

第 30 届国际地质大会论文集



第 9 卷

21 世纪能源矿产 和矿产资源 矿床地质 矿产经济学

吴良士 李锦平 主编



地 质 出 版 社

56.57083

291

第 30 届国际地质大会论文集

第 9 卷

21 世纪能源矿产和矿产资源
矿床地质 矿产经济学

吴良士 李锦平 主编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本论文集是依据第30届国际地质大会论文集第9卷英文版翻译与编辑而成的。本书由区域成矿规律、矿床地质、流体包裹体研究和经济地质等4部分组成。此书可供矿床地质、地球化学研究人员和地质勘查工作者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

21世纪能源矿产和矿产资源 矿床地质 矿床经济学/吴良士, 李锦平主编. - 北京: 地质出版社, 1999. 10

(第30届国际地质大会论文集; 第9卷)

ISBN 7-116-02880-3

I. 21… II. ①吴…②李… III. ①矿产资源-国际学术会议-文集②采矿地质学-国际学术会议-文集③矿业经济-国际学术会议-文集 IV. P610-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 39538 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑: 刘学琼

责任校对: 范 义

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 22.25 字数: 528000

1999 年 10 月北京第一版·1999 年 10 月北京第一次印刷

印数: 1—500 册 定价: 50.00 元

ISBN 7-116-02880-3

P·2045

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行处负责调换)

前 言

为了使更多的中国地质工作者了解国内及国外矿床学研究现状，加强学术交流，扩大30届国际地质大会的影响，我们受第30届国际地质大会论文集编委会的委托将大会英文版论文集第9卷编译成中文版。该论文集英文版共收集论文45篇，其中中国大陆以外作者的论文21篇，大陆作者的论文24篇。前者由我们组织有关专业人员进行翻译，后者由作者本人提供原件，编者仅作适当修改。由于有的大陆作者的论文已在国内其他刊物上发表过，有的因工作调动无法联系，有的不幸逝世以及其他原因，在此仅刊出了18篇全文，其余6篇只刊登摘要。

为了便于广大读者阅读，我们在编辑中将论文的次序重新作了编排，并划分成4个部分。第一部分为区域成矿规律，共有论文12篇。这部分主要阐述区域性矿床，或某种矿床类型成矿作用的时空规律，并在此基础上对矿床学某些理论上的问题进行了探讨；还包括了金属矿床和非金属矿床，全球性矿床和某构造单元内的矿床，与岩浆有关的矿床和与沉积、变质有关的矿床；内容十分广泛，体现了当前矿床学研究中新的思想动向。第二部分为矿床地质，共有论文17篇。这部分主要是对不同地区、不同类型矿床的产出特征、形成机制、矿床模式等作了详细的阐述与研究，反映了作者对不同类型矿床的研究思路，有助于我们了解当前矿床学研究的现状。此外，编者还将3篇海洋矿产地质学的论文包括在这一部分中。这3篇论文重点阐述了近代多金属结核和锰结核等海洋矿产资源的形成、产出特点及分布规律，应属矿床地质的一个重要部分。第三部分为流体包裹体，共有论文4篇，重点介绍流体包裹体、高温高压实验以及其他方法在矿床学研究中的应用，对进一步了解成矿作用中流体性质、活动状态以及在成矿中的意义是十分有益的。第四部分为矿产经济地质，共有论文6篇。其中2篇为矿山地质研究，探讨如何保持矿山生产稳定性与延长矿山寿命等问题；2篇为矿产资源研究，从地质特征与供需情况对当前矿产资源的规划、保护和利用进行了探讨；其余2篇为勘探方法研究，提出了应用温压地球化学方法与气晕、离子晕模型寻找矿床等问题。6篇摘要排在本书的最后。

本书在编辑中得到第30届国际地质大会论文集编委会和中国地质科学院矿床研究所有关同志的大力支持，在此表示感谢。由于我们编辑水平有限，对各国地质学家的研究思想了解不深，因此存在一些不足之处，敬请读者批评指正。我们深信该书的出版对我国广大地质工作者在矿床学研究中将会获得有益的信息和启迪。

编 者

第 30 届国际地质大会论文集

(中 文 版)

陈毓川 赵 逊 张之一 主编
项礼文 蔡爱莉 曹佑功

第 30 届国际地质大会论文集英文版共 26 卷,已由荷兰国际科学出版社(VSP)于 1997 年全部出版。中文版由第 30 届国际地质大会组织委员会编辑,地质出版社出版。

