城市消纳场公园化再利用探索
——以重庆金州公园为例
Park-based Reuse of Urban Landfills: A Case Study of Chongqing Jinzhou Park

李淙钰　高骆秋　曹　迪　付彦荣*
LI Congyu　GAO Luoqiu　CAO Di　FU Yanrong*

文章编号：1000-0283（2021）10-0027-06
DOI：10.12193/j.laing.2021.10.0027.004
中图分类号：TU986
文献标志码：A
收稿日期：2021-07-25
修回日期：2021-09-12

李淙钰
1985年生／男／山西浑源人／重庆渝高科技产业（集团）股份有限公司高级工程师／研究方向为风景园林规划、设计管理（重庆 401122）

高骆秋
1984年生／女／四川崇州人／重庆华侨城实业发展有限公司高级工程师／研究方向为风景园林设计管理（重庆 401122）

曹　迪
1987年生／男／山东菏泽人／重庆市风景园林规划研究院高级工程师／从事风景园林规划设计（重庆 401147）

付彦荣
1975年生／男／河北涉县人／博士／中国风景园林学会副秘书长、高级工程师／研究方向为园林植物资源和应用研究（北京 100835）

***通信作者**（Author for correspondence）
E-mail: yanrongfu2003@163.com

摘要
城市建设产生的弃土无序回填，引发了消纳场封场后面临的各种生态修复问题，公园化改造为消纳场的生态修复利用提供了新途径。金州公园作为重庆两江新区核心区重要的生态斑块和公园体系建设的中心枢纽，决定了公园建设理念具有很强的示范作用和推广价值。以城市生态修复相关理论为依据，结合重庆金州公园的建设实践，探讨消纳场公园化改造中的地形再造、植被恢复、空间组织等思路和技术创新，以及建管环节的多方协同管理模式，以期为消纳场公园化再利用提供借鉴。

关键词
生态修复；消纳场；公园化；再利用

Abstract
The disorderly backfilling of abandoned soil produced by urban construction has caused various ecological restoration problems after the waste field closure, and the park's transformation provides a new way for the ecological restoration and utilization of the waste field. As a critical ecological plaque and central hub of park system construction in the core area of Chongqing Liang Jiang New Area, Jinzhou Park determines that the park construction concept has a vital demonstration role and promotion value. Based on the theory of urban ecological restoration, combined with the construction practice of Jinzhou Park in Chongqing, The paper discusses the ideas and technological innovations such as terrain reconstruction, vegetation restoration, spatial organization, and the multi-party cooperative mode of the construction and management link to provide a reference for the park to reuse the landfills.

Key words
ecological restoration; landfills; park; reuse

随着城市地下空间、轨道交通的快速发展，工程弃土的处置成为城市管理的一大难题。在城市绿色发展的背景下，传统粗放式的工程弃土处置方式已无法满足城市的可持续发展需要，弃土消纳场的生态修复也成为城市无法逃避的问题之一。

工程弃土也称为建筑弃土，即各类建筑物、构筑物、管网等进行建设、铺设或拆除、修缮过程中所产生的渣土和淤泥等。工程弃土根据弃土来源和自身性质，可分为工程产出土和工程垃圾土。工程产出土包括良质弃土、疏浚砂石

1. 金州公园建设前照片
2. 2009—2016年场地卫星图

等，是可以直接利用的土工材料；工程垃圾土包括劣质弃土、工程污泥、疏浚泥等，是不可以直接使用的垃圾土[1]。目前，国内大部分城市工程弃土占整个城市建筑垃圾总量的近40%，且难以做到源头消减、事前解决，导致绝大多数工程弃土未进行必要分类，而是占用大量土地资源直接进行填埋[2]。

近年来，针对弃土的分类、调配管理和资源利用等已开展较多研究，但针对回填消纳场的生态修复研究较少。洪月菊等[3]探索了利用工程弃土开展山体修复、公路丘陵防护林带建设、建设场地预平整、自然地貌与耕地复原、山体公园等综合性的资源化利用途径。消纳场的公园化改造已有一些案例，如西安文景山公园、北京奥林匹克森林公园（峰高48 m）、武汉关山山体公园[4]等，这些都是利用弃土堆山为基础建造的，取得了良好的生态效益、社会效益和经济效益。文章以重庆金州公园为例，介绍消纳场公园化规划设计和建设管理过程中新材料、新技术和新工法的运用实践，探索高回填弃土场公园化的设计思路、建设要点和再利用策略。

