



上海出版基金项目
Shanghai Publishing Funds

王元 主编

改变世界的科学

地学的足迹



徐士进 周立旻 沈岩 傅强 · 著



中国科学院
白春礼院长
褚君浩院士

倾力推荐



上海科技教育出版社



上海出版资金项目
Shanghai Publishing Funds

王元 主编

改变世界的科学

地学的足迹



徐士进 周立旻 沈岩 傅强 • 著



上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

地学的足迹/徐士进等著. —上海:上海科技教育出版社, 2015.11

(改变世界的科学/王元主编)

ISBN 978-7-5428-6215-0

I. ①地… II. ①徐… III. ①地球科学—青少年读物 IV. ①P-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第075727号

责任编辑 张嘉穗 冯 冲
装帧设计 杨 静 汪 彦
绘 图 黑牛工作室 吴杨嬗

改变世界的科学

地学的足迹

丛书主编 王 元

本册作者 徐士进 周立旻 沈 岩 傅 强

出 版 上海世纪出版股份有限公司
上海科技教育出版社
(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)
发 行 上海世纪出版股份有限公司发行中心
网 址 www.sste.com www.ewen.co
经 销 各地新华书店
印 刷 上海中华印刷有限公司
开 本 787×1092 1/16
印 张 14
版 次 2015年11月第1版
印 次 2015年11月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5428-6215-0/N·944
定 价 49.80元



目 录

• 公元前6世纪

色诺芬尼开启对化石成因的科学认识 / 1

• 公元前5世纪

《山海经》问世 / 4

• 公元前5世纪—前3世纪

中国古代找矿经验 / 5

• 公元前4世纪—前2世纪

中国的早期地图 / 7

• 公元前4世纪—公元2世纪

古希腊的地理学 / 9

• 公元前3世纪后期

埃拉托色尼精确丈量地球的形状和大小 / 11

• 公元前3世纪—公元19世纪

中国井盐开采与天然气利用史 / 13

• 公元前139—前115年

张骞出使西域 / 16

• 公元1世纪

班固与《汉书·地理志》 / 18

• 公元86年前后

王充提出潮汐成因的科学解释 / 20

• 公元2世纪

张衡制造候风地动仪 / 23

• 公元3世纪

裴秀提出地图绘制的“制图六体” / 25

• 公元6世纪

郦道元编撰《水经注》 / 26

• 公元8世纪

一行主持测量地球子午线长度 / 28

• 公元9世纪

唐代的地图与地志 / 30

• 11世纪

沈括《梦溪笔谈》中的地学认识 / 32

• 11世纪

中国人最早发现磁偏角和磁倾角现象 / 34

• 1405—1433年

郑和七下西洋 / 36

• 1492年

哥伦布发现美洲大陆 / 38

• 1513年

墨西哥湾暖流的发现与海图的绘制 / 40

• 1596年

范·林斯霍特出版最早的航海志 / 42

• 17世纪

徐霞客与《徐霞客游记》 / 43

• 1669—1816年

从“地层层序律”到“化石层序律” / 45

• 1686年

哈雷提出信风理论 / 48

• 18世纪

卡文迪许测量地球的质量 / 50





- 1735年
哈得来创立经向环流理论 / 52
- 1752年
富兰克林用风筝探测雷电 / 54
- 1768—1779年
库克进行海洋科学考察 / 56
- 18世纪末
岩石水成说与火成说之争 / 59
- 18世纪末19世纪初
洪堡考察美洲 / 62
- 19世纪
发现南极大陆 / 65
- 19世纪—20世纪
测地球的年龄 / 67
- 19世纪—20世纪
冰期的发现与成因研究 / 71
- 19世纪—20世纪
现代地震监测手段的建立 / 73
- 19世纪—20世纪
人类探索北极 / 75
- 1803年
霍华德对云进行分类 / 78
- 1809年
拉马克《动物哲学》出版 / 79
- 1812年
居维叶提出灾变论 / 82
- 1820年
布兰德斯绘制成第一张天气图 / 85
- 1820年代—1830年代
大气重力波概念提出 / 87
- 1822年
曼特尔发现恐龙化石 / 89
- 1830—1833年
赖尔的“均变论”思想和“将今论古”原则 / 92
- 1836年
爱伦贝格描述钙质超微化石 / 95
- 1842年
达尔文提出珊瑚礁成因的沉降说 / 97
- 1851年
傅科用单摆实验证明地球的自转 / 99
- 1854—1855年
普拉特与艾里分别提出地壳均衡模型 / 102
- 1856年
发现尼安德特人遗骨 / 105
- 1859年
丁铎尔提出温室效应 / 108
- 1866年
跨大西洋海底电缆铺设成功 / 110
- 1869年
阿贝开始编发每日气象报告 / 112
- 1872—1876年



