

城市棕地景观再生的生态修复型策略研究

——以安徽省芜湖市无为县泰山头片区为例

吴向葵¹,高峰²

(1.安徽大学江淮学院,安徽 合肥 230031;2.安徽大学艺术学院,安徽 合肥 230031)

摘要:棕地生态修复是城市双修的重要内容之一,对优化城市人居环境和空间格局具有重要价值。通过对国内外已有的实践案例进行综合分析,归纳出城市棕地景观生态修复的3种类型与策略。并以安徽省芜湖市无为县泰山头片区为例,从植被修复、沿河岸线生态栖息地修复、水体修复、生态海绵技术修复等4个方面提出了城市棕地生态修复的方法与路径,从景观规划视角为城市棕地生态修复提供参考和借鉴。

关键词:城市棕地;景观再生;生态修复;生态系统

中图分类号:TU986 **文献标志码:**A

当前,我国城市发展正由快速扩张的增量阶段向重品质的存量挖掘阶段过渡。城市棕地作为市政建设用地的一部分,其潜在的公共价值受到更多关注。近年来,国内外对棕地的研究内容较为丰富,主要聚焦于棕地的修复、棕地再生的模式与途径、棕地的评价因子以及棕地再生的演变类型^[1]。其中,国外对棕地的研究较早,主要从建筑工程学和资源环境学的角度研究棕地再生的理论框架、从理论层面探索如何提高棕地的经济效益与修复效率等。国内的研究一方面学习借鉴国外对棕地修复的成功经验,另一方面逐步从风景园林学、环境生态学的角度进行棕地生态修复和景观再生的实践。郑晓笛等^[2-3]提出了“棕色土方”的概念,从风景园林和景观设计角度对棕地环境污染进行治疗,指出了棕地中自然演替形成的生境系统

具有重要的生态价值。金云峰等^[4]从工业森林的特定视角出发,研究棕地再生中场所营建的策略。陈蔚镇等^[5]运用工业森林管理模式,通过极小的人为干预促进棕地自然修复与良性循环,探讨了自然与工业共存的场地构建机制。总体上,对于棕地再生的研究与探索已成为学界共识,但研究对欧美国家的关注较多,普遍侧重于欧美国家工业遗产改造及物质遗存价值的解析和总结^[6-7],针对我国本土棕地修复与再生的研究仍较少。基于此,笔者立足园林景观学视角,从现有的理论框架出发,运用实践案例解析城市棕地景观再生的生态修复策略。

一、城市棕地与棕地再生

“棕地”一词最早于1992年在美国提出并被赋予定义。棕地是“可能因已知或潜在

存在的有害物质、污染源或污染物而使其扩展、再开发或再利用过程变得复杂的不动产”,属于狭义范畴的棕地定义。随着国际政治经济结构的变化,二战后,德国、瑞典、意大利等国因大规模的人口锐减而出现了大量闲置的城市用地,这些地块被称为“城市荒地”或“城市空地”等,属于广义范畴上的棕地定义。城市棕地是广义上的一种棕地形式,指在城市建成区内,先前被开发利用而后因城市更新或存在一定程度的污染而被闲置的工商业用地。当前,我国城市棕地一般指城市棚户区、垃圾处理厂、废弃的工业场地和仓储物流园区等闲置的地块。

2005 年,欧洲棕地合作联盟(Cabernet)将近年来欧洲棕地再生的各类项目进行了归纳研究,提出了“棕地复兴 ABC 模型”:A 类以私人投资为主,地块治理和恢复的成本较低,市场吸引力大;B 类以政府财政投入和与开发商合作为主,地块本身状况良好,但前期也需要一定的治理成本,以吸引开发商与之合作;C 类以政府财政投入为主,受各方面因素限制,地块几乎没有明显的开发价值,但由于社会经济效益等原因,政府不得不进行开发治理。

