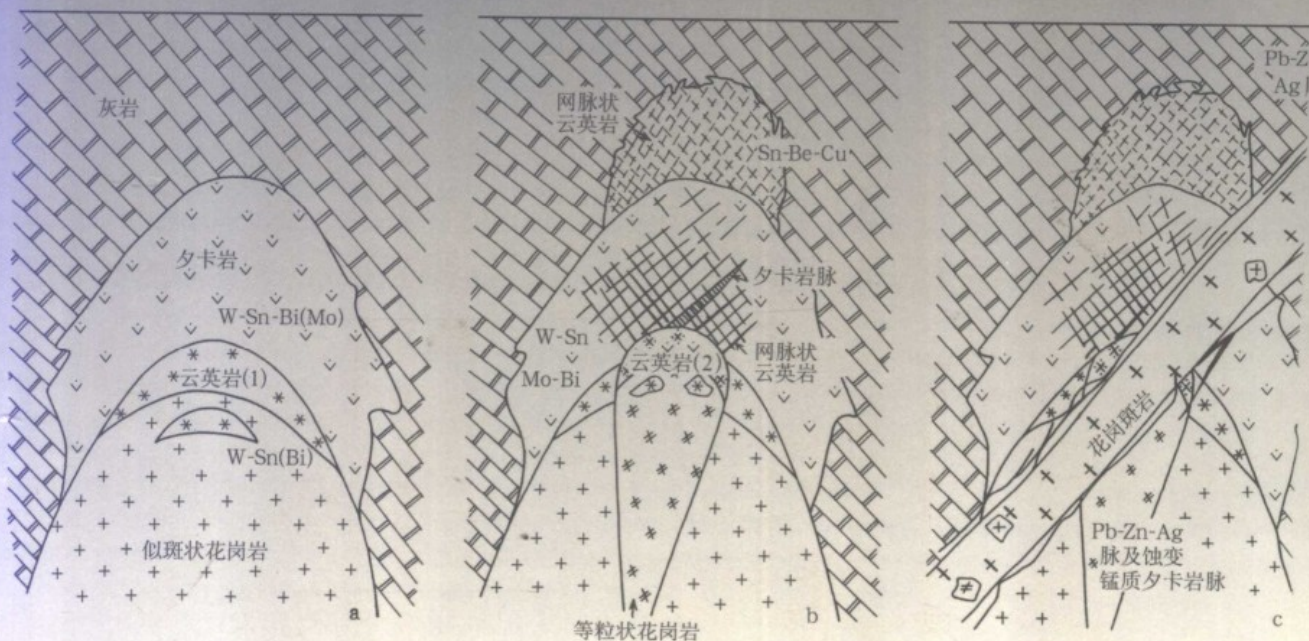


湖南柿竹园 钨锡钼铋多金属 矿床地质与地球化学

毛景文 李红艳 宋学信 等著



地质出版社

141
87
1

湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床 地质与地球化学

毛景文 李红艳 宋学信 芮 柏 著
胥友志 王登红 蓝晓明 张景凯

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

超大型矿床的研究是当前矿床学研究的前沿性课题。柿竹园矿床是世界著名的超大型钨锡钼铋多金属矿床,先后有诸多学者对它进行了研究。本书通过对柿竹园矿床的成矿地质背景、矿床地质-地球化学特征、流体包裹体地球化学、同位素地球化学等方面的深入研究,较合理地论证了矿床的形成机制,建立了多系统、多阶段成矿模式,论证了为什么在湘南 100km² 范围内能形成如此丰富多样的金属元素及非金属元素氟的巨量堆积的原因。

本书可供从事矿床地质、地球化学等方面工作的科研、生产人员及高等院校地学专业的师生参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床地质与地球化学/毛景文等著. -北京:地质出版社,1998.12
ISBN 7-116-02730-0

I. 湖… II. 毛… III. ①多金属矿床, 锡钨钼铋-地质构造-湖南②多金属矿床, 锡钨钼铋-地球化学-湖南 IV. P618.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 37637 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:谭惠静

责任校对:范义

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092^{1/16} 印张:13.875 字数:340000

1998 年 12 月北京第一版·1998 年 12 月北京第一次印刷

印数:1—450 册 定价:35.00 元

ISBN 7-116-02730-0

P·1964

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

目 录

第一章 绪论	(1)
一、研究历史和现状	(1)
二、研究目的和意义	(3)
三、编著分工与致谢	(3)
参考文献	(4)
第二章 区域成矿地质背景	(7)
一、区域地层	(7)
二、地质构造背景	(13)
三、岩浆岩与成矿的关系	(20)
参考文献	(21)
第三章 矿田构造及控矿作用	(22)
一、岩石在地壳中的物理变化规律	(22)
二、构造层次的基本概念和模式	(24)
三、矿田构造层次及展布规律	(27)
四、矿田构造层次与成矿关系	(30)
参考文献	(33)
第四章 千里山花岗岩体地质-地球化学及其与成矿的关系	(34)
一、岩体地质和岩石学	(34)
二、岩石化学	(40)
三、讨论和结论	(47)
参考文献	(55)
第五章 千里山花岗岩体的 Nd-Sr 同位素及岩石成因	(57)
一、采样和测试	(57)
二、结果和讨论	(58)
参考文献	(62)
第六章 矿床地质和成矿作用	(63)
一、变质作用和交代作用	(63)
二、云英岩及其矿化	(98)
三、讨论和结论	(110)
参考文献	(112)
第七章 与矿化作用有关的锰质夕卡岩	(114)
一、铅锌银矿床简介	(114)
二、锰质夕卡岩的分布	(117)
三、主要矿物成分和矿物组合演化	(119)

