

# 低碳城市建设中的绿色工业选择

## ——以厦门市为例

阎 欣

(厦门大学建筑与土木工程学院城市规划系 福建厦门 361005)

**摘 要:** 目前我国正处于快速城市化的转型时期,低碳城市的建设是实现转型过程中城市可持续发展的必然途径。绿色工业作为产业升级与转型的产物,将会成为低碳城市的建设的新途径。尤其在以厦门市为代表的宜居城市发展进程中,如何平衡经济发展与环境保护成为了首要问题。本文将厦门市为例,以厦门市的工业分部门增加值与能源消耗量为基础数据,进行碳排放与经济发展的相关性研究,从而选取适合厦门市的绿色工业作为下一步发展的重点选择,为建设低碳城市进行指引。

**关键词:** 低碳城市;绿色工业选择;碳排放系数;厦门市

中图分类号: TU984.11+9

文献标识码: A

文章编号: 1004-6135(2012)10-0012-04

## Green Industry Selection in Construction of Low-carbon City

### —— A Case on Xiamen

YAN Xin

(School of Architecture and Civil Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005)

**Abstract:** China is during a transition period of rapid urbanization, and the construction of low-carbon city in the transformation process is the inevitable way to achieve urban sustainable development. As a product of industrial upgrading and transformation, the green industry will become a new way for the construction of a low-carbon city. Especially in the livable urban development process like Xiamen, how to balance economic development and environmental protection has become a major priority. Taking Xiamen as an example and based on the data of the industrial sub-sector value-added and energy consumption, this paper will study on the relationship between carbon emission and economic development, in order to select the appropriate green industries in Xiamen as the focused selection at the next step of development to guide construction of a low-carbon city.

**Keywords:** Low-carbon city; Green industry selection; Carbon emission index; Xiamen

**E-mail:** spark\_yx@yahoo.cn

## 引 言

自1978年改革开放以来,我国城市化水平快速增长。工业是推动国民经济发展的主导力量,工业化几乎决定了现代化的进程。可是,随着我国经济的高速腾飞,工业化带来的资源枯竭、环境恶化、生态破坏等问题愈加严重。但是现代化、城镇化的步伐不会停滞,如何协调经济与环境,如何实现可持续发展已经成为目前我国发展的重中之重,而作为“第四次浪潮”的低碳化则被寄予了很高的期望。

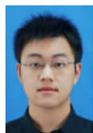
## 1 研究进展

1992年在里约热内卢召开的世界环境与发展大会上确立了可持续发展的概念,并将其作为人类社会发展的共同战略<sup>[1]</sup>。2003年英国政府在《我们未来的能源——创建低碳经济》能源白皮书中首次明确提出“低碳经济”概念<sup>[2]</sup>,低碳经济、低碳城市迅速成为当今世界的热门话题。与此同时,国内外城市规划学者对低碳城市也进行了相关研究。Crawford,

French(2008)探讨了英国空间规划与低碳目标之间的关系<sup>[3]</sup>。仇保兴(2009)通过对城市发展历史与当前资源现状分析了低碳城市是我国城市转型的必然选择<sup>[4]</sup>。顾朝林等(2009)提出,国内外研究发现,碳排放与城市化过程相关联,低碳城市遂成为遏制全球变暖的首要选择<sup>[5]</sup>。在最近几年,中国的许多城市包括上海、保定、厦门、杭州等都展开了“低碳城市”实践<sup>[6-7]</sup>,其中厦门市于2010年率先编制了《厦门市低碳城市总体规划纲要》,开创了编制“低碳城市规划”的先河<sup>[8]</sup>。

随着科学技术的发展,人们意识的提高,新型工业化的概念应运而生,而绿色工业是新型工业化概念中的重要组成部分。上世纪90年代以来,西方发达国家的大企业对现代化企业的“绿色转变”高度重视,对绿色工业的实践不断探索<sup>[9]</sup>。我国也有一些学者和地方进行了绿色工业的探索与实践。甄峰等(2008,2009,2011)构建了绿色产业发展适宜性评价指标和绿色工业选择指数,并分别对江苏省绿色产业的发展适宜性和拉萨市的绿色工业选择与布局进行了全面分析<sup>[10,11]</sup>。孙根年等(2009,2010)构建了“工业绿色距离”这一环境指标体系,对云南省、山东省等省份确定出了资源节约型和环境友好型工业<sup>[12,13]</sup>。

