

地球系统科学与地球信息科学

陈述彭 曾 杉

中国科学院
(国家计划委员会 地理研究所 北京 100101)

摘 要 地球系统科学不是脱离社会而存在的一门科学,不是纯自然的科学。研究地球系统科学应该始终如一贯穿“顶天立地”的统一性原则:“顶天”即研究全球变化,“立地”则面向区域持续发展。区域模型和宏观调控信息系统依次作为两个中间层次,有机地将全球变化研究和区域持续发展联系起来,构成地球系统科学体系;时代进步和社会发展要求:地球系统科学研究要运用空间信息技术工具和手段,以服务区域持续发展为最终目标。区域持续发展要依靠宏观调控,宏观调控则依靠信息。地理信息系统作为空间信息技术组成部分,直接参与实现区域持续发展,成为地球系统科学的一个重要支柱。

关键词 地球系统科学 全球变化 区域持续发展 空间信息 地理信息系统

分 类 (中图法) K9 (科图法) 57.1

1 地球系统科学的社会性

最近中国科学院提出研究地球科学和区域持续发展的“三片一线”战略,即北京片、以兰州为中心的西北片、以昆明为中心的云南片。一个生物中心,一个水土资源中心,一个综合中心,还有长江一条线。然而,海岸带的研究依然十分重要。因为西部的开发不能脱离经济腾飞的东部,尤其是海岸带的支持。陆大道教授早就提出我国“T”字形的区域开发模式^[1],即一条海岸带加一条长江带。只靠长江带,不搞海岸带,这可能是片面的看法。再者,西南的确是研究生物多样性非常典型的一个地区。但是,这个区域的首要主题还不是生物多样性,而是扶贫。中国最贫困的地区就集中在西南,从云南、贵州到广西。尽管国际上对生物多样性感兴趣,而云南片又非常有代表性,但是,我们不可能撇开扶贫这个主题视而不见。所以这些问题说明,对地球系统科学社会属性的认识是有必要的。

图1是一个简单的地球系统的模型。其中有两个核心问题,水循环和生物地球化学循环。陆地系统、海洋系统和大气系统构成整个地球系统的基本概念框架。

复杂一点的地球系统模型可以参考图2。在此基础上,我们来探讨研究地球系统的实际意义是什么,也即研究地球系统与区域持续发展的关系是什么。图中提出发展中国家与发达国家之间在资源、环境问题上的矛盾模式。发展中国家以生存为前提,要求快速发展经济,提高生产、生活水平,所以人口、经济增长幅度都很大,当然随之而来的有害物质迁移也很快,造成森林砍伐、土地退化、荒漠化等诸多环境问题。另一方面,发达国家是既得利益的国家,在已经取得大量社会财富的基础上,提出要保证人在环境中的生活质量,进

