

沿海循环经济型生态城市建设的实践与探索 --以日照国家可持续发展先进示范区为例

Lessons learned from building coastal eco-city with circular economy: the case of Rizhao State-level Sustainable Development Demo Zone

戴玉堂¹ 王登昌¹ 胡娜娜² (1.日照市国家可持续发展实验区管理办公室/日照市科学技术局, 山东日照 276826;2. 曲阜师范大学地理与旅游学院, 山东 日照 276826)

摘要 本文在分析循环经济、生态城市、循环经济型生态城市内涵的基础上, 阐述了日照循环经济型生态城市建设的背景。依托国家可持续发展先进示范区, 总结了示范区围绕循环经济型生态城市这一主题, 在可持续发展方面开展的重点工作及其形成的值得借鉴的可持续发展机制和模式。这种实践与探索对同类地区的可持续发展具有一定的示范和带动作用, 为我国推动循环经济型生态城市的建设提供实践指导和决策参考。

关键词 循环经济;生态城市;可持续发展

免责声明 本文仅代表作者个人观点, 与中国 21 世纪议程管理中心、中国可持续发展研究会及联合国均无关。

Disclaimer: This brief was submitted through the Administrative Centre for China's Agenda 21 (ACCA21), Ministry of Science and Technology, China, and the Chinese Society for Sustainable Development (CSSD). The views and opinions expressed are those of the author(s) and do not necessarily represent the views of, and should not be attributed to, the Secretariat of the United Nations, the ACCA21 or the CSSD. Online publication or dissemination does not imply endorsement by the United Nations. For further information, please contact Mr. Sun Xinzhang (sunxzh@acca21.org.cn)

生态城市是一种全新的城市概念和发展模式, 已被认为是解决城市可持续发展的最佳途径^[1]。国内外许多城市和大都市区都开展了不同类型生态城市建设的探索与实践, 如中国的低碳生态城市探索, 美国的伯克里、丹麦的哥本哈根市等^[2-5], 对生态城市的发展起到了积极的推动作用。循环经济是生态城市建设的三大基础架构之一^[6]。20 世纪 90 年代以来, 循环经济理念被大量引入生态城市的实践中, 如日本以“零排放”为目标的循环型城市建设, 英国政府的零碳生态城镇建设, 我国兰州市、乌鲁木齐、贵阳市的循环经济型生态市建设等^[7-9]。实践证明, 将循环经济理念与生态城市建设相结合, 通过发展循环经济来解决城市化发展中的一系列生态矛盾, 可从根本上缓解城市化过程中人口增长、资源压力以及环境退化等困境, 促进城市经济、社会、自然的高度协调和有机统一, 实现城市低碳、绿色、生态化发展。

1 循环经济型生态城市的内涵

1.1 循环经济的内涵

“循环经济”一词萌生于美国经济学家 K·波尔丁在 1966 年提出的“宇宙飞船经济理论”, 指在人、自然资源和科学技术的大系统内, 在资源投入、企业生产、产品消费及其废弃的全过程中, 把传统的依赖资源消耗的线性增长的经济, 转变为依靠生态型资源循环来发展的经济^[10]。循环经济的本质是生态经济, 它在理论上解决了经济发展与环境保护的矛盾, 是可持续发展的重要实现形式^[7]。

1.2 生态城市的内涵

“生态城市”的概念是 1971 年联合国科教文组织在实施“人与生物圈计划”中提出的^[11]。生态城市是现代城市发展的高级阶段, 是依托现有城市, 根据生态学原理, 并应用现代科学与技术等手段逐步创建的, 在生态

文明时代形成的一种经济高效、环境宜人、社会和谐的人类居住区^[7]。生态城市的基本自然观是自然融入城市、城市归于自然；生态城市的本质是和谐、宜人的人居环境^[12]。

1.3 循环经济型生态城市的内涵

生态城市建设的三大基础构架是安全生态、循环经济、和谐社会^[6]。其中循环经济是建设生态城市的关键环节。因而，循环经济型生态城市就是以循环经济理念推进城市建设，通过城市企业—产业—区域—社会四个层面循环，以及城市各子系统及其内部的物质循环利用，将经济活动对生态环境的影响降低到最小程度，实现资源、能源高效利用，生态环境安全、健康，资源生态环境承载力不断提高的一种城市发展模式。循环经济型生态城市具有高效性、和谐性、生态安全性和系统性的特征。

