

粤北地区层控矿床的构造演化 成矿模式和找矿预测

陈学明 著

地质出版社

粤北地区层控矿床的构造演化 成矿模式和找矿预测

陈 学 明 著

期 限 表

地 质 出 版 社

(京) 新登字 085 号

内 容 简 介

层控矿床是内生地质作用和外生地质作用相互结合的产物。一定规模、性质的构造运动导致地壳中一定深度的物质循环与相应的沉积、成岩环境的配合,是粤北层控矿床形成的基本条件。本书根据不同的成矿作用把粤北众多的层控矿床归纳为四种类型:与盆地成岩埋藏压实水有关的矿床(红岩型);与后生热液充填交代作用有关的矿床(马口型);与海底热泉喷溢活动有关的矿床(凡口型)以及与火山热液沉积和岩浆叠加作用有关的矿床(大宝山型)。本书还详述了四种类型的矿床、矿体、矿石的宏观和微观特征,对比研究了各类矿床地球化学、稳定同位素组成和物理化学等方面的特征。

在讨论成矿就位机制和建立相应成矿模式的基础上,论述了盆缘控矿、地层和建造控矿、岩相古地理控矿、构造控矿和火山-岩浆作用控矿等规律,筛选出 20 个地质、地球物理和地球化学变量,以 9 个已知矿床为模型,使用信息量法、矢量长度法、相关频数比值法、平方和法、乘积矩阵主分量法、匹配概率矩阵主分量法等演算方法确定了最有利的找矿远景区,并以回归方法和齐波夫法估算出本区还可能找到 430—560 万 t 铅锌金属和 3000—4000 万 t 硫。

本书适合于广大地质工作者和地质院校师生参阅。

粤北地区层控矿床的构造演化 成矿模式和找矿预测

陈学明 著

责任编辑:李上男

地质出版社出版发行
(北京和平里)

中国地质大学印刷厂印刷
(北京海淀区学院路 29 号)

新华书店总店科技发行所经销



开本: 787×1092 1/16 印张: 5 字数: 120000

1992 年 12 月北京第一版·1992 年 12 月北京第一次印刷

印数: 1—465 册 定价: 3.75 元

ISBN 7-116-01165-X/P·984

序 言

粤北地区是我国铅、锌、硫铁矿的主要生产基地之一，特别是凡口铅锌（硫）矿床是我国最大的生产矿山，其储量已达超大型规模。但是，对于它们的成因和就位机制存在着比较大的分歧和争论，因而，对于它们的远景和找矿预测自然也就出现了不同的思路 and 方向。

陈学明是在 1983 年完成了“凡口黄铁铅锌矿床地质特征及就位机制初探”硕士论文基础上，进行这项博士论文。该研究项目曾获国家教委博士基金（3—2—85—14）的资助。

作者是在前人的工作基础上，应用了综合地质科学的理论和方法，对分布于粤北地区以泥盆系为主的铅、锌、硫铁矿矿床，从地壳变迁、大地构造运动和盆地演化着手，将构造地质—沉积特征和岩浆活动等因素联系起来，将宏观地质与矿床、矿石的同位素地质、包裹体特征等微观现象结合起来，把众多的矿床划分为红岩、马口、凡口和大宝山四种矿化类型；从而提出了粤北层控矿床的成因模型和找矿模型。

最后，作者综合了 20 种变量对以凡口矿床为主的铅、锌、硫铁矿矿床进行了远景区和预测区的评价研究，在理论和实践方面具有一定的参考价值，个别地段已初见成效。

朱上庆

1992 年 10 月

前 言

南岭地区是我国有色、稀有金属矿产的宝库，粤北地区则是这一宝库中的聚宝盆，拥有凡口、大宝山、红岩、梨树下等多个特大型和大型矿床。其中凡口矿的铅锌储量相当于我国分省储量占第三位的湖南全省 61 个铅锌矿床储量的总和，此外，硫、汞、银及多种稀有和分散元素都达到大型矿床规模；大宝山矿硫、铁、铜、铅、锌、钼、钨等均达到特大型和大型矿床规模；其他中小型矿床和矿点更是星罗棋布。这些矿床不仅具有重要的经济价值，而且具有复杂而独特的地质特征，是中外矿床地质工作者关注并反复研究的成矿区，也是近年来国家重点科研攻关的地区之一。

粤北地区层控矿床是构造运动、地壳演化和岩浆作用的结果。本区层控矿床可以划分为四种类型：与盆地成岩压实水活动有关的矿床（红岩型）、与后生热液充填交代作用有关的矿床（马口型）、与海底热泉喷溢活动有关的矿床（凡口型）和与海底火山活动、岩浆叠加作用有关的矿床（大宝山型）。四种类型层控矿床的控矿因素、成矿物质对流循环和矿石就位机制各有特殊性，因此在矿体特征、矿石特征和一般元素地球化学特征、稳定同位素地球化学特征、微量元素地球化学特征、稀土元素地球化学特征、矿物包裹体特征等方面各具特色。

层控矿床的找矿预测既要考虑内生地质变量又要考虑外生地质变量。本文选择 20 个地质变量和 9 个矿床模型，使用信息量、矢量长度、相关频数比值和特征分析（平方和法、乘积矩阵主分量法、匹配概率矩阵主分量法）等方法确定了最有利的预测区，并以齐波夫法和回归法估算了本区还可能找到 30—40Mt 硫（黄铁矿）和约 5Mt 铅锌金属（相当于一个凡口矿的储量），用地质方法估算出凡口深部可望再找到 2Mt 铅锌金属。

