

# 陕北河谷川道小城镇水适应景观设计策略初探

刘 华, 雷振东

(西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:** 已有城镇格局的陕北河谷川道小城镇内涝明显, 弹性应对的水适应景观能够有效改善内涝, 在对城镇内涝现状及问题分析的基础上, 借鉴陕北传统雨水利用经验, 从宏观镇域识别和保护生态基底, 中观镇区构建绿色基础设施, 微观居住组团布局雨水设施三个层面提出景观设计策略, 最后结合河谷川道小城镇设计案例进一步验证, 以期通过对现有城镇景观格局的改造策略研究, 实现不同尺度下城镇雨水层层滞蓄, 提高城镇水适应能力。

**关键词:** 陕北; 河谷川道; 小城镇; 水适应景观

中图分类号: TU986

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2019)01-0097-07

## Preliminary study on water adapted landscape design strategies for small towns in the valleys of northern Shaanxi

LIU Hua, LEI Zhendong

(School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

**Abstract:** Waterlogging is aggravated in small towns along river valleys in northern Shaanxi, which can be effectively improved by water adaptation landscape. Based on the analysis of the current situation and problems of towns waterlogging, the paper draws on the experience of traditional rainfall utilization in northern Shaanxi province. Landscape design strategies are put forward from three aspects, i. e. at the macro level, the recognition and protection of the ecological base of the town area. Construction of Green Infrastructure in towns at medium level. Layout of Rainwater Facilities in Residential Groups at micro level. Finally, the valley small town design case is further validated. It is hoped that through the study of the transformation strategy of the existing small town landscape pattern, the rainwater can be detained and stored in different scales, and towns water adaptability can be improved.

**Key words:** northern Shaanxi; valley; small town; water adapted landscape

陕北黄土高原旱涝明显, 7~9 月暴雨频发, 短历时强降雨引发水土流失, 城镇建设用地上内涝, 尤其是黄河主要支流中下游宽阔河谷阶地上, 近年来随着城镇扩张内涝加剧明显。目前, 国内外对内涝研究主要集中于城市“海绵城市”建设规划方面, 城市雨洪管理、水敏感城市设计、水系统弹性研究为治涝提供了宝贵经验, 其中, 逐级滞蓄雨水, 分区管控, “弹性应对”及“可塑性”的理念极具现实意义。这些研究多集中于大中城市及微观场地内雨水设施设计, 对村镇涉及很少, 尤其是陕北丘陵沟壑区地貌复杂, 人口密度、产业结构、城镇布局、自然基底环境等条件与城市不同, 不能照搬城市建设经验, 需要因地制宜的景观设计方法与策略, 因此, 根据陕北河谷川道小

城镇内涝现状, 结合现有海绵城市基础理论, 借鉴陕北村镇水土保持, 传统农业经验, 探讨城镇水适应景观设计策略。

### 1 陕北河谷川道小城镇内涝现状与问题

陕北黄土丘陵沟壑区位于延安以北, 长城以南, 基本地貌由黄土梁, 黄土峁和河谷构成, 河谷川道人口最为密集, 人居环境好, 是小城镇的主要聚集区。上游河谷断面呈“V 字形”, 河道狭窄且流速快, 尤其是位于河道上游小城镇受坡面径流影响较大, 在暴雨时节面临水土流失和洪水威胁; 中下游河谷川道小城镇断面呈“U 字形”, 分布于较宽的河流阶地上, 坡面较缓, 城镇建设

用地不断沿河谷填充式扩张,使地表径流更加明显,雨水管渠设计不能满足排放需求,暴雨时地表径流常夹带着污染物不经净化流入河道,宽阔河谷阶地因内涝影响农作物生长,道路积水严重,弹性应对降水时空变化能力弱,河道下游泥沙淤积使得地表径流有效排放与行洪安全存在两难境地<sup>[1]</sup>。

因此,亟需对既有城镇绿地、道路、水系、开放空间进行水适应景观设计改造,减少水土流失,促进河道行洪安全,改善城镇内涝,营建舒适,安全,生态的城镇人居环境。

## 2 内涝成因分析

陕北小城镇内涝成因复杂,地表径流大小在降雨量一定条件下,主要受地形坡度、绿化覆盖程度及土壤下渗性三方面影响。

流域上游河谷川道小城镇梁峁上部坡度大,尤其遇短历时强降雨时,径流流速快且流量大,坡面绿化不足,坡面下部缺乏雨水滞蓄设施,农田林网覆盖率低滞蓄雨水能力不强,自然环境与建设用地边界明显,缺乏向人工环境楔形渗透,雨水调蓄能力不足,阶地一侧建设用地狭窄,集中承接来自上方过多的径流,因此,水适应景观需有组织排放径流,尤其是小流域出水口城镇河道行洪安全。