四、讨论和结论·····	(128)
参考文献·····	(129)
第八章 Re-Os 同位素等时线年龄·····	(130)
一、样品及测试方法·····	(130)
二、测试结果及地质意义·····	(132)
三、结论·····	(134)
参考文献·····	(134)
第九章 流体包裹体地球化学·····	(136)
一、流体包裹体的一般特征·····	(136)
二、流体包裹体的均一温度·····	(136)
三、流体包裹体的盐度·····	(139)
四、成矿流体的密度和压力·····	(141)
五、流体包裹体的化学成分·····	(143)
六、结论·····	(146)
参考文献·····	(146)
第十章 稳定同位素地球化学·····	(148)
一、硫同位素地球化学·····	(148)
二、氢、氧同位素地球化学·····	(154)
三、铅同位素地球化学·····	(159)
四、结论·····	(166)
参考文献·····	(167)
第十一章 形成超大型钨锡钼铋多金属矿床的关键因素·····	(168)
一、地球演化与钨、锡的富集趋势·····	(168)
二、地幔热柱与成矿·····	(169)
三、深大断裂与钨、锡成矿·····	(172)
四、千里山花岗岩体成矿异常·····	(173)
五、多阶段、多来源成矿物质堆积·····	(174)
六、成矿环境特殊——高度富 F ·····	(177)
七、结论·····	(177)
参考文献·····	(179)
结语·····	(180)
英文摘要·····	(183)

CONTENTS

Chapter I Introduction	(1)
1. Previous research works	(1)
2. Aims and significances of research work	(3)
3. Acknowledgements	(3)
References	(4)
Chapter II Regional geological setting	(7)
1. Regional strata	(7)
2. Regional structure	(13)
3. Relationship between magmatic activity and mineralization	(20)
References	(21)
Chapter III Orefield structures and their ore-control effect	(22)
1. Physical varying regulations of rocks in crust	(22)
2. Concept and model of structural level	(24)
3. Characteristics and extending regulation of structural level in the Shizhuyuan orefield	(27)
4. Relationship between structural level and mineralization	(30)
References	(33)
Chapter IV Geology and geochemistry of the Qianlishan granite stock and relation to mineralization	(34)
1. Geology and petrology of the Qianlishan granite stock	(34)
2. Petrochemistry of the Qianlishan granite stock	(40)
3. Discussion and conclusions	(47)
References	(55)
Chapter V Nd-Sr isotope and petrogenesis of the Qianlishan granite stock	(57)
1. Sample and analytical method	(57)
2. Discussion and results	(58)
References	(62)
Chapter VI Geological characteristics of the Shizhuyuan deposit and ore-forming process	(63)
1. Metamorphism and metasomatism	(63)
2. Greisen and related mineralization	(98)
3. Discussion and conclusions	(110)
References	(112)
Chapter VII Manganous skarn related to mineralization	(114)

1. Pb-Zn-Ag deposit	(114)
2. Distribution of manganoous skarn	(117)
3. Composition of major minerals and evolution of mineral assemblage	(119)
4. Discussion and conclusions	(128)
References	(129)
Chapter VII Re-Os isochron of the Shizhuyuan deposit	(130)
1. Sample and analytical method	(130)
2. Analytical results and their geological significances	(132)
3. Conclusions	(134)
References	(134)
Chapter VIII Geochemistry of fluid inclusion in the Shizhuyuan orefield	(136)
1. General characteristics of fluid inclusion	(136)
2. Homogenization temperature of fluid inclusion	(136)
3. Salinity of fluid inclusion	(139)
4. Density and pressure of ore-forming fluid	(141)
5. Chemical composition of fluid inclusion	(143)
6. Conclusions	(146)
References	(146)
Chapter IX Stable isotope geochemistry	(148)
1. S isotope geochemistry	(148)
2. H and O isotope geochemistry	(154)
3. Pb isotope geochemistry	(159)
4. Conclusions	(166)
References	(167)
Chapter X Critical factors of formation of the Shizhuyuan super-giant W-Sn-Mo-Bi deposit	(168)
1. Earth evolution and W, Sn enrichment trend	(168)
2. Mantle plume and mineralization	(169)
3. Deep faults and W, Sn mineralization	(172)
4. Abnormal characteristics related to mineralization in the Qianlishan granite stock	(173)
5. Multiple-stage and multiple-source of ore-forming substance	(174)
6. Special ore-forming environment—high enrichment in F	(177)
7. Conclusions	(177)
References	(179)
Conclusions	(180)
Summary in English	(183)

第一章 绪 论

柿竹园钨锡钼铋多金属矿床位于湖南省郴州市东南 16km 处,有公路从郴州市直通矿区,交通便利。柿竹园及邻近地区属低山区,易于地质勘查和矿产开发。

柿竹园超大型钨锡钼铋多金属矿床享有世界有色金属博物馆之美誉。柿竹园矿床,拥有钨金属储量 80 万 t,锡 40 多万 t,铋 20 万 t,钼 10 万 t 以及巨大的氟和铍储量。据目前最新资料,柿竹园矿床的铋储量占世界首位;钨储量为第二位,仅次于哈萨克斯坦中部的 Veikhnee Qairaqty 白钨矿矿床,后者 WO_3 含量达 110 万 t (Russsikh et al., 1996);锡储量在我国随个旧和大厂之后位居第三;铍、钼和氟在我国同类矿床中也名列前茅。近几年随着地质勘探工作的持续进行,在柿竹园矿床外围又发现了南风坳和枫树板等一批规模可观的铅锌(银)矿床。这反映出在柿竹园地区勘查有色金属矿床具有广阔的前景。

一、研究历史和现状

王昌烈等(1987)在《柿竹园钨锡钼铋多金属矿床地质》一书中比较详细地叙述了柿竹园钨锡钼铋多金属矿床的发现和开发历史,此间不再重复。任何一个矿床的发现,普查和勘探过程本身就是一项重要的科学实践。柿竹园钨锡钼铋多金属矿床发现的意义在于,不仅找到如此巨大的多金属矿床本身并改变了我国以往黑钨矿储量大于白钨矿储量的基本格局,而且利用已有的科学找矿规律,先后又在湘南地区找到了新田岭钨矿床、大吉岭钨矿床、红旗岭锡矿床和野鸡尾锡铜矿床等一批成因和分布类似的金属矿床。

