

专论与综述

地方环境管理信息系统的系统分析

程声通 司徒卫 章 欣 龙沛湘 刘洪斌

(清华大学环境工程系)

摘要 系统分析是地方环境管理信息系统结构化设计的第一步,核心问题是要解决“做什么”。本文论述了系统分析的一般原则、管理职能的调查分析、系统功能分析、数据结构分析、数据流分析等基本内容和系统分析的主要方法。本文主张以功能为核心开展系统分析,这是地方环境管理信息系统取得成功和具有生命力的基本保证。

地方环境管理信息系统的主要服务对象是环境管理部门,它的主要作用是环境管理提供必需的数据和方法。

地方环境管理是一项复杂的系统工程,这种复杂性不仅表现在环境管理所涉及的领域几乎包括了社会生活的各个方面,也表现在环境管理需要多方面的数据支持。这些数据有的来源于环保部门内部,有的取自外部;有的数据只服务于某一项环境管理工作,有的数据则可以为众多的部门和工作服务。由地方环境管理部门的特定功能和支持这些功能实施的数据组成了一个复杂的网络系统。环境管理信息系统的开发就是要有效地组织数据,以支持环境管理功能的实施。

地方环境管理信息系统的设计和实施要运用系统工程的方法,进行结构化设计^[1]。系统结构化设计的第一步就是系统分析。

系统分析的含义是对一个将要建立的系统进行全面的、由此及彼、由表及里的研究,以提出该系统的总体目标和基本结构框架。用比较简洁的话来表达就是,系统分析阶段的任务主要是解决“做什么”的问题。只有明确一个系统的目标和对象,才能开发出相应的手段和方法。

对于系统分析阶段的具体内容,目前还没有一致的看法。我们认为,至少应包括下述几个方面:地方环境管理的职能调查与分

析;系统的需求功能分析;数据结构分析;数据流分析和数据字典的初步编制。

一、系统分析的一般原则

系统分析是对地方环境管理工作的逻辑处理,它的目的是要提出一整套的系统逻辑模型。具体来说,就是要根据环境管理的具体情况,规定出新的系统应该具有怎样的功能,以满足环境管理的要求。在系统分析阶段,不必过早解决“怎么做”的问题。这是为了防止在搞清楚系统的任务、边界和功能之前,在搞清楚功能、数据之间以及它们自身的逻辑关系之前,盲目地进入物理设计阶段。在明确系统的目标和任务之前,过早地研究“怎么做”,无目的地去建立模型、编写程序、选定机型等等,不但会在总调时遇到难以解决的矛盾和困难,也容易造成设计人员的思想逻辑混乱,致使整个工作不能有序地连成整体;此外,缺乏总体分析的系统,在修改时也会带来困难。由于缺乏系统分析或系统分析失误造成的系统失败的例子是不可胜数的^[2]。

系统分析是建立一个新系统的全过程中的关键一步。在研制地方环境管理信息系统时,一定要重视系统分析工作。根据我们的实践,系统分析应遵循如下的原则:

1. 面向功能

地方环境管理信息系统必须面向功能进

行分析,这是根据我国地方环境管理工作的现状确定的。我国的环境管理工作,经过十几年的努力,初步建立了适合要求的管理体制和组织系统,但是在很多方面尚未达到标准化和规范化。一个现代化的管理信息系统缺乏现成、完善、可靠的数据支持;也没有确定、统一的服务方式。就是说,所要建立的新的环境管理信息系统缺乏现成的功能目标体系,而这个目标体系又是系统开发的前提和基础。不可能想象,一个目标不明确的系统会是一个好的系统,同样,一个好的系统必定有明确的目标。

只有面向功能,才能回答“做什么”的问题,也才能为面向数据的系统设计工作奠定基础。

2. 总体分析

总体分析的含义是从环境管理的整体出发,在时间、空间上全面规划系统的要求功能和数据结构。在系统分析阶段应该包含能够预见到的系统各方面的功能要求,尽管其中一些功能并不需要或不可能在近期内实现。只有全面分析才能避免工作中的疏漏和矛盾,保证后续阶段各项工作的顺利进行。

全面分析很重要,因为环境管理工作是不断发展变化的,对信息系统的要求也是发展变化的,系统分析应有一定的预见性。一个有预见性的系统才是有生命力的系统。

对于那些包含在系统分析中,而在近期内不准备实施的功能,应在建库过程中留有余地。

3. 面向用户

系统分析是建立系统的第一步,是系统开发的基础。要牢固树立为用户服务的思想。作为地方环境管理信息系统,它的用户主要是地方环境管理部门,兼顾其它政府部门,以及科研、教学等单位。系统中设置的各项功能应该来自上述服务对象,决不能杜撰;各项功能的实现也应该是有可能的,决不能凭想象设置不可实现的功能,也不必要存贮

