

文章编号: 1673-5196(2021)06-0138-07

张掖城市空间形态演变及城水关系研究

张小娟*, 万青, 蒲发良

(兰州理工大学 设计艺术学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 基于航拍影像图和古籍文献数据,采用空间数据分析方法,研究 1949—2012 年张掖市城市空间形态动态演变规律及城水互动关系.结果表明:城市由缓慢发展转向快速发展,土地集约利用率提高.城水关系由远至近,由被动到互动,水系的生态功能日益凸显,水环境被赋予了更加丰富的内涵.基于可持续发展与水生态建设相协调的发展目标,未来张掖应从整治城市河道水系、构筑水生态安全格局,以及修复保护城市湿地、加强生态绿地建设等策略入手,打造城市水文化名片,推进城市可持续发展.

关键词: 张掖; 空间形态; 黑河水系; 水环境

中图分类号: TU984.2 **文献标志码:** A

Study on the evolution of urban space form and the relationship between city and water in zhangye city

ZHANG Xiao-juan, WAN Qing, PU Fa-liang

(School of Design Art, Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China)

Abstract: Based on the aerial imagery and ancient literature data, the spatial data analysis method was used to study the dynamic evolution of urban spatial morphology in Zhangye City from 1949 to 2012. The results show that: The city has changed from slow development to rapid development, and the land intensive utilization rate has increased. The relationship between city and water is from far to near, from passive to interactive, the urban ecological function of the water system is increasingly prominent, and the water environment has been given more rich connotations. Based on the goals of sustainable development and water ecological construction, in the future, Zhangye should renovate the river system, construct the water ecological security pattern, repair and protect the urban wetland and strengthen the ecological green space construction to create the water culture characteristic, and to promote sustainable development.

Key words: Zhangye; spatial form; Heihe river system; water environment

水是城市发展的生命线,城市的开拓、发展、兴衰、重生都离不开河流水系.随着城镇化进程的不断加快,合理开发利用城市水资源已成为当下聚焦的热点.西北干旱地区多数城市是依托水土资源配置条件好的绿洲上发展起来的,其中区域水资源要素禀赋决定着区域发展潜力^[1].张掖市位于甘肃省西北部,河西走廊中部,全国第二大内陆河黑河流淌而过.城市目前面临河渠堵塞、水系干涸萎缩,水生态环境不成系统等问题,加上黑河灌溉分水政策的实

施及城市地下水的开采过度,导致黑河沿岸部分水库、湖滩等湿地处于贫水状态^[2],水成为制约城市可持续发展的根本因素.

近年来,针对黑河流域的整体性保护一直在进行,但其生态历史文化价值并没有得到充分利用和挖掘.因此,探究张掖水系与城市空间形态演变的特征,梳理历史发展脉络,分析变迁驱动力,对西北干旱区戈壁绿洲水环境的保护与发展具有重要的借鉴作用.

目前黑河水系与城市形态的研究主要集中在人文地理学、地图学、水资源利用及城市生态保护方面,偏向使用 GIS 技术分析遥感卫星影像获取城市用地信息.例如,在遥感影像的基础上,石亮^[3]定量

收稿日期: 2019-04-28

基金项目: 国家自然科学基金(51668039)

通讯作者: 张小娟(1979-),女,甘肃天水人,副教授.

Email: zhangxj97@sina.com

地重建了这一时期黑河流域中游地区绿洲的范围和面积,分析了古绿洲开发与荒漠化的时空过程。汪桂生^[4]重建黑河流域历史时期高时空分辨率的绿洲演化序列,并探讨其时空过程,辨析驱动绿洲演变的主要因子并探讨其内在作用机制。史志林^[5]在文献考证、实地考察和遥感分析的基础上,研究黑河流域历史时期的环境演变过程。由于目前基于GIS的城市土地利用评价体系尚不完善,样本数据获得的难易程度不同,存在明显的差异性^[6]。另外,建筑学及城乡规划学领域的研究相对滞后,只涉及到城镇体系和城市建成用地的变化。综上,在文献总结的基础上,论文借助相关空间分析技术,探究城市建成环境与自然环境,尤其是水环境之间的关联性,一方面总结出张掖城市发展与水环境相互作用、相辅相成的历史规律,另一方面揭示出水环境在张掖发展过程中的价值特征所在,同时充分反映张掖“戈壁绿洲”的地域特色。

