

目 录

第一章 中国金矿资源概述	1
第一节 中国金矿资源储量现状	1
一、金矿查明资源现状	1
二、金矿开发利用现状	1
三、金矿勘查现状及最新进展	4
第二节 中国金矿成矿地质特征	5
一、金矿成矿大地构造背景	5
二、金矿矿产预测类型	7
第三节 中国金矿成矿区带划分及资源潜力	12
一、金矿成矿区带划分	12
二、金矿资源潜力综述	15
三、金矿资源潜力特征	15
第二章 准噶尔成矿省金矿资源潜力预测评价	21
第一节 西准噶尔成矿带金矿资源潜力预测评价	21
一、区域地质背景	21
二、控矿地质要素	23
三、预测模型	26
四、资源潜力预测评价	29
第二节 卡拉麦里成矿带金矿资源潜力预测评价	31
一、区域地质背景	31
二、控矿地质要素	32
三、预测模型	36
四、资源潜力预测评价	38
第三章 伊犁成矿省西天山成矿带金矿资源潜力预测评价	41
一、区域地质背景	41
二、控矿地质要素	43
三、预测模型	48
四、资源潜力预测评价	53
第四章 塔里木成矿省西南天山成矿带金矿资源潜力预测评价	55
一、区域地质背景	55
二、控矿地质要素	56
三、预测模型	60
四、资源潜力预测评价	64

第五章 昆仑成矿省东昆仑成矿带金矿资源潜力预测评价	66
一、区域地质背景	66
二、控矿地质要素	69
三、预测模型	72
四、资源潜力预测评价	75
第六章 秦岭-大别-苏鲁成矿省金矿资源潜力预测评价	78
第一节 西秦岭成矿带金矿资源潜力预测评价	78
一、区域地质背景	78
二、控矿地质要素	79
三、预测模型	85
四、资源潜力预测评价	91
第二节 东秦岭成矿带金矿资源潜力预测评价	96
一、区域地质背景	96
二、控矿地质要素	97
三、预测模型	102
四、资源潜力预测评价	104
第七章 巴颜喀拉-松潘成矿省金矿资源潜力预测评价	107
第一节 松潘-摩天岭成矿带金矿资源潜力预测评价	107
一、区域地质背景	107
二、控矿地质要素	108
三、预测模型	112
四、资源潜力预测评价	116
第二节 巴颜喀拉成矿带金矿资源潜力预测评价	118
一、区域地质背景	118
二、控矿地质要素	119
三、预测模型	122
四、资源潜力预测评价	127
第八章 喀喇昆仑-三江成矿省丽江-哀牢山成矿带金矿资源潜力预测评价	130
第一节 丽江-哀牢山成矿带金矿资源潜力预测评价	131
一、区域地质背景	131
二、控矿地质要素	132
三、预测模型	138
四、资源潜力预测评价	145
第九章 吉黑成矿省金矿资源潜力预测评价	149
第一节 延边-东宁成矿带金矿资源潜力预测评价	150
一、区域地质背景	150
二、控矿地质要素	151
三、预测模型	155

四、资源潜力预测评价	158
第二节 小兴安岭-张广才岭成矿带金矿资源潜力预测评价	160
一、区域地质背景	160
二、控矿地质要素	162
三、预测模型	164
四、资源潜力预测评价	167
第十章 华北成矿省金矿资源潜力预测评价	170
第一节 胶东成矿带金矿资源潜力预测评价	170
一、区域地质背景	170
二、控矿地质要素	172
三、预测模型	179
四、资源潜力预测评价	182
第二节 小秦岭-伏牛山成矿带金矿资源潜力预测评价	185
一、区域地质背景	185
二、控矿地质要素	186
三、预测模型	190
四、资源潜力预测评价	192
第三节 燕辽成矿带金矿资源潜力预测评价	194
一、区域地质背景	194
二、控矿地质要素	195
三、预测模型	199
四、资源潜力预测评价	202
第四节 吉南-辽东成矿带金矿资源潜力预测评价	205
一、区域地质背景	205
二、控矿地质要素	207
三、预测模型	211
四、资源潜力预测评价	218
第五节 阴山成矿带金矿资源潜力预测评价	222
一、区域地质背景	222
二、控矿地质要素	223
三、预测模型	227
四、资源潜力预测评价	230
第十一章 扬子成矿省金矿资源潜力预测评价	233
第一节 江南古陆西段成矿带金矿资源潜力预测评价	234
一、区域地质背景	234
二、控矿地质要素	235
三、预测模型	239
四、资源潜力预测评价	245

第二节	江南古陆东段成矿带金矿资源潜力预测评价	248
一、	区域地质背景	248
二、	控矿地质要素	250
三、	预测模型	254
四、	资源潜力预测评价	260
第三节	长江中下游成矿带金矿资源潜力预测评价	263
一、	区域地质背景	263
二、	控矿地质要素	266
三、	预测模型	269
四、	资源潜力预测评价	275
第十二章	华南成矿省金矿资源潜力预测评价	279
第一节	滇黔桂成矿区金矿资源潜力预测评价	280
一、	区域地质背景	280
二、	控矿地质要素	282
三、	预测模型	286
四、	资源潜力预测评价	289
第二节	海南成矿区金矿资源潜力预测评价	293
一、	区域地质背景	293
二、	控矿地质要素	296
三、	预测模型	300
四、	资源潜力预测评价	309
第三节	云开成矿带金矿资源潜力预测评价	312
一、	区域地质背景	312
二、	控矿地质要素	315
三、	预测模型	318
四、	资源潜力预测评价	324
第四节	钦州-梧州成矿带金矿资源潜力预测评价	327
一、	区域地质背景	327
二、	控矿地质要素	328
三、	预测模型	332
四、	资源潜力预测评价	343
第十三章	全国金矿勘查工作部署建议	346
第一节	全国金矿成矿区带工作部署	346
一、	金矿勘查工作部署原则	346
二、	全国金矿找矿勘查战略部署	346
第二节	全国金矿勘查工作部署建议	349
参考文献		352

第一章 中国金矿资源概述

第一节 中国金矿资源现状

一、金矿查明资源现状

截至2014年,中国金矿查明资源储量9816.03t,集中分布于山东、甘肃、内蒙古、河南、新疆、江西、云南、安徽、四川、陕西、黑龙江等省级行政区(表1-1)。山东、甘肃仍是中国黄金资源储量省,山东达到了2088.41t,甘肃省为842.4t。

