

初论基于数字地球技术系统的巨型矿床统计评价

王世称¹ 陈永良²

(1. 吉林大学朝阳校区数学地质研究所, 长春 130026; 2. 吉林大学前卫校区计算机科学系, 长春 130012)

摘要: 介绍了数字地球的基本概念和系统框架, 概括了基于数字地球技术系统的数字矿产工程的基本概念, 阐明了建立全球矿产资源基础数据库的必要性, 并讨论了矿产资源基础数据库的主要内容, 探讨了基于数字地球技术系统的巨型矿床统计评价的基本方法。

关键词: 数字地球; 数字矿产; 巨型矿床; 统计评价。

中图分类号: P628 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2001)02-0157-04

作者简介: 王世称, 男, 教授, 博士生导师, 1931年生, 1952年毕业于北京大学地质系, 主要从事综合信息矿产资源预测研究。

1 数字地球及其系统框架

1998年1月31日, 美国前副总统戈尔在洛杉矶加里福尼亚科学中心举行的开放地理信息系统协会年会上指出: 数字地球是指一个以地理坐标(经纬网)为依据的、具有多分辨率的、海量数据的和多维显示的虚拟系统。承继成等^[1]认为, 数字地球是指数字化的地球, 更确切地说是指信息化的地球, 是与国家信息化的概念相一致的。信息化是指以计算机为核心的数字化、网络化、智能化和可视化全过程。更详细地说, 数字地球是指以地球为对象、以地理坐标为依据、具有多分辨率、海量数据和多种数据的融合, 并可用多媒体和虚拟技术进行多维的(立体的和动态的)表达, 具有空间化、数字化、网络化、智能化和可视化特征的技术系统。简单地说, 数字地球是指实现地球数字化或信息化的技术系统。

数字地球是以遥感技术、遥测技术、数据库与地理信息系统技术和高速计算机网络技术以及虚拟技术为核心的信息技术系统, 包括陆地卫星系列、海洋卫星系列、气象卫星系列、测地卫星系列和地球物理卫星系列及航空遥感系列等的数据采集、处理、识别技术; 遥测技术包括全球定位技术系列的数据采集与处理; 数据库与地理信息系统技术系列, 包括数据

存取、检索、集成与融合、综合和分析等技术; 光缆与卫星通讯技术; Internet与Web技术; 虚拟现实与仿真技术; WebGIS, ComGIS技术, OpenGIS标准与规范, NSDI的数据仓库, 数据交换网络及数字图书馆, 数据挖掘技术等, 是空间技术和信息技术的集成与升华。数字地球是地球科学与信息科学技术的综合, 是一门综合性的科学技术。

数字地球技术系统的框架由以下4个部分构成: (1)基础科学, 包括认知科学、地球科学和信息科学。(2)关键技术, 包括1m分辨率的卫星遥感技术; 海量数据的快速存储与处理技术; 高速网络技术; WebGIS与OpenGIS的互操作技术; 多分辨率、多维数据融合与表达技术; 仿真与模拟技术; Metadata技术。(3)实现层, 包括区域层、国家层、地区层和全球层。(4)应用层, 包括专业生产、城市与区域、政治与外交、安全与国防、科研与教学等。数字地球是继国家信息基础设施(NII)和国家空间数据基础设施(NSDI)之后的又一个意义更加深远的国家信息基础设施。它是地球为研究对象的高新技术系统, 是很多技术, 尤其是信息技术的高度综合与升华。数字地球技术系统为建立数字矿产基础数据库提供了必要的技术手段和工程框架。

2 数字矿产工程

数字矿产可以定义为数字化或信息化的矿产资

收稿日期: 2000-11-30

基金项目: 国土资源部矿产资源定量预测及勘查评价开放研究实验室资助项目。

源体集合. 它是数字地球技术系统为依托建立的区域或全球性的矿产资源基础数据库, 可以作为国家空间数据基础设施的一个组成部分. 矿产资源基础数据库应包括以下 3 个层次的信息:

