



中国地质调查成果
CGS 2015-035

中南地区遥感地质 及矿产资源潜力评价应用

崔放 王耿明 等编著



长江出版传媒
湖北人民出版社



中国地质调查成果

“中南地区矿产资源潜力评价”项目系列丛书

“中南地区矿产资源潜力评价”项目资助(1212010633901)

中南地区 遥感地质及矿产资源潜力评价应用

崔 放 王耿明 王宁涛 雷天赐 陈爱明 等编著
陈晓林 易波琳 李文胜 刘鹏飞 陈育文

长江出版传媒
湖北人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

中南地区遥感地质及矿产资源潜力评价应用/崔放, 王耿明, 王宁涛等编著.

武汉:湖北人民出版社, 2018.9

ISBN 978—7—216—09548—8

I. 中… II. ①崔… ②王… ③王… III. ①遥感地质—应用—矿产资源—评价—研究—中南地区
IV. ①TD98

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第218767号

责任编辑: 刘天闻

封面设计: 大 卫

责任校对: 范承勇

责任印制: 王 超

出版发行:湖北人民出版社	地址:武汉市雄楚大道268号
印刷:武汉永立得印务有限公司	邮编:430070
开本:889毫米×1194毫米 1/16	印张:12.5
版次:2018年9月第1版	印次:2018年9月第1次印刷
字数:295千字	定价:68.00元
书号:ISBN 978—7—216—09548—8	

本社网址: <http://www.hbpp.com.cn>
本社旗舰店: <http://hbrmcbs.tmall.com>
读者服务部电话: 027-87679656
投诉举报电话: 027-87679757
(图书如出现印装质量问题, 由本社负责调换)

前 言

2006 年国土资源部开始部署“全国矿产资源潜力评价”工作,2007 年该项工作被列入国土资源部重点工作,“中南地区矿产资源潜力评价”是“全国矿产资源潜力评价”计划项目的一个工作项目。该工作项目承担单位为中国地质调查局武汉地质调查中心,参加单位为湖北省地质调查院、湖南省地质调查院、广东省地质调查院、广西壮族自治区地质勘查总院、海南省地质调查院,工作周期为 2006—2013 年。“中南地区矿产资源潜力评价遥感资料应用”是“中南地区矿产资源潜力评价”项目的工作内容,专题由中国地质调查局武汉地质调查中心承担,遥感专题参加单位有湖北省地质调查院、湖南省遥感中心、广东省地质调查院、广西壮族自治区遥感中心、海南省地质调查院。

按照全国矿产资源潜力评价遥感专业应用的技术要求,2013 年武汉地质调查中心在省级成果的基础上,进行中南地区矿产资源潜力评价遥感专业成果的综合与汇总,编制了中南地区 1:150 万遥感专业系列图件及说明书,完成了相应数据库的建设与中南地区矿产资源潜力评价遥感资料应用成果报告的编写。本书是在遥感资料应用汇总成果的基础上进一步缩编、整理而成。

参与本书编写的主要人员有崔放、王耿明、王宁涛、雷天赐、陈爱明、陈晓林、易波琳、李文胜、刘鹏飞、陈育文等,全书由崔放与王耿明完成统稿。

遥感资料应用研究及本书的编写得到了全国矿产资源潜力评价项目管理办公室、武汉地质调查中心、中国国土资源航空物探遥感中心等领导、同仁的关心和支持。在项目工作中得到了沈阳、天津、西安、成都、南京地质调查中心项目组的大力帮助,在此一并致以衷心感谢。对武汉地质调查中心矿产资源潜力评价项目各专业组给予的帮助表示谢意。全国遥感项目组唐文周教授、中国国土资源航空物探遥感中心教授级高工于学政,对中南地区遥感资料应用研究及本书稿给予了悉心指导,提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢。感谢中南五省(区)项目组的鼎力支持与协作,感谢项目组成员的辛勤劳动与无私奉献。

由于编稿匆忙及项目的参与者水平所限,错漏不足之处在所难免,敬请不吝指正。

目 录

- 第一章 自然地理、地质矿产概况 (1)
 - 第一节 自然地理地貌 (1)
 - 第二节 中南地区地质、矿产概况 (4)
- 第二章 遥感影像处理与解译方法 (13)
 - 第一节 遥感数据收集 (13)
 - 第二节 遥感影像处理 (16)
 - 第三节 遥感地质构造解译方法 (19)
 - 第四节 遥感异常提取 (28)
- 第三章 中南地区遥感地质 (35)
 - 第一节 地貌与遥感影像 (35)
 - 第二节 大地构造格架与分区 (39)
 - 第三节 线性构造解译 (46)
 - 第四节 环形构造解译 (76)
 - 第五节 羟基铁染异常 (94)
- 第四章 遥感成果矿产资源潜力评价应用 (96)
 - 第一节 成矿区带划分 (96)
 - 第二节 秦岭—大别造山带 (102)
 - 第三节 扬子成矿省 (121)
 - 第四节 华南成矿省 (157)
- 参考文献 (192)

第一章 自然地理、地质矿产概况

第一节 自然地理地貌

一、自然地理概况

中南地区位于我国中南部,行政区包括湖北、湖南、广东、广西、海南五省(自治区)以及港、澳地区,区内共下辖广州市、深圳市及武汉市 3 个副省级城市,61 个市(州),具有南临大海、北连内地的优越地理位置。地理坐标:东经 $104^{\circ}\sim 116^{\circ}30'$,北纬 $18^{\circ}\sim 33^{\circ}$,陆地面积约 86 万 km^2 ,海岸线总长 6491km。按经济带划分属于东部沿海区和中部内陆区。(图 1-1)。

