

四川盆地构造演化与油气聚集

童崇光 著



地质出版社

四川盆地构造演化与油气聚集

童 崇 光 著

地 质 出 版 社

(京)新登字085号

内 容 简 介

本书是论述四川盆地断褶构造演化、油气藏地质特征、成藏模式及油气藏分布规律的一本专著，是作者应用板块构造理论长期研究四川盆地油气地质的概括。主要内容包括成盆机制、区域构造演化、深层断裂活动支配盖层断褶构造发育、储层和圈闭的特殊性、油气演化及成藏模式、典型油气田地质特征、油气藏分布规律、油气勘探新领域的探讨。

本书可供从事油气地质与勘探的地质和物探工作者参考，也可作为高等学校师生的教学参考书。

四川盆地构造演化与油气聚集

张兴光

责任编辑：韩效忠

石油工业出版社
(北京和平里)

石油工业出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092 1/16 印张：8.375 插图：2页 字数：195000

1992年2月北京第一版·1992年2月北京第一次印刷

印数：1—1000册 定价：5.95元

ISBN 7-116-00961-2/P·824

前 言

作者从事石油地质与勘探专业高等教育工作 40 年。结合教学实践对四川盆地油气地质进行了长期的研究。四川盆地是师生实践的理想基地。1978 年全国第一次科学代表大会后,四川省政府重视发展油气资源,将四川盆地油气地质列为重点研究项目(1979—1983 年)。我们承担了这一任务,并论证和选择了《川东南区域构造特征及圈闭与气藏分布关系》研究课题作为突破口,研究川东地区断褶构造演化与油气聚集的关系,深入认识四川盆地海相碳酸盐岩气藏地质特征,建立气藏形成模式,预测找气新领域。以此作为模式评价上扬子准地台内碳酸盐岩油气远景。

“六五”期间,作者等承担了国家重点科技攻关项目四级课题——我国西南地区古生界碳酸盐岩储层地质研究,主要是对四川盆地海相碳酸盐岩储层及圈闭进行了研究,特别是对区域构造演化,成盆机制,盖层断褶构造发育程度,二、三叠系高压异常带的成因等与气藏分布的关系作了系统探讨。我们认识到四川盆地油气储层和圈闭有很大的特殊性,提出了一些新认识。指出龙门山前缘广元—名山间隐伏的古逆冲断裂带及其伴生的构造圈闭是重要的油气聚集带。并向有关勘探部门建议,应将孙家山(含射箭河)、青林口(东)、海棠铺(东)、隆丰场、大邑、平落坝等隐伏构造列为钻探三叠系、二叠系气藏的重点目标。1989 年底川西北气矿在平落坝构造上发现了中坝式气田,验证了作者等论证的正确性。

“七五”期间,作者等又承担了国家重点科技攻关项目四级课题——川中地区隐伏断层和裂缝系统及其与油气关系,探讨了在川中构造极平缓地区,寻找非背斜圈闭油气藏的重要性及思路。通过卫星图象线性构造及地震剖面上断层的解释,我们发现川中地块区存在隐伏断层及裂缝系统较集中的分布带。沿这些隐伏的断裂带伴生的构造及裂缝圈闭是寻找气藏的重要领域。

本专著就是作者在 40 年调查研究和三期重点科技攻关课题研究成果的基础上,以盆地形成机制及晚期断褶构造演化是受深层断裂活动机制的控制的思路为线索,探讨四川盆地气藏形成模式及气藏分布规律,为四川盆地油气勘探新领域作出预测。它可作为指导我国西南地区海相碳酸盐岩区油气勘探的参考。

本书用了较多的篇幅对四川盆地典型油气田地质作了简要的描述。作者深刻地认识到,没有这些典型的油气田或油气藏地质描述,读者很难具体理解四川盆地海相碳酸盐岩及陆相致密砂岩油气藏地质的特殊性和复杂性,也很难说明晚期断褶构造发育程度、致密储层后生孔洞缝发育程度与油气藏及其分布的关系。

作者长期在四川盆地各矿区的研究活动过程中,得到了四川石油管理局及其下属的地调处和川东、川南、川西南、川中、川西北等矿区领导同志们的大力支持和帮助;得到了西南石油地质局及其下属的物探和地质大队的领导同志们的大力支持和帮助。特别是杨型亮、董金壁、马兴峙、包茨、蒋长安、王宓君、王金琪、郭正吾、张琪、李安静、刘云鹤、张长盛、丁传柏、夏先禹、庞家黎、张仲珉、张国政等同志给予了热情支持和帮助。他们

为我们实习和开展科学研究提供了良好的条件,为培养人材作出了贡献。本书使用了有关单位的图件和资料,其中的插图由成都地质学院绘图室的同志们清绘,在此一并表示感谢。

在二期重点科技攻关项目的课题研究中,彭大钧、王允诚、陈立官、罗志立、张亮鉴、樊生利、卿海若、陈布科、徐国强、王英民、梁书敏等同志都是主要参加者。罗蛰潭教授作了课题的顾问和指导。本专著中包含有他们的劳绩和成果。