2 日照循环经济型生态城市建设背景

作为一座新兴沿海港口城市，日照区位、港口、生态、环境优势突出，开发潜力巨大，发展前景广阔。但发展起步晚，综合经济实力较弱，2013年全市生产总值1500.16亿元，在山东省17地市中排第10位，而且，伴随着工业化与城市化的不断推进，发展与保护的矛盾也逐渐显现出来，生态、环境优势有了新的挑战。如何正确处理加快发展与保护环境、发展与可持续利用资源的关系，实现发展与保护的“双赢”，促进经济社会可持续发展，成为日照可持续发展面临的核心问题。因此，大力发展循环经济，建设沿海循环经济型生态城市成为日照城市可持续发展的必然选择。

1999年11月，日照市被批准为国家可持续发展实验区（简称实验区），2006年7月顺利通过验收，2008年9月，被科技部批准为首批国家可持续发展先进示范区（简称示范区，英译为National Sustainable Demonstration Communities）。示范区是在实验区建设

基础上进一步深化的可持续发展示范试点，是践行科学发展观的基地，主要针对区域经济社会发展的关键、重点问题，进行可持续发展的前瞻性探索与实践。多年来，全市各级充分利用示范区这一平台，依靠科技进步和改革创新，认真推进沿海循环经济型生态城市建设这一示范主题，对海洋特色新兴城市的可持续发展进行了积极的探索和实践。

3 日照循环经济型生态城市发展的经验与模式

3.1 建立和完善“三大体系”，支撑循环经济产业健康发展

首先建立和完善科学决策体系。市政府成立了由市长任组长的领导小组成员，全市上下，各级各部门密切配合，协调联动，积极推进低碳循环产业发展，保护生态环境。其次就是建立和完善科技创新体系，积极推进企业与高校、科研院所的产学研合作，开展可持续发展的创新载体建设，为低碳循环经济的发展提供强有力的技术支撑。最后就是要建立和完善科技示范体系。围绕低碳循环经济发展，认真组织实施低碳循环型科技示范项目、确立示范企业和示范园区，不断完善示范体系。现日照市已经实施30项示范项目，确立30家示范企业和5家示范园区，为全市的可持续发展树立了标兵，明确了方向。

3.2 建立一个技术创新联盟，为示范区建设提供科技支撑

示范区建设，科技是先导，是支撑。

多年来，日照市围绕构建是示范区科技支撑体系，建立了81个市级以上工程技术研究中心、工程研究中心、重点实验室等技术创新平台，其中也有多数是省级以上技术创新平台我们围绕推进产学研紧密合作和创新驱动循环型低碳生态产业发展这一总体目标，以市属重点企业为主体，联合清华大学、山东大学、中国环境科学研究院等高校、科研机构，于2013年组建了“循环型低碳生态产业技术创新战略联盟”。通过联盟的建设，打造一个支撑循环型低碳生态产业发展的跨学科、跨领

域、跨传统产业的综合性技术创新平台，加强相关技术的集成创新，为循环型低碳生态产的持续发展提供稳定高效的科技支撑。

3.3 突出“三个循环”，探索循环低碳经济发展模式

在企业推行“小循环”，使企业尽量实现资源的再利用，减少能源的使用量，减少有害物质的排放，提高物质的循环使用效率；在园区推行“中循环”，促进循环产业链形成，加大各工业园区的生态化改造力度，积极构建循环型产业链；在全社会推进“大循环”，大力开展植树造林和海洋资源修复，努力改善绿地和海洋生态条件，加强水资源保护和循环利用，对水源地和主要河流进行重点保护和治理。

3.3.1 “小循环”——循环型生态企业

企业是循环经济型生态城市建设的基础和重点。循环型生态企业以“高利用型产业链”、“废弃物零排放”为目标形成企业内部循环经济模式。因此，日照示范区以转方式、调结构、创新驱动发展为主线，不断培育和发展循环型生态企业。典型的示范工程有：

