

DOI: 10.5846/stxb202012313345

张晓燕,曹琰旒,付晓,朱天琳,吴钢.基于“无废理念”的纺织服装工业绿色化改造模式研究.生态学报,2021,41(22):8860-8869.

Zhang X Y, Cao Y N, Fu X, Zhu T L, Wu G. Green transformation of textile and garment industrial zones in China based on the “no waste” concept. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(22): 8860-8869.

基于“无废理念”的纺织服装工业绿色化改造模式研究

张晓燕^{1,2,3}, 曹琰旒^{1,2}, 付 晓^{1,*}, 朱天琳⁴, 吴 钢^{1,2}

1 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 中国科学院建筑设计研究院, 北京 100086

4 河北工业大学, 天津 300401

摘要:通过对中国工业区,特别是纺织服装工业区“产废”情况的梳理,明确针对污染严重,经济效益不高的工业区进行改造的必要性。为实现对纺织服装工业绿色化改造,从“无废理念”出发,重点研究纺织服装工业绿色化改造的可实施路径。在研究方法上将纺织服装工业区作为研究整体,基于可持续发展思想,构建纺织服装工业区经济、社会、环境复合生态系统,运用层次分析法,选取对于该类工业园区具有代表性的经济、社会、环境指标进行评价,通过评价后总的分值,结合生命周期规律,将需要改造的纺织服装工业区进行初步筛选。同时,利用经济、社会、环境各子系统的分值,对具体改造模式加以判别。文章通过对纺织服装工业区不可持续性的内涵挖掘,将工业绿色化改造模式与改造内容建立关联,可以通过产业绿色化改造和建成空间绿色化改造,来实现工业园区的升级与转型,进而实现可持续发展。最后,根据模式判别结果,针对不同模式在产业与建成空间的不同特征,提出相应的绿色化改造方法和政策建议。在结论中总结基于“无废理念”纺织服装工业绿色化改造与可持续发展的辩证关系。此方法适用于其他类型的工业区改造模式判别,以促进工业区的可持续发展。

关键词:纺织服装工业区;可持续发展;绿色化改造;无废理念;改造模式

Green transformation of textile and garment industrial zones in China based on the “no waste” concept

ZHANG Xiaoyan^{1,2,3}, CAO Yanni^{1,2}, FU Xiao^{1,*}, ZHU Tianlin⁴, WU Gang^{1,2}

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 University of Chinese Academy Sciences, Beijing 100049, China

3 Institute of Architecture Design and Research Chinese Academy of Sciences, Beijing 100086, China

4 Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China

Abstract: This study analyzes the current situations pertaining to “pollutant emission” and “waste” in China’s industrial zones, especially in the textile and garment industrial zones, and highlights the necessity of reforming these zones, which are associated with severe pollution and low economic benefits. Moreover, a feasible method to realize green transformation of these zones is investigated, based on the “no waste concept”. For this purpose, the textile and garment industrial zone was considered as a single entity, and its economic, social, and environmental complex ecosystem was constructed based on the concept of sustainable development. The analytic hierarchy process was then employed to select the representative economic,

基金项目:国家重点研发计划(2016YFC0503603,2018YFC0704900)

收稿日期:2020-12-31; 接收日期:2021-09-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiaofu@cees.ac.cn

social, and environmental indicators of the industrial zone for evaluation purposes. Subsequently, the total score acquired after evaluation, in combination with the law of life cycle, was used for preliminary screening and to determine the textile and garment industrial zones requiring transformation. Simultaneously, the specific transformation mode was identified and distinguished using the individual economic, social, and environmental subsystem scores. Furthermore, the undertone of unsustainability in the textile and garment industrial zones was explored, and the relationship between the green transformation mode and content of the industrial zones was established. Through green transformation of the industry and built up space, the industrial zones can be upgraded and transformed, following which sustainable development can be realized. Finally, according to the results of the pattern discrimination performed according to the different characteristics of diverse patterns in the industry and material space, corresponding green transformation methods and policy suggestion were proposed. In conclusion, a dialectical relationship between green transformation and sustainable development of the textile and garment industrial zones based on the “no waste” concept is put forth. This method is suitable for other types of industrial zone transformation discrimination, in order to promote the sustainable development of industrial zones.

Key Words: textile and garment industrial zone; sustainable development; green transformation; no waste concept; transformation mode

工业区是城市的重要组成部分,实现工业区的“无废”是构建“无废城市”的重要内容^[1-3]。工业区在生产运行过程中,耗费大量资源,产生工业产品和废物,工业生产产生的废水、废气和固体废弃物的不规范处置会严重破坏生态环境,并影响人体健康^[4-5]。随着工业区生产功能的转型和升级,工业区原有部分建成空间不再适应新的功能,然而通过大拆大建的改造方式势必会产生大量的建筑垃圾,我国建筑垃圾已达到城市垃圾总量的 30%—40%^[6-8],为实现城市减废或无废,对工业区实施绿色化改造势在必行^[9-10]。如何从工业区可持续发展角度出发,在工业区的全生命周期内有效避免工业区生产过程中产废,并在转型升级的改造中将工业区的建成空间资源最大化的利用,需要根据工业区自身可持续发展情况进行合理的决策^[11-12]。根据工业区不同发展阶段,采用不同的绿色化改造模式,来实现工业区的减废或无废,是本文的研究目的。

