

# 中国铁矿资源潜力定量分析

肖克炎<sup>1,2</sup>, 娄德波<sup>1</sup>, 阴江宁<sup>1</sup>, 王全明<sup>3</sup>, 李景朝<sup>4</sup>, 杨毅衡<sup>5</sup>, 孙莉<sup>1</sup>, 丁建华<sup>1</sup>, 叶天竺<sup>6</sup>

XIAO Ke-yan<sup>1,2</sup>, LOU De-bo<sup>1</sup>, YIN Jiang-ning<sup>1</sup>, WANG Quan-ming<sup>3</sup>, LI Jing-chao<sup>3</sup>,  
YANG Yi-heng<sup>4</sup>, SUN Li<sup>1</sup>, DING Jian-hua<sup>1</sup>, YE Tian-zhu<sup>5</sup>

1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 长江大学, 湖北 荆州 434023;

3. 中国地质调查局, 北京 100037; 4. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037;

5. 北京信息工程大学, 北京 100101; 6. 国土资源部高咨中心, 北京 100812

1. *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;*

2. *Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei, China;*

3. *China Geological Survey, Beijing 100037, China;*

4. *Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China;*

5. *Beijing Information Engineering College, Beijing 100101, China;*

6. *Consultation Center of Ministry of Land and Resource, Beijing 100812, 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,全国分省分预测工作区,不同矿产预测类型分预测深度和可利用性,对全疆域铁矿圈定成矿远景区,使用地质参数体积法估算铁矿潜在资源量。以此为基础,按照单位面积查明资源量和预测资源量定量统计,分析中国重要的铁矿矿集区,为铁矿整装勘查提出部署参考建议。

**关键词:**铁矿;资源;评价;矿集区;定量;模型

中图分类号:P618.31 文献标志码:A 文章编号:1671-2552(2011)05-0650-11

Xiao K Y, Lou D B, Yin J N, Wang Q M, Li J C, Yang Y H, Sun L, Ding J H, Ye T Z. Quantified research on iron potential of China. *Geological Bulletin of China*, 2011, 30(5):650-660

**Abstract:** According to the integrated geo-information modeling reserve estimation method and on the basis of the exploration data at the middle and large scales, the authors delineated the national iron tracts under the conditions of different depths, different applications and different assessment mineral styles in the assessment working area of every province in China, whose reserve quantity was estimated with the geological parameter volume method. Based on the discovered and potential iron quantity data in each unit area, the authors studied iron concentration areas in China, and the result will give suggestions for decision makers to make iron exploration decisions.

**Key words:** iron minerals; resource; assessment; concentration area; quantity; model

铁矿是中国重要的大宗矿产,在国民经济发展中起到重要的支撑作用。本次预测采用叶天竺(2008)等提出的矿床模型综合地质信息预测方法,方法的核心是以陈毓川等原创的成矿系列理论为指

导,将成矿作用与一定地质环境、构造演化阶段结合起来<sup>[1]</sup>;利用地质调查长期积累的多专业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

收稿日期:2011-02-28;修订日期:2011-03-08

资助项目:中国地质调查局项目《全国重要矿产问题预测》(编号:1212010733806)

作者简介:肖克炎(1963-),男,研究员,从事数学地质和矿产资源评价研究。E-mail:kyanxiao@sohu.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

型,圈定最小预测区,使用地质参数法定量估算未发现的潜在资源量<sup>[2-3]</sup>。该方法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,在中国东部区域完成1:5万、西部地区1:20万比例尺的铁矿预测工作,共圈定了各类铁矿成矿远景预测区6000多个。分别估算铁矿在地表以下500m、1000m、2000m未发现的潜在的资源量。此次预测成果较全面地反映了当前矿床地质研究和国内铁矿勘查信息资料水平,是一份非常宝贵的资料数据,如何利用该成果服务于社会,政府有待进一步开发。本文试图利用研究成果定量分析中国铁矿资源的潜力,划分重点勘查区,为进一步工作部署提供建议<sup>[4]</sup>。

## 1 铁矿预测评价模型及分布区

中国地域辽阔,在漫长的地质历史时期中发生过多期强烈的构造运动、岩浆活动和热液事件,铁矿成矿条件十分有利。成矿时代从太古宙到中、新生代均有。

### 1.1 沉积变质型铁矿

沉积变质型铁矿又称为受变质沉积铁矿,是沉积或火山沉积铁矿受区域变质作用或混合岩化作用改造而形成的,成矿时代一般为前寒武纪,含铁量一般在20%~40%之间, $\text{SiO}_2$ 含量在43%~56%之间,具有明显的条带状构造。

中国前寒武纪地层广泛分布。与铁矿关系密切的太古宙和古元古代变质建造广泛分布于华北克拉通地区,产于辽宁鞍山地区、河北冀东地区、山西五台—吕梁地区、内蒙古中部地区等鞍山式铁矿集中区,其次为扬子地台南缘(新余式铁矿)、秦岭造山带(鱼洞子式铁矿)、祁连造山带(镜铁山式铁矿)和东天山地区(天湖式铁矿)<sup>[5]</sup>。最近,在新疆祁漫塔格也有重要发现。

