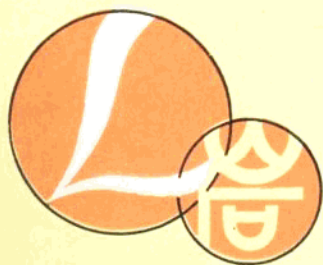


1:1 000 000

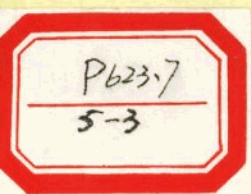
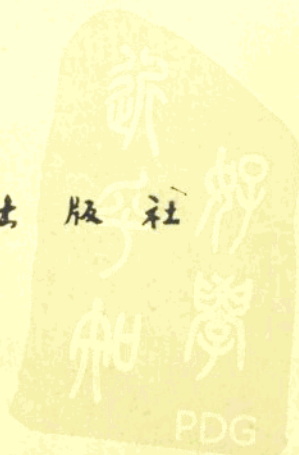
云南遮放至马龙 地学断面

(说明书)

国家地震局地学断面编委会



地震出版社



云南遮放至马龙地学断面 说明书

国家地震局地学断面编委会

本断面主编 阙荣举 韩源

(云南省地震局, 昆明)

地震出版社

1992年

序

全球地学断面(Global Geoscience Transect)计划(简称GGT),是80年代后半期国际岩石圈委员会开展的一项全球性地球科学研究项目,目的是在统一的原则指导下,通过对现有的各种地质和地球物理资料的编图、综合分析和对比研究,编制在全球各关键部位的170多条地学大断面,提供地壳和岩石圈的结构、组成、发展和演化的垂直构造剖面,并进行全球性的直接对比,以服务于矿产资源预测和减轻自然灾害。

面对这一国际岩石圈计划中的前沿课题,世界各国都十分关注,并积极参与该项计划。1987年,中国岩石圈委员会决定编制11条中国地学断面(CGT),并成立了中国地学大断面协调组,由地质矿产部、国家地震局、中国科学院和石油工业部(现为石油天然气总公司)代表组成。国家地震局负责编制其中的6条断面,它们是:

- (I) 内蒙古东乌珠穆沁旗至辽宁东沟地学断面;
- (II) 江苏响水至内蒙古满都拉地学断面;
- (III) 上海奉贤至内蒙古阿拉善左旗地学断面;
- (IV) 青海门源至福建宁德地学断面;
- (V) 湖北随州至内蒙古喀拉沁旗地学断面;
- (VI) 云南遮放至马龙地学断面;

为了高质量地完成这项工作,国家地震局将其列为重点项目,并成立了由22人组成的国家地震局中国地学大断面编辑委员会(以下简称编委会),由马杏垣教授任主编,刘国栋任常务副主编,孙武城、邓起东、刘昌铨、宋仲和、李裕澈任副主编。编委会主要负责提出与确定总体工作方案及实施计划,并指导各条断面的编制工作。编委会下设编辑部,主要协助主编、副主编负责本项目的协调和组织工作。编辑部挂靠在国家地震局地质研究所,其中日常工作由杨主恩承担。制图组由孙彤负责。

各断面组在编委会的指导下独立完成各断面的具体任务。

本项目于1987年开始准备和试编,1988年进入全面编辑和研究。参加该项目工作的有国家地震局地质研究所、地球物理勘探大队、地球物理研究所、地壳应力研究所、兰州地震研究所、辽宁省地震局、云南省地震局、江苏省地震局、国家地震局分析预报中心等9个单位的100余人。3年多来,各断面工作组在编委会的统一指导下,共同努力,辛勤劳动,独立取得了各自的研究成果。通过6条断面的制作及相应的地质、地球物理、地球化学等专题研究,取得了中国大陆壳-幔构造方面的大量信息,提出了许多重要的新见解。

在3年多的编图过程中,得到了国家地震局震害防御司、国家自然科学基金委员会、中国岩石圈委员会等许多单位和科技工作者的大力支持,国际岩石圈委员会地学断面协调委员会(CC-7)主席J.W.H.Monger博士和H.J.Gotze教授给予了多方指导和帮助,在此深表谢意。

国家地震局地学断面编委会

1991年8月

内 容 简 介

云南地学断面是中国十一条地学断面之一。由于云南地处板块边缘的板内一侧，具有从板块边缘到板内腹地之间的过渡性，所以无论在地质构造发展和地球物理区域特征以及地壳上地幔横向变化上均有其特色。

本书广泛收集云南及邻区的地质、地球物理和地球化学的最新资料，以板块和板内断块观点进行综合研究，力求反映云南区域特点，提出若干新的看法。

编制云南地学断面时严格遵守全球地学断面编图指南，便于国际上地学断面的对比研究。

本断面可供国内外研究全球构造、中国大地构造、云南区域构造的地球物理、地质和地球化学研究人员以及研究地球动力学、板块边缘构造、板内构造、地壳稳定性、地震与地质灾害、地震预报专业的科技人员和大专院校师生进行综合对比研究时参考。