由于作者的知识 and 学术水平的限制,认识上难免有不妥和错误。敬希批评指正。努力大胆探索,勇于修正自己的错误。

著 者

1991年4月于成都

目 录

第一章 油气勘探概况及重要的成果	(1)
一、油气勘探概况.....	(1)
二、重要的成果.....	(4)
第二章 沉积盖层及含油气层系	(10)
一、震旦系.....	(10)
二、寒武系.....	(12)
三、奥陶系.....	(12)
四、志留系.....	(12)
五、泥盆系.....	(13)
六、石炭系.....	(13)
七、二叠系.....	(14)
八、三叠系.....	(15)
九、侏罗系.....	(16)
十、白垩系.....	(18)
十一、第三系.....	(18)
十二、第四系.....	(18)
第三章 区域构造背景及其演化	(19)
一、区域构造背景.....	(19)
二、区域构造演化和构造旋回.....	(21)
三、主要深断裂及其演化.....	(25)
第四章 盆地形成机制及构造演化	(27)
一、深部作用与盖层构造形成机制.....	(27)
二、壳-幔结构与盖层构造的关系.....	(28)
三、区域构造演化.....	(31)
四、盆地周边区域构造特征.....	(33)
第五章 油气地质特征	(37)
一、碳酸盐岩油气地质研究现状.....	(37)
二、油气生成与演化特征.....	(38)
三、储层地质特征.....	(39)
四、油气藏地质特征.....	(41)
五、油气田分布规律.....	(47)
第六章 川东断褶区与典型气田	(50)
一、川东断褶区构造特征.....	(50)
二、川东断褶区典型气田.....	(57)

第七章 川南断褶区与典型气田	(70)
一、川南断褶区构造特征.....	(70)
二、川南断褶区典型气田.....	(72)
第八章 川中地块区与典型油气田	(85)
一、川中地块区及典型油气田.....	(85)
二、川中区南段断褶区及典型气田.....	(92)
第九章 川西断褶坳陷区与典型气田	(102)
一、坳陷范围及勘探简况.....	(102)
二、断褶构造特征及勘探新进展.....	(102)
三、油气地质特征.....	(106)
四、典型气田.....	(107)
第十章 油气勘探新领域的探讨	(113)
一、川东南断褶区找气的新领域.....	(113)
二、川西断褶坳陷区找气的新领域.....	(115)
三、川中地块区找气的新领域.....	(119)
结束语	(126)
参考文献	(128)

第一章 油气勘探概况及重要的成果

一、油气勘探概况

四川盆地是一个呈北东向的菱形构造-沉积盆地，面积约 $23 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地四周为高山围绕，海拔变化在 1500—2000 m 之间，盆地内部有以华蓥山为主峰呈北东向雁列及帚状展布的高陡背斜带组成的山脉，海拔变化在 600—1700 m 之间。盆地内大部分地区为低丘陵地形，海拔变化在 300—500 m 之间。盆地内大面积为侏罗纪及白垩纪巨厚的砂泥岩红层所覆盖，故有四川红色盆地之称（图1-1）。

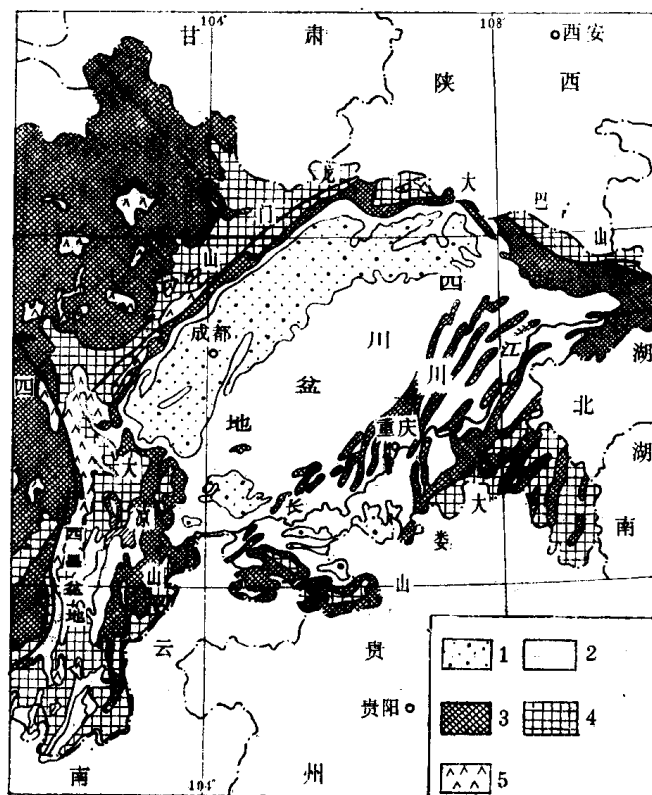


图 1-1 四川盆地地质略图

1. 白垩系一下第三系；2. 侏罗系—上三叠统；3. 中三叠统—二叠系；4. 石炭系—元古界；5. 火成岩

四川盆地是世界上最早发现和利用天然气的地区。最早有记载的是西雄（公元前 53—公元 18 年）所著《蜀都赋》中记有“铜梁、金堂、火井、龙湫”之描述。《蜀中本纪》中记有“临邛有火井，深六十余丈”。这是世界上最早钻成的天然气井之一，即临邛火井的记实。此井位于现今邛崃县城西约 25 km 的油榨乡天罡祠前高家场背斜轴部附近。目前该背斜上尚有多处古人开凿气井的遗迹。

自流井背斜盐卤和天然气的开发，较集中地代表了我国古代对天然气勘探和利用的情

况。该背斜上凿井采盐卤始于汉朝。唐朝开始利用盐卤的同时采出天然气熬盐。在这漫长的历史过程中,人们主要是在浅层上三叠统香溪群中开采黄卤,后来发现黄卤是次生的卤水层,估计深层有原生的卤矿层。道光20年(公元1840年)工人凿成1001.4 m深的兴海井,在下三叠统嘉陵江组顶部嘉五段的灰岩中采出了黑卤,发现了原生的卤矿及岩盐层。根据历史记载的资料推算,公元1851—1950年间,自贡盐场利用天然气制盐442072980担(约2210万t),共有制盐锅771492口。按锅口烧耗的天然气计算出的产气量约为295亿 m^3 。这个数字仅是自流井背斜嘉二段以上的气层于1851—1950年间所采出的天然气量。1850年以前的天然气产量无法估计。可见当时四川盆地天然气工业已具有相当大的规模。

