

# 西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带地质

西藏地质矿产局第一地质大队

唐仁鲤 罗怀松 等著

地质出版社

·北京·

(京)新登字 085 号

ISBN 7-116-01836-0



9 787116 018365 >

## 内 容 简 介

西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带是我国迄今已发现的最大的斑岩铜(钼)矿带。本书在占有丰富的第一手资料的基础上对玉龙矿带的区域地质背景、区域地球物理-地球化学特征、含矿斑岩的岩石学、矿物学、岩石化学、蚀变岩石学、矿化分类、玉龙等典型矿床的地质特征以及流体包裹体特征等进行了详尽的描述;对当今斑岩铜矿床的许多前沿问题,如斑岩的源岩部分熔融、岩浆多次侵位、岩浆热液演化过程、含矿斑岩与非含矿斑岩的差异等进行了广泛的探讨;并将玉龙矿带的斑岩铜矿床与世界斑岩铜矿床进行了对比,阐述了它们之间的共性及玉龙矿床的特性。

本书对从事矿床特别是斑岩铜矿床研究和勘查的地质工作者具有重要参考价值。

## 图书在版编目(CIP)数据

西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带地质/唐仁鲤等著. —北京:地质出版社,1995.6

ISBN 7-116-01836-0

I. 西… II. 唐… III. ①铜矿床-斑岩矿床-地质构造-研究-中国-西藏②钼矿床-斑岩矿床-地质构造-研究-中国-西藏 IV. ①P618.410.2②P618.650.

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 00171 号

## 地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:谭惠静 余 卉

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:22.25 插页:2页 铜版图:20页 字数:520000

1995年6月北京第一版·1995年6月北京第一次印制

印数:1—1000册 定价:35.00元

ISBN 7-116-01836-0

P·1447

# 序

西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带位于金沙江与澜沧江之间,是我国迄今已发现的最大的斑岩铜(钼)矿带。自60年代由牧民报矿而发现玉龙斑岩铜(钼)矿床开始,之后又先后发现和评价了马拉松多、多霞松多、扎拉尕、莽总等大型斑岩铜(钼)矿床以及夏日多、色礼、吉措、马牧普等矿点,使北至昌都南达芒康地带成为一个很有开发前景的矿带。本专著是作者在多年艰辛的野外地质工作的基础上,经过较深入的实验研究和总结归纳,并汇集了众多研究者的资料编写而成的。

这本专著的特色之一是在占有丰富的第一手地质资料的基础上,对矿带的赋矿地层,区域构造,岩浆活动,含矿斑岩的岩类学、矿物学、岩石化学、蚀变岩石学,矿床学,矿石学,流体包裹体,稳定同位素等进行了详尽的叙述;特色之二是对当今斑岩铜矿床许多敏感的前沿问题进行了广泛的探讨,其中包括斑岩的源岩、部分熔融、岩浆多次侵位、岩浆-热液演化过程、含矿斑岩与非含矿斑岩的对比、含矿斑岩与金云母地幔岩的关系等诸多问题;特色之三是不仅阐明了玉龙矿带斑岩铜矿床与世界斑岩铜矿床的许多共性,同时还阐明了玉龙矿带的许多特性,例如提出了玉龙斑岩铜矿床是细脉浸染型、斑岩-岩溶型、斑岩-矽卡岩型三重矿化的聚合,尤其强调了多次成矿作用的重要意义等。

本专著数据可靠、资料翔实、内容丰富、分析合理、见解新颖,我相信它的出版定会引起广大地学工作者的浓厚兴趣。

宋叔和

1993年12月21日

# 前 言

西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带,位于中国西南部的西藏自治区东部,沿金沙江和澜沧江的分水岭地带展布,由北而南纵贯昌都、江达、察雅、贡觉和芒康五县,南北长近 400km,东西宽达 30—70km,面积近 1.8 万 km<sup>2</sup>。矿带地处全球性的特提斯-喜马拉雅斑岩铜(钼)矿带的东部端缘,在区域构造上受劳亚大陆和冈瓦纳大陆之间的中间地块,即羌塘—昌都微陆块(亦称三江印支褶皱系)的控制,位于该陆块东部隆起区边缘的深大断裂带之间。矿带由特大型的玉龙斑岩铜(钼)矿床(照片 1、2)、大型的马拉松多和多霞松多斑岩铜(钼)矿床、中型的扎那杂和莽总斑岩铜(钼)矿床(照片 5、6)以及若干未经详查的斑岩铜(钼)矿(化)点和近百个燕山期至喜马拉雅期的中酸性斑岩体组成。带内已探明铜金属储量(包括极少数地质储量)达 1000 万吨以上。其中的玉龙矿床储量最大,为我国和亚洲同类矿床之首,在世界上也是屈指可数的特大型斑岩铜矿床之一。其矿床地质特征可与世界上典型的斑岩铜(钼)矿床相类比。

“玉龙”二字是藏语的译音,“玉”是来自汉语的外来语,狭义上指玉石,这里指孔雀石,“龙”是山沟,“玉龙”可译作“孔雀石沟”。据传在清朝末期,驻藏大臣兼川滇边务大臣赵尔丰部曾在玉龙采矿。这里不论传说之真伪,然玉龙矿区东侧存留的古采矿遗址和在 1971 年勘查时于古采坑中发现的古采矿铁锤,可作为古人开采之证据。遗址位于以孔雀石为主,且富含铅和银的氧化富铜矿层中,推测其采冶的矿种有铅和银等。

玉龙矿床是 1966 年 11 月由地质部西藏第一地质大队何大江、巴旺等人踏勘检查群众报矿线索而发现的。当时因工作时间极短,见到多处高耸成山的铁帽,初定为接触交代型铁矿(含铜),认为值得进一步工作。1967 年,付星宝、马振清等人对该矿作矿点检查评价,发现铁矿中铜含量较高而定为以铜、铁为主的矽卡岩型多金属矿,再次作了肯定评价。1971 年,一大队林国方(矿区负责人)和主要地质人员付星宝、刘肇模、罗雪冰、王治安等在各工种配合下对玉龙矿床正式开展普查评价,钻探揭示铜铁矿体中铜的工业价值远大于铁,并发现斑岩体中有铜、钼矿化,钻孔中的斑岩脉含铜达工业品位。这一发现不仅展现出了矿床的工业前景,还促使地质人员在年度地质报告中提出了“玉龙铜铁矿床可能是铜铁型矽卡岩矿床和细脉浸染型铜钼矿床的复合矿床”的看法。当时,对斑岩型矿床的认识尚不肯定,仅为周宜吉、张明亮等少数人的看法,其主导认识仍为“主要矿体是产在侵入岩与灰岩接触带上,其形态明显受接触带控制”,然而“复合矿床”这一认识,在对玉龙矿床类型的探索上起了促进作用。1972 年,潘学强、陈福忠主持一大队技术工作,玉龙矿区技术负责唐仁鲤等人,重新分析了前人丰富的普查资料,学习对比了国内外有关斑岩和矽卡岩型矿床的论著,并在对矿区的蚀变和矿化等重要地质现象作了进一步的细致观察和研究后,得出了如下关键性认识:该矿床总体属斑岩型,围岩中矿体是矿床的一部分,接触带矿体呈似层状产出,块状富矿分布于不同岩性层间,其下部为细脉浸染状矿体。并在此认识指导下,把原工作重心(接触带矽卡岩型铜铁矿)调整到斑岩型铜矿上。1972 年至 1976 年,在李东生任西藏地质局局长期间,韩