二、城市棕地生态修复的定义、特征与研究历程

1. 生态修复的定义

生态修复的概念由 Cairns 在 1980 年出版的《受损生态系统的恢复过程》一书中提出,并自此作为生态学的一个分支被进行系统研究。目前,国内外学者对其概念的界定可归纳为以下 3 个方面。①强调恢复到自然或新自然的状态。生态修复以修复生物生境为基础,以物理、化学及工程技术为手段,使自然系统向良性循环的方向演化。②生态修复研究生态系统退化的原因及生态恢复与生态重建的技术方法。③生态整合性恢复。生态修复研究整个区域内动植物群体的生态结构、生态多样性等可持续性稳定发展的应用实践策略。

2. 城市棕地生态修复的阶段特征

从修复对象角度,将城市棕地生态修复

分为 3 个阶段。第一阶段:生态要素修复,即受损的土壤、植被、水体等的恢复,为后期自然演替而形成的生境系统提供基础的生存环境。第二阶段:生态系统构建。从生态系统的功能、结构、种类以及生态的稳定性和可持续性考虑,构建良性的可循环的生态修复系统。第三阶段:营造和谐的人居环境。处理好人与动植物之间的关系,为场地丰富的植物群落和多样性的生物群体提供和谐的发展环境。

3. 城市棕地生态修复的研究历程

20 世纪 70 年代,生态学成为一门独立的学科,自此,学者们开始对城市棕地的生态修复进行系统研究。调查显示,因为加工原料和特殊的制作工艺,工业生产过程中会造成土壤的水文条件破坏和污染,但这些地块经过长时间的水土自我净化后,可以演替成适合某些生物资源生存的栖息地,具有重要的生态价值。基于上述原因,可得到城市棕地生态修复具有某种程度的自愈性的结论。

1989—1999 年,《国际建筑展埃姆舍公园》(International Building Exhibition Emscher Park)项目通过了政府提案,整个项目围绕“老工业区的未来”展开,对德国鲁尔区受工业污染最严重的埃姆舍河沿线进行综合治理。国际建筑展(International Building Exhibition, IBA)提出从“个体—区域”2 个层面推动规划区的棕地景观再生修复^[8],指出后工业景观在城市中应具有“自然平衡的补偿功能”与“保护物种和生物群落”的作用,提出了建立“濒危物种保护区”等措施。

近十年来,研究主要聚焦于城市棕地再生中“棕”转“绿”的设计方法,越来越多的城市在市政建设时开始评估城市棕地的生态价值和公共价值,探讨将城市棕地良性生态修复后形成的自然或新自然的生境系统纳入城市公共空间的途径。

三、城市棕地生态修复的类型与策略

1. 工业森林主导型策略

德国鲁尔工业森林项目是城市棕地生态

修复后形成的后工业景观的典型代表,是经过20~50年的时间更迭后自发的野生林地,具有丰富的植物群落和多样性的生物结构。与有规划的公园不同,以工业森林为主导的生态修复策略既保留了原始森林的荒野氛围,又形成了工业和自然共存的独特景观。

以“Rheinlbe 煤矿区”为例,针对这种工业遗产形成的后工业景观,鲁尔区项目组提出在维护自然森林式修复的同时,保留工业历史的痕迹,通过艺术雕塑的形式向大众展示经过漫长的历史沉淀后形成的工业自然景观。景区内修建道路和指示牌等基础设施,规划自然生物保护区,建立识别自然生态物种的教育基地等。在城市土地匮乏的情况下,工业森林项目为不同群体提供了极为重要的体验自然的休闲场地。

2. 设有工业森林保护区的生态公园型策略

美国的清泉公园是一个由垃圾填埋场改造造成的生态公园,场地总面积约891 hm²,其中,约45%的面积为垃圾填埋场,55%为山丘和湿地。2001年,美国政府下令永久关闭垃圾场,将其改造成世界上最大、最具生态性的公园之一。负责该项目的以詹姆斯·康纳为首的菲尔德设计团队提出了以“生命景观”为主题的方案。