关于工业区的无废理论主要有两个方面,一方面是 R.Frosch 等人提出的基于“工业代谢”的产业生态学^[13-14],以及后续的清洁生产、循环经济理论^[15],其目的主要通过绿色生产方式,推进源头减量、资源再利用和循环利用,提高生态效率^[16-18],并最大化减少废弃物或进行无害化处置,比较有代表性的做法就是生态工业园区的建设^[19-21]。对于工业区建成空间的绿色化改造,最早从近代工业起源地英国、美国、德国等开始^[22]。由于工业衰退,污染巨大,这些国家陆续的对工业区进行生态修复^[23-24],对原有的工业建筑遗产进行保护和再利用,并对工业设施进行改造来满足新的使用功能,形成后工业景观^[25-28]。在以往的研究中,这两方面的研究是分别进行的,在工业区改造中甚至忽视了对工业区建成空间改造过程中的无废化。然而从无废理念出发,这两种方式只是工业区在不同的发展阶段,为实现减废和无废而采取的必要手段。本文的创新点在于,运用工业区的生命周期特征,来对工业区的发展阶段进行判断,分析其产废的重要途径,提出相应的绿色化改造模式,以实现工业区的减废或无废。

工业区作为一个整体,构成自身的社会、经济、环境复合生态系统^[29-30],不同时期的社会、经济、环境引发工业区一系列的不可持续问题,在工业区的全生命周期内,基于可持续发展理念,对工业区的社会、经济、环境中存在不可持续的问题做出判断,提出因地制宜的绿色化改造模式,是实现减废和无废的有效手段。本文核心解决对工业区发展阶段的判断,根据发展阶段特征,判别工业区绿色化改造模式,并提出相应模式下改造路径、方法和政策建议。

由于不同行业类型的工业区具有不同的特征,纺织服装工业消耗大量能源、水资源的同时,产生大量废水、废气和废弃物,对周边环境造成严重污染,本文将纺织服装工业区绿色化改造模式研究作为重点,对其可持续发展问题进行判别,通过构建纺织服装工业区的社会、经济、环境评价指标体系,对纺织服装工业区发展

阶段进行判断,并对绿色化改造模式进行判别,提出相应的绿色化改造类型、方法以及政策建议,以实现纺织服装工业区的减废或无废。本文的研究思路同样适用于其他类型的工业区改造模式的判别。

1 研究区概况

1.1 纺织服装业的产量和产地

纺织业在中国有着悠久的历史,中国同时是纺织品生产和出口大国,丝绸之路最初就是用来运输中国古代出产的丝绸。至 2018 年,中国的纺纱量、织布量、纤维加工量均超过全球一半,其中色纺纱超过 90%,色织布超过 60%,化学纤维产量达到全球 70%。从最终消费品的加工规模来看,中国服装加工量超过全球 30%,家用纺织品、产业用纺织品已达到或超过全球的 40%^[31]。

通过对前瞻产业园区数据库的筛选^[32],全国共有 709 个纺织服装类工业园区(图 1)。从地域分布看,以东部沿海省市为主,主要分布在浙江、江苏、广东,并逐步向中、西部转移,多以纺织产业基地、特色小镇等形式出现^[33-34]。

1.2 园区运行情况

根据前瞻产业园区数据库,在 709 个园区中,有 559 个产业园区企业信息数据可供比较。从注册资本企业数量占园区企业总数量情况看,企业注册资本大于 1000 万元的企业为主的园区 98 个;企业注册资本在 500 万至 1000 万为主的园区占 20 个;企业注册资本在 100 万至 500 万为主的园区占 143 个,企业注册资本 100 万以下为主的园区占 298 个,占总量的 53%。可见,纺织服装类工业园区以中小规模企业为主。

在上述 559 个纺织园区中,从行业统计情况看,园区制造业占比超过 50%的园区有 380 个,基本以纺织服装制造为主。商贸功能是纺织服装工业园区必不可少的组成部分,其中商贸类企业在园区占比中超过 20%的园区有 205 个。从新增注册企业来看(表 1),近五年纺织服装工业园区企业数量急剧增加。

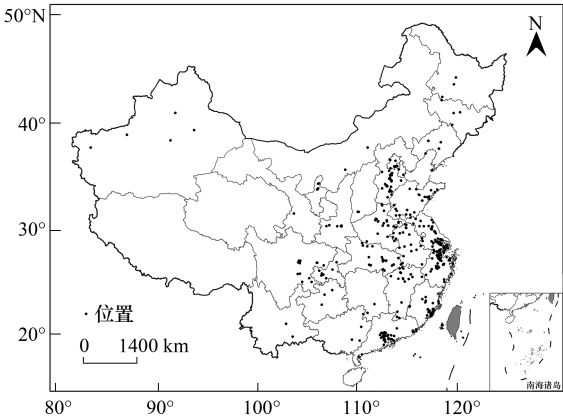


图 1 中国纺织服装工业园区的分布情况
Fig. 1 Distribution of textile and garment industrial zones in China

表 1 纺织服装类产业园区新增企业数量变化

Table 1 Changes in the number of new enterprises in textile and garment industrial zones										
时间 Time	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
新增数 New quantity	1574	1715	1730	3139	3605	4613	5093	6928	7036	8024

