

地震科学联合基金资助出版
中国活断层研究专辑

红河活动断裂带

魏顺民 计凤桔 向宏发 董兴权
严富华 张双林 李新元 张晚霞 著



海洋出版社

前 言^{*}

红河断裂带斜贯云南省西部、南部和东南部。西北始于洱源湾坡塘,向东南经洱源、大理、下关、弥渡、元江、红河,到达河口后进入越南和北部湾,全长约 1 000 km,本课题研究范围仅限于我国云南境内,全长 600 km。

断裂带位于云贵高原西部,横断山南部,展布于苍山、无量山、哀牢山的东侧。北段穿过高原湖泊洱海,中南段沿红河上游礼社江、中游元江、下游红河分布,因断裂带主体沿红河分布,故称红河断裂带。沿断裂带地形起伏高差大,西北高,东南低。山区海拔高度为 2 000~3 000m,最高为 4 122m;河谷区海拔为 500~1 500m,最低仅为 80m。

本区较早的地震地质工作开始于 1965 年,当时中国科学院昆明地球物理研究所在滇西地区进行过地震烈度区划,在野外开展了地震地质考察,完成了新构造图、地震构造图和地震区划图的编制。同时,地质部西南地震地质大队也在该区开展活动构造、地震构造考察,初步对红河断裂进行分段和地震构造研究。赵国光(1965)对大理-丽江地区新生代地层作了初步划分。有的文章从地质资料出发,讨论了与红河断裂带有关的构造应力场(徐杰,1977;阚荣举,1977)。这些工作和成果对本区地震构造类型划分、新构造应力场等方面提出了许多有益的见解。

本区地震地质研究的新阶段始于 80 年代初。最早对红河断裂带进行系统考察研究的首当云南省地震局何希虎等的工作,他们在专题“红河断裂带地震地质特征”研究中较详细地论证了断裂带的盆地构造、断裂活动、构造应力场、地震地质等基本特征,为红河断裂带的深入研究打下了良好基础¹⁾。随后开展的中美红河断裂的合作研究(艾伦等,1984)、IGCP 第 206 项目活断层编图(IGCP 第 206 项目中国工作组,1989)、国家地震局地质研究所和云南省地震局对红河断裂带北段的合作研究(虢顺民等,1984;国家地震局地质研究所等,1990)等,使红河断裂的研究向前推进了一步,获得一批新的资料和很有价值的研究成果(朱成男等,1982;刘光勋等,1986;向宏发等,1986;周瑞琦等,1986;马瑾,1988;冉勇康等,1988;虢顺民等,1991;计凤桔,1991)。这些成果在断裂活动性、活动时代、古地震、地震复发周期、地震危险性以及动力学等方面的研究均取得了新的进展,为以后的工作起了促进和启迪作用。

国内外早期和同期大力开展的活断层、地震断层、地震重复间隔等研究的许多思路和方法也给了我们有益的启示(Wallace, 1970; Sieh, 1978; Bucknam, 1979; 丁国瑜, 1982; 邓起东, 1984; 汪一鹏, 1986; Zhang Buchun 等, 1986; Tapponnier 等, 1990; 国家地震局地质研究所等, 1993; 虢顺民等, 1993), 我们尽量吸收了他们的新思路和新方法。

^{*} 虢顺民执笔。

1) 何希虎等, 1981, 红河断裂地震地质特征报告。

前人对红河活动断裂带的工作,研究程度最高的是大理、下关地区,其次洱源、弥渡地区,其他地区工作较少,有的地段几乎是空白区。

红河断裂带在大地构造上为扬子准地台、华南褶皱系、松潘-甘孜褶皱系和唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系之间的分界线,在我国西南岩石圈动力学研究中占有重要地位。断裂带的新活动源于印度板块与欧亚板块碰撞后派生的青藏高原隆起的侧向滑移,以及来自断裂带西部印度板块的直接推挤力的联合作用。因此,是研究板块和次级断块运动的一个窗口,它的活动性质、活动方式、活动时代、活动量等,都直接反映了两大板块的运动特征和青藏高原隆起的演化历史。它是一条典型的走滑断裂带,由尾端拉张区、中段走滑区、前端挤压-走滑区组成,为人们认识这类断裂带的活动规律创造了条件。同时,它又是地震活动带,地震沿断裂带分布的不均一性,为研究断裂分段、地震活动、中长期预报、防震减灾等具有得天独厚的优越性。

研究红河断裂带的重要性引起了国内外学者的关注,更引起了我国地震部门的重视。问题的关键在于:断裂带西北段是历史地震活动区,而东南段则几乎是无震区,在同一条断裂带上为何出现如此大的差别,东南段是否存在发生大震的条件等。为了回答这些问题,对断裂活动性和地震危险性作出比较合理的评价,我们开展了“红河断裂带 1/50 000 活断层地质填图和分段性研究”的重点科研工作,本项任务被纳入了国家地震局“八五”重点科研规划。

