

# 阿尔卑斯山边缘河流的治理及环境问题

J. Tricart J.-P. Bravard

莱茵河是世界性河流，它的航道特别重要，杜伊斯堡是世界上最大的河港，荷兰在它的河口处建设成一个欧洲最大的港口鹿特丹港。这条河流的现代整治始于19世纪前半叶，当时是出自于航行的目的，从各方面来看，它具有独特的特点，可以作为河流整治的典范，但没有达到预期的效果。第一次世界大战以后，电能生产便成了新的整治目标，而运输业的发展又不得不求助于比较大的船只。新的工程是为了同时满足这两项需要，这就引起了严重的生态破坏问题。罗纳河也发源于阿尔卑斯山地，几个世纪以来所出现的一些问题与莱茵河存在的问题极为相似。这条河流的整治是从动力设备安装开始的，在两次世界大战期间，罗纳河国家公司是为了水电生产和大船只航运而组建的。至于多瑙河，它仅仅是阿尔卑斯山河流，流经巴伐利亚和奥地利。在国际化之前，莱茵河的大部分长期处于Habsbourg君主政体控制之下。从18世纪起，在匈牙利的平原进行旨在防治泛滥的现代整治。深入到苏联西部，过雅尔塔以后则是铁门工程所在地。原联邦德国借助运河将莱茵河与莱茵河连结在一起。

在未来的年代里，多瑙河能否以莱茵河为榜样成为河流航运的巨人？

两个世纪以来，对匈牙利多瑙河、莱茵河和罗纳河的分期治理，所采用的技术随着时间的推移而有很大的差异。

**引起的生态学问题** 在莱茵河、罗纳河和多瑙河上，由于筑坝和修建水电工程都对环

---

● **空间联系**，以区域贸易走向、区间资金投入走向，食品进出口，区间资助、贷款为指标。

● **反响能力**：以群体知识水平、可诊断资源、科学水平、研究机构及设备和调节机制等为指标。

最令人感兴趣的是当这些地带进入环境不能维持的程度日益加剧并走向脆弱时，这六个变量是如何相互联系和相互改变。

同等重要的是按图6所例举的区域内容分析每个地带的发展过程和不同的分异趋势。因而，我们希望在地带走向更为脆弱或更不脆弱时，地带之间的经济联系，对本地生产性资源的依赖性程度将实实在在地规定和影响这六个变量之间的相互作用。因而不应该只有一种脆弱性发展曲线；这六个变量的确定性非线性过程和潜在的混沌重组完全可能或可行。濒危地带的对比研究的核心目的在于更好地理解濒危和脆弱的动态特征。

**C. 稳定环境地带** 定义：地球表面一连续部分，一般大于5000平方公里，它由这样一种生境构成，即人类活动对环境各组分的影响使人类对这些组分的利用和人类的发展在很长时间内能够得以维持，并具有可行的社会经济或技术反响。

这一研究的重点是了解濒危和脆弱，同时，克拉克大学的有关小组认为自然—社会的关系能够确保长期的高度持续性的地带确实存在。它们是“绿色地带”的同位语，与苏联学者在脆弱环境地带研究中的“红色地带”相应。显然，持续性及孕育了高度持续的人类生存的特征的观点需同样地给予悉心研究和调查。

李国栋译自美俄科学家双边会议文件。杨勤业校。

境造成了影响，其性质也极为相似。介绍莱茵河河流水系中引起主要河床功能混乱之后，其次再谈谈罗纳河水生环境的影响。最后再说说在多瑙河上、在匈牙利和捷克洛伐克边界上对使用加布奇科夫大水利工程的担心

**A. 莱茵河冲积平原功能的混乱** 莱茵河的里特——河流的主河床，在整治之前作为一种群落生境有很鲜明的特点：

——其位置处在断陷谷断陷槽地的中部，隐避气候大陆性特点比较突出。相反，孚日山西侧具有鲜明的海洋性气候特征。在相对的大陆性要素中，炎热的夏季是最为重要的。在附近朝南的斜坡上，可以保持有类似地中海的植物。就是在里特河床上，炎热的夏季在生态方面也是比较适宜的：

