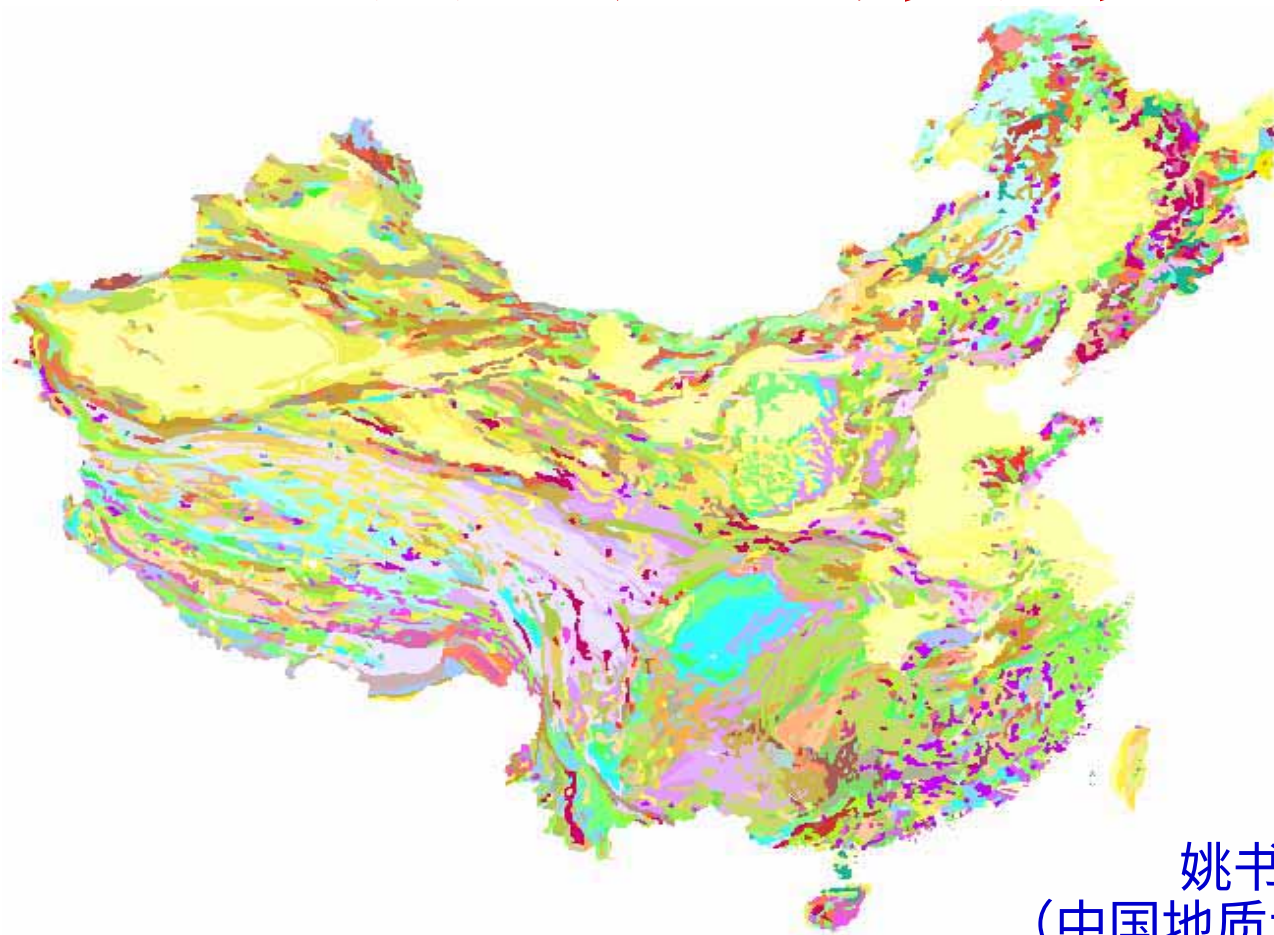


地球物质科学前言

区域成矿规律研究



姚书振
(中国地质大学.武汉)

绪 言

- 我国现已面临着矿产资源与能源的危机，大宗矿产资源与能源短缺已成为国民经济健康快速发展的瓶颈。（石油、天然气、煤；**U、Fe、Cu、Al、Pb、Zn、Mn、Ni、K；W、Sn、Au**）
- 要合理使用、节约和保护矿产资源，提高资源利用率，要加强矿产资源勘探，提高国家战略资源储备已成为当务之急。（西部矿产资源勘查评价、东部危机矿山深部找矿、海洋资源调查）
- 要加强重大地质问题科技攻关，加强成矿理论、找矿方法和勘查开发关键技术的自主创新，推进战略性矿产资源勘查评价，实现找矿新突破，为国家提供足够的战略资源。

▲ 区域成矿规律研究是核心和关键

- 一、概述(概念、目的、研究思路)
- 二、区域成矿背景、控矿要素及典型矿床研究
- 三、区域成矿规律综合研究
- 四、在区域矿产资源预测评价应用

一、概述

◆ **区域成矿规律**——是指矿床在某一区域内产出和分布的规律性，他是自然形成和客观存在的。需要在区域地质调查、矿产勘查、矿山开采等工作中获取的地、物、化、遥信息的基础上，通过理性的思维与升华，揭示区域内矿床成因联系和时、空分布规律。

◆区域成矿规律研究的目的:

- 丰富和发展成矿学与矿产勘查学的理论;
- 为矿产预测和矿产勘查服务, 不断提高理论找矿水平, 减小勘查风险、提高找矿效益。

★提高矿产资源勘查部署的科学性和合理性

★指导新矿床的发现和危机矿山深部找矿, 为隐伏矿床、难识别矿床和新类型矿床的寻找指出方向等。

为提高国家矿产资源战略储备水平, 缓解危机作贡献

◆成矿规律研究的思路:

以实践为基础，以理论为指导，以技术为支撑
以构造为主线，以成矿为核心，以找矿为目标

◆成矿规律研究的研究内容:

- 成矿背景与环境分析
- 矿床类型划分与成矿模式构建
- 成矿系统与矿床成矿系列划分
- 矿床时空分布规律的总结
- 划分成矿区(带)、编制成矿规律图
- 总结关键控矿因素和找矿标志集
- 指导矿产预测与评价

◆提高研究的水平和应用效果的途径:

- 必须以扎实的野外地质观察
- 充分掌握地、物、化、遥资料,
- 运用现代成矿学的理论及先进的技术方法
(**GIS**)
- 运用科学思维进行有深度的综合分析, 提取有效信息和归纳。

一个民族要想登上科学的高峰终究是离不开理论思维的。

-恩格斯

●科学思维——类比、求异、系统分析

★类比、求异与逻辑推理求共性-矿床分类与建模

（矿床特征+成矿条件分析+成因分析）

★系统科学

历史分析求演化

动力分析探成因

空间分析看分布

关联分析建系统

求异分析寻个性

交叉思维出方向

熟练掌握类比、求异及系统分析方法，
对提高区域成矿规律研究新水平十分重要。

二、区域成矿背景、控矿要素 及典型矿床研究

1、区域构造类型及其演化

- 造山带、地台、裂谷、洋盆.....

运用构造解析方法,对成矿载体,即区域构造类型及其演化

- 造山带:

挤压造山带: 洋壳俯冲挤压型 (安第斯、科迪勒拉)

陆洋壳俯冲挤压型 (喜马拉雅)

剪切造山带 (阿尔金)

复合造山带 (秦岭)

(威尔逊旋回, 非威尔逊旋回, 多旋回造山)

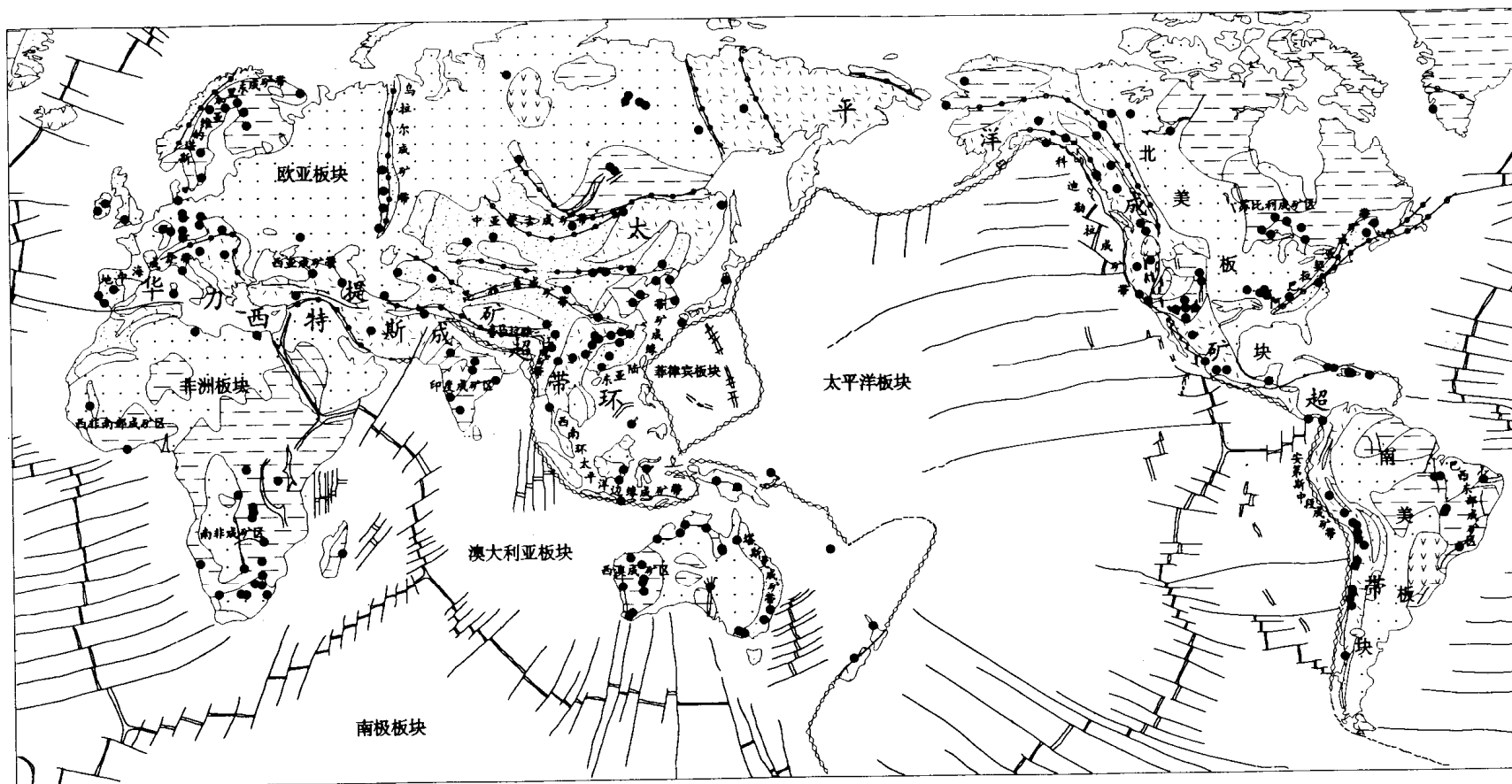
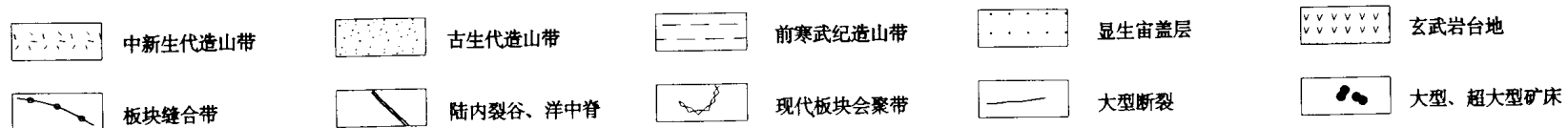
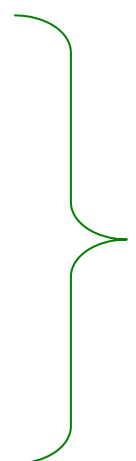


