

第一章 绪论

第一节 地质资源评价方法的现状

矿床地质预测实际上是以成矿理论的预测为基础的，成矿理论自 16 世纪以前的矿床成因猜想现代矿床成矿理论已有 400 余年的发展历史，其未来发展方向仍在探索，特别是在跨越学科界限引入新鲜“血液”以来，成矿理论空前活跃，但是应用任何成矿理论预测均不能超脱类比学的方法，所以 80 年代以来把成矿理论模式化（modeling）进行成矿预测和找矿，在某些地区和某些类型矿床上取得较大找矿效果，如 Sillitoe & Guibelt 模式对寻找斑岩铜矿床方面的运用。但矿床模式受其特殊属性的限制，不能发挥更大的求同类比效应，特别是特大型矿床的对比因素独特，应用一个矿床的成矿模式很难预测另一个相同矿床。90 年代以来一些学者把成矿理论预测发展为普遍属性的模式化（D.P. 考克斯，1989；裴荣富，1994），提出预测变异相矿床的新认识（裴荣富，1992），从而提高了模式类比找矿效果。近年来又提出了特大型矿床成矿“偏在性”（preferentiality）和“异常成矿构造聚敛场”（exceptional metalotect convergence）控矿新认识（裴荣富，1992~1994），提出成矿背景、成矿场、成矿相和矿床的“景”“场”“相”“床”四个等级体制成矿并利用衍生矿床导向、成矿轨迹追踪直接寻找特大型矿床的新理论和方法。

矿床是全球地质构造演化的一个组成部分，矿床密集区常常是富含矿物质的基底源岩长期演化的产物。近年来国内外研究表明，不同的基底具有各种特征的矿床密集区，如华北地台广泛发育金、铁等矿床，扬子地台则富集钨、锡、铀、铅、锌、汞、锑等资源，美国西部矿床具明显的区域分带，如内华达州的金、亚利桑那州的铜、科罗拉多-新墨西哥州北部及爱德华州中部的钼。J. Nable（1990）认为，这是上地幔原始不均匀性的反映。地球物理学研究的进展已充分说明上地幔和下地壳具有明显的不均一性。这些不均一性，在物质成分上表现为不同金属组成的地球化学块体，其中那些富集某些金属并易受成矿作用析出的地球化学块体，有可能成为矿床密集区的源岩。S. S. Adams（1987）指出，今后十年是源岩研究的十年；B. R. Doe（1991）指出，人们常忽视“源岩”对金属矿床形成的重要性，并认为对成矿过程“后端”（即源岩）的研究有助于提高找矿能力。

矿源、水源和热源是形成热液矿床的基本的必需条件，以三种源的规模和相互间距离为主要依据的热液矿床预测方法是我国的独创。热液矿床的预测是世界上尚未很好解决的难题，现有的各种热液成矿理论和观点均没有把它们理论核心转化为预测准则，故到目前为止，热液矿床预测实际上都缺乏有效的理论指导。所以，三源热液成矿预测是当前提出的新的理论预测方法。经找矿实践证明，该方法具有令人鼓舞的预测效果，并已在国内有些地勘单位开始应用。国外应用单一的矿源（成矿元素负晕）或水源（岩石的 $\delta^{18}\text{O}$ 负晕）指导找矿则刚开始。只有澳大利亚于 1994 年请我们去介绍三源热液成矿预测方法。

近年国内外均开展了同位素方法找矿，由于铀异常造成明显的铅异常，故铅同位素方

法早就被应用于铀矿床的找矿评价。澳大利亚的 B.L.Gulson (1986) 的研究表明, 铅同位素方法用于 Pb-Zn 矿床与 Au 矿床的化探评价也是行之有效的, 并使金矿的勘探成功率从 10% 提高到 60% 以上。该方法在新疆阿尔泰山南缘试用时, 在查明阿舍勒铜矿和可可塔勒 Pb-Zn 矿方面也取得了成功。我们系统研究了中国大陆 Au 矿的 Pb 同位素特征, 划分了铅同位素省, 为化探评价找矿提供了各区域的背景值, 提出了急变带与成矿作用的关系, 发现了浅源与深源 Au 矿化铅同位素的不同异常特点, 找出了化探评价的新指标。并在海南岛 Au 矿带开展了实际评价应用, 预测了土外山深部应存在深源富矿, 得到钻探证实。

国外当前十分注意盆地的整体研究和总体分析, 弄清区域构造、地层、岩性、矿化等成矿环境, 筛选其主要控矿因素, 成为提高勘查效果的最有效途径。在油气勘查上获得了很大成功, 如北海油田, 近 20 年来至少发现了 14 个大油田。将其运用于金属矿产勘查中也是很重要的方面。卡林型金矿是细碎屑岩容矿的重要金矿床, 在中国扬子地台西南缘的滇黔桂金三角地区是晚古生代至早中生代盆地, 结合化探进行盆地生长方式及演化控矿和找矿标志的方法预测是寻找这类不可见金矿的重要方法。

第二节 中国特大型矿床与走廊式成矿大断面

在对中国 Mo、Fe、Au、Pb、Zn、S、REE、Cu、Ni、Li、V、Ti、Sn、W、Sb 等 15 个矿种、36 个代表性大型—特大型矿床研究时, 从它们形成的区域成矿构造背景及其中的成矿堆积环境分析归纳可构成切穿和覆盖全国主要成矿省(区带), 呈回曲形展布的成矿大断面, 展示出全国特大型成矿地质构造背景的立体图像, 为深化认识全国特大型矿床的时空分布规律提供“点”、“线”、“面”、“体”的区域成矿三维演化基础(图 1-1)。据此, 本项目把全国分为: 中部、北部和南部三大走廊式区域成矿大断面。

一、中部区域成矿大断面

该断面东起扬子陆块北东缘, 穿过扬子陆块与华北陆块之间, 然后沿华北陆块西南缘向北西延伸, 进入新疆境内分成两支: 北支沿西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块之间的缝合带继续向北西方向延伸, 构成世界著名的额尔齐斯构造成矿带和斋桑构造成矿带, 尤其以矿山阿尔泰山地区大型多金属矿床最为集中; 南支沿塔里木板块与哈萨克斯坦板块之间的缝合带延伸, 构成世界著名的康古尔—那拉提—尼古拉耶夫构造成矿带, 尤其以盛产穆龙套型金矿最具特色。南支在中段的天格尔附近又分出一支, 沿伊犁微陆块北缘向北西延伸, 汇于巴尔喀什构造岩浆弧, 以盛产大型—特大型斑岩铜(钼)矿和浅成热液型金矿(阿希)为特色。

该大断面在中国境内全长大约 6000km, 总体上呈北西向, 局部呈近东西向、北东向和南西向。它具有以下特征:

- (1) 沿多个陆块边缘延展, 但不进入陆块内部;
- (2) 在成矿构造环境上, 既具有陆块稳定性的特点, 又具有活动带不稳定性特点, 总的说来是活动性中有稳定性;
- (3) 在成矿控制因素上, 大型—特大型矿床受深部构造-岩浆、基底和盖层等多重因