——夏季的水总是很丰富的，沿阿尔卑斯山流域，首先有雪的融化，其次又有水的融化，最后还有夏季雷雨；

——这个水来自不同地区，而这些地区几乎都是被植物和土壤所覆盖，因此在水中含有丰富的营养物质，其中一部分被溶解，另一部分混杂在混浊物中或被混浊物所吸收。从某些方面来看，莱茵河天然的里特河床可与埃及“尼罗河赠送物”相比。可惜的是，这里也像埃及修建阿斯旺大坝一样，这种天然的肥料来源被整治——特别是近期的整治给切断了。

——在自然状况方面，冲积的群落生境的特点是由不断更新而形成的，也是由于河流动力和河道不稳定性所造成的。荒废的岔河逐渐被淤塞，因而导致植物群落演替；在蜿蜒曲折凸出的河岸上也是这种情况。然而，经过一段时间之后，洪水又将植物及其支撑物冲走。搬走的物质，特别是成土物质，流到比较远的地方之后将沉积在另一个凸起的河岸上或正在荒废的另一条河道上。这就会导致生态永久性的更新，从而不仅会使品种产生变化，此外也会使生物群落发生变化。

R. Carbiener和E. Dister (1988年)将莱茵河泛滥平原描绘成“植物和动物群体的镶嵌物”。在比较低的地方和河流附近，生长有软木冲积森林（白柳），而在离河流比较远的地方生长硬木冲积森林（槲属、榆属、麻栎属和其它品种）。在这些森林中包含有温带地区的产量最高的生态系统。旧岔河和侧岔河和低水时露面的泥地生长着各种各样的动物和植物，其中有些品种还是稀有品种。这些泛滥区之所以能成为众多动物生栖、筑巢、产卵之地是因为这里有重要的有利条件：水位变化、品种多种多样，大量的水生生物和营养物质……，这样环境下的土地生产力特别高，因为这里除了有无偿灌溉之外，还有由洪水定期带来的营养物质。雪水形成的冷水适于耐寒植物在其边缘生长，如西伯利亚的鳶尾属植物。但是在莱茵河两岸适于发展新基础结构和农业的泛滥平原所占比例很少……。然而，由于对莱茵河和泛滥区干扰太多，使得莱茵河的水文情况发生变化，已失去了休憩的价值，在下游造成河水泛滥问题，上游的河岸居民不得不离开这里。

多目的整治如何呢？当然只能从某些方面看是肯定的，因为各种整治方式都将会引起一种后果：自然生态系统受到破坏。

按照Von Tulla计划，在19世纪进行的莱茵河河道整治和修建莱茵河堤坝，引起了河流动力的变化，它反映在断陷槽地地区的构造上。其一般的特点是上游（Sundgan，米卢斯地区）抬升，而埃尔斯坦下游下沉。今天发生的新世第四纪运动对马耶讷流域的影响特别之大，然而最为鲜明的是在阿格诺森林，几乎一直到斯特拉斯堡附近。进一步讲，它们总的趋势是上升或者下降，而最常见的是处于不平衡状态。目前影响到分叉河道的功能，但对分流和冲积有利，或者相互在少数支流甚至在单一河道情况下对水流集中有利，同时在冲积物上