1.3 纺织业能源消耗及产废情况

纺织工艺流程主要有纤维获取、纺纱、织造、染整、成衣加工等步骤,会产生大量废水、废气和温室气体,纺织服装行业在生产加工过程中最突出的特点就是对水资源和能源的大量消耗,已被列为水污染防治重点工业行业之一,同时产生大量的废气和废弃物,对周边环境造成严重污染^[35]。2014 年,纺织服装行业废水排放量位居第三,氨氮、化学需氧量(COD)的排放量分别为 21 万 t、27 万 t,分别占总量的 10.4%和 14.5%^[36]。2015 年我国纺织服装行业能源消耗位居制造业能耗第六位,占轻工业能耗 40%,位居第一^[37-38]。

1.4 纺织服装园区建成空间更新改造情况

纺织服装产业园地域分布广,建筑特点突出,根据纺织服装生产线需求,园区内的建筑主要为生产用房、辅助生产用房、储藏类用房、运输工具用房、动力用房和其他污水处理等用房。厂房结构多为锯齿形厂房、封闭式风道大梁排架结构厂房、轻钢结构厂房、多层框架式厂房等类型,园区中生产厂房、仓储厂房往往面积最大、数量最多,结构完整。由于建筑结构稳定性好,多为大跨度,空间高大,便于进行灵活的空间分割,具有可

塑性。纺织产业园同时也记录了纺织工业发展历程、生产方式、工艺流程,作为工业文化和遗产的一部分,值得保留和延续。

随着城市扩张,城市化的发展,部分纺织工业园区在功能上已经不能与城市整体的发展需求相匹配,加上纺织服装工业区本身面临技术落后、产业转型等问题,当通过产业提升,无法创造更多的利润空间时,对于城市而言,可以根据园区周边的实际情况和自身价值,实施绿色化改造,实现功能转换和互补,以满足城市的发展需求(表 2)。

表 2 已改造的纺织服装厂

Table 2 Reformed textile and garment factory

市 City	时间 Time	改造前名称 Name before transformation	位置 Location	改造类型 Transformation type	改造后名称 Name after transformation
青岛	2009	青岛丝织厂	城郊	文体	青岛纺织博物馆
	2006	青岛刺绣厂	市区	商务办公	创意 100 产业园
	2011	青岛国棉一厂	城郊	商务办公	红棉纺住宅区配套办公
	2014	青岛国棉五厂	城郊	创意产业	青岛纺织谷
	2012	青岛国棉六厂	城郊	创意产业	M6 创意产业园
上海	2000	上海春明纺织厂	市区	创意产业	M50 创意园
	2010	上海第十七棉纺织总厂	市区	文体	上海国际时尚中心
	2000	上海华丰第一棉纺织厂	城郊	创意产业	五维空间创意产业园
杭州	2009	杭州第一棉纺织厂	市区	文体	中国扇博物馆
	2005	杭州织带厂	城郊	商务办公	唐尚 433 创意园
	2012	浙江轻工业纺织公司	市区	创意产业	聚落 5 号
	2015	国家厂丝储备仓库	城郊	商业	杭州运河契弗利酒店
	2007	杭州丝绸印染联合厂	城郊	创意产业	丝连 166 创意产业园
无锡	2006	鼎昌丝厂	城郊	商业	郁膳房(餐饮娱乐)
	2008	永泰丝厂	市区	文体	丝绸博物馆
	2007	振新纱厂	市区	商业	西水东时尚商业街
	2007	申新三厂	市区	商业	西水东时尚商业街
	2014	庆丰纱厂	市区	创意产业	ColorPark 庆丰文化艺术园
	2016	西漳蚕种厂	市区	公共空间	西漳公园
	2010	福州市丝绸印染厂	市区	创意产业	福百祥 1958
福州	2011	和泰制鞋厂	市区	商务办公	橘园创意广场
	2010	大连针织厂	市区	商业	Z28 时尚硅谷
天津	2012	天津第三棉纺织厂	市区	创意产业	棉三创意产业街区
北京	2015	铜牛京纺物质有限公司	城郊	商务办公	铜牛电影产业园
	2008	京棉二厂	市区	商务办公	莱锦文化创意产业园
太原	2008	山西涤纶厂	城郊	创意产业	瓦窑文化创意产业园区
武汉	2014	第一纱厂办公楼	远郊	居住	蓝湾俊园
西安	2011	大华纱厂	城郊	创意产业	大华 1935
	2007	西北第一印染厂	市区	创意产业	半坡国际艺术区

1.5 纺织服装类园区存在问题及模式判别的必要性

从纺织服装园区的运行和改造情况可以看出,产业集群扁平化发展比较突出,缺乏高附加值、规模大的企业以及科技含量高的科研机构引领。由于纺织工业的生产工序和流程的需要,造成大量的能耗、水耗,并产生大量的污染物。新增企业急剧增加,急需园区规范引导企业向低能耗、低污染方向发展。从已改造的纺织服装厂可以看出,对于不能维持原产业功能的园区,仍有再利用的价值,通过合理利用园区现有基础条件进行转型再利用,可以适应城市发展的新的需要。

