

# 应用系统工程理论发展水土保持科学

郭 保 安

(中国科学院西北水土保持研究所)

近几十年来,科学技术日新月异,突飞猛进。反映在科学研究和高等教育上,知识陈旧率加快,新科学不断涌现,应接不暇。当前,水土保持学科不断地向精、深、细方向分化,产生的新学科越来越多。但从历史上来看,学科的分和合总是向其对立面转化。

“合久必分,分久必合”。学科的综合目前无疑是个重要动向。尤其是水土保持学科,它是一门横断学科,是一门综合性很强的学科。就我们研究所近26年研究课题进展及效率分析来看,跨学科综合课题无疑是取得重大成果的途径。如果只有分没有合,那么一万年后,学科就要泛滥成灾。从客观上来看,解决国民经济的重大问题必须靠学科的综合发展和利用。

近年来,许多同志经常谈到,如何用系统工程的思想、理论和方法,从全局观念出发,综合研究水土流失问题。在此,谈谈我的理解。

## 1、系统工程的基本概念

系统工程(System, Engineering)这一名词,二十世纪四十年代由美国贝尔电话公司正式采用。系统工程学是一门新兴的跨学科的综合学科。它的发展历史还很短,国内外学者对这门学科的认识、评价、定义和理解都不大完全相同。就目前情况看,系统工程的理论基础是控制论、信息论、运筹学和组织管理学。系统工程的技术手段是电子计算机、软件和程序库。系统工程研究对象是大、巨型复杂系统,研究的目的是寻求全系统的功能大于各分系统的功能之和,即 $1 + 1 \approx 2$ 而为 $1 + 1 > 2$ 。用我国的谚语来形容系统工程研究的目的,是要寻求达到“三个臭皮匠,胜过一个诸葛亮”。也就是从全系统的观念出发,组织结构协调,使其达到最优(佳)化。

系统工程应用的领域很广泛,据有关资料文献,可以归结出以下五个主要应用领域:第一、自然对象方面;第二、人体对象方面;第三、工业交通方面;第四、社会系统方面;第五、军事系统方面。系统工程研究的系统并不是一切系统,而是具有下列特征的系统:1、人造系统、模拟系统、经过改造的自然系统;2、系统结构复杂,多输出、多输入、多功能,通常带有不确定性和竞争性;3、大系统或巨系统、多因素、多层次;4、有组织的有机整体。

系统工程是一种在辩证唯物主义指导下,从满足符合人类利益的目标出发,认识并改造客观世界的新兴工程技术。

## 2、水土保持与系统工程

水土保持和生物科学、农业科学及一切科学的发展过程相同，大体上经历了三个发展阶段：

早先的水土保持工作者，主要是综合地、全面地考察自然现象和农业、林业、畜牧业的生产，没有将这些自然现象和农林牧业区分为各门学科。这时的水土保持工作者虽能从整体观念出发，对自然现象和农业生产进行比较全面的考察，但是过于笼统，研究得很不细深。由于科学技术限制，对许多因素不能进行定量分析。早先的水土保持工作者一身多任，山、水、田、林、路样样都搞，好似水土保持工作的“总理”，有些群众称之为“万金油”。

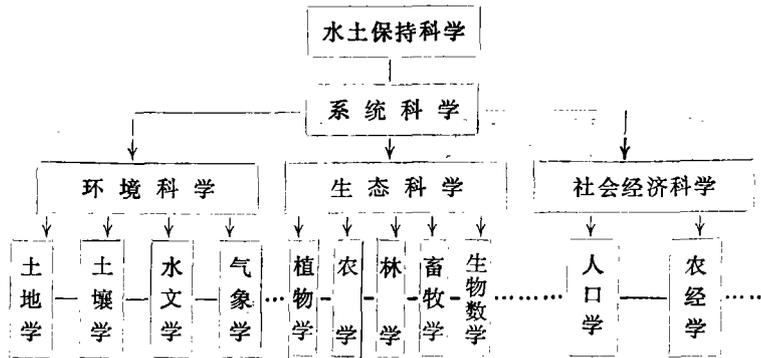
随着科学的进步和发展，人们把水土保持工作的研究划分为各门具体学科（如：水土保持林、水土保持工程、水土保持耕作、水土流失等），分别从不同侧面对其规律进行深入、具体的研究。在这一阶段中，各门生物科学和农业科学有了很大的发展，使人们对水土保持工作有了更深刻的理解。但是随之而来的却是使人们逐渐习惯于孤立地、静止地研究水土保持工作的某一侧面。这也就是恩格斯所批评的那种只见树木，不见森林的现象。

