

全国矿产资源潜力评价方法与创新

汇报人：肖克炎

中国地质科学院矿产资源研究所

中国 天津

2015年10月22日



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

报告 提纲

一、预测评价的背景与意义

二、预测方法

三、预测成果

四、结论和建议



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

一、预测评价的背景和意义

全国矿产资源潜力评价是我国矿产资源领域开展的一次重要国情调查研究。在国土资源部统一领导下，中国地质调查局精心组织，中国地质科学院矿产资源所作为计划项目实施单位牵头负责，全国各参加单位拼搏创新，历时八年（2006-2013年），中央和地方财政共投入资金184591.96万元，其中：中央财政下达经费103675万元，地方财政到位资金80916万元。全面完成了煤炭、铀、铁、铜、铝等25个矿种的资源潜力及分布、成矿规律总结、成矿地质构造背景研究、资料数据平台集成等各项任务，达到了预期目标。



一、预测评价的背景和意义

国家矿产资源潜力评价是我国矿产资源领域的一项重要的重要的国情调查。这项工作是建国以来我国地质矿产资源研究成果的系统总结，也是我国矿产资源潜力评价理论和方法的重要创新和发展。其结果是我国矿产资源规划、管理、保护和合理开发利用，矿产资源勘查开发，宏观经济结构调整的科学依据。也就是说，它具有里程碑意义。



报告 提纲

一、预测评价的背景与意义

二、预测方法

三、预测成果

四、结论和建议



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

二、预测方法

1、预测方法的创新性

2006年开始的全国25种重要矿产资源潜力评价工作是根据我国当时地质找矿现实需求完成的。即利用地质调查所积累的资料科学圈定找矿靶区和成矿远景区，并估算潜在资源量。此项工作无论是在预测矿种、使用资料水平手段、工作比例尺，还是成矿理论方法等方面都是前所未有的，主要体现在如下几个方面：



二、预测方法

1) 预测评价矿种种类齐全

参与预测评价
矿产资源构成

大宗矿产，如铁矿、铜矿、铝土矿等。

优势矿产，如钨矿、锡矿、钼矿和稀土矿等。

能源矿产，如煤炭、铀矿等。

化工矿产，如自然硫、磷矿等。

稀缺型矿产，如钾盐、铬铁矿等。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

二、预测方法

2) 预测评价矿种类型复杂

25种矿产涉及到全国近千个矿床式, 预测矿种具有广泛成矿多样性。如何使用科学预测方法体系对这些成因复杂、形成环境迥异、时代跨度达几十亿年的矿产预测评价, 需要建立一套科学预测方法体系。

实例

沉积型矿床

堆积型铝土矿

蛇绿岩型铬铁矿

沉积变质型矿床

岩浆热液矿床, 如斑岩型和矽卡岩型矿床



二、预测方法

3) 矿产地域分布广泛

本次预测是我国陆地矿产资源潜力预测(包括台湾), 涵盖了我国除少数油气盆地外的所有造山带、前寒武纪陆块区。

全国25种矿产共划分了近千个预测工作区, 在每个工作区都要编制相应预测系列图件, 进行预测信息提取, 圈定预测靶区和估算资源量。

4) 特色的非总合式预测评价

与国际上通行资源评价相比, 本次预测评价不仅要全国性评价“资源家底”, 还要预测评价潜在矿床位置及可能性, 为国家矿产资源保障工程提供技术支撑。其工作量、方法流程、使用数据精度要远高于国外评价方法。



二、预测方法

2、预测方法的体系

针对上述预测的基本问题，在分析与继承国内外先进的预测理论方法基础上，提出了矿床模型综合地质信息预测方法，本次预测工作试图将区域成矿分析方法、最新的成矿理论及矿产定量预测方法结合起来。以成矿系列为桥梁，将成矿构造环境、成矿作用及产物与综合地质调查综合预测信息结合起来。所以本次预测三大理论方法包括基于成矿地球动力学预测建造构造编图方法、成矿系列矿床模型预测方法、综合信息矿产定量预测方法等三大预测方法。

