

“城市双修”导向下的景德镇历史水系恢复方式探讨

赵 祥, 周杨军, 周鹏飞, 杜嘉丹
(中国城市规划设计研究院 上海分院, 上海 200335)

摘 要: 随着城市建设的不断推进,城市历史水系的消亡已成为众多城市的通病,在丘陵城市地区更为突出,而该现象与当前城市存在的内涝频发、水体黑臭等“城市病”有着不可分割的联系。以景德镇实际问题为基础,结合“城市双修”工作,因地制宜地提出了历史水系恢复策略。利用GIS对城市地形深度分析自然汇水线,并在此基础上与历史水系、现状开放空间、洪涝淹没区进行空间叠加对比分析以确定重点修复区域;同时,借鉴国内外相关研究对水系的概念进行了拓展,将城市水系分为“常态”与“非常态”水系,并根据重点修复区的实际恢复条件,重点选择3条常态水系进行空间恢复并实现水系脉络连通;结合海绵城市建设利用区内城市开放空间,布置三个层级的雨水调蓄设施系统组成“非常态”雨洪调蓄网络用以存蓄雨水资源,补充常态水域网的生态基本用水量,实现既能节约城市水系恢复建设成本又能有效解决城市水系旱季缺水问题的规划目标,同时也为丘陵城市地区关于历史水系恢复、水系建设与管理等方面提供了较为新颖、有效的实施经验。

关键词: 城市双修; 水系脉络连通; 雨洪调蓄网络; 历史水系恢复

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)18-0036-06

Discussion on Restoration of Historical Water System Based on “Urban Double Restoration” of Jingdezhen City Guidance

ZHAO Xiang, ZHOU Yang-jun, ZHOU Peng-fei, DU Jia-dan
(Shanghai Branch, China Academy of Urban Planning & Design, Shanghai 200335, China)

Abstract: With the continuous progress of urban construction, the extinction of the city's historical water system has become a common disease in many cities, especially in the hilly urban areas, and this phenomenon has an inseparable connection with the frequent occurrence of urban waterlogging, water body blackness and other “urban diseases”. Based on the actual problems of Jingdezhen City, this paper combined the work of “urban double restoration” and proposed a historical water system recovery strategy according to local conditions. GIS was used to deeply analyze the natural waterline of urban terrain depth. And based on this, it was spatially superimposed and analyzed with historical water system, open space and flooded inundation area to determine the key restoration area. At the same time, the concept of water system was expanded with reference to domestic and foreign related researches. The urban water system was divided into “normal” and “extraordinary” water systems. According to the actual recovery conditions of the key restoration areas, three normal water systems had been selected for spatial restoration and water system connectivity. Combined with the urban open space in the sponge city

construction district, three levels of rainwater storage facilities were arranged to form an “extraordinary” rainwater storage network for storing rainwater resources, supplementing the ecological basic water consumption of the normal water network. It could not only save the cost of urban water system restoration and construction, but also effectively solve the problem of water shortage in dry season of urban water system. At the same time, it also provided a relatively novel method and effective implementation experience for the restoration of historical water system, the construction and management of water system in hilly urban areas.

Key words: urban double restoration; water system network connectivity; rain and flood storage network; historical water system restoration

近几十年来经济社会高速发展,景德镇市生态环境不断发生变化,山水格局断裂,尤其是城市水系发生了巨大的变化,原有的水系脉络已难以相互连通,大小河川或消失或沦为地下暗渠,水系毛细血管大量消失。通过对 NASA 卫星影像数据的解译,可以发现 1967 年—2017 年近 50 年,景德镇城区的数十条支流水系或消失或沦为城市的暗渠,长度约 38.4 km,老城区尤为突出,约有 10 条共计 24.8 km 的水系消失,超过总数的 60%。这些水系的消失带来的不仅是水源、滨水空间的缺失,更严重的是城区行泄能力的降低、河流水质变差、暗河沟渠运行不安全等问题。

2017 年住房和城乡建设部正式发文公布了入选全国第二批“城市双修”(生态修复、城市修补)试点城市的 19 个城市名单,景德镇市作为江西省唯一试点城市成功入选。而上述历史水系消失带来的各类问题实为景德镇市当前存在的“城市病”,为此借助“城市双修”,将历史水系恢复作为治理“内涝频发、水体黑臭”的有效手段,达到改善人居环境的核心目的。

