

增刊第 14 号

湖 南 地 质
HUNAN GEOLOGY

2003 年 3 月

董和金论文集

董 和 金 编 著

湖 南 地 质 编 辑 部

增刊第14号

湖南地质
HUNAN GEOLOGY

2003年3月

董和金论文集

董和金编著

湖南地质编辑部

湖南地质

增刊14

董和金论文集

董和金编著

责任编辑：伏庆是

湖南地质编辑部出版发行

湘潭地调彩印厂印刷

刊号： ISSN 1001—4756
CN43—1047/P

湖南省期刊增刊许可证（2002）第80号

公开发行 定价：40元

序

我从省地矿厅厅长的岗位上退下来之后,《湖南地质》编辑部的同志们建议我将以往在公开或非公开刊物上发表的文章整理一下,汇编成集,以《湖南地质》增刊的方式刊出。我从事地质工作40余年,由于工作的需要和对地质科学的爱好,写过一些文字性的东西,有50余篇在各种刊物上刊出。但我总觉得那已是历史旧迹,不值一提。然而认真地想一想,又觉得借此机会可以全面地总结自己的工作历程,其中一些认识和体会或许可以对当前和今后从事地质科研和管理的人们提供一定的经验或借鉴,也不失为一件有意义的事情。为此,我清理出37篇文章,按“地质找矿”、“地质环境”、“矿业经济”、“改革与管理”分门别类汇总。为反映历史原貌,所有文章均未作大的改动,只对因笔误或打印错误出现的错别字作了校正,并且根据《湖南地质》所刊论文的统一格式,对文章的章节进行了规范化编排。

“地质找矿”主要收集了我在组织、主持、参与普查与勘探工作过程中写作的有关找矿方法和成矿理论方面的文章。其中对1:5万区调方法、花岗岩研究和地质经济评价等问题的意见和建议,曾在工作实践中取得显著成效,并被地矿部向全国推广运用。“论成矿台阶”则是通过对湖南及相邻各省内生有色金属矿产产出状况的长期思考,结合成矿理论上的分析论证,对有色与稀有金属矿产赋矿标高和分布规律所作的总结。今天看来,这些认识和观点仍然有其积极意义。我衷心希望新老同行们能开展更深入的研究,使之更臻完善。

经济的发展和时代的进步使地质学的研究与应用领域得到空前的扩展。为适应国民经济建设的需要,20世纪90年代以来,我对洞庭湖的治理、城市地质生态环境、地质遗迹的类型、开发、保护、旅游地质及地质公园的建设和规划等问题作了较系统的研究与探讨,在社会上产生了一定影响。“地质环境”便汇集了这方面的文章。应该说,这些研究和探讨虽然具有一定的前瞻性和开创性,为相关的地质环境问题的研究开了个头,打下了基础,但依然需要在实践中不断深化和提高。我深信,上述问题的深入研究必定成为地学界的发展态势,因为解决地质环境问题不仅是人类生存的需要,也是地质学自身发展的需要。

我在从事地质管理工作期间,尤其是在担任我省地矿部门主要领导期间,正值传统的计划经济地勘业模式向社会主义市场经济地勘业模式转化时期。形势迫使我必须考虑如何发展矿业经济、地质勘查业向何处去的问题。为此,我不得不重新学习经济理论,研究经济与体制改革的方针政策,到基层地勘单位去调查总结改革经验。这些艰辛的探索历程,在“矿业经济”和“改革与管理”汇集的文章中可见一斑。我们已经走过了最困难的阶段,看到如今的地勘行业正在改革开放的道路上稳步前进,我由衷地感到欣慰。

我仿佛觉得这本集子收录的一篇文章构成了自从改革开放以来,我省地勘业前进的轨迹,而组成这一轨迹的每一个点都浸透了广大地质工作者的心血与汗水,闪烁着他们智慧的光芒,散发着他们艰苦奋斗的精神。我借此机会向我省地矿部门及地勘行业的全体干部、职工、技术人员致以最崇高的敬意、最诚挚的感谢和最衷心的问候。我一直想向大家表达这一心愿,感谢这本集子的出版,给了我表达这一心愿的机会。



2003年3月16日

目 次

• 地质找矿 •

论成矿台阶·····	1
正确处理地质找矿的八个关系·····	15
加拿大克兰维尔碱性伟晶岩铌钽矿床地质特征·····	21
依靠科技进步 促进找矿突破和经济发展·····	27
对湖南省地质找矿实现重大突破的思考·····	33
加强普查工作的几点意见·····	40
加强我国稀有金属地质工作的几点建议·····	46
中德望湘合作项目中的主要体会·····	48
提高地质技术人员素质问题的探讨·····	52

• 地质环境 •

尊重地学规律 科学治理洞庭·····	60
用地质学的观点探讨洞庭湖的治理·····	66
关于城市生态地质环境的研究·····	71
加强旅游地质研究 服务湖南经济建设·····	76
地质遗迹及其评价方法·····	82
飞天山国家地质公园的开发与保护·····	90

• 矿业经济 •

矿产资源与社会经济可持续发展·····	95
认清形势 找准对策	
——加快湖南省矿产资源优势向经济优势的转换·····	108
地矿工作发展战略·····	115
地矿工作在湖南经济发展中的作用·····	120
关于我省矿业改革与发展问题·····	124
发挥地矿科技优势 服务湖南农业·····	127
全面实施《矿法》修正案 促进地矿事业的发展·····	131
试论机遇·····	138
对地质经济理论研究的认识·····	142
试论湖南地质经济发展的困难与对策·····	146
加强矿产开发 振兴地矿产业经济·····	154
矿业储量价格问题的探讨·····	161
稀有金属矿床经济评价初析·····	168
世界铌钽矿生产和市场情况及展望·····	173

• 改革与管理 •

地勘业的发展前景与方向·····	177
对地矿部门实施战略性结构调整的若干建议·····	182

在市场经济条件下地质勘查业改革与发展的几个问题.....187

对市场经济条件下地勘产业发展问题的思考.....194

地勘单位推进市场经济的思考.....199

对推行资产经营承包责任制的思考.....205

关于完善地勘单位承包经营责任制问题.....210

贴近市场 开拓主业 促进发展.....214

论成矿台阶

——兼论湖南锡矿成矿台阶及找矿

1 成矿台阶的含义及其由来

在同一成矿区域（或矿田）、同一成矿系列形成的同一类型的矿床，其主要矿体赋存在相近的标高范围内，称为成矿台阶。在同一大地构造位置，由于地壳的稳定性、均衡性以及与之相关的岩浆侵位标高一般相差不远，因此，与岩浆热液有关的同一类型矿床往往具有相近的成矿台阶。

