

系统分析在 自然资源研究中的应用

中国科学院自然资源综合考察委员会

1980年

Q11

前 言

中华人民共和国人与生物圈委员会和中国科学院自然资源综合考察委员会于1980年9月在北京举办了“系统分析在生态学和自然资源研究中的应用”训练班。由负责国际人与生物圈计划情报系统工作的英国陆地生态研究所所长、数理生态学家杰弗斯教授主讲，英国陆地生态所的林德莱和克拉克先生辅讲。

此讲义共十章。第一至第四章就是根据他们三人在训练班中的讲课内容记录整理的。由于杰弗斯教授中途因事回国，我们根据他未讲授部分的题目，节译了他的著作“*An Introduction to Systems Analysis: with Ecological Applications*”的有关章节，构成第五至第八章。第九章和第十章，分别为娄格同志和〈人与生物圈〉国家委员会秘书长阳含熙先生在训练班中的讲课内容。

本讲义主要目的是向我国从事生态系统研究与教学工作的同志，通过介绍系统分析在英国生态学中的应用，提出解决自然资源与生态学研究的方法。以便于大家在这一新的边缘科学中不断的探索。

在综考会领导及〈人与生物圈〉负责同志的关怀下，我们整理了这本讲义。限于时间和水平，错误与不妥之处在所难免，希望读者批评指正。

参考文献的编号仍按杰弗斯原著中所用的编号，以便于查阅。

齐文虎 李立贤 周汝筠 祖莉莉

1980、12.

目 录

前 言

第一章	自然环境和系统分析.....	(1)
第二章	取样.....	(20)
第三章	实验设计.....	(34)
第四章	系统分析.....	(46)
第五章	矩阵模型.....	(66)
第六章	随机模型.....	(81)
第七章	多元模型.....	(104)
第八章	模造过程.....	(137)
第九章	怎样进行系统分析.....	(145)
第十章	生态学家在系统分析中的任务.....	(152)
参考文献		(158)

第一章 自然环境和系统分析

一、自然环境的问题及其研究：

人们在利用自然环境方面有几个问题：

1.人口增长问题：有些国家人口增加太快，目前一些国家的人口并不多，但予期也会增加得很多。人们都希望将来的生活更好，在饮食、健康、生活水平方面得到进一步改善，有更多的休息和娱乐时间。要实现这些美好的愿望，就要求我们控制人口和更加合理地利用自然资源。自然资源包括矿产以及由动植物提供的原料、食物、衣服等等。目前英国人口并不多，但由于英国土地面积小，过度地开发使英国现在已经没有真正的天然植被了。这都是由于人们为了提高生活水平，尽量增加生产造成的破坏，而对自然植被的破坏将引起严重的后果。中国也可能有同样的问题，当然对一个大国来说，小面积的破坏影响并不大。

2.污染问题

污染对于环境是一种严重的破坏，一般工业的废物对空气的污染都很严重。当然，英国的环境污染也受邻国的影响。例如，为了解决汽车的尾气，我们从斯勘的纳维亚半岛买进硫，但硫会杀害水中的鱼，甚至影响植物的生长。虽经大量研究，但目前由烟囱排放的污染物，其危害究竟有多大仍不清楚。

水的污染比较容易为人们认识。为了增加粮食，在山区开垦了坡地，增加了肥料，引起了土壤浸蚀，最后污染物流入河中，结果引起渔业的问题，对人类也将造成危害。在英国，经过几代人的努力，目前的饮水不成问题，但浪费很严重。例如，洗涤汽车所用的水也是可饮用水，这在很多国家都是不允许的。

同样在研究病虫害及疾病方面，使用大量人工合成药物来解决，但一些合成药物的后果并没有很好地研究，有些药物可能暂时对人类有好处，但对动植物将产生影响，这些问题都涉及土地利用。

最近30年农业有了巨大的变化，营养物质的循环比以前更快了，这将影响到土壤中的有机物。因此，对土地利用方面的任何改变，都应该先考虑到它可能产生的后果。中国要实现农业现代化，就要改变传统的耕作方法，这也将产生各种问题，应很好研究解决。

林业方面也存在问题，采伐量大于生长量，用材多，造林少。例如，用树木作木材、纸浆、燃料，有人预计很快就会引起木材的缺乏。目前亚洲、非洲、南美洲的森林受掠夺。在英国，目前森林面积占全国的8%，我们正争论增加到20—30%。中国也想将林地面积增加至20%，怎样才能达到这一点，是环境科研的重要问题。

最近五十年来，我们在利用煤、石油、天然气等能源问题上，并不很高明，在这方面西方是一个坏的典型。例如，我们制造大量冰块，但实际并不需要那么多，在房里暖

气产生了过多的热，我们开大量的电灯，但照明并不需要那么多，我们到处旅行，仅仅为了玩乐。这样浪费了大量的能源，现在不仅应考虑怎样节省能量，而且要考虑开辟新能源。1) 多种树，制造酒精。2) 利用风力。3) 利用太阳能。

但上述想法并不是城市居民都能接受的，几乎所有国家的行政人员、管理人员、政治家都住在城市里。对环境理解不深，他们所理解的环境主要是好玩，他们有时也想保存野生动植物，保存一部份自然的野生状况，但他们的目的并不是保护环境，与环境科学家的概念是不一致的。由于城市居民对自然环境的接触不多，因此，有必要使城市居民对自然环境有一个全面的了解，这就是生态学的任务，生态学是研究自然的基础科学。在英国有一种一般的、普遍的、流行的看法，凡是自然的、天然的都是好的，如果要改变则就不好了。实际上，自然环境也总是要改变，因此这就没有什么意义。生态学是研究动植物之间的相互关系，以及动植物与环境的相互关系，关于这方面的研究已经进行了很多年。特别在国际生物学计划里，我们知道系统中有很多元素，这些元素之间有一条流通的通道，这是值得注意的，有时这条通道里是营养物，有时是污染物，研究各种流通渠道，这是一个重要的问题。英国由于进行了多年工作，对在英国条件下的各种渠道已有所了解。在英国陆地生态研究所有来自北美、南美、西欧的各国科学家，希望今后中国也参加这项研究工作。因为中国也必须了解在生态系统中营养、污染是如何流通的。由于你们不必从头开始，你们可以在我们的基础上工作，当然你们也还有很多其他工作，如考虑评价具体的流通情况。在怎样观测数据、整理数据方面我们可以给你们一些帮助。