流域中下游河谷川道小城镇上部坡陡,径流流速快;中坡坡度变化较为均匀,流速居中;下部坡缓,径流流速慢。平缓坡及中坡占据镇域较大面积,自然行泻通道和汇水节点多被建设用地占据,湿地坑塘被填埋,农田林地被蚕食,绿地多呈零星点状,景观尺度及形态单一,网络连通性差,滞蓄消纳雨水能力不足<sup>[2]</sup>,城镇下垫面的改变使土壤下渗能力显著降低,地表径流系数增大,径流峰值增高,汇流时间缩短,而小城镇雨水管渠设计重现期标准普遍偏低,易内涝。河道渠化及泥沙淤积使水位涨落明显,易受洪水灾害。因此,处于缓坡梁顶及平缓坡面下渗性好,有滞蓄消纳雨水潜力,水适应景观应在降雨量较少时收集利用雨水,降雨量大时使雨水设施具有一定调蓄容积,能够控制坡面径流缓释慢排,改善城镇内涝并抵御洪水灾害。

## 3 内涝应对策略

“重工程,轻生态”的城镇内涝防治和防洪设

施能解决部分城镇水问题,但城镇自然水文生态过程是复杂的,“灰绿结合”才能韧性应对城镇雨涝灾害。陕北传统雨水利用智慧中因地制宜,顺应自然和与水为友的水资源利用管理方式为现代村镇建设提供了一定经验。本文借鉴陕北丘陵沟壑区传统造田集雨工程技术和径流集雨工程建设经验<sup>[3]</sup>,通过多尺度小城镇水适应景观设计,实现雨水层层滞蓄,防洪排涝,促进水土保持并使雨水资源化利用。

### 3.1 镇域尺度

面积为数十平方公里,以非字形河道生态系统为轴,两侧为平地,边缘为坡地。降雨汇流过程概括为:雨水+上游河口+其它河道—地表径流—河道—下游河口=流出<sup>[4]</sup>。

小流域型城镇占河谷川道小城镇比例少,它以黄河二三级支流以下分水岭和下游河道出口断面为自然地理范围,河道断面为V型,坡陡河道狭窄,自然生态系统占据小流域主要面积,受高强度降雨影响大,人居点规模有限,因此需退耕还林还草,控制小流域人口密度,规模过小的流域需进行生态移民。

黄河主次支流河谷川道小城镇地貌剖面为U型,城镇人口相对集中,面积大,居住环境及农田灌溉条件好,因此应协调自然生态与人居建设之间关系,控制城镇沿主河道的填充式发展,在小支沟适当引入生态窑居单元,采用带状串珠式交叉布置建设用地与农田林地。河道、梁峁顶及陡坡面为生态敏感区。

因此,建立自上而下的梁峁顶,梁峁坡面,沟坡林草及沟道防护体系,控制城镇建设密度,促进绿楔向人工环境的渗透,加强生态斑块及廊道建设,突出景观异质性和多样性,对修复镇域水生态,保障水安全,改善水环境具有重要作用<sup>[5]</sup>。

### 3.2 镇区尺度

小城镇镇区面积约为1.5~2.8 km<sup>2</sup>,雨水控制利用设施由低影响开发雨水系统,农田灌排系统构成,末端与镇区雨水管渠系统和超标雨水径流系统衔接。

通过恢复镇区内自然汇水廊道及坑塘湿地,构建以生态廊道为核心的镇区绿色基础设施。结合建设用地内低影响开发雨水系统应对中小型降雨,强化林网水系生态连通性,设施与镇区截留式合流制雨水管渠共同组织径流排放,最后流入污水处理厂<sup>[6]</sup>,水体净化后排入河道。当雨量超过

