

地质矿产部“八五”科技攻关“三江”项目丛书

三江地区南段大地构造与成矿

王义昭 李兴林 段丽兰 黄志勋 崔春龙 著



地质出版社

地质矿产部“八五”科技攻关“三江”项目丛书

三江地区南段大地构造与成矿

王义昭 李兴林 段丽兰 著
黄志勋 崔春龙

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

作者通过对滇西南元江-思茅-澜沧-西盟和昌宁-保山-腾冲地质构造的综合研究,并将地表地质构造与深部地质构造研究相结合,揭示了三江地区南段区域地壳结构构造特征,总结了区内各地质构造单元特征及其相互的接触关系,为探讨建立区域地质构造的演化模式和区域成矿规律提供了可靠的依据。

本专著对从事特提斯构造域研究的生产、科研和教学的专家、学者具有较高的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

三江地区南段大地构造与成矿/王义昭等著.-北京:地质出版社,2000.5

ISBN 7-116-03027-1

I. 三… II. 王… III. ①区域地质-地质构造-研究-云南②区域地质-成矿作用-研究-云南
IV. P562.74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 58059 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:徐建峨 史欣然

责任校对:范 义

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:8 图版:4 页 字数:200000

2000 年 5 月北京第一版·2000 年 5 月北京第一次印刷

印数:1—500 册 定价:20.00 元

ISBN 7-116-03027-1

P·2095



(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前 言

地质矿产部将“西南三江地区铜、铅、锌、金、银、锡等矿产的成矿地质条件研究”列为“八五”期间重点研究项目，其中“三江地区构造变形与成矿背景综合研究”是其下设的二级课题之一。该课题主要通过对元江-思茅-澜沧-西盟和昌宁-保山-腾冲地质构造的综合研究，将地表地质构造与深部地质构造研究相结合，从而揭示区域地壳结构构造特征，总结区内各地质构造单元特征及彼此的接触关系，为探讨并建立区域地质构造演化模式、研究区域成矿规律提供了可靠的地质构造依据。

为保证研究任务的完成，使工作不致重复，该课题把研究的重点放在其他课题研究的中间地带（结合部），如造山带变质岩的变质变形特征；不同构造单元间界线性质等。工作中对正在进行的1:5万区调填图的地区，将课题研究与区调填图紧密结合；对没有进行区调的地区，我们选择重点地带进行资料的补充收集。从整个地区地质构造重要性的角度，我们将耿马和孟连地区列为本次研究的重点，由成都理工学院段丽兰、黄志勋和崔春龙负责研究。另外，对区内存在的一些关键问题，我们也进行了重点研究，如保山地区的上石炭统丁家寨组、腾冲地区的空树河组含砾岩系及芒市地区的公养河群等。在此项研究中，我们曾6次赴野外实地调查，观察地质路线1500 km以上，采集、收集可供利用的岩石标本及岩矿鉴定成果500件以上；古生物化石200件以上；地质路线剖面300 km左右，各类照片300余张，并引用了大量1:20万和1:5万的区调成果及分析测试鉴定资料。同时我们还收集了区内已有的大量物化探成果、地震资料和科研成果。

本专著由王义昭执笔编写完成，李兴林承担了岩浆岩资料的综合整理及部分初稿的编写。专著于1995年10月底在成都通过了由地质矿产部科技司委托地质调查局组织的评审验收。

在野外和室内工作中，一直得到云南省地矿局和成都地质矿产研究所有关领导的关怀和指导。该项目由云南省地矿局区域地质调查所组织实施。他们对该项目的研究工作给予了大力支持和帮助，为我们完成课题任务提供了可靠的保证。云南省区域地质调查所负责协调在区内承担1:5万区调填图的各分队与本项目研究组的密切配合，相互支持。专著初稿完成以后，刘宝珺、陈炳蔚、郝子文、潘桂棠、夏代祥、姚冬生、侯立玮等对全文进行了详细的审阅，并提出了许多宝贵意见。本书全部图件的清绘工作由刘晓蓉承担；全文整理工作由张西裕负责完成。在此，笔者向以上单位和个人表示衷心感谢，同时也向为我们提供各种资料的同志表示诚挚的谢意。

目 录

前 言

第一章 绪论	(1)
第二章 构造单元的划分及其特征	(4)
第一节 区域地质构造特征	(4)
第二节 构造单元的划分及其特征	(5)
第三章 构造单元间界线的性质	(51)
第一节 红河断裂带的特征及性质	(51)
第二节 扬子板块西缘的界线——哀牢山构造混杂岩带（缝合带）	(52)
第三节 阿墨江断裂带和无量山-营盘山断裂带以及泰国难河缝合带的关系	(55)
第四节 澜沧江断裂带	(56)
第五节 昌宁-孟连带	(57)
第六节 柯街断裂带	(74)
第七节 怒江断裂带	(74)
第四章 区域地球物理场特征及深部构造	(76)
第一节 布格重力异常特征	(76)
第二节 航磁异常特征	(76)
第三节 地壳结构及莫霍面特征	(77)
第四节 壳幔电性结构及变化	(78)
第五节 热流密度的分布特征	(80)
第六节 对区域深部构造特征的认识	(81)
第五章 区域地质构造演化	(86)
第一节 有关问题的讨论	(86)
第二节 区域地质构造演化认识的思路	(95)
第三节 区域地质构造演化小结	(96)
第六章 区域成矿作用与地质构造演化	(102)
第一节 区域成矿作用	(102)
第二节 地质构造演化与成矿作用	(109)
结束语	(113)
参考文献	(114)
英文摘要	(117)
图版说明及图版	(121)

第一章 绪 论

三江地区南段（云南省西南部）地处欧亚板块与印度板块结合部的东侧，为特提斯构造域东段的组成部分。该区由于交通相对方便，地质研究程度较高，某些地区、某些领域已经达到了较高的水平。因此，我们将研究的重点放在区内存在的重大基础地质疑难问题上和前人工作相对薄弱的环节上，特别是针对前人各种观点认识分歧上的野外地质证据收集方面。

为了能够正确估价我们工作所取得的进展，有必要简要回顾该区前人工作的一些重要研究成果及有关进展情况。70年代末到80年代初，按1:20万区域地质调查资料提供的信息，人们曾经把注意力集中在金沙江-哀牢山构造带上，将该带视为重要的板块边界（吴继远，1973；张之孟、金蒙，1974；段新华、赵鸿，1980等）。进入80年代，由于昌宁、孟连、澜沧等地区的1:20万区域地质调查工作相继完成，提供了该区有低温高压蓝闪片岩带和构造混杂岩存在的信息^①（彭兴阶、罗万林，1983等）。因此澜沧江带（含昌宁-孟连带）成为研究的重点，许多科研、教学单位竞相进行考察研究，大大推动和促进了该区的地质研究程度。仅80年代末到90年代初，就发表了各种专著和论文数十篇，对该带的地质构造特征和重要性进行了详细地讨论。其中以《三江地质志》（构造部分，1983）；黄汲清等（1987）；《云南省区域地质志》（1990）；王义昭等（1988）；刘本培等（1989，1993）；钟大赉等（1993）；莫宣学等（1992）；范承钧（1985）；范承钧、张翼飞（1993）；罗君烈（1992）；丛柏林、吴根耀等（1993）；吴根耀（1992）；方宗杰等（1991）最具代表性。