庆华、谭春初等主持一大队工作，陈福忠任大队技术负责，唐仁鲤任矿区技术负责，通过地质（任迪昌、杨善清、周宜吉、李建成、罗雪冰等）、物化探（杜光树、李云清等）、水文（五代昌等）、岩矿测试鉴定（朱福昌、杜心范等）和钻探（陈德福等）等配合下的详查评价，以及综合研究和有关科学研究（宁奇生、李永森、程敦模等），证实玉龙矿床属典型的斑岩铜（钼）矿床。玉龙斑岩铜（钼）矿床的发现以及认识上的逐步前进与突破和评价经验的取得，为尔后玉龙斑岩铜（钼）矿带的建立奠定了基础。

1971年，地质人员在上山打猎和采雪莲花时，于莽总一带发现了铜矿化，可地表的铜以及伴生的铁、硫、铅等含量均很低，当时称之为“四不像”矿。1972—1973年，在该地带作了有地面物探磁法和电法相配合的地质踏勘检查，发现了磁异常、斑岩岩枝、爆破角砾岩等，并作出需要进一步评价的建议。1974—1976年，技术负责王永坤等人对莽总展开了有物化探等多种找矿手段相结合的初步普查评价。由于借鉴了玉龙的评价经验，不仅评价了莽总中型斑岩铜（钼）矿床，同时从莽总不存在接触带矿体的差别中更进一步地充实了带内斑岩型矿床的成矿特征和找矿标志。比如，所谓“四不像”原来是本矿带斑岩铜（钼）矿在地表的一种重要找矿标志，人们称之为“火烧皮”等。这一成果促进了矿带的找矿评价工作。

1973—1983年，一大队先后由韩庆华、谭春初、摆玉贵主持工作，林国方（副大队长）负责生产业务，陈福忠、丹增诺布、张明亮、旺秋等主持技术工作。此期间，大队据玉龙矿床的成矿规律和成功的工作经验，确定了扩大矿区远景的区域找矿方向，按照“由点到面，点面结合”的找矿方针，在重点解剖玉龙等矿床（点）的同时，派出了付星宝、唐昌韩为组长的普查组，在区域上开展以找寻斑岩铜矿为主要目的的1:20万和1:5万路线地质填图，在此过程中发现了众多的中酸性斑岩体和数个斑岩铜（钼）矿（化）点。

1974年，该普查组的任保林、何允中在多霞松多附近的支沟河床中，发现了含矿斑岩砾石和含金镜铁矿石英脉。后经三分队普查组向剥蚀区追索，并应用围岩蚀变、铜矿化和矿物共生组合等直接找矿标志，以及负地形等间接找矿标志和物探手段，终于找到隐伏含矿斑岩体的可能部位。1976—1979年，王永坤（分队技术负责）、郭子忠等人所作的详查评价，证实了多霞松多为大型斑岩铜（钼）矿床。

马拉松多斑岩铜（钼）矿是1975年由该普查组的任保林、何允中先发现矿化的卡仁马勇斑岩体而后发现的。1976年郭子忠等人作踏勘检查。1977—1978年旺秋（分队技术负责）、杨善清等人进行了初查评价。1979—1980年张明亮（大队技术负责）、任迪昌（分队技术负责）等人开展了详查评价。评价过程中，先对卡仁马勇斑岩体施钻，但未见工业矿体，后深入分析了包括化探异常在内的各种找矿标志，并采用了综合找矿手段，在昂克弄斑岩体中评价出了大型斑岩铜（钼）矿床，并证明它是马拉松多复式岩体的含矿斑岩体，而卡仁马勇岩体只是其弱矿化岩枝。

扎那那斑岩铜（钼）矿床也是该普查组于1973年发现的。最初，“火烧皮”和褪色带这一直接找矿标志在宏观上为找寻和确定矿化斑岩体的存在起了关键作用。后借用玉龙、马拉松多等的评价经验，在1974年、1975年、1977年、1979年和1980年的踏勘和矿点检查评价中，采用了包括物探和化探等综合评价手段，为确定斑岩体的范围，可能见矿地段的位置、规模、埋深以及深部工程的布置等提供了较为全面的地质依据。1981—1983年，技术负责李建成等人主持进行的初查评价证实了扎那那为中型斑岩铜（钼）矿床。

马牧普斑岩铜（钼）矿点是由该普查组贺正鹏等人于1977年发现的。后来的矿点检查

和 1988 年初查中的钻探工程,证实马牧普杂岩体中的正长斑岩和其外接触带的断裂破碎带中,有呈脉状产出的工业矿体存在。

此外,带内还发现有夏日多、恒星错、各贡弄、色礼、色错和萨色拉尼巴等斑岩铜(钼)矿(化)点,并不程度地作过踏勘和矿点检查评价。

上述矿床、矿(化)点的发现和勘查评价,以及对玉龙矿床和玉龙矿带的有关综合研究,较清晰地勾绘出了玉龙斑岩铜(钼)矿带的基本轮廓,成功地取得了大量的有价值的地质资料。值得一提的是,自玉龙矿床发现以来,西藏第一地质大队全体职工,在确立举世瞩目的玉龙斑岩铜(钼)矿带的工程中,经历了二十多个艰苦卓绝的岁月,为表彰他们的功绩,前地质部曾授予其“功勋地质队”的光荣称号,以唐仁鲤为代表的玉龙矿床的评价工作,曾获地质矿产部(以下简称地矿部)找矿特等奖。

