

深层地质与油气勘探译文集

深层地质与油气勘探

译文集

周书欣 李忠荣 等 译

于秀琳 编

黑龙江

TEC137

黑龙江科学技术出版社

深层地质与油气勘探译文集

周书欣 李忠荣 等译 于秀琳 编

黑龙江科学技术出版社

1988年·哈尔滨

责任编辑：王天青
封面设计：陈文盛
**深层地质与油气
勘探译文集**

周书欣 李忠荣 等译

于秀琳 编

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

北京妙峰山印刷厂印刷

787×1092毫米16开本13.5印张 270千字

1988年10月第1版·1988年10月第1次印刷

印数：1—3000册 定价：4.50元

ISBN 7-5388-0511-7P.6

序

世界上大约有600多个沉积盆地,据估计,约50%的盆地最终将会找到工业性油气田。目前,除了约200多个尚未进行勘探的盆地需要开展勘探外,对已进行过一定勘探程度的盆地来说,也非常需要利用新方法、新思想重新勘探并向深层进军。为适应油气勘探急需向深层发展的要求,本译文集重点搜集了世界上一些典型盆地的深层地质资料及成功的油气勘探经验实例,其中包括深盆的构造史、沉积史、成岩史、油气生成和聚集史,以及综合地质、物探和地球化学等多学科的研究方法和勘探经验。本译文集注重理论、实践和方法兼顾,其资料具体、内容丰富、思路先进。它不仅对新区和深层的油气勘探有一定参考价值,而且对老探区的再勘探、重新评价和寻找隐蔽油气藏也具有重要借鉴意义。

该书适于从事石油地质、油气勘探、沉积学、构造地质学和地球物理勘探方面的研究人员、生产人员和大专院校的师生参考。

1985年,大庆石油学院周书欣副教授应油气勘探发展的需要,承担了大庆石油管理局勘探部和大庆市科委下达的任务,组织有关同志搜集并翻译了国外深层地质及油气勘探方面可供借鉴的资料,我们从中选出13篇译文组成本译文集,并在黑龙江科学技术出版社正式出版,与广大读者见面。

参加本文集译校工作的有周书欣、李忠荣、谷志明、张偕祥、郝树翰、吴顺和、王衡鉴、曹文富、邱素敏、周志祥、李尚武、周智、高振中、刘怀波、胡征钦、吴永甫、黄希陶、金福锦和王清晨等;周书欣负责全书统一校订定稿工作;于秀琳负责全书的审稿和编辑加工。在翻译和出版过程中,得到了范伟粹、陈月艳和马世伦等同志以及有关单位的大力支持。

由于我们水平所限,文集中错误与不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

顺此,对给予本译文集译校、编审和出版以大力支持和帮助的单位 and 同志们致以衷心感谢!

编 者

一九八八年

目 录

序	(1)
加利福尼亚圣华金盆地中部蒙特里组 (中新世) 的构造、沉积和成岩历史	(1)
对新墨西哥圣胡安盆地恩特拉达砂岩油藏的勘探	(33)
地堑的油气产状和构造格式	(66)
北海北部东设得兰盆地和维京地堑侏罗纪生油岩的烃类生成与运移	(98)
沉积史给哈克贝里产油区的启示	(128)
犹他州和爱达荷州帕里斯-威拉尔德逆冲断层下的含油气远景	(134)
加拿大西拉布拉多海的石油勘探成果	(142)
在高勘探程度地区勘探新油气田所用的方法与经验	(149)
巴斯盆地着手进行新的勘探	(161)
阿巴拉契亚地区使用的多学科综合研究方法	(171)
科威特石油地质的某些现实问题	(183)
天然气自深部储集岩和生油岩运移的近地表证据	(192)
兰利深部油田的发现和解释	(202)

加利福尼亚圣华金盆地中部蒙特里组（中新世）的构造、沉积和成岩历史

S. A. Graham
L. A. Williams

周 书 欣 译
李忠荣 吴永甫 校

摘 要

加利福尼亚圣华金盆地中部中新世的蒙特里组地层是具明显陆源碎屑成分的生物硅质岩组成的。电测曲线的对比，连同露头剖面、岩心样品和古生物资料的分析都说明，蒙特里组的沉积是受盆地几何形状与圣安德烈斯的有关构造、海平面升降以及气候变化等因素控制的。

该盆地东以塞拉恩 (Sierran) 岩浆弧杂岩，西以圣安德烈斯断层为界。在晚索塞斯 (Saucesian) 至早莫恩 (Mohnian) 期间 (20~10百万年)，盆地受到与移动的門多锡诺 (Mendocino) 三岔点有关的构造作用的影响而重新改变了形状，产生了一个面积宽广、向东逐渐倾斜的陆棚，该陆棚切断了向盆地中心的碎屑物供应。由于圣安德烈斯断层后来的演变，萨利尼安 (Salinian) 断块就定位于盆地西部边缘，限制了通道并使低氧的营养丰富的水域占据了盆地。结果，形成了薄层状的富含有机质的和细粒的深海至半深海的蒙特里组沉积。卢伊斯 (Luisian) 至索塞斯时，气候温和，由于上升洋流不大，产生了含钙多而含硅少的沉积。在晚中新世期间 (10~5百万年)，气候的变冷趋势增加了上升洋流活动、水柱中的硅藻产率以及硅藻碎屑的沉积。尽管浊流沉积聚集于盆底，陆源碎屑物沉积于东部陆棚，但较纯粹的硅藻沉积物却发育于外陆棚和陆坡、扭动构造力所产生的背斜岸坡的顶部以及盆底的某些地区。中莫恩期海面的上升引起了延伸到东部陆棚上的细粒物质的沉积。不久，气温异乎寻常变冷的中—晚莫恩期，整个盆地产生了最广泛发育的与上升洋流有关的硅藻沉积层。由于成岩作用，这些沉积物形成了蒙特里组的硅质页岩和白陶土。与海平面下降相一致的高沉积速率，在晚中新世当盆地被充填时，便产生了碎屑物的前积作用。

对蒙特里组岩心的有机物质分析表明，干酪根类型反映了整个沉积趋向。取自北部和东部地区的岩样富含陆源有机物质，而取自西部地区的岩样大多数含有海相干酪根。因此，生油潜力强烈地受地理位置和岩性的影响。

利用镜质体反射率、热变指数和热解技术可以确定干酪根的成熟度。后两者看来是圣华金峡谷蒙特里组中有机质成熟度的更可靠标记。尽管本研究区蒙特里组的大部分在热力上可能是未成熟的，但在深部向斜区的一些部分，今日或许正在生成烃类。

