

中国铜矿资源找矿前景

王全明¹, 张大权^{1,2}

WANG Quan-ming¹, ZHANG Da-quan^{1,2}

1. 中国地质调查局, 北京 100037; 2. 中国地质科学院, 北京 100037

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

2. *Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*

摘要:从中国 60 年铜矿勘查程度研究入手, 分析了铜矿床的产出与勘查程度的空间、强度的内在联系。统计结果表明, 铜矿床的规模与勘查程度呈正相关, 发现一个大型铜矿床所需要的钻探工作量为 $(12.5\sim 16)\times 10^4\text{m}$, 发现一个中型铜矿床需要的钻探工作量至少为 $(4.8\sim 5.48)\times 10^4\text{m}$ 。面积约占中国 2/3 的中西部地区, 铜矿的勘查程度低或极低, 查明铜矿床的数量和储量仅占全国的 17% 和 34%, 西部地区还具有巨大的找矿潜力。选择勘查程度较低或极低、又具备铜矿成矿地质背景的区域作为铜矿成矿区带, 在区内利用已发现的铜矿床、矿(化)点和可能具有反映铜矿化显示的化探异常等因素圈定找矿远景区。在提高勘查程度就有可能发现更多资源储量的前提下, 采用高勘查程度区铜资源储量的特征和参数, 对低勘查程度区的铜资源储量进行类比预测, 估算全国铜资源潜力为 $(5591\sim 18483)\times 10^4\text{t}$, 其中西部低勘查程度区的潜在铜资源量为 $(5591\sim 13660)\times 10^4\text{t}$, 可发现大型铜矿床 30~70 个。铜找矿远景区主要分布在西藏冈底斯、班公湖, 西南三江, 新疆东天山, 内蒙古大兴安岭, 中东部铜矿山深部及外围。

关键词: 中国; 低勘查程度区; 铜资源; 找矿远景

中图分类号: P618.41; P612

文献标志码: A

文献编号: 1671-2552(2010)10-1445-07

Wang Q M, Zhang D Q. Copper exploration prospects in China. *Geological Bulletin of China*, 2010, 29(10):1445-1451

Abstract: Based on the research of copper exploration progress in past 60 years in China, the authors analyzed the internal relation between copper exploration success and the space and density of copper exploration. Statistics indicate that the relation between the deposits scale and exploration extent is positive correlation. The drilling amount for proving up a large-scale copper deposit is $(12.5\sim 16)\times 10^4\text{m}$, and the drilling amount for proving up a medium-scale copper deposit is at least $(4.8\sim 5.48)\times 10^4\text{m}$. In the vast central and western China, the copper exploration extent is relatively low, and the proven copper deposit amount and reserve account on only 17% and 34%, so the exploration potential is huge. The paper firstly selected some low extent and high potential areas as the metallogenic belts, and targeted some prospective areas in these regions by using discovered deposits and occurrences and geochemical abnormalities. Compared with the characteristics and parameters of some high extent areas, the total reserve of copper in low extent areas in western China is estimated to be $5591\sim 13660)\times 10^4\text{t}$, and the amount of large-scale copper deposits is 30~70. These prospective areas mainly distributed in some famous metallogenic belts, such as Gandise, Bangong Lake, southwestern Three-River areas, eastern Tianshan Mountains, Greater Khingan Mountains, and some deep and peripheral parts in central and eastern China.

Key words: China; low exploration extent areas; copper resources; exploration prospect

1 铜矿勘查程度与铜矿床分布

据 2009 年全国矿产资源储量通报^[1], 截至 2009 年底, 中国累计探明铜(包括伴生铜)资源储量 $8026\times$

10^4t , 铜矿区数 1607 个。除重庆、天津、上海市和香港特区外, 中国其他 30 个省、自治区、直辖市和特区均有铜矿床产出。铜矿资源储量主要集中在江西、云南和西藏, 其次有甘肃、安徽、新疆、内蒙古、湖北、山西

