

DOI: 10.5846/stxb201712292342

张昶, 王成, 孙睿霖, 金佳莉, 唐赛男. 基于生态与景观双视角的城镇河岸带风貌特征评价研究——以晋江市河溪为例. 生态学报, 2018, 38(23): - .

Zhang C, Wang C, Sun R L, Jin J L, Tang S N. Landscape ecology-scale comprehensive assessment of the characteristics of stream riparian-view in urban areas: a case study in Jinjiang city, Fujian Province. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(23): - .

基于生态与景观双视角的城镇河岸带风貌特征评价研究

——以晋江市河溪为例

张 昶^{1,2,3}, 王 成^{1,2,3,*}, 孙睿霖^{1,2,3}, 金佳莉^{1,2,3}, 唐赛男^{1,2,3}

1 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091

2 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091

3 国家林业和草原局城市森林研究中心, 北京 100091

摘要: 基于生态与景观双视角初步构建了河岸带风貌(RV, riparian view)综合评价指标体系, 选取全域型城镇化典型代表地区晋江市 12 条主要河溪的 120 个河段进行数据取样与河岸带风貌综合评价值的计算, 以此分析了晋江河溪河岸带风貌的现状, 并从整体最优与各项影响因子最优两个层面探讨了河岸带风貌的指标优化控制值, 结果表明: (1) 受城镇化影响晋江目前河溪河岸带风貌整体情况并不乐观, 目前已不存在状态非常好的河段, 且 96.67% 河溪的河岸带风貌已经处于消失、丧失、破坏的状态, 3.33% 河溪的河岸带风貌也受到了消极的影响; (2) 滩涂特征与岸线特征处于非常差状态的河段比例分别达到了 57.5% 与 29.17%, 植被特征无明显的非常好与非常差的极端状态, 基本集中在 36.67% 较差、50% 一般、13.33% 较好的状态, 而水体特征(除水质)总体相对较好的河段数量比例为 56.67%; (3) 浅滩保有率、滩涂宽度、自然滩涂保有度、滨河土地硬度、河道硬度、视线阻隔、植被带高度因子评分值为 0 的比例分别达到了 89.17%、50.83%、64.17%、40.83%、52.50%、63.33%、51.67%, 均高于其他评分值比例, 这些因子的状态以非常差为主, 是目前晋江河溪河岸带风貌短板; (4) 从整体最优化与各项因子最优化两个角度提出 20 项指标优化控制值, 若实现这些目标值, RV 综合评价的得分值将由原有的 1.59 分别提升至 1.96 和 3.85, 晋江河溪河岸带风貌能够从较差的现状提高到一般或非常好的水平。

关键词: 城镇化河溪; 河岸带风貌; 生态-景观视角; 综合评价; 指标优化控制值

Landscape ecology-scale comprehensive assessment of the characteristics of stream riparian-view in urban areas: a case study in Jinjiang city, Fujian Province

ZHANG Chang^{1,2,3}, WANG Cheng^{1,2,3,*}, SUN Ruilin^{1,2,3}, JIN Jiali^{1,2,3}, TANG Sainan^{1,2,3}

1 Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China

3 Urban Forest Research Center, State Forestry and grassland Administration, Beijing 100091, China

Abstract: Riparian view (RV) can be described as a synthesis of water, vegetation, beach, and shoreline characteristics based on the water-beach-land structure of riparian environments. In addition, RV is shown as an integrated state influenced by both ecological and visual landscape in a certain spatial range, which is defined as 10 times the watercourse width, that

基金项目: 林业公益性行业科研专项经费课题(201404030106)

收稿日期: 2017-12-29; 网络出版日期: 2018-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wch8361@13.com

is to say, the maximum among the hydrogeological, visual, ecological controlling boundary line of riparian environments. Stream RV is under destruction and disappearing gradually in China, accompanied by the declined visual and ecological functions of riparian environments due to rapid urbanization, which subsequently leads to a series of problems. Comprehensive assessment plays an important role in the construction and management of the remaining stream RV and promoting them. Moreover, landscape ecology scale, the most uniform and coordinate scale that contains both ecological and visual landscape factors, is a maneuverable method for comprehensive RV assessment studies. Hence, this study was designed to evaluate the current state of stream RV and to further figure out the control value for construction based on the evaluation. Firstly, a comprehensive stream RV assessment system was developed including 4 first-grade indexes (stand for water, vegetation, beach, and shoreline characteristics) and 20 second-grade indexes, followed by establishment of the stream RV value computational model using the AHP (Analytic Hierarchy Process) method. The stream RV state was evaluated and ranked into five categories ("best," indicating the original stream RV is partially preserved; "better," suggesting the stream RV is under destruction; "common," indicating the stream RV suffers from great damage; "worse," implying the stream RV has generally disappeared, and "worst," meaning the original stream RV is completely artificial) based on RV values. Secondly, 12 major streams in Jinjiang city, a city representing overall urbanization in China, were investigated through the assessment of 120 consecutive but obviously different segments divided according to information from GIS analysis and survey. Twenty second-grade indexes were investigated based on 120 plots (each plot stands for a segment); thus, the RV values of 120 stream segments were calculated, and their status were analyzed to obtain an optimized control value of construction for the Jinjiang stream area. The results showed that: (1) Stream RV in Jinjiang was not encouraging; 96.67% of the segments belonged to the "common" (50%), "worse" (40%), and "worst" (1.67%) categories, and no segment belonged to the "best" category; only 3.33% of them reached the "better" category; (2) beach and shoreline characteristics in the "worst" category were 57.5% and 29.17%, respectively, and no vegetation characteristics were in the obvious "best" or "worst" category, which were mainly distributed in the "worse" (36.67%), "common" (50%), and "better" (13.33%) category, while the proportion of water characteristic (except water quality) in "better" category was 56.67%; (3) factors like shoal retention rate, beach width, natural beach retention rate, shoreline land hardness, shoreline bank hardness, sight barrier, and vegetation height have the lowest score(0), and the proportion of these factors having 0 score are 89.17%, 50.83%, 64.17%, 40.83%, 52.50%, 63.33%, and 51.67%, respectively; (4) Twenty optimized control values at two aspects of overall best and each factor best were proposed; if these objectives are achieved, stream RV value would rise from 1.59 to 1.96 and 3.85, respectively, and RV can be increased from the "worse" category to the "common" or the "best" category.