基于构建生命景观的定位,清泉公园尊重自然进化的周期规律,将超过688.5 hm²的公园区域设为不受干扰的自然生态区,建立完善的可循环的生态系统。利用植被、太阳能、风能等可再生资源,促进土壤修复,提高对环境变化的回应能力。同时,开辟公众所需的活动场所,搭建多层次的陆路与水路交错的交通网络,构建集“活动场地+栖息地+循环”为一体的人与自然和谐共处的“生命景观”。

3. 休闲游憩场所记忆型城市公园策略

工业棕地因废弃而被遗忘,对其进行改造的本质是将城市的活力引入其中,使场地承担更多的功能。岐江公园原址为粤中造船厂,2001年,由以俞孔坚教授为首的设计团队进行规划改造,项目组汲取了美国西雅图

废煤气厂公园的修复经验,引入西方环境主义、生态修复及城市更新的思路,在保留基地文化的前提下寻求可持续的生态平衡。

岐江公园总占地11 hm²,适当地保留了造船厂的旧貌,通过场地上的物质元素来传递文化记忆,如具有代表性的古榕树、铁轨、吊塔、厂房骨架等,并运用新材料、新技术、新工艺进行艺术手法的更新,以艺术重现的方式串联起一个个有记忆的元素,构成了富有参与性与趣味性的休闲游憩型开放空间。

四、城市棕地生态修复的途径

1. 土壤修复

工业属性的棕地土壤一般存在多种重金属交叉造成的污染,与传统的修复方法相比,运用生物修复技术效果显著。生物修复技术主要利用植物本身的净化功能,通过其自身生长过程中的生长周期和化学反应来吸收、分解土壤中的有机污染物,清除某些化学元素。土壤修复是一个持久而漫长的过程,应从整体出发分阶段进行^[9]。可通过轮耕的方式覆盖富营养化的土壤,并种植植物带,打造动态的土壤改良景观。

2. 水质改善

城市棕地生态修复中,水污染治理是极为重要的一个环节,可利用植物或人工湿地、跌水等动态景观,通过沉降、过滤、分解、曝氧、净化等技术来改善水质。例如:上海后滩公园原为污染较为严重的钢铁厂,设计中通过种植低成本的乡土植物来改善场地中4 hm²的江滩湿地环境,并充分利用地形高差,运用跌水景观和水循环灌溉技术实现江滩自然基底的蓄水净化功能,形成了一套可循环的水净化系统。

3. 栖息地恢复

城市棕地在长久的废弃过程中能够自然演替出大量的先锋植被和自发林地,并因生态结构发生变化而使得动植物群落出现不同程度的景观异质性。设计中应以恢复生物多样性为前提,通过最小的人为干预促进物种演替,保护栖息地的生境特色。同时,针对较

为贫瘠的土壤修复,可人工引入少量先锋植物,先进行土壤改良,引导栖息地在自我调节下形成稳定的生态系统。

五、无为县泰山头片区棕地生态修复景观规划实践

规划区域位于安徽省芜湖市无为县泰山头片区,占地面积约 7.8 hm²。泰山头片区三面环水,北临城市交通干道,东临主城老

街,是为无为县环城河景区重要的滨水空间。

1. 场地识别

(1) 概 况

通过现场调研勘探、无人机和卫星影像分析,项目组确定了泰山头片区的基本概况,虚线框内为规划区域(见图 1)。场地内有大量破败的棚户区,私自搭建的违章建筑和随处倾倒的各类垃圾导致区域内道路难行,安全隐患较大。土壤污染和水岸线污染严重,