通过模式判别要回答两方面问题,首先是纺织服装园区是否有改造升级的潜力,维持原产业方向继续发展,如果存在问题,需要在哪方面进行提升,第二如果不具备延续园区生产能力条件,需要转型来适应城市发展。

2 模式判别

纺织服装工业区绿色化改造的本质,是工业区的可持续发展问题。为了实现对不可持续的工业区进行有针对性的绿色化改造,需要通过一定的方法判别工业区在社会、经济、环境方面存在的不可持续问题。根据可持续发展理论^[39-41],可将纺织服装工业区作为一个整体,构建社会、经济、环境评价体系,通过对指标体系的评价,反映工业区已经产生的社会、经济、环境不可持续问题。

2.1 判别依据

纺织服装工业区的企业生命周期、产品生命周期等均会影响产业园区生命周期^[42-44]。通常企业通过调整产品而不断延长企业自身的生命周期,而工业区作为产业集群,也遵循着诞生、成长、成熟、衰退的过程^[45-46](图2)。抓住工业区的生命周期特征,进行不可持续性判别,能够对工业区的改造提供方向,最终引导工业区迈向新的可持续发展。如图所示,当工业区达到发展顶峰后,会出现逐步下滑的过程,这个时候可从产业升级入手,通过传统工业改造或新兴产品植入的方式,来提升产业发展。当工业区走向衰退后期,已经无法通过发展原产业类型继续维持时,就要通过产业转型,对纺织服装园区实施改造,使其适应城市发展的新的功能,来实现可持续发展。

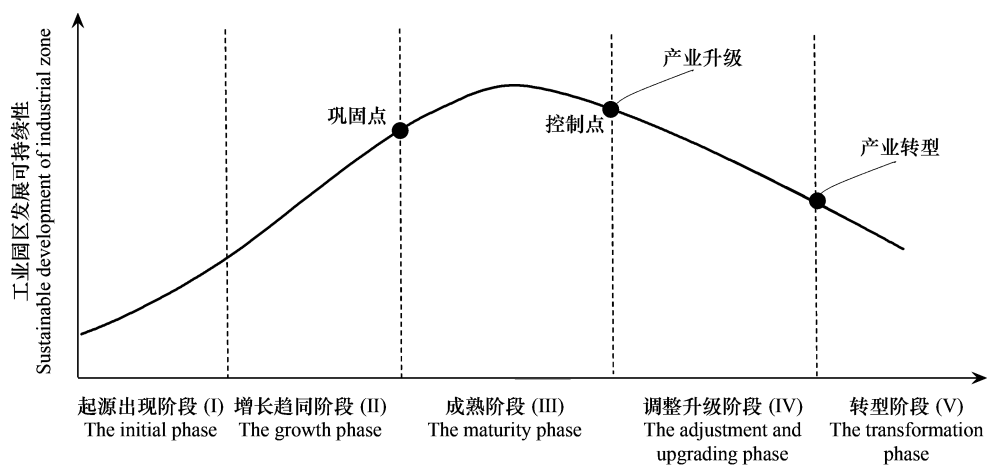


图2 产业园区发展生命周期规律^[45]

Fig.2 Life cycle law of industrial zonedevlopment

资料来源:根据文献自绘

2.2 判别过程

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是美国运筹学家 T.L.Saaty 提出,其特点在于可以对定性分析和定量分析进行综合分析,适用于多目标决策^[47]。指标体系是进行决策研究的前提和基础,首先构建纺织服装类工业区的经济、社会、环境评价指标体系。将经济、社会、环境的总分值作为工业区的可持续发展能力的体现,根据分值的不同区段,结合产业生命周期特征,来判断工业区是进行产业升级还是进行产业转型,并根据指标层子系统的分值,来判断产业升级改造的方向。

2.2.1 指标选取

在工业区环境子系统方面,考虑到纺织服装行业污染物主要以废水和废气为主。从水综合利用和废水排放两个方面来考虑,选取园区内企业的单位产值工业废水排放量、单位产值用水量、工业用水重复利用率指

标;废气排放方面的指标,以单位产值二氧化硫排放量、单位产值氮氧化物排放量、单位产值烟(粉)尘排放量作为评价指标。

产业园区所在的区域特有的经济、技术、社会、文化基础决定了该产业在当地发展的竞争优势(表3)。在工业区经济子系统,主要考虑园区的本行业经济发展条件和地域集聚情况,从产业的可持续情况分析,该行业经济运行情况以及智力和技术支持是产业可持续发展的基础。在经济方面,选取园区不同等级注册资金企业占比、园区所在省纺织服装产业产值在全国所占比例,园区是否为该类产业的产业集群基地作为评价指标。在科研创新和智力支持方面,选取园区内纺织类科学研究和技术服务企业数占整体园区企业数的比例作为评价指标。

在工业区社会子系统方面,从转型和升级两个方面来考虑指标的设定。当工业区仍以纺织服装产业为主发展,而园区内的公共服务配套不足时,就要考虑增强产业的服务配套功能,以住宿、餐饮、商务占整体园区企业的比例作为评价指标。当工业区污染严重且盈利空间有限、不能创造更大社会价值时,就要考虑根据城市的综合社会需求,来补充城市相应的公共服务功能,园区的区位条件是园区转型的前提条件,主要指标有园区内住宿、餐饮、商务的比例、所在城市等级规模、园区距离城市中心距离、园区内及周围交通情况。