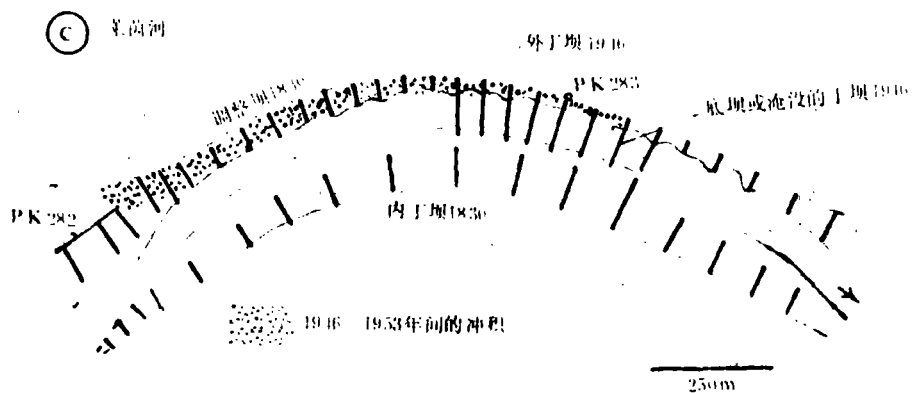
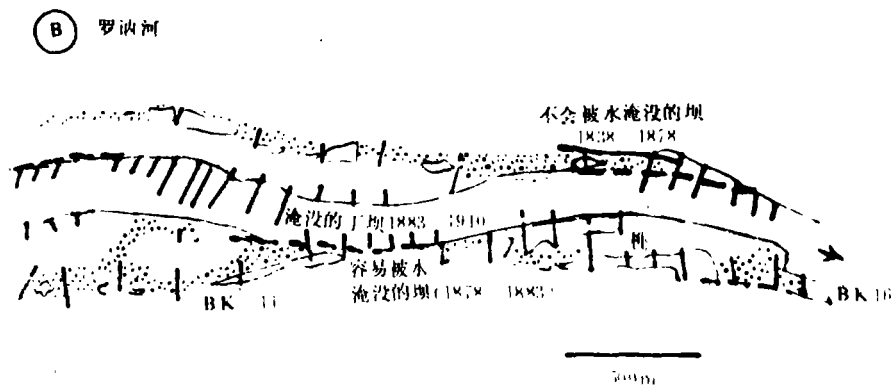
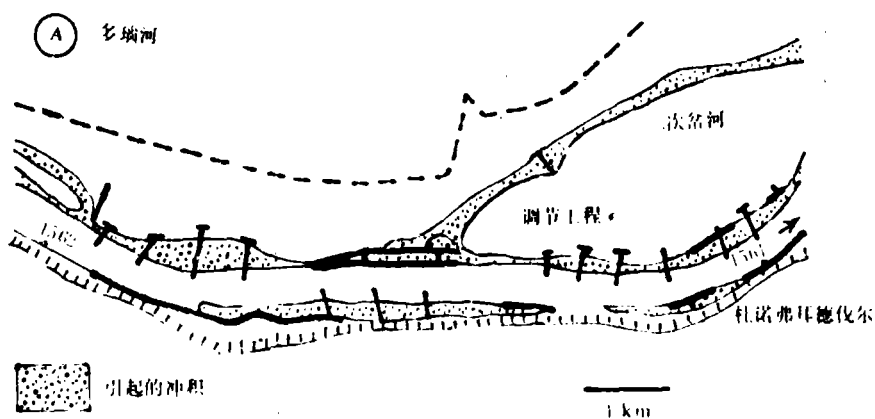


图1 利用丁坝在三条河流上完成的河床整治类型

以切蚀占优势。这种河流动力并不是莱茵河所特有，罗纳河和多瑙河也具有极为类似的特点（图1）

现在，莱茵河上的粗糙碎屑流主要是由《埃尔斯坦洼坑》上游的中砾和小砾石以及斯特拉斯堡下游的沙土所组成。在斯特拉斯堡下游保持下来的最大的物质结构说明搬运物质有很大的流动性，因而产生了特别重大的生态影响。

