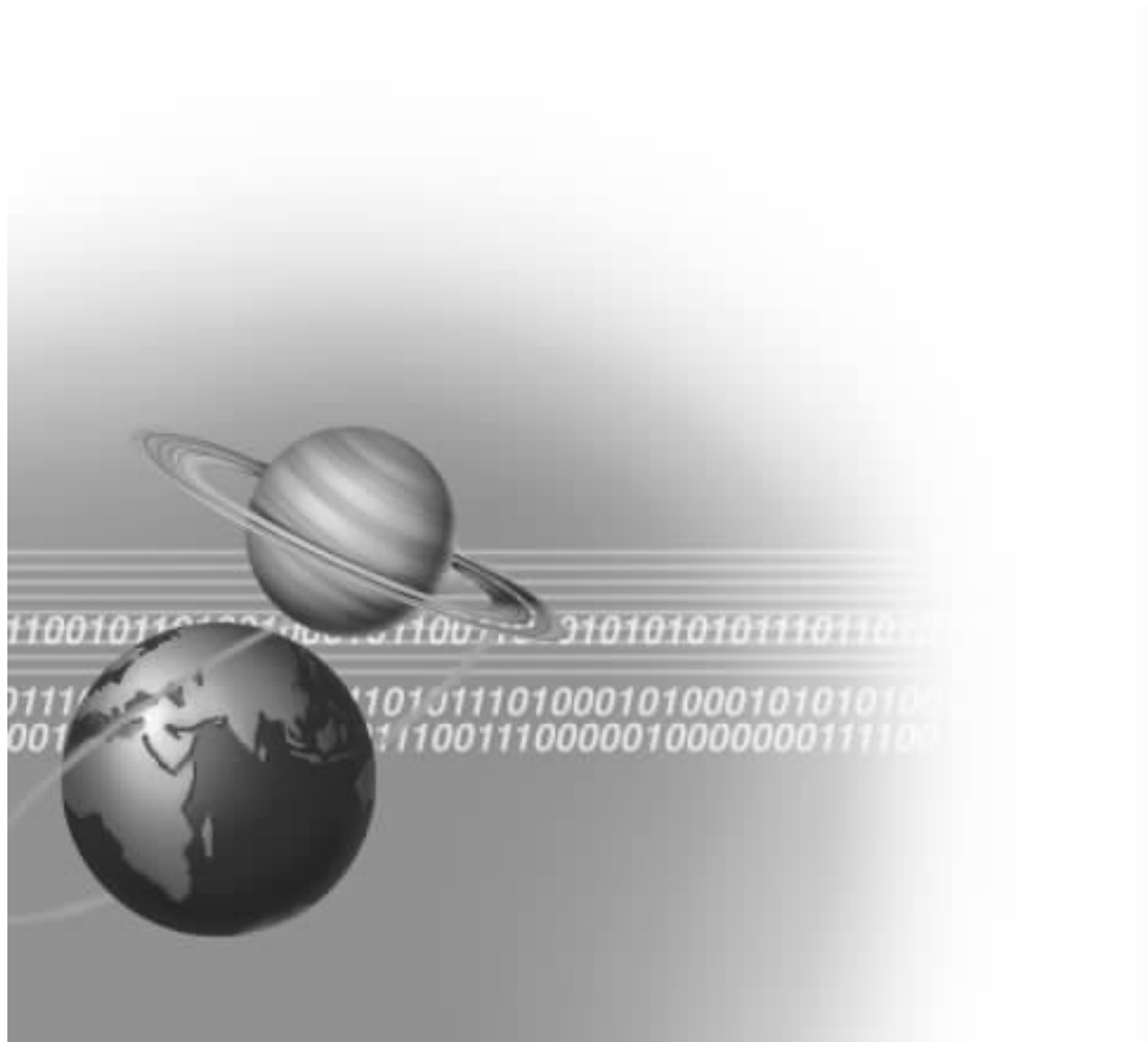


地理



图书在版编目 CIP 数据

地理·解读地理的现实世界 / 欧庭高编著. — 西安: 陕西科学技术出版社, 2003. 11

中学生科学素养丛书

ISBN 7-5369-3700-8

I. 解... II. 欧... III. 地理课—中学—课外读物
IV. G634.553

中国版本图书馆 CIP 数据核字 2003 第 089245 号

出 版 者	陕西科学技术出版社
	西安北大街 131 号 邮编 710003
	电话 029 87211894 传真 029 87218236
	http // www. snstp. com
发 行 者	陕西科学技术出版社
	电话 029 87212206 87260001
印 刷	西安博亚印刷厂
规 格	787 mm × 1092 mm 16 开本
印 张	12
字 数	187 千字
印 数	1 - 5000
版 次	2004 年 1 月第 1 版
	2004 年 1 月第 1 次印刷
定 价	19.00 元

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,请与我社发行部联系调换



敞开您的心扉 聆听科学!

——《中学生科学素养丛书》总序

李醒民

亲爱的青少年朋友,您手中的这套丛书,是我们特意为您编写的。

跨入中学的大门,您在课堂上或迟或早要学习各种各样的科学知识,要理解抽象的科学概念,要记忆繁杂的数学公式。可是,您知道那些知识是怎样被创造出来的吗?您清楚那些概念和公式是如何被发明或被发现的吗?

我们猜想,您恐怕不会了解得太多。

至于科学家在与他的问题苦斗时的心路历程和精神状态,以及在“山重水复疑无路”的困惑之后,瞥见“柳暗花明又一村”美景时的惊奇和狂喜,您大概就更加不甚了了。

因此,急需一套丛书弥补这一缺憾——《中学生科学素养丛书》于是应运而生。

在这套丛书中,我们拟通过一个个小故事,力图历史地勾勒出科学家的所思所想、亦苦亦乐,并穿插少许认识论和方法论的议论,借以收到虚实相间、情理交融的效果。

我们热诚地祈望,青少年朋友从中不仅能学到一些科学知识,更重要的是能把握科学方法,领悟科学精神。您要明白,科学方法是科学的本质,科学精神是科学的灵魂。手握科学方法,遇到问题往往事半功倍;心怀科学精神,人生也会变得富有意义和情趣。

青少年朋友,您可能十分崇敬大科学家和大思想家爱因斯坦。爱因斯坦曾借他人之口,给教育下了一个极其精妙的定义:“如果一个人忘掉了他在学校里所学到的每一样东西,那么留下来的就是教育。”

这样的“教育”无疑是人们常说的“素质教育”。《中学生科学素养丛书》的立意和旨趣恰恰就在这里。



我们相信 ,只要您打开书 ,静静读下去 ,您肯定会情不自禁地徜徉其间 ,或流连忘返 ,或低回默思。

青少年朋友 ,敞开您的心扉吧 ,请聆听科学的真谛 !

像春日轻柔的雨丝 ,
无声地沁透您的心脾。
像夏夜徐徐的清风 ,
刹那间凉彻您的肌肤。
燃起您的热情的 ,
是漫山遍野醉人的红叶。
涤荡您的魂灵的 ,
是一望无垠的皑皑白雪。
智慧的科学
——有崇实尚理的精神 ,
有从善如流的情怀——
似春雨、夏风 ,又似秋叶和冬雪。

2003 年 1 月 16 日于中国科学院研究生院



自序

做一名对社会有贡献的人是每一个人的愿望。实现这个愿望,需要有一定的科学素养。科学素养有助于启发人的创新思维,造就创新型人才。21 世纪是知识经济时代,呼唤创新人才。科学素养主要通过学习来实现,中学阶段的学习显得尤为重要。

地学是科学的一个重要领域,在中学阶段,学习地学的有关内容,是培养科学素养的一个重要方面。结合中学地理新课标的要求,我们编写了本书。其目的在于纠正前人的片面看法,把科学素养培养等同于单纯的学习科学知识。

在过去很长的时间里,同学们从地理课本中所学习到的大部分称为地理知识。它们是教材编写专家们从经过了长期科学实践筛选而逐渐积累起来的众多地理知识中,系统地精选出的,目的是为了让同学们在有限的时间内掌握更多的地理知识。它们容易记忆,很适合于中学学习阶段的特点。

但是,这样一来,就会很容易地使老师和同学们产生误解,把教学看做传授和记忆地理知识的过程。尤其是在长期应试教育的指挥棒下,这种误解进一步强化,进而产生了许多缺陷:第一,以为地理知识是死的、静态的、确定的东西,强调死记硬背;第二,忽视了与地理知识密切相关的实践活动,不了解地理知识的来龙去脉;第三,难以确立起科学的价值观,不能很好地审视地理知识的有效应用。

这种误解所导致的严重后果就是:不能充分有效地挖掘同学们的创造潜力,培养出来的学生高分低能,难以应对复杂多变的未来社会,在未知的道路探索上很难取得卓越的原创性成就。

有鉴于此,本书以培养同学们的科学素养为出发点,着重从地理科学技术活动的全过程来全面地理解地理知识。具体来看,本书有以下几个特点:

第一,展现地理知识中一些重要概念和理论观点形成与发展的过程,让同学们懂得它们的许多内容是不确定的、可能有错误的,科学概念、科学理论是从错误走向正确、从不完善走向完善的不断发展的过程,进而认识到科学知识不



确定的、动态的特点,知道其中还有许多方面有待人们去开拓与探索。

第二,对比科学家观察与解读自然对象,进而获得地理知识的过程与我们从书本学习之间的差异,解剖科学探索的思维活动的一般情况,由此向同学们介绍他们的科学思想来源,以及所采用的科学方法,理解科学认识探索过程中所应用的有关手段。

第三,介绍科学家在科学探索活动中的目标追求。科学家之所以能取得成功,尤其是取得重大的突破,通常不是因为他们具有良好的天赋,而是因为他们后天的不懈追求。他们有美好的个人愿望和强烈的好奇心,具有不屈不挠、敢于挑战权威、充满自信、勇于创新等科学精神。

第四,关注科学技术知识应用所带来的环境问题,了解科学技术转化的两面性,理解实施可持续发展战略的伟大意义,让同学们树立起人人参与环境保护和环境建设的全球意识,肩负起人类探索自然和社会的责任。

总之,通过本书的学习,我们要培养一种乐于追求、善于创新、积极进取、努力探索、不断开拓的精神、思维方式和生活价值观念。

早在 100 多年以前,伟大思想家马克思就曾经指出:“在科学上没有平坦的大道,只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人,才有希望达到光辉的顶点。”作为一门科学,地学是人类在不断探索自身生存环境的过程中逐渐发展起来的,它是一个开放的体系。它的过去是不断发展起来的,它的未来也将不断地发展下去。地学未来发展情况如何,取决于一代年轻人的努力程度。



目 录

第一篇 打开地理世界复杂之书的钥匙

1	应用最简单的科学符号来记叙自然 ——从文字到等值线	1
2	通过测量读出自然的数量值 ——测量地球长度的第一人	4
3	从生产实践中获得真知 ——历法观念的形成	6
4	把观察目光投向新视阈 ——九大行星的发现	9
5	好奇心和兴趣是最好的帮手 ——以地理学家徐霞客的成长为例	11
6	开启新的天窗 ——射电天文望远镜的确立	13
7	把探索行动深入到未知领域 ——哥伦布发现新大陆	15
8	千里眼和顺风耳 ——观测地球的遥感技术	18
9	抓住特殊的侦察信号 ——地球内部圈层及其物质形态的确定	21
10	精妙构思实验 ——地球生命起源之谜的揭示	23



11	把握海洋的脉搏 —— 海洋观测的仪器手段	26
第二篇 地理研究的艺术		
1	地理研究始于问题 ——以地球形状的问题为例	29
2	以正确的观点来指导科学归纳 ——开普勒及行星运行三定律的发现	32
3	发挥科学的想像力 ——从宇宙观念到大爆炸理论	35
4	从综合分析中揭示科学规律 ——哈得莱的大气环流圈	37
5	敢于大胆地提出假说 ——魏格纳及其大陆漂移学说	40
6	从全面探测中归纳总结 ——海底扩张学说	44
7	运用逻辑思维来推断创新 ——板块构造理论	46
8	构建研究对象的思想模型 ——屠能的农业区位论	48
9	站在丰富经验的肩膀上 ——李希霍芬及其所取得的成就	51
10	从差异和同一中把握科学认识 ——柯本及其世界气候分类	53
11	排除先入之见 ——李特尔及其地理学	56



第三篇 编织地理知识之网

- 1 认识纷繁复杂事物的科学之路
——以气候分类为例 59
- 2 争论中促进科学的发展
——以岩石成因的争论为例 61
- 3 自然现象的变化是间断的
——灾变论的演变 64
- 4 现在是理解过去的钥匙
——赖尔及其渐变论 67
- 5 理论是不断完善的
——从地槽、地台到地洼学说 69
- 6 博采众长
——拉采尔及其人地相关论 72
- 7 从动态来透视事物的变化
——戴维斯及其地貌侵蚀轮回说 74
- 8 寻找事物生成的原因
——道库恰耶夫及其地带学说 77
- 9 标新立异
——维达尔及其人地相关论学派 80
- 10 理论是开放的体系
——工业区位论的演变 82
- 11 从一定的视角来提炼理论认识
——城市地域成长的结构 85
- 12 抓住事物之间的联系
——施吕特及其景观论 87



第四篇 荆棘求真路上的胆识

- 1 向神学教条挑战
——哥白尼及其日心学说 90
- 2 在僵化的自然观上打开一个缺口
——康德—拉普拉斯的星云假说 93
- 3 真理是我的目标
——莫里及其大气循环系统 95
- 4 上天下海冒奇险
——皮卡尔的高空及海底探索生涯 98
- 5 耗尽家财为科学
——洪堡 新地理学的奠基人 101
- 6 为地理学奉献一生
——竺可桢持续 50 年的气象观测 104
- 7 竖起中国地学的一面旗帜
——李四光的地学探索生涯 106
- 8 以“失败”来总结一生的伟大成就
——开尔文及其在海洋科学技术上的贡献 109
- 9 从梦想与失败之中走向成功
——人类登上太空的历程 112
- 10 自学成才的航天理论开拓者
——航天之父 齐奥尔科夫斯基 115
- 11 火星探索的未了情
——追寻外星生命起源的地理环境 118



第五篇 用地理知识再造人类新生活

- 1 文明的基石
——岩石的开发与利用 122
- 2 农业的设计
——以都江堰水利工程为例 124
- 3 趋利避害
——地震的预防 126
- 4 走近更加轻松的生活
——旅游价值的变化 129
- 5 掌握天气的脾气
——气象观测和预报 131
- 6 让天气为人类造福
——以人工降雨为例 134
- 7 管理地球的工具
——地球数字化 136
- 8 人类交往纽带的形成
——交通运输漫谈 139
- 9 构建城市的健壮机体
——城市规划漫谈 142
- 10 硅谷模式的思考
——产业创新的空间 144

第六篇 肩负起我们的责任

- 1 水资源告急



	——来自地球的报告	148
2	警钟长鸣	
	——北京沙尘暴的启示	151
3	21 世纪城市发展面临的严峻挑战	
	——透视城市的病症	153
4	红色灾难	
	——赤潮及其产生的原因	156
5	人类共同的选择	
	——可持续发展之路的由来	159
6	解除地球的烦恼	
	——人口爆炸及计划生育	161
7	平息大气的恐怒	
	——厄尔尼诺及其防治	163
8	给发烧的地球降温	
	——温室效应及其防治	166
9	可持续旅游之路	
	——生态旅游	168
10	抹去农业发展的阴影	
	——当代农业发展的恶果及替代农业	171
11	人与地球的对话	
	——人地伦理思想的演变	174



第一篇

打开地理世界复杂之书的钥匙

1 应用最简单的科学符号来记叙自然 ——从文字到等值线

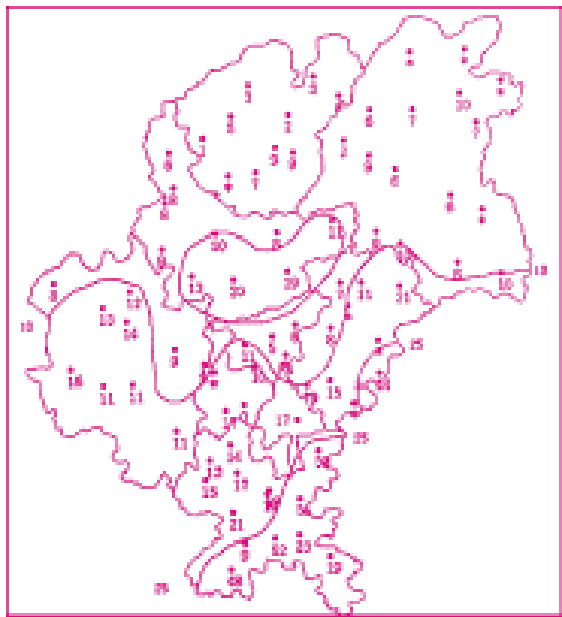
在我们的成长过程中,大家一般都有过类似的经历:开始是蹒跚学步、牙牙学语。长大一些后,看图识字,爸爸妈妈会买些通俗易懂的图书回家,书上画有各种各样的图案,令人好奇,有些书还配有文字与拼音,爸爸妈妈一边教我们区分这些图案,一边教我们读出它们的名称。再长大一些的时候,爸爸妈妈会把我们送到幼儿园,跟叔叔阿姨学习。接下来,我们会上小学、中学和大学。随着年龄的增长,我们的知识会越来越丰富。可是,不知道大家注意到没有,我们所学的知识都有一个共同的特点:是从书本上来的。我们不禁要问,那书本的知识又是从哪里来的呢?答案很简单,书本的知识来自于自然,是前人从自然中解读出来后,再书写下来传给我们读的。假如我们也与前人一样来读大自然这本书,那又该怎样解读呢?

带着这个问题,我们来想一想游览动物园、识别动物时的情景,这种情景与看图识字差不多。每游到一个地点,看见某种新奇的动物时,我们总会根据写在一旁的说明,准确地知道这是什么动物,有何习性。但是,当走进一个没有标识的地方时,我们会感到一团糟,看到许许多多的东西,却又难以表述出来,即使表达出来,也十分零乱。

在人类成长的童年时期,人们对事物的认识,与一个人看图识字的情形很



相似,但总体过程会更复杂。因为那时没有爸爸妈妈、老师之类的人在一旁指点,全靠人类自己来感悟。慢慢地,人类在交往过程中产生了语言,接着又创造出了文字,进而把所看到的、听到的、感觉到的都表述出来。对今天的人来说,这并没有什么了不起,但对于古人而言,却是一个巨大的进步。不过,这样读出来的自然是通过感官来实现的,人们会觉得极其复杂与混乱。那么,如何让人阅读自然更简单呢?如何将这些零乱现象表述得更有条理呢?



解读自然的文字和语言被称为自然语言。它使人类向科学迈进了一大步,但存在着一个根本的缺陷:表述过于繁琐。正因为如此,人们认识事物的脚步被放慢了。后来,在生产实践中,古人才慢慢地意识到了许多事物和现象的一些共同特征,例如意识到三棵树、三头猪、三个人都有一个共同的数量3,这是人类认识史上的巨大进步。古希腊许多哲学家对此有深刻的理解,认为这些共同特性深深地隐藏在事物的背后,称它们为世界的本原。尤其值得指出的是,其中有一个叫毕达哥拉斯的哲学家,他的洞察更加深刻,以简单的数作为世界复杂现象的本原。这样一来,人们表述自然就显得更加简单明了。近代科学之父伽利略对毕达哥拉斯的思想非常推崇,他曾明确地指出:科学就是用简单语言来读取自然的,而自然则是用数学语言书写出来的,它的文字就是点、线、面及其他几何



图形。用这些语言来书写自然,人们可以摆脱主观因素的影响,获得量化、精确化的认识。

自毕达哥拉斯以来,科学上追求认识自然简单性的思想影响了一代又一代科学探索者。在地理学上,伟大的地理学家洪堡受此思想的启发,绘制出了世界上第一条等值线。洪堡一生进行过许多艰苦卓绝、长途跋涉的科学考察。1829年,他应沙皇的邀请访问俄国,在俄国进行科学探索与地理考察。他带领一个车队从圣彼得堡出发,穿越西伯利亚,一直走到了中国的边界上。一路上,他十分留意所走过的每一个村庄或市镇,除了记录许多地理、地质现象外,还特别注意旅途中气温的变化情况,并用仪器测量记录下来。可是,他所记录的资料太少,还不能对气候变化有全面的了解。因此,他回到圣彼得堡后立即向俄国沙皇提出建议:建立一个气象观测网,定期记录天气的情况。沙皇采纳了他的建议。到1835年,这个气象观测网从圣彼得堡一直设立到阿拉斯加沿海的一个岛屿上。1845年,洪堡根据这个气象观测网所提供的气温资料,在地图上标出各地的温度,并把相同温度的点连结起来,从而得出一条条的等温线,这就是世界上第一幅全球平均气温等值线图。从这个等值线图上,洪堡很快就可以清晰地观察到许多新情况,发现内陆气候比同纬度的近海地区冬天更冷,夏天更热。

洪堡绘制的等温线,深深地启发了后人。人们发现,许多自然现象都能够进行量化观测或测定,然后再把等值点连接起来,以简单的“线条”表述在地图上,形成种种不同的等值线。比如降水、气压、风等气候要素的量值,绘制在地图上就形成了等降水量线、等压线和等风速线等;又比如按照不同海拔高度绘制而成的等值线,就形成了等高线。今天,等值线的应用已经不再局限于地理的表述上,几乎各行各业都可以用等值线来描述所要表述的事物。

等值线是一种简洁的科学语言,具有特别的意义,它以极其简单的方式来表述自然。等值线蕴涵着大量的信息,它们隐藏在事物表面之后。依据这些信息,人们可以得出许多带规律性的认识。例如,在等温线图中,等温线密集的地方,气温差别就大,反之,气温差别就小;如果等温线与纬线平行,说明气温受纬度因素的影响大;如果等温线与海岸线平行,说明气温受海洋的影响大,如此等等。

大自然这本书太复杂、太奇妙了,不同的人可读取到不同的东西。我们通常从书本所读的知识都是从大自然这本书中翻译过来的。在这个翻译过程中,难免会出现人为的错误,而且有些知识很快就会陈旧、落伍。因此,如果我们要想获得更精确、更前沿的知识,就必须观看大自然这本书。可是,这本书太奇特了,



决不像我们平时学习时所用的书，可以一页一页地翻看；我们只有做精妙的构想和刻苦的探索，才有可能读到与众不同的知识，认识到事物发展的规律。运用自然语言来读这本书显然过于复杂，而用科学语言来读，则要简单、深刻得多。科学就是这样，用最简单、直接、深刻的语言来解读自然。

2 通过测量读出自然的数量值

——测量地球长度的第一人

任何事物都具有数量特征，但要读出事物的数量特征，却是一个复杂的过程。在这个过程中，只有进行仔细认真的测量，才能获得准确的认识。在地理学的发展史上，埃拉托色尼测量地球的长度就很具有代表性。

地球到底有多大？这个问题或许很早就提出来了。可是，并没有多少人在意，以为思考这个问题是多此一举。还有不少人在碰到这个问题的时候，如坠入烟云之中，不知所措。况且，它的大小是用尺子一尺一尺地量，还是测量计算出来的呢？也许会有人说，可以用尺子去量。但我们不禁要问，谁会有那么大能耐，拿着尺子绕地球去测量一圈呢？更不用说有没有与地球一样长的尺子了。显然，这种想法是不现实的。即使在今天，我们也无法如此去测量，何况在人类早期。这是因为地球表面的情况太复杂了，一路上会遇到高山大海，甚至还会出现不可逾越的艰难险阻。因此，很多人碰到这个难题时，不是为它所难倒，就是缺乏勇气，最终连试都不敢试。但是，埃拉托色尼可不是这样，他不仅是最早的测量者，而且还真把地球长度测量计算出来了。

埃拉托色尼（Eratosthenes of Cyrene 公元前 276—194）出生于利比亚的希腊殖民地昔兰尼。他从小就受到了古希腊文化的良好熏陶。他刻苦努力，勤奋好学，富有想像力，爱思考、提问，喜欢追索和探究各种神秘现象及奇特现象。青年时期，他到雅典求学，曾先后在柏拉图学园和吕克昂学校学习。后来，还经常光顾亚历山大里亚图书馆。他所学的内容主要是语言与修辞学，旁及地理、天文、哲学等许多学科。大约公元前 244 年，他接受埃及国王的聘请，在皇宫里担任教师，并被任命为亚历山大图书馆的一级研究员。老图书馆馆长去世后，他被任命接替其职位。这个职位在当时的学术界最具威望。他担任这个职位一直到死，享年 80 岁。



与埃拉托色尼同时期的一些学者,极力贬低他,给他起了个别名“二流货”和“五项运动员”。“二流货”是说他虽是一级研究员,但只不过是第二流的学者;“五项运动员”是说他样样都行,却不够精深。

平心而论,在他未下很大功夫研究的数学、天文学和语言学等许多专业方面,他是二流的。但在他尽心竭力创立的地理学上,他绝对是一流的。他首创了“地理学”这个术语,并以《地理学》为书名写过3卷著作,把地球作为人类的家园来进行研究。另外,他还画过一张地图,写过有关地球的一本书。在书中,他把地球分为亚洲、欧洲和利比亚三个主要地区;分出一个热带、两个温带和两个寒带共计5个气候带,并分别标出它们的边界及相关数字;描述了一些地区特定的自然现象以及自然环境与社会的关系。在大地测量学上,他甚至可以说是超一流的。他对地球长度的测量及其结果主导了世界一千多年。

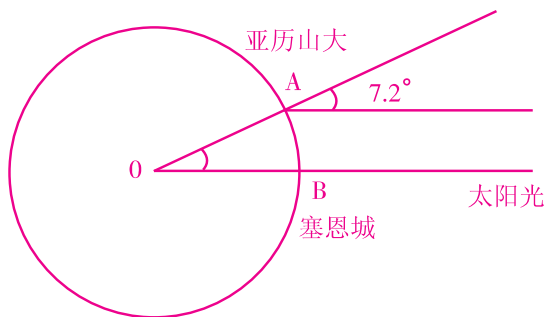
测量地球的大小,是埃拉托色尼的杰作,凝聚着他的许多心血。经过长期的细心观察与深思熟虑,他发现自己所住的亚历山大城,每年从百花盛开的春季到万木凋零的冬季,太阳几乎从来都没有在头顶的天空上经过,即使在应该当顶的这一天,太阳仍斜挂在蓝天上,与直立地面的长竿存在着 7.2° 的夹角。

与此同时,他却常听说一桩怪事,在亚历山大城以南800千米处的塞恩城,情况却截然不同:夏至那天的正午,太阳正挂中天,阳光笔直地射到地面上,并可以一直照到井底。有些好玩太阳影子的孩子,这时在地上直竖起一根竹竿,让人猜:竿子的影子哪里去了?因为地上看不到影子!

两地出现的不同现象,在一般人看来,并没有什么关联,只当件怪事议论一番也就罢了。可是,埃拉托色尼却不同。他想:为什么会出现这样的情况呢?经过仔细琢磨之后,他的思路逐渐明朗起来:之所以在同一时间的不同地方,太阳光与地面的夹角会各不相同,是因为地球是圆的,它是一个球体。

埃拉托色尼进一步推断,既然地球是圆的,那么周长就可以计算出来:在地球上测定一段距离数值,然后再测定出这段距离的角度,即弧度,把两者相乘,就可以求出周长。这样一来,周长的测定就变成了几何学的简单运算。关键在于如何测量出有关的数值。经过充分的准备工作后,到了夏至这一天,他在亚历山大里亚城和塞恩城两处,于正午时刻,对太阳照射地面的情况进行观测。观测结果果然与人们的传说一样。

在测定两地距离上,他认为,商队骆驼的行走步伐比较整齐,行走速度均匀,因此可以根据它们经过两城所用的时间,计算出两地距离,结果为800千米。



接下来，他就着手计算地球的周长。亚历山大里亚城与塞恩城基本在同一条直线上，两者之间存在着 7.2° 的角度差，这相当于圆周角的 50 分之一。因此，他求得地球的周长等于 40 225 千米。现在科学家用精密的仪器测定的结果为 40 009 千米，相差仅 200 多千米。在 2 000 多年以前，

能够测到与实际结果相差如此小的数值，实在是一件了不起的事。

后来，古希腊有一位学者波西多尼斯，他不相信埃拉托色尼的测量结果，采用相同的方法，又测出了一个结果，但这个结果比埃拉托色尼的小得多。哥伦布就是依据这个数值来推断他航海探险的结果的，也正因为如此，哥伦布一直到死之前还以为，他所发现的大陆就是东方。

虽然埃拉托色尼的测量结果与实际的误差很小，但他的计算推断却存在着失误，一是两地之间的距离偏大了，二是对两地之间的方位判断不够准确，但由于这些误差相互抵消，所以碰巧取得了这个结果。

从埃拉托色尼的事例中，我们知道，测量是一个认识事物的复杂过程。此后，随着科学探索的不断深入，越来越多的人知道：测量是获得科学事实的基本手段，只有通过测量，人们才能对事物有更准确、更深刻的认识。

3

从生产实践中获得真知

——历法观念的形成

生产实践是人类最基本的生存活动，是认识的直接来源。公元前 4000 年，古埃及人知道，每过一定时期，总会出现这样一天：当黎明到来时，天狼星与太阳就会在一条地平线上同时东升；而从这一天开始，尼罗河的河水就会开始泛滥，春天也跟着降临大地。在洪水退去以后，两岸的低洼地区，由于洪水的冲刷而变得十分肥沃，于是人们就从高地上下来，开始耕地播种。辛勤的劳动换来丰收的喜悦，在农作物收割以后，人们再搬回到高地上居住，以抵御寒冬和避开来



年的洪水。这样周而复始,人们过着很有规律的生活,一代接一代地传承下去。

古埃及人在农业耕种上形成的这些观念,开始时并不十分准确。后来,出现了一些专门从事观测工作的人。他们观察天象变化与农业生产之间的关系,仔细地记录天狼星随太阳变化的天数,结果发现,从天狼星与太阳同时东升的那天起,紧接着在人们播种以后,天狼星的东升就会比太阳逐日提前。等过了365天,天狼星又赶上同太阳一起东升,尼罗河水会再次泛滥出河岸,接着又迎来新的一年。这样一来,历法就诞生了。

与此同时,专门观察天象与农业生产之间关系的人们,逐渐演变成了祭司。他们脱离农业生产实践,专门从事历法制订工作,掌管与安排农业生产。每当观察到天狼星与太阳同时升起时,他们就会说,天狼星发出了预言,提醒人们抓紧时机播种稻谷;同时,由于在尼罗河流域的不同地段上,洪水泛滥表现各不相同,人们对此难以理解,于是就被他们神化。这样一来,在古埃及的许多地方,大兴土木,兴建神庙,祭祀天狼,以祈求丰收。

古埃及的历法观念是很原始的,其中包含着许多非科学的迷信成分。但这些迷信成分并不能阻碍历法的发展,因为历法的核心内容是人们的生产实践。

古埃及人的历法,其基准是洪水泛滥的周期性变化。洪水泛滥一个周期的时间间隔,与一个太阳年基本相同,只有 $1/4$ 天的误差。在当时来说,这算是世界上最先进的历法了。虽然古埃及人并没有真正懂得这种计年方法的实质,但它是地球绕太阳公转为依据的,因此属于“阳历”。

除了阳历以外,历法还有阴历和阴阳合历两种。阴历是以月亮运行的圆缺为依据而制定的历法。两者兼备的历法称为阴阳历。据考证,人类最早的历法为阴历,它源于两河流域的撒玛利亚人。大约公元前5000年以前,撒玛利亚人过着游牧的生活。后来,他们不再以游牧为生,在底格里斯河和幼发拉底河流域定居下来,进行农业种植。与尼罗河相比,两河流域洪水的泛滥受上游河流变化的影响较大,而且经常是不定期的,因而在确定季节和农作物的生产播种上,不如月亮圆缺来得直接,因而那里的人们建立起以月亮为依据的历法。这种历法把一年分为12个月,每个月30天。

撒玛利亚人所确立的阴历存在着很大的误差,不能与月亮的运行同步。因为月亮绕地球运行一周,实际上只有29.53天,不足30天,一年下来,误差当然就会很大。后来,巴比伦人修改了撒玛利亚人的阴历,每月29天与30天相互交替使用,使月份与月亮运行的时间相吻合。巴比伦人还进一步发现,每隔19年,太阳和月亮的运转就会产生同步性,即19个太阳年,差不多等于235个月。于



是,他们在19年中多加7个30天的“闰月”,使历法与太阳和月亮的运行同步,进而产生了阴阳历。

我国也是世界上最早建立阴历的国家之一,同样出现过上述的误差,一年下来,与季节变化周期相差的天数约为11天,年复一年下去,就会使历法不能正确反映季节的变化。夏至与冬至,在19年里会颠三倒四地出现在不同的月份里,致使农业生产活动难以安排。因此,在距今2500多年的春秋时期,同样采用了“19年7闰月”的办法,规定冬至的月份在11月。后来,这个阴阳历历历经多次修改,变得越来越精确。其中有西汉的《太初历》,东汉的《乾象历》,南北朝的《大明历》,唐代的《大衍历》和元代的《授时历》等。从明末的《崇祯历书》起,我国的传统历法还吸收了近代天文学的成果,变得更加完善。至辛亥革命时止,我国所用的都为阴阳历。这种历法又称农历,它把我国长期农业生产的实践经验融入其中,加入了24个节气,更能指导农业生产。实际上,24个节气是一种特殊的阳历,它更能反映季节的变化。经过千百年农业生产实践的完善,农历还积淀起了许多传统文化的内容。

现在世界上通用的公历为阳历。上面已经谈到,阳历起源于埃及。其实,埃及最早应用的也是阴历,只不过自从阳历采用后,由于它更适合于农业生产,所以才取代了阴历。公元前45年,罗马统治者凯撒下令对历法进行改革,由古埃及的天文学家苏西斯主持,确立了当时最为完善的《儒略历》。这个历法后来为许多国家所采用。它为阳历,每月30天或31天,2月29天,每4年的2月多加一天,最早采用了“闰年”法。

《儒略历》也存在一些误差,每128年便会多出一天。到13世纪,它和太阳年相差达到了39天,与农业生产季节有较大的出入。于是又得进行改革。改革工作由意大利天文学家李利厄斯主持,他花了10年的时间才完成。经过反复研究讨论,最后由教皇批准实行。这个历法简称《格里历》,分“平年”与“闰年”;“平年”为365天,“闰年”为366天。这样一来,误差更小了,3000年后才会多出一天。因此,这个历法逐渐为各国所采用。

历法观念就是这样产生的,它来源于人们的生产实践,同时反过来又指导人们的生产实践,并在生产实践中得到进一步的改进,变得越来越精确,更适合



于人类的生产实践活动。所以,我们有“实践出真知”一说。

4 把观察目光投向新视阈 ——九大行星的发现

晴朗夜空,繁星点点。抬头仔细观望,肉眼就可以看到,有5颗脾气古怪的星星。这5颗怪异的星星在远古的时候就为人们所发现了。它们在众星中穿行着,时快时慢,不断地变换自己的位置,甚至出现暂时的停留和逆行。于是,人们称它们为“行星”。在我国,按照五行学说,分别给它们取名为金星、木星、土星、水星和火星。

古时候,在很长时间里,人们一直纳闷:为什么行星会在众星中行走呢?在我国,古人由于未能正确认识它们的运行规律,曾误以为最亮的金星是两颗星:分别是夜晚的长庚星和黎明时分的启明星。一直到哥白尼和伽利略之后,人们才知道,它们是有规律地围绕太阳运行的。人们之所以用肉眼能看到它们,是因为它们离地球近的缘故。至于行星在天空中的运行时快时慢、暂时停留和逆行等,这也不是它们自身的原因,而是它们和地球在围绕太阳公转时,产生了相对位置变化。而长庚星和启明星实际上是不同时间出现在不同地点上的同一颗星星。



长久以来,在人们的观念中,一直以为5大行星中土星就是太阳系最边界的守护者,谁也没有怀疑过在它之外还有未发现的行星。英国天文学爱好者威廉·赫歇耳(Frederick William Herschel 原名 Fridrich Wilhelm 1738—1822),利用业余时间磨制天文望远镜,一点一点地加大镜片的尺寸,不断地探视天空的奇观。1781年3月13日的午夜,他观察到天空一角的恒星有一个模糊的斑点。两天之后,这个斑点发生明显的移动。尽管他可以肯定这颗星星不是恒星,却也没有料到它会是一颗新的行星,而误以为是一颗特殊的彗星。于是,他写了一份“一颗彗星的报告”,呈送英国皇家学会。结果,这个消息很快就传开了。



许多天文学家都感到十分惊讶,被吸引过来,观察这颗奇特的彗星。经过他们的仔细观察,这颗特殊彗星的身份终于得以验明。它其实是一颗人们尚未发现的行星,被取名为天王星。

天王星被发现后,科学家就着手研究它的轨道。法国科学家布瓦德特别热衷于这项工作。他广泛地收集天王星轨道的资料,经过反复计算,于1821年公布了他的研究结果。结果显示,天王星的性格很特别,因为别的行星都按照科学家推算出来的轨道运行,而天王星却老是出轨。1781年以前的资料与1781年以后的资料所计算出来的结果,竟然是两条毫不相干的轨道。布瓦德一时也解决不了这个问题,所以就把这个谜留给了后来者。过了不到10年,人们再来研究天王星的轨道时,它又偏离了布瓦德先前所确定的位置,而且偏离的程度还在不断地增大。

天王星运动轨道的反常行为,引起了许多天文学家的猜测:在它之外还有一颗未知的行星。可是,天海茫茫,哪里能够找到它呢?不少天文学家对此很是失望,先后放弃了他们的观测和努力。恰在此时,数学家加入了这个行列。

英国剑桥大学有一位23岁的学生亚当斯(John Couch Adam 1819—1892),花了整整两年的时间,采用逐步逼近法,通过33个方程组的复杂计算,终于推算出这颗未知行星的轨道。他把计算结果告诉剑桥大学天文台台长查里士,希望他能寻找到这颗新行星,但查里士行动迟缓,没能如其所愿。为此,他转而向格林威治天文台台长艾里求助。1845年10月21日,他满怀希望地把计算结果寄给艾里。可是,艾里却是一个妄自尊大、思想保守的人,他根本就瞧不起亚当斯这样的小人物,因而错过了首先发现这颗未知行星的机会。

与此同时,法国天文学家勒威耶(Urbain Le Verrier 1811—1877)也计算出同样的结果,并在1846年8月31日公布,同时还写信给几位天文学家,请他们观测。可是,他在法国的努力,与亚当斯在英国一样,遭到冷遇。

艾里看到勒威耶的论文后,自然也就想起了半年前亚当斯的论文。他把两篇论文进行比较,结果之相似令他十分惊讶,于是他马上通知查理士和拉塞尔去观测。可是,他们俩一个粗心大意,一个有病在身,致使观测工作不了了之。

与此同时,德国柏林天文台台长恩克收到勒威耶的来信后,立即指示副台长加勒负责此项工作。加勒马上与勒威耶进行联系,在收到回信后,按勒威耶指示的天空位置,在当夜就观测到了所预言的新行星。这颗行星就是海王星。

海王星的发现,使人们对太阳系的认识大大扩展了。当人们以为这就是太阳系



的边界的时候,天文学家计算天王星轨道的结果表明,仍然存在“越轨行为”,有一些误差。因此,人们又提出了设想,在海王星之外一定还有一颗未知的行星。

但是,这颗未知行星离太阳实在太远了,数学家虽然精确地计算出了它的运行轨道和位置,但它的亮度实在太弱,以至于即使使用当时最大的望远镜来观测,也难以把它与其他的恒星区别开来。

然而,困难并没有使天文学家们退缩。经过多年的观测和搜索,在1930年1月23日,美国天文学家汤博在检查双子座的一张照片时,终于找到了这颗行星。人们称它为冥王星。

现代科学家经过反复的研究,结果显示,海王星和冥王星的轨道也同样还存在着“越轨行为”。根据以往的经验,有人推测,或许太阳系还存在着第10颗行星。关于这一点,还有待进一步的研究与观测。

5

好奇心和兴趣是最好的帮手

——以地理学家徐霞客的成长为例

徐霞客(1587—1641)出生在江苏省江阴的一个文人世家,自幼饱读诗书,聪明过人,本来可以参加科举考试,获取功名,光宗耀祖的,但他对仕途不感兴趣,反而对史籍、地图等十分痴迷,有探索未知地理区域的强烈好奇心,爱好游览名山,探索大川。

怀着探索自然地理景色的强烈好奇心,徐霞客抛弃“父母在,不远游,孝子不登高、不临深”的古训,离开无数文人魂牵梦萦的科举考场,毅然决定要出门远行。第一次出门的那一年,他才20岁,而他的家族已经衰败多时,当局的统治也已经摇摇欲坠,盗匪蜂起,但这根本阻挡不住徐霞客探索的脚步。60多岁的母亲看透了他的心思,经常鼓励他,出远门前,还特意给他做了一个“远游冠”,希望他坚定意志,一路平安,探明自然景色。

出游之初,徐霞客就给自己定了一条原则:闻奇必探,无奇不观。根据《徐霞客游记》首篇《游天台山日记》记载,他在山中游览了几处闻名已久的风景点,发现“俱无甚奇”,于是就感到索然无味,后来无意中发现一条天然石梁,这条石梁“阔尺余,长三丈,架两山坳间,两飞瀑从亭左来,至桥乃合流下坠,雷轰河溃,百丈不止”。人走在梁上,“下瞰深潭,毛骨俱悚”,这才满足了他的好奇心,走到石



梁上,极其兴奋的他竟然一屁股坐了下来。

1608年,22岁的徐霞客从家乡乘船出发,探索太湖和洞庭湖,开始了他的探索旅程,拉开了他地理探险的序幕。在此后的日子里,他30年如一日,宿风霜雨雪,战艰难险阻,矢志不移,一共进行了15次地理探险,足迹遍及江苏、浙江、山东、河北、山西、陕西、河南、安徽、江西、福建、广东、湖南、湖北、广西、贵州、云南等16个省区,探索了大半个中国。

好奇心使徐霞客探索发现了许多未知的地理区域。他的探索一般不走常道,而是从悬崖石间穿过,有时像猿猴一样攀升,走无人走过的道路,到人未到过的地方。有一次,徐霞客攀登云南丽江金华山时,问当地一位和尚上山的路,和尚告诉他,山东边为陡峭悬崖,很少人走此路,而西边有平坦大道,人们经常从此路上山。他听了以后,毅然选择了从东边登山,尝尽了艰难险阻之后,才登上山崖。登上山顶后,他眺望四方,心里有观光的满足,更有战胜艰险的喜悦。

49岁时,徐霞客开始了一生第15次探索。这是一次极为艰难的探索,也是他一生中最重要的探索,他长期深入到“人迹不到之境,声教难能之域”。在这期间,他3次遇上强盗,多次粮食用尽,甚至发生了风寒致病、僧死仆逃的事件。一路上主要是徒步跋涉,虽然有时也骑马,却很少坐轿,长期只有二三人同行,后来则只剩下主仆二人,风雨兼程。

有一次,徐霞客三人在途经湘南时,半夜遇强盗抢劫,连身上的外衣也被抢走,陪同探险的静闻和尚和仆人均被刺成重伤,他也差点丧命,被迫返回衡阳,投靠同乡。同乡朋友都劝他回去,但他断然拒绝,而在衡阳就地筹集路费。后来,经过多方求助,终于得到了别人为他所筹集的14两银子,另外他还把自己的田产抵押出去,得到50余两银子,才继续了他的旅行探险。

西南的探险之旅,他多次观察并耳闻了虎的踪迹与啸声,这不仅没有把他吓倒,反而激发了他的好奇心。有一次,在广西真仙岩,夜里睡觉时他听到虎啸声,起初他不知道为何物,第二天早上询问别人后,才知道这是虎啸声,在游记中对此作了生动的记录。这次探险的后期,徐霞客深入到云南西部的原始丛林地带,在瘴气弥漫、渺无人迹的深山峡谷里来回穿行,见到了普通人终其一生也无法看到的自然植被、火山遗迹、地热矿泉、沼泽草地等。

到达西南目的地,即云南鸡足山之前,静闻和尚已经病故。此后,相依了多年的仆人也潜逃,并卷走所有值钱的东西。但徐霞客没有退却,坚持在雄伟壮丽



的鸡足山考察,后因风寒相侵,足不能行,才由丽江官员派人送回家,第二年就病逝了。

徐霞客在探索未知的岩洞时,历经千辛万苦。他要考察的洞穴,多数有猛虎、蟒蛇出没,地形尤其险峻,当地人都不敢去。但他将生死置之度外,遇上洞穴甚至要钻上好几遍。他一生总共探索了 100 多个岩洞,涉足的地理区域为广西、贵州、云南等省区的岩溶地貌,这是我国岩溶地貌的主要分布区。他对这些考察的地貌情况作了详细记录和描述,包括岩洞的分布、高度和深度等,并进一步对峰林、洼地、溶洞、地下河、石笋、石钟乳的特征和成因进行了科学的解释,认为这些石灰岩坚硬,不易风化,但易溶解于水,因而形成了多奇峰、多溶洞的地貌分布,而溶洞中多有地下水长期侵蚀,水从洞顶滴下时,日久会沉淀下来,形成千奇百怪的石笋和石钟乳。这些地貌记载是世界上最早、最详细的,比欧洲早 100 多年。

在 30 多年的地理探险中,他对探险途中的山川、河流、地质、地貌、水文、气候、动植物以及风土人情都作了详细观察与记录,写下了 20 卷共 40 万字的巨著《徐霞客游记》,这是世界上第一部系统描述石灰岩地貌的科学著作。

6

开启新的天窗

——射电天文望远镜的确立

大自然这本书与我们所读的书本不同,要想翻开它,可不是一件容易的事情,需要一些特殊手段,即观测设备和仪器。大家知道,观测设备和仪器越是先进,解读出来的信息就越多,认识也就越深入。那么,观测设备和仪器又是怎样来的呢?透过射电天文望远镜的事例,我们可看到其中的一些奥秘。

1928 年,一位大学毕业生扬斯基(Karl Guthe Jansky 1905—1950)来到贝尔电话实验室工作,担任电讯工程师,他的任务是专门搜索和鉴别电话中的干扰信号。恰在此时,贝尔电话公司刚刚接通了横跨大西洋的短波无线电通讯线路,需要做这方面的工作。为了完成这项工作,他研制出一个长 30.5 米,高 3.66 米的旋转天线阵,接收波长为 14.6 米。这个旋转天线阵,可以接收来自任何方向的无线电波。

1932 年的一天,他和往常一样,坐在无线电接收机前,头戴耳机,认真地监



听接收机中的信号。在工作中,他接收到一种奇特的噪声,与一般的噪声不同。一般噪声是不稳定的,而它却是稳定的。阳斯基无法验明它的身份,于是开始认真地观测。

经过了长达一年的仔细观测,阳斯基发现,这个噪声的无线电信号很弱,它在太阳上方表现得最强。这个强信号持续一会儿后,就逐渐离开太阳,在空中转上一个圈。由此,他断定,这个无线电信号不是来自地球,而是来自地球之外。根据这个推断,他最后确定,它来自银河系中心附近。1933年,他公布了这项发现。

阳斯基的这项发现是开创性的,但在当时并没有引起天文学家们的注意。直到1937年,美国一位叫雷伯(Grotte Reber 1911年生)的电气工程师,他是一位业余的天文学爱好者,对此十分感兴趣。他研制出一台直径为9.45米的旋转抛物面天线,工作波长为1.87米,并把它安装在自家后花园里,与接收机连接,观测星空。这是世界上第一台射电天文望远镜。它可以接收和汇集外层空间发出的无线电信号,并测出其发射源。

1940年,雷伯探测到一个1.87米的无线电波,它同样来自银河系的中心附近,与阳斯基的探测发现一致。后来,阳斯基发现的这种来自宇宙的无线电信号,被称为射电。它是一种波长在一毫米至几百米之间的电磁波,人们肉眼是无法观测到它的。1944年,雷伯还公布了他所发现的太阳射电,并按照1.87米的波长绘制了第一幅射电天文图。

与光学望远镜相比,早年的射电天文望远镜,其分辨率实在太低,因而难以引起天文学家们的关注,惟独荷兰天文台台长欧尔特例外。他在看了雷伯的论文后,立即就洞察到其中的重大意义。因为他在1938年研究银河系时,碰到过这样的问题:在星际尘埃对光的散射下,光学望远镜根本无法观测银河系的内部结构。但是,如果利用射电,这个问题就可以克服,因为射电无散射作用。因此,欧尔特马上让他的研究生范德胡斯特从理论上研究可供探测的射电谱线。

在欧尔特的指导下,范德胡斯特把研究目标锁定在氢上,因为在宇宙中它的含量最为丰富。通过对氢原子结构的深入分析,他认为,氢原子能级之间的跃迁,可以产生21.2米的射电谱线。这条谱线出现的概率虽然不大,但在整个空间仍然是相当可观的。几个月后,在欧尔特组织的关于雷伯论文的讨论会上,范德胡斯特预言了这条谱线。1951年3月至5月,美国、荷兰和澳大利亚的天文学家几乎同时观测到了这条谱线。这条谱线的发现在天文学界引起轰动,吸引了更多天文学家加入到这个行列中来。



射电天文望远镜与光学望远镜是不同的。光学望远镜只能通过光线观察天体图像,有玻璃镜头;而射电天文望远镜观测天体则是通过无线电波,它没有玻璃镜头,只有用金属板或网做成的大型抛物面天线,“看到”的不是天体的图像,而是天体发射出来的电磁波。

20世纪50年代以后,射电天文望远镜制作技术日益完善,它的分辨率有了极大的提高,愈益显示出它在观测天体时的优越性。利用射电天文望远镜,天文学家取得了许多新的发现,其中以1960年代的四大发现最引人注目。1960年,美国天文学家桑德奇和马修斯发现了一种强射电源,其形状类似于恒星,后来被称为类星体。1963年,美国温莱勃等人在仙后座内一些冷的星际氢云中,发现星际羟基分子。1964年,美国贝尔电话实验室的彭齐亚斯与威尔逊意外地接收到一种来自各个方向、无法消除的射电源,即3K微波宇宙背景辐射。1967年,英国的赫威斯与贝尔发现一种微弱的、具有严格周期的短脉冲射电源,后来被称为脉冲星。

几千年来,人们观察太空,不管是用肉眼,还是使用望远镜,都是建立在可见光这个波段上的。而这个波段在整个电磁波中只占一个很小的部分,人们所看到的不外乎天体的光学形象,这是一个很狭窄的观测天窗。而利用射电天文望远镜则大不相同,观测波段可以扩展到几乎所有的波段,它开启了一个观测天体的新天窗,看到的是天体的无线电形象,它使人们对天体获得了许多新的认识,促进了射电天文学的诞生。这个学科的诞生,被看做是天文学发展史上的一次革命,天文学由此进入了一个新的发展时期,从而使更多的自然现象被解读出来。

7

把探索行动深入到未知领域

——哥伦布发现新大陆

未知领域有很强的吸引力,令人向往。它造就了一代又一代的伟大探索者。探索者的每次探索与发现,都会使人类对自然的认识获得前所未有的进步。然而,能够深深地留在人们记忆中的探索者并不多,哥伦布(Cristoforo Colombo 1451—1506)就是其中最伟大的探索者之一。他那惊动世界的大发现,在人类航海探险史上激发了一次最大的浪潮,极大地提高了人们对未知地域的认识,进一步增强了人们对未来的热情向往。1992年,哥伦布发现新大陆



哥伦布

800 周年时，美洲举行盛大的庆祝大会。时至今日，人们还在缅怀他的丰功伟绩。

1451 年 10 月 29 日，哥伦布出生于意大利热那亚的一个商人家庭。双亲都是西班牙人，父亲经营羊毛生意。他从小就喜欢船只和航海，热爱新知识，向往新事物，对新事物充满着无限的好奇。

哥伦布早年熟读过许多探险的书籍，如《幻想世界》、《马可·波罗游记》等。现在，在葡萄牙首都里斯本的图书馆里，还保存着他少年时读过的《马可·波罗游记》。小时候，哥伦布的家境并不宽裕，但他从不放弃购买游记一类的

书籍。在这些书籍中，有关东方的许多美丽传说，深深地吸引着他。因此，他从小就有去东方的想法。

为了实现自己的理想与追求，哥伦布从 14 岁起就开始航海，全心全意地投入到航海事业中。后来，他来到地中海的船上工作，1476 年还到葡萄牙的萨格里什学院求学。当时，葡萄牙是航海强国，从中他学到了许多有关航海的知识。这一年，他还随一条英国的船航行过。这条船曾经到过冰岛，因而这次航行使他获得许多实际的工作经验。恰在那时，有一位曾经发现过陆地的海员死在他家中，留下一本航海记事本。对哥伦布来说，这个记事本十分珍贵。他认真地研究记事本的内容，由此增长了航海知识。

1478 年，哥伦布与一位船长的女儿结婚。婚后，他们俩在马德拉岛上住了几年，生活美满，工作舒适。可是，他从来就没有打算放弃自己的理想和目标。他利用岳父的关系结识了许多有航海经验的朋友，时不时随他们出海航行。这样一来，不仅航海知识增长了，而且把自己锻炼成了一名优秀的水手。1485 年，在妻子去世后，哥伦布又重新回到船上工作，继续他的航海探险之路，其中有几次航行到了几内亚海岸。

早在青年时期，哥伦布就开始设计通向东方的航线。他翻阅了大量的有关资料，反复论证，在地球形状缺乏足够证据、还未能定论的前提下，确信地球是圆的。按照这样的设想，如果船只向西方航行，那就很有可能到达东方。可是，这在理论上还得解决两个问题：第一，如果地球的圆周为 360 度，那么每 1 弧度的地球长度为多少？第二，地球向东延伸情况是怎样的，有哪些证据支持它？

第一篇 打开地理世界复杂之书的锁匙



这两个问题都与距离有关。为了解决它们，哥伦布查阅了所有相关的资料。这些资料显示有两个数据，它们分别是古希腊学者埃拉托色尼和波西多尼斯测定的。前者的数值比后者大得多。虽然我们今天知道，埃拉托色尼测量出来的数据较为准确，但在哥伦布时代，还没有得到证实，因此他很难做出决断。其他学者也是如此，在他们的著作中，由于对此没有把握，因此把两个数值都提供给读者。在这种情况下，哥伦布也够为难的了。最后，他更倾向于接受后者。尤其是在葡萄牙萨格里什学院，一些学者的计算结果与后者接近，进一步强化了他的这种倾向。

在大体的计划准备就绪后，哥伦布还向当时著名的地理学家托司坎尼写了一封信，征求意见，托司坎尼热情地给予他支持，不但鼓励他，而且寄给他一张地图，地图上标明了一条到中国杭州的路线。但是，接下来的事情却困难重重，因为实现这个计划需要巨大的财力与物力。最初，哥伦布想谋求他家乡的支持，但没有取得成功。后来，哥伦布求见葡萄牙国王，向他讲述了自己的计划，国王表面上答应支持，但实际上由于开支太大，加上国王想自己干，因此国王任命了船长，秘密地开展这方面的工作，但国王的这次航行失败了。可是，他们不好好反思，反而把失败的原因归结为哥伦布的计划不行。这样他在葡萄牙的努力也就无法实现，因此转而向西班牙求助。

到西班牙后，通过一些达官贵人的帮助，哥伦布见到了女王。女王对他的计划很感兴趣，组织了一个由天文学家、地理学家等组成的“贤人会议”，审查和讨论他的计划。他向“贤人会议”的学者们详细地说明了计划的内容，但其中的大多数学者认为，他的许多想法过于天真，有些人还嘲笑他是一个“心理状态有些混乱的人”。最终，他的计划被否决了。与此同时，哥伦布还两次辗转到葡萄牙，多次面见葡萄牙国王，原以为可以实现计划，但还是未能如愿。到了1489年初，他再次回到西班牙，等待女王的决定，但女王却接受“贤人会议”的决定，否定了他的计划，尽管他直接向女王面奏，但仍然无济于事。哥伦布经受不了这些挫折，精神上开始有些沮丧，准备离开那里到法国去，争取法国国王的支持。恰在此时，女王改变了主意，同意支持他的计划。

在历尽千辛万苦之后，哥伦布十分珍惜这来之不易的机会，很快就积极地投入到准备工作中。1492年5月，他筹集到了所需的经费，并组成了船队。船队有3艘帆船，共121人，其中船员90人，其他为王室派来的人员。

1492年8月3日，哥伦布的探险船队出发了。一路上，充满艰难险阻，先后



到达海地、古巴、牙买加等地,最终发现了一个新的大陆,但他错误地认为这就是印度,并把那里的人称为印第安人。由于船只破损,哥伦布不得不决定终止探险而返航,最终回到西班牙,整个过程历时 240 天。

在哥伦布横渡大西洋不久,意大利学者亚美利哥于 1499 年和 1502 年两次考察这块大陆,发现这根本就不是人们期望的那片土地,而是人们还未曾知道的一片新大陆,后人把这块大陆称为美洲新大陆。

虽然哥伦布所向往的东方并未能被他真正找到,但是后人总是把新大陆的发现与其名字联系在一起,以纪念这位伟大的探险家。沿着他的努力方向,人们终于开辟了通向东方的航线。他的探险精神也因此深深地激励着后继者,使他们更加勇敢地去开辟新的天地。



千里眼和顺风耳 ——观测地球的遥感技术

1976 年,我国唐山市发生大地震,死伤者不计其数,引起了国内外的震惊。其中最令人惊奇的是,地震前,在我国所有的地震观测台中,没有一个观测到它的蛛丝马迹,甚至更出乎地质学家的预料,因为在他们估计中,此地不可能发生如此大的地震。后来,唐山地震的原因是遥感影像中判读出来的。原来,唐山恰好处在两条大断裂的交叉处,这个地点最容易释放地应力,引起地震。

遥感是什么呢?简单地说,遥感就是从远处来感知。感知包括用眼睛看、用耳朵听等感觉形式。很久以来,人类一直有着一个愿望:想从远处来仔细地看一看地球的模样,却苦于无法离地球远一些。1961 年 4 月 16 日,前苏联“东方一号”载人宇宙飞船进入预定的轨道绕地球飞行,人类的这个愿望终于得以实现,宇航员加加林第一次亲眼目睹了地球的全貌。他所看到的地球“原来是一个蔚蓝色的大球!”这是人类第一次用自己的眼睛从太空上看地球。

但是,从远处来观看地球,光靠人的眼睛会出现许多遗漏,不仅成像太小,而且其中的许多细节和信息也不能保留下来。这样一来,单是从远处来看一看地球,就变得毫无价值。那么,怎样才能让它更具有价值呢?

1839 年,有位法国摄影家,叫达盖尔,利用摄影机拍摄了第一张地表大范围的影像,它是最早的遥感影像。不久,法国科学家发现,这些影像可以解读出



第一篇 打开地理世界复杂之书的锁匙

地形信息,于是就用它来绘制地图。气球发展起来后,人们又乘坐热气球到高空拍摄影像。飞机发明以后,人们更多地采用了航空摄影,发展起航空遥感。第一次世界大战期间,航空遥感可以用来进行军事侦察,因而得到了迅速的发展。战后,这些航空遥感技术纷纷转向民用,用来进行石油勘探、地质勘察、农业资源调查等。

在第二次世界大战期间,航空遥感因用于军事侦察而再度兴起,而且拍摄仪器也多样化,成为遥感技术发展的主流。二战后,前苏联与美国两个超级大国展开激烈的军事竞争,进一步促进了遥感技术的发展。

1957年10月4日,前苏联成功地发射第一颗人造地球卫星,开辟了一个崭新的遥感平台。航天遥感也就从此开始,它标志着遥感技术进入了一个新阶段。随着卫星上天技术的不断完善,航天遥感逐渐成为遥感技术的主流。

遥感影像是如何记录下物体信息的呢?这还得从电磁波的发现谈起。1888年,赫兹 Heinrich Rudolf Hertz 1857—1894 证实了麦克斯韦预言的电磁波后,科学家们进一步发现,任何物体的温度高于绝对零度时,都发射电磁波。换言之,地表上的任何物体无时无刻不在发射和反射电磁波。物体对太阳电磁辐射有选择性的吸收与反射,使其自身呈现出各种不同的颜色。比如,树叶选择性地反射绿色光,所以森林就显得一片郁郁葱葱。科学家根据这个原理,开发出各式各样的遥感摄影系统。目前,遥感摄影系统主要分为三类:常规摄影系统,非常规摄影系统和非摄影系统。

常规摄影系统是在电磁波波段属于可见光的范围内开发出来的,比如照相机。通常,它要在天气晴朗的情况下拍摄,因而往往受天气条件的限制。不过,借助各种滤光镜和胶片,采用影像增强技术,还是可以得到比一般摄影多得多的信息。第一张遥感图像就是用这个系统拍摄出来的。

非常规摄影系统从可见光扩展到了紫外和近红外,但仍采用光学拍摄来成像。因此,又分为紫外摄影系统与红外摄影系统。紫外摄影系统主要用在观测天体,经过改进,正在不断完善。红外摄影系统可以在夜间作业,不受天气和气候的限制,应用广泛。

非摄影系统是通过主动发射电磁波,然后再接收返回来的信号,从而探测物体,工作波段在微波或更高频率的波段上,大家所熟知的雷达就是其中的一种。

在摄影系统中,科学家开发出的多波段遥感仪,如多光谱扫描仪,可以在可见光的绿区、红区和近红外区把两三张影像组合起来,得到一张假彩色的相



片。这个方法可以有目的地找出所要找的要害,应用尤其广泛。

在地球轨道上运行的人造卫星,搭载着不同摄影系统的摄像机、多光谱扫描仪等遥感仪器,观察森林、草原、山脉、河流、湖泊等,将这些物体发射或反射出来的不同电磁波辐射信息,记录在胶片或磁带上,再通过一定方法将这些信息转换为不同灰度或色彩的图像,这就是遥感影像。

遥感影像有黑白影像和彩色影像。它们的灰度与物体的反射率或发射率相关。当地上物体的发射率为 0 时,遥感图像为黑色;当地上物体的反射率为 1 时,遥感影像是白色;介于二者之间的色调为深浅程度不同的灰色。为了便于信息的传输、存储和目视判读,一般把灰度分为 64 级和 256 级。人的眼睛对彩色比灰度更敏感,为了提高遥感影像目视的判读效果,用不同的色调和饱和度来替代深浅不同的灰度,这样就形成了彩色影像。



抓住物体的光谱特点,并结合遥感影像上物体的形状、纹理、结构、大小和相关位置等间接特征,就可以从遥感图像中判读出大量有用的信息。由于遥感影像真实地记录了物体的光谱特征信息,因此,反过来,根据从遥感影像中解读出的各种信息,就可以识别地面上的物体,如土地、森林、农作物、房屋、道路、河流和矿藏等。

河流和矿藏等。

地表的任何景物,都逃脱不了遥感仪器那敏锐的眼睛,即使经过了伪装,只要仔细判读,也会把它挖出来。例如,在海湾战争中,隐藏在沙漠底下十几米的军事设施就被微波遥感技术观测到了。遥感技术具有广泛的应用前景,如考古学家用它来寻找古遗址;勘探队员用它来寻找地下矿床;水文工作人员用它来寻找地下水;森林管理人员用它来监测森林大火和森林的病虫害;地理学家用它来了解山川的分布;地质学家利用它来了解地质构造和深大断裂等等。

今天,仅从地球来观测,人们难以完整地、了解地球上的各种事物和现象,但借助遥感,人们就可以克服这种局限,并由此获得更多新认识。遥感开启了人类的新视野,延伸了人的眼睛与耳朵的功能,因而被称为千里眼和顺风耳。



9

抓住特殊的侦察信号

——地球内部圈层及其物质形态的确定

天上和地下是不同的,人们可以用眼睛来观看天上的情况,可是地下呢?我们既摸不着,也看不到。那么,到底有没有办法了解地下的情况呢?

古时候,人类就思索探测地下的方法。不过,很遗憾,一直未找到有效的手段,因而只能靠猜测、想像。渐渐地,人们形成了十分迷信的看法。我国的古人以为,地下与天上是不同的,天上有天堂,而地下有地狱,即阴曹地府,“阎王”带领一大帮“小鬼”统治着地下世界,所有的坏人都会被送进这个地狱中受罚。在古希腊神话中,地狱由冥王普路托掌管,太阳系的第九颗行星冥王星,就取自它的名字。

近代科学发展起来后,人们还是没有找到很好的办法来探测地下,可是有些富有想像力的人,却把地下世界描写得神乎其神,尤其是法国的著名作家凡尔纳。1864年,凡尔纳出版了一部科幻小说《地心游记》。在这本书中,他绘声绘色地描写了地下世界的情况,以为那里有漫长的地下隧道和浩瀚的地下海,地下生活着各种怪异的史前动物,有着大片的原始森林。甚至有人幻想可以乘坐地下火箭钻到地心去旅行。这些幻想是如此吸引人,以至于有些人跃跃欲试。

19世纪初,有位叫西姆尔的美国人,声称地球内部是空心的,里面居住着生物,它的进出口在两极。于是,他召集了几千名信徒,制订了一个计划,并拟好了一份与地球内部居民进行贸易的协议草案,准备到南极去寻找他们。1830年,一艘海豹皮制成的帆船,载着探险队出发了,途中遭遇强风大浪,结果探险失败,不仅没有到达南极,更不用说找到地球的进出口了。

科学家可不相信这些迷信的神话及幻想,他们更多地注意观察地表的現象,寻找各种蛛丝马迹,推测地下的构成情况。有的人根据所见到的岩石,就推测地下是由石头构成的;有的人往地下挖掘发现了水,于是提出了地下为水的想法;有的人看到了温度高低不同的温泉,以及可怕的火山爆发现象,由此想到了地下为火;据此,还有人推想地下为岩浆。

钻探结果表明,每往地下深入1千米,温度就增加 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,因而许多人得出结论,越往地球的中心,温度也就越高,因为地表为硬性的石头,所以地心则是



熔融的岩浆。英国物理学家卡文迪许对此很感兴趣,他花了几十年的时间,求得地球的密度为每立方厘米 5.52 克。后来,科学家发现地壳的密度为每立方厘米 2.67 克,因此地下为火、水、气的说法都是不科学的。

至此,可以肯定地球深部是固体或液体。但是,到底地下是什么样的固体或液体呢?这还有待进一步探索。法国地质学家多布里收集了大量陨石,经过测定表明,陨石成分简单,只有铁与镍两种元素,因而他推测,地心应该由铁和镍组成。



俗话说“铁了心”,其含义就源于此。后来,有些科学家还对此作出解释。因为地球早期与太阳一样,会发生裂变与聚变。在元素周期表里,铁前面的元素只可以发生聚变,而铁后面的元素只能发生裂变,它们都是不稳定的,只有铁元素稳定,因为铁既不发生裂变,也不发生聚变,因此它一开始形成就下沉到地心中,所以地心应该是由铁构成的。

上述的手段与办法是不够科学的,但除了直接探测手段外,是否还有间接手段能够穿透地球呢?地球物理学家经过反复的研究与筛选,终于找到了能够透视地球的办法,这就是利用地震波。地震波有纵波与横波两种。横波只能在固体中传播,纵波在固体、液体和气体中都可以传播。它们的传播速度依岩石密度的大小而定:密度大,传播快;密度小,传播慢。

南斯拉夫有一位叫莫霍格维奇的地球物理学家,一生致力于地震的观测与研究。1910年,在整理一次地震记录中,他发现了一个新的现象。这次地震于1909年10月8日和10日发生在南斯拉夫克罗地亚境内萨格勒布。一般来说,地震后,地震波的传播是有规律的,可是,这次地震后的地震波在地下深50千米处出现了折射现象,即地震波传播速度突然跳跃式前进。这个事实说明,在这个深度的上下物质密度差异很大,具有不同的物理性质,它是一个不连续的间断面。此后,他把这个结果告知欧洲其他地震观测台,经过反复研究和仔细的核对,终于确认了这个界面的存在。后来,进一步的观测结果表明,这是一个全球性的界面,只不过在各地的地下深度大小不同而已。后人为了纪念他的发现,



把这个面称为莫霍面或莫氏面,莫霍面就是地壳与上地幔的分界面。

1914年,美国的古登堡从地震波中又发现了一个新的界面——古登堡面。它位于地下深2 900千米处,纵波速度陡减40%,横波则完全消失,不再往下传播。从此,以古登堡面为界,往上至莫霍面称为地幔,往下直到地心叫地核。

至此,人们懂得,地球并不是“铁板一块”的均质体,它被两个界面分成三个不同性质的圈层,就像一个鸡蛋:地壳最薄,相当于蛋壳;地幔相当于蛋白;地核相当于蛋黄。地壳与地幔由于横波与纵波都能通过,因而是固态的,地核挡住了横波的去路,因而是液态的。

后来,在地核深处又发现了新的情况。1936年,丹麦地质学家莱曼在地核中距离地心约1 300千米处,发现横波又出现了,纵波也猛然增加,因而又找了一个界面。经过数学家布伦的研究,认定地核可分为固态的内核与液态的外核两个部分。

10

精妙构思实验

——地球生命起源之谜的揭示

俗话说,“种瓜得瓜,种豆得豆”。在日常生活中,人们逐渐形成了这种关于生命现象的简单理解。可是,有些刨根问底的人不满足于这种常识性的认识,总想打破沙锅问到底:地球上的生命究竟是怎样来的呢?这个难以回答的问题难倒了许多人。不过,从古时候起,就有不少人勇敢地去挑战它。

在农村生活过的人都有过这样的经验:每到夏秋季节,夜幕降临时,村旁沟边常闪烁着荧光,星星点点,或隐或现,使人感到生命的火花在闪耀。古时候,一些富有想像力的人便提出了“腐草化虫”的说法,认为萤火虫是由腐烂草化生的。古人表述类似观点的还有:“肉腐生虫、鱼枯生蠹”;“积水成渊,蛟龙生焉”等。他们都认为,生命可以由非生命物质化生而成。这种观点被称为自然发生说。

在古代的其他地区,也有过类似的说法。例如,在西方,古希腊哲学家泰勒斯认为,万物是由水产生的;另一位哲学家伊壁鸠鲁认为,由于阳光照射,雨水滋润,湿热的淤泥、污水,会自然生成各种生物。近代,伟大的科学家哈维与培根也相信,当物质腐败时,就可以自动产生植物与动物。还有一些持有此观点的



人,甚至说得更加离奇:树上能够长出鸭子,草丛中会长出羔羊,南瓜里会生出小矮人,等等。

近代科学发展起来后,人们发觉这些说法很不可靠。因此,一些科学家想方设法地进行验证。第一个实验验证是由意大利医生雷地完成的。1668年,雷地买了许多肉,把它们切成一块一块,分放在许多容器中,任其腐烂,盛肉的容器有的盖上细布,有的不盖,让肉暴露在空气中。几天后,盖布容器里的肉臭了,但没有生蛆,而不盖布的却生了蛆。可见,蛆不是腐肉自生的,要是苍蝇没有到此下过卵,腐肉也就不会生蛆。后来,许多人重复了雷地的实验,结果都是相同的。这个实验的结果表明,自然发生说是不成立的。

但是要真正驳倒自然发生说,可不是那么容易的。自从显微镜发明以后,人们发现了微生物,因而不少人认为,微生物是从死的东西变来的,即使把肉放在盖有细布的容器里,也会很快长满细菌。这个微生物自然发生说很快就盛行起来。

1765年,意大利科学家斯帕兰扎尼作了一个实验。他准备了许多肉汤,分别装进两组瓶子里,一组瓶子开着口,可以让空气自由地进出,另一组瓶子放在水中煮沸,把瓶子里的微生物杀死,然后封口,结果开口的一组瓶子里长满了细菌,而另一组却始终没有细菌。这个实验虽然否定了微生物自然发生说,但是有些人仍不愿放弃此观点,坚持认为容器经过高温处理后,把空气中某种“生命力”杀灭了。

这样一来,问题还没有得到真正的解决。为此,法国科学家巴斯德 Louis Pasteur 1822—1895 决心设计一个让大家心服口服的、十分精确的实验。这个实验很巧妙,取得了令人振奋的成果。于是,他决定于1864年4月7日在巴黎的法国科学院举行的一次讨论会上公布。这次会议盛况空前,吸引了许多听众,他们把演讲厅挤得水泄不通。巴斯德的实验是这样的:他精心设计了一个新瓶子,让瓶面的肉汤既能与空气接触,又能隔绝空气中的尘埃和微生物。这个瓶子有一个像鹅颈一样的细长脖子,看上去像横过来的“S”形。肉汤上没有盖子,空气能够自由地进出,尘埃却只留在瓶颈中,数天后,瓶子内的肉汤仍然像水一样洁净,要是把瓶子倾斜一下,或剧烈地摇动一下,肉汤一旦与尘埃接触,不久就会腐败。这个实验结果表明,微生物不会自然生产,空气没有生命力,自然发生说终于被推翻了。

虽然自然发生说被否定了,但是生命起源的谜底还是没有揭开。于是,人们又有了新的想法。在19世纪,瑞典的大化学家阿累尼乌斯首次推测地球生命可

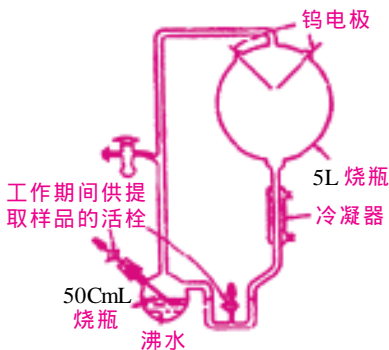


能来自天外。他认为,落到地球上的陨石载有生命的种子,它们以孢子的形式存在。孢子有厚厚的外衣,能耐寒冷、耐高温、耐缺水等,在太空中能存活很长的时间,太阳辐射可以提供它们所需的能量。它们落到地球后,就安居下来,孕育生命。1910年,科学家发现,太空中的紫外线可以杀死孢子,使得赞同这个看法的人哑口无言。

但是,有些人仍坚持这种推断:地球只有46亿年的历史,而银河系等星系则已经有100多亿年的历史,它们当中有许许多多太阳系,与地球生存环境相似的星球更是不少,因而在地球生命出现之前,它们完全有可能存在着生命,这些生命以某种形式来到地球,在地球上孕育出各种生命。一些科学家似乎找到了一些间接例证:在太空中,如果微生物能够得到适当的保护,可以在0左右的温度存活100万年以上;20世纪60年代,射电天文望远镜发明以后,人们在太空中还找到了星际有机分子。但是,这种说法推测的成分太多,并不能让人信服。

与此同时,科学家构思实验来模拟地球上早期生命的形成过程。1953年,美国芝加哥大学的米勒作了一个惊人的实验,他模拟地球原始大气的情景,把甲烷、氢、氧、二氧化碳与水汽按一定的比例放在一起,然后进行加热、火花放电、闪电与热辐射等处理。一周以后,这个混合气体中竟出现了生命物质:氨基酸分子。后来,科学家重复了他的实验,并发现除了火花放电之外,紫外线、冲击波、电子束等能量也会取得同样的结果。此后,科学家又制成了嘌呤、核糖、核酸等生命物质。

根据米勒实验提供的事实,科学家设想生命的形成过程。科学家认为,在大约30多亿年以前,地球上还没有生命,那时火山轰鸣,熔岩滚滚,地壳活动相当活跃,由于大气中没有臭氧层,太阳辐射毫无阻拦地直闯地球,促使原始大气层中的各种元素相互发生化学反应,产生了最早的有机物。以后,借助紫外线、大气放电等作用,生成了原始的生命物质分子:氨基酸、核糖、核酸、核苷酸等。又经过若干万年,有机物随着雨水、河水汇集到海洋,使海洋里的水成了有机分子聚集的浓“营养汤”,为有机分子的进一步聚集创造了条件。经过一系列复杂的





变化,蛋白质与核酸诞生了。再经过若干万年,蛋白质与核酸等有机大分子发生相互作用,形成单细胞,单细胞再经过演化,终于诞生了真正的生命。

科学家所设想的生命形成过程是极其复杂的。20世纪70年代,德国的科学家艾根在进一步实验研究的基础上,提出了超循环的观点,进而把这个过程更加清晰化、细化了。一般来说,无机化学反应是最简单的循环形式,称为反应循环。它可以使简单元素或化合物生成其他更复杂的化合物,而生成的化合物又可以分解。这样一来,就形成了循环。与此同时,生成的化合物进一步发生反应,生成更高一级的化合物,整个过程与反应循环一样,只不过级别高了一层。如此不断地持续下去,就形成了超循环。超循环反应使生成物质的分子量越来越大,结构越来越复杂,最终导致生命的诞生。按照这个观点,生命的形成可以表述为4个进化阶段:从无机小分子物质生成有机小分子物质;从有机小分子物质生成有机高分子物质;从有机高分子物质生成多分子体系;从多分子体系演变出原始生命。

11 把握海洋的脉搏

——海洋观测的仪器手段

地表上有71%的面积为海洋所覆盖。海洋聚集着众多人类生活所需的财富:有丰富的金属与非金属矿产;有大量的石油和天然气资源;有可供人类长期发电的巨大能量。海洋孕育着多种多样的生命,目前还活着的有5000多种。

海洋有这么多的宝库,会不会自动地给人类送上门来呢?不会的。人类必须自己伸手向海洋取宝。但是,取宝却不是随随便便的,并不是说人类想取就取得到。其中有许多复杂艰难的手续:首先必须把握准海洋的脾气,懂得它的秘密,然后再找到打开宝库的金钥匙,最终才能得到宝藏。那么,如何把握海洋的脾气呢?

浩瀚的海洋,时而风平浪静,时而波涛汹涌,变幻莫测。它的变化能从海水中反映出来。海水是构成海洋的主要躯体,它十分庞大,不停地运动。海洋学家发现,通过海水一刻不停的运动,海洋与大气进行物质与热量交换,进而产生不同的波浪、海流、上升流、温度、盐度分布等。波浪、海流、上升流、温度、盐度等,被称为海洋变化的因素。在不同的地点、不同的时刻,它们的量值都是不同的。



如果进行大面积测定和统计分析,它们总体上会呈现出一定的规律性。据此,人们就能预测海水变化的情况。

打个生动的比喻:海洋变化的因素,就像人体脉搏反映心脏跳动一样,是反映海洋心脏跳动的脉搏。依据这些因素的量值,海洋学家就可以把握海洋心脏的跳动,即海洋变化的规律性。但是,要想把握好海洋的脉搏,还必须有准确、方便、易行的测量海洋因素的技术。海洋学家从某一个因素出发,研究开发出相应的测量技术。比如测量海水的温度,在一般温度计的基础上,研制出一种颠倒温度计,这个温度计放入海水中,可以把测出的水层温度值固定下来,然后再提上来读取数据。

有了把握海洋脉搏的手段,还不能说就把握住海洋心脏跳动的规律了。那么,又怎么样对海洋进行把脉呢?原来,海洋学家知道,海洋实在太大了,如果仅仅在小区域内测定,或者找不到合适的地方把脉,那就无法弄清海洋变化的秘密。因而,海洋学家想出了一些办法,在海洋中,有选择地找到一些典型的观测点、观测线和海域,把测量的仪器固定在其中,定期收集数据,然后再作分析研究。但是,新的问题又产生了,固定位置只能在靠近海岸的地方,而无法进入广阔的海洋中。为此,海洋学家又想出了一个新的解决办法,把有关的测量设备安装在一条船上,这种船称为调查船,然后在纵横两个方向上布置测量的网线,船沿着观测路线航行,测定一路上的有关数据,最后再把这些数据绘制到图上。从图上,人们就可以从总体上看出海洋变化的情况。

但是,这些早期的观测作业还有很大的不便。比如,有一种测量海流速度的方法,从船上放出漂浮的绳子,绳子是一节一节的,既花费大量的人力,又十分费时,测量结果未必准确,测量面积也有限。在科学技术进步后,海洋学家想出了新的办法,根据机械能转化为电能的基本原理,研制出传感器。它把海洋运动时的变化用电量、电压等形式来显示,进而使大面积观测海洋成为可能。

人造地球卫星上天后,海洋学家又把它与海洋观测结合起来,在卫星上安装有关测量仪器,如光波和电磁波仪器等。它们可以收集海洋的光学数据,测出海面波浪、海流、海平面的高度、海面污染、海冰、海面温度、盐度、海面上的风等许多情况。卫星测量覆盖全局,效率高,持续性好,可以弥补调查船的不足。但是,由于海水能吸收与反射电磁波和光波,因而测量结果误差较大,而调查船却不存在此问题,恰好可以反过来弥补卫星的缺陷。所以,海洋学家把它们两者结合起来进行观测。除了卫星外,其他如飞机、飞行器等观测平台,也可以安装有关的测量仪器,同样也可以弥补调查船的不足。



海洋学家越来越感到,要把握海洋的变化规律,首要的是不把海洋分割开来,因为它是一个有机的整体,同时处在不断的变化之中。因此,海洋测量不能固定不变,要有全局观点。1992年,联合国所属的国际海洋组织提出在全球创建海洋观测制度,决定建立全球海洋观测系统,要求有关的成员国在2007年建成,各国按照统一的标准进行观测,按统一的方法分析资料,实行资料共享,并及时向全球发布预报与警报。

全球海洋观测系统是一个立体的观测系统。在这个系统中,有卫星、调查



船、飞机、海上石油平台、浮标、潜标(潜在海水中的浮标)、放置在海底的仪器舱、潜水器、岸边海洋观测站、海洋观测站等,海洋观测仪器安装在这些仪器的平台上。其中浮标观测为这个立体观测系统中重要的一环,因为它固定在一定点上,飞机、卫星等观测都只有依赖它,才能实现有效的观测。

全球海洋观测系统还有一个重要的组成部分,就是它的信息系统与预报系统。各种传感器将测量收集到的数据集中地输送到信息系统中,按照统一标准,通过计算机来进行处理,进而输出共享的资料与信息,并存储在数据库中,既可以作即时分析,又可供日后使用。而预报系统则根据分析的有关结果,发出预报与警报。

全球观测系统建立后,各国都可以通过这个系统获取海洋即时变化的资料,由此发出海浪、海水温度、海冰等海况的预报,真正地把握海洋的脉搏,各行各业都能据此采取相应对策,从中获益。



第二篇

地理研究的艺术

1 地理研究始于问题 ——以地球形状的问题为例

“横看成岭侧成峰,远近高低各不同。不识庐山真面目,只缘身在此山中。”宋代伟大诗人苏东坡的诗句,道出了人们认识事物的复杂与艰难。我们在地理研究过程中,也会碰到同样的情形。那么,我们怎样认识地理现象呢?一般来说,我们是先从简单问题入手,然后不断地进行推进和挖掘,这样,复杂现象就会逐渐简化,认识也就越来越深化。因此,地理研究是始于问题的。科学家对地球形状问题的研究,就是一个典型的例子。

人类在很早的时候,就以这样或那样的方式对地球的形状提出过质疑。那时候,许多人从日常生活经验出发,深信地球是方的、平的;只有为数不多的哲学家不赞同此看法,认为地球是圆的。究竟哪个答案是对的呢?为此,一些哲学家常常喋喋不休地争论。

早期的许多探索,现在已无从考证,但可以推断,探索的范围是极其有限的,因而没能取得成功。到了古希腊时期,哲学家泰勒斯(Thales 公元前 624—546)曾进行过一次探索,他的船队穿过地中海,到达埃及。在当时来讲,这是一次了不起的壮举。但我们现在知道,相对巨大的地球来说,这段路程实在太短了,并不能解决地球是方还是圆的问题。后来,古希腊的其他探险家也进行过类似的探索,但结果都与泰勒斯一样。我国古代,地理学家徐霞客的陆地探索,以



及郑和(1371—1433)下西洋的航海探险等,在某种程度上对此问题作了间接的回答,但还是没有结果。这种情形一直延续到15世纪。

自《马可·波罗游记》发表以后,许多人都以为东方遍地黄金,都梦想到东方去发财。在这种“黄金梦”的驱使下,1487年海上霸主葡萄牙派出一支船队。他们接受地球是圆的观点,由迪亚士率领,试图探索通往东方的航线。在海上航行数月后,他们到达了非洲的最南端,差点就到达了他们的梦想之地,这已经十分接近问题解决的边缘了。但是,天公不作美,他们在此地遭受风暴的袭击,再也无法继续下去。望洋兴叹之余,他们给此处取了一个名字:好望角。

1492年,哥伦布也按照地球为圆的观点,设想了另一条通向东方的航线,在一个刚崛起的海上霸主西班牙的支持下,进行穿越大西洋的探索,结果发现了美洲新大陆,但还是未能交上一份关于地球形状的圆满答卷。哥伦布接下来的几次探索,仍是如此。

1497年,葡萄牙国王派出由达·伽马(Vasco da Gama 1460—1524)率领的船队,找到了一条通往印度的东方航线。依据这次探险的结果,人们越来越感觉到地球是圆的,离证实地球是圆球体为期不远了。

1519年,由麦哲伦(Ferdinand Macrobios 1480—1521)所率领的西班牙船队沿着哥伦布开辟的航线向西行驶。在到达美洲以后,又几经周折,共历时28天,才找到南美洲大陆南端的“麦哲伦海峡”,进入太平洋。接着,又在太平洋上漂泊了三个多月后,到达菲律宾群岛。在一次和当地居民的冲突中,麦哲伦被杀。尽管如此,船队仍继续西行,来到香料群岛,沿着印度航线横渡印度洋,绕过非洲的好望角,在1522年9月回到西班牙,作了一次环球旅行。这次航行最终证实了地球是圆的。

虽然地球被证实是圆的,但问题并不就此了结,因为人们对这个圆球体的形状还缺乏精确的了解,因而又进一步提出了地球圆的程度的问题,即地球究竟是不是一个正圆球体呢?这样一来,关于地球形状的问题,又进入了新一轮争论之中。

伟大科学家牛顿(Isaac Newton 1462—1727)根据万有引力定律推断,地球在自转的过程中,会产生离心力,因而它的两极应当扁,而赤道应当凸出。牛顿的这个看法,与李希尔发现赤道时钟变慢的事实相一致。

1672年,法国科学院派李希尔到赤道附近去考察地球。他随身带着一个很准确的摆钟。到了赤道后,他发现了一个奇怪的现象:摆钟总是慢两分钟,缩短摆长后,就可走得准确。回到巴黎后,奇怪的现象又发生了:摆钟走快了,只有放

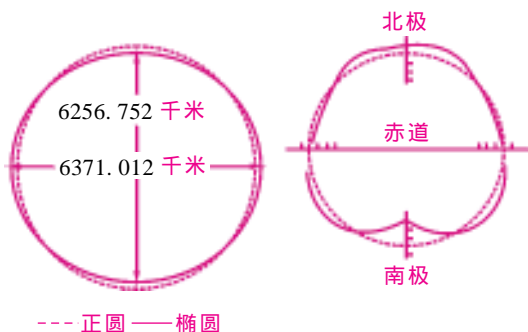


长摆长,才能再度走准确。为什么会如此呢?

根据上述推断,牛顿认为这是重力加速度减小造成的。在赤道附近,一是离心加速度大,二是赤道部分凸出使引力减小。因此,地球形状不是正圆体,而是一个扁椭圆柱体。由此牛顿提出了一个扁率的概念,它等于扁椭圆体的长半轴与短半轴之差除以长半轴。依据这一公式,牛顿计算出地球的扁率为 $1/230$ 。

但是,牛顿的看法在法国却得不到认同。掌管法国天文台的卡西尼家族一贯认为,地球像一只竖立的鸡蛋,极地的轴比赤道的轴长。1718年,他们在法国境内测定出子午线为一度的弧长,以此来推断地球的形状是瘦长的。可是,牛顿等科学家却指出,他们所测定的这个结果并不足信,因为测量距离太短,不足以说明问题。在这种情况下,双方僵持不下,争论不休。

为了解决此问题,1837年,法国科学院派出两支远征测量队,一支去赤道的秘鲁,一支去北欧的极地拉卜兰德。经过9年的测量,结果表明,拉卜兰德地区的子午圈弧度比秘鲁的长1.5千米,由此计算出的地球扁率为 $1/297.2$ 。这个结果证实了牛顿的推断。人们对地球的形状终于有了进一步的认识。



今天,我们已经有许多精确的测量仪器,可以很准确地测量地球的形状。1980年,国际大地和地球物理联合会公布了有关测量数据:赤道半径为 6 378.137 千米,两极半径为 6 256.752 千米,平均为 6 371.012 1 千米,扁率为 $1/298.257$,赤道周长为 40 075.7 千米,表面积为 $5.101 0 \times 10^8$ 平方千米,体积为 $10 832 \times 10^8$ 立方千米,平均密度为 5.518 克/立方厘米。

从这个例子可以看出,人们通过提出地球形状的问题,进而逐渐展开研究,随着研究的问题一步步地被解决,人们对地球形状的认识也就越来越深入,越准确。所以,在科学研究中,善于并敢于提出问题是非常重要的。



2

以正确的观点来指导科学归纳

——开普勒及行星运行三定律的发现

开普勒(Johannes Kepler 1571—1630)所发现的行星运行三大定律,在科学发展的历程上,具有划时代的伟大意义。他的发现铸造了一个令人难以忘怀而崇高的科学形象。也正因为如此,他被戴上了许多荣耀的光环,比如“天空立法者”、“帝国数学家”等。可是,开普勒是如何取得这些伟大发现的?事实上,在这些荣耀光环的背后,隐藏着他刻骨铭心的求证故事。

1571年12月27日,开普勒出生在德国斯图加特附近威尔小城的一个贫苦之家,当时这个小城属于富顿堡公爵,父亲在富顿堡公爵属下的新教会中任职,性情粗暴,双亲一直为贫困所累。他是个早产儿,自幼就体弱多病,在三岁时还得天花。在富顿堡公爵的资助下,他上了毛尔布龙神学院,开始了求学生涯。16岁那年,因学习成绩优异而获得奖学金,后转入著名的图宾根大学学习,并于1591年取得文学硕士学位。在大学期间,他深受梅斯特林的影响。梅斯特林是一位知识渊博的数学家、天文学家,深信哥白尼的日心学说。在梅斯特林的教导下,他对数学与天文学产生了浓厚的兴趣,主张思想自由,信奉哥白尼的日心学说。毕业后,开普勒应聘到格拉茨大学担任讲师,从事天文学与数学的研究工作。

天体是如何运行的?在相当长的时期里,人们大多相信古希腊数学家毕达哥拉斯的观点。以毕达哥拉斯为首的学派,从世界本原是数的立场出发,提出了

许多有关物体运动的看法。在他们看来,天体代表了一个完美的世界,而人间则恰好相反。人间充满着悲欢离合,物体的运行也不规则;反之,天体是十全十美的,惟有圆才能准确地表述它,因此天体运行的轨道是圆的。



开普勒

毕达哥拉斯学派的先验看法,被吸收到了宇宙模型之中。古希腊天文学家欧克多斯的同心圆模型就是这样建立起来的。在这个模型中,地球是中心,每个行星都围绕地球运行,它的运行轨道是圆。后来,人们只要发现新的行星,就在这个同心圆模型



上把它添加上去,古希腊的伟大人物亚里士多德对此也做出过巨大的贡献。到了古希腊后期,这个同心圆模型上行星越来越多,显得越来越复杂,特别是应用这个模型来预测天象时,有许多结论与实际观测的结果不一致。为此,古罗马时代的天文学家托勒密综合了前人的有关成果,在圆周上再加上圆周,就像齿轮的传动那样,一个齿轮带动另一个齿轮,使这个模型更加完善,这就是托勒密的地心学说。地心学说后来被教会神化,成为扼杀科学的教条。

哥白尼虽然推翻了地心学说,把太阳作为宇宙的中心,但是他却继承了天体运行轨道为圆的观点。这样一来,日心学说的模型还是很复杂。开普勒十分了解这一点。换句话说,日心学说还很不完善,需要做进一步的改进。1596年,他依据自己的想法和已取得的研究成果,写出了《宇宙的奥秘》一书,并把此书寄给当时丹麦著名的天文学家第谷·布拉赫(Tycho Brahe 1546—1601),向他请教。当时,第谷是一位最伟大的天文观测学家,拥有极其丰富的观测资料,看过开普勒的书后,对他的才华十分欣赏,经常与开普勒通信。1599年,第谷接受德国国王鲁道夫二世的邀请和资助,在布拉格附近的一个城堡建立天文观测台,并搬运来所有观测资料,准备物色开普勒为助手。此时的开普勒因思想自由和信奉哥白尼的日心学说而被教会迫害,正欲投奔第谷,因而他很快就到第谷那里工作。但第谷还来不及开始系统的研究工作,就得了重病,卧床不起,临终前,他把所有的观测资料都交给开普勒,并叮嘱他按照地心学说来整理这些资料。

在第谷去世后,开普勒接替了第谷的职位。当时,战乱和教派纷争不断,开普勒的薪金没有保障,因此他不得不到街头占卜算卦、编写有关的书籍来挣钱养家糊口,并借口说:“如果女儿‘占星术’不挣来两份面包,那么‘天文学’母亲就准会饿死。”这样,他在贫困中继续从事天文观测和研究工作,既要确立与日心学说相一致的行星理论,又要编制出更准确的星表。

在整理资料的过程中,开普勒从火星入手。这也是第谷的建议,但第谷的指导思想却是地心学说,因而许多资料都难以整合在一起。第谷在世的时候,为了不与第谷产生矛盾,开普勒既不接受日心学说,也不接受地心学说,而采取了一个折中的方案,把两个指导思想综合起来。但是,在整理资料的过程中,他发现还是日心说准确。第谷去世后,他不再存在顾虑,于是就日以日心说为指导思想。

整理第谷21年的观测资料,是一项极其繁重的劳动。限于当时的条件,开普勒只能采用手工。经过了4年的艰苦努力,做了70多次试验,才取得了初步的结果,火星运行的大多数位置可以归到圆周上,但也有相当一部分资料不能如此。在这种情况下,开普勒决定放弃太阳位于圆心的做法,而在行星与圆心之



间选择一个点来作太阳的位置,再从地球入手来整理材料。这次整理的结果显示,地球的运行轨道是一个偏心圆。

在这次整理结果的基础上,开普勒再回到火星上来。按偏心轨道来整理火星位置的资料,其结果并不满意,于是他又作了许多猜想,尝试了多种卵形的轨道,但结果仍然不理想,直到最后试到了椭圆,才终于取得满意的结果,他总结出面积定律和轨道定律,并于1609年发表。后来,他还把这两条定律推广到其余的行星。

在发现轨道和面积定律后,开普勒继续采用试错法来进行归纳,按照毕达哥拉斯(Pythagoras 公元前560—480)的思想,寻找所谓的“天体的音乐”、“和谐的音符”。通过对比研究,他发现行星公转周期的平方与太阳平均距离的立方成正比,即行星运行的第三定律——调和定律。这个定律与前面两个定律一起,发表在1619年出版的《宇宙的和谐》的著作中。

在开普勒总结三大定律的过程中,还有一段鲜为人知的历史。他不仅受到贫穷的困扰,还遭受了家庭不幸、宗教纷争、嫉妒的影响。鲁道夫二世死后,新国王因对天文学缺乏兴趣而停止资助,因此开普勒不得不又返回学校教书,只能利用业余时间开展研究工作。在此期间他的母亲被指控犯行巫罪而受审,他不得不去营救。他的第一任妻子得精神分裂症死去;12个小孩一直生活在贫困中,大多不幸;第二任妻子也不理想。出于宗教纷争及嫉妒,开普勒亲戚盗走了第谷留下来的资料,使许多观测不得不从头来。所有这一切都给开普勒的研究工作带来了许多困难,拖延了行星运行三定律发现的时间。

根据行星运行的轨道定律,原来复杂的宇宙模型被大大地简化了。开普勒只用7个椭圆轨道就可以描述哥白尼用了30个圆的宇宙模型。1627年,他按行星运行的三定律还整理出一个星表,取名为鲁道夫星表,用来纪念鲁道夫对他和第谷的支持,星表中有1000颗星,遂了第谷生前的愿望。这个星表十分完整与准确,远远地超过了前人,在后来的100多年里,被天文学家和航海家们奉为至宝,引导他们走向成功的旅程。

在历尽艰难与苦楚的一生后,开普勒坚持以日心学说的正确观点作为指导思想,终于归纳出行星运行的三大定律。相比之下,第谷尽管拥有21年的观测资料,但由于指导思想不正确,所以失去了发现这些伟大定律的机会。由此我们知道,用正确的思想来指导科学归纳是何等的重要。



发挥科学的想像力

——从宇宙观念到大爆炸理论

在伟大的宇宙面前,人类永远像一个幼稚的小孩,始终充满着好奇,总爱提这样或那样的问题。宇宙是怎样产生的?它是如何形成的?天到底有没有边界?人类对诸如此类问题的解答经历了一个极其复杂的过程。它可以划分为神话、宗教、哲学和科学四个阶段。在每个阶段上,人们的探索与解答,都闪烁着丰富的想像力。

今天,我们还时不时听说“盘古开天辟地”和“女娲补天”的神话。盘古是传说中的一位男子,在他之前,整个宇宙天地不分,没有四面八方、白天与黑夜,一片混沌,他抡起一把大斧头,辟出天与地,使人类看到了光明,从而有了时间与空间,宇宙的观念于是产生了。后来,天与地之间的柱子出现了问题,传说中的一位女子,即女娲把出现问题的柱子补好了。与中华民族一样,世界上其他民族也有关于宇宙起源的神话,把宇宙看做是神创造的。不过,这些神却大多不像“盘古”和“女娲”那样比较接近常人,而更多的是具有超人的特征。

神话传说中的宇宙观念深深地影响着后人的思考,使承袭下来的宇宙观念向两个方向发展。第一个方向发展成为宗教的宇宙观念——神变成了万能的上帝。第二个方向是哲学的宇宙观,它不断地向科学迈进。

最初,宗教宇宙观与哲学宇宙观是不分的,它们相互借鉴。但是,进入中世纪以后,在欧洲,随着宗教的逐渐普及,上帝创造宇宙的说法变成了教条,与此相关的地心学说也被神化,因而宗教的宇宙观越来越僵化。这种僵化的宗教宇宙观窒息了人类的想像力,扼杀了哲学宇宙观的发展。哲学宇宙观只在世界其他的一些地区得到缓慢的发展,形成了一些比较切合实际的宇宙结构模型。

在我国,宇宙结构的模型先后出现了宣夜说、盖天说和浑天说。宣夜说认为,日月星辰悬浮在天空,在气体的作用下运动。盖天说





主张“天圆如张盖,地方如棋局”,大地静止不动,日月星辰在天穹上随天旋转;稍后,这个观点又演变为:天穹如斗笠,大地如倒翻过来的盘子。浑天说认为,宇宙像鸡蛋,天体如蛋壳,地如蛋黄,天和地都由气来支撑,并浮在水面上。浑天说经过张衡的发展,已很接近西方的地心学说,但太过于直观类比,缺乏抽象的想像力。明代甚至有一位学者做了一个荒唐的实验,先往猪膀胱里灌水,然后塞进一个泥丸,吹进空气,再来作形象观察,进而类比推及宇宙的情况。因此无法形成类似于日心学说的观点。

在西方,经历了从地心学说到日心学说的发展之后,人们不断地把目光投向遥远的星空,发现宇宙比先前所想像的要大得多,这就使得哲学宇宙观逐渐向科学转化,进而确立起了科学的宇宙观。科学宇宙观以天文观测为基础,不断地拓展观测宇宙的尺度。但是,由于观测到的宇宙无边无界,因而问题又回复到了宇宙的起源上来。

总的来看,从神话的宇宙观念,到神创宇宙论,再到科学的宇宙观,人们关于宇宙结构的思维先是扩散的,后来又收敛了。这种想像力的思维收敛,首先从爱因斯坦(Albert Einstein 1879—1955)那里得到充分的体现,他创立了现代宇宙学。

1917年,爱因斯坦根据广义相对论提出了一个宇宙模型,即有限无边的宇宙模型。这是一个极富科学想像力的模型。说它无边,是因为物体不管从哪个方向出发,进行持续运动,都不会遇到障碍和限制;说它有限,是因为宇宙在三维空间上的体积是有限的。在这个三维的模型中,空间是弯曲的,球面上任何一点都可以画无数的同心圆,即这个宇宙是没有中心的。换言之,任何一点都可以作为中心。因为爱因斯坦在推导的过程中,人为地加了斥力项,使这个模型变成了静态的模型。1927年,俄国科学家弗里德曼根据广义相对论再进行推导,发现宇宙要么膨胀,要么收缩,不可能静止,即爱因斯坦所加进的斥力项是多余的。后来,爱因斯坦也赞同弗里德曼的观点,认为当时自己在公式中加进斥力项是多此一举。

1948年,美国学者伽莫夫(George Garmov 1904—1968)把宇宙膨胀模型与高能物理学结合起来,提出了宇宙大爆炸的模型,用来解释宇宙起源的情况。在这个理论模型中,宇宙诞生于150亿年前,它起源于弯曲度即曲率无限大的奇点,这个奇点没有我们常识理解中的时间与空间的观念,以及物质形态,因此有人又把它称为“无”、“真空”,或“超弦”,超弦有10个维度,在一般的三维空间中极难理解,因此需要具有高度的科学想像力。这时,引力、弱力、电磁力和强力互



为一体,不分彼此。大爆炸后 10^{-44} 秒,引力首先分出来,接着到 10^{-35} 秒,强力分离出来;再到 10^{-10} 秒,弱力分离出来,进而完成了四种力的分化;在接下来的 1 秒钟内,夸克、轻子等基本粒子形成,混合而成最初的“宇宙汤”;到 3 分钟时,中子与质子结合成原子核,形成一些简单的轻元素,比如氘、氦、锂、铍等;从 3 分钟到 70 万年,电子与原子核结合成为稳定的原子,光子不再被束缚,宇宙变得透明;又经过几十亿年,原子在引力作用下形成星系,星系进一步发展成为星系团。

这个模型后来得到许多天文观测事实的证明,经过不断修改与完善,成为迄今为止最令人信服的宇宙起源模型。由于在宇宙大爆炸之后,宇宙在极短的时间内($10^{-35} \sim 10^{-33}$ 秒)又发生了一次暴胀,宇宙半径暴胀 1 050 倍,因此有人对此作了一个生动的比喻:宇宙爆炸后,就像一口气吹大的大泡泡,以后再慢慢地吹大。

正如科学家李政道(1926—)所指出的那样:“尽管自然现象本身并不依赖于科学家而存在,但对自然的抽象和总结乃属人类智慧的结晶”,“科学家抽象的阐述越简单,应用越广泛,科学创造就越深刻。”从最初的宇宙观到宇宙大爆炸理论的确立,人类科学思维的抽象力不断地提高,闪烁着科学想像力的光芒。



4

从综合分析中揭示科学规律

——哈得莱的大气环流圈

航海活动在很早的时候就开始了。但是,在蒸汽船发明之前,所用的船都是帆船。虽然帆船的形状各不相同,但都是通过风吹动帆来行驶的,即都是以风为动力的。人们在航海活动中发现,在一定区域内,风向全年几乎是恒定不变的,所以称之为定向风。定向风在低纬度常吹东风,在高纬度上常吹西风,在两者之间还有一个无风带。低纬度的定向风既友好,又很讲信用,被称为“信风”,因为



有了它,易于人们开展海上商贸活动,所以又被称为“贸易风”。高纬度的定向风往往猛烈,让航海家吃尽苦头,因此被称为“咆哮的西风”。在介于两者之间的区域内,经常出现无风状况,由于无风驱动,帆船在此滞留的时间过长,商人所贩的马大量死亡,损失巨大,所以被称为“马纬度”,即马的死亡线。聪明的水手最善于利用这些定向风,从一个地方到另一个地方,从一个区域到另一个区域,发现一条又一条新航线,找到一个又一个新地方。可是,随着近代航海探险活动的兴起以及航海贸易的繁荣,越来越多的人意识到,光凭水手们这些零散的感觉和经验,是远远不够的,于是许多人急于探知这样一个问题:为什么会出现定向风和无风带呢?

在这个问题上,有经验的人和聪明的水手竭尽所思,提出各种各样的解释。这些解释可谓五花八门,无奇不有。有的人说,因为空气太轻,在地球表面随着太阳运动时,无法跟上它们,因而也就产生了相对运动,出现定向的气流。有的人以为在低纬度海面上,大量繁衍的马尾藻可以呼出空气,众多的空气呼出就产生了信风。还有的人以为,海上存在着妖魔鬼怪,它们会兴风作浪,主宰着这些风。这些想法都极其肤浅,猜想和假想的成分太多,经不起细细的推敲,更经不起验证,因而无法登上科学的殿堂,而成为人们茶余饭后的笑料。

1686年,英国天文学家哈雷(Edmond Halley 1656—1742)在观察天文现象的时候,特别留意到了海上的信风,并进行了深入的考察。受好朋友牛顿的科学思想影响,他不满足于那些过于天真的猜想与假想,首次在英国皇家学会的会刊上发表他的论证,提出了热运动的解释,认为太阳直射赤道会产生较多的热量,这些热量往两极移动时就产生了信风。1688年,哈雷根据他的这个解释,整理海上信风的资料,绘制了一张北纬30度与南纬30度之间的信风与季风分布图,并把信风和季风与太阳热联系起来,进一步提出:太阳照射到地球表面存在着差异,这些差异在地表上产生了高低不同的热源,高温热源会自动地向低温热源运动,这样一来,就形成了信风和季风。

哈雷的合理解释,在相当长的一段时间里受到了人们的欢迎。可是,在观察的过程中,人们发现,高空与低空之间也存在着温差。这是两个不同的热源,因而它们会产生热运动。这样一来,疑问就产生了:按照哈雷的解释,两者之间应该存在有风,而且在南纬与北纬,信风的风向也应该存在差异。显然,哈雷的观点还有不完善的地方。换句话说,实际情况更加复杂。

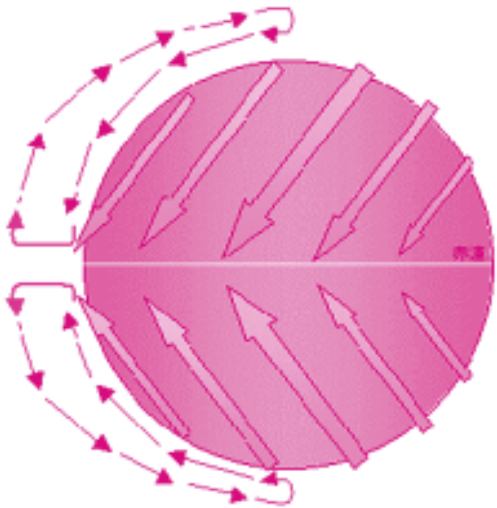
带着这些疑问,英国另一位著名的天文学家乔治·哈得莱 George Hadly 1685—1768,开始一边收集有关资料,一边坚持观察,对信风存在的各种情况



进行综合分析。1735年,哈得莱把多年考察论证的结果写成《关于贸易风起因》的论文。在论文中,他提出了大气环流的观点,揭示了定向风的秘密。

哈得莱的研究工作是在前人研究基础上展开的,他不仅综合分析了前人的许多资料,而且还吸收了前人的许多观点,尤其是哈雷的解释,这是哈得莱观点形成的直接理论来源。与哈雷的解释相比,哈得莱首次提出两个重大的理论观点,或者说进行了两个重大的理论创新:一是提出气流是环状流动的观点;二是考虑到了地球自转的因素。

哈得莱接受了哈雷关于热运动的观点,不过这个接受是有创新的,创新之处在于热运动所带动的气体的流动不是简单的线状运动,而是环状运动。在赤道的低纬度地区,空气比较多地接受太阳的辐射热,获得的热量多,气温高,会受热膨胀变轻而不断上升,因而终年都会有上升的气流。在两极的高纬度地区,空气获得的热量少,气温低,会受冷收缩变重而不断下沉,因而常年有下沉的气流。低纬度地区上升气流升到一定的高度后,又冷却下来,不再上升,积聚在高空之中,形成高层空气,随着高空气体的积聚越来越多,就会沿着高空向两极流动,在两极积聚后又下沉,然后下沉的气流又从地面向北、向南吹,形成低层气流,返回到赤道附近。这样一来,南北半球的两极与赤道之间,就各形成了一个闭合的大气环流圈。



哈得莱还把哈雷忽略了地球自转因素考虑进来。低层流向赤道的气流,在地球自转的影响下会发生偏折,其中北半球向右偏,南半球向左偏,遂形成了北半球的东北信风和南半球的东南信风;高空由赤道流向极地的气流,同样在地球自转的影响下,会发生偏折,形成高层西风带,由于在高纬度下沉运动的作用,同时又形成地面西风带。

哈得莱综合分析而提出来的环流圈理论,一发表就立即引起了世界的轰动。当时许多气象、气候观测的结果,都进一步验证了他的理论。尤其值得指出的是,低纬度地区的天气和气候现象,都可以用他的环流理论给予合理的解释



与预测。甚至于在整整一个世纪的时间里,人们几乎没有发现可以驳斥它的事例,即使 19 世纪发现了一些新事实,也只是对它进行了一些修正,其理论内核是正确的。

在今天看来,哈得莱环流圈理论只能说是粗糙了一些,但它还是现今大气环流研究的基础理论之一,是科学地解释气流运动的基本模式。后人为了纪念他的伟大发现,把赤道附近的环流圈命名为“哈得莱环流圈”。哈得莱环流圈事例说明,综合分析得愈透彻,所发现的科学规律就越深刻。

5

敢于大胆地提出假说 ——魏格纳及其大陆漂移学说

在近代航海探险活动后,人们终于可以勾勒出比较完整的世界地图了。从地图中,许多人看到,多块大陆被海洋分割开来,而沿相邻边缘则又可以把它们缝合在一起。因此,不少人猜测,它们曾经是同一块大陆。但是,他们有着致命的缺点,即缺乏有关的科学知识基础或知识能力。他们的见解,猜测的成分过多,经不起推敲,连略有一点地学知识的人都觉得他们的见解不够科学,只能算是想法和意见。还有一些专业人员,虽然专业知识丰富,却又深深地知道,要很好地说明大陆被分割后的各种情况,是极其复杂的,因而退缩了,畏惧了,缺乏提出大陆漂移假说的勇气。此外,还有一些人囿于海陆固定论,不敢越雷池一步。魏格纳却不是这样,他具有大无畏的科学精神,大胆、勇敢地提出了大陆漂移的假说。

1880 年 11 月 1 日,魏格纳(Alfred Lothar Wegener 1880—1930)出生在德国的柏林。父亲是一位传教士,任一家孤儿院的院长。与许多小孩一样,小时候的魏格纳并不是很聪明,但他勤奋好学,善良纯朴,常常会得到人们的赞扬与好评。在童年时期,他接受了良好的教育。从读书识字之时开始,他就对各种自然事物充满好奇、幻想,十分迷恋科学探险的故事。小时候,他深受英国探险家富兰克林爵士科学探险事迹的影响。富兰克林于 1854 年带领他的船队,共有 128 名水手和两艘船只,经历了千辛万苦之后,在大西洋与太平洋之间开辟出一条被称为“西北航道”的北极航线,他不幸在北极圈内遇难。魏格纳把这位探险家当作自己的偶像,立志成为一名探险家。

可是,魏格纳小时候身体不好,体弱多病,经常发烧咳嗽,这与他成为探险



家的愿望产生了矛盾。为此,他刻苦练习长跑、滑冰和滑雪,一年四季都坚持用冷水洗脸、洗澡。夏天,他背着重重的沙袋或石头训练,常常一走就是十几千米,以增强耐酷暑的能力。冬天,他常常穿着单衣在雪地上站立几个小时,以锻炼耐寒的能力。他就是这样,坚持不懈地朝着自己的目标努力。

魏格纳先后在海德尔堡大学、因斯布鲁克大学和柏林大学学习,于1904年11月获得天文学博士学位。毕业后,他听从哥哥的规劝,在航空观测所当助手,学会了操纵热气球的技术,而且技艺精湛。1906年4月,魏格纳与他的哥哥一道报名参加热气球比赛,结果他们连续飞行长达52小时,一举夺得冠军,并打破了当时的世界记录。魏格纳还把热气球技术应用到气象观测上,成为这项事业的先驱者之一。

1906年6月,魏格纳加入丹麦的格陵兰探险队,带着他的气球去那里进行气象观测。他在那里整整考察了两年,经受住了严寒的考验。与此同时,他不仅积累了许多气象资料,还进行了地质考察,获得了不少地学知识。

回国后,他继续进行气象观测与考察。在此期间,他还有一段鲜为人知的发现大陆漂移学说的浪漫史。魏格纳虽然性格上有点内向,但他刻苦好学,虚心求教,碰到不明白的问题从来不退缩。为了提高气象知识和观测水平,他向当地的气象学家柯本求教,经常到柯本家中探讨各种问题。由于他太过于专注自己的事业,所以经常忽略身边发生的生活琐事。有一天,他离开柯本家不久,在路上记起有一本书放在柯本的家中,所以返回去取。进门的时候,他发现一位年轻漂亮的女孩在一间房的门口站着,正对着他微笑。他觉得很奇怪,心想这里怎么会有一位如此漂亮的姑娘呢?其实,这位女孩就是柯本的女儿。与此同时,他还发现在这位漂亮女孩旁边的墙上,挂着一幅地图,地图上非洲与南美洲海岸线可以缝合在一起。难道这不就是一块大陆吗?一瞬间,他脑海里立即闪现出大陆漂移的想法。此后,他一边与这位女孩约会,一边思考如何提出大陆漂移的观点。

一到周末,魏格纳就会邀请这位女孩去游玩,乘坐气球,观测气象,欣赏美景。有一天,他们俩乘气球上到高空,正玩得高兴时,魏格纳突然想到,应该结婚了,就立即说:“我们结婚吧!”这位漂亮的姑娘很爽快地答应了。其实她等这句话已经等了很久了,只不过魏格纳一直都不太注意这些生活琐事,疏忽了自己的婚姻大事。

另一方面,魏格纳一直在寻找证据,准备把他的想法提出来。在正式提出这个想法之前,他先告诉了柯本。柯本对他说,这种想法早就有人提出来



2.4 亿年前



1.8 亿年前



6 百万年前



现在

了，但占主导地位的是海陆固定论，这是很难突破的，因而劝他不要在这方面枉费心机，浪费时光，应该把工作放在气象研究上。可是，魏格纳从来就不是一个遇到困难就退却的人，他对自己选定了的目标是不会放弃的。因此，他积极地收集资料。1911年秋季的一天，他读到一篇论文，论文中提供的古生物资料，让他激动不已，因为在巴西与非洲这些古生物资料太相似了，简直就是同一个地区生长起来的。因此，他更加坚定了提出大陆漂移学说的决心。1912年1月6日，他在法兰克福举行的德国地质学会上，作了题为《从地球物理学的基础上论地壳轮廓（大陆与海洋）的生成》的演讲，正式提出了大陆漂移学说，得到了许多人的赞同。

大陆漂移学说的基本要点是：在石炭纪以前，即距今约3亿年以前，地球表面只有一块陆地，称为泛大陆，四周都是大洋。大约在距今2亿年的时候，受太阳与月亮引力以及地球自转离心力的作用，这块完整的大陆开始裂开、分离，并慢慢地移动，即大陆在海洋上漂移，经过漫长的岁月，逐渐演变成了我们今天所看到的七大洲、四大洋的海陆分布状况。

大陆漂移学说提出后，在世界上引起了轰动。魏格纳深深地知道，要使这个学说更加科学，必须作深入的求证。这些求证涉及古生物学、地质学、古地磁学、地球物理学、大地测量学、地貌学等许多学科。因此，1912年7月，他与丹麦的哥赫上校一起又踏上格陵兰高地，测定格陵兰岛移动的数据。测定结果表明，该岛以每年一厘米左右的速率漂移，这是大陆漂移的生动证据，不仅表明现在还在漂移，而且还可推断过去亦是如此。



第一次世界大战发生后，魏格纳入伍服役，先后曾两次负伤而被转回后方，这使他有更多的机会来研究大陆漂移的问题。经过一段时间的整理和修改，1915年发表了《海陆的起源》的著作。这本著作较为详细地论述了大陆漂移学说，出版后不久，就被翻译成法语、西班牙语、英语、日语，在世界许多地方传播，并得到了许多人的支持。

但是，大陆漂移假说也遭到了不少人的反对。反对者大多是思想守旧、僵化了的老一代学者。反对的理由是因为魏格纳只是一个气象学家，而不是地理学家或地质学家，错误地以为魏格纳是一个不知天高地厚的“狂人”，在玩儿童的七巧板游戏。显然，这已经超出了学术争论的范围。其实，大陆漂移学说的缺陷是由另外一些反对者提出来的。他们认为，日月的引潮力和地球自转离心力，尽管在亿年的岁月可以产生可观的效应，但还是太弱，没有充分的证据说明它们可以推动陆地的漂移。魏格纳也深深地意识到了这一点。在这种情况下，1926年，在美国召开的大陆漂移学说会议上，由于7人反对，2人弃权，5人支持而被否决。用人的主观判断来检验科学假说是否正确，这是很可笑的。其实科学理论的裁决者不是人，而是事实。

魏格纳意识到大陆漂移学说的不足后，更加坚定了完善这个学说的决心。1929年，他第三次登上格陵兰考察，测定有关大陆漂移的数据。接着又在第二年的4月，第四次上格陵兰考察，重新测定该岛的经度。开始时还比较顺利，可是后来遭遇到暴风雪，气温持续低下，再加上连续工作时间过长，魏格纳终因劳累过度而心力衰竭，倒在冰天雪地中，再也未能站起来。这时他刚刚年满50岁，就为科学献出了年轻而宝贵的生命。

魏格纳死后，本来就有争议的大陆漂移学说很快就沉寂下来，有待历史和科学事实的再度证明。但是，他留给后人的并不只是大陆漂移学说，更重要的是，他大胆创新和坚忍不拔的科学精神，正如他写给好友信中所说的那样：“无论发生什么事，必须首先要考虑不要让事业受到损失，这是我们神圣的职责，是它把我们结合在一起。在任何情况下都必须坚持下去，哪怕要付出最大的牺牲。”



6

从全面探测中归纳总结

——海底扩张学说

大陆漂移学说提出来以后,它能否发展成为科学理论,并不在于人们如何地反对或支持它,而在于人们能否找到科学事实来证明它,即科学事实才是科学假说上升为科学理论的真正审判官。如果说它能得到更多的科学事实来证明,那就是科学的;反之,历史就会无情地抛弃它。关于这一点,魏格纳是十分清楚的,所以他花费了许多精力来测定陆地漂移的数据。不幸的是,魏格纳过早地离开了人世,使得大陆漂移学说渐渐为人们所淡忘。

大陆漂移学说为人们所淡忘的另一个重要原因,在于它的验证的复杂性,不仅要涉及许多不同的学科,而且还要涉及当时人们难以观测的海洋,依靠当时社会所具有的观测条件,以及进行观测的人力、物力和财力等,人们是不可能全面地对它进行验证的。也就是说,当时的客观条件,无法满足验证大陆漂移学说的要求。因此,关于大陆漂移学说争论的根本问题,即它的动力来源问题的验证,就只能停留在逻辑论证上。依靠逻辑论证,人们会在理论上选择或探索一个更合理解释。

魏格纳认为,大陆漂移的动力是太阳和月亮的引力以及地球自转离心力之合力。之后,许多地质学家从理论上对此进行计算。计算结果显示,这个合力实在太小,不足以推动大陆的分裂、漂移。因此,关于大陆漂移学说的争论焦点,就集中在此问题上。但是,有些地质学家不是从发展与探索的观点出发的,而是仅仅停留在理论计算的结果上,由此来对大陆漂移学说做出否定性的结论,这种做法显然是不科学的。当然,也有一些地质学家不是这样,他们试图寻找更先进的理论来解决它。

大陆漂移动力问题的理论探索,经过一些地质学家如英国的霍姆斯 Arthur Holmes 1890—1965、荷兰的迈宁 F. A. Venning Meinesz 1887—1966 等的努力,形成了一个比较一致的看法:地幔对流说。地幔对流说涉及地球内部的结构。我们知道,地球内部可分为地核、地幔和地壳三个主要部分。从地表到地核,地球内部的温度会不断地增高,因而地核的温度很高。地核内的热量会沿着一些薄弱地带往地壳释放,由于地幔具有很强的可塑性,热量在传递过程中,受到



地壳屏蔽的影响,会产生对流,即热量沿着可塑性强的地幔内部作环状运动。当然,这个运动是极其缓慢的,但却带动了地壳上的大陆发生漂移。

地幔对流说对大陆漂移的解释,使人们清楚地意识到,应当如何寻找更为确切的验证事实。20世纪40年代,英国物理学家布莱克特 Patrick Maynard Blackett 1897—1994 研制出一种精密仪器,可以测定岩石中的热剩磁。所谓热剩磁,是指高温岩浆在冷却形成岩石的过程中,岩石中具有磁性的矿物,在地球磁场的作用下,沿着地球磁力线方向所形成的永久磁力状态。理论上,处于同一地质历史时期的岩石,它们的磁场是一致的,否则就是不一致的。大量陆地测定的结果表明,地球的南北极一直在忙着搬“家”,因而,在地球上就形成了一条从古到今的地磁迁移路线。科学家在欧洲与北美测定出两条迁移路线,它们极其相似,几乎处处平行,如果把大西洋两边的大陆合拢在一起,那就成为一条迁移路线,这与“大陆漂移学说”不谋而合。

与此同时,海洋探测也在逐步地兴起。第二次世界大战期间,为了加强欧洲与美洲大陆的联系,人们铺设了海底电缆;接着,又实施了许多深海探测计划;一些先进的声纳、深海钻井、潜水装置等陆续研制成功,并应用于海洋探测中。这些海洋探测,使人们对海底地貌获得了许多重大的发现和新的认识。

第一,海底地貌与大陆地貌一样,既有高山,也有平原。不过,相对来说,海底地貌比大陆地貌要规则一些,包括洋中脊、大陆边缘和海中盆地三种基本地貌单元。洋中脊为大海的脊梁,就像动物和人的脊梁一样,它位于海底的中间地带,长达8万千米,凸出在海底之中,由许多断裂交错而成,与大陆边缘海岸线的变化一致;大陆边缘的海底通常为深深的海沟;在洋中脊与海沟之间为海盆地,一般来说,比较平整。

第二,海底岩石具有一定的规律性。一是多以含硅、镁成分的岩石为主,即多为玄武岩;二是岩石的年龄不大,最老的岩石不超过2亿年;三是岩石年龄分布很规则,从洋中脊往两边的海沟,岩石年龄由小变大。

第三,海底岩石的地磁也有特点。大规模的海底地磁测定表明,与大陆岩石一样,海底磁极也经常出现倒转的情况,但每次倒转所形成的地磁方向,都沿着洋中脊两侧形成对称性的分布,而且每个大洋的情况都是相类似的。





海洋地貌如此奇妙，显然是固定论不能解释的，这就触发了科学家们的灵感。联想起大陆漂移和地幔对流的观点，科学家们再度谱写出新的科学假说。这个假说首先是由美国地质学家赫思（Harry Hammond Hess 1906—1969）于1960年提出来的。他认为，洋中脊是海底地壳不断生长的地带，可称为生长脊，生长脊中间存在着一个谷，叫中间谷。中间谷把生长脊分为两排脊峰，地幔热对流运动沿着中间谷把地幔可塑性的岩石不断地推出，进而“撕开”上面的地壳，然后逐渐沿两边扩张，一直到大陆边缘的海沟，再下沉到地壳下面，消融于地幔之中。这个过程持续不断，使岩石年龄、地磁等呈现有规则的排列和变化。

1961年，美国另一位地质学家迪茨（R. S. Dietz）把赫思的这个假说称为“海底扩张学说”。此后一系列新的海洋探测结果陆续证实了这个假说。海底扩张学说的核心思想仍然是大陆漂移学说，它既是对大陆漂移学说的证实，又是对大陆漂移学说在海底方面的补充、修正与发展。它是人们对海底进行全面探测后，通过归纳所获得的综合性认识。

7

运用逻辑思维来推断创新

——板块构造理论

海底扩张学说提出后，沉寂多年的大陆漂移学说又被重新提起，再度成为人们关注的焦点。人们越来越懂得，大陆和海洋都是漂浮在地幔上的，它们慢慢地移动，就像冰块在水面上漂动一样。因此，地壳存在着极其普遍的水平运动。在固定论中，陆地与海洋都固定在某一地方的看法，显然是僵化的、不符合现实的。与此同时，人们发现，这两个学说分别从不同的侧面来解释地壳运动，大陆漂移学说解释的是大陆慢慢地漂移的情况，而海底扩张说论证的是海底的生长与变化。双方各自的优点恰好是对方的缺点，即它们在理论上是互补的。换句话说，在逻辑上，它们可以融合成为一个理论整体。这个理论可以完整地说明地球上海洋和陆地的运动情况。但是，这个逻辑推论的理论说明及证实，涉及地学中众多不同的学科，需要许多探索者共同努力，才能完成。

在大陆漂移学说被唤起后，许多国家的地质学家都开了窍，他们以新的眼光来审视陆地和海洋。尤其值得一提的是，他们再也不像18、19以及20世纪初那样，从自己狭窄的工作地域出发来推断地壳的运动和变化，因为地表陆地与



海洋如此之大,往往超出了一般人的想像,而且各地的地质状况又千差万别,因而稍微有点不注意,就会出现以偏概全的错误。这种错误是很幼稚的。为此,许多地质学家经常走到一起,共同商讨他们的工作方法,交流思想和信息,并由此开展国际性的地球探测合作。

经过多年的探索与努力,在 20 世纪 60 年代的中后期,加拿大地质学家威尔逊、法国地质学家勒皮顺(X. Lepichon)、美国地质学家摩根(W. J. Morgan)及英国地质学家麦肯齐(D. P. Mckenzin)等,把大陆漂移学说和海底扩张学说有机地结合起来,先后提出板块构造学说。1968 年 6 月,欧美一些地质学家带着他们的工作结果,会聚加拿大,共同商讨全球大地构造理论研究进展的现状,与会者经过讨论后,一致推崇板块构造学说,赞同勒皮顺的观点,暂时把全球划分为 6 大板块:欧亚板块、非洲板块、美洲板块、印度洋板块、南极洲板块和太平洋板块。

板块构造学说的基本内容是:漂移在地幔上的刚性地壳,就像刀切西瓜皮似的,被断裂或构造活动分割成许多块体,它们被称为板块。每个板块都有它生长、运动、发展和变化的历史,处在积极的活动过程中。不同板块之间的拉张、碰撞、俯冲、挤压等相互作用,就产生多种多样的地壳运动和地质现象。因此,在理论上,划分出来的板块数量可以是很多的,并不单单只有上面所说的 6 块。



作为一个新学说,板块构造学说与其他任何一个新学说或理论一样,它的生命力如何,不是自封的,而在于科学事实,即一方面,新学说不仅要能够说明旧学说能够说明的科学事实,另一方面,还要能够说明旧学说不能说明的科学事实,预见新的科学现象。从前一个方面来说,板块构造学说凝聚着许多地质学家的心血,有机地结合了大陆漂移学说和海底扩张学说,因而大陆漂移学说和海底扩张学说能够说明的地质现象,它都能够说明。更重要的是,从后一方面来说,板块构造学说比大陆漂移学说和海底扩张学说,能够说明更多的、新的地质现象。

一般来说,板块内部是相对稳定的,不存在复杂的地质活动,可是在相邻的不同板块之间或交界处,就存在着不同的运动形式,因此这是最活跃、最积极的活动地带。这些地带主要包括洋中脊、俯冲带、碰撞带三类。



洋中脊是两个相邻板块作相反方向运动的结果,就像撕裂的一块陆地,越撕越宽,越撕越深,因而出现了宽阔的海洋,在撕裂口上产生一道深深的伤口,直达地幔的深部,深部的岩浆等热流体就沿此口慢慢地流出来,堆积在此口的两边,从而形成了洋中脊。

如果相邻的板块发生碰撞,就可能产生俯冲带和碰撞带。当碰撞板块中一块位置高、质量大,而另一块位置低、质量小时,位置低的板块就会向位置高的板块俯冲,形成俯冲带,俯冲带一直深入到地幔,消融于地幔的高温流体中。比如太平洋板块沿亚欧板块俯冲就是如此,俯冲的结果形成了太平洋东海岸的岛屿以及深深的海沟。

当相碰撞的两个板块在同一个位置上时,它们之间就出现强烈的挤压,形成碰撞带。碰撞时,碰撞带上的巨大岩层就会产生褶皱,板块发生弯曲,形成有规则的山脉。我们所看到的喜马拉雅山就是亚欧板块与印度洋板块共同挤压碰撞的结果。

相邻板块交界处的洋中脊、俯冲带和碰撞带是活动最为积极的区域,地应力最容易在此聚集与释放,经常会有地震、火山爆发等地质现象。比如我们所知道的台湾省、日本、菲律宾等太平洋东边的岛屿和太平洋西边的夏威夷等岛屿,以及与喜马拉雅山相邻的云南、西藏等,经常会发生地震和火山爆发的现象。

板块构造学说是从大陆漂移学说与海底扩张学说发展而来的,既吸收了它们的合理观点,同时又提出了新的解释,把过去人们解释极为杂乱的地震、火山爆发等地质现象,看做为不同板块在接合部位产生相互作用的结果,从而使人们对此有了规律性的认识,因而它被看做是人们运用逻辑思维推断出来的理论突破。



构建研究对象的思想模型 ——屠能的农业区位论

在历史上,农业生产是以家庭为单位的。“男耕女织”是农业社会的生活方式。在经济学上,这种方式又被称为自给自足的自然经济。在家庭中,男的出外耕地种田,女的在家织布,经过辛勤的劳动生产出来的产品,勉强能维持基本生活,几乎无任何可以出卖的剩余产品。因此,农业生产所关注的主要是气候条件。



但是,19 世纪初,在德国北部罗斯托克附近的平原上,有一位名叫屠能 Johann Heinrich Von Thuen 1783—1850 的农场主,他长期经营着平原上的一个农场。他进行农业生产的目的,不是为了解决自己家庭的吃饭问题,而是要生产出更多的产品到市场上去销售,挣回更多的钱。

因此,屠能除了祈祷丰收之外,还经常为农产品的出售而发愁。为此,渐渐地,他开始思考一个问题:如何使自己经营的农场获得最大的收益呢?

屠能丰富的农业生产实践经验,在处理这个问题上显得毫无用处,开始时他一筹莫展。无奈之下,他只好反复思考自己的农业生产,尤其是农产品的经营情况。从当时的情况来看,农场的全部或绝大部分农产品都要以商品形式推向市场,由市场来实现利润,即最终由市场来决定。如果农产品的市场价格高,那么获利就多,对农业生产的刺激作用就大;反之,对农业生产的刺激作用就小。

但是,随后的问题又产生了。在市场上,出售的农产品是多种多样的,有的价格高,有的价格低,农场应该生产哪些农产品呢?这样一来,原先的问题就变成了农业生产布局的问题。

屠能对问题的深究和思考,渐渐使他的思路明朗起来了。他抽象出一个明晰的思想形象,以他经营的农场作为思维细胞,形成了一个思想模型——农业生产与市场之间的思想模型。这个思想模型被称为孤立国。根据思维模型,他一步一步地进行解剖分析,1826 年,写成了《孤立国对于农业及国民经济的关系》一书,提出了农业区位的理论模式。

在农业区位理论的模式中,孤立国与外界无任何联系。在孤立国内,只有一个中心城市。换句话说,这个城市就是市场。围绕城市的是一个广阔的、自然条件到处一样的可耕平原,许多农民在这块平原上耕种,各地进入中心城市只有一种运输方式,即马车,农民自行地向城市运送他们的农产品,在市场上自由地进行等价交换,各种农产品的单位距离运费到处一样。平原上的农民分布是均匀的,他们拥有相同的技术条件,当新经济条件出现时,可以随时调整其生产方向而不受任何因素的制约。

屠能的研究发现,生产区域对获利有很大的影响。如果地方不同,那么与城



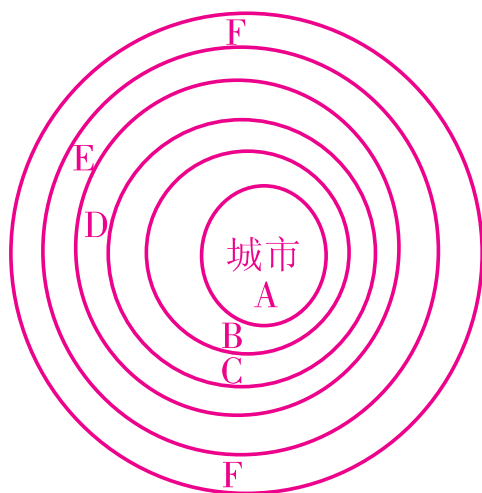
屠 能



市的距离也就不相同,因而农产品入城的运费也各不相同,这样就产生了运费差。运费差决定着不同地方农产品纯收益的大小。这个纯收益,被屠能称为经济地租。由此推导出,纯收益为市场距离的函数。

因此,某一个地方生产的农产品,应当是获得纯收益最高的那种产品。随着生产区区域与市场距离的增大,运费就会增高,该农产品的纯收益就会下降,到达一定距离后,它将让位于收益比它高的另一种农产品。也就是说,一种土地利用类型被另一种土地利用类型所代替。

按照这样的理论方式,屠能推导出,农业生产的分布是以城市为中心的,由中心自内向外呈现同心圆的带状分布,大体上可以划分出6个农业地带:第一



一个圈为“自由农业带”,紧靠城市,生产易腐食品,即鲜菜和牛奶。第二圈为林业带,向城市提供烧柴和木料,因为它们体积大而不宜远运。第三圈为无休闲的轮作谷物带,以生产谷物为主,带内生产的集约程度高。第四圈为带有长期休闲的多区轮作带,也以谷物种植为主,但生产的集约程度降低。第五圈是三田制农耕带,也是以生产谷物为主,但集约程度最低。第六圈为粗放畜牧

业带,再外侧则为未开垦的荒野。如上图所示,各带的生产情况为:

- A. 自由农业带,为城市供应鲜奶、蔬菜等。
- B. 林业带,为城市供应木材和燃料。
- C. 作物轮作带,种植裸麦、土豆、大麦、苜蓿和野豌豆。
- D. 谷草轮作带,谷物、牧草和休闲地轮作。
- E. 三田轮作带,分别用 $1/3$ 土地种植燕麦、裸麦和休闲。
- F. 畜牧业带。此带以外是未耕的荒野。

为了进一步使理论切合实际,屠能加进了一些更切合实际的因素来进行讨论,比如可航行河流和卫星城市等,这时同心圆带就会发生变化,在河道周围会出现相对集中的行业,卫星城市中的小城市也会形成相对的中心。



后人发现,屠能的农业区位论有两点极为积极的意义:第一,他揭示了市场距离对农业生产集约程度和土地利用类型(农业类型)的影响;第二,他提出了两个重要的概念:有客观规律性的土地利用区位和优势区位的相对性。

思想模型是常见的科学思维方式。屠能由此确立起来的农业区位理论,舍去了现实农业生产中许多因素的影响,把影响土地利用的自然因素包括土壤、地形、气候、水文等以及社会因素包括人口密度、居民劳动素养、经济文化水平等,都假定为一定的常数,单独考虑市场距离这一因素的影响,从而得出了经济地租与市场距离的函数关系。这种方法也是农学试验中惯用的单因子孤立化方法。

孤立化方法把农业生产看做一种理想的状态,在理论与实践之间存在很大的差距。但是,这并抹杀不了其应有的价值,它深深地影响了此后百余年的有关理论探索。一批学者如F. 艾列波、T. 布林克曼、E. 劳尔、A. 廖什、E. M. 胡佛、E. S. 邓恩、L. H. 魏贝尔等,进一步发展了屠能的农业区位论,尤其是劳尔,他应用屠能的原则,把全世界农业经营类型按集约程度排列为七大农业经营地带,其中以西北欧工业区作为世界集约化中心。

9

站在丰富经验的肩膀上

——李希霍芬及其所取得的成就

洪堡、李特尔去世后,德国地理学界随之失去了领军人物,因而许多大学陆续取消地理学教授的教席,这种状况一直持续到1871年。1871年后,地理学教授的席位才开始在大学中逐步恢复。这是因为工业革命在德国迅速兴起后,社会对土地和矿产资源的需求逐渐增加。李希霍芬(Ferdinand von Richthofen 1833—1905)就是在这个时期成长起来的地质学家、地理学家。他沿着前人在新地理学上开辟的方向,运用洪堡的科学原则和研究方法,在自然地理学上取得了许多重大突破,成为德国地理学界的新领导人物。他把新地理学引入德国的大学,使地理学的发展更加富有生气。

1833年5月5日,李希霍芬出生于德国的卡尔斯鲁厄,少年时顽皮贪玩喜欢野外观察自然现象。1850年,他按照自己的兴趣进入布雷斯劳大学学习地质,1852年转入柏林大学继续学习,1856年取得博士学位。此后,在欧洲从事区域



地质调查工作,穿梭于崇山峻岭之间。

李希霍芬在地质考察中,经常跋山涉水,很快就熟悉了地质考察的一般原则与方法。他工作刻苦努力,成绩突出。也正因为如此,1860年,李希霍芬被德国政府选中,派往亚洲东部,代表政府在这些区域开展土地与矿产资源的调查工作。他先后到过现今的斯里兰卡、日本、菲律宾、马来西亚、印度尼西亚、泰国和缅甸等国,进行地质考察,取得了大量的资料。接着,他在中国也进行了类似的考察。尔后又受聘于美国,在加利福尼亚考察火山的情况,调查金矿的分布。这样的一些地质考察活动,使他收集到了丰富的第一手资料。

1868年至1872年,李希霍芬在加利福尼亚和上海西商会的资助下,先后在亚洲开展了多次地质调查工作,尤其是对中国的地质调查,一共有7次。这7次地质调查,采用拉网式工作方法,从南到北,从东到西,路线之间相互穿插,点面结合,足迹踏遍了我国的绝大部分省区,调查内容涉及地质、矿床、岩石、黄土、海岸性质与构造线分布等。在后期的考察报告中,他还首次报道了中国的煤田,绘制了中国的煤田分布图。

经过这些考察,李希霍芬积累了丰富的野外考察经验,尤其是观察到中国的西北地区常常出现厚度达百米以上的黄色土层,呈现出许多千奇百怪的景观地貌。相比之下,在欧洲、北美洲却很难见到,这引起了他的极大关注与好奇。

因此,李希霍芬更加留意地观察黄土。他发现,黄土有许多特征,呈现出一定的规律性。黄土的成分是一致的,颗粒在南北之间的粗细变化逐渐过渡,并沿沙漠的风向有秩序地分布。这些特征使他联想到此地区的风流,由此得出了有关黄土成因的看法:中国黄土应当是在风的作用下形成的。这个观点后来经过中国几代地质学家的详细考察,以及大量的取样分析,得到进一步的证实,因而得到大多数学者的赞同。

在考察黄土的过程中,他还注意到,在亚洲黄土分布的区域上,黄土堆积在平坦或比较平缓的地面上,而这个地面又穿过许多不同的古老岩石。根据这些事实,他推断,这种地貌现象是在海洋的作用下形成的,在地面缓慢下沉过程中,海浪不断地对岩石进行冲刷及侵蚀,从而产生了大片的平原。

在中国的多次考察完成之后,李希霍芬已经是经验丰富的地理学家了。1875年,他回到德国,在柏林大学任教,后不久又到中国考察。1877年,李希霍芬被波恩大学聘请为地理学教授,他利用担任这个职务的便利,整理了所收集的资料。依据这些材料,他开始撰写《中国》这一著作。该著作于1912年完成,共



有 5 卷 ,并附有地图 2 卷 ,全书详细地分析了所观察到的地质现象 ,系统地阐述了中国的地质基础和自然地理的特征 ,其中有许多新思想。

1883 年 ,李希霍芬受聘担任莱比锡大学地理学教授。在就职演讲上 ,他把自己先前有关地理学范畴和方法的思想 ,作了进一步阐述 ,回答了地理学是什么的问题。他说 ,地理学的目的在于集中地研究地表上相互联系的各种地理现象。因此 ,地表上任何部分的地理研究都必须从详细描述自然现象开始 ,然后推进到考察地表的其他现象 ,以及它们之间的自然结构关系。由此看来 ,地表形成过程的研究与地表形态本身的描述是不同的 ,前者为地质学的 ,后者是地理学的 ,它是与其他地表要素有关的参照框架。地理学的最高目标 ,在于研究人类与地球及生物之间的关系。李希霍芬对地理是什么的回答 ,在当时国际地理学界产生了极大的影响 ,许多地理学家接受了他的地理研究模式。

1886 年 ,李希霍芬接任柏林大学地理学教授 ,后来担任柏林大学校长。同年 ,他还出版了《研究旅行指南》一书。该书系统地叙述了野外考察、收集资料和制图等一系列方法 ;第一次系统地论述了地表形成的过程 ;对地貌的形成过程进行了分类 ;研究了土壤形成的因素及其类型等。

李希霍芬还仔细地思考了地理学研究的个别与一般 ,通论与区域之间的关系问题 ,这个问题经常困扰着许多新任的地理学教授。在他看来 ,地理概念来源于对区域地理的观察 ,因而地理研究首先必须是描述性的 ,但这并不限于单纯地描述 ,还可以寻找它们的规律性 ,并可以作假定性的说明。

经过李希霍芬的工作 ,地理学的发展又进入了一个新的阶段 ,推进了自然地理学的发展。同时 ,他还培养了许多学生。后来 ,学生们进一步把他的观点贯彻下去 ,其中不少人成为新一代的地理学家。

10 从差异和同一中把握科学认识 ——柯本及其世界气候分类

柯本(Wladimir Peter Koppen 1846—1940)生于 1846 年 9 月 25 日 ,一生经历复杂。他是德国人 ,却出生在俄国的圣彼得堡 ,并在俄国生活了一段很长的时间。这段生活源自他的爷爷。他的爷爷原来是德国医生 ,应俄国女皇的邀请到俄国工作 ,担任俄国沙皇的私人医生。柯本的父亲也跟着爷爷到俄国工作。父亲是



一位科学家,工作单位在圣彼得堡科学院,对地理学、统计学和历史学等都有很深的研究,获得了许多科研成果。正因为如此,父亲得到了俄国沙皇的表彰,被授予科学院院士的称号,还因此获得了一座名叫卡拉巴赫的海滨庄园。

小时候,受家庭的熏陶,柯本接受了良好的教育。尤其是他家的庄园位于克里木半岛南部的黑海沿岸,周围环境中许多独特的自然现象深深地吸引着他,他经常兴致勃勃地去观看植物。12岁时,他进入一家叫辛菲罗波尔的中学读书。学校离他家约50千米,来回路上需要穿越海边和山区,有许多不同种类的植物,气候变化很大。这些气候变化的事实给他留下了极其深刻的印象,他试图解释植物与气候之间的因果关系。这种想法对他日后从事科学研究产生了一定的影响。

1864年,柯本进入圣彼得堡大学植物专业学习,学习期间经常抽空回到卡拉巴赫,使他更加强烈地感受到俄国南方与北方之间的气候差异。这进一步印证了他原来的想法,使他的研究有了一个基本的方向。大学毕业后,他又转到德国求学。1870年,他获得德国莱比锡大学的博士学位,学位论文为《植物生长与温度的关系》。

普法战争爆发后,柯本应征入伍。战争结束以后,他回到圣彼得堡,以植物学家的身份在圣彼得堡气象台工作。1874年,柯本应聘到德国汉堡海军气象台工作,负责组建一个新部门,进行天气预报、风暴警戒系统和海洋气象工作。他工作十分出色,获得了德国海军气象台气象家称号。渐渐地,他开始关注气候分类。有一位专家的气候分类引起了他的注意,它以平均温度为核心,根据气候对植物的影响,把全球分为6个气候带。首先接触时,他感到很受启发,但后来慢慢发现,它不符合实际的地方太多,究其原因,是因为没有考虑季节的变化。因此,他的具体研究方向就基本上形成了。

接下来,柯本开始绘制全球温度带分布图,逐步地整理所收集的资料,结合自己观测到的海洋、天气和气候情况,以植物学为基础,打算系统地研究全球的气候。这时候,他的研究思想终于走向了成熟,一心扑在全球气候分类的研究上。1884年,他取得了初步的研究成果,绘制出了全球温度带的分布图,发表了《按炎热、温暖和寒冷的时期及热量对有机世界的影响划分地球的热量带》一文,提出了一个较新的气候分类法。此分类以气温为指标,用温度20和10的持续月数为标准,划分出了5个气候带。

1900年,他发表了《按世界植被的一种气候分类》的论文,首次提出了一个较为完整而简单的气候分类法,形成了自己的特色。因此,此分类法被称为柯本



气候分类法。1918年,又发表了《按温度、降水及其年变化的气候分类》的论文,进一步把他的气候分类法推向完善。在这个分类法中,柯本采用最暖月和最冷月气温以及降水量的多少作为划分气候类型的标准,把全球分为6种气候类型和24种气候型。

1923年,柯本出版了《地质时期气候》一书,详述其气候分类法,并用其来划分世界气候。1931年,他又出版了《气候学原理》一书。这是他一生中最重要的著作。在该书中,柯本公布了他亲自划分的世界气候图,并对其气候分类法略加修正。1936年,柯本与他的学生盖格合编的《气候学手册》第一卷第三分册《气候地理系统》出版。在这本气候学的巨著中,柯本终于把他的分类标准确定下来。这个气候分类法,以温度和降水两个气候要素为基础,并参照自然植被的分布。

柯本气候分类法的分类步骤严谨清晰,着眼点极其现实,整个系统运用统一的标准。第一步,将全球划分为A、B、C、D、E五种气候带,A、C、D、E为湿润气候带,B为干燥气候带。这五个带中,除了B带以外,都用等温线作为分界线。

第二步,A、C、D气候带根据降水季节的分布,B气候带根据干燥程度,E带根据夏季气温的高低,将每种气候带再细分出两三个气候型。每种气候型都有自己的符号,如用f代表常湿气候,s代表夏干气候,w代表冬干气候,加在气候带字母的右边。

第三步,为了再详细区分气候副型,在主要气候类型符号后再附加上第3、第4个字母,以表示更下一级的分类系统,这种附加符号共有24个。

柯本气候分类法的分类系统界限精确,每个带、每个气候型及每个副型都有确定的界限。降水和温度的指标明确,便于应用;用字母表示,绘在地图上易于辨识,也易于记忆。分类系统简要清晰,曾被各国所采用,为后来气候的分类研究奠定了坚实的基础。同时,分类方法很注重现实,对气候资料进行了大量的统计分析;考虑到了自然植被的情况,理论划分的类型与具体的森林、草原、沙漠、苔藓等自然景观吻合程度高。当然,因为没有考虑气温与降水的垂直变化,柯本的分类在有些地方与实际情况还存在出入,同时,它也不适用于干旱气候带的划分。

柯本在汉堡海洋气象台工作长达50年,是全球气候学的奠基人,也是同时代世界著名的学者之一。1919年退休后,他仍不放弃自己的研究工作,许多著作都是他退休后才完成的,如《气候学原理》、《气象手册》五卷等。1924年柯本移居奥地利的格拉茨,直至1940年6月22日与世长辞。柯本终身致力于气候分类



和气候区划的研究,从来没有放弃自己的研究,一直工作到生命的最后一刻,在科学探索上留下了动人而光辉的一页。

11 排除先入之见 ——李特尔及其地理学

卡尔·李特尔(Carl Ritter 1779—1859)1779年生于德国的马格堡,比洪堡晚生10年。少年时,父亲因病去世,家中极度贫困,依靠母亲工作的微薄收入难以维持家中五人的生活,更谈不上供他上学读书了。但他十分幸运。当时,德国正在改革小学教育制度,开始试办新型学校,需要一些没有接受过传统教育的小孩来进行试验,可以免收学费。他是家里最小的一个,只有5岁,符合条件,所以被选中,否则他就很可能与读书无缘了。

新式教育目的在于改变传统死记硬背的方法,以仔细观察事物为基础,再配以文字来理解事物。李特尔的监护老师是一位年轻的地理学者,他在观察自然地貌上有特别的兴趣,把这些方法应用在地理教学上,并取得了许多突破。因此,在少年时期,李特尔就学会了观察人和周围自然现象之间的联系。他的老师们鼓励他去建立人和自然统一的概念,并强调要从复杂多变的地形景观中,把握多样性的统一。这种思想观念支配他后来一生的科学探索。所以,李特尔在很小的时候,就为将来当一个地理教师打下了良好的基础。

16岁时,李特尔中学毕业了,因为无钱支付学费,又为上大学犯愁。恰在此时,他又幸运地得到一位银行家的经济支持,这位银行家答应提供他上大学的费用,不过以教授他的两个儿子为条件。李特尔求之不得,于是他又获得了上大学的机会。

怀着当一位地理教师的愿望,李特尔进入哈雷大学学习地理。在大学里,李特尔一边跟一位教育家学习,一边以家庭教师的身份教授两个学生,同时还独立地开展自己的研究。他学习拉丁文和希腊文等基础课程,广泛地涉猎地理和历史方面的书籍。他经常与他的两个学生一起,在法兰克福附近进行野外考察。这进一步提高了他观察自然现象的能力,使他在景观素描的艺术上成为专家。因此,他经常用这种方法来表述野外观测的结果。后来,他还到瑞士和意大利进行野外考察,在途中结识了许多很有学识的学者。1807年,他与刚从南美洲



考察归来的洪堡会面,讨论新地理学的问题。1811年,他应用自己掌握的欧洲地理材料编写了两本地理教科书。1814年,在他教授的两位学生中,有一位去世,所以他只好与另一位学生进入哥廷根大学,学习地理、历史、教学法、物理、化学、矿物学和植物学。

与洪堡不同,李特尔无任何家产。为了谋生,他一生担任过好几个教师的职位。1819年,他受聘为法兰克福大学的历史学教授。次年,他辞去这个工作,到柏林大学刚成立的地理系担任系主任。除讲课外,他还受聘做了一些其他工作。尽管如此,他一直没有放弃野外考察工作。每年夏天,他总要率领野外考察队到欧洲许多地方进行考察。

李特尔在教书和工作的同时,不断完善他的“新的科学地理学”思想,通过课堂、学术讨论和发表著作等方式来传播这些思想。他的课堂教学和演讲引人入胜,通俗易懂,教室里往往挤满了人,而他的著作却正好相反,晦涩难懂。在李特尔看来,传统地理学只局限于对事实进行描述,并不能把它们有机地统一起来,而他的“新的科学地理学”却与传统地理学不同,贯穿了他年少时在变化中求统一的思想,因而他所要做的不是罗列那些在地球上的不同事物,而是要能够理解和把握这些事物的相互联系。所以,为了更清晰地表明他的思想,他使用了“地学”这一术语,用来代替洪堡的“地球描述”,指出地理学的研究对象并不局限于地球表面,还应该包括人在内。

根据“地学”的思想前提,李特尔主张地理学应以经验为基础,排除先入之见,去发现事物之间的共同性质,找出一般规律,因而他把自己的毕生精力放在区域的研究上,在比较与分析区域的基础上,归纳它们的特性,追寻地理现象的成因。

有了指导思想和方法论的依据,李特尔撰写了《地学通论》这部伟大的著作。它的全称可译为《地球科学——它同自然和人类历史的关系》,或《普通比较地理学——自然和历史科学研究与教学的坚实基础》。此著作在1817和1818年写了2卷,进入柏林大学以后,他把这2卷作了修订再版,并计划扩大它的内容。1831年,他辞去了许多职位,集中精力来完成此著作。

《地学通论》共19卷,集中地反映了李特尔的主要学术成就。与洪堡不同,李特尔的巨著主要是依据别人的观察材料汇编起来的。书中渗透了他的地理学思想与方法论原则,把地理学研究目的定位在人地关系上,寻求人与自然的和谐,追索人与地表即与自然的历史渊源;论述了区域从小单元结合成大单元的



特性 ;强调区域与人的关系 :区域影响人 ,反过来 ,人又影响区域 ;明确地阐明了地理学作为一个整体 ,以协调、相关和相互依存等为主要原则 ,它们体现了各种自然现象和形态与人类的相互关系。

总的来看 ,李特尔所强调的是人地关系思想以及地理研究的综合性与统一性 ,主张从经验出发 ,排除先入之见 ,以洲为区域研究单位 ,在对地表现象进行比较分析的基础上 ,归纳概括 ,全面整体地把握它们之间的因果关系。



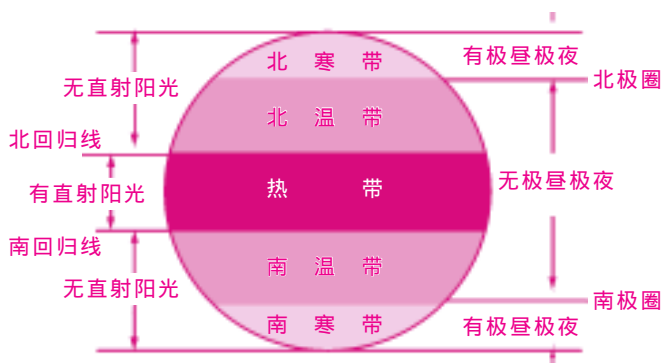
第三篇

编织地理知识之网

1 认识纷繁复杂事物的科学之路 ——以气候分类为例

我们知道,地方不同,气候也不同。比如,我国东北春季时还是冰天雪地,而南方却早已春暖花开。这是同一时期因纬度不同而引起的气候差异。晋代诗人陶渊明写下“人间四月芳菲尽,山寺桃花始盛开”的诗句,描写的是同一时期同一地方,因海拔不同而引起的气候差异。有时,即使在同一个地方,也会出现“东边日出西边雨”的景象。据科学家考察,世界上不存在气候完全一样的两个地方。气候在世界各地,就像一个万花筒,多姿多彩,形形色色。

复杂多变的气候,常常会让我们感到无所适从。有时,我们带了雨伞出门,天却不下雨;有时,情况却正好相反。即使在生活中我们很留意气候的变化,也会感到其杂乱无章,令人眼花缭乱。人类从诞生以来,一直都无法回避这个问题。长久以来,有许多人在思





考:有没有办法能从中理出头绪来呢?

大约在公元前5世纪,在欧洲巴尔干半岛上有一位希腊学者,叫巴拉门尼斯根,他找到了一种办法,以气候是否适合人的居住为标准来区分各地的气候,进而把世界气候划分为热带、北寒带、南寒带、北温带、南温带五种气候。这像是地球气候的五线谱。他认为,热带温度过高,酷暑难熬,寒带温度过低,都不适合人类居住,温带则气候宜人,有利于人类的繁衍。这样一来,人类对气候的认识也就逐渐明朗起来。

后来,古希腊的伟大学者亚里士多德和天文学家奥都胡新对巴拉门尼斯根的分类作了一些改进。但是,真正取得突破的是另一位古希腊的学者,有“地理学之父”之称的埃拉托色尼。他测定了地球的经纬度后,以南北纬24度为分界线,把热带与温带区别开来。于是,我们初步懂得了热带与温带的确切界线。

公元2世纪时,著名学者托勒密根据高纬度与低纬度地区白昼时间有长有短的特征,以白昼最长日的昼时数为标准,把全球划分为24个带,使人们对气候认识更加精确。

追溯古希腊学者的气候认识之路,不难发现,太阳照射地球的情况是认识气候的重要依据。在太阳直射的地区,形成热带气候;在太阳斜射最为厉害的地区,形成了寒带;而介于两者之间的地带,就形成了温带。

近代地理学兴起后,1817年,德国著名地理学家洪堡利用俄罗斯气象观测网所收集到的数据,绘制出第一幅年平均等温线图,引入科学语言来理解气候,为日后人们深入地理解全球的气候提供了许多有益的启示。

1879年,德国著名地理学家、气候学家苏潘(Alexander Supan 1847—1920),受洪堡等温线的启发,以等温线来划分气候带。他以年平均气温20和最热月(北半球7月,南半球1月)10等温线为分类标准,划分出三个气候带:热带,处于南北纬20年平均等温线之间,这条等温线大致相当于椰子(典型的热带树木)的南北分布极限,即超出这条线,椰子就不能生长;温带,处于20年平均等温线与最热月10等温线之间,最热月10等温线大致与森林的分布极限吻合,即超出这个极限等温线,森林就无法生存;寒带,处于最热月10等温线与极点之间,这里只能生长苔藓、地衣等低等植物,长年为冰雪覆盖。

1884年,柯本沿着苏潘的思路,提出另一个分类标准。他以各地月平均气温20与10的持续月数,将世界气候分为五个带。月平均温度20以上的定为炎热,10以下的定为寒冷,两者之间的定为温和。全年共有12月皆为炎热,即每月平均温度都超过20的是为热带;副热带有4~11个月炎热,1~8个月温



和 ;温带有 4~12 个月温和 ;寒带有 1~4 个月温和 ;极地带全年每月温度皆低于 10 。此后 ,柯本还对他的分类法作了改进。

后继的一些学者如贝尔格、阿利索夫、斯特拉勒等 ,各自提出了自己的分类标准。有的以气温和降水两个气候要素为基础 ,结合植被类型的分布情况 ,有的以植被和土壤为基础 ,综合考虑气候条件与自然地理的组成要素 ,有的则依据大气环流的运行特征 ,同时参照不同气团的分布情况 ,等等。

总的来看 ,认识气候 ,从根本上说还是要依据气温和降水这两个基本要素。根据这两个要素 ,以及由它们为基础而派生出来的因素 ,人类就可以科学地认识气候了。

从冷热干湿中 ,人们感受到复杂多样的气候。以这些感受为基础的气候资料 ,在时空分布上 ,既有差异性 ,也有相似性。根据差异性 ,人们可以把不同的气候区分开来 ;而根据相似性 ,则又可以把不同的气候统一起来。这样一来 ,气候分类就产生了。有了气候分类 ,人们对气候的认识就会系统化、简单化。经过与实践进行反复的比较、对照 ,这些认识会不断地深化 ,走向科学。

通过这些事例 ,我们再回过头来看前面提出的问题 :有没有办法能从中理出头绪来呢 ?答案是不言而喻的。此外 ,从这些事例中 ,我们还可以作进一步的挖掘 ,了解到人类解读自然、编织地理知识之网的情况。

2

争论中促进科学的发展 ——以岩石成因的争论为例

每个人认识世界 ,都是从他的生活开始的 ,但一个人的生活空间总是有限的。如果不与外界交流 ,还以为自己所获得的认识就是真理 ,就会如井底之蛙 ,固执己见 ,免不了招致一番激烈的争论。在科学探索道路上 ,有许多这样的事例 ,关于岩石成因的探索就是如此。

英国地质学家伍德沃德 J. Woodward 1665—1728 生活在沉积岩地区。沉积岩在他生活地区的分布是如此之广 ,以至于不管他做何种旅行 ,总无法逾越出这个区域。因此 ,日常生活的全部经验告诉他 ,这个地区岩石与水有关。1695 年 ,伍德沃德把这个想法提出来 ,并进行了较为充分的论证。为了把他的观点说得形象并深入人心 ,他借用圣经中关于洪水泛滥的说法 ,发表了一篇题为《地球



自然历史试探》的论文,推断在地球形成以后,于某一阶段发生了一场特大的洪水。在水的作用下,许多东西沉积下来,形成岩石。与此同时,动植物尸体也被卷入岩石的形成中,被石化而成化石。这个观点被称为水成论。

在广泛的地质考察还没有兴起之前,水成论并未引起人们的注意。1740年,意大利的地质学家莫罗 Abbe Anton Lazzaro Moro 1687—1764 以他的日常生活经验为基础,提出岩石是火成的观点——火成论,用来反对伍德沃德的水成论。与伍德沃德一样,莫罗的经验存在着同样的局限。只不过他活动的区域是火山岩而已。在莫罗看来,地球内部为高温熔融的岩浆,有的岩浆冷却快,如火山爆发出来的岩浆;有的岩浆冷却很慢,它们在地下渐渐地形成岩石。岩浆活动有一定的规律性,因而不同历史时期,熔岩堆积起不同的岩层。与此同时,每次成岩作用都有一些动植物被卷入其中,进而形成化石。一石激起千层浪,莫罗的观点引发了人们对岩石成因的讨论。

工业革命以后,社会生产对矿产资源的需求日益增长,由此带动了地质矿产调查的广泛开展。这时,人们陆续发现,不管是低洼地区,还是高山峻岭,都存在化石。一些好奇的地质学家想方设法地去弄清它们的来龙去脉。因此,先前的水成论和火成论又以新的方式被再度提出来。

剑桥大学有位叫约翰·雷的教授,他的想法直观而又神秘,认为火山作用是神在发号施令。火山作用后,动植物尸体被岩浆埋葬起来,因而在岩石中形成了化石;与此同时,火山作用还把山川和平地也从海里抬升起来。他的看法与后来法国博物学家布丰 G. L. Buffon 1707—1788 的提法一致。



布 丰

1749年,布丰以太阳系的形成解释化石的成因。他认为,起初太阳与一颗彗星发生碰撞,相撞后从太阳中溅出许多熔融的物质,接着它们就相继形成行星,围绕太阳运行,形成太阳系。在这个过程中,地球与其他的行星一样,开始是熔融性的,后来随着温度慢慢地下降,在地球自转力的作用下,才逐渐形成具有断裂和褶皱的地壳,出现了山脉和海床;而被蒸发在大气中的水气也陆续凝聚成水,积聚在低洼的海床,形成海洋。与此同时,海水还不断地冲蚀地表,使之形成泥土,埋藏海洋生物而成化石。



从莫罗到布丰一脉相承而来的火成论,被英国的地质学家赫顿(James Hutton 1720—1797)进一步发展,形成在地质学发展历史上具有巨大影响的“火成论”学派。这个学派以赫顿为首,由许多地质学家组成。他们按照火成论来开展地质调查,收集有关的数据资料,分析和处理各种地质现象。同时,还把火成论的观点推向尚未观察的区域,通过对新的区域的地质考察,来寻找更多的科学事实,以便进一步验证这个观点的正确性。在赫顿及其学派中其他地质学家的努力下,学派的成员不断扩大,除英国外,欧洲其他一些国家的地质学家也加入到这个学派的行列中。在18世纪后期,这个学派达到了空前的繁荣。

与此同时,与火成论不相容的一个学派,即水成论学派也在德国形成。这个学派以德国弗莱堡矿业学院的教授维尔纳(Abraham Gottlob Werner 1750—1817)为首,除包括了德国的地质学家外,成员中还有欧洲其他一些国家的地质学家。令人感到惊奇的是,发端于英国的水成论没有能够在英国落地生根,反而在德国发展起来。他们继承了伍德沃德水成论的基本观点,进而认为,地球形成之初,其表面是一片汪洋大海,海水中溶解有许多矿物质。它们在适宜的条件下,如温度、压力、区域等适宜的时候,就能沉淀出来,形成一层又一层岩石,先期形成花岗岩,接着结晶出其他岩石。同时,生物尸体也随着岩石的形成而被埋葬起来,逐渐形成化石。在维尔纳和其他成员的努力下,这个学派也在18世纪后期取得了极大的发展,成为当时很有影响的地质学派。

为了扩大影响,观点相互对立的这两个学派,都采取同样手法来抢占学术阵地,开展地质调查。每个学派都错误地以为,只有自己的观点是对的,而对方的观点是错的,甚至发展到攻击对方,迫使对方就范,接受自己的观点。这样一来,两个学派就从先前学术观点的对立发展到学术讨论,接着又由学术讨论发展到学术争论,进而演变成学术争斗。每一个学派都经常组织、参加大型的欧洲地质学术讨论会,宣传自己的观点和公布自己的研究成果。而每逢这样的学术会议召开,双方都必定会派出许多代表参加。由于双方谁也不能说服谁,因而争论的激烈程度是前所未有的,不仅口诛笔伐,而且还大打出手。有一次,双方的学术争论引起了口角,一方代表情急之下,拿起学术会议桌子上的茶杯、水果等“武器”掷向对方,另一方也不甘示弱,立即以牙还牙,学术会议顿时变成了精彩的打斗场面,双方接着轮起板凳和桌椅之类的东西,追打对方的代表,整个会场一片狼藉。

可是,大家知道,学术争论不是靠打架来取得人们认同的。不过“歪打正



着”,这种打斗场面正好扩大了水成论与火成论的影响。学术争论,一方面,都迫使双方去寻找更多证据来证实自己的观点,由此促进地质观察与调查的普遍兴起,形成了古生物学、岩石学、矿物学、矿床学等一些新兴的地质学科;另一方面,所谓“真理越辩越明”,人们的认识也越辩越明白,由此作更为深入的思考,挖掘出其中有价值的思想,把问题投向更深的领域。后来,关于地壳运动的灾变论和渐变论,就是靠挖掘这两个学派的主要思想而发展起来的。

3 自然现象的变化是间断的 ——灾变论的演变

不论是现在还是过去,在河流两岸生活的人们,每到春夏之交的前后,都会看到洪水泛滥的现象,只不过泛滥的大小程度不同而已。除此之外,在一些地区,常常不定期地发生地震、火山爆发等自然灾害。这些剧烈变化的自然现象,往往破坏人类正常的生产和生活,有时还产生灾难性的影响。比如 2003 年 9 月 2 日,登陆广东沿海的台风“杜鹃”,造成 20 人死亡,100 多人受伤,大面积停电。它们极容易引起人们的注意,给人留下深刻的印象。

在人类成长的早期,人们对剧烈变化的自然现象只有直观的认识,以为它们与某种“超人”力量相关。在不同的地区、不同的民族,人们有不同的直观经验,因而形成的看法也不同。在我国古代,一些人联想到“天人感应”,以为它们是上天对人类过错行为的惩罚,暗示人类对上天或神有不敬行为。这类认识是很幼稚的,但也包含着“灾变论”的基本思想。中世纪以后,此类幼稚的认识在西欧被教会所利用,演变成为教条,以为有一个无所不能的上帝主宰着剧烈变化的自然现象。这些教条严重地阻碍了人类科学思想的进步。后来,哥白尼提出日心学说与之抗争,才使人们的许多观念有所改变,科学也因此取得了极大的进步。可是,在一些人的观念中,“灾变论”却总是与上帝有千丝万缕的联系。

工业革命后,采矿和地质调查事业兴起,人们发现,岩层普遍存在化石。这引起了许多人的极大兴趣。一些地质学家在解释岩石成因的同时,也逐步提出对化石形成的看法。其中,法国科学家居维叶(Georges Cuvier 1769—1832)首先提出了“灾变说”,在当时产生了很大的影响,并为许多人所接受,成为“灾变论”的集大成者。



居维叶 1769 年生于法、德边界的布艮地区，在德国斯图加特接受大学教育。他的记忆力特好，年轻时就熟读了布丰的许多著作。1788 年大学毕业后，居维叶在家乡因找不到合适的工作，而不得不到诺曼底，在一家富裕的贵族家中做家庭教师。家庭教师这个职业占用他的时间并不多，所以他有許多“闲暇”做研究工作。当时，他对动、植物最感兴趣，经常光顾图书馆和植物园。他以瑞典著名的植物学家林耐为榜样，每天坚持记动物日志与植物日志，并在日志中绘制大量的解剖图。在这期间，他还与大学的朋友帕夫保持着通信联系，经常交流与讨论学术问题，从而萌发了许多新的学术观点。

1793 年，居维叶取得法国公民资格，举家搬到法国，这为他进入法国科学界提供了有利的条件。当时，他把自己的论文寄给圣·提雷尔 Etienne Geoffroy Saint Hilaire 1772—1844，得到了圣·提雷尔的欣赏。圣·提雷尔是巴黎自然博物馆的教授，鼓励他到巴黎来发展。这样，他就于 1795 年来到了巴黎。在此之前，居维叶还把他在诺曼底的研究成果写成一篇学术论文公开发表。这篇论文具有极高的学术价值，把有关无脊椎动物的研究水平推上了一个新的层次。因此，他在动物学方面具有很高的造诣。有一次，有人装扮成一种怪兽走进他的住所，想恐吓他，他一眼看上去就知道这是假扮的，因为这个假扮怪兽的人缺乏无脊椎动物的常识。



居维叶

居维叶在巴黎发展很顺利，很快就被任命为巴黎大学的顾问。1811 年，他被册封为骑士。但是，因他的工作很忙，此后出版的著作都比较粗糙，有许多不足。基于对宗教与政治的考虑，居维叶渐渐改变了自己先前有关动物变化的看法，进而反对拉马克、圣·提雷尔关于生物连续变化的观点。

1814 年，居维叶发表了《论地球上发生过若干次“革命”》。这部著作的资料来源于巴黎附近地层的化石。那里，不同地层有不同的化石。地层年代越老，化石类型就越低等；反之，地层年代越年轻，化石的类型就越高等。本来据此可以得出生物不断地由低级向高级发展的结论，但是他深受林耐“物种不变论”观点



的影响,所以提出了“灾变说”。在这部著作中,他提出,地球在发展过程中发生了一次又一次的灾难性变化。每次灾难到来,江河横流,岩浆喷发,生物毁灭,整个世界面目全非。上帝在重新创造这些生物时,由于忘记了先前的模样,因此所创造出来的生物与以前相比,也就完全不同。

居维叶的灾变论后来为他的学生所发展。他的得意门生奥比尼宣称,根据他所掌握的地质学与古生物资料,地球自诞生以来,曾经发生了 27 次大灾变。言下之意,可怜而健忘的上帝曾创造生物达 27 次之多。居维叶的“灾变论”得到教会支持与捧场,因此他被任命为法兰西学院的教授和法国科学院的常任秘书,1814 年还被任命为内务大臣,成为生物学的“独裁者”和法国科学院的“权威”人士。

居维叶的灾变论受到了许多人的批判,因为他把灾变的原因归为上帝,否定了自然现象自身变化的规律。恩格斯指出:“居维叶关于地球经历多次革命的理论在词句上是革命的,实质上是反动的。”后来,英国的地质学家赖尔提出“渐变论”与之抗争,使居维叶灾变论的观点逐渐地为人们所抛弃。

进入 20 世纪 70 年代以后,地质学的一系列发现与研究结果表明,岩层中的许多化石,在连续变化的同时,许多无法用渐变论来进行解释的现象。如恐龙的灭绝、大断层、裂谷等,以及目前还经常发生火山爆发、地震、洪水泛滥等,都是灾难性的变化,它们都与渐变无关。因此,人们又重新提起“灾变论”。

不过,现在的灾变论不再是上帝的创造行动,而是自然的过程。比如有关恐龙灭绝的解释,不少人认为是外星撞击地球的结果。外星撞击地球后,产生巨大的烟尘,烟尘铺天盖地,使得地面上所有的生物都见不到阳光,于是首先死亡的是植物,接着食草的恐龙也陆续死亡。地质学家在恐龙灭绝的地层中找到了一层约为 10 厘米全球性的岩层,这个薄岩层的含铱量特别高,因为它是烟尘沉积下来后形成的。

为了准确地描述事物变化过程中的突变现象,法国数学家托姆于 1972 年还创立了一个新的数学理论:突变理论。它把自然变化的灾变现象划分为七种数学模型:折叠型、燕尾型等,使人们对灾变的本质有了更深刻的理解。

由此我们可以看出,自然现象的变化具有间断性。也因为如此,灾变论在持续不断发展中,它的内涵越来越科学。



4

现在是理解过去的钥匙

——赖尔及其渐变论

1897年,赖尔(Charles Lyell 1797—1875)出生在英国苏格兰弗夏,父亲是一位动物学家。小时候,受父亲的影响,他很喜欢昆虫,有空就外出观察昆虫的情况。日积月累之后,他能够辨别出数百种昆虫。在众多的昆虫中,他尤其喜爱蝴蝶,常常把捕捉到的蝴蝶制作成标本,夹在书本中,在看书的时候,仔细地端详这些蝴蝶的颜色、形状等,并由此养成了爱观察事物的良好习惯。

1814年,中学毕业后,赖尔进入牛津大学学习。在此期间,有一位叫威廉·巴克兰的老师,是一名地质学家,所讲授的地质学课程引起了赖尔的浓厚兴趣,赖尔把这位老师讲课的内容详细地记录下来,经常向这位老师求教。在这位老师的指导下,他很快就进入了地质学的大门,20岁的时候就开始进行地质考察,成为一名地地道道的业余地质爱好者。

大学期间,赖尔接受了水成论的观点。因此,毕业以后,他很注意观察流水的地质作用情况,经常到家乡附近的河流、湖泊等进行考察,记录下流水地质作用的各种现象。从这些现象中,他得出了一个基本的看法:地表上目前所有观察到的现象,都是逐步变化的结果,就像流水的地质作用一样,流水把地面一些碎石、杂物、泥土等物质冲刷出来,然后慢慢地流入河流,流水不断地搬运这些物质。虽然洪水的到来会使搬运物质的速度加快,但总的来看,被搬运的物质随着流水搬运力的不同,或者因它们的比重不同,会在适宜的条件下沉积下来。一般来说,重的物质搬运得不远,经常受到冲刷;而轻的物质则可以搬运得很远,在平静的水域中沉积下来,形成淤泥,尤其在湖泊中间,淤泥特别多。

根据当时观察到的地质现象,赖尔联想到历史上的地质作用,由此提出一个基本的问题:是否地球早期的地质作用也如此呢?为此,他进行了认真、仔细



赖尔



的推敲,分别从正反两面来剖析这个问题。从正面来看,如果现在的地质作用与过去是一样的,那么我们就能够通过现在的情况来解释岩层的形成过程;反之,假如现在的地质作用不能说明地质历史上的情况,那么疑问又产生了:历史上的地质作用又是怎样的呢?证据又在那里呢?显然,反面的解答使思考陷入困境:缺乏证据支持,脱离事实基础,又不可能无中生有,捏造事实来解释地质历史上岩层的形成过程,因为地球目前的情况是由过去发展而来的。

因此,赖尔得出结论:无论如何,自己的理论观点是不能建立在这个基础之上的。这就好比用沙堆来做高楼大厦的地基一样,永远也无法建起房子来。这样一来,赖尔最终形成了一个基本的方法论认识:地质作用的历史过程是一个持续变化的过程,现在的地质作用解释同样适用于过去的情况。这个方法论称为“将今论古”,即“现在是理解过去的钥匙”。

为了更加充实这个初步的推论,赖尔在1828年走访了许多地质学家,多方面进行学术交流与探讨。在此期间,他还专门向居维叶请教,接着又反复地剖析灾变论的内容,认为灾变论否认现今存在的地质作用,不能把地球表面的变化过程联系起来,历史与现在不一,这是错误的。

与此同时,赖尔还考察了欧洲许多地区的地质作用情况,以及这些地区的岩层。他发现,在不同地质历史岩层中,沉积下来的岩石和矿物颗粒虽然有大有小,但不仅在纵向上有连续变化的情况,而且在横向上也是如此,即在岩层的横剖面和纵剖面上,沉积颗粒的变化都是有规律的。

种种探讨和考察的结果表明,地球表面的地质作用都处在连续变化的过程中,这就更加坚定了赖尔提出“渐变论”的决心。1829年后,他开始把有关观察与收集的资料加以整理,写成《地质学原理》一书。此书共有4卷。第1~3卷于1830-1833年出版,第4卷于1837年出版。赖尔在著作中指出,地球发展过程中的各种变化,不是超自然的力量造成的,而是各种自然力缓慢作用的结果,即使巨大的灾变也是如此。这些自然力就是我们所熟知的风、雨、河流、海浪、冰川、火山和地震等。它们永不停息的缓慢运动,在地质历史时期的漫长过程中,逐渐累积起各种不同地质作用与变化,对岩石进行剥蚀、搬运和堆积,进而固结成新的岩石,同时还把生物尸体埋葬起来,石化成化石。这种情况同样出现在地球内部变化的过程中。在地球内力和外力的长期缓慢作用下,地壳产生上升与下降等多种运动形式,使得岩石形成不同的结构,岩层产生褶皱和断裂。

赖尔渐变论观点一提出,就引起学术界的广泛争论,遭到了赞同灾变论的人的强烈反对。在与灾变论的论战中,他不仅旁征博引,将今论古,进行广泛而



系统的论证,而且还经常停下《地质学原理》的写作工作,先后在英国、欧洲大陆考察,尔后又到北美洲考察,收集的资料涉及天文、气象、地理和地质等方面,使渐变论的观点得到进一步充实。后来,他沿着先前确立的思路,把他的主要观点上升到方法论层次,概括成一句名言:“现在是了解过去的一把钥匙。”

赖尔用缓慢变化的观点,代替了居维叶突然变化的看法;用逐渐积累起来的自然力,代替了上帝的随意创造过程;用地质“渐变论”代替了“灾变论”,使人们对地球表面运动变化的认识大大地提高了,开创了地质学发展的新篇章。因此,在地质学发展的历史中,他被称为“近代地质学之父”。他的《地质学原理》一书,先后经过多次修订,再版达12次之多。伟大的生物进化论者达尔文在非洲的5年考察中,身边一直带着赖尔送给他的这本著作,时不时地阅读,从中得到不少的启发,他写信给赖尔时说:“多谢你赠给我的《地质学原理》这本书,我心中充满了对它的敬佩感,里面有很多我不知道的东西。”

5

理论是不断完善的

——从地槽、地台到地洼学说

水成论与火成论、灾变论与渐变论的争论,大大地提高了人们对地球的认识,使最初的地知学逐步发展成为地质学。与此同时,地质学的许多基本问题逐渐流传开来,引起了更多人的关注。许多人陆续加入到地质学的行列中,在不同的地区开展地质考察。随着地质考察的普遍深入,人们发现,先前的观点大多以偏概全。

我们知道,要克服以偏概全的问题,惟有扩大观察的范围。在更多的科学事实面前,人们反思与审查先前的观点。越来越多的人意识到,不管是水成论与火成论,还是灾变论与渐变论,都在寻找岩石和地质作用起源的终极原因。而终极原因的探索,与“先有鸡还是先有蛋”的争论一样,难以找到满意的答案,容易使人陷入永无休止的争论之中。其实,问题的关键并不在于此,



丹 纳



而在对它们的关系作更深刻的思考与探索。

1873年,美国学者丹纳(James Dwight Dana 1813—1895)在北美展开了大量的地质考察活动,发现北美地层中岩石的沉积厚度巨大,颗粒变化也不均匀,同时还伴有不同程度的火山岩、岩层倾斜、褶皱和断裂现象。不同地质历史上的每一种岩层,不管在纵向剖面 and 横向分布上,都有不同程度的规则序列,或是岩石颗粒的变化由粗变细,或是断裂褶皱呈规则排列,等等。根据这些新的科学事实,他提出了地槽学说。

丹纳指出,在地槽的发育过程中,开始时地壳下降,海水入侵,大量的物质被冲到海中,在距离陆地远近不同的海底上,堆积起不同的沉积物。浅海堆积的是颗粒粗大的,而深海堆积的是颗粒细小的,溶解在水中的物质则被搬运得很远,在更深、距离陆地更远的深海中沉淀下来,如石灰石。随着沉积物增多,重力作用越来越大,岩石就渐渐形成了。后期,重力不断增加,地壳逐渐上升,下部岩石受到强烈挤压,开始形成熔融的岩浆。岩浆增多后,就会出现岩浆活动。接下来,岩浆活动频繁,或发生火山爆发,或渗透穿插到沉积岩之中。这样一来,就形成大量的褶皱、断裂和山脉等。

地槽是地质历史发展过程中一个相对活动的区域,在某一区域上它又被称为地槽区。在岩石成因上它吸收了水成论和火成论的观点,在地质作用上既强调渐变,也强调突变。所以,地槽学说提出来后不久,就在世界许多地区得到证实,为学术界所认同。

可是,不久以后,奥地利学者修斯在欧洲一些地区地质调查的结果表明,有些地区岩层厚度很薄,即沉积物不多,同时火山岩也很少,岩层平缓,不存在复杂的褶皱与断裂。所以,1883年,他出版《地球的面貌》一书,第一次明确地提出地台的观点。

修斯认为,地槽是不断地向地台转化的。与地槽相比,地台的活动相对稳定,具体的表现是:沉积物少,断裂不多,火山作用不强烈。在地球发展的过程中,地槽必然会走向稳定,因而地台不断地扩展,最终形成相对稳定的大陆。

地台学说提出后,也在世界范围内得到了广泛的证实。因此,地台与地槽结合起来,得出了一个解释地壳运动变化的基本模式:地壳运动变化有两个基本单元,即地槽和地台,地槽是一个相对活动区,地台是一个相对稳定区,地槽逐渐走向稳定,向地台转化。这个解释模式简称槽台学说。在相当长的历史时期里,地质学家用槽台说来重塑各个地区地壳运动变化的历史。因此,在世界各地,一幅又一幅地槽与地台的分布图先后被整理出来,人们对地球的发展历史



终于有了整体性的初步认识。

槽台学说并不是封闭的,在新的科学事实的推动下,又逐渐走向完善。20世纪40年代,我国地质学家黄汲清发现我国许多地区的地质情况极其复杂,在岩层纵横剖面上,沉积物颗粒大小的变化,有多个规则的序列;同时,序列不同,沉积物不同,埋藏在沉积物中的化石也不相同;更为明显的是,在多个方向上发育断层、褶皱等构造。因此,他提出了地槽的多旋回学说。他认为,地槽活动是很剧烈的,它在走向地台之前,不单单只存在一次上升与下降运动,而是存在着多次剧烈的上升与下降活动。一次上升与下降运动,构成一个循环,为一个旋回;多次上升与下降运动,构成多个循环,称多旋回。

多旋回学说成功地对我国地槽活动剧烈的情况做出了合理的解释,进一步发展了地槽学说。但是,尽管如此,人们对地壳运动变化的理解却局限在“非此即彼”的思想之中。这种思想严重地阻碍了人们对地壳运动变化认识的深化,尤其是在对待我国东南部发现的新事实上,更是如此。

近代以来,我国地质调查普遍展开,不少地质学家观察到,自中生代以来,我国东南部出现了大量红色岩层。它们经过长年累月的风化之后,高高地矗立着,形成独特的地貌,地貌学家又称其为丹霞地貌。只要稍加留意,即使我们坐在车上,也能看到红色的大砾石、卵石等。

按照传统槽台学说的理解,我国东南部都经历了地槽走向地台的发展阶段,它应该为稳定区,而不可能出现这样的情况。对此,地质学家们展开了激烈的争论。受传统观念的影响,有人认为这是“准地槽”;有人认为这是“准地台”;也有人察觉到,这是地壳运动发展的一个新阶段,但是却不敢冲破传统的认识,提出新观点。直到1956年,我国地质学家陈国达(1912—)才终于大胆地提出,这是地台活化的结果,因此首先提出了“活化区”的观点,接着又把这个观点表述为“地洼区”,正式提出在地台形成之后,它并不是固定不变的,还会走向活动,不过这种活动不是简单地回复到地槽阶段,而是向更高形式的活动区发展,这就是地洼。

地洼学说提出后不久,在世界上许多国家都找到了相应的区域,得到了证实。这样一来,我们可以看到,地壳运动的理论,是在实践与认识的反复探索中,逐渐深化,不断地走向全面的。换句话说,理论是不断完善的。



6

博采众长

——拉采尔及其人地相关论

洪堡与李特尔这两位地理学大师,各自花费了一生的心血,都想建立新地理学,但新地理学应当是什么样呢?他们的想法是有很大差异的。洪堡的想法是只研究自然现象,而李特尔虽并不反对洪堡的观点,却强调在研究对象中还应该包括人。他们的想法都深深地影响了后来的研究者。拉采尔(Friedrich Ratzel 1844—1904)就是其中的一位,他既注重吸收他们的长处,又努力克服他们的不足,经过广泛而深入的研究之后,创立了一门新的地理学:人文地理学。



拉采尔

1844年8月30日,拉采尔出生在德国的卡尔斯鲁厄,父亲为巴登州政府首脑的一名保卫。小时候,他经常去公园游玩,观看花草、虫鸟等自然现象,慢慢地喜爱起它们来。长大一些后,他就开始制作动植物标本,并把它们收集起来,准备将来再研究,立志要成为一名伟大的地理学家。

父亲对于儿子的想法,开始并不当回事。在父亲看来,拉采尔还小,拿不了主意,这些爱好和愿望,长大后会改变的。为儿子的未来前途着想,父亲要把儿子培养成为一名工程师,以便将来能找到一个稳定职业,经济收入有保障。小时候的拉采尔迫于无奈,只得顺从父命,转而学习药剂学。不过,他从未放弃自己的想法,一旦有机会就要转向地理研究。因此,他从药剂学中学习了許多相关的知识,时不时外出进行地质考察,追问与探索不了解的自然现象,开展有关地理学的研究。这样一来,他要成为一名地理学家的决心更加坚定了。

拉采尔的父亲是一明白人,他慢慢地了解到儿子的心思。俗话说,“强扭的瓜不甜”,父亲终于改变主意,再也不强迫儿子去做他不喜欢做的事情。因此,1866年,拉采尔进入卡尔斯鲁厄工艺学校读书,开始学习地质学和古生物学,接着很快又转到了海德堡大学,学习动物学、地质学、比较解剖学等。这样,拉采



尔才真正地踏上了地理学的研究之路。

拉采尔开始地理研究时,地理学的学术背景已经发生了很大的变化。震撼人类思想的达尔文进化论,已经渗透到地理学中。他很快接受了这些思想,并以进化论为主题撰写了毕业论文。

拉采尔深深地懂得,地理学研究不是抽象的,而是具体的,它的工作方法在于野外考察,而不是闭门造车,否则研究出来的结果就会变成空中楼阁。为此,他准备毕业后找一份记者工作,以便有更多的机会外出考察。1869年,他实现了这个想法,成了科隆日报自然科学记者和旅游通讯员。接着,他以记者采访的名义,与法国一位自然爱好者去地中海进行野外考察。这次考察不仅使他看到了许多自然现象,而且还接触了许多不同的风土人情和民族文化,加深了对地理学的喜爱。

1870年,普法战争爆发,拉采尔应征入伍,在战斗中先后两次负伤。战争结束后,1871年德国统一。这增强了他的民族自豪感,使他的注意力发生了转移,关注的不再是学院式的理论研究,而是如何合理地利用有关的自然资源发展德国的经济,解决人民生活的困难。为此,他又回到科隆日报,担任流动记者,以写稿的收入来进行旅行考察。

1871年,拉采尔先后到匈牙利及一些东欧国家进行考察,报道德国以外的日耳曼民族的生活状况。1872年,他翻越阿尔卑斯山,来到意大利,足迹遍及西西里岛及巴利阿里诸岛,然后再登上阿尔卑斯山,考察高山的地理和古生物。后来,他与报社签订了合约,确立了长期旅行访问的计划。

1874—1875年,拉采尔到美国和墨西哥考察访问。这次旅行访问使他的研究方向明确地转移到人文地理学上。在这些地方,日耳曼民族的生活状况,以及其他一些少数民族比如印第安人、中国人等所取得的成就,给他留下了极其深刻的印象。他们的生活虽各不相同,却各有所长。据此,他把人群区分为不同的地理类型,同时还意识到了人类生产活动对自然的破坏作用,进而撰写论文来阐述有关的见解。

1875年,拉采尔回到德国,辞去报社的有关职务,在慕尼黑技工专科学校担任地理讲师。1876年,拉采尔被评为副教授,1880年升为教授。1886年,他应聘莱比锡大学,在那里担任地理学教授,一直到去世。

到大学任职以后,拉采尔抛开了许多杂务,专心整理材料,著书立说。根据达尔文的进化论思想,拉采尔把他多年已经形成的见解连贯成一个整体,提出地理学的研究对象为人类与环境的关系,地理学应当精确研究它们的相关性。



1882 年及 1891 年先后出版了《人类地理学》的第一卷和第二卷。第一卷重点探讨各种自然对历史发展的影响,第二卷主要论述了人类的分布与迁移。全书既吸收达尔文的进化论思想,也接纳地理环境决定论的理念,认为地理环境与人之间是辩证的关系。一方面,人是地理环境的产物,另一方面,人的活动又起到限制环境的作用。

1897 年,拉采尔进一步发挥,撰写了《政治地理学》一书。在书中,他形象地把国家比做一个有机体,它是在一定土地上有生命、有组织的人类集团。这样一来,国家也会有生老病死。与生物有机体相类似,国家的生长表现为其地盘的扩大。但是,受邻国的制约,国家不可能无限扩展它的地盘,因而被局限在一定的地理空间中。

因此,拉采尔提出了位置、空间、界限等概念,用来探讨土地和国家的关系、国家的迁移和成长、国家空间的扩大、国家空间的水陆分布等许多问题,其中还把国家位置区分为自然位置和地理-政治位置,把城市看做是政治的动力,商业与道路分别是国家的内聚合力和动脉。

后来,拉采尔还提出了文化景观的概念。文化景观真实地反映人文地理发展的历史,有田地、农庄、村落、市镇和道路等要素。在一定的地理区域内,文化景观复合这些因素,综合地把它们反映出来。

1901 年,拉采尔对人文地理的表述更加形象,提出了“生存空间”的概念。“生存空间”是国家有机体活动的地理区域。后来,德国《地缘政治杂志》主编豪斯霍费等人别有用心地进行歪曲,他们从生物学的角度来理解“生存空间”的含义,以为它是人类的自然生存空间。他们还建立了地缘政治学这个学科,为纳粹扩张领土、掠夺殖民地和发动侵略战争进行辩护。

从上述中可以看出,拉采尔是在吸收前人和同行思想的基础上,经过自己的研究和提炼,才形成了一系列关于人地关系的观点的。此外,他还探讨了很多相关的现实问题,从而使人文地理学成为一门新学科,而他则成为这个学科的创始人。可见,博采众长也是取得伟大成就的途径之一。

7

从动态来透视事物的变化

——戴维斯及其地貌侵蚀轮回说

威廉·莫里斯·戴维斯 (William Morris Davis 1850—1934), 1850 年 2 月



12日出生于美国费城的一个基督教徒家庭。1869年毕业于哈佛大学。他所学的专业是地质与地理。1870年,他获得工程硕士学位。在接下来的三年里,他在阿根廷科尔瓦多城的阿根廷气象台担任助理员。后来,戴维斯回哈佛大学进修,继续学习地质与自然地理。1876年,他在地质学家谢勒(N. S. Shaler 1841—1906)的手下担任助教。1885年,他被任命为自然地理副教授。1889年,他受聘为教授,在这个职位上一直工作到1912年退休。

担任助教是戴维斯走上学术道路关键的一步,他从谢勒处学会了治学的基本方法,并养成了三个习惯:第一,仔细地进行野外考察的习惯。他经常与谢勒一起外出进行考察。在谢勒的指点下,他学会了考察事物的基本方法。这种考察方法以问题为主线,有目的地考察研究对象,整理材料,按逻辑组织研究成果,依据客观事实,清晰地表述学术观点。第二,把人与人的工作看成景观的一个部分,而不是割裂两者之间的联系。第三,在解释地表上各种相互联系的现象时,注重变化过程。

戴维斯所学的治学方法很有效,不久他就胜任了教学工作。他的教学十分引人入胜,深受学生的喜爱。在野外观察时,戴维斯采用实验方法来处理地貌,使学生可以清晰地看到其中杂乱无章的细节。因此,他很快就被提升为自然地理的讲师。

戴维斯善于学习,勇于探索,除书本外,还积极向大自然学习。在学生时代,他结识了哈佛大学地质系的一位教授,叫拉法尔·庞佩利(Raphael Pumpelly, 1836—1923),这位教授在蒙大拿州沿北太平洋铁路线进行资源调查,戴维斯积极参与此项调查工作,并负责蒙大拿煤矿的调查任务。他十分留心所观察的自然现象,在调查的过程中,除了考察煤矿外,他还注意到密苏苏比河流域的地形地貌。这些地形地貌呈现阶梯形状,当时地质学家称其为阶地。其中,最低一级的平整阶梯与河流流水的平面极为接近,它的专业术语名称为基准面。

阶梯地貌这种奇特的自然景观引起了许多人的好奇。为什么会如此呢?戴维斯陷入了深深的思考。一天他在考察中突发灵感,联想到这种地貌与流水有关。于是,他进一步推测,在地壳上升运动后,岩石露出海平面,形成了河流,河



戴维斯



流水对岩石不断地进行冲刷和侵蚀,在漫长的地质历史时期中,渐渐被夷平,最终形成基准面。因为每一次地壳的上升运动都会形成一个基准面,因此多次地壳上升运动,就形成了阶梯地貌。

戴维斯地貌侵蚀轮回的想法,早在其学生时代就有了。不过,这个想法最终的证实,则是在教学和研究工作中完成的。戴维斯利用教学实习的机会,经常外出进行野外考察,收集了许多第一手的资料。依据充分的事实资料,经过反复论证,1884年,他发表了《宾夕法尼亚的河流和河谷》一文,首次提出地貌侵蚀轮回的观点。

形象地说,地貌可用函数来表示,它有构造、过程和阶段三个变量。构造,即原始岩石的特性和位置;过程,即诸如流水、土壤蠕动、地下水或冰的侵蚀力;阶段,即地形发育所到达的时期。用这三个变量构成的函数,可以提供一个说明地貌形成的解释模式。

戴维斯地貌形成的解释模式是这样描述的:最初,因地壳运动,海底上升出陆地,由于陆地迅速上升,因而河流很快就发育起来,流水立即沿着地面的薄弱处侵蚀,把平坦的地形切割成高山、深谷和陡坡;接着,地壳不再上升,构造运动趋于稳定,高山被夷平,深谷被拓宽变浅,陡坡被剥平;最后,整个地面被夷平成仅有微小起伏的平原地形。这种没有完全平原化的地貌,戴维斯称之为准平原。而这个全过程称为一个轮回循环。后来,地壳上升运动再次使陆地抬起,继之又走向稳定,地貌的变化重复上述的过程,再经历一个轮回。多个轮回就会形成阶梯地貌。

地貌侵蚀轮回说又称“地理循环说”。这个学说提出后,立即就遭到了地理学界许多学者的反驳,引起了极大争论。戴维斯虚心接受专家学者的批评和建议,并不断地外出进行考察,进行多方面的考证。1899年,他对这个观点进行了修正,使之更加完善。为了避免不必要的误解,他规范有关的术语,使每个术语都有严格和清晰的界定,便于表述。

戴维斯进一步认为,地理循环还有“风蚀循环”、“冰蚀循环”、“河蚀循环”及“海蚀循环”等。

地貌侵蚀轮回说提出来不久,就被翻译成多种语言,在欧美一些国家传播开来,在国际上产生了极大的影响。戴维斯先后应邀担任法国巴黎大学、德国柏林大学的访问教授,到英国、法国等欧洲国家进行讲学。戴维斯十分注重实践,利用访问这些国家的机会,他又在欧洲进行考察,取得了许多成功的经验。

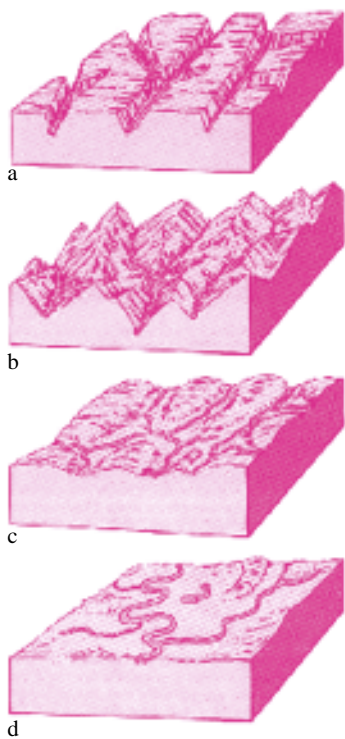
1912年,戴维斯提出一个进行世界大考察的计划,募集到大量的资金,并取



得了铁路、大学、商业部、报业集团、科学团体、政府机构等许多组织的支持和合作,来自13个国家的43名地理学者参与了此项计划,进行了历时两个多月的考察。

戴维斯还十分注重地理教学方法的改革,提倡地理学教学不要过于注重事实,主张以清晰的概念、关系和原理来组织事实,反对死记硬背的教学模式。与许多学者一起,他参与倡导中学开设地理课程的工作,使地理学成为美国大、中、小学的必修课程。他还培养了许多学生,其中有相当一部分致力于地理学的研究工作,有些学生后来成为名家,在地理学上有极高的造诣,如马克·杰斐逊等。

为了使地理学成为一门真正的科学,戴维斯还组织成立了一个专业学会,出版了有关的刊物,促进了学术的繁荣与交流。1904年,美国地理学会成立,他当选为会长,并连任三届,成为美国著名地质学家、地理学家,以及美国地理学的奠基人。



寻找事物生成的原因

——道库恰耶夫及其地带学说

1846年2月17日,道库恰耶夫(V. V. Dokuchaiev 1846—1903)出生在俄国的斯摩棱斯克州。小时候,他贪玩顽皮,喜爱观看自然景色以及各种动植物,甚至把一些昆虫和小动物带回家中喂养,把家里搞得十分零乱,有时因此还受到父母的责骂。道库恰耶夫小时候的这些习惯,培养了他爱好观察、爱好大自然的个性。大学期间,他选择地理学作为自己的专业,有空就与老师交流,探讨有关专业问题。

与当时一般人的学习方式不同,道库恰耶夫喜爱提问,即使不问老师和同



学,也要问问自己。他还有一个特点,如果问题解答不如意,就会不断地追寻下去,直到满意为止。

大学毕业后,道库恰耶夫留校工作,担任助教。这个工作主要是带学生实习,因此他每年都有几次外出考察的机会。每次外出考察,他都十分留意观察土壤。多年的外出考察,使他积累了许多经验。他发现,在俄罗斯平原上,土壤有许多独特的性质。一开始,他感到很奇怪,审查先前自己已接受的相关观点,认真地思考土壤形成的原因。

在此之前,道库恰耶夫很关注安东·弗里德里·布申的地理学观点。布申是圣彼得堡城德国路德教派的一名牧师,在1761年至1765年间出版过一部名为《新地理学》的著作。在这部著作中,布申按照不同的自然条件,最先提出把俄罗斯土壤划分为北、中、南三个纬度带。布申的观点为俄罗斯许多地理学者所接受,道库恰耶夫早在大学读书时,也接受了此类观点。此后,道库恰耶夫一直以布申的观点为指导,深入地考察俄罗斯平原上土壤的变化情况。



道库恰耶夫

道库恰耶夫对土壤的研究,立足在观察上。他仔细地观察俄罗斯平原上的土壤,发现在其土层剖面上,呈现出明显的分层性,即可以把土壤分为不同的层,每一土层在松散、颗粒大小、颜色、成分、有机质等方面,都有自身的特点。这引发了他的思考:为什么会如此呢?

此时,关于土壤形成的观点,大多是德国、法国和英国的地理学者提出来的。它们都有一个共同点:土壤是岩石碎裂后形成的。换句话说,土壤是它底下基层岩石的忠实反映。这样一来,他们就给土壤定名为寒武纪土壤、泥盆纪土壤、冰川土壤等。显然,这种观点无法说明俄罗斯平原上土壤的分层现象。

因此,道库恰耶夫也就陷入了深深的思考之中。有时,他在家中踱来踱去,连吃饭都忘记了。有时,半夜醒来后,静静地坐在床上,想啊想啊,一个初步看法终于在脑海中出现:之所以俄罗斯平原上土壤产生分层现象,是因为受到后天因素的强烈影响。因此,岩石只是土壤的母质,是先天条件,重要的是后天因素。后天因素影响的程度不同,土壤发育程度就不同,土壤的类型也不同。

那么,又有哪些后天因素参与土壤形成的过程呢?道库恰耶夫反复观察土壤的剖面,详细地划分出不同类型的土壤层,调查土壤类型的分布,由此确立了



土壤剖面研究方法和土壤制图方法。进一步的观察分析表明,水过滤地表上的疏松物质,把可溶性的物质带走;土层上部又夹杂着动植物的有机质,影响土壤的成分,等等。归纳起来,这些影响因素有气候、地形、时间、植物、动物等5种。

根据观察与研究的结果,道库恰耶夫指出,土壤反映了它与气候、坡度、植物、动物以及基层母质之间的复杂关系。它们之间是相互联系、相互作用的。后人把道库恰耶夫提出来的成土因素归纳为母质、气候、生物、地形和时间5种。

道库恰耶夫还特别强调,如果5种因素共同作用于一种土壤,那么气候和植物复合作用的影响程度要比母质大。他反复地把自己的观点与布申的自然分带进行比较,从整体来研究俄罗斯平原上的土壤类型,开展大范围的分析与综合。1883年,他完成了《俄国的黑钙土》的博士论文。

在上述论文中,道库恰耶夫进一步阐述了土壤形成的因素说,并根据土壤发生学对土壤进行分类,划出俄国的主要土壤带,建立土壤地带性学说,认为土壤发生、发展和分布,受到以生物为主导的各种成土因素的综合作用,因而表现出与气候带相对应的地带性现象。也就是说,土壤的形成过程、土壤性状与各种自然要素之间存在着相互关系。不论是风化类型,矿物质的迁移和转化,还是有机质的分解、合成和积累,以及物质的淋溶和淀积等,均与生物、气候条件一致。这个观点后来为前苏联的学者所继承,建立了土壤发生学派。

1885年,道库恰耶夫被聘为圣彼得堡大学的第一位地理学教授。1889年,他发表了《关于地带学说》的著作,深入地论证了土壤的地理规律性,把土壤地带性学说发展为自然地带学说,即在不同自然带上有不同的土壤类型。此外他还注意到人是影响地表变动的主要动力之一,因而提出,把自然带改造为农业区域时必须考虑人们的态度及其技术能力,应当制定合理的农业耕作制度,草原改造也应该如此。道库恰耶夫改造自然带的观点,与施吕特尔文化景观的观点颇具相似性。

道库恰耶夫还未来得及开展他的许多研究计划,就于1903年10月26日因病卒于圣彼得堡。不过,这些研究计划最后还是顺利地开展了。因为在圣彼得堡大学,他培养了许多学生,这些学生继承了他的思想。他的学生L. L. 普拉斯洛夫按照他的观点,采用百万分之一的比例尺,应用详尽的土壤调查资料,主编绘制了前苏联的土壤图。他的另一位学生N. M. 西比尔特塞夫,于1900年提出了区分地带性土壤与非地带性土壤的观点,使道库恰耶夫的观点更加精确。随后,道库恰耶夫的观点,经过他学生的努力,还应用在世界地带的研究上。

美国学者C. F. 马伯特(Curtis F. Marbut)把道库恰耶夫的学说引入美国。



在美国,道库恰耶夫的学说受到了热烈的拥护。马伯特吸收道库恰耶夫的观点,在美国对土壤开展有关的研究,首次提出了美国土壤的分类系统。H. 詹尼还用数学公式定量地描述土壤与环境之间的关系,发展了道库恰耶夫的学说。

在土壤地理学的形成与发展上,道库恰耶夫做出了开创性的贡献,不仅是土壤发生学派的创建人,也是土壤地理学的奠基人。

9 标新立异

——维达尔及其人地相关论学派

新一代地理学家的成长,大多是沿着洪堡与李特尔开拓的方向探索。他们的探索,除了在德国取得开创性的成就外,在法国也开花结果。法国新地理学的探索工作,是由保尔·维达尔·德·拉·白兰士(Paul Vidal de la Blache 1845—1918)开拓的,他标新立异,沿着人文地理学的方向,建立了人地相关论学派。



维达尔

1845年1月22日,维达尔出生在法国的佩兹纳斯。少年时,他与其他许多小孩一样,天真烂漫,有很强的求知欲,爱好各种动植物,常常向自然事物提问,同时对文学也很感兴趣。因此,他早年虽然热爱自然,却更专注于另一个自己所爱好的专业:历史与古典文学。随着年龄的增长,他独立思考能力越来越强,渐渐发现自己最爱的还是大自然,于是便转向了地理学。

中学毕业后,维达尔进入巴黎高等师范学院学习。20岁那年,他到雅典的法国考古学院学习,挖掘古希腊的地理学思想,1866年以优异的成绩毕业。大学毕业后,继续攻读,1872年获得博士学位。毕业后,维达尔一直担任地理教师。1898年,担任巴黎大学的索邦教席,这是一个学术地位极高的教席,自1809年开设以来,他开创了由地理学者担任此职位的先例。

维达尔的想法别具一格,他并不盲目地追随前人观点,人云亦云。在工作方法上,他注重实践,认为地理研究不是在案头上,而是在自然之中,要求每项研究结果都立足在野外考察上。他先后考察过意大利、希腊、土耳其、小亚细亚、叙利亚、巴基斯坦、埃及、北美等地。他把在这些地区的所见所闻,与前人的有关观



点联系起来,反复地进行比较、分析,渐渐地形成了自己的思路。

维达尔看出,在已有的人地关系论中,环境与人类的关系被歪曲了,要么主张环境决定论,要么主张环境与人类无关论。前一种主张以为环境完全决定人的生理与心理、人类分布、社会现象和社会过程。这与宿命论很相似。这样一来,人就会变得很被动,甚至连吃饭、睡觉、出门等个人生活,都首先要看看环境允许不允许,因为环境早就决定了人的生活方式。从日常经验中,我们知道,人的生活并不是这样的,我们的生活、学习、工作等都有很多的选择余地。如果一个人按照这种主张来生活和发展,那就会变得很消极。因此,这种主张未免太夸张了。

至于后一种主张,也是很片面的。试想,有谁不依赖环境提供的水、空气、食物来维持生存呢?有谁不把房子建在环境提供的土地上呢?又有谁能够不依赖他人而独自生活呢?

可见,这两种主张都错误地理解了人文地理学的含义。因此,维达尔提出,人地之间只具有可能性,即或然或可能关系。比如说,某土地可以建房子,即环境提供了建造房子的可能性,至于到底建不建房子,或建什么样的房子,这是由人来的选择的。

这样一来,自然环境只为人类提供了可能性的范围,利用什么与如何利用,取决于人类自身的选择能力。人类在创造他们居住地的时候,按照自己的需要、愿望和能力来选择这些可能性,创造属于自己的生活方式。

因此,维达尔在1899年的就职典礼上说,地理学的目的是研究地表事物之间的相关关系。在这些相关关系中,有许多因素在起作用,其中人是一个积极的主动因素,不能用环境控制人的观点来解释所有的人生现实。因为,环境虽然规定了人的活动区域,但这种规定提供的只是多种可能性,这些可能性能否变为现实,取决于人的反应、适应和选择,同时还受先前生活传统的影响。人类的生活方式不是由环境控制的,而是社会、历史和心理等多种因素共同作用的复合体。

维达尔进一步推论,要准确地把握人地关系,研究就必须在小区域上进行,因为人地关系的可能性是很多的。研究的基本方法是:详细考察小区域的协调性,分析人与其直接环境的联系,找出区域内不同的自然条件与人文形成过程的差异,归纳区域内人与环境的关系,进而为人类的发展提供更加可靠和有利的信息及服务手段。

维达尔博学多才,刻苦钻研,以自己野外考察的资料为基础,结合前人的研



究成果,综合相关的材料,将地质学、生物学等自然科学和历史学、经济学及政治学等社会科学知识融合为一体,建立起人地关系“可能论”的概念体系,公开反对地理环境决定论,在当时欧洲学术界独树一帜,在地理学中被称为“维达尔传统”。在法国,他的思想影响了整整一代人,到1921年,全国16所大学几乎全部建立了地理系,而教授地理的学者绝大多数为维达尔的学生,这些学生把老师的观点和方法传播到全国。

在维达尔的学生中,有一位叫白吕纳(Jean Brunhes 1869—1930)的,他极力主张并宣扬人地相关论,进一步标榜人地关系的或然性,认为一方面,自然环境影响人,人离不开自然环境,人适应环境;另一方面,人亦作用于自然环境,人通过对环境的作用,创造出能够有利于自身发展的环境。人地关系是互动的,由于人的积极参与,人地关系会逐渐发生改变。白吕纳的观点准确地把握了维达尔的思想,并把研究领域具体到了人类对环境的占有与利用上,重点探讨了人类在地表上的基本事实。

白吕纳创立了一种人地分类方法,这种分类方法把人文地理事实划为三纲六目:(1)地面上建设事业的非生产占有——房屋与道路(包括农村聚落、都市稠密区和交通类型)(2)动植物利用事业——耕种与畜牧(3)经济上的破坏事实——对植物与动物的滥伐、滥杀和对矿物的滥采。根据这种分类,白吕纳结合世界水体图和世界人口图这两幅图,用案例教学法,使维达尔人地相关论的概念在课堂上更易于传播。

白吕纳师从维达尔期间,除了接受老师的地理思想外,还学习了历史、自然科学、法律、财政等学科,学识渊博,1896—1912年担任瑞士弗里堡大学的地理学教授,1907年还在瑞士的洛桑开设了欧美第一个人文地理学讲座,把人地相关论的有关观点传播到国外,在欧美许多国家中产生了巨大的影响。

10 理论是开放的体系 ——工业区位论的演变

只要留意,我们都可以观察到,有的地区经济发展快,有的地区经济发展却很慢。比如,珠江三角洲地区,自20世纪80年代以来,经济发展一直很快,而西部的贵州、甘肃等,经济发展一直都很慢。这样一来,我们就会推论:经济的发展



与一定的区位相关。当然,工业发展也是如此。

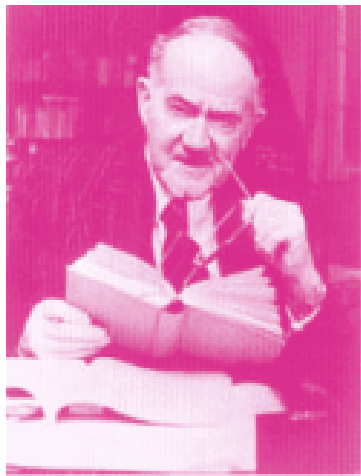
工业革命以后,为了促进经济的进一步发展,一些地理经济学家开始思考工业布局的问题,即如何在某个特定的场所,吸引更多的进驻企业,从而获得最大的利益?也就是说,如何选择最佳的工业生产活动区域?

在18世纪,R. 坎特龙和亚当·斯密在研究经济发展时,意识到了区位因素的作用,提出了运费、距离、原料等因素会对工业区的生产发生影响的观点。

1868年,德国的W. G. F. 罗舍尔发表了一篇论文,首次提出了“区位”概念。简单地说,区位就是地点或位置。一个区位如何吸引更多的企业进驻,从而获得最大的利益,仅仅依靠直观来判断,往往是不准确的,必须进行深入的探索,因为影响因素是很多的。罗舍尔分析后发现,区位最大利益的获得,受到原料、劳动力和资本三个因素的制约。其中原料就像车头,起到牵引的作用。

1882年后,德国另一位学者,叫W. 劳恩哈德,觉得光找出一些因素,进行定性的描述分析,会产生很大的误差,不能准确地把握影响区位发展的因素,因此他创建了比如运费的吨千米最小等一系列的计算公式,用数学方法来计算各种因素影响区位的数值,开辟了精确化、量化的研究方向。但是,区位作为理论,却是由韦伯提出来的。

德国经济学家A. 韦伯 Alfred Weber 1869—1958 观察工业生产活动多年。他看到,不同的工业生产区域,聚集着不同的企业,比如有的从事生产,有的从事贸易;即使在同一个生产区域内,企业的分布也不相同,如服装生产的



韦伯

企业集中在一个区域内,而炼钢的企业则集中在另一个地方。这些现象引起了他的深深思考。渐渐地,区位因子的想法在他脑海中开始形成。区位因子就是影响区位利益最大化的因素。如果找出这些因素,收集到有关的数据,计算得出各个因素影响区位的数值,然后再通过分析、归纳和综合,就可以得到一个最佳的区位,进而使工业企业的生产费用最小化,最大限度地节省开支。

根据上述构想,韦伯进行了反复的演算与推导,完成了区位理论的研究工作。1909年,他出版的《工业区位论:区位的纯粹理论》一书,标志着工业区位理论的诞生。在该著作中,韦伯把区位因子区分为两类:一是一般区位因子,适用



于所有的工业部门,如运费、劳务费等;另一是特殊区位因子,只适用于特定的工业部门,如湿度对纺织业、易腐性对食品业等。在此基础上,最后确定出三个一般的区位因子:运费、劳动费、聚散。聚集与分散。它们具有代表性。通过它们来进行理论分析,可以比较准确地确定最佳的区位。

接下来,韦伯根据区位因子来确定最优区位。确定步骤分三个阶段。第一阶段确定工业的运费吸引中心,可用运费数值画出的等值线图,即区位网络图,中心地点的运费数值最小,离中心越远,运费越高。第二阶段,以区位因子劳动费来对区位网络图进行修改,使工业生产活动从运费最低点向劳动费最低点转移。第三阶段,根据聚散因子来修改区位网络图,使工业生产活动从运费的最低点趋向集中于或分散于其他地点。

上述三个阶段可以浓缩为三个法则:运输区位法则,以运费的最低为依据,确定区位的核心;劳动区位法则,以劳动费的最低为依据,将运费最低的生产区位吸引到劳动费最低的地点;集聚(分散)区位法则,以集聚力或分散力为依据,将企业从运费最低地点引向集聚地区或分散地区。

韦伯的工业区位论是相当完整的,研究方法系统、严谨,但理论分析却是静态的,只是作抽象的、孤立的考察,容易忽略区位因子之间的联系,因而又被称为静态区位论。德国经济学家 A. 廖什最先看到了其不足,1940 年发表了《经济的空间秩序》一书,修改了韦伯的一些假定,以市场垄断代替自由竞争,以最大利润代替最低成本,提出了一个动态的模式。他认为,企业是受市场影响的,用市场圈来表示,类似于正六边形,而市场圈表现为商品的销售半径。市场圈会发生扩张与收缩,当销售市场圈扩大时,运费增高,价格上升,销售量也逐渐减少。

伊萨德也看到了韦伯理论的不足,提出了许多修改的看法,认为影响区位选择的因素还有资本、技术等。它们的作用各不相同,有的相互依存,有的可以相互代替。如资本既可以代替劳动,劳动也可以代替资本。因此,他认为比较成本分析和投入产出分析等综合分析方法,是确定工业区位选择的主要方法。

1970 年代后,行为因素被引入区位理论中,以修正韦伯原来的一些看法。内部区位因素有个人的决策爱好、兄弟企业等,在区位决定中,起到很大的作用。

韦伯之后,工业区位理论一直在不断的发展之中。现代区位理论以韦伯的理论为核心,呈现出新的特点:它是区域规划和城市规划的基础;工业布局从个别企业布局向多企业的整体布局转移;不断地吸收其他学科的理论;借助先进的科学方法和现代的手段,在研究方法上不断创新。

总之,工业区位理论是不断完善与不断发展的,它是一个开放性的体系。



11

从一定的视角来提炼理论认识

——城市地域成长的结构

走进城市,我们都会有同样的感受:城市有商店、政府的机关大院、公园、工厂、企业等。它们分别集中在不同的地段上,承载着不同的功能。据此人们可以把城市区分为不同的区域,比如行政区、商业区、文化区、工业区等。换言之,城市是有结构的。那么,城市结构又是怎样的呢?

早在两千多年前的战国时代,人们就知道城市是一种地理现象,对它进行了描述。《战国策》记载着:“今有城市之邑七十”。《周礼·考工记》描述道:“匠人营国,方九里,旁三门,国中九经,九纬,经途九轨,左祖右社,面朝后市,市朝一夫。”意思是说,这个王公的城市,大小九平方里,每边各有三个城门,城内南北、东西向的道路各有九条,南北主道宽度可以容纳九辆车通行,以王宫为中心,左边为商议朝政的殿堂,右边为祀祖的宗庙,前面为臣民朝见君王的广场,后面为商贸交易的集市,广场与集市的面积为百亩。不过,这种城市内部结构的描述,是停留在经验的层面上的,比较肤浅。

在19世纪,人们已经意识到,作为地理区域,城市的成长与人类密切相关。地理学家开始从不同的角度来解剖城市。比如拉采尔从聚落角度分析城市内人群的分布情况,赫特纳从区域的角度把城市划分为不同的地段。渐渐地,越来越多的地理学家开始对城市结构进行研究,观察和解剖分析城市结构的方法和视角也随之越来越多。这些方法和研究视角都突破了传统描述性的研究方式。

此后,越来越多的人明白,按照人们生活和生存的需求,城市形成了一些功能区域。早期的城市成长方式单一,大多是以政治、军事、经济与文化功能为核心发展起来的。在形态上,外围有坚固的城墙,用来防御外敌入侵,内部则可区分出商业贸易区、王宫贵族区等。我国唐代的长安城就是如此。

近代工业革命以后,城市化进程发展迅速,城市成长变得越来越复杂。地理学家通过对城市结构的解剖发现,城市有多个功能不同的区域,一般可分为工业区、商业区、行政区、文化区、旅游区和绿化区等。它们结合起来,使城市成为一个有机的整体。



城市的性质、规模、向心力、离心力不同,其内部结构复杂程度也不相同。在一定地域空间内,工业区、居住区和商业区对城市发展与成长所起到的作用最大。一般来说,工业区为生产活动中心,是城市形成与发展的主要动力;居住区是城市居民生活和进行社交活动的地方;商业区是城市各种经济活动,特别是商品流通和金融流通的枢纽。

20世纪以来,随着城市人口的迅速攀升,用地规模的不断扩大,城市的内部功能结构也不断分化,工业、交通、商业和住宅区的布局日益复杂。先前对城市进行结构解剖的研究方法过于简单,不足以分析说明城市成长的多样性,因而人们就提出这样一个问题:城市成长的一般模式是怎么样的?

城市成长一般模式的问题,引起了地理学家的兴趣。他们从不同的角度出发,取得了不同的研究成果。归纳起来,可以划分出三种模式:

第一种为同心圆带模式。它是由美国芝加哥大学一些社会学家,特别是 E. W. 伯吉斯,经过深入仔细的研究后,于 1925 年提出来的。他们发现,城市人口会产生 5 种分异作用力,它们分别是向心力、专业化力、分离力、离心力、向心性离心力。在这 5 种分异作用力的作用下,城市可以分异为 5 个同心圆带,其中圆心为中心商业区,由圆心向外的四个同心带分别为过渡地带、自食其力的工人居住带、较好的居住带、使用月票者居住地带。



第二种模式为扇形模式。1939 年,美国学者 H. 霍伊特发现,同心圆带模式对城市的理解过于简单,过于理想,与现实城市功能的多样性不符。实际上,城



市的成长总是从城市中心出发的。这样一来,沿着主要的交通干线或阻碍最小的路线,城市呈放射状,在道路的两侧形成功能不同的扇形,被放射线与同心圆线相互分割,形成功能不同的地域,中心商业区位于圆心,在圆心周围有不同的扇形,可以作为批发商业区、轻工业区、低级住宅区、中等住宅区和高级住宅区。

第三种模式为多核心模式。在美国芝加哥大学,有两位著名的地理学家 C. D. 哈里斯和 E. L. 厄尔曼,他们发现,前述两个模式,在城市成长的地域结构上,过于突出中心的惟一性,不能真实地反映城市成长的一般性,因为大部分 50 万人以上的美国大都市,在中心商业区、批发商业区与工业区、重工业区、住宅区和近郊区的外围,还有一些相对独立的卫星城镇。在形态结构上,每个功能区形状并不是很规则的,而是有多种形状。中心商业区虽然居于核心地位,但其他功能区在一定区域也可以构成核心。换句话说,城市的成长有多个核心。因此,城市的发展具有多元的结构。

总的来看,城市既是相对稳定的,同时又处在不断发展之中。城市在地域上表现出不同功能的分化,如果人口数量多、密度大、规模大、容量大,那么城市的内部结构和功能组合及构造形态,就会越来越复杂。面对复杂的城市发展态势,透过地域结构的视角,人们可以清晰地挖掘到它的规律,并由此获得理论性的认识。

12 抓住事物之间的联系

——施吕特尔及其景观论

1872 年 11 月 12 日,奥托·施吕特尔(Otto Schluter, 1872—1959)生于德国的威斯特伐利亚的维腾。小时候,他接受了较好的教育,但顽皮贪玩。中学毕业后,进入哈雷大学,最初学习德国语言和历史,后来对地理学产生了浓厚的兴趣,于是转学地理学,成为基尔希霍夫的门生。1895 年,转到柏林大学跟李希霍芬学习,并作了他的助教。

在大学的求学生涯中,施吕特尔与地理学大师的接触与学术交流,为他日后走上科学探索的道路奠定了坚实的基础,并因此很快就走到了地理学研究的前



施吕特尔



沿。尤其是在担任李希霍芬这位大师的助手期间,经常带领学生进行野外考察,协助老师准备地理学的教学材料,因而从老师那里学到的不仅仅是知识,更多、更重要的是严谨的治学方法和学术思想。

1905年,李希霍芬去世后,施吕特尔开始整理自己的学术观点。1906年,他到慕尼黑大学任教。这时候,赫特纳的区域研究体系正在学术界兴起。和其他许多学者一样,他对此特别关注,觉得按以前的方法来确定地理学,在研究模式上容易走向僵化,其中最突出的表现就是过于偏重一个地区的自然现象意义,把所有相关事物都集中在自然现象中,而其中许多重要的人文因素,比如人口密度和经济的联系,经济与交通的联系,以及所有这些因素与政治的联系,都被忽略了。但是,赫特纳的研究方法论容易把所观察到的事物之间的相互关系作静态分析,而忽视这些相互关系随时间流逝而不断地发生变化的情况。

经过与当时许多地理学者的讨论,尤其是与老师的交流和探讨,一个基本看法逐渐形成,这就是:必须把先后顺序的观点引进地理学的研究工作中,因为只有考察一个地区过去的地理情况,以及它的发生和变化过程,才能把握这一地区的本来面目。因此,1906年,在慕尼黑大学就职演说上,他强调指出,认识一个地区事物的相互关系,应当集中在它的全景中,注意事物之间的同一性,这可以用景观的概念来理解与把握,即把景观引入地理学的研究中。

在地理研究中应用景观的想法,早在1885年,一位叫J. 温默(J. Wimmer)的德国学者在《历史的景观学》一书中就提出来了,不过当时还不为人们所重视。经过施吕特尔的提倡与研究,景观才成为地理学的概念,并被广泛地应用于分析地理现象。

与赫特纳相比,施吕特尔也观察到了地理区域的多样性。他们都把这种多样性称为“区域差异”,即地表上存在着不同的地区类型,它们的性质在一定边界内显示出一致性,而在边界外却存在着极大的差异。为什么会如此呢?当时许多地理学家都试图对这个疑问进行解答,其中赫特纳独树一帜,主张运用区域研究的方法,立足于地表的自然基础,强调一个区域的面貌应当反映自然基础,注重区域差异性,并由此创立了区域地理研究的模式,但却忽略了区域内的同一性。

施吕特尔针对赫特纳的不足,从区域内不同事物的相互关系,即事物之间的同一性来立论,引入景观的概念,开辟了一个地理学研究的新方向。沿着这个方向,形成了地理学研究的景观学派,使景观成为地理学的独立研究对象。由于施吕特尔的努力,后人尊他为这个学派的创始人之一,成为德国的地理学大师,



著名的人文地理学家。

景观概念在引入之前,原泛指自然景色。施吕特尔将其引入地理学中以后,赋予了它新的综合的地理含义。它是由自然风光、田野、建筑、城市、交通工具与道路、人物等构成的综合体。地表任何一个区域或地段,只要在发生上有相对一致性,或形态结构上具有同一性,它就是景观。因而景观有大有小,大的可以为自然区,小的可以是小地段。

为了使景观的概念普及开来,施吕特尔还想到必须提供一套研究方法,因而他针对赫特纳在研究方法上的缺陷,从景观变迁的过程出发,把历史地理学的研究方法引入景观的研究,对景观作历史的分析。

由于景观处在不断地变迁的过程中,因此他提出了景观有自然景观与文化景观的区别。未经人类活动影响的景观,称为自然(原始)景观;文化景观是从自然景观演变而来的,自然景观经过人类活动影响后,就会转变为文化景观。文化景观可以进一步区分为可动的与不可动的。可动的形态指人以及随着人移动的货物等,不可动的形态是通过文化作用于景观的全部效果来反映,比如道路及其形式等。

因此,施吕特尔认为,历史分析方法就是对景观的演变进行研究,首先区分出自然景观,然后再探索自然景观变为文化景观的过程。因而,探索这些变化过程,就成为地理学的主要任务。

1911年起,施吕特尔受聘担任哈雷大学的教授,地理学系主任,于1938年退休,但实际领导工作持续到1951年。在此期间,他拟定了一个重大的研究计划,研究的问题是中欧原始景观的重建。研究结果显示,这个地区的主要新文化迁移运动,大约始于公元500年。根据地名考证,查阅古希腊和古罗马地理学者所写的文献,他重建了公元500年时的林地和空地模式,并追溯了这个地区创立文化景观的移植过程,撰写了《早期中欧聚落区域》一书,共3卷,在他逝世后于1952年发表。



第四篇

荆棘求真路上的胆识

1 向神学教条挑战

——哥白尼及其日心学说



哥白尼

在哥白尼(Nicolaus Copernicus 1473—1543)提出日心学说之前,中世纪的欧洲是十分黑暗的,神学教条统治着人类的思想,科学被看做是神学的婢女。人类正确地认识自然的科学思想,不是被歪曲,就是被扼杀。谁敢怀疑教会的权威,敢于提出新的观点,谁就会受到教会的残酷迫害,许多科学家为此付出了宝贵的生命。但是,“野火烧不尽,春风吹又生”,不管教会怎样迫害,探索科学、追求真理的有志之士还是层出不穷。这种敢于坚持科学、坚持真理、反对宗教权威的科学精神传统代代相传。到了近代,哥白尼不仅继承了这个传统,而且还轰轰烈烈地把它发扬光大,提出日心学说来向教会的权威宣战,曾被宗教扼杀了的科学从此走上了独立发展的道路,并对人类社会的发展产生了极其深远的影响。

1473年2月19日,哥白尼出生于波兰西部维斯瓦河畔托伦城一个商人的家庭。父亲因经商而致富,曾任托伦市市长;母亲是该市一个议员的女儿,美丽



贤惠。哥白尼有4个兄弟姐妹,他在家中最小。10岁那年,父亲不幸去世,兄弟姐妹们就只好寄托在舅父瓦兹洛德家里。舅父是波兰埃尔门兰德地区的主教,思想开明,知识渊博,这使哥白尼从小就得到了良好的熏陶,对知识产生了浓厚的兴趣。不过,舅父对哥白尼没有很大的奢望,只希望他将来能成为一名神父,以便有稳定的经济来源和较高的社会地位。

1491年,18岁的哥白尼从中学毕业后,来到首都克拉科夫,进入雅盖隆大学。在大学里,他刻苦学习各种知识,除了传统的哲学外,还选学了天文学和数学,并与那里的天文学家交往密切。1496年,舅父送他到意大利留学,那时的意大利正是欧洲文艺复兴的中心。哥白尼先进入波隆那大学,以学教会法的名义,学习数学、天文学和希腊文,还经常给一些学生讲授数学。在那里,他学会并开始进行天文观测。1500年11月6日,他对发生在当天的月食进行了详细的观测。此后,他进入柏杜瓦大学学医。1503年,他获得费拉拉大学教会法的博士学位。1506年,他按舅父的意愿回到故乡,做了一名神职人员。

意大利留学的10年铸造了他一生最大的思想宝库,其中影响最深的是在波隆那大学求学期间,与诺瓦拉(Novara 1454—1504)的密切交往。诺瓦拉是文艺复兴时的著名学者和领导人之一,既是数学家,又是天文学家,知识渊博,思想丰富。他们经常一起讨论各种问题,有时一直讨论至深夜,哥白尼从中深受启发,诺瓦拉也发现他的这个学生很有思想,所以尊称他为助手和朋友。在他们的讨论中,谈得最多的是天文学。他们发觉当时流行的托勒密“地心说”有许多疑点,不仅太过繁琐,而且也不符合和谐的思想。尤其是新航线开辟以后,按这个学说来观察天文现象和确定经纬度时经常会出现错误,所以他萌发了以太阳为中心的想法。

哥白尼深知,要推翻被教会神化了的地心学说,光有想法还是远远不够的,必须把它建立在仔细的观测与严密的论证上。否则,稍有不慎,就会招致杀身之祸。因此,在回国后,他利用担任舅父的医生兼秘书之便,一面行医,一面在业余时间坚持天文观测。1512年舅父去世后,他转到弗洛恩堡大教堂任职。这个教堂坐落在一座山上,具有很独特的天文观测条件,哥白尼利用西北角的一个观望楼作为自己的宿舍,用自制观测仪器,建立起了一座小小的观测台,开始进行坚持不懈的观察。

每当夜晚晴朗的时候,哥白尼就把目光投向广阔而宁静的天空,看到夜空繁星点点,便激动不已,思想也不断地随着行星的运转而遨游。他发现行星运行的变化时快时慢,时远时近,却又与月亮围绕地球运行的情况不一样。这些事实



的差异与不同,用地心说来解释,过于牵强附会。究其原因,主要是因为地心学说只相信日常经验的直观推理,而没有深入到感觉之后,进行合理的逻辑分析。但是,利用日心说却能很好地解释这些现象。这就像人们在乘船时所观察到的现象一样:人们在船中有时看到岸边的景物不断往后移,而不是感觉到船在动。同样,人类生活在地球上就好比乘船,我们看到太阳从东边升起,从西边落下,就以为太阳围绕地球转,这其实是一种错觉,实际上太阳并没有动,是地球在围绕太阳转。

随着观察的事实越来越多,地心学说不能解释的事实也就越来越多,因此在不断观测的基础上,哥白尼进一步查阅有关资料,以严谨的治学态度,把收集到的各种材料按照日心学说重新整理,并于1514年5月撰写出《天体运行论》的手稿。手稿写成后,哥白尼先给朋友们传阅,他们都十分赞同哥白尼的观点,并提出了许多修改意见。根据这些建议,哥白尼又花费了将近5年的时间进行反复的修改和完善。

作为一名神职人员,哥白尼十分清楚,日心学说击中了教条的要害,虽然《天体运行论》经过了反复多次的修改,已经相当完善,但对它的出版仍然感到很犹豫和矛盾,因为如果出版,那么相关的人肯定会受到教会的迫害。倒是他的学生与朋友忍耐不住,经常敦促他赶快出版,因此哥白尼经常给他们做说服工作,晓明其中的利害关系。这一拖就拖了30年。在将近70岁高龄的时候,哥白尼才答应由他的学生芮迪卡斯负责,拿到德国出版。经过许多艰难曲折,1543年5月24日,刚出版的《天体运行论》送到了哥白尼的手中。不过,这时的哥白尼已经双目失明,他用双手抚摸此书,无比欣慰地说:“我总算在临终时推动了地球。”两天后,这位伟大的天文学家就去世了。

在《天体运行论》中,哥白尼表述了一个以太阳为中心的天体运行的同心圆模型。其基本观点包括(1)太阳是宇宙的中心(2)地球是运动的,它有公转和自转(3)月亮围绕地球转动,它是地球的卫星(4)按当时发现的6大行星的排列顺序,离太阳由近到远分别是水星、金星、地球、火星、木星和土星,它们公转的周期分别是80天、9个月、1年、2年、12年、30年(5)恒星静止不动,在离太阳最遥远的星空上。

为了使此书的观点得到教会的认可,不至于有人被迫害,哥白尼在序言中以极其谦恭的态度写了一段颂扬教皇保罗三世的赞美词,以博得教皇的欢心,同时许多有关日心学说的观点也说得委婉巧妙。此举可谓用心良苦。的确,教皇等许多教会人士,一开始还不太注意此书的观点。但没过几年,他们终于发现,



这些观点实际上与神学的许多教条和教义不一致,具有反教会权威的科学精神。如果这些观点成立,那么神学的教条就得改,这对于他们所认为的全能的上帝来说,是绝对不允许的。因此,《天体运行论》很快就被教会列为禁书,不许人们阅读和传播。

虽然教会对传播此学说观点的人横加迫害,例如,布鲁诺被活活烧死在罗马的鲜花广场上,伽利略则被教会监禁,宗教裁判所要他放弃地动的观点,但是,正确的科学思想却是阻挡不了的,哥白尼反对神学教条、反对权威的科学精神,深深地影响了一代又一代的人们。正如恩格斯所指出的,自从哥白尼发表日心学说以来,“自然科学便开始从神学中解放出来,”科学的发展从此大踏步地前进。”日心学说的提出被看做科学发展史上的一次重大革命。

2

在僵化的自然观上打开一个缺口

——康德—拉普拉斯的星云假说

哥白尼拉开科学发展的序幕之后,经过第谷的观测和开普勒的总结归纳,人们终于认识到,在天体运行的背后,隐藏着更深层的规律。这大大激发了人们探索星空的兴趣与信心,天文学因此大踏步地前进。与此同时,伽利略通过设计实验来观察地上物体的运动,也获得了许多极为深刻的认识。这两种在许多人看来毫不相关的运动形式,恰好被牛顿洞察到了其中的奥秘,并把它们统一了起来,创立了牛顿力学,从而实现了人类有史以来的第一次科学大综合。整个人类都为牛顿所取得的成就而欢呼不已,并以牛顿力学为典范,去开辟新的领域,科学因此获得了飞速的发展。

可是,与此同时,人们的思想却渐渐走向僵化,习惯于对事物进行还原分割、分门别类地研究,机械地解释事物的运动,形成了一种僵化的自然观,以为事物原来如此,而且还将永远如此。更为糟糕的是,牛顿在无法科学地解释力的来源时,提出了“第一推动者”的观点,把上帝请进了科学的殿堂,使人们以为是上帝首先把事物推动起来的。当人们都陶醉在这种僵化的自然观中的时候,康德



康德



(Immanuel Kant 1724—1804)首先觉察到了其中的不足,并打开了第一个缺口。

1724年康德出生在德国哥尼斯堡,是一位马具师的儿子。他从小就勤奋好学,善于思考,受到了良好的教育。在很年轻时,他几乎熟悉了自然科学各门学科的发展现状,学识相当渊博。康德的一生都是在普鲁士哥尼斯小城度过的,既当学生,又做教师和学者。他养成了良好的学习和生活习惯。在他散步的小路上,经过住户门口时的时间准确到可以校对钟表。1746—1755年,他先后作了几户人家的私人教师。1755年,他被聘为哥尼斯堡大学的讲师,讲授自然科学。

康德把他头顶上的星空,看做是人生追求的两个最崇高目标之一。这种想法源于他上学读书的时候。随着年龄的增加,他对这个目标的理解也随之深刻,后来越来越认识到,他为之不懈奋斗的人生追求,就是认识这个崇高目标所表现出来的各种现象,以及存在于这些现象之后的规律性。因此,他最初的研究就是从天体开始的。

康德与一般科学家不同之处在于他是一个伟大的哲学家,他毕生致力于知识来源与形成的探索。在他看来,人类具有思考的能力,可以帮助人们去追求并达到事物表面之后深藏不露的规律性。因此,他虽然拥有丰富的自然科学知识,但对问题的理解与回答却是以哲学为视角的。哲学视角的特点在于深究问题的来源与基础。这样一来,他对天体运行秩序的探索,不仅想要知到其现状,更想知道现状的由来,因而提出了星云假说。

星云假说虽然以哲学为视角,但所用的知识却大多是代表当时最高水平的牛顿力学。与牛顿力学的不同之处在于,康德认识到原始星云除有引力的作用外,还有一个重要的斥力。吸力和斥力是一对矛盾,它们之间既相互区别,又相互联系和相互作用,使得天体不断演化和发展。根据这个观点,他详细地描述了原始星云逐渐形成太阳系的过程。

康德认为,太阳系最初只是一团星云,称为原始星云。原始星云由一些极其细小的微粒构成。在引力的作用下,原始星云中密度大的微粒把密度小的微粒吸引过去,逐渐形成一些引力中心。引力中心又陆续把周围的微粒吸引过去。这样持续下去,最大的引力中心形成了太阳,而其他引力中心则形成了行星。与此同时,在斥力的作用下,凝聚起来的引力中心使天体发生旋转运动,旋转运动逐渐集中在一个平面上,垂直于它们的转轴。这样,就最终形成了行星绕太阳运转的天体系统。它是一个有规则的圆盘状结构。

康德用同样的描述,还说明了彗星、卫星、土星环和太阳周围黄道光等的形成过程,论证了它们的天体系统及其内部结构情况。接着,他还把太阳系的形成



过程推广到恒星系统,用吸引与排斥来说明整个天体的起源。

星云假说还包含着这样一些思想:一方面,原始星云逐渐生成星体;另一方面,生成的星体又解体,变成星云,即每个星体都是有生有灭的过程。在整个宇宙中,有的天体正在生成,而有的天体则正在走向毁灭。宇宙就是这样,始终处在永恒循环的生死成灭之中。这个生死成灭的过程,就像古希腊神话中的“不死鸟”,即“火凤凰”,它自焚,然后又从它自焚的灰烬中重生。

康德的星云假说,把宇宙天体看做一个发展变化的过程。在这个变化过程中,事物运动之间是相互联系的,即事物是普遍联系与发展的。星云假说闪烁着辩证法的光辉思想,被恩格斯认为在“僵化的自然观上打开第一个缺口”。在星云假说中,天体依赖其自身的运动变化而得到说明,具有内在的规律性,它既不需要宗教所说的上帝,也不需要牛顿假想的“第一推动者”,从而使天文学的发展进入了一个新的阶段。

康德的星云假说发表在1755年出版的《宇宙发展史概论》一书中。可是,由于思想超前并带有较多的哲学思考,因此许多人并不了解它的伟大意义。因此,此书的观点未能立即传播开来,不仅没有能给出版商带来预期的利润,而且还直接导致了出版商的破产。直至1796年,法国天文学家拉普拉斯(Pierre Simon Laplace 1749—1827)提出相类似的星云假说后,人们才想起康德的那本著作,可是时光已经流逝了41年。

与康德星云假说不同,拉普拉斯用更为科学的语言来论证天体的演化过程,而且其中还省去了斥力这个假定。后人为了纪念康德与拉普拉斯在天文学上的贡献,将他们的假说合称“康德—拉普拉斯星云假说”。



真理是我的目标

——莫里及其大气循环系统

与许多科学家不同,马修·方丹·莫里(Matthew Fontaine Maury 1806—1873),从来就没有接受过正规的教育,他所取得的一切科学成就都是刻苦努力、勤奋自学的结果。也正因为如此,他经常受到一些人的刁难。他们以这样或那样的方式指责莫里,错误地以为莫里缺乏进行科学研究的基本常识。可是,莫里的胸襟极其宽广,从来就不与他们计较。他写道:“我不和任何理论纠缠,我也



莫里

不宣传任何特殊党派的主义,真理是我的目标。”

莫里出生在美国的弗吉尼亚州,出生后不久,父母就把他带到田纳西州的一个偏僻的农村。在那里,他度过了童年的时光。青年时期,他曾在美国海军军官学校学习,并在文森斯号战舰上服役,这是美国第一艘作环球航行的军舰。跟着它作环球旅行,一路上莫里观看到了许多陆地和大海的美景,并深深地为这些美景所吸引,时时期盼着能看到远方的各种事物。渐渐地,莫里积累起了许多有关气象的经验和知识,并由此培养了对自然的崇敬之情,有了对知识的追求和永不满足的好奇心。

与一般从事学术研究的学者不同,莫里并没有接受过正规的教育。这使他更专注于自己所从事的工作。他十分热爱自己的工作,对工作倾注了极大的热情。出于工作上的要求,莫里十分留意海洋的气候问题。在环球旅行之后,莫里对海洋气候的变化产生了初步的想法,但苦于缺乏有关资料,因此,在完成日常的军务后,他多方收集资料。由于工作极其出色,熟识业务,对海洋气候有比较深刻的认识,在1839年被任命为航海地图和航海仪器仓库主任,负责海军的有关资料收集和管理的工作。这个工作使他对海洋的好奇心得到了极大的满足。

莫里知道,已有的航线多是航海探险以后陆续开辟出来的,至于这些航线是不是最佳的,人们还不清楚。于是,他就产生了利用战舰来收集所需资料的想法。他设计了一种新表格,用以取代旧的航海日志。舰长可以在表格上填上风向、海流和海洋其他方面的许多情况,而且每次记录都要标明所在位置的经纬度。航海日志送回华盛顿后,莫里把记录下来的数据标记在地图上,编制出一幅数据资料详细的航海图。

后来,莫里又研制了一种测量海洋深度的新仪器。这个仪器同样配备到战舰上,在战舰走过的路线,测定出有关的数据,也记录在航海日志上。依据探测到的数据,他绘制出了世界上第一幅北大西洋的海底地图。

航海图和海底图揭示了海洋气候变化的基本规律。它们就是莫里的航海指南。以此为依据,可以选择到最佳的航海路线。按照选择出来的最佳航线航海,航程可以大大地缩短,比如,从纽约到里约热内卢的航程可以缩短10天,从纽约到旧金山的平均航程提前28天。莫里每次都选出最佳的航线向舰长推荐。舰



长多次采纳他的建议,每次航行都大大地缩短了航程。因此,从缩短航程的意义上说,莫里的航海指南,与设计新的航海工具及以新的船身来提高速度一样,具有同等的重要性。

作为一名充满着好奇心的自学成才者,莫里的研究并不停留在数据收集的层面上。因为,数据收集是低层次的工作,得出来的认识大多是肤浅的。因此,必须深入下去,才能提高认识。这样一来,他就把收集到的有关数据再作处理,进而编制出地球表面风系概要图,并结合纬度来划分风带。在风系概要图中,他作了一些理想化处理,即不考虑暂时与局部因素的干扰,采用平均的或盛行的风向来表示风带。这个图就是莫里的大气环流模式。

在莫里的大气环流模式中,赤道为静风区,称为赤道无风带;赤道两侧直至30度纬线为信风带,在北半球盛行东北风,在南半球盛行东南风;在南北半球30度的纬线为中纬度静风区,称为回归线无风带;在南北半球的30~60度纬线之间为西风盛行带;在两极为静风区。

莫里大气环流模式所区分出来的不同风带,与传统观念中的温带、热带和寒带十分吻合,因此人们乐于接受他的模式,并采纳编进美国中学的统编教材中。在相当长的时期里,这是美国中学生理解大气环流的基本模式。

在绘制出这个模式之后,莫里立即着手阐述其中的含义,进而推论出解释性的结论。例如,秘鲁的沿海沙漠位于东南信风带内,根据大气环流变化,可用安第斯山背风坡的下沉气流来解释。

在完成这些工作后,莫里觉得这样还是不够,想进一步完善这个大气环流模式,继续他追求真理的目标。他这样写道:“当我在任何时候提出的对某些事实的解释不能满足于进一步发展,即一旦有人认为它可以说明新的,也同样能说明老一套的事实时,就立刻被抛弃了。在每一种情况下,人们总是宁要能符合于最大多数的已知事实的理论的。”

为此,莫里积极谋求国际合作,以便收集更多有关风向和海流的数据,因此他赞同英国一位科学家的倡议,召开以各主要海洋国家为主的国际合作会议。这个努力到1853年才有了结果,会议在布鲁塞尔召开,与会者同意在海上开展合作观察。这样一来,他得到了更多的资料。

莫里的出色工作,扩大了海洋气象和水文工作在海军中的影响,使海军将士们渐渐认识到科学地掌握海洋气象和水文情况的重要性。因此,他所负责的机构不断地扩充人员,研究分工逐渐分化,进而发展成为美国海军气象台和水文局。



根据海洋气象和水文的工作经验,莫里还向美国政府进言,提出建立国家气象局,创建一个陆地的气象观察系统,把大气观测系统由海洋扩展到陆地。这是一件不容易做到的事,因为当时人们并不懂得此项工作的重要性。为了争取民众的支持,莫里请假到各地旅行,发表演讲,呼吁民众支持此项计划。

可是,他建议的计划却与另一位地理学家亨利建立气象网站的想法相冲突。亨利是史密森研究院的院长。为了实现自己的想法,尽管莫里一再声称他们的计划并不冲突,但他始终反对莫里的计划,坚持认为莫里没有领导这项工作的资格或利用其成果的权利,带领一些人指责莫里,打心眼里就瞧不起莫里。但这些指责是以人身攻击为前提的,这就是本文一开始就已提到过的内容。在莫里离开此项计划后,1870年美国国家气象局还是成立了。

莫里还得到过洪堡的帮助,洪堡建议他去建立一个新的学术领域:海洋自然地理学。可是在南北战争发生后,出于对家乡的眷恋与忠诚,他辞去了职务,返回家乡弗吉尼亚州,帮助那里的人寻找出路,因而未能实现洪堡的想法。

作为一个自学成才的科学家,莫里的执著追求、热情献身、心怀开阔的科学精神,使他获得了丰富的知识与经验。这些知识与经验完全弥补了他的不足,使他成为科学大道上的一位成功探索者。



上天下海冒奇险

——皮卡尔的高空及海底探索生涯

皮卡尔(Auguste Piccarl, 1884—1962) 1884年1月28日出生在瑞士巴塞尔,是一对双胞胎中的一个。父亲当时为瑞士巴塞尔大学化学系主任。小时候,他受到了良好的教育,向往高空探险。大学期间,他在苏黎世大学学习机械工程学。在那里,他还与爱因斯坦合作设计过电学测量仪。1922年,他受聘为比利时布鲁塞尔工业大学的教授,并在此一直工作到1954年退休。

青少年时代,皮卡尔对宇宙射线和高空大气中的电离层很感兴趣。他有一个愿望,希望能够飞上高空,亲自探测高空的大气。自从蒙格飞兄弟发明气球以来,人们对气球不断地进行改进,气球升空的高度也因此越来越高,升空世界纪录接二连三地被打破。

气球发明后,很快就被应用于探测大气,成为高空大气探测的主要工具。气



球虽然经过了多次改进,但越往高空,探测越不方便,因为它是非密封式的。气球有一个吊篮,人在吊篮中观测大气。进入高空以后,大气变得越来越稀少,越往高空,人的呼吸就越困难。因此,出于对生命的考虑,气球升空的高度是极其有限的。后来,有一位叫泰塞伦·德波尔的科学家对气球进行了改进,在气球上安装观测仪器,但却载不了人。

皮卡尔经过仔细的考查,发现采用已有的气球进行高空探测,要么不能载人,要么上升的高度太低。针对这些不足,他应用金属材料来制造气球,把吊篮制成可以载人的密封舱。在密封舱内,人既十分舒适,又能对舱外的大气进行观测。

1931年5月28日,皮卡尔研制出世界上第一个密封舱气球。他与一位叫巴尔·基贝尔的同伴一起,在德国的奥格斯堡乘坐这个气球起飞,飞行历时18小时,升到51 775英尺 约15 781米的高空,比此前人们所达到的最高高度还要高出一倍。这次航行标志着人类首次穿越了平流层。1932年,皮卡尔带着儿子,与他的孪生兄弟一起,在美国完成了另一次气球飞行,这次飞行比上一次飞行稍高一点,创造了新的世界记录。

皮卡尔的研制工作具有开创性,他的思路启发了后人。后来,人们采用一种新型的塑料来制造气球。这种塑料既轻又能防止氢的渗漏,使高空大气观测取得了更加显著的效果。1935年,美国的“探险者”Ⅱ号气球就是如此,它上升到72 395英尺 约22 066米。在20世纪60年代,载人气球飞行高度达到了101 000英尺 约30 785米。

皮卡尔终止高空大气探测前,总共进行了27次飞行。这些高空的探测,基本上达到了他的愿望。一次偶然的的机会,皮卡尔改变了努力方向,开始转向研究海洋深潜器。

1933年,在芝加哥举办的“进步世纪”世界博览会上,皮卡尔展出的气球与毕比的深潜器放在相邻的展台上,这正好提供了一个让他们相识的机会。皮卡尔从毕比的工作中受到很大的启发,于是便打算研制深潜器。

为了设计更合理、更可靠的深潜器,他对已有的深潜器进行了全面的考察,发现它们有一个共同的缺陷:深潜器必须与又粗又重的钢绳相连接,而钢绳又



皮卡尔



连接到水面的母船上,在观测作业时,受此影响很大,无法自由行动。

针对深潜器的不足,在20世纪30年代末,皮卡尔根据研制气球的经验,设计出了一种新型的深潜器。它没有钢绳,可以在深海里行驶,其形状类似于飞艇。深潜器的上部有一个盛有汽油的浮洞,可以为深潜器提供浮力,深潜器的下部为一个钢制成的球壳。深潜器可以自由地进行调节,要使深潜器下沉,让海水进入浮洞中的一对水箱即可。

正当一切准备工作就绪,即将开始制造深潜器时,第二次世界大战爆发了,这使皮卡尔的深海探险梦不得不中断。这未完成的工作一搁就是几年。但是,皮卡尔却从未放弃自己的目标。

战争结束后,皮卡尔又投入到紧张的工作中。依赖丰富的经验,他进行了多次试验研制,最终决定在法国和意大利建造两艘深潜器,分别为“弗恩斯—3”和“的里雅斯特”号。其中第一艘深潜器“弗恩斯—3”,1946年开始建造,1948年完成,后来卖给法国。经过仔细的检验后,这艘深潜器于1954年下海,由两名法国军官驾驶,在非洲沿岸的地中海下潜到13 287英尺,约4 050米,这个深度为25年前毕比潜海深度的4倍以上。

第二艘深潜器“的里雅斯特”号,在1948年被美国海军订购,当“的里雅斯特”号建成时,已经是1953年,而此时皮卡尔已经69岁了。尽管他深知到达海底最深处的时刻很快就会到来,但是年龄不饶人,自己无法亲历这个伟大的时刻了。为了让深海探险后继有人,他把自己的经验与知识传授给儿子,让儿子来继承他这个伟大的科学探索事业。同年9月下旬,父子俩乘坐自己设计的深潜器在地中海下潜到海底,历时63分钟。

1960年1月23日,两名深潜员:小皮卡尔和沃尔什,乘坐“的里雅斯特”号,下潜马里亚纳海沟,到达了海底的最深处,此海沟位于马里亚纳群岛中关岛的西南方354千米处,这里是太平洋中的最深处,过去认为它为10 240米,而他们测定的结果为10 912米。这是人类直接进入深海探险的历史中,最为重要、最为精彩的时刻。

此时,皮卡尔已经76岁高龄,虽然没能亲眼目睹这个伟大时刻,但听到这个成功的消息后,他激动得流下了热泪,因为他的事业终于后继有人了。此后,深海探测迅速发展起来,更多不同功能的深潜器被研制出来,用于科学研究、生产建设等。



5

耗尽家财为科学

——洪堡 新地理学的奠基人

1859年5月6日,德国一位伟大的科学家在柏林逝世,全国为他召开追悼会,举行国葬,整个欧洲学术界对他的逝世深感痛惜。这位伟大的科学家就是洪堡。他把一生奉献给了科学事业,以高尚的精神和执著的追求,确立了科学地理学,开拓了许多新的研究领域,赢得了人民的尊敬与爱戴。

1769年9月14日,洪堡(Alexander von Humboldt 1769—1859)生于德国柏林,父亲是一位军官,但在他10岁时就去世了,他与哥哥都是由母亲带大的。少年时,家中有较好的社会背景,这使他得到了良好的教育,并由此打下了比较坚实的知识基础。但是,当时他对科学并不感兴趣,只希望将来能够在军队中谋职,他母亲不赞成他的想法,希望他学习经济,以便将来能找到一个好的职业,有稳定的经济收入,过上好的生活。然而,随着他接触课外的东西越来越多,渐渐地他改变了想法,变得越来越好奇,对科学尤其是植物学特别感兴趣。

洪堡最初在法兰克福一个规模较小的大学里读书,但遭到了母亲的强烈反对,因而不久他就转到柏林大学,学习工厂管理。在这段时间里,他的希腊文知识有了较大的提高,并开始学习植物学。1789年,洪堡进入哥廷根大学读书,学习物理学、语言学和考古学。这时候,正好有一位叫乔治·福斯特的船员,刚从库克船长的船队作环球探险回来,在学校里作了一个专题演讲,演讲的内容深深地吸引着他。1790年,他们结伴沿莱茵河步行到荷兰,然后再乘船到英国,进行了他一生中的第一次旅行。这次旅途不长,却让他结识了不少科学界人士,提高了观察事物的能力,学会了从观察的事物中提问及解决问题的方法,进而使他对地理学产生了浓厚的兴趣。



洪堡

旅行归来后,洪堡进入弗赖堡矿业学院学习。这个学院有一位叫维尔纳的著名学者,他创立了“水成论”学派。洪堡上了物理、化学、地质和采矿等课程,并



接受了“水成论”的基本观点。1792年毕业后,洪堡下决心要当一名地质学家,因此,他找了一份地质调查工作,在普鲁士的弗朗科尼亚的矿区担任检查员。他工作十分出色,很快就被提升为主任。在此期间,洪堡善于观察事物的能力得到了充分的展现,他对矿区的矿物、岩石进行了仔细的考察,做了一些植物生长的试验,并取得了一些成果。依据这些研究成果,1793年他撰写并发表了第一篇科学论文。他还抽空重做了伽伏尼的肌肉与神经电流实验,几乎发明了电池。可这还是不能满足他的好奇心,他想去周游世界,亲眼看一看世界的样子。接着,他又作了一次短暂的旅行,先后到了巴伐利亚、奥地利、瑞士和意大利。

1796年,洪堡的母亲去世,他继承了母亲的遗产。这是一笔数目不小的遗产,使他不必再以工作来谋生。因此,1797年,他辞去公职,筹划世界旅行的计划。他的计划并不是简单的旅行,而是要进行野外考察。所以,在考察之前,他作了许多准备工作,到巴黎收集有关的观察仪器,包括气压表、六分仪、气温表、温度计、望远镜、天文钟、静电计、比重仪、指南针、天蓝计等,还学会了如何使用它们。在做准备工作的两年里,他曾有几次外出考察的机会,但都失之交臂。后来,他得到西班牙政府准许和资助,访问美洲的西班牙属地。1799年,他与法国的植物学家埃梅·邦普兰(Aime Bonpland 1773—1858)一起扬帆出海,登上了为期五年的美洲大陆的考察旅程。

他们俩的旅行既包含科学考察又包含探险。他们首先到委内瑞拉,对巴伦西亚盆地进行考察。洪堡用直接观察到的事实解释并证实盆地中心巴伦西亚湖缩小的原因,认为它是农业过度开发和森林破坏所造成的。1800年,他们沿奥里诺科河航行,行程2 776千米,经受了艰苦的考验。他们以香蕉和鱼为主食,经常遭到蚊虫叮咬,受到毒蛇、食人鱼和鳄鱼的侵袭,同行的许多人都患了热病,但他们毫不畏惧,沿途测定了各地的经纬度,对无人居住的森林进行了测绘,证实了它与亚马逊河水系相连,同时还收集了许多植物标本。

1801年,他们俩沿哥伦比亚、厄瓜多尔和秘鲁的安第斯山脉进行探险,洪堡首次用气压表测定高度,用温度计测定温度,并测定每一个观察点的经纬度,对热带山区的高度、气温、植物和农业进行了首创性的科学论述;他考察了厄瓜多尔的许多火山,深入活火山口收集标本,注意到了火山的直线型分布,沿火山走向似乎有一地裂缝;他研究火山的性质,通过对岩石的仔细观察,否定了维尔纳的水成论;他攀登上厄瓜多尔的一个高山峰,海拔高度5 800余米,创下了当时的登山世界纪录,同时还记录下了高山病的症状。

这次探险最后到达了利马,他测定了此处的经度,校正了天文钟,沿秘鲁海



岸研究了鸟粪的化学性质。在一次航海中,他测量了海水的温度,描述了海水的运动,发现了秘鲁沿海从海底向上涌的海流,此海流后来曾被称为洪堡流,即秘鲁海流。在这里,他还观察了一次密集的流星雨。他的流星雨观测报告后来引起了人们的极大兴趣,为后继的学者研究此问题提供了基础。

1803年3月,他们俩到达墨西哥,收集了这个地区人口、生产与贸易的资料,测量了走过路线的高度,测定了经纬度,并开始思考这里的人地关系问题。

1804年,他们俩返程,回到古巴,对所收集到的大量标本作保存处理,并对笔记和图画进行复制,装箱运回欧洲,返程途中还到美国作了短期访问,并与美国总统结为亲密的朋友。

返回欧洲后,洪堡定居巴黎,专心致志地整理科学考察的资料,并撰写出《新大陆热带地区旅行记》一书。该书共30卷,附图1425幅。全书贯穿着他科学探索的精神,其目的在于唤醒人们热爱科学真理,让那些已经接受了教育的人们更热衷于科学探索。在书中,他对自己的亲身经历与磨难只作轻淡的描写。根据考察的科学资料,他探讨了地球表面各种现象之间的相互关系,论述了资源与矿产、人口与政治的相关性,部分内容还上升到理论的高度,并以翔实的事实来证实所作的解释,还提出了开掘巴拿马运河的建议。该书堪称世界上第一部区域地理专著,开创了地理科学研究重实践、重科学考察的新风尚,成为科学地理学的重要标志。该书出版后,在社会上引起了极大反响,被翻译成多种语言,影响了后来的许多学者,比如达尔文就曾反复阅读该书,称此著作影响了他的一生。

在巴黎定居期间,洪堡还从地理学的研究角度抨击古巴的奴隶制度,拟定了一个取消这种制度的方案。这个方案既不伤害人民,也不破坏经济发展,表现出了一个科学家所具有的社会责任感。同时,他还创办了国际地磁研究会,广泛地与各种学者进行交流,比如他曾与盖·吕萨克合作,做过测量大气组成的实验。

1827年,洪堡耗尽了他的家产,不得不回到柏林,接受了一个宫廷的职位,以维持生计。1829年,应俄国沙皇的邀请,洪堡对俄罗斯进行科学考察。考察结束后,他向沙皇建议建立气象观测网,并被采纳。后来,他根据俄罗斯气象站提供的观测资料,绘制出世界上第一幅等温线图。

在年逾七旬时,洪堡开始整理他的全部知识,撰写《宇宙》一书,目的是把地球作为一个整体,进行全面的描述与研究,这个著作可以说前无古人,后无来者,因为必须具备丰富而全面的知识。虽然动笔很晚,但他最终还是完成了,最后第五卷在他去世后才出版。该书是科学史上一部卓越的著作,是世界上第一部较为准确的地理学和地质学百科全书,他也因此被称为“19世纪的亚里士



多德”。

洪堡一生保持开明、民主的政治立场,强烈地痛斥美洲的奴隶制度。这深深地影响了年轻的玻利瓦尔,使其奋起反抗,推翻了西班牙的殖民统治。洪堡终身不娶,对贫穷而有前途的科学家,始终慷慨解囊,乐于资助。为了科学事业,他耗尽了所有的家财。他博学多才,论著丰富,内容深邃,涉及地球科学、生物学等众多学科。在地理科学的发展历史上,后来再也没有人能达到他的高度与广度。洪堡的科学态度和求实精神,影响了一代又一代地理探索者。

6

为地理学奉献一生

——竺可桢持续 50 年的气象观测

著名的地理学家、我国近代地理学和气象学的奠基者与教育家竺可桢,在 1974 年 4 月 6 日,即临终的前一天,还用颤抖的手执笔,在医院的病床上记下这一天的温度:气温最高零下 1,最低温度零下 7,东风 1~2 级,晴转多云。这时,他已经不能到室外亲自观察记录温度,而只能依靠阅读气象局的报告,因而在这段记录的旁边注上了“局报”两个字。接着,他觉得手抬不起来,什么都不能写了。直到这一刻,竺可桢才恋恋不舍地与他最心爱的科学研究分手。

1890 年 3 月 7 日,竺可桢出生在浙江省绍兴县东关镇。父亲开了一个粮店,做点小本经营,以养家糊口;母亲顾氏,是一位目不识丁的信奉佛教的妇女。他们生有三男三女,竺可桢排行第六。由于子女多,竺家并不富裕。



竺可桢

竺可桢从 2 岁开始认字。小时候,主要由他哥哥竺可材来管教。哥哥是一位秀才,在东关小学当教师,他对竺可桢要求特别严。这样,他从小就打下了良好的知识基础。同时,他还很爱思考问题,喜欢向农民询问各种种地的知识,所以他很早就开始关心气候了。1905 年,小学毕业后,他到上海澄衷学堂。同在家乡时相比,他的见识广博多了,在亲眼目睹了许多中国人遭受外国人欺凌的情景后,他坚定了



奋起救国的决心。一年后,为了争取民主,他因代表学生与校长交涉,要求撤换不称职教师而遭到开除。之后,他转到唐山路矿学堂学土木工程。他努力学习,一年半之中的5次考试,他都取得了第一名。

1910年,竺可桢20岁的时候,考取了第二次用庚子赔款赴美留学的公费生。他首先到美国伊利诺大学农学院学农业,以遂少年时的愿望。后来他觉得气象最能促进农业的发展,所以三年后又转到哈佛大学地理系学习气象。在此期间,他还担任从康奈尔大学转到哈佛来的《科学》杂志的编辑,发表了数篇颇具学术价值的论文,得到专家的好评。1918年,竺可桢以研究台风的论文获得博士学位,怀着科学救国之心,回到了阔别8年之久的祖国。

与他一起出国留学的同学回国后,大多改行经商或做官。这极其诱人,他却丝毫不为所动,而是开始了艰难的创业旅程。在国内没有一座气象台的情况下,他先应聘到武昌高等师范学校讲授地理学与气象学,接着在1920年到南京高等师范学校任地学系主任,继续讲授多门地理学的课程,培养了我国第一批气象与地理工作者。1921年,他在南京北极阁建立了中国第一座气象台,后又陆续建立了一批气象观测站。此时,他从国外一篇有关气候变迁的论文中得到启发,决心研究气候变迁,并选择物候作为突破口,开始记录每天气候的变化。此后,他还辗转转到上海商务印书馆工作,又到天津南开大学教授过气象和地理。北伐胜利后,应蔡元培的聘请,出任中央研究院气象研究所所长。

1936年,竺可桢出任浙江大学校长,把他务实的科研作风贯穿到学校的管理中,确立以“求是”为核心的办学宗旨,使浙江大学享誉海内外。此后不久,抗日战争爆发,学校被迫搬迁,教学科研工作条件极其艰苦,妻子和一个儿子先后去世,生活十分困难。可是,他在挫折面前,毫不退缩,坚持进行科学研究,每天记录下气象的情况,从不间断。有时,妻儿邻居都成为他的帮手,帮助他记录物候的情况。

解放后,竺可桢出任中国科学院副院长。这时他有了一个固定的观测地点,那就是在他办公室附近的北海公园。那时,在北海公园,只要稍加留意,人们就可以看到这位老人的身影。上下班时,他乘坐的车一般都停在公园的门口,早晨从北门进南门出,晚上从南门进北门出。他这样做的目的不是为了观赏公园的美景,而是记录那里的物候变化,细细地观察植物生长枯荣,动物的往来生育,了解气候的变化及其对动植物的影响,何时北海冰融、杨柳发芽、鸿雁北归,哪天杏树开花、燕子归来、布谷鸣叫。所有北海公园里的动植物变化情况,都未能逃过他的眼睛。

竺可桢工作极其繁忙。为了坚持研究,除了北海这个固定观测的地点外,他



还利用各种各样的机会,外出考察,详细记录下有关的资料。1963年,他与别人合作出版了《物候学》一书,把物候的知识普及开来。

气候变迁研究花费了他毕生的精力。从1924年发表的《南宋时代我国气候的揣测》,到1925年《中国历史上气候之变迁》,再到1961年《历史时代世界气候波动》及1973年《中国近五千年来气候变迁的初步研究》,取得了许多研究成果。尤其是《中国近五千年来气候变迁的初步研究》一文,立论严谨,体大思精,依据资料丰富,理论研究方法得当,发表以后,备受学术界的推崇,为世界上许多国家的学术期刊转载或介绍,英国《自然》等杂志及一些学者给予了极高的评价。

竺可桢数十年如一日地观察和记录天气和各种物候现象,还经常外出考察旅行,跋涉数千里,掌握第一手资料,对于所见所闻更是不厌其烦地一一记录,并每天用小楷书写日记。在他去世后,人们整理他的日记后发现,除早年日记于抗日战争期间散失外,现在保留着的是自1936年1月1日至1974年2月6日,共38年37天。从这些材料中,人们看到的不仅是他严谨的治学态度,而且还有他那矢志不渝的崇高形象。他留给后人的不只是他的研究成果和记录材料,更重要的是他宝贵的精神财富。竺可桢以他的人品、学识为所有立志于科学研究的人树立了一个光辉的榜样。

7 竖起中国地学的一面旗帜 ——李四光的地学探索生涯

1889年10月26日,在湖北黄冈县,一个小娃娃呱呱落地,这就是后来成为我国卓越地质学家的李四光(1889—1972)。他以清晰透彻的思路,把力学引进地质学,创立了一门新兴的学科:地质力学,为新中国的地学事业竖起了一面伟大的旗帜。

李四光是蒙古族人,祖辈早年迁到湖北。他的爷爷叫库里,通晓汉文,在村里开了一间私塾,以教书为生。这为他的学习提供了得天独厚的条件。他3岁听课,5岁识字,7岁作文,聪明好学,进步很快。后来,他爸爸继承了爷爷的事业,使他在小时候得到了良好的教育。1904年,他离开家乡,到省城投考,进入湖北西路高等学堂继续读书。

李四光原名为仲揆,在省城读书时,虽然他的年纪还不大,但已经懂得了许



多事情,学会了自己思考。目睹当时清政府腐败无能、中国落后挨打、人民到处受欺凌的局面,他感触极深,想到作为一个中国人,真是悲哀!因此他改名为四光,希望国家和民族及早地光大起来。在当时“科学救国”和“实业救国”等一些先进思想的影响下,他更加刻苦学习。由于学习成绩优异,被保送到日本留学。

到日本后,李四光先在横滨弘文学院普通科学学习日文与数理化。经过三年学习,他考入了大阪高等工业学校。这类专门学校在当时的日本不仅要求很严格,而且还有名额限制。这个学校只招收 10 名中国留学生,而报考的中国留学生却有 1 000 多人。李四光能够考进这所学校,与其说是幸运,还不如说是长期刻苦学习的结果。

在大阪高等工业学校学习期间,李四光考虑到国家的贫困落后,因而选择了船舶专业。因为在他看来,学好这个专业,将来就可以为国家建立自己的船舶业,从而使国家强大繁荣起来。可是,这并不是他原来所学的专长,因此开始时显得格外吃力。他采取苦干加巧干的策略,逐个击破主要的课程,很快就赶了上来,得到老师和同学们的好评。

1910 年 7 月,李四光从大阪高等工业学校毕业后,与同籍的 7 名同学一起回到武昌。1911 年 9 月 2 日,他到北京学部报到,参加本年度回国留学生的考试。他的考试成绩得了 81 分,被列为优等。后来,在孙中山就任大总统后,他还以高票当选为实业部长。由于不满当局的行为,1913 年 7 月,他辞去官职,到英国去留学,进入英国西北部的伯明翰大学学习采矿业,并在包尔顿教授的指导下改学地质学。

李四光改学地质学,一些人不理解,但他自己是很清楚的,意志也十分坚定。他解释说:“要造船就得有钢铁,要钢铁就得采矿。中国虽然地大物博,但是科学落后,如果我们自己不能找矿,将来也不过是给洋人当矿工。”1917 年 7 月,李四光通过了学士考试。同年,他返回家乡,对中国一些地区进行了地质考察,填写了一张地质图。回到英国后,他把这张地质图送给包尔顿审阅,包尔顿看后评价极高。接着,他到英国有关的图书馆搜集中国地质的文献,用英文写出《中国之地质》的专著,这本专著长达 300 多页。1919 年,他终于取得硕士学位。这时,他到英国留学已经 6 年了。尽管老师建议他继续深造,攻读博士学位,但他决心回国,准备把所学的知识发挥出来,报效祖国。为了学到更多的知识,在暑假期间,他还到德国和法国的一些矿山进行地质考察。回到伯明翰大学后,他收



到北京大学校长蔡元培的邀请函,虽然一些国外朋友一再挽留,但他还是毅然回国。于1920年5月,回到北京。

在北京大学,李四光曾担任图书馆馆长。后来离开北京大学,到其他部门任职。他一面教书,一面进行科学研究,深入到我国的许多地方进行地质考察,发现了许多新地层、新化石,许多方面的研究都是开创性的,尤其是地球表面地层、岩石等许多情况,在他脑海中留下了极其深刻的印象,不仅高山绵亘,深谷交错,河流蜿蜒,岛屿棋布,千姿百态,丰富多彩,而且还褶皱起伏,断裂交错。这些科学事实深深地引发了他对地壳运动的思考。

当时在地质学界,关于地壳运动有两个假说:一是地槽与地台学说,另一是大陆漂移学说。地槽与地台学说认为,在地壳运动发展变化过程中,有两个基本单元,即地槽和地台。地槽是地质历史发展过程中的一个相对的活动区域,而地台则是相对稳定的区域。地壳运动的变化,在经历了地槽的激烈沉降活动之后,逐渐上升而向地台发展,走向稳定。

大陆漂移学说是德国科学家魏格纳于1912年提出的,认为距今3亿年以前,只有一块统一的大陆,后来才逐渐分离、漂移,进而形成现今大陆与海洋的空间分布。

比较而言,地槽与地台学说主张的是地壳的升降运动,而大陆漂移学说则强调地壳的水平运动。

李四光对这两个假说进行深入分析以后,认为地壳运动的主要方面是水平运动。因此,在1926年,他极其勇敢地发表了《地球表面形象变迁的主因》的论文,提出地质力学的设想,认为,地球自转速度的变化,是海水运动和岩石变形等地球表面形象变化的主要原因,并第一次提出“大陆车闸”自动控制地球自转速度的假说。

在此基础上,李四光进一步完善了地质力学的观点。在他看来,大陆地壳水平运动的普遍性源自地球的自转。地球自转速度的变化,引起地壳力的作用和分布的不同。因此,在地壳中充满着力作用痕迹,人们可以根据对地质构造的追问去探索力的作用及其作用的方式,去追索地壳运行的方式,进而探索地壳运动的起源问题。地壳上的一个个褶皱,一条条裂痕,一块块平地,一座座高山,并不是孤立地存在、零乱无序的,而是受力的作用。力有着一定的分布和组合的规律,它们与地球整体运动是相互联系的。

地质力学的提出,冲破了国外一些权威观点在我国的影响。按照地质力学的预测,我国成功找到了石油等矿床。同时,地质力学在工程地质、水文地质、地



震等方面的应用,也取得了极大的成果。

解放后,李四光先后担任中国科学院副院长、地质部部长等职务。他为中国地质事业日夜操劳,积劳成疾,在测定地震工作时,身上动脉瘤破裂,于1972年4月29日病逝。李四光把一生都奉献给了中国的地质事业,直到生命的最后一刻。

8

以“失败”来总结一生的伟大成就

——开尔文及其在海洋科学技术上的贡献

1904年,伟大科学家开尔文出版了《巴尔的摩讲演集》一书。在这本书的序言中,他总结自己一生的经历时写道:“我们都感到,对困难必须正视,不能回避,应当把它放在心里,希望能够解决它。无论如何,每个困难一定有解决的办法,虽然我们可能一生没有能找到。”

在此之前的1896年,开尔文在他荣任格拉斯哥大学教授50周年的纪念大会上,对自己一生也作了相类似的评价:“我在过去55年里所极力追求的科学进展,可以用‘失败’这个词来标志。我现在不比50年以前当我开始担任教授时知道更多关于电和磁的力,或者关于以太电与重物之间的关系,或者关于化学亲和的性质。在失败中必有一些悲伤,但是在科学的追求中,本身包含的必要努力带来很多愉快的斗争,这就使科学家避免了苦闷,而或许还会使他在日常生活中相当快乐。”

开尔文去世后,留下600多篇学术论文和70多项发明专利,这是一笔伟大的科学成就。那么,这位伟大的科学家为什么会如此地谦虚呢?因为,谦虚使他在科学技术的追求上永不满足。虽然探索的道路上困难重重,“失败”伴随终身,却帮助他克服逆境,在经过多次的失败后,成功也就一个接一个地随之而来,给他带来了无限的乐趣。

开尔文不是专职的海洋学家,但从他在海洋科学研究上所走过的道路,可以透视出他在科学探索上的伟大一生。



开尔文

1824年6月26日,开尔文(W. T. Kelvin 1824—1907)原名威廉·汤姆



逊)出生在爱尔兰的贝尔法斯特,父亲为皇家学院的数学教授,母亲是一位典型的贤妻良母,在众多的兄弟姐妹中,他最为出众,最聪明,最受父母的宠爱。可是,在他6岁那年,母亲过早去世,从此由父亲料理全家,担起子女学前教育的重担,因而他从小就掌握了许多数理方面的知识。

在8岁那年,父亲受聘于格拉斯哥大学。开尔文10岁时与兄长一起进入该大学的预科班学习。15岁时,他写了一篇十分出色的关于地球形状的论文,令评审教授惊奇不已,被授予该大学的金质奖章。1841年进入剑桥大学,并以优异成绩获得学士学位。毕业后,他留学巴黎,获得巴黎大学博士学位。22岁那年,他被评为格拉斯哥大学自然哲学教授,一直在此校任教53年。期间,27岁当选皇家学会会员,担任过皇家学会会长,在科学研究上取得了极大的成就,受到人们的赞扬。1907年去世。

开尔文走上海洋科学技术探索之路纯属偶然。那是在他25岁的时候,父亲因病去世,不久妻子也因病离他而去,他十分悲痛,于是买了一艘快艇,想通过航海来摆脱怀念亲人的痛苦。这样一来,他的注意力便转移到海洋上来,开始爱上了海洋,因而在后半生中一直与海洋有着不解之缘。他主持开辟了海底远距离通讯的先河,极大地推动了海洋科学和海洋工程技术的发展。

开尔文对海洋的研究主要集中在潮汐上。与别人不同的是,他对自己的研究十分自信,从不步别人的后尘。针对前人在潮汐研究预测上存在的不足,他进行了详细的考察,发现潮汐观测过程存在一个严重的问题,人为因素影响太大。于是,他研制了一个验潮仪来克服此问题。接着,为了提高潮汐的预报效率和精度,他又研制出一种潮汐的推算机。

在大气与潮汐之间的关系上,他把海潮与气潮联系起来进行考察,分析气压的波动情况,提出了开尔文波。所谓开尔文波,对大气来说,是发生于热带地区如赤道附近平流层中一个重要的大型波动。这种波没有经向的速度振动,是一种垂直传播的重力波,能垂直地输送能量和动量,对平流层的大气环流有重要的影响。

在大气科学上,1882年,他还提出了共振理论,得出大气在自由振荡中存在着一个比较接近12小时的振荡周期;他还分析曲面饱和水气压与水面曲率之间的关系,得出了开尔文公式。此外,他提出了描述大气环流变化的规律,这个规律称为开尔文环流定律。

与他在海洋科学研究所取得的成果相比,开尔文最为卓著的成就是在海洋工程技术上,他首次成功地设计并指导铺设了横跨大西洋的海底电缆。



海底电缆的铺设基于有线通讯技术的兴起。自从莫尔斯发明电码以后,通讯技术酝酿着新的革命,许多地方的通讯都采用有线通讯,可是在欧美之间还是采用先前的邮船通讯,效率太低,时间太长,因而迫切需要铺设海底电缆。

1850年,在英法之间开始了铺设海底电缆的最早尝试。这个电缆通讯最初还比较成功,可是不久,一位名为克拉克的技术人员,发现电缆在传输信号过程中出现信号的变化,逐渐失真,这个问题引起了开尔文的兴趣,于是他作了深入的研究,找出了信号失真的原因,发现电缆距离与信号衰减成正比例关系。因为海水作为一个导体,使海底电缆成为一个电容,加大放电过程,从而破坏电缆,造成信号失真。他经过反复的实验研究,得到了一个解决问题的方案:利用高导电率的大截面电缆,外加厚层的绝缘保护,以小电流形式进行通讯,可以使信号失真降到最低程度。

1856年,大西洋海底电缆公司成立,他被选为董事,时年32岁。他发现电缆存在着问题,于是便带领学生反复试验研究,终于证实了问题的所在,后来他说服董事会,改变做法,并取得赞同。可是,当第一条海底电缆铺设好以后,由于欧美之间的距离太长,因而所接收到的信号太弱。如何解决呢?他陷入了深深的思考。

一天,他与赫尔姆霍兹等几位朋友到海边游玩,许多人都在船上观光,他却躲在船舱中思考实验方案。赫尔姆霍兹不好直接打扰他,就用一个小镜子通过镜面反光给他打招呼。反光在他面前晃动,他突然得到启发,镜子的轻微变化,在远处会出现大的晃动,这就是放大。于是,根据此原理,1858年他发明了镜式电流计,提高了测量电流的灵敏度。1867年,他还设计制成了自动虹吸记录器,用于自动记录电报信号。

在接下来的电缆铺设中,开尔文又继续担任电气工程师,主持电缆设计工作。1858年电缆铺设取得了成功,开尔文向美洲拍出第一个电报,引起了极大震动。从此,在人类通讯史上掀开了一个新的篇章。

可是,不久问题又产生了:不到一个月,传输信号减弱了,后来发现海底电缆已经损坏。为什么会如此呢?原来,为了提高传输信号的清晰度,采用了强信号的电流,因而只用了700多次就报废了。他没有放弃,继续争取股东的支持,虽然股东不同意,却得到政府的支持,开始了第二条海底电缆的铺设。

1865年,第二条电缆制成后,他却因意外左腿变瘸,但仍坚持远航,以便进行现场指导。可是在施工过程中,却出现了意外:电缆在海底被割断了。这又一次使他面临更大的困难。当时的局面实在是难以处理,但他还是选择了前进,没



有退却。

他又制造了一条新的电缆,1866年春制成后,于4月开始铺设,6月铺设成功,开始通讯,取得了最后的成功,并铺设起永久的电缆。由于他在人类通信事业上做出的巨大贡献,英国维多利亚女王于1866年和1892年分别授予他爵士和勋爵称号。

9

从梦想与失败之中走向成功 ——人类登上太空的历程

飞向太空是人类的梦想。1500年,中国的一位官员,名叫万户,把47枚火箭捆绑在椅后,自己手持风筝端坐在椅上,请人点燃这些火箭,决心飞上天去,结果却很不幸,一声爆炸,把万户炸成碎片,连尸首都找不着。

万户的壮烈牺牲,在人类的飞天梦想上留下了极其壮丽的篇章。与现代航天飞船相比,万户的试验实在是太简陋了,没有必要的安全保护,没有工程师,等等。虽然他失败了,但这些经验是很有启发意义的。“失败是成功之母”,人类飞天之梦就是这样,从失败走向成功。

19世纪末20世纪初,科学家们默默地、顽强地继续进行飞天的研究与探索。俄国的齐奥尔科夫斯基在理论上最早开展了这方面的探索,取得了巨大的成就。首先,他指出宇宙航行的理想工具是火箭,这个思想与万户的试验所用工具不谋而合;其次,1898年,他经过艰苦的努力与计算,推导出火箭运动的方程,这个方程被称为齐奥尔科夫斯基方程,建立了现代火箭的理论基础;再次,在1903年和1929年,他先后提出了液化火箭和多级火箭的设想,使人类飞天探索接近实现。随后,罗马尼亚人奥培尔也进行了行星际火箭的理论研究,并于1923年出版了《深入星际太空的火箭》一书,用数学理论证明了他对太空飞行火箭推进的观点。同时,奥地利人霍曼也进行了行星际轨道的研究,取得类似的结果。总之,他们的研究成果为飞天探索相继奠定了坚实的理论基础。

在美国,有一位学者叫哥达德(Robert Hutchings Godard 1882—1945),为了使他的飞天之梦成为现实,1908年就着手研究液体火箭,独立地推导出火箭推进的原理,先后发表了不少论文与著作,还第一次真正地开展了液化火箭的试验。从1920年起,他在几乎没有人关心的情况下,在马萨诸塞州从事液体火箭



的设计、制造和试验的研究工作。这是人类历史上的第一次。1926年3月16日，他在4位助手的帮助下，由妻子担任记录，初步取得了第一枚液体火箭发射试验的成功。这枚火箭以液体氧和汽油作为燃料，飞行了2.5秒，上升高度为12.5米，水平飞行距离56米。1927年7月，他又发射了一枚火箭，这是一枚气象火箭，携带有气压计、温度计、照相机，仪器由降落伞收回。可是，当时人们对他的月球旅行构想很不理解，经常耻笑他，说他是痴人说梦。《纽约时报》嘲讽他是一个毫无真空知识的人。尤其是因火箭试验发出的隆隆巨响声遭到了周围居民们的强烈抗议，因此被驱逐出州境。但是，他对自己的科学事业锲而不舍，又在新墨西哥州继续从事研究，经过了许多次失败后，终于于1939年取得了试验的成功。这枚火箭以液氧和汽油作为推进剂，同时带有陀螺仪、可动翼等稳定装置。遗憾的是，他的工作并没有受到重视，所有工作都是依靠朋友和妻子的支持来完成的。几年之后，他溘然去世了。

从20世纪30年代开始，许多国家都先后开展了火箭的试验研究。不过，这时许多火箭的试验研究不再是飞向太空，而是出于军事战争的目的。尤其是德国，宇宙旅行协会的许多会员后来都转移到军事火箭的研究上来。1931年，该协会的主要成员温克勒发射了一枚火箭，飞行高度90米，飞行距离约200米。同时，该协会进行了两次试验，有一枚火箭的飞行高度达到1006米。此后，德国的火箭试验主要是由布劳恩领导完成的。



德国科学家布劳恩18岁时，就参加了德国宇宙旅行协会，从事火箭研究。他的才智得到了兵工厂领导的赏识，被委以火箭研究所所长的重任。从1933年起，在他的领导下开始设计火箭，先后试验了A—1、A—2、A—3、A—5型号的多枚火箭，大部分都以失败而告终。不过，在火箭的空气动力学方面却取得了宝贵的经验和巨大的成果。1942年10月3日，在他的领导下，终于试验成功了具有实战价值的V—2火箭。这种火箭用液氧和酒精作为推进剂，射程为270千米。后来，经过不断的改进，V—2火箭的可靠性、射程和精确性都有了很大的提高。1944年，希特勒向英国伦敦发射了数百枚这种火箭，引起人们的一片惊慌。



第二次世界大战后，前苏联和美国立足于德国的火箭技术，展开了激烈的竞争。前苏联早在 1921 年就成立了国家固体燃料火箭实验室，1933 年 8 月试射了第一枚固液混合推进的火箭，同年 11 月 25 日，试验了第一枚液体推进的火箭。战后他们把装备从德国拆迁回苏联，并带回剩余下来的工作人员。从 1946 年开始，重新开始 V—2 火箭的试验，经过多次改进，先后研制出了近程、中程和远程导弹，1957 年 8 月又研制出洲际导弹，射程达 6 000 千米。至此，飞天火箭技术已经基本上准备就绪。1957 年 10 月 4 日，科罗廖夫设计火箭把第一颗人造地球卫星——“卫星一号”送上了预定的轨道；过了仅一个月，科罗廖夫设计的另一枚火箭，成功地把载有一条小狗的人造地球卫星送上了轨道。

前苏联的成功引起了美国的极大震惊。战后，美国接收了德国的火箭专家，在火箭的导弹技术上取得与前苏联相同的成就，可是在卫星上天方面却迟了一步。在前苏联发射成功人造卫星两个星期后，美国发射了“先锋号”卫星，但是由于运载火箭爆炸而失败。到美国成功地发射第一颗人造卫星——“探索者一号”的时候，已经是 1958 年 1 月 31 日了。

前苏联在取得人造卫星上天成功的同时，又加紧了载人飞船的研究与运载研究，1961 年 4 月 12 日终于取得了成功，第一位宇航员加加林首次登上了太空，人类飞天的梦想终于实现了。

加加林首次登上太空，是人类不断总结众多探索失败经验后的必然结果。光就试验而言，前苏联为此付出过巨大的代价。1960 年，一枚火箭在发射台上发生爆炸，死伤的科学家与工作人员几百人。同年再次试飞时，由于减速火箭方向有误，一位模型宇航员消失于太空。7 月 23 日，火箭试飞失败；8 月 19 日，虽然成功地把两条小狗和 50 只老鼠送上太空，但小狗却吐得很厉害；12 月 1 日，两只小狗因飞船制动系统故障而化为灰烬；年底的试验也因火箭存在问题而无法实现。

总之，人类就是这样，通过不断地总结失败的经验教训，从而最终走向了成功。



10 自学成才的航天理论开拓者

——航天之父：齐奥尔科夫斯基

齐奥尔科夫斯基(Konstantin Eduardovich 1857—1935)之所以被称为“航天之父”,是因为他首次创立了航天的理论。这个理论不仅成功地指导了后人的飞天探索,使人类逐渐飞向太空,而且还凝聚着他与常人不同的执著追求。

1857年,齐奥尔科夫斯基出生在俄国梁赞省,爸爸是一个林业员。幼年时,他很不幸,患了一场猩红热病,病后几乎失去了听觉。这使得他无法上学,与同伴的关系也因此渐渐疏远。不久,惟一能教他读书识字、设法让他忘记痛苦的妈妈,也抛下这个半聋的儿子,离开了人世。不幸遭遇并未使齐奥尔科夫斯基丧失奋斗的勇气,反而成为他追求科学的伟大动力。

小时候,缺乏同伴的他很快就爱上了自制玩具模型。他一个人在家里独自制作,用纸片做出了各式各样的玩具,钟啦,小屋子啦,小狗啦,小猪啦,等等,能够想到的,他都能够一一地制出来。这些玩具在家里经常堆满一地,有时候爸爸看到了,忍不住想骂他,但每当看到他那执著、自得其乐的样子,怒气就没有了,反而鼓励他多制作一些。后来,他制作的玩具越来越大,越来越高级。他到林场里,把废弃的木头捡回来,制作出自动马车、汽车和自动火车等高级玩具。有一次,他看到一台机床后,就想做一台机床玩具,这可不容易,制作几回都未能成功,而整个屋里却堆满了不合格的木头零件,连他爸爸的朋友都说了,“小朋友,用木头来制作机床,这是不成的,还是算了吧,玩别的东西去。”齐奥尔科夫斯基可不动摇,零件不合格,就反复地做,做到合格为止,终于制成了。就这样,他从小培养起了爱动手的习惯,形成了不屈不挠的坚强性格。

齐奥尔科夫斯基不仅制作玩具坚持不懈,读书学习也是如此。爸爸买给他的书,他反复地看,在没有人指点的情况下,很快就学完了小学的课程。接着他又自学了中学的课程。碰到难题,他从不放弃,直到解决为止。他经常苦苦地思索,着迷的程度简直旁若无人。他从书本中发现了无穷的乐趣。随着年龄的增



齐奥尔科夫斯基



长,爸爸能够买给他读的书越来越少。但是看到这个孩子的潜质,爸爸决定把所有的积蓄拿出来,让他到莫斯科去寻找出路。

1873年,齐奥尔科夫斯基怀着无比兴奋的心情来到莫斯科。为了省钱,他在码头一位贫苦的洗衣妇人家租了一个狭小的房间。他无法像别人那样上大学读书,但莫斯科鲁勉柴夫斯基博物院的公共图书馆,却可以满足他的求知欲望。他每天早早来到图书馆,在同一个位置上坐下来,一看就是一整天,一日三餐只吃点面包,喝点白开水,直到关灯才离开图书馆。晚上,回到那间小房,点起煤油灯,又认真地看起书来。齐奥尔科夫斯基在图书馆的行为,被一位优秀的图书馆员费多罗夫看到了,他知道这位读者无钱买书,所以买了许多书送给他,他们很快就成了好朋友。齐奥尔科夫斯基从这位学识渊博的长者那里,学到了许多书本中没有的知识。

经过两年的学习,齐奥尔科夫斯基学完了大学的课程,知识面大大地扩展了,兴趣逐渐转移到了物理与机械上来,凡尔纳的科学幻想小说,更是让他着迷,时时闪烁着飞向太空的幻想。这种幻想使他看到了自己的努力方向。沿着这个方向执著追求和深刻思考,他从气球飞上天空的这个事例中得到启发,初步设想出,可以利用金属外壳的气球登上太空。可是,问题又随之产生了:它又是如何飞上太空的呢?问题解答的第一步,根据牛顿力学,可以利用离心力。但是,问题的第二步、第三步、……又该怎么样解决呢?这时,凭爸爸的经济实力已经不能让他再在莫斯科呆下去了,所以他匆匆地返回了爸爸的身边。

1876年,他一回到家里,马上又开始紧张的自学,同时找到了一个家庭教师的职位,以弥补家庭经济的不足。随着爸爸因年老多病而退職,他也不得不走上独自谋生之路。1878年的夏天,齐奥尔科夫斯基参加职业考试。在此期间,他研究了车辆在启动和制动的一刹那间的运动状态绘制了天文图,还提出了许多极为大胆和惊人的飞天设想,这些想法使他星际飞行的认识前进了一大步,已经很接近我们现在的人造地球卫星飞离地球、宇宙空间站等想法了。

不久,齐奥尔科夫斯基顺利地通过了职业考试。在波罗伏斯克县城,他被聘为中学物理和数学教师。虽然备课、上课占用了大量时间,但是,多年来已经养成的顽强不屈和坚持不懈的探索习惯,使得他一点也不放弃自学和研究工作。每天,他很早就起床,在去学校上课前,先在家中工作两三个小时,下课之后,又回来继续学习和实验。尽管与他来往的人很少,除了学校以外,他几乎不去其他地方,生活看起来很单调,其实他的精神是很充实、很愉快的。慢慢地,他的一举一动深深地感动了房东的女儿,她偷偷地爱上了他,后来他们俩终于结为终身



伴侣。

多年的自学与努力,终于开花结果。在这段时间里,齐奥尔科夫斯基撰写出第一篇关于气体运动的论文,紧接着又写出了第二篇论文:《生物机体力学》,得到了俄国伟大的生物学家谢切诺夫的好评,他因此被吸收为物理化学协会的会员。初试牛刀获得成功,极大地鼓舞了他的信心和勇气,他把自己的全部精力投入到早年拟订的星际飞行项目的研究中。他查阅了大量文献和有关的书籍,研究了1783年法国蒙格飞兄弟的飞行载物情况,接着又研究了以氢气为动力的气球飞行,还有载人气球的飞行等,深入分析了前人关于气球操作的论述,由此提出了独到的见解,指出未来飞向宇宙之路必须采用金属气球。

1883年,他写出了《自由空间》的论文,论文通过对地面运动与太空运动的比较提出了未来火箭的原理图。这种火箭与现代火箭很相似,依靠压缩在一个大桶里的气体来推动它飞向太空。同时,他还研究了动植物进入宇宙后的生存与发展问题。但是,一场火灾把所有的资料都烧光了,使得他的许多工作不得不从头开始,极大地增加了难度。然而,他还是挺过来了,整理出《气球原理》,并先后写成了好几篇有关的论文和著作。

1892年,他辗转转到别处的一个女子中学担任物理教员,同时开始研究气球自动驾驶仪。由于他的想法太超前了,研究成果被有关部门认为毫无价值。虽然他曾为此据理力争,但还是没有结果。这样一来,他只好自己出钱购买有关的设备,在家中进行风洞的实验研究。后来,他还从科学院争取了一点资金,使实验得以顺利进行,取得了许多宝贵的实验数据。1901年,他向科学院提交了实验结果的详细报告,提出飞行动力的基本原理。可是,报告根本就没有受到重视,因为科学院的一些权威把其中的个别错误看得比它的价值更重要。尽管他再三追问,就是不能发表。

1903年,齐奥尔科夫斯基把多年星际飞行理论和实验研究的成果写成《利用喷气仪器研究宇宙空间》一书。该书讨论了探索宇宙空间的工具,通过精确计算,否定了利用气球和大炮上天的想法,提出了利用火箭的观点,并进一步讨论了使用液体燃料的可能性。尤其是书中提出的齐奥尔科夫斯基公式,至今仍然是火箭设计理论的基础之一。1926年,他把这本著作修改后全文发表,该书被誉为宇宙航行理论的经典之作。

齐奥尔科夫斯基一生不断地耕耘,深入进行研究,到72岁时,他还提出了多级火箭的设想,这个设想解决了飞船脱离地球时所需的速度问题。回想我们今天太空探索的情况,虽然人类已经到过月球,而且还对许多星体进行过详细



的观测,有了飞船、航天飞机、空间站、人造地球卫星、火箭等,但许多东西都没有超越齐奥尔科夫斯基的设想。后人不断赞叹他的伟大,称他为航天之父。

11 火星探索的未了情

——追寻外星生命起源的地理环境

2003年8月27日,是火星大冲的日子。与往常不同,这一天,火星距离地球最近。在晴朗的夜晚,人们肉眼就可以看到它。这又一次引起了人们的好奇。世界各地的许多天文爱好者,聚集在不同的地点观测火星的情况,想更清楚地看看火星的样子。

从古人在浩瀚星空中发现火星开始,人们就对它充满着无穷的想像,试图揭开它神秘的面纱。从肉眼观察到望远镜的使用,再到探测器的发射,千百年以来,人们对火星的探索,既有成功的喜悦,也有失败的苦涩,而每一次接到它的信息,都仿佛是一种希望的火种,一次次地点燃了人们探索火星的激情。

早在公元前4000多年,两河流域的苏美尔人就开始注意到了火星的行踪,它是一颗红色行星。在古苏美尔、巴比伦、波斯、埃及和希腊文化中,红色意味着战争、死亡、鲜血和火焰,红色的火星使人们把人类发生的事件与之联系起来,于是古希腊人就以神话中的战神马尔斯来命名火星,它是战争与毁灭的化身,传说火星达到最亮时,就会有战争发生,因而火星在古人的眼中充满着神秘的色彩。在中国古代,人们看到火星时暗时明,荧荧如火,位置不定,因而称之为“荧惑”。

1850年,丹麦天文学家第谷以火星作为观测重点,因为比起其他行星来,它离太阳近,运行速度快,便于观测,较容易确定位置的变化,结果他观测到火星运行的几千个数据。正因为有了第谷的这些观测数据,开普勒才总结出行星运行三定律。

1609年,伽利略把自己发明的望远镜指向太空,此后望远镜就成了众多天文学家观测太空的“千里眼”,对火星的探测有了很大的进展。1671年到1673年,法国的里歇和意大利的卡西尼合作,在巴黎和赤道附近的卡雅测量出两地间火星的视差,由此测定出日地的距离和火星与太阳的距离。此后,火星的直径、体积、质量、密度和自转轴倾角等一系列数据先后被测定。



后来,人们发现,火星与地球有许多相似之处:都有昼夜交替、四季变化,都有大气层等,所以天文学家把火星称为地球的“姊妹星”。1784年,赫歇耳观察到火星的极冠,即两极的白色冰块。1830年到1832年,德国有一位名叫比尔的天文学家绘制了火星表面图,为火星划分了经纬度。当时,所有的天文学家都观察到火星有明区和暗区,明区为陆地,暗区为水域。

既然火星中存在陆地和水域,那么一个合理的推测出现了:火星上很可能有生命。在康德—斯拉普拉斯的星云假说中,位于太阳系外边的火星,按照演化的先后顺序,智慧与生命之源都早于地球。种种关于火星生命的推测,进一步激发了人们探索火星的热情。

1877年,意大利米兰天文台台长乔范尼·弗吉尼奥·斯基亚帕雷利用望远镜观测火星,在一个晴朗的日子,观测到在火星的表面上有暗色的槽和线条交织成的网络,它们连接到暗色区域内,他猜测那就是“运河”。这更进一步激发了人们对火星生命的猜想。

1895年,美国有一位业余天文学家珀西瓦尔·罗威尔,从哈佛大学毕业后,到欧洲与亚洲游历了10年,最后迷上了火星。回到美国后,他在亚利桑那州的一座小山丘上建立了一个天文台,取名“火星山”。他磨制出当时世界上最大的望远镜,夜复一夜,月复一月,年复一年,观测到火星的许多数据,也发现火星表面存在着似乎是人工“运河”的东西,同时还声称火星上至少存在着184条运河。它们相互交错,构成了一个运河网,设想这是火星星人为了应对水资源短缺,拯救他们的文明而修建起来的。

火星上发现人工开凿的运河,引起了人们的极大关注,成了轰动世界的新闻。可是,科学家对此却不敢苟同,美国有一位天文学家,叫乔治·埃勒里·海尔,历尽千辛万苦,先在1897年磨制出一架折射望远镜,仅镜片就重230千克,直径102厘米,镜筒长达18米,后又磨制出更为巨大的、口径达到508厘米的反射式望远镜。令人失望的是,火星与地球一样,有一层大气,要很好地观测到它表面,却仍然极其困难,因而火星运河的问题悬而未决。

与此同时,罗威尔却坚持自己的观点,描绘出500条运河,画出在运河交汇处的绿洲,并研究了火星上暗区与明区,猜想那里的农作物生长变化。此后,人们纷纷幻想有“火星星人”,从而成就了诸多科幻作家和科幻影片。20世纪以来,对于火星上有无生命的争论,始终没有停止过。

20世纪50年代以后,科学技术进入了航天时代,火星成为科学家向往的地方,并成为当时广为研究的星际旅行的首要目的地。航天技术的进步,为人类火



星观测与探索的情结谱写了新篇章。

1960年,前苏联两次发射火星探测器,但都因尚未飞到轨道就失事而告失败。时隔两年,又发射了三颗火星探测器,其中两颗仅仅达到了地球轨道,另外一颗“火星一号”探测器在飞行很远距离后失去联络。此后美国的“水手三号”也以失败而告终,不久发射的“水手四号”给人们带来了成功的喜悦。1965年7月14日首次成功飞越火星,从距火星9280千米处掠过,拍到22张近距离的珍贵照片。

这些照片虽然不是很清晰,但却使人终于粗略地了解到火星表面的情况。火星上荒凉死寂,远不如人们所想像的那样,具有足以让生命存在的条件。

在随后的数年中,“水手六号”和“水手七号”都成功地飞越了火星上空,为我们带回了近200张照片,人类对火星终于有了初步的认识,在沙砾遍地、荒凉沉寂的火星表面,遍布遭到陨星袭击后因碰撞而形成的坑坑洼洼,它最引人注目的地形特征是干涸的河床。它们多达数千条,长度从数百千米到一万千米以上,宽度也可达几千米到几十千米,蜿蜒曲折,纵横交错,极为壮观。它们主要集中在火星的赤道区域。河床的存在使科学家认为,干燥异常的火星曾经有过大量的水。

进入1970年代,火星的探索却让人感到有些沮丧。前苏联发射的“火星二号”和“火星三号”,受火星上特大爆炸的影响而前功尽弃。此后的“火星四号”、“火星五号”、“火星六号”、“火星七号”,几乎都遭遇失败的厄运。而美国在“水手八号”发射失败后,“水手九号”也受特大尘爆的影响,未能观测到火星的表面,转而观测火星的卫星。

直到1975年美国的“海盗一号”和“海盗二号”,才让人们感到成功的喜悦。它们的登陆器软着陆成功,分别在火星上工作到1982年和1990年,共送回五万多幅照片,使人们对火星的地质地貌、土壤、大气成分等有了直接的认识,火星表面的大部分被红色的硅酸盐、赤铁矿等铁的氧化物及其他金属化合物所覆盖,最壮观的是位于南半球的大峡谷,神奇的奥林匹克火山高为珠穆朗玛峰的3倍,表面上有10米的均匀水层,大气中含有少量的氮。然而,人们还是没有找到火星上有生命的直接证据。



后来的数年，火星探测计划屡屡受挫，却扑灭不了人们对火星探索的激情。1992年9月24日，美国发射“火星观察者号”探测器，观测火星地理气候状况，为载人飞船飞往火星探测道路。1996年发射的美国“火星探路者号”，于1997年9月抵达火星，迄今仍在绘制火星地图。2001年10月29日，美国“2001火星奥德赛”飞临火星，人们把它视为人类登陆火星前的探路尖兵。由于这两个探测器的卓越表现，许多地球物理学家认为，人类对火星的认识大概每6个月就会刷新一次。

2003年，又是探索火星的最好年份，美国和欧盟都竞相向火星发射探测器，准备新一轮的探索。

在探索火星的路上，人们前仆后继，每一次探索都留下一段新的未了情。我们相信，人们探索火星的情结即将了却，人类将不仅能登上火星，而且还可以改造火星，移居火星。



第五篇

用地理知识再造人类新生活

1 文明的基石

——岩石的开发与利用

走过山间,漫步田野,时不时就能看到,剥开土壤后出露的是岩石。其实,覆盖在岩石上的土壤,也是岩石被风吹、日晒、雨淋等风化作用后形成的,岩石是构成地壳的物质成分,它养育了郁郁葱葱的草木,养育了各种飞禽走兽。当然,岩石也养育了人。生命聚居在岩石上,依赖岩石,生生不息,繁衍不断。

不过,与一般的动物不同,人类并不是单纯地依赖岩石。从历史上看,人类很早就学会了利用岩石来为自己服务。在距今 300 万年前,人类就开始利用岩石做生产工具。当时,用岩石为原料制成的工具叫做石器。也正因为如此,才有石器时代之说。

在旧石器时代,人们利用岩石坚硬的特性,将其制作成狩猎的工具。到了新石器时代,人类开始从事农业生产活动,于是人们又把岩石制作成农具。这时,人们发明了岩石的磨制方法,制作出来的石器更加锋利、实用、精致,有碾磨稻谷用的石磨盘和石磨棒、伐木用的石斧、掘土用的石铲、收割用的石刀等。石器时代之后,岩石不再直接用来制作生产工具,但如今仍有利用岩石做工具的例子,比如人们利用天然金刚石质地坚硬的特性,把它做成钻头来钻探岩石,切割玻璃等。

随着社会的发展,岩石的主要用途转移到了建筑方面。这同样是利用了它



质地坚硬的特性。最初,人类居住在岩洞中,用岩石来躲风避雨,防止野兽的侵害。这是岩石在建筑方面的最早应用。随着人类文明的进步,建筑技术的日益完善,人类将岩石搬运到一定的地点来搭建建筑物。世界奇迹之一的古埃及金字塔,就是以高超的技术,利用一块块的大岩石垒建而成的;举世闻名的古希腊雅典娜神庙、中国的长城,大部分也是利用岩石作为材料而建造起来的。

混凝土是现代常用的建筑材料,其中必不可少的石子和水泥,都来自岩石。石子是岩石的直接应用,而水泥则是利用石灰岩焙烧而成的。此外,利用石英砂岩可以生产出玻璃。大理石和花岗岩等,也是现代建筑中不可缺少的装饰材料。

利用岩石的坚硬特性,人类还把岩石用来雕刻和雕塑。在公园、广场、文化古迹等地,我们经常看到石制的雕像。它们虽然饱经了长期的风雨侵蚀,却还是能让我们目睹到它们昔日的风采。我国著名的龙门石窟、云冈石窟,以及乐山大佛等,都是利用岩石做成的艺术珍品。一些金石艺术家还用岩石来进行雕刻和绘画,制成各种精美的石雕,绘制出许多画像。它们栩栩如生,具有很高的艺术价值。

岩石还可用作装饰品。早在石器时代,就已经出现了用石块做成的装饰品,如石片串成的项链等。岩石具有独特美感、丰富的造型、色彩、肌理,是很好的装饰品。温润的玉石,被看做是一种吉祥物,磨制成玉佩、玉环等各式各样的装饰品,配带在人的身上,显得高贵典雅。天然的各种宝石,至今还是上等的装饰品。

岩石是人类生存与发展的宝库,它的开发与利用程度,成为人类社会进步的重要标志之一。除上面所述的直接利用以外,岩石的开发和利用更重要的是它的矿产。岩石为矿物的集合体,虽然大部分岩石由多种矿物组成,但仍然有少部分由单一的矿物构成。单一矿物构成的岩石,或以某一矿物为主构成的岩石,称为矿石。它有利于人们进一步利用其中的矿物。矿石中所含的金属或非金属,具有独特的性质。利用这些性质,人们制成各种工具和设备,大大地提高了劳动生产率。

石器时代之后,人们逐渐学会了从矿石中提炼金属。矿石是人们在寻找石器的过程中发现的,而冶炼技术则是炼制陶瓷的过程中发明的。矿石炼铜是人类开发岩石重要的里程碑。最先使用的是氧化铜(如孔雀石),将它与木炭一起加热还原得到金属铜。这种金属铜还含有锡、铅、锌等杂质,称为青铜。青铜器的使用,使人类结束了原始的石器时代,进入青铜器时代,人类社会因此迅速发展。随后,人类又学会了开发铁矿。到公元前10世纪,铁器工具比青铜工具更为



普遍,人类进入了铁器时代,这是人类文明进步的重要标志。铁矿的进一步开发,还使人类能够得到比铁性能更好的钢,最终促成了以钢铁为主要材料的工业革命的兴起。

人类在开发金属矿产的同时,也不断地开发利用非金属矿石。非金属矿石在人类社会进步中也发挥着很大的作用,是人类文明进步的必不可少的材料。在当今的农业生产中,各种非金属矿石得到了广泛的应用,如用磷块岩来生产磷肥。在工业生产中,用皂石、沸石和伊利石作为造纸工业填料等。尤其是在电子材料上,非金属是电路中的重要材料,比如硅可用作芯片的材料,制成半导体。

如今,随着矿产资源的不断减少和人们对生活质量要求的提高,如何更好地开发和利用地下的非金属宝库,已经成为一个很重要的课题。在这方面的研究中,科学家已经取得了很大的进展。沸石、珍珠岩、浮石、蛭石等非金属矿石和岩石,具有密度小、导热系数小、耐高温、吸附性强等优良品性,是生产安全舒适型生态建设的重要材料。非金属矿石在环保方面也有很大的利用价值。利用沸石、硅藻土等做成的离子交换器,可以达到处理废水的目的;坡缕石改性后,可用于处理印染废水以及含重金属的工业废水;蛭石等也可以用作工业废水、废液的离子交换剂和吸附剂、放射性元素和重金属元素的固定剂和吸收剂等,还可用于大面积油污处理。

总之,地球是人类的家园,岩石是它的材料。依赖这些材料,人类可以进一步把自己的家园建造得更加美好。

2

农业的设计

——以都江堰水利工程为例

农业起源于距今一万年的新石器时代。在此之前,人类在地球上生存了大约 300 万年,这是一个蒙昧的时代,人类以采集与渔猎为生。传说,在我国古代,有一位有巢氏,他在树上栖宿,以采集植物果实来充饥;后有一位燧人氏,发明了钻木取火,教人食鸟兽之肉;接下来又有一位庖牺氏,发明了渔网,带领人们去从事渔猎活动;接下来还有一位神农氏,他为了寻找新的食物来源,尝遍百草,屡屡中毒,历尽千难万险,终于选出可供人类食用的谷物,创制简单的翻土工具,教导人们种植谷物,农业便由此诞生了。



农业文明的诞生,是人类社会发展的一次巨大飞跃。据考证,中国的黄河流域、西亚的两河流域、印度的恒河与印度河流域、古埃及的尼罗河流域,是人类最早开始农业生产的区域,孕育过人类最为辉煌的文明。这些区域水源充足,具有良好的气候条件。但与此同时,也经常洪水泛滥,农业生产因此遭受严重的破坏。所以,在农业发展的漫长历史中,流传着许多与洪水搏斗的动人故事,至今还保留着一些伟大的治水工程。在我国四川的都江堰工程就是其中最为突出的一个成功例子。

都江堰水利工程始建于2 000多年以前,是当时蜀郡太守李冰主持完成的。在李冰之前,传说为了保护农田,共工采取了高地挖低和低地填高等办法,修筑堤防,抵御洪水。尧舜之时,河水泛滥,崇伯鲧受命治水,他沿用了共工的方法,结果失败被杀。后来,他的儿子禹继承父业,改筑堵为疏导,终于平息了水患。

都江堰水利工程修筑在岷江上。岷江发端于岷山,从海拔4 000多米的山峰流下,于高山深谷中,自北向南,蜿蜒流至灌县出山,河面陡然平坦,转而向东南从宜宾流入长江,全长700多千米。每当春末夏初,岷山冰雪开始融化,加上雨水增加,洪水极易泛滥。当洪水泛滥时,岷江东流之路受灌县城南玉垒山的阻挡,被折向西,急流到了低洼处,会迅速冲出河道,使西边的大片农田和财产遭受严重的水灾,而东边却正好相反,常常缺水,出现旱灾。旱灾与水灾的频繁发生,使生活在成都平原上的人们,过着颠沛流离的生活。

公元前256年,李冰上任后,决心治理岷江。他带着儿子深入民间,了解水灾的情况,沿岷江进行实地勘测。在此基础上,召集有治水经验的能工巧匠,共同商议对策,经过认真的讨论和仔细考虑,确立了一个以疏导为主的方案。

首先凿穿玉垒山,引水东进。成千上万的民工在他的带领下,依靠简陋的工具,日夜奋战。工程开始之时,由于岩石坚硬,进展速度较慢。后来,他想出办法,先在岩石上开凿一些沟槽,用木柴焚烧,待岩石升温后,再立即泼水降温,岩石快速热胀冷缩,就特别容易爆裂,这样加快了工程的进度,因而很快就凿出了一条宽20米、高40米、长80米的引水渠,它既能为岷江分洪,减轻水流向西的压力,又能把水流引入东面,缓解东面的旱情。这个凿开口被李冰命名为“宝瓶口”。

其次,在江中构筑一道分水堰,减缓岷江的水流,以便更利于分流。刚开始时,水流力量太大,抛入江中的石头被卷走,经过多次反复,李冰才找到有效方法,编织长约10米、宽0.65米的大竹笼,用竹笼装入各式各样的石头,然后再



抛入江中,水流再急也无法把它们卷走。这样筑起来的分水堰像一条大鱼,逆流而上,把岷江分成两个部分,东边为内江,为支流,西边为外江,为主流。无论到此的洪水有多大,再也难有往日的威风,外江的水流缓缓地南去,内江则通过宝瓶口,灌溉东面的60万公顷良田。

再次,在鱼嘴分水堤的尾部、内江右岸修筑飞沙堰,用来控制流入宝瓶口的水量。这个堰堤长约18米,在洪水泛滥时,内江的洪水可以从堰堤上流出,防止洪水危及东边的农田,同时又能减少泥沙在宝瓶口淤积,确保水道的畅通。

在水利工程主体完工后,李冰父子还考虑到这个工程以后的治理问题,在宝瓶口附近的江中凿了三座石人,用来测定水位变化的情况,其实这是水文观测的标记。此外,还制定了整修都江堰的原则,每年定期整修,清除淤泥,所以整个水利工程在2000多年时间里,虽然历经沧桑,却一直发挥着作用。

都江堰水利工程彻底改变了成都平原原来水旱灾害经常发生的状况,使其成为“天府之国”。历代以来,人们对这个工程一直赞不绝口,堪称我国古代农业水利工程的典范,即使从现今来看,它还具有相当高的科学水平。

就都江堰水利工程本身来看,它是立足于农业生产而设计的一个十分完整的系统,无论是选址、布局,还是施工、维修,都相当完善,无怪乎法国有一位地理学家说:“都江堰灌溉方法之完善,世界各地无与伦比。”从更深层次的意义上说,这个工程体现了人与自然协调和谐的可持续发展模式。在这个模式中,农业生产的内部循环系统与自然生态之间有效结合,使农业能够长期地持续下去,既为人类生产和生活创造了更好的条件,又不对人类生存的自然环境产生负面影响。

3

趋利避害

——地震的预防

说到地震,人们会谈虎色变,因为它常常给人类带来极大的灾害。我国为地震多发国家。自新中国成立开始,到1996年为止,在大陆共发生5级以上的地震1169次,其中造成灾害的地震684次,占地震总数的58.5%,造成的死亡人数约为279490人,直接经济损失370亿元以上。其中以唐山大地震造成的灾害最为严重。

1976年7月28日凌晨3时42分56秒,我国河北省唐山市突然发生



7.85级地震,这个百年古城顷刻间化为一片废墟。此时,有80%以上的人正在酣睡之中,他们还未反应过来,就被埋在废墟中,造成了巨大伤亡。

唐山地震涉及范围极广,整个华北地区都发生了强烈的震颤。天津市的居民听到房屋倒塌的响声,震动惊醒了正在访问该市的澳大利亚前总理,他所住的宾馆也因此出现了可怕的裂缝。北京地区摇摇晃晃,人民英雄纪念碑颤动,天安门城楼发出嘎嘎声。北至黑龙江的满洲里,南到河南的正阳、安徽的蚌埠、江苏的靖江一线,西至宁夏的吴忠、内蒙古的磴口一线,东至渤海湾岛屿和东北国境线,都有异乎寻常的震感。震感范围达14个省区,总面积相当于国土面积的三分之一。唐山地震的震中正好位于市区,这种情况极其罕见。它的能量相当于1945年美国在日本投下的原子弹的400倍,破坏范围超过3万平方千米,造成巨大的损失,被列为20世纪10次破坏性最大地震灾害之首。地震造成的人员死亡共有24.24万人,重伤16.46万人,因之瘫痪者3817人,成为孤儿者4204人,轻伤者36万人。其中,全家人都死亡的有7218户,占全市总户数的45%。

地震还造成房屋倒塌、公路断裂、铁轨变形、通讯中断、交通受阻、水电供应系统毁坏、牲畜死亡、矿井堵塞、农田被毁等,直接经济损失达100多亿元,北京、天津和河北一些县市也有不同程度的损失。

地震又称为地动,是指地下内部应力释放而引起的地表震动,它使地表岩石在瞬间出现断裂、移动。地震是地壳运动的一种形式,属于自然现象。地震可分为构造地震、火山地震、陷落地震三类。它既可以发生在陆地,也可以发生在海洋。大多数地震的产生源于地壳运动过程中所积累能量的释放,不受人类活动的影响,但有时一些人为因素的影响,也会使一些地区加剧地应力的积累,诱发地震。比如水库、大坝的建造,会把河流上游产生的应力转移到下游一些地区积累起来,进而诱发地震。



探测地震的奥秘,预测地震,这是人类的一贯追求。早在远古时候,人类就十分关注地震,并积累了许多关于地震的知识。公元132年,我国科学家张衡发明了地动仪,这是世界上第一个观测地震的仪器,它成功地预测了一些地震。现在,人们普遍认为,地震在一定程度上是可以预测、预报的。科学家从成因、机制、过程等多个方面来探索地震的奥秘,确立了震因学、震史学和震兆学等学科,推动了地震科学技术的形成与发展,为人类的抗震和防震提供了理论依据。



唐山地震之所以造成巨大的损失,举世震惊,客观上有两个原因:第一,地震震中正好在城市中心的地下;第二,震级高达 7.85 级,而且还连续发生了两次震级为 7.1 级和 7.2 级的强余震。

但关键原因是主观上缺乏相应的预防意识、预测设施和救灾策略。其一,震前未能做出准确的短临预报。先前对此区地震有过估计,但是建立在经验基础上的,尤其是无此类地震的相关经验,并且观测设施不完整,设备落后,预报工作跟不上。其二,整个城市的房屋基本上属于无防震的建筑。唐山市位于一个断裂带上,过去未曾发生过大的地震,人们因而粗心大意,整个生命工程系统和其他系统均没有抗震设防,人口密度和建设密度过度集中。其三,应急措施不力,虽然临时指挥有方,但事前准备太少,不足以应付如此大的地震灾情,事中应变能力差,信息系统失灵,局部地方失控,出现混乱,同时还拒绝国外人道主义的救援。

长期来看,地震的发生要经过地应力集中的过程,在此过程中,会出现地应力、地电、地磁、地温、地下水、地球化学等一系列的变化。其变化极其细微,凭人类的感官无法觉察,但依靠精密的科学仪器,还是可以探测到的。为此,许多国家先后建立了地震观测网,分阶段、有步骤地记录下有关的数据,然后通过判断分析,初步确定地震发生区域,进一步加强观测和戒备,准确地预测地震。

我国于 1970 年建立了国家地震局,目前在大陆建立了 500 多个大型的联网地震仪站,900 多个小型地震及各类前兆观测台站,21 个区域与地方遥感地震网,10 个数字地震仪台站,布设 3 万千米的形变、重力和地磁流动测线,以及全国和区域通讯系统,形成了具有一定规模的观测系统。

在地震形成和发生的过程中,虽然人们无法直接感觉到它的种种变化,却会在周围环境中出现一些异常情况。比如,1976 年龙陵地震前,有一位值班员看到天空出现一条橘红色的光带,判断为地光,于是及时拉响警报,避免了人员的伤亡。

地震造成周围环境出现的异常情况,归纳起来有:1 动物异常,比如老鼠、黄鼠狼、家畜等乱窜;家禽、蝙蝠等惊叫;冬眠的蛇、蜈蚣、蚯蚓等出洞。2 植物异常,比如植物穿刺枯死,冬草重开花结果等。3 地下水异常,水位突然下降、上升或不稳定。4 海况反常,比如潮汐不按期到来,或过早,或迟来。5 气象异常,出现怪风、怪云、怪雨、怪气等。6 地面异常,比如地光、地声、地裂缝等。

作为一门学科,地震科学目前尚未完善,地震预报还有很大的难度,预测的



准确性、及时性、长期性等还不够。因此,预测固然重要,但关键是在提高抗震、防震能力,做好有备无患的准备工作。第一,思想意识要明确,以预防为主,综合防震减灾,注重地震预报、震灾预防、震后救灾和重建四个环节。第二,尽可能提高房屋建筑的抗震能力,因为地震的到来,有时候不能及时预测,如果房屋建筑达到了抗震要求,那么就可以减少伤亡。在唐山地震中,唐山面粉厂由于是按照8级设防建造,因而未遭受损坏。



走近更加轻松的生活 ——旅游价值的变化

工作、学习之余,外出旅游,换一换环境,心情会更加舒畅。早在公元前776年,旅游就出现了。当时,在古希腊的奥林匹克山举行竞技大会,祭祀宙斯神。大会期间,各地的人纷至沓来,观看竞技运动。这是最早旅游形式,目的是为了寻求乐趣。

公元前5世纪,希腊历史学家希罗多德以希腊为中心,沿中东、南欧、北非的许多地方旅行,记载了当时各地有关旅行的情况。我们从他的作品中可以看出,当时旅行与宗教信仰的活动有关。也就是说,当时的旅游是出于对宗教的追求。

到了罗马时代,以罗马为中心的军用道路已经完善,社会秩序相对稳定,一些运输工具为旅行的开展提供了便利的条件。部分有特权的贵族爱好旅行,目的在于寻找乐趣,有艺术鉴赏、疗养、散心、休养等目的,注重身心的享受。

中世纪从1096年开始,历时百年之久的十字军远征,开辟了东西方陆地与海上的通道,提高了人们对各国知识的关心和了解,为旅游活动的开展创造了更有利的条件。到了15世纪和16世纪,航海探险和地理大发现,进一步消除了人们跨越不同地域的空间障碍,出现了以探险为目标的旅游活动,越来越多的人从旅游探险中找到了乐趣。

工业革命兴起以后,随着各种交通工具的发明和道路设施的完善,人们逐渐告别了以个体为特色的旅游时代。当时,欧洲的一些贵族、诗人和作家,为了扩充知识,增加见闻,风行外出旅游。同时,人们之间的自由交往变得更加容易,旅游的范围也更加宽广。



经济的活跃,增进了人们的商务活动,加强了人们的交流,促进了住宿、交通工具和道路等条件的完善,利用各种交通工具来进行长距离的旅游变得越来越方便。

19世纪汽车、蒸汽船和蒸汽机车的问世,制约人们行动的空间障碍发生了巨大的变化。人们出行的交通工具更多、更方便,出现了横跨不同大陆的洲际游船。它们运送一批又一批旅客往返于各大陆之间,使大规模的旅游活动更加普及。

公路、铁路及旅行设施的完善,使旅游活动开始从个体走向群体。与此同时,相应地出现了一种专门为群体旅游服务的组织:旅行社。旅行社从事旅游事务,承办和组织大规模的旅游活动。英籍牧师托马斯创办了世界上第一个旅游代理处。当时铁路兴起以后,他与米德铁路公司签订了合同,为自己的教友安排一趟从莱斯特到洛赫伯勒的专列,去参加一个重大的宗教节日活动。这个活动在1841年7月5日举行,参加旅游的人数有82人,他们乘坐火车来回每人只付1先令的车费。后来,又开设了包办吃、住、行的旅行社,组织出国旅游。这样一来,旅游的人数也就越来越多。

随着旅行社的发展和交通工具的增多,以及相关设施的完善,旅游逐步向大众化转变,旅游空间进一步扩大,旅游方式与内容更加多样化。越来越多的人在繁忙工作之余,把兴趣转向旅游。



俗话说:“读万卷书,不如行万里路!”西方哲人也对旅行倍加推崇。他们讲:世界是一本书,没有旅行的人仅读了一页。读书是精神的探索,旅行是身体和心



灵一同去跋涉。读书是跟着别人走,旅游则是自己去发现。

在交通工具和道路系统日益完善的今天,旅游越来越成为人们工作和生活中一个重要的组成部分,进而促进了旅游业的进一步繁荣。旅游业连接酒店业、旅行业、运输业等,是一个国家经济发展的重要方面。它促进社会发展,扩大就业。1993年,世界旅游理事会指出:“全世界范围内,旅游作为一个整体雇用了世界从业人员的十分之一,已经成为世界上创造新就业机会最多的行业。”

现代旅游进一步拓宽了人生的意义,同时也把个人所追求的旅游乐趣推向一个新的境界。个人把身心的体验透过异样的自然景观与人文景观,融入到一个宽阔的自然环境中,进而碰撞出价值的追求,开阔胸怀,享受人生。观看地质地貌、气象气候、水文地理、生物、建筑、文化艺术、风土民情等,不仅使人感到回归自然,彻底地放松自我,娱乐身心,开阔视野,而且还可以丰富知识,增加阅历,创造出多姿多彩的生活方式,加深对历史文化的理解。从更深的意义上看,旅游使人感受精神上的启发,陶冶情操,提高道德修养,增加对人生的感悟。

现代旅游业沿多个领域来创造旅游价值,在功能上不断分化,开发出了工业旅游、休闲农业旅游、民族风情旅游和文化生态旅游等多种模式。工业旅游立足于工业生产场所、生产过程、生产成果和管理经验等资源,让旅游者感受到工业化的气息。休闲农业旅游以农业生产为基础,集农业生产、农业生活和生态环境为一体,在科研、科普、生产、销售、加工、观赏、娱乐、度假、咨询等方面创造出一个休闲空间。民族风情旅游把旅游者融入到不同民族的生活气氛中,体验到异国他乡的风情景色。文化生态旅游可以让旅游者通过观察、学习、研究、欣赏旅游地的文化与历史,获得文化知识的教益。

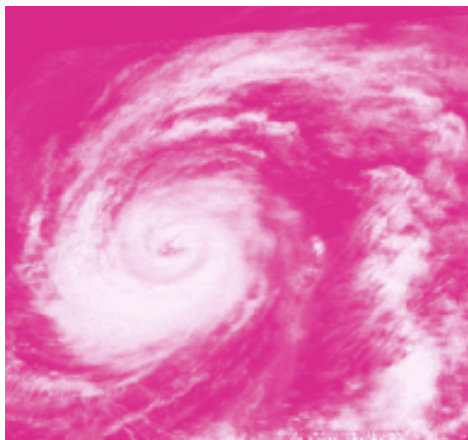
从个人的旅游活动到现代旅游,旅游业包括旅游资源、旅游设施、旅游服务、旅游活动等,现已成为世界最具前途的行业之一。个人身心价值的精神追求,依托现代旅游业,创造出越来越多的社会价值,提高了人们的生活质量,增加了社会的就业机会,促进了经济的发展。

5

掌握天气的脾气

——气象观测和预报

1997年8月18日,11号台风像成千上万个猛兽,疯狂地扑向浙江大地,渔



船被抛到楼顶上,大树被连根拔起,电线杆被折断,海潮怒吼,骤雨倾盆,倒塌房屋 2 500 多间。在台风登陆的温岭市,6 000 多人被大水围困。但是,由于预报及时,事前政府制订了“防、抗、抢”的方针,转移了 132 万人,18 艘外轮和 1 万多渔船回港避风,加固了堤防,又抢割了水稻,使台风所造成的经济损失减到了最低,只造成一人死亡。

从这个例子可以看到,及时准确的天气预报,关乎人民的生命和财产。自古以来,人们的生活、生产实践都同气候有密切关系,穿衣、睡觉、出门等都要看天行事。自创立文字之日起,人类就开始记录这方面的知识,想方设法来预测天气与气候。在我国商代的甲骨文字中,记载着刮风、下雨、洪涝、干旱等天气情况。

劳动人民在生产实践中,通过观察物象、天象等,逐渐获得天气与气候预报的知识。比如,“朝起红云晚下雨,晚起红云晒死鱼”,“南风吹到底,北风来还礼”,“一场秋雨一场寒,十场秋雨要穿棉”,等等。

公元 132 年,我国著名的科学家张衡就发明了气象观测仪器,它在地上立上高竿,竿头上安装一个铜鸟,根据铜鸟的转动方向,就可以看出风向的方位。在 15 世纪明朝永乐年间,人们制成了量雨表,并在全国各州县使用。

近代科学兴起后,在 16 和 17 世纪,人们发明了气压计、温度计、风速仪等仪器。利用它们,可以在不同的地区进行气象观测,但由于观测范围不大,难以有效地进行天气预报,因为天气过程是在大范围内发生的。于是有人产生了新的想法:把一定区域的气象资料综合起来,绘制成图表,进而“纵观全局”,预测天气。1817 年,洪堡绘制出世界上第一张平均等温线图,给人类科学地进行天气预报提供了极大的启发。

以等温线和等压线为内容的图表,是天气预测的主要手段。1816 年,德国有一位物理学家收集了 1783 年至 1795 年间曼汉姆气象学会观测网一日三次的气象观测资料,绘制出逐日天气图,范围从俄罗斯乌拉尔山到西班牙比利牛斯山地区。他在图上标出气压与风向值,绘出等压线,深入分析了云量、风力和气压之间的关系。1820 年,他将这个成果发表。这个图表把不同地区的天气要



素有机地结合起来,使气象学向前迈出了重要的一步,开辟了科学预测天气的新路。

仅有天气图仍无法很好地进行天气预报,因为缺乏有效的通讯工具,不能及时传递有关的天气资料。一直到1830年,美国莫尔斯发明电报以后,这种困难才被克服。1842年,美国罗密斯首次绘制出世界第一张即时天气图,此后,英国、荷兰等国的气象学家也先后绘制了即时气象图。

然而天气预报却是由一场战争促成的。1853年,俄罗斯为了争夺世界霸主地位,进攻奥斯曼帝国,挥兵夺取了黑海的控制权,引起了英国和法国的不满,于是两国组成联合舰队,于1854年11月14日逼近俄罗斯的舰队,把它们包围起来,正在准备全歼俄军之际,不料一场风暴突然来到,狂风以每秒30米的速度掀起巨浪,片刻之间,几乎把整个舰队吞没。兵败之后,伤透了心的法国作战部队,通过国王下令,命法国天文台台长勒维耶负责调查此次风暴的来龙去脉。

勒维耶接到命令后,分别写信给各国的天文、气象工作者,要求他们提供这次风暴发生前后几天的天气观测资料。勒维耶一共收到250封回信,根据所提供的气象资料进行分析,发现这次风暴来自大西洋,11月13日曾出现在地中海,自西向东运动,出事前两天,法国和西班牙已经受到影响。如果设有气象观测站,及时把消息通知舰队,那么损失就可以大大减少。因此,1855年,他向政府提出建立气象观测台站的建议,制作即时气象图,推断天气的变化,及时发布天气信息。

1856年战争结束后,按照勒维耶的建议,法国政府建立了第一个正规的天气服务气候系统。1863年,开始在报刊上发布天气预报信息。此后,英国、美国、俄罗斯、德国等也相继建立了气象机构,绘制天气图,预测风暴和预报天气,进而发展起地面天气图,使天气预报更进一步。

20世纪30年代以后,应用无线电探空和高空测风技术,欧洲建立了高空观测网,绘制出高空气象图,可以进行3~5天的天气预报。1939年,瑞典气象学家罗斯比经过深入研究,创立大气行星波学说,发现高空大气运动影响地球各地天气和地面环流的变化。气流的变化可以用三维空间来描述,使天气预报更加深入。

挪威某气象学家把数学方法引入天气预报。他根据某一时刻大气的运动状况,一步一步地计算后来的各种运动状态,但计算工作量太大,未能付诸现实。后来,英国数学家里查逊组织大量人员,应用同样的方法,费了九牛二虎之力才算出24小时天气预报。计算机尤其是高速运行计算机发明以后,这个无人问



津的天气预报领域才重新发挥作用,最终形成了数值天气预报方法。它可以进行短、中、长期的天气预测。我国在1991年也建立了中期数值天气预报系统。

现代科学技术为天气预报提供了良好的基础,许多国家利用气象卫星、雷达站网,以及超级计算机等工具,大大地提高了天气预报的准确性。人们可以从电视中看到清晰的气象图。这是利用气象卫星发回的资料,经过计算机处理后形成的。

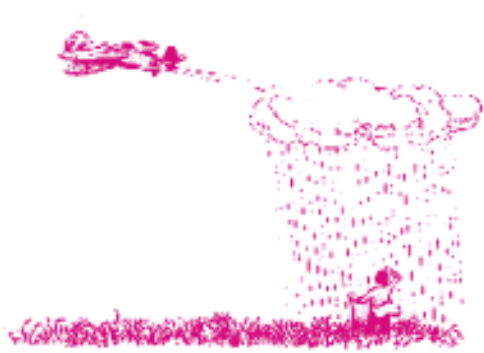
天气预报尽管取得了极大成功与进步,但并不能说人类已经完全掌握了天气情况,不同地区还有许多未解的气象课题。为了更加准确地预报天气,有效地利用气候资源,我国还进行了四个科学实验:南海季风试验;第二次青藏高原试验;淮河流域能量与水循环试验;华南暴雨试验。通过气象学家的努力探索,人类肯定会更好地把握天气和气候的脾气。

6 让天气为人类造福 ——以人工降雨为例

1876年至1878年,黄河流域三年天不下雨,造成大旱,受灾范围有河南、山西、甘肃、山东、河北、陕西、安徽、江苏等省,灾民无米为食,于是食树根、草根、牛皮、泥巴等。有的人饿得吃死人,甚至于杀活人来吃。俗话说:“天有不测之风云”,几千年以来,多变的天气就是这样,让人类吃够了苦头,受尽了灾难,因而,人类一直期盼着,有朝一日能够改变这种被动的局面,反过来让天气造福于人类。

远古的时候,人们不了解雨水的来历,以为天气变化有神灵主宰,由“雷公”、“龙王”、“风婆”、“云童”等神来掌管天气。每逢干旱的年头,人们就想雨、盼雨、求雨,设坛求神,修宇建庙,祈求平安。这些迷信行为,今天看来十分可笑。当然,天气变化不会如他们所愿,因为天气有它自身的变化规律。通过这些活动,人们只能求得心灵安慰,得到一种解脱而已。有些骗子则利用此机会骗取人民钱财。

天气中的雨水是怎样产生的呢?我们先从一个故事谈起。1773年11月的一天冬夜,在俄罗斯圣彼得堡,气温下降至零下30℃,有一群当地的贵族绅士、太太和小姐正在举行舞会。他们挤在一个不大的皇家舞厅里,狂欢曼舞,厅内燃烧



着数百支蜡烛，门窗紧闭，室内的温度渐渐增高，空气变得闷热起来，令人窒息，有几位妇女晕倒在地。一位贵族急中生智，用剑击碎窗户的玻璃，一股清新的冷空气从窗外吹入，厅内的人们又恢复了活力。突然间，有人惊叫起来：“厅内下雪了”。起初，人们以为雪是从窗外飘进来的，可是抬头向外一看，天空满天的星星。人们面面相觑，不知奥妙所在。

一个世纪过去后，气象学家终于揭开了这个谜。原来，厅内数百支蜡烛燃烧后，放出二氧化碳和烟尘，同时，人们呼吸也放出二氧化碳和水汽，当打开窗户后，室内的暖气与窗外进来的冷气结合，就凝结而成飘雪。

随着科学的发展，人们逐渐懂得，冷暖空气相遇，就会产生雨水。1930年，荷兰科学家维拉尔特利用这种原理，开始进行人工降雨实验。他用飞机载上1.5吨干冰大碎块，飞到2500米的高空，将它们撒在云层中，同时还出动4架飞机在云层下观察，发现在8平方千米的范围内，产生了较大的降雨。

人工降雨实验虽然取得了成功，但维拉尔特却并不了解它的机理。1933年，瑞典科学家贝吉经过反复的实验研究，终于发现，在冷云层中，同时存在着冰晶和过冷的水滴，因为冰晶的饱和水汽压比过冷水滴低，因此水汽会直接凝固在冰晶面上，所以只要有足够的冰晶，经过冰水转化过程，就能够产生降雨。

根据贝吉所发现的冰水转化过程，科学家建立起了人工降雨的理论：只要向云层中投入一定量的降雨催化剂，就会达到降雨的目的。在冷云层中，降雨催化剂为干冰，把干冰投到云层中，干冰就会吸收周围水汽的热量，使冷云层更冷，云层中所结的冰晶会越来越多，进而形成雨水。

在暖云层中，降雨催化剂一般为“盐粉”。盐粉具有极强的吸湿性，当它被撒在云层中时，很快便产生凝结核心，周围的水汽被吸附过来，进而变成较大的水滴。同时，盐粉还能使云层发生扰动，进而导致垂直对流和温度变化，加快降雨。此外，还可以用尿素作降雨催化剂。经过胶囊处理后，尿素撒在云层中，吸收周围的水汽，进而体积增大，在下降过程中，会不断吞并小水滴，最后形成降雨。



1946年的一天,美国空军的一架飞机,直冲苍穹,穿过云层,在白云朵朵的上空,向云层撒下银光闪闪的干冰,不一会,天上乌云密布,雨点大颗大颗地降下来。20世纪50年代以后,利用人工降雨来消除天气不利影响的试验,在世界各地广泛地展开。从1969年至1975年,以色列利用人工降雨取得了极大的成就,几千公顷的沙漠经过人工降雨处理后,很快就变成了耕地。

我国进行过许多人工降雨试验,取得了较大的成绩。利用人工降雨,可以大大地缓解旱情,减低损失。1958年夏季,吉林市及周围地区,遭受到几十年未遇的大旱,7月份降雨仅2毫米,松花湖也因久旱而蓄水量大大下降,田地干裂,庄稼枯萎,人畜饮水和工业用水都受到了严重威胁,于是我国实施了第一次人工降雨试验。在飞机穿越云层后,从它的上空,把降雨催化剂撒向云层,不久,云层就出现翻滚,越来越厚,风力增大,一场雨水终于从天而降。在8月到9月,共出动飞机10架次,向云层撒下干冰10吨,基本上消除了旱情。此后,人工降雨一直是缓解旱情的基本手段。

现在,应用人工手段来改变天气,并不局限于人工降雨,还可以干扰云层物理变化的过程,在局部区域实现人工消雹、人工消雨、人工消闪电等,甚至还可以降低台风中心的速度。随着科学技术的进步,除了利用飞机外,还可以在地面上用火炮、火箭或气球等,把催化剂送上云层,实现改变天气的目的。

虽然天气的好坏还在不同程度上影响人类的生产实践活动,但是随着气象科学的发展,人们将会更加合理地利用气候资源,按照所认识的天气变化规律,应用人工方法,驾驭天气,改造气候,让天气为人类造福,为人类战胜旱涝灾害做出更大的贡献。

7 管理地球的工具 ——地球数字化

随着信息技术的飞速发展,1993年,美国总统克林顿审时度势,首次提出了信息高速公路的设想,接着在美国实施“国家信息基础设施”工程。1994年,他又签署了行政命令,决定建立国家空间数据基础设施。5年后,即1998年1月31日,美国副总统戈尔在美国的加利福尼亚科学中心进行了《数字地球:认识21世纪星球的方式》的演讲,提出了建立一个数字地球的想法。



人们不禁要问:美国领导者为什么要提出建立数字地球的设想呢?原来,信息高速公路的铺设,极大地带动了美国经济的发展,使他们尝到了甜头。然而,信息高速公路虽畅通无阻,却缺乏重要的信息“货源”,其中以地球信息资源最为重要。因此,美国下决心实施数字地球工程,把地球的各种资源编制成信息,即转换成数字以后,在电脑上再现地球。这就是数字地球。数字地球是十分基础的信息数字库。有了它,在地球上做许多事情既省钱,又省力,效率高,成本低。那么,数字地球的概念又是怎么来的呢?这还得从汤姆林博士的故事说起。

1960年,加拿大一位叫汤姆林的博士,在渥太华航空测量公司工作,他的任务是测定加拿大和非洲森林的面积。可是,他的工作量很大,除非他能像孙悟空那样,会72变,变出许多徒孙来,否则就会忙不过来。一天,他看到用数字坐标描述的炮弹飞行曲线轨道,马上联想到森林图形周围的曲线,进而产生了森林图形数字化的设想。接下来,他进一步推测,如果把森林数字地图输入到计算机中,由计算机来运算,事情就会简单多了。

汤姆林博士经过反复研究,仔细琢磨,解决了森林地图的数字化、录入计算机及运算等相关的问题,然后立即向老板推荐。可惜的是,老板不懂得这个设想的价值,没有采用他的建议。1962年,汤姆林博士听说加拿大土地局要进行土地资源调查,他立即找到局长,再次推荐他的想法。

1963年,加拿大土地局就此事组织了有关人员参与讨论,会上争论极大。与会人员认为,汤姆林博士的想法虽然很有道理,但不能确定它是否会比传统方法更有经济效益。争论双方最后形成了一个折中的试验方案:从地图上划定70万平方千米的面积,采用两种方法进行试验来获取30项数据,并进行经济效益分析。试验结果表明,在1:5万的地图上,采用人工方法,累计支出费用为841.4145万美元,共花费人力为556人/年;而采用数字化方法,累计支出费用为111.2202万美元,共花费人力为13~27人/年。在人少地多的加拿大,这个方案很可取。

在汤姆林的主持下,经过多年的艰苦探索、反复研究和完善,到1981年,加拿大土地局终于研制出世界第一个地球数字化的信息系统,称为地理信息系统。当时,这个系统由IBM公司制造的最先进的计算机来进行运算处理,但运算速度实在太慢。不过,在计算机技术日益完善的今天,这变得至关重要。一般来说,完善的地理信息系统,有4个部分:数据采集部分,数据管理部分,地学知识库,可视产品的输出部分。

地理信息系统是基于局部地区地理资源而建立起来的,只能看做是数字地

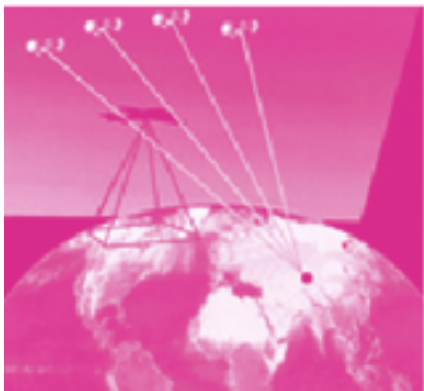


球的雏形。从地理信息系统到地球的数字化,制造出新型的数字地球仪,中间还需要做许多工作。这些工作包括:

第一,地球的数字框架。由经度与纬度两个坐标,即地理坐标来确定,就像进电影院找座位一样,通过排与列的交叉点,来确定一个精确的位置,即几排几号。这项工作虽然简单,但工作量极大。

第二,地球表面的数字化。经过三维立体图像数字化处理后,在地球内外力作用下形成的起伏不定的海陆地貌、地形等,如山川、平原、盆地、洋中脊,还有地表上空的大气分层等自然地理资源,以及道路、城市、人口、房屋、桥梁等人文地理资源,在数字地球中,都是立体的。目前,航空遥感和卫星遥感已经使它们变成了现实。完善的数字地球就如真的一样。

第三,地球内容的数字化。应用力学、声学、电学、磁学、热力学、光学及核变化等物理方法所测定的地球内部的圈层结构、不同的运动形式、矿产资源、断裂褶皱构造、岩石分布等地质资料,经过科学的数字化处理以后,同样可以反映出来。



数字地球通过图像、文字、数据、图形和声音等信息使者,可在虚拟空间中把真实地球的情况再现出来。它是真实地球信息的高度浓缩。数字化的地球仪所包含的信息量是巨大的,我们既可以观看到外层空间和地表的情况,还可以观看到地球内部的情况。这是一般的地球仪无法做到的。

目前,世界各国正在开发以本国为基础的数字地球或地理信息系统,这些地理信息系统有的还很粗糙,还不能把整个地球的信息完全综合在一起。不过,通过信息高速公路不仅可以把它们联系起来,而且可以让各国的专家相互交流,达成共识,进而使不同的地理信息系统相互兼容,共享信息而成为一个整体。

从真实地球到数字地球,人类有了有效管理地球的工具。应用这个工具,在军事上可以精确定位,实施精确打击;抓捕罪犯时可以准确搜索,确定罪犯所在的位置。更重要的是,应用它可以对地球上有关的资源和情况进行实时的监控,及时掌握它们的变化过程,大大提高决策、规划、管理的水平与效率。总之,数字地球有广阔的应用前景,它是人类管理地球的有效工具。



8 人类交往纽带的形成

——交通运输漫谈

每当思念远方亲人时，大家都有这样的愿望：恨不得马上出现在亲人的身边。但如何实现这个愿望呢？当然，大家会立即想到汽车、火车、轮船、飞机等交通工具。可是，不知有谁仔细思考过没有，历史上的交通是什么样？交通是怎样产生和发展的呢？

交通的产生与发展是同人类社会的进步密切相连的。最原始的交通莫过于步行。不过可别小看步行，正是由于步行，人类才开辟出最早的路，开展了各式各样的交往，进行商品交换、信息交流等。在短距离交往中，步行还勉强凑合。但是，如果需要搬运很多东西，走很远的路，光靠步行就远远不够了。于是，生活在陆地上的人们便开始使用动物来驮东西，拉雪橇；而生活在江河流域的人们，则制造出木排、竹排、独木舟等各式各样的船，用来运载物品。在我国，古代就有“伏羲氏剡木为舟，剡木为楫”之说。

经过漫长的驯兽以后，以牛马为主要动力的陆地交通基本上确立起来。轮子的发明与应用，把人类从笨重的运输方式中解放出来，又促进了筑路事业的发展。古代的埃及、波斯、印度、罗马等国家，都修过石砌的道路。我国春秋战国时期在秦岭地区开辟了著名的“金牛道”。秦始皇统一六国后，大修驰道，颁布“车同轨”的法令，使车辆可畅行全国。汉朝开辟了经西域通往西方的道路，即著名的“丝绸之路”。

有了牛马作为交通工具，人们的许多需求就可以得到满足。有这样一个故事：唐朝皇帝玄宗，生活极度糜烂，有一天，为了讨杨贵妃的欢心，让她吃上新鲜的荔枝，竟然下诏书到南方，命地方官员送过来。地方官员接到诏书后，立即用快马赶路，一路上不断更换快马，日夜兼程，送到朝廷，终于让杨贵妃尝到新鲜的荔枝。

相对来说，在古代，人们大多沿河生活，因而水上交通是最主要的运输方式。出于捕鱼和渡河的需要，最早的水上运输工具多为独木舟。它省力、方便。在地中海地区，古腓尼基人和古希腊人，在航海运输方面曾取得极其辉煌的业绩。



与此同时,人们还开凿人工运河,连通天然河道,扩大航运的范围。公元前 480 年,中国开凿了古老的运河——邗沟。秦始皇开凿连通长江与珠江两大水系的灵渠,开创了水路自身联运的先河。隋朝时期完成了贯穿南北的大运河,这是世界上开凿最早、规模最大、里程最长的运河。唐代以后,

逐渐开始了海上贸易。宋代,帆船成为海上交通的重要工具,可以从广州、泉州等地出航东南亚、印度洋乃至波斯湾。明代大航海家郑和曾先后 7 次渡洋远航,促进了我国与亚非许多国家经济和文化的交流。

自从中国在 11 世纪把指南针引入航海后,13 世纪传入欧洲,大大地促进了航海技术的进步。15 世纪,资本主义社会发展的初期,航海活动广泛兴起,许多航海志士在黄金梦的驱使之下,去探索未知海域和陆地,开辟了一条又一条新航线。亨利亲王的努力,迪亚士的探索,哥伦布发现新大陆,麦哲伦环球航行,都推动了水上运输的进步。

18 世纪下半叶,发生了近代第一次技术革命。蒸汽机的发明和广泛应用,使交通技术发生了重大变革。1819 年,英国的史蒂芬逊研制出新型运输工具:火车,随后修建了从斯托克顿到达森顿的铁路,并通车成功。这引发了英国和美国等一些国家铁道建设的热潮,使铁路运输成为交通运输的重要组成部分。

与此同时,美国发明家富尔顿把蒸汽机安装在船上,建造出世界上第一艘轮船,并试航成功。此后,随着轮船技术的不断改进,轮船逐渐取代帆船成为主要的航海运输工具,使传统的航海运输业跃上了一个新台阶,成为交通运输的重要组成部分之一。

在内燃机发明和应用后,19 世纪末,人们用它们改装传统的马车等运输工具,先后发明了摩托车、汽车等新型运输工具。它们轻巧、灵活、方便,极大地提高了人们的生活质量。随着这些技术的日益进步,特别是充气轮胎的发明,各国又兴起了兴建公路的热潮,对交通运输实行整体规划,进而把人们的各种交往活动有效地连接起来,使公路运输成为人们日常生活的一个重要方面。

20 世纪初,内燃机被应用在飞行器上。1903 年,美国人莱特兄弟研制出第一架内燃机推动的双翼飞机。飞机的诞生及其制造工业的进步,使航空运输业



得到迅速发展。特别是第二次世界大战以后,飞机制造技术得到了极大的提高,航空技术从军事应用大量地转移到民用上来,使航空业成为经济发展的一个重要支柱。

相应地,随着人类社会经济和技术的突飞猛进,公路的建设和航空线路的开辟,对燃料动力的需求也日益增加。20世纪50年代后,伴随石油和煤炭的大量输送,管道运输也发展起来。

在城市发展中,为了缓解交通拥挤,城市规划的一个重要内容就是合理布置道路的建设,以多种多样的道路形式,形成了许多不同的道路系统,如棋盘式、放射式、环状式等。目前,城市道路建设向立体式发展,在不同道路的交叉处建立立交桥,在空中发展轻轨列车,在地下建设地铁。

至此,交通运输形成了铁路、公路、水路、航空和管道五种方式。它们总体上构成了一个海陆空交通系统,由固定设施和流动设施连接起来。固定设施有线路、港、站、场、台等,流动设施包括车、船、飞机等。

各种运输方式都有自己的优势与不足:铁路运输能力较大,速度较快,成本较低,适合于中长距离货运;公路运输投资少,机动灵活,适合于短途客货运输;水路运输运量大,能耗少,成本低,基础设施投资少,但速度慢,适合于大宗货物的运输;管道成本低,可连续输送,适合于流体和其他散粒状货物的运输;航空则速度快,但成本高,适合于中长距离的客运与邮件运输。在世界范围内,公路运输的客、货运量居各种运输方式之首。

目前,世界上各种运输方式线路总长3 000多万千米,其中铁路130多万千米,公路2 000多万千米,内河航道50多万千米,管道150多万千米,航空线路530多万千米。随着现代技术与经济的发展,铁路行车时速可达300~500千米,高速公路的汽车时速可达200千米,船舶出现了50万吨以上的巨型油轮。运输工具向高速、大型化方向发展,运输线路逐步构成了合理的运输网。

可见,交通是社会不断发展的产物。它是国民经济赖以生存和发展的基础。除工农业生产外,人民生活 and 国防建设的空间活动范围、活动力度、活动速度无不与交通运输的发展状况有关。它把人与人之间的交往联系起来,既是国内工农业生产和城乡交流的纽带,也是国际贸易和国际交往的纽带。



9 构建城市的健壮机体 ——城市规划漫谈

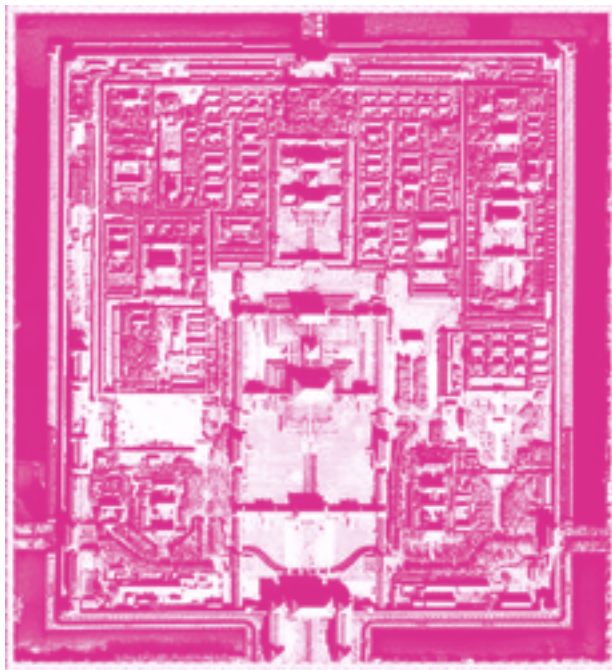
农业文明确立后,在适合农业种植的地方,人们逐渐定居下来。随着社会的发展和生产力的提高,到了原始社会的末期,手工业从农业中分离出来,产生了商品交换。随着商品交换的扩大与繁荣,渐渐形成了城市。

在我国古代,最初“城”“市”为两个不同的概念:“城”为军事据点,四周用墙围起来,处在交通要塞上,用来防卫敌人的入侵。《管子·度地》中说:“内为之城,城外为之郭”。“市”为交易场地。《周易·系辞下》说:“日中为市,致天下之民,聚天下之货,交易而退,各得其所。”后来,社会发展起来了,交易渐渐聚集到城里,于是两者就聚合在一起,从而形成了城市。

社会迅速发展后,城市逐渐壮大起来,随着人口的增多,生活、工作等许多方面越来越不方便。这样一来,城市规划也就应运而生。早在奴隶社会,很多城市的布点及建设和发展已具有一定的规划意图。当时,城市规划的意图是按照帝王的意志来实施的,带有明显的权力性质。如我国商代的洛阳,有整齐的道路和规则的城市布局;又比如欧洲的古罗马城,宏伟的广场、教堂、宫殿有规则地排列,在城市中心附近的一块盆地上,建有一座巨大的科塞奥竞技场。

进入封建社会后,城市规划的意图越来越明确。城市规划要充分地反映帝王的权力,让统治者的王朝能够万古长存。例如我国唐朝的长安,按社会生活的不同功能,布局严谨,构成一个有机整体,皇城居中偏北,东、南、西为居住和手工业交易的街道;道路按东西、南北向规划,形成方格式的道路系统。明代的北京城更加完善,整个布局左右对称,以故宫为中心,永定门、前门、天安门、午门、神武门、景山、地安门、钟楼和鼓楼构成中轴线,以此来构建城市的各种建筑,道路系统的南北向大街与东西向胡同纵横交错,充分利用自然地形,向城内引入河湖和水流。又比如欧洲的巴黎城,以凡尔赛宫为核心,总体平面布局采用轴线放射式的道路系统,在不同区段规划建筑、商业和居民生活网点。这种规划模式日后为许多国家所仿效。

工业革命以后,由于铁路、公路和水路的道路系统结构迅速改变,城市人口也日益增加。在城市机能上,原有格局规划的思路过于单一,使城市出现拥挤、



混乱、污染等问题,并日趋严重。在这种情况下,城市规划思想发生了较大的变化,由原来单一的权力模式逐渐转变为以经济发展即工业发展为主导的模式,同时要兼顾城市居民生活等一系列问题。1889年,英国的霍华德提出了田园城市的设想,以大城市为中心,在周围建设次一级的小城市,即卫星城市,它们具有相对独立的功能。根据这种规划意图,1903年,英国在伦敦郊区建立了最早的田园城市莱奇沃斯。此后在欧美一些国家先后建立了此类城市,而且规模不断扩大。

1933年,国际现代建筑协会在雅典召开大会,讨论并通过了《城市规划大纲》,即《雅典宪章》。该宪章提出了城市规划的纲领性指导思想,强调城市规划要与其周围环境结合起来,形成一个有机整体,要解决市民居住、工作、休闲和交通四大活动问题,并由此分析了城市居住、环境、交通等问题产生的原因,提出可能的解决方法和途径。这个纲领对城市规划思想、理论和实践都产生了极大的影响。

20世纪以来,特别是第二次世界大战以来,世界城市化发展迅猛,城市人口大大增加,用地规模不断扩大,城市内部工业、交通、商业和居住区等功能迅速



分化开来。在城市内部结构中,分化出了工业区、商业区、居住区、行政区、文化区、旅游区、绿化区等。在一定区域内,在大小城市之间,产生了大城市为中心,伴有众多中小城市的城市群,或在相仿城市之间,形成多中心带状或块状的城市群。城市职能从单一性向多样性发展,经济活动更加频繁,信息交流多样化;城市结构从一元结构向多元结构转变,从封闭走向开放。动态与成长迅速成为城市发展最突出的特征。

总的来看,现代城市是一个动态的有机整体。它在一定空间范围内不断地演变与发展,功能和结构不断地分化,进而演变出同心带、放射状、多核心等形态。这些变化使城市规划思路和实践发生了深刻的变化,突破了古代和近代单一城市的观念。

现代城市规划把城市看做一个有机整体,它集政治、经济、文化和居民生活居住条件等多种功能为一体,规划任务涉及社会、经济、政治、地理、建筑、艺术、工程技术等多个学科,综合性特别强。规划需要根据城市周围一定地域范围内的自然条件和经济地理情况,结合城市职能、城市体系、城市地域结构、城市形态、土地利用、城市规模、城市生态环境等方面特征,制定长期的计划和短期的部署,合理布设城镇,安排居民的居住点,使工业、仓储、交通运输、公共建筑、供水供电、排水、绿化、道路等都能浑然一体。

为了使城市的生产、生活、建设、管理等组成功能协调、空间生态环境统一的有机整体,有计划、有序地进行城市的发展与建设,成为人类可持续发展的基本之路。它的目标可以归纳为:第一,适度控制城市的增长规模;第二,不断完善交通、通讯体系;第三,减少城市各种污染源,加大绿化力度;第四,突出人性化特色,创造舒适、文明的居住环境,改善生活条件;第五,合理利用土地资源,争取更大的经济效益。

10 硅谷模式的思考 ——产业创新的空间

在地理上,硅谷是一片地域,指美国西海岸旧金山向南到圣何塞大约 100 千米的一块平坦的谷地,面积约 1 129 平方千米,面对太平洋。当然,硅谷并不是指这个地区为谷地,实际上除了平坦的一片地外,有一面还靠着山。



硅谷的得名,是因为它盛产以半导体为核心的电子产品,而制造半导体的主要材料为硅。1971年,有一位编辑,叫唐·C. 霍夫勒,在专门介绍半导体产业的《微电子新闻》上,开始把这个地方称为硅谷。1981年,人们开始在报纸上把这地方称为硅谷。此后,硅谷的名称就陆续地出现在各种报刊杂志上。

在这块土地上,人们创造出了一个奇迹,不仅连美国人自身,就连欧洲人、亚洲人等都惊叹不已,想像不出硅谷的火热。全世界高新技术产业的人才都向往硅谷,因为这里曾经是



霍夫勒

世界半导体、计算机、军事电子系统及设备、精密仪器等制造技术的研究开发中心,还是袖珍计算机、电子玩具、家用电脑、无线电话、激光技术、微处理器、网络计算机和生物医药等高新技术产品的诞生地,孕育了许多诸如惠普、雅虎、英特尔、苹果、思科等世界一流的公司。在这小小的一块土地上,1998年的产值,大约相当我国当年总产值的四分之一。

硅谷起步之前,还是一片杏园。这里有一所大学,名叫斯坦福大学,是一个小社团和农村俱乐部式的学校。1930年代,这所大学里一位叫弗里德里克·特曼的博士,担任工程学院的院长,他年轻有为,早在东部麻省理工学院学习时,便看到了研究型大学与地区经济成长的互动性,于是他以这种理念来建设斯坦福电子工程系,与当地的一些电子企业建立联系。1930年代末,特曼在电子行业创办了一个著名的研究生教育计划,由他向休利特和帕卡德以及由斯坦福大学对查理士·林顿等技术企业家提供支持,一个极小而富有创新能力的电子产业群体,开始在斯坦福大学周围孕育。

第二次世界大战期间,这里的一些电子企业得到了一些国防订货合同,但更多的是来自通用等其他东部大企业的转包合同,这些合同加速了它们的成长。比如,休利特与帕卡德成立的惠普公司,是从一个破旧的车库逐渐发展起来的。1940年,只有9名雇员和3.4万美元的销售收入,到1943年,雇员达100名,销售收入达100万美元。与此同时,一些优秀人才也被吸引到这个区域,参与到军事产品的研制上来。



战争结束后,特曼回到斯坦福大学,担任电子工程系主任。他把从东部悟出来的先进理念,用于设计斯坦福大学发展的未来蓝图,开始创建以促进产业发展为核心的智力资源。他的基本想法是设立工程研究项目,用来培育一个技术专家集团,然后把这些人才渗透到硅谷的创新网络中,利用自身的智力资源优势集中地开发。在他的努力下,电子工程系雇用了一批从斯坦福大学毕业成长起来的电子技术高手,并确立了一个“研究和教育计划”。这个计划得到联邦政府的投资和当地产业界的支持,用来吸收优秀的学生和培养工程技术专家。

1951年,斯坦福大学根据特曼的建议,在不违背学校原来用地规定的前提下,建立斯坦福工业园区,以出租土地的形式,向高新技术企业提供用地,既解决了斯坦福大学的经济困难,延聘了一批专家,同时还可以加强大学研究与产业界之间的联系,使大学实验室的最新知识和技术能及时地转让给企业,促进了大学与企业界之间的合作互动。

斯坦福大学工业园创立后,第一个前来租地设厂的是瓦里安公司,它曾是在斯坦福大学孵化长大后独立出去的高技术企业。随后还有惠普、劳克海德导弹与航空公司等59家企业进驻。它们每年要给大约28000名雇员支付工资和补贴,同时还付给斯坦福大学500万美元的租金。到1980年,整个工业园区的约44公顷土地全部租出,并很快在工业园区周围也建立了许多企业。

在这个期间,特曼花了许多精力来发展大学与周围企业之间的联系,一方面,鼓励大学的研究人员向周围企业提供各种形式的技术服务,开放有关的课程;另一方面,倡导产业界的技术人员到大学校园讲授课程,到学校学习专业的课程,在学术与产业界之间形成了一个创新的良性互动。

诺贝尔奖获得者、晶体管的发明者威廉·肖克利博士是硅谷的奠基者之一。在特曼的支持下,他得到老师阿诺德·O. 贝克曼的财力资助,在硅谷建立了肖克莱半导体实验室。这是一家高技术企业。肖克利凭借他在东部的影响,挑选了8个才华横溢的年轻人加盟到他的实验室中来。这8个人后来为硅谷的半导体产业发展奠定了基础,同时也为硅谷高科技创业型企业确立了一个成功的榜样。

由于不满肖克利的专断作风,这8个人都先后离开肖克利的半导体实验室,创立新的企业。1957年,戈登·穆尔与罗伯特·诺伊斯离开肖克利后,合作创办了仙童公司;1968年,他们又合作创办英特尔公司;1961年,谢尔顿·罗伯茨、尤金·克莱纳、杰伊·拉斯特和琼·赫尔尼德一起脱离仙童,另立一家半导体公司阿内尔科公司;1964年,赫尔尼德又脱离出来,创办了



联合碳化物电子公司，1967 年还再度创办英特塞尔公司。就这样，从萧克莱创业开始，就像孵小鸡一样，一代接一代孵化了许多企业，形成了创业的连锁反应。

经过特曼、斯坦福大学以及一些高新技术企业的努力，不仅使斯坦福大学跃升为全国著名的大学，而且硅谷也迅速发展起来。在 1970 年代后期至 1980 年代初，硅谷一片繁荣。1980 年代，硅谷经受了严峻的考验，许多企业濒临危机。1990 年代后，硅谷又迅速发展起来。许多创业者通过创办新企业，在一夜之间成为百万富翁、亿万富翁。硅谷成为全世界“淘金者”的天堂，每年都有不少的高新技术人才涌向硅谷，希望能在一夜之间致富成名。

硅谷高新技术企业的成长与发展，树立了一个成功的典范，因而人们把硅谷看做高新技术产业成长的范式，先后有许多国家向硅谷学习，建立高科技园区，以推动高新技术产业的发展，出现了所谓“硅林”、“硅岛”、“硅山”等。不过，这些科技园区实际上并没有领悟到硅谷模式的真正意义，因而所建的科技园区，总是无法取得硅谷那样的成效。其实，硅谷之所以成功，更重要的原因是，它所依托的智力资源以及由此形成的创新精神。



第六篇

肩负起我们的责任

1 水资源告急

——来自地球的报告

水是生命的基本要素。它与空气和食品一起，构成了人类生命和健康的三大要素，是生命体进行新陈代谢的主要成分。早在古希腊时期，医学之父希波克拉底就说过：“阳光、空气、水和运动，是生命和健康的源泉”，把水作为生命的源泉之一。



在构成人体的化合物中，大部分为水。研究表明，人如果一星期只单纯喝水，不吃食物，还不会死亡；但如果不喝水，一个星期内肯定会一命呜呼。

生命所需的水来自地球。在地球上，水是分布最广的物质之一，仅海洋面积就有 3.6 亿平方千米，占地表面积的 71%。地球上水的储量为 138.6 亿亿立方米，其中海洋水为 133.8 亿亿立方米，陆地水为 4.8 亿亿立方米。

水体形式多种多样，有海洋、冰川、湖泊、河流和地下水等。不过，这些水体只是



水循环的驿站。各种水体受太阳能的作用,不断地进行相互转换,进而构成周期性的循环。水循环经历水体蒸发到大气降水,再到河川径流回归到各种水体的过程。水体的循环过程遵守物质守恒定律。换句话说,地球上的水只在各种水体之中变化,而水的总量不会增减,只会由一种形式转变为另一种形式。

在水循环过程中,水在陆地上经历4次调蓄,分别是地表调蓄、地被物调蓄、土壤调蓄和地下调蓄,其中只有地表调蓄比较容易为人类控制和利用,也是改变径流时空分配不均的最有效的手段。

一般来说,水资源是地表上可供人类利用的水。因此,水资源并不等于地球上所有的水;只有可供人利用的水,才能成为水资源。科学家探索的结果表明,水资源只占地球系统中水的十万分之三,约为47万亿立方米。这是非常有限的数量!

在历史上,人类对水资源的利用和开发,大体上可划分为原始、初级、综合和持续四个阶段。在原始社会的初级阶段,生产力发展水平低,人均水资源量值很大,因而水资源并不短缺。自从工业革命兴起以后,水被综合地应用在人类生产的许多方面,人类毫无成本地用来灌溉、发电、生活等,极大地促进经济的发展,而人均水资源却不断地减少。

长期以来,许多人对水资源的含义存在误解,把地球上所有的水都看做水资源,以为水是唾手可得的,就像空气一样,取之不尽,用之不竭。受此观念的支配,人们毫无节制地对水资源进行开发与利用。进入综合开发利用水资源的阶段以后,一方面,人口增长迅速,致使人均水资源量下降;另一方面,工业生产用水增加,浪费了大量的水资源。因此,水资源渐渐告急。这主要表现在:

首先,水污染不断加剧。我们知道,在一定条件下,水是具有自净能力的,能自动地清除有害物质,但如果有害的含量超出了自净能力,那就会发生污染。目前,这些有害物质有农药、化肥、重金属及其化合物等有毒物质、有机和无机化学物质、致病微生物、油类物质、植物营养物、各种废弃物和放射性物质等。水污染的来源主要是未处理的工业废水、医药污水和生活废水。这些污染物先排入河流,造成内陆水域污染,接着又进入地下水和海洋。

从我国的情况来看,城市废水(包括工业废水和生活废水)的排放,一直稳步增长。根据国家环境质量通报报道,1992—1996年,全国江河水域普遍受到不同程度的污染,除部分内陆河流及大型水库外,污染呈加剧的趋势,大江大河的干流水质还好,但流经城镇时污染特别严重,尤其是大中城市的下游河段更加突出。主要有害物质是有机污染和重金属污染。许多大型湖泊也受到不同程度



的污染。对 130 多个湖泊的调查分析结果表明,处于营养化的湖泊有 51 个,占调查总数的 39%,占总面积的 33.8%,并且盐碱化和营养化还在不断地加剧。在海洋上,我国四大沿海的水质也受到不同程度的污染,其中渤海、东海较重,南海较轻,尤其是靠近大中城市、重点河口、海湾和港口的近海水域,污染最为严重,主要的污染物有无机氮、无机磷、石油类等。

其次,水资源环境恶化。人类在发展经济的过程中,严重地破坏了水资源在循环过程中所依赖的环境条件。水在陆地上的 4 次调蓄过程被不同程度地破坏。许多原始森林被严重砍伐,变成荒山秃岭,造成水土流失,河床增高,河水浑浊,湖泊、水库淤积;地表径流边界条件恶化,洪涝干旱加重,比如 1998 年发生在我国长江的特大洪水;过度开采地下水资源,造成地下水位下降、地表下沉和海水入侵;全球气温增高,冰川雪地融化,海平面升高,一些低洼地区受到淹没的威胁;陆地表面的变化,改变了水蒸发的状况,影响了水循环过程。

再次,可供水量减少。以可饮用水——淡水——为例,它只占地球总水量的 2.53%,其中绝大部分封冻在南极等地的永久冰盖中,人类真正可以利用的淡水资源尚不足 0.003%。据联合国统计,由于人口的增长,上个世纪以来,全世界的淡水消费量增长了 7 倍,近年来每年的淡水使用量达到 3 240 立方千米。目前,全世界大约有 26 个严重缺水的国家,有 40% 的人遭受缺水之苦。此外,水体污染使全球可供的淡水资源量大大减少了。据世界银行的报告估计,由于水污染和缺少供水设施,全世界每年有 2 500 万人因水污染而死亡,有 10 亿人口喝不到干净的饮用水。尤其严重的是,除了中东和非洲,原本水源充足的南亚、巴西、中美洲也闹起了水荒;东欧、美国、日本也常感到水源缺乏,供应不足;就连地广人稀的加拿大、俄罗斯也受到缺水的威胁。

水资源的告急使世界上许多地区面临着严重的危机。随着人类生产活动的发展,水资源的利用会越来越多,水危机将进一步加剧。

水是全球国际关系格局的一个重要因素,它正逐渐成为国家安全和全球和平不可忽略的战略资源。目前,全球共有约 250 条国际河流,许多国家对它们的水资源的利用、水质的防护极其敏感,稍有不慎就会产生争端,甚至演变成战争。研究结果显示,第二次世界大战以来,全球有 40 多次局部战争是因为争夺水资源而发生的。许多国际机构和专家不断告诫人们,“水资源不久将成为一场深刻的社会危机”,“我们正在进入一个新的水资源紧缺时代,如不采取措施,今后世界爆发的冲突可能以争夺宝贵水资源控制为中心,就像现在以争夺石油控制权为中心一样。”



我国的水资源并不丰富,水资源总量为 2.8 亿立方米,占世界总量的 6%,但人均水资源却很少,世界排名 109 位,被列为 13 个人均水资源最贫乏的国家之一。近年来,淡水紧缺愈演愈烈,全国有 300 多个城市缺水,日缺水量高达 1 000 多万立方米,其中 100 多个城市严重缺水。不仅如此,受季风气候的影响,水资源时空分布极不均匀,全国有 18 个省、自治区、直辖市人均水资源低于全国平均水平,其中北方 9 省、自治区、直辖市,包括北京、天津在内,人均水资源量不到 500 立方米,实属少水地区。

因此,树立正确观念,合理地开发利用水资源,已成为社会经济稳定持续发展的关键因素。对人类来说,21 世纪能否摆脱淡水危机,是一场关系到全球能否可持续发展,乃至人类生死存亡的大事。

2

警钟长鸣

——北京沙尘暴的启示

1998 年 4 月一天的清晨,北京的上班族可以清楚看到,停靠在楼房边的小车顶上,有一层被雨打过的沙尘,于是人们纳闷起来,为什么会这样呢?有些不明真相的学生就争论起来。一部分同学解释说,这是因为昨天晚上下了一场小雨,雨水把地上的尘土溅起,落在车顶上;另一部分同学则反驳说,小雨落到地上,它所产生的力量有限,不足以把尘土高高地溅起,坠落到车顶上。双方各持己见,断断续续地争论到晚上,经中央电视台新闻节目公布,才平息了他们的争论。原来,这是沙尘暴造成的。从西北吹来的沙尘,碰到北京的雨水,它们一起降下来,就形成了这场泥雨。

北京的沙尘暴一般发生在春季后期。自 1998 年以后,沙尘暴年年都有,而且逐年增多。沙尘暴的范围也越来越大,扩展到东北的许多地区,愈演愈烈。2000 年春季,整个中国北部地区,连续多次发生沙尘暴天气,与往年相比,袭击面积大,发生时间提前,次数增多,程度加深,影响范围已经扩展到了长江流域。

许多北京人都亲历过沙尘暴。每当沙尘暴到来时,从远处飘来一团浓黄色的滚滚烟云,紧接着是一阵大风,夹着沙尘土呼啸而过,沙尘土可以沿着窗户的微小缝隙钻进房屋,留下一层黄土。如果身处其中,风沙则扑面而来,钻进耳朵、嘴巴、眼睛。使人眼睛难以睁开,呼吸不便,分不清东西南北,好像一下子跌进云



雾中。沙尘暴过后,头上、脸上、身上会留下许多沙土。因此,许多北京人碰上这种日子的时候,都带着帽子和口罩上班。

北京的沙尘暴是比较轻的,它的直接危害不大,大多只会给人们的正常生活带来不便。当然,也会产生一些其他危害,比如对庄稼、农田的破坏。但是,如果沙尘暴很大,那么危害就更大。1934年3月,美国西部平原的一场沙尘暴,连续刮了三天,波及美国境内三分之二的田地。沙尘暴过后,人们发现,许多良田表层的肥沃土壤整块被掀走,卷走量达3亿多吨,除了少量堆积于沟谷、洼地之外,大部分进了海洋;无数的农作物因此死亡;许多房屋塞满沙尘土;井泉和溪流因堵塞而干涸,牲畜因无水而渴死;成千上万的人逃离家园;当年全国小麦减产102亿千克。

沙尘暴引起了人们的种种担忧。一些人呼吁,如果任由这种状况继续发展



下去,那么沙尘暴迟早会吞没整个北京城,北京将会成为第二个楼兰,甚至从西北过来沙尘暴的地带,也会荒漠化,变成一片沙漠,这是多么可悲的结局!

