

河滩地生态设计研究

——以重庆市梁平区龙溪河礼让—仁贤镇河段为例

Research on Ecological Design of Flood Land: Taking the Lirang-Renxian Town Section of Longxi River in Liangping District, Chongqing as an Example

安喜志 朱秋成*

AN Xizhi ZHU Qiucheng*

(中建材资源环境有限公司, 北京 100020)

(China Building Materials Resources and Environment Co., Ltd, Beijing, China, 100020)

文章编号: 1000-0283(2023)10-0092-06
DOI: 10.12193/j.laing.2023.10.0092.011
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2023-05-19
修回日期: 2023-08-22

摘要

河滩地建设是实现河流生态系统修复目标的重要环节。通过分析探讨国内外河道河滩地实践案例, 总结其优秀的生态设计思路, 应用于具体设计中, 并以重庆梁平区龙溪河礼让—仁贤镇河段河滩地生态工程为例, 因地制宜, 总结了河滩地生态设计的5大策略, 详细论述了在示范段采用梯塘系统、河滩洼地系统两种模式对河滩地进行优化设计和实施, 利用河滩地作为缓冲区拦截及净化地表径流中面源污染, 提升了乡村河流景观品质, 丰富了生物多样性。研究探索了一种能够集合河滩地滞水、自然生境和景观需求等诸多功能于一体的河滩地建设形式。

关键词

河滩地; 梯塘系统; 河滩洼地; 生态设计; 龙溪河; 景观设计

Abstract

The construction of flood land is an important link in achieving the goals of river ecosystem restoration. This paper analyzes, discusses and summarizes the practical cases of river beach land at home and abroad, draws on its excellent ecological design techniques and ideas, and applies them to specific designs. Taking the ecological engineering of flood land at the reach of Lirang Renxian Town, Longxi River, Liangping District, Chongqing as an example, taking local conditions into consideration, this paper summarizes several strategies for the ecological design of flood land, and discusses in detail the two models of ladder pond system and riverbank depression system in the demonstration section, optimizing the design and implementation of flood land, using flood land as a buffer zone to intercept and purify non-point source pollution in surface runoff, has improved the quality of rural river landscape and enriched biodiversity. Explored a construction form of flood land that can integrate various functions such as stagnant water, natural habitat, and landscape needs.

Keywords

flood land; ladder pond system; riverbank depression; ecology design; Longxi river; landscape design

1 河滩地概述

河流滩地一般是指由于河流经过导致泥沙沉积、在河岸形成的天然滩涂土地^[1]。因考虑防洪安全, 城市河滩地一般是位于河库主槽两侧^[2], 在洪水时被淹没, 枯水时出露的滩地。因其所处的位置, 河滩地具有季节性变化的特点, 滩地的地形地貌、植被覆盖情况、动植物栖息情况等均随河道水量变化

而随之改变, 因此河滩地具有生态多样性、自然动态性、功能复合性等特征。但因为大多河滩地不被重视而进行各种人为行动, 导致河滩地的自然风貌特征缺失、生态活力消失、环境质量下降, 使生态系统日益脆弱, 滩地发育受到严重影响, 从而导致河流整个自身恢复系统的弱化^[3]。重视河滩地生态景观的打造, 有利于保护河滩地和河流生态环

安喜志

1979年生/男/天津宝坻人/工程师/研究方向为湿地景观

朱秋成

1984年生/男/湖南郴州人/工程师/研究方向为湿地景观

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: 250103186@qq.com

境, 对实现社会生态文明建设及可持续发展具有重要意义。

河滩地一般水草植被丰富茂盛, 适合植物生长和动物栖息, 其建设与陆地公园等在生态、功能等方面截然不同, 需考虑水文气候、植被修复、地形地貌、城市建设、人为活动等多方面因素^[4]。国内外对于滩涂地的相关理论研究较多, 但有关河滩地景观研究成果仍然较少^[5]。国内从20世纪60年代开始对河滩地展开相关研究, 至21世纪才开始进行河滩地景观设计的理论研究^[6]。北京市园林绿化局以永定河休闲森林公园为例, 对永定河滩地的生态修复治理进行了分析研究, 以保留文化、公共性、多样性、水生态功能、适地适树、节约等原则, 通过生态修复方式将森林公园打造为一座生物多样性丰富、生态稳定、功能多样的滨河公园^[7]。蒋五一等^[2]以淮河湿地公园为例, 对城市大河滩地景观生态设计方法进行了探讨, 提出系统化功能分区、适应性设计、反向景观设计、低干扰设计、选择乡土植物等设计手法, 分析了大河滩地景观设计面临的问题。目前国内对河滩地的相关研究范围已逐步扩大, 利用生态学、农林学等相关学科融合进行生态景观设计, 是河滩地生态景观设计研究的一大方向^[8]。