在 70 年代末和 80 年代初,随着柿竹园矿床勘探程度的提高和控制储量的大幅度增加,诸多生产、科研和大专院校开始关注于此并进行了矿床成矿作用、成矿规律及有关岩石、矿物和地球化学等方面的科学研究工作。尹汉辉(1978)、陈仕谋等(1981)、杨超群等(1980)、Yang Chaoqun(1982)、Wang Changlie(1982)等首先比较系统地介绍了柿竹园矿床的成矿地质背景和矿床地质,将其厘定为一种云英岩-夕卡岩复合型钨锡钼铋矿床,又按勘探工作需要划分出矿石类型和鉴别出矿化元素分带特征,并初步探讨了矿床的成矿机制。刘英俊等(1983)专门研究了主要造岩矿物和金属矿物的基本特征及某些成矿元素的赋存形式。罗仕徽等(1984)和刘杭娟等(1985)分别报道在柿竹园矿区发现硬羟钙铍石且描述了其矿物学特征;孙一虹等(1986)除研究测试了常见的钨、锡、钼、铋矿物外,还首次鉴定出并初步研究了自然铋、辉铅铋矿、斜方辉铅铋矿、针硫铋铅矿和辉碲铋矿以及尼日利亚石、木锡石、黄锡矿、钼钒易解石和晶质铀矿。陈图华(1987)测得夕卡岩矿物钙铁榴石中锡的质量分数达 0.5%~2%,并确定锡主要呈锡石和黄锡矿微包体存在。谭延松等(1987)发现了富钛尼日利亚石。郭吉保(1987)通过实验厘定了钙铝-钙铁榴石系列的形成条件。陈骏等(1988)的实验表明,在高温夕卡岩阶段的成矿溶液中的锡大部分被石榴子石等造岩矿物所捕获,或生成马来亚石,只有在夕卡岩退化蚀变阶段和热液成矿阶

段,才有锡石晶出。

在柿竹园矿区,花岗岩一般被分为三个成岩阶段或期次。杨超群(1982)利用 REE 和铅同位素研究,提出区内三期花岗岩性质类似,均来源于地壳。徐克勤等(1983)提出千里山花岗岩是一种典型地壳重熔花岗岩,相当于 S 型(Chappell et al., 1974)和钦铁矿型(Ishihara, 1977)花岗岩。周珣若等(1986)测试研究了不同期次花岗岩中的黑云母,并利用黑云母的组分变化探讨了成岩的物理化学条件。赵永鑫(1988)认为千里山花岗岩为一单一岩浆旋回形成的复式岩体,主要矿化发生于第一期花岗岩固结之后;但李忠文等(1988)通过对野鸡尾蚀变岩枝和有关锡多金属矿化的研究,认为该岩枝属于第二期侵入体,并探讨了野鸡尾锡矿床的成矿物质来源和成矿环境。

稳定同位素是示踪成岩成矿物质来源的有效方法之一。张理刚(1985, 1989)、金荣龙(1986)、龚茂杨(1987)、韩公亮(1987)、裴荣富等(1987)、肖孟华(1989)等根据测试出的一批硫、氢、氧、碳同位素资料,确定了区内成矿物质与花岗岩演化的成因联系,也证明成矿晚期有天水 and 周围地层物质加入成矿系统。

在 80 年代中晚期,王昌烈等(1987)和王书凤等(1988)出版的两部专著是柿竹园钨锡钼铋多金属矿床研究的代表作。前者是对以往地质勘探和研究工作的全面总结,对区域地质背景、矿床地质、围岩蚀变、主要矿物和成矿作用等方面作了详细的介绍,并采纳季克俭等(1980)的“三源成矿论”学术思想,建立了柿竹园矿床成矿模式。值得指出的是,在该专著中把花岗岩分为四个成岩阶段,每阶段都伴随着夕卡岩矿化和云英岩矿化;列出了不同方法测得的各阶段花岗质岩石的成岩同位素测年数据;鉴定出一批铍矿物。王书凤等(1988)深入研究了夕卡岩的岩石学、矿物学特征和形成的物理化学条件,并提出矿区内不仅有外夕卡岩,还有少量内夕卡岩。他们把云英岩化成矿论证为花岗岩侵位和夕卡岩生成之后,由酸性热水溶液强烈淋滤花岗岩、夕卡岩和大理岩,逐渐变成含矿热水溶液并搬运金属元素等,而后在裂隙中沉淀堆积成矿。

自 80 年代末以来,陈骏等(1992a, 1992b)以研究锡为主要目的,论述了锡石形成过程以及主要夕卡岩矿物的稀土元素含量和分布型式。胥友志等^①(1989)以锡、铅、锌为主要对象,研究总结了柿竹园矿田^②的成矿地质条件和成矿规律。芮柏(1989, 1990)对柿竹园矿田进行了构造层次及成矿预测研究。刘义茂等^③(1994)探索了柿竹园超大型矿床形成的地质背景,进一步翔实地论证了三元成矿模式和成矿物质多来源性。梁祥济等(1996)在前人工作的基础上,用燕山期花岗岩和泥盆系灰岩作为试样,模拟了夕卡岩形成过程及夕卡岩矿物和矿石矿物的共生组合,尝试性揭示了矿床的成矿机理。

此外,还有一些研究者(王增润等, 1985; 杨昌明, 1986; 江鹏程, 1987; 匡耀求, 1987; 李炳韬, 1993)对柿竹园矿田内其它矿床,例如野鸡窝锡矿床、红旗岭锡矿床、蛇形坪-横山岭铅锌矿床、野鸡尾锡矿床等进行了矿床地质、稳定同位素和流体包裹体等方面的研究。

