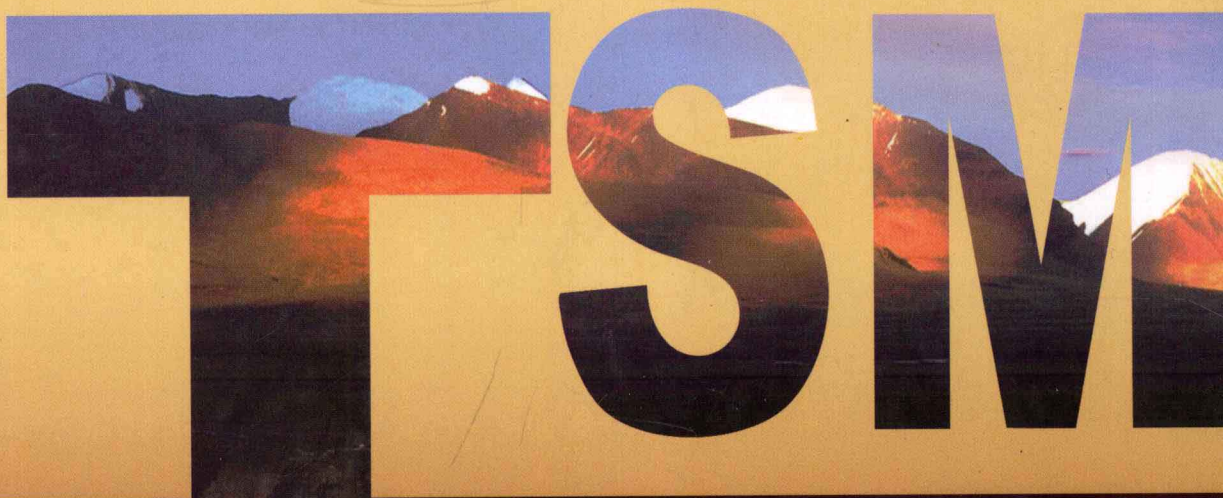


DIANXI LANPING-SIMAO PENDI TSM FENXI

滇西兰坪-思茅盆地 TSM 分析

陈跃昆 廖宗廷 陈军 著



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

滇西兰坪—思茅盆地 TSM 分析

DIANXI LANPING – SIMAO PENDI TSM FENXI

陈跃昆 廖宗廷 陈 军 著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

滇西兰坪-思茅盆地 TSM 分析/陈跃昆,廖宗廷,陈军著. —武汉:中国地质大学出版社,
2009. 11

ISBN 978 - 7 - 5625 - 2430 - 4

I. 滇…

II. ①陈…②廖…③陈…

III. 含油气盆地-石油天然气地质-研究-云南省

IV. P618. 130. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 196960 号

滇西兰坪-思茅盆地 TSM 分析

陈跃昆 廖宗廷 陈 军 著

责任编辑:段连秀

技术编辑:阮一飞

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传 真:67883580

E-mail: cbb @ cug. edu. cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16

字数:442 千字 印张:17. 25

版次:2009 年 11 月第 1 版

印次:2009 年 11 月第 1 次印刷

印刷:武汉中科兴业印务有限公司

印数:1—1 000 册

ISBN 978 - 7 - 5625 - 2430 - 4

定价:68. 00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前言

2003年4月,美国以白皮书“White Paper”的方式公布了美国国家科学基金会(NSF)地学部名为“构造地质学与大地构造学的新航程”的讨论稿。美国构造学界在深刻分析了当代全球构造研究进展和大洋与大陆地质构造差异的基础上,首次以明确的态度宣称:迄今在地学界占主导,并已流行近半个世纪的板块构造理论和模式并不适用于大陆地质,并明确提出了“超越板块构造:流变作用与大陆造山作用”的研究课程和方向。它明确了现今板块构造存在的问题,也为未来研究提出了新的方向。

的确,自全球板块构造兴起后,固体地球科学进入了用板块构造理论来全面研究全球各地区地壳构造及演化的新阶段,几十年来,相关研究取得了举世瞩目的进展。但我们也清楚地看到,大陆岩石圈远比大洋岩石圈复杂,大洋岩石圈是2亿年来形成的,比较简单,可以用地幔对流学说圆满解释大洋的基本发展历史(大洋的扩张、俯冲、岛弧形成等)。但大陆岩石圈内部是由众多不同时代、不同性质、不同形成方式的地块及其间的造山带组成,经历了大约45亿年历史,相当复杂,远非能用板块构造理论所建立的简单模型予以说明。朱夏(1972)在将板块构造理论引入中国时就提出:“板块构造理论这一发育于大洋地质与大洋地球物理摇篮的新生事物,能否在大陆地质的严关险道中阔步开进呢?”他经过10多年结合实际的研究后,于1990年进一步提出“板块构造在今后由洋及陆、由今溯古的过程中必将有许多新的、重大的发展,这一理论应该在活动论基本原则下,对各种各样的构造复杂体进行因时、因地制宜的解释,而不能过多地追求一幅统一的结论性图案,以免重蹈地槽学说的覆辙”(朱夏,1990)。赵宗溥(1996)指出:目前流行的半真实、半虚假的全球构造学说,已给中国大陆地质研究带来了一定的困惑和困难。由于中国各时代发生的造山作用主要属陆内型,因此,现今全球构造理论将我们的许多研究工作引向误区。

针对大陆地质,板块构造面临的问题众多。如现今大陆动力学问题,2亿年以前的洋(海)陆性质、演变及大陆增生机制问题,如何追溯地质历史时期岩石圈和软流圈的演变及古板块运动的体制及动力学机制问题,古地壳构造研究的突破口问题,地壳构造研究中的世界观和方法论问题等。一般而言,古海洋的遗迹保存在造山带内,因此造山带研究成为我们解决上述问题的关键之一。然而其地层沉积学和岩石学记录