表1-1 2014年全国各省级行政区金矿查明资源储量统计表

序号	省级行政区	查明资源储量/t	序号	省级行政区	查明资源储量/t	序号	省级行政区	查明资源储量/t
1	山东	2088.41	11	黑龙江	342.53	21	辽宁	155.31
2	甘肃	842.40	12	湖南	314.58	22	广东	105.42
3	内蒙古	659.41	13	西藏	305.16	23	海南	71.80
4	河南	626.74	14	贵州	286.75	24	山西	36.43
5	新疆	576.62	15	广西	266.59	25	江苏	26.37
6	江西	514.13	16	吉林	261.28	26	浙江	16.91
7	云南	458.50	17	河北	211.21	27	北京	6.36
8	安徽	385.45	18	湖北	186.30	28	宁夏	1.07
9	四川	365.21	19	福建	183.39	29	天津	0.50
10	陕西	357.85	20	广西	162.96	30	上海	0.37

(据刘山恩, 2015)

二、金矿开发利用现状

1. 中国金矿床以小型、矿点居多, 大型、超大型矿床较少

据统计,中国已发现的金矿床(点)共4650个,其中岩金床(点)为3748个、砂金矿床(点)为902个(表1-2;图1-1)。可以看出,中国金矿床的规模以小型和矿点居多,占中国金矿床(点)总数的89%,资源储量大于50t的金矿床数仅占不到1%。

表1-2 中国金矿床(点)统计表(截至2014年年底)

矿种	超大型	特大型	大型	中型	小型	矿点	合计
岩金	23	25	115	294	1445	1846	3748
砂金	0	0	22	112	547	221	902
合计	23	25	137	406	1992	2067	4650

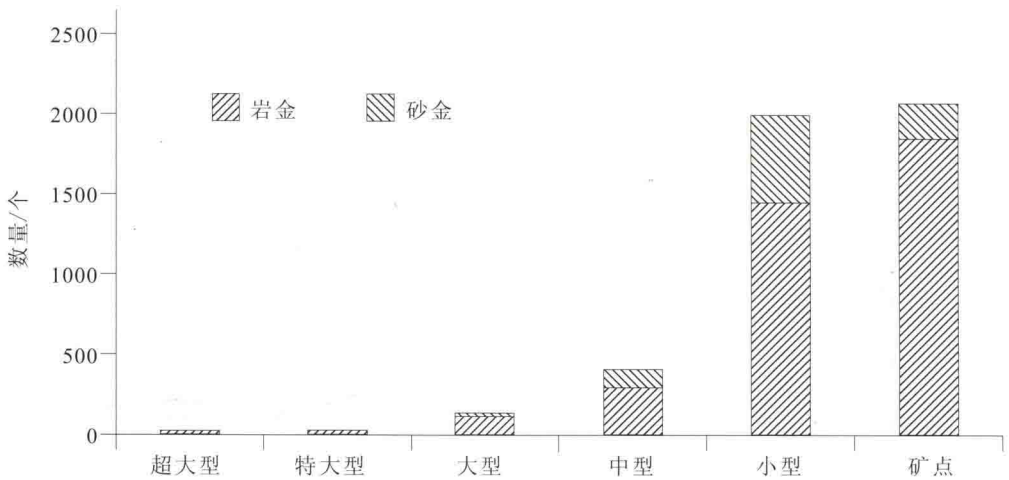


图 1-1 全国金矿床（点）规模统计图

2. 矿石品质较差，以中低品位为主

对中国 645 个金矿床矿石品位不完全统计可以看出，中国金矿以中、低品位为主（图 1-2），约有 90% 金矿床的品位小于 16×10^{-6} 。高质量矿石的缺乏，也在一定程度上制约黄金产量的快速增长。

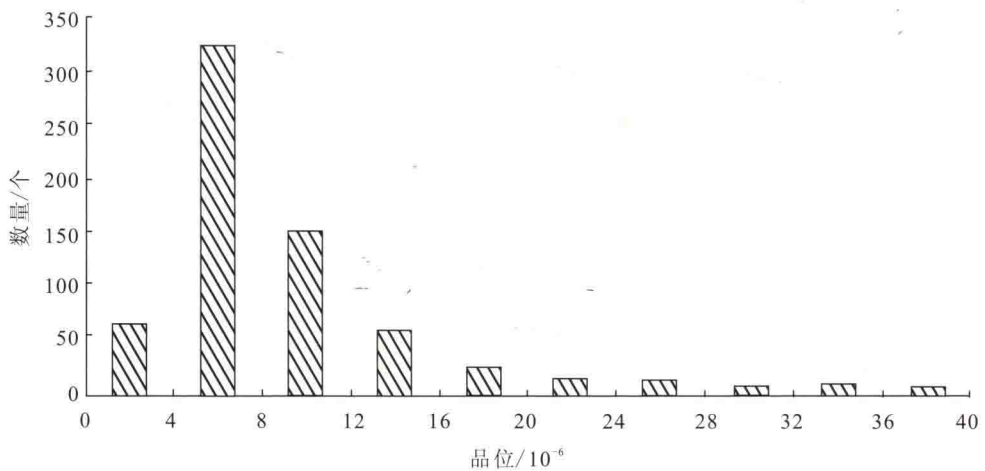


图 1-2 金矿床矿石品位统计图

3. 伴生金比例较大

研究表明，与国外相比，中国金矿资源伴生金所占比例较大。从中国金矿资源储量的组成（表 1-3）可以看出，2004—2014 年中国金矿资源储量从 4600t 增加到 9816.03t。虽然伴生金在金矿资源储量中所占比例有所下降，但资源储量仍然呈现同步上升趋势。与全球其他国家相比，中国伴生金在金矿资源储量中的比例仍居高不下。

表 1-3 2004—2014 年我国金矿资源储量组成统计表

年度	保有金资源储量 /t	独立岩金 /t	伴生金 /t	砂金 /t	伴生金资源量比例 /%
2004	4614.71	3013.72	1080.10	520.89	23.41
2005	4752.16	3051.59	1179.18	521.39	24.81
2006	4996.90	3198.03	1275.85	523.02	25.53
2007	5541.34	3662.24	1362.48	516.62	24.59
2008	5951.79	4027.50	1401.50	552.80	23.55
2009	6327.90	4399.32	1413.70	520.80	22.34
2010	6864.79	4898.09	1468.03	512.86	21.38
2011	7419.43	5490.36	1453.57	475.52	19.01
2012	8196.24	6161.97	1558.72	475.55	19.59
2013	8974.74	6995.97	1505.83	472.93	16.78
2014	9816.03	7777.66	1548.76	489.61	15.78

(据刘山恩, 2005—2015)