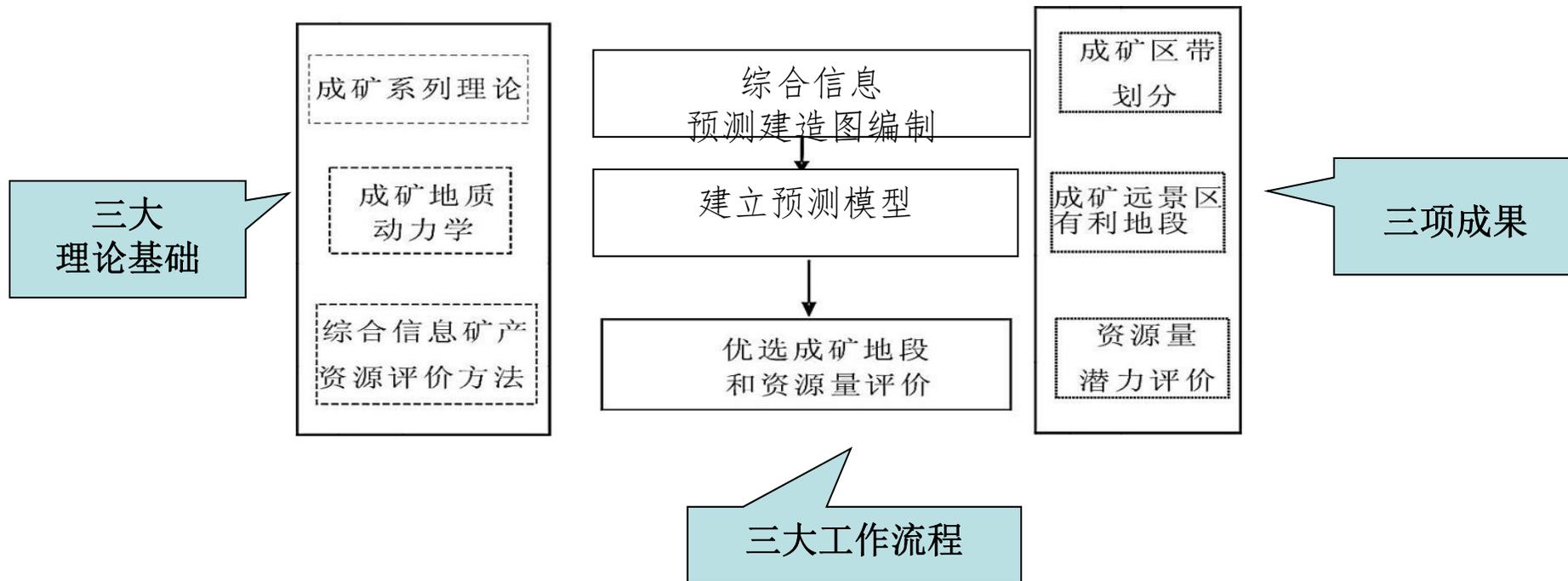
此方法有如下特点：

- ①以地质矿床模型为基础资源评价；
- ②基于成矿动力学的区域建造成矿分析编图；
- ③运用现代计算机空间数据库分析GIS 技术进行矿产资源潜力定量评价。



创立了一套资源潜力预测评价理论和方法体系

➤ 建立了矿床成矿系列综合地质信息矿产预测方法流程

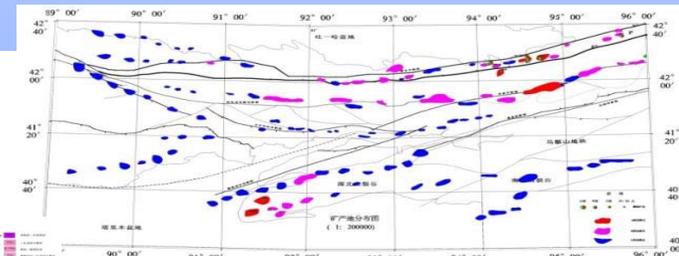
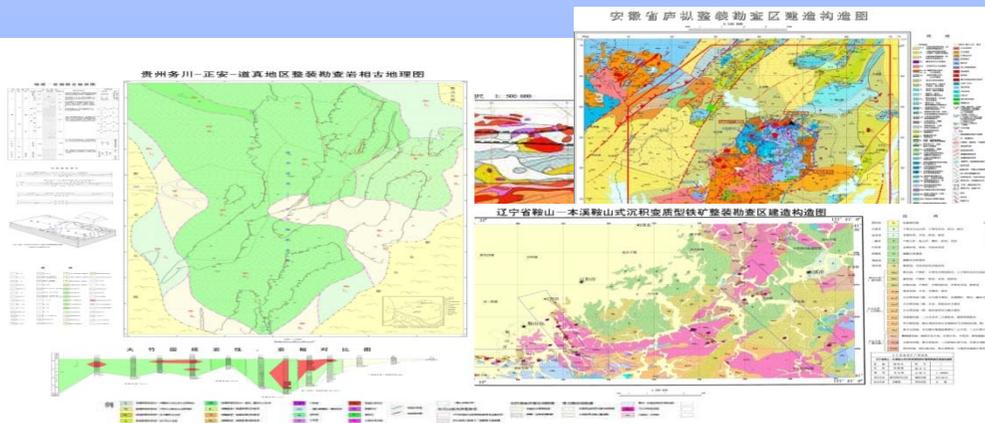


以成矿系列为纽带，创立了矿产模型驱动—区域构造建造分析—综合信息定量预测一体化的预测方法，全面支撑了国土资源三项矿产调查—全国重要矿产资源潜力评价



方法特色

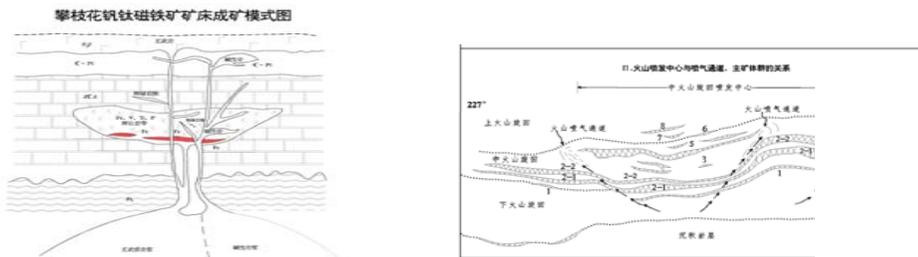
▶在预测建造构造成矿分析方面，首次应用板块构造学说结合大陆动力学、大地构造相分析方法体系，建立了以建造—岩石构造组合为切入点，沉积、火山、侵入、变质、大型变形构造五要素综合编图为基础的大地构造相成矿分析方法体系，围绕预测目标建造，以地质填图原始素材为基础，分6大预测底图进行综合信息编图，增加了预测地质信息；通过地质填图原始素材、地质勘探钻孔机物化遥综合信息编制六种不同成矿地质作用的预测底图，如沉积矿产岩相古地理系列图件编制，实现了较单纯统计定量预测有更多地预测地质信息；



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

方法特色

►以成矿系列（矿床式）矿产预测类型为纲，以成矿模式成矿要素、综合信息解释编图、定量变量分析等构建预测模型，开展多矿种综合预测。
成矿系列指导意义：决定预测类型、指导预测编图工作重点、决定预测工作区范围及多矿种成果综合。



(a) 四川攀枝花铁矿成矿模式图

成矿模式提取预测要素

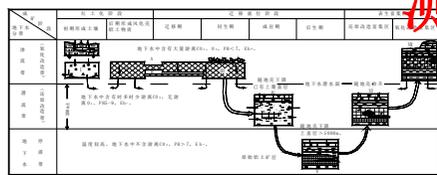
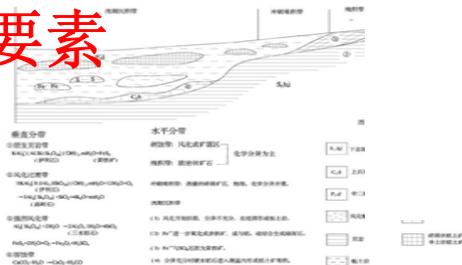