Key Words: urban area stream; riparian view; ecology and landscape-scale; comprehensive assessment; optimized control value

河岸带是陆地生态系统和河流生态系统的交界区^[1-3],呈现水-滩-陆的结构特征,并在一定空间宽度范围表现出生态与视觉景观相互作用的综合状态,这种综合状态表现为融合了水体、植物、滩涂、岸线等的复合特征,可将其界定为河岸带风貌,其受到多种生态与社会因素综合影响与调控。随着我国城镇化的不断推进,城镇化地区河流成为建设用地扩张、城市生产生活污染的首要威胁对象之一,河岸带的形态结构与原有自然河流产生了较大差异,更普遍面临着较为严重的生态与景观功能衰减问题,河岸带风貌退化严重,急需对其状态展开评价研究与调控建设^[4-8]。目前许多关于河岸带的研究,河流生态学将河流作为区域生态廊道,其生态功能及调控宽度的研究已形成较为成熟的理论体系^[9-14];河流景观学将河流作为城市景观廊道^[15-17],其视觉形态及建设宽度问题也得到了较多的研究,但这些研究:(1)并未能体现出河岸带生态功能宽度与视觉景观建设宽度的一致协调性,造成了生态学理论难以落实到建设实践中,(2)探讨的对象大部分为处于集约型大

城市的大型河流,对于处于全域型城镇化影响下小尺度河溪的关注极度缺少,但该地区河溪自我修复能力与景观影响能力相对较弱,干扰更易造成水系生态与景观的全面破坏,并且全域型城镇化条件下河溪在较小河岸空间范畴内更集中反映出各种生态与社会因素的突出矛盾,其河岸带风貌有着更多的非自然差异与复杂表现形态,需要系统而综合的解析与研究。针对上述问题,本文尝试解决:(1)从生态与景观双重角度,应如何构建全面反映状态的综合评价体系,并以此为基础探讨河岸带风貌优化对策,解决河岸带生态功能同视觉景观研究与建设宽度的一致性问题;(2)针对小尺度河溪研究缺口,以晋江市河溪为例展开研究,探讨应提出具体的河岸带风貌恢复与建设措施,以更好地指导实践,为其他研究提供指导与参考。

1 材料与方法

1.1 研究区域与研究对象

晋江市位于福建省东南沿海,泉州市东南部,晋江下游南岸,是在没有大城市影响、乡镇企业全面开花、就地实现城镇化的经济发达地区,城镇建设用地比重高达 64%,是我多东南沿海全域型城镇化的典型代表。其市域河网密度大、河道浅窄、源近而流短,城区、乡镇、乡村、农田、工厂等各类景观交错分布于河流沿线(图 1),河流景观已经发生了全流域的整体性变化^[18]。本研究选定 12 条主要河溪作为研究对象,其分布于晋江市域内各方向,沿线涉及各种不同类型的土地利用。



图 1 研究区域河溪沿线现状

Fig.1 Current situation of stream riparian in study area

1.2 研究范围与研究河段

范围界定:河岸带风貌是生态与视觉景观综合状态的表征,基于这一综合特性,立足晋江河溪的特点,参考现有从生态、景观、地文等角度划定河岸带宽度的研究成果,耦合并取能够包含各特征的最大范围,将研究范围定于 10 倍河宽^[19](图 2),即 $\max \{ \text{生态控制宽度} (30\text{m}^{[20]}、65\text{m}^{[20]}、150\text{m}^{[21]}) , \text{地形水文基础宽度} (25\text{m}^{[22]}、10 \text{ 倍河宽}、\text{历史最大洪水线}^{[23]}、\text{水土保持线}^{[24]}) , \text{视觉影响宽度} (\text{第一层视线轮廓的水平距离}^{[25]}) \}$ = 10 倍河宽,经过实地校正确认该范围完全能够包含从河滩开始向两岸延展的连续性植物群落的最远边界。

河段调查:河段的确定首先利用 GIS 技术手段,依据最新高清卫星遥感资料进行差异分辨,并根据河流形态(河槽宽度变化 10m 以上)、土地利用(主要用地类型由农用地变为建设用地,或反之)和植被的代表性原则^[26],每条河流划均分为连续性的差异河段,再依据实际情况与现场可达性,选择一个样点作为该河段的代表,现场用 GPS 对其进行准确的定位记录并开展详细调查,12 条河流共设置 120 个河段调查点(图 2)。

1.3 综合评价指标体系构建

1.3.1 评价指标的选择

河岸带风貌融合了水体、空间形态、植物、用地、岸线等复合特征,对其状态的研究应立足科学的综合评价体系,依据评价指标选取的代表性、可操作性、可比性等原则,结合实地调查与专家意见^[27],以水-滩-陆所包含的水体特征(A1)、植被特征(A2)、滩涂特征(A3)、岸线特征(A4)四个层次作为评价体系一级指标,再进一步筛选各个特征的典型影响因子作为二级指标,其中水体特征层的二级指标包括水体充盈度(B11)、水流速度(B12)、水面通透度(B13)3 个因子;植被带特征层的二级指标包括植被带宽度(B21)、植被带高度(B22)、多