引言

在加利福尼亚沿海的大部分地区，地下埋藏有很厚的呈大面积层状分布的细粒沉积（中新统），主要是生物成因的——它们主要分布在蒙特里组中。由于其不寻常的成因和特性，长期以来地质学者们一直对这些岩石感到兴趣。近几年来，由于认识到加利福尼亚的大量石油，包括最近在海上的发现都与蒙特里组有关，因此对蒙特里岩问题的研究有了显著增加（参阅Garrison和Douglas, 1981; Isaacs和Garrison, 1983）。实际上，蒙特里组通常既是生油岩，同时也是储油岩。

除了对硅质岩成岩作用的突破性研究（参阅Murata和Larsen, 1975; Murata和Randall, 1975; Murata等, 1977的文章）之外，作为含有蒙特里组沉积的众多盆地之一的圣华金盆地最近已成了从蒙特里组的燧石和硅藻岩中增加油气产量的地区。圣华金盆地中的蒙特里组与沿岸和海域盆地中的蒙特里组尽管非常相似，然而前者表现为细粒的陆源岩性，更为淡化的生物组分而与后者相区别。差别是很大的，而一些地方性的地层名称常优先应用圣华金盆地中的“蒙特里”这个术语。在本文中，我们研究了圣华金盆地中部蒙特里组的某些特点，并根据这些岩性和地层资料推断圣华金盆地中部蒙特里组的沉积史、成岩史和含油远景。

区域背景

圣华金盆地具有多旋回的发育历史，它在中生代期间起源于大河谷弧前盆地的南半部（Dickinson和Seely, 1979; Ingersoll, 1979）。在第三纪早期，该弧前盆地在构造上被裂

开，圣华金盆地可能更象一个边缘地块型盆地(Nilsen和Clarke, 1975; Dickinson等, 1979)，虽然对第三纪早期的构造细节还不完全了解。到第三纪中期，板块的相互作用导致圣安德烈斯转换断层系统的向北扩展（图1）。在新的第三纪时期，由于塞里尼安断块沿圣安德烈斯断裂及其相关断层的向北构造移位，因此圣华金盆地就慢慢地与开阔的太平洋脱离开了。直到中新世时该盆地一直以一个残留的深海盆地而存在（图2），但最后被沉积物所充填并在性质上变成了冲积盆地。

从聚敛边缘到转换边缘的变化，使加利福尼亚沿海地区产生了一种新的构造格式，并

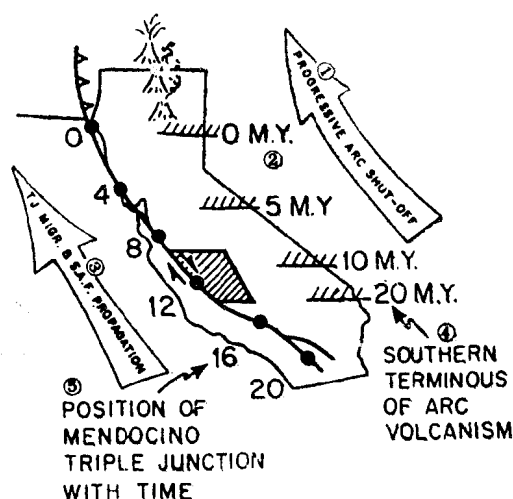


图1 投影在圣安德烈斯断层目前痕迹上的门多锡诺三岔点北移时的位置（根据Engebretson, 1982）。把塞拉恩弧区火山活动相应停止的地区也包括在内（根据Dickinson和Snyder, 1979）。划线区域代表研究的地区①渐进岛弧的隔绝；②百万年；③三岔点的移动和圣安德烈斯断层的扩展；④岛弧火山活动的南界；⑤门多锡诺三岔点随时间的位置变化

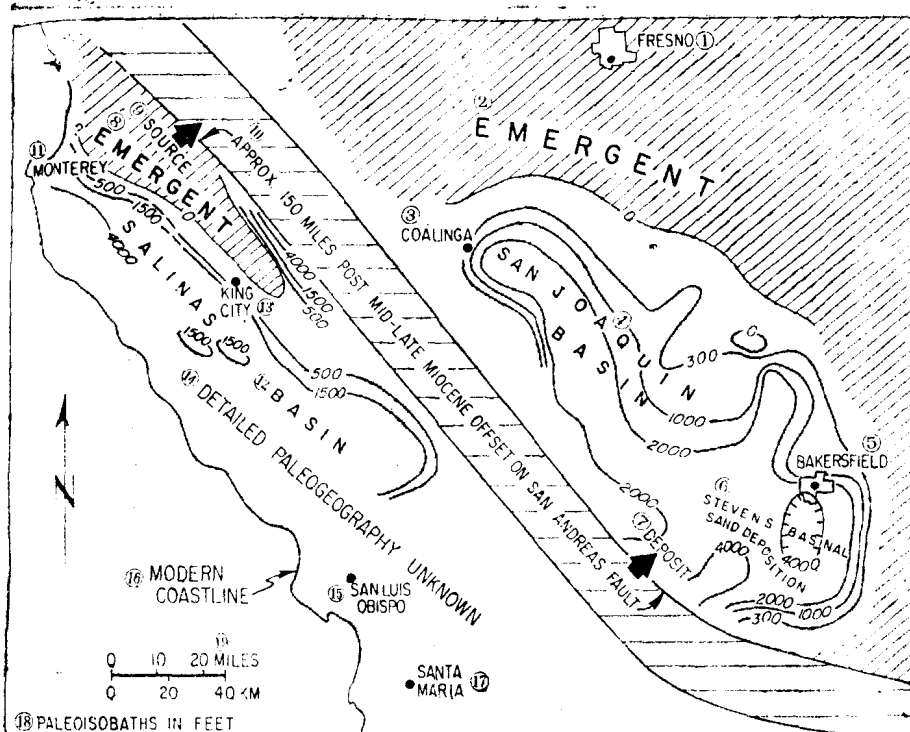


图 2 其恩期 (N₁) 加利福尼亚中部的古地理和古水深概图 (据 Bandy 和 Arnal, 1969; Graham, 1976, 1978 的资料汇编)