经历多次变位后,原来的框架已变成无序的组合。而且越是古老,无序的程度越高,恢复的难度就越大。因此,从造山带研究出发进行古构造的复原与研究,应首先研究那些时空约束条件相对较为简单,后期叠加构造易于分辨,原始构造遗迹保存较好的地区。滇西地区是全球上述条件符合程度最好的少数地区之一。该地区4~2亿年间地壳构造演化的岩石学记录保存较好,新生代以来的构造变形对在此之前构造带叠加改造的边界条件和动力学条件较为明确,该区是追溯大陆地壳构造的理想选区之一。针对滇西地区相关地质问题,基于新的理论和方法,进行因时、因地制宜的深入研究,必将为大陆地质研究提供新的思路和方法。

过去开展造山带研究,往往比较忽视相关盆地的研究。实际上相关盆地中蕴藏着造山带或大陆构造发展演化丰富的信息,滇西兰坪-思茅盆地就是典型例子,三江造山带构造演化都可从兰坪-思茅盆地中找到可靠线索和证据。因此,盆地系统分析也可作为造山带和大陆地质研究提供新的方向和方法。

对兰坪-思茅盆地而言,由于研究程度差,其盆地构造特征及其油气远景在国内石油地质界还存在诸多分歧。为了从盆地中获取相关造山带及区域构造演化的证据,有必要加强盆地的构造研究。从石油地质勘探出发,对兰坪-思茅盆地进行系统分析,有助于深化该盆地原型特征与后期改造历史、石油地质条件与成藏演化规律等的了解,从而为该区的油气地质评价,明确该区的油气资源前景和提出该区的油气勘探方向等,提供重要的基础性依据,同时还能丰富残留盆地的原型恢复方法,建立残留盆地的分析技术和评价体系。

基于上述目的,本书主要针对滇西地区和兰坪-思茅盆地目前存在的主要问题,以朱夏院士的“活动论构造历史观”为指导,以朱夏盆地分析的TSM程式为基本思路,以构造研究为主线,以油气选区评价为目的,强调盆地原型恢复与后期改造、油气成藏与保存、造山带与盆地、地质与地球化学和地球物理的有机结合。

本书共八章,第1、第6、第7和第8章主要由陈跃昆撰写,第3、第4和第5章由廖宗廷撰写,第2章由陈军撰写。值得指出的是,本书是中石化滇黔桂勘探开发研究院与同济大学长期合作科研成果的集成,是全体研究人员集体智慧的结晶。除上述作者之外,施文华、魏志红、李明辉、郝永祥、夏维书、李长青、傅强、吕炳全、马婷婷、刘斌、许耀明、张金亮、刘春光、杨上中等参加了双方合作科研的相关工作。在双方的合作科研中,得到了原滇黔桂油田勘探局麻建民副局长、钟端副总地质师、刘言处长以及勘探开发研究院张孝林书记、谢刚平院长、周明辉所长等的大力支持和帮助,同济大学陈焕疆教授、王家林教授对研究给予了大力支持和帮助,比利时布鲁塞尔自由大学、根特大学、法国里尔大学、瑞士高等联邦理工大学等单位为部分样品的测试提供了便利,在此一并表示衷心的感谢。

作者

2009年6月

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 研究意义	(1)
1.2 国内外研究历史、现状与存在问题	(3)
1.3 研究思路	(8)
第 2 章 区域地质与地球物理场特征	(12)
2.1 地层分布与划分对比	(12)
2.1.1 元古界	(12)
2.1.2 下古生界	(13)
2.1.3 上古生界	(14)
2.1.4 中生界	(23)
2.1.5 新生界	(31)
2.2 主要断裂与稳定地块	(33)
2.2.1 主要的断裂构造带	(33)
2.2.2 主要的大陆地块	(36)
2.3 岩浆活动与分布规律	(37)
2.3.1 花岗岩浆活动	(37)
2.3.2 基性、超基性岩浆活动	(40)
2.3.3 火山活动	(42)
2.4 变质作用与主要变质带	(45)
2.4.1 变质作用简况	(45)
2.4.2 无量山-营盘山变质带	(46)
2.5 综合地球物理场分析	(49)
2.5.1 岩石物性	(49)
2.5.2 重力场特征	(51)
2.5.3 磁力场特征	(52)
2.5.4 其他地球物理特征	(52)
2.5.5 隐伏断裂及火成岩体分析	(55)
2.5.6 三个构造界面的推断解释	(57)

2.5.7 地质-地球物理综合解释剖面	(59)
本章小结	(62)
第3章 区域构造背景及演化(GT)	(63)
3.1 特提斯洋与阶段划分	(63)
3.1.1 特提斯概念	(63)
3.1.2 特提斯演化阶段	(63)
3.2 滇西晚古生代冰碛岩的属性	(64)
3.2.1 冰碛岩的分布与特点	(64)
3.2.2 与全球冈瓦纳大陆冰川的对比	(65)
3.2.3 古山链与近源沉积分析	(66)
3.3 超镁铁岩、火山岩形成的构造背景	(67)
3.3.1 分布特征与研究方法	(67)
3.3.2 判别结果与分析	(70)
3.4 构造单元划分	(79)
3.4.1 划分原则	(79)
3.4.2 划分结果	(80)
3.5 区域构造演化	(81)
3.5.1 古全球构造阶段	(81)
3.5.2 中间过渡阶段	(83)
3.5.3 新全球构造阶段	(83)
本章小结	(84)
第4章 盆地原型分析(P)	(86)
4.1 盆地原型分类	(86)
4.2 晚古生代盆地原型	(87)
4.2.1 晚古生代沉积古地理	(87)
4.2.2 晚古生代盆地原型	(92)
4.3 中生代盆地原型	(100)
4.3.1 澜沧江断裂带对盆地的控制作用	(100)
4.3.2 洛西超镁铁岩、火山岩带所反映的盆地原型	(100)
4.3.3 中生代砂岩的构造地球化学	(101)
4.3.4 中生代沉积古地理	(103)
4.3.5 中生代盆地原型	(107)
4.4 新生代盆地原型	(109)
4.4.1 新生代盆地分布特征	(109)