1937—1949年间,四川盆地开始专门的油气地质调查和钻探工作。黄汲清、潘钟祥、谢家荣、彭国庆、赵家骧、陈秉范等在盆地内开展了油气地质普查及构造制图工作;选择了石油沟、威远、圣灯山、海棠铺等背斜;拟定了探井井位,开展钻探工作;发现了石油沟及圣灯山含气构造。为解放后在四川盆地开展油气勘探工作奠定了基础。

1949年四川省解放后,党和人民政府很重视发展油气工业。从全盆地着眼,开展了大规模的油气地质普查与勘探工作。发现了大量的背斜构造,找到了大量的油气田,使四川盆地成为我国重要的天然气生产基地。逐渐地从实践中形成了四川盆地独特的碳酸盐岩天然气地质学理论。下面分阶段地简述油气地质普查与勘探简况。

1953—1957年,地质部、燃料工业部组织了专门的勘探队伍,开始油气地质普查、局部构造详查、细测工作,全盆地重磁力普查及部分地区详查工作。首次从海棠铺背斜开始地震勘探及钻探工作,接着又在龙门山前缘构造带上的多个构造上钻探,未发现油气藏。勘探工作即由龙门山山前拗陷走向川中地块区,并向川南地区扩展。先后在圣灯山、海棠铺、龙泉山三大湾、石油沟、东溪、蓬莱镇、威远、黄瓜山、高木顶、南充、龙女寺等背斜上开展了钻探工作。发现了东溪、黄瓜山及高木顶等气田。共完成探井进尺116251 m,完钻井62口,累计产出天然气101889万 m^3 。

1958—1965年,1958年2月,地质矿产部在龙女寺背斜上钻井,发现了中侏罗统沙溪庙组工业油层。1958年3月,四川石油勘探局又在龙女寺背斜上钻女2井喷出了原油,3月14日在南充背斜上充3井喷出了原油,3月16日又在蓬莱镇背斜上蓬1井喷出了原油。川中区一周内在相距100 km以上的3个背斜上,在中、下侏罗统凉高山组及大安寨组发现了工业油流,哄动了全国,从此发现川中油区,受到中央领导的重视。4月底又在广安背斜上钻井中从侏罗系喷出了原油。至此在川中区约2万 km^2 内普遍发现了含油层。1958年11月石油工业部决定,在川中区开展油气勘探大会战,加速探明其含油气前景。会战结果,发现了南充、龙女寺、蓬莱镇、合川、桂花、一立场、罗渡溪、营山、广安等油田。共完钻井472口,获油气井198口,探井成功率为42%。累计产油量为446216 t,累计产气量为5269万 m^3 。广泛的钻探揭示了自流井群凉高山组及大安寨组油层孔渗性差,有效储层薄而且横向变化很大。油井初产量高,投产后产能下降很快,可采储量小。经过大面积勘探证实,它们属于裂缝性原生油藏。

与此同时,在川东南地区采用“撒大网、占山头、钻背斜高点的思路,甩开钻探”。1958年发现了阳高寺、纳溪、邓井关及长垣坝等气田。天然气产自三叠系、二叠系碳酸盐岩中。其中长垣坝背斜上的长1井,日产气达600万 m^3 。1959年发现了卧龙河及龙洞坪气田;1964年5月,发现了威远背斜震旦系气藏。由于气藏地质的复杂性,气藏规律难

以掌握,四川石油勘探局又在圣灯山和威远背斜上以及泸州地区开展综合勘探,加强了地震勘探及储层后生孔洞缝的研究。总结提出了“背斜上钻第一批初探井的井位,必须占高点、沿长轴、钻扭曲、打断层”的布井原则。放弃了沿背斜采用“十字剖面布井、五井定乾坤”的布井原则。从而提高了探井成功率,为有效地勘探极致密碳酸盐岩裂缝性气藏提供了有益的经验。

1958—1965年间,共发现地面构造243个,探井进尺1106250 m,完钻井86口。天然气产量为770668万 m^3 ,原油产量为449635t,找到气田18个,含气构造1个,油田9个,含油地区3个。

1966—1975年间,在川东南地区扩大对三叠系、二叠系气藏的勘探。相继在付家庙、塘河、五通场等17个气田内,发现了下三叠统嘉陵江组气藏。在中兴场、卧龙河等4个气田内,发现了上二叠统长兴组气藏。在宋家场、庙高寺、白节滩、东溪等16个气田内,发现了下二叠统阳新统三段气藏。钻探证实,川东区卧龙河背斜在香溪群、雷一段、嘉四³层、嘉三段、长兴组、阳新统内均发现了气藏。这是一个储量大、产层多的较大的气田。接着在川东南区开展了地震连片详查,完成了泸州古隆起上的约3000 km^2 的地震详查。发现了更多的隐伏断层及隐伏构造。突破了气藏受局部构造圈闭控制的观念。

1966—1967年,曾在华蓥山深断裂以西的广安背斜和川中桂花油田南侧的永胜—新桥地区,针对侏罗系凉高山组及大安寨组油层开展了大量的钻探,剖析川中地区侏罗系油藏地质特征及含油气远景。但是,探井成功率很低,未获得理想的成果。1966年发现了税家槽油田,产油层为凉高山组砂岩。1971年发现了八角场气田,主要产气层为大安寨组介壳灰岩层。

地质矿产部于1971年12月13日在江油县中坝构造上钻川19井,在中三叠统雷一段发现了高产气藏。1973年1月14日四川石油管理局又在此构造上钻中4井,发现了上三叠统须家河组气藏,测试日产气约70万 m^3 ,凝析油约20t。这是川西地区油气勘探首次重大的突破。同年又发现了广元县河湾场背斜二叠系气藏。经过勘探初步证实,川西地区三叠系须二段、雷三段,二叠系长兴组及茅口组等是区域性产气层。1975年在老关庙背斜上钻关基井,在须三段获得工业气流,大兴构造上钻大参井,在香五段获得工业气流。