矿产勘查从整体上讲是一项宏观性和实践性很强的科学调查工作，微观的研究和理性的认识都是用来充实和指导宏观找矿活动。笔者在宏观上分析湖南有色金属矿床的分布规律时，发现了一个有趣的问题：为什么湖南与岩浆岩活动有关的铅锌矿，从临湘桃林铅锌矿——浏阳七宝山铅锌矿——常宁水口山、康家湾铅锌矿——桂阳黄沙坪铅锌矿——桂阳宝山铜（铅锌）矿等一系列大型铅锌矿床，呈北东向分布在湘东—湘东南丘陵地带，矿床出露标高在0~400 m以下；而近期探明的南风坳、纵树板脉状铅锌矿，它们的出露标高都在800 m；为什么湘南地区钨锡多金属矿床大多分布在湘南高山区，出露标高500~600 m以上；它们这样分布有什么规律没有？因此，笔者萌发了成矿平台（即标高）构想，即不同类型的矿床赋存在不同的标高。这个想法在20世纪80年代末90年代初，曾多次在有关找矿会议上提出来与同仁们探讨，并建议在找矿勘探工作中加以注意。因为当时没有时间去收集资料深入研究，没有被多数同仁们接受，只有少数同志将信将疑。

最近一段时间，笔者查看了湘南地区（包括邻近地区）锡多金属矿的普查勘查报告和专题研究报告等50余份，收集、整理与成矿标高方面的相关资料。在中国地质调查局2001年3月在郴州召开的湘南地区锡矿找矿工作座谈会上，笔者对找矿台阶作了专题发言。这次发言列举了很多矿床实例，用翔实的资料，雄辩地证实了成矿台阶客观存在，提出了在湘南寻找大型、特大型锡矿床要特别注意400~800 m标高地段的找矿，在会上引起了较大的反响。会后，中国工程院院士、原地矿部总工程师陈毓川先生得知笔者的发言，表示了极大的兴趣。中国地调局领导和资深专家认为这一理论对地质找矿有深远意义，建议将发言提纲加以整理尽快发表。

诚然，成矿台阶并不是什么高深的理论创造，也不是什么重大发明，它可以理解为成矿系列理论在矿床铅直方向空间定位上的形象表述。

2 关于湘南锡矿的成矿台阶

湘南是我国重要的锡矿成矿区带之一，锡矿资源丰富，锡矿类型齐全。从目前已探明的矿床分析，湘南锡矿主要分四个区（带）：一是与千里山花岗岩岩体有生成关系的锡矿床如柿竹园、水湖里、金船塘、红旗岭、野鸡窝、野鸡尾、岔路口矿区等；二是与香花岭岩体有生成联系的锡矿床如香花岭、泡金山等矿区；三是瑶岗仙、界牌岭一带的锡矿床；四是新发现的骑田岭岩体南端的芙蓉矿田。这四个成矿区在平面上呈北东东向展布，大多数矿床分布在小岩体的南侧（包括东南侧或西南侧）。

现将湘南锡矿矿床类型列表如下（见表1），并摘其主要类型及代表矿区进行阐述。

2.1 桂东小江蚀变花岗岩型锡矿

表1 湘南地区原生锡矿床类型表

类	型	矿床实例	矿床产出标高 (m)	矿床规模			备注
				大	中	小	
锡石—长石类	蚀变花岗岩型	桂东县小江锡矿	640~980		✓		
	构造蚀变花岗岩型	芙蓉矿田10号矿体	880~1150		✓		
	斑岩型	官塘铺	650~950		✓		
锡石—石英类	云英岩型	郴县野鸡尾	560~850		✓		
	石英型	道县尚家坪	1160~1310			✓	
锡石—矽卡岩类	磁铁矿矽卡岩型	郴县金船塘	510~830	✓			
	硫化物矽卡岩型	郴县柿竹园	380~880	✓			
锡石—硫化物	硫化物型	临武香花岭	270~50		✓		

区内花岗岩可分为加里东期角闪石黑云母二长花岗岩、印支期斑状二云母二长花岗岩、燕山早期第三阶段白云母碱长花岗岩。其中燕山早期第三阶段白云母碱长花岗岩为含锡花岗岩。

含锡白云母碱长花岗岩锡矿体包括小江、江背、大坪、亚山矿段，在平面上呈NNE—SSW延长，呈岩株产出。具有开采价值的为风化、半风化含锡花岗岩。小江含锡花岗岩平均风化深度12.5 m，Sn平均品位0.022 %；江背平均风化深度11.5 m，Sn平均品位0.027 %；亚山平均风化深度6.4 m，Sn平均品位0.019 %；大坪平均风化深度8 m，Sn平均品位0.018 %。

矿物成分除锡石外，尚有磷铈矿、铌钽铁矿、绿柱石、锆石等。锡石呈浸染状、星散状分布于花岗岩中。

围岩蚀变有钠长石化、云英岩化、黄晶化、硅化、退色化、绢云母化、高岭土化。

成矿标高750~900 m。

2.2 临武县官塘铺斑岩型锡矿

该矿床位于官塘铺矿段南端。两条含矿花岗斑岩沿D₂/砂岩中近东西向张性断裂侵位，倾向南，倾角76°~85°，岩体长分别为700 m和1 000 m，宽5~10 m，延深250~300 m。

含矿花岗斑岩中的金属矿物有：锡石、木锡石、黑钨矿、毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉铋矿、车轮矿、黝铜矿等；非金属矿物有：萤石、黄玉、钾长石、绢云母、方解石等。锡石在斑岩中呈浸染状、细脉状产出。荷叶冲斑岩在855中段含Sn 0.365 %、Zn 0.425 %；南吉岭斑岩在910中段含Sn 0.25 %、Zn 0.68 %。

成矿标高650~950 m。

2.3 郴县野鸡尾云英岩型锡矿

位于柿竹园矿的东侧。区内出露地层有震旦系下组、泥盆系中统跳马涧组、棋梓桥组和泥盆系上统余田桥组。其中泥盆系中统棋梓桥组含白云质灰岩和余田桥组中厚层状泥质灰岩、泥质灰岩夹薄层泥质灰岩是赋矿地层。

矿体主要分布于柿竹园—野鸡尾背斜轴部，花岗斑岩体的两侧，泥盆系中统棋梓桥组和上统余田桥组与石英斑岩接触带，矿床由30、31、32三个矿体组成。30号矿体为云英岩型锡多金属矿床，东西走向长100~300 m，宽50~115 m，延深390 m，Sn平均品位0.36 %，Cu 0.15 %，WO₃ 0.129 %；31号矿体为矽卡岩型锡多金属矿体，呈筒柱状，分布于石英斑岩体上盘接触带上，矿体厚大，长100~300 m，延深400 m，Sn 0.416 %，Cu 0.15 %；32号矿体产于花岗斑岩北西侧的矽卡岩和网脉状大理岩中，矿体东西长100~300 m，延深370 m，Sn 0.356 %，Cu 0.21 %。

