

分类号

学号 1112841496

西安建筑科技大学
学 位 论 文

城市工业废弃地生态修复与景观再生设计研究

作 者 杨 晨

指导教师姓名 吴雪萍 教授级高级工程师

申请学位级别 硕 士 专业名称 风景园林

论文提交日期 2014.05 论文答辩日期 2014.05.28

学位授予单位 西安建筑科技大学

答辩委员会主席 汤道烈

评阅人 卫天星

张亚玲

声 明

本人郑重声明我所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知,除了文中已经标明引用的内容外,本论文不包含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果,也不包含本人或其他人在其它单位已申请学位或为其它用途使用过的成果。与我一同工作的同志对本研究所做的所有贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了致谢。

申请学位论文与资料若有不实之处,本人承担一切相关责任。

论文作者签名: 

日期: 2014.5.26

关于学位论文使用授权的说明

本人完全了解西安建筑科技大学有关保留、使用学位论文的规定,即:学校有权保留并向国家有关部门或机构送交学位论文的复印件和电子版,允许论文被查阅和借阅;学校可以公布学位论文的全部或部分内容,可以采用影印、缩印或者其它复制手段保存学位论文。

(保密的论文在论文解密后应遵守此规定)

论文作者签名:  指导教师签名:  日期: 2014.5.26

本人授权中国学术期刊(光盘版)杂志社、中国科学技术信息研究所等单位将本学位论文收录到有关“学位论文数据库”之中,并通过网络向社会公众提供信息服务。

因某种特殊原因需要延迟发布学位论文电子版,同意在 ☐ 一年 / ☐ 两年 / ☐ 三年以后,在网络上全文发布。(此声明处不勾选的,默认为即时公开)

论文作者签名:  指导教师签名:  日期: 2014.5.26

注: 1. 请将此页附在论文首页。

2. 我校学位论文撰写采用“逢引必标,标必有异”的文献引用原则,文中标引内容字体与正文中个人自著内容的字体有差异,即自著字体为宋体,引文字体为楷

城市工业废弃地生态修复与景观再生设计研究

专 业：风景园林

研 究 生：杨晨

指导教师：吴雪萍 教授级高级工程师

摘 要

社会与经济的发展和工业的发展有着密不可分的关系。伴随着城市产业结构调整和后工业时代的来临，全球各个国家的经济结构以及产业结构均进行着翻天覆地的变化。发展中国家的传统制造工业也逐渐从城市中心转向城郊，因此在城市中留下许多存在诸多问题的工业废弃地。这些地段普遍存在严重的生态环境问题，以及生态环境问题衍生的社会问题。基于对以上问题的关注，人们慢慢把目光投向了位于城市内部的工业废弃地的生态修复和更新再利用问题上。运用恢复生态学、景观生态学等经典生态学相关理论方法对城市工业废弃地进行改造再利用，对场地上由于工业生产被破坏生态环境进行修复，创造具有浓郁工业文化特色的后工业景观，更重要的是使场地内的工业历史文脉得以延续。

以此社会现象为线索，本文通过对城市工业废弃地的概念解读，以及对国外城市工业废弃地更新再利用的成功案例进行综合分析、比对、研究的基础上，对其工业废弃地改造的经验与方法进行总结性的运用，并且在尊重我国国情、立足我国国情和尊重自然法则的前提下总结并寻找出适合我国国情的城市工业废弃地生态修复与景观再生设计的方法。同时通过在校的课程学习和自学相关理论知识，总结和制定出城市工业废弃地生态修复的方法和景观再生设计的技术框架。

论文最后将最终的研究成果运用到我国现存的城市工业废弃地——北京首钢集团石景山工业废弃地的生态修复与景观再生设计上，并且对其未来进行科学性的展望，即检测已获研究成果的科学性和方案实施的可行性。从而以这片城市工业废弃地的生态修复更新改造为案例，为中国目前众多面临城市工业废弃地生态修复与景观再生设计的区域提供一个科学的、可行的理论支撑和案例借鉴。

关键词：城市工业废弃地、生态修复、景观再生、首钢石景山工业区

Research on ecological restoration and landscape regeneration design of urban industrial wastelands

Specialty: Landscape Architecture

Postgraduate: Yang Chen

Instructor: Wu Xueping SN ENGR

ABSTRACT

The development of society and economy always has the inseparable relations with the industry development. With the advent of the age of urban industrial structure adjustment and post-industrial Era, the economic structures are experiencing aggressive change in different countries. In developing countries, due to the industrial transformation, the traditional manufacturing industry moved into suburb from city center, lots of abandoned industrial lands with many unsolved environment issues have been left in cities. Besides, the majority of ecological environment was damaged in these lands, which lead to a series of environmental deteriorations in cities. Based on the above prevailing problems, people began to focus on the transformation and reuse of industrial wastelands gradually. The recycling of these industrial wastelands is expected to gain regeneration of the landscape resource, rebuild the original ecological system, and remain historical continuity of these industrial places by the method of ecological recovery.

On the basis of social phenomenon, this dissertation clarified the related concepts of urban industrial wastelands and some successful cases of landscape regeneration of these wastelands in developed countries for comparison, research and analysis. By summing up the methods and experience in these successful cases, standing on our national conditions, and respecting the nature principle, this dissertation made beneficial explore and summary of transformation ideas and landscape regeneration methods, which is suitable to improve our national urban industrial wastelands. Meanwhile, through class learning and self-learning about the related knowledge, this article also made the technical framework and regeneration methods for urban industrial wastelands transformation.

At last, the research results have been applied in the design of ecological restoration and landscape regeneration of an existing urban industrial wasteland--the industrial wasteland of Beijing shougang group, shijingshan area. Besides, this article also made a future scientific prospect to test the feasibility of the design and program implementation. Additionally, as a case of the wasteland renewal and transformation, it offered a scientific, accessible theory and certain reference value for lots of undeveloped wastelands' ecological restoration and landscape regeneration in the future design.

Keyword: Urban industrial wastelands, Ecological restoration, Landscape regeneration, Shougang shijingshan industrial area

目 录

1	绪论	1
1.1	研究的缘起	1
1.2	研究的目的和意义	1
1.3	国内外研究现状	2
1.4	研究方法	3
1.5	研究内容	3
1.5.1	课题的基础部分研究	4
1.5.2	城市工业废弃地的相关的基础理论的研究	4
1.5.3	城市工业废弃地生态修复的理论基础和方法研究	5
1.5.4	城市工业废弃地景观再生设计技术的研究以及框架的制定	5
1.5.5	基础理论知识运用到实践项目中的研究	6
1.6	研究内容框架	6
2	城市工业废弃地概念与再利用价值概述	9
2.1	城市工业废弃地的概念	9
2.1.1	城市工业废弃地的定义	9
2.1.2	城市工业废弃地的分类	9
2.1.3	城市工业废弃地的生态问题	9
2.2	城市工业废弃地的价值	10
2.2.1	情感价值	10
2.2.2	历史价值	11
2.2.3	艺术价值	11
2.2.4	社会价值。	11
2.2.5	经济价值	11
2.3	城市工业废弃地的再利用模式	12
2.3.1	生态恢复理论下的土地再利用模式	12
2.3.2	产业结构优化理论下的土地再利用模式	13
3	城市工业废弃地生态修复的理论基础及技术方法	17
3.1	城市工业废弃地生态修复的基本概念	17

3.1.1	城市工业废弃地生态修复的定义	17
3.1.2	城市工业废弃地生态修复的特点	17
3.1.3	城市工业废弃地生态修复的意义	19
3.2	城市工业废弃地生态修复的理论依据	19
3.2.1	恢复生态学理论	19
3.2.2	景观生态学理论	20
3.2.3	工业生态学理论	20
3.2.4	可持续发展理论	20
3.3	城市工业废弃地生态修复的技术方法	21
3.3.1	城市工业废弃地生态退化修复程序	21
3.3.2	城市工业废弃地生态修复技术	21
3.3.3	生态修复中的植被重建技术	23
3.3.4	国内外城市工业废弃地生态修复成功案例分析	24
3.4	城市工业废弃地生态修复方案实施的局限性及解决意见	31
4	城市工业废弃地景观再生设计思路及方法	33
4.1	现存城市工业废弃地景观境况	33
4.1.1	工业废弃地景观退化对城市的影响	33
4.1.2	目前工业废弃地景观再生设计中的难点	33
4.2	城市工业废弃地景观再生设计的指导思想	34
4.2.1	尊重工业文化	34
4.2.2	挖掘场所精神	34
4.2.3	景观再生的人性化	35
4.2.4	景观再生的生态性	35
4.3	城市工业废弃地景观再生设计的原则及思想	35
4.3.1	景观生态修复的 4R 原则	35
4.3.2	废弃地景观再生设计原则	36
4.3.3	景观格局优化原则	36
4.3.4	后工业景观再生设计中的生态思想	37
4.3.5	后工业景观再生设计中的艺术思想	37
4.4	城市工业废弃地景观再生设计的方法	39
4.4.1	城市工业废弃地景观再生设计的范畴	39

4.4.2	废弃地地表处理	39
4.4.3	废弃工业建筑、构筑物 and 工业设施的处理	40
4.4.4	废弃材料的再利用与污染物处理	42
4.5	当前国情下工业废弃地景观再生设计方法的局限性和解决意见	44
4.6	国内外城市工业废弃地景观再生设计成功案例	44
4.6.1	德国鲁尔工业区——北杜伊斯堡风景公园后工业景观设计	44
4.6.2	低碳的水体净化景观——上海世博后滩公园景观设计	48
4.6.3	西安建筑科技大学东校区（原陕西钢厂）后工业景观设计	51
5	首钢石景山工业废弃地景观再生设计	57
5.1	首钢石景山工业废弃地现状与生态特征	57
5.1.1	废弃地现状	57
5.1.2	废弃地生态特征	59
5.2	首钢石景山工业区历史发展脉络研究以及价值定位	59
5.2.1	首钢石景山工业区历史发展脉络	59
5.2.2	首钢石景山工业废弃地价值定位	63
5.3	首钢石景山工业废弃地保护区范围划定、功能定位及发展策略	63
5.3.1	保护区范围的划定	63
5.3.2	功能定位	63
5.3.3	发展策略	64
5.4	保护区范围内工业遗产保护与再利用研究	65
5.4.1	保护区内工业遗产的现状	65
5.4.2	保护区内工业遗产现状的排查	66
5.4.3	保护区内工业遗产价值的分析	66
5.4.4	保护区内工业遗产保护级别的划分	68
5.5	首钢石景山工业废弃地开发再利用规划概念	70
5.6	首钢石景山工业废弃地生态修复方案及关键技术	70
5.5.1	首钢石景山工业废弃地生态修复方案的制定	72
5.5.2	首钢石景山工业废弃地生态修复的关键技术	72
5.6	首钢石景山工业废弃地景观再生设计	80
5.6.1	核心工业景观区规划设计	80
5.6.2	单体工业遗存建、构筑物创意改造设计	88

5.7 本章小结	93
6 结论	95
参考文献	99
攻读学位期间取得的研究成果	101
附录部分	103
图片索引	103
表格索引	111

1 绪论

1.1 研究的缘起

在城市发展的历史长河中，那些锈迹斑驳的工业建、构筑物作为推动城市经济发展的功臣，默默的见证着城市不断发展的历史进程。当今，工业发展企业的了骄人的成就，但因为当今随着人们环保意识的增强、社会产业结构的变化和经济结构的调整，以及传统工业制造区惊人的资源消耗、严重的环境污染以及区域活力不断衰落等情况普遍存在于发达国家城市中传统制造业和发展中国家的传统工业中，导致了这些区域受到社会经济结构的转变，工厂产值被迫降低，工业区部分地块和工业建构筑物正在慢慢失去原有的功能和意义，长此以往工业区的发展将会进入恶性循环阶段，最终导致工业区全面停产、工业区的建构筑物沦为了工业遗产、大量工人面临失业的危险、区域活力下降……最终沦为城市内的工业废弃地（如图 1.1 所示）。



图 1.1: 首钢石景山工业废弃地
图片来源: 自摄

伴随而来的是一系列的环境和社会问题，必须通过生态修复来找寻区域改造更新的方法。同时，地块上的工业生产活动在停滞以后，面对因工业生产被破坏殆尽的生态环境，对其进行景观再生设计的基础上首先应该修复原有的生态环境，才能使工业废弃地成为一个有生态环境承载力结构的新地块，焕发其应有的生命力。

如何对城市工业废弃地进行科学的生态修复以及合理的更新改造是当前我国许多资源型城市和工业型城市所面临的最严峻的课题之一。

1.2 研究的目的和意义

当前城市产业布局的主流认知为“工业向园区集中”。怎样才能使曾经占据城市重要位置的工业废弃地以及曾经为区域经济发展立下汗马功劳的工业建构筑物重放光辉？如何对破坏殆尽的生态环境进行修复？怎样让该地区的工业历史文脉

得以延续是本研究的主要目的。

城市工业废弃地的生态修复方法正随着以人为本、人与自然和谐共生的城市规划原则慢慢地形成,这种方法体现了城市规划理论和实践的进步的同时反映了工业废弃地景观再生设计水平的进步、体现着退化生态修复技术的进步,而且反映了人类文明的进步。

从宏观角度上分析:在城市发展的过程中,要使因工业生产而造成的环境污染、区域活力日渐衰败的地段得以重生和再利用,为了改善城市人居环境,提升城市土地利用价值,为城市增加户外游憩场所,缓解城市用地紧张问题,必须对城市中的工业废弃地进行改造,通过改造保留了城市发展的历史痕迹,用经济的手段获得了社会和生态的巨大收益,同时有利的推动了城市的更新和发展。

从微观角度上分析:综合运用生态的相关理论方法对城市棕色地块进行生态修复和运用现代艺术的设计手法对城市工业废弃地内的工业景观元素进行深度挖掘、精确提炼、再开发再利用,从而达到城市棕色区域的经济、生态和社会的全面复兴。

本研究的目的是试用恢复生态学原理、景观生态学原理、工业生态学原理等经典生态学相关理论,以及在对全球城市棕地改造的经典案例进行深度分析的基础上运用国际惯用的工业废弃地景观再生设计 4R 原则和 3R 原则对城市工业废弃地进行景观再生设计,从而为因城市工业衰退所带来的环境和社会问题探寻出路、为城市工业废弃地生态修复方法与景观再生设计手法探寻思路,在解决城市发展用地问题的同时塑造新的城市形象,延续区域工业历史文脉,从而实现创造和谐生态之城的梦想。

1.3 国内外研究现状

国外对于工业废弃地改造更新的探索早在 1863 年就已有由将垃圾填埋场改造修复为比绍特蒙公园的成功案例。到了上世纪七十年代后,伴随着西方传统工业的没落以及群众环保意识的增强,曾经的工业生产地块日渐衰落,直至沦为工业废弃地,但是伴随着西方发达国家科技水平的飞速发展,城市工业废弃地生态修复中应用的相关技术空白得到了填补,



图 1.2 美国西雅图煤气厂公园
图片来源: <http://image.baidu.com>

如美国的西雅图煤气厂公园的改造更新设计（如图 1.2 所示）。

我国从 20 世纪 90 年代开始了对城市工业废弃地更新改造的研究，也产生了一些在当时看来比较成功的项目（如图 1.3 所示），但是当时由于科技水平受限那些改造方法只注重景观的恢复和建筑物的利用，项目改造中缺乏生态思想、经济复兴和土地类型的开发再利用的综合分析。与西方发达国家相比，我国对城市工业废弃地的更新探索仍在起步阶段。



图 1.3：南京金陵机械制造厂
图片来源：自摄

1.4 研究方法

本文试图借鉴生态学的相关理论方法，以及发达国家对城市工业废弃地进行生态修复与景观再生设计的成熟技术以及经典案例，拟采用如下方法对文章的研究内容进行研究：

1、文献调查——调阅国内外城市棕地改造的相关文献、经典案例，总结其成功之处和不足之处。

2、案例分析——为探寻工业废弃地更新改造方法的可行性，必须从国内外已完成并成功改造的城市工业废弃地更新实际案例出发并对项目进行综合性分析。

3、对比分析——通过比较国内外城市工业废弃地的更新改造项目设计方法的异同和流变，并从中寻找出每个项目的优缺点加以分析和利用。

4、调查实证——对首钢石景山工业废弃地现状进行考察、分析，在此基础上探讨当前国情下的城市工业废弃地更新改造的可行性途径的建议。

5、归纳演绎——通过以上 4 种方法的研究，总结出城市工业废弃地生态修复与景观再生设计应用的方法和程序，再结合我国国情总结出适合我国的城市工业废弃地生态修复与景观再生设计方法，并以首钢石景山工业废弃地的实际情况为案例进行真题假做，检验方法的可行性。

1.5 研究内容

论文以城市工业废弃地为研究对象，以工业生态学、恢复生态学、景观生态学等相关学科为理论研究框架，对城市工业废弃地生态修复与景观再生设计进行系

统的研究。主要研究内容如下：

1.5.1 课题的基础部分研究

通过自身的亲身感受，以及平时的学习，了解到中国从1949年后城市建设经历了变消费城市为生产城市的转变，经历了大跃进、三线建设、“文化大革命”、改革开放和经济高速发展的盛大变迁。在城市高速发展、人地矛盾日益突出的今天，工业生产和城市发展的关系日渐受到人们的关注。在城市急速扩张以及城市产业结构发生重大改变的同时，城市开始产业转型，导致城市的功能布局发生了根本性的变化，原有的重工业城市，尤其是资源型城市，由于体制、产业类型、自然资源枯竭等原因，经历了血雨腥风的洗礼，目前面临着复兴的挑战。

同时我是在工业区长大的“钢铁子弟”，切身感受到产业结构调整给工业区带来的根本性的改变是如此的猛烈。让我更加认为如何解决这些城市所面临的问题、实现新的发展，是当今中国城市生态环境建设和景观建设发展面临的重要的课题，同时也是我，这个从工业区走出的“景观人”的责任和义务。

本部分就是对我所研究的课题进行一个基础性的研究，包括对城市工业废弃地的生态修复与景观再生设计的研究原因、目的和意义；以及通过国内外相关研究的动态以及最新成果进行搜集、学习和总结；制定研究所采用的技术方法、研究内容和研究框架。

1.5.2 城市工业废弃地的相关的基础理论的研究

我国对现有的工业废弃地的一般定义为曾经用于工业生产活动但因搬迁、破产等原因导致现已失去工业生产功能的场地。本文研究的主要方向是工业制造场地特别是钢铁工业制造场地。

城市工业生产场地的发展在前工业社会期城市土地的经济职能主要是手工业，生产方式落后，效率低，占用城市的发展面积不大；到工业革命以后，工业成为城市中的主导产业，为了获得更高的经济效益，企业就需要扩大再生产，这就需要占用更多的土地来兴建厂房和各种工业附属设施^[1]。以上现象在我国城市空间扩张中表现的尤其明显。这是由于新中国成立后百废待兴，过于片面的强调了城市的生产功能，结果导致国内各城市不谋而合地将发展工业生产作城市发展的头等大事来开展，结果导致了短时间内在国内各大城市郊区出现了无数的工厂，造成了工厂包围城市的局面。

本部分主要研究城市工业用地发展的流变以及空间结构，同时通过研究得出城市工业废弃地产生的原因，以及城市工业废弃地更新思想，最后总结得出中国城市工业废弃地生态修复和再利用的方法与途径。即：通过生态修复的方法使因工业生产造成生态退化的废弃地起死回生，在此基础上根据景观设计的相关理论进行废弃地景观再生设计，最终将地块上的工业文明得到再次的展现，同时使工业废弃地的更新发展与周边城市建设的规划达到和谐统一的目标。

1.5.3 城市工业废弃地生态修复的理论基础和方法研究

生态修复是根据生态学原理，利用特异生物对污染物的代谢过程，并借助物理修复与化学修复以及工程技术的某些措施加以强化或条件优化，使污染环境得以修复^[1]。

生态恢复强调的是大自然的自修复和自维持功能，突出了人与自然观的和谐。而生态修复的特点则是为了保护和合理利用自然资源，运用环境工程、生态位思想和社会学等方法提高复合生态系统的自我调控能力。

通过对生态修复概念的理论研究和上一研究部分的研究结果，得出工业废弃地生态修复有兼顾多重价值目标、生态修复的便利性、区域整体优化和区域分异性和涉及多学科的交叉四个特点。

本部分的主要研究内容就是在以上生态修复的概念以及工业废弃地生态修复的特点下，总结和研究出城市工业废弃地生态修复的基本原则，以及在此原则控制下的城市工业废弃地生态修复的相关技术和措施。从而为后面的城市工业废弃地景观再生设计提供可靠的理论依据。

1.5.4 城市工业废弃地景观再生设计技术的研究以及框架的制定

城市工业废弃地景观再生设计的对象是工业棕地中的工业生产用地和与工业生产相关的用地，它具有三大现状及景观特征：

1、工业建、构筑物和设备设施

构成工业废弃地的主要景观元素是废弃的工业建、构筑物和设备设施。高大宽敞的单体结构厂房、去掉建筑表皮的建筑结构框架、报废的生产机器、遗留下来的铁轨和铁轨上报废的有轨运输设备都是区域内具有浓郁工业文化特色的工业景观元素。

2、工业生产后留下得地表痕迹

在进行工业生产活动时,给工厂及当地周边自然环境留下地表以及土壤浅层的痕迹,包括土壤污染、地基下沉等。

3、工业废弃物

场地上废置不用的材料和设施、工业生产产生的废渣废料。如工业设施、工业生产原料、边角料、尾料、钢渣等。

本部分的研究内容之一就是以此特征为目标,总结研究出工业废弃地各个工业构建筑、工业构筑物和相关工业设施的处理办法。本部分研究的另外一个重要内容就是根据目前国际惯用的景观生态恢复 4R 原则和循环经济中的 3R 原则以及废弃地再生设计原则,以及在文章前面研究得出的生态修复方法的基础上,总结出城市工业废弃地景观再生的设计方法。

1.5.5 基础理论知识运用到实践项目中的研究

论文最后部分将最终研究成果以我国城市工业废弃地——北京首都钢铁集团石景山工业废弃地的生态修复与景观再生设计项目为实践应用,并且对其未来进行科学性的展望,即检测已获研究成果的科学性和实践可行性。从而以这片城市工业废弃地的生态修复更新改造为契机,为中国目前众多面临城市工业废弃地生态修复与景观再生设计、城市棕色地块复兴的区域提供一个科学的、可行的理论支撑和案例借鉴。

1.6 研究内容框架

论文研究内容框架如图 1.4 所示。

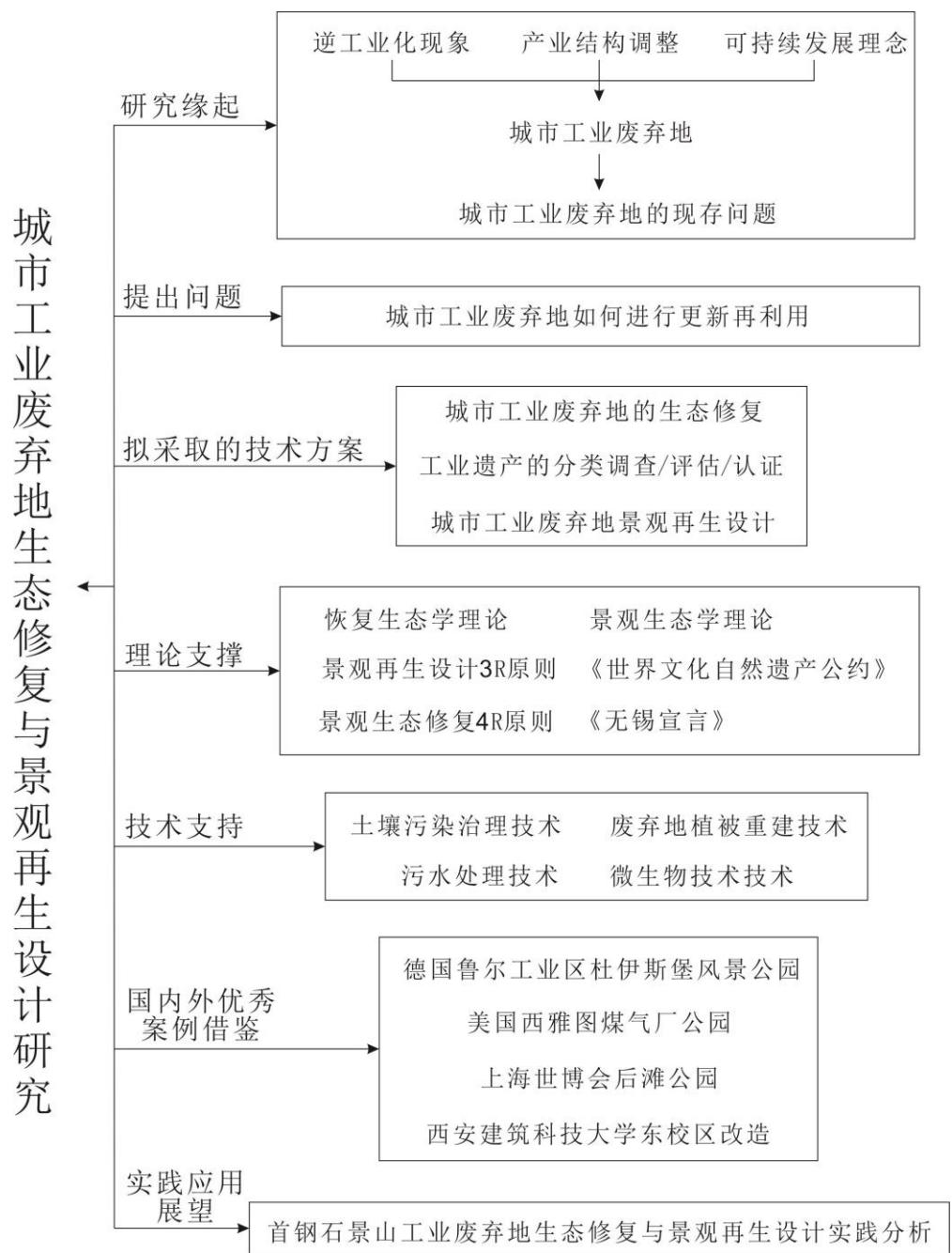


图 1.4：论文研究内容框架

图片来源：作者自绘

2 城市工业废弃地概念与再利用价值概述

2.1 城市工业废弃地的概念

2.1.1 城市工业废弃地的定义

废弃地是人类文明进程的产物，随着人类的发展而逐渐产生。在人类改造和利用自然的过程中，长期的工业污染、大规模的森林砍伐已经将大范围的自然生境逐渐转变成农业和工业景观，形成了以生物多样性低、功能下降为特征的各式各样的退化生态系统^[2]。

欧美国家把废弃地称为“Brown land”或者“Brownfield”，直译为“褐地”或者“棕地”。美国、英国和中国对城市工业废弃地的定义如下表所示：

2.1.2 城市工业废弃地的分类

1、城市工业废弃地按照规模大小来划分可以分为以下三种类型：（1）因环境污染而必须退出城市而衰败的工业区，十几到几十平方公里，如首钢石景山工业区；（2）因区域产业结构调整而导致企业倒闭，面积在几十公顷到几百公顷的城市旧工业区；（3）因区域活力衰减而导致企业搬迁遗留下的面积在几公顷到几十公顷不等城市废弃工厂。

2、按照生产类型可划分为：矿业采掘地、工业生产区、成品装配场、交有轨运输设备设施、工业仓储库房及设施、工业废料综合处理区等。

3、按照与城市的关系可分为如下两种：

（1）城郊工业废弃地：多半位于城郊结合部，类型为能源消耗型工厂及废弃物、污水处理厂。

（2）城市工业废弃地：大部分建设初期因利于交通方便被规划于城市中心或现在的老城区，多为小型传统工业制造厂。

2.1.3 城市工业废弃地的生态问题

随着城市的扩张和用地的开发，原工业用地因长期的工业生产活动给当地的生态产生了不同程度不一的破坏，如自然植被、土壤环境、水体受到不同程度的污染。尤其是钢铁制造业厂区，因为煤、焦、铁、钢的生产与制造产生了大量影

响周边居民身体健康的有毒物质，同时生产活动影响了原生生态的自然演绎过程，区域的生态平衡被打破，导致而来的是一系列生态问题，对当地的经济和生态可持续发展具有巨大的负面影响。

