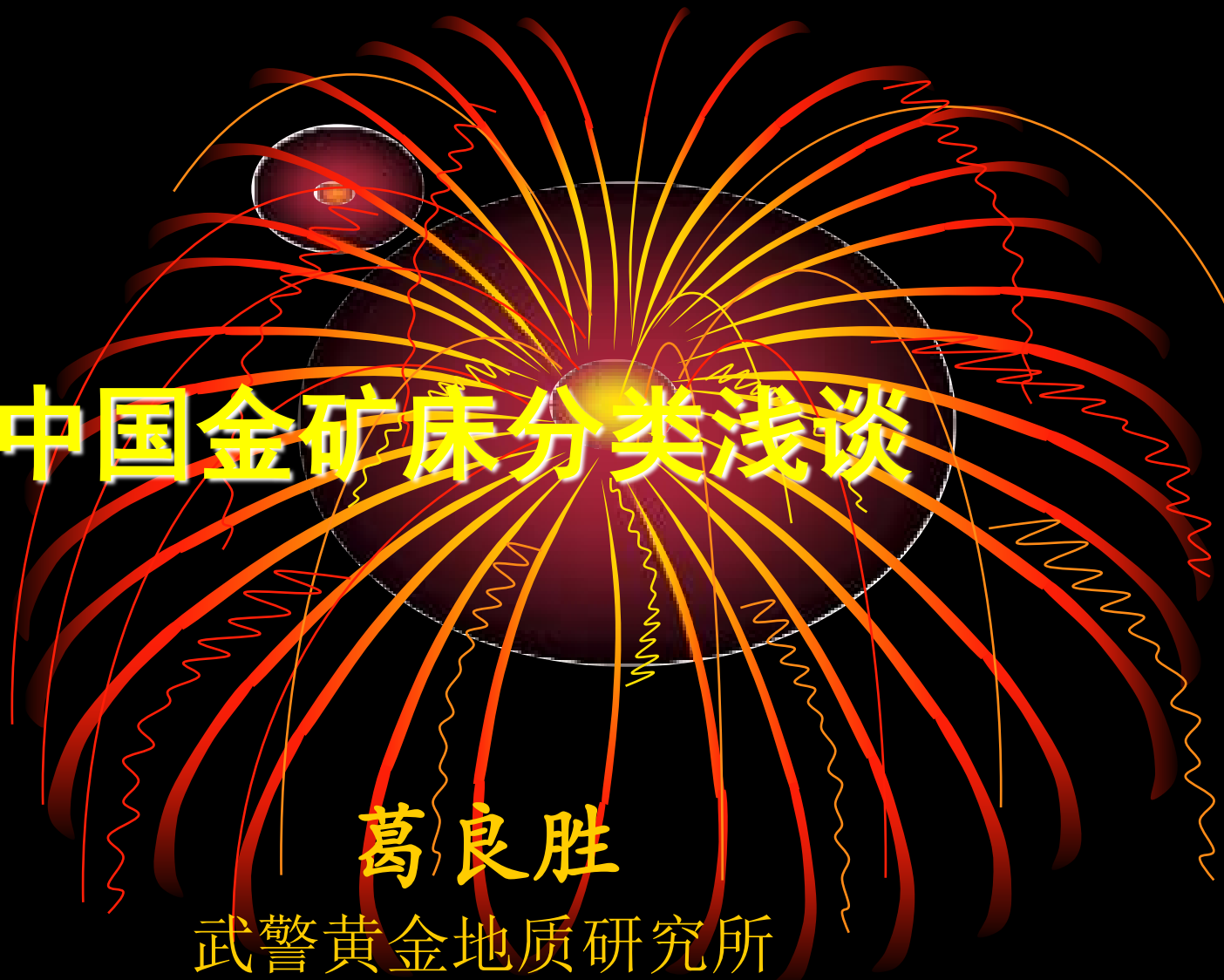


中国金矿床分类浅谈

葛良胜

武警黄金地质研究所

- 为什么要提出中国金矿床的分类问题？
  - ✓成矿理论取得突破性进展，而矿床分类仍然停滞不前；
  - ✓找矿勘查取得重要成果，但现有分类并不完全适用；
  - ✓中国金矿床特点突出，分类面临挑战。
- 现象：
  - ✓一方面，随着新的金矿床的不断发现，有关新矿床类型的名称也随之增多，新的分类方案不断提出；
  - ✓另一方面，面对众多矿床分类方案，研究者和使用者却无所适从，仍然会出现不能将他们发现的矿床依据现有方案进行准确归类，同时他们叫出的矿床类型也说不清属于哪一家的分类方案。

一、金矿床分类历史与现状

- （一）历史：
  - 200余年历史（张振儒等，1989），上百种方案（王玉玲等，1997）
  - 16世纪中叶，自G. Agricola(1495-1555)按矿床形态及位置提出矿床分类方案后，矿床分类经历了由形态分类到简单成因分类、再到复杂成因分类几个阶段（李景春等，1998）
  - 矿床工业类型的提出。

- 经典且具有重要影响的金矿床分类方案：

1、基于成矿温度-深度的分类

- 林格伦（1913）针对热液矿床提出了一个分类：
  - 深成高温（300-600，3-15km）；中温中深（200-300，1.2-4.5km；浅成低温（50-200，<1.5km）。在此基础上，1922年他又提出了一个更全面的分类方案：I、机械作用矿床（温压适中）；II、化学作用矿床（A在地面上，B在岩体中，C在岩浆中由于分异作用），并指出了不同矿床形成的温压条件）。

- 博罗达耶夫斯卡娅（1974）：
  - 内生（近地表，<1.5km）、中深（1.5-5km）、深部（>5km）；表生（风化壳、机械沉积、变质）

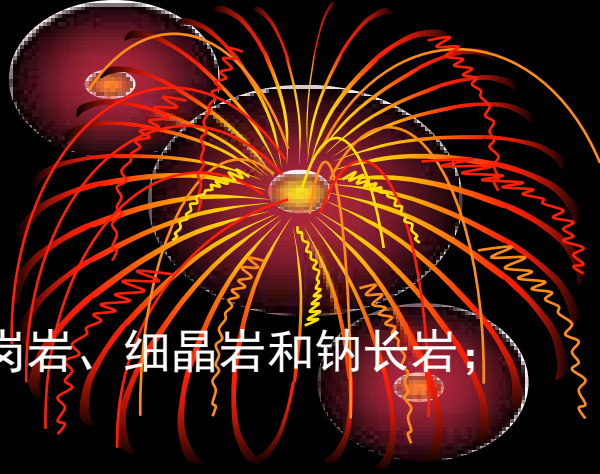
2、基于矿体特征和矿化类型的分类

- 岩金勘查规范（1984）：
  - 石英脉型（石英单脉型、石英复脉型、石英网脉型）；破碎蚀变岩型；细脉浸染型；石英-方解石脉型）（实际上是一个金矿床工业类型分类）
- 斯米尔若夫（1959）：
  - 石英-金（各种组成的石英脉型）；金-银-碲；黄铁矿-金；含金围岩交代；变质砾岩；砂金

3、基于含矿建造（或容矿围岩）的分类

- 国外：
  - Routhier（1963）：（5种）
  - Tatsch（1975）：（10种）
  - 谢尔巴科夫（1977）：（16种）
  - R.L.索普（1984）：（5种）
  - 库伦德舍夫（1985）：（29种）
  - 博伊尔（1989）：（10种）

Boyle(1989)的分类



1、含金的斑岩岩墙、岩席或岩株，含金的伟晶岩、粗粒花岗岩、细晶岩和钠长岩；

2、碳酸盐与和碳酸盐有关的岩体；

3、含金矽卡岩型金矿床；

4、主要为火山岩区，主于裂隙、断层、剪切带、叠席带和角砾岩带内的金银和银金脉、网脉、复脉、矿化岩筒和不规则的矿化体；

5、基本上是沉积岩区，位于断层、裂隙、不连续的顺层面以及剪切、拖曳褶皱、破碎带和背斜的张口部位的各种类型含金地质体；

6、由沉积岩、火山岩和各种火成侵入岩体及花岗岩化岩石构成的复杂条件下金银和银金脉和硅化带；

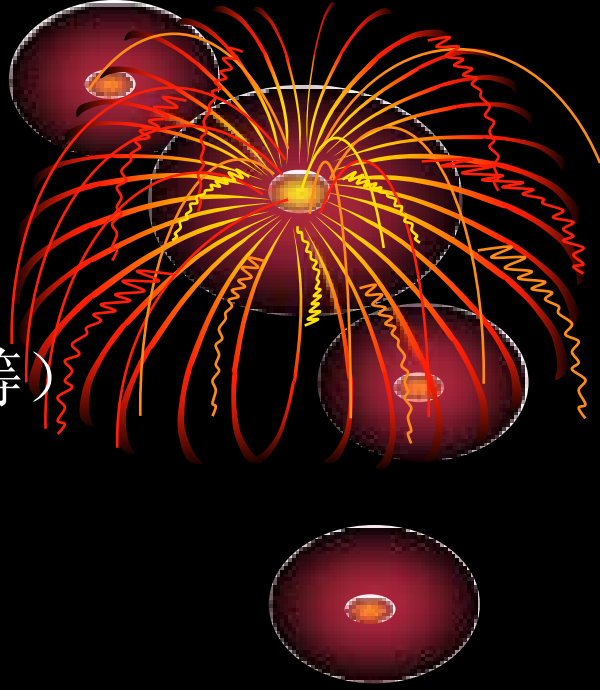
7、在火成岩、火山岩和沉积岩中的浸染状和网脉状金银矿床；

8、石英卵石砾岩和石英岩中的金矿床；

9、残积和冲积砂金；

10、其他方面的金矿资源。

国内：



- **涂光炽（1990）：5类**
  - 太古宇绿岩型；
  - 沉积岩型（细碎屑岩-碳酸盐岩-硅质岩等）
  - 浅变质碎屑岩型
  - 火山岩型（海相/陆相）
  - 侵入岩内外接触带型
- **罗镇宽等（1990）：6类**
  - 与新、古元古代变质基性火山岩-角闪质岩石建造有关的；
  - 与元古宙-古生代变质碎屑岩（浊积岩）建造有关的；
  - 与显生宙粉砂质夹碳酸盐质沉积岩建造有关的；
  - 与中新生代（陆相）和晚古生代（海相）钙碱系列火山岩有关的；
  - 与元古宙-古生代（海相）中基性火山岩-细碧角斑岩（蛇绿岩套）建造有关的
  - 产于花岗岩侵入体内外接触带的。

- **陈纪明（1990）：5类**
  - 太古宙-古元古代绿岩带中的（石英脉型/复脉带型）；
  - 元古宙变碎屑岩-泥质岩-碳酸盐岩中的（脉型/构造蚀变岩型）；
  - 震旦纪-三叠纪粉砂岩泥质碳酸盐岩中的（微细汉字染型/脉型/构造角砾岩型）
  - 花岗岩类侵入体中的（石英脉型/破碎蚀变岩型/细脉浸染型/矽卡岩型）；
  - 碱性侵入岩中的（石英脉型）
- **韦永福（1990）：10类**
  - 太古宙含金绿岩系
  - 元古宙含金浅变质岩系（含碳细碎屑岩/含碳火山碎屑沉积岩/沉积-火山岩系）
  - 古生代-早中生代含碳碎屑岩系（含碳粉屑岩/含碳火山-碎屑沉积岩系）
  - 中生代花岗质杂岩系（交代重熔类/碱性类/同熔类）
  - 中新生代陆相火山岩系（中酸性火山岩类/中酸性次火山岩类）
  - 新生代含金砂砾岩类（第三纪含金砂砾岩类/第四纪冲积金矿床）
  - 石英脉-蚀变岩型（显生宙基性超基性岩中的/产于基性超基性岩中石英脉-蚀变岩型/产于海相基性火山杂岩中的构造蚀变岩型）
  - 中新生代陆相火山岩中的（火山岩中的：脉型/断裂破碎带型/构造角砾岩型；次火山岩中的：斑岩型/隐爆角砾岩型）
  - 风化壳中的（铁帽型/红土型）
  - 砾岩中的以及现代砂金