1966—1975年间,在13个重点气田上完钻井91口,获气井61口。其中以宋家场、卧龙河、中坝、八角场等背斜上探井成效最佳。在此期间共发现隐伏构造18个,探井进尺为1503519m,完钻井684口,天然气产量为2330925万 m^3 ,原油产量为513375t,共发现气田20个,油田1个。

1976—1990年间,由于先进科学技术的引进和应用,四川盆地油气勘探工作富有成效地向前发展。1977年,在川东相国寺背斜轴部的相18井,在二叠系下面发现了中石炭统黄龙组藻白云岩,钻进中并无气显示,但岩心上孔隙较发育,决定测试,获高产气流,日产气76.4万 m^3 。这一重大发现,开拓了川东区找气的新领域。针对此层开展钻探,先后在福成寨、张家场、卧龙河、板桥、相东、雷音铺、亭子铺、双龙、大池干井、沙罐坪、邻北等构造及隐伏构造上发现了石炭系气藏,川东区天然气储量和产量迅速上升,成为四川盆地主要的产气区。到1986年底止,在川东区针对石炭系共钻构造30个,完钻井161口,获气藏11个,构造成功率为36.6%,探井成功率为50.3%。石炭系所获得的储量占目前川东区天然气储量的54.4%。从此可以看出,石炭系气藏贡献很大。并认识到低缓

背斜及隐伏构造是勘探的重要目标。从这类构造中探明的天然气储量大幅度增加。川东区石炭系碳酸盐岩是孔洞缝较发育的均质性储层。其分布面积有2万多平方公里。其中储层钻厚 $>30\text{m}$ 者有1万多平方公里。

1976年在湖北省建南背斜内发现了上二叠统长兴组生物礁高产气藏后,引起了川东气矿领导的重视。1980年作者在矿区搞科研期间,曾建议川东矿区组织地质人员到建南、见天坝及方斗山等地对生物礁进行考察,提高对生物礁及其气藏地质的感性认识,进而探索川东区寻找生物礁气藏问题。这次考察对川东找礁气藏有积极作用。1983年,川东区首次在忠县石宝寨隐伏构造上的宝1井,在长兴组内发现了生物礁气藏,测试日产气 37.2万 m^3 、产原油 30L ,又为川东区找气开拓了新领域。1985年,又在板东隐伏构造的板4井,双龙构造的双15井发现了生物礁气藏。1984年在铜锣峡背斜东翼上主断层下盘的隐伏的明月断高上,九峰寺背斜东翼上主断层下盘板东隐伏构造上,在下三叠统飞仙关组三段粒屑灰岩中,获高产气流。

1976—1985年间,共发现隐伏构造171个,钻井进尺为 3077090m ,完钻井963口,天然气产量为 5189416万 m^3 ,原油产量为 871198t 。共发现气田22个,油田2个,含油构造16个。

1986年以来,四川盆地在老气区挖潜、开拓新的找气领域上又取得了新进展。在川东区大池干井高陡背斜主断层上下盘伴生的隐伏构造圈闭内,在大天池高陡背斜东翼上(天东1井)主断层下盘的隐伏构造圈闭内,在二叠系和石炭系中均获得测试日产气达 100万 m^3 的高产井;在川南临峰场高陡背斜的南倾伏端东侧和五通场背斜北侧,隐伏断层控制的断鼻上,在二叠系阳三段中发现测试日产气达 500万 m^3 的高产井;在川西坳陷南段隐伏的平落坝背斜上,在香二段获得控制储量达 100亿 m^3 ,类似中坝气田;在九龙山背斜上,在上二叠统中发现测试日产气达 36万 m^3 的高产井;地质矿产部在德阳合兴场隐伏构造上,在香二段发现测试日产气达 10万 m^3 的气井;在川中磨溪地区雷口坡组发现了大气田,在磨深1井东北部的76井,在香二段中发现测试日产气近 170万 m^3 的高产井;在川西南自流井背斜与黄家场背斜间的单斜上(灵音寺地区),在隐伏断层带控制的隐伏构造及裂缝圈闭内,在二叠系阳新统内发现测试日产气达 100万 m^3 的高产气井数口;在川中—川南过渡带的大足—隆昌间隐伏断层带控制的构造及裂缝圈闭内,在二叠系及三叠系内发现了10口高产气井。由于气藏地质的复杂性,这些钻探上的新进展,有待进一步查明。但是,它们表明,隐伏断层控制的构造及裂缝圈闭已成为四川盆地现今油气勘探的重要目标。作者等在“七五”期间国家重点科技攻关项目《川中地区隐伏断层及裂缝系统及其与油气关系》课题的成果报告中提出的论点,在四川盆地各探区中得到了验证。由于认识上的发展和理论上的更新,估计四川盆地还可能发现更多的中小型气藏。天然气的储量和产量还可能继续增加。勘探实践预示四川盆地尚有较大的天然气潜在储量。

二、重要的成果

四川盆地经过解放后大规模的勘探,在区域构造、油气藏地质及油气资源上取得了丰硕的成果。初步总结有下列一些重要成果。

(一) 发现了大批油气田

据四川石油管理局的统计,至1984年底止,发现地面构造257个,隐伏构造200个,共发现油气藏260个,其中气藏245个,油藏15个。已对151个气藏中的256个裂缝圈闭进行了储量计算,最大气藏可采储量约为 $400 \times 10^8 \text{ m}^3$,最小者小于 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中大于 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$ 者占气藏总数的2%,小于 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 者占73%,小于 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 者占22%,属中小型气藏。油藏局限于川中地区侏罗系陆相地层中。而气藏则广布于全盆地。从元古界震旦系到中三叠统海相碳酸盐岩中都有气藏分布。从海相过渡到陆相的上三叠统砂岩中,产油和气。石油仅产自陆相侏罗系砂岩及灰岩中。全盆地已知的工业性油气层段有23个。