图3—2 全球构造演化与矿床分布图



不同成因类型的造山带,不同时期的构造、建造组合各具特色,成矿动力学环境与矿床组合也有差异

裂陷期
俯冲期
碰撞期
伸展期
剥蚀期



构造体制、环境、建造、矿床组合

2、成矿环境与控矿要素

1) 区域成矿的控制因素,

查明构造、建造、流体、生物等作用与成矿的关系, 分析构造—建造组合及其体系结构有利于查明 同类型矿床的形成和分布规律

◆含矿建造

矿床是建造中成矿物质高度富集的特殊相, 并与一定的建造(沉积、岩浆、变质建造)伴生。

含铜和多金属的细碧角斑岩建造

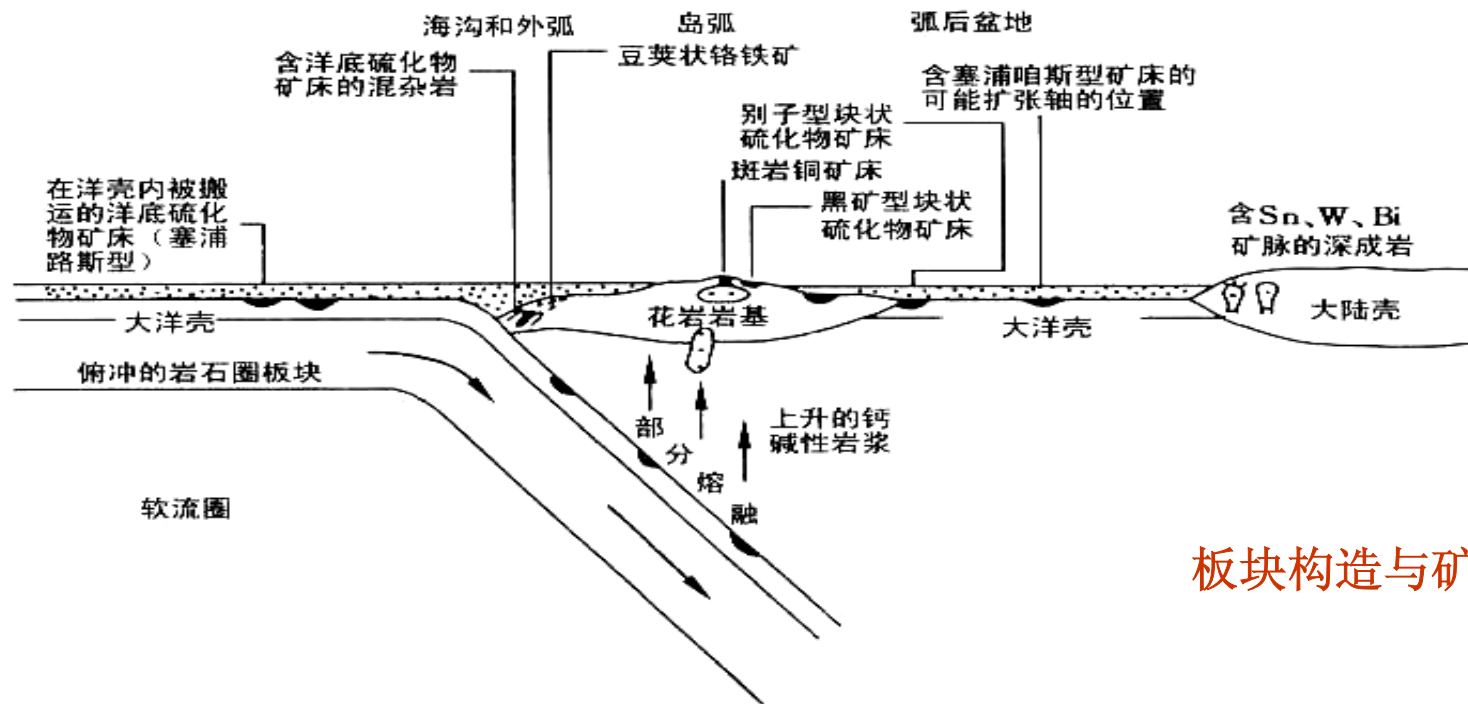
含金的花岗绿岩建造和浊积岩建造

含铅锌等的热水沉积岩建造

含铜钼的斑岩建造等

◆大型构造

如裂谷、洋盆、岛弧、沉积盆地、推覆构造、韧性剪切带、大型走滑断层、花岗岩穹窿与褶皱带等,它们总体上控制着含矿建造的产出和矿化带、矿集区的产出

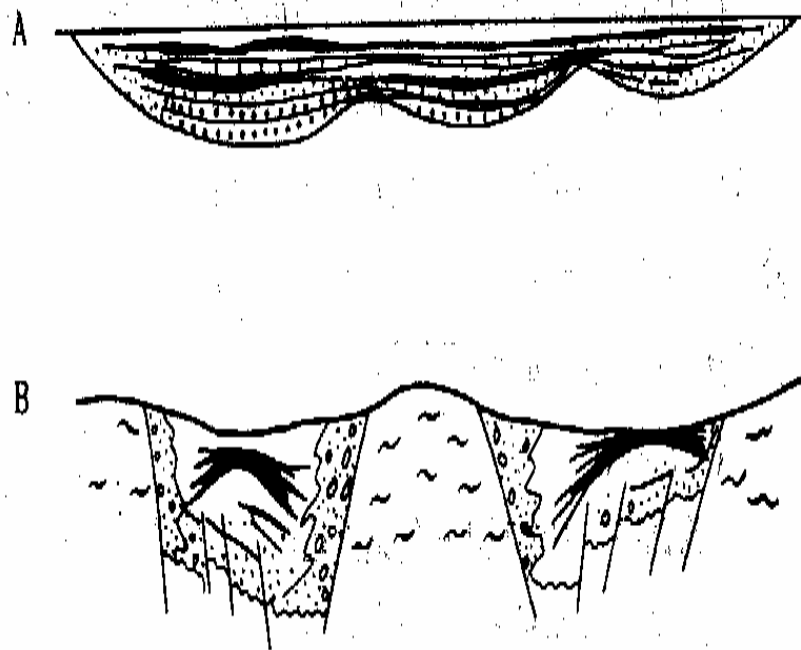


板块构造与矿床分布

●成矿前、成矿期、成矿后构造研究

●成矿前构造是指成矿作用前已存在的各种构造要素。

●在沉积、沉积变质矿田：成矿前构造主要是指控制沉积的盆地以及盆地边缘的断裂。



A-波状凹陷沉积盆地（构造运动引起基底凹陷）； B-断裂凹陷沉积盆地（断裂控制断块下沉所形成的盆地）

●内生矿田成矿前构造

- 控制岩浆-矿化活动的区域构造；
- 成矿前地层的原生成层构造；
- 成矿前中深成侵入体及次火山岩体的原生构造、接触带构造、火山机构等；
- 成矿前脉岩所充填的断裂裂隙以及成矿前脉岩中的冷缩裂隙；
- 直接发生在矿化作用前的褶皱、断裂构造。

★成矿前断裂的确定

- 成矿前断裂构造可以分为：

控制沉积岩、火山沉积岩系堆积、以及岩层发生褶皱时形成的断裂；

控制岩浆侵入或侵入时发生的断裂；

直接发生在矿化作用前的断裂。

在同一地区或矿田有时同一断裂既控制沉积岩、火山岩系的堆积，又控制着侵入岩的分布和矿化作用。

- 根据断裂是否被沉积岩层或火山岩层所覆盖，查明断裂形成的年代上限。
- 根据岩体有规律的排列、形态产状，构造角砾等，确定成岩前断裂的存在。

★成矿前的断裂主要特征

- 继承性或新生
- 矿化带、矿体、蚀变带沿断裂分布或切过断裂；
- 阻挡含矿流体运动的断裂，紧靠断裂面的矿体呈喇叭状；
- 断裂中没有矿石的角砾，但矿化或蚀变交代了成矿前的构造角砾；
- 断裂控制着矿床、矿体的展布格局，断裂两侧的矿脉具有明显的不对应性；
- 控制上述断裂的高一级断裂。

●成矿期构造

●成矿期构造为矿石沉淀过程中发生的构造变动。包括从矿化作用开始到矿化作用全部结束之间所发生的构造活动。

★成矿期构造经常是直接控制矿体的构造，它的多次脉动活动使矿石沉淀具有断续的性质，造成矿体内部结构的复杂性。成矿期间发生的断层、裂隙、角砾岩化等，可使含矿溶液流通的构造反复地张开和闭合，造成不同阶段的矿化在同一断裂裂隙中重叠，易于形成富矿体或富矿段。

★成矿期构造与矿化作用的关系

●时间上:

- 构造生成与矿化作用基本同步发生。每一阶段的构造活动都伴随有矿石的堆积或矿体的形成。
- 构造与矿化作用不完全同步。构造先挤压、后张裂，挤压时不成矿，张裂时成矿。
- 不同构造体系的交替时，构造裂隙多次开合，其中挤压体系可能不成矿，而伸展、走滑体系成矿。

●在空间上:

- 空间重叠（或继承）关系：同一裂隙多次张开，不同阶段矿化重叠。
- 空间上相互交叉切过，不同阶段矿化相互穿插。
- 空间分布不一致，不同阶段矿化出现分带性。

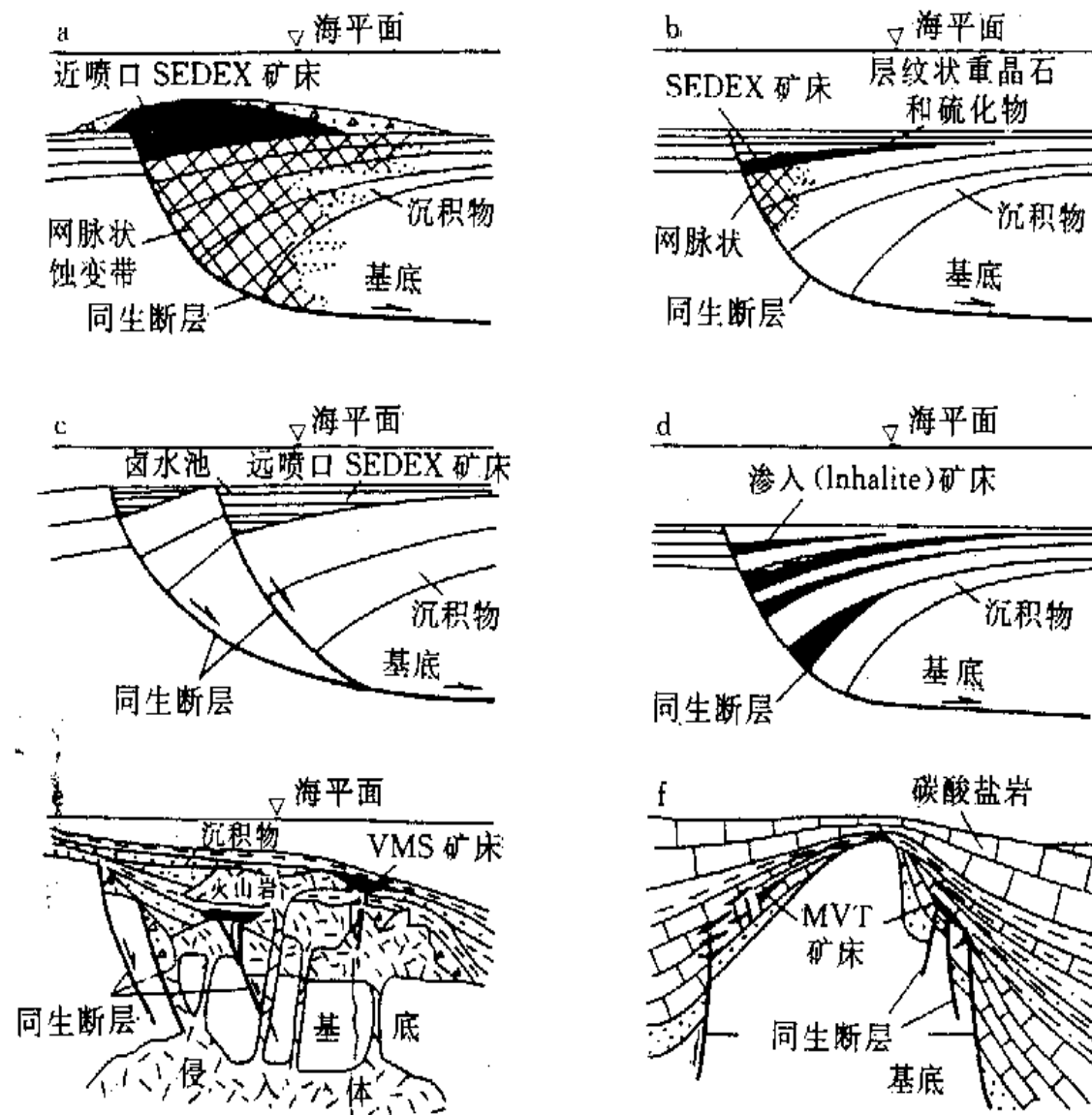
●沉积或热水沉积矿田成矿期构造

★同生断层或生长断层

同生断层的识别标志主要是沉积相和地层厚度突变带，线状分布的低成熟度的杂砂岩类、山前冲积扇群、浊积岩等快速堆积的沉积物，以及海底火山岩带。

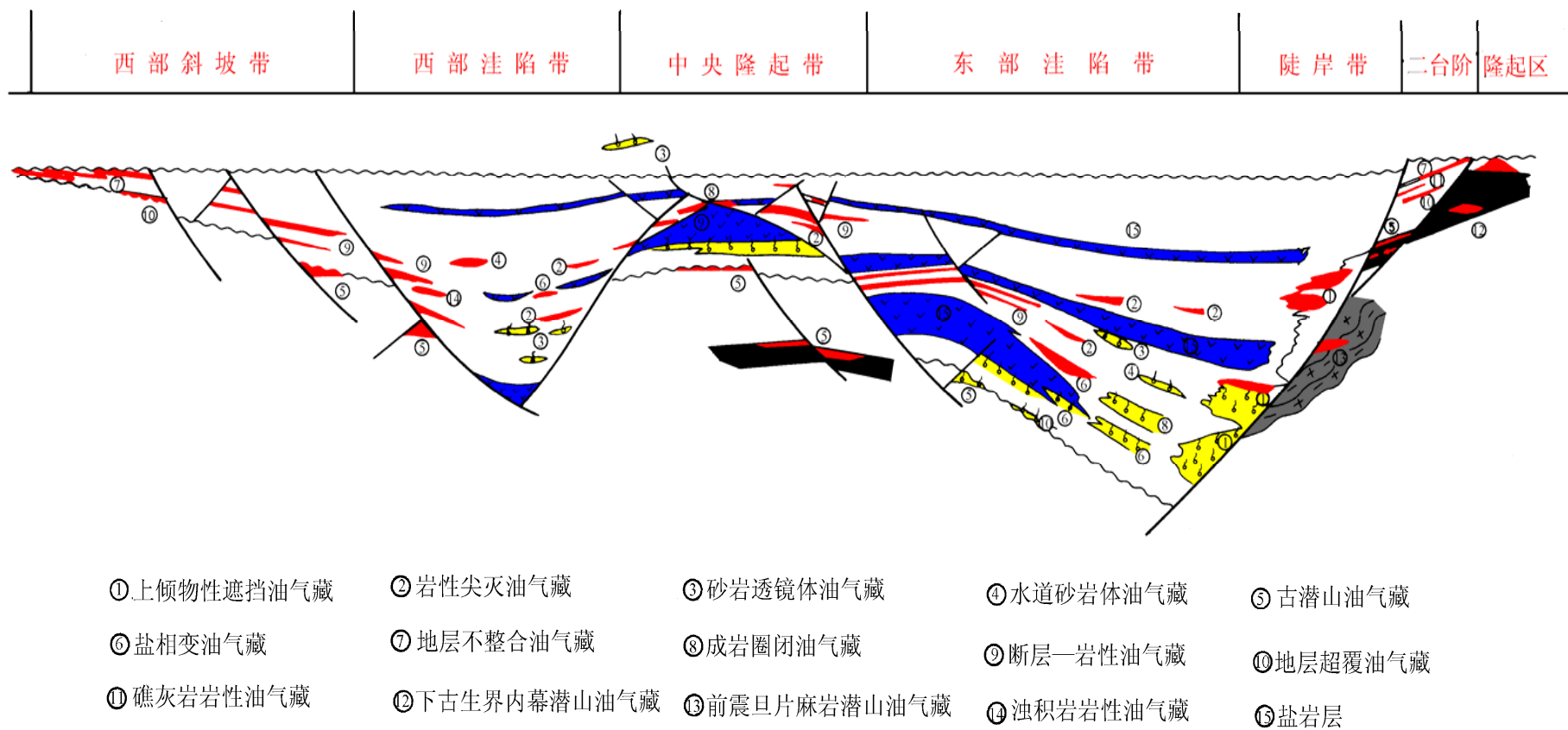
它们既可作为矿液运移的通道，又可是矿液的排泄口和矿石的堆积地。这对于**SEDEX**型和**VHMS**型等矿床的产生有至关重要的意义。