① 胥友志、孙继成、徐文光、芮柏、谭必祥, 东坡矿田外围锡、铅锌隐伏矿床预测, 湖南省地质矿产局湘南地质队, 1989 (内部资料)。

② 由于柿竹园的高知名度和易于被国际同行认可, 作者把“东坡矿田”改称为“柿竹园矿田”。

③ 刘义茂、王昌烈、胥友志、卢焕章, 湖南郴州柿竹园超大型钨锡钼铋多金属矿床的成矿作用与成矿条件研究, 1994 (内部资料)。

二、研究目的和意义

对柿竹园钨锡钼铋多金属矿床的研究已进行了近 20 年, 获得了大量资料, 对成矿作用也已有基本的了解。但为什么如此丰富多样的金属元素 W、Sn、Mo、Bi、Be、Cu、Pb、Zn、Ag、Mn 及非金属 F 在 100km² 范围内形成巨量堆积? 其形成的关键因素是什么? 成矿的地质背景有什么特殊性? 这是新一轮研究柿竹园钨多金属矿床需要认真回答的几个问题。正如涂光炽 (1989)、裴荣富 (1990) 所强调的, 超大型矿床所拥有的资源量十分巨大, 对社会发展具有重要的影响。只有弄清典型超大型矿床的成矿环境和成矿特点, 才会启示人类找到更多的矿产资源。

本次研究以地质行业基金资助为依托, 分别由毛景文与法国巴黎高等矿业学院 Louis Rimbault 研究员和法国圣太田高等矿业学院 Bernard Guy 教授进行合作研究 (自 1991 年 1 月至 1993 年 12 月), 旨在进一步深化柿竹园超大型矿床的成矿环境和成矿作用研究; 由宋学信与澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 能源与地球资源研究所 P. Eadington 博士合作研究柿竹园-野鸡尾矿床的成矿流体包裹体和稳定同位素。这项研究在执行的后期, 以毛景文和宋学信为首的科研集体又加入地质矿产部重点基础项目“特大型矿床形成地质背景和预测研究”(裴荣富为首席科学家)。此项研究实际上始于 1990 年夏第一次野外调查, 迄今已经历了 7 个春秋。由于这是一项连续性的基础性研究课题, 我们工作的宗旨为: 力争高起点, 与国际同行协同攻关, 瞄准几个前沿问题, 发展成矿学。在研究过程中, 不断在国内外刊物上发表论文, 以求广泛交流。先后参加国际学术会议 8 人次, 发表学术论文 16 篇, 其中英文论文 7 篇。

三、编著分工与致谢

如前所述, 本专著是一项集体研究成果, 主要参加研究的人员有毛景文、李红艳、宋学信、王登红、芮柏、胥友志、蓝晓明、张景凯、Bernard Guy、Louis Rimbault、P. Eadington、Hidehiko Shimazaki。在研究期间及收尾编著过程中, 党泽发、王平安参与部分工作。中文部分共有十一章, 第一章由毛景文、宋学信编写, 第二章由芮柏和毛景文编写, 第三章由芮柏和胥友志编写, 第四章、第五章、第七章由毛景文、李红艳和王登红编写, 第六章由毛景文、王登红和李红艳编写, 第八章由李红艳、毛景文编写, 第九章和第十章由宋学信编写, 第十一章由毛景文、王登红、李红艳编写。全书由毛景文、李红艳统编定稿。

自 80 年代中期以来, 世界钨和锡的市场疲软, 价格虽时见上扬, 但多在低水平徘徊。由此, 有关矿山纷纷关闭和限量开采, 相应在钨锡矿床研究方面也处于停滞状态。在这种全球环境下, 此项工作能够成功的开始、进行和完成, 首先应感谢地质行业基金委员会及李光岑研究员的鼎力支持和资助。正是由于这一资助才有此轮研究的开端。当然, 法国科学技术研究中心资助毛景文到巴黎高等矿业学院和圣太田高等矿业学院进行高级博士后研究以及宋学信作为高级科学家到澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 能源与地球资源研究所进行访问研究, 使之有机会大批量完成有关岩石、矿物和地球化学测试分析。受裴荣富研究员邀请参加他主持的地质矿产部重点基础项目, 使本次研究得以持续进行。中