(1) 全球性矿产资源基础信息. 它是描述世界范围内已发现的或有一定矿产资源潜力的矿产资源体的空间分布、成矿特征及与全球性控矿因素等有关的空间数据和属性数据. 全球性矿产资源基础信息是一种有关全球矿产资源的高度概括性的信息, 大体上包括以下几个方面: ① 全球范围内各个成矿系列巨型矿床及矿集区的空间分布基础数据及相应的属性数据; ② 全球范围内各个成矿系列主要控矿因素的空间分布基础数据及相应属性数据; ③ 全球范围内卫星遥感数据; ④ 全球范围内卫星磁测数据; ⑤ 全球范围内卫星重力数据.

(2) 地区性或国家矿产资源基础信息. 它是描述某一地区或某一个国家已发现或有一定矿产资源潜力的矿产资源体特征的有关数据. 地区性矿产资源基础信息与全球性矿产资源基础信息相比, 其分辨率更高, 信息量更大, 有关矿产资源特征方面的描述更详细. 以我国为例, 1:20 万区域地质调查、1:20 万水系沉积物测量、1:20 万重砂测量、1:20 万航空物探测量和 1:25 万卫星遥感测量等已基本上覆盖全国, 同时, 我国有关区域成矿规律方面的研究资料也很丰富. 因此, 可以在上述地质资料的基础上以数字地球技术系统为依托, 建立我国矿产资源信息基础数据库.

(3) 局部矿产资源基础信息. 它是描述特定矿集区或矿产资源体基本特征和控矿因素等方面的基础

数据. 这些信息主要包括大比例尺详查资料、大比例尺化探重砂测量资料、大比例尺航空物探资料、航空遥感资料、地面物探测量资料以及矿产资源开发利用方面的资料.

在数字地球技术系统中, 可以实现矿产资源数据无级比例尺信息综合, 所谓无级比例尺信息综合是指, 在数字地球系统中, 以一个大比例尺数据库为基础数据源, 在一定区域内空间对象的信息量随比例尺变化自动增减, 从而使得空间信息的压缩和复现与比例尺自适应. 在无级比例尺信息综合技术支持下, 全球性矿产资源基础数据、地区性矿产资源基础数据和局部矿产资源基础数据可以达到无缝融合, 有利于实现特定类型矿产资源的系列预测. 基于数字地球技术系统的矿产资源基础数据库的基本框架如图 1 所示. 数字地球是 21 世纪的重大技术工程, 其本身是一个技术创新系列, 它为地球科学的发展提供了知识创新和理论研究的科学条件. 探讨基于数字地球技术系统的数字矿产工程是时代的需要, 也是地球科学发展的必然趋势. 数字矿产工程对于矿产资源开发利用的中长期规划以及国家或地区社会经济可持续发展战略目标的制定都具有重要的指导意义.