图6-4 大佛岩铝土矿成矿模式图



(d) 大竹园铝土矿成矿模式图

图 1 典型矿床成矿模式

Fig.1 metallogenic mode of typical deposit

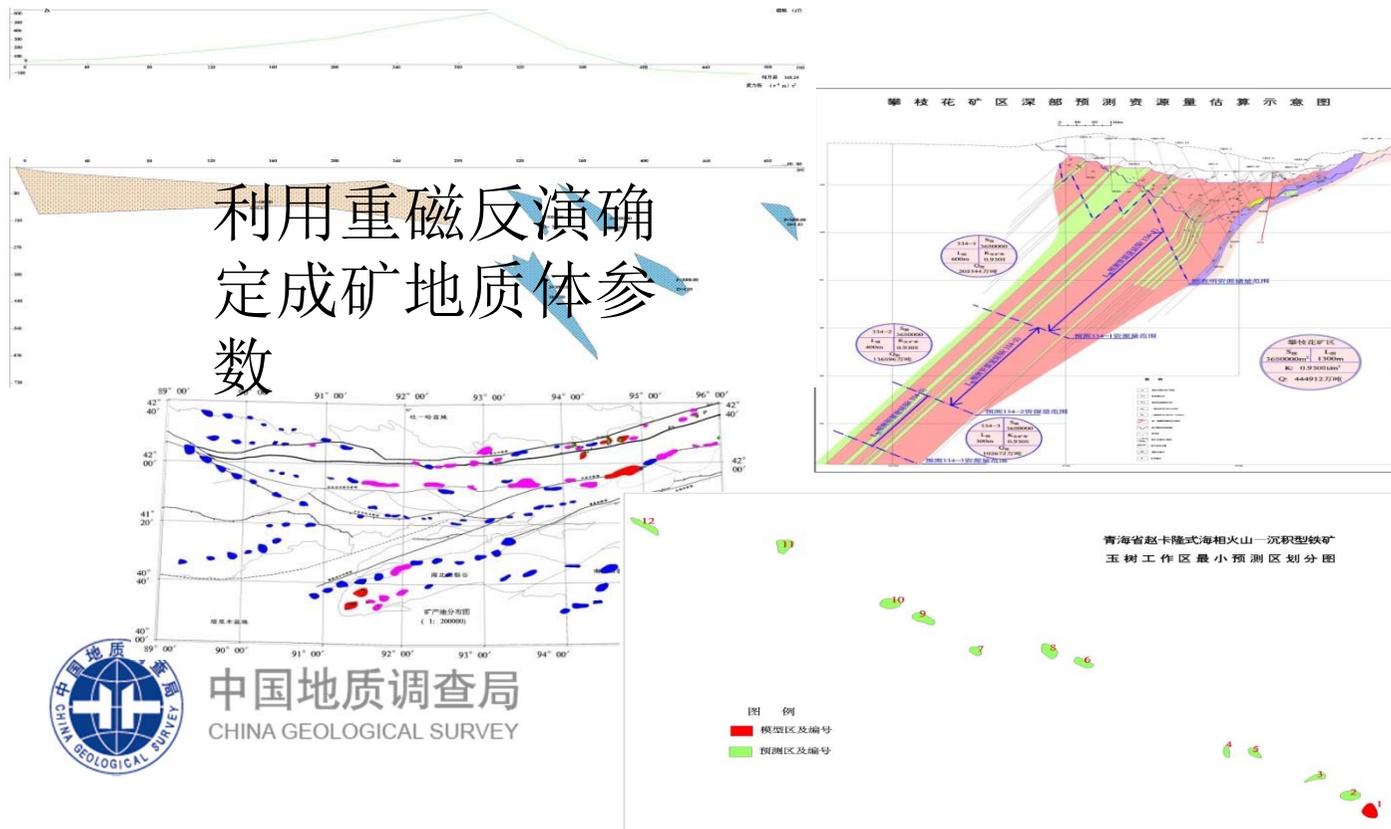
综合编图确定重磁同源异常找矿标志



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

方法特色

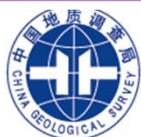
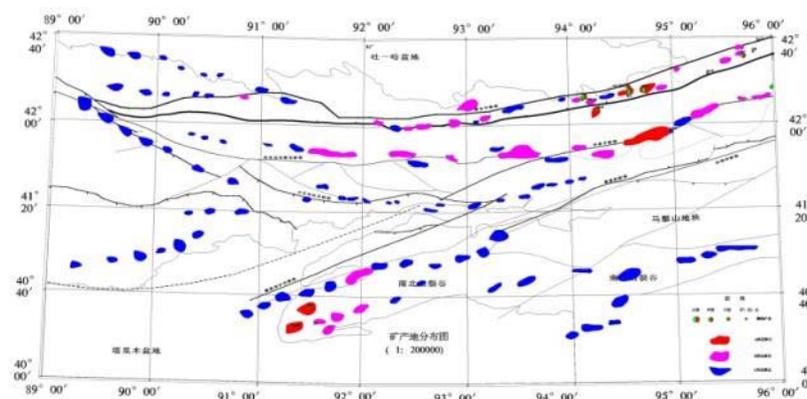
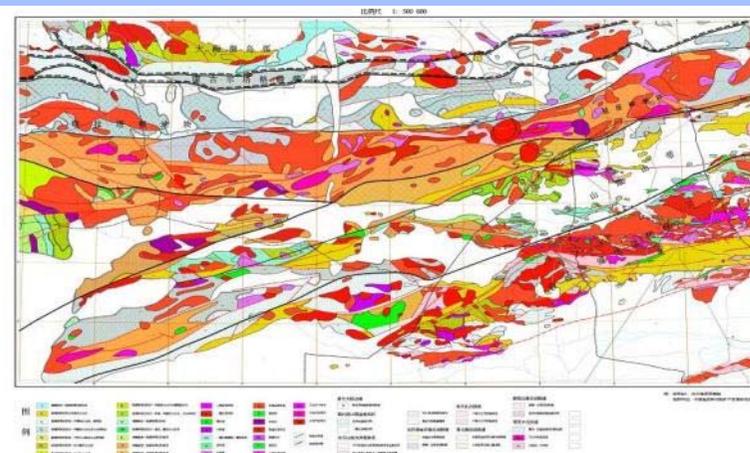
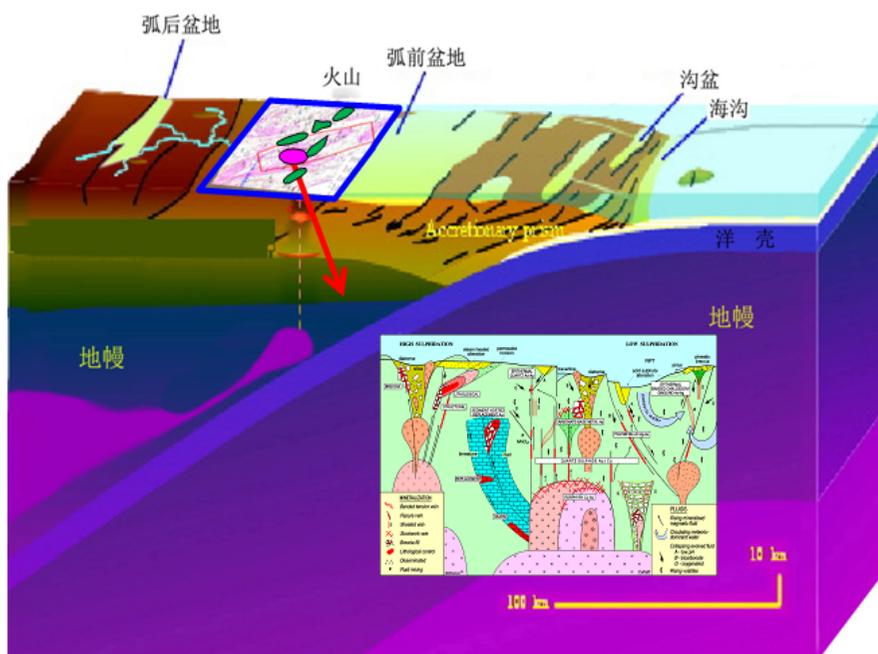
►预测体系技术创新应用方面，全面发展和应用了区域重磁三维反演技术和区域地球化学元素剥蚀系数法进行三维资源量参数；发展了区域综合编图解释模型、建模器方法、最小预测区圈定、地质参数体积法等具体预测方法创新性成果；全过程应用GIS技术建立地质空间数据库，自主研发MRAS矿产资源评价系统并得到广泛应用和推广，实现了潜力评价预测全程计算机化。



利用地质勘探规律确定成矿地质体参数

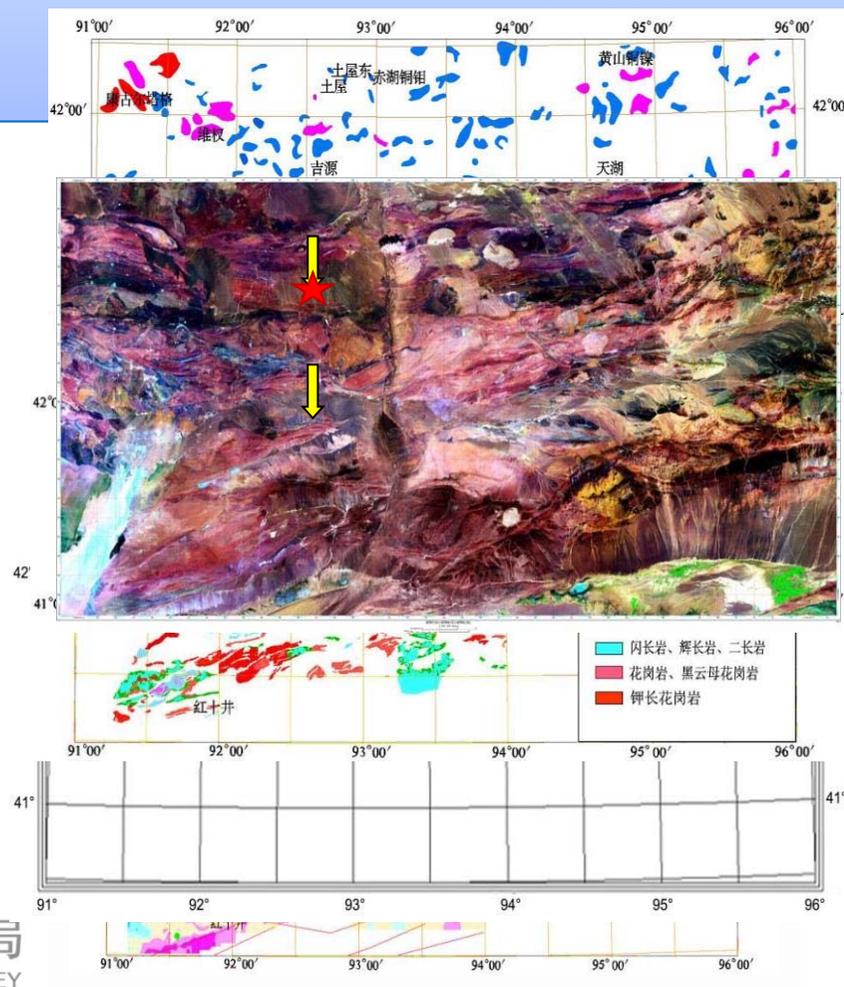


提出区域综合预测底图的解释模型方法，首次系统编制基于构造环境分析建造构造预测底图；



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

➤提出和发展了“独立目标图层空间信息综合”方法核心技术，开发了数字矿床模型，实现了ES与GIS结合下多元成矿信息识别和提取、预测区自动化圈定、勘查靶区自动优选和标定区的定量预测