目 录

一、绪言	(1)
二、编图思路与主要工作方法	(2)
(一) 用全球性通用的观点表述	(3)
(二) 突出云南特点	(3)
(三) 关于构造单元划分	(3)
(四) 注意探讨云南地区现代动力学模式	(4)
(五) 断面条带研究与区域背景研究相结合,在断面内 以三维概念做综合解释	(4)
(六) 地学断面是高层次综合性研究课题, 必须强调综合研究	(4)
三、云南地学断面的区域构造背景	(5)
(一) 大地构造背景	(5)
(二) 构造动力学背景	(7)
(三) 深部构造背景	(8)
四、断面条带内构造单元的划分及各单元地层岩石概况	(9)
(一) 构造单元划分的依据	(9)
(二) 各构造单元概况	(9)
(三) 岩浆活动特征	(15)
五、重磁异常特征、电性结构与大地热流值的分布	(20)
(一) 航磁异常特征	(20)
(二) 重力异常特征	(21)
(三) 重力反演中的几个构造问题	(22)
(四) 壳幔电性结构及其横向分布	(25)
(五) 大地热流分布	(26)
六、地壳上地幔速度结构与构造	(28)
(一) 地震测深主要震相及其相应界面	(29)
(二) 速度结构的构造分区特点	(29)
(三) 腾冲、保山块体地壳速度结构与构造活动状态的关系	(31)
(四) P_g 速度变化反映的构造问题	(33)
(五) 面波反演软流圈深度	(33)

(六) 地壳上地幔构造主要特征	(35)
七、地震活动与现代构造应力场	(37)
(一) 云南现代构造应力场	(37)
(二) 葡萄-密支那强地震带	(37)
(三) 云南各地震带以及它所反映的构造单元边界上的现代活动	(38)
八、古地磁纬度变化	(42)
(一) 古地磁纬度变化图的编制	(42)
(二) 扬子板块和滇缅泰板块的古纬度变化及二者的拼合	(42)
九、综合解释、构造演化与力学机制	(44)
(一) 云南地区地壳与岩石圈构造	(44)
(二) 云南地区地壳构造时空演化	(52)
(三) 云南及邻区地壳与岩石圈构造活动的力学机制	(56)
十、结束语	(58)
参考文献	(60)

一、绪 言

全球地学断面 (GGT) 计划是全球性最新地学前沿课题, 自 1978 年起美国地球动力学委员会开始大陆海洋断面计划, 1985 年国际岩石圈委员会 (ICL) 筹划全球地学断面计划, 1986 年规划全球断面线布署, 1987 年 8 月全球地学断面协调委员会(CC-7)制定了 GGT 计划指南, GGT 计划进展极快。对此, 中国岩石圈委员会和国家地震局不失时机作出反应, 积极部署中国地学断面工作。

1986 年 7 月中国岩石圈委员会中国地学断面 (CGT) 协调组布置了断面分工及统一要求。1987 年 7 月国家地震局成立了以马杏垣为主编的地学断面编委会, 并确定地学断面为国家地震局近期重点项目之一。1987 年 11 月国家地震局地学断面编委会第二次会议确定中国地学断面课题目的为, 与国际 GGT 进行统一对比; 通过编制 CGT, 全面总结深入消化国家地震局系统多年来在中国东部和西南主要震区进行的深部探测、地震地质、地球化学等大量研究成果, 为地震预报、减轻灾害和矿产资源预测提供较系统的基础资料和较全面的科学依据。

原定遮放—泸州断面调整为云南遮放至马龙断面 (YGT), 习惯上称 VI 号断面。VI 号断面课题进展是在国家地震局 CGT 编委会和编图办公室的领导下, 在国家地震局震害防御司 (前为科技监测司) 的组织下, 按照 GGT 编图指南和 CGT 编委会统一编图要求进行的。

国家地震局 CGT 编委会主编马杏垣教授对 VI 号断面多次给予具体指导, 对深入理解构造环境演化和综合地质解释有重要作用。编委会和编图办对完成 VI 号断面给予很多具体帮助。

云南是几个古板块汇聚的地区, 地质构造复杂, 现代活动十分强烈。VI 号断面横穿云南主要构造单元, 断面内地震频繁、强烈。云南是全球研究现代构造活动的热点地区, 它被看作是解答全球构造问题的窗口。云南具有研究和发 展地质构造新理论的优良的天然条件。

国家地震局在云南西部设立了地震预报实验场, 开展了各种地质、地球物理探测研究, 在 1982 年开展了地震测深观测, 共三条地震测深测线。VI 号断面以测深测线为基础, 西南起自遮放 ($24^{\circ} 10' N, 98^{\circ} 09' E$), 向北东延伸至宾川 ($25^{\circ} 50' N, 100^{\circ} 35' E$), 再折向东南至江川 ($24^{\circ} 17' N, 102^{\circ} 46' E$), 转向北东止于马龙 ($25^{\circ} 29' N, 103^{\circ} 39' E$)。断面全长 745km, 呈 N 形分布, 走廊带宽 100km。其中遮放至宾川段的走廊两侧边线相对中轴线向西北平移 12km, 即该段走廊西北侧边界距中心线 62km, 南东侧 38km。这样调整可包括腾冲大地电磁、大地热流, 洱源测深炮点资料在内, 观测表明地壳速度结构及各种地球物理特征横向变化相当剧烈。

按 GGT 协调委员会要求, 编制地学断面原则上在现有资料基础上进行。本断面力求使用最新资料, 利用最新成果; 其中地质构造方面吸取了云南省地矿局及其它机构关于三江地区、红河断裂带及云南区域地质的成果; 地球物理方面利用了国家地震局地质所、中