另外，动植物的种群动态研究也很重要，我们想了解动植物，利用动植物，怎样利用呢？我们可以改变它的世代间隔，但在这样作的时候，重要的一点是必须符合其遗传特性。有时我们也必须研究病虫害，对病虫害的种群动态也应研究。有时我们希望控制病虫害，结果病虫害反而增加了。目前在英国有一个很好的例子：一种蛾子，原先在英国一种树上生长得很好，但这种蛾子在某一地区并不多，后来英国引种了一些新品种的树，现在蛾子移向新树，在新树上成为流行病，将树叶都吃光了，当人们采用杀虫剂时，情况更遭。因此应该研究这种蛾子为什么在原树上群体的量数不大，但移到新树上蛾子繁殖的更多了。在英国同样的例子很多，你们也可能有这种情况。

3. 资源的利用

对于自然资源，我们要估计有多少可利用的。例如，为产生能量，要同时在土壤中保持足够的营养物，还可种多少植物供作燃料。目前，英国正讨论核能的利用，但仍不清楚怎样清除核污染的废料，怎样储存污染废料而不影响周围地区，在核能生产过程中会产生多少污染，政府官员正受到工业界的压力，要尽快发展核能，这样对生态学家来讲，允许研究的时间不多了，在我们采取决策措施前，能否对上述问题有个明确的回答？

4. 遗传过程

人们需要对动植物的遗传过程有所了解，动植物遗传的基因，是我们研究的重要对象，很多国家已损失数以百计的动植物品种，造成遗传基础—基因丢失，而这些正是新种的来源，生态学者必须研究遗传过程，研究怎样保存遗传物质。过去在这些方面传统

的研究办法是学院式的，由学术机构来搞，但这种研究多是孤立的研究，如果遇到复杂的系统，按传统方法就把它分割开，由一组一组的科学家去研究专门的问题，但是到了环境生态学研究，这样办行不通。由于生态系统的复杂性，你不能拿出系统中的一个部份，而去了解系统的全部，也不能用短时间了解系统部份工作，代替对系统全部了解。例如，为了研究人，你不能只看他搞什么工作，还应了解他的家庭，家庭对人有影响。因此，应从整体来看系统，来研究系统，这就是系统分析。

系统分析

1) 为了对复杂系统进行分析，我们有必要了解系统是怎样运行的，对整个运转有一个全面了解。

2) 有一个模型，可以综合。模型是实际系统的简化，但这种简化不能歪曲原系统。例如通过模型训练一些人，由这些人来进行决策，自然环境太复杂，不可能进行试验。正如一个学开飞机的人，不能一开始就上飞机，可以用计算机作一个飞行模型，在计算机上使受训者感受到飞行的情况，也有各种的故障，对受训者进行检查。同样，自然环境的研究也可以作模型，训练管理人员怎样管理环境，出了问题只要在模型上改变条件进行实验，而不是在真的环境中进行实验，这样不致在实际系统中犯错误，至少是少犯错误。

3) 预测预报我们管理的后果。例如，如果用某种方式来管理土地，其结果会怎样？后果如何？这样不致于某件事发生了，而无法挽回。对于行政管理人员，首先应使他们深信环境是重要的，对于这一点很多国家已相信了，下一步的工作，应使他们明确每一项措施的效果，这样可以影响它们的决策。

4) 选择某种决策

在很多情况下，解决问题的途径不只一个。因此，在决策时应进行选择，从各方面进行考虑，有时有一至二最好，通过系统分析使人们得到最好的选择。

为什么能进行各种选择呢？因为我们有计算机，计算机有三个性质

1) 速度快

计算机运算速度快，很难说清速度有多快，举个例子，有一个人用手工计算可算三年的问题，只用一支笔、一张纸、一个算盘，不吃饭不睡觉连续工作，象这样的工作量，使用现代计算机几秒钟就完成了。这使很多过去想作而作不了的工作，现在有可能完成了。

2) 存储的信息量大

传统的科研工作科学家个人收集信息资料，成果放到图书馆。如果别的人想用这些资料，互相讨论很困难，有时是搞不清该项工作是怎样搞的，有时自己写的文章也可能忘了某个数据，这样往往丢失了大量的信息。而使用计算机收集资料，由计算机读取信息，这样互相可以验证资料。个别科学家收集的资料信息，就可以变成大家共同的财富，可以由很多人进行多学科共同的研究。例如，化学、物理、地理、动植物、数学、气象各种各样科学专业可以组织起来，共同工作。

3) 程序

要计算机进行工作，必须写指令，计算机的指令就是计算机的程序，由于计算机只

执行预先安排的程序，因此程序必须很仔细，每一个细节都必须写清，这样如果计算机能执行，任何一个懂得程序的人都可以看懂，这在科学上第一次有这样一个精确的记录语言，将程序收集起来就成为科学方法的图书馆。

目前，西方生态学家交流信息，可以利用计算机程序交流，如想知道某人的工作，不需看论文，而看他的计算程序，因为计算机程序，有详细的细节，很清楚，不会发生误解。

计算机程序这样重要，对大家尤其如此，不能把这些工作交给计算机程序员去做，这就象有一个大图书馆，但没有钥匙开门；就象一个科学家知道某种东西存在，但不知怎样使用，因此生态学家必须自己看程序，而不能交给别人。

