

追寻地质梦

——湖南省有色地质勘查局二四五队建队50周年论文集

陈明辉 鲍振襄 孙际茂 刘纪年 等编



追寻地质梦

——湖南省有色地质勘查局二四五队建队 50 周年论文集

陈明辉 鲍振襄 孙际茂 刘纪年 等编

内容简介

本书是一部综合研究论文集,主要介绍湘西武陵山地区黑色岩系中的钒、锰矿床,碳酸盐岩中的层控型(MVT型)铅锌矿床、汞矿床,雪峰山地区浅变质岩系中的金、锑、钨矿床以及其他金属、非金属矿床的地质特征、成矿规律及找矿成果。本书分为矿产资源、岩石矿物和工作交流三大部分,由多年从事湘西地区金属、非金属矿产地质勘查、综合研究的一代代地质工作者编写。全书内容丰富多彩、资料翔实、图文并茂,较全面地汇集了各类矿产的地质学、矿床学、地球化学、矿物学以及成矿地质条件、控矿因素、矿化富集规律和找矿应用等方面的勘查及研究成果,对于该地区和类似地区的地质找矿工作具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

追寻地质梦:湖南省有色地质勘查局二四五队建队 50 周年论文集/陈明辉等编. —武汉:中国地质大学出版社,2015.9

ISBN 978-7-5625-3712-0

I. ①追… II. ①陈… III. ①地质学-文集 IV. ①P5-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 211654 号

追寻地质梦

——湖南省有色地质勘查局二四五队建队 50 周年论文集 陈明辉 鲍振襄 孙际茂 刘纪年 等编

责任编辑:李晶 张旻玥

责任校对:代莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(027)67883511

传真:(027)67883580

E-mail: cbb@cug.edu.cn

经销:全国新华书店

http://www.cugp.cug.edu.cn

开本:880mm×1230mm 1/16

字数:1268千字 印张:40

版次:2015年9月第1版

印次:2015年9月第1次印刷

印刷:武汉市籍缘印刷厂

印数:1—2200册

ISBN 978-7-5625-3712-0

定价:480.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

《追寻地质梦——湖南省有色地质勘查局二四五队建队 50 周年论文集》

编 委 会

策 划：全 飞 高利军 王 超 杨 忠 陈明辉

主 编：陈明辉

副 主 编：鲍振襄(常务) 孙际茂 刘叙耀 刘纪年

编 委：张惠军 梁惠敏 许 艳

编写人员(按姓氏笔画为序)：

尹华锋 王永青 艾国栋 田宗平

刘升友 刘光召 刘叙耀 全 飞

孙际茂 吴 俊 邹 凯 陈明辉

陈炳金 何永森 李 力 李进有

杨洪超 杨智鹏 官鹏程 张永康

张惠军 娄亚利 高利军 梁惠敏

龚 璇 崔立峰 郭素雄 游先军

鲍珏敏 鲍振襄 廖金华 潘灿军

审 核：高利军

序

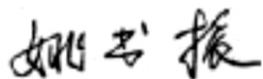
在湖南省有色地质勘查局二四五队建队 50 周年之际,其地质找矿论文集——《追寻地质梦》也即将出版。本人有幸先读为快,并受邀为其作序,颇感欣慰。该队广大地质工作者,长年奋战在环境艰苦的湘鄂川黔崇山峻岭之中,坚韧不拔、披星戴月、苦苦探索与研究长达 50 年,取得了丰硕的成果。先后发现矿种 50 多种,勘查评价了矿区 100 多个,完成地质科研项目 20 余项,提交的矿产储量和地质调查报告潜在的经济价值超过 8000 亿元。为湘西地区矿业兴起与发展奠定了坚实的基础,为区域经济社会可持续发展与科技进步做出了重大贡献。

该论文集既有已往成果,又有近期的新得,是二四五队地质工作者辛勤劳动的结晶。论文集内容丰富,由矿产资源、矿物岩石和工作交流三部分组成,共收集论文 90 余篇。涵盖了湘西地区颇具特色的钒、镍、钼、锰、铅、锌、汞、铜、铝、金、铋、钨、锡和紫砂陶土、耐火黏土等单元素和多元素共生矿床,既有对不同类型矿床的地质特征、控制因素、成矿作用及矿物标型的研究成果,又有对成矿规律和找矿方向的总结与探讨。此外,还有对相关岩矿测试新技术、新方法、新工艺的介绍和新时期老矿山深部找矿和矿产开发的探讨。更可喜的是,这些成果多已应用于找矿实践,在诸如岩头寨钒矿、渣滓溪铋矿、卡棚紫砂陶土矿及甘肃省合作市金矿等大型超大型矿床的找矿突破中发挥了十分重要的指导作用。该论文集的出版,不仅对进一步提高湘西地区成矿与找矿的水平有促进作用,而且为从事区域地质矿产勘查评价及科学研究的同仁们提供了宝贵的经验与启迪。