沉积盆地中同生断裂与层控矿床的空间定位



同生断裂是控制沉积盆地中层控矿床空间展布和定位的主导因素

•同生断裂控制沉积体系,进而控制油气藏分布



中原油田东濮凹陷油气藏分布模式示意图

◆地球化学块体对矿化集中区的控制

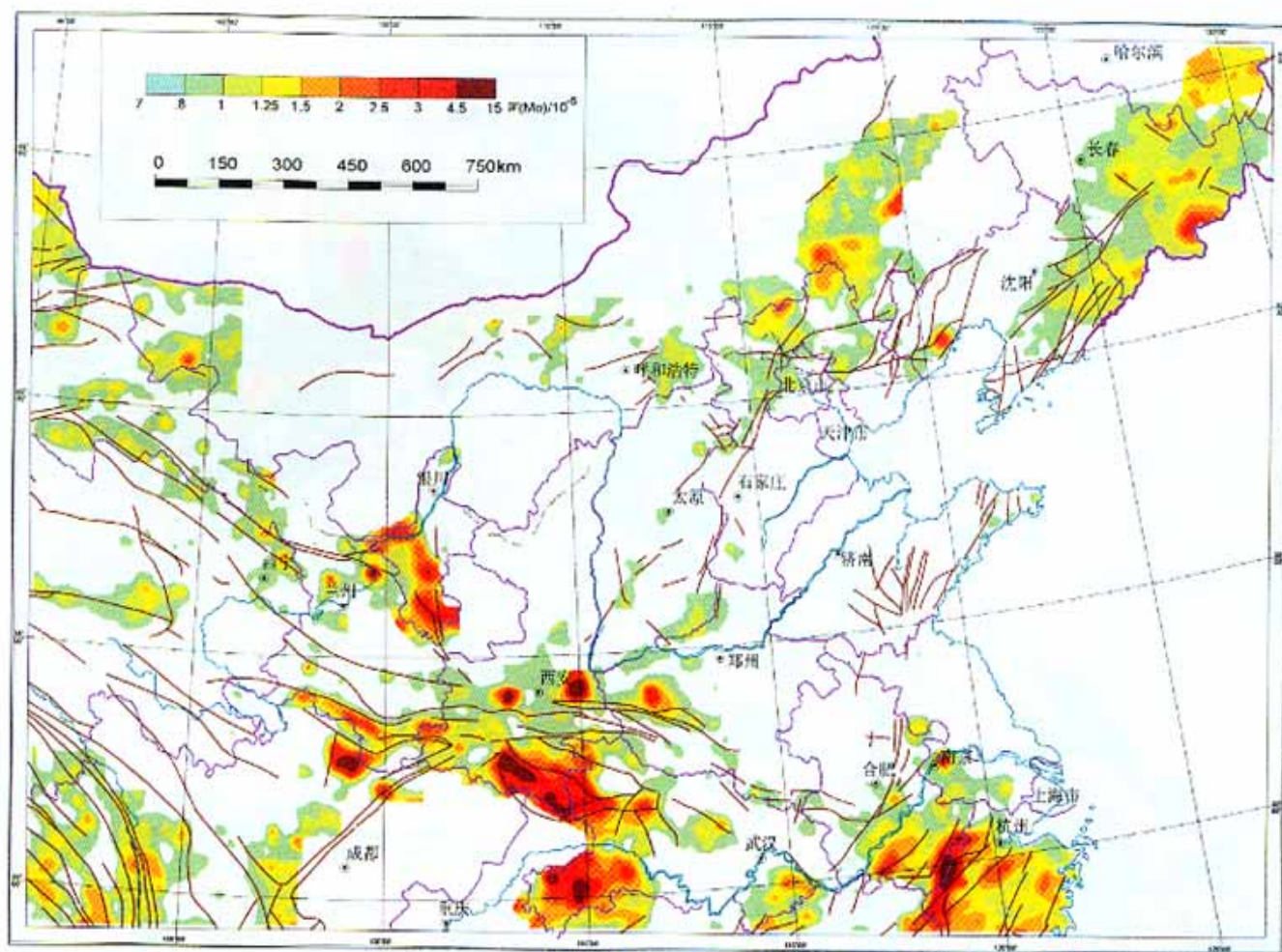


图 4-13 华北地台及其周边地球化学块体图

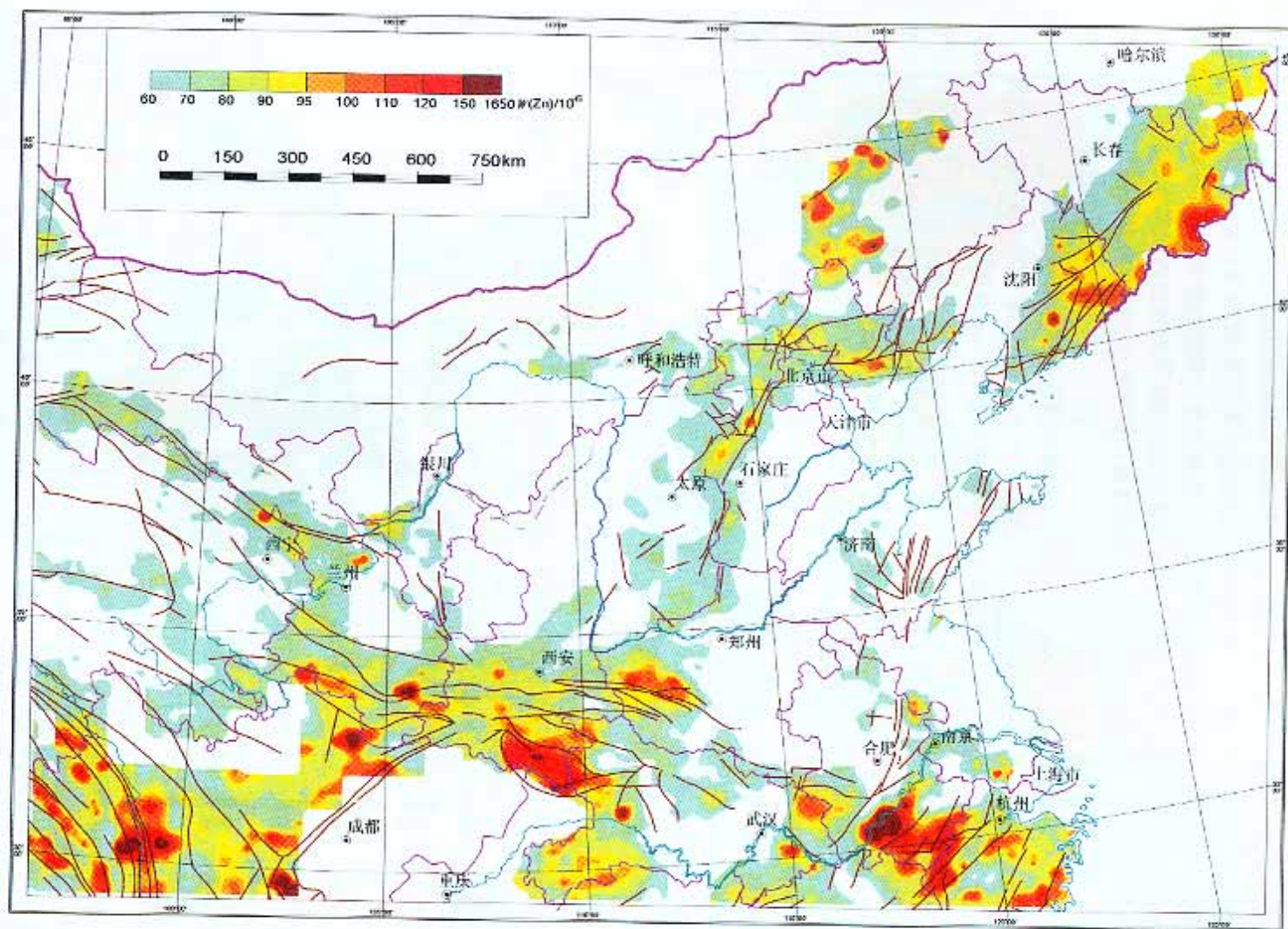


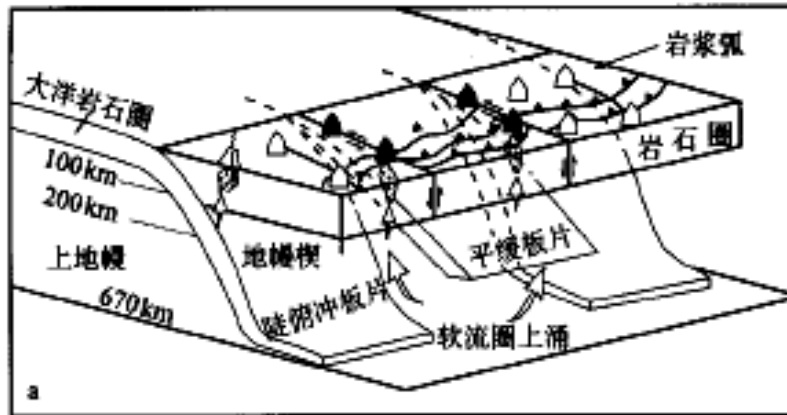
图 4-9 华北地台及其周边锌地球化学块体图

2) 重视对不同历史时期区域岩石圈组成、结构与成矿关系的研究,揭示大规模成矿的深部控制要素

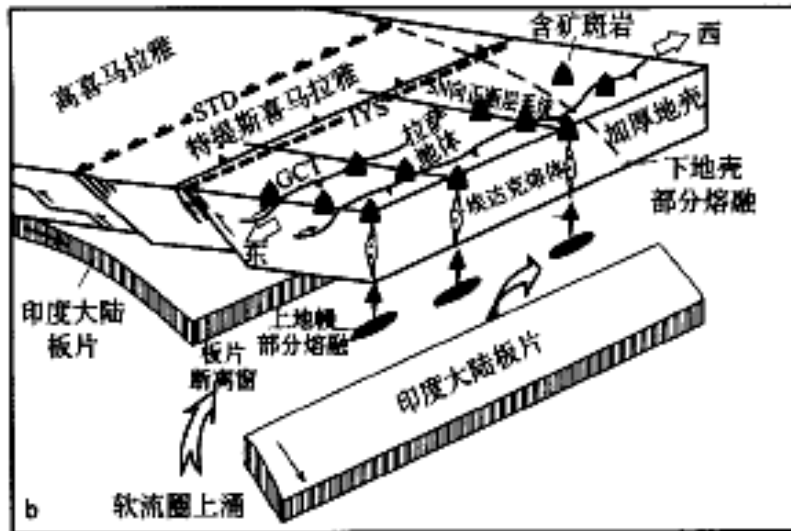
- 用岩石学与地球化学方法,通过研究岩浆岩成岩年代、岩浆演化与成矿过程、原生岩浆和源区性质、区域岩浆活动规律、成矿深部过程与岩石圈演化等,揭示大规模成矿的深部控制要素。与地质构造分析相结合探讨控制区域矿床分布规律的深部要素

▲ 壳幔组成与结构不均一在板块边界和地体边界尤为明显,多是巨型成矿区带的所在地。

▲ 大区域岩石圈减薄作用是成矿大爆发的重要原因。



洋壳俯冲造山
埃达克岩与
斑岩铜矿



陆壳俯冲造山
埃达克岩与
斑岩铜矿

图7 示意俯冲板片类型、形态、构造特征与地壳变形及斑岩 Cu-Mo-Au 矿化时空关系

(据侯增谦)

- 埃达克岩, 是一种产于岛弧环境
- 低K、高Na、高Al($Al_2O_3 > 15\%$), SiO_2 56-70%、高Sr(400×10^{-6}), 亏损Y(18×10^{-6}) 的中酸性岩;

3、主要矿床类型、成矿机制研究

◆矿床类型划分及典型矿床地质特征研究

- 正确区分和厘定各类矿床,分别查明它们的地质特征、成矿条件与成因。
- 典型矿床进行深入研究,查明其产出的成矿地质环境、控矿的地质条件(构造、地层、岩浆岩)、矿体特征及其变化、矿石物质成分和矿石组构特征、围岩蚀变矿物组合空间分带特征,确定成矿时代及划分成矿期、成矿阶段等,初步确定矿床的成因类型。

在研究程度较底时,矿石组构特征研究对初步确定矿床成因很重要(幻灯片 70、幻灯片 71、顶板炭质页岩)

幻灯片 26

◆成矿物质、成矿流体与成矿机制

通常运用矿物包裹体、同位素地质、微量元素、稀土元素、成矿热力学、成矿模拟实验、计算机模拟等手段

●成矿物质来源研究

要以矿床地球化学研究为基础,结合构造—地球化学与区域地球化学的研究,着重查明矿源区、矿源岩(层)及矿质供给、输运与聚集成矿。

●地质流体

- 流体类型：岩浆流体、变质流体、地幔流体、热卤水、有机流体等
- 成矿方式：流体混合、水岩反应、充填交代、喷流沉积
- 流体的形成演化：成分、盐度和 P \| T \| pH \| Eh 条件 变化
- 构造动力学、流体动力学
- 分析矿源供给、流体输运、矿石堆积和矿床定位的动力学过程，

●总结构造—流体—成矿系统的基本类型，

海底热水系统成矿、火山热液系统成矿、岩浆热液系统成矿、盆地流体系统成矿、变质核杂岩—拆离断层流体系统成矿和地热系统成矿等。在此基础上，进一步阐明矿床成因及成矿机制。

◆矿床形成后的变化与保存

- 遭受后期的变质、变形改造
(矿体发生移位,再富集或贫化)
- 剥蚀的程度
- 矿床形成后所处环境变化的控制因素和变化类型。

4 构造、成岩、成矿年代学的综合研究

通过对区域构造、成岩、成矿年代学的综合研究,对查明区域构造、建造、成矿的耦合与演化规律十分重要。

- 岩石年代学研究
- 构造年代学
- 成矿年代学

- 成矿年代学

利用矿石矿物(特别是硫化物)和与其共生的脉石矿物精确测定成矿年龄的方法,如**Rb-Sr**、**Sm-Nd**、**Re-Os**、**Pb-Pb**、**Ar-Ar**法等,为成矿年代学研究提供了新途径

- 构造-成岩-成矿年代学综合研究

更准确地分析区域构造、成岩、成矿的演化序列,揭示构造活动、沉积作用、变质作用、岩浆活动与成矿的耦合与演化规律,为构建成矿谱系,明确主要的找矿对象打下基础。

陕甘川邻接区深大断裂与侵入岩时代

- 多期活动的剪切带
 韧性—韧脆—脆性
 玛曲-略阳断裂:

海西期

211.9Ma

143.5Ma

122.3Ma

58.2-40.8Ma

青川-茂县:

229.6Ma

203Ma

167.5-98.3Ma

46.96Ma

岷江断裂:

230 $\pm$ 4.4Ma

161.6 $\pm$ 1.9Ma

131.7 $\pm$ 1.6Ma

• 印支-燕山期侵入岩

时间长:

237-40.8Ma,

两个高峰期:

230-150Ma,

140-100Ma

持续性、继承性

构造与岩浆活动具同步性

岩浆岩与金矿成矿年代:

岩浆活动: 230-150,

140-100,

-48Ma

成矿时间: 210-40Ma

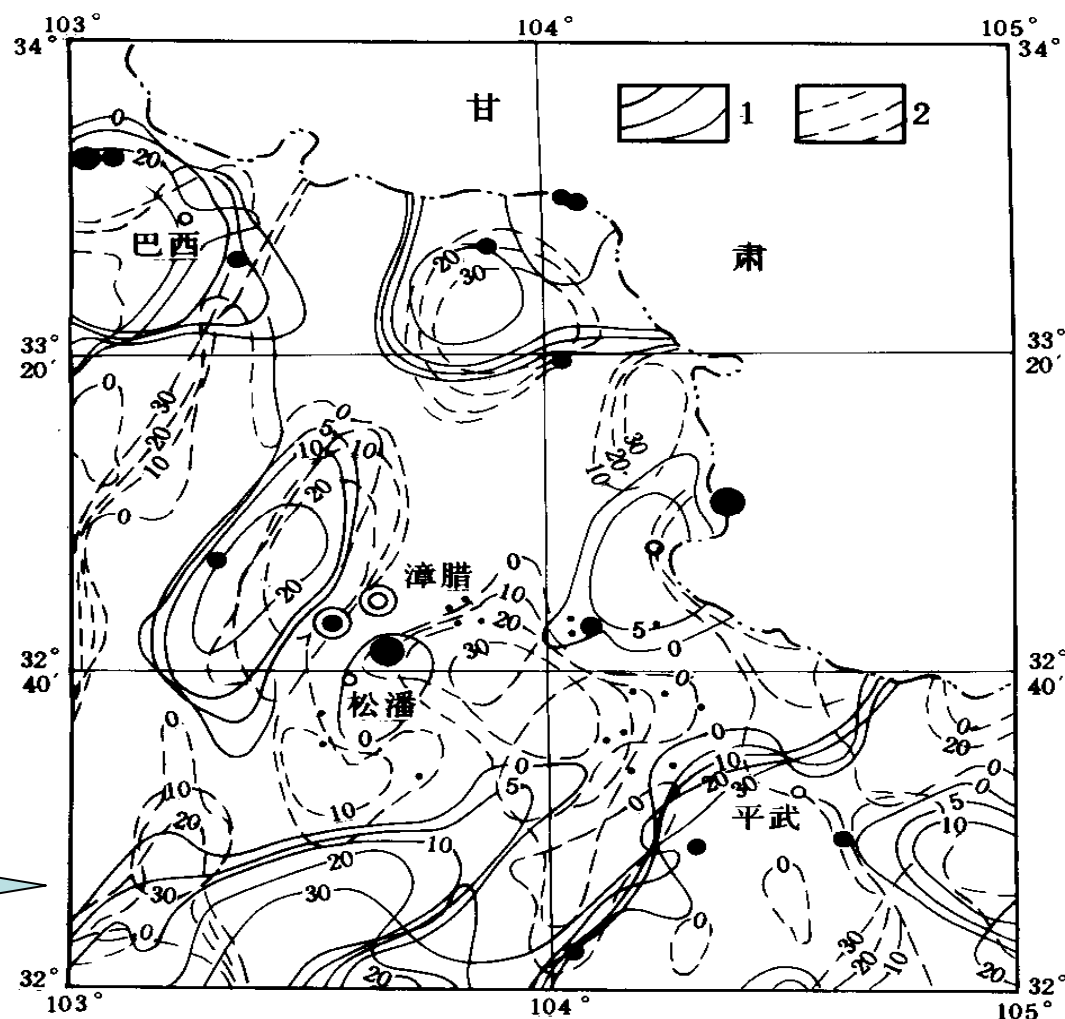
•成矿与岩浆活动具 同步性,
稍晚

•空间上相依:

浅成脉岩群发育 (大水、阿
西、哲波、壤塘、石鸡坝、联合村)

隐伏岩体边缘

成因上密切联系



构造、岩浆、成矿活动同步耦合利于大矿形成

- 将构造年代学、成岩年代学与成矿年代学综合起来进行研究,更准确地分析区域构造、成岩、成矿的演化序列,揭示构造活动、沉积作用、变质作用、岩浆活动与成矿的耦合与演化规律,为构建成矿谱系,明确主要的找矿对象打下基础。

三、区域成矿规律综合研究

◆区域成矿规律综合研究内容:

①区域地壳的组成、结构、演化与成矿的研究
特别是构造体制的转化,重大地质热事件与大规模成矿作用的关系;

地质构造场、地球物理场、地球化学场的结构与矿集区分布的关系研究等;

②成矿模式、成矿系列与成矿系统研究

对区域成矿系统与成矿系列的类型、各成矿系统与成矿系列的空间结构与矿化分带的研究;

③成矿谱系的研究,

包括区域成矿过程中成矿组分、成矿强度、矿床类型等的变化,成矿的继承性、叠加性与新生性的研究;

④全球构造、深部构造对矿床分布的约束和大型、超大型矿床成矿规律的研究

◆基本方法:

区域构造体系结构分析

成矿系统结构分析

成矿历史分析

成矿动力学分析

1 大规模成矿与重大构造热事件的相关性

- 全球的主要成矿期:

太古 (>2500Ma)

古元古(2500~1800Ma)

中元古(1800~1000Ma)、

新元古(1000~600Ma)、

早古生 (600~400Ma)、

晚古生-中生(400~200Ma)

晚中生—新生 (200Ma--)

- 成矿具有突发性

四大成矿高峰期:

2 0 0 0 — 1 8 0 0 Ma

1 0 0 0 — 8 0 0 Ma

4 0 0 — 3 0 0 Ma

2 0 0 Ma--

(形成古大陆会聚末期到裂解初期。)

- 秦岭大规模成矿发生于新元古代、晚古生代、晚中生代—新生代;
- 喜马拉雅造山带、环太平洋造山带中的大规模成矿主要发生在中生代—新生代, 以新生代为主。
- 华北克拉通及其邻区中生代地球动力学大转折发生于**135~140M a**, 岩石圈大减薄的最强烈时期为**115~125M a**。
- 东部大规模成矿作用出现在**190~160M a**
140~135M a
125~115M a

大规模成矿作用、成矿突发性与重大构造热事件密切相关, 需要结合地球演化的节律性、大陆动力学和成矿年代学进行研究。

2.成矿模式建立

●成矿模式

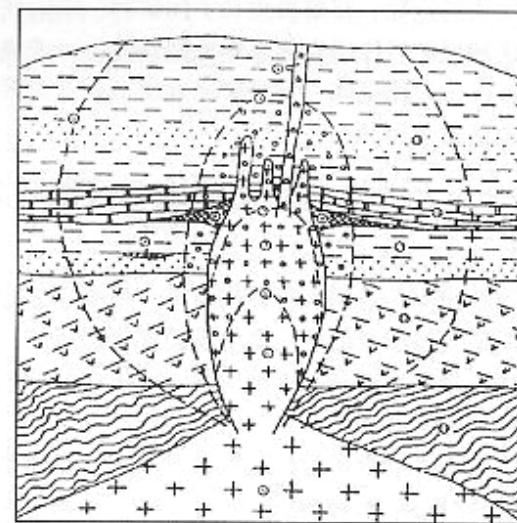
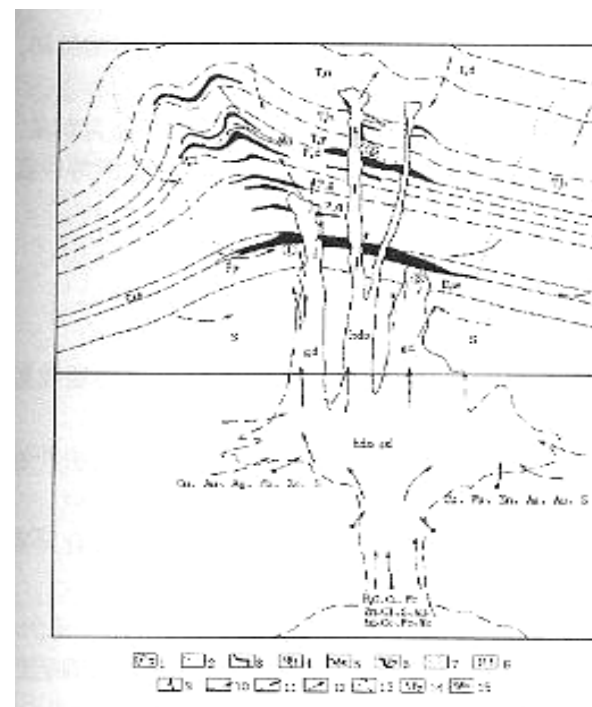
某类矿床共性的表达方式，也是某类矿床成矿规律的表达方式。用图表对矿床赋存的地质环境、控矿条件、矿化蚀变特征、成矿物质来源、迁移富集机理等矿床要素进行的概括、描述。

把握关键的控矿要素与找矿标志 提高矿产勘查效果

● 斑岩铜矿成矿模式、层控矿床模式、卡林型金矿成矿模式引进与应用，导致我国三次找矿大突破。至今仍发挥着重要作用。

●一个较完整的矿床成矿模式包括 区域地质背景、控矿条件、矿体产状及组合规律、矿化蚀变特征及分带性、矿化阶段、成矿物理化学条件、成矿物质来源及成矿机制等，如图A、B

找矿模型常增加地球物理、地球化学和遥感的信息。



B 西藏玉龙斑岩型铜-钼矿床成矿模式

(据西藏第一地质大队, 1975)

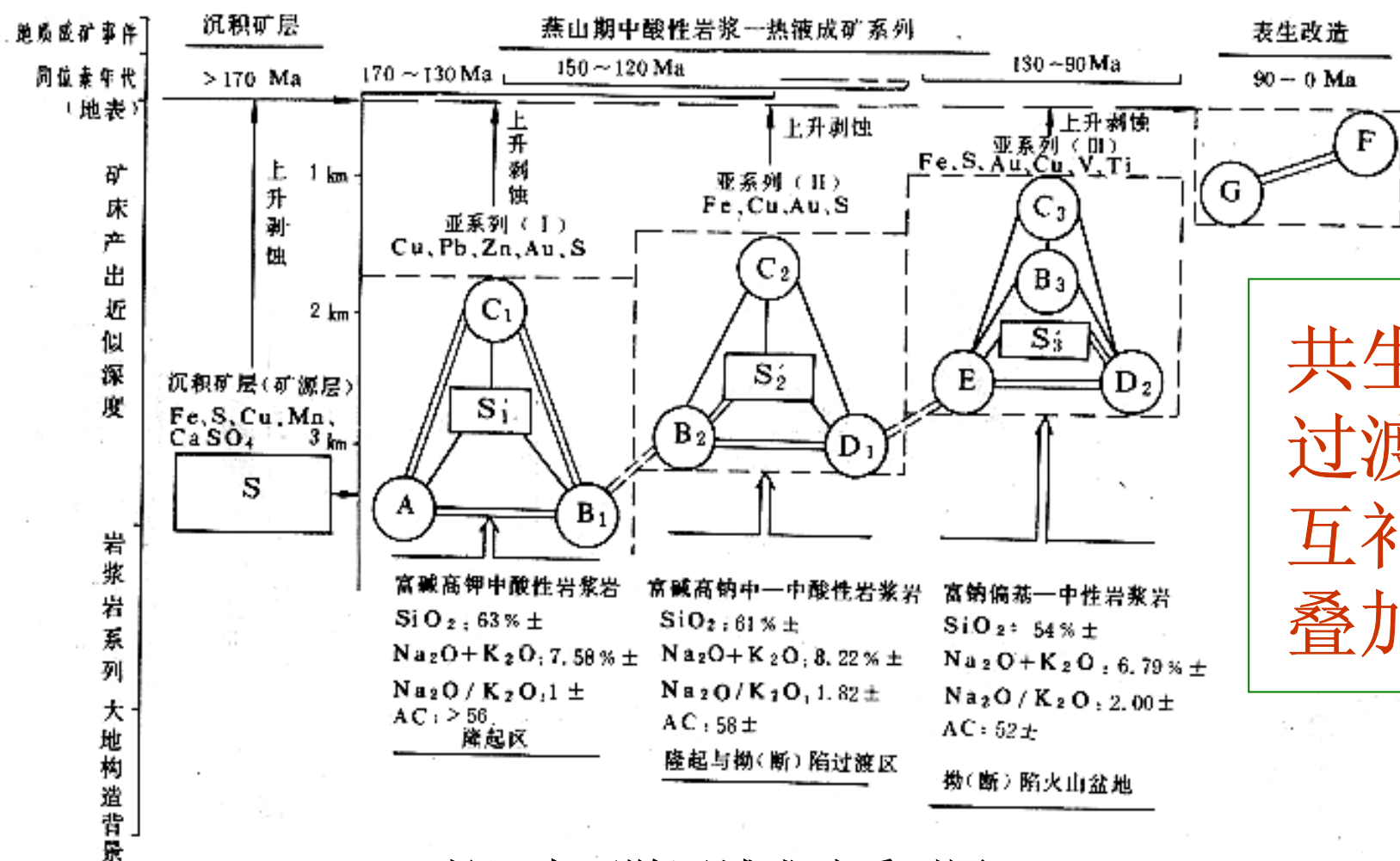
3. 成矿系列研究

由矿床个体研究到矿床群体研究是矿床学研究的一个进步。中国学者(程裕祺、陈毓川、翟裕生等)以矿床成矿系列(矿床组合)观点来研究相关矿床间的成因联系和共生、组合规律。

● 成矿系列

是在一定的地质构造单元内形成的，在时间、空间、成因上有密切联系的矿床组合。也就是说，成矿系列是在特定的三维空间、时间中的矿床自然组合。

在一个成矿区带内划分成矿系列和建立成矿系列模式，可以更深入揭示矿床间的成因联系和共生、组合规律，开阔找矿思路，明确找矿对象。



长江中下游区域成矿系列图

A. 斑岩型铜矿; B. 矽卡岩型 C. 热液脉型(含角砾岩型、蚀变破碎型)

D. 矿浆型

E. (狭义) 玢岩型铁矿

- 对矿床共生、过渡、复合叠加及互补规律的认识，可以启发人们在找矿中由此及彼，发现新的矿床，明确主要的找矿对象。

- 成矿系列的序次：

成矿亚系列成矿系列成矿系列类型
成矿系列组合

4·成矿系统与成矿谱系研究

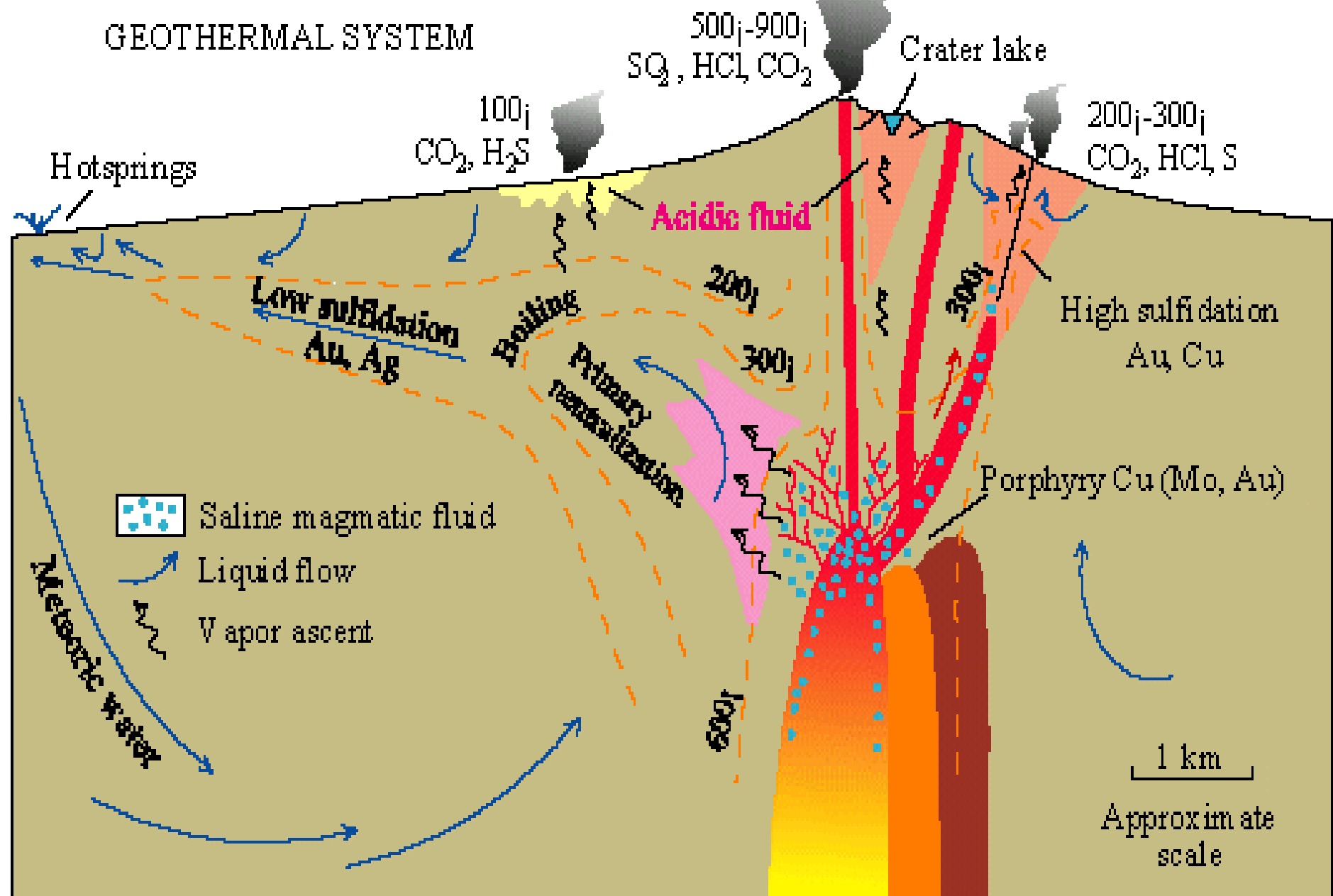
◆成矿系统

成矿系统是指在一定的时空域中控制矿床形成和保存的全部地质要素和成矿作用过程，以及所形成的矿床系列和异常系列构成的整体。它是具有成矿功能的一个自然系统(翟裕生)。

成矿系统分析：是将成矿背景、环境、成矿要素、成矿过程、成矿产物及其后来的变化、保存等作为一个整体来研究。

建立成矿系统观念，可以将该系统产生的矿床系列作为区域找矿目标，而不局限于单一矿种和单一类型。矿床系列和异常系列有机结合研究，有助于正确评价异常，提高找矿命中率。

VOLCANIC-HYDROTHERMAL SYSTEM



- 划分（建立）成矿系统要把握“四要素”：

构造体制

建造类型

成矿时期

成因联系

- 在一个地质构造演化较复杂的区域，成矿系统具有多样性。如造山带在其演化过程中可以出现幔柱活动、裂陷、洋壳俯冲消减、陆陆碰撞及陆内俯冲、伸展等构造活动。与它们伴随，出现多个成矿系统及其相关的矿床系列和异常系列。