1 消纳场场地特点和公园化改造潜力

1.1 消纳场现状

选址于重庆两江新区的金州公园，占地面积约45 hm^2。项目场地为一处城市消纳场。回填弃土质量较好，库容约1 000万 m^3，回填分两个阶段进行：第一阶段2010—2013年回填约700万 m^3；第二阶段2016—2018年回填约300万 m^3。项目于2016年启动公园化利用专项规划，2018年启动公园化建设，2019年完成。项目实施初期，第一阶段回填的弃土已经过5年多的自然沉降，基本稳定（图1）。

1.2 公园化改造潜力

1.2.1 区位优势

金州公园是重庆两江新区核心区重要的生态斑块和公园体系建设的中心枢纽项目。公园定位为区级综合性公园，在6 km以内辐射全区主要商业购物、居住生活区，目前覆盖就近居住人口已达5万人左右，未来将达到12万人左右，可以预判公园未来的使用率非常高。

公园的设计和建设，基于城市消纳场的基底现状，积极运用生态修复理念，对场地地形地貌进行重新梳理，修复场地水系统，重塑场地生态，并综合运用一些工程技术，在短时间内实现对消纳场地的公园化改造利用，取得良好的生态和社会效益。

1.2.2 场地稳定性和土质状况

场地地质稳定性是公园绿地建设的前提，对施工安全和后期景观的维护有着重要影响。金州公园场地建设初期的土壤密实度约为77% ~ 85%，沉积时间越久密实度越高，大部分区域可以满足公园化改造要求。

土质状况是公园绿地建设的重要影响因子，决定了公园环境安全和植物生长状况。金州公园场地以接收良质弃土为主，这类土本质上是表层土，属于城市工程产出土，是优质的干

净资源，污染程度低，不用进行专门的污染处理。虽然土壤中建筑垃圾较多，土壤结构差，有机质含量低，不利于植物生长，但是通过技术改良处理，能达到使用要求。

1.3 公园化改造存在的障碍

地形是公园绿地建设的基础，良好的地形条件有助于营造高品质的公园景观。重庆作为典型的山地城市，本身地形变化较大，沟谷纵横，同时存在建设用地适应性评价较高的宜建型土地资源紧缺问题[5]。虽然通过回填形成的平坝成为城市宜建用地的重要补充。但是，消纳场多选择高差较大的沟谷地带，但在回填过程中没有做好充分的规划指导，导致原有地形基本被破坏，自然水系也因周边城市建设有组织接入市政雨污水管网系统而断流，原始植被除局部能保留外，多以移栽或直接填埋方式处理。金州公园消纳场公园化最大的障碍就是地形，回填后形成的场地多由多层台地组成，台地间衔接性差，水系无组织，自然植被较少。地形状况对公园化利用非常不利，需要在实施前进行系统设计和地形重塑。

2 消纳场公园化的设计思路和建设实践

2.1 设计思路

2.1.1 挖掘场地记忆，修复重现浅丘地貌

通过分析2009—2016年间场地卫星图片（图2），发现场地的变化是一个“生长”的过程，设计采用“逆生长”手法，着力于恢复公园场地原有的浅丘、湿地、湖泊等独具特色的地形地貌，还原场地乡愁记忆。以山丘的形态演绎为灵感出发原点，利用多余土方精心开展微地形营造，形成多个特色山丘，对山丘印象再定义（图3）。从点、线、面来对应节点、园路、功能三方面，重塑场地形态，实现对山丘生机、生长和生息的表达。山丘的印记追溯着这片土地传统生活的记忆，如故境新生，从深层次激发人们对于场地的原始记忆。

