

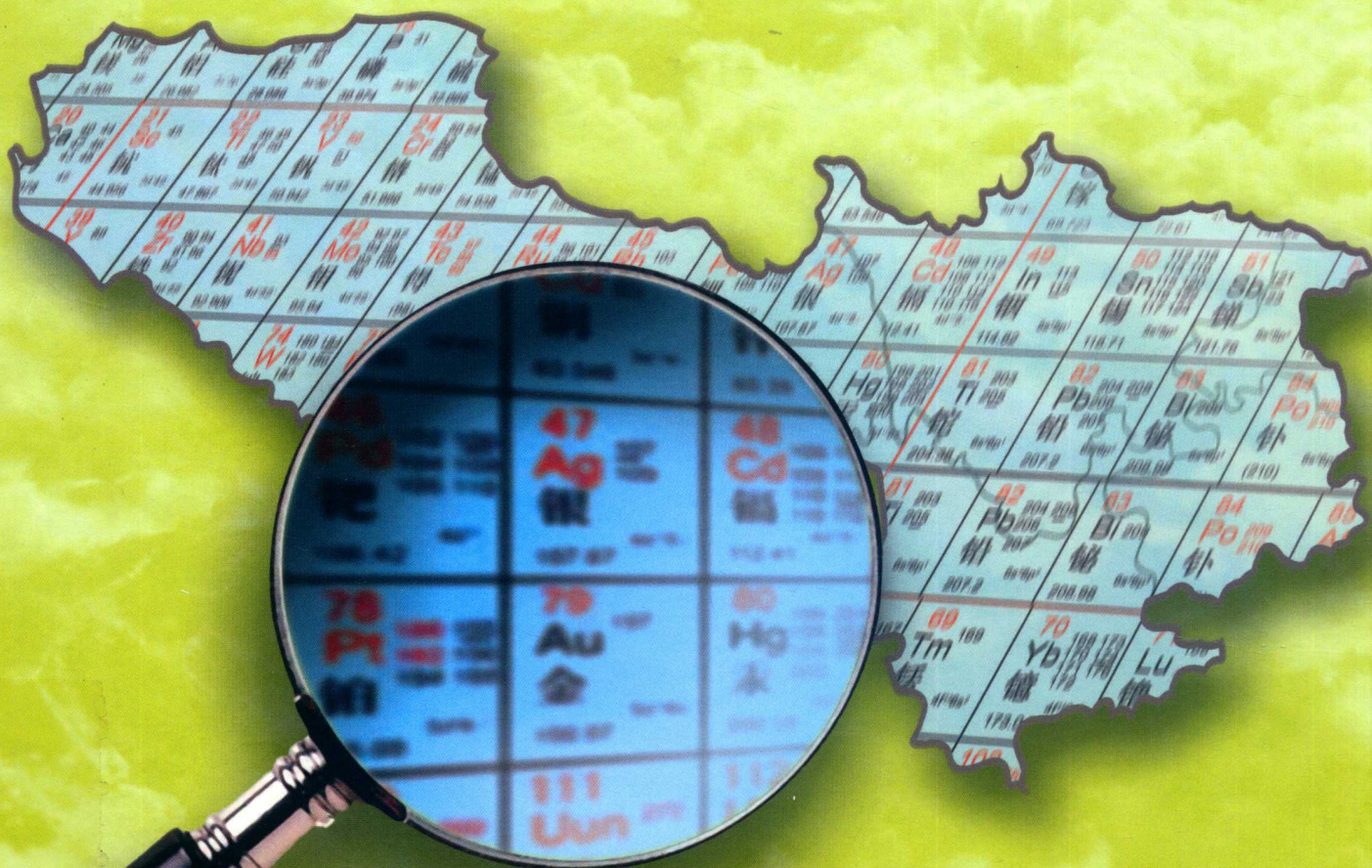


中国地质调查成果 CGS2016-010  
西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书

# 中国西南地区 地球化学图集

Geochemical Atlas of Southwest China

王永华 等著



中国地质大学出版社  
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS

选题策划：刘桂涛  
责任编辑：舒立霞 阎娟  
封面设计：刘桂涛 唐良玉

## 西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书

- 《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》

### 免责和版权声明：

本出版物中的所有数据、信息和影像受版权保护，如引用需注明出处为中国地质调查出版物，且不得进行有悖原意的引用、删节和修改。

本出版物所包含的信息仅仅为了阐明问题，中国地质调查局及其他关联机构和个人不承担由于材料的任何错误和不精确等所带来的责任。



中国地质大学出版社官网



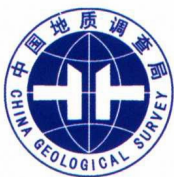
出版社线上购书平台

ISBN 978-7-5625-4551-4



9 787562 545514 >

定价：198.00元




中国地质调查成果CGS2016-010  
西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书

# 中国西南地区地球化学图集

## Geochemical Atlas of Southwest China

王永华 等著



 中国地质大学出版社  
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS

## 图书在版编目(CIP)数据

中国西南地区地球化学图集 / 王永华等著. — 武汉: 中国地质大学出版社, 2019.6  
(西南地区矿产资源潜力评价成果系列丛书)

