

文章编号:1007-3701(2004)03-0001-12

# 新疆及周边国家、地区超大型矿床 成矿特征和远景分析

刘德权<sup>1</sup>,唐延龄<sup>1</sup>,周汝洪<sup>1</sup>,王晓地<sup>2</sup>

(1. 新疆地矿局,新疆 乌鲁木齐 830000;2. 宜昌地质矿产研究所,湖北 宜昌 443003)

**摘要:** 20 世纪 70 年代以来,由于储量特别巨大的超大规模矿床在各国和世界经济中起着越来越重要的作用,对这类矿床的勘查和研究越来越引起重视。笔者在对新疆及周边国家、地区超大型矿床研究基础上,论述了超大型矿床的时空分布特征,讨论了超大型矿床类型及其选择性,分析了成矿大地构造环境,并论证了超大型矿床资源潜力,中亚超大型矿床的若干特点。

**关键词:** 超大型矿床; 时空分布; 矿床类型选择性; 成矿构造环境; 资源潜力; 新疆

**中图分类号:** P611.1

**文献标识码:** A

## 1 国内外超大型矿床的研究状况

由于储量巨大的超大型矿床在各国和世界经济中起着越来越重要的作用,对这类矿床的勘查和研究引起了人们的特别重视。20 世纪 70 年代澳大利亚奥林匹克坝多元素巨型矿床的发现,更激起世界对超大型矿床勘查和研究热情。自那时以来,超大型矿床的发现速度大大加快。据不完全统计,20 世纪 50 年代至 70 年代的 30 年中,共发现超大型矿床 17 个<sup>[1]</sup>;而 80 年代至 90 年代,不到 20 年中,即发现超大型矿床 57 个<sup>[2]</sup>。其中,80 年代的前 4 年即发现了滨太平洋金、铜矿等 12 个超大型矿床;90 年代,据不完全统计,仅在前 6 年中即发现超大型金属矿床 45 处(不包括中国的超大型矿床在内)。其中铜 13 处、铜镍硫化物 2 处、铜金 4 处、金 13 处、铅锌 10 处、铂族 1 处、红土型镍 1 处、铀 1 处。这与各国加大了对超大型矿床勘查的投入和现代化高新技术的大量使用有关,更与当代成矿理论大大发展和日趋成熟,能对找矿

和勘查给予更科学的指导有关。

1987 年,国际地科联、国际地球动力学联合会、国际大地测量学和地球物理学联合会等首次提出将“超大型矿床的全球背景”研究作为 90 年代地球科学重要前沿课题之一。1994 年 1 月,加拿大矿物资源会议的主题即是讨论世界超大型矿床有关问题(被称为世界“第一届超大型矿床会议”)。1994 年 8 月北京第 9 届国际矿床成因讨论会上,集中剖析了世界一些超大型矿床典型。1996 年至今的历届国际地质大会上,都有大量有关超大型矿床的论文集中发表。

我国开展了较多的超大型矿床研究工作。1989 年,涂光炽院士率先发起和主持了在贵阳召开的全国首届超大型矿床研讨会,对超大型矿床及其形成机制和找矿方向进行首次研讨。1992 年,我国同时启动国家科委的“八五”攀登项目“与寻找超大型矿床有关的基础研究”、国家黄金局的超大型金矿床项目、地质矿产部“八五”重要基础研究项目“中国特大型矿床形成的地质背景和预测研究”,并在国内若干地区加强了超大型矿床的找矿和勘查工作。理论研究方面,涂光炽<sup>[3]</sup>在对超大型矿床及其形成机制和找矿方向的研究中,强调必须立足于全球,从总的地质背景出发来阐明超大型矿床的成因和分布规律;

收稿日期:2004-06-22

基金项目:国家科技攻关项目(96-915-07-02)。

作者简介:刘德权(1935—),男,教授级高级工程师,长期从事矿床勘查及区域成矿规律研究。

裴荣富<sup>[4]</sup>对中国超大型矿床形成地质背景、对比和预测进行了研究;翟裕生等<sup>[5]</sup>着重研究了超大型矿床形成的构造背景。

随着国内对超大型矿床研究的开展,对超大型矿床的用词和涵义也逐渐趋于统一。目前,我们采用涂光炽提出的标准<sup>[3]</sup>:储量超过大型矿床界限(按我国储量委员会 1987 年制定的矿床规模划分标准)5 倍以上,即视为超大型矿床。

新疆最早发现的超大型金属矿床是 20 世纪 30 年代发现的阿尔泰可可托海Ⅲ号脉稀有金属矿床。80~90 年代,新疆加强了超大型矿床的勘查和研究,特别是国家三〇五项目把超大型矿床研究作为重点之一。这期间,在新疆相继发现了黄山铜镍矿、且干布拉克蛭石矿、萨瓦亚尔顿金矿等 3 个超大型矿床。90 年代,东天山土屋—延东超大型斑岩铜矿床的发现,是近年来我国铜矿最重要的进展。这些超大型矿床的发现,使新疆的矿产资源形势发生了巨大的变化,展现出巨大的资源潜力。

但是,与周边国家和地区已发现的大量超大型矿床相比,新疆目前发现的超大型矿床为数较少,同时,新疆超大型矿床的研究工作还处于起步阶段,因此,还须从成矿机理及找矿方向大力加强和深化,以更有利地指导新疆超大型矿床的勘查工作。

## 2 新疆及周边国家、地区超大型矿床简况

新疆及周边国家和地区跨接全球的中亚成矿域和特提斯成矿域,成矿地质背景及矿化类型复杂多样,矿产资源潜力巨大,为世界重要矿产集中区之一<sup>[6]</sup>。据我们初步收集到的不完全资料,按已知储量达到超大型矿床规模者(包括一些矿种如稀有、稀土等因种种原因,很难收集到储量数据,则按其他情况分析,认为其已达到超大型规模者),计有 14 个矿种、55 个矿床(含新疆 8 处),其中金 25 处、铜 11 处、镍(铜)3 处、铅锌 4 处、锡 1 处、汞锑 1 处、汞 1 处、稀有金属 2 处、稀土元素 1 处、白云母 3 处、蛭石 1 处、钾盐 2 处、磷块岩 1 处等(图 1,表 1)。

其中,新疆目前已知有超大型矿床 8 处:包括铜矿 1 处(土屋—延东)、金矿 1 处(萨瓦亚尔顿)、铜镍 1 处(黄山—黄山东)、稀有金属 1 处(可可托海)、蛭