2.1.3.1 空气、水和土壤等自然非生物环境的破坏

垃圾倾倒以及化工生产等活动往往会对场地自身及周边地区环境带来严重的污染。污染源主要包括露天堆放的矿产品、废弃物及化工产品等。大量的悬浮物和污染物质，由于利用率较低，大部分会直接排入环境，导致空气、地下水和土壤的质量下降。露天堆放的矿产品与废弃物易发生氧化、风化和自燃，大量如 CO_2 、 SO_2 、 CO 、 NO_2 等有害气体及矿物灰尘会威胁人体健康，影响空气质量^[2]。

2.1.3.2 生物因素及其生态过程受到的影响

城市工业生产地块在进行工业生产活动之前与周边环境是一个完整的生态系统。工业区的建设以及建成后的投产使用所进行的工业生产活动影响了区域生态格局的原生性和连续性，如降水径流和生物迁徙的过程。

工业活动对植被的破坏会造成水分涵养下降，破坏了地表径流的流动和下渗过程。如河岸防护林、乡土水生和湿生植物群落起着涵养水分、提供生境的作用，但往往在固化处理中被破坏，直接影响，河流的生态效应的发挥。同时河流作为天然水的运输通道，在矿区往往被作为废水排放的直接途径，河床常当作堆场阻碍行洪。另外，如采矿活动中的地下开采会改变地下水流的方向，严重会使河溪断流^[2]。

2.1.3.3 生物栖息生境的破坏

城市中的工业生产地块，因为长期的工业生产活动，对地区的生态环境造成了恶劣的影响，生物的栖息环境也被破坏。地块上工业生产前的野生动物因为工业生产活动的开始，栖息地遭到破坏，现有的环境已无法满足其基本的生存条件，被迫向外迁徙，导致区域内生物物种骤减，生态链遭到破坏。

2.2 城市工业废弃地的价值

2.2.1 情感价值

城市中的工业厂区从无到有，从小到大，是老一代工人阶级的心血，工业区的发展壮大承载了他们太多的青春和梦想，多种历史信息的汇聚，造就了老一辈工人人们的怀旧情结。曾经的工作场所随着社会的变迁被沦为了工业废弃地，但是那些遗存的工业建、构筑物依然诉说着他们的对国家的贡献和曾经无悔的诺言，

因为这里见证了他们的青春更是他们人生的写照。

2.2.2 历史价值

城市工业遗产作为城市发展的印记，是城市工业革命历程体现的载体、城市风貌形成、建筑空间结构演替的历史记忆，那些至今让人为之震撼的工业建构筑物，不仅是冰冷的建筑和机器，它更是这些工业景观元素所代表的城市记忆，它对城市的发展和形成有着潜在的深刻影响。

2.2.3 艺术价值

传统的美学观点认为，废弃地上的工业景观是丑陋而难以入目的，没有什么保留价值。于是在进行景观设计时。要么将那些工业景象消除殆尽，要么将那些“丑陋”的东西掩藏起来^[5]。艺术的概念也随着时代的变迁而变化着，曾经美与丑的标准已经无法来评判当今的艺术，对景观设计的评价一样在变化，现在的景观构成也不必像原来那样风景如画。普通人眼中那些残破的工业设施、破旧的工厂厂房，杂草丛生的废弃地……在景观设计师眼中这些都是不可多得的景观元素，是区域工业文化的表现和城市发展历史的印迹，应该予以合理的改造利用，对其判断应具有艺术和技术的双重标准。

2.2.4 社会价值。

为促使现代艺术的变化和新行为活动的发展，社会价值观的新转变和行为活动的改变需要城市的宽容和支持。城市工业废弃地相关工业设备、植物景观设计和高大的厂房经过艺术处理后的后工业时代景观为现代生活注入了新鲜的元素，丰富了城市社会活动的多样性，拉近了城市居民和工业废弃地的关系。

2.2.5 经济价值

城市工业废弃地作为城市的一个特殊的地块，对其进行生态修复以及景观再生设计有着重要的现实意义，同时也会对废弃地上人类未来的生活产生深刻的影响，诸多国外成功的工业废弃地改造按理说明了，对城市工业废弃地进行改造更新利用不仅为枯燥的都市生活提供了一个特殊的休闲场所，更重要的是通过改造更新了城市形象，提高了地块热度，为城市的未来发展的经济发展创造了良好的条件。而且，随着我国公民思想的进步以及认知观的转变以及旅游业的高速发展，未来以生产现场、生产设备、厂区环境为题材的工业文化主题旅游逐渐成为年轻

人旅游选择的路线，在不久的将来工业旅游所带来的经济收益将会成为城市工业废弃地开发的经济驱动。

2.3 城市工业废弃地的再利用模式

2.3.1 生态恢复理论下的土地再利用模式

1、生态恢复模式

生态恢复的对象是退化的生态系统，即在外界干扰作用下形成的与自然状态发生偏离的生态系统。矿业采掘地的土壤板结和地表沉陷以及露天的采矿区、工业生产产生的废弃物如废弃的钢渣、烧结尾料等物的堆砌地和处理厂的地标现状现状为退化生态系统的典型代表。

针对工业废弃地生态恢复的一般程序是：（1）对工业生产导致地面沉陷或者土壤板结的情况进行修复，稳固其土表结构；（2）采用理化技术去除受污染土壤中的污染物和有毒物质，通过生物技术使土壤中营养物质的含量恢复到正常指标；（3）选取合适的植物种类以及种植方法对废弃地的污染土壤进行有计划的生态修复；（4）逐步恢复废弃地的土壤各项指标以及重建废弃地整体的生态体系。

2、次生湿地维护区

在我国东部平原地区，地下采矿在成地表沦陷，使地下水冒出或收集、截留、存储了雨季的降水及区域内工业废水、生活废水等，形成大面积的季节性或常年积水的采矿沦陷区，使原地域单一的陆生生态系统演绎为“水-陆复合型”次生湿地生态系统。我们应该采取水体修复、机制维护、生物群落保护等措施，以及在后期的规划上布置科教宣传、湿地保护、娱乐休闲三位一体的湿地体验项目，让地块兼获社会、经济和三收益（如图表 2.1）。

图表 2.1 次生湿地的综合收益
图表来源：刘抚英、栗德祥，城市规划学刊，181 期，P70

收益类型		收益内容
环境收益	生态环境收益	提高和保护生物多样性；讲解污染，净化水质、土壤，改善空气质量；减缓地表径流；调节区域小气候
	视觉环境收益	美化视觉环境
经济收益		水体再资源化收益；旅游开发收益；渔业养殖收益；水生植被用作原材料收益
社会收益		科学研究；为游人提供休闲娱乐的场所；吸引游人的观赏、学习和深度参与，逐步形成生态环境修复与保护的科普教育示范基地；提供就业岗位

2.3.2 产业结构优化理论下的土地再利用模式

在上一节的论述中谈到了城市工业废弃地在“生态恢复学”理论下的土地更新，用生态的方法修复工业废弃地被污染的土地，以此为基础应努力实现地块上产业结构的升级与结构的优化，变曾经以工业生产为主的产业结构模式，推动区域产业结构的多元化发展，并以此为契机提高区域活力和激活区域的发展动力。城市工业废弃地土地更新中三大产业在结构优化理论下的利用模式主要有以下几个方面（如图表 2.2）：

图表 2.2：产业结构优化框架下的矿业城市工业废弃地土地更新利用模式

图表来源：刘抚英、栗德祥，城市规划学刊，181 期，P71

产业结构优化框架		土地更新利用模式	
第二产业内部结构优化		接续替代型工业模式	
		都市型工业模式	
三次产业间结构优化	第三产业	文化产业模式	
		房地产开发模式	
		复合型旅游业开发模式	
	第一产业	都市农业模式	

1、 第一产业：都市农业模式

都市农业是指迁入城市空间内部或在城市边缘区与城市空间相联，依附于城市经济，以满足城市居民消费的需求为目标，具有经济、生态、社会功能的集约化、专业化、企业化、社会化、科技化的现代农业^[4]。

在工业废弃地上其中一种优化产业结构变换的选择是发展都市农业。一、在发挥了城市生态保护屏障的同时为生态农业旅游提供了优秀资源；二、为城市的发展提供了弹性空间以及防灾减灾疏散场地；三、最重要的是可以提供更多的就业岗位来缓解企业产业转型带来的失业问题。

2、 第二产业：都市型工业模式

都市型工业是指依附于城市的技术流、人才流、信息流、物流、技术开发、营销管理和加工制造为主体，适应城市可持续发展的要求，有利于环境保护，可提供更多的就业机会，满足现代城市结构调整升级的趋势，体现城市经济发展方向，能在市中心区存在和发展并与城市功能和生态环境相协调的有就业、有税收、有环境、有形象的现代绿色工业^[4]。

发展都市型工业可以：（1）盘活受限制的资产存量，优化城市格局；（2）有助于减少交通堵塞和因交通造成的环境污染，改善老城区的破败形象，优化城市

生态环境和视觉廊道；（3）能持续创造更多的再就业和创业机会，从而减少因为产业转型带来的社会负担；（4）可以有效推动产业结构多方位的发展。

3、 第三产业

（1） 房地产开发模式

① 旧区开发模式

房地产开发商根据城市规划的方案以及区域发展要求，对废弃地中就报废的建构筑物进行改造利用或拆除重建，开发出新的地产产品推入市场，既实现了城市存量土地资源的盘活，又实现了区域土地价值的升值。

② 新区开发模式

这种模式针对的土地对象是受工业生产破坏的和被占用的土地，对其进行生态修复后进行开发建设并推向市场。这类土地具有价格较低、基础设施条件好、自然生态环境优等特点，开发商能够以较低的开发成本实现具有特色鲜明、概念新颖、附加值丰厚的开发产品。

（2） 复合型旅游开发模式

① 工业旅游模式

为保护和延续城市工业历史文脉，彰显工业文化特色和区域独有的工业气质，政府或私人开发商将废气地上经过艺术深加工的工业遗产，以及场地内还可以正常运行的有轨运输装置及工业单位进行组合和资源整合，设计成以科普教育为主的为游人提供有关工业文明流变和发展现状的生活化的后工业展览公园。

工业旅游是集科普参观、体验教育、娱乐休闲为一体的体验式旅游，这种模式不仅可以构建区域浓厚的区域工业文化环境，更重要的是将区域的文化知名度和影响力推向了一个新的高度。

② 生态旅游模式

国际生态旅游协会 2004 年提出，生态旅游是以保护环境和改善当地居民利益为目的，负责人的自然之旅^[6]。

生态旅游倡导的模式理念是通过参观、认知、体验、感受原生自然生态与现代工业文明产生的异类景观的反差，使游客主动发现自然环境的重要作用，自觉培养和提高游客的生态意识和环保责任，是一种体验、感悟、学习三位一体的高端旅游方式。

③ 农业观光体验旅游模式

农业观光体验旅游模式是一种将经过生态修复后所开发的类农业景观与农民日出而作日落而息的生活习惯相结合的城市农副业观光体验旅游模式。

根据以上几种旅游模式的体验内容、受众人群以及空间结构的特点，必须经过综合考虑、科学规划、科学监管和合理开发努力实现几种旅游模式的融合与渗透，共同构成城市后工业复合旅游系统。

3 城市工业废弃地生态修复的理论基础及技术方法

3.1 城市工业废弃地生态修复的基本概念

生态修复是根据生态学原理,利用特异生物对污染物的代谢过程,并借助物理修复与化学修复以及工程技术的某些措施加以强化或条件优化,使污染环境得以修复^[1]。生态恢复是完全没有人为的干预,强调的是大自然的自修复和自循环能力。而生态恢复是综合运用环境工程、生态学思想理论以及社会学等学科及手段,充分发挥和提高复合生态系统的自我调控能力。

本节将在生态修复理论视角下对城市工业废弃地生态修复的基本理论、特点和意义进行逐一论述。

3.1.1 城市工业废弃地生态修复的定义

城市工业废弃地生态恢复是指对城市工业废弃地进行生态改造,帮助城市工业废弃地的生态系统恢复并对其进行管理的一种人类主动行为,使其具有一定的景观美学价值并且可利用的生态系统^[2]。

由于生态系统强大的自我恢复能力使其在遭到工业生产破坏时会进行自我恢复,但这种恢复的速度十分缓慢,根据当前的国情来看,这种自恢复速度远远慢于城市发展速度,所以,在工业废弃地生态修复中人为的采取一定的生态技术措施,来辅助城市工业废弃地受污染的土地进行生态恢复具有一定的必要性。

3.1.2 城市工业废弃地生态修复的特点

城市工业废弃地与城市的经济、社会、环境等体系有着密不可分的关系,同时对城市未来的发展有着不可估量的价值。因此城市工业废弃地生态修复具有以下几个特点:

1、兼具多重价值体系

城市作为人类居住和生活相对集中的区域,体现了人类物质和精神层面的追求和向往,同时也受制于社会活动等因素的影响,因此对城市工业废弃地的生态修复不可能排除人为因素的干扰。城市生态修复一般都兼顾多种目标,如绿道体系同时具有生物廊道、城市景观塑造、城市户外空间营建、历史遗迹保护及教育、

游憩、观光等多种功能，这种多目标的方法消除了传统规划方法将生态保护与开发对立起来的局面，为自然引入城市提供了条件^[1]。

2、 便利性特点突出

城市工业废弃地处于城市副中心或中心地段，运输、交通等功能较为便利。且修复后一般具有用途范围广和经济价值大等特点，有利于废弃地改造的筹融资。

3、 区域优化与整体调控的分异性

对城市工业废弃地进行生态修复过程比较繁杂，但是每个环节此中有彼，彼中有此，此消彼长，环环相扣，缺一不可，所以，对其进行的生态修复过程必须进行科学规划修复流程，并对每个环节的完成情况进行优化评估管理十分具有必要性。

受气温、高度、植物种质、地质条件、污染程度等等的差异性，导致不同的地理区域，甚至同一区域的不同地段中污染物质在迁移、转化和降解等生态行为上具有明显的区域分异性。所以，在对城市工业废弃地进行生态修复方案设计时，必须有区别地进行修复工艺与修复植物选择的运行和管理。

4、 特殊问题的局限性

城市工业废弃地的地理位置大多位于城市旧城区的中心或城市边缘地带，这些地带人口稠密，对城市工业废弃地的生态修复工程初期可能会影响到周边居民的正常生活的便利性，所以其修复方案及后期的规划设计方案应与整个城市生态建设规划相结合。

5、 多学科交叉合作的必要性

因城市工业废弃地生态修复是一个庞杂的系统工程，所以修复项目的顺利实施，不仅需要景观学、建筑学、艺术学的参与，更需要生态学、生化学、社会学、经济学等多学科的交叉合作，具有多学科渗透交叉的综合特征。所以，只有多学科的专家学者投身到城市工业废弃地生态修复工程设计及建设中，才能确保废弃地生态修复的每一环节顺利进行和其价值的最大化发挥。

6、 公众参与度的影响

城市是人类生活和居住的主要区域，生活在城市中的人才是城市的主人，修复成果的好与坏直接影响到他们未来的生活。所以应该加强城市居民的参与度、唤起公众的自觉性与积极性才能使最后的修复方案成为真正回归自然的精神家园。

3.1.3 城市工业废弃地生态修复的意义

城市工业废弃地经过科学系统的生态修复以后能充分改善废弃地所在区域的生态环境，带动周边被污染的生态环境向良性循环的方向发展还，可以改善工业废弃地形象、提升城市综合素质、盘活土地资源、避免土地浪费，带来巨大的经济推动力，同时能避免工业废弃地可能发生的各种环境或生态灾害，同时可以将原先因工业生产而隔离的城市区域联系起来。担负着满足废弃地周边人们对绿色需求的角色和对优美人居环境的渴望，具有生态、社会和经济价值。

1、生态价值

改善局部小气候、重建废弃地生物栖息场所、改善区域上空空气质量、生产大量的新鲜空气、吸滞粉尘、降低城市噪音、改善局部区域的生态环境、带动周边环境的生态可持续的良性循环。

2、社会价值

可以对城市社会的内部结构进行合理调控，解决因产业转型带来的社会问题、完善城市社会服务功能、缓解城市社会发展的负面效应，促使其向着生态的常态化发展，从而满足各阶层市民的心理感受和社会需求。

3、经济价值

通过对城市工业废弃地进行生态修复，还原其工业生产前的生态环境、改善周边的生物栖息环境，为后期提高区域活力进行的招商引资铺垫好道路。同时可以避免土地浪费，通过再开发带来的经济效益来改善城市形象，从而提高城市的知名度和群众的幸福指数。

所以，对城市工业废弃地进行生态修复是一件功在当代，利在千秋的重大实践，它既有功不可没的现实意义，即改变了一块土地的贫瘠与荒凉，同时又深刻影响着深爱着这块热土的人民未来的命运。

3.2 城市工业废弃地生态修读的理论依据

3.2.1 恢复生态学理论

国际生态恢复学会对恢复生态学定义如下：恢复生态学是研究如何修复由于人类活动引起的原生生态系统生物多样性和动态损害的学科。但这一定义尚未被大多数生态学家所认同^[6]。

我国学者余作岳、彭少麟认为恢复生态学是研究生态系统退化的原因、退化

生态系统恢复与重建的技术与方法、生态学过程和机理的学科^[6]。

3.2.2 景观生态学理论

景观生态学是研究景观的空间结构与形态特征对生物活动、人类活动影响的科学。景观生态学是以生态学的理论框架为基础,汲取了现代地理学与系统科学的相关长处,研究景观的空间格局、空间动态和生态过程,以及区域尺度上的资源、环境的经营管理。“斑块-廊道-基质”理论是景观生态学的重要组成部分^[1]。

城市工业废弃地作为城市一个特殊的地段,在诸多方面都有其特殊性的存在,在空间单元的表现形式上也不例外,表现在生态基础设施建设不完善、绿地系统碎片化、生态环境功效低下等方面。所以,对工业废弃地的生态修复不同于其他废弃地的修复,要在客观认识场地内工业景观元素的基础上,依据景观生态学的相关理论来指导修复方案的制定,还应综合考虑废弃地及其周边地区的土地开发类型、工业建筑样式、市政基础设施、生态构架、厂区绿化类型等因素。同时,在施工过程中应加强景观管理,合理协调各种工业景观元素的分布,综合调控各个元素之间的配比,构建回归自然的集社会、经济、生态、教育、艺术价值于一身的精神家园。

3.2.3 工业生态学理论

生态工业是按生态经济原理和知识经济规律组织起来的,是基于生态系统承载能力,具有高效的经济过程及和谐的生态功能的网络型、进化型工业。它通过两个或两个以上的生产体系或环节之间的系统耦合,使物质和能量多级利用、高效产出或持续利用^[1]。

上世纪60年代末R. Frisch等人模拟生物的新陈代谢过程和生态系统的循环再生过程所开展的“工业代谢”研究是工业生态学的起源^[1]。工业生态学的研究内容是通过用工业代谢来模拟自然生态系统的代谢,并通过其结构的变化、系统架构和功能仿真,将得出的研究成果应用到工业废弃地生态架构的重建上,以此将产业系统内的物质封闭循环和资源综合利用变成现实。

3.2.4 可持续发展理论

可持续发展涉及可持续经济、可持续生态和可持续社会三方面的协调统一,要求人类在发展中讲究经济效率、关注生态和谐和追求社会公平,最终达到人的全面发展^[1]。从以上文献可以得出,可持续发展理论起于环保问题但又高于环保问

题，它是将环保问题与当前社会高速发展导致的诸多负面影响结合起来综合考虑的有关人类如何更好发展的战略性问题。主要表现为以下几个发展方向：

1、经济的可持续发展

经济的可持续发展不仅体现在经济的增长量上更体现在增长的质量上。提倡变高投入、高能耗、高污染的粗放型生产模式为集约型生产模式。

2、生态可持续发展

可持续发展理论的基础理念要求经济建设和社会发展要确保人类的生产活动在地球的承受能力之内以及用可持续的方法来开发和利用自然资源，从而从根本上解决环保问题。

3、社会可持续发展

社会可持续发展的本质体现在人类生活质量的改善、健康水平的提高以及幸福指数的上升。由此可以看出为创造一个自由、民主、平等、和谐的社会环境，前提是生态自然环境的生态可持续发展，基础是经济的可持续发展，因为经济基础决定上层建筑，结果是社会的可持续发展。

所以，综上所述，要实现在可持续发展理论下的自然、经济和社会的系统、持续、稳定、健康的发展目标，必须要遵循以人为本的发展理念。

3.3 城市工业废弃地生态修复的技术方法

3.3.1 城市工业废弃地生态退化修复程序

在生态恢复实践中，整个生态恢复过程的操作过程整理为：“接受恢复项目→明确被恢复对象、确定系统边界（生态系统层次与级别、时空尺度与规模、结构与功能）→生态系统退化的诊断（退化原因、退化类型、退化过程、退化阶段、退化强度）→退化生态系统的健康评估（历史上原生类型与现状评估）→结合恢复目标和原则进行决策（是恢复、重建或改建、可行性分析、生态经济风险评估、优化方案）→生态恢复与重建的实地试验、示范与推广→生态恢复与重建过程中的调整与改进→生态恢复与重建的后续监测、预测与评价^[27]。

3.3.2 城市工业废弃地生态修复技术

以下列表（如图表：3.1）详实的概述了退化生态系统的恢复与重建技术框架，该表将退化生态系统的基本的技术加以总结。如文章前面部分介绍的城市工业废弃地的修复具有整体控制与区域优化的分异性特点，所以不同地段的修复类型应

根据具体问题具体解决。

图表 3.1: 退化生态系统的恢复与重建技术体系

图表来源: 任海、彭少麟, 恢复生态学导论, 科学出版社, 2002, P16

恢复类型	恢复对象	技术体系	技术类型
非生物环境因素	土壤	土壤肥力恢复技术	少耕、免耕技术; 绿肥与有机肥施用技术; 生物培肥技术(如 EM 技术); 化学改良技术聚土改土技术; 土壤结构熟化技术
		水土流失控制与保持技术	坡面水土保持林、草技术; 生物篱笆技术; 土石工程技术(小水库、谷坊、鱼鳞坑等); 等高耕作技术; 复合农林牧技术
		土壤污染与恢复控制与恢复技术	土壤生物自净技术; 施加抑制剂技术; 增施有机肥技术; 移土客土技术; 深翻埋藏技术; 废弃物的资源化利用技术
	大气	大气污染控制与恢复技术	新兴能源替代技术; 生物吸附技术; 烟尘控制技术
		地球变化控制技术	可再生能源技术; 温室气候的固定转换技术如利用细菌、藻类; 无公害产品开发与生产技术; 土地优化利用与覆盖技术
	水体	水体污染控制技术	物理处理技术(如加过滤、沉淀剂); 化学处理技术; 生物处理技术; 氧化塘技术; 水体富营养化控制技术
		节水技术	地膜覆盖技术; 集水技术; 节水灌溉渗灌、滴灌
生物因素	物种	物种选育与繁殖技术	基因工程技术; 种子库技术; 野生生物种的驯化技术
		物种引入与恢复技术	先锋种引入技术; 土壤种子库引入技术; 乡土种种苗库重建技术; 天敌引入技术; 林草植被再生技术
	种群	物种保护技术	就地保护技术; 迁地保护技术; 自然保护区分类管理技术
		种群动态调控技术	种群规模、年龄结构、密度、性比例等调控技术
		种群行为控制技术	种群竞争、他感、捕食、寄生、共生、迁移等行为控制技术
	群落	群落结构优化配置与组建技术	林灌草搭配技术; 群落组建技术; 生态位优化配置技术; 林分改造技术; 择伐技术; 透光抚育技术
		群落演替控制与恢复技术	原生与次生快速演替技术; 封山育林技术; 水生与旱生演替技术; 内生与外生演替技术
生态系统	结构功能	生态评价与规划技术	土地资源评价与规划; 环境评价与规划技术; 景观生态评价与规划技术; 4S 辅助技术(RS、GIS、GPS、ES)
		生态系统组装与集成技术	生态工程设计技术; 景观设计技术; 生态系统构建与集成技术

景观	结构 功能	生态系统间链接技术	生物保护区网络；城市农村规划技术；流域治理技术
----	----------	-----------	-------------------------

值得关注的是：生态学系统的恢复不但要重视恢复那些能看得见的对象(种群、群落)，而且特别要求人们认识到那些看不见、摸不着的生态学过程的重要性，生态学系统中各组织层次的相互联系，以及所恢复生态学单元与其景观基质和相邻生态学系统的相互作用^[2]。

一般说来，生态系统往往具有很强的自我恢复能力和逆向演替机制，即使在植被完全破坏的情况下，生态系统都有可能恢复^[7]。但是，这种生态系统的自我修复能力在生态环境极端恶劣的工业废弃地上很难展现出来，或者是自我修复的时间长达几十年甚至上百年。此时，对工业废弃地进行生态修复就成为一种必然的选择，通过采取生态修复措施将会大大缩短废弃地被破坏的生态系统恢复的实践，当然生态修复中最重要的换就就是工业废弃地植被的重建。植被重建是工业废弃地生态恢复的首要工作，因为所有自然生态系统的恢复和重建，总是以植被重建为前提。植被重建除了本身起着构建退化生态系统的初始植物群落的作用外，还能促进土壤的结构与肥力以及土壤微生物与动物的恢复，从而促进整个生态系统的结构与功能的恢复与重建^[7]。

3.3.3 生态修复中的植被重建技术

根据恢复生态学理论的相关知识，城市工业废弃地生态修复中的植被重建技术一般包括三个核心部分，即土壤机制改良、植物种类选择以及植物种植技术。

3.3.3.1 工业废弃地土壤的基质改良

在工业废弃地上实施生态恢复和植被重建计划时，一个非常棘手的问题是土壤内含物限制植物的生长。对工业废弃地进行植被重建的首要任务是鉴定限制生态环境恢复的因子和有毒物质，并清除这些不利因素，否则，恢复工作要么无法开始，或几年之后仍以失败告终^[7]。虽然各地的工业废弃地存在空间的特异性，但是其污染物的共同点是长期的工业生产活动导致土壤中缺乏植物生长所需要的最基本的营养物质，即缺少腐殖质，使得基质缺乏肥力，导致土壤的化学和物理条件不适宜于植物生长。所以在工业废弃地生态修复植被重建环节之前应该根据相应的植物材料对种植地进行土壤基质的改良。

另因工业废弃地生态修复中特异性的存在，每一块废弃地都有其特殊情况，另因工业废弃地生态修复中特异性的存在，每一块废弃地都有其特殊情况，所以

对废弃地土壤基质改良的方法不能等量齐观。通过对比分析得出,工业废弃物因生产性质和生产环节的不同而不同,一般有以下五种类型:(1)焦化厂煤矿堆砌区的污染物;(2)炼铁和炼钢鼓风炉排出的矿渣;(3)含有重金属的废弃物;(4)化学废弃物;(5)贫瘠的废弃物。

不同废弃物因其化学成分和物理性质不同,所以在同一工业区不同生产地段的土壤基质改良的方案都不一样,必须经过理化检测、模拟实验等环节的严格把控,才能使生态修复的地块土壤理化性质与种植植物材料的生长需求相适应。

3.3.3.2 植被重建过程中的植物物种选择

修复植物材料的选择以及种质的好坏直接关系到生态修复方案顺利实施的成功与否。所以根据废弃地土壤理化性质的区域性差异,具体的植物种类选择应当遵循的原则将会在文章第五章石景山工业废弃地生态修复的关键技术中具体论述。

3.3.3.3 工业废弃地生态修复植物的种植技术

根据城市工业废弃地上不同地块污染程度和我染污的不同,导致了土壤的性质也因地而异,面对这种特殊的情况,修复植物的种植技术基本有三种:在废弃地上直接种植普通植物、经过土壤基质改良后种植先锋植物和富集植物、表层土壤污染严重情况下对其进行换土后种植植物^[7]。

采用直接种植普通植物时应考虑受污染的废弃地土壤改良方法是否得当,修复植物材料的选择是否科学以及植物种质是否优良。其中,为便于不同植物种类间的合理搭配而形成稳定的植物群落关系,应注意不同植物种类的种植方式,充分采用孤植、丛植和片植相结合的搭配方法。