收稿日期: 2010-05-31; 修订日期: 2010-07-12

地质项目: 中国地质调查局《全国地质工作程度数据库》项目(编号: 200030000146)资助

作者简介: 王全明(1964-), 男, 博士, 研究员, 从事矿产资源评价理论及方法研究。E-mail: wquanming@mail.cgs.gov.cn

等。据全国地质工作程度数据库统计^[2],截止 2000 年底,全国共完成铜矿勘查工作 5010 项,其中调查(或预查等)1604 项,普查 2436 项,详查 404 项,勘探 606 项;共完成钻探 $2460 \times 10^4 \text{m}$ (含 2 倍折算后的坑探工作量)、槽探 $1278 \times 10^4 \text{m}^3$ 、矿区大比例尺物探测量 $59 \times 10^4 \text{km}^2$ 、矿区大比例尺化探测量 $19 \times 10^4 \text{km}^2$ 。发现矿产地 4961 处,主要分布在华北地台北缘中东段、太行山、辽东北、黑龙江多宝山、大兴安岭中南段、长江中下游、秦岭—大别山、中条山、东南沿海、江南古陆南缘、祁连山、天山、阿尔泰、滇西北—川南等地区,西部大部分地区、内蒙古北部、大兴安岭北段、江南古陆等地区多分布矿点和矿化点。

铜矿资源储量分布与铜矿勘查程度有着密切的正相关性^[3](图 1)。以胡焕庸线(地理学家胡焕庸在 1935 年提出的划分中国人口密度的对比线,即“瑗瑀—腾冲一线”或作“爱辉—腾冲一线”、“黑河—腾冲一线”)为界,其以东地区面积占全国的 1/3,铜矿勘查程度较高,查明铜矿床的数量占全国的 83%,资源储量占 66%;而其以西地区面积占全国的 2/3,但铜矿的勘查程度低或极低,查明铜矿床的数量仅占全国的 17%,储量占 34%。

铜矿床的发现与其勘查程度有着空间、强度的密切关系。铜矿的勘查程度主要体现在设置的工作数量(项目数)、投入的实物工作量(如钻探、槽探等)、它们的单位面积分布密度等方面。根据全国 79 个Ⅲ级成矿区带内产出的铜矿的特征和铜矿勘查工作投入的特征计算出的相关系数(表 1),大中型铜矿产地产出密度与钻探工作量密度的相关性为 0.85,与工作数量的相关性为 0.73,与详查、勘探的相关性为 0.71,具有较高的相关性,说明大中型铜矿床在产出数量、资源储量等方面与勘查投入的钻探工作量、设置的工作数量都存在内在的联系。

表 2 为铜矿勘查投入与铜矿产地规模的统计关系。总体趋势是铜矿产地规模与其勘查程度呈正相关,即勘查发现一个大型铜矿床需要的工作量要远远高于勘查一个小型矿床的工作量。一个大型铜矿床投入的平均钻探工作量是 $12.51 \times 10^4 \text{m}$,槽探 $3.91 \times 10^4 \text{m}^3$,物探测量 4450km^2 ,平均需要设置项目 9.43 项;中型铜矿床投入的平均钻探工作量为 $5.48 \times 10^4 \text{m}$,槽探 $1.85 \times 10^4 \text{m}^3$,物探测量 140km^2 ,平均需要设置项目 4.16 项;小型铜矿床投入的平均钻探工作量是 4500m ,槽探 4200m^3 ,平均需要设置项目 1.5 项。