文章以重庆市梁平区龙溪河礼让—仁贤镇河段为例, 通过梯塘系统与洼地系统的设计实施使其发展成为更具生态价值的湿地生境, 为在河边生活的动植物提供栖息地, 丰富了河滩地的生态多样性, 满足了该区域滞水自然生境和景观需求。

2 案例分析及借鉴

2.1 新加坡加冷河碧山公园

新加坡地处热带地区, 人均水资源占有

量低。碧山公园始建于1988年, 改造前是一座传统城市公园, 毫无生态性可言。因其位于垃圾填埋场区域, 产生了严重的雨污水排水问题。碧山公园南侧有一条混凝土砌筑的人工水渠——加冷河(Kallang River), 这里完全没有动植物的痕迹, 不仅毫无自然的灵气, 而且每当雨季来临, 都面临着发生洪灾的危险。2006年新加坡推出“活力、美丽、清洁全民共享水源计划”, 即“Active, Beautiful, Clean Waters Programme”, 简称ABC水计划^[9]。碧山公园的改造是ABC水计划的典型项目之一。利用生态工法, 将这条长2.7 km的加冷河从笔直僵硬的混凝土河道改造成3.2 km长的蜿蜒自然河道, 流经整个公园, 并作为饮用水收集系统的一部分, 对该流域内的雨水进行收集、净化、排放, 实现了雨水资源的可持续利用。同时占地62 hm²的公园空间被重新设计, 以适应河流系统固有的动态过程。

生态工法技术包括梢捆、石笼、土工布、芦苇卷、筐、土工布和植物等元素, 将植物、天然材料(如岩石)和工程技术相结合, 稳定河岸和防止水土流失。改造后的加冷河岸由混凝土变成了泥土松软、遍布植物的软景河岸, 不仅延伸了原有的沟渠功能, 即排水和供水的单一功能, 同时对恢复公园的生态系统起到了重要作用, 实现了河流与公园的动态结合。弹性的河岸空间在枯水期可以提供大面积的开敞空间, 进行各种休闲活动, 如放风筝、跑步、野餐等; 而在降雨时节, 大面积的自然草坡又是输水通道, 向下游和地下输送水源。重新设计后的河漫滩起到了洪水管理、增加生物多样性和提供休闲空间等多重功能, 展示了人和自然巧妙接触的多种方式, 也提高了人们对于河流空间的弹性利用^[10](图1)。

碧山公园是中心公园, 在新加坡具有城



图1 碧山公园鸟瞰
Fig. 1 Aerial view of Bishan Park

市公园的本地重要性, 其集多功能于一体的创新性改造对中国城市河流生态景观设计具有深远的学习意义。

2.2 深圳光明区茅洲河生态示范段

茅洲河是深圳第一大河, 被称为深圳的“母亲河”。2013年, 茅洲河启动水环境综合整治工程, 并开启碧道试点建设, 其中光明试点段(周家大道—白沙坑水)长6.8 km。该部分河段因城市开发, 在河道两边设置了市政道路与防洪堤, 将自由河道形态限制成了平直形态。为提升水质而设置的截流箱涵将枯水河道进一步约束在更窄的箱涵范围之内, 河流的自然形态和生态过程也再次受到约束。河道蜿蜒性减弱, 边际效应降低。在茅洲河光明区左岸科技段(公常路至风景北路), 河道内存在多处较大规模的滩地, 由于下游水闸的拆除, 导致该河段常水位下降, 滩地趋于陆地化, 且地形平坦植被单一(图2-a)。

