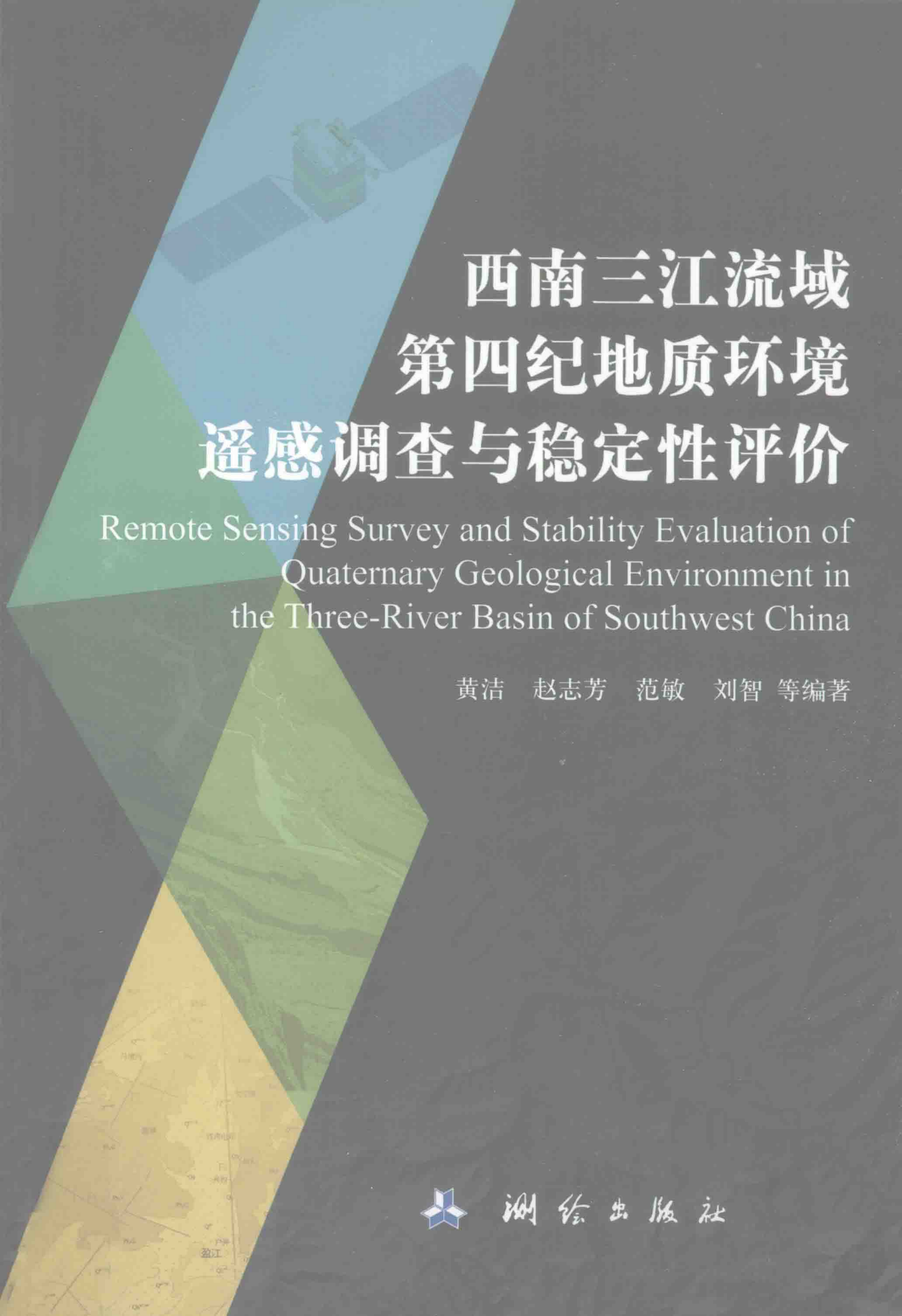




西南三江流域 第四纪地质环境 遥感调查与稳定性评价

Remote Sensing Survey and Stability Evaluation of
Quaternary Geological Environment in
the Three-River Basin of Southwest China

黄洁 赵志芳 范敏 刘智 等编著



测绘出版社

西南三江流域第四纪地质环境 遥感调查与稳定性评价

Remote Sensing Survey and Stability Evaluation of Quaternary
Geological Environment in the Three-River Basin of Southwest China

黄洁 赵志芳 范敏 刘智 等编著

测绘出版社

• 北京 •

© 黄 洁 2013

所有权利（含信息网络传播权）保留，未经许可，不得以任何方式使用。

内容提要

西南三江流域第四纪地质环境遥感调查充分利用了20世纪70年代MSS、2000年ETM、2007年TM等多期遥感数据，开展了西南三江流域地貌、第四纪地质、河流湖泊、湿地、荒漠化、城市扩展等专题因子遥感综合调查与监测及编图工作，获取了多期丰富的基础资料。在此基础上，系统地分析研究了区域湿地、土地荒漠化等生态环境因子的分布现状、时空变化特征、演变趋势及变化规律，以及地质环境因子形成、发展、演化特征及对生态环境因子的影响控制作用，进行了区域地质环境稳定性综合评价与分析。然后，提出了第四纪活动断裂具有“先裂后断”、网络状展布等特征；发现第四纪地层具有土地后备资源的潜力；近32年间区内生态环境总体有所好转，但西南三江源区有进一步恶化的趋势；城市扩展速度快，但存在较多的地质环境问题；区域地质环境稳定性差，影响区域社会经济可持续发展等研究结论。

本书可作为从事遥感地质环境调查、地学研究的科研人员及政府有关部门的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

西南三江流域第四纪地质环境遥感调查与稳定性评价/黄洁等编著. —北京：测绘出版社，2013. 4

ISBN 978-7-5030-2751-2

I. ①西… II. ①黄… III. ①第四纪地质—地质环境—遥感地面调查—西南地区 IV. ①P534. 63②P627

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第299870号

责任编辑	沈万君	执行编辑	巩 岩	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍
出版发行	测绘出版社			电 话	010—83060872（发行部）		
地 址	北京市西城区三里河路50号				010—68531609（门市部）		
邮政编码	100045				010—68531160（编辑部）		
电子邮箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	中煤地西安地图制印有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm						
印 张	14.5			字 数	356千字		
版 次	2013年4月第1版			印 次	2013年4月第1次印刷		
印 数	001—800			定 价	48.00元		