第 30 届国际地质大会论文集卷目

- 第 1 卷:地球的起源和历史
- 第 2 卷:地学与人类生存、环境、自然灾害
- 第 3 卷:全球变化
- 第 4 卷:岩石圈构造和深部作用
- 第 5 卷:现代岩石圈运动 地震地质
- 第 6 卷:全球构造带 超大陆的形成与裂解
- 第 7 卷:造山带 地质填图
- 第 8 卷:盆地分析 全球沉积地质学 沉积学
- 第 9 卷:21 世纪能源矿产和矿产资源 矿床地质 矿产经济学
- 第 10 卷:地学新技术方法
- 第 11 卷:地层学
- 第 12 卷:古生物学 地史学
- 第 13 卷:海洋地质学 古海洋学
- 第 14 卷:构造地质学 地质力学
- 第 15 卷:火成岩岩石学
- 第 16 卷:矿物学
- 第 17 卷:前寒武纪地质学和变质岩石学
- 第 18 卷:化石燃料地质——石油、天然气和煤
- 第 19 卷:地球化学
- 第 20 卷:地球物理
- 第 21 卷:第四纪地质
- 第 22 卷:水文地质
- 第 23 卷:工程地质
- 第 24 卷:环境地质
- 第 25 卷:数学地质和地质信息
- 第 26 卷:比较行星学 地质教育 地质学史

目 录

前 言 (I)

区域成矿规律

巨型金属矿床及其赋存地区的发现 P. Laznicka (1)

豆荚状铬铁矿矿床的成矿模式 鲍佩声, 王希斌 (14)

交代热液成矿说 季克俭, 吕凤翔, 王立本, 张建华 (22)

太古宙高级地体中金矿化特征 Shengfei Gan, Dirk D. van Reenen (30)

岩浆房侵位深度与地热系统形成的概念模式 H. Muraoka (52)

初论成矿滞后——对中国固体矿床成矿演化的一些初步认识
..... 叶锦华, 梅燕雄 (63)

日本北海道弧后盆地中两种不同的金属成矿省的成因
..... S. Ishihara, H. Matsueda (72)

中国几个重要矿床的构造背景及矿床模式 翟裕生, 邓军, 彭润民 (81)

云南构造-地层地体分析与金属矿床成矿作用 任治礼 (91)

芬兰北部古元古代早期富铂族元素层状侵入岩带的硅质富镁母岩浆成分
..... B. Saini-Eidukat, T. T. Alapieti, O. A. R. Thalhammer, M. J. Iljina (98)

扬子地台早震旦世碳酸锰矿床形成时有机质的作用和古环境
..... 李任伟, 陈锦石, 储学蕾, 张淑坤 (116)

中国的非金属矿床 陶维屏, 苏德辰 (125)

矿 床 地 质

生物对日本中部群马铁矿形成的影响
..... J. Akai, K. Kawamoto, K. Akai, S. Nakano (133)

萨德伯里火成杂岩体的起源 (加拿大安大略省北部) ——一种新的解释
..... Mei-Fu Zhou, Min Sun, J. Malpas (142)

中国东川沉积型铜矿床成矿模式 陈文明 (151)

青海德尔尼蛇绿岩的地幔橄榄岩中块状铜-钴-锌硫化物矿床成因的初步探讨
..... 杨经绥, 郑新华, 白文吉, 任玉峰, 胡旭峰 (156)

中国云南省金顶锌-铅-(锑)矿化的地质控矿——一种砂岩容矿锌-铅
矿床的新环境 李宁, J. R. Kyle (168)

美国南卡罗来纳和乔治亚州卡罗来纳板岩带中的 Barite Hill——一个与新元
古代长英质火山岩中重晶石和贱金属硫化物伴生的金-银矿化实例
..... S. H. B. Clark (181)

中国石英脉型金铅矿床成矿条件初步研究

- 何知礼, 徐九华, 杨振林, 杜加锋 (190)
- 日本千岛岛弧西北见浅成低温热液金成矿省成因 Y. Watanabe (199)
- 美国西部科罗拉多 Cripple Creek 地区金-碲化物矿床及其伴生碱性火成岩的成因 K. D. Kelley, S. B. Romberger, H. J. Stein, L. W. Snee, D. W. Beaty, T. B. Thompson (208)
- 韩国东阳滑石矿床的成矿流体的氢氧同位素组成 Hee-In Park, Insung Lee, Kye-Hun Park (223)
- 意大利西撒丁岛第三纪裂谷断裂系统中含氟热液流体 D. Pani, R. G. Valera (232)
- 中国东部中生代火山岩区的萤石成矿作用 张荣华, 胡书敏, 王军, 喻文兵, 徐磊明 (238)
- 白云鄂博超大型稀土-铁-铌矿床形成的制约因素 涂光炽, 王凯怡 (245)
- 欧洲 (德国 Tirschenreuth 和法国 St. Yrieix) 残余型高岭土矿床同位素年代测定 H. Albert Gilg, R. Frei (250)
- 东太平洋深海锰结核的生物成矿作用 张富生, 林承毅, 赵晓宁, 洪建明, 边立曾, 陈建林, 沈华悌, 韩喜球 (259)
- 洋底多金属结核及其微构造形成的微生物作用 阎葆瑞, 张锡根, 刘怡芬, 夏良华, 王成敏, 张胜, 梁德华 (266)
- 世界大洋成矿作用 S. I. Andreev, I. S. Gramberg (272)