保山地区以地层发育为特点，三四十年代，古生代地层的研究就已达到了相当高的水平，有些成果至今仍不失其光彩。70年代末到80年代初相继完成的1:20万保山、腾冲地区区域地质调查，发现于晚石炭世存在有冰川-冰海相含砾岩系的信息（王义昭，1983），同样引起了热心研究冈瓦纳与特提斯相互关系的地质学家们的兴趣，近年也成为一个研究热点。尽管争论较多，但研究更为深入，对我们了解滨邻冈瓦纳边缘地带的大地构造属性以及特提斯与冈瓦纳界线的确定提供了颇有价值的证据。

三江造山带内发育众多的中酸性侵入岩、火山岩、镁铁-超镁铁岩带以及发育极好的变质岩带，一直是广大地质工作者关注的热门研究课题。80年代以来，云南省地矿局为配合滇西锡矿带的成矿地质背景研究，对区内的中酸性岩进行了深入系统的研究工作，已经发表专著（范承钧等，1989）。中国地质大学莫宣学、沈上越、朱勤文等与云南地矿局何昌祥、刘祥品等合作对三江地区火山岩的专题研究，系统地总结了区内火山岩的时空分布和演化特点，为深入研究和了解区域成矿地质背景和地质构造演化提供了依据，并在若干方面取得了新的认识和进展，如对区内沿金沙江带存在准洋脊玄武岩的认识、澜沧江“滞后”型岛弧火山岩的认识等，无疑都为深入了解和认识区内火山岩形成演化的大地构造环境开拓

① 段彦学等，1982，滇西澜沧、孟连一带混杂岩带的初步确定。

了新的思路(莫宣学等,1992;朱勤文、何昌祥,1989)。对区内存在众多的镁铁-超镁铁岩带,一直为构造地质学家所关注,由于早期的观点限制了对已有资料的认识和提高,尽管人们已经意识到了问题之所在,但因囿于资料的缺乏而举步艰难。即使在这种困难的条件下,广大地质工作者仍然坚持应用板块观点对其进行重新审查认识,并结合其他地质作用过程,将区内哀牢山带、昌宁-双江带(铜厂街等地)、潞西带等确定为古缝合线(俯冲带)存在的重要标志之一。刘朝基(1980)和邓家藩(1987)等先后对区内镁铁-超镁铁岩进行了比较系统的研究和总结,积累了丰富的资料。但是,真正系统全面而深入的研究工作是由中国科学院青藏高原综合科学考察队的张旗等(1992)完成,并著有“横断山区镁铁-超镁铁岩”。该成果较好地反映了区内镁铁-超镁铁岩的特征,并提出了若干具有独创性的见解,如对哀牢山双沟地区蛇绿岩的认识,新建义敦型镁铁-超镁铁岩体类型以及对昌宁-孟连带镁铁-超镁铁岩的认识等,为深入总结区域地质构造规律提供比较可靠的依据。

对变质岩的研究,历来是造山带研究的核心问题。在三江地区1:20万区调成果中,对区内各变质岩带的变质岩岩石学方面做了较多的研究和总结,同时做了部分有关同位素年代学和原岩的恢复,这些成果集中反映在“云南省变质杂岩”(薛玺会等,1989)和“云南省区域地质志”(1990)中。限于主客观条件,没有能把变质岩的构造变形特征进行充分研究。80年代后期,地质矿产部直管局主持编制的三大岩类1:5万区域地质填图方法指南(房立民等,1991;高秉璋等,1991;魏家庸等,1991;周维屏、陈克强等,1993)相继问世,1:5万云南区域地质调查均以新的观点和方法为指导进行造山带的填图,已相继完成哀牢山北段和高黎贡山南段部分,大大加强了变质岩区构造变形特征的研究。与此同时,云南省地质科学研究所和中科院地质研究所等单位也开展了哀牢山^①(钟大赉等,1989;吴海威等,1989)和澜沧江地区(丁俊硕士论文,1986;赵靖,1992;秦元季博士论文,1991)变质岩构造变形特征的研究,这些多项研究成果大大丰富了三江造山带中变质岩构造变形特征的内容,并在许多方面有所突破,提出了新的见解。

龙陵、澜沧、普洱等地区频繁而强烈的地震活动,为研究该区活动性断裂和新构造运动提供了极好的条件,云南省地震局对区内近期的中强震进行了较详细的调查研究,积累了丰富的资料,不仅为新的地表变形,同时也为了解区域深部构造的特点提供了丰富的信息。尤其是新近云南遮放至宾川间沿滇缅公路所完成的地学大断面研究成果,更为我们深入了解区内地壳深部构造特征提供了宝贵的资料(阚荣举、韩源、张双林等,1992)。云南省地矿局地球物理地球化学勘查队编制的“云南省区域物、化探资料综合研究报告”,收集整理了区域物、化探方面的重要成果,为我们分析认识区域地壳深部构造特征提供了重要的信息。

“七五”期间,三江地区的成矿地质背景研究取得大的进展,尤其是在铜、铅、锌、锡、金、银等矿种方面,不仅对典型矿床进行了深入的解剖,对若干典型矿床建立了成矿模式,并且对区域成矿地质背景有了更为深入的认识。三江南段典型矿床和成矿规律在许多方面取得了进展,例如哀牢山金矿成矿地质背景及老王寨金矿成矿模式的建立;澜沧江带火山岩岛弧的构造背景与成矿作用;区内中酸性岩的形成构造环境及有关的成矿作用等(罗君烈、杨荆舟等,1991;叶庆同等,1992;刘增乾等,1993;王增等,1995)。