书 号 978-7-5030-2751-2/P • 630

审 图 号 GS（2012）2254号

本书如有印装质量问题，请与我社联系调换。

前言

西南三江流域是指金沙江、澜沧江、怒江流域及相邻的小部分伊洛瓦底江（大盈江）、元江流域。金沙江是我国内陆河流长江的上游，澜沧江、怒江为国际河流，澜沧江流经老挝、柬埔寨、越南，怒江在缅甸、泰国境内称“萨尔温江”。

西南三江流域行政区划包括西藏自治区东部、青海省南部、四川省西部及西南部、云南省中西部、贵州省六盘水市威宁县及广西壮族自治区那坡县等6个省份、26个地级市、自治州、县。经纬度范围为东经 $99^{\circ} \sim 106^{\circ}$ 、北纬 $21^{\circ} \sim 36^{\circ}$ 。全区平面形态呈向北东凸出的弧形条带展布，南北长约1 688 km、东西宽约1 482 km，全区面积约870 000 km^2 ，如图1所示。

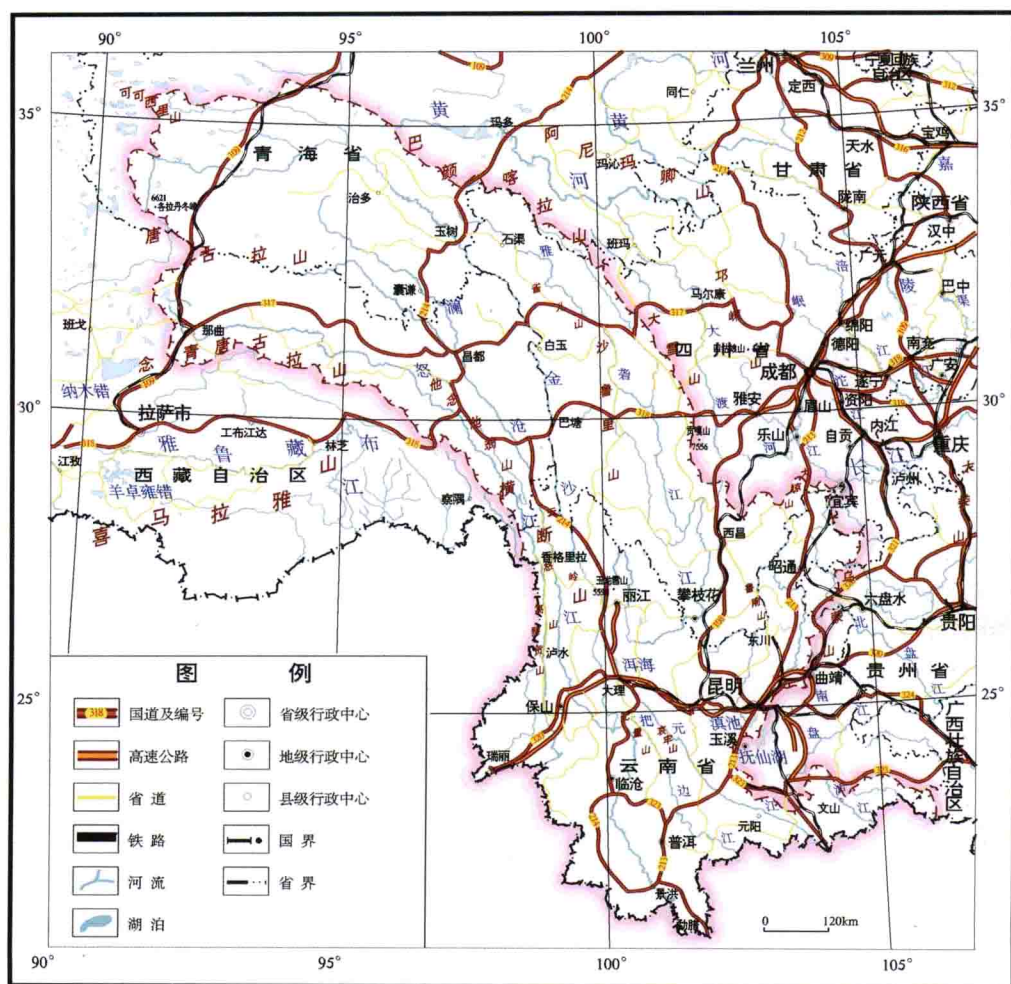


图1 西南三江流域交通位置

区内交通主要靠公路，其次是铁路、航空运输。公路和铁路已基本形成网络（图1），但发展不平衡。北段三江源地区、中段藏东川西地区较差；南段云南省、川西南的云贵高原地区交通发达、方便，公路、铁路、航空已形成网络。

区内人口分布不均。北部四川省、西藏自治区和青海省境内人口稀少，人口密度在5人/km²以下，以汉族、藏族和彝族为主，主要集中在县市级城市内。南部云南省、贵州省、广西壮族自治区境内，是我国少数民族最多的地区，人口密度较大，平均约120人/km²，有汉族、藏族、彝族、白族、哈尼族、傣族、壮族、苗族、回族、佤族、瑶族、纳西族、景颇族、布朗族等。

南北经济发达程度差异大。中北部四川省、青海省、西藏自治区境内经济以畜牧业和矿业为主，耕地面积小且分散，河谷内可种小麦、玉米或其他高寒作物，粮食难以自给，地方经济欠发达，城镇和居民点稀疏。南部为多民族聚居区，居民点相对较稠密，经济以农业、矿业和旅游业为主，地方工业较为发达，区内矿产资源丰富，铁、铜、铅锌、磷、锡矿都有大型矿山开采，近年来旅游业也成为该地区主要的经济发展方向。

西南三江流域位于我国西南边陲，在国家经济社会发展中具有重要的地位，是我国及国际上重要的生态屏障保护功能区，同时也是澜沧江—大湄公河次区域经济合作区及中国—东盟自由贸易区的中心地带。区内蕴藏着丰富的河流等水利资源、森林资源及重要的黑色金属、有色金属、贵金属等矿产资源，在国家经济发展规划及国家安全政策制定中占有重要的经济社会地位。