为提高植物的成活率,播种时期应选择在降水量大、温度适宜的季节进行。在植物种植后期的管理上,第一年应该对其施以较为严格的管理,如灌溉、修剪、除病和施肥等,为重新建立废弃地修复后的生态自维持系统,管理强度应逐年降低,第四、第五年度则应该让其自然生长。

3.3.4 国内外城市工业废弃地生态修复成功案例分析

3.3.4.1 德国鲁尔工业区——杜伊斯堡 A.G.TYSEN 钢铁厂生态修复设计

1、背景介绍



图 3.1: A. G. Tyssen 钢铁厂 1954 年航拍图

图片来源: 彼得·拉茨, 废弃场地的质变, 孙晓春, 译, 风景园林, 2006, 创刊号

A.G.TYSSSEN 钢铁厂(如图: 3.1)坐落在德国鲁尔工业区杜伊斯堡北部, 该厂具有百年的辉煌历史, 曾经显赫一时, 但它无法抗拒产业结构的变化带来的影响, 于 1985 年关停^[1]。关停后工厂曾经的辉煌连同无数的建构筑物一同埋没在了杂草中, 变成了名副其实的城市工业废弃地。1989 年, 德国政府决定对杜伊斯堡 A. G. Tyssen 钢铁厂的废弃地进行改造; 1990 年起, 拉茨与夫人——景观设计师 A·拉茨的领导小组开始规划设计工作; 经过努力, 1994 年公园部分建成并对外开放^[16]。

在公园的设计师彼得·拉茨及其团队的努力下, 用生态修复的手段对这些被工业生产破坏的支离破碎的地段进行处理^[1], 使工厂遗留下来的废弃建筑和废弃物重见光明, 其生态修复的方法也成为城市工业废弃地生态修复的经典案例。

2、生态修复思路

(1) 废弃设施再利用

彼得·拉茨在废弃地生态修复的设计中保留了大量的工业构筑物, 同时对部分建构筑物赋予了新的使用功能。同时对工厂中原有的废弃工业生产材料以及成品进行最大程度的改造再利用, 如将红色耐火砖磨碎后用作红色混凝土的部分原料; 焦化厂区堆积的焦炭以及烧结、焦化和炼铁的矿渣通过理化处理后, 用作一些土壤基质修复或将其磨碎与水泥、沥青混合制作成地面铺装材料^[1]; 钢铁厂遗留下来的中厚钢板板材也将运用到广场的铺装装饰当中来展示地块特殊的工业历史及文化。设计在很大程度上保留了原有的工业历史信息, 同时对原有的资源进行充分利用, 减少了对新材料的需求(如图 3.2 所示)。



(a)改造成潜水中心的煤气罐内景



(b) 拆除顶盖的矿石料仓改造成综合活动场所



(c) 料仓花园顶部的网格状步行道



(d) 料仓花园中的攀岩场地

图 3.2: A.G. Tyssen 钢铁厂对废弃材料的再利用

图片来源: 刘抚英、栗德祥、邹涛, 后工业景观公园的典范, 华中建筑, 2007,11,P79

在这块土地上复兴的城市工业废弃地并不是全部推翻重新来过,而是在对原有景观充分掌握利用的基础上通过解构重构的手法寻求对原有工业景观的重新诠释。设计并不掩饰历史,任何地方都让人们去看、去感受,建筑及工程构筑作为工业时代的纪念物被保留下来,它们不仅不再是丑陋难看的废墟,而且已成为风景园中的点缀,供人们欣赏^[8]。

(2) 原始植被被利用

地块上的原始植被均被全部保留,就连荒草也任其自由生长(如图 3.3 所示)。这一办法的实施为工业废弃地土壤基质改良方案节省了不小的开支,疯长的野草在后期的植被修复中更高级的植物生长提供了较好的环境。

(3) 水循环技术

拉茨在废弃地生态修复的设计中运用了水资源循环利用的生态技术^[21],通过污水处理、雨水收集和中水利用的方法来实



图 3.3: 杂草丛生的场地

图片来源: 吴予敏、陶一桃, 德国工业旅游与工业遗产, 商务印书馆, 2007

现水资源的循环利用，与此同时将场地内部分雨水经过地表径流引导至钢铁厂的贮水池和冷却池中，经过过滤沉淀后将水体表层的清水部分引流至埃姆舍河中，减少了对河流的污染，同时减少了雨水对地面的冲刷，降低了地表径流率，补充了地下水（如图 3.4 所示）。



(a) 净化水渠



(b) 净水池

图 3.4: 废弃地内的水资源循环利用

图片来源: 吴予敏、陶一桃, 德国工业旅游与工业遗产, 商务印书馆, 2007

3.3.4.2 美国“棕地”改造计划——西雅图煤气厂公园生态修复方案设计

美国西雅图煤气厂原址是华盛顿煤气厂旗下的一个子公司，成立于 1906 年，于 1956 年倒闭，50 年的生产过程给当地的生态造成了严重的破坏。1970 年，美国景观设计师哈克被委托在原址上建设新的公园。按照时下的方法是将所有地上的工业遗存建构物全部拆除，把受污染的土壤挖掉并运送出废弃地，将异地新的有肥



图 3.5: 西雅图煤气厂公园鸟瞰

图片来源: <http://image.baidu.com>

力的，可供新种植植物生长的土壤，再采用直接种植普通植物的方法进行种植植物，恢复地表植被，建成恢复自然的公园。但是这种改造不但需要巨大的财力支撑，而且耗费巨大的人力物力。哈克通过生态修复与工业遗产再利用的方法创造了不朽的后工业景观传奇之作（如图 3.5 所示）。

1、土壤的修复

污染土壤的处理是关系到整个设计的关键所在，虽然受严重污染的土壤表面已被清除，但深层油污和二甲苯的污染很难去除。哈克建议通过土壤污染物的分析，引入能消化深层油污的酵素和其他有机物质，通过生物和化学的净化作用逐

渐清除污染物。最后在土壤中添加了下水道中的淤泥、枯腐的植物、动物的粪便和修剪草坪剩下的草末，通过促进泥土里的细菌来消化 50 年工业生产积累的化学污染物^[16]。

2、草地的处理

因为土壤的关系，园区基本上是凹凸不平的草地（如图 3.6 所示），而且草地随着司机的变化颜色也不一样。哈克认为四季轮回、花开花落、落叶归根这是万物发展的规律，也是大自然的生存法则，对煤气厂公园的改造应该遵循自然，顺应自然，没必要用金钱的实力来改变这一切。因此，园区建设不仅预算少而且后期的维护管理费用也极低，体现了当下低碳环保经济的做法。



图 3.6: 场地内不平整的草地
图片来源: <http://image.baidu.com>

3.3.4.3 上海世博后滩公园景观设计

1、场地概况

后滩公园是上海世博园的核心绿地景观之一，在世博会期间是园区的核心绿地，在会后将会承担起上海公共绿地的作用（如图 3.7 所示）。场地为狭长的滨江地带，总占地 14hm²。场地在上海世博会之前为浦东钢铁集团生产用地以及后滩船舶修理厂所在地，由于长期的工业生产活动给区域的自然环境（土壤、水体）造



图 3.7: 上海世博会后滩公园远景鸟瞰

图片来源: 俞孔坚, 城市景观作为生命系统——2010 年上海世博后滩公园, 建筑学报, 2010,7,P30

化、场地条件、湿地现状分析及工业遗产类型分析，设计了一绵延 1.7km 宽窄不一的个人工内河湿地生态系统（如图 3.9 所示）。该内河湿地生态系统包括营造富有生命的水质自净化系统；生态化防洪体系；以及构建丰富的溪谷景观等多种功能。

（2） 3 重景观信息揭示场地个性

设计团队通过调查场地的现状与历史文脉，以后滩生态湿地景观为基底，通过立体分层的设计方式，按照场地的发展历史脉络来逐层设计了田园的回味、工业记忆和后工业文明 3 个层次的景观信息，深刻并充分的展现了后滩的历史信息与未来展望（如图 3.10 所示）。



（a）锈色长廊



（b）内河湿地



（c）野草之美

图 3.10：三种文明意向

图片来源：俞孔坚，城市景观作为生命系统——2010 年上海世博后滩公园，建筑学报，2010,7,P33~34

（3） 体验网络

为使参观 2010 上海世博会的游客以及未来的上海市民能够来此获得更多的景

观体验，设计通过一条步道网络与场地内多个代表地块相联系，构成了一个点、线、面、体全方位覆盖的体验网络。使游客参观这一生态景观时，能充分体验到生态设计的重要性以及生态景观带给人的生态服务。

3.4 城市工业废弃地生态修复方案实施的局限性及解决意见

城市工业废弃地生态修复是以人与自然和谐共生为宗旨，运用经典生态学相关理论方法，对城市棕地进行改造，改变其原来破败、消极的面貌为具有城市生态效应的地块。由于环境承载力的限制，一个真正的生态环境意味着地块拥有相对较低的容积率，否则对生态环境来说本身就是一种亵渎，所以，这种基于恢复生态学的城市工业废弃地生态修复方法将会把城市环境控制在一个建筑密度相对较低的条件内，这一点与目前中国的开发商追求高密度城市发展带来的高利润相矛盾。

解决如上问题拟采取的方法措施如下：

根据目前的国情，“多头管理，各司其职”应成为城市工业废弃地改造更新所遵循的共识。同时解决这一矛盾应采用物质更新和社会更新的多种手法，实现地区发展的综合收益，使传统重工业地区的经济发展、环境改善、社会发展、文化发展相互协调。应积极调整地区产业的空间布局，提升城市土地的利用水平和利用率；同时各个工业废弃地改造项目应抓住这一历史机遇，通过工业用地调整来进行区域环境的整治，逐步控制并减少区域范围的污染源，为后期的经济发展和社会发展打好基础铺好路。

4 城市工业废弃地景观再生设计思路及方法

4.1 现存城市工业废弃地景观境况

任何事物都存在其两面性，城市工业废弃地也不例外，虽然有其内在的价值，但在很大程度上限制了当地生态建设的开展也影响着人们的生存环境。

4.1.1 工业废弃地景观退化对城市的影响

1、造成生态系统的退化

长期的工业生产造成了地区生态环境被破坏，野生动植物的栖息地被破坏，导致了区域生物被迫向外迁徙，地块上生物多样性的生态系统结构趋向简单，将导致生态功能的下降和生态系统的退化。

2、对城市环境的影响

首先，遭到生态破坏以及土壤裸露的废弃地会引起近地面扬尘，其中夹杂的粉尘及重金属污染元素在风力以及降雨搬运作用下，污染城市水环境、大气环境。

其次，城市公共设施将会遭到破坏。工业废弃地阻碍了城市河流水系的正常路径以及径流，地面的建、构筑物以及公路、轨道交通与城市交通和市政设施不接轨。

3、对城市经济的影响

经过社会产业结构的调整，废弃的工业棕地成为了市区内还能进行重新开发的唯一地块，如果不能合理利用，必将影响该土地利用带来的收益，长期来看，将会影响当地社会经济的可持续发展。

4、对城市形象的影响

城市的发展带来的城市扩张，原本处于城市边缘的工业地带不得不因为城市的扩张而退出城市，它们的破旧与冷清以及景观的碎片化严重影响着城市的形象。曾经被喻为“心脏”的它们，如今却被视作“肿瘤”，人们对于它的背弃，丝毫不亚于当初对它的憧憬与欢迎^[22]。

4.1.2 目前工业废弃地景观再生设计中的难点

1、开发方式不当

一些私人开发商在短期利益的熏陶下，工业废弃地在轰隆隆的推土机下，关

于工业时代的一切都烟消云散，这一方法是目前国内大部分工业废弃地采用的开发方式。而那些亟待解决的被污染的土壤、水体以及基础设施的破坏问题都没有进行，从而为区域未来的发展埋下了祸根。

2、 资金问题

由于私人开发商和投资者大都使用的是短平快的开发模式从而获得更大的加之收入和更快的资金流转。而工业废弃地生态修复不仅耗资巨大、耗时惊人，而且还要承担工业废弃物滞存对周边居民可能带来的危险，从而导致除政府外的开发商和投资者很难对生态修复付出足够的人力、财力和物力^[25]。

3、 监管问题

目前，开发建设的各个部门对于工业废弃地改造开发中环境问题的监管力度不够，群众的参与制度和生态评估制度有待加强。解决这一问题应该加强立法建设，同时在工程设计方案前期，就应加强生态修复、景观再生设计的内容^[1]。

4.2 城市工业废弃地景观再生设计的指导思想

4.2.1 尊重工业文化

城市的发展离不开工业的贡献，工业废弃地的改良也与城市的发展息息相关，工业文化已经深深融入到了城市文化之中，是城市发展历史的体现，同时也是城市文脉中不可或缺的重要组成。工业废弃地上遗留的工业建构物记录着城市工业化的发展进程同时是城市人民艰苦奋斗的历史写照，综上看，城市工业废弃地的价值是无形的，同样工业文化的概念也是无形的。对于工业遗产景观改造来讲，至关重要的不是构成景观的物质性元素，而是这些物质性元素抽象化后表现出来的工业文化^[9]。

4.2.2 挖掘场所精神

对城市工业遗产进行景观改造的前提条件是深入到工业生产场所中去体验设计场地中隐含的工业文化精神特质，充分挖掘并全力揭示场所中所蕴含的自然、历史和人文信息。通过实地调研、深入挖掘出城市工业废弃地中关于工业文明的工业遗产，将场地内代表城市发展的景观元素保留下来，是对城市发展历史写照的继承和发扬，为对地块上子孙后代负责任的做法。

4.2.3 景观再生的人性化

进行城市工业遗产景观改造时，要对场地上的各种自然和人工要素进行统一规划设计，将其组织整理成能够为公众提供工业文化体验以及休闲、娱乐、体育运动、科教等多种功能的城市公共活动空间^[9]。景观再生设计方案应该充分考虑景观与人的互动性，经过场景的精心设计，工业景观与工业体验式旅游线路的科学规划等具体措施，将实现场地设计人性化发挥到淋漓尽致。

4.2.4 景观再生的生态性

景观的生态性即是在深入理解生态学思想的基础上，尽量减少对场地的人工干预，最大限度地提高资源的利用率，减少对环境造成的污染，同时还要维持场地内部及其周边的生态平衡^[9]。

4.3 城市工业废弃地景观再生设计的原则及思想

4.3.1 景观生态修复的 4R 原则

改造（REELAMATION）、改建（REHABILITATION）、恢复（RECOVERY）和重建（RE-CREATION），是目前国际公认的景观生态恢复原则是 4R 原则（如图表 4.1 所示）。

为了达到自然和生态建设的目的，废弃地上的景观再生设计不仅仅是将废弃地恢复到原有的状态，而是根据当地的实际情况，变不利因素为有利因素，建议设计者在景观设计方式上应采用生态设计的方式，尽量减少人为的干预。

图表 4.1：景观生态恢复 4R 原则及在废弃地中的应用

图表来源：杨洁，从褐色工业到绿色文明——宜宾上江北造纸厂工业废弃地景观再生设计，四川农业大学，2007,P15

原则	具体应用
改建 (Rehabilitation)	如将厂区内遗留的一些有足够空间或能产生特殊展示效果的构筑物的室内改建为展厅
改造 (Reclamation)	将废弃的污水排放塘改造为人工湿地及休闲、生态教育基地
重建 (Re-creation)	重建鸟类、小型哺乳动物及爬行动物、水生动物的栖息地
恢复(Recovery)	恢复自然——生态系统的功能,并与人工生态系统互动

4.3.2 废弃地景观再生设计原则

废弃地景观再生设计是对工业废弃地的现有遗存建筑、室内外空间、原厂区景观环境等资源进行整合、再分配和再重组，同时通过设计的手段，对工业遗产资源进行合理的保护、改造以及再利用。原则体现如下：

1、客观认识场地的景观特征

工业废弃地因为长期的生产给地表以及植物带来了一定的破坏，具有景观碎片化、景观元素杂乱无章等特点，我们首先应该客观的对场地的景观特征进行分析评估，应做到将以前场地上具有代表性的景观元素进行合理的保护与再利用。

2、认同工业景观元素

在进行废弃地景观再生设计时，设计者应该认同地面上普遍存在的高塔、烟囱、高炉等工业设施的客观存在，在设计时吸收并接纳工业景观要素，通过合理的设计和改造让旧工业景观相再放光彩。

3、工业景观元素的重建

工业废弃地上的景观元素主要分为两部分，一个是现存杂的工业遗存建构筑物，一种是已经消失的但是给地表留下痕迹的遗迹。运用生态的设计手法把这些景观元素在场地上合理并有秩序的保留下来，再通过艺术手法进行二次创作，改变它们原本的样貌及结构，创造出一个新的具有实际用途的景观元素，通过一系列的方法来修复并重现场地上的工业文化。

4.3.3 景观格局优化原则

“斑块-廊道-基质”是景观生态学分析各种景观的重要模式，这种模式也对工业废弃地景观再生设计有着重大的指导意义。景观的空间格局是由斑块、廊道、基质共同组成的镶嵌体，景观的功能及格局伴随其变化而变化。景观生态学非常强调对景观格局的分析和合理布局，因此是景观格局优化的依据。在工业废弃地的再生设过程中，要充分利用有限的空间，通过景观格局的优化设计的相关原则，充分发挥“斑块-廊道-基质”的格局优势，将点、线、面、体相结合，从而达到功能高效的目的。具体方法是：

1、为达到生物多样性的目的，设计应在增强斑块节点功能的基础上，与斑块的景观元素特点相结合，并施以恢复生态学观点指导斑块的生态改造，从而增加景观异质性。

2、废弃地原有生态结构的破坏造成了生物物种种类和种质的下降，为使缺乏

空间扩散能力的物种提供一个长期的栖息系统，增加物种重新迁入的几率和提供乡土物种生存的空间，废弃地景观再生设计应建立充分的斑块与廊道系统，使结构趋于稳定的斑块通过廊道可以增加物种的交流、更新和流动。

4.3.4 后工业景观再生设计中的生态思想

随着生态学思想逐渐介入景观设计的方法手段中，使景观设计从设计思想、设计方法、场地尺寸发生了翻天覆地的变化。对场地生态发展过程的尊重、对物质能源的循环利用、对场地自我维持和可持续处理技术的倡导，体现了浓厚的生态理念！这些理念在工业之后的景观设计中，被表现得淋漓尽致^[3]。

例如：德国鲁尔工业区改造项目中的杜伊斯堡北风景园，例如：德国鲁尔工业区改造项目中的杜伊斯堡北风景园，公园的设计师拉茨用工业生产产生的废弃物以及废弃地土壤培育了一个小尺度的生态系统（如图 4.1 所示），并挑选了那些能够适应在恶劣生态环境中生长的植物材料来种植到这一小生态系统中，以此来试验植物在废气地上的生存能力和适应能力。

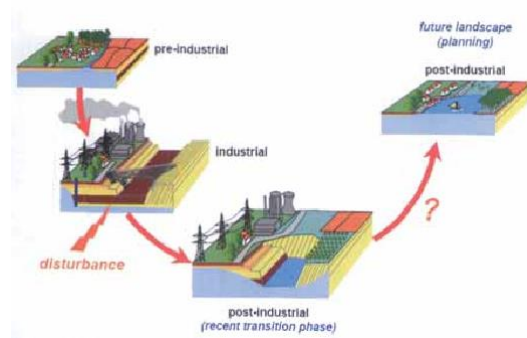


图 4.1：土地景观格局演化进程图

图片来源：刘抚英，后工业景观公园的典范——德国鲁尔区北杜伊斯堡景观公园考察研究，华中建筑，2007,11,P84

4.3.5 后工业景观再生设计中的艺术思想

许多后工业景观设计的思路来源于丰富多彩的现代艺术，它不仅重新诠释了工业废弃地的价值以及改造后的废弃地的意义，更重要的是使工业废弃地景观再生设计的理念和框架得到了补充。

通过调阅国外优秀的后工业景观设计案例可以得出，不管是大尺度的设计地块还是小尺寸改造场地，从形式到构图都可以看出现代艺术对其影响已经深入其中。每一种现代艺术的流派都为景观设计师的艺术观念和形式的确立提供有益的参考，同时也在后工业景观作品中体现的淋漓尽致。

在众多的艺术思潮中，对后工业景观设计影响最为深远的是大地艺术（如图 4.2 所示）。人迹罕至的旷野、大漠、滩涂……这些地方以远离人境的特殊性来达

到大地艺术家们和自然的灵魂沟通，往往成为大地艺术家们初选的创作地点。后来，这些大地艺术设计师的眼光逐渐落到了因为长期工业生产活动而造成环境破坏的工业废弃地上。这些废弃地上遗存的残破的废弃物、受污染的土地、工业生产造成的特殊地形……无不打动着大地艺术家的内心，因为这些区域表现的是人类文明褪去后的那种荒凉与冷落给人内心强烈的震颤与大地艺术的设计主题是那样的相似，就此，工业废弃地正式登上了大地艺术家创作的历史舞台。

后来，在工业废弃地上进行大地艺术创作的作品逐渐映入人们的眼帘，如在德国鲁尔工业区中杜伊斯堡北风景公园和格尔森基尔欣北星公园中的地形塑造、工厂中的构筑物 and 废料堆积物的艺术化处理，都是大地艺术在后工业景观设计中的体现^[3]（如图 4.2 所示）。



(a) 莫里斯的大地艺术作品“无题” (b) 海泽在矿山废渣上塑造的大地艺术“水蜘蛛”

(c) 德国艺术家在露天煤矿创造的大地艺术“黄色玻璃” (d) 北星公园工厂中的构筑物都如同大地艺术作品

图 4.2：大地艺术在工业废弃地上的体现

图片来源：王向荣，从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新，中国园林，2003,3,P13

4.4 城市工业废弃地景观再生设计的方法

4.4.1 城市工业废弃地景观再生设计的范畴

通过前一章节的论述，了解到了城市工业废弃地生态修读的理论基础和相关的技术方法，本节论述的内容则是在废弃地生态修复基础之上进行的景观再生设计。总体来说城市工业废弃地景观再生设计的范畴包括废弃地地表处理、废弃地整体尺度的把控、工业遗产的处理以及遗存工业材料的再利用四大方面，以下的文章将会对其进行逐一论述。

4.4.2 废弃地地表处理

景观设计对于工业生产所造成的地表痕迹的处理方法是，在充分尊重场地的景观特征基础上接纳工业景观元素，采用保护、艺术改造和生态处理的方式对其进行改造。

工业废弃因为其特殊的地表环境现渐渐成为了一些艺术家偏爱的艺术创作地，这些艺术家们通过艺术的手法对场地内的地表痕迹进行艺术加工，从而将场地上独特的地表痕迹保留了下来，不仅提升了地块的景观价值而且将地块的历史永久的留在了大地上，使地块成为真正回归自然的精神家园（如图 4.3、4.4 所示）。



图 4.3：北星公园在原有的料堆上塑造的地形

图片来源：王向荣，从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新，中国园林，2003.3.P15



图 4.4：港口公园中的花园是在瓦砾堆中挖出

图片来源：王向荣，从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新，中国园林，2003.3.P13

4.4.3 废弃工业建筑、构筑物 and 工业设施的处理

在工业废弃地的景观再生设计中，对工业废弃地上遗存下来的建构筑物进行合理的更新改造是景观再生设计中的重要部分。这些遗存的工业景观元素包括废弃的工业建构筑物以及工业生产设施设备。

通过文献分析和实践得出，保留工业废弃地内的工业景观元素主要有整体保留、部分保留和构建保留三种方式。

整体保留是将场地内的所有工业建构筑物和设施设备，以及场地内的原有市政设施以及原有轨道交通系统等所有工业元素在内的工厂全部保留下来。再通过科学分析、合理改造再利用，以一种新的姿态展示在生态修复后的后工业景观公园中，让场地上的子孙后代可以了解区域的历史沿革和工业文化，同时可以体验工业生产流程和生产场景（如图 4.5 所示）。



图 4.5: 杜伊斯堡风景公园完整的保留了钢铁厂的设施

图片来源: <http://image.baidu.com>



图 4.6: 巴黎贝尔西公园中保留了部分原葡萄酒厂的酒窖

图片来源: <http://image.baidu.com>

部分保留是通过对工业废弃地上的工业景观元素的特征、代表性、所在生产环节的分析，保留下场地内的具有明显工业文化特征或者能够代表区域工业生产性质的工业建、构筑物，通过更新改造设计使其成为地块上具有标志性的工业景观元素（如图 4.6 所示）。



图 4.7: 纽约 Gantry Plaza State 公园中保留的报废的码头货运港机

图片来源: <http://image.baidu.com>

构件保留指的是通过分析论证，对场地上没有保存意义的建构筑物进行拆除，只保留部分建筑物的结构框架以及生产设施设备的一个构件。当然这些构建必须具有特殊的代表性，可以让未来公园的参观者依然可以通过这些简单的构件体会到地块上曾经工业文化的博大精深，由此引发参观者的联想和记忆（如图 4.7 所示）。

为凸显大工业时代的力量感与巨大的体量感，在处理工业景观元素上可以舍弃其使用功能，并通过拆分、重组成为只强调视觉上的标志性雕塑景观。但对于那些保存完好的设备，以及质量好的建筑，通过适当的加固后赋予其新的实用功

能……这些工业建构物的再利用方法主要有以下三个方面：

1、利用工业景观元素的形体和建筑结构

工业废弃地景观在沦为废弃地之前就已经适应了地区恶劣的生态环境,而且根据工业区的规划已经进行了很好的布置,所以其结构在进行景观再生设计时很容易转化为后工业遗产公园的景观结构。例如,高炉具有很好的抗震基础,而且本身坚固结实,安全系数高,对安全防护设施稍加处理就是良好的攀爬登高的景点。将炼铁高炉冶炼出的铁水运至炼钢厂进行生产以及运送煤炭、原料的有轨运输设备是工业区内的线性

系统,它将工业区的各个生产部分很好的联系了起来,而且贯穿整个厂区,稍加维护很容易改造成贯穿全园的立体步道系统(如图4.8所示)。围合度较高的烧结以及焦化的储料仓,可以布置成私密性较高的花园,焦化的储煤塔可以改造为潜水中心……



图 4.8: 杜伊斯堡风景园中高架铁路改成新的步行系统

图片来源: <http://image.baidu.com>

2、工业建筑的改造

原有工业建筑通过保留建筑形式和建筑结构,通过空间的解构与重构,可以将其内部空间改造成博物馆、体验馆、影剧院、音乐厅、酒店、办公场所、学校、商场、仓储库房等建筑(如图4.9所示)。



图 4.9: 工业建筑改造后的露天影院

图片来源: <http://image.baidu.com>

3、老设备的新用法

通过对厂区内工业设施设备保存程度以及可利用程度的调研和分析,将那些功能完好、可利用程度较高的设施设备进行保护和维修,开发新的使用方法。由于受场地空间限制以及景观设计的需要,不得不将某些设备拆除,拆除后大小不一、形状怪异的零部件可以重新组合,形成新的建筑、雕塑等工业景观元素。

在对那些废旧的但是可利用程度较高的工业设施设备,一些设计师大胆的将鲜亮的色彩搭配表现在工业景观元素的改造再利用方案上。绚丽多彩的世界让置身其中的游客完全忘记自己身处在曾经破败的工业场地上(如图4.10所示)。这

种方法不仅通过色彩的统一将废弃地上杂乱无章的工业景观元素统一起来，而且可以根据色彩心理学，用不同颜色来表达废弃地经历的不同阶段最后涅槃重生的艰辛历程，而且颜色可以用来划分不同的区域。

4.4.4 废弃材料的再利用与污染物处理

在对工业废弃地的废料和污染物处理中，原则是就地取材、就地消化。工业废弃地上的废弃材料包括生产出的工业成品、工厂因倒闭原料厂上不再使用的原料和工业生产产生的废料如钢渣、煤矸石等。可以将弃之不用的工业材料、拆除工业厂房时产生的建筑垃圾以及拆除的工业设备这些没有化学污染的废弃材料，可以通过改变其物理性质就地进行加工再利用。将一些具有生化污染的污染物以及废料，如未使用的工业原料、工业制造产生的尾渣等，这样的废料要经过专门的生化技术处理后再利用。对于那些污染严重的废弃物或污染源应该采取清理和外运的方法，减少其危害。

