

区域产业与生态文明

Qū Yù Chǎn Yè Yǔ Shēng Tài Wén Míng

数字生态城指标体系研究

——以中芬共青数字生态城为例

汤明◎著

ShuZi ShengTaiCheng ZhiBiao TiXi YanJiu—Yi ZhongFen GongQing ShuZi ShengTaiCheng WeiLi



经济科学出版社
Economic Science Press

区域产业与生态文明

数字生态城指标体系研究

——以中芬共青数字生态城为例

汤明 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数字生态城指标体系研究：以中芬共青数字生态城为例/
汤明著. —北京：经济科学出版社，2015. 7
(区域产业与生态文明)
ISBN 978 - 7 - 5141 - 5927 - 1

I. ①数… II. ①汤… III. ①数字技术 - 应用 - 城市
规划 - 生态规划 - 研究 IV. ①X32 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 169326 号

责任编辑：王长廷 刘 莎
责任校对：杨晓莹
责任印制：邱 天

数字生态城指标体系研究

——以中芬共青数字生态城为例

汤 明 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：010 - 88191217 发行部电话：010 - 88191522

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：http://jjkxcs. tmall. com

北京密兴印刷厂印装

710 × 1000 16 开 11 印张 160000 字

2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 5927 - 1 定价：46.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010 - 88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话：010 - 88191586)

电子邮箱：dbts@ esp. com. cn)

基金项目：科技部国际合作项目（2010DFB90460）
江西省软科学项目（20151BBA10007）
九江学院鄱阳湖生态经济专项研究基金

前 言

如何让一座城市进入到可持续发展的良性循环轨道？数字生态城就是符合这种要求的未来城市发展典范。数字生态城是遵循城镇发展的客观规律，结合生态理念和数字化革命技术，采用先进的规划设计、信息技术、环保技术，集居民生活、工作、文化、休闲、服务为一体的新型城市综合体。相比传统城市发展模式而言，数字生态城通过对先进的电子商务、网络教育、远程服务、网络医疗、公共交通系统、再生资源系统、废物回收利用系统、清洁能源系统等技术的综合运用，对资源的索求最少，对环境的影响最小，代表了未来城市发展的方向。

本研究综合运用应用生态学理论，结合共青城实际借鉴国内外生态城市、数字城市、园林城市等实践经验，从城市社会—经济—环境复合生态系统出发，对共青城市的数字智慧、产业发展、人文传统等方面进行了系统研究，并从规划类和控制性两个方面确立了数字生态城的指标。在指标体系的框架构建中，运用案例借鉴法、标准参照法、指标比选法、聚类耦合关系法、条件与特色分析法等手段，将指标体系分为4个层次，即目标层、路径层、指标层和变量层。对指标体系进行系统分析，对各个指标进行深度解读，明确定义和计算方式等。

第一章是从新型城镇化建设新背景与城市生态承载空间日趋压缩的不协调、“互联网+”时代新趋势与城市传统产业发展格局的不协调、承接产业转移新阶段与生态文明建设不断加强的新问题、生态化与数字化深度融合的新型城市综合体是城镇化新方向等方面分析数字生态城市发展的背景；并探讨了当前城镇化过程产生的主要环境问题。

第二章是从生态系统理论、自组织理论、科学决策理论、公共利益理论、可持续发展理论、城市规划理论等方面系统地进行了数字生态城指标体系的相关理论基础分析。

第三章是从生态城市、数字城市、园林城市等方面在国内和国外两个层面系统分析了相关城市建设和评价指标体系的经典案例。

第四章是从资源、经济、社会及环境等方面系统分析了共青城市市情；并阐述了共青数字生态城建设历程。

第五章是通过构建生态适宜度评价指标体系，确定生态指标权重，建立生态适宜度评价模型等，系统开展了共青数字生态城生态适宜度综合评价。

第六章系统探讨了中芬共青数字生态城指标体系的目标，指标体系的选取原则，中芬共青数字生态城内涵，共青数字生态城指标体系定位，指标选取方法及指标量化方法等。

第七章通过从规划类和控制性两个方面，在目标层、路径层、指标层和变量层4个层次，通过对比国内指标和芬兰指标，结合共青城市情，系统研究了中芬共青数字生态城的指标。

第八章是对中芬共青数字生态城指标体系进行系统分析，对各主要指标进行深度解读，明确定义和计算方式等。

由于研究内容涉及面广且比较具体，影响因素复杂，资料收

集和调查工作任务繁重。本研究过程中得到了陶春元教授的系统指导；杨期勇教授对数字生态城生态适宜度研究，李晓琼副教授对国内外生态城市、数字城市研究等提供了支持，同时本研究过程还吸取了大量前人研究成果；江西省山江湖委办、共青城市政府等也为本研究提供了大力支持，在此一并表示感谢。限于作者水平，本书难免出现一些问题或错误，敬请批评指正。