20世纪50年代以来，地矿部门和其他相关部门在工作区内开展过一系列区域性的基础地质、矿产地质、环境地质、国土资源遥感调查等工作，取得了丰富的资料和成果，为本次调查与研究打下了可靠的基础。但以往的大部分工作多针对部门、行业需要进行传统专业的以区域地质构造和地质矿产为主的基础地质调查，未能全面地反映第四纪以来西南三江流域与生态地质环境和区域稳定性切实相关的地质环境现状，缺乏该方面系统、客观的基础地质数据；对与人类生存发展紧密相关的第四纪地质环境和第四纪地质构造活动，特别是引起地震、地质灾害的活动断裂调查与研究不足；对国际性河流及高原河流湖泊变迁及地质环境变化缺乏系统的遥感现状调查与监测资料。

作者于2007年至2010年间，采用现代遥感技术方法，利用多期卫星遥感数据、图像（图2为2000年ETM5+4+3），以人机交互式解译为主，配合计算机自动分类、图像增强、提取等方法，开展西南三江流域区域1:25万比例尺的地貌、第四纪地质、河流湖泊、湿地、荒漠化、城市扩展等专题因子遥感调查与监测工作，完成区内1:25万比例尺的870 000 km²、1:5万比例尺的8 000 km²的遥感解译及相应野外检查工作，获得与第四纪地质环境密切相关的地貌、第四纪构造、沉积物、湿地、荒漠化及城镇变化等方面丰富的图件、文字报告、电子文档等基础资料。在上述基础上，编制完成1:100万系列成果图件，其中1:100万西南三江流域地质构造图内容包括原地质图已有断裂、补充编译断裂、新增遥感解译断裂及岩石地层等内容。该图更加突出活动断裂（大部分为遥感解译断裂），从而更好地反映区内基础地质与现代地质环境的紧密关系，对进一步调查、研究区内地质灾害、地震、工程建设及人居环境等方面更具实际意义。1:100万西南三江流域第四纪地质图以1:25万遥感解译的第四纪成因类型、新构造断裂为基础，综合第四纪沉（堆）积物的成因类型、（活动性）断裂及前第四纪地层、断裂、岩浆岩编制完成，该图充分反映了区内现阶段第四纪地质的基本情况。

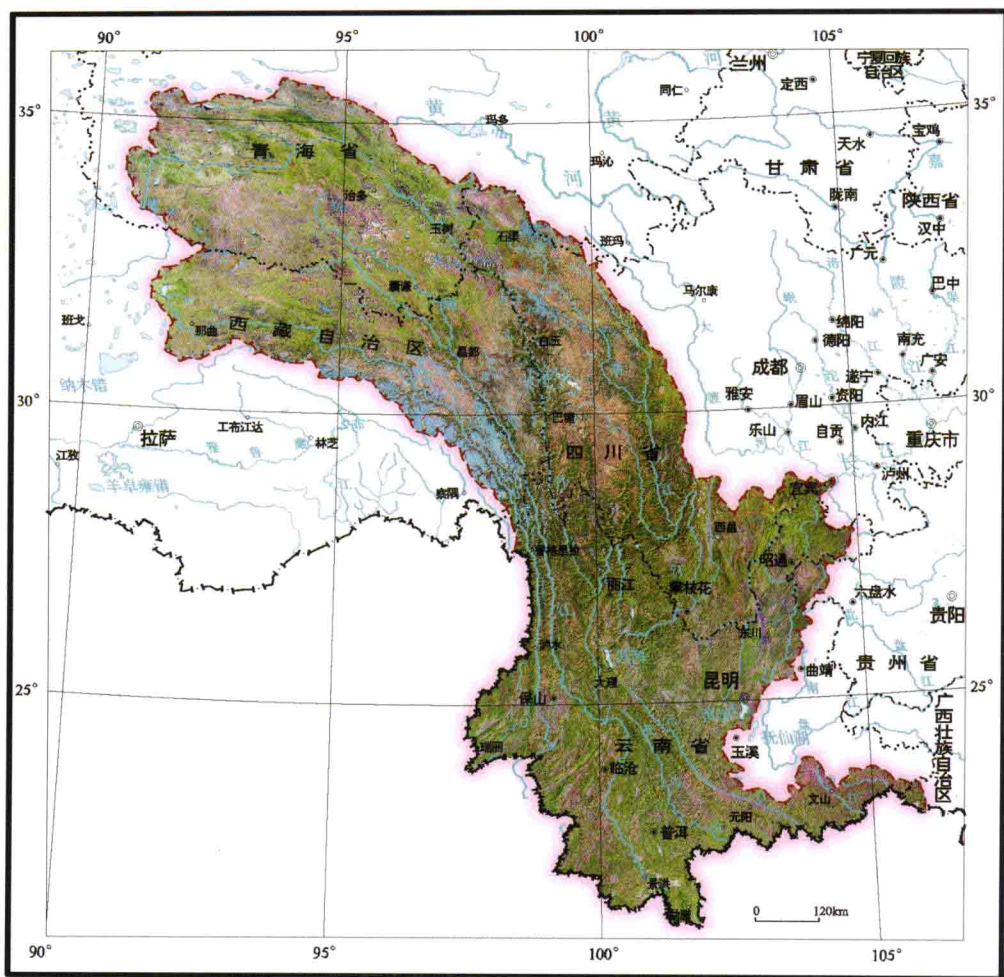


图2 西南三江流域遥感影像

《西南三江流域第四纪地质环境遥感调查与稳定性评价》一书是在“西南三江流域区域遥感地质综合调查”的基础上编写而成,充分反映了本次遥感调查的主要内容和与之相关的综合研究成果,较客观地评价分析了区域生态环境因子变迁的时空变化特征、演变趋势及变化规律,地质环境因子的形成、发展、演化特征及对生态环境因子的影响控制作用,以及区域地质环境稳定性情况。

该项目由四川省地质调查院负责、云南省地质调查局参与完成,四川省地质调查院主要参与人员有黄洁、范敏、刘智、韩磊、彭宇、蒋华标、田立、程琳、杨显华,云南省地质调查局参与人员有赵志芳、党伟,共计11人。本书编写分工为:前言由黄洁编写,第一章由黄洁、范敏编写,第二章由范敏、韩磊、杨显华编写,第三章由黄洁、范敏编写,第四章由刘智、蒋华标、赵志芳、程琳编写,第五章由范敏、韩磊、彭宇、党伟、田立编写,第六章由黄洁、范敏、彭宇编写,第七章由黄洁、刘智编写。全书最终由黄洁、范敏、刘智统一定稿。