主管输水能力时，则通过溢流井汇入末端低洼处的湿塘进行净化后再排入河道，能够有效减少河道污染。

小城镇农田灌排系统中干渠，支渠，斗渠，农渠构成了一层层的农田集水单元，每块农田集水单元的超标径流溢流进入农沟，农沟汇流入支沟，支沟汇流入干沟<sup>[7]</sup>，干沟水体为农田污染水体，经人工湿地净化后再入坑塘储存，最后回灌入农田，而多余水量则排至河道(图 1)。镇区上部农田灌排系统能够截留并利用坡面雨水，消减来自上部的径流量，而镇区下部农田承载镇区超标径流，分担雨水管渠排放压力。

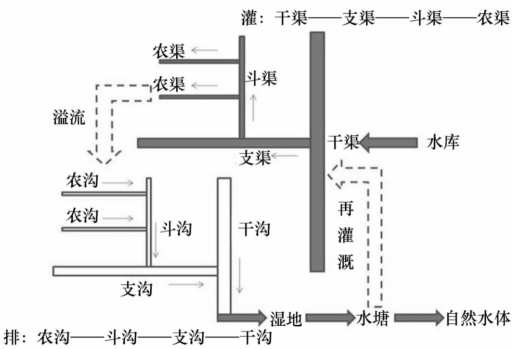


图 1 小城镇农田灌排系统分析  
Fig. 1 Analysis of irrigation and drainage system in small towns

镇区低影响开发设施与雨水管渠系统结合，滞蓄回用镇区中小降雨，大型降雨则通过城镇雨水管渠系统，超标雨水径流系统控制应对<sup>[8]</sup>，从而构成镇区综合雨洪控制体系，陕北河谷川道小城镇水适应景观正是建立于这个体系之上，对现有开放空间进行设计及改造，恢复生态廊道及节点并有组织进行景观设计，使城镇具有“海绵”特性。

根据陕北河谷川道小城镇镇区绿色基础设施各斑块和廊道的功能侧重，景观归纳为三类廊道和斑块。

镇区一级廊道为河流型廊道，因河道流量大，行洪要求高，现状多采用直立式刚性驳岸，通过结合周边用地对河流廊道进行改造，单侧最窄宽度控制在 30 m，从而有效过滤污染物，净化地表径流<sup>[9]</sup>。大致为 A1，A2，A3 三种类型(表 1)。A1 型保留刚性驳岸基础，驳岸顶部利用柔性生态袋铺垫坡面，保持水土，形成永久性高稳定自然边坡；A2 型为阶梯式驳岸，借鉴陕北传统造田集雨经验中梯田的设计理念，分层分段布置挡墙，与种植池和游憩步道结合，滞蓄净化地表径流，满足居民游憩亲水；A3 型驳岸针对陕北中下游河

道局部“地上河”的情况，传统引黄淤灌，沉淀泥沙的方式能够韧性应对水位暴涨带来的问题，镇区通过局部构筑土坡，抬高岸线高程，坡内设净水坑塘沉淀泥沙后引灌入农田。

表 1 河流廊道类型及图示表  
Tab. 1 Types and diagrams of river corridor

一级廊道	类型	图示
A 河 流 型 廊 道	A1 刚性驳岸 + 柔性生态袋	
	A2 阶梯式驳岸	
	A3 筑坡驳岸，引黄淤灌	

二级廊道主要包括镇区通勤廊道和支毛沟生态防护带(表 2)。镇区通勤廊道多呈单幅路和三幅路，单幅路由机非行车道，人行道构成，大致分为 B1，B2，B3 三种类型。三幅路由机动车道，机非行车道和人行道组成，大致分为 B4，B5 两种类型<sup>[10]</sup>。

B1 型为紧邻建筑一侧布置的单幅路，在机非车道一侧或两侧设置排水 U 型槽，收集的路面径流直接流入城镇雨水管渠系统，人行道采用透水铺装，雨水汇入人行道生态树池，超标雨水溢流入雨水管渠；B2 型为两侧紧邻绿地的单幅路，雨水经透水铺装下渗后漫流入生态树池或沿人行道排水槽汇入两侧下沉绿地，超标径流汇入下一级雨水利用设施或溢流入雨水管渠系统；B3 型要求路面较宽，两侧人行道绿化带均为植被浅沟，路面径流汇入植被浅沟，浅沟中利用卵石堆堰的方式消减径流流速，超标径流溢流入雨水口<sup>[11]</sup>。B4 型的车行道径流汇入路面隔离带环保雨水口，最后溢流入雨水管渠，而人行道雨水通过铺装下渗并流入生态树池；B5 型路面较宽，主要利用道路隔离带设置植被浅沟和生态树池滞蓄，下渗雨水。