玉龙矿带及其所处的藏东地区的地质工作,解放前基本属空白。新中国成立后,地质工作得到了划时代的重视和蓬勃发展。基础地质方面,1951—1953年,以李璞教授为首的中国科学院西藏工作队作过 1:50 万路线地质调查;1966—1991年,西藏第一地质大队在矿带和其它部分地段作过 1:20 万和 1:10 万路线地质调查以及 1:5 万地质简测,同时编有昌都地区 1:50 万地质矿产总结;1:100 万昌都幅区域地质调查,由四川省地质局第三区测队于 1974 年完成;覆盖全区的 1:20 万区域地质调查,由西藏、四川、云南、青海和贵州省地矿局承担,从 1986 年开始陆续全面展开工作,其资料在 1991 年以后已陆续提交使用。矿产普查,基本由西藏第一地质大队进行,其研究程度除矿带内稍详外,其余地段均偏低。物化探工作程度极低,多属空白区。其主要工作多在矿带内,并主要集中在矿区、矿(化)点和部分成矿有利地段,配合矿产普查工作进行,1:20 万区域化探与 1:20 万区调同步展开。较系统的综合研究工作,特别是对玉龙矿床和玉龙矿带的地质特征、成矿控制条件、找矿标志、找矿方向、成矿预测、矿石物质成分、矿产综合利用、成矿模式以及遥感地质特征等方面的研究,除西藏第一地质大队外,还有以宇奇生、黄崇轲、芮宗瑶、李永森、刘兰笙、程敦模、陈毓川、姚长山、何允中、马鸿文等为代表的地矿部的矿床地质研究所、地质研究所、成都地质矿产研究所、峨眉矿产综合利用研究所、四川地矿局遥感站和中国地质大学等单位参加。总的说来,本区的地质工作程度和研究程度比较低,但上述工作中积累起来的大量实际资料和研究成果,却为本专著的编写奠定了良好的基础。

斑岩铜矿,已成为世界上最重要的铜矿工业类型之一。目前它所拥有的铜储量,占世界铜总储量的一半以上。今后数十年内,世界铜产量的大部分将来自斑岩铜矿。玉龙斑岩铜(钼)矿床,是我国最大也是最典型的斑岩铜(钼)矿床。它所属的玉龙斑岩铜(钼)矿带,不仅是我国重要的铜矿成矿远景区带,也是我国铜资源最丰富的地区之一。据资源总量预测(按目前工业条件)(罗怀松等,1989年),其所拥有的潜在资源为已探明储量的 3 至 4 倍,若将含铜品位降到 0.1% 时,还可达 6 倍以上。而且该矿带仅仅是世界三大主要斑岩铜矿带之一的特提斯-喜马拉雅成矿带贯通我国西南部的一个组成部分,即西藏地段。显然,无论玉龙斑岩铜(钼)矿床及其玉龙斑岩铜(钼)矿带的研究程度如何,按目前的资料水平,更好地总结和 research 其地质特征、成矿机制、成矿规律和评价标志,建立“玉龙式”斑岩铜矿成矿模式,这对促进该类型矿床的勘查工作,指导本矿带乃至我国西南地区斑岩铜矿的找寻及其有关的科学研究工作,是有其现实意义和深远意义的,所产生的社会效益和经济效益是不可低估的。这可谓编著本书之宗旨。

编著本书的主要基础资料是：西藏地矿局第一地质大队在 1966—1991 年间所提交的玉龙矿带的玉龙等五个矿床的详查或普查地质报告、马牧普等数十个矿(化)点的检查或踏勘地质报告、矿(点)床的物化探详查或普查报告、区域(路线)地质调查报告和与斑岩铜(钼)矿有关的一系列科研报告或资料(如杜心范等著的“西藏玉龙斑岩铜矿带矿床围岩蚀变与矿化”，侯光仪、文化川著的“西藏东部斑岩铜矿带地质特征”等)；西藏、云南、四川、青海和江西地矿局在 1989—1992 年间提交的矿带内部分 1:20 万区域地质和区域化探报告；地矿部矿床地质研究所李荫清、芮宗瑶等 1981 年提交的玉龙矿床的流体包裹体及成矿作用研究报告；四川地矿局遥感站何允中等 1990 年提交的玉龙矿带遥感地质资料；中国地质大学马鸿文 1990 年著的《西藏玉龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿》以及其它单位或个人关于玉龙矿床或玉龙矿带地质研究成果的部分资料。本专著编写过程中，除充分利用已搜集到的资料外，还补采了部分样品进行了流体包裹体、微量元素、岩矿和同位素地质年龄等方面的分析测试，获得了部分新资料。

本专著是按西藏地矿局下达的藏地字(1990)第 046 号文精神，由西藏地矿局第一地质大队负责组织曾参与玉龙矿床和玉龙矿带地质工作的科技人员参加编写，由唐仁鲤任主编，罗怀松任副主编。1990 年夏开始构思、设计和组织，并着手资料收集和补充采样测试等，1991—1992 年进行编写，1993 年秋以前打印送审和修改脱稿，历时约 3 年。全书共八章，另有前言、总结和英文摘要。其中，唐仁鲤主要编写第五章，并参与第三章和第八章的编写；罗怀松主要编写前言、总结、英文摘要中文稿，第一章、第二章和第八章，并参与第五章部分内容的编写；李荫清编写第六章和第七章；张明亮参与第一章和第五章的编写，并负责部分章节的初审；谭庆元主要编写第三章，并参与第二章的编写；钱金绪主要编写第四章；德曲参与第一章的编写；彭小云参与第一章、第二章、第五章部分内容的编写；芮宗瑶参与第七章的编写；马鸿文参与第二章的编写；杜光树参与第四章的编写；任保林参与第五章和第八章部分内容的编写；王肇树、黄卫、李建成参与第五章部分内容的编写；何允中编写与遥感地质有关的部分。本专著是按统一的思想进行编写的，其构思、策划、编纂、文字统一和修改定稿，主要由罗怀松、唐仁鲤完成。