科学的发展历史迫切要求进入第三阶段，即在分门别类地对客观事物进行具体研究的基础上，再对客观事物进行综合、全面的研究。几十年来的水土保持工作实践经验和历史教训也告诉了我们这一点。单独地强调某一面，就会出现那种农、林、草、水利等部门之间“各吹各的号，各唱各的调”、“政出多门，互相扯皮”，不符合人为环境和生态环境的提法，使水土保持工作事倍功半，达不到预期的结果。科学的进展使我们愈来愈清楚地认识到，要获得新的水土保持工作重大发现，取得重大的科研成果，提高水土保持工作效果和质量，难度越来越大，应用的高、精、尖的技术越来越多，代价也越来越大，不是具有有一种专业训练的专家可以解决的问题。诸如：水土流失的自动观测系统、水土流失资料处理系统、水土流失用计算机网络、水土流失和水土保持资料库等，以及这些系统融合在一起的总系统，都是十分复杂的系统，它们具有多功能、多输出、多输入、多层次的系统。对于这样的大巨型系统，如何选择最优设计、最优控制和运行、最优管理，以及对这样的大、巨型系统进行分解和组合，都必须应用现代科学技术和已有成果，运用系统工程原理和方法。这也是水土保持学发展到现阶段的历史必然性，也是我国的水土保持学赶超国际水平，服务于“四化”，为开发大西北所必须的。总而言之，现实要求我们开展水土保持系统的研究。

现代科学技术为水土保持工作已奠定了一定的物质基础，为系统思想和方法提供了定量化的数学理论，从而有可能定量处理系统各组成部分的相互联系，并为量化系统思想和方法的实际应用提供了强有力的计算工具——电子计算机。

### **3、水土保持系统工程研究的问题**

水土保持系统工程和其它专业的系统工程一样，是系统工程学的一个专业门类，属于一种横断学科。水土保持系统工程与其它学科不同，不是以客观世界的某种物质结构及运动形式为研究对象，而以许许多多物质结构及其运动形式中的某一特定的共同方面为研究对象，因而它研究的领域十分宽广，它所研究的是系统工程在大规模发展的水土保持学科中的应用。



水土保持系统工程所研究的共性超出了过去熟知的一些科学领域，它的研究对象伸展到一切有关水土保持的科学中，涉及面非常广泛。但是总的根本研究目标是人和生物圈的关系。水土保持系统工程研究的主要方面有：

- (1) 农林牧最佳生态结构，以及在不同自然环境下农林牧各子系统的相互关系和相互作用；
- (2) 水土保持与其环境系统之间的关系；
- (3) 水土流失对农业生产和生态平衡的影响；
- (4) 最优水土保持系统规范化、标准化的设计和规划；
- (5) 水土保持系统结构对国家经济结构的关系；
- (9) 水土流失预报自动化系统工程；
- (7) 水土保持未来学的预测和突破口的探索。

#### 4、水土保持系统工程的现状和展望

目前已有许多水土保持工作者将系统工程的理论和方法运用于自己的工作之中，并取得了可喜成绩。许多水土保持站和水土保持研究所也运用此方法、理论进行全面、综合的治理，已初见成效。目前许多单位和研究所都在用系统工程的理论和方法探讨开发和治理大西北，研究干旱因子的起因。总之水土保持系统工程的发展前景是广阔的。水土保持科学是一个包括天、地、生、社的巨型系统，要解决这巨型系统中某一重大问题是离不开系统工程的，这一点也愈来愈多地被人们所认识。美国的“阿波罗”登月就是一个强有力的例证。