4.4.4.1 场地内工业废弃材料的再利用

对场地内工业废弃材料进行回收再利用体现了工业废弃地生态修复中绿色、生态、环保的理念。这些废弃材料对于后期公园建设来说，是一种资源，就地取材进行建设，既可以减少原料的开支同时可以减少运输的成本，港口公园（如图 4.11 所示）中休息设施的设计就是就地取材，用拆除工业建筑的垃圾当作混凝土骨料，场地的填充材料则是由建筑拆后的瓦砾代替。

4.4.4.2 艺术生成

波普艺术与达达艺术中的非常规的材料，鲜明的色彩和戏剧性形式，以及对材料的拆解与重构，为景观设计提供了新的美学标准^[7]。现代艺术中的极简艺术以及大地艺术等艺术思潮对工业废弃地景观设计手法的影响较大，很多伟大的设计



图 4.10: 西雅图煤气厂公园游乐园
图片来源: <http://image.baidu.com>



图 4.11: 港口公园中新的休息设施
和原有的瓦砾
图片来源: <http://image.baidu.com>

师都曾尝试过使用工业废弃材料进行艺术的表现,也产生了许多优秀作品,如著名的德国鲁尔工业区中的杜伊斯堡北风景公园中的金属广场(如图 4.12 所示)就是参照极简主义雕塑家安德列的作品,使用的七横七纵共 49 块 $2.2\text{M}\times 2.2\text{M}$ 的正方形钢板,按正方形格网铺装场地,整体设计使用废弃的钢板,表达对于后工业时代那些无人问津的废弃物“食之无味弃之可惜”的境况,带有一定的讽刺色彩。



图 4.12: 杜伊斯堡风景公园中的金属广场

图片来源: <http://image.baidu.com>

由此可见,艺术的生成不仅为后工业景观中的设计形式以及设计手法提供了可行的参考,而且为处理工业废弃物的方法开辟了新的路径。

4.4.4.3 艺术地展现生态过程

由于废弃地的空间特异性的存在,艺术的设计思想在废弃地景观再生设计上的生成和转化变成了一种生态改造过程艺术化的体现,生态的改造原则始终贯穿在景观的再生设计过程中,在这一过程中这种艺术的手法的应用体现在两个方面^[30]。在景观植物材料的选择上初期应选择那些能适应在受工业污染的土壤、水和工业废料等环境生长的植物进行生态修复,在后期逐渐使用更高级别的植物进行造景,以此来艺术的展现生态修复的过程(如图 4.13 所示)。



图 4.13: 杜伊斯堡风景公园中的小花园对场地上的废渣进行了植物培养的模式

图片来源: <http://image.baidu.com>

4.4.4.4 感受技术处理过程

随着人们对工业废弃地认识的提升,以及对生态理念的了解,将不会排斥在后工业景观设计中工业废弃物和污染物的处理过程,而这一过程也将成为景观再生设计重要的构成要素之一。从而使游客主动去认知和参与废弃地该在过程,既让人们认识到了生态修复的重要性和环保的责任感,又增强了场地的景观体验方式与互动程序。

4.5 当前国情下工业废弃地景观再生设计方法的局限性和解决意见

运用以上文章所总结的城市工业废弃地景观再生设计方法往往需要分期对场地进行开发，建设期持续时间相当长。在当今中国国情看来，这种分期开发的建设速度往往淤滞于政府官员的换届速度，而中国城市建设以及区域开发的局限性在于政绩工程，而且工业废弃地的景观再生各个环节环环相扣，缺一不可而且部分环节的时间跨度较大，而部分政府官员上任后往往追求工业废弃地的改造建设能取得立竿见影的改造效果，造成生态修复环节中的相关措施还未开展就已经结束，从而达不到预期的景观效果，往往欲速则不达。

解决这一问题我们应该学习西方先进国家，通过相关立法以及开展相关技术方法的验证总结。工业遗产法规的健全和完善，是有效保护和利用工业废弃地以及工业遗产的制度基础和首要条件，尤其是在工业旅游渐渐兴起的今天，各级地方政府和主管部门更应对此制定更完善、科学、严密的规章制度、政策法规，同时应完善群众参与和监督举报制度，运用立法和群众的力量让项目按照预定的进度持续进行下去，从而唤醒沉睡于锈迹之下的真正的“主人”。

4.6 国内外城市工业废弃地景观再生设计成功案例

4.6.1 德国鲁尔工业区——北杜伊斯堡风景公园后工业景观设计

德国鲁尔工业区的北杜伊斯堡风景公园作为后工业景观再生设计经典案例的成功不仅仅在于它通过合理的设计充分保留了场地的工业历史信息，塑造了区域发展中工业不可磨灭的历史地位，使工业废弃地创造了惊人的社会、经济和生态价值，更重要的是它的成功给世界行面临工业废弃地更新改造的区域开辟了赞新的设计理念和发展策略。

其一，表明了对工业废弃地及建构筑物保护与再利用的决心。拉兹认为，废弃工业场地上遗留的各种设施（建筑物、构筑物、设备等）具有特殊的工业历史文化内涵和技术美学特征，是人类工业文明发展进程的见证，应加以保留并作为景观公园中的主要构成要素^[10]。

其二，并不像之前的工业废弃地的改造方式，对工业遗产进行选择性的保留开发，而是对整个工业园区的工业生产布局、运行组织架构以及各种工业建构筑物进行全面的保留以及全方位的更新再利用。

其三，设计团队通过综合分析对场地上各种工业设施的形体构造、所在位置

对其进行综合利用，使杜伊斯堡风景园成功涵括了工业遗产旅游、废弃地开发管理教育与体验、工业文化教育启智、体育运动、休闲度假等功能，充分验证了设计在实现过程中的可行性和在实现功能上的多元化。

1、工业建、构筑物的整体保护结构与综合再利用策略

(1) 整体厂区的“博物馆模式”

拉茨及其设计团队通过对杜伊斯堡风景园的布局结构和各节点要素的全面分析，将整个厂区完整的保存了下来，改造成为包括展示工业生产技术和体验工业生产流程的“博物馆”。从此人们对工业生产的组织、流程、技术特征、相关设施的了解不仅仅局限于书面文字和等比例模型中，而是可以走进真实的实体中去观赏、去体验、去感受工厂曾经的发展历史进程。

(2) 瓦斯储藏罐的“体育休闲活动模式”

瓦斯储藏罐位于杜伊斯堡公园的中心地带，该煤气储藏罐的作用在工厂停产之前是储藏炼铁高炉在冶铁过程中产生的大量高炉煤气。工厂停产后设计者将其设计改造成为欧洲最大的人工潜水中心并注入了 520 万加仑的水，由此瓦斯储藏罐开始了集潜水体验、沉船打捞和近海岸搜救训练等功能为一体的多功能潜水中心的新生命（如图 4.14 所示）。

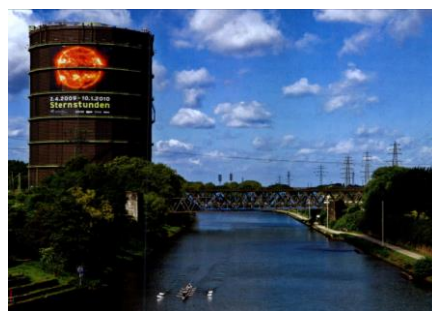


图 4.14：储气罐改造的潜水中心
图片来源：<http://image.baidu.com>

(3) 原料料仓的“体育、儿童活动、展陈模式”

用于储藏烧结原料和焦化原料深度约 8 米的深坑料仓经过改造设计，将原址上的厂房建筑以及天车等工业设施进行拆除，将其改造成为露天的攀岩场所、儿童



(a) 穿墙而过的儿童滑梯



(b) 绳网搭建的儿童游乐区

图 4.15：料仓花园改造的儿童游乐场

图片来源：<http://image.baidu.com>

体能公园，部分经过更为复杂的设计改造成为展览、体验等综合活动的场所（如图 4.15 所示）。

（4） 中心动力站、鼓风机房综合体、1 号高炉铸造车间的“多功能综合活动中心模式”

中心动力站是杜伊斯堡风景公园中最大的建筑物，由于其体量巨大，所以建设周期长达 6 年之久，停产前的中心动力站的使用经历了两个阶段。第一阶段，1911 年~1965 年，在这期间具有两种功能：一、为炼铁以及炼钢的高炉输送氧气；二、内部安装了利用高炉煤气作为火力发电能源的发电机，为厂区以及周边的职工生活区供电。第二阶段，1965 年~1987 年，中心动力站被用作工业设施设备存放、检修、组装的场所。而它的新的生命在 1997 年 10 月被开启，经过设计改造后的中心动力站被作为公园内的多功能综合大厅，用作举行各种大型会议的室内空间和举办各种文艺活动的场所（如图 4.16 所示）。



（a）原中心动力站内景



（b）鼓风机房综合体



（c）中心动力站外景



（d）中心动力站改造成多功能活动大厅

图 4.16：多功能综合活动中心模式改造

图片来雨昂：<http://image.baidu.com>

（5） 配电站开关设备用房的“办公与餐饮模式”

配电站停产前为为厂区工业生产用电提供加减电压，然后再对各个生产场所的电力负载进行分配、输送电力。由于其位于杜伊斯堡风景公园中部的主入口处，交通方便，人流量大，现被设计改造为游客服务中心、咨询中心和餐饮休闲中心（如图 4.17 所示）。

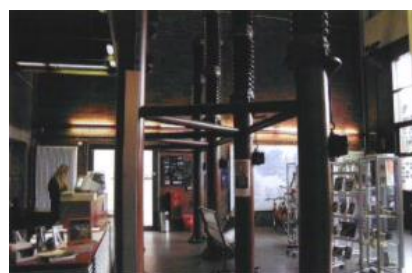


图 4.17: 配电站局部改造为游客中心、餐厅

图片来源: <http://image.baidu.com>

（6）5 号高炉的“观景模式”

5 号高炉是杜伊斯堡风景公园中的制高点，5#炼铁高炉通过对安全设施的加固和维护，现被设计改造为高七十米可供游人登高攀爬至顶部鸟瞰整个公园全景的观景平台。

（7）旧办公楼的“旅馆模式”

旧办公楼由于其具有良好的空间结构，其内部空间基本被完整保留下来，通过对基础结构进行加固检修、建筑外立面以及内饰的简单改造设计，便成为了为来此游玩的外地游客提供住宿的青年旅社。

2、景观层次的梳理与整合

（1）水公园

公园标高东高西低，欧洲注明的河流埃姆舍河贯穿整个厂区。设计者根据场地条件，从高到低设计了由净化水渠、净水池、冷却池等水体构成的水体净化系统对流经场地的雨水进行收集、过滤、净化、沉淀，最后排入到埃姆舍河中，净化水渠以及埃姆舍河岸通过改造，变原来的水泥防洪堤坝为生态堤坝，并根据其生态环境栽植了大量的乡土水生植物并由其自由生长，来营造旷野自由的感觉；为满足人们的亲水性，水渠每隔一段距离布置有台阶和平台来增加水公园景观的参与。

（2）铁路公园

铁路公园在标高上分为两个层次，一个是地面的有轨交通系统（如图 4.18 所示），作为水平元素的铁轨，将工业区几个大型的但又独立的生产设备串联起来，丰富了景观向度；第二个层次是与铁路公园相结合的高架步行系统，由传送带、输送管道组成，并通过检修楼梯来连接三层高达十二米的空间结构。使游览



图 4.18: 铁路公园局部

图片来源: <http://image.baidu.com>

者行走其中有一种居高临下的感觉，更重要的是通过另一个特殊的角度来体验别样的工业景观（如图 4.19 所示）。

（3）公共使用区

公共使用区是一个相对较大的区域，涵盖了包括金属广场、考珀活动场地、熔渣公园、料仓花园在内的多个公共开放空间和开放绿地。

公园内的金属广场作为杜伊斯堡风景公园的中心标志性景观，其特别之处在于它的地面铺装是由横七纵七共四十九块每块重达八吨的方形铸铁板拼合而成的。彼得·拉兹对这些表面腐蚀程度不一的铸铁板进行拍照、编号后通过分析，将其排列成抽象图案，并通过水在铁板表面的流动来象征钢铁加工制造的熔化和硬化过程，铸铁板在自然状态下继续进行腐蚀，隐喻了设计者对自然演变过程的尊重^[10]（如图 4.20 所示）。

杜伊斯堡风景公园的考珀活动场地作为公园内对工业废弃物堆砌地块成功进行生态修复的案例，设计方案通过对其进行生态修复后均匀种植桦树，来在曾经为工业污染地块上营造生机盎然的绿色空间，为公园内举办多种室外娱乐活动提供了特殊的林下空间（如图 4.21 所示）。

（4）公园道路系统

公园的道路系统将工厂原来所有零散的道路进行整合，并结合外部的城市市政道路路网，设计了公园消防通道、步行道和自行车道。

4.6.2 低碳的水体净化景观——上海世博后滩公园景观设计

1、生态水体景观设计



4.19: 铁路公园的高架步行系统
图片来源: <http://image.baidu.com>



图 4.20: 金属广场金属板表面不同的腐蚀状态
图片来源: <http://image.baidu.com>

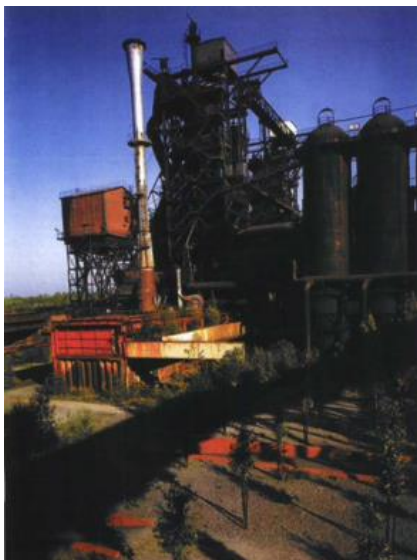


图 4.21: 考珀活动场地
图片来源: <http://image.baidu.com>

(1) 形成了一个富有生命的水质净化系统

2010 上海世博会会展期间需要大量的景观浇灌和冲洗用水, 这些水来自于后滩公园内将黄浦江劣 V 类水, 经流湿地通过过滤、沉淀、曝气加氧、土壤和植物及微生物的净化, 最终净化至 III 类的净水。

(2) 构建生态化防洪体系

公园的设计将原来的水泥防洪墙改造成为生态护堤, 将防洪堤的坡度放缓, 并种植经济的浮水、挺水和沉水植物, 恢复滨江生态系统的完整性和连续性。

(3) 创造丰富的溪谷景观

为使城市的居民及世园会的游客在喧闹的城市中, 获得一个僻静的休闲场所。设计将场地的地形与两岸的乡土植物景观相结合, 以黄浦江内河湿地为基地创造了仿若与世隔绝的溪谷景观。

(4) 乡土植被

为营造自然的乡土景观, 设计在近水区采用了大量的禾本科湿生植物和本地野生花草组合, 共同构成了后滩公园的色彩基底。

2、场地特色化展示

(1) 田园的回忆

“梯地禾田带”是公园的内河湿地与浦明路之间的过渡地带。设计的灵感来源与传统的梯田形式, 采用这种方式解决了场地内 3 ~ 5m 的高差的同时, 利用灌溉的过程使污水自上而下逐级经过净化、沉淀、曝气, 达到净化水体的效果(如图 4.22 所示)。在植物配置上采用了五谷等经济作物和各类具有水净化功能的水生植物。五谷的景观色彩基底随四季变化而变换, 在营造丰富的都市田园景观的同时, 唤起大都市居民以及外来



图 4.22: 田园的回忆

图片来源: <http://image.baidu.com>

农民工对农业文明的记忆和向往, 增加了场地的互动性重建了城市人与土地的联系, 而且为远离乡村的青少年提供一处农业和农作的科普演示、教育和体验场所。

（2） 工业的记忆

设计范围内的工业遗产主要类型是以型钢厂三车间、厚板酸洗厂房组成的工业厂房和货运码头。设计通过整体分析，资料查阅，事例论证保留了原有厂房及码头，运用解构、重构等手法，借鉴现代艺术极简主义的设计思潮，在保留工业遗产原址的基础上，深入挖掘场地个性和接纳场地工业元素，创造出新的后工业景观来纪念上海后滩的工业文明。其中包括：

型钢厂三车间及厚板酸洗厂房的改造：这部分改造通过剥离原有建筑的外表面，仅留下建筑的狂街结构，将其设计为后滩湿地公园的综合服务中心——“空中花园”，布置各类餐饮休闲设施供游客使用（如图 4.23 所示）。

货运码头改造：货运码头再也不见曾经车水马龙的场景，现已失去货运功能，在方案中被改建为码头遗址花园——芦荻台，可供游人休息、交、眺望黄浦江江景和浦西城市天际线（如图 4.24 所示）。

锈色长卷：这是一条游走于溪谷湿地和栈道之上的装置艺术，设计由原场地内废弃不用的钢板加工制作而成。通过艺术加工被设计成为地面上的特殊地铺、兼有装置艺术景框和深入湿地中的栈道，通过对工业废弃物的二次利用来唤起地块上的工业记忆，向历史致敬对未来负责（如图 4.25 所示）。

3、景观体验体系

（1） 步道网络

为了满足上海世博会期间游客参观和公园管理，以及会后作为宜人的城市公园的开放性，方案依据安全、便捷和弹性容量的原则，设计了一环、六纵、多路径的步行道路网络，弹性的进、出入口，使会展期间以及会后的节假日的大量游



图 4.23: 空中花园

图片来源: <http://image.baidu.com>



图 4.24: 芦荻台

图片来源: <http://image.baidu.com>



图 4.25: 锈色长卷

图片来源: <http://image.baidu.com>

客可以通过各个出入口方便的进入公园的各个部位，体验丰富的湿地景观。

(2) 场与容器

场与容器是后滩湿地公园中的部分景观节点，它们有 3 种类型：

场与平台：为满足游客的聚散，方案设计了包括位于公园中部的水门码头广场、西部的“空中花园”广场、以及东部的漂浮的花园广场等多个广场。

容器与路网：容器是由多种绿植围合成的可供展示或休息的半封闭空间。各个容器由多条路网相联系，交通便利，路网与容器的结合也是一种特殊的景观体验。

体块：由树阵或竹丛构成块状实体，以此来缓解由于步道过长带来的视觉和身体疲劳。

4.6.3 西安建筑科技大学东校区（原陕西钢厂）后工业景观设计

1、场地概况



(a) 杂草丛生的场地



(b) 废弃物遍野



(c) 随意疯长的先锋植物



(d) 废弃的建筑物

图 4.26：改造前场地情况

图片来源：自摄

位于西安市幸福南路的西安建筑科技大学幸福校区是西安建大科教产业园的一部分，是原陕西钢厂厂区生产用地。随着区域产业结构的调整、亚洲金融危机的影响以及国企改革的浪潮，陕钢厂从上世纪九十年代后每况愈下。从 1998 年到 2001 年期间生产活动大幅缩水直至申请破产，期间工人下岗，厂区逐渐走向半零不落的境地，厂区内杂草丛生，建构筑物纷纷失去了原有功能，工业设施设备被废弃，周边地区状况萧瑟不堪（如图 4.26 所示）。2002 年由一所高校控股的企业，西安建大科教产业有限责任公司对陕钢进行成功收购，从而开始了由钢铁生产性企业向文化科教产业的土地使用类型转型的探索研究。

2、陕钢厂的改造规划理念

建大幸福校区的规划设计为提升校园文化品质，在原钢厂整体规划、建筑遗存、交通网络的基础上，重新利用现有资源，组织有关技术人员进行了动态规划，采用分期开发，最终确立了幸福校区的规划方案（如图 4.27 所示）。对于建筑的改造，为满足教学、管理和生活需要，对现存的工业建筑进行综合分析的基础上，对于大型的工业厂房的基础进行加固、外立面进行改造、内部空间分割、内部交通流线组织，设计满足了体现工业时代痕迹的要求和学生使用的要求。



图 4.27：西安建筑科技大学东校区更新规划鸟瞰图

图片来源：<http://image.baidu.com>

3、建筑空间改造再利用模式

（1）教学空间模式

建大幸福校区的 1、2 号教学楼是由原陕钢厂的两个轧钢车间改造而成。设计

在充分认可以及接纳原有工业元素的基础上，在外立面以及结构处理上保留了原厂房主体的钢筋混凝土结构，内部空间的分割以及流线组织则是充分考虑到学校的教学要求通过水平分隔和垂直分层的方法，将建筑的内部结构由原来的一层改为现在的二层。改造既尊重了原有建筑空间视觉效果，又满足了学校的基本教学和管理需求（如图 4.28 所示）。



(a) 改造前的一轧车间

(b) 改造后的 1 号教学楼

图 4.28: 改造为 1 号教学楼的原一轧车间改造前后对比

图片来源：自摄



(a) 改造前室内实景

(b) 改造后明亮的图书馆

图 4.29: 图书馆改造前后内景对比

图片来源：自摄



(a) 改造前建筑外立面实景

(b) 改造后的图书馆外立面

图 4.30: 图书馆改造前后对比

图片来源：自摄

幸福校区图书馆是利用原一轧车间西段加热炉附跨改造而成的。改造在保持原址建筑高度不变的同时，对其外漏屋顶进行了加固、加保温层以及更换玻璃的改造，既结成了改造成本，同时增加了室内的采光量。立面改造保留了承重柱以及外墙墙裙部分，更换原有玻璃为横向以及纵向透明条窗，阳光以低角度入射时为宽敞明亮又别具特色的图书馆增加了一道独特的景观（如图 4.28、4.29、4.30 所示）。

（2）生活空间模式

幸福校区的大学生活动中心由原二轧车间的机修车间厂房改造而成（如图 4.31 所示）。建筑内部改造采用保留原有结构，拆除原先为机修倒链搭设的横向纵向轨道，立面改造均用隔音吸声材料进行包裹装饰，顶面改造为满足声音反射和架设舞台灯光及音响系统的要求，以原先的倒链轨道部分为承重基础搭建钢龙骨吊顶。基本未作调整。空间改造上保持原有空间结构，只在厂房东侧增设舞台表演区和声光电控制室，以满足校园文艺演出等学生生活的需求。



（a）改造前的学生活动中心

（b）改造后的学生活动中心

图 4.31：学生活动中心改造前后对比

图片来源：自摄

4、外部空间环境改造

（1）路网改造

原陕钢作为特种钢生产工厂，在五十年生产期间由于要满足生产所需原料进场和成品的出场的运输需要，道路的规划设计在建厂初期就建设了宽敞的路面和较大的转弯半径。同时为满足重型特种钢材的运输要求，路面普遍具有较强的承载力。同时，厂区在建厂初期栽植的法桐，经过 50 年的生长，完全适应了厂区内恶劣的生态环境，而且现在已经大树成林。因此，幸福校区的路网改造，充分保留了原陕钢的路网体系以及主路的行道树，再根据建筑的存留情况设计出满足教学和生活需求的次干道和步行道（如图 4.32 所示）。



(a) 厂区原有的路网被保留

(b) 厂区内成材的梧桐树

图 4.32: 路网和行道树均得以保留

图片来源: 自摄

(2) 景观小品设置

陕钢厂原有的工业遗产是场地内工业气息体现的载体,大部分构筑物具有宝贵的独一性。如中心动力站传输高炉煤气用的大型排风拆除后,通过更换扇叶、喷漆,将其改造成为校园草地中遇风转动的风车;原轧钢连铸车间厂房已经荡然无存,而重达 26 吨锈迹斑驳的连铸机铸铁齿轮依然矗立在场地上见证着厂区与校园的时代更迭。对其表面除锈打磨后,涂刷黑红相间的防锈漆,将其作为坐落于草坪中无声的工业雕塑,仿佛像对由此经过的建大师生诉说着这里曾经拥有的辉煌的过往(如图 4.33 所示)。



(a) 大型风机扇叶改造

(b) 轧机齿轮改造

图 4.33: 原煤气站大型排风扇和重达 26 吨的轧机齿轮

图片来源: 自摄

(3) 绿地置换

由于场地生态的特殊性,设计保留了原有已适应环境并已茂密成林的树木。拆除现幸福校区入口处的零散的厂房和危房,通过平整场地、微地形塑造以及校

园景观的营建，为出入校园的师生提供了聚合之用的绿荫广场，变冰冷的工业厂区为美校园绿地，深受学校师生的欢迎（如图 4.34 所示）。



(a) 入口广场改造前的景观状况

(b) 景色宜人的校园入口广场

图 4.34: 校园入口广场景观改造前后对比

了图片来源：自摄

经过一系列的更新改造措施，目前，陕钢旧厂区已变成了新校区，一部分工业废弃物如今已变身为教学楼、图书馆、大学生活动中心等，开启了陕钢旧工业区的新生命，此文章撰写时建大幸福校区的改造仍在继续，各住宅区建设项目正在按期进行。实践证明，厂校转换这一改造再利用项目是成功的，成为我国城市工业废弃地更新的成功案例，校园内后工业景观的再生设计为类似的棕地改造提供了宝贵的设计思路和成功案例。

5 首钢石景山工业废弃地景观再生设计

5.1 首钢石景山工业废弃地现状与生态特征

5.1.1 废弃地现状

5.1.1.1 场地概况

首钢石景山工业区（如图 5.1 所示）位于北京市最西面，石景山东南侧，长安街西延线的尽头，西侧紧邻永定河。其空间结构位于北京市“两轴、两带、多中心”的城市空间结构中东西两条发展带的交汇部位。由于近百年的工业生产活动对当地以及周边造成的环境污染、区域二氧化碳排放量超标、资源消耗巨大、距离原料运送地遥远、以及 2008 年北京奥运会空气质量达标等问题，北京市政府勒令首钢于 2007 年底减产 400 万吨，并于 2010 年正式完成搬离北京市的工作，并对石景山工业废弃地进行结构调整和环境治理。

首钢不仅是国内特大型的钢铁生产企业，首钢的石景山工业区的占地面积在全国的钢铁生产企业中也是首屈一指。随着 2010 年的全面停产，地块上曾经用于工业生产的建、构筑物纷纷失去了原有的功能，逐渐推出了历史的舞台，面临着被人遗忘甚至被彻底拆除的危险，而且随着停产的到来，留给石景山区人民的将是一块面积巨大的受过工业生产污染的“棕色地带”。由于受长时间生产活动的影响，生物的栖息地遭到破坏，生物的种类较少，且种质差，且景观形式单一。



图 5.1：首钢石景山工业废弃地现状
图片来源：自摄

5.1.1.2 土壤污染现状

经过将近 100 年的工业生产，由于生产活动产生的工业废弃物、污染物、含重金属的粉尘、有毒金属以及化学废弃物和其他干扰物的存在，使土壤中缺少自然土中基本的营养物质，造成首钢石景山工业区土壤贫瘠，地块土壤酸碱度变化大，引起一些列土壤物理性状的恶化，如土壤结构粘滞、通气性差、土温回温缓慢、微生物活性低、养分释放慢、渗透系数低，导致场地表层土壤盐渍化的加剧（如图 5.2 所示）。

地块内的土壤污染同时具有多样性，每一块的废弃地都有特殊的问题，主要分为五大类：1、焦化厂区的污染物，包括深层煤矿的污染物和露天煤矿的渗出物；2、炼铁高炉和炼钢转炉炉顶除尘排出的炉渣；3、含有金属以及有毒金属的废弃物，包括炼铁、焦化的堆料场，炼钢的废弃钢渣；4、化学污染物；5 贫瘠的废弃物。现状首钢厂区已查明土壤污染区域主要有三个：厂区排水明渠、焦化厂和原料厂，用地面积共约 0.9HM^2 。

5.1.1.3 植被覆盖现状

首钢石景山工业区作为大型的工业生产场所，其用地规划也经过了严格的控制，所以现在地块内的植物分布较为均匀，大部分为人工植被以及废弃后的先锋植被。但是工业区内几个重要景观节点的植物配置过分的强调了景观的视觉感受，而忽略了生物的多样性（如图 5.3 所示）。在荒废的空置地块，植物具有明显的过渡性和混杂性，不同植物互相渗透，交错分布（如图 5.4 所示）。