由上述文献可以看出,无论在低碳城市研究还是在绿色工业选择方面,国内外的研究与实践都取得了相当的深度与广度。但是两方面的结合却迟迟没有展开,也很少有人涉及。本



基金项目:国家自然科学基金项目(编号:40971094)和教育  
部新世纪优秀人才支持计划项目(编号:NECT-  
09-0470)联合资助。

作者简介:阎欣(1988- )男。

收稿日期:2012-06-23

文将就低碳城市建设当中的绿色工业选择建立绿色指标体系，将低碳系数引入绿色工业选择中，从而对相关地区低碳城市建设予以指引。

## 2 技术路线

### 2.1 研究框架

图 1 为本文的研究框架。最终目标为绿色工业的选取，因此在计算绿色工业选择指数的时候，大体可分为两个部分：经济状况和环境影响，即工业分部门单位贡献率的计算和工业分部门碳排放指标的计算。其中工业分部门单位贡献率主要是考虑经济状况在低碳城市建设中的对工业选择的作用；工业分部门碳排放指标主要是考虑从对环境影响情况入手，从能源消耗角度对碳排放进行预测。最终通过单位贡献率和碳排放指标两个参数构建绿色工业选择指数，对相关低碳城市绿色工业选择进行指导研究。

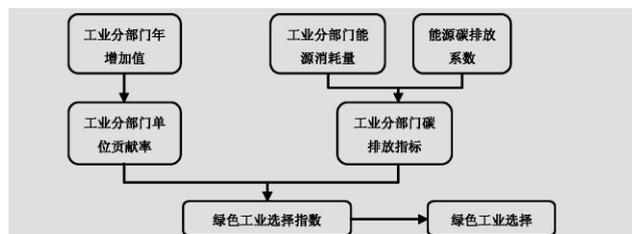


图 1 低碳城市建设绿色工业选择研究框架  
Fig.1 Study Framework of Green Industry Selection in Low-carbon City Construction

### 2.2 低碳城市建设绿色工业选择方法

绿色工业选择指数应当从经济指标和环境指标两方面入手进行计算。

经济指标主要从工业各部门对地区一年生产总值的贡献率进行考虑，即单位 GDP 贡献率。指在经济增长率中各工业部门的贡献所占的份额。即报告期内，各工业部门可比价格增加值与 GDP 增量之比。工业部门贡献率按不变价格计算，因此也可称为工业部门的实际贡献率。工业各部门单位贡献率可用公式 (1) 表示：

$$G_{ii} = (Y_{ii} - Y_{(t-1)i}) / (Y_t - Y_{t-1}) \times 100\% \quad (1)$$

式中：Y 代表地区生产总值；t 代表年度；Y<sub>ii</sub> 表示产业部门 i 在第 t 年的增加值。

环境指标主要从工业分部门碳排放指标进行考虑。即在报告期内，各工业部门不同能源消耗量与能源排放系数的加权之和。工业各部门碳排放指标可用公式 (2) 表示：

$$C_{ii} = \sum_e (E_{tie} * P_e) / \sum_i \sum_e (E_{tie} * P_e) \quad (2)$$

式中：E 代表工业各部门能源消耗量；P 代表各能源碳排放系数；t 代表年度；e 代表不同能源种类；E<sub>tie</sub> 代表产业部门 i 在第 t 年，能源 e 所消耗的量；P<sub>e</sub> 能源 e 的碳排放系数。

这样，由公式 (1) 和公式 (2) 可以得出绿色工业选择指标，即公式 (3)：

$$I_{ii} = G_{ii} / C_{ii} \quad (3)$$

式中：I<sub>ii</sub> 代表绿色工业选择指标；G<sub>ii</sub> 表示工业分部门单位

贡献率；C<sub>ii</sub> 表示工业分部门碳排放指标。由公式 (3) 中得出的绿色工业选择指数，数值越高则表示该工业部门绿色度越高，反之则表示该工业部门绿色度越低。

## 3 厦门市低碳城市建设中的绿色工业选择

在《厦门市城市总体规划(2004-2020)》中厦门市的建设目标为：把厦门建设成为现代化港口风景旅游城市和海峡西岸重要中心城市<sup>[14]</sup>。厦门市一直作为我国著名旅游城市、文明城市、宜居城市的代表，城市环境保护与生态建设都走在全国城市前列。同时，于 2010 年率先完成《厦门市低碳城市总体规划纲要》，是我国首个编制低碳城市总体规划的城市，并针对厦门市地域小、资源缺乏等基本市情，始终坚持可持续发展和科学发展理念，在全国率先建设低碳城市目标，取得显著成效<sup>[15]</sup>。在 2007 年发生的厦门市 PX 项目事件，可以看出厦门市对于厦门的环境保护观念和厦门市政府对民意的尊重。因此，厦门市更需要走绿色工业道路。

