

泥盆系是我国金属矿产的重要含矿层位之一，尤其是粤、湘、桂、鄂以及滇、川、黔、赣等省（区），泥盆纪地层含有丰富的铁、铅、锌、锰、锑、铜、锡、钨、汞等矿产，其次还有铋、钼、金、银、镉、硒、碲、镓、铟、钴、铈等。

南、粤北及广西钦州等地。

(二) 南丹型(菊石—三叶虫相) 系指远岸半深水, 海水相对较深而宁静, 光照不足并少氧的弱还原环境。以黑色泥岩、泥灰岩和硅质岩为主。为底栖游泳和浮游生物, 主要是菊石、三叶虫和竹节石。三叶虫以游移类为主, 眼盲或退化、特化为其特征, 竹节石以薄壳的塔节石(*Nowakia*)占优势。在极其缺氧的还原环境下, 正常生物难以生长时, 则单一地为浮游生物竹节石和笔石。南方部分磷、锰等沉积矿产赋存于南丹型沉积的一定层位中。主要分布在广西南丹、天峨、东兰、钦州、灵山, 贵州罗甸、长顺、紫云、望谟、六枝, 云南富宁等地。云南丽江、大理、保山、墨江、金平、西藏珠穆朗玛峰等地区亦有分布。

(三) 过渡型(混合相) 界于象州型和南丹型之间, 为碳酸盐岩—硅质岩沉积。既产底栖固着的腕足类、珊瑚, 也产漂浮、游泳的菊石、竹节石、三叶虫等, 竹节石主要为厚壳型, 珊瑚变化大。主要产有铈、锡、钨、铜、汞、铅、锌及锰等矿产。分布在广西百色、隆林、那坡、靖西、大新、德保、南宁、武鸣、隆安及贵州惠水、长顺、兴义和云南广南等地。

(四)东南型(鱼—植物相) 系指内陆盆地或部分滨海环境。中、下部多为红色碎屑岩,上部为浅色粗碎屑岩。以鱼类及植物为主,产少量腕足类。几乎未发现金属矿产。主要分布在长江中下游和浙、闽、粤东和赣南。

现将泥盆纪生物群综合如下表。

生物的地理分布及与其有关的 沉积层控矿产

我国泥盆纪生物群的区域性相当明显。南方地台区属世界生物群的印度、太平洋型和西欧型混合生物群。它既具有世界属种的生物群，又有中国特有的生物属种。本文根据各地区生物群和沉积特征，综合前人资料，将我国南方泥盆纪生物群划分为以下四类。

(一) 象州型(珊瑚—腕足相) 特点是底栖固着生物大量发育, 个别有正常底栖型三叶虫, 常发育珊瑚礁。以碳酸盐岩为主, 夹碎屑岩。为近岸浅水富氧、动荡沉积环境, 属滨海—浅海相。以铁、铅、锌矿产为主, 次有铍、铜、锡、钨及汞等。主要分布在桂中、桂东北、黔东南、滇东、湘中、湘南、鄂西、龙门山、赣西、赣西南、粤中

(一)层控铅锌、多金属矿床 南方泥盆系中以往认为是中低温热液铅锌、多金属矿

		象 州 型	过 渡 型	南 丹 型	东 南 型
古 生 物 特 征	珊瑚	大量而典型, 成礁	一般较少, 变化大	稀少, 仅个别有	缺 失
	腕足类	大量而典型。世界性、区域性的均多	介于象州型和南丹型之间	少, 尤其是世界性属种极少	少量, 个别有
	三叶虫	个别有, 属正常底栖类型	介于象州型和南丹型之间	以游移类为主, 眼盲或眼退化、特化	缺 失
	菊石	稀 少	介于象州型和南丹型之间	普遍而典型	缺 失
	竹节石	极少, 主要为厚壳型Tenticulites	主要为厚壳型	普遍而典型, 以厚壳的Nowakia(塔节石)占优势	缺 失
	笔石	缺 失	未 见	稀少, 个别区较发育	缺 失
	鱼类	下、中统普遍, 广布Bothriolepis	未 见	稀 少	普遍而典型
	植物	下、中统普遍	未 见	稀 少	普遍而典型
岩 性		下统下部为碎屑岩, 下统上部及中上统为碳酸盐岩夹细碎屑岩	碳酸盐岩、硅质岩夹泥岩及碎屑岩	黑色泥岩、页岩、硅质岩及硅质灰岩, 上统发育硅质灰岩及扁豆状灰岩	中、下统多红色碎屑岩, 上统为浅色粗碎屑岩
炭质含量		低或缺失	一般较少, 变化大	一般含量高	低或缺失
碳酸盐含量		高	介于象州型和南丹型之间	低	缺 失
沉积环境		滨海—浅海相, 近岸浅水、富氧动荡环境	介于象州型和南丹型之间, 两者常交替出现	浅海—半深海相, 远岸半深水, 少氧弱还原, 宁静环境	内陆盆地或滨海环境
沉积、层控矿产		铁、铅、锌、镉、铜、锡、钨、汞等	镉、锡、钨、铜、汞、铅、锌、锰等	以磷、锰为主	未 发 现