从选题、野外地质调查、室内研究到本书的撰稿均是在朱上庆教授指导下进行的。初稿还得到了宋叔和研究员、裴荣富研究员、冯钟燕教授、石准立教授的审阅，全国 50 多名学者、专家对本书的详细摘要进行了评议，池三川教授、卫冰洁副教授、黄华盛副教授、蒋明霞付教授、师其政副教授、覃功炯副教授以及陈元琰、温春齐、尹子芳等同志对作者给予了多方面的帮助。此外，凡口铅锌矿、大宝山矿、马口硫铁矿、杨柳塘铅锌矿以及广东地矿局地矿研究所、广东有色金属勘探公司、932 地质队、706 地质队等单位和诸多同行给予作者大力支持和热情帮助，在此谨表诚挚谢意。同时衷心欢迎读者对本书批评指正。

目 录

第一章 地质构造环境	(1)
第一节 地层	(1)
一、前泥盆系	(1)
二、泥盆系	(1)
三、石炭系	(3)
四、二叠系至第三系	(3)
第二节 大地构造环境	(4)
一、深部构造	(4)
二、加里东期大地构造	(4)
三、海西—印支期大地构造	(5)
四、燕山—喜马拉雅期大地构造	(7)
五、大地构造环境的演化	(7)
第三节 海西—印支期盆地演化	(8)
第四节 岩浆岩	(9)
一、花岗岩体	(9)
二、辉绿岩脉	(9)
第二章 粤北层控矿床类型及成矿模式	(13)
第一节 粤北层控矿床的四种基本类型	(13)
一、与盆地成岩埋藏压实水有关的矿床——红岩型	(13)
二、与后生热液充填交代作用有关的矿床——马口型	(13)
三、与海底热泉活动有关的矿床——凡口型	(15)
四、与火山热液沉积和岩浆叠加作用有关的矿床——大宝山型	(19)
第二节 四类层控矿床特征对比	(24)
一、矿体和矿石特征	(24)
二、地球化学特征	(28)
三、稀土元素地球化学特征	(33)
四、同位素地球化学	(36)
第三节 粤北层控矿床的成矿模式	(42)
第三章 找矿预测	(44)
第一节 控矿因素	(44)
一、盆缘控矿	(44)
二、地层与建造组合控矿	(44)
三、岩相古地理控矿	(44)
四、火山—岩浆作用控矿	(45)

五、构造控矿	(46)
第二节 综合信息找矿预测	(48)
一、预测单元的划分和找矿模型的选择	(48)
二、编制的主要图件	(49)
三、变量选取	(49)
四、变量赋值	(61)
五、预测结果	(61)
第三节 资源量估计	(67)
第四节 重点矿区的找矿问题	(68)
一、区域找矿	(68)
二、凡口矿床深部找矿问题	(68)
三、大宝山矿床的找矿问题	(70)
参考文献	(71)
图版说明及图版	(73)

第一章 地质构造环境

本书所指粤北地区涉及广东北部北纬 24° 至 $25^{\circ} 20'$ ，东经 113° 至 114° 的范围，即粤北盆地。盆地外缘主要为前泥盆纪变质岩系(基底)盆地盖层有晚古生代和中新生代地层。盆地北界为诸广山花岗岩带，南部为佛冈花岗岩带，贵东-大东山花岗岩带把粤北盆地分割为南北两部分，即北部曲仁盆地和南部英德盆地。盆地边缘多由线状构造控制。主要层控矿床分布在盆地内缘中、上泥盆统和下石炭统碳酸盐岩之中(图 1)。

第一节 地 层

一、前泥盆系

本区大部分地区缺少奥陶系和志留系。盆地外缘和基底广泛出露寒武系八村群，八村群为复理石沉积建造，以浅变质砂页岩为主、夹变质火山岩。

二、泥盆系

泥盆系广布于粤北盆地加里东不整合面上，下部为陆相和滨海相碎屑岩，上部为浅海相碳酸盐岩，组成一个海进旋回。由于海底地形复杂和障壁影响，各地岩相和岩石类型有所不同，赵汝旋等将粤北泥盆系划分为三个主要类型(表 1)，本区主要出露前两个类型。

表 1 粤北地区泥盆系划分及对比表

第二届全国地层会议 (1979)			广东地矿所赵汝旋等(1985)			矿山沿用	
			英德-红岩型	乐昌-韶关型	仁化-胡坑型	红岩	凡口
上泥 盆 统	锡矿山阶	英德群	锡矿山组	三门滩组	中棚组	天子 岭 组	天子 岭 组
	余田桥阶		余田桥组				
中泥 盆 统		上部	棋子桥组	皇岗岭组	云山组	东岭岗组	东岭岗组
		中部		老虎头组			
		下部	跳马涧组			桂头组	桂头群
下泥盆统				杨溪组			

英德-红岩型

1. 中泥盆统跳马涧组(D_2t): 厚 290m, 代表中泥盆早期浅海滨岸带碎屑沉积, 直接覆盖于加里东不整合面上。底部为灰白、灰绿色石英质砾岩, 往上为中—细粒石英砂岩, 上部泥质、粉砂质或钙质成分增多, 顶界标志为碳酸盐岩。

2. 中泥盆统棋子桥组(D_{2q}): 厚 240m, 主要为灰色、深灰色中厚层结晶白云岩、白云质灰岩和灰岩, 上部白云岩减少, 泥灰质增多, 底部夹粉砂质页岩或砂岩, 为浅海潮坪带沉积, 可与湘中的棋子桥组对比。

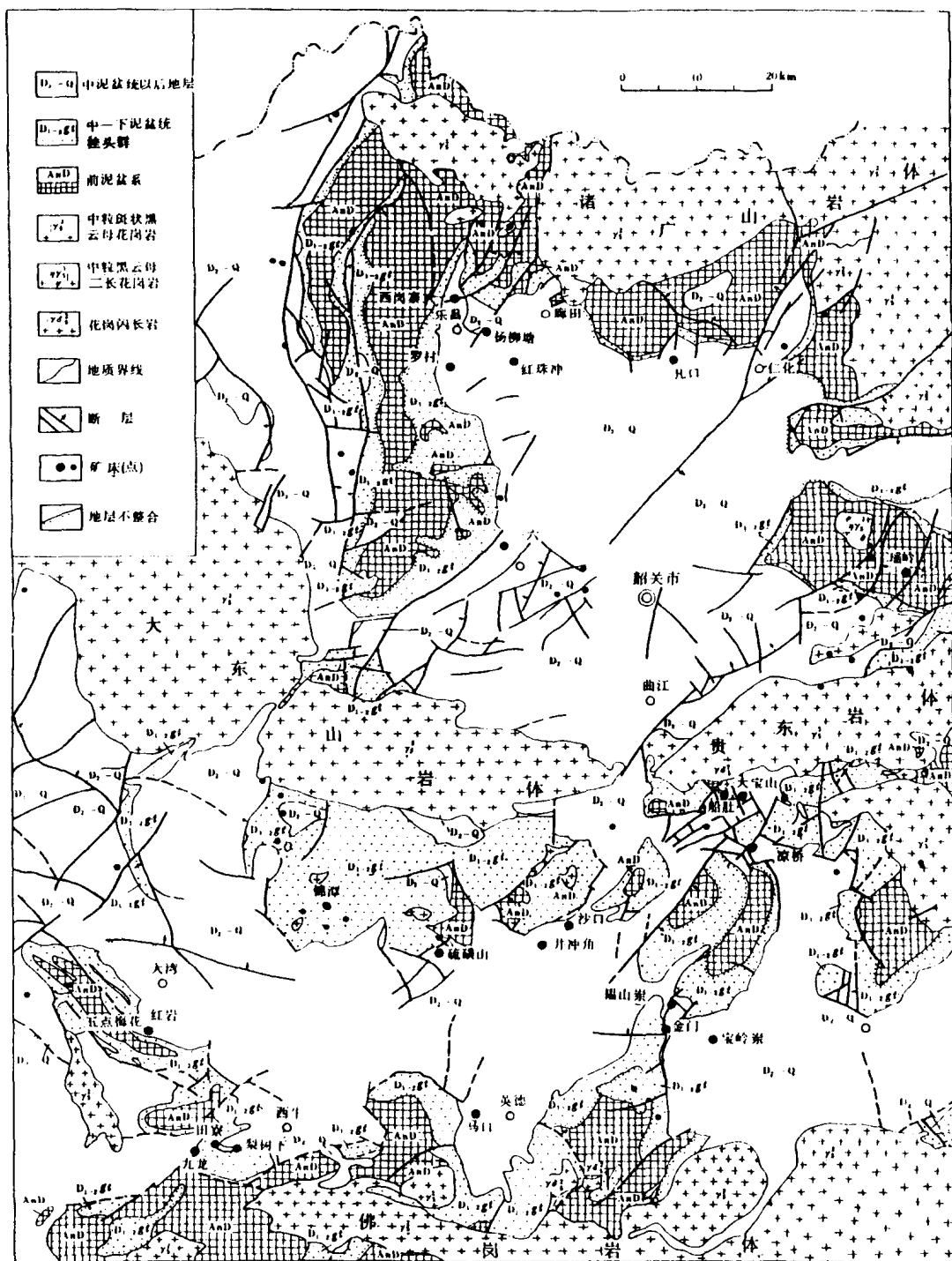


图1 粤北地区地质矿产略图
(据广东地矿局地质矿产研究所资料简化)

3. 英德群(D_{3y}): 厚 1200m, 红岩地区下部为含硅质条带的薄层灰岩, 上部为中厚层泥晶灰岩夹纹层状灰岩, 本层岩性单一, 化石稀少, 位于爱曼纽贝与内沟珊瑚之间, 时代归属尚有不同意见。

乐昌-韶关型

1. 杨溪组(D_{1-2y}): 厚 250m, 指加里东不整合面之上的红色砂岩层。底部为紫红、浅紫红色杂砾岩、砂砾岩, 往上为紫红色中细粒石英砂岩, 局部含褐铁矿斑点, 具斜层理, 属河流-三角洲相沉积类型, 在盆地西北部和东北部变薄或尖灭。

2. 老虎头组(D_{2l}): 厚 100—300m, 为滨岸沉积, 底部为灰白、灰绿色石英质砂砾岩, 往上为中—粗粒石英砂岩; 上部为泥质粉砂岩和粉砂质泥岩互层。

3. 皇岗岭组(D_{2h}): 厚 140m, 为灰色、深灰色泥晶灰岩、泥灰质灰岩及透镜状灰岩, 局部含钙质页岩, 在乐昌一带泥质减少, 碳酸盐增多, 为局限海台地碳酸盐沉积形成。

本组化石丰富, 主要为腕足、珊瑚及层孔虫、瓣鳃等。

4. 余田桥组(D_{3s}): 厚 300—600m, 基本由碳酸盐岩组成, 各地岩性略有差异。乐昌地区下部为含泥炭质较高的灰质泥岩、泥晶灰岩夹细晶白云岩; 上部为深灰色泥晶灰岩、细晶白云岩、白云质灰岩、泥晶灰岩互层, 偶夹亮晶球粒灰岩和生物碎屑泥晶灰岩; 顶部以含叠层藻生物屑泥晶灰岩为主、夹亮晶灰岩和砾屑灰岩, 为浅海和潮坪沉积形成。仁化地区, 靠近古陆, 碎屑成分增多。

5. 锡矿山组(D_{3x}): 厚 250—960m, 主要为泥晶灰岩和白云质泥晶灰岩, 腕足大量出现, 珊瑚绝迹, 为浅海沉积形成。

三、石 炭 系

石炭系在区内主要出露下石炭统和中上统壶天群, 厚 110—2700m。

下石炭统(C_1)为深灰色薄层隐晶质灰岩, 微晶灰岩、微晶白云岩, 底部有 10—20m 厚的砂页岩、泥灰岩, 顶部含少量燧石结核。

壶天群(C_{2-3ht})厚 500m, 下部为肉红色白云岩, 上部为灰色泥晶灰岩。

四、二叠系至第三系

二叠系(P): 厚 150—1200m; 底部为海相灰岩和硅质岩, 中部为海陆交互相龙潭组含煤碎屑岩, 顶部为浅海相灰岩和碎屑岩。

三叠系(T): 厚 0—2000m; 下部为陆相碎屑岩建造, 上部为山间坳陷含煤碎屑岩建造。

侏罗系(J): 厚 150—5000m; 底部为含煤砂页岩, 中部为火山碎屑岩, 上部为中酸性火山岩。

白垩系(K): 厚 0—5000m; 主要为红色碎屑岩夹火山岩。

第三系(R): 厚 200—3000m; 为红色复矿碎屑岩建造(丹霞群)。

第二节 大地构造环境

一、深部构造

东西向和北北东向是本区最显著的深部构造方向。据华南重力梯度带分布图(图2),本区横亘着一条东西向慢坡带(南岭重力梯度带)和另一条北北东向慢坡带(赣西-粤西重力梯度带)。佛冈至韶关南侧的东西向慢坡带,宽约120km,北倾,上地幔倾斜面深约34-35.5km,横跨全省向东向西延伸,超过600km长。其北界在连县-韶关-定南东西向构造带南侧,有加里东期超基性岩体分布;南边为佛冈东西向构造-岩浆岩带;中部有贵东-大东山构造-岩浆岩带。1942年李四光先生提出南岭(纬向构造带)何在的问题,答案可能与此东西向慢坡带有关。南岭地区许多大、中型矿床,如大厂、北山、泗顶、老厂、小带、杨柳塘、凡口、大宝山、马口、井冲角、西牛、锯板坑、梅县丙村等矿床,都分布在此带附近。

赣西-粤西重力梯度带为北东向慢坡带纵贯广东全省向江西方向延伸。在向上延拓20km的磁异常平面图上(图3),北北东向断裂有明显反映。在地面磁异常和卫片中,形迹清晰(图50、56),南与吴川-四会断裂相连,北进江西与赣江断裂相合。在断裂带西南段云开地区东南,有含磷灰石、磁铁矿、铂、钼等的超基性岩体;在整个构造带上,还有加里东期、海西期和燕山期的花岗岩体。吴川-四会断裂带对奥陶纪以来的沉积古地理也有明显影响,奥陶纪断裂西侧为滨海相灰岩,东侧为深水笔石页岩;志留纪断裂西侧为笔石页岩,东侧抬升缺失。推测该断裂起始于加里东前期(陈挺光,1985)。早泥盆世西侧为浅海相沉积,东侧仍为受到剥蚀的陆地;中晚泥盆世海侵扩大,两侧又发生差异沉降,东侧沉降速度较大;晚三叠世西侧为一列山间盆地,东侧为海陆交互相含煤沉积。中生代断裂活动、岩浆活动、变质作用和成矿作用达到高潮。在广东境内,沿此构造带分布的矿床(点)一千多处(陈挺光,1985),开展过地质工作的就有二三百处,著名的矿床如海南石碌富铁矿、铜钴矿、吴川石墨矿、阳春石录富铜矿、锡山锡矿、小南山钨矿和新兴天堂铜、钼、铅、锌矿,以及云浮大降坪硫铁矿、高要河台金矿、英德西牛硫铁矿、马口硫铁矿、曲江大宝山多金属矿、瑶岭钨矿等都分布在此构造-岩浆-变质带附近。

二、加里东期大地构造

加里东期本区处于弧间海槽的环境(王鸿祯,1986),近东西向的弧间海槽与华南东西向慢坡带的位置大致相当,其北界为寻乌-定南-韶关-连县断裂带,有超基性岩发育。北部为武夷岛弧和诸广山岛弧,南部为云开岛弧和恩平岛弧(王鸿祯,1986),云开岛弧和诸广山岛弧都有加里东期花岗岩类分布。构造线以东西方向为主,北东为辅。

沉积物以冒地槽型复理石建造为主,厚达10000—20000m。乐昌地区的乐昌峡群(震旦系)由海槽型碎屑岩、硅质岩和火山碎屑岩组成,厚度超过15000m。本地区广泛发育的寒武系八村群为一套由长石、石英质碎屑岩和火山岩组成的复理石建造。奥陶纪局部地区发育深海闭流笔石页岩相沉积。这些沉积物是本区成矿作用重要的物质基础,是后期成矿作用的物质来源之一。

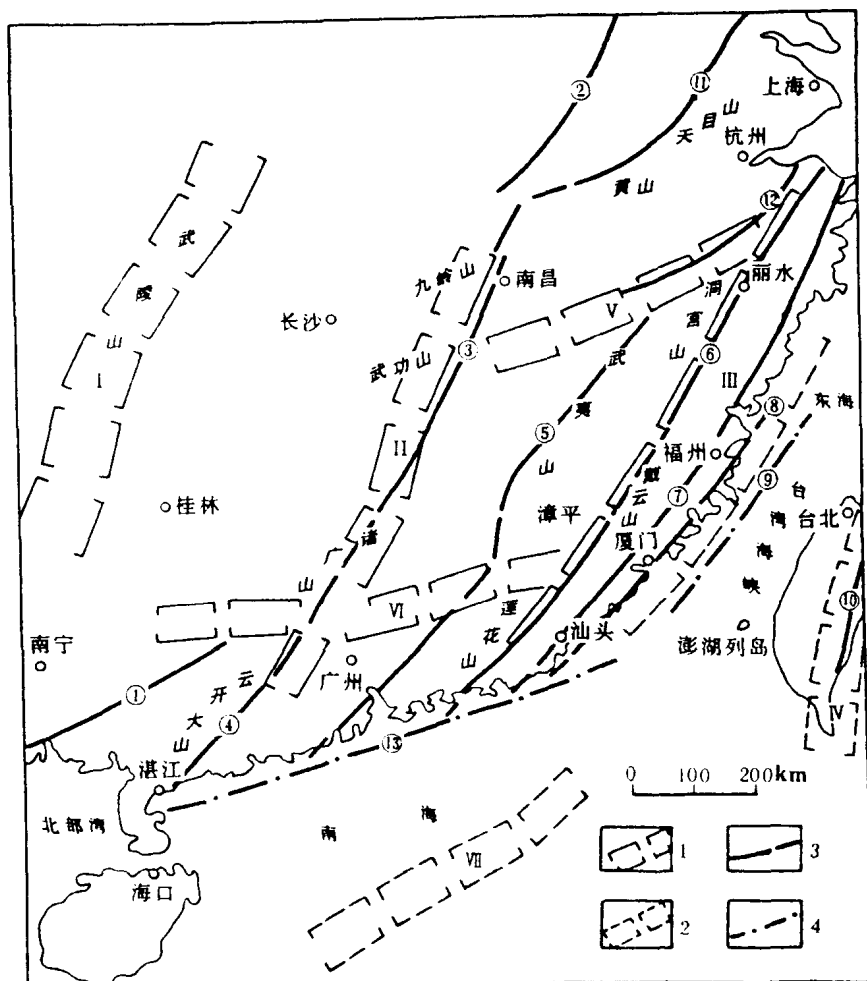


图2 华南地区重力梯度带分布图

(据杨森楠等)

I—武陵山重力梯度带；II—赣西-粤西重力梯度带；III—东南沿海重力梯度带；N—台湾东部重力梯度带；V—赣中-浙西重力梯度带；VI—南岭重力梯度带；VII—南海北部陆架南缘重力梯度带。

①灵山断裂带；②郑城-庐江断裂带；③赣江断裂带；④四会-吴川断裂带；⑤邵武-河源断裂带；⑥宁波-丽水-大埔-海丰断裂带；⑦宁海-温州-南靖-陆中断裂带；⑧长乐-南澳断裂带；⑨东海陆西缘断裂带；L 台湾纵谷断裂带；M 休宁-宁国断裂带；? 绍兴-江山断裂带；? 珠外北缘断裂带。

1—正重力异常带；2—负重力异常带；3—断裂带；4—隐伏断裂带

志留纪末全区褶皱升起，洋壳和过渡壳演化阶段结束，开始进入陆壳的演化阶段。

三、海西—印支期大地构造

海西—印支期在加里东褶皱基底上开始了陆壳的演化阶段。(浙江)丽水-(广东)海丰断裂可能为太平洋板块的俯冲带(郭令智、施央申等, 1980), 沿断裂带零星出露变质中基性火山岩、似层状基性超基性岩、蛇纹石化大理岩、碧玉岩、硅质岩等。西侧云开和武夷地区隆起成陆, 有海西期花岗岩等侵入, 属于叠加在加里东褶皱基底上的残余岛弧(刘以宣, 1981), 残余岛弧以西至江南古陆之间为湘桂粤弧后盆地, 粤北地区即处于该弧后盆地之中。

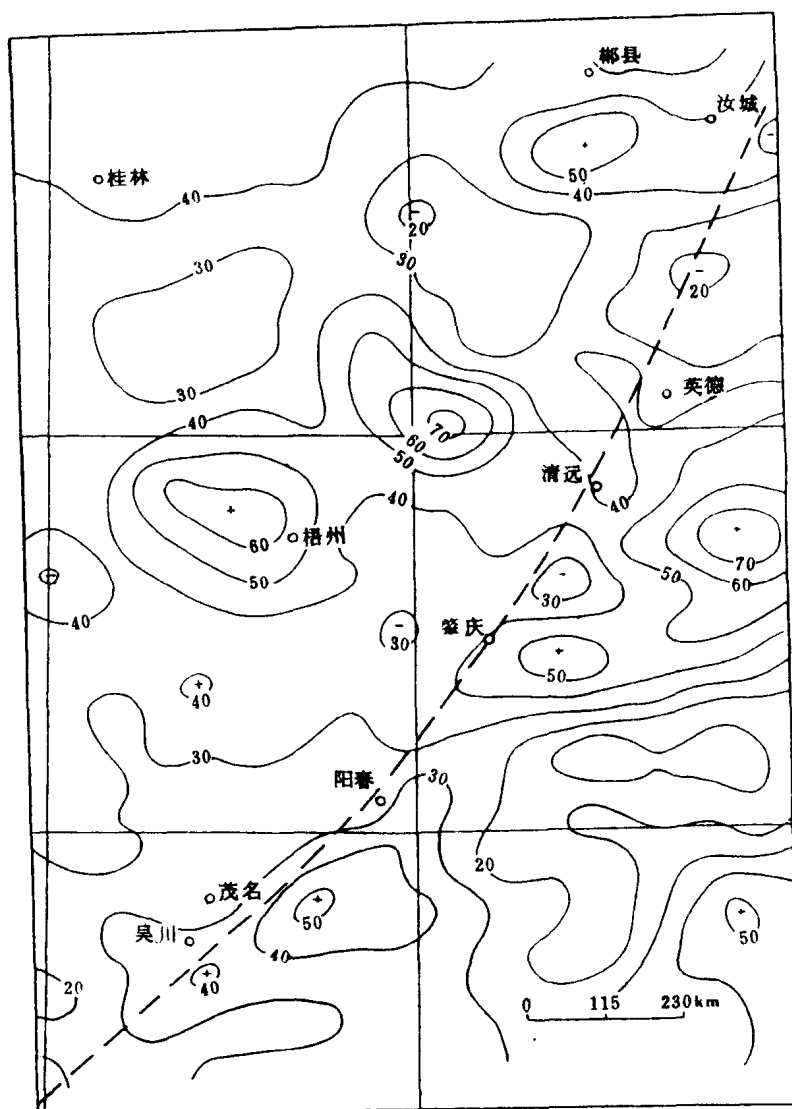


图3 粤北地区航磁 ΔT 向上延拓20km平面图

(据地矿部航测大队)

断线为北东向断裂带

早泥盆世至中三叠世地壳运动由早期较活动向晚期较稳定的方向演化。早期较活动的特点主要表现在槽状拉张裂陷和海底火山喷发活动。在西部湘、桂地区和中部粤西、粤北地区都陆续发现深浅不一的裂陷槽(刘本培, 1986; 曾允孚、沈德麟, 1987), 其分布往往与基底断裂有关, 以北东向为主, 两侧为碳酸盐台地, 内部为海底峡谷(两侧均有同沉积断裂)或箕状盆地(一侧有断裂控制)。在裂陷槽边缘发育较陡的三角州和海底扇, 早、中泥盆世火山活动也多出现在槽边断裂带附近, 如粤中和粤北的开平、恩平、从化、增城、大宝山等地。早、中泥盆世的火山活动, 主要为英安岩、次为玄武岩的喷溢。大宝山玄武岩接近于大洋拉斑玄武岩的特征(葛朝华、韩发, 1987), 这可能与下地壳或上地幔物质分

熔有关；而英安岩则属陆壳重熔产物。这种双模式岩石组合是弧间和弧后盆地拉张运动所具有的特征。

本区层控矿床主要形成于中、晚泥盆世和下石炭世。

晚期构造运动渐趋稳定，地形夷平，海水范围缩小，形成海陆交互相含煤碎屑岩建造。

四、燕山—喜马拉雅期大地构造

自中三叠世后，华南沿海地区多已隆起成陆，地壳运动又进入崭新的活动阶段，继承性断裂和新生断裂多次强烈活动，形成一系列陆相断陷盆地，有多次大规模的构造—岩浆热事件。

北东向构造是燕山运动最主要的产物，东部的丽水—海丰构造带和中部的吴川—四会—韶关—赣江构造带不仅控制着中生代断陷盆地的分布，而且控制着岩浆的侵入和喷出活动。吴川—四会—大宝山—赣江构造带以西，仅有少量花岗岩体零星分布，以东则出现大片花岗岩基和岩株；而火山岩主要分布在丽水—海丰断裂附近及其以东，直至东海岸以外100—150km远处。岩浆侵入和喷出活动涉及宽达600km的地带。除了丽水—海丰构造带发育重熔型(或I型)幔源岩浆岩外，其西广大地区以改造型(或S型)花岗岩类为主，往往无更基性的岩浆岩、也无相应的火山岩与之共生和伴生，暗色矿物较少， $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ 初始值较高(大于0.710)，为地壳重熔或花岗岩化改造的产物。

印支运动以后，东西向构造仍多次活动，诸广山、贵东—大东山和佛冈等花岗岩带都是沿基底东西向构造发育的。

华南中生代的火山沉积盆地基本上为北东向展布，在燕山构造阶段发育了三个世代的盆地(杨森楠等，1986)。早—中侏罗世以拗陷盆地为主，形成以含煤碎屑岩建造为主的相对稳定的环境；晚侏罗世—早白垩世，构造运动和岩浆活动最强烈，形成火山岩系发育的火山沉积盆地；晚白垩世至第三纪，基本为山间断陷盆地，发育红色磨拉石建造，局部地段有含膏盐沉积层。

燕山—喜马拉雅构造—岩浆活动对前期形成的层控矿床发生叠加改造影响。

五、大地构造环境的演化

自早古生代至新生代，本区地壳运动经历了活动—次稳定—再活动多个演化阶段；自北西至南东，陆壳逐渐增生。沉积盆地由冒地槽性质的弧间海槽向弧后盆地(准地台)和断陷盆地(活化地台或地洼)演化；岩浆活动由较强到较弱再到强烈。

加里东阶段构造—岩浆作用较活跃，海西—印支阶段地壳运动渐趋稳定，但早—中期仍较活动，在微型裂陷槽环境中，仍有局部的构造—火山热事件，本区层控Fe、S、Pb、Zn等矿床主要发育于这种次稳定环境中。燕山(喜马拉雅)阶段构造—岩浆作用最强烈，不仅有新生的岩浆热液矿床，而且对前期的矿床产生叠加改造影响。粤北地区地壳演化特征如表2所列。

表 2 粤北地壳演化特征简表

时代	加里东期 (早古生代)	海西—印支期 (D-C-P-T ₂)	燕山—喜马拉雅期 (T ₃ -J-K-R)
大地构造性质	槽地槽	准地台	活动地台或地洼
盆地性质	弧间海槽	弧后盆地 (微型裂陷槽)	断陷盆地
地壳	洋壳演化(过渡壳)	陆壳	成熟陆壳
岩浆侵入	超基性、中酸性	酸性	大规模酸性岩浆侵入 和喷发(区外)
火山活动	强烈	较弱(双模式)	
构造线方向	东西+北北东	北北东+东西	北东+北北东+东西+北西
板块作用方向	南北为主	北西-南东为主	北西-南东为主
矿床类型	外生, 内生	层控为主, 部分外生	内生为主, 部分外生和叠加改造矿床

第三节 海西—印支期盆地演化

加里东运动后, 前泥盆纪海沟隆起成陆, 粤北地区呈现北东高南西低的地势。早中泥盆世, 地壳下沉, 海侵自南西和北西向盆地方向扩展, 粤北地区为滨海环境。盆地北部和东部为古陆, 南部为云开古陆, 西部大瑶山等多个陆岛把盆地与西部开阔海盆分隔, 使粤北成为半局限浅海盆地。中部在长岗岭到雪山峰一线(即贵东-大东山东西向构造带)数个陆岛把粤北浅海分隔成南北两个二级盆地, 北面为曲仁盆地, 南面为英德盆地, 接受陆源长英质和泥质碎屑沉积。

英德盆地是继承加里东期东西向构造发育起来的坳陷盆地, 盆地北侧沉降较快, 黄思脑一带为沉降中心, 早中泥盆世堆积的碎屑物质厚达 1500m。加里东隆起基底和古陆的长英质沉积物, 是粤北地区层控 Fe、S、Pb、Zn 等矿床的物质来源之一。

中晚泥盆世, 地壳活动明显增强, 海侵范围明显扩大。曲仁盆地西缘的大瑶山岛群和南缘与英德盆地交界的岛群也开始沉没, 大部或全部接受浅海相碎屑-碳酸盐沉积, 南北两个盆地基本连成为一个浅海盆地(见图 42)。

曲仁盆地由东至西的海底地形仍为东浅西深的格局。仁化一带为滨海砂泥岩相, 凡口附近为台地碳酸盐岩相, 乐昌地区为半局限浅海盆地相, 过了大瑶山障壁岛以西为开阔浅海盆地相。

中泥盆世英德盆地进一步发展成东西向海沟。除南北两侧陆缘地带(南侧红岩, 北侧硫磺山、井冲角、沙口等)为潮坪灰泥沉积外, 其余均为开阔浅海碳酸盐沉积。晚泥盆世红岩一带也为开阔海沉积。沉降中心从盆地北侧南移到南侧望埠、大湾一带, 除竹节石、放射虫等少量浮游生物外, 化石稀少。

中晚泥盆世, 断裂深切, 盆地差异升降运动对沉积环境和成矿作用有明显影响。曲仁盆地北缘潮坪碎屑岩相不发育或缺失, 盆地北缘可能存在乐昌-仁化东西向同生构造(吴萍等, 1983)。这一构造带对石炭纪的沉积仍有影响。凡口矿区的同生断裂活动控制了三级箕状盆地的碳酸盐沉积和海底热泉矿化活动。在南部, 在吴川-四会-大宝山-赣江断裂带

附近,海底地形变陡,西牛矿区出现海底扇碎屑沉积物和砾状、角砾状碳酸盐滑塌沉积物(沈德麟,1987);红岩矿区晚泥盆世早期也有类似的滑塌碳酸盐堆积物;大宝山地区出现具双模式组合特征的海底火山活动产物。中晚泥盆世构造-沉积-成岩作用导致了本区独特的层控矿床的形成。

泥盆纪末期到早石炭世本区地壳缓慢升降,海水收缩,陆缘地区出现海陆交互相煤系沉积。早石炭世末期,华南地区发生显著的上升运动,有一些地层缺失。中晚石炭世盆地又持续下降,华南中石炭世黄龙期地壳沉降速度最大(刘本培,1987)。粤北地区中晚石炭世辉绿岩脉广泛发育,大概也是同期构造运动的产物。此外,由于构造运动的变化,导致曲仁盆地北缘同沉积断裂活动结束,与之有关的早期层控成矿活动也告结束。