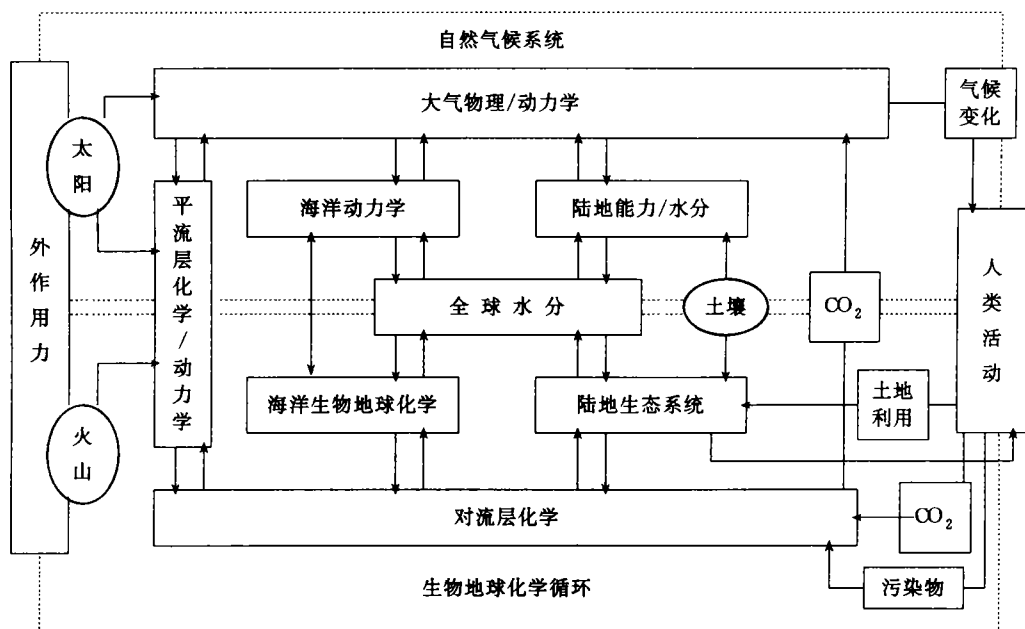


图1 地球系统模型(据 IGBP, 1990)

Fig. 1 A conceptual diagram of the earth system (After IGBP, 1990)

而要求发展中国家少使用化石燃料,少释放 CO_2 、 SO_2 ,少种水稻等等。诸如此类的环境问题还有很多,如酸雨、臭氧层破坏、生物多样性和生物种群灭绝等等,都为发达国家津津乐道。它们提出绝不牺牲环境利益来发展经济,甚至乐意提供资金帮助发展中国家治理环境。可见,发展中国家与发达国家虽然都在研究地球系统科学,但归根到底,争论的问题是先发展经济后治理污染,还是先治理污染后发展经济。所以,地球系统科学中环境问题的研究,无一不带有主观的社会动机。这种动机虽然为“国家”的自身利益服务,但客观上它带来的社会效应仍然是有进步性的。

一言以蔽之,地球系统科学并不是脱离社会而存在的一门科学,不是纯自然的科学。它带有明显的社会性。地球系统科学是谁首先提出来的?是美国国家航空与宇航管理局(NASA)。NASA 出资 20 亿美元资助美国 20 所大学的地理系研究地球系统科学^[3],完全是为美国的全球战略而服务。如果不是如此,它绝不会拿出这笔资金来研究这个哲学问题,或者说最多是个科学问题。

2 地球系统科学的概念框架

2.1 全球变化

当前地球系统科学中最热门,最核心的问题是全球变化。而人文方面最重要的问题是持续发展问题。从地学的角度来讲,也就是区域持续发展问题。这两个问题之间便形成了一种“顶天立地”之势,“顶天”即研究全球变化。这中间有三方面主要问题:

(1) 自然环境变化。其研究尺度有长有短。例如 240 万年以来的黄土变迁就是长尺度的。但更为重要的是,自然环境变化的研究要放到 200 年,特别是 50 年这样的尺度上。叶


```

graph TD
    A[全球变化研究  
(地球系统科学)] --> B[自然环境变迁  
• 温室效应  
• 海平面上升  
• 海岸线变迁  
• 湖泊变迁]
    A --> C[生物量变化  
• 森林  
• 草场、湿地  
• 耕地  
• 水体]
    A --> D[人类活动  
• 人口影响  
• 工业化  
• 城市化  
• 环境工程]
    B --> E[区域模型]
    C --> E
    D --> E
    E --> F[自然灾害  
• 生物种群灭绝  
• 地质灾害  
• 生物灾害  
• 火灾]
    E --> G[土地退化  
• 土壤侵蚀  
• 土壤盐碱化  
• 土地风蚀  
• 土地荒漠化]
    E --> H[环境恶化  
• 污染(大气、水)  
• 废物(辐射、回收利用)  
• 地下水(污染、水位下降)  
• 海洋赤潮]
    F --> I[宏观调控信息系统]
    G --> I
    H --> I
    I --> J[环境工程  
• 远距离调水  
• 洪水管理]
    I --> K[生态农业  
• 节水农业  
• 养殖改良  
• 绿色食品  
• 防护林带  
• 海洋养殖]
    I --> L[生态工业  
• 清洁能源  
• 清洁产品  
• 节能  
• 质量控制]
    J --> M[区域持续发展  
(中国二十一世纪议程)]
    K --> M
    L --> M
    N[自然保护区: 信息、技术、宏观规划] --> B
    N --> E
    N --> M
    O[国际合作] --> E
    O --> I
    O --> M
  