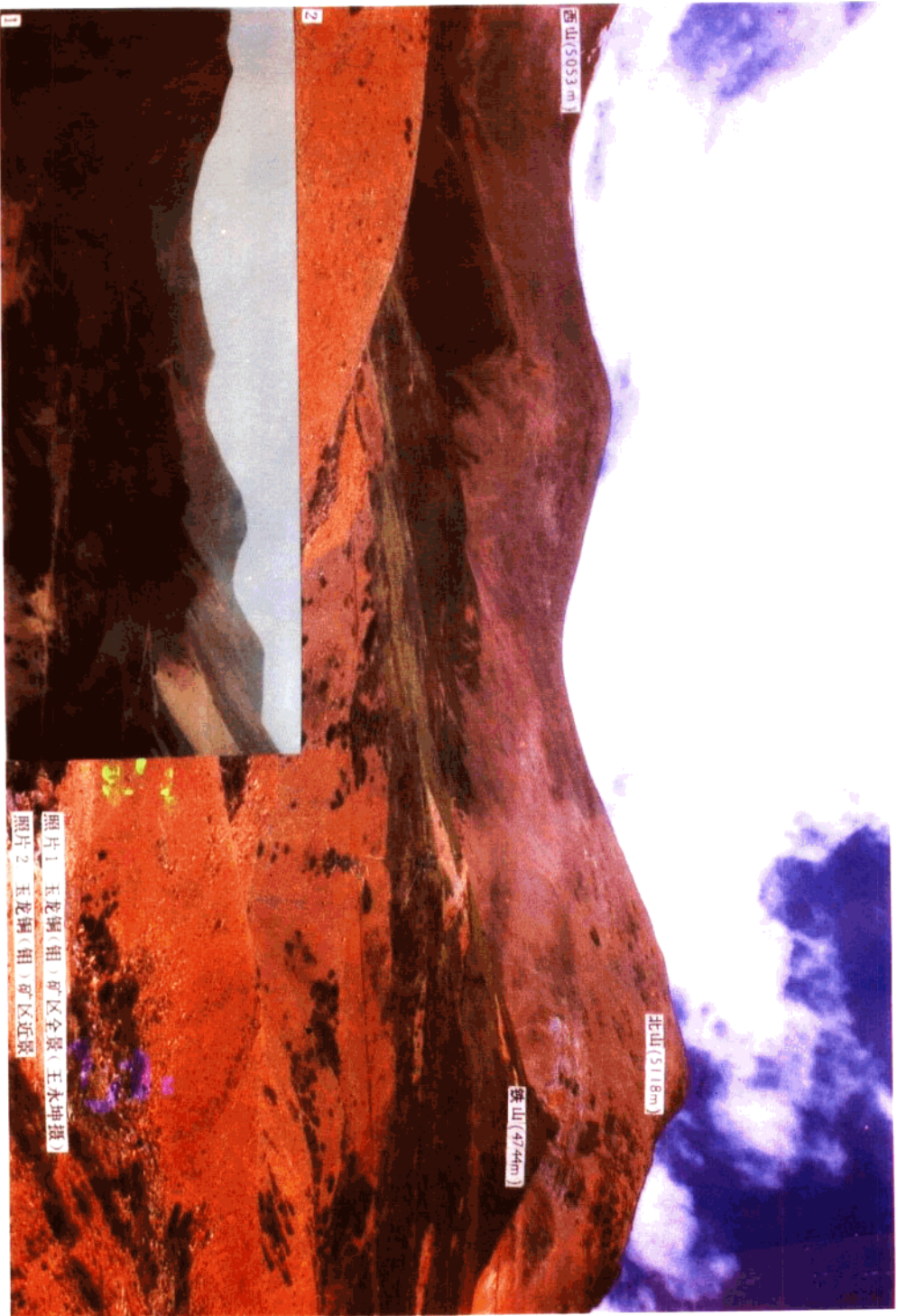
本专著在编写过程中，承蒙宋叔和和郭文魁两位学部委员以及黄崇轲教授级高级工程师的关注和指导，并对提纲及初稿进行了审阅。地矿部矿床地质研究所芮宗瑶研究员和前成都地质学院郑明华教授，对本书的构思和提纲的拟订提了许多宝贵意见，并认真审核了初稿。初稿还得到了北京大学冯钟燕教授、中国地质科学院吴良士研究员和张洪涛副研究员以及西藏地矿局刘肇模高级工程师的认真审阅。朱训等著的《德兴斑岩铜矿》和芮宗瑶等著的《中国斑岩铜(钼)矿》，不仅给我们提供了重要参考资料和一些直接可引用的资料，而且在构思、编写等方面提供了许多的宝贵经验。桂林岩溶地质研究所林玉石研究员和中国地质科学院地质研究所李永森副研究员等审阅过初稿的部分章节，提出了许多很好的修改意见。研究员陈福忠，高级工程师周宜吉、刘肇模、田有华和工程师王全海等提供过宝贵资料和有价值的建议。成都地质学院廖思微副翻译翻译了英文摘要。图件清绘由张凤芝、万琳娜完成。在资料的收集、整理、誊抄以及校对等过程中，任保林、张均、辛忠雷、罗俊峰、陈家楚等作过许多工作。西藏地矿局和西藏第一地质大队的领异，尤其是局总工程师刘肇模、夏代祥和队长周维序给予了高度重视和全力支持，局科技处、地矿处、一大队总工办在其工作范围内都给予过大力支持。

总之,本专著的完成,除了著者的努力外,还应归功于为玉龙矿床和玉龙矿带的发现与确立,以及为本书的编写作出过贡献的工人同志、行政管理人员、各级领导和地学科学工作者。著者借此向他们以及对本书给予过关心、支持和帮助的有关单位和同志,表示最诚挚的感谢,并致以崇高的敬意。

著者力图将玉龙矿带多年积累起来的丰富地质资料浓集于本书,并试图从理论上建立玉龙式斑岩铜(钼)矿成矿模式,但因水平所限谬误之处定会不少,敬请读者批评指正。本专著若能为意欲了解玉龙矿床和玉龙矿带的国内外地学科学工作者提供某些有益的资料和粗浅的认识,著者将感到不胜荣幸!

著 者





西山(5053 m)

北山(5118m)