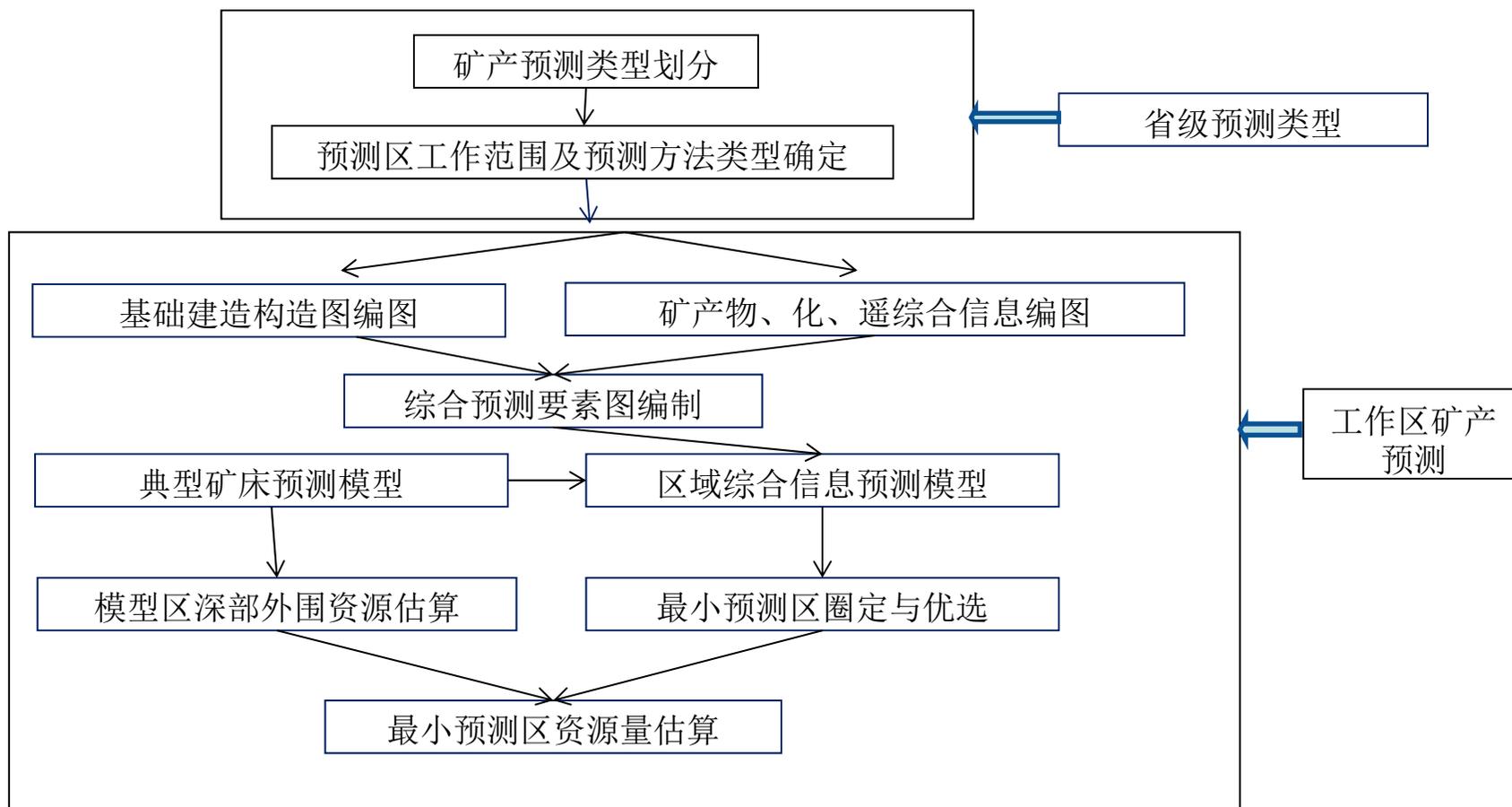
为矿产勘查
评价人员提
供提取与综
合矿产预测
“透明”电
子信息平台



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

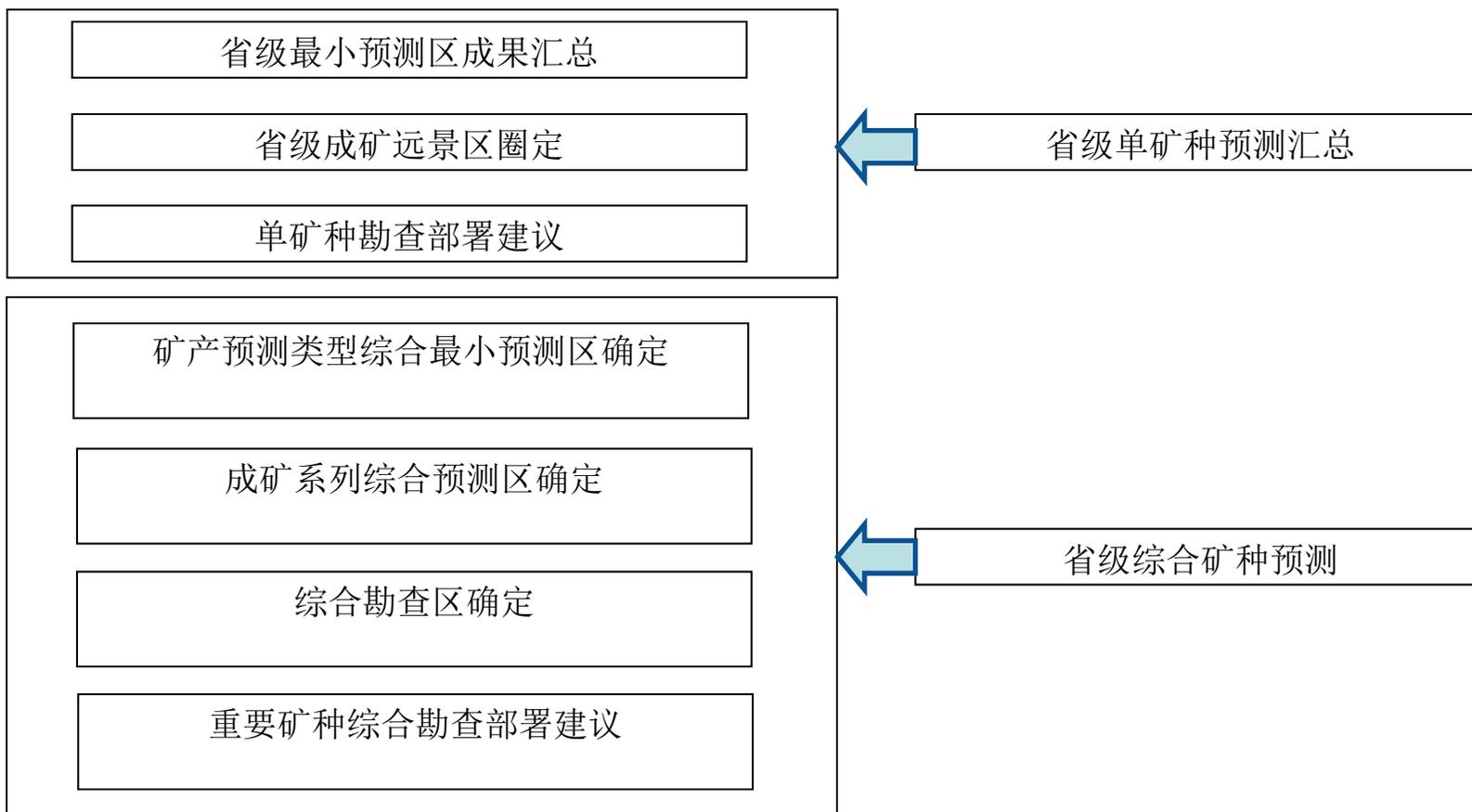
二、预测方法

4) 省级矿产预测工作流程图



二、预测方法

4) 省级矿产预测工作流程图



报告 提纲

一、预测评价的背景与意义

二、预测方法

三、预测成果

四、结论和建议



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

三、预测成果

1、概述

在25种矿产全国近3000个预测工作区开展矿产预测要素图编制，建立2000多个预测模型，运用MRAS矿产预测软件开展靶区圈定和资源潜力估算。形成了关于我国25种矿产权威性潜力预测评价成果。从全国层面上针对铁、铝、铜、铅、锌、钨、锡、钼、稀土、金、银、锑、锰、铬、镍、菱镁矿、锂、钾盐、磷、硫、萤石、重晶石和硼23个矿种，按照累计查明资源储量、不同省(自治区和直辖市)预测资源量、不同深度预测资源量、不同地质可靠程度预测资源量和不同利用程度预测资源量、潜力分布空间规律等进行了全面综合分析汇总。



三、预测成果

2) 我国25个矿种查明资源量及预测区统计表

序号	矿种	查明资源储量 (截至2013年)	预测资源量			单位	最小预测区		查明资源率
			500m以浅	1000m以浅	2000m以浅		总计	大型	
1	铁	8188	7742	13253	19602	万吨	6081	324	31.03%
2	铝	44.3	149	179.6	179.7	亿吨	751	134	19.78%
3	金	14351	20415	27104	32668	吨	4274	281	30.52%
4	铜	11874	19045	27253	30445	万吨	2909	124	28.06%
5	铅锌	28711	51252	69421	74628	万吨	3211	215	27.78%



三、预测成果

序号	矿种	查明资源储量 (截至2013年)	预测资源量			单位	最小预测区		查明资源率
			500m以浅	1000m以浅	2000m以浅		总计	大型	
6	钨	939.2	2189.6	2819.6	2973.1	万吨	1335	102	24.01%
7	稀土	18318	16448	23942	35923	万吨	930	237	33.77%
8	铋	600	1110	1213.6	1518.1	万吨	551	33	28.33%
9	钾	10.8	15.1	16.2	20	亿吨	320	39	35.06%
10	磷	222	313.7	500.3	560	亿吨	1086	196	28.39%



三、预测成果

序号	矿种	查明资源储量 (截至2013年)	预测资源量			单位	最小预测区		查明资源率
			500m以浅	1000m以浅	2000m以浅		总计	大型	
11	镍	1165	1150.4	1752.4	2451.4	万吨	513	44	32.21%
