有人提出了“深盆地”的概念,并开始了在中国含油气盆地内寻找大型深盆气的实践,但“深盆地”的地质基础是什么?成藏条件有哪些?如何评价和预测它的经济效益?开发“深盆地”需要发展哪些技术等一系列问题,对许多人来说还是模糊的,或仅限于支离破碎的理解。为了加速我国深层和非背斜油气藏的勘探,许多人渴望借鉴国外经验,研究国外同类油气藏实例。为此,我们编译了这本书,系统介绍了阿尔伯达盆地“深盆地”的成藏条件、特征、开发技术及研究方法等内容。

阿尔伯达盆地面积 98 万平方公里,是世界著名的含油气盆地,探明的稠油储量即为世界其他地区总探明储量的三倍以上。特别是“深盆地”资源,远景储量达 100 万亿立方米以上,世界上绝无仅有。更为引人注目的是,这些油气资源的绝大部分都储集在非背斜圈闭中,那些谜一般的生烃和圈闭特征令人神往。

全书共收集论文 13 篇,它们都曾在 AAPG 上发表。第一篇,西加拿大盆地下白垩统油气地质研究,袁政文编译,主要介绍西加盆地石油地质基本特征、油气藏类型及分布、下白垩统储层、烃源岩与油气生成、运移和聚集等。第二篇,西加拿大深盆地天然气生成和运移,许化政编译,主要介绍烃源岩的有机质丰度和类型,并用天然气扩散的数值模型定量研究了天然气的生成和运移,从而得出盆地目前正在进行的天然气不断生成和扩散的动态平衡过程。第三篇,西加拿大盆地早白垩世 Mannville 岩相古地理,王百顺编译,介绍了从 Aptian 期到中 Albian 期的沉积环境,描述了盆地一次次的海侵和海退事件,研究了在各自背景下潜在储集层的分布和储集特征。第四篇,阿尔伯达西部及不列颠哥伦比亚东北部早白垩世岩相古地理,何惠生编译,介绍了下白垩统时期的沉积环境和岩相古地理特征,研究了具商业意义的沉积体系的空间分布规律。第五篇,阿尔伯达大型深盆地天然气圈闭实例: Cadomin 层,焦存礼编译,研究了 Cadomin 层的沉积环境、储层流体、压力分布、气水接触关系,油气运移和聚集特征。第六篇,阿尔伯达西北部艾尔姆华士地区下白垩统 Falher A 旋回天然气圈闭的相控制条件,焦存礼编译,描述了 Falher A 旋回的流体分布,探讨了流体分布与岩石特征的关系,解释了深盆地圈闭机理。第七篇,艾尔姆华士 Wapiti 地区深盆地天然气储量与开采动态,焦存礼编译;研究了深盆地天然气的储量分布和储量类型,评价了储集层类型和产能,以及开发不同类型储量的生产设备和集输问题。第八篇,艾尔姆华士煤层气资源,许化政编译,介绍了煤层发育状况和地化特征,评价了煤层气资源量,模拟研究了煤层气的产能特征,并探讨了不同环境中煤层气的开采方式。第九篇,富含天然气盆地中的地下压力剖面,袁政文编译;介绍和研究了北美 5 个地区的压力—深度剖面,指出这些地区的低压或异常高压皆与低渗储层有关。第十篇,加拿大阿尔伯达艾尔姆华士气田岩石分析与测井曲线综合校正,何惠生编译,概括了从岩屑、岩芯等所确定的储层岩性并对其评价,给出了岩石测井曲线校正的方法,对“快速扫描”及数字测井曲线分析技术进行了描述,并介绍

了一些岩石测井曲线校正的结果。第十一篇，深盆地钻井，王百顺编译，介绍了深盆地钻井中遇到的各种难题，以及克服这些困难所使用的技术方法。第十二篇，阿尔伯达深盆地的完井作业，王百顺编译，介绍了亨特公司建立的标准完井程序，以及在不同环境中的应用效果。第十三篇，阿尔伯达中南部 Hoadley 大气田，何惠生编译，介绍了 Hoadley 气田发现过程、地层特征、区域地质背景，沉积相和沉积环境等。

全文由许化政、王百顺同志统稿，戴金星教授为本书作序，在此一并感谢。

编 译 者

1996 年 7 月

目 录

西加拿大盆地下白垩统油气地质研究.....	(1)
西加拿大深盆地天然气生成和运移	(38)
西加拿大盆地早白垩世 Mannville 群岩相古地理	(51)
阿尔伯达西部及不列颠哥伦比亚北东部早白垩世岩相古地理	(85)
阿尔伯达大型深盆地天然气圈闭实例: Cadomin 层	(120)
阿尔伯达西北部艾尔姆华士地区下白垩统 Falher-A 旋回天然气圈闭的相 控制条件.....	(148)
艾尔姆华士—Wapiti 地区深盆天然气储量与开采动态.....	(159)
艾尔姆华士煤层气资源.....	(180)
饱含天然气盆地中的地下压力剖面.....	(198)
加拿大阿尔伯达艾尔姆华士气田岩石分析与测井曲线综合校正.....	(214)
深盆钻井.....	(286)
阿尔伯达深盆地的完井作业.....	(295)
阿尔伯达中南部 Hoadley 大气田	(303)

西加拿大盆地下白垩统油气地质研究

西加拿大沉积盆地的稠油资源量超过全世界已探明石油储量的3倍。稠油是由喜氧细菌降解稀油而形成的，主要由下白垩统源岩生成，部分来自侏罗系和三叠系页岩地层。石油赋存在古生界角度不整合面上仅900英尺(275m)深的层段上。

油气运移方向指向北东，沿生油窗上倾方向运移。Athabasca背斜是由于下覆泥盆系盐层塑性流动而形成的一个披覆构造，向南与Sweetgrass穹隆相连，在盆地东部上倾边缘形成一个长600英里(965km)的构造隔挡。稠油大多沿背斜分布或储集在背斜西翼古生界角度不整合面的巨大地层圈闭中，而在背斜东翼未发现油气。在盆地最深位置，中生界生油岩生成了大量天然气，其中多数已经散失到大气中了，少量赋存在盆地东斜坡带几千个常规地层油气藏中，另有巨大的天然气资源分布在盆地西侧的致密砂岩中，即深盆中。主要储层是下白垩统砂岩。致密而饱含气的砂岩沿上倾方向逐渐递变成孔隙性的饱和水的砂岩。虽然圈闭的封堵性不紧密，但气的散失是以一个稳定的速率进行的，即不断生成的天然气保持圈闭处于全充满状态。这个瓶颈形的圈闭带聚集有 1750×10^{12} 立方英尺($50 \times 10^{12} \text{m}^3$)的天然气储量。

