

# 河流管理问题

Robert C. Petersen Jr. 等

世界上的河流管理需要一个整体的、生态系统的观点，不仅仅局部地集中于河岸带，而且还涉及渔业管理和河流的外在因素。河岸带作为河流与流域之间的缓冲带的重要意义由丹麦和荷兰的实例所证明，那里（流域）的农业利用威胁着地表水的质量。另外，来自牙买加、津布巴韦和美国的实例证明了河流的生态价值，同时也阐明了历史上河流的错误管理，并用瑞典农业土地的例子探讨了作为养分过滤器的河岸带的经济价值。整体研究的重要意义由西非河盲疾病所证明，那里疾病威胁着河岸带和在世界范围内引进的外生鱼种，外生鱼种的引进又威胁着本地鱼种。整体研究趋于全球观点，因为流域外的全部因素可影响河流，在西非由于破坏森林导致津布巴韦的沙漠化和空气污染物的长距离输送导致斯塔的纳维亚径流水体的酸化就是典型例子。

**河岸保护：河流管理的一个目标** 由于政治、经济和文化等原因，难以对整个集水盆地进行管理，因此，可行的方法是在小范围内从河边植被的陆地区域——河岸带着手。

河岸带是陆地景观与流水接触的区域，它们是陆生生物和水生生物都可从河岸的潮湿条件以及洪水后沉积下来的富营养沉积物获益的交界面。河流生物得益于河岸植被提供的荫凉、低蒸发，它们也受益于落入河中的树叶和有机体碎屑，受益于沿岸陆地植被根系造成的自然稳定性以及落入水道的木质碎片。因此，河岸带是净化河流自然环境和生物结构的重要组成部分。

这个结构在农区尤其重要，因为在那里河岸带可充当农田与地表水之间营养物质的过滤器，不幸的是，在大多数农业区域，河岸带几乎全部被开垦清除。

**丹麦的河流管理与农业：**从历史上看，丹麦的河流一直被当作输水水道，并被挖深、疏导，其岸边植被被清除以扩大排水面积和流速。在丹麦，几乎没有河流保持其初始状态，在其40000公里长的河流上，有一个密集的河流测量站网，其中一些测站已经使用了50年以上。

河流的这种利用已导致本地鱼类和无脊椎动物的普遍枯竭，这种境况促使联邦政府于1982年通过了修正的水道法案，该法案的中心是要对现有河流管理程序加以修改，从而有利于河流的生物完整性，采用了保护各类生境的清除水生植物和挖泥管理程序，为了弥补大多数河流的径直河道形式，该法案规定清除水生植物必须模拟河流的自然曲流。由于已知自然曲流的波长接近河道宽的10倍，故可按照产生自然形状河道的形式清除水生植物，从而促进浅滩、深潭系列的形式。

~~~~~  
草坪和其他有自然植被的地面。

现在在发达国家——美国、法国、奥地利、澳大利亚等国——正以越来越大的规模实施调整土地利用的政策。但是，就全世界范围来说，在采取非工程措施降低最大径流量以抗御水灾方面，还做得很差。推广发达国家的先进经验可以大大促进水和土地资源的合理利用，减少水灾造成的损失。

刘恩和译自《Водные ресурсы》，1989，No.3

浅滩是鲑鱼的主要产卵场所，也是水生昆虫的基本生境。新法规为改善生境要求政府提供资助，例如以延伸的岩石块取代码头从而建立浅滩，其他受到补贴的活动包括开辟密封在水泥管道中的河流、建设曲流以及其他提高河流生境复杂性和生物多样性的实践工作。