流体包裹体

- 长英质岩浆的液态不混溶作用及其成矿潜力 朱永峰 (279)
- 俄罗斯远东矿床的自然金和矿石石英中包裹体成分特征 V. G. Moisyenko, A. F. Mironyuk (286)
- 毛细管离子分析在天然水流体地球化学, 特别是矿物流体包裹体分析中的应用 D. K. Hallbauer (289)
- 乌兹别克斯坦南部碳酸盐岩中金矿化的温压地球化学特征 V. S. Polykovsky, Y. I. Finkelshein, N. A. Ivanova (302)

矿产经济地质

- 考虑勘探研究曲线时矿山的最佳寿命 M. Wagner, F. W. Wellmer (304)
- 俄罗斯矿产基地监测——结构及主要指标 A. I. Krivtsov, I. F. Migachev, B. I. Benevol'sky (310)
- 21 世纪初期矿产资源的条件模式 李裕伟 (321)
- 增长极限——矿产资源可供性预测的误区 王家枢 (329)
- 温压地球化学方法——用于乌兹别克斯坦地质勘查或勘探工作的可能性与经验 H. A. Akbarov, V. S. Polykovsky (334)
- 金矿床包裹体的气晕、离子晕模型 王支农, 李惠, 苑月肖 (336)

摘 要 部 分

- 中国前寒武纪成矿省的构造与演化 裴荣富, 熊群尧, 吴良士 (342)
- 微细浸染型(卡林型)金矿成矿过程中碳和有机质的作用
..... 李九玲, 元锋, 徐庆生 (343)
- 察尔汗盐湖中钾矿资源的合理开发利用 郑秀清, 李慈君 (344)
- 古水热系统排泄区(减压区)铀成矿模式
..... 李学礼, 史维浚, 孙占学, 周文斌 (345)
- 矿产资源技术经济评价 贾芝锡 (346)
- FixAl: 特别涉及铝的不完全水分析的一个完全的化学地质温度测量方法
..... 庞忠和, M. H. Reed (347)

区域成矿规律

巨型金属矿床及其赋存地区的发现

P. Laznicka

(Department of Geological Sciences, University of Manitoba, Winnipeg R3T 2N2, Canada)

摘要 人们一般认为, 由于特大型金属矿床 (exceptional metallic deposits) 具有明显的特征, 它们首先被发现, 即特大型矿床的发现要早于大多数相对小的矿床。然而, 实际情况并非如此, 在已知的 337 个特大型金属矿床中, 仅有 13 个是在 15 世纪末以前发现的。巨型和超巨型矿床 (supergiant deposits) 的发现时间图表显示, 1800 年之后巨型矿床 (即这些矿床具有约 10^{11} 和 10^{12} t 的堆积指标) 的发现速度几乎呈指数增加, 1975 年左右达到高峰。自那之后, 发现新矿床的速度下降。近期由于市场对早先未被寻找到的金属需求量日益增加, 金属工业产量的增加, 新矿石类型的发现, 地质知识和勘探技术的极大进步, 使巨型和超巨型矿床发现的速度显著地加快。在所有的巨型矿床中约 30% 是偶然发现的, 其中仅有 5.5% 是在 1965 ~ 1995 年发现的; 14.5% 是由政府工作人员和企业单位发现的; 24% 由简单探矿工程发现; 31% 由私人公司通过复杂的勘探发现。

关键词 巨型矿床 矿床发现 特大型金属堆积 找矿史

1 引言

很长一段时间以来, 人们就已经认识到地质上的金属堆积 (geological metals accumulation) 在全球的分布, 无论是质量 (金属种类) 还是数量 (堆积量, 即矿床、地区等) 都是极无规律的。石油地质学家是最早定量分析碳氢化合物资源的分布特征的^[8], 并建立了一个确定巨型油田分布的特殊研究方法和表示方法。就金属矿床而言, 原苏联学者首先开始怀疑某些地质作用对形成某种大型金属堆积具有独特作用^[5]。1982 年, 当国际矿床成因协会 (IAGOD) 批准“控制大型金属矿床、矿床群、成矿带和成矿省分布参数”的项目时, 巨型金属堆积的问题在 20 世纪 80 年代就已经成了世界性的研究课题^[7]。Laznicka 发表了世界巨型矿床的简单数据库, 定义了巨型矿床数量级, 并提出了定量术语。自 80 年代中期以来, 特大型金属堆积问题的重要性显著增加, 已成为专题讨论会、地质大会、国际地质对比项目 (IGCP-354)、短训班^[10]和许多论文的主题^[6,12,13]。