目前，在数学方面也有很多发展，而搞生物学的人，数学基础往往较差，有了计算机就可以帮助生物学家掌握数学工具，因为计算机可以利用别人搞的程序，进行高深的研究。对于高深的数学，生物学家不必全面了解计算的细节。而由程序指挥计算机自动去做。但是我们不能低估数学方面的新发展，系统理论就是随着数学发展而发展的。在系统理论方面，有许多新理论，有些人在理论方面走得很远，需要的是对现有理论加以应用，目前有相当多的人在搞系统，在生态学研究上，必须用系统分析，必须集中各方面的力量进行综合研究。每一个国家在决策上，都考虑各种理由（政治、经济）但都没考虑生态环境，其结果是可能出现灾难性的错误，当然事后找到生态学家也是没有办法的。这在英国就可以找到这样的例子。同样，国际上也有类似的例子，一个国家的决策影响另一个国家，例如河流污染问题，可能影响到河口，而河口往往深入另一个国家，这就不是一个国家的问题。因此，英国和联合国人与生物圈共同工作，通过这个计划想把生态学、经济学、社会学等等学科组合在一起，进行共同的研究。目前有80多个国家参加此项工作，拟定了九百多项科研计划，参加计划的人达到6000人，这是有史以来生态环境方面最大的科研计划。希望通过这个合作计划，了解面上的研究情况，作为这项合作计划的一部份就是在中国举办系统分析训练班，这是一个好的各国合作的开端，希望对中国的生态系统分析有所贡献。还应该做些什么工作，才可以使生态学发展起来呢？

第一是更多的训练，在英国陆地生态研究所就有一位中国同事，希望有更多的人出去学习，更多的人来中国。这可以使我们的工作获得更大的发展。

第二，中国的科研工作，传统上有一套学院式的风气。这与科学训练有关，这种科学传统和英国不一样，这缺点是缺乏科学上的批评风气。对于生态学的研究往往是复杂的，没有理由认为某一个权威的回答就完全正确，对于自己的某一个想法，也只有通过讨论才能进一步提高。学习外国的新的科学的东西，要注意不能全部搬过来。一定要有自己的想法，一定要将别人的概念，变成自己的想法，适合自己的情况。对于复杂的问题要通过讨论、争论，达到共同的认识，对于重大问题，必须将各学科都找来，破除学科界限，进行共同的研究。