4. 勘探深度较浅

中国金矿的勘探深度相对较浅, 一般不大于 600m (赵一鸣, 2004), 目前危机矿山接替资源找矿过程中, 有的矿山勘查深度超过 1000m。本次矿产资源潜力评价成果分析表明, 约 60% 预测资源量的预测深度不超过 500m, 而 500 ~ 1000m 深度的预测资源量仅占 21.6%, 1000 ~ 2000m 深度的预测资源量只有 17.8%。由于我国金矿勘探深度较浅, 现有矿体的延伸、延深不能为预测过程中矿体在深度的变化情况提供可靠判断, 因此大于 2000m 深度的资源量未进行预测。在世界范围内南非金矿的勘探开采深度达到 4000m, 印度黄金矿山开采深度达到 3000m, 而美国、加拿大金矿开采深度达到 2000m, 相对于世界主要黄金生产国, 中国金矿勘探和开采深度明显偏浅。

5. 勘查工作程度相对较低

对中国矿区勘查工作程度的统计 (表 1-4) 表明, 中国金矿的勘查工作程度以普查和详查为主, 普查和详查工作程度的矿区数达到 2519 个, 占矿区总数的 87%; 查明资源储量约为 7045.66t, 约占查明资源储量的 78.5%。而勘探工作探明的基础储量仅占资源储量 15% ~ 20%。统计表明 (表 1-5), 2001—2014 年中国金矿保有资源储量从 4467.90t 增加到 9816.03t, 其中基础储量从 1863.40t 增加到 2092.5t, 资源量从 2430.77t 增加到 7799.37t, 资源量约占金矿资源储量的 54.65% ~ 79.46%, 说明近年来我国金矿资源储量的增加主要来源于资源量的增加。与其他国家相比, 中国黄金勘查工作程度仍处于较低水平, 可供企业近期或中期开采的金矿基础储量所占比例远低于全球其他国家平均水平。

表 1-4 截至 2013 年年底中国金矿查明资源储量的勘查程度统计表

类别	矿区数 / 个	查明资源储量 /t	占总查明资源储量比例 /%	基础储量 /t
普查	1293	2337.50	26.0	354.67
详查	1226	4708.16	52.5	694.75
勘探	375	1929.08	21.5	430.54
合计	2894	8974.74	100.0	1479.96

(中国矿业年鉴编委会, 2014)

表 1-5 2001—2014 年我国金矿资源储量统计

年度	储量/t	基础储量/t	资源量/t	保有资源储量/t	(资源量/保有资源储量)/%
2001	1384.80	1910.37	2557.53	4467.90	57.24
2002	1434.65	1983.70	2555.75	4539.45	56.30
2003	1353.50	1981.47	2430.77	4412.24	55.09
2004	1394.64	2092.50	2522.20	4614.70	54.65
2005	1240.29	1956.64	2795.52	4752.16	58.82
2006	1261.95	1995.02	3001.88	4996.90	60.07
2007	1126.06	1859.74	3681.60	5541.34	66.43
2008	1038.89	1868.40	4083.39	5951.79	68.60
2009	1015.30	1909.70	4418.20	6327.90	69.82
2010	1869.50	1863.40	5001.40	6864.79	72.85
2011	975.33	1790.36	5629.07	7419.00	75.87
2012	876.55	1866.74	6329.50	8196.24	77.22
2013	840.61	1865.60	7109.24	8974.74	79.21
2014	859.32	2016.66	7799.37	9816.03	79.46

(据中国矿业年鉴编委会, 2009; 刘山恩, 2006—2015)

6. 金矿资源占用率高而利用率较低

截至 2014 年年底, 据统计查明资源储量中约有 35% 以上的资源量为难采、难选冶资源量, 主要为微细浸染型金矿。这类矿床累计探明资源储量已超过 1000t, 成为世界上除美国之外最重要的卡林型金矿产地, 其中约 700t 属难以直接氰化的高砷、高硫矿石。此外, 至少有 40 个储量为 1 ~ 100t 的难处理金矿床因环境问题而无法开发利用。

中国黄金矿山生产过程中资源利用情况统计(表 1-6)表明, 黄金矿山的采矿回收率为 77.00% ~ 81.10%, 而选矿回收率 78% ~ 88.30%, 其中地下矿山相对于露天矿山要高约 10%, 冶炼回收率为 98.5%, 综合回收率地下矿山相对高, 约 70%。地下开采和露天开采金矿利用情况综合分析表明, 岩金矿的综合回收率仅为 65.21%, 在整个生产过程中约有 1/3 的黄金资源未能利用。由于中国黄金矿山多为中小型企业 and 乡镇企业所有, 为维持正常的矿山生产, 资源统筹和综合利用程度相对较低, 浪费严重。

表 1-6 金矿资源利用率统计表

	采矿回收率/%	选矿回收率/%	冶炼回收率/%	综合回收率/%
地下矿	81.00	88.30	98.50	70.43
露天矿	81.10	78.00	98.50	62.25
岩金矿	77.00	86.00	98.50	65.21

三、金矿勘查现状及最新进展

中国东、西部地区金矿的勘查及开发工作程度存在着明显的差别。大部分已探明资源储量和正在开发的黄金矿山均位于东部地区, 形成了多个重要的黄金生产基地, 如胶东地

区、小秦岭地区、河北张家口地区。地表矿产已经大量消耗，面临着资源危机。危机矿山接替资源找矿成果表明，东部老矿山深部具有较好的找矿潜力。胶东地区近年来深部金矿勘查取得了重大进展，新增金矿资源量高达 2400t，跃升为世界第三大金矿区，目前保有资源储量达 3694t（李警锐，2017），如玲珑东风山金矿 171 号脉探获 115t 金资源量（国土资源部，2012），山东滕家金矿金资源量 206t，山东莱州朱郭李家金矿金资源量 115t（国土资源部，2011），纱岭金矿金资源量 309.93t，西岭金矿 382.58t，三山岛北部海域金资源量 470t。目前小秦岭地区主要的勘探深度多集中于 400m 以浅，从已有资料来看，该区金矿脉的延深较大，如杨砦峪金矿钻孔控制垂深超过 1600m，大湖金矿为 1050m，说明其深部还具有较大找矿潜力（冯建之，2009），在危机矿山找矿中获得了 112t 的资源储量。中国金矿大部分的勘探和开发深部较浅，多集中于 500m 左右，世界其他黄金生产大国如美国、加拿大的开采深度达到 2000m，印度黄金矿山开采深度达到 3000m，南非金矿开采深度接近 4000m。横向对比表明，中国已知黄金矿山的深部可能蕴藏着巨大的找矿潜力。从技术方面来看，胶东地区金矿岩金钻探深度达到 2000m，东海科研深钻的钻探深度超过 5000m，说明中国金矿深部找矿勘查突破了技术的瓶颈。从金矿预测成果来看，西部地区的预测资源量相对东部地区较少，随着西部大开发步伐的加快，西部金矿勘查也取得了重大进展，部分金矿床的规模由原来的中、小型一跃成为大型、超大型，如青海曲麻莱县大场、都兰县果洛龙洼、云南鹤庆北衙、甘肃文县阳山。西藏甲玛金多金属矿床、多不杂、波龙、雄村等铜金矿床伴生金资源储量达到超大型规模，说明西部金矿资源丰富。再从砂金矿的空间分布来看，西部地区砂金资源丰富，主要分布于四川、青海、西藏、新疆等地，也指示西部地区具有丰富的金矿物源。相对东部地区，西部地区的地质工作程度非常低，部分地区地质工作程度仅为小比例尺，中大比例尺的地质工作未开展或仅局部进行，在一定程度上限制了西部地区金矿地质勘查工作的进展，也从另一个角度说明西部地区蕴藏丰富的金矿资源，具有较好的金矿勘查潜力。

