



中国地质调查成果CGS2016-019

西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书

中国西南地区 重磁场特征及地质应用研究

ZHONGGUO XINAN DIQU ZHONGCICHANG TEZHENG JI DIZHI YINGYONG YANJIU

李富 曾琴琴 王永华 焦彦杰 等编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE



中国地质调查成果 CGS 2016-019
西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书

中国西南地区重磁场特征及地质应用研究

ZHONGGUO XINAN DIQU ZHONGCICHANG TEZHENG JI DIZHI YINGYONG YANJIU

李 富 曾琴琴 王永华 焦彦杰 等编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

内容提要

本书是基于“西南地区矿产资源潜力评价”工作的重要成果之一。在收集前人调查成果的基础上,对西南地区重磁资料进行集成、处理与分析,编制了西南地区重磁系列图件,对重磁场异常特征进行划分。对西南地区上扬子、西南三江等重要成矿带重磁异常特征进行分析,并提出一些新认识。利用重磁梯度、位场谱分析等数据处理新方法、新技术,对构造、岩体和盆地展布特征进行识别,推断了西南地区构造、岩浆岩体及盆地的分布位置,并对重要断裂、盆地的重磁场特征进行了描述。针对西南地区存在的基础地质问题,如康滇地轴延伸状况、龙门山断裂构造带地壳结构等认识开展深入研究,为区内地质问题研究提供了重磁参考资料。根据西南地区的磁性矿产分布特征及资源量预测方法,进行了磁性矿产资源量预测,评估了西南地区磁性矿产资源潜力。结合西南地区物探应用实例,探讨了重力、磁法和电法等综合地球物理方法技术在西南地区铁、铜、铅锌和金等典型矿床调查评价中的应用效果。本书可供从事地质、物探、化探等相关专业的科研、生产和教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国西南地区重磁场特征及地质应用研究/李富等编著. —武汉:中国地质大学出版社,2016.11.
(西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书)
ISBN 978-7-5625-3936-0

- I. ①中…
- II. ①李…
- III. ①成矿带-重磁场-研究-西南地区
- IV. ①P31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 281933 号

中国西南地区重磁场特征及地质应用研究 李 富 曾琴琴 王永华 焦彦杰 等编著

责任编辑:李 晶 选题策划:刘桂涛 责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路388号) 邮编:430074

电 话:(027) 67883511 传真:(027) 67883580 E-mail: cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店 http://www.cugp.cug.edu.cn

开本:880毫米×1230毫米 1/16

字数:451千字 印张:14.25

版次:2016年11月第1版

印次:2016年11月第1次印刷

印刷:武汉中远印务有限公司

印数:1—1000册

ISBN 978-7-5625-3936-0

定价:196.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

《西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书》

编委会

主 任：丁 俊 秦建华

委 员：尹福光 廖震文 王永华 张建龙 刘才泽 孙 洁

刘增铁 王方国 李 富 刘小霞 张启明 曾琴琴

焦彦杰 耿全如 范文玉 李光明 孙志明 李奋其

祝向平 段志明 王 玉

《中国西南地区重磁场特征及地质应用研究》

编委会

编写人员：李 富 曾琴琴 王永华 焦彦杰 杨 剑 李 华

李明雄 陈元坤 姚 炼 朱大友 范小平 杨 荣

计克谦 王 桥 吴文贤 张 伟

序

中国西南地区雄踞青藏造山系南部和扬子陆块西部。青藏造山系是最年轻的造山系，扬子陆块是最古老的陆块之一。从地质年代来讲，最古老到最年轻是一个漫长的地质历史过程，其间经历过多期复杂的地质作用和丰富多彩的成矿过程。从全球角度看，中国西南地区位于世界三大巨型成矿带之一的特提斯成矿带东段，称为东特提斯成矿域。中国西南地区孕育着丰富的矿产资源，其中的西南三江、冈底斯、班公湖-怒江、上扬子等重要成矿区带都被列为全国重点勘查成矿区带。

《西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书》主要是在“全国矿产资源潜力评价”计划项目（2006—2013）下设工作项目——“西南地区矿产资源潜力评价与综合”（2006—2013）研究成果的基础上编著的。诸多数据、资料都引用和参考了1999年以来实施的“新一轮国土资源大调查专项”“青藏专项”及相关地质调查专项在西南地区实施的若干个矿产调查评价类项目的成果报告。

该套丛书包括：

《中国西南区域地质》

《中国西南地区矿产资源》

《中国西南地区重要矿产成矿规律》

《西南三江成矿地质》

《上扬子陆块区成矿地质》

《西藏冈底斯-喜马拉雅地质与成矿》

《西藏班公湖-怒江成矿带成矿地质》

《中国西南地区地球化学图集》

《中国西南地区重磁场特征及地质应用研究》

这套丛书系统介绍了西南地区的区域地质背景、地球化学特征和找矿模型、重磁资料和地质应用、矿产资源特征及区域成矿规律，以最新的成矿理论和丰富的矿床勘查资料深入地研究了西南三江地区、上扬子陆块区、冈底斯地区、班公湖-怒江地区的成矿地质特征。