4.4.2 滇西走滑拉分盆地的类型及形成机制	(109)
本章小结	(113)
第5章 盆地构造热演化(3T)	(114)
5.1 构造处境(Tectonic Setting)	(114)
5.1.1 构造位置	(114)
5.1.2 盆地构造单元	(114)
5.1.3 主要构造带特征	(115)
5.2 盆地形成演化与迭加改造史(Time)	(116)
5.2.1 晚古生代-中生代盆地构造演化	(116)
5.2.2 新生代构造变形与改造历史	(118)
5.3 热体制(Thermal Regime)	(140)
5.3.1 盆地热史恢复方法	(140)
5.3.2 有机质成熟度及烃源岩热演化史	(141)
5.3.3 裂变径迹分析	(148)
5.3.4 石英结晶度指数分析	(151)
5.3.5 流体包裹体分析	(155)
本章小结	(161)
第6章 盆地4S	(162)
6.1 沉降作用及沉积作用(Subsidence and Sedimentation)	(162)
6.1.1 盆地沉降作用分析的原理和方法	(163)
6.1.2 晚古生代的盆地沉降作用和沉积作用	(165)
6.2 构造应力场(Stress Condition)	(166)
6.2.1 构造应力场研究简况	(166)
6.2.2 有限元应力场分析方法	(167)
6.2.3 印支期区域构造应力场与位移分析	(167)
6.2.4 燕山-喜山早期的区域构造应力场与位移分析	(169)
6.2.5 喜山中晚期的区域构造应力场与位移分析	(172)
6.2.6 印支-喜山期构造应力场总结	(176)
6.3 逆冲推覆构造与盆地风格(Style)	(177)
6.3.1 逆冲推覆构造特征	(177)
6.3.2 逆冲推覆的时限与规模	(184)
6.3.3 兰坪-思茅盆地的风格	(187)
6.3.4 兰坪-思茅盆地与楚雄盆地的关系	(190)
本章小结	(203)

第 7 章 盆地 4M	(205)
7.1 形成油气的物质基础(Material)	(205)
7.1.1 烃源岩	(205)
7.1.2 储集层	(209)
7.1.3 盖层	(217)
7.1.4 生储盖组合	(220)
7.2 油气运移与圈闭(Migration and Non - migration)	(221)
7.2.1 油气运移分析	(221)
7.2.2 油气显示	(225)
7.2.3 油气圈闭	(228)
7.3 油气保持(Maintenance)	(232)
7.3.1 影响油气保持的主要因素	(233)
7.3.2 油气保持条件评价	(236)
本章小结	(241)
第 8 章 油气评价(HC)	(243)
8.1 油气系统分析	(243)
8.1.1 油气系统概念	(243)
8.1.2 油气系统划分	(243)
8.1.3 上三叠统-下白垩统复合含油气系统	(245)
8.1.4 $T_3 - K_1$ 油气系统演化	(245)
8.2 油气资源量估算(Quantity)	(247)
8.2.1 历次油气资源量估算方法	(247)
8.2.2 历次资源评价分析	(249)
8.3 主要位置(Location)	(250)
8.3.1 勘探领域与层系	(250)
8.3.2 有利区带优选	(252)
8.3.3 有利勘探目标分析	(254)
本章小结	(259)
参考文献	(260)

第1章 绪论

1.1 研究意义

研究地区位于我国云南省西部(图 1-1),地处欧亚板块、印度板块和特提斯三大构造域的交汇部位。由于涉及欧亚板块、印度板块与特提斯板块相互关系,因此特提斯的性质与东延等重大科学问题,一直是国内外地质学界研究的热点地区之一。同时,由于该区发育兰坪-思茅盆地和楚雄盆地等多个大型的含油气盆地(图 1-2),因此,该区也是我国油气勘探的后备领域。