图 5.2：厂区内遗留建筑和污染的土地

图片来源：自摄



图 5.3：场内行道树现状

图片来源：自摄



图 5.4：场地内荒废闲置的空地

图片来源：自摄

5.1.2 废弃地生态特征

首钢石景山工业废弃地呈现的是一个人为剧烈干扰下形成的景观基底，长期工业生产活动给区域生态环境带来的破坏和生态退化已经远远超出了自然系统调节和物种的适应能力，表现出以下五种特征（如图表 5.1 所示）：

图表 5.1：首钢石景山工业废弃地生态特征

图表来源：作者自绘

特征要素	特征内容
自然环境	原有自然环境要素破坏强烈，人工环境代替了自然。
生态环境	景山工业废弃地作为一个结构和功能退化的景观，造成原景观中各功能联系性减少、地标景观改变、破碎化特征明显，生态过程在时间、空间上不连续。
景观特征	石景山工业废弃地原周边环境是一个完整的生态系统，钢铁生产活动势必影响区域生态格局如水的径流、废弃的飘散等等都必将造成污染物的扩散。这些活动都会对其周边的生态系统产生影响，长此以往生态系统的组成从多样化向单一演变，结构由复杂向单一演变，生产力从高向低演变，功能从高级向低级演变，最终此区域终将退化成极其脆弱的生态系统。
自然景观格局	场地内用于工业生产所建设的有轨交通设施、道路系统、工业设施、设备等建、构筑物对原有的生态环境以及景观格局造成了破坏，景观的连续性被打破，呈现出了支离破碎的境况。
生物多样性	生物多样性降低，与周边物种交流困难。

5.2 首钢石景山工业区历史发展脉络研究以及价值定位

5.2.1 首钢石景山工业区历史发展脉络

5.2.1.1 首钢重要的历史事件

首钢石景山工业区自 1919 年的龙烟钢铁厂发展至今天的首钢集团走过了近九十个春夏秋冬。经历了军阀、日伪、民国、新中国四个历史阶段而经久不衰，具有极高的史料价值（如图表 5.2 所示）。

图表 5.2: 首钢石景山工业区历史发展脉络

图表来源: 作者自绘

序号	时间	历史事件
1	1919 年 3 月	成立了龙关铁矿公司, 后更名为官商合办龙烟铁矿公司。
2	1928 年 8 月	国民政府收归国有, 更名为农矿部直属龙烟矿务局。
3	1937 年 8 月	华北被日军占领, 日本南满铁路株式会社华北份社兴中公司按照日军委令接管日军占领的石景山钢铁厂, 改名石景山制铁所, 实行军管。
4	1938 年 11 月	改组为“北支那经济开发株式会社石景山制铁所”。
5	1945 年 11 月	被国民政府行政院资源委员会接收, 石景山制铁所更名为石景山钢铁厂。
6	1948 年 12 月	石景山钢铁厂解放。
7	1958 年 4 月	石景山钢铁厂准备扩建, 改组为石景山钢铁公司。
8	1966 年	石景山钢铁公司改名为首都钢铁公司。
9	1995 年	首钢开始将主、副业分离, 建立以资本为纽带的母子公司——首钢集团。

5.2.1.2 首钢发展脉络的四大阶段

首钢石景山工业区的发展经历了四个不同的历史阶段, 在每个历史阶段中有着不同的所有权, 根据历史分段法将首钢的发展脉络可以归纳为四个阶段 (如图表 5.3 所示):

图表 5.3: 首钢石景山工业区发展脉络的四大阶段

图表来源: 作者自绘

阶段序号	时间	历史阶段	阶段详解
第一阶段	1919 年 ~1937 年	官商合营龙烟钢铁公司	1919 年, 官商合办龙烟铁矿股份有限公司在京西石景山建设炼厂, 这是首钢的前身, 也标志着北京近代黑色冶金工业由此起步。石景山炼厂的建设是中国官僚资本与民资本融合, 引进西方技术自主开发资源和发展大工业的早期尝试。但在外国资本的强大力和社会动荡的影响下内忧外患, 资金短缺。于1923 年停建, 只完成设计工程的 80% (如图 5.5 所示)。1928 年, 国民政府清理龙烟铁矿公司。改组成农矿部龙烟矿务局, 对所辖石景山炼厂只保管不续建。直至七七事变炼厂尚未投产。

第二阶段	1937 年 ~1945 年	北支那钢铁株式会社石景山制铁所	正当石景山炼铁厂的建设渐渐进入正轨之时，日军侵入华北，占领了石景山炼铁厂，从此，石景山炼铁厂开始了日伪统治之下的北支那制铁株式会社石景山铸铁所的 8 年。 这一时段，日本侵略者为了侵略战争的需要接手之初即进行了仔细的规划，随后对石景山铸铁所进行了一定规模的建设，主要成果有迁建新建高炉及焦炉、改建机械场、增加给水设备以及在场内铺设铁路，建设事务所、宿舍、浴场、新设电灯及电话设备、暖房装置等如图 5.6 所示)。为了使其能够在短时期内能够生产供战争所需的钢铁产品，日本当局从其国内搬迁二手设备，调用 1000 余名技术人员并驻军 2000 余人，。强迫大批中国战俘和农民服苦役。1938 年 11 月高炉投产出铁。同年兴中公司改组为“北支那经济开发株式会社”。成为侵略者掠夺华北资源的中枢。1942 年，“北支那经济开发株式会社”与日本制铁株式会社合资成立“北支那制铁株式会社”继续从日本和华南迁建生产装置把石景山制铁所建成华北的炼铁基地。
第三阶段	1945 年 ~1949 年	国民党政府时期的石景山钢铁厂	抗日战争胜利时，石景山炼厂被国民政府改组成为国有企业，实行雇佣劳动制度。但由于日本侵略者破坏严重，国民党政府军和接收官员又大肆盗卖设备器材，使国有资产大量流失，增加了恢复生产的难度，直至 1948 年才少量出铁（如图 5.7 所示）。
第四阶段	解放后至今	逐步发展并成为现在的首钢集团	北平解放后，石景山钢铁厂于 1949 年 6 月恢复生产。新中国建立后，百废待兴。钢铁被列为重要物资，纳入国家的计划范畴。首钢的发展也终于步入了正轨。从占地面积和设备方面都有了大规模的扩张。但是生产设备方面仍是以恢复、改造为主（如图 5.8 所示）。 1958 年 5 月，石景山钢铁厂开始扩建，并于当年改组为石景山钢铁公司。1966 年，石景山钢铁公司改名，为首都钢铁公司（以下简称首钢 0）。改革开放以后，首钢成为全国扩大企业自主权的改革试点。率先在全国工业企业中进行企业承包试点，创造了 10 年共为国家贡献 96 亿元，相当于 10 年增值了 9 个首钢的奇迹，轰动了国内外。1995 年，首钢开始将主、辅业分离，建立以资本为纽带的母子公司——首钢集团。



(a) 1922 年，黎元洪视察石景山钢铁厂



(a) 施工中的东大门碉堡



(b) 北洋军阀时期建设的炼铁炉



(b) 坐落在山下村的日伪军营

图 5.5: 建厂初期历史照片

图片来源: 首钢博物馆

图 5.6: 日伪时期的首钢

图片来源: 首钢博物馆



(a) 1951 年，二高炉修复完工，举行开炉典礼



(b) 1949 年，一焦炉恢复生产

图 5.8: 建国初期的石景山钢铁厂

图片来源: 首钢博物馆



(a) 国民党政府接管后厂门戒备森严



(b) 国民党接管后的厂警队

图 5.7: 国民党政府时期的石景山钢铁厂

图片来源: 首钢博物馆

5.2.2 首钢石景山工业废弃地价值定位

综上所述，首钢石景山工业废弃地的价值主要有以下三点：

1、首钢的建设不仅对北京城市的发展产生了巨大影响，而且见证了首都冶金工业从无到有从小到大的发展历程，对北京的现代化建设做出了突出贡献。

2、首钢是我国钢铁行业内具有代表性的一个企业。首钢的发展经历并见证了民族工业在近现代如民国、二战、内战几个重要历史阶段的艰难发展，同时伴随着新中国一同发展壮大起来的特大型钢铁生产集团。

3、首钢的发展也映射出了中国高速工业化的发展，不仅发展速度快而且在工业生产史上创造了国内多个中国“第一”，在技术上具有不可替代的代表性。

因此，不论从对城市发展的贡献、对行业发展推动来看，首钢都具有极高的工业遗产价值，对首钢石景山工业遗产进行保护，不仅是对石景山工业废弃地更新改造迫在眉睫的事情，更是体现首都昔日工业辉煌的历史使命。

5.3 首钢石景山工业废弃地保护区范围划定、功能定位及发展策略

5.3.1 保护区范围的划定

首钢工业遗产保护区的保护范围主要依据历史发展脉络和工业遗存的分布来划定。从首钢历史研究可以看出，首钢主要是沿永定河由西北向东南发展，北部石景山和晾水池周边区域是首钢的发源地，日伪时期主要向东南发展到炼焦区1945年~1955年也只是向东扩展到烧结区直到1958年以后首钢扩建才发展到现长安街以南区域^[11]。所以，首钢工业遗产保护区的范围为长安街以北区域。这一区域体现了首钢完整的工业生产格局和清晰的工业历史脉络，并且石景山、晾水池、炼铁厂、焦化厂等区域工业遗存相对集中，工业遗存相对丰富。

5.3.2 功能定位

2007年，由市政府批复的《首钢工业区改造规划》确定的功能定位为城市西部综合服务中心和后工业文化产业基地。首钢主厂区的发展应统筹周边的石景山区、门头沟新城空间资源，重点发展文化创意产业、高新技术产业、高端服务业等，以高端产业企业总部和研发中心为主要内容，建设成为产业与环境综合转型升级的示范区。

5.3.3 发展策略

5.3.3.1 发展目标

对于首钢石景山工业废弃地保护区的发展目标包括五方面内容：世界瞩目的工业场地复兴发展区域、可持续发展的城市综合功能区、再现活力的人才聚集高地、后工业文化创意基地以及和谐生态示范区。

5.3.3.2 综合发展策略

采用物质更新和社会更新的多种手法，实现地区发展的综合效益，使传统重工业地区的经济发展、环境改善、社会发展、文化发展相互协调^[12]。规划发展策略体系如表 5.4 所示。

图表 5.4：首钢石景山工业废弃地规划发展策略体系

图表来源：作者自绘

规划发展策略	策略内容
经济发展策略	积极调整首钢石景山工业废弃地以及周边地区的产业结构，发展具有地区优势与前景、符合北京经济发展主导方向的新型产业；调整地区产业的空间布局，提升城市土地的利用水平和利用效率。
环境改善策略	抓住首钢主厂区停产搬迁改造的历史机遇，通过工业用地调整来进行区域环境整治，包括治理受到中共工业生产污染的土壤与地下水环境，逐步控制并减少区域范围的污染源，统筹规划和实施建设推进永定河区域环境的综合治理，重现京西宜人的山水环境。
社会发展策略	通过对首钢石景山工业废弃地的建设，促进区域范围的社会全面进步。产业安排应有利于提高社会就业水平，通过加大再就业人员的培训力度、重视解决其生活保障问题、吸引外来高素质人口等措施，维护社会稳定，促进社会人口素质的提高。
文化保护发展策略	首钢作为中国传统钢铁生产企业的代表，其传统工业文化应得到积极的调查挖掘和保护利用，拓展北京历史文化名城的内涵；同时，发挥工业资源的景观与特色优势，重视城市文化事业与产业的发展对区域改造的作用，走科技与文化相结合的产业发展道路，促进区域文化品质的提高。

5.3.3.3 产业导向

保护区范围内的产业导向如图表 5.5 所示。

图表 5.5：首钢石景山工业废弃地产业导向

图表来源：作者自绘

产业导向	产业性质	具体内容
鼓励性产业	工业研发设计	发挥首钢优势，联合国内研发设计单位，引进国内著名工业研发和工业设计机构，建立工业研发设计产业集群。
	文化传媒业	建立文化传媒园区（启动项目），吸引工业影视、动漫游戏、网络业、音像、报刊、出版企业进驻，形成文化传媒业集群。
	生产性服务业	发展办公、商务、中介服务业，建立综合交易中心，形成生产性服务中心和总部经济基地。
	产业教育培训业	建立钢铁等产业行业高层管理人员培训基地（启动项目），引进国内外著名产业教育培训机构，形成产业教育培训产业集群。
	工业博览旅游业	加强环境整治，架设综合性大型会展中心和文化旅游区（启动项目），形成博览馆群和休闲旅游基地。
	生活性服务业	建设具有特色的各类城市公共设施，以及高档办公楼、宾馆和住宅，为区域发展提供活力。
禁止性产业	制造业	制造业和一般加工工业和占地多、资源和能源消耗多、环境污染重、附加值低的工业和服务业。

5.4 保护区范围内工业遗产保护与再利用研究

5.4.1 保护区内工业遗产的现状

工业遗产是人类历史文化遗产的重要组成部分。按我国现行的法律政策，可以把历史文化遗产的保护分为三个层次，即保护历史文化名城、保护历史文化街区、保护文物保护单位^[11]。

通过笔者对首钢石景山工业废弃地的考察与对现有资料的整理，首钢石景山工业废弃地保护区范围内工业遗产现状分为实体资源（物质部分）和历史文化资源（非物质文化部分）两大类（如图表 5.6 所示）：

图表 5.6：首钢石景山工业废弃地工业遗产现状分类

图表来源：作者自绘

现状分类	资源分类	涵盖元素
实体资源 (物质部分)	自然资源	山体、水体、名树古木
	建、构筑物资源	厂房、库房、设备用房、生活用房、水池、水塔
	生产设施、设备资源	炼铁高炉、炼钢转炉、焦炉、烧结机、制氧储气罐、高架管廊、高架封闭式传送通道、区内

		铁路以及装卸设备等
历史文化资源 (非物质文化遗产部分)	历史资源	首钢历史发展的演变。
	文化资源	企业文化、企业精神、精神寄托、标语、口号 宣传壁画等
	产业资源	人们记忆中的产业形象、工业技术、流程工序 以及相关行业传统等

5.4.2 保护区内工业遗产现状的排查

综合首钢发展脉络、工业遗存分布、区域发展需求以及工业遗产保护现状等多方面因素进行分析,对首钢石景山工业废弃地内的工业遗产进行排查的标准主要涵盖五个方面:

- 1、工业遗产的风格特征、建筑样式、承重结构对建筑史的研究具有史料价值;
- 2、工业遗产及其所在的工业生产地块共同见证了一个区域的复兴和经济的崛起;
- 3、工业遗产特殊的外形、颜色或庞大的体量对城市建筑天际线的视觉营造起到了标志性作用;
- 4、工业遗产在区域工业化进程中以及工艺流程中占有重要的地位;
- 5、工业遗产中的工业建筑物具有相对较高的质量,其内部空间结构经改造后具有较高的再利用价值。

场地内的工业遗产凡是满足上述任何一条标准的我们都应该对其现状、历史、技术等各方面逐一进行分析,并对建筑的功能、结构样式、建筑质量等方面进行了细致的分类,为接下来确定保护名录以及制定再利用方案打好基础。

5.4.3 保护区内工业遗产价值的分析

建筑不仅是物质的,而且是文化的前者是后者的载体,后者是前者的内涵。保留工业建筑的本质在于记录历史和文化中有价值的信息。与文字符号不同建筑的内涵通过物质实体来表达。因此价值延续最终要落实到物质实体的存在。价值分析是建立建筑实体与内涵之间的相关,对物质实体的保护应当建立在价值分析的基础上^[11]。

根据《文物保护法》中的相关条款说明工业遗存的价值涵括不像普通文物那样具,除了具有历史、艺术和科学三个方面外还具有的产业文化价值以及自身通

过改造后所带来的经济价值，所以通过综合分析，得出可以将工业遗产的价值划分为历史、文化、科学、经济和艺术五个基本内容，具体内容如下所示：

1、 历史价值

通过对首钢的历史发展脉络进行分析后得出，首钢在中国冶金发展历史和北京城市工业化发展进程中是浓墨重彩的一笔，与新中国一起见证了无数的历史事件。所以，将首钢在解放前的全部工业建筑遗产进行整体的保护与再利用研究，同时将体现首钢发展的脉络的工业景观元素也列入保护与再利用名录。

通过实地调研和查阅档案卷宗，得出石景山工业区内现存此类工业遗迹共十余处（如图表 5.7 所示）。为延续其历史价值和体现首钢发展脉络，建议对其进行整体保护。

图表 5.7：首钢石景山工业废弃地工业遗产保护名录（按历史价值分类）
图表来源：作者自绘

分类标志	遗存建、构筑物
建厂前的文物建筑	石景山、古井、石景山古建筑群、雍正御制碑亭等
建厂到解放前的建筑	厂史展览馆、石景山上的碉堡、第一蓄水池 、二焦炉基础等
在产业发展史上具有重要地位	中国第一座级气顶吹试验转炉、三高炉（中国 第一座自动化的高炉）等

2、 文化价值

文化价值具有非物质性，主要是指反映首钢成长不烦的历史轨迹、体现首钢发展的巨大成就，以及几代首钢人奋发图强、突破自我、加速发展的动人故事以及团结协作的企业精神和文化内涵。所以在工业遗产上的体现主要是与企业文化、企业精神的紧密相连建构筑物，如建构筑物上的标语、口号等。。

笔者在首钢进行问卷调查过程中发现首钢不同的员工对同一个工业遗产具有高度统一的认同感，故在首钢石景山工业废弃地的工业遗产保护与开发过程中应该对那些在员工中具有高度认同感的工业建构筑物优先予以保留。

3、 艺术价值

首钢石景山工业区大部分建、构筑物的艺术价值虽不突出，但是具有突出的钢铁工业产业特征，其有较高的独一性和可识性，是体现北京工业化发展的不二选择。它们往往有特殊的形体、明亮的色彩（首钢蓝），对于特殊的城市景观环境塑造和独特的城市建筑天际线营建具有强烈的标识性。因此，此类工业遗产也应列入保护再利用名录。

4、 经济价值

工业建筑为满足其生产需要，所以大都结构坚固，又由于其生产对场地的要求，往往具有平行跨度大、单体高度高、室内空间大的特点，其建筑大部分为单体建筑，再利用时具有很强的可塑性。因此对工业建筑进行改造再利用，比重新设计建造新的建筑可省去大量的资金，在西安建筑科技大学东校区的工业废弃地改造中，仅利用建筑物改造所节省的费用就高达一千四百万之多。

而且建设周期较短。因此，在首钢石景山工业区内，地域超大型厂房我们可以挖掘原有建筑的空间构造的潜力，通过对原有空间结构的调整 and 功能的置换从而为其找到新的合理的用途，创造更大的经济价值。

5、科学价值

科学价值在工业遗存的建构筑物中主要体现为技术价值，而工业建筑的技术价值主要体现在结构力学体系的合理性、独创性和时代先进性、以及建筑造型美学等方面。首钢石景山工业在高炉建设中首先采用钢管混凝土格构柱，建筑体现了当时国内独创且最先进的结构技术。

首钢工业区以二十世纪八十年代以后建成的建筑为主，同时拥有较高的“工业考古”价值。厂区的工业建、构筑物完整保存了从上世纪二十年代到现代的各个时代的建筑、结构材料体系和力学体系，被称为现代工业建筑结构技术的“博物馆”。

5.4.4 保护区内工业遗产保护级别的划分

首钢石景山工业区对北京来讲，是近现代工业化过程的历史见证。部分工业遗存有特殊的历史文化价值，应得到强制和严格的保护。部分工业建筑的艺术价值很高，应在保护建筑的外观的前提下对内部空间进行改造再利用。而对于一般的厂房，应根据其建设年代和建筑质量做出去留的选择

考虑到首钢石景山工业区现状建筑以工业建筑为主，并根据上述工业遗存保护五个范畴的分析，可以确立首钢工业区内工业遗存保护与再利用分级的界定原则应从历史和文化价值分析、从建筑形态分析和从技术经济价值角度考虑出发（如图表 5.8 所示）：

图表 5.8：首钢石景山工业废弃地工业遗存保护与再利用分级界定原则

图表来源：作者自绘

界定原则	界定细则
从历史和文化价值出发	建、构筑物为历史事件的发生场所或曾经见证了一个城市乃至一个地区和国家整个行业的发展历程，意义尤为重大，对其保护与再利用应以整体保留为主。
从建筑形态分析出发	部分风貌较好、钢铁工业特征非常明显的建、构筑物对首钢工业遗产保护区的整体环境具有重要作用。对其保护与再利用也应以整体保留为主。
从技术经济价值角度考虑	大部分厂房仓储等建筑结构可塑性强承载力高，考虑利用现有结构，对其进行改造再利用是比较理性的方式。另外，一些构筑物如料仓、水塔等，本身的风格、样式、材料、结构形式或构造做法具有保留的价值。对此类建、构筑物采用保护结构，功能更新的做法进行保留。

以上述界定原则和界定细则为基础，通过逐一分析，对首钢石景山工业废弃地内的工业遗存进行分级保护与再利用（如图表 5.9，图 5.9 所示）：

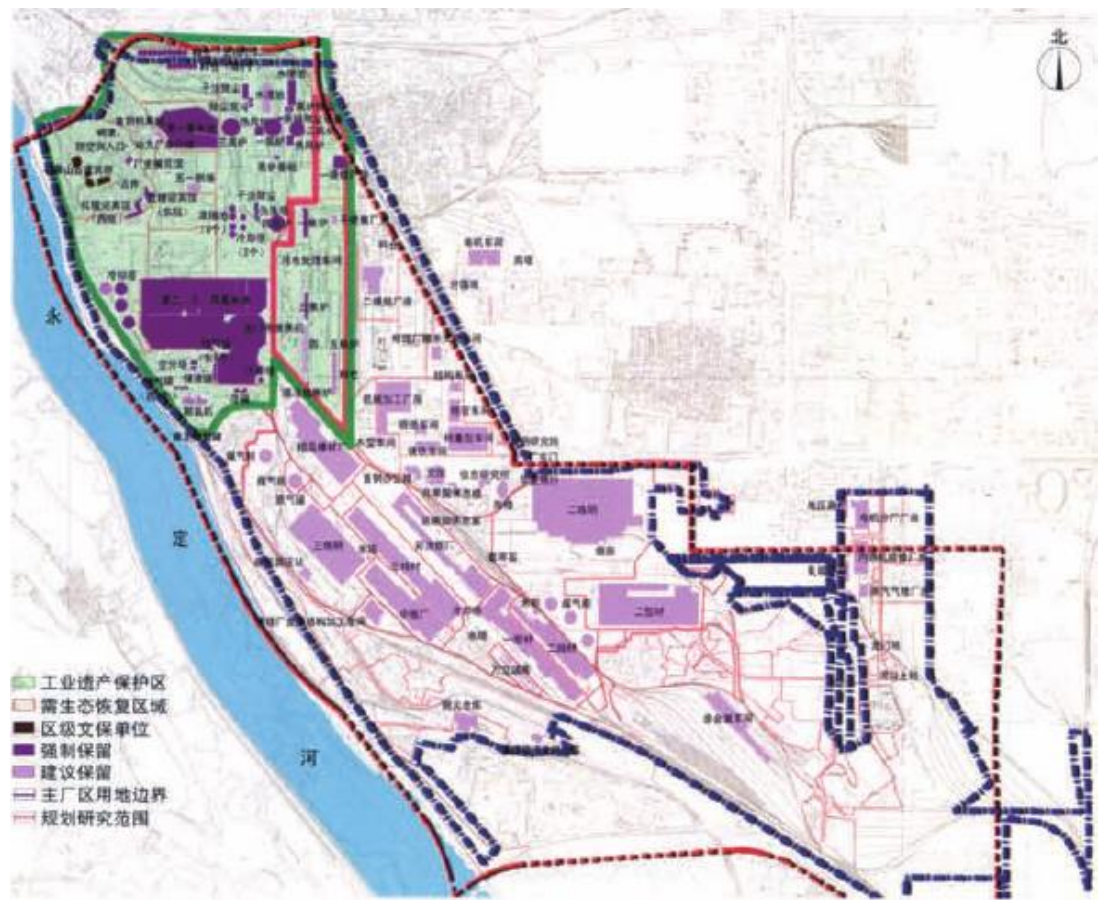


图 5.9：首钢工业遗产保护区及单体保护分级示意

图片来源：首钢工业区改造规划

图表 5.9：首钢石景山工业废弃地工业遗存保护与再利用分级

表格来源来源：作者自绘

保留级别	保留要求
强制保留	不得拆除，保留建筑原状，包括结构和式样。可以进行修缮也可以替换建筑功能。对于建筑物和地点其有特殊急义的构筑还应原址保留。
建议保留	符合认定标准且其有保留价位的，应尽可能保 留建筑结构和式样的主要特征（包括结构、式样，设施和构件），建筑功能置换，,还可以对建筑和构筑物进行加层和立面改造。
可以保留	根据未来区域规划和建设需要可以进行拆除或改建。

5.5 首钢石景山工业废弃地开发再利用规划概念

对首钢石景山工业废弃地的开发再利用规划不仅应该建立在前面分析的基础上，还应将周边城市的规划建设纳入到整体规划里面，形成科学合理的开发再利用规划方案，确保工业遗产保护与周边城市建设相统一。

规划应综合考虑地区建设的外部支撑条件和内部资源分布状况，突出高端产业和综合服务职能，加强首钢石景山工业区与永定河绿色生态发展带的紧密联系，力求创造独特的后工业文化场所空间感受。

根据《新首钢高端产业综合服务区控制性详细规划》中的相关文本内容，首钢石景山工业废弃地的规划用地功能分区不是单一功能的集聚，规划功能分区在突出重点功能的同时，强调各类综合配套功能相互融合集中发展。调整 2007 年由北京市政府批复的首钢规划确定的七大功能区，将新首钢高端产业综合服务区的空间结构和功能分区调整为“一轴、一带、五区”（如图表 5.10、图 5.10 所示）。

图表 5.10：首钢石景山工业废弃地开发再利用规划的功能分区和空间结构

图表来源：作者自绘

	功能分区	具体功能设置
五区	工业主题园	工业主题园（如图 5.11 所示）位于厂区北部，以工业资源保留再利用的核心区为主要空间，强调对传统工业文化的传承，以工业博览、休闲、展示、拓展训练、露天文艺表演为重点发展功能，在满足工业资源保护要求的前提下，鼓励各类创意活动及相关商业活动的集聚。
	文化创意产业园	文化创意产业园位于长安街以北工业主题园南部，以设计、研发、教育、培训等各类创意活动及商业办公和休闲娱乐为重点

		发展功能。考虑与长安街轴线主导功能以及现状首钢管理机构所处位置相呼应，可以将总部型的高端产业服务功能安排在临长安街的区域。
	综合服务中心区	综合服务中心位于长安街南侧，以商业综合体、文化艺术、博览、都市休闲娱乐为重点发展功能，鼓励充分利用现状厂房的大尺度空间安排文化会展、博物馆、影视、演艺、传媒等功能，强调滨水空间的综合规划设计，建设有文化特色的滨水城市功能集聚区。
	总部经济区	总部经济区位于长安街南侧综合服务中心区以东，由于场地内需保留工业资源较少，可以作为近期综合建设的地区。该区域靠近石景山规划综合办公区，以高端产业的办公及研发、信息服务、商贸服务等总部经济及配套职能为主，混合安排居住、公共服务等城市功能。
	综合配套区	综合配套区位于首钢厂区南侧莲石路以北的地区，以居住及公共服务配套为重点功能，在近期建设覆盖不到的地区，鼓励为市民提供多样化的户外活动休闲场所，作为临时性过度功能，保持地区活力和城市土地有效利用。
一轴	工业文化景观轴	滨河生态低碳示范带位于规划区内部，主要依托首钢工业发展脉络和有特色的工业设施走廊布局，串联规划区内的核心工业资源，是呈“L”型的开放空间。集中体现各类工业文化要素，激发各种户外体验活动，集聚城市文化特征与发展活动的场所。
一带	滨河生态低碳示范带	滨河生态低碳示范带西邻永定河，位于规划区西侧，延永定河由北部向南部串联了工业主题园、文化创意产业园、城市综合服务中心区等多个功能区。规划强调滨水开放空间体系、步行和自行车交通环境与都市休闲文化博览、创意活动、娱乐、餐饮、特色商业等功能有机结合，建设有活力的滨水综合服务功能区。



