



滇川西部古特提斯造山带

钟大赉 等著

科学出版社

序

专著《滇川西部古特提斯造山带》的出版是一件值得祝贺的事。

特提斯构造域和环太平洋构造域是地球上两个最大的构造单元。两者在东南亚的南端相遇,其具体位置和接合特征,从构造演化史的观点考察,是一个十分有趣而又很复杂的问题。我国西南滇、川西部古特提斯造山带地处东特提斯东段出现巨型弯转和关键地带。在这个范围不广的区域内,既出现了古老地块的残片,又保存了自早古生代以来相当完整的古生物地层记录,还有十分丰富的包括火山岩和深成岩类的岩石记录,特别是保存有具有重要构造古地理意义的蛇绿岩类。这个地区还具备一定的地球物理和深部地质资料。因此,可以认为它是一个具有优越地位的地质科研基地和天然实验室。

80年代,国家自然科学基金委员会地球科学部以岩石圈演化研究为中心,选取中国自北而南的几个重要造山带,设立大型研究项目。经过一个时期的努力,都在原有研究成果的基础上,取得了一系列重大的突破,提高了中国造山带的研究水平。滇西、川西的研究就是这一系列重大成果中具有特色的组成部分。所以专著的出版是值得特别祝贺的。

特提斯作为一个研究课题,提出已逾百年。无论从特提斯构造域的整体看,还是从中国狭义的特提斯构造带看,过去的研究较为详尽的,大多限于侏罗纪(始于206~208Ma前)以来。更早的时期,资料比较分散,缺乏系统的综合研究和总结。对于侏罗纪以来中国部分的构造发展也很少有从整体构造框架,联系重、磁、地热等地球物理特征,涉及深部地质的分析。专著在这两个方面都取得了重要的进展和明显的突破。

首先,专著从构造阶段的观点出发,从历史演化的角度,注意了自前寒武纪以来的各个阶段,而又将研究重点相对集中到晚古生代到三叠纪这个“古特提斯”重要阶段。其次,专著采取了学科交叉和多学科综合的研究方法,将地球物理场与大地构造框架相结合,还涉及了岩石圈和软流圈的问题。而在各阶段的分析中,都能将地层古生物、沉积、岩石、构造以及变质地质的大量资料条分缕析,最后综合起来,形成最末一章岩石圈构造演化模型的系统论述,同时也对一些尚存问题作了探讨。应该说专著是在明确的学术思想的主导下,运用了正确的研究方法,采取了合理的章节布局,把研究的主要成果和重要结论,给予了较全面的陈述和论证,从内容到表述,都是成功的,是值得祝贺的。

在项目进行过程中,我有幸参加了一些规划和讨论。我感到一个重要的研究成果是古特提斯海(洋)域的性质。这是整个特提斯构造域争论多年的焦点。记得在70年代末期的一次讨论会上,我曾提出滇藏地区晚古生代主体洋盆的位置问题。在这个问题上,国际上有两派意见。Meyerhoff父子和J. M. Dickins都不相信特提斯域有洋盆,他们主张所谓“Shallow Tethys”的观点。主张有大洋阻隔的学者们当时又苦于提不出令人信服的证据。专著中对昌宁-孟连带的较详研究划分了亲扬子和亲冈瓦纳两个复杂的大陆边缘区,提出了多地块、多岛弧和多个小洋盆的多岛洋格局,也吸收了其它学者在本区的研究

成果,论证了一些小洋盆的可能宽度。这种与现代的西太平洋——东南亚地区和与早古生代时的哈萨克斯坦地区可以相比的构造格局是比较可信的。有关主体洋盆的位置和规模,在国内学术界仍有不同看法。考虑到从新元古代以来地层沉积特征所反映的构造格局,和早古生代以来生物古地理所反映的海域性质和规模,也很可能当时不存在现代意义上的大型洋盆。这也是总使我感到从全球规模考虑,古生代时的地表面积可能小于今日,因而出地球有限膨胀思想的根据之一。另一个重要成果是喜马拉雅期陆内大型韧性走滑断裂带及其对原有构造格局的重大改造。这方面的证据虽尚不多,但这是不同于流行的挤出说(Tapponnier 观点)的重要构造认识,是亚洲乃至全球大陆动力学的重要问题。

科学研究总是知识无涯,课题常新。我们对这一地区的了解已经大大前进了一步。我热切地希望和祝愿在新的世纪初,这一地区的地质科研能够更进一步,再上一层楼。

王鸿祯

1998 年 5 月 25 日于北京

前 言

“滇川西部特提斯带岩石圈构造演化”是国家自然科学基金委员会“七五”期间设立的重大项目。1986年,该项目在当时的中国科学院地质部的支持和关怀下,在院内、院外专家的酝酿商讨下,由中国科学院地质研究所和中国地质大学(北京)为联合申请单位,共同向国家自然科学基金委员会提出立项申请。1987年6月,国家自然科学基金委员会组织了国内各方著名学者专家进行了立项论证。1987年11月,本项目为国家自然科学基金委员会院务会议正式批准,并下达启动。

项目设四个子课题:1. 滇西地区古特提斯构造演化;2. 滇西地区印支期后的构造演化;3. 滇川西部特提斯带岩石大地构造研究;4. 川西古特提斯大陆边缘的形成与形变。

三江地区地质结构复杂,多期构造变形-变质叠加,加上地处边陲,地势险恶,交通不便,植被发育,给研究工作带来了许多困难。本项目在王鸿祯院士(学术顾问)的关心和指导下,项目组全体成员共同努力,团结协作,奋力拼搏,历时五年,全面地完成了预定计划,取得了丰硕成果。我们的工作力图把滇川西部置于全球构造框架中研究,在古特提斯研究前沿取得了一系列重要发现和突破性进展,同时也大大丰富了全球古特提斯的科学内涵,在开拓造山带地层学、沉积地球化学等边缘学科方面,在提出和建立特提斯构造域造山带模型和大地构造理论方面,也作出了有创见的探索。