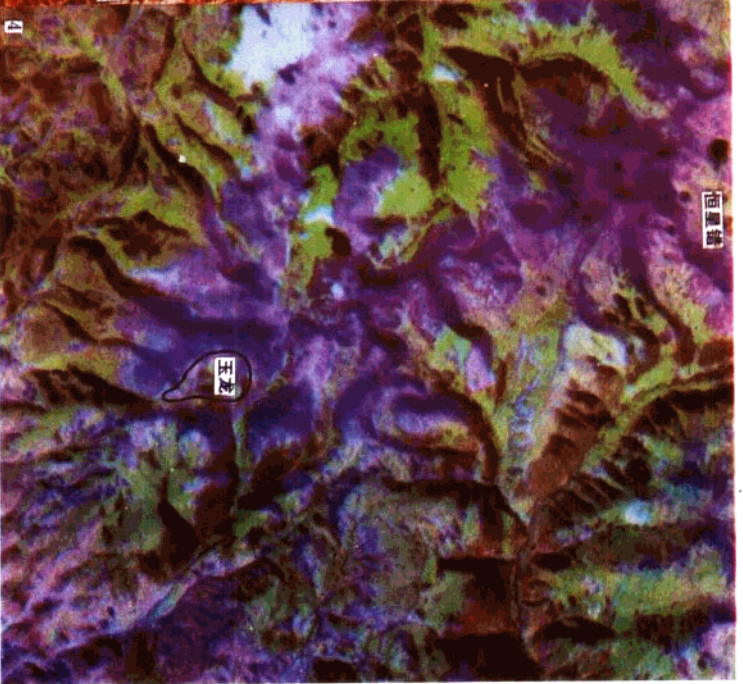
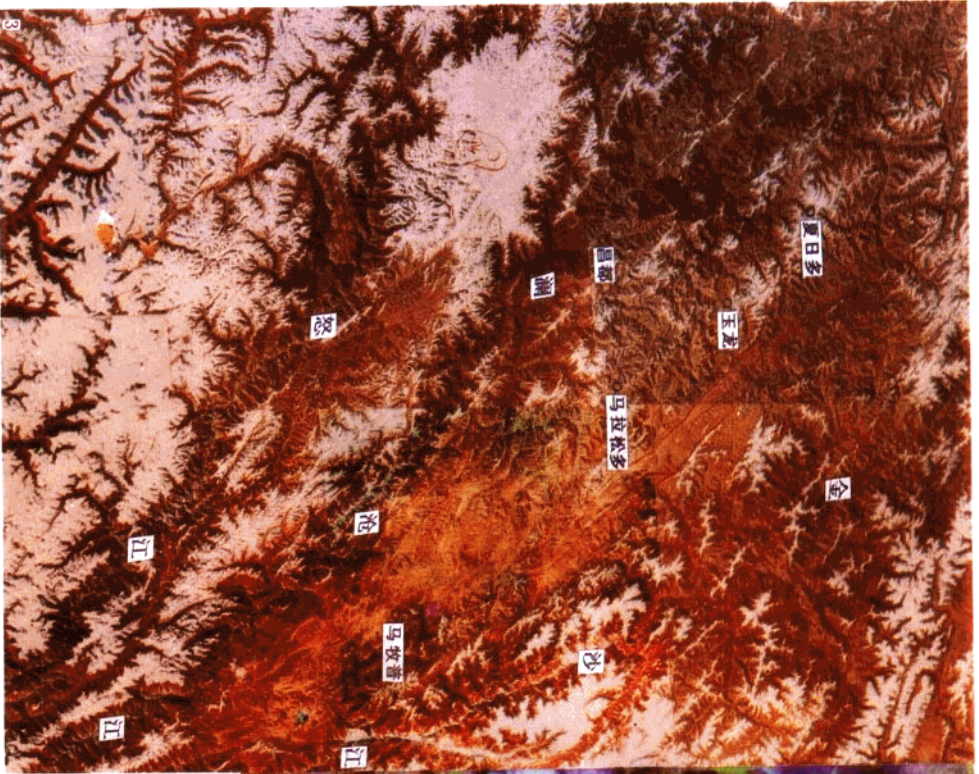
铁山(4744m)

2

11

照片1 玉龙铜(铅)矿区全景(王木坤摄)

照片2 玉龙铜(铅)矿区近景

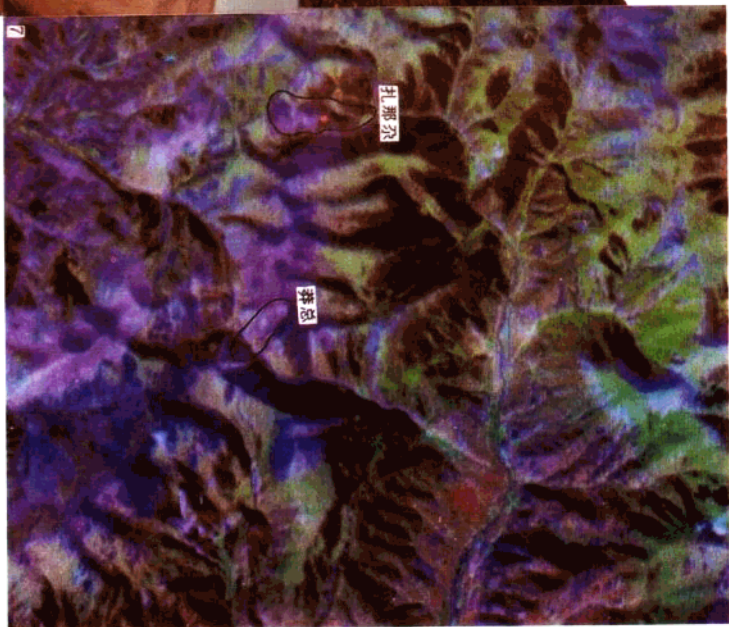
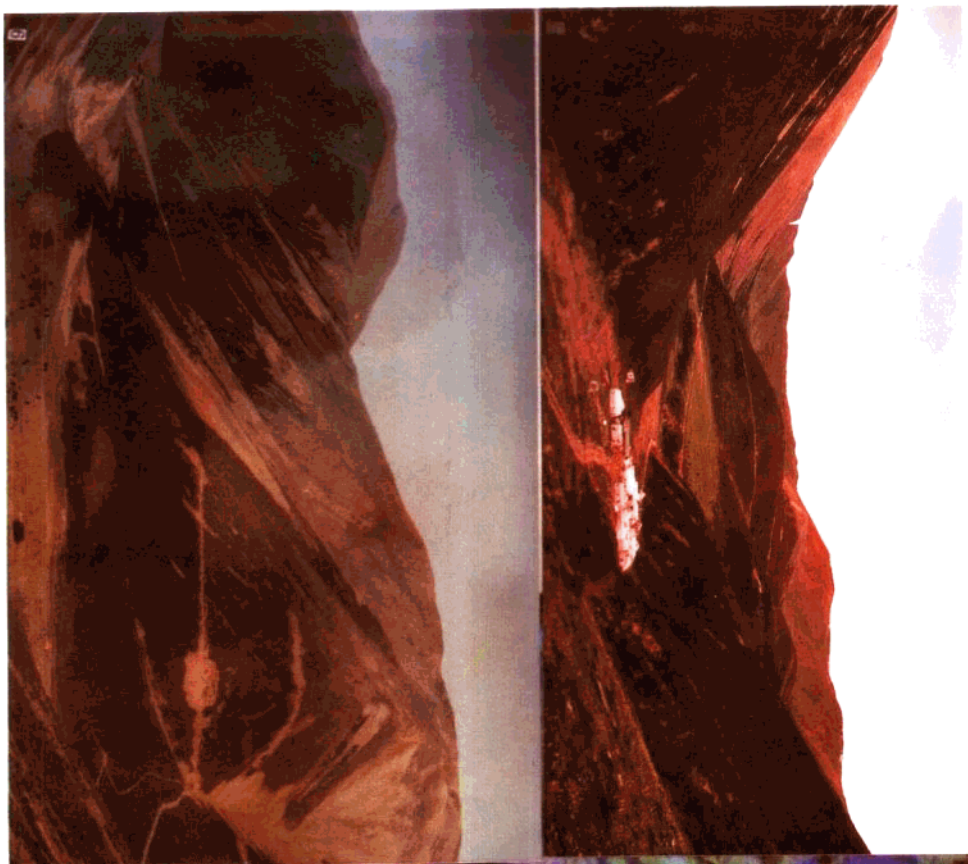