在编写过程中得到贺尚荣、李开元、刘尚忠三位教授级高级工程师自始至终的大力帮助和指导,在此表示衷心感谢。

目 录

前 言.....	I
第一章 区域地质背景概况.....	1
第一节 区域地质构造	1
一、板块构造单元划分	1
二、地质构造发展简史	3
第二节 岩石地层	5
一、地层区划	5
二、岩石地层分区特征简述	7
第三节 岩浆岩	10
一、火山岩	10
二、岩浆岩	12
第二章 地貌及第四纪沉积特征.....	13
第一节 地 貌	13
一、地貌基本轮廓	13
二、地貌分区及特征	13
第二节 第四纪沉积	26
一、第四纪沉积物分布情况	26
二、第四纪沉积物成因类型及分布特征	31
三、第四纪地层划分与对比	40
第三章 第四纪断裂构造活动.....	51
第一节 活动性断裂构造的遥感解译及特征	51
一、活动性断裂	51
二、主要断裂构造及特征	51
第二节 新构造活动及地壳应力分析	65
一、新构造活动期	65
二、新构造分区	65
三、区域新构造运动地壳应力分析	70
第四章 湿地、土地荒漠化的变迁.....	71
第一节 湿地现状、演变趋势遥感调查、分析	71

一、湿地现状及分布特征	71
二、湿地演变趋势及其影响因素	76
第二节 土地荒漠化变迁	90
一、土地荒漠化调查方法、类型	90
二、荒漠化分布及变化特征	92
三、荒漠化成因分析及防治意见	108
第五章 县(市)城市及重点地区地质环境遥感调查与监测	115
第一节 县(市)城市地质环境遥感调查及监测	115
一、城市分布及变迁遥感调查	115
二、城市基础地质环境评估	123
第二节 重点地区遥感地质综合调查	135
一、甘孜地区遥感地质环境综合调查	135
二、盐源盆地遥感地质环境综合调查	143
三、东川地区遥感地质环境综合调查	153
四、大盈江地区遥感地质环境综合调查	162
第六章 区域地质环境稳定性综合评价	173
第一节 评价的基本原则和方法	173
一、评价的指导思想及基本原则	173
二、环境评价因子及标准	173
三、评价程序及方法	177
第二节 各环境因子的分析评价	179
一、断裂构造	179
二、岩石饱和抗压强度	180
三、地貌、坡度	182
四、地震	184
五、地质灾害	185
六、降雨量	186
七、植被	188
八、水系	191
九、湿地	191
第三节 区域地质环境稳定性综合评价	192
一、地质环境稳定性评价	192
二、自然环境稳定性评价	194
三、西南三江流域区域环境稳定性综合评价	194

第七章 关注与人居环境密切相关的第四纪地质环境.....	209
一、断裂活动对西南三江流域地质环境的影响作用	209
二、土地后备资源开发潜力分析	214
三、城镇基础地质环境现状及城镇发展建设	215
四、湿地和土地荒漠化分布现状及动态变化	216
五、区域环境稳定性综合调查评价工作作用	217
六、建议	217
参考文献.....	219

第一章 区域地质背景概况

西南三江区域地质构造复杂，发展历史悠久，是形成第四纪地质环境及其稳定性的基础。因此，在了解第四纪地质环境时有必要对该地区前第四纪区域地质构造、地层、岩石等基础地质环境因素进行概略了解。

第一节 区域地质构造

一、板块构造单元划分

《中国区域地质概论》（程裕淇，1994）将中国大地构造划分为：西南三江流域涉及“华南板块（Ⅲ）内的扬子陆块（Ⅲ₂）、松潘—甘孜活动带（Ⅲ₆）、羌北—昌都—普洱微陆块（Ⅲ₇）和藏滇板块（Ⅳ）内的羌中南—唐古拉—保山陆块（Ⅳ₁）、冈底斯—腾冲活动带（Ⅳ₂）”，如图1-1所示（据《中国区域地质概论》图9-1修编）。本区陆块、活动带具有微板块性质，而结合带则为板块或微板块聚敛作用所形成。

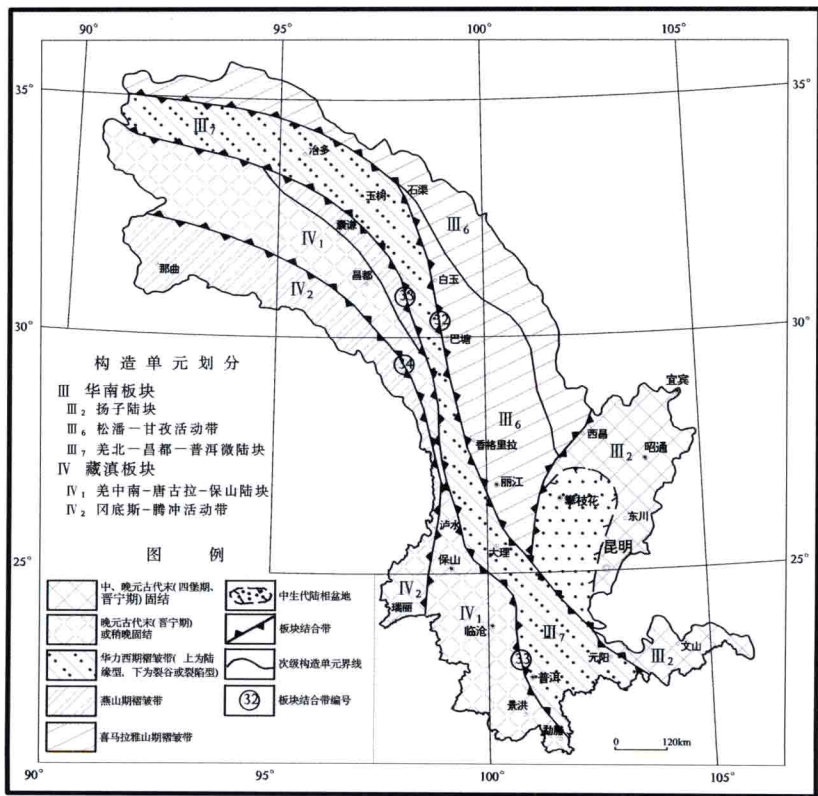


图1-1 西南三江区域板块构造

(一) 华南板块

华南板块是在扬子、华夏和印支三个前寒武纪克拉通（古板块）的基础上发展起来的。其北缘以康西瓦—商南—荣成断裂带（又称秦昆结合带）为界与塔里木—华北板块相接，西部以空喀拉—温泉—澜沧江结合带与藏滇板块相接，东南前缘以台东纵谷结合带与菲律宾海板块拼接。华南板块由其内部的陆块（固结于晋宁期或更早以前的稳定区）、活动带（包括两类，多数为陆缘带，也有板内裂谷带或裂陷槽）组成，即由昆仑—秦岭活动带（南带）、扬子陆块、南华活动带、松潘—甘孜活动带、羌北—昌都—普洱微陆块五个二级单元及其间断裂带组成。西南三江流域涉及华南板块的扬子陆块、松潘—甘孜活动带、羌北—昌都—普洱微陆块三个二级单元。