依据《中国矿床发现史》(1995)^[4]的资料,对全国 53 个铜矿床(包括大型、中型和小型)勘查活动完成的实物工作量(主要是钻探和坑探)和探明铜储量进行了对比统计(表 3)。在 53 个铜矿床中,每探获 10000t 铜金属储量所需要的钻探工作量平均为 3766m。其中,22 个大型铜矿床或矿田投入的钻探工作量为 $1331 \times 10^4 \text{m}$,即每探明 1 个大型矿床需要投入的钻探工作量平均为 $60 \times 10^4 \text{m}$,10000t 铜金属储量需要的钻探为 3195m;21 个中型铜矿床投入钻探工作量为 $272 \times 10^4 \text{m}$,平均每个矿床投入的钻探工作量近 $13 \times 10^4 \text{m}$,折成 10000t 铜金属储量需要的钻探为 4844m。10 个小型矿床投入钻探 $197 \times 10^4 \text{m}$,平均每个矿床投入的钻探近 $20 \times 10^4 \text{m}$,折成 10000t 铜金属储量需要的钻探居然高达 40000m。中、小型矿床每吨铜金属储量需要的钻探工作量高于大型矿床需要的工作量的现象只能说明,铜矿床无论其现已查明的规模是多大,对其所投入的工作量都已达到较高的勘查程度。

按照表 2 的数据统计,若按现有的铜矿床规模划分方案,即大型铜多金属量下限 $50 \times 10^4 \text{t}$,中型下限 $10 \times 10^4 \text{t}$,中国已查明的大型铜矿床需要的钻探工

表 1 铜矿勘查工作量密度与大、中型矿产地产出密度的相关性
Table 1 Correlation of copper exploration extent and distribution of large-middle scale copper deposits

工作程度参数	程度值 密度	钻探 密度	探矿程度 密度	找矿程度 密度	大中型矿床 产出密度
工作数量密度(项/ 10^4km^2)	1	0.76	0.87	0.98	0.73
钻探密度(m/km^2)	0.76	1	0.74	0.72	0.85
详查及勘探密度(项/ 10^4km^2)	0.87	0.74	1	0.76	0.71
调查及普查密度(项/ 10^4km^2)	0.98	0.72	0.76	1	0.69
大中型矿产地密度(处/ 10^4km^2)	0.73	0.85	0.71	0.69	1