第二节 中国金矿成矿地质特征

一、金矿成矿大地构造背景

中国金矿床分布特征与独特的大地构造环境有关。中国地处古亚洲、特提斯和滨太平洋三大构造域的交会区，印度板块、太平洋板块和欧亚板块所夹持的三角区，处于全球大地构造特别活跃与复杂的部位，形成了以华北地块、塔里木地块和扬子-华南地块为核心，由一系列显生宙构造活动带围绕的众多小地块镶嵌而成的构造格局（孙培基等，1996）。

前寒武纪，中国古大陆经历了陆核的形成，并在陆核周边活动带发生了强烈的岩浆活动，形成了大面积的基性-超基性侵入岩和火山岩，基性-超基性岩浆从深部带来大量的金，成为金的矿源层。华北克拉通内部及周边前寒武纪绿岩建造发育，但并未发现世界级的前寒武纪花岗绿岩型金矿，可能与华北克拉通经历了十分复杂的构造演化历史、遭受了多次强烈的变形、变质作用的叠加改造有关。研究表明，活动的构造环境不利于金矿床的形成

与保存,因此中国前寒武纪克拉通中至今没有发现具有重要价值的含铁建造中的金矿床和南非兰德型金矿床,而产于太古宙花岗绿岩建造中的金矿床,由于受后期构造地质事件的多次叠加改造,与国外典型的花岗绿岩型金矿床相比也存在显著的差异。但华北陆块周边的前寒武纪基底上发育大量与中生代花岗岩有关的金矿床或矿集区,如胶东金矿集中区、小秦岭-熊耳山金矿集中区、华北陆块北缘金矿集中区。国外稳定克拉通中花岗绿岩带型大型矿床的发现表明,中国前寒武纪花岗绿岩带经过强烈地质作用的改造,必定为后期大型、超大型金矿床形成提供了足够的成矿物质,对后期金矿的形成具有不可低估的作用。

古生代金矿床以晚古生代为主,主要分布于天山-兴安造山带,尤其是天山-北山地区。天山-兴安造山带所属的中亚造山带是在古亚洲洋的基础上发展起来的。该大洋约 1000Ma 时开始张开,经过新元古代-早古生代的发育和俯冲,到晚泥盆世-早石炭世关闭。伴随着古亚洲洋的发育和消亡,发生了不同时期的构造岩浆活动,其中以华力西中、晚期的岩浆活动最为强烈,发生大规模金成矿作用,如新疆大部分金矿床成矿作用高峰期为石炭纪-二叠纪,华北地台北缘的部分金矿床,如内蒙古毕力赫金矿形成于 272Ma (卿敏等, 2008),而东北地区的金矿床由于受中生代成矿作用的叠加,表现为多期成矿的特征。

中生代时期,中国东部大陆发生大规模的构造岩浆活动和成矿作用。研究表明,华力西期是华北地台与蒙古微大陆拼合形成北方大陆的时期,而印支期是中国北方大陆与南方华南大陆拼合形成中国大陆的时期(邱瑞照等, 2006)。据统计,岩浆活动时间主要为 140 ~ 120Ma (邓晋福等, 2004),与华北、华南构造体制转换的时间一致,与中国东部中生代成矿作用大爆发时间一致(毛景文等, 2003; 华仁民等, 1999),其中金矿成矿也毫不例外。统计表明,中国东部金矿的形成主要在中生代,但表现为多期成矿叠加的特点,如夹皮沟金矿、金山金矿(毛光周等, 2008)。邱瑞照等(2006)认为一个地区大规模的成矿作用,取决于最后、最强的一次岩浆作用,中国东部岩浆活动主要集中于燕山期,因此与构造岩浆作用相关的金成矿作用主要发生在燕山期,这与大量金矿床同位素测年结果一致,如产于花岗绿岩带的金矿床成矿年龄都集中于燕山期,但仍保留有早期成矿的痕迹,表现为成矿的多期性。

研究表明(邓晋福等, 2004),伴随地壳演化,中国大陆东部形成许多岩石圈不连续,在浅部表现为稳定的克拉通之间的造山带(天山-兴安造山带和秦岭大别造山带)和克拉通内部的活化带(燕山造山带、太行造山带、中条裂谷带)。中生代以来,在软流圈和岩石圈系统受到扰乱的环境下,从软流圈中分离出老的灼热的新生物质注入地壳下部,发生了壳幔相互作用,导致深部岩浆-流体-成矿物质通过岩石圈不连续到达地壳浅部,表现为大规模的构造岩浆活动及成矿作用,使贺兰山-龙门山-横断山以东的东部地区进入欧亚大陆东南边缘演化阶段,形成大兴安岭-太行山、长白山-辽东-胶东和东南沿海 3 条北东及北北东向与金成矿作用密切相关的构造-岩浆岩带;同时,古老的東西向构造再次活化,伴随着岩石圈减薄、强烈的构造-岩浆活动及相关的变质作用,使中国东部岩石圈(乃至上地幔)不同深度岩层中的金活化、迁移、富集,自太古宙至中生代漫长的地史时期中,金经过多次的富集,最终形成各种类型的金矿床,显示出成矿作用长期性、多阶段性、继承性的特征,且由早到晚成矿有逐步增强的趋势,并在侏罗纪-白垩纪(208 ~ 65Ma)达到高峰(王利强等, 2000)。此外,围岩时代与成矿时代存在着巨大的时差,大多中生代