参加本项目研究的先后约有100余位研究技术人员。他们来自中国科学院地质研究所和南京古生物地质研究所、中国地质大学(北京和武汉),以及少数云南省地质矿产局第三地质大队的同志。他们的研究专长覆盖了地质、地球化学和地球物理学科的许多专业。

本书是该项目第一、第三课题主要成果的总结,并增补了该重大项目结题后我们承担的重点和面上基金项目(1993~1996)的新进展、新资料。它是在大量的野外调查和室内工作基础上,并收集综合了各个系统的地质队、院校、研究单位的成果写成的。第二子课题已有专著《滇西陆内裂谷与造山作用》(中国地质大学出版社,武汉,1996),第四课题的综合性论文也已在《地质学报》等核心刊物上发表。

本书共分八章,第一章由钟大赉、吴根耀撰写;第二章由钟大赉、赵永贵执笔;第三章的第一节由从柏林、翟明国,第二节由张传恒分别执笔;第四章第一节是在陈挺恩写的研究报告基础上由吴根耀负责删节写成,第二节由王自强执笔,第三节经钟大赉、吴根耀讨论后由吴根耀执笔;第五章的第一、二节由聂泽同和姜建军,第三、八节以及第四节中“扬子微大陆边缘”、第五节中“金沙江洋盆西缘、碧土洋盆东缘”由吴根耀,第四、五、六、七节由刘本培执笔完成;第六章是在从柏林、张旗筹划和组织下,第一、五节由张旗,第二、三节由赵大升、周德进,第四节由张雯华执笔;第七章由钟大赉负责撰写,其中合作者有赵靖(第一节)、张连生(第二、三节)、丁林(第四节);第八章由钟大赉执笔,并与吴根耀、张旗等进行多次讨论。初稿完成后,参加统稿的有钟大赉(第一章、第二章、第七章、第八章)、翟

明国(第三章)、吴根耀(第四章)、刘本培(第五章)、张旗(第六章)。最后统一清稿由钟大赉总负责完成。本书封面照片由聂泽同提供。

需要指出的是,本专著是项目组全体人员共同研究的结晶。有不少成果已在国内外学术刊物上发表。读者如有兴趣了解某些文章的细节,可参阅有关文献。其中重要的有:吴浩若、方宗杰、梁定益、冯庆来、方念乔、王毅、黄开年、张儒媛、张连生、赵靖、汪辑安、徐青、杨振德、许荣华等撰写的文章。

在完成项目中应提到野外和室内合作研究人员,他们是彭兴阶、刘样品、沙绍礼、罗万林(云南地质矿产局三大队);黄忠祥、韩松(中国科学院高能物理研究所);刘小汉、嵇少丞、吴海威、钟嘉猷、柯保嘉、应育浦、周云生、李红生(中国科学院地质研究所)、刘昌硕(中国地质大学)、周志澄(中国科学院南京地质古生物研究所);还有一批攻读博士、硕士的年轻人:何馥香、杨伟平、贾进华、姜建军、秦元季、谢学文、刘殿生、李涤徽、王训练、宋仁奎、侯泉林、仝来喜、陈福坤。他们也撰写了不少文章,为项目专题的完成作出了应有的贡献。

在本书付印前夕,特别要对鼓励和支持项目完成的叶连俊、王鸿祯、杨遵仪、郭令智、孙枢、李廷栋、马宗晋、欧阳自远、任纪舜、张国伟、张本仁、刘若新、周新民、李思田、王乃文等学者以及国家自然科学基金委员会地球科学部钱祥麟、马福臣、田兴有、应思准、刘长春先生们在支持和帮助项目管理方面作出了巨大努力,在此一并致以衷心的感谢!

我们不会忘记云南省地质矿产局范承钧总工程师、区域测量大队王义昭、熊家镛总工程师、局地质科学研究所丁俊所长等在野外调查中进行了有益的讨论和提供方便。

作 者
1998年3月

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 关于东、西特提斯和中国的古特提斯	1
第二节 区域研究简史	4
第三节 本项目的研究思路	7
第二章 地球物理场分区特征和岩石圈结构	9
第一节 研究区的大地构造框架和构造单元的划分	9
第二节 滇西地球物理异常和深部结构特征	12
一、重力场特征	12
二、航磁特征	14
三、大地电磁特征	15
四、地热场特征	15
五、人工地震测深剖面再解释	16
六、下岩石圈和软流圈构造	17
第三章 前古特提斯地质演化	21
第一节 前寒武纪基底特征	21
一、构造变质地层体的年代、展布	21
二、变质岩石学和变质作用	28
第二节 滇西前寒武纪基底岩系的变形构造解析	35
一、澜沧杂岩的构造	36
二、怕可杂岩的构造	41
三、讨论与结论	43
第四章 滇西早古生代构造演化	45
第一节 地层古生物区系及沉积环境分析	45
一、丽江—宁蒗区	46
二、大理—金平区	46
三、腾冲—保山区	46
四、耿马—西盟区	48
第二节 变质岩和构造—热事件	48
一、公养河群	48
二、西盟群	50

三、构造-岩浆事件·····	52
第三节 原特提斯大陆边缘和构造格局的讨论·····	54
第五章 古特提斯地层沉积记录·····	56
第一节 晚古生代地层记录·····	57
一、保山地层区·····	58
二、腾冲地层区·····	64
三、思茅地层区·····	67
第二节 滇西晚古生代生物地理区系·····	67
一、早二叠世冈瓦纳相生物群·····	68
二、泥盆-石炭纪古生物群·····	72
第三节 稳定陆块沉积·····	73
一、扬子微大陆·····	73
二、缅甸马微大陆·····	74
三、中间地块·····	75
第四节 被动大陆边缘沉积·····	76
一、耿马被动陆缘·····	76
二、源区存疑的被动陆缘·····	82
三、扬子微大陆边缘·····	89
第五节 活动大陆边缘沉积·····	91
一、思茅地块西缘·····	91
二、思茅地块东缘·····	94
三、金沙江洋盆西缘、碧土洋盆东缘·····	94
第六节 深海洋盆沉积·····	95
一、昌宁-孟连洋·····	95
二、其它洋盆·····	100
第七节 洋岛、海山碳酸盐台地·····	100
第八节 三叠纪海槽沉积·····	104
一、潞西海槽·····	104
二、上兰裂堑·····	104
第六章 古特提斯演化的火成岩石学记录·····	107
第一节 蛇绿岩·····	107
一、分布和时代·····	107
二、岩石组合·····	109
三、岩石学和地球化学·····	109
第二节 板块内部岩浆作用·····	118
一、洋岛火成岩组合·····	118
二、陆内火成岩组合·····	121
三、碰撞后火成岩组合·····	130
第三节 岛弧或活动陆缘火山岩·····	137