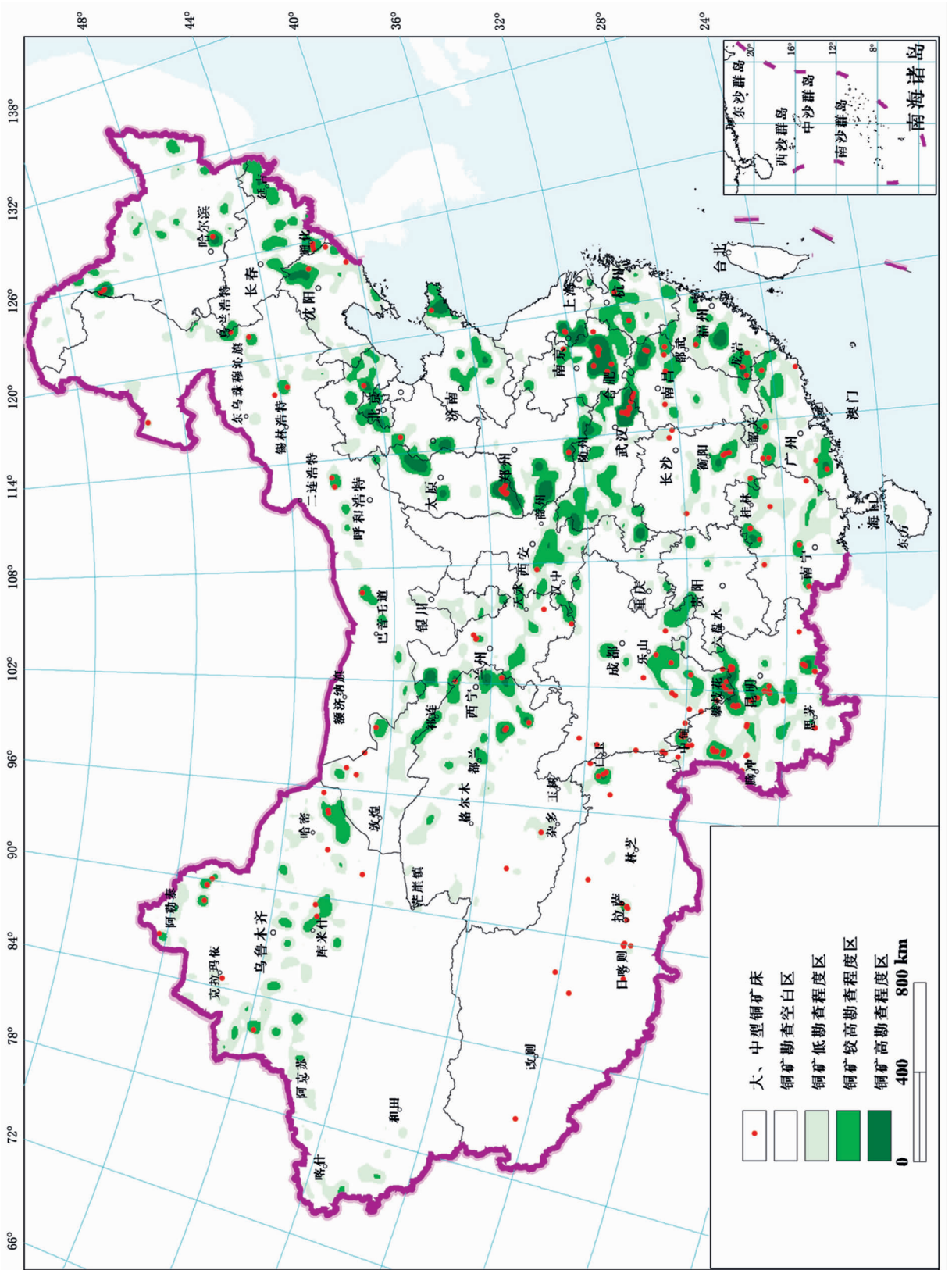


图 1 中国铜矿勘查程度与铜矿床分布图

Fig. 1 Exploration extent and distribution of copper deposits in China

表2 铜矿勘查程度与铜矿产地的对应关系

Table 2 Correlation of copper exploration extent and copper deposits

分析项目	矿产地规模			
	大型	中型	小型	矿点
矿产地数/处	61	185	1122	3593
工作数量/项	575	770	1645	1483
钻探/10 ⁴ m	762.81	1014.00	499.65	127.52
槽探/10 ⁴ m ³	238.21	342.15	466.38	196.17
化探/10 ⁴ km ²	2.53	4.43	3.96	5.42
物探/10 ⁴ km ²	27.15	2.57	16.11	11.05
1个矿产地 钻探/10 ⁴ m	12.51	5.48	0.45	0.04
1个矿产地 工作数量/项	9.43	4.16	1.5	0.41

注:钻探工作量包含了坑探2倍折算的工作量

作量平均约 $16 \times 10^4 \text{m}$, 中型铜矿床需要 $4.8 \times 10^4 \text{m}$ 。这个结果与表1统计的大型 $12.5 \times 10^4 \text{m}$, 中型 $4.8 \times 10^4 \text{m}$ 的结果相近。根据每个铜矿床的勘查周期统计, 53个铜矿床从调查到勘探平均勘查周期为16.8年, 其中大型以上矿床的平均周期为20.8年, 中型和小型相近, 为16.7年。由此可见, 中国在过去计划经济地质勘查体制下, 勘查工作达到一定程度需要十几年的周期。

通过前述分析可以得出结论: 发现一个大型铜矿床所需要的钻探工作量为 $(12.5 \sim 16) \times 10^4 \text{m}$, 中型铜矿床需要的钻探工作量至少为 $(4.8 \sim 5.48) \times 10^4 \text{m}$ 。

2 铜资源找矿远景分析

根据对已知铜矿成矿集中区所具有的高勘查程度特征与铜矿资源产出的规模、资源储量、大型矿产地数量的对应关系, 来分析和评价中国铜矿勘查程度较低或极低地区的铜矿资源潜力。这种类比的前提是, 假定铜矿规模、储量的产出与其投入的勘查程度呈正对应关系, 即勘查程度低的地区如果投入了与高程度区相当的勘查工作时, 应该能够探获一定数量的铜矿。此外, 另一个前提是低勘查程度区的类比区要具有成矿地质条件和矿化线索。