在上游，中砾和小砾石的沉积使河床加高，从而引起河水泛滥，陡岸和大坝受到基蚀。在限定莱茵河主河床范围的大坝的后面，排水沟已被整治，当含水层盖层提高时，可将渗入的水流排泄出去。以前被洪水淹没的，由莱茵河搬运物使之肥沃的草原，其产量比任何人工草原产量都高，而现在已翻耕种上了杂交玉米……。所用的种籽每年都得从外地购置，收获的谷物用人工方法凉干，所得的收入用以进口碳氢化合物。种植杂交玉米出现的生态荒唐事也和其它荒唐事一样，并不是没有代价的：每年为种子生产者提供利润……，并给下游居民造成洪水侵害和污染。因为种杂交玉米并不象在水里种稻谷那样。农民们需要经常排水，借以降低含水层水位。除此之外，杂交玉米是排挤阿尔萨斯传统当地玉米的侵入者，它在生态上的不适应性需要用肥料加以补偿，多余下来的肥料借助水流而排走。在德国的吉森发现水体受污染，吉森有一种涌泉：水从沸腾的深水塘（湖）中涌出来，同时它又是莱茵河低地含水层自流井的出口。从这个池塘中流出的水流组成了吉森河，起初它的河水清静而透澈。现在，许多吉森河水受溶解在含水层中的肥料的影响产生富养化：它们的植物多为藻类就是例证。最近，农业公署开始担心氮肥所造成的危害。欧洲经济共同体（C、E、E）由于乳产品过量而提出的限定价格，可能会引起杂交玉米生产的倒退，但是治理含水层富养化得需要多少时间呢？阿尔萨斯国营钾肥矿由国家无偿供给盐的例子并不容乐观。

有的地段沉积物比较细：在斯特拉斯堡的下游为沙土，在卡尔斯鲁厄下游为泥沙和软泥其次从西德沃尔姆斯到法国马耶讷为软泥和粘土，由洪水水流搬运来的悬浮物质沉积在旧岔河（Altwasser）净水中。在斯特拉斯堡和Rastatt之间，各岔河不甚吻合，形成蜿蜒河，形成许多死的岔河曲折交叉。整个夏季都有雪水流动，并随着温度的升高而逐渐增加。下面讲一讲《冰的情况》，但这是个没有实际意义的含义，因为阿尔卑斯山的冰川水量很少，不足以形成洪水。在天然的主河床中，同时存在高温、水量丰富和丰富营养物增加的现象。这些都是有利的生态条件。这些条件说明了在建筑大坝未使杂交玉米安家落户和发生一系列严重问题之前被水淹没的草原生产力特别高的原因。在这些大坝的前面，含水层高层的波动使其上部产生氧合作用，这是另一个有利的生态动力因素。《在上莱茵河南部和中部，夏季比较热，出现各种各样的亚太平洋以及亚地中海—大西洋品种：欧亚山茱萸、欧薯、扁桃叶大戟属，一些兰科植物等。除此之外，人们还在土壤比较细，腐殖质比较多的上莱茵河北部发现有欧亚大陆性品种，如Violette naine, Violette à feuilles de pêche等。在比较低的地方生长柳属森林，这些森林被比较高的硬木冲积森林所取代。小岔河、吉森河和泥土地生育着各种动植物品种，其分布和丰富程度取决于水中所含养料多少和水流条件。从上面所述不难看出，这些会被水淹没的地区也和其它阿尔卑斯边缘大河流常被水淹没地区一样，能使农村聚落靠牧场发展畜牧业，开发森林，从事渔业和狩猎业得以在这里生存。

泛滥平原的生物群落能对水流进行有效的天然净化。然而，在大的阿尔卑斯边缘冲积平原包含大量的比较浅的含水层，这里愈来愈成了城市化和工业化追求的自然资源。很可能，这个净化器的作用受到整治的破坏，同时由于整治其它的错误对净化的需要又大大增加。莱茵河沿岸的形势是特别危急的：

——从19世纪末开始，首先是在大部分地区，然后是在整个地区由国家开发钾肥，追求最大的直接利益。在空地上堆积了几百万立方米的含有大量氯化钠的废料，于是在这里发育了真正的喀斯特。含有化学物质的水通过低阶地莱茵河砾石基地渗透下去进入含水层中造成污染。