该项目的目标是对受约束的城市河道在河漫滩范围内进行形态优化与生态功能的提升。一方面, 优化河道平面形态, 重塑河道蜿蜒性; 改变原有河漫滩形态, 增加河滩溪

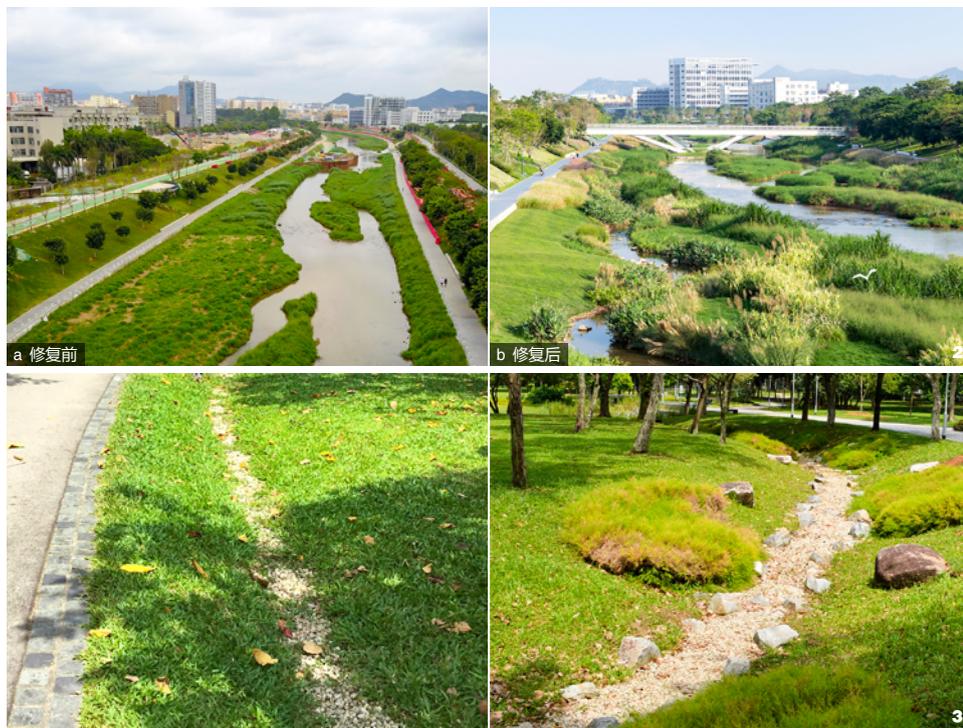


图2 深圳光明区茅洲河生态示范段
Fig. 2 The restoration of Maozhou River ecological demonstration section in Guangming District, Shenzhen

图3 碧山公园路域集水沟
Fig. 3 Road area gully of Bishan Park

流、洼地、草泽、滩岛等河漫滩肌理，为水生动植物提供多样的生存环境；恢复河流自身塑造能力，恢复生物生境，提升城市河流生物多样性（图2-b）。另一方面，调控水文，通过两道壅水设施提升水位，解决草滩内陆地化问题，同时引导河水自然做功，从而引导局部水深与水流急缓产生变化，以接近天然河道的“深潭”“浅潭”结构。项目组运用生态工法、生境植物规划、亲水空间营造等策略，秉承“生产、生活、生态共融”的建设理念，最终使深圳光明区茅洲河生态示范段实现了“碧一江春水、道两岸风华”的碧道愿景。

2.3 借鉴意义

通过对以上典型案例的分析，可看出河

滩地设计的前提是根据高水位出现的频率和持续时间，以及不同降雨概率下的洪水规模和淹没深度来调整区域的使用计划（从一年一遇到百年一遇的洪水）^[11]。河滩地的淹没时间可能几天或几周，之后随着水位不断下降，远离主河道的水流速下降，在河滩地特别是靠近河道低洼区，大量泥沙沉积使河滩地的高度缓慢持续上升，每次洪水后逐渐干燥，而地势较低的池塘或其他沼泽地区可以长时间保持蓄水的状态。如果这些区域与地下水相连，就可以在全年作为独立的储水区存在。

由此总结出河滩地生态设计的5大策略^[12]。（1）系统化功能设计。河滩地承担了较多的功能，包括防洪等城市功能和生态功能^[13]，在设计过程中需融合雨水收集与净化