活断层地质填图工作使活断裂研究更加深入、细致和定量化。本项目研究的根本任务是全面、准确地给出活动断裂的展布、结构、演化历史、活动年代、运动性质、活动强度、古地震及重复周期、地震破裂带以及断裂分段等方面的一整套基础资料,并对上述资料进行全面系统的研究。本成果将是我国地球科学领域一份新的重要的基础资料,它填补了该区工作的空白,对地学界、地震预报和工程界具有广泛的理论意义和实用价值。

本书共分九章。第一章介绍研究区大地构造背景、深部构造环境、岩相建造、岩浆活动、新构造运动,以及断裂带及其周围块体的形成和发展历史。进而对第三纪至第四纪的地层进行划分、对比和断代。第二章介绍断裂带的组成和展布,重点介绍活动断裂地貌和地质证据,以此了解断裂结构、规模、被断错地层和未断错地层的切盖关系、活动性质和方式等特征。第三章介绍与断裂相关的盆地形态特征、形成时代、演化、性质和成因类型。第四章重点介绍断裂的活动时代,进而探讨断裂带第四纪以来的时空演变规律。第五章重点介绍水平和垂直断错的量级确定及时空分布规律,结合断错年龄数据计算了断裂带水平和垂直滑动速率和应变分配。第六章介绍断裂带内断层岩类型、规模、结构、断层泥组分、地貌和微破裂特征,进而研究断裂带各段运动方式、蠕滑与粘滑的差异和变化规律。第七章根据断裂带结构、活动方式、活动性质、活动时代、古地震及历史地震分布等差异对断裂带进行了分段研究,在划分北、中、南 3 段的基础上再细分为 9 个二级段,为地震危险区划分提供了依据。第八章在研究地震构造及发震标志的基础上,结合地震活动特征、古地震及重复周期,以及断裂活动性状的演变规律,对断裂带的地震危险性进行评价和预测。第九章讨论了几个有关断裂带动力学方面的问题,如板块边界、构造应力场、断裂带旋性的转换、走滑断裂及其尾端效应以及断裂带的地球动力学特征等。最后,对本专著内容和特点进行了小结。

我们的工作是在国家地震局震害防御司制定的“活断裂地质填图工作规范”(1:50 000)指导下进行的。工作开始首先进行航卫片解释,初步分析断裂的分布,再布设野外地质路

线;野外工作按规定的线距和点距填绘活断裂地质图,在重要地段加密或沿断裂追索和垂直断裂穿插;为确定断裂活动时代,对被断错和未断错地层进行年代样品采集和测试;第四系覆盖区收集钻孔和物探资料,确定与断裂活动有关的地层厚度;对重要的断错地貌、断裂露头、古地震进行开挖、地表剥离,进行大比例尺实测和制图。在野外考察填图中,15名科研人员转战于横断山脉的山山水水,出没于苍山脚下、红河岸边,以艰辛的劳动和高昂的代价获得了扎实可靠的资料,完成了工作量很大的编图和撰写报告的任务。1:50 000活断层地质图将由中国地震局统一组织安排出版,本专著是在工作总结报告的基础上经过提炼、加工后撰写成的。主要参加工作的有虢顺民、向宏发、计凤桔、严富华、张晚霞、李新元,以及云南省地震局的张双林和董兴权。先后参加部分工作的还有冉永康、徐杰、韩竹军、李建平、麦学舜、楚全之和牛雯芳。国家地震局地壳应力研究所刘明达承担部分热释光测年任务。在成稿过程中得到宋方敏、李传友、李如成、李洪武等的帮助,英文摘要和目次由郑荣章帮助完成。

本成果是全体参加工作人员集体劳动的结晶,也是各方支援和指导的结果。国家地震局震害防御司王国栋、李裕彻、吴建春、张宏卫等,国家地震局地质研究所马宗晋、刘国栋、李祥根等,云南省地震局何希虎、韩新民、周瑞琦等,国家地震局活断层专家组丁国瑜、邓起东、汪一鹏等均给予了热情支持和具体指导。尤其要提出的是专著形成后得到地震科学联合会的大力帮助,并提供经费资助出版,孙雄、李明等给予具体指导和帮助,提出许多宝贵意见。没有这些帮助和支持,我们的任务是难以完成的。为此,向所有关心和帮助过我们的领导、专家和同事们表示衷心感谢!

The Honghe Active Fault Zone

Abstract

The Honghe fault zone is located in southwest of Yunnan Province, west of the Yun-Gui Plateau, and south of the Hengduanshan Mountain. The northwest end of the fault zone begins from Wanpotang of Eryuan County, towards southeast through Eryuan, Dali, Xiaguan, Midu, Yuanjiang, Honghe, then enters into Vietnam in Hekou County. The total length is 600km in Yunnan Province. In geomorphy, it extends along the east of Changshan Mountain, Wuliangshan Mountain and Ailaoshan Mountain. Its north segment passes through the Erhai Lake that is a plateau lake. The middle-south segment is along the Lishejiang River, which is the upstream of Honghe River, Yuanjiang River as the middlestream of Honghe River and the downstream of Honghe River. It is named Honghe Fault Zone because its main part is along the Honghe River. The difference of topography is big along the fault zone, high in the northwest and low in the southeast. The altitude in the mountain area is from 2000 to 3000 meters and the highest is 4 122 meters. The altitude of the valley area is from 500 to 1500 meters and the lowest is 80 meters.