国科学院地质所、云南省地矿局、国家地震局地球物理研究所的大地电磁测深、大地热流、古地磁和上地幔软流圈成果、云南省地震局历史地震资料和地震危险性研究成果、云南省地矿局的云南省布格重力异常图和航磁异常图，部分资料截止于1991年3月。编图过程中就有关问题与范承均、王凯元、王义昭、陈宇同、陈元坤等云南地质、地球物理、地球化学及地震同行专家讨论与咨询，并得到他们的帮助。中国科学院地质所钟大赉教授也提供了很好的建议。云南省地震局在工作条件方面给予支持。项目经费由国家地震局承担。

1989年1月，国家地震局邀请国内同行专家，对I至VI号断面进行审查验收。国家地震局的地学断面工作获得好的评价，I至VI号断面均获准验收通过，同时建议进行部分修改后尽快出版。1989年4月国际地学断面东亚交流会，1989年7月第28届国际地质大会，1991年9月地学断面数字化国际讨论会，1992年8月第29届国际地质大会，本断面均曾参加展示，得以与国际同行专家交流，获得肯定评价。

1990年地学断面协调委员会(哥本哈根)会议确定，下一步的中心任务是深入研究现有的地学断面成果，推进地学断面资料的快速交换以推进全球地学断面对比。因此，国际岩石圈委员会(ICL)第III-1任务组(原CC-7委员会)把地学断面数字化列为90年代的重要进展标志，并已在1991年9月在北京召开了地学断面数字化国际讨论会。中国的一些断面的数字化已在进行中。

VI号断面图件和说明书由课题组集体完成，各项图件和说明书各部分由专项课题执行人完成，经课题组反复讨论修改确定。地球物理各专题亦分别进行。其中，地震测深专题由苗庆文及颜其中完成；面波壳幔结构分析结果由国家地震局地球物理所陈国英提供；重力反演由冯锐指导，胡克坚完成，赵晋明补充。其他地球物理与地质资料借鉴前人已发表著作。说明书各执笔人分列如下：第一、二、五、六、七、十部分由阚荣举执笔，第三、四部分由周瑞奇、张双林、阚荣举执笔，其中，岩浆活动特征以及第八部分由周真恒执笔。第九部分(一)、(二)由周瑞奇、张双林、阚荣举执笔，其中，构造变质带由韩源执笔，(三)力学机制部分由阚荣举执笔。全部说明书由阚荣举统稿。杨润海、赵晋明及解丽参加说明书文字工作。高吉丽、朱燕和周郎生曾参加云南地学断面的部分工作。各种图编制人已列于图面责任栏。

二、编图思路与主要工作方法

“断面”是指表示整个地壳的组成和构造的剖面。如有可能包括整个岩石圈。它要综合所有现有的地质、地球化学和地球物理资料。断面位于宽100km、长达几百公里的跨越若干主要地壳构造单元的条带内，其位置由该区专家选定。实际上这样的断面就是地壳的垂向大地构造图，理想地描述了断面走廊的岩石圈演化(马杏垣等，1991)。GGT编图指南是为了保证以统一的形式和统一的要求编制断面，便于世界不同地区直接对比。

云南地学断面编图工作遵守GGT指南和补充规定，按照CGT要求，采用统一格式，综合已有地质、地球物理、地球化学资料与研究成果，编制成一组条带图与剖面图。

包括地质条带、重力条带(含大地热流值与震中分布)、航磁条带图,地质剖面、地球物理解释综合剖面、解释性地学剖面、构造地层时-空演化、构造亲缘关系图,古地磁纬度变化、地层柱状图等图解以及概要图、索引图等。编图中使用统一规定的两种色标,即(1)显生宙用国际地质图集统一色标,(2)亲缘关系色标。断面走廊的条带图用等角圆锥投影。综合研究的核心是编制解释性剖面,其目的是在断面内研究地壳、岩石圈结构及其横向变化、构造演化与动力学作用,建立本区的动力学模式,并提供区域乃至全球性对比。因此,云南地学断面编图思路是在GGT与CGT统一科学思路指导下,体现云南断面本身特点。编图的基本思路和主要工作方法概括为如下六点:

(一) 用全球性通用的观点表述

地学断面是区域性对比乃至全球性对比课题,应该用比较通用的观点来表述。在台槽学说与板块构造学说之间权衡,我们采用了板块构造观点来表述并探讨云南大地构造及其演化。云南地区,多年来用传统地质理论的研究成果较多,也比较系统。近年来,用板块观点研究云南大地构造也有一定进展,但是用板块构造观点研究大陆内部,特别是云南这种复杂构造区,要面临大量新问题。就云南而言需要研究解决与冈瓦那古陆的关系,劳亚古陆边界,现大陆内部古板块演化过程等等。由于板块构造学说用于大陆内部,在大地构造单元划分中还缺乏成熟的术语系统,所以,我们在编图中又吸收借用了传统地质学的某些名词。我们认为,这是板块学说应用于大陆地区的科学发展过程的反映,它并不意味着不同学说间的概念混淆。

(二) 突出云南特点

从地球动力学和壳幔构造的角度来看,云南有如下特点:

(1) 靠近现代板块边界,力源强大,活动性强,变形复杂,表现在地震活动上,强度大,频度高,类型多样。

(2) 有显著的现代板内断块运动,云南现代地壳运动优势方向为近南北向,以水平运动为主。主要断裂都是大型走滑断裂,它们构成板内断块边界,其旋性与板缘及板内断块运动配套,并与现代构造应力场一致。

(3) 云南地壳与岩石圈结构及地球物理场有显著的纵向和横向变化。纵向上表现为多层结构、横向上表现为分块特点。

(4) 云南是古板块的紧密汇聚区,经历了剧烈的大地构造演化,新生代以来也曾发生过明显的变化。

(5) 云南位于中国南北向构造带的南端,处于西部现代构造活动区与东部稳定区之间的过渡区。

(三) 关于构造单元划分

针对云南复杂的地质构造,为了表述地质构造及地壳物性剧烈的横向变化,构造单元

按三个层次划分，即二级构造单元之内再划分小区。

(四) 注意探讨云南地区现代动力学模式

参考中国西藏、印度、缅甸和东南亚各周边地区的区域构造，“通过各板块的相互运动在板缘和板内造成的各种构造现象及各种地球物理场去揭示第四纪以来，特别是现今的运动学过程，并推导其驱动机制”（马杏垣，1987）用以研究云南强震的力源以及强震分布的时空变化规律。

(五) 断面条带研究与区域背景研究相结合，在断面内

以三维概念做综合解释

地学断面的最终表示是剖面图，剖面方式便于表达纵向结构和横向分区，不利于表达各构造单元垂直于断面的水平运动和走滑断裂的现代构造运动特征。因此，结合云南情况，用区域索引图表达构造的水平运动，在断面内增加反映旋性的符号。断面条带内不仅有沿着断面的横向变化，还有垂直于断面走向的变化，从而提出了用三维形式研究断面的必要性。

由于云南地学断面分布呈锯齿形，所以投影方法的差别对于用图形显示解释结果的影响特别突出。因此，在编制各种剖面图时，对断裂和地球物理异常的所谓构造投影方法尤需结合区域背景慎重使用，而在用法线投影处理代表性地名位置时，取用的条带不可过宽，以不与区域构造背景冲突为宜。

(六) 地学断面是高层次综合性研究课题，必须强调综合研究

GGT 编图指南和 CGT 文件一再强调要加强地质与地球物理的密切结合。我们认为实际上有三个综合研究环节，即反映地壳和岩石圈不同深度、不同结构层次的物理性质和化学性质以及不同构造单元之间关系的各种地球物理、地球化学资料的综合研究；反映地壳和岩石圈结构分层的岩石组合、构造环境和地质历史时期构造演化过程的各种地质资料的综合研究；地质与地球物理二者之间的综合解释研究。

我们在工作后期使用一种促使地质与地球物理紧密结合的工作方法，即是在地球物理综合剖面图上做综合地质解释。这种作法使地球物理异常都可能有的地质解释，而每个地质解释都应有地球物理依据。

简言之，云南地学断面的编制是将沿断面线已有的地质、地球物理和地球化学资料以条带形式概括展示在图上，经综合研究，编制成一个延伸至莫霍面以至整个岩石圈的解释性地学剖面，它不仅要显示地壳的现状，而且要解释它如何达到这种现状的演化过程。同时通过现今地壳运动的研究，建立区域性动力学模式，它为进一步把这些活动过程外推到未来提供一个区域性格架，可为矿产资源勘查、地震预测、保护环境和减轻地质灾害服务。

三、云南地学断面的区域构造背景

云南位于青藏高原的东南边坡地带。地势呈西北高，东南低。滇藏交界的滇西一系列北西—南北向近于平行的山系，如高黎贡山、怒山、云岭、无量山、苍山—哀牢山和穿流其间的怒江、澜沧江、金沙江、红河纵贯全区。它们在昌都附近由北西向急转南下，形成著名的横断山区高山峡谷地貌。滇中滇东地区，由于各断裂间的断块差异运动，形成由西向东阶梯状下降和波状起伏的盆岭相间地势特征。由滇西北至滇东南山顶面从 5000m 左右降至 1000 多米，形成向东南有起伏的掀斜面。

VI号断面横穿云南东西，由于本区独特的构造背景，使云南地学断面的研究具有重要的意义。

(一) 大地构造背景

云南断面主要穿过的构造单元为扬子准地台、三江褶皱系和冈底斯—念青唐古拉褶皱系东南端(黄汲清、任纪舜等, 1985)。

云南深大断裂发育，有以南北向为主的怒江断裂、澜沧江断裂、程海断裂、元谋—绿汁江断裂和小江断裂，北西向的金沙江断裂和红河断裂，以及北东向丽江木里断裂、南汀河断裂。这些断裂构成了云南地区的主要构造格架，同时也是本图中一、二级构造单元划分的边界。

