

编者按：自本期起本刊将在“科海钩沉”栏目陆续刊发吴凤鸣先生的“矿床学及其成矿理论发展简史”一文。吴凤鸣先生是科学出版社资深编审和地质学史专家，曾在中国科学院有关研究所主讲地质学史。80年代后出任“全国自然科学名词审定委员会”专职副主任。本文是他在多年讲稿基础上，不顾年事已高近年又经补充、修订新资料而成。文章系统收集了矿床学发展史的国内外资料，以近似编年史方式较完整地覆盖了自史前远古时期至20世纪的矿床学发展重要事件，并具鲜明的作者观点。上期本刊已发表第一部分，本期继续讲述以飨读者。

矿床学及其成矿理论发展简史(二)

□ 吴凤鸣

1 希腊罗马时代有关矿物金属成因的知识

众所周知，古希腊罗马时代是远古文化、科学的繁盛的标志，被誉为欧洲哲学、科学、文化的摇篮。

西西里哲学家恩培多克勒，恩克多罗斯，毕德哥拉斯等都曾对地球的组成及其中物质来源、性质、形态做过简略的阐述，其中，柏拉图的矿石喷发说有其深远影响，他曾推测矿石是喷发成因；自然科学家、哲学家亚里士多德，在《气象论》以及《物理学》名著中提出矿石及其成因概念，根据岩石的成因，最早把岩石分为水成与火成两大类，在论述岩石、金属及矿物成因时，认为地球内外2种蒸发作用——“干燥”的和“潮湿”的两大因素；矿石和金属就是地下气态矿物的升华物。而物质被燃烧而成“干燥喷气”，形成石溶解了水的物质，逐成矿石，诸如赤铁砂、硫磺及其含泥物质；“潮湿喷气”，熔化柔软的金属，充填在岩石裂隙中，久而久之，形成金、铜、铁和

其他金属堆积，应该说这是最早提出的矿石乃是地下气态喷出物升华成因推论。

古希腊博物学家狄奥弗拉斯特(Theophrastus, 公元前372-287)，继承他的老师亚里士多德基本论点，撰成《石谱》，又称《石头论》(Book of stones)，书中描述矿物16种之多，进而把矿物分成金属、石头和土壤3大类，描述了一些矿物形态，如磁铁矿、锡石、辰砂、黄铁砂等，书中还论及大理石、石膏的性质及采矿方法，他的这本石谱曾为后人广为传用。

希腊罗马时代的地理学家斯特拉波(Strabon, 公元前63-21)继承亚里士多德的基本论点，他在名著《地理学》(geographia)一书中，认为：岩石、矿物、地震等都是通过火山把热气和火焰送出的地下风引起的；对维苏威火山的成因和埃特纳火山的熔岩及其成因做了比较确切的论断。

罗马时代的博物学家普林尼(Gaius Plinius Secundus, 23—79)，他在《博物学》(Natural His-

tory)一书的后部分比较集中描述了火山、地震、矿物、矿床以及宝石类方面的知识，他对西班牙矿石产状做过描述，对汉尼巴尔银矿，银铅矿做过阐述。公元79年为实地观测维苏威火山喷发，窒息而死，是世界上最早为探索地质现象而牺牲的第一人。

罗马建筑学家维特鲁维奥(Vitruvius, Pollio, Marcus)在其《建筑学》中，阐述并辨认红土、黏土、砂、砾石的物性、成因，提出从辰砂中提取水银，用汞合金法与离金砂的方法，并描述巴比伦四海的沥青和岩盐等。

2 中世纪时期出现有矿物金属成因理论的萌发

中世纪，科学史上虽被称之为“黑暗时代”，但由于中东欧各国贸易往来繁盛，生产力有较大发展，特别是中东欧个别国家贸易往来繁盛，促进采矿业的兴起。就是这一时期，人类对矿物认识和利用不断扩大与深化，中欧矿业中心摩拉维亚和波西米亚的金矿、银矿、铝矿和铜矿，南斯拉夫的有色金属矿，西西里亚·

萨克森等的有色金属矿,瑞典的铜矿等,都有颇大的发展,矿石、矿物、矿床以及矿业遵循其自身客观规律,得到发展,迎来阿拉伯文化的兴起。阿拉伯帝国在吸收埃及、巴比伦、罗马、希腊、印度、波斯以及中国古代优秀文化基础上,创建出灿烂光辉的阿拉伯文化。