支毛沟生态防护带由生态种植带和沟道防护工程构成，主要作用是防止坡面径流造成沟床下切，稳定山坡坡脚。谷坊群设置在坡度大于 5% 的

沟段, 谷坊间距, 宽度及高度依沟谷地坡度以及防护要求确定, 谷坊两侧边坡为植被种植带。

表2 二级廊道类型及图示表

Tab. 2 Types and diagrams of secondary corridors

二级廊道	类型	图示
B 通勤廊道	B1 单幅路	
	B2 单幅路	
	B3 单幅路	
	B4 三幅路	
	B5 三幅路	
C 支毛沟生态防护带	谷坊群	

三级廊道包括居住组团间的生活廊道及田间林路。生活廊道分为D1, D2两种类型, 通过植被缓冲带, 干式植草沟或坑塘来滞蓄坡面径流, 超标雨水通过溢流管进入下层蓄水设施。田间道为村庄与农田间道路, 沿水利沟渠布局, 道路宽度约为3~4 m, 分布在道路防护林, 经济作物种植带, 农田, 田埂之中(表3)。

镇区斑块包括涝池及湿塘<sup>[12]</sup>。主要分布在镇区易积水区域, 坡底汇水点及沟头防护工程中, 通过构筑坑塘及生态堤岸蓄水用水, 超标雨水通过溢流竖管排入河道(表4)。

表3 生活廊道及田间林路类型及图示表

Tab. 3 Types and diagrams of living corridors and field roads

三级廊道	类型	图示
D 生活廊道	D1 干式植草沟	
	D2 坑塘+植草沟	
E 田间林路	梯田+种植带	
表4 斑块图示表		
Tab. 4 Diagrams of plaques		
斑块	图示	
F 涝池及湿塘		

### 3.3 居住组团

居住组团为雨洪控制的微观单元, 面积约为5~10 hm<sup>2</sup>, 依据黄土高原小城镇微观居住单元源头控制, 分散处理的要求, 结合雨水资源化、径流控制及保水护土的雨水控制目标选择雨水调蓄设施类型, 尽量就地解决居住组团内部径流, 设施面积不足则引入周边场地进行消纳。居住组团各院落基本与等高线平行布置, 分布于平坡及缓坡地, 可在有高差一侧设置石笼墙, 上方道路路面径流通过挡墙顶部豁口流入下部传输型植草沟, 当道路径流流量较大时, 则宜布置干式植草沟, 通过穿孔收集管排出雨水。宅间距离较宽时, 宜在道路下部设置滞水型植草沟, 超标径流排向下一级雨水调蓄设施或溢流入城镇雨水管渠, 当居住组团内部有足够汇水面积则布置净水型下凹绿地, 通过垫层净化水体后经穿孔收集管汇入组团间涝池后回用。

## 4 陕北河谷川道小城镇水适应景观设计验证

### 4.1 化子坪镇内涝现状及问题

延安安塞县化子坪镇是位于黄河一级支流的陕北河谷川道小城镇，根据镇域河流网络提取，为非字型水系形态，河道两侧及自然汇水廊道受到人为破坏，暴雨季节沿河一侧镇区建设用地易内涝。因此，需要对镇区水适应景观展开设计以提高应对暴雨灾害能力。

水适应景观以镇区建设用地及临近的一段河道，部分农田及中陡坡林草种植带为研究范围，控制在几个较为完整的自然汇水分区内。通过镇区坡度坡向分析，河道两侧为平坡(0~3%)，建设用地集中在缓坡(3%~10%)，少部分建设用地和农田集中在中坡(10%~25%)，林地及草地滩涂分布在陡坡(25%~50%)。镇区坡向多为南向，靠近河道区域坡向变化较大，汇流情况复杂。镇区雨水经各支沟沟谷汇水流入河道，流向自北向南，河道及两侧一定距离处于易涝区。河道北侧主要分布城镇建设用地，地表硬化严重，多数自然汇水路径被填充或打断，处于坡地的农田因灌溉体系设计的不完善，滞蓄雨水能力弱，部分农田超标径流漫入建设用地。中小型降雨时镇区建设用地雨水管渠的快排机制使地表径流直接沿管道排走，在遭遇大暴雨时却因地表径流过大，不能及时排出形成局部内涝，加之河道水位暴涨，使镇区面临内涝及水患的双重问题。

