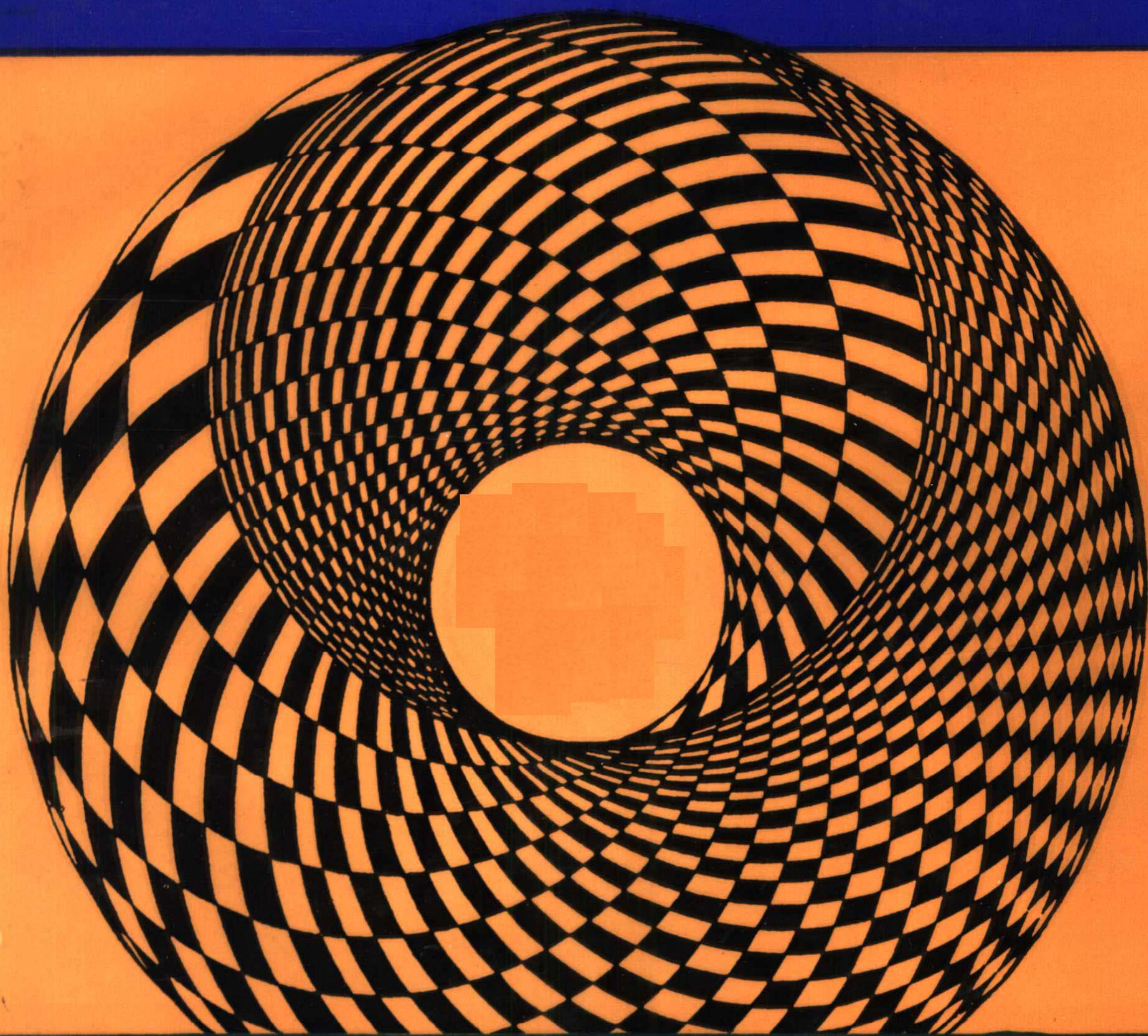


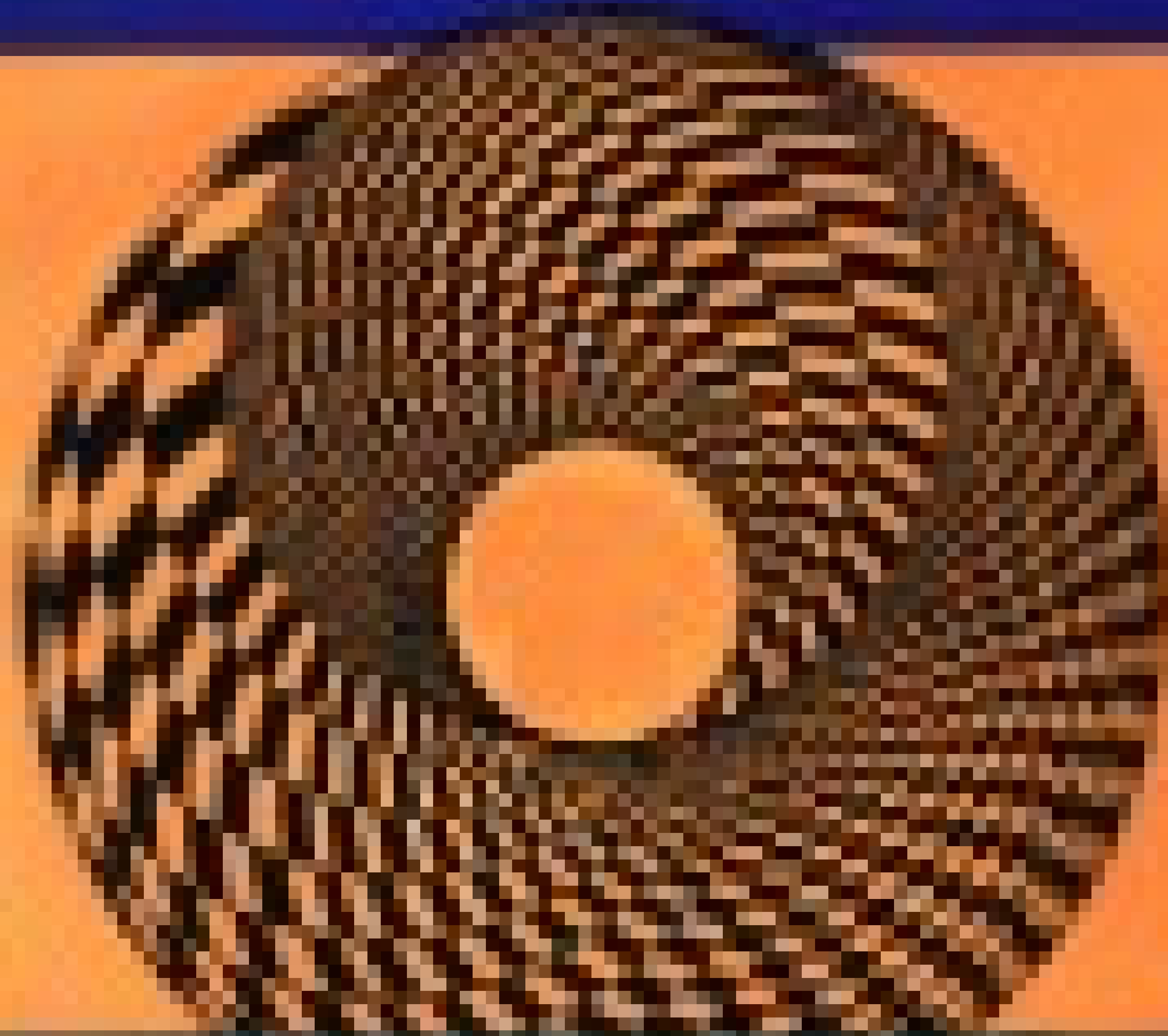
昆明盆地晚新生代 地质与沉积演化



地质矿产部
成都地质矿产研究所·云南省地质矿产局

重庆出版社

文明在地域的新生代 时尚与建筑演化



昆明盆地晚新生代地质与沉积演化

●重庆出版社●

地质矿产部

成都地质矿产研究所·云南省地质矿产局

特约编辑 曾绪伟
责任编辑 王镇寰
封面设计 吴庆渝
技术设计 忠 凤

刘宝明 肖永林 罗建宁 李希勤 贝丰等著
昆明盆地晚新生代地质与沉积演化

重庆出版社出版发行(重庆长江二路205号)
新华书店经销 达县新华印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张13 插页13 字数314千
1990年12月第一版 1990年12月第一版第一次印刷
印数: 1— 3,600

ISBN 7-5366-1287-7/P·26
科技新书目: 226-324 定价: 7.40元

内 容 简 介

本书以丰富的第一性资料为依据，全面系统地论述了昆明盆地上新世以来的岩石与年代地层、古气候变迁、盆地沉积环境与相、泥炭、褐煤、分散有机质、自生矿物的成矿作用与成岩变化以及盆地的地质构造、地貌与沉积演化，是一部研究现代沉积与晚新生代沉积相结合，将今论古，具多学科综合论述的典型著作。对晚新生代盆地的综合研究，在国内属首创，在国际上也是少有的。对推动我国目前占油气储量90%左右的中、新生代含油气盆地以及煤和地下水资源的分析，对资源的寻找、开发和利用，对沉积学、古气候学和第四纪地质的发展将起重要作用，在学术上和社会效益上都具有重要意义。

本书可供广大沉积地质、构造地质、地层、古生物、能源地质、第四纪地质、水文和环境地质、地理和森林保护等方面的生产、科研和教学人员参考。

前言

盆地分析是70年代以来,中、外地质界都十分关注的问题,系统研究沉积盆地的形成、发展,沉积体的特征和变化规律,不仅有理论意义,更重要的是在地下资源的找寻和开发上有重大现实意义。在我国,中、新生代陆相盆地分布广泛,已证实其中蕴藏着占90%以上的油气储量,还有丰富的煤、铀、地下水、盐类、化工原料和建筑材料等资源。研究陆相沉积盆地形成演化的规律,将有助于对这些资源的进一步预测、勘探和开发。越来越多的研究资料表明,要解决中、新生代沉积盆地的理论和实践问题,不仅要加强有关盆地形成和演化本身各学科方面(包括盆地构造和地貌、地层、地球化学和地球物理,沉积作用和沉积环境变化,矿化和成矿作用,生物、生态环境和水文地质等)的综合研究,还应按照对比沉积学的原则,把古代环境与相类似的现代沉积环境有条件地进行比较研究。以昆明盆地为例进行这样的系统研究,在国内尚无先例,也是国际上瞩目的课题。