——巴勒是一个大型化学工业中心，生产具有高毒性的植物检疫产品和除锈剂产品。的确，“瑞士将其产品洗的比较白”但仍然是有毒产品，不管是瑞士的产品还是其他国家的都是一样。我们不能说，瑞士的大公司会对瑞士以外的环境特别关心。在莱茵河的巴勒突然倾倒几百吨高毒物产品这个事件谁会忘记呢？莱茵河每一次都要冲走大量的死鱼……。为了治理莱茵河而进行的投资是颇受欢迎的，但并不能使受破坏的生物群落再生。

——河岸居民，阿尔萨斯人和巴登人都已认识到，巴伐利亚一家化学公司在马科尔塞姆修建一座特别危险的工厂，对他们产生的影响。广大群众认识到，这种企图将会带来生态问题的危险性。因为招致损失的事件层出不穷。1990年，同样的问题又重新出现在马科尔塞姆：这次是在莱茵河森林中修建一座奥地利的柠檬酸工厂，似乎没有出现生态问题。在多年的过程中，由于法国行政部门的调和利润对许多市政当局的吸引，使得大部分莱茵河低地被改造成干酪生产基地。德国和荷兰公司开采的并由莱茵河出口的砂砾是由冲积层挖出的，一直挖到含水层盖层以下，但也没有做防止含水层受污染的措施。往往是，由废物造成局部的淤积而引起利润和污染同步增长……。目前，计划在莱茵河凯尔的边缘处兴建一座大型危险化学品产品处理厂，引起一场反对斯特拉斯堡和凯尔市政当局的群众运动……。

为航行和电力生产目的而进行的联合整治的莱茵河也是莱茵河一下水道……。

**B. 罗纳河河流功能的紊乱** 分析对水元素该进行不断整治而产生的冲击，应当告诫每个整治阶段所出现的影响。这种影响有时是人为的，因为旧的堤坝总是在实地产生不同的作用，而这种作用又是由大坝引起深刻的变化同时发生。

法国罗纳河的水电整治形成了一种新的水文次序，它们对生态的影响非常之大。出自对特别复杂数据的简化的担心，人们不赞成由整治选定的蓄水位置和捷径段的位置，同时断定，生态系统所蒙受的冲击与上面所讲的极为相似。

**1. 筑堤坝所造成的影响** 19世纪后半叶所建筑的堤坝创造出两种不同的环境类型：

——筑堤坝拦住的河道，在罗纳河梯级地水力发电水库上游和瓦拉布雷格下游几十公里处仍在起作用。这里的环境的特点是水流快，河水深，有利于喜急流生的品种（即适应于急流的品种/和河鱼品种的生存，特别是软口鱼、鲱鱼、淡水鱼和鲃鱼生栖、钩虾、淡水贻贝、江鳕则喜欢水流的稳定性，生活在筑坝用的大石块中。

——筑堤坝拦住的河道与二级支流交叉，使河流条件多样化，事实上，辅助河道上游大坝降低了水流速度，创造了平水时的缓慢条件（慢流），增加了含水层河源一部分径流。因此，在十几年的过程中，筑堤坝在河流形态更新和土地生态系统功能更新方面是有害的对增加水生环境生态多样性也是不利的。然而，水道的稳定性造成洪水带来的细沉积物沉积（他生过程），和数量增加的有机物的沉积（加积作用）；河道的逐渐淤积会使流速降低和径流减少，因而二级支流逐渐取得缓慢特征，造成养料中和，最后形成富养化；急流鱼的品种被慢水鱼品种，如冬穴鱼和鲤鱼所取而代之，致于沉积区将被半水生植物和以Carex为主的沼泽植物所占据，这就预示着以Alnus glutinosa或Salix cinerea为主树种入侵。如果说更新工程，主河道和支流人工连接工程不完成的话，所出的多样性肯定会消失。目前，环境的这种镶嵌性无论在罗纳河上还是在莱茵河上以及在多瑙河上，都保持有重要的生态作用，如果筑堤坝的