```

Fig. 3 Diagram of global change and sustainable development

方，问题便变得复杂多了。然而真正的渔场恰恰就在这些混交带上。

(3) 人类活动问题。即人类活动对全球变化的干预，包括人口、工业化、城市化、环境工程与清洁生产等。现在海岸带的灾害损失逐年增加。仅温州去年一次台风就损失一百亿，死亡一千多人。这在过去，不会有这么大。大家都知道，温州近年来乡镇企业发展相当快，单位土地面积的经济投入很高，产值也很高，灾害损失正在随经济增长而迅速上升。所以，全球变化已不等同于以往单纯的气候变化。现代的地球系统科学不是纯粹的自然科学，它必须研究人与自然的关系。在研究圈层与圈层之间的关系时，也必须包括人类圈在内。

2.2 区域模型

自九十年代以来，全球变化作为在全球尺度上的研究，已经取得了相当大的进展，原因就在于有了卫星和计算机。通俗一点，也就是有了遥感和信息系统，才可以同步处理地球上任何地区的信息。国际上这一层次的工作已做得相当多，而我们在地球系统科学中的研究定位，应该放在加强区域模型的研究上。只有结合中国的区域特点和国情，才能有所创新和贡献。原因很简单：当今的现实是，国家仍然存在，区域生产力发展和社会进程各不一致。这决定了我们必须把全球变化放到区域这个参照系中来研究。具体地讲，各个国家的行为是破坏了臭氧层，还是为保护臭氧层做了贡献？如果东南亚为限制甲烷排放量而少种水稻，又如何养活这么多人口？黄秉维教授认为自然与环境的研究包括全球研究、全国规划、区域开发和田间试验，分为四个研究尺度（global、national、regional 和 local）^[7]。而地理学当前的任务主要是在国内，也就是侧重于 national 和 regional 尺度，重新开展区划工作。这反映了区域持续发展的思想和多层结构的性质。

区域模型中最重要问题之一是自然灾害。其中有生物种群灭绝、地质灾害（地震、滑坡、泥石流）、生物灾害、火灾（中国有 5 个火灾研究中心）。第二是土地退化，具体讲就是土壤侵蚀，土壤盐碱化，土地风蚀和荒漠化。还有一个问题，即环境恶化的问题。包括水、气污染、垃圾、地下水污染和海洋赤潮等。

区域的研究要靠信息，要靠调控才能与全球变化研究连接起来。这就需要进行地球系统科学的第三个层次——宏观调控信息系统的研究。只有通过信息实现调控，才能认识地球系统中全球层次与区域层次之间相互作用，以及区域因素、人的因素对全球变化的反馈。

2.3 宏观调控信息系统

宏观调控信息系统解决三方面问题：其一，环境工程。这里包括非常重要的远距离调水（如南水北调）和洪水管理问题。

其二，生态农业。国家科委公布的“九五”期间全国十五个重中之重的大项目，前七位都是农业项目。可见农业非常重要。节水农业、养殖改良、绿色食品、防护林带和海洋养殖等都是农业的大问题。生态农业这个词很“摩登”。但在中国古老的农业里，它非常成熟，这个名词不过是新包装而已。大概从十六世纪到现在，长江三角洲和珠江三角洲的生态农业已经有几个世纪的历史了。珠江三角洲的桑基、蔗基和花基鱼塘就是典型的、高水平的生态农业，得到国际社会的高度称赞并推广到丹麦等国家。所以，我们不是没有生态农业的概念，而是应该注意将其现代化，并延伸到节水农业、绿色食品等领域去。

其三，生态工业。也即现在所谓的文明、清洁生产——工业的生产不能牺牲太多的环境利益。但一点不牺牲是很难的。淮河要“水清”，治理污染，“关停并转”了多少厂，损

失了多少亿,几乎达到很难以承受的程度了。南水北调最理想的路线是东线。但是东线调水却因为污染太厉害而调不成。水到南泗湖,已经无法再利用。所以这些问题要解决,不可避免地涉及到是从社会方面付出代价,还是从自然方面付出代价。

