

[美] H·T·欧登著

蓝盛芳译

能量、环境与 经济——系统分析导引

東方出版社

95
F407.2
3
2

能量、环境与 经济——系统分析导引

〔美〕H·T·欧登著

蓝盛芳译



3 0087 8592 9

東方出版社



B

930989

H. T. Odum

ENERGY, ENVIRONMENT AND PUBLIC POLICY

——A guide to the analysis of systems

根据联合国环境规划署 UNEP

研究报告 1989 年第 95 期译出

能量、环境与经济

NENGLIANG HUANJING YU JINGJI

——系统分析导引

著者/[美]H·T·欧登

译者/蓝盛芳

封面设计/倪天煦

经销/新华书店

印刷/北京印刷三厂

开本/850×1168毫米 1/32 印张/8.75 字数/202,000

版次/1992年10月第1版 1992年10月 北京第1次印刷

印数/0,001—1,100

东方出版社出版发行(北京朝阳门内大街 166 号)

ISBN 7-5060-0300-7/F·34 定价 6.90元

中文版序

地球是一个不断运转的完整系统。20 世纪后期的今天,人类才开始真正懂得地球的巨大作用,全球意识新观念正被愈来愈多的人接受。环境、能量、经济、物质循环,以及人类知识资料,无不交织联系。在世界各地,人们都在研究维持人类生存的地球系统,掌握生物圈的各种资料。人类要合理开发利用自然资源,处理好国际关系和发展经济,必须具有系统观念和知识。中国系统的许多方面与世界相似,如卷首中国能量系统总图解所示,高度分化成农业生态系统、城市地区和人类文明。

这本介绍人类和自然系统的书,初版是为新西兰的学校应用而写作的;后经改编在美国使用,由联合国环境规划署出版;现由中国学者译成中文发行,并经我建议增加了“中国生态—经济系统能值分析与经济发展”一章(第 31 章)。本书应用的系统符号语言,易于描绘国家系统图。

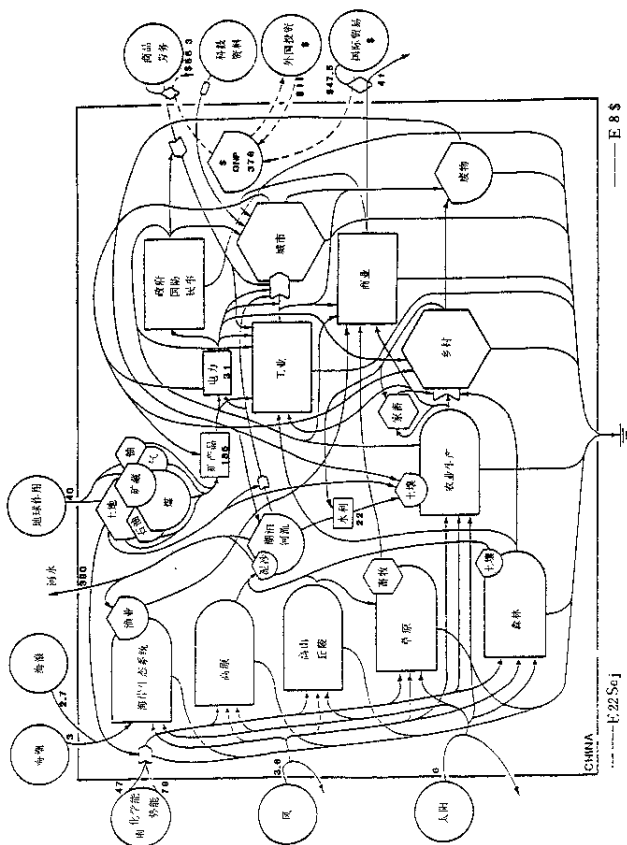
世界各大国中,中国的农业和水产养殖业系统在保持人类与地球和谐关系上,具有最悠久历史。世界上许多发达国家通过掠夺其他国家资源而使经济过分发展起来;其他国家则因廉价出卖太多资源而经济陷入困境。中国不愿为小利而出卖资源,在利用本国资源方面有较好的经验。今后数十年,世界资源不能维持大多数地区的经济继续有较大增长。相信中国具有优良传统和方法,与自然保持平衡。本书的能量系统观点和能值(EMERGY——拼写带