巨型金属堆积的定义

“世界级矿床”这一术语以非正式和非定量的方式被广泛使用。它是指一个矿床在相

当长一段时期内的总赢利性。Singer^[13]以占每种金属矿床总数 10% 的最大规模矿床的金属含量作为定义世界级矿床或巨型矿床的边界。按他定义的巨型矿床至少包括 100t 金、2400t 银、2Mt 铜、1.7Mt 锌和 1Mt 铅等矿床。由于限定矿床规模的因素建立在易受经济影响的工业目标上，因此这些限定因素仅能应用于目前具有确切工业品位参数的金属堆积矿床中。这些品位未必而且实际上也不能反映矿体地球化学的特殊性，它们不可能对各种金属的堆积进行比较和分类。

相反，Laznicka^[9,10]创造了吨品位指数 (tonnage accumulation index)。吨品位指数把已堆积的矿石金属 (即有潜在经济价值的，通常超堆积的金属) 的数量与同一金属的地壳平均含量 (克拉克值) 联系起来。在一个矿床中，含矿石金属数量在内的岩石吨数可作为地球化学金属堆积的一个指标，也是某种成矿作用的一个有效指标。吨品位指数能把金属堆积量与实际上不同的地壳丰度 (如 Fe、Cu、Au) 进行比较和分类。由于吨品位指数不受每个时代经济条件的制约 (例如供求关系)，因而，它可对现代有潜力的工业和地球化学金属堆积进行分类和对比。吨品位指数值是比较合理的，它随着克拉克值的不断精确而仅发生微小的变化。Laznicka^[9]所建议的巨型金属堆积的术语 (吨品位指数大于 10^{10} 为巨型堆积，大于 10^{11} 为超巨型堆积) 仅在数量级内变化。因为这个术语应用于一个很大的吨数范围内 (例如铜在 55 ~ 555Mt 之间)，Clark^[11]提出了一个修改的术语，不幸的是，它造成矿床数量分类间不合理的数量界限。

2 巨型金属堆积的发现

2.1 发现的时代 (所有金属)

通常认为，由于巨型金属矿床的数量和富集度具有明显的产出特征，因此巨型金属矿床和矿化系统发现得要早些。然而图 1 令人信服地表明，事实并非如此。在总共 337 个矿床中，仅有 13 个才于 1492 年由哥伦布在北美海岸登陆之前发现和利用。如果包括一些国家和未受欧洲中世纪文化影响的古代文明国家 (如中国和哥伦布以前的美洲文明国家) 的矿床，则矿产地数目会略微有所增加；巨型矿床的发现最近才达到高峰，有 82 个巨型矿床产地 (大约占巨型矿床总数的 24%) 是在 1965 ~ 1985 年这 20 年间找到的；自那之后，矿床发现的速度似乎在逐步降低。巨型矿床的发现已达到高峰了吗？我们现在正处在一个钟形曲线的下降斜坡上吗？对出露于地表的矿床而言，回答应该是肯定的，对于隐藏在地下的巨型矿床，回答应该是否定的。与通常程序相反，尽管图 1 已显示出一种定量结论，但有许多正在澄清的细节要在下文中讨论。

2.2 发现的时代 (分别以几个金属为例)

为什么大多数巨型矿床发现于 19 世纪和 20 世纪，而不是更早一些呢？最符合逻辑的理由是组成门捷列夫元素周期表的大多数金属是在过去的 3 个世纪中才被发现。事实上，主要金属矿床的发现比实验室中相应元素的分离时间滞后约 50 ~ 150 年，或更长些。例如钼发现于 1782 年，而第一个巨型 Climax 钼矿床的发现则是在 1879 年；但那时候，发现者把辉钼矿误认为是石墨。在 1914 年以后，当钼的市场发展起来时，这个矿床才真正被视为钼矿床。铀于 1789 年发现于捷克共和国的小型 Jachymov 矿床中，但最早的巨型铀矿区分别于 1949 年和 1950 年发现于安大略州的 Blind River-Elliot Lake 地区和新墨西哥 Grants 地

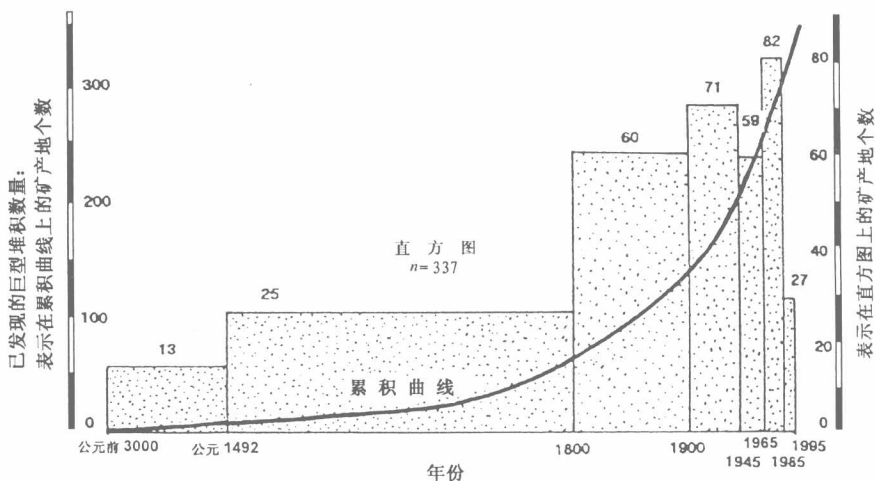


图 1 巨型和超巨型矿床发现时间直方图及累积曲线图
(根据 GIANTDEP 数据库资料, $n = 337$ 个矿产地)