环境改善的欠缺：在地表水环境问题远未得到解决而认识日益深刻时，人们近来开始注意丹麦河流中的生物状况。在过去20年中，污水处理工厂已经大大降低河流中来自大城市废物的点源有机质含量。在丹麦北部，1973年至1985年间，生物氧需求（BOD）和化学氧需求（COD）测定结果表明，河流中有机物质含量降低了75%。然而，这并未使河流质量得到明显改善，因为许多小点源如鲑鱼池塘、化粪池、农场以及所有非点源都已增加。此外，恶劣的河流自然结构和所有废物依然如故。在丹麦共有89436个农场中，72%的农场排放废物，50%以上的造成明显的污染，即那些饲养经济动物、青贮饲料泄露及那些用动物排泄物作肥料的农场。

农业肥料使用量日益增加是一个严重的环境问题。丹麦化肥施用量从1970年的109公斤氮/公顷增加到1984年的139公斤氮/公顷，包括来自动物排泄物的氮施用量，1985年为216公斤氮/公顷·年。漏损量由1950年的25公斤氮/公顷·年增加到1985年的50公斤氮/公顷·年，氮泄露到水中非常明显，因为深层地下水中亚硝酸盐含量日益增加。从1940年代的约5毫克氮/升，增加到1980年代的15毫克氮/升，在非常易受到亚硝酸盐污染的区域，含量在继续增加。

许多问题集中在饲养牛与猪的农场附近。在斯克贾纳流域，土壤主要由河流沉积物构成，其清除亚硝酸盐的能力很差，大量动物排泄物被用作肥料，目前已发现斯克贾纳地区地下水中，亚硝酸盐浓度超过100毫克氮/升或更高，自1967年以来，土地中氮的输出一直以年增长率为5.4%的速度递增。

荷兰的河流管理与农业：在荷兰，机械化现代农业的一个结果是在牛、猪饲养农场的肉类集约生产的发展。这种类型的农业在荷兰称之为生物工业，并且通常建设在既不适于农业也不适于大量施用动物排泄物的砂质边缘农地上。荷兰22个剩余粪肥成为一大问题的地区，面积达到1411平方公里或占可耕地总面积的16%。1979年，平均350公斤氮/公顷沉积在这些土地上，粪肥通常被撒施用作作物肥料，并且可能挥发、沥滤、流失，随后进入环境各部分之间复杂的氮循环途径中。

农田粪肥向地下水泄漏的一个严重后果是对一些地区的饮用水造成威胁。最近对土壤和地下水中磷含量的研究表明，在16%的倾倒粪肥的农田中，土壤50厘米以上土层磷达到饱和状态，在某些情况下，土壤上层100厘米内均达饱和，上层地下水局部磷浓度达到100毫克磷/升，这些结果说明，农业土壤容纳磷的能力已经超过，并且开始影响地下水源。

为了解决这些污染问题，荷兰政府近来针对现代农业技术提出和采用了一系列全国性的或地方性的法规和措施。为了避免生产粪肥过多，荷兰议会正在制订限制牛肉与猪肉生产规模与数量的法案，一项限制剩余粪肥倾倒的法律正在拟议之中，荷兰水污染防治法也禁止直接向地表水排放粪肥。在粪肥过剩地区禁止生物工业扩大，在一些地方，禁止冬季使用粪肥。正在建立的地区中心的目的是在粪肥撒播将造成地表水污染的时期里贮存剩余的粪肥，从粪肥过剩地区向粪肥缺乏地区运送肥的计划正在着手实施，最近制定了利用大型分解厂将液体粪肥转变成稳定干燥颗粒的计划。

过去，为了高效地利用土地、提供有效的排水系统，为了调节水位，荷兰弯曲的河流被改造成成为笔直的运河状沟渠，河边乔木树和灌丛被清除并建设割草通道以清除水生杂草，这

种计划已在荷兰所有低地河流得到不同程度的实施。

大多数荷兰河流原始特点的恢复尚未开始,然而,与丹麦一样,荷兰认识到了河流的生态价值,近来已提出恢复主要河流包括曼斯河和莱茵河沿岸地区泛滥平原部分的修复计划。将来对这些河流的管理包括恢复曲流特点和重建河岸带,河流管理法规和改进的流域生产活动一起将成为改善荷兰河流状况的关键。