纵观上述问题,每个层次紧密联系、不可分割。最后归结为区域持续发展,即“中国二十一世纪议程”的最终目标,也就是前文所及“立地”的深层含义。

总结起来,地球系统科学首先是研究全球变化;第二个层次是研究区域模型;第三个层次是研究区域之间的宏观调控。最后,我们研究地球系统科学的目的是为了区域持续发展。作为地学工作者,区域持续发展是我们的研究方向。这是因为国家的存在而导致区域分异的存在;此外,持续发展中的很多社会、经济问题也并非我们地学所能解决。

3 信息网络、地理信息系统、区域持续发展

考察人类科技进步与自然资源利用的历史过程,可以得出这样一个结论:有什么样的生产力,什么样的科学技术,人类就有多大能力利用自然资源,保护自然环境。十万年前的旧石器时代,我们祖先钻木取火,只能打猎和采集一些自然的果实。新石器时代,可以放牧了。到了青铜器时代,青铜器的出现使之我们中国人能够修堤、修运河和灌溉渠。堤修到哪里,人类改造自然就到哪里,人类文明也就进步到哪里。二十世纪初,人类进入了航空时代,我们慢慢地脱离地球表面,到天空中考察地球。再到五十年代,称之为电子时代,出现了空间技术和计算机。这时候,人类已经开始活动到了外层空间。九十年代,步入信息时代。代表这个时代的生产工具就是信息网络,电子显微镜,还有人工智能等。时代在进步,社会在发展,我们相应地也应该用信息时代的工具来研究地球系统科学,必须紧跟时代进步,把先进的科技转化为生产力,服务于区域持续发展。

研究地球系统科学,必须有明确的目的——达到区域持续发展。为达到目的,必须动用一切手段。作为一个地学工作者,非常需要现代高速信息网络这个时代工具(图4)。

3.1 时代工具与区域持续发展

我国的光缆通信线路一年以十万公里的速度建设。高速信息网络有三个组成部分,分别是通信网络、应用卫星、信息系统。这些空间信息高技术已经应用于社会经济持续发展。多媒体、移动电话、微波通信、光缆通信、卫星通信的应用已达到相当普及的程度。国务院办公厅科技局要求今后各个省的工作汇报都要做到办公自动化。第一个抓江西省,第二个抓辽宁省。这项任务由国家测绘总局测绘科学研究院承担,称为“9202工程”,也就是国情地理信息系统。电视广播,电子邮政大家已经都在使用。卫星电视教育在印度很发达,如果应用到中国的西部,可以使落后地区超越时空、超越历史阶段地发展起来。此外,“金桥”、“金卡”、“金关”工程也都说明我国产业系统已经实实在在地利用当代高新技术建立它的通信网络。全国高校联网已经建成,铁道、邮电、气象等部门都拥有自己独立的网络系统。中国科学院也提出“百所联网”,作为这两年改进的大举措。可以认为,现在不是科学走在技术前面,而是科学落后于技术。

信息网络的第二个重要部分是应用卫星,它是重要的信息源。这方面尽管我们滞后,但是也有进步的一面。我们有自己的气象卫星计划,同时对世界上气象卫星的利用也达到很高的水平;海洋卫星,除了卫星没有上天,对于应用别国卫星的工作一切就绪。海洋二所

已建成 SeaWIFS 的全套接收系统；资源卫星显得姗姗来迟了，有内部原因也有外部原因，明年也许能发射升空。2000 年以前，我们就能用到自己的十几米分辨率的卫星资料；全球定位系统，原来是美国的保密卫星，但后来被欧洲和发展中国家破译了所有密码，于是只好