二、信息的记录与分析

怎样从系统的角度考虑问题，对信息（资料）用新的方法加以考虑，这不是你们以前所理解的方法。这就是要改变大家思考问题的思路，关键是使我们头脑中的想法、概

念联系起来。因此，在作笔记和分析问题时，也要加以改变。不是按照逻辑顺序记录，而是将问题的关键放在你记录纸的中心，一步步加以分析。见图一，信息的分析。

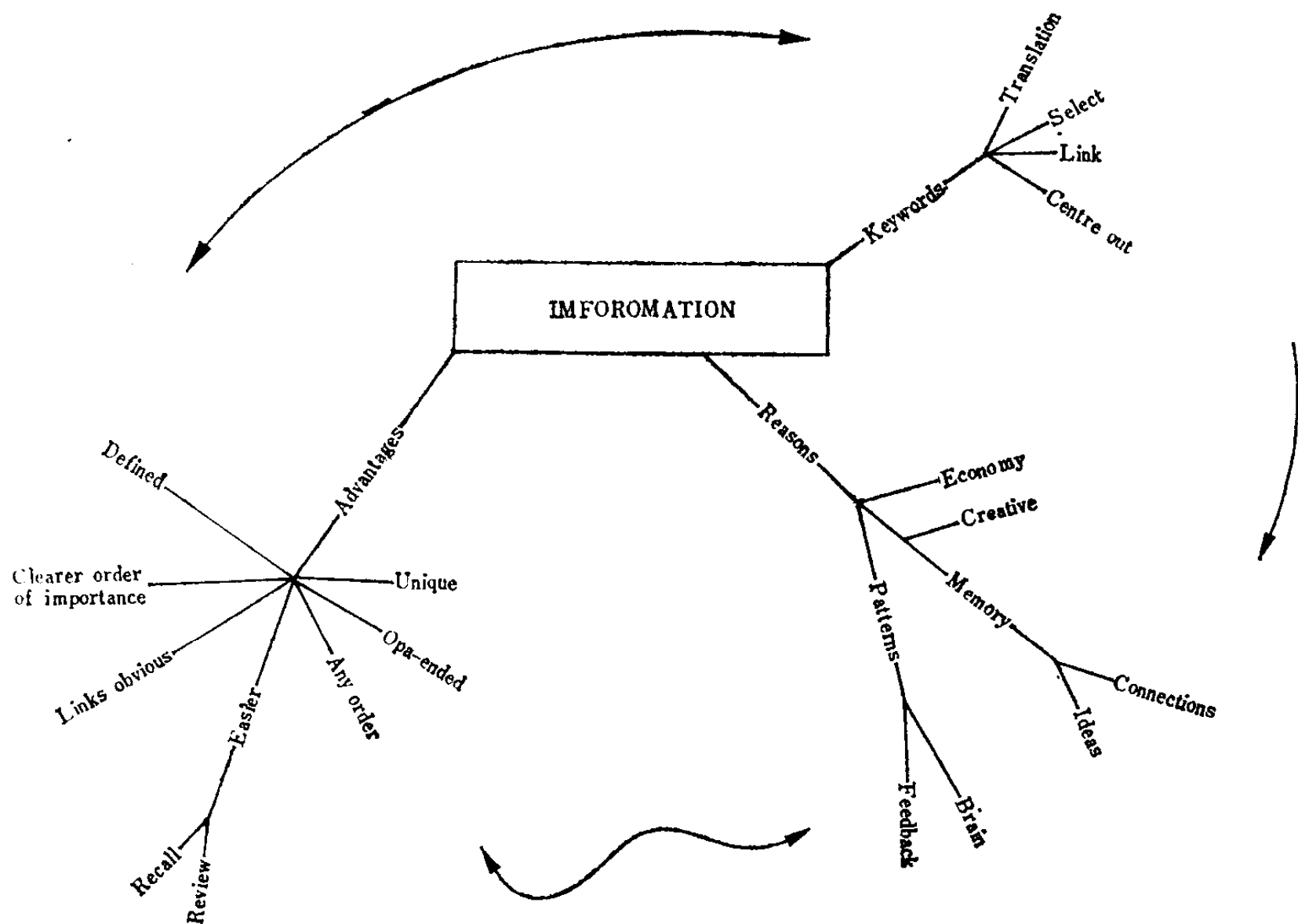


图 1 . 1 信息的系统分析

下面我们将图的意思解释如下：

为什么将主要问题放在纸的中心呢？

1.分析一个问题，必是心目中必须集中注意力的问题，将它放在纸的中心，思想容易集中。

2.我们头脑中很多的思路都围绕着中心。

3.只记录关键字，当你想到一种办法，使你思考的办法与这种办法联系起来，不必一字字记录，而是记下概括出的关键字，当你以后复习时，只需将关键字看看。这有助于回忆。

为什么只记关键字？

关键字代表了你选择的办法，记录关键字就将你选择的東西与中心联结起来了。

为什么这样作？

1.考虑经济学上的理由，只记录关键字可以减少写的時間。

2.在实际运用中，可以发挥你的创造性，用图表有助于你创造性地去做，而当你这样做以后，就会明白这样做有助于想象，因为他不将你的思路限制在一行一行的格子里，你可以由中心增加支路，可以从任意支路发挥你的思考，这就是系统的思考，是一个重要问题。

3. **memory** , 这种方法强调各种方法的联系, 将你使用的关键字与思考的问题联系起来, 你可以从任何地方开始, 都可以将整个图表回忆, 因为它是联系起来加强记忆的。

4. **Ideas**, 这种方法可以将新思想联系起来。

5. **Patterns** , 从心理学研究的结果来看, 人们的记忆正是按照这种模式进行工作的, 记下事物的联系。

6. **Brain**, 这就是脑子的模式, 图虽小, 说明的东西很复杂。

7. **Feedback**, 能够将反馈的概念引入, 系统思考希望能得到新的概念、创造性的概念, 而这大多是从思考的边缘部份来的。

当你想着数学的同时, 可能还考虑着化学、物理学, 这就利用反馈原理来进行。为什么这样做?

1. 使思考问题有一个明确的中心。

2. **clearer order of importance**

在图象中有一个顺序, 按照各种概念的重要性的次序。

3. **Links obvious**

各个想法之间的联系很清楚。

4. **Recall**

使回忆概念很容易。

5. **Review**

帮助回忆, 复习课堂学过的东西, 评讲一下课堂的东西, 包括几个月的课程, 一眼就可以明确了。

6. **Unigue**

这样图有很多张, 每张图纸都各有特色, 每张图都能帮助你回忆, 只需保留每张图结构的特点, 和别的图的区别。

7. **Open—ended**

每一个支路都是开的, 而不是封闭的, 这种开端结构, 你可以加上一些新的内容, 如果想多加关键字, 在这张图表上只要加一条线就可以了。

如果在开头的关键字部份, 都考虑对关键字的翻译, 这样对不同的语言, 也可以理解。

8. **Any order**

可以按任意的结构来记

上面提出的为什么这样做, 与理由是很相近的, 包括关键字的含意也相近, 这样我们就在两部份之间加上单箭头和双箭头。

系统方法用在科学记录上是一个新的东西, 系统分析主要是解放大家的思想, 使大家考虑问题时, 别走窄胡同, 一定要思想解放, 找出新的联系, 用新的方法来研究自然环境, 用新方法来指导我们考虑问题。