### 1.2 岩浆型铁矿

岩浆型铁矿与铁质基性、超基性岩浆侵入活动有关,以铁矿物中富含钒、钛为特征,又称为钒钛磁铁矿。铁矿均产于不同隆起区边缘的深断裂带或其附近,矿体直接产于岩体内,成矿时代主要为古生代及元古宙。

国内与岩浆型铁矿有关的岩浆活动主要分布于攀西地区和河北大庙地区。此外,全国其它地区也有岩浆型铁矿分布,如秦岭造山带的毕机沟铁矿床和银洞山铁矿床、东天山的尾亚铁矿床、广东的霞岗铁矿床、

黑龙江的兴隆沟铁矿床、山东的肖家沟铁矿床等<sup>[6]</sup>。

### 1.3 矽卡岩型铁矿

矽卡岩型铁矿又称接触交代型铁矿,与中、酸性(包括偏基性或偏碱性)中浅成侵入体和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。铁矿产于岩体与围岩的接触带或其附近的围岩中,一般呈透镜状、似层状、脉状或不规则状,成矿时代以中生代为主,矿石品位一般较富。

中国中酸性岩浆活动强烈,古生代以来海相沉积碳酸盐岩建造广布。因此,矽卡岩型铁矿的成矿条件十分有利,是国内富铁矿的主要来源,形成了众多的矽卡岩型铁矿集中区,如东部的邯邢、莱芜、大冶、临汾等矿集区。此外,中国其它地区也有重要的矽卡岩型铁矿分布,如黑龙江翠宏山、内蒙古黄岗、浙江漓渚、广东连平大顶、陕西木龙沟、青海肯德可克、西藏尼雄等铁矿床。

### 1.4 火山岩型铁矿

火山岩型铁矿与富钠质的中性(偏基性或偏酸性)火山—侵入活动有关,大多伴有明显而广泛的钠质交代及其它蚀变并以富矿石占较大比例为特征。

中国形成火山岩型铁矿的地质条件有利,形成的铁矿多。按火山喷出—侵入环境的不同可分为2个亚类:①陆相火山型铁矿,主要分布于宁芜—庐枞地区,成矿时代为中生代。此外,西藏加多岭铁矿、四川矿山梁子铁矿也属此类。②海相火山型铁矿,主要分布于云南大红山、新疆阿勒泰和东天山等地区,成矿时代为古生代及元古宙,以云南大红山、新疆蒙库等铁矿为代表。

### 1.5 沉积型铁矿

中国沉积型铁矿形成的地质条件有利,成矿时代多,尤其是南方。但是,该类铁矿目前属于难选冶的铁矿,工业利用很少。

沉积型铁矿根据形成地质环境和古地理条件的不同可分为海相沉积型铁矿和湖相沉积型铁矿2个亚类。

### 1.6 风化淋滤型铁矿

由于中国缺乏长期稳定的克拉通环境,表生风化时间短,作用不彻底,因此风化淋滤型铁矿大多为中小型,主要分布于南方,工业意义不大,但对预测深部隐伏矿床有指示意义。

综上所述,中国形成沉积变质型、岩浆型、矽卡岩型和火山岩型铁矿的成矿地质条件良好,找矿潜

力大;沉积型铁矿虽然成矿条件好,但目前不是找矿重点;而形成风化淋滤型铁矿的地质条件不利,缺乏国外形成赤铁矿富矿的表生风化条件。

对它们有不同的预测评价方法和预测要素,各类型铁矿的主要特点如表 1 所示。

2 铁矿资源量定量统计

2.1 铁矿预测资源量定量分析

本次铁矿评价预测涉及全国 30 个省(自治区、直辖市),其中江苏省的预测成果含上海市,福建省的预测成果含台湾省。本次预测在全国范围内圈定的铁矿最小预测区的基础上,根据现有资料统计,中

国保有资源储量、过去总产量和预测资源量的对比情况见图 1。

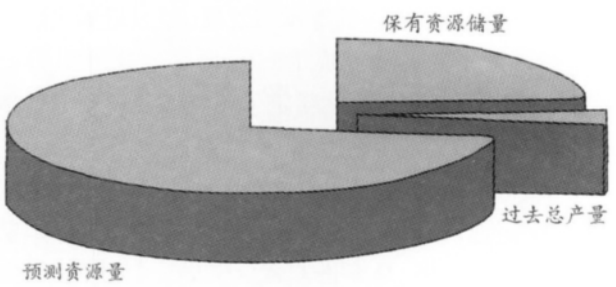


图 1 保有资源储量、过去总产量和预测资源量  
Fig. 1 Proved resource reserves, past total output and potential iron quantity

表 1 不同铁矿预测类型预测要素  
Table 1 Assessment essentials of different types of iron deposits