区。事实已经证明, 第一个巨型铀矿床的发现与 1882 年 Witwatersrand 金矿脉的发现时间一致, 然而, 那时并未注意到矿床中铀的含量, 也没有铀金属市场; 直到 20 世纪 50 年代中期才认识到伴生铀的经济价值。

“自然产出”金属 (即稳定金属和长半衰期放射性同位素金属) 的周期表实际上是在 20 世纪 40 年代完成的。在古代, 人们仅知道 6 种金属, 即 Au、Ag、Sn、Cu、Fe 和 Hg; 之后, 又认识了 Sb、As、Co 和 Zn。因此, 1800 年之前发现的 38 个巨型矿床仅为这些金属的矿床。图 2 显示了巨型金属堆积发现时代的特征, 但它们不够完善; 因为图中并不包括全球金属供应中规模较小的矿床。作为全球金属供应来源的巨型矿床比规模较小的矿床在人类工业史时期增加了, 这在本世纪更为明显。

从图 2 和图 3, 人们很容易看出市场需求对矿床 (巨型和其他型的) 发现的影响。简单地说, 当市场已经发展起来时, 寻找矿床的活动增加, 因此发现矿床的可能性也增大。图 2 和图 3 显示了某些历史时期矿产品需求的高峰期, 例如, 早期锡高峰期反映出青铜时代和中世纪的市场需求, 那时锡广泛用于生产器皿和容器。1800 年以前提取金需要用汞, 引起了汞的高峰期。1945 年之后铀的高峰期最初表明军事上的需要, 后来反映铀的能源应用。1965 年之后铅的高峰期与材料技术 (尤其是钢和超级合金) 的蓬勃发展以及推动勘探工作的新矿床模式的出现一致。尽管历史上发生过几次著名的市场事件 (例如, 1945 ~ 1965 年间, 由于官方金的价格低, 仅 33 美元/盎司, 巨型金矿床的发现速度下降是由经济抑制作用所致), 但在整个历史时期, 像 Cu、Au、Ag 和 Pb 这些稳定利用的金属, 其巨型矿床的发现呈一个总体平坦的多角形折线 (图 2)。1985 年后, 巨型铅矿床发现的速度降低, 这反映了铅的用量减少, 因而市场萎缩。

2.3 巨型矿床的发现机理

在很长一段时间, 几个主要矿床发现的传奇般的历史激励着找矿工作者。很不幸, 从文化角度讲, 矿床发现的合理而又详细的, 以及准确的历史几乎不适用于大多数例子; 尤其是那些在遥远过去发现的矿床以及在非西方语言记载和 (或) 信息不公开的国家发现的