床, 现在看来绝大多数是同生沉积经后期不同程度的地质作用叠加改造富化而成的、受一定层位控制的层控矿床, 与国外某些著名矿床相类似。

1. 形成条件、成矿机理与古生物—沉积环境的关系 此类矿床的形成, 至少可以分为同生沉积—成岩成矿和后生地质改造富集两个阶段。

第一阶段, 首要的问题是金属的来源问题。

当成矿物质主要来自大陆古风化壳时, 就需要有富含成矿物质的古陆(古岛)边缘盆地及有利的沉积环境。湘中禾青、白云铺等铅锌矿, 成矿物质可能主要来自寒武—奥陶纪古陆。

当成矿物质主要来自海水本身时, 就要有一个有利于海水大量蒸发, 使金属浓度增

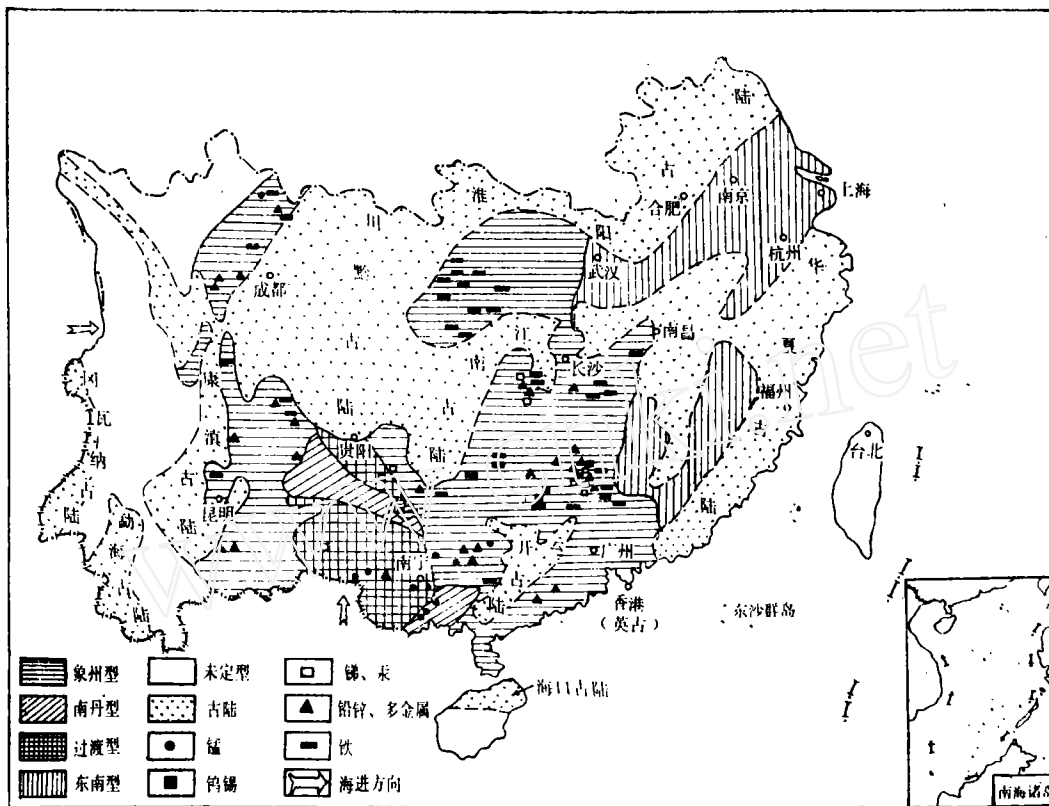
大或生物作用使金属富集及有利的海底古地形条件的古地理沉积环境。粤北凡口铅锌矿可能属这种情况。