① 丁俊,1988,哀牢山北段构造及控岩控矿特征研究。

三江地区南段是三江地区地质构造现象最为丰富、构造单元出露较全、地质研究程度相对较高的地区。它在东特提斯构造域形成演化的时空迁移变化规律和结构构造特征方面的研究中均具代表性，是世界上研究巨型复合造山带较为理想的地区之一。通过研究，我们认为，三江巨型造山带总的特点是具复合特征，即大造山带由大量现在已并入造山带的岛弧地体、微陆块以及走滑运动形成的碎块所组成，是由若干次级造山带及其间所夹持的具有不同演化阶段、不同成熟度的陆壳碎块所组合而成的造山拼接带，总体上表现为强烈变形、变位和变质的复杂构造带。因此，其内地层构造因素表现十分复杂，既有 Smith 型层序地层，也有部分有限 Smith 型的构造型地层，而构造变形强烈地段，则多表现为非 Smith 型的构造-岩层，甚至出现完全无序的构造混杂岩带。前两种类型基本上能反映原来沉积盆地的面貌，主要位于三江造山带的弱应变域（相对变形、变位较弱）部分；后两类则主要集中在一些山链组成的造山带内。这说明古特提斯演化阶段区内并不存在单一大洋环境，而是由规模不大的有限盆地（它们可以是深海槽/小洋盆）和同时存在的若干地块（微陆块/岛弧地体）所组成。由于盆地规模不大，因此，其后期闭合阶段的俯冲消减作用就不彻底，其内常保留着盆地阶段的某些特点。上述盆、块间隔的洋-陆演化格局，主要发生在晚三叠世以前。其早期阶段（早古生代），曾经存在过开阔的大洋环境，以广泛发育被动边缘型（大西洋型）沉积为主；早、晚古生代交接阶段，不同地区相继发生规模、强度不等的构造运动，使发育的广阔海域发生不同程度的闭合，其时间进程自志留纪末一直延续到早石炭世末。从总的特征看，空间上表现出自东向西的延续迁移，东部相对较早，向西向南则相对较晚。由于这种转变，我们完全有理由认为：区内古特提斯所表现的盆、块间隔的洋-陆演化格局，有可能是早古生代（也有可能是元古宙—早古生代）存在的开阔大洋（原特提斯）经改组迁移重新组合而成的。基于这种认识，把晚古生代—三叠纪阶段的古特提斯演化阶段，看成南、北大陆的改组迁移调整阶段似更恰当。之所以作此考虑，主要是因为南、北大陆间的中间地块群一般都具有过渡性的特点。

晚三叠世以后，区内除怒江断裂带以西地区外，大多已经拼接到了欧亚大陆的南缘，并转入陆内-陆缘演化阶段。只是到了喜马拉雅期的晚始新世—渐新世时，由于印度板块与欧亚板块的强烈碰撞，三江地区才最后结束了特提斯的演化历史，全面进入强烈隆升和伸展调节阶段。伴随该期强烈碰撞作用，三江造山带受到了强烈的陆内变形，致使三叠纪形成的老造山带又重新复活，表现出年青活动的特点。三江造山带这种复杂的演变过程，为区内矿产的形成和分布奠定了有利的基础，形成众多丰富的铜、铅、锌、钨、锡、金、银等矿产。

第二章 构造单元的划分及其特征

第一节 区域地质构造特征

研究区地处青藏高原向南延伸的三江地区（横断山脉）南段，西面和南面与东南亚地区接壤。云南保山、腾冲地区紧邻缅甸，与掸邦高原融为一体，除怒江河谷为深切割的高山陡坡地形外，多具块状地貌特征，多为中高山地形。腾冲附近中高山间为火山台地地貌。无量山以南的红河与澜沧江之间，地形北高南低，总体向南缓倾（山岭海拔由北 3000 多米向南降至 1500 m 左右），山谷相间，蜿蜒曲折，极像北端紧束而向南撒开的一把扫帚。研究区内复杂的地形地貌特征，恰好与其复杂的地质构造背景相呼应。一般区内大江、大河皆沿大断裂带或古板块边界发育。山脉则与碰撞造山带相吻合。由于该区地处横断山脉由紧束到向南撒开的部位，因此，地质构造上形成一种由大的断裂带、活动边缘沉降带与相对稳定的地块相间排列组合而成的特殊构造格局，前人称为条、块相间或盆、块间隔的构造组合格局（云南省区域地质志，1990）。但这种构造格局表现比较清楚的主要还是晚古生代至三叠纪。由于这种复杂的组合，以致对其大地构造的归属及性质认识差别较大。该区虽是古特提斯东段的重要组成部分，但对古特提斯的位置及特点认识却不一致。较多的人将澜沧江带视为古特提斯的主带，并将其作为冈瓦纳与欧亚的分界（李春昱等，1982；范承钧，1982；施琳等，1984；王义昭等，1988；谭雪春等，1991；方润森等，1991）；有的将昌宁-孟连带作为古特提斯洋闭合的缝合线（黄汲清等，1987；方宗杰等，1991，1992；李兴振等，1991）；还有认为昌宁-孟连带具有多岛洋的性质（刘本培等，1991；郭福祥、刘本培，1993）。从生物区（系）和沉积岩相特征看，柯街断裂表现了明显的控制性（郭福祥，1985，1990；王义昭等，1988；云南省区域地质志，1990）；也有将金沙江-哀牢山-藤条河断裂带作为重要分界线（王乃文，1984；黄汲清等，1984）。结合东南亚的地质特征考虑，如果将思茅地块视为印支地块的北延部分，那么，昌宁-孟连带、澜沧江带与哀牢山-藤条河带具有同等的重要性（王凯元等，1987；王义昭等，1988），并以此为基础提出云南古特提斯地槽在石炭—二叠纪时期为互相分隔的数条深海槽或小洋盆组成的地槽体系（王义昭等，1988；云南省区域地质志，1990）。滇西古特提斯更可能由一系列宽窄不一、发育历史各异的较小洋盆及陆间海组成（方宗杰等，1991）。上述认识虽有所不同，但其中共同点是扬子地块与冈瓦纳之间的范围内存在着一系列中间地块（微陆块和地体）。它们可以是大陆分裂出来的块体，也可以是俯冲带上的岛弧发展起来的中间地块，呈现为由若干变质变形带、造山带或走滑剪切带与不同块体呈逆冲-推覆的叠覆、走滑拼接而组合成的巨型复合造山带，造山后伸展作用的特点，在各构造单元间的构造变形特征上的表现均为明显。值得注意的是，由于印度板块与欧亚板块在喜马拉雅期（约 45 Ma 前）的强烈碰撞作用，区内的构造格局遭受了强烈的陆内变形，使原有的构造格局发生了明显的变形变位和扭曲，造成区内

一些构造带或构造单元的空间延伸和衔接关系已经变得模糊不清,对此,我们不能仅根据其现代位置上的远近和方向来进行确定,应着重对各种地质作用过程的相对时空关系的相关性进行研究。