12	锰	14.1	25.7	32.3	35.2	亿吨	1183	31	28.60%
13	银	36.3	56.1	69.6	72.6	万吨	3334	151	33.32%
14	钼	2761	5104.2	8074.5	8960.3	万吨	2283	183	23.56%
15	锡	808	1552	1846.9	1861.2	万吨	1179	104	30.27%



三、预测成果

序号	矿种	查明资源储量 (截至2013年)	预测资源量			单位	最小预测区		查明资源率
			500m以浅	1000m以浅	2000m以浅		总计	大型	
16	铬	1931	5043	5538	5556	万吨	358	1	25.79%
17	菱镁矿	30.7	85.5	131.4	131.4	亿吨	147	39	18.94%
18-1	硬岩锂	343	495.9	577.7	593.7	万吨	117	35	36.62%
18-2	卤水锂	2138	5223	5224.6	9248.1	万吨	194	19	18.78%



三、预测成果

序号	矿种	查明资源储量 (截至2013年)	预测资源量			单位	最小预测区		查明资源率
			500m以浅	1000m以浅	2000m以浅		总计	大型	
19	重晶石	4.3	11.6	14.2	14.4	亿吨	659	40	22.99%
20	硼矿	9404	9518.1	10046.1	18859.1	万吨	368	55	33.27%
21	萤石	32439	91620	95083	95276	万吨	1500	180	25.40%
22	硫铁矿	62.3	98.5	169.8	184	亿吨	1516	146	25.29%



三、预测成果

序号	矿种	查明资源储量 (截至2013年)	预测资源量			单位	最小预测区		查明资源率
			500m以浅	1000m以浅	2000m以浅		总计	大型	
23	自然硫	3.97	0.5	2.3	2.3	亿吨	24	5	63.26%
24	铀	---	---	---	---	---	---	---	---
25	煤	15601	7252	14378	38796	亿吨	10527	116	28.68



三、预测成果

3) 部分矿种资源潜力预测成果图



我国铁矿资源丰富，但是其中绝大多数为贫铁矿。中国铁矿重要矿集区主要为辽宁鞍山、四川攀枝花、河北冀东，中国铁矿资源最重要的三个矿集区为辽宁省鞍山-本溪铁资源区、四川省攀枝花-西昌铁资源区和冀东-北京密云铁资源区。

图2 中国铁矿资源潜力预测成果图



三、预测成果

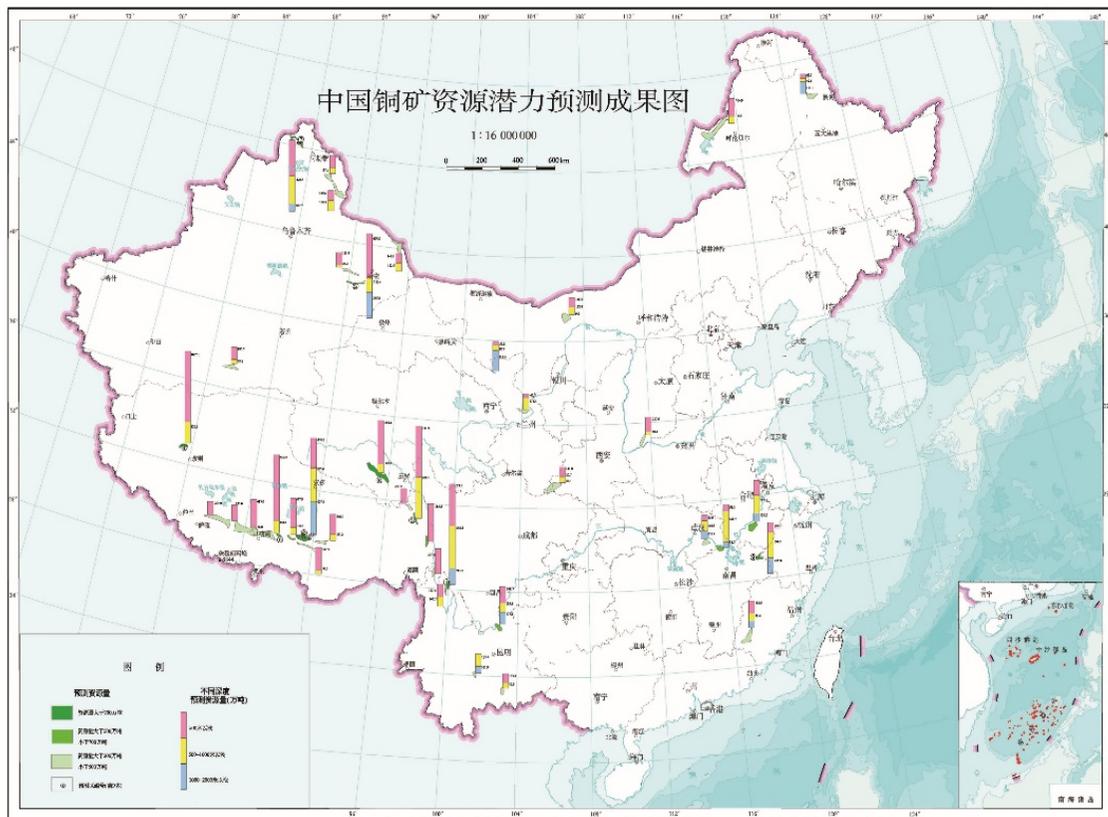


图3 中国铜矿资源潜力预测成果图

中国铜矿不但分布广泛，而且类型众多。中国铜矿重要矿集区主要为云南省迪庆州、西藏自治区拉萨西藏自治区昌都、西藏自治区改则、新疆维吾尔自治区哈密、西藏自治区尼木、新疆维吾尔自治区哈巴河、青海省沱沱河地区叶霞乌赛、江西省德兴。铜矿找矿方向应加强西藏冈底斯和班怒成矿带巨型铜矿床的找矿工作。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