一、火山岩组合	137
二、侵入岩组合	144
第四节 中、酸性侵入岩	145
一、分布和时代	151
二、花岗岩类型和岩石组合	152
第五节 古特提斯岩浆活动与威尔逊旋回	163
一、威尔逊旋回的岩浆活动记录	163
二、滇西古特提斯岩石圈地幔的演化	167
第七章 古特提斯俯冲-碰撞构造的几何学和运动学	171
第一节 昌宁-孟连碰撞接合带	171
一、耿马前陆褶皱-冲断带	171
二、昌宁-孟连构造混杂带	173
三、临沧增生楔逆冲-推覆带	176
四、澜沧江后陆褶皱-冲断带	178
第二节 墨江碰撞接合带	179
一、蛇绿构造混杂岩带	179
二、前陆褶皱-冲断带	182
三、增生楔褶皱-冲断带	183
第三节 金沙江碰撞接合带	184
一、前陆褶皱-冲断带	185
二、蛇绿构造混杂岩带	186
三、喜马拉雅期陆内走滑断裂	186
第四节 高黎贡碰撞构造带	189
一、主高黎贡推覆体	190
二、构造混杂岩带	191
三、前陆褶皱-冲断带	191
四、喜马拉雅期陆内走滑断裂	192
第八章 滇川西部特提斯带岩石圈构造演化模型	194
第一节 原特提斯演化阶段	196
第二节 古特提斯演化阶段	198
一、古特提斯演化是在原特提斯的被动大陆边缘的基础上发展起来的	200
二、古特提斯洋具多岛洋格局	200
三、古特提斯主洋盆演化经历了较为完整的威尔逊旋回	202
四、金沙江-墨江支洋盆的演化	207
五、古特提斯洋盆的连接与迁移	208
六、古特提斯洋形成与消亡的古地磁证据	209
七、古大陆离散与会聚机制的探讨	212
八、特提斯域演化中值得进一步探讨的几个问题	215
参考文献	218

第一章 绪 论

“滇川西部特提斯带岩石圈构造演化”是国家自然科学基金委员会“七五”期间设立的重大项目。项目的总目标是以滇西为重点研究区,研究古生代以来,特别是晚古生代—三叠纪时期各个陆块、大陆边缘、活动带的演化特征,查明古特提斯带的陆壳开裂、洋壳消减、碰撞的演化规律,以及晚三叠纪以后的沉积盆地的演化,大规模的喜马拉雅运动对古特提斯构造格局的改造,以期建立特提斯带和大陆边缘岩石圈的构造演化模型。

本专著是该项目的主要研究成果,并增补了该项目结题后我们承担的重点和面上基金项目(1993~1996)所获得的新进展和新资料。是在大量的野外和室内工作的基础上,并引用和收集了云南省地质矿产局和冶金、煤炭等系统的地质单位历年来的地质填图和找矿勘探资料,特别是70年代以来的覆盖滇西地区1:20万区域地质测量报告和一些数据。此外,还有中国科学院、地质矿产部、高教系统的院校、研究所在80年代以来在滇川西部进行了不同学科的专题研究成果。所有这些成果和实践经验,都对我们有很大的启发和帮助,使我们的研究工作得以顺利进行,获益匪浅。应该说,专著的问世,一些立论观点的提出,是一项集体研究的阶段总结。它展示了所有在滇川西部工作的中国地学工作者默默奉献、孜孜不倦地探索科学奥秘的可贵精神。我们谨以此书献给支持本项目的国家自然科学基金委员会和地学界的同行们,并望今后能继续得到支持和指导。我们相信,经过几代人的努力,定有可能建立颇具特色的大陆造山带理论和符合客观实际的大陆构造演化模型,为发展地球科学作出中国地质学家应有的贡献。

第一节 关于东、西特提斯和中国的古特提斯

1885年,M. Neumayr 根据侏罗纪动物群的分布,把一个横贯欧亚的赤道洋,称作“中央地中海”。1893年,E. Suess 将这个划分劳亚大陆与冈瓦纳大陆中生代(侏罗—白垩纪)的赤道洋命名为特提斯。从欧洲的阿尔卑斯,直到亚洲的喜马拉雅正是特提斯洋封闭,两大陆碰撞形成全球规模巨型构造带。100多年来,阿尔卑斯已成为欧美学者研究特提斯的故乡。许多地质概念、理论和新发现都源于对阿尔卑斯的详细研究,如 Abbert Heim 对推覆构造和平卧褶皱的研究成为徐士的名著《地球的面貌》的理论基础。20世纪初,E. Argand 以地槽学说为指导的阿尔卑斯演化史研究。60年代末板块构造和80年代碰撞大地构造学说的诞生,以及超高压变质岩的发现,使阿尔卑斯研究进入更高的理论层次,成为大陆碰撞构造研究的圣地。我国在70年代,在青藏高原发现的班公湖—怒江缝合线和雅鲁藏布江缝合线以及喜马拉雅山脉的形成也是特提斯洋消减、印度大陆和亚洲大陆碰撞的结果。