昆明盆地位于云南省中部,是云南高原上的一个最大的楔形断拗型盆地。自上新世后期盆地形成以来,在其中沉积了晚新生代冲积、湖积和湖三角洲相地层,已知最大厚度超过1 000m。现代的滇池是已有近300万年历史的古滇池湖的残余,它也是云南省内的最大淡水湖。现在,以河流、三角洲和湖泊沉积为主的沉积作用仍在继续进行。这些客观地质条件,为全面开展对盆地,特别是晚新生代地质史的研究,提供了理想的场地。

昆明盆地研究历史悠久,自1912年以来,就有一些国内外地质学家作过工作,先后有J. Deprat、许德佑、边兆祥、卞美年、卢衍豪、曾鼎乾、张玺、熊秉信等。解放后,为寻找金属矿产、能源资源、地下水、地热及城市建筑材料等,曾进行了大量的地质勘探与地球物理测量工作,50年代至今,施工钻孔已达数百个。云南省地质矿产局在本区系统地进行了1:20万及部分地区的1:5万区域地质与水文地质测量及一些矿产的普查勘探工作。云南省煤田地质勘探公司于1960—1964年,对盆地北东的松华褐煤矿区进行过详查,1971年又作了补充勘探;1972—1974年,对昆明盆地的找油、找气作过评价。此外,云南省石油研究所、地质矿产部第四普查大队也对盆地的油气作过工作。云南省水文地质勘探公司对盆地内的地下水与地热作过大量的地质与勘探工作。云南省地质矿产局物探队对盆地中、北部的水上部分作过大面积的小比例尺航空放射测量,中比例尺的综合物化探测量与地震剖面测量工作;并对滇池东北侧湖滨与松华煤矿区的钻孔进行过系统的物探测井。他们从不同方面都取得了丰富的地质资料,为这次对盆地深入系统的研究奠定了良好的基础。但是,由于以往各家研究的目的不同和当时条件的限制,有关盆地新生代沉积地层的时代划分与对比、沉积相及其纵横变化、盆地形成的地质构造背景、古生物群、古气候以及成矿作用等方面的问题,大都没有得出结论。

在前人研究的基础上,并参考了日本学者对琵琶湖和瑞士学者对苏黎世湖研究的经验,我们对昆明盆地的地层、构造、地貌、新构造运动、基底地质、古气候、古生态环

境、沉积作用、地球化学、成岩和成矿作用等方面进行了多学科的综合研究，为昆明盆地的开发、利用和环境保护等方面提供了丰富的资料；从而提高了昆明地区新生代地质研究程度，可以为研究省内其它盆地提供对比依据和工作经验。显然，通过这项研究取得的新成果，对昆明地区的经济建设，环境资源的利用和保护，对我国新生代地质研究都有很大参考价值。