### 3.1 厦门市低碳城市建设绿色工业 SWOT 分析

表 1 厦门市低碳城市建设发展绿色工业 SWOT 分析

Tab.1 SWOT Analysis of Development of Xiamen Green Industry in Low-carbon City Construction

优势	①自然禀赋良好，拥有优异的生态环境，山体形成的碳汇系统完整； ②产业结构较为合理，形成了工业化后期的高级化结构，即“三二一”的产业结构； ③三产以旅游业和现代服务业为主，为绿色工业的发展提供了可靠保障； ④能源利用率较高，城市经济发展与能源消费相对脱钩。
劣势	①地域小、资源(能源)较为缺乏； ②能源结构依然以煤炭为主，碳排放量较高； ③已有低碳产业或绿色产业较少，未能形成良好的产业集群。
机遇	①国家重点投资的海西经济区的中心城市，城市分工明确，具有相对高端的产业发展模式； ②我国正处于快速城市化进程中的转型时期； ③厦漳泉同城化带来的经济和社会发展融合与支撑提供了强有力的发展保障。
挑战	①国际分工中的产业转移带来的能源和资源消耗； ②二产依然较为依赖化工、机械制造等传统产业； ③对外交通发展依旧相对滞后。

从 SWOT 分析表(表 1)中可以看出，厦门市在自然资源禀赋和产业结构等方面表现优异，为低碳城市建设和绿色工业发展提供了良好的基础。

### 3.2 厦门市绿色工业选择

首先，在厦门市统计局网站上查询最新的 2009 年厦门市统计年鉴<sup>[16]</sup>，获得“2009 年厦门市工业分行业规模以上工业企业工业增加值”、“2009 年厦门市国内生产总值”、“2009 年厦门市规模以上工业企业主要能源产品消费量”等数据；再根据《IPCC 国家温室气体排放清单》<sup>[17]</sup>可以查询到“主要能源产品碳排放系数”见(表 2)。其中原油和煤制品的碳排放系数属于同一类，天然气和液化石油气被归为一类。

以查询的数据为依据，计算工业各部门单位贡献率和碳排放指标，并由此算出绿色工业选择指标见(表 3)。

表 2 主要能源产品碳排放折算系数

Tab.2 Conversion Coefficient of Carbon Emissions of Major Energy Products

主要能源	原煤 (吨)	煤制品 (吨)	天然气 (万立方米)	汽油 (吨)	柴油 (吨)	燃料油 (吨)	液化石油气 (吨)	热力 (百万千焦)	电力 (万千瓦时)
碳排放系数	0.7476	0.7476	0.4479	0.5532	0.5913	0.6176	0.4479	0.3412	2.2132

表 3 绿色工业选择指标计算  
Tab.3 Index Calculation of Green Industry Selection

工业分行业	工业增加值	综合能源消费量	单位贡献率	碳排放指标	绿色工业选择指标
非金属矿采选业	1237	1121	0.01%	0.0002291	0.310858
农副食品加工业	142357	66414	0.82%	0.0135707	0.603834
食品制造业	61143	29995	0.35%	0.006129	0.574244
饮料制造业	161629	79723	0.93%	0.0162902	0.571129
烟草制品业	508335	8267	2.93%	0.0016892	17.3221
纺织业	127953	110270	0.74%	0.022532	0.326882
纺织服装、鞋、帽制造业	523140	14884	3.01%	0.0030413	9.901405
皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	102445	9666	0.59%	0.0019751	2.985675
木材加工及木、竹、藤、棕、草制	8469	1285	0.05%	0.0002626	1.856639
家具制造业	47580	12638	0.27%	0.0025824	1.060583
造纸及纸制品业	66827	31034	0.38%	0.0063413	0.606614
印刷业和记录媒介的复制	69772	12423	0.40%	0.0025385	1.58217
文教体育用品制造业	115104	30937	0.66%	0.0063215	1.048119
石油加工、炼焦及核燃料加工业	2629	225	0.02%	4.598E-05	3.291597
化学原料及化学制品制造业	332419	604012	1.91%	0.1234208	0.155038
医药制造业	65492	9217	0.38%	0.0018834	2.001692
化学纤维制造业	11909	37876	0.07%	0.0077394	0.088575
橡胶制品业	357668	162876	2.06%	0.0332813	0.618617
塑料制品业	248907	65362	1.43%	0.0133557	1.072779
非金属矿物制品业	147264	222805	0.85%	0.0455269	0.186196
黑色金属冶炼及压延加工业	7742	29309	0.04%	0.0059889	0.074413
有色金属冶炼及压延加工业	132265	49813	0.76%	0.0101785	0.747999
金属制品业	239114	45922	1.38%	0.0093835	1.46684
通用设备制造业	146506	16349	0.84%	0.0033407	2.524427
专用设备制造业	189843	13048	1.09%	0.0026662	4.098729
交通运输设备制造业	383686	42350	2.21%	0.0086536	2.552238
电气机械及器材制造业	614601	39155	3.54%	0.0080007	4.421856
通信设备、计算机及其他电子设备	1665370	100745	9.59%	0.0205857	4.656781
仪器仪表及文化、办公用机械制造	62431	11494	0.36%	0.0023486	1.530128
工艺品及其他制造业	99010	17318	0.57%	0.0035387	1.610571
废弃资源和废旧材料回收加工业	1390	188	0.01%	3.841E-05	2.082838
电力、热力的生产和供应业	186147	2996133	1.07%	0.612215	0.017502
水的生产和供应业	37547	21069	0.22%	0.0043051	0.50203