1 问题与困境

传统意义上的历史水系恢复实际上是水生态环境再造的过程,包含河流水系结构的修复与相互连通、水面率的适宜性提高、水质净化处理等多个方面,而且目前国内外在上述各项领域都有大量的实践成果,但往往都是局限于各自领域,或强调水利或强调环境、景观,传统意义上的水系恢复往往存在两大问题难以解决。

首先,对于大多中等或小型城市来说,通过拆除暗渠覆盖建筑物及周边建筑物实现历史水系恢复的手段需要付出巨额的经济投入,势必会对财政产生巨大的压力,可操作性与性价比往往较低。因此,水

系再生并非恢复全部的历史水系,应以解决核心问题为导向,科学合理地确定恢复区域,有条件有选择性地筛选数条或局部水系进行恢复,以较小的经济代价贯通城市水系格局。

其次,历史水系恢复后水系的水源保障是另一个难题。对于丘陵城市来说,城市的扩张不可避免地占有了部分山体,从而导致部分水系的水源遭到破坏,从而影响了该地区所在流域内的产汇流。因此,在该地区实施水系再生措施时将面临“河川无水”的困境,如何保障片区内水系的生态基流量同样是关键问题。

景德镇市区历史与现状山水格局演变见图 1。

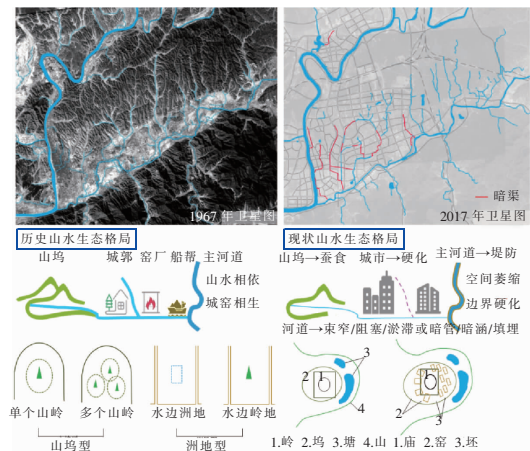


图 1 历史与现状山水格局演变

Fig. 1 Historical and current situation landscape evolution diagram

2 历史水系恢复策略

2.1 技术思路

笔者认为历史水系的再生不可仅仅停留在水系本身,应将雨水降落到地面,形成径流并最终汇流至河流的整个过程作为水系定义的全部,只有这样才能保证再生水系的完整性,确保水系脉络畅通。基

于以上理解,结合国内外研究理论,将水系区分为“常态”与“非常态”两类水系^[1],这是本次水系再生的核心基础。“常态水系”即传统意义上的诸如“河流、湖泊、湿地、沼泽”等相互连通的相对稳定的以常态存在的水域网,它具有固定的河床与水道。“非常态水系”即支撑并连通这些常态水系的相对不稳定的具有间歇性的地表雨水汇流、径流、溢流等动态过程中产生的只有在特定条件下才以水系形态呈现的水域网,它没有固定的河床与水道。

历史上景德镇“常态”水系随着城市建设与变迁发生了较大的变化,尤其是城区内诸多“常态”水系遭到了建筑的侵占甚至完全覆盖,修复该类水系涉及到建筑拆迁、排水管网整合、水环境综合整治等诸多方面,工程复杂难度大,且经济投入巨大,因此“常态”历史水系恢复方案的制定需要结合核心问题,以问题为导向,有选择、有偏重、有条件地选取合适区域进行水系的恢复,确保方案的经济性、高效性与可操作性。

在“常态水系”恢复的基础上,需要进一步解决水系水源的问题,即“非常态水系”的恢复。历史上中心城区存在的大量毛细血管水系,这类水系随着城市的不断建设一直处于适应与调整的状态,有些逐渐消失,有些随着新的城市地形改变了原有的位置,它们共同的特点都是间歇性的,只有在降雨时才会形成相互连通的径流路径,然而在景德镇这类丘陵城市地区,“非常态”水系的水量往往无法得到有效利用,大多在雨季就近排入市政管渠或水系而白白流失,从而导致在旱季城市内河水量偏小甚至断流。因此,笔者提出基于海绵城市理念下的“非常态”历史水系修复方式(见图2)。