在研究工作期间，请云南省地质矿产局水文工程地质公司和昆明勘察公司施工了滇科1孔，B4孔、Z1至Z4孔，并系统观察了上述各孔和T9、T15、参3、参2、参1孔岩心。其中滇科1、参3、参2、参1、T15和T9孔为打穿晚新生代地层钻孔，Z1至Z4为湖中钻孔，B1至B4为湖滨钻孔。施工过程中采取了有效的技术措施，保证了取心的连续、完整和系统性，保证了研究资料的严密、准确和可靠。在全面地调查昆明盆地及邻区的地层、构造、地貌、新构造与第四纪地质基础上，我们还系统研究了从为科研目的而施工的滇科1孔及上述各孔中采集的各种分析样品；对滇池湖作了湖泊物理化学性质与现代沉积调查，采集了各种样品。

本研究采用了多学科的丰富资料，并综合了前人和近年来其他单位工作的资料。因此，本专著反映了昆明盆地近30年来集体研究的成果。这项工作由成都地质矿产研究所刘宝珩教授和云南省地质矿产局高级工程师李希勤主持。参加工作人员有：成都地质矿产研究所肖永林、罗建宁、陈乐尧、苏俊周、庄忠海、邹培馨、刘荣谟、赵定华、葛传芝、邹定邦、陈喜昌、何万海、袁基典、闵际坤、傅光学、程纪玉、陈正德、左娅、鄢丽华、杨重九、蒲兵、周阳光；云南省地质科学研究所江能人、龙瑞华、孙荣、梁其中、杨慈芬；云南省水文地质公司阎庆桐、饶庆云、张忻、白声贵、邱灵；地质矿产部562地质大队袁国炯、郭子光、袁鼎、李钰、麦昌荣、李效东、宋焕霞、李光伟；成都地质学院贝丰、宋振亚、赵霞飞、傅红、高玲、秦天峨；天津地质矿产研究所王强；正定水文地质研究所李素珍。成都地质矿产研究所科技处的朱勋华、窦玉霞，云南省地质矿产局科技处杨荆舟为该研究项目的开展做了组织、协调工作。

本书是在各课题组所提交研究报告的基础上撰写的。各部分编写人员是：前言，李希勤、罗建宁；第一章，罗建宁；第二章，肖永林、江能人、庄忠海；第三章，陈乐尧、肖永林；第四章，肖永林、罗建宁、苏俊周、邹培馨；第五章，罗建宁、阎庆桐、肖永林；第六章，罗建宁、袁国炯、贝丰、郭子光、宋振亚、苏俊周、饶庆云；结语，刘宝珩、肖永林。最后由刘宝珩、肖永林、罗建宁对全文进行了加工、统编。文中各种分析数据主要由成都地质矿产研究所化验室测定，图件由绘图组完成。王承书工程师翻译英文摘要。

在研究过程中，云南省煤田地质勘探公司提供了3个钻孔岩心和有关地质、地球物理资料，云南省环境科学研究所供给了昆明地区和滇池环境研究的成果。整个工作还得到路兆洽研究员，荷兰乌特勒支大学梁瑞仁博士，瑞士苏黎世理工学院许清华教授和青岛海洋地质研究所何起祥教授的指导和帮助。曾允孚、何镜宇、杨珊珊、何起祥4位教授曾对本书原稿进行了评审，充分肯定了昆明盆地研究中所取得的结果和认识，提出了进一步完善的修改建议和意见。在此向他们表示诚挚的谢意。

目 录

前 言	(1)
第一章 概 论	(1)
第二章 盆地的晚新生代地层	(5)
第一节 盆地晚新生代地层划分	(5)
一、古地磁地层剖面	(6)
二、盆地晚新生代地层划分	(9)
第二节 盆地晚新生代地层特征	(10)
一、晚新生代地层类型和典型剖面	(10)
二、盆地内晚新生代地层对比	(18)
第三节 昆明盆地和其他地区晚新生代地层的对比	(19)
第四节 小结	(21)
第三章 昆明盆地晚新生代以来的气候变动	(22)
第一节 昆明盆地及云南山地区现代气候和植被分带概况	(22)
第二节 昆明盆地晚新生代孢粉组合及其古气候特征	(24)
一、滇池湖底泥中的孢粉组合特征及意义	(24)
二、晚新生代地层中的孢粉组合及其古气候特征	(26)
三、氧同位素记录的古温度变化	(32)
四、晚新生代以来昆明盆地的气候变化	(33)
五、昆明盆地晚新生代气候变化和世界的对比	(36)
六、小结	(38)
第四章 昆明盆地沉积环境和相	(40)
第一节 昆明盆地现代沉积环境与沉积物特征	(40)
一、冲积环境	(40)
二、三角洲和湖滨平原环境	(42)
三、湖泊沉积环境与沉积物	(43)
第二节 晚新生代沉积相	(60)
一、冲积相	(60)
二、三角洲相	(67)
三、湖泊相	(68)
第三节 盆地沉积模式	(75)
第五章 盆地的地貌、构造与沉积演化	(80)

第一节 盆地的地貌	(80)
第二节 盆地的基底构造	(84)
第三节 盆地地球物理场与盆地结构	(88)
第四节 区域应力场的性质与演化	(93)
第五节 构造-岩性组合及沉积演变阶段	(99)
第六节 沉积环境的演化	(103)
第六章 主要资源与成矿作用	(115)
第一节 泥炭与褐煤	(115)
一、泥炭与褐煤的类型与分布特征	(115)
二、泥炭与褐煤的煤岩和煤化学特征	(117)
三、成煤作用与过程	(127)
四、泥炭与褐煤的形成时期、分布与聚积规律	(136)
第二节 沉积有机质的分布、演化特征和浅成气生成条件	(145)
一、沉积有机质的丰度	(146)
二、可溶有机质的组成结构及演化特征	(148)
三、生物标志化合物(甾类、萜类)	(155)
四、不溶有机质(干酪根)的地球化学特征	(158)
五、天然气生成条件探讨	(161)
第三节 自生菱铁矿的分布和演化	(164)
一、自生菱铁矿的形态和化学成分	(164)
二、菱铁矿的分布与富集特征	(165)
三、菱铁矿的生成条件	(170)
四、菱铁矿的形成机理与模式	(172)
五、菱铁矿与成岩作用的关系	(176)
第四节 水资源	(177)
一、水资源状况	(177)
二、地下水动态特征	(179)
三、水资源的利用	(182)
结 语	(185)
参考文献	(186)
图版说明及图版	(190)
英文目录	(192)
英文摘要	(194)