随着对特提斯研究的深入,全球古大陆复原,发现在晚古生代(C-P)时,还存在向东

张开的楔形大洋,即古特提斯(Bullard et al., 1965; Sengör, 1979, 1984, 1988; Huang and Chen, 1987; Sun et al., 1991)。按照这个概念,古特提斯在土耳其段已十分狭窄,更西至突尼斯便告闭合(图 1-1)。加之,由于阿尔卑斯运动的重要性和阿尔卑斯构造的复杂性,因此研究者的注意力往往放在中-新生代的构造演化上,而忽视古特提斯研究,把欧洲的前三叠纪的地层岩石,笼统地称为“海西期基底”。

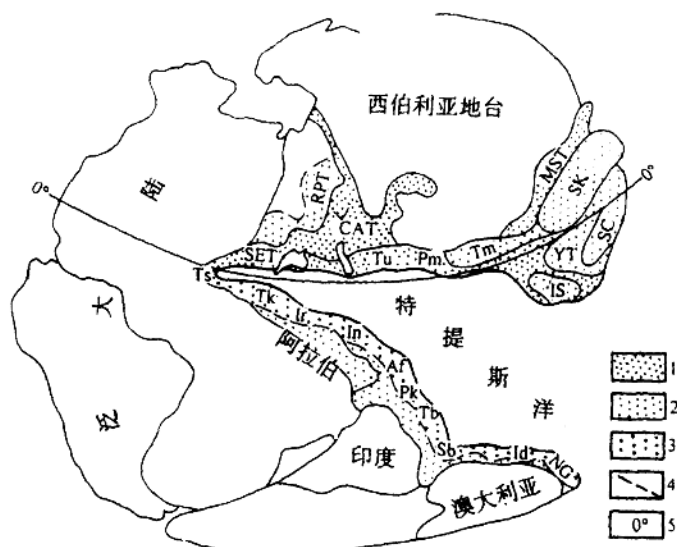


图 1-1 早二叠世时期特提斯分布略图

(据黄汲清、陈炳蔚, 1987)

1. 地槽或次稳定地区的沉积; 2. 前震旦纪地台及地块上的沉积; 3. 将来的互换构造域内的沉积; 4. 互换构造域的界线; 5. 假定的二叠纪赤道位置

北特提斯: RPT 俄罗斯地台特提斯; U 乌拉尔冒地槽; SET 南欧特提斯; CAT 中亚特提斯; Tu 图兰; Pm 北帕米尔; Tm 塔里木特提斯; MST 蒙古-锡霍特特提斯; SK 中朝准地台; YU 扬子特提斯; SC 华南特提斯(加里东褶皱之上); IS 印支地块 南特提斯; Ts 突尼斯; Tk 土耳其; Ir 伊拉克; In 伊朗; Af 阿富汗; Pk 巴基斯坦; Tb 西藏; Sb 中缅地块; Id 印度尼西亚; NG 新几内亚

近年来,随着 IGCP(国际地质对比计划)No5“阿尔卑斯-地中海造山带海西期和前海西期事件”、IGCP 第 233 项“欧洲和环大西洋古生代造山带中的海西期地体”的实施,欧洲的特提斯研究有重大的改观。如 IGCP No5 项目的最终报告中有三叠纪蛇绿岩的报道(Haydoutov, 1987)。基于高加索及土耳其的研究,Adams 等(1987a, 1987b)提出特提斯洋是继承古特提斯发育的,因而需要在“Tethys”一词前加若干前缀,即 Paleo-, Meso- 和 Neo-, 来表示古地理概念上的一个长期发育的特提斯洋的不同演化阶段。以后,因晚里菲期和文德纪洋壳的发现而提出了“Prototethys”词(Puchkov, 1988)。IGCP 第 233 项进一步发展了这些成果(Matte, 1990)。80 年代末至 90 年代初,不仅在复杂的阿尔卑斯造山带和喀尔巴阡造山带内发现了古生代洋壳的残片(Sengör, 1989; Kozur, 1991; Neubauer et al., 1995)和保存相对完好的大陆边缘沉积,由此提出了对欧洲大地构造的

新认识(Nance and Murphy,1994)。上述在欧洲特提斯的研究进展暗示,古特提斯是一个横贯欧亚的洋。

许多研究者设想,古特提斯是一个向东张开的洋,它的遗迹主要保存在亚洲地域,因而引起了国内外地质学家的广泛兴趣。自80年代中期,开展了大规模的调查研究,本书就是这些调查研究的成果之一。研究表明,我国的青藏高原及其周邻地区,特提斯发育齐全。它经历了原特提斯、古特提斯和新特提斯三大演化阶段(潘裕生,1991;李兴振等,1991;钟大赉和丁林,1993)。其中尤以滇川西部发育最好,保存最好,是研究古特提斯演化最理想的天然实验室。

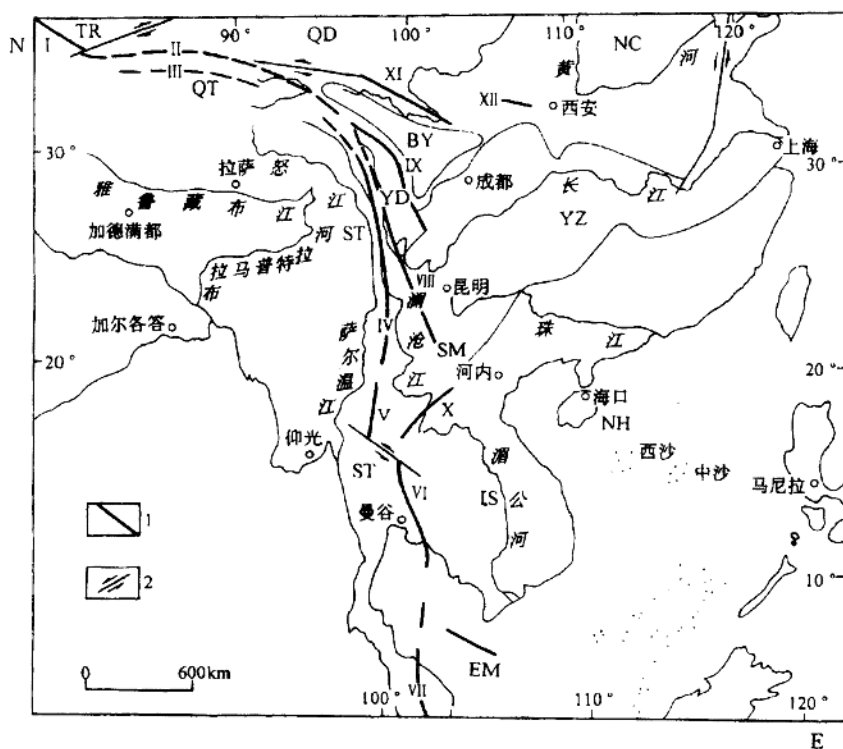


图1-2 中国及东南亚古特提斯的缝合线(或主要构造带)