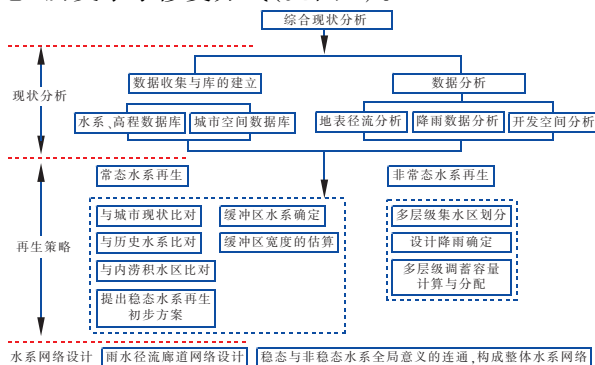


图2 历史水系恢复思路

Fig. 2 Schematic diagram of historical water system recovery

通过建立“院落—城市公共空间—水系缓冲区”三个层级的调蓄网络,将雨水作为水系新源泉,将雨水径流逐级分层地留在城市,并加以利用(作为城市水系补充生态环境用水),以满足水生态系统的生态基流量。

2.2 常态水系恢复策略

① 重点恢复区的确定

以景德镇现有地形而形成的径流路径网络为基础,分别与现状开放空间、现状水系、历史水系、洪涝风险区进行空间比对与分析,并统筹考虑经济性、人文景观价值等要素,确定重点水系恢复区域,以明确实施恢复的水系或河段。

② 地表径流水文运动模型构建

分析城市的地形,利用GIS建立城市地形数据库,具体包括高程数据、水系数据、城市开发空间数据、城市道路数据、城市降雨序列数据等,基于城市地形分析地表径流运动过程,确定现有雨水径流运动路径,为后续常态水系的恢复奠定基础。

当径流汇集量超过一定的极限值后,就会在径流水文运动模型中产生地表径流,潜在的地表径流构成了地表径流网络。利用GIS水文分析工具对网络进行分级形成三级路径,如图3所示。为后续与历史水系、现状水系、内涝区进行对比分析而筛选重点水系恢复区域奠定基础。

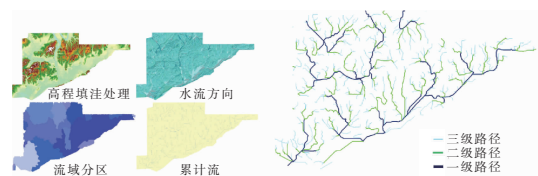


图3 地表径流水文运动模型构建过程及汇水路径

Fig. 3 Construction process of surface runoff hydrological motion model and schematic diagram of catchment path

③ 重点恢复水系筛选分析

通过将自然汇水路径与城市现状开放空间、历史水系分布、洪涝风险区进行对比分析,分别从水系空间、水文化景观价值、水安全水平等三个方面对水系恢复的必要性进行评判,用以筛选重点恢复的河段及水系。

从与城市现状开放空间的耦合情况来看,发现在新安路、陶溪川、老南河等3个地区的自然汇水路径与现状开发空间存在错位,甚至局部地区没有水系,且汇水路径大多分布在城市地块内,与现有公

园、广场等开放空间的契合度较低,需要重点关注。

从与历史水系分布的耦合情况来看,发现在老南河、凤凰山下游、陶溪川、新安路、广场北路、莲花塘等地区的自然汇水路径与历史水系分布耦合度较高,在后续方案中应将上述区域内消失水系重点纳入恢复工作范畴。

从与洪涝风险区分布的耦合情况来看,发现淹没分布的主要区域和自然汇水线较密区域具有一定的相关性,汇水线密集区域主要集中在老南河与凤凰山下游地区,这些区域一方面是自然地势相对较低,另外一方面是近年来城市建设密度的不断攀高,且周围缺少缓冲空间等,致使一些无处可去的涝水只能不断涌向城市道路,形成严重积水。此两处区域应作为历史水系恢复的重点关注区域,具体情况如图 4 所示。

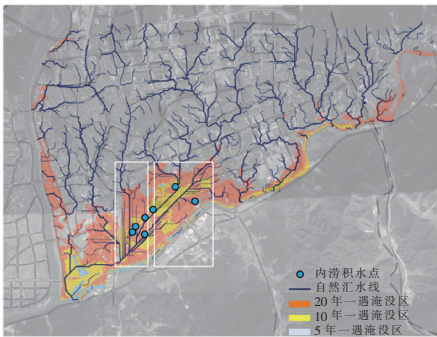


图 4 自然汇水路径与洪涝风险区对比结果

Fig.4 Schematic diagram of the comparison between the natural catchment route and the flood risk zone