石矿 1 处(且干布拉克)、白云母 3 处(那森恰、阿尤布拉克、库威)。

## 3 超大型矿床的时空分布特征

### 3.1 空间分布

所述 55 个超大型矿床分布于亚洲中部,地理座标大致为:东经  $60^{\circ}50'$ ~ $105^{\circ}30'$ ,北纬  $29^{\circ}30'$ ~ $55^{\circ}$ ,在东西长约 2300(北)~4000 km(南),南北宽约 2600 km 的范围内。跨越俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、阿富汗等 8 个国家和中国内蒙古、新疆、甘肃、青海、西藏、四川等 6 个省区(图 1)。

按地质构造单元,这些超大型矿床集中分布于前寒武纪克拉通边缘的增生带及古生代的构造—岩浆活化带、板内上叠拗陷或裂谷等构造带内。涉及的主要构造单元有西伯利亚、准噶尔—哈萨克斯坦、华北、塔里木、扬子等板块。它们构成了 9 个横跨巨型成矿带:贝加尔—萨彦、北肯特、卡尔巴—矿区阿尔泰、巴尔喀什—楚伊犁、中—北天山、西南天山、华北北缘、帕米尔—昆仑—秦岭、喀喇昆仑—三江等。但是主要矿床集中于如下 3 个地带:

(1)西伯利亚板块南缘 已知 8 处超大型矿床。计金(铂)6 处(俄罗斯干谷、欧林匹亚达、宗霍巴、苏维埃、苏霍洛克及蒙古北肯特的扎玛尔—博鲁),铜 2 处(俄罗斯乌多坎、蒙古额尔德尼图音鄂博)。上述超大型矿床共拥有金储量 3083 吨,占研究区金总储量的 22.47%;铂族金属储量 1000 吨,占研究区铂族总储量的 100%;铜金属储量 2345 万吨,占研究区铜总储量的 23.5%。上述矿床中,金储量超过 1000 吨的有 1 处,千万吨级的铜矿床 1 处。

(2)哈萨克斯坦板块及其陆缘 已知超大型矿床 12 处。其中,铜矿 4 处(科恩纳德、阿克塔盖、哲兹卡兹干、博舍库利),金铜矿 1 处(阿克赛),金矿 4 处(瓦西尔科夫斯克、别斯托别、阿克巴凯、巴克尔奇克、阿尔哈雷),铅锌 3 处(捷克利、济良诺夫、列宁诺戈尔斯克)。上述超大型矿床共拥有金储量 1620 吨,占研究区金总储量的 11.8%;铜金属储量 2020 万吨,占研究区铜总储量的 23.5%;铅锌金属储量 1250 万吨,占研究区铅锌总储量的 51%。上述矿床中,金储量超过 300 吨的有 4 处,500 万吨级的铜矿

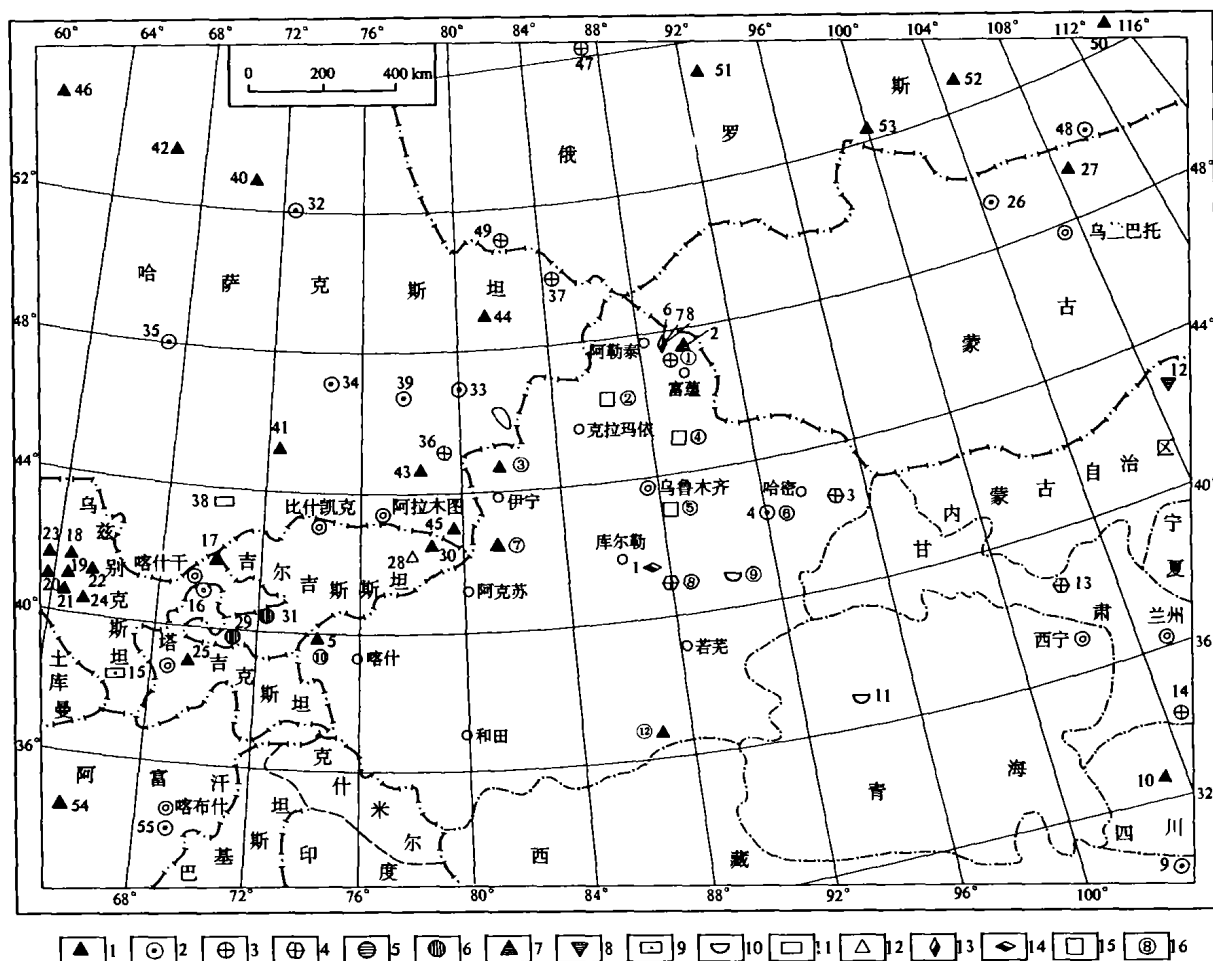


图1 新疆及周边国家和地区超大型矿床分布

Fig. 1 Map showing distribution of super-large-sized ore deposits in Xinjiang and its adjacent areas

