

青藏高原流域廊道体系对生态环境的影响

—以尼洋河流域为例

何晓蓉¹, 李辉霞¹, 范建容¹, 李学东²

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041; 2. 四川大学建筑与环境学院, 成都 610065)

摘 要: 通过对尼洋河流域景观生态系统廊道体系构成和布局现状分析, 揭示了流域内廊道体系的主要问题: 构成单一、布局简单; 详细分析了各种廊道对流域生态环境的有利和不利影响。在此基础上提出了流域廊道体系优化对策。
关键词: 青藏高原; 流域; 廊道体系; 尼洋河; 生态环境
中图分类号: X 171. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2004)02-0097-03

Influences of Corridor System on Eco-environment of
Basin in the Qinghai- Tibet Plateau
——Take the Niyang River Basin for Example

HE Xiao-rong¹, LI Hui-xia¹, FAN Jian-rong¹, LI Xue-dong²

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu 610041, China;
2. College of Construction and Environment, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: Based on the analyses about the structure and layout actualities of corridor system in the Niyang Rriver basin land-scape eco-system, it was pointed out that the main problems of corridor system in Niyang River basin were the singularity of composing and the simple of layout. Moreover, it was analyzed that the advantage and disadvantage influences of each corridor on eco-environment in this basin. In the end, the optimized countermeasures were brought forward for the basin sustainable development .
Key words: the Qinghai- Tibet Plateau; basin; corridor system; the Niyang River; eco-environment

从景观生态学来看, 景观系统中的廊道体系既是各种流的通道(如物质流、能量流、人口流、信息流等), 又是分割景观造成景观破碎的主要原因; 廊道是线性的景观单元, 具有通道和阻隔的双重作用^[1]。廊道体系的发展常常引导着整个景观系统格局的变化。因此, 对廊道体系的研究有助于景观生态系统的建设。
青藏高原有着特殊的景观生态系统结构, 其廊道体系也具有自身的特点。对于高原流域景观生态系统来说, 廊道体系结构简单, 功能较单一, 主要有河流廊道和道路廊道。本文就是以廊道为研究对象, 分析高原廊道对流域生态环境的影响。

1 尼洋河流域景观生态系统概况

尼洋河流域位于青藏高原南部, 东起色季拉山, 西抵米拉山, 北以念青唐古拉山为界, 南至雅鲁藏布江河谷。尼洋河流域总面积为 17 732. 3 km², 冰川和永久性积雪面积为 975

km², 占流域总面积的 5. 5%; 湖泊面积 114 km², 占流域总面积的 0. 64%; 农田主要分布在河谷及沿河支沟沟谷内, 约占流域总面积的 4. 12%。
尼洋河流域的高山深谷地貌类型特点明显。尼洋河流域河网密度较大, 常年性河流较多, 主要靠雨水和冰雪融化补给。同时, 由于流域植被盖度较高, 有大面积的森林覆盖(4 200 m 以下分布为森林, 4 200 ~ 4 500 m 为灌丛草甸带, 5 000 m 以上为高山寒漠带和高山冰雪带), 使河流常年保持一定的流量^[2]。
尼洋河流域景观生态系统按地貌形态可分为: 高山景观、河谷及阶地景观; 按土地覆盖状况可分为: 草地景观、森林景观、耕作景观、城镇和居民点景观、道路景观、河流和水域景观等。按景观生态学的斑块- 廊道- 基质理论分析, 从流域尺度来看, 尼洋河流域主要斑块为草地斑块、森林植被斑块、农田耕地斑块、城镇和居民点斑块等; 廊道主要是河流、公路等线型地物。

① 收稿日期: 2003-11-20
基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2- SW- 319)
作者简介: 何晓蓉(1970-), 女, 湖北巴东人, 博士生, 发表论文 10 余篇, 主要研究方向为环境退化与生态重建。

2 尼洋河流域廊道体系分析

尼洋河流域廊道体系主要由河流和公路构成,并且公路大多沿着河流分布。其中:河流廊道属于环境资源廊道,公路廊道属于人工干扰廊道。

2.1 河流廊道体系

河流廊道体系主要由尼洋河及其支流构成(见表 1)。从表 1 可以看到,尼洋河流域河流廊道体系主要由尼洋河及其支流构成。尼洋河是流域的主要干流,全长 307.5 km,流域集水面积为 17 732.3 km²。主要支流共有 10 条,沿尼洋河每隔 4~5 km 就有一条常年流水的支流汇入。其中巴河市尼洋河最大的支流,其流域面积为 4 177.9 km²,占尼洋河流域面积的 23.6%。