没有服务对象的数据。

为了贯彻面向用户的原则,系统分析人员要调查用户的需求。这种需求往往不是环境管理人员能确切表达出来的,需要分析人员与管理人士的多次对话才能有成效。除了需求,分析人员还要调查、了解数据的来源,在需求和数据之间建立相关关系。系统分析的结果要通过用户的审查与确认。

4. 面向污染源

环境管理的最终结果要落实在对污染源的控制上,地方环境管理部门是国家环境管理的基层机构,直接面向污染源。信息系统要从污染源取得信息(包括当前的和预测的),同时要反映环境管理决策对污染源的反饋信息。

面向污染源是信息系统实用性的一个重要标志。

5. 自上而下与自下而上相结合

需求功能分析是从最顶层开始的,系统最高层次的功能就是环境管理的最主要任务。从最高层次逐级递阶分解,直至最底层的每一项具体工作,这就是自上而下的分析方法。但是,系统投入运行后的工作程序却是自下而上的。就是说,在完成某一项任务时,必须从最底层的每一项有关的具体工作开始,逐层向上,直至预定的层次。由于每一件任务有着多种分解方法,每一种方法会产生不同的工作组合;与此相应,完成一项任务会有不同的路径。不同的路径当然有不同的效果(例如计算时间)。为了达到最好(或较好)的效果,应该进行自上而下和自下而上的多次比较。当然,这种比较不是在系统分析阶段能够完成的,它可能持续在系统开发的全过程。

数据结构分析是与需求功能分析相匹配的,也存在类似的比较过程。

二、职能调查和分析

为了了解和掌握现行的地方环境管理体

表 1 省(市)环境管理职能分类

类别	主 要 管 理 内 容
环境规划	全省(市)范围的污染控制规划、生态规划、审查地(市)的相应规划
排污收费管理	组织协调全省的排污费的征收、管理工作,提出使用计划,排污收费统计
三同时管理	组织单项工程的环境质量影响评价、检查、监督三同时的落实
污染源管理	污染源调查,协调污染源治理、制定地方排放标准,处理信访、污染纠纷,乡镇企业的污染源管理
报表管理	各种报表的汇总、统计、上报
大自然保护	确定自然保护区,制定自然保护政策、法规,珍稀动植物的物种保护
环境科研	科研工作的组织协调、成果的鉴定,环境科学情报管理
环境监测	污染源监测、环境质量的监测、数据处理,编制环境质量报告书

表 2 地(市)环境管理职能分类

类别	主 要 管 理 内 容
环境规划	地(市)污染控制规划、生态规划(包括农业)
排污收费管理	污染源监测、排污费的计算、征收及管理、使用
三同时管理	组织新建项目的环境影响评价,三同时项目的管理与监督
污染源管理	污染源调查、协调污染源治理信访和污染事故处理
报表管理	环境统计、各种报表的编制、上报
大自然管理	建立大自然保护区,保护珍稀动植物
环境科研	环境质量评价、污染治理技术研究
环境监测	污染源监测、环境质量的监测、数据分析、处理,污染物分析方法、环境质量报告书的编制

三、系统功能分析

系统功能分析的目的是要确定“做什么”的问题,是系统的核心,也是整个系统开发的出发点与归宿。

系统功能分析是在系统职能调查的基础上进行的,应遵循如下原则:

1. 功能设置要以现行环境管理系统为基础,保留现行系统中的合理部分,改进不合理部分,增加不足部分。我国现行管理体制比较健全,管理功能中很大一部分将被保留。但是,现行管理体制是以手工为主的,而将要建立的新系统是以计算机为主、手工为辅的系统,为了适应这种更替,要进行系统功能的调整,包括环境管理部门的组织机构的调整。

2. 系统新增加的功能要促进环境管理水平的提高,同时又是可以实现的。一个以计算机为中心的环境管理信息系统对于提高管理水平将起到重要的作用,但不要以为计算机什么都能做到。计算机管理是以现行管理机构和信息为基础和依据的,不要提出不切实际的要求。

3. 全面分析、分期实施,合理安排各个开发阶段的任务。由于环境管理的复杂性,环境管理功能也是多层次的。在系统开发的初级阶段,不能也不可能要求同时实现所有的功能,必须明确划分功能实施的阶段。近期内要实现的是当前最急需解决的环境数据的存贮、加工,环境数据的统计,环境质量报告书的编制,以及区域环境质量评价等,其它功能留待以后实施。