深盆中可采天然气储量分布在较粗的滨海相砂岩中。这种具有工业价值的天然气资源主要分布于艾尔姆华士地区，但在其南部也零星分布有五个区块。

西加拿大沉积盆地下白垩统聚集了巨大的烃资源，从而成为世界上最富集的油气区。

概 论

在论及西加拿大盆地石油地质特征方面，目前有两个重要的新认识：第一，有机地球化学证明了阿尔伯达盆地东侧巨大的稠油来自下白垩统页岩，以稀油运移并聚集到该区，之后经过水洗和细菌作用而降解成现在的稠油；第二，在过去5年里新钻了约2000口井，钻井资料证明深盆地内（即阿尔伯达盆地西部深洼区）具有巨大的天然气资源，也是来自下白垩统页岩和煤层。

因此，在过去几年里，下白垩统自然而然地被视作加拿大主要的油气源岩和储油气层系，其油气生成量和聚集量远大于泥盆系，是世界上少有的含油气富集层系。

“石油的聚集”基本上是在建立在中东、委内瑞拉、西西伯利亚及落矶山盆地的研究基础之上的，这是因为人们认为世界上油气资源主要分布在这些地区。西加拿大盆地（阿尔伯达盆地）新的资料表明，世界上最大的油气藏位于Athabasca背斜上，盆地东侧的石油储量是世界探明最终可采储量的3倍。另外，在盆地的西部还有相当大量的天然气生成，并且形成了大型气藏。

本文企图将盆地东部巨大的石油聚集与盆地西部巨大的天然气田联系起来，希望这能启迪发现油气藏的新思维。同时也对后面几篇关于艾尔姆华士气田地质和工程详细研究的文章进行了介绍。

石油地质基本特征

图 1 是西加拿大盆地的横剖面图，反映了盆地的基本地质特征。宽阔的楔形体呈北西向，向东变薄，尖灭于加拿大地盾之上，向西加厚，与落矶杉相连，最大沉积厚度 19000 英尺 (5800m)。西部边缘是落矶杉逆掩断裂带前缘推覆体。在沉积楔形体内发育有一个区域角度不整合面，将古生界碳酸盐地层与中生界碎屑岩地层分开。随着拉腊米得 (Laramide) 造山运动 ($K_3 - E_1$) 的结束，形成了盆地西部的山脉，结束了盆地沉降的历史。

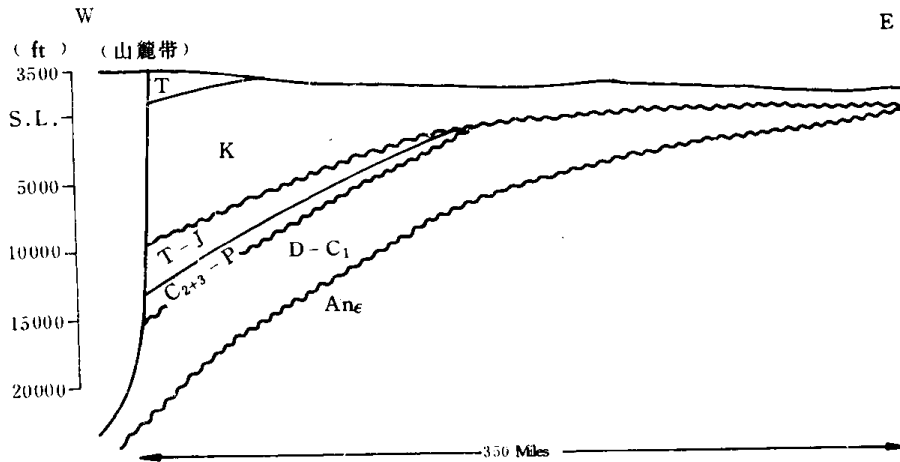


图 1 阿尔伯达中部西加拿大沉积盆地横剖面图

渗透性地层在深盆油气运移中起输导层的作用，使油气沿上倾方向向东运移。沿古生界不整合面分布的渗透性地层也可成为重要的流体通道。

前寒武系构造图 (图 2) 显示了盆地的总体形态和基本构造特征。Athabasca 背斜 (由白垩系地层组成) 叠置于图 2 上。油气从盆地深处沿上倾方向运移到缓缓西倾的斜坡带上。由于下白垩统地层的相变和产状改变等，斜坡上形成了几千个圈闭，但烃类主体仍继续向东运移到很长的、低幅度的 Athabasca 背斜上。Athabasca 背斜与南面的 Sweetgrass 穹隆相连，形成巨大的新月形构造。这个 600 英里 (965km) 长的构造边缘带控制了白垩统石油的大量聚集。很少有盆地在上述方向为油气提供如此巨大的聚集区，而这种聚集区又没受到后来的剥蚀。

图 3 是北美主要含油气盆地分布图，Athabasca—Sweetgrass 背斜的轴线沿西加拿大盆地东侧延伸。该背斜面积巨大，延伸很长，构造位置有利，与北美其它主要含油气盆地比较，西加拿大盆地的规模首屈一指。

油气纵向分布

关于西加拿大盆地在油气特征方面最重要的新资料或许来自石油地球化学方面的研究。Deroo 等人 (1977 年) 发表了首篇有机地化研究方面的文章，认为阿尔伯达东部巨大的焦油砂原先曾是常规的稀油藏，原油来自下白垩统页岩，并聚集在孔隙性砂岩储层中。“当正常的下白垩统原油沿上倾方向运移时，遇到沿地盾边缘露头渗入的淡水会发生以下作用：生物