表3 纺织服装工业园区可持续发展评价指标

Table 3 Sustainable development evaluation index of textile and Garment Industrial zone

准则层 Criteria layer	指标层 Index	准则层 Criteria layer	指标层 Index
B1 环境 Environment	C1 单位产值用水量	B1 经济 Economy	C7 注册资本企业数量占园区企业总数量
	C2 工业用水重复利用率		C8 所在省纺织服装产业在全国所占比例
	C3 单位产值工业废水排放量		C9 是否为该类产业集群基地
	C4 单位产值二氧化硫排放	B2 社会 Society	C10 科学研究、技术服务企业所占比例
	C5 单位产值氮氧化物排放		C11 园区内住宿、餐饮、商务比例
	C6 单位产值烟(粉)尘排放		C12 园区距离城市中心距离
			C13 园区内及周围交通情况
			C14 城市等级规模

2.2.2 数据来源

先将2012年工业企业数据库与2012年绿色发展数据库相匹配,获得相同企业经济、环境类指标数据^[48-49]。再将企业名称与前瞻产业园区数据库中园区的企业名称匹配,锁定企业所在的纺织服装类工业园区,最终得到554家企业完整的信息,由于有多个企业位于同一园区,累计体现园区特征值127个。通过多个企业数据对比,同一园区不同企业环境指标平均值视为园区的环境指标。

园区的注册资本企业数量占园区企业总数量、科学研究、技术服务企业所占比例以及住宿、餐饮、商务比例来源为前瞻产业园区数据库。园区所在省纺织服装产业在全国所占比例指标,通过2012年中国纺织年鉴统计计算获得^[50],是否为产业集群基地的数据从中国纺织工业联合会产业集群工作委员会获取。城市等级规模根据国家统计局2012年各城市人口规模及城市等级划分标准来划分。

工业区距离城市中心的距离这一指标,考虑到不同规模的城市,工业区距离城市中心的距离会不同,用距离判断指数 $K = \frac{l^2}{S}$ 来消除城市规模的影响,其中 l 为工业区距离城市中心的距离, S 表示城市行政边界面积。这里随机抽取了50个不同等级规模城市,对其工业区进行 K 值对照,来划定区间,具体工业区根据区间值来打分;园区内及周围交通情况,是根据百度地图测量园区距离城市干路和交通枢纽的距离,并消除城市规模等级的影响,来划分等级。

2.2.3 权重确定

权重能够反映出各个评价指标在评价体系中的相对重要程度。首先,将各指标根据实际数据进行打分,

并构建层次结构模型,建立环境、经济、社会子系统各指标判断矩阵,请 15 位专家,其中环境、经济、社会领域每个领域 5 位专家,对该领域各指标的重要度进行排序,再用 1—9 标度法给出数值,矩阵中数值为两要素之间的重要度之比,各个层级中指标的相对权重,采用方根法求解归一化特征向量和特征值,直至符合一致性检验为止,各个评价因子的权重即为求出的特征向量。再以环境、经济、社会作为准则层,重要程度分别为环境、经济、社会依次递减,构建判断矩阵,将各子系统的分值,根据判断矩阵的权重,进行求和,作为园区可持续发展的总分值。

3 结果与分析

3.1 初步分解

根据层次分析法计算所得结果,纺织服装类工业园区总分值为 100 分,80—100 分园区为发展状态良好,共有 13 个园区在该范围内,可以视为成熟阶段(Ⅲ),可持续发展状况良好,不列为本次改造的重点。68—80 分的园区有 85 个,这些园区已经存在不可持续问题,处于衰退初期,仍可以维持原产业继续发展,需要实施产业升级,可以视为调整升级阶段(Ⅳ),可针对目前的社会、经济、环境短板方面进行优化改造,以实现可持续发展。小于等于 60 分的园区有 29 个,这些园区经济发展水平比较低,污染也比较严重,处于衰退后期,可以视为转型阶段(Ⅴ),这种发展状态的工业区成为低效而产废的密集场所,建议根据城市需要进行转型发展。

3.2 以产业升级为主的工业区

在产业升级的 85 个园区中,根据社会、经济、环境子系统的得分,分值最低的子系统被改造的需求比较迫切,以此为原则,社会子系统得分较低的工业区将以提升公共服务为主,经济子系统得分较低的工业区以提升产业经济为主,污染较重、耗费资源较大的园区以改善资源环境、提高生产效率为主。根据得分结果,以提升公共服务为主的园区有 41 个,由于纺织服装工业区集中在市下面的城镇,城市等级较低,大部分园区缺少住宿、餐饮、商务配套,且距离城市中心较远。以提升产业经济为主的园区有 17 个,主要体现在园区缺少大规模企业引领,同时,在科学研究和技术服务方面有待提升。以提升资源环境为主的园区有 27 个,在资源环境方面,大多数园区水的重复利用率很低,部分园区只有水利用处理或气体排放一方面指标得分相对较高(图 3)。