2.1.2 修复水系系统，营建海绵式公园

公园位于高回填方区域，考虑公园的地质结构安全因素，设计采取低影响开发理念，重构场地内雨水系统，以“蓄、净、用、排”的雨水管理措施为主，利用生态草沟、雨水花园、生态湿地进行雨水的净化和调蓄，将雨水生态处理方式与设计理念充分结合，构建水生态斑块，营建海绵式公园。利用缓丘地貌创造出一系列深浅不一的水坑和高低不一的土丘，通过土丘及硬质场地的坡度控制排水方向将雨水汇集，经过人工镜面水体、生态溪沟、跌瀑等过滤后逐步净化，回归到北侧大的湖体区域，展示出雨水收集净化的过程。湖体中净化后的水体循环用做绿化浇灌、景观用水等，实现了公园雨洪的和谐共生（图4）。

2.1.3 重构植物群落，形成多重群落模式

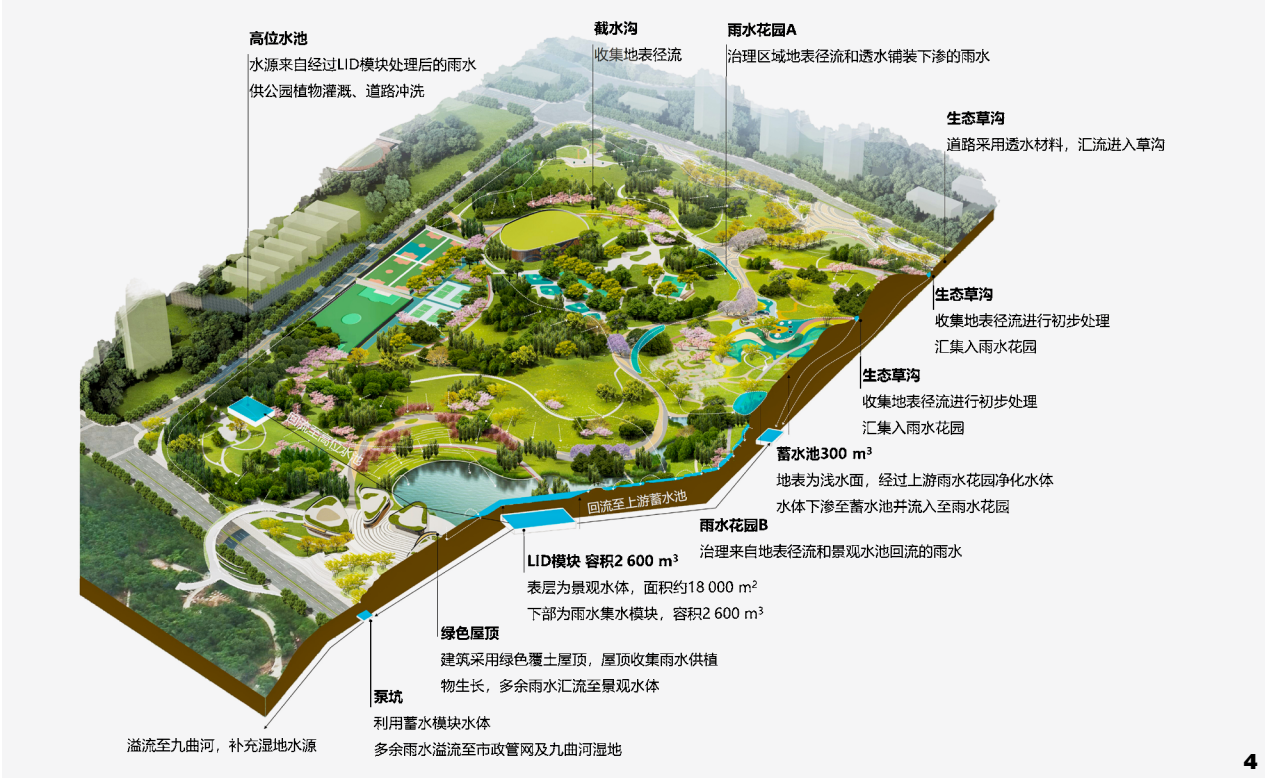
基于场地土壤状况，使用适应性强、色彩和季相较为丰富的落叶植物、生长较慢的小规格植物，以生物群落复育理念，恢复和重建城市近自然群落，创建野生动植物栖息地。在重塑的山丘坡顶上采用色叶林种植方式，塑造随季节更替色彩不断变化的林冠线，主要树种有栾树、水杉、乌桕、枫香、红枫、黄栌等；在自然坡地上大量运用草花混播种植，构建色彩斑斓的低维护自然野花群落，为野生动物创造友好的生存环境；在坡地边缘和临近水湿区域，种植香蒲、花菖蒲、水生美人蕉、花叶芦竹等湿生植物，构建与地形和生态位相匹配的植物景观群落。