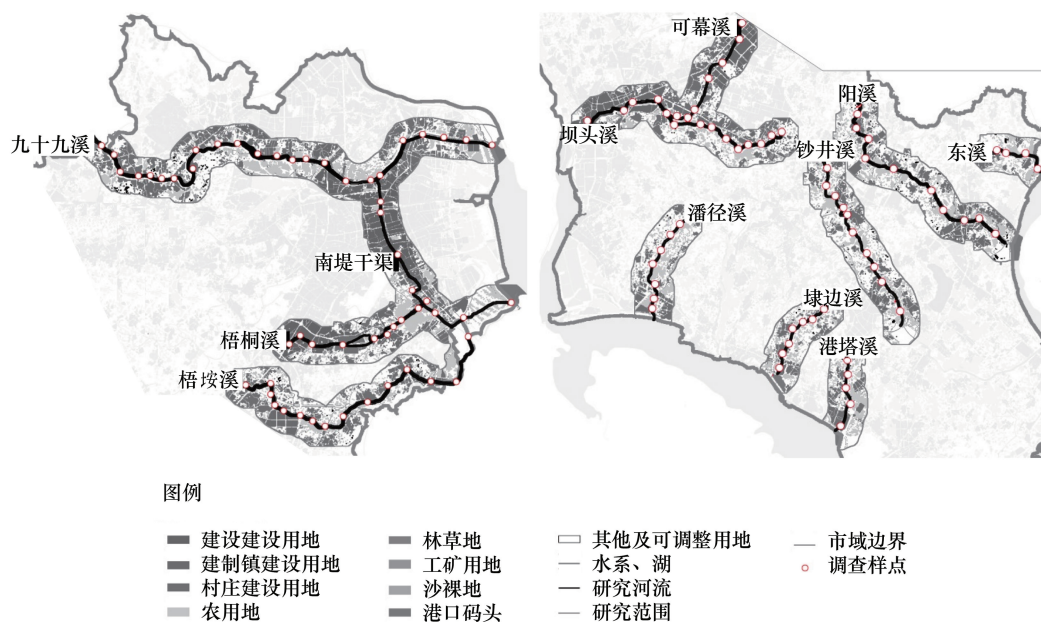


图2 研究范围用地现状及调查样点示意图

Fig.2 Land use of study area and the distribution of samples

样性(B23)、乡土性(B24)、植被带结构(B25)、植物区系(B26)、植被带连续性(B27)、人为栽植植物比例(B28)8个因子;滩涂特征层的二级指标包括浅滩保有率(B31)、滩涂宽度(B32)、自然滩涂保有度(B33)3个因子;岸线特征层的二级指标包括视线阻隔(B41)、河堤类型(B42)、河堤高度(B43)、河堤绿化比例(B44)、滨河土地硬度^[28](B45)、滨河河道硬度^[28](B46)6个因子,以此构建河岸带风貌综合评价体系(图3)。

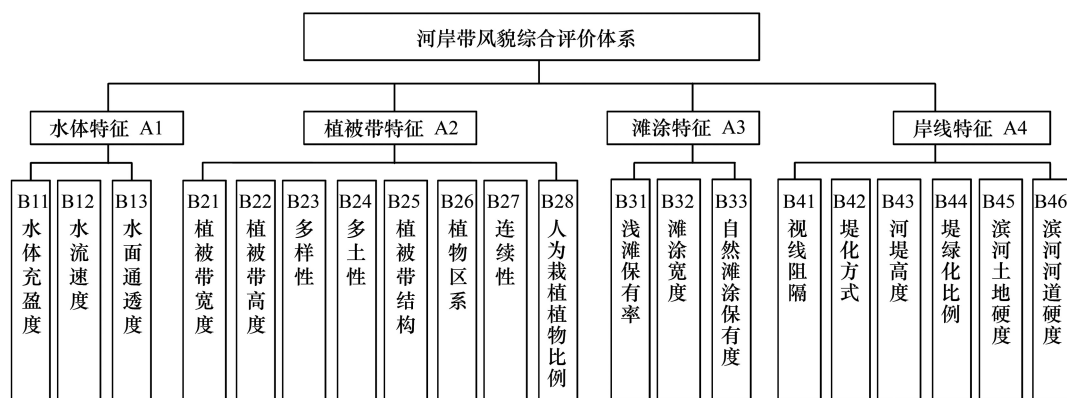


图3 河岸带风貌综合评价体系

Fig.3 Comprehensive assessment index system of riparian view

1.3.2 评价标准的确定

本文在资料收集、现状调研、国内外标准对比、专家咨询等基础上,结合晋江城镇化地区河溪的特点及实际情况确定评价标准,具体见下表1,评分标准采用5级分值评分,分值越高表示河岸带风貌越接近地带性原生自然河流的特征,状态越好,分值越低,表示河岸带风貌受人为破坏程度更大,状态越差。

表中部分二级评价指标含义:B23多样性指数,调查点内按照样带法,从河滩处开始每隔3m设置一个样方,至河岸带植被群落边缘(草本1m×1m,灌木5m×5m,乔木5m×5m)^[27],调查主要涉及指标包括乔木的名称、株数、高度、胸径,灌木的名称、株数/丛数、覆盖度,草本的名称、株数、高度、覆盖度,计算各种植物重要值^[36],其中乔木重要值=(相对密度+相对优势度+相对频度)/3;草本重要值=(相对高度+相对盖度+相对频度)/3;灌木重要值=(相对密度+相对盖度+相对频度)/3,求得Shannon-Wiener多样性指数(Shannon-Wiener

表 1 二级指标评分值标准及其权重
Table 1 Assessment standard of second-grade indexes score and their weights