应该感谢湖南省有色地质勘查局及二四五队领导班子,他们尊重知识、爱护人才,鼓励一线地质工作者及时总结经验,不断探索创新。

辛勤耕耘,繁花硕果。祝愿湖南省有色地质勘查局二四五队前景璀璨,为国家地质事业和地方经济建设作出更大的贡献。

中国地质大学(武汉)



2015 年 6 月 5 日 于武汉

前 言

湘西位于云贵高原武陵腹地,人杰地灵,物华天宝。这里山势峥嵘,山水交融,孕育了这片神奇的土地和淳朴的人民,也孕育了一支平凡而卓越的地质勘探队伍——湖南省有色地质勘查局二四五队。50年来,二四五队立足湘西,放眼世界,奋战在深山密林中,风餐露宿,披荆斩棘,于平凡中见卓越,创造了非凡的业绩。

二四五队是一支专门从事固体矿产勘查、工程勘察、灾害地质、环境地质、测量绘图、化验测试等综合性的国有地勘专业队伍,拥有21个地勘行业专业资质,是一支装备精良、实力雄厚、经验丰富、能打硬仗的高素质队伍。建队50年来,二四五队人人肩负着国家地质找矿事业和振兴湘西矿业经济的历史使命,一代代的二四五队人,踏遍了湘西的千山万水,以地质“三光荣”“四特别”精神立足湘西,先后发现矿种51种,探明储量矿种21种,为国家找到超大型矿床3处,大型矿床8处,中型矿床11处,小型矿床33处,探明矿产资源储量潜在经济价值超过8000亿元,为湘西经济社会建设做出了重要贡献。曾获得“大庆式企业”荣誉称号,先后荣获国家科学技术进步二等奖,冶金工业部等部级找矿成果二等奖3次、三等奖4次,湖南省人民政府“十一五”地质找矿成果三等奖等奖项,先后被国家人力资源和社会保障部等授予“先进集体”荣誉称号,被湖南省人民政府授予“民族团结进步模范集体”荣誉称号。

湘西享有“钒海”之称,潜在资源量巨大。2010年,二四五队在10个月时间里,成功地完成了从普查到详查一步到位的全省第一个矿产资源“快速评价”试点项目——古丈县岩头寨钒矿勘查项目,探索了同类型矿床的找矿勘探方法、步骤,取得了丰硕的成果。探获五氧化二钒资源储量311万吨,这是中国西南地区发现和勘查出的最大规模的钒矿床,湘西“钒海”声名大振。

保靖县卡棚紫砂陶土矿为二四五队查明的特大型矿床,资源量达3.2亿吨。由于陶土质量上乘,烧制收缩性小、强度高、耐酸性好,使保靖县成为中国著名的紫砂陶土之乡和全国最大的包装陶瓷容器生产县,湘西著名的“酒鬼酒”美轮美奂的陶制酒瓶就源于此。

泸溪县李家田铝土矿的发现,改变了湖南省没有铝土矿的历史,探获铝土矿储量512万吨。这一业绩已载入了《中国矿床》(湖南卷)。

湘西雪峰山弧形构造带是一条大型韧性变形带,也是一条大型金锑钨成矿带,湖南80%金矿床(点)分布于该构造带,构成了湖南最重要的黄金生产基地。二四五队自20世纪60年代以来,就活跃在该地区进行找矿勘查,发现和勘查出了一大批具有重要经济价值的金锑钨矿床。

安化县渣滓溪锑矿是1906年即被发现并开采的百年老矿。20世纪70年代中期,二四五队在该矿处于资源危机时,通过矿点踏勘,认为该矿床控矿断裂构造发育,矿脉众多,成组分布,矿山开采深度浅,深部有一个很大的找矿空间。通过深部勘查,探明锑金属储量11.62万吨,使一个无名的“小矿”一跃成为湘西地区著名的大型锑矿,加上后续接替资源勘查新增资源量及预测资源量达60万吨,将其打造成为湖南“新锑都”。

安化县大溶溪白钨矿,是20世纪70年代通过重砂普查和地表追索发现的矿点,前景不明。二四五队在80年代初期,运用“层控矿床”理念,沿含矿地层追索,发现成矿具有稳定的层位和部位,沿走向延伸1000余米,沿倾向有一定的延深,经勘查探获三氧化钨资源量5万吨,系湖南大型层控砂卡岩型白钨矿床。

溆浦县龙王江金矿早在清朝时就已作为锑矿开采,一直未发现金。20世纪70年代以来,二四五队根据该矿区成矿地质条件分析,运用“锑中找金”的新思路发现了金矿,并相继发现了该地区毗邻的江溪垌金锑矿、江东湾锑金矿和白竹坪砷金矿,是雪峰山金锑钨成矿带锑砷金矿床新类型,为地方经济建

设作出了贡献。

近年来,在干燥缺氧的甘肃省甘南高原,二四五队与湖南辰州矿业股份有限公司合作,开展甘肃省合作市金矿详查,在前人工作的基础上,确定了新的找矿思路,制定了新的方法,大胆地使用深部工程,实现了找矿的重大突破,探获金资源量 53 吨,预测资源量超过 100 吨,为少数民族地区的经济建设作出了贡献。

