中国铝土矿资源现状和潜力分析

孙 莉[1,2],肖克炎[1], 王全明[3], 娄德波[1],阴江宁[1]
SUN Li[1,2], XIAO Ke-yan[1], WANG Quan-ming[3], LOU De-bo[1], YIN Jiang-ning[1]

1. 中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037;
2. 中国地质大学(北京),北京 100083; 3. 中国地质调查局,北京 100037
1. *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100037, *China*;
2. *China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*; 3. *China Geological Survey, Beijing* 100037, *China*

摘要:按照矿床模型综合地质信息矿产预测方法,在中大比例尺勘探数据的基础上,全国各省分预测工作区对不同矿产预测类型分别按 500m 和 1000m 的预测深度,对全国铝土矿圈定成矿远景区,使用地质参数体积法估算潜在资源量。以此为基础,按照单位面积查明资源量及预测资源量定量统计,分析全国重要的铝土矿潜力区,为铝土矿找矿勘查部署提出参考建议。

关键词:铝土矿;预测资源量;潜力区;地质参数体积法;定量分析
中图分类号:P618.45; P624.6 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-2552(2011)05-0722-07

Sun L, Xiao K Y, Wang Q M, Lou D B, Yin J N. The analysis on the present situation and potential of bauxite resources in China. *Geological Bulletin of China,* 2011, 30(5):722-728

Abstract: According to the exploration data at middle or large scale,and by the method of integrated geo-information modeling reserve estimation,bauxite prespective areas are delineated in provinces of China,for different prediction types and different depths(500m and 1000m). Potential resources are estimated with the geological parameter volumetric method. Based on these works, important bauxite potencial areas are analyzed according to quantitative statistics of proved resources and predicted resources per unit area,and suggestions are made for the deployment of bauxite exploration.

Key words: bauxite; predicted resource; potential area; geologic parameters volume method; quantitative analysis

新中国成立以来,全国探明了一批大型、特大型铝土矿矿床, 基本上保证了国民经济建设对铝原料的需求。近年来,中国铝工业高速发展,生产能力快速提升,对铝土矿需求迅猛增加,国内铝土矿开采、储量消耗和铝原料进口量持续增长。为了摸清全国铝土矿资源的家底,制定正确合理的经济产业政策, 对铝土矿资源总量进行准确的预测便成为当务之急。本次预测采用矿床模型综合地质信息预测方法[1-2],该方法的核心是以陈毓川等[3-4]原创的成矿系列理论为指导,将成矿作用与一定的地质环境、构造演化阶段结合起来, 利用地质调查长期积累的多专业的勘查信息编制区域综合信息建造构造预测图,使用计算机信息技术,进行成矿信息提取与挖掘,建立区域评价模型,圈定最小预测区,使用地质参数体积法定量估算未发现的潜在资源量[5]。该方法原理是对二轮区划使用的综合信息矿产预测方法的继承与发展。经过近 3 年的工作,在中国东部地区已完成 1:5 万、西部地区 1:20 万比例尺的预测工作,分别估算了地表以下 500m、1000m 未发现的潜在资源量。此次预测成果全面反映了当前矿床地质研究和铝土矿勘查信息资料的水平, 是一份非常宝贵的资料数据,如何使该成果服务于社会尚有待进一步研究。本

收稿日期:2011-03-09;**修订日期**:2011-03-21
资助项目:中国地质调查局项目《全国重要矿产总量预测》(编号:1212010733806)
作者简介:孙莉(1981-),女,在读博士,助理研究员,从事矿产资源评价工作。E-mail:sunli0727@163.com
通讯作者:肖克炎(1963-),男,研究员,博士生导师,从事矿产资源评价工作。E-mail:kyanxiao@sohu.com

文利用研究成果定量分析中国铝土矿资源潜力,划分重点勘查区,为进一步工作部署提供建议。

1　铝土矿资源现状

(1)分布高度集中,以大、中型矿床居多

中国铝土矿分布高度集中,山西、贵州、河南和广西四省区的已探明资源储量占全国的 87%。除了分布集中外,铝土矿以大、中型矿床居多。截至 2008 年底,全国已发现铝土矿区 410 个,其中大、中型矿床已探明资源储量合计占全国的 86%以上。