一个字母“M”)估算经济财富的方法,有助于中国发展出一个有效维持中国系统的模式。随着地球转为依赖可更新资源,这样的模式发展在当今世界和未来可能方兴未艾。

Howard T. Odum

佛罗里达,更斯维尔

1991年9月



中国能量系统总图解(蓝盛芳,1990)。

前 言

尽管因为农业、工业、住宅和交通发展的需要,人类活动导致自然景观发生急剧改变,但自然界仍然不断提供能量和各种物质,使人类系统得以持续运转。例如在沿海地区,阳光、海潮等自然过程,以及养分的流注和淡水携带的污染物,这些诸多因素决定我们的渔业生产。显然,沿海地区的经济状况取决于自然环境条件和我们人类自身的活动。

一旦忽视了自然法则和规律的重要性,我们人类与自然的矛盾便急剧上升。这些矛盾的激化,常起因于我们对自然资源的评价与利用不当。试问:一个沼泽地或湖泊的真正价值是什么?我们应如何评价两条不同的河流——一条畅通无阻流入大海,另一条迂回曲折携带泥沙,需要修直疏通?雨水、风、海浪和海潮对人类经济又有多少价值?

对于以上诸如此类的各种问题,开发者、自然科学家、农民和诗人,会给予绝不相同的各种答案。经济学家能用金钱来估量资源的市场价值,但此类问题的真正价值是金钱所能代表的吗?自然科学家能够解释物种和生态系统的生物学意义,但我们如何引用这些资料,阐明和应用到环境资源保护与利用的公益政策上呢?

系统分析旨在寻求和发展自然环境与人类系统的基本原理,应用这些原理来分析系统的结构,预测不同条件下系统的发展趋势。

通过系统分析原理的阐述和应用,本书将使读者对纷繁复杂的世界树立一个总的观念,认识世界是一个包含众多亚系统的完

整系统。在系统研究中,我们将应用能值(eMergy)这一概念来度量评价环境与经济问题;它将表明资源的货币价值实质,包括一切资源中最为丰富的太阳能的真实价值;反过来,我们可用更基本的方式——太阳能当量——来表示货币流通,说明人与自然、环境与经济的关系。

本书也介绍能量符号语言,这有助于问题的提出并加以具体解释。各种系统模型的图解则有助于非数学家的读者更好理解和掌握环境系统的运作,环境与经济的关系,以及人类控制环境系统的原则。

本书宗旨不仅在于使我们了解人类赖以生存的星球及人类应尽的责任,而且应懂得人类可以探索和决定未来,作出科学的决策,以期有一个美好的未来。在本书所介绍的研究方法,已被证实能对当今世界的发展趋势作出相应的预测。

本书第一部分介绍支配我们星球的能量系统研究的基本原理和语言符号。第二部分利用系统分析语言研究生态系统类型——包括“自然的”未改观的系统和已被人类活动改观的系统。第三部分用类似的分析研究方法,剖析人类经济系统,力求辨析人类经济系统的关键问题,探讨应变策略。系统模型的出现和发展,赖于电子计算机的发明和应用,因此,本书亦介绍作为系统模型建立的重要工具微电脑的应用方法。

目 录

前言.....	(1)
第一部分 原理和符号语言.....	(1)
第 1 章, 系统与符号.....	(2)
第 2 章 生态系统的能量流和物质流.....	(1 0)
第 3 章 生态系统的食物网.....	(1 7)
第 4 章 营养级和能质.....	(2 3)
第 5 章 生产与最大功率原则.....	(3 0)
第 6 章 成长模型.....	(3 6)
第 7 章 进一步成长模型.....	(4 1)
第 8 章 模拟定量模型.....	(4 6)
第 9 章 波动系统.....	(6 0)
第二部分 生态系统类型.....	(6 7)
第 10 章 海洋.....	(7 0)
第 11 章 河口.....	(8 9)
第 12 章 池塘和河溪.....	(9 5)
第 13 章 湿地.....	(104)
第 14 章 寒带生物群落.....	(110)
第 15 章 温带森林群落.....	(114)
第 16 章 草原和荒漠生物群落.....	(121)
第 17 章 热带生物群落.....	(126)

第 18 章	农业系统	(130)
第 19 章	人造林	(136)
第 20 章	城市系统	(141)
第三部分	经济系统	(150)
第 21 章	早期部落农业	(151)
第 22 章	国家经济的环境基础	(157)
第 23 章	能值与国家经济	(171)
第 24 章	经济对环境的影响	(180)
第 25 章	燃料与电	(188)
第 26 章	其他能源	(194)
第 27 章	模拟未来	(207)
第 28 章	人口与容纳量	(214)
第 29 章	国际交流与共存	(219)
第 30 章	低能量世界	(225)
第 31 章	中国生态—经济系统能值分析与经济发展 (蓝盛芳和 H. T. 欧登)	(230)
附 录		(242)
词汇术语		(266)
译后记		(272)