2.1 阿拉伯文化繁盛时期有关矿产理论的萌发

阿拉伯文化的繁盛,由于交通发达,带动商贸业的繁荣,珠宝、玉器等手工业制品的交流,有力地促进了宝石矿石、矿物开采,深入地扩大了宝石类矿物的认识与利用;当时,从印度、马来群岛运进大量矿物原料,诸如宝石、玉石及精美矿物,从中亚细亚运进的红宝石、金石,以阿拉伯人独特的手工艺技能,制成用各类华丽装饰品和手工艺制品等,十分精湛,像现在卢浮宫博物馆陈列的阿拉伯水晶壶,就是由一块完整水晶矿雕刻而成,精美绝伦,展现出公元十世纪阿拉伯文化时期的矿物艺术杰作。

2.2 阿拉伯文化时期,在矿物、矿床、矿业做出贡献的学者

(1)埃及贾比尔·伊本·哈扬(Jabir Ibn-Hayyan, 702—783),专事炼金术,著有《金属化秘法大全》,对铝、锡、铜、铁、金等金属性能做过大量实验与研究,试图把水银和硫磺合成金属的实验,认为水银和硫磺均为多色矿物,他追求整个宇宙万物的内在的和谐,代表著作《金属化秘法大全》,对化学理论发展有过贡献与影响。

(2)阿拉伯“百科全书”式学者阿维森纳(Avicenna, 890—1037)拉丁名字伊本·西掌,他勇为亚里士多德的《气象论》增

补版撰写成第4卷中的宝石、地质与矿物三节;在《恢复集》中比较系统地阐述过他的地质思想;在《矿物的形成和分类》(On the formation and classification of minerals)他提出矿物(石头)的形成是通过2种方式:一是通过黏土硬化连接,二是通过水的凝结,认为柔软的黏土变为石头,松散岩石的硬化可能是类似盐在水溶液中沉淀作用的结果。(最大缺点是没有提及其胶结因素);他的岩石矿物分类:石头、可溶体(金属)、硫的可燃性物质、盐类共四大类;为当时所公认的完善分类方案,流传甚广,一直沿用至18世纪末叶(据资料记载,水成论鼻祖维尔纳在弗莱堡矿业学院教学中曾使用过这个方案)。

(3)花刺子模(乌兹别克)的“百科全书”式学者比鲁尼(al-Biruni, Abura lhan Muhammad, 973—1048)多部著述中,阐述过地质思想,其中,《识别贵重矿物的资料汇编》(1048年)作为经典传流甚广,部分章节曾被译成欧洲各种文字,全书共分两部:第一部分为宝石,第二部分为金属,书中描述有百种当时已知矿物、矿物变种以及岩石等;考查矿物、岩石别名近300个,曾描述过矿物岩石的颜色、硬度、开采方法、矿床和宝石价值等,自己设计相关仪器,称出一定量的物质所排出的水的重量,确定了18种矿物比重:根据所得数据及特征,划分若干类同族矿物,曾把水晶、光玉髓、玛瑙划入石英类,把红宝石、蓝宝石、白蓝宝石列入刚玉类,同时论证这类矿物在矿物学上最一致的结论;他还发现若干矿物中有液体包裹物,认为这是晶体水成的证据;指出一些矿石与矿物在自然

界中是与一些岩石共生,从而给予知矿师以极为重要的找矿标志。在《宝石之书》(The Most Comper Gensive In Knowledge on precious stones (M) Islamabad)中描述了几乎世界范围的矿物产地,包括中国、印度、锡兰、拜占庭、埃及、波罗的海地区以及莫桑比克海峡,书中也阐述一些当时知名的矿床。比鲁尼的这些论著,数个世纪中一直作为矿物、宝石手册广泛流传于世。

(4)伊本·白图塔(al-Masuai, Abü'îl - Hasan, 1304—1371),著名的旅行家曾到过印度、锡兰、马来亚、波斯、叙利亚、埃及、小亚细亚、中国、马达加斯加、东非海岸等,著有《黄金草原及宝石山》(MutüjadH-Dhahab-wamâcinül-jawâhir, 947);

阿拉伯学者阿文·哈兹尼(al-khaini),对矿物宝石做过一些测定、测出一些矿物的比重,如金的比重为190.5,水银为13.56,蓝宝石为3.96,红宝石为3.58,冰点水为0.965,接近近代通用值。

(5)伊本·默罕默德(Uturid Ibn-Muhammad)之《岩石与宝石之书》,马波托斯(Mabodus)之《宝物志》,描述矿物宝石达60余种。这些都是中世纪阿拉伯文化时期(约十世纪)的代表性人物和著述。他们有些学者的论点并不低于阿格里克拉,甚或更高一筹。

(6)在欧洲意大利学者马格努斯(Albertas Magnus, 1206-1280),之《矿物与金属》,1260年撰成,1474年才得以出版,全书共5卷,1~2卷论述矿物与岩石,3~4卷论述金属,第5卷写盐类。在书中最早提出矿物与石头的成因,是矿化作用下,对地壳物质发挥作用而生成,认为:作用在土元素上,适合条件下,就诱发