指标 Index	计算方法 Calculation	评分值 Score					W_1	W_2	参考文献 Reference
		4	3	2	1	0			
B11	常水面宽度/河槽宽度	$1 \geq B11 > 0.75$, 河水充盈	$0.75 \geq B11 > 0.5$	$0.5 \geq B11 > 0.25$	$0.25 \geq B11 > 0$	基本无常水面, 河水干涸	0.21	0.02	[29]
B12	浮标移动距离	$B12 > 0.75$	$0.75 \geq B12 > 0.5$	$0.5 \geq B12 > 0.25$	$0.25 \geq B12 > 0$	浮标静止, 水不流动	0.46	0.05	[29]
B13	水面(垃圾、浮萍)覆盖面积/水体面积	0, 无(垃圾、浮萍)覆盖水面	$0.25 \geq B15 > 0$	$0.5 \geq B15 > 0.25$	$0.75 \geq B15 > 0.5$	1(垃圾等全覆盖水面) $\geq B15 > 0.75$	0.33	0.04	[30]
B21	河岸植被带平均宽度	$B21 > 30m$	$30 \geq B21 > 20m$	$20 \geq B21 > 10m$	$10 \geq B21 > 0m$	河岸无植被带	0.14	0.06	[31-32]
B22	河岸植被带平均高度	$B22 \geq 20m$	$20 > B22 \geq 15m$	$15 > B22 \geq 10m$	$10 > B22 \geq 6m$	$6 > B22 \geq 0$	0.18	0.08	[33]
B23	Shannon-Wiener 多样性指数	$3 \geq B23 > 2.4$	$2.4 \geq B23 > 1.8$	$1.8 \geq B23 > 1.2$	$1.2 \geq B23 > 0.6$	$0.6 \geq B23 > 0$	0.13	0.05	[32]
B24	河岸植被带乡土植物种类数/总植物种类数	$1 \geq B24 > 0.8$	$0.8 \geq B24 > 0.6$	$0.6 \geq B24 > 0.4$	$0.4 \geq B24 > 0.2$	$0.2 \geq B24 > 0$	0.08	0.03	—
B25	生活型构成	乔木+灌木+草本	乔木+灌木或草本	乔木	灌木+草本	草本	0.08	0.03	[33-34]
B26	广义热带成分	$B26 > 0.8$	$0.8 \geq B26 > 0.6$	$0.6 \geq B26 > 0.4$	$0.4 \geq B26 > 0.2$	$0.2 \geq B26$, 非地带性区系类型为主	0.06	0.03	[35]
B27	植被斑块数量	1, 植被带无间断连续分布	2, 植被带被分割为两个斑块	3, 植被带被分割为三个斑块	4, 植被带被分割为四个斑块	$B27 > 4$, 植被带分割较多, 连续性差	0.1	0.04	[32, 34]
B28	人为用途栽植的外来植物种类数/总植物种类数	$0.2 \geq B28 > 0$	$0.4 \geq B28 > 0.2$	$0.6 \geq B28 > 0.4$	$0.8 \geq B28 > 0.6$	$1 \geq B28 > 0.8$	0.23	0.10	—
B31	保有深潭浅滩的岸线长度/河段总岸线长度	$1 \geq B31 \geq 0.8$	$0.8 > B31 \geq 0.6$	$0.6 > B31 \geq 0.4$	$0.4 > B31 \geq 0.2$	$0.2 > B31 \geq 0$	0.47	0.11	[32]
B32	常水位线到陆地边界线的距离	$B32 > 3m$	$3 \geq B32 > 2$	$2 \geq B32 > 1$	$1 \geq B32 > 0$	滩涂完全消失	0.33	0.08	—
B33	无人干扰滩涂面积/滩涂总面积	$1 \geq B33 > 0.8$	$0.8 \geq B33 > 0.6$	$0.6 \geq B33 > 0.4$	$0.4 \geq B33 > 0.2$	$0.2 \geq B33 > 0$	0.2	0.05	—
B41	建筑高度/建筑到水的距离	$B42 > 3$ 倍河宽, 视线无压迫	3 倍河宽 $\geq B42 > 2$ 倍河宽	2 倍河宽 $\geq B42 > 1$ 倍河宽	1 倍河宽 $\geq B42$	直接河水	0.21	0.05	[26]
B42	岸坡结构与材质	土坡挡墙	土石混合	混凝土格栅植被	堆石、浆砌石块、干砌石块	钢筋混凝土	0.04	0.01	[29]
B43	河堤地面高度	$1m \geq B44 \geq 0$	$2m \geq B44 > 1m$	$3m \geq B44 > 2m$	$4m \geq B44 > 3m$	$B44 > 4m$	0.09	0.02	—
B44	绿化河堤长度/河堤总长度	$1 \geq B45 > 0.8$	$0.8 \geq B45 > 0.6$	$0.6 \geq B45 > 0.4$	$0.4 \geq B45 > 0.2$	$0.2 \geq B45 > 0$	0.15	0.03	[28]
B45	建设用地岸线长度/耕地岸线长度	$0.2 \geq B46 > 0$	$0.4 \geq B46 > 0.2$	$0.6 \geq B46 > 0.4$	$0.8 \geq B46 > 0.6$	$1 \geq B46 > 0.8$	0.27	0.06	[28]
B46	渠化岸线长度/河段总岸线长度	$0.2 \geq B46 > 0$	$0.4 \geq B46 > 0.2$	$0.6 \geq B46 > 0.4$	$0.8 \geq B46 > 0.6$	$1 \geq B46 > 0.8$	0.24	0.06	—

W_1 : 层次内权重, Internal weight; W_2 : 综合权重, comprehensive weights. — 专家咨询方法

指数: $H = - \sum_{i=1}^s N_i \ln N_i$, N_i 为第 i 种个体的重要值); B26 广义热带成分, 按照植物区系划分^[31], 晋江所处地带性气候区为广义热带植物区系, 因此广义热带成分的比例表征了河溪沿线对地带性植被的保留程度, 该比例越低说明原生植被受人为干扰或外来植物侵入较重; B31 浅滩保有率, 是指该河段中还存在深潭与浅滩这一河流自然构造的河段长度占整体河段长度的比例; B33 自然滩涂保有度, 是指未受生产生活垃圾填埋、堆砌、耕种占用等人为干扰破坏的自然滩涂面积占该河段总滩涂面积的比例。