3.3 以产业转型为主的工业区

小于等于 60 分的园区有 29 个(图 4),这类园区很难维持现状产业继续发展,建议以建成空间更新改造的方式,转变功能来适应城市新的发展需求。这需要对城市和区域的整体社会经济情况进行分析,结合工业区的区位条件来综合判断改造方式,通过对园区建筑及环境的更新改造,一方面可以保留和延续工业园区的文化,另一方面也大量节约建设成本,减少因拆除而产生的建筑垃圾。

4 绿色化改造路径

4.1 改造类型

将工业区的绿色化改造分为产业绿色化改造和以建筑为主的建成空间绿色化改造。具体可分为如下 3 种情况:

第一种情况以产业绿色化改造为主体,以企业自身的主导产业和优势产业作为改造的基础,通过引入高

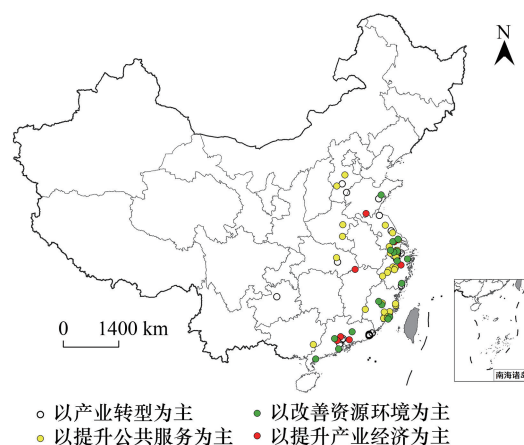


图 3 纺织服装工业区改造类型分布

Fig. 3 Transformation types and distribution of textile and garment industrial zones

端人才、科技创新、研发设备等,逐步改变落后的生产方式和结构,提高产业能级,减少污染排放。由于受多因素的影响,某些工业区的产业类型也会面临集体退出,新兴产业直接全部替代原产业的情况。在这个过程中,工业区的建成空间变化不大,主要通过调整工业区内的产业运行内容来进行相应的绿色化改造。很多工业区会面临多次产业升级或产业类型的转变,但以工业功能为主体不会改变。

第二种情况,产业绿色化改造和建成空间绿色化改造并重。由于早期的工业区都是以生产为主,在产业配套、员工生活配套方面考虑的不多,在工业区升级过程中,一方面会进行产业绿色化改造,同时利用一些原来的生产空间,局部转化为工业区生产服务的配套设施及用房。从增加产业核心竞争力角度出发,可以增加科学研究、技术服务的内容,以破解产业生产难题。同时,适当增加商务、住宿、餐饮的比例,以提高产品销量、提高员工生活质量。确保园区从研发、生产、销售各环节都能够适应新的发展需求。

第三种情况以建成空间改造为主,随着城市化扩张,由于某些工业区技术落后,污染严重,在工业区的改造中要根据城市的发展需要,进行产业转型,随着原有产业的退出,就要对建成空间进行改造来适应新的功能。当工业区所在区域缺乏公共服务配套时,可以利用工业区的既有建筑,改造成为商业、办公、文化创意产业,提高工业区的盈利空间,同时,丰富城市文化生活,满足城市居民日常生活需求。由于纺织服装工业区的建筑跨度较大,空间可以根据需要进行重新组合,一些比较有历史和遗产价值的工业区也可以改造成博物馆。此外,从城市的生态环境出发,当产业发展价值不大时,处于生态廊道或节点的工业区,可以考虑把工业区转化为绿地、公园、体育设施等内容,一方面提升城市生态系统功能,同时提高市民生活品质。

4.2 改造方法

对产业的绿色化改造,通常运用循环经济理论、产业生态学理论、工业区位理论等内容,对产业进行绿色化升级^[51-52]。以科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少为目标进行绿色化改造。通常园区企业集中布局,更有利于污染的集中治理。在生产流程中,进行科学合理的工艺设计,广泛采取节水措施,特别是印染、漂洗环节,进行一水多用和重复利用,提高水的循环利用率。对比较难处理的高污染废水要确保其末端排污达标,并在处理过程中注意原料回收的环节,避免造成资源浪费。

对建成空间的绿色化改造,则是运用可持续的规划设计理念为指导,将工业区的土地、建筑、产业、生态、景观、文化等要素进行绿色化改造,使其适用于新的城市功能(图4)。对建成空间的绿色化改造强调运用系统论的观点,利用顺应自然,摒弃废物,以及对物质的循环利用,对可再生能源的利用等理念和方法,改造时将历史和文化要素与景观结合,延续地域文脉、对建成空间文化的传承也是实现景观的可持续发展理念的体现^[53]。