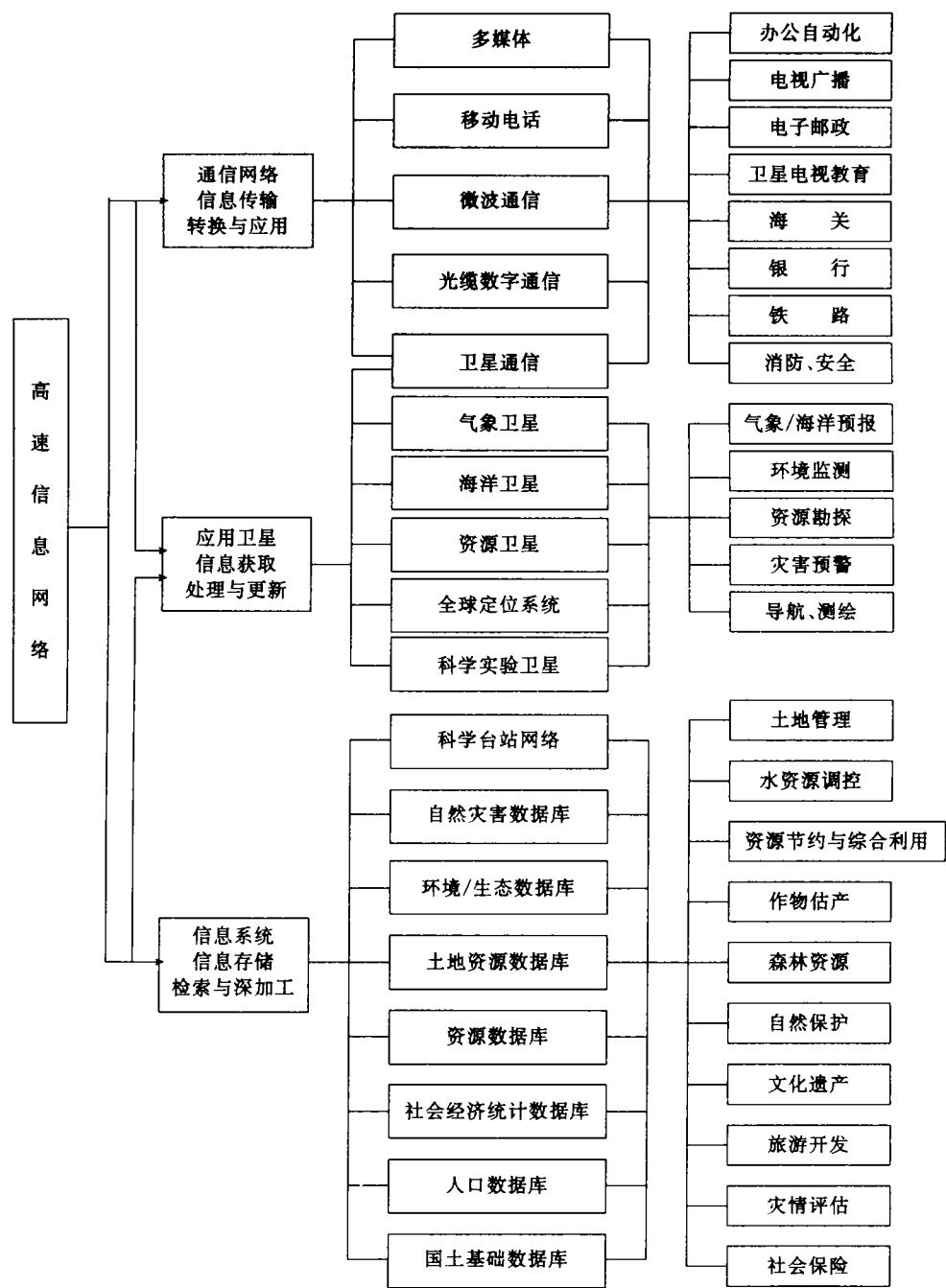


图4 空间信息高技术应用与区域持续发展能力建设
Fig. 4 Applications of advanced space and information technologies in capacity building for regional sustainable development

公开; 科学实验卫星, 由科学院空间中心研制, 帮助我们研究地球外层空间, 在太阳风、日地空间关系等方面取得很多成果^[8]。所以对于地学研究而言, 无论是气象/海洋预报、环境监测、资源勘探、灾害预警还是导航、测绘, 资料极大丰富, 基本上是用不完。我们应该善于利用这些资料, 并从中找到突破口。海洋局两位博士突破两个重要问题^[9]: 一个是用微波测高仪的数据来精确计算大地水准面。过去的大地水准面只有理论数据, 只有陆地上那些测点反演的数据。他们现在能反演动态的大地水准面; 第二个是用微波测高仪分析海洋风场。过去推算海洋风力没有问题, 而他们解决了海洋风向的问题。另外, 中科院遥感所最近也有几项重要突破: 一是用 SAR 雷达探测陨石的痕迹^[10]; 二是用红外线热力场做地震预报^[11], 进行了大量机理性的工作。江苏省气象农业中心建成一套三级气象服务系统。省、市、县三级, 已构成网络。除了农业气象预报以外, 也进行农业估产、洪涝灾害评估。整个网络完全是作业网, 而不只是试验性的。这些都说明时代变了, 工具也变了, 我们必须用新技术解决新问题。