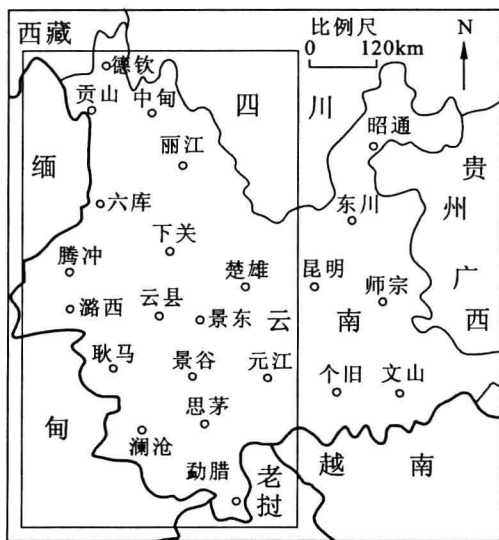


图 1-1 滇西及邻区地理位置及研究范围

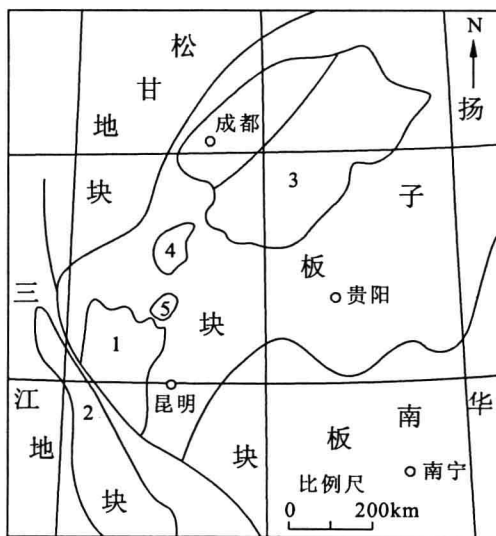


图 1-2 兰坪-思茅盆地构造位置图

1. 楚雄盆地;2. 思茅盆地;3. 四川盆地;4. 西昌盆地;5. 会理盆地

从地质构造认识来看,该区是我国著名的三江(金沙江、澜沧江、怒江)构造带,国内外许多著名地质学家先后提出过多种大地构造观点和认识,诸如地洼区(陈国达,1972)、青藏川滇“歹”字型构造体系(李四光等,1978)、印支褶皱系(黄汲清,1977)等。20 世纪 80 年代以来,又有许多学者基于板块构造理论,对该区又进行了大量的研究工作,获得了一系列新的成果(李春昱,1980;王凯元,1983;王义昭,1983;李继亮,1988;邓晋福,1996;等),进一步深化了该区的地质认识。但是,由于该区构造格架及演化历史极为复杂,在板块划分、特提斯构造特征及其演化、主要汇聚带的位置等重大基础问题的认识尚不统一,导致目前勘探生产部门难于选择或应用混乱。

从找矿的角度分析,该区是我国西南地区著名的三江成矿带,成矿类型十分丰富,矿种多,储量大,已成为我国重要的矿产基地。如分布于兰坪-思茅盆地的成矿带,由北向南分为4个次级成矿带,即兰坪金顶铅锌银锑汞带、营盘-永平铜银铅锌矿带、巍山锑金汞砷矿带及景谷-江城-勐腊含盐(钾)带。已知矿产地272处,具特大型(兰坪金顶铅锌矿)、大型及中型规模者16处。主要矿产储量中,铅、锌、镉、铊储量居中国第一位,钾盐、天青石储量居中国第二位,铜、锑、银、金、汞及盐类矿产矿化面积广,预测资源潜量大,并已查明一批中、大型矿床,如兰坪金满铜矿、巍山笔架山锑矿及扎村金矿,下关石磺厂砷矿及江城勐野井钾盐(有岩盐共生)矿等(云南省地质矿产局,2005)。自1999年实施新一轮国土资源大调查地质调查以来,三江地区地质找矿又取得了一系列重要成果,在完成了羊拉铜矿、兰坪白秧坪银多金属矿、思茅大平掌铜多金属矿等大型、超大型矿床评价后,近年又发现了中甸普朗铜矿、保山核桃坪铜多金属矿、南汀河铅锌多金属矿、景谷民乐铜矿等一批具有大型超大型资源潜力的有色金属矿床和金平长安金矿、小水井金矿、鹤庆北衙金矿等大型金矿床(云南省地质调查院,2005)。随着找矿工作的深入进行,需要从区域构造方面对成矿规律进行系统的总结和分析。

从中国油气勘探的新领域考虑,随着中国经济发展对油气资源需求的日益增加,国土资源部和三大石油公司逐渐加大了新区新领域的油气资源战略调查与勘探目标评价优选,兰坪-思茅盆地(77 000km²)与西藏的羌塘盆地及青藏高原其他新区,由于地处特提斯含油气构造域(图1-3),已逐渐引起中国油气地质界的关注。目前青藏高原的油气勘探已经拉开序幕,但是,处于同一构造大背景的兰坪-思茅盆地,虽然前期开展过一些勘探与研究,却成为颇有争议的领域。现实情况是由于该盆地地质情况复杂且研究程度较低,许多基础地质问题及油气评价问题众说纷纭而始终没有定论,油气勘探前景长期存疑。有关盆地的区域构造背景、构造作用与盆-山耦合、盆地原型与后期改造、多次的构造运动对油气运聚和保存的控制作用等方面的构造问题因无人深究而悬而未决。一部分国内外专家认为该盆地由于地史上地处特提斯含油气构造域,古生界地层发育,存在泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系等多套烃源岩与储层,现今侏罗系-白垩系盖层连片分布,其南面的泰国呵叻盆地已发现多个天然气田,可能是中国南方具有含油气勘探前景的中型沉积盆地(滇黔桂石油勘探局,1995;滇黔桂油田分公司勘探开发科学研究院,2000)。另有相当一部分学者和专家认为兰坪-思茅盆地的地质情况复杂,



图1-3 特提斯构造域与滇西地区现今构造位置示意图

喜山期以来构造变形与改造十分强烈,油气保存条件差,现今为一构造残留盆地且油气勘探难度较大,基本没有油气勘探的价值(马力等,2005)。以上两种截然不同的油气评价认识似乎均有一定的理由,但彼此都没有更充分的依据,其原因在于目前人们对盆地的原型特征、后期改造及油气保存等核心问题的认识还很局限,为此争执而严重影响了该区的石油地质评价和油气勘探决策。

针对上述情况,本专著拟将以相关盆地为主要研究对象,在对该地区地质与地球物理特征作全面把握的基础上,系统分析研究区的全球构造背景及其演化、相关盆地构造-热演化、不同时期的盆地原型特征、盆地的沉降与沉积作用、应力条件、盆地风格、盆地形成油气物质条件、油气成熟度、油气运移及圈闭、改造及保存等,并对该区油气远景作出初步评价。研究将进一步丰富三江构造带的构造地质成果,深化对兰坪-思茅成矿带构造-沉积演化的认识,恢复滇西地区原型盆地特征,深化兰坪-思茅盆地的油气地质研究,提出该区今后的油气勘探方向和思路,具有重大的理论和现实意义。

1.2 国内外研究历史、现状与存在问题

1. 油气勘探简况

该区的油气勘探始于20世纪60年代,勘探历程大致可分为两个阶段。

(1)20世纪90年代以前:为地质调查阶段,1959—1962年间,云南省地质局区调队、十六地质队等单位开展了1:100万普洱图幅和其他局部地区的地质普查;原石油工业部贵州石油局云南大队先后开展了景谷、普洱、墨江等地区的石油普查,之后随国民经济的调整而终止。1966—1972年间,云南红层地质队也在本区开展调查工作,其后,冶金、煤田及其他不同学科的地质家或工作者、相关院校也先后开展了地层、古生物、矿产等非石油地质专项研究。1973—1983年间,云南省区调队先后开展了1:20万普洱、景谷、江城、景洪、景东勐腊-尚勇、思茅等图幅的地质调查;云南石油队指挥部对区内的景谷第三系盆地开展了石油勘探,发现了景谷小油田。

