

科技与环境

巴西低碳城市发展实践及 对我国的启示^{*}

胡剑波 桂姗姗

内容提要：《巴黎协定》的开放签署标志着全球新一轮减排行动的开始，如何做好国内温室气体减排，继续推动气候变化国际合作，事关中国能否树立起全球负责任的大国形象。在中国城镇化和工业化加速发展时期，城市已经成为碳排放的重要来源地，如何借助低碳城市建设助推国家减排目标的实现已成为我国经济发展中迫在眉睫的课题。作为“金砖国家”之一的巴西是低碳实践的先行者，早在 1992 年联合国环境发展会议上，就已对采取应对气候变化的行动做出了承诺。目前，巴西已通过完善环境立法、加快产业转型、发展新能源、实现交通低碳化等措施有效地推动了低碳城市建设，走出了一条“巴西模式”的低碳之路。地处巴西南部具有“世界生态之都”美誉的库里蒂巴市通过大力发展公交系统、倡导低碳生活等措施在低碳城市发展方面取得了显著成效。基于此，本文以巴西及其典型城市——库里蒂巴为例，深入剖析其低碳城市实践经验，以期为我国推进低碳城市建设提供有益借鉴，最终为如何平衡我国生态与发展之间的关系提供思路。

关键词：巴西 低碳城市 能源消耗 碳排放 库里蒂巴

作者简介：胡剑波，经济学博士，中国社会科学院与贵州省社会科学院联合培养博士后，贵州财经大学经济学院教授、硕士生导师；桂姗姗，贵州财经大学经济学院硕士研究生。

中图分类号：F299 **文献标识码：**A

文章编号：1002 - 6649 (2016) 05 - 0136 - 18

^{*} 本文受国家社会科学基金青年项目（编号：14CJL032）和中国博士后科学基金资助项目（编号：2015M570798）资助。

2013 年,政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布第五次评估报告显示:在过去 100 多年里,温室效应问题愈演愈烈,1880—2012 年间全球表面平均温度大约升高 0.85°C ^①;气候变暖诱发冰川融化与海平面上升已经危及诸多国家和地区的安全与发展。当前,气候变化这个事实已被多数人接受,且普遍认为能源消耗在很大程度上是造成全球气温上升的主要元凶。城市建设发展需要依赖大量能源消耗,导致城市成为碳排放的主要来源地,其碳排放量占世界排放总量的 80%,而城市能源消耗主要集中在工业、交通和建筑等几大领域,占比高达 75%。^②目前,全球正在经历快速城市化建设过程,据联合国经济与社会事务部人口司预测,到 2050 年城市化率将达到 66%。^③毋庸置疑,城市既是碳排放的重要来源地,但也是碳减排最具潜力的地方。截至目前,全球大多数国家已经开始进行低碳经济转型,不断探索低碳城市建设,经过多年实践,不同国家根据自身实际情况走出了不同的发展模式。低碳城市建设最先是在发达国家开展的,因此,我国对低碳城市研究最初关注的也是发达国家,然而当前发达国家已经进入后工业发展时代,这与我国工业快速化发展时期明显不同,并且在社会制度、历史文化背景等方面有较大差别。相较而言,和我国同属发展中国家的巴西在工业化和城市化快速发展进程中,曾与我国一样面临经济、生态、社会协调发展等挑战,但巴西作为发展中国家低碳城市的践行者,在能源、交通、产业、生活等方面的碳减排效果显著,在低碳城市建设中积累了丰富的实践经验,由于相似的发展历程,巴西低碳城市的建设经验无疑对我国具有重要的现实指导意义。

一 低碳城市的内涵、做法及主要模式

目前,碳排放增加所引起的全球变暖问题已严重威胁到人类的生存发展,因此,越来越多国家正在寻求一种适宜的“低碳”模式以保障当地居民的正常生活,并以此作为人类未来可持续发展的重大目标。城市作为温室气体排

① 中国气象局:《图解 IPCC 第五次评估报告》,2014 年 11 月 13 日。http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2014zt/20141103/2014110310/201411/t20141113_266684.html。[2016-03-28]

② 顾朝林等:《气候变化、碳排放与低碳城市规划研究进展》,载《城市规划学刊》,2009 年第 3 期,第 38-45 页。

③ United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division, *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, United Nations, 2015, p. 7.