为了打造新的地勘经济增长点,走出湖南,走向西部,走出国门,二四五队地质人从 2013 年起就在非洲的赞比亚、南美洲的巴西等国进行了找矿靶区的优选及评价工作,取得了海外工作经验,搭建了平台,为二四五队下一步在新常态下的国外地质勘查工作奠定了坚实的基础。

在这些辉煌的业绩背后,凝聚着二四五队一代代地质工作者不懈的努力和地质情结。二四五队自 1965 年建队以来,几代地质工作者在湘西这片热土上守得住清贫、耐得住寂寞,兢兢业业、拼搏进取,为湘西赢得了“钒海”“陶都”“新铋都”等美誉。

地质找矿工作是一项探索性很强、风险很大的技术工作,为了提高找矿效果、降低勘查风险,加强综合研究工作是必不可少的。二四五队在 20 世纪末,成立了“湘西矿产资源综合研究发展中心”,该中心历经十余年的科学调研,总结出了湘西地区钒、铅、锌、金、铋、钨矿等优势矿产资源控矿因素及成矿规律,已运用于找矿实践,并取得了预期的找矿效果和重要突破。诸如岩头寨钒矿由“矿点”到“大型、超大型矿床”的巨变;突破找矿“禁区”艰难跨越,开创先河的保靖下溪铅锌矿的新发现;渣滓溪铋矿深部找矿潜力巨大的预见;龙王江金矿超深矿柱的探查;濒临关闭的符竹溪金矿找到了延深矿体等;无不渗透着二四五队地质研究人员的心血。

50 年来,二四五队立志献身祖国地质事业的一代代地质工作者,无论是挥汗如雨的夏日,还是寒气逼人的冬天,呕心沥血,孜孜不倦,自讨“苦”吃,乐此不疲,先后撰写了一系列的学术论文,这是二四五队地质人在地质找矿勘探工作实践与科学研究中取得的丰硕成果。在二四五队建队 50 周年之际,精选部分已公开发表的论文集出版《追寻地质梦——湖南省有色地质勘查局二四五队建队 50 周年论文集》(以下简称《追寻地质梦》)。

论文集以湘西地区特有优势矿产资源的典型矿床为研究对象,通过地质分析、研究,综合利用多元信息,采取就矿找矿的方法,对沉积(成岩)成矿作用、变质(区域变质、动力变质、热接触变质)成矿作用、浅成中—低温热液成矿作用、岩浆热液成矿作用及其成矿机制进行了探讨和研究,对揭示有关矿床成矿规律、找矿标志、找矿方向,指导湘西地区及类似地区找矿勘探具有重要的意义。

《追寻地质梦》的出版,是二四五队建队 50 年的精品工程,它全面、多方位地展示了湘西地区丰富的矿产资源及其广阔的开发应用前景,也将为外界认识湘西、解读湘西、走进湘西开辟一个新的窗口,扩大湘西矿产资源的知名度和影响力。

《追寻地质梦》的出版得到了湖南省有色地质勘查局领导的关注和重视。感谢湖南辰州矿业股份有限公司的支持,感谢中国地质大学(武汉)博士生导师、原副校长姚书振教授在百忙之中为本书作序,感谢国务院特殊津贴获得者、湖南著名画家徐锋先生为本书设计封面,中国地质大学出版社刘桂涛老师审阅了全书,责任编辑对本书进行了编辑加工,在此一并表示感谢!

《追寻地质梦》是二四五队地质工作者向湖南省有色地质勘查局二四五队建队 50 周年的一份献礼。

由于收录论文时间仓促和篇幅有限,许多二四五队地质工作者所发表的论文未能全部录入,仅为部分代表之作。论文错误和漏录之处敬请谅解。

湖南省有色地质勘查局二四五队队长



2015 年 6 月 5 日

目 录

第一部分 矿产资源

上扬子台区下寒武统黑色岩系中的钒矿床	3
湖南省寒武系黑色岩系页岩型钒矿概论	9
湘西北钒矿床地质特征及其成因	21
湘西北岩头寨钒矿成矿地质特征及成因	27
湘西北地区镍钼钒多金属矿床及金银矿化的地质特征与成矿条件	40
湘西北镍钼矿床成矿特征与成因	51
湘西北黑色岩系中的镍钼矿床及其贵金属矿化特征	58
湖南西北部黑色岩系中的贵金属矿化	67
湘西北野竹坪锰矿地质特征及成矿作用探讨	75
湘西北地区锰钴矿床新类型	80
湘西北石煤地质及煤质特征	84
湘西李家田铝土矿床成矿控制因素及成因	90
湖南西部古红层铜矿类型、特征及成矿作用分析	96
妙溪铜矿成矿特征及深边部找矿	104
浦市铜矿地质特征及成矿地质条件初探	112
湘西黔东汞矿带两类不同矿体的产状特征	120
试论湘西汞铅锌矿床地质特征及其成矿作用	125
湘西黔东汞铅锌矿床的成矿作用与形成机理	133
新晃汞矿的控矿构造、成矿规律及变化趋向	143
湖南凤凰县猴子坪汞矿床地质特征及辰砂晶体的观赏价值	148
新晃县高寨-甘溪晒-锌矿地质特征及找矿意义	153
湖南渔塘铅锌矿集中区地质特征及成矿问题讨论	157
湘西龙山铅锌矿带地质地球化学及其找矿前景	169
龙山铅锌矿床成因初探	179
湘西北岩溶菱锌矿床地质特征	182
凤凰桐木洞铅锌矿区域构造分析及找矿方向探讨	187