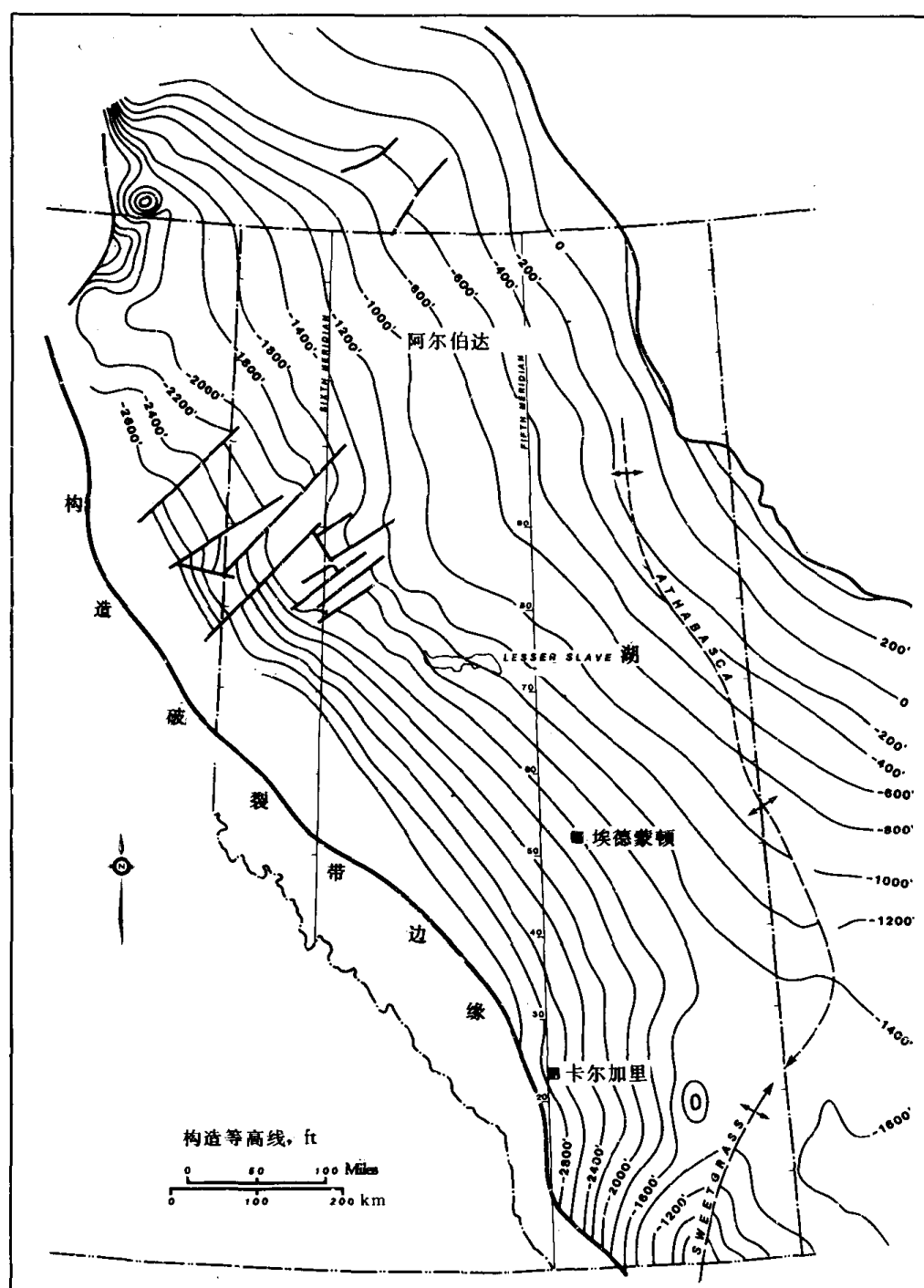


图2 前寒武系构造图 (资料来自加拿大地质学会, 图幅 1251A 号)

降解、水洗以及可能伴随有一定程度的无机氧化作用”。由于上述原因, 使稀油后来蚀变成稠油。从 358 个地化样品分析看, 阿尔伯达盆地的原油可划分为三组。用芳烃组分可把上白垩统 (1 组)、下白垩统 (2 组) 和泥盆系 (3 组) 原油区分开来。Deroo 等人 (1977) 的研究表明, 下白垩统 Mannville 群生油岩 “是已发现的上、下 Mannville 群和邻近侏罗系、密西西比系及上泥盆统不整合面含油层系的烃源岩”。这个观点与前人的认识相矛盾。前人认为巨大的焦油砂中的原油来自古生界地层, 并认为稠油是普通油气大量聚集的边界条件, 在这里, 他们忽略了原油以焦油出现的某些特殊过程。