陈毓川等（2001）：11大类25小类

含金建造	矿床类型	矿床实例（产地）
产于花岗岩-绿岩建造中的金矿床	绿岩带金矿床	
	1. 顺层细脉浸染型金矿床 （1）产于变质火山沉积岩中的层状金矿床	辽宁清原南龙王庙、排山楼，内蒙古十八顷壕，山东纸坊子
	（2）条带状硅铁建造中的金矿床	鹤岗市东风山，山西柏枝岩
	（3）块状硫化物矿床中伴生金矿床	辽宁清原红透山
	2. 脉型金矿床：单脉、复脉、细脉，交代脉等 （1）产于高级变质绿岩带中的脉型金矿床	河北金厂峪、小营盘
	（2）中级变质绿岩带脉型金矿床	吉林夹皮沟

与岩浆岩有关的金矿床

（一）与火山岩有关的金矿床（火山岩型金矿床）		
1. 火山岩浅成热液金矿床	（1）低硫浅成热液型金矿床	内蒙古金厂沟梁，吉林桦甸二道沟，新疆伊宁阿希
	（2）高硫浅成热液型金矿床	台湾金瓜石，福建上杭紫金山
	（3）富锑浅成热液型金矿床	河南洛宁上宫，江苏铜井
2. 火山喷气沉积型金矿床	（1）与铜锌矿石建造有关的金矿床	甘肃白银厂，新疆阿舍勒
	（2）与铅、锌、银矿石建造有关的金矿床	四川呷村，甘肃小铁山
（二）斑岩型金矿床		
1. 角砾岩化斑岩型金矿床		河南嵩县祁雨沟，广西龙头山
2. 斑岩型铜-金矿床		江西德兴，西藏玉龙
3. 斑岩型铅锌银-金矿床		江西银山
（三）侵入岩体内和接触带型金矿床		
1. 产于侵入岩体中的金矿床		河北崇礼东坪
2. 产于岩体接触带的夕卡岩型金矿床		湖北大冶鸡冠嘴、阳新鸡笼山
（四）远接触带金矿床		安徽铜陵马山
（五）岩体内外变形带热液金矿床（构造破碎带蚀变岩型金矿床）		胶东焦家、三山岛、玲珑，小秦岭等地，广东河台

产出于沉积岩建造中的金矿床	（一）细碎屑岩-碳酸盐岩中的微细浸染型金矿床	贵州兴仁紫木凼，广西田林高龙，凤山县金牙，川西北东北寨，贵州册亨、板其，甘肃碌曲拉尔玛
	（二）变质碎屑岩中脉型金矿床	辽宁猫岭、四道沟，湖南沃溪
与表生作用有关的金矿床	（一）砂金矿床	
	（1）残积型砂金矿床	广西古袍
	（2）坡积型砂金矿床	湖南杨洲庙
	（3）洪积型砂金矿床	黑龙江万鹿沟
	（4）冲积型砂金矿床	湖南汨罗江，黑龙江呼玛，江西庄湾，陕西月河
	（5）岩溶型砂金矿床	广西镇墟
	（6）海积型滨岸砂金矿床	山东三山岛
	（7）湖积型滨岸砂金矿床	湖南益阳
	（8）冰积型砂金矿床	内蒙古毛淖，四川漳腊，青海大厂
	（9）风积型砂金矿床	内蒙古阿右旗一带
	（10）中生代—老第三纪含金砂砾型金矿床	黑龙江小金山，广西黄胆岭，甘肃西湾，内蒙古武川，河南焦沟、德亭
	（二）红土型金矿床	湖北蛇屋山，云南墨江
	（三）铁帽型金矿床	安徽新桥，江西吴家湾，湖南七宝山

4、基于成矿作用的分类

舒瑞身等 1982	变质热液型金矿床 岩浆（侵入）热液型金矿床 火山热液型金矿床 渗滤热液型金矿床 沉积砾岩型金矿床 砂金矿床	•6类
朱奉三 1989	风化壳砂金矿床 现代沉积砂金矿床 砾岩金矿-古砂金矿床 沉积变质改造金矿床 热水渗滤金矿床 变质热液金矿床 混合岩化热液型金矿床 重熔（深熔）同熔岩浆热液型金矿床 岩浆型含金矿床	•9类
贵金属矿床 地质专业组 1983	岩浆-热液金矿床 火山及次火山-热液金矿床 沉积-变质金矿床 变质-热液金矿床 地下热（卤）水溶滤金矿床 风化壳金矿床 沉积金矿床	•7类
栾世伟等 1987	内生矿床 含金岩浆岩型金矿床 含金夕卡岩型金矿床 岩浆热液型金矿床 火山热液型金矿床 地下热卤水渗滤型金矿床 变质热液型金矿床 外生矿床 风化壳型金矿床 机械沉积型金矿床	•8类

宋奉三 1989	风化壳砂金矿床 现代沉积砂金矿床 碎岩金矿-古砂金矿床 沉积变质改造金矿床 热水渗滤金矿床 变质热液金矿床 混合岩化热液型金矿床 重熔（深熔）同熔岩浆热液型金矿床 岩浆型含金矿床
胡伦积等 1982	岩浆分异型金矿床 岩浆热液型金矿床 渗滤热液型金矿床 变质型金矿床 混合型热液金矿床 沉积型金矿床
王秀璋 1982	岩浆热液矿床 火山-改造矿床 沉积-岩浆气液叠加矿床 变质及混合岩化后改造矿床 沉积-变质-混合岩化矿床 沉积改造矿床 沉积矿床 伴生金矿床
栾世伟等 1987	内生矿床 含金岩浆岩型金矿床 含金夕卡岩型金矿床 岩浆热液型金矿床 火山热液型金矿床 地下热卤水渗滤型金矿床 变质热液型金矿床 外生矿床 风化壳型金矿床 机械沉积型金矿床
罗镇宽等 1990	同熔岩浆热液金矿床 重熔岩浆热液金矿床 区域岩浆热源热液金矿床 次火山热液金矿床 火山热液金矿床 成岩-变质热液金矿床 热水淋滤金矿床 沉积变质金矿床 铁帽金矿床 残积金矿床 古砂金矿床 近代砂金矿床

•6类

•8类

•12类

孙凤月等（2005，包括金矿床）：是在袁见齐等编《矿床学》（1984）基础上的修改版。

- 一、岩浆矿床（ 1.岩浆分结矿床；2.残浆贯入矿床；3.岩浆熔离矿床； 4.岩浆爆发矿床；5.岩浆喷溢矿床）
- 二、伟晶岩矿床
- 三、热液矿床（1.矽卡岩矿床；2.斑（玢）岩型矿床；3.高中温热液脉型矿床；4.低温热液矿床）
- 四、热水喷流矿床（1.火山成因的块状硫化物矿床；2.沉积岩中的块状硫化物矿床）
- 五、风化矿床（1.残积和坡积矿床；2.残余矿床；3.淋积矿床）
- 六、沉积矿床（1.机械沉积矿床；2.蒸发沉积矿床；3.胶体化学沉积矿床；4.生物化学沉积矿床）
- 七、可燃性有机（岩）矿床
- 八、变质矿床

5、基于成矿物质来源的分类

郑明华 1982	成矿物质来源于上地幔超镁质岩浆金矿床 与基性—超基性杂岩体有关的岩浆金矿床 与含矿岩有关的接触交代金矿床 与斑岩有关的次火山气液金矿床 与火山熔岩和凝灰岩有关的金矿床 成矿物质来源于硅铝壳重熔—再熔混浆（花岗岩浆）金矿床 与重熔酸性侵入体有关的热液金矿床 与再熔混浆侵入体有关的热液金矿床 成矿物质来源于壳内固体岩石金矿床 与绿岩带有关的超变质热液金矿床 与硅铁质岩系有关的变质热液金矿床 与黑色岩系有关的变质热液金矿床 与碳酸盐岩系有关的地下水热液金矿床 与碎屑岩系有关的地下热液金矿床 成矿物质来源于地表岩石的金矿床 与风化壳有关的风化金矿床 与砂砾（岩）层有关的沉积金矿床 成矿物质宇宙来源的金矿床 成矿物质来源于上述任意两种组合的叠生矿床
于崇年 1982	幔源型金矿床 壳源系列 沉积变质型金矿床 变质热液型金矿床 混合岩化热液型金矿床 再生重熔岩浆热液型金矿床 地下水环境作用型金矿床 混合源系列 同熔岩浆热液型金矿床 外生成矿作用的风化壳型金矿床和机械沉积型金矿床
戴瑞格等 1984	内生金矿床 壳源 沉积变质金矿床 沉积叠加热液金矿床 热水溶滤金矿床 变质热液金矿床 混合岩化热液金矿床 混源 岩浆热液金矿床 幔源 岩浆分异金矿床

6、基于成矿环境和成矿作用的分类

- J.J. Bache(1988):

第Ⅰ大类：前造山火山-沉积型矿床

第1类：伴生金多金属硫化物矿床

1a亚类：与分异的钙-碱性火山活动有关

1b亚类：与以基性为主的火山活动有关，具蛇纹岩特征

1c亚类：赋存于沉积岩，不存在火山岩，但与火山活动有间接关系

第2类：铁-金建造矿床

第3类：赋存于火山-沉积岩系中的不整合型金矿床

第Ⅱ大类：后造山深成-火山型矿床

第4类：伴生金含铜斑岩型矿床

4a亚类：含铜和金

4b 亚类：含金

第 5 类：赋存于碳酸盐岩层中的交代矿床

5a 亚类：含多金属矿物组合的交代矿床

5b 亚类：含金及少量铜的交代矿床

5c 亚类：含汞浸染状交代矿床

第 6 类：侵入岩中脉型（或复合脉）矿床

6a 亚类：以铜为主的脉矿

6b 亚类：以铅和锌为主的脉矿

6c 亚类：以金和银为主的脉矿

6d 亚类：赋存于克拉通第三纪火山岩的脉型矿床，富含银，与侵入作用存在空间关系

第Ⅲ大类：碎屑型矿床

第 7 类：古砂金矿床

第 8 类：现代砂金矿床，包括冲积和残积砂金

D.Groves et al.,1998；R.Kerrich等，2000

超大型金矿床（成矿省）分类

- ①造山带型金矿：产于近地体边缘的地壳中部(4-16km)，Cordilleran型造山带转换挤压的俯冲-增生杂岩内；板内地幔岩石圈拆沉或地幔柱上涌处。
- ②卡林和类卡林型金矿：产于拉伸的会聚边缘的地壳浅部(<4km)；部分与岩石圈底部软流圈地幔柱上涌有关。
- ③浅成低温型热液金-银矿床：定位于大陆边缘弧或洋内弧的地壳浅部（1-2km）。
- ④斑岩型铜-金矿床：定位于大陆边缘弧或洋内弧的地壳浅部(1-4km) 。
- ⑤铁氧化物型铜-金矿床：形成于地壳中部到浅部，与拉伸陆块非造山岩浆活动有关（1-6km）。元古宙矿床位于厚的太古宙地幔岩石圈向薄的元古代地幔岩石圈的转变部位。
- ⑥富金块状硫化物（火山喷流型，VMS)矿床和沉积喷流矿床(SEDEX)：是陆弧或洋弧之弧后海底热水沉积物。

7、金矿床地球化学分类

- 栾世伟等（1983）：金-铁；金-银；金-锑；金-锡；金-砷；金-铀；金-钴；金-铜等八个类型和19个亚型。
- 王义文（1983）：提出金矿床同位素地球化学分类。
- 陈光远等（1983）：提出矿物标型及元素组合分类。

8、中国金矿床的工业类型

- 李舒等（1999）（11种类型）
  - 石英脉型
  - 糜棱岩型
  - 蚀变碎裂岩型
  - 冰长石-绢云母石英脉型（含酸性硫酸盐或硅化岩型）
  - 角砾岩型
  - 矽卡岩型
  - 微细浸染型
  - 红土型
  - 铁帽型
  - 砂砾层型
  - 伴生型