(1) 扬子陆块(III₂)。扬子陆块(III₂)是华南板块克拉通化程度较高的一块，但仍然有较大的活动性。该陆块具有结晶基底和褶皱基底双层基底。在四堡、晋宁期固结时幅员辽阔，西及羌塘地块，东至朝鲜半岛。其后，陆块经肢解，垂向加厚十分明显，加里东时期表现为造陆性质，震旦纪—中三叠世陆块发育了良好的以浅海相为主的沉积盖层，四川盆地、下扬子区盖层厚达10 km。中、新生代陆盆沉积也较发育，分布在一串规模较大的盆地中。

(2) 松潘—甘孜活动带(III₆)。北边以昆仑—秦岭地区西段为界，大致沿康西瓦断裂中、西段、阿尼玛卿断裂玛沁—略阳断裂一线，南界为拜箬布错—若拉岗日—金沙江结合带，东界为剑川—金河—映秀—北川—汉中断裂，呈巨大的倒三角形。

该地区发育早元古代—新生界完整的地层和中酸性、基性及超镁铁的火山岩、侵入岩，部分为变质岩系。该区在晚古生代前为扬子古陆西缘活动带，在晚古生代沿金沙江发生张裂，使西部陆块分离，部分形成小洋盆，但不久即关闭，成为金沙江结合带，并以此为界，分隔为羌北—昌都—普洱陆块和松潘—甘孜活动带。

金沙江结合带（板块次级单元）是松潘—甘孜活动带与羌北—昌都—普洱微陆块的结合带，主要活动时期为晚古生代。北西大致起于可可西里南侧萨马绥加日，至若拉岗日，向南东延伸至玉树，后经四川省境内的金沙江，沿金沙江南北延伸，于德钦东侧被北西向的德钦—香格里拉左旋剪切断裂所切，再向南过云南省剑川，继续向南经安定、九甲—藤条河断裂以东，向南东出国境。金沙江结合带可分为北（西）、中、南（东）三段。

北段大致在萨马绥加日至若拉岗日一带，主要由三叠系复理石建造及部分硅质岩、基性火山岩组成，局部含二叠系灰岩岩块的滑塌—混杂堆积，还有少量超镁铁质岩体侵位及变火山岩部分形成的蓝闪石片岩等，显示向北俯冲的特征。

中段为云南省剑川以北至四川境内的金沙江一带，由金沙江岩浆弧内蛇绿岩、岛弧杂岩、蛇绿混杂岩组成。蛇绿混杂岩产于金沙江西侧宽40 km的动力变质带中，总的面貌是一套含细碧角斑岩及硅质岩组合的类复理石建造。

南（东）段北起剑川，向南经安定、九甲—藤条河断裂以东，向南东延伸出国境，沿带发育轻变质晚古生代地层。该段具有明显的新活动特征：大理盆地堆积物厚达千米以上，并有变形现象；西侧点苍山相对高差达2 km，上升速率0.7 mm/年，山前洪积扇层层叠置。

(3) 羌北—昌都—普洱微陆块(III₇)。南界为空喀拉—甜水河—美日切错—澜沧江结合带(33)，北界为拜箬布错—若拉岗日—金沙江结合带(32)。该陆块为扬子古陆西缘与冈瓦纳两大陆块的结合部位，地跨新疆维吾尔自治区、青海省、西藏自治区、四川省、云南省五省区，本工作区仅涉及北、东部分。

该地区地层发育较全,有前寒武系结晶基底片麻岩、片岩、大理岩、变粒岩、石英岩,古生界、中生界及新生代界砂页岩、碳酸岩。岩浆岩主要分布在金沙江一带,石炭纪火山岩分布于金沙江带东侧、早二叠世—早—中三叠世火山岩广泛分布于金沙江两岸,在金沙江带可见少量华力西—印支期中酸性侵入岩和规模甚小的喜山期侵入岩体。在通天河至得荣间,沿金沙江两岸分布有一条规模较大断续出露的蛇绿岩套。

(二) 滇藏板块

位于雅鲁藏布江结合带与澜沧江结合带之间,属于土耳其—中伊朗—冈底斯中间板块,它是从冈瓦纳大陆分离出来的,地质特征同冈瓦纳大陆相似,在中国部分称为滇藏(中间)板块。该板块进一步划分的次级构造单元为羌中南—唐古拉—保山陆块(IV_1)、冈底斯—腾冲活动带(IV_2)及班公错—东巧—怒江结合带(34)。

(1) 羌中南—唐古拉—保山陆块(IV_1)。该陆块西为班公湖—东巧—怒江结合带,东为空喀拉—甜水河—美日切错—温泉—澜沧江结合带。该陆块主要为被动大陆边缘沉积,仅在北部东侧澜沧江边缘及南部东侧昌宁—澜沧一带出露结晶基底,并在泥盆纪至三叠纪有数次海底火山喷发。

(2) 冈底斯—腾冲活动带(IV_2)。该活动带位于雅鲁藏布江与怒江结合带之间,主体呈东西向,于波密以东,急转向南延伸,至滇西怒江以西的腾冲—盈江一带呈南北向展布,至潞西—盈江再转向南西出国境。该区地层出露齐全,元古宇的念青唐古拉群、高黎贡山群,古生界奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系地层,中生界及新生界地层都有不同程度的出露。其中在斑戈—洛隆地区三叠系为巨厚的海相火山岩、碎屑岩或火山碎屑夹碳酸岩(原称“沙丁板岩”或“稀湖群”、“确哈拉群”)。火山岩主要沿班公错—怒江带及念青唐古拉北部及腾冲地区分布,中酸性侵入岩分布于察隅—腾冲一带。