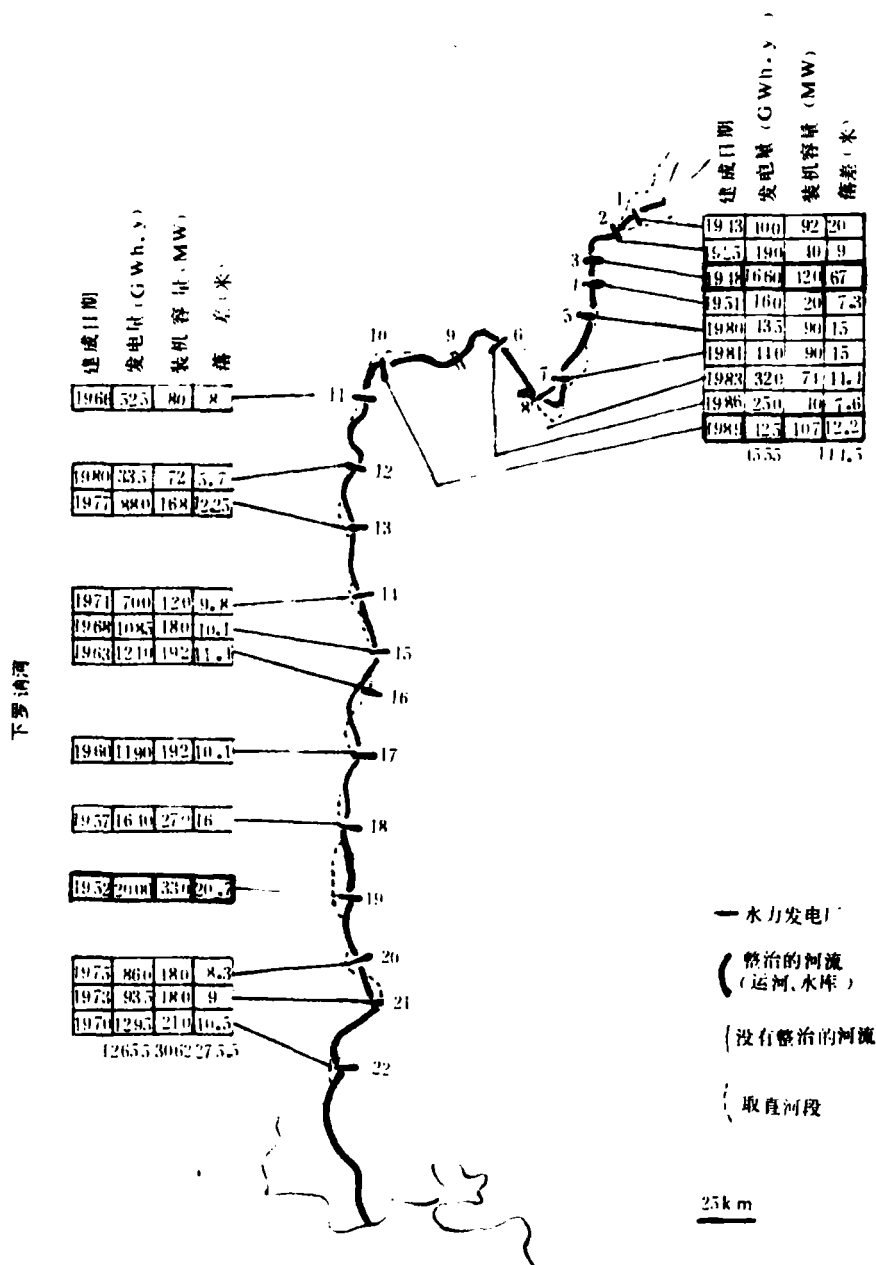


图2 罗纳河莱芒段下游的整治

1. 韦尔布瓦 2. 尚西—普妮 3. 热尼西阿 4. 瑟伊瑟尔 5. 肖塔尼厄 6. 索尔特—布雷纳 7. 伯雷  
8. 布雷尼埃—科尔东 9. 洛耶特 (在设计中) 10. 若纳热—居瑟 11. 皮厄尔—贝尼特 12. 沃格里 13.  
佩阿热德鲁西隆 14. 圣瓦利夜 15. 布尔莱瓦兰瑟 16. 博夏斯特 17. 贝克斯 18. 蒙泰利马 19. 东  
泽尔—蒙泽尔拉贡 20. 萨德鲁瑟 21. 阿维农 22. 瓦拉布雷格