① 弗雷斯诺; ② 出露区; ③ 科林加; ④ 圣华金盆地; ⑤ 贝克斯菲尔德; ⑥ 史蒂文斯盆地砂的沉积; ⑦ 沉积物; ⑧ 出露区; ⑨ 物源区; ⑩ 圣安德烈斯断层在中晚中新世后位移约150英里; ⑪ 蒙特里; ⑫ 萨利纳斯盆地; ⑬ 金市; ⑭ 详细古地理情况不清楚; ⑮ 圣路易斯奥比斯波; ⑯ 现代海岸线; ⑰ 圣玛丽亚; ⑱ 古等深线用英尺表示; ⑲ 英里

深刻地改变了沉积模式。以前扩张的弧前盆地以及与其有关的俯冲带杂岩 (弗朗西斯杂岩) 在构造上受到扭动构造作用的破坏, 据克罗韦尔 (Crowell, 1974) 描述, 这些规模较小的边缘地带盆地被叠置在中生代的地质体上。其中, 有许多盆地在构造上和地貌上都与北美 (塞拉恩) 大陆相隔离, 并为一些水下沙洲或为一些具有排水区的岛状地形所包围。由于与碎屑注入区相隔离, 因此在加利福尼亚大陆边缘的许多中新世盆地中深海与半深海沉积作用占了主导地位。在中新世和晚中新世时期由于气候原因引起了硅藻的快速生长, 使这类沉积得到了进一步的加强 (Ingle, 1981), 最终产生了遍布中、南加利福尼亚州和墨西哥下加利福尼亚地区的并具有蒙特里组和与其有关地层单位特征的生物沉积层。圣安德烈斯扭动构造作用对沉积作用的其他影响, 包括构造上对海底地形的起伏以及对隆起和下陷的较快速率的控制。毫不奇怪, 在扭动构造背景上的相变是属于这些沉积盆地中最突然、最复杂的变化之一。另一个构造影响是受构造控制的海底地形对海洋环流所产生的影响。海底沙坝位于乏氧水层中的在构造上为封闭的边缘带盆地, 具有与处于沙坝深度上的盆地同样特性的沙坝下水域。在这种停滞盆地中, 沉积物在由于低氧环境的排斥而缺少掘穴生物的情况下, 其保持了原始的纹层状特征 (图3)。

蒙特里组因其生物成分, 尤其是含有硅藻岩、白陶土和燧石的硅质岩序列而十分闻

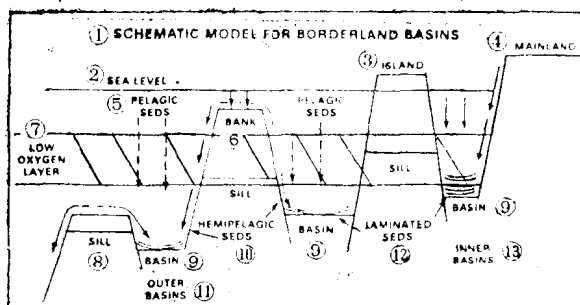


图3 象加利福尼亚中部和南部中新世形成的盆地一样的边缘地带盆地的沉积模式。圣华金盆地类似于“内盆地”，而萨利纳斯和圣玛丽亚盆地则是“外盆地”的典型
(根据Blake, 1981)

①边缘地带盆地的示意模式; ②海平面; ③岛; ④大陆; ⑤深海沉积; ⑥滩; ⑦低氧点; ⑧岩坎; ⑨盆地; ⑩半深海沉积; ⑪外部盆地; ⑫纹层状沉积; ⑬内部盆地

落到了近滨盆地（如圣华金盆地，图2）和滨外盆地（如萨利纳斯盆地，图2）的盆底上。

许多地质学者把比较纯的生物沉积与只在相当特殊背景中或在特殊条件下堆积的蒙特里组联系在一起,如图3所示(也见Piscitot和Garrison文献,1981)。生物沉积较厚的盆地堆积发育于分隔的外侧盆地,象经常描述的在圣玛丽亚盆地隆波克区所开采的硅藻土矿(Govean和Garrison, 1981; Pisciotto和Garrison, 1981)。详细地说,这类沉积包括单纯的深海地层以及象滑塌层和浊积层那样的再沉积的富生物成分的地层(Pisciotto和Garrison, 1981; Williams, 1982)。然而,在内侧的盆地的生物沉积通常为细粒的陆源泥和较粗粒的浊积物所掩埋,除非在特殊情况下才能使它们保存下来。在海平面处于高水位期间,当粗颗粒碎屑趋向于在沿岸河口系统内被圈闭,并使其不能到达深水沉积地点时,这样一种理想的情况就可能会出现。在这样一种环境中,相对较纯的生物沉积可堆积在内侧的一些盆地,甚至堆积在相邻的浅水陆棚上。

另外由于扭转构造作用的结果,可使较纯生物沉积的堆积地点发生交替变化。沿走向断层上隆的或发育于生长背斜顶上的一些浅水滩对深海沉积物起了保护作用(图3)。在分隔的和向底部的重力沉积流的冲淡作用带的上方,甚至在靠近大陆的地方,滩顶的沉积都可以以较纯的生物沉积形式出现(图3)。这两种类型的生物沉积,即盆地的沉积和滩顶的沉积,在圣华金盆地中部的蒙特里组中随同细粒的陆源碎屑物一起出现。

圣华金盆地中部的蒙特里组地层

贯穿圣华金盆地中部的地层剖面显示, 蒙特里组是一南北向延长的不对称的透镜体, 它是被封闭在粗碎屑物中的细粒岩石 (图 4、5)。蒙特里组在靠近我们研究区南侧奇科马丁内斯溪 (Chico Martinez Creek) 露头剖面 (图 6) 处的厚度达 3000 米 (Bramlette, 1946)。在圣华金盆地南部本研究区之外, 蒙特里组达到了更大的厚度, 部分原因是增加了一套厚层产油的史蒂文斯 (Stevens) 油流砂岩 (MacPherson, 1973; Webb, 1981)。