《中国西南区域地质》对西南地区成矿地质背景按大地构造相分析方法，编制了西南地区1:150万大地构造图，并明确了不同级别构造单元的地质特征及其鉴别标志。西南地区大地构造五要素图及大地构造图作为区内矿产总结出不同预测方法类型的矿产的成矿规律，为矿产资源潜力评价和预测提供了大地构造背景。同时对一些重大地质问题进行了研究，如上扬子陆块基底、三江造山带前寒武纪地质，秦祁昆造山带与扬子陆块分界线、保山地块归属、南盘江盆地归属，西南三江地区特提斯大洋两大陆块的早古生代增生造山作用。对西南地区大地构造环境及其特征的研究，为成矿地质背景和成矿地质作用研究建立了坚实的成矿地质背景基础，为矿产预测提供了评价的依据，为基础地质研究服务于矿产资源潜力评价提供了示范。为西南地区各种尺度的矿产资源潜力评价和成矿预测提供了全新的地质构造背景，已被有关矿产资源勘查决策部门应用于潜力评价和成矿预测，并为国家找矿突破战略行动、整装勘查部署，国土规划编制、重大工程建设和生态环境保护以及政府宏观决策等提供了重要的基础资料。这是迄今为止应用板块构造理论及从大陆动力学

视角观察认识西南地区大地构造方面最全面系统的重大系列成果。

《中国西南地区矿产资源》对该区非能源矿产资源进行了较为全面系统的总结,分别对黑色金属矿产、有色金属矿产、贵金属矿产、稀有稀土金属矿产、非金属矿产等47种矿产资源,从性质用途、资源概况、资源分布情况、勘查程度、矿床类型、重要矿床、成矿潜力与找矿方向等方面进行了系统全面的介绍,是一部全面展示中国西南地区非能源矿产资源全貌的手册性专著。

《中国西南地区重要矿产成矿规律》对区内铜、铅、锌、铬铁矿等重要矿产的成矿规律进行了系统的创新性研究和论述,强化了区域成矿规律综合研究,划分了矿床成矿系列。对西南地区地质历史中重要地质作用与成矿,按照前寒武纪、古生代、中生代和新生代4个时期,从成矿构造环境与演化、重要矿产与分布、重要地质作用与成矿等方面进行了系统的研究和总结,并提出或完善了“扬子型”铅锌矿、走滑断裂控制斑岩型矿床等新认识。

该套丛书还对一些重点成矿区带的成矿特征进行了详细的总结,以区域成矿构造环境和成矿特色,对上扬子地区、西南三江(金沙江、怒江、澜沧江)地区、冈底斯地区和班公湖-怒江4个地区的重要矿集区的矿产特征、典型矿床、成矿作用与成矿模式等方面进行了系统研究与全面总结。按大地构造相分析方法全面系统地论述了区域地质背景,重新厘定了地层、构造格架,详细阐述了成矿的区域地球物理、地球化学特征;重新划分了区域成矿单元,详细论述了各单元成矿特征;论述了重要矿集区的成矿作用,包括主要矿产特征、典型矿床研究、成矿作用分析、资源潜力及勘查方向分析。

《西南三江成矿地质》以新的构造思维全面系统地论述了西南三江区域地质背景,重新厘定了地层、构造格架,详细阐述了成矿的区域地球物理、地球化学特征;重新划分了区域成矿单元;重点论述了若干重要矿集区的成矿作用,包括地质简况、主要矿产特征、典型矿床、成矿作用分析、资源潜力及勘查方向分析;强化了区域成矿规律的综合研究,划分了矿床成矿系列;根据洋-陆构造体制演化特征与成矿环境类型、成矿系统主控要素与作用过程、矿床组合与矿床成因类型等建立了成矿系统;揭示了控制三江地区成矿作用的重大关键地质作用。该研究对部署西南三江地区地质矿产调查工作具有重要的指导意义。

《上扬子陆块区成矿地质》系统论述了位于特提斯-喜马拉雅与滨太平洋两大全球巨型构造成矿域结合部位的上扬子陆块成矿地质。其地质构造复杂,沉积建造多样,陆块周缘岩浆活动频繁,变质作用强烈。一系列深大断裂的发生、发展,对该区地壳的演化起着至关重要的控制作用,往往成为不同特点地质结构岩块(地质构造单元)的边界条件,与它们所伴生的构造成矿带,亦具有明显的区带特征。较稳定的陆块演化性质的地质背景,决定了该地区矿床类型以沉积、层控、低温热液为显著特点,并在其周缘构造-岩浆活动带背景下形成了与岩浆-热液有关的中高温矿床。区内的优势矿种铁、铜、铅、锌、金、银、锡、锰、钒、钛、铝土矿、磷、煤等在我国占有重要地位。目前已发现有色金属、黑色金属、贵金属和稀有金属矿产地1494余处,为社会经济发展提供了大量的矿产资源。

《西藏冈底斯-喜马拉雅地质与成矿》对冈底斯、喜马拉雅成矿带“十二五”以来地质找矿成果进行了系统的总结与梳理。结合新的认识,按照岩石建造与成矿系列理论,将冈底斯-喜马拉雅成矿带划分为南冈底斯、念青唐古拉和北喜马拉雅3个Ⅳ级成矿亚带,对各Ⅳ级成矿亚带在特提斯演化和亚洲-印度大陆碰撞过程中的关键建造-岩浆事件与成矿系

统进行了深入的分析与研究,同时对16个重要大型矿集区的成矿地质背景、成矿作用、成矿规律与找矿潜力进行了总结,建立了冈底斯成矿带主要矿床类型的区域预测找矿模型和预测评价指标体系,并采用MRAS资源评价系统对其开展了成矿预测,圈定了系列的找矿靶区,对指导区域找矿和下一步工作部署有着重要意义。