1.3.3 评价模型的建立

(1) 首先运用 AHP (Analytic Hierarchy Process) 方法^[37] 进行指标的权重计算, 对二级指标重要性做两两比较, 构建判断矩阵, 经一致性检验后得到各指标的层次内权重 W_1 (表 1), 再分别与所处一级层次的权重 (水体特征、滩涂特征、植被特征、岸线特征层次权重分别为 0.11、0.42、0.24、0.23) 求积, 得到二级评价指标的综合权重 W_2 (表 1); (2) 其次将各二级指标调查值或计算值, 依据表 1 的评价标准, 获得各二级指标评分值 (分值在 0—4 之间), N_i 表示第 i 个二级指标评分值; (3) 对河溪河岸带风貌得分值进行计算, 用 N_i 与其综合权重求积并加和所有二级指标的该项求积值得到河岸带风貌得分值, 用 N_i 与其层次内权重求积并加和各特征所属全部二级指标的该项求积值得到该特征得分值; (4) 对河岸带风貌进行状态等级划分, 依据得分值划分为非常好、好、一般、较差、非常差 5 个状态等级 (表 2)。

表 2 状态等级及状态描述
Table 2 Grade value and grade state

状态等级 Grade	得分值 Value	状态描述 State
非常好 Best	3.2—4	河溪受城镇化的—定干扰, 河溪原生风貌受到程度不同的影响但有所保留, 岸线建设用地存在采用近自然建设方式的滨水空间, 较好地保留了河岸带的生态与景观的自然特征。
较好 Better	2.4—3.2	河溪受城镇化的普遍干扰, 大部分河段水体干涸或污染、植被带破坏、滩涂消失、岸线渠化与建设用地侵蚀, 原生生态景观风貌受到破坏。
—般 Common	1.6—2.4	河溪受城镇化的较强干扰, 水体干涸或污染、植被带破坏、滩涂消失、岸线渠化与建设用地侵蚀程度较大, 原生生态景观风貌受到较大破坏。
较差 Worse	0.8—1.6	河溪受城镇化的强烈干扰, 水体、植被带、滩涂及岸线特征均受到侵扰, 原生生态景观风貌普遍丧失;
非常差 Worst	0—0.8	河溪受城镇化的剧烈干扰, 水体干涸或污染、植被带破坏、滩涂消失、岸线渠化与建设用地侵蚀严重, 原生生态景观风貌基本消失

2 结果与分析

2.1 晋江河溪河岸带风貌整体状态评价

统计上述评价模型, 对 120 个河段的取样数据计算所有样点的 RV 值, 并按照上述 5 个等级进行分类统计 (图 4), 结果表明, 河岸带风貌值无 $3.2 < RV \leq 4$ 的河段, $2.4 < RV \leq 3.2$ 的河段数量比例为 3.33%, 即是说晋江目前尚不存在原生状态完全保留且较少受干扰的河段, 河岸带风貌保存相对较好的河段只占 3.33%; 极少部分河段 (2 个) 处于 $0 \leq RV < 0.8$ 的状态, 其一为九十九溪的入海口, 已全部建为水利设施, 其二为位于坝头溪工业用地河段, 工厂用地直接与河水相连, 污水直接排放整体污染较重, 二者是污染最为突出的典型代表, 也是晋江河溪河岸带风貌最差状态的现实表征; $0.8 < RV \leq 1.6$ 、 $1.6 < RV \leq 2.4$ 的河段数量占总河段数量的比例分别为 45%、50%, 表明目前晋江河溪大部分河段处于较差 (54 个河段) 与—般 (60 个河段) 的状态, 95% 的河溪河岸带风貌已经处于消失、破坏的状态, 说明城镇化存在的共性影响因素, 已经对该区域河溪河岸带的整体风貌造成了极大的影响。

2.2 晋江河溪河岸带风貌各特征状态评价

进一步统计各二级指标评分值 0、1、2、3、4 分别所占比例 (图 5), 并基于各项二级指标, 分析水体、植物、滩涂、岸线特征。

浅滩保有率、滩涂宽度、自然滩涂保有度因子评分值为 0 的比例 (分别为 89.17%、50.83%、64.17%) 显著

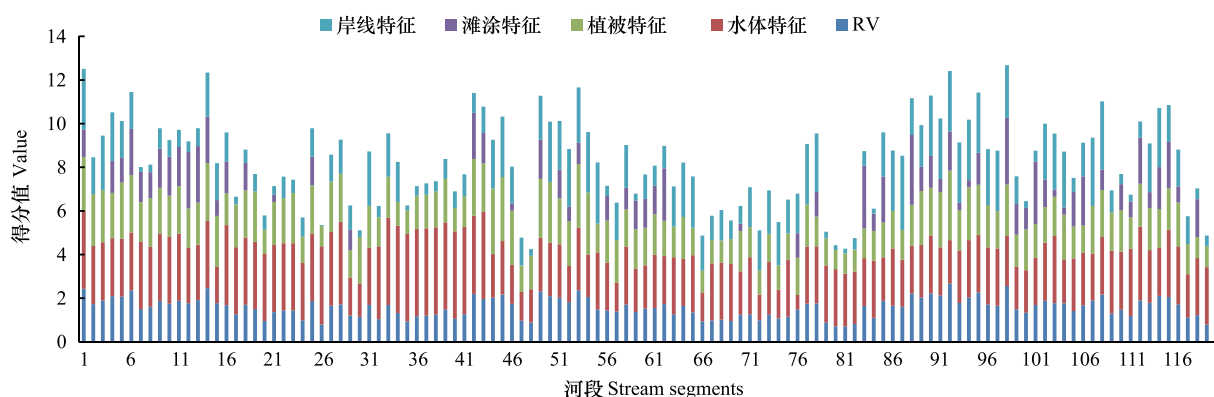


图4 晋江河溪河岸带风貌及其各特征综合评价的得分值

Fig.4 Stream riparian view and its characteristics value in Jinjiang by Comprehensive assessment