作者

2015年6月

目 录

第一章 导论	1
第一节 研究背景	1
第二节 城市化带来的主要环境问题	5
第二章 数字生态城市建设的基本理论	8
第一节 生态系统理论	8
第二节 自组织理论	9
第三节 科学决策理论	11
第四节 公共利益理论	11
第五节 可持续发展理论	12
第六节 城市规划理论	12
第三章 国内外经典实践案例分析	14
第一节 生态城市	14
第二节 数字城市	39
第三节 园林城市	49
第四章 共青城市市情研究	52
第一节 自然资源条件	52

数字生态城指标体系研究

第二节	社会经济条件	55
第三节	共青城市数字生态探索与实践	57
第五章	中芬共青数字生态城生态适宜度评价与分析	60
第一节	研究方法	61
第二节	共青数字生态城生态适宜度分析	65
第三节	对共青数字生态城规划调整的建议	68
第六章	中芬共青数字生态城指标体系目标、原则及内涵	70
第一节	中芬共青数字生态城指标体系的目标	70
第二节	指标体系的选取原则	71
第三节	中芬共青数字生态城内涵	72
第四节	共青数字生态城指标体系定位	73
第五节	理论构建	75
第六节	指标选取方法	76
第七节	指标量化方法	76
第七章	中芬共青数字生态城指标体系	78
第一节	指标体系的框架结构	78
第二节	指标体系特色	79
第三节	中芬共青数字生态城指标	80
第八章	数字生态城指标解读	107
参考文献	162

第一章

导 论

第一节 研究背景

一、新型城镇化建设新背景与城市生态承载空间日趋压缩的不协调

城市是人类文明发展的重要标志，是人类高效利用资源，创造物质文明和精神文明的区域，也是先进生产力最集中的区域。城镇化过程是伴随工业化发展进程，是非农产业在城镇集聚、农村人口向城镇集中的自然转移。新型城镇化是以城乡统筹、城乡一体、产城互动、节约集约、生态宜居、和谐发展为基础特征的城镇化，是大中小城市、小城镇、新型农村社区协调发展、互促共进的城镇化。新型城镇化的核心在于不以牺牲资源、生态及环境为代价，实现城乡基础设施一体化和公共服务均等化，促进经济社会发展，实现共同富裕。我国城镇化进程正处于史无前例的发展阶段。1978~2013年，我国城镇常住人口从1.7亿人增加到7.3亿人，城镇化率从17.9%提升到53.7%，年均提高1.02个百分点；城市数量从193个增加到658个，建制镇数量从2173个增加到20113个。人口城镇

化率超过 50%，这是中国社会结构的一个历史性变化，表明我国已经结束了以乡村型社会为主体的时代，开始进入到以城市型社会为主体的新的城市时代。

虽然，我国城镇化进程取得了前所未有的发展，但与此同时，对城镇生态系统也带来了较为严重的破坏。由于城市基础设施建设落后、城市人口急剧膨胀、工业化水平不断提高等综合因素的作用，部分城市市区原有的自然生态系统破坏严重，地表大部分被建筑物、混凝土路面所覆盖。由此，引发了各种各样的环境问题，城市环境保护面临极大的压力，改善城市环境的任务十分艰巨。我国开展空气质量新标准监测的 161 个地级及以上城市中，有 16 个城市空气质量年均值达标，145 个城市空气质量超标。全国有 470 个城市（区、县）开展了降水监测，酸雨城市比例为 29.8%，酸雨频率平均为 17.4%。

二、“互联网+”时代新趋势与城市传统产业发展格局的不协调

2015 年，李克强总理在政府工作报告中提出“互联网+”行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合，促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展，引导互联网企业拓展国际市场。“互联网+”是将互联网与传统行业相结合，促进社会经济发展。“互联网+”代表一种新的社会形态，充分发挥互联网在社会资源配置中的优化和集成作用，将互联网的创新成果深度融合于经济、社会各领域之中，提升全社会的创新力和生产力，形成更广泛的以互联网为基础设施和实现工具的经济发展新形态。

过去，我国城市经济发展主要采用了“资源高消耗、能源高消耗、碳高排放、发展低效益”的传统发展模式。全国工业用水量从 2000 年的 1139.1 亿立方米到 2013 年的 1406.4 亿立方米，增加了 23.5%^①。《全球