《西藏班公湖-怒江成矿带成矿地质》对班公湖-怒江成矿带成矿地质进行系统总结。班公湖-怒江成矿带是青藏高原地质矿产调查的重点之一。近年来,先后在不杂、波龙、荣那、拿若发现大型富金斑岩铜矿,在尕尔穷和嘎拉勒发现大型砂卡岩型金铜矿,在弗野发现砂卡岩型富磁铁矿和铜铅锌多金属矿床等。这些成矿作用主要集中在班公湖-怒江结合带南、北两侧的岩浆弧中,是班公湖-怒江成矿带特提斯洋俯冲、消减和闭合阶段的产物。目前的班公湖-怒江成矿带指的并不是该结合带的本身,而主要是其南、北两侧的岩浆弧。研究发现,班公湖-怒江成矿带北部、南部的日土-多龙岩浆弧和昂龙岗日-班戈岩浆弧分别都存在东段、西段的差异,表现在岩浆弧的时代、基底和成矿作用类型等方面各具特色。

《中国西南地区地球化学图集》在全面收集1:20万、1:50万区域化探调查成果资料的基础上,利用海量的地球化学数据,进行了系统集成与编图研究,编制了铜、铅、锌、金、银等39种元素(含常量元素氧化物)的地球化学图和异常图等图件,实现青藏高原区域地球化学成果资料的综合整装,客观展示了西南地区地球化学元素在水系沉积物中的区域分布状况和地球化学异常分布规律。该图集的编制,为西南地区地质矿产的展布规律及其找矿方向提供了较精准的战略方向。

《中国西南地区重磁场特征及地质应用研究》在收集与总结前人资料的基础上,对西南地区重磁数据进行集成、处理和分析,编制了西南地区重磁基础与解释图件,实现了中国西南区域重磁成果资料的综合整装。利用重磁异常的梯度、水平导数等边界识别的新方法和新技术,对西南三江、上扬子、班公湖-怒江和冈底斯等重要矿集区的重磁数据进行处理,对异常特征进行分析和解释;利用区域重磁场特征对断裂构造、岩体进行综合推断和解释,对主要盆地的重磁场特征进行分析和研究。针对西南地区存在的基础地质问题,论述了重磁资料在康滇地轴、龙门山等重要地质问题研究中的应用与认识。同时介绍了西南地区物探资料在铁、铜、铅、锌和金等矿矿产资源潜力评价中的应用效果。

中国西南地区蕴藏着丰富的矿产资源,加强该区的地质矿产勘查和研究工作,对于缓解国家资源危机、贯彻西部大开发战略、繁荣边疆民族经济和促进地质科学发展均具有重要的战略意义。该套丛书系统收集和整理了西南地区矿产勘查与研究,并对所获得的海量的矿床学资料、成矿带的地质背景和矿床类型进行了总结性研究,为区域矿产资源勘查评价提供了重要资料。自然科学研究的重大突破和发现,都凝聚着一代又一代研究者的不懈努力及卓越成就。中国西南地区矿产资源潜力评价成果的集成和综合研究,必将为深化中国西南地区成矿地质背景、成矿规律与成矿预测研究、矿产资源勘查和开发与社会经济发展规划提供重要的科学依据。

该丛书是一套关于中国西南地区矿产资源潜力的最新、最实用的参考书,可供政府矿产资源管理人员、矿业投资者,以及从事矿产勘查、科研、教学的人员和对西南地区地质矿产资源感兴趣的社会公众参考。

编委会

2016年1月26日

前 言

国土资源部于2007年发出《关于开展全国矿产资源潜力评价工作的通知》，部署开展全国矿产资源潜力评价工作，目的是通过全面系统总结我国地质调查和矿产勘查工作成果，全面系统掌握矿产资源现状，科学评价矿产资源潜力，建立真实准确的矿产资源数据，为实现找矿重大突破提供科学依据。“西南地区矿产资源潜力评价”是“全国矿产资源潜力评价”计划项目的下设工作项目，承担单位是中国地质调查局成都地质调查中心、重庆地质矿产研究院、四川省地质调查院、西藏自治区地质调查院、贵州省地质调查院、云南省地质调查局。项目起止时间为2006—2013年，计划项目实施单位是中国地质科学院矿产资源研究所。

《西南地区重磁场特征及地质应用研究》是基于“西南地区矿产资源潜力评价”项目工作的重要内容之一。本书主要任务目标是在收集与总结前人资料的基础上，对西南地区重磁数据进行集成、处理和分析，编制西南地区重磁基础与解释图件，西南地区重力、航磁和地磁工作程度图3张，重磁基础图件5张，重磁推断成果图件4张。对西南地区的重磁场进行了分区，并对各区重磁场的特征进行了详细的描述。对西南三江、上扬子等重要矿集区的重磁异常特征进行分析，利用西南地区重磁场特征对断裂构造、岩体进行综合推断解释，对主要盆地的重磁场特征进行研究。论述了重磁资料在康滇地轴、龙门山等重要地质问题的应用与认识，预测了西南地区磁性矿产资源量；介绍了物探资料在铁、铜和铅锌等矿产资源潜力评价中的应用效果。

本书由5章共17节组成，由中国地质调查局成都地质调查中心主持完成。主编李富，副主编曾琴琴、王永华；李富负责统稿与校核本书全稿。第一章、第二章第一节由李富完成，第二章第二、三、四节由曾琴琴、李富、王永华完成，第三章、第四章由曾琴琴、李富、王永华、焦彦杰、李明雄、陈元坤、朱大友、范小平、姚炼、杨荣、计克谦等完成。第五章由李富、曾琴琴、杨荣、李明雄、陈元坤、焦彦杰、杨剑、李华、王桥、张伟、吴文贤等完成。

在成书的过程中，得到了《西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书》编委和全国重力汇总组、全国磁测汇总组、兄弟大区物探项目组、西南五省（区、市）物探课题组等各级领导的关心与支持，在此深表感谢；同时对范正国、张明华、乔计花、曾春芳、孙中任、袁平、赵牧华、刘宽厚、冯治汉、赵更新等专家的技术指导，对周平、周道卿、张洪瑞、杨雪等提供的帮助以及其他课题组成员的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