1. 金矿; 2. 铜矿; 3. 铅锌矿; 4. 铜镍矿; 5. 锡矿; 6. 汞矿; 7. 稀有金属矿; 8. 稀土金属矿; 9. 古钾盐矿; 10. 现代盐湖矿; 11. 磷矿; 12. 锡矿; 13. 白云母矿; 14. 蛭石矿; 15. 膨土矿; 16. 预测超大型矿床靶区

床2处, 300万吨级的铜矿床1处。大于500万吨的铅锌矿床2处。

(3) 中亚天山地区 已知超大型矿床19处。以金、铜、锑、汞为主。其中, 金矿12处(穆龙套、科克巴塔斯、达乌吉兹套、阿曼塔伊套、扎尔米丹、上库玛、穆腾巴依、库姆托尔、查尔库拉、可奇布拉克、吉拉乌、萨瓦亚尔顿), 汞锑矿1处(海达尔坎)、汞矿1处(琼科伊), 锡矿1处(萨雷贾兹), 钾盐矿1处(盖达克—丘别坦), 磷块岩1处(卡拉套), 铜矿2处(阿尔马雷克、土屋—延东)。上述超大型矿床共拥有金储量8541吨, 占研究区金总储量的62.7%; 铜金属储量1004万吨, 占研究区铜总储量的11.7%; 钾盐矿储量5亿吨, 占研究区钾盐总储量的62.7%。而锑、汞储量均占研究区

该矿种总储量的100%。上述矿床中, 穆龙套矿床金储量达4500吨, 为世界最大金矿之一。其他金矿床中, 1000吨级金矿床1处, 超过500吨的金矿床有2处, 200吨级金矿床2处。1000万吨级铜矿床1处。亿吨级磷矿1处。

据近年公布资料, 吉尔吉斯斯坦北天山塔拉斯加里东造山带的塔尔迪布拉克金铜钼矿床(斑岩型, Au 254.6吨; Cu 75万吨; Mo 2.66万吨)、塔尔迪布拉克左岸金矿床(热液型, Au > 100吨)、杰鲁伊(Jerooy)金矿床(热液型, Au 83吨, 资源量280吨)、库鲁特格雷克(Kuru-Tegerek)铜金银矿床(矽卡岩型, Au 96.88吨; Cu 103.8万吨; Ag 372吨)等均达到超大型矿床规模。新疆哈密市土屋—延东斑岩铜矿控制资源量465万吨。

表 1 新疆及周边国家和地区超大型矿床

Table 1 Super-large-sized ore deposits in Xinjiang and its adjacent areas

编号	国家或地区	矿床名称	矿种	矿床类型	成矿地质构造环境	储量	品位	成矿时代	资料来源
1	中国新疆	且干布拉克	蛭石 磷灰石 透辉石	风化型	库鲁克塔格地块前寒武纪碱性镁铁—超镁铁岩建造	蛭石 613 万吨, 磷灰石 945 万吨(标矿), 透辉石 5291 万吨	蛭石 20%~50%, 膨胀率 8~15 倍	第四纪(蛭石)晚元古代(磷灰石透辉石)	新疆地矿局第三地质大队地质报告
2		可可托海Ⅲ号	稀有金属	花岗伟晶岩型	阿尔泰复合深成岩浆弧石炭纪活化花岗岩有关交代伟晶岩带	BeO 58067 吨, Ta <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Nb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1120 吨, Li <sub>2</sub> O 1040 吨	BeO 0.05%, Ta <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.0245%, Nb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.0052%, Li <sub>2</sub> O 0.98%	石炭纪	新疆有色地勘局地质报告
3		黄山—黄山东	铜镍	镁铁—超镁铁岩型	觉罗塔格古生代造山带固结后弛张性深断裂镁铁—超镁铁岩带	Ni 68.8 万吨, Cu 38.5 万吨	Ni 0.48%~0.52%, Cu 0.3%~0.4%	晚石炭世	新疆地矿局第六地质大队地质报告
4		土屋—延东	铜	斑岩型	觉罗塔格古生代造山花岗岩带斑岩	铜资源量 465 万吨	Cu 平均 0.44% 及 65%(土屋勘探区), Au (0.2~0.24)×10 <sup>-6</sup>		新疆地勘局第一地质大队地质报告
5		萨瓦亚尔顿	金	浅变质含炭碎屑岩型	新疆南天山古生代造山带含炭碎屑岩建造	Au 166 吨, 远景储量 > 200 吨	Au 2.11×10 <sup>-6</sup>	二叠纪 (272 Ma)	新疆地矿局第二地质大队地质报告
6		阿尤布拉克	白云母	花岗伟晶岩型	阿尔泰复合深成岩浆弧花岗岩伟晶岩带	白云母 7794 吨	含矿率 17~39 kg/m <sup>3</sup>	志留纪	新疆地矿局第四地质大队地质报告
7		那森恰				白云母 14599 吨	含矿率 10~40 kg/m <sup>3</sup>		
8		库威中下游				白云母 6144 吨	含矿率 75.5 kg/m <sup>3</sup>		
9	中国西藏	玉龙	铜	斑岩型	藏东三江古生代造山带第三纪构造岩浆活化带	Cu 650 万吨, Mo 15 万吨, Ag 3181 吨	Cu 平均 0.52%, Mo 0.028%	第三纪	《中国矿床发现史》西藏篇
10	中国四川	东北寨	金	浅变质含炭碎屑岩型	松潘—甘孜中生代造山带复理石建造	探明 79 吨, 远景 > 100 吨	Au 5.54×10 <sup>-6</sup> , Ag (0.2~4.2)×10 <sup>-6</sup>	三叠纪	《中国矿床发现史》四川篇
11	中国青海	察尔汗盐湖	钾盐	陆相现代盐湖类型	柴达木内陆盆地现代盐湖沉积	KCl 2.98 亿吨, MgCl <sub>2</sub> 16.5 万吨, NaCl 126 亿吨, B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 415 万吨, Br 17.6 万吨	固相 KCl 3%~17.98%, 液相 KCl 0.4%~4.1%	第四纪	《中国矿床发现史》青海篇
12	中国内蒙古	白云鄂博	稀土铁铌	Nb—Fe—REE 改造的 MVT 型	华北地块北缘古生代裂谷	稀土 9042 万吨, 铁矿石 14.59 亿吨	Nb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.03%~0.065%, REE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.8%~5%	1500~270 Ma	《中国矿床发现史》内蒙古篇
13	中国甘肃	金川	铜镍	镁铁—超镁铁岩型	阿拉善元古宙增生固结后弛张性深断裂镁铁—超镁铁岩建造	Cu 349 万吨, Ni 545 万吨	Cu 0.33%~2.4%, Ni 0.61%~7.15%, 平均 1.06%	晚元古代	《中国矿床发现史》甘肃篇
14		厂坝—李家沟	铅锌	海相沉积岩块状硫化物型	扬子板块北缘秦岭力西造山带碎屑—碳酸盐岩建造	Pb + Zn 1300 万吨, 远景储量 2500 万吨	Zn 12.18%, Pb 2.58%, Ag (10~60)×10 <sup>-6</sup>	晚泥盆—二叠 (360~340 Ma, 270~230 Ma)	
15	乌兹别克斯坦—土库曼	盖达克—丘别坦	钾盐	古盐类型	卡拉库姆地块中生代陆内盆地含盐建造	KCl 5 亿吨, 资源总量 100 亿吨	K <sub>2</sub> O 7%	晚侏罗—早白垩	戴自希
16	乌兹别克斯坦	阿尔马雷克	铜	斑岩型	中亚中天山库马拉古生代构造岩浆活化带	Cu 1004 万吨	Cu 0.36%~0.58%, Mo 0.005%	石炭纪	戴自希等, 1996
17		科奇布拉克	金	陆相火山岩型	中亚中天山元古宙增生带晚古生代上叠陆相火山地堑	Au 160 吨	Au (3~6)×10 <sup>-6</sup>	矿化 280~290 Ma, 小岩 328 Ma	

