

简明 地质 学史

JIANMING
DI ZHI
XUESHI

王子贤

王恒礼

编著

河南科学技术出版社

18651

P5
612

简明地质学史

王子贤 王恒礼编 著



00272032

SY34/62



200380159



河南科学技术出版社

内 容 提 要

本书为简明综合地质学史。它以生动充实的史料为基础,重演了地质学的发展历程,揭示了某些地质思想的演变规律,形象地描绘了地质辩证法的历史形态。

书中以“创造性变革”为标志,把地质学的发展历史划分为五个时期;并对各个历史时期的重大地质事件、重要人物、代表性学术思想,均给以客观地、审慎地、辩证地秉公评说。

对于近代地质学在中国的发展,分为三个历史阶段,有专章详述。

本书可作为地质专业的大专教材,也可供广大地质工作者和科学史以及自然辩证法教学、科研人员阅读与参考。

简 明 地 质 学 史

王子贵 王祖礼 编著

责任编辑 常效明

河南科学技术出版社出版

河南第一新华印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米32开本 17.25 印张 345千字

1985年1月第1版 1985年1月第1次印刷

印数: 1-85,000册

统一书号12245·3

定价: 2.40元

前 言

本书是一本地质学的普及综合史。它以生动的历史资料为据，重点勾勒历史人物，演义历史事件，揭示某些地质思想的演变规律，描绘地质辩证法的历史形态。

地质科学的源头，和人类一样久远。人类从大自然分化出来后，就作为对立面，和地球打交道，从适应、改造、掠夺、保护大自然的实践中，总结与发展地质科学知识。

地质知识是人类历史长河中的浪花，它伴随历史一道前进；地质知识和社会生产、社会制度、人类的全部斗争，有着紧密的相互联系。

地质科学是科学家族中的一名基本成员。地质学的发展，以社会历史为舞台，以时代思潮、科学家族为背景；同时，也参与一般历史创造，影响时代思潮，促进整个科学。

地质知识一旦形成独立科学体系，其内在构成因素（学科、学派、经验与理论、理论与方法等）的相互作用，就成为它不断发展的一个动力来源。

地质学史是历史科学、科学学与地质学的边缘学科。本书有意把它作为边缘学科来叙述，但这只是尝试，但愿听到各种批评意见。

近代地质科学形成于十九世纪初，即资本主义巩固时期。在此之前，是地质学的“潜科学”时期。我们对地质学史的分期是：

1. 地质知识萌芽时期

（十五世纪以前的古代、中古时代）（第一章）

2. 近代地质学的准备时期

（十五世纪中叶～十八世纪末）（第二章）

3. 地质学的确立时期

（1790～1830）（第三章）

4. 近代地质学全面发展时期

（1830～1900）（第四章）

5. 地球科学新的革命时期

（1900～）（第五章）

第六章专讲近代地质学在中国的发展，这是为了叙述方便。

上述五个时期的更迭，既有继承，也有创造；既有渐变，也有革命。创造性变革应

是科学历史阶段性的特征，因而应当作为地质学史分期的标志。但创造性变革很难用一句话或单一模式表达清楚，因为地质学史上的创造性变革，一般说来，不是单一因素的结果，而是诸因素的综合效应，是力的平行四边形。

本书打算侧重于地质思想的哲学分析，即多谈些地球观与方法论，地质科学技术的发展讲得比较少。

读历史，总是为了“以史为鉴”，鼓舞自己前进，从而为党和人民的事业作出更多的努力。正是嘉勉这个愿望，袁复礼教授、王鸿祯教授，夏湘蓉总工程师，石工、李仲均同志对本书的撰写曾多次给予鼓励与指导。这，也是历史，不能不在卷首奉上感谢的一笔。

作者

1983.3.北京

目 录

前言

第一章 地质知识萌芽时期（十五世纪以前的古代、中古时代）

第一节 远古时代的地质知识萌芽	(1)
第二节 中国春秋战国时期的地质知识	(4)
第三节 古希腊人的地质知识	(10)
第四节 古代的自然观与地球观	(12)
第五节 古希腊两种对立的宇宙体系	(17)
第六节 亚里斯多德的影响	(21)
第七节 中国封建社会的地质文献	(22)
第八节 中国的制图学	(32)
第九节 中国和西方的古代岩矿知识	(37)
第十节 古代、中古时代的地震知识	(49)
第十一节 中国古代的钻探技术	(52)
第十二节 中国古代发明对人类的贡献	(54)

第二章 近代地质学的准备时期（十五世纪中叶~十八世纪末）

第一节 新的地球观与宇宙观	(57)
第二节 从头开始认识地球	(61)
第三节 野外地质学的兴起	(69)

第三章 近代地质学的确立时期（1790~1830）

第一节 工业革命与地质学	(76)
第二节 水成论与火成论	(82)
第三节 生物地层学的诞生	(93)
第四节 赖尔的《地质学原理》	(99)

第四章 近代地质学全面发展时期（1830~1900）

第一节 地壳演变历史知识的发展	(109)
第二节 地壳物质构成知识的发展	(117)
一 矿物学与矿床学（石油地质学）	(117)

二 岩石学	(126)
三 地球化学	(133)
第三节 地球物理知识的发展	(135)
一 地球的形状与大小	(135)
二 地球的重力	(140)
三 地磁	(142)
四 地震	(147)
第四节 动力地质作用知识的发展	(150)
一 水的动力地质作用	(150)
二 地貌学	(151)
三 海洋地质学	(152)
四 冰川学	(154)
第五节 构造地质知识的发展	(158)
一 隆起说与冷缩说	(159)
二 地槽学说	(161)
三 俄国(苏联)大地构造学派	(164)
四 徐士的全球构造论	(167)
五 阿尔卑斯构造学派	(170)
第五章 地球科学新的革命时期(1900~)	
第一节 革命变革的理论前提	(173)
一 大陆与海洋	(173)
二 大陆整体的水平运动	(176)
第二节 魏格纳的大陆漂移说	(178)
第三节 活动论与固定论	(183)
第四节 新全球构造观	(186)
一 海洋地质学的跃进	(186)
二 海底扩张学说	(188)
三 古地磁的信息	(189)
四 威尔逊与转换断层	(191)
五 深海岩芯的检验	(193)
六 板块构造学说	(194)
第五节 历史的趋向	(196)
第六章 近代地质学在中国的发展(1840~1980)	
第一节 发展概况	(201)

一	1840~1912年 准备时期	(201)
二	1912~1949年 创业时期	(212)
三	1949~1980年 发展时期	(218)
第二节	地质机构、地质教育、地质学会	(220)
一	地质机构	(220)
二	地质教育	(222)
三	地质学会	(226)
第三节	创业时期的主要研究成就	(238)
第四节	新中国地质学的发展	(244)
一	矿物学	(245)
二	矿床学	(245)
三	岩石学	(247)
四	水文地质学	(247)
五	石油地质学	(248)
六	地层古生物学	(249)
七	构造地质与大地构造学	(251)
参考文献		(260)
注释		(262)

第一章 地质知识萌芽时期

(十五世纪以前的古代、中古时代)

第一节 远古时代的地质知识萌芽

两千多年以前,中国战国时代的大诗人屈原(公元前340~278)写了篇很奇特的诗《天问》,翻译成现代语言,这题目是“老天爷,请问您!”这首诗全部由质疑口气咏唱,一连气提了170多个问题,其中不少讲的是有关地球的知识。譬如:

- | | |
|----------------|--------------------------|
| (1) 圜则九重,孰营度之? | 天有九层,是谁设计? |
| 惟兹何功,孰初作之? | 初始劳作,谁的功绩? |
| 斡旋焉系,天极何加? | 天地旋转,一定有绳子联系,绳子系在哪里? |
| | 天有柱子支撑着,那柱子在什么地方? |
| | |
| (2) 八柱何当,东南何亏? | 八根擎天柱在哪里?东南方为什么少了一根? |
| 九天之际,安放安属? | 九层天是怎么安放的? |
| 隅隈多有,谁知其数? | 天地有多大,谁能知道它的数据? |
| | |
| (3) 洪泉极深,何以冀之? | 从地下喷出的洪水那么深那么大,怎么填? |
| 地方九则,何以坟之? | 地势高低有九个等级,怎么垒砌? |
| 康回冯怒,坠何故以 | 共工这位神一生气把天柱碰断,为何偏偏向东南倾斜? |
| 东南倾? | |
| 九州安错,川谷何湾? | 天柱断,九州错动,大禹治水时怎么识别? |
| | |
| (4) 东流不溢,孰知其故? | 百川东流归大海,大海从不满溢,是什么缘故? |
| 东西南北,其修孰多? | 东西南北四个方向,哪方最长? |
| 南北顺壤,其衍几何? | 南北长些,比东西向长多少? |
| | |
| (5) 昆仑悬圃,其尻安在? | 昆仑山主峰叫玄圃,据说可以通天,其山根在哪? |
| 增城九重,其高几里? | 昆仑有九层,共有多高? |
| 四方之门,其谁从焉? | 昆仑有四个门,每方一门,是谁划分的? |

诗中对天体演化、大地幅员、江湖河海、名山大川、奇珍异兽、共工触山、大禹治水等等和地球有关的自然、社会、人事现象，涉及了不少。可见，远古的人类早已在思索地球了。

当代人思索地球，具体内容已随时代发展，有所不同。如：按西方最时髦的提法，叫“三P危机”，即：人口爆炸(Population)、环境污染(Pollution)、资源枯竭(Poverty)。前两个危机，讲的是人类生存空间的问题；后一个危机，讲的是人类生存的物资资源问题。从问题的实质内容看，这和远古人类思索地球，没有什么原则区别。可以这样归纳，人类为什么要认识地球？一是“地球是人类的母亲”，二是“地球是人类的家”，三是“地球是人类的衣食父母”。人类关于地球的知识（广义的地质知识）就是从这里产生的。

大地是人类的母亲，这说法很古老。《淮南子·精神训》从宇宙起源讲起，一直讲到人类起源。它是这样讲的：“古未有天地之时，惟象无形，……有二神混生，经天营地，孔乎莫知其所终极，滔乎莫知其所止息。于是，乃别为阴阳，离为八极，刚柔相成，万物乃形。烦气为虫，精气为人。是故精神天之有也，而骨骼者地之有也；……以天为父，以地为母，……”。原来，人是精神与骨骼拼合而成，天赋精神所以为父，地赋骨骼所以为母。虽说自成一理，究竟虚无缥缈得很。

《太平御览》卷七十八引《风俗通义》讲人类起源要具体些。它说：“俗说天地开辟，未有人民。女娲搏黄土作人，剧务，力不暇供，乃引绳絙于泥中，举以为人。故富贵者，黄土人也；贫贱凡庸者，絙人也。”人是从黄土中捏造出来的。捏造过程中，女娲这位匠师忙不过来，搞了点偷工减料的把戏，这才有后来的贫富之分。后面这一点不要信，前面多少讲出一点真理。这类神传说，在西方、阿拉伯也有。约旦的《旧约全书·创世记》说，世界是上帝用海底取出的泥土创造的，先创造日月星辰和大地，然后创造植物、动物与人类。

透过神话的迷雾，可以看出一种理性思维的猜测：人类是从自然界（大地）分化出来的，人类是自然界的一部分。所以说大地是母亲。

人类诞生在地球上（石工论证过只有地球适于人类生存），地球是人类的家，是人类的生存空间。《淮南子·览冥训》说：“往古之时，四极废，九州裂，天不兼复，地不周载。火燃炎而不灭，水浩洋而不息；猛兽食颛民，鸷鸟攫老弱；于是，女娲炼五色石以补苍天，断鳌足以立四极，杀黑龙以济冀州，积芦灰以止淫水。苍天补，四极正，淫水涸，冀州平，狡虫死，颛民生。”这则“女娲补天”的神话，生动地描绘了原始人类向自然灾害作斗争的图画。其中，炼石补天，好象是在猜测天与地的物质统一性。这看法具有独创性。

“共工怒触不周山”的神话也很精采。“昔者共工与颛项争为帝，怒而触不周之

山，天柱折，地维绝，天倾西北，故日月星辰移焉；地不满东南，故水潦尘埃归焉。”（《淮南子·天文训》）这也是把大地放在宇宙空间里来思考，重点还是叙述人类的生活环境（据《水经注》，不周山就是昆仑山）。

《旧约全书·创世纪》的著名神话“诺亚洪水”却另有一番风韵。它说，昔时大雨一连下了四十个昼夜，大地全被水淹；诺亚得到神的启示，造了一只方舟，把一族人和家畜都载着，漂泊到阿拉特山（今土耳其的大阿勒山，海拔5165米），等到洪水退去，才由这一族人发展成现在的人类社会。这个朴素的神话讲了个朴素的真理：人类的生存与发展必需有立足之地。后世由于阶级与宗教的原因，才给“诺亚洪水”增加了一圈又一圈神圣的光环。

由此可见，原始神话（当然还有原始宗教与迷信）反映了原始人类认识与支配地球的欲望，构成了地质知识的一个来源。恩格斯正确指出：“我们连同我们的肉、血和头脑都是属于自然界，存在于自然界的；我们对自然界的整个统治，是在于我们比其他一切动物强，能够认识和正确运用自然规律。”（注一）

原始人类的地质知识重要来源是生产经验。三百万年前人类出现在地球上之后，⁹9.8%以上的岁月是在原始社会中度过，过着采集渔猎生活，征服地球的工具也只有火与石器。进入奴隶社会后，逐渐制造了铜器与铁器，开始谱写文明史。

从周口店出土文物看，生活在五十多万年前北京猿人已学会用火，使用的石器是打制石器，属旧石器时代初期的文化阶段。这类石器，大部分是从河床中拣来的砾石打击制成，有细砂岩、火成岩与石英。另外还有少量的燧石、石髓、水晶、石灰岩。距今约二万年的山顶洞人，属于旧石器时代的晚期。使用的石器已有进一步加工，有了研磨与钻孔的技术，出现石砾、石珠制成的饰物。特别是在狗葬中尸体周围撒有赭石（赤铁矿）粉末，表明原始人有了一种想法，地球物质不光能为活人服务，而且也能为死人服务，出现了灵魂不灭的观念。有人统计，旧石器时代，原始人已认识了13种矿物与岩石。

新石器时代（距今约一万年至四千年），生产技术发展的显著特征是细石器与陶器。这时人们认识的矿物、岩石逐渐增多，玉、玛瑙、高岭土、红铜，相继被利用。1973年，在浙江余姚河姆渡发现的文化遗址（距今六、七千年），出土有十余万块陶片，表明当时已大规模生产与使用陶器。1921年，在河南渑池仰韶村首先发掘的文化遗址即所谓“仰韶文化”，其显著特征是出现彩陶（距今六、七千年）。彩陶用红、黑两色绘画，用的是赭石、锰化物、炭黑等颜料。1928年，在山东章丘龙山镇发现的文化遗址中，出现了红铜器，说明人们已掌握炼铜技术；陶器以密封封套技术为特征的黑陶为主。这时已是新石器时代的晚期，距今四、五千年。以上说的是原始社会情况。

古代中国从夏代（约公元前21世纪至公元前16世纪）开始进入奴隶社会，属青铜时

代。到了商代（公元前十六世纪至十一世纪）已是青铜的鼎盛年代。

1898年，在河南安阳小屯村发现刻有文字的龟甲与兽骨，后来陆续发掘，证明是盘庚迁殷时的都城，故叫“殷墟”。殷墟出土的铜器，其铸造技术已相当娴熟。1950年，在郑州城郊发现商代文化遗迹，有大量铜器。1953年又在郑州发现古代炼铜工地，内有铜器、坩埚、铜范、铜渣等物，经考证，是殷代遗物，更加证明殷商已是青铜盛世。1939年，安阳武官村出土的大型青铜礼器“司母戊鼎”，重827公斤，是世界上罕见的青铜文化的佳品。据分析，其成分分别为：铜84.77%，锡11.64%，铅2.77%。且不说铸造工艺的精湛，就以成分配比反映对金属矿物的知识来说，在世界科学技术史上也是出类拔萃的。在铸造铜器时，古代人提出的原则是：“刑范正，金锡美，工治巧，火齐得”（《荀子·强国篇》），其中讲的“金锡美”就是指的铜与锡的配比，说明当时人们对铜与锡这类金属矿物已具有丰富的知识。

公元前五、六世纪的春秋时期，中国进入铁器时代。1972年，河北藁城台西村商代遗址发掘一件铁刃铜钺，据考，可能是用陨铁制成的（注二）。真正反映冶铁技术的实物，最早一件应是1975年河南洛阳出土的铁铸（注三）。这是公元前五世纪的遗物。各种文献、文物表明，战国时期（公元前五世纪至三世纪）冶铁业已相当发达。司马迁在《史记·货殖列传》中记载了铁比铜贱的事实，还说冶铁致富的豪家“与王者埒富”。这虽说是西汉初的情况，但也反映从战国以来，铁器的制造与使用已是非常普遍了。

人类的古代文明，不只是在中国黄河流域开出了灿烂的花朵，在世界许多地方都璀璨出智慧的光辉。可称道的还有两河（底格里斯河与幼发拉底河）流域、尼罗河流域、印度河流域。大约在公元前四千年，两河流域的巴比伦人（苏美尔人）就使用了犁与陶器，他们在公元前三千年，冶炼青铜技术达到很高水平。古埃及人（尼罗河流域）要晚一点，他们制造与使用青铜器大约在公元前十八世纪以后。冶铁技术是公元前二千年，由居住在两河流域边缘地带的基兹温达人发明的，到公元前十二世纪才普遍传播。后来，腓尼基人从小亚细亚和中东把东方文明带到了意大利与北非，这就使古希腊人直接由蒙昧时代跃进到铁器时代（公元前八世纪）。与此相应，古希腊人接受了巴比伦、古埃及、古印度的文化，发展出包括地质知识在内的古希腊科学文化。

第二节 中国春秋战国时期的地质知识

中国古代最早的地质文献，是《山海经》与《禹贡》。这两部名著究竟哪一部最早，历来有争议，这留给专家去考证，我们把它们看成是同一时代的作品（注四）。

《山海经》共十八卷，分五藏山经、海经、大荒经三部分。其成书年代不尽相

同，山经成书最早，大概是春秋末年（公元前五世纪）；其余两部分，后来陆续补成。

《山海经》以河南西部山岳为中心（中山经），以山列为线索，对全国疆域的自然地理、经济地理作了提纲挈领的记叙。共记460座山，分为26列。此书记述了山岳的位置、走向、距离；河流的源头、流向以及湖泊、沼泽；动植物的形态、性质及其医药保健功效；矿物岩石的色泽、特色、产地；地形、气候以及神话传说等内容。此书记述金属矿物共14种，产地170多处；记述玉、石以及非金属矿物58种，产地270多处。两项合计，岩石矿物72种，产地440多处（这类统计，各家不尽相同，我们的统计，聊备一用）。此书把矿产划分为：金、玉、石、土等四大类。这是世界上最早的一个分类。仅就岩矿知识而论，《山海经》比古希腊最早的专著要早一、二百年。古希腊学者狄奥弗拉斯特（Theophrastus B.C.371~285）于公元前三世纪写了本《论石头》，共记述矿物16种。

《山海经》宣称：“出铜之山四百六十七，出铁之山三千六百九十”（注五）。不知作者是不是把没有列名的小山产地也计算在内？我们据此书字面统计，铜产地60处，铁产地34处。值得一提的是关于石涅与磁石的记载。书中记石涅产地有五：即西山经之高山、女床山，北山经之賁闻山、孟门山，中山经之岷山。石涅是什么？郭璞注：

“楚石也，楚人名为涅石，秦人名为羽涅”（注六）。章鸿钊考证，石涅是煤或石墨，王嘉荫说是石油或沥青。从产地看，章说为长。书中记述的磁石产地仅一处，即北山经之灌题山。郭璞注：“可以取铁。管子曰：山上有磁石者下必有铜。”这表明公元前五世纪，中国人已认识到天然磁石的磁性。到了公元前三世纪，有了利用天然磁石制作的“司南”。在西方，最早论述磁石的是狄奥弗拉斯特，这是公元前三、四世纪的事。至于指南针，晚到十二世纪才从中国人手里学走。

《禹贡》成书于战国初期（公元前五世纪），是《尚书》中的一卷，传说是大禹治水后，画了一幅全国疆域示意图，附有文字说明，铸于鼎上，以叙其功。这么说，鼎上铭文就是图注。好象更合理的解释是孔颖达的注：“禹贡，禹制九州贡法。”（注七）。这么说，《禹贡》是征收贡赋的法律条文的解释文字。《禹贡》全文不满1200字，是一篇高度概括的文字。它以河流、山脉、大海为自然分界，把当时中国疆土划分为九州：冀、兖、青、徐、扬、荆、豫、梁、雍，并对九州的自然条件作了区域对比，记述了黄河、长江两大流域的自然地理与经济地理。作者记述的目的是标明贡法。在贡法之后，又对全国山系与水系作了有条有理的记述。述山，由北向南，写了四条东西延伸的山系：第一列是渭水以北、潼关以东的山列，西起陕西西部的研山、岐山，东到渤海的碣石山，共12山；第二列是黄河南岸诸山，西起青海的西倾山，东到山东的陪尾山，共8山；第三列是汉水流域诸山，西起陕西蟠冢山，东到湖北、安徽交界的大别山，共4山；第四列是长江流域诸山，有岷山、衡山、敷浅原等三山。述水，由北向南，写了九条河流：即，弱水（甘肃）、黑水（陕西）、黄河、汉水、长江、济水、淮河、渭水、洛水。对

这九条河流的源头、流向、流域、支流、河口作了记述；是水文地理的嚆矢。从山系、水系、九州分域看，《禹贡》要比《山海经》的逻辑性严密些，概括性高些。

《禹贡》记述金属矿物六种（铅，金三品——金、银、铜，丹，璆，赭）（注八），非金属矿物与岩石12种，即，盐、怪石、浮磬、珉、瑶、砾、磐、谿、磬错、谿磬、球、琳、琅玕。两项合计共18种。这些岩矿名称，除“球”“琳”两个玉石名称不见于《山海经》外，其他都相同。即使“球”“琳”，也可能名异而实同。所以就岩矿知识看，《禹贡》比不上《山海经》详备。

《周礼》也是春秋末年的著作，其中《考工记》是百科全书式的著述，它主要概括了当时的手工技术成就，间接反映了地质知识水平。

《考工记》说：“国有六职，百工与居一焉”（注九）。百工当中，就有青铜冶铸的工匠，“攻金之工六”。书中还说：“郑之刀、宋之斤、鲁之削、吴粤之剑，迁乎其地而弗能为良，地气然也。”作者在这里强调的，不是冶金技术，而是“地气然也”。这就是说，这四个地区的金属器具与武器，之所以是上乘佳品，是由金属矿物原料的质地所决定的。间接表明了金属矿床成分、品位有高低优劣之分 的思想，确乎难得。说矿床与地气有关，涉及矿物与矿床成因，显然受了道家学派或元气学派思想影响。

关于金属矿床与探矿知识，不能漏掉《管子》。《管子》一书非管仲所著，成书当在先秦。《管子·地数篇》说：“山上有赭者，其下有铁；上有铅者，其下有银；上有丹者，其下有黄金；上有慈石者，其下有铜。此山之见荣者也”（注十）。据现代矿床学知识，铁矿表层高价氧化物呈赭（红）色，铅与银共生，当是方铅矿或辉铅矿，磁铁矿与黄铜矿也伴生。所以作者总结说，要根据矿苗露头（山之见荣）与矿物分布规律探矿，这是很科学的。

1974年，湖北大冶铜绿山发掘出战国时期楚国的一座古铜矿井。这是一座规模很大的矿井，东西长二公里，宽一公里；井中残留有矿井支架、有竖井、斜井、斜巷、平巷，初步解决了井下通风、排水、提升、照明、巷道支护等技术，反映当时采矿技术已相当发达。铜绿山是个富集铜矿，主要有孔雀石、自然铜、赤铜矿；色彩鲜明，容易发现与采选。从遗址看，当时选择断层接触带，中矿体富集、品位高的地段开采，确实反映当时先进的矿山地质与采矿知识水平。

据周圣生研究（1980年），吕梁山区与邯郸一带的铁矿床都是先秦开采的，同样反映出当时的探矿知识水平。

随着冶铁生产的发展，人们开始使用煤这种新燃料。因为炼铁要有1100℃以上的熔化温度，植物燃料很难办到。最早关于煤的记载是《山海经》：“女床之山，其阳多赤铜，其阴多石涅”（《山海经·西山经》）。石涅就是煤。先秦采煤与用煤的实物没有发现，但从西汉炼铁遗址看，如河南巩县铁生沟冶炼工地遗址发掘的煤块、煤渣、煤

饼，山东平陵冶铁遗址的煤，都证明炼铁已采用煤。

和燃料相关的还有石油与天然气。比较确凿的使用石油的记载是《汉书》，这留到下文叙述。天然气使用要早些，大约在公元前250年。据西晋常璩著《华阳国志·蜀志》载：“火井江有火井，夜时光映上昭。民欲其火光，以家火引之，顷许如雷声，火焰出，通照数十里。……井有二水，取井火煮之，一斛水得五斗盐。”火井就是天然气井。最有意思的是把盐井与火井连述，大概是人们在凿盐井时钻透了天然气储气层，发现了火井，然后又用天然气熬煮地下盐卤，制作食盐。以张华的《博物志》记述的临邛（今四川自贡市）火井煮盐参证，也可肯定是燃烧天然气煮盐。同是西晋人，著名诗人左思的名篇《蜀都赋》，用诗的语言渲染了火井燃烧的瑰丽色彩：“火井沉荧于幽泉，高焰飞煽于天垂。”这些材料讲的都是四川，证以今天的实际材料，当不是子虚之词。

谈到井盐，理应表表李冰的功绩。李冰就是修都江堰的那位“水利工程师”。《华阳国志·蜀志》载：“秦孝文王以李冰为蜀守……穿广都盐井诸陂池。”广都是现在的四川成都，秦孝文王在位是公元前250年。足见古代中国人民也是开采盐矿的捷足者。

中国是个农业古国，水对农业的利害关系，很早就为人们所认识，水利建设普遍受到人民群众和历代执政者的重视，并用了很大的力量去实行。夏代的“大禹”就是一位治水英雄，这位神话人物实际上是中国古代人民的化身。他的治水原则，讲究因势利导（疏导），也是生产实践的总结。到了商、周，已经有了水利建设技术人员和小型排灌设施。《周礼·考工记》中有“匠人为沟洫”一节，讲的就是沟渠排灌技术原理。它由井田制讲起，讲到演变成当时的农田灌溉法，再讲到水利设施的技术原理。强调水利排灌要根据地形，掌握水的运行规律。怎么掌握呢？它从自然界的天然河川讲起，讲到人工沟渠堤防，用的是类比推理。书中说：“凡天下之地势，两山之间必有川焉；大川之上必有涂焉。凡沟逆地势，谓之不行；水属不理逆，谓之不行。”这是说，从天然河川可以推断，人造沟洫，不依据地文实际建筑，水就会溢决，或水流不畅。书中又说：“欲为渊，则句于矩。凡沟必因水势，防必因地势。善沟者水漱之，善防者水淫之”（注十一）。河曲之处，水形成回流，急速旋转，有很强的动力下蚀作用，所以形成“渊”。运用这个道理，“欲为渊”（大概是指修蓄水池）就应该讲究尺寸、容积，用以抵消回流下蚀作用。根据上面两种情况，作者总结出一般性原则，说利用水利、防备水患，都要讲究地势。开沟要利用水的冲刷作用，使沟不致于淤积堵塞，使水流畅；防水修堤，要利用水的沉积作用，加固堤防。这里作者巧妙地利用了流水本身包含的冲刷与沉积这两个矛盾着的对立面。这种智慧是向自然界学来的。

经过几百年实践的积累，随着社会经济、农业生产的发展，水利建设在春秋战国时期有了一个火发展；当时有作为的君主普遍重视水利，形成一个水利建设高潮。五霸、七雄都动员了大量人力、物力，修建关系到它那个地区经济命脉与战争需要的大型水利

工程，为发展中华民族文化，作出了重大贡献。这些工程大体分为三类：灌溉工程、运河工程、堤防工程。灌溉工程留传后世的有四大名迹：“楚之芍陂（今安徽寿县安丰塘），魏之漳水十二渠（今河北临漳县到河南安阳县），秦之都江堰（今四川灌县），秦之郑国渠（今陕西泾阳县）”。其中，芍陂与都江堰现今还在为我们服务。说到运河，最著名的是邗沟与鸿沟。邗沟是吴国沟通长江与淮河的运河（今江苏），后来向北延长到沂水，济水与黄河沟通，全长五百余公里。鸿沟是魏国沟通黄河与淮河、长江的运河（今河南）。至于堤防，主要是在黄河两岸修筑的河防。

建筑上述水利水运工程，当然要有地形、水文地质、工程地质、水力学等地质知识。这就不难理解，在古代文献中，象《山海经》、《禹贡》、《管子》这些书，受到“博雅君子”的重视。

《管子·地员篇》把华北地区的土壤分为五类，是综合考虑地形、地下水、植物、母质（矿物成分）所作的划分。

《管子·度地篇》对河曲有一段精辟记述。《山海经》中写河曲，只有十一个字：“河，百里一小曲，千里一大曲”（注十二）。这只能算是从飞机舷窗往下的鸟瞰。《管子》就不一样了：“水之性，行至曲必留退，满则后推前，地下则平行，地高即控。杜曲则揭蹶。杜曲激则跃，跃则倚，倚则环，环则中，中则涵，涵则塞，塞则移，移则控，控则水妄行，水妄行则伤人。”这是说，河水流到河弯处就形成回流，回流聚集，水势高涨，水就推向前去；如果前方河床平缓，水就缓缓流去；如果前方河床坡度大，河水就湍急奔泻。流水在弯曲处会揭蹶河岸。为什么？因为在这个弯曲处，流水会翻腾激荡，水流会偏转、打漩；于是水流速度减慢，夹带的泥沙沉积下来，造成河道淤塞；河水只得另找出路，冲决河岸，泛滥成灾。上述这段精彩文字，是对河曲成因及其发育规律的探索性分析。它从细致观察入手，把河曲与河床坡度、水流缓急、泥沙沉积、水动力作用等多种因素作了综合分析，很有点辩证思维修养。作者明确指出，这叫“水之性”，是流水的规律性。这是对本趋利避害的理论说明，是对长期水利建设经验的理论

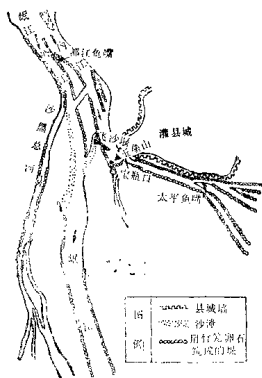


图 1 都江堰工程示意图

概括。对水利工程建设具有指导意义。《管子》指出，修水渠，渠头位置要选在远处，或抬高水位，“高其上，领瓴之”，这样，流水才能高屋建瓴地流入渠道，流得很远。渠道应有合理的坡降，“尺有十分之，三里满四十九者，水可走也。”即三里距离，渠底降低四十九寸才合理，水流才通畅。应该说，这是具有精确数据的工程设计。

《尔雅》是本博物词典，或科学手册，西汉成书。它记述的地质知识，和先秦很接近。《尔雅》突出之点是记述了地貌与沉积知识。“下湿曰隰，大野曰平，广平曰原，高平曰陆，大陆曰阜，大阜曰陵，大陵曰阿，可食者曰原，陂者曰阪，下者曰湿”（《尔雅·释地》）（注十三）。这比《诗经》中对地形的观察要细致多了。《尔雅》又说：

“溪辟荒川，过辨回川，滩反入，滩抄出。”河水流经荒原，会形成漩涡、回流，聚水增多，溢出河道后又返回河道，这就形成“滩”，或江中的“沙堆”。这就是现代水文学讲的河漫滩与江心滩，作者还细加区分：“水中可居者曰洲。小洲曰陆，小陆曰汜，小汜曰坻。人所为为渚。”可见其研究之精细。

春秋战国时期关于地壳变化的思想，文献中也屡见不鲜。最突出的要数《周易》。《周易·谦卦》说：“天道下济而光明，地道卑而上行。天道亏盈而益，谦；地道变盈而流，谦；……地中有山，谦”（注十四）。按《周易》的原义，谦是六十四卦中的一卦。这点不讨论它。实际上，谦，是个哲学概念，意思是“相反相成”。请看上文：天（体）是高高在上的，它的光向下照到地面上来，就是光明。地是卑下的，但能向上运动。天（日、月、星辰）有亏有盈，一亏一盈，岁月就增长了，这是“谦”。地（土地）变厚又流失，这也是“谦”。最后讲到山，山本来是高出地表的，可是它却说：地表以下也有山，这也是“谦”。看来，谦，这个概念是从天体运行、地壳变化、人事沧桑、神鬼变幻、思想修养（有些内容上文未引）等许多方面概括出来的，这自然是个哲学概念。值得注意的是作者恰恰用地壳变化来论证“相反相成”的规律性，这不能不说是中国古代思想的一大特征。古希腊的辩证法大家赫拉克利特（Heraclitus B.C.540~480）只是用“金换百货，百货换金”来论证变化观念，没看见他例举地壳变化。王嘉荫在解释上述引文时，说“地道变盈而流”是讲的地表剥蚀与沉积，是有道理的（注十五）。

中国讲海陆变迁的思想是很早的，民间有“沧海桑田”的传说。原先，人们误传《道德经》中记载有这个故事，但查《道德经》（即《老子》）却查不到，这就引起人们的狐疑。实际上，见诸文字，最早是东晋葛洪（284~363）在《神仙传》中讲了这个故事：“麻姑谓王方平曰：‘自接待以来，见东海三为桑田。向到蓬莱，水乃浅于往昔略半也。岂复将陵陆乎？’方平乃曰：‘东海行复扬尘耳。’”东海（大概指的是山东渤海湾吧）反复变为桑田有三次（约数），说明海陆有周期性变化。海怎么变成陆？这个故事提了一条理由，说海水有变化，海水干涸，陆地就袒露出来了。所以大海会再次扬起尘土。对这个问题，唐代现实主义诗人白居易却独具慧眼，他写了首《浪淘