本书引用了四川省地质调查院、云南省地质调查院、贵州省地质调查院、西藏自治区地质调查院和重庆市地质矿产研究所等矿产资源潜力评价项目的最新资料。在编写过程中，引用了国内外很多学者、专家的研究资料，在主要参考文献中已尽量予以了全部标注，如有遗漏，请有关单位与作者谅解。

本书可供从事物探、地质、化探等相关专业的生产、教学、研究人员参考。由于我们经验不足，水平有限，书中的不足之处在所难免，望读者批评指正。

编著者

2016年10月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 自然地理及地质工作程度概况	(1)
一、自然地理概况	(1)
二、地质工作程度概况	(2)
第二节 区域地质概况	(2)
一、地层层序	(3)
二、岩浆岩	(3)
三、变质岩	(13)
四、构造	(18)
第三节 区域矿产概况	(18)
第二章 西南地区重磁场特征	(21)
第一节 西南地区重磁工作程度	(21)
一、西南地区重力工作程度	(21)
二、西南地区航地磁工作程度	(24)
第二节 区域物性特征	(32)
一、密度特征	(32)
二、磁性特征	(42)
第三节 区域重磁场特征	(53)
一、区域重力场特征	(53)
二、区域航磁磁场特征	(55)
第四节 重磁场分区划分原则及特征	(57)
一、重磁场分区划分原则	(57)
二、重磁场分区异常特征	(58)
第三章 重要成矿带重磁异常特征研究	(64)
第一节 上扬子成矿带重磁异常特征及地质认识	(64)
一、上扬子成矿带重力场特征	(64)
二、上扬子成矿带磁异常场特征	(68)
三、上扬子成矿带重磁资料及地质认识	(71)
第二节 西南三江成矿带重磁异常特征及地质认识	(75)
一、西南三江成矿带重力异常特征	(75)
二、西南三江成矿带航磁异常特征	(76)
三、西南三江成矿带地壳结构	(79)
第三节 班公湖-怒江成矿带重磁异常特征及地质认识	(83)
一、班公湖-怒江成矿带重力场特征	(83)
二、班公湖-怒江成矿带磁场特征	(87)
三、班公湖-怒江成矿带重磁资料及地质认识	(87)
第四节 冈底斯成矿带重磁异常特征及地质认识	(93)

一、冈底斯成矿带重力异常特征	(95)
二、冈底斯成矿带航磁异常特征	(98)
三、冈底斯成矿带重磁资料及地质认识	(102)
第四章 西南地区重磁推断成果及地质认识	(105)
第一节 重磁推断断裂构造	(105)
一、重磁推断断裂依据及概况	(105)
二、重磁推断主要断裂构造剖析	(107)
第二节 重磁推断岩浆岩	(117)
一、重磁推断岩体概况与岩体的定量解释	(117)
二、重磁推断岩体的分布规律	(118)
第三节 重磁推断盆地	(125)
一、盆地信息识别	(125)
二、盆地要素确定方法	(125)
三、羌塘盆地重磁异常特征及地质认识	(126)
四、措勤盆地重磁异常特征及地质认识	(135)
五、四川盆地重磁异常特征及地质认识	(142)
第四节 重磁资料在重要地质问题中的应用研究	(148)
一、康滇地轴重磁场特征及地质认识	(148)
二、龙门山重磁场特征及地质认识	(155)
第五章 西南地区物探资料在地质矿产中的应用	(160)
第一节 磁性矿产资源潜力预测	(160)
一、西南地区磁异常分布及找矿意义	(160)
二、磁性矿产资源潜力预测方法	(161)
三、磁性矿产预测结果	(164)
第二节 物探资料在西南地区矿产资源潜力评价中的应用实例	(166)
一、物探资料在攀枝花钒钛磁铁矿资源潜力评价中的应用实例	(166)
二、物探资料在西藏多龙铜矿资源潜力评价中的应用实例	(173)
三、物探资料在铅锌矿资源潜力评价中的应用实例	(181)
四、物探资料在金矿资源潜力评价中的应用实例	(190)
主要参考文献	(213)

第一章 绪 论

第一节 自然地理及地质工作程度概况

一、自然地理概况

中国西南地区，包括四川省、云南省、贵州省、西藏自治区和重庆市，与巴基斯坦、印度、尼泊尔、不丹、缅甸、老挝和越南等国家接壤。自然地理主要属于我国第三级地貌单元，部分居于第三级地貌单元和第二级地貌单元的过渡部位，主体属于我国“长江上游生态屏障”，包含中国 2 个七大地理分区（西南潮湿区、青藏高寒区），主要的地貌类型有青藏高原、云贵高原、四川盆地以及环绕其间的许多著名的山脉，如喜马拉雅山、冈底斯山、唐古拉山、龙门山和横断山等。本区中部和北部以长江流域的河流为主，南部和西部则分属珠江流域、元江（红河）流域、澜沧江（湄公河）流域、怒江（萨尔温江）流域、伊洛瓦底江流域等；藏北内流区还有众多的内流河汇入大小高原湖泊。主要的河流有雅鲁藏布江、金沙江、怒江、澜沧江，以及长江上游和珠江上游的重要水系。新构造运动强烈，高原抬升，山势巍峨，河流深切，江河奔腾，蕴含巨大水能。地质遗迹珍贵，地质奇观诱人。这里有世界最高峰——珠穆朗玛峰，海拔 8844m，海拔大于 7000m 的山峰有 66 座，号称“世界第三极”。区内海拔最低的为云南河口瑶族自治县所处的元江河谷，海拔仅 76.4m。高差较大，气候多变，气象万千。在中国气象部门发布的全国一级气象地理区划中，西南地区是 11 个一级区域之一。全国一级气象地理区划有重庆、四川、云南、贵州。全国二级气象地理区划包括川西高原和云南西北部部分地区在内的北部，云南和四川西南部等地的南部以及贵州和四川东部。