不同的人, 可能画得不一样, 关键是记录中心思想, 不要按照什么正规的格式, 这样就限制了大家的思想活动, 各人的思想受他们接受的训练的影响, 由于各人想法不

一，画出的图形也不一样。

三、使用计算机的优越性

计算机在自然资源生态研究中获得广泛的应用，其优越性是什么呢？

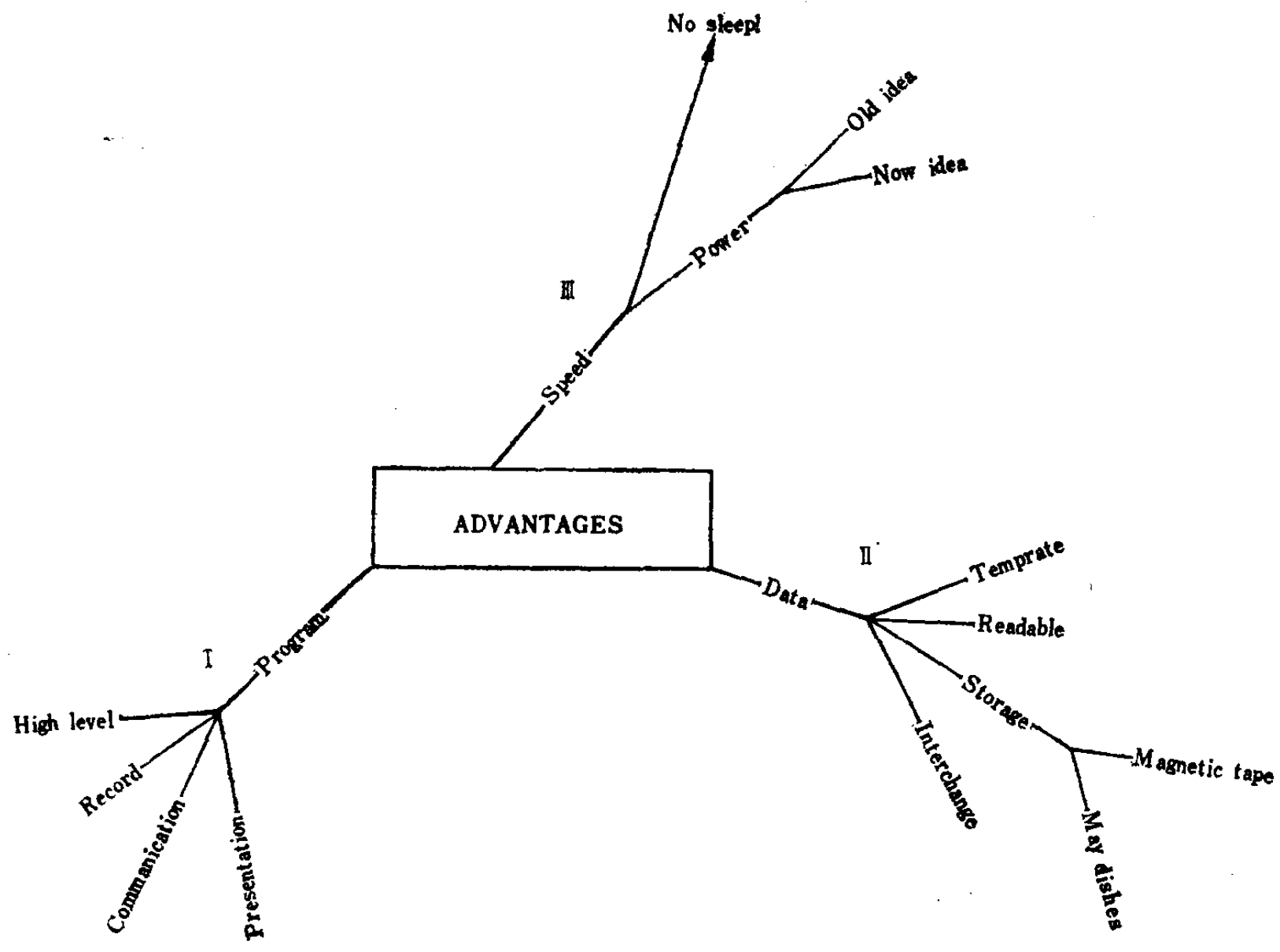


图 1.2 计算机的优越性

III 速度快

1. No sleep

上面我举过计算机工作 2—3 秒，就可以完成我们不吃不睡三年的工作量，这就可以记 NO sleep。

2. Power 计算的速度就是它的威力。

3. Old idea

一些过去思考的问题，由于工作量太大而无法进行，而现在则可以完成：例如，我们知道预测天气可以通过计算大气压力来进行，但在过去，其计算工作量非常大，以至不能在某一天气现象发生之前，将它计算完成。当然，解这些方程并没有什么新方法，现在有了计算机就可将这种方法用于天气预报了，当然这种方法仍不够完善，因为你还必须考虑其他因素，通过检验否定一些方法，否则也就无法检验老的想法。

4. New idea

计算机的威力有助于我们发挥一些新的思想、思路，很多新的思想、思路也是通过计算机的高速运行才能实现，这些想法对否也要靠计算机来检验。

自从计算机应用以来，近年来西方发展了不少新的科学，包括系统科学、行为科学。自五十年代中期我开始使用早期的计算机，由于计算机速度快，打开了很多新天

地，如果那时你问我，计算机的优点什么最重要，我一定回答你，我认为速度最重要。

I Data 数据

1. Temporary

每一个使用计算机的人。都要有数据，一定的程序需要一定的数据，但有时候几个程序有共同的数据。

2. Readable

早期的计算机需要用卡片、纸带将数据读入，现在可以直接将数据送入。这就产生了一种新情况，早期的科学家都是自己记录需要的东西，要将这些资料转到别人的记录本上就困难了，有时记录甚至丢失，而现代电子计算机能读数据，这样某一个科学家收集的数据，就不仅可以自己用，而且能大家用，可以从不同的角度来解决问题。

3. Storage 储存数据

比读数据更重要的是它可以储存数据，早期的计算机较小，数据大多存在纸带上，现在都将它存于磁带、磁盘，用这种方法可以将数据长期储存，也可以将工作随时拿出来。例如，自1963年以来我的工作都放入计算机磁盘中，将计算机放在办公室里，随时可以将以前的工作拿出来。如果这样看，计算机的存储本领比速度更重要。

4. Interchange 交流

由于有了储存的本领，我们可实现科学家的工作交流，在人与人之间，机关与机关之间，国家与国家之间，都可以交换资料。

I 程序

程序的重要性是我们近来才感觉到的，早期的计算机程序是很麻烦的，只能使用特殊的语言和机器打交道，要用计算机必须学它的专用语言，只有少数人能做到这一点。以后懂得语言的人愈来愈多，开始是简单的语言，以后就产生了通用的高级语言，比如FORTRAN, ALGOL, BASIC，每种语言只需少量的改动，就可以用于各种计算机。

由于程序必须严格准确，这就相当于一份详细的记录，自1957年以来我就建立了程序图书馆，将我工作的全部程序存入。这样，如想看当初的工作，就可以很容易的由计算机调出来，如果发现错误，也可以纠正。

3. Communication

计算机也是一种很好的交流的工具，计算机工作的完整程序，就是科研交流的最好资料，如想了解外国一个同事的工作，就可以将程序寄来，如果将计算机联成网，则可以更快地更准确地起到交流科研工作的效果。以前人们只是写文章，但很多东西可能写不进去，如想了解某人的科研工作，只好看文章，如果写的不清，你可以写信问他，有时他本人也可能忘记某些细节，可能数据也没保留，现在将这些都存在计算机里，能随时交流。

4. Presentation 介绍

用计算机表达我们的科研成果，用这种特殊的语言告诉管理人员。当我们完成了大量的科研工作以后，按传统的办法得写大量的报告，但行政管理人员往往很忙，他们往往没有时间来看科研文章，这样科研的成果就没有人用。我们现在正探讨用一种新的办法来描述我们的成果，比如用电视表达我们的结论，如果行政管理人员没时间看书，但