湖南共生与伴生金的赋存状态及分布规律	191
湖南的共生与伴生金矿床类型、特征及分布规律与成因	201
湖南共生金矿床及其成矿规律	209
湖南前寒武系金矿特征及成矿规律	218
湖南西部金矿床类型与成矿规律探讨	228
湘西南金矿成矿规律与成矿预测	235
湘西钨铋砷金矿床中金的成矿地质特征与找矿标志	241
湘西钨铋金矿床成矿的特征性地质标志	248
湘西浅变质岩系中钨铋金矿床成矿系列	255
湖南前寒武系铋金矿床成矿的独特性	261
湖南前寒武纪地层中长英质脉岩与金成矿关系	267
湘西钨铋金矿床成矿系列及其稳定同位素研究	274
湘中白马山-龙山-醴陵铋金矿带矿床地质特征、成矿作用及成因	280
元古宇金-铋-砷矿床(化)类型	286
溆浦县龙王江铋金矿带地质特征	290
湖南龙王江铋砷金矿田地质特征及控矿因素	297
龙王江铋砷金矿带地质地球化学	303
湘西沃溪钨铋金矿床地质地球化学特征	308
湘西沃溪钨铋金矿床成矿的独特性	317
湘西符竹溪金矿地质特征及成矿作用分析	322
湖南省洪江市断坑金矿地质特征及矿床成因	331
溆浦陶金坪金矿地质特征及资源远景初探	340
岩坝桥岩体外接触带破碎带蚀变岩型金矿地质特征及其相关问题探讨	343
桃江半边山含金斑岩特征及其相关问题探讨	347
湖南西部层控铋矿床	352
介绍一个辉铋矿床中的柱状矿化富集段	363
渣滓溪铋矿带地质特征及成矿条件探讨	369
渣滓溪铋矿带地质特征及控矿因素与找矿	376
渣滓溪大型铋矿的控矿构造与成矿作用	382
湖南省安化县同心铋矿床地质特征及成矿机制初探	391
层控白钨矿床新层位及其地质特征	399
湘西层控白钨矿床地质特征及其成矿作用	403
湘西层控白钨矿床的产状特征、成矿作用与找矿标志	411
湘西前寒武纪白钨矿床成矿特征及控矿因素	417
湖南安化大溶溪白钨矿床成矿特征及富集条件	423
大溶溪层控矽卡岩型白钨矿床之成矿与控矿因素	429

安化县易家湾钨矿地质	436
辰山岩体周边白钨矿床地质与找矿前景	439
安化渣滓溪层控型白钨矿床成因雏议	450
渣滓溪铋矿床中白钨矿的产出特征及找矿意义	453
溆浦县栏桥—景江砂锡矿床地质特征	461
郴县铜金岭含锡石铁帽研究	464

第二部分 矿物岩石

酒店塘汞矿床的硒汞矿及其地质特征	471
湘西—黔东汞矿带硒的赋存特征	473
湘西北龙山铅锌矿带沉积相及成矿作用	479
泥潭冲金矿床中毒砂标型特征及金的赋存状态	488
湘西钨铋砷金矿床毒砂含金性的研究	494
湘西钨铋砷金矿床黄铁矿和毒砂含金性的研究	499
江南古岛弧带金矿床中黄铁矿—毒砂—辉铋矿含金性研究	505
金矿床中毒砂标型特征及金的赋存状态	513
金矿床中黄铁矿—毒砂—辉铋矿标型及金的赋存状态	524
试论通道长界基性—超基性岩岩相及矿化特征	532
湘西北万岩钠质基性岩岩相特征及其找矿研究意义	539

第三部分 工作交流

湘西州“十五”时期矿产加工业发展战略研究	547
湘西州矿产资源现状及找矿方向	557
湖南江溪垄金铋矿床地质地球化学特征及开发应用	562
湘西卡棚紫砂陶土矿地质特征及开发应用	567
石煤钒矿提取五氧化二钒工艺研究与工业实践	571
锰矿中二氧化锰的快速测定	576
酸溶快速重量法测定重晶石中硫酸钡含量	579
淘金坪金矿发现的启示	582
灰硒汞矿的发现及其找矿意义	586
半边山含金斑岩体的发现及其地质意义	590
渣滓溪铋矿构造地球化学特征及其找矿意义	595
湘西龙王江铋金矿地质特征及水系沉积物异常找矿	600
渣滓溪铋矿床相关成矿问题的再认识与新思考	605
湖南西部钨铋金矿床成矿规律及找矿应用	610
就矿找矿是实现老矿山探矿增储和发现新矿床的有效途径	619

第一 部分 矿产 资源

上扬子台区下寒武统黑色岩系中的钒矿床

鲍振襄,万溶江,鲍珏敏

(湖南省有色地质勘查局二四五队,湖南 吉首 416007)