截至 2014 年，西南地区总人口 19 566.4 万人，约占全国的 14.3%。其中，四川省人口数量排名第 4，云南省、贵州省和重庆市的人口排名为全国前 20 名。西南地区面积为 236.7 万 km²，约占我国陆地面积的 24.6%，西藏自治区面积最大，排名全国第 2，四川省与云南省的面积全国排名前 10。2014 年西南地区生产总值为 65 736.8 亿元，占全国的 10.3%，其中，仅四川省、重庆市和云南省三省市生产总值上万亿元，西藏自治区生产总值最低，不足千亿元，排名位于全国的最后一位，详见表 1-1。西南地区区内 56 个少数民族都有分布，但人口在 20 万以上的有 19 个。主要的少数民族是藏族、彝族、苗族、羌族、布依族、白族、回族、壮族等。

表 1-1 西南地区自然地理概况

省区市	人口数量（万人）	全国人口排名	各省（自治区）生产总值（亿元）	全国排名	面积（万 km ² ）	全国面积排名
四川省	8107	4	28 500	8	48.6	5
云南省	4687	12	12 800	23	39.4	8
贵州省	3502.22	19	9251	26	17.62	16
重庆市	2970	20	14 265	21	8.24	26
西藏自治区	300.2	31	920.8	31	122.84	2

二、地质工作程度概况

西南地区从 20 世纪 50 年代开始有计划地开展 1:20 万区域地质调查。四川、云南、贵州于 50 年代后期组建区域地质调查（以下简称“区调”）队，80 年代中期相继完成了西南各省的 1:20 万区调；西藏自治区于 80 年代后期开展了 1:20 万区调，至 90 年代后期完成了 27 幅，其中藏东-三江地区 19 幅、拉萨地区 8 幅。

20 世纪 80 年代西南三省相继开展了 1:5 万区调，主要部署于各省成矿区带，90 年代逐渐转到重要的基础地质地区、造山带走廊，城市地区、经济建设区、地质灾害多发地区，少部分图幅进行了现代生态调查试点。

1999 年国务院批准了由中国地质调查局组织实施的十二年国土资源大调查专项工程。以填补青藏高原地质空白区为重点，开展了 1:25 万区域地质调查工作，完成了空白区 1:25 万区域地质调查图幅 61 幅，填图面积 83 万 km^2 ，填补了我国陆域中小比例尺区域地质调查空白，提供了一批基础性地质资料，发现了一批重要矿产地，为规划部署工作提供了依据，取得了一批基础地质的新资料、新发现和新认识，大大提升了青藏高原地质研究程度，为进一步的科学研究奠定了基础。

在三峡库区、西南三江地质走廊带、南水北调西线、重要经济建设区、地质灾害多发地区开展了 1:25 万地质修测和 1:5 万区域地质调查工作。完成 1:25 万修测图幅 31 幅，修测面积 67.96 万 km^2 ；1:5 万区域地质调查图幅 36 幅，填图面积约 1.7 万 km^2 。累计完成填图和修测面积 1 436 914 km^2 。

至 2009 年，四川省完成了 1:5 万区调图幅 280 幅，面积 12.6335 万 km^2 ，占全省面积（48.6 万 km^2 ）的 25.83%；云南省完成了 1:5 万区调图幅 210 幅（其中 17 幅不完整），面积 84 095 km^2 ，占全省面积（39.4 万 km^2 ）的 21.34%；贵州省完成 1:5 万地质填图 148 幅，面积约 6.706 万 km^2 ，约占全省总面积（17.6 万 km^2 ）的 38.10%；重庆市完成了 1:5 万区调图幅 40 幅，面积 1.4712 万 km^2 ，占全市面积（9.27 万 km^2 ）的 15.87%；西藏自治区完成了 1:5 万区调图幅 39 幅，面积约 17 160 km^2 ，占全自治区面积（122.84 万 km^2 ）的 1.4%。西南地区共完成 1:5 万区调图幅 717 幅，面积 30.4449 万 km^2 （尹福光，2013）。

第二节 区域地质概况

西南地区区域地质复杂，成矿条件优越，矿产资源丰富，构造上主体属于特提斯构造域，大致以龙门山断裂带-哀牢山断裂带为界，把西南地区分为东部陆块区和西部造山带。

西部造山带为青藏高原的主体，是环球纬向特提斯造山系的东部主体，具有复杂而独特的巨厚地壳和岩石圈结构，是一个在特提斯消亡过程中，北部边缘-泛华夏陆块西南缘和南部边缘-冈瓦纳大陆北缘之间洋盆不断萎缩消减、弧-弧、弧-陆碰撞的复杂构造域，经历了漫长的构造变动历史。古生代以来，形成古岛弧盆地体系，具条块镶嵌结构。东部是扬子陆块的主体，具有古老基底及稳定盖层。基底分别由块状无序的结晶基底及成层无序的褶皱基底两个构造层组成，沉积盖层稳定分布于陆块内部及基底岩系周缘，沉积厚度超万米，分布不均衡。由于后期印度板块向北强烈顶撞，在它的左右犄角处分别形成帕米尔和横断山构造结及相应的弧形弯折，在东西两端改变了原来东西向展布的构造面貌。加之华北和扬子刚性陆块的阻抗与陆内俯冲对原有构造，特别是深部地幔构造的改造，造成了本区独特的构造、地貌景观。