4.3 政策建议

淘汰落后产能,对“低散乱”企业实施清退。对于列入环境标准负面清单的企业,予以关停。鼓励老企业

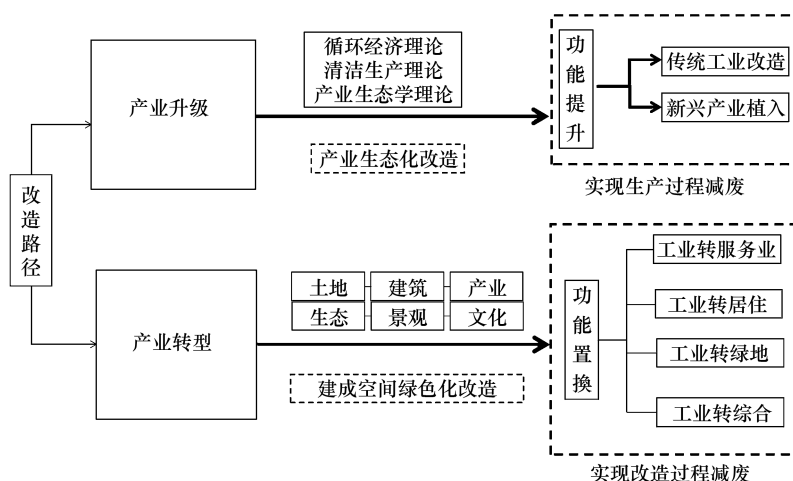


图4 纺织服装工业区绿色化改造路径

Fig.4 Green transformation path of industrial zones

引进新设备、新技术,在生产流程上,实现生产过程集约化、清洁化和智能化,提高节能减排和循环利用水平。发展低能耗、低水耗、低污染物排放的生态加工技术,通过工业提升和新兴工业植入降低产业能耗,规范纺织服装行业准入条件,引进技术含量、投资强度高的优势项目。促进创新发展工程的建设,运用政策支持并加以引导,通过提高高新技术产业占比来提高园区生产总值,降低资源利用产业比例。建立排污收费制度和废弃物废弃申报制度,引导园区向低耗能、低污染、高附加值方向发展。

对于纺织服装工业区内具有较高文化价值的工业遗产,可采用文化脉络延续的策略进行改造。鼓励在改造中循环使用建筑废材,为实现土地高效利用,可提高园区内建筑利用混合效率,在园区转让土地时,对建筑保留比例提出要求,通过立法的方式让绿色建筑相关政策得到贯彻和落实,对再生建筑垃圾产品免征增值税;通过对工业区内空间进行整体规划,从而增加具有碳汇功能的生态资产;通过园区空间绿色覆被的构建增加碳汇空间,进行植物生态修复。

5 结论

本文以工业区的绿色化改造为研究对象,如何使改造过程和结果都最大化的减废和无废是本文研究重点,为实现此目标,以纺织服装工业区为主体,分析其“产废”情况,基于可持续发展理论,构建纺织服装工业区环境、经济、社会指标体系,通过模式判别,能够明确区分各个园区在哪个方面存在不可持续问题,继而提出改造类型和相应改造措施。现有数据中,园区内企业排放指标比较详细,主要来源于绿色发展数据库,但最新数据为 2012 年,同时社会和经济方面能够获得的数据有限,使研究结果具有一定的滞后性。在整体研究过程中,工业区的可持续发展是最终目标,可持续发展指标体系的构建是实现工业区模式判别的工具和方法,针对不同的模式,实施“减废”和“无废”的绿色化改造,是实现可持续发展的路径。通过本文的分析,是希望某一行业的园区能通过社会、经济、环境多要素的比较,来判断园区自身的发展条件,对下一步园区优化提升指明方向,此种方法和思路可用于其他类型的工业区改造模式的判别,进而实施有针对性的绿色化改造。

参考文献(References):

- [1] 李金惠,卓玥雯.“无废城市”理念助推可持续发展.环境保护,2019,47(9):9-13.
- [2] 生态环境部办公厅.关于印发《“无废城市”建设试点实施方案编制指南》和《“无废城市”建设指标体系(试行)》的函.再生资源与循环经济,2019,12(5):3-12.
- [3] Yan N Y, Liu G Y, Ripa M, Wang N, Zheng H M, Gonella F. From local to national metabolism: a review and a scale-up framework. Ecosystem Health and Sustainability, 2020, 6(1): 1839358.
- [4] 颜芳芳.大城市工业园区发展问题研究.天津:天津大学出版社,2017.
- [5] Zhao S, Wang H M, Chen W Q, Yang D, Liu J R, Shi F. Environmental impacts of domestic resource extraction in China. Ecosystem Health and Sustainability, 2019, 5(1): 67-78.
- [6] 谢尧生.固体废弃物在新型墙体材料中的应用.砖瓦世界,2007,(6):2-6.
- [7] 朱东风.城市建筑垃圾处理研究[D].广州:华南理工大学,2010.
- [8] Song L L, Zhang C, Han J, Chen W Q. In-use product and steel stocks sustaining the urbanization of Xiamen, China. Ecosystem Health and Sustainability, 2019, 5(1): 110-123.
- [9] 陈松.建筑工程绿色施工管理研究——建筑垃圾管理[D].南京:东南大学,2019.
- [10] 田炜.既有工业建筑绿色民用化改造.北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [11] 吕永龙,曹祥会,王尘辰.实现城市可持续发展的系统转型.生态学报,2019,39(4):1125-1134.
- [12] Wang H M, Wei Y, Zhao S, Liu G X, Ma F M, Wang G Q, Wang Y, Wang X Z, Yang D, Liu J R, Wang H T, Shi F, Chen W Q. Temporal and spatial variation in the environmental impacts of China's resource extraction at the provincial scale. Ecosystem Health and Sustainability, 2020, 6(1): 1812434.
- [13] Frosch R A. Industrial ecology: a philosophical introduction. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 1992, 89(3): 800-803.
- [14] Frosch R A, Gallopoulos N E. Strategies for manufacturing. Scientific American, 1989, 261(3): 144-153.
- [15] 席德利.清洁生产.重庆:重庆大学出版社,1995.