(2)20世纪90年代至今:为油气调查与研究阶段。1992年,原中国石油天然气总公司开展了思茅坳陷二叠系至白垩系地层、沉积相及含油性研究、1:10万思茅勐岭山到江城李仙江大桥构造大剖面、1:50万卫星遥感解释等工作。1994年原中国石油天然气总公司南方新区油气勘探项目经理部开展了1:10万航磁33767km²、MT区域剖面3条528km和油气早期综合评价,对思茅坳陷地质结构和有利区块进行了初步分析。1999—2000年,中石化滇黔桂油田分公司勘探开发研究院及中石化南方海相油气勘探项目经理部完成了思茅坳陷油气资源评价、思茅坳陷石油地质特征及与相似地区类比等综合研究,并开展了区域地震大剖面(1条/101km)调查、MT面积概查(16000km²/21条,1007个测点),研究程度很低。其主要勘探工作量见表1-1。现今仍处于油气勘探初期阶段,已有的油气评价结果与认识客观上具有很大的不确定性。

2. 区域构造背景

对于研究区的区域构造背景,我国众多著名构造学家各有不同的认识,如南北向构造和反“S”状弧形构造(李四光)、三江块断褶皱带(张文佑)、滇西地洼区(陈国达,1977)、三江褶皱系(黄汲清1956;任纪舜,1983)等。

表 1-1 兰坪-思茅盆地勘探程度简表

项 目	工作量	地 区
1:50 万重力航磁	全 区	全盆地
1:10 万航磁	33 767km ²	思茅拗陷
MT 区域大剖面	3 条,528km	
MT 面积概查	16 000km ² /21 条,1 007 个测点	
区域地震大剖面	1 条,101km	

20 世纪 70 年代末至 80 年代初,国外部分学者从全球构造角度明确指出了研究区特提斯的存在(Hsu, *et al.*, 1978; Sengor, 1979, 1981, 1992; Sengor and Hsu, 1984)。国内李春昱先生从板块构造角度探讨了这一问题(Chunyu L, 1980, 1982)。黄汲清先生从地壳多旋回发展角度将特提斯分为古特提斯、中特提斯和新特提斯(Huang, 1984; 黄汲清等, 1984; 黄汲清, 陈炳慰, 1987)。这一时期云南的地质学家们也做了大量的开拓性工作,如哀牢山和铜厂街蛇绿岩套的发现(段新华等, 1981; 杨嘉文, 1982); 德钦-奔子栏的蛇绿岩套的发现(王培生, 1986); 澜沧变质带南段高压变质作用及时代的确定(彭兴阶等, 1982; 周维全等, 1982); 腾冲、保山的含砾地层的研究(王义昭, 1983; 曹仁兰, 1986); 石炭系-二叠系与冈瓦纳-特提斯相关古生物组合的发现(方润森, 1983; 蓝朝华等, 1983)。联系到其北邻的川西地区、南临的泰国和越南等也发现蛇绿岩套(张之孟等, 1979; 刘宝国等, 1983; 胡世华等, 1983; 侯立玮等, 1983; 曲景川, 1984; 王连城等, 1985; Bunopas and Bella, 1983; Macdonald and Barri, 1984; Xinh, 1981), 逐步支持了滇西地区应保留有古特提斯残迹的构想。

近十多年来,许多地球科学家从不同角度和不同侧面对三江地区的特提斯有关问题进行了新的研究,取得了多方面的进展。如原地质矿产部开展“三江地区金属矿产特征及分布规律”课题后提出:藤条河洋盆于晚三叠世封闭,向东俯冲;昌宁-双江洋盆于三叠纪封闭,向西俯冲;甘孜-理塘带的洋盆于侏罗纪初封闭,可能主要向西俯冲(李永森等, 1986);黄汲清和陈炳慰(1987)认为本区的古特提斯是晚石炭世张开的,早二叠世进入全盛时期,晚二叠世封闭,冈瓦纳与欧亚大陆发生碰撞,古特提斯的演化历史结束;三叠纪时重新裂开,发育中特提斯,以后进一步发育新特提斯。滇西的主缝合带是昌宁-双江带,向北沿金沙江延至玉树,沿可可西里山脉的南缘、羌塘地块北缘进入中帕米尔(北主缝合带)。北主缝合带与中特提斯带第三纪时最终封闭形成的南主缝合带之间的部分称为互换构造域。陈炳慰(1987)还强调原称的“三江印支褶皱系”内有加里东、海西期和兴凯期的褶皱系,它们与中国东南地区发育的各时期的褶皱系围绕扬子准地台呈对称分布之势,但已遭后期构造的破坏;中国科学院在组织横断山区综合考察后指出昌宁-孟连带是古特提斯洋的主缝合线,潞西三台山和景谷半坡的超基性岩不是蛇绿岩套。首次总结了横断山区的蛇绿岩具多样性和造山带中镁铁-超镁铁岩呈成对分布的特征(张旗, 1984, 1985, 1986, 1987a, 1987b, 1988, 1992; 张魁武等, 1988; Zhang, 1989),并指出洋盆中发育有洋岛火山岩(李达周等, 1986; 张魁武等, 1986)和孟连地区的放射虫硅质岩(李红声, 1986; Wu, 1987);云南省地矿局(1985, 1990)认为本区的古特提斯是主要形成于石炭-二叠纪的由数条深海槽或小洋盆与其间夹持的一些稳定地块所组成的地槽体系,而不是一个统一