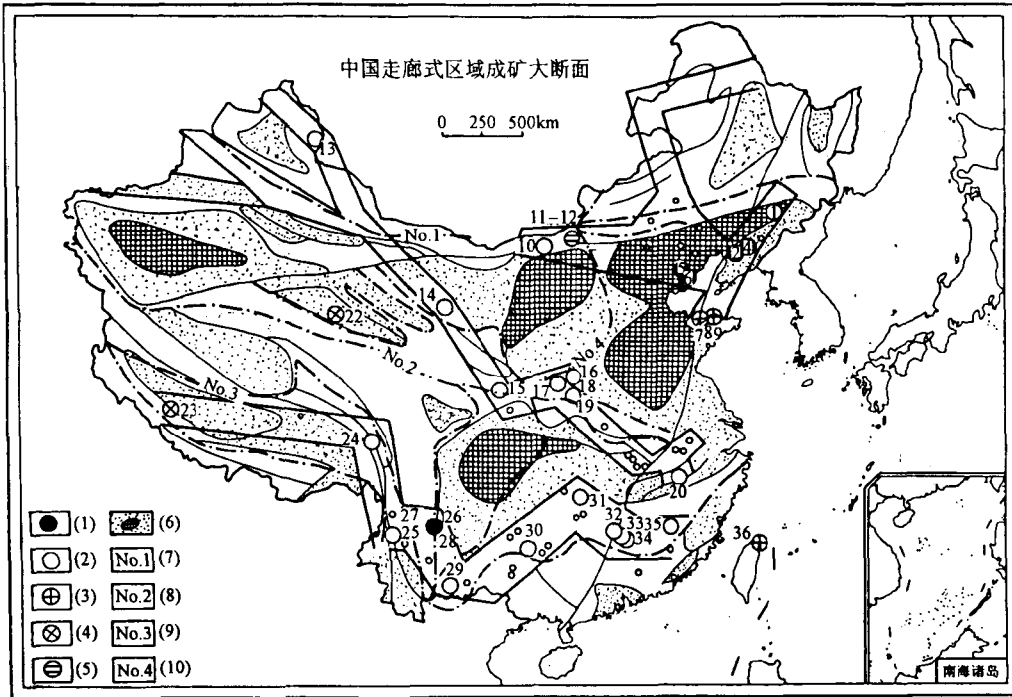


图 1-1 中国走廊式区域成矿大断面

Fig.1-1 Large corridor-type regional metallogenic section of China

(1) 黑色金属; (2) 有色金属; (3) 贵金属; (4) 稀有金属; (5) 稀土金属; (6) 前寒武纪地块构造域; (7) 古亚洲构造域界线; (8) 秦祁昆构造域界线; (9) 特提斯构造域界线; (10) 滨西太平洋构造域界线

代表性特大型矿床: 1—吉林大黑山钼矿; 2—辽宁西鞍山铁矿; 3—辽宁齐大山铁矿; 4—辽宁弓长岭铁矿; 5—河北水厂铁矿; 6—河北司家营铁矿; 7—山东焦家金矿; 8—山东三山岛金矿; 9—山东玲珑金矿; 10—内蒙古东升庙铅锌硫矿; 11—内蒙古白云鄂博稀土矿; 12—内蒙古都拉哈拉稀土矿; 13—新疆喀拉通克铜镍矿; 14—甘肃金川铜镍矿; 15—甘肃厂坝铅锌矿; 16—山西铜矿峪铜矿; 17—陕西金堆城钼矿; 18—河南文峪金矿; 19—河南三道庄钨钼矿; 20—江西铜厂铜矿; 21—江西富家坞铜矿; 22—青海西台吉乃尔锂矿; 23—西藏扎布耶茶卡锂矿; 24—西藏玉龙铜矿; 25—云南金顶铅锌矿; 26—四川白马钒钛磁铁矿; 27—四川攀枝花钒钛磁铁矿; 28—四川红格钒钛磁铁矿; 29—云南个旧锡矿; 30—广西大厂锡矿; 31—湖南锡矿山铋矿; 32—湖南柿竹园钨矿; 33—广东凡口铅锌矿; 34—江西西华山—大吉山钨矿; 35—福建行洛坑钨矿; 36—台湾金瓜石金矿

素制约, 成矿具有长期性、多阶段性的特点;

(4) 矿床类型和金属组合具有多种多样;

(5) 大断面贯穿多个构造单位和多个成矿时代。

该大断面在中国境内主要包括以下成矿带: 赣东北成矿带、长江中下游成矿带、中条山成矿带、金堆城成矿带、白银—西成(厂坝)成矿带、金川成矿带、喀拉通克成矿带、克兰河成矿带、康古尔成矿带、西天山成矿带。延伸到国外的主要包括斋桑成矿带、伊犁微陆块北缘成矿带、巴尔喀什成矿带和穆龙套—库姆托尔成矿带。

该大断面在中国境内主要包括以下大型—特大型矿床: 铜镍硫化物型矿床——金川和喀拉通克; 斑岩型铜矿——富家坞、铜厂和铜矿峪; 夕卡岩型铜矿——城门山、武

山和铜录山；斑岩-夕卡岩型铜矿——金堆城和烂泥坪；斑岩-浅成热液型多金属矿床——银山；⑥浅成热液型金矿——阿希；⑦海相火山岩型多金属矿床——白银厂、阿舍勒和可可塔勒；⑧海相沉积岩型多金属矿床——厂坝、李家沟、邓家山和洛坝。

延入国外主要包括以下大型—特大型矿床：斑岩型铜（钼）矿——科恩拉德、阿克斗卡、博谢库尔、博尔雷、克孜尔塔斯、索库尔柯伊、科克赛和卡利马克尔；热水沉积-后生热液叠加改造型金矿——库姆托尔、查尔库拉和穆龙套；海相火山岩型多金属矿——尼古拉耶夫、瓦维朗、别洛乌索夫、额尔齐斯、列宁诺戈尔斯克、季申、洛良诺夫、马拉耶夫和乌什卡腾；热液型锡矿——萨雷贾兹；层控型汞矿——琼科伊。

二、北部区域成矿大断面

该成矿大断面东起中朝准地台中东部之胶东金成矿带，向北至吉南—辽东之中朝准地台北缘，继之沿中朝准地台北缘西行至辽西—冀北地区分两支，一支继续沿地台北缘西行，经白云鄂博至狼山，另一支则北北西行，入兴安地槽褶皱系，经内蒙古东南地区，至满洲里，再折向北东至黑龙江多宝山地区。整个断面长 3400km，穿越中朝准地台北部和兴安褶皱系，横跨前寒武纪构造域（太古宙—元古宙）、古亚洲构造域发展阶段（古生代）和滨太平洋构造域发展阶段（中生代）诸多成矿时段和多种成矿堆积环境，充分体现成矿作用随地壳-岩石圈演化和多期多阶段成矿的特征，并充分反映出特大型、（准特）大型矿床成矿作用受深部构造、基底构造、岩浆作用、围岩性质乃至天水性质等多种因素的控制，即矿床的多成因性，特别是滨太平洋构造域成矿作用对先成岩石（基底或早先侵入体）中成矿物质的萃取和对早期矿床的叠加、改造，因而许多矿带和矿床反映出成因类型和金属组合的多样性。

该区域成矿大断面包括 5 个产有特大型矿床的 I 级成矿带和 3 个产有准特大型—大型矿床的 II 级成矿带，按成矿堆积环境的演化依次排列如下：

I 级成矿带

- (1) 辽北—吉南太古宙“花岗-绿岩带”中铁铜金成矿带；
- (2) 辽东—吉南古元古代裂谷系中的硼镁铅锌金成矿带；
- (3) 冀北—辽西太古宙“花岗-绿岩带”中金、铁，中元古代裂谷中铅锌及中生代陆缘活化型金钼铜铅锌复合成矿带；
- (4) 白云鄂博—狼山中元古代裂谷系中稀土铌铁和铜铅锌成矿带及乌拉山—赛乌苏金成矿带；
- (5) 胶东与中生代花岗岩有关的金成矿带。

II 级成矿带

- (1) 多宝山与华力西期花岗岩类有关的铜钼成矿区；
- (2) 内蒙古东南与中生代火山-侵入岩有关的铜铅锌银锡成矿带；
- (3) 得尔布干与中生代火山-侵入岩有关的铜钼铅锌银（铀）成矿带。