•陈毓川等（2001，19种类型）

金矿床工业类型	亚型	矿床实例（产地）
石英脉型	含金硫化物石英脉	山东玲珑，吉林夹皮沟
	含金硫化物复脉带型	山东玲珑，湖南常宁龙王山、隆回杏枫山，河北金厂峪
	含金硫化物网脉带型	山东招远灵山沟，广西昭平隆盛，云南腾冲两河
	含金钠长石石英脉型	河北金厂峪
	含金冰长石-绢云母型	新疆阿希，黑龙江团结沟
	含金石英-明矾石型	福建紫金山
石英脉-蚀变岩型	石英脉-蚀变岩型	河南小秦岭，山东招远灵山沟，湖南桃江三堂街
蚀变岩型	蚀变千糜岩、蚀变糜棱岩、蚀变碎裂岩、蚀变玻状岩、蚀变角砾岩、黄铁绢英岩	山东焦家，广东河台，新疆金山沟，河南上宫
细脉浸染型	细脉浸染型	山东沂南金场、堆金山，四川攀枝花三家村
含铁硅质岩型	条带状含铁硅质岩型	黑龙江东风山

微细浸染型金矿床	泥质细碎屑岩微细浸染型金矿床	贵州板其、丫他、紫木凼，广西金牛、高龙
	碳酸盐岩系中微细浸染型金矿床	甘肃九源，陕西李家沟，贵州苗龙，陕西二台子，江苏栖霞山
	硅泥质岩系中微细浸染型金矿床	甘肃绿泥拉尔玛
金-碳酸盐脉型	碳酸盐岩系中金-碳酸盐脉型 (1) 金-方解石脉型	广西田阳叫曼，吉林龙井五凤山，青海门源松树南沟
	(2) 金-菱铁矿矿脉型	四川木里耳泽
金-石英-重晶石脉型	金-石英-重晶石脉	陕西略阳东沟坝
硅质脉型	硅质交代脉型	新疆伊尔曼德
角砾岩型	(1) 构造角砾岩型 (2) 隐爆角砾岩型	陕西太白双王、镇安县二台子 河南嵩县祁雨沟，福建上杭紫金山，广西贵港龙头山
块状硫化物金矿床	锌铜型块状硫化物金矿床	辽宁清原红透山、红旗山、树基沟，新疆阿舍勒
	块状硫铁矿金矿床	辽宁清原太荒沟
夕卡岩金矿床及其伴生金矿床	夕卡岩金-铜矿床	湖北铜录山，铜陵狮子山、凤凰山
	夕卡岩金-铜-铁矿床	湖北大冶，淮北，江苏利国
	夕卡岩金-铜-钼矿床	安徽铜陵金口岭，大冶铜山口、猴头山
	夕卡岩金-铜-硫矿床	安徽铜陵新桥
	夕卡岩金-多金属矿床	湖南七宝山、宝山、铜山岭

斑岩型伴生金矿床	斑岩型金-铜（钼）矿床	江西德兴，西藏玉龙，黑龙江多宝山
岩浆熔离型	岩浆熔离型伴生金矿床（铜-镍型；铂-钯型）	甘肃金川铜镍矿床，云南元谋朱布铂钯矿床、弥渡金宝山
超基性—基性岩蚀变岩型	超基性—基性岩的铁镁质或碳酸盐蚀变带	云南墨江金厂，新疆托里萨尔托海
氟镁石型金矿床	金-氟镁石型	四川康定偏岩子
砾岩型金矿床	砾岩型金矿床、古砂金矿床（第四系，侏罗系）	吉林春化，黑龙江小金山
砂金矿床	残、坡积，冲、洪积，冰碛，海积，湖积，岩溶，风积等类型	黑龙江，湘罗江，沅江-湘江，三江，雅鲁江，额尔齐斯河等流域诸多砂金矿床（点）
红土型金矿床	红土型金矿床	云南墨江，湖北蛇屋山

9、矿床的自然分类——矿床的成矿系列

（陈毓川，2008，第九届国际矿床成因会议）

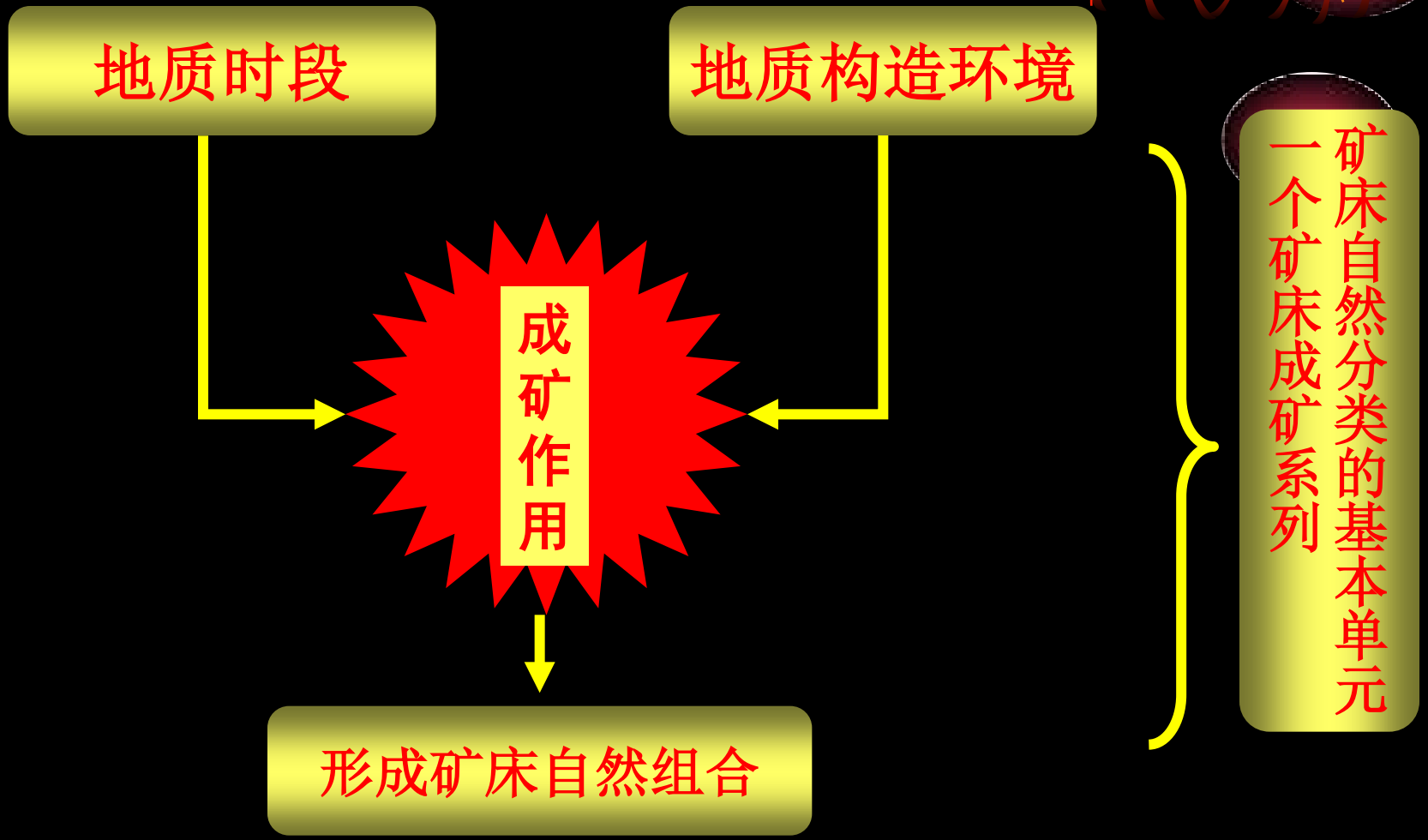
原则：

把同时期，同地质构造环境，同成矿作用自然形成的各种矿床归为一类，进行划分，亦就是各自组成矿床成矿系列，再对矿床成矿系列进行归类及分解，形成分类序次体系。

特点：

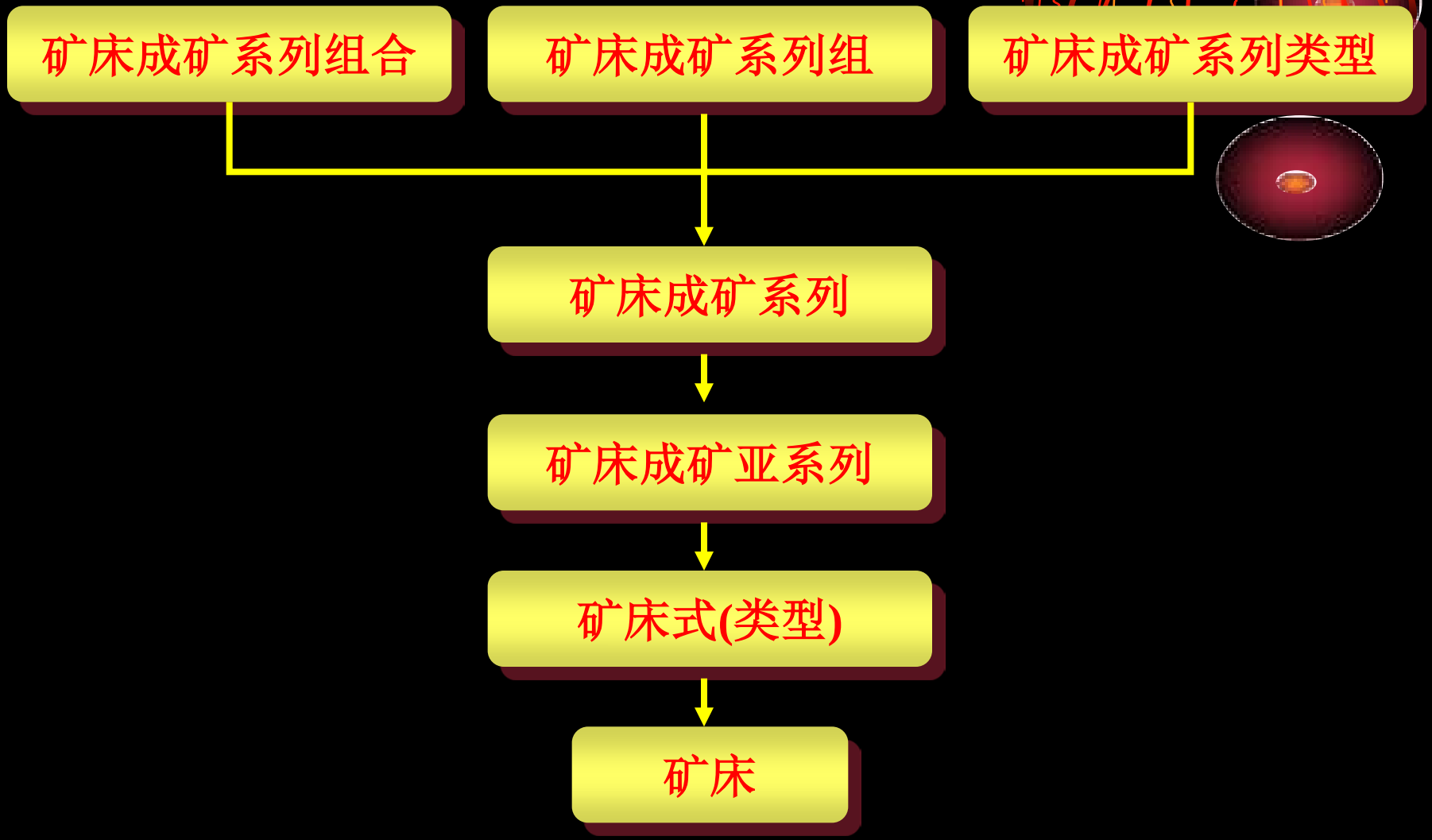
同时考虑时间、空间、成矿作用与形成矿床的因素，恢复矿床在一定时空域中存在的客观自然面目，一个成矿的整体，亦是一个基本的成矿系统，同时是一个具有实用意义的分类。

在特定的时间、空间内成矿作用形成的矿床组合是一个不可分割的自然整体，亦就是构成一个矿床成矿系列，即矿床自然分类的基本单元，亦是一个相对独立的成矿系统。全球自古至今的矿床世界就由这些基本单元所组成。