的开阔大洋。地槽活动的中心地带是澜沧江断裂带和金沙江断裂带,但除金沙江断裂带外,未形成真正意义的蛇绿岩套;地槽的回返形成晚海西期的昌都-兰坪-思茅褶皱系;郭福祥(1985, 1992)认为在保山-潞西微板块与兰坪-思茅微板块之间还有昌宁-孟连和双江-澜沧江两个微板块,它们同属于欧亚板块。印支运动在华南主要表现为造陆运动,三江地槽系是早始新世之后褶皱回返的;韩乃仁等(1991)则根据澜沧老厂矿区有扬子型和冈瓦纳型的簕和混生现象而把昌宁-孟连微板块划分为冈瓦纳大陆;罗君烈(1991)认为滇西的古特提斯分为两支,西支为孟连带,东支为云岭-墨江带。它们分开了保山、兰坪-思茅和中甸三个微板块。该区早石炭世(韦宪期)发生张裂,二叠纪末洋盆封闭,三叠纪进入大陆岛弧阶段。范承钧等(1993)则认为滇西有四条缝合线,即红河缝合带,由元古大洋向东俯冲而形成;澜沧江缝合带,是晚海西-印支早期大洋向西俯冲而形成;金沙江缝合带,为转换断层;怒江缝合带,为侏罗纪-早白垩世大洋,主体在西藏,在云南境内不明显。高延林(1990)将澜沧江带北延连喀喇昆仑-安多-丁青带;Sengor 和孙枢等认为碰撞造山带是一个均变的过程,不同意地槽学说中的褶皱幕概念,用印支造山带一词代替曾广泛使用的印支造山运动。他们认为古特提斯发育于晚石炭世,结束于三叠纪,总体呈三角形,为一多岛海格局,其缝合带在滇西为澜沧江带和哀牢山带。古特提斯闭合诱发了其南的新特提斯形成,位于古特提斯和新特提斯缝合线之间的是基墨里(Cimmerian)大陆。特提斯造山带是一个复杂的造山拼盘(Orogenic collage),由一些单一的造山带把原先的微陆块、洋岛或海山和各种类型的岛弧拼在一起构成一个造山带(李继亮等,1988;Sengor *et al.*, 1989, 1992; Sun *et al.*, 1991;); IGCP 第 321 项也对滇西及邻区的古特提斯进行了热烈讨论,并形成两种观点:一种观点基本同意黄汲清和陈炳蔚(1987)的观点,仅在昌宁-双江带的北延问题上有不同认识;另一种观点认为古特提斯的时限为泥盆纪-三叠纪,主缝合线为碧上(大致相当于罗君烈的云岭带)-昌宁-孟连带。对前晚古生代是否发育“特提斯”的问题认识分歧更大。一种观点认为,泥盆纪-早石炭世时有过一泛大陆,早古生代及更早的海盆或洋盆均与特提斯无关。另一种观点则认为,如果特提斯是欧亚大陆与冈瓦纳大陆分界的话,那么震旦纪-早古生代时这一大洋也应存在,建议称“原特提斯”。主洋盆为天山-蒙古-兴安洋盆,祁连-秦岭地区也发育洋盆,滇西和桂西有保存良好的该时期的深水沉积,并已有迹象显示可能有洋壳存在(Ren and Xie, 1991; IGCP 第 321 项中国工作组, 1993)。

随着研究的深入,特提斯的面目越来越清晰,通过全球古大陆复原和全球性国际合作项目的深入开展,发现特提斯开始演化时,是一个西部收敛、向东张开的楔形大洋(Bullard *et al.*, 1965; Sengor, 1979, 1984, 1988; Huang and Chen, 1987; Sun *et al.*, 1991; 钟大赉等, 1999)。在该大洋中存在一些不同成因的大陆地块或火山岛弧,整体呈一幅槽沟与台地相间的多岛洋格局,后期的沉积作用、盆地演化、构造运动在此背景下展开。

3. 地层沉积研究

(1)基底地层:区内广泛分布前震旦系变质基底地层,如昆阳群、苴林群、哀牢山群、点苍山群、石鼓群、大勐龙群、崇山群、高黎贡山群、西盟群、澜沧江群等(云南省地矿局, 1988, 1990)。近十多年的研究,认识到这些基底地层间具有明显不同的性质,年代也有较大差异。点苍山群、石鼓群具扬子型基底性质,哀牢山群和澜沧江断裂带之西的崇山群的一部分及大勐龙群,具亲扬子型基底的性质(何科昭等, 1996);澜沧群是一个构造混杂岩带,时代大约为中-晚元古代;原定的高黎贡山群,西延与缅甸抹谷片麻岩相连,是增生于扬子大陆边缘的外来体。总结前人同位素分析研究结果、各种地球化学分析研究结果,并参阅有关文献(Zhai *et al.*, 1990;

翟明国, 1991, 1993; 钟大赉, 1999; 等), 发现几乎大多数变质岩都由深带(达角闪岩相, 局部更高)和浅带(绿片岩相甚至更低)两个亚带组成, 它们在原岩建造和变质样式上很不协调, 它们之间的分界一般是韧性剪切带和与之相伴随的糜棱岩带, $U-Pb$ 、 $^{39}Ar-^{40}Ar$ 和 $K-Ar$ 定年表明, 糜棱岩的主要形成时代是晚第三纪, 如哀牢山群和点苍山群糜棱岩为 $20\sim 25Ma$ (Scharer *et al.*, 1990; Harrison *et al.*, 1992; 等)和高黎贡山群糜棱岩为 $11.7\sim 23.8Ma$ (钟大赉等, 1991), 而且在前侏罗系的砾岩中未发现深带变质岩的砾石。因此, 滇西及邻区的变质岩基底可能并不是由一个地层单元组成的, 其深变质的老基底可能是由于构造运动作用在相当晚的时代出露的。