可看电视，行政管理人员可以对某项结果提出问题，也可以深入了解某一方面的东西。当然，目前我们还没有达到这一目标。

四、怎样使用计算机

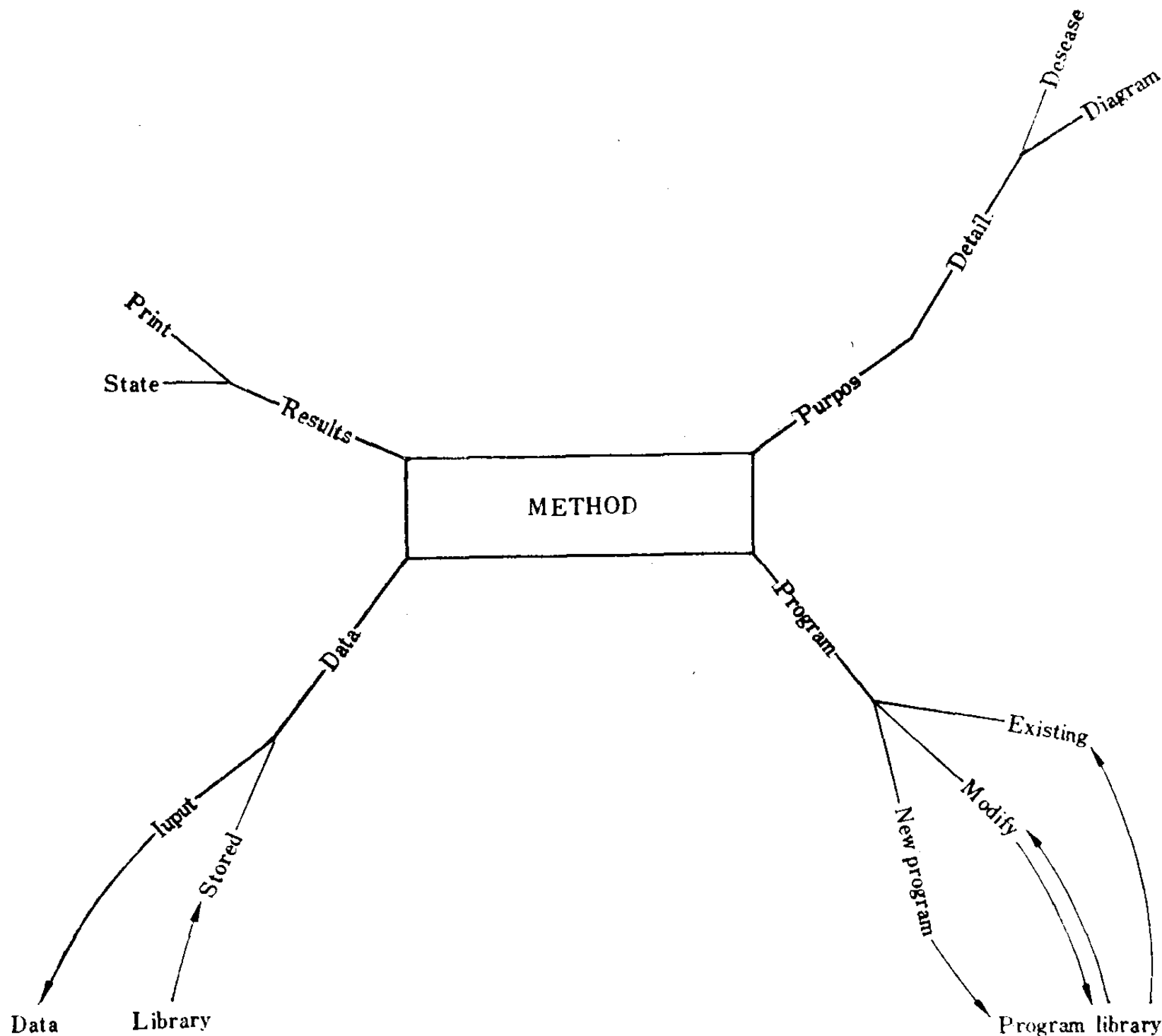


图 1.3 怎样使用计算机

1. Purpose 目的

过去科学家研究一项任务，提出计算问题，依靠程序员来编制程序上机，这就需要使程序员先了解你的任务，明确你的目的。这种科学家对程序员的解释往往是困难的，有时程序员可能歪曲了你的意图，有时程序员计算的，并不一定是你想要算的，只在一部分场合是完全做对的。因此科学家必须自己成为程序员，这才可以使自己的想法直接送到计算机去。因此，你的任务必须明确，否则自己也会迷路，在使用电子计算机的过程中，还可以进行修改。

2. Program

怎样使用计算机呢？通过程序来使用，这在目前有三种可能：

a. 利用目前已有的现成的程序，如果你想作的工作比较普遍，可能这种类型的程序已经有人写出了，这样可以由程序图书馆提供。由于程序图书馆已很大，如要找到一个正好符合你的程序，也很麻烦，这就要有一个程序检索，仍然由计算机来帮你寻找需要

的程序。

b.修改现有的程序。

如果你找的程序并不能完全满足要求,就可以进行适当的修改,使它完全符合你的要求,如果经过修改的程序是很成功的,就可以放入程序图书馆,每个人都可以有自己的程序图书馆。

c.New program

当你经过一段工作以后,对程序的编写有了经验,就可以将你的想法,用程序表达,如果你愿意对别人有帮助,那么你写的东西就让别人也能看懂,并存入程序图书馆。

3.Data 数据

如果你收集的数据是新的,首先应将程序输入计算机(Incput),处理数据的工作不能交给别人,只有科学家本人才能正确处理,这也使科学家与数据的关系进一步密切起来。在现代的计算机上可将数据直接输入,计算机可以检查你工作程序的错误,也可以随时修改错误,这种方式也使我们的工作方式发生改变,过去处理数据的工作往往交给年青人去做,如果出错,可能永远也不能发现。因此,将数据处理工作交给年青人是不可靠的。

现在数据资料都存入数据库,这可以是个人的数据库,也可以是研究所公用的数据库,也可以是国家的数据库,甚至是国际性的数据库,人与生物圈委员会就有一个国际性的数据库,将有关人与生物圈国际计划的数据资料存在计算机里。

4.Results 结果

在现代的科研组织中,第一项任务就是将你收集的资料数据存入数据图书馆,有时也从数据图书馆取出数据来帮助工作。这样组织数据图书馆也代表了你对科学工作的贡献,通过程序和数据加强了你的工作,经过反复试验就可以得出结果。对于写程序,很少有一人一次成功的,数据也不一定一次找对,可能需要反复十次才有一次对的,这在科研工作中是很普遍的,由于使用计算机也使我们可以不断改进我们的工作,如果某项工作干了三三年,以后又发现错误,要是过去,就不容易修改了,而使用计算机则可以重复多次,直到完全满意为止。