1 张掖城市水环境现状存在的问题

1.1 水系格局不成系统

张掖的城市水系主要分为城内、城外两部分,城外水系沿东环路北段道路分布,城内水系主要在甘泉公园内,其他部分分布在新建街西侧。现状水系存在着水量减少,河道填埋阻塞,内外水系不联通,水生态环境脆弱等问题。目前城内水系结合城市园林景观建设,为居民提供休闲娱乐的场所,但其功能相对单一,未能充分体现水生态文化内涵。

1.2 水环境特色不明显

建国后,由于城市盲目建设,张掖古城“四面芦苇三面水,一城杨柳半城湖”的秀丽景观已不复存在。张掖市历史城区占地面积小,历史遗迹数量少且布局分散。现代建筑水环境塑造方面极度缺乏特色。从景观角度来看,规划建设时并没有考虑与水系、城市绿地和历史空间的有机融合,忽视了城市水系与城市景观的协调统一。

1.3 建设性水环境破坏

城市自然水环境不可再生,也不可被人工环境代替。自清末起,由于城市扩张不断填埋城内外水系,使得苇池、沼泽、湿地等生态绿地用地性质发生改变,成为城市建设用地。与此同时,因水系填埋导致地下水污染、堵塞加剧了城市水环境的恶化。

2 研究方法及数据

本文采用航拍影像图和空间分析技术相结合的方法,利用年均扩张速度、扩张强度作为衡量城市扩

张的指标,利用分形维数、紧凑度指数作为衡量城市城水形态演化的指标,如表1所示。以张掖市中心城区为研究对象,数据分别来自《张掖地区志(远古—1995)》、张掖市总体规划(2004—2020、2012—2020)。2004—2020年用地数据来自2004、2008、2012、2018年中心城区土地利用现状图,甘州区水体密度数据来自1984、1994、2004、2014年航拍影像图。城市绿化数据来自《张掖市林业志》。

表1 城市用地评价指标

Tab.1 Urban land evaluation index

评价指标	计算公式	内容
年均扩张速度	$U = \frac{U_1 - U_2}{T}$	U_2 和 U_1 表示开始、结束时城市建成区面积, km^2 , T 为研究时段
扩张强度	$K = \frac{U_1 - U_2}{U_2} \times \frac{1}{T} \times 100\%$	
分形维数	$D = 2 \ln(P/4) / \ln A$	D 为分形维数, A 为城市用地面积, P 为为用地周长
紧凑度	$C = 2 \sqrt{\pi A} / P$	C 为城市紧凑度, A 为城市用地面积, P 为为用地周长
水体密度指数	$W = \frac{W_1}{W_2}$	W_1 为水域面积, W_2 为区域面积

3 基于水环境的张掖城市空间形态演变及分析

民国七年(1918年),甘州城周十二里,多系砖筑,辟四门,各门均有重闾。城内房屋众多,车店多在府内王府街。民国七年,《亲历西北》:“环览各处,见城内水塘极多,几占全面积三分之一。甘省东南西北各地均高燥,唯此不然,故能辟田种稻,供给全省等。”民国二十四年(1935年),《西北随记》中关于城市水系的记载:“折东又至甘泉,林木葱茜,飞絮漫天,泉水清冽,阴幽送凉。”由此可以看出,民国时期张掖城内生态环境良好,虽然清末填埋了部分水池,但水塘、苇池还是具有一定的数量且分布面积较广。

3.1 基于水环境的张掖城市空间形态演变历程

新中国成立后,为发展城市建设,张掖以原古城范围为核心呈核状扩展。城外护城河全部填埋,城内部分苇池被填埋。张掖地势南高北低,苇塘被垫平后,造成城内地下水位上升,地表水增多,低洼街巷的污水、雨水排不出去,只能通过修补、疏通水道,新建明渠排水^[7]。至1949年,城区面积达3.3平方公里,街道28条,城区人口3.65万。1954年对东西南北4大街及县府街进行改造,新建连接张掖站的张火公路。

张掖发展跳出原古城范围,城市开始向西北、东

北方向发展,尤其是张火公路成为新的城市拓展轴线.1978 年建设道路 30 条,长 36 公里,面积 28.4 平方公里.1983 年利用一园旧址修建了甘泉公园.90 年代,结合城区改造延伸街道,拓宽城区道路.