2.1 找矿远景区圈定

确定铜矿找矿远景区主要考虑的因素: 一是

铜矿勘查程度属于较低或极低; 二是具有铜矿成矿地质背景, 通过已有的勘查和研究成果已划定的Ⅲ级成矿区带内; 三是区内目前已发现有一定量的铜矿床或矿(化)点和可能具有反映铜矿化显示的化探异常。

具体圈定预测区的做法是: 一是利用铜矿勘查程度的数据, 确定中国铜矿低勘查程度区域, 主要为内蒙古、甘肃、青海、新疆、西藏、四川西部等地区。二是利用全国成矿区带^[5]资料确定有利的铜矿形成的Ⅲ级成矿区带, 包括内蒙古地区的额尔古纳、大兴安岭南端、锡林浩特—索伦山、二连—巴音查干、阿拉善、额济纳旗、华北陆块北缘西段, 西北地区的克兰、准噶尔北缘、阿拉套—赛里木、伊犁—新源、博格达、西南天山、哈尔克、公格尔、塔什库尔干、喀喇昆仑、北祁连、南祁连、阿尔金、东昆仑、拉脊山, 西南地区的羌塘—昌都、藏东—拉竹龙、白玉—中甸、三江北段, 总面积 $308 \times 10^4 \text{km}^2$ 。三是利用铜矿产地的分布特征和可能的化探异常特征, 圈定铜矿化的范围, 确定铜矿化集中区, 总面积为 $35.4 \times 10^4 \text{km}^2$ (图2)。

2.2 找矿潜力分析

在提高勘查程度就可能发现更多资源储量的认识的前提下, 采用高勘查程度区铜资源储量的特征和参数, 对低勘查程度区的铜资源储量进行类比预测, 估算铜资源潜力。选择中条山、长江中下游(大冶矿田、铜陵矿田和德兴矿田)作为预测模型区, 按目前的勘查深度(几百米)确定预测参数, 进而对低勘查程度区的铜资源量进行预测。参数指标见表4, 确定的资源储量预测系数平均为 $228 \times 10^4 \text{t} / 10^4 \text{km}^2$, 大型矿床预测系数为1.14处/ 10^4km^2 。据此估算西部铜矿找矿远景区(面积 $35.4 \times 10^4 \text{km}^2$)的铜资源总量为 $8069 \times 10^4 \text{t}$, 大型铜矿床40个, 潜在资源量为 $5591 \times 10^4 \text{t}$, 还可发现大型铜矿床30个。

按照东部老矿山深部和外围仍然有查明资源储量1倍的资源潜力($4823 \times 10^4 \text{t}$)的认识, 上述预测参数相应调整为资源储量预测系数平均为 $456 \times 10^4 \text{t} / 10^4 \text{km}^2$, 大型矿床预测系数为2.28处/ 10^4km^2 。据此估算西部铜矿找矿远景区铜资源总量为 $16138 \times 10^4 \text{t}$, 大型铜矿床80个。扣除已查明的资源储量和大型矿床数, 潜在资源量为 $13660 \times 10^4 \text{t}$, 还可发现大型铜矿床70个。