三、预测成果



图4 中国铝土矿资源潜力预测成果图

中国铝土矿资源分布较广。古风化壳沉积型铝土矿是中国最主要的铝土矿类型，约占79%，广泛分布于我国华北陆块和扬子陆块的18省区市；其次是堆积型铝土矿矿床，主要分布于广西和云南两省；红土型铝土矿矿床最少，占比不足1%，主要分布于海南岛东北部。

华北陆块的煤下铝涉及铝土矿及多种共伴生矿产，其资源潜力巨大。



三、预测成果

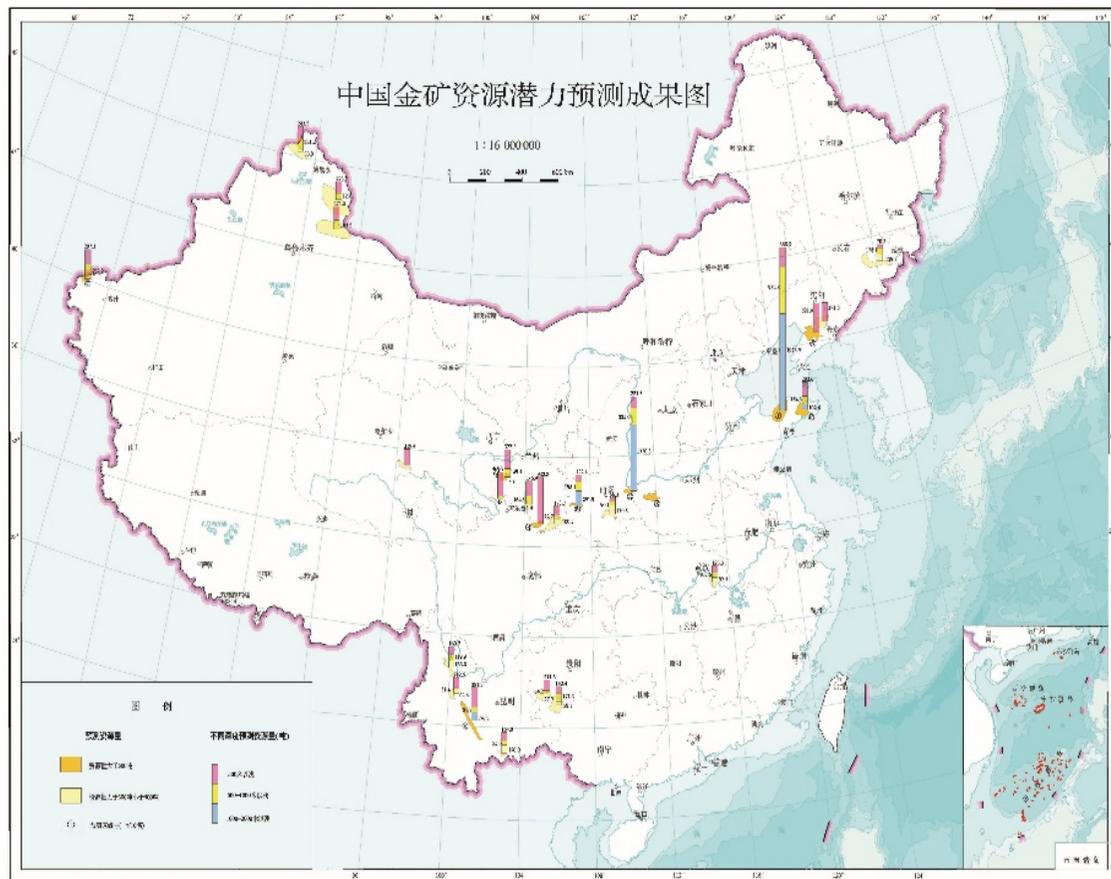


图5 中国金矿资源潜力预测成果图

中国金矿资源丰富，与侵入岩有关的金矿是重点的预测类型，其成矿时代主要为新生代和中生代，集中分布于胶东、西藏冈底斯、西天山、西秦岭等地区。此外，微细浸染型也是我国重要的预测类型之一，主要矿床集中在陕甘川和滇黔桂两个金三角地区，成矿时代以中生代为主。



三、预测成果



图9 中国钨矿资源潜力预测成果图

钨矿是我国的优势矿产资源，矽卡岩（-云英岩型）、石英脉型和岩体型3个钨矿预测类型应该作为重点预测类型。占有钨矿资源储量较大比重的主要是矽卡岩型和石英脉型，而从开采和利用角度来说，最为重要的则是石英脉型的黑钨矿矿床。