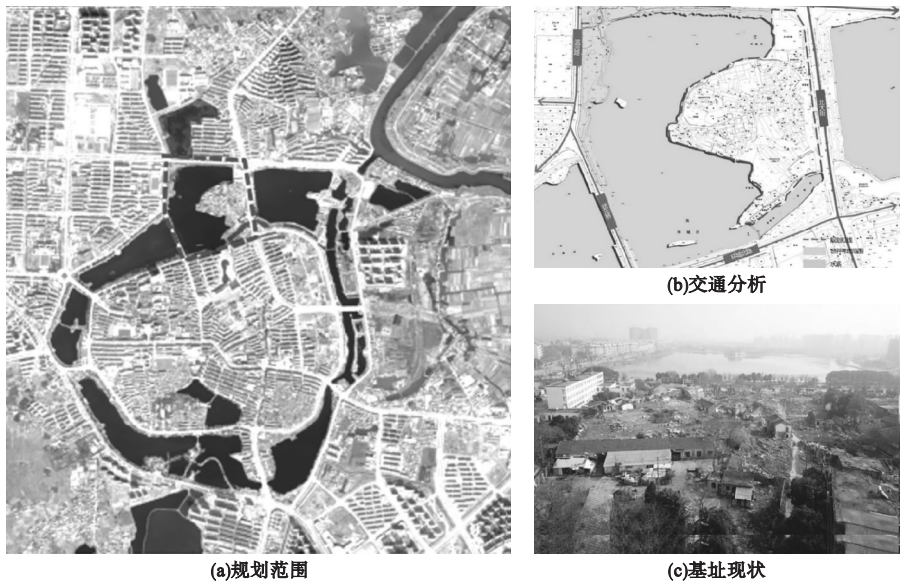


图1 场地概况

景观效果差。

(2) 基地现状的生态环境分析

基地三面临水,是为无为县环城河沿岸的滨水开放空间,但因缺少生态维护,生态系统面临着失衡的风险。①水系生态循环功能退化。因原场地人为破坏和年久失修,沿岸线的驳岸退化,湿生植被的生长环境较差,水体的生态循环功能不足。②管网覆盖率低,泰山头片区为老旧棚户区,基础设施(如地下管网等)布局不合理,雨水未经过滤处理就以地表径流的形式直排入河。③生态岸线的生境破碎化严重,生态系统不完善,无法为生境提供多样化的发展环境。④水体净化能力差。市民的日常生活和厂区内的污水排放量超过了水体的净化能力,导致水体污染严重,沉淀物较多,整体呈富营养化状态。⑤植被覆盖率低,场地内仅种植少量的乔灌木,大面

积的土地裸露在外,造成了环境资源的浪费。基于此,亟需对基地生态进行系统化修复,进而为居民提供更为宜居的生活环境。

2. 生态修复措施与策略

在场地调研与基地生态系统现状分析的基础上,项目组确定了以“风格统一、文化主线明确、生态系统完备”为一体的市民休闲游憩场所为规划方向,总体措施包括植被修复、沿河岸线生态栖息地修复、水体修复以及生态海绵技术修复等(见表 1)。

(1) 植被修复

泰山头片区内的土壤污染和绿化退化严重,植物物种单一。基于三面环河的基地环境,场地中设置湿地保护带、水陆缓冲带和植被恢复区(见图 2)。湿地保护带即在滨水岸线设置湿生植物群落带,种植挺水湿生种、浮水种、沉水种等湿生植物,与微生物、基质、水

表 1 泰山头棕地生态修复措施汇总

修复措施	区域	工程技术	技术要点	特点
植被修复	场地坡度小于 45°	客土喷播技术	利用空气压缩机整合坡面并种植豆科类的先锋植物	抗蚀性强,形成牢固透气的土壤结构
	场地坡度为 45 ~ 70°	液压喷播技术	将草种、黏合剂、保水剂、肥料和水等混合,利用高压泵将混合液喷洒在面层上	绿化速度快,耐腐蚀
	场地坡度大于 70°	上攀下挂的阶梯式绿化	种植藤蔓型的攀援植物,进行竖向空间的绿化塑造	经济效益高,见效快
沿河岸线生态栖息地修复	泰山头水域沿河岸线	生态栖息地修复技术	岸线标高更改、驳岸修复、恢复河流连通性、打造鸟类栖息地	以人为干预低的方式建立生态圈
水体修复	泰山头水域	水体净化技术	上游来水净化、设置沉淀池、雨水净化、水体自净化	水体净化的自循环系统
生态海绵技术修复	硬质铺装地面	生态海绵技术	运用植草沟、生态水渠、透水铺装、曝气装置等技术	渗透力强,排水、净水性好