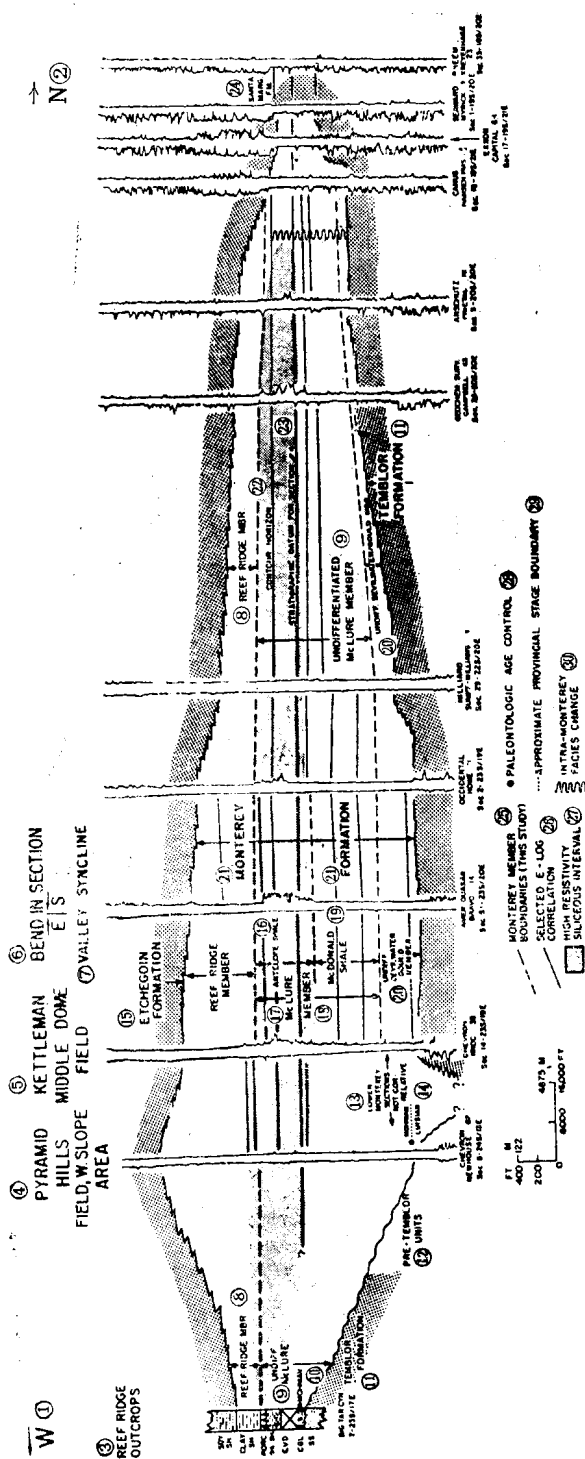


图4 圣华盆地北中部蒙特里组和包围的地层单元的东北—西南向地层剖面4(剖面位置见图6)。电测曲线对比是依据明显的电测标志、从岩石资料可得到的岩性以及生物地层资料。一种最为连续的电测标志被用于所依靠剖面的地层资料上。这种资料出现在高电阻明显带内,此带代表蒙特里组含硅最高的层段。利夫隆起大塔峡谷(Big Tar Canyon)的露头是根据丘奇(1972)的岩性和古生物资料用地下电测曲线校正的。

同时还划出了用于绘制图6、7和14的标准层

- ①西; ②北; ③利夫隆起露头区; ④西斜坡区高山油田; ⑤凯特里曼中部穹窿油田; ⑥剖面转向; ⑦瓦利向斜; ⑧利夫隆起段; ⑨未显著别的麦克卢尔段; ⑩莫恩; ⑪坦布洛尔组; ⑫前坦布洛尔地层; ⑬下蒙特里组剖面未对比; ⑭卢伊斯; ⑮埃切戈因组; ⑯羚羊山页岩; ⑰麦克卢尔段; ⑱梅伯段; ⑲麦克唐纳页岩; ⑳未显著别的迪瓦尔沃特/古尔特段; ㉑蒙特里组; ㉒标准层; ㉓据剖面4的地层资料; ㉔圣玛丽塔组; ㉕蒙特里组的段界(本研究); ㉖选用电测曲线对比; ㉗高电阻率含硅层段; ㉘古生物的时代控制; ㉙区域性的大致界线; ㉚蒙特里组内部相变

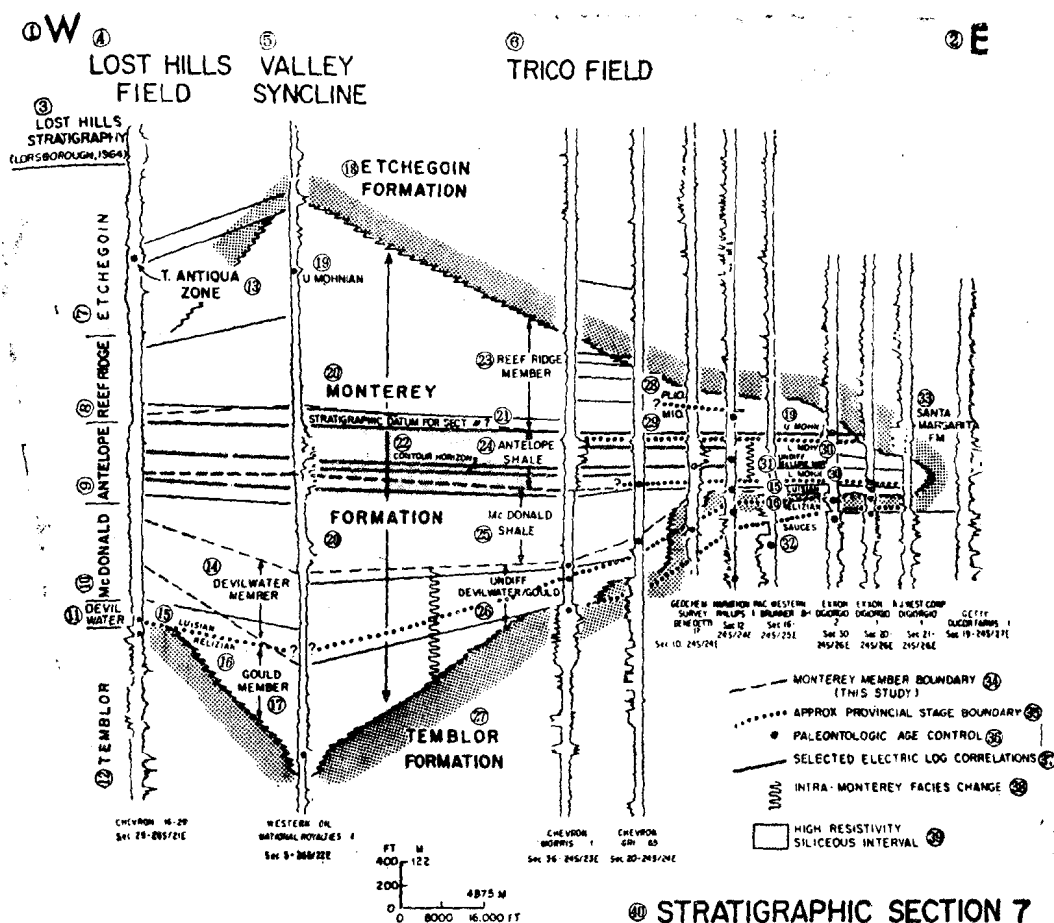


图 5 圣华金盆地中部蒙特里组页岩北东—南西向的地层剖面7。
该剖面是图6所示的地层剖面7的剖面方向弄直并经简化而成的。
对比方法、分段界线、地区资料、标准层和高电阻层段如同图4。
剖面7相对于图4中的厚度而言，向盆地方向呈现戏剧性地突然加
厚。特里科(Trico)油田雪弗龙公司莫里斯1号井的详细岩性资
料见图16