第二节 构造单元的划分及其特征

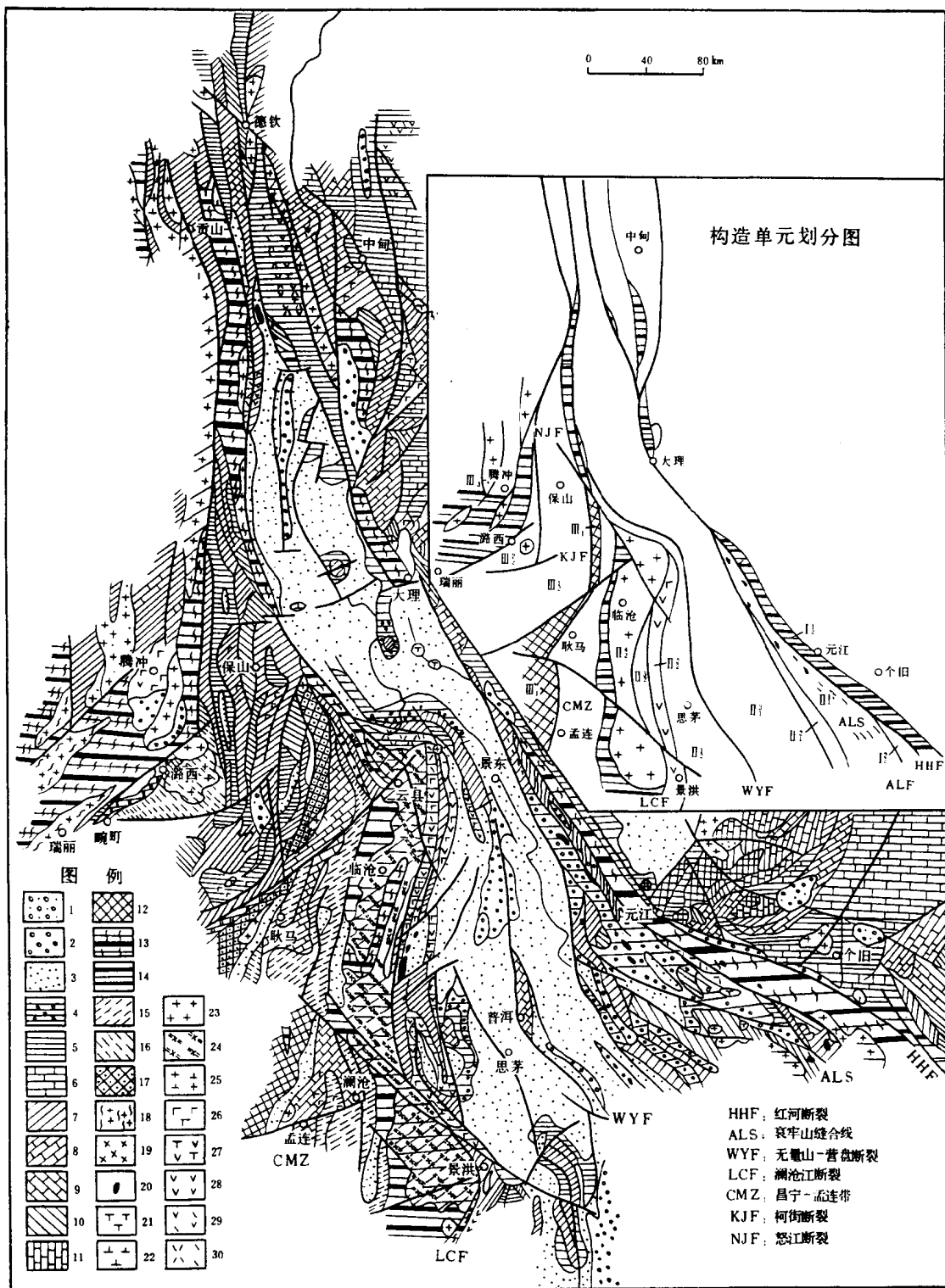
笔者以板块构造观点为指导思想,并将晚古生代至三叠纪阶段作为重点研究时期。大陆构造变形中大的造山带具复合特征,其中由大量现已并入造山带的岛弧以及走滑运动形成的碎块组成(A. M. C. Şengör, 1992),绝大部分原属不同大陆边缘的不同构造单元的拼合。其道理非常简单,大洋不管发展演化到威尔逊旋回的那一个阶段消亡,最终必定是以原板块边缘地带形成的岛弧与分裂陆块之间的碰撞拼接而结束。大洋或盆地部分则大多消失不见,它们多以蛇绿岩、深水沉积以及规模不等的岩块掺合在一起构成混杂岩带,它的存在表现为原大洋、盆地的残迹。因此,在大陆地质构造中,主要反映原来大洋可能的造山带位置,更多保留的主要还是原洋陆边缘地带的构造单元特点。由于该区在晚古生代—三叠纪的古特提斯演化是一个十分重要的阶段,因此,在区内构造单元的划分上,我们着重研究该阶段各单元自身所具有的特点。为了把造山带的特征反映得更为清楚,将造山带作为一个整体并进行不同构造单元的划分,同时兼顾其造山前的发展历史。另外,板块构造并未形成一套按不同等级和规模大小级别的系统的名称,而研究区范围又十分有限,很难恰当表示不同级别构造单元间的实质性差别,因此,有关构造单元名称的名词术语的应用,着重参考“云南省区域地质志”(1990)和“中国邻区构造古地理和生物古地理”(王鸿祯等, 1990)的划分方案。该区属南亚构造域的范围,其构造单元的划分如图 2-1 所示。在确定构造单元划分时,我们既注意了空间上的共生组合规律,同时也注意了构造单元在不同时间演化阶段中的继承和发展。现将各构造单元特征叙述如下。

一、扬子板块亚构造域(I)

该构造域位于哀牢山构造混杂岩带(缝合带)以北,区内主要为康滇地块和哀牢山构造带两个次级单元,两者以红河断裂为界。

(一) 康滇地块(I₁)

具有明显的基底和盖层双层结构。基底由古—中元古界组成,盖层以澄江砂岩与下伏地层间的不整合面(代表晋宁运动)作为底界面。其上为新元古界—三叠系的陆相、海陆交互相、浅海相地层,其沉积比较稳定。但晚二叠世因受古特提斯板内裂谷作用的影响,在川滇地区曾出现过陆相(边缘为海相)玄武岩浆的喷发活动。晚三叠世以后的中生代,沿康滇地块西部曾发生大规模张裂拗陷,形成了滇中中生代陆相红色碎屑沉积。新生代早期,滇中再次遭受小规模裂谷作用,发生了一定规模的碱性岩浆侵入活动。始新世末—渐新世,板内磨拉石沉积发育,反映扬子板块也遭受到了印度板块与欧亚板块强烈碰撞作用。值得提出的是,近期区调成果表明,原认为属于区内结晶基底的部分大红山群和褶皱基底的昆阳群,虽然具有较大的沉积厚度,但原生沉积环境并不全属于深水沉积,尽管也属活动沉积,却表现了明显的过渡性沉积特征。其变形变质特征具似变非变的特点,表现为一种基底和盖层间的过渡层色彩。结合国内外相同时代地层的特征分析,该套地层有可能属全球性的元古宙地质发展特殊阶段的产物。该阶段只发生过规模相对较小的中酸性岩浆侵入活