In geotectonics, the Honghe Fault Zone is the boundary between the Tanggula-Changdu-Lanping-Simao fold system, the Yangzi peneplatform and the Huanan fold system, and occupies an important position on the research field of lithosphere dynamics for southwestern part of China. The new activities of the fault zone are resulted from the combined actions of the lateral slip of the Qinghai-Tibet Plateau uplift caused by the collision between the Indian plate and Eurasian plate and direct compression-thrust from Indian plate to the west of the fault zone. Therefore, the Honghe Fault Zone is a window for studying plate and subplate movement. The motion characteristics of the two plates and evolution history of the Qinghai-Tibet Plateau uplift have been reflected directly by the active properties, manners, time and magnitude of the Honghe Fault Zone. It is a typical strike-slip fault zone composed of the tailend-pulling region, strike-slip region in middle segment and front-end pushing and strike-slip region. These characteristics provide opportunities for researchers to understand the active rule of fault zones of this type. It is also a seismic active zone. The uneven distribution of earthquakes along the fault zone is an exceptional advantage for studying fault segmentation, middle- and long-term forecast, earthquake prevention and disaster reduction.

The importance of the Honghe Fault Zone has attracted the attention of the home and abroad scholars, and the seismological department is very concerned about it. The key problems are as follows.

The northwest segment of the fault zone is an active region of earthquakes, but the southeast segment is a region that has almost no earthquake. Why there is such a big difference along the same fault zone and whether there are conditions that could cause the large earthquakes in the future on the southeast segment. To answer these question, or giving a reasonable evaluation for fault activity and seismic danger, the geologic mapping of the active fault with 1:5 000 and the segmentation research along the Honghe Fault Zone have been carried out. This task has been put into "the Eighth Five-Year Plan" key project of State Seismological Bureau.

Active fault geologic mapping makes active fault research deeper, more meticulous and quantitative. The prime purpose of this research is to give an integrated data about the distribution of the fault zone, structure, evolution history, active ages, moving property, active intensity, paleoearthquakes and their recurrence interval, seismic fracture zone, and fault segmentation, and to perform a comprehensive and systematical study for these data. These results will be new and important basic data in the geoscience field of our contry. It fills the work gap of this area, and has wide significance in theory and practice to geology, earthquake prediction and engineering field.

This book has nine chapters. In chapter one it presents the geotectonic background of research region, the environment of deep structure, lithofacies formation, magmatic activity, neotectonic movement as well as the formation and evolution history of the fault zone and blocks around it. Then, the stratum of Tertiary and Quaternary period are divided, compared and dated. The composition and distribution of the fault zone is described in chapter two, with emphasis on the geomorphic and geological evidence of active faults, thereby the characteristics are discussed about the fault structure, magnitude, intersecting and covering relation between the dislocated stratum and undislocated stratum, active property and manner. Chapter three states the shape character of basin related to the fault zone, formation age, evolution, property, and causative types. In chapter four, active time of the fault zone is emphasized to elaborate. Then the evolution regularities of time and space since Quaternary time about the fault zone are discussed. In chapter five it determines the magnitude and the distribution rule in time and space about horizontal and vertical dislocation, then calculates horizontal and vertical slip rates and strain distribution of the fault zone according to the dislocated age data. In chapter six, it describes the fault rock types, scale, structure, composition of fault gouge, appearance, microfracture characteristics within the fault zone, then analyses the motion manner of each fault segment, the difference between creep-slip and stick-slip and their change rule. According to the difference in structure of the fault zone, active manner, active property, active age, the distribution of paleoearthquakes and historical earthquakes, the research of the segmentation on the fault zone is made in chapter seven. Based on three segments, that are north, middle and south segment the fault zone is divided into nine subsegments further, providing the evidence for the regionalization of seismic danger. In chapter eight, the seismic danger along the fault zone is evaluated and predicted based on studying seismotectonics and indicators of earthquakes occurrence, combining characteristics of seismisity, paleoearthquakes and its recurrence inter-

vals, and the evolution rule of behavior of fault activity. In chapter nine, several questions related to dynamics of the fault zone are discussed. For example, plate boundary, tectonic stress field, conversion of rotating property of the fault zone, strike-slip fault and its tail effect and geodynamic characteristics with relation to this region. Finally, the contents and characteristics of this book is summarized.

The authors of this book are Guo Shunmin, Ji Fengju, Xiang Hongfa, Dong Xingquan, Yan Fuhua, Zhang Shuanglin, Li Xinyuan, Zhang Wanxia.