(1) 浆纸资源循环利用示范工程。亚太森博（日照）浆纸有限公司立足循环发展和清洁生产，高起点规划和建设，创国内单个浆纸工厂环保投资之最。2013年引进新加坡全套设计和技术，建成城市污水回用项目，平均每天回收日照市第一污水处理厂污水4万立方米，每年节约水资源1000多万立方米，这是全国第一个再处理回用城市生活污水用于浆纸生产的工程。在备料阶段的剩余木屑，用于发电、供气等，综合利用率达到100%，不仅能够满足工厂自用，还能供给国家电网，减少了化石燃料的使用，降低了对环境的污染。制浆过程中产生的黑液进行蒸发、能耗、苛化，提取出蒸煮工段需要的化学品，每年可以节省烧碱50-60万吨，节省标煤120万吨；生产过程中利用天然气代替重油可大量减少二氧化硫、氮氧化物和烟尘的排放；白泥经过石灰窑的煅烧，

产生石灰石，污水经过四级深度处理后，供应日照港区喷淋、抑尘等。

(2) 啤酒酿造资源化循环利用工程。青岛啤酒（日照）有限公司严格遵循清洁生产和绿色环保理念，秉承“减量化、再利用、资源化”的循环利用原则，关注所有原料以及整个流程中副产品的回收，生产过程产生的11种副产品参与企业内部或社会的循环。2013年回收利用水资源8万方，配套了酵母烘干机、酒糟烘干机等加工设备，对公司生产过程中产生的废酵母、酒糟、酒花凝固物进行回收，作为家畜家禽的饲料添加剂。产生的废硅藻土、废商标泥、污水处理的污泥，加工转化成肥料、造纸原料，2013年综合利用价值达到500万元。对生产过程发酵产生的二氧化碳进行全部回收，实现二氧化碳的零排放。热浪回收技术将麦汁煮沸产生的热能进行回收为下料水升温，是20度的下料水升温至82度，年减少蒸汽消耗3000吨，节约标准煤390吨。

(3) 污水污泥资源化综合利用工程。日照市城市排水管理处通过采用BAF过滤消毒处理等技术处理城市污水，出水达到城市杂用水、景观用水、工业循环冷却用水的标准，每年减少地下水开采1000万立方，现在全市污水处理能力已经达到12万吨/日。选用高温好氧发酵技术，处理城市污泥，有效改善污泥污染严重的问题、降低污泥处理成本，变废为宝，实现污泥处理和减量化、资源化。污泥减量率达到60%，污泥无害化处理率达到100%，污泥循环利用率达到100%，生产出应用于园林绿化领域的营养基质，进一步加工成为有机肥料，实现污泥的资源化利用。到目前，已经实现了每天120吨的污水处理能力，年产营养基质2.6万吨，为有机肥厂提供了优质的可靠资源，杜绝城市污泥的二次污染。

(4) 生物质发电和柠檬酸清洁生产示范工程。海汇集团莒县大自然生物质能热电有限公司利用木屑、作物秸秆等生物质能源燃烧发电，降低煤炭消耗，解决了因秸秆

田间焚烧引发的大气污染、交通受阻和消防安全问题，减少二氧化碳和二氧化硫、粉尘等污染物的排放。年燃用农林废弃物等生物质质量燃料 15 万吨，年发电 1.7×10^8 kWh，节约标煤约 7.5 吨。鲁信金禾生化有限公司对污水进行厌氧处理，日处理污水 4500 立方，对污水处理得到的沼气作为能源用来沼气发电，年发电量 1260 万千瓦时，创造效益 650 万元。发电后的尾气用来烘干菌丝体，使生产废物菌丝体由废弃物变为蛋白质和有机原料。对生产过程中产生的硫酸钙，采用连续蒸压烘干生产高纯度高强度 α -半水硫酸钙，实现产值 1050 万元，实现利润 300 万。项目运营后成功解决硫酸钙污染的难题，并化废为宝，生产出品质远优于天然矿石的特殊用途石膏材料，同时减少了天然石膏的开采量，有效地保护了自然环境。

3.3.2 “中循环”——循环型生态工业园区

循环型生态工业园区是循环型生态城市的重要支撑。园区内彼此靠近的企业（部门）或单元按照物质循环、生物和产业共生原理组织起来，构成一个从“摇篮”到“坟墓”利用资源的具有完整生命周期的产业链和产业网，通过废物交换、循环利用、清洁生产等手段，最终实现园区的“零废物”与“零污染”。