牙买加温地的河岸带:下游黑河沼泽是一个位于牙买加西南海岸,面积为57平方公里的淡水湿地,该沼泽对于保持这个地区的水分并作为一个自然野生生物保护区具有重要意义。黑河流经这个湿地,该河流的河源是岛屿中部的一个涌泉,由于该区域的地质基础由一个典型的岩溶地形的碳酸钙山脉构成,故西牙买加地区河源河流极为有限。降落在中央高地上的雨水渗透到石灰岩中,然后通过一系列涌泉重新出露注入海洋。黑河即起源于这样一个涌泉,在进入湿地到达海洋前,它流经甘蔗地,甘蔗地及输送给河流的有关沉积物决定了流过沼泽的水质。例如,在黑河的泉源,总悬移质浓度为2—4毫克干物质(DM)/升,而在流过甘蔗地后,这个值上升到51—83毫克(DM)/升,其中80%是无机物质,一进入沼泽,悬移质含量减少到22—24毫克DM/升。

在黑河沼泽,人类在流域内的影响不仅导致湿地营养物质动态变化,而且导致供稀有种生存的生境减少。圣伊丽莎白鱼(*Chriopeodes pengellyi*)是一种当地淡水鱼,它只生长于黑河沼泽清澈透明的水中,以沉水植物表面的蜗牛和昆虫为食。在受到外生河流沉积物影响的区域,这些植物表面通常沉淀了一厚层砂砾沉积物,这可能就是圣伊丽莎白鱼仅限于生长在未受到上游农业活动影响的水较清洁的沼泽中的原因。

河岸管理的经济学,瑞典的实例:在瑞典以10000人为单位的典型污水处理厂每年耗资566000美元,其中包括最初的建设费用。根据设计,这些工厂每年要清除9140公斤的磷,按规定每清除1公斤磷耗费62美元;作为其次要功能,这些工厂每年还清除13766公斤的氮,这样,工厂的成本效益为每公斤营养物(磷和氮总合)25美元。

河岸带也能清除农田废物中的氮和磷,清除效率取决于河岸带的宽度、地面坡度、氮含量、磷含量以及植物种类,河岸带对营养物质的吸收能力变化很大,从由杨树组成的河岸带的89公斤/公顷·年到河岸沼泽林的52公斤氮/公顷·年和4公斤磷/公顷·年。按每公斤营养物质25美元的低限计算,河岸带清除营养物质的效率相当于给土地创造了1370—2195美元/公顷·年的价值,仅就磷来说,在污水处理厂清除1公斤磷耗费62美元,那么清除4公斤磷/公顷·年的成本相当于使河岸土地价值为248美元/公顷·年。比较起来,为了限制作物栽培,瑞典政府现今支付农民最高达400美元/公顷·年,1公顷农田充其量每年只能生产价值约833美元的粮食,在瑞典南部,每公顷农田成本在3000至5000美元之间。换句话说,河岸带营养物质吸收能力的价值相当于建立一个污水处理厂的成本,或相当于将土地作为农田以现行速度生产农产品的成本。

在这种论证过程中的一个重要因素是对农民的经济补偿,这可以部分由花费在贮存剩余谷物上的资金改变用途来筹集,部分由减少河流管理费用而节余的资金筹集。在许多国家,因过剩使价格下跌或需要承担高额贮存费用,故给农民不种植谷物提供补贴,这已是一种普遍的政策。1986/1987年财政年度,瑞典政府的这项补贴费用达1700万美元,而贮存过剩谷物并在世界市场上贴价销售将导致约3亿美元的亏损。

还要进行的是改善在土地面积十分珍贵的农村对泛滥平原和河岸区实行退耕的经济刺激。一种途径是发展在泛滥平原区生长良好并以对环境干扰最小的方式栽培的作物,一个实例是

所谓的薪炭林, 种植速生的柳(*Salix*)、杨(*Populus*)或桤(*Alder*), 它们每三年收割一次, 代替石油或核能作为能源。瑞典目前正资助建设薪炭林, 其主要原因是计划到2010年关闭所有核电站。当前薪炭林的栽培种植工作强调最大生长率和生产量, 这就需要耕种和肥料。在一项多用计划中, 耕种与肥料可减少到对河流干扰最小的程度, 计划沿河流岸边建立一条2—4米宽永久植被带, 在树线之内则可栽种草本作物。瑞典一个类似的栽草以减少侵蚀的计划正在与玉米和小麦作物结合进行实验, 薪炭林可能是一种经济上可行的作物, 在管理河岸和保护河流时, 它们还是农田与地表水之间的理想缓冲带。