目 次

第一章 区域地质概述	(1)
第一节 大地构造轮廓	(1)
第二节 主要地层单元	(4)
第三节 岩浆岩	(13)
第四节 区域地球物理场特征	(14)
第五节 区域新构造运动基本特征及分区	(19)
第六节 红河断裂带及毗邻地区的构造演化	(23)
第二章 断裂带组成和新活动地质地貌证据	(27)
第一节 断裂带组成	(27)
第二节 洱源-弥渡断裂	(29)
第三节 茆力-大斗门断裂	(35)
第四节 哀牢山山前断裂	(40)
第五节 中谷断裂	(42)
第六节 小结	(48)
第三章 新生代断陷盆地	(50)
第一节 盆地形态特征	(50)
第二节 盆地新活动与时空演化	(57)
第三节 盆地成因类型及形成机制	(59)
第四章 第四纪活动的时空分布特征及演化规律	(62)
第一节 全新世活动断裂及展布	(62)
第二节 晚更新世活动断裂及展布	(74)
第三节 中更新世活动断裂及展布	(80)
第四节 第四纪活动的时空演化特征	(81)
第五章 第四纪断裂位错变化规律	(86)
第一节 位错发生的地质背景和时间取向	(86)
第二节 断错水系与水平位错	(89)
第三节 第四纪以来的垂直位错	(102)
第四节 第四纪以来位错的时空分布与应变分配	(106)
第六章 断层岩和断裂运动方式	(109)
第一节 断层岩类型及其特征	(109)
第二节 断层泥的组分和变形特征	(111)
第三节 粘滑和蠕滑运动的标志	(115)
第四节 粘滑和蠕滑段的划分	(117)

第七章 断裂带分段性研究	(120)
第一节 分段的原则与方法.....	(120)
第二节 分段的主要标志.....	(120)
第三节 分段及各区段的主要特征.....	(123)
第四节 分段的意义.....	(128)
第八章 地震活动及危险性预测	(130)
第一节 历史地震活动特征.....	(130)
第二节 古地震分布特征.....	(132)
第三节 地震构造及发震构造标志.....	(139)
第四节 地震危险性预测.....	(141)
第九章 断裂带运动学特征讨论	(143)
第一节 第四纪右旋走滑与尾端拉张关系讨论.....	(143)
第二节 板块边界问题.....	(148)
第三节 早期左旋晚期右旋的转换.....	(151)
第四节 现代构造应力场.....	(156)
第五节 相关地壳动力学讨论.....	(159)
结束语	(165)
参考文献	(167)
照片集	(173)

Contents

Chapter 1 Outline of regional geology	(1)
1.1 Geotectonic configuration	(1)
1.2 Principal stratigraphic units	(4)
1.3 Magmatic rocks	(13)
1.4 Regional geophysical field characteristics	(14)
1.5 Basic characteristics and division of regional neotectonic movement	(19)
1.6 The Honghe Fault Zone and continuous area tectonic evolution	(23)
Chapter 2 Geological and geomorphologic evidences of fault zone composition and new activities	(27)
2.1 Fault zone composition	(27)
2.2 The Eryuan-Midu fault	(29)
2.3 The Juli-Dadoumen fault	(35)
2.4 The Fault in front of Ailaoshan	(40)
2.5 The Zhonggu fault	(42)
2.6 Summary	(48)
Chapter 3 Cenozoic basins	(50)
3.1 Characteristics of the basin form	(50)
3.2 New activity and time-space evolution of basins	(57)
3.3 Generation types and mechanism of basins	(59)
Chapter 4 Time-space distribution characteristics and evolution rule of Quaternary activity	(62)
4.1 Holocene active faults and their distribution	(62)
4.2 Late Pleistocene active faults and their distribution	(74)
4.3 Mediopleistocene active faults and their distribution	(80)
4.4 Time-space evolution characteristics of the Quaternary activity	(81)
Chapter 5 Changing rules of Quaternary fault displacement	(86)
5.1 Geological setting and time tropism of displacement occurrence	(86)
5.2 Dislocated water systems and horizontal dislocations	(89)
5.3 Quaternary vertical displacement	(102)
5.4 Time-space and strain distribution of Quaternary dislocation	(106)
Chapter 6 Fault rocks and fault motion manners	(109)
6.1 Fault rock types and characteristics	(109)
6.2 Fault gouge component and deformation characteristics	(111)
6.3 Indicators of creep-slip and stick-slip movement	(115)
6.4 Division of creep-slip and stick-slip segments	(117)

Chapter 7	Segmentation research	(120)
7.1	Principle and means of fault segmentation	(120)
7.2	Primary indicators of segmentation	(120)
7.3	Segmentation and primary features of each segment	(123)
7.4	Significance of segmentation	(128)
Chapter 8	Earthquake activity and danger prediction	(130)
8.1	The active characteristics of historical earthquakes	(130)
8.2	Distribution characteristics of Paleoearthquakes	(132)
8.3	Seismo tectonics and marks of seismogenic structures	(139)
8.4	Earthquake risk prediction	(141)
Chapter 9	Kinematic characteristics of the fault zone	(143)
9.1	Quaternary dextral strike-slip and tail-pull apart of fault zone	(143)
9.2	On the plate boundary	(148)
9.3	Conversion between early levorotation and terminal dextrorotation	(151)
9.4	Modern tectonic stress field	(156)
9.5	Discussions on geodynamics	(159)
Conclusions		(165)
Reference		(167)
Photos		(173)