ISBN 978-7-5625-4551-4

I. ①中…

II. ①王…

III. ①区域地球化学—西南地区—图集

IV. ①P596.2-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第096616号

审图号: CGS(2019)2257号

---

## 中国西南地区地球化学图集

王永华 等著

责任编辑: 舒立霞 阎娟

选题策划: 刘桂涛

责任校对: 周旭

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://cugp.cug.edu.cn>

开本: 880毫米 × 1230毫米 1/16

字数: 373千字 印张: 11.75

版次: 2019年6月第1版

印次: 2019年6月第1次印刷

印刷: 中煤地西安地图制印有限公司

印数: 1—1000册

---

ISBN 978-7-5625-4551-4

定价: 198.00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				

# 《中国西南地区地球化学图集》

## 编委会

主 编：王永华

编写人员：	周雪梅	谢岩锐	陈子万	朱惠玲	曾琴琴
	李 富	刘晓霞	焦彦杰	刘才泽	唐发伟
	刘书生	樊同伦	杨天仪	王铨宇	郝 明
	梁 虹	惠广领	陈惠强	杨 功	肖高强
	刘应平	阚泽忠	刘 锐	袁义生	龙超林
	谭德军	程 军			

# 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、资料都参考和引用了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1:1 500 000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区内矿产总结出不同预测方法类型的矿产成矿规律，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都各具特色。

《中国西南地区地球化学图集》在全面收集 1 : 200 000、1 : 500 000 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、锌和金矿等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

区域化探全国扫面计划是一项涉及面广、规模宏大的系统工程。20世纪80年代初，中国区域化探全国扫面计划在以地质矿产部为主的管理部門和专业研究所策划下，地矿系统（部、省）管理部门、科研单位、生产单位紧密配合，共同努力，经过卓有成效的组织策划、试点总结、推广应用，唱响了一曲彰显中国特色的区域地球化学调查和地球科学研究凯歌，使得中国的区域地球化学调查和研究工作一举跨入全球领先行列。

《区域化探全国扫面工作方法若干规定》的发布，吹响了西南地区各省、自治区区域化探进军的号角。区域化探的每个环节，如样品布局、样品采集、分析配套方案等，每一个细节，如记录卡片样式、填写字迹，以及样品采集、加工场地、包装运输等，各种技术要求和质量控制措施取得了前所未有的高度统一。不到20年时间，西南新一轮区域化探初战告捷，形成了史无前例、国际领先的高质量地球化学数据库、样品库、标样库，取得了一大批贵金属、有色金属等找矿、选区和基础地质等研究成果。

在西南地区区域化探（水系沉积物测量）实施过程中，原地质矿产部、中国地质调查局及下属单位的领导、专家为该系统工程的顺利推进和高质量完成呕心沥血，提供了大量的支持、帮助和才智。具体人员名单如下。

地质矿产部、中国地质调查局：孙焕振、牟绪赞、奚小环、周庆来、李善芳、叶家渝（武汉综合岩矿测试中心）等。

中国地质科学院地球物理地球化学研究所：谢学锦、任天祥、阮文斌、朱立新、史长义、汪明启、张华、张勤（测试）等。

云南省地质矿产勘查开发局：王宝禄、康玉庭、彭承举、杨孔声、陈宇同、陈元坤、何贤臣、李孝祥、陈扬玉、吴天禄、何树林、王周云、王全喜、万传珠、潘泽义（测试）。

四川省地质矿产勘查开发局：纪仲明、赵奇、陈德友、林高原、唐文春、熊汲滉（测试）、李小英（测试）、曾念华（测试）等。

贵州省地质矿产勘查开发局：冯济州、汪隆六、张元庆、肖石增、陈光荣、何绍麟、刘川勤、杨永忠、赵远忠、李兴森（测试）、李晓燕（测试）等。

西藏自治区国土资源厅（原西藏自治区地矿厅）、西藏自治区地质矿产勘查开发局：吴钦、程力军、杜光伟、刘鸿飞、陈富奇、陈惠强、黄炜、李志等。

中国地质调查局成都地质调查中心：丁俊、王全海、周平等。

西南地区区域化探所走过的路程，充分体现了国家决策部门和广大地质工作者为地质事业奋发图强、勇于创新的科学精神，体现了我国卓越的地质野外调查、样品测试、标准物质制备等方面的技术原创能力。区域化探所取得的找矿、地球科学基础问题、化学生态环境研究等多方面的客观资料和成果，展示了在基础地质调查、矿产资源预测、普查找矿和生态环境研究中将新理论、新方法、新技术转化为科学技术生产力的成功经验，为世界同行所瞩目。