近年来，以板块学说研究云南及邻区大地构造已有了较大进展。结合亚洲大地构造图(李春昱, 1982)和云南省地矿局的研究成果(范承钧, 1982; 王凯元, 1985)^①，我们把云南及其周围地区划分为三个板块(图 1)。红河断裂带以东为扬子板块，它是以扬子准地台古老变质岩为陆核包括周边的褶皱带增生而成。金沙江断裂和藤条江断裂以西，北澜沧江—昌宁双江断裂以东属印支板块，它是以印度支那半岛前震旦纪变质岩为陆核包括周围的古生代及中生代褶皱带构成。北澜沧江—昌宁双江断裂以西为滇缅泰板块，位于冈底斯拉萨中间板块(汤耀庆等, 1984)的相应南延区域，西侧以缅甸境内的密支那—曼德勒断裂为界。再向西为缅甸板块。

前人在大地构造单元划分中，多把红河断裂和怒江断裂之间，即本图中保山块体和兰坪—思茅弧后盆地所在区域，划作同一个构造单元，即三江褶皱系(黄汲清等)或青藏印支块褶区(张文佑, 1986)。80年代以来对澜沧江断裂带的认识逐渐变化。

云南省地矿局的研究成果，认为滇西、东南亚地区为亚洲板块群及其复合大陆的组成部分。印支板块是古太平洋板块的组成部分，印支板块经晋宁后期—早加里东期与扬子板块拼合。滇泰马板块、印度板块经华力西晚期—印支期、喜山期依次向东俯冲而构成现今之联合大陆^①。

^① 李方夏, 1987, 滇西—东南亚大地构造特征(赵应龙主编, 缅甸、泰国、老挝地质矿产研究报告), 云南省地矿局科技情报室。

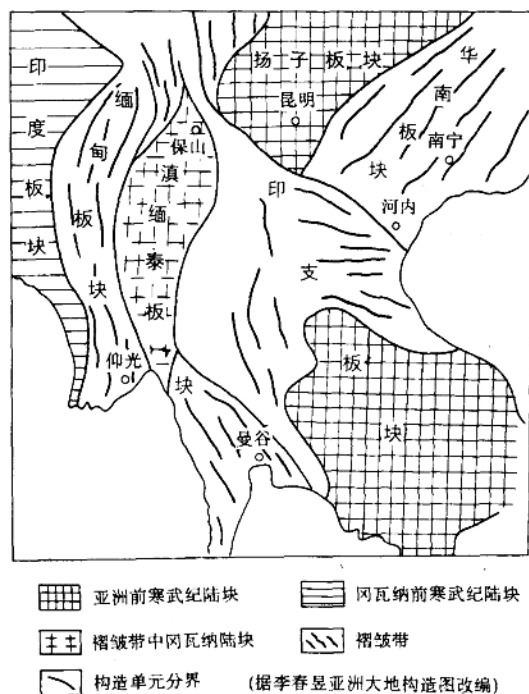


图1 云南及邻区大地构造略图

印度板块于燕山晚期与滇泰马板块碰撞，其缝合线在密支那—曼德勒断裂处。喜山期开始，西部洋壳又继续向东俯冲，在那加山—阿拉干山形成新的俯冲带。

我们从地震测深结果(本说明书第六部分，表4)看到兰坪—思茅弧后盆地与保山块体显然不属于同一种地壳速度结构类型，而保山块体和腾冲块体的地壳速度结构却接近于同一种类型。这种地壳速度结构是我们不采用“三江褶皱系”的区域划分，而用现在这种滇缅泰板块区域划分的依据。重力均衡异常的区域特征分析也支持这种划分。

滇缅泰板块向西并非直接与印度板块相接，中间隔着一个缅甸板块。滇缅泰板块与缅甸板块之间有一条重要边界，其位置应在葡萄—密支那—曼德勒—勃固山前断裂一线。这一条地质历史上的近代板块缝合线与那加山—阿拉干山板块缝合线不同，是大震、强震形成的浅源地震带，沿线地震的线性分布甚好，且地震远比云南地区更为频繁强烈。而那加山—阿拉干山板块缝合线有现代板块边界俯冲性质，沿那加山一线有中深源地震带，其P波初动解显示有向东俯冲的特点(图10)。从云南及邻区构造动力学来看，古板块缝合线大多数已转化为现今活动的地震带，其中临近板缘的，在板块边界力的直接作用下，现今活动更加强烈。因此，我们在前人概略划分缅甸板块(马杏垣，1987)情况下，用大震资料划出缅甸板块与滇缅泰板块的缝合线。这个划分影响着云南及邻区的动力学模式。

如上所述，VI号断面横穿滇缅泰板块、印支板块和扬子板块。印度板块、缅甸板块和

欧亚板块之间的碰撞、俯冲，对本区各板块缝合线的走向及它们之间的现代活动无疑具有重要的作用。

(二) 构造动力学背景

马杏垣(1987)从活动构造和岩石圈动力学的角度，对本区构造划分如下：怒江断裂以西属喜马拉雅块体，怒江带至金沙江红河带之间为西藏块体，红河带至小江带之间为著名的川滇菱形块体，小江断裂以东为南华亚板块。

对上述划分中的“川滇菱形块体”，我们仍沿用在早期文献中使用的“康滇菱形断块”(阚荣举等，1983)。这是因为包围进菱形断块的仅为川西南一隅原属西康的部分地区，加之现在的四川大部分地区属于东部稳定地块，属于对板内断块运动产生阻挡作用的地区(见本说明书第九部分，图12)，所以还是对川与康有所区分为好。在康滇菱形断块西南另有块体向南运动，至于后面要提到的在康滇菱形断块以北的“川青断块”(韩渭宾等，1980)则名从主人，并可看到在中国西南不止一个板内断块在运动。