图 5.10: “一轴五带区”的规划布局
图片来源: 首钢工业区改造规划



图 5.11: 首钢工业遗址公园分区示意
图片来源: 首钢工业区改造规划

5.6 首钢石景山工业废弃地生态修复方案及关键技术

5.5.1 首钢石景山工业废弃地生态修复方案的制定

对首钢石景山工业废弃地进行生态修复，必须建立在客观面对场地现状和严格遵循生态学的基本原理的基础上，以植物修复为主、生化修复为辅、可持续发展为最终目标，在首钢石景山工业废弃地上建立结构合理、功能完善的、稳定的、有生命的自持生态系统，以改善区域及其周边的生态环境，打造生态、安全、具有浓厚郊野风貌以及具有浓厚工业遗产性质的景观产品。

应用恢复生态学的相关原理，同时结合首钢石景山工业废弃地的实际情况，对石景山工业废弃地的生态修复的方案按照逻辑先后顺序应该分为：进行废弃地受污染土壤的机制改良、生态修复太修复植物种类的选择和生态修复的植物种植技术的制定，三个步骤。同时在进行污染土地基质改良的时候应该注意生态的雨水收集、水循环以及排水系统的建设。

5.5.2 首钢石景山工业废弃地生态修复的关键技术

5.5.2.1 工业废弃地土壤的基质改良

在对首钢石景山工业废弃地进行生态修复时，地面植被重建是非常重要的一个环节，在这个环节开展之前应该对土壤内限制修复植物生长的污染物以及有毒物质进行测定，并通过理化方法将其彻底清除。如若不然，这些因子和有毒物质将导致生态修复的无法开展或是几年之后仍是以失败告终。

首钢石景山工业废弃地土壤污染的特点是由于长期的多种工业生产活动的进行，对废弃地地表产生的破坏和污染也有很多种类，这些不同种类的生产活动使土壤的结构遭到破坏、缺少腐殖质、基质肥力低下，导致植物生长所需的基本营养物质缺乏。而且焦化厂、炼铁厂和综合处理厂等生产区土壤中苯并芘严重超标，在这种理化条件下不适于植物的正常生长。所以，对石景山工业废弃地进行生态修复时，要达到重建地面植被系统的目的，首先应改善其土壤基质的性质。

根据文章前面对工业废弃地生态修复的特点论述中可以得出，首钢石景山工业废弃地的土壤条件和其他工业废弃地一样存在多样性，所以对其进行土壤基质改良的方法不能一概而论，应根据每块废弃地上的特殊问题制定特殊的改良方案。根据作者实地调研，得出首钢石景山工业废弃地上的污染物分为以下五种类型：1、料场堆填区的矿物渗出物以及炼焦炉附近的污染物；2、受炼铁高炉、炼钢转炉炉

顶放散的废渣污染的地块；3、含有金属的废弃物，包括炼钢熔炼后的废弃物、粉末状烧结原料尾渣；4、化学废弃物；5、贫瘠的废弃物。由于不同废弃物的理化特点差异很大，所以下面的表格将总结出对于以上五种不同地段采取的不同的改良方法（如图表 5.11 所示）。

图表 5.11：首钢石景山工业废弃地代表地段的土壤基质改良方法

图表来源：作者自绘

编号	改良地段	关键要素	具体方法
1	料场堆填区以及炼焦炉附近的土壤基质改良	酸度	在各种类型的工业废弃物中，酸度是限制植物生长最重要的因子。当土壤 PH=4.0 时，并不会直接伤害植物但可，使植物吸收磷和钙受阻，从而引起肥力不足的问题。当 PH 值低 4.0 时，可直接危害植物根系，并可能引起铝和镁的毒害；与此同时，粘粒胶体的反絮凝作用可使废弃物变为不渗透状态，从而不利于植物生长。一般可用加入石灰或混施石灰粉的方法中和其酸性，石灰粉的施用量约 30000KG/HM ² 。不宜使用熟石灰，因为其用量往往较多，有可能将废弃地变成碱地。在酸度较高的地区应避免使用含白云石或含镁的石灰石，以防硫酸镁的含量过高。石灰粉必须同废弃地土壤充分混合，因为酸性非渗透性废弃地的中和作用受混施石灰深度的限制。深施石灰可明显增强废弃地土壤的渗透性，从而改善其排水状况。
		含盐量	工业废弃地的含盐量问题对种植带来的困难仅次于酸度。要减少可溶性盐类的高浓度，一般采取暴露页岩使之自然沥滤的方法，能改善废弃地排水特性的松土措施有利于沥滤过程。为了使自然降雨将盐类淋溶掉，一般须延迟几个月后再进行种植。
		氮和磷含量不足	可通过施用各种化肥或有机肥的措施加以解决。工业废弃地磷的含量极少，往往难以测出，而且多数废弃地具有固定磷的能力，故施入的磷肥大部分、甚至全部无法被植物所利用。应用托马斯磷肥或三元过磷酸钙时，可根据其有效性，施入的 P2O5 量约为 250~500KG/HM2。施用量的多少应根据对页岩的化学测定和生长试验而定。撒施肥料以后，应通过耙地或中耕，使之与废弃物充分混合。
2	受炼铁高炉、炼钢转炉炉顶放出的废渣污染土壤的处理	PH 值	同煤矿废弃地一样，受炼铁高炉、炼钢转炉炉顶放出的废渣污染的土地也缺少氮和磷，所不同的是 PH 值高，呈碱性，它可使磷被固定，并直接危害植物根系。为降低矿渣中的 PH 值，可在完成土方工程后，将其暴露使之自然沥滤，经过一年到一年半时间，土壤表层的 PH 值可降到 8.0，这是由于氢氧化物已由表层沥滤至废弃地深层的结果。
		含磷量	磷不足时可以施用过磷酸钙来解决。只有当 PH 值降到 8.0 左右，才能施用磷肥，否则将形成不溶性磷酸钙，引起磷被固定的问题。磷的施用量一般为 125~250KG/HM2 左右。

3	含重金属及有毒金属的废弃地土壤基质改良	毒性的排除	要从有毒的栽培基质中以自然沥滤和人工手段排除有毒金属是不可能的。自然沥滤无效的原因是金属矿和冶炼厂废弃地含有的大量金属均以硫化物形式存在。这些硫化物经过风化,可在较长时期内持续不断地释放出具毒性的可溶性金属盐类。在含有毒金属的土壤中,使植物能够生长的有效措施是在土壤中加入有机物质并于底土中施入石灰。有机物质可起到络合有毒金属的作用,使它们转变成植物根系不能利用的状态或使之呈可溶性而被淋溶掉。泥炭土、经过加菌淤渣法处理并在空气中风干的下水道淤渣,以及经过过筛的家庭垃圾,均可作为消除有毒金属的优质有机质。金属矿废弃地覆盖有机质的厚度一般5~10CM,而毒性更大的冶炼厂废弃物要求覆土厚度至少10~15CM,并需用圆盘中耕机耕作,使有机质和表层废弃物充分混合。
		使用石灰的情况	无论是石灰粉或熟石灰,均可用于消除某些含金属废弃物的毒性,但单施石灰效果较差。当PH值呈酸性时,石灰和有机质结合施用效果最佳。用无毒的生长基质覆盖含金属的废弃地,可保证植物根系同底层废弃物自然隔离,因此覆盖应在土壤表层,不宜同底层有毒基质混合。用于种草的覆盖厚度至少为10CM,最适宜的厚度为20~30CM。如用于种树,覆盖物的厚度需深达2M。覆盖物可用自然土和土壤替换物,如底土、中性煤矿废弃土和接近无毒的废弃物。
		使用氮和磷肥的情况	同煤矿废弃地和其他各种废弃物一样,含金属废弃地和冶炼厂废弃物需要在树木栽植的初期和后期管理中施用高比例的氮和磷。除非对经过改造的地段进行特殊的管理,否则会再度出现金属毒性和营养缺乏的状况。也可将草不予切割,使其腐烂或将草切割后留在原地腐烂回归土壤,此法可直接形成土壤腐殖质。如金属毒性和酸度再次出现,可进一步增施有机质和石灰。
4	化学污染物的处理方法	剧毒内含物	化学废弃物是污染地生态恢复中可能遇到的所有物质中最具毒性的一类。有些废弃物在土壤中的含量仅占0.1%,即可能完全阻碍植物生长,甚至微量污染也会给植物种植带来困难。另一个问题是化学残渣常由于其有毒内含物均有高可溶性,因此易造成严重污染。 影响植物生长的化学废弃物多为强碱、浓酸、各种具不同毒性的可溶性盐类,如铬酸盐、硫酸盐、氯化物,以及各种呈可溶性的有毒金属,如Zn、Cu、Cr、Pb等。一般化学废弃物中常含有多种上述有害物质。 在多数化学废弃物上种植植物的有效措施,是覆盖一层适宜的覆盖物,从而使植物的根系同底层有毒物质隔离。用于种草时,覆盖土或其他类似改良物质的厚度至少为20~30CM;用于种树的覆土深度应为2M。在表层铺覆盖物时应十分小心,使覆土均匀地铺在废弃地上,厚度保持

			一致，而且不能与底层有毒废弃物混合。深耕可将有毒残渣带至表层，因此，在播种床上进行整地时只能轻耙。
5	贫瘠废弃物的处理方法	营养缺乏和不良的物理条件	在许多基质上植物生长受限的原因主要是由于营养缺乏和不良的物理条件。缺氮和磷的地域分布很广，主要有砂土、砾石渣、瓷土污染地、褐铁矿污染地、碎砖地、翻砂车间用过的砂土、熔炉灰、长期暴露于外的底土和锻渣等。在这些基质中，有一部分可呈微酸性。贫瘠废弃物不良的生长条件可通过施肥和施入有机质进行改善。

5.5.2.2 生态的雨水收集、水循环以及排水系统的建立

5.5.2.2.1 雨水收集

在规划设计中结合工业资源保护和自然生态环境形成的“一带多园”的“L”型开放空间轴，汇集了多处体现首钢地区后工业文化特征的场所。在生态修复中，应该利用场地内工业遗存的建构筑物 and 密实地面改变雨水的径流过程，通过收集、汇聚到群明湖（二、三、四储水池）储存。在径流过程中通过布置在池边的水生植物进行沉淀、过滤、净化，径流通过缓坡时完成曝气的过程，以此来改善水质和改善光合作用（如图 5.12 所示）。

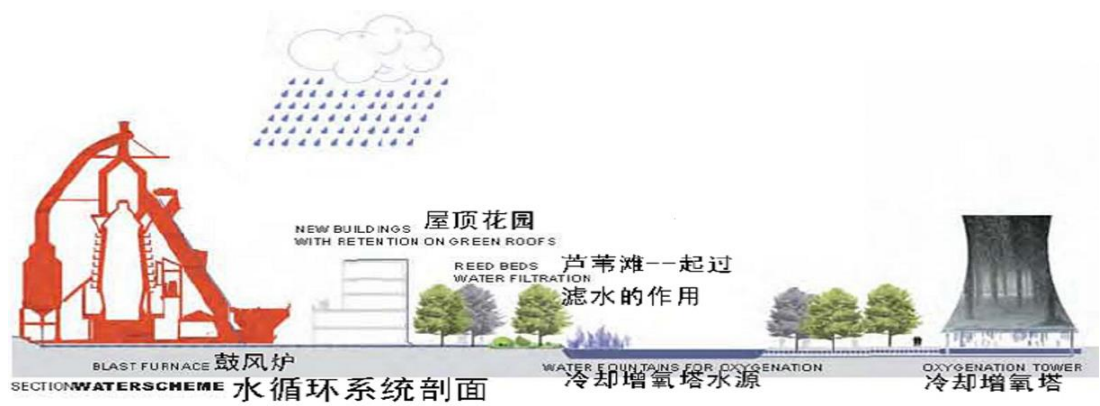


图 5.12: 水循环利用示意图

图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

5.5.2.2.2 中水循环利用

在完成前一步的基础上，应充分利用群明湖冷却塔和动力厂冷却塔的增氧冷却功能，强化提升中水循环利用的效果。在夏季高温时间段可以通过冷却塔的水循环达到给周边环境增加湿度和降低温度，改善区域小气候的作用。同时群明湖收集的雨水稍经处理后可供“L”型开放空间轴上的工业主题公园、石景山生态公园、群明湖生态公园、焦化厂生态修复公园等景观灌溉和厕所冲洗之用，既减轻了自来水的需求量，同时达到了中水循环利用价值的最大化，充分体现了生态修

复的宗旨。

5.5.2.2.3 排水系统

区域内因生产活动造成土壤板结的地块的土质为沙壤土和砂土，在后期改造中将进行改良，还原其良好的渗水性。场地上降雨量小时，雨水可及时下渗，进入地下径流环节，无需做地下管网排水系统；如遇大雨、暴雨或特大暴雨时，场地内未经硬化的地面容易被雨水冲刷出沟壑，因此需要设计地面排水系统。地面排水系统可将降水峰值的雨水导流入排水沟中，并利用地形高差引入场地内设置的景观水体或群明湖中，在减少雨水地面径流造成对地表的冲刷时实现雨洪管理和利用。

5.5.2.3 生态修复植物种类的选择

在工业废弃地生态修复环节中的植被重建阶段初期，植物种类的选择关系到生态修复的成功与否。根据首钢石景山工业废弃地极端的环境条件和脆弱的生态结构，生态修复植物种类选择应遵循以下原则：1、选择生长速度快、适应能力强、抗逆性优越、成活率高的植物；2、优先选择具有改良土壤能力的固氮植物；3、优先选择种质优良的乡土植物和先锋植物，亦可引进外来速生植物；4、尽量发挥修复植物的多种优势，主要包括抗旱、抗污染、抗风沙、耐瘠薄、抗病虫害以及本身具有的经济价值；5、在工业废弃地上自然定居并且长势良好的植物，具有很强的适应能力，应作为优先考虑的先锋植物。

5.5.2.3.1 固氮植物

在工业废弃地上种植固氮植物，可以达到经济与生态的双收效益，是城市工业废弃地惯用的土壤基质改良方法。有研究表明，固氮植物每年每 1HM2 可以固氮 50~150KG。首钢石景山工业废弃地生态修复中使用的固氮植物主要包括以下种类（如图表 5.12 所示）：

图表 5.12：首钢石景山工业废弃地生态修复中固氮植物的使用
图表来源：作者自绘

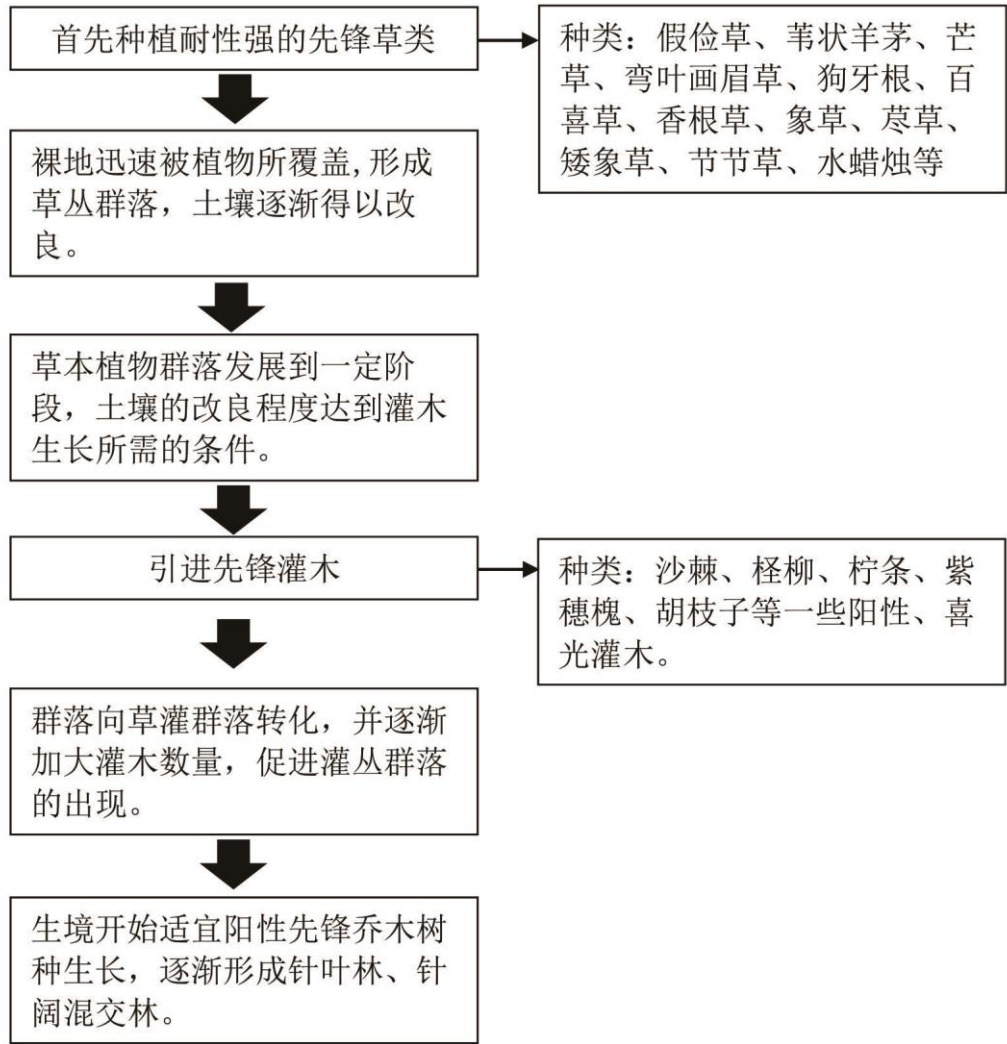
种类	植物
与根瘤菌共生的植物	刺槐属、合欢属、紫穗槐属、锦鸡儿属、金合欢属、胡枝子属、大豆属、豌豆属、菜豆属、苜蓿属等
与弗兰克氏菌共生的植物	杨梅属、沙棘属、胡颓子属、赤杨属、马桑属、木麻黄属等
与蓝藻类共生的植物	苏铁属及少数古老物种

5.5.2.3.2 先锋植物

原生裸地上植物群落的形成与演替是一种由先锋植物种类入侵、定居、群聚、竞争的过程。先锋植物种类凭其种群优势影响后入侵者的定居与生长发育，它往往决定裸地最初形成的群落类型^[7]。通常情况下，先锋植物适应能力强、生命力旺盛，不仅可以持续改善工业废弃地土质，更是为在生态修复后期高级植物的生长提供了良好的土壤环境。

对于工业废弃地来说，先锋植物具有较强的适应能力，是废弃地上耐性植物的先锋军。为了改善首钢石景山工业废弃地的生态环境、恢复植被，先锋植物的种植顺序与选择如图表 5.13 所示：

图表 5.13：首钢石景山工业废弃地生态修复中先锋植物的种植顺序与种类选择
图表来源：作者自绘



5.5.2.3.3 超富集植物

曾有报告指出，那些在工业废弃地上的原生自然植物，受工业生产活动中重金属的污染，这些原生自然植物的地上部分富集了超标准的金属元素，如砷元素、

锌元素、铜元素、镉元素和铅元素等。B • ROOKS 等使用超富集植物(HYPERTACCUMULATOR)一词来描述这类植物。根据B • ROOKS的定义,若植物地上部分(干重)能富集100MG/KG的CD,1000MG/KG的PB、CU、CO、NI和10000MG/KG的ZN和MN,则称之为超富集植物^[7]。超富集植物不仅对工业生产中受重金属污染的环境具有很强的适应能力,而且在体内所富集的重金属浓度是普通植物的上百倍。在工业废弃地生态修复中使用超富集植物来对污染地块进行修复时,经过多茬的生长割取之后,废弃地内土壤中的重金属含量的指标将会回落到正常水平,达到土质改良的效果。虽然迄今为止已经有415种超富集植物被发现,但在实际应用中应根据不同地块的污染程度和污染物种类来选择超富集植物的类型。

5.5.2.3.4 外来植物

是否引入外来物种来对城市工业废弃地内遭到破坏的生态环境进行修复一直是景观设计师和生物学家长期争辩的话题。一般情况下,不管从那个角度考虑都不应该在城市棕地改造中引入外来植物,但是又由于工业废弃地特殊的生态环境只有那些外来植物才能进入受污染的生态系统并很好的繁衍下去,从而形成废弃地地表的先锋植物群落。所以,在工业废弃地上是否使用外来植物应该根据废弃地的生态破坏情况来决定。对于那些极端恶劣的工业废弃地生态环境和脆弱的生态结构来说,在植物材料选择时,优先考虑外来植物是一种切实可行的办法,因为外来植物可以强侵入废弃地极端的生态环境中,从而稳固土表结构,提高土壤营养物质含量,改善土壤环境,为后期高级植物的成活提供了可能。在引入外来植物的同时,为防止其在修复场地内的泛滥,要对其制定一个全面详细的管理计划,将其对当地生态系统产生的破坏降到最低程度。

5.5.2.4 生态修复植物的种植技术

根据首钢石景山工业废弃地土壤的理化性质,基本的植物种植技术有三类:直接种植普通植物、污染土壤基质改良后种植耐性植物和表层处理后种植植物。在植物种植之前应考虑的最重要的一个问题是,由于废弃地生态环境的差异性较大,应该注意同一种类的植物在不同污染地块的种植方式以及不同植物材料之间的合理搭配,这样的话就会有利于不同植物种类间的有效聚集从而使植物群落的形成趋向稳定。不同区域具体的种植技术如图表5.14所示。

图表 5.14: 首钢石景山工业废弃地不同地段生态修复植物的种植技术

图表来源: 作者自绘

废弃地地段	植物种质技术
料场堆填区以及炼焦炉附近的植物种植技术	料场堆填区以及炼焦炉附近的植物种植应在综合考虑基质性质基础上进行, 其种植程序应为: 1、深翻土以减轻土壤的密实度; 2、采取暴露滤除法(仅用于盐碱地); 3、施用石灰粉; 4、结合耕作施用石灰粉; 5、覆土; 6、施磷肥; 7、结合耕作施磷肥; 8、采种圃的准备工作; 9、施 N、P、K 肥; 10、草本植物的播种和木本植物的栽植。
烧结布袋除尘、炼铁高炉、炼钢转炉附近的植物种植技术	植物种植程序为: 1、如 pH 值高于 8.0, 则暴露于外使之自然滤除; 2、施磷肥; 3、播种区的准备工作; 4、施 N、P、K 肥; 5、草本植物的播种和木本植物的栽植; 6、重复施用 N、P、K 肥。
重金属及有毒金属污染地的植物种植技术	在土壤基质受重金属污染的地方, 种植植物可采取以下三种方法: 1、通过改良和耕作方法来改善种植基质的栽培特性; 2、废弃地需用自然土或底土等无毒物质全部覆盖; 3、应选择在废弃地生长过并显示出对有毒金属具有抗性的植物种类。
化学废弃地上的植物种植技术	在化学废弃物上种植植物之前, 必须覆盖一层适宜的覆盖物, 从而使植物根系同底层有毒物质隔离。化学废弃物中的许多可溶性盐类在土壤中有极大的移动性, 在干旱季节中如湿度增高, 这些盐类可能会转移至表土, 例如铬酸盐类在壤土中极易转移, 因此覆盖于铬酸盐溶炼厂废弃物上的表土易受到污染而使植物致死 ^[9] 。因此, 在化学废弃地上的种植计划中, 应选择能限制盐类转移的覆盖物。表土、发电厂的粉煤灰、细砂基质等土壤改良物质应避免应用; 最适于这类废土的物质是颗粒状的粗砾石底土, 或者用一层粘土将废弃物密封于底层 ^[9] 。用底土或粘土覆盖后还要另盖上一层土, 或进一步用下水道污泥进行改良。
贫瘠废弃物上的植物种植技术	贫瘠废弃物不良的生长条件可通过施肥和施入富有营养的有机质改善。养分缺乏, 特别是缺氮的情况十分普遍, 因此在草地中混播野生苜蓿和将固氮树种作为先锋树种很有必要。

5.6 首钢石景山工业废弃地景观再生设计

5.6.1 核心工业景观区规划设计

5.6.1.1 总体定位

首钢石景山核心工业遗址景观区是一个功能趋向多元化的城市公共空间，在规划设计中表现为以下三个方面：

1、中国工业遗产保护的楷模——城市工业主题休闲园

首钢石景山核心工业遗址景观区可以作为以展现首钢工业文明和首都工业化建设历史为主题的城市公共空间，力图对首钢原有工业现状遗存完整保留的前提下完成工业生产用地向城市公共休闲用地的功能转化，成为为大众服务的城市游憩开敞空间（如图 5.13 所示）。



图 5.13：首钢新天地日景人观

图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

2、城市文化创意生活的载体——都市文化创意产业园

通过对首钢石景山工业废弃地内别具特色的工业建、构筑物进行详细调查、准确评价，并对其进行改造与再利用，导入新的使用功能，实现功能转化的同时带动产业和文化的转型。规划设计与旧有的工业场所独特的机理和发展脉络



图 5.14：首钢文化创意产业园

图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

相结合，寻找石景山地区经济、生态环境、人文环境均衡发展的关系，全面激活区域发展活力，最终成为体现现代都市文化创意生活的介质（如图 5.14 所示）。

3、世界瞩目的城市棕地生态修复展示的基地——核心生态修复示范园

首钢石景山核心工业遗址景观区的规划设计还应遵循恢复生态学和景观生态学的相关理论、坚持节能环保理念、展示生态修复过程、让公众监督和体验生态

修复过程和成果，打造首都和谐生态示范区，重现京西宜人的山水环境。

5.6.1.2 规划设计理念

首钢石景山核心工业遗址景观区的规划设计理念应从生态恢复入手，梳理并充分利用首钢石景山工业废弃地内现有的绿地系统要素，完善其系统性；T0N 故宫引入新的要素整合首钢厂区内的各项环境资源；重点保护首钢石景山工业废弃地内的“一山（石景山）、一河（永定河）、两池（位于厂区北部的两个蓄水池，秀湖和群明湖）、两园（位于厂区内部的月季园和生态园两处游园绿地）、两脉（沿道路两侧的行道树和绿化带以及铁路沿线野生的树木花卉）、多片（炼铁厂、炼钢厂、型材厂等各个工厂单位形成的独有的多片工业建、构筑物和生产设施群体）”的景观结构体系。在突出后工业文化景观特征的同时，植入新的功能，例如展览展示、文化创意、教育体验、工业旅游、休闲度假等，形成核心工业遗址景观区的主体（如图 5.15 所示）。



图 5.15：首钢工业遗址公园鸟瞰图

图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

核心工业遗址景观区内后工业景观元素层次丰富，炼铁高炉、炼焦炉、上百米的烟囱、发电厂的冷却塔、焦化的储煤塔、连接各生产环节的传送皮带以及轨道交通等，它们共同构成了首钢主要的钢铁工业生产流程。这些改造后的工业景观元素在未来将成为核心工业遗址景观区最重要的地标，继续诉说着地块上特有的工业文化和发展历史；同时这些元素也将成为园区内人员活动最密集的地点，