矿床评价模型	预 测 要 素 描 述	主要金属
沉积变质型	含矿建造为一套前寒武纪变质岩系(硅铁建造),常常表现为一定规模的磁异常,主要矿石矿物为磁铁矿。预测底图为沉积变质建造图,预测要素为变质建造、矿致磁异常、控矿构造	铁
矽卡岩型	含矿建造主要产于碳酸盐岩与侵入岩的外接触带,为一套矽卡岩矿物组合(辉石-石榴子石),在区域上常表现为一定规模的磁异常和 Cu 多金属异常,主要矿石矿物为磁铁矿和黄铜矿。预测底图为侵入岩浆岩建造构造图,预测要素为成矿岩体、有利地层岩性段和矿致磁异常	铁、铜
海相沉积型	含矿建造为碎屑岩或碳酸盐岩组合,往往受一定古地理环境控制,主要矿石矿物为赤铁矿或菱铁矿。编制岩相古地理图和沉积建造图。预测要素有岩相古地理、沉积建造、含矿岩系厚度等	铁
海相火山岩型	含矿建造为一套岩性复杂(从基性到酸性)的火山岩石组合,是多旋回火山活动的产物,且往往受裂陷槽或岛弧和火山机构的控制,区域上往往表现为一定规模的磁异常,主要矿石矿物为磁铁矿。编图为火山沉积建造图,预测要素为火山岩建造、火山构造、矿致磁异常	铁、铜
陆相火山岩型	含矿建造岩性复杂,是多旋回火山活动的产物,且往往受陆相火山盆地和火山口的控制,区域上往往表现为一定规模的磁异常,主要矿石矿物为磁铁矿。编图为火山建造图,预测要素为火山岩建造、火山构造、矿致磁异常	铁、硫、铅、锌、银
岩浆型	含矿建造主要为层状的基性超基性杂岩体,往往沿裂谷或深大断裂分布,表现为一定规模的磁异常和 V、Ti、Cr 异常,主要矿石矿物为磁铁矿、钛铁矿和铬铁矿。编图为侵入岩浆岩建造图,预测要素为基性岩浆岩、矿致磁异常	铁、钒、钛、铬
风化型	含矿建造原岩往往为碎屑岩或碳酸盐岩建造,在风化或地表水作用下,形成铁帽,主要矿石矿物为褐铁矿和赤铁矿。编图为第四纪地貌地质建造图,预测要素为遥感解译第四纪分布区、有利母岩、化探异常等	铁
热液型	该类矿床是岩浆期后热液作用的产物,中酸性侵入岩体和构造破碎带是主要控矿因素,矿体主要产于构造破碎带内,在区域上常表现为一定规模的磁异常,主要矿石矿物为磁铁矿。编图为建造构造图,预测要素为成矿构造、矿致磁异常	铁





## 2.2 铁矿重点矿集区的分布

中国铁矿资源丰富,查明资源储量仅次于巴西、澳大利亚、乌克兰、俄罗斯,列世界第 5 位。中国铁矿资源具有分布广泛、相对集中的特征(图 2),全国 31 个省(区、市)均探明有铁矿资源储量。但是,这些铁矿查明资源储量主要集中于辽宁、四川和河北,三者合计占全国总量的 47.55%;如果加上安徽、山西、云南、内蒙古、山东、湖北,9 省、区总计占全国的 80% 以上<sup>①</sup>。

如果将全国铁矿的资源量用等值线的形式显示,根据其颜色变化可以直观地看出铁矿资源量在地域上的分布特征。根据本轮全国铁矿预测所圈定各类铁矿最小预测区,等值线的原始数据将以这些最小预测区的资源量为依据,即 500m 以浅、1000m 以浅、2000m 以浅已查明的资源量,等值线的网格化间距为 5mm×5mm,最后成图于 1:500 万的中国地图。

从已查明资源的等值线图(图 3)可以直观地看出中国几个大的铁矿生产基地:辽宁鞍山—本溪、四川攀枝花—西昌、冀东—密云、河北邯郸—邢台、山西五台—岚县、宁芜、鄂东南、内蒙古包头—白云鄂博、甘肃酒泉和海南石碌十大铁矿生产基地。将这些铁矿基地提取出来,如图 4 所示,这些区域已探明的铁矿资源量均在  $1 \times 10^8 \text{t}$  以上。上述铁矿基地的各类矿山的铁矿产能占全国铁矿总产能的 2/3 以上。

对比铁矿已查明资源量等值线图(图 3)可以看出,500m(图 5)、1000m(图 6)和 2000m 以浅(图 7)的资源量等值线图浓集中心个数和范围都明显增多,这反映出中国铁矿资源不仅在寻找铁矿远景区方面有很大的潜力,在扩大资源量的方面也有相当大的潜力。

综合 3 个深度的铁矿资源量预测等值线图可以明显看出,最有潜力的还是鞍本、四川攀枝花、张宣—冀东、鲁西、舞阳—新蔡等铁矿潜力区带。

其中鞍本沉积变质型铁矿潜力区,虽然已经查明的资源储量已属特大规模,但据预测,在老矿山的深部、外围及覆盖区仍有非常可观的铁矿资源潜力。事实上,该区近年来找矿不断取得突破,如辽宁桥头沉积变质型铁矿床已经探明铁矿资源为特大型;弓长岭深部新增资源量达到大型,其中 70% 左右都为富铁矿石;眼前山铁矿 2008 年新增储量达到中型,今后该区域将是中国最主要的铁矿找矿区域。