第一章 概 论

昆明盆地位于中国西南云南高原的中部，东经 $102^{\circ}33'$ — $102^{\circ}53'$ ，北纬 $24^{\circ}35'$ — $25^{\circ}10'$ （图1—1），它是云南高原上最大的、发育最全的山间盆地，云南省省会昆明市位于盆地之中。盆地呈北北东方向展布，其范围北自长虫山，南抵晋宁，东至呈贡，

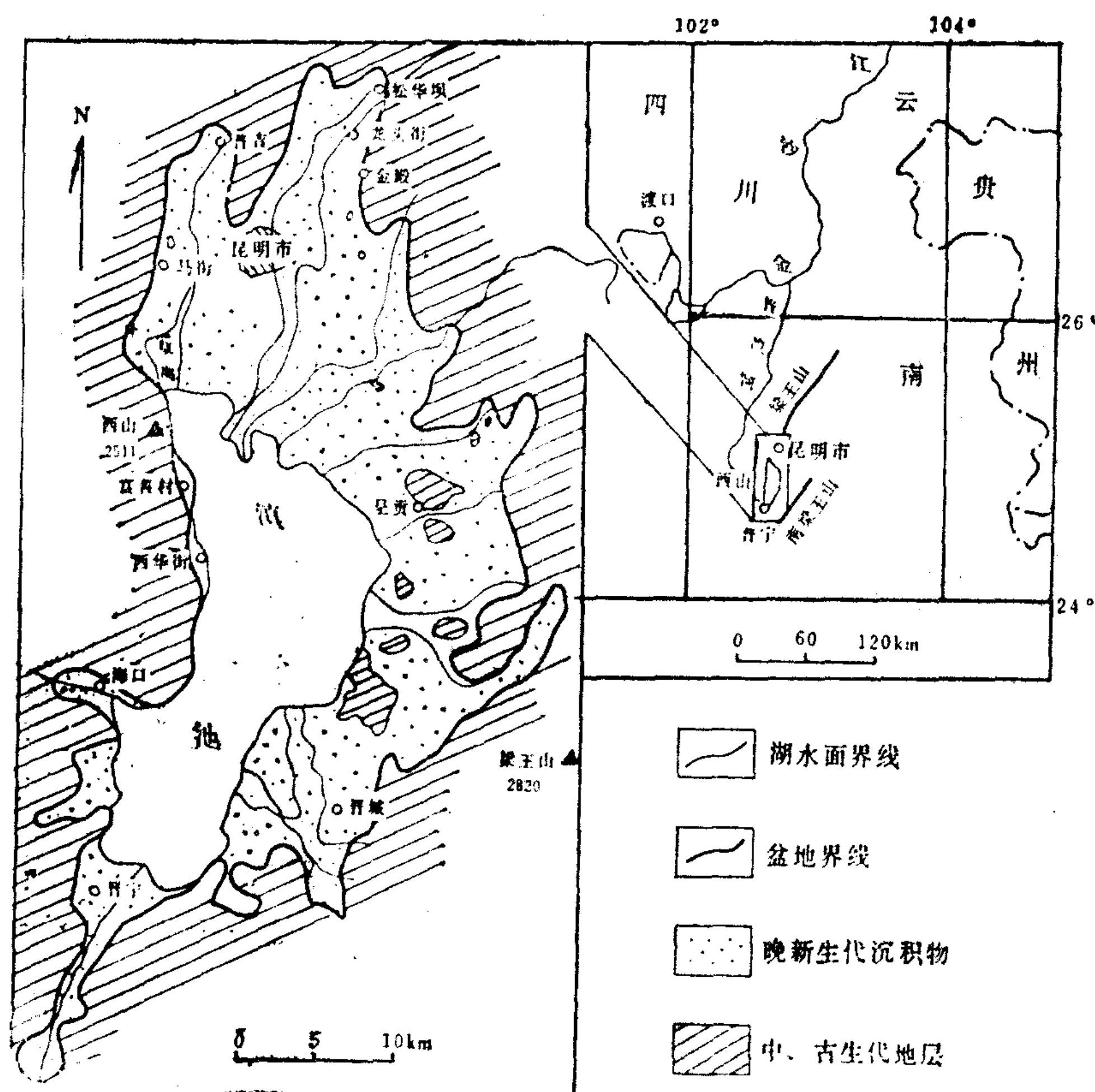


图1-1 昆明盆地地理位置及概貌

Fig.1-1 Sketch map of the Kunming Basin

西达西山，南北长70km，东西宽15—23km，面积1 482km²。

被誉为高原“明珠”的滇池湖是盆地内残留的古滇池湖，也是云南省内最大的淡水湖泊。滇池湖南北长40km，东西最宽12.9km，平均宽7km，面积300.7km²。北部近东西向的海埂将湖分为两个部分。北部为草海，又名西湖及青草湖，湖中水草丛生，自1970年围湖造田之后，面积减半，约为11.7km²；中、南部为外海，亦称昆阳海，为滇池的