中南地区 2012 年国内生产总值之和为 117290.7 亿元,占全国国内生产总值(576713.16 亿元)的 20.34%,其中广东省成为我国经济快速发展的省份,其国内生产总值绝对值占全国生产总值的 10%,排全国第一。除沿海地区、珠江三角洲地区及长江流域的大、中型城市经济较发达外,其他地区的经济相对薄弱,特别是山区经济较为落后。耕地总面积为 20217.9 万亩,人均耕地低于全国平均水平。

中南区划分为中山-高中山寒温带潮湿气候区、低中山暖温带湿润气候区、亚热带季风湿润气候区、亚热带季风气候区、热带季风气候区,具有四季分明、温高湿重、雨量丰沛的特点。沿海地区及海南岛多年平均气温 $22\sim 24^{\circ}\text{C}$,多年平均降水量 1434~2447mm,中北部地区多年平均气温 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$,多年平均降水量 1300~1600mm,其中鄂西北多年平均降雨量仅 800mm,是全区降水量最少的地方。

区内沟谷纵横、水系发育,以南岭九万大山为界,北部属长江水系,南部属珠江水系。长江从区内北部穿过,在江汉平原形成众多湖泊,其中洞庭湖是我国第二大淡水湖。两广滨海流域的沿海诸河独流入海。海南岛属独立水系,有大小河流 154 条,均发源于中部山区。

中南地区是我国南方有色冶金、黑色冶金、稀有金属、贵金属的重要资源地和产区。

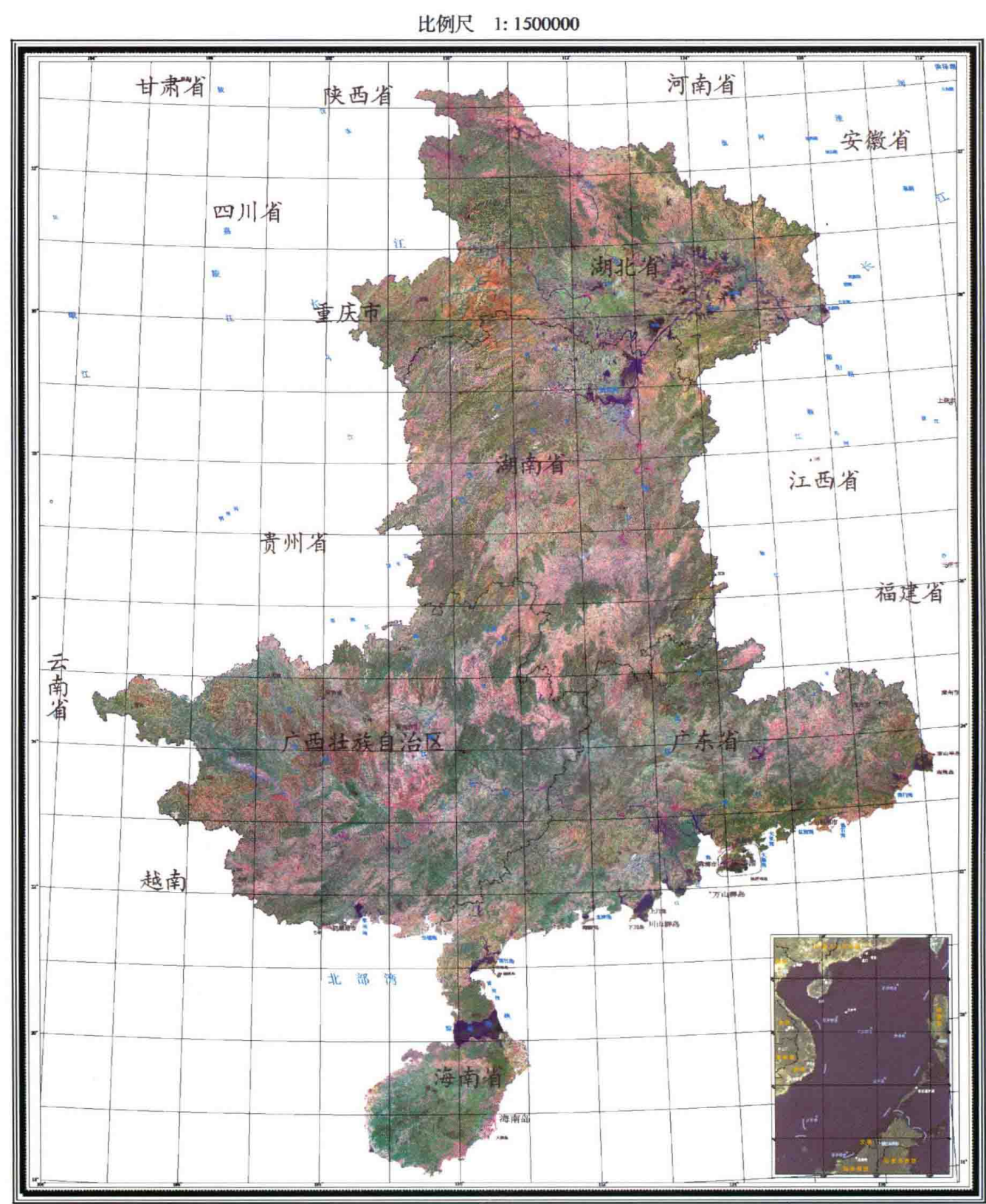


图 1-1 中南地区 ETM⁺ 遥感影像图

由于特殊的矿产资源优势,矿业成为产业支柱。其中湖北宜昌的磷矿、鄂东的铁铜矿集区、湘南的锡多金属矿集区、广西的大厂锡区、广西的栗木铌钽矿区、粤北凡口铅锌矿和大宝山铁铜多金属矿都已形成很大的采、选、冶生产规模和能力。