结果可以打印,也可以打成图表。

5.Store 有些结果可以存入程序或数据图书馆,因为这样一个完整的工作记录对别人也有用。

我们的计算机带有如下程序:

编号	程 序 名	内 容
0010	ADDCOR	扩充原有矩阵
0020	ADDEFF	从一个多向表得出的主要结果
0030	AMARK	吸收马尔科夫链
0040	ASAIN	相联性分析的数据输入
0050	ASA1	相联性分析, χ^2 计算
0060	ASA2	相联性分析, 数据集合的选择
0070	AVFC	方差分析, 完全分类

编号	程 序 名	内 容
0080	AVFCLT	方差分析, 完全分类, 对数变换
0090	A3RSR	用简单插值的中位数修匀
0100	BART	单变数据的BARTLETT检验
0110	BARTL	单变数据的BARTLETT检验; 对数变换
0120	BARTR	单变数据的BARTLETT检验; 倒数变换
0130	BHTEST	二项非均匀性检验
0140	BOXPLT	多元数据的单个变量的BOXPLOT图
0150	B3RSR	用复杂插值的中位数修匀
0160	CALEND	任给出一日期求出是星期几
0170	CCMP	相关分量
0180	CENTER	两重心比较
0190	CHISQ	χ^2 的概率水准
0200	CLAN	聚类分析
0210	CMPARE	中位和四分位数间距的比较
0220	COMLOG	对数数据的分量值
0230	COMVAL	分量值的计算
0240	CORR	相关系数计算
0250	CORRIN	相关矩阵输入
0260	CSQ2 $\times$ 3	2 $\times$ 3表的 χ^2 分析
0270	CSQ2 $\times$ 5	2 $\times$ 5表的 χ^2 分析
0280	DATINM	数据输入, 多元数据
0290	DATINU	数据输入, 单变数据
0300	DHTEST	动态非均匀性检验
0310	DIFFEQ	用龙格-库塔法值法解微分方程
0320	DIFFER	用中点法值法解微分方程
0330	DIFFEU	用欧拉方法解微分方程
0340	DISPA	不成比例次级组含量, 交互作用可忽略, $R \times 2$
0350	DISPB	不成比例次级组含量, 有交互作用, $R \times 2$
0360	EIGEN	特征值和特征向量, 对称矩阵
0370	EIGRAT	特征向量的标准化
0380	EUDIST	欧几里德距离计算
0390	EVDT	方差的因子分析
0400	FACTAN	计算行列式
0410	FRATIO	F—比率的概率水准
0420	HAMEAN	3 $\times$ 2 $\times$ 8 $\times$ 3析因的平均值
0430	HANOVA	3 $\times$ 2 $\times$ 8 $\times$ 3析因分析
0440	HSTGRM	多元数据的单个变量的直方图

编号	程 序 名	内 容
0450	HSRGRN	最近邻域数据的直方图
0460	GRMN	聚类分析的组平均值
0470	LAGLIN	落后回归的BARTLETT方法
0480	LINE	回归计算的BARTLETT方法
0490	LINQDP	线性和二次的数学规划
0500	MAVFC	多元数据的方差分析
0510	MAVFCL	多元数据的方差分析, 对数变换
0520	MAVFCR	多元数据的方差分析, 倒数变换
0530	MBART	多元数据的BARTLETT检验
0540	MBARTL	多元数据的BARTLETT检验, 对数变换
0550	MBARTR	多元数据的BARTLETT检验, 倒数变换
0560	MEDPLL	两向表的中位数修匀, 对数变换
0570	MEDPOL	两向表的中位数修匀
0580	MRANAL	多重回归分析
0590	MRB ₁	最大值最小值标准差的计算
0600	MRB ₂	平方和与乘积和的计算
0610	MRB ₃	选择回归变量
0620	MRB ₄	多重回归统计
0630	MST	最小生成树
0640	MSTPRT	最小生成树的打印
0650	MTTEST	多元数据的 F 检验
0660	NONLIN	拟合非线性的最小二乘模型
0670	ORDER	排次序算法
0680	PCHART	画总和与部分的 π ——图
0690	PLOT2D	二维数据的画图
0700	PLOTLM	单变数据的区对数平均值
0710	PLOTLV	单变数据的区对数值
0720	PLOTMD	区多元数据, 个体的数量
0730	PLOTMS	区多元数据, 简单符号
0740	PLOTMS	单变数据的区平均值
0750	PLOTUV	单变数据的区值
0760	REPORT	无意义的技术报告
0770	RIDGE	回归系数的计算
0780	RNKSUM	分级数据的和
0790	ROOTS	求一个未知数的方程的根
0800	ROTATE	特征向量的 Varimax 旋转
0810	RSIGNF	相关系数的显著水平

编号	程 序 名	内 容
0820	SAMPLE	样本数的区方差
0830	SCATTR	多元数据的散布图
0840	SCHEFF	平均差的Scheffe显著性检验
0850	SLCA	单联聚类分析
0860	SLPR	单联聚类分析的打印
0870	STPREG	逐步回归分析
0880	STUDT	学生t的概率水准
0890	TMSSMS	用中位数修匀的时间序列图
0900	TSPGB	大不列颠的趋势面图
0910	VARPLT	对照对数平均和对数方差