体及动植物形成相互平衡的循环网络;水陆缓冲带种植水杉、池杉等湿生植物,建设连续的水陆植物交错带,形成滨河生物廊道;植被恢复区针对场地内的地形状况,采用不同的修复方式。坡度低于 45°,采用客土喷播技术,将种子、肥料和缓释剂等相混合,利用空气压缩机整合坡面,并种植豆科类作为先锋植物,豆科植物含有大量的根瘤菌,根瘤菌在瘤中转化为类菌体,能够与宿主植物结合成蛋白质,为土壤提供养分;坡度 45 ~ 70°,采用液压喷播技术将种子、黏合剂、保水剂、肥料等按比例混合,利用高压泵将混合液喷洒在土地面层上并种植乔灌木,形成植物组团的群落景观;坡度大于 70°,采用阶梯式上攀下挂的种植技术,种植藤蔓类的攀援植物,塑造竖向空间。

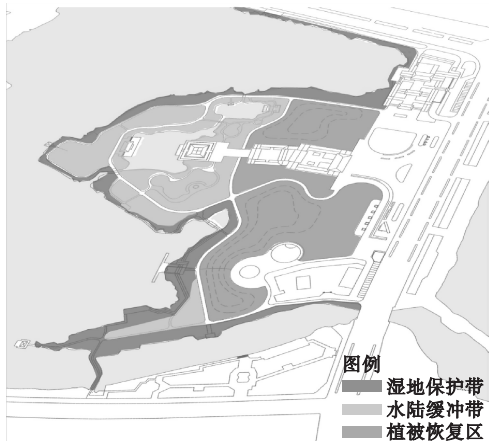


图 2 植物规划

植被的修复是一个长期动态的过程,修

复初期,多种植根系比较发达、生长快速的刺槐、金银花等草本植物和灌木来覆盖空间^[10],再运用适地适树的原则选配物种,通过乔木、灌木和草本植物以及地被植物的组团种植,构建多层次、多样性的植物群落景观。还可以通过种植陆生植被、湿生植被等提高环境的生物适宜性,形成物种丰富的生物生境圈,构成动态平衡的良性循环有机体。

(2)沿河岸线生态栖息地修复

沿河岸线的生态修复采用恢复生境栖息地的策略。沿河岸线具有生态边际效应,水生、陆生、两栖动物等不同的生物群落聚集而生。但场地沿河的原生态岸线受损,无法承载多种生物的繁衍与栖息。项目组在现场调研和文献分析的基础上,采用如下措施进行修复。①岸线标高。现状水位标高约为 8.4 m,结合地形图及周边环境分析,将设计水位的标高定为 8.8 m。场地临水岸线标高变化不大,局部区域硬化标高有变化,其他区域岸线标高均为 8.4 ~ 8.6 m。②拆除河岸的硬质护坡,恢复河流横向与纵向的连通性。以种植绿色植物为主,给河岸更多的生态空间。③开辟沿河岸线的鸟类栖息地。通过种植植物隔离带的方式划定自然保护区,为鸟类提供原生态的栖息地。④驳岸修复(见图 3、图 4)。运用生态驳岸(如滩石驳岸、木桩驳岸、草坡入水驳岸等),为生物栖息地打造生态缓冲带,与环城河岸线的自然景观形成联动,建设滨河生态廊道。