①西；②东；③洛斯特山地层剖面；④洛斯特山油田；⑤瓦利向斜；
⑥特里科油田；⑦埃切戈因；⑧利夫隆起；⑨安蒂洛普；⑩麦克唐
纳；⑪迪瓦尔沃特；⑫坦布洛尔；⑬T.Antiqua带；⑭迪瓦尔沃特
段；⑮卢伊斯；⑯雷利兹；⑰古尔德段；⑱埃切戈因组；⑲上莫恩；
⑳蒙特里；㉑据剖面7的地层资料；㉒标准层；㉓利夫隆起段；㉔
安蒂洛普页岩；㉕麦克唐纳页岩；㉖未显差别的迪瓦尔沃特/古尔
特；㉗坦布洛尔组；㉘上新统；㉙中新统；㉚下莫恩；㉛麦克卢
尔；㉜索塞斯；㉝圣玛丽塔组；㉞蒙特里组分段界线；㉟区域性
阶的大致界线；㊱古生物时代控制；㊲选择电测曲线对比；㊳蒙
特里组内相变；㊴高电阻率含硅层段；㊵地层剖面7

该组地层的三维形状反映了盆地的形态，大部分是原先中生代弧前盆地几何形态的残余。
蒙特里组向东到宽阔的、缓倾的塞拉恩(Sierran)陆棚上变薄(图4—7)。蒙特里岩
西界的确定较为截然，虽然中新世后因受蚀而模糊不清，但它反映了盆地的西部边缘受构

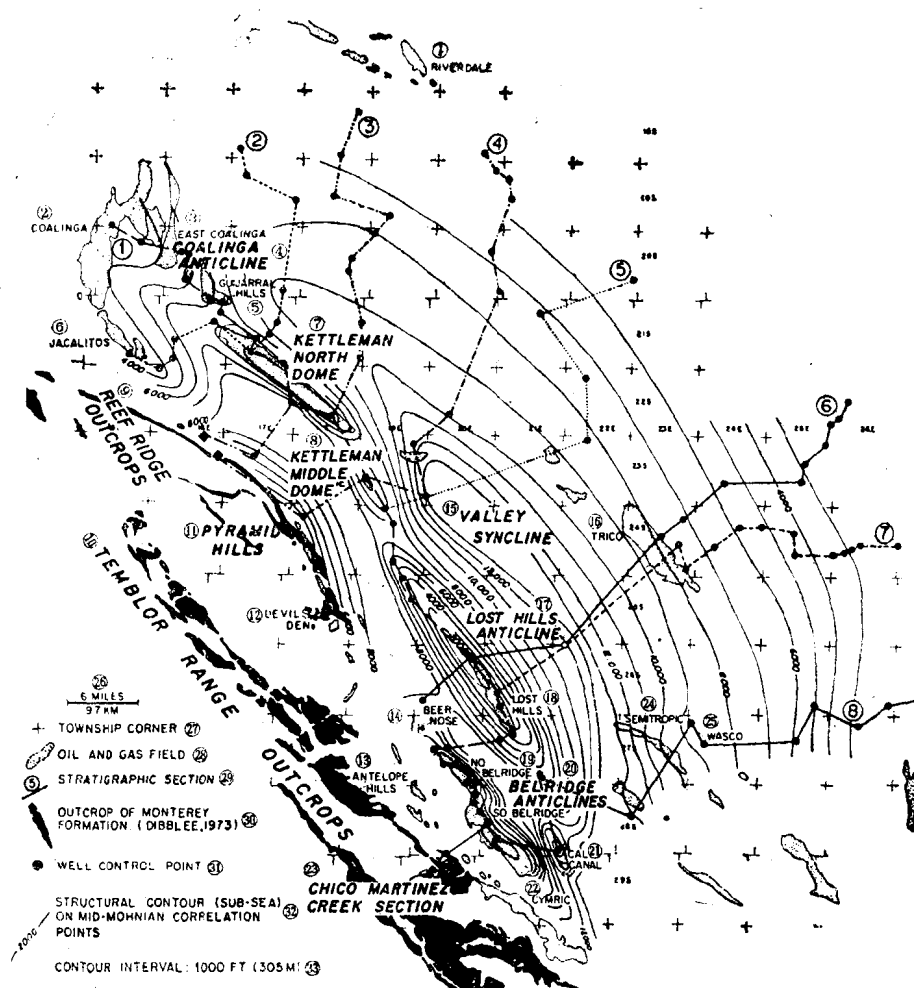


图 6 以中莫恩阶标准层(此标准层的地层位置见图4和图5)为基础的蒙特里组的构造等高线图。同时还显示为该图和其他图提供控制点的地质剖面位置

- ①里维德尔；②科林加；③东科林加；④科林加背斜；⑤吉雅拉尔山；⑥杰卡利托斯；⑦凯特里曼北部穹窿；⑧凯特里曼中部穹窿；⑨利夫隆起；⑩坦布洛尔山露头区；⑪高尖山；⑫德维尔斯；⑬安蒂洛普山；⑭比尔诺斯；⑮瓦利向斜；⑯特里科；⑰洛斯特山背斜；⑱洛斯特山；⑲北贝尔里奇；⑳贝尔里奇背斜；㉑卡尔水道；㉒西姆里克；㉓奇科马丁内斯兹溪剖面；㉔塞米特罗皮克；㉕沃斯科；㉖英里；㉗镇区角；㉘油气区；㉙地层剖面；㉚蒙特里组露头；㉛控制井井位；㉜在中莫恩对比点上的构造等高线（海平面以下）；㉝等值线间距

造控制的性质。蒙特里组的盆地边界包含在海侵—海退旋回之中（Foss, 1972），特别是沿着北部和东部边缘，但是半深海的生物沉积作用在盆地中央是连续的。

蒙特里组之下的砂岩，从盆地的一端到另一端均具有地方名称，但是所有的砂岩大体上都可归入坦布洛尔（Temblor）组（Foss和Blaisdell, 1968; Dibblee, 1973）。其与下伏地层的接触关系各处变化不一。在利夫隆起（Peef Ridge）上，与盆地中心相比，上覆的蒙特里组厚度明显较小，时代明显较晚（图4、7），其底部接触面是不整合，至少