金矿床是叠加在前寒武成矿期之上的继承性成矿，脱离变质基底金的成矿作用背景，单纯强调中生代成矿也是不全面的。

新生代时期，由于印度板块向欧亚板块的俯冲碰撞，青藏高原及邻区形成的微陆块和造山带组成了喜马拉雅褶皱造山带，表现为北西-南东向弧形构造带和钙碱性火山岩带，具有多种有利的成矿地质环境，是我国西南地区形成有色金属和贵金属矿床的有利场所，形成新生代金矿集中区，如西南三江地区的金矿，虽表现为多期成矿特点，但主成矿期却为新生代，为 50 ~ 30Ma，如播卡金矿形成于 59 ~ 42Ma（李志伟等，2003），云南大坪金矿形成于 33.55Ma（孙晓明等，2007），这与区域构造岩浆活动的峰值一致。同时在中国的东南沿海，发育着 30 ~ 60Ma 的岩浆活动（邹和平等，1995），形成了与新生代陆相火山岩有关的金矿床，如台湾金瓜石金矿床。

二、金矿矿产预测类型

1. 矿产预测类型概述

矿产预测类型是在矿床成因类型及工业类型的基础上，统筹考虑构造背景、成矿地质作用，为在全国范围内开展矿产预测评价而划分的矿床类型。在不同成矿构造单元，同一矿产预测类型虽然存在着成矿时代的差别，但能够反映预测矿种的主要预测要素。划分依据主要有成矿产物、成矿地质作用及含矿地质建造等预测要素。

2. 矿产预测类型分类

地质历史演化过程中伴随着多期强烈的构造运动、岩浆活动和热液作用，发生了多期金矿成矿作用。由于不同时代不同地区成矿地质背景和地质条件的差异，矿床类型多种多样，对不同类型矿床进行预测时应选用不同矿床预测方法及预测评价模型。同一类型矿床具有相同的地质背景、构造环境和成矿地质作用，形成于具有相似特征的地质建造。本次矿产资源潜力预测评价根据含矿地质建造，成矿地质作用，成矿产物等特征，以《重要矿产预测类型划分方案》（陈毓川，2010）为基础，将金矿矿产预测类型划分为 12 类（表 1-7）。

表 1-7 全国金矿矿产预测类型

金矿矿产预测类型	矿产预测方法	全国矿产评价模型
1 与中深成侵入岩有关的热液型	复合内生型	7 与侵入岩有关热液型金矿
		12 与中酸性岩浆热液有关的脉状金银铜矿
2 构造破碎蚀变岩型	复合内生型	8 蚀变破碎岩型金银矿
3 斑岩型	侵入岩体型	28 与中酸性、酸性浅成或超浅成侵入岩有关的斑岩型铜钼金银矿
		29 斑岩型金矿
4 矽卡岩型	侵入岩体型	15 矽卡岩型铁铜硫（钼金银）矿
		14 矽卡岩型铜钼铁硫（金银）矿
5 海相火山岩型	火山岩型	40 海相（火山-）沉积岩型铜（银金）矿（SEDEX）
		36 海相火山岩型铜锌（银铅金）矿（VHMS）
6 陆相火山岩型	火山岩型	34 次火山热液型金银（铅锌）矿
		35 次火山热液型金银矿

金矿矿产预测类型	矿产预测方法	全国矿产评价模型
7 微细浸染型	层控内生型	43 沉积建造型金矿
8 变质碎屑岩地层中热液型	层控内生型	48 变质碎屑岩地层中热液型金矿
9 花岗绿岩型	变质型	79 花岗绿岩型金矿
10 风化壳型	第四纪沉积型矿产	64 红土型金矿
11 砂金型	第四纪沉积型矿产	65 砂金矿
12 砾岩型	沉积型	

1) 与中深成侵入岩有关的热液型, 主要指成矿作用与岩浆热液有密切成因联系的一类金矿床。矿体主要产于岩体与围岩的内外接触带。含矿建造严格受断裂构造控制, 矿石有石英脉型和蚀变岩型, 在走向上、倾向上延伸相对稳定(邵军, 1998)。含金脉体成分简单, 主要为石英、自然金和黄铁矿等硫化物, 石英或硫化物为金的主要载体。围岩蚀变主要以中低温热液蚀变为主。预测要素为不同时代的侵入岩体、控岩构造的次级断裂构造、围岩蚀变、元素地球化学异常。

2) 构造破碎蚀变岩型, 指成因不明确, 岩石破碎并遭受与金成矿有关的热液蚀变作用, 其含金量足以满足工业利用, 并从中圈出独立金矿体, 又称为破碎蚀变岩型。矿区内不发育侵入岩或没有侵入岩出露, 矿体均产于构造破碎蚀变带内, 其形态特征、空间展布严格受破碎蚀变带的控制。矿体与围岩往往没有明显的界线, 两者常呈渐变过渡关系, 矿体的圈定多依据化学分析数据(宋明春等, 2010)。围岩蚀变主要为中低温矿物组合, 含金矿物主要为金属硫化物。预测要素主要为构造破碎蚀变带、中低温矿物组合、元素地球化学异常。

3) 斑岩型, 主要为与中酸性侵入岩或次火山岩有关的金矿床, 矿体产于中酸性岩体顶部及其接触带附近, 具有斑岩型矿床的蚀变组合及分带特征。含金矿物主要为金属硫化物和石英, 呈细脉浸染型或网脉状产出, 金矿床的形成与斑岩体有着密切的成因关系, 成岩、成矿时代一致或基本一致。斑岩型金矿中独立岩金矿床较少, 如内蒙古毕力赫金矿(卿敏等, 2008; 葛良胜等, 2009a, 2009b), 大部分为共伴生金矿床, 构成铜金矿、铜钼金矿及铅锌银金矿等。预测要素为中酸性岩体、斑岩型蚀变组合及分带、元素地球化学异常。

4) 矽卡岩型, 又称接触交代型金矿, 与中酸性(包括偏基性或偏碱性)中浅成侵入体与碳酸盐岩的接触交代作用有关。近矿围岩碱质交代现象显著, 蚀变通常以矽卡岩化为特征, 叠加中低温热液蚀变组合。金矿一般产于岩体与围岩接触带或附近围岩中, 矿体一般呈透镜状、似层状、脉状或不规则状, 受接触带产状的控制。成矿时代以中生代为主。独立矽卡岩型岩金矿相对较少, 金通常与铁、铜、银、铅锌伴生, 构成矽卡岩型金多金属矿床(陈衍景等, 1997, 2004)。中国古生代以来海相沉积碳酸盐岩建造广泛分布, 中酸性岩浆活动强烈, 尤其是中生代以来强烈的构造岩浆活动, 为矽卡岩型金多金属矿床形成提供了有利的条件。如长江中下游矽卡岩型铜金矿集区。预测要素主要为各时代碳酸盐地层、中酸性岩体、矽卡岩、元素地球化学异常。