(2)以古风化壳沉积型为主,共、伴生多种元素

中国铝土矿以古风化壳沉积型为主,其次为堆积型,红土型最少。中国的古风化壳型铝土矿常共生和伴生有多种矿产,铝土矿中的镓、钒、钪等都具有回收价值。

(3)开发、冶炼难度大

中国适合露采的铝土矿矿床不多,据统计只占全国的 1/3。有用矿物组成主要为一水硬铝石,绝大部分铝土矿开采和冶炼难度大,限制了产能的扩大。

2　铝土矿预测评价模型及分布

根据全国矿产资源潜力评价项目的技术要求,中国铝土矿矿床按预测评价模型可分为沉积型、堆积型和红土型三大类型和 31 个矿床式(表1)。

2.1　沉积型

该类矿床多产于碳酸盐岩侵蚀面上,少数产于砂岩、页岩、玄武岩的侵蚀面上或其组成的岩系中。含矿岩系自上而下由页岩、砂页岩、不稳定灰岩、薄煤层、粘土岩、铝土矿、含铁粘土岩、赤铁矿、菱铁矿或黄铁矿等组成。矿体形态、规模、矿石物质组分等均受含矿岩系基底岩性和古地形的控制,据此又可划分为 2 个亚类,即产于碳酸盐岩侵蚀面上的一水硬铝石铝土矿矿床和产于砂岩、页岩、泥灰岩、玄武岩侵蚀面上或由这些岩石组成的岩系中的一水硬铝石铝土矿矿床。

预测底图编图为沉积建造图、岩相古地理图,预测要素为沉积岩相、含矿岩系分布及厚度、铝硅比等。主要分布于河南、山西、贵州、广西和重庆。

2.2　堆积型

该类矿床系由原生沉积铝土矿在适宜的构造条件下经风化淋滤,就地残积或在岩溶洼地(或坡地)中重新堆积而成的。在风化淋滤过程中有害组分硫被淋失,矿石由高硫铝土矿转变为高铁铝土矿,从而提高了矿床工业利用价值。

该类铝土矿主要分布于广西、云南等省(区、市),矿床规模多为大、中型。矿体形态复杂,呈不规则状,多随基底地形而异,长数百米至两千余米,宽数十米至千余米。含矿层厚度 0.5~10m,变化较大。矿物成分以一水硬铝石为主,其次为高岭石、针铁矿、赤铁矿、三水铝石、一水软铝石等。$A1_2O_3$ 含量为 40%~65%、Fe_2O_3 为 16%~25%,铝硅比值 4~15,矿区平均铝硅比值一般大于 10。伴生有用组分镓。

该类矿床全为一水硬铝石铝土矿,矿石类型以

表 1　中国铝土矿主要矿床类型

Table 1　The main bauxite deposit types of China

矿床类型	西北	华北	东北	西南	中南	华东
沉积型	陕北天桥则式、关坪式式、乌什阿依里式	孝义克俄式、巩义竹林沟式、新安张窑院式、邯郸峰峰和村式、王村式、山西克俄式、内蒙古城坡式	本溪牛心台式、红阳式	修文小山坝式、清镇猫场式、滇中老煤山式、滇东铁厂式、遵义苟江式、重庆大佛岩式、四川大白岩式、乐山新华式	平果布绒式 湘西李家田式 湖北双砦子式	赣西灰埠式
堆积型				滇东卖酒坪式	平果那豆式 桂西柳桥式	山东湖田式
红土型					桂中贵港式 海南蓬莱式 广东文昌式	

高铁型铝土矿为主,属此类矿床的有广西平果、云南广南等。

预测底图编图为第四纪地貌地质图、遥感解译第四纪地貌地质图,预测要素为第四纪风化地貌、地球化学异常、有利基岩分布区等。

2.3 红土型

中国的红土型铝土矿矿床(即碳酸盐岩风化残余型或玄武岩风化壳型)产于玄武岩和碳酸盐岩风化壳中,由玄武岩或碳酸盐岩风化淋滤而成。

该类矿床主要分布于海南、广东等沿海省区。矿床规模以小型为主,近几年在广西中部新发现了多个大型矿床。矿物成分以三水铝石为主,其次为褐铁矿、赤铁矿、针铁矿、伊丁石、高岭石、一水软铝石等。$A1_2O_3$ 含量为 30%~50%、Fe_2O_3 为 18%~25%,铝硅比值 4~6,伴生和共生矿产有镓、钴土矿。