这些改造后的工业景观元素也将颠覆人们脑海中对首钢石景山工业废弃地的概念，作为发展未来大型城市都会区的一个开端。

5.6.1.3 功能分区

首钢石景山核心工业遗址景观区的功能架构主要有以下六个部分（如图 5.16 所示）：

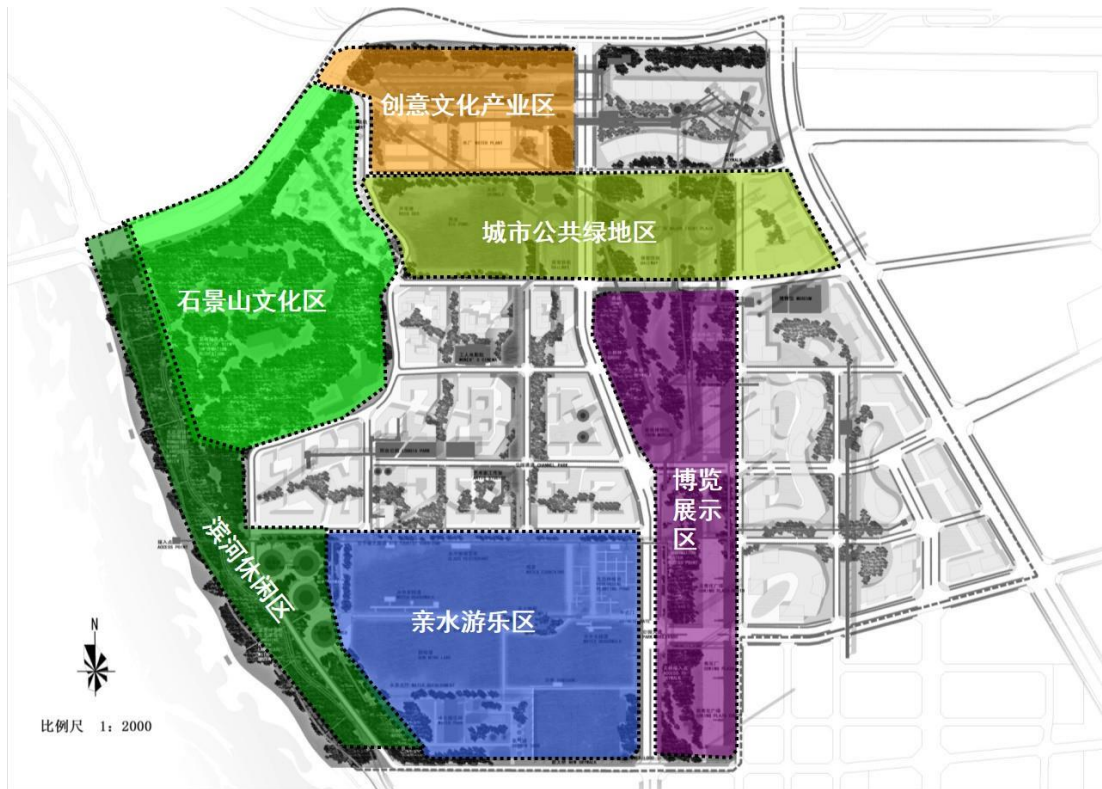


图 5.16: 首钢石景山核心工业遗址景观区功能分区
图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

1、博览展示区

以 4#炼铁高炉、3#炼焦炉、烧结厂房以及连接各个生产环节的空中传送皮带等工业建、构筑物为主体的博览展示区，突出体现首钢原有的工业景观元素和特色建筑。

区域内将保留的首钢石景山工业区炼铁四号高炉进行改造,作为首钢博物馆(如图 5.17 所示),向人们展示首钢的昨天、今天和明天,以及通过实物展示和体现炼铁的流程以及当年高炉内热火朝天的生产场景。将焦化厂炼焦炉前用于推焦机运行的连续空间改造为焦化广场,白天为人们提供集散、健身等休闲场所;夜间则以炼焦炉为背景,加装夜景照明系统,采用中断的照明技术,通过灯光的照明强调和烘托气氛。炼焦炉前设置舞台,可作为户外音乐会等活动的特色场地。而场地内的龙门吊推焦机、一号和三号炼焦炉以及均热炉烟囱等工业景观元素则成为诠释区域工业语言的最好载体。

2、公共休闲区

该区域选择将原生自然资源较为丰富的石景山和永定河为自然景观元素,结合区域内的 1#、2#、3#炼铁高炉以及第一贮水池为人为景观元素共同构建起城市公共休闲区(如图 5.18 所示)。这片区域主要是以工业景观元素来营造宽敞空旷的城市公共休闲空间,满足节假日人们在室外举行大规模娱乐休闲活动的需求。2013 年 10 月 1 日的夜晚,这里举行了 2013 光影文化季暨第二届首钢灯光节。通过声、光、电等高科技手段的配合,并突出展示炼铁高炉——这一钢铁工业生产企业的典型构筑物代表,创造



图 5.17: 改造后的 4 号高炉变为首钢博物馆
图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司



(a) 炼焦炉改造的室外演出舞台夜景效果



(b) 4#炼焦炉改造的城市公共景观广场

图 5.18: 公共休闲区

图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司

出一片色彩斑斓的特殊的城市景观（如图 5.19 所示）。



(a) 首钢印象之“钢铁辉煌”



(b) 首钢印象之“景山追忆”



(c) 首钢灯光节秀池风光



(d) 首钢灯光节水舞区表演

图 5.19: 2013 年光影文化季暨第二届首钢灯光节

图片来源: 自摄

3、 创意文化区

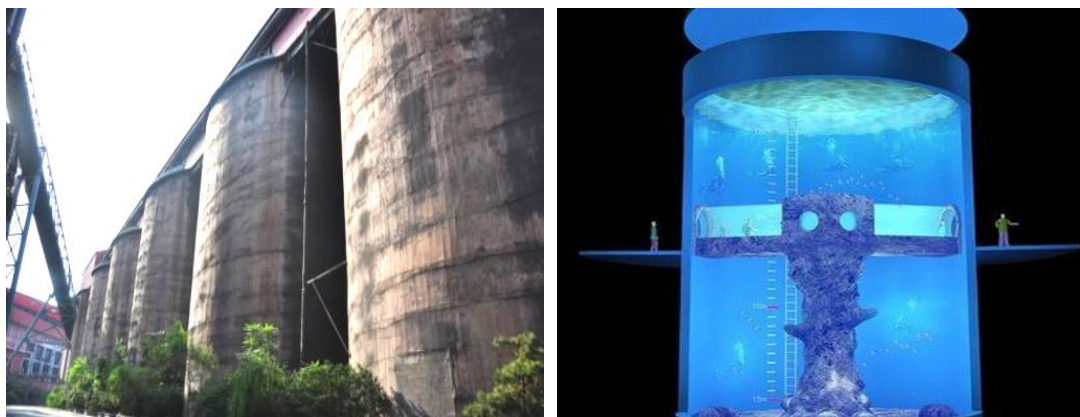
该区域内以保留的铁轨、铁轨上的鱼雷罐车、空中传送皮带廊道、高大的煤气管道以及廊架等工业景观元素为主, 将此区域打造成为富有工业特色的新首钢文化创意产业园区(如图 5.20 所示)。工业废弃地内高大的烧结原料料仓(如图 5.21 所示)、被荒草淹没的铁轨等元素都为区域的规划设计启发了无限的灵感(如图 5.22 所示)。将区域内铁轨保留下来的同时也是把场地的历史信息保存了下来, 在



图 5.20: 创意文化区

图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司

未来人们可以通过乘坐区域内的小火车来体验不一样的新首钢。同时通过这种历史的轨迹，在轨道两旁加之新的植物造景，创造出全新的工业景观构成（如图 5.23 所示）。



(a) 高大的原料料仓

(b) 料仓改造为潜水体验馆

图 5.21: 创意文化区料仓的创意改造设计

图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司



(a) 首钢石景山铁轨现状

(b) 铁轨改造手绘效果图

图 5.22: 创意文化区铁轨的创意改造设计

图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司

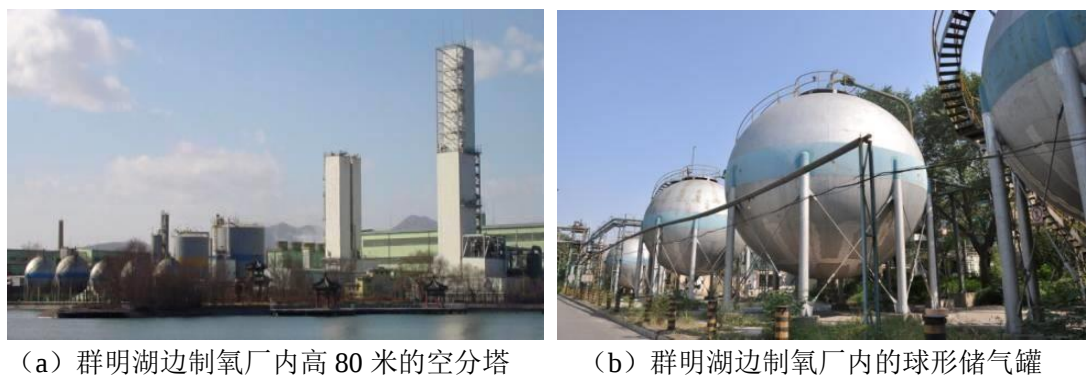


图 5.23: 首钢石景山工业废弃地内运行的“先行号”观光小火车

图片来源: 新华网

4、亲水游乐区

群明湖原为首钢石景山工业区的二、三、四贮水池, 混凝土结构, 蓄水量 280074 立方米。群明湖于五十年代建成, 在九十年代改造被划分为分为四个水池, 位于东北角的池子水位高程高于其他三个水池, 且面积较小, 在设计中被改造成为水生生态植物养殖池, 并设计网格状木栈道和亲水平台来满足人的亲水性, 增加人的参与性和景观与人的互动性。将制氧厂的工业景观元素进行分析、整合, 与群明湖南侧池壁改造相结合, 设计成水上游乐园 (如图 5.24 所示)。制氧厂内强制保留额工业遗产有空分塔和储气罐进, 将其改造成为水上游乐园的工业景观雕塑, 空分塔改造为登高观望水景的观景平台。





(c) 群明湖北侧池壁现状图



(d) 群明湖南侧池壁现状图



(e) 群明湖上的水生生态植物种植池设计



(f) 群明湖水生生态植物种植池意向图

图 5.24: 亲水游乐区内群明湖的改造设计

图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司

5、 古建风貌区



(a) 石景山上的金阁寺塔



(b) 石景山上的碧霞元君庙

图 5.25: 石景山古建风貌区

图片来源: 自摄

古建风貌区的景观组成主要是石景山的植被体系、石景山古井、雍正御制碑亭、石景山古建筑群保持石景山原有风貌，强调古建筑群。规划将充分保留石景山古建风貌的完整性，完善植被、生物体系，以金阁寺塔以及碧霞元君庙为资源，

规划登山步道等游览路线（如图 5.25 所示）。

6、滨河休闲区

滨河休闲区位于首钢石景山核心工业遗址景观区的最西端、永定河东岸，规划设计对其进行的功能定位是城市公共绿地（如图 5.26 所示）。区域内以陆生植物和水生植物共同营造的滨水景观为主，在滨河休闲区内布置游园步行道、自行车道以及亲水广场，将狭长的场地联系起来。



(a) 滨河休闲区内永定河亲水平台设计



(b) 滨河休闲区内定河新畔鸟瞰效果图



(c) 滨河休闲区内高架步行道效果图



(d) 滨河休闲区内景观节点效果图

图 5.26: 永定河畔滨河休闲区

图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

5.6.2 单体工业遗存建、构筑物创意改造设计

5.6.2.1 炼铁高炉创意改造设计

四号炼铁高炉为钢筋混凝土混合结构，建造于 1994 年，高炉半径约 35.5 米，炉顶高约 100 米。设计中将四号高炉改造为新的首钢博物馆，用作展示首钢工业历史文脉的传承和延续同时通过实物模拟演示钢铁冶炼流程。对于四号炼铁高炉内部的改造基本承袭了原有的空间形态，将炉内原有的特种构架和的圆形炉前平台稍加改造后原样展示出来，凸显其在大钢铁时代的恢弘气势（如图 5.27 所示）。

位于高炉中央的炉膛本身，其在工业生产时担负着将各种炼铁原料混合冶炼产生铁水的生产任务，对于普通人来说这里是一个神秘的地方，所以将其作为博物馆中的核心内容进行展出，增设天桥引导参观者从炉前平台进入炉膛内参观冶铁工业流程、体验昔日首钢炼铁高炉内部如火如荼的生产场景。高炉前运送铁水的铁轨以及鱼雷罐车作为炼铁生产环节上的重要工业景观元素也将得以保留，作为高炉的陪衬物与高炉一起烘托出工业生产的力量感与后工业景观的沧桑感。



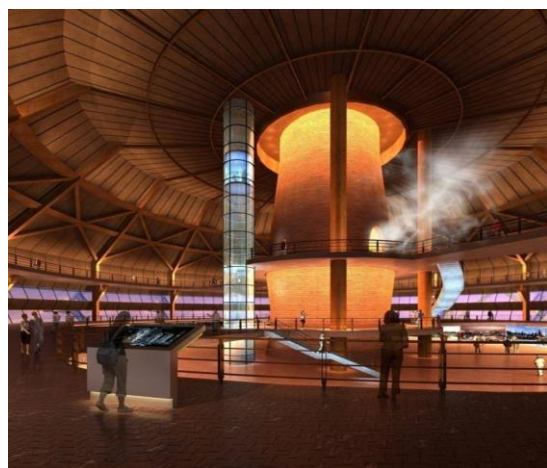
(a) 首钢石景山工业区 3#炼铁高炉现状



(b) 首钢石景山工业区 3#炼铁高炉远观



(c) 3#炼铁高炉改造设计夜景效果图



(d) 炼铁高炉改造设计炉内操作平台效果图

图 5.27: 首钢石景山炼铁高炉改造设计前后对比
图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司

5.6.2.2 焦化储煤塔创意改造设计

焦化厂储煤塔为钢-钢筋混凝土混合结构，建筑规模 3600 平方米，高 35 米。改造设计将其设计为艺术工作者的聚集地或创意办公空间。储煤塔外立面为满足内部必要的采光需求而设计开窗之外，基本保留储煤塔原有的筒形结构。为在储煤塔内部的工作人员提供舒适安逸的交流休息场所，以及为艺术品的展出拍卖设置展陈空间，在两排储煤塔之间的地面进行硬化铺装处理，并保留原场地的铁轨。顶部则以原料传送廊道为支撑结构，吊装波浪起伏的玻璃屋顶，增加室内空间的采光量，所构成的室内空间加以合理植物配置，营造绿色、浪漫、舒适的室内景观，创造时尚、简约、大气的视觉效果（如图 5.28 所示）。



(a) 体量惊人的焦化储煤塔现状



(b) 焦化厂储煤塔外观现状



(c) 储煤塔改造设计内部日景效果图



(d) 储煤塔改造设计内部夜景效果图

图 5.28: 储煤塔改造设计前后对比

图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

5.6.2.3 高架传送廊道创意改造设计

高架的传送廊道保存其原有的结构以及部分设施，拆除在廊道中的传送皮带以及传送滚轴等设施，同时在廊道左右以及顶部加上防护围挡设备，且要满足平时的透光性和观赏便利性。部分坡度大的节点加设扶梯，方便游人上下。改造后

的高架传送廊道将会变成人们在另一个角度观察首钢的特殊景观设施，增加了人们游览首钢、体验首钢的维度，方便游客“立体的”游览首钢（如图 5.29 所示）。

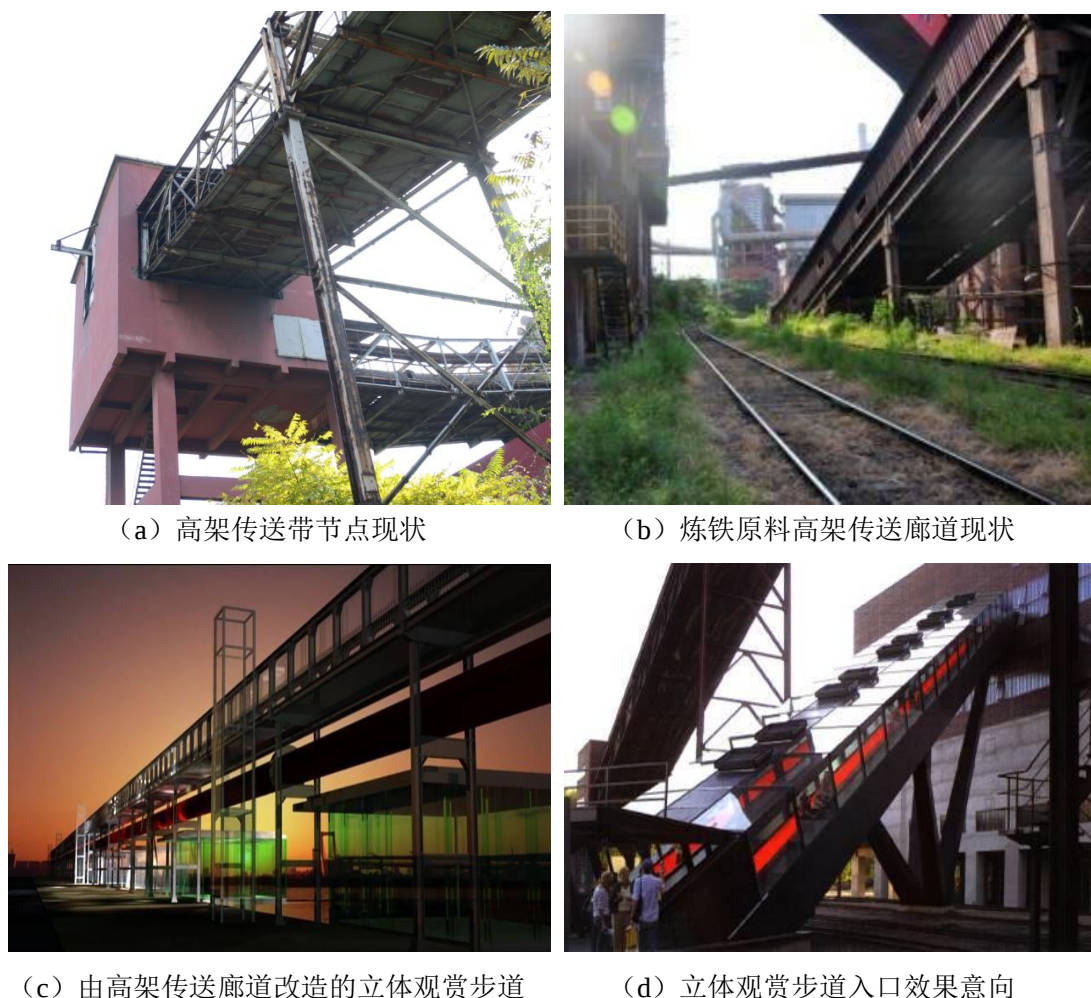


图 5.29：高架传送廊道创意改造设计前后对比

图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

5.6.2.4 发电厂冷却塔创意改造设计

位于场地西侧，紧邻永定河东岸的四座发电厂冷却塔为钢筋混凝土结构，建于上世纪八十年代，半径 28 米，高 80 米。对其进行的改造设计打破了原先四座冷却塔相对独立的构成形式，并结合永定河的河道景观以及滨河休闲区的规划设计，将四座冷却塔设计成为功能独立、性质相同的高端体验式时尚酒店。在充分保留原址的筒形结构基础上，对其内部空间进行重构和改造。改造后的四座冷却塔功能分别为酒店客房、餐饮会议、娱乐休闲及运动健身。对塔身的外立面改造，除功能为酒店客房的冷却塔外的三座塔依然保留原有的混凝土表面，在塔身通过圆形开窗来表现十二星座的图案纹样。用于酒店客房功能的冷却塔，只保留其承重结构部分，其余部分全部凿穿，外立面以玻璃幕墙包裹。为将四座塔联系在一

起，在 60 米高空设计了一条连接四座冷却塔的“云端走廊”，既满足了设计要求，同时可供客人在高空俯瞰新首钢高端产业综合服务区全貌以及永定河美丽的河道风光。

整个改造设计不仅延续了工业历史痕迹，还通过凿洞开窗表现十二星座纹样，体现了现代生活的浪漫情怀，与工业历史痕迹形成了鲜明的对比。高 60 米的玻璃“云端走廊”通透俊俏，软与硬的结合、须与实的搭配使其与冷却塔塔身形成了一种新的节奏与韵律（如图 5.30 所示）。



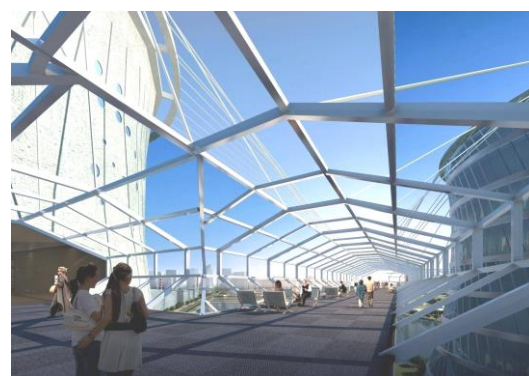
(a) 发电厂冷却塔现状



(b) 发电厂遗存机组现状



(c) 冷却塔改造鸟瞰图



(d) 云端走廊内景效果图

图 5.30: 发电厂冷却塔改造设计前后对比

图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司

5.6.2.5 工厂厂房改造设计

首钢石景山工业区内的一烧结主厂房为普通砖混结构，建于上世纪五十年代末，面积为 7796 平方米，高度 35 米。对其改造结合了《新首钢高端产业综合服务区控制性详细规划》内的相关规划文本，改造设计将一烧结主厂房的原址结构，内部空间格局保留原貌，对不合理的空间进行重新分割重组，最后将其设计为拥有若干个面积不同的会议厅和多功能汇报厅的会议中心，为地块上的商务活动提

供一个拥有浓厚工业特色的宴会场所（如图 5.31 所示）。

一烧结主厂房的外立面改造在保留结构的基础上采用“复合型绿色建筑”的建筑设计理念，将建筑的向阳面以及顶面大面积铺设光伏发电板，所产生的电量为建筑提供基础照明所用。各个立面除采光开窗部分外均为具有工业特征的锈蚀钢板和挂有草本植物种植挂板形成具有丰富工业特色的垂直绿化。改造设计体现传统工业文化的同时减少了建筑因取暖和制冷产生的用电需求，创造了一个“传统工业与高新科技结合、自然与人工交融”的独特后工业场景。



(a) 烧结车间厂房现状



(b) 首钢烧结厂厂容厂貌现状



(c) 烧结车间改造鸟瞰图



(d) 烧结车间改造夜景效果图

图 5.31：烧结车间厂房改造设计前后对比

图片来源：北京华清安地建筑设计事务所有限公司

5.7 本章小结

本章立足于首钢石景山工业废弃地的实际情况，通过调查走访、实地采证、土壤取样等方法，搜集了首钢石景山厂区史料、废弃地现状和土壤污染情况，为文章中首钢石景山工业废弃地的生态修复方案的制定以及景观再生方案的设计部分提供了扎实的基础。

以此为基础，同时运用恢复生态学的相关知识，结合首钢石景山实际情况制定出了对其进行生态修复的方法。由于首钢石景山工业区面积太大、生态问题过于复杂和本人的能力有限，对其进行修复的技术问题论述上，本文章只对具有代表性地块进行详细论述，但是这些地块的选择在大部分的城市工业废弃地中都普遍存在，所以该部分的方法还是值得绝大多数的工业废弃地，尤其是钢铁生产的工业废弃地进行生态修复时值得学习和借鉴的。

此外，在景观再生设计上，本文对首钢石景山工业废弃地保护区内的工业遗存进行准确评价，在确定保护范围的框架下，参照了《新首钢高端产业综合服务区控制性详细规划》内的相关规划文本，将京西地区的城市规划设计也纳入到参考范畴中，进行综合考虑、科学规划，确保后工业景观再生设计与城市建设和谐共生、荣辱与共。

城市工业废弃地的复兴与转型发展涉及到众多的内容与领域，在对工业废弃地生态修复与工业景观再生设计的基础上，要想实现城市工业废弃地实现经济、社会、生态的全面的复兴，还必须在区域产业转型升级、工业区下岗失业人员再就业培训、地区工业文化的传承与发扬等领域进行着重研究。所以，笔者在本文中只对生态修复以及景观再生设计进行了较为详细的论述，关于工业废弃地复兴与转型发展涉及到的其他内容，笔者将会在以后的工作和学习中对其进行系统的学习和研究。

6 结论

随着社会的高速发展，区域产业结构的不断转变，曾经以粗放型为主的经济增长方式正在渐渐淡出人们的视野，所致而来的是传统制造工业面临着前所未有的挑战。届时将有一大批类似于首钢石景山这样的城市工业废弃地出现。

城市工业废弃地是人类社会变革、区域经济发展和产业结构变化的亲历者，更是作为城市发展的印记，见证了城市工业革命的发展、建筑空间结构演变、城市风貌形成，所以说城市工业废弃地不是城市发展的包袱，而是一座亟待整理、保护盒开发的“富矿”。具有一定的经济、社会和环境价值。

综上所述，对城市工业废弃地进行生态修复和景观再生设计，是一件功在当代利在千秋的大事。当前我国因土地资源开发利用引发的生态环境问题日益严重，城市建设用地总量失控，结构失衡，耕地数量急剧减少以及日益突出的人地矛盾等问题的普遍存在。所以，对实现城市高速发展过程中的土地利用率的最大化提出了更加苛刻的条件。表现在城市工业废弃地整改转型上就是如何对城市工业废弃地进行正确的生态修复与合理的改造再利用，关系到我国生态、社会和经济的可持续发展。

当前我国对工业废弃地的更新研究还处于起步阶段，很多的生态修复方法、景观再生设计手法以及法规的制定还有待逐步完善，而西方发达国家起步早、发展快，到目前为止已经产生了很多成功的案例和丰富的理论。虽然西方国家的发展阶段以及土地政策与我国差别较大，但是在生态修复的技术上、景观再生设计的手法上、艺术表现的方式上，西方国家的实践经验与理论体系依然值得我们借鉴和参考但是有一点仍然值得我们的探讨，由于国外的体制有别于中国，以公众的参与度和互动性为核心的设计方法的公众参与部分目前我国还是比较难以实行，需要相当大的人力和资金。因此，这种结合我国国情的公众参与体质也是值得我们探讨的一个方向。

同时，由于城市工业废弃地的更新改造存在诸多特殊性和挑战，所以文章中提到的工业废弃地生态修复方法以及景观再生设计方法，需要跨学科之间的通力合作才能达到废弃地更新的预期效果，而我国现在这种关于城市工业废弃地跨学科的合作机制还不是很完善，仍有待研究。但是，笔者相信随着我国生态理论和实践的不断发展，相关制度的不断完善、以及众多学科的专业人员投身到城市工

业废弃地的生态修复与景观再生设计研究中，在思想观念、资金投入、人员调配、技术方法、土地更新等方面进行深入的探讨研究，一定能找出真正适合我国国情的城市工业废弃地生态修复与景观再生设计方法，营造绿色的工业遗产景观廊道、构筑真正回归自然的精神家园，助力“中国梦”，让“梦”发生！

致 谢

时光荏苒，岁月如歌！提笔撰写致谢之时才恍然发现硕士论文创作在不知不觉中结束了，同时，三年的硕士生活也即将画上句号。回首这三年的时光，我在西安建筑科技大学收获着知识、收获着能力，更重要的是收获着前进途中老师和同学们对我的深情厚谊！我很庆幸当时能够选择来到西安建筑科技大学完成我的硕士研究生学业，此时此刻，心中饱含着满满的感激之情。

首先，我要感谢我的导师吴雪萍老师。感谢三年的学习生活中吴老师对我思想上的言传身教、学业上的悉心指导、生活中的及时点拨！硕士论文的写作中，从选题到框架，从初稿到定稿，无不凝结着吴老师无数的心血与耐心。同时，吴老师严谨细致的治学态度更是让我受益匪浅。吴老师，深深感谢您！

非常感谢程平教授，我在您处实习期间您提纲挈领的非凡能力和渊博的学识给我在学术和人生上许多启发。非常感谢您八个月来对我的认可、教育和帮助。真诚的谢谢您，程老师！同时还要感谢艺术学院其他各位老师在我研究生学习上对我的指导和帮助！感谢北京华清安地建筑设计事务有限公司和首钢博物馆提供的宝贵资料！

感谢我的同学，田结兵同学。如果没有你的帮助，我可能不会接触到关于首钢的项目，更不可能有这么丰富的研究成果，谢谢你！感谢鲁国龙和靳佳佳同学，感谢你们在首钢石景山工业废弃地期间对我实地调研的帮助，和你们一起在首钢辛勤工作的经历将让我毕生难忘，谢谢你们！此外，特别感谢三年的同窗：他们是庞超峰、于露、温锴，感谢你们三年来对我无私真诚的帮助和照顾，陪伴我在求职中走过人生的低谷。天下没有不散的宴席，但是我们的兄弟情谊今生不改！祝你们走上工作岗位后能很快崭露头角、出类拔萃！

最后，感激之情留给我的父母和家人。感谢父母二十四年的养育之恩！没有你们的支持和关心，我不可能取得今天的辉煌成绩！感谢我的二舅及其家人，在西安求学期间倘若没有你们无微不至的照顾和支持，我的求学之路也不会如此顺利！感谢我的姥姥、姥爷及其其他家人，你们的付出我铭记在心，你们的关爱是我继续前进的动力！