四川攀枝花岩浆型铁矿潜力区,已查明资源储

量达到特大型规模,该地区铁矿预测仍有极大的资源潜力,2008 年仅四川菱菱坪铁矿新增资源储量就已经达到大型规模。

张宣—冀东沉积变质型铁矿潜力区,已查明沉积变质型铁矿资源储量为特大型规模,该区域仍有相当大的资源潜力,最近河北马城铁矿探明铁矿资源达大型规模。

鲁西沉积变质型铁矿潜力区,铁矿资源潜力为特大型规模,新发现的山东济宁铁矿已经探明铁矿资源为特大型。

舞阳—新蔡沉积变质型铁矿潜力区,已查明许昌、舞阳、霍邱等大型铁矿,该区仍有非常大的铁矿资源潜力,最近又新发现河南练村铁矿,前景可观。

在铁矿已查明资源量等值线图中可以看出,中南地区也有一批新预测的铁矿区域,比如湖南和广州的沉积型铁矿,预测资源量达中大型规模,但是由于该类型铁矿目前还属于难选冶铁矿,工业利用很少。

中国西部地区铁矿成矿地质条件有利,近年来找矿取得了一些进展,已经探明了一些铁矿(如新疆蒙库铁矿床)。邻国相同的成矿区带也发现有大型铁矿床(如哈萨克斯坦的阿塔苏大型铁矿集区等),而这一成矿带在中国境内的区段总体研究和勘查程度低,显示出寻找大型铁矿和富铁矿的巨大前景。

西藏冈底斯成矿带铁矿找矿潜力大,有望形成新的铁矿勘查开发基地,尼雄式矽卡岩型铁矿床资源量有望达到大型规模。在新疆、青海交界地区的东昆仑—阿尔金祁漫塔格地区,东昆仑蟠龙峰矽卡岩型铁矿中磁铁矿含量达 70% 以上,远景也很好。

西昆仑地区在赞坎—老井一带,以沉积变质型为主,已发现了老井、赞坎、乔普卡里莫、吉尔铁克沟等矿床。这是新疆重要的铁矿带,老井具有大型远景<sup>②</sup>。其次在契列克其一带分布有沉积型铁矿。本区还发现多处磁异常,预测资源量达到大型规模,是新疆重要的远景地区。

## 3 铁矿预测类型的分布

中国铁矿类型齐全,特色突出,目前世界已知的 6 种铁矿床类型在国内均有发现。国外铁矿资源 85% 以上来自沉积变质型。如图 8 所示,中国沉积变质型铁矿查明资源储量占总量的 48%,其次为岩浆型(占 16%),接触交代—热液型(矽卡岩型,占 15%)