^① 中国统计年鉴（2014）。

碳预算》显示,2012年化石燃料排放的最大排放源包括中国(27%)、美国(14%)、欧盟(10%)及印度(6%),二氧化碳排放增长率最高的则是中国(5.9%)和印度(7.7%);报告还显示,2012年全球大部分碳排放来自煤炭(43%),其后依次是石油(33%)、天然气(18%)、水泥(5.3%)及天然气火炬(0.6%)^①。为了从根本上消除高耗能、高污染的生产方式和先污染后治理、先低端后高端、先粗放后集约的发展模式,未来发展中要逐步转变为“低资源消耗、低能源消耗、低碳排放、高发展效益”的“三低一高”型经济发展模式,逐步减少对高碳产业的路径依赖,以最小的资源消耗、最小的能源消耗和最少的低碳排放,获取最大的经济效益、生态环境效益和社会效益。

三、承接产业转移新阶段与生态文明建设不断加强的新问题

党的十八大明确指出,面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势,必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程。所谓生态文明,是以尊重和维护生态环境为主旨,以可持续发展为根据,以未来人类的继续发展为着眼点。这种文明观强调人的自觉与自律,强调人与自然环境的相互依存、相互促进、共处共融。这种文明观同以往的农业文明、工业文明具有相同点,那就是它们都主张在改造自然的过程中发展物质生产力,不断提高人的物质生活水平。但它们之间也有着明显的不同点,就是生态文明突出生态的重要,强调尊重和保护环境,强调人类在改造自然的同时必须尊重和爱护自然,而不能随心所欲、盲目蛮干、为所欲为、任性妄为。

产业转移是优化生产力空间布局、形成合理产业分工体系的有效途径。“坚持节能环保,严格产业准入”是国务院《关于中西部地区承接产

^① 乐凯芮.全球碳预算.东英吉利大学丁铎尔气候变化研究中心,2013.

业转移的指导意见》确立的四大原则之一。产业转移是中部地区增强发展能力的需要，也是发达地区提升发展质量的需要。转移企业带动了中部经济发展，但也有因承接了落后生产力，造成严重污染。尤其有少数地区甚至不断降低环保要求以作招商引资优惠条件。东部一些城镇密集地区资源环境约束趋紧，中西部资源环境承载能力较强地区的城镇化潜力有待挖掘；城市群布局不尽合理，城市群内部分工协作不够、集群效率不高；部分特大城市主城区人口压力偏大，与综合承载能力之间的矛盾加剧；中小城市集聚产业和人口不足，潜力没有得到充分发挥；小城镇数量多、规模小、服务功能弱，这些都增加了经济社会和生态环境成本。为保护环境，严禁高能耗、高物耗、高排放的企业进驻区域，这无疑十分必要，也有成效，但不能解决全部问题。因为，一方面我国幅员辽阔、人口数量世界第一，地区差异很大，传统制造业不可能也不应该削弱；另一方面，企业的逐利特性使其在环保成本太高超过自身能力时，或者再次转移，或者违法偷排，如何通过发展模式转型，达到产业发展与生态环境保护实现双赢，是我们追求的最佳效果。

随着快速城市化进程的不断发展，我国在资源节约和环境可持续性方面面临着严峻挑战。全球温室气体排放大部分来自城市，约占全球总排放量的80%^①。随着城市带动型经济预期的不断增长，我国城镇化进程也带来了诸多风险。我国已经确立走以人为本、四化同步、优化布局、生态文明、文化传承的特色新型城镇化道路。如何缓解城镇化进程与资源、生态、环境之间的矛盾，已经成为现代城市发展的主要瓶颈之一。

四、生态化与数字化高度融合的新型城市综合体是城镇化新方向

城市综合体的出现是城市形态发展到一定程度的必然产物。城市综合

^① 2010年世界发展报告：城市与气候变化。

体是指将城市中的商业、办公、居住、旅店、展览、餐饮、会议、文娱和交通等城市空间组合，并在各部分间建立一种相互依存、相互助益的能动关系，从而形成一个多功能、高效率的综合体。生态化与数字化高度融合的数字生态城正是符合这一城市综合体的发展方向。基于提高能效与生态友好理念上的数字生态城计划，可以说是未来低碳城市建设可以借鉴和选择的一个模本。数字生态城市融合生态学理论和信息化技术，探讨经济系统和生态系统合二为一而形成的“复合系统”及其矛盾运动过程中可能发生的潜在问题，继而探索生态经济发展和运动的规律，寻求经济发展和生态发展互惠互利、保持平衡的途径。

第二节 城市化带来的主要环境问题

一、空气污染日趋严重

传统城市化过程加重了大气污染程度。据亚行与众多专家共同完成的《中国环境分析》报告显示，全国 500 个城市中，空气质量达到世卫组织推荐标准的不足 5 个。城市大气污染中数量最多、危险最大的主要是烟尘、CO₂、CO、氮氧化物、碳氧化物以及光化学氧化烟雾等。这些大气污染物主要来自于化石燃料的燃烧，还有工业生产过程废气和汽车尾气排放。城市空气污染后，由于污染物质的来源、性质、浓度和持续时间的不同，对人均会产生不同的危害。