续表

编号	国家或地区	矿床名称	矿种	矿床类型	成矿地质构造环境	储量	品位	成矿时代	资料来源
18	乌兹别克 斯坦	穆龙套	金	浅变质含 炭碎屑岩 型	中亚中天山元古宙 增生带上磨拉石含 炭碎屑岩建造	Au 4500 吨	Au 平均 $2.35 \times 10^{-6}$ , 深部 达 $5 \times 10^{-6}$	二叠纪? (矿化 273 ~213 Ma)	涂光炽, 1991
19		可克巴 塔斯				Au 620 吨	$Au(2 \sim 5) \times 10^{-6}$	二叠纪?	文献[1]
20		达乌吉 斯套				Au 540 吨	$Au(2 \sim 5) \times 10^{-6}$		
21		阿曼泰 套				Au 180 吨	$Au(2 \sim 5) \times 10^{-6}$		
22		扎尔米 坦				Au 250 吨	$Au(2 \sim 5) \times 10^{-6}$		
23		上库玛				Au 300 吨	$Au(2 \sim 5) \times 10^{-6}$		
24		穆腾巴 依				Au 620 吨	$Au(2 \sim 5) \times 10^{-6}$		
25	塔吉克 斯坦	吉拉乌	金钨	花岗岩 接触带型	中亚南天山古生代 造山带花岗岩带	Au 105 吨	$Au(1.06 \sim 3.2) \times 10^{-6}$	石炭纪	戴自希等, 1996
26	蒙古	额尔德 尼图音 鄂博	铜	斑岩型	西伯利亚板块南缘 古生代造山带中生 代活化花岗岩带	Cu 1000 万吨	Cu 0.3% ~ 1.5%, 平均 0.54%, Mo 0.016%	二叠纪 (220~240 Ma)	涂光炽, 1990
27		扎玛尔 —博鲁	金铜	浅变质含 炭碎屑岩 型及砂矿	西伯利亚板块南 缘中晚元古代增 生带碎屑岩建造	Au 133 吨, 含 砂金 82 吨	$Au(3 \sim 4) \times 10^{-6}$ , 局部 $10 \times 10^{-6}$	晚元古代, 第四纪	戴自希等, 1996
28	吉尔吉 斯斯坦	萨雷贾 兹	锡	碱性花岗 岩型	中亚南天山古生 代造山带造山晚 期钾长花岗岩带	Sn 22 万吨, W 10 万吨	Sn 0.5%~0.62%, 少数 1%, WO <sub>3</sub> 0.32%	晚石炭—早 二叠(318~ 276 Ma)	新疆地矿局, 1991
29		海达尔 坎	锡汞	海相沉积 岩型(构造 热液)	中亚南天山古生 代造山带造山固结 晚期残留海盆碎屑— 碳酸盐岩建造, 大型 推覆断层控矿	Sb>14.38 万吨	Sb 2%, Hg 0.55%	早二叠世	
30		库姆托 尔	金	浅变质含 炭碎屑岩 型	中亚中天山元古宙 增生带上磨拉石含 炭碎屑岩建造	Au 360 吨, 资 源量 545 吨	Au $4.49 \times 10^{-6}$	晚元古代?	
31		琼科伊	汞	镁铁—超 镁铁岩有 关热液型	中亚南天山古生代 造山带蛇绿岩带	Hg 24419 吨	Hg 0.2%, 少 数 4%~5%	晚石炭—早 二叠世	新疆地矿局, 1991
32	哈萨 克 斯 坦	博舍库 利	铜	斑岩型	北滨巴尔喀什造山 花岗岩带	Cu 216 万吨	Cu 0.6%~0.8%	晚石炭世	戴自希
33		阿克塔 盖				Cu 588.5 万吨	Cu 0.385%, Mo 0.008%		陈毓川等, 1995
34		科恩纳 德				Cu>790 万吨	Cu 0.9%		戴自希
35		哲兹卡 兹干	铅锌	海相沉积 岩型	哲兹卡兹干加里东 造山带晚古生代上 叠盆地上磨拉石建 造	Cu 375 万吨, Pb 100 万吨	Cu 0.4%~20%, 平均 3.84%, Pb 0.62%, Zn 0.86%, Ag $46.15 \times 10^{-6}$	石炭纪	戴自希
36		捷克利		海相沉积 岩型	楚—伊犁地块晚元 古宙陆表海碎屑— 碳酸盐岩建造	Zn 300 万吨, Pb 250 万吨, Cu 50 万吨	Zn 6%, Pb 5%, Cu 1% 泥板岩中 含 Pt (0.45~13.13) $\times 10^{-6}$	晚元古代	新疆地矿局, 1992
37		济良诺 夫		火山岩块 状硫化物 型	矿区阿尔泰晚古生 代裂陷槽火山—沉 积岩建造	Pb+Zn>500 万吨	Zn 3%~10%, 平均 7%, Pb 2%~15%, 平均 4%	中泥盆世	戴自希
38		卡拉套		海相沉积 岩型	中亚北天山元古宙 增生带早古生代陆 表海	50 亿吨(5 个矿 床)远景 250 亿 吨	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 9%~24%, 部分>24%	早寒武世	