(2) 早古生代地层: 研究区的早古生代地层出露较少, 主要集中分布于保山、潞西、大理、金平和绿春等地区(云南省地矿局, 1990, 1993)。由于分布零星, 同时遭受不同程度多期变质作用的影响, 因而研究和认识程度并不高。但基于前人的研究成果(云南省地矿局, 1990; 钟大赉, 1999; 等), 可以分为四个地层区。丽江-宁蒗区: 其寒武系为碳酸盐岩, 从其中所产三叶虫化石特征看, 应属于扬子型动物群, 确切地说, 是扬子微大陆边缘相类型, 与滇东、黔北等地扬子微大陆斜坡边缘的三叶虫面貌十分相似; 大理-金平区: 主要发育于澜沧江以东, 剑川以南, 沿哀牢山南延至河口以西的三角形地区, 吴根耀(1993)认为, 绿春-金平的奥陶系-志留系原与大理地区连成一体, 仅因哀牢山断裂的左行走滑活动而被错开, 陈延恩(1992)根据对头足类, 周志毅(1995)根据对三叶虫, 许汉奎(1995)根据对腕足类等研究, 认为本区的早古生代生物地层分区总体上应属于过渡类型; 腾冲-保山区: 其寒武系主要为碳酸盐岩和碎屑岩, 通过其所含大量华北型分子分析, 应主要视为接近冈瓦纳型生物群(Burret and Stait, 1985, 1987; Burret and Stait, 1985, 1987; 钟大赉等, 1999), 具有与扬子区明显不同的特征; 耿马-西盟区: 本区无论从基底特征、地层发育特征、沉积特征和环境特征都与腾冲-保山区明显不同。具体性质仍有待深入研究。

(3) 晚古生代地层: 在滇西兰坪-思茅地区相对较为发育, 在腾冲地区和保山地区相对缺失较多, 特别是普遍缺失上二叠统地层。郭福祥(1985)在总结 $1:20$ 万区域地质调查成果基础上, 并经过实地考察, 将滇西地区的上古生界分为北大陆区和南大陆区两个区。两个分区的界限大致是柯街-孟定断裂带(郭福祥, 1985)。北大陆区根据澜沧江断裂带、昌宁-双江断裂带进一步分成兰坪-思茅分区、双江-勐腊分区和昌宁-孟连分区。北大陆区总的特征是上古生界发育较全, 早泥盆世至晚二叠世皆有沉积, 沉积建造、古生物特征具有扬子型特征, 而且与滇东南区的沉积建造和生物群相比, 北大陆区一般来说, 越向东, 越接近滇东南区特征, 时代越晚, 越相似。例如石炭系已十分相似, 二叠系则全区大同, 均可分出栖霞阶、茅口阶、龙潭阶和长兴阶。唯一例外的是双江-澜沧分区上古生界, 它基本由碎屑岩组成。南大陆区的上古生界根据怒江断裂带可进一步分成保山-潞西分区和腾冲分区。总的特征是南大陆区全区缺失晚二叠世的沉积, 其沉积发育也不全。本区石炭系丁家寨组、勐洪群出现含砾泥岩、含砾板岩、含砾粉砂岩、含砾杂砂岩等, 属冰海堆积物, 并含有相关冷水动物群化石。前人因此将其作为冈瓦纳的典型证据。但其形成时代为早石炭纪, 早于典型的冈瓦纳冰碛岩, 性质也明显不同。解决其形成原因及构造意义问题成为探索滇西及邻区区域构造属性的关键之一, 也是各种争论的焦点所在。

(4) 中、新生代地层: 根据地层分布、岩石类型、岩相特征和褶皱基底特征, 滇西地区的中、新生代(T_1-N_2)地层可分为三个地层区, 即腾冲地层区、保山地层区和德钦-思茅地层区(何

科昭等,1995)。

4. 盆地属性与演化

由于兰坪-思茅盆地勘探及研究程度低,关于盆地属性、构造演化方面的深入研究为数不多。如前人1992年开展思茅坳陷二叠系至白垩系地层、沉积相及含油性研究时,认为兰坪-思茅盆地是一稳定基底基础上经古生代演化的沉积盆地;1994—1995年开展“思茅坳陷油气早期综合评价研究”时,对盆地属性、构造演化等未作更多的研究,1999年度开展的思茅坳陷油气资源评价、石油地质特征及与相似地区类比等综合研究也未就此问题深入讨论,近年来最具有代表性的研究成果是2000—2002年中石化、同济大学合作完成的“滇西及邻区原型盆地分析及油气评价”项目(廖宗廷,陈跃昆,2002),从区域构造、盆地演化、油气成藏与评价等多个方面分别对兰坪-思茅盆地进行了深入的研究。此后若干年,基本未对兰坪-思茅盆地开展勘探与研究。

但是,从近期与兰坪-思茅盆地相邻的楚雄盆地最新研究成果分析(刘池阳、陈跃昆等,2005),早-中侏罗世楚雄与思茅盆地同为海域,都是半局限环境下潮坪、泻湖相环境而不见边缘相沉积,由此表明哀牢山还没有大面积出露地表,尚未形成造山带;晚侏罗世这两个盆地均已转变为河湖相沉积,说明哀牢山虽已隆升于地表,但其规模并不足以使两盆地相互阻隔而独立。哀牢山大规模快速隆升的时间是在新生代晚期,楚雄盆地及周边地区与造山运动相伴的岩浆活动和变质作用同位素年龄主要在新世代,并与红河断裂带的走滑和快速抬升有关;裂变径迹测年也揭示,在25.7~17.8Ma间哀牢山开始发生快速冷却/抬升事件。红河断裂带新生代以来经历了左旋-转换-右行走滑的历史(32~23Ma左旋走滑150~350km,15Ma至今右行走滑45~60km),如果把现今的兰坪-思茅盆地向北西平移约180km回归至新生代以前的原位,再整体考虑兰坪-思茅盆地和楚雄盆地及其周边的构造-岩相情况恢复原盆面貌,初步的恢复结果是晚三叠世至早白垩世,兰坪-思茅盆地与楚雄盆地在古沉积环境上有明显的相关性、互补性或一致性,应当同属于统一的大型盆地(兰坪-思茅-楚雄盆地),总体处于弱伸展环境,盆地属性为克拉通边缘裂陷-坳陷型盆地,侏罗纪与会理、西昌、四川盆地相连并共同构成中国西南地区的巨型盆地。从晚白垩开始,特别是新近纪以来经过强烈的改造,现今的兰坪-思茅盆地和楚雄盆地都是经过走滑平移之后再次定位的半个中生界残留盆地。