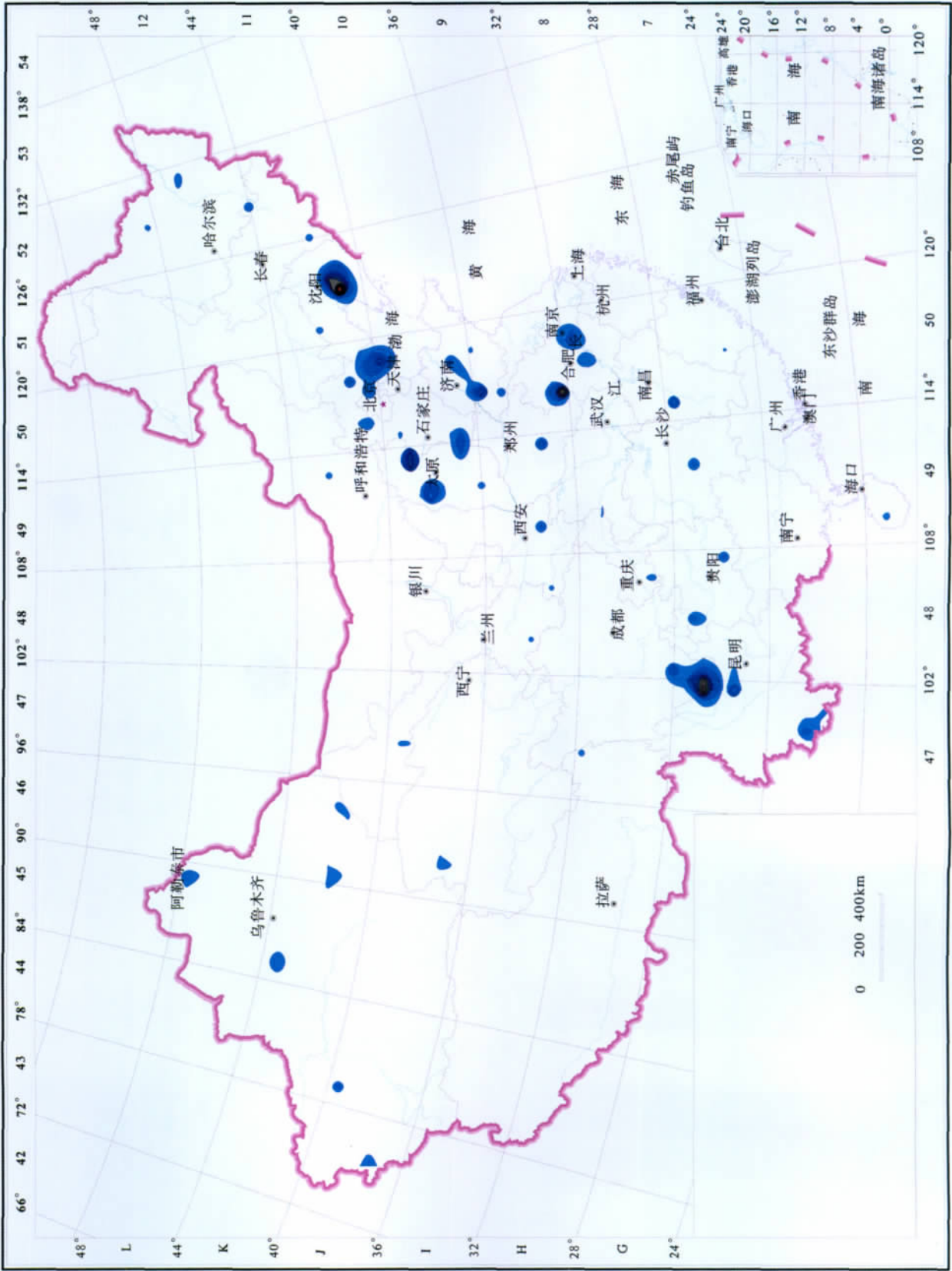


图 3 铁矿已查明资源量等值线图

Fig. 3. Contours of discovered iron quantity.

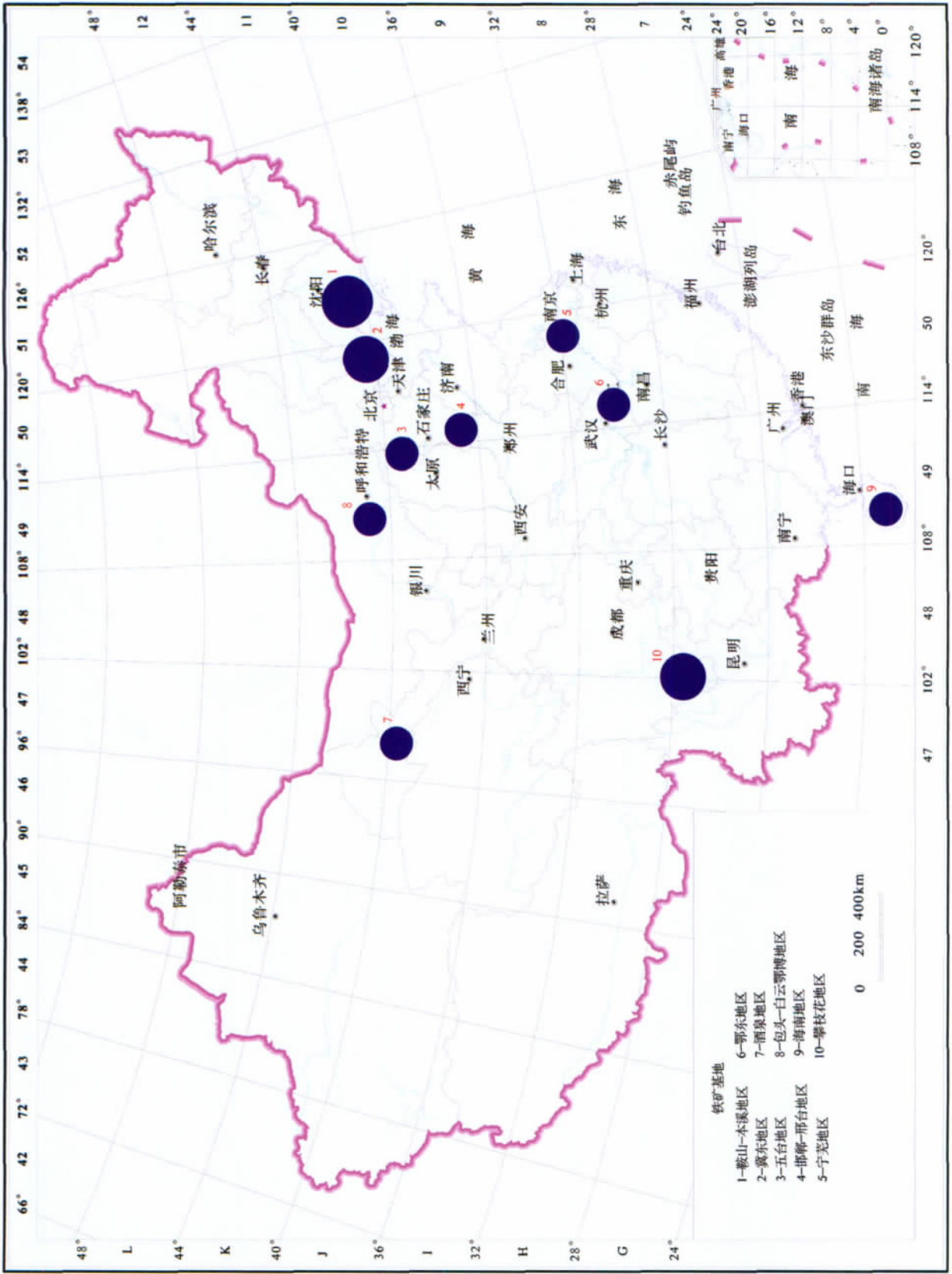


图 4 中国铁矿主要生产基地分布图

Fig. 4. Main iron production base areas in China.