续表

编号	国家或地区	矿床名称	矿种	矿床类型	成矿地质构造环境	储量	品位	成矿时代	资料来源		
39	哈萨克斯坦	赛阿克	金铜	斑岩—砂卡岩型	北滨巴尔喀什古生代造山带花岗岩带	Au 440 吨,铜大型	Au—Mo—Cu 组合,伴生Ag, Bi, Te, Se, Sn	二叠纪	新疆地矿局, 1991		
40		瓦西尔科夫斯克	金	花岗岩接触带型	成吉斯—巴彦瑙尔早古生代造山带花岗岩带	Au 382 吨,资源量 600 吨	Au $2.9 \times 10^{-6}$	志留纪	戴自希等, 1996		
41		阿克巴卡依			楚—伊犁地块古生代构造岩浆活化带晚元古代陆表海碎屑—碳酸盐岩建造	Au 180 吨,资源量 600 ~ 1000 吨	Au(6~19) $\times 10^{-6}$ ,平均 $10 \times 10^{-6}$	石炭纪 (273~327Ma)			
42		阿尔哈雷		陆相火山岩型	伊犁裂谷带上叠火山地堑	Au 100 吨,资源量 300 ~ 500 吨	Au(5~10) $\times 10^{-6}$	二叠纪 (263~283Ma)			
43		别斯托别金		浅变质含炭碎屑岩	成吉斯—巴彦瑙尔早古生代造山带上磨拉石建造	Au>300 吨		石炭纪			
44		科奇卡尔		花岗岩接触带型	乌拉尔古生代造山花岗岩带	Au>200 吨	Au $6.7 \times 10^{-6}$				
45		巴克尔奇克		浅变质含炭碎屑岩	卡尔巴带石炭纪残留海盆含炭碎屑岩建造	Au 416 吨,矿田资源量 1200 吨	资源量1200吨				
46		查尔库拉			中亚天山元古宙增生带上磨拉石含炭碎屑岩建造	Au 100 吨,潜在储量 200 吨	Au(10~15) $\times 10^{-6}$	晚元古代?	戴自希		
47	俄罗斯	诺里尔斯克	铜镍	镁铁—超镁铁岩	西伯利亚板块陆内拗陷暗色岩建造	Cu 545 万吨, Ni 360 万吨	Cu 3%, Ni 0.5%	三叠纪	汤中立		
48		乌多坎	铜	海相沉积(变质)岩型	西伯利亚板块南缘中晚元古代增生带上磨拉石建造	Cu 1800 万吨	Cu 1.5%	晚元古代	文献[1]		
49		列宁诺戈尔斯克	铅锌	火山岩块状硫化物型	矿区阿尔泰晚古生代裂陷槽火山—沉积建造	Pb 124 万吨, Zn 240 万吨	Zn 平均 7%, Pb 平均 4%	中泥盆世	戴自希		
50		干谷	金铂	浅变质含炭碎屑岩	西伯利亚板块南缘中晚元古代增生带上磨拉石含炭碎屑岩建造	Au 1550 吨, Pt 族 1000 吨	Au (2~9) $\times 10^{-6}$ ,平均 $2.88 \times 10^{-6}$ ,Pt 平均 $2.6 \times 10^{-6}$	晚元古代	文献[1]		
51		苏维埃	金			Au>100 吨					
52		欧林匹亚达				Au 700 吨					
53		宗毫巴				Au 215 吨	Au(6.2~10.6) $\times 10^{-6}$				
54	阿富汗	帕斯舒什塔	稀有金属	花岗伟晶岩型	哈鲁特卢德中生代造山带花岗岩带	Li <sub>2</sub> O 105 万吨	Li <sub>2</sub> O 2%	侏罗纪	戴自希		
55		艾纳克	铜	海相沉积(变质)岩型	喀布尔地块晚元古代增生带陆源碎屑—双峰式火山岩建造	Cu 1150 万吨	Cu 平均 2.3%	晚元古代			

因此, 中亚天山带的金、铜储量还要大一些。

### 3.2 分布型式

涂光炽(1989)指出:“超大型矿床多具点型分布, 也不排除线型或面型分布”。1999 年何知礼<sup>[1]</sup>提出超大型矿床分为点式、带式和首领式三种分

布型式。在新疆及周边国家和地区, 超大型矿床以首领式、带式为主, 点式次之。

首领式分布 以一个超大型矿床为首, 附近有成批大、中、小型矿床分布。如可可托海稀有金属超大型矿床的附近区域内有若干稀有金属

矿床。

**带式分布** 超大型矿床在一个地区呈带状分布。如乌兹别克斯坦穆龙套地区,有多个超大型矿床,总探明储量达 7010 吨,为世界罕见的金矿矿集区。

**点式分布** 超大型矿床为孤立分布,区域内没有类似矿床。如我国内蒙古白云鄂博超大型稀土—铁矿床。

超大型矿床的分布型式与其成矿条件、环境及成矿机制有关。一般说来,矿质来源越深(上地幔源或下地幔源为主),则多形成点式分布;而矿质来源越浅(如金,显生宙成矿以地壳—特别是以

大陆地壳来源为主;铅锌则以大陆地壳上层来源为主),则易形成首领式—带式分布。

### 3.3 时代分布

近年来的研究表明:每个超大型矿床的形成一般都有时间跨度很长、多次成矿的历史。由于目前成矿时代研究手段和方法尚不是很成熟,许多矿床成矿时代的认识还不统一,同时,由于一些超大型矿床成矿时代的资料很不完整等原因,因此,对上述超大型矿床的成矿时代研究尚有很大困难。现仅据目前资料,初步按其主要成矿时代进行统计(表2)。

由表2可见,成矿主要集中于石炭—二叠纪(矿

表2 中亚已知超大型矿床时代分布

Table 2 Distribution of super-large-sized ore deposits in time in Middle Asia

时 代	前寒武	寒武纪	志留纪	泥盆纪	石炭纪	二叠纪	三叠纪	侏罗纪	白垩纪	第三纪	第四纪	合 计
矿床数/个	10	1	4	3	14	13	4	1	1	1	3	55
所占比/%	18.0	1.8	7.3	5.4	25.4	23.6	7.3	1.8	1.8	1.8	5.4	100