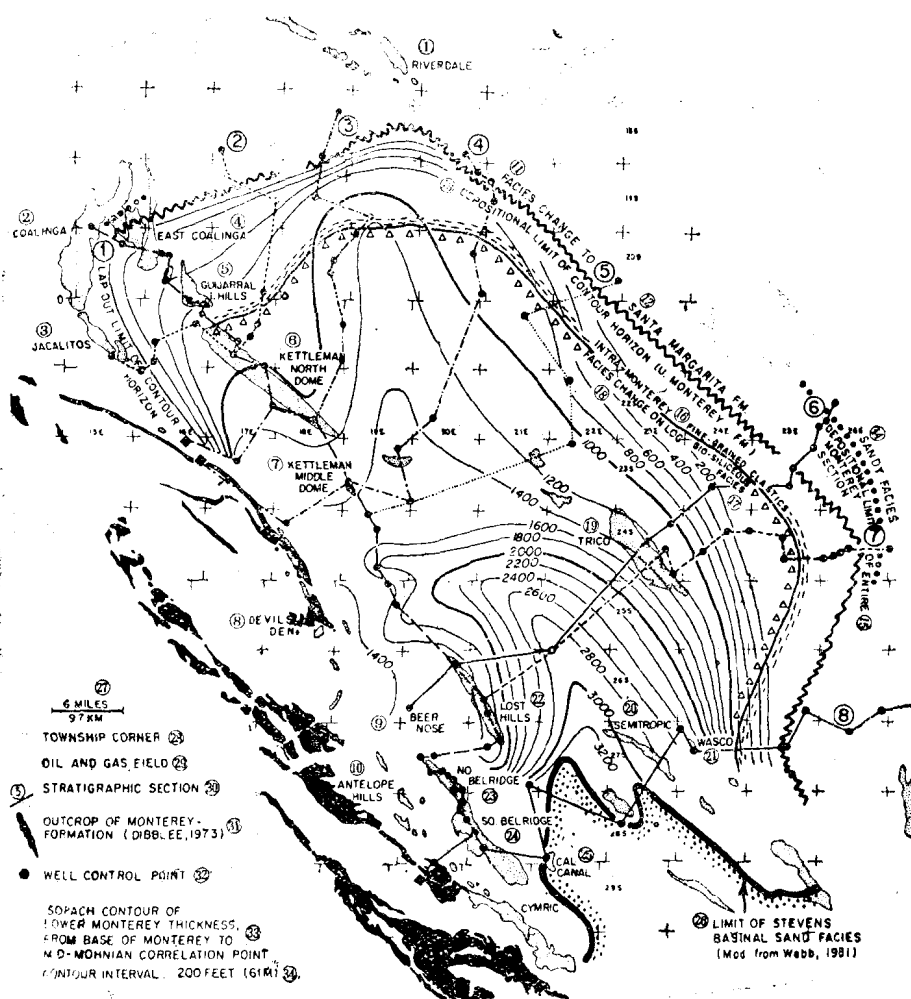


图 7 蒙特里组下部的等高线图(从图4和图5显示的蒙特里组的底到古莫恩标准层)。层段内主要岩相界限是叠覆的。在北部和东部形成的广阔的、缓倾陆棚具有薄层细粒沉积物层序特性。剖面向南和向西突然加厚, 呈现为一斜坡到盆地的过渡带, 如图12所示

①里维德尔; ②科林加; ③杰卡列托斯; ④东科林加; ⑤吉雅拉尔山; ⑥凯特里曼北部穹窿; ⑦凯特里曼中部穹窿; ⑧德维尔斯丹; ⑨比尔诺斯; ⑩安蒂洛普山; ⑪相变; ⑫圣玛格丽塔组; ⑬标准层(上蒙特里组)的沉积界线; ⑭砂质相; ⑮完整蒙特里组剖面的沉积界线; ⑯细粒碎屑岩; ⑰生物—硅质相; ⑱蒙特里组内部相变; ⑲特里科; ⑳塞米特罗匹克; ㉑沃斯科; ㉒洛斯特山; ㉓北贝尔里奇; ㉔南贝尔里奇; ㉕卡尔卡纳; ㉖史蒂文斯盆地砂质相的界线; ㉗英尺; ㉘镇区角; ㉙油气田; ㉚地层剖面; ㉛蒙特里组露头; ㉜控制井井位; ㉝从蒙特里组底部到中莫恩对比点的下蒙利层厚度等值线; ㉞等值线间距

是局部不整合。在别处, 如在特里科油田 (Trico field) (图5的中心处) 蒙特里组是整合的, 在其较低部分横向上与坦布洛尔组内的碎屑岩相当。

覆盖在蒙特里组之上的是标志着盆地最终充填的浅海相到非海相的粗粒碎屑层。在地层为块状、砂质和晚中新世的地方, 该地层通常被确定为圣玛格丽塔 (Santa Margarita)

组(图4、5)。在其他地方,特别是在盆地的中心上新统沙利尔(Shafter)(地区用名)碎屑岩上覆在蒙特里组之上,习惯上都把它们归入埃切戈因(Etchegoin)组。总的来说,这两套地层渐次覆盖在蒙特里组之上,表示盆地的最终进积充填初期相。

在加利福尼亚其它盆地中,一些地层根据含有底栖有孔虫大体可把它们定为蒙特里组(图8),如同区域的下中新统(索塞斯)到区域的上中新统(莫恩—德尔蒙特)一样。习惯上也一直用底栖有孔虫的发育阶段(Kleinpell, 1983)来确定中圣华金盆地蒙特里组的地质时代,该区的蒙特里组的时代范围从早中新世晚期(雷利兹)到上新世早期。在岩性上与蒙特里组的页岩相似的索塞斯页岩还与坦布洛尔组中的砂岩呈互层出现。

不管怎样,利用有孔虫来确定蒙特里组层的年代是一个有意义的问题。现在很清楚,新第三纪区域性底栖有孔虫发育阶段,部分地是与浮游生物带相对的海侵时期,而且是放射性时代测量的标尺(如Argmentrout和Echols, 1981)。同时,随着大的掩埋,通常构成大多数中新统上部蒙特里组的硅藻碎屑经历了大规模的成岩蚀变,这种蚀变能使大多数可测定时代的硅质微体化石的识别普遍受到损害。钙质微体化石的识别也常在这种过程中受到损害。结果是从蒙特里组的富硅的安蒂洛普(Antelope)页岩段到上莫恩主要是根据地层位置推断的(Foss和Blaisdell, 1968)。最后一个困难起因于以下事实,即由于侵入的浅海环境标志着在中新世末期前对中圣华金盆地即将发生充填,所以底栖有孔虫的差异也就相应地减少了。