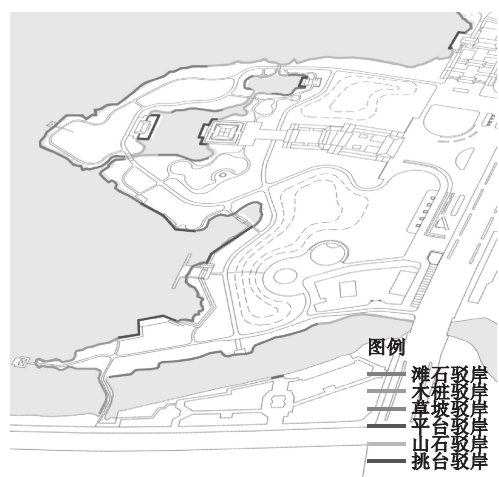


图 3 驳岸的规划范围

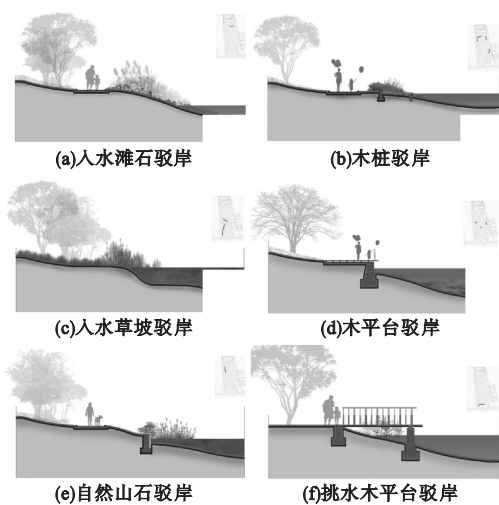


图 4 驳岸的类型

(3) 水体修复

泰山头片区水面宽阔,总体水域面积为 6 530 m²,是营造无为县滨水空间的重要场地。但场地水体污染严重,项目组采用“控制污染源、改善生物生境、重建水系生态、优化水体动植物群落”的策略修复水体,同时,充分利用水体的自净化循环系统进行统一规划(见图 5)。①上游来水净化。设置拦污网过滤上游来水,拦截悬浮垃圾,并建沉淀池沉淀上游泥沙。②雨水净化。道路广场推广透水铺装,对达到峰值期的水流进行分流和净化。③利用植草沟收集、输送和排放径流雨水,运用水体自循环和植物降解功能净化地表径流水质。同时,放置曝气装置,增加水动力,促进水体的流动,减少沉淀物的产生。

④构建完整的动植物、微生物生态修复体系,运用浮水植物、挺水植物和藻菌类串联系统来吸收、分解水体污染物。其中,浮水植物可在较短时间内产生效果,可作为先锋植物使用。⑤水体自循环净化。设置生物滞留区来存储雨水,周边选用适宜湿生种植的植物,利用地形高差与透水的地表铺装来净化水体。

(4) 生态海绵技术修复

规划设计中,项目组充分利用海绵城市的设计理念,围绕蓄水、渗水、净水的思路,运用生态海绵技术对地表径流进行收集、渗透和净化。①采用透水性铺装。透水性铺装是多孔形结构组成的透水面层材料,孔隙能将地表径流引入与铺装下垫层相通的渗水路径,使水体能够渗入土壤下层,排水性能良好。对主要道路和广场进行施工时,使用透水沥青、透水混凝土和透水砖等材料,并以砂石作为垫层,在砂石垫层内铺设全透型排水软管,便于雨水和地表水的渗透、收集和利用。②建设生态停车场。生态停车场具有绿化率高、承载量大的特点,施工时除了在面层材料上选择植草砖、植草沟和草坪外,还运用生态水渠(由种植层、种植土层以及砂滤层等结构组成)的技术工艺,有效吸收、过滤空气悬浮物和有机污染颗粒。③推广植草沟技术。植草沟是指用植被覆盖的地表排水渠,主要用于收集、过滤和排放暴雨径流和城市污水。植草沟与场地的雨水管渠设施相结合,能形成完整的区域排水体系(见图 6)。④水体设置曝气装置。曝气装置是指通过曝气设备向水中注入空气,提高液体的溶氧量,一般放置于水体流动较慢的区域,能增加水体充氧量,促进水体循环。

恢复自然界物种的多样性和良性的循环系统是棕地生态修复的核心^[11]。场地在规划时,从生物群落的多样性、物种之间的共生关系等方面考虑,旨在恢复和建立动植物、微生物及其生存环境之间的动态平衡关系。在打造棕地生态景观的同时,将城市活力引入其中,构建泰山头片区适宜的休闲游憩型滨水开放空间。