河道与附属环境保持功能上的联系，因为附属环境对许多鱼类品种生殖、养料供给和庇护起着重要作用。当河流受到突然污染时这一点尤为重要。

2. 水库的蓄水：慢水的作用 流速的减小和对流速的调节则是造成紊乱的主要原因，而流速是在横断面增加和水面比降缩小产生的；这个现象与水面垂直变化同样明显，平日水位和洪水水位垂直变化不超过0.50—1米。一般来讲，河流流速不能将大的负荷物带走，并不是因为支流流域造林使洪水携带物大大减少，也不是由于水力发电整治本身以及从枯水河床开采材料造成洪水携带物大量减少，大的携带物不能排运走是因为流速之不足。因此造成极为严重的砂砾淤积问题。在阿尔夫河和德龙河的汇合处产生沉积作用并不足以为奇，因为这些河流都是搬运能力很强而又未加整治的河流。

重要的问题是悬浮物质在水库中的沉积问题，特别是在日内瓦下游韦尔布瓦水库中（图2）。在整个的三年过程中，排水冲走少数吨位的砂砾和 $0.5 \cdot 10^6$ 吨混浊物；细小物质通过尚西—普妮水库和热尼西阿水库流走，这两个水库的水位被罗纳国家公司降低。1978年不适时的排泄 $5 \cdot 10^6$ 吨水事件以来，对罗纳河上游造成严重的污染，排放技术已被很好的掌握，但应当与现有的肖塔尼厄、伯雷、布雷尼埃—科尔东水库以及在1981年和1986年间完成的水库分流工程配套。蓄水库，特别是在其宽处乃是悬浮物质快速沉积所在地，这种沉积在逐渐改变水平面的几何特征，特别是在费里汇合处的肖塔尼厄水库。

在罗纳河下游，伊泽尔河悬浮物的沉积也是构成大量沉积物的原因，这些沉积物洪水又不能完全冲走。总的来讲，流速的减慢和细沙相应的沉积引起了生物群落天然特性的改变。蓄水中的罗纳河已不再是激流（快流）的河流环境了，而是一个适合于类似沼泽的底栖动物喜欢的缓慢环境，多为过滤器生物，如寡毛纲、软体动物、Asellides；鱼类品种则以雅鲁鱼、欧鲈和鲈鱼为主，因为堵塞的下部地层不再适宜激流品种繁殖，特别是对具有上游习性特点的鲑科（茴鱼、鳟鱼）的生育繁殖更加不适。

然而，这些宽广平静的水面对鸭科（Canards），鸥和骨顶鸟生存有利，而传统的鸭科（鹭、水西类）退却了，仅局限在浅留的沼泽林中。

罗纳河流域管理局（1988年）在最近的评论中，特别强调了罗纳河大无脊椎动物群落变得极为贫乏的问题，它们是河流生态状况最好的标志。除了罗纳省国家公司工程产生的热影响之外，还有由核电站（特别是Bugey, Saint-Alban和Tricastin核电站）发电引起的变暖影响，主要的损坏因素应该说是突然的或不断的有毒物的污染，这种污染危害极大，使已整治的水生环境变成难以栖身之地；在罗纳河上又重新看到了在阿尔萨斯莱茵河上所出现的问题。

3. 取直河段：人为的“更新” 取直河段具有以季节性方式（夏季水流最大）调节的稳定径流。取直河段与低于浅水但与含水层水流有很好联系的河流相似；它们的透明度好，有利于藻类大量生产，为软体动物和软口鱼提供丰富养料，而环境的多样性对养鱼很有利，它的多样性类似于被拦住的二级支流和编织旧支流环境的多样性。当污染没有使它们的质量受到破坏时，对这些具有小河流特点的环境进行“更新”可以部分地补偿在大坝上游受到的不利影响。但是，发生洪水的情况下，这些取直河段的径流将会发生急剧的变化，因为当径流超过极限值时，大坝闸门就会打开；排泄的搬运物和动物区系漂流性很大，一部分水生动物就要重新占据“旧罗纳河”。