矿体围岩蚀变强烈，石英斑岩中有强云英岩化、云灰岩中有大理岩化、矽卡岩化、绢云母化、萤石化、绿泥石化等。主要矿物成分有锡石、黑钨矿、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿；脉石矿物有石英、黄玉、绢云母、萤石等。

成矿标高560~850 m。

2.4 道县尚家坪矿段石英型锡矿

矿区内出露岩浆岩为燕口早期第一阶段主体期金鸡岭岩体和补充期鸟崽岭岩体及燕山晚期黑云母花岗斑岩。

含矿石英脉呈北东-南西向分布在燕山早期中细粒斑状黑云母花岗岩中。主矿脉有3条，地表脉组长600 m，宽20~50 m，最宽处为90 m，单脉间距数m至数十m，最大50 m矿脉由云英岩、石英脉、云英岩化花岗岩组成，厚数十cm至数m，矿脉走向NE40°，倾向SE，倾角55°~75°。其中15号脉平均厚度3.07 m，Sn品位0.47 %；18号脉厚1.48 m，Sn 0.386 %；19号脉厚0.78 m，局部含矿。

矿物组分：金属矿物有锡石、黑钨矿、黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、辉铋矿等，脉石矿物以石英为主，有少量黄玉、白云母及粘土矿物。

属于此类型的还有郴州野鸡窝锡多金属矿床和瑶岗仙石英脉型锡矿体。

尚家坪矿区成矿标高1 160~1 310 m，瑶岗仙矿区成矿标高650~1 400 m。

2.5 郴县水湖里磁铁矿矽卡岩型锡矿

矿位于五盖山背斜北缘东翼，千里山岩体西南侧接触带。矿区东侧为千里山岩体燕山早期第一阶段侵入体的边缘相带，岩性为中细粒斑状黑云母二长花岗岩，岩体向西倾斜，与泥盆系中统棋梓桥组地层呈侵入接触。岩体内有云英岩化、绢云母化、绿泥石化等。外接触带中有矽卡岩化、金云母化、萤石化等围岩蚀变，并伴有锡、铋矿。

矿床中有磁铁锡铋矿体15个，锡铋和铋矿10个，伴生有黄铁、磁黄铁矿5个。

主矿体赋存在外接触带矽卡岩中，矿体走向SN和NW，倾向W或SW，倾角10°~30°，呈似层状、透镜状、扁豆状产出。

矿区已发现矿物多达41种，主要矿物有磁铁矿、锡石、辉铋矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、萤石、石榴石、透辉石、符山石、金云母等。

该矿区向南延伸为金船塘磁铁矿矽卡岩型锡矿，矿床规模达特大型。

成矿标高510~830 m。

2.6 郴县柿竹园硫化物矽卡岩型锡矿

矿位于千里山花岗岩体的东南侧。区内出露的主要地层为泥盆系中统棋梓桥云灰岩和上统余田桥组泥质条带灰岩和含泥灰岩，为赋矿地层。

矿体产于岩体外接触带中，主要矿体呈似层状。矿床由云英岩型、矽卡岩型、热液交代型等复合类型组成。矿体长1 000 m，宽650~800 m，厚150~300 m，略向E倾斜，倾角5°~20°。云英岩型：Sn 0.07 %，WO₃ 0.353 %，Bi 0.056 %，Mo 0.103 %；矽卡岩—云英岩型：Sn 0.093 %，WO₃ 0.633 %，Bi 0.152 %，Mo 0.121 %；矽卡岩型：Sn 0.186 %，WO₃ 0.267 %，Bi 0.11 %，Mo 0.044 %；大理岩型：Sn 0.26 %，WO₃ 0.045 %，Mo 0.004 %。该矿区Sn矿床主要分布在上部，W、Mo分布在下部，Bi则在中部，矿区矿物组合非常丰富，多达141种，主要金属矿物有白钨矿、辉铋矿、辉钼矿、黑钨矿、锡石、磁黄铁矿、黄铁矿、自然铋、黄铁矿、闪锌矿、黝锡矿；主要非金属矿物有：石榴石、透辉石、符山石、角闪石、萤石、绿泥石、长石、石英、绢云母、方解石、硅灰石、绿帘石、富铁钠闪石、绿柱石等。

成矿标高380~800 m。

2.7 临武县香花岭硫化物型锡矿

矿位于通天庙短轴背斜的NE倾伏端，区内出露地层为寒武系浅变质砂岩，泥盆系中统跳马涧组，棋梓桥组、泥盆系上统余田桥组、石炭系岩关阶段和石碇子组。其中泥盆系中统棋梓桥组和上统余田桥组为矿区主要锡、铅、锌矿含矿围岩。

区内不同类型矿床，在区间上围绕香花岭岩体分布。主要锡矿床类型有：锡石硫化物矿体，锡—铅锌硫化物混合矿体。矿体形态可分为缓倾斜矿体、陡倾斜矿体和管状矿体。主要矿石矿物有锡石、黑钨矿、方铅矿、闪锌矿；主要脉石矿物有绿泥石、方解石、透辉石、石英、萤石等。

香花岭矿区已探明锡矿有太平矿段、新风矿段。

太平矿段：为高温热液锡石—硫化物型矿床，I矿层长1100 m，宽100~600 m，厚0.5~8.5 m，倾角35°~45°，矿体呈似层状，Sn品位1.2%。

新风I区：为高温热液交代硫化物型锡矿床。Sn 1.8%，Pb 1.775%，Zn 0.363%。

成矿标高270~500 m。

属于同类型矿床还有宜章界牌岭矿区，成矿标高+150~-200 m。

综上所述，湘南锡矿的成矿标高有3个台阶。

——石英脉型锡矿床，它们的成矿标高比较高，为650~1400 m；

——桂东小江花岗岩型、官塘铺斑岩型、千里山地区的云英岩型、磁铁矿矽卡岩型、硫化物矽卡岩型锡矿，它们的成矿标高比较相近，为450~850 m，主矿体多集中在450~650 m。

——临武香花岭、宜章界牌岭矿区的锡多金属矿，成矿标高比较低，均在400 m以下，其主要矿体赋存标高270~-200 m。（见表2）。

表2 湘南主要锡矿床的成矿标高

矿区名称	金竹垅 钨钼矿	尖峰岭 钨钼矿	桂东小江	官塘铺 斑岩型	柿竹园 云英岩	野鸡尾	野鸡窝	红旗岭	柿竹园	水湖里	天鹅堂	岔路口	金船塘	骑田岭	界牌岭	泡金山	香花岭	新风工区	道县尚家坪	瑶岗仙
标高(m)																				
1200																				
1000																				
800																				
600																				
400																				
200																				
0																				
-200																				
-400																				