区内水、陆、空交通发达。大、中城市间有国际国内空中走廊,沿海地区有许多优良港口与海外相连,长江及珠江分别在工作区北、南部横贯东西,主河道及其支流水系常年通航。京广、焦柳、湘桂、黔桂线纵贯南北,汉丹—襄渝、石长、湘黔、湘桂、南昆、黎湛—湛广铁路横穿东西,京九线穿过鄂、粤两省东部。高速、高等级公路以及省际、县、乡级公路遍布,形成纵横交错的公路交通网。

二、地形地貌概况

区内地势总体特征是西高东低,最高点是位于湖北境内的神农顶(海拔 3105.4m),除神农架地区有 3000m 以上的山峰 6 座以及一系列的 2000~3000m 的山峰外,该区地势总体为中低山区,间有冲积平原、少量河谷盆地及坡地丘陵。两大纬向展布的山脉(秦岭和南岭)横贯中南地区,形成了区内重要的自然地理和气候分界线。

区内山系发育,地形地貌复杂。在全国地貌单元中,南部属云贵高原向东南沿海丘陵山地的过渡带,北部为南岭山地向江汉平原的过渡地区,西北部属大巴山脉东沿中、低山区。山区地势陡峻,切割强烈,切割深度常达 1000m 以上。东西向以雪峰山为界,雪峰山及其以西属我国的第二级阶梯,是云贵高原的东部边缘,其北西部为高原山地形态,西南部为中、低山谷地形态;雪峰山以东地势为我国的第三级阶梯,地形多为丘岗形态,但东部及南部分布有中、低山,处于南岭山地向江汉—洞庭湖平原过渡的斜面上,形成了地势由南向北递降的格局。

中部在湖南与两广交界地带分布有南岭山系,是华南地区人文、地理、气候、经济的天然屏障,最高峰苗儿山高程 2141.5m。南岭南部为丘陵山地,向珠江三角洲平原以及右江盆地直达南海。东西向的秦岭—大别山横至北部,分割南北、连接东西。

全区地貌按形态特征及地势高低,可以划分为山地、丘陵、平原 3 种类型。按成因类型可以划分为侵蚀、侵蚀剥蚀、岩溶、堆积等地貌类型。

中南地区纵贯华中区(长江中下游区)、华南(北)区、华南(南)区和南海区 4 个二级构造区。华南(北)区与华南(南)区之间被横亘其间的南岭山带所分隔,此山系本身是由一系列北东向斜列的短山所组成,如都庞岭、大庾岭、莲花山等,它们是珠江流域和长江流域的分水岭。华南(北)区与华中区之间同样也被近东西向的山带所分隔,该山带由一系列北东东向斜列的短山组成,如武陵山、幕阜山、九连山、怀玉山、仙霞岭等,被称为北岭山带。该区北以东西向的秦岭—大别山为界,东西分别为幕阜山—罗霄山脉与巫山—武陵山—雪峰山脉所挟持。中部以平原、丘陵为主,主要有江汉—洞庭湖—衡阳盆地、南部珠江三角洲平原以及右江盆地等。以南岭分界,其北部地形大致为东、西、南、北四面环山,如东部为罗霄山—诸广山,西部为云贵高原东南缘的大巴山—武陵山—雪峰山、九万大山、元宝山、越城岭,是我国二、三组台阶的结合部位,北部秦岭山脉是黄河和长江水系的分水岭,山势西高东低,到湖北境内呈向南突出的弧形。

南岭山脉是横亘在湖南、江西、广东、广西边境的一系列独立山地的总称,东西绵延 1000 多 km,海拔高度 1000m 左右,山岭之间各自独立,互不相连。南岭山脉自西向东依次由北东—南西走向的越城岭、都庞岭、萌渚岭、骑田岭、大庾岭“五岭”和九连山构成。它

是长江和珠江水系的分水岭,华中与华南的地理分界线,也是气候和水文上的重要分界线。

第二节 中南地区地质、矿产概况

一、地层

自早-中元古代以来,各时代地层发育比较齐全。元古宙及早古生代地层以活动型沉积为主,泥盆纪及其以后地层皆属浅海或陆相稳定型沉积。^①

1. 古-中元古界

为区内最古老地层,分布零星。古-中元古界桃溪岩组仅见于东南缘的会昌县境,主要由变粒岩、片岩组成。为区内最古老地层。

中元古界冷家溪群、四堡群分别出露于湘中和桂北,为巨厚的泥砂质浅变质碎屑岩。四堡群中含有基性-超基性岩组合,为主要赋矿地层。

2. 新元古界

出露颇广,为一套浅变质的中、深海相沉积。青白口系包括桂东北丹洲群、湘中高涧群、湘南大江边组、赣南神山组、潭头群,下部常见细碧角斑岩、石英角斑岩、碳酸盐岩层;中部以黑色板岩为标志;上部有沉凝灰岩及中厚层杂砂岩,偶夹白云质灰岩层。丹洲群中超基性岩为金、铅、锌的重要赋矿层位。

南华-震旦系在湘西南、桂东北由砂砾岩、冰碛岩、含锰碳酸盐岩和顶部的硅质岩组成,具过渡型沉积特点。其他地区主要为浅变质的泥砂质细碎屑浊流沉积、含硅铁质、黄铁矿火山岩、碳酸盐岩夹层,底部有不稳定的砾岩层,顶部为硅质层。为锰、铁、硫、金赋矿层。