床数占 55 个超大型矿床总数的 49.0%)。其次前寒武纪(晚元古代,矿床数占 55 个超大型矿床总数的 18.0%)。这些暂划为前寒武纪的矿床中,许多目前没有成矿作用年龄资料,仅根据其含矿围岩时代列入。它们中也有些可能成矿时代要晚一些(比如晚古生代或中生代)。

中亚成矿域的超大型矿床时代集中产于晚石炭—早二叠,其原因是在这个时期发生了一系列的碰撞—固结,使几个原来还有一定距离的大板块最终焊接在一起,组成了超级欧亚大陆统一板块<sup>[7]</sup>(在此之后,除偶尔有局部小的分离外,欧亚大陆板块便作为一个统一的整体来行动了)。这个过程之中的诸如汇聚阶段的造山花岗岩链事件、固结期的钾长花岗岩—偏碱性花岗岩事件、上磨拉石沉积或更大规模的残余海盆沉积事件、固结后的弛张性深断裂事件及上叠地堑—裂谷事件等,都伴随有重要的成矿作用事件。这个过程在先前各时代的局部碰撞—造山过程中也同样都曾发生过,也形成了相应的一些矿床。但晚石炭—早二叠的碰撞过程显然不同,因为这次是几个事先已分

别聚合到一定规模的板块<sup>[7]</sup>(西伯利亚板块、哈萨克斯坦—伊犁板块、塔里木板块、华北板块、华南板块),其质量相当庞大,它们之间的碰撞已不同于早先在古生代的各时期之间的小碰撞,而是挟带着巨大动量的最终碰撞,其造成的各种地质—成矿过程必然有着空前的规模和深度,包括新生成的矿床和对先成矿床的改造、扩大、加富等均有巨大的规模,所以成为中亚成矿域的最重要的成矿时期。

从此角度看,中亚成矿域的另一个主要成矿期——晚前寒武纪超大型矿床集中产出现象,同样也表明它们与前寒武纪超级大陆形成时的大碰撞—固结事件有关。由于那时新生的超级大陆壳还不是很刚硬,固结期及之后的边缘残余海盆及弛张期裂谷都有较大规模和沉积厚度,加上成矿元素丰度极高的原始大陆及其增生带的广泛出露,给基本为沉积成因的含炭碎屑岩型金矿、沉积型铅锌矿等超大型矿床形成提供了良好条件<sup>[8]</sup>。

超大型矿床一般都有较长时期的多次成矿过程。如:白云鄂博稀土—铁—铌超大型矿床,自中

元古代(1500 Ma)始,直到早二叠世(270 Ma),经历了多期次迭加和改造成矿。穆龙套金矿床,目前一般认为是奥陶—志留纪时形成透镜状金矿体,石炭—二叠纪时改造形成层状金矿体,二叠—三叠纪时进一步形成高品位的中心矿脉等。

一般来说,当矿源条件和聚矿动力条件具备时,长时期、多期次在同一聚矿场反复堆积矿质,是形成成矿物质超量聚积,即形成超大型矿床的必要条件。

## 4 超大型矿床类型及其选择性

涂光炽指出<sup>[3]</sup>:对一个具体矿种来说,并不是其所有类型都可以形成超大型矿床,而是在矿床类型上有选择性。裴荣富<sup>[4]</sup>把这种选择性称为超大型矿床成矿在类型上的偏在性。从新疆及周边国家和地区的已知超大型矿床来看,主要矿床的类型特点如下:

### 4.1 金矿床类型

研究区内 25 个超大型金矿床有 4 种类型:

(1)浅变质含炭碎屑岩型 18 处,占金矿床总数 72%,总储量 12093 吨,占全部 25 个超大型金矿床总储量的 88.1%。可见对于超大型金矿床来说,浅变质含炭碎屑岩型是它最主要的优选类型。

(2)花岗岩接触带型 4 处,占总数的 16%。

(3)陆相火山岩型 2 处,占总数的 8%。

(4)斑岩型 1 处,占总数的 4%。

新疆目前已知超大型金矿床 1 处(萨瓦亚尔顿),为浅变质含炭碎屑岩型。已知其他大中型金矿床也相当一部分为浅变质含炭碎屑岩型,其次为陆相火山岩型(阿希)。类型选择性与周边国家和地区一致。但新疆尚未发现斑岩型、花岗岩接触带型及海相火山岩型超大型金矿床,这 3 种类型在新疆各造山带中也具备一定的成矿条件。

### 4.2 铜矿床类型

研究区内有超大型铜矿床 12 处。类型有 3 种:

(1)斑岩型 8 处,占铜矿床总数的 70%以上,储量约占 50%。

(2)海相沉积岩型(砂页岩型) 3 处,约占矿床总数的 30%。

(3)矽卡岩型 1 处。

可见以斑岩型为最重要,海相沉积岩型(砂页岩型)也占相当比重,这是古生代铜矿的特点之一。

### 4.3 镍矿床类型

区内超大型镍矿床仅一个类型,即镁铁—超镁铁岩型。现有的 2 个矿床分别位于我国甘肃金川及新疆黄山—黄山东。新疆黄山—黄山东矿床为古生代造山带镁铁—超镁铁岩型,目前世界上此类型铜镍矿能达到超大型规模者尚仅此一处,为新疆特有。甘肃金川矿床为前寒武纪类型,新疆在库鲁克塔格等带有寻找此类型的条件。

### 4.4 铅锌矿床类型

已知超大型矿床 4 处。2 处为火山岩块状硫化物型(济良诺夫、列宁诺戈尔斯克),2 处为海相沉积岩型。海相沉积岩型中,中国甘肃厂坝—李家沟矿床为海相沉积岩容矿的海底喷流沉积亚型(“SEDEX”型),另一个矿床——哈萨克斯坦捷克利矿床则为海相沉积岩碳酸盐岩亚型(“密西西比型”或“MVT”型)。这两个亚型也是世界超大型铅锌矿床的主要类型。

新疆已知大中型铅锌矿床主要也为上述两种类型:阿尔泰山南缘的可可塔勒矿床为火山岩块状硫化物型,已接近超大型规模,该矿及其附近有超大型矿床远景。西昆仑北缘的塔木—卡兰古和天山南缘的乌拉根矿床为海相沉积岩型,也有远景。

### 4.5 汞锑矿床类型

已知超大型矿床 2 处。其中 1 处为海相沉积岩热液型(海达尔坎),1 处为与镁铁—超镁铁岩有关的热液型(琼科伊)。海相沉积岩热液型均与碳酸盐岩—碎屑岩建造有关,具层控特征,其定位受大型推覆断裂控制。新疆南天山带与乌兹别克斯坦—吉尔吉斯斯坦南天山锑汞矿带具相同地质条件,矿化类型相同,已发现若干矿床(查汗沙拉、卡拉脚古牙),有海相沉积岩热液型超大型锑汞矿床远景。