5) 海相火山岩型, 指元古宙以来含矿岩系为海相火山岩的金矿床(赵一鸣等,

2004)。与海底火山作用有密切成因关系的金矿床,包括与海相火山作用有关次火山岩型、海相火山热液型、海相火山沉积岩型矿床(姜福之等,2005)。其中,金作为共伴生组分,形成共生金或伴生金矿床,以海相火山热液作用和海相火山沉积作用形成的多金属硫化物共伴生金为主,如甘肃白银厂(郭介人等,1987;李文渊,2004)、新疆阿舍勒(王登红等,1995)、四川呷村(吕庆田等,2001;李佑国等,2001)。大地构造环境为拉张的洋中脊、岛弧、板内裂谷及大陆活动边缘等(赵一鸣等,2004)。矿体位于火山口附近或距火山口一定距离,产状基本与围岩一致,顺层分布。含矿岩系为基性、基性-偏碱性火山岩或火山沉积岩,主要成矿元素以Cu、Pb、Zn为主,Au作为伴生组分出现。元素组合为Cu、Pb、Zn、Ag、Au,含金矿物为铜铅锌硫化物。主要分布于阿尔泰、扬子陆块西缘、祁连造山带。成矿时代主要为加里东和华力西期(黄松等,1998),其次为元古宙。预测要素为基性火山岩或基性-中性火山沉积岩,火山构造,Cu、Pb、Zn、Au、Ag元素地球化学异常。

6) 陆相火山岩型,指与陆相火山岩、次火山岩、火山沉积岩及浅成小侵入体有密切关系的一组金矿床。这种金矿床在空间分布上常同火山喷发中心、火山穹窿或破火山口构造有密切关系,常以各类陆相火山岩、次火山岩及其构造角砾岩为容矿岩石,统称为陆相火山岩型金矿床(杨天奇等,1994),又称为浅成低温热液型金矿床(White,1992;毋瑞身,1993;吴国学等,2001),其产出大地构造环境为板块俯冲带的大陆边缘、岛弧带、陆缘褶皱带及陆块活化带。成矿时代主要以中生代及新生代为主(庞奖励,1995;鄢云飞等,2007),其次为晚古生代(赵一鸣等,2004)。赋矿岩石多为钙碱性火山岩及浅成小侵入体,受火山机构及区域性断裂系统控制。围岩蚀变主要为中低温热液蚀变,以冰长石、绢云母、高岭石、明矾石为特色,矿体呈脉状产出,含矿矿物为银、金及金属硫化物。该类型金矿主要分布于中国大陆边缘活动带及新生代岛弧区,如东部沿海、大兴安岭、天山及西藏等地。预测要素为火山岩及其伴生浅成侵入体(次火山岩)、火山机构、元素地球化学异常。

7) 微细浸染型,又称为卡林型金矿,因其原生矿石中金矿物颗粒非常细微,常小于 $1\mu\text{m}$,故称为微细浸染型(刘东升等,1994)。该类型矿床通常产于古生代—三叠纪碎屑岩、不纯的碳酸盐岩中(陈纪明,1997;赵一鸣等,2004),金呈微细粒状和显微粒状。围岩蚀变为中低温矿物组合,如硅化、绢云母化、泥化、重晶石化、碳酸盐化。金属矿物以毒砂、雄黄、雌黄、辉锑矿为主。地球化学异常元素组合为Au、As、Sb、Hg。矿区内岩浆岩不发育,仅见有岩脉。矿床受背斜、穹窿或次级断裂控制,矿体产于不同岩性界面的层间破碎带、层间断裂及层间滑动带(牛翠祎等,2011)。主要分布于西秦岭、滇黔桂、松潘—摩天岭地区。预测要素为古生代—三叠纪的碎屑岩及不纯碳酸盐,背斜、穹窿和次级断裂及Au、As、Sb、Hg等元素地球化学异常。

8) 变质碎屑岩地层中热液型,指产于元古宙—古生代浅变质含碳碎屑岩、千枚岩、板岩、片岩或与之有成因关系的金矿床。构造环境为不同时代的裂陷槽(陈毓川等,2001)。矿体受背斜鞍部及两翼层间滑脱带和韧性剪切带的控制。矿石为石英脉型、蚀变岩型。蚀变主要为中—低温热液蚀变组合,矿石以贫硫化物为特征,常见金属矿物为铁、铜、铅、锌、砷、锑的硫化物。主要分布于辽东、湘西黔东、桂东粤西、柴北缘等地(赵一鸣等,2004)。预测要素为元古宙—古生代浅变质碎屑岩类,Au、As、Sb元素地球

化学异常。

9) 花岗绿岩型, 指狭义的绿岩带型金矿床。主要产于太古宇和部分元古宇绿岩带内, 矿床形成于新太古代—元古宙, 是与区域变质作用和混合岩化作用有关的一类矿床(赵一鸣等, 2004)。此类型金矿床与沈保丰等(1994)划分的同构造晚期初生型金矿床一致, 主要分布于华北克拉通高级变质岩区和花岗绿岩带组成的太古宙克拉通内, 尤其是华北陆块北缘及滨西太平洋成矿域太古宇—元古宇变质岩出露地区, 矿体多为顺层产出细脉浸染状或脉状, 金矿化带受区域性深大断裂控制, 围岩蚀变以黄铁绢英岩化为特征, 含金矿物以金属硫化物为主, 矿化元素组合以 Au、Ag、Pb、Zn、Cu 为主, 该类型金矿床的成矿时代为新太古代到古元古代(沈保丰等, 1994)。主要分布于山西、河北、吉林、辽宁等地。预测要素为太古宙绿岩建造、元素地球化学异常组合。

10) 风化壳型(包括黑土型、红土型及铁帽型), 指在地表或近地表含金多金属硫化物矿床、各类型的独立金矿床和伴生金矿床经表生风化淋滤作用而形成的金矿床, 包括铁帽型、红土型、黑土型, 其分布范围通常与原生含金地质体的范围一致。成矿时代主要为新生代。矿床具有埋藏浅、品位富、易采选等特点。含金矿物主要为铁的氧化物。该类金矿床主要分布于长江中下游及西南三江地区。预测要素主要为第四系风化壳, Cu、Pb、Zn、As、Sb 等元素地球化学组合异常。

11) 砂金型, 指原生金矿床或含金地质体在地表经物理作用破坏后, 金等成矿物质重新堆积、富集的结果(赵一鸣等, 2004)。该类型金矿床产于古近系—新近系和第四系松散堆积物中, 成矿时代以第四纪为主(陈毓川等, 2001), 主要分布于黑龙江、内蒙古、四川、甘肃、青海、西藏等地。预测要素为古近系、新近系及第四系松散堆积物。