照片 3 西藏东部地区卫星图像 (MSS)

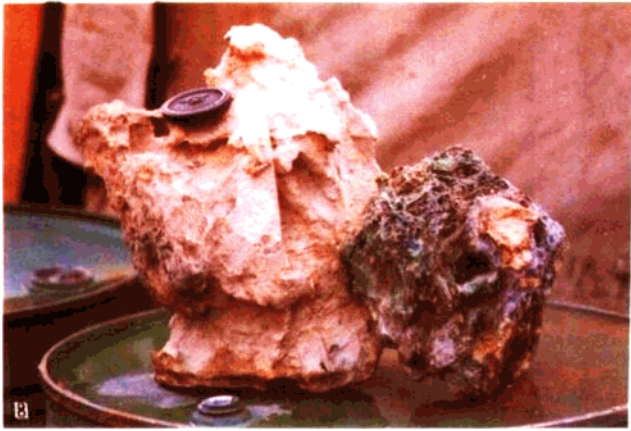
照片 4 玉龙地区卫星图像 (TM)

(紫色至兰紫色者为玉龙斑岩体外围蚀变带的大理岩及角闪化蚀变砂岩)



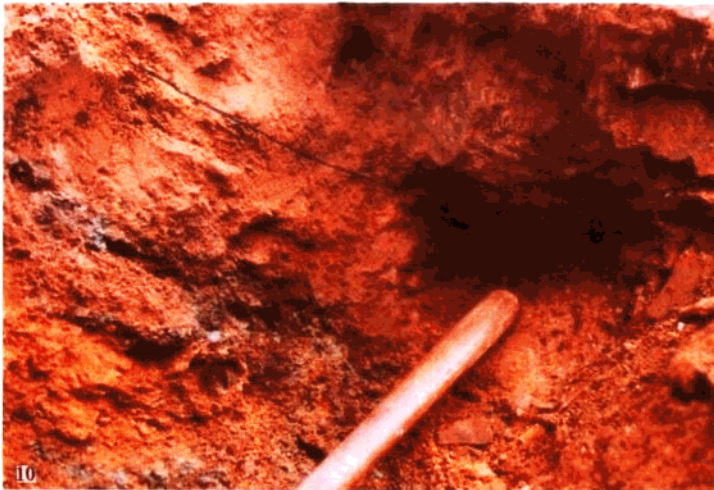
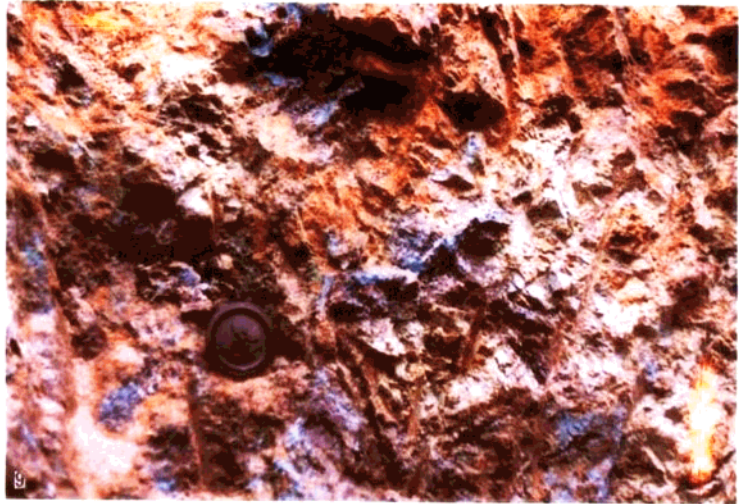


照片 5. 扎那尔铜（铜）矿区全景  
 照片 6. 莽总铜（铜）矿区全景  
 照片 7. 扎那尔至莽总地区卫星图像（TM）  
 （扎那尔和莽总间的紫色区域为角岩化蚀变岩，  
 蚀变带将扎那尔和莽总连接起来）

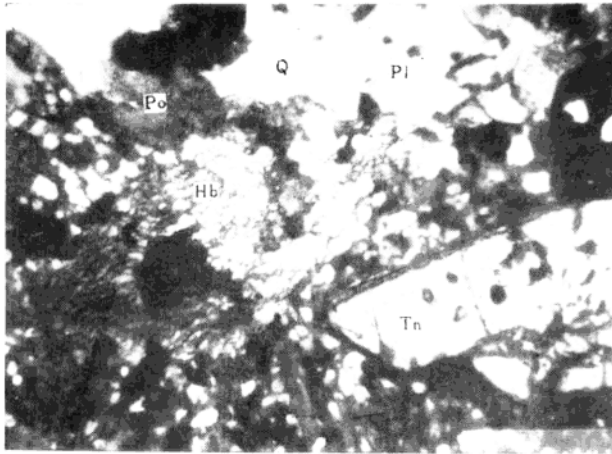


照片8 左面为岩溶型矿层顶板大理岩的溶蚀形态，右面为矿石的角砾状和蜂窝状构造，白色角砾成分为粘土岩，蜂窝孔眼由复成分角砾构成

照片9 氧化富铜矿层及其角砾状矿石构造



照片10 近地表遭受氧化淋滤的富铜矿层及其角砾状构造。黑线为顶界，顶板为大理岩层

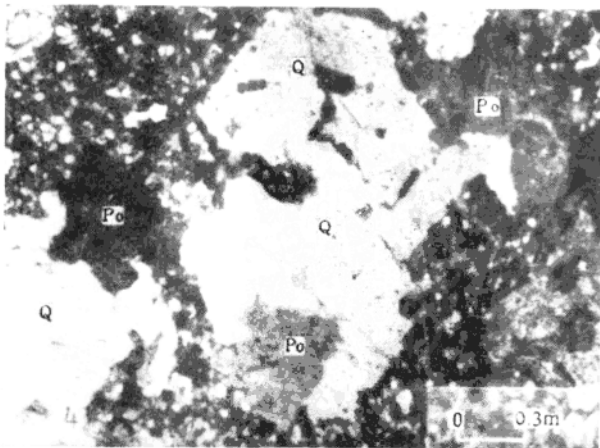
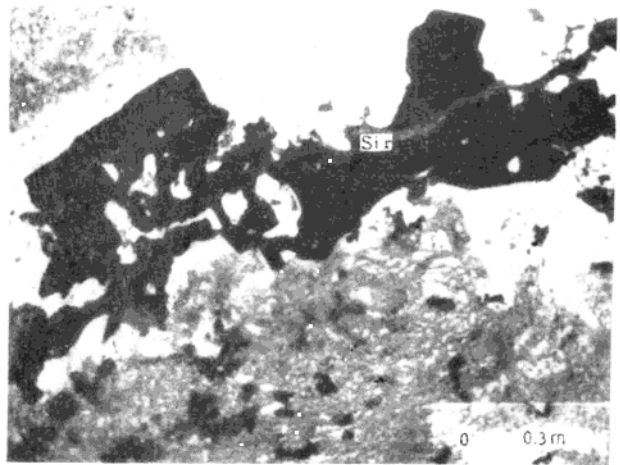