二、水资源和水质问题日益凸显

城市建设的加快和急剧扩展，排放的各种污水废水量和速度大大超过了水系自身所有的自净能力，导致污染越来越严重。黑臭水体是当前城市

水污染主要表现形式之一。在我国城市化和工业化进程加快的过程中，由于水污染控制与治理措施滞后，或者能力有限与水平低下，一些城市水体尤其是中小城市水体，直接成为工业、农业及生活废水的主要排放通道和场所，导致城市水体大面积受污染，引起水体富营养化，形成黑臭水体。这不仅给群众带来了极差的感官体验，也是直接影响群众生活的突出水环境问题。我国河流黑臭现象最早出现在上海、南京、苏州、武汉、宁波等地。近年来，城市黑臭水体不断加剧，全国大部分城市流经繁华区域的水体绝大部分受到污染。

三、固体废弃物问题日渐突出

城市集中了大多数支撑和推动国民经济发展的工业生产，在工业生产过程中无疑会产生数量巨大的各种各样的工业垃圾和废物。这些垃圾、废物大多都运至近郊作填埋处理。而且，相当多的填埋仅仅是一倒了之，表面并没有用泥土覆盖，也没有作预防渗滤液下渗等处理。因此，这种填埋除了有渗滤液下渗污染地下水的危险之外，在填埋表面还会产生一定的生物效应。由于城市固体废物中有相当一部分是市民厨房垃圾、蔬菜加工废弃物、纸张包装废弃物、城市树木及公园内树木的落叶和残草等物、有些工业的有机废弃物，因此可以经微生物发酵分解，产生 CO_2 、 H_2O 、 NH_3 等产物，并散发出难以忍受的臭气，弥散于空气中，大大降低了填埋场及其附近的空气质量。

四、生态系统整体脆弱

城市中的生物失去了多样性。城市中每平方公里土数以万计的密集人群是整个城市的生物主体。在城市化过程中，植物种类的单一化趋向十分明显。在城市中，动物和植物的数量相对较少。城市生态系统中生物多样性锐减。而且无论是动物的生态结构还是植物的生态结构，完全不同于自

然生态系统中的动物、植物的生态结构，相比之下，更为简单，也更为脆弱，是一个失衡的生态系统。

五、城市化导致的噪声污染

城市里的噪声根据来源可分为工业噪声、市政噪声、建筑噪声和交通噪声等。2003 ~ 2014 年，我国汽车保有量从 2400 万辆增长到 1.54 亿辆^①，汽车数量的急剧增长，也加剧了城市噪声污染。不断推进的城市化建设进程，施工中使用的拆迁、机械设备、运输等过程也增加了城市噪声。一般交通噪声在 70 ~ 80dB，有时可达 90 ~ 100dB，建筑工地噪声在 75 ~ 105dB。

六、城市热岛效应明显

由于人口密集、巨大的工业和生活用能、高大建筑及水泥和沥青路面的反射、化学污染、热源散发缓慢和困难等因素，市中心的气温比其郊区和农村的气温要高。城市热岛效应最明显的地方是在人口密度大、建筑密度大、工业密集、人为释放热量多的街区。整个城市热岛效应温度以市中心为最高，随着向四周辐射距离加大，温度逐渐降低。

^① 公安部交通管理局网站，<http://www.mps.gov.cn/n16/n85753/n4449431/4473813.html>.

第二章

数字生态城市建设的基本理论

第一节 生态系统理论

生态系统是指在自然界的一定的空间内，生物与环境构成的统一整体，在这个统一整体中，生物与环境之间相互影响、相互制约，并在一定时期内处于相对稳定的动态平衡状态。生态系统是研究一定区域内生物的种类、数量、生物量、生活史和空间分布；环境因素对生物的作用及生物对环境的反作用；生态系统中能量流动和物质循环的规律等。生态系统的组成成分：非生物的物质和能量、生产者、消费者、分解者。

生态系统随时间的变动结构也发生变化。一般有 3 个时间长度量：一是长时间度量，以生态系统进化为主要内容；二是中等时间度量，以群落演替为主要内容；三是短时间度量。生态系统各要素之间最本质的联系是通过营养来实现的，食物链和食物网构成了物种间的营养关系。

生态系统主要包括能量流动、物质循环、信息传递等功能。能量流动是生态系统的重要功能，指生态系统中能量输入、传递、转化和丧失的过程。能量流动有单向流动和逐级递减两大特点。物质循环是各种物质在生态系统中，存在生物群落与无机环境间循环，主要包括碳、氮、硫、磷，以及以 DDT 为代表的且能长时间稳定存在的有毒物质。信息传递包括物