主体，面积为289.0km²。

以滇池湖为中心，群山环抱盆地，由内向外，由低到高呈现湖面、三角洲平原与湖滨平原、冲积平原与台地、丘陵和边缘山地等4个层次的地貌景观。湖面海拔平均为

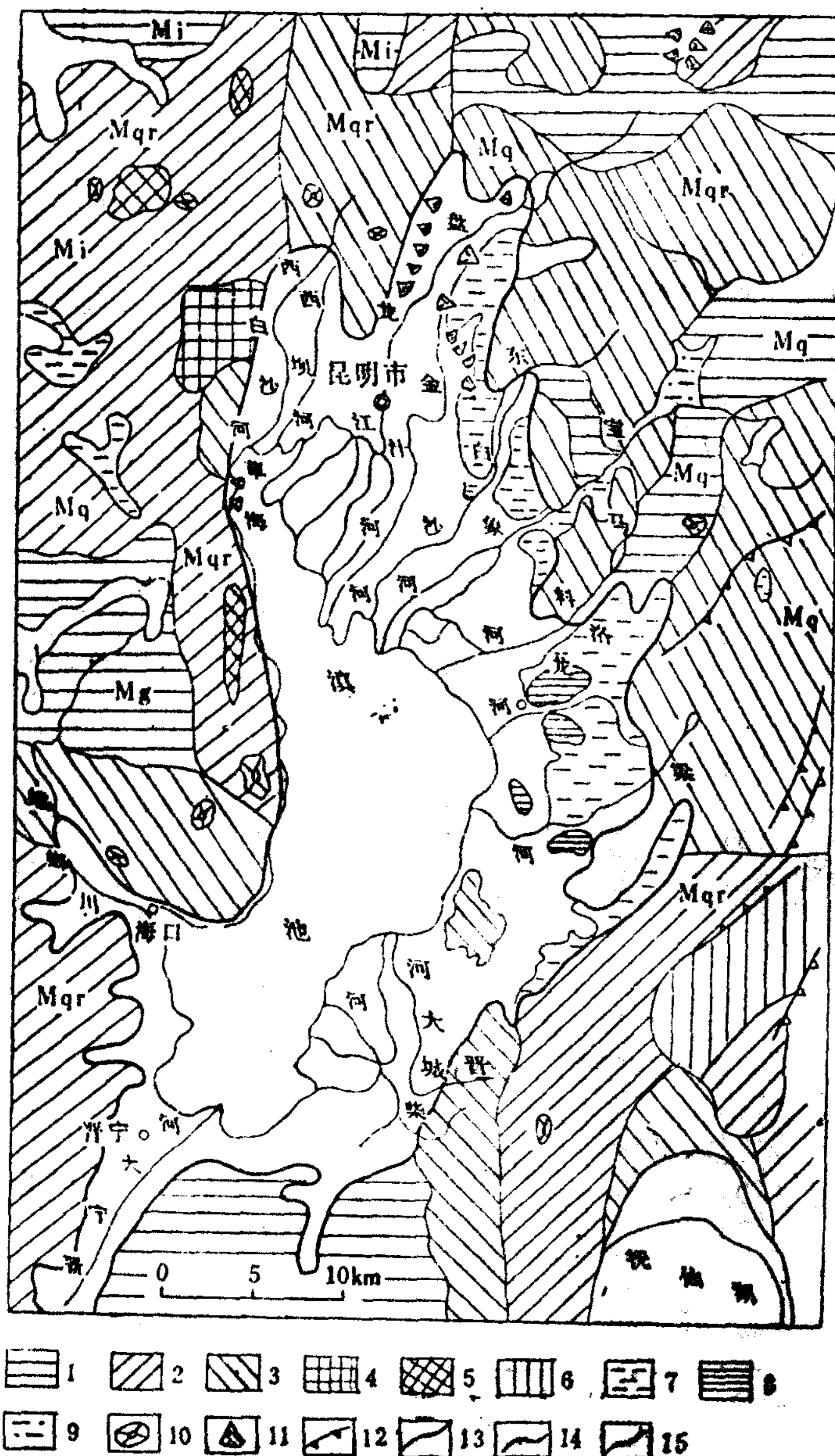


图1-2 昆明盆地及边缘地貌图
(据云南省地质局水文队, 1977, 修改)

Fig.1-2 Geomorphic map of the Kunming Basin and its adjacent areas
Mg 构造地貌, Mq 侵蚀地貌, Mi 岩溶地貌, Mqr 侵蚀溶蚀地貌。

- 1.丘陵(相对高差<100m), 2.中山(相对高差500—1 000m), 3.低山(相对高差100—500m),
- 4.二级剥蚀面, 5.夷平面, 6.中高山(相对高差>1 000m), 7.洪泛平原台地,
- 8.侵蚀阶地, 9.溶蚀盆地, 10.溶蚀洼地, 11.洪积扇, 12.断层崖,
- 13.盆地边界, 14.湖区线, 15.水系

1 886m; 山地海拔2 000—2 820m, 属中等切割的中至中高山地形。盆地北东、东、东南方为梁王山。梁王山主峰是盆地周围最高山峰。梁王山由古生代的碳酸盐岩、碎屑岩与玄武岩构成, 其展布方向为NE—SW向, 属侵蚀溶蚀之中高山、低山或丘陵地貌。盆地之北为长虫山, 由中生代、古生代的碎屑岩、碳酸盐岩与玄武岩等组成, 山地相对高差达150—300m。盆地之西为西山, 因断块构造形成东陡西缓的不对称中山地形, 山体主要由古生代的碳酸盐岩地层构成, 山顶罗汉峰海拔2 506m, 相对高差300—600m, 顶面地势平坦, 发育有石芽、溶沟、漏斗和溶蚀洼地等岩溶地貌。西山东临滇池, 呈悬崖断壁, 峭拔陡峻, 与滇池湖面的相对高差为500—600m, 著名的“龙门”风景区即位于该断壁之中。

山地间发育有一级夷平面和两级剥蚀面。夷平面分布高度在海拔2 300m以上。第一级剥蚀面常以高级平台形式高悬于河谷之上, 海拔高度在2 050—2 300m之间; 第二级剥蚀面分布于盆地边缘, 以倾斜平台、大型溶蚀洼地和大型水平溶洞为特征, 海拔高度约2 000m。

盆地内以湖积物为主的滇池坝、河谷坝与岩溶坝等组成, 沿部分河谷地段发育有三级阶地; 局部地段尚有基岩残丘与低山。盆地及其边缘地貌景观见图1—2。

盆地水系属长江流域, 滇池为一源头型淡水湖泊。入湖的大小河流有20多条, 主要有西白沙河、盘龙江、东白沙河、宝象河、洛龙河、梁河、柴河、晋城大河和晋宁大河等。其中以盘龙江(古称滇池河)流源最长, 它源于嵩明县西北的北梁王山麓的黄龙潭, 河的上游为狭窄山谷, 到松华坝之后进入盆地, 地势变开阔, 然后经昆明市区注入滇池, 流长约90km, 集水面积占整个滇池流域的1/4, 年输水量为 $2.41 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。滇池北侧与东侧河流一般流源较长, 流量较大, 携带的大量砂泥在河与湖之间形成一系列的三角洲。滇池西侧山地仅有几条短而小的溪沟, 在河口处形成小洪积扇、冲积扇、扇三角洲。滇池湖水经海口注入螳螂川(普渡河上游), 然后折向北流入金沙江。海口以上流域面积为2 920km²。

盆地区内的土壤为红壤, 在各种母质上(如砂岩、页岩、玄武岩、灰岩以及松散砂砾层)都可形成红壤。土壤层厚0.5—1.0m, 质地为砂壤土与粒壤土。滇池湖滨、三角洲平原和河流两岸为肥力较高的“鸡粪土”, 土壤层厚, 有机质含量高, 为重要的农耕区。

盆地内气候温和, 雨量适宜, 属亚热带夏雨温凉气候。年平均气温14.7℃。最冷为1月, 平均7.7℃, 最高为7月, 平均19.8℃。最冷月极端低温为-5.5℃, 极端高温为31.5℃。从近40年的年平均气温值来看, 本区的气温有逐渐下降的趋势。平均降雨量为1 011.8mm/年, 最高为1 532.2mm/年, 最少为717.9mm/年, 每年6—10月为雨季, 降雨量占全年总降雨量的80%; 12月至次年4月为干季, 降雨量仅占全年的7%。年平均蒸发量为1 685.0mm, 最大为1 885.0mm, 最小为1 503.2mm, 年均蒸发量大于年均降雨量。雨季时, 每当大雨或暴雨降临, 往往引起山洪暴发, 造成洪涝灾害; 干季时, 天气晴朗, 蒸发量大, 往往出现干旱。本区年气温差约12℃, 夏无酷暑, 冬无严寒, 故有“四季如春”之称。