秦岭造山带是一个多旋回复合大陆碰撞型造山带,自太古代以来秦岭经历了四大构造演化阶段及多种构造体制的转化,导致了秦岭多期构造热事件和成矿作用的发生,形成了多个构造成矿旋回和**7**个内生成矿系统**15**个成矿系列.其成矿谱系也较复杂。

在喜马拉雅、祁连、天山等造山带中也有类似的情况。

秦岭-松潘成矿带成矿系统

成矿系统类型		构造环境	容矿岩石建造		成矿系列	成矿元素组合	典型矿床
太古代海底火山-沉积成矿系统		华北、扬子地块边缘	太华群、鱼洞子群变质岩		BIF型铁矿成矿系列；金预富集	Fe、Ti、V等	鱼洞子铁矿、经山寺铁矿、铁山铁矿
中元古晚古海、弧山岩侵入活动成矿系统	与海底火山喷流沉积作用有关的成矿亚系统	北秦岭中晚元古代裂陷槽、南秦岭裂谷-有限洋盆		碧口群、武当群、宽坪群等裂谷型变质火山岩	VHMS型铜及多金属矿成矿系列；银多金属矿成矿系列	Cu、Zn、Pb、Au、Ag等	筏子坝铜矿、铜矿坡铜（钴）、商州龙庙铜矿等；银洞沟银矿
	与海底基性-超基性岩浆作用有关的成矿亚系统	蛇绿构造混杂岩带	蚀变超基性-基性岩		岩浆型镍、铬矿成矿系列	Ni、Cr、Cu、Fe等	松树沟铬铁矿、煎茶岭镍矿等
	与岛弧火山喷流沉积及岩浆侵入作用有关的成矿亚系统	碧口地块内部东沟坝岛弧带	石英闪长岩与围岩的接触带		岩浆热液铁-铜矿成矿系列	Cu、Fe	铜厂铜铁矿等
			豆坝群酸性火山岩		黑矿型铅锌银矿成矿系列	Pb、Zn、Au、Ag、Cu、S、Ba	东沟坝多金属矿、二里坝硫铁矿等
震旦纪与碳酸盐岩有关的成矿系统		被动大陆边缘碳酸盐岩台地	灯影组白云岩		MVT型成矿系列；	Zn、Pb、Ba	楠木树、九道拐锌铅矿等

成矿系统类型		构造环境	容矿岩石建造	成矿系列	成矿元素组合	典型矿床
早古生代与海山作用有关的热液成矿系统	与弧后海底火山喷流沉积作用有关的成矿亚系统	北秦岭二郎坪弧后盆地	二郎坪群、斜峪关群火山-沉积岩系	VMS型铜锌多金属矿成矿系列； 层控型金银矿成矿系列；	Zn 、 Pb 、 Cu 、 Au 、 Ag、 Fe	刘山岩铜锌矿等 破山银矿、老湾金矿等
	与海底热水-沉积作用有关的成矿亚系统	南秦岭早古生代被动陆缘裂陷槽	寒武系碳硅泥岩建造	金、铀等元素预富集；	Au 、 U、 铂族元素	拉儿玛、邛崃金矿等
			志留系碎屑岩建造	SEDEX型铅锌矿成矿系列	Zn 、 Pb 、 Ag、 Au	南沙沟、泗人沟 锌铅矿等
海西期与海底及热液作用有关的热液成矿系统	与海底热水喷流沉积有关的成矿亚系统	秦岭微板块克拉通内断陷盆地	泥盆系细碎屑岩、碳酸盐岩和热水沉积岩	SEDEX型铅（铜）矿成矿系列、 沉积-改造多金属矿成矿系列；金预富集	Pb 、 Zn 、 Cu 、 Fe ； (Au 、 Ag 、 Hg、 Sb)	厂坝-李家沟铅 锌矿等；大西沟 铁矿等； 八卦庙金矿等
	与海底基性-超基性岩浆作用有关的亚系统	勉略古生代裂谷-洋盆	蚀变的基性超基性岩、 蚀变的超基性岩	岩浆型铬成矿系列； 岩浆熔离-火山热液过渡型铜矿成矿系列	Cr 、 Cu 、 Co、 Zn	三岔子、鞍子山 铬铁矿等； 青海玛沁县德尔尼铜矿等
印支期与浊积岩系有关的成矿系统		南秦岭三叠纪裂陷盆地	细碎屑岩、碳酸盐岩	金等元素的预富集	Au 、 Ag 、 Hg、 Sb	东北寨金矿、 马脑壳金矿等
中生代与碰撞造山及陆内构造-岩浆活动有关的热液矿床		陆内构造-岩浆活动带	碎屑岩、碳酸盐岩、 岩浆岩、变质岩	微细浸染型、石英脉及蚀变岩型金成矿系列； 热液型汞锑成矿系列； 斑岩型钼（铜）银及多金属成矿系列等	Au 、 Ag 、 Pb 、 Zn 、 Hg 、 Sb 、 W、 Mo、 Cu等	马鞍山、东北寨、大水金矿等； 双王、老湾、上官金矿等； 公馆汞锑矿、卢氏大河沟 锑矿等；南泥湖钼矿等； 板厂银矿等

◆成矿谱系

着重研究和表达区域内矿种(成矿元素)、矿化类型、成矿强度等在时间、空间上变化趋势。

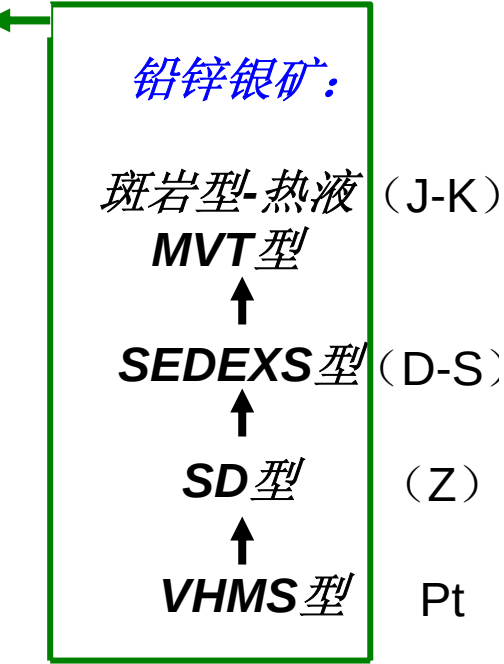
通过成矿系统划分与成矿谱系的研究来揭示区域成矿演化的特征。明确主要的找矿对象。

表8-1 秦岭造山带及邻区区域金属成矿谱系

地质时代				构造旋回	构造演化阶段		成矿类型	矿化强度						成矿元素组合			
代	纪	世	年龄(Ma)					Au	Ag	PbZn	Cu	Hg	Sb				
新生代	Q		1.5± 0.5	喜马拉雅	陆内造山演化阶段	隆升成山	冲积型金矿等							Au、Ti			
	N		25± 2														
	E		65±														
中生代	K	K ₂	135± 5	燕山	逆冲推覆		微细浸染型、石英脉及蚀变岩型金矿；热液型汞矿；斑岩型铜(铜) 银及多金属矿等							Au、Ag、Pb、Zn、Hg、Sb、W、Mo、Cu等			
		K ₁															
	J	J ₃				200± 5	伸展塌陷										
		J ₂															
		J ₁															
	T	T ₃	240±	印支	主造山期	板块碰撞	金等元素的预富集							Au、Ag、Hg、Sb			
		T ₂															
		T ₁															
	P	P ₂	285± 5	华里西	板块构造演化阶段		岩浆型铀矿；岩浆熔离- 火山热液过渡型铜矿							Cr、Cu、Co、Zn			
		P ₁															
	C	C ₂				355± 5	海西										
		C ₁															
		D	D ₃	400± 5				板块收敛俯冲期		SEDEX型铅锌(铜) 矿、沉积- 改造多金属矿；金预富集							Pb、Zn、Cu、Fe； (Au、Ag、Hg、Sb)
	D ₂																
	D ₁																
S	S ₃	440± 10	加里东										Zn、Pb、Ag、Au				
	S ₂																
	S ₁																
	O	O ₃			505± 5		板块扩张期		VMS型铜锌多金属矿；层控型金银矿							Zn、Pb、Cu、Au、Ag、Fe	
		O ₂															
		O ₁															
		3			600				金、铀等元素预富集							Au、U、钍族元素	
2																	
1																	
元生代	Z	Z ₂	800± 50	晋宁	过渡性基底形成阶段		MVT型铅锌矿							Zn、Pb、Ba			
		Z ₁															
	Pt ₃		1000±				岩浆型镍、钴矿							Ni、Cr、Cu、Fe等			
						1400— 1450		黑矿型铅锌银矿；岩浆热液铁- 铜矿							Pb、Zn、Au、Ag、Cu、S、Ba		
	Pt ₂		1850±			四堡		VMS型铜及多金属矿；很多金属矿							Cu、Zn、Pb、Au、Ag等		
		武陵															
	Pt ₁		2200—2300			中条	结晶基底形成阶段		BEF型铁矿；金预富集							Fe、Ti、V、(Au) 等	
Ar		2500—2600	阜平														