张衡地动仪

张衡地动仪是东汉时期发明的世界上第一架测定地震方位的仪器。它由一个青铜圆球组成，圆球上刻有八条龙，每条龙都张着嘴，吐出一个小铜球。当发生地震时，铜球就会从龙嘴里掉出来，落在一个铜盆里。通过观察铜球掉出来的位置，就可以知道地震发生的方位了。



- “挑战者号”进行环球海洋科学考察 / 113
- 1891年
默里和雷纳德编成世界深海沉积物分布图 / 116
 - 1891年
杜布瓦发现爪哇人头盖骨化石 / 118
 - 20世纪
人类探索南极 / 121
 - 20世纪
地球圈层结构的发现 / 125
 - 1905年
埃克曼提出漂流理论 / 127
 - 1912年
默里和约尔特合作出版《大洋深处》 / 129
 - 1913年
贝姆发明回声测深技术 / 130
 - 1916年
波斯特创立孢粉学 / 132
 - 约 1920年
皮叶克尼斯父子提出极锋学说 / 134
 - 1920年代
魏格纳和大陆漂移学说 / 136
 - 1923年
韦宁·曼尼斯开展海上大规模重力测量 / 138
 - 1924年
沃克提出大气环流三大涛动 / 140
 - 1924年
无线电探空成功 / 142
 - 1925—1927年
德国开展“流星号”南大西洋调查 / 143
 - 1929年
裴文中发现北京人头盖骨 / 146
 - 1930年
毕比和巴顿完成第一次载人潜水球探险 / 149
 - 1935年
和达清夫发现地震震源分布带 / 152
 - 1936年
戴利提出海底峡谷的浊流成因说 / 154
 - 1939年
罗斯贝创立大气长波动力学理论 / 156
 - 1940年代
雷达开始应用于气象观测 / 158
 - 1946年
斯韦尔德鲁普和蒙克提出风浪和涌浪的预报方法 / 160
 - 1949年
叶笃正提出大气长波频散理论 / 162
 - 1950年
查尼用计算机做数值天气预报 / 164
 - 1950年
布鲁尔—多布森环流提出 / 166
 - 1950—1952年
布拉德和雷维尔等进行海底热流测量 / 168
 - 1956年
菲利普斯对大气环流进行计算机数值模拟 / 169



- 1957年

希曾和萨普发表北大西洋海底地形图 / 171

- 1960年代

海底扩张学说的建立 / 172

- 1960年

皮卡尔德和沃尔什创造深潜纪录 / 174

- 1960年

“泰罗斯 1 号”气象卫星发射 / 176

- 1961年

“莫霍计划”实施深海地壳钻探 / 178

- 1963年

洛伦茨开创混沌理论 / 180

- 1966年

松野太郎等发现赤道地区存在开尔文波和混合罗斯贝重力波 / 182

- 1967—1968年

摩根等提出板块构造学说 / 184

- 1968—1983年

美国实施“深海钻探计划” / 186

- 1971—1975年

法国和美国联合调查大西洋中脊 / 188

- 1972年

洛夫洛克提出盖娅假说 / 191

- 1977年

柯里斯发现海底热液生物群 / 192

- 1979年

厄尔穿常压潜水服下潜至381米深的海底 / 194

- 1980年

阿尔瓦雷茨父子提出恐龙灭绝的小行星撞击假说 / 197

- 1981年

霍西金斯和卡卢里成功解释大气环流的遥相关现象 / 200

- 1985—2003年

“大洋钻探计划”实施 / 201

- 1985年

法曼发现臭氧空洞 / 203

- 1987年

国际地圈—生物圈计划开始实施 / 205

- 1987年

哈克发表第二代海平面相对变化曲线 / 208

- 1998年

霍夫曼重新论证“雪球假说” / 210

- 2003—2013年

“综合大洋钻探计划”实施 / 213

- 图片来源 / 214





公元前6世纪

色诺芬尼开启对化石成因的科学认识

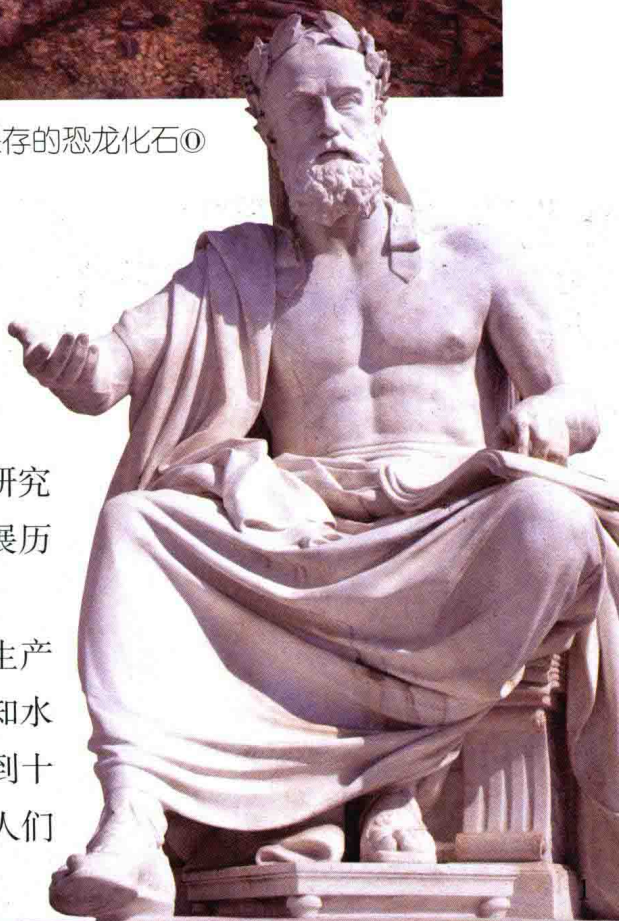
化石是保存在地层中的远古时期生物留下的遗体或遗迹,常见的有动物骸骨和贝壳等的化石。化石的英语单词为fossil,来源于拉丁语fossilis,意为“挖掘”或“由土里挖出的东西”,而按照中文字面可以理解为“变为石头的生物”。



山东诸城恐龙博物馆原地保存的恐龙化石①

虽然在日常生活中,化石并不常见之物,但在博物馆、学校以及书籍、电视和电影中,却可以经常见到它们的身影或有关它们的描述。如今我们对于化石的认识已经相当深刻,这得益于一代代科学家的努力研究和探索。纵观历史,化石对人类认识地球发展历史有着重要的影响和深远的意义。

在古代,人类在采矿、掘煤、冶炼金属等生产活动中会接触到各种各样的化石,但由于认知水平有限,对关于化石的很多自然现象一直感到十分困惑。其中我们较熟悉的一个例子就是,人们



色诺芬尼的雕像②



一直不知道为何生活在海洋中的鱼类和贝壳类的化石,竟然会出现在高山之巅。

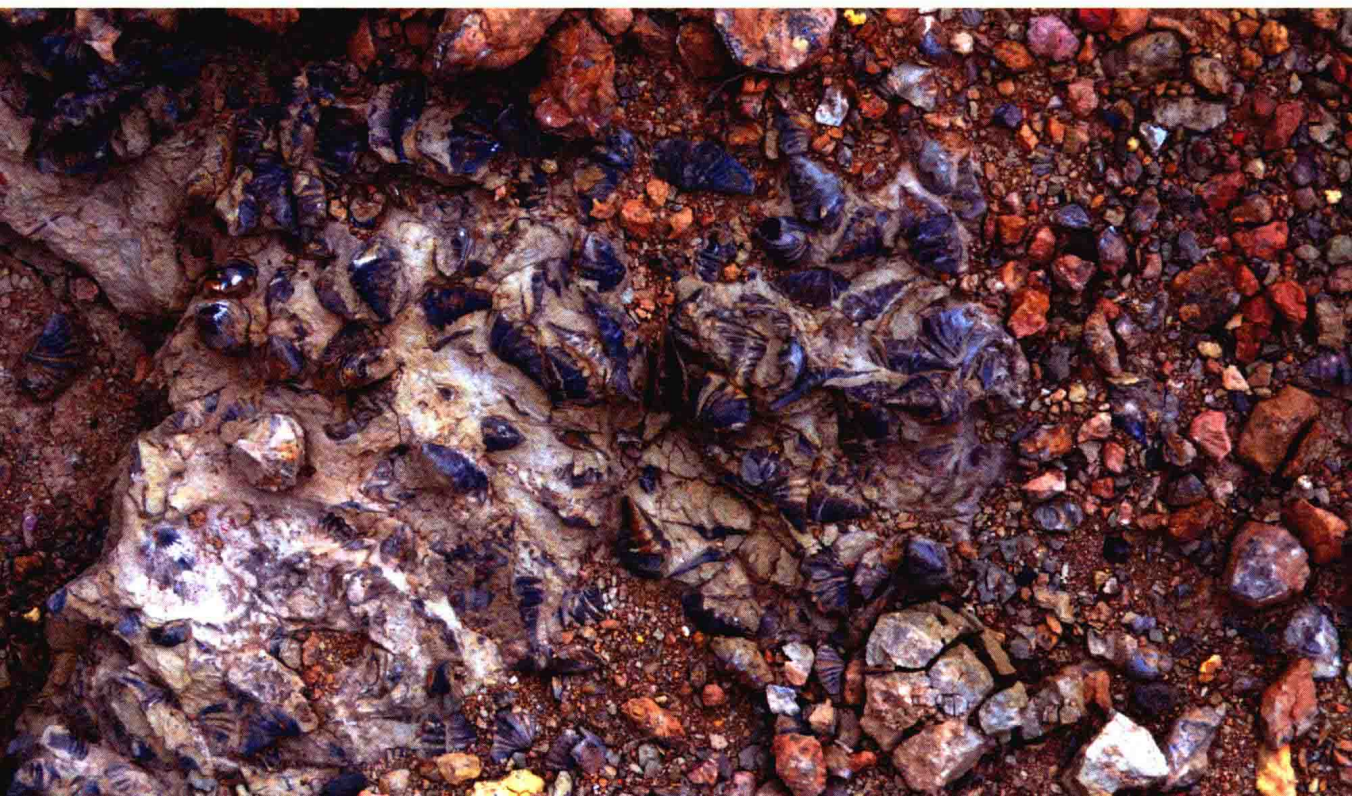
古希腊哲学家、诗人色诺芬尼是已知最早对化石进行描述的人,并且他还准确地推测出化石是古生物在经历了漫长的地质演变之后留下来的生物遗迹。他在意大利西西里岛的采石场发现了鱼的化石,又在地中海中部的马耳他岛发现了海生软体动物的化石。根据这些发现,他提出“山脉曾经位于大海中,地球在历史上曾多次交替性地出现世界性大洪水和干涸环境”。当时能有这样的认识是一件十分了不起的事,要知道生活年代比色诺芬尼晚的大哲学家亚里士多德竟然还认为鱼化石是古代的鱼游入岩石裂缝中被卡住后变成的。

现今人们对色诺芬尼的了解不多,仅有的资料显示,他大约于公元前565年出生在科洛封(即今土耳其伊兹密尔),约公元前473年去世。他的一生是漂泊的一生,差不多有70年在过着流浪的生活。

色诺芬尼的观点在中世纪的欧洲被认为是离经叛道的。那时基督教在思想界占统治地位,根据《圣经》的记载,从上帝创造世界到当时,只有区区数千年,不足以为地质演变提供足够长的时间。而且,由于许多化石与现实中的生物都大不一样,因此,中世纪时期的人们普遍认为化石与生物体没有任何关系。

色诺芬尼之后,对正确认识化石起到巨大推动作用的是欧洲文艺复兴时期的意大利著名艺术家达·芬奇。达·芬奇注意到亚平宁山脉中的贝壳化石与现生软体动物非常相似,因此提出它们应该是古代海生生物的遗骸。由于这些化石

满地的腕足动物化石见证了沧海桑田的变迁①





我国辽西地区的狼鳍鱼化石①

发现于山上,他断定地球的表面是在一直运动的。他对化石和地壳运动作出了最早的科学的解释。

欧洲之外,我国古籍中也有很多关于化石的记载。如春秋时代的计然和三国时代的吴普,都曾提到山西省产“龙骨”,其为古代脊椎动物的骨骼和牙齿化石;《山海经》中也有“石鱼”(即鱼化石)的记述;南北朝时期的名医陶弘景,有对琥珀中古昆虫的记述。而对化石认识最深的应数颜真卿和沈括了。

颜真卿是唐朝著名的政治家和书法家。唐代宗大历六年(公元771年),颜真卿任抚州(今江西省)刺史,有一次,他在南城县麻姑山的一座古坛附近,看到一些螺蚌壳化石夹在地层中。后来他在《麻姑山仙坛记》一文中这样写道,“东北有石崇观,高石中犹有螺蚌壳,或以为桑田所变”,意即这些螺蚌壳原本是水中的动物,经过沧海桑田的变迁才出现在高山岩石之中。在1000多年前能发现这一现象,并从地质学意义上对化石的成因作出大胆猜想,可真不是件易事。

北宋著名科学家、政治家沈括,在他的《梦溪笔谈》中对化石也有多处记载。他明确指出,化石是古代动物和植物的遗迹,并且根据化石可以推断其所属生物生存时期的自然环境。

宋代的杜绾对化石的认识也达到了相当高的水平,他在《云林石谱》中不仅记载了硅化木、鱼化石和石燕(一种腕足动物)化石,而且阐明了鱼化石的成因,并亲自通过实验澄清了当时人们对于传说中石燕会飞的错误认识。这些观点在人类对化石的认知历史上占有重要的地位。



公元前5世纪

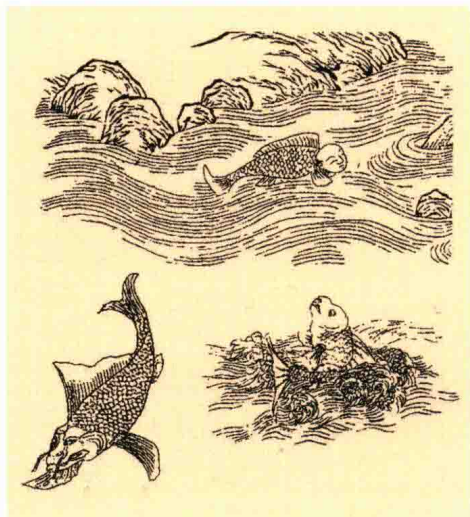
《山海经》问世

中国历史从旧石器时代末期到公元前2100年的新石器时代,经历了五六千年之久,这一期间又分为史前时代、传说时代和文明时代。《山海经》作为传说时代的史迹记载,见于司马迁《史记》所载五帝时代这一段历史,时间相当于黄河流域新石器时代仰韶文化中晚期和龙山文化早中期。

《山海经》成书于战国时期,内容虽古奥离奇,但其神秘性中又蕴含有现实性,可为了解上古时代提供许多原始资料。《山海经》全书3万余字,共分18篇,其中《山经》5篇,《海经》9篇,《大荒经》4篇。就地学而言,《山经》价值最大。《山经》共记述400多座山,依山脉走向分为26列,分别介绍山名、水系、动植物、矿产等内容。据考证,《山经》所述区域不仅包括当时中国大部分地区,还包括当今东亚、中亚的部分国家和地区。据统计,《山经》中共记载植物158种,动物277种,矿物12类92种。在《山经》中,矿物被分为金、玉、土、石四大类,这也是世界上最早的矿物分类体系。此外,《山经》中还提及液态矿物——盐和气体矿物质——天然气,这些都反映了远古人类对自然界的认识和生产实践,丰富了我国科技史的内容。

《山海经》对上古时代的人物往往将之神化,人兽鸟合体、人鱼或人蛇连体比比皆是,形象诡秘。书中赋予历史人物,如黄帝、炎帝、颛顼(Zhuān Xū)、鲧(Kù)、尧、舜等以神的形象,这是上古原始社会人类对自然界的一种“物我混同”认知,从而产生了“神”的概念。《山海经》所记载的动植物也是千奇百怪,人们将幻想中的动植物与人体结合,同样反映了一种“物我混同”的自然观。

《山海经》以志书的形式出现,内容博大,无论地质学家、历史地理学家、动植物学家、医药学家或气象学家,皆可从该书中找到本学科的原始印迹。因此,《山海经》对我国各门学科史的研究而言,都是重要的资料库。



《山海经》中记载的动物①



公元前5^{世纪}—前3^{世纪}

中国古代找矿经验

今天,我们走进任何一家稍具规模的历史博物馆,或多或少都能看到一些古代青铜器文物(青铜是铜与锡的合金,主要成分为铜)。夏、商、西周以及春秋战国时期,青铜器不仅是生活用品、祭祀用具,也是个人身份的标志,甚至是国家政权的象征。正因为如此,那个时代,中国人铸造了不计其数的青铜器。商代的后母戊鼎是迄今已发现的体量最大的青铜器,重达875千克。战国以后,青铜工具逐渐被铁质工具取代。兵器、农具都用铁制造,由于数量极大,需要消耗大量的铁。



青铜鼎©

无论铜还是铁,它们都来自于地壳中蕴藏的铜矿或铁矿。我们知道,金属元素在地壳中的分布是不均匀的,只有当它们在地表某一区域聚集在一起,而且达到一定数量时,才能成为矿。矿一般都深埋在地下,无法直接看到。我国是铜矿和铁矿资源相对贫乏的国家,我们的祖先是怎样找到这么多矿产资源的呢?

今天人们找矿有一系列专门的仪器帮忙,甚至可以使用天上的卫星,但古人没有这些条件,一般情况下他们只能凭借一些实践经验找矿。例如,中国古人很早就知道,有一种开蓝色或紫红色花朵的草本植物——铜草花,在它们大量出现、生长茂盛的地方,其附近可能就有铜矿。这是由于铜草花“偏好”铜离子,经常出现在含铜量较高的土壤环境中。这种方法十分简单,但仅限于寻找铜矿。

其实,智慧的中国古代先民已经在生产实践中积累了丰富的利用矿物学知识寻找矿产的经验,这可以从《管子》的《地数》篇的记述中找到蛛丝马迹。

《管子》以中国春秋时代政治家、思想家管仲命名,记录了管仲及管仲学派的言行事迹,大约成书于战国时期。春秋时期的齐国,正是借助人管的辅政,迅速



湖北大冶铜绿山古铜矿发现的古代采矿巷道①

强盛起来,成为春秋五霸之一的。《管子》作为管仲学派的代表著作,其内容非常丰富,充分体现了管仲“富国强兵”的理念。

根据《地数》篇中的记载,古代利用矿物学知识找矿一般有两种方法。一种方法是利用矿物的风化产物找矿。我们知道,矿脉埋于地下,如果矿脉不太深,矿脉的上端就会出现在地表层面,甚至露出地面。位于地表层面的矿物,长期受地表空气和温度的影响,会发生氧化反应,形成风化矿。发现风化矿,就能找到它下面埋藏的原生矿。《地数》中提到“山上有赭者其下有铁”,意思是:在山上发现了赭石,山包下面很可能就有原生铁矿。赭即赭石,成分为三氧化二铁,是黄铁矿(铁的硫化物)、菱铁矿(铁的碳酸盐)等铁矿物的风化产物。另一种方法是利用金属元素的共生关系找矿。一些金属元素的化学性质比较相近,成矿时,往往会聚集在一起,形成共生矿物。如果找到其中一种金属矿物,附近就很可能存在与它共生的其他金属矿产。《地数》中提到“上有铅者其下有银”,说的就是铅、银矿物的共生关系,找到铅矿,附近可能就有银矿。还有如“上有丹砂者下有黄金”,丹砂就是矿物辰砂,化学成分为硫化汞,这里的“黄金”不是金,而是黄铜。黄铜和辰砂都是金属硫化物,经常共生,发现辰砂,附近便可能会有黄铜矿。

中国古代当然没有现代意义上的矿物学,但从以上叙述中我们可以知道,中国古人通过长期实践,的确掌握了一些朴素的矿物学知识。



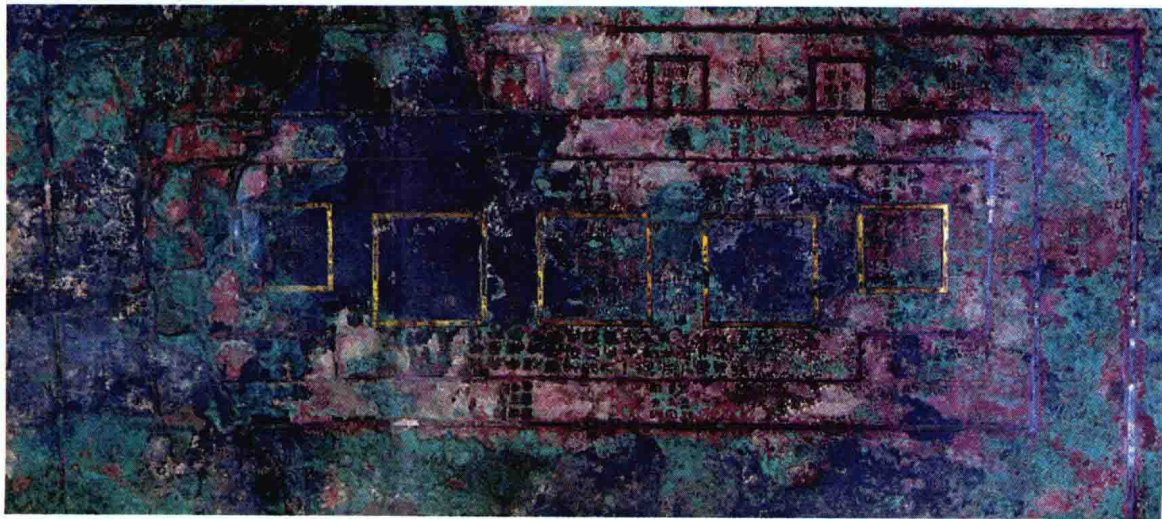
公元前4^{世纪}—前2^{世纪}

中国的早期地图

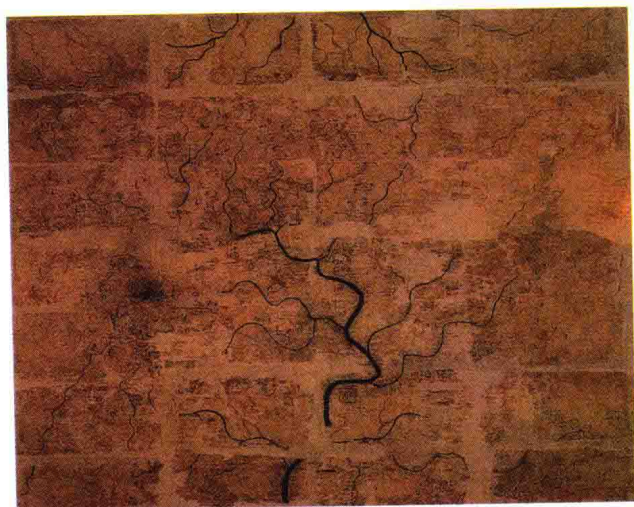
一提到战国,人们马上就会想到秦、齐、楚、燕、韩、赵、魏这“战国七雄”。事实上,在战国历史上,还存在除“七雄”以外的其他一些国家,中山国就是其中之一。

中山国的创立者为北方戎狄中的鲜虞部落。戎狄是中原政权对北方游牧民族的称呼。先秦时期,由于北方地广人稀以及游牧民族的迁徙特性,北方华夏民族往往与戎狄族比邻而居,在中原腹地也会出现戎狄政权。鲜虞部落原先居住在今天陕北一带,后来逐渐向东迁徙至太行山区。春秋末年,他们在今天河北省唐县建立政权,因国中有山,故名中山国。战国中期,中山国迁都灵寿,即今天河北省平山县三汲乡。

来到燕赵大地后,受周边华夏民族的影响,鲜虞人逐渐开始定居生活,君主去世后也会建造巨大的陵墓。1970年代,考古工作者在河北省平山县发掘了一座大型的中山国王陵。1983年,在陵墓遗址中出土了一幅镌刻在铜版上的地图。铜版长94厘米,宽48厘米,厚约1厘米,版面上用错金银装饰手法绘制出一幅陵园的平面布局图。古代君主的陵园称为“兆域”,所以这幅地图就被称为《兆域图》。兆域图上绘有城垣、宫门、夯土台、殿堂等建筑的形状和位置,每处建筑均标明尺寸。经与遗址比对,地图的比例尺约为1:500。据考证,这座王陵的主人是中山王厝,公元前310年前后去世,这幅《兆域图》也是中国已发现年代最早的地图。



兆域图^①



马王堆汉墓出土的地形图①

另外几幅中国早期地图出土于湖南长沙马王堆汉墓。一提到马王堆汉墓,大家首先想到的可能就是尸身千年不腐的辛追夫人。马王堆汉墓共有三座墓葬,墓主人分别是西汉初年长沙国丞相软(dài)侯利仓、利仓的妻子辛追和利仓的儿子。正是在利仓儿子的墓葬中,出土了汉代初年绘制的几幅地图。

秦朝灭亡后,秦军将领赵佗在今天岭南地区建立政权,史称“南越”。西汉王朝建立后,南越国时叛时降,是汉帝国南方最大的边患。长沙国是西汉初年分封的一个诸侯国,与南越国接壤,是抗击南越军队入侵的前线。

利仓儿子墓中出土的地图共有3幅,均绘制在丝织物上。后人根据绘制内容,分别称之为《地形图》《驻军图》和《城邑图》。《地形图》描绘的是南越国与长沙国的边界地区,大致相当于今天湖南、广东、广西三地交界处。《地形图》长、宽各96厘米,图上绘有30多条河道,分别标出名称。河道以曲线表示,干流粗、支流细,下游粗、上游细,与今天地图的水道表示方法基本相同。《地形图》中以闭合曲线表示山脉,用虚、实两种线条表示大道和小路,用方框和圆圈两种符号代表不同等级的居民点。地图按照上南下北、左东右西来表示方位,与今天的地图方位表示方法正好相反。《驻军图》高96厘米、宽78厘米,所绘区域为《地形图》东南部分,图中突出了要塞、驻军点、防区等信息,是世界上最早的一幅彩色军事地图。《城邑图》破损严重,残高约40厘米、宽45厘米,绘有城垣、城门、街道、宫殿等内容。

战国至西汉初年,造纸术尚未发明,地图只能绘制在铜版或丝绢上。东汉以后,才出现了纸质地图。



马王堆汉墓出土的地形图之描摹图①



公元前4^{世纪} — 公元2^{世纪}

古希腊的地理学

早在有文字记载的历史之前,人们在其居聚地及其附近范围内进行考察时,就能辨别出一个地方和另一个地方的差异。当有人试图将这些差异用一种形象表达给他人的时候,地理学便开始形成了。在西方世界,地理学作为一门学科,其创立者当属古希腊学者。在地理学发展最初的朦胧时期,科学研究的各个领域边界还很模糊,以至一个学者往往成为全面掌握各种知识的大师。当时几乎每一个希腊哲学家、历史学家,都可以被称为地理学者,如历史学者希罗多德就曾经撰写过地理学著作。