新生代以来，亚洲南部发生的重大构造事件，即印度板块与欧亚板块碰撞，对本区的地球动力学过程起着深刻的影响。始新世以后，改变了青藏高原地壳演化的历史，强化了大陆岩石圈内的俯冲，地壳缩短加厚，高原不断隆起。特别是上新世以来，高原大幅度抬升，对边缘产生与以前不同的影响。此后，云南地区现代地壳运动一般认为一直承袭着上新世以来的基本格局。印度板块与欧亚板块的碰撞不仅对青藏地区的垂直运动起着重要作用，而且对断裂活动方式及各块体水平运动起着控制作用。云南地区各活动断裂运动特征虽然多样，但有基本规律，以水平运动为主。总的说来，北西向断裂为右旋走滑；北东向断裂为左旋走滑；南北向断裂，在红河断裂东北侧的为左旋走滑，在其西南侧的为右旋走滑。

红河断裂带南段与其北侧平行的曲江断裂和楚雄断裂等相比，地震活动特点有显著差别。红河带南段地质构造现象宏伟壮观，相反，地震活动则既小又少(阚荣举，1983a)。由此可认为，南涧以南的红河断裂是典型的蠕滑断裂带，而在其北侧的楚雄和曲江逆走滑断裂带具有粘滑运动性质(马杏垣，1987)。南北向的北澜沧江-昌宁双江断裂为右旋走滑性质，1988年的澜沧-耿马地震地表破裂方式和震源机制证明了这一点。班公湖-怒江断裂带分为南北两段，南段云南境内的怒江断裂呈逆走滑右旋活动。南北向断裂包括康滇菱形断块东界的安宁河断裂、则木河断裂及小江断裂具逆走滑左旋性质。康滇菱形断块是青藏亚板块东南缘走滑转换带中的旋转块体，它的东北侧岩石圈物质扩展受东部稳定地块的阻挡，南西侧往南南东流展，从而产生强烈的左旋水平运动，形成许多地震断层和地震破裂带。北东向的丽江木里断裂，具有左旋逆走滑性质，并与滇西南的南汀河北东向断裂构成左列格式。云南地区各主要断裂所具有的运动方式，与现代构造应力场区域分布以及板内断块运动，特别是康滇菱形断块向南东运动的特点一致，并在总体上构成本区构造动力学背景(阚荣举等，1977，1983b)。

(三) 深部构造背景

青藏高原以其厚度大于70km的地壳为核心包含周边坡度带，自成单元，形成全球唯一的巨厚广袤的地壳整体(阚荣举, 1986)。康滇地区是青藏地壳单元向东南舌形伸出部分，地壳厚度坡度带大体由北起川青断块东界武都、成县一带，沿龙门山断裂带向南西延伸，再向南地壳厚度分为两个台阶，北西一个台阶以50—55km等厚线为代表沿北东-南西走向伸入滇西中甸、丽江地区，形成一个朝向南东的宽缓舌状突出(后舌)。东南面另一个台阶大体以40km的等厚线为代表，环绕四川盆地西缘，以近南北转北北西向沿滇黔边界伸至滇东，再以北东、近东西走向经个旧、景谷、云县，转北西伸向缅甸北部，形成一个较为狭长的舌形突出(前舌)。这种青藏高原边缘向东南延伸的舌状突出特点，构成了云南的深部构造背景(图2)。它也形象地展现了以康滇菱形断块为主的板内断块向南南东运动的流展状态及其运动结果。

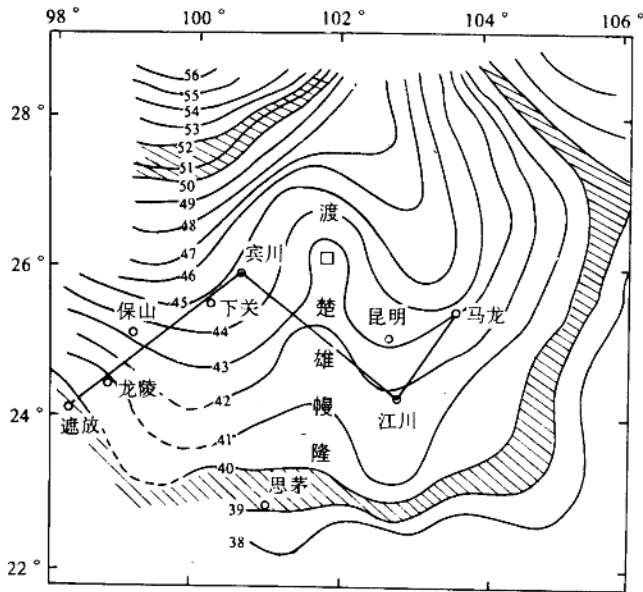


图2 云南地区地壳厚度分布

(图中影线表示前舌、后舌位置，直线表示YGT位置)

在更大的地壳构造背景上显示的是，在阿萨姆缅甸山弧和扬子板块的四川地台之间，地壳等厚线呈向南东的舌状突出，与前述情况一致。这显示了在西侧板块推挤和东侧板内阻挡区域之间，邻近板块边缘地区的地壳物质向南东流展的趋势。在云南，地壳深部构造与板内构造动力学图像是紧密相关的。