人与自然是生命共同体，人类生存和可持续发展必须依靠自然、尊重自然、顺应自然、保护自然。生态文明建设功在当代、利在千秋。本图集的推出，旨在客观展现西南地区自然元素的组成与分布规律，为深入了解自然，提高资源、环境与生态综合效应研究水平提供最基本的（化学）物质基础和学科依据，可供基础地质、地球化学、矿产资源找矿预测、环境、生态、土地、卫生防疫等相关领域的生产、教学、科研人员参考。

著者

2018年10月

# 目 录

<b>第一章 自然地理地貌及地质矿产概况</b> .....	1
第一节 自然地理地貌与地球化学景观分区 .....	1
一、自然地理地貌 .....	1
二、地球化学景观分区 .....	4
第二节 区域地质概况 .....	10
一、地层 .....	11
二、岩浆岩 .....	12
三、变质岩 .....	12
四、构造 .....	13
第三节 矿产资源概况 .....	13
一、西南地区主要金属矿产分布格局 .....	13
二、西南地区主要金属矿产在全国的地位 .....	15
三、主要矿床类型及分布 .....	15
<b>第二章 区域地球化学调查方法及进展</b> .....	18
第一节 区域地球化学调查方法 .....	18
一、1 : 200 000 区域化探方法 .....	18
二、1 : 250 000 区域化探方法 .....	21
三、1 : 500 000 区域化探方法 .....	21
四、1 : 250 000 多目标地球化学调查 .....	21
第二节 区域化探工作进展 .....	22
一、1 : 200 000 (1 : 250 000、1 : 500 000) 区域化探 .....	22
二、1 : 250 000 多目标地球化学调查 .....	22
三、中大比例尺地球化学勘查 .....	29
四、综合研究进展 .....	30
第三节 工作质量评述 .....	32
一、野外工作质量 .....	32
二、样品分析质量 .....	33
<b>第三章 编图方法技术</b> .....	34
第一节 数据处理 .....	34
一、数据源的选择 .....	34
二、数据处理方法 .....	34
第二节 编图方法 .....	36

一、地球化学工作程度图	36
二、地球化学景观分区图	36
三、地球化学(异常)区带图	36
四、地球化学图	36
五、组合异常图	36
<b>第三节 数据解释</b>	<b>37</b>
一、岩(矿)石元素组合规律	37
二、地球化学推断解释	38
<b>第四章 区域地球化学特征简述</b>	<b>39</b>
<b>第一节 水系沉积物地球化学特征概述</b>	<b>39</b>
一、元素区域丰度特征	39
二、元素组合特征	39
<b>第二节 单元素分布特征</b>	<b>41</b>
一、铜元素	41
二、铅元素	41
三、锌元素	42
四、金元素	42
五、钨元素	43
六、铋元素	43
七、镧、钇元素	43
八、锡元素	43
九、钼元素	44
十、镍元素	44
十一、锰元素	44
十二、铬元素	44
十三、银元素	45
十四、氟元素	45
十五、钡元素	45
十六、汞元素	45
十七、铁氧化物( $TFe_2O_3$ )	46
<b>第三节 地球化学(异常)分区</b>	<b>49</b>
一、重要控制(断裂)构造	49
二、地球化学(异常)区带划分及特征简述	50
三、地球化学(异常)区带对比	54
<b>第四节 青藏高原岩浆岩推断解释</b>	<b>55</b>
一、超基性岩及蛇绿岩区	55
二、基性岩区	59