#### 整体思想: 一个问题的解决可能引起很不相同的问题

对于疾病媒介者的环境保护: 河盲(*Onchocerciasis*)由丝虫寄生菌(*Onchocera Volvulus*)引起, 并由在热带稀树草原(萨瓦纳)和撒哈拉西非森林区发现的*Simulium damnosum sensu lato*类群的叮咬性黑蝇传播。由联合国世界卫生组织河盲控制计划(OCP)或通称的Oncho计划进行的对该病的控制具有深远而复杂的生态后果, 11国计划区内的一个重要的长期后果将是土地利用格局的巨大变化, 这一变化甚至较伴随18世纪和19世纪欧洲人殖民地开拓中的变化更大。计划区域主要分布在沃尔特、尼日尔、萨森德拉、班达马和科摩河流域, 包括100万平方公里面积的25000公里长的流动水体。当OCP于1974年开始实施时, 在1000万人中约有1/10的人受到*Ochocerca*的感染, 每100人中有1人失明, 现在这种疾病在最初计划区域内实际上已经得到有效控制。预计在今后10年中, 在最初计划区的西面和南面的扩展区也将基本得到控制。随着控制目标的实现, 土地利用肯定将会发生变化。

河盲控制提出了保护土地免受人类干扰的要求。在西非许多地区, 沿海很大面积即河岸带不能为人类利用, 正是在这些地区出现黑蝇并且发生河盲病。今天, 河盲控制区域通常被描绘成为非常肥沃的地区, 在这里, 过去由于河盲对“以前的居民”的影响而被“废弃”, 这种描述虽然准确, 但对它来说有一个重要的时间尺度。本世纪早期制作的一些地图显示出背离河流的村庄类型, 在殖民时期以前, 这似乎一直是普遍的类型。在欧洲人殖民地发展时期, 大农场和“欧化”城市被建立在离河流较近的地方, 劳动与服务设施主要由居住在河边城市附近的土著非洲人提供。因此, 河岸区的“废弃”涉及到殖民化早期被强烈利用的区域, 这些地方在殖民者侵入之前很少有人居住。

外来种的引进: 世界各地都已引进外来养殖鱼种以提高溪流与河流系统的娱乐与商业价值。鲑鱼是移殖鱼中的第一类, 从19世纪后期以来, 原产北美洲西部的雨缸鲑(*Salmo Gairdneri*)的生活区域通过移殖已扩大到除南极洲之外的所有大陆; 褐鲑(*Salmo trutta*)的原分布区域是在冰岛、爱尔兰、英国、北非和欧亚大陆, 这种鱼于1883年由美国渔业委员会从德国引入美国, 现在褐鲑至少在美国的四十个州和加拿大10省中的9个省生长, 象雨缸鲑和溪鲑(*Salvelinus fontinalis*)一样, 褐鲑现在已成为一种全球性的分布种。

红点鲑和其它鲑鱼代表了一种值得注意的实例研究, 几乎普遍认为这些种类是一个成功的故事。红点鲑鱼和中国草鱼不一样, 它们对其生境影响很小, 并且相当难以忍受到干扰的条件, 由于它们处于食物网最顶层的地位, 这些鱼类根据较低水平营养级状况作出综合反应, 是维持和重建河流群落“完整性”中成功的良好指示鱼种, 可以说对红点鲑有利的条件对群落中其它种类也是有利的, 至少在那些红点鲑是固有种类的群落中情况如此。