12) 砾岩型, 该类型金矿床在世界金矿储量中占重要地位, 但我国此类金矿发现较少。主要赋存于侏罗系—白垩系、古近系—新近系的砂砾岩中, 其基底多为前震旦纪变质岩系, 产于中、新生代断陷盆地的边缘, 矿体呈似层状、透镜状。自然金主要赋存于砂砾岩的下部或底部的底砾岩及其胶结物中(赵一鸣等, 2004), 如吉林黄松甸子、黑龙江穆稜小金山等。预测要素主要为中、新生代断陷盆地、侏罗系—古近系—新近系砂砾岩。

3. 矿产预测类型的空间分布

研究表明, 金矿的分布具有明显的时空集中分布趋势, 这是由金的成矿地质背景所决定的(韦永福, 1995; 王世称, 1999)。基于矿床含矿建造所确定的矿产预测类型具有空间分布不均匀的特征(图 1-3)。其中, 与中深成侵入岩有关的热液型金矿主要集中分布于胶东、小秦岭—伏牛山、吉南—辽东、阴山、燕辽成矿带; 破碎蚀变岩型金矿分布范围相对较广, 分布于西南天山、东昆仑、卡拉麦里、丽江—哀牢山、云开、海南等成矿区带; 微细浸染型金矿主要分布于西秦岭、东秦岭、松潘—摩天岭、巴颜喀拉、滇黔桂等成矿区带; 变质碎屑岩地层中热液型金矿主要分布于江南古陆东段、东南古陆西段、龙泉—梅州、吉南—辽东、阿拉善等成矿带; 斑岩型金矿主要分布于丽江—哀牢山成矿带; 矽卡岩型金矿主要分布于长江中下游成矿带; 海相火山岩型金矿主要分布于祁连山、阿尔泰、西准噶尔、龙泉—梅州成矿带; 陆相火山岩型金矿主要分布于龙泉—梅州、小兴安岭—张广才岭、延边—东宁、西天山、阿拉善等成矿带; 而花岗绿岩型金矿主要分布于佳木斯、吉南—辽东、北山等成矿带。砂金型金矿主要分布于上黑龙江、塔河—根河、巴颜喀拉、冈底斯、喜马拉雅、班公湖—怒

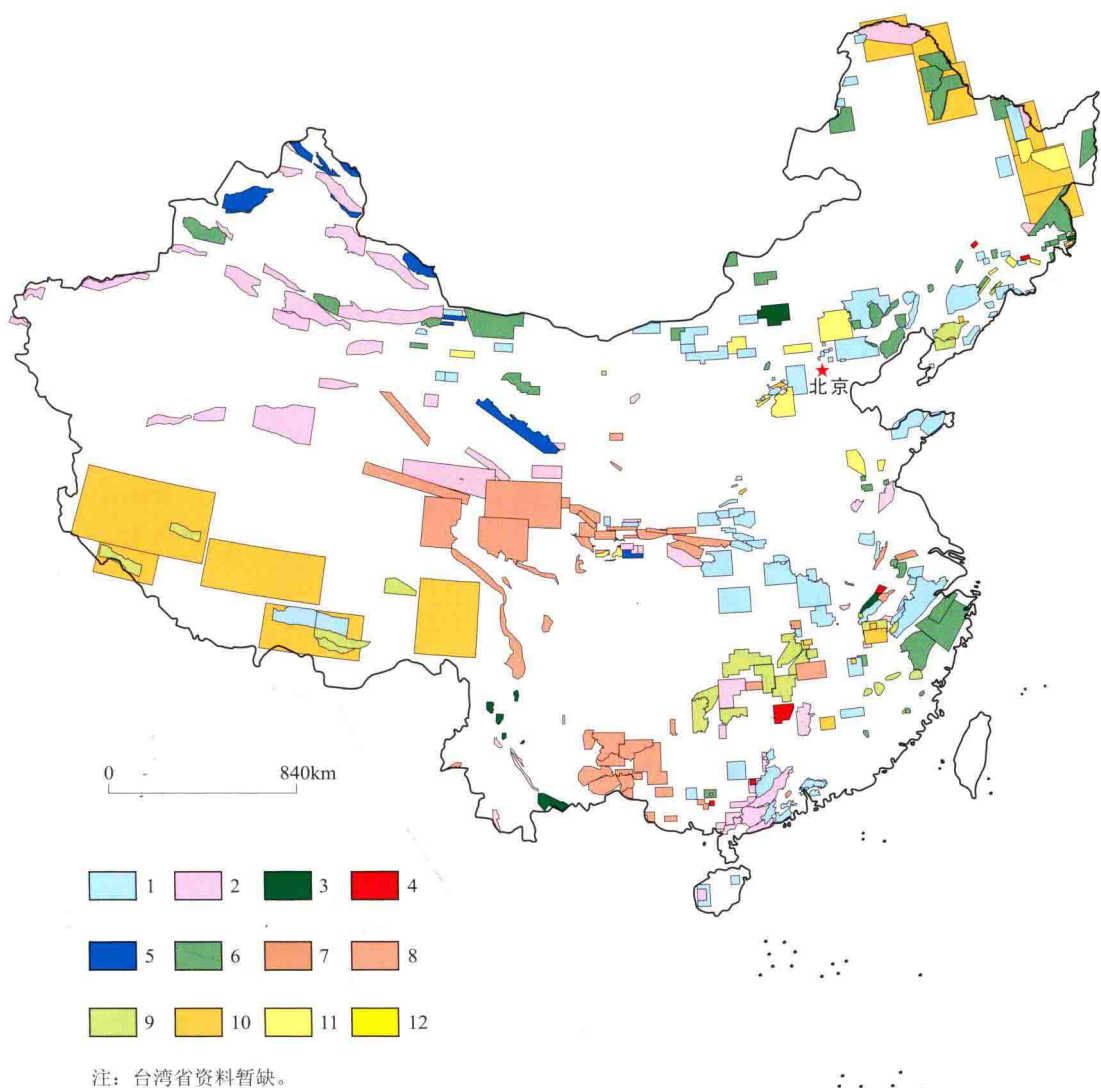


图 1-3 全国金矿矿产预测类型分布图

1—与中深成侵入岩有关的热液型；2—构造破碎蚀变岩型；3—斑岩型；4—矽卡岩型；5—海相火山岩型；
6—陆相火山岩型；7—风化壳型；8—微细浸染型；9—变质碎屑岩地层中热液型；10—砂岩型；
11—花岗绿岩型；12—砾岩型