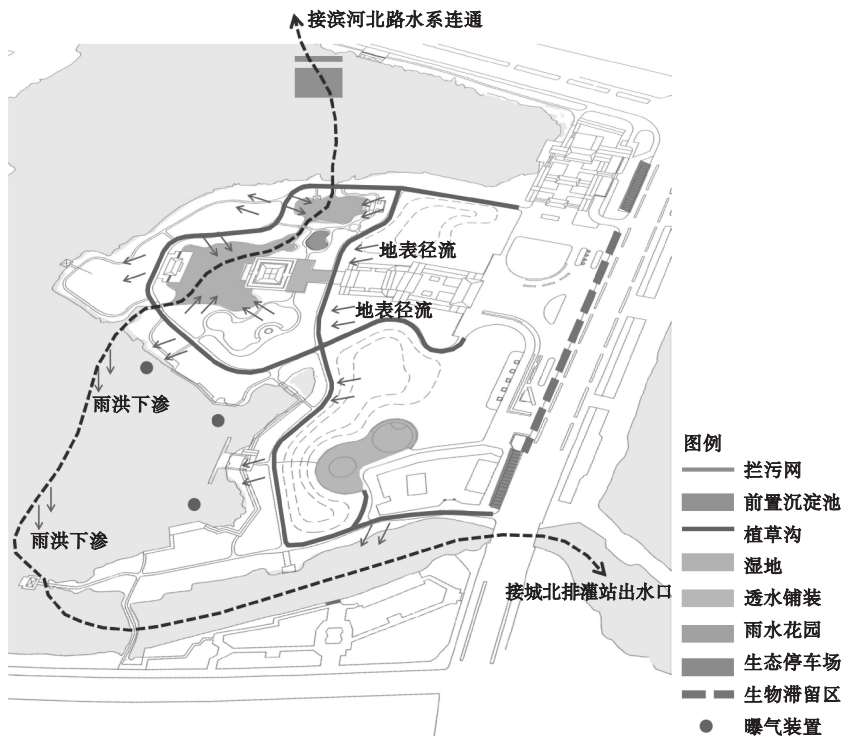


图5 水体修复规划

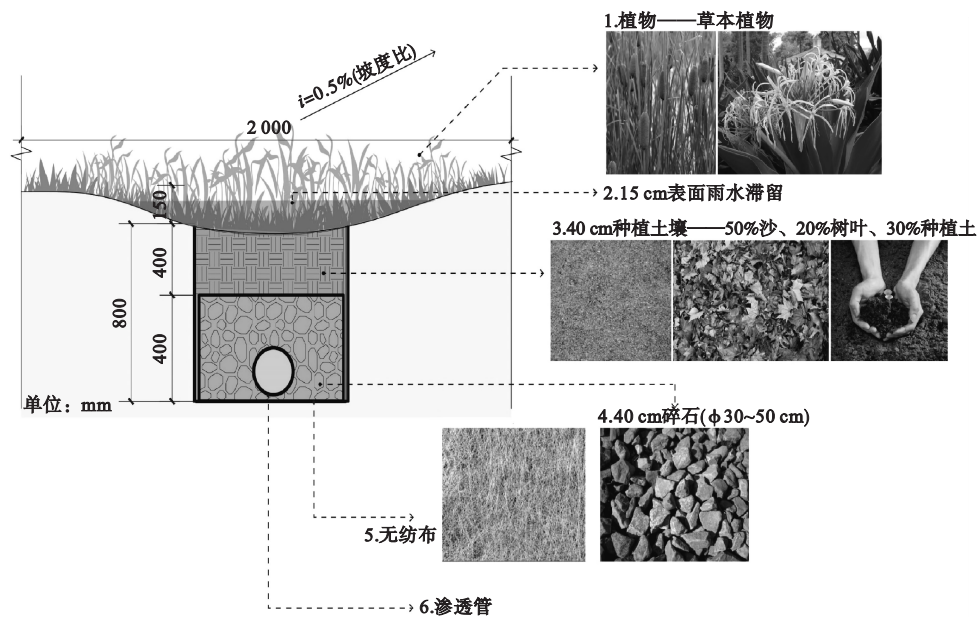


图6 植草沟的施工工艺

六、结 语

城市棕地的治理与修复是后工业时代城市更新的重要研究方向。笔者从风景园林学的角度出发,提出城市棕地景观生态修复的构想与实施途径。在城市棕地治理过程中,应遵循生命的内在周期定律,尊重并保护棕