动,表现出此时板块陆壳成熟度已经较高,且比较稳定。元古宙基性岩浆的侵入和喷发活动早期较强,晚期微弱,表现出一种活动性逐渐减弱的特点。

沿红河断裂带附近的边缘地带,具较强的构造变形特征,主要有以下三种情况:①元江一带发育一定规模的逆冲-推覆构造;②在昆阳群大龙口组和富良棚组中发育一组顺层剥离断层;③由于后期红河断裂带的影响,使红河谷地的地层及岩石均受到北西向断裂的改造,形成一组北西向的走滑平移断裂和一条变形强烈而变质弱的动力变质带。

(二) 哀牢山构造带 (I_2) (图 2-2、图 2-3)

该带东以红河断裂带为界,西为哀牢山断裂,主要由古元古界哀牢山群变质岩组成的基底断块和由古生界—三叠系组成的盖层(金平地区)断块两部分。由于后期陆内造山作用,使整体卷入到哀牢山造山带,可将其视为扬子西缘的强变形带,应属碰撞造山带的上覆陆块单元(许靖华,1987;1992)。

1. 哀牢山基底断块单元 (I_1)

由哀牢山群深变质岩系组成,为一套混合岩化强烈的中深变质岩系。总体呈北西-南东向狭窄条带状延伸,两侧分别为哀牢山断裂和红河断裂所限,北延至南涧密滴附近,因两断裂交汇使基底单元尖灭,南延进入越南与范士坂带相连。该群由于变质较深,构造变形强烈,加之混合岩化改造作用,原岩面貌大多消失,地层层序已难恢复。其层位时代,仅据区域资料分析对比,暂将其置于古元古代,并视为扬子板块结晶基底的组成部分(云南省区域地质志,1990)。该变质岩系于由云南省地质局区调队(1965)命名为哀牢山群。1973年,该群自下而上划分为小羊街组、阿龙组、凤港组和乌都坑组,为向北东倾斜的单斜岩层。继后在进行哀牢山群变质岩专题研究中发现,岩石的变质程度具有反序的特点,即由特征矿物组合所反映的递增变质现象表现出上强下弱的特点。同时发现阿龙组和乌都坑组的岩石类型和组合特征十分相似,认为两者有可能属同一地层因后期构造作用而重复出现。根据上述认识,认为哀牢山群总体可能为轴面向北东倾斜的倒转复式背斜构造。因此,其层序自下而上为小羊街组、阿龙组(相当于乌都坑组)和凤港组。由于当时对构造变形未进行专门研究,虽然已见到了变质作用和变形的叠加改造,仍将其作 Smith 型有序地层处理。

在 1:5 万区调填图和研究工作中,加强了对变质岩构造变形特征的研究,发现哀牢山岩群中存在着强烈的多期变质和变形作用的叠加改造,原来所划的单位已经不具备原始地层特征,它们实际上是经过了强烈面理置换、原始层理已经受到强烈改造的构造-岩层。最近工作中发现,原阿龙组的上、下段实际分别由不同的岩石类型所组成,下段以角闪质岩

图 2-1 滇西地质构造略图

1—新第三系;2—始新统一渐新统磨拉石建造;3—侏罗系至白垩系陆相红层;4—上三叠统磨拉石建造;5—三叠系碎屑沉积;6—三叠系碳酸盐沉积;7—上古生界碎屑沉积;8—上古生界碳酸盐沉积;9—下古生界碳酸盐沉积;10—下古生界碎屑沉积;11—震旦系;12—中元古界昆阳群(含少许古元古界大红山群);13—具混合岩化(古中元古界)中深变质岩;14—中元古界浅变质岩;15—上古生界活动型沉积;16—元古宙活动型沉积;17—新元古界至下古生界浅变质岩;18—花岗片麻岩;19—基性岩;20—镁铁-超镁铁岩;21—碱性岩;22—闪长岩;23—花岗岩;24—二长花岗岩;25—花岗闪长岩;26—玄武岩;27—安山玄武岩;28—安山岩;29—中酸性火山岩;30—酸性火山岩(中酸性侵入岩时代与各时代地层相同用直线叠加表示;喜马拉雅期不再

叠加花纹)