适宜的气候为区内植物的生长创造了有利的条件。区内属中亚热带常绿阔叶林带。山地植被的垂直分带明显, 高山具针叶林带和高山草甸。区域内主要树种为松林和松栎混交林。林下有各种杜鹃科、忍冬科和蔷薇科的灌丛等。在湖区与湖滨沼泽有茂密的水

生和湿生植物。在植物区系上，以种类繁多，区系复杂为其特色。

滇池湖中的水生生物十分丰富：计有水生和湿生植物39科76属100余种，藻类计有8门100属172种，其中以绿藻、硅藻与蓝藻为最多；（浮游植物数量每升有64 900—843 000个）。微体动物有轮虫、介形类、枝角类和挠足类；软体动物有螺和蚌；鱼类具地区特性，有土著鱼类7科12属12种；平均每升水中含浮游动物和原生动物3 000个。

自1962年以来，滇池地区的工农业发展很快，大量的污水与废水（含有30余种有害物质）被排入河流后会聚滇池，污染了滇池及周围的环境。以水生植被为例，60年代植被面积占湖面的90%以上，1975年仅占20%；水生植物从原来生长至4 m深的水域，退缩到2 m深的浅水区（据曲仲湘、李恒，1983）。同时，植被群落类型大大减少，有些不耐污染的水生高等植物（如海菜花、黑藻等）已不能生长，底积物也有一定程度的污染。滇池已向富营养型湖泊变化。

在地质构造单元上，昆明盆地位于“康滇地轴”东南侧呈南北向展布的古生代拗陷中，经加里东期和海西期运动之后，本区脱离了海相沉积环境，其上叠置有晚三叠世到早第三纪的陆相小型拗陷，后经印支运动和燕山运动的改造，形成复杂的褶皱和以南北向为主的深大断裂，并伴随有小规模的岩浆活动，开始形成高原的雏形。

盆地沉积体的几何形态不仅受区域的构造格架控制，而且也受盆地基底和边缘岩层分布的影响。盆地的边缘由元古界浅变质的昆阳群至第三纪始新世路美邑群地层组成。盆地的西缘为普渡河断裂，断裂西侧由早古生代地层组成，再西为前震旦系地层出露，其上叠置有东西向的晚三叠世到白垩纪的中生代拗陷。盆地的北部为古生代地层组成的南北向背斜与向斜，之上叠置有同向的中生代拗陷，其上又被晚新生代地层所超覆。盆地的东缘由呈北东方向的古生代地层组成，其上叠置有同方向的晚三叠世到侏罗纪的拗陷，其中在宝象河上游，始新世路美邑群河流相沉积层不整合覆于二叠系玄武岩之上。盆地南缘为晚新生代地层超覆于呈南北向分布的昆阳群与路美邑群地层之上。盆地的西南缘可见下第三系的河流相沉积层呈近东西向分布。盆地的基底主要为古生代地层，在现昆明市区以南主要为上震旦系与下寒武系，向北变为泥盆系至二叠系。显然，盆地基底与盆地边缘的地质结构有明显的区别，盆地边缘出露的地层相对连续；但盆地基底却缺失在盆地边缘出露的上三叠系到下第三系，而且在盆地基底早古生代地层分布区的顶部有古风化壳。可以认为，自晚三叠世到晚新生代沉积前，盆地基底主要为剥蚀区，而盆地边缘为沉积区。据上三叠统到下第三系的沉积岩相分析，本区主要为拗陷边缘的沉积环境。喜马拉雅运动之后，特别是晚新生代以来，情况发生了根本的变化，盆地的边缘上升成为主要的剥蚀区，而盆地的基底下降成为主要的沉积区。在盆地边缘的夷平面上尚残留有白垩系至下第三系沉积物，而盆地基底内没有这些残积物质存在。显然，整个盆地是上叠在一个长期受剥蚀与风化作用的以早古生代地层为主的呈南北向延伸的复式背斜之上，也就是说，昆明盆地是在古隆起的基础上因断陷而形成的。又由于断块活动的不均衡性，致使盆地内晚新生代地层叠置于不同时代的古生代地层之上。

盆地自上新世形成以来，有较大幅度的沉陷，沉积了以湖相、三角洲相和冲积相为主的沉积物，沉积层厚一般200—600m，最大厚度在1 000m以上。盆地中蕴藏着丰富的泥炭、褐煤、浅成生物成因的天然气和水资源。

第二章 盆地的晚新生代地层

昆明盆地形成以后，在其中普遍堆积了尚未固结成岩的晚新生代地层，它们不整合覆盖在基岩风化壳上。前人对这一套地层的时代划分和对比已经做了一些工作：1961—1964年，云南省煤田地质勘探公司198地质队把松华褐煤矿区的含褐煤地层划分为中新统小龙潭组和上新统河头组两部分；70年代，同一工作单位把滇池周围钻孔中所揭露的含褐煤地层定为上新统茨营组，把上覆厚度不到100m的砾石、砂和泥层（有时夹泥炭层）归入第四系；李文漪、吴细芳（1978）研究了松华盆地一个钻孔岩心的孢子花粉组合，提出含褐煤地层应属中新世晚期至上新世的沉积，其上不含褐煤的砂、砾层“可能是第四纪的沉积”。云南省地质矿产局所属的一些单位对这部分地层的处理意见大致相似。前人所做的划分和对比，主要是依据了煤岩学的资料，他们无例外地把所有含褐煤地层都对比为上第三系，只有顶部的砂、砾层归属第四系。

罗建宁、肖永林、庄忠海等（1983）对昆明市内两个钻孔的岩心进行了古地磁和孢粉研究，论证了这里在基岩以上，厚150—200m的含褐煤地层全部为第四纪沉积，并将更新统地层定名为滇池组。1982年以来，笔者在盆地区进行了更深入的钻孔和地表剖面研究，取得的丰富资料说明昆明盆地中部沉积有厚度比较大，层序基本连续的晚上新世到第四纪全新世地层，这为了解和研究云南山间断陷盆地的晚新生代地层和地质发育，以及为我国的第四纪研究提供了十分宝贵的资料。