该类矿床属三水型铝土矿,矿石类型属高铁低硫型铝土矿。属此类矿床的有海南蓬莱、广东文昌、广西贵港根竹-石卡等矿床。

预测底图编图为第四纪地貌地质图、遥感解译第四纪地貌地质图,预测要素为第四纪风化地貌、地球化学异常等。

3 已探明铝土矿资源量统计分析

截至 2008 年底,中国铝土矿累计查明资源储量 32.23×10^8t,保有资源储量 30.31×10^8t,预测资源量逾 100×10^8t(图 1)。在已探明的资源储量中,广西、河南、山西和贵州四省区的储量,合计占全国总储量的 87%。其中以沉积型铝土矿为主,其次为堆积型铝土矿,仅有少量红土型铝土矿(图 2、图 3)。

中国已开发利用的铝土矿区有 33 处,其中重要矿山有河南省巩义铝土矿田的苌店铝土矿和竹林沟铝土矿;新安铝土矿田的张窑院铝土矿和贾沟铝土矿;渑池、陕县铝土矿田的曹窑铝土矿和支建铝土矿;山西省阳泉市的白家庄矿区和太湖石矿区、孝义县的西河底和克俄—卜家峪北矿区;贵州省修文县的小山坝铝土矿、清镇市的燕垅铝土矿、长冲河铝土矿及林歹矿区;山东淄博地区的北焦宋东部矿区、湖田北部矿区、王村矿区和田庄矿区;广西壮族自治区平果县的那豆铝土矿。

4 铝土矿资源潜力分析

中国铝土矿资源比较丰富,华北地台、扬子地台、华南褶皱系和东南沿海 4 个成矿区(带)具有较好的铝土矿成矿条件。本次全国铝土矿资源潜力评价,采用矿床模型综合信息预测法,预测结果将全国共划分铝土矿潜力区 101 个。预测结果表明,中国的资源潜力仍主要集中在山西、河南、贵族和广西四省区,云南、四川、山东、湖南、湖北等省份也存在一定的资源前景。其中晋中-晋北、豫西-晋南预测资源量逾 100×10^8t,黔北-黔中和重庆南部沉积型铝土矿成矿条件较好,预测资源量 20×10^8t,这些地区是铝土矿资源潜力最大的远景区;桂西-滇东地区的沉积-堆积型铝土矿成矿条件好,资源远景较大,预测资源量逾 10×10^8t。

本次对全国 18 个省、自治区、直辖市的铝土矿潜在资源量按 500m 以浅、1000m 以浅深度进行预测。全国各地区以划分的最小预测区为预测资源量的基本单位,并将预测资源量利用等值线图表达,在 1:500 万全国地质图上,将网格化间距设为 5mm×5mm(图 4、图 5)。对比 500m 以浅和 1000m 以浅的

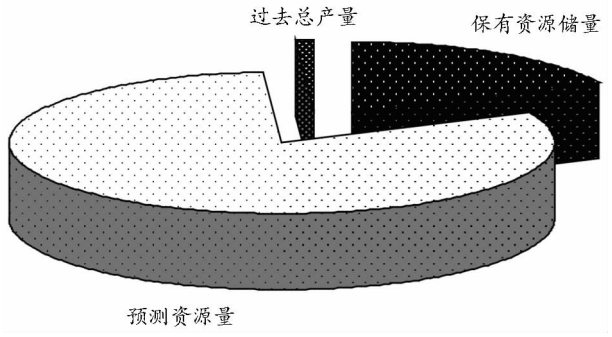


图 1 铝土矿保有资源储量、过去总产量和预测资源量

Fig. 1 Contrast diagram of preserved reserve, past total production and predicted resources of bauxite