3. 寒武系

除湘西南、桂东北为浅海相碳质页岩、灰岩组成的过渡型沉积岩外,其他地区为浅变质的深海相泥砂质浊流沉积,是银、金的重要赋矿层位。底部碳质层为铀、钒含矿层位。在赣西南等地夹有碳酸盐岩层,有利于钨、锡、银等的多金属矿化。

4. 奥陶系

主要为浅变质的泥砂质、碳硅质、硅泥质建造,富含笔石化石;中上部出现砂岩、砾岩,局部夹火山岩、碳酸盐岩层。为银、铅赋矿层位。

5. 志留系

主要分布于雪峰山和钦州湾地区,在赣西南见有零星的灰色磨拉石堆积,称丫山组。

6. 泥盆系

岩相复杂、厚度变化大,海进-海退旋回完整,与下伏地层为角度不整合接触(仅钦防

^① 根据武汉地质调查中心 2013 年完成的《中南地区矿产资源潜力评价成矿规律与矿产预测课题成果报告》内容修编。

地区下泥盆统钦州群与下伏地层为整合接触)。

下统:分布于广西、粤西怀集和湘南的江永、江华、道县等地,以吴川—韶关—吉安一线为界,北西侧为浅海相碳酸盐岩夹碎屑岩建造,东南侧为浅海—滨海相碎屑岩建造,西南部常夹多层赤铁矿,厚度变化大,一般在几百米至 2000m 间。

中统:出露范围较下统广泛,岩相变化大,为浅海相碳酸盐岩建造,碳酸盐岩夹碎屑岩及滨—浅海相碎屑岩建造,厚数百米至 2000m 不等。

上统:分布广泛,岩相复杂,为浅海相碳酸盐岩和赤铁矿碎屑岩建造及滨海相—陆相碎屑岩建造,厚度数百米至 2000m 不等。

区内的泥盆系在湖南境属湘中—湘南沉积区,在广西境分属桂林、柳州、南丹三个沉积区,分别对应曲靖的陆相、滨海相碎屑岩建造、象州的滨海或台地近岸浅水环境碳酸盐岩建造和南丹的盆地相或台地上较深水环境碳酸盐岩、硅质岩建造等三个建造类型,粤北、赣西只有中、上统出露,赣东南只有上统分布。该层位是铅锌金的重要赋矿层位。

7. 石炭系

下统:于桂北—湘赣边境为浅海相碳酸盐岩夹海陆交互相含煤碎屑岩建造,向东西两侧渐变为海陆交互相含煤碎屑岩建造、陆相含煤碎屑岩建造或碎屑岩建造,厚 152m~2220m。

上统:岩性稳定,主要为一套浅海相碳酸盐岩建造,厚度在数十米至 1279m 之间,厚度较东北部大。与下伏泥盆系主要呈整合接触关系,局部见假整合。该层位中的碳酸盐岩为锡多金属矿产重要赋矿岩性。

8. 二叠系

下统:主要为碳酸盐岩层(马平组)。

中统:下部(栖霞组)岩相厚度较稳定,主要为浅海相碳酸盐岩建造;上部(茅口组)岩相变化大,自西向东呈浅海相碳酸盐岩或硅质岩建造—浅海相碳酸盐岩及细碎屑岩建造—海陆交互相含煤碎屑岩夹碳酸盐岩建造的递变规律。厚度一般为数百米。骑田岭的矽卡岩型锡矿主要赋存于该层位的栖霞灰岩中。

上统:早期(龙潭阶)以滨海沼泽相、海陆交互相的含煤碎屑岩建造为主,自北向南岩相、厚度变化较大。江南古陆及陆缘区为浅海碳酸盐岩及含煤碎屑岩建造,粤北、湘赣为海陆交互相含煤系,于萍乡厚达 1000m;东南至福建则以不含煤的陆相沉积为主,厚数百米。晚期以浅海相碳酸盐岩建造(长兴组)和硅质岩建造(大隆组)的异相沉积为特点,广西于大隆组中上部见有厚 10m~195m 的中酸性火山碎屑岩;东兴—灵山发育一套类磨拉石碎屑岩建造,与下二叠统呈角度不整合接触,厚 5044m。

9. 三叠系

中下统:为滨浅海碳酸盐岩和碎屑岩建造,岩性为灰岩、白云岩、泥质灰岩夹粉砂岩、砂页岩及泥岩等。厚 600m~1100m。

上统:岩相差异大,主要有陆相含煤碎屑岩建造、以陆相为主的海陆交互含煤碎屑岩建造、浅海相铁磷碳酸盐岩—碎屑岩建造,岩性以砂砾岩、页岩为主,间夹煤层,厚度上百米至 7000m。

10. 侏罗系

中下统:主要为陆相盆地堆积,整合或假整合于上三叠统之上。为陆相含煤碎屑岩建造,岩性有砾岩、砂砾岩、长石石英砂岩、碳质页岩夹薄煤层,局部夹火山碎屑岩,厚几百米至 5000m。

上统:为陆相喷发-沉积或陆相盆地砂砾岩建造,局部夹煤线,厚几百至数千米。

11. 白垩系、古近系、第四系

区内分布零星,为陆相盆地、陆相碎屑岩沉积。

二、岩浆岩

区内岩浆活动频繁,四堡期至燕山期均有岩体出露,且岩类全,分布广,花岗岩类出露面积约占总面积的 1/5,且华夏古板块是扬子古板块的两倍以上。

1. 花岗岩类时空分布及演化

据岩体同位素年龄样统计,华南花岗岩形成时代在 1063~66Ma 间,以侏罗纪一早白垩世最为集中,且时限以 161~131Ma 居多。

区内花岗岩类空间分布具有北东向为主、叠加北西向的成带分布规律。据物探推断,地表分散的岩体往往受深大断裂控制,在深部相连,形成规模巨大的北东、北西向岩浆岩带。传统的南岭东西向岩浆岩带主要位于中南地区南部的佛冈岩体及其以南。燕山期花岗岩分布最广,约占花岗岩类出露总面积的 55.2%。其中属燕山早期、晚阶段花岗岩面积最大,占花岗岩类出露总面积的 45.4%,其余依次为三叠纪、白垩纪。主体侵入期除白垩纪为晚世外,余者均为早世。