江、三江北段等成矿带。

第三节 中国金矿成矿区带划分及资源潜力

一、金矿成矿区带划分

1. 概念及意义

成矿区带（又称成矿单元）是具有较丰富矿产资源及其潜力的成矿地质单元。在某一成矿区带内往往具有主导的成矿地质环境、地质演化历史及与之相应的区域成矿作用，其内各类矿床组合往往有规律的集中分布，反映矿产资源的区域性宏观分布特征及受控因素。成矿区带的划分是区域成矿规律研究成果的集中表现及预测评价的基础（徐志刚等，2008）。成矿区带主要可划分为5级，即：I级（成矿域）、II级（成矿省）、III级（成矿区带）、IV级（矿化集中区）和V级（矿田）（陈毓川等，1999）。

2. 划分原则

时空统一原则：即成矿区带的划分不仅要反映矿床（点）空间分布规律，而且要充分考虑成矿时间的统一性和成矿时序的演化性。

区域地质构造演化与区域成矿演化相结合的原则：一方面，区域成矿演化是区域地质构造演化的重要组成部分，因此成矿区带的划分要以区域地质构造演化的研究为基础，识别两者之间的共性和关联性；另一方面，由于构造演化多旋回特征及构造-岩浆-成矿作用的多期性，尤其是一些内生金属成矿作用常常发生在不同大地构造单元的交接处。上述各种因素的相互关系造就了成矿演化的复杂性和特殊性。因此，划分成矿区带既要考虑大地构造演化的普遍性，也要注意区域成矿演化的特殊性。

序次原则：成矿区带的级次从全球层次到成矿远景区共有5个级别。I级成矿域为全球性的成矿域，受全球大地构造格架的控制，反映了全球范围内地幔的不均一性。II级成矿省是在I级成矿域范围内圈定的次级成矿单元，受区域构造岩浆活动、沉积作用与变质作用和演化程度的制约，代表了I级构造单元内部的成矿特征。III级成矿区带是II级成矿省内次一级的成矿单元，往往是一个独特的矿种或多个矿种的集中分布区，其矿床或矿床组合在成矿时代、成因类型方面有明显的相似性或关联性，受某一构造-岩浆带、岩相带、区域构造及区域变质作用的严格控制，某些成矿区带还可能与区域热流值异常有关。

成矿区带的划分考虑了金矿时空分布规律、成矿构造环境与受控的地球（大陆）动力学以及逐级划分的原则（徐志刚，2008）。

3. 划分依据

成矿区带划分最基本的依据是对区域矿床时空分布规律的认识，因为金矿床时空分布规律是区域成矿的地质构造环境、区域成矿作用的性质、（矿种）、强度及其他相关矿化信息的反映。研究表明，成矿是大地构造演化的一部分，是沉积、岩浆、变质及变形等地质作用相互叠加的结果，因此全国I、II、III级成矿单元划分主要依据的大地构造理论是普遍为我国广大地质工作者所接受的板块构造学说和多旋回构造学说。由于中国大陆领域内发育多个大地构造-成矿旋回，因此成矿区带的划分虽与大地构造单元的划分密切相关，

但成矿单元不能简单地等同于大地构造单元(朱裕生等, 1999)。因此, 对中国大陆成矿区带进行科学划分具有较大难度。以区域内目前认识到的成矿作用最强、矿床(类型)最多的地质构造旋回所形成的地质构造单元为基础来划分。不同学者由于对成矿构造的认识差异或强调重点的不同, 往往作出不同的划分方案。本次金矿 III 级成矿区带的划分, 在厘定成矿区带的具体界线时, 除了构造-岩浆带、沉积建造、变质建造组合和已知矿床(点)的展布等作为主要考虑因素外, 地球化学资料、深部地球物理资料(如地震测深、区域重力、区域航磁)和区域遥感资料亦是主要的参考因素。

4. 成矿区带划分

根据上述成矿区带划分的原则及依据, 在全国 II 级成矿省(徐志刚, 2008)的基础上, 在陆域范围内划分了 57 个金矿 III 级成矿区带(表 1-8; 图 1-4)。

表 1-8 中国金矿成矿省及成矿区带划分

成矿省编号	成矿省名称	成矿带编号	成矿带名称	成矿省编号	成矿省名称	成矿带编号	成矿带名称
II-1	阿尔泰成矿省	1	阿尔泰成矿带	II-12	大兴安岭成矿省	13	塔河-根河成矿带
		2	额尔齐斯成矿带			14	额尔古纳成矿带
II-2	准噶尔成矿省	3	卡拉麦里成矿带			II-13	吉黑成矿省
		4	西准噶尔成矿带	16	小兴安岭-张广才岭成矿带		
II-3	伊犁成矿省	8	东天山成矿带	17	佳木斯成矿带		
		5	西天山成矿带	18	那丹哈达岭成矿带		
II-4	塔里木成矿省	6	西南天山成矿带	II-14	华北成矿省	19	延边-东宁成矿带
		7	塔里木北缘成矿带			10	阿拉善成矿带
II-5	阿尔金-祁连成矿省	9	北山成矿带			20	吉南-辽东成矿带
		32	祁连山成矿带	21	燕辽成矿带		
II-6	昆仑成矿省	35	阿尔金成矿带	22	阴山成矿带		
		33	柴达木北缘成矿带	23	雁北-五台成矿带		
II-7	秦岭-大别-苏鲁成矿省	34	东昆仑成矿带	24	胶东成矿带		
		36	西昆仑成矿带	25	鲁西-皖北成矿带		
II-8	巴颜喀拉-松潘成矿省	28	桐柏-大别成矿带	26	中条山成矿带		
		29	东秦岭成矿带	27	小秦岭-伏牛山成矿带		
II-9	喀喇昆仑-三江成矿省	31	西秦岭成矿带	II-15	扬子成矿省	37	龙门山成矿带
		52	巴颜喀拉成矿带			38	康滇成矿带
II-10	冈底斯-腾冲成矿省	30	松潘-摩天岭成矿带			39	乌蒙山成矿带
		49	丽江-哀牢山成矿带	40	长江中下游成矿带		
II-11	喜马拉雅成矿省	50	保山-孟连成矿带	41	江南古陆西段成矿带		
		51	玉树-香格里拉成矿带	42	江南古陆东段成矿带		
II-12	大兴安岭成矿省	53	三江北段成矿带	II-16	华南成矿省	43	龙泉-梅州成矿带
		54	羌塘成矿带			44	南岭成矿带
II-11	喜马拉雅成矿省	55	班公湖-怒江成矿带			45	云开成矿带
		56	冈底斯成矿带	46	海南成矿区		
II-12	大兴安岭成矿省	57	喜马拉雅成矿带	47	钦州-梧州成矿带		
		11	二连-锡林浩特成矿带	48	滇黔桂成矿区		
		12	黑河-扎兰屯成矿带				