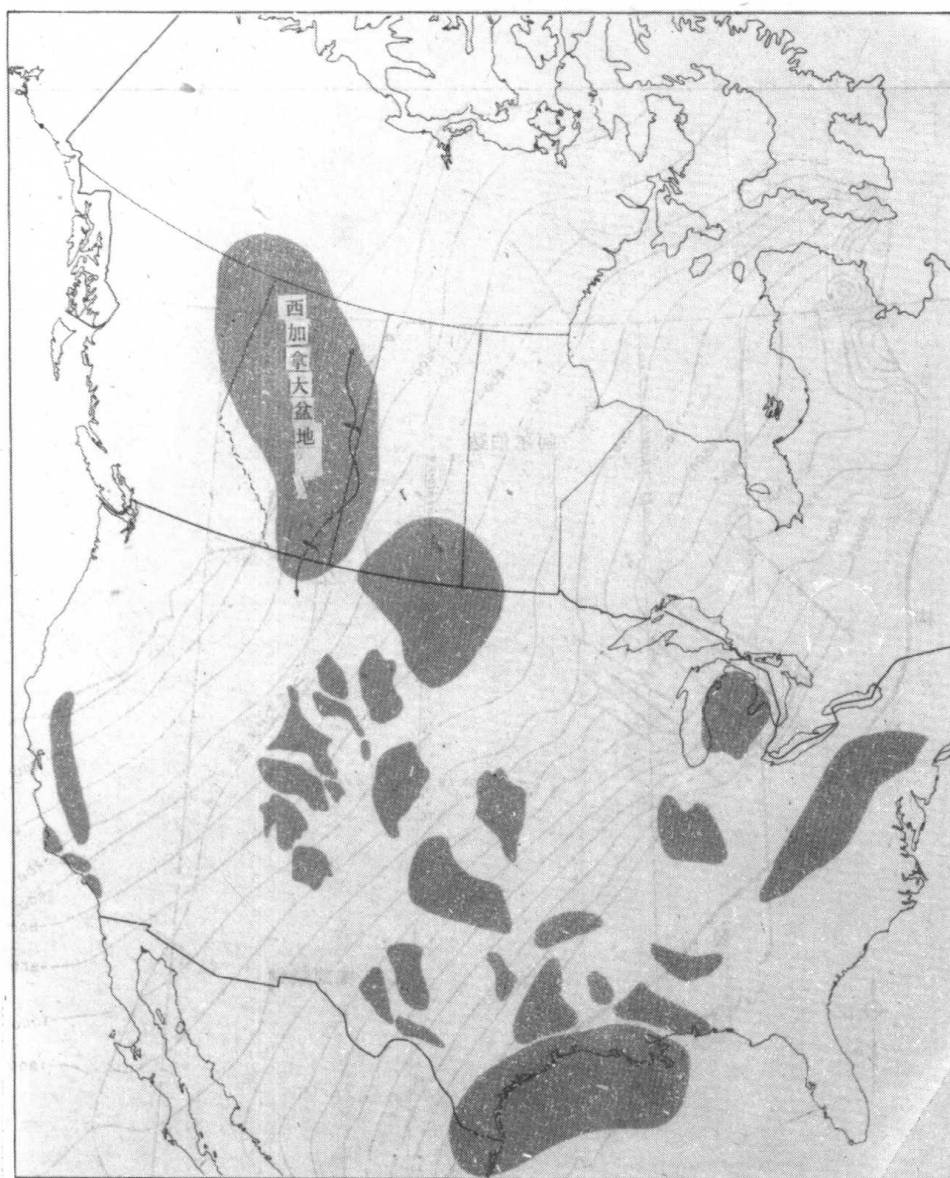


图3 北美沉积盆地分布图

图4表明了阿尔伯达含油气盆地可采油气储量纵向上的分布（据阿尔伯达能源保护局的报告）及烃源岩纵向上的分布状况（Deroo 等人，1977）。

如果仅考虑探明常规油气可采储量，那么，源于下白垩统页岩（及可能的侏罗系、三叠系页岩）的第二含油气层系就占了阿尔伯达探明油气储量的44%。由于全部储量的主体位于阿尔伯达，所以，这个数据还是具有代表性。

整个艾尔姆华士气田面积约5000平方英里（12950km²）。具有详细油气藏图件的合同区面积为1500平方英里（3885km²）。在合同区的650口井探明天然气可动用储量为 7.5×10^{12} 立方英尺（ 0.21×10^{12} m³，据加拿大亨特公司储量报告）。另外还圈出了 9.6×10^{12} 立方英尺（ 0.27×10^{12} m³）的控制储量，探明加控制储量总计 17.1×10^{12} 立方英尺（ 0.48×10^{12} m³），可采石油液化气10亿桶（ 0.16×10^8 m³）。与合同区相邻的南部和西部广大地区基本上没有作评价。艾尔姆华士下白垩统天然气储量几乎占整个西加拿大盆地总油气储量的50%。

已知稠油藏原来是常规的油藏，有必要把稠油与各种烃源岩的重要性加以比较。当涉及

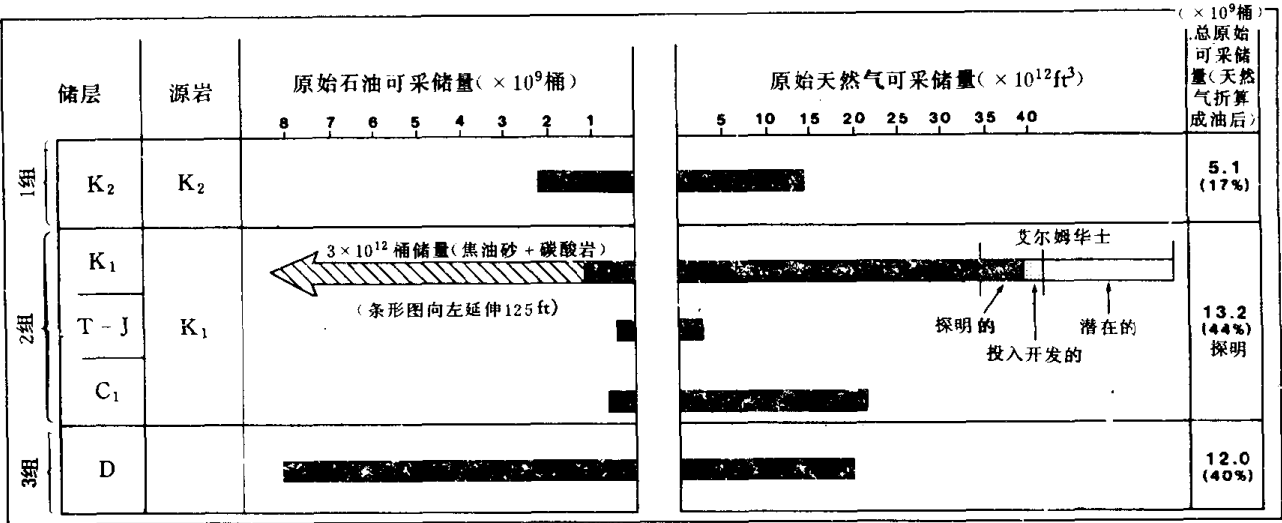


图4 阿尔伯达盆地不同层系地层中油气可采储量分布 (阿尔伯达能源保护局, 1981)

近 3×10^{12} 桶 ($0.48 \times 10^{12} \text{m}^3$) 石油储量时 (Outtrim 和 Evans, 1977), 需要一个完整的、非同一般的比例尺图件进行各层系 (图5) 间的比较。下白垩统、侏罗系—三叠系两套含油气层系的油气储量占阿尔伯达总油气储量的 99% 以上。油气分布在下白垩统砂岩和与古生界碳酸盐岩的不整合面中。油气储量 (指上述两套含油气层系) 超过了全世界累计油气产量和剩余油气储量的三倍 (Nehring, 1989)。