西南地区区内沉积地层覆盖面积约占全区的 70%，自元古宇至第四系均有出露。古生代至第三纪（古近纪+新近纪）地层古生物门类繁多，生物区系复杂，具有不同地理区（系）生物混生特点；古生代至第三纪地层岩相与建造类型多，区内沉积盆地类型多种多样，不同时期的弧后盆地、弧间裂谷盆地、弧前盆地、前陆盆地、被动边缘盆地等，特别是中、新生代盆地往往具有多成因复合特点。盆地的构造属性在地史演化过程中发生多阶段转换，形成独具特色的岩相组合与沉积建造。区内岩浆活动频繁

而强烈,火山岩和深成岩都有大面积出露。中酸性侵入岩的侵入时代可划分为晋宁期、加里东期、海西期、印支期、燕山早期、燕山晚期、燕山晚期—喜马拉雅早期、喜马拉雅晚期 8 个期次。伴随有强烈的火山作用,巨厚的火山岩系从前震旦纪到第四纪都有不同程度的发育,每个时期的火山活动在空间上都具有各自的活动中心,形成特征的火山岩带(尹福光,2013)。

一、地层层序

参照“全国地层多重划分与对比研究”方案,西南地区的岩石地层区划主要属于华南地层大区 and 藏滇地层大区,仅西藏南部低喜马拉雅带以南跨入印度地层大区及北部跨入西北、华北地层大区。华南地层大区进一步划分为巴颜喀拉地层区、扬子地层区、东南地层区、羌北-昌都-思茅地层区,藏滇地层大区进一步划分为羌南-保山地层区、冈底斯-腾冲地层区、喜马拉雅地层区,印度地层大区在本区只有西瓦里克地层区(图 1-1,表 1-2)。

现将主要地层区特征阐述如下。

1. 西北地层大区

该地层区只在西北角出露,为南昆仑断裂带以北地区,主要由晚古生代碳酸盐岩夹碎屑岩组成。

2. 华北地层大区

该地层区只出露在西倾山一带,其南与华南地层大区以玛沁断裂、塔藏断裂、略阳断裂为界,为南秦岭-大别山地层区。出露的地层主要为晚古生代碳酸盐岩夹碎屑岩。

3. 华南地层大区

该地层区大致以龙木错-双湖构造带和昌宁-孟连断裂带为界,其以北、以东的广大地区,涵盖西藏北部、东部,四川、重庆、贵州全境,以及云南东部。

巴颜喀拉地层区:位处玛沁断裂、塔藏断裂、略阳断裂以南,金沙江断裂带以东,龙门山断裂带以西的三角地带。本区为广大的三叠纪盆地,三叠系出露范围占全区面积的 90% 以上。

扬子地层区:位于龙门山-康定-丽江及点苍山-哀牢山一线以东,开远-师宗-兴义-凯里一线以北的川、渝、黔、滇地区。本区地层发育齐全,新太古界—第四系均有出露。

东南地层区:位于扬子地层区之南,包括滇东南和黔南地区。本区地层普遍缺失志留系、侏罗系,白垩系和古近系分布也极为零星。前震旦系大片出露于黔东南地区。

羌北-昌都-思茅地层区:夹持于金沙江-哀牢山与昌宁-孟连两大断裂带之间,主体为中生代盆地,古生代及其以前的地层多分布于盆地的东、西两侧。三叠纪以后由浅海环境逐步向陆相转化,形成侏罗纪—古近纪红色盆地。

4. 藏滇地层大区

该地层区位于龙木错-双湖断裂以南、昌宁-孟连断裂以西,包括羌南至喜马拉雅山脉南坡边界断裂之间的西藏自治区大部,以及滇西地区。

羌南-保山地层区:指双湖-龙木错断裂、昌宁-孟连断裂以西(南)和怒江以东(北)的地区,为古生代—中生代稳定地块。

冈底斯-腾冲地层区:位于藏北地区怒江与雅鲁藏布江之间的冈底斯-念青唐古拉山系,东经八宿,向南转至伯舒拉岭、高黎贡山及其以西地区。前震旦系—新生界均有出露,以上古生界分布最为广泛。

喜马拉雅地层区:位于雅鲁藏布江以南、喜马拉雅山南坡以北地区。前震旦系大片出露于高喜马拉雅地区,古生界以珠穆朗玛峰地区发育最完整,中生界广泛发育于高喜马拉雅及其以北的广大地区,新生界发育古近系及上新统一更新统,缺失渐新统一中新统。

5. 印度地层大区

该地层区位于喜马拉雅山南麓至国境线一带,称西瓦里克地层区。分布地层称西瓦里克群,属新近纪—更新世山麓磨拉石堆积石。此外,尚有第四纪松散状洪冲积碎屑堆积(尹福光,2013)。