2.2 公园化建设实践

2.2.1 加强土壤改良，做好绿化基础工作

对项目范围内土壤随机取样4份，送专业土壤检测机构对含水率、有机质、有效磷、pH值、有效氮、速效钾等部分主控指标进行检测，并按照CJT340-2016绿化种植土壤标准判定（表1）结论为：有机质含量不合格，其他各项指标均合格，但pH值偏碱性、有效磷和有效氮指标均偏低。

3. 山丘印象再定义



4. 金州公园雨洪管理技术

根据检测结果，兼顾科学性和可操作性，主要采取以下方法改良土壤：(1) 提高土壤有机质含量。公园部分种植区引进合格优质的种植土，根据植物设计方案确定不同的客土厚度。回填后通过人工精细整地，禁止机具对土壤反复碾压，保护土壤的孔隙度。(2) 碱性土壤改良。项目区土壤平均pH值偏碱性，整体施用酸性的有机肥料、微生物肥料、土壤改良剂和泥炭等酸性改良材料，局部针对山茶等喜酸性植物结合石膏粉和硫酸亚铁等材料进行调酸。(3) 提升土壤肥力。以有机改良材料和无机改良材料相结合的施用方式，以施用有机改良材料为主，施用控释、缓释肥料等高养分的新型无机改良材料为辅，并结合新型土壤养分改良技术进行改良操作。

2.2.2 新材料、新技术和新工法的运用

金州公园建设中坚持低碳环保理念，最大限度减少花岗

表1 金州公园土壤主控指标检测结果

序号	检测项目	检测结果（平均值）	绿化种植土壤标准值
1	pH	7.9	5～8
2	有机质/(g/kg)	6	20～80
3	有效磷/(mg/kg)	6.3	5～60
4	有效氮/(mg/kg)	40.2	40～200
5	速效钾/(mg/kg)	154	60～300

岩、青石等天然石材使用，大量运用预制清水混凝土[6]、艺术混凝土、透光混凝土[7]等制作台阶、坐凳、景观墙体、滑板场等，在场地铺装中优先使用竹木等可再生材料和荧石等自发光材料[8]。努力探索并攻克饰面除尘、弧面景墙等施工技术难题，原创“艺术清水混凝土饰面施工除尘设备”“一种弧面透光混凝土景墙结构”等技术。针对公园在高回填地基上建设，不均匀沉降、开裂、垮塌等问题，在全透水建设的框架下，反复试验，总结出“利于排水的公园人行道结构”“用于坡边上的景观步道结构”“嵌草台阶结构”等工艺工法。其中，利于排水的公园人行道结构打破常规，采用仿石材透水路沿石（图5），美观实用的同时成功解决了公园人行道透水面层渗水不易排出和表面反碱现象[9]等问题，有效防止高回填区渗水过多而影响路基稳定性，以及道路局部沉降、开裂等风险。

2.2.3 精细化施工管理

公园建设过程中，坚持运用科学的管理办法辅助施工管理，提高管理效率。项目管理过程中提出基于航测摄影技术的园林工程施工管理台，通过控制面板上的触摸屏进行触摸控制，且通过航测设备监测的工程数据在显示屏进行显示，操作简单，无需使用过多人工进行检查，减少了劳动力输出。相比现有园林工程都是采用人工巡查以及摄影，或者安装监控摄像头等方法，新技术在全方位监测工程实施中优势发挥明显。

除实际运用“基于航测摄影技术的园林工程施工管理台”技术外，本项目还总结了“一种土方模型软件辅助地形设计台”“公园智慧运营管理监控终端安装结构”等技术，为实现高质量施工和精细化管理奠定了基础。