五、计算机的应用

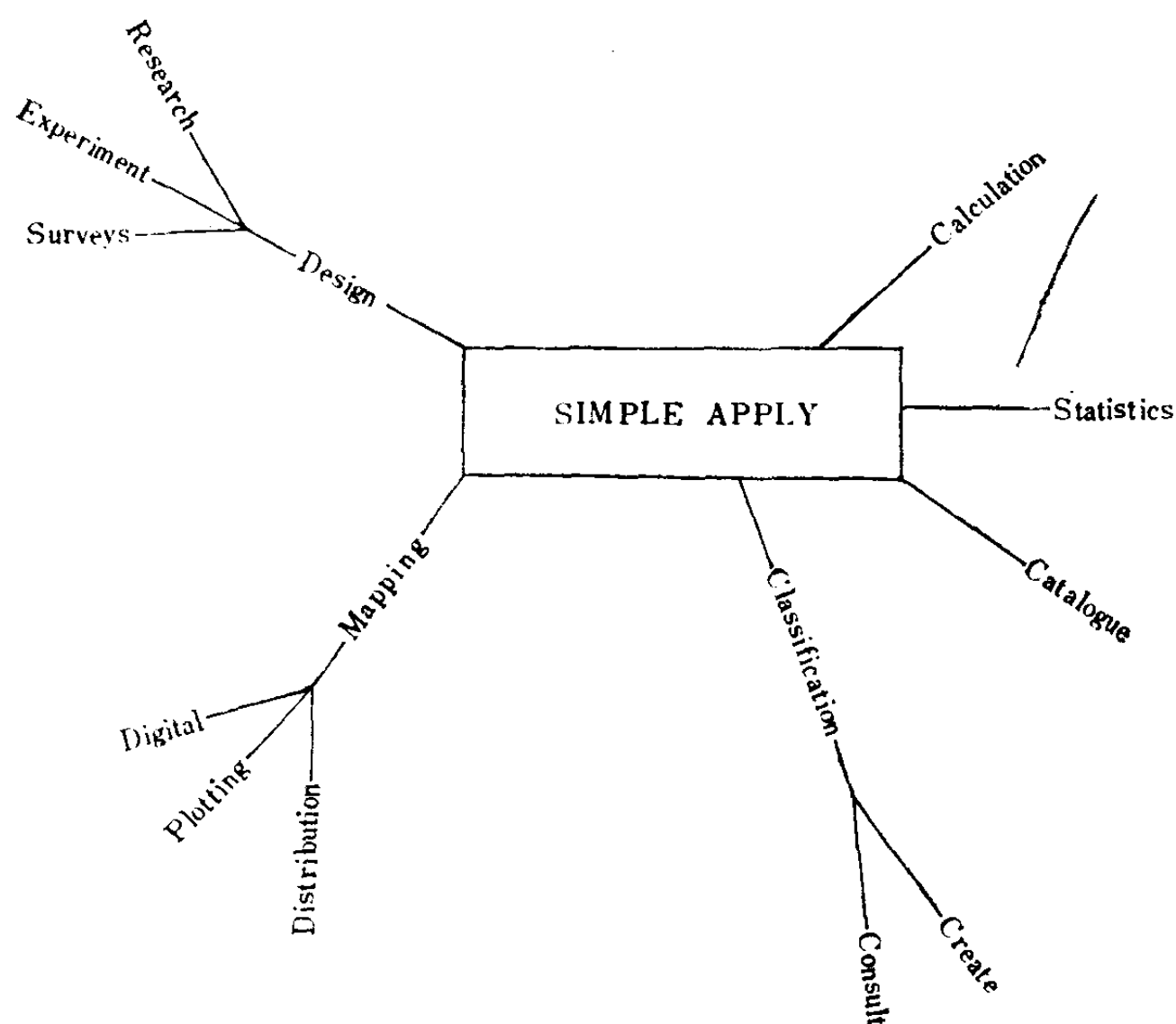


图1.4计算机的应用

这一部分论述的中心是计算机的简单的应用，因此在上图的中心写上 Simple，见图 4。

1. 计 算

如对于简单的测量工作，要计算面积。化学分析工作也有很多计算，对于科研计算工作使用计算机很方便。

2. 统 计

计算机一个重要的应用是在统计分析上，自从1929年以来，提出很多种统计分析方法，在今后的工作中应逐步掌握它，怎样才能掌握这套工具呢？

a.一方面必须系统地念一部分书。

b.另一方面通过实际计算来掌握它，一般电子计算机里都带有有关的统计分析程序，实际科研工作者可以去用，去学会这些分析。

3.缩 影

计算机可以当作一个缩影工具，用来处理动植物、人的统计资料，如将生物的种类列成表，也可以排成不同的形式，也可以将几张小表合并成为一张大表，也可以将大表压缩成小表。科研工作中需要经常作表，在纸上完成这件工作是比较麻烦的，而电子计算机则可以灵活地处理这些资料信息。在英国已将研究过的生态系统列出清单，组成图书馆，并作出检索卡片，当有人问起我过去十年念过的书，我就利用电子计算机回答，如果想知道某篇论文，也能够很快回答。

4.分类Class

科研工作的一个重要方面是分类，每个国家都有很多动植物分类问题。中国科研工作者在这方面做了不少工作，发表了不少论文，但分类学的进展是很快的，当你的书印出来的时候，可能观点已经过时了，要想跟上科研的飞快发展，就可以利用计算机处理分类问题。

a.创造一个分类

如果有一组样品，你就可以计算这组样品的各种特征。再决定那些特征在分类上是重要的，直接用电子计算机进行分类。这已有一类特殊的程序，专门用于数量分类工作方面。

b.寻 问

如果采集到某一个新的标本，则可以根据标本的特征用计算机寻问标本属于那一类，让电子计算机提出问题，进行必要的测量，观测一些特征，就帮助我们直接认出标本。当分类的特征是全面的，而你采集的标本的特征不全时，电子计算机就会提出问题。对人类疾病，也可以通过计算机的寻问，进行类型划分。

5.制 图 Mapping

利用计算机可以制出地图。

a.从现有的图形上，取出资料信息，这就是图形数字化，然后存入计算机。

b.可以绘制新图

如可以绘制等高线，也可以和地理资料相结合，也可以将河流、矿产等的专业图制成综合图，通过综合图就可以预测某处可能有新的矿产。

现在在英国各方面的地理资料都存入计算机，可以随时绘制英国任何地区的详图，可以绘专业图，也可绘综合图。绘制图的工作还可以和分类工作结合起来。例如动植物有一些特殊的种，某些病虫害也往往分布在特殊的地区，了解他们的分布规律很重要。

在英国陆地生态研究所设有生物学记录中心，专门研制这些分布图，不管那一个动植物的资料都能随时提供制图（包括欧洲部分）。

由于信息资料变化很快，可以由计算机存储信息，当某地找到一个新的物种，或者某一品种消失了，就可以很快地绘制某物种随时间的动态分布图，甚至可以预测几年以