二、岩浆岩

西南地区岩浆岩发育,岩浆活动频繁,岩石类型齐全。火山岩除川东北及重庆市外,几乎广布全区;侵

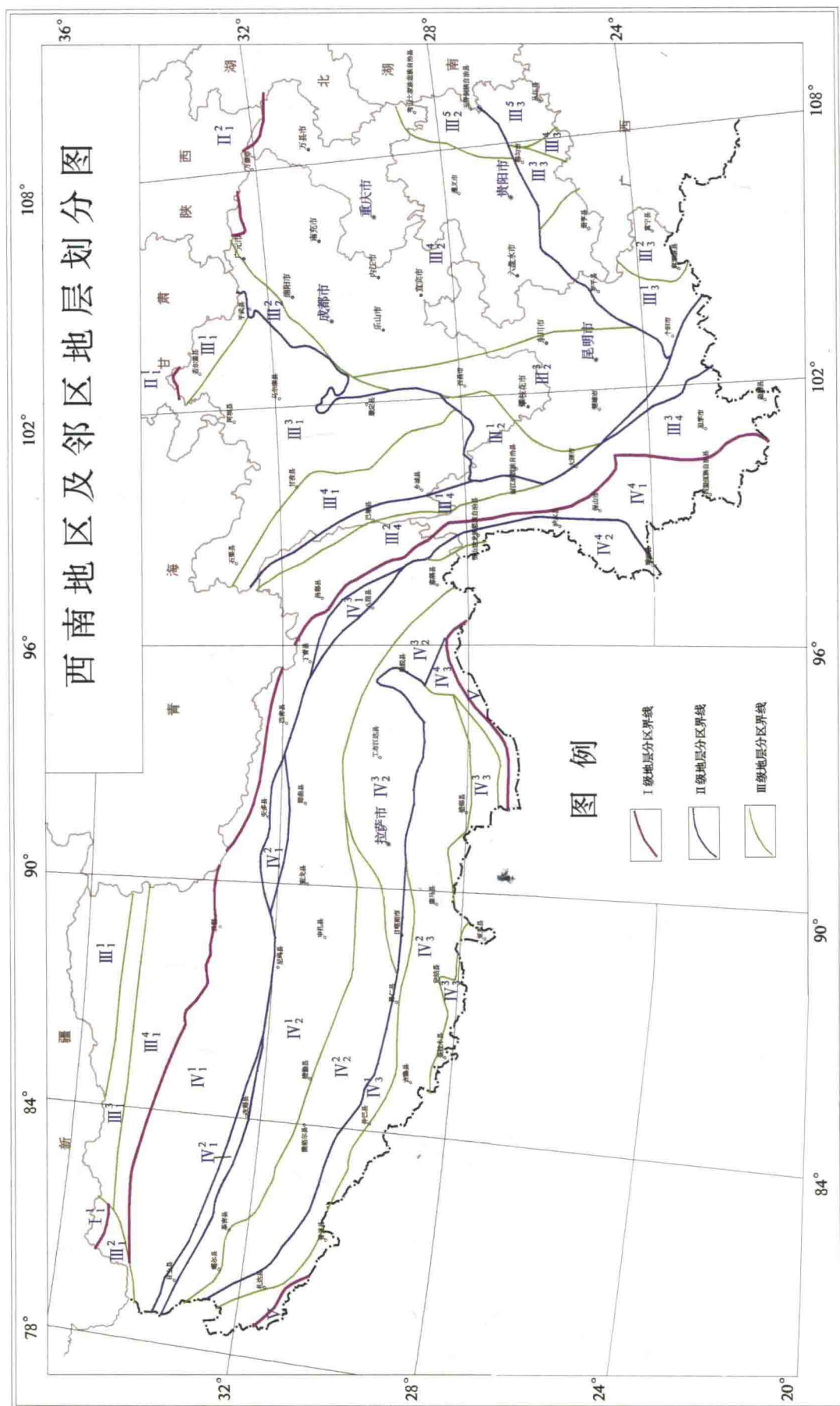


表 1-2 西南地区岩石地层划分表

地层大区	地层区	地层分区
西北地层大区 (I)	南昆仑地层区 (I ₁)	古里雅-木孜塔克地层分区 (I ₁ ¹)
华北地层大区 (II)	南秦岭-大别山地层区 (II ₁)	降扎 (迭部-旬阳) 地层分区 (II ₁ ¹)
		大巴山 (十堰-随州) 地层分区 (II ₁ ²)
华南地层大区 (III)	巴颜喀拉地层区 (III ₁)	塔藏 (阿尼玛卿) 地层分区 (III ₁ ¹)
		喀喇塔格 (北喀喇昆仑) 地层分区 (III ₁ ²)
		玛多-马尔康地层分区 (III ₁ ³)
		玉树-中甸地层分区 (III ₁ ⁴)
	扬子地层区 (III ₂)	盐源-丽江地层分区 (III ₂ ¹)
		木里-龙门山-米仓山地层分区 (III ₂ ²)
		康滇地层分区 (III ₂ ³)
		上扬子地层分区 (III ₂ ⁴)
		江南 (黔东南) 地层分区 (III ₂ ⁵)
	东南地层区 (III ₃)	个旧地层分区 (III ₃ ¹)
		右江地层分区 (III ₃ ²)
		黔南地层分区 (III ₃ ³)
		湘中 (三都-黎平) 地层分区 (III ₃ ⁴)
		桂、湘、赣 (独山) 地层分区 (III ₃ ⁵)
	羌北-昌都-思茅地层区 (III ₄)	西金乌兰-金沙江地层分区 (III ₄ ¹)
		唐古拉-昌都地层分区 (III ₄ ²)
		兰坪-思茅地层分区 (III ₄ ³)
藏滇地层大区 (IV)	羌南-保山地层区 (IV ₁)	双湖 (南羌塘) -类乌齐地层分区 (IV ₁ ¹)
		木嘎岗日地层分区 (IV ₁ ²)
		乌兰乌拉湖-北澜江地层分区 (IV ₁ ³)
		保山地层分区 (IV ₁ ⁴)
	冈底斯-腾冲地层区 (IV ₂)	那曲-比如 (隆渡口) 地层分区 (IV ₂ ¹)
		措勤-申扎地层分区 (IV ₂ ²)
		拉萨-察隅地层分区 (IV ₂ ³)
		腾冲地层分区 (IV ₂ ⁴)
	喜马拉雅地层区 (IV ₃)	雅鲁藏布江地层分区 (IV ₃ ¹)
		北喜马拉雅地层分区 (IV ₃ ²)
		高喜马拉雅地层分区 (IV ₃ ³)
		低喜马拉雅地层分区 (IV ₃ ⁴)
印度地层大区 (V)	西瓦里克地层区 (IV ₁)	