综合西部2个估算结果, 并结合东部的深部推

表3 中国主要铜矿床的勘查工作量与查明的储量

Table 3 Proven reserve and drilling workloads of major copper deposits in China

矿床名称	钻探/10 ⁴ m	勘查时段	勘查年数	铜储量/10 ⁴ t
江西德兴铜多金属矿区	81.4412	1954—1978	28	962
山西中条山铜矿区	68.2914	1952—1990	35	364.15
甘肃白家咀子铜镍矿	24.8733	1958—1973	15	351.45
江西九江—瑞昌铜多金属矿区	52.1532	1956—1996	35	301.68
云南东川铜矿区	33.6939	1950—1957	8	268.91
黑龙江嫩江多宝山铜矿	25.0998	1958—1983	19	244.33
湖北大冶矿集区	668.3719	1951—1983	33	201
安徽狮子山(东西狮子山、老鸦岭、大团山、冬瓜山等)铜矿	55.1476	1957—1993	36	156
云南大红山铜矿	42.5521			155.65
江西铅山县永平天排山铜硫矿	20.4298	1954—1984	40	143.78
甘肃白银厂铜矿	43.4608	1963—1973		131.49
内蒙古乌奴格吐山铜钼矿	3.6183	1960—1982	7	126.8
福建上杭紫金山铜金矿	14.8616	1960—1994	23	109.44
青海铜峪沟铜矿区	12.2131	1956—1984	28	92.47
新疆阿舍勒铜锌矿	31.492	1959—1993	8	91.95
云南易门铜矿	73	1951—1985	21	91.25
四川会理拉拉铜矿区	43.1055	1957—1981		87.23
广东曲江大宝山铜铅锌钼矿	14	1950—1987	22	80.81
内蒙古霍格气铜矿	4.2158	1958—1978	21	62.76
青海德尔尼铜钴矿	3.3544	1958—1992	23	55.58
广东阳春县石录铜矿	16.5957	1956—1982	26	52.5
辽宁红透山铜矿	3.645	1950—1990	31	50.13
吉林永吉县大黑山铜钼矿	8.1093	1953—1957		49.04
安徽新桥铜硫铁矿(40多个矿体)	6.28	1956—1984	17	48.6
云南大姚县大村铜矿	4.3862	1958—1971	7	43.21
安徽安庆市安庆铜矿	8.01	1956—1977	17	42.46
新疆喀拉通克铜镍矿	13.5494	1978—1992	14	41.18
新疆黄山铜镍矿	17.1872	1976—1991	15	38.37
安徽铜官山(铜官山、松树山、老庙基山、宝山、白象山、罗家村)铜矿	24.7258	1949—1984	22	34
内蒙古白乃庙铜矿	13.7518	1959—1991	20	33.56
安徽凤凰山铜矿区(80多个矿床)	31.1777	1953—1970	16	33
安徽贵池铜山铜矿	68.4444	1953—1983	29	22.63
江西高安村前-宜丰新庄铜铅锌矿	2.6056	1968—1983	15	21.55
甘肃白山堂铜矿	5.6253	1959—1980	10	20.5
安徽滁州市琅琊山铜矿	13.2608	1955—1979	19	20.1
云南牟定铜矿	11.0162	1956—1983	20	18.58
四川会理大铜厂铜铅锌矿	7.9264	1956—1993		17.79
河北寿王坟铜矿	11.9622	1950—1971	10	15.5
内蒙古突泉县莲花山铜矿	9.593	1951—1980	16	14.7
河北小寺沟铜矿	2.3529	1950—1980	19	13
吉林小西南岔铜金矿	7.3259	1957—1975		12.71
安徽宣州市铜山铜矿	2.22	1957—1984	17	10.56
山西灵邱刁泉银铜矿	2.6058	1956—1989	26	10.42
安徽宣州市麻姑山铜矿	0	1958—1979	16	8.6
四川白玉呷村铜矿	3.1687	1958—1984		8.1
内蒙古林西县大井子村铜矿	16.7254	1959—1990	18	6.75
内蒙古布敦花铜矿	9.0662	1959—1980	16	6.7
吉林通化铜矿区	148.507	1958—1980		6.277
安徽贵池六峰山铜矿	1.3161	1952—1984	20	4.35
安徽怀定县铜牛井铜矿	1.3302	1951—1987	8	3.04
内蒙古突泉县闹牛山铜多金属矿	4.2238	1956—1990	14	2.65
江苏溧水观山铜矿	7.0408	1957—1982		0.9845
福建连城铜坑铜钼矿	5.2051	1957—1990		0.47