国地质科学院及地质矿产部矿床地质研究所领导和管理部门对于本项研究给予了多方面的关怀和支持。湖南省地质勘查局湘南地质勘查院和柿竹园矿山对本项目研究人员在野外期间给予了路线引导并提供方便。在研究期间,宋叔和院士、陈毓川院士、裴荣富研究员和赵一鸣研究员给予了特别关注和指导。工作中,曾与王书凤研究员、Michel Fontelle 教授、林文蔚副研究员、Jacque Moutte 研究员、杜安道研究员、丁悌平研究员、张宗清研究员、聂凤军研究员、童潜明高级工程师、王昌烈高级工程师和刘义茂研究员等作过多次学术交流和探讨,受益匪浅。王骁红承担了全书的图件清绘,赵建军和沙俊生完成显微照相。此项研究作为科研成果,在验收时由宋叔和院士、涂光炽院士、陈毓川院士、翟裕生教授和杜乐天高级工程师组成的专家组对报告进行了认真的评阅,提出了一系列宝贵的意见和建议。著者们愿借此机会一并致以衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 陈骏, 吴厚泽. 柿竹园夕卡岩型钨锡钼铋矿床成矿实验研究. 矿床地质, 1988, 7 (1): 32~41
- 2 陈骏, Halls C., Stanley C. J. 湖南柿竹园钨-钼-铋-锡矿床中锡石的产状与成因. 地质论评, 1992, 38: 164~171
- 3 陈仕谋、李洪昌、谢慈国、艾上静. 柿竹园钨锡钼铋矿区地质特征及控矿因素. 地质与勘探, 1981, (10): 15~21
- 4 陈图华. 石榴子石中锡的赋存状态. 矿物学报, 1987, 7 (1): 58~64
- 5 郭吉保. 柿竹园夕卡岩中钙铝-钙铁榴石系列石榴子石形成条件的实验研究. 矿物学报, 1987, 7 (4): 372~380
- 6 江鹏程. 郴县红旗岭锡多金属矿床特征. 湖南地质, 1987, 6 (4): 33~41
- 7 匡耀求. 郴县东坡野鸡尾锡多金属矿床锡石标型特征研究. 湖南地质, 1987, 6 (3): 74~80
- 8 梁祥济. 湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床成矿机现的实验研究. 矿床地质, 1985, 15: 278~285
- 9 李炳韬. 湖南野鸡窝锡多金属矿床地质特征及成因探讨. 地质与勘探, 1993, 30: 5~11
- * 10 李红艳, 毛景文. 湖南省柿竹园钨锡钼铋多金属矿床中辉钼矿 Re-Os 同位素年龄研究. 地质论评, 1996, 42 (3): 261~267
- 11 李忠文, 崔彬, 匡耀求. 湖南东坡野鸡尾蚀变岩枝型锡多金属矿床地质特征及成因. 地球科学, 1988, 13 (2): 163~175
- 12 刘英俊, 张景荣, 陈骏. 柿竹园钨钼铋(铋)矿床的矿物学和成矿元素的赋存形式. 矿物学报, 1983, 4: 255~264
- 13 刘杭娟, 康先济, 张传荣, 黄惠兰. 湖南柿竹园矿床中硬羟钙铍石的发现与研究. “南岭地质矿产文集”(第一集), 1985, 北京: 地质出版社, 183~193
- 14 罗仕徽, 张重铭. 郴县柿竹园大理岩型锡铍矿带中的硬羟钙铍石矿物学特征及矿带矿物学. 湖南地质, 1984, 3 (3): 12~25
- * 15 毛景文, 李红艳. 柿竹园钨锡钼铋多金属矿床中多阶段花岗岩与多期矿化的时空关系. 第五届矿床会议论文集, 北京: 地质出版社, 1993, 361~363
- * 16 毛景文, 李红艳, 王平安. 湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床中锰质夕卡岩. 矿床地质, 1994, 13: 38~48
- * 17 毛景文, 裴荣富, 李红艳, 王平安. 柿竹园超大型钨锡钼铋多金属矿床形成的几个异常因素当议. 矿物岩石地球化学通讯, 1994, (2): 117~118
- * 18 毛景文, 李红艳, 裴荣富, Raimbault L., Guy B. 湖南千里山花岗岩体地质地球化学及与成矿关系. 矿床地质, 1995, 14: 12~25
- * 19 毛景文, 李红艳, 裴荣富. 湖南千里山花岗岩体的 Sr-Nd 同位素及岩石成因研究. 矿床地质, 1995, 14: 235~242
- * 20 毛景文, 李红艳. 湖南省柿竹园钨锡钼铋多金属矿床成矿作用. 矿床地质, 1996, 15 (1): 1~15
- * 21 毛景文. 超大型钨锡钼铋多金属矿床成矿特殊性——以湖南柿竹园矿床为例. 地质科学, 1997, 32: 351~363
- 22 裴荣富, 吴良士. 在我国开展寻找超大型矿床的若干基础研究问题讨论. 矿床地质, 1990, 9: 287~289

- 23 裴荣富, 叶庆同. 野鸡尾石英斑岩体的地球化学特征和锡多金属成矿作用, IGCP-220 项目第四次学术讨论会扩大论文摘要集, 中国桂林, 1987, 126~127
- 24 芮柏. 东坡矿田构造层次与内生成矿作用及其隐伏矿床预测. 湖南地质, 1990, 9 (3): 13~19
- 25 芮柏. 东坡矿田构造层次的研究. 湖南地质, 1989, 8 (4): 1~6
- * 26 宋学信, 张景凯. 柿竹园-野鸡尾钨锡钼铋多金属矿床流体包裹体初步研究. 矿床地质, 1990, 9: 332~338
- 27 孙一虹, 任湘眉. 柿竹园钨锡钼铋矿床主要矿石矿物研究. 矿物学报, 1986, 6 (2): 179~187
- 28 涂光炽. 关于超大型矿床的寻找和理论研究. 矿物岩石地球化学通讯, 1989, (3): 163~168
- 29 谭延松, 刘振云, 张秋菊. 富钛尼日利亚石的发现与研究. “锡矿地质讨论会论文集”, 北京: 地质出版社, 1987, 410~414
- 30 王昌烈, 罗仕徽, 胥友志, 孙一虹, 谢慈国, 张重铭, 徐文光, 任湘眉. 柿竹园钨锡钼铋多金属矿床地质. 北京: 地质出版社, 1987
- 31 王书凤, 张绮玲. 柿竹园矿床地质引论. 北京: 北京科学技术出版社, 1988
- 32 王增润, 林巨成. 乐昌及横山岭铅锌矿床矿石特征对比研究及成因探讨. 湖南地质, 1985, 4 (1): 52~60
- 33 徐克勤, 胡受奚, 孙明志, 张景荣, 叶俊. 论花岗岩的成因系列——以华南中生代花岗岩为例. 地质学报, 1983, 57: 107~118
- 34 杨超群, 田焕章, 杨世义. 湖南东坡网脉状云英岩-夕卡岩复合型钨钼铋矿床. 中国地质科学院报宜昌地质矿产研究所分刊, 1980, 1 (1): 76~93
- 35 尹汉辉. 湖南某多金属矿的成矿作用. 地球化学, 1978, (4): 270~279
- 36 张理刚. 湖南东坡千里山花岗岩和钨锡钼铋多金属矿床稳定同位素地球化学. 桂林冶金地质学院学报, 1989, 9 (3): 259~267
- 37 赵永鑫. 就柿竹园钨锡钼铋多金属矿床与岩体的关系——试论千里山花岗岩的成矿机制. 地球科学, 1988, 13 (2): 155~161
- 38 周珣若等. 湖南千里山花岗岩中黑云母特征及其岩石学意义. 矿物学岩石学论丛, 北京: 地质出版社, 1986, (2): 121~138
- 39 Chappell B W, White A J R. Two contrasting granite types. Pacific Geol., 1974, 8: 173~174
- 40 Ishihara S. The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. Mining Geol., 1977, 27: 293~305
- 41 Chen J, Halls C and Stanley C J. Rare earth element contents and patterns in major skarn minerals from Shizhuyuan W, Sn, Bi, and Mo deposit, South China. Geochemical Journal, 1992, 26: 147~158
- * 42 Li Hongyan and Mao Jingwen, Os, Sr and Nd isotope research on the Shizhuyuan polymetallic deposit, South Hunan, China. Proceedings of the 30th International Geological Congress. VSP International Science Publishers, 19: 277~287
- * 43 Mao J, Li H, Perrin M, Raimbault L, and Guy B. Spatial-temporal relationship of multiple phases of granitic rock to multiple periods of mineralization in the Shizhuyuan W-polymetallic deposit, South Hunan, China. in: Current Research in Geology Applied to Ore Deposits (eds. P. F. Hach-Alo, J. Torres-Ruiz and F. Gervolla), 1993, 633~636
- * 44 Mao Jingwen, Li Hongyan, Raimbault L and Guy B. Geology and geochemistry of the Qianlishan granite stock and its relationship to polymetallic tungsten deposit. Scientia Geologica Sinica, 1994, 3 (4): 390~405
- * 45 Mao Jingwen, Li Hongyan. Evolution of the Qianlishan granite stock and its relation to the Shizhuyuan polymetallic tungsten deposit. International Geology Review, 1995, 37: 63~80
- * 46 Mao Jingwen, Guy G, Raimbault L and Shimazaki H. Manganese skarn in the Shizhuyuan polymetallic tungsten deposit, Hunan, China. Resource Geology, 1996, 46 (1): 1~11
- * 47 Mao Jingwen and Li Hongyan. Geology and metallogeny of the Shizhuyuan skarn-greisen deposit, Hunan Prov. China. International Geology Review, 1996, 38: 1020~1039
- * 48 Song Xuexin, Xu Qingsheng and Zhang Jingkai. Fluid inclusions in the Shizhuyuan-Yejawei W-Sn-Mo-Bi Polymetallic deposit Southern Hunan Province, China. Scientia Geologica Sinica, 1995, 4 (2): 211~220
- 49 Russkikh S. S., and Shatov V. V. The Verkhnee Qairaqty Scheelite Stockwork W-Mo deposit in central Kaza-