3 关于芙蓉锡矿田成矿台阶

芙蓉锡矿田是湖南省地矿局近几年内发现的一处国内外罕见的超大型锡矿田，矿田范围大，锡矿体有不同类型，但从成矿台阶的角度来看，也有明显的成矿台阶存在。该矿田应是湘南锡矿的组成部分，但因矿田有它的特殊性，因而专作详细介绍，以便全面地了解。

3.1 芙蓉矿田主要地质情况简介

芙蓉矿田位于骑田岭复式花岗岩体南部及其外围接触带。

矿田内出露的地层以石炭系、二迭系及白垩系为主，另有少量三叠系地层，区内褶皱、断裂构造十分发育，构造线多呈南北向和北东向展布，其中北东向断裂是区内主要控矿构造；矿田内岩浆岩为骑田岭复式岩体的一部分。骑田岭岩体具多期次、多阶段间歇性侵入特

征,从印支-燕山期均有活动,但以燕山期为主;其中燕山早期晚阶段和燕山晚期早阶段形成的岩体与锡矿有生成联系。

在骑田岭岩体的南部及其外接触带,已发现40多条锡矿脉(体),这些矿脉大都成群成带分布,从矿田NW向SE依次可划分为白腊水矿带—安源、黑山里矿带—麻子坪矿带,山门口—狗头岭矿带等三个北东向展布的锡矿带,目前正在工作的又划分为白腊水、麻子坪、山门口、狗头岭等4个主要矿区,其中白腊水矿区找矿潜力较大(图1)。

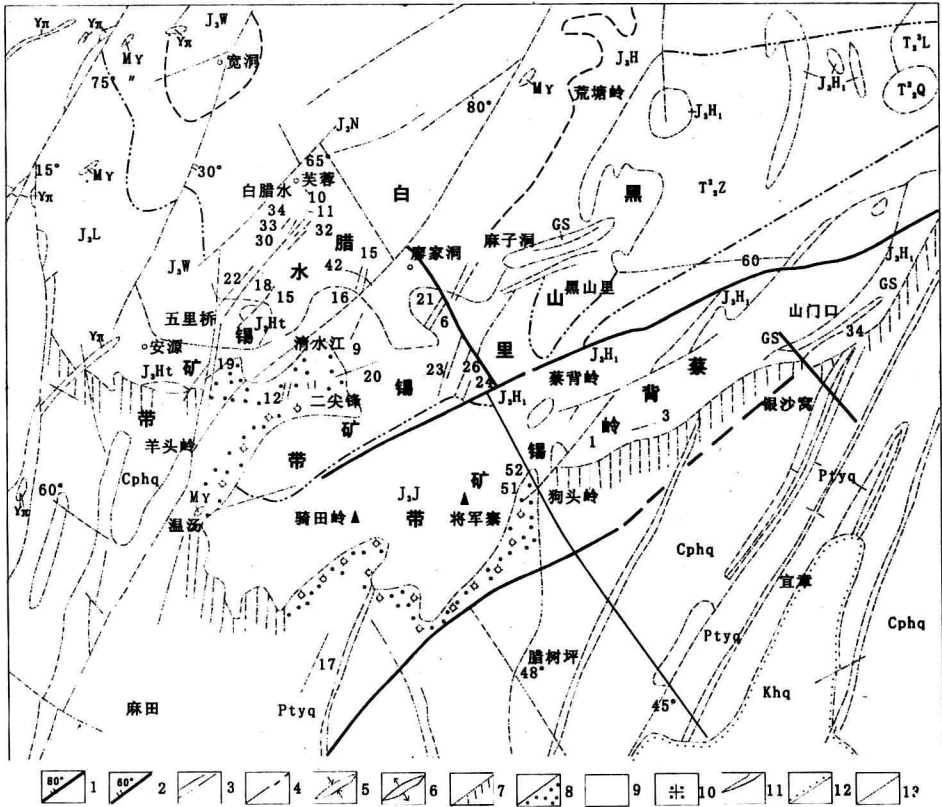


图1 芙蓉矿田地地质略图

Khq 衡阳群石英砂岩、粉砂岩 Ptyq 袁家群砂岩 Cphq 壶天群灰岩、方灰岩 Mr 细粒花岗岩 $\gamma\pi$ 花岗斑岩
 J_3H 芙蓉超单元回头湾单元 J_3H 荒塘岭单元 J_3J 将军寨单元 J_3N 南溪单元 J_3W 五里桥单元 J_3L 礼家洞单元
 T_2^2Q 菜岭超单元青山里单元 T_2^2L 两口塘单元 T_2^2Z 樟溪水单元 GS 云英岩 1 压性断裂及产状
 2 压扭断裂及产状 3 性质不明断裂及推测断裂 4 航片解释断裂 5 向斜 6 背斜 7 大理岩化
 8 角闪岩化 9 硅化 10 方英岩化 11 矿脉及编号 12 角度不整合界线 13 地质界线

(1) 白腊水矿区

矿区位于矿田西南部,矿体主要赋存于中粒斑状角闪黑云母钾长(二长)花岗岩内外接触带;锡矿类型有构造蚀变带型、蚀变岩体(斑岩)型等,其中以构造蚀变带型锡矿较为重要,已发现锡矿脉25条,单脉长430~1630 m,厚0.8~57.41 m,锡品位0.348%~2.149%。

①19号矿体:位于铁婆坑屋场坪一带,为构造蚀变带—砂卡岩复合型锡矿。受近南北向的破碎蚀变带控制,矿化蚀变带总体走向近南北,倾向东,倾角75°~80°,矿体走向长1340 m,矿化蚀变带宽50~100 m,单工程见矿厚9.6~57.41 m,单工程品位0.101%~1.361%,矿体中有独立富矿产出,单样品位一般4%~5%,最高达20.86%,从已控制情况来看,成矿标高620~780 m。

矿物组合复杂，金属矿物主要为锡石，次为磁铁矿、黄铜矿等，非金属矿物主要透闪石、透辉石、石英等。矿石结构有结晶结构、交代残余结构等，矿石构造有浸染状构造、条带状构造等，矿石类型以磁铁矿—锡石矿石、透辉石—透闪石—锡石矿石为主。

矿体位于内外接触带附近，赋矿围岩有花岗岩、灰岩、砂页岩等，围岩蚀变主要有云英岩化、绿泥石化、绢云母化、矽卡岩化、硅化等。成矿标高600~800m。

②10号矿体：位于奇古岭—羊角冲一带，为蚀变岩体型锡矿。受北东向断裂构造及绢云母化、绿泥石化蚀变带控制，矿体走向北东 45° ~ 60° ，倾向南东，倾角 70° ~ 80° ，呈顶盖状，透镜状产出，走向长1320m，矿体平均厚度15.12m，单工程Sn品位0.234%~0.781%，矿体Sn平均品位0.447%。成矿标高880~1150m。