功能，用植草沟或砂石过滤带收集净化地表径流再排入河道（图3）。（2）多水文环境营造。通过多水文环境的设计，如河道纵坡形态设计等形成溪流、多塘、草泽、石滩、沙洲等多样生境；重视河道低水位时生态功能的设计，主要包括河滩肌理、河道深水区、河岸林、水荫树等；重视河道横向的联通，如在茅洲河生态示范段项目中将原有河道箱涵与河滩地的高差用土方进行消化等^[14]。（3）适应性设计。河滩地是一个动态变化的空间，随着河流水位的变化和植物的季节变化，河滩地的生态景观呈现出不同的变化^[15]。在进行方案设计时，需采取适应性的设计手法，满足不同水位和季节的要求。（4）低干扰设计。在对河滩地进行生态设计时，前期应进行充分调研，尽可能保留原生态景观，降低人为干扰，通过设计合理的游憩路线、雨污水排放路径等减少对原生态景观的干扰与破坏。（5）运用生态工法。项目使用的材料多以土石等生态土工材料为主，易于与自然融合；项目实施前应定禁止施工扰动区域，对其内动植物及地貌禁止干扰^[16]。

3 重庆市梁平区龙溪河礼让一仁贤镇河段实践

3.1 项目概况

龙溪河为长江左岸一级支流，古称龙溪、容水、容溪、桂溪。流域位于重庆市西北部，地跨梁平、垫江、长寿三个区县。本项目设计范围为龙溪河礼让一仁贤镇段，位于梁平中部偏西，中心点距城区10 km，为梁平东西发展轴上重要节点。该试验段河流长度约1.4 km，宽约40~50 m，总面积约7 hm²。龙溪河礼让一仁贤镇段虽然通过中小流域治理项目建设，其防洪功能已达标，但河流河滩地形态、结构、功能与生态河道仍



图4 溪河礼让—仁贤镇河段“水华”现象
Fig. 4 Water bloom phenomenon in the section of the Longxi River from Lirang to Renxian Town



图5 龙溪河礼让—仁贤镇河段径流路径组织
Fig. 5 Organization of water flow path in the section of the Longxi River from Lirang to Renxian Town

有一定差距，且与项目地重庆市乡村振兴示范镇、梁平区龙溪河流域水环境综合治理与可持续发展试点、示范形象等上层规划目标不符。本项目依据上位规划要求及指导思想，以龙溪河河滩地再野化为主旨，将其生态功能与结构、景观效果等进行优化设计。

试验段的河流两岸为淤泥质河滩，一部分凸岸坡度相较平缓，洪水对其冲刷影响较小，河道以外均为水稻田为主的农田与鱼塘，农田尾水会汇聚至河旁排水沟中，从多个涵管穿越道路排入河流中。试验段河流下游起点处现存有一处挡水堰，系原有村民利用水动力碾谷用水磨坊设施，挡水堰将上游河段水位壅高2 m，基本上影响了整段试验段河流的水文状况，挡水堰形成的壅水将原有河道由动水河道向缓流型河道演变。在挡水堰上游，水位升高，流速减慢，沉积物沉淀增加，水体更新周期延长，从而导致营养物滞留，春夏之交正是梁平山区整田插秧之时，村民插秧前施用的基肥多随雨水溢入河中，极易出现“水华”暴发现象(图4)。如何利用河滩地作为缓冲区拦截及净化地表径流中

面源污染，提升乡村河流景观品质，提升和丰富生物多样性是本项目的诉求。

3.2 生态设计与实施

根据现场缓流河道、周边是水稻田等环境特征，须先将入河来水进行收集，再利用河道与陆域高差(河滩地区域)，设计陆域径流路线与形式，形成梯塘系统和河滩洼地系统两套河滩地设计体系。

河道两侧的水田从低山丘陵山脚绵延至河道两侧。降雨经山林汇入农田，高处农田水满溢流至下一层水田，层层溢流，待最下层水田水满，便形成径流汇入河道旁水沟中，水沟经涵管穿路而过，流入河道。本设计将原农田尾水直排入河这一过程进行优化，将农田尾水导入设计后的河滩地梯塘系统与洼地系统中，以此促成“山地丘陵次生林—水田/塘—生态沟渠—河岸湿地”的小微湿地系统(图5)。