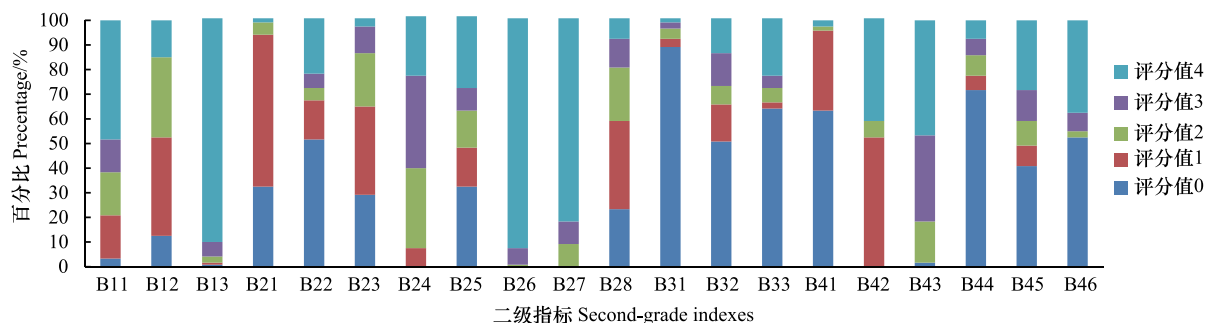


图5 二级指标各评分值所占比例

Fig.5 The percentage of different second-grade indexes score

高于其他评分值比例,因此滩涂特征处于非常差状态的河段比例达到了 57.5% (69 个河段),说明目前晋江河溪在城镇化背景下,对自然滩涂的破坏较重,滩涂基本被蚕食或挤占,自然特征基本消失。

岸线特征鲜有非常好状态的河段,处于非常差状态的比例为 29.17% (35 个河段),略高于较差 22.5% (27 个河段)、一般 24.17% (29 个河段)、较好 23.33% (28 个河段) 状态,滨河土地硬度、河道硬度、视线阻隔因子评分值为 0 的比例 (分别为 40.83%、52.50%、63.33%) 显著高于其他评分值的比例,这与目前晋江总体约 66% 河岸修筑堤渠的实际情况相一致。

植被特征基本集中在较差、一般、较好的状态,其中较差为 36.67% (44 个河段)、一般为 50% (60 个河段)、较好为 13.33% (16 个河段),说明晋江目前的河岸植被带尚且存在一定的保留或建设基础,但同时植被带高度因子评分明显较低 (评分值为 0 的比例 51.67% 高于其他评分值比例),说明也存在极强的人为干扰,致使整体河流植物类型由草本植物主导并伴随大量入侵种类。

水体特征 (除水质) 总体相对较好的河段数量比例为 56.67% (68 个河段),水量较为丰沛但水流速度因子评分值为 4 的比例低于其他评分值比例,河溪水体流动性尚不能达到非常好的状态。

3 讨论

3.1 基于整体最优的指标优化控制值

由前述分析可知,RV 得分值不低于 2.4,即处于一般状态以上 (较好与非常好) 的河段数量比例共计 3.33%,表征该 3.33% 的河段在不可避免的城镇化背景下,所有风貌特征因子集合而成的最佳状态 (某些单项因子可能并非最高值,但所有因子集合表现为共同的最佳状态),这些河段虽同样存在水体干涸或污染、植被带破坏、滩涂消失、岸线渠化与建设用地侵蚀的现象,河溪沿岸原生风貌受到了程度不等的影响以及破坏,但河

溪沿岸原生风貌或某些表征该河溪原生风貌的元素或格局仍然有所保留,其各项特征因子的数值对于同区域其他河溪构建整体性高风貌值具有重要参考价值,能够指导其优化实践工作,故对此 3.33%的河段展开进一步研究,直接统计该状态下各项风貌影响因子定性调查值或定量计算值的平均值,作为该指标在整体最优状态下的指标优化控制值(表 3)。

表 3 整体最优与各项因子最优状态下的指标优化控制值

Table 3 Optimized control values at two aspects of overall best and each factor best

指标因子 Index	优化控制值 Optimized control values		指标因子 Index	优化控制值 Optimized control values	
	整体最优 Overall best	各项因子最优 Each factor best		整体最优 Overall best	各项因子最优 Each factor best
B11	0.65	1	B31	0.23	0.8
B12	0.3	0.6	B32	2.33	32
B13	0.03	0	B33	0.29	1
B21	3.86	32	B41	5.68	5
B22	10.22	34.84	B42	2	4
B23	1.03	3.47	B43	1.25	0
B24	0.66	0.98	B44	0.18	1
B25	2	4	B45	0.54	0
B26	0.88	1	B46	0.56	0
B27	2	1			
B28	0.71	0.1			

由表 3 知,要实现晋江地区河溪河岸带风貌整体最优的状态,各项影响因子的调控标准为:

- (1)从水体特征方面,常水面至少占河道 65%,水流速度 0.3m/s 左右,水面被覆盖的面积比例低于 3%;(2)从植被特征方面,植被带宽度至少 3.86m,高度至少 10.22m,多样性不低于 1.03,乡土植物比例不少于 66%且植物区系广义热带成分不低于 88%,至少保证乔木层存在,且植被群落最多破碎分割为两个斑块,人为用途而引入外来植物比例不超过 71%;(3)从滩涂特征方面,整条河流 23%的岸线存在天然浅滩,滩涂宽度至少在 2.33m,滩涂植被覆盖率至少为 29%;(4)从岸线特征方面,建筑高度不超过其到水体距离的 5.68 倍,沿线渠化河段不超过 56%,且堤渠化河段中至少 18%的堤渠化岸线保证有效绿化,同时,河堤地面部分不高于 1.25m 并至少保证为混泥土栅格植被的立面处理方式,最后沿线工矿及居民建设用地比例不高于 54%。