(3) 班公错—怒江结合带。该结合带西起班公错,向东经改则,再向东进入三江流域内的那曲地区,经丁青后,转沿怒江向南延伸,为羌中南—唐古拉—保山陆块和冈底斯—腾冲活动带的结合带。北段丁青一带由规模巨大的蛇绿岩混杂岩带组成,中段怒江及高黎贡山一带,晚新生代时期该结合带具有强烈韧性剪切作用。构造变形以北倾逆推断层及紧密倒转褶皱为主,含黑硬绿泥石的绿片岩相的中—高压变质岩系,表明该带在闭合时受到强烈挤压作用。

二、地质构造发展简史

西南三江流域以澜沧江深大断裂为界,其东部属于华南板块内的扬子陆块西缘带,西部为滇藏中间板块范围。

西南三江流域地质构造发展史实际上就是特提斯构造域的发展历程,即经历了元古大洋、元古大洋闭合、萌特提斯、古特提斯、新特提斯五个发展阶段,见表1-1(程裕淇,1994)。特提斯构造域范围包括昆仑—秦岭活动带以南、扬子陆块以西的青藏高原地区、分属华南板块的西部陆缘带、藏滇板块和印度板块北缘,并由三条含有蛇绿岩带的结合带和五个地体相间排列(图1-1,(32)、(33)、(34), III_2 、 III_6 、 III_7 、 IV_1 、 IV_2)构成条带状构造格局。

①元古大洋阶段。位于澜沧江结合带与红河—龙门山被掩盖了的结合带之间,形成于早中元古代。依据红河—龙门山推覆带及西侧的哀牢山群、大红山群、碧口群、恰斯群等的原岩建造,澜沧江结合带西侧的澜沧群、崇山群、吉塘群(下部)等形成并显示了早中元古代、中晚元古代岛弧或陆缘活动特征。

②元古大洋闭合阶段。晚元古代的晋宁运动使元古大洋潜没于扬子古陆之下，以印支陆块、中晚阳关道恰斯群等为代表的微陆块也因元古大洋的消失而拼接于扬子古陆边缘。晋宁运动至早古生代，元古大洋可能向澜沧江带西侧的冈瓦纳大陆之下潜没，以至出现距今7~5亿年的主要变质期（泛非运动）。

③萌特提斯阶段。元古大洋消失后的残余海即为古特提斯海的雏形。

④古特提斯阶段。古特提斯洋晚古生代末（C~P）为扩张阶段，晚古生代末（P₂）到早中生代（T）为俯冲闭合阶段，三叠纪末进入弧后期。

古特提斯指晚古生代时期位于劳亚古陆与冈瓦纳古陆间的楔形大洋，是由晚元古大洋闭合后的残余海演化而成，其北界为昆仑构造带，东界为红河—龙门山推覆带，南部位于怒江带。以澜沧江带为界，北称为古特提斯北带，南称为古特提斯南带。

古特提斯北带以金沙江结合带为界，南为羌北—昌都—普洱微陆块，北为松潘—甘孜陆缘活动带。

表1-1 西南三江流域地质发展

地质年代（Ma）			构造运动	主要地质事件	地质发展阶段		
新生代	晚第四纪	2.48	喜马拉雅运动	新特提斯闭合	欧亚大陆形成		
	早第三纪			66	印度大陆与欧亚大陆碰撞	欧亚大陆联合： 古特提斯洋演化	新特提斯阶段： 古特提斯阶段
中生代	白垩纪	燕山运动	印度洋扩张，印度大陆从冈瓦纳分离				
	侏罗纪		180	怒江带闭合			
	三叠纪	250	澜沧运动	金沙江带闭合			
				古特提斯闭合和澜沧江结合带形成			
晚古生代	二叠纪	南、北古陆向北漂移藏滇古陆冰筏沉积					
	石炭纪						
	泥盆纪						
早古生代	志留纪	500	加里东运动	南北两盖层沉积	劳亚古陆离散，冈瓦纳古陆聚合	萌特提斯阶段	
	奥陶纪		泛非运动	藏滇古陆基底变质，元古大洋潜没于冈瓦纳之下	藏滇古陆基底形成		
	寒武纪			元古大洋封闭，潜没于扬子古陆之下	扬子古陆盖层发育	元古大洋闭合阶段	
晚元古代	震旦纪	700	澄江运动			元古大洋阶段	
		800					
中元古代		1800	晋宁运动	原生地壳增生，活动型、稳定型沉积分异明显，原始洋壳硬化	古陆基底形成		
早元古代			吕梁运动	结晶基底地层沉积	原生地壳形成		

金沙江结合带为华南板块陆缘在早石炭世扩张形成的洋盆（具有洋脊石英拉斑玄武岩—钠质流纹岩组合），当时洋盆宽度达1 500 km以上，从早二叠世晚期至晚二叠世向东俯冲闭合，成为古特提斯的次级结合带。

羌北—昌都—普洱微陆块是在加里东运动时期古特提斯东缘的早古生代地层硬化而成的褶皱基底，为扬子古陆之增生部分。

⑤新特提斯阶段。三叠纪晚期，由于古特提斯闭合，大洋南迁，出现新特提斯。三叠纪晚期至白垩纪新特提斯经历了扩张到消减的发展阶段，晚中生代（ $J_3 \sim K$ ）为新特提斯洋扩张期，此时位于北岸的藏滇古陆边缘，相应地发生陆缘扩张，局部演化为次洋盆，但为时短暂，至早白垩世即关闭，形成新特提斯的次级怒江结合带。白垩纪开始，冈瓦纳大陆解体，印度洋扩张并驱动印度大陆向北漂移。至早第三纪初期新特提斯洋沿印度河—雅鲁藏布江向北发生俯冲闭合，形成印度河—雅鲁藏布江板块接合带。至此，新特提斯洋闭合，形成欧亚大陆。

⑥欧亚大陆形成及后期阶段。新特提斯洋闭合后，形成欧亚大陆，上述各块体已相互拼接，形成联合统一大陆块体，构造运动进入新的发展时期（新构造运动时期），主要表现为陆壳剧烈隆升、挤压与拉张、剪切滑移。