表 1 尼洋河流域主要河流廊道体系及其特征				
河流名	集水面积 / km ²	年径流量 /(m ³ · s ⁻¹)	河流长度 / km	平均坡降 / ‰
白朗曲	749.5	14.7	50.0	27.74
洗曲	589.3	11.6	37.1	29.92
下不梭朗	556.6	10.9	47.0	33.72
娘蒲曲	1819.2	40.2	86.5	15.72
尼曲	1598.2	48.1	62.0	24.92
巴河	4177.9	178.8	89.0	8.63
克拉曲	710.8	28.9	52.0	37.31
则弄曲	550	22.3	51.0	10.88
北永弄曲	407.7	16.5	38.0	40.29
八及曲	302.4	9.7	30.4	43.06
尼洋河	17732.3	538	307.5	7.39

资料来源:韩裕生,章铭陶等,西藏尼洋河流域资源开发与经济发展综合规划,1993。

2.2 道路廊道体系

尼洋河流域道路体系主要由境内的“318”国道(即川藏公路)和县乡级公路构成。

“318”国道在尼洋河境内有 302 km;县乡级公路共计 414 km。道路廊道基本形成网络体系。道路体系主要沿河流和主要城镇分布。道路廊道密度相对较高,是西藏公路里程延伸水平较高的区域,但等级偏低,加之养护不力,导致无路面里程较多,单程线路较多,季节性通车里程比重高达 30%。

2.3 流域廊道体系的总体特征及评价

尼洋河流域廊道体系数量特征见表 2。

表 2 尼洋河流域廊道体系现状					
特 征	廊道总度 / m	廊道密度 /(m · km ⁻²)	公路总长 度/ m	河流总长 度/ m	公路密度 /(m · km ⁻²)/ (m · km ⁻²)
尼洋河流域	3037630	141.17	340130	2675100	15.81

从表中我们可以看到:尼洋河流域河流廊道体系发达,支流支沟众多,河流总长度为 2 675 100 m,平均密度为 124.32 m/km²;流域里公路廊道总长度较小,为 340 130 m,只占廊道总长度的 11.20%,约为河流廊道总长度的 1/8;公路廊道密度为 15.81 m/km²。因此,我们可以看到,尼洋河流域廊道体系最主要的廊道是河流廊道,其次是公路廊道。在尼洋河廊道体系评价中选用连通性指数和环度指数进行评价:

2.3.1 廊道体系的连通性评价

廊道的连通性是廊道体系评价的主要度量指标。所谓连通性是指廊道如何连接或在空间上怎样连续的度量,是确定通道和屏障功能效率的重要因素。应用 r 指数方法来计算尼

洋河流域廊道网络的连通性: r 指数是一个网络中连接廊道数与最大可能连接廊道数之比,其表达公式为:

$$r = \frac{1}{L_{\max}} = \frac{L}{3(V-2)} \tag{1}$$

式中: r ——连通性指数, L ——连接廊道数, V ——节点数; L_{\max} ——最大可能的连接廊道数, r 指数的变化范围为 0~1.0。在尼洋河流域的廊道连通性评价中,由于河流廊道与道路廊道的功能不同,节点也不相同,可分别对河流廊道与道路廊道的连通性进行计算。

尼洋河流域河流廊道的节点选择支流与干流的交点,廊道数为河流支流和干流的总数,计算河流廊道的 r 指数值为 0.367(见表 3)。由此可看出河流的连通性较差,一方面是由于河流廊道本身的特点所决定,另一方面,是受高原山地的地形影响,导致流域的河流连通性不强(与平原河流相比较)。

尼洋河流域的道路廊道的节点选择主要城镇、乡镇和公路交叉点,廊道数为节点之间的公路段数,计算道路廊道的 r 指数值为 0.347(见表 3)。由此可知尼洋河流域道路廊道体系的连通性比河流的连通性还差。说明流域的内外通达性差。

2.3.2 廊道体系的环境评价

廊道体系的环境采用 a 指数测量。 a 指数表示能流、物流和物种迁移路线的可选择程度,是网络复杂度的一个指标。其表达式如下:

$$a = (L - V + 1) / (2V - 5) \tag{2}$$

式中: a ——环度指数, L ——连接廊道数, V ——节点数。对流域廊道体系的河流和道路廊道分别计算 a 指数值:河流廊道的 a 指数值为 0;道路廊道的 a 指数值也为 0(见表 3)。说明尼洋河流域的廊道环度值均为 0,即无论是河流廊道体系还是道路廊道体系均没有闭合环路存在。那么,流域景观生态系统的能流、物流和物种迁移就没有可供选择的路线,无论从经济意义上还是生态、社会意义上来看,都不利于系统的调节和稳定。