若实现整体最优的指标优化控制值,按照前述 RV 评价模型进行计算,晋江河溪河岸带风貌得分值(120 个研究河段的平均值)将由原有的 1.59 提升至 1.96,能够使河岸带风貌从较差的现状提高到一般水平。

3.2 基于各项影响因子最优的指标优化控制值

进一步对本次研究样地河岸带风貌值的各项影响因子进行分析与讨论,影响因子的最优值能够表征出在城镇化影响存在的条件下,该地区河溪河岸带风貌的最佳状态,最大程度地体现水体充盈清澈且具有流动性、岸线蜿蜒自然、植被多样茂密且分布合理、滩涂深浅交错的理想自然特征,因此若以各项影响因子的最佳值作为建设与调控的标准,理论上能够使河溪达到河岸带风貌的最高等级,统计各项影响因子的调查或计算值的最优值作为该指标的优化控制值,(表 4),其调控标准如下。

- (1)从水体特征方面,常水面充实河道,水流速度 0.6m/s 左右,无水面覆盖物;(2)从植被特征方面,植被带宽度至少 32m,高度至少 34.84m,多样性不低于 3.47,乡土植物比例不少于 98%且植物区系广义热带成分不低于 100%,保证乔灌草的结构完整存在,且植被群落为连续斑块,人为用途而引入外来植物比例不超过 10%;(3)从滩涂特征方面,整条河流 80%的岸线存在天然浅滩,滩涂宽度至少在 32m,滩涂植被覆盖率 100%;(4)从岸线特征方面,建筑高度不超过其到水体距离的 5 倍,河流不渠化且工矿及居民建设用地不挤占河岸带。

若实现各项影响因子最优的指标优化控制值,按照前述 RV 评价模型进行计算,晋江河溪河岸带风貌综

合得分 RV 值(120 个研究河段的平均值)将由原有的 1.59 提升至 3.85,能够使河岸带风貌从较差的现状提高到非常好的水平。

4 结论

(1)目前晋江河溪河岸带风貌整体情况并不乐观,目前已不存在状态非常好的河段。河岸带风貌 RV 综合评价模型计算可得, $2.4 < RV \leq 3$ (较好)、 $1.6 < RV \leq 2.4$ (一般)、 $0.8 < RV \leq 1.6$ (较差)、 $0 \leq RV \leq 0.8$ (非常差)的河段数量占总河段数量的比例分别为 3.33%、50%、45%、1.67%,即 96.67%河溪河岸带风貌已经处于消失、破坏的状态,只有 3.33%河溪河岸带风貌保持相对较好的状态。

(2)滩涂特征处于非常差状态的河段比例达到了 57.5%,岸线特征鲜有非常好状态的河段,处于非常差状态的比例为 29.17%,植被特征基本集中在较差、一般、较好的状态,其中较差为 36.67%、一般为 50%、较好为 13.33%,水体特征(除水质)总体相对较好的河段数量比例为 56.67%。

(3)浅滩保有率、滩涂宽度、自然滩涂保有度、滨河土地硬度、河道硬度、视线阻隔、植被带高度因子的评分值相对最为不理想,评分值为 0 的比例分别达到了 89.17%、50.83%、64.17%、40.83%、52.50%、63.33%、51.67%。说明晋江河溪在城镇化背景下,存在极强的人为干扰,自然滩涂与岸线基本被蚕食,河岸带由草本植物主导竖向绿量相关较低。

(4)从整体最优化与各项因子最优化两个角度,针对水体特征、植被特征、岸线特征、滩涂特征,分别提出河岸带风貌的 20 项指标优化控制值,若实现这些标准, RV 值(120 个研究河段的平均值)将由原有的 1.59 分别提升至 1.96 和 3.85,即是说能够使河岸带风貌从较差的现状提高到一般或非常好的水平。

本文主要以评价模型为手段,集中地对晋江河溪目前的河岸带风貌状态进行了研究,并在此基础上提出了优化河岸带风貌的关键性建设指标控制值,通过调整河溪植被、滩涂、水体、岸线特征的相关因子,能够使河岸带风貌得到优化,而进一步结合考虑目前客观建设条件,晋江河溪两岸的用地类型已经固化,沿线建设用地的调整所需周期较长,且晋江河溪水体特征相关于大尺度流域的整体综合治理,因此目前通过调控植被特征(B21-B28)与滩涂特征(C31-C33)可能是实现河岸带风貌优化的最优途径,而具体可行与可操作的控制标准与建设策略,还需结合实际情况对不同河流进行综合探讨与分析。同时,本文着重现状与未来优化,还尚缺少对城镇化与本地区河岸带风貌变化关联性,即过去变化由来的研究,今后应立足于此,进一步分解至每条河流,充分分析每条不同的河溪城镇化特点与其河岸带风貌特征之间的关联性,并结合沿线土地利用、经济社会发展等,综合水体、岸线、植物、滩涂特征四个层面,探讨更深层次的城镇化地区河岸带风貌的影响机制。

参考文献(References):