当成矿物质来自海底火山喷发时, 就要具备海底火山喷发, 尤其是细火山灰具有很高的吸附金属阳离子的能力, 使成矿元素进入水体, 在喷发中心及其外围凹陷部位沉淀并富集成矿。广东大宝山多金属矿可能属此类。

当成矿物来自深海热卤水时, 就要有一个古构造和具有合宜水温, 含盐度高, 富含钠、钾、钙、氯、溴等离子和成矿元素的热卤水盆地的条件。凡口铅锌矿的成矿物质可能有一部分是来自深海热卤水。

另一个重要问题是金属的运移和富集。大致可能有以下几种情况。

(1) 有机物成矿: 某些现代软体动物的



中国南部泥盆纪金属矿产及生物地理分区示意图

化学分析数据表明,不少生物软体中有明显的金属富集。绿色丝状藻与铜、铅、锌溶液发生反应,既可形成金属络合物,又能将金属物理地吸附于粒状有机质中。如丝状蓝绿藻吸收海水中铅的数量可比海水高5000倍。铅、锌、铜等可与硫酸盐细菌产生足够的硫化氢作用,从而生成硫化矿体。

我国南方泥盆纪层控铅、锌、多金属矿与礁灰岩的关系十分密切。主要造礁生物是珊瑚和层孔虫,其次是藻类及苔藓虫。禾青、白云铺等矿床即与中泥盆统棋梓桥组层孔虫礁关系密切;大厂矿田与中泥盆统层孔虫、珊瑚组成的宝塔礁有关;凡口矿床与中上泥盆统以藻类为主的马蹄形礁有关;桂北的泗顶、北山矿床与泥盆纪生物礁有关。生物礁对矿床的控制作用,主要表现在生物的有机化学、屏蔽和储矿等作用,从而造成金属的沉淀富集。

(2) 卤水成矿:金属离子被粘土或有机质吸附,堆积于滨海—浅海相,在埋藏压固作用影响下,由于铜、铅、锌在卤化物存在

的水溶液中常呈络合物迁移,金属离子便有可能被隙间卤水溶解脱附,并在地热增温率的影响下,形成富含钠、钾、钙的高盐度热卤水。然后再沿断层裂隙、不整合面或喀斯特洞穴通道向地层上部运移。最后在厌氧细菌或有机质分解作用产生的富硫还原条件下,使铅、锌、铜呈硫化物沉淀成矿。

(3) 有机物与卤水复合成矿:例如藻类可富集金属,这些藻类夹层在埋藏压固过程中,其中大部分金属转入卤水,重新发生沉淀成矿。凡口可能属于此类。

后生地质改造富集是层控铅、锌矿床形成的重要条件,也是不同于典型沉积矿床的主要标志。后生地质改造富集作用包括岩浆热液作用,构造活动,区域变质,渗流热卤水作用及地下热水喀斯特洞穴堆积等。我国南方泥盆纪层控铅、锌、多金属矿床,以构造活动、岩浆热液和渗流热卤水等作用最常见。例如广东凡口、大宝山、天堂,广西泗顶、北山、锡基坑、拉么、长坡,湖南禾青、白云铺、东坡、铜山岭等,都在不同程度上受

到其中之一或二种以上的后生改造富集成矿作用。

必须指出,后生地质改造富集成矿阶段是在同生沉积一成岩成矿阶段的基础上进行的,两者常具继承性发展和区域性控制的特征。因此,古生物—沉积环境仍是两者控矿的最基本的因素。

2. 矿床分布规律与古生态、生物地理分区和古地理沉积环境的关系 从附图可以看到,我国南方泥盆纪层控铅、锌、多金属矿床,主要分布在象州型生物区,其次是过渡型生物区;南丹型和东南型生物区几乎没有上述矿床的分布。金属矿产分布与生物群分区的一致性,并非巧合,而是反映了这些矿床受古生物—沉积环境控制的必然性。当然不是上述两生物分区的所有部位都能形成层控铅、锌、多金属矿床,因为其形成还要具备其他条件。古陆(古岛)边缘滨海—浅海带,生物礁、古构造的发育,有利的地形,水体偏碱性的还原环境,以及后生地质改造强烈的地区,都可能是成矿的有利部位。