第 一 部 分

原理和符号语言

为表达系统之间的相互关系,我们需要有共同通用的方法,并应了解一些基本生态学原理。因此,在这第一部分我们首先介绍科学家应用于系统研究的方法和符号语言手段,同时也介绍现代系统生态学的有关概念和理论。

第 1 章

系统与符号

系统

系统是由多个部分组成的一个整体,各部分相互联系,并共同发挥作用。地球上的各种生物与非生物相互作用和联系,从而形成各种系统。由有生命部分和无生命部分构成的系统,称为生态系统(Ecosystem)。一个典型的生态系统包含有生命的部分如树木,以及无生命的部分如营养物质和气候。

生物赖以生存的地球表面部分叫做生物圈(Biosphere)。它包含许许多多较小的生态系统,例如森林、田野、池塘、河口港湾,等等。

生态系统内一生物种的所有个体,称为种群(Population)。每一生态系统包括许多不同的种群,例如一生态系统可能包含橡树种群、松鼠种群、蚱蜢种群,等等。

生态系统有生命的部分,称为群落(Community)。群落由许多生物种群组成,各种群间相互作用。

生态系统过程

有的生物能够应用太阳光能制造营养物质,这种过程就是植物的光合作用。能制造食物的植物,被称为生产者(Producers)。它们制造的营养物质供生活细胞利用,以繁殖更多的细胞和形成有

机物质,如木材、脂肪等。生物体形成的有机物质称为生物量(Biomass)。

有的生物消耗利用生产者制造的产物,称为消费者(Consumers)。有的消费者吃植物为生(食草动物);有的吃动物的肉为生(食肉动物);有的分解死去生物体的有机物质(腐生生物)。例如,奶牛和蚱蜢是食草动物;狼和蜘蛛是食肉动物;真菌和部分细菌为腐生生物。

食物经消费者消化吸收后,部分变为化学废弃物,排泄到体外。这些排泄的废弃物成为植物生长所需的肥料,称为养分(nutrients)。消费者排泄的这些养分回归给植物重新利用,这种过程我们称之为养分再循环(recycle)。

浅海生态系统是养分再循环的典型例子。该系统的植物生产者利用太阳的能量和化学养分制造有机物;这些有机物被动物消费者食用、消化、吸收,并排泄废弃物,又回归给植物根系吸收利用。图 1.1 表示浅海生态系统的各主要部分,箭头表示能量、食物及养分流动的路线。

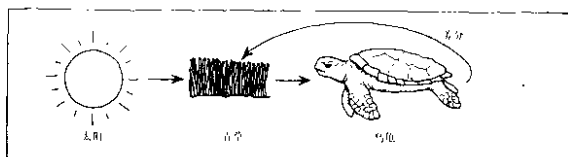


图 1.1 浅海生态系统的各主要部分

符号图例

本书使用符号图例——我们的系统语言的所谓“单词”,描绘

系统的结构组分。应用这些符号图例有助于我们理解、掌握和处理系统的运作过程。首先需要掌握的第一组符号图例见图 1.2。

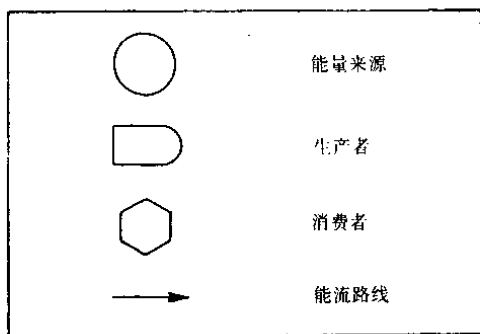


图 1.2 表示生态系统各部分的一些符号图例

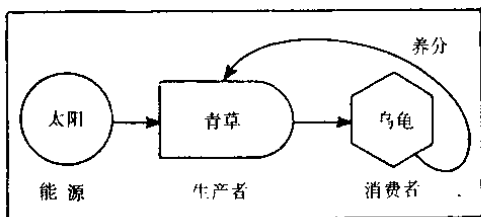


图 1.3 用符号表示海洋生态系统各部分

图 1.3 便是应用这些符号图例描绘的一海洋生态系统简单图解。图中各部分以及能流或物质流的路线,与图 1.1 相同;在这里只是用符号图例来表示原实物图中的植物、乌龟等。太阳能用能