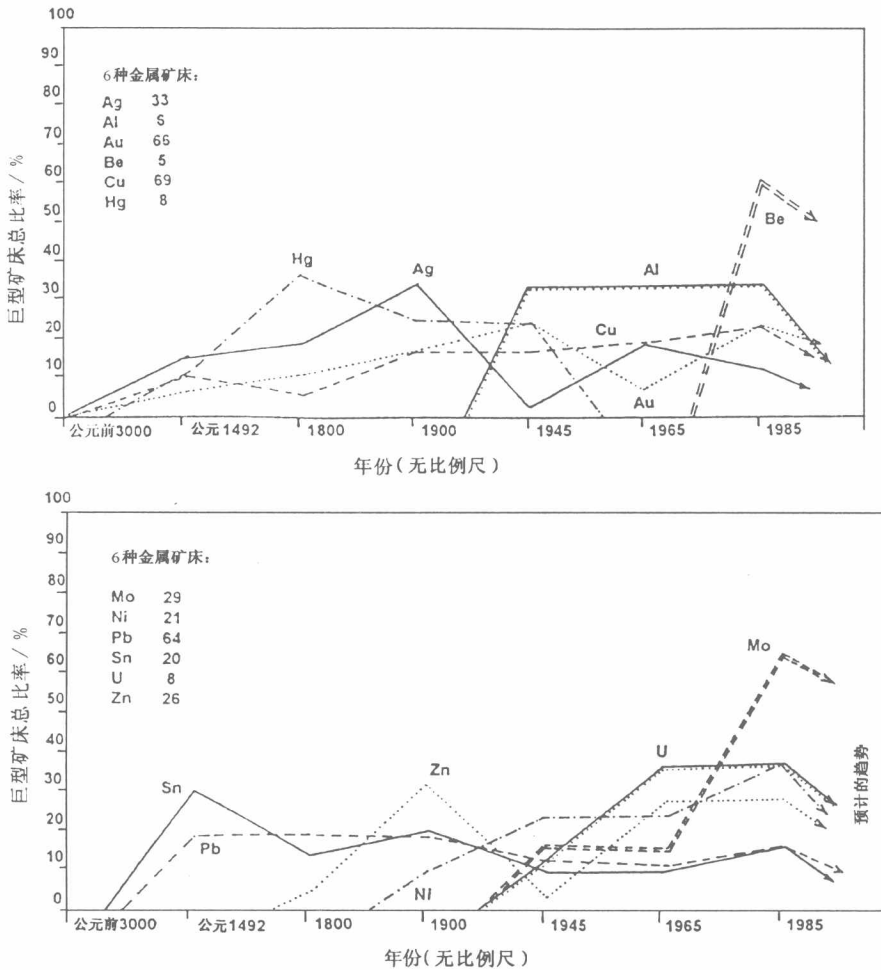


图2 巨型和超巨型矿床发现时期频率多角形折线图
(均以12种金属为例)

矿床。表1列出140个特大型金属矿床(依照Laznicka 1983年定义的数量术语,它们并非都是真正的巨型和超巨型矿床),从中获得了矿床发现的信息。矿床的发现方式很难确定,因为矿床的发现是复杂的,经历了多个阶段,发现过程也并非一帆风顺。正如图3显示的那样,即使一个不完善的分类也形成了一个随时间而发生变化的特定趋势。现已列出了矿床发现的5种方式,即偶然发现,通过找矿发现,在采矿期间发现,由政府发现,由公司发现。

2.3.1 偶然发现

它们包括无意的、无计划中发现的,以及由未受过地球科学或采矿方面高等教育或无经验的外行人发现的。人们设想中世纪前矿床的发现都是偶然的,即使在一个区域内一种金属矿床被偶然发现以后,有经验早期采矿者可能发现个别巨型矿床。在殖民主义时期,欧洲旅行者的几个重要“发现”,实际上是当地人早已熟知或已经开采的矿床。这些例子有墨西哥、秘鲁和玻利维亚的银矿床(例如:Guanajuato, Zacatecas, Cerro Rico, Cerro

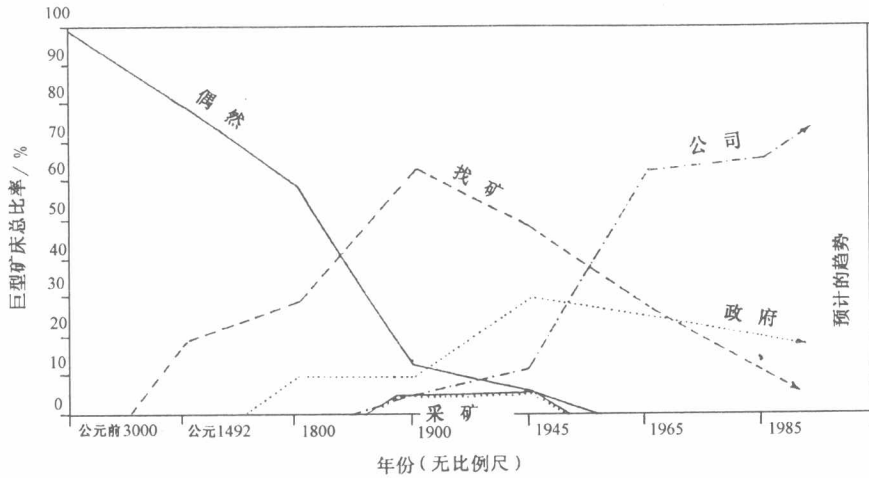


图3 特大型金属矿床发现方法频率折线图

(以140个矿产地为例,它除巨型和超巨型矿床外,还包括以Laznicka定量分类定义^[9]的大型矿床)

de Pasco); 非洲铜矿带的许多矿床; 密歇根 (Michigan) 的自然铜成矿区。最早的发现可能是偶然的或由古代的采矿者探明的。

最近的资料和历史记载的偶然发现包括加拿大安大略省的 Sudbury 和 Cobalt; 印度尼西亚伊里安查亚省 (Irian Jaya) 的 Ertsberg 等等。Sudbury 和 Cobalt 均分别在 1883 年和 1903 年铁道建设挖掘时发现的, 尽管一个政府勘测者 A. P. Salter 已在 1856 年报告了 Sudbury 地区有铜-镍矿存在, 但没有继续工作。Ertsberg 有铜氧化物露头, 它是由一群在 Dutch 山行走的攀登者首先报告的。与流行的观念相反, 近年来在地面上偶然发现主要矿体已经极为罕见了。实际上在 1965 年以前, 当世界地质图上的最后空白地填满时, 在陆地上这类矿床就已经没有了 (图3)。