不同时代花岗岩的产出位置与大地构造相关:四堡—加里东期花岗岩局限于雪峰山、武夷山、大瑶山等隆起区,岩带呈南北向;印支、燕山期花岗岩位于梅西—印支拗陷区内,岩带多为北西向和东西向,仅武夷隆起南东缘的燕山期花岗岩带为与区域深大断裂一致的北东向。

区内花岗岩类自北西向南东,总体具有时代逐渐更新的递变规律。燕山期花岗岩亦具同样演变趋势,沿此方向由以早期早阶段为主逐步变为以晚期晚阶段为主。这一分布特点可能与大地构造运动及陆壳增生相关。

根据花岗岩类岩体的规模和类型统计,发现随着岩体规模变小,浅成相的花岗闪长岩比例渐增,且这类偏中性的小岩体,常与湘桂、粤北等拗陷环境中的碳酸盐岩建造密切相关。

2. 岩石学特征

中南地区花岗岩类岩的种类齐全。其中中酸性的花岗岩类占花岗岩类出露总面积的 99.43%,为中性岩类出露面积的 300 倍;而中酸性花岗岩类中的花岗岩占 88.24%,是花岗闪长岩的 8 倍;花岗岩中的二长花岗岩(亚种)占 84.34%,是钾长花岗岩的 28 倍、碱长花岗岩的 210 倍。

铜、铅、锌成矿岩体中的副矿物多具以黄铁矿为主的金属硫化物组合,而与锡相关的成矿岩体中则副矿物富含挥发组分。扬子板块成矿花岗岩富含电气石,华夏板块成矿花

岗岩富含黄玉,板块结合带则出现二者兼有的过渡组合。

3. 燕山期花岗岩特征

燕山期岩浆作用分早、晚两期,活动具明显的周期性和间歇性。

燕山早期花岗岩以早、晚侏罗世为活动高峰期,分布广、面积大,岩性以粗粒(中-细粒)似斑状黑云母二长花岗岩为主,其次为粗粒(中-细粒)黑云母花岗岩、斜长石斑晶二长花岗岩。主要岩体有:鄂东的铁山、阳新、殷祖、金山店等岩体,湖南的骑田岭、千里山、诸广山等岩体。广西的花山、姑婆山岩体,广东的九峰、大东山、贵东、连阳岩体及南缘的佛冈岩体等,产状以小-大岩基为主,且均为多期次、多阶段侵入的复式岩体。根据深部资料,燕山早期花岗岩在分布上与地壳厚度具有一定的对应联系:早侏罗世岩浆弧分布于以桂东幔凹为中心(莫氏面深度 36km)的 35.5~34.5km 深的环形幔坡带上,中侏罗世大致与 33.5~31.5km 深的东西向陡坡带对应,晚侏罗世对应于 32.5~30km 深的北北东向幔坡带。

燕山晚期花岗岩主要分布在南岭地区南东部,岩性以斜长石斑晶黑云母二长花岗岩为主,灰白色二长花岗岩数量较少,除赣南水头、寨背岩体为出露面积较大的岩基外,多数呈小岩体、岩株、岩墙,侵入于燕山早期岩体内部及其边缘。

燕山期花岗岩的成矿元素与其他时代的岩体比较,其 Rb、Be、W、Sn、Pb、Zn、Ag、Nb、U、Th 含量较高,而 Ni、Cr、Co、Fe、Cu 较低;从燕山早期晚阶段至晚期晚阶段,元素组合具有由简单到复杂,Sn、Pb、Zn 增高的变化总趋势,且大岩基一般较复式小岩体简单。南岭地区燕山早期早阶段花岗岩和燕山晚期早阶段花岗岩是钨、铅、铅、锌、银、锑、铀、稀有、稀土的主要成矿岩体。

南岭地区燕山期花岗岩按成因主要有壳源重熔型与混源同熔型两类,均受深大断裂控制。后者分布零星,且多为深成的小岩体,但在区域上向东、西沿海方向,活动强度及规模逐渐加大。

壳源重熔型花岗岩岩性主要为黑云母二长花岗岩,岩石化学成分中 SiO_2 平均 73.56%, $\text{TiO}_2 + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{CaO}$ 一般小于 5%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 平均为 7.69%, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 平均为 1.56。副矿物磁铁矿含量低,一般小于 100%。岩体规模大,酸度高,岩石密度低(明显重力负异常),一般不具磁性,但接触带及顶盖可具中等磁性,隐伏时形成正负伴随的椭圆状磁异常。该类花岗岩形成于挤压构造环境,常以主动侵位方式就位,是南岭地区花岗岩类的主体。

混源同熔型花岗岩岩性以花岗闪长岩为主, SiO_2 含量偏低,基性成分偏高,岩体规模小、岩石密度相对较高,一般分布在重力梯级带或重力梯度带交叉部位。有一定的磁性,能引起正负伴生的局部磁异常,叠加在区域低缓异常上。该类花岗岩形成于舒张构造环境,常以被动层位方式就位。代表性岩体有水口山、铜山岭、黄沙坪等岩体。