摘要:我国南部早寒武世黑色岩系中,蕴藏着丰富的金属和非金属矿产,而位于扬子地台东南缘的钒矿尤其令人瞩目。本文以湘西为例,剖析该类钒矿地质特征和成矿规律。矿床产于下寒武统黑色岩系底部的碳质页岩、硅质岩及黑色页岩组合中。矿层呈层状、似层状,产状稳定,埋藏浅,储量大。矿石主要由水云母(伊利石)和石英组成,含有机质及藻类化石。成矿受地层、岩性、古构造和古地理条件控制。矿床具有微生物成矿与海底热水沉积双重特征,成因应属生物地球化学沉积矿床范畴。

关键词:钒矿;地质特征;控矿因素;湘西

我国南部下寒武统黑色岩系广泛分布于云南、贵州、四川、湖南、湖北、江西、浙江、广东以及广西等省、区,系一套含有机质(3%~13%)的硅、泥质岩石。包括碳质页岩、白云质碳质页岩、含磷结核碳质页岩和硅质岩、碳泥质硅质岩、硅碳质页岩及磷块岩等。形成于震旦纪晚期—早寒武世构造拉张背景下的深水斜坡^[1,2],长期处于被动大陆边缘,特别是在扬子区及其两侧深水斜坡发育。研究表明,早寒武世荷塘期是我国成矿作用的一个重要时期,目前已发现大型或超大型的矿床有磷矿、重晶石矿、石煤矿、钒矿等,此外尚有镍、钼、铜、铀、硒、金、银、稀土以及铂族元素(PGE)等数十种中小型矿床、矿点、矿化点,均产于黑色岩系中,且主要位于古大陆边缘斜坡和上扬子台地上。其中石煤矿、钒矿、镍钼多元素矿更是集中分布于此类地区(图1),具有独特的形成过程。因此,进一步开展黑色岩系含金属页岩的找矿研究大有作为。本文以湘西为例,探讨黑色岩系中的钒矿床成矿特征及其分布规律,对华南地区相应层位钒矿勘查开发必有帮助。

1 区域地质背景

本区位于扬子准地台东南缘的上扬子台褶带与江南地轴结合部位之深大断裂带上或其附近。区域构造、地层、岩相呈NNE向带状分布,主要受保(靖)—铜(仁)深大断裂控制。地史上,本区在早寒武世早期为继承性的陆内裂谷盆地。由于断裂作用,使盆地边坡变得较陡,形成构造斜坡,为钒矿沉积创造了有利条件。钒矿床就是在台地东部边缘断陷盆地北西侧的深断裂带边缘成矿。

区域出露地层有晚前寒武系、寒武系及奥陶系等。早寒武世地层分区属于武陵山过渡区^[1]。该区西北和东南两小区的地层存在差异:东南小区碳泥质成分较高,生物较繁盛,岩性、生物群以具有江南型的特征;而西北小区则白云质较高,岩性、生物群具有扬子区的特征。区内钒矿床分布于东南小区的富含碳质成分的地层中,即凤凰—吉首—常德一线西北陆棚相区以及陆棚边缘相区之远硅质

文章来源:《云南地质》,2002年第2期。

作者简介:鲍振襄(1933—),男,湖北襄阳人,高级工程师,从事金属矿床找矿勘探、综合研究。

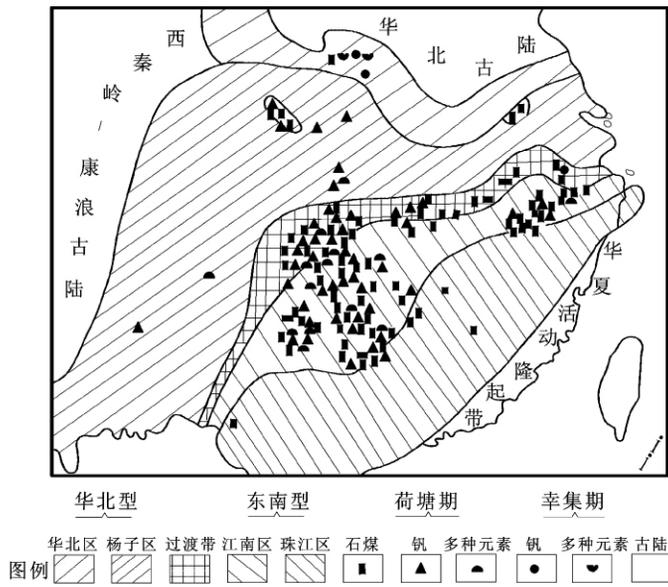


图 1 华南寒武纪石煤、钒、多种元素矿床分布及生物地理分区示意图(据卢衍豪,1979)

建造中。

区域构造:主要为 NE 向古丈复背斜褶皱,轴部地层为新元古界板溪群浅变质硅铝质岩系,两翼地层不对称,局部被白垩系超覆。钒矿床分布在古丈复背斜西翼,沿下寒武统黑色岩系作 NE 向带状分布(图 2),其次见于东南侧的凤凰木江坪-水田背斜和长溪、田湾背斜构造的北西翼等。