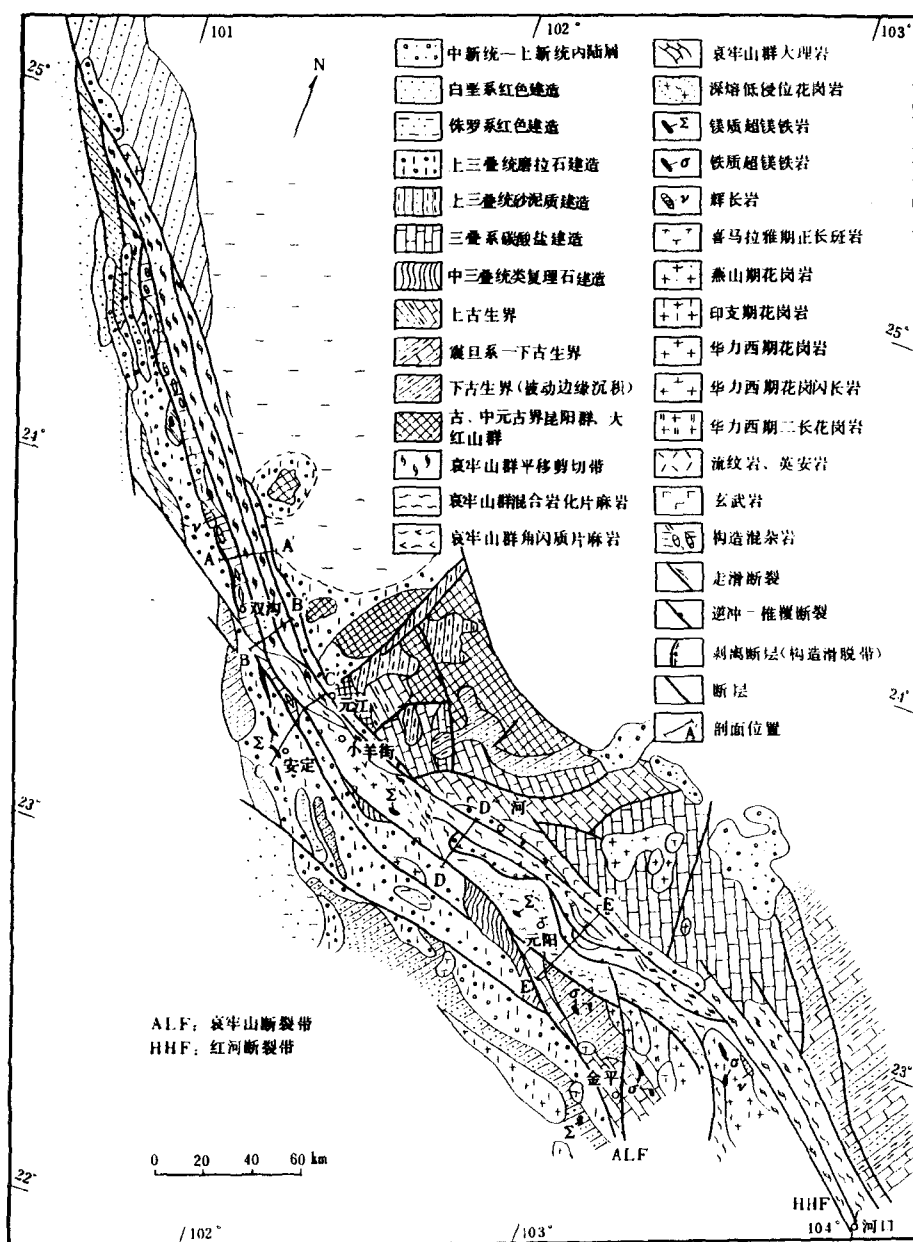


图 2-2 哀牢山及邻区地质构造略图

类为主，上段则以大理岩为主。按照岩石单位，两者应分别建组。因此，在 1:5 万填图工作中将原阿龙组下段命名为清水河岩组；上段则沿用原阿龙组，因自身构造变动强烈，不具层序概念，只能根据变质变形特征和原来建造特点建立起一种相对上下关系。笔者在红河地区的填图中，结合变质变形和岩浆活动、混合岩化等特点，在查明不同岩组间的构造接触关系，仍然可以确定出不同岩组间的相对层次关系（王义昭等，1996；王义昭、丁俊，1996）。现已研究表明，哀牢山岩群自下而上的层序关系为小羊街岩组、清水河岩组和阿龙岩组。其岩组的主要特征如下。

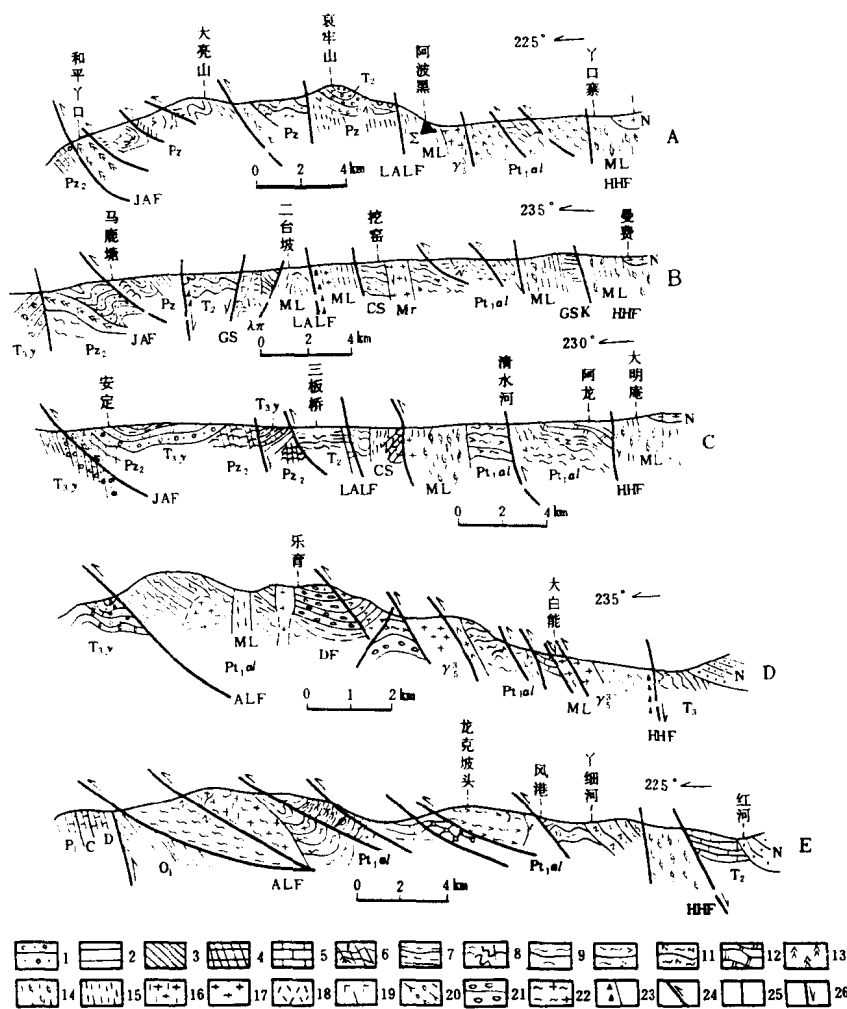


图 2-3 哀牢山群不同地段的地质构造剖面图(图中 A、B、C、D、E 代表图 2-2 中的剖面位置)
 1—砾岩、砂砾岩；2—砂岩；3—板岩；4—强劈理化砾岩、砂岩；5—灰岩；6—劈理发育的砂页岩；7—页岩；8—云母片岩 (CS)；9—黑云母斜长片麻岩；10—角闪质片麻岩；11—角闪斜长片麻岩；12—大理岩；13—镁质超镁铁岩 (Σ)；14—眼球状碎斑糜棱岩 (ML)；15—糜棱岩 (ML)；16—花岗质糜棱岩/糜棱岩化花岗岩 (MY)；17—花岗岩；18—流纹斑岩 ($\lambda\pi$)；19—变玄武岩/蓝闪石绿片岩 (GS)；20—石榴夕线黑云斜长片麻岩；21—滑脱带构造角砾岩；22—深熔低侵位花岗岩；23—断层角砾岩；24—逆冲推覆断层；25—平移剪切断层；26—正断层。Pt_{1al}—哀牢山群变质岩系；P_z—古生界浅变质岩；P_{z2}—上古生界；DF—剥离断层；ALF—早期哀牢山断裂；LALF—晚期哀牢山走滑断裂；HHF—红河断裂带；JAF—九甲-安定断裂带；T_{3y}—上三叠统一碗水组；O₁—下奥陶统；D—泥盆系；C—石炭系；P₁—下二叠统；T₂—中三叠统；T₃—上三叠统；N—新第三系