注:钻探工作量包含了坑探2倍折算的工作量

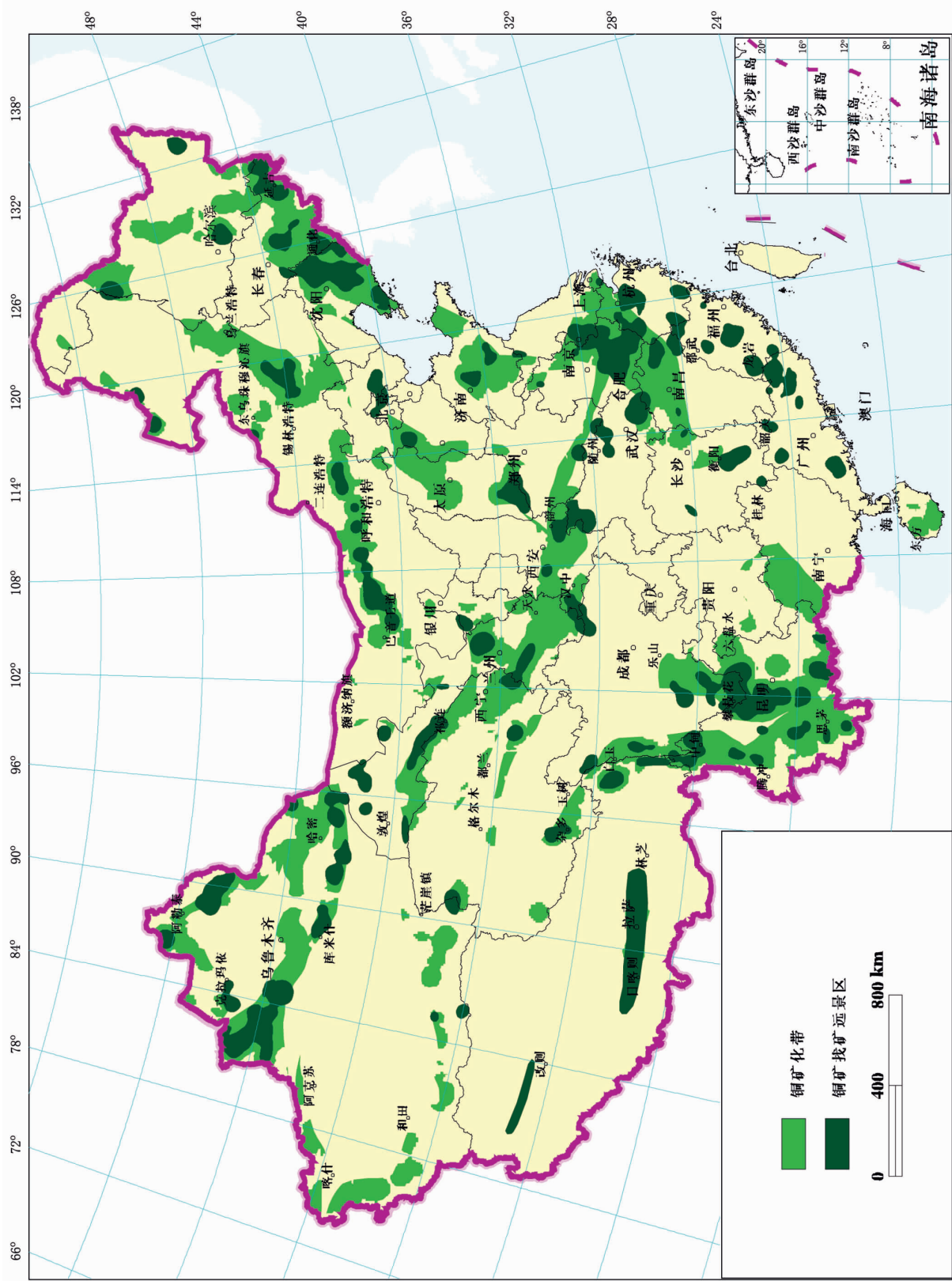


图2 中国铜矿化带分布图

Fig. 2 Distribution of copper mineralized belts in China

表 4 铜矿勘查较高程度模型区参数指标的特征

Table 4 The parameter indices of the highest copper exploration degree area

成矿区带名	面积/ 10^4km^2	大型/处	储量/ 10^4t	储量密度	大型矿床密度
中条山成矿区	1.48	2	388.27	262.30	1.35
长江中下游成矿带	6.62	6	1260	193.50	0.92