- 突发性
- 继承性
- 新生性
- 叠加性

燕山
海西
晋宁



- 大型、超大型矿床的形成通常与成矿的叠加有关

秦岭厂坝超大型铅锌矿：海西期热水喷流沉积型矿体 + 印支—燕山期热液脉状矿体；

喜马拉雅造山带中的玉龙超大型铜矿床：
晚三叠世海底喷流沉积型的层状矿体 + 喜马拉雅早期形成的斑岩型、矽卡岩型矿体。

- 成矿系统的叠加是大型、超大型矿床及矿集区(带)形成的重要前提。

成矿系统的叠加

是造山带成矿的显著特征：

- 既有多种矿床类型“同带共存”
- 又有不同成因矿床（体）
“异因或异源同位”。

5、 成矿的分带性与不均匀性

- 矿床存在全球、区域、矿田、矿床范围的多级分带。
- 造山带中区域成矿分带较为复杂，呈现出多样性和不均匀性。通常次级成矿带常沿造山带走向呈带状展布

区域构造分带影响区域矿床分带形式多样性

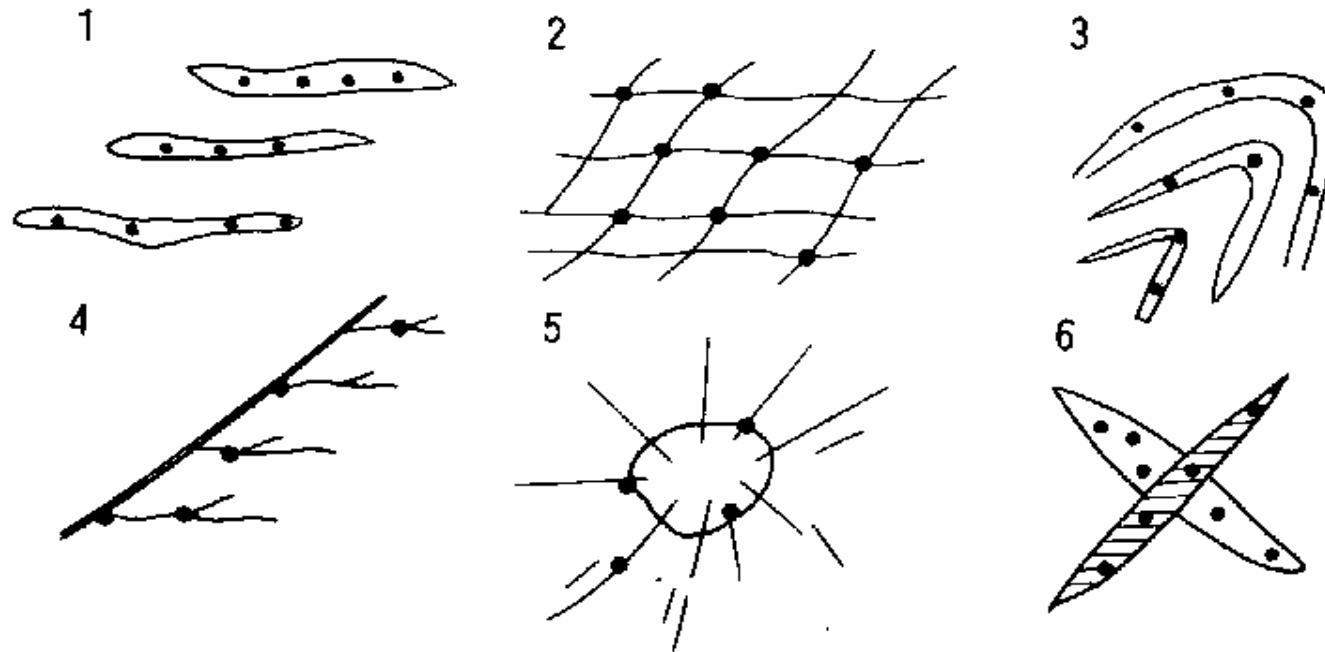


图-3 几种区域矿化分带型式示意图

1-斜列的；2-网格的；3-套叠的；4-羽状的；5-放射状的；6-叠加的

成矿空间分布规律——成矿分带性

次级成矿带常沿造山带走向呈带状展布，侧向分带明显。

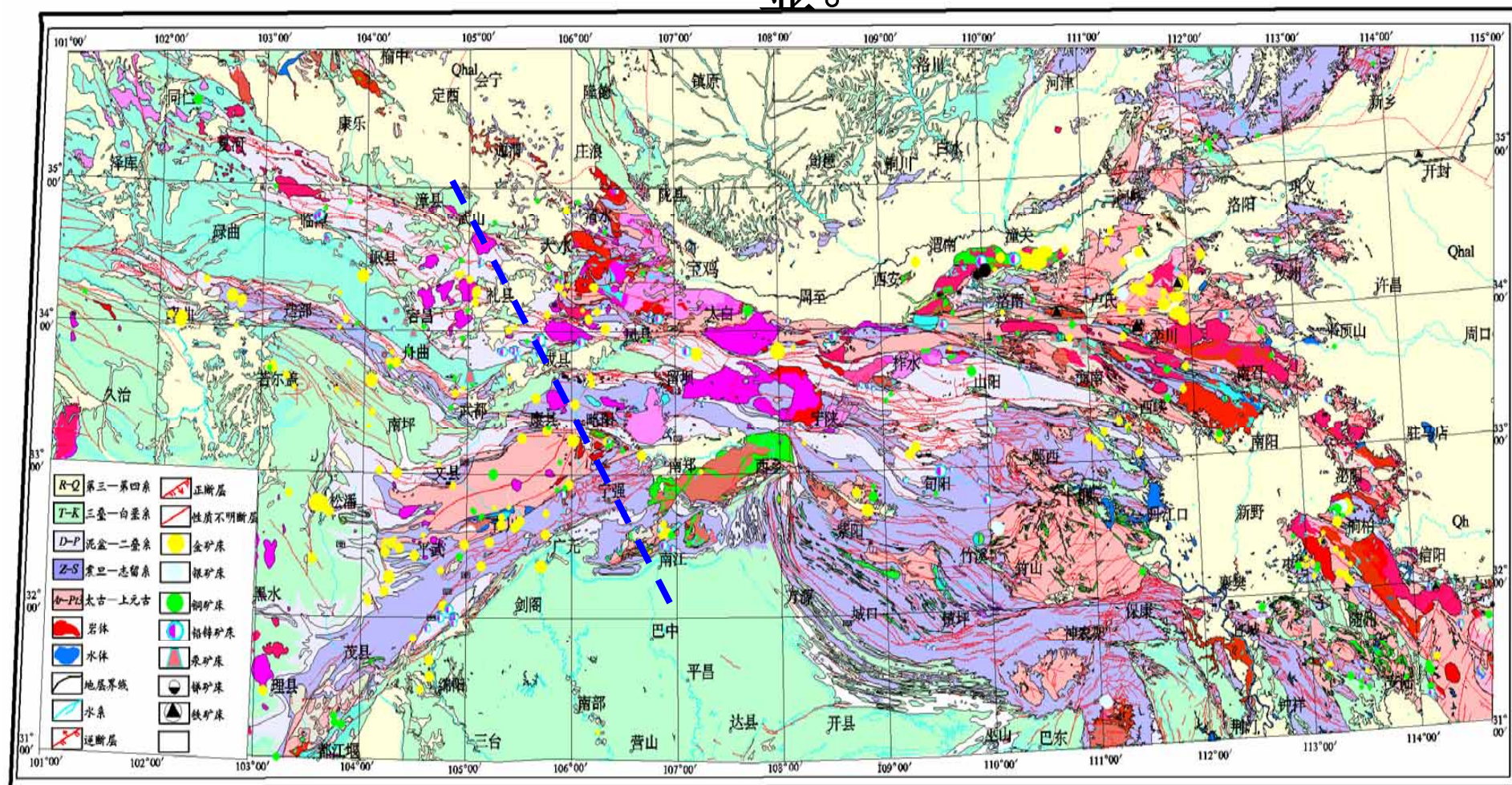


图 秦岭成矿带矿产地质略图

●秦岭造山带从北向南依次发育

- 与印支—燕山期构造—岩浆活动有关的钼(钨)多金属矿带,
- 与海西期热水喷流沉积建造有关的铅-锌-银等矿带,
- 与元古代岛弧火山—次火山岩有关的铜、银-铅-锌等矿带,
- 与细碧角斑岩有关的火山—喷流沉积型铜(锌)矿带;
- 碳酸盐岩建造中的MVT型铅-锌矿带;
- 沿板块对接带还产出有与超基性岩有关的铬铁矿矿床(商丹带)在和铜镍硫化物矿床(勉略带),
- 低温热液型金-锑-汞矿床沿近东西向构造带产出,是燕山期叠加成矿的产物。

- 沿造山带走向,各地段产出的矿床也有较大的差异
- 西秦岭主要发育低温热液型金锑矿床
- 中段主要发育热水喷流沉积型及热液型铅-锌-银-汞等矿床,
- 东段(大别山)主要发育与韧性剪切带有关的蚀变岩型和石英脉型金矿。

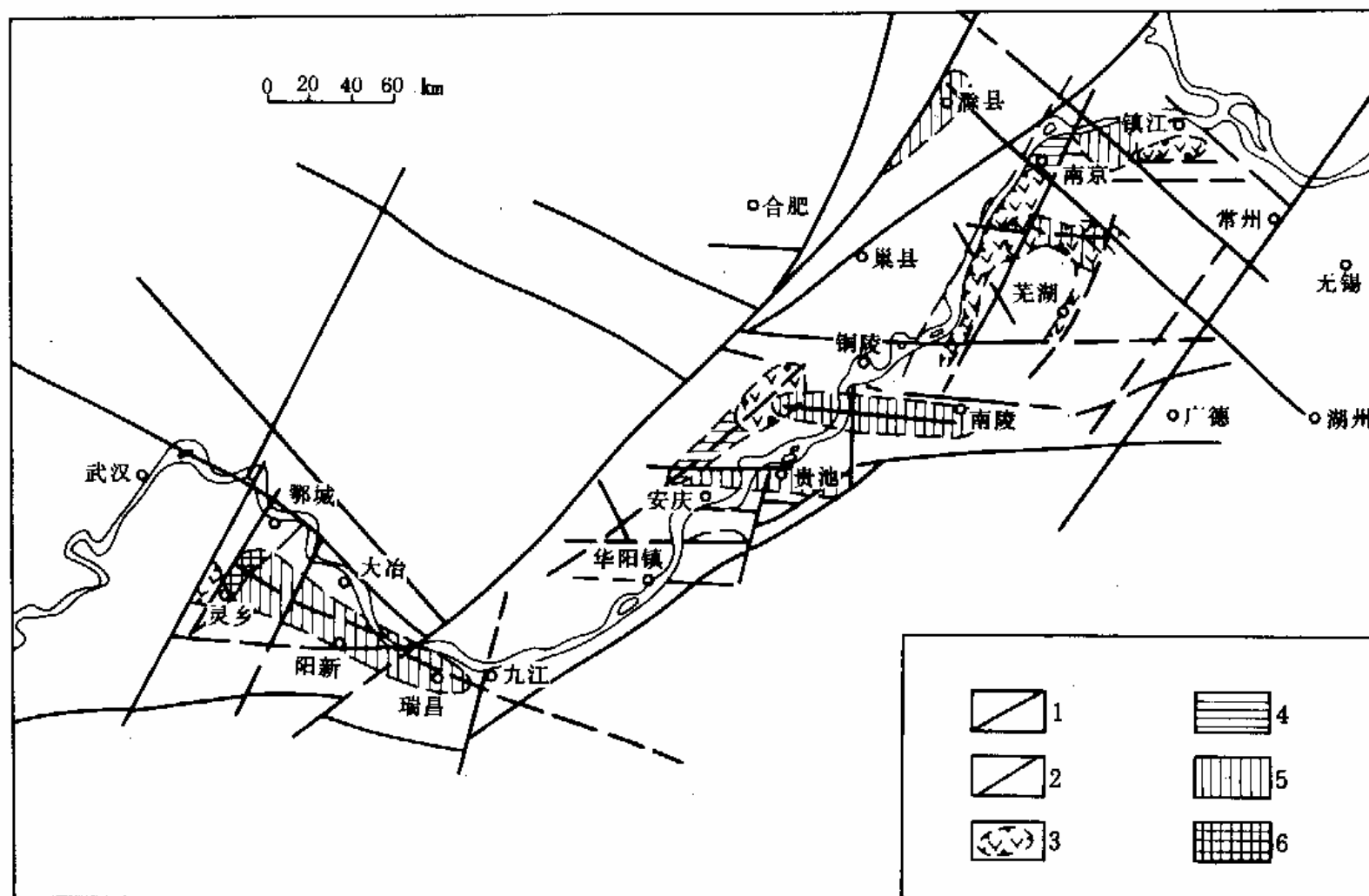
这种差异性既反映出成矿构造—建造组合的差异,也可能是由剥蚀程度不同引起的,尚需进一步研究。

●与构造-岩浆活动有关区域矿化分带， 受断裂构造网络体系的控制非常明显

★长江中下游弧型成矿带

- 三个铁矿带受燕山晚期北北东或北东向深断裂控制，作斜列式排列；
- 五个铜矿带受近东西或北西西向基底深断裂控制，它们向西延伸都分别与上述三个铁矿带相交接（图-4）。

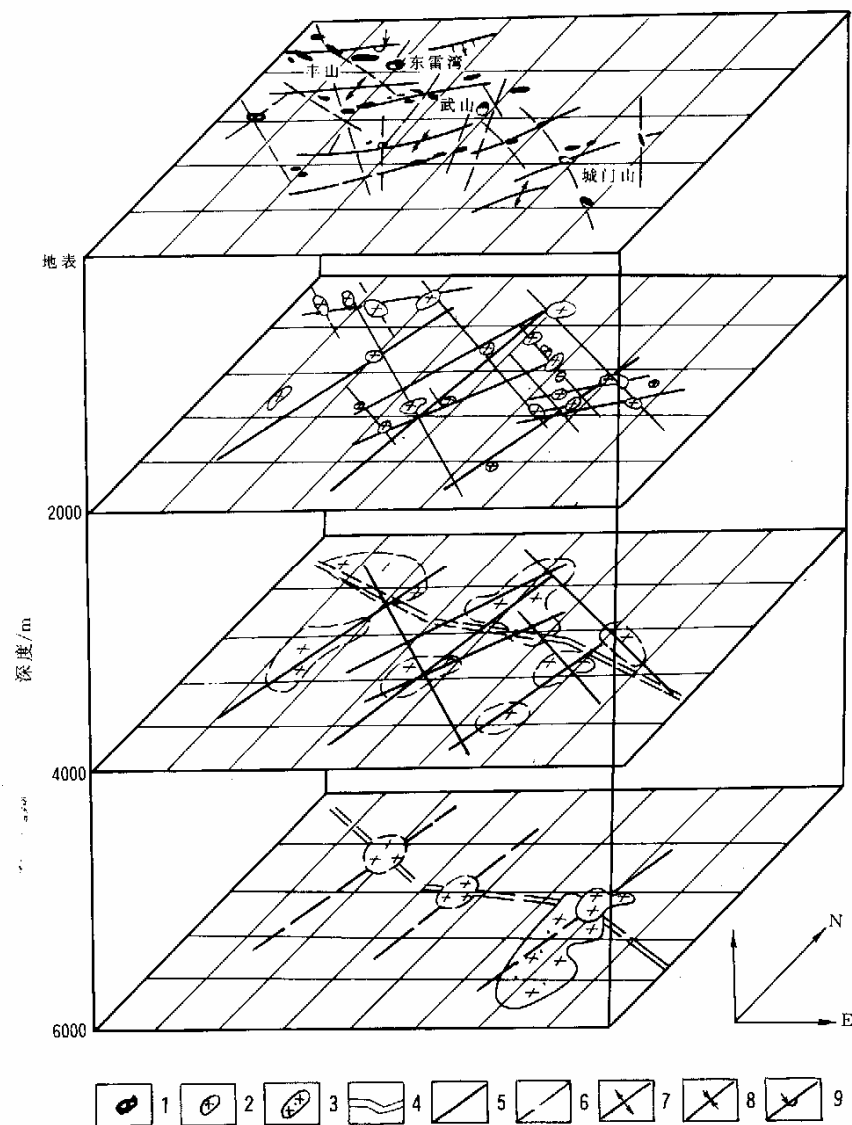
长江中下游断裂构造与铁、铜矿分带图



三个铁矿带：宁芜-繁昌铁矿带、庐枞-安庆铁矿带、鄂城-灵乡

五个铜矿带：大冶-九瑞、月山-贵池、铜陵-沙滩角、宁镇、滁县

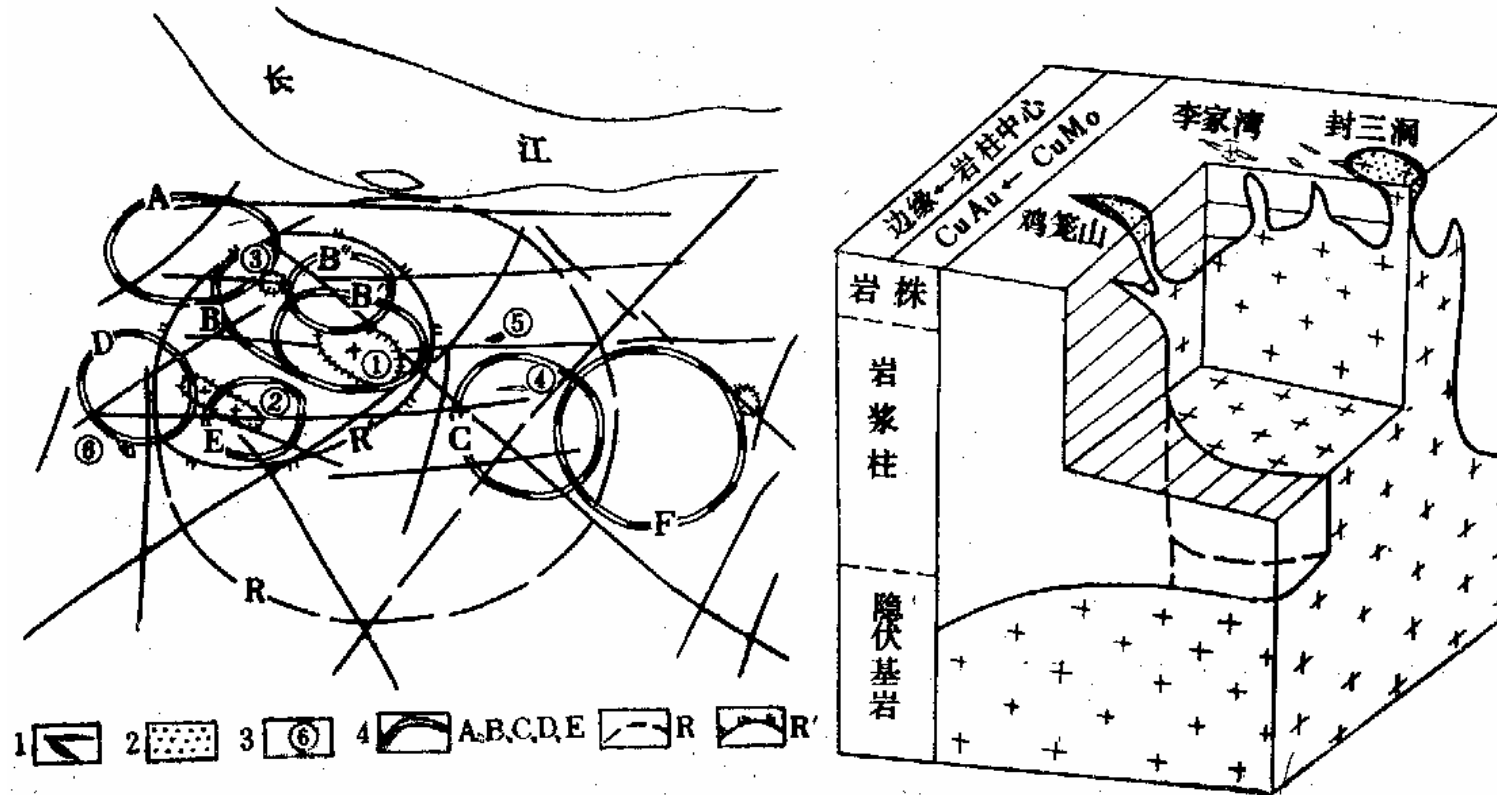
★在矿带或矿田中，不同级别的断裂控制着岩体与矿床的定位及水平与垂向分带



(可开展第二台阶找矿)