在中圣华金盆地内,蒙特里组的岩石地层(由Foss和Blaisdell, 1968; Bandy和Arnall, 1969; Dibblee, 1973总结的)主要是根据出露于盆地西部边缘,特别是在奇科马丁内斯克雷克地区的露头,在那里出露有完整的剖面。为了能把这些地层连贯地向东、向北穿过盆地延伸下去,我们对地层名称进行了合并和稍向修正(图9)。

蒙特里组的底部属于海侵期,其底部接触是典型的雷利兹阶(N_1),但其范围向上到卢伊斯阶(N_1)甚至局部到莫恩阶(N_1),这种底部接触反映盆地的重新改组以及从碎屑物沉积到半深海沉积的转换(图4、5、8A—C)。该剖面中新统中下部分是一过渡层系,从下往上依次为细粒砂岩、粉砂岩、粘土页岩和硅含量不断增加的岩石。在盆地中部,中新统中下部局部显示出高含硅层段的发育(图5),就象在奇科马丁内斯克雷克那里出露很好的露头一样,在上述情况发生的地方,中新统中下部剖面就可以分为古尔德(Gould)段(通用雷利兹)和德维尔瓦特(Devilwater)段(通用卢伊斯)。古尔德段是以白陶土、硅质页岩以及含有在数量上足以能形成钙质页岩并局部能聚集成保存良好的有孔虫类为特征。该段地层往上渐变为德维尔瓦特段。德维尔瓦特段的岩性以粘土页岩、含量较低的硅质页岩为特征,显然有一个短暂的局部恢复到以碎屑物为主的沉积。德维尔瓦特段在某些地区如在洛斯特山(Lost Hills)油田也显示出高含硅层段的发育。然而,含硅层段在地下的中新统中下部层段中通常是不存在的,通常不能用电测曲线特性来分段。这些地区的下部剖面被认为是无差异的德维尔瓦特—古尔德段,主要是根据雷利兹—卢伊斯段的时代来确定的。这一层段陆棚方向的相当层(这里把德维尔瓦特—古尔德称作相当层)为夹有一些砂岩的细粒泥页岩和粉砂岩。这些层段往沉积坡度向上渐变为与上坦布洛尔组相关的砂岩(图5)。

蒙特里组的莫恩部分主要为非钙质的白陶岩和微含钙的白陶岩以及硅质页岩,其向上在很多地方逐渐变为埃切戈因(Etchegoin)组的粘土页岩和砂岩。麦克卢尔(McLure)

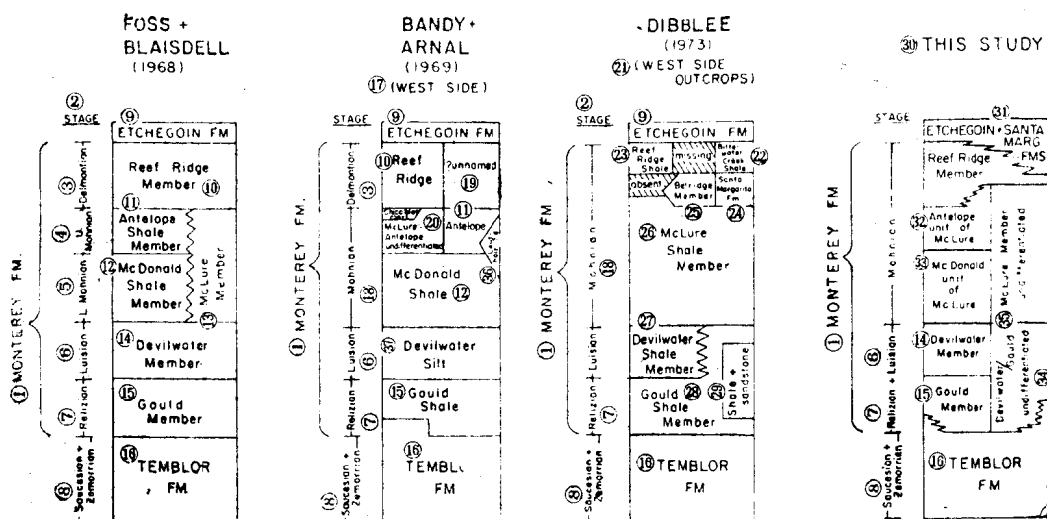


图 9 圣华金谷内蒙特里组的地层名称

①蒙特里组；②阶；③德尔蒙特；④上莫恩；⑤下莫恩；⑥卢伊斯；⑦雷利兹；⑧索塞斯+泽莫尔；⑨埃切戈因组；⑩利夫隆起段；⑪安蒂洛普页岩段；⑫麦克唐纳页岩段；⑬麦克卢尔段；⑭迪瓦尔沃特段；⑮古尔德段；⑯坦布洛尔组；⑰（西侧）；⑱莫恩；⑲未命名；⑳麦克卢尔-安蒂洛普（无差别的）；㉑西侧露头；㉒卤水溪页岩；㉓利夫隆起页岩；㉔圣玛丽塔组；㉕贝尔里奇段；㉖麦克卢尔页岩段；㉗迪瓦尔沃特页岩；㉘古尔德页岩段；㉙页岩+砂岩；㉚本文；㉛埃切戈因组+圣玛丽塔组；㉜麦克卢尔段的安蒂洛普层；㉝麦克卢尔段的麦克唐纳层；㉞迪瓦尔沃特/古尔德（无岩性异常）；㉟麦克卢尔段（无岩性差异）；㊱勒特霍兹砂岩；㊲迪瓦尔沃特粉砂岩