疾病常常紧随外地鱼种的引进而来, 例如, 人们认为疴仅仅对北美西部的雨缸鲑才是固有的, 随着红点鲑鱼类的全球性引入, 这种病已扩散到所有养殖鲑鱼的地区, 鲑鱼(*Myxosoma cerebralis*)的旋卷病对雨缸鲑和溪鲑是极端病原体性病害, 它是过去偶然由欧洲传入美国

的，在欧洲，这种病对于欧洲本地鲑鱼是非病原体性病害。

**全球因素可能妨碍地方进展** 津巴布韦热带稀树草原区的河流管理。

津巴布韦模式：津巴布韦认识到环境问题与水资源有关，已制订一项全国保护战略，其中要求恢复流域自然特点以减少侵蚀和水坝的沉积淤塞，这项战略主张通过大规模的人工造林计划恢复林地，并且力图通过改变土地利用策略促进土壤保护。

资源管理是一种环境与人类之间相互作用关系，1980年联合国教科文组织（UNESCO）的特别大会强烈要求协助第三世界国家发展其自身管理环境与自然资源的能力。除非津巴布韦能将其目前训练计划引入环境科学工作者的实践中，否则这个战略的实施将会因重复已失败了旧传统的依赖外国专家的方式而背上包袱。

瑞典的空中污染与地表水的酸化：斯堪的纳维亚地区水域与陆地生态系统的酸化已由不断下降的pH值、鱼类种群的减少，森林生产率的降低以及大量生态变化的研究而得到充分证明。据报道，1981年，瑞典18000个湖泊和90000公里长的流动水体的pH值已低至预计将产生危害的程度，每年约有45万吨硫在瑞典上空扩散，其中90%来自瑞典以外的地方。

空气中这样高的硫含量导致斯堪的纳维亚南部地区每年沉降2克硫/平方米，而规定的指标为小于0.5克硫/平方米。过去20多年中，南挪威50个湖泊的pH值平均下降0.6个pH单位，而瑞典一系列湖泊则观察记录到pH值下降约0.35个pH单位。

除了这些长时期内pH值的下降外，还有雪化后酸释放后引起的短时期内酸含量骤增。在最近一项研究报告中，雅克斯和其同事报道了一次酸的骤增缓冲了河流碱度，它使碱度从600—700 $\mu\text{eq}/\text{升}$ 降低到纯酸性的10 $\mu\text{eq}/\text{升}$ 。这类酸骤增的出现可能是因酸造成损害程度的混乱且日益发展的争论的一个原因。在瑞典的费莱恩河，短期内pH值低于5.8已被认为是红点鲑（*Salmo trutta*）种群完全消失的一个可能原因，而它对底栖无脊椎动物却几乎没有影响。这些研究说明监测环境干扰的困难及其复杂性。

目前，尚没有使瑞典河流域硫沉积减少的计划，替代的方法是瑞典政府和地方当局于1977年开始大规模的用石灰处理湖泊和河流，最初每年耗费170万美元，据估计数1987年该项支出已达到2000万美元。这项10年计划的总耗费为9000万美元，到目前为止，3000多个湖泊与河流已进行处理。

除非大气中硫含量降低，否则斯堪的纳维亚地区的酸化问题将会继续下去。目前瑞典许多地方正在实施大规模的石灰处理，但不能把这种方法看作是医治酸化问题的良药，补救措施还在于将大气污染降低到50.3 $\text{keq}/\text{公顷}$ （0.5克硫/平方米·年）的水平，对最敏感的水体，含量必须低于0.2 $\text{keq}/\text{公顷}$ （0.3克硫/平方米·年），只有减少外部来源的大气污染物才能达到这个水平。