- [1] Forman R T T. Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge: Cambridge University Press, 1995: 208-208, 213-246.
- [2] 夏继红, 严忠民. 生态河岸带的概念及功能. 水利水电技术, 2006, 37(5): 14-17, 24-24.
- [3] Ryan R L. Local perceptions and values for a midwestern river corridor. Landscape and Urban Planning, 1998, 42(2/4): 225-237.
- [4] 张建春, 彭补拙. 河岸带及其生态重建研究. 地理研究, 2002, 21(3): 373-383.
- [5] 黄凯, 郭怀成, 刘永, 郁亚娟, 周丰. 河岸带生态系统退化机制及其恢复研究进展. 应用生态学报, 2007, 18(6): 1373-1382.
- [6] 邓红兵, 王青春, 王庆礼, 吴文春, 邵国凡. 河岸植被缓冲带与河岸带管理. 应用生态学报, 2001, 12(6): 951-954.
- [7] Averitt E, Steiner F, Yabes R A, Patten D. An assessment of the Verde River Corridor Project in Arizona. Landscape and Urban Planning, 1994, 28(2/3): 161-178.
- [8] Kuhar U, Germ M, Gaberšček A, Urbanič G. Development of a River Macrophyte Index (RMI) for assessing river ecological status. Limnological Ecology and Management of Inland Waters, 2011, 41(3): 235-243.
- [9] King S E, Osmond D L, Smith J, Burchell M R, Dukes M, Evans R O, Knies S, Kunickis S. Effects of riparian buffer vegetation and width: A 12-year longitudinal study. Journal of Environmental Quality, 2016, 45(4): 1243-1251.
- [10] Harvey J, Gooseff M. River corridor science: Hydrologic exchange and ecological consequences from bedforms to basins. Water Resources Research, 2015, 51(9): 6893-6922.

- [11] Gangodagamage C, Barnes E, Fofoula-Georgiou E. Scaling in river corridor widths depicts organization in valley morphology. *Geomorphology*, 2007, 91(3/4): 198-215.
- [12] Pradhan B, Youssef A M. A 100-Year maximum flood susceptibility mapping using integrated hydrological and hydrodynamic models: Kelantan River corridor, Malaysia. *Journal of Flood Risk Management*, 2011, 4(3): 189-202.
- [13] Elliott K J, Vose J M. Effects of riparian zone buffer widths on vegetation diversity in southern Appalachian headwater catchments. *Forest Ecology and Management*, 2016, 376: 9-23.
- [14] 江明喜, 邓红兵, 唐涛, 蔡庆华. 香溪河流域河岸带植物群落物种丰富度格局. *生态学报*, 2002, 22(5): 629-635.
- [15] 顾西西, 姜允芳. 城市河流绿色廊道的空间可达性分析——以上海市苏州河为例. *现代城市研究*, 2016, (2): 70-76, 125-125.
- [16] 干晓宇, 陈一, 周波. 河流廊道的城市景观生态意义分析——以四川省邛崃市为例. *长江流域资源与环境*, 2014, 23(12): 1678-1683.
- [17] 朱强, 俞孔坚, 李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度. *生态学报*, 2005, 25(9): 2406-2412.
- [18] 冉建波. 高分影像下晋江流域土地利用景观格局变化及其粒度效应[D]. 福州: 福建师范大学, 2015.
- [19] 甘明超. 广州市流溪河河岸带土地利用格局及其分异研究. 广州: 中山大学, 2006.
- [20] Lee P, Smyth C, Boutin S. Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States. *Journal of Environmental Management*, 2004, 70(2): 165-180.
- [21] Hansen B D, Reich P, Cavagnaro T R, Lake P S. Challenges in applying scientific evidence to width recommendations for riparian management in agricultural Australia. *Ecological Management & Restoration*, 2015, 16(1): 50-57.
- [22] 饶良懿, 崔建国. 河岸植被缓冲带生态水文功能研究进展. *中国水土保持科学*, 2008, 6(4): 121-128.
- [23] 王成, 彭镇华, 孟平, 许中旗. 河北太行山区河谷土地空间分异规律研究. *生态学报*, 2001, 21(8): 1329-1338.
- [24] Dindaroğlu T, Reis M, Akay A E, Tonguç F. Hydroecological approach for determining the width of riparian buffer zones for providing soil conservation and water quality. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2015, 12(1): 275-284.
- [25] 黄光宇. 山地城市学. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [26] 汪东东, 杨凯, 车越, 吕永鹏. 河段尺度的上海苏州河河岸带综合评价. *生态学报*, 2010, 30(13): 3501-3510.
- [27] 修晨, 欧阳志云, 郑华. 北京永定河-海河干流河岸带植物的区系分析. *生态学报*, 2014, 34(6): 1535-1547.
- [28] 张昶, 王成, 孙睿霖, 鄧光发, 梁冰晶, 金佳莉, 李喆靓. 城市化地区河岸带植被特征及其与河岸硬度的关系——以晋江市为例. *生态学报*, 2016, 36(12): 3703-3713.
- [29] 温存, 高阳, 高甲荣, 陈子珊, 刘瑛. 河溪近自然治理技术及其评价方法. *中国水土保持科学*, 2006, 4(S1): 39-44.
- [30] 陈婷. 平原河网地区城市河流生境评价研究——以上海为实例. 上海: 华东师范大学, 2007.
- [31] Ladson A R, White L J, Doolan J A, Finlayson B L, Hart B T, Lake P S, Tilleard J W. Development and testing of an index of Stream Condition for waterway management in Australia. *Freshwater Biology*, 1999, 41(2): 453-468.
- [32] 冯泽深, 高甲荣, 姜会品, 赵哲光, 杨海龙, 王颖. 京郊河溪岸边带生态恢复适宜性评价. *水土保持通报*, 2010, 30(2): 46-50.
- [33] 施展. 平原河网地区城市河流滨岸带生境评价研究——以上海市苏州河为例[D]. 上海: 华东师范大学, 2008.
- [34] 顾岚, 高甲荣, 刘瑛, 高宇婷, 钱斌天, 王越. 北京郊区河流自然性评价——以汤河为例. *水土保持通报*, 2012, 32(1): 165-170.
- [35] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. *云南植物研究*, 1991, 13(S4): 1-3.
- [36] 王育松, 上官铁梁. 关于重要值计算方法的若干问题. *山西大学学报: 自然科学版*, 2010, 33(2): 312-316.
- [37] 朱晓博, 高甲荣, 张金瑞, 杨思思. 基于 AHP-模糊综合评价法的河流近自然评价——以浙江省安吉县西苕溪为例. *中国水土保持*, 2014, (2): 35-39.