前述象州型和过渡型生物区,是造礁的有利地区,但并非所有部位都能形成生物礁。后者有其自己的分布规律。构造上,生物礁往往发育在稳定持续下沉的碳酸盐岩与蒸发岩盆地边缘,隆起与凹陷的过渡区,水下隆起带和构造台阶,这些部位又常受成礁作用同生断裂或褶皱基底的深大断裂制约。岩性上,生物礁分布在深浅水相过渡带、岩相交替带或岩层厚度变化带。了解造礁生物的生存条件及生物礁的分布规律,对探索与其相关的矿床的成矿环境,确定找矿方向,无疑是有助益的。

(二) 层控钨锡矿床 此类矿床近年来逐步被人们所重视。玻利维亚的曼托层控锡矿,奥地利的费尔特尔塔层控钨矿,阿根廷的圣路易层控白钨矿和朝鲜的山塘矿体之上层状角岩中新矿体的发现,引起了人们的广泛注意。国内也确定了某些层状钨锡矿的存在。

矿床多呈层状、似层状,也有的呈脉状或细脉浸染状,常伴有热液蚀变产物。矿层常与地层整合,有的斜交,但总是限于特定层位。成矿物质多来自含矿地层本身或与其相邻的上下层位。后期地质改造富集作用非常普遍。

我国南方的泥盆纪层控钨锡矿床,多属碳酸盐型改造矿床,常呈似层状白钨矿赋存于远离花岗岩与中、上泥盆统碳酸盐岩层接触带的碳酸盐岩地层中,而黑钨矿常呈石英脉赋存于上述接触带附近的碳酸盐岩地层中。代表性矿床有湖南瑶岗仙、柿竹园、白云仙、香花铺,广西巴里、长坡、拉么、新路、珊瑚、水岩坝,广东和尚田、一六,江西邹家地等矿床。

钨锡矿床同样主要分布在泥盆纪象州型和过渡型生物分区,有些常与层控铅、锌、多金属矿伴生,也受古生物—沉积环境控制。不过,层控钨锡矿受后期花岗岩改造更明显罢了,几乎成为成矿(特别是大矿)必不可少的条件之一。说明层控钨锡矿是中、上泥盆统碳酸盐地层的原生含矿层经花岗岩改造(叠加-再造)而形成的。

层控钨锡矿床,在地史上也具有“时控性”,含矿层常是多层的,并有一定的区域性,这是区域地球化学背景的继承性和古地理、古构造影响的必然结果。最近在大厂的巴里、龙头山生物礁中发现大而富的锡、铅、锌、铋矿体,充分说明研究生物礁的重要意义。

(三) 铋、汞矿床 南方泥盆纪地层中的铋、汞矿床,大多赋存在中、上泥盆统碳酸盐岩地层中,矿层呈层状、似层状,与地层产状一致,受后期构造作用改造富集成矿。代表性矿床有湖南锡矿山、罗城,云南木利,贵州半坡,广东乐家湾、梅花,广西大厂等铋矿和贵州红岩,广西玉兰、万宝山及广东西岸等汞矿床。

层控汞、铋矿床的分布与前两种矿床相似,但铋、汞矿主要受构造作用改造,钨锡矿主要受花岗岩作用改造,而铅、锌、多金属矿则受到一种或多种地质作用改造。

另外,铋、汞矿床常环绕江南古陆的南缘呈半环状分布,显示出区域继承性的特点,这可能与成矿物质主要来源于铋、汞含量较高的江南古陆有关。

(四) 铁矿床 南方泥盆纪铁矿可分为同生沉积(宁乡式)和层控铁矿两大类。

1. 同生沉积铁矿:前人已做过大量工作,下面仅就该类铁矿与古生物—沉积环境的关系补充几点意见。

(1) 铁矿主要分布在象州型生物分区

边缘靠近古陆的部位(见图)。具体赋存部位是古陆边缘半封闭浅海盆地、断陷盆地、海湾、海岛边缘凹地、水下隆起间的海槽和海脊的水下缓坡地段,尤其是海岸曲折复杂或指状海湾的外缘带及古岛水下隆起集中的地带更为有利。在水体偏酸性的氧化环境下形成赤铁矿;在水体偏酸性、氧化还原电位降低时形成菱铁矿。

(2)具有工业意义的铁矿赋存于泥盆系的13个层位,而以中泥盆统下段上部(广西应堂组、贵州邦寨组、川西南和云南鱼子甸组的上部和顶部),上泥盆统上段底部(湘中锡矿山组底部、鄂西写经寺组下部)和上泥盆统上段上部(湘东—赣西锡矿山组上部)三个层位最重要。