小羊街岩组主要由一套以黑云斜长片麻岩、石榴子夕线黑云斜长片麻岩、堇青黑云斜长片麻岩等组成，夹变粒岩，局部夹橄榄白云大理岩透镜体和香肠体。以出现大量棕色、棕红色黑云母为特点，角闪质岩石很少见及。除后期面理上发育有二云母片岩外，其他岩石中未见白云母存在。褶皱层、顺层掩卧褶皱、同斜倒转褶皱和倾伏褶皱等构造发育，由塑性流变形成的流褶皱、无根褶皱等更为常见，多以肠状混合岩、阴影混合岩和均质混合岩

形式表现出来。显示岩石曾经历深层次条件下局部的熔融,甚至形成原地/准原地低侵位重熔花岗岩体。在元阳、浪堤一带,岩组中还见有镁质超镁铁岩体侵入,说明曾有上地幔重熔岩浆的侵入作用。表明该构造-岩层曾经是地壳深层次,至少是中部地壳的组成部分。

清水河岩组所处层位相对偏上,与小羊街岩组间为一区域性的构造滑脱面所分隔。沿该构造滑脱面,在清水河岩组底部发育一套以强“布丁化”钙硅酸盐岩为特点的构造角砾岩。小羊街岩组与其接触处,糜棱岩发育,清楚地显示了该构造滑脱面的存在。该岩组以斜长角闪片麻岩、角闪斜长片麻岩、变粒岩类为主,夹黑云斜长片麻岩、花岗片麻岩、钙硅酸盐岩及浅粒岩等。下部夹大量钙硅酸盐岩及少量大理岩,具强布丁化,向上钙硅酸盐岩逐渐减少,以角闪岩类岩石为主。岩层中以普遍发育褶叠层、顺层掩卧褶皱、顺层韧性剪切带等为特点(外观上表现为单一面理)。其中虽不乏各种伟晶岩脉、花岗岩、长英质和石英脉体贯入,甚至可见脉体褶皱等变形特征,但脉体与片麻理间多不协调。条痕、条带状混合岩发育,多与韧性剪切带有关。在此构造-岩层中深层局部熔融所表现的塑性流变特征少见。变质程度一般可达高绿片岩相,局部为角闪岩相,表现出与小羊街岩组间的明显差别。说明其构造层次/层位关系比小羊街岩组偏上。

阿龙岩组主要由大理岩组成,夹少量角闪岩、角闪斜长片麻岩及钙硅酸盐岩等,并有基性岩脉及花岗岩脉的侵入,遭到了变质变形改造。大理岩中以发育褶叠层和顺层剪切带为特点,具明显的固态塑性流变特征,实际为重结晶的碳酸盐质糜棱岩。大理岩中局部发育较多的钙硅酸盐岩及硅质布丁、透镜体和香肠体。总体表现为上部碳酸盐岩较纯。该岩组变质变形与清河岩组类似。

小羊街岩组、清水河岩组和阿龙岩组在羊街、甲寅、元阳一带主要形成以第一岩组为核部,后两岩组为翼部构成倒转复式背斜构造。在哀牢山岩群的构造变形中,表现为不同运动体制构造作用的构造形迹。在元江羊街以北,哀牢山变质岩系在宏观上虽然可见伸展和挤压的特征,但以大规模的左行平移韧性剪切作用最为突出。这种作用集中在红河断裂带和哀牢山断裂带上尤为清楚。在红河断裂带上,有一条宽数百米至近一公里的以糜棱岩为代表的直立韧性剪切带(图版 I-1)。沿韧性剪切带,剪切变形作用具强弱应变域间隔出现的频率关系,强应变域常发育超糜棱岩,有时甚至出现玻化岩。强弱应变域之间的变化,表现为超糜棱岩→糜棱岩→初糜棱岩→糜棱岩化岩石间的渐变过渡关系。靠近强应变带的糜棱岩中,发育由夕线石组成的矿物拉伸线理。一般糜棱岩中,石英拔丝现象十分普遍。根据构造岩矿物共生组合和石英、长石等矿物的变形行为,以及构造岩特征等综合因素分析,红河平移韧性剪切带经历过由深部构造层向浅部构造层的转化,表明它经历过构造体制的转变。结合区域资料综合分析,造成红河断裂带构造岩层次转化的原因,可能与造山后山脉抬升阶段伸展作用条件下沿红河断裂带发生的伸展剥离正断层作用有关。这从沿红河断裂带后期表现有明显正断层作用的特点可以得到证实。它一方面表现为东盘下滑的运动学特征,另一方面伴随这种正断层作用,常形成由糜棱岩组成的构造角砾岩(图版 I-2)。据对云南剪切带的钾长石的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法同位素分析,利用多重扩散模式,揭示在约 20~19 Ma 间该带存在一快速冷却过程(陈文寄,1992)。在红河谷地发育的中上新世沉积物中,见有大量哀牢山群深变质岩系的砾石,表明此时正处在强烈上升剥蚀阶段,与上述快速冷却过程发生的时间极为相似,这从不同方面证明了我们前述沿红河断裂带韧性剪切变形形成的糜棱岩存在着由深层次向浅层次转化过程。在哀牢山岩群内部及两侧的平移韧性剪切带

中,不论从宏观变形特征,还是显微组构特征,均可见到大量平移韧性剪切带所具有左行走滑剪切特征(图版 I-3)。

为了确定左旋走滑运动的时间,U. Schreier 等人利用哀牢山变质带两处浅色花岗岩的样品,对磷钇矿和独居石测得了相同的 U-Pb 同位素年龄值为 $23.0 \text{ Ma} \pm 0.2 \text{ Ma}$ 。这可能是哀牢山变质带左旋韧性剪切作用结束的上限时间,对应的温度大约为 700°C 。岩石学证据表明,当磷钇矿和独居石结晶之后,该花岗岩进一步变形,产生了轻微的片理化和左旋剪切作用。显然,在温度 700°C 以下的一段时间里,发生了韧性走滑运动(陈文寄等,1992)。考虑造山作用各个阶段的连续演化过程,一般在一个变形作用将结束的时候,往往会有一定规模的岩浆侵入活动发生。因此,我们可以将 $(23.0 \pm 0.2) \text{ Ma}$ 发生的岩浆侵入事件,作为平移韧性剪切作用占主导的构造变形阶段的基本结束时间,其后到 20 Ma 之间的这段时间,则可能是由平移剪切向隆升伸展作用转化的调整阶段,此时韧性剪切带的层次由深向浅转化,温度逐渐降低。这一过程表现为平移剪切作用逐渐减弱、伸展剥离作用逐渐加强。当韧性剪切带上升到近地表附近,即发生快速冷却,相应地,山脉强烈隆升剥蚀($20 \sim 19 \text{ Ma}$)。事实上,快速冷却所显示的是构造活动形式的一种转变。从空间分布范围看,平移韧性剪切作用由南向北逐渐增强、韧性剪切带规模逐渐增大;从构造变形所表现的运动学特征,是由于斜冲作用的结果。