量来源符号表示,植物用生产者符号表示,动物用消费者符号表示,箭头表示能流或物质流的路线和方向。这种用简单明瞭方式显示系统各部分重要关系的图解,就是模型(model)。

另两个符号如图 1.4 所示。作用键符号表示能量系统内各部分相互作用过程,例如光合作用即可用这符号表达。储存符号表示能量或物质的储存,例如养分的储存便可用此符号表示。

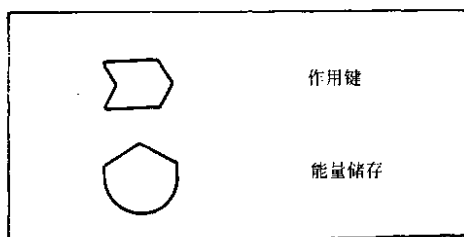


图 1.4 作用键和能量储存符号

图 1.5 表示生产者与消费者自身内部的运作及能流。植物生产者光合作用中所进行的营养物质与光能的合成作用,用作用键符号图例表示。光合作用过程也需贮存物质(植物贮存的生物量)参与,消费者内部同样有相互作用和能量储存。前面我们所举的浅海乌龟的例子中,相互作用是乌龟吃绿色植物,储存的是乌龟机体的生物量。如图 1.5 所示,消费者与生产者内部的作用单元和能流方向均相似。

在图 1.5 中,有从能量储存(符号)向作用键(符号)回流的能流路线,这表明储存的生物量也参与产生更多生物量的生产过程。

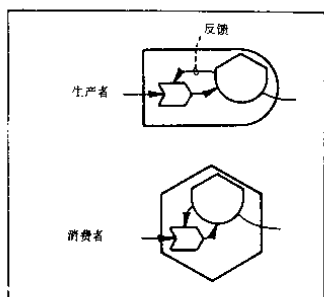


图 1.5 生产者与消费者的内部结构与能流

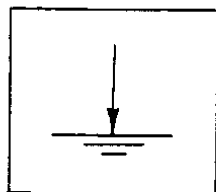


图 1.6 热耗失符号

此种向左边回流的能流,称为反馈(feedback)。

能量只有在较集中的状态下才能做功;一旦由集中状态变为分散状态而失去做功能力,能量便消散(dispersed)。集中储存的能量或相互作用过程的能量,均会有部分消散耗失。这种伴随一切能量储存和作用过程的能量消散耗失现象,我们用图 1.6 的热耗失符号加以表示。凡消散耗失的能量均不能再被利用,例如参与光合作用过程的太阳能,绝大部分消散耗失;植物光合作用只能利用一小部分太阳光能,把它们固定下来,以生物量的形式储存于植物体中。动物消费者吃植物所摄取的食物能量,绝大部分也在其生活和生长发育过程中消散耗失。

海洋生态系统模型

应用前面介绍的符号图例,我们可以把海洋生态系统的各部

分联结起来,用简便图解方法描绘整个系统结构,如图 1.7 所示。图中的四方框作为系统的边界,系统各组分符号图例绘在其中,只有能量来源(如太阳)和热耗失符号图例置于边界外面。维持系统运作的能量来自系统外部的能源,故能量来源符号绘在系统边界外面;系统各部分消散耗失的能量不能再被系统利用,故热耗失符号也置于系统边界的外面。

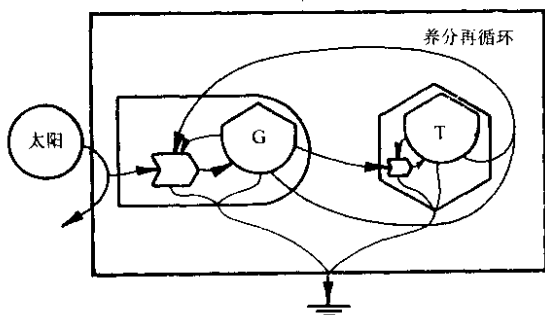


图 1.7 用符号图例描绘的海洋生态系统图解。
G, 青草生物量; T, 乌龟生物量

图 1.7 海洋生态系统图解中,进入系统的一部分太阳能未被系统利用,用倒流出系统外的能流分支路线加以表示。图解右边的乌龟消费者排泄的废弃物,成为植物所需的养分回归给植物应用,循环到图左边的植物(青草)的生产过程中去,也就是反馈作用。

总而言之,应用能量符号图例描绘系统图解的方法,可把生态系统的生产者、消费者及其他组分联结统一起来,并能表明系统的能量流动与应用、物质的循环与储存,以及能量或物质的储存对相