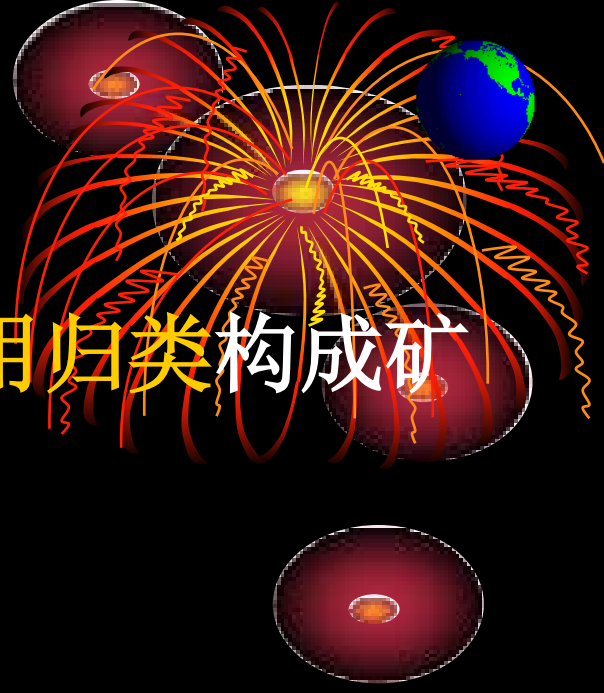


矿床自然分类的序次体系

从基本单元(矿床成矿系列)本身内部组成结构和基本单元之间的内在联系进行归类，构成五级序次的分类体系。



一级序次



对各种矿床成矿系列进行成矿作用归类构成矿床成矿系列组合,可分为:

岩浆作用矿床成矿系列组合

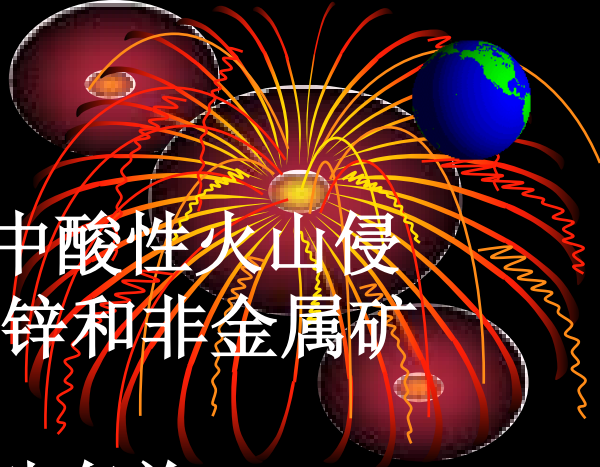
沉积作用矿床成矿系列组合

变质作用矿床成矿系列组合

表生作用矿床成矿系列组合

地下流体与成因不明的矿床成矿系列组合

举例：以长江中下游成矿带为例



第二序次　长江中下游燕山期与中基性－中酸性火山侵入活动有关的铁、铜、金、铅锌和非金属矿床成矿系列

第三序次　鄂东南燕山期与火山－侵入活动有关Fe、Cu、Au成矿亚系列；铜陵燕山期与花岗岩类活动有关的Cu、Au成矿亚系列；宁芜燕山期与火山活动有关的Fe和非金属成矿亚系列；庐枞燕山期与火山活动有关的Fe、Cu和非金属成矿亚系列。

第四序次　以宁芜矿带为例可划分出北、中、南三个矿田：梅山矿田(梅山式、其林山式)、凹山矿田(凹山式、陶村式、向山式、东山式、铜井式)、钟姑山矿田(姑山式、白象山式)

第五序次　为各个矿床

与其说是矿床分类，不如说是该地区成矿规律研究的一种认识！

一、金矿床分类历史与现状

- （二）现状：
  - 百花齐放，百家争鸣；
  - 新类型矿床不断提出；
  - 单类型矿床分类细化；
  - 矿床类型与矿化类型混杂；
  - 成因分类与工业分类交叉；
  - 分类向更高层次发展—成矿系统与成矿系列。

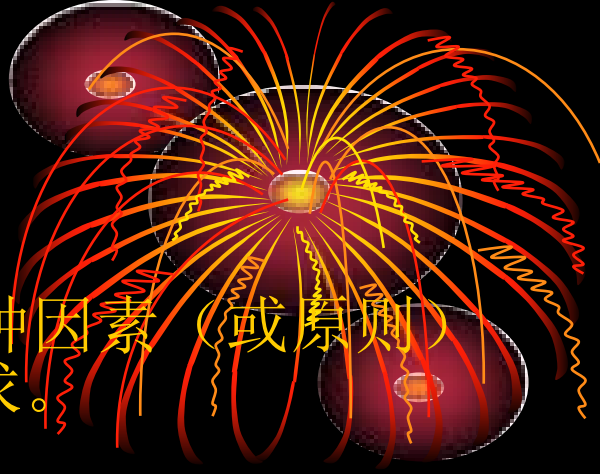
二、现有金矿床分类的特点

- （一）事件（实）驱动：

  - 即所有矿床分类均是针对已发现矿床开展的，即以矿床发现这一事实驱动的，这似乎是矿床学研究的必然。一般地认为，只有发现了一些矿床，而且矿床之间具有差异时，分类才显得有必要。

  - 分类方案越来越多，矿床分类总是落后于矿床发现。新发现的某些矿床就可能在已有的分类中找不到位置。

（二）依据（原则）驱动：



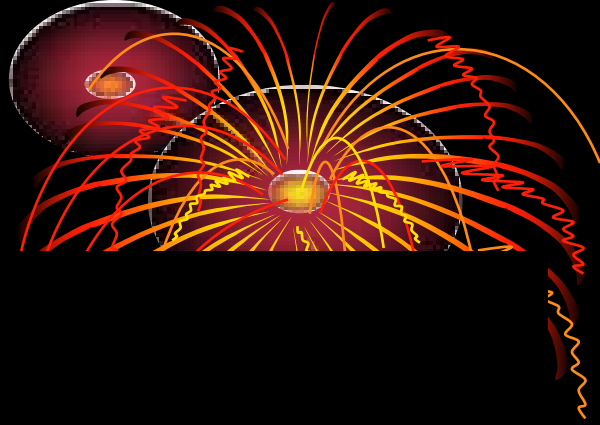
- 即所有矿床分类方案均以一种或多种因素（或原则）为依据进行。这是分类学的基本要求。
- 由于金矿矿复杂性，有些因素相当模糊或难以界定，并且依赖于研究者的经验和认识。依据选择不当，必然导致标准混乱，矿床类型重叠、交叉，出现同一矿床在相关分类中无法准确归类的似是而非的尴尬局面。
- 以一定的依据进行分类并没有问题，问题是选择怎样的依据，最大限度地减少交叉重叠和繁杂。
- **矿床分类中的三大学派：**

- **背景：**以矿床（对象）定位背景为依据，形成了**“赋（含）矿岩系-赋矿建造-容矿空间”**分类学派，如博伊尔(1972)、Tatch(1975)、谢尔巴科夫（1977）、**В.И** 斯米尔诺夫（1982）、BA库伦德舍夫（1984）、Bache（1988）、王秀璋(1987)、涂光炽(1990)、罗镇宽(1990)、陈纪明(1990)、韦永福(1990、1994)等属之；这种分类客观性强，标准相对清晰，但由于没有考虑到成矿时间和成因，因而无助于对矿床成因的深入理解；

- **特征：**以矿床地质特征为依据，形成了**“含矿岩性-矿石（化）类型-产出状态”**分类学派。**В.И** 斯米尔诺夫（1959）、F.S. 西蒙斯（1973）、国家储委所编《岩金矿地质规范》(1984)、王友文(1985)、陈衍景(1992)、王玉玲等（1997）、李景春等（1998）等属之。实际上相当于矿床的工业类型分类，因而基本不具或仅具间接的成因意义；

- **认识：**以成矿作用为依据，形成了**“物质来源-成矿作用-矿床成因”**分类学派，毋瑞身(1982)、胡伦积(1982)、栾世伟(1987)、朱奉三(1989)、张振儒(1989)、郑明华(1982)、王鹤年(1982)、胡伦积(1982)、戴瑞榕(1984)、罗镇宽等（1990）、刘英俊等（1991）等属之。这种分类是对矿床成矿作用深入研究的必然产物，但是由于成矿复杂性，矿床的成因问题本身就面临着巨大的挑战。

- **无论哪一派，其分类依据都是从矿床本身或与其紧密关联的因素中去获取的。但一个矿床形成是什么类型是由它本身决定的吗？**



（三）范围-层次驱动：

- 有些分类具有一定的范围和层次性。
  - 就范围而言，有些针对中国金矿床总体特征的，也有些是针对特定区域进行的；
  - 就层次而言，有些是针对所有金矿床类型的，但也有特别针对某一类矿床开展的（相当于亚类）。

- 存在的问题是总体分类中没有穷尽各特殊地区的矿床特殊性，而地区性或单类型分类又不具宏观性和普遍性。

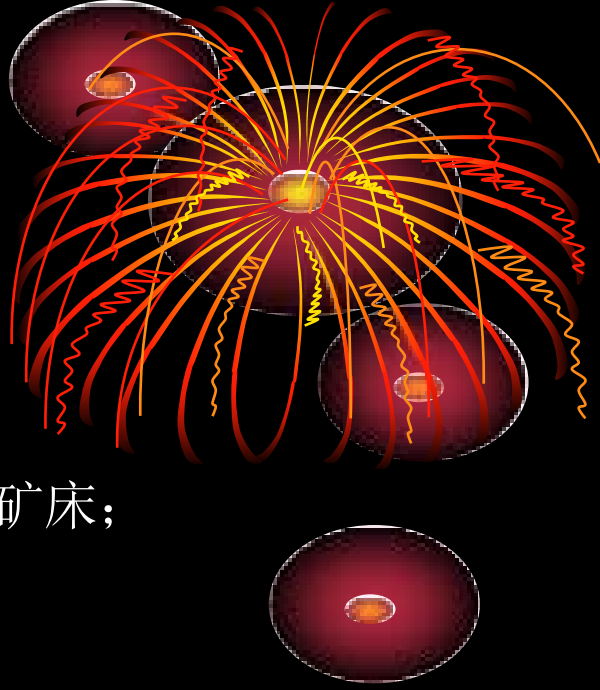
三、现有金矿床分类存在的主要问题

- 应该肯定，已有的各种金矿分类都不同程度地从不同侧面反映了金矿成矿的自然属性，对找矿实践和成矿理论的发展做出了贡献。然而，金矿分类目前仍存在许多问题，从现有分类本身分析主要包括：
  - 分类依据的选择尚欠合理或混乱，分类原则的制定也有不尽完善之处.
  - 方案虽多但得到广泛承认的尚难一见等方面。
- 给人们的印象是：无论怎样划分，
  - 一方面感觉其分类方案无法适应成矿学研究发展和找矿进展的需要；
  - 另一方面，所有划分方案均不能很好的体现成矿规律，在找矿工作实践中难以发挥矿床类型划分应有的指导作用。
- 分析认为，现有金矿床类型划分的方案还存在以下人们较少关注的问题。

（一）缺乏预见性

- 作为金矿床理论研究较高层次重要内容之一的矿床分类研究是一项实践性极强的理论工作，但分类并不是我们研究的根本目的。以矿床发现这一事实驱动为前提的分类存在着其自身无法克服的缺陷。
  - 首先是忽略了矿床学是地质学这一复杂基础学科体系的一个重要组成部分，矿床学研究离不开其他地质学前提的基本事实；
  - 其次，它追求的是对现有（已发现）矿床的高级抽象和概括，而没有从根本上理解分类研究是为了更好阐明成矿规律、指导发现更多矿床这一目的。
- 因此，这样的分类从科学理论的层面看，它缺乏预见性，即对尚未或可能发现的其他类型的矿床，无法预知。而一个科学理论的价值正在于其预见性。应该认识到，即便我们一个矿床也未发现，但由地质作用形成的不同类型矿床也是实际存在的。

（二）缺乏完整性



- 完整的矿床分类体系应该解决以下问题：
  - 矿床的类型是准确/唯一而不是模棱两可的；
  - 不仅应包括已经发现，还应包括可能发现的矿床；
  - 分类的依据是统一和可资对比的。

- 很多学者为了最大限度的体现其矿床分类的完整性（包容性），提出了基于多标准的分类，如成矿作用、矿质来源、成矿深度、温度压力、大地构造、容矿建造、矿石组分及矿床的特征等都用来作为不同层次矿床分类的依据。实践证明，企图综合反映各种因素的分类思路是不太切实可行的，容易造成分类的层次增多和类型重复，最后的分类结果五花八门，十分繁杂，牺牲了简洁性和实用性。