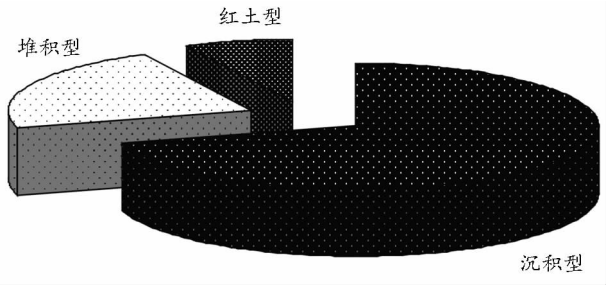


图 2 不同铝土矿矿产预测类型已探明的资源量

Fig. 2 Contrast diagram of proved bauxite resouces of different prediction types

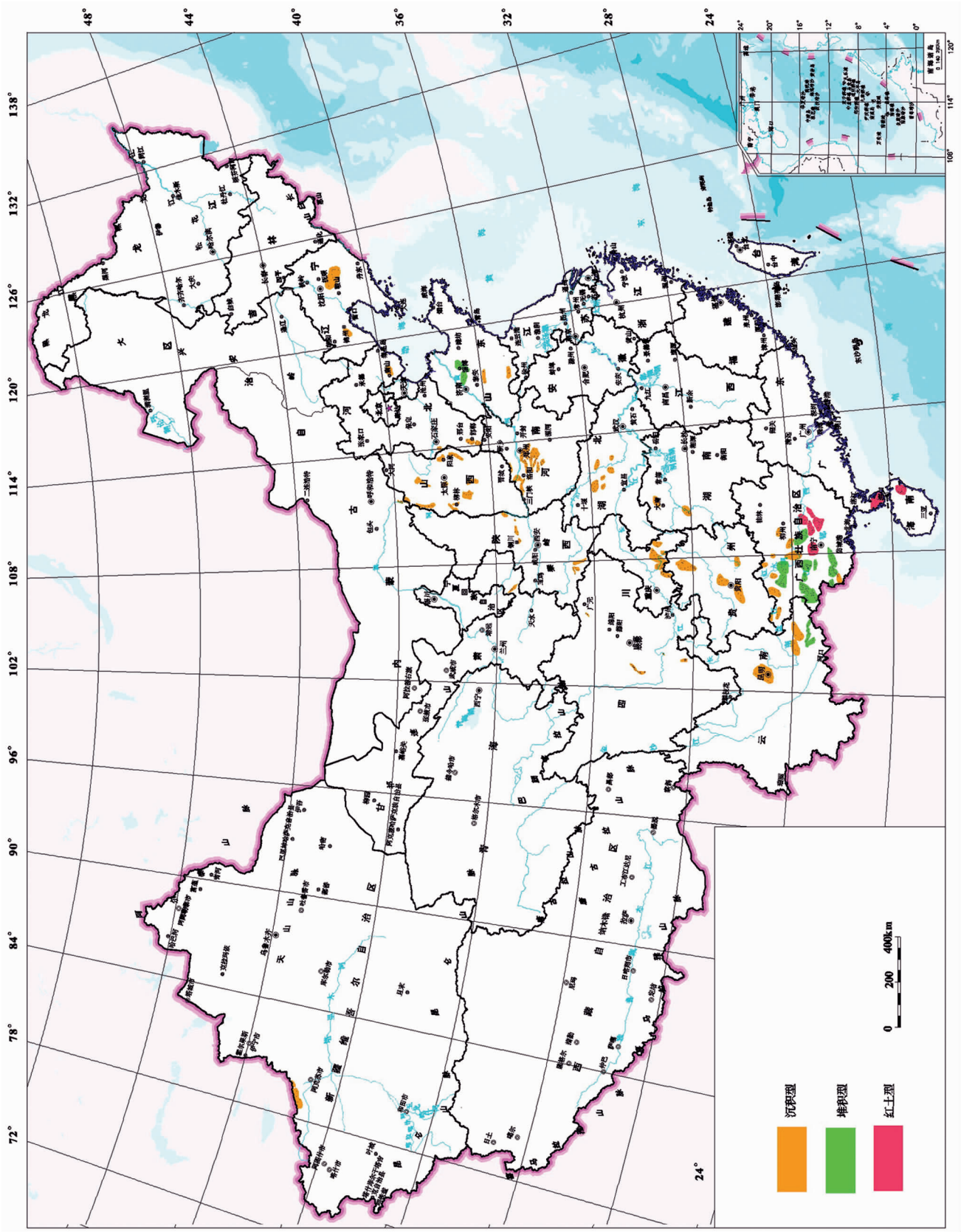


图 3　不同铝土矿矿产预测类型已探明资源量分布图

Fig. 3　The distribution diagram of proved bauxite resources of different prediction types