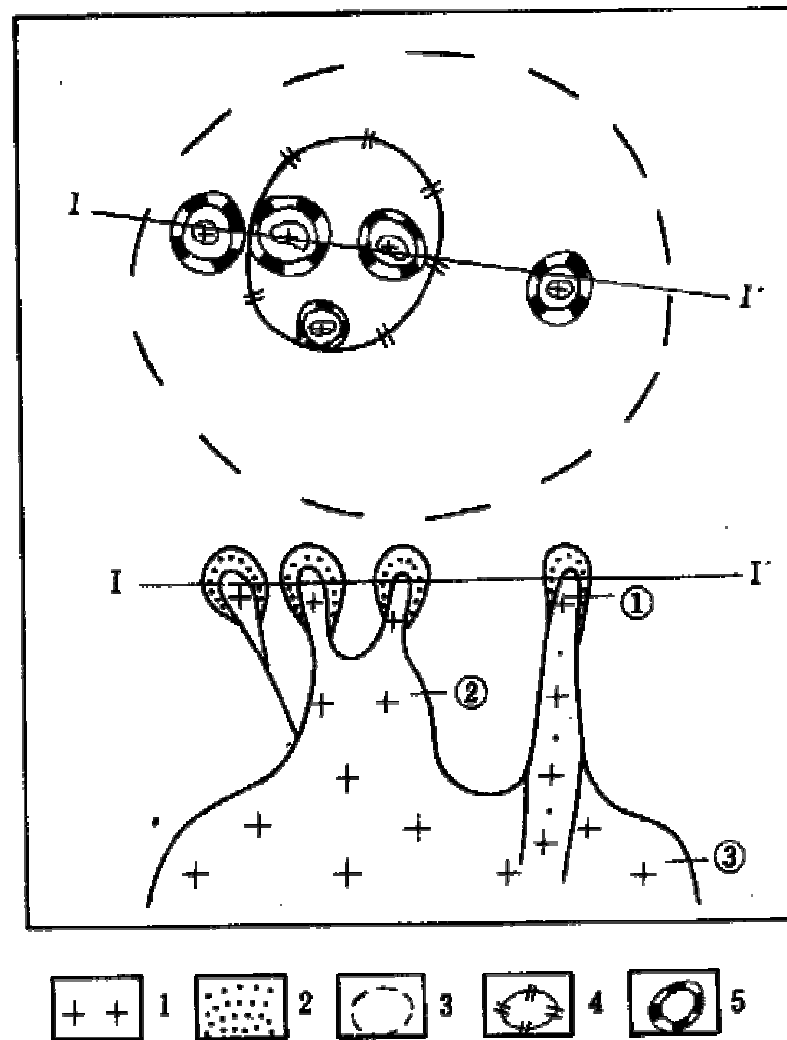
图- 5丰山-九瑞矿带断裂与含矿岩浆岩系统立体结构图

岩体垂向分布具“三层结构”



湖北丰山矿田岩浆矿化示意图及环性构造解译图
环形构造可分为岩基环（R）、岩浆柱环（R）和蚀变矿化环（A、B、C、D、E、F）

浅成小斑岩体分布区“三层结构”模式图



小岩体成大矿
多期次利于成矿

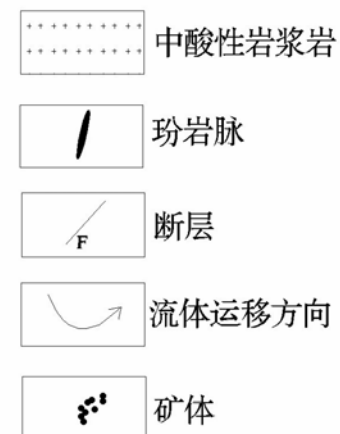
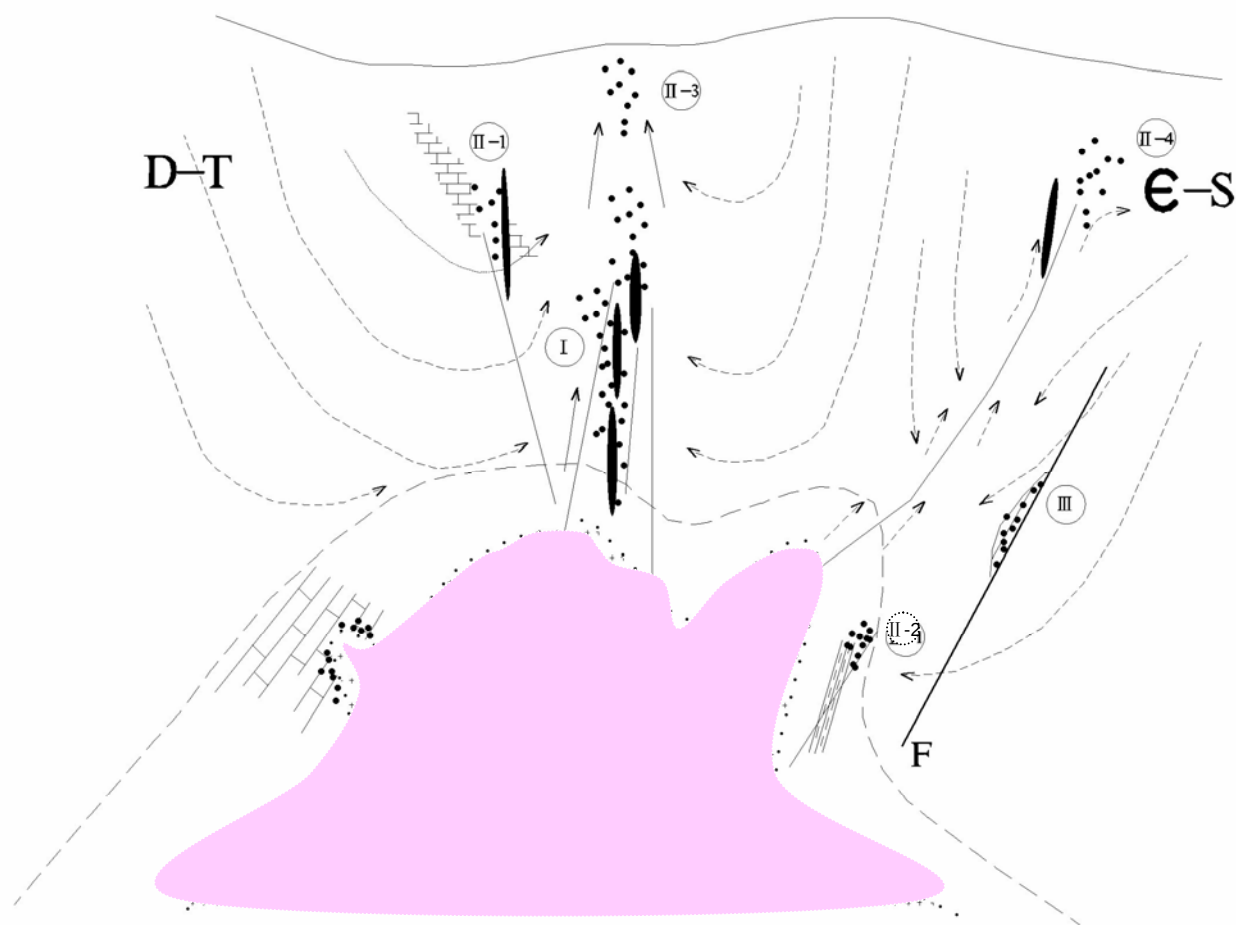
- 1-花岗闪长岩类;
- 2-蚀变矿化晕;
- 3-岩浆房环;
- 4-岩浆柱环;
- 5-蚀变矿化晕环

- ①-含矿岩株;
- ②-岩浆柱;
- ③-隐伏岩基

上-平面图(包括环形影象)

下-剖面图

秦岭及邻区金矿垂向分带图



I 矽卡岩型(阿西)

II 微细浸染型

II-1 玢岩型(大水、哲波山)

II-2 热晕型(李坝)

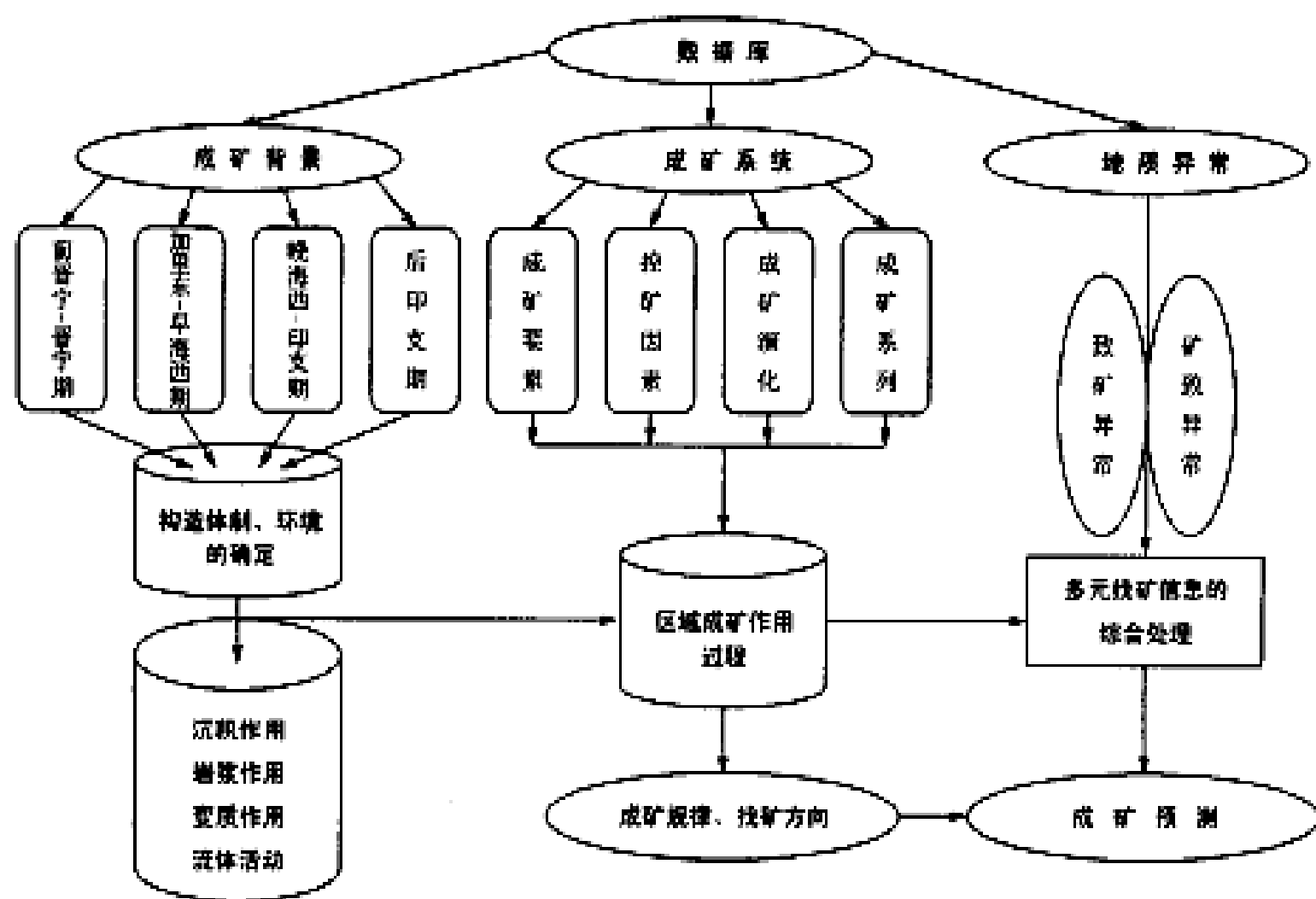
II-3 浊积岩型(马脑壳)

II-4 炭泥硅质岩(拉尔玛)

III 构造蚀变岩型(八卦庙)

四、成矿规律研究成果在区域矿产资源预测评价应用

- 以成矿系统、地质异常理论为指导,以成矿规律研究为基础,以“**3S**”技术为支撑,以多元信息处理为手段,以矿床系列为对象,开展区域矿产资源预测评价的思路。
- 适用于区域矿产资源预测与潜力评价软件系统——金属矿产资源勘查评价分析系统(MORPAS),可供借鉴和使用。