系统分析阶段所确定的功能设置应具有一定的预见性,这种预见性来源于对实际系统的调查和对未来的洞察。

系统功能分析是根据现行管理体制进行的。但是,环境管理工作人员很难提出各个功能层次的具体要求,他们只能给出功能需求的总体轮廓,分析人员要根据这些要求,通过逻辑分析,提出功能分解的结构图。这种功能分析是自上而下进行的,形成一个功能的递阶结构,这种结构习惯地称为功能树。

系统功能树有各种不同的画法,每一种画法代表一种方案,要通过比较,确定较好的方案。图 2 是经过比较后筛选出的方案(图中只表示第一、二、三层)。

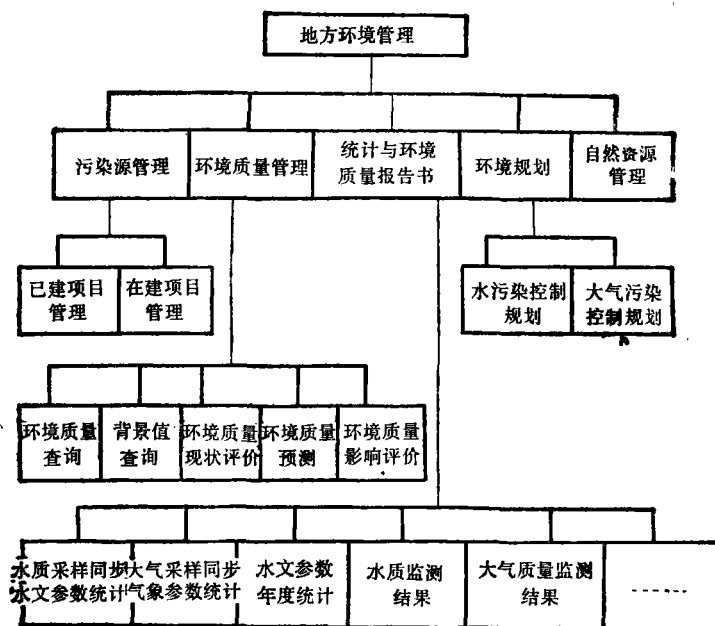


图2 高层功能树

系统最底层功能是具体工作的集合，完成每一项工作就为上一层的功能的实现创造了条件。完成每一个规定的功能，都对应有系统的输出(如屏幕显示、打印表格、绘图)。

四、数据结构分析

数据结构分析是围绕系统功能展开的，它的目的是为系统功能的实施提供数据支持。

比较理想的数据结构分析过程是先针对系统功能的最底层的每一项具体工作提出必需的数据项，然后逐层向上形成数据集合。这样形成的数据集合是以功能为核心的，位于同一集合中的数据有较多的共性，以这样的数据集合为基础所建立的数据库具有较好的性能(如较少的数据冗余和较快的运算速度)。但是，这种数据结构和现行的数据收集系统往往是不一致的。在系统分析阶段，数据库的结构方案尚未确定，还不可能完全从功能出发建立一套理想的数据体系。在这种情况下，可以以现行数据收集系统为基础，适当考

虑功能，进行数据结构分析。这样形成的数据体系还不是地方环境数据库的最终结构，可以称为数据集合。

数据集合也是一种递阶的层次结构，通常称为数据树。地方环境管理信息系统的数据树包含了10个层次。图3表示数据树的一个子集。

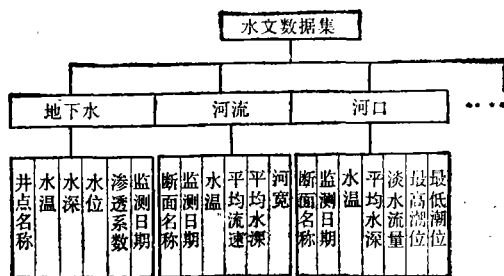


图3 数据树的水文数据子集

在研究数据结构时，应考虑到后续的建立数据库的工作。在分析过程中，应考虑如下原则：

1. 系统所具有的全部功能都要有数据支

持,且不应出现不支持任何功能的数据;

2. 尽可能少的数据冗余,即在整个数据体系中应尽量避免数据的重复出现.有时,少量的冗余可以大大改进数据库的性能(如提高运算速度),这种冗余应该允许.为了减少冗余,常常要作数据树的多方案比较.

3. 数据树的各个子集和数据的位置及关系要妥善安排,以便系统的整体功能最佳(如便于数据的多重调用,运算时间的节省等).