第三部分就是信息系统。这方面我们国家也做了许多工作。比如说综考会的生态台站网络、科学院的灾害数据库、生态中心的生态数据库、遥感所和土地局都在建设的土地资源数据库。资源数据库, 地理所做得很出色, 并且利用人口数据库编制成人口图集, 利用经济统计数据库编制成经济图集, 而且现在正在开发电子图集。国土基础数据库, 国家测绘总局成立了中心, 大规模扩展产业化。上面列举的信息系统, 都已经在建设实施, 服务于城市土地管理、水资源调控、作物估产、森林资源、自然保护、文化遗产等区域持续发展问题。华东师大建立了遥感考古中心, 将遥感用于考古, 大有发现。在镇江一带发现两千多座汉墓, 此外还有水下沉船, 内蒙古古城, 西夏的城址等。

综上所述, 我们研究区域持续发展, 现在有这么多个国家的这么多信息可供使用, 归纳起来就要依靠高速的通信网络, 先进的应用卫星体系和全方位的信息系统。

实施二十一世纪议程, 也即促进区域持续发展, 一个基础是经济, 另一个基础是环境。最后目标是达到不破坏后代人生存繁荣的当今资源与环境利用。工作从基层做起, 第一层次是掌握数据和信息; 第二层次是事实和趋势分析; 第三个层次是问题的确定和评价, 然后才制订开发措施, 最后实施并改进决策过程。它的基础完全建立在信息和信息处理上。《中国二十一世纪议程》的优选项目中需要建设的信息系统有四十多个^[12], 它们都是以地理信息系统为基础的。

3.2 地理信息系统与地球系统科学

早于 1992 年, 陈芳允院士在华盛顿 IAF 会上, 就提出发展小卫星系统^[13]。他认为灾害监测、预警与控制的系统决不只是一颗卫星, 一套模型就可以解决的。这是一个很大的技术系统。现在信息系统集成的思路, 那时候就提出来了。其主要设想是用现代的气象卫星来监测灾害的发生, 然后启用小卫星密集地监测灾害发展进程, 最后用一个雷达卫星作根据。当然灾害的研究, 如果只有空间技术, 没有地面信息系统的支持, 也只是纸上谈兵。它只能发现哪里发生灾害并监测灾害, 对于灾情评估, 以及防灾救灾的快速反应和重建家园的规划却无能为力。而这些就需要大量的多方位的地理信息系统的支持以及有关方面专家和产业部门的参与。一句话, 天气预报能预报台风什么时候登陆, 但至于登陆后怎么样成灾, 气象部门是难以管到底的。地震可以努力预报, 但是地震发生后了怎么救呢? 这次丽江地震后, 云南地理所立刻展开调查。发现地震震源虽在虎跳峡, 但影响范围很大, 因为

金沙江沿岸地区滑坡泥石流非常多。他们对滑坡泥石流作了调查，香港和 UNDP 遂捐款四百多万美元，请他们为丽江地区做重建家园的规划。这里说明，研究地球系统科学要从全球变化（很多灾害都属于全球变化的突变）做到区域持续发展为止，不然就是半途而废。我们现在很多工作都缺乏这种统一性。