目前能够用于探讨岩石圈构造与构造运动的资料不多，本断面资料说明，岩石圈厚度自西向东，自邻近板块边缘向板内，自构造活动区向稳定地区急剧加厚。

四、断面条带内构造单元的划分 及各单元地层岩石概况

(一) 构造单元划分的依据

我们在云南地学断面地质条带图中划分出三级构造单元。一级为古板块，二级为块体或地体，三级为地层小区。大陆上古板块划分的重要标志是缝合线上的蛇绿岩套，它是出露于地表的古板块边缘的洋壳残片。除此之外，其它重要因素如深大断裂、混杂堆积、双变质带，古地磁、古生物分区以及地壳深部构造，重力、磁力异常等都要结合起来考虑(李春昱，1982)。

块体或地体，是指以断裂为边界的具有区域性延伸的地质实体，在同一块体或地体内，沉积、构造、岩浆活动和变质作用应当是统一和连贯的(吴功建等，1989)。其中地体强调地质历史发展，尤其是“外来”特性，而块体之间强调运动学的差异，各个块体具有不同的几何形态和形变特征。

根据以上考虑，结合云南区域地质构造特点，地层、古生物群、岩浆岩和变质作用的差异以及地震测深和大地电磁测深数据，重力异常和航磁异常特征，我们在云南及邻区划分出3个古板块，7个块体，13个地层小区(图1)。

(二) 各构造单元概况

1. 一级构造单元

1) 滇缅泰板块

滇缅泰板块相当于李春昱等人认为的冈底斯拉萨中间板块东部向南转折后的延伸部分。西以葡萄-密支那-曼德勒缝合线与缅甸板块分界，东以北澜沧江-昌宁双江断裂(澜沧江-青菜-中马来亚缝合线)与印支板块毗邻。以掸帮地块为陆核，前寒武纪地层分布广泛。它是晚古生代由冈瓦纳古陆分裂出来的地体群，向劳亚古陆漂近，并在华力西运动后期沿北澜沧江-昌宁双江断裂带向东俯冲与印支和扬子板块拼合。

2) 印支板块

印支板块以中南半岛为主体，并以越柬边界的昆嵩地块为陆核，震旦一早、中寒武世时沿红河断裂与扬子板块拼合。随着东西两侧古洋壳的俯冲，形成环绕陆核的各时期的边缘褶皱带。兰坪-思茅弧后盆地属印支板块的北延部分，华力西期曾经受强烈的褶皱隆起，于中三叠世早期又重新发生拗陷，形成巨厚的中生代海陆交互相碎屑沉积及后期的内陆湖盆-河流相沉积。兰坪-思茅弧后盆地的基底出露很少，根据两侧出露的老地层推测，其褶皱基底由下古生代地层构成。据地震测深结果，中下地壳波速高，与本断面其它

单元相比较,推测其下可能存在中晚元古代的结晶基底,具体讨论见第九部分(一)的兰坪-思茅弧后盆地部分。

3) 扬子板块

扬子板块位于红河断裂带东北,以扬子地块为陆核,其基底为早元古代变质岩系(1706—1900Ma)及中元古代的昆阳群(885—1002Ma)。其上为震旦系磨拉石和冰碛层以及下古生界地台型盖层,上古生界和中生界为滨海—泻湖相或陆相沉积。

扬子板块西缘,即现今四川西部和云南中西部,在中生代和新生代经受了剧烈的构造演化,属于现今构造活动区。

2. 二级构造单元

在板块划分的基础上进一步划分为7个二级构造单元。在云南特殊的构造条件下,二级构造单元均以深断裂为界且各自具有不同地质发展历史。怒江断裂以西为腾冲块体(Tc);怒江断裂与北澜沧江-昌宁双江断裂之间为保山块体(Ba);兰坪-思茅弧后盆地(Ls)位于北澜沧江断裂与金沙江断裂之间;红河断裂与程海断裂之间为盐源-丽江陆缘拗陷(YI);滇中拗陷(Dz)位于程海断裂与元谋-绿汁江断裂之间;元谋-绿汁江断裂与小江断裂之间为康滇古隆起(Kd);小江断裂以东为滇东拗褶带(Dd)。每个二级构造单元均对应一个单独的地体或块体(图3)。各构造单元主要考虑其各自运动、形变和几何形态方面的特点命名。

以下分述各构造单元的地层和构造活动要点,可参见云南地学断面图幅下部的地层柱状图和构造地层时空图。为了表述各构造单元地质发展所具有的总体特征,在描述各构造单元地层时,除以地质条带图出露的地层为依据外,同时考虑了该单元在条带范围以外的地层发育情况,并对构造地层时空图和地层柱状图作了不同的处理。

1) 腾冲块体(Tc)

东以怒江断裂为界,南以北东东向的畹町断裂为界,区内地层主要为中元古界的高黎贡山群,主要岩性为变粒岩、花岗片麻岩等,厚度大于1000m。泥盆—石炭纪时,本区处于下沉阶段,沉积了一套含碳质复理石层,厚达6000m以上,石炭系中见冈瓦纳相,中上石炭统含砾板岩,具冰海沉积特点(陈炳蔚等,1987)。二叠纪末期的华力西运动,上升并发生了明显的区域变质作用。中晚三叠世后,大部分地区长期隆起。