矿石中矿物成分较为简单，金属矿物以锡石为主，另有少量的黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等，非金属帮物有绿泥石、绢云母、长石、石英等。矿石结构有结晶结构、交代残余结构、显微鳞片结构等，矿石构造有块状构造、浸染状构造等。

矿体普遍具强烈绿泥石化、绢云母化、云英岩化、萤石化等。

③32号矿体：位于羊角冲—棉花冲一带，为花岗斑岩锡矿。受北东向花岗斑岩脉的控制，岩脉本身即为矿体，呈脉状产出。矿体走向北东 45° ，倾向南东，倾角 75° ，已控制长度425m，平均厚度1.35m，锡平均品位0.663%。成矿标高980~1160m。

矿体与围岩界限清晰，其接触面为光滑的断裂面，局部具弱绿泥石化、绢云母化。

有用矿物主要为锡石，非金属矿物主要为长石、石英及少量黑云母、绢云母等。矿石结构为半自形、自形晶结构，矿石构造有浸染状构造、“隐爆角砾状”构造。

（2）麻子坪矿区

矿区位于廖家洞村一带，锡矿赋存于花岗岩体中，受北东向断裂构造控制。以构造蚀变带型锡矿为主，脉状云英岩型锡矿为次。围岩蚀变有云英岩化、绿泥石化、绢云母化、萤石化及电气石化。区内已发现锡矿（化）脉13条，初步圈定矿体10个，其中最好的为8号矿体。

8号矿体：位于龙帽岭—瓦渣池一带，为构造蚀变带型锡矿，走向北东 20° ~ 40° ，倾向南东，倾角 60° ~ 80° ，矿体呈脉状，透镜状产出，南部有分支，矿脉走向长1330m，平均厚度0.99m，单样含锡0.176%，平均1.288%，成矿标高860~1220m。矿体出露标高920~1220m。

矿石中主要有用矿物为锡石，伴生有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄锡矿等，非金属矿物主要有石英、绿泥石、绢云母等。矿石结构有结晶结构、固溶体分离结构、交代构、镶嵌结构、压碎结构等。矿石构造主要有角砾状构造、浸染状构造、团块状构造、皮壳状构造、条带状构造等。

（3）狗头岭矿区

该区位于蔡背岭—狗头岭一带。锡矿体赋存在骑田岭岩体东南部接触带附近。已发现构造蚀变带型锡矿和矽卡岩型锡矿两种类型。构造蚀变带型锡矿赋存于花岗岩及内接触带中，受北东—北东东向断裂构造控制，已发现5条锡矿脉。矽卡岩型锡矿主要产于岩体接触面及其附近，受接触面控制，已发现55号矿体一个。

55号矿体：为矽卡岩型锡矿，产于岩体接触带附近，其产状、形态受接触面构造控制，走向北东，倾向南东，倾角 $\pm 60^{\circ}$ ，矿体等3~10m，锡品位0.412%。成矿标高100~450m。

（4）山门口矿区

该区位于矿区东南部，山门口—老罗家一带。矿体赋存于内接触带中粒斑状黑云母钾长花岗岩中，受北东向云英岩蚀变带控制，属云英岩型锡矿。初步查明一个长3500m，宽60~

230 m的矿化蚀变带，其中圈出锡矿体一个，即54号矿体。该矿体走向北东45°，倾向南东，倾角66°，地表长400 m，宽10~50 m，锡平均品位0.254 %，经钻孔验证，矿体厚20.1 m，锡平均品位0.566 %。成矿标高250~450 m。

金属矿物以锡石为主，另有少量的黄铁矿、毒砂、锡铁矿等，非金属矿物有石英、绢云母、绿泥石、长石。

3.2 芙蓉矿田成矿台阶分析

根据工程控制和出露地形高差,对芙蓉矿田已发现40余个矿体进行统计，编制了芙蓉矿田锡矿体成矿标高刻线图（见图2）。

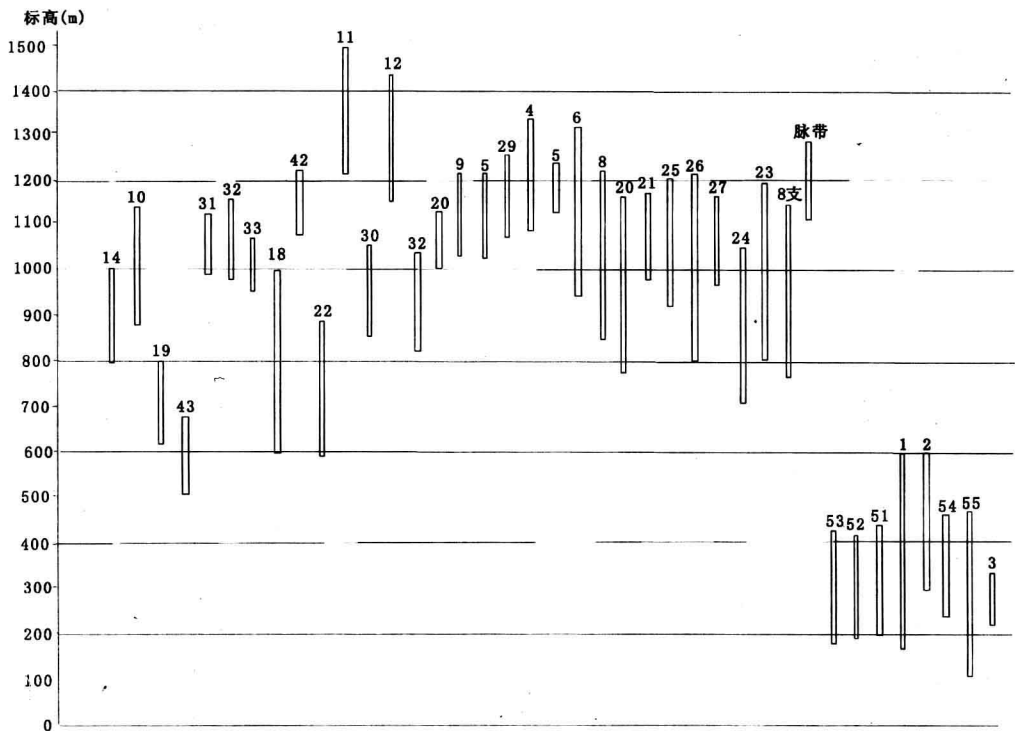


图2 芙蓉矿田锡矿体成矿标高（根据陈民苏资料改编）

从图2中可以看出：①位于岩体内白腊水和麻子坪以10号矿体为代表的蚀变岩体型锡矿和以32号矿体为代表的斑岩型锡矿，共26个条矿脉，它们的成矿台阶大都在800 m标高以上，与湘南地区瑶岗仙、尚家坪石英脉型锡矿和官塘斑岩型锡矿成矿标高相近；②位于南侧穿越内外接触带的19号脉，矿床类型实属于磁铁矿矽卡岩型锡矿，其成矿标高600~800 m，与金船塘大型锡矿的成矿台阶相吻合；③位于骑田岭岩体东南侧内外接触带的狗头岭一带的构造蚀变岩型锡矿、矽卡岩型锡矿以及山门口云英岩型锡矿，它们的成矿台阶比较低，均在600 m以下，即在600~100 m范围内，其中主矿体54号（山门口云英岩型锡矿）55号（狗头岭矽卡岩型锡矿）成矿台阶为500~100 m，与香花岭、界牌岭锡矿的成矿台阶相接近。