地质研究必须要具备信息科学基础。这已不是标新立异，探奇制胜。社会进步到当今阶段，如果我们的学科不能适应新的社会生产力水平，就很难有希望让它生存。

总结地球系统科学和地理信息系统之间的关系：作一个形象的比喻，它好比人的两只手：一只手看作全球变化，五个手指分别代表其研究对象：生物圈、水圈、大气圈、土壤圈和岩石圈。五方面相互作用构成全球变化研究的主题；另一只手看作是研究区域持续发展，大姆指代表研究人，其余四个手指表示人与自然的关系。第一是人流。它不仅仅是民工潮的问题，而指人口的地区迁徙、库区移民、人才流动直至民族的迁移，更包括与其相关的扶贫救灾、民族宗教问题乃至文化圈的形成。例如因为有了华人，世界上就有一个汉文化圈。第二是物质流，涉及的问题包括北煤南运、南水北调、高速公路、铁路的修建。铁路要升级到高运量，高速度。第三是能量流，涉及电力连网、油气管道，清洁能源。最后是信息流，包括对地观测，卫星通信，光缆干线，“三金”工程，台站网络。协调人与自然的关系，达到区域社会经济的持续发展，就是协调上述四个流的关系。但是从哪里找突破口呢？突破口就是信息流。信息是认识地球系统、控制人口膨胀、合理配置资源、保护生态环境、促进经济发展的前提。它具有战略地位。多维、多层次的信息以地理信息系统为载体，统一到其中，进行高层次的综合集成加工和区域空间分析，将使人类赢得预测、预报时间，获得调控人流、物质流和能量流的科学依据^[14]。这就决定了地理信息系统在地球系统科学中不可动摇的突出地位。

当前整个社会的行为以及政府行为已经明确了这个道理。国家连续三个五年计划把遥感列为重点。全国有四百多个单位在搞遥感。地理信息系统也是如此，国家测绘总局全力投入。科委经过很大努力把遥感、地理信息系统和全球定位系统的技术集成列为“九五”期间重中之重的大项目。

最后，地理学研究方法的历史沿革和地理信息系统的发展过程亦阐明了上述道理。地理学最早可以说就是几何学，Geometry，由于尼罗河泛滥而产生的几何学。中国的勾股弦

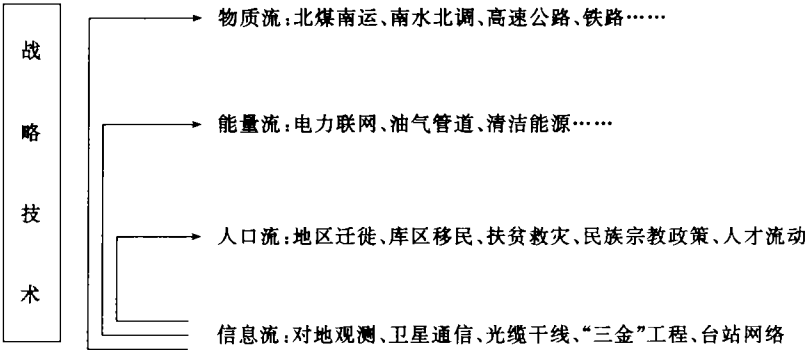


图5 资源与环境的宏观调控
Fig. 5 Macro regulation of resources and environment

就是为农田水利服务的,也是几何学。几何学事实上就是地理学定量分析的最初形式。这是一个阶段。第二阶段,随着几何学的发展,形成了图形学,称作 Graphics 或者 Iconics,它表明地理学开始注意到数量的空间关系。接着发展到 Geomatics,包括大地测量,航空摄影测量与制图。这时,地学对地表的描述已经达到一个相当高的高度。现代 Geomatics 还包括卫星测量,全球定位系统。另一方面,地理学在一个时期里也相当重视计量地理学,即 Mathematic Geography。计量地理学很注重建立模型,建了很多模型来研究区位、时空分布和物质流、能量流,对于美国、苏联当年的钢铁工业基地建设及煤炭、电力、运输网的建立起了一定的历史作用。可是不久,它又落入低谷。因为纯粹的数学模型不是那么容易表达复杂的地球科学,地球科学的复杂性远远不是简单的数学模型所能全部表达的,所以计量地理学又遭到了很多人文学科学家,特别是经济地理学家的反对,虽然当初研究计量地理的正是经济地理学家。现在地理学研究进入第三个阶段,开始引入地理信息系统。地理信息系统很注意建立数据库,但目前缺少相应的分析能力。我们正是要用地理信息系统来研究地理对象,因而地理学各个分支学科都可采用信息系统。据此,我们提出第三个阶段 Geo-informatics 的概念。它不等同于前面的 Geomatics,在于这个 info 还包括很多地学规律。它的分析模型必须是以地学为基础的,必须有地学背景的专家参与才能够设计出实用地理信息系统数据库的模型。好比不是水文学家,做出来的水文模型是很少有用的。