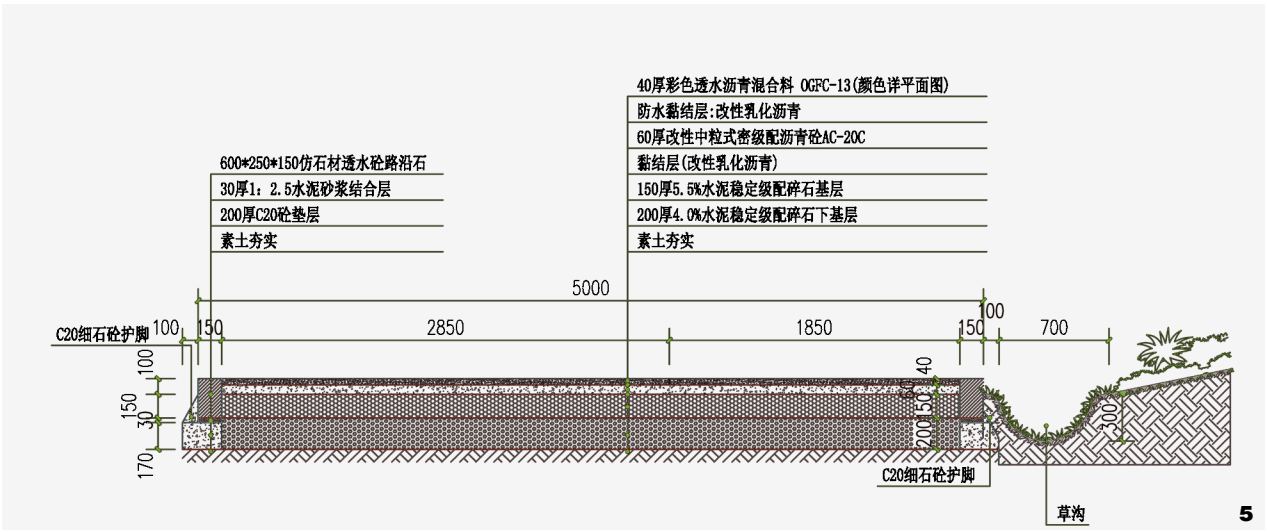
3 消纳场公园化再利用策略和优化建议

国内文献在城区设计[10]、河道复兴[11-12]、绿地系统规划[13]、生活垃圾填埋场[14]、城市山体[15]方面的生态修复研究较多，而关于城市消纳场的生态修复专项研究较少。基于重庆金州公园的设计和建造，对城市消纳场公园化再利用提出策略和优化建议。

3.1 再利用策略

在消纳场回填完成封场后，重点展开生态修复，首要任务是修复自然生态基底。(1) 地形修复。因回填前未提前规划公园化后的整体布局，通过微地形整理的设计方式，统筹优化标高系统，制定最优的土石方平衡方案，保证堆土土方安全和塑造优美的地形，搭建公园路网骨架系统。(2) 景观再造。从山、水、林等多个层面多个维度再造景观，织补城市自

5. 一种利于排水的人行道结构



然生境，提高后期公园的直接观感。（3）文化再生。重塑城市、居民与自然环境的关系，以“逆生长”的方式追述场地历史记忆，将破坏的元素转置成为特色文化景观，从而融入场地记忆和场地特色。

3.2 优化建议

金州公园是在消纳场回填完成后进行公园化利用的典型案例，存在原生植被破坏、地形混乱、原有表土被填埋等缺陷，如果能够在回填过程中或消纳场规划时将公园化同步考虑，将会避免很多重复工作并节约大量资源。

（1）规划先行，城市规划与消纳场选址结合。城市消纳场建设属于利用国有空地进行的临时活动，多由当地城建部门或环保部门审批，很少经过规划或国土部门审核，因此很难整合土地利用规划统筹考虑。在消纳场选址时，如果能做到规划先行，将周边未建设的路网、城市管网、建设用地地块综合考虑，在高程上统一布局，土方统筹调配，既减少了弃土的“产量”，又为公园化再利用创造了条件。