(3)铁矿主要分布在各级旋回中下部和上部的砾岩、砂岩等硅铝质岩相向碳酸盐岩相过渡的砂页岩和页岩中。

(4)铁质主要来自古陆。当铁质、粘土、有机质混合体搬运至海盆时,经细菌作用和有机质的分解,使沉积地质体中的孔隙水变为酸性还原状态,溶解其中的铁质,并随着成岩作用孔隙水被压出,含铁溶液被带到沉积物表面。在近岸海盆的氧化环境下转化为氧化铁胶体(赤铁矿);向外,在弱还原条件下形成硅酸铁胶体(绿泥石、鲕绿泥石);再外,于海盆较深处的还原环境下生成低铁盐胶体(菱铁矿)。胶体溶液常围绕碎屑或尘埃自然凝聚成鲕粒。成矿过程可分为两个阶段:首先是海进,在滨海—浅海相带形成鲕粒;然后是海退,在滨海相带经过淘洗作用使鲕粒富集成矿。成矿一般是在大海进程序中的小海退转折处。

2.层控铁矿:同生沉积阶段的古生物—沉积环境与前类铁矿类似,但受到后期构造、岩浆和区域变质作用改造而进一步富集。如贵州菜园子,四川虎牙、西沟、威州,广东大宝山、茫饿岭、将军头、板洞铁矿等。

此类铁矿兼有同生和后生特点。成矿一方面受古地理环境严格控制,矿床主要形成于临近古陆的滨海—浅海相及浅海相区的半封闭、狭长形、盲肠状的浅海—海湾盆地,受地层控制,产于一定层位,成群成带分布,长达数十公里(菜园子)。另一方面又受后期构造和岩浆作用控制,产于构造、岩

浆活动强烈,海水进退频繁的隆起区边缘凹陷带。

(五)锰矿床 南方泥盆纪锰矿可划分为以下两类。

1.同生沉积锰矿床:主要分布于南丹型和过渡型生物分区,代表性矿床有广西下雷、湖润、木圭、那坡、平云、塘黎、那林、大塘等。产出层位主要是上泥盆统榴江组。含锰岩系属硅铝质岩石(包括陆源硅铝质岩石和火山沉积硅铝质岩石)和碳酸盐岩组合。矿层多产于两种岩性过渡的硅铝质岩层或碳酸盐岩层中。成矿环境为半深水弱还原的宁静环境,尤其是远海两个拗陷过渡带相对隆起的水下潜丘地带,与硅质岩的形成关系密切。生物沉淀作用对锰矿的形成是重要的。锰矿主要分布在江南、云开和康滇三个古陆包围的海盆地的中心部位及偏开古陆一侧,即桂中南地区。这些地区又处于南丹型、过渡型及象州型三个生物地理分区的交接部位。

2.层控锰矿:主要分布在象州型生物分区,如广东小带、南蓬山、四川虎牙等。常与铅锌、铁矿伴生,其成矿的生物—沉积环境也相似。

几点认识

1.我国南方泥盆纪铅锌、多金属、铋、汞等矿床绝大部分属层控矿床;部分钨、锡矿床也属层控矿床;铁、锰矿床多数属同生沉积矿床,部分属层控矿床。无论是同生沉积还是层控矿床,均受古生物—沉积环境控制,只是后者明显受到后期地质改造作用。

2.南方泥盆纪大致可分为象州型、南丹型、过渡型和东南型四个生物分区。铅锌、多金属、铋、汞和层控钨、锡矿床主要分布在象州型生物分区,其次为过渡型分区;铁矿几乎全部分布在象州型分区;同生沉积锰矿主要分布在南丹型、过渡型分区;层控锰矿都分布在象州型分区,并常与铁、铅锌矿床共生。

3.南方泥盆纪沉积、层控铅锌、多金属、铁、铋、汞、锡、钨等矿床常受到生物礁控制,尤其是层控铅锌矿床。泥盆纪的主要造礁生物为珊瑚和层孔虫,其次是苔藓虫和藻类等。生物礁不仅可以提供矿液良好的停积空间,更重要的是可以提供使金属得以

沉淀的大量硫的来源。礁中有些生物本身就是金属的富集剂。生物礁有其独特的分布规律,构造上,往往发育在海盆地边缘、水下隆起带和构造台阶上,且这些部位常受基底深大断裂所制约,岩相上,常分布在岩相交替带或岩层厚度明显变化带。