(二) 发现乐山—龙女寺加里东期大隆起

据地震和钻井资料发现乐山—龙女寺加里东期大型隆起。它和黔中古隆起遥相对应。反映上扬子准地台内加里东期存在大隆大坳的构造格局。它们的形成可能和加里东期近东西向的基底断裂活动有关,是盆地内一次重大的地质事件。该隆起展布范围为西南至乐山、洪雅,北至盐亭,东北至南充、武胜,南至安岳以南。东西长约375 km,南北宽约65—87 km,面积约23 000 km^2 。古隆起核部最老地层为震旦系及寒武系,缺失志留系、奥陶系及部分寒武系。沿古隆起轴部有3个大型平缓的构造,即龙女寺、广安及磨溪等背斜。龙女寺背斜以震旦系顶面为准,闭合面积为560 km^2 ,闭合高度为310 m;广安背斜以奥陶系顶面为准,闭合面积为197 km^2 ,闭合高度为270 m;磨溪背斜以奥陶系顶面为准,闭合面积为470 km^2 ,闭合高度为140 m。现已在龙女寺背斜震旦系及奥陶系碳酸盐岩中发 现工业气流。但古隆起与油气聚集关系不明显(图1-2)。

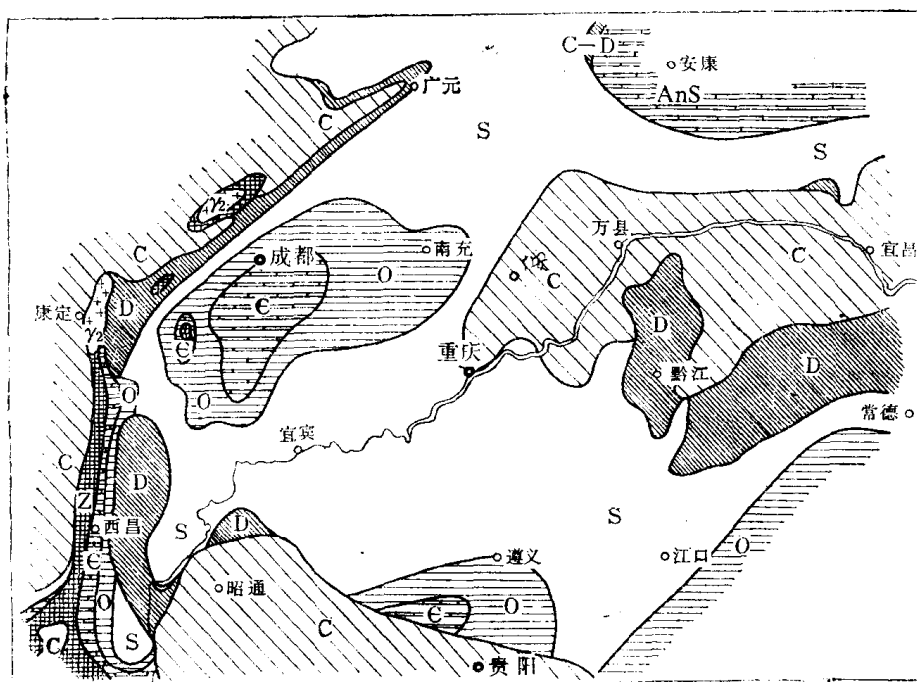


图 1-2 四川盆地二叠纪前古地质图
(据何天华, 1981)

(三) 发现泸州—开江印支期大隆起

以雷口坡组三段顶面为准,泸州古隆起闭合面积为6400 km^2 。隆起核部剥蚀了雷口坡组及嘉四—嘉五段。开江古隆起闭合面积为280 km^2 。与此同时形成的还有江油印支期

隆起, 闭合面积约 200 km²。这标志三叠纪晚期印支运动在盆地内部亦有表现。泸州—开江古隆起可能是由于华蓥山深断裂活动沿其上盘伴生的大型隆起区。在盆地西北缘, 印支运动引起的断褶活动, 导致侏罗系与下伏三叠系呈角度不整合接触。但在盆地内则主要表现为差异升降运动, 广泛地存在平行不整合。这是四川盆地内又一次重大的地质事件 (图 1-3)。古隆起与气藏分布的关系复杂。