三、南部区域成矿大断面

中国南部走廊式区域成矿大断面位于北纬 25°~30°之间，东起福建沿海，西至西藏，其中除在湖南中部和云南西部二处转折外，基本上呈近东西向走势。大断面全长约

4000km，途经福建中部、江西南部、湖南中部、广西北部、贵州西南部、云南西部、四川西部与西藏东部等地，贯穿了我国南部大部分省份。

该大断面包括华南板块与藏滇板块，其中在华南板块内自东向西包括了华南活动带、扬子陆块与羌北—昌都—思茅微陆块，而在藏滇板块内仅包括冈底斯—腾冲活动带的一部分。实际上，该大断面贯穿了华夏和扬子古陆的前寒武纪成矿构造域和特提斯—喜马拉雅成矿构造域，以及滨西太平洋成矿构造域，可以较全面地反映了我国由东南部到西南部区域地质与成矿的全貌。

华南板块在形成过程中曾经历了较长的地质演化历史，并发生多期的开裂与聚合以及造山作用和多期构造岩浆作用等，逐渐完成了陆壳演化的过程。其大体上可分为五个主要阶段：早前寒武纪克拉通形成阶段；晚早前寒武的扬子陆块形成及华夏古陆裂解阶段；澄江—加里东期南华裂谷演化与扬子陆块增生阶段；华力西—印支期华南大陆形成阶段；燕山—喜马拉雅期滨西太平洋活动阶段。总之，其演化过程可以讲是华夏古陆与扬子古陆拼合、裂解以及库拉—太平洋板块对其作用的过程，从而使华南板块呈现出两个特点：一是前中生代基底固结偏低，不同阶段地质体差异明显，因而其活动性较大；二是在燕山—喜马拉雅期受库拉—太平洋板块活动影响，发生了强烈的大陆边缘—陆内构造—岩浆活动，使华南地区出现“活化”，而其强度则有自东向西减弱的趋势。华南板块的上述两个特点对其成矿作用有重要意义。

藏滇板块位于华南板块西侧，其北部和东部与扬子古陆相邻。由于该区地质研究程度较低，很多问题目前尚在进一步探讨之中，但据目前初步资料表明，藏滇板块是从冈瓦纳大陆北缘分离出来的，为冈瓦纳古陆与扬子古陆之间的中间板块。其形成历史实际上是藏滇微古陆与特提斯洋活动以及白垩纪以来印度板块对它俯冲的历史，其过程大致可分五个阶段：中新元古代元古洋活动阶段；新元古代末元古洋闭合并潜入扬子古陆之下阶段；早古生代古特提斯洋雏形形成阶段；晚古生代—三叠纪南、北古陆向赤道漂移，古特提斯洋闭合阶段；印度板块向北活动，新特提斯洋消失阶段。显而易见，特提斯洋发生、发展与消失对藏滇板块形成起了重要作用，而印度板块向北俯冲又给该区地质历史上增添了新内容，于是使构造结合带以及与其相关的蛇绿岩，各类侵入岩、火山岩带呈平行排列的新的构造格局。

综上所述，南部区域成矿大断面跨越的华南板块及藏滇板块在形成与发展方面有相似之处，即基底稳定性都比较差，而中生代以来又都受到另一板块从某一方面对它活动的影响，使其出现新的构造格局以及与其有关的成矿作用。如华南板块在中新生代受库拉—太平洋板块自东向西活动的影响，使陆缘—陆内发生大规模的构造—岩浆活动以及与其相伴的有色金属成矿作用。藏滇板块在中新生代遭受南部印度板块自南向北的俯冲，使其出现新的构造景观以及伴随着有关的成矿作用。值得指出的是藏滇板块与华南板块虽然有各自形成的历史，但它们在形成过程中也曾出现过相互作用的过程，使其发生一定联系，如特提斯洋（包括古特提斯和新特提斯洋）多次向华南板块俯冲及其闭合致使华南板块西缘出现岛弧带、造山带以及大陆边缘活动带；同样，华南板块在库拉—太平洋板块活动下也对藏滇板块发生影响，使其发生相应的构造—岩浆作用与成矿作用。由于华南板块与藏滇板块在形成过程中的相互作用，因而使南部区域成矿大断面在结构上具有一定的规律性：在华南板块范围内可以明显地表现出火山活动与岩浆活动在其沿海部位和与藏滇接壤部位，

即板块的东、西缘十分发育，而向中心部位则逐渐减弱。在华南板块与藏滇板块结合部位则构造活动特别发育，反映了两个板块相结合的关系。在藏滇板块内由于受平行排列的南北向（主要指滇西一带）或东西向（主要指西藏境内）结合带控制，使大断面上构造、岩浆带亦呈平行排列。上述大断面结构形式将使南部区域成矿大断面上所反映的成矿作用、成矿类型及其时空关系都具有规律性分布，呈现出包括东南沿海火山带，湘、桂、粤拗陷区，桂北隆起区，滇黔桂褶皱带，滇中—川西南隆起，三江褶皱带等六个不同形式的成矿区带。

第三节 中国特大型矿床成矿地质背景

成矿地质背景包括成矿构造域和成矿堆积环境两部分。成矿构造域是宏观的成矿地质背景，一般均达几百至几千平方千米的范围，为此，必须在背景上进一步描述矿床成矿堆积环境。成矿堆积环境是矿床—矿田—矿带的可能成形的条件，是深化认识矿床成矿地质背景的当代研究的发展方向。如加拿大地质协会 1995 年在维多利亚召开的地质年会上对此已开始有所论述。据此，我们根据地壳形成—发展的地质历史演化的特点将我国特大型矿床成矿地质背景划分为五大成矿构造域（前寒武纪地块成矿构造域、古亚洲成矿构造域、秦祁昆成矿构造域、特提斯成矿构造域和环太平洋成矿构造域）。在详细地综合分析五大成矿构造域的基础上，结合已出版的《中国矿床模式》专著（裴荣富，1995）在全国聚焦出 26 个成矿堆积环境，现将与中国特大型矿床有关的成矿构造域和成矿堆积环境的成矿地质背景论述如下。

一、前寒武纪成矿构造域与成矿堆积环境

将中国前寒武纪成矿堆积环境分为高级变质地体、花岗—绿岩地体、裂谷及裂陷槽、活动陆缘褶皱带、稳定陆台边缘岩浆杂岩带、陆台盖层和显生宙构造岩浆活化带等七种类型。

（一）高级变质地体成矿堆积环境

主要分布于前寒武纪成矿构造域的中朝古陆，扬子古陆、塔里木古陆和西伯利亚—蒙古地台南缘褶皱带，佳木斯地块中也有少量出现。已知一些大型—特大型铁矿床、金矿床、石墨矿床即产在这种环境中。在现存的古中太古代岩片中主要出现的是基性—中酸性火山—沉积表壳岩。变质后生成基性麻粒岩—片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩、磁铁石英岩，局部有少量孔兹岩和碳酸盐岩变质而成的夕线石片麻岩、石墨片麻岩和大理岩。这些火山—沉积表壳岩通常产于一些孤立的火山—沉积盆地中。在火山喷发—沉积过程中，金大量富集于下部基性岩，而铁则富集于上部硅质岩中。后来发生的高温、中—中低压麻粒岩相变质作用和新太古代韧性剪切变质作用使铁和金进一步分异富集，在下部的斜长角闪岩和辉石麻粒岩中形成变质热液石英脉型金矿床，在上部石英岩中形成沉积—变质型条带状磁铁矿床，在孔兹岩系中形成夕线石矿床和石墨矿床。如中朝古陆冀东迁西、迁安、遵化、青龙、密云一带产有大杏山、石人沟、水厂、大石河、太平寨等大型铁矿床。在张家口—辽东阜新一带的中太古代高级变质地体中，产有小营盘、东坪、金厂沟梁、排山楼等大型金矿床和大量中小型金矿床。在小秦岭一带的基性麻粒岩和斜长角闪岩中产有文峪、杨寨