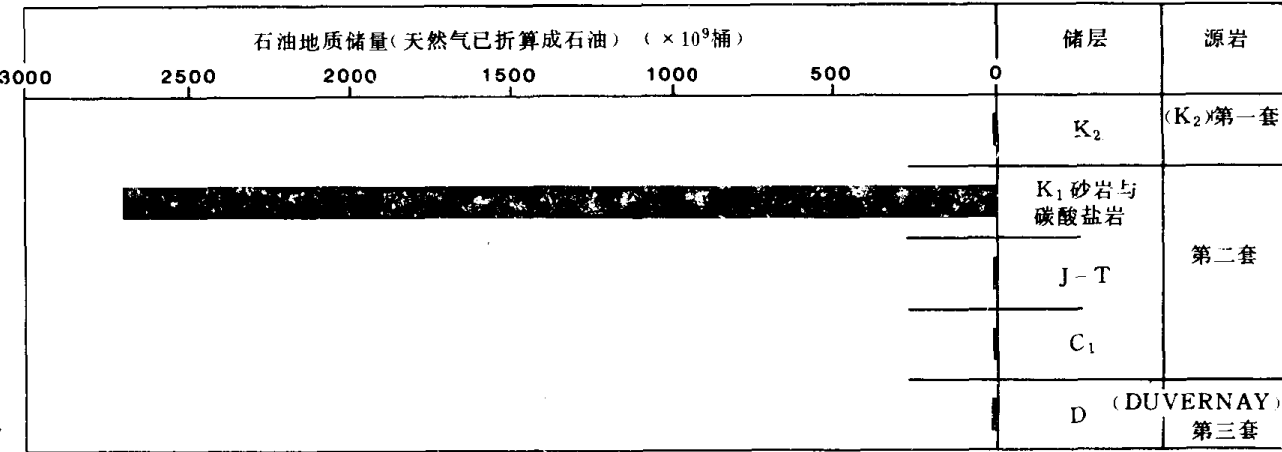


图5 阿尔伯达不同层系油气分布

全世界平均可采储量约为地质探明储量的 1/3, 因此将西加拿大盆地地质储量与世界总可采储量相比较是不合理的。另一方面, 加拿大的石油地质储量是指降解的稠油, 这种稠油的采收率还不到原始稀油的一半。阿尔伯达焦油砂中的稠油与世界可采石油储量精确的比率并不重要, 重要的是对这种巨大的稠油藏要有一个对比性的认识。

后面提供的资料表明, 在西部深盆生成了与稠油成比例的大量天然气。显然这些中生界烃源岩在世界上也属于最优质的烃源岩。

我相信石油地质家一般不知道哪儿有如此巨大的、不可思议的油气资源量, 而且也不知道西加拿大盆地有如此丰富的油气。新认识表明, 加大和强调对西加拿大盆地地史、构造和沉积相的研究是正确的, 合理的。同时还要求对其它盆地的地化资料进行复查, 确定它们是

否也生成过巨大的油气，而不象以前所预测的那样。这对于我们理解石油运移和圈闭的有效性是很重要的。

古生界不整合面

图 6 显示了位于中生界之下的古生界角度不整合面。

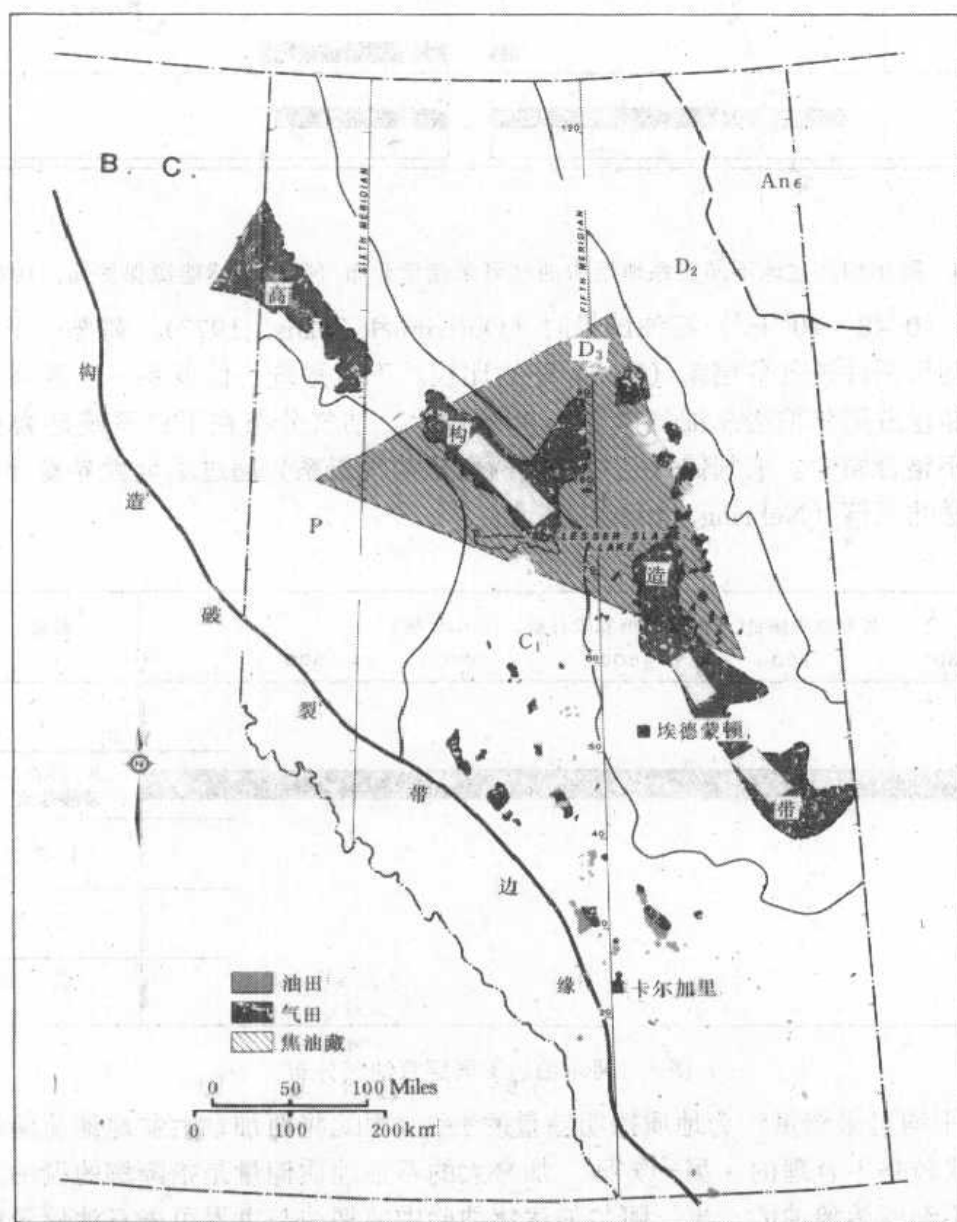


图 6 前中生界不整合面古地理图，示出了地下主要油气田

在油气运移中，不整合面本身就是一个重要的油气通道，这是因为白垩系底部砂岩分布范围小，没有充足的分布范围来做为如此巨量油气运移的通道。油气在不整合面下大面积分布，这是不整合面作为流体通道的证据。

Athabasca 地区所谓的“碳酸盐岩三角区”分布了近 1.3×10^{12} 桶 ($0.21 \times 10^{12} \text{ m}^3$) 石油

地质储量 (据 Outtrim 和 Evains, 1977)。石油分布在不整合面下数百英尺的二叠系、密西西比系和泥盆系中, 面积 25000 多平方英里 (64750km²)。无论就面积而言或就储量而言, 这无疑是世界上最大的圈闭或圈闭群。地化专家们认为大多数石油来自下白垩统生油层系 (及可能的侏罗—三叠系, Deroo 等, 1977)。