通过 ArcGIS 对镇区等高线，坡向与用地现状分析基础上，把镇区划分为七个集水分区(图 2)。化子坪镇镇区按用地性质大致分为六类，分别为草地滩涂、林地、农田菜地、水域、建筑场地及道路用地，运用景观格局指数软件 Fragstats，选择对雨水调蓄能力起关键作用的指标，对现状绿

地景观进行定量分析。其中建筑场地斑块所占面积最大，连通度指数最高，形状较规则。林地斑块密度最大，最为破碎，形状最不规则，草地滩涂次之，农田菜地的面积分形维数最低，形状最为规则，聚集度指数最高，斑块更为集中，水域斑块最少，最为分散(表 5)。因此，镇区需要恢复被建设用地占用的自然汇水路径，避免硬质铺地占据大量面积，扩大建设用地内现存绿地的生态效益，消弱人工边界规整特征，加强外围自然林草地向镇区建设用地渗透，凸显自然边缘柔和曲线；在现有绿带基础上促进横纵向廊道的连通性，汇水节点位置加大面积；易涝范围应沿河道退让，沿河道绿廊建设汇水坑塘及植被过滤带，分区域净化镇区面源污染，通过河流廊道设计改善河道污染并强化行洪安全。

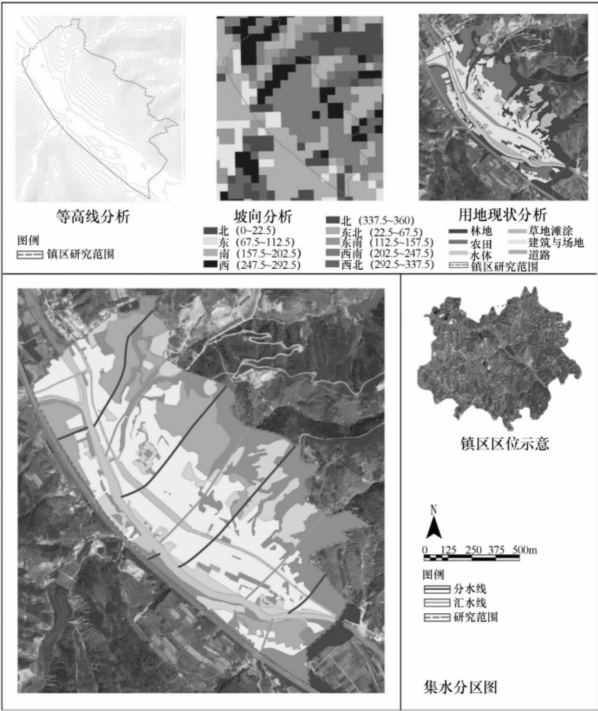


图 2 镇区叠加分析  
Fig. 2 Overlay analysis of township

表 5 化子坪镇镇区景观格局指数分析

Tab. 5 Analysis of Huaziping township landscape pattern index										
类型	CA/hm <sup>2</sup>	NP/个	PD/ 个·km <sup>2</sup>	LSI	FRAC_MN	PROX_MN	CONNECT /%	DIVISION /%	AI /%	PAFRAC
草地 滩涂	20.964 4	31	147.869 9	11.392 4	1.176 6	57.379 2	15.483 9	0.911 3	94.283 5	1.369 9
林地	39.136 3	113	288.734 9	15.333 3	1.210 8	77.868 7	15.834 4	0.873 6	94.243	1.281 4
农田 菜地	26.579 4	12	45.147 8	5.796 6	1.144 3	188.626 2	19.697	0.780 5	97.659 5	1.212 1

续表 5

类型	CA/hm <sup>2</sup>	NP/个	PD/ 个·km <sup>-2</sup>	LSI	FRAC_MN	PROX_MN	CONNECT /%	DIVISION /%	AI /%	PAFRAC
水域	8.865 6	2	22.559	5.677 8	1.181 1	0	0	0.047 9	96.025 7	—
建筑 场地	55.543 1	16	28.806 4	10.108 9	1.165 1	1 884.122 7	29.166 7	0.656 2	96.930 1	1.467 3
道路 用地	4.315	1	23.175	10.455 1	1.440 8	0	0	0	88.424 6	—