第一章 区域地质概述*

第一节 大地构造轮廓

一、构造单元划分

有关红河断裂带沿线的大地构造轮廓,前人作过较多研究(李四光,1965;中国科学院地质研究所,1974;黄汲清等,1980;王凯元,1983;云南省地质矿产局,1990;罗建宁,1992)。笔者在前人研究的基础上,根据区内的沉积建造、构造活动、岩浆活动特征及部分同位素年龄,将红河断裂带及毗邻地区划分为4个一级单元和9个二级单元(图1-1,表1-1)。

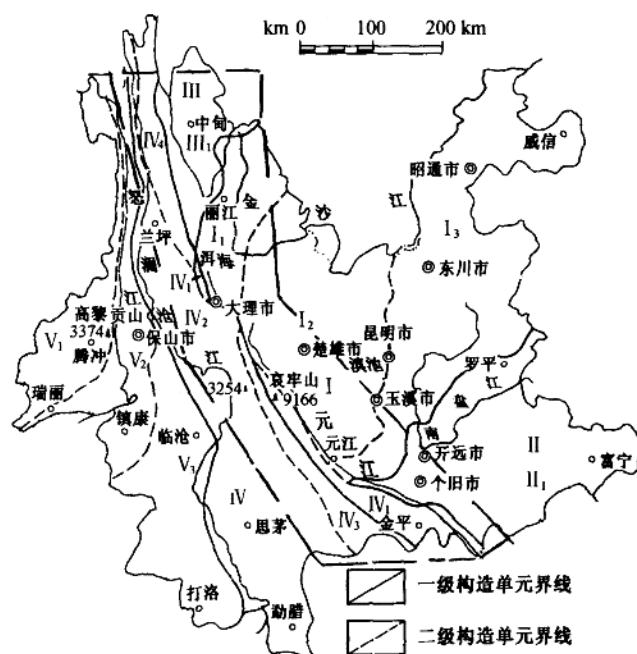


图1-1 红河断裂带及毗邻地区构造分区图

I. 扬子准地台: I₁. 丽江台缘褶皱带, I₂. 川滇台背斜, I₃. 滇东台褶皱带; II. 华南褶皱系: II₁. 滇东南褶皱带; III. 松潘-甘孜褶皱系: III₁. 中甸褶皱带; IV. 唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系: IV₁. 苍山-哀牢山褶皱带, IV₂. 兰坪-思茅坳陷, IV₃. 墨江-绿春褶皱带, IV₄. 维西褶皱带。虚线图框为研究区

(据云南省地质矿产局1990年资料修改)

* 计凤桔、董兴权、严富华执笔。

表 1-1 红河断裂带及毗邻地区构造单元划分简表

一级单元名称	一级单元边界	基底组成	盖层时代	构造线方向
扬子准地台(I)	西北:小金河-剑川断裂	大红山群、昆阳群	中三叠系-震旦系	NW
	东南:弥勒-师宗断裂			SN
	西南:红河断裂			
华南褶皱系(II)	北西:弥勒-师宗断裂	瑶山群、屏边群	中生界-泥盆系	SN
	南西:红河断裂			NW
				NE
松潘-甘孜褶皱系(III)	北东:小金河-剑川断裂	恰斯群、石鼓群、古生界、下三叠统	上三叠统-白垩系	NW
	南西:金沙江断裂			NNW
唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系(IV)	东:金沙江断裂带、红河断裂带	苍山群、哀牢山群、古生界	中生界	NW
				NNW
				SN
				NE

二、一级构造单元的基本特征

1. 扬子准地台(图 1-1, I)

扬子准地台西北以小金河-剑川断裂为界,与松潘-甘孜褶皱系的二级构造单元中甸褶皱带相连,西南边界为红河断裂带,东南以弥勒-师宗断裂为界,与华南褶皱系毗邻。

扬子准地台具有典型的双层结构,基底岩系由下元古界大红山群和中元古界昆阳群(研究区内)组成。大红山群为一套优地槽型的复理石和钠质火山岩建造,厚逾万米,经吕梁运动的区域动力热力变质作用后,形成了一套混合岩化强烈的深变质岩系,构造线方向为北西和南北向,并伴有中酸性岩浆的侵位,形成扬子准地台的第一基底;中元古界昆阳群为冒地槽型的类复理石建造和碳酸盐建造,厚 9 000~11 000 m,中元古界晚期的晋宁运动使扬子准地台全面褶皱回返,形成扬子准地台的第二褶皱基底,并伴随有中酸性岩浆侵位。昆阳群变质轻微,主要构造线为南北向。晋宁运动结束了扬子准地台的地槽发展阶段,进入了以震荡运动为主的盖层发育阶段。