照片 11

二长花岗斑岩中的斜长石 (Pl)、  
钾长石 (Po)、石英 (Q) 和角闪石  
(Hb) 斑晶以及大榍石 (Tn) 晶体  
正交偏光  $\times 80$

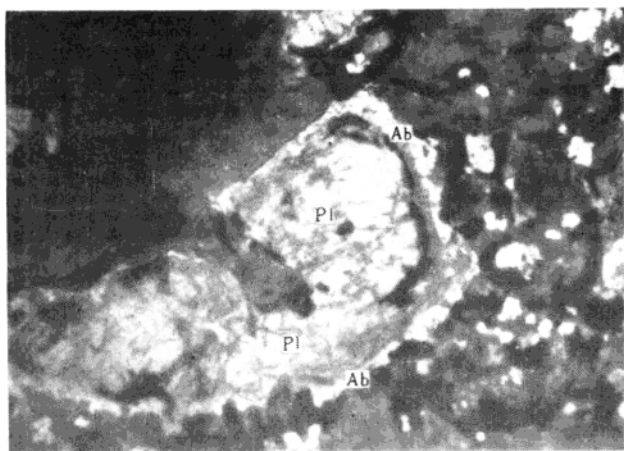
照片 12

绢云母化二长花岗斑岩，含浸染状  
和脉状金属硫化物（黑色者）。硫化物  
脉中有后期菱铁矿 (Sir) 细脉贯入  
单偏光  $\times 100/3$



照片 13

钾硅化二长花岗斑岩中的石英  
(Q)、钾长石 (Po) 混合变斑晶  
正交偏光  $\times 100/3$

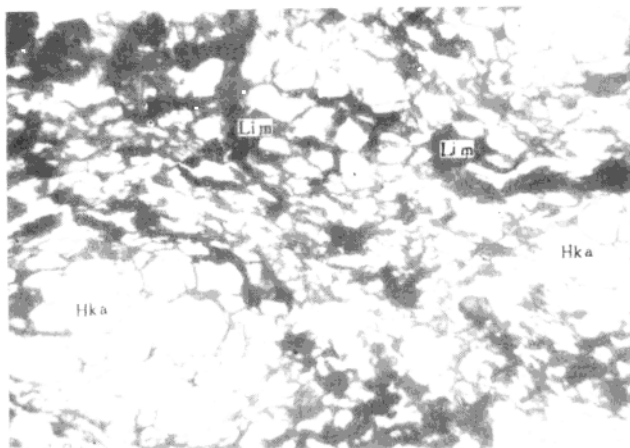


照片 14

黑云母二长花岗岩，其中斜长石 (Pl) 斑晶具钠长石 (Ab) “裙边”。大斜长石斑晶中包含有具溶蚀外貌的小斜长石  
正交偏光  $\times 100/3$

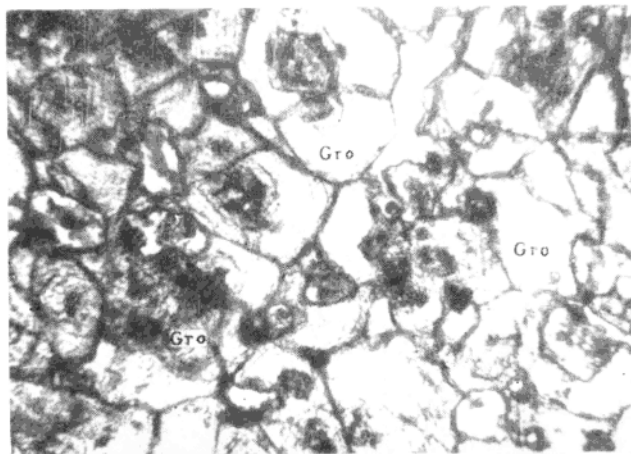
照片 15

碎屑状褐铁矿 (Lim) 多水高岭石 (Hka) 粘土岩，具堆积似层理  
单偏光  $\times 80$

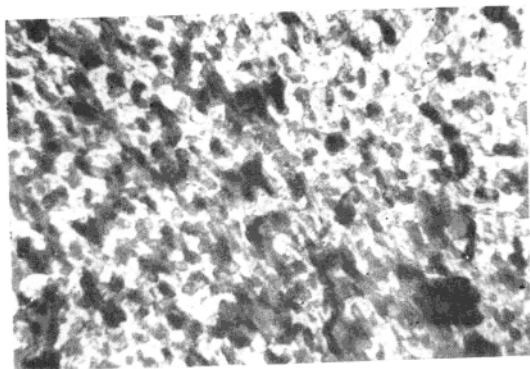


照片 16

钙铝榴石砂卡岩，由细粒自形半自形石榴子石 (Gro) 组成  
单偏光  $\times 80$





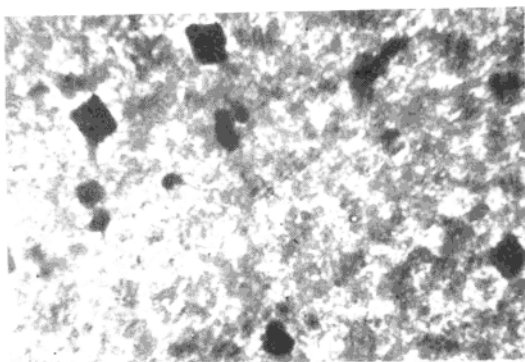


照片 17

钾长石黑云母角岩，由钾长石、黑云母和少量石英组成，各种矿物均匀分布  
单偏光  $\times 220$

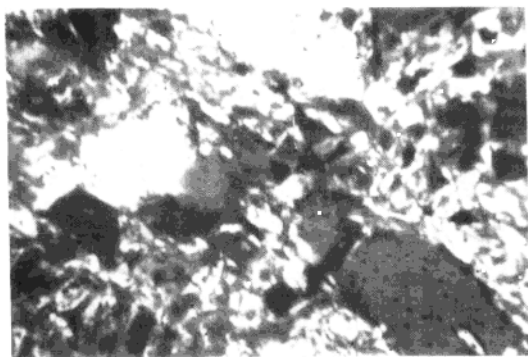
照片 18

黑云母角岩，具角岩结构，并有自形黄铁矿晶体星散分布  
单偏光  $\times 220$



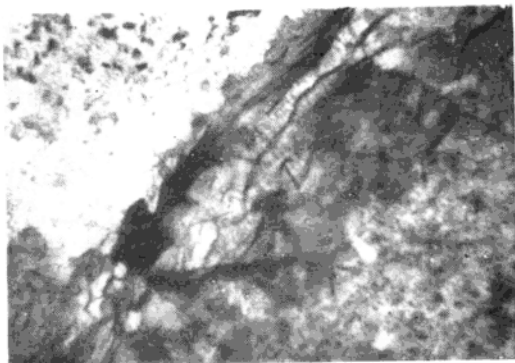
照片 19

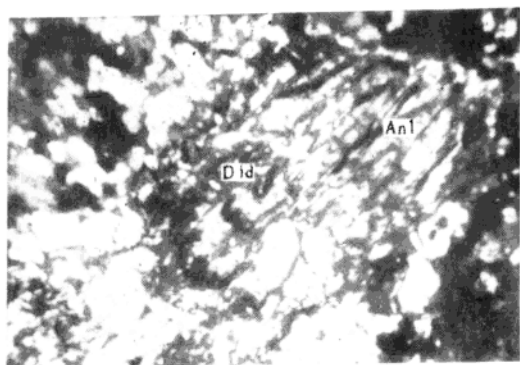