注: CA 为斑块类型面积; NP 为斑块数; PD 为斑块密度; LSI 为斑块形状指数; FRAC\_MN 为平均斑块分维数; PROX\_MN 为斑块临近指数; CONNECT 为连接度指数; DIVISION 为景观分割指数; AI 为聚集度指数; PAFRAC 为面积分形维数。

## 4.2 化子坪镇镇区水适应景观设计

### 4.2.1 镇区绿色基础设施构建

在对现状问题分析的基础上,沿等高线设计生态廊道连通镇区现状绿地斑块,把汇水区内部面积较大斑块改造为下凹绿地,溢流雨水与城镇雨水管渠衔接;恢复贯通镇区的汇水廊道,毛沟通过谷坊防护工程加护;完善镇区建设用地上部的梯田排水系统,通过农沟,斗沟,支沟,干沟层层滞蓄雨水,干沟与等高线基本平行,集中收纳农田的超标径流,因梯田为块状散布在坡面,因此强化干沟与自然沟道的横向连通来改善镇区上部雨水滞蓄能力,并引入蓄水罐或坑塘收集雨水回灌农田;沿城镇交通主干道布置低影响开发设施,设施末端与雨水管渠系统衔接;沿河流廊道退让易淹没范围,根据河道两侧用地性质分段设计河道断面,农田及生活污水在排入河道前沿输水设施汇入坑塘净化。

最终形成绿地水系横纵向连通,竖向分层消解径流的绿色基础设施网络,它同城镇雨水管渠系统“灰绿结合”综合提升镇区水适应能力(图3)。



图3 镇区绿色基础设施网络构建图

Fig.3 Green infrastructure network construction plans for townships

### 4.2.2 镇区主要廊道及斑块设计

根据河道两侧用地性质及地形地貌,分段设计河流廊道。易淹没地区应拆除建筑物,因河道行洪要求高,因此保留刚性驳岸基础,顶部用植被覆盖,采用A1型河流廊道设计;建设用地及农田区段产生的超标径流应在排放至河道前进行处理,采用A2型阶梯式驳岸设计,层层沉淀分解污染物;在局部“地上河”区域“引黄淤灌”,沿河道一侧构筑土坡及坑塘,净化河水灌溉农田,弹性适应河道水位变化,采用A3型驳岸。

现状镇区主干道由单幅路与三幅路组成,中部三幅路可改造为B5模式,路面雨水漫溢入道路绿化隔离带和人行道生态树池,超标径流汇入城镇雨水管渠。两端单幅路因路面狭窄,可改造为B1模式,人行道径流汇入生态树池,沿穿孔排水管排走,机非车道雨水漫溢入路面两侧排水U型槽。支沟谷坊工程设施主要分布于镇区汇水沟道,利用坡面汇水带设置集水罐或涝池,用于滞蓄雨水自流灌溉,超标雨水通过沟内谷坊层层滞蓄,采用多排植物密植型谷坊。生活廊道位于缓坡地,道路在迎水面一侧采用干式植草沟,最后汇流至镇区涝池。田间林路依据现状选用E型梯田,道路,沟渠与种植带结合模式。镇区斑块是居住组团间分布的圆形涝池,现状涝池已干涸且无净水装置,可在径流雨水汇入涝池之前利用前置塘沉淀,并沿涝池边种植植物,为镇区居民创造一处游憩场地。另一处斑块在镇区南侧农田区域,现状农田污水直接排入河道,因此,通过沿河道一侧构筑坡地,内侧修筑生态输水沟,延长排放路径净化污染物,最后汇入现状保留的坑塘,最终通过溢流管排入河道。

### 4.3 居住组团绿地景观设计

居住组团是镇区微观单元,分布于平坡和缓坡地,由建筑、道路、绿地、水体构成。居住建

筑为一,两层砖混结构,呈条带形建筑形态,随等高线灵活布置,没有明确的道路体系,院落道路间距约为3~4 m。

组团布局大致归纳为四类,分别为密集排列型、中心围合型、分散布置型和公共场地型(图4)。其中密集排列型是最常见类型,建筑密度大,硬化率高,宅间道路没有绿化,地表径流量最大,尤其汇水区低洼处的居住组团易积水;中心围合型居住建筑密度低,绿地面积大且集中,下渗雨水能力强,但是滞蓄雨水能力弱,多靠近汇水带布置;分散布置型组团绿地出现在道路交叉口及场地边角地带,绿地过于分散,面积小,滞蓄下渗雨水能力不强;公共场地型以较宽阔场地为中心,为裸地,是组团内主要的活动区域,但收纳周边用地雨水能力不强。