**信息传播：环境变化的关键** 改善环境管理的一个关键或许是利用可获得知识使各个组织和个人了解其长远与近期利益。在丹麦，与农业组织和河流管理机构成功的信息交流已使关于恢复河岸带的法案得以通过，这只有在农民们认识到恢复有利于他们的自身利益的条件下才可能实现。在西非，乡村捕鱼人起着关键性作用，一旦他们认识到河岸保护与持续的渔业生产之间的联系，他们就能向村民们解释河岸保护的必要性，无论是村民还是政府官员，向其表明森林走廊消失与令人可怕的沙漠化过程之间的联系将会日益容易，对这个“干旱化”过程的关注无疑将是最有力的工具，通过它去影响热带稀树草原地区河流泛滥平原区域实行的土地利用方式。

“法律 and 规定本身并不能解决我们的环境问题”，影响我们的环境的决策在地方级上作出。

# 地理信息系统在景观生态学模拟制图中的应用

彼得A·布若福

**引言** 景观生态学的目的是对诸如地理、地形、气候、水、土壤、植物、动物、人类活动等因素取得了解。这种了解必须对上述诸因素间的相互作用尽可能地进行定量研究和模拟,以便根据需要对过去、现在和将来等情况进行检验。在检验时也可依据特殊需要将重点放在上述诸因素的某些亚因素上予以强调或忽略。但无论把重点放在哪些方面,在这项工作中都只有三个基本要素:数据、数据处理工具和概念化模型。

图1将这三个要素以一个轮子、三根辐条和中心维系轴的形式表现出来。该图比喻了当所有三要素处于平衡状态,并且中心维系轴稳固可靠时,数据的收集处理便可顺利进行。作者利用此比喻,试图说明在景观生态学中进行地理信息处理的几个方面。

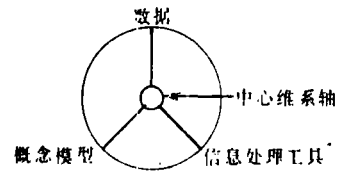


图1 数据处理系统模型

**数据和数据的收集** 无论是进行景观生态学的综合研究,还是单一学科研究,在数据处理过程中最重要的一点就是所收集到的,以及处理过程中新产生的全部数据。例如,一张1:50 000的土壤图,可能是依据100多个独立的变量对从5 000到100 000个土壤剖面的描述,以及对大量航片、地形要素、植被、地理和土地利用等的分析调查所绘出的。卫星遥感和航空遥感可以提供大量的有关数据。如果进行单一的酸雨监测研究,在一年期间就需要获取成百上千个不同森林生态系统中的地上和地表降雨的化学分析数据,以及分析土壤水份、植被等因素。第二点是数据和数据收集的费用问题。由于数据的收集需要训练有素和有技术的人员进行野外调查等,所以需要大量的经费。第三点是数据的形式多种多样,这些形式将给数据的利用带来困难。大多数景观生态学研究都有地理(如时空)或时间系列因素的变化。正是这些地理或时间因素增加了数据量和数据复杂性。对于空间属性,我们可以用点、线、面来计算。在监测研究上,需要额外考虑时间尺度问题。

**数据处理工具** 如果已了解了景观生态学研究中所需的数据量,费用以及数据处理复杂程度等以后,下一步就是要利用可能具备的最好的数据处理工具,以获取简明而系统的研究结果,向决策者和计划者提供清楚、明确的建议。到目前为止,我们所使用的一般工具还局限于图纸、彩色笔、专题地图、航空照片、打字机、照像机、印刷设备等。而概念工具还是沿用19世纪的数据等级和逻辑。数学工具很少被利用。这主要是由于景观科学概念的发展还没有超越一般的定量描述阶段。在进行自然景观研究工作时,在数据收集、处理,尤其在制图方面,有两种可供选择的途径。第一种是收集单一学科方面的数据(如:地形、土壤、植被、土地类型、水等),并制成专题地图,再将这些图叠加制成所需的图。第二种是将数据

它可能由其耕地延伸到河岸边缘而不保留河岸植被缓冲带的农民作出,也可能由在河流上过度捕捞的渔民作出。

孙永斌节译自《AMBID》, Vol. 6, No. 4 1987。