绢英岩化砂岩，其中石英砂屑保持原状，其余成分均被细粒石英、绢云母取代，并有金属硫化物(黑色者)散布  
正交偏光  $\times 220$



照片 20

钾硅化角岩，含黑云母和金属硫化物脉，脉中心有较晚期的方解石脉(箭头所指者)穿入  
单偏光  $\times 80$



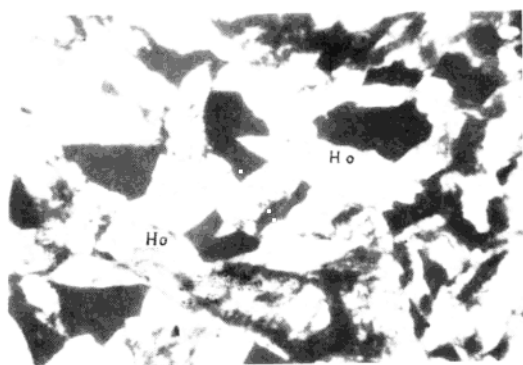


照片 21

蚀变流纹岩，含绢云母 (Did) 化红柱石  
(Anl) 团块  
正交偏光  $\times 80$

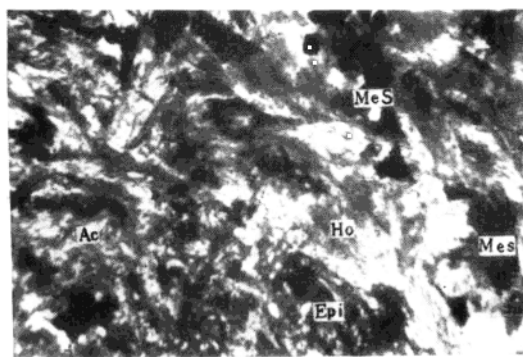
照片 22

透闪石砂卡岩，透闪石 (Ho) 粒间由后期他  
形金属硫化物 (黑色者) 充填  
单偏光  $\times 80$



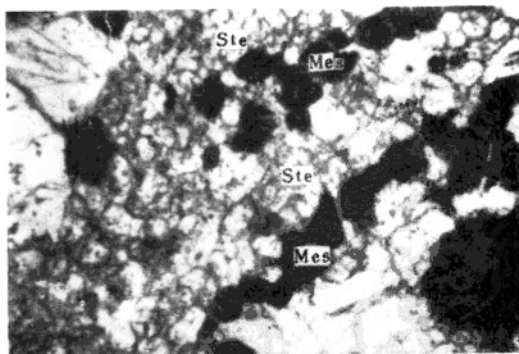
照片 23

阳起石 (Ac) 透闪石 (Ho) 绿帘石 (Epi)  
砂卡岩——铜矿石，黑色者为金属  
硫化物 (Mes)  
单偏光  $\times 80$

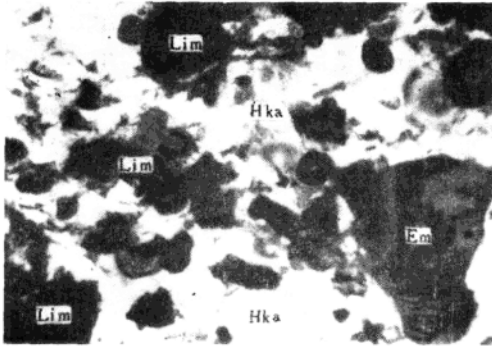


照片 24

白云石大理岩中的硅镁石 (Ste)、金属  
硫化物 (Mes) 脉  
单偏光  $\times 80$





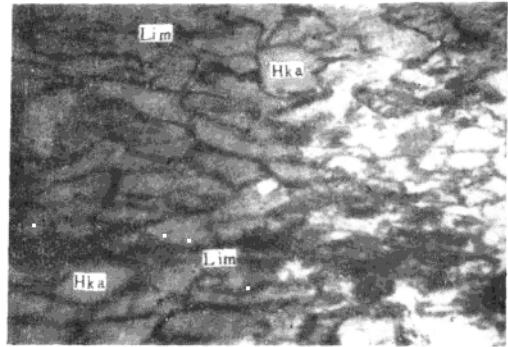


照片 25

碎屑状褐铁矿粘土岩，碎屑为胶铝矿 (Em) 和褐铁矿 (Lim)，胶结物为多水高岭石 (Hka)  
单偏光 ×80

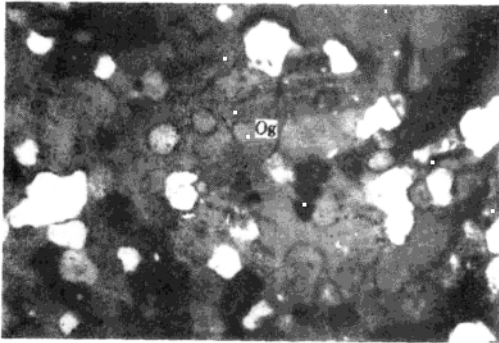
照片 26

碎屑状褐铁矿多水高岭石粘土岩，具堆积似层理，碎屑为多水高岭石 (Hka)，胶结物为褐铁矿 (Lim)  
正交偏光 ×80



照片 27

黑云母二长花岗斑岩及其中的斜长石 (更长石, Og) 变斑晶  
正交偏光 ×80



照片 28

钾化二长花岗斑岩中由基质长大形成的钾长石 (Po) 变斑晶  
正交偏光 ×80