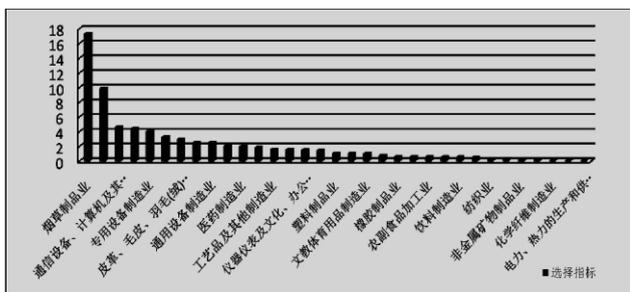


图 2 工业各部门按绿色工业选择指标排序  
Fig.2 Sequence of Green Industry Selection

由表 3 和图 2 中计算出的绿色工业选择指标可以看出,数值为 3 以上的工业部门有 6 个,将这 6 个工业部门划分为极绿色工业类别;数值为 1-3 的工业部门有 14 个,将这 13 个工业部门划分为绿色产业类别;数值为 0.1-1 的工业部门有 10 个,将这 10 个工业部门划分为一般绿色工业类别;数值为 0-

0.1 的工业部门有 3 个,将这 3 个工业部门划分为非绿色产业。具体分类见(表 4)。

表 4 厦门市工业部门绿色工业选择  
Tab.4 Green Industry Selection from Xiamen Industry Sectors

工业分类	具体工业部门
极绿色工业	烟草制品业,纺织服装、鞋、帽制造业,石油加工、炼焦及核燃料加工业,专用设备制造业,电气机械及器材制造业,通信设备、计算机及其他电子设备
绿色工业	皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业,木材加工及木、竹、藤、棕、草制,家具制造业,印刷业和记录媒介的复制,文教体育用品制造业,医药制造业,塑料制品业,金属制品业,通用设备制造业,交通运输设备制造业,仪器仪表及文化、办公用机械制造,工艺品及其他制造业,废弃资源和废旧材料回收加工业
一般绿色工业	非金属矿采选业,农副食品加工业,食品制造业,饮料制造业,纺织业,造纸及纸制品业,化学原料及化学制品制造业,橡胶制品业,非金属矿物制品业,有色金属冶炼及压延加工业,水的生产和供应业
非绿色工业	化学纤维制造业,黑色金属冶炼及压延加工业,电力、热力的生产和供应业

根据《厦门市低碳城市总体规划纲要》中对厦门市低碳产业分析,筛选出改造类、引进类、创新类三个项低碳产业,包括化工、机械制造、交通运输、生物医药、农副食品加工制造、烟草加工制造、电子信息、新能源、现代服务业九大类产业。

结合绿色工业选择结果,并结合厦门市地方特色,得出厦门市在接下来的低碳城市建设过程中应当重点发展的低碳绿色工业为以下八类:烟草制品业、纺织服装、鞋帽制造业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、专用设备制造业、电气机械及器材制造业、通信设备、计算机及其他电子设备、医药制造业、交通运输设备制造业。

#### 4 总结

本文以低碳城市建设为背景,对厦门市低碳城市建设过程中如何选择工业发展进行了研究讨论。主要创新集中在将低碳城市建设与绿色工业选择相结合,运用碳排放作为环境指标,平衡与协调产业经济发展与城市生态环境保护,利用低碳城市绿色工业选择指标这一普适性指标为更多的处于快速城市化阶段的城市提供了选择方法。但是本文没有对工业布局和政策保障方面进行研究,有一定的局限性,在以后的研究过程中可以进一步深入探讨。

##### 参考文献

- [1]孙施文. 现代城市规划理论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [2]D. Fullerton and T. C. Kinnaman. Garbage, recycling and illicit burning or dumping[J]. Environmental Economics and Management, 1995, 29: 78-91.
- [3]Crawford Jenny, French Will. A Low-carbon Future: Spatial Planning's Role in Enhancing Technological Innovation in the Built Environment

[J]. EnergyPolicy 2008(12): 4575-4579.