三、中性岩区 .....	61
四、中酸性—酸性岩区 .....	61
五、斑（玢）岩区 .....	63
六、碱性岩区 .....	69
七、岩浆岩地球化学相似性 .....	70
<b>附图</b> .....	<b>74</b>
地形地貌及地球化学景观分区图 .....	74
地质矿产简图 .....	76
银元素地球化学图 .....	78
砷元素地球化学图 .....	80
金元素地球化学图 .....	82
硼元素地球化学图 .....	84
钡元素地球化学图 .....	86
铍元素地球化学图 .....	88
铋元素地球化学图 .....	90
镉元素地球化学图 .....	92
钴元素地球化学图 .....	94
铬元素地球化学图 .....	96
铜元素地球化学图 .....	98
氟元素地球化学图 .....	100
汞元素地球化学图 .....	102
镧元素地球化学图 .....	104
锂元素地球化学图 .....	106
锰元素地球化学图 .....	108
钼元素地球化学图 .....	110
铈元素地球化学图 .....	112
镍元素地球化学图 .....	114
磷元素地球化学图 .....	116
铅元素地球化学图 .....	118
铈元素地球化学图 .....	120
锡元素地球化学图 .....	122
锶元素地球化学图 .....	124
钍元素地球化学图 .....	126
钛元素地球化学图 .....	128
铀元素地球化学图 .....	130
钒元素地球化学图 .....	132
钨元素地球化学图 .....	134

钇元素地球化学图 .....	136
锌元素地球化学图 .....	138
锆元素地球化学图 .....	140
二氧化硅地球化学图 .....	142
三氧化二铝地球化学图 .....	144
氧化铁地球化学图 .....	146
氧化钙地球化学图 .....	148
氧化镁地球化学图 .....	150
氧化钾地球化学图 .....	152
氧化钠地球化学图 .....	154
金 - 砷 - 锑 - 汞组合异常图 .....	156
铅 - 锌 - 银 - 镉组合异常图 .....	158
铜 - 钼 - 金 - 银组合异常图 .....	160
锡 - 钨 - 钼 - 铋组合异常图 .....	162
锂 - 铍 - 硼 - 钨组合异常图 .....	164
铝 - 镧 - 钇 - 铈组合异常图 .....	166
铁 - 锰 - 钒 - 钛组合异常图 .....	168
铬 - 镍 - 镁 - 钴组合异常图 .....	170
主要参考文献 .....	172



# 第一章 自然地理地貌及地质矿产概况

## 第一节 自然地理地貌与地球化学景观分区

### 一、自然地理地貌

西南地区地处我国西南边陲，包括四川省、云南省、贵州省、西藏自治区和重庆市。西南地区地域辽阔，东西向从东经 78° 23' 至 110° 12'，横跨约 3 000 km，南北向从北纬 21° 08' 至 36° 30'，纵贯约 2 000 km，总面积  $236.58 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，约占全国陆域面积的 1/4。

西南地区西高东低，地势高峻，海拔 1 000 m、2 000 m、3 000 m、4 000 m 和 5 000 m 以上的区域占比分别达 86%、70%、61.7%、53.4%、21.2%，而低于 1 000 m、800 m、600 m、400 m、200 m 的区域占比分别仅为 14%、10.5%、7.3%、3.25% 和 0.12%（图 1-1、图 1-2）。



图1-1 西南地区海拔区间-面积占比柱状图

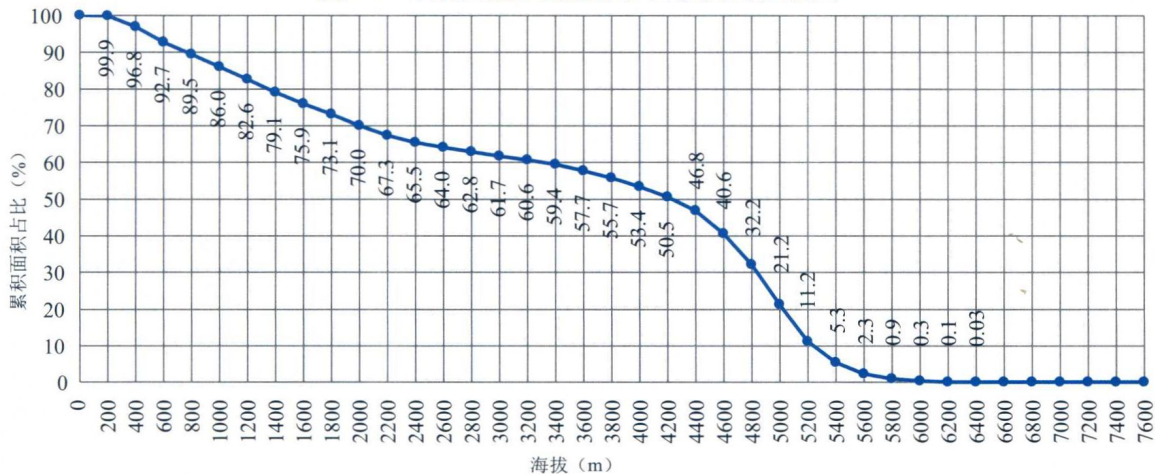


图1-2 西南地区海拔-累积面积占比对应关系图