3 基于数字地球技术系统的巨型矿床评价方法

3.1 巨型矿床基本特征及统计评价的可行性

世界范围内已知矿产资源量的绝大部分来自于巨型矿床. 所以, 巨型矿床的找寻是各个国家或地区

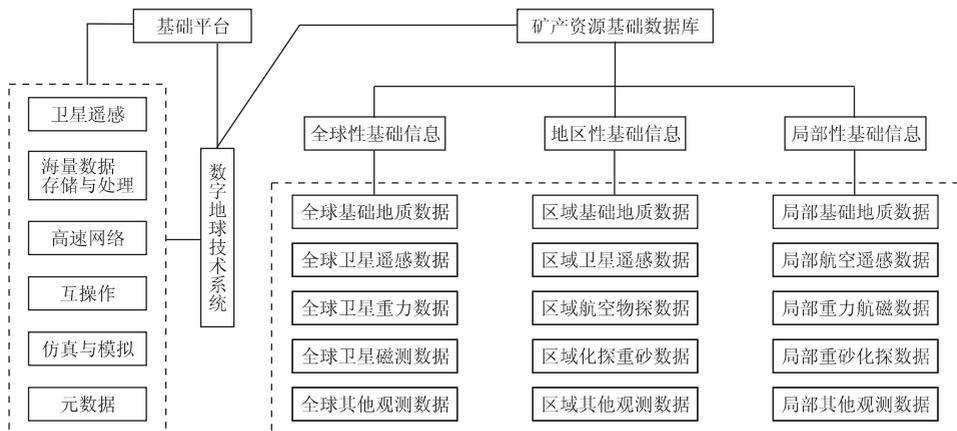


图 1 基于数字地球技术系统的矿产资源基础数据库框架

Fig. 1 Framework of mineral resources database based on technology system of the Digital Earth

找矿工作的核心。矿产资源的统计评价可以为找矿工作提供靶区,减小找矿工作的盲目性。在以往的研究工作中,人们很少谈及巨型矿床的统计评价问题。对巨型矿床的研究也主要侧重于成矿条件、成矿模式和矿床特征,所揭示的主要是某一巨型矿床本身的特殊性。这样的研究忽视了巨型矿床与同类中小型矿床之间的关系,忽视了对巨型矿床的共性特征的研究。事实上,除极少数巨型矿床外,一般的巨型矿床均与同类的中小型矿床在空间分布上存在密切关系,巨型矿床与中小型矿床常常形成矿集区。在矿集区中,巨型矿床与中小型矿床之间是一种“鹤立鸡群”的关系。这里的“鹤”是指巨型矿床,“鸡群”是指中小型矿床群。巨型矿床与同类的中小型矿床所构成的矿床集合——矿集区是一个有机的整体,矿床集合与控制因素组合之间是上升有序变量的关系,预测巨型矿床应从矿床集合的研究入手,研究矿床集合与控制因素组合之间的量化关系,从而建立起巨型矿床的统计预测模型^[2,3]。“鹤立鸡群”的学术观点和综合信息矿产预测理论体系为巨型矿床的统计评价提供了可靠的理论依据和方法手段。

由于赋存巨型矿床的矿集区数量少、类型多,只有在全球背景上探讨它们的共性特征,才能形成有实效的科学预测体系。因此,有必要对全球范围内巨型矿床及矿集区进行深入的研究,建立大型矿集区矿床数量—储量统计模型,预测矿集区内巨型矿床赋存的可能性,为国内外矿产资源开发、利用的中长期规划提供理论依据。在巨型矿床统计预测的基础上,对我国的典型矿集区进行剖析,解决典型矿集区深部成矿控制及成矿预测问题。数字地球技术系统的海量数据存储与处理功能、互操作功能、仿真与虚拟功能等为研究世界范围内巨型矿床的空间分布规律及其与控制因素的关系提供了先进的技术条件,基于数字地球技术系统的数字矿产工程为巨型矿床的统计评价提供了丰富的信息源。

根据上述的讨论可以看出,开展世界范围内巨型矿床统计评价研究的基本条件已经成熟。

3.2 巨型矿床统计评价的主要研究内容

(1)在“鹤立鸡群”的学术观点指导下,用统计学方法研究全世界范围内金、铜、镍等重要矿种巨型矿床及相应矿集区的空间分布规律,研究构成典型矿集区的矿床集合中矿床数量的统计分布规律、矿床储量的统计分布规律,建立巨型矿床及相应矿集区的矿床预测知识体系。(2)按照数字地球技术系统数