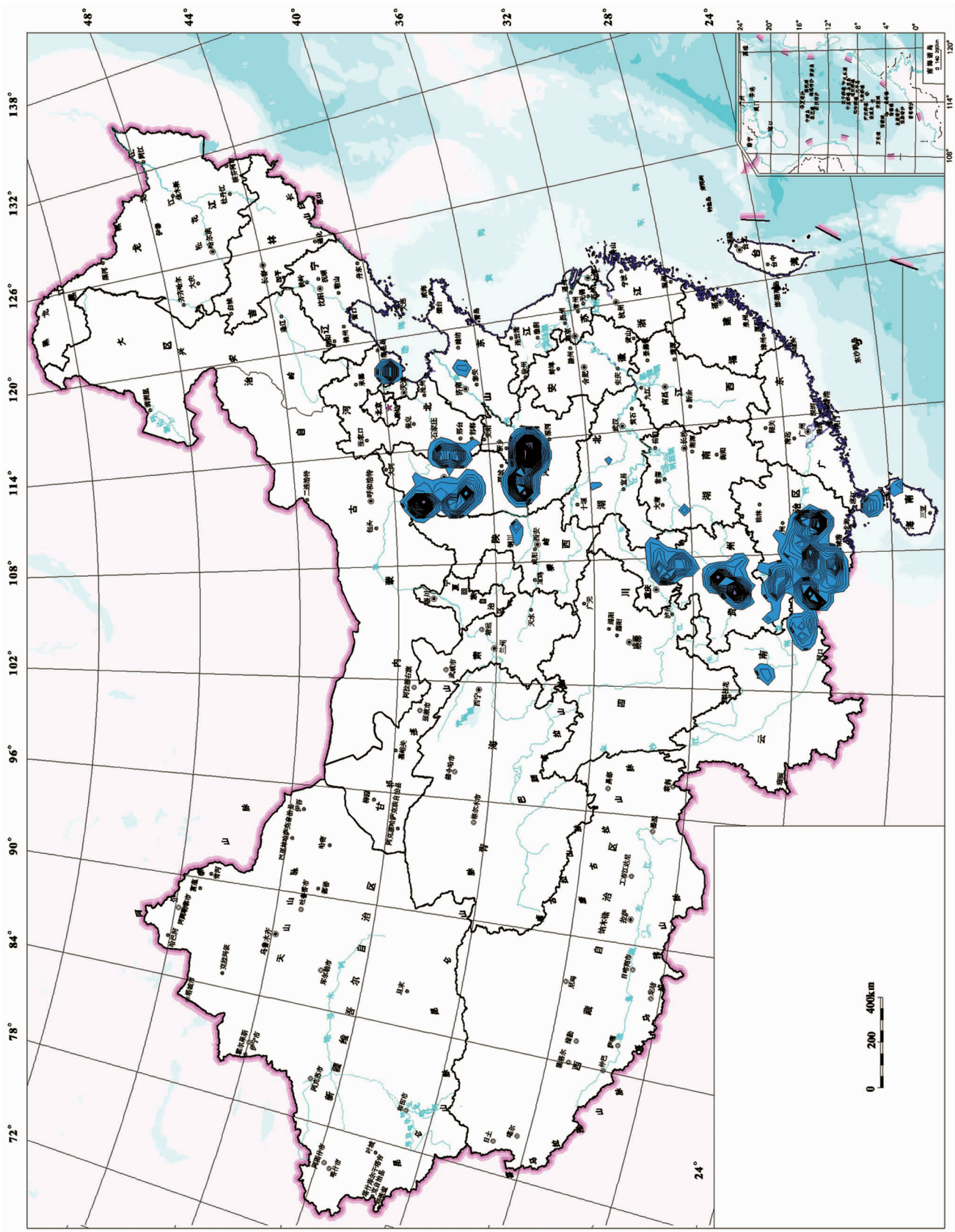


图 4　中国铝土矿 500m 以浅预测资源量分布图

Fig. 4　Contour map showing the distribution of predicted resources of bauxite above 500 meters depth, China