(据潘裕生,1990;Wu Genyao,1997修改)

古特提斯缝合线:I 西昆仑(麻扎-康西瓦+红山湖);II 南昆仑+可可西里;III 茶布-查桑;IV 碧土-昌宁-孟连;V 清迈;VI 庄它武里;VII 文冬-劳勿;VIII 金沙江-墨江;IX 甘孜-理塘;X 难河;XI 阿尼玛卿;XII 勉略 微大陆;QT 羌塘;TR 塔里木;NC 华北;ST 缅甸马;IS 印支;EM 东马来亚;NH 南海;YZ 扬子地块;QD 柴达木;BY 巴颜喀拉;YD 义敦;SM 思茅

已有的研究结果证明,古特提斯覆盖了东亚、东南亚宽广的地域,其主缝合线即本书要重点讨论的昌宁-孟连带,南延接泰国西部的清迈带(图1-2)。泰国东南部的庄它武里(Chanthaburi)带实际上是清迈带的南延,是被北西向断裂左行错断。庄它武里带向南

中国西南三江地区位于冈瓦纳大陆与欧亚大陆的接合地带,历来为中外地质学家所

延经暹罗湾后可与马来西亚的文冬-劳勿带构成亲冈瓦纳的缅泰马微大陆的东界。昌宁-孟连带向北接碧土带,已在滇西北和藏东发现了古特提斯洋壳(钟大赉等,出版中)。该带的西延尚有争议,较多的意见倾向于是龙木错-双湖带,也有人认为该带只是大陆裂谷带,称茶布-查桑裂谷(胡承祖,1986)。更西,西昆仑山区有三条缝合带(潘裕生,1991;邓万明,1995),北带称库地-苏巴什带,是早古生代的蛇绿岩;南带称红山湖带,分隔了其南的藏北微大陆(羌塘地块)和其北的甜水海地块;中间的带称麻扎-康西瓦带,它分开了其北的塔里木微大陆和其南的藏北微大陆。

碧土-昌宁-孟连带以东的古特提斯分支洋盆,在川滇藏交界区称金沙江洋盆,南延至云南哀牢山区称墨江洋盆。分开了思茅地块与扬子微大陆。思茅地块曾是印支微大陆的一部分,因难河(Nan River)洋盆的打开才从印支微大陆上分裂出来,该洋盆的遗迹见于泰国东北部的难河一带,北东延入老挝的琅勃拉邦。顺便说一句,越南北部的马江(Song Ma)带是原特提斯的缝合线。

金沙江缝合线以东,在川西地区有甘孜-理塘缝合线。两者间隔义敦地块,属扬子微大陆。金沙江带和甘孜-理塘带向北西延伸,可能在青海东南的玉树处汇合。

青海东南部的阿尼马卿缝合线(许志琴等,1992)也是古特提斯分支洋盆闭合后的缝合线,分开了其南的巴颜喀拉地块(属扬子微大陆)与其北的柴达木地块(可能属塔里木微大陆)。其向西延伸可能转换为一走滑断层,不过应在可可西里地区注意寻找古特提斯洋盆的遗迹。向东,在甘陕交界处的勉县-略阳带(简称勉略带,见张国伟等,1995)也代表了晚古生代发育的洋盆,分开了扬子微大陆与华北微大陆。

从上述东亚、东南亚古特提斯缝合带展布来看,东古特提斯是一个开阔的多洋盆、多陆块(包括洋岛)相间的多岛洋体系。1)其主洋盆是分隔冈瓦纳大陆和古欧亚大陆的陆间洋盆,洋盆演化各个阶段(大西洋、太平洋和地中海阶段)都发育不等数量的洋岛;2)靠近古欧亚大陆一侧,是一个复杂的大陆边缘,由若干个被大小不等的地块分隔的陆内小洋盆构成;3)印支微大陆、东马来亚微大陆可认为是古特提斯大洋中的中间地块,其生物区系属扬子省,也可称为亲扬子地块。至于塔里木微大陆和华北微大陆以北也有晚古生代的地缝合线发育,它们代表的洋盆一般认为属古亚洲洋。

值得一提的是,中俄朝三国交界处最近的重要发现是冈瓦纳相的生物组合(詹立培和邵济安,1993),因而吉林延边开山屯的蛇绿岩可能是古特提斯洋的记录(邵济安和唐克东,1995)。东南沿海地区发现了印支期的前陆褶皱冲断带(侯泉林等,1995),反映古特提斯演化阶段曾发育过倾向东南的被动大陆边缘。另据福建等省的区域地质志,已发现属冈瓦纳古生物地理区 *Monodioxodina*。因此,在我国东南沿海地区应注意寻找古特提斯洋壳的残片。

上述研究新进展暗示,中国东部也可能属特提斯构造域。这不但丰富了特提斯的内容,而且提出了东亚的特提斯带与环太平洋构造带的演化关系,将是研究全球特提斯演化和古大陆再造必须回答的一个重要理论问题。