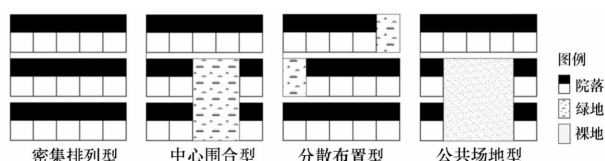


图4 居住组团布局类型

Fig. 4 Layout types of residential groups

基于居住组团四种绿地布局模式,得到不同的源头消减,径流控制的方法。密集排列型可利用道路一侧植草沟传输雨水,采用干式植草沟,雨水随植草沟底部穿孔收集管排走;中心围合型把建筑组团内雨水汇聚入绿地,超标雨水通过溢流暗管流入周边下凹绿地或者沿干式植草沟汇入地势低洼地带;分散布置型利用分散的下凹绿地滞蓄雨水,超标雨水则通过明沟或暗管排出;公共场地型可采用净水型下凹绿地,收集周边场地径流,净化后排入涝池进行回用,下凹绿地周边种植乔灌木,形成一处活动场地。

## 5 结语

依赖单一工程化设施解决城镇水问题的方式过于片面,人水共生,韧性应对的水适应景观设计方法是与自然过程相适应的。文章基于陕北河谷川道小城镇内涝成因分析,借鉴陕北丘陵沟壑区传统造田集雨工程技术和径流集雨工程技术建设经验,提出小城镇水适应景观设计策略。宏观层面划分镇域生态敏感区;中观镇区层面通过低影响开发设施、雨水管渠系统、农田灌排系统、超标雨水径流系统相配合构建镇区绿色基础设施,归纳出三类廊道及斑块的设计策略;微观从居住组团层面提出低影响开发设施组合及应用方式。

从而实现雨水源头控制、资源化回用、减涝防洪、控制城镇面源污染、水土保持的多目标要求。这种多尺度,多目标,地方适宜技术引导下陕北河谷川道小城镇水适应景观设计策略符合未来生态城镇建设要求。

## 参考文献 References

- [1] 白钰. 基于陕北黄土高原地貌特征的城镇空间形态结构研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2010:76-78.  
BAI Ren. Study on the urban spatial morphology and structure based on the geomorphic features of the loess plateau in Northern Shaanxi Province[D]. Xi'an:Xi'an University Of Architecture And Technology, 2010: 76-78.
- [2] 周庆华. 基于生态观的陕北黄土高原城镇空间形态演化[J]. 城市规划学刊,2004(4):84-87.  
ZHOU Qinghua. Evolution of urban spatial morphology in Loess Plateau of Shaanxi Province based on ecological view [J]. Urban Planning Forum, 2004 (4): 84-87.
- [3] 李甜. 陕北地域传统雨水利用智慧及其现代应用研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2015:25-28.  
LI Tian. Study on the traditional rainwater utilization wisdom and its modern application in Northern Shaanxi Province[D]. Xi'an:Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2015:25-28.
- [4] 刘晖. 黄土高原小流域人居生态单元及安全模式:景观格局分析方法与应用[D]. 西安:西安建筑科技大学,2005:69-70.  
LIU Hui. Human ecological unit and safety model of small watershed in loess plateau: landscape pattern analysis method and its application[D]. Xi'an:Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2005:69-70.
- [5] 黄自强. 关于黄土高原地区沟道坝系生态工程建设的实践与构想[J]. 中国水土保持,2000(10):1-3.  
HUANG Ziqiang. Practice and ideas on the construction of ecological engineering dam system in Loess Plateau[J]. Soil and water conservation in China, 2000 (10):1-3.
- [6] 易亮亮. 陕北沟壑地区城市排水系统分析与设计优化研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2009:12-13.  
YI Liangliang. Study on urban drainage system analysis and design optimization in Northern Shaanxi Gully Region[D]. Xi'an:Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2009:12-13.
- [7] 中华人民共和国水利部. 灌溉与排水工程设计规范:GB50288-99[S]. 北京:中国计划出版社,1999.  
Ministry of Water Resources of the PRC. Specification for design of irrigation and drainage engineering: GB50288-99[S]. Beijing: China Planning Press,1999.