晚元古代至中三叠世是扬子准地台的盖层演化阶段,自下而上为一套局部夹中基性-中酸性火山岩的陆相磨拉石、类磨拉石建造,滨海-浅海相砂泥质碳酸盐建造,陆相、海陆交互相砂泥质及碳酸盐建造,夹基性火山岩建造。

晚三叠世中期后,海水退出扬子准地台,全区由海相转变为陆相沉积。印支运动使元谋-绿汁江断裂以西成为断陷盆地,堆积了上三叠统含煤建造或含煤类磨拉石建造和侏罗系-中始新统巨厚的红色碎屑建造和含盐建造。始新世中、晚期的喜马拉雅运动,使扬子准地台的盖层发生褶皱、上升,形成了一系列山间和山前断陷盆地。在盆地中堆积了一套类磨拉石建造,并伴有中酸性、碱性斑岩的侵入。渐新世末的构造运动基本铸成了区域地形、地貌的雏形。中、上新世,沿山间断陷盆地发育了一套陆屑含煤建造。上新世末的喜马拉雅晚期运动使全区进一步隆升,奠定了现今的构造格局。根据中、新生代沉积建造、岩浆活动和构造活动的差异,扬子准地台可进一步划分成 3 个二级构造单元:丽江台缘褶皱带(I₁),川滇台背斜(I₂)和滇东台褶皱带(I₃)。

2. 华南褶皱系(滇东南褶皱带)(图 1-1, II₁)

研究区是华南加里东褶皱系西延部分的一个二级构造单元,称滇东南褶皱带。该褶皱

带的西北界为弥勒-师宗断裂,西南以红河断裂为界,为华南加里东褶皱系和扬子准地台之间的过渡带。瑶山群是本区最老的基底岩系,为优地槽型复理石建造;加里东期为冒地槽型沉积,发育类复理石-碳酸盐建造,加里东运动使本区褶皱回返成陆,缺失上奥陶统和志留系。华力西期发育一套碳酸盐建造和部分陆屑建造的地台型沉积。印支期,部分地区再度活化(如个旧地区),堆积了巨厚的类复理石建造及基性火山岩和火山碎屑岩建造。印支运动导致盖层褶皱,并有较强烈的基性、超基性岩浆的侵入。燕山运动表现为酸性岩浆的大规模侵入和以断裂运动为主的块断活动。主要构造线为北东向,在近红河断裂带附近为北西向,局部还发育南北向和东西向构造。

3. 松潘-甘孜褶皱系(中甸褶皱带)(图1-1, III₁)

松潘-甘孜褶皱系展布于藏北、青海、川西接壤区,研究区的中甸褶皱带仅是褶皱系由川西南延的一部分,位于金沙江断裂以东、小金河-剑川断裂以西地区。该褶皱带是在震旦系褶皱基底的基础上发育的华力西期结晶基底,下部为类复理石建造、碳酸盐夹砂泥质建造,上部为夹中基性火山碎屑岩的碳酸盐建造。华力西运动使褶皱带全面回返褶皱,并有轻度变质作用。印支早期为盖层沉积,堆积了浅海泥质碎屑-碳酸盐建造。印支晚期发育了一套夹有基性、中酸性火山岩的类复理石建造。印支末期的强烈构造运动,使盖层全面褶皱,并伴有大规模的中酸性岩浆侵入。燕山期和喜马拉雅期,褶皱带处于持续隆升剥蚀状态,仅在某些断裂附近,有小型断陷盆地发育,岩浆活动以酸性侵入岩为主,并有少量中酸性、碱性岩的侵入。构造线方向以北西-北北西向为主,由紧密褶皱和断裂组成。

4. 唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系(图1-1, IV)

研究区位于该褶皱系的东南段,其东界为金沙江断裂和红河断裂带,西界为怒江断裂带,向南延入缅甸、老挝和越南。该区最老的地层为位于东北边缘的苍山群和哀牢山群,广大地区的结晶基底为下古生界的一套冒地槽型类复理石建造,加里东运动使其褶皱回返。经泥盆系稳定型沉积后,受深、大断裂强烈活动影响,华力西期发展成再生地槽,堆积了一套基性火山岩建造和复理石建造,晚华力西运动使地槽全面褶皱回返,伴随有中、酸性岩浆侵入。印支期沿一些断裂活动带有地槽型的中基-中酸性火山活动。印支运动使本区褶皱隆起,结束海相沉积历史。燕山-喜马拉雅早期为红色建造,喜马拉雅运动使新生界褶皱抬升,并伴有酸性和碱性侵入活动。构造线方向为北西-北北西向。根据沉积建造、形变和构造层组合差异,可划分为4个二级构造单元:苍山-哀牢山褶皱带(IV₁),兰坪-思茅坳陷(IV₂),墨江-绿春褶皱带(IV₃)和维西褶皱带(IV₄)。