3.2.1 河滩地梯塘系统

梯塘系统设计将农田退水直排入河这一

过程进行优化，将退水导入河滩地梯塘中，延长退水入河的径流长度与滞留时间，充分发挥植物过滤及净化作用，达到拦截农田面源污染及净化作用，同时增加了河道湿地面积，改善河滩地陆缘化过程，提升河道的景观品质与河滩地的生物多样性(图6)。

示范段共布局了三组梯塘系统，每组梯塘由10~15个3~10 m²的小塘连接而成，塘的大小、深浅、形状各异，塘的深度为20~60 cm不等，用条石作为塘与塘的纵向分隔，兼作溢水作用，消化10~20 cm高差。塘基宽度为80~100 cm，塘基高出塘水面10~30 cm，塘底部用土工布防渗，上覆种植土30~40 cm，满足水生植物种植需求。

塘内做微地形塑造，地形的变化能增加塘栖息地的多样性，塘内抛1~3 cm碎石，增加塘底的异质性。通过水文连通的设计，保证相邻的塘、塘与河流之间的连通，具体做法采用条石阻挡做溢水，条石两侧用石子堆坡防冲刷。条石有壅水作用，确保塘有一定蓄水量保持湿生植物的生长。塘内种植能适应水位变化的湿生植物，如菖



图6 梯塘系统施工前、后对比
Fig. 6 Comparison between pre and post



图7 梯塘系统细部图
Fig. 7 Detail diagram of ladder pond system instruction of ladder pond system



图8 河滩洼地
Fig. 8 Riverbank depression

蒲 (*Acorus calamus*)、灯芯草 (*Juncus effusus*)、香蒲 (*Typha orientalis*)、芦竹 (*Arundo donax*)、水芹菜 (*Oenanthe javanica*) 等, 湿生植物采用群落式种植, 以10 ~ 15丛单品形成约1 ~ 2 m²小团与其他小团混种, 主要发挥其净化作用, 植物占比不超水面1/3。塘埂坡面种植半湿生植物, 如黄花鸢尾 (*Iris wilsonii*)、鱼腥草 (*Houttuynia cordata*) 等, 塘埂顶面采用柳叶马鞭草 (*Verbena bonariensis*)、山桃草 (*Gaura lindheimeri*)、毛地黄 (*Digitalis purpurea*)、钓钟柳 (*Penstemon campanulatus*)、金鸡菊 (*Coreopsis drummondii*)、狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides*) 等草花混交种植模式 (图7)。这种干旱潮湿交替区域包含多种群落类型和生境类型, 对区域生物多样性保护与提升具有重要作用。

3.2.2 河滩地洼地系统

河滩洼地是指在河滩上的小水洼或者小水坑, 大小约5 ~ 10 m², 通常布置在小范围的缓坡或平坦区域。与水体的交界处的低滩洼地会与河流连通处于积水状态, 并为湿生植物如水苦苣 (*Veronica undulata*)、水芹菜等所覆盖, 成了两栖类动物的天堂 (图8、图9)。

高滩洼地紧邻堤岸, 一般存蓄状态不稳定, 其位置高于河流常水位, 但也会被洪水所淹没, 在一段时间后随蒸发渗漏逐渐干涸, 但会形成潮湿的环境, 生长许多耐湿的植物, 如鱼腥草、水芹等, 提高了滩地的异质性。

河滩洼地的生境类型非常丰富。因优越的光热条件形成了丰富的河滩植被, 从而为鸟类、两栖动物和昆虫提供了栖息地和避难所。河滩洼地因其特定的位置保证了其能与周围的水体生态系统和陆地生态系统经常进行能量、营养和物种的交换。

河滩洼地最直接、最重要的作用是引起

生境中生物量的增加。河滩洼地为鸟类、两栖动物和昆虫提供了栖息环境，这些动物的存在又对河流生态系统产生影响，它们对食物链形成有效刺激，为河流生态系统稳定性作出了贡献。同时河滩洼地的设计提升了河流形态的多样性，也有助于提高河流生物多样性。河滩洼地优于单纯的陆地或水域，适于多种生物生长，如在水陆联结处聚集着水禽、鱼类、两栖类和鸟类等大量生物，这是保护流域生态系统稳定最重要的生态因子之一。植物设计将沉水植物、挺水植物和陆生植物，以层状结构分布在河滩洼地，具有蓄滞洪水的功能，也为河流生态系统的可持续发展减轻了不少负担。