- khstan. in: Granite-Related Ore Deposits of Central Kazakhstan and Adjacent Areas (eds. V. Shatov, R. seltmann, A. Kremenensky, B. Lehmann, A. Popov & P. Ermolov) . Published by Geological Publishing House St Petersburg, 1996, 155~180
- 50 Wang Changlie, Xu Youzhi, Xie Ciguang, Xu Wenguang. The geological characteristics of Shizhuyuan W-Sn-Mo-Bi deposit. in: J. V. Hepworth and Yu Hongzhang, eds. Symposium on Tungsten Geology, Jiangxi China, Geological Publishing House, Beijing, China. 1982, 413~426
- 51 Yang Chaoqun. Mineralization of the composite greisen-stockwork-skarn type W (Scheelite and wolframite) Bi-Mo deposit of Shizhuyuan, Dongpo, Southern Hunan, China. in: J. V. Hepworth and Yu Hongzhang, eds. Symposium on Tungsten Geology, Jiangxi, China. Geological Publishing House, Beijing, China, 1982, 503~520

* 与本项目研究有关的论文

第二章 区域成矿地质背景

柿竹园超大型钨多金属矿床位于华南褶皱系中部(图 2-1),是著名的南岭稀有、稀土、有色金属成矿省中的一颗明珠。在南岭成矿省,钨锡矿床的分布在空间上具有一定的规律性,即北多钨南富锡;东钨西锡;中部钨锡均富,还伴有钼、铍、铋。从成矿地质历史演化来看,自前寒武纪到燕山期,钨、锡多旋回成矿,至燕山期达到最大程度富集。湘南地区位于南岭中部,于燕山期形成了一系列特大型、大、中型矿床,尤以夕卡岩型钨多金属矿床发育为特征(图 2-1)。

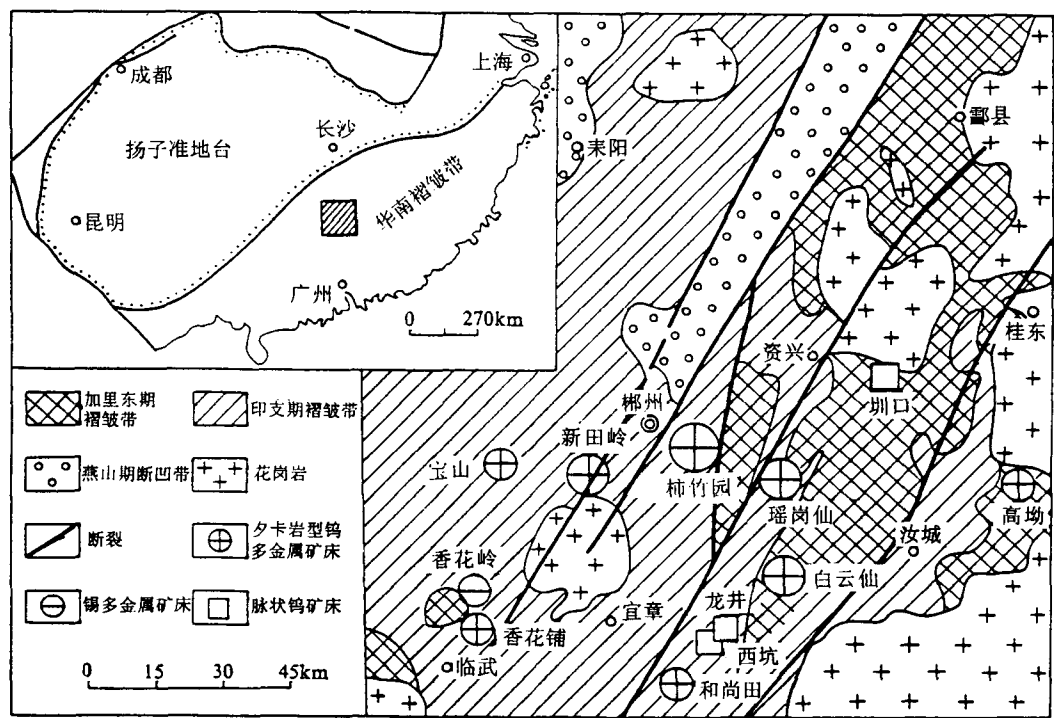


图 2-1 湘南地区钨多金属矿床分布图

Fig. 2-1 Distribution map of tungsten polymetallic deposits in South Hunan region