三、关于苍山-哀牢山褶皱带的归属问题

该褶皱带主要由苍山群和哀牢山群两套变质岩系组成。有关这两套变质岩系的时代,前人作过很多研究(陈炳蔚等,1987;云南省地质矿产局,1990;钟大赉等,1998),但鉴于同位素年龄差异较大,因而对该褶皱带是归属于扬子准地台还是归属于唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系,各抒己见。本书著者对其未做详细工作,仅根据前人资料,认为该褶皱带构造延伸方向与唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系比较协调一致,苍山群和哀牢山群是组成唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系的第一结晶基底。同时,该褶皱带具有断裂构造带的特点,考虑到构造单元划分的完整性和部分同位素年龄,本书暂把该褶皱带归属于唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系中的一个二级构造单元。

第二节 主要地层单元

红河断裂带沿线除上元古界震旦系和下古生界寒武系未出露外,其余各时代的地层均有出露。自老至新有如下主要地层单元。

一、下元古界

下元古界沿红河断裂带两侧比较发育,原岩是一套巨厚的火山-碎屑岩建造、火山-复理石建造,经中压区域变质而成的中、深变质岩系,混合岩化强烈。其同位素年龄在1 700~2 300 Ma B. P. 间。

1. 哀牢山群

分布于红河断裂带西南侧,呈北西-南东向展布,由各种片麻岩、变粒岩、角闪岩和片岩组成的、混合岩化强烈的中、深变质岩系,总厚大于9 250 m。

2. 苍山群

分布于红河断裂带西南侧的点苍山-罗坪山一带,呈北北西-南南东延伸,有各种片麻岩、变粒岩、角闪岩、片岩和大理岩组成的中、深变质岩系,总厚大于2 000 m。

上述两套岩系组成了唐古拉-昌都-兰坪-思茅褶皱系的最老结晶基底。

3. 大红山群

分布于红河断裂带东北侧的戛洒-大红山、腰街、漠沙一带,主要有各种大理岩、片岩、石英岩和浅粒岩组成,含磁铁矿,总厚大于3 600 m。大红山群组成了扬子准地台的第一基底。

4. 瑶山群

出露于红河断裂带南段东侧的河口一带,大致沿瑶山分布,主要由各类片麻岩、变粒岩、角闪岩和大理岩组成,总厚大于3 600 m,组成华南褶皱系的第一基底。

二、中元古界

中元古界主要分布于红河断裂带东北侧的中段,以昆阳群为代表。是一套以陆源碎屑岩为主,夹碳酸盐岩的冒地槽型沉积建造,经低温区域变质作用而成的以板岩、白云岩等为主的浅变质岩系,含较丰富的铁、铜等矿产,总厚大于10 000 m,其同位素年龄为900~1 700 Ma B. P.,组成扬子准地台的第二基底。

三、古生界

古生界主要分布于红河断裂带中段东侧的洱源、大理、弥渡及南段的红河一带。

1. 奥陶系

工作区内仅见奥陶系中、下统,上统未出露,为滨海-浅海相沉积。下统以砂岩夹页岩为主,偶夹灰岩;中统以灰岩为主,局部地区为页岩。总厚度为490~1 647 m。

2. 志留系

区内志留系的分布与奥陶系相同,下统未出露,仅见中、上统,为浅海相灰岩、白云质灰岩及白云岩,底部时有砂岩,出露厚度为552~2 080 m。

3. 泥盆系

分布于洱源、大理、红河和元江等地。下统的岩性主要有白云岩、灰岩、泥灰岩和板岩等；中统以硅质岩为主夹少量砂岩和页岩；上统以灰岩、页岩和砂岩为主。总厚度为 815 ~ 3 169 m。

4. 石炭系

区内石炭系的分布与泥盆系相同。下统的岩性主要有灰岩、鲕状灰岩、白云岩、泥灰岩夹硅质岩，底部有页岩和粗砂岩；中统主要由灰岩和大理岩组成；上统主要为灰岩，偶夹玄武岩透镜体。北部的厚度为 72~423 m，南部总厚度为 1 234~1 727 m。

5. 二叠系

分布与石炭系相同。下统主要由灰岩、白云岩、泥灰岩、粉砂岩、砂砾岩组成，局部地区有玄武岩喷发，厚约 113~942 m；上统主要由峨眉山玄武岩组成。总厚度为 64~5 386 m。

四、中生界

1. 三叠系

广布于红河断裂带沿线。下统主要分布于断裂带南段，以紫红色砂、页岩为主，间夹白云岩和鲕状灰岩，厚约 65~772 m。中统的分布与下统相似，以白云岩、灰质白云岩、泥灰岩和页岩等为主，厚约 2 486~3 307 m；上统沿红河断裂带均有分布，主要由砂岩、页岩、泥岩和泥质灰岩等组成，总厚大于 2 957 m。

2. 侏罗系

主要分布于红河断裂带的中段，下统主要由棕红色泥岩、粉细砂岩组成；中统为灰色、灰紫色石英砂岩、泥岩、粉细砂岩和泥灰岩组成；上统主要为紫红色泥岩和灰紫色粉细砂岩，总厚大于 10 000 m。