4.泥盆纪生物群的古生态与金属矿产的区域分布关系也十分密切。不同的生物群落代表不同的沉积环境,这就有可能相应出现不同的金属成矿区。不仅如此,即使是同一生物属种,由于各自所处的环境不同,它们本身的结构也是不同的。例如腕足类、三叶虫、竹节石、珊瑚等生物在不同环境下,它们本身的结构和生活方式都是不同的。因此研究古生态对于分析沉积环境,进而研究沉积、层控金属矿产的区域分布规律都是很有意义的。

5.生物在部分金属矿床成因中起重要作用。铜、铅、锌等金属在富有机质环境中得到富集,在细菌作用下以金属有机络合物的形式被吸附和沉淀。有机物质还能通过硫酸盐还原细菌产生足够的硫化氢,以便从海水硫酸盐中生成硫化物矿体。生物在锰离子氧化过程中也极为重要。在铁细菌作用下,使铁沉淀形成铁矿的例子,更为普遍。

6.层控铅锌、多金属、锑、汞矿床常分布于古陆边缘和古岛周边之内湾处,滨海—浅海相碳酸盐台地相和碳酸盐台地边缘相带,尤其是在出现礁灰岩的地带——堤礁和礁后地段,海水动荡频繁,水质清洁,生物作用较强,海水含盐度较高、偏碱性还原条件下的半封闭环境。铁矿常分布于古陆边缘半封闭的浅海盆地、海湾、海岛边缘凹地、水下隆起间的海槽和海脊的水下缓坡地段中,尤其是在海岸线曲折复杂或指状海湾的外缘带。铁矿床常比上述层控铅锌、多金属和锑、汞矿床分布更靠近古陆的海盆地一侧。在水体偏酸性氧化条件下形成赤铁矿,在水体偏酸性还原电位下降时形成菱铁矿。锰矿床的分布,主要位于远岸半深水、弱还原、宁静环境,尤其在远海两个拗陷过渡带间相对隆起的水下潜丘地带。

7.南方泥盆纪沉积、层控金属矿床与碳酸盐岩层关系极为密切,金属矿床大多受碳酸盐岩层控制。绝大多数层控铅锌、多金属、钨、锡、锑、汞矿床均产于碳酸盐岩地

层中;铁矿床大多产于铝硅质碎屑岩向碳酸盐岩过渡带之铝硅质岩(砂质页岩、页岩)中;锰矿床主要产于硅铝质岩与碳酸盐岩过渡带,靠近碳酸盐岩层的硅铝质岩层或碳酸盐岩层中。造成上述特征的原因,是由于碳酸盐岩形成环境和碳酸盐岩层本身的物理、化学性质及由此而引起的构造特点。

8.金属矿床具有稳定集中的层位。泥盆纪是我国南方沉积、层控金属矿床重要成矿时代之一,但不是该时代所有层位中都赋存有金属矿产,而仅集中稳定在该时代某几个层位中。例如,层控铅锌、多金属、锑、汞、钨、锡矿床,主要赋存于中泥盆统东岗岭组 and 上泥盆统天子岭组及其与此相当的层位中。铁矿床主要赋存于中泥盆统应堂组 and 上泥盆统锡矿山组及与此相当的地层中。同生沉积锰矿床集中分布在上泥盆统榴江组地层中。

主要参考文献

- (1)中国地质科学院地质矿产研究所,华南泥盆系会议论文集,地质出版社,1978年1月。
- (2)卢衍豪,中国寒武纪沉积矿产与“生物—环境控制论”,地质出版社,1979年8月。
- (3)K.H.乌尔夫,层控矿床和层状矿床,第二卷,地质出版社,1980年2月。
- (4)D.D.Klemm and H.J.Schneider, Time—and Strata—Bound Ore Deposits, 1977.
- (5)Handbook of strata—bound and Stratiform Ore Deposits, 1976, Vol. 6, Chg

本刊编辑部预告

为适应地质找矿工作的新形势,贯彻调整、改革、整顿、提高的方针,本刊从第七期起,开辟

《地质人员培训讲座》

邀请有关地质专家、教授按专题撰稿,陆续在《地质与勘探》上连载。

《讲座》的目的是以最新的地质成矿理论和技术方法,武装地质人员,特别是中年技术骨干的头脑,克服知识老化,开阔找矿思路,掌握最新的理论和方法,以便充分发挥他们在地质找矿和金属矿床研究中的中坚作用。请读者注意。