西部大开发后,城市继续向东北部发展,同时也加大了北部湿地的恢复与建设.2009 年在城市北郊、黑河东侧修建湿地公园、生态绿地等,疏浚水系、

建造人工景观改善城市面貌(图 1).

3.2 张掖城市空间形态演变分析

分形维数的大小表征城市地域边界的复杂曲折程度,分形维数值越高,边界线的复杂程度也就越大^[8].张掖市 1949、1978、2004、2012 年的分形维数分别为 1.020、1.073、1.078、1.063,总体呈先增长后降低的趋势.表 2 数据表明 1949—2004 年分形维



图 1 1949—2018 年中心城区空间形态演变图

Fig.1 Evolution of spatial form of central urban area from 1949 to 2018

数上升,城市用地分散且边界轮廓复杂.2004—2012 年分形维数下降,城市用地紧凑且边界轮廓简单.

紧凑度指数在一定程度上能反映城市资源的利用效率.从表 2 可知,1949—2012 年城市紧凑度先下降后上升.1978 年之前城市紧凑度由 0.763 急剧下降到 0.496,1978—2004 年缓慢下降至最低的 0.460,2004 年后缓慢上升至 0.512.整体来看,城市土地利用率高,用地布局更加科学合理.

表 2 1949—2012 年中心城区分形维数及紧凑度变化

Tab.2 Fractal Dimension and Compactness of Central City from 1949 to 2012

时间	分形维数	紧凑度
1949 年	1.020	0.763
1978 年	1.073	0.496
2004 年	1.078	0.460
2012 年	1.063	0.512

4 张掖城水互动关系研究

由于城水关系复杂,影响因素较多,本文主要从水体密度、绿地格局、空间结构等角度展开分析.因 2012 年至今张掖市城水互动关系变化不大,文章重点研究 1949—2012 年.

4.1 城市扩张变化

由表 3 可知,城市建成区面积逐年增加、年均扩张速度逐年增长.1949—2012 年城市建成区面积共增加 25.9 km²,年均扩张面积 0.411 km².其中,1949—1978 年、1978—2004 年、2004—2012 年,城市建成区面积分别增加 4.33、9.91、11.66 km²,年均扩张速度分别为 0.149、0.381、1.458 km²·a⁻¹.

1949—2012 年城市扩张强度由慢加快,但各时期扩张强度不一.1949—1978 年城市处于缓慢发展,扩张强度 4.33%·a⁻¹.1978—2004 年城市扩张速度加快,迈入低速发展,扩张强度增至 9.91%·a⁻¹.2004—2012 年城市扩张强度持续增加,城市快速发展,扩张强度达到 11.66%·a⁻¹.

表 3 1949—2012 年中心城区扩张速度及强度变化

Tab.3 Change of speed and intensity of central city expansion from 1949 to 2012

时间	年均扩张速度 (km ² ·a ⁻¹)	扩张强度 (%·a ⁻¹)
1949—1978 年	0.149	4.33
1978—2004 年	0.381	9.91
2004—2012 年	1.458	11.66

4.2 城水关系变化分析

1) 水体密度.张掖市的水系由天然河流和人工渠系组成.由表 4 可知,1984—2014 年水体密度指数

分别为 0.620、0.627、0.648、0.670,水域面积占城市用地的比例不断升高.1984—2014 年水体面积共增加 189.02 hm²,其中 1984—1994 年、1994—2004 年、2004—2014 年年均水系扩张速度分别为 2.731、7.857、8.314 hm²/a,水系面积扩张呈低速—快速—缓慢增长的趋势(图 2).