日照经济技术开发区在培育生态循环型企业的基础上，积极推进企业之间、产业之间的物质交换和梯次利用。通过打造“资源—产品—再生资源”的新型资源利用模式，构建产业复合体系，实现了资源的多层次利用，减少了污染物排放。园区积极推进浆纸产业链、机械装备产业链、粮油食品产业链、热电固废资源化利用产业链、生物化工产业链等循环型生态产业链的延伸，并积极探索各产业之间资源、能源等的共生共用网络，初步实现了园区内资源、能源的交换和梯次利用。例如阳光热电公司粉煤灰和灰渣全部用于生产新型建材；洁晶集团海藻废渣，与益康农业科技公司合作，生产益生菌生物制剂，进一步用于生产饲料、有机肥料等。凌云

海糖厂废糖蜜用来发酵生产酒精，酒精又为醋酸乙酯的生产提供原料，废糖蜜还被食品行业用来做生化发酵培养基。今年 4 月，日照经济技术开发区通过了国家级生态工业示范园区验收，成为我国第八、山东第三个国家级生态工业园区。日照高新技术产业开发区通过发展低碳新能源等新兴产业集群，2009 年被批准建设山东省可持续发展实验区。

3.3.3 “大循环”——循环型城市

循环型城市是实现社会可持续发展的重要途径与方式。是建立在城市功能的合理定位、充分有效利用现有资源和高科技的基础之上进行生产消费活动的城市，是一种可持续发展的城市。建设循环型城市的重点在于资源的合理利用和循环利用上。为此，日照市坚持“3R”原则，在全市区域内积极探索和推行排放、高碳利用、改善生态、优化环境、循环利用、和谐发展的“大循环”，有效地促进了循环型低碳生态城市的建设。

(1) 加大节能减排力度，减少二氧化碳排放量。大力推行建筑节能和清洁能源利用。全市县城以上城市规划区内新建、改建、扩建住宅建筑和集中供应热水的公共建筑，必须全面应用太阳能光热系统，并与建筑进行一体化设计、施工和竣工验收。目前，全市市区建筑太阳能热水器普及率 95%以上，农村 30%以上。实施市区集中供热改造提升工程。该工程投资 4.6 亿元，以华能日照电厂的余热为主热源，对市区集中供热管网实施一次性建设改造，可以取代关停市区热电企业和热力公司的 16 台锅炉，进一步改善市区空气质量。2010 年，市政府安排 7000 万元专项资金，集中淘汰关停日照市现存的 19 条立窑水泥生产线，实现淘汰落后产能 400 万 t，节约标准煤超过 40 万 t。

(2) 集中处理工业废水和生活污水，实现达标排放和循环利用。日照市现在 8 个污水处理厂，全市日处理污水能力 18.3 万 t。日照第一污水处理厂中水回用工程，每

年为日照港区喷淋抑尘处理及绿化用水提供中水近 100 万吨。日照第二污水处理厂日处理能力 5 万吨，采用氧化沟工艺，出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 排放标准，实现了“中水回用、污泥处置、水质监测”全覆盖的全省创新发展管理模式。

（3）积极推广循环型生态农业发展模式。金星（日照）农业科技发展有限公司为依托，坐落在日照市岚山区碑廓镇郁家村，是一个集农业科研；畜牧养殖；沼气、有机肥生产；有机农业种植为一体的现代生物动力农业庄园。园区内以微生物厌氧发酵技术为纽带，依托以色列、韩国农业生产设施，果蔬新品种和高光效利用有机种植技术，进行养殖业、种植业高效有机循环农业生产，形成了多种生产种类多、生产效益高的有机循环农业产业链。园区从模式上和理念上能为我国现行农业转型提供更大的示范性，不仅实现农业产业化、规模化，而且实现规范化。

（4）着力改善陆地和海洋生态条件，实现城市绿色、生态化。全市大力开展植树造林和海洋资源修复，努力改善陆地和海洋生态条件。目前，全市森林覆盖率达到 39.2%，城区绿化率达到 42.96%；海底森林和海洋牧场面积逐年增加，近海海域生态条件不断改善，海洋生物资源增殖明显。2013 年，日照市区空气质量功能区达标率 100%，空气质量优良天数达到 228 天，在全省列第四。饮用水水源地全部满足一类水质标准。