入岩主要集中分布于扬子陆块(程裕淇, 1994)西缘及其以西的“三江”和唐古拉山以南的广大区域, 出露面积达 185 100km², 约占全区总面积的 8%, 其中近 95% 为中—酸性侵入岩类。

(一) 侵入岩

西南地区侵入岩十分发育, 岩石类型齐全, 岩浆活动期次多, 形成的大地构造环境复杂多样, 时代遍布古元古代—新近纪中新世, 区域分布上以青藏高原及其周缘、扬子板块西缘及西南缘大量出露, 另在扬子板块东南缘也有少量出露。

通过区域对比, 在对西南地区侵入岩岩石构造组合、时代格架及侵入岩大地构造相、亚相全面厘定划分的基础上, 将西南地区侵入岩主要划分为构造岩浆系统, 并把构造岩浆系统单元共划分为五级, 又厘定了构造岩浆带构造环境, 研究了西南地区侵入岩代表的主洋盆关闭俯冲 TTG 岩石构造组合, 确定了板块俯冲方向, 并可直接在图上读出构造环境及其演化的总体框架。

西南地区侵入岩大地构造研究中, 西南地区共划分出一级侵入构造岩浆岩省 6 个, 二级侵入构造岩浆岩带(亚省) 18 个, 三级侵入岩浆岩亚带 58 个(图 1-2, 表 1-3)。

按照《成矿地质背景研究技术要求》(叶天竺等, 2010), 火成岩可分为以下 5 个主要岩浆旋回。

1. 前南华纪旋回

南华纪以前为元古宙侵入岩, 中酸性岩区内主要发育在扬子板块西南缘云南省境内, 主要为以俯冲—碰撞环境下中酸性片麻状花岗岩为主, 如元谋杂岩(TTG)、哀牢山杂岩(TTG)、点苍山杂岩、高黎贡山片麻状花岗岩(TTG), 侵入时代皆为古元古代, 在瑶山地区主要发育裂谷双峰式侵入岩组合花岗岩。另在贵州梵净山、雪峰山地区少量发育青白口纪的花岗岩。

基性超基性岩主要发育在扬子地块康滇基底断隆菜园子—东川一带, 另外在大宝山、米仓山一带还有少许出露, 皆属于与哥伦比亚(Columbia)超大陆裂解有关的侵入岩。

2. 南华纪—中泥盆世旋回

该期旋回的侵入岩, 中酸性岩区内主要出露在扬子板块西缘米仓山—大巴山—康定—攀枝花一线, 过去习称“彭灌杂岩”“康定杂岩”等, 为罗迪尼亚(Rodinia)超大陆会聚俯冲、碰撞、转换伸展的产物: 俯冲型花岗岩以彭灌杂岩、康定杂岩(Pt₂₋₃)为代表, 碰撞型花岗岩以米仓山一带光雾顶花岗岩(Z)为代表, 转换伸展的后造山型花岗岩以石棉县一带的二长花岗岩—正长花岗岩(Z₁)为代表。在米仓山地区有由南向北侵入岩组合分布, 还呈现出很好的花岗岩极性。

其他中酸性侵入岩有云南东川东部、个旧—马关一带志留纪碰撞型的花岗岩, 贵州麻江一带的陆块内含金刚石的金伯利岩, 西藏察隅西、米林一带俯冲型花岗岩, 藏南喜马拉雅一带俯冲—碰撞型的花岗岩。

中泥盆世以后, 西南地区进入特提斯演化阶段。

3. 晚泥盆世—中三叠世旋回

晚古生代—中三叠世时期, 受古特提斯大洋向东俯冲消减作用的制约, 扬子板块的西南缘发育晚古生代多岛弧盆系。前锋弧之后(东侧)发育有昆中—昆南、勉县—略阳、北澜沧江、南澜沧江、金沙江—哀牢山、甘孜—理塘等蛇绿混杂岩带, 在这些蛇绿混杂岩带演化过程中, 一系列弧—弧、弧—陆碰撞造成了羌塘—三江地区以中酸性为主的侵入岩发育。最新的 1:25 万区调资料显示, 冈底斯工布江达县发育有深色花岗闪长岩“包体”(262.3Ma), 经研究认为是与冈底斯带晚古生代俯冲的岛弧型侵入体有关(王立全等, 2008; 朱弟成等, 2008)。

这一旋回内, 另一个引人注目的岩浆活动事件是峨眉山地幔柱演化。其中心喷发位置, 学界普遍认为在四川攀枝花一带, 其形成的侵入岩主要为在攀枝花一带的碱性花岗岩和基性—超基性岩墙。

4. 晚三叠世—白垩纪旋回

由于古特提斯大洋向南的进一步俯冲消减, 早—中三叠世冈底斯岛弧带从冈瓦纳大陆北缘裂离, 雅鲁藏布江弧后洋盆初始形成; 至晚三叠世时期, 冈底斯岛弧带中北部沿狮泉河—纳木错—嘉黎一线撕裂, 狮泉河—纳木错—嘉黎弧间洋盆开始形成。至此, 奠定了中生代特提斯大洋南侧冈瓦纳大陆北缘喜