峪、大湖、东闯、鸡架山大型—特大型金矿床，形成小秦岭金矿集中区。

上述大型—特大型金矿床大多被显生宙，特别是中生代时期地壳重熔花岗岩浆作用改造或叠加，因此对产于高级变质体中的金矿床其成矿控制因素可总结为：

(1) 矿床及矿床组合受东西向和北东向断裂系统控制。这些断裂系统大多为新太古代末期韧性剪切断裂系统，在中生代又重新活动；

(2) 矿体大多产于高级地体下部基性岩石中；

(3) 矿体沿韧性剪切带分布；

(4) 中生代花岗岩及岩浆热液作用；

(5) 空间分布为东西成带（矿床受高级体岩性控制）。

(二) 花岗-绿岩地体成矿堆积环境

主要分布在中朝古陆各新太古代微大陆块之间的岩浆接合带中。在中朝古陆东部弧形岩浆接合带中由北而南产有桦甸、清原、鞍山、遵化、鲁西、登封等绿岩带（体），西部岩浆接合带中产有色尔腾山、五台山绿岩带（体）。绿岩体中以铁、金（铜）矿床为主，其中铁和金成矿堆积特征与中太古代基性—中酸性火山-沉积表壳岩有许多相似之处，并形成一些大型—特大型矿床。绿岩型金矿化一般有两种类型：一种发育于火山沉积建造下部基性火山岩相，遭受角闪岩—绿片岩相变质作用及韧性剪切变质作用，含矿石英脉体沿剪切带分布，容矿岩石为斜长角闪岩、（角闪）绿泥片岩、绢云绿泥石片岩（夹皮沟）；另一种金矿化发生于火山-沉积建造上部，容矿岩石为长英质火山-沉积岩变质而成的含磁铁黑云角闪片岩和黑云磁铁石英岩（清原）、镁铁质火山-沉积变质而成的磁铁石英岩和绿泥钠长片岩（五台）。绿岩型铁矿化一般产于火山-沉积建造上部或火山-沉积旋回上部硅铁质岩（BIF）中，经过角闪岩相—绿片岩相变质作用，形成条带状石英磁铁岩铁矿床。绿岩型铜矿化相对不太发育，只出现在基性—中性—中酸性火山-沉积建造上部长英质火山-沉积岩中，容矿岩石为互层的变粒岩、浅粒岩和片岩组合，形成火山喷气-变质成因的块状硫化物矿床，如清原绿岩带中红透山铜矿床。

(三) 裂谷及裂陷海槽成矿堆积环境

这一成矿堆积环境主要发育于元古宙时期。在中朝古陆基底上有中条、辽吉、溇沱、燕辽等陆内裂谷或裂陷槽盆；白云鄂博、渣尔泰山、熊耳边缘裂谷或裂陷槽。在扬子古陆基底上有扬子西缘川滇、北缘碧口、东南缘桂北裂谷。塔里木古陆亦发育边缘裂谷。中朝古陆与扬子、塔里木古陆之间通过秦岭—祁连海槽相连，扬子古陆与华夏古陆间也有元古宙海槽发育。已知的大型—特大型矿床发育在中朝和扬子古陆上的裂谷和裂陷海槽中。其成矿作用主要有火山-岩浆成矿作用和沉积成矿作用。沉积成矿作用有两种表现形式：一种是裂谷初期裂陷盆地中陆相碎屑补偿性沉积作用形成的沉积矿床，另一种是裂谷发展到裂陷海盆时受海底火山活动影响，有火山碎屑物质参与的沉积成矿作用。

上述元古宙裂谷中发育的大型—特大型矿床的共同特征是：

(1) 成矿元素复杂，无论哪一种矿床类型都含有 Fe、Cu、Pb、Zn、U、Au、稀土等成矿元素；

(2) 矿床类型复杂，每一个大型—特大型矿床都有两个以上的矿床成因类型；

(3) 不同期次裂谷或同一裂谷的不同阶段成矿作用具有继承性，矿床具有变异特征和衍生规律。可见裂谷中的特大型矿床多产在规模较大，长时期多期次演化的扩张环境中。

(四) 活动陆缘褶皱带成矿堆积环境

前寒武纪活动陆缘褶皱带成矿堆积环境主要发育在扬子古陆北缘和东南缘。北缘有武当岛弧,东南缘有皖—浙—赣岛弧。在这种以岛弧火山喷气—沉积建造为主的成矿堆积环境中,一般下部为拉斑质或细碧质玄武岩,火山—热液喷气堆积生成条带状、细脉浸染状硫化物矿床,上部为钙碱性玄武岩—长英质火山岩,火山热液喷气堆积形成块状硫化物矿床。前者例如扬子古陆东南缘中新元古代岛弧褶皱带产出的西裘铜矿床,后者如北缘中新元古代岛弧带中产出的许家坡式银金矿床。这两个矿床属于大中型规模。目前,在前寒武纪这种堆积环境中还未发现特大型矿床。

(五) 稳定陆台边缘岩浆杂岩带成矿堆积环境

这种成矿堆积环境主要受稳定陆台边缘超深断裂控制,地幔熔融岩浆沿断裂带上升途中分异形成超基性岩—(碱性)环斑花岗岩杂岩体。成矿物质主要堆积在分异程度较高的各类岩体中,形成不同类型岩浆矿床,包括超大型铜镍矿床。前寒武纪的这种特殊成矿堆积环境主要分布在中朝古陆稳定克拉通西南缘和北缘的中元古代时期。其他陆块在此时期因其处于相对活动状态而不存在这种成矿环境。

在中朝古陆上金川—大庙—赤柏松基性—超基性岩杂岩带,主要产出一种铁质基性—超基性岩浆分异产物,并形成铜、镍矿床和钒钛磁铁矿矿床。无论金川、赤柏松铜镍矿床,还是大庙钒钛磁铁矿床,都认为是岩浆贯入矿床。铜镍矿体产于岩体下部超基性岩相中,而铁矿矿体多产于岩体上部斜长岩相中。

从金川铜镍矿床看,这类型超大型矿床形成的条件应是:

- (1) 有利于岩浆在上升途中多次分异的稳定大陆环境;
- (2) 用以提供岩浆通道和成岩成矿空间的深大断裂;
- (3) 岩浆强烈的分异过程。

(六) 克拉通盖层成矿堆积环境

这种成矿堆积环境主要出现在新元古代晚期古中国地台形成之后,发育于克拉通之上的拗陷盆地或克拉通边缘盆地,在扬子古陆上较为典型。根据盆地大小、深浅和地形起伏状态,可分为远海(深海)沉积、近(浅)海沉积、大陆坡(陆棚)沉积和潟湖相等沉积作用。形成磷、锰、铁及部分铅锌矿床。除了陆源碎屑沉积作用,它们还与化学沉积和生物化学沉积作用有关。扬子古陆北缘的宿松—海洲边缘盆地、东南缘的武陵盆地、湘桂盆地及古陆上川黔鄂陆表海盖层沉积中产有大量这类矿床并构成矿床密集区。

(七) 显生宙构造岩浆活化带成矿堆积环境

显生宙构造岩浆活化,是古中国地台演化的产物。中生代时期由于太平洋板块向北西方向俯冲,使华夏古陆与扬子古陆对接碰撞,沿绍兴—江山—萍乡—一线形成碰撞造山带和推覆体构造重新复活,明显地表现为在造山带或断裂带附近形成燕山期一些壳源花岗岩体。这些深熔岩体母岩如果是前寒武纪含矿岩系,它将作为一种矿源层在其被交代花岗岩化或形成重熔花岗岩浆侵位过程中,使成矿物质再次富集形成与这些花岗岩有关的成矿堆积环境,产出一些特大型金矿床和钨锡矿床。例如与新太古代绿岩体深熔岩浆有关的金矿床,产出于中朝古陆郟庐大断裂东侧中生代构造—岩浆活化地区。高 Au 元素背景值绿岩体遭受交代—重熔再造,形成交代—重熔花岗岩体。成矿与岩浆热液蚀变作用、充填交代作用和韧性剪切变质作用有关。矿体产于岩体与围岩接触带的构造蚀变岩带和岩体边缘裂隙