五、系统数据流分析

数据流分析是对系统的功能树和数据树进行综合,建立数据集和功能模块之间的逻辑联系.通过数据流分析可以明确数据和功能之间的依存关系.

数据流图是数据流分析的主要工具.数据流图有两个特点:

1. 抽象性

在数据流图中,不出现具体的组织机构、

工作场所、物流,只有信息和数据的存贮、流动、加工和应用,抽象地反映出信息系统的任务及各个功能之间的顺序、关系等.这种抽象性对于以后的数据库和各功能模块的设计是十分重要的.

2. 综合性

数据流图把系统的各个处理过程联系起来考虑,形成一个整体,可以反映出以某一功能为核心的子系统的全貌.

在绘制数据流图时,规定了四种符号(图4).数据流图以功能模块为核心,自顶向下逐层绘制.图5是数据流图的实例,它包括四个第三层次的功能模块.

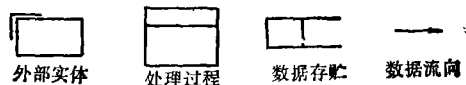


图4 数据流图的符号

为了使数据流图简明有序,图中的功能模块(处理过程)、数据存贮及模型除标明文

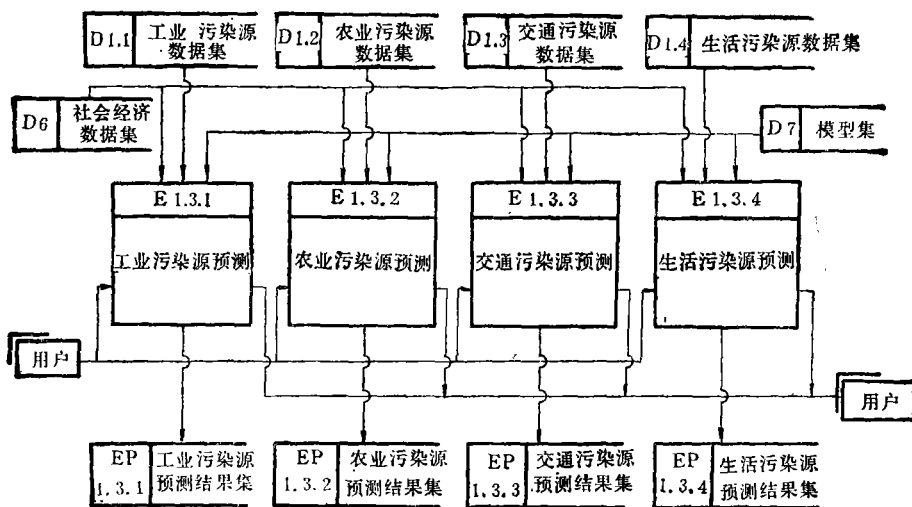


图5 污染源预测数据流图

字外,还要标上编号,编号应与系统的功能分析、数据结构分析一致.

六、数据字典和系统分析报告

到此为止,系统分析阶段所要做的调查、

分析工作已经告一段落,剩下的是编写数据字典和系统分析报告.

数据字典是数据结构分析和数据流分析的共同成果,是系统中使用的数据项的总汇.数据字典有两个作用:一是在系统设计阶段

用作数据库设计和编写输入、输出表的依据；二是用于系统维护，没有数据字典，系统将难以维护管理。

数据字典是数据项的集合，它包括下述内容：数据项名称、代码、说明、类型、单位、长度、取值范围、数据集编号、更新频率、输入模块编号、输出模块编号。

事实上，数据字典中的某些内容，只有在系统设计完成之后才能确定，这里提出的是初步编制的数据字典。

系统分析的最后成果是系统分析报告，它的基本内容就是本文所阐述的各个部分的具体化。系统分析报告既是系统分析阶段的总结，又是下阶段——系统设计的依据。

参 考 文 献

[1] 程声通等,环境科学, 10(2),57(1989).

[2] 朱三元,自然杂志, 4(7),544(1986).