表 4 1984—2014 年中心城区水体密度指数变化

Tab.4 Change of water density index in central urban area from 1984 to 2014

时间	水体密度指数
1984 年	0.620
1994 年	0.627
2004 年	0.648
2012 年	0.670

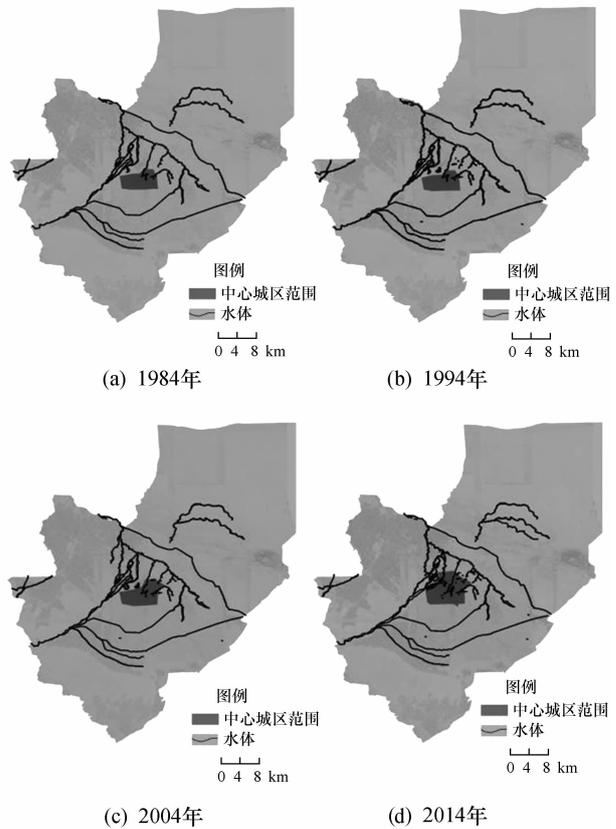


图 2 1984—2014 年甘州区水体密度指数图

Fig.2 Water density index map of Ganzhou District from 1984 to 2014

从 1984—2014 年的城水关系分布可以看出,张掖的城水关系呈现阶段性特征,大致趋势是城水互动越来越紧密,呈现相辅相成的发展趋势.水系呈枝状分布,与城市形成嵌套关系.由西向东支流水系密集度升高,数量增加.1984—1994 年处于改革开放时期,城市东北部存在呈点状分布的水系,嵌套在城市建成区内.西北部黑河水系支流少,水系面积小.城市建成区与水系之间有间隔,彼此之间联系不紧密.

1994—2004 年处于西部大开发时期,城市东北部点状水系汇集形成枝状水系,西北部黑河水系逐渐分裂成多个支流水系,城市转向东北部发展,建成区外出现少量点状水系.2004—2014 年随着黑河湿地的修复,城市东北部、北部水系面积增加,支流增多.水系对城市的吸引力增强,城市建成区与水系的聚集距离由远及近,同时黑河水系周围水环境更加丰富.

2) 水环境与绿地格局.自然环境(尤其水系)是张掖城市发展的重要生态环境条件,也是城市绿色空间形成的基础.整体来看,随着用地的扩张,城市生态空间——绿地的分布范围也不断变化.1949 年后,人们的生产生活主要集中在明清时期的张掖古城内.城市绿地靠近居住区、办公区布置,绿化覆盖面积 10 hm²,人均公共绿地面积 1.38 m²[9],水系与城市绿地关联性不强.1984 年后将绿化纳入统一规划,至 1995 年全区园林绿化面积 259 hm²,公共绿地面积 82.1 hm²,人均公共绿化面积 5.1 km²[9].2004 年,在明清古城的基础上,城市向西部、东北部发展,绿地零星布置在学校、居住区以及商业区附近,城内水系面积减少,绿地面积增幅不大.

2004—2012 年,北郊大面积湿地构成城市绿地最主要的部分,其他地区绿地穿插在地块内,如图 3 所示.绿地整体布局过于分散,显得“头重脚轻”.不同类型绿地未形成系统,各区域绿地分布不均的问题较为严重,尤其是东北部的工业.2008 年后,大面积修复城市北部的湿地,将其纳入到城市绿地的保护范围内,水系与绿地相融,张掖中心城区水系面积、绿地面积明显增加.至 2010 年底,建成区绿地率 36.06%,人均公园绿地面积提高到 15.07 m²[9],如表 5 所示.城市绿地格局的变化,也从侧面说明了张掖水生态环境保护意识的进一步增强.