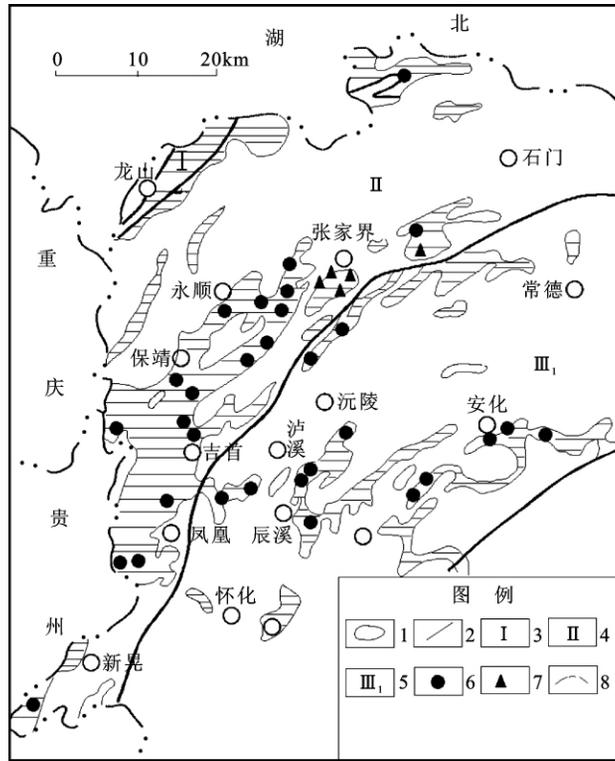


图 2 湖南西部下寒武统露头、分区及钒矿分布图

1. 露头分布区;2. 地层分区界线;3. 湘西北区;4. 武陵山分布区;5. 湘中区雪峰山小区;6. 钒矿床;7. 镍矿床;8. 省界

区内岩浆活动微弱,仅在古丈—龙鼻嘴一带相当于下震旦统江口组见有橄榄玄武岩、辉绿岩及橄

榄辉石岩体(床),从构造位置和岩石化学成分判断,代表了弧后盆地火山活动的产物。此外,在凤凰水田木昌组底部见有火山凝灰岩(出露厚度仅0.12~0.3m),夹于结核状磷块岩与黑色页岩之间,表明当结核状磷块岩沉积后,该区曾有火山喷发活动。

2 矿床地质

2.1 含矿岩系岩性组合

湘西钒矿床主要赋存于下寒武统木昌组黑色岩系底部一套厚度不大(7~25m)、富含有机质的硅泥质岩石中,为薄层碳质页岩(或含硅质磷结核)夹薄层硅质岩(或呈互层)→碳质页岩→黑色页岩;下伏地层为上震旦统留茶坡组黑色硅质岩,二者呈整合接触关系。现以研究程度较高的凤凰长坪钒矿床为例^[2],自上而下分层。

下寒武统木昌组

- | | |
|---|----------|
| (6) 黑色页岩,碳质含量明显减少,含 V_2O_5 0.2%~0.5% | 15m |
| (5) 黑色碳质页岩,局部含粉砂质条带。含 V_2O_5 0.5%~0.6%,该层固定碳含量高,发热量为 3600kJ/kg ^[3] | 4~6m |
| (4) 含硅质磷结核的黑色薄层页岩,俗称磷结核层。含 V_2O_5 0.6%~1.0% | 0.5~1.5m |
| (3) 黑色碳质页岩夹薄层硅质岩。其间往往夹有 0.02m 厚的火山凝灰质砂岩,偶见磷结构分布,含 V_2O_5 1.0%~1.5% | 3~5m |
| (2) 黑色碳质页岩与薄层硅质岩互层,偶夹硅质磷结核。含 V_2O_5 1.0%~2.0% | 3~6m |
| (1) 深灰色薄层硅质岩夹黑色碳质页岩。含 V_2O_5 0.2%~0.5% | 0.5~2m |

2.2 矿层形态

钒矿床呈缓倾斜层状、似层状产出(图3),与围岩产状一致,二者无明显界线。多数矿床为1层矿,也有2层或多层矿者。相邻矿层在地层-岩石柱状剖面上可以对比(图4)。具有沉积矿床的地质特征,矿层产状稳定,形态简单,且基本上没有受到后期构造破坏。单个矿床含矿岩系出露长 3000~7000m,矿层长 450~1500m,最长 2100~2800m,已控制倾斜延深达 600m 以上。矿层平均厚度 1.63~7.50m,最厚 11.98m,平均含 V_2O_5 0.99%~1.50%,最高 1.79%。

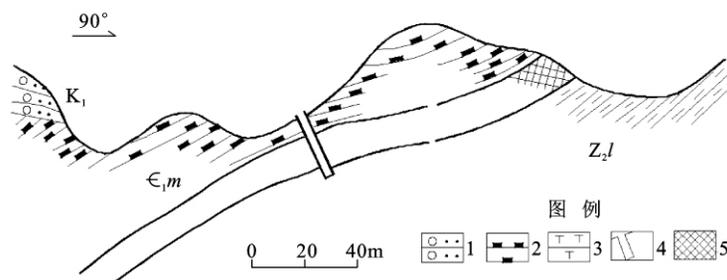


图3 凤凰长坪钒矿地质剖面图(据湖南省地质四〇五队,1988)