秦岭区域找矿工作部署建议

1、主攻矿种：Pb、Zn、Au、Ag、Cu、Mo、Hg、Sb

2、重点矿床类型：

Au — 微细浸染型、构造蚀变岩型、角砾岩型；

Pb-Zn— SEDEX型, MVT型, VHMS型；

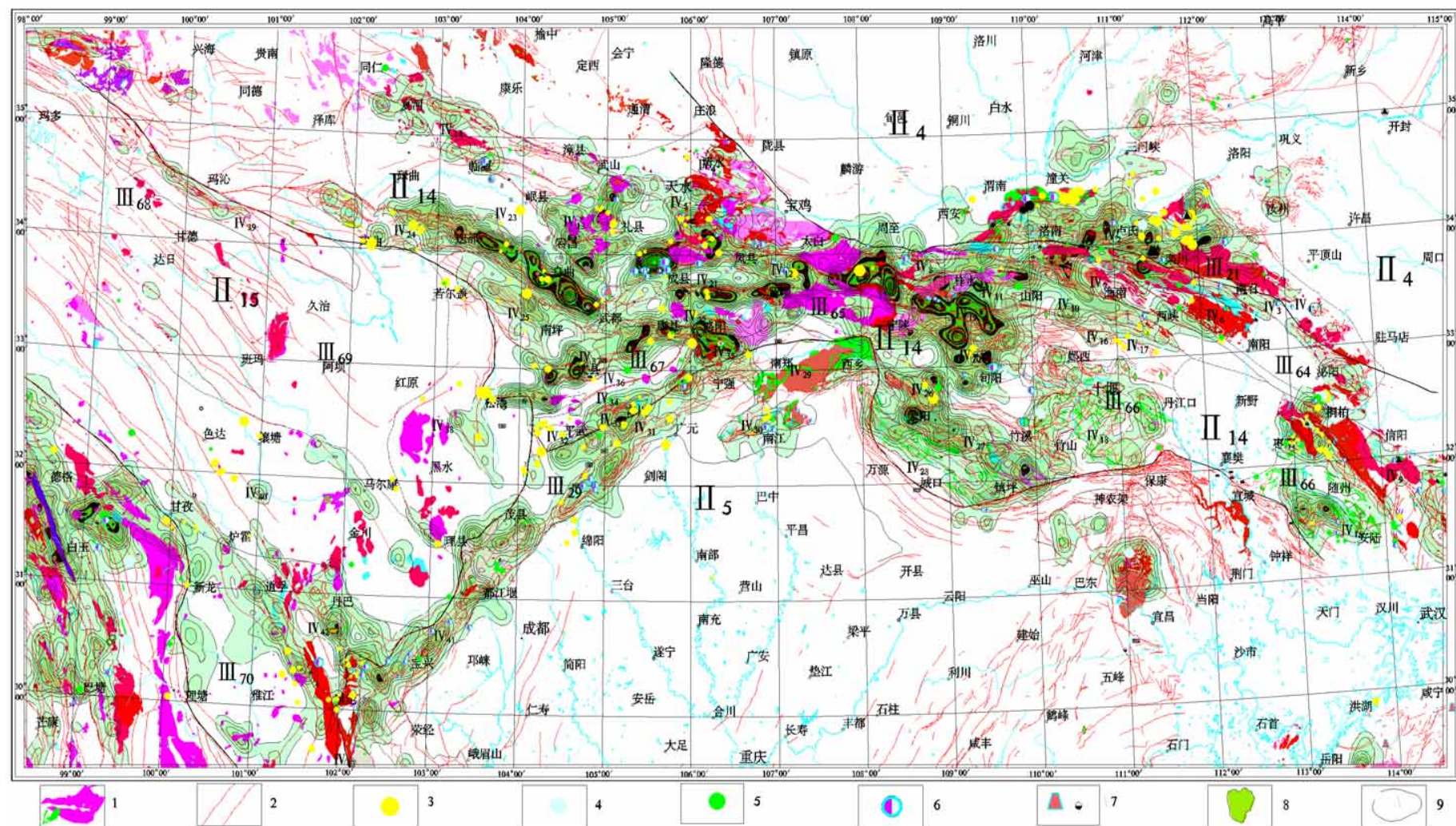
Ag — VHMS型，斑岩型和构造蚀变岩型；

Cu —VHMS型，斑岩型；

Mo , W—斑岩型

3、成矿大爆发期——燕山、海西、晋宁

秦岭—松藩成矿带综合预测及成矿远景区划分图

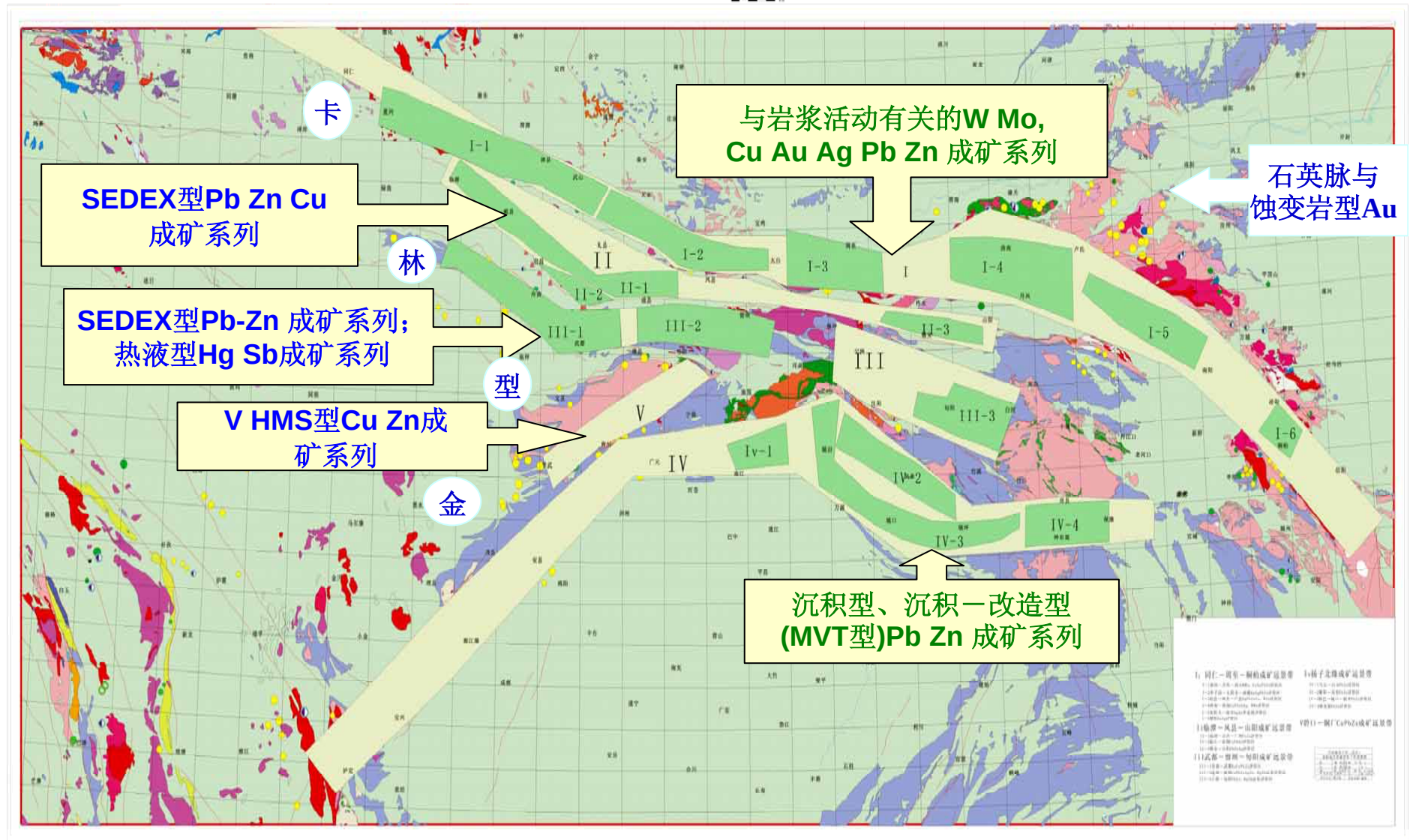


1—岩体；2—断层；3—金矿床(点)；4—银矿床(点)；5—铜矿床(点)；6—铅—锌矿床(点)；7—汞—锑矿床(点)；8—异常区；9—异常等值线及异常值。

图 秦岭—松藩成矿带

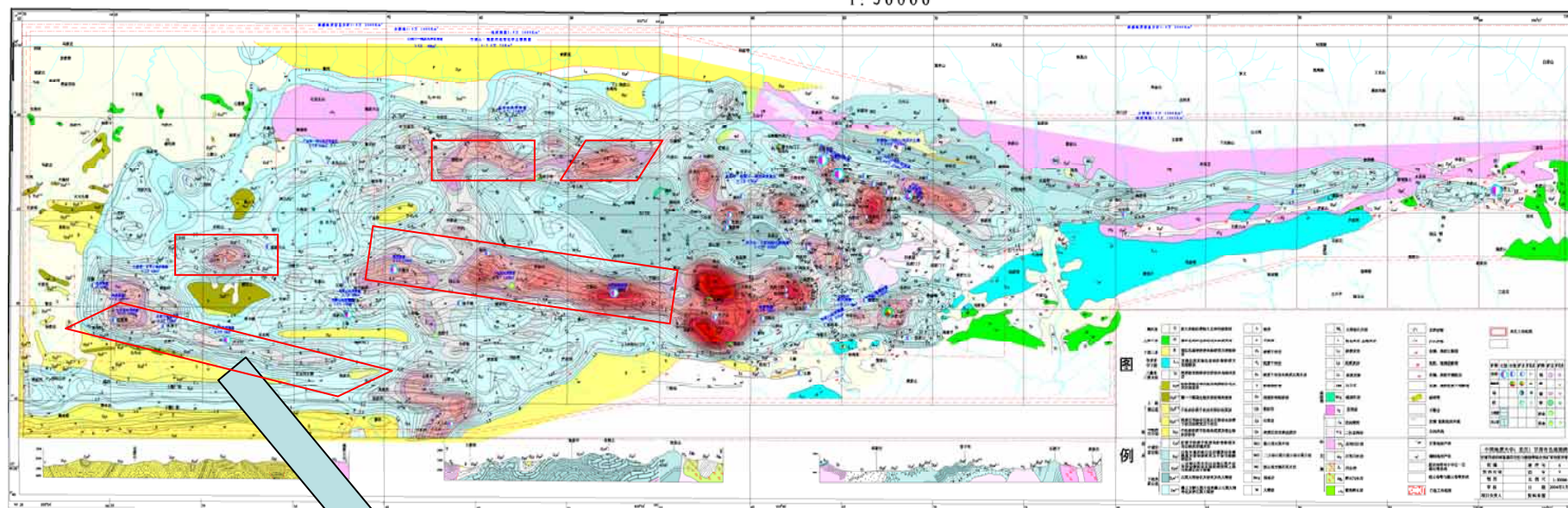
秦岭地区资源评价工作部署图

1:1000000
0 50 100 150 200 km

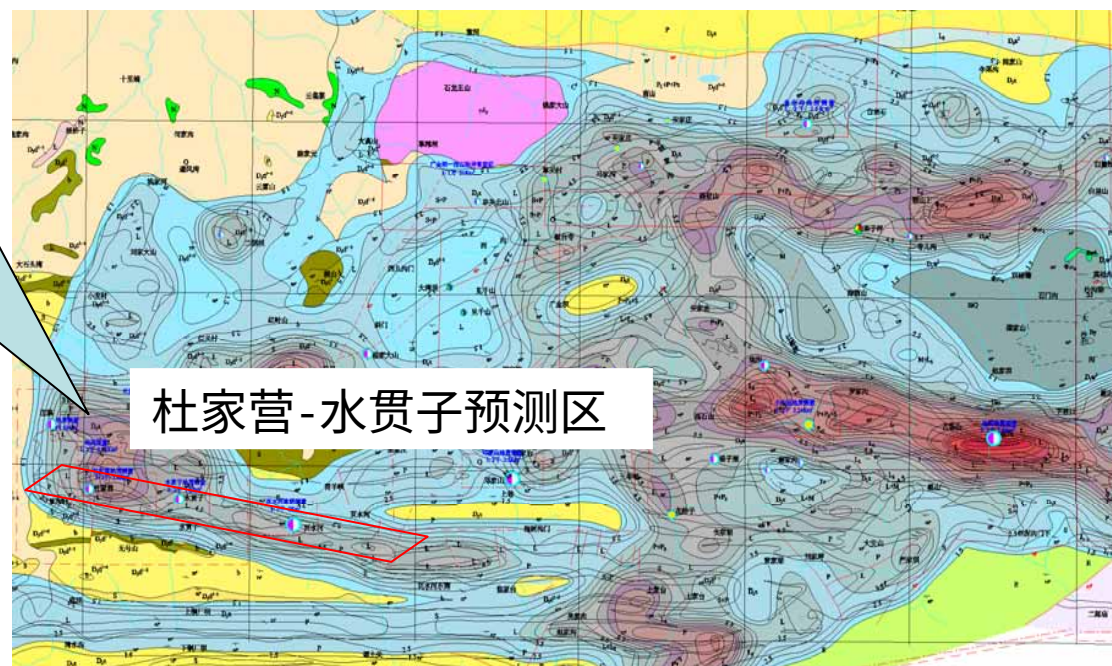


甘肃省西成铅锌富集区岩性与接触带综合找矿有利度异常图

1:50000

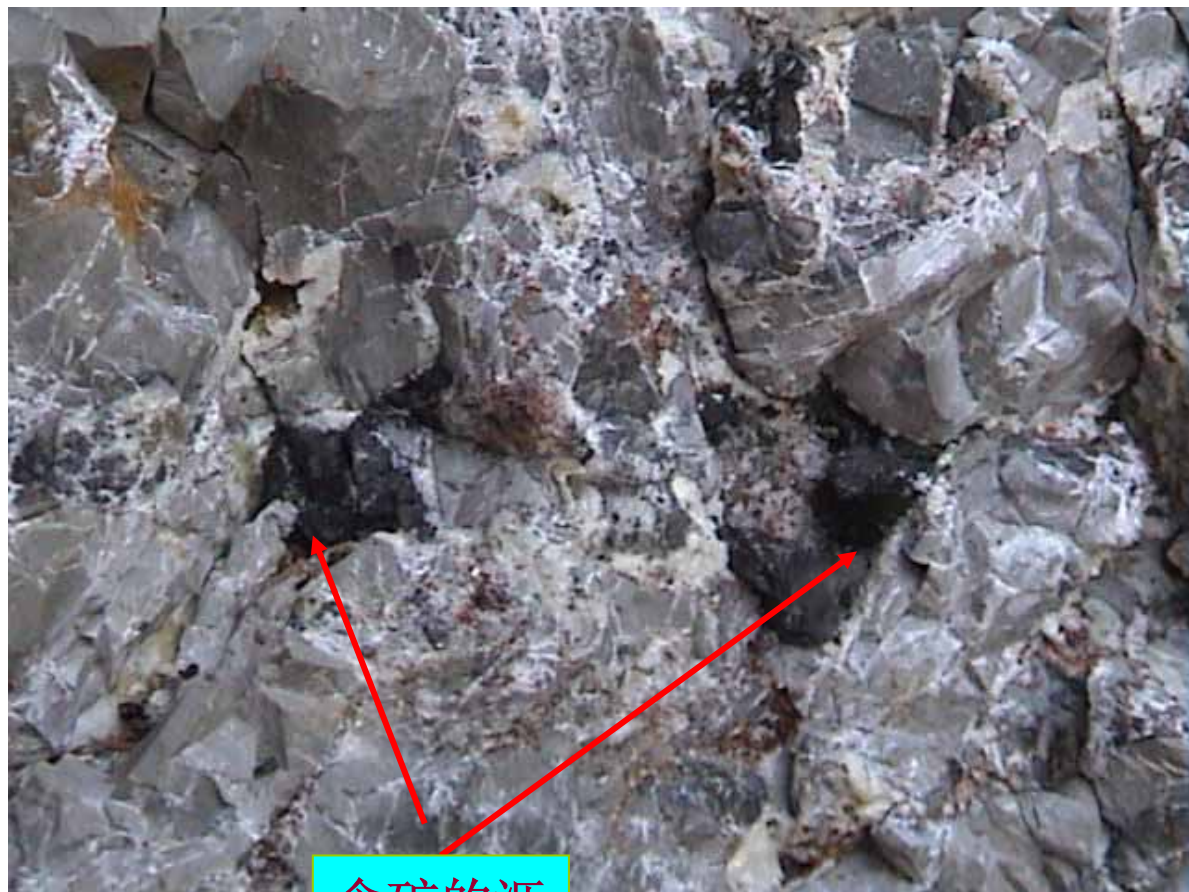


在预测区之一的杜家营-水贯子预测区,已在地表发现杜家营与水贯子两处矿化点,钻探已在两处之间见到铅锌矿化,目前可达小型



杜家营-水贯子预测区

谢谢！



含矿的沥青物质

马元铅锌矿化带中脉状矿化



马元铅锌矿化带中角砾状矿石



锌矿石具明显的条带状、片块
石状构造特征

灰绿色角砾状锌矿石



冰洞山铅锌矿

顶板炭质页岩

厚2.8米 矿层

幻灯片 26

底板矿化白云岩