(收稿日期: 1989 年 1 月 21 日)

标准物质在生物物质痕量元素分析中的作用

潘 秀 荣

(国家标准物质研究中心)

一、生物物质痕量元素分析的重要性

近 20 年来随着环境科学、医学、生物学、食品工业和农业的发展，生物物质痕量元素分析技术有了很大的进展。生物物质中痕量元素的分析结果具有较大的科学价值、经济效益和法律意义。所以分析结果的可靠性至关重要。自七十年代以来，国际上曾多次举行学术讨论会，研讨痕量组分的分析技术及其分析结果的可靠性问题。如痕量分析中的准确度 (1974. 10)；环境测量的方法和标准 (1976. 9)；痕量有机分析 (1978. 4)；第二次国际生物标准物质学术讨论会；痕量分析中的准确度 (1987. 9)；环境样品和标准物质中的痕量分析；第三次国际生物标准物质学术讨论会等国际会议。

从上述国际学术讨论会的主题与频繁程度不难看出，国际上越来越重视发展生物物质的痕量分析技术，并通过生物标准物质的研究与应用保证分析结果的可靠性。

二、生物物质中痕量分析的难点

1. 生物样品的均匀性及稳定性差，基质复杂，这给取样、样品保存和样品处理带来了困难。

2. 生物样品处理过程复杂易发生损失和沾污。如用酸溶解消化牛奶，Cu、Cr 等元素的回收率在 0.01 $\mu\text{g/g}$ 浓度水平时，仅有 10%^[1]。又如血液中的 Pb 实际含量 < 40 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ ，而分析结果却在 120—240 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 之间^[2]。

3. 生物体内痕量元素的作用往往与价态有关，仅仅分析痕量元素的总量是不够的。如锡，ppb 级的三丁基锡对水生生物有较大的毒害，而二丁基锡则无毒害^[3]；又如金属蛋白质的研究揭示了与蛋白质相关的痕量金属元素对其结构与功能有重要作用。金属酶的生物特性依赖于蛋白质和金属离子的存在。

4. 分析结果的解释与应用需要特别慎重。在引用分析结果时，应该评价分析结果

表 2 回 收 率

试样	试液含铅量 (ng/ml)	铅加入量 (ng/ml)	铅测得量 (ng/ml)	回收率 (%)
猪肝	32	20	53	105
		40	75	108
		60	88	93
鸭肝	34	20	52	90
		40	76	105
		60	81	95
鸡肝	12	20	32	100
		40	50	95
		60	74	103
猪肾	46	20	68	110
		40	85	98
		60	103	95

为例作图, 见图 2。由图可见样线与标线斜率比较接近, 表明用本法测得的结果可靠性。

测定结果、回收率及变异系数列于表 2 及表 3。其中精度为未加标试液 10 次测定所得, RSD 在 3.5—8.6% 之间, 各种加入量的回收率在 90—110% 范围内。

本法快速、简便, 符合微量分析要求, 适

表 3 测定结果及变异系数

试 样	铅含量 (ng/g · 鲜重)	RSD (%)
猪肝	118	6.6
鸭肝	103	8.6
鸡肝	80	6.2
猪肾	329	3.5

用于生物样品中动物试样的分析研究。

参 考 文 献

- [1] 方禹之等编, 环境分析与监测, 173 页, 华东师范大学出版社, 1987 年。
- [2] Sadio, M., and T. H. Zaid, *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, 16, 57(1983).
- [3] Dabeka, R. W., and A. D. McKenzie, *Can. J. Spectrosc.*, 31(2), 44(1986).
- [4] Petering, G., *Anal. Chem.*, 49(11), 1644(1977).
- [5] Langmyhr, F. G., and G. Wibetoe, *Prog. Anal. At. Spectrosc.*, 8(3—4), 193(1985).
- [6] Pieczonka, K. et al., *Z. Anal. Chem.*, 322(7), 697 (1985).

(收稿日期: 1988 年 6 月 27 日)

(Continued from page 96)

Systems Analysis of Regional Environmental Management Information System

Cheng Shensong et al. (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing)

Systems analysis is in the first step of the structural design for Regional Environmental Management Information System (REMIS). The core of the step is to settle the problem "what has to do". The paper describes the general principles of systems analysis, the investigation of environmental management functions, the analysis of demands and the analysis of data construction and flow. An analytical method for REMIS has been suggested by stressing that systems analysis must face to the function demands of REMIS. (See pp. 52—58)

Calculation of Energy Flow and Analysis of Ecological Benefit in the Agro-Ecosystem of

Dongxu Village, Jiangsu Province

Lu Tienong et al. (Yancheng Municipal Environmental Protection Agency, Jiangsu Province)

The agro-ecosystem of Dongxu Village is divided into three subsystems: producer, consumer and decomposer. The authors set up a calculating method, by which energy flow in the process of biological production was calculated. It was showed that the ecological structure in the system was getting access to rationalization. The ratio of energy input-output was improved in recent years, that the system was changed consumptive type into productive type. By calculation of energy flow and benefit analysis, the results show that the system has coordinated economic development and eco-environmental construction simultaneously. (See pp. 71—76)