（三）应用困难

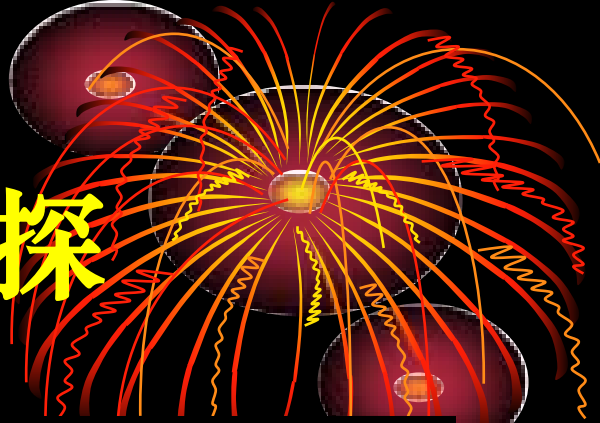
- 对矿床进行理论分类之重要目的之一是为了更好更系统地阐述成矿规律，以服务于理论研究；同时要有利于指导生产实践，以服务于找矿工作的开展。

- 但现有的多数金矿床分类从理论研究的角度分析，对于进一步深入认识，甚至描述金矿成矿的深层次规律作用不明显。其中有些分类由于标准的不统一或人们对矿床认识的差异而归类不唯一，导致对成矿规律认识的模糊，有时甚至是自相矛盾的。而从应用的角度，其指导性也不充分。

- （四）成因分类和工业分类混杂或脱节

  - 金矿床的成因分类和工业分类是分别属于理论研究和应用实践两个层次的研究工作。二者之间虽然具有密切的联系，但将二者混为一谈是不可取的，如有的成因分类型方案中同一层次内部既有描述成因属性的，又有描述其特征属性的；或者有一些是以成因为标准的，而另一些又转为以特征为标准。同样，如将二者完全隔离开来，也是不可取的。这样不利于将成因研究的结果与生产实践密切地联系起来，从而达到理论指导实践，实践反馈于理论的目的。部分学者的分类方案中体出了较好的层次性，从一级成因标准到二级的应用分类，体现了二者间的密切关联，是一种值得推广的思维方式。

四、中国金矿床分类初探



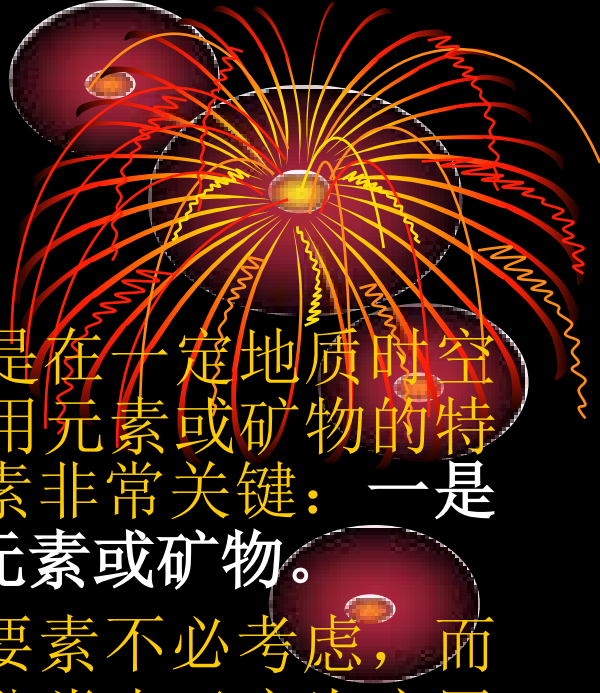
- 金矿床的分类正面临着严峻的挑战。提出一套符合中国实际，具有中国特色，体现中国区域成矿特点的金矿床完整分类方案是中国矿床地质工作者的责任。
- 金矿床（其他矿床也一样）的分类应包括两个层面，一是理论分类，这是从理论研究的需要而开展的分类行为，相当于过去所讨论的成因分类；二是应用分类，这是从实践应用的角度而开展的分类行为，相当于矿床的工业分类。

（一）理论分类

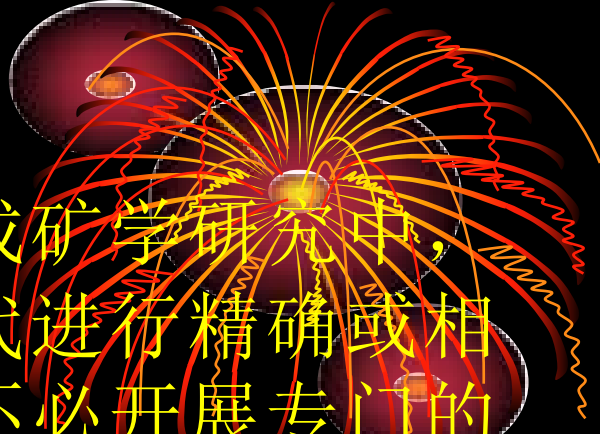
- 要突破前人现有的思维束缚。
  - ✓基于矿床发现这种事实驱动的矿床分类有其自身无法克服的缺陷
  - ✓从矿床地质特征本身的各要素中去寻求分类依据和标准难以获得完善和系统的分类方案
  - ✓依赖过多标准进行分类虽具有较大的包容性，但牺牲了简洁性，也无法解决预见性问题。
  - ✓因此，我们必须到矿床之外去寻求突破。

- **矿床————人：有一比。**

1、分类依据的确立



- 众所周知，矿床，同其他地质体一样，是在一定地质时空域内由地质作用形成的含有可供开发利用元素或矿物的特殊地质体。可见要形成矿床，有4个要素非常关键：**一是时间；二是空间；三是地质作用；四是元素或矿物。**
- 对于已经确定的金矿床而言，显然第4要素不必考虑，而地质作用即相当于成矿作用，在前人的分类中已广为应用，正如前所述，由于成矿作用的复杂性，用它作为分类标准并不能取得完善的方案。
- 于是只剩下时间和空间两个因素，而这正是我们进行矿床理论分类时选择的依据和标准。实际上，从空间和时间的角度，把矿床作为全球地质构造演化的一部分来研究，是现代矿床地质研究的一个重要进展和研究热点(李上森，1998)。



- **将时间理解为成矿时代。**当代成矿学研究中，可以通过很多方法对成矿的时代进行精确或相对精确的界定，有些矿床甚至不必开展专门的成矿年代学研究，仅根据其地质产出特征就能确定其成矿的时间。此外，作为大多数矿床分类标准的成矿时代并不要求都有非常精确地界定。

- **将成矿空间理解两点，**一为矿床形成的大地构造环境（注意不是矿床产出的矿区尺度内的地质环境）；二为矿床产出的真实地理空间。

- 总结前人资料发现，运用大地构造环境作为矿床分类标准很早就有尝试。
  - ✓ Tatch(1975)的矿床分类就具有以成矿大地构造环境作为分类标准的萌芽，但由于当时的研究水平和理论认识不够，其分类很不系统；
  - ✓ Guilbert (1985)提出了一个根据金属矿床与板块构造—岩石圈构造的关系对金属矿床进行的分类。在他的分类表中，分别列出洋中脊和洋底有关矿床、俯冲带边缘有关矿床、内硅铝—内硅镁弧后盆地有关矿床、与克拉通有关矿床和与克拉通张裂有关矿床等。
  - ✓ 何国琦等(1994)在对我国新疆古生代地壳演化研究的基础上，将新疆的主要矿床划分为老陆壳内的矿床、拉张型过渡壳阶段矿床、洋壳阶段矿床、汇聚型过渡壳阶段矿床和新陆壳阶段矿床。
  - ✓ 王伏泉（1995）就提出了地槽型金矿的概念，并将其限定为在地槽阶段形成并赋存于地槽构造层和前地槽构造层中的金矿，这可以看作是将时间因素引入矿床类型研究的首次尝试；
  - ✓ 前面所讨论的有关造山型金矿床也是这种分类的一个实例。
- 如果扩大一下，在岩石学领域，依据形成环境进行岩石分类的现象是十分普遍的，并广为人们所接受。

2、分类依据的可行性

- 如果用板块构造学说理论做为讨论矿床成矿环境的基础，并充分考虑到该学说在当代的最新研究成果，特别是大陆动力学研究进展，以成矿时代-成矿环境为标准进行矿床分类是可行的。
  - 1、成矿地质环境（地球动力学背景）是当代矿床学研究方向和趋势，是区域成矿研究的出发点。
  - 2、板块构造理论日益成熟，是考虑开展以其为基础进行矿床分类的首选理论，为统一分类奠定了基础。
  - 3、随着国家地质工作的逐步开展和深入，不同地区地质基础研究资料的极大丰富，人们已更易于恢复成矿地质环境。
  - 4、成矿地质年代学研究日益成熟、精确，可以更好的实现成矿作用与成矿环境的有机匹配。
  - 5、从时间-环境（空间）的坐标系统开展的分类，减少了交叉效应，避开了争论的焦点。
  - 6、以成矿地质环境为基础的分类，并通过开展地质环境专属性研究有利于开展从面到点，又从点到面，从实践到理论，再从理论到实践的深入研究，从而实现从成矿系统到找矿系统的建立。

3、金矿理论分类基础—板块构造环境及其发展

- 威尔逊旋回—揭示了（大洋盆地）板块构造演化总体过程；
- 造山过程与碰撞造山—板块缝合过程的完整发展；
- 大陆动力学与全球板块构造—板内构造-成矿作用进入学术前沿。