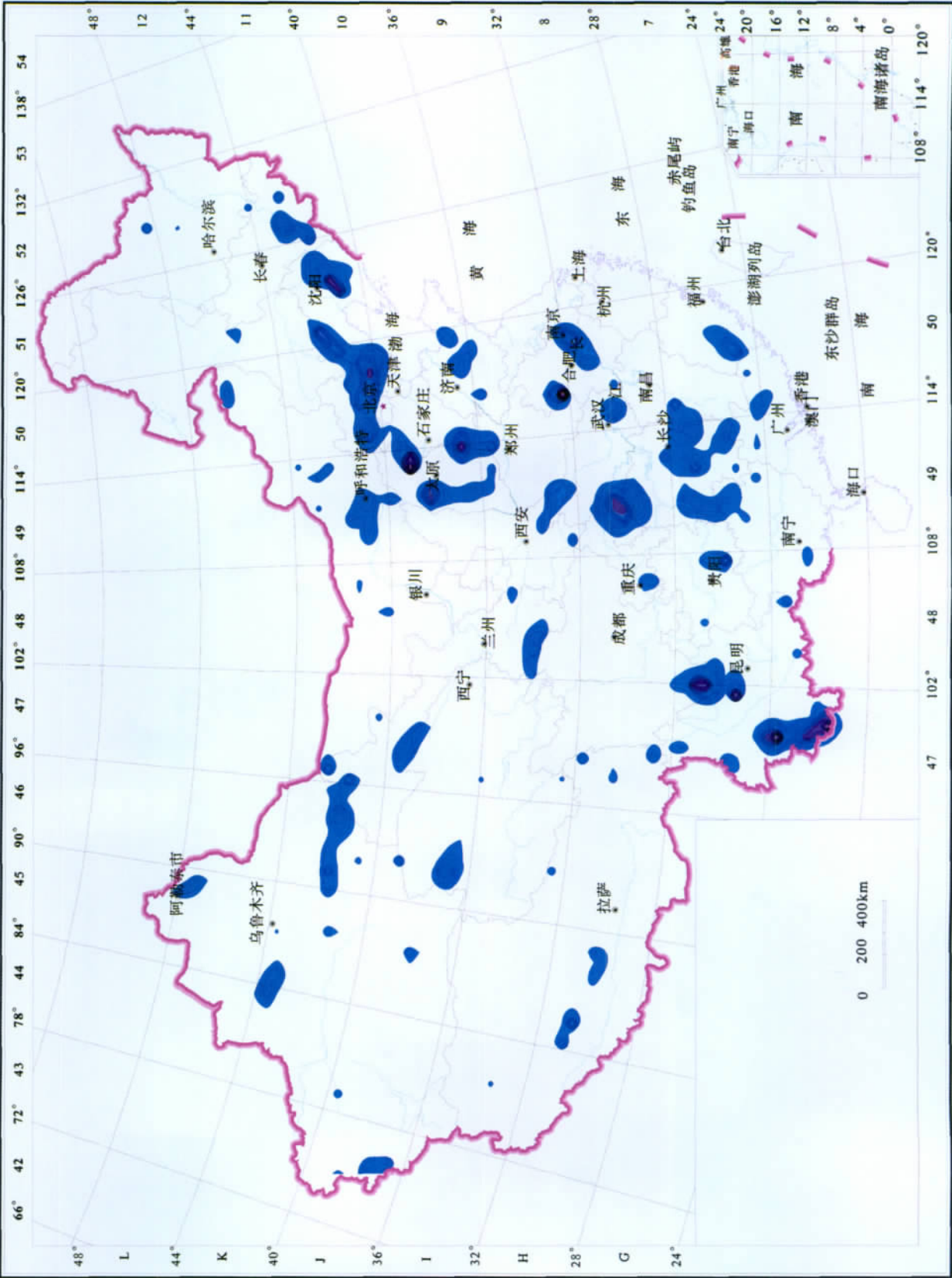


图 5 铁矿 500m 以浅资源量等值线图



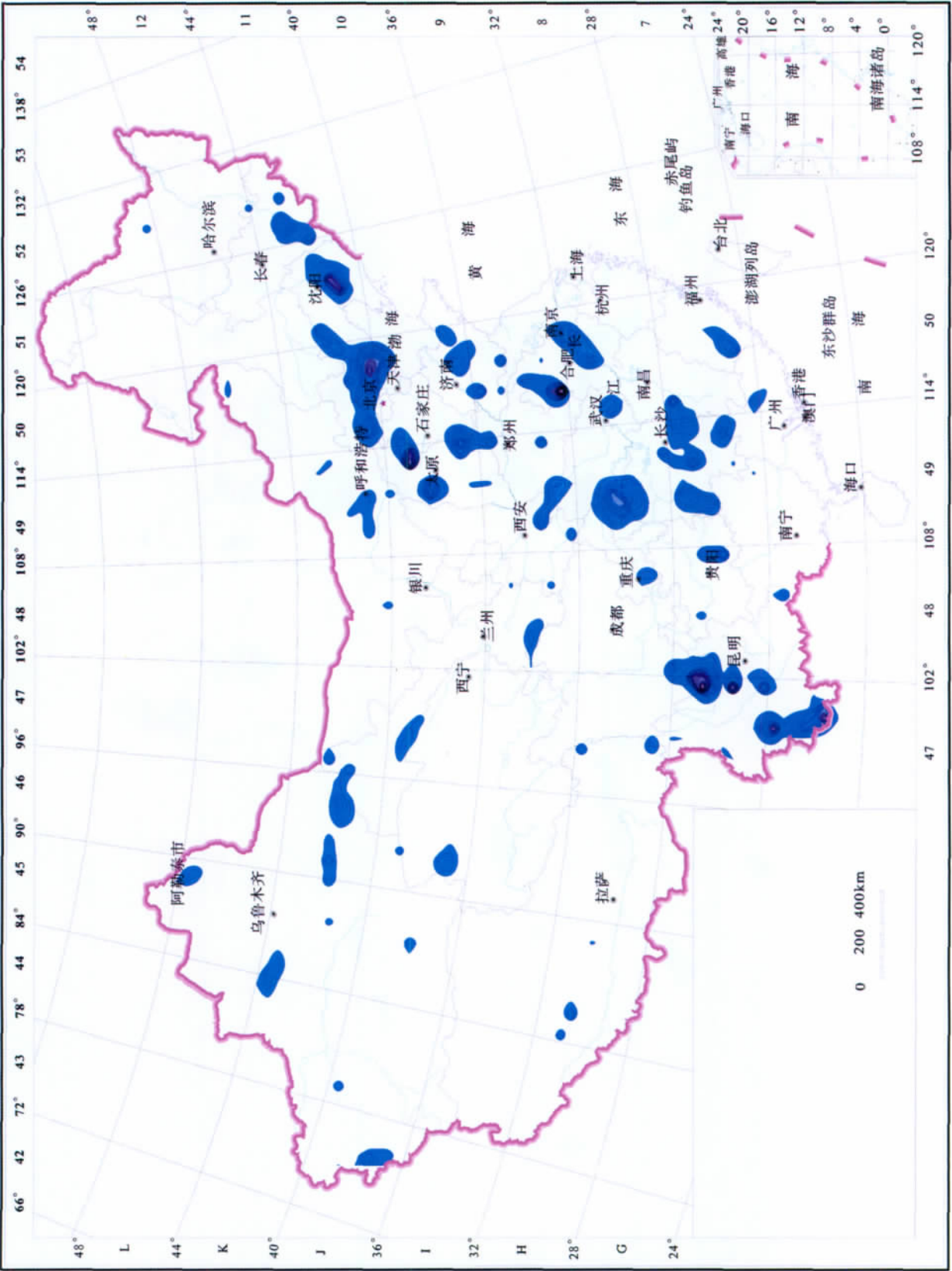


图 6 铁矿 1000m 以浅资源量等值线图

Fig. 6 Contours map of iron quantity above the depth of 1000 m

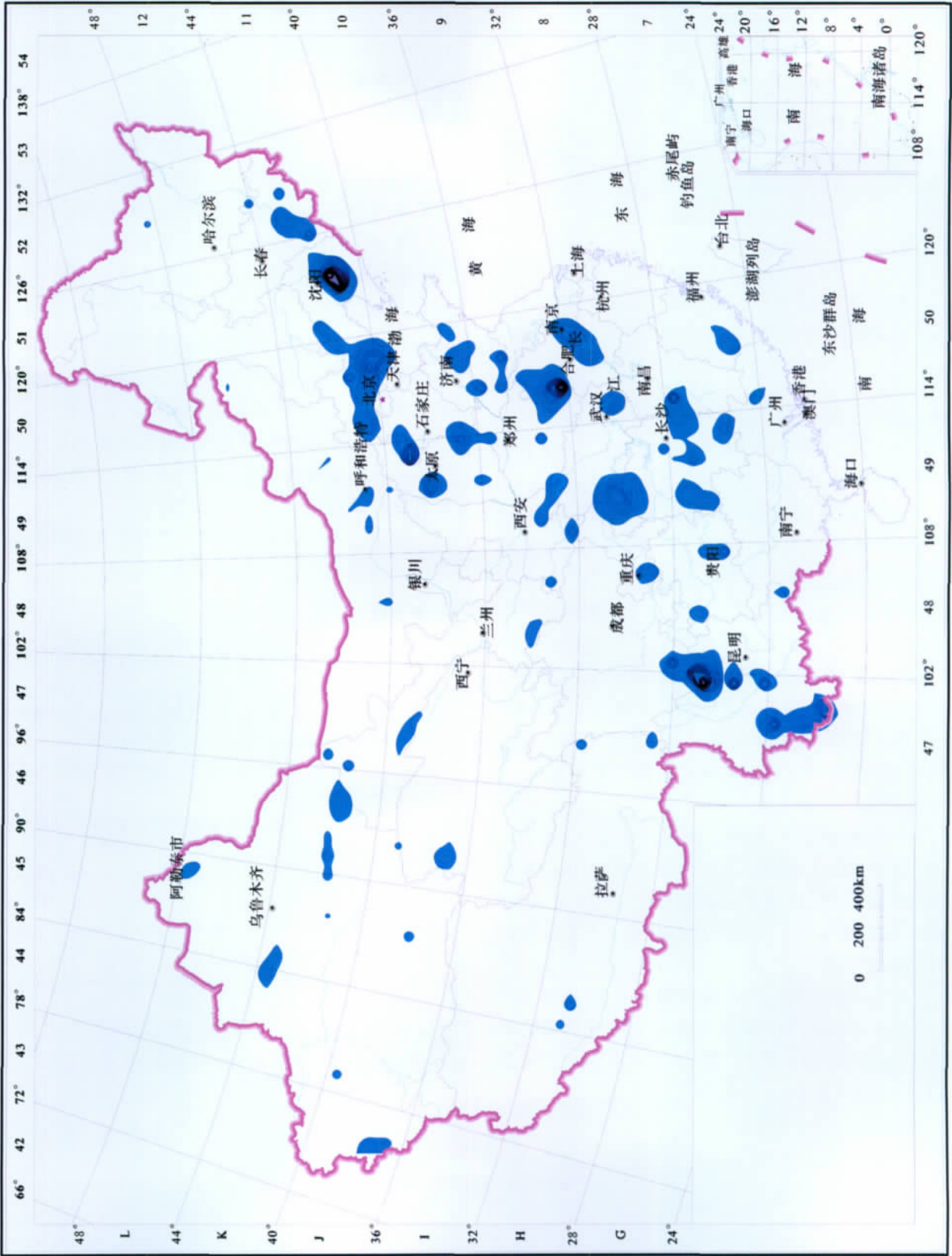


图 7 铁矿 2000m 以浅资源量等值线图

Fig. 7 Contours map of iron quantity above the depth of 2000m

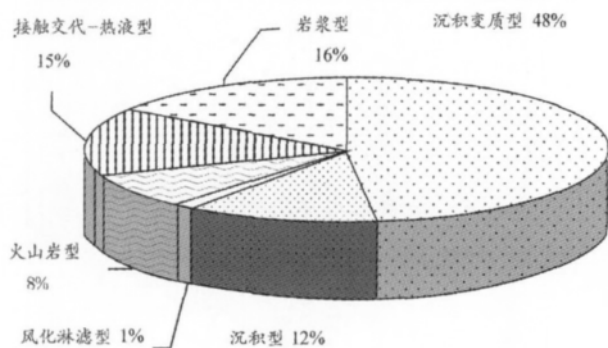


图8 不同铁矿类型累计查明铁矿石量的比例

Fig. 8 Percentages of accumulated iron quantities of different iron deposits

和火山岩型(占8%)铁矿是中国富铁矿石的主要来源,沉积型(占12%)铁矿属难选冶的类型,风化淋滤型很次要(仅占1%左右)<sup>②</sup>。

目前中国铁矿主攻的矿床类型为以下几种:

(1)沉积变质型:是中国的主要铁矿类型,虽然品位多数不高,但属大型铁矿的主要类型。不仅是查明资源储量的主要铁矿类型,而且近年来找矿取得了重大突破,进一步找矿潜力巨大。

(2)岩浆型:虽然品位也不高,但也是中国大型铁矿的主要类型,而且共伴生钽、钒、磷、铬、钴、镍、铜、铂族元素等,可综合利用。不仅查明资源储量在国内占第二位,而且近年来找矿取得了重大进展,进一步找矿潜力巨大。

(3)接触交代型:虽然矿床规模不大,一般为中小型,但确是中国富铁矿石的主要来源,占国内富铁矿石的50%以上。近年来找矿取得了一些进展,进一步找矿的潜力很大,尤其是西部找矿工作程度低的地区找矿潜力大。

(4)火山沉积型:也是国内富铁矿石的主要来源,火山岩型铁矿有的规模也很大。近年来找矿也取得了重大进展,进一步找矿潜力大,尤其是西部地区

海相火山岩型铁矿的找矿工作潜力巨大。

其中找矿潜力最大的是鞍山式沉积变质型铁矿,攀枝花式岩浆型钒钛磁铁矿,大冶式、邯邢式矽卡岩型铁矿和火山岩型铁矿。

## 4 结 论

(1)从资源可利用、矿产规模程度、矿石品级等情况来看,中国主要找矿类型为沉积变质型铁矿、岩浆型铁矿、火山岩型铁矿、矽卡岩型铁矿等。

(2)中国东中部大型矿床深部及外围是重要的找矿区域,在辽宁鞍山、四川攀枝花、内蒙古白云鄂博等特大型矿床深部及外围有巨大的找矿前景,应从政策上引导企业公司积极开展1000~2000m深部的找矿工作,改变铁矿资源开发短缺的局面。

(3)对西部新疆、西昆仑、西藏铁矿集区等新矿集区加强铁矿普查工作,查明资源前景,建立国家铁矿开发后备基地。

致谢:本文在成文过程中得到李厚民研究员中肯的建议及相应的资料支持,在此致谢。

## 参考文献

- [1]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.
- [2]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.
- [3]叶天竺,肖克炎,严光生.矿床模型综合地质信息预测方法技术[J].地学前缘,2007,14(5):11-19.
- [4]肖克炎,张晓华,李景朝,等.全国重要矿产总量预测方法[J].地学前缘,2007,14(5):20-26.
- [5]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.
- [6]赵一鸣,吴良士,等.中国主要金属矿床成矿规律[M].北京:地质出版社,2004.
- [7]陈毓川,王登红,等.重要矿产和区域成矿规律研究技术要求[M].北京:地质出版社,2010.

① 李厚民.中央地勘基金铁矿资源勘查规划.2010.

② 新疆地质矿产勘查开发局.新疆铁矿成果报告.2011.