④ 重点恢复区水系恢复方案

综合对比结果来看,除河东老城、历史老城等区域以外,其他地区基本与现状水系相吻合,问题相对较少,建议以水系保护为主;历史老城主要为历史文化保护空间,不宜进行水系恢复,建议结合老城更新改造项目,以合流制管网改造为主;而河东老城(以老南河、凤凰山、陶溪川汇水区为代表)突出问题集中,包括水体黑臭、内涝连片等,应作为本次常态水系恢复的核心区域。因而,结合实际情况与历史背景,近期确定陶溪川、凤凰山、老南河等 3 条水系修复项目。

在此基础上,根据蓝线控制规划确定水系规划方案及缓冲区范围(如图 5 所示),按照单侧 10~20 m 进行控制,通过水系缓冲区的建立,一方面保护并稳固水系格局,另外一方面为后续非常态水域网的

连通奠定基础。



图 5 重点恢复区常态水系规划方案及缓冲区设计示意

Fig.5 Schematic diagram of the normal water system plan and buffer design in the key recovery area

2.3 非常态水系恢复策略

在常态水系格局形成的基础上,进一步组织非常态水系,建立 3 级调蓄网络,以解决常态水系的水源问题,该调蓄网络是由非常态水系组成的雨水调蓄网络。具体可包括:基于城市开发空间,形成地块—公共绿地—滨水缓冲区的 3 级调蓄网络,把城市院落、绿地、广场、坑塘、湖泊、河流缓冲带等公共空间作为雨水存蓄—溢流—再存蓄的动态存蓄空间(见图 6)。

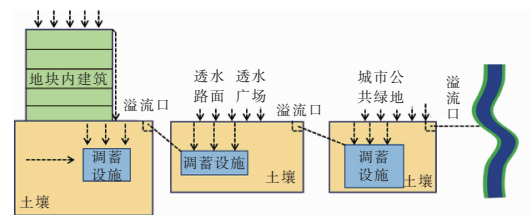


图 6 非常态水系调蓄网络构建示意

Fig.6 Schematic diagram of the construction of an abnormal water system

其中调蓄设施以多功能调蓄设施为主,除需承担末端内涝调蓄而设置调蓄池或下凹广场等外,其他大部分调蓄设施以绿色低碳影响设施为主,如下凹生物滞留设施、雨水花园等。

① 划定 3 层集水区

以重点恢复区所在汇水分区为基础,针对不同场地尺度划定 3 个层级的集水分区,一级集水区 2

个,分别对应于区内2条主要河流的集水范围;二级集水区6个,根据一级集水区内的主干路网及水系分割的次级集水范围;三级集水区42个,根据二级集水区的道路与地块进一步细分的最小集水范围。通过3个层次的集水分区的划定,为后续各层级非常态水系恢复规模奠定计算基础。

② 各集水区调蓄容积计算

a. 分层设计目标与设计降雨

针对雨水调蓄设施容积的设计降雨,发达国家采用的降雨历时一般为3~24 h。例如,美国德克萨斯州交通局颁布的水力设计手册(2011年版)规定降雨历时一般采用24 h。美国丹佛市的城市暴雨排水标准(2011年版,第1卷)规定:面积<10平方英里(约25.9 km²),最小降雨历时为2 h;面积为10~20平方英里(约25.9~51.8 km²),最小降雨历时为3 h;面积>20平方英里(约51.8 km²),最小降雨历时为6 h。美国休斯顿设计手册第9章雨水设计要求(2005年版)规定:面积≤200英亩(约0.8 km²)时,最小降雨历时为3 h;面积>200英亩(约0.8 km²)时,最小降雨历时为6 h。

我国《城镇雨水调蓄工程技术规范》(GB 51174—2017)对雨水调蓄设施的设计降雨历时的要求是,宜采用3~24 h较长降雨历时进行试算复核,并应采用适合当地的设计雨型;而《室外排水设计规范》(GB 50014—2006,2016年版)对雨水调蓄池用于削减峰值流量时容积计算的规定中提出“按照一定重现期降雨量(如24 h最大降雨量)计算,合理确定雨水调蓄池容积是一个十分重要且复杂的问题,除了调蓄目的之外,还需要根据投资、效益等综合考虑”。

因此,结合国内外对于雨水调蓄设施的容积计算要求与规定,基于提出的绿色低影响的分层次梯级调蓄理念与投资效益等多方面考虑,且考虑到研究区3个层次集水区的实际汇水面积(绝大部分小于25 km²),认为选取2 h降雨历时作为雨水调蓄设施容积计算依据较为经济与合理,并且根据不同层级的集水区,分别设定2年一遇、5年一遇、10年一遇最大2 h降雨进行调蓄容积的计算。