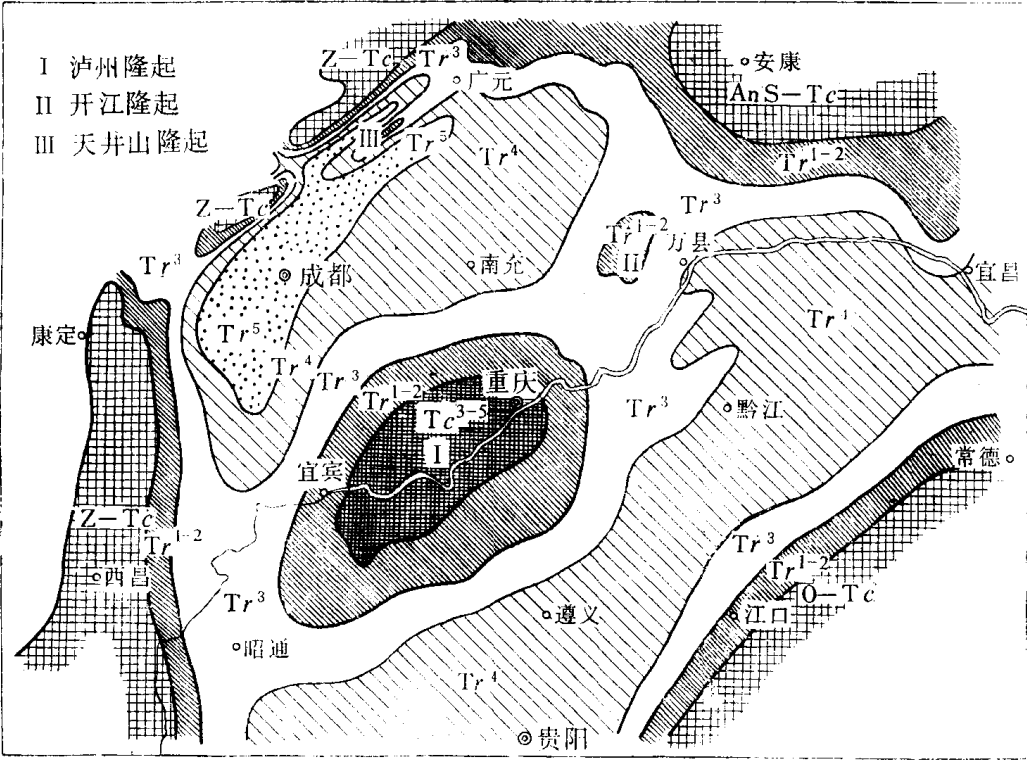


图 1-3 四川盆地晚三叠世前古地质图
(据何天华, 1981)

(四) 发现大量的隐伏断层及构造圈闭

经地震勘探发现, 四川盆地内存在大量的隐伏断层及构造圈闭。已查明的隐伏断层及构造比地面的断层及构造多得多。隐伏的主断层控制了地面背斜及隐伏构造。其成因机制是和地壳深部作用有关。其走向与地面断褶带近于平行、斜交或呈“十”和“T”型交叉。初步探明, 油气运移和聚集与隐伏断层及构造圈闭有密切的联系。它们是油气聚集的重要场所, 钻探成功率较高, 是今后发现新气藏的重要领域。

(五) 发现川西须家河组向东尖灭带

经过地震和钻井资料反复对比, 发现川西须家河组一、二段向川中区存在区域性尖灭带。其尖灭带位置西起洪雅、青神, 经仁寺、简阳平泉、安岳至西充、蓬安至公山庙、双河场一带, 全长 300 多公里。尽管尖灭带展布的具体位置和沉积相变化规律有待深入研究, 但推测它对川西—川中地区须家河组油气富集有重要的作用 (图 1-4)。

(六) 川西北发现北东向及东西向隐伏断褶带

经地震详探, 在川西北地区发现北东向及东西向两个隐伏断褶带。在广元—旺苍一线以南, 二叠系内存在隐伏逆冲断褶带。南北宽 10—20 km, 东西长 100 多公里。它是由隐伏的逆冲断层带组成的堑—垒型断褶带 (图 1-5)。断层向上消失于三叠系膏盐层中。由断

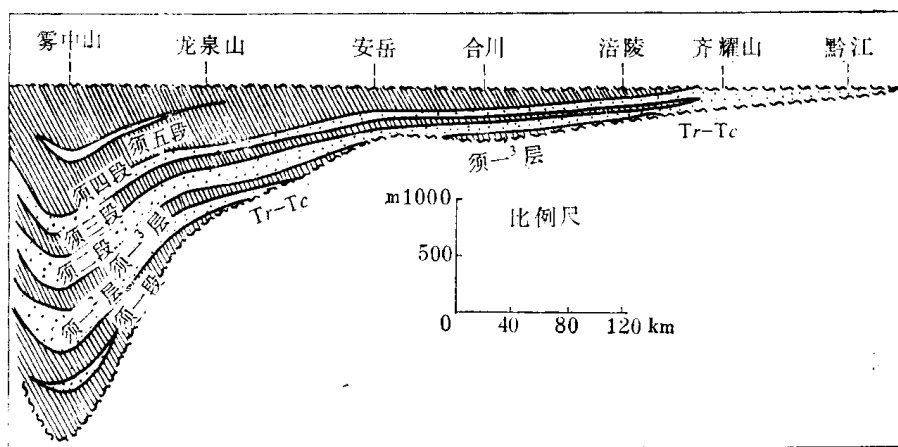


图 1-4 四川盆地前侏罗纪上三叠统沉积构造剖面图
(据何天华, 1981)

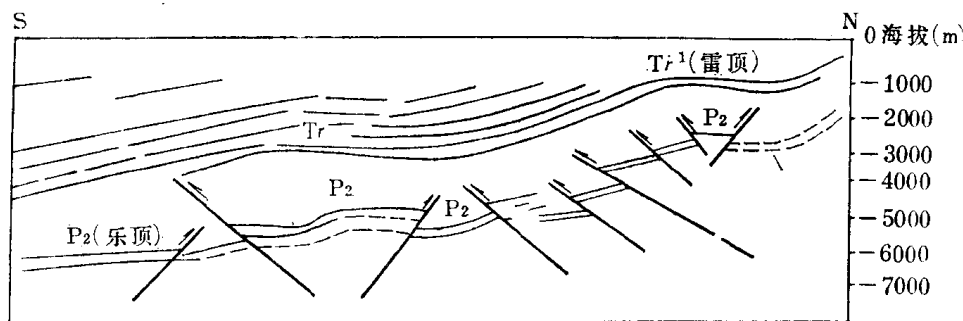


图 1-5 广元地区 D₅₇₅ 叠偏深度剖面图
(据四川石油管理局地调处)

垒组成的背斜呈雁列展布。在广元昭化地区，在二叠系内亦发育有类似的隐伏逆冲断褶带，由断垒组成较多的背斜圈闭（图 1-6）。估计两者裂缝系统都较发育，有效地改造了二叠系极致密的碳酸盐岩层，可能成为重要的油气聚集带。