以上构想初步勾画出了兰坪-思茅盆地与周边地区中生代以来的基本框架,但目前还有许多细节需要深化,而对于古生代的原盆面貌与演化历史则需要做更多艰苦细致的工作,面临的困难与问题将会更多。

5. 油气评价问题

20世纪90年代,滇黔桂油田分公司等油气勘探与研究部门开展了兰坪-思茅盆地思茅坳陷的二叠系至白垩系地层沉积相及含油性研究、油气早期综合评价研究、油气资源评价、石油地质特征及与相似地区类比等油气评价研究,初步明确了该区的石油地质特征,但是在盆地范围与结构、构造单元划分与局部构造类型、喜山期构造改造与油气保存等方面还存在许多有待深入研究的问题。

(1)盆地范围与结构:前人定义的兰坪-思茅盆地是指东以哀牢山、点苍山为界,西以澜沧江为缘,北抵维西,南至国界出境,国内部分界于东经 $99^{\circ}\sim 102^{\circ}30'$,北纬 $27^{\circ}10'\sim 27^{\circ}$,南北长750km,东西最宽处255km,最窄处75km,面积77200km²,行政区划属云南省思茅地区、西双版纳傣族自治州、怒江傈僳族自治州、大理白族自治州和迪庆藏族自治州所辖(滇黔桂油田分

公司云南所,1995),主要是中新生的沉积盆地,并且认为存在元古界稳定基底、古生界地层深埋地腹、中新生界地层连片分布。

但从历史演化的角度来看,上述特征只是对盆地目前状况和由周边露头向盆地简单内推所作出的预测。而对于古生代的盆地性质如何?中新生代盆地的分布范围及沉积古地理面貌怎样?各时代盆地如何叠加、如何转化?后期如何改造?诸如此类的关键问题至今为止还没有作过深入研究。这些问题都需要通过系统的原型盆地分析才能逐步解决。

(2)构造单元划分和局部构造:滇黔桂石油勘探开发科学研究所将该坳陷总体划分为五个二级构造单元,即墨江凸起、景星-江城坳陷、营盘山断凸、景勐坳陷和澜沧江凸起。并根据地表地层分布、沉积厚度、构造变形、基底埋深等,对油气有利的景勐凹陷和景星-江城凹陷进一步进行了三级构造单元划分,将景勐凹陷进一步划分为景谷洼陷、普洱突起、普文洼陷、勐醒突起和勐腊洼陷等。景东-江城凹陷进一步划分出景星洼陷、通关突起和江城凹陷等。以此为基础,滇黔桂石油勘探局、北京石油勘探开发科学研究所(1995)根据 TM 卫片反映的地形地貌、水系、色彩异常、影纹等标志,在兰坪-思茅盆地中共解释出 193 个断背斜,这些环形影像大部分与中新生代地层构成的背斜或背断位置相吻合。但上述认识较多考虑的是盆地现今的面貌,而对原型盆地的构造格局、沉积古地理特征、控制盆地形成的构造体制等方面的考虑还显不够。加强这方面的研究,势必将获得许多新的认识和成果。

(3)喜山期构造改造与油气保存:前期的研究基本没有对喜山期构造运动的规律及对油气的破坏与保存等方面开展研究,从现有资料分析,兰坪-思茅盆地从喜山期以来经历了强烈挤压、缩减与冲断、走滑剪切及逆冲、快速隆升和剥蚀等多次盆地改造过程,改造作用与表现可能主要反映为盆地下陷与地层深埋、褶皱与断层切割改造、隆升剥蚀改造、岩浆活动及热力改造、大气水下参与流体改造等多个方面,在此不利的情况下,原生油气藏多被破坏与改造,油气再次运移与定位,仅在有限的油气保存单元内才得以保存,并可能主要以次生油气藏的形式赋存。也正因如此,兰坪-思茅盆地的油气勘探远景受到质疑,勘探地位出现分歧,加之地震勘探未能取得好的资料,没有新的研究思路与方法,评价研究陷入困境,目前仍然属于南方油气勘探战略准备地区。

但是,过分强调兰坪-思茅盆地先天优越的石油地质条件而忽视后期强烈改造的观点并不客观,但过分强调后期改造而否认存在油气保存条件的论点过于绝对。如何理智而又审慎地评价兰坪-思茅盆地的勘探潜力,在构造活动带中寻找相对稳定而又有油气保存的勘探新领域,是南方油气勘探中面临的一项挑战性任务。及时引入新理论、新方法、新思路,对现有的油气勘探成果进行客观地评价与再认识,也是本次研究应该重点思考的问题。

1.3 研究思路

自全球板块构造兴起后,固体地球科学进入了以活动论观点来探讨如何研究大陆构造及其演化历史的新阶段,人们按最早 Dietz(1961)、Hess(1962)和 Wilson(1965)所提出的基本轮廓,到利用 Mckenzie(1967)、Morgan(1968)、Mckenzie(1969)、Atwater(1970)、Smith(1972)、Dewey(1975)和 Strait(1984)等的进一步发展的板块构造理论及其地质含义,全面研究全球各地区的地壳构造及发展演化,取得了许多举世瞩目的进展。但我们也清楚地看到,经过几十年的研究发现,大陆岩石圈远比大洋岩石圈复杂,大洋岩石圈是 2 亿年来形成的、比较简单的、可