河滩洼地的形成影响着河滩湿地小生境，河岸植被群落的组成和动态变化过程也影响着河岸植被群落的结构和景观格局，在河岸植被群落更新与生物多样性的维持中起着重要的作用。河滩洼地环境相对较为复杂，空间异质性较大，从而使河滩多样性指数也较高。随着河滩洼地的形成使河滩上的微地形和微环境也发生相应变化，形成了一定的生态位，动植物种类及其数量随之变化。河滩洼地为某些生物种群提供了适宜的生境，成为该种群的栖息地，该种群数量的增大又会吸引其捕食者前来，由此导致生物多样性的增加^[17]。

4 结语

河滩地建设是实现河流生态系统修复目标的重要环节。在河滩地中，梯塘系统与洼地系统的设计实施使其发展成为更具生态价值的湿地生境，为在河边生活的动植物提供了栖息地，丰富了河滩地的生态多样性。由多个坑塘形成的梯塘结构打破了原有单调的河岸缓坡，使其具有节奏感、韵律感及空间



图9 河滩洼地示意图
Fig. 9 Schematic diagram of riverbank depression

多样性，干湿交替的植物分布不仅丰富了景观的层次性，植被带对降雨径流还具有有效的拦截、净化作用。

注：图1源自<http://www.metrostudio.it>，其余均由作者自绘/自摄。

参考文献

- [1] 王立章. 英汉·汉英环境科学与工程词汇[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998.
- [2] 蒋五一, 田晶晶, 蔡永立. 城市大河滩地景观生态设计方法探讨——以安徽怀远淮河湿地公园为例[J]. 园林科技, 2018(12): 64-68.
- [3] 马丁·普林斯基, 安特耶·施托克曼, 苏珊娜·泽勒. 河流空间设计[M]. 王秀南, 等译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [4] 马慧娟. 基于生态修复理念下的河滩地景观设计[J]. 水利水电技术, 2020, 51(s2): 334-337.
- [5] 赵国栋, 刘翠. 基于生态修复理念下的湿地设计探索——以抚州三江湿地公园生态修复工程为例[J]. 水电站设计, 2023, 39(1): 88-91.
- [6] 俞孔坚, 龚瑶. 基于生态系统服务的黄河滩区生态修复模式探索——以郑州黄河滩地公园规划设计为例[J]. 景观设计学, 2021, 9(3): 86-97.
- [7] 何非凡. 基于“城市双修”理论的河道景观优化策略——以白浮泉湿地公园为例[J]. 现代园艺, 2021(9): 85-87.
- [8] 翟蓓蕾. 西北地区河滩地景观设计策略研究[D]. 西安: 西北建筑科技大学, 2019.
- [9] 沙永杰, 纪雁. 新加坡ABC水计划——可持续的城市水资源管理策略[J]. 国际城市规划, 2021, 36(04): 154-158.
- [10] 李雪. 泮河(G310至柳林庄段)河滩地植物景观设计研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2022.
- [11] 胡蓓莉, 马贯成, 饶刚, 等. 永定河滩地生态修复治理分析——以永定河休闲森林公园为例[J]. 绿化与生活, 2022(06): 51-54.
- [12] 汤小存. 黄河流域高质量发展的关键一步——郑州黄河滩地公园建设[J]. 智慧中国, 2020(10): 74-75.
- [13] 高楠. 大荔县黄河滩地乡村“三生”空间布局优化研究[D]. 西安: 长安大学, 2022.
- [14] 崔文生. 山西芮城: 河滩地上生成绿色生态经济长廊[J]. 食品安全导刊, 2019(20): 54-55.
- [15] ZHANG J, LIE W. From Flood Land to New Urban Area: Water Adaptation History and Visions for Daodi Flood Land in the West of Beijing[J]. Landscape Architecture Frontiers, 2021(9): 50-67.
- [16] 钱兴月. 河漫滩景观生态系统服务研究进展[J]. 中国资源综合利用, 2022, 40(05): 114-121.
- [17] 秦小军. 河滩洼地的生态意义及其保护[J]. 贵州教育学院学报(自然科学), 2007(4): 73-91.