### 4.6 锡矿床类型

世界锡矿主要有花岗岩型和碱性花岗岩型两

大类,本区内超大型锡矿床1处(萨雷贾兹),为碱性花岗岩型,与晚古生代造山末期钾长花岗岩—碱性花岗岩建造有关。新疆目前尚未发现大中型锡矿床。但萨雷贾兹超大型矿床位于新疆西邻附近,该成矿带已延入新疆南天山,在该带上新疆已发现若干锡矿化(木扎尔特达板),有成矿远景。

#### 4.7 银矿床类型

中亚地区以银为主的超大型矿床为乌兹别克斯坦中天山阿克泰佩一处(储量达2.5万吨,平均品位 $Ag\ 4500\times 10^{-6}$ ,因资料不详,未列入表1)为低温热液型,与其南面不远处的陆相火山岩型科奇布拉克超大型金矿床可能为同一成矿作用产物。

#### 4.8 稀有金属矿床类型

世界稀有金属矿床大致有花岗伟晶岩型、碱长—碱性花岗岩型、碱性岩型等3个类型。研究区内已知的2处超大型稀有金属矿床均为花岗伟晶岩型(可可托海、帕斯舒什塔)。

#### 4.9 其他矿种类型

区内3处超大型白云母矿床均为花岗伟晶岩型(新疆那森恰、阿尤布拉克、库威)。两处钾盐超大型矿床,一为中生代古盐类型(盖达克—丘别坦),一为现代盐湖类型(青海察尔汗盐湖)。磷矿超大型矿床一处(卡拉套),为寒武纪陆表海沉积型。蛭石超大型矿床一处,为碱性镁铁—超镁铁岩中风化壳型(新疆且干布拉克)。这些矿种基本为成矿专属性矿床,不具多类型的选择性。新疆的这类矿床与周边国家和地区矿化类型是一致的,但发育程度略有区别,如蛭石矿床仅产于新疆,卡拉套型磷块岩矿床在新疆无超大型远景。

### 5 成矿大地构造环境

区内已知55个超大型矿床的地质构造环境按地壳演化的阶段分析列于表3。由表3可见,产出超大型矿床的环境可有13类。其中3种环境产出超大型矿床的几率最高。

#### 5.1 古陆壳晚元古代增生带上磨拉石建造

拥有超大型金矿床14处,占区内超大型矿床总数的24.2%,占区内超大型金矿总储量的

86.4%。金矿在这个阶段的集中产出,显然与当时具极丰富金矿源的太古—早元古构造层最大面积的出露有关。

#### 5.2 显生宙造山带汇聚阶段花岗岩链

产出超大型矿床13处,主要为铜矿和金矿,成矿与大规模壳幔相互作用有关。

#### 5.3 新陆壳阶段构造—岩浆活化带

产出超大型矿床7处,成矿与构造—岩浆活化导致新生成的陆壳的改造有关,成矿元素大多具亲陆壳色彩(钼、银、铋、汞、稀有金属);也有由直达地幔的弛张性深断裂带来的铜镍(甘肃金川、新疆黄山),及与热点或地幔柱有关的、来源更深的稀有、稀土元素超大型矿床(白云鄂博)。

### 6 超大型矿床资源潜力评价

新疆及周边国家和地区的超大型矿床,反映这个地区具有巨大的矿产资源潜力。

(1)金(铂)矿 已知超大型矿床25处,探明储量13722吨(不包括大型以下矿床储量),达到世界保有金储量的26.7%。已逼近目前世界最大的金矿集中地——南非地区的探明储量(18500吨)。铂族矿床也有1处千吨级矿床,说明其潜力巨大。

(2)铜矿 已知超大型矿床12处,拥有储量8586万吨,占世界保有铜储量的14.6%。与著名的智利铜矿带(拥有铜储量8800万吨)不相上下。

(3)镍矿 已知超大型矿床3处,拥有镍储量973.8万吨,占世界保有镍储量的6.1%。其中约63%在中国甘肃和新疆。

(4)稀土矿 内蒙古白云鄂博矿床为世界最大稀土矿床,其稀土储量占世界稀土总储量的80%。新疆及周边国家和地区其他地方也发现若干重要的稀土矿床,资源仍有巨大潜力。

(5)稀有金属 矿区内有可可托海、帕斯舒什塔超大型矿床,及兴都库什等一批大型矿床,为久负盛名的世界重要稀有金属矿床产区。

(6)钾盐 除上述乌兹别克斯坦盖达克—丘别坦及中国青海察尔汗两处超大型矿床外,未列入本文中的、新疆周边国家和地区尚有俄罗斯涅

表 3 超大型矿床成矿地质环境与储量分布

Table 3 Geological environment and reserves of super-large-sized ore deposits

地壳 发展阶段	前寒武纪 基底陆壳		显生宙造山带										
			拉张 阶段	汇 聚 阶 段			新 陆 壳 阶 段						
成矿地质 构造环境	晚元 古生代 增生带 上拉石 建造	板内 拗陷及 裂谷	大陆 边缘	造 山 带	造山 花岗岩 链	上磨 拉石建 造	钾长 花岗岩	残余 海盆、 陆表海	上叠 陆相火 山地堑	弛张 性深断 裂	构造— 岩浆活 化带	中生代 内陆海 盆	现代 内陆盆 地
矿床数/个	14	3	3	3	12	3	1	4	1	2	6		
所占比/%	25.4	5.5	5.5	5.5	21.8	5.5	1.8	7.2	1.8	6	11.0		
金矿/吨	11960		133	366	1127	300		416	260		180		
铜矿/万吨	1800	545	1150		1006	375		50		387.5	3242.5		
镍矿/万吨		360								613.8			
铅锌矿/万吨			864			1400		550					
稀有稀土矿/万吨		REE 9042			Li <sub>2</sub> O 105						TR <sup>①</sup> 6.1227		
白云母/万吨					28537								
钾盐/亿吨												5	2.98
磷矿/亿吨								50					
锑矿/万吨								11.3					
汞矿/万吨				4.53									
锡矿/万吨							720						
蛭石矿/万吨										613			