2.3.2 通过找矿 (prospecting) 发现

通常认为找矿是缺乏正规高等教育和训练有素的人基本不用仪器的勘测。然而, 较高的动机和实际经验弥补了他们的不足。图3表明, 在1900年前后的几十年间, 找矿一直是矿床 (不仅是超大型矿床) 发现的主要方法。西方找矿者的重大发现包括由 George Harrison 在 1882 年找到的 Central Rand 矿床; 西澳的 Kalgoorlie 矿床是由 Patrick Hannan 在 1893 年发现的; 魁北克的 Noranda 矿区是在 1923 年由 Ed Home 找到的; 安大略省 Hemlo 金矿 (并非新发现的) 由 Don McKinnon 和 John Larche 在 1979 和 1981 年期间探明的等等。

2.3.3 采矿期间发现

这是一个很难定义的类型, 它包括在采矿过程中发现了先前未知的矿体: ①同一矿区发现较小规模不同金属矿石堆积; ②同一金属但不同类型的较小规模矿石堆积, 或最初未找到的同一类型的巨大埋藏矿体; ③在其他金属矿石中发现一种先前未认识的金属。

情况①可以 Bingham 巨型斑岩铜-钼矿床为例, 该矿床于 1904 年发现; 20 年之后才从矿区的矿脉中和交代岩中开采出金和铅-锌。情况②可以蒙大拿州 Butte 矿区为例, 早期采矿仅限于高品位的铜-银脉。尽管从几十个矿脉中不断地采矿, 但它并不具有巨型规模。随着深部隐伏的大型斑岩铜-钼矿体的发现, 矿床才达到了巨型规模。情况③可以中国内

表 1 140 个巨型、超巨型及选出的部分大型金属矿床和地区的发现方式及年代表

发现的年代	矿床(区)位置	国家(地区)	金属	发现方式	发 现 注 解
1636	密歇根州铜矿省	美国密歇根州	Cu	偶然	根据当地人提供的信息由旅行者报告
1720	老铅矿带	美国密苏里州	Pb	政府	政府考察队发现铅
1725	Morro Velho	巴西	Au	偶然	区内有早期开始采矿的迹象
1784	Ridder(Leninogorsk)	哈萨克斯坦	Pb-Zn-Ag	找矿	由实业家 F. Ridder 发现
1800	中部地区	美国新墨西哥州	Pb-Zn-Ag	偶然	当地人开采,为西班牙殖民者提供了标志
1830	Itabira 地区	巴西	Fe	偶然	一些古老矿嗣
1838	Balmat	美国纽约州	Pb-Zn-Ag	政府	根据国家地质学家的报告
1840	Sierra Nevada 砂矿	美国加利福尼亚州	Au	找矿	
1844	Lake Superior 铁矿	美国	Fe	政府	由政府勘测者 W. A. Burt 偶然发现
1848	Tri State	美国密苏里州	Zn-Pb	偶然	在先前发现的矿石中开始采矿
1851	Victoria 金矿区	澳大利亚维多利亚	Au	找矿	通过淘洗首先发现砂金
1852	Meggen	德国	Zn-Pb	偶然	在先前发现的矿石中开始采矿
1853	New Idria	美国	Hg	找矿	
1856	Sudbury	加拿大安大略省	Ni-Cu	政府	由勘测者 A. P. Salter 报告
1859	Rammelsberg New Oreb	德国	Pb-Zn-Cu	采矿	在 968 年有少量矿石开采的过程中发现的
1863	Bingham 金、铅矿	美国犹他州	Pb-Zn-Ag	偶然	先发现金,随后发现铅-锌,而后又发现了铜
1865	White Pine 矿山	美国密歇根州	Cu	偶然	在先前发现的矿石中开始采矿
1869	Murchison 矿带	南非	Sb	找矿	先发现砂金,而后发现含金石英英脉,又发现锑
1870	Carlin	美国内华达州	Au	找矿	找矿者首先发现了少量的金,很快又遗弃了
1871	Kimberley 火山筒	南非	金刚石	找矿	
1874	Leadville	美国科罗拉多州	Pb-Zn-Ag	找矿	当发现可采白铅矿铁帽时,先发现了金
1874	Butte	美国蒙大拿州	Ag-Cu	采矿	由采金者发现银之后发现银-铜脉
1876	Homestake	美国南达科他州	Au	找矿	在砂矿开采阶段后,找到金矿脉