威尔逊旋回



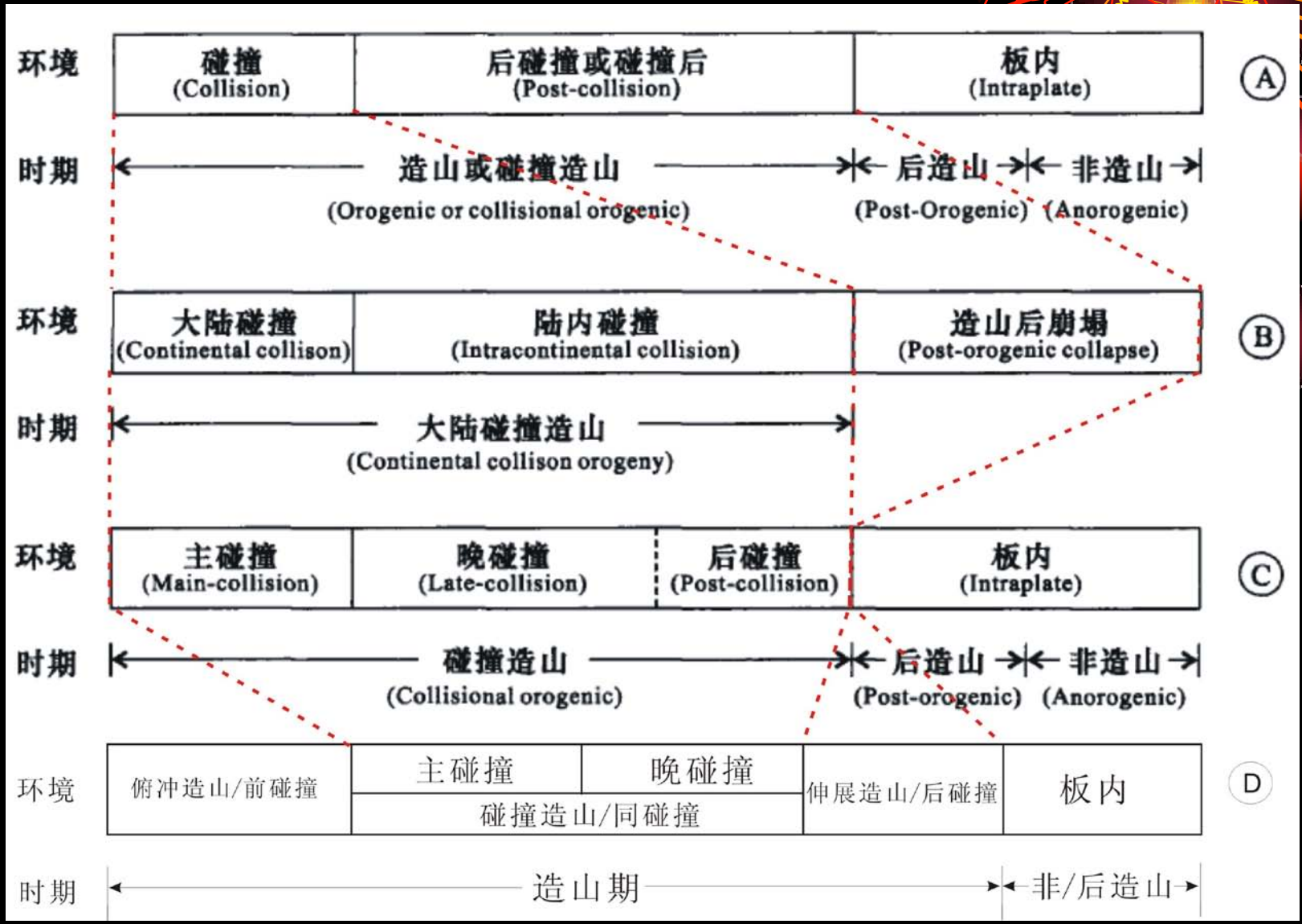
图 5-24 J. T. 威尔逊

表 8—1 大洋盆地演化旋回中的各个阶段及其特征

阶 段	实 例	主导运动	特征形态	典型火成岩	典型	
Ⅰ.胚胎期	东非裂谷	抬升	裂谷	拉斑玄武岩溢流，碱性玄武岩中心	少量沉	
Ⅱ.幼年期	红海，亚丁湾	扩张	狭海（有平行的海岸及中央凹陷）	拉斑玄武岩溢流，碱性玄武岩中心	陆架可能有	
Ⅲ.成年期	大西洋	扩张	有活动中脊的洋盆	拉斑玄武岩溢流，碱性玄武岩中心，但活动集中于大洋中央	丰富的陆架沉积（冒地槽）	少量
Ⅳ.衰退期	太平洋	收缩	环绕边缘的岛弧及毗邻海沟	边缘的安山岩及花岗闪长岩	大量源于岛弧的沉积物（优地槽）	局部广泛
Ⅴ.终了期	地中海	收缩并抬升	年青山系	边缘的火山岩及花岗闪长岩	大量源于岛弧的沉积物（优地槽），但可能有蒸发岩	局部广泛
Ⅵ.遗痕（地缝合线）	喜马拉雅山的印度河线	收缩并抬升	年青山系	少量	红层	广泛

（据 Jacobs, 1974）

造山过程研究进一步深化



造山过程划分和对比：A、据Liegeois(1998)；B、据邓晋福等（1999）；C、据侯增谦等，2006c；D、本文

以板块构造理论为基础的成矿地质环境

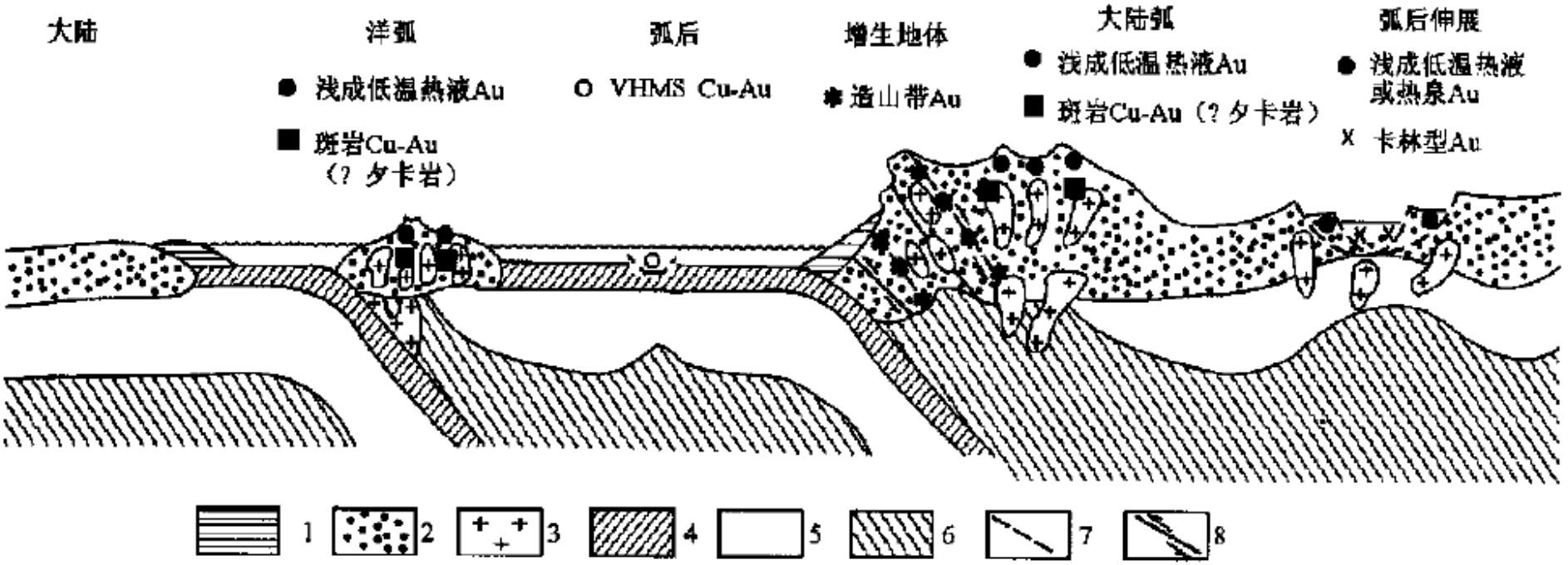


图 1　富金后成矿床的大地构造环境（据 Groves 等，1998）

1—增生楔；2—大陆壳；3—花岗岩类岩石；4—洋壳；5—地壳下面岩石圈；6—软流圈；7—伸展断裂；8—挤压断裂/逆冲

4、金矿床的理论分类方案

- **I、裂谷型金矿（拉张期）：**块状硫化物型、基性-超基性岩型、（次）火山岩型、铁-氧化物型；部分沉积岩型等；
- **II、俯冲造山型金矿（俯冲期）：**斑岩型、（次）火山岩型、隐爆角砾岩型、矽卡岩型；石英脉型（玲珑型）、破碎蚀变岩型（焦家型）；细碧角斑岩型、部分沉积岩型；块状硫化物型；蛇绿岩套型等；
- **III、碰撞造山型金矿（碰撞期）：**糜棱岩型、构造角砾岩型、破碎蚀变岩型（焦家型）；石英脉型（玲珑型）、斑岩型、（次）火山岩型、碱性岩型或富碱斑岩型等；
- **IV、伸展造山型金矿（伸展期）：**斑岩型、（次）火山岩型、碱性岩型或富碱斑岩型、石英脉型（玲珑型）、破碎蚀变岩型（焦家型）、各种角砾岩型及部分沉积岩型等；
- **V、板内（非造山型）金矿（“稳定”期）：**花岗-绿岩带型、石英脉型、蚀变岩型、糜棱岩型、（富碱）斑岩型、（次）火山岩型、铁-氧化物型（？）和各种角砾岩型以及砾岩型等；
- **VI、过渡-叠加-复合型金矿。**

（二）应用分类

- 1、分类依据的确立
  - 金矿床应用分类相当于前人所称的工业类型，属于应用研究的范畴。其目的一方面在于突出有重要工业意义的矿床类型，以便作为勘查开发和研究的重点；另一方面在于有效地指导金矿床的勘查工作，并作为布置金矿床勘查与评价工作的主要依据之一。
  - 应用分类应从有效指导勘查实践为出发点，突出能表征金矿床地质特征又易于识别的矿床要素。由于应用分类是以指导生产为目的的，同前的理论分类不一样，它应当在矿床本身的特点中寻找依据，并且应是最为突出（通常是最主要）的依据。这种依据不仅要反映矿床的本质特征，而且还要易于掌握，简便易识，并符合传统习惯。
  - **很显然，应用分类是随着地质找矿工作不断深入而逐渐丰富其内容的。**但是应该看到，无论我们在实际工作中发现何种新类型的矿床，只要按上述的理论分类标准，它就可以准确地划分到相应的理论类型中。

- 通过鉴别含金地质体的特征来寻找金矿床。含金地质体的特征就是金矿床地质特征的本质属性，也是金矿床形成的地质环境和成矿作用的综合反映。含金地质体是人们寻找、勘查与评价和开发的直接对象，是金矿床工业价值的决定性因素。因此，应把含金地质体的性质（种类）作为划分金矿床应用类型的准则。

- 目前许多所谓的成因分类中应用的就是应用分类名称，如斑岩型、卡林型-类卡林型矿床等名词是带有强烈成因（理论）分类色彩的应用分类名词，而象微细浸染型矿床、硅灰泥岩型、石英脉型、构造破碎蚀变岩型等则习惯上是不具成因色彩的应用分类专用名词。

- 理论上说，有多少种岩石类型（包括构造岩、火成岩、沉积岩、变质岩以及由这些岩石经后期变质衍生出来的相关岩石类型等），就可能具有多少种矿床的应用类型，这对于开阔找矿勘查工作视野和思路是有价值的。实际上，并不一定就能发现如此多类型的金矿床，也就是真正赋存有工业意义的含金地质体类型还有相当有限的。

2、金矿床应用类型划分方案

- 通过全国近8000个金矿床（点）的相关资料统计分析，发现：
  - （1）石英脉型(单脉、复脉、网脉及各种不同组成的石英脉)；
  - （2）（破碎）蚀变岩型（韧性、脆性）；
  - （3）角砾岩型（隐爆、爆破、坍塌、构造角砾、沉积角砾）；
  - （4）斑岩型（碱性岩型、细脉浸染型、铁氧化物型？）；
  - （5）微细浸染型（卡林-类卡林型）；
  - （6）（次）火山岩型（低硫、高硫）；
  - （7）矽卡岩型；
  - （8）（浅变质）沉积（碎屑）岩型；
  - （9）蛇绿岩（套）型（基性-超基性岩型）；
  - （10）红土（铁帽）型；
  - （11）（砂）砾岩型。
- 等11种类型的金矿床占所有矿床的96.6%，可见这11种类型是到目前为止金矿床中最重要、最常见的应用类型。其他类型不足4%。

3、关于应用分类的说明

- 上述11种类型包括了由岩浆、沉积、变质、构造、热液作用形成的主要矿床（岩石）类型；
- 几乎在所有的应用类型中都有大中型金矿床存在。（几乎所有的理论类型中都有大型矿床出现，这反过来说明了大中型矿床可以形成在几乎所有的成矿地质环境中。）
- 在实际应用中，前人所确定符合本分类系统原则的应用类型名称，尽管带有强烈的成因（理论）色彩，还是应该将其看成是应用类型的组成部分，部分具明确意义的约定俗成的以地名命名的矿床类型名称，如穆龙套型、卡林型、兰德型以及中国的玲珑型、焦家型等应回归其原有（最初）的含义，而不应将它扩大化；而有些意义模糊或不好进行对比的类型名称，无论是成因类型还是应用类型，都建议尽量少用，并逐步废弃之。
- **应用分类是一个极具包容性和开放性的分类方案，它会随着地质勘查工作的深入而不断丰富。**

（三）新分类的意义

- **无歧义性：**有效处理了多类型共生矿床（多型一体）、多因复成矿床、多期叠加矿床、多因素控制等复杂矿床的合理归类，强调基础地质工作的重要性，摆脱了对矿床成因认识的争论，由于矿床在同一时空坐标系内具有唯一性，较大程度上避免了一矿多类、相互交叉重叠现象的发生；

- **预见性和完整性：**提高了矿床分类的预见性和完整性，从而进一步强化了理论研究对于勘查实践的指导作用；

- **理论分类可更好地服务于成矿规律研究：**将不同尺度下建立的矿床分类坐标系综合起来，有利于从整体上分析研究相应尺度下矿床成矿的重大基础理论问题，从理论上探求区域成矿规律；不同地区基于同一大地构造理论而建立的矿床分类具有可比性，标准和类型的统一有利于开展区域对比工作和提高矿床成矿问题的综合研究程度。

- **应用分类可更好地服务于指导地质勘查：**

- **开放性：** 新分类极大地拓宽了人们研究矿床、发现矿床的思维和视野。从理论分类角度看，它会随着基础地质工作的加深和大地构造研究的深入而得以完善；从应用类型的角度看，则会随着地质找矿勘查实践的开展和新矿床类型的发现而不断丰富。任何一种新类型矿床在坐标系内都会发现其应有位置；