综上,设计降雨计算结果如下:三级集水区2年一遇最大2 h设计降雨为0.483 mm/min;二级集水区5年一遇最大2 h设计降雨为0.651 mm/min;一级集水区10年一遇最大2 h设计降雨为0.821

mm/min。

b. 径流计算及各集水区调蓄容积计算

首先,对接景德镇海绵城市专项规划,以各地块径流总量控制率指标为基础,测算各集水区对应的径流系数。

其次,按照以下计算原理确定各层级调蓄容量:实际降雨量 H 高于设计降雨量 h 时,该层级非常态水系溢流量 $W_{\text{溢}} = 10a(H-h)\Psi F$;实际降雨量低于设计降雨量时,该层级非常态水系蓄存量 $W_{\text{蓄}} = 10ah\Psi F$ (a 为初期雨水弃流折减系数, Ψ 为径流系数, F 为集水面积)。

一级、二级、三级集水区调蓄容量分配计算结果见表1。

表1 一级、二级、三级集水区调蓄容量分配

Tab.1 Allocation of storage capacity in level 1, level 2, level 3 catchment area

项目	集水区编号	集水区面积/m ²	调蓄容量/m ³
一级集水区	0	4 641 978	59 860
	1	8 198 106	105 740
二级集水区	0	1 091 140	21 560
	1	1 325 409	23 525
	2	2 050 634	35 621
	3	2 694 503	45 681
	4	1 707 715	26 589
	5	3 584 673	51 260
三级集水区	0	170 428	5 160
	1	120 829	3 870
	2	89 169	2 960
	3	78 668	2 630
	4	54 425	1 820

	41	359 415	9 630

③ 水系网络整体设计与局部改造

结合地形与用地规划,以广场、公共绿地、地块内公共绿地为主要介质落实3个层级的调蓄设施,形成常态与非常态水网最终方案。

基于整体网络布局方案,结合研究区的实际现状,对问题突出的局部地区进行历史水系的再生恢复,以老南河支流为例,通过暗河的揭盖及周边建筑的退让、水系拓宽、雨水花园建设、滨水绿地建设等多个手段,对老南河支流沿线实施生态化、绿色化再生改造,从而实现了“常态”与“非常态”水系的集成与融合。

老南河支流水系再生方案见图7。



图 7 老南河支流水系再生方案示意

Fig. 7 Schematic diagram of the water system regeneration scheme of the Laonan River tributary

④ 效益分析

采用“生态水深-流速法”^[2]对区内常态水系生态需水量进行测算,通过选取适合参数计算重点修复区内常态水系的生态基流量,扣除重复计算量,区内常态水系生态需水量为 $8\,515 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。根据非常态水系调蓄容量计算结果,区内调蓄设施场次调蓄能力达到 $58.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,考虑到景德镇的降雨情况,年径流总量控制率达到 70% 的多年平均降雨天数达到 146 天,调蓄网络总调蓄量可达到 $8\,541 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,基本可满足区内常态水域的生态基流量,达到解决丘陵城市水系旱季缺水问题的目标。

3 结语

历史水系恢复应尊重城市的现状条件,但也要突破传统水系恢复理念,避免盲目拆迁与建设而造成巨大的经济与环境成本。结合景德镇“城市双修”,探索出一套历史水系再生的技术路径,为破解水系活化成本高、水源不足等难题提出了一种解决方法;通过历史水系再生这一线索,可以系统性地串联海绵城市、黑臭整治、城市更新等相关工作,为系统性解决当前城市突出问题提供了一套可借鉴的思路。

参考文献:

- [1] 黎健波. 基于低影响开发的都市水系再生策略研究[D]. 南京:南京大学,2014.

Li Jianbo. Urban Water System Regeneration Strategy Based on Low Impact Development[D]. Nanjing: Nanjing University, 2014 (in Chinese).

- [2] 李梅,黄强,张洪波,等. 基于生态水深-流速法的河段生态需水量计算方法[J]. 水利学报,2007,38(6): 738-742.

Li Mei, Huang Qiang, Zhang Hongbo, et al. Determination of ecological water demand based on necessary flow depth and velocity for specific ecological function [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2007, 38 (6): 738 - 742 (in Chinese).



作者简介:赵祥(1987-),男,江苏兴化人,硕士,生态市政所主任工程师,研究方向为水环境整治、海绵城市、水系治理、排水防涝、市政工程、生态修复等。

E-mail: 2078337431@qq.com

收稿日期:2018-11-08