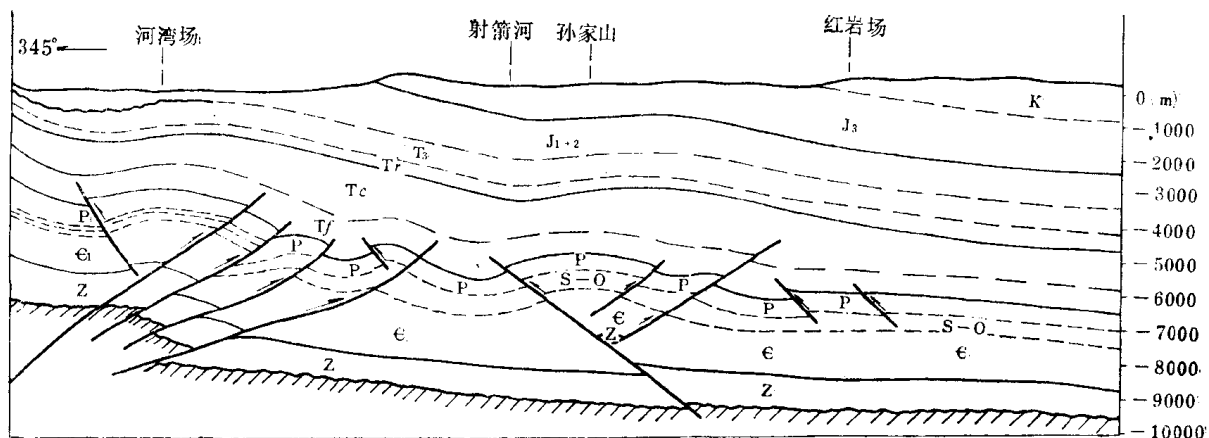


图 1-6 广元河湾场—红岩场地震叠偏深度剖面图
(据川西北气矿)

(七) 川西南及川东区发现二叠纪玄武岩

在川西坳陷南段熊坡背斜、龙泉山背斜油罐顶，川西南大塔场背斜、威远背斜，川东雷音铺、大天池、黄泥堂、大池干井等背斜上钻井，在上二叠统底部发现玄武岩及辉绿岩。经采样测定，系来自地壳深处 35—70 km 的上地幔物质。玄武岩或辉绿岩沿隐伏深断裂带喷出或侵位呈顺层分布，已知厚度为 18—200 多米。这标志着上扬子准地台内在二叠纪发生过大范围的张裂活动。它不仅影响到川西、川西南地区，也波及到川东地区。同时也表明，川东区呈行列式展布的高陡背斜带可能和隐伏的壳断裂或更深的断裂活动有联系。

(八) 川东发现石炭纪海湾相地层

大量的钻井资料表明，川东区存在由东向西呈海湾侵入的中石炭统沉积。其分布范围位于涪陵—重庆—广安—达县以东地区。已知其厚度为 0—96 m，面积约为 2 万 km²，属局限海台地相。其中残存一套藻白云岩、角砾状灰岩、生物碎屑灰岩，并夹有石膏层。它是川东区域性的重要储气层，具有良好的孔渗性，为川东区天然气储量及产量的增加作出了重大的贡献（图 1-7）。

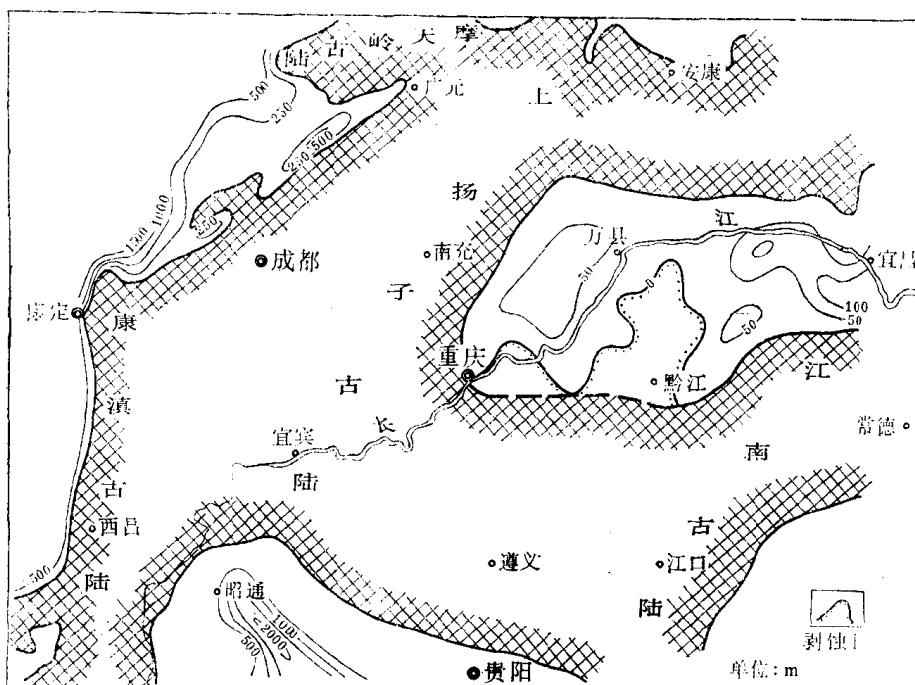


图 1-7 四川盆地石炭系等厚图
(据中国石油地质志 四川油气区, 1989)

(九) 川东区发现上二叠统生物礁

1972 年，江汉石油管理局在建南背斜上二叠统长兴组内发现了生物礁气藏（图 1-8）。随后川东气矿在石宝寨（1983）和板东（1985）隐伏构造上，在此层亦发现了生物礁气藏，引起了国内外学术界的关注。据研究，它属于台地相点礁及礁滩。据近年来四川石油管理局的研究，川东区约 3 万 km² 内，地腹长兴组内显示出至少有 370—580 个点礁。如果属实，这为川东区寻找天然气开拓了另一个新领域。