产生矿物、岩石、金属及其中间产物——盐类；认为地球本生有热与冷作用，热使石头与土质密度加大变硬，冷使金属加热变软而后变硬，他的矿物成因理论，就是欧洲早期有代表性矿物成因理论，一直延续到16世纪，广为引用。

3 “文艺复兴”时代有关矿物、矿床理论的发展

(1) 意大利学者达·芬奇 (Leonardo da Vinci, 1452-1519) 在《雨水是泉水的来源》中阐述过河流、泉水的成因，文中对矿物、金属生成，做过简单的论述；法国现实主义学者巴力西 (B. Palissy, 1510-1590) 对矿物及其生成，做过专题演讲。

(2) 德国自然科学家乔治·阿格里科拉 (George Agricola, 1494-1555) 撒克逊人，拉丁文为葆勒 (Baure), 1527~1531年在捷克的矿山工业中心 (雅西莫夫) 任矿主，并专事研究矿物及开采与冶金，他对那里的矿石、矿物及采矿发生极大兴趣，收集大量矿石、矿物相关资料，专事研究矿物与冶金学。1553年他把矿物分成可燃矿产、土壤、盐类、宝石类、金属和矿物混合物，并分别比较系统地描述它们的特性——晶形、颜色、透明度、光泽、劈理、气味、硬度等，是最早描述矿物的典范。在这部矿物汇编中，总结了欧洲各国，特别是波西米亚和撒克逊地质矿业中新的采矿和矿床知识的经验，具有颇大的实用性和经济价值，受到称赞。1533年移居赫姆尼

茨，专门从事于这里的矿物研究，撰写出关于矿物学、采矿、选矿和冶金方面的著述。

他在已有这些成果的分析探索基础上，也对矿物、矿石的成因做了探讨，1556年在其名著《金属论》(De re metallica, 拉丁文出版，全书共12卷)中根据矿物的物理性质，进一步完善自己的矿物分类系统。在总结波希米亚和撒克逊地质矿床的经验基础上，他提出了独创的成矿理论——“水溶液成矿理论”，认为矿脉中的物质来源于地壳，地表水下渗到地下深处受热，汲取成矿物质，运移到岩石裂隙结晶而成。简而言之，就是循环于裂隙中含有矿物质溶液沉淀而成。阿格理科拉的成矿理论，被矿床学家誉为最早的成矿理论的发端，笔者同样认为他的论证是比较充实的，但，也可以说，其所论证的充实是他总结了16世纪以前中东欧各国的金属矿床理论雏形，正如笔者在上文所述史料。

阿格理科拉在寻找矿脉与水源的探索中，提出：“矿脉是由循环于裂隙中含有矿物质溶液沉淀而成的”，这就是最早的“水溶液成矿理论”。被当今矿床学家誉为最早的成矿理论的发端。《金属论》全书共12卷，在第3卷矿脉、第9卷矿石溶解法，以及10-12卷对一些金属矿物的分离法中都有其成矿理论的阐述。著作汇集资料丰富，包括总结与概括当时欧洲各国的有关矿产及其成矿理论的丰富资料，因而被誉为世界经典名著，原文为拉丁文，德文有2个版本(1557，

1621)意大利文本(1563)，英文本(1912)，日文本为1968年，一级俄文版本，据潘吉星教授考证并定书名为《矿政全书》。中国明代崇祯年间，约1643年由传教士邓玉涵 (Doannes Tern or J. Schreck, 1576—1630) 与陕西泾阳人王征 (1571—1644)，以及德国耶稣会汤若望 (Schall von Bell, Jem Ayam, 1591—1666)，李天经 (1579—1659) 相继翻译成中文，共本刻四卷册，以《坤輿格致》为题刊行，1640年崇祯皇帝，珠笔批发各省总督、巡抚参考，但至今尚未查到中文译本。笔者同样认为他的论证是比较充实的，但，也可以说，其所论证的充实是他总结了16世纪以前中东欧各国的金属矿床理论雏形，正向笔者在上文所述史料，阿格理科拉在寻找矿脉与水源的探索中，提出：“矿脉是由循环于裂隙中含有矿物质溶液沉淀而成的”，这就是最早的“水溶液成矿理论”。被当今矿床学家誉为最早的成矿理论的发端。根据最近笔者查阅的有关史料，发现成矿理论的发端也绝非他一人独占，早在古希腊罗马时代就已有比较确切的成矿理论的雏形，诸如：亚里士多德的“地下气态矿物升华物论”，阿拉伯学者阿维森纳的“黏土硬化连结与水的糙结成因论”，比鲁尼的“矿物液体包裹物晶体水成论”等等，作为成矿理论发展史，理应包括阿格里柯拉以前的学者的成矿理论，以期使矿床学及其成矿理论发展史更完整、更系统。

(未完待续)