表 3 廊道体系评价指数				
廊道类型	连接廊道数(L)	节点数(V)	连通性指数 r	环度指数 a
河流廊道	11	12	0.367	0
道路廊道	25	26	0.347	0

2.3.3 流域廊道格局评价

尼洋河流域廊道格局最主要的特点是:河流廊道与道路廊道相伴布局。主要道路廊道“318”国道在尼洋河流域内共有 302 km,其中约有 274 km 路程与尼洋河相伴而行,占了总里程的 90.3%。在总的流域廊道体系中,沿河流分布的道路廊道占总里程的 88.34%。这种道路廊道与河流廊道平行、相伴分布格局是高原流域廊道体系最突出的特点,其主要原因在于高原地形、地貌、气候等自然条件的制约。这种廊道格局特点对流域景观生态系统的稳定性有着重要影响。

3 廊道体系存在的主要问题及其流域景观生态系统的影响

3.1 尼洋河流域廊道体系存在的主要问题

从尼洋河流域廊道体系评价中可以发现其存在的主要问题是:(1)廊道体系构成单一,除了河流和道路廊道,基本没有其它的线性廊道结构,如河流廊道体系缺乏必要的生态防护廊道,这种构成单一的特征不利于流域景观生态系统的

稳定; (2) 廊道体系布局简单, 缺乏闭合廊道结构(流域廊道系统的环度指数 a 为 0), 导致区域内能流、物流和物种迁移线路的可选择性差, 甚至基本没有可选择的余地; 同时, 道路廊道与河流廊道平行、相伴分布格局也为流域景观生态系统带来了不稳定因素, 削弱了系统抗干扰能力; (3) 廊道的连通性差, 河流和道路廊道的连通性指数均小于 0. 4, 导致流域内为通达性差, 区内和区际联系不方便。

3.2 河流廊道体系对流域景观生态系统的影响

尼洋河流域河流廊道体系发达, 河流对流域的景观生态系统影响作用较大。由于高原特殊的自然条件, 河流比降大, 水流湍急, 传统意义上的河流经济运输功能是高原河流所不具备的。河流主要是作为自然资源而被利用, 其作用主要表现为生态功能, 并可分为有利和不利两个方面的影响。

一方面, 以尼洋河为主体的河流廊道在流域起到如下的作用: (1) 传输能量: 尼洋河流域的水资源能量为 167 亿 m^3 , 折合为流量 529. 6 m^3/s ; 由于水量丰沛, 河流坡降大, 如尼洋河干流的平均坡降为 25. 42‰, 易于开发利用; (2) 为系统提供所需水分: 流域内各种生物生存所需的水分基本依靠河流体系提供, 由于该区降水季节分配不均, 河流廊道起着调节水分的作用。同时, 尼洋河流域水资源的水基本上没有受到人类活动的影响, 加之流域内森林覆盖面积大, 河水径流含有毒、有害物质极少, 盐分含量也不高, 矿化度大多在 100 mg/L 以下, 水资源适宜于人畜饮用和农作物灌溉。该流域河流廊道源头多冰川和积雪, 上游河道又常有成串的大小湖泊, 利于河川径流调节。本区内人均占有水量 38. 3 万 m^3 , 耕地 1 hm^2 均占有水量 202. 5 m^3 , 分别是全国平均水平的 141. 8 倍和 110. 2 倍, 流域内平均每平方公里产水 28. 1 L/s 。流域内河流廊道体系为本区提供了丰富的水资源, 为区域内农林牧业生产与发展提供了水源保障。

另一方面, 河流廊道对流域景观生态系统有着不利影响, 主要表现为: 洪水灾害是景观生态系统不稳定的最主要影响因子。由于河流连通性差, 导致洪水疏通能力弱, 洪水灾害是本区影响自然环境和社会经济发展的主要自然灾害之一, 区内的城镇、村庄、农田、牧场等主要分布在尼洋河及其支流的阶地与滩地上(如流域内最大的城镇——八一镇就位于尼洋河边滩及低阶地上), 虽然有着地理环境开阔, 水源、交通便利等特点, 但也因此而易遭受洪水的侵扰。流域内洪水灾害主要表现为: 淹没、冲蚀与泥石流三个方面。冲蚀主要是水流将地表土层冲走(面蚀), 使土壤质量下降甚至无法耕作, 同时还可使水流冲刷河岸(侧蚀), 造成边坡坍塌后退, 吞噬耕地草场, 威胁公路、城镇村庄的安全。而泥石流灾害会毁坏所经之处的村庄、农田、道路、桥梁和土地。尼洋河流域的洪水灾害具有明显的地带性, 从河源到工布江达县城的上游段, 洪水危害较小, 主要是冲毁公路桥梁, 阻断交通; 中游从工布江达县城到八一镇, 洪水危害较重, 被开发为耕地草场的沿河低阶地、滩地易遭受洪水淹没, 阿沛庄园, 西日村一带河段较为典型; 下游河段从八一镇到尼洋河汇口, 长约 41 km , 河谷开阔, 滩地广布, 两侧耕地草场除受尼洋河洪水为害外, 在近雅鲁藏布江地带还受江水顶托的影响而淹没。