- [4]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 (16): 1-6.
- [5]顾朝林, 谭纵波, 刘宛, 等. 气候变化、碳排放与低碳城市规划研究进展[J]. 城市规划学刊 2009 (3): 38-45.
- [6]陈飞, 诸大建. 低碳城市研究的内涵、模型与目标策略确定[J]. 城市规划学刊 2009 (4): 7-13.
- [7]张坤民. 低碳世界中的中国: 地位、挑战与战略[J]. 中国人口、资源与环境 2008 (3): 1-7.
- [8]阮经国, 林树枝, 等. 厦门低碳城市建设[M]. 厦门市建设与管理局 2010.
- [9]王建敏. 绿色工业发展现状及政策建议[J]. 山东经济 2005(4): 18-21.
- [10]席广亮, 甄峰. 苏北沿运河地区绿色产业发展战略研究[J]. 人文地理 2009, 109(5): 87-91.
- [11]阎欣, 甄峰, 席广亮. 高寒生态脆弱地区城市绿色工业选择与布局研究——以拉萨市为例[J]. 经济地理 2011, 31(7): 1139-1145.
- [12]路敏, 孙根年, 杨兆立. 基于节能减排的山东省工业绿色距离和产业分类研究[J]. 山东建筑大学学报 2009 24(1): 64-68.
- [13]韩亚芬, 孙根年, 李琦. 安徽省工业绿色距离和生态产业分类研究[J]. 华东经济管理 2010 24(6): 12-16.
- [14]厦门市城市规划设计研究院. 厦门市城市总体规划(2004-2020)[Z]. 2006.
- [15]崔博, 李金卫, 等. 低碳城市理念在城市规划中的应用与实践——以厦门市为例[J]. 城市可持续发展 2010, 17(11): 113-117.
- [16]厦门市统计局. 厦门市统计局网站统计年鉴[OL]. 2010. <http://www.stats-xm.gov.cn/2010/2010/main0.htm>.
- [17]联合国气候变化问题小组. IPCC 国家温室气体排放清单[Z], 2006.

(上接第11页)

这种地形一方面,有较好的城市建设条件,但是另一方面,河谷的生态也较为脆弱,若缺乏GIS等软件定量的分析,往往容易造成两山间全部纳入到城市可建设用地范围内,而不考虑山体与谷地之间应预留缓冲区域。然而该用地布局基本符合本次用地生态适宜性评价结果要求,大部分建设用地均安排在适建区(城市建设用地)内,即位于流域的中部地区。禁建区(林地、果园、苗圃、生态农田)作为风景名胜区、郊野公园或者其他绿地,山体得到了很好的保护;限建区(控制建设用的)大部分作为居住用地,其尺度较小,在空间形态方面起到有效过渡作用。

但是,重庆市主城区西部片区与重庆市主城必然有一定的联系,根据重庆的规划将工业用地置于东边而将商业、居住用地置于西边,则削弱了西部片区与主城区的联系,加大了交通联系距离。根据多因子综合分析图可以看出,中部组团与最北部组团之间还有较大适宜建设用地,原规划没有留出相应的发展空间,适建区与禁建区的关系显得彼此独立,斑块、廊道、基

质区分不明显,尤其是中部大量的城市建设区域未能与东西两条带状的山体绿地建立有机关联,城市热岛现象势必更加明显,建议规划对改区域发展远景进行远期调整,应将东西两条带状山体绿地引入中部城市建设区域,并能与河流、湖泊建立生态网络,建立整体的生态系统。通过引入GIS分析,我们可以直观的看到生态的层级变化,这为我们及时调整规划起着非常重要的作用。

##### 参考文献

- [1]汤国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [2]俞孔坚, 李迪华, 潮洛蒙. 城市生态基础设施建设的十大景观战略[J]. 规划师 2001.
- [3][美]伊恩·伦诺克斯·麦克哈格(Ian Lennox McHarg)著;芮经纬译;大学出版社, 2006.
- [4]陈燕飞, 杜鹏飞, 郑筱津, 等. 基于GIS的南宁市建设用地生态适宜性评价[J]. 清华大学学报: 自然科学版 2006.
- [5]俞孔坚. “反规划”途径[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.