第一节 盆地晚新生代地层划分

上新统和第四系分层问题（涉及第四系下限，更新统内部，更新统与全新统的划分），是国际和国内多年来争论未决的问题。对第四系下界的处理意见更是大相径庭，时限可从0.7Ma.B.P.至3 Ma.B.P.以上，这些见解的提出者都有各自的依据和理由：或考虑海相层序中寒冷生物分子的出现层位；或考虑陆相地层中哺乳类生物群的组合面貌和演化；或依据古气候资料分析显示的冰期等等。

自从古地磁方法被用于晚新生代地层研究以来，经过Cox（1969），Opdyke（1972），Mankinen和Dalrymple（1979）和McDougall（1979）等的研究和综合，成功地编制出了5.0 Ma.B.P.以来的古地磁地层年表。由于大的极性转换有全球规模的可比性，这个方法为大区域和不同沉积相剖面之间的对比提供了方便。研究者可以指出他们所分的界限相应于地磁极性时间表的位置。1982年G.M. Richmond在给中国第四纪研究委员会的信中列举了该年表的基本数据，并提出“放射性测年和明确承认的古地磁事件是唯一能作为时间划分的世界性标准，应该用来作为鉴定更新统大单位界线的主要基础。……

(绝大多数人)赞成用古地磁转换的资料给更新统的大单位界线下定义。……下、中更新统界限应能明确辨认,并定在布容/松山古地磁界线上。中、上更新统界线,应放在放射性测年为0.13、0.14或0.15 Ma.B.P.处”。

为了有效地划分盆地晚新生代地层和便于区域对比,我们于1982—1983年,分别从三个钻孔岩心中采集和测试了1 715件古地磁样品(科研1孔895个,参2孔235个和参3孔585个),获得了可信的极性剖面;同时,对地层近顶部的泥炭和螺壳进行了¹⁴C测年。这里讨论的地层划分,主要依据古地磁剖面,部分地参考了地层的岩性与岩相、生物组合和¹⁴C年龄值。

一、古地磁地层剖面

对取自3个钻孔岩心的样品进行测试、整理后,作出了相应的古地磁极性剖面,尽管这3个钻孔揭露的晚新生代地层厚度有很大差异(滇科1孔490m,参2孔184m,参3孔516m),但是,它们却具有相似的极性带和极性变化(图2-1)。每个极性剖面中都能清楚地辨别出3个大的极性带,上部和下部以正向极性为主,中部以反向极性为主。在3个主极性带内,还存在一些与主带异向、时间较短的正向或反向极性亚带或磁偏移(excursion)。

除局部差异外,这里的结果很容易和国际地磁极性年表(Cox, 1969; Mankinen & Dalrymple, 1979)对比。上部正向极性带显然可以对比为布容正向极性带(Brunhes Normal Polarity Zone),中部反向极性带相当于松山反向极性带(Matuyama Reversed Polarity Zone),底部正向极性带对应于高斯正向极性带(Gauss Normal Polarity Zone)(图2-2)。

在松山和高斯两个极性带内所出现的几个亚带大致可与国际已确定的几个亚带对比。这里把高斯正向带中的两个亚带分别与凯纳(Kaena)和猛犸(Mammoth)亚带对比。松山反向极性带内,在滇科1孔和参3孔剖面上显示有4个正向亚带,参2孔有3个正向亚带。从它们所在位置和可能延续的时间,可以认为上部亚带应相当于贾拉米洛亚带(Jaramillo);下部两个亚带中,延续时间较长的一个被对比为奥杜威亚带(Olduvai),其下一个对比于留尼汪亚带(Reunion)。值得注意的是这里的3个极性剖面的松山反向极性带内,在贾拉米洛和奥杜威亚带之间都记录有一个正向极性亚带,这是目前国际地磁极性年表上没有的,在日本房总(Boso)半岛的古地磁资料中似乎有相当的记录,这个极性亚带被定名为滇池亚带(Lake Dianchi Subzone)。各带和亚带在钻孔剖面中的深度位置见表2—1。

表2-1 滇科1孔、参2孔和参3孔剖面地磁极性带和亚带的深度
Tab.2-1 The depth of magnetic polarity zones and snbzones in DK—1, C—2 and C—3 core sections

孔号	极性带或亚带 深度(m)	布容	松山	贾拉米洛	滇池	奥杜威	留尼汪	高斯	凯纳	猛犸
		正极性带	反极性带	正极性亚带	正极性亚带	正极性亚带	正极性亚带	正极性带	反极性亚带	反极性亚带
滇科1孔	0—161.0	161.0—398.5	175.8—198.5	222.95—225.90	271.2—301.6	330.1—338.7	398.5以下	413.8—418.0	455.80—465.65	
参3孔	0—205.0	205.0—394.0	224.0—242.0	275.0—280.0	309.0—322.5	351.0—366.0	394.0以下	419.0—424.0	450.0—465.0	
参2孔	0—107.5	107.5—157.0	117.0—119.0	127.50—129.15	136.0—143.0		157.0以下			

在布容正极性带中，出现有较多的短暂反向亚带（或地磁偏移）：参2孔的极性剖面上有6个，滇科1孔和参3孔各有8个。而国际地磁极性年表在布容正极性带内被公认确立的亚带不多，也不统一，所以，把这里出现的短暂反向亚带从上而下分别编号、命名为滇池Ba,Bb—Bi(Lake Dianchi Ba,Bb—Bi)。几个剖面上布容带内的短暂反向亚带经过整理、对比，初步确定有9个，其中Ba仅见于参3孔剖面。这些短暂反向亚带在各剖面中出现的位置见表2-2。

表2-2 3个钻孔剖面布容正极性带各亚带的位置

Tab.2-2 The location of several subzones of the Brnnhes in three core sections

孔号	极性 亚带 深度(m)	Ba	Bb	Bc	Bd	Be	Bf	Bg	Bh	Bi
滇科1孔			17.00— 18.50	38.26— 39.80	47.50— 48.60	54.00— 55.00	71.40— 73.30	94.35— 95.50	133.00— 136.45	146.75— 151.40
参3孔	7.50— 11.00	20.00— 21.50	39.00— 41.00		73.50— 76.00	94.00— 96.00	111.00— 119.00	146.00— 148.00	170.00— 172.50	
参2孔			21.00— 23.00	38.80— 40.00	47.00— 49.00	53.00— 54.50	62.00— 67.00	75.50— 76.50		