在罗纳河上，也象在阿尔萨斯莱茵河上一样，径流大量的减少，随之而来的是水面降低1—2米，和含水层相对的运动。这个过程在平原挖掘运河的边缘表现的不明显，而对适宜

# 地理信息系统

Micheal F. Goodchild

一、地理信息科学 美国环境系统研究所所长杰克·邓觉萌 (Jack Dangermond) 于1986年在西雅图召开的“第二届空间数据处理的国际讨论会”上致词时认为:“地理信息系统现在显然已不再是一门新的科学,而是一门需要拥有一个庞大的科学知识库的技术,这个知识库将提供给系统的多种数据管理功能使用。”由于地理信息系统产业的发展以及地理学将愈来愈多的研究课题引入地理信息系统,因而现在对邓觉萌提出的“庞大的科学知识库”的意义也理解得日益清楚了。为了有效地利用包括地理信息系统 (GIS)、遥感、自动制图和摄影测量在内的空间数据处理技术,就需要对地理信息的性质特点以及地理信息的编辑、存贮和使用中所涉及的一些问题都有透彻的理解。处理空间数据的一些技术问题在过去的几年中已获解决,因此现在愈来愈多的地理信息系统研究单位已转而注意与这门技术有关的一般问题。从某种程度上说,急需对更好和更有效地应用GIS这一技术时的障碍进行很好的研究,这是一个具有实际意义的研究方向。另一方面,地理信息的许多重要问题都与人才本身的素质有关,这在数字技术诞生之前的很长时间内都是如此。例如,最近开展的数字综合的研究工作只不过是地图学领域中长期存在的问题重新获得转机而已,这就是GIS对地图学的新的推动,并以新技术为地图学开辟了更广阔的研究领域。

在过去数年中出版成文的各种GIS研究计划,都含蓄地试图划定地理信息科学的研究范围。美国“国家地理信息分析中心”(NCGIA)的研究计划在某种程度上是以“国家科学基金”所限的五个研究领域为基础的:①空间分析与空间统计;②空间关系理论;③人工智能和专家系统;④视觉化;⑤社会的、公共机构的与经济问题。有人认为GIS的应用,尤其是支持科学研究方面的应用,受到一系列因素的阻碍,包括技术本身存在的问题,以及对这种技术影响组织体制缺乏了解等等。“城市与区域信息系统协会”(URISA)的研究计划与上述五项大体一致,只是更侧重于社会的、公共事业机构与经济问题方面GIS的应用。在英国,“自然环境研究会”(NERC)和“经济与社会研究委员会”(ESRC)已为一项有关地理数据处理的联合研究项目提供了基金,并且后者的“区域研究实验室”也正致力于类似的研究课题。

我在1990年曾提出了地理信息科学的九个研究领域:①数据采集与量算;②空间统计;③数据模型化;④数据结构与索引;⑤算法与程序;⑥空间数据显示;⑦分析方法;⑧决策理论和风险分析;⑨推理与判别。只有在第八项“决策理论与风险分析”的研究中,空间线索是否清晰似乎还存在很多疑问——难道空间决策理论真的有别于其他任何一种决策理论吗?在其它8个研究领域中地理学显然提供了一系列独特的课题。

在上述的其余8个领域中,地理学作为一门学科,似乎更应当说与数据模型化,分析工

---

近表层和淹没的森林树种产生极为严重的影响:残留下来的柳树林和桤木丛逐渐消失,取而代之的则是硬木树种。为了整治伯雷、布雷尼埃—科尔东或阿尔萨斯里诺,修建了横向岩坎提高了含水层,对农业和林业有利,但是损害了水流环境的生态质量。

跃辉摘译自《Ann, geogr.》, 1991年第561—562