总之,地理信息系统是地球系统科学的一个重要支柱。对其它任何学科,自然资源、环境、海洋、国土、水资源、生命元素、持续发展等,都是必不可少的一种现代化手段。

参 考 文 献

- 1 陆大道. 2000 年我国工业生产力布局总图的科学基础. 地理科学. 1986. 6(2).
- 2 IGBP. The International Geosphere-Biosphere Programme: A Study of Global Change. The Initial Core Projects. Report 12. IGBP. Stockholm. 1990.
- 3 NASA 地球系统科学委员会编. 地球系统科学. 陈泮勤等译. 地震出版社. 1992.
- 4 CNC-IGBP (Ye Duzheng, Lin Hai etc.) China Contribution to Global Change Studies. China Global Change Report No. 2. Science Press. Beijing. 1995.
- 5 Li Bo. Research on Dynamic Monitoring of Grazing Ecosystem in the North of China. China Agriculture Science and Technologic Press. 1993.
- 6 Shunji Murai. Applications of Remote Sensing in Asia and Oceanica—Environmental Change Monitoring. Asian Association on Remote Sensing. 1991.
- 7 黄秉维. 论地球系统科学与可持续发展战略科学基础. 地理学报. 1996. 51(4).
- 8 国际空间年中国筹委会(王大珩、潘厚任)主编. 太空·地球·人类. 广西科学技术出版社. 1993.
- 9 潘家玮, 袁业立, 郑全安. 用 Geosat 高度计数据提取东海大地水准面. 海洋学报. 1995. 17(6).
- 10 郭华东. 雷达对地观测科学研究. 中国科学院遥感信息开放研究实验室年报. 中国科学院遥感应用研究所. 1995: 50—59.
- 11 崔承禹, 支毅乔, 张晋开. 红外遥感用于地震预报的基础实验研究. 中国科学院遥感信息开放研究实验室年报. 中国科学院遥感应用研究所. 1995: 236—246.
- 12 中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书. 中国环境科学出版社. 1994.
- 13 Chen Fangyun, Chen Shupeng etc. Multiple Small Satellite Earth Observation System and International Cooperation. Proceedings of 2nd IAF Congress. 1992.
- 14 陈述彭. 地球信息机理研究. 载《地球信息科学与区域持续发展》. 测绘出版社. 1995. 1—7.

EARTH SYSTEM SCIENCE AND GEO-INFORMATICS

Chen Shupeng Zeng Shan

(LREIS, Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101)

Abstract

Earth system science should not be accepted as a pure science which cannot survive beyond its social context. This paper first provides a systematic view interpreting the architecture of earth system science, which has global change studies and regional sustainable development being its 'start' and 'end' points between which the linkage is established by two other orderly phases: regional modeling and macro-regulating information system. It is suggested that research into global change be strengthened in terms of the differentiation of regional physical environment and social progress, and that macro-regulating information system thereupon be employed to reveal the interaction between the global and regional levels of the earth system. Particular emphasis is then given to regional sustainable development—the objective of earth system science studies.

This paper also examines the methodology which is applied to the studies on earth system science, arguing the very importance of utilizing space technologies and spatial information to achieve this objective. Human society has already stepped into the so-called space and information era which offers geo-scientific research advanced technologies such as telecommunication networks, applied satellites and information systems, among which the latter is the one connects regional modeling to regional sustainable development. Clearly, there is no reason not to activate them in such research.

From the preceding discussion, the rest part of this paper explicitly demonstrates the relationship between earth system science and geographical information system (GIS): To achieve regional sustainable development, we need macro regulation to coordinate between regions the flow of population, of material, of energy and of information. With the information flow being the dominant factor, GIS directly participates in the implementation of regional sustainable development, thus underpinning earth system science.

Key words Earth system science, Global change, Regional sustainable development, Spatial information, Geo-information system