一、区域地层

研究区内的区域地层划分基于原 1:20 万区域地质调查结果,并融汇了柿竹园钨多金属矿床及周围锡矿床、铅锌矿床勘探工作中的资料。

本书采纳胥友志等^①的地层划分意见。

1. 地层层序和岩性

研究区内出露有震旦系、寒武系、石炭系、二叠系、侏罗系和第四系(图2-2)。震旦系、寒武系出露于五盖山背斜和西山背斜轴部,其余地层分布在两个背斜的东西两侧。

(1) 震旦系

震旦系呈南北向展布于西山背斜和五盖山背斜之核部。顶部有7m厚的硅质岩;以下为一套巨厚层区域浅变质碎屑岩与粘土岩组成的冒地槽型类复理石建造,代表了深海至半深海的重力流及浊流相沉积。根据岩性组合可划分为上、中、下三组。

下组:为灰绿色中厚层浅变质细粒长石杂砂岩、长石杂粉砂岩与灰绿色板岩、粉砂质板岩互层。在五盖山、两江口等地由于岩石成分成熟度较高,出现多层石英砂岩。总厚度大于754m。

中组:下部为灰绿色浅变质细粒杂砂岩、粉砂岩与灰绿色板岩、粉砂质板岩、紫红色板岩互层;上部为灰绿色浅变质细粒长石杂砂岩、长石石英粉砂岩夹凝灰质长石石英砂岩与紫红色板岩。总厚度为550m。

上组:为乳白色、灰绿色、灰色硅质岩和硅质板岩,中部夹不稳定薄层状、透镜状粉砂岩和板岩。厚度为7m。

(2) 寒武系

寒武系仅分布于狮子口一带,组成西山复式背斜的次级向斜核部。区内仅出露下统,与下伏震旦系整合接触,由深灰黑色杂砂岩、粉砂岩、砂质板岩、板岩和少量硅质岩组成,产较多的微古植物化石和炭化植物碎片。厚度大于382m。

(3) 泥盆系

泥盆系主要分布于五盖山-偷营山倾伏背斜的核部及其两翼,以及旧市向斜的两翼。除下统缺失外,中上统为连续沉积。从下到上可分为跳马涧组、棋梓桥组、余田桥组和锡矿山组。

中统跳马涧组:多沿震旦系边缘分布,组成五盖山-偷营山背斜和古塘背斜的核部;以微角度不整合于震旦系、寒武系之上。按岩性可分为上、下两段。下段由浅灰色、灰绿色、紫红色细一中粒石英砂岩夹粉砂质页岩、含砾石英粉砂岩组成,底部为由脉石英、硅质岩、板岩、砂岩的砾石组成的砾岩,具大型交错层理,厚150~200m。上段为灰白色、浅灰色厚层状细粒石英砂岩夹粉砂岩和页岩。底部石英砂岩含砾。在五盖山北段和龙形寨等处,上部粉砂岩中夹1~2层厚约0.5m的不稳定似层状赤铁矿。厚度大于203m。

中统棋梓桥组:为区内Fe、Mn、Pb、Zn、W、Sn矿化的有利围岩,可分上、中、下三段。下段为灰色厚层泥-粉晶白云岩、泥晶云灰岩。其上部灰云岩中局部含燧石结核;下部数层白云岩、含灰质白云岩中含Mn;底部夹灰褐色板状绢云母页岩,但在五盖山两侧发育程度不一,西侧见1层,东侧见2~3层,且大奎上一带底部粉晶白云岩中含石英砂,为砂质白云岩。这反映出由彭公庙海岛向南延的五盖山水下隆起,对当时东西两侧的沉积环境所起的控制作用。此外,在铁渣市至倒挂金钩一带本段中上部见有大量同生角砾岩。总