（5）开发与利用新能源。日照市水产研究所根据本市水产养殖领域的现状，依托在水产养殖领域的技术优势，联合有关生产厂家共同研究开发了太阳能用于水产养殖技术，有效地克服太阳能本身所具有的稀薄性和间歇性。为“金乌贼亲体暂养及人工繁育”、“海蛎蟹苗种培养及生物学技术研究”的春季育苗环节做好了充分的水温要求准备。在非阴雨的天气下，春秋季节和冬季每天

分别可提供 150 方和 120 方高于常温 10 摄氏度的热水供 1000 平米水产养殖温室大棚所需，替代了以前的锅炉加热，保证了无燃煤无二氧化碳排放的水产养殖和科研中作的顺利进行。

4 体会与建议

作为中国实施可持续发展的重要实验示范基地，示范区建设的机理是基于“问题—对策—响应”机制，即针对限制当地可持续发展的核心问题，寻找解决途径及其对策，通过不断的探索和创新，总结形成响应机制。循环经济型生态城市建设是日照市可持续发展的必然选择，日照示范区在实践循环经济型生态城市建设中取得的成功经验和模式，可为其他类似地区的可持续发展提供示范和借鉴。然而，循环经济型生态城市的建设是一个巨大的系统性工程，必须建立一套从宏观到微观、从政府到社会公众的全方位支撑体系，并广泛借鉴国外成功的实践经验，才能有效地推进。

针对日照循环经济型生态城市发展的现状，未来应从以下几方面继续推进示范区可持续发展的实践工作：遵循循环经济理论的指导，建立生态化的产业体系和节约型消费体系；保护城市生态，建立城市污染防治和资源循环利用体系；依托滨海湿地资源，发展滨海生态旅游；大力开发相关绿色技术，着力发展风能、潮汐能和太阳能等绿色能源；健全城市发展的法律法规，保障经济、社会、生态及环境系统的持续健康发展；建立群众参与和社会监督机制，培育人们的生态意识以及建立高度的城市生态文明，最终形成和谐的城市循环社会。

参考文献

- [1]潘先建,何秉宇. 乌鲁木齐市循环经济型生态城市研究[J]. 干旱区资源与环境, 2012, (1):31-34.
- [2] 仇保兴. 我国城市发展模式转型趋势——低碳生态城市[J]. 城市发展研究, 2009, (8): 1-6.

- [3] 李迅, 曹广忠, 徐文珍, 等. 中国低碳生态城市发展战略 [J]. 城市发展研究, 2010, (1): 32-39.
- [4] 理查德·瑞杰斯特. 生态城市伯克利: 为一个健康的未来建设城市 [M]. 沈清基, 沈贻, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [5] 毛锋, 朱高洪. 生态城市的基本理念与规划原理和方法 [J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18 (1): 155-159.
- [6] 李宇, 董锁成, 王菲, 等. 基于循环经济理念的生态城市发展研究 [J]. 城市发展研究, 2012, (11): 146-148.
- [7] 薛翔燕. 兰州市循环经济型生态城市建设探讨 [J]. 环境科学与管理, 2008, 03: 161-163.
- [8] 石磊, 陈吉宁, 张天柱. 循环经济型生态城市规划框架研究——以贵阳市为例 [J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14 (3): 54-56.
- [9] Nancy B G, Stanley H F, Nancy E G, et al. GlobalChange and the Ecology of Cities [J]. Science, 2008, 319: 756-760.
- [10] 张坤. 循环经济理论与实践 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003.
- [11] 郭秀锐, 杨居荣, 毛显强, 等. 生态城市建设及其指标体系 [J]. 城市发展研究, 2001, 6 (8): 54-58.
- [12] 孙国强. 循环经济的新范式: 循环经济生态城市的理论与实践 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

作者简介: 戴玉堂, 硕士, 山东省日照市科技局副局长, 主要从事科技管理与软科学研究工作, 公开发表论文 30 余篇, 先后主持 “区域农业可持续发展战略研究” 等软科学研究课题 5 个, 获山东省科技进步奖 3 项。联系地址: 山东省日照市北京路 198 号, 邮政编码: 276826, 电子邮箱: yutangd@163.com.cn。