燕山期发生多期多阶段的酸性岩浆侵入和晚期逆冲断裂活动。燕山运动使本区构造基本定型,在槟榔江以西以紧密褶皱为主,出现向东倒转的褶皱构造,东部高黎贡山区除强烈挤压,小褶皱特别发育外,尚有一系列西倾走滑逆冲断裂,构成贡山—高黎贡山—陇川江叠瓦状构造带(陈炳蔚等,1987)。

新生代早期以挤压上升为主,中晚期产生拉张,形成山间拗陷。中新世—更新世期间由于印度缅甸板块沿葡萄—密支那持续向东俯冲挤压,使腾冲一带抬升拉张,导致碱性玄武岩岩浆喷发,形成我国著名的腾冲火山群。

高黎贡山变质带夹持于陇川江潞西深断裂与怒江断裂之间,南延部分为龙陵、潞西岩浆岩分布区,北延为中侏罗纪以后地层所覆盖,可能与更北的怒江断裂以西的岩浆带相连接。这是一条与深断裂活动有关的构造岩浆变质杂岩带。变质带主体为南北向延伸,南部龙陵潞西地区转为北东向分布,东西两侧岩石变质较为轻微,而核部混合岩化作用强烈。在靠近陇川江和怒江一带出露岩石以绿片岩相或低绿片岩相为主,向中部过渡为角闪岩相

和高绿片岩相，在其轴部为由混合花岗岩和混合片麻岩组成的高角闪岩相(雷德俊，1987)。变质带与已知时代地层均为断层接触。高黎贡山变质带可能在兴凯旋回即有活动；加里东旋回，断裂带东侧急剧下降；早古生代晚期变质带又开始逐渐隆起，经历了强烈的华力西运动，早古生代地层或含更老地层发生变质；特别是燕山旋回，碎裂变质作用遍及断裂带；喜马拉雅旋回断裂活动同样十分强烈。

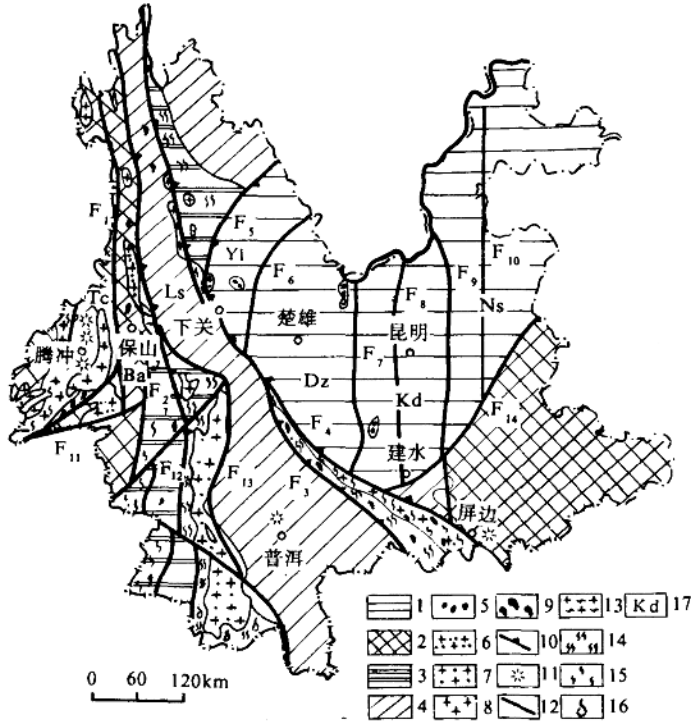


图3 云南省大地构造略图

- 1. 滇缅泰板块；2. 印支板块；3. 扬子板块；4. 南华亚板块；
 - 5. 晋宁期花岗岩；6. 澄江期花岗岩；7. 华力期花岗岩；8. 印支期花岗岩；
 - 9. 燕山期—喜山期花岗岩；10. 超基性岩（不分时代）；11. 板块缝合线；
 - 12. 第四纪火山口；13. 断裂；14. 高温变质带；15. 高压变质带；
 - 16. 浅变质带；17. 蓝闪石或其他高压矿物带；18. 二级单元代号
- F₁ 怒江断裂；F₂ 北澜沧江—昌宁双江断裂；F₃ 金沙江断裂；F₄ 红河断裂
 F₅ 剑川断裂；F₆ 程海断裂；F₇ 元谋—绿汁江断裂；F₈ 普渡河断裂
 F₉ 小江断裂；F₁₀ 晚町断裂；F₁₁ 南江河断裂；F₁₂ 弥勒断裂；F₁₃ 南澜沧江断裂
 Tc 腾冲块体；Ba 保山块体；Ls 兰坪—思茅弧后盆地；Yl 盐源—丽江陆缘拗陷
 Dz 滇中拗陷；Kd 康滇古隆起；Dd 滇东拗褶带

沿断裂带的第三、第四纪断陷盆地呈弧形展布，受大断裂直接控制。西侧著名的腾冲第四纪火山活动以及岩浆囊的存在，其成因均与断裂带有着直接或间接的联系。

断裂带东西两侧的构造形迹亦有明显差异，东侧主要是规模不大的断裂和南北走向褶