回首二十四载人生路，无数的收获和感动！今后的岁月，我一定会用最大的热忱，竭我所能、尽我所学，奉献社会、回报祖国！

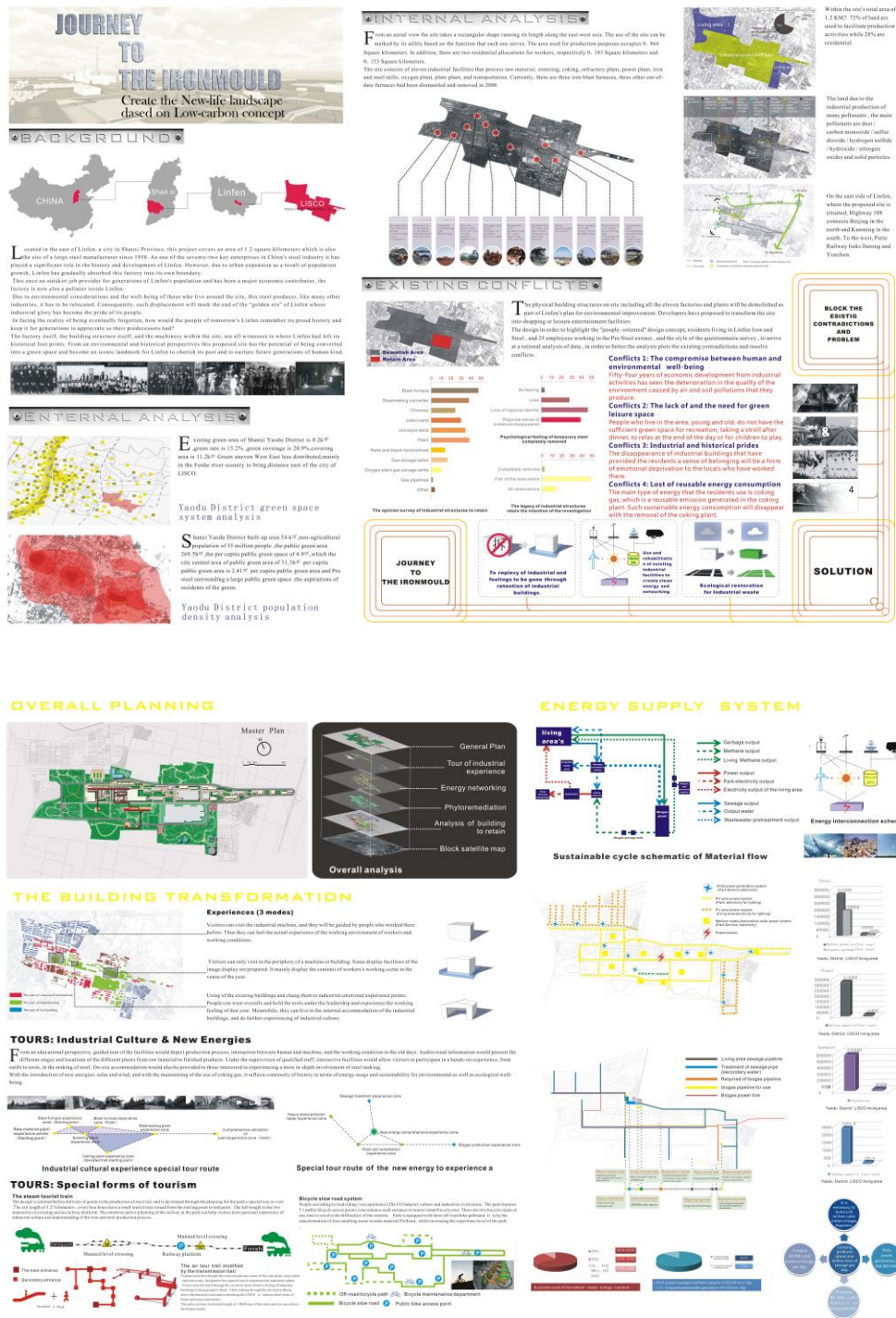
参考文献

- [1] 郭少峰. 城市工业废弃地生态回复与更新思路初探 [D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [2] 张莉. 一种基于恢复生态学的城市工业废弃地更新改造设计方法 [D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [3] 王向荣, 任京燕. 从工业废弃地到绿色公园——后工业景观设计思想与手法初探 [D]. 北京: 北京林业大学, 2002.
- [4] 刘抚英. 中国矿业城市工业废弃地协同再生对策研究 [D]. 北京: 清华大学, 2007.
- [5] 刘抚英, 栗德祥. 工业废弃地土地更新利用的框架、模式与程序 [J]. 城市规划学刊, 2009-05.
- [6] 朱德华, 蒋德明, 朱丽辉. 恢复生态学及其发展历程 [J]. 辽宁农业科技, 2005-09.
- [7] 包志毅, 陈波. 工业废弃地生态恢复中的植被重建技术 [J]. 水土保持学报, 2004-06.
- [8] 郑向国. 废旧工业厂房区的景观化改造研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2007.
- [9] 文娇, 吉文丽, 杨思琪, 葛佩琳. 城市工业遗产景观改造浅析 [J]. 西北林学院学报, 2012-05.
- [10] 刘抚英, 邹涛, 栗德祥. 后工业景观公园的典范——德国鲁尔区北杜伊斯堡景观公园考察研究 [J]. 华中建筑, 2007-11.
- [11] 刘伯英, 李匡. 首钢工业区工业遗产资源保护与再利用研究 [J]. 建筑创作, 2006-09.
- [12] 李忠宏. 工业遗产保护与再利用的“共生”策略初探 [D]. 北京: 被反攻工业大学, 2011.
- [13] 焦士兴. 关于生态修复几个相关问题的探讨 [J]. 水土保持研究, 2006, (8): 127-129
- [14] 李洪远. 工业废弃地的生态恢复与景观更新途径 [J]. 城市, 2005, (4): 15-17

- [15] 刘伯英. 城市工业地段更新的实施类型 [J]. 建筑学报, 2006, (8): 21-23
- [16] 王建国, 戎俊强. 关于产业类历史建筑 and 地段的保护性再利用 [J]. 时代建筑, 2001, (4): 10-13
- [17] 王向荣. 生态与艺术的结合——德国景观设计师彼得·拉茨的景观设计理论与实践 [J]. 中国园林, 2001, (2): 50-52
- [18] 俞孔坚, 胡海波. 水位多变情况下的亲水生态护岸设计——以中山岐江公园为例 [J]. 中国园林, 2002, (1): 19-22
- [19] 周启星. 生态恢复 [M]. 中国环境科学出版社, 2006: 118.
- [20] 周年兴, 俞孔坚, F. Steiner 原著. 生命的景观——景观规划的生态学途径 (第二版) [M]. 中国建筑工业出版社, 2004: 238.
- [21] George F. Thompson, Frederick R. Steiner. 生态规划设计 [M]. 中国林业出版社, 2008: 218.
- [22] 俞孔坚、李迪华. “反规划”途径 [M]. 中国建筑工业出版社, 2005: 124.
- [23] 王向荣. 二十世纪西方现代景观设计的理论与实践 [M]. 中国建筑工业出版社, 2002: 86.
- [24] Holden, R. International Landscape Design [M]. London, 1996: 23.
- [25] Weilacher, Udo. Between Landscape Architecture and Land [M]. Birkhaeuser-Publisher for Architecture, 1999: 69.
- [26] LOURES L. Industrial Heritage. A gear to redevelopment. Proceedings of the EURAU 08-Cultural Landscape [C] //4th European Symposium on Research in Architecture and Urban Design. Madrid:Spain, 2008: 1-7.
- [27] 葛书红. 矿山废弃地的景观利用模式探讨 [C] //中国风景园林学会. 中国风景园林学会 2010 年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010: 520-523.
- [28] 张延力. 我国城市工业废弃地改造规划的思路与方法研究 [D]. 浙江: 浙江阿雪, 2001.
- [29] 张剑华. 北京城市工业废弃地再利用初探 [D]. 北京: 北京建筑工程学院, 2006.
- [30] 段玉忠. 工业遗存地游憩功能的开发研究 [D]. 上海: 同济大学, 2005.
- [31] 杨洁. 从褐色工业到绿色文明 [D]. 成都: 四川建筑大学, 2007.

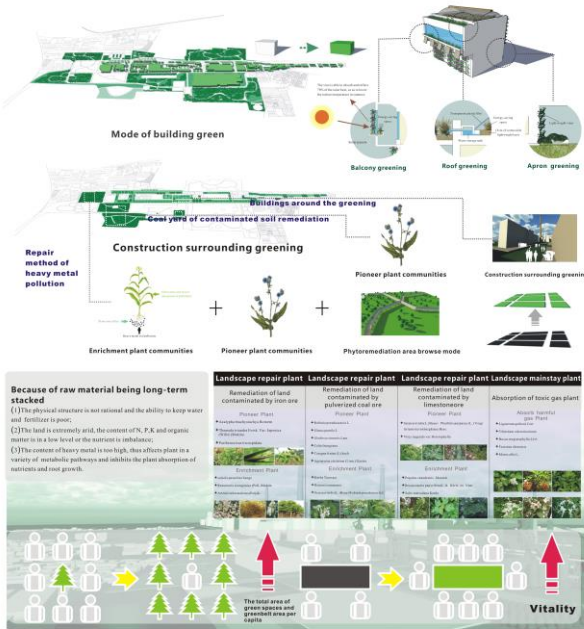
攻读学位期间取得的研究成果

- 1、杨晨，田结兵。锈迹下的涅槃重生——探索当代国情之下的城市工业废弃地更新思路[J]。环境与生活，2014.04：168~169
- 2、田结兵，杨晨。后工业景观中文化元素的表达[J]。城市建筑，2014.02：198~219
- 3、IFLA 参赛作品



PARK GREENING SYSTEM

Park green system is divided into three parts: building 3-dimensional greenness, and surrounding aftercare. Phytoremediation is mainly by planting the pioneer species of enrichment planting, and gradually improving and repairing soil. The plant repairing is not only a way to the purification of the ecological restoration, but also a kind of economic and effective purification program, and it can play multiple roles of green plants. Stone greening model combined with roof, terrace and apron, and this is also a way of solar energy utilization and energy saving. It will be an important part of the green park system. Forthright green will improve the current situation of the large green space shortage in Xi'an, and also increase the residents' activity spaces. The whole greening system can improve local microclimate, absorb the harmful gas in the air, repair the pollution land, and better the global warming; meanwhile, it can create a good landscape effect, and it finally achieves the maximum resources using rewarding.



FUTURE PROSPECT

未来通过这种生态修复模式，可以有效解决城市生态空间不足的问题，同时还能改善城市环境，提高居民的生活质量。这种模式在西安的应用，将有助于缓解城市绿地短缺的现状，提升城市生态品质。通过推广这种模式，可以进一步增加城市绿地面积，改善城市微气候，吸收空气中的有害气体，从而为居民提供更加宜居的生活环境。此外，这种模式还能通过植物的修复作用，改善土壤质量，为城市生态系统的可持续发展奠定基础。



附录部分

图片索引

- 1、图 1.1: 首钢石景山工业废弃地 (图片来源: 自摄) ——P1
- 2、图 1.2 美国西雅图煤气厂公园 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P2
- 3、图 1.3: 南京金陵机械制造厂 (图片来源: 自摄) ——P3
- 4、图 1.4: 论文研究内容框架 (图片来源: 作者自绘) ——P7
- 5、图 3.1: A. G. Tyssen 钢铁厂 1954 年航拍图 (图片来源: 彼得·拉茨, 废弃场地的质变, 孙晓春, 译, 风景园林, 2006, 创刊号) ——P25
- 6、图 3.2 (a): 改造成潜水中心的煤气罐内景 (图片来源: 刘抚英、栗德祥、邹涛, 后工业景观公园的典范, 华中建筑, 2007, 11, P79) ——P26
- 7、图 3.2 (b): 拆除顶盖的矿石料仓改造成综合活动场所 (图片来源: 刘抚英、栗德祥、邹涛, 后工业景观公园的典范, 华中建筑, 2007, 11, P79) ——P26
- 8、图 3.2 (c): 料仓花园顶部的网格状步行道 (图片来源: 刘抚英、栗德祥、邹涛, 后工业景观公园的典范, 华中建筑, 2007, 11, P79) ——P26
- 9、图 3.2 (d): 料仓花园中的攀岩场地 (图片来源: 刘抚英、栗德祥、邹涛, 后工业景观公园的典范, 华中建筑, 2007, 11, P79) ——P26
- 10、图 3.3: 杂草丛生的场地 (图片来源: 吴予敏、陶一桃, 德国工业旅游与工业遗产, 商务印书馆, 2007) ——P26
- 11、图 3.4 (a): 净化水渠 (图片来源: 吴予敏、陶一桃, 德国工业旅游与工业遗产, 商务印书馆, 2007) ——P27
- 12、图 3.4 (b): 净水池 (图片来源: 吴予敏、陶一桃, 德国工业旅游与工业遗产, 商务印书馆, 2007) ——P27
- 13、图 3.5: 西雅图煤气厂公园鸟瞰 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P27
- 14、图 3.6: 场地内不平整的草地 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P28
- 15、图 3.7: 上海世博会后滩公园远景鸟瞰 (图片来源: 俞孔坚, 城市景观作为生命系统——2010 年上海世博后滩公园, 建筑学报, 2010, 7, P30) ——P28
- 16、图 3.8: 上海世博会后滩公园总平面图 (图片来源: 俞孔坚, 城市景观作为生命系统——2010 年上海世博后滩公园, 建筑学报, 2010, 7, P31) ——P29
- 17、图 3.9: 湿地净化系统示意 (图片来源: 俞孔坚, 城市景观作为生命系统——2010

- 年上海世博后滩公园, 建筑学报, 2010, 7, P32) ——P29
- 18、图 3.10 (a): 锈色长廊 (图片来源: 俞孔坚, 城市景观作为生命系统——2010 年上海世博后滩公园, 建筑学报, 2010, 7, P33~34) ——P30
- 19、图 3.10 (b): 内河湿地 (图片来源: 俞孔坚, 城市景观作为生命系统——2010 年上海世博后滩公园, 建筑学报, 2010, 7, P33~34) ——P30
- 20、图 3.10 (c): 野草之美 (图片来源: 俞孔坚, 城市景观作为生命系统——2010 年上海世博后滩公园, 建筑学报, 2010, 7, P33~34) ——P30
- 21、图 4.1: 土地景观格局演化进程图 (图片来源: 刘抚英, 后工业景观公园的典范——德国鲁尔区北杜伊斯堡景观公园考察研究, 华中建筑, 2007, 11, P84) ——P37
- 22、图 4.2 (a): 莫里斯的大地艺术作品“无题” (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P13) ——P38
- 23、图 4.2 (b): 海泽在矿山废渣上塑造的大地艺术“水蜘蛛” (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P13) ——P38
- 24、图 4.2 (c): 德国艺术家在露天煤矿创造的大地艺术“黄色玻璃” (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P13) ——P38
- 25、图 4.2 (d): 北星公园工厂中的构筑物都如同大地艺术作品 (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P13) ——P38
- 26、图 4.3: 北星公园在原有的料堆上塑造的地形 (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P15) ——P39
- 27、图 4.4: 港口公园中的花园是在瓦砾堆中挖出 (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P13) ——P39
- 28、图 4.5: 杜伊斯堡风景公园完整的保留了钢铁厂的设施 (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P14) ——P40

- 29、图 4.6: 巴黎贝尔西公园中保留了部分原葡萄酒厂的酒窖 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P40
- 30、图 4.7: 纽约 Gantry Plaza State 公园中保留的报废的码头货运港机 (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P14) ——P40
- 31、图 4.8: 杜伊斯堡风景园中高架铁路改成新的步行系统 (图片来源: 王向荣, 从工业废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新, 中国园林, 2003, 3, P13) ——P41
- 32、图 4.9: 工业建筑改造后的露天影院 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P41
- 33、图 4.10: 西雅图煤气厂公园游乐园 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P42
- 34、图 4.11: 港口公园中新的休息设施和原有的瓦砾 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P42
- 35、图 4.12: 杜伊斯堡风景公园中的金属广场 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P43
- 36、图 4.13: 杜伊斯堡风景公园中的小花园对场地上的废渣进行了植物培养的模式 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P43
- 37、图 4.14: 储气罐改造的潜水中心 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P45
- 38、图 4.15 (a): 穿墙而过的儿童滑梯 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P45
- 39、图 4.15 (b): 绳网搭建的儿童游乐区 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P45
- 40、图 4.16 (a): 原中心动力站内景 (图片来雨昂: <http://image.baidu.com>) ——P46
- 41、图 4.16 (b): 鼓风机房综合体 (图片来雨昂: <http://image.baidu.com>) ——P46
- 42、图 4.16 (c): 中心动力站外景 (图片来雨昂: <http://image.baidu.com>) ——P46
- 43、图 4.16 (d): 中心动力站改造成多功能活动大厅 (图片来雨昂: <http://image.baidu.com>) ——P46
- 44、图 4.17: 配电站局部改为游客中心、餐厅 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P47
- 45、图 4.18: 铁路公园局部 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P47
- 46、图 4.19: 铁路公园的高架步行系统 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P48
- 47、图 4.20: 金属广场金属板表面不同的腐蚀状态 (图片来

<http://image.baidu.com>) ——P48

- 48、图 4.21: 考珀活动场地 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P48
- 49、图 4.22: 田园的回忆 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P49
- 50、图 4.23: 空中花园 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P50
- 51、图 4.24: 芦荻台 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P50
- 52、图 4.25: 锈色长卷 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P50
- 53、图 4.26 (a): 杂草丛生的场地 (图片来源: 自摄) ——P51
- 54、图 4.26 (b): 废弃物遍野 (图片来源: 自摄) ——P51
- 55、图 4.26 (c): 随意疯长的先锋植物 (图片来源: 自摄) ——P51
- 56、图 4.26 (d): 废弃的建筑物 (图片来源: 自摄) ——P51
- 57、图 4.27: 西安建筑科技大学东校区更新规划鸟瞰图 (图片来源: <http://image.baidu.com>) ——P52
- 58、图 4.28 (a): 改造前的一轧车间 (图片来源: 自摄) ——P53
- 59、图 4.28 (b) 改造后的 1 号教学楼 (图片来源: 自摄) ——P53
- 60、图 4.29 (a): 改造前室内实景 (图片来源: 自摄) ——P53
- 61、图 4.29 (b): 改造后明亮的图书馆 (图片来源: 自摄) ——P53
- 62、图 4.30 (a) 改造前建筑外立面实景 (图片来源: 自摄) ——P53
- 63、图 4.30 (a): 改造前建筑外立面实景 (图片来源: 自摄) ——P53
- 64、图 4.30 (b): 改造后的图书馆外立面 (图片来源: 自摄) ——P53
- 65、图 4.31 (a): 改造前的学生活动中心 (图片来源: 自摄) ——P54
- 66、图 4.31 (b): 改造后的学生活动中心 (图片来源: 自摄) ——P54
- 67、图 4.32 (a): 厂区原有的路网被保留 (图片来源: 自摄) ——P55
- 68、图 4.32 (b): 厂区内成材的梧桐树 (图片来源: 自摄) ——P55
- 69、图 4.33 (a): 大型风机扇叶改造 (图片来源: 自摄) ——P55
- 70、图 4.33 (b): 轧机齿轮改造 (图片来源: 自摄) ——P55
- 71、图 4.34 (a): 入口广场改造前的景观状况 (了图片来源: 自摄) ——P56
- 72、图 4.34 (b): 景色宜人的校园入口广场 (了图片来源: 自摄) ——P56
- 73、图 5.1: 首钢石景山工业废弃地现状 (图片来源: 自摄) ——P57
- 74、图 5.2: 厂区内遗留建筑和污染的土地 (图片来源: 自摄) ——P58
- 75、图 5.3: 场内行道树现状 (图片来源: 自摄) ——P58
- 76、图 5.4: 场地内荒废闲置的空地 (图片来源: 自摄) ——P58

- 77、图 5.5(a):1922 年,黎元洪视察石景山钢铁厂(图片来源:首钢博物馆)——P62
- 78、图 5.5 (b): 北洋军阀时期建设的炼铁炉(图片来源:首钢博物馆)——P62
- 79、图 5.6 (a): 施工中的东大门碉堡(图片来源:首钢博物馆)——P62
- 80、图 5.6 (b): 坐落在山下村的日伪军营(图片来源:首钢博物馆)——P62
- 81、图 5.7(a): 国民党政府接管后厂门戒备森严(图片来源:首钢博物馆)——P62
- 82、图 5.7 (b) 国民党接管后的厂警队(图片来源:首钢博物馆)——P62
- 83、图 5.8 (a): 1951 年,二高炉修复完工,举行开炉典礼(图片来源:首钢博物馆)——P62
- 84、图 5.8 (b): 1949 年,一焦炉恢复生产(图片来源:首钢博物馆)——P62
- 85、图 5.9: 首钢工业遗产保护区及单体保护分级示意(图片来源:首钢工业区改造规划)——P69
- 86、图 5.10: “一轴五带区”的规划布局(图片来源:首钢工业区改造规划)——P71
- 87、图 5.11: 首钢工业遗址公园分区示意(图片来源:首钢工业区改造规划)——P71
- 88、图 5.12: 水循环利用示意图(图片来源:自绘)——P75
- 89、图 5.13: 首钢新天地日景人观(图片来源:北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P80
- 90、图 5.14: 首钢文化创意产业园(图片来源:北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P80
- 91、图 5.15: 首钢工业遗址公园鸟瞰图(图片来源:北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P81
- 92、图 5.16: 首钢石景山核心工业遗址景观区功能分区(图片来源:北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P82
- 93、图 5.17: 改造后的 4 号高炉变为首钢博物馆(图片来源:北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P83
- 94、图 5.18 (a): 炼焦炉改造的室外演出舞台夜景效果(图片来源:北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P83
- 95、图 5.18 (b): 4#炼焦炉改造的城市公共景观广场(图片来源:北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P83
- 96、图 5.19 (a): 首钢印象之“钢铁辉煌”(首钢印象灯光展)(图片来源:自摄)——P84
- 97、图 5.19 (b): 首钢印象之“景山追忆”(首钢印象灯光展)(图片来源:自摄)

——P84

98、图 5.19(c): 首钢灯光节秀池风光(首钢印象灯光展)(图片来源: 自摄)——P84

99、图 5.19 (d): 首钢灯光节水舞区表演 (首钢印象灯光展)(图片来源: 自摄)

——P84

100、图 5.20: 创意文化区 (图片来源: 自摄) ——P84

101、图 5.21 (a): 高大的原料料仓 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P85

102、图 5.21 (b): 料仓改造为潜水体验馆 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P85

103、图 5.22 (a): 首钢石景山铁轨现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P85

104、图 5.22 (b): 铁轨改造手绘效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P85

105、图 5.23 (a): 首钢石景山工业区向公众开放 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P86

106、图 5.23 (b): 乘坐“先行号”游览首钢的乘客 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P86

107、图 5.23 (c): 石景山工业区内的”先行号“小火车 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P86

108、图 5.23 (d): 穿行在首钢石景山工业区内的”先行号“ (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P86

109、图 5.24 (a): 群明湖边制氧厂内高 80 米的空分塔 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P86

110、图 5.24 (b): 群明湖边制氧厂内的球形储气罐 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P86

111、图 5.24 (c): 群明湖北侧池壁现状图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P87

112、图 5.24 (d): 群明湖南侧池壁现状图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P87

113、图 5.24 (e): 群明湖上的水生生态植物种植池设计 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P87

- 114、图 5.24 (f): 群明湖水生生态植物种植池意向图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P87
- 115、图 5.25 (a): 石景山上的金阁寺塔 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P87
- 116、图 5.25 (b): 石景山上的碧霞元君庙 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P87
- 117、图 5.26 (a): 滨河休闲区内永定河亲水平台设计 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P88
- 118、图 5.26 (b): 滨河休闲区内定河新畔鸟瞰效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P88
- 119、图 5.26 (c): 滨河休闲区内高架步行道效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P88
- 120、图 5.26 (d): 滨河休闲区内景观节点效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P88
- 121、图 5.27 (a): 首钢石景山工业区 3#炼铁高炉现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P89
- 122、图 5.27 (b): 首钢石景山工业区 3#炼铁高炉远观 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P89
- 123、图 5.27 (c): 3#炼铁高炉改造设计夜景效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P89
- 124、图 5.27 (d): 炼铁高炉改造设计炉内操作平台效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P89
- 125、图 5.28 (a): 炼铁高炉改造设计炉内操作平台效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P90
- 126、图 5.28 (b): 焦化厂储煤塔外观现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P90
- 127、图 5.28 (c): 储煤塔改造设计内部日景效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P90
- 128、图 5.28 (d): 储煤塔改造设计内部夜景效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司) ——P90
- 129、图 5.29 (a): 高架传送带节点现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务

所有限公司)——P91

130、图 5.29 (b): 炼铁原料高架传送廊道现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P91

131、图 5.29 (c): 由高架传送廊道改造的立体观赏步道 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P91

132、图 5.29 (d): 立体观赏步道入口效果意向 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P91

133、图 5.30 (a): 发电厂冷却塔现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P92

134、图 5.30 (b): 发电厂遗存机组现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P92

135、图 5.30 (c): 冷却塔改造鸟瞰图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P92

136、图 5.30 (d): 云端走廊内景效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P92

137、图 5.31 (a): 烧结车间厂房现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P93

138、图 5.31 (b): 首钢烧结厂厂容厂貌现状 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P93

139、图 5.31 (c): 烧结车间改造鸟瞰图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P93

140、图 5.31 (d): 烧结车间改造夜景效果图 (图片来源: 北京华清安地建筑设计事务所有限公司)——P93

表格索引

- 1、图表 2.1: 次生湿地的综合收益 (表格来源: 刘抚英、栗德祥, 城市规划学刊, 181 期, P70) ——P12
- 2、图表 2.2: 产业结构优化框架下的矿业城市工业废弃地土地更新利用模式 (表格来源: 刘抚英、栗德祥, 城市规划学刊, 181 期, P71) ——P13
- 3、图表 3.1: 退化生态系统的恢复与重建技术体系 (表格来源: 任海、彭少麟, 恢复生态学导论, 科学出版社, 2002, P16) ——P22
- 4、图表 4.1: 景观生态恢复 4R 原则及在废弃地中的应用 (表格来源: 杨洁, 从褐色工业到绿色文明——宜宾上江北造纸厂工业废弃地景观再生设计, 四川农业大学, 2007, P15) ——P35
- 5、图表 5.1: 首钢石景山工业区历史发展脉络 (表格来源: 作者自绘) ——P59
- 6、图表 5.2: 首钢石景山工业区发展脉络的四大阶段 (表格来源: 作者自绘) ——P60
- 7、图表 5.3: 首钢石景山工业废弃地规划发展策略体系 (表格来源: 作者自绘) ——P60
- 8、图表 5.4: 首钢石景山工业废弃地规划发展产业导向 (表格来源: 作者自绘) ——P64
- 9、图表 5.5: 首钢石景山工业废弃地产业导向 (表格来源: 作者自绘) ——P65
- 10、图表 5.6: 首钢石景山工业废弃地工业遗产现状分类 (表格来源: 作者自绘) ——P65
- 11、图表 5.7: 首钢石景山工业废弃地工业遗产保护名录 (表格来源: 作者自绘) ——P67
- 12、图表 5.8: 首钢石景山工业废弃地工业遗产保护与再利用分级界定原则 (表格来源: 作者自绘) ——P69
- 13、图表 5.9: P70
- 14、图表 5.10: 首钢石景山工业废弃地开发再利用规划的功能分区和空间结构 (表格来源: 作者自绘) ——P70
- 15、图表 5.11: 首钢石景山工业废弃地代表地段的土壤基质改良方法 (表格来源: 作者自绘) ——P73
- 16、图表 5.12: 首钢石景山工业废弃地生态修复中固氮植物的使用 (表格来源:

作者自绘)——P76

17、图表 5.13: 首钢石景山工业废弃地生态修复中先锋植物的种植顺序与种类选择 (表格来源: 作者自绘)——P77

18、图表 5.14: 首钢石景山工业废弃地不同地段生态修复植物的种植技术 (表格来源: 作者自绘)——P69