三、变质岩

区内变质岩分布不广,但岩石类型较齐全,主要有区域变质岩、混合岩、接触变质岩、气-液变质岩、动力变质岩,以区域变质岩分布最广。中南地区主要经历了四堡运动、晋宁

运动、加里东运动、华力西—印支运动、燕山运动等五次大的构造事件,因而变质岩也主要形成于这五大构造运动期,前三期主要为区域变质,海西—印支期为局部区域变质,燕山期则主要是接触变质,而动力变质贯穿各期。

1. 区域变质岩

主要分布于云开和雪峰等基底隆起区,在坳陷区的次级隆起中也有分布,如湘桂坳陷区的阳明山—都庞岭、九凝山凸起等。四堡期变质岩系包括湘东北冷家溪群、桂北四堡群等;晋宁期变质岩系包括湖南的板溪群、广西的丹洲群;加里东期变质岩包括震旦纪—志留纪地层;海西—印支期变质岩主要产于桂、粤边境的泥盆纪地层中。

2. 混合岩

主要叠加分布在区域递增变质带地区,呈区域带状或穹隆状分布,如武功山地区、云开地区。带状混合杂岩都是沿变质岩层呈间层状或条带状分布,具有多层性、不连续性、突变性等特征,混合岩化作用沿垂直走向可发生突然变化,无一定的中心,混合岩化程度常深浅不一,很不均匀;穹隆型混合杂岩呈穹状分布,形成各种不同的具有流变特点的穹隆,中心混合岩化最强,出现混合花岗岩或混合片麻岩,由中心向外,混合强度依次减弱,多半分布在古隆起或复背斜核部。

3. 接触变质岩和接触交代变质岩

主要发育于加里东期—燕山期,以燕山期为最盛,分布在侵入体周围,几乎在所有呈侵入接触的各期次中酸性岩体的接触带都有分布,其次在桂北的基性—超基性岩体接触带也能见到。接触变质岩都围绕岩浆(或再生岩浆)侵入体向外表现为温度逐渐降低而形成的一系列递减变质带,呈晕圈状分布,宽度在数米、数十米至千余米不等。接触变质岩分布较广的有斑点板岩、空晶石板岩,其次为大理岩;接触交代变质岩主要有矽卡岩,其次有钠长英质板岩,此外有侵入体与围岩发生交代作用形成的各种混染岩。

4. 气—液变质岩

规模通常不大,但分布较广。在基性—酸性侵入体及其围岩、喷出岩和变质岩中均有分布,甚至在一些规模较大的断裂带中亦广泛发育。与中酸性岩浆热液有关的蚀变岩主要有云英岩和电英岩,此外还有绢云母化、钠长石化、硅化、绿泥石化及不甚发育的绿帘石化、白云母化、黄铁矿化、叶蜡石化等;与基性岩浆热液有关的蚀变岩主要有蛇纹岩,此外还有滑石化、次闪石化、钠长石化、碳酸盐化、钠黝帘石化、绿泥石化等;变质岩和混合岩中主要出现钾长石化、云英岩化和电气石化;断裂带中最常见的有硅化、绢云母化和褐铁矿化。

5. 动力变质岩

此类岩石多是在低温条件下形成的,重结晶作用一般不很明显,变质程度不深,相当于低绿片岩相。主要见于加里东期及尔后又多次活动的大断裂带两侧,呈带状分布,一般宽数米至数十米,也可达数公里不等。如浏阳—双牌—恭城—大黎断裂带、茶陵—郴州—博白—梧州断裂带、万安—仁化—四会—吴川断裂带等。形成的岩石主要有构造角砾岩、碎裂岩、糜棱岩和千糜岩。

四、构造

1. 大地构造位置及构造单元划分

中南地区位于欧亚板块东南端,东邻太平洋板块、西与印度板块相接。该区及其相邻地区属大陆型地壳构造域,根据地壳演化和岩石圈板块运动特点可划分出晋宁、加里东、海西—印支、燕山—喜马拉雅 4 个发展阶段。晋宁阶段以微板块聚合为主,表现为岛弧式俯冲或地体拼贴;其他阶段以陆—陆碰撞为主。其中滨太平洋和滨特提斯两大构造域的复合作用在中、新生代占突出地位。板块运动总体具有以扬子古陆核为中心,主要向东南、次向西南的侧向迁移规律,揭示出大陆增生、裂解的对立统一以及陆壳不断成熟、地壳结构不断复杂的演化过程。区内燕山运动表现强烈,华南古陆块在太平洋板块、菲律宾海板块及印支板块的联合作用下,构造上以断块运动为主,表现为发育深断裂以及被其切割而形成的隆、陷地块,从而奠定了中南地区现有构造格架基础。

2. 构造特征

中南地区在多次构造运动作用下,形成由隆、陷地块及断褶带组成的极其复杂的地质构造景观。

褶皱构造按构造层可划分为晋宁、加里东期基底褶皱和海西—印支期盖层褶皱两种类型,以加里东期和印支期最为发育。基底褶皱形态具有紧闭、同斜甚至倒卧的共同特征,且叠加褶皱普遍。扬子板块前加里东期基底褶皱主要为东西向,次为南北向和北东向。华夏板块加里东期基底褶皱方向多变。其中武功山地区为早期东西向、晚期北北西向两个世代的叠加式褶皱,武夷、云开地区则为北东向、东西向。基底褶皱的上述差异应是板内块体受后期改造产生变位的地表反映。印支褶皱主要为南北向,次为北东向、北西向,叠加褶皱普遍。燕山期盖层褶皱则较微弱,以北东—北北东向为主,且多分布于华夏板块内。