地在自然演替过程中形成的生境系统和生态结构群,通过极小的人为干预以分类治理的方式逐步进行修复。城市棕地与城市环境、场所价值三者之间的关系密不可分,从区域生态、种群生态、场地生态到整个棕地的生态修复,贯穿其中的仍然是人与自然的共融共生这一基本理念。笔者以无为县的泰山头片

区为案例,从植被修复、沿河岸线生态栖息地修复、水体修复以及生态海绵技术修复等 4 个方面探讨了城市棕地生态修复的措施和策略,为城市棕地生态可持续发展提供决策支持,并为类似城市地区的棕地修复提供参考和借鉴。

参考文献:

[1] 郑舰,陈亚萍,王国光. 2000 年以来棕地可持续再开发研究进展:基于可视化文献计量分析[J]. 中国园林,2019,35(2):27-32.

[2] 郑晓笛. 棕地再生的风景园林学探索:以“棕色土方”联结污染治理与风景园林设计[J]. 中国园林,2015,31(4):10-15.

[3] 郑晓笛,吴熙. 棕地再生中的生态思辨[J]. 中国园林,2020,36(6):17-22.

[4] 金云峰,方凌波,沈洁. 工业森林视角下棕地景观再生的场所营建策略研究:以德国鲁尔为例[J]. 中国园林,2018,34(6):70-74.

[5] 陈蔚镇,何盼. “工业森林”视角下的棕地管理

策略:以鲁尔、上海为例[J]. 中国园林,2015,31(8):115-119.

[6] 徐青,瞿伊乔. 城市历史景观视角下的棕地再生策略研究:以开罗阿兹哈尔公园为例[J]. 中国园林,2020,36(10):23-28.

[7] 李东吁. 风景过程主义视野下城市棕地的景观再生[J]. 中国城市林业,2019,17(2):43-47.

[8] 冯姗姗,常江. 国际建筑展:德国煤矿区景观重建的新途径[J]. 华中建筑,2018,36(11):21-24.

[9] 山寺喜成. 自然生态环境修复的理念与实践技术[M]. 魏天成,赵廷宁,杨喜田,等,译. 北京:中国建筑工业出版社,2014.

[10] 白杨,魏巍. 河滩棕地生态修复途径与实践[J]. 规划师,2017(3):37-42.

[11] 程志永. 基于自然系统的湿地景观生态修复模式研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2015,17(2):122-126.

Study on Ecological Restoration Strategy of Urban Brownfield Landscape Regeneration: Taking Taishantou Area of Wuwei County in Wuhu City of Anhui Province as an Example

WU Xiangkui, GAO Feng

(1. Jianghuai College of Anhui University, Anhui University, Hefei 230031, China; 2. School of Arts, Anhui University, Hefei 230031, China)

Abstract: Brownfield ecological restoration is one of the important contents of urban double rehabilitation, which is of great value to optimize urban human living environment and spatial pattern. Based on the comprehensive analysis of practical cases at home and abroad, three types and strategies of urban brownfield landscape ecological restoration are summarized. Taking Taishantou area of Wuwei County in Wuhu City of Anhui Province as an example, the methods and paths of urban brownfield ecological restoration are proposed from four aspects, including vegetation restoration, ecological habitat restoration along river banks, water body restoration, and ecological sponge technology restoration, to provide reference for urban brownfield ecological restoration from the perspective of landscape planning.

Key words: urban brownfield; landscape regeneration; ecological restoration; ecosystem

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)