参考文献:

[1] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 54– 55.
[2] 韩裕生, 章铭陶, 等. 西藏尼洋河区域资源开发与经济发展综合规划[M]. 北京: 科学出版社, 1993. 38– 39.

不利影响中以河流的侧蚀危害最为显著, 直接威胁沿河公路、通讯线路的安全以及毁坏土地。近 20 年来, 沿河公路累计水毁 3 500 余 m , 冲毁路基 4 万多 m^3 , 与公路相依的通讯线路也常常中断。其次, 水淹灾害也表现较为严重, 流域中有草场约 534 hm^2 、农田约 205 hm^2 分别处于洪水威胁之下。水淹不仅会影响农业生产的正常进行, 还会造成草场和耕地的退化和沙化, 减小农业生产适用面积。

3.3 道路廊道体系对流域景观生态系统的影响

道路廊道体系对流域景观生态系统的作用也可分为有利和不利两个方面

道路对流域的有利作用主要体现在道路的经济功能上: 流域的道路廊道承担着区内 100% 的物流运输, 尤其是流域内的主要道路廊道——318 国道干线, 据统计, 318 国道线行车密度一般为 600~ 700 辆/ d , 高峰区可达到 800~ 1 000 辆/ d , 其中过境流量占 20% 以上; 流域内省道线路一般为 250~ 350 辆/ d , 乡村公路在 100 辆/ d 以下, 区内所有的进出物流目前全部依靠道路廊道体系, 河流廊道体系几乎没有任何经济运输功能。因此, 道路廊道体系为尼洋河流域的社会经济发展提供了基本条件。

道路廊道体系虽然对本区经济有着重要作用, 但同时也给流域景观生态环境带来许多不利作用和影响: (1) 由于道路廊道体系的建设, 造成流域景观结构的破碎, 并破坏部分植被, 使流域景观生态系统的抗干扰能力下降, 尤其是尼洋河流域的道路廊道体系主要沿河流分布的特点, 导致河流两岸植被减少, 加大了河流对两岸的冲蚀破坏作用, 加剧了流域的水土流失; 没有河流相伴的环山道路又常常造成滑坡和泥石流灾害, 如流域内的色季拉山就常因公路修建引发滑坡和泥石流; (2) 道路廊道体系虽给区内外交流提供了很多方便, 但是也为流域景观生态系统带来了许多不稳定因素, 由于流域内旅游资源丰富, 随着道路廊道体系的越来越发达, 必将有越来越多的游客进入本区域, 外界对流域景观生态系统的干扰作用也会加强, 而随之带来的便是生态环境的保护问题; (3) 道路廊道体系中的主要交通工具汽车对环境造成的污染尤其是大气污染将随着廊道体系的发展而扩大。

4 结论与对策

尼洋河流域的廊道体系既有生态功能价值又有经济和社会功能。但是, 为了维护流域景观生态系统的稳定, 必须对流域廊道体系进行优化配置。首先, 要解决廊道组成单一的问题, 注重修建具有生态功能的防护林廊道体系, 如水土保持林和农田防护林, 增强系统的抗干扰能力; 第二, 要加强廊道体系内部建设, 改变廊道布局简单的现状, 尤其是要注重提高闭合廊道体系的建设, 提高环度指数, 提高各种流运路线的可选择性, 增强流域的内部及其与外部的交流; 第三, 要提高廊道本身的质量, 河流廊道要进行河道疏通建设, 提高河流的畅通性, 减少相关灾害, 道路廊道要加强路面质量建设, 提高其经济运输功能。同时要加强对流域内廊道体系的综合管理, 使廊道的有利作用得到充分的发挥, 尽量减小其不利作用, 以维护流域景观生态系统的稳定, 并有助于流域内社会经济的发展。