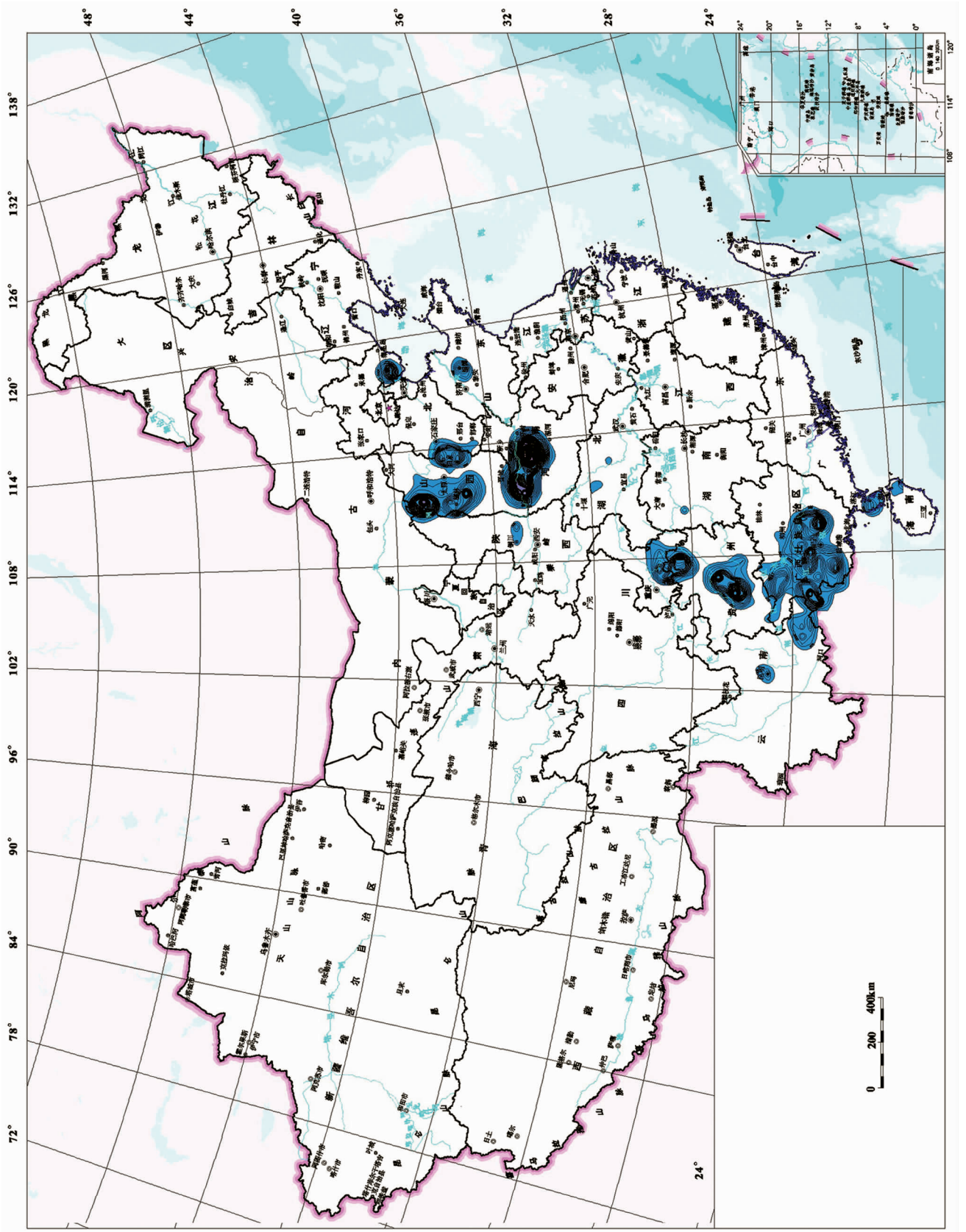


图 5　中国铝土矿 1000m 以浅预测资源量分布图

Fig. 5　Contour map showing the distribution of predicted resources of bauxite above 1000 meters depth, China

铝土矿预测资源量等值线图可以看出，随深度增加预测资源量等值线图中浓集中心范围无明显扩大，这反映出铝土矿资源潜在资源量在全国的分布范围没有大的变化，仍集中在传统的铝土矿资源大省，即河南、广西、山西、贵州等省区。但资源量等值线图中浓集中心个数随深度增加而增加，这说明铝土矿资源潜在资源量随深度的增加有进一步增加的趋势。

河南省以沉积型铝土矿为主，预测结果表明，预测资源量超过 10×10^8t 的有张沟-桐树园预测区、王沟-范坡镇预测区，超过 5×10^8t 的有柏庙-南李村预测区、曹家沟-石寺镇预测区，超过 1×10^8t 的有羊鼻岭-西窑预测区、东窖-鳌头预测区、米河镇-陈东预测区、白浪-葫果树预测区。