华南、扬子地区和大兴安岭地区是我国钨矿找矿的三个重点地区，可采用“五层楼+地下室”等模型来指导找矿。



三、预测成果

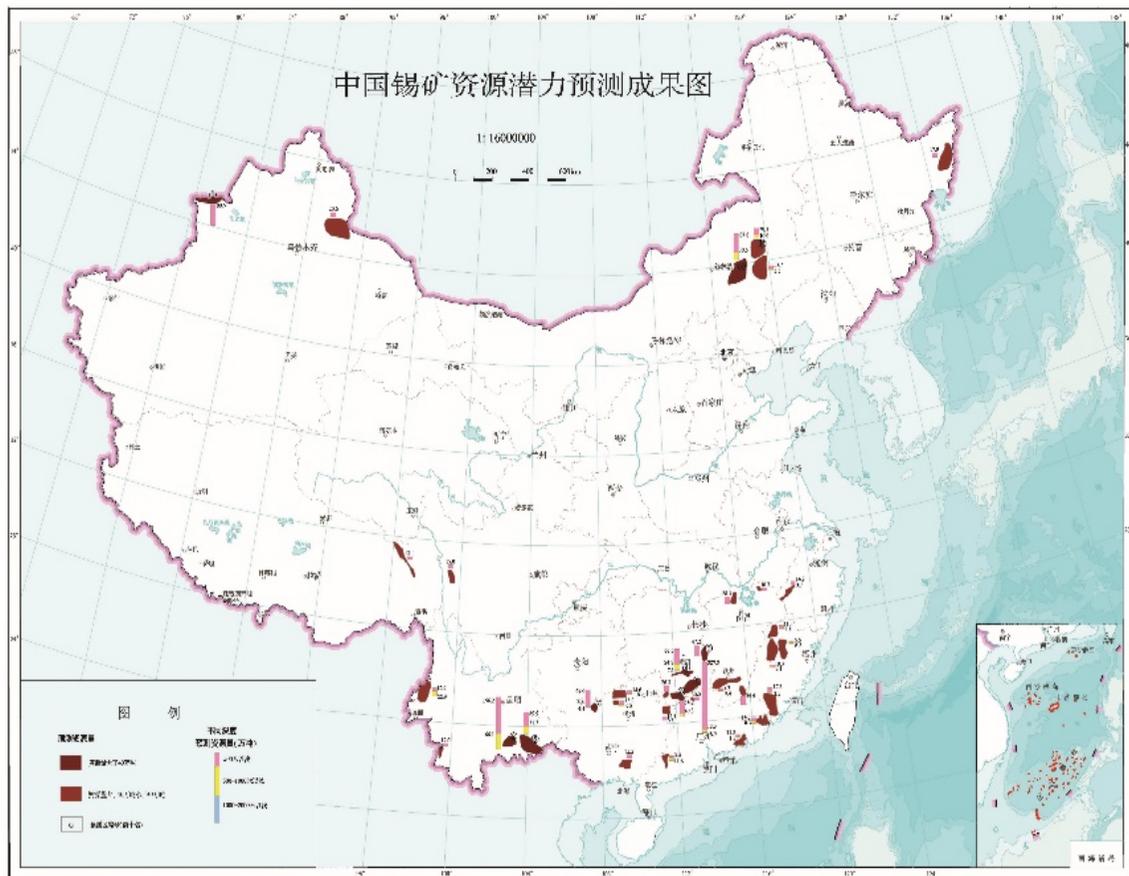


图10 中国锡矿资源潜力预测成果图

占有锡矿资源储量较大比重的主要是与花岗岩有关的热液型层状似层状锡矿、矽卡岩型和与花岗岩有关的热液型脉状锡矿。

由于近年来锡矿的资源消耗较大，而新增资源量则相对较少，锡矿的保有储量在减少，应该加大对锡矿找矿的投入，取得找矿的突破。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

三、预测成果

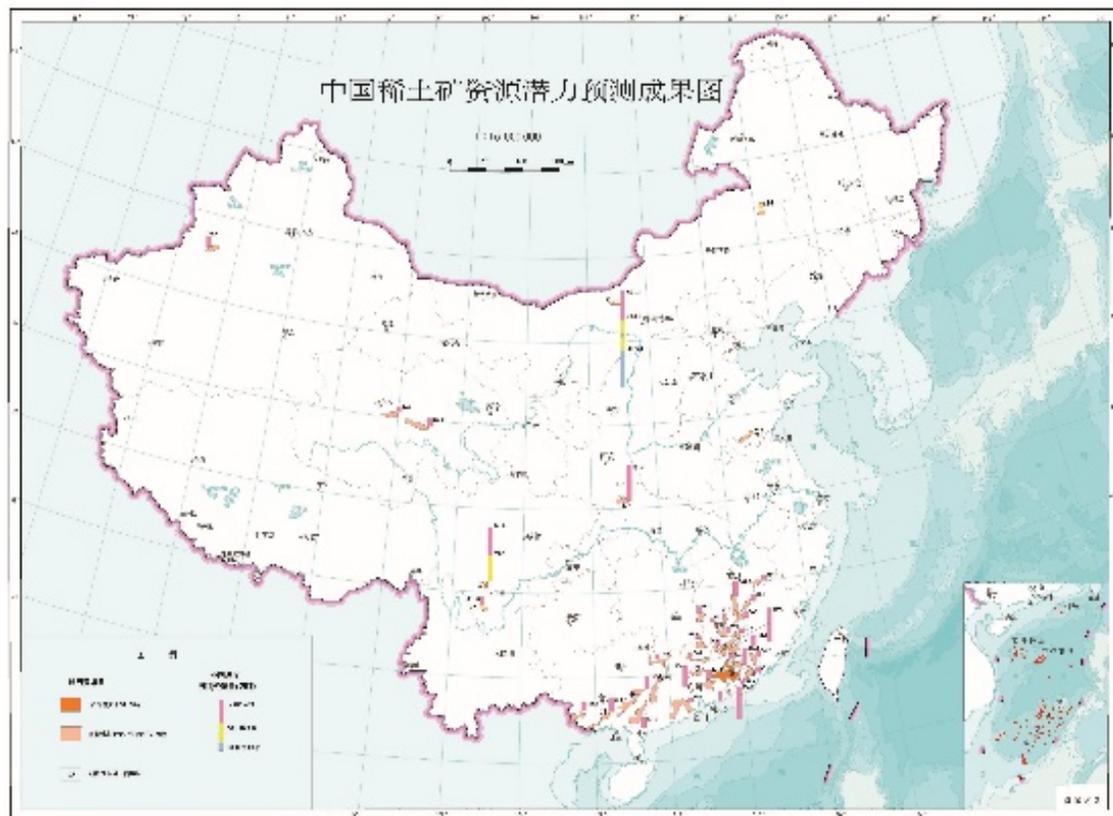


图11 中国稀土矿资源潜力预测成果图

我国稀土资源丰富、矿种齐全

内蒙古白云鄂博、四川凉山冕宁牦牛坪、山东微山、南方七省区等地是我国稀土资源集中分布区，具有“北轻南重”的分布特征。轻稀土矿床的数量最大，储量不集中，江西寻乌河岭矿床为大型轻稀土矿床。江西龙南足洞和广东揭阳五经富为大型重稀土矿床。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

三、预测成果



图12 中国铬铁矿资源潜力预测成果图



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

铬铁矿是我国严重短缺的矿产。

中国铬矿成因类型只有蛇绿岩型和地台型两种，以蛇绿岩型为主。蛇绿岩型铬矿床分布在蛇绿岩带中，包括西藏罗布莎、新疆萨尔托海铬矿床等；地台型铬矿床主要分布在华北地台内，包括河北高寺台、北京平顶山等。其中西藏罗布莎、新疆达拉布特和内蒙古贺根山3个矿集区成矿条件最好、找矿潜力最大。