第二节 区域研究简史

中国西南三江地区位于冈瓦纳大陆与欧亚大陆的接合地带,历来为中外地质学家所

瞩目。70年代末及80年代初,国外有些学者已从全球构造角度明确指出了该区古特提斯的存在(Hsü and Bernoulli, 1978; Sengör, 1979, 1981, 1982; Sengör and Hsü, 1984)。李春昱在编制亚洲大地构造图时,从板块构造角度探讨了这一问题(Chunyu Li, 1980; Chunyu Li et al., 1982)。黄汲清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)。这一时期云南的地质学家们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(段新华和赵鸿, 1981; 杨嘉文, 1982);之后王培生(1986)又报道了德钦-奔子栏的蛇绿岩套,澜沧变质带南段高压变质作用及其时代的确定(彭兴阶和罗万林, 1982; 周维全和林文信, 1982);王义昭(1983)报道了腾冲、保山的含砾地层,并认为是分布于冈瓦纳大陆边缘的冰碛砾岩;曹仁关(1986)发表了类似的观点;方润森(1983)和蓝朝华等(1983)发现了石炭-二叠纪的冈瓦纳-特提斯相古生物组合。在其北邻的川西地区(张之孟和金蒙, 1979; 刘宝田等, 1983; 胡世华等, 1983; 侯立玮等, 1983; 曲景川, 1984; 王连城等, 1985)和南邻的泰国(Bunopas and Vella, 1983; Macdonald and Barr, 1984)、越南(Xinh, 1981)等地蛇绿岩套的发现,更进一步支持了滇西地区应保留有古特提斯残迹的设想。该区的大地构造属性长期以来被认为是“三江印支褶皱带”,熊家镛(1984)和范承钧(1983)对海西运动和印支运动分别作了研究,对该区地壳演化史的认识也有推进作用。

限于当时的认识水平,有人试图用板块构造解释滇西的地质现象(范承钧, 1982; 王铠元, 1985; 王铠元等, 1983),但将红河断裂、柯街断裂和怒江断裂(云南境内)等视为缝合线或板块接合带,至今缺乏应有的依据。由于对与澜沧高压变质带配套的高温低压变质带位于其东或其西有不同认识,以及把大量深水或远洋沉积的泥盆系-三叠系当作滨-浅海沉积,都阻碍了对古特提斯演化特征的正确认识。对昌宁-双江带与藤条河带中那一个带代表主缝合线及其北延问题的认识分歧更大。有的甚至认为,滇西及南邻地区不存在二叠-三叠纪的蛇绿岩套;因而无古特提斯的发育可言,“古特提斯应到缅甸去寻找”的观点(Gatinsky and Hutchison, 1984; Helmcke, 1985; 邓家藩, 1987)。

近年来,从不同的角度和侧面对三江地区的古特提斯进行了研究并取得了不少进展,主要成果是:

地质矿产部的“三江地区金属矿产成矿特征及分布规律”课题,对滇西及邻区的几条缝合线持如下的观点:藤条江带的洋盆于晚三叠世封闭,向东俯冲;昌宁-双江带的洋盆于三叠纪封闭,向西俯冲;甘孜-理塘带的洋盆于侏罗纪初闭合,可能主要向西俯冲(李永森等, 1986)。

黄汲清和陈炳蔚(1987)按照古特提斯、中特提斯和新特提斯的思想,认为前者是晚石炭世张开的,早二叠世进入全盛期,晚二叠世闭合。冈瓦纳与欧亚大陆碰撞,古特提斯的历史结束;三叠纪时重新裂开,发育中特提斯。早二叠世时古特提斯洋呈向西尖灭的楔形。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、羌塘地体北缘进入中帕米尔(北主缝合带)。北主缝合带与中特提斯带第三纪时最终闭合形成的南主缝合带之间的部分称互换构造域(相当“基墨里大陆”)。陈炳蔚等(1987)还强调原称的“三江印支褶皱系”内有加里东期、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,但已遭后期构造破坏。

中国科学院组织的横断山区综合考察,对本区的蛇绿岩套和义敦型、阿拉斯加型镁

铁-超镁铁岩进行了详细研究,指出昌宁-孟连带是古特提斯的主缝合线,路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蛇绿岩的多样性和造山带中镁铁-超镁铁岩的成对分布特征(张旗等,1984,1985,1986,1987a,1987b,1988,1992;张魁武等,1988; Zhang and Li, 1989; Zhang et al., 1989),并指出了洋盆中发育有洋岛火山岩(李达周等,1986; 张魁武等,1986)。对孟连地区广为出露的硅质岩开始了放射虫地层学的研究(李红生,1986; Wu and Zhang, 1987)。

云南省地质矿产局(1990)认为古特提斯地槽是主要形成于石炭-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,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-哀牢山断裂带,但(除金沙江断裂带外)未形成真正的蛇绿岩套;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-璐西微板块与兰坪-思茅板块之间还有昌宁-孟连和双江-澜沧两个微板块与后者同属欧亚板块,印支运动在华南主要表现为造陆性质,三江地槽是早始新世之后回返的。韩乃仁等(1991)则据澜沧老厂矿区有扬子型和冈瓦纳型的蠕的混生现象而把昌宁-孟连微板块划归冈瓦纳古陆。

罗君烈(1990)认为滇西的古特提斯分为东西两支,西支为孟连带,东支为云岭-墨江-金平带(洋壳记录以云岭带最好),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,二叠纪末洋盆闭合,三叠纪进入大陆岛弧阶段。范承钧和张翼飞(1993)则认为滇西有四条缝合线:红河(元古大洋向东俯冲),澜沧江(晚海西-印支早期,向西俯冲),金沙江(转换断层)和怒江(侏罗纪-早白垩世,主体在西藏,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。