- [16] 黄和平, 李亚丽, 王智鹏. 基于 Super-SBM 模型的中国省域城市工业用地生态效率时空演变及影响因素研究. 生态学报, 2020, 40(1): 100-111.
- [17] 张雪梅, 叶贝贝. 行业异质性视角下我国工业生态创新效率评价. 生态学报, 2019, 39(14): 5198-5207.
- [18] 徐凌星, 杨德伟, 高雪莉, 郭青海. 工业园区循环经济关联与生态效率评价——以福建省蛟洋循环经济示范园区为例. 生态学报, 2019, 39(12): 4328-4336.
- [19] 吕毅. 面向低碳的生态工业园理论与实践研究[D]. 天津: 天津大学, 2012.
- [20] 吴松毅. 中国生态工业园区研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [21] 卢兵友, 赵景柱. 生态产业园区: 可持续发展的一种理想模式. 环境科学, 2001, 22(2): 1-6.
- [22] 李诚固. 世界老工业基地衰退机制与改造途径研究. 经济地理, 1996, 16(2): 51-55.
- [23] 刘冬梅, 高大文. 生态修复理论与技术. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2020.
- [24] 李淑娟, 郑鑫, 隋玉正. 国内外生态修复效果评价研究进展. 生态学报, 2021, 41(10): 4240-4249.
- [25] Alfrey J, Putnam T. The Industrial Heritage: Managing Resources and Uses. London: Routledge, 1992.
- [26] Kirkwood N, Hough M. Manufactured sites: rethinking the post-industrial landscape. Landscape Architecture, 2001, 91(11): 92-93.
- [27] Chen G, Zhong Y. The regeneration of industrial architectural heritage under the green concept. Interior Design, 2012, 27(6): 27-32, 37-37.
- [28] Rix M. Industrial archaeology. The Amateur Historian, 1955, 2(8): 225-229.
- [29] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.
- [30] 王如松, 赵景柱, 赵秦涛. 再生共生自生——生态调控三原则与持续发展. 生态学杂志, 1989, 8(5): 33-36.
- [31] 陈楠. 中国纺织业的现状与未来. 纺织科学研究, 2019, (12): 48-49.
- [32] 前瞻产业研究院. 前瞻产业园区库. [2020-12-15]. <https://y.qianzhan.com/yuanqu/diqu/11/?pg=2>.
- [33] 中国纺织产业基地市(县)特色城镇分布图. 纺织服装周刊, 2015, (16): 64-65.
- [34] 全国纺织产业集群 175 个试点地区名单及授予的相应称号. 纺织服装周刊, 2010, (45): 47-47.
- [35] Xu W, Chen W Q, Jiang D Q, Zhang C, Ma Z J, Ren Y, Shi L. Evolution of the global polyethylene waste trade system. Ecosystem Health and Sustainability, 2020, 6(1): 1756925.
- [36] 孙丽蓉. 纺织服装企业节能减排潜力预测模型研究[D]. 上海: 东华大学, 2019.
- [37] 姚穆. 中国纺织工业持续发展面临的机遇与挑战. 中国纤检, 2011, (14): 43-45.
- [38] 国家统计局, 环境保护部. 中国环境统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2011-2017.
- [39] 赵景柱. 持续发展的理论分析. 生态经济, 1991, (2): 12-15.
- [40] 赵景柱. 持续发展的理论分析(续). 生态经济, 1991, (3): 6-10.
- [41] 赵景柱, 梁秀英, 张旭东. 可持续发展概念的系统分析. 生态学报, 1999, 19(3): 393-398.
- [42] 黄和平. 生命周期管理研究述评. 生态学报, 2017, 37(13): 4587-4598.
- [43] 范云峰, 刘军林. 产业园区的生命周期. 中国国情国力, 2009, (11): 28-30.
- [44] 潘慧明. 我国纺织服装产业集群研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.
- [45] 张萍. 基于生命周期视角的产业集群演化研究. 山西农经, 2020, (11): 18-20.
- [46] 罗胤晨. 生命周期视角下的工业集聚及其演化研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2016.
- [47] 海热提·涂尔逊, 王华东, 王立红, 彭应登. 城市可持续发展的综合评价. 中国人口·资源与环境, 1997, (2): 46-50.
- [48] 中国微观经济数据查询系统. 中国工业企业数据库. 2012. <http://microdata.sozdata.com/login.html>.
- [49] 中国微观经济数据查询系统. 中国绿色发展数据库. 2012. <http://microdata.sozdata.com/login.html>.
- [50] 中国纺织工业联合会. 中国纺织工业发展报告. 北京: 中国纺织出版社, 2012.
- [51] 王如松, 周涛, 陈亮, 刘晶茹, 王震. 产业生态学基础. 北京: 新华出版社, 2006.
- [52] 邓久华. 产业生态学及其在园区规划中的应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2006.
- [53] 张晓燕, 崔宽, 吴迪, 赵宇, 吴钢. 基于景感生态学的工业遗弃地景感营造综合体系研究——以景德镇市为例. 生态学报, 2020, 40(22): 8207-8217.