三、预测成果



图13 中国钾盐资源潜力预测成果图

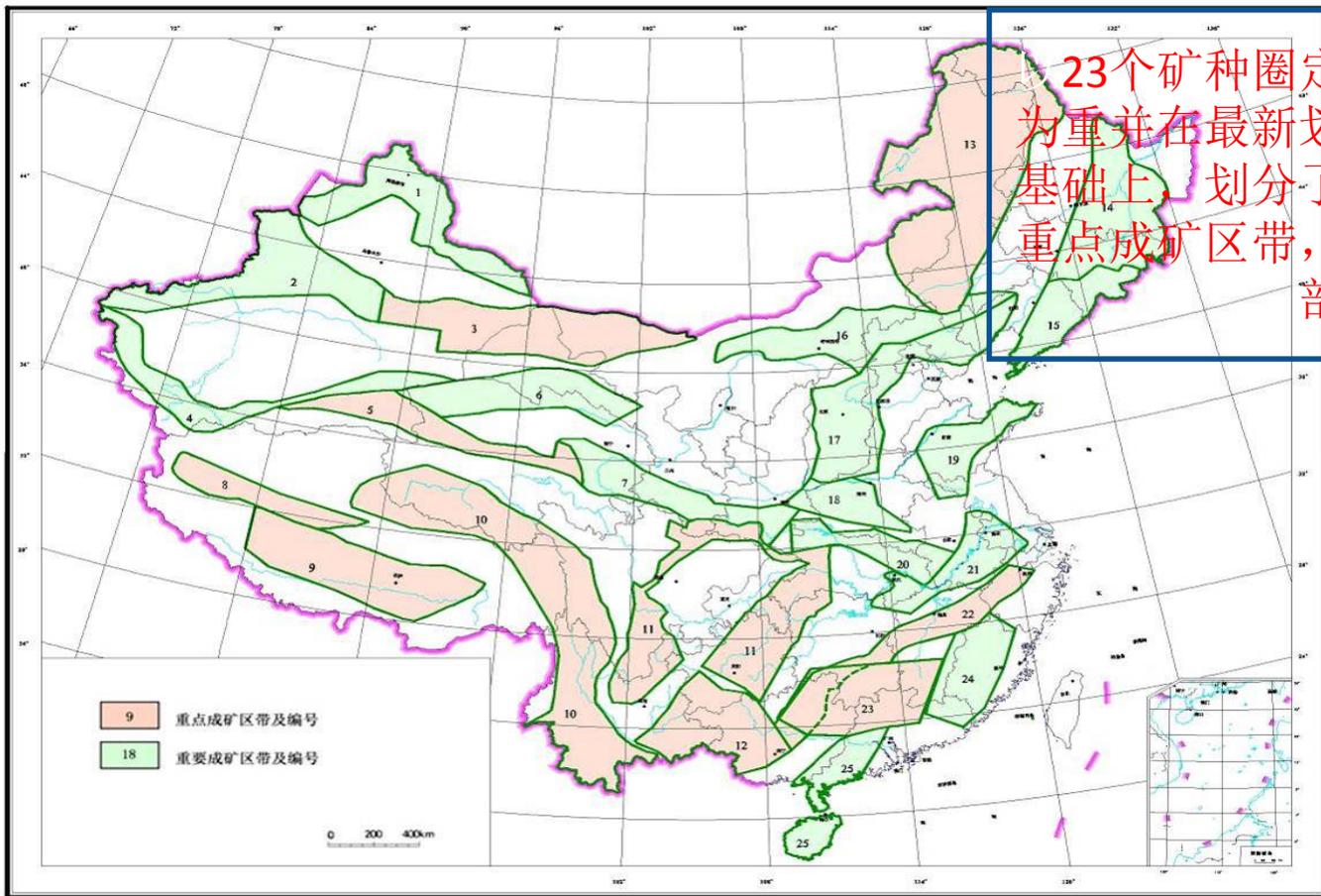
钾盐是我国相对短缺矿产。

中国西部大型中新生代盆地中的富钾卤水矿及古代固体钾盐矿为我国当前钾盐地质找矿的两大主要方向，找矿重点应以深藏地下卤水型和古代化学沉积型钾盐矿为主，兼顾第四纪盐湖型钾盐矿的找矿，重点找矿区域集中于柴达木盆地西部、塔里木盆地北缘、东缘、四川盆地等地区。



三、预测成果

4) 中国重要矿产成矿区带部署图

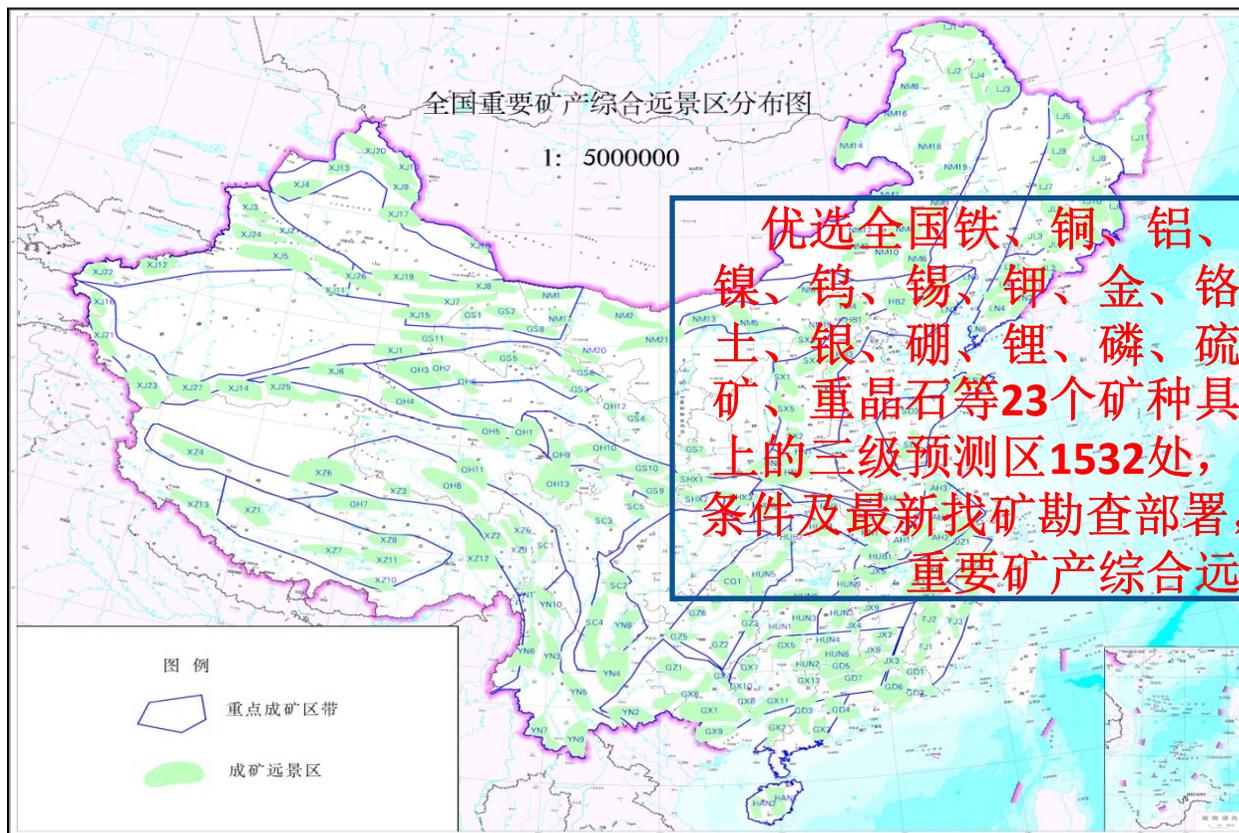


23个矿种圈定成矿靶区及成矿远景区为重并在最新划分的90个三级成矿区带基础上，划分了25个全国固体矿产勘查重点成矿区带，并进一步优选10个重点部署区带。



三、预测成果

5) 全国重要矿产综合成矿远景区划图



报告 提纲

一、预测评价的背景与意义

二、预测方法

三、预测成果

四、结论和建议



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

四、结论和建议

1、结论

1)、我国重要矿产资源潜力和地质资源优势十分巨大。这主要体现在以下几方面：

- ①我国是名副其实的有色金属王国，钨锡锑钼铅锌是我国传统的优势矿产，钨锑钼铅锌资源潜力大。
- ②贵金属金银资源潜力较大，特别是我国著名的金三角胶东地区500米以下资源潜力巨大，拓展了我国东部第二找矿空间。
- ③我国硼、硫、萤石等非金属矿产资源潜力巨大，是优势的非金属矿产资源。固体钾盐矿产储量及潜力严重不足，找矿方向为盐湖及深成卤水型钾盐。
- ④煤炭和铀矿矿产潜力可观，我国能源矿产铀煤资源潜力巨大。
- ⑤难利用矿产资源盘活潜力大。



四、结论和建议

2)、资源禀赋特征有所变化 以我国煤炭为例，全国煤炭资源潜力评价成果显示，我国未发现煤炭资源仍拥有巨大的潜力。从总体看，西部地区地质工作程度低，资源条件好，找煤的前景较大；东部地区地质工作程度高，找煤的难度逐步加大，预测资源量主要分布在1000m以深，深部找煤将成为我国东部今后煤炭地质工作的重点

3)、勘查开发空间格局将发生变化

从潜力分析数据分析，青藏高原、西南三江、天山等工作程度低的成矿区带，成矿条件非常好，将很有希望成为我国铜、铅锌、钨、锑、镍等矿种未来重要的资源接替基地。

东部工作程度高的长江中下游、南岭、冀东等重要成矿带，深部及外围仍然蕴藏着较大的资源潜力，可作为本地已开发资源基地的接续资源。

必须正确认识把能源、资源潜力转化为实际产能所面临的巨大挑战：一是金属矿勘探面临西部难进入地区（高寒山区、森林覆盖、沙漠戈壁等）和深部“第二空间”的勘探难题，找矿难度加大，对勘查技术的要求越来越高；二是“贫、细、杂”的资源禀赋对技术创新提出巨大的挑战。



四、结论和建议

2、建议

- I) 优化矿产调查与勘查布局
- II) 建立矿产资源潜力动态评价体系
- III) 加强潜力评价成果的集成与应用转化



谢 谢！



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY