

地球科学的复杂性与系统性*

陈述彭

(中国科学院地理研究所, 北京)
(国家计委)

关键词 地球科学 地学信息机理 地理系统 地理信息系统 地球表层

复杂与简单的螺旋

科学的发展, 往往要经历由低级的复杂, 上升到高级的简单, 然后在简单的规律中, 又发现异常, 出现新的复杂问题。循环往复, 对自然界的认识, 呈螺旋式上升。就像脱氧核糖核酸(DNA)的微观模型, 天体演化的黑洞结构, 地质—地貌的发育旋回, (甚至经济衰退的周期)等等, 大体都是螺旋式的。似乎人类的认识过程, 不过是这些大自然的规律运动的再现, 具体而微罢了。循序渐进, 符合自然运动规律的认识, 就会有所发现, 有所发明。如果不幸误入歧途, 也有可能走火入魔, 不能自拔。达尔文(1809—1882年)根据他环球旅行时长期观察的事实, 研究生物的遗传和变异, 提出“物种起源”(1859年), 再版6次, 对于宗教愚昧, 产生有力的冲击, 从而促进生物学的发展和社会进步。但他得出的优胜劣败、自然淘汰的结论, 移植到人类社会领域, 却被利用成为法西斯侵略、殖民主义、屠杀弱小民族的理论依据。达尔文临终时深感忏悔, 接受了教会的洗礼, 寻求灵魂的依托。他的人生经历对于科学工作者是发人深省的。伟大的科学家成为渺小的哲学家的, 又何止一人!

人类认识自己居住的星球, 经历了十分曲折的道路。前仆后继, 大约花费了将近1000年的时间, 开展航海和探险活动, 直到1542年的西方地图上, 马来半岛西部的海岸线还一直向东连接着南北美洲、西印度群岛。偌大的东亚和太平洋, 在当时西方文明人的认识中, 竟没有它的存在。而古代, 中国也自命为居天下之中, 唯我独尊。普天之下, 莫为王土; 率土之滨, 莫为王臣。地中海为中心的西方世界, 在当时的东方文明人的心目中, 同样也是不存在的^[1]。

随着陆上和海上丝绸之路的沟通, 指南针和望远镜的交流, 人类观测地球有了长足的进步。大约从16—19世纪, 历时300余年, 经过测量绘制的地图大约占大陆面积的30%左右。20世纪初开始航空摄影, 到中叶大约覆盖了陆地面积70%。发射地球轨道卫星至今不到40年, 多波段扫描的陆地卫星影像很快覆盖了全部陆地, 包括无人永久居留的格陵兰和南极大陆。1992年即将完成全球大陆大约7000幅1:150万的卫星影像地图, 它的地面分辨率达到200m。极轨和静止(地球自转同步)的气象卫星, 则每天都向人们发布全球的图像, 反映风云的动态变幻。测地、导航卫星的全球定位系统, 对地球表面的三维定

* 参加中国科学院政策局主持的“复杂性科学讨论会”, 倾听各家高论, 深受启迪。会后草率成稿, 抛砖引玉, 借以唱和。一孔之见, 难免以管窥天, 贻笑大方, 敬祈不吝指正。

位精度,已达到米级甚至厘米级,可能要用39位编码才能详细描述它的经纬坐标格网。这些技术的进步说明人类认识地球是在加速度进行的。在使用简单的测绘工具和平台的时代,人类认识地球是十分艰难的,有局限性的,随着航空、航天多平台和多谱段遥感技术的进步,工具和平台的确定复杂得多了,但信息却极大丰富,观测地球似乎简单得多而又得心应手了。

当然,技术上的复杂化并不一定意味着科学的进步。先进的科学概念往往需要经过很长的时间,才会得到技术上的证明。往往是很久很久以后,才能得到社会的认可和理解。这类例子是屡见不鲜的,例如多边形地图(日常遇到的划分省、市、区、县的地图)。1852年数学家摩根就发现有个地图四色问题,即任意多边形组合的分区地图,用色不必超过四种颜色,即可避免相邻区域的雷同。这个现象一直到1976年,花费了将近1200小时的计算机运算,才得到了证明。又如著名的魏格纳假说,早在1910年根据地图上大陆轮廓的彼此对峙而且可以镶嵌的启示和地层、古生物的论证,提出大陆漂移学说,当时受到许多科学家的非难和指责。但是60年代板块学说兴起,它又重新受到重视,洋脊扩张的事实日渐被发现,古地磁观测、深海钻探记录和卫星动态监测,愈来愈证实了它的推理是正确的。上述事例说明,技术的进步有时可能落后于科学的思维,人类的思维至今还不是电脑完全可以模拟出来的。或者说,在人类思维中可能看来比较简单的、有规律可寻的自然过程,在技术上再现则是非常复杂的。我国易经上的八卦,不能不承认是二进制的雏形,我国晋代地图学家裴秀总结的“计里画方”,元代以后才辗转传播到法国,也可看作是现代计算机辅助制图中栅格地图概念设计的鼻祖。不过当时只是朴素的、直接观测自然现象推导出来的、定性的、形式逻辑的规律;而今则进一步剖析了事物的机理之后总结出来的科学方法。似乎是将简单的科学概念,用复杂的技术加以证实和应用。

从地球科学研究的历史发展过程中,我们不止一次看到这种复杂与简单的轮回。在某一历史阶段认为是时髦的、复杂性科学问题,随着思维的提高和技术的进步,可能豁然开朗,迎刃而解。例如地理坐标对于空间定位是至关重要的地学基本问题。我国古代科学家僧一行、郭守敬都为之作出了历史性的贡献。为了把地球椭球体的表面展布在二维的地图上,加以合理的描述、自托勒密(90—168年)以来,数学家和地图学家一道,大约设计了近300种地图投影方案,其中墨卡托(1512—1594年)投影体系应用最为广泛,不仅在航海探险时期盛极一时,直到20世纪还演化成为适应于陆地的二大地图投影体系:“东方阵营”采用高斯-克吕格投影,“西方阵营”采用斜轴墨卡托投影。于是,地图学家们一度忙于设计和推导许多地图投影相互转换的公式,以满足不同国家政治上和军事上的需要,时过境迁,现在有了电脑和卫星全球定位系统(GPS),直接获取地球表面三维的定位数据,卫星遥感与航空摄影也实现了全数字化,地球表层的大量信息都可以直接输入空间型的数据库,按三维地理坐标存储着地球表层的多种信息,直接通过电脑,实现多种信息的叠加、复合和综合分析,然后按照指定的地图投影分幅输出专题地图或地形图。有了这种空间型的地理信息系统,各种地图之间的投影转换的公式,各种地图之间的转绘工具就将渐渐被人们束之高阁了。原来复杂的科学问题反而简单化了。回顾历史:19世纪中叶,为了确定伦敦附近的格林尼治标准子午线,召开过多次国际学术会议,把当时

巴黎、华沙、北京等地各自为政的子午线统一起来，实现了世界时和地方时的标准化。为航空、航海、航天带来了很大的方便；也为大地测量、地图分幅体系奠定了规范化的基础，这一“简单化”的决定，对天文、地理、空间定位来说，影响都是十分深远的。

为了逼真地反映地球表面的微小起伏，地图学家曾经设计过许多富有艺术性和科学性的表达方式，力求在二维的地图平面上，直观地显示三维的地形。诸如适用于18世纪铜版雕刻的晕滃法，适用于19世纪照相制版的晕渲法，适用于今天计算机显示的三维图解等等。工艺流程都相当复杂。其中最成功的自然要算等高线法。它的流传已达300年之久。20世纪初，虽然有了航空摄影测量像片，还是要从航空立体像对读取高程数据、纠正透视像片与正射地图之间的几种关系，建立了严密的航空摄影解析测图的原理和方法，设计了相当复杂的光学机械测图仪器。目标主要是测绘出用等高线绘制的地形图。然后地图学家又根据航空摄影测绘的大比例尺地形图，逐级缩小编绘出中、小比例尺的地图。因此，在50—60年代，德国和苏联的一些地图学家提出了许多数学公式和地学模型，发表了许多论文，探讨等高线的概括和简化。一度成为地图学的热门话题。但在实现了全数字化的图形与图像信息处理的今天，上述这些复杂的手工艺生产流程都将被计算机操作所取代，人们可以跨越从航空像对光学模型读取数据，绘制等高线图，再间接读取高程，建立数字地形模型的反复过程。而是直接由航空或卫星像片，读取数字地形模型，输出等高线图、阴影图或三维图解。通过计算机找到了捷径，作为地球科学信息载体的地图，它的生产工艺过程和工程设计一样，采用近似CAD、CAM的现代化流程。对于过去繁琐而又重复的手工劳动来说，计算机辅助制图CAC无疑是一次技术革命和思想解放。

观测地球的窗口

我国地球物理学家顾功叙教授提倡《地球科学要走向现场实验》^[2]。他深刻指出：“凡提出一种科学论点必须有实验证据，证实其论点并固定下来，才能使科学有所前进。否则就会长期停留在推理和争议状态。但是，地球（指固体部分）这样庞大的实体，是无法搬进实验室内来改变和控制其所处的条件进行实验的。这就使地球工作一直是以被动观测和推论为主，不能主动地进行实验来验证任何论点，因而大大限制了学科本身的进展”。他举地震为例：只根据地面上的一些“边界条件”推测地下“内情”，必然会引起多解性，各家有其各自的论点，争论就成为经常的、不可避免的。不研究地面上出现的各种所谓的“地震前兆”与地震发生之间的内在联系，又怎样准确地预报地震呢？

如果“在地面上一点发放人工地震波，（爆炸或其他震源），并在其他点上接收其从地下传播上来的反射波和折射波，从中提取深处面或折射面的信息。它主要是为了探明地球深处的物质结构。例如我国地质学家根据地表观测提出了许多深大断裂的设想，这些断裂在地下究竟如何伸展，多深、多大以及其它情况，地震波实验也有可能提供一些线索。因为在勘探石油构造方面利用地震波反射技术，已经得到高度的发展，地震波入地较深，而反射波实验的分辨率又较高，就是深达10km的地壳结构，现在也有可能探明”。

他希望“力求打开一点通向地球深部的窗口”，“按一点的科学思路以及采取一些实验措施，以迫使地球显示其奥秘，答复人们所期待解决的地球科学问题。这就要求精心

设计实验的过程和细节,力求获得地球给予最确切的信息”。“为此目的,观测乃是主要的途径”¹⁾。

卫星遥感,和人工地震方法颇有近似之处,它利用电磁波穿过大气窗口去观测地球表层,获取辐射或反射信息。无疑它为地球科学研究,特别是以全球为对象的宏观观测,提供了一种空前未有的技术手段。它的突出的优点是:能够周而复始,快速覆盖广大地面,从而获取准同步的、长周期的自然与社会现象空间分布和动态数据。对于整个地球来说,信息量极大丰富,而且定位、定性、定量的精度比较高,自然与社会现象的综合性与区域对比性比较强。它是物理手段,数学方法与地学规律密切结合的又一成功的范例。

遗憾的是,即使地面分辨率很高的对地观测卫星,它们的许多像元仍然是信息的复合单元。这是地球表层客观存在的浑沌现象的反映。姑且不说极轨气象卫星(如NOAA)的地面分辨率大约是1.1—1.4km;即使是陆地卫星和SPOT卫星,每个像元的地面分辨率已达到20m×20m,甚至10m×10m,但在这样的一个像元之内,可能同时存在着柏油马路、行树和沟渠的组合,而且春夏秋冬绚丽多彩的季相变化,所形成的地物波谱的浑沌现象,就更加难解难分了。要想提取其中某种特定的信息时,滤波筛选也就十分复杂了。目前,由可见光到红外的成像光谱仪,我国研究的仪器,已细分到70多个波段,美国的设计已超过224个波段,但是每个(或每组)细分光谱波段的物理和地学含义,即它们的地物对应关系却还很不清楚。这样巨大的对地观测的信息量,单只依据统计相关是不可能充分发挥它们的作用的。地球科学家长期以来,重视地表层的物质流与能量流,对信息流的研究不多。而又恰恰是信息流,如前所述,正是现代地球科学的主要研究手段。当务之急是,需要地球物理、生物地球化学和遥感信息多学科之间的进一步合作,共同探讨地球表层信息传输的机理。下面举两个浅显的例子,说明地球表层信息流程的复杂性。

北京的内外城墙和元大都的土城,在50年代末陆陆续续地被拆除了。原来是城墙和城壕的地方,现在修建了地下铁道和水泥的汽车干道。但从今天的卫星影像上,抚今追昔,仍然可以辨认古城墙的轮廓和地理位置。换句话说,今天卫星影像上的二环路,仍然残存着古文化的痕迹,传递着历史的信息。正是由于历史的继承和烙印,考古专家和遥感技术专家合作,利用人工夯实过的基地上,土壤、水分和灌木、草丛的生态都与自然土壤有着明显的差异,使北京市内的长城遗址,原来统计只有276km,1983年经过航空遥感,发现古长城遗址总长达673km,丰富了旅游资源。这是利用痕迹学研究历史过程,复原景观,由此及彼,以今论古的一个实例。

又如华北平原的任丘油田和塔里木盆地的北部油田,分别掩埋在几百米厚的沉积层下或数十米厚沙丘深部的储油构造,在红外、可见光卫星影像上都有隐隐约约的反映。非洲撒哈拉大沙漠埋深200米以下存在着古河道,也同样被后来勘探所证实。这些奇迹般的发现,并不能简单地认为遥感有这样的“透视”功能,也不能用微波对植被、干沙或干冰的长波穿透能力来解释。可能它是一种信息的传递。即由于深部基岩构造(或古潜山)

1)重点号为本文作者所加。

的起伏,使其上面覆盖的沉积层(或沙层)厚度、密度、承压力产生差异,而厚度、疏密和承压力的差异影响着地下水的活动,反映到地表上来,就出现土壤墒情和植被(包括作物)长势、覆盖度的微域差异变化,从而产生对叶绿素和水分敏感的红外效应,才把深部的信息通过复杂的自然过程传递到地表上来。这也就是利用“生物-地球化学”、“指示植物”知识找水、找矿的最简单化的推理过程,它和前述物理勘探颇有异曲同工之妙用。它们已经发展成为新的学科分支,在水文地质和环境工程地质,在金矿、铜矿和油气田勘探工作中是卓见成效的。

地球深部的信息传递到表层上来的自然过程是十分复杂的。并不是所有的深部信息都有可能成为有效的遥感信息。姑且不讨论现代遥感技术捕捉这些微弱信号的能力,也暂不评述对大气传输已经设计的许多计算模型,(这方面的研究贡献是相当丰富的)。只想补充说明一点,地球表层信息在所经历的自然历史过程中,由于阶段不同对信息传输所产生的增强或衰减的现象。例如从地球深部喷发到表层的玄武岩,同一座火山先后喷出的岩性是多种多样的。即使是看上去基本相同的黑色玄武岩,由于喷发的方式和时期不同,形成颜色斑斓的风化壳或铁盖,在彩色-红外航空照片上就有明显的差别,比野外肉眼观察到的要复杂得多。可以说,风化和氧化作用把它们之间的信息差别“增强”了。但是,如果它们又经过土壤形成过程,不同的玄武岩母质经过生物的作用,形成某种气候地带性的土类。例如棕壤或砖红壤,则原来差异比较明显的母岩信息可能被“削弱”了。土壤的利用方式又参预着人类的活动,农林牧、作物种类、耕作制度、灌溉条件都有变化,原来玄武岩所传递的信息受到一层又一层的干扰,就可能面目全非,变得非常微弱而又复杂了。只有追踪自然历史的全过程,搞清楚每一个环节对玄武岩所传递的信息的增强或衰减的机理和作用。遥感信息及其应用,才能由经验升华到理论。由低级的复杂进步到高级的简单。这是80年代初中国科学院在云南腾冲航空遥感试验所探索的一项课题,也是最近5年提出的地学信息机理的研究内容之一。希望通过类似这样的信息机理的研究,克服目前知其然不知其所以然的朦胧状态,才有可能由表及里,由此及彼,去伪存真,去粗取精,即掌握比较高级的简单的规律,去理解复杂的自然现象,使人类获得更多一点儿驾驭自然的能力。地学信息转输的研究,显而易见,不仅将对地球观测手段的进步具有先导的作用;同时对于伪装识别模拟、仿真也是很有实际意义的。

地球科学的巨系统

钱学森教授1987年在“关于地学发展问题”一文中,阐明了地球科学在自然科学体系中的相关位置^[3]。并指出地学应该把眼界扩大一点。他说“按现在航天技术的发展,已经可以到太阳系各行星附近进行观察”,地球科学可以“吸取地球以外的东西把它扩大到行星科学。研究其他行星的问题供我们参考。特别是一些行星与地球有些相像,还有行星的卫星,很多也与地球相像。火星和木星之间还有一大群小行星那也可以研究。还有彗星、陨石可以研究,把它归纳起来可以称为行星科学。目的是为了最后理解地球,把地球研究得更好”。这就指出了地学与天文学的接合部位。

另一方面,他又指出:“地理科学是自然科学与社会科学的汇合,而行星科学与地

球科学则完全是自然科学”。“地理科学的时间尺度是10年、20年；而行星科学和地球科学的时间尺度是很长的，比10年、20年长得多。当然这样的分类也不是绝对的，这二个方面也有很多交叉的关系”。这就指出了地球科学与社会科学的相互渗透的关系^[3]。

接着，钱学森教授又在《发展地理科学的建议》的报告中指出：“地球表层学”是“地理科学”的基础理论学科^[4]。地球表层是一个巨系统，而且是一个非常复杂的系统。这个系统不是封闭的，与环境是有交换的。“指的是和人类最直接有关的那部分地球环境。具体地说，上至同温层的底部，下到岩石圈的上部，指陆地往下5—6 km，海洋往下约4 km，地球表层对人的影响，对社会的发展都有密切的关系。地球表层往外的部分和地球表层更深的部分是地球表层的环境”。整个巨系统又是由许多层次构成的，每个层次都有其功能的特点，很重要的特点就是，这样一个系统的功能不是组成该系统的部分系统所具有的。即由量变到质变。巨系统的层次结构，它不是固定不变的，随着外部环境的变化而发生变化。另一个特点是地球表层学需要用系统科学理论和方法来研究。例如，有些系统结构是有序的，通过耗散结构理论，用熵流的概念就可能解释结构形成和有序化的现象。也还有另一些现象是混沌的，乍看起来好像是杂乱的，无序的、非决定性的。如果把时间和空间单元分得更细一些，它还是有序的、决定性的、可以预报的。大气和海洋流体力学中的湍流，自然灾害中的群发现象，都是地学方面混沌现象的实例。

因而，地球表层所包括的非生物、生物和人可以看作是一个巨系统，而且是开放的、有序的巨系统。正如普里高津所说的远离平衡状态的耗散结构，它是活的、不是死的；是在发展、演化的，不是静止不变的。

多层结构是有序巨系统的又一特征。如果以人的活动为主，自然条件为辅来划分，地球表层共有四个结构层次，即生物群落和景观单元，地区、国家和世界^[5]。地学工程和环境工程必须要建立在地球表层学的理论基础上，深刻地认识巨系统的运动规律，找出口、资源、环境与发展(PRED)的演化和优化的理论、方法依据，才能从宏观上有效地加以系统调控(图1)。

综上所述，地球科学的研究，既然依靠观测自然界的信流作为知识的窗口，地球表层就内部而言又是多层的空间结构；就外部而言，又是开放系统，需要多学科的综合，是无庸疑议的了。地球科学研究的目的，则是实现对人类赖以生存的资源与环境的系统调控。那么，显而易见，逐项研究物质与能量循环的子系统是必不可少的，但是不够的，必须全面运用系统论、信息论和控制论的现代科学方法；综合利用空间技术、计算技术的最新成果。这又说明：地球科学研究在方法上也是非常复杂的，需要借助于技术科学。

例如目前比较经常引用的系统动力学模型，在地球科学研究中，具有比较广泛的适用性。因为它着眼于系统的整体最佳目标，不是单纯追求个别子系统的最佳目标，有助于实现人口、资源、环境与社会、经济各个子系统之间的协调，采用无量纲的综合研究。同时，该模型仍采用的一阶微分方程组，带有延迟函数和表函数，又能引出投入、产出反馈回路的概念，比较直观、形象地处理某些比较复杂的非线性问题。通过人机对话方式与DYNAMO软件包的模型仿真、政策模拟和方案优选功能，可以成为决策者直接参

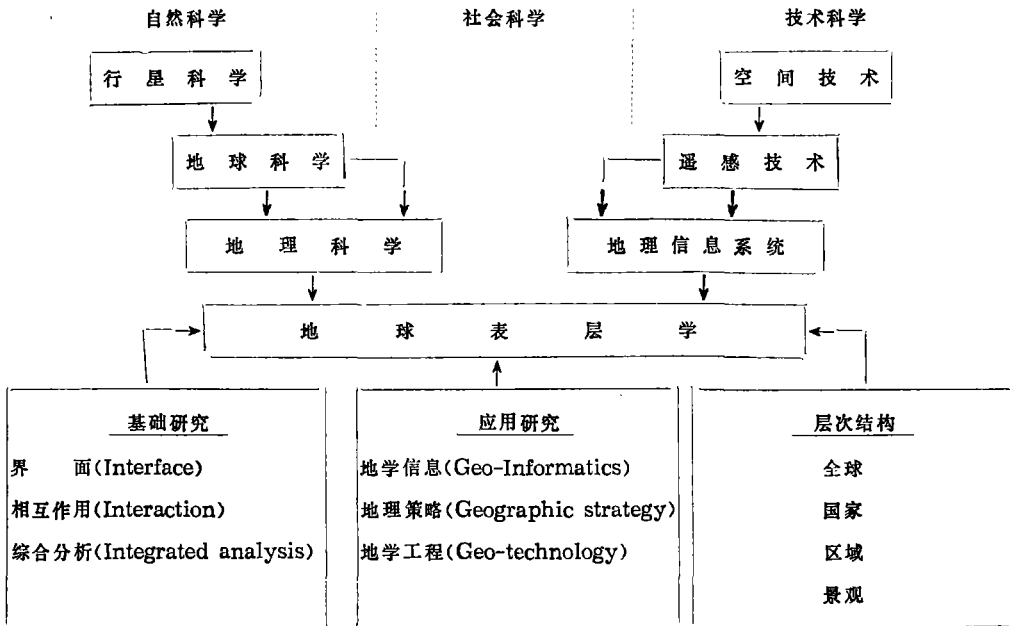


图 1 地球科学体系示意图

Fig.1 Sketch of geo-science system

辅助系统，开始受到城市规划部门的欢迎。在天津、岳阳、莱州和平泉等市、县，都取得了初步的经验。

但是实践证明，系统动力学模型还不能充分满足规划、决策和管理部门的需要。目前，它对系统结构的描述带有主观性，还缺乏全面的协调指标体系。我们的理解是这样：并不是所有的数学模型都能适用于地球科学。其根本原因就在于地球表层的系统要复杂得多，目前还不能全部用数学方程来表达，存在着浑沌现象。即使采用综合性能较高的系统动力学模型，也需要建立特定区域的指标体系(如分类、分级的定量标准等)，需要空间(分布式)数据库的支撑。而且系统动力模型的建立，必须按照自然与社会历史演化的过程和规律，不能凭空臆造。具体地说，需要地球科学和技术科学的相互配合与渗透。

近15年来，为了加强区域资源开发与环境保护的系统调控与协调发展，不少国家积极发展地学信息系统，作为区域规划、管理与决策的现代化工具。也是地球科学研究中，实现区域性与综合性的有力保证之一。地学信息系统不仅具有可供存储、查询、探索的空间型数据库，(一般按地理坐标)；而且包括若干分析模型、知识库以至专家系统。并能实现信息的叠加、复合、动态显示与专题制图的功能，从而可以再现自然演化与社会进步的历史过程，预测未来的发展趋势，用于作物估产、土地退化、灾害评估等等研究，已初见成效。加拿大、澳大利亚先后建成了全国范围的土地信息系统，欧洲共同体的计划和联合国的全球资源信息系统和全球环境信息系统(WEIS)也在推进之中。我国积极地参与了全球科学数据库的活动，同时也着手建立若干全国性的、地区的和城市的地学信息系统。开发了若干专业分析模型和软件包，特别是运用于县市规划管理的微

机地理信息系统,有了长足的进步。对国产长城、太极微机系列的应用,开拓了广泛的市场。对于地球科学研究的现代化,起了良好的普及和宣传作用^[6]。

周光召院长预言^[7]:资源与环境问题的矛盾,有可能在90年代基本上得到解决。我们的理解是:90年代将是刻不容缓的关键的10年。我国地球科学家们面临着工矿业开发,城市化、土地退化、环境污染等盘根错节的复杂问题,应该在10年之内付出艰苦的努力,取得显著的宏观控制效益,不能把问题拖延下去,贻害子孙。而21世纪的前期,周光召教授又预言:将是以信息技术、生物技术为先导、材料科学为支柱的新的科学体系。地球科学需要急起直追,实现系统化、信息化,才能如理乱丝,从目前的困惑与悲观情绪中摆脱出来。“山重水复疑无路,柳暗花明又一村”。钱学森教授读过《地理学的未来》这部充满疑虑和危机感的书,然而他没有成为他的俘虏,却从系统科学、现代技术和辩证唯物主义和历史唯物主义哲学的高度高瞻远瞩,大声疾呼,鼓励地球科学向现代化迈进。

科学艺术是人类文明和智慧的最高境界,而地球则是科学艺术的舞台。芸芸众生,都是在这个母亲的怀抱里成长起来的、壮大起来的。落叶归根,谁也不会讥笑母亲的苦难,乐意为她的脱贫致富而竭忠尽智的吧!只有解放全人类,才能最终解放自己,也只有全面系统地理解了自己居住的地球,才会真正获得驾驭自然的更多的自由。

参 考 文 献

- [1] 陈述彭:地图史,中国大百科全书,测绘学卷, p123—130, 中国大百科全书出版社, 1986年。
- [2] 顾功叙:地球科学要走向现场实验, 中国科学院院刊, p333—335, 1990年, 4期, 科学出版社。
- [3] 钱学森:关于地学的发展问题, 地理学报, 44(3), 1989年。
- [4] 钱学森:发展地理科学的建议, 大自然探索, 6(19), 1987年。
- [5] 钱学森:保护环境的工程技术——环境系统工程, 自然工程理论与实践, 1983年, 4期。
- [6] 陈述彭:地理系统与地理信息系统, 地理学报, 46(1), 1991。
- [7] 周光召:在中国科学院工作会议上的讲话, 中国科学报, 1991年, 1月7日。
- [8] 张知非等译校:2000年地理科学进展的前沿——英国的研究重点, 《地球科学进展》编辑部刊印, 兰州, 1990年9月。
- [9] 玉思敬:地球表层圈物质运动与地圈系统动力学, 中国科学院地质研究所刊印, 1990年。

COMPLEXITY AND SYSTEMATICNESS OF GEO-SCIENCE

Chen Shupeng

*(Institute of Geography, Academia Sinica and the State
Planning Commission, Beijing)*

Key words: Geo-science, Geo-informatics, Geo-system, Geo-information system, Epigeosphere

ABSTRACT

In the historical process of geo-science development, we have viewed for more than one time that complexity at the lower stage has gone up to the simplicity at the higher stage, then the abnormality and complicated dilemma has been confronted in the simplified laws. It appears spiral development. Some complicated scientific dilemma at certain historical stage might be suddenly enlightened and resolved with the development of new ideas in science and support by the high technology.

For a long time, geo-science has comparatively stressed on the observation and research of the material and energetic flow among the epigeosphere which has the most direct relationship to the mankind. Its top reaches the bottom of stratosphere and its bottom is on the top of lithosphere. The range covers 5—6 kilometers depth on the land and 4 kilometers depth on the ocean. While the study on information process, especially what is the natural process of the information from the underground transmitted up to the earth surface, and absorbed by the remote sensors is inadequate. The study on geo-informatics is needed to explore so as to open the window toward the internal earth and get relatively precise information, and to master simplified laws at relatively high stage to understand complicated natural phenomena. The epigeosphere is an extremely complicated system. Because of its structure in multiple level and characteristics of open system and dynamic evolution, it needs a new integrated analysis methodology from qualitative to quantitative. The systematic dynamic model does not meet the needs of the administrations of planning, decision-making and management yet. Only to comprehensively and systematically recognize the earth on which man lives could he obtain more freedom on mastering nature.

地球科学的复杂性与系统性

陈述彭

(中国科学院地理研究所, 北京,)

地理科学 11(4), P297, 图1, 参9, 1991

地球科学的发展, 呈螺旋式上升的旋迴。某一历史阶段的复杂难题, 随着科学技术进步, 可能迎刃而解。不仅需要重视对地球表层的物质流与能量流的观测、研究, 还迫切需要对信息流程的复杂性, 特别是对信息传输的自然过程和机理, 加强观测和研究。需要用由定性到定量的综合集成的方法, 去研究地球表层这个非常复杂的巨系统。

西昆仑山南坡湖相沉积和湖泊演化的初步研究

李世杰 郑本兴 焦克勤

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

地理科学 11(4), P306, 图8, 表2, 参10, 1991

根据西昆仑山南坡湖盆区古湖相地层的分布和地层变化以及 ^{14}C 测年资料, 阐述了湖泊的演变历史及其原因。指出该区湖泊变化经历了如下几个过程: 统一大湖分裂的若干小湖→高湖面期→湖面降低→高湖面期→湖面降低→湖泊大幅度萎缩。其湖泊演化是青藏高原的构造隆升和全球性气候变化二者共同作用的结果。

东北区轻工业布局变化特点与趋向

李 为 曲丽霞

(中国科学院长春地理研究所)

地理科学 11(4), P315, 图3, 表6, 参4, 1991

本文论述了东北区轻工业布局的演变过程, 指出其基本特征是阶段性、有序演进性和相关性等。本文在分析东北区轻工业布局具有差异性、趋同性以及不平衡等特点基础上, 提出了今后变化趋向的基本估计, 即平衡协调布局, 建立合理的地域结构及形成网络状布局体系。

甘肃秦安大地湾遗址植被气候变迁

黄春长

(西北大学地理系, 西安)

地理科学 11(4), P328, 表2, 图2, 参12, 1991

本文划分了大地湾遗址的地层剖面及进行了孢粉分析, 论述了大湾全新世植被与气候变化, 指出大地湾文化形成在温暖半湿润落叶阔叶林环境, 而仰韶文化却发生在比较恶劣的半干旱、森林草原环境。

菲尔德斯半岛冻缘地貌分布特征及其与冰川侵蚀历史的互相联系性

朱 诚 崔之久

(北京大学地理系)

地理科学 11(4), P336, 图4, 参8, 1991

根据大量野外调查, 讨论了“三高两低”地形与玛琅滩玉泉河谷主冰流的存在, 分析了带有冰川侵蚀历史烙印的冰缘分布特征, 认为不同剖面类型组合的特征差异既体现了冰缘地貌在发生学上的内在联系, 更反映出受冰川侵蚀影响造成的迎冰坡与背水坡的差异。

上海城市日照与住宅朝向的选择

周淑贞 王行恒

(华东师范大学, 上海)

地理科学 11(4), P343, 图4, 表6, 参11, 1991

上海城市日照时数和日照百分率有明显的日变化、季节变化和年际变化, 这些变化除受天文因素的制约外, 还受天气气候及城市人为因素的影响。城区年总日照时数小于同纬度的郊区(川沙)。并且随着城市的发展, 这种城乡差距有愈来愈增大的趋势, 为了获得良好的日照和通风条件, 兼顾节约建筑用地和能源消耗, 上海住宅朝向以南偏东 15° — 30° 为宜。其中以南偏东 15° 为最佳朝向。