区内断裂极其发育,构造线方向以北东、东西、北西为主,局部发育近南北与东西的弧形断裂。

(1)北东向构造带。为中南地区最重要的构造带,包括鄂城—大磨山隆起带、江南、武夷—云开隆褶带及其间的湘桂坳陷带。其中隆褶带成型于加里东期、定型于印支期,构造组分以复式褶皱、断裂、花岗岩和混合岩为主。隆褶带在燕山期活动强烈,形成北北东向深断裂和热动力变质带、花岗岩(火山岩)带和陆盆带,逆冲推覆构造发育;晚近期在太平洋西缘陆棚区,发育北北东向岛弧型复式隆沉带。

(2)北西向构造带。主要有襄—广深断裂带、秦岭—大别造山带以及桂西右江地区内复式褶皱和断裂组成的北西构造带(前人曾称“右江系”),向东变为以断裂为主。从西向东等距分布有右江、南丹—博白、桂林—澳门、零陵—韶关、湘乡—潮州、兴国—东山、永丰—泉州、抚州—福清、蒲城—宁德 9 个斜列构造带;该构造带主要为压(张)扭性断裂,局部为褶皱和花岗岩,定型于印支期,燕山期强烈活动。

(3)东西向构造带。复式褶皱和冲断裂、隆坳带、花岗岩带组成,从北向南有阳明山—闽清、九万大山—仙游、宜山—厦门、昭平—丰良、西大明山—惠东等 5 个构造带。前人

“南岭纬向构造带”的主带系上述昭平—丰良带,其间包容一系列向南突出的弧形构造。该构造带定型于加里东期,后又经历印支期、燕山期等多期活动。

(4)南北向构造带。南北向构造带规模小,由复式褶皱和冲断裂组成。

上述构造带地表以北东向和东西向规模最大,当二者与北西向构造复合、交织时,对沉积建造、花岗岩和矿产分布有重要的控制作用。如南岭构造—岩浆—成矿带,具有以扬子古陆为核,向海域方向逆转的侧向迁移特点,表明该区系以古亚洲构造域为背景,并受滨太平洋和滨特提斯构造域的复合控制。

3. 构造与成矿的关系

构造对中南地区铁铜铅锌及钨锡铋钼多金属成矿的控制作用主要表现在以下三个方面。

(1)巨型纬向构造带是控制东西向的秦岭成矿带和南岭成矿带的主导因素。

(2)燕山期北(北)东向构造与先期的东西、南北、古北西向构造交会和复合,控制着鄂东南矿集区和南岭中段锡多金属矿田(床)或矿化集中区的产出部位,并形成一系列北(北)东向构造—岩浆—成矿带。自东而西为定南—连平成矿带(锯板坑钨锡多金属矿床、大顶铁锡矿床及江西全南官山钨锡矿床);赣州—曲江—英德成矿带(西华山—扬眉寺钨锡矿床、韶关—一六钨锡多金属矿床);郴州—怀集成矿带(柿竹园、芙蓉、安源、香花岭、黄沙坪等矿床以及连南岩体南、北缘的铁锡或锡铜多金属矿床);常宁—宁远—贺州成矿带(大义山锡多金属、祥林铺钨锡多金属、新路钨锡、珊瑚钨锡等矿床);零陵—恭城成矿带(栗木钨锡铝包矿床)。

(3)多种复杂的矿田(区)构造型式,是控制矿床和矿体定位的必要条件。主要包括:矿区(田)内不同方向断裂或多组方向断裂复合,是控制矿床(体)定位、产状、形态的主要因素;岩体接触带构造是控制矽卡岩矿床的矿体形态、产状的主要形式;地层岩性差异较大的地层界面、层间破碎带等是矿化富集的有利构造部位。

五、矿产资源

(一)沉积矿产^①

1. 煤、铁、锰、磷、铝矿的分布

区内有5个主要的含煤层位。石炭纪含煤地层在桂(寺门煤系)、湘、粤(测水煤系)都有分布,一般含煤2~3层,多为无烟煤。二叠纪有上、下两个含煤地层:下二叠煤层主要分布在鄂西(马鞍山煤系)、湘西(黔阳煤系),上二叠煤层是中南地区的主要煤层,分布广泛,形成几个相对集中的聚煤区,即鄂西南、鄂东、湘中、湘南粤北、粤东北、桂中北等地区。三叠—侏罗纪含煤地层,产于中生代沉积构造盆地内,分布也较广泛。第三纪含煤地层,以广西邕宁煤系为代表,分布于广西百色、南宁及广东茂名、海南岛等地。此外,南方还有相当数量的石煤,产于寒武纪、志留纪地层中。

沉积铁矿和沉积变质铁矿很发育,能形成大、中型矿床的含矿层位主要有下元古宇、

^① 根据武汉地质调查中心2013年完成的《中南地区矿产资源潜力评价成矿规律与矿产预测课题成果报告》内容修编。

震旦系及泥盆系。

下元古宇的沉积铁矿(沉积变质铁矿),分布于鄂西北及湘西地区,如鄂西神农架铁矿、祁东铁矿及著名的“石碌”式铁矿等。震旦系地层中的铁矿产于南方震旦系粗碎屑岩中(部分已变质为变质铁矿),如湖南“江口”式铁矿。泥盆系浅海相沉积赤铁矿(部分为菱铁矿)是华南的主要铁矿层,规模大、分布广,如鄂西、湘东、湘西、桂北的“宁乡”式铁矿。

此外,粤东丰顺与侏罗纪酸性火山岩有关的铁矿、鄂东石炭、二叠纪地层中的菱铁矿、低纬度地区(主要在广东、广西)风化淋滤作用形成的褐铁矿,也可以形成工业矿床。

沉积锰矿主要有两个层位,一是湘鄂两省震旦系沉积碳酸锰矿,如湘潭、长阳锰矿,二是泥盆系沉积锰矿,如广西大新下雷、桂平木圭。此外,寒武系、奥陶系、石炭系也有锰矿沉积。