4 湘南地区铌钽、钨、铅锌矿也有各自的成矿台阶

（1）湘南的尖峰岭铌钽矿和湘东的金竹垅铌钽矿是湘东南两个有价值花岗岩型铌钽矿

床。它们都赋存在燕山晚期小花岗岩体的顶部，矿体呈新月形覆盖在岩体上部，花岗岩蚀变分带分明，从顶部向下可分为5个蚀变带：①似伟晶岩壳带，②强云英岩化(或锂云母化)强钠化花岗岩带，③云黄岩化(或弱锂云母化)强钠化花岗岩带，④云英岩化、钠化花岗岩带，⑤钠化花岗岩带。矿体与②③带有关，两矿的矿床品位、规模都非常相近，成矿标高也接近。金竹垅成矿标高640~816 m，尖峰岭成矿标高为680~980 m。从中可以看出，湘东、湘南铌钽矿虽不属同一成矿区带，也不一定属同一成矿系列，只是同一成矿类型，却有相同的成矿台阶，因此我们推断湘东及湘南花岗岩型的铌钽矿床成矿台阶为640~980 m。

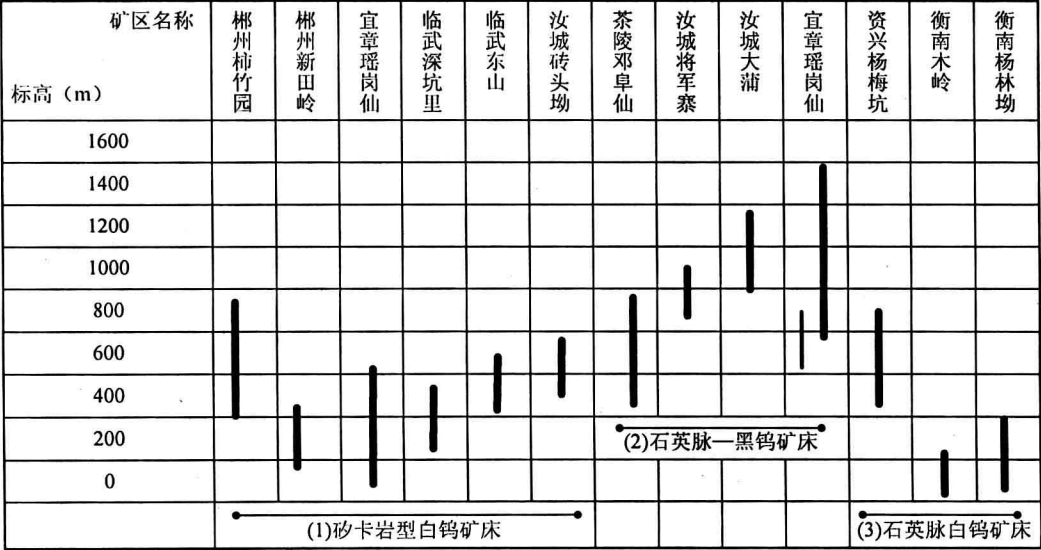
(2) 湘南钨矿。湘南是钨矿之乡，现探明特大型、大型钨矿床十数个。主要有3个类型。

①石英脉—黑钨矿型。该类型是湖南最早开发利用的钨矿，主要有宜章瑶岗仙、汝城白云仙（包括将军寨、大蒲等矿区）以及湘东一带的茶陵邓阜仙、衡南川口钨矿等。它们的共同特点是：矿体赋存在花岗岩中的石英脉或花岗岩顶部的浅变质碎屑岩中，黑钨矿石英脉走向延伸，脉幅比较窄，品位比较高，含 WO_3 1%~2%，易采易选。它们的成矿标高600~1 400 m。

②矽卡岩型。这类矿床在湘南大多为特大型、大型矿床，主要有郴州柿竹园、郴州骑田岭（北端）、宜章瑶岗仙、临武深坑里、临武东山以及汝城砖头坳等，它们赋存在花岗岩的顶部与云灰岩接触带上。矿体呈似层状、大透镜体状，物质组份复杂。成矿标高100~880 m。

③石英脉—白钨矿型。主要分布在衡南川口一带，它们的成矿标高100~410 m（见表3）。

表3 湘南钨矿床的主要类型及成矿标高



(3) 湘南（及其邻近区）铅锌多金属矿形成标高也有明显的成矿台阶。我们统计了桃林、七宝山、水口山、康家湾、黄沙坪、宝山、广东省的天堂、凡口等8个大型铅锌多金属矿床，因为它们与深源同熔岩浆系列有关，成矿标高都在300 m以下，延伸比较深，最深可达-700 m，主矿体赋存在100~200 m。有趣的是一些中小矿床（如潘家冲、银矿冲、清水塘）其成矿标高均在此范围内。但是，湘南的千里山外围脉型铅锌矿，因为属浅源重熔系列，它们的成矿台阶则都在600~1 100 m（见表4）。

5 成岩、成矿作用与成矿台阶之关系

5.1 如何识别不同系列的成矿岩体

湘南地区的铌、钽、钨、锡、铜、铅、锌、银矿床与花岗岩有直接关系或有成生联系。

表4 湘南（及广东部分）主要铅锌矿床的成矿标高

矿区名称 标高 (m)	临湘桃林	浏阳七宝山	常宁水口山	常宁康家湾	桂阳黄沙坪	桂阳宝山	桂阳大坊	衡东吊马垅	衡东东岗山	新邵清水塘	郴州南凤坳	郴州枫树板	郴州金船塘	郴州柿竹园	广东天堂	广东凡口
1000																
800																
600																
400																
200																
0																
-200																
-400																
-600																

根据“湖南锡铅锌多金属隐伏矿床预测”的资料，湘南有两类不同成因系列岩浆岩，即深层同熔花岗岩和浅成重熔花岗岩。它们的地质特征、地球化学特征、成矿的专属性以及成矿台阶都有明显的区别，现根据该报告的资料综合列表如下，供大家参考（见表5）。