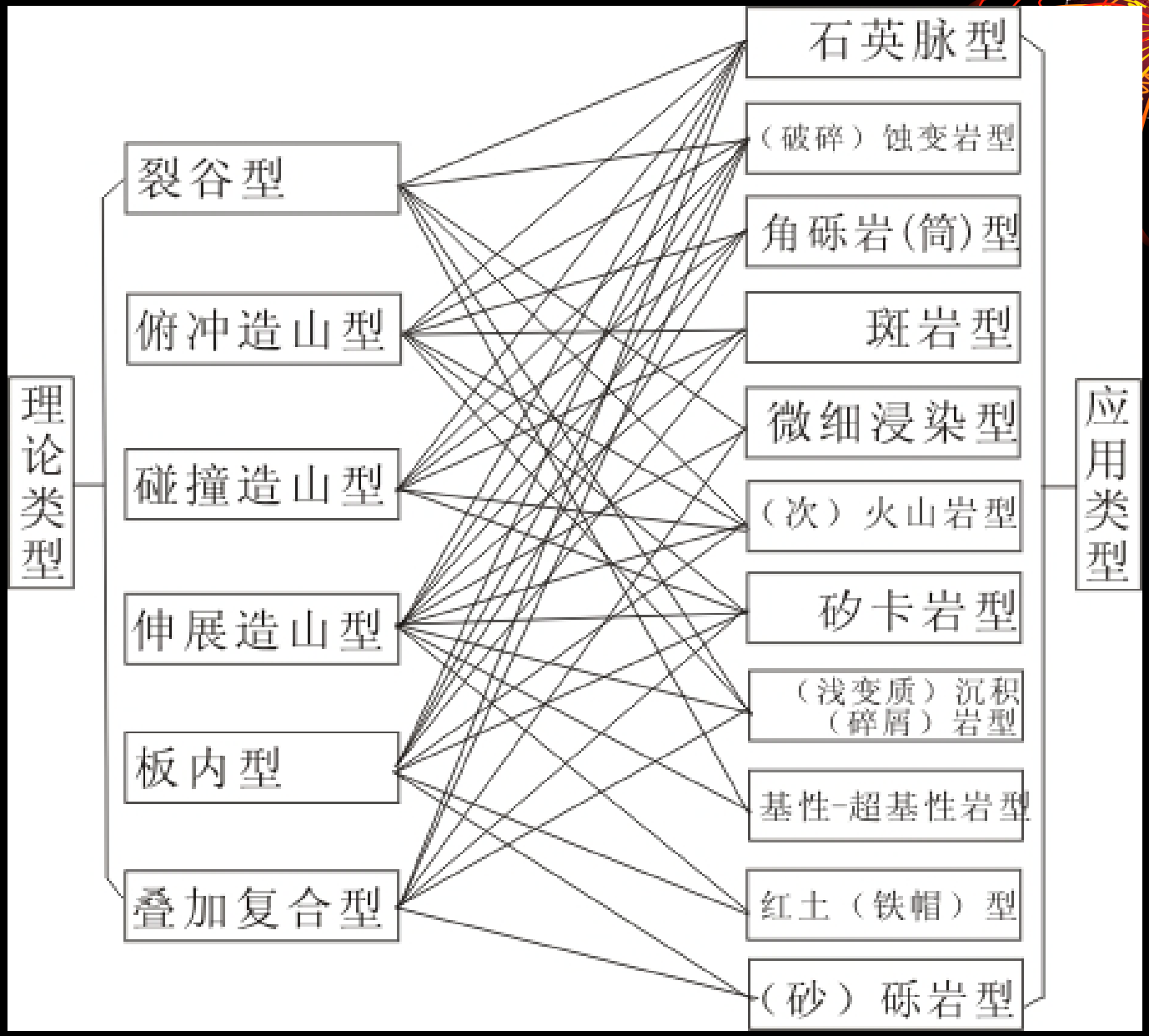
- **理论类型和应用类型的互动更为加强：** 二者具有密切的联系但不会相互干扰。理论分类可以有效地指导找矿勘查实践，反过来，实践成果会不断丰富和完善理论研究的内容；理论类型和应用类型服务于不同的领域，理论研究人员和勘查实践人员可以根据各自的需要讨论相关问题，具有极强的针对性。

- **预期能极大促进金矿床研究和找矿工作的开展：** 应用新的分类方案对我国金矿床开展新一轮的综合对比研究，预期将极大地促进金矿成矿理论研究水平的提高和找矿勘查实践的深入，有可能在金矿成矿学领域提出新的认识和思想，在不同地区的找矿工作中获得新的更大的发现。

（四）分类的应用问题

- 矿床分类的根本目的在于应用。要应用好本分类系统，在实际工作中应特别注意以下问题。
- **1、扎实的基础地质工作。**理论分类建立在对工作区一定层次范围内的大地构造演化和大地构造环境重建基础之上，而不取决于这些矿床是否已经发现。因此，详细扎实的基础地质工作是进行矿床理论分类的重要前提。例如对区域大地构造演化的历史和大地构造环境的重建应有较为明确的时间界限和空间范围，这样，矿床分类的连续坐标轴才能有效建立。但当基础地质工作资料确不支持建立完整的坐标体系时，可以允许有断档或空区，以待进一步工作完善。
- **2、统一的板块构造理论指导。**本文提出的金矿床理论分类是以板块构造理论为基础的，因此要求不同地区的基础地质工作应在板块构造理论的指导下开展并进行。运用其他的大地构造理论也可以进行相应的理论分类工作，但却不利于区域的对比和系统的总结。从矿床分类学的角度，相关的机构或专业委员会应强调统一应用板块构造理论的必要性。基于我国基础地质工作开展的现状，做出这种强调的时机也已基本成熟。
- **3、循序渐进的认识矿床。**与理论分类相对应，矿床的应用分类是以已发现矿床的突出特点和野外易识别的找矿标志为基础的。这样，地质工作者就可以在矿床发现和开展初步工作时，对矿床类型做相对准确的界定，并通过类比部署和布置勘查工作，而不必过多地考虑它到底是如何形成的。随着矿床勘查和研究工作的不断深入，特别是当矿床所在地区的基础地质问题解决之后，它的理论类型也就随之确定。反过来，就可以运用理论类型的相关知识指导矿床进一步研究和勘查工作。从某种角度上说，有关矿床的理论分类问题更多是矿床理论工作者的责任。

（五）理论分类与应用分类的关系



- **针对性与互补性：**虽然理论分类是主要是为理论研究而服务的，但它却是以指导实践为最终目的的。二者是一个互为补充的关系，理论类型必须以应用类型不断地丰富其内部组成，应用类型也应该在理论类型中找到其应有归属。我们不主张将二者混为一谈，例如将斑岩型矿床既看成是理论类型，又看成是应用类型，也不主张将二完全割裂。

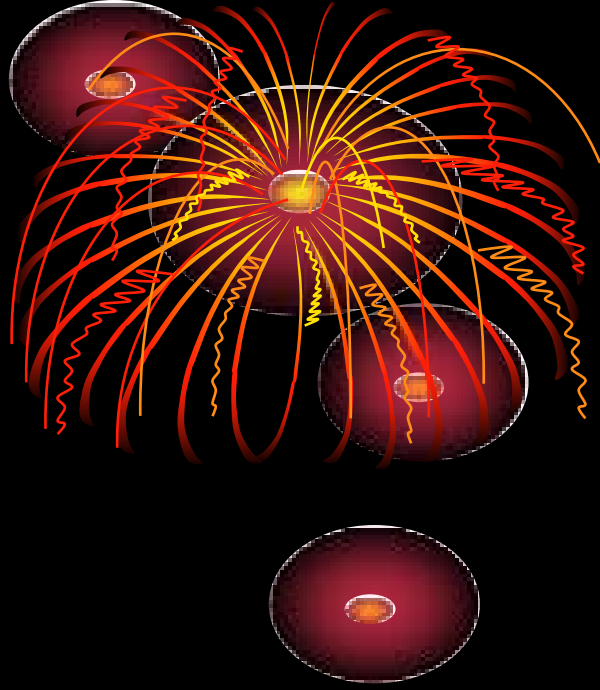
- **专属性与多样性：**每个理论类型中可以划分出很多种应用类型，其中有些是某理论类型内所特有的，表现出专属性；但大部分可以在多个理论类型内出现，表现出多样性。理论上，同一理论类型下的不同应用类型很可能属于同一成矿系统的产物，即同一成矿系列，因为它们形成于同一地质环境中，具有相同的成矿地质背景。因此，一旦通过对某一地区开展的基础地质工作，对该区的构造环境演化进行了合理的恢复和重建，那么就可以根据上述的分类方案去确定在区内要寻找的矿床类型；如果在某一地区已经发现了一些矿床，就可以推断还可能发现一些什么类型的矿床。

- **宏观性与规律性：**反过来，通过发现某些特殊类型的金矿床或众多矿床的统计规律有利于正确认识相应地区的构造环境，即矿床做为大地构造环境的指针。更进一步，对于已发现矿床类型的综合对比分析，可以对该地区构造环境演化、相关的主要地质事件和成矿作用、成矿系统和成矿系列、成矿规律等深层次理论问题进行系统探讨和深入研究。建立了某一地区的时空演化及矿床类型（数量）的座标并通过对其细化，构建相应地区全时空成矿体系，这一地区的成矿规律便十分明了。

（六）以新分类为指导的找矿问题

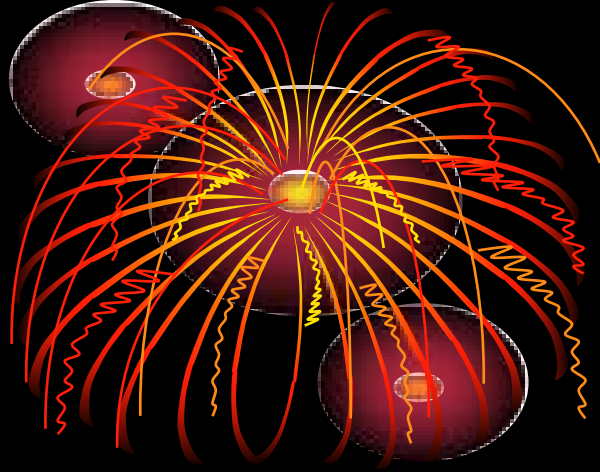
- 找矿工作就是解决**何时+何地+何矿**的问题，亦即要确定在一定时间范围内的成矿空间和物质运动特征，即时空属性和物质属性。
  - 时空属性就是该区的地质构造环境及其变换；
  - 物质属性就是该区的地球化学组成及其在不同地质构造环境中，对于不同类型地质作用的反映和运动规律，对于已确定的金矿来说，主要考虑其成矿元素组合。
  - 时空和物质相互作用的产物—矿床。