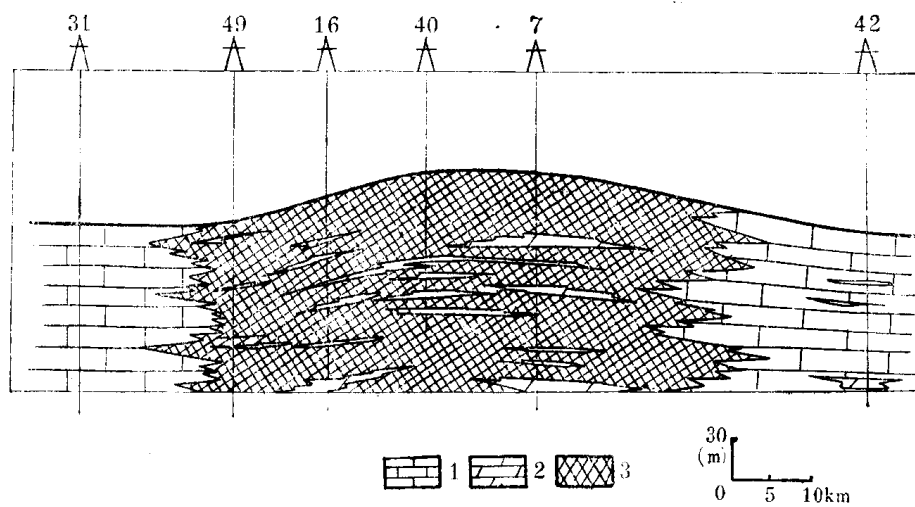


图 1-8 建南气田上二叠统生物礁剖面图
 (据中国石油地质志 四川油气区, 1989)
 1, 石灰岩; 2. 白云岩; 3. 礁灰岩

第二章 沉积盖层及含油气层系

研究四川盆地的构造演化、油气藏地质特征,地层是基础。对含油气层系有关的地层的岩性、厚度及沉积相应有基本的了解。四川盆地基底为前震旦系,局部地层还包括下震旦统,主要由一套深变质岩、浅变质岩及岩浆岩组成。厚数千米至万余米。时代属中晚元古代。其上的沉积盖层发育较全,主要为浅海地台及内陆湖盆相沉积,总厚 6000—12000 m。其中震旦系到中三叠统是海相沉积,以碳酸盐岩为主,厚 4000—7000 m。上三叠统至第四系为陆相沉积,厚 2000—6000 m。地壳运动主要表现为升降运动,地层间存在较多的假整合,只在晋宁期、印支期及喜马拉雅期局部地区存在角度不整合。震旦系分下、上两统。下统在盆地内缺失,仅在川东北、川东南及鄂西、黔东凹地内有分布;上统在全盆地发育良好,岩性变化小,厚度分布较稳定。寒武系、奥陶系、志留系在盆地内广泛地分布,属台地相沉积。由于加里东运动的影响,中上寒武统、奥陶系及志留系在盆地中部古隆起上已受到不同程度的剥蚀。二叠系以超覆型的浅海相沉积遍布全区,属浅海台地相沉积。晚二叠世初,在川西南以西昌地区为中心沿攀西裂谷系深断裂有大量的玄武岩溢出,波及到川东地区。从华蓥山至方斗山之间,较多的探井在上二叠统底部发现了玄武岩及辉绿岩。中、下三叠统也是以浅海台地相沉积为主,分布亦较广。晚三叠世,全区由浅海台地相转变为内陆湖泊相,属海陆过渡相沉积,厚 250—3000 m。侏罗系为河湖相沉积,主要为一套巨厚的红色砂泥岩层,厚 2000—5000 m,与下伏上三叠统为平行不整合接触,在川西北地区出现角度不整合。白垩纪至第三纪,湖盆萎缩,以河流相沉积为主,为一套巨厚的砾岩及红色砂岩夹泥岩,沿盆地北缘、西缘及西南缘呈环状分布。最后经历喜马拉雅运动,使海相及陆相地层发生了强烈的断褶活动。四川盆地现代的构造面貌基本定型。第四纪川西地区尚存在平原河流相的沉积区(图 2-1)。

一、震旦系

震旦系是进入地台阶段的第一套沉积盖层,其时限为 5.7—8.5 亿 a,属晚元古代,又可分为下、上两统。下统包括莲花沱组及南沱组。莲花沱组主要为紫灰、灰绿色砂岩偶夹凝灰岩及砾岩,安山岩夹流纹岩,厚 200—1000 m,与下伏变质岩系呈不整合接触。南沱组为冰碛层,由灰色砂岩、紫红色砂岩及砾岩组成,厚 60—140 m。上统包括陡山沱组及灯影组。陡山沱组为黑色炭质页岩、砂质页岩夹含锰砂质灰岩透镜体,顶底部有灰岩及白云质灰岩。一般厚 10—420 m。灯影组又以“蓝灰色页岩”为界分为下、上两段。下段,底部为灰至深灰色块状含泥质白云岩;下部为浅灰色厚层块状白云岩,葡萄状、肾状、花斑状构造很发育,富含藻类化石,形成富藻层;上部为深灰色厚层白云岩夹藻白云岩、黑色硅质岩及硅质结核层。此组在川南长宁背斜 2 井中可见厚层岩盐(厚约 240 m),并含有石膏及钙芒硝。上段,下部为深灰色含磷白云岩夹磷块岩条带;上部为深灰色中厚层白云岩,富含软舌螺化石,厚 640—1000 m。灯影组藻白云岩具有生储天然气的条件,在威