K_1 . 下白垩统; ϵ_{1m} . 木昌组; Z_2l . 留茶坡组

1. 矿砾岩; 2. 碳质页岩; 3. 硅质岩; 4. 探矿工程; 5. 矿层

2.3 矿石特征

2.3.1 矿物成分

经高倍显微镜鉴定和差热分析,有用矿物主要为含钒水云母(即含钒伊利石),占总量的 60%~80%,

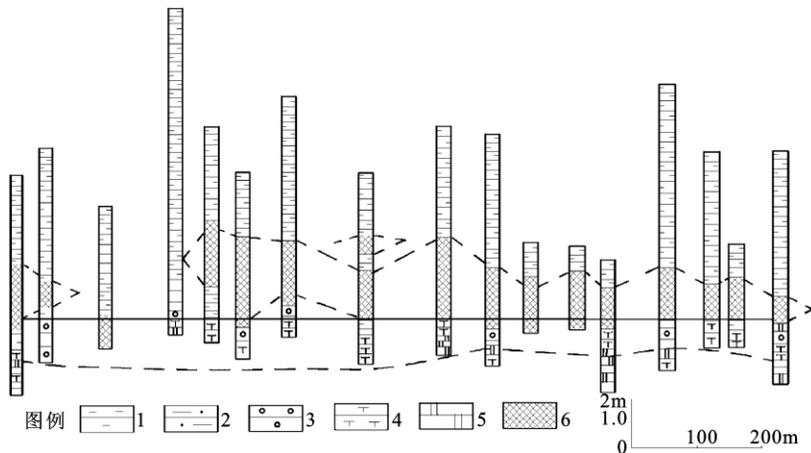


图 4 永顺中山坪下寒武统木昌组钒矿层柱状对比图

1. 黑色页岩; 2. 含磷结核黑色页岩; 3. 含磷结核硅质岩; 4. 硅质岩; 5. 白云岩; 6. 钒矿层

含量依不同矿石类型而定。其次为有机碳(可见沥青质), 占总量的 10%。石英占总量的 3%~5%, 此外还见有极少量的磷灰石、白云石、方解石、黄铁矿等。含钒硅质岩中的矿物成分主要是石英和玉髓, 占 85%~87%, 碳泥质占 10%, 含钒水云母占 2%~3%, 另含极少量的高岭石及微量磷灰石、黄铁矿等。

含钒水云母呈鳞片状, 具珍珠光泽, 低—中正突起, 近于平行消光, 且有光性定向现象。石英颗粒细小, 多为陆源石英砂屑。有机碳多呈丝状、线状、片状, 顺层理充填于水云母间, 或污染其他矿物。

2.3.2 化学成分

主要成分: SiO_2 (75.62%~75.98%), Al_2O_3 (6.59%~6.96%), 有机质总量 C_{org} (8.24%~10%); 其次为 TFe (1.71%~1.96%), P_2O_5 (0.27%~1.23%), CaO (0.54%~1.51%), K_2O (0.44%~0.65%) 等, 其他挥发组分有 As (0.003%), Sb (0.005%), Hg (0.003%) 等。值得注意的是, 矿石中 Se 的含量较高, 0.0014%~0.039%, 平均 0.0019%~0.018%; Ag 含量为 5×10^{-6} ~ 16.25×10^{-6} 。Se、Ag 在矿石中的赋存状态未做专门研究, 根据矿石中矿物成分特征, 其富集可能主要与黄铁矿有关, 其次分散在黏土矿物中。

2.3.3 矿石类型

依据矿物成分及结构构造, 可将矿石划分为 3 类: ①硅质板状钒矿石, 由板状页岩夹板状硅质岩和粉砂质页岩组成, 含大量藻化石; ②碳泥质页片状钒矿石, 由碳泥质页岩组成, 含大量藻化石和沥青质, 此两类矿石均为重要的矿石类型, 约占总量的 80% 以上; ③含磷结核钒矿石, 由大量球粒状磷结核和薄片状碳泥质页岩组成, 也含大量藻化石和沥青质团块, 主要分布于矿层上部。经测定, 上述矿石发热量为 3481~4605 kJ/kg。

此外, 部分矿床还见有风化淋滤钒矿石。风化淋滤带很浅, 一般为 0.1~1.0m, 最深 2m。矿石含量 1.2%~1.6%, 较未风化矿石品位稍有增高, 其发热量为 1005~2093 kJ/kg。