1879	Climax	美国科罗拉多州	Mo	找矿	把斑岩中的辉钼矿误认为石墨
1882	Witwatersrand	南非	Au	找矿	首先发现了金的标志
1884	Frood 矿山, Subdlury	加拿大安大略州	Ni-Cu	公司	在已产镍-铜地区勘测
1884	Coeurd' Alene	美国爱达荷州	Ag-Pb-Zn	找矿	
1885	Ashanti 金矿带	加纳	Au	找矿	本地小规模开采地区
1886	Klerksdorp	南非	Au	找矿	小规模地挖掘发现矿并采矿
1886	Central Rand	南非	Au	找矿	主要发现者是 Langlaagte 农场的 G. Harrison
1888	East Rand	南非	Au	找矿	
1888	Greenbushes	澳大利亚(西澳)	Sn-Ta-Li	找矿	首先发现锡石砂矿
1890	Mesabi 矿带	美国	Fr	找矿	
1892	Tsumeb	纳米比亚	Pb-Zn-Cu	公司	由公司对本地小规模地采矿区调查
1893	Rosebery	澳大利亚	Pb-Zn-Ag	找矿	发现铁帽
1893	West Rand	南非	Au	找矿	
1893	Kalgoorlie	澳大利亚(西澳)	Au	找矿	
1895	Moanda	加蓬	Mn	政府	政府的地质学家首先报告
1896	Klondike-Dawson	加拿大育空地区	Au	找矿	
1897	Tetyukhe	俄罗斯	Pb-Zn-Ag	找矿	由政府偶然发现和找矿结合
1897	Red Lake	加拿大安大略省	Au	找矿	找到金, 最早的采矿始于1930年
1898	Pine Point	加拿大西北地区	Zn-Pb	找矿	找矿者在去金矿区的路上发现
1900	Remison	澳大利亚塔斯马尼亚岛	Sn	找矿	近地表铁帽的小规模开采
1900	Bushveld 杂岩-铂	南非	Cr	找矿	发现了铬铁矿, 开始小规模挖掘
1901	Bushveld 杂岩-铁	南非	Fe-Ti-V	找矿	发现磁铁矿层和矿筒, 尝试冶炼铁

续表

发现的年代	矿床(区)位置	国家(地区)	金 属	发现方式	发 现 注 解
1901	Falconbridge, Sudbury	加拿大安大略省	Cu, Ni	公司	早期的地球物理勘探推测矿床
1902	Broken Hill	赞比亚	Pb-Zn-Ag	找矿	找矿者发现本地人挖的老矿洞
1902	Roan Antelope	赞比亚	Cu-Co	找矿	找矿者发现本地人挖的老矿洞
1903	Ruwe 矿山, Katange	扎伊尔	Cu-Co	找矿	本地采矿位置是第一个重要的铜矿带矿床
1903	Chambishi	赞比亚	Cu-Co	找矿	找矿者发现本地人挖的老矿洞
1903	Cobalt 矿区	加拿大安大略省	Ag-Co-Ni	偶然	修建铁路期间在爆破的露头中发现
1904	Bingham 斑岩铜矿	美国犹他州	Cu-Mo	采矿	在金-铅-锌矿区斑岩矿体中采矿中发现
1905	Santa Rita (Chino)	美国新墨西哥州	Cu-Mo	采矿	在金-铅-锌矿区斑岩矿体中采矿中发现
1906	Larder Lake 矿区	加拿大安大略省	Au	找矿	发现 Kerr Addison 和其他矿山
1907	Dzhezkazgan	哈萨克斯坦	Cu	公司	在早期分散的小规模矿内工作区发展起来
1909	Timmins-Porcupine	加拿大安大略省	Au	找矿	在 Dome 地区发现含金石英露头
1910	Ouokumpu	芬兰	Cu-Zn-Co	找矿	先通过冰川漂砾痕迹证实了发现
1911	Kirkland Lake	加拿大安大略省	Au	找矿	
1915	Flin Flon	加拿大马尼托巴省	Zn-Cu-Ag	找矿	
1920	Nornik 1	俄罗斯	Ni-Cu-PGE	政府	由国家综合地质勘探队发现
1923	Malarctic-Cadillac	加拿大魁北克省	Au	找矿	
1923	Mount Isa	澳大利亚昆士兰	Pb-Zn-Cu	找矿	探明铁帽露头
1923	Noranda 矿区	加拿大魁北克省	Cu-Au-Zn	找矿	由 Ed Home 发现 Home 铜-金矿山
1925	Kalmakyr (Almalyk)	乌兹别克斯坦	Cu-Mo-Au	政府	由国家综合地质勘探队发现
1925	Merenske 矿层	南非	PGE	找矿	由 Hans Merensky 发现并确认了铂族元素含量
1926	Nchanga	赞比亚	Cu-Co	找矿	在本地小规模矿内采矿位置上圈定
1934	Tymnauz	俄罗斯	W-Mo	政府	由综合地质勘探队发现
1935	白云鄂博	中国	Fe-REE-Nb	找矿	
1935	Yellowknife	加拿大西北地区	Au	找矿	