表5 湘南两个系列成矿岩体的特征

成矿岩体类别		浅源重熔系列岩体	深源同熔系列岩体
成矿岩体特征			
成岩时代		89~165 Ma	90~165 Ma
控制因素		受燕山期断块制约，位于背斜或穹窿中心，断裂与褶皱复合部位或断裂的分枝复合部位。	沿断裂带分布，多位于紧密挤压的褶皱虚脱部分，逆掩或推覆断层或几组断裂交汇处
岩体形态及规模	形态	岩株、岩端、岩脉或不规则状	岩体多切穿地层，形态复杂，多呈漏斗状、蘑菇状、岩筒状，常伴有隐爆角砾岩产出
	岩体规模	<2km ² ，复式岩体中较晚，规模小者对成矿更有	岩体规模小（<2 km ² ）
	成矿岩体岩石化学特征	SiO ₂ >71 % (多为72 %~74 %)	58 %~73 % (一般63 %~67 %)
		K ₂ O+Na ₂ O K+Na的原子数一般为7 %	K+Na的原子数一般为70 %左右
		K ₂ O/Na ₂ O 1.08~6.70(均>1 %)	0.33~2.6
		FeO+MnO+CaO+Mg <4 %	>4 %
		DI值 >80 (一般87~89)	>66 (一般70~80)
		SI值 <4 (一般0.95~1.75)	<16
		AR值 >220 (一般350~500)	<130
		F/Cl >10 (一般45~160)	<7.5
成矿元素丰度		Sn (28~257)、W (25~230)、Mo (0.4~36.7)、Be (5~20)、Bi (6~23) × 10 ⁻⁶	富Cu (80~700)、Pb (90~1000)、Zn (81~1662) × 10 ⁻⁶
成矿岩体矿化分带		自岩体向外，由岩体内钠长石化、云英岩化、Nb、Ta、W、Sn、Be矿化→接触带矽卡岩型Sn、Cu、Pb、Zn矿化→近外带围岩中石英脉型Sn、Pb、Zn、Hg等矿化	以水口山为：矽卡岩、黄铁矿化带→黄铁矿黄铜矿化带→铅锌矿化带→大理岩矿化带康家湾：可分矽卡岩、角岩矿化带→黄铁矿带→铅锌矿化带→硅化带（铅锌金银矿）
成矿岩体蚀变特征		云英岩化、萤石化、硅化、钠长石化、电气石化、绿泥石化、绢云母化	钾化、矽卡岩化、绢云母化、绿泥石化、硅化及黄铁矿化
空间分布		浅源斑岩与重熔型花岗岩土、岩株伴生	深源斑岩与深源杂岩体共生，如水口山、坪宝地区
斑产状形态		浅源斑岩多是岩墙状、岩脉状，形态规则	深浅斑岩体多为筒状、蘑菇状，不规则岩枝、岩端，形态变化大
岩体组合		岩体石组合简单，主要为浅成相的花岗斑岩、石英斑岩	岩体岩石组合复杂，从早阶段到晚阶段，石英闪石斑岩—花岗闪石斑岩—花岗斑岩—石英斑岩—石英流纹斑岩，并伴有爆发角砾岩
特征	微量元素及成矿特征	富含W、Sn、Li、Mo、Nb、Ta、Rb为特征，其中W、Sn、Li丰度值高于酸性岩平均值几十倍。基性元素Ni、Cr、V及Ti较低，岩体富含挥发组分F，F/Cl比值大。主要形成Sn、Pb、Zn多金属矿床	以富含Cu、Pb、Zn、Mo、As等亲硫元素为特征，富含Cl (F/Cl值<20)、Ni、Cr、Co、V等基性元素。主要形成Cu、Pb、Zn、Au、Ag等矿床

从表5中可以看出两类不同成因系列的成矿岩浆岩,除有相近的成岩时代和岩体规模都比较小($<2\text{ km}^2$)的共同点以外,其他方面都有很多差异:

深源系列岩体区域上常沿NW向、NNE向断裂带分布,多位于紧密挤压的褶皱虚脱部位,逆掩或推复断层,几组断层相交处。岩体的产状多切断地层,岩体形态复杂,多呈漏斗状、蘑菇状、岩筒状等。

浅源重熔系列岩体大多数沿东西向隆起区分布,侵位于背斜和穹窿中心,或断裂分支复合部位,或褶皱与断裂复合部位。多期多阶段活动是成矿岩体的突出标志之一,岩体形态是岩株、岩墙状,岩脉或不规则状,而且在复合岩体中岩体较晚规模较小者,对成矿更为有利。

成矿岩体岩石化学特征:同属高硅、富碱、贫二价元素氯化物,富挥发成分。但从表5中可以看出它们的硅、碱性元素、二价元素氯化物和氟的含量以及分离指数(DI)、固结指数(SI)的数值差异仍很大。

成矿元素的丰度一般高于同类岩石克拉克值的几倍乃至几百倍。深源同熔岩浆以富Cu($80\sim700$) $\times 10^{-6}$ 、Pb($90\sim1\,000$) $\times 10^{-6}$ 、Zn($81\sim1\,662$) $\times 10^{-6}$ 为主。主要与Cu、Pb、Zn、Ag矿床有关。浅源重熔岩浆以富含Sn($28\sim257$) $\times 10^{-6}$ 、W($25\sim230$) $\times 10^{-6}$ 、Mo($0.4\sim36.7$) $\times 10^{-6}$ 、Be($5\sim20$) $\times 10^{-6}$ 、Bi($6\sim23$) $\times 10^{-6}$ 为特点,主要与铌、钽、铍、钨、锡、钼、铋矿床有关。

5.2 成岩成矿作用与成矿台阶之间有密切的关系

5.2.1 根据湘南钨锡铅锌多金属矿床的资料进行分析研究,尽管已有资料不完善,但为成矿台阶提供了有价值的理论依据

(1) 与成矿有关的岩浆岩是在特定的地质环境,特定的时间、温度和压力条件下形成的。

深源同熔系列岩体是在高温高压,定位深度较大的情形下形成的,因此与其相关联的矿床的成矿台阶相对于浅源重熔系列的矿床来说要低。例如铜山岭花岗闪长岩初熔和最后晶出温度 $660\sim720^{\circ}\text{C}$,岩浆饱和水汽压力 $1\,000\sim5\,000\text{ bar}$,岩体定位标高相对较低。又如黄沙坪301号岩体形成温度 $750\sim820^{\circ}\text{C}$,平均 800°C ,英安岩体形成温度 820°C ,301号岩体形成时岩浆饱和水汽压 $3\,000\text{ bar}$,宝山岩体及51号岩体形成温度也在 800°C 左右。水口山岩体成岩温度 $875\sim925^{\circ}\text{C}$,因此岩体定位标高相对较低。水口山、宝山、黄沙坪3个大型铅锌铜矿床与其相关联的花岗斑岩、花岗闪长斑岩,出露标高 $205.4\sim521.77\text{ m}$,平均高 411 m 。在勘查中,各矿区还发现多个隐伏岩体,顶部标高 $0\sim50\text{ m}$ 。将湘南与成矿有关的5个深成同熔岩体(除铜山岭外)的出露标高进行统计,平均出露标高 376.22 m 。