段和利夫隆起这两个段被确认为中新统中上部和中新统上部（图9）。

麦克卢尔段以含丰富的白陶岩和硅质页岩为特征，具有以成岩蛋白石胶结物和石英形式出现的二氧化硅。因为无论是有孔虫还是硅藻在此层段中一般都不会得到保存，所以我们对此段地层较少有时代的控制。其可以覆盖在卢伊斯阶之上为最好特征，但通常以位于隐晶蛋白石/蛋白石胶结物成岩边界之下，在其上得到很好保存。麦克卢尔段的底面实际上是一条时间界线，即代表了在中中新世导致碳酸盐岩很好保存的相当暖和气候条件的结束（图8F）。麦克卢尔段的顶标志着以生物沉积作用为主的沉积条件的结束。这是由于晚莫恩世时，在中圣华金盆地许多地区盆地边缘碎屑物侵入的结果。在西南部（沉积中心）区例外，在那里中莫恩世之后硅藻沉积作用仍局部可占主导地位（图5）。正如本文所采用的麦克卢尔和利夫隆起段的界线，是一条成岩界线，它反映了伴随隐晶蛋白石向蛋白石胶结物的过渡，岩性特征上的变化。例如，坦布洛尔地区局部的非同步上升，已产生的麦克卢尔段和利夫隆起段的界线明显是跨时代的（图10）。

盆地大部分地区的麦克卢尔段可分为上部（中莫恩期），为白陶岩层段（命名为安蒂洛普层）；下部（下莫恩期）主要由硅质页岩（命名为“麦克唐纳层”）组成的层段。在一些最后的剖面中，麦克唐纳层也是白陶岩。在电测曲线特性上反映了这些岩性的差异（图4、5），电测曲线反映：上层有一高电阻率的和/或自然电位（SP）的“砂质”带（=安蒂洛普层），下部为正常页岩电测曲线反映的层段（=麦克唐纳层）。在那里，这两个地层单位是

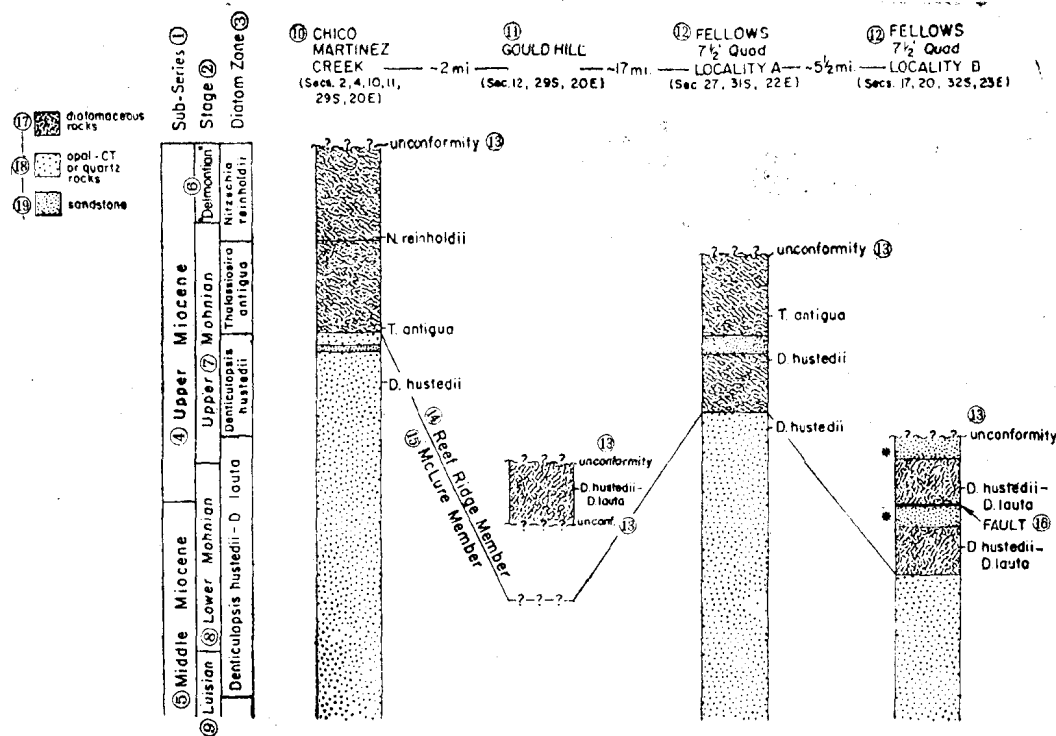


图 10 圣华金谷西侧坦布洛尔地区硅藻岩的生物地层对比。承蒙约翰巴伦 (John Barron) 给硅藻确定时代。从德拉姆 (Durham, 1979) 处获取的费洛斯 (Fellows) 7- $\frac{1}{2}$ 四边域图。尽管所有的硅藻岩 (即隐晶蛋白石) 以前已在图上标为上莫恩德尔蒙天贝尔利奇 (Dellmontian Belridge) 层段 (Dibblee, 1973, 图9), 但很清楚, 在坦布洛尔地区成岩边界上没有显著的时间性。反而, 沿圣安德烈斯断层的隆起阻止了部分层段埋得很深进而产生岩石转化。在构造上反复的油流砂岩 (在 Fellows 四边域图地区 B 上标有星号) 可能和地区 A 和奇科马丁内兹溪的油流砂岩是同一时代的, 它们和早期硅藻的接触就是侵蚀关系。地层的厚度仅是图上所示, 和实际地层厚度是没有关系的
①亚统; ②阶; ③硅藻带; ④上中新统; ⑤中中新统; ⑥德尔蒙特; ⑦上莫恩; ⑧下莫恩; ⑨卢伊斯; ⑩奇科马丁内兹溪; ⑪古尔特山; ⑫费洛斯; ⑬不整合; ⑭利夫隆起段; ⑮麦克卢尔段; ⑯断层; ⑰硅藻岩; ⑱蛋白石—CT 或石英岩; ⑲砂岩

不能区分的, 该剖面被认为是无差异的麦克卢尔段 (图9)。象雷利兹—卢伊斯剖面那样, 麦克卢尔段向盆地边缘渐变为细粒的粘土页岩、粉砂岩和砂岩; 沿着沉积斜坡向上这些岩石又渐变成圣玛格丽塔组的块状的浅海砂岩, 显示出一种块状结构测井曲线的特征 (图4、5)。后面的相变在这一地区的地震资料上也可清楚地看到, 这一地区如同一个位于朝盆地方向声波可穿透的岩性单一的蒙特里页岩剖面 and 向陆地方向声波可穿透的富含砂的圣玛格丽塔剖面段之间的高振幅前积反射层带 (图11)。

被认为是利夫隆起段的蒙特里组的上莫恩部分, 记录了盆地的充填作用和变浅, 而具有硅质碎屑沉积体系的遇阻堆积。它主要由硅质页岩和粘土页岩构成, 向上硅质变少而砂质变多。在部分地区, 如在沿高尖山路 (Pyramid Hills Road) 一带的露头处 (Williams