⑦新构造运动时期阶段。从喜马拉雅运动的第三幕开始（2.48 Ma）进入新构造运动发展时期，分为四个运动幕（期）：

——上新世中晚期至早更新世初期：青藏高原剧烈抬升，上升幅度约1 000 m，在高原周围堆积磨拉石沉积物；云南省元谋盆地、四川省昔格达盆地形成。

——早更新世晚期：青藏高原继续抬升，昔格达湖等一些湖泊消失。

——中更新世中期：青藏高原继续抬升，并在腾冲等地出现强烈的火山活动，甚至近代也有火山活动，如1609年云南省腾冲城子楼火山喷发。

——晚更新世晚期至全新世早期：青藏高原强烈抬升，上升幅度达800~1 000 m。

第二节 岩石地层

一、地层区划

按“全国地层多重地层划分对比研究”项目办公室的划分方案（1995年），地层区划分为地层大区、地层区、地层分区。西南三江涉及华南、藏滇两个地层大区，还涉及扬子地层区、巴颜喀拉地层区、羌北—昌都—普洱地层区、羌南—保山地层区、冈底斯—腾冲地层区五个地层区及15个地层分区，如图1-2所示（据《全国地层多重划分对比研究西南区区域地层》第4页图2-1修编）。

I 华南地层大区

I₁ 扬子地层区

I₁¹ 上扬子地层分区

I₁² 康滇分区

I₁³ 盐源—丽江分区

I₁⁴ 滇中分区

- I₁⁵ 滇东南分区
- I₂ 巴颜喀拉地层区
 - I₂¹ 斑玛—马尔康分区
 - I₂² 玉树—香格里拉分区
- I₃ 羌北—昌都—普洱地层区
 - I₃¹ 西金乌兰—金沙江分区
 - I₃² 唐古拉—昌都分区
 - I₃³ 兰坪—普洱分区
- II 藏滇地层大区
 - II₁ 羌南—保山地层区
 - II₁¹ 双湖分区
 - II₁² 木嘎岗日分区
 - II₁³ 保山分区
 - II₂ 冈底斯—腾冲地层区
 - II₂¹ 那曲—比如分区
 - II₂² 腾冲分区

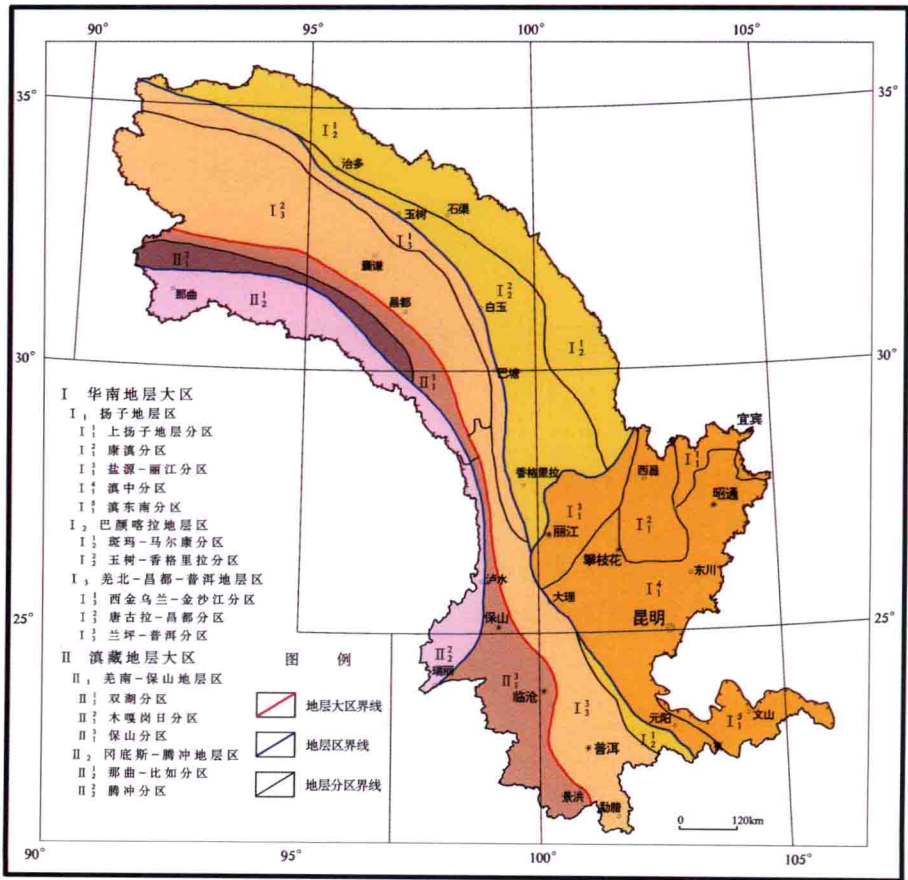


图1-2 西南三江流域地层分区

华南地层大区与藏滇地层大区的分界以澜沧江断裂及其北延部分为界。该地界西部起于安多北部的湟和, 索县的查吾拉和类乌齐、吉塘一带与澜沧江断裂带相接, 南延经碧土和梅里雪山东坡、澜沧江西岸到永平水井和云县, 以及临沧大寨和景谷半坡村, 直到景洪、勐龙延出国界, 与泰国的清迈缝合带衔接。在华南地层大区内, 扬子地层区与巴颜喀拉地层区以龙门山—红河断裂为界, 巴颜喀拉地层区与羌北—昌都—普洱地层区以西金乌兰—金沙江断裂为界。在藏滇地层大区内, 羌南—保山地层区与冈底斯—腾冲地层区分界线为班公湖—丁青—怒江带。

二、岩石地层分区特征简述

(一) 华南地层大区 (I)

1. 扬子地层区 (I_1)

扬子地层区位于三江流域东南部的川西南、滇中、滇东南地区。

前震旦纪地层: 包括盐边群、会理群、登相营群及昆阳群等, 岩石为基性, 中酸性火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩等建造变质岩系。

震旦纪地层: 苏雄组 (开建桥组)、澄江组、列古六组、南沱组、陡山沱组、灯影组等砂页岩及白云岩、灰岩等。

古生代—新生代地层: 除上扬子地层分区、康滇地层分区、盐源—丽江地层分区在二叠纪广泛分布有“峨眉山玄武岩”外, 其余时期的岩石地层属扬子地层区的未变质的碎屑岩、碳酸盐岩及其组合岩石类型。

2. 巴颜喀拉地层区 (I_2)