广西壮族自治区以沉积型铝土矿为主，并存在部分堆积型铝土矿。预测资源量超过 5×10^8t 的有教美-大隆预测区，超过 3×10^8t 的有根竹-马岭预测区、北更-巴标预测区，超过 2×10^8t 的有五村-禄峒预测区、那柳-古辣预测区、禄新东-蒙公北东预测区和风仁-陇香预测区，超过 1×10^8t 的有孔香-亭亮预测区、北更-陇庆北预测区。

山西省以沉积型铝土矿为主。预测资源量超过 9×10^8t 的有铁匠铺-杨家沟预测区，超过 4×10^8t 的有三泉-桃红坡预测区，超过 1×10^8t 的有田家山-王家沟预测区、昔阳-寒王预测区、王和-郭道预测区、盂县-前庄预测区。

贵州省主要以沉积型铝土矿为主。预测资源量超过 6×10^8t 的有牛奶冲-猫场预测区，超过 3×10^8t 的有大塘-张家院预测区，超过 1×10^8t 的有尚稽-乌江预测区、王家寨-炉山预测区。

另外云南省谷桃-南坡预测区预测资源量也超过 4×10^8t，重庆市南川区吴家湾-柏梓山预测区、武隆县预测区，云南省西畴大地-卖酒坪-麻栗坡太平街预测区、板茂-红舍克预测区，山东省张店-洪山预测区，预测资源量均超过 1×10^8t。

将各省已探明资源量与预测资源量进行对比可知，河南省的预测资源量与已探明资源量相比增加了 3 倍，广西和 山西增加了近 2 倍，贵州增加了 1 倍多(图 6)。因此，这些地区仍然是中国重要的铝土矿生产基地，在今后相当长的时间内，仍将担负着铝土矿生产的重任。

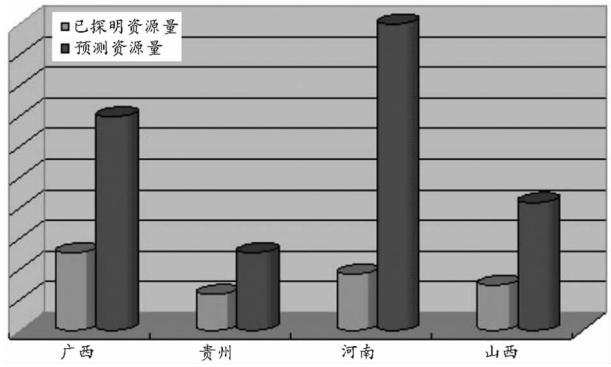


图 6 中国主要省区已探明资源量与预测资源量对比图

Fig. 6 Comparation of proved resource and predicted resource for main provinces of China

5 结论和建议

依据本次预测结果，特提出以下 5 个铝土矿找矿勘查部署区：山西保德—兴县—沁源地区铝土矿找矿勘查区、河南渑池地区铝土矿找矿勘查区、贵州猫场地区铝土矿找矿勘查区、贵州务正道地区铝土矿找矿勘查区和广西来宾—宾阳—平果地区铝土矿找矿勘查区。

本次评价是将全国作为一个整体，全面系统地对未发现的重要矿产潜力进行评价，所做工作是按照统一的技术流程完成的，评价质量和数据精度应该是史无前例的。所圈定的预测远景区可为今后政府、公司部署地质找矿工作提供技术支撑，所估算的资源量潜力数据可供政府决策部门制定矿业政策参考。

致谢：本文所用数据是由相关省区的研究人员提供的，在此表示衷心的感谢。

参考文献

[1]肖克炎，叶天竺，李景朝，等.矿床模型综合地质信息预测资源量的估算方法[J].地质通报,2010,29(10):1404-1412.

[2]叶天竺，肖克炎，严光生.矿床模型综合地质信息预测技术研究[J].地学前缘,2007,14(5) :11-19.

[3]陈毓川，裴荣富，宋天锐，等.中国矿床成矿系列初论[M].北京:地质出版社,1998:20-100.

[4]陈毓川，王登红，朱裕生，等.中国成矿体系与区域成矿评价[M].北京:地质出版社,2007:15-175.

[5]肖克炎，丁建华，娄德波.试论成矿系列与矿产资源评价[M].矿床地质,2009, 28(3):357-365.