浅源重熔系列岩体是在温度、压力相对较低,而岩体定位相对高的条件下形成,例如香花岭岩体成岩温度小于 650°C ,成岩压力 $92\sim433\text{ bar}$ 。界牌岭岩体成岩温度小于 650°C ,成岩压力 $300\sim500\text{ bar}$ 。我们统计了浅成重熔成矿岩体,除界牌岭花岗斑岩出露标高相对较低外,其他成矿岩体现存顶部标高都在 800 m 以上,平均 1018.6 m 。从统计情况来看,湖南成矿岩体中深成同熔岩体与浅成重熔岩体定位标高相差较大,一般为 $500\sim600\text{ m}$,为与深成同熔相关的铅锌矿和与浅成重熔相关的铅锌矿,它们之间的标高差达 600 m 以上;深成同熔的黄沙坪矿区深部的矽卡岩型钨锡矿与浅成重熔的千里山岩体相关的矽卡岩型锡矿亦相差 600 m 以上。以上资料说明了矿床成矿台阶与岩体的侵位标高是相联系的(见表6)。

(2) 矿床(矿物)是在特定的地质环境、特定的温度条件下生成的,不同的矿床形成了不同的成矿台阶。从湘南不同矿床(包括不同期矿物)测温结果显示,与深源同熔系列岩体有关的矿床(矿物)形成温度一般比浅源重熔系列岩体有关的矿床(矿物)形成温度高。例如与深源同熔系列岩体相关的黄沙坪矿区,经过包裹体的炸裂测定,在矽卡岩早期阶段成矿温度 $670\sim500^{\circ}\text{C}$;矽卡岩晚期阶段为 $350\sim500^{\circ}\text{C}$,矽卡岩氧化物阶段 $350\sim250^{\circ}\text{C}$,早期硫化物阶段 300

~250℃，晚期硫化物阶段250~160℃；而与浅源重熔系列岩体有关的矿床，成矿温度相对较低，安源锡石形成温度385~300℃；泡金山锌矿形成温度320~280℃；界牌岭矿区含铍条纹岩阶段485~315℃，含铍锡云英岩阶段365~205℃，锡石硫化物阶段235~105℃。

表6 湘南成矿岩体年龄、规模、出露标高与矿床关系综合表

成因分类	时间	名称	岩性	出露规模(km ²)	出露标高(m)	年龄值(万万年)	主要的成矿元素	矿床规模 大 中 小
深源同	燕山早期二次	水口山岩体	花岗闪石斑岩	2	205.4	150	Bb、Zn、Au、Ag、S	
	燕山晚期二次	宝山岩体	花岗闪石斑岩	0.1	520.77	90	Cu、Pb、Zn	√
	燕山早期二次	黄沙坪岩体	花岗斑岩	0.02	505.83	152.8±8.795	Pb、Zn、S、Fe、W、Sn	√
	燕山晚期二次	大坊岩体	花岗闪石斑岩	0.34	366.8	129.5	Pb、Zn、Au	√
	燕山早期二次	铜山岭	花岗闪石斑岩	12	500(?)	159	Cu、Pb、Zn	√
浅源同	燕山早期二次	香花岭岩体	黑云母花岗岩	202	1038.02	165	Sn、Pb、Zn	√
	燕山晚期二次	蛇形坪岩体	花岗斑岩	0.4	800	90	Pb、Zn	√
	燕山早期二次	尖峰岭岩体	锂云母花岗岩	4.4	991	132~170	Pb、Ta	√
熔	燕山早期二次	千里山岩体	细粒黑云母花岗岩	0.8	1104	139	W、Sn、Mo、Bi、Pb、Zn	√
	燕山早期二次	瑶岗仙岩体	黑云母花岗岩	0.2	1160		W、Sn	√
	燕山早期二次	界牌岭	花岗斑岩	0.16	500	89	W、Sn	√

(3) 不同成矿系列岩体形成不同的矿床正向分带，形成不同的成矿台阶。湘南与岩浆岩有成生关系的钨锡铅锌多金属矿床的原生分带比较明显。概括起来则是：花岗岩型Nb、Ta、W、Be矿床——矽卡岩、云英岩型W、Sn、Mo（Cu、Pb、Zn）矿床——热液交代充填型石英脉、碳酸盐岩型Pb、Zn、Ag、Sb矿床。但不同岩体成矿系列形成不同类型的矿床原生分带，湘南钨锡铅锌多金属矿床正向分带大致可分为以下几种类型：

①黄沙坪深成同熔岩浆岩相关的矿床存在明显的分带现象，形成了明显的成矿台阶。以301岩体为中心向上（或两侧）依次为矽卡岩型磁铁矿带（含与岩体直接接触的）成矿标高-300~-400 m—矽卡岩型钨钼（锡、铋）矿体带成矿标高-100~-300 m矽卡岩型铋—砷矿带成矿标高-200~100 m—碳酸盐岩交代型Pb、Zn、Ag矿体成矿标高100~200 m。

②香花岭地区的正向分带在空间上为多重组合，在岩体不同部位和不同矿床类型形成了复杂的成矿台阶：

- A. 岩体顶部自交代蚀变带TR、Nb、Ta（W、Sn）矿床成矿标高640~990 m；
 - B. 岩体接触带矽卡岩、云英条纹岩W、Sn、Mo、Be、Pb、Zn矿床成矿标高200~800 m；
 - C. 斑岩体内细脉浸染型W、Sn矿床，成矿标高650~850 m；
 - D. 岩体上部脉状W、Sn石英脉矿床；
 - E. 岩体接触带外侧热液交代型W、Sn多金属矿床，成矿标高300~-200 m；
- ③东坡矿田正向分带（自上而下，由北向南）形成的成矿台阶：
- A. 赋存在浅变质碎屑岩、云灰岩和花岗岩中脉状铅锌矿成矿标高650~1 100 m；
 - B. 大理岩型锡矿床成矿标高500~900 m；
 - C. 外接触带矽卡岩型钨铋矿床，成矿标高550~700 m；
 - D. 岩体内接触带和正接触带矽卡岩—云英岩复合型钨、钼、铋矿床，成矿标高380~650 m。

6 对湘南（包括芙蓉矿田）找锡的几点看法

6.1 岩浆岩与成矿的关系

选择成矿岩体：

①根据岩浆岩的成矿专属性，在湘南重点选择浅成重熔型花岗岩，因为它与Be、Nb、