注:储量密度的单位为 $10^4\text{t}/10^4\text{km}^2$,大型矿床的密度单位为 1 处/ 10^4km^2

断潜力,预测全国铜资源总量为 $(12892\sim 25784)\times 10^4\text{t}$,潜在的铜资源量为 $(5591\sim 18483)\times 10^4\text{t}$ 。

3 找矿部署

按照前述探明铜矿床与投入钻探工作量的统计关系,那么在中西部工作程度低的地区若新发现和探明 30~70 个大型铜矿床,则需要的钻探工作量为 $(375\sim 480)\times 10^4\text{m}$ 和 $(875\sim 1120)\times 10^4\text{m}$ 。工作量主要投在西藏冈底斯、班公湖,西南三江,新疆东天山,内蒙古大兴安岭等找矿远景区。

中国西部的西藏冈底斯、班公湖,西南三江,东天山等地区具有巨大的找矿前景。其中,西南地区位于古亚洲成矿域和特提斯-喜马拉雅成矿域中,岩浆活动具多期次、多环境、多类型和活动强烈的特点,成矿地质条件优越,易形成斑岩型铜矿床^[6-7]。近年来已发现了东天山、西藏班公湖、西藏冈底斯、西南三江玉龙、西南三江中甸等铜矿集区,已初步查明土屋-延东、多不杂、雄村、驱龙、甲马、普郎、羊拉等斑岩型铜矿,查明铜资源储量超过 $3000\times 10^4\text{t}$,显示出巨大的找矿前景。除此之外,西藏的察隅与左贡之间有 1 处铜矿远景区,具有明显的 W、Mo、Cu、Pb、Au 化探组合异常,其铜资源潜力超过玉龙或驱龙的规模。川西的井盐(Cu、Au 异常),藏东的各贡弄(Cu、Mo、Pb、Zn、Au、Sb 异常),内蒙古大兴安岭的莫尔道嘎(W、Sn、Cu、Sb、Au 异常)、新巴尔虎(Cu、W、Sn、Sb、Au 异常),青海西部(Sn、Cu 异常)、治多-杂多(Cu、Pb、Zn、W、Mo、Sb 异常)等地区也具有找矿前景。

此外,中东部老矿山中深部仍具有较大的找矿潜力。中国中东部地区,虽已探明大量铜矿床,查明大量的铜资源储量,但勘查深度普遍较浅,通常不超过 500m。全国危机矿山接替资源潜力调查项目成果表明,现有铜矿山的资源潜力至少是原矿山储量的 36.5%或更大。找矿远景区主要集中在长江中下游、赣东北、东川-滇中、金川、白银厂、中条山等地区老矿山的深部及其外围。

致谢:本文在中国地质调查局组织实施的全国地质工作程度数据库、全国矿产资源调查评价等地质调查项目的成果资料的基础上,从勘查程度分析研究入手,提出了中国铜矿资源找矿前景的粗浅认识。地质调查成果资料凝聚了各省、自治区、直辖市地调院及其他地勘单位广大地质工作者的辛勤劳动,在此向他们表达崇高的敬意。

参考文献

- [1]国土资源部.二〇〇九年全国矿产资源储量通报[R].2010.
- [2]王全明,叶天竺,王保良,等.中国主要金属矿产勘查程度对比[J].地质通报,2005,24(5):442-447.
- [3]王全明.中国铜矿勘查程度及资源潜力预测[D].中国地质大学(北京)博士学位论文,2005.
- [4]陈毓川.中国主要成矿区带矿产资源远景评价[M].北京:地质出版社,1999.
- [5]中国矿床发现史综合卷编委会.中国矿床发现史(综合卷)[M].北京:地质出版社,2001.
- [6]黄崇轲,白治,朱裕生,等.中国铜矿床[M].北京:地质出版社,2001.
- [7]赵一鸣,吴良士,盛继福,等.中国主要金属矿床成矿规律[M].北京:地质出版社,2004:13-60.