表 5 张掖中心城区绿化统计

Tab.5 Afforestation statistics of the central area of Zhan-
gye city

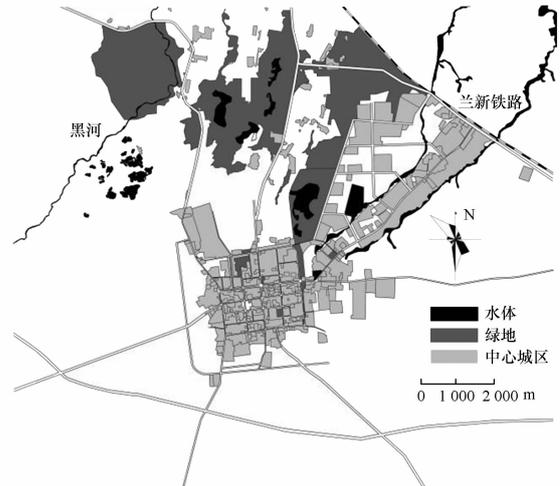
时间	绿化覆盖面积 (hm ²)	绿化覆 盖率/%	人均公共绿地 (平方米/人)
1978 年	23	15.3	1.63
1990 年	133.9	19.4	3.85
2000 年	301.3	28.5	7.07
2010 年	901	40.94	15.07

3) 水环境与城市空间结构.随着城市湿地的恢复,水环境从依附于城市总体空间结构到影响城市空间结构的拓展方向.1949 年后城市发展以明清时期的张掖古城作为城市核心区向周边辐射,城市水系仅剩城北侧、西侧两块,传统水文化景观受到影响.1978 年沿水系向城东北部发展,1984 年利用原

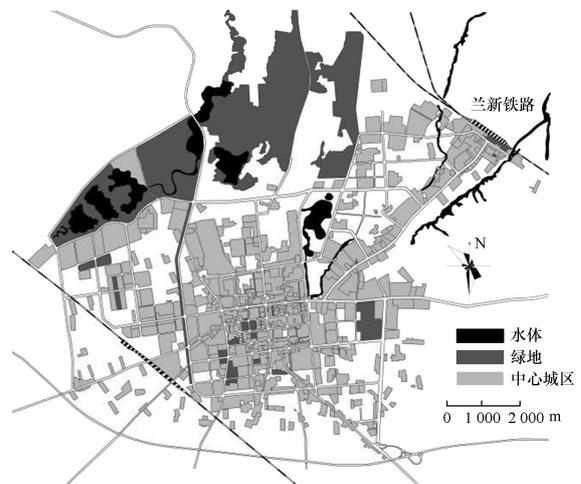
有水系建成甘泉公园,1986 年张掖市获批成为第二批国家级历史文化保护名城.2004 年围绕黑河流域、312 国道转向北部发展,形成两核两带的发展结构,依托自然资源与交通优势发展城市.2008 年—2012 年,北部湿地保护区与西部滨河新区建设完善.将楔