区内含磷地层很多,尤以广西、湖南和湖北为盛,主要的有元古宇、震旦系、寒武系及泥盆系等。

元古宇的沉积变质磷矿,以大别山地区的为代表,为一套云母片岩、大理岩、锰磷层及磷灰石岩。震旦系上部磷矿主要含磷层位,其规模和矿石质量均居首位。以层状为主,属页岩-硅质白云岩建造,发育于古侵蚀面上、海侵岩系近底部,如荆襄磷矿、宜昌磷矿、石门磷矿等。寒武系底部含磷层遍及全区,属黑色页岩-硅质岩建造,不及震旦系磷矿,但共生有钒、铀、铜、镍、钴、铂族、稀土等多种有用元素,主要分布在湖南和湖北,粤北、桂北、豫西也可见及。泥盆系含磷层是广西主要含磷地层,可达中型规模。

铝土矿多沉积在各地质时代的古侵蚀面上。湖北宜城、广西平果一带铝土矿,产在二叠纪煤系地层底部。海南岛北部和雷州半岛还分布有第三纪和第四纪初期玄武岩风化的三水型铝土矿及黏土矿。

2. 中新生代盆地与有关矿产

中南地区中、新生代盆地分布广泛,盆地中的岩层总体上以红色为主,反映了干燥气候带氧化作用强烈的特点,简称“红层盆地”。这类盆地约有 240 个,沉积矿产有铜、铀、盐类矿产、天然碱、石膏、石油、天然气、油页岩、褐煤等。

中新生代盆地蕴藏着石油。江汉盆地有一定工业储量、汉江也有油气显示,三水盆地、百色盆地也找到工业油流,含油层的地质时代均为老第三纪。另外,在这个时代也是主要的成盐湖,盆地中往往有岩盐、钾盐、石膏、天然碱、油页岩共生。

陆相红色地层中的含铜砂页岩大多数含矿层位是白垩系,多分布于南岭两侧、铜金属物质来源比较丰富的地区。已发现具中、小规模,品位较富的矿床,如衡南车江、麻阳九曲湾等。

3. 第四系松散沉积物中的砂矿及浅海石油

由河流搬运沉积的各种砂矿较为丰富,其中较重要的有湖南沅江流域的金刚石砂矿和沙金,湖南大义山,广西钟山、贺州的砂锡矿等。

中南地区濒临南海,海岸线长、大陆架的范围宽广,各类海滨砂矿极为丰富,蕴藏着丰富的石油资源。钛铁矿、锆英石、独居石、玻璃砂等砂矿,在全国占重要地位。南海大陆架石油是今后勘探和开发的主要对象,海底含金属软泥有着广阔的利用前景。

(二) 内生矿产

内生矿产主要产在地壳活动比较强烈的地带,强烈的构造运动使岩层产生一系列褶皱和大断裂,各种不同性质的岩浆与各种不同化学成分的围岩相互作用,形成各种复杂的矿产。由于地壳运动是长期的、复杂的、反复多次的,因而岩浆活动、内生矿产也是复杂的、多次形成的。就中南地区而言,以中生代时期的成矿作用为最重要,以它为“基础”来划分内生矿产的成矿带,大致有以下几个各具特色的矿带(或地区)。

1. 大别山成矿带

从矿带的区域分布来看,以东西构造带控制为主导。各个时期不同类型的矿床呈带状分布。

2. 鄂东铁铜成矿带

主要在黄石、大冶、鄂城、阳新、通山一带。矿带在空间上受淮阳山字形构造和新华夏系构造双重控制,其中淮阳山字形是组成区域构造的基础,占据了成岩成矿的中心部位,控制鄂城、阳新等6个花岗岩类岩体的分布。接触交代(“大冶”式)铁矿主要分布在西部、铁铜矿床主要分布在中部、铜钨钼矿床主要分布在东南部、南部外侧的幕阜山有大片花岗岩出露,其中产铌钽等稀有金属矿产。

3. 湘东铜铅锌多金属成矿带

主要受北东向的新华夏系构造控制,有以浏阳、平江、临湘为中心的铜多金属、锌、金矿,南部则钨矿较多。

4. 湘中锑矿成矿带

以产在泥盆纪地层中的似层状锑矿为特点,如锡矿山等地。

5. 湘西汞矿成矿带

贵州汞矿带的一部分。

6. 南岭以钨、锡、稀有多金属为主的成矿带

范围内西起广西河池、南丹,穿过“五岭”,东止于广东蕉岭附近。成矿作用相当复杂,主要是与中酸性花岗岩类有关的各种金属矿产。西段广西境内以锡、钨、铌、钽为主;中段粤北湘南地区以钨、锡、铜、铅、锌、铍、稀土为主;东段粤东北地区以钨、锡、铁为主。这个带还夹杂一些基性、超基性的小岩体,有铜、镍及钒钛磁铁矿。

7. 粤东锡、钨、铁、稀有金属成矿带

东江以南地区,有几条平行的北东向大断裂,分布着大片的花岗岩和中生代火山岩,其中有矽卡岩型、火山岩型铁矿及硫化物型锡钨矿、铌钽矿。

8. 粤西南铜铁成矿带

包括阳春、新兴等地,与粤东的地质条件相似,特别是古生代的石灰岩比较发育利于形成矽卡岩型铜铁矿,该带钨锡矿也较多。

9. 海南岛成矿带

我国最南一条纬向构造带越过该地区,有大片花岗岩出露,有著名的“羊角岭”式水晶矿、沉积变质“石碌”式铁矿经过岩浆热液作用,导致铜、钴矿富集。