Sengör 和孙枢等认为碰撞造山是一个均变的过程,不同意地槽学说中的褶皱幕概念,用印支造山带(Indosinides)一词代替曾广泛使用的印支造山运动(Indosinian orogeny)。古特提斯的发育始于晚石炭世,结束于三叠纪,总体呈三角形,为一多岛海格局,其缝合线在滇西为澜沧带和哀牢山带。古特提斯的闭合诱发了其南的新特提斯的形成,位于古特提斯缝合线与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的造山带(braid)(李继亮,1988; Sengör et al., 1989; Sun et al., 1991; 森格, 1992)。IGCP 第 321 项“冈瓦纳的离散和亚洲的增生”也对三江地区的古特提斯进行了热烈的讨论,并形成两种主要观点。一种观点基本同意黄汲清和陈炳蔚(1987),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至三叠纪,主缝合线为碧土(大致相当罗君烈的云岭带)-昌宁-孟连。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-早石炭世时有过一个泛大陆,早古生代及更早的海盆或洋盆等均与特提斯无关。另一种观点则认为,如果特提斯是欧亚大陆与冈瓦纳大陆之间的分界的话,那么,震旦纪-早古生代时这一大洋也是存在的(建议称“原特提斯”),主洋盆为天山-蒙古-兴安洋盆,祁连-秦岭地区也有洋盆发育,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)。

综上所述可以发现,对滇西三江地区大地构造的理解,一直存在着板块构造和地槽-地台这两大思潮(当然还有别的观点,如地质力学、地体等);热烈的百家争鸣既反映了该

区的研究程度相对较低,也说明该区对中国地质和特提斯研究的重要意义。

第三节 本项目的研究思路

70 年代全球板块构造理论的兴起,固体地球科学进入了以“活动论”观点探讨大陆构造的形成历史。经过 20 多年研究发现,大陆岩石圈远比大洋岩石圈复杂,大洋岩石圈是 200Ma 以来形成的,比较简单,可以用地幔对流圆满解释大洋的历史——大洋的扩张、俯冲、岛弧的形成。但大陆岩石圈内部是由不同时期的地块及其间的造山带拼合而成,经历了约 45 亿年历史,相当复杂,远非用简单板块模型所能说明的。大陆构造面临的问题是:1)现今大陆动力学问题,即现代地壳运动(变形)、火山活动和地震的动力学耦合问题;2)如何复原 2 亿年以前大陆和海洋的历史,大陆是怎样增长的?3)如何追溯地质时期岩石圈和软流圈的演变及古板块运动的动力学机制。第一个问题有许多地球科学家正在从事这方面的研究,它直接与人类生活环境、地质灾害的防治密切相关。第二个问题是“板块构造”上陆后遇到的最大的挑战。古洋盆的重塑、大陆碰撞遗迹的厘定和古板块运动学、动力学的确定都是一些难题。古洋盆的遗迹保存在造山带内,而其地层—沉积记录经历多次变位后,原来的框架已变成无序的组合。研究大陆造山带应首先研究形成的时空约束条件相对较为简单,容易剥掉后期叠加构造的地区。我们选择滇川西部特提斯带作为研究对象,就是考虑研究区 4~2 亿年前演化记录保存较好,中、新生代以来的叠加变形对它的改造的边界条件和动力学条件较为明确。因此,研究大陆构造一定要找典型的、年轻的、简单的造山带为突破口。全球造山带的研究实例多半是根据这个原则挑选的。

大陆造山带是保存古大洋消亡的残迹的地方,即通常把蛇绿岩作为古大洋洋壳的代表。经过近十年的研究认为,变冷的洋壳在大洋底仅能保存 10Ma,因比重大又下沉到地幔中去。蛇绿岩可以形成在不同环境,如大洋中脊、岛弧、边缘海、大规模剪切拉张形成的洋盆,再加上大陆边缘裂解的残块,海山因其浮力都可能随洋壳消减而增生到大陆边缘。因此,复原大洋盆的性质和规模应从古大陆边缘开始,如能肯定有 Ce 负异常的远洋深海沉积和岛弧火山岩的存在,就意味宽广洋盆的存在和洋壳曾经历了消减。岛弧火山岩的 Ce 异常,证明远洋深海沉积俯冲岩浆源区,而岛弧型和边缘海型洋壳分别和活动大陆边缘和被动大陆边缘沉积共生。在大陆中寻找消失的海洋应以综合研究大陆边缘(包括被动的、活动的),远洋、深海沉积和洋壳残片作为突破口。

通常,大陆造山带,尤其是中国大陆造山带经历了多阶段的演化历史,我们研究的冈瓦纳古大陆和劳亚古大陆之间的会聚,组成超级联合古大陆,然后离散,向古亚洲大陆增生是一个长期而又复杂的演化历史。它们的组合及其相对位置在各地史时期是不断变化的,讨论特提斯造山带应按大的构造阶段去考察各个陆块的组合和演变。第一,要建立时空参照系,研究稳定陆块基底形成和归属、上覆盖层、地层古生物区系和古位置,是确定古洋盆时空演变的参照系。第二,要以活动论为指导,运用构造地层学观点,厘定造山带内各个地层系列,建立不同构造演化阶段不同环境下的地层组合。尽量运用微体古生物研究深水 and 疑难哑地层的时代,建立古大陆边缘洋盆演化的时间坐标。第三,要正确识别不同地层——沉积系列的形成环境,用现代岩石学的新理论和新方法,确定每一岩类形成的构造环境,即使同一岩类,可以形成在不同环境。建立岩石地球化学和岩石大地构造的指