(下转第115页)

- LIU Yanfeng, WANG Dengjia, LIU Jiaping, et al. Measurement study on influence factors of building indoor thermal environment in winter in lhasa[J], Building Science, 2010(8):23-26.
- [10] 刘艳峰,刘加平,杨柳,等. 拉萨地区被动太阳能传统民居测试研究[J]. 太阳能学报, 2008, 29(4).  
LIU Yanfeng, LIU Jiaping, YANG Liu, et al. Measuring study of passive solar house for traditional dwelling building in Lhasa area[J], Acta Energiae Solaris Sinica, 2008, 29(4).
- [11] 黄凌江,邓传力,兰兵. 拉萨乡村传统民居与新式民居冬季室内热环境对比分析[J]. 建筑科学, 2012, 28(12):61-66.  
HUANG Lingjiang, DENG Chuanli, LAN Bing, Comparative study on indoor thermal environment in winter of modern and traditional rural dwellings in lhasa[J], Building Science, 2012, 28(12):61-66.
- [12] 李恩,刘加平,杨柳. 拉萨市直接受益式太阳房居住建筑被动式设计优化研究[J]. 工业建筑, 2012, 42(2):27-32.  
LI En, LIU Jiaping, YANG Liu, Research on the passive design optimization of direct solar fain house for residential buildings in Lhasa[J], Industrial Construction, 2012, 42(2):27-32.
- [13] 李恩,杨柳,刘加平. 拉萨市附加阳光间式住宅建筑被动式优化设计研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2016, 48(2):258-264.  
LI En, YANG Liu, LIU Jiaping Analysis on the passive design optimization for residential buildings in Lhasa based on the case study of attached sunroom system for apartment buildings[J], Journal of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2016, 48(2):258-264.
- [14] SHAO Nina, ZHANG Jili, MA Liangdong. Analysis on indoor thermal environment and optimization on design parameters of rural residence [J]. Journal of Building Engineering, 2017, 12:229-238.
- [15] 陈洪根. 建筑外窗保温节能改善探讨[J]. 城乡建设, 2010(35):247-249.  
CHEN Honggen, Discussion on energy saving improvement of building exterior window insulation[J], Urban and Rural Development, 2010(35):247-249.
- [16] ASHRAE. Thermal Environmental Condition for Human Occupancy: ASHRAE Standard 55-2013 [S]. ASHRAE Standards Committee, 2013.
- [17] 中华人民共和国建设部. 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范:GB50736-2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012  
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of P. R. China. Design code for heating ventilation and air conditioning of civil buildings: GB50736-2012 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2012.

(编辑 桂智刚)

(上接第 103 页)

- [8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南(试行)(下):低影响开发雨水系统构建[J]. 建筑砌块与砌块建筑, 2015(2):42-52.  
Ministry of Housing and Urban-Rural Construction of the People's Republic of China. Technical guide for sponge city construction(Trial Implementation) (II): Construction of rainwater system with low impact development [J]. Building Block & Block Construction, 2015(2):42-52.
- [9] 朱强,俞孔坚,李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度[J]. 生态学报, 2005, 25(9):2406-2412.  
ZHU Qiang, YU Kongjian, LI Dihua. The width of ecological corridor in landscape planning[J]. Journal of ecology, 2005, 25(9):2406-2412.
- [10] 中国建筑标准设计研究院. 城市道路与开放空间低影响开发雨水设施:15MR105[S]. 北京:中国计划出版社, 2016:4-18.  
China Academy of Architectural Standard Design. Low impact development stormwater facilities of urban roads and open space: 15MR105 [S]. Beijing: China Planning Press, 2016:4-18.
- [11] 陈宏亮. 基于低影响开发的道路雨水系统衔接关系研究[D]. 北京:北京建筑大学, 2013:19-24.  
CHEN Hongliang. Study on the connection relationship of urban road rainwater system based on low impact development[D]. Beijing: Beijing Architecture University, 2013:19-24.
- [12] 郭文韬,曹隆恭. 中国传统农业与现代农业[M]. 北京:中国农业科技出版社, 1986:131-132.  
GUO Wentao, CAO Longgong. Chinese traditional agriculture and modern agriculture[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1986:131-132.

(编辑 桂智刚)