中，形成构造蚀变岩型金矿床（焦家、大尹格庄、三山岛）和石英脉型金矿床（玲珑）。与中新元古代含钨锡变质岩系深熔岩浆有关的钨锡矿床，主要产于扬子古陆与华夏古陆中生代碰撞造山带附近，形成中国南方著名的钨锡矿床集中区。

二、古亚洲成矿构造域与成矿堆积环境

古亚洲构造域原指显生宙的中亚—蒙古地槽区（古亚洲洋）与其南侧之塔里木、中朝（华北）准地台（古陆）、北侧之俄罗斯、西伯利亚地台（古陆）相互作用，并经石炭纪/早二叠世末造山运动闭合，将俄罗斯、西伯利亚、塔里木、中朝等地台联结而形成的一部分大陆（黄汲清，1954；任纪舜等，1990）。古亚洲构造域的基本特征是地壳和上地幔条块在地质图上表现为近东西向的弧形（如宏伟的蒙古弧）或直线形（如华北地台北缘）展布的构造-岩浆成矿带。

本节所论述的古亚洲成矿构造域仅限于天山—兴安地槽褶皱区及其南侧之塔里木地台和华北地台的北部地区，并大致以内蒙古阿拉善北部（约 105°E ）分为阿尔泰—准噶尔—天山—塔里木成矿构造亚域和兴安—吉黑—中朝成矿构造亚域。

（一）阿尔泰—准噶尔—天山—塔里木成矿堆积环境

该区域矿产资源十分丰富。目前，仅阿尔泰地区有数个特大型稀有金属矿床，但大型和中小型矿床甚多，显示出区域成矿的分带性及其与古板块构造的密切成因关系，并产出有七个成矿带：

- （1）青河—哈龙稀有金属（锂铍钽铌）成矿带；
- （2）克兰铜铅锌成矿带；
- （3）北准噶尔铜、钨、金成矿带；
- （4）西准噶尔铬金成矿带；
- （5）贝勒库都克锡成矿带；
- （6）黄山—赤湖铜镍成矿带；
- （7）巩乃斯金铁铜成矿带；

上述主要成矿带的成矿堆积环境主要有以下两类。

1. 板块（包括微板块）边缘构造-岩浆带环境

西伯利亚板块南缘的阿尔泰活动带，该带由一些小板块拼合而成，活动性强，地壳物质被多次强烈改造，稀有分散元素被高度富集，致使俯冲造山作用形成的壳源型花岗岩具高的稀有金属丰度，得以形成众多的矿床。

2. 褶皱带的沟-弧-盆和碰撞带环境

（1）准特大型阿舍勒铜锌多金属矿床形成于拉张裂隙环境的双峰式火山岩中，Cu、Zn和Au都是地幔中丰度甚高的元素。

（2）准特大型和大型金矿床主要形成于有洋壳出现的拉张构造带（包括板块缝合带、弧间盆地、弧后盆地）或岛弧带，这是因为地幔中Au克拉克值较高，扩张作用或岛弧带壳幔混染型钙碱性岩浆把金带入火山复理石建造中，特别是弧间盆地和弧后盆地海水含碳质较高，金易被含碳的复理石吸附，而区域绿片岩相变质又将分散的金集中起来，形成含金破碎带。北准噶尔洋内弧、西准噶尔的唐巴勒弧后盆地和特尔布特弧后盆地及巩乃斯弧后盆地就成为特大型和大型金矿的主要产地。

(3) 喀拉通克铜镍矿和黄山铜镍矿的岩体为基性杂岩体，同位素年龄相当于二叠纪，形成于板块碰撞造山后期的拉张环境中。

(二) 兴安—吉黑—中朝成矿构造亚域成矿堆积环境

兴安—华北区的特大型和大型矿床并不多，除产于中元古代白云鄂博裂谷系中的特大型白云鄂博稀土-铌-铁矿床、狼山—渣尔泰裂谷系中的大型霍各乞、炭窑口、东升庙、甲生盘等火山喷气-沉积型铜铅锌矿床及燕山裂陷带中的大型高板河（火山喷气）-沉积型铅锌矿床外，只有黑龙江多宝山地区有准特大型和大型的斑岩型-热液型铜（钼）矿床，即多宝山斑岩铜钼矿和铜山热液型铜矿床，其他地区仅为一些中、小型矿床，成矿作用主要与火山作用和岩浆侵入作用有关。据此，该亚域的成矿堆积环境基本有如下两类。

1. 碰撞造山期后构造-岩浆带环境

主要是多宝山矿田准特大型—大型斑岩-热液型铜钼矿床的成矿堆积环境。多宝山斑岩铜矿床成矿堆积环境主要为：

- (1) 多宝山组安山岩具高的铜含量（ 130×10^{-6} ），为成矿提供部分矿质；
- (2) 花岗闪长岩和花岗闪长斑岩具较高的 Cu 丰度（ 50×10^{-6} ），也提供了矿质；
- (3) 北西向弧形构造带左行斜冲运动产生的次级拉张空间控制了弓石燕形花岗闪长岩-花岗闪长斑岩的侵位；
- (4) 该地区发育细碎屑岩、泥质岩和火山岩，而碳酸盐岩极不发育，因而溶解了火山喷出的 CO_2 、 H_2S 、 HCl 、 HF 等酸性物质而具弱酸性（pH 约 5~7）的天水在向深部运移过程中仍保持弱酸性，有利于从围岩中萃取出铜；
- (5) 由深部岩浆水和萃取了安山岩和花岗闪长岩中铜的热天水组成的含矿流体是在应力梯度以及温度梯度和浓度梯度复合控制下运移和沉淀成矿的。

2. 弧盆及陆缘火山喷流沉积和侵入岩浆带环境

主要是白乃庙中—新元古代岛弧型火山-沉积岩系（基性、中性火山岩夹中酸性火山岩，现变为绿片岩系）形成以白乃庙南矿为代表的块状硫化物矿床。嗣后的石英闪长斑岩体侵位又形成以白乃庙北矿为代表的斑岩型铜钼矿床。黑矿型矿床和斑岩型矿床原本“不相容”的矿床类型（Sillitoe, 1980）先后产于同一地点，既可能是岛弧外侧在洋板块俯冲由马里亚纳型（陡倾）转变为智利型（缓倾）所致（Uyeda, 1981），也可能是岛弧环境由水下变为陆地所致。此种矿化现象也见于瑞典北部新元古代 Skellefte 岛弧（Weihed, 1990）。

另外，在西拉木伦加里东褶皱带有早—中奥陶世大洋拉斑玄武岩、岛弧型玄武岩，华北地台北缘中西段有众多的加里东期花岗岩，特别是该期花岗岩热液可能叠加在与中元古代碱性岩-碳酸岩有关的海底喷气-沉积型白云鄂博超大型稀土铌铁矿床上。

最后应指出的是，虽然兴安—华北地区形成于古亚洲构造域时期的矿床尚不多，但许多地区的火山-沉积地层和花岗岩体的高的金属元素丰度为中生代成矿提供了矿质。

吉黑—辽东地区在古亚洲构造域发展阶段主要形成以下 5 类矿产：

- (1) 产于镁铁质—超镁铁质岩中的铜镍硫化物矿床；
- (2) 产于海相火山-沉积岩系中的块状硫化物矿床；
- (3) 与华力西期花岗岩有关的金（砷）矿床；
- (4) 与华力西晚期—印支期花岗岩有关的铅锌多金属矿床；