早晚二叠世,地壳运动进一步趋于稳定,形成海陆交互相含煤碎屑岩沉积。中三叠世末,强烈的印支运动使本区再一次褶皱隆起,在加里东褶皱基底上发育起来的沉积成岩成矿演化也告一段落。

第四节 岩 浆 岩

一、花 岗 岩 体

南岭地区岩浆岩非常发育,四堡期、雪峰期、加里东期、海西-印支期和燕山期均有花岗岩体出露。上述各期的岩浆活动,自老至新由西往东有增强的趋势。空间上自吴川-四会-大宝山-赣江构造带以东,花岗岩体广泛密集出露,以西仅零星散布;时间上以130—170Ma为高峰期,尤以145Ma为最高峰,高峰期相当于晚侏罗世至早白垩世。

岩性以中、粗粒黑云母花岗岩为主,局部过渡为二长花岗岩、花岗闪长岩或花岗斑岩。富 SiO_2 、 K_2O ,贫 FeO 、 MgO 、 CaO , Al_2O_3 过饱和。稀土元素标准化图式为向右倾斜、Eu亏损中等的曲线; $\delta^{18}\text{O}$ 为+10‰, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \geq 0.711$ 。属于地壳重熔型花岗岩,与澳大利亚贝里达S型花岗岩相似。

据地矿部地矿司南岭铅锌矿专题组的统计(1985),燕山早期花岗岩类含Pb 19.5、Zn 14.1、Cu 14.0、Mo 1.8、W 4.1、Sn 25.5、Cr 7.5 ($\times 10^{-6}$)。本区花岗岩与W、Sn、Be、Nb、Ta、Cu、Pb、Zn、Mo、Bi、Au等矿产有关。

二、辉 绿 岩 脉

粤北不少金属矿床都有辉绿岩脉伴生,如大宝山、凡口、马口、红岩、杨柳塘等矿区,常见脉状和似岩床状辉绿岩。辉绿岩脉一般发育在中石炭统以下的层位中,主要在下石炭统以下的层位中。凡口矿区的辉绿岩脉一般厚度0.5—1.5m,个别为数米厚的岩墙,倾角一般较陡,围岩有程度不同的大理岩化、角岩化和黄铁矿化,蚀变范围常在外接触带1m以内。新鲜岩石暗绿色,辉绿结构,块状构造,脉边缘部分有杏仁状构造,杏仁孔内充填绿泥石等矿物,辉石多已闪石化和绿泥石化。

化学组成方面,凡口与大宝山矿区的辉绿岩和乐昌杨柳塘矿区的有所不同(表3)。按 SiO_2 和 K_2O 、 Na_2O 组成特征,凡口和大宝山的辉绿岩属于亚碱性玄武岩范围,杨柳塘的则属于碱性玄武岩范围。按化学成分组成特征,大宝山辉绿岩近似于大洋拉斑玄武岩的

曲线型式，而凡口和杨柳塘的既不同于大洋拉斑玄武岩、也有别于大陆玄武岩的曲线型式。

表 3 辉绿岩化学组成

	FK-β(凡口)	L-β(乐昌杨柳塘)	D-2035-172(大宝山)*
SiO ₂	52.24	50.00	47.94
Al ₂ O ₃	12.40	18.50	14.53
CaO	8.10	5.04	10.00
MgO	3.86	3.96	8.59
Fe ₂ O ₃	1.44	2.48	2.50
FeO	5.60	2.16	7.15
MnO	0.16	0.05	0.19
P ₂ O ₅	0.84	0.70	0.16
TiO ₂	2.02	0.53	1.50
K ₂ O	1.96	6.36	1.66
Na ₂ O	0.28	0.24	1.44
H ₂ O ⁺			2.46
H ₂ O ⁻			0.32
CO ₂			0.65

* 引自葛朝华、韩发，1987

在稀土元素组成方面，凡口、乐昌、大宝山的辉绿岩比较接近(图 4)，具有深源岩浆的许多特征；但在稀土总量、轻重稀土分异程度($\Sigma LR / \Sigma HR$ ， La / Rb)和铈异常(δEu)特征等方面，凡口与杨柳塘辉绿岩较接近，而与大宝山辉绿岩有一定差异(表 4)。

根据铅同位素组成(表 5)，凡口矿两辉绿岩样的 μ 值为 9.44 和 9.76，具地壳的特征；Th/U 比值为 3.69 和 3.89，介于上地幔和上地壳之间，推测为下地壳的产物。

凡口三个样品 $\delta^{34}S$ 分析结果为，脉中心新鲜辉绿岩的浸染状黄铁矿为 3%，具深源硫特征；脉边部黄铁矿化部分的黄铁矿为 12.3%，内部团块状围岩捕虏体中黄铁矿为 -12.8%，推测辉绿岩侵入过程中受到矿石硫和地层硫的影响，捕虏体的硫明显具生物硫特征(表 6)。

据铅同位素模式年龄计算值，辉绿岩浆离源区和侵位时间距今约 240Ma，与中晚石炭世碳酸盐岩的模式年龄(230Ma)相近，推测侵位时代为中晚石炭世，晚于凡口热泉成矿期。开采坑道中辉绿岩脉穿插、熔蚀矿体的现象也证明了这一点。华南地区，早石炭世末期曾发生显著的上升运动(刘本培，1987)，凡口地区，“壶天海沟”的构造运动也可能发生在晚石炭世，这些构造事件与辉绿岩浆侵入活动可能由统一地质作用所引起，反映海西—印支早中期地壳运动仍未趋于稳定。