该区除无侏罗纪—白垩纪沉积外, 其余均有不同程度的出露。

前寒武纪地层: 主要分布于木里藏族自治县及金沙江两岸, 木里为“下喀莎组”绿片岩组合 (Pt_3), 九龙为“李伍 (岩) 组”云英片岩组合 (Pt_2^2), 巴塘为“查马贡群”绿片岩组合及杂砾岩组合 (Pt_3)。

早古生代地层 (寒武纪—志留纪): 主要分布于木里西秋、瓦厂、水洛、唐央、东义等地和中咱—石鼓一带。木里西秋、瓦厂、水洛、唐央、东义等地岩性为石英砂岩、长石石英砂岩夹白云岩、碳硅质板岩; 中咱—石鼓一带岩性为寒武纪为千枚岩、板岩夹碳酸盐岩及少量基性火山岩, 奥陶纪为碳酸盐岩、碎屑岩, 志留纪巴塘白玉一带为碳质结晶灰岩夹千枚岩、基性熔岩、火山碎屑岩。

晚古生代地层 (泥盆纪—二叠纪): 主要出露于四川省白玉县至云南省香格里拉县的金沙江东岸和木里依吉村至三江口、哈巴雪山、石鼓虎跳峡附近。前者岩性为结晶灰岩、白云质灰岩; 后者是一套厚度巨大的变质火山-砂泥复理石沉积, 夹很厚的变质玄武岩、中酸性火山岩。

三叠纪地层: 分布广泛, 分布于西北可可西里和巴颜喀拉山脉及雅砻江流域, 包括玛多—马尔康地层分区和玉树—香格里拉地层分区。玛多—马尔康地层分区的三叠系为一套灰黑色砂岩、板岩组成的砂-泥复理石沉积韵律层, 几乎不含火山岩, 地层系统由下而上为: 菠茨沟组、扎尕山组、杂谷脑组、侏倭组、新都桥组、两河口组、雅江组; 玉树—香格里拉地层分区是一套十分复杂的以砂岩、板岩、火山岩、碳酸盐岩组成的多韵律、多旋回的火山-砂泥复理石沉积, 地层系统由下而上为: 下统布伦组、党恩组、领麦沟组、中统洁地组、列衣组、三珠

山组、马索山组、曲嘎寺组、根隆组、图姆沟组、勉戈组、喇嘛垭组、英珠娘阿组。

第三纪地层：出露于四川省甘孜、理塘、乡城及青海巴颜喀拉山口、青水河等地。岩性（热鲁组）是由砾岩、岩屑砂岩、粉砂岩、泥岩、泥质灰岩组成的多个韵律层。

3. 羌北—昌都—普洱地层区（I₃）

前寒武纪地层：以零星的残留构造岩片出露于澜沧江北侧的青海省玉树、西藏自治区昌都等地，岩性为杂砾岩组+绿片岩组合、片麻岩组合。

早古生代地层（寒武纪—志留纪）：发育有早古生代晚期奥陶纪—志留纪地层，分布于昌都及拉竹龙地区，包括青尼洞组、恰拉卡组、饮水河组、普尔错组。云南省墨江、绿春地区为水箐组、漫波组页岩、粉砂岩。

晚古生代地层（泥盆纪—二叠纪）：分布于东带（金沙江、藤条河带）、西带（澜沧江带）、中带（昌都、兰坪、普洱三个盆地）。

泥盆纪地层：主要分布于东带及中带的昌都盆地、西带的景洪附近。东带岩性为页岩、泥灰岩、砂岩、粉砂岩、泥岩韵律层、砂泥岩夹灰岩、硅质岩，顺腾条河往北至德钦江达一带火山岩发育。西带岩性为火山质粗粒岩屑砂岩夹砾岩及长石砂岩、泥岩、变基性岩、中酸性火山岩。中带以碳酸盐岩为主。

石炭纪、二叠纪地层：相伴出露，分布较广，东、西、中带均有，火山岩十分发育，沉积类型复杂，以活动型地层为主。

三叠纪地层：是西南三江区域出露最广、分布面积最大、地层程序最完整、变化最快、沉积情况最复杂、构造变动最频繁、条块相间最清楚的一个地层区，可分为“江达型（金沙江带）”、“绿春型”、“昌都型”、“兰坪—墨江型”、“普洱型”五种沉积类型及“澜沧江带（云县型）”。前五种沉积类型岩性特征归纳为：江达型有两套红层、两套灰岩、一套煤系，昌都型与兰坪—墨江型有三套地层，绿春型为山前磨拉石，普洱型为砂、泥岩浅海陆架沉积。澜沧江带仅有中三叠统沉积：忙怀组、小定西组，其岩性为澜沧江构造岩带的火山-砂泥复理石建造。

侏罗纪—白垩纪地层：分布较广，跨越藏、青、滇三省（区），主要分布于兰坪—普洱、唐古拉—昌都地区。兰坪—普洱地区侏罗纪岩性为紫红色泥岩、泥质砂岩、中部夹少量海相碎屑岩，白垩纪岩性为灰白色、浅灰色、紫红色石英砂岩、长石石英砂岩、粉砂岩、泥岩不等厚互层。唐古拉—昌都地区分布于青海省杂多县以南，西藏自治区察雅、昌都、芒康等地，岩性为紫红色兼有杂色泥岩、粉砂岩、砂岩夹泥灰岩、页岩。青海省南部温泉地区由三套滨海—陆相杂色碎屑岩和两套碳酸盐岩韵律状互层（雁石坪组）。

第三纪地层：主要分布于兰坪、普洱盆地的中部，如勐腊、普洱、景谷、兰坪等地，藏东江达、昌都、贡觉、察雅、芒康等地及青海省南部唐古拉山以北、可可西里山两侧的楚玛尔、多尔改错、沱沱河等地。兰坪、普洱盆地的中部是大陆断陷盆地棕—红色陆源细碎屑岩沉积，在兰坪—普洱盆地内分布少量山间小盆地沉积泥岩夹褐煤。藏东昌都地区岩性为红色砂岩、粉砂岩、泥岩互层夹石膏，中碱性火山岩（芒康、类乌齐）。青海省南部岩性为浅色砾岩、岩屑砂岩及泥岩。

（二）滇藏地层大区（II）

1. 羌南—保山地层区（II₁）

前寒武纪地层：出露于澜沧江断裂带与怒江断裂之间，特别是“吉塘（岩）群”和“澜