(5) 产于中朝准地台内缘陆棚浅海碳酸盐岩中的层状铅锌矿床。

三、秦-祁-昆成矿构造域与成矿堆积环境

秦祁昆造山带已经发现有多种大型、超大型金属矿床产出，根据矿床产出地质条件划分出四种主要成矿堆积环境。

(一) 造山早期裂陷海槽成矿堆积环境

中新元古代秦岭、祁连地区地壳裂解，形成秦岭—祁连裂陷海槽。

新元古代早期随着中元古代裂陷海槽封闭的同时，邻侧拉张作用形成宽坪裂陷海槽，形成下部为中基性海底火山岩、中部陆源碎屑岩和上部硅镁质碳酸盐类的宽坪群火山-沉积岩系。在其下一中部火山岩中形成铜、铁矿床，如产在基性火山岩中的眉县铜峪铜矿、二云石英片岩中的商县腰寺东沟沉积变质黄铁矿和条带状磁铁矿床等。随着宽坪裂陷海槽的扩张，使秦岭一大别地块南移，在扬子陆块北缘形成新元古代碰撞-岛弧带（杨志华等，1989），形成西乡群、刘家坪群中酸性火山-沉积岩系及火山成因块状硫化物铜锌矿床。

祁连海槽形成一套火山-沉积建造，西部为朱龙关群、镜铁山群，东部为陇山群。火山-沉积建造下部为中基性火山岩、夹酸性火山岩和砂板岩，中上部为泥质、钙质、碳质板岩夹硅质岩、灰岩和火山碎屑岩。在下部基性火山岩系内形成块状硫化物铜铁矿床，如陈家庙。但目前发现该类矿床仅为小型规模。在上部碳质干枚岩、板岩层内，形成大型镜铁山式热液沉积铁铜矿床。

(二) 火山岛弧及洋盆成矿堆积环境

早古生代的地壳张裂作用首次使秦岭、祁连造山带相通，形成纵贯两大造山带延长达几千千米的窄长裂陷海槽。裂陷海槽的形成和发展在两个造山带存在着差异性。北祁连裂陷海槽由早古生界海相细碧角斑岩和火山-沉积岩及较小比例的细碎屑沉积岩组成，其中奥陶纪蛇绿岩套出露完整，纵贯整个裂陷海槽，表明北祁连海槽已经发育成典型的洋壳。而代表秦岭造山带早古生代裂陷海槽的二郎坪群缺乏典型的蛇绿岩，中酸性火山碎屑岩和杂砂岩、粘土岩在地层中比例较大，代表了过渡型洋壳或再生小洋盆的环境。早古生代裂陷海槽内广泛形成具有重要经济价值的块状硫化物多金属矿床。但由于两个造山带裂陷海槽发育程度的差异，形成的块状硫化物矿床的类型和规模明显不同。

北祁连造山带火山岩型块状硫化物矿床主要分布在南、北、中三个成矿带。南带分布在北祁连裂陷海槽与中祁连隆起接壤部位达坂山成矿带，以红沟型 Cu (Fe) 矿床为代表，主要矿床包括红沟、松树南沟、宝库等。容矿火山岩系为晚奥陶双峰态细碧角斑岩建造，矿体均在基性细碧岩层内产出。中带包括东部白银厂石青铜矿带和西部祁连成矿区，矿床类型主要为块状硫化物 Cu-Pb-Zn (Au, Ag) 矿床，典型矿床包括折腰山、火焰山、小铁山、石青铜、郭米寺、柳沟、下柳沟等。北带东起白银厂北部银铜沟—老虎山成矿带，经门源北部成矿带至肃南错沟—九个泉成矿带。矿床主要为块状硫化物 Cu-Zn 矿床，典型矿床包括银铜沟、猪嘴哑巴、错沟、九个泉等。

(三) 造山中期拉张断堑盆地成矿堆积环境

晚志留世一早泥盆世加里东运动使祁连裂陷海槽闭合褶皱成陆，而在秦岭地区扬子陆块与华北陆块逐渐拼合碰撞。在两陆块拼合带的山阳—凤县—礼县一带，泥盆世拉伸张裂作用使地壳产生差异性升降活动。受同生断裂控制，形成大型同沉积断陷构造盆地，其中

沉积了巨厚的碎屑岩-碳酸盐岩沉积建造，伴随同沉积构造盆地同生断裂的活动，常形成同生砾岩层或滑塌堆积岩。在这种沉积构造环境下，海底热液携带着大量 Pb、Zn、Hg、Sb、Au 等成矿物质沿同生断裂通道上升到海底沉积盆地形成热卤水，在中秦岭地区形成产在沉积岩内超大型块状硫化物铅锌银矿床，如著名的成县厂坝—李家沟铅锌矿田。

（四）造山期后构造-岩浆成矿堆积环境

自中生代开始，秦、祁、昆造山带进入陆内造山阶段，构造运动以大规模推覆、滑脱为特点，形成大型韧性剪切带、糜棱岩化带，岩层广泛褶皱，岩石片理和断裂极为发育。同时，形成一系列中酸性岩浆侵入活动及热液作用。形成广泛金属矿化，其中主要有金和钼。

秦岭造山带内岩金矿主要分布在三个成矿区和一个成矿带。北部岩金成矿区有小秦岭石英脉型、蚀变构造岩型（如上官金矿）、爆破角砾岩型（如祁雨沟金矿）等。

南部岩金成矿区除石英脉型外，其次为变质火山岩型和构造蚀变岩型。

西部岩金成矿区主要为微细浸染型金矿。

成矿带沿华北、扬子古陆缝合地带分布，主要发育有钠长石碳酸盐角砾岩型金矿和斑（玢）岩型金矿，前者主要以双王金矿为典型代表。后者典型矿床有蒲塘、毛堂等金（铜）矿床。

四、特提斯—喜马拉雅成矿构造域与成矿堆积环境

我国西南特提斯是环球特提斯构造域和成矿带的重要组成部分，地处阿尔卑斯—喜马拉雅巨型造山带东段弧形转弯处，濒临特提斯构造域与太平洋构造域的交接部位。它是一个由北部劳亚大陆和南部冈瓦纳大陆和原始冈瓦纳大陆南北缘不断破碎、裂解、又互相拼接镶嵌的复杂地区。在地质环境上兼有劳亚和冈瓦纳两大洲的地壳结构、沉积类型及其过渡性特征，其主要成矿环境分述如下。

（一）板块结合带中蛇绿岩套成矿堆积环境

这类环境中的成矿作用以金沙江—哀牢山板块结合带成矿构造区为典型，并以发育特大型金矿为特征。

其特点是结合带中发育有蛇绿岩或蛇绿混杂岩系的火山岩，并有超基性岩在空间上密切伴生。金的成矿作用与热液蚀变关系极为密切，但在不同矿床中，蚀变类型则有较大差异。在哀牢山中段的金厂大型金矿中，与矿化关系密切的为硅化、黄铁矿化，向矿带北部，硅化逐渐减弱，在老王寨矿田东南部的库独木矿床中，以绢云母化、黄铁矿化、毒砂化为主，后期的碳酸盐化促使金矿化进一步增强。各类热液蚀变具有多阶段性。不同矿床中热液蚀变种类的差异，反映了热液来源的不同。