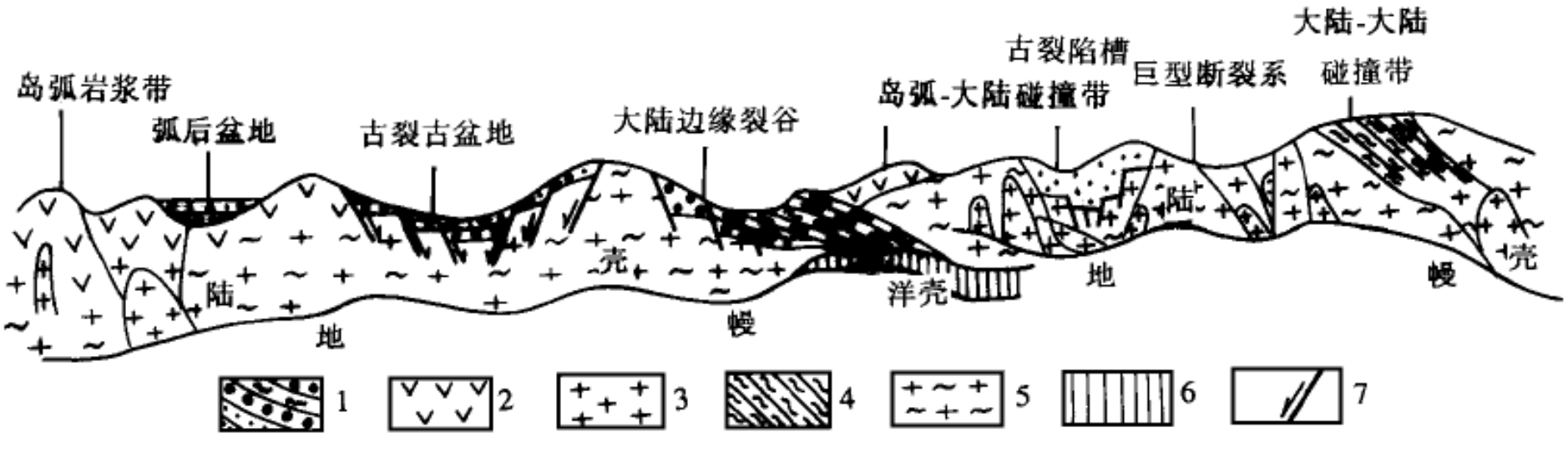
建立工作区时、空、物三维坐标系统



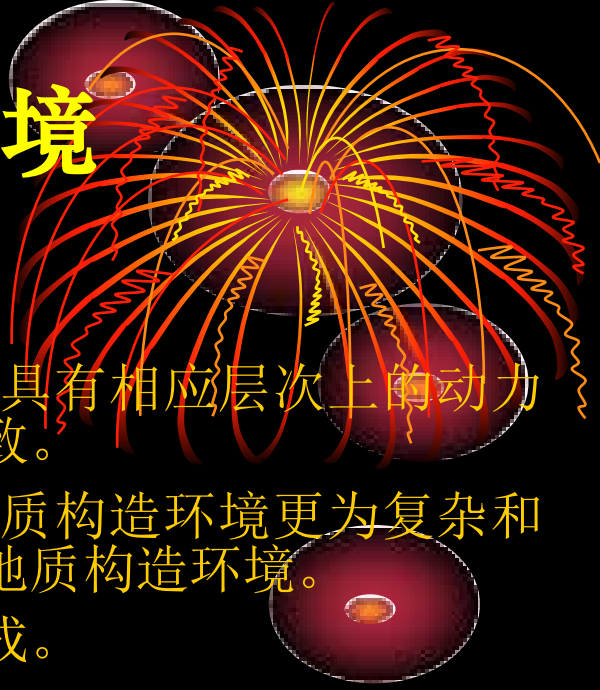
- **构造环境演化-成矿的时空基础**
  - 大地构造环境演化
  - 成矿区带地质构造环境和地理环境
- **地球化学环境-成矿的物质基础**
  - 区域地球化学块体
  - 壳幔地球化学结构

大地构造环境




岛弧岩浆带
弧后盆地
古裂古盆地
大陆边缘裂谷
岛弧-大陆碰撞带
古裂陷槽
巨型断裂系
大陆-大陆
碰撞带
陆
地
壳
幔
洋壳
陆
地
幔
壳
1
2
3
4
5
6
7

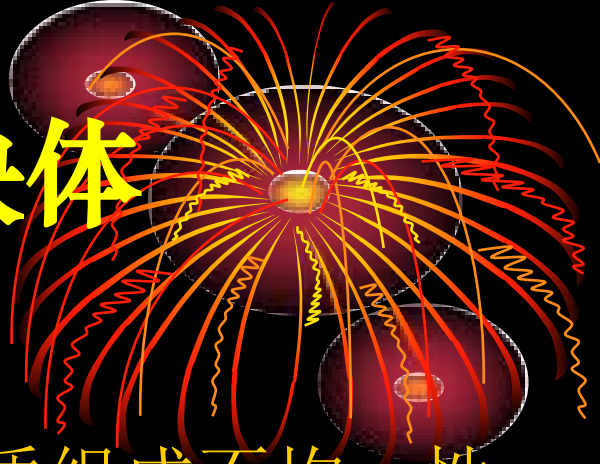
成矿区带的地质构造和地理环境



- **地质构造环境：**
  - 是在区域大地构造环境基础上形成的，同时也具有相应层次上的动力学背景，但未必就同区域地球动力学背景相一致。
  - 相对于区域大地构造环境而言，成矿区带的地质构造环境更为复杂和具体。事实上，还可以划分出更低层次的成矿地质构造环境。
  - 由地层、构造、岩浆活动、变质作用等要素构成。

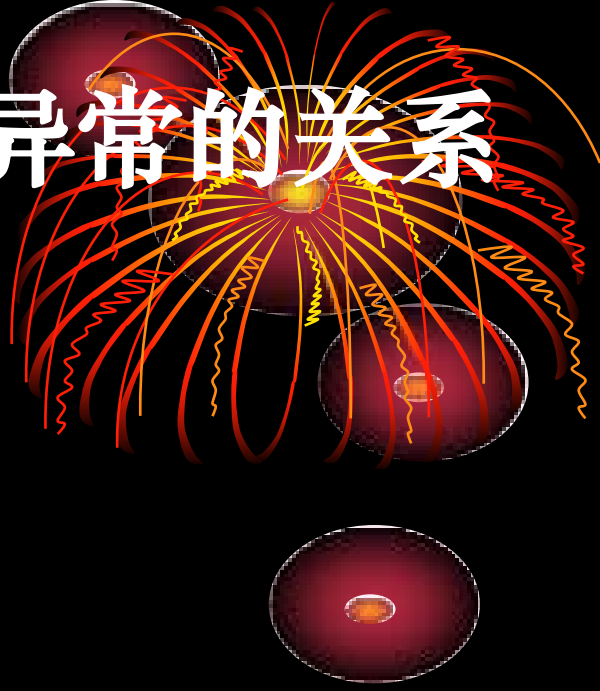
- **地理环境：**长期以来，人们在开展成矿学和地质学研究时不太关注地理因素，即使提到也只是轻描淡写。
  - 对于找矿工作，特别是地质找矿从东向西部不断推进，越来越重要。
  - 地理环境虽不是一个成矿问题，但却是一个不得不考虑的找矿问题。如何针对特殊地理景观区开发出有效、快速的找矿方法、 技术和组合已成为西部地质找矿工作亟需解决的首要问题之一。
  - 由地形地貌特征、植被发育状况、类型及其覆盖特征、地表堆积物厚度及其属性特征、人类活动特征（人口密度、构成、人类活动等等）和经济社会环境等要素构成。

区域地球化学块体



- 地球内部的物质组成是不均一的。
- 地球化学块体反映的是这种地球物质组成不均一性（或者称区域性）特点，即一些元素集中分布于一个地区，而另一些元素则集中分布于别一个地区
- 是在相关地区整个地质历史过程中，不同性质和类型地质事件对于元素地球化学行为综合作用的结果
- 大部分地球化学区块可能与不同级别的大地构造环境（单元）相吻合，但也可能是跨构造单元分布的
- 地球化学块体与地球化学异常的关系

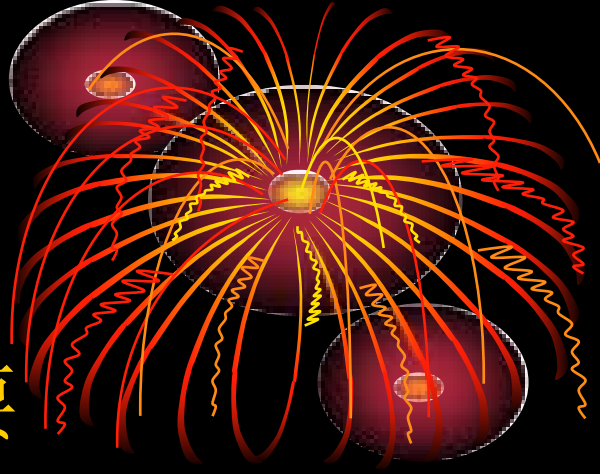
地球化学块体与地球化学异常的关系



- **地球化学块体**
  - 区域性与宏观性
  - 元素的集中趋势
  - 区域资源潜力、战略规划

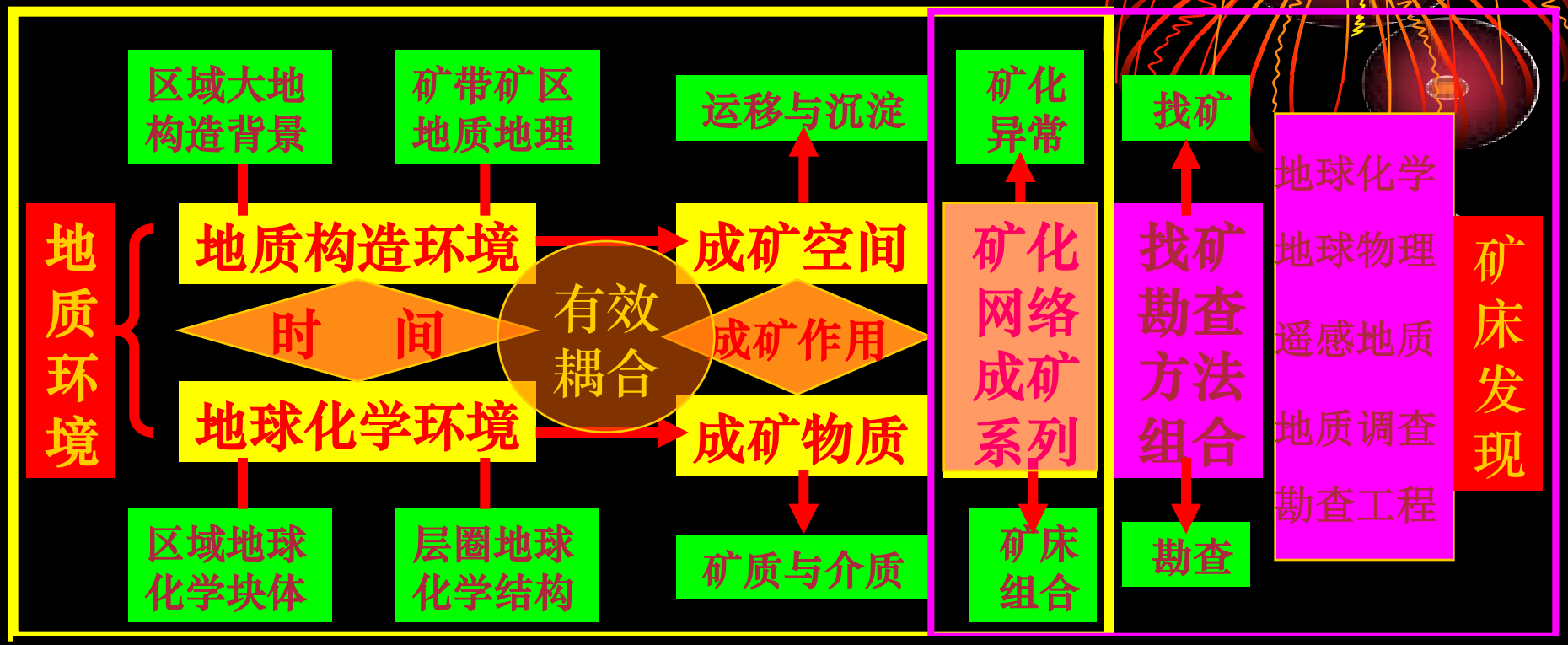
- **地球化学异常**
  - 成矿区带
  - 元素的浓集程度
  - 成矿预测区与找矿靶区

地球化学层圈



- 成矿的深部地质过程越来越重要
- 地球内部各层圈物质组成也是不均一的
  - 三维特征（如厚薄、起伏、隆凹、梯度等）
  - 物质组成（矿物、元素）
  - 物质状态（熔融、刚性、粘度、温度、压力等）
  - 地内流体 （成分、状态）
- 壳-幔相互作用：地球内部物质的交换、对流、迁移和富集的重要形式

基于地质环境成矿专属性的成矿-找矿系统



我国地质找矿工作者通过长期野外的找矿实践，针对不同地区曾经总结出许多经典的找矿思路或模式，如在胶东地区的金矿找矿就有“跟着构造走，围着异常转”、在哀牢山成矿带有“剪切带+化探异常”、在东宁金厂地区有“角砾岩筒+化探异常”等等浅显易懂的找矿经验总结。对照上面的讨论，可以看出，每一种找矿经验实际上都体现出了地质构造环境（空间）+地球化学环境（物质）成矿专属性的深刻内涵。