那么,这些可怕的沙尘暴是怎样产生的呢?经过调查分析,人们一致认为,北京沙尘暴的形成除了自然气候变迁的因素以

外,最为根本的原因在我们人类自身。从“大跃进”以来,人们无视自然发展的规律,在西北高原上大量地砍伐森林,片面强调造田,盲目开垦,过度放牧,破坏草原,致使土地失去了植被的保护,水土大量流失,自然环境遭受严重的破坏,气候也因此受到很大的影响,不断发生的旱风无情地剥蚀土地,使这个区域原有的沙漠化趋向进一步加剧。暴风从西北吹过来的时候,把已被破坏的土地尘土掀起,尘土随风长途迁移,最后搬运到北京及东北地区。

其实,西北高原地区沙漠化早就有了。早在1980年代,有关人士进行过统计,我国土地沙漠化的面积,自1970年代以来的15年里,就增加了27000平方千米,并进一步指出,北京将也受到沙漠化的威胁。但是,过去人们一直掉以轻心,没有意识到自然气候迁移的积累效应,以为不会产生灾害。少数个人和组织甚至从个人或小集体的利益出发,明知故犯,大肆掠夺自然资源,终于使沙尘暴扩展到西北以外的区域。



沙漠化仅在内蒙古就出现了非常严重的状况,原有的 9 000 万公顷草场,到现在沙漠化的面积已经有 46%。与沙漠化相伴随的先兆为荒漠化。目前,中国荒漠化的土地面积已达 266.2 万平方千米,占全国土地面积的 27.3%,涉及 18 个省的 471 个县,4 亿人口。荒漠化土地以每年 2 460 平方千米的速度扩展,全国已有 10% 的良田不同程度地荒漠化,其中 800 万公顷良田危在旦夕。近年来,每年荒漠化给国家造成的直接经济损失超过 500 亿元,相当于西北 5 省(区) 3 年的财政收入。

警钟长鸣 沙尘暴引起了我国政府的高度重视,中央和地方各级政府先后组织有关专家开展了具体的考察。经过深入分析,他们提出了应对的方案,制定相应的政策措施,每年投入大量资金,实施退耕还林,在西北建立一道道的自然森林防护带,加强水土保持工作,恢复草原的植被,争取实现对西北沙漠化的治理。

北京沙尘暴中的风沙,不仅有来自我国境内的,而且有来自境外,从阿尔泰山西边吹过来的。沙漠化并不只是我国独有,它是一个全球的现象,而人是沙漠化的罪魁祸首。根据有关专家的估算,人为因素造成的沙漠,占整个陆地面积的百分之六至七。换句话说,自古以来,由于人类的盲目破坏,使一千多万平方千米面积的土地化为沙漠。这种沙漠化的趋势至今还在亚洲、非洲、美洲、澳洲、欧洲五大洲继续着。非洲,在撒哈拉沙漠北侧,正在遭受人为的破坏,每年都有几十万公顷土地变为沙漠,影响到尼罗河流域;在撒哈拉沙漠南侧,沙漠以每年 30~50 千米的速度向外扩展。亚洲,仅仅印度拉贾斯坦地区,每年被沙漠化的土地就达 1.3 万余公顷。

沙漠化威胁着人类生存的生态环境,对它的治理是一项极其艰巨的工作,需要人类的共同努力。从既要治标又要治本的前提出发,人类首先要确立起全球治理的意识,合理规划和利用自然生态资源;其次,减少人为因素对自然生态资源的破坏;再次,采取更为积极的措施,把已经破坏了的土地,逐步恢复回原来的生态面貌。

3

21 世纪城市发展面临的严峻挑战

——透视城市的病症

2000 年 7 月 4 日,来自巴西、新加坡、南非和德国等许多国家的专家,聚集在德国首都柏林,召开“21 世纪城市未来国际会议”。会上,21 世纪城市委员会



发表了《21 世纪世界城市展望报告》。报告的发表 ,引起了人们对城市发展的极大关注。

城市的形成和发展是一个历史的过程。自工业革命以来 ,生产力有了极大的提高 ,大量农村人口拥入城市 ,城市人口迅速增加。19 世纪以前 ,世界上人口超过 100 万以上的城市极少 ,但 19 世纪以后 ,迅速攀升 ,到了今天 ,已经有许多百万人口以上的城市 ,人口千万以上的城市也不少。根据专家的预测 ,按照过去城市人口的增长速度 ,从 2000 年到 2025 年 ,世界城市人口将增加至 45 亿 ,占世界人口总量的比例由 47% 上升至 61%。在此期间 ,拉美的加勒比海地区、亚洲和非洲的城市人口将翻一番。到 2015 年 ,世界将有 358 个百万人口以上的城市和 27 个千万人口以上的城市。城市将变得越来越臃肿。

城市的迅速成长 ,在交通、生活、娱乐等方面给人们带来许多不便。更为严重的是 ,人们在城市的生活和工作中产生的有害物质 ,会在周围环境中积淀起来 ,通过一定的循环方式 ,反过来回到人自身 ,对人的健康生活产生负面影响。

城市居民的健康与生态环境的清洁、安全有直接的联系。但是 ,交通工具、居民生活、工业生产等 ,向城市空气排放许多有害的气体 ,如二氧化硫等 ,使城市环境严重污染 ,人们的健康生活正遭受严重的影响。

1999 年 ,在我国 335 个城市中 ,空气质量达到国家空气质量排放二级标准的仅有 111 个 ,只占总数的 1/3。这表明 ,我国城市空气污染状况十分严重。同年 ,我国二氧化硫、氮氧化物、总悬浮颗粒超过标准的城市比例分别为 28.1%、17.6% 和 60%。全国只有 13 个城市空气质量达到国家一级标准。



尤为可怕的是 ,严重影响人们健康的浮游颗粒 ,过去并没有引起人们的足够重视。浮游颗粒来源于城市中的废弃物、汽车尾气及建筑装饰材料 ,在空气中不易落下 ,也不为肉眼所看见 ,不足 2 微米 ,飘落速度每分钟 1 厘米左右 ,只要空气稍有扰动 ,它就可以飞起来。烧柴油的汽车所含有的氮氧化物、硫氧化物 ,在大气中发生反应 ,还会产生二次微粒。它们也很小 ,可飘浮两个星期左右。根据有关的研究资料 ,日本 70% 的浮游微粒是人为导致的 ,仅仅来自汽车排放的微粒就多达 8 万吨以上 ,许多



疾病如哮喘、脑炎、心脏病等的发病率与空气中浮游的微粒有关。据估计,一个城市的空气中浮游微粒浓度每上升 10 微克/立方米,当地的死亡率就会增加 1%。

流行病学家的研究结果显示,人呼吸一次大约可吸入 50 万个浮游微粒。它们直接进入人体的肺部,难以消除并会导致炎症,还产生黏液,使人呼吸困难,甚至死亡。除此之外,浮游微粒还会向肺部传送化学污染物,并在传送过程中加速一种叫做游离基的有害物质的形成,进一步对人体产生危害。

工矿企业排放的烟气,各类交通工具排放的废气,城市居民生活排放的烟尘等,都含有大量的二氧化碳。它们通常滞留在大气之中,产生温室效应,导致城市中出现热岛现象,再加上城市绿地的减少,城市气温一般会高出正常值 2~3 度,大大地影响居民的生活。另外,城市空气污染积累到一定程度后,还会产生酸雨、光化学烟雾等大气污染事件,直接危害人们的健康。

城市环境恶化的另一个重要方面反映在水体上。为了向居民生活供应大量生活用水以及工业生产所需的用水,许多城市不断地抽取地下水,使城市水资源告急。一些城市如上海等曾出现因过多抽取地下水而出现地面下降的现象。最为严重的是,工业废水和生产污水直接排放入江河湖海,以及空气中有毒气体通过降水溶入水体之中,使饮用水的水质下降,直接危害人体健康和动植物的生长繁殖。有些金属通过食物进入人体,就会发生“公害病”。

噪声污染也是城市环境恶化的一个重要方面。它主要来自交通运输和工业生产。噪声直接破坏人类的生活环境。一般来说,城市的噪声为人工噪声,是人为造成的。与自然噪声不同,人为噪声只能给人们带来嘈杂、喧嚣和不安宁。

工业噪声是人为噪声的主要来源,包括各种动力机、工作机等。它们产生的噪声在 70 分贝以上,有些机械噪声则更加严重。工业噪声对人们的影响,轻则烦躁不安,影响休息,重则造成耳膜穿孔,听力下降或导致其他疾病。在日本,与噪声相关的诉讼案平均每年有五六万起;美国有 40% 的人生活在噪声中;英国的伦敦、曼彻斯特等大城市,有相当数量的居民无法摆脱噪声所带来的痛苦。

在交通运输上,噪声和气体污染双管齐下,马路成为有害气体和有害声源的“聚集地”。世界著名的几个航空港口,平均每分钟都有一架飞机起落,跑道两侧 1 千米内人们无法交谈,4 千米内人们难以入睡。交通工具一方面制造噪声污染,另一方面又制造大气污染。它们排出的二氧化碳及其他有害气体,使马路上的有害气体浓度高于其他地方 3 至 4 倍。

随着电子技术的日益完善,通讯设施、工业设备、发电输电线路等,形成了



一个覆盖地球的辐射网,有人称它为“电子雾”。电子雾笼罩着整个世界,它无处不在,无时不有。尤其是功率大的高压线下或大功率发射台附近,辐射的强度足可以使计算机发生混乱,使仪器失常,使人无法正常工作,严重地影响人们的身体健康,使人出现头痛、疲乏无力、身体不适等。还有与日常生活有关的电脑、打印机、复印机、手提电话、无线电仪器等,这些先进的现代化设备,无时不在产生电磁波,影响着人们的生产生活。

总的来看,21世纪城市发展面临着严峻的挑战。因此,世界城市大会在报告中指出,21世纪头25年,城市发展肩负着五大全球性的共同任务:降低世界大多数地区的人口出生率;提高劳动生产率;减少环境污染;注重可再生能源和资源循环利用;建立能在高密度国际城市网络中迅速推广的制度。与此相对应,世界各国的社会发展也肩负着五大共同任务:建立良好的管理机制;改善教育以促进社会经济发展;改善生产设施以避免环境污染;促进社会融合;在城市网络中建设功能强、有吸引力和有生活价值的城市。



红色灾难

——赤潮及其产生的原因

俗话说“山珍海味”。海味为食物中的上等佳肴,不仅味道鲜美,而且营养价值高。许多人因品尝了一餐海鲜而津津乐道。可是,1986年12月的一天,一辆接一辆的救护车急速驶入福建东山县磁窑村,该村发生了一起食用海鲜的中毒事件,全村25户人家,共136人,出现不同程度的口舌麻木、四肢僵硬、站立不稳、头晕眼花、恶心呕吐等症状,严重者昏迷不醒,幸亏抢救及时,不然后果不堪设想,但仍然有一人因中毒太深,经抢救无效而死亡,另外还有59人因中毒严重而住院。

事后,经该县卫生防疫部门和海洋专家分析,发现中毒的渔民都食用过一种花蛤。它含有可以致人死亡的裸甲藻毒素,中毒事件是由这种毒素引起的。可是,按照平常经验,他们食用这种花蛤却没有出现过中毒情况,这次却偏偏出现了,为什么会这样呢?后来,专家经过仔细考察,发现中毒事件发生前,村里附近的诏安湾出现过持续几天的赤潮,赤潮长约2千米,宽100米,呈现红色,在夜间发出一片红色的荧光。当地渔民捕捉不到鱼,便从海中捞了养殖的花蛤来吃,



没想到会中毒。

那么,赤潮是什么呢?古埃及人发现,红海海水会在一夜之间变成红色,这种状况让他们惊恐万分,以为这是神在发怒,于是取名为赤潮,并沿称至今。19世纪,达尔文在乘船到非洲考察的过程中仔细地观察了发生在巴西海面的赤潮,他用显微镜观察了那次赤潮的海水样品,看到的状况令他十分惊异,其中竟然有密密麻麻的蓝藻,它们身体只有十几微米长。这使人们对赤潮的看法发生了改变,原来它并不是什么神,而是海洋生物。尽管如此,人们对赤潮的认识还是不够透彻。

此后,许多科学家开始关注赤潮。他们的调查研究发现,赤潮形成主要与一些海洋藻类生物有关,这些藻类海洋生物有甲藻、棕囊藻、夜光藻等;一些原生的动物如中缢虫也能造成赤潮。所有导致赤潮产生的这些海洋生物,都称为赤潮生物。

赤潮生物,尤其是赤潮藻,含有毒素,包括麻痹性贝毒、神经性贝毒、腹泻性贝毒和西方加毒等。其中最毒的是麻痹性贝毒。科学家研究后发现,以这种毒素配成1毫克的溶液,等量地注入500只小白鼠的肚子中,小白鼠在15分钟内会全部死亡。口服致人死亡的量为0.5毫克,这个毒素量相当于3~5个蛤所含的毒素量。东山县渔民所中的就是麻痹性贝毒。据统计,近20多年以来,发生了约2000多起此种中毒事件,死亡约500人。

赤潮会带来极大的危害。在它经过的海区,海洋生物所挟带的毒素会导致其他大量海洋生物死亡,进而造成巨大的经济损失。1997年11月26日,我国广东沿海发生一次棕囊藻赤潮,使大量的养殖鱼死亡,直接经济损失6000多万元。

有些赤潮生物虽然没有毒素,但也会导致鱼类的死亡。1998年1月29日至2月3日,在汕尾港海域发生一次赤潮,赤潮生物为夜光藻,它不含有毒素,却还是使养殖的鱼类大量死亡,损失惨重。为什么会如此呢?原来,夜光藻可以分泌出一种黏液,动物呼吸或滤食时,会粘附在它们的腮上,妨碍呼吸,使它们窒息死亡。

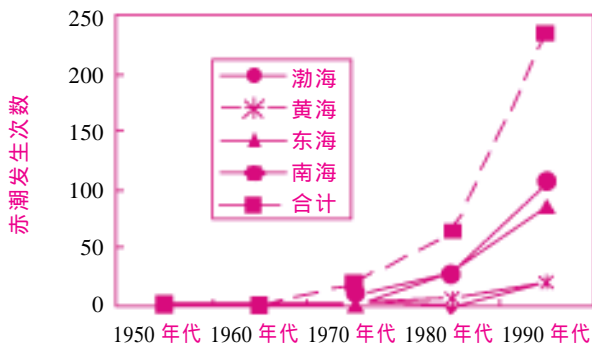
赤潮发生的海区,海洋生态系统会遭受严重的破坏。赤潮生物在毒害其他海洋生物的同时,也会毁灭自身。因为这是突发性的过量繁殖,很快会造成食物短缺,进而大量死亡。伴随着赤潮的结束,赤潮生物覆盖大片的海面,使海水缺氧,从而还会带来海洋生物的进一步死亡。

为什么赤潮生物会突发性地成长起来呢?科学家从赤潮生物的生活习性入



手,展开了全面的研究。研究结果表明,海水中的营养盐浓度,以及水温、盐度等环境因素,直接影响赤潮生物的繁殖速度。如果海水中氮、磷营养盐溶液高出正常值的几倍,那么甲藻繁殖正常分裂频率就会由4天一次缩短为2天一次;甲藻量由正常的每升几百个,在3天内迅速上升到每升几万个,海水很快就会变色。

近年来,赤潮出现次数逐渐增多。我国赤潮增多的现象更是明显。这引起了人们极大的关注与思考。研究结果显示,赤潮产生虽然有客观方面的因素,但根本原因在人类自身,它的发生机制与人类的经济活动有关。人类既从海洋中获



取食物,开采资源,又要把海洋作为一个垃圾池,随意向海洋倾倒生活垃圾、工业垃圾等,它们含有大量的氮、磷等营养元素;同时,植被破坏后的水土也流入海洋,它们带来大量的钾、钙等元素。这样一来,就为海藻提供了迅速

成长的机会,赤潮发生的可能性也相应地增加。

有鉴于此,赤潮的治理必须立足在源头上。有的国家已经采取了有效的措施,严格控制各种污水和垃圾的排放量,并取得了一定的效果。同时,科学家研究出了一些治理的办法,比如利用化学药品杀死赤潮生物,用网具清除赤潮生物或隔离保护养殖区,以及利用生物天敌来消灭赤潮生物等。其中,生物防治最为奏效。日本的一些科学家发现,通过人工养殖铜藻和江蓠等海藻,可吸收海水的营养元素,可以达到抑制赤潮生物繁殖的目的。

目前,在大规模的治理上还没有特效办法。许多国家致力于防治工作,不少国家已经建立了赤潮防治与监测监视系统,在有迹象发生赤潮的海区上进行持续的跟踪监测,及时掌握可能发生赤潮的情况,预报赤潮;同时在赤潮发生的地区,采取必要的措施,治理赤潮。相信在不久的将来,人类就可以把赤潮的危害控制到最低程度。



5

人类共同的选择

——可持续发展之路的由来

1959年,在日本四日市,一些居民出现哮喘等怪病,当时人们感到很疑惑,为什么会患上了这种病呢?原来,四日市自1955年后,政府将沿海660公顷的土地转让给了一个炼油厂,炼油厂排放出大量二氧化硫等有毒气体,有毒气体散布在空气中,居民直接呼吸有害气体后,呼吸系统遭到破坏,从而导致了疾病的发生。

四日事件开始使人们意识到了环境的问题,但并没有引起人们的足够重视。直到1962年,美国作家莱切尔·卡逊发表了《寂静的春天》后,才引起人们的强烈反响。卡逊在这本著作中描写了一个曾经风景优美、鸟语花香的小城镇,在春天到来时,忽然之间变得像死一样寂静,小鸟的歌声没了,路边的绿树枯黄了。卡逊看到,寂静春天的出现与人们的行为有关。她列举了大量事实证明,生态环境的破坏是人们大量使用化学药品特别是DDT等杀虫剂所造成的。因此,她大声疾呼,人类应当保护自身的生存环境。

卡逊的大声疾呼,唤醒了民众的意识。1970年4月22日,在美国举行了一次规模空前的示威游行,参加人数达到了2000多万。示威游行打着标语,呼喊口号,要求政府重视环境问题,根治生态危害。随着世界各地民众环境保护呼声的日益高涨,国际社会对环境问题越来越重视,环境保护逐渐提上许多国家的议事日程。

1972年6月5日至14日,联合国人类环境会议在瑞典首都斯德哥尔摩召开,为可持续发展理念的确立酝酿第一个里程碑。大会通过了两个文件:《只有一个地球》和《联合国人类宣言》,并确定每年的6月5日为世界环境日。《只有一个地球》汇集了58个国家的资料,指出环境问题来自于人类的错误观念与行为,警告人类如果不约束与克服自身的错误行为,那么将会有灭顶之灾,明确提出人类需要重建地球的秩序。《联合国人类宣言》提出,人类应当承担起环境治理的责任,呼吁各国为子孙后代着想,共同构建优美的生态环境。

同年,在意大利罗马,有一个非政府组织,叫罗马俱乐部,以D.米都斯为首的30多位不同领域的专家,撰写了一部《增长的极限》的著作。这是一份关于人



类困境的研究报告。该报告以人口、粮食、资源、资本、污染五个方面作为变量,描述与分析了人类社会发展的前景。他们认为,如果人口增长、粮食消耗、工业发展、粮食生产、环境污染等,按照当时的速度持续发展下去,地球上的经济发展将在 100 年内面临灾难性的崩溃。为此,他们提出了一个零增长方案。这个方案对人类发展的前景十分悲观,在世界上引起了极大的震动,使人们更加关注全球性的环境问题。

1980 年,联合国召开国际环境大会,与会者讨论并通过了《世界自然资源保护大纲》,对自 1972 年以来环境恶化的现实进行了深刻的揭露与批评,首次提出并使用了“可持续发展”一词。1981 年,美国观察

研究所所长 L. R. 布朗出版了《建设一个可持续的社会》一书,论述了可持续发展的社会属性,使人们对可持续发展思想的理解更加深入。

1983 年,联合国成立世界环境委员会,它的目的在于为人类发展制定环境战略,推动国际合作,寻找有效的途径来保护环境。经过 5 年的实际调查,1987 年 4 月,该委员会出版了《我们共同的未来》的最终研究报告。同年 12 月,这个研究报告在联合国第 42 届大会上获得通过,在国际上引起了极大的反响。该报告依据大量的事实,揭示在环境与发展中存在的各种问题,并提出了可能解决的途径。最引人注目的是,报告中首次采用了“可持续性”和“可持续发展”的概念,把环境与发展的问题联系起来。持续发展不局限于某个区域,而是整个地球的共同未来。在这个报告中,可持续发展被定义为“既满足当代人需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。”

1989 年,在联合国环境署召开理事会期间,与会者对“可持续发展”的含义展开了激烈的讨论,强调发达国家与欠发达国家之间,在实施可持续发展中的差异。

1992 年 6 月 3 日至 14 日,联合国环境与发展大会在里约热内卢举行,与会代表来自 170 多个国家,其中有 102 位元首、政府首脑以及联合国机构和国际组织的代表。这次大会规模空前,取得了一系列成果,通过了《21 世纪议程》、《里



约宣言》(《关于环境与发展的里约宣言》)和《关于森林问题的框架声明》等多个纲领性的文件,签署了《生物多样性公约》和《气候变化框架公约》。

至此,可持续发展成为各国的共同认识,各国掀起了实施可持续发展战略的热潮。中国作为一个发展中的国家,根据联合国环境与发展大会的有关精神制定并实施了《中国 21 世纪议程》和优先项目计划,把实施可持续发展战略作为一个重大举措。1996 年,国家有关机构下达文件,要求各级有关部门加大力度,进一步推进可持续发展战略的实施。1997 年,中国向联合国提交了《可持续发展国家报告》,根据中国的基本情况,提出我国对可持续发展的基本认识和理解。

可持续发展之路包含有五个基本原则:发展原则、公平性原则、可持续原则、主权原则和共同性原则。它以经济增长为前提,为国家富强和人民的基本需求提供经济支撑;以保护自然为基础,协调资源与环境的承载能力;以改善和提高人民的生活质量为目的,与社会发展相适应。

6

解除地球的烦恼

——人口爆炸及计划生育

1992 年 11 月,来自世界各地的 1 575 名科学家联名起草了《世纪科学家对人类的警告》一文,在文中指出:“地球是有限的,不加限制的人口增长构成的压力,对自然界的压力,可以压倒为实现持续发展的未来所做出的任何努力。”为什么科学家要提出这样的警告呢?原来,世界人口问题已经到了十分严重的地步。

世界人口问题最直接的有两个:一是人口过度增长,一是人口老龄化加剧。世界人口过度增长的重点集中在亚洲、非洲和拉丁美洲地区。这些地区为发展中国家,生育无计划、无节制。从 20 世纪 60 年代开始,这些国家的人口迅速增长。根据联合国的统计,发展中国家人口的增长大大高于发达国家。1950—1990 年期间,发展中国家人口增长了 145%;1950 年发展中国家人口占世界总人口的 67%,到 1987 年,这一比例上升到 76%,预计到 2050 年该比例将上升到 84%。现在,世界上每 4 个人中有 3 个是亚、非、拉发展中国家的。

中国是世界上最大的发展中国家,也是世界上人口最多的国家。1950—



1995 年间,中国人口从 5.5 亿增加到 12 亿。1978 年,实行了计划生育政策后,从 1950 年代每个妇女平均繁殖 6 个子女下降到现今的 2 个,到目前累计少生了 3 亿多人口。即便如此,现在中国人口仍然突破了 13 亿,占世界人口的 $\frac{1}{4}$ 。

目前,全球人口已经超过 60 亿,预计到 2025 年,世界人口将有 110 亿,即再过 20 多年,人口又将增加一倍。目前,世界人口正以每年 1.7% 左右的速度增加。

老龄化问题日益明显,也是世界人口的一个重要问题。按照联合国规定的标准,年龄在 60 岁以上的人口在总数中超过了 10%,即属于老龄化社会;一个国家或地区如果超过这个标准,就被称为老年国家或地区。目前,冰岛、日本、瑞士、法国等国家正在步入老龄化社会,中国也即将进入老龄化社会,西方发达国家人口老龄化形势更加严峻。在目前的 60 亿人口中,65 岁以上的老人已超过了 6 亿。在未来 50 年时间内,老年人的比例将由目前的 10% 上升至 15.1%。

日本进入老龄化社会只用了 50 年的时间。根据人口调查,1985 年日本 65 岁以上的人占日本人口总数的 10.3%,而且人均寿命普遍延长。男子在 1947 年平均寿命为 50 岁,而在 1986 年延长到 75.2 岁,女子则从 54 岁提高到 80.9 岁。

根据专家的预测,中国的老龄化速度比世界任何国家都要快,只需 36 年。统计结果显示,中国 65 岁以上的人口在 1964 年所占的比重为 3.56%,到 2000 年上升到 7.1%。1990 年,65 岁以上的老年人口为 6586 万;21 世纪初叶,老年人口将突破 1 亿,到 2040 年,老年人口可达 3.74 亿,即到了那个时候,每 4 个人中就有一个老年人。

随着世界人口问题的日益严重,人与自然的和谐协调关系也日益遭受破坏。根据科学家推算,每年地球生物圈所提供的食物,最多只能满足 80~100 亿人口的需要,如此高的增长率已使地球难以承受。因而,地球正在烦恼、呻吟。

俗话说“衣食住行”,人类生存的样样东西,都需要向自然伸手,多一张嘴,就要地球多付出几分代价。20 世纪 70 年代时,地球可耕种的土地平均 1 公顷养活 2.6 人,到 20 世纪末,就要养活 4 人。在印度,1951 年,每平方千米约有 117 人,1991 年增加到 267 人。在中国,人均耕地面积从 1949 年的 2.7 亩 1 公顷 = 15 亩 下降到 1988 年的 1.3 亩,有 $\frac{1}{3}$ 的省区人均耕地不足 1 亩,远低于世界平均 5.5 亩的人均水平。与此同时,人均消费粮食却提高了 18 倍。

许多发展中国家,尤其是非洲的一些国家,人口增长速度远大于粮食的增长速度。饥荒,儿童、妇女、老人营养不良和饿死人的现象时有发生。粮食不足成



为许多发展中国家共同面临的问题。

人口的过度增长还抵消了经济增长,使得一些发展中国家面临着巨大的就业压力。目前,中国农村有剩余劳动力 2 亿人,城市登记失业人数为 525 万人,隐性失业人数为 2 000 ~ 3 000 万人;此外,还有一些企业处于停产、半停产或破产状态,也产生了许多下岗人员。这种状况使人们的生活变得更加困难。

发展中国家相对贫穷,决定了其教育和科技的落后,最终还会决定其人口总体素质的下降。如今,发达国家的妇女有 95% 可以接受到比较好的教育,享有教育、培训的权利和机会;而发展中国家,由于无法拿出更多的钱来办教育,部分国家的妇女入学率低。目前,世界上有 1/3 的国家入学率不到 40%,非洲文盲人数达到了 1.6 亿。

发展中国家的庞大人口,消耗了人类生存所必须的基础资源。他们掠夺并破坏了各种自然资源,许多矿产资源已经大大减少,甚至殆尽,水资源严重短缺,森林覆盖面积缩小,动植物种类骤减,生物多样性受到了严重的破坏。

人口爆炸早就引起了全人类的普遍关注,控制人口出生率,提高人口质量,优生优育,成为许多国家的基本国策。人口增长方式由“数量型”向“质量型”转变,是人口发展的必然趋势。中国从 1978 年起就开始实行了计划生育的基本国策,人口



一个地球 一个家庭

过度增长的状况有所改变,但由于人口基数大,目前仍以每年 1 200 万人的数量增长。因此,还必须继续坚定不移地执行计划生育政策,同时把落实计划生育政策的着重点放在转变传统生育观念、加速经济从粗放型向集约型的转变、发展教育事业、提高人口的素质上。

7 平息大气的恫怒

——厄尔尼诺及其防治

在秘鲁沿海领域,大约每隔几年就会在圣诞节前后出现一种大自然的灾害现象。每当这种现象出现时,海面上本来万鸟齐飞、争相捕食的生动场面就悄然消失,连海中畅游的鱼群也消失得无影无踪,继之而来的是成片的死鸟和死海



鱼,整个海面笼罩着死亡的气氛。到底是什么原因导致这种灾难的发生呢?原来,是厄尔尼诺在作怪。

厄尔尼诺是西班牙语“EL NINO”,意思是“圣婴”;“上帝之子”;写成“El Niño”意思是“小孩”。小孩爱大发脾气,性情不定,反复无常。借用这层含义,在19世纪,人们把海洋气候现象的突然变化称为厄尔尼诺。

科学家的研究结果显示,在秘鲁沿海领域存在着一支上升气流,它不断地从海底深层涌向海面,带来大量营养物质。这最适合鱼类的繁殖与生长,从而引来鸟类的捕食,渔民也在此捕获大量的海产,使秘鲁渔场远近闻名。但是,如果这支气流减弱或消失,那么赤道附近的暖流就会入侵,引起水温的升高。暖流的南侵,在一般年份影响的范围有限,因为它只能到达南纬几度的范围,待到来年,水温又会恢复正常,因而对长期生活在这里的鱼类与鸟类影响不大。可是,如果暖流南侵范围扩大到南纬十几度,那么秘鲁沿海的水温就会迅速升高,适应原来水域生存环境的浮游生物和鱼类,由于环境的突变就会大量死亡,以鱼为食的各类海鸟,也会因缺少食物而无法逃避厄运,从而使秘鲁的海洋捕捞业大幅度减产。

经过科学家多年的潜心研究,发现厄尔尼诺会导致灾害,这并不局限于诸如秘鲁沿海这样的小区域内,还会导致全球气候的异常。因此,人们对厄尔尼诺的含义有了更科学的理解,它是指发生在赤道太平洋东部地区海水温度大范围的升高,持续增温时间超过一年。当厄尔尼诺发生时,会在全球不同地区产生极大的气候差异,一些地区暴雨成灾,洪水泛滥,另一些地区则干旱无雨,农业歉收。

1982—1983年发生了一次强厄尔尼诺现象,赤道太平洋东部的水温比平常



高出了4℃,持续时间近2年。这次强厄尔尼诺现象导致全球气候发生异常,给许多国家和地区带来了巨大的灾害。仅1982年,全球就有1/4的地区遭受到不同程度的危害,1000多人死亡,经济损失达几百亿美元。受灾最大的当属地处太平洋东部的厄瓜



多尔。1982年,厄瓜多尔发生了20世纪最大的水灾,连降暴雨,降水量为平常年份的10倍以上,洪水淹没了半个国家。近邻秘鲁也不相上下。在北半球,美国洛杉矶的年降水量也比常年增加3倍。最引人注目的是,太平洋赤道的圣诞岛上,经常出没与栖息的众多海鸟于圣诞节前夕全部消失。而在南半球太平洋西南部的澳大利亚却出现了200年一遇的旱灾,尤其是东部连续4年不下雨,许多农业产地歉收或绝产。干旱还导致森林火灾,大片原始森林被毁。

亚洲许多国家和地区也出现了同样的灾害。印度尼西亚发生了近50年来最严重的旱灾,大片森林着火。新加坡出现了近40年来最为炎热的气候。印度北部发生了洪涝灾害,而南部却出现干旱,连生活用水都需要从外地运来。巴基斯坦北部有严重的雪崩,南部出现大面积冰雹,丧生数百人。中国北方许多地方发生水患,南方却出现干旱,沿海地区水产中对虾的产量仅为常年的1/7。

科学研究的结果表明,全球气候异常与厄尔尼诺相互关联。前面所说的赤道附近暖流的南侵,秘鲁沿岸气流的消失,只是表面现象。关键原因是太平洋南侧东南信风的强弱变化。当东南信风强盛时,秘鲁沿海表层的海水被风推向海外海,下层海水则上涌,以弥补表面海水的不足。在强劲东南信风的作用下,暖水就会不断地被推向西流,形成西高东低的海面。反过来,一旦东南信风减弱,赤道附近的上升流就会消失,暖流因倾斜而流回到太平洋东部,然后不断地向南入侵,暖水取代冷水,厄尔尼诺就这样出现了。

海洋与大气相互作用的具体机制是极其复杂的。我们知道,物质和能量是相互交换的。一方面,大气与海洋都从太阳吸收热量;另一方面,它们的能量还要进行重新分配。海水吸收热量后,会在海洋中进行重新分配,并把部分热量转换给大气;大气吸收热量后,会改变运动状态,借助于信风来进一步传给海洋,驱动海流,使海洋进行能量再分配。这样一来,大气与海洋之间的能量来来往往,相互不断地转换。但是,这种能量的往来转换关系如果被破坏,就会导致全球气候异常。

强厄尔尼诺所引发的全球气候异常,极大地破坏了人类正常的生活秩序,引起了世界各国的高度重视。科学家观察发现,厄尔尼诺现象平均每五年发生一次,并有逐渐增加、增强的趋势。对人类的生存与发展来说,这是一个不祥的预兆。

为什么厄尔尼诺会出现增加、增强的趋势呢?科学家的研究结果表明,罪魁祸首是人自身。为了追求经济发展,工业生产向大气中大量地排放各种气体,特别是二氧化碳气体,它不仅直接向大气转换能量,而且还产生温室效应,把太阳



辐射的能量屏蔽起来,增加了大气中的热量。这样一来,厄尔尼诺能量的来源更加充足,进而就会增加全球气候异常的机会,增强厄尔尼诺的破坏力,产生更多、更大的灾害。

因而,应该从根本上减少向大气中排放工业废气等来减低厄尔尼诺产生的机会和强度,从而改变它所导致的全球气候异常,减轻它对人类的危害。

8

给发烧的地球降温

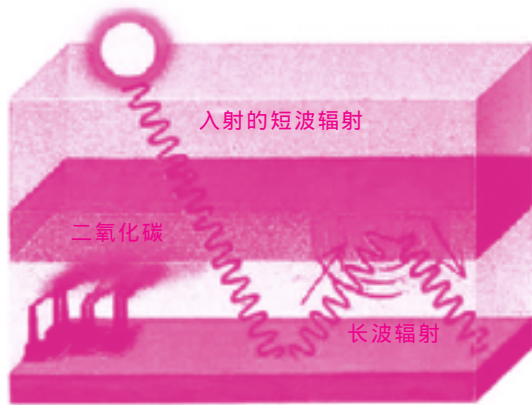
——温室效应及其防治

“温室效应”又称“花房效应”,起源于农业生产中。“温室”或“花房”是按照热量聚散的原理,应用透明材料做成的一种暖房。它简易方便,开始时用玻璃作为材料,后来改用透明的塑料薄膜。温室的透光性好,太阳光进入温室后,它既能吸收能量,又能防止热量散失,从而提高室内温度。在温室内,可以种植许多农作物,它们可以免受外界低温的影响,成长迅速。科学上称之为“温室效应”。

地球上的热量聚散也是如此。我们知道,太阳是地球热能和能量惟一的外部来源。一方面,太阳光的照射使地球加热;另一方面,热量从地球表面和大气层向外部空间释放而冷却。热量在吸收与释放之间达到平衡,使地球保持在一定的温度之间。地球保持一定的温度对生命活动十分重要,过高或过低都会危及各种生命现象。

研究表明,太阳能量以短波辐射型式进入地球,而地球能量以长波辐

射向太空散发。但是,地球能量并不是完全向太空散发的。否则的话,地球的温度将比现在低30℃。这样一来,人类就无法在地球上生存,许多生命现象就会消失。所幸的是,地球外围有一层大气圈,它除了能够让太阳光通过以外,本身还有一些温室气体,比如二氧化碳等,极易吸收地表长波辐射的能量,然





后再以逆辐射的方式返回地球表面，使地球表面散失的能量不至于全部流失，进而温暖地球。

地球的温室效应不是人造出来的，而是自然形成的。它使地球的温度稳定，有助于动植物和人类的生存。各种生命现象因此生生不息，相辅相成，循环互生。或许我们可能会抱怨冬天和夏天温差太大，但与别的行星相比，简直是小巫见大巫，根本就算不了什么。比如在月球上，白天温度可达 $50 \sim 60$ ，而晚上的温度则是零下 $40 \sim 50$ 。因此，地球上所有生命现象都得到温室效应的有效保护。可是，我们却正在逐渐打破这种完美的自然平衡。

自工业革命以来，人类不断地向大气中排放温室气体，温室气体在大气中的含量大大增加，使温室效应不断加剧，逐渐提升了地球的温度。这很快就使全球温度升高 3 。3 对我们来说，不会有直接的感觉，但是，对全球气候的变化来说就不得了。发生在 10 万年前的地球上最后一次冰期，只低于现今 5 ，却对整个地球产生了极大的影响。因此，地球表面温度增加 3 ，将会产生严重的后果。

地球升温将改变地球的生态，直接导致粮食减产。在粮食减产时，人类最初可能受到的影响不大，因为人类可以通过其他方式来获取粮食，但动物却无法如此。它们很难改变自身的生活习性来获取食物，如果沿着季节变化而迁移来获取食物的路线消失了，那么最有可能的结局是死亡。按照这种效应日积月累下去，人类最终也无法逃脱灭亡的命运。

地球升温的直接严重后果是洪水。以往，洪水是气候反常造成的。而地球变暖，也将产生同样的灾害。它会使极地的冰川融化，海水温度升高，海水体积膨胀，海平面上升，再加上由此导致的全球气候反常，沿海城市将受到严重威胁，一些低洼的沿海城市和低地如安哥拉的东部等，将会被淹没，进而给人类带来意想不到的灾难。

地球之所以升温，是因为大气中的温室气体增加了。根据科学家的研究，大气层的温室气体有六种，分别为水蒸气、二氧化碳、甲烷、一氧化碳和含绿弗青。除含绿弗青外，其余的温室气体都是自然界自身产生的。在自然状态下，它们能够在全球中保持恒定的含量，可是人类的活动却使它们增加了，因而地球温度的升高是人为造成的。迄今为止，在这些温室气体中，二氧化碳的作用最为突出。

在工业化过程中，人类使用大量的煤、石油、天然气等矿物燃料，它们燃烧时会产生许多二氧化碳。二氧化碳一般直接排放进入大气，在大气中逐渐淀积



起来。据估计,在近 200 年的时间里,二氧化碳在大气中的含量已经上升了 20%,超过了地球有史以来的最高水平。目前,全球工业化产生的二氧化碳每年达数百吨,并以每年 1% 的速度增长。预计今后 100 年内,大气中二氧化碳的含量还会增加 1 倍。各种研究结果表明,二氧化碳是地球升温的主要原因,占温室效应加剧的 55%。

除二氧化碳外,其他温室气体所导致的温室效应加剧为 45%,其中甲烷在大气中含量的增长最快,部分原因也是人为的,包括水稻种植、垃圾处理、采矿、放牧牲畜和天然气的大规模开采和运输等。

目前,各国科学家都在想办法减少大气中温室气体的含量。有的科学家提出可以在海洋中种植更多的海藻,因为海藻在光合作用时能够吸收大量的二氧化碳。有的科学家设想,可以利用大炮把 2 000 万吨尘埃射入大气层中,产生火山效应,使地球表面降温。有的科学家设想,可以制造人工云层来覆盖整个地球,减少太阳辐射,进而起到降温作用。总的来看,所有这些想法虽具有一定的可行性,却治标不治本,因此,还得从根源上入手。

联合国所属的有关国家正在积极地携手共战,争取从源头上采取措施,限制二氧化碳气体的排放,防止温室效应的加剧。1992 年,在联合国环境发展大会上,许多国家签署了《气候变化框架公约》,要求所有的工业化国家降低二氧化碳的排放量,使大气二氧化碳的含量稳定在一定的水平上。为此,许多国家正在开发新的技术,改变能源结构,减少矿物燃料的比例,或对排放的二氧化碳进行处理,使二氧化碳往大气中的排放量逐渐降低。

降低温室气体的排放量需要人类的共同努力,这既为我们提供了一个展现才华的机会,还将会为人类创造一个更加美好的明天。

9 可持续旅游之路

——生态旅游

“五一”、“十一”的假日,有整整一周的休息时间。在这期间,越来越多的人选择外出旅游,休闲度假,融娱乐于自然之中。正因为如此,“五一”、“十一”被称为旅游的“黄金周”。每逢黄金周,全国各地的旅游景点就会热闹繁忙,需要接纳一批又一批观光游客。细心的游客也许会发现,在一些自然景点上,增加了许多



人为的设施。昔日的一些自然风光正在逐渐失去它原有的风采。

前不久,在湖南的张家界,为了方便游客,风景管理区自作主张,竟不惜破坏自然景观,建起了一座电梯。此事一发生,立即在全国掀起轩然大波,许多网民为此展开激烈的争论。不管争论的结果如何,有一点可以肯定,那就是先前景色已经被破坏了。开发者为了自身的利益,不惜对旅游资源进行过度开发。这类事件并不只是发生在张家界,世界许多国家和地区也存在类似的情况。据报道,我国许多自然和历史文化景点,由于过度开发,正在受到联合国有关管理组织的警告。

另一类破坏旅游资源的情况,则是由游客的不文明行为造成的。总会有一小部分游客出于自身嗜好,在旅游景点上乱涂乱画。几乎在每个旅游景点上,人们都可以找到“×××到此一游”的字迹。大家可以想一想,如果每个游客都这样,那么风景区会变得怎么样呢?还有不少游客把吃剩下的瓜壳果皮、剩饭剩菜、包装纸盒等,乱丢乱放,把旅游区变成垃圾堆,臭气熏天。

凡此种种,不仅严重地破坏旅游资源,而且进一步加剧了生态环境的恶化。难道我们就这样选择未来的发展道路吗?不是的。许多人已经意识到了问题的严重性,一些国家和地区正在采取种种措施,开辟新的旅游模式,消除旅游的负面影响。生态旅游就是其中的一种模式,它正向人类提供一种可持续的旅游方式。

早在1969年,有一个叫博尔内的小岛,就开始了生态旅游的探索。这个小岛位于委内瑞拉以北大约100千米的南加勒比海中,陆地面积为288平方千米,居住14 000人,有5个村庄。1969年以来,该岛有大约20%的陆地面积被划为国家公园而受到保护;1979年以后,该岛周围从高水位到60米深的海洋水体被确定为国家海洋公园。

博尔内国家公园与海洋公园的建立,其目的在于保护当地的生态环境,但它的环境保护不是消极的,而是积极的。在禁止以任何方式破坏该岛自然环境的同时,还带有巨大的娱乐性,融娱乐于环境保护之中,有效地促进了旅游业的繁荣,实现了巨大的商业价值,进而在环境保护与旅游开发之间找到了平衡点。

人人都是自然的受益者,同时人人又都是生态的保护者。博尔内岛上的每个人,不管是岛上的居民,还是前来观光休闲的游客,他们都可以参与岛上所确立的各种项目,获得最大的乐趣,带来身心的放松,享受自然的美景;与此



同时,游客参与项目还融入自然保护的内涵,他们的乐趣、放松、享受体现在对自然敬畏、关爱和尊重之中;而旅游业的收入则通过各种途径返回到自然资源的保护中,在旅游业与自然资源保护之间形成了良性的循环。

博尔内岛上有一个潜水的旅游项目,每位潜水的游客,只要支付 10 美元的入场费,就可以获得导游信息,由导游人员帮助,先进行适应性训练,专业潜水的导游教授他们潜水的技巧,指导他们在潜水过程中如何最大限度地减少对海底礁石的破坏,然后才被允许在海洋公园的其他地方进行潜水。这个项目取得了极大的成功,不仅有效地保证了海底礁石免受破坏,而且还进一步促进了环境保护工作的开展和实施。

有关管理部门确定了一项政策,入场费的收入全部用于整个环境建设中。一部分用于海洋公园管理的有关事务,包括工作人员的工资、70 多个公共停泊处、公共快艇系泊处的维修与保养、整个公园设施的维护、导游材料的发放、当地一个志愿者团体的资助、当地儿童教育活动、公园执法活动等。另一部分用于海洋公园的研究与监测活动,包括礁石基线监测、参加全加勒比海监测、潜水者的影响与承载力研究、漂白事件等特殊研究、珊瑚疾病及其他对博尔内礁石系统与完整性有威胁的因素的监测。

其实,在生态旅游的早期探索上,取得成功的例子并不仅仅只有博尔内一个,马来西亚、中国、澳大利亚等许多国家也有成功的例子。从这些成功的实践中,人们可以看到,生态旅游与一般意义上的旅游,在思想观念上有了巨大的转变。一般意义上的旅游把自然界作为人类的消费品,可以任意加以糟蹋;而生态旅游则把自然作为我们的友好伙伴,在出发点上对大自然充满敬畏、尊重和关爱。1983 年,国际自然保护联盟特别顾问谢贝洛斯·拉斯喀瑞(Ceballas Lascurain)最先清楚地表达了上述的思想,提出了生态旅游概念。在他看来,生态旅游有两个基本要点:一是生态旅游的对象是自然景物;二是生态旅游的对象不应受到损害。

20 世纪 80 年代以后,随着可持续发展思想在世界范围内的广泛传播,人们越来越意识到,旅游业的根本在于旅游与环境之间的和谐共处,否则旅游业就会失去它的价值,生态旅游正好沿这个方向开辟出了成功的道路。自从 1990 年代提出旅游可持续发展的概念以来,生态旅游受到越来越多国家的重视。目前,生态旅游可称为“回归大自然旅游”和“绿色旅游”,也有人称它为“保护旅游”和“可持续发展旅游”。一般来说,可持续生态旅游的定义为:“有目的地了解自然



资源区的自然和文化，注意不破坏生态系统的和谐，同时为自然资源的保护和当地居民的福利创造经济条件。”

各国依据本国国情开发出越来越多的生态旅游。发展生态旅游比较好的国家首推美国、加拿大、澳大利亚等国。澳大利亚生态旅游年收入约为 25 亿澳元，共有约 600 多家生态旅游经销商，从业人员约 6 500 人，许多原始部落聚居区、偏远的小镇争相开展生态旅游，以增加就业机会和收入，解决失业问题。

发展中国家在开发生态旅游上，一般拥有许多未被破坏的自然资源和文化资源，开发生态旅游既是一种促进人与自然和谐的方式，可以达到保护环境的目的，同时又可以带来较好的经济效益，增加就业机会，解决发展中的许多问题。在肯尼亚，旅游收入几乎全来自野生动物旅游。在哥斯达黎加，1986 年国家公园的收入达到 13.8 亿美元。

目前，大多数生态旅游者来自欧洲、北美、日本等经济发达国家，其中有 1/3 是重复消费者。他们喜爱旅行、赏鸟、自然摄影、野营、爬山、钓鱼、漂流等生态旅游项目，极其注重“保护旅游对象”，提出了“留下的只有脚印，带走的只有照片”的口号。在追求方式上，逐渐从身体享乐转向精神享受，不再只是享受温暖的太阳、碧蓝的大海和舒适的沙漠，而是到“自然”中去“怀旧”，缅怀人类与自然曾经拥有的美好时光，体验自然，感受自然。

10

抹去农业发展的阴影

——当代农业发展的恶果及替代农业

人类从采集的野果中筛选出一些优良品种，进行人工种植，经过反复的观察和摸索，终于改良并培育出优良的农作物品种，例如小麦、稻谷、高粱等。与此同时，人类从狩猎中，把捕猎回来的一些动物暂时圈养起来，进行驯化，渐渐地开始饲养家畜。于是，人们就在土地肥沃、适合种养的地区定居下来，安心地从事农业生产。这样一来，就形成了原始农业。原始农业的生产方式为刀耕火种，只有播种与收获两个环节，农作物基本上按照自然方式生长。

原始农业的形成，大大地提高了劳动生产率，产品开始有了剩余，可以养活更多的人。但是，多一张嘴，就会向自然多增加几份索取，这就迫使人们改变农业生产方式。于是，生产工具被发明了，例如石器、青铜器、铁器等，进而创造出



一套“精耕细作”的经验技术,形成传统农业。传统农业的种植技术有整地、育苗、除草、施肥、灌溉等多个环节。它在向自然索取的同时,又取材于自然,以有机粪肥方式给自然补偿,使人与自然能够有机地结合起来。

近代科学技术兴起后,传统农业的生产方式难以满足人口迅速增长的需要。因此,工业化技术被迅速地用到改造传统农业中,使农业工具机械化、电气化、自动化。农业技术科学化后,劳动生产率大大提高,形成了工业化农业或“石油农业”。这是人类目前农业生产的主要模式,又称现代农业。

现代农业在工业化技术的支撑下,受控制和征服自然观念的指导,不断地加大向自然索取的力度。人们向土地投入大量的物质与能量,如农业机械、农药、除草剂、化肥、电力等。这些物质与能量的过度投入,使传统农业中人与自然有机结合的模式遭到了严重的破坏,出现了许多不良的征兆,如农田盐碱化、土地流失、农产品污染、不可再生资源急剧损耗、酸雨、森林大量消减、气候灾害加剧、河水断流等。因而,生产效益日益降低,能源危机不断加剧,生态环境变得令人担忧,给农业的发展披上了一层阴影。

现代农业的生产方式日益激化人类与自然的矛盾,使人与自然之间的物质和能量交换陷入恶性循环中,其结果最终威胁到了人类自身的生存和发展,人类正在品尝自身种植的种种恶果。

面对严峻的挑战,人类终于清楚地意识到,现代农业并不是农业发展的最终形式,更非最好的方式。于是,人们开始寻找更为理想的农业模式,以替代工业化农业,进而开辟了多种具有发展前景的替代农业模式。

第一种模式为现代有机农业。它既有利于保护生态环境,又不是对传统农业的简单重复。有机农业是传统农业的典型,以中国传统农业为典范。它包含着促进人与自然有机结合的基本思想,受到国外许多学者的关注。1911年,在美国出版了名叫《4000年的农民》一书。该书对东方国家有机农业的思想大加赞扬。它以粪尿等有机肥料为补偿,耕种了几千年,土地的肥力却依然不减。

1930年代,有一位叫罗代尔的学者,购置了30公顷农场,进行试验研究,创立现代有机农业。1970年代以来,现代有机农业在美、日、德、法等许多国家受到重视。1972年,在瑞士成立了国际有机农业运动联盟,当时只有5个成员,后来有越来越多的国家加入。1980年代,美国通过法案推广现代有机农业。目前,美国有1%的农户采用现代有机农业的种植方式。他们不使用化肥、农药等化学制品,而是依靠农作物轮作所产生的有机废物,再通过机械耕作、矿石及生物防治等方法来维持土壤的肥力,清除杂草,防治病虫害。



第二种模式为生物农业。它是专门针对现代有机农业的不足而形成的,因为现代有机农业把家畜产品排除在农业生产系统之外。其实,农业生产是一个复杂系统,它自身的协调循环可以达到平衡状态。因此,只要适当地投入一定的能量与资源,依靠农业生产自然系统自身的循环,就可以维持土壤肥力,控制病虫害,进而获得最佳的生产力。1975年,英国成立了国际生物农业研究所,进行试验研究。1980年5月,召开第一次国际生物农业会议。从此,生物农业在西欧许多国家进行了探索试验。生物农业把种植业、养殖业、农产品加工乃至农产品销售结合起来,是一个很广泛的物质循环系统,可以发展成为一个持续的、自我维持的农业体系。

第三种模式为自然农业。在日本有一位叫福冈正信的农民科学家观察到,二战后日本农业的发展严重地破坏了自然环境。为此,他进行了深刻的反思。受老子人与自然和谐思想的启发,他提出发展农业要尽量利用自然环境和条件,与自然密切合作,人不应该以征服自然为目的,而应谋求与自然的和谐。有一天,他偶然发现,在一块多年未耕的土地上长出了一颗非常健壮的稻苗。于是,他就大胆地提出设想:能否不耕地、不施肥、不除草,就可以进行农业生产呢?带着这个设想,他开始了试验研究,在未耕的土地上,直接播种水稻,并进行稻麦轮作,实行两熟复种,结果取得了高产;然后又在杂草丛中栽培果树与蔬菜,也获得了成功。后来,他依据这些试验研究成果,撰写了《一株稻苗的革命》的著作,把这种模式称为自然农业或“无为农业”。

第四种模式为生态农业。美国一名叫阿尔伯里奇的土壤学家发觉,有机农业虽然能克服石油农业的各种缺陷,却又把自我循环系统封闭起来,难以获得较高的生产力。因此,他提出,理想的替代农业,不仅能在生态上自我维持,而且在经济上也会有高效益。生态农业的思路开阔,很快就展开了试验研究。它的基本思想是利用生态学原理,创造性地进行农业生产,进而达到人与自然的和谐。生态农业的基本内容与有机农业相似,但更重视多种经营和多级循环利用。目前较为复杂的生态农业,以沼气生产为中心,把种植业、养殖业、食用菌栽培、农产品加工业等联合起来,组成一个良性循环利用的生产网络,以获得较高的经济效益与生态效益。生态农业试验规模目前还比较小,比较成功的是位于菲律宾首都马尼拉附近的玛雅农场,从1970年代开始,经过多年的建设,形成了一个良性循环的农业生态系统。

第五种模式为持续农业。持续农业包括两层含义:一是自我维持,二是永久



高效。它是一位美国人提出来的。1985年,加利福尼亚州制定了持续农业研究教育法,成立了持续农业研究所;第二年,明尼苏达州也通过相似的法案。1987年,联合国大会在讨论环境与发展问题时,进一步强调持续农业的思想,提出要为发展持续农业制定长期战略。1991年,联合国粮食组织在荷兰召开农业与环境会议,通过

了关于农业和农村发展的“登博斯”宣言,提出了持续农业发展的合作计划。持续农业综合前述各种替代农业的思想,有三个战略目标:第一,积极增加粮食生产,保障粮食安全;第二,促进农村综合发展,开展多种经营,增加农民收入;第三,合理利用、保护与改善自然资源,创造有利于后人生存与发展的生态环境。1991年6月,11个国家的持续农业运动领导人在日本召开持续农业国际会议。同年9月,世界持续农业协会在联合国总部纽约成立,它的英文缩写为WSAA。目前,持续农业的研究机构和试验农场遍布世界各地。

替代农业的发展,为人类消除人与自然的矛盾开展了成功的尝试。相信在不久的将来,人类的生活会更美好。

11 人与地球的对话

——人地伦理思想的演变

人原是自然界中的一种动物。进化之初,人与其他动物在本质上并没有什么区别,有长长的四肢,全身长毛。那时候,“人”被称为猿。现在,在地球上还活着这种动物。在比较大的动物园中,如北京动物园,我们还可以看到它们。仔细观察一下,就会发现它们与人极为相似。它们会使用一些简单的工具,比如木棒和石头等。这种简单劳动方式,在一定历史时期内会促使四肢、脑子等发生微



小变化。这些微不足道的变化会遗传下去,经过几百万乃至上千万年,一代一代积累起来,最终就促进了手脚的分离、意识的产生等。于是,猿就进化成了人。有了人,就有人与地球的关系。人类从其诞生的那一天起,便开始了与地球的对话。

在猿进化成为人的过程中,人与自然处在和谐统一状态。不过,人对自然现象了解甚少,生存所需的東西都要自然界直接给予。但是,人直接伸手向自然要食物,并不是想要什么,就可以拿到什么。许多东西的获取都要经过劳动,克服自然现象的阻隔。那时,自然现象与现今一样,是变幻莫测的,经常会给人类的生活带来不便,甚至产生灾难。因为不了解,所以人们觉得自然现象很可怕。它像是一个性情变化无常的人,时而高高兴兴,时而大发脾气。因此,在那时人们的观念中,各种变幻莫测的自然现象都是不可理喻的,具有超人的神秘力量,是神。比如,主管打雷的为“雷公”,河流中有“河神”,大海中有“龙王”等。总之,在幼稚时期,人类联系到自然力量,想像出多种多样的神。

与人一样,神是有喜怒哀乐的。神顺心之时,就风调雨顺,人类的生产生活就会舒适美满。神不顺心之时,就会迁怒于人,给人类设置种种障碍,以种种不同方式来惩罚人类,让人类受尽痛苦、贫穷等折磨。

这样一来,人类如果想要生活得更加美好,神能否高高兴兴就最为关键。那么,如何让各种不同的神时时顺心呢?神迁怒于人时,人又该怎么办呢?于是,人从自身喜怒哀乐的情况,从诸如拍马屁、贿赂、吃喝玩乐等之中,确立起侍奉神的敬畏仪式。比如在丰收的时候,祭祀庆祝;在干旱季节,祈祷求雨。还专门由祭司等来负责日常敬神的工作。慢慢地,这些仪式和观念就传承下来,形成了自然崇拜图腾、原始宗教、巫术、风情习俗等习惯观念。在这个时期,生产力低下,进展缓慢,人与环境之间处于恐惧、神秘和依赖的关系,即环境对人类的制约作用较强,人类改造环境的作用微弱。

后来,人们在实践活动中渐渐加深了对自然现象的理解,进而确立起了新的生存方式,从采集和狩猎业转向农业生产,开发利用土地、水、气候等资源,并在一定地区定居下来,过上相对稳定的生活。在耕作和灌溉技术进步以后,食物供应相对稳定可靠,人口也因此迅速增长。与此同时,人类对自然的相对依赖减弱,农业生产实践对自然影响增强,一些活动甚至破坏自然过程,比如大面积的开垦种植土地、冶炼金属造成对森林植物的采伐等。但是,这种破坏是有限度的,人类基本上还能顺应自然变化的规律来进行农业生产。换句话说,自然界的變化依赖自身的变化规律,可以消除这些破坏因素的影响。



在这个时期,人类还不能正确地理解人与自然之间的关系。在农业生产实践中,人类还承袭了许多先前的行为观念,其中最为根本的是天命论和有神论的观念。因此,在很大程度上,人类的迁徙活动,要么机械地适应自然,要么是为了逃避自然的惩罚。但是,与此同时,人与自然的对话中出现了一些科学合理的成分,比如我国古代提出了一些保护自然生物和因地制宜的主张。这样一来,在保留原有的自然价值观念的基础上,人与自然的关系进一步分离,渐渐出现了新的人与自然的秩序。一方面,自然给人类带来的生存价值,让人类对自然充满感激之情;另一方面,对自然未知的变幻莫测的现象,又充满敬畏的神秘感,从而在微妙的关系中把人与自然联系起来,形成了一套人与自然和谐的价值观念。



近代科学发展起来后,人类对自然现象的了解越来越多,原有的人对自然的恐惧与神秘感消失,许多自然现象都变得不那么可怕了。更为重要的是,人类根据自己认识到的自然规律,按自身的需要来创造出新世界,比如汽车、火车、轮船、公路等。进入工业社会后,人类改造自然的力量进一步增大。这时候,人们觉得,在人与自然的系统中,人类不再被动地接受自然,而是居于主动地位,并从改造自然中尝到越来越多的甜头,创造出来的物质世界越来越丰富,有电话、飞机、电视等,几乎无所不有,人们感到越来越幸福,生活也越来越美好。

于是,人类的思想意识发生了微妙的变化,以为自然就是人的奴隶,可以任意地宰割,想要钢铁就开山劈岭,想要农业高产就多施肥,想要除虫就喷洒农



药,等等。总之,只要能满足人的需求,就不理会自然。

这样一来,人类物质欲望就无限地膨胀,形成个人主义的价值观念,并不断地蔓延,进而发展出人类中心主义。人类中心主义以为人是解决与处理问题的中心,人类是自然的主宰,可以控制自然,掠夺自然,任意破坏自然。

忽然有一天,人们发现路边的绿草少了,热带雨林消失了,小鸟的歌声听不到了,小河的鱼不见了,大自然像死一样沉寂。人们感到了一种不祥的预兆,人类种种过度的物质追求,并没有找到幸福的生活,而是正在毁灭自己。这是多么可怕呀!

原来,人与自然之间出现了极度的不和谐。科学和技术突飞猛进后,许多国家先后走上了工业化道路,人类改造自然的能力不断壮大,社会生产力水平以惊人的速度提高,但人地关系却全面不协调,人地矛盾迅速激化;在局部地区,环境污染演变成社会公害;在全球范围,大气保温效应和臭氧层被破坏等,正在危及人类的生存。

20世纪60年代以来,人口激增、资源短缺、环境污染、生态破坏等全球性问题日益突出,人类被迫重新审视自己的经济行为。其实,人与自然是应当和谐相处的。因此,环境和发展问题开始得到国际社会的普遍关注。从20世纪70年代开始,以联合国召开的一系列环境会议为契机,确立了可持续发展的思想。人们越来越意识到,不能再走传统的以高消耗、单纯追求经济数量增长和先污染、后治理为特征的发展道路,而必须寻求一条人口、资源、环境和发展相互协调的道路,谋求人与自然的协调发展。