成矿作用经历了较长的地质历史，洋盆闭合后，区域在推覆、剪切、滑脱及岩浆活动中均不断有金的活化和聚积，但最后成矿时间主要在燕山晚期和喜马拉雅期。

另外，西南特提斯构造域中的大型硅酸镍矿也基本只发育在哀牢山结合带，它们的形成和结合带中“构造侵位”超基性岩具有密切的成因联系。

（二）火山岛弧带成矿堆积环境

这类环境主要集中分布在德格—中甸陆块中的昌台—乡城火山弧中。在火山弧形成之前，该区属于被动大陆边缘具有拉张的构造背景。目前已确定有嘎依穹大型铅锌（铜）矿

床，岷村特大型铅、锌、铜、银（金）矿床，其成矿堆积环境的特点是：

（1）成矿层位严格限于上三叠统四村组双峰式火山岩段内酸性火山-沉积岩系的上部或顶部，在矿体或矿层中常含火山岩夹层或角砾；矿床与双峰式火山活动晚期的酸性火山岩有密切关系，成矿作用是在一个较短的火山间歇期内完成的；

（2）矿床具有由下部脉状、网脉状矿体与上部层状矿体构成的双层结构，并具有明显的金属分带和蚀变分布；在网脉状矿体与层状矿体之间还常见到以金属硫化物为基质的角砾状矿体。这种矿床结构与日本黑矿和现代太平洋东隆附近黑烟囱式硫化物矿床的结构非常相似。

（三）陆块拗陷带中拗陷盆地成矿堆积环境

这类矿床较集中产出在昌都—思茅陆块察雅—江城中生代拗陷带中部的兰坪—云龙拗陷盆地中，矿种较复杂，包括铅、锌、铜、金、汞、锑、砷等矿床，其赋矿围岩为中—新生代陆相碎屑岩和蒸发岩。各类矿床在空间分布上有一定规律，在成因和成矿时代上相似和相近，总体构成一个成矿系列。其中具代表的金顶式铅锌矿床产出在兰坪—云龙拗陷盆地北部，以发育巨厚的新生代沉积岩为特征，主要为古新统云龙组陆相含盐建造，此外，还发育推覆构造群及一些穹隆构造，推覆体由上三叠统至下白垩统倒转层序构成。地层属于盆地内部系统。穹形构造可能由滑脱层的塑性流动，底辟上侵所致。铅锌矿的形成明显受益相位控制，老第三系云龙组垮塌堆积岩，河湖冲积扇，重力滑覆体和下伏的云龙组中的破碎带是铅锌矿床的重要容矿部位。

（四）陆块（中间地块）边缘的构造岩浆带成矿堆积环境

这一环境主要分布在昌都—思茅陆块成矿构造域的微陆块边缘。大洋岩石圈板块的俯冲消减后，导致陆—弧或陆—陆碰撞，从而进入全面陆内汇聚阶段，在此过程中，同碰撞期的岩浆作用一般表现为十分强烈，但在大规模的岩浆活动晚期或之后，还出现一些有别于主期的岩浆活动，在空间上，它们往往与陆内大规模冲断、推覆、走滑构造相伴随，在时间上，以燕山晚期和喜马拉雅期为特征。另外，岩浆岩的规模一般都较小。其滞后的原因比较复杂，有的可能是陆弧碰撞之后，地幔岩石圈的后继俯冲所致，然而与它们有关的成矿作用却是极发育的，并构成西南特提斯成矿构造域中的一大特色，其中较典型的是斑岩型铜（钼）矿和钨、锡矿床。

斑岩型铜（钼）矿床在本区较集中分布在金沙江—哀牢山板块结合带两侧的微陆块边缘构造岩浆岩带中，矿床与斑岩在空间上密切相伴，成岩、成矿时间基本一致，岩浆活动有燕山晚期（138~80Ma）和喜马拉雅期（52~36Ma）两个旋回。代表矿床为玉龙斑岩铜矿带，其矿化在空间上分布有三种形式：

（1）在斑岩体内：主要是 Cu、Mo 全岩矿化或部分矿化，矿石呈浸染状、细脉浸染状产出；

（2）接触带上：以 Cu、Fe 多金属矿化为主，矿石呈块状，细脉状产出，矿体呈脉状、透镜状；

（3）蚀变围岩地层中矿化多呈浸染状、脉状，矿化元素为 Pb、Zn、Au、Ag 等，矿体呈脉状、似层状、透镜状产出。

矿化分带与前述三类蚀变分带对应。

五、滨西太平洋成矿构造域与成矿堆积环境

中国东部滨西太平洋成矿构造域内成矿作用十分广泛，其矿床类型主要为斑岩型、夕卡岩型、热液型和层控型矿床，其他类型则比较少见，并且矿种以有色金属矿床为主，如钨、锡、锑、汞、铜、铅、锌、钼、金、银等，其中钨、锡、钼、锑等均有特大型矿床产出。该区成矿作用均与中生代，特别是燕山期构造-岩浆作用有直接与间接关系，然而大量资料表明，凡有构造-岩浆活动地方未必都有成矿作用发生；成矿作用只是在构造-岩浆活动大背景之下的某种地质环境中产生，并形成了工业矿床。因此成矿地质环境研究在区域成矿中具有重要意义。现依据初步研究成果，将中国东部滨西太平洋成矿构造域中主要成矿环境分述如下。

（一）火山盆地成矿堆积环境

这种成矿地质环境在火山活动带中十分普遍，是重要的成矿环境之一。该环境主要出现在火山盆地及其周围。大量资料表明火山盆地愈发育对成矿愈有利，并且其所形成的矿种与火山盆地中火山喷发的岩性有密切关系。通常火山喷发以中基性为主的，则多形成铁、铜矿床；若以中酸性为主的，则多形成铜、铅、锌、银矿床；若以酸性为主的，则多形成钨、锡、钼矿床。这种特点在华南地区表现得十分突出。

在火山盆地发育过程中其地质特点是不断变化的，虽然在火山盆地发育的不同时期与阶段都有成矿作用发生，但其成矿形式与规模有明显的差别，其中以火山活动晚期在火山盆地边缘部位和火山活动中心的火山管道部位最为特殊，常有较大经济价值的矿床出现。

在火山盆地边缘部位成矿作用主要与边缘断裂以及侵位于断裂之中的次火山岩有关。成矿作用主要围绕花岗闪长斑岩及其周围，形成了斑岩型和热液型金属矿床。

在火山活动中心的管道部位成矿作用主要与其中次火山岩活动有关。在次火山活动的晚期往往伴有热液隐爆作用，使火山管道周围出现爆破角砾岩脉及其矿化作用。这种矿化一般为低温热液矿化，形成规模较大的铜、金等有色金属矿床。如福建上杭火山盆地的中心管道部位，在次火山岩体活动晚期发生了热液隐爆作用，使火山管道中心二侧形成北西向隐爆角砾岩脉群，并伴有低温热液成矿作用，形成紫金山式铜-金矿床。

（二）隆起边缘断裂活动带成矿堆积环境

这种环境在中国东部分布比较广。它是在隆起区边缘的断裂带活动过程中产生了配套的次级断裂及其有关的岩浆侵入活动而形成的。在这种成矿地质环境中，古老的基底隆起；隆起边缘大断裂；配套构造及其岩浆活动是其组成的三大要素。

褶皱隆起基底是该成矿地质环境的基础。大断裂活动是该环境形成的主导因素。配套构造是赋矿空间。

在这种环境中成矿作用主要于低序次断裂上的中酸性-酸性小侵入岩体及其周围，而在大断裂上基本没有矿化。成矿类型以斑岩型矿床为主，如江西德兴，但在它外围常有脉状矿床。

（三）隆起区网状断裂体系的成矿堆积环境

这种环境是在中生代隆起区经一对（组）大断裂反复活动，并在其所夹持的范围内形成二组次级断裂，构成了网状断裂系统，产生了新的成矿地质环境。这种环境分布规模较广，是中国东部地区重要成矿地质环境之一。

成矿作用主要发生在侵位于网状断裂系统中的岩体及其周围。矿化类型与成矿种类都比较多样，如九瑞地区有斑岩型、夕卡岩型和脉状的铁、铜、铅、锌、金等矿床；赣南地区有伟晶岩型、石英脉型、云英岩型及细脉浸染型钨、钼、锡、稀土等矿床。矿化比较集中，常有大型、特大型矿床出现。