在古生界不整合面上发育一个走向北西的古山脊, 分布于区内中部, 其对整个下白垩统地层沉积具有重要意义。众所周知, 它把盆地内 Mannville 群沉积时的盆地主体分开 (Rudkin, 1964), 而且一直延续到上 Mannville 群沉积。在上 Mannville 群沉积时, 该山脊是一个起伏不大的正地形单元, 它把南侵的 Clearwater 海分开。

下白垩统储层评价

图 7 是下白垩统地层对比图。由于盆地被不整合面上北西走向的山脊分开, 所以, 图中地层的命名很容易搞乱。沉积物来自盆地东西两侧, 图中生、储、盖用不同的符号表示, 并注明了油气分布的主要层段。

阿尔伯达盆地中部的剖面示意图 (图 8) 以简单的方式表示了主要的沉积相, 着重描述了生、储、盖和主要的油气分布层位, 有几个方面将在后面给予较详细的描述, 现在应注意以下几点:

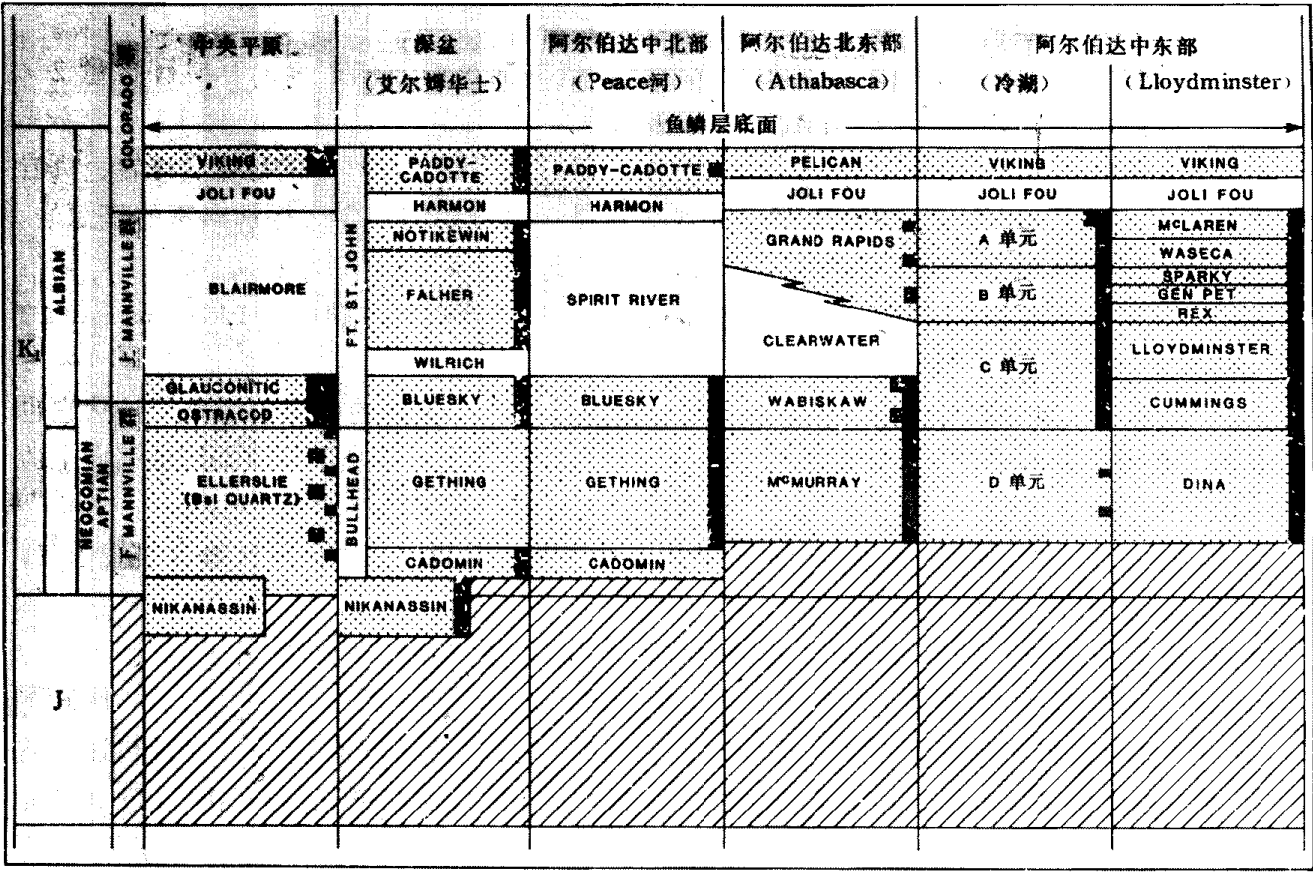


图 7 J—K₁ 地层对比图。表示了主要含油气带。储层用点表示, 源岩和封闭煤层用空白表示

- (1) 遭受过剥蚀的侏罗系和三叠系油页岩位于盆地西部较深部位, 有机碳含量为 2%。
- (2) 遭受剥蚀的古生界碳酸盐岩分布于盆地中部, 在“碳酸盐岩三角区”沿不整合面分