^① 胥友志、孙纯成、徐文光、芮柏、谭必祥,1989。东坡矿田及其外围锡、铅锌隐伏矿床预测。湖南省地质矿产局湘南地质队。

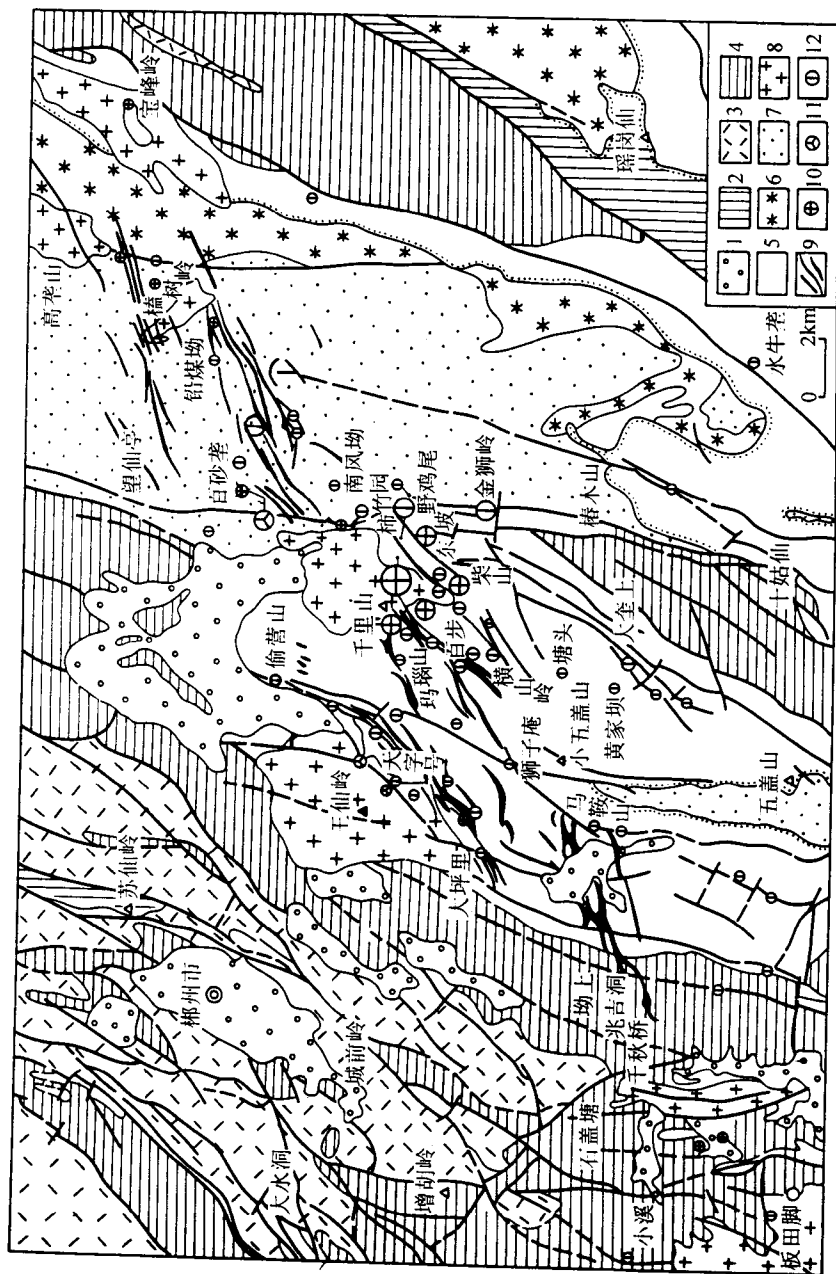


图 2-2 柿竹园地区地质和矿产图

1—第四系;2—侏罗系;3—二叠系;4—石炭系;5—泥盆系;6—寒武系;7—震旦系;8—花岗岩;9—钨多金属矿床;10—锡铅锌矿床;11—锡铅锌矿床;12—铅锌矿床

Fig. 2-2 Regional geology and mineral resources in Shizhuoyuan area of South Hunan

厚度大于 129m。中段为灰色厚层—巨厚层层纹状泥-粉晶灰岩、生物碎屑粉晶灰云岩、浅灰色条带状含泥灰岩，中部夹薄层状泥灰岩。总厚度为 160m 左右。上段为灰色、深灰色刀砍状细晶白云岩，含层孔虫粉晶云灰岩、粉晶含云灰岩和灰白色、蔷薇红色中厚层状泥晶灰岩夹层或呈互层。厚度在各地不一，总厚度介于 131~216m。下段中所见生物化石有轮藻、有孔虫、海百合茎、枝状层孔虫和球状层孔虫、珊瑚和螺等。

上统余田桥组：在区内较发育，五盖山背斜的东西两翼均有分布，按岩性可分为上、下两段。下段主要为深灰色厚—巨厚层状泥晶灰岩、条带状泥晶泥灰岩、条带状含泥含云灰岩，不同地段含泥质或砂质成分略有差异，总趋势为东部含泥砂质高，西部相对较低。产珊瑚和层孔虫化石，厚 157m。上段以条带状泥晶含泥灰岩、条带状粉晶含砂质含泥灰岩为主，中部夹一层厚数十厘米的石英粉砂岩，产层孔虫化石。总厚度为 128~148m。

上统锡矿山组：下段为浅海相碳酸盐沉积。上部为灰色薄至中层状粉-泥晶灰岩，含燧石结核或燧石条带；中部为深灰色厚—巨厚层状粉-泥晶含云灰岩；下部为灰色中厚层状、条带（纹）状粉-泥晶含云灰岩，局部含燧石结核，总厚 315~351m。上段为滨海相碎屑沉积和浅海相灰泥沉积。上部为灰黄色中—厚层状石英粉砂岩、深灰—灰黑色中厚层状碳泥质粉砂岩、粉砂质页岩、页岩，局部地段有一层含菱铁矿的泥质粉砂岩。下部为灰色薄层状泥灰岩、砂质泥灰岩与钙质粉砂岩、泥质页岩夹层或互层。总厚度为 83~107m。

（4）石炭系

石炭系主要分布于西山背斜和五盖山背斜的两翼，为组成区内次级向斜的主要岩层。石炭系为连续沉积，属浅海碳酸盐岩相和滨海碎屑、含煤碎屑岩相，分为上、中、下三统。

下统岩关组：在本区划分为 4 个岩性段，除第三段为滨海相陆源碎屑沉积的黄灰色粉砂质页岩、灰岩、钙质页岩夹薄层状、透镜状泥灰岩外，其余三段为浅海相碳酸盐岩和部分粘土质沉积。与下伏锡矿山组呈假整合接触。总厚度为 538m。

下统大塘组：按岩性组合和古生物特征由下而上分为石磴子段、测水段和梓门桥段，为连续沉积，总厚 308~566m。

石磴子段：上层以灰至深灰色中厚层含生物碎屑泥晶灰岩为主，夹少量含生物碎屑粉-泥晶云灰岩、含碎屑含云灰岩，上部含燧石结核或条带。下层由灰色中厚层泥晶灰岩、云灰岩、灰白色厚层粉晶白云岩组成。上部见有顺层产出之燧石结核。厚 203~351m。

测水段：上部为灰黄色、浅灰色薄层状粉砂质页岩、灰黑色页岩、粉砂岩夹薄层石英砂岩。下部为灰白色中厚层状细粒石英砂岩、中粗粒含砾石英砂岩、灰黑色粉砂质页岩、含碳质页岩夹薄层不稳定煤层，煤质较差，局部见泥晶灰岩透镜体。厚 75~185m。

梓门桥段：为灰色细-粉晶含灰云岩、灰云岩、含云灰岩、泥晶灰岩和白云岩，中上部灰岩中含少量燧石结核或条带。厚 30.4m。

中统黄龙组：浅灰色、肉红色厚层—巨厚层状细粒至粗粒白云岩，偶夹巨厚层角砾状白云岩。厚 269m。

上统船山组：为灰白色、浅灰色厚—巨厚层状泥晶至细晶灰岩夹灰色细—中晶白云岩。厚度大于 153m。

（5）二叠系

二叠系主要分布于研究区西部和东部旧市向斜中，可分为上、下两个统。

下统栖霞组：主要为海湾相含铁锰质、硅质碎屑沉积，由一套铁锰硅质岩、硅质页岩、