据仓库构建的基本原则,建立国内外金、铜、镍等重要矿种已知的巨型矿床及相应矿集区的地质概念模型、逻辑模型和数理模型,根据这些巨型矿床找寻和发现的历史及矿产资源开发和利用的相应阶段,建立金、铜、镍等重要矿种巨型矿床及相应矿集区的动态知识数据库,对巨型矿床有关资料进行动态管理。(3)以地质体和矿产资源体为单元,按综合信息矿产预测理论与方法,对全球卫星重力、卫星磁测和卫星遥感等资料进行综合解译,研究全球构造格架对金、铜、镍等重要矿种巨型矿床及相应矿集区空间分布的控制作用。(4)研究全球范围内老变质岩系对金、铜、镍等重要矿种巨型矿床及相应矿集区空间分布的控制作用,研究全球主要构造—岩浆岩带的演化继承规律及其对金、铜、镍等重要矿种巨型矿床和相应矿集区的控制作用,研究全球范围内主要构造—火山岩带对金、铜、镍等重要矿种巨型矿床和相应矿集区的控制作用。(5)研究全球范围内的物探异常、化探异常、卫星遥感异常等的空间分布规律,研究上述异常或异常密集区与古老变质岩系、构造—岩浆岩带、构造—火山岩带之间的信息关联与转换规律,研究上述异常或异常密集区与金、铜、镍等重要矿种巨型矿床及相应矿集区之间信息关联与转换规律。(6)在上述区域性资料综合研究工作的基础上,开发、引进大探测深度的物、化探方法,结合区域构造、深部构造特点,对我国金、铜、镍等重要矿种的典型矿集区进行剖析,查明典型矿集区深部地质、地球物理、地球化学等控矿因素特征,并研究深部控矿因素、局部控矿因素和区域控矿因素三者之间的信息关联及转换规律,建立典型矿集区三维空间综合信息找矿模型,解决典型矿集区深部成矿预测问题。(7)巨型矿床常常以“鹤立鸡群”的方式与同类的中小型矿床共同构成矿集区,这是绝大多数巨型矿床的共性特征。依据全球范围内地、物、化、遥资料和金、铜、镍等重要矿种的巨型矿床资料,结合板块运动、区域构造、深部构造及深部物化探资料,进一步探讨“鹤立鸡群”现象的内在成因机制,深化巨型矿床及矿集区成矿规律的研究。

从世界范围内已知巨型矿床的发现史来看,巨型矿床常常是隐伏的或难识别的矿床,常常需要数十年的找矿和勘探工作才最终将其定为巨型矿床。另外,大多数的巨型矿床是通过综合运用地质、地球物理、地球化学等多种找矿方法发现的。因此,在找寻和预测巨型矿床工作中,必须注意地质、地球物

理、地球化学等方法手段的密切配合,将矿集区作为研究对象,采用区域研究与局部评价、宏观分析与微观测试、浅部量测与深部推断相配套的工作方法,全方位地提取矿集区的控矿信息,并研究不同类型控矿信息之间的关联关系,建立综合信息找矿模型,逐步探索出一套巨型矿床找矿与预测的有效方法体系。

参考文献:

- [1] 承继成,李琦,易善桢. 国家空间信息基础设施与数字地球[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [2] 王世称,陈永良,严光生,等. 大型、超大型金矿床综合信息成矿远景预测方法研究[M]. 北京:地震出版社,1998.
- [3] 王世称,陈永良,夏立显. 综合信息矿产预测理论与方法[M]. 北京:科学出版社,2000.

STATISTICAL PROGNOSIS FOR GIANT DEPOSITS BASED ON DIGITAL EARTH TECHNOLOGIES

Wang Shicheng¹ Chen Yongliang²

(1. *Institute of Mathematical Geology, Chaoyang Campus of Jilin University, Changchun 130026, China*; 2. *Computer Department, Qianwei Campus of Jilin University, Changchun 130012, China*)

Abstract: In this paper, the basic concepts and the system frame of the Digital Earth are introduced. The basic concepts of the digital mineral project on the basis of the technology system of the Digital Earth are generalized. Also discussed is the necessity to establish a basic database of mineral resources in the whole world, with an account of the major content of the database. At the same time the basic method for statistical prognosis of giant deposits based on the technology system of the Digital Earth is studied.

Key words: Digital Earth; digital mineral; giant deposit; statistical prognosis.