标是复原洋盆演化的成败关键。第四,要建立大洋体系概念,一个洋盆,尤其是两大大陆之间的洋盆,具复杂的构造古地理面貌,它可能包括陆棚、斜坡、海隆、海底高原、深海平原、洋脊、洋岛(海山)、岛弧、海沟等单元,此外,还有复杂的大陆边缘,如裂离的微陆块、裂陷槽(海槽)和陆间洋盆。由于大陆壳密度小引起的浮力作用,陆壳残片和大陆边缘沉积被推挤拼接增生到大陆上,而洋壳常常俯冲消减掉,因而造成没有大洋盆,而是一些小洋盆或海槽的假像。第五,要从威尔逊旋回概念探讨洋盆的演化。现今洋盆的演化过程,都是经历了大陆离散、裂解、洋盆形成而后俯冲、消减,大陆会聚碰撞的历史,必然形成与离散和会聚有关的岩石组合系列。这种组合系列在空间上相当纷繁,并随着演化各个阶段,它们在横向上迁移,垂向上转化。必须运用综合的方法,对不同类型构造岩石组合单元给予确定的地质时限和比较合乎实际的构造古地理定位,从而有可能追索造山带内各种地质体与古板块构造运动之间的联系,给出可靠的时空坐标。威尔逊旋回给出洋盆演化总的趋势,可以帮助我们时从时空上分析和理清造山带内已变位的地质体之间的联系。诚然,一个地区具体到已消失的洋盆,每个演化阶段并不完全相同,有时某一阶段发育不好,记录缺失或保存不好。例如大陆裂解初期记录往往缺失,这可能与早期洋盆不是在大陆内部孕育的,而是在大陆边缘或在大陆内微陆块间的残余海盆的基础上发展起来的。因而,洋盆演化初期并没有裂谷阶段的记录,而直接以小洋盆作为大洋盆演化早期阶段。相对来说,微陆块间的小洋盆是陆块边缘裂离而形成的洋盆,早期裂谷型的沉积-火山发育较好。典型的例子如红海洋盆。第六,造山带是先前洋盆的各个单元强烈变形、变位、叠置的最后结果,复原洋盆必须从三维上弄清基本的构造框架,把各个单元尽可能给予正确构造古地理定位。有些地质体已下冲消减,仅仅是一些残片,但它却代表了洋盆重要组成单元,如洋壳、洋岛、远洋、深海沉积。拼贴到大陆地壳上部的现今看到的地质体也是残存的一部分,一部分已剥蚀掉了,一部分很可能在地壳下部,而後者的结构和构造与浅部的完全不同。因此,地球物理与大地构造相结合,对造山带构造进行三维综合研究是至关重要的。第七,还应注意的,已拼合的块体通常卷入另一期构造热事件或陆内变形。所以,一个受后期构造叠加的造山带,地壳浅部和深部、下岩石圈与软流圈各个层次的构造变形和运动学是不尽相同的。用地表出露的构造形迹去推演块体运动学必需慎之对待。尽可能地剥掉陆内构造或后期叠加构造,对古老造山带的变形-变质-变位的改造,把先前构造“归位”,是研究古特提斯演化历史必经之路。第八,一个造山带构造运动不仅仅限于地壳范围内的运动,而且涉及整个岩石圈和软流圈的耦合运动。对研究区地球物理场及其结构尽可能给予时间约束,并与块体运动学、动力学分析结合,找出深部物质运动与大陆岩石圈演化之间的关系,是研究大陆岩石圈动力学的前沿课题,也是本次研究和今后研究的方向。

第二章 地球物理场分区特征 和岩石圈结构

滇川西部即横断山区是青藏高原的一个组成部分。我们研究的古特提斯位于横断山区内,它南北延伸达千公里以上。它东邻扬子地块,西接东缅地块,北与塔里木地块、柴达木地块为界。

自 1893 年 Suess 把划分劳亚大陆与冈瓦纳大陆中生代(J-Cr)赤道洋称做特提斯洋以来,已经 100 多年了。有关特提斯的概念和内涵,不断进行修正。近十年来,全球古大陆复原发现两大古陆之间,在晚古生代(C_3-P)时期还存在三角形的向东张开的特提斯(Triangular Pangaeen gape; Sengör, 1979, 1984, 1988)或剪刀形特提斯(scissor-shaped Tethys; Huang and Chen 1987; Sun et al., 1991),称作古特提斯。古特提斯体系最后封闭在晚三叠世—早侏罗世。我们把中生代—古新世封闭的海洋,称为新特提斯。古特提斯洋残迹自欧洲阿尔卑斯、喀尔巴阡山向东经土耳其、伊朗、阿富汗、中国藏北与藏东,再急转至川滇西部,然后伸向中南半岛。由于强烈晚中生代末古新世构造变形的叠加和中新生代沉积的覆盖,欧洲和西亚的古特提斯蛇绿岩遗迹保存不好。相反,在中国境内古特提斯遗迹出露较连续,尤其是滇川西部发育最齐全,样式也多,保存也好。因而该研究区是了解古特提斯演化程式、探讨劳亚大陆与冈瓦纳大陆拼合历史的关键地区。由于该区地处中国边陲,地形复杂,交通不便,研究程度差,因此对古特提斯的性质、规模和存在时限有不同认识,如没有大洋,只是裂谷、海槽,至多是小洋盆(云南省地质矿产局, 1990)。关于古特提斯演化时限也有不同看法,如晚石炭世—二叠纪、早石炭世—二叠纪和泥盆纪—三叠纪等等。

第一节 研究区的大地构造框架和构造单元的划分

我们在研究区确定了几个重要的古特提斯缝合带和大小不一的地块,它们相间排列,缝合带由东而西有甘孜—理塘(GL)、金沙江—墨江(JM)、碧土—昌宁—孟连(BZM)、潞西海槽(LT)。地块有扬子微大陆(YZ)、义敦(YD)、思茅(SM)、保山(BS)、腾冲(TC)。金沙江—墨江缝合带为喜马拉雅期红河—哀牢山走滑断裂带,碧土和昌宁—孟连带为喜马拉雅期澜沧江走滑断裂,潞西海槽与班公河—丁青带为喜马拉雅期高黎贡走滑断裂所错移(图 2-1)。

根据我们的研究,滇川西部特提斯带在显生宙以来的构造演化可分为三大阶段:1)前古特提斯阶段(或原特提斯阶段)(Z-O-S);2)古特提斯阶段(D-T₂-J₁);3)新特提斯阶段(T₃-N)。前寒武纪变质岩多为逆冲—推覆或逆冲—走滑断裂围限的构造岩片。原特提斯构造残迹也以岩片卷入古特提斯构造被活化或改造。新特提斯阶段,以发育中新