（四）不协调构造的成矿堆积环境

这种环境主要是在基底构造不协调部位，经中生代构造活动，发生了再次形变并伴有岩浆侵入或热水环流活动，从而构成一个相对比较封闭的成矿地质环境。

基底不协调构造大多是在原先沉积时受同生断裂影响以及褶皱隆起时由于岩性差异造成层间滑脱和走滑而使岩层在总体褶皱隆起时局部出现陷落，或在总体拗陷下沉时局部出现隆升现象而形成的。即通常所称的“隆中拗”和“拗中隆”构造。

在这种成矿环境中与中生代构造活动相伴随的岩浆侵入活动有多种多样形式，有的沿浅部断裂带或不协调构造面侵位，如内蒙古黄岗—甘珠尔庙地区中生代花岗岩类多呈岩枝、岩墙沿层间破碎带侵位；有的侵位较深，地表没有出露，如锡矿山地区。据矿物流体包体资料，这两种侵位形式虽然不同，但均具有发育的热水循环系统，促使成矿物质富集。

成矿作用在该成矿地质环境中主要发生在局部的“隆”和“拗”之中，其成矿物质既可来自岩浆，亦可来自围岩。矿化可集中在岩体周围形成岩浆热液矿床与夕卡岩矿床，如内蒙古黄岗—甘珠尔庙地区的白音诺铅锌矿床等；矿化亦可随水热作用循环，延伸较远，在屏蔽层之下的层间褶皱带或层间破碎带形成矿床，如锡矿山矿区特大型锑矿床。这种成矿地质环境在中国东部滨西太平洋成矿构造域中分布比较广，是十分重要的成矿地质环境。

（五）叠置成矿堆积环境

这里指的是中生代构造-岩浆作用叠置在前中生代张裂带或裂陷带上，并对后者进行改造的成矿地质环境。其中前中生代张裂带或裂陷带是这种成矿地质环境的基础。它属于陆内构造，一般延伸较长，可达数百千米，宽数千米。在裂陷带中由于裂陷深度不均一性，岩层岩性、厚度变化较大，同时在裂陷较深部位常伴有海底喷流作用。如广西河池—南丹一带在晚古生代早期处于张裂状态，形成了以碳质灰岩为主的“台沟”相沉积，并伴有海底喷流作用，形成了硅质岩、电英岩并呈条带状、条纹状夹于灰岩中，延绵数十千米，同时在岩层中还具不对称蚀变及 Sn、Sb、S、As 等预富集现象，形成一个地球化学高背景场，局部地方甚至富集成矿。

这种成矿地质环境的形成是经历了较长时期，并且经过了由一种成矿地质环境向另一种成矿地质环境转化以及相互叠置的过程。它是深部活动与浅部活动、内生作用与表生作用转化与叠置的结果。因此，这种成矿地质环境常有超大型矿床产出，如著名大厂锡矿即产于此环境。

（六）陆内沉积盆地成矿堆积环境

这种成矿地质环境在中国东部地区比较局限，主要是在中、新生代形成的，其中含矿性较好的陆内沉积盆地大多出现在古隆起中及其边缘，并且周围出露地层大多是固结程度较好、稳定性较高的古老火山-沉积变质岩系。也就是说该环境形成必须保证盆地景观在相当长时间内保持稳定状态，而盆地中能够持续地获得成矿物质的供应。

在该成矿地质环境中金属矿床形成，如含铜砂岩型矿床等必须依赖气候条件，才能促使成矿物质周期性地迁移、富集，并在一定水文地质与物理化学条件下成矿，而其中以亚热带气候最有利。因此，该成矿地质环境及其成矿作用的发生往往受一定地理纬度控制。

(七) 挤压-活动带的成矿堆积环境

该成矿地质环境多发生在远离火山活动带地区。它是在前中生代基底基础上，由于中生代构造挤压作用，产生了一系列短轴褶皱以及与其有关的陡倾斜断裂，构成了一个构造动力活动环境，并促使前中生代地层中成矿物质发生再富集。挤压活动带多形成于中生代，并以燕山期为活动的高潮期。如湘西、粤北地区，在泥盆纪—石炭纪地层中含有铜、铅、锌矿化层或地球化学高背景场，印支运动后在其褶皱隆起过程中发生了强烈挤压作用，形成了串珠状短轴褶皱及陡倾斜断裂，并在背斜倾伏端（湖南白云铺、禾青等和陡倾斜断裂二侧（凡口等）形成了层控型矿床。此外，这种挤压-活动带进一步发展将产生韧性剪切作用，若其发生在前寒武纪金背景值较高层位上，则可形成较大金矿床，如河台金矿床。据统计该成矿地质环境多出现在内地，而沿海一带则很少出现这种成矿地质环境。

第二章 难识别及隐伏大矿、富矿资源的 四个等级体制成矿及矿床点 筹密度图

第一节 金属成矿省四个等级体制成矿

金属成矿省是指在一定地质构造部位有规律地集中某些金属矿床及其系列组合的区域成矿概念，自 20 世纪初问世以来，近一个世纪，对其成矿内涵和研究法已有很大发展和变化。主要是把传统的，仅在一定地质构造背景基础上，圈定不同类型矿床时、空分布而标定不同成矿区带的固定论研究，发展为随地质历史演化（时间维）促使各自异向的控矿因素得以异常地形成成矿构造聚敛场（空间维），即“时间维”造就（generated）“空间维”的活动论新概念。这一概念是通过第 26、28、29、30 届等历届国际地质大会均将其列为专题讨论后而逐渐形成的，尤其是第 30 届国际地质大会将其作为 21 世纪能源和矿产资源的重点，并在会上提出“演化成矿学”（evolutionary metallogeny）、“成矿演化是一切成矿因素的函数”和金属成矿省演化的“景”、“场”、“相”、“床”四个成矿等级体制成矿的论点。显然，金属成矿省地质历史演化已是当代成矿学研究的前缘课题。国际上很多学者先后开展了一个国家的或不同地区的，不同地质构造单元典型成矿区带的和具体矿田（矿床）的成矿演化研究。近 15 年来，国内对金属成矿省研究也积累了大量资料和成果，并拥有一批具有中国特色的成矿区带，为成矿学研究跃居国际先列奠定了基础。还应提出的是，自“六五”开始，15 年来地质矿产部已完成两轮成矿远景区划，对全国金属、非金属和能源矿产的成矿规律和资源量预测均取得大量资料和系统成果，为配合当前以大比例尺为主的第三轮成矿远景区划，深入开展金属成矿省等级体制成矿研究将是现代矿产资源勘查评价理论和方法的重要内容。

金属成矿省等级体制成矿（hierarchy systematic metallogeny of a metallogenic province）是指在全球或一个国家范围内的一些特殊地质构造部位，明显地集中着某些金属组合，称金属省（metalloprovince）或地球化学省（geochemical province），并由之形成某些类型矿床及其系列组合（metallogenic series associations），称金属成矿省（区、带）（metallogenic province），其内部，都存在着成矿构造背景（tectonic setting）、成矿构造聚敛场（metallotect convergence）、金属成矿相（metallogenic phases）和结构构造矿床（ore deposits），即“景”、“场”、“相”、“床”四个不同等级的成矿组成（metallogenic components），并随地质历史演化、按不同层次（metallogenic level）的耦合规律成矿。金属成矿省等级体制成矿概念的提出，是对深化认识金属成矿省地质历史演化和合理进行矿产勘查评价的新发展，是把以往仅按在一定地质构造背景基础上，圈定不同类型矿床时、空分布的矿产勘查传统方法，变革为按等级体制不同层次及其随成矿史演化进程的耦合程度进行勘查评价的新方法。现对等级体制成矿概念的形成和意义，研究内容，华北地