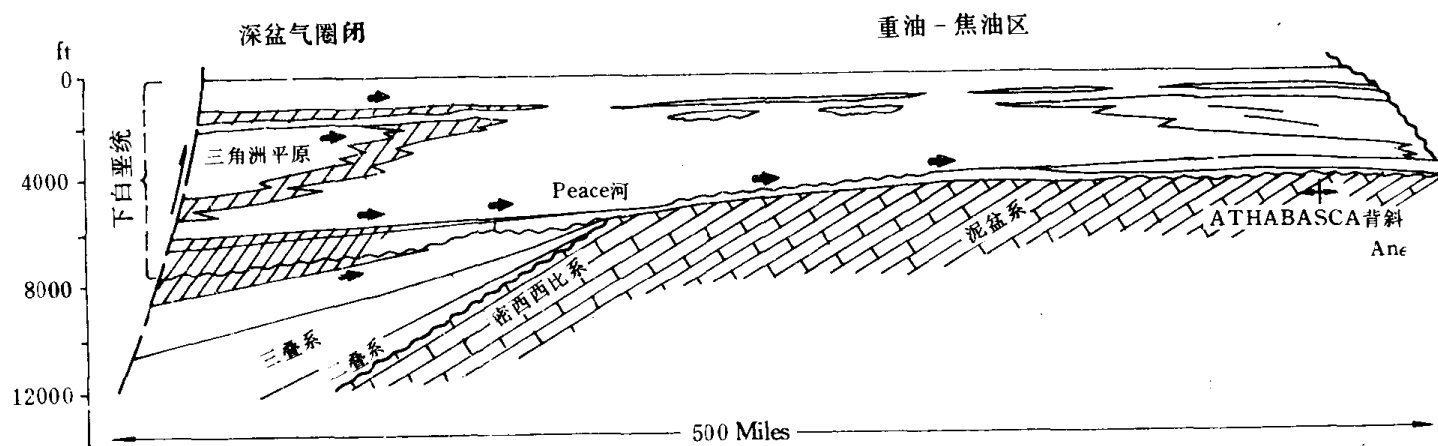


图8 阿尔伯达盆地中部剖面示意图。图中表示了下白垩统沉积相、各组段名、不整合面、油气运移方向及主要油气聚集区

布有大量的油气。

(3) Bluesky—Gething—Cadomin 组砂岩在深盆区饱含气，分布于含水带下倾部位，向东尖灭于密西西比山脊上，在尖灭的 Peace 河区分布有巨大的焦油矿床。山脊之东是 McMurray 盆地，物源来自前寒武地盾，形成了一套三角洲相和河流相沉积，地层中赋存有巨大的 Athabasca 焦油矿床。

(4) Clearwater 组海相油页岩从北向南展布，同时向东西两侧扩展，有机碳含量 2—3%，与滨海相砂岩呈指状交叉。

(5) 在盆地西部，与 Clearwater 海相邻的是 Falher 滨海和大陆环境的砂岩、砾岩、页岩和煤层沉积，以及 Notikewan 砂岩。Falher 段煤层是一套重要的、含气特别丰富的气源岩。盆地西侧的砂体饱含气，分布在含水带下倾深盆广大地区。

(6) 在盆地东侧是 Grand Rapids 组滨岸和陆相沉积，分布有冷湖区和 Lioyminster 区的稠油藏及部分 Athabasca 稠油藏。

(7) Joli Fou 段海相页岩与下伏源岩—储集岩构成了一个完整的生储盖组合，虽然它也可能是一套生油岩，但其最主要的作用是作为一个区域性盖层，阻止了下白垩统油气向上的进一步运移。

(8) Cadotle—Viking 段砂层在含水带下倾部位（含水带两侧）广大地区饱含热成因气，同时在东侧含水带分布有大量的常规气藏。

(9) 在下倾部位，油页岩达到了充分的成熟，可生成油气。

(10) 油气运移的主通道是底部砂岩和不整合面。

(11) 盆地西部深盆天然气总资源量为 175×10^{13} 立方英尺 ($50 \times 10^{12} \text{m}^3$) (最初计算结果)，在目前经济条件下，潜在可采天然气储量为 45×10^{12} 立方英尺 ($1.3 \times 10^{12} \text{m}^3$) (使加拿大探明剩余天然气可采储量增加了 60%)。在盆地东侧有近 3×10^{15} 桶 ($477 \times 10^{12} \text{m}^3$) 的降解石油地质储量。

图 9 是下 Mannville 群 (Cadomin 组和 Gething 组) 综合岩相图。在不整合面上展布一条北西向的古生界碳酸盐岩山脊，最大高差 500 英尺 (152m)，宽 30 英里 (40km)，以陆相沉积为主的下 Mannville 群分布其上。Mannville 群沉积与北西流向的大型网状河沉积体系相