对于平移韧性剪切作用所产生的不同地块间的水平位移量值的估算,由于该区存在着多期构造叠加的改造作用,野外测量中要将不同期次的构造变形严格区别开是十分困难的。尽管曾经有人利用构造岩 S-C 组构中 S 面理和 C 面理间平均夹角的方法,计算得出大于 200 km 的水平位移的量值(吴海威等,1989),但此数值只能作一种参考。如果我们利用地质证据,把原先可能相连一起的大理海东与金平地区看成受后期平移剪切作用移置两地的结果,我们即可直接估算出大约有 350 km 的左行走滑剪切水平位移量。

上述大规模的平移韧性剪切变形,到元江羊街以南逐渐减弱,有的地方甚至消失。因此,这里保留了较多的伸展体制作用的横向构造置换形成的各种构造形迹,如褶皱层、顺层掩卧褶皱(图版 I-4)、顺层韧性剪切带等,有的褶皱层尚可见鞘褶皱。其中最突出的是伸展体制作用下形成的顺层剥离滑脱面。这种区域性滑脱面的存在,反映出哀牢山曾经历过大规模的伸展作用。另外一类区域性规模大的构造变形,则以挤压体制作用下形成的大规模的逆冲-推覆断层发育以及其相伴形成轴面向北东倾斜的同斜倒转褶皱(图版 I-5, I-6)。哀牢山断裂的后期虽表现了明显的平移剪切作用,但它的早期却表现为大规模的逆冲-推覆作用。实际上,哀牢山脉的形成,是与沿哀牢山断裂带和九甲-安定断裂带发生的大规模的逆冲-推覆作用密切相关的。伴随这种逆冲-推覆作用,沿哀牢山断裂带发生了中高温中压变质作用,形成了以含蓝晶石、十字石、夕线石、石榴子石等特征矿物组成的变质岩石。值得注意的是,在哀牢山岩群中,除了逆冲-推覆韧性剪切带的存在以外,还见有一组脆性断裂的滑面擦痕也指示上盘具向上逆冲的性质,表明逆冲-推覆作用仍存在着由深部层次向浅部层次的转化。

除去上述伸展作用和挤压作用下的逆冲-推覆作用的表现以外,伴随山脉的强烈隆升作用,同时发生造山后的伸展作用,其中表现最突出的是沿红河断裂带和哀牢山断裂带均发生过一定规模的正断层作用(图版 I-7)。这种作用应属隆升运动的范围,究其原因,它可能是造山挤压后期应力松弛阶段的表现。

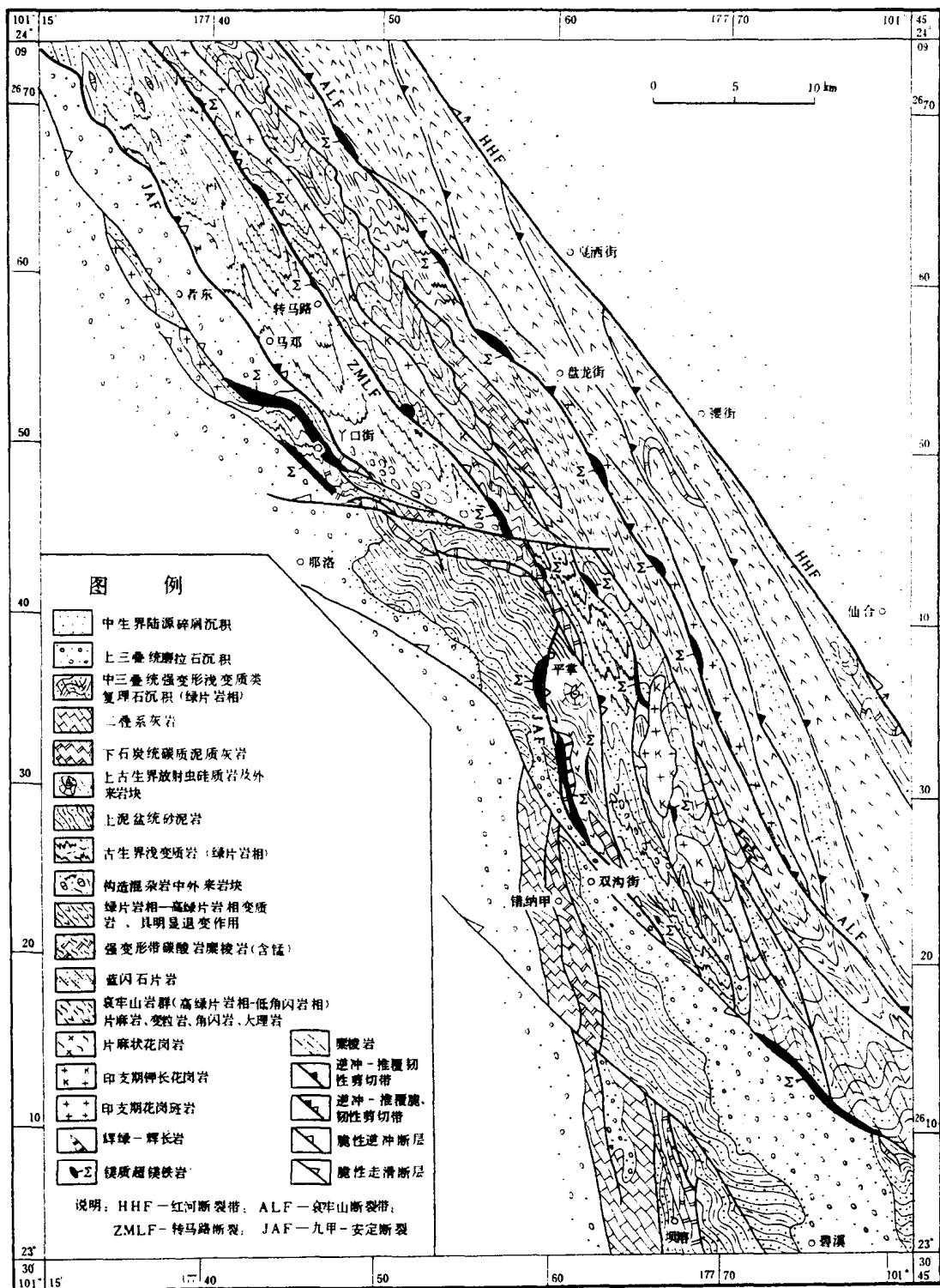


图 2-4 哀牢山北段夏洒街—双沟一带地质构造图