2.4 钒的赋存状态

大量的化学分析结果表明: 钒主要存在于碳质页岩中。如古丈排口钒矿床, 在平均含 V_2O_5 1.16% 的矿石里(碳质页岩与薄层硅质岩之比约为 1.62 : 1), 碳质页岩含 V_2O_5 1.504%。硅质岩含 V_2O_5 0.36%, 表明钒主要赋存于黏土岩石中。经对提纯的黏土矿物作 X 射线粉晶分析和差热分析, 确定含钒黏土矿物为含钒伊利石(即含钒水云母)。而且, 矿石中 V_2O_5 与 Al_2O_3 、 K_2O 成正相关关系, 揭示钒可能是以类质同象混入物存在于水云母中。这与产于扬子区外缘鄂西北同层位的钒矿石特征相一致; 后

者经 X 射线衍射分析结果,计算伊利石中钒的配分约占 80%;差热分析结果,表明钒在伊利石晶格中以 V^{3+} 或 V^{4+} 置换八面体层中的 Al^{3+} 形式存在^[4]。所以,伊利石是黑色岩系中钒矿床提取钒的主导矿物。

3 成矿机制与矿床成因

从上述成矿地质特征可以看出:湘西下寒武统木昌组黑色岩系控制着区域钒矿床的分布,表明木昌组地层是钒矿床形成的基本条件。早寒武世早期广海陆棚、陆坡的强还原滞流及海盆缓慢沉降环境,则是钒矿床发生沉积成矿作用的古地理环境和古构造条件。黑色岩系中特定的含碳、磷、硅的岩性组合序列是钒矿床形成的必须具备的岩相条件,其厚度越大,岩性序列发育越完整,所形成的矿床规模相应越大。

本区钒矿床在空间上与石煤共存,且与含磷结核层共生^[3]。石煤是多菌藻、海绵等遗骸构成的腐泥,在不断缓慢沉降的构造条件下,逐渐堆积和进一步转化而成。湘西地区石煤及碳质页岩中的藻类除蓝藻外,几乎主要由褐藻组成^[5]。这种以褐藻为主要有机物质来源的石煤及碳质页岩,有机形态分子指示较深水环境,亦可包含较浅水(数米至 30m)环境中生活的蓝藻。由此,可以推测其形成深度和地理范围极为广泛;与之对应,湘西地区石煤分布区域内的钒矿床甚是广泛。石煤富含钒,在可溶的有机质中 V_2O_5 含量达 22.59%~27.74%,比原样品的 V_2O_5 含量提高近 10 倍,其中大部分与脂类化合物组合,且钒的含量随绿色素增高而增高^[6]。这是石煤生物成因的标志。

区内钒矿的成矿期,正是早寒武世“成磷期”。丰富的磷质表明,当时气候温暖,水体剪养度高,有大量低等生物出现,磷结核中有时见大量二射硅质海绵骨针便是佐证。生物活动对磷质的富集起着至关重要的作用,而生物参与成磷作用的本身就是有机过程的反映。在强还原滞流的海盆环境中生成的磷酸盐对钒起着吸附(富集)作用。由磷结核中的主要矿物为胶磷矿推测,它是在相对稳定、较深水环境中形成。因此,与之相关的钒矿生成深度及广度亦应较大。这对上述石煤及含磷层(结核)的形成起到了重要的作用,成为有机成因(成矿)的标志。

综上所述,湘西黑色岩系中钒的富集与有机质、菌藻类生物及磷质的关系极其密切。在地质演化过程中,有机质经历了细菌降解、转化,并与黏土矿物结合而成为主要含钒矿物。如长坪钒矿床矿石中含有丰富的有机质(沥青,10%左右)和碳质叶绿素($1.16 \times 10^{-6} \sim 2.85 \times 10^{-6}$),特别是烷类、三萜类是细菌和陆缘有机质的有价值的生物标志化合物,其中干酪根代表了黑色页岩中的主要有机成分。矿层中发现大量的藻类生物(或称微生物藻席)也证明了有机碳属生物成因,钒与生物密切相关。P-U-V-Mo-Corg 元素组合的显著相关特征表明,钒与生物地球化学富集作用有直接关系。上述与钒共生的石煤及磷结核的形成也充分说明了这一点。

湘西黑色岩系中还出现硅质岩或硅质岩夹层,可能是同生沉积阶段硅质有序化作用的结果。 SiO_2 可能具有多源性,包括陆源、热水来源甚至还可能有火山来源^[7]。但含钒岩石则以富含菌藻类的含钒碳质页岩为主,硅质岩中钒的含量并不高。

可以认为,原始沉积盆地形成于被动大陆边缘的相对稳定时期,是一种富含微生物强还原、滞流特征的沉积环境,这种环境使嗜热细菌大量繁殖与聚集,微生物群又起了吸取、吸附、聚集、还原成矿元素的作用。以海底热水交换作用为媒介,加上广海盆地(陆棚及陆坡)沉积环境和大量有机碳与硫酸盐的产出,伴随同生断裂的发生与发展,在裂隙作用下形成的次级同生盆地和热液通道,为后续的钒矿沉积创造了极其有利的成矿条件。

湘西下寒武统木昌组黑色岩系中的钒矿床,受地层、岩性、有机质、古构造和古地理条件控制,在有机质(生物化学)参与下发生成矿作用^[8]。矿床具有微生物成矿与海底热水沉积的双重特征,属于生物地球化学沉积矿床范畴。