设计初期对场地进行活动适宜性分析，提前布局配套建筑、场地、游步道等对地基承载力要求较高的区域，在弃土回填时做好基础处理，最大限度避免后期的沉降和可能需要的强夯、换填等重复工作。对于尚未完成回填的消纳场，设计可提前介入，对于后期绿化区域采取堆山回填等堆高处理方式增加库容，而水体区域，可少回填或利用原有高地围合而成，以减少防漏处理的工作量。

（2）因势利导，边回填边修复。在消纳场回填过程中介入公园化再利用专项设计，对已回填和将回填所有弃土统筹考虑，综合利用。一方面对已回填的区域进行回填式修复，另一方面通过对场地各种敏感性的分析，对未回填区域按建设适宜性等级考虑其与景观的结合。基于人性化需求，尽可能营造坡度＜15° 的浅丘地貌和深度＜1.5 m的低洼地，便于公园化过程中作为浅丘攀爬或浅水湿地来开展活动。

4 结语

从新城建设到旧城改造，从地上空间为主到地上地下统筹发展，这期间将依然产生大量的工程弃土，而工程弃土的公园化有助于资源的可持续利用，也利于节省紧缺的城市土地资源。本文通过金州公园的设计和建设，探索城市消纳场的场地改造、生态修复、科学施工和精准管理措施，归纳消纳场公园化再利用的设计建设思路和方法，具有一定的借鉴作用。同时，也有一些问题仍需进一步解决，包括场地快速稳定和利用、土壤快速有效改良、适生性植物的筛选和应用等方面，仍需进一步探索，提出系统化的技术措施，才能为消纳场的公园化利用提供更为扎实的支撑和保障。

参考文献

[1] 肖建庄, 沈剑羽, 高琦, 等. 工程弃土现状与资源化创新技术[J]. 建筑科学与工程学报, 2020(4): 1-13.

[2] 马志恒, 王卫杰, 张冠洲. 城市工程弃土资源分类及综合利用研究[J]. 江苏建筑, 2015(6): 100-103.

[3] 洪月菊, 杜遥. 城市弃土资源化途径探索及管理实践——以武汉市为例[J]. 环境卫生工程, 2019(6): 85-88.

[4] 温小雄. 从城市工程弃土消纳场到城市公园的景观改造研究[J]. 中国住宅设施, 2020(4): 26-31.

[5] 黄光宇. 山地城市学原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.

[6] 赵元梓, 杨大健, 鲍旺, 等. 饰面清水混凝土施工工艺及质量管控的研究与应用[J]. 建筑施工, 2021, 43(06): 1030-1032.

[7] 姜志国, 于丰, 张均, 等. 透光混凝土研究进展[J]. 化工新型材料, 2018, 46(09): 238-241.

[8] 王修元. 浅析自发光路面在海绵城市生态公园中的应用[J]. 城市道桥与防洪, 2018, 3(3): 218-220.

[9] 杨洋. 石材铺贴防水斑、返碱和锈斑病变的成因及控制措施[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(05): 156-157.

[10] 倪敏东, 陈哲, 左卫敏. “城市双修”理念下的生态地区城市设计策略——以宁波小浃江片区为例[J]. 规划师, 2017(3): 31-36.

[11] 马奔, 吴欣玥. “城市双修”理念下的历史河道复兴探索——以成都“宜居水岸”工程西郊河、饮马河示范段为例[J].规划师, 2017(11): 154-159.

[12] 王敏, 叶沁妍, 汪洁琼. 城市双修导向下滨水空间更新发展与范式转变: 苏州河与埃姆歇河的分析与启示[J]. 中国园林, 2019, 35(11): 24-29.

[13] 丁奇, 孙雨. “城市双修”理念下的绿地系统规划——以河北省怀来县绿地系统规划为例[J]. 小城镇建设, 2017(12): 59-63.

[14] 戴小东, 杨旭, 彭淑婧, 等. 基于景观再造的非正规填埋场原位修复技术研究[J]. 中国园林, 2021, 37(06): 14-19.

[15] 王竞永, 王江萍. “城市双修”视角下的城市山体修复研究——以武汉大学为例[J]. 城市建筑, 2019, 16(11):52-54.