(a) 2004年



(b) 2008年



(c) 2012年

图 3 2004—2012 年中心城区绿色格局变化图
Fig.3 2004—2012 Central city green pattern change map

形斑块引入城市绿色空间,将湿地作为生态节点引入城市发展核心,交错的道路网与城市水系构筑成城市绿色生态廊道,形成多核多带多片区的空间结构,如图 4 所示。

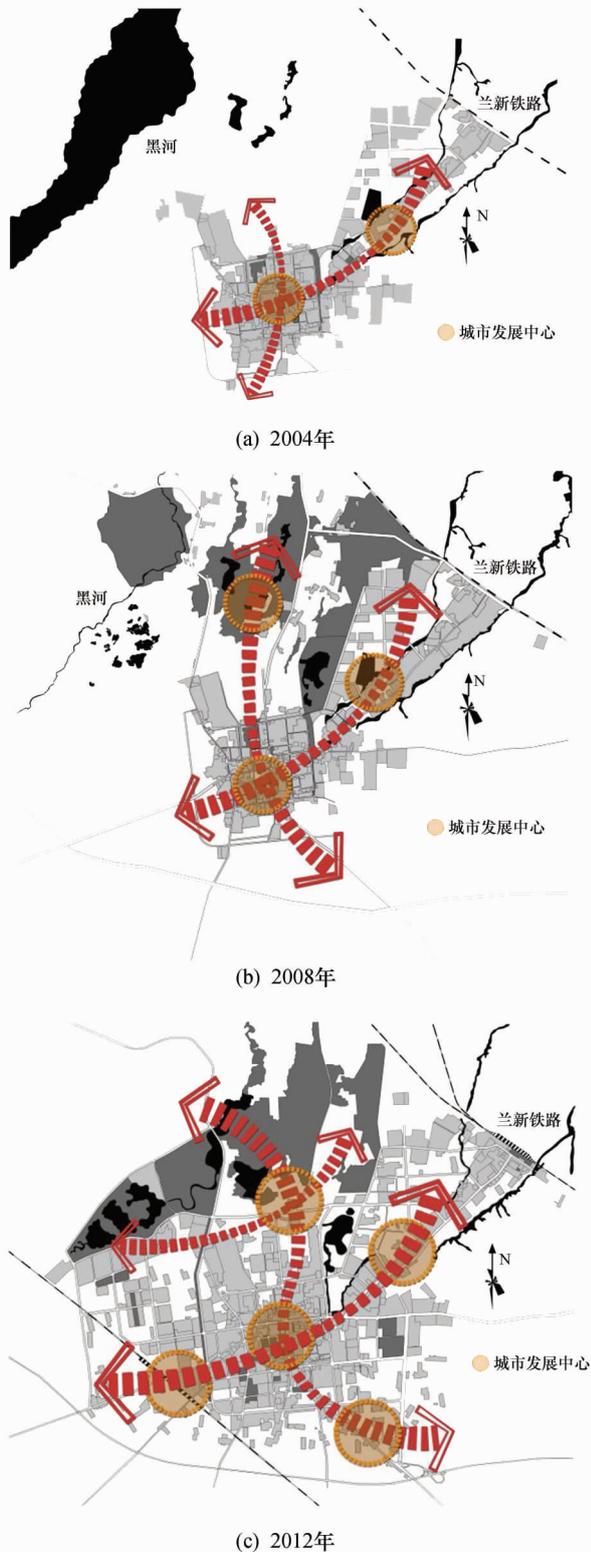


图 4 2004—2012 年中心城区水环境与城市空间结构变化图
Fig.4 Water environment and urban spatial structure change in the central city from 2004 to 2012

5 张掖城市水环境的保护目标与发展策略

从全局来看,地域环境(尤其是水环境)是城市发展的基础.社会经济发展是水系与张掖城市形态演变的主要驱动力.作为内陆城市,政府行为与规划思想主导着城市发展趋势,决定着基于水系的城市场空间形态的演变方向.随着我国城镇化进程的不断加快,合理开发利用城市水资源已成为聚焦热点.张掖作为典型的绿洲城市,其城水互动机制不同于其他类型城镇,分析张掖城水形态发展演变历程,进一步探讨张掖城市水环境的保护与发展策略,有利于促进张掖以及其他绿洲城镇的健康、可持续发展。

5.1 张掖城市水环境保护与发展目标

1) 继承和发展传统水环境营建理念

古代营建城市,侧重因地制宜,推崇人与自然和谐.张掖距今已有上千年的历史,其早期选址、布局等受水环境影响较大,依附地域环境,形成山、水、城相融的生态格局.现代张掖城市的建设发展,更应该传承和延续这种朴素的生态观念,充分利用自然禀赋和资源优势,积极营建城市水环境,这也是城市水文化的内涵所在。

2) 可持续发展与水生态建设相协调

水是城市发展的命脉,水对于城市的重要性不言而喻.张掖作为西北地区典型的缺水型城市,水资源不足限制城市长远发展.从古至今城市因水而兴、因水而衰,水生态建设是城市人水和谐的基础和人居环境提升的保障.随着近年来城镇化脚步的加快,人们对水生态环境的需求越来越强烈.推进生态文明建设,打造“塞上江南”的城市特色,提升城市品质,是张掖城市水环境保护与发展的重要目标。

5.2 张掖城市水环境保护与发展策略

1) 整治城市河道水系,构筑水生态安全格局

城市水系是城市发展的重要生态基础,张掖应通过以下具体措施,来恢复城市水系生态环境:利用控源截流、清理淤泥等方式综合整治,疏通张掖古河道,构筑水生态廊道;保护现状河流、湿地、沟渠等水生态敏感区,利用自然排水系统,实现雨水的自然积存、渗透和净化,增强城市储水能力,涵养水源,维持城市水环境平衡;积极建设滨水空间、绿色开放空间等,增强城市的开放性,有效调节城市的微气候与微环境;完善城区垃圾、污水等排放收集设施,保障河道水系的通畅,维护城市良好的生态功能。