注：①包括 BeO 58067 吨，TaNb 1120 吨，Li<sub>2</sub>O 2040 吨。

帕、上卡姆等超大型钾盐矿床。此外，新疆罗布泊及西藏高原众多的现代盐湖都具有巨大的钾盐资源潜力。

其他如新疆阿尔泰及印度、阿富汗的白云母，阿尔泰及帕米尔地区的稀有金属，新疆且干布拉克的蛭石，中亚南天山的锑汞等，都早已世界闻名。在世界该类矿床中占重要地位。

在本文研究的其他目的矿种中，铅锌及磷矿已知超大型矿床不多，但按地质条件，也具有相当

的资源潜力。

除上述矿种外，本区尚有其他具超大型矿床的优势矿产。如哈萨克斯坦肯皮尔赛铬铁矿床，为世界第三大铬铁矿（铬矿石 3.7 亿吨）；斯托楚—萨雷苏及锡尔达苏铀矿（U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 85.8 万吨），是世界最大的铀矿床；阿塔苏锰（铁）矿 MnO<sub>2</sub> 的储量达 3.35 亿吨；铅锌矿有哈萨克斯坦矿区阿尔泰的济良诺夫、列宁诺戈尔斯克等超大型矿床。磷矿床有哈萨克斯坦卡拉套（探明储量 15 亿吨矿石）和阿

克宾斯克(探明储量 34 亿吨矿)、乌兹别克斯坦的中克齐尔库姆盆地(探明储量 20 亿吨矿石)、蒙古的库苏泊盆地(地质储量) $>50$  亿吨矿石)等。此外,中亚五国的石油和天然气资源也早闻名于世。其中,仅新疆三大盆地油气资源量经近年的勘查研究,塔里木盆地预测资源量石油 $>100$  亿吨,天然气数亿立方米;准噶尔油气资源预测近 100 亿吨;吐鲁番—哈密盆地油气资源量预测数十亿吨。哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、土库曼、乌兹别克斯坦等加上新疆,中亚地区石油、天然气总储量已逼近世界最大的油气集中区——中东地区。中亚的煤炭资源也十分丰富,超大型矿床甚多。仅新疆资源量预测即达 2.19 万亿吨(新疆地矿局,1990),占我国煤资源总量的 40% 左右。

## 7 结论

近年来的研究表明,中亚成矿域至少有以下主要特点:

(1)研究区位于西伯利亚和冈瓦纳两大古板块体系之间的结合部位。由若干古生代增生带和夹在其间的若干微板块(哈萨克斯坦—准噶尔、塔里木、柴达木等)组成复杂构造域。

现代为欧亚超级大陆板块的核心部位。中生代以来,环太平洋俯冲作用和印度板块俯冲作用对该区的改造不大,影响基本限于表层。因此其古生代造山带地质结构及其成矿作用产物保存较完整。这是形成中亚成矿域基本特点的主要原因。

(2)成矿作用时代以古生代、特别是晚古生代为主,与环太平洋带及特提斯带中—新生代为主不同。

(3)具有中亚成矿特征的成矿作用

a. 广泛发育的矿床类型。如含炭碎屑岩建造中金矿床(穆龙套型)、碎屑—碳酸盐岩建造中层控型锑汞矿床(中亚南天山带)、后生水成可地浸砂岩型铀矿床及活化型斑岩铜矿床等在中亚成矿

域广泛发育,而在环太平洋带及特提斯带中很少见。

b. 镁铁—超镁铁岩中岩浆型铜镍矿床、花岗伟晶岩型稀有金属矿床、富碱花岗岩类稀土元素矿床等,在世界其他地区主要发育于前寒武纪克拉通中,而中亚成矿域则在古生代造山带中发育,并形成超大型矿床(如新疆黄山、可可托海、阿尔哈雷、科奇布拉克等)。

c. 有巨大经济意义的斑岩铜矿床、陆相火山岩型金矿床,在泛太平洋及特提斯带中均为中—新生代,而在中亚成矿域则基本为古生代。

(4)从上述不完全统计资料表明,中亚成矿域具有巨大的矿产资源潜力,它不逊于环太平洋成矿域和特提斯成矿域,而矿产资源远景可能更大。

## 参考文献:

- [1]何知礼. 超大型矿床研究中某些问题的讨论及找矿[A]. 当代矿产资源勘查评价的理论与方法[M]. 北京:地震出版社,1999. 177—185.
- [2]戴自希. 国外矿产资源[A]. 国外矿产勘查的进展与趋势[M]. 北京:地震出版社,1996.
- [3]涂光炽. 超大型矿床的探寻与研究的若干进展[J]. 地学前缘,1994,1(4):45—53.
- [4]裴荣富. 中国特大型矿床成矿偏在性与异常成矿构造聚敛场[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [5]翟裕生,等. 大型构造与特大型矿床[M]. 北京:地质出版社,1997. 144—169.
- [6]吴振寰,等. 中国周边国家地质与矿产[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [7]刘德权,唐延龄,周汝洪. 新疆石炭纪末—二叠纪初的弛张事件及其地质意义[A]. 第四届天山地质矿产学术讨论会论文集[C]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,2000. 240—241.
- [8]何国琦,刘德权,李茂松,等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,香港文化教育出版社,1994.

## Mineralization characters and perspective analysis of super-large-sized ore deposits in Xinjiang and its adjacent areas

LIU De-quan<sup>1</sup>, TANG Yan-ling<sup>1</sup>, ZHOU Ru-hong<sup>1</sup>, WANG Xiao-di<sup>2</sup>

(1. *Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources, Urumqi 830000, China*; 2. *Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, China*)

**Abstract:** Since 1970s, the super-large-sized deposits have played more and more rule in the world economy because of their huge reserves and economic values. More and more attentions have been played on exploration and research of this kind of deposits. Based on systematical research of super-large-sized ore deposits in Xinjiang and its adjacent areas, the authors discuss their space-time distribution, genetic types, tectonic setting and prospecting potential in Middle Asia.

**Key words:** super-large-sized ore deposit; space-time distribution; genetic type; tectonic setting for mineralization; prospecting potential; Xinjiang

## 《华南地质与矿产》

2004 年 第 4 期 要目预告

紫苏花岗岩成因及构造意义 .....	彭松柏等
河南刘山岩铜锌矿床石英流体包裹体类型及 FIP 的新资料 .....	韦昌山等
青海各拉丹冬地区的主要矿产及分布特征 .....	段其发等
海南岛燕山晚期典型侵入岩成因矿物学研究及其地质意义 .....	云 平等
九嶷山—铜山岭—都庞岭花岗岩带低钨模式年龄的成因探讨 .....	刘耀荣等
内蒙古大青山北前壕石英闪长岩锆石 U—Pb 年龄及地质意义 .....	张玉清等