在伟大的古希腊哲学家(他们几乎都对地理学有所贡献)中,有两种地理研究的基本传统:数学传统和文学传统。数学传统始于泰勒斯、希帕库斯(他创立了用经度和纬度来确定位置的理论),而由建立地心说体系的托勒玫集其大成。文学传统始于荷马,而由斯特拉波集其大成。斯特拉波在完成了43卷的《历史》之后,还写过17卷《地理》。

古希腊地理学的一项伟大成就是对地球形状的认识。早在公元前6世纪,毕达哥拉斯学派就提出,地球是一个球体。虽然没有足够的证据,相比于平坦世界的观点,这一认识已非常具有革命性。公元前4世纪,亚里士多德观察到,月食发生时,月面上有一个弧形轮廓的阴影在移动,他认为那是地球的影子,进而推断出地球是个球体。尽管存在争论,地球是个球体的观点还是被许多学者接



月食①

受了。但随之而来的一个问题是,这个球到底有多大?出人意料的是,2000多年前,另一位古希腊学者埃拉托色尼用一个简单的实验就解答了这个问题(见词条“公元前3世纪后期 埃拉托色尼精确丈量地球的形状和大小”)。也就是说,2000多年前的希腊人就已经知道了地球的形状和它的真实大小。

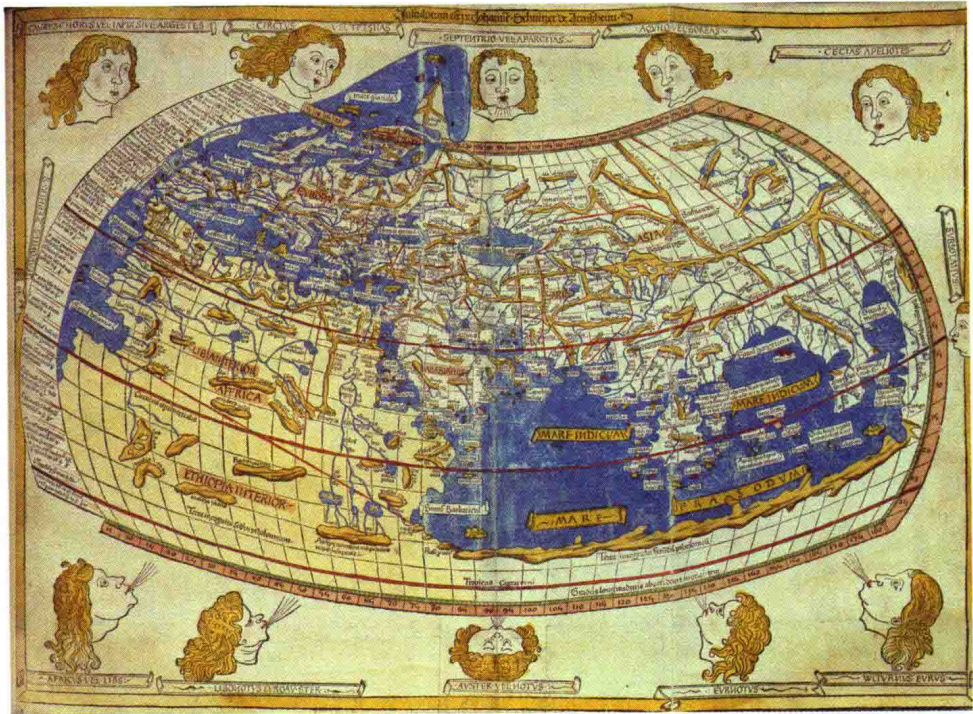
古希腊地理学的另一项伟大成就便



托勒玫®

是世界地图的绘制。公元2世纪,古希腊学者托勒玫用数学投影和标注经纬度的方法绘制了一系列世界地图。托勒玫以地心说模型闻名于世,但同时,他也是一位地理学家,编有《地理学指南》一书。在他之前,亚里士多德最早提出用气候带划分地球,喜帕恰斯进一步提出应在水平的气候带上增加垂直的分隔线,从而构成了最早的地球经纬度的概念。托勒玫发展了这一理论,将地球圆周划分为360份,作为经纬度坐标的确定依据。在《地理学指南》第2卷—第7卷中,他列出了世界各地8000多个地点的经纬度

坐标。该书的第8卷收录了他绘制的一系列地图。由于数据和信息收集的谬误,托勒玫绘制的世界地图存在许多错误,地图各部分之间的比例关系也很不准确。但是,他是第一个在地图绘制中使用数学投影法的人。现在我们知道,不可能将球体表面展开成一个连续的二维平面,要想这样做,只能采用适当的变形方法,这种地图绘制技术称为投影。托勒玫时代,投影法的使用饱受非议,但今天,它已成为地图绘制的基本原则。



托勒玫绘制的世界地图®