2) 打造城市水文化名片,提升城市特色风貌

2013 年中央城镇化工作会议要求“要依托现有

山水脉络等独特风光,让城市融入大自然,让居民望得见山、看得见水、记得住乡愁”。水环境是城市形成及发展的基础,也是城市历史文化形成的基石。一座城市的空间品质是人文空间与自然空间的结合,尤其是在历史长河中形成的山水格局正是城市魅力所在。张掖的历史文脉应包括以下几个方面:城市山水格局、水系肌理、水环境特色、生态湿地景观和黑河水系文化等。

甘州八景曾是张掖的标志性景观,城水相融,和谐共生,水文化凸显历史的厚重感,彰显绿洲城市的特征。因此应围绕水文化,维系自然的、传统的水环境风貌,构建区域水生态网络,充分展现“戈壁水乡”的城市风貌与特色。

3) 修复保护城市湿地,加强生态绿地建设

张掖市湿地有 2 大类、4 个类型和 13 个类别,总面积 315.63 万亩,占土地总面积的 5.02%。其中,天然湿地占全市湿地总面积的 94.9%,人工湿地占全市湿地总面积的 5.1%。湿地具有很强的典型性、稀有性、代表性,是阻挡巴丹吉林沙漠南侵的天然屏障^[9]。目前,应持续加强祁连山及黑河湿地的生态保护修复。另外,绿地建设也是保护水资源环境、实现可持续发展的重要手段。现城市的绿地率和绿化覆盖率较低,在保护好现有绿化的同时,应通过设置湿地公园、沟渠水系绿带、广场绿地和公园绿化等,对城市内部的径流进行吸收、储存和净化,有效减少雨水径流产生量以及径流污染带来的水环境污染,积极恢复水生态环境。

4) 坚持生态规划理念,推进可持续发展

在未来的城市建设中,更应注重生态规划的理念。区域的整体生态格局与生态网络是城市生态发展的基础和保障,也是建设一个稳定健康的城市生态系统的前提^[10]。张掖作为西北内陆地区城市,城市发展(尤其是近现代水环境建设)受规划理念影响较大,例如城市总体规划的编制和实施中均应体现出绿色发展、生态优先的理念。

6 结论

1) 水系与城市形态的变迁是相互作用的。戈壁

绿洲城市受水资源制约,早期城市的选址、发展、演变都与水系环境息息相关。近现代随着城市建设的盲目扩张,张掖城市水环境受人为因素影响越来越明显。城市水系由依附于城市空间结构到主导城市发展方向,城水互动关系由被动到紧密,彰显了张掖水生态环境建设的一波三折。

2) 张掖是河西地区重要的生态安全屏障和交通枢纽,黑河湿地国家级自然保护区的建立是张掖市环境保护发展的一个重要里程碑,标志着城市由最初的物质需求转变为精神需求,由功能性需求转变为生态性需求。未来张掖城市建设应遵循城市发展规律、协调功能布局、保护城市风貌、建立相关地方法规,以促进城市水环境整体性建设,保障城市生态安全,维护城市水环境特色。

参考文献:

- [1] 唐志强,曹瑾,党婕.水资源约束下西北干旱区生态环境与城市化的响应关系研究——以张掖市为例[J].干旱区地理,2014,37(3):520-531.
- [2] 张兴嘉,刘雅琴.张掖生态保护与修复背景下的生态补偿机制问题研究[J].社科纵横,2017,32(12):45-47.
- [3] 石亮.明清及民国时期黑河流域中游地区绿洲化荒漠化时空过程研究[D].兰州:兰州大学,2010.
- [4] 汪桂生.黑河流域历史时期垦殖绿洲时空变化与驱动机制研究[D].兰州:兰州大学,2014.
- [5] 史志林.历史时期黑河流域环境演变研究[D].兰州:兰州大学,2017.
- [6] 杜金龙,朱记伟,解建仓,等.基于GIS的城市土地利用研究进展[J].国土资源遥感,2018,30(3):9-17.
- [7] 张掖市志编修委员会编纂.张掖市志[M].兰州:甘肃人民出版社,1995.
- [8] 牟凤云,张增祥.重庆市城市空间形态演变定量化研究[J].安徽农业科学,2009,37(9):4324-4325+4329.
- [9] 张掖市林业志编纂委员会.张掖林业志(远古-2010)[M].兰州:甘肃文化出版社,2017.
- [10] 朱烈建,陈侃侃,张建波.沪浙临界地区协同发展路径初探[C].城乡治理与规划改革——2014中国城市规划年会,2014.