3. 白垩系

分布于红河断裂带北段的大理、弥渡一带，仅出露下白垩统，以石英砂岩、泥岩、粉砂岩、砂岩、砂砾岩和砾岩等为主，总厚约 1 250~1 911 m。

五、新生界

本区新生界发育齐全，但分布局限，大多为山间小盆地，沉积类型比较复杂，厚度悬殊，致使对比困难。

1. 下第三系

分布于断裂带北段的洱源和南段的红河一带，主要为河湖相和山麓洪积相的砂岩、砂质泥岩、砂砾岩和砾岩等。

2. 上第三系

主要分布于断裂带的北段和南段，中段较少，是一套在暖湿气候条件下形成的以砂岩、砂砾岩、砾岩、粘土岩、页岩和煤层为主的沉积岩系，沉积类型由洪积、冲积、湖积及混合类型。南段的最大厚度可达 800~1 000 m，北段最厚达 2 000 m 以上。

1) 中新统

主要分布于南段，为一套杂色厚层状粗碎屑岩；北段在洱源北部有少量出露，但在断裂带边缘的剑川地区出露较好。由粉细砂岩、中砂岩、泥岩及煤层组成。

2) 上新统

广泛分布于断裂带北段的洱源、大理和乔后井,断裂带中段的鼠街、龙街和腰街等地,以砂岩、砂砾岩为主,最大厚度可达 1 000 m。洱源三营的上新统在区内出露较好、地层层序清晰、动植物遗体丰富、研究程度也较好,并命名为“三营组”。三营组主要为河湖相、湖相和湖沼相沉积,以砂岩、泥岩为主,含煤,厚约 200~500 m。孢粉分析结果表明:三营组的孢粉特征以桫欏木、栎、榆、松等针阔叶植物花粉为主,含少量蒿、禾本科等草本植物花粉及冷杉、云杉等针叶植物花粉,此孢粉组合反映了三营组是在暖湿气候环境下沉积的。

出露于大理松毛坡和凤仪一带的松毛坡组,其下部含有煤层、煤线及以粘土、砂质粘土为主的河湖相沉积,孢粉研究结果应属上新统,但其上部以砂层、砂砾石层为主的冲积层应属下更新统。

3. 第四系

区内第四系广布,但出露较好、连续、系统、完整的第四纪地层剖面尚未见到。在断裂带各段,第四纪早、中、晚期地层多呈零星出露,且早、中期出露较差,而晚第四纪地层相对比较发育,广泛分布于断裂带北段和中段的山间小盆地中,山前、山坡之上,河谷、冲沟两侧及断陷湖、断塞塘之中。第四纪地层由下而上可作如下划分。

1) 下更新统

下更新统的沉积类型以河湖相、河流相和洪冲积相为主,主要分布于断裂带北段的大理、凤仪和中段的腰街、漠沙、东峨等地。

(1) 早更新世河湖相地层:在断裂带北段较发育、出露较好,现以剑川甸南东山剖面为例叙述之(图 1-2)。

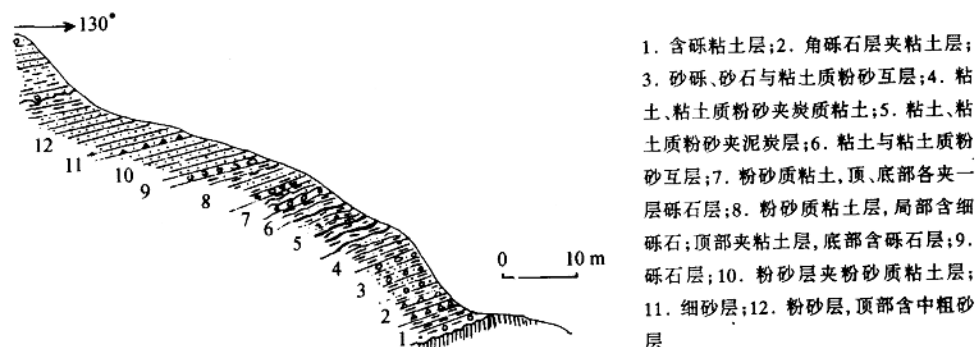


图 1-2 剑川甸南东山早更新世湖相层剖面

剑川甸南剖面主要由粘土、砂质粘土、粘土质粉砂和粉细砂组成,厚约 40 m。孢粉分析结果以针叶植物松、杉和冷杉为主,含少量榆、栎、桦等阔叶植物花粉,该孢粉组合显示为长期的气候环境,其地层时代应属早更新世。

(2) 早更新世河流相地层:在断裂带北段比较发育,为一套灰黄色、灰色的粉细砂层、粘土质粉砂层夹薄层砂砾石层,孢粉分析结果以松、杉、冷杉、铁杉、榆、栎和桫欏木等为主的花粉组合。该孢粉组合显示了其沉积时期是一个明显寒凉的气候阶段,其地质时代应属早更新世。

(3) 中段的早更新世地层主要为洪冲积,是一套胶结较紧、分选性较差、砾石磨圆度较好的以砾石为主的粗碎屑沉积物。因无化石和孢粉,仅根据岩性、岩相和上下的接触关系,