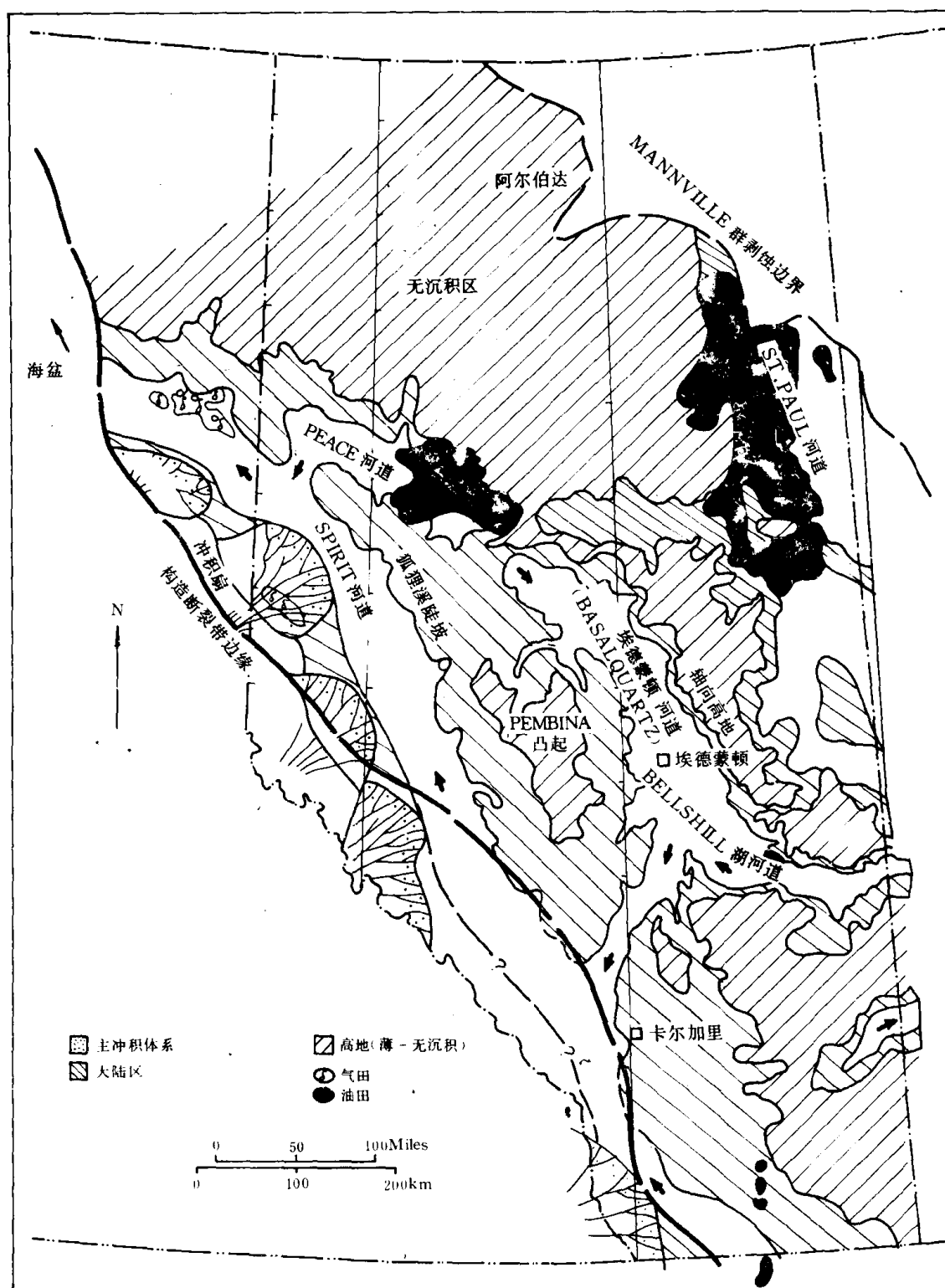


图 9 下 Mannville 群冲积体系略图

关，河水注入早期的 Clearwater 海，南海岸线在不列颠哥伦比亚北部。沉积物从盆地两侧进入。西侧砂岩主要呈灰色，分选性差，孔隙度和渗透率差一较好。东侧砂岩来自前寒武系花岗岩和石英岩，粘土矿物含量低，孔隙非常发育，渗透率高。在 Athabasca 焦油藏区，McMurray 组砂岩厚达 100 英尺 (30m)，测量孔隙度达 35%，渗透率为几个达西 (Jardine, 1974)，是很好的储集层。

在盆地西侧某些地区，下 Mannville 群砂泥岩厚度可达 500 英尺 (152m)，向古生界山脊尖灭，尖灭区的 Peace 河稠油藏地质储量为 9×10^{10} 桶 ($14.3 \times 10^8 \text{m}^3$)。在其它地区，山脊被剥蚀掉了，砂岩穿过盆地连续分布。整个山脊西翼是下 Mannville 群砂岩地层油藏的潜在发育区。

图 10 是上 Mannville 群综合岩相图，显示了南陆北海的格局。北面是 Clearwater 海，图 10 表示了 Clearwater 海在阿尔伯达中部最大的海侵位置。尽管在整个海侵期间有短暂的海退，海退使 Bluesky 组砂坝和滨岸砂规模变大，但是，海侵仍然对 Gething 组大陆沉积层顶部进行了改造。在后来的海退期，形成了一个长条形的东西或北东走向的滨岸砂岩带。最南端是阿尔伯达中部的海绿石砂岩，向北变成 Falher 段九个砂岩旋回层，再向北是 Notikewin 段沉积。

东西向滨岸砂带后面（后滨区）是广阔的近岸沼泽，沼泽随着海岸线的进积而向北迁。

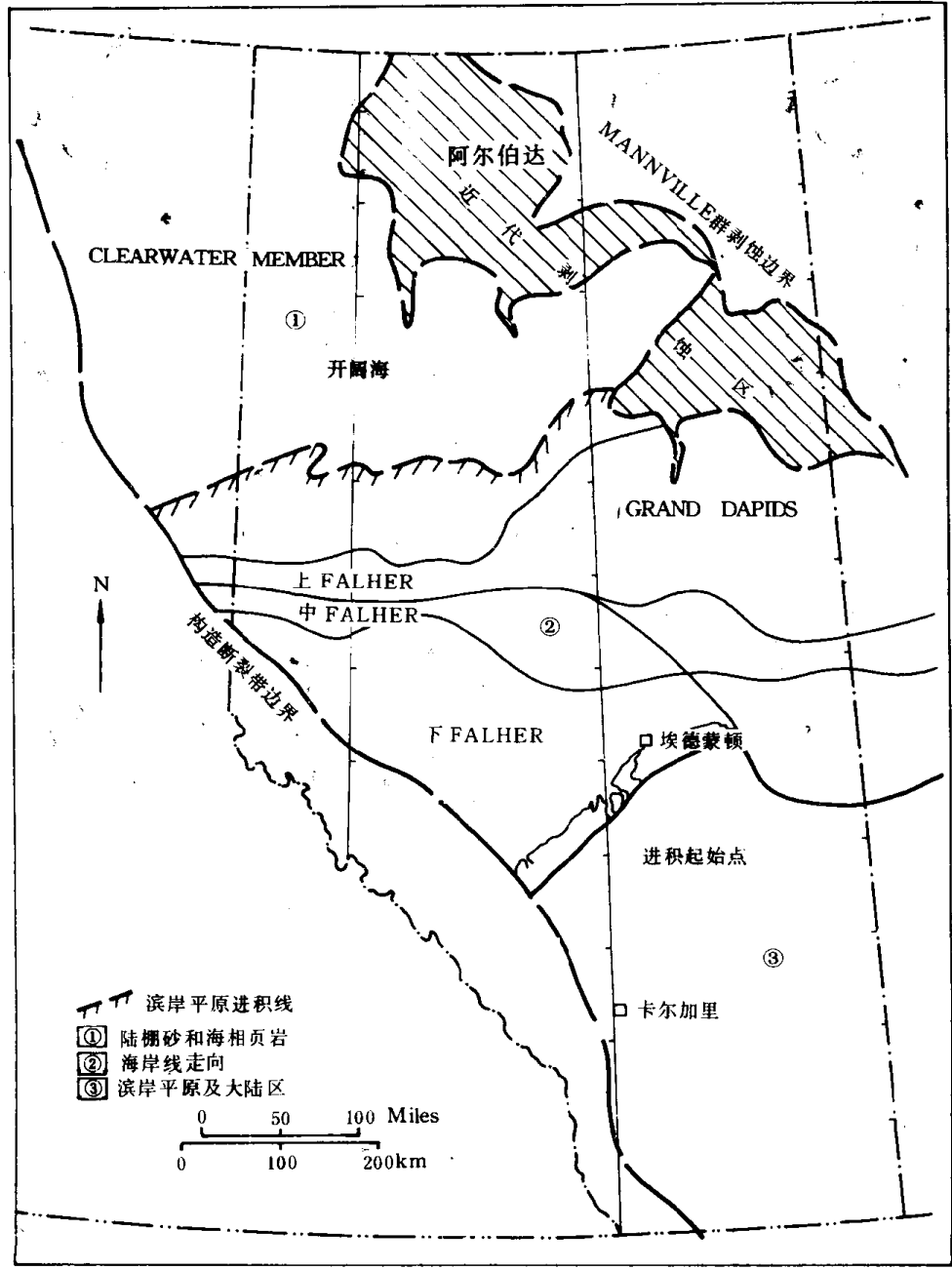


图 10 上 Mannville 群岩相图