有关布容正极性带内出现的短暂反向，可以在一些研究近代海洋、湖泊、河流沉积层和火山熔岩的古地磁文献中看到（例如：Bonhommet and Babkine, 1967; Smith and Foster, 1969; Denham, 1976; 安川克己, 1973），但是，除了拉尚（Laschamp）和布莱克（Blake）两个亚带基本被公认外，其它一些是否具有普遍意义尚存疑问。Mankinen和Dalrymple（1979）曾指出：“在布容正向极性期内提出的几个反向，还没有一个能肯定是由于地球磁场的倒转引起的。尽管所提出的某些事件最后有可能被证明确实为地磁场倒转，但也有可能是由于非偶极磁场活动的结果。这样，它们就只有区域性的意义了。”虽然存在一些疑问，但是考虑这些亚带持续时间短（一般只有 $n \times 10^3$ — $n \times 10^4$ a），因此在堆积速率比较快的火山熔岩和湖泊、河流沉积层中被检测出来的可能性比较大。昆明盆地的晚新生代河流、湖泊相沉积有相对比较快的沉积速率（约为 $n \times 10^2$ mm/ 10^3 a），在这一带中记录下多个亚带可能是完全正常的。

参照¹⁴C年龄值和法国、澳大利亚和日本的研究者提供的有年龄测定值的极性亚带，把昆明盆地沉积层中布容正向带的几个反向亚带试作如下对比。根据¹⁴C年龄测定（滇科1孔0.81—1.00m(螺壳)处年龄值是 $1\,086 \pm 85$ a.B.P., 30.00m处泥炭为 $28\,270 \pm 115$ a.B.P.; 参3孔3.20—3.35m处泥炭为 $1\,810 \pm 90$ a.B.P., 22m处泥炭为 $18\,600 \pm 200$ a.B.P.），推算现于参3孔的滇池Ba可能发生在 10^4 a.B.P.前后，可对比于北欧发现的哥德堡（Gothenburg）亚带，滇池Bb发生时间约在 2×10^4 a.B.P.左右，基本相当从澳大利亚蒙戈湖沉积物中发现的蒙戈（Mungo）极性亚带，以下滇池Bc（出现时间约3至 6×10^4 a.B.P.）与拉尚亚带，Bd（约 11×10^4 a.B.P.）与布莱克亚带对比。按滇池Be、Bf和Bg出现的位置，分别和从日本琵琶湖岩心中判别出的事件C(Biwa I, 约 18×10^4 a.B.P.), 事件D(Biwa II, 约 29×10^4 a.B.P.)和事件E(约 40×10^4 a.B.P.)对比。其下的Bh和Bi目前还没有比较可信的资料足资对比，暂不作讨论。

图2-2示出昆明盆地古地磁剖面和国际古地磁极性年表相当部分的对比，各极性带和亚带的时限引自Mankinen和Dalrymple(1979)，琵琶湖的数值据安川克己(1973)。

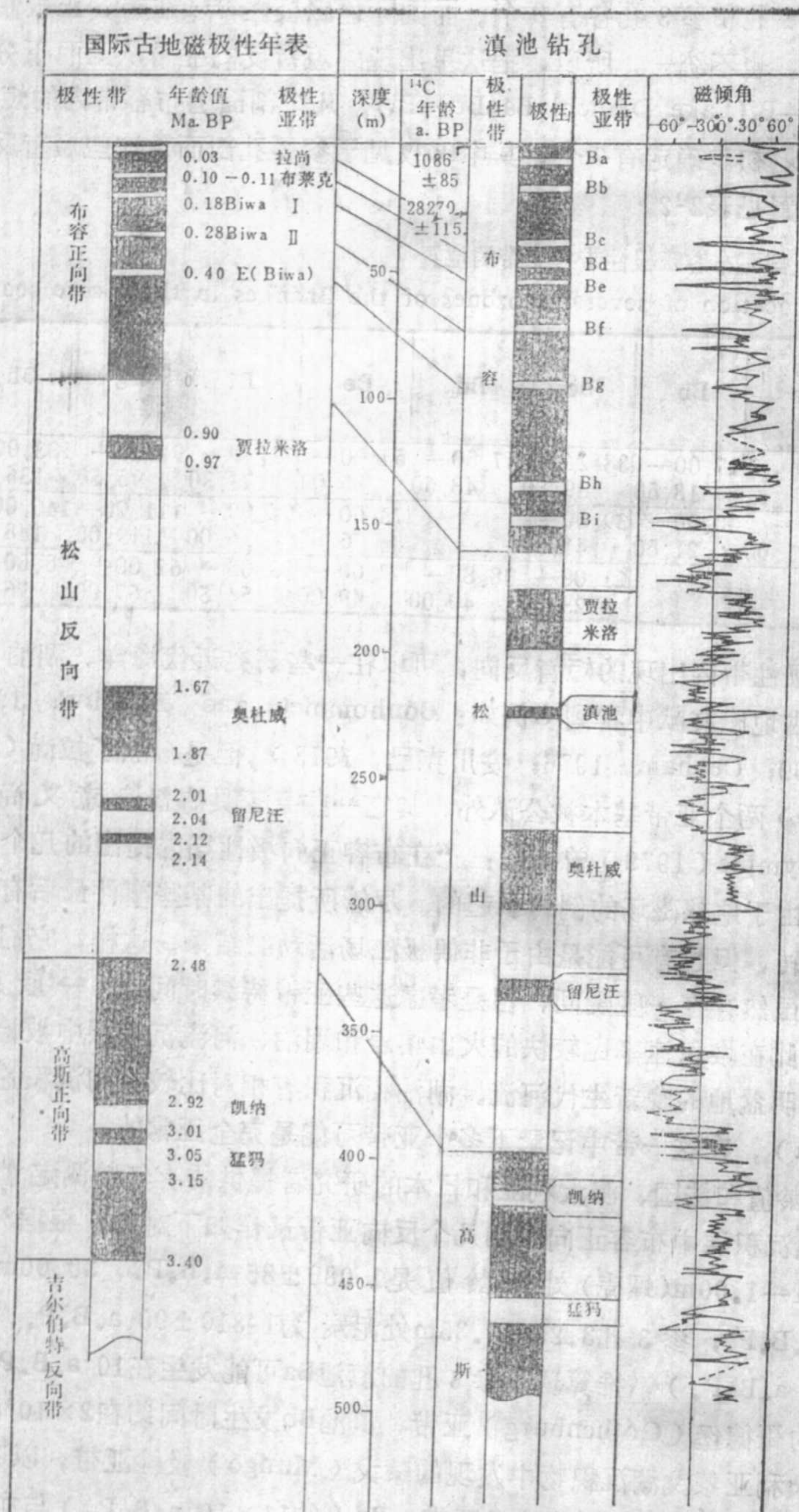


图2-2 滇池古地磁极性剖面和国际古地磁极性年表的对比
 Fig.2-2 Comparison of palaeomagnetic polarity sections in the Dianchi Lake and standred magnetic time scale (from Mankinen and Dalrymple, 1979)
 (图例与图2-1示相同)