放的重要源头,引起了各国政府以及学术界的极大关注。在不断的研究和实践过程中,人们所倡导的低碳理念一步步从经济领域延伸到社会领域再到城市领域。英国早在2003年的能源白皮书中就提出了“低碳经济”^①;随后,日本于2007年提出了“低碳社会”;近年来,“低碳城市”被提出,并在纽约、东京、西雅图、哥本哈根等国际大都市发展起来。

(一) 低碳城市的内涵界定

国外学者对低碳城市的研究主要集中在如下三个方面。一是城市碳排放构成要素。居民生活、交通运输、生产发展这三个方面是城市碳排放的主要来源,严重影响城市朝着低碳方向发展的步伐。^②二是城市生活碳排放量计算方法。通过一定的理论方法,观察并统计居民日常生活中各种能源消耗情况,便可以测算出居民家庭生活的碳排放量。^③三是城市低碳规划。在对低碳城市建设进行规划的时候,应结合当地实际情况,保证设计的整套方案与该地区长久以来的风俗文化、经济发展模式、制度管理等方面相一致^④;城市整体规划对能源消耗以及碳减排具有重要影响。^⑤国内学者主要是从低碳生产和低碳消费、城市空间和规划、可持续发展、低碳生活和理念、经济发展等视角对低碳城市的内涵进行界定。有学者认为,低碳城市是在城市内发展低碳经济,实现生产和消费领域的低碳化,以减少对资源的浪费,逐渐改善环境状况。^⑥有学者从可持续发展的视角指出,低碳城市就是通过转变高能耗、高排放、高污染的经济运行模式,推动产业结构优化升级,大力发展清洁能源,促进垃圾循环利用等措施减少碳排放,促进整个能源生态系统朝着健康、可持续发展的方向发展。^⑦有学者认为,低碳城市是指坚持科学发展观的理念,在保证居民生活水平持续提高的前提条件下,转变人们生活消费习惯和理念,通过鼓

① U. K. Department of Trade and Industry (DTI), *UK Energy White Paper: Our Energy Future Creating a Low Carbon Economy*, London: TSO, 2003, p. 21.

② Chin Siong Ho and Wee Kean Fong, "Planning for Low Carbon Cities: The Case of Iskandar Development Region, Malaysia". <http://eprints.utm.my/6475>. [2016-04-11]

③ Chris Goodall, *How to Live a Low-carbon Life: The Individual's Guide to Stopping Climate Change*, London: Routledge, 2007.

④ 青木昌彦主编:《比较制度分析》,上海:上海远东出版社,2001年,第20页。

⑤ Wee-Kean Fong, "Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission Considerations in the Urban Planning Process in Malaysia", in *Energy Policy*, Vol. 35, No. 11, 2007, pp. 3665-3667.

⑥ 夏堃堡:《发展低碳经济实现城市可持续发展》,载《环境保护》,2008年第3期,第34页。

⑦ 袁晓玲、仲云云:《中国低碳城市的实践与体系构建》,载《城市发展研究》,2010年第5期,第42页。

励人民进行适度消费、低碳出行等方式降低社会的碳排放量，建设低碳宜居型城市。^① 还有研究指出，低碳城市主要是通过走低能耗、低污染、低排放的经济发展道路，最终促进城市的生态文明建设与经济协调发展。^② 中国城市科学研究会指出，低碳城市旨在通过对经济发展模式、城市居民生活理念、城市管理等方面进行整体规划，促进各领域实现低碳发展。^③

（二）低碳城市的主要做法

目前，低碳城市的发展主要是通过推广可再生能源的应用、提高能效、控制能源需求，以达到低碳、减排的效果。由于碳排放主要集中在交通运输、城市建筑、能源消耗、居民生活等领域，因此许多国家在低碳城市建设中主要以这几个方面为重点，探索节能减排的途径与方法。

首先，在低碳交通方面，主要是通过市政建设构建集约化交通网络，大力发展快速公交系统、智能交通系统等提高出行效率；提高清洁能源在交通中的使用，大力发展新能源汽车，控制汽车尾气的排放；鼓励居民在日常出行中采用公共交通工具，限制私家车的购买，改善交通堵塞的现状，充分发挥低碳交通的示范作用等。践行低碳交通的代表国家及城市主要有：美国（欧文），英国（伦敦），瑞典（斯德哥尔摩、马尔默），德国（慕尼黑、明斯特），巴西（库里蒂巴），丹麦（哥本哈根），澳大利亚（阿德莱德），中国（天津、贵阳）等。其次，在低碳建筑方面，主要是规范统一低碳建筑标准，在市场体系下约束房地产业朝着低碳建筑方向发展，加强市场监管；通过政策引导，在建筑设计和用材上达到低碳建筑标准；提高建筑领域节能减排技术，加强可再生能源在建筑中的使用；鼓励居民在家庭生活中使用蓄冷、蓄热空调；实施开展有利于延长建筑使用寿命的项目等。代表国家及城市有：德国（斯图加特、柏林），美国（伯克利、奥斯汀），英国（伦敦），西班牙（马德里），奥地利（维也纳），瑞典（马尔默），中国（北京、上海、厦门）等。再次，在低碳能源方面，主要是通过不断探索，调整能源结构，以技术为依托提高传统能源的利用效率，并不断开拓创新，积极开发可再生能源；

^① 周潮、刘科伟、陈宗兴：《低碳城市空间结构发展模式研究》，载《科技进步与对策》，2010年第22期，第56页。

^② 殷乾亮：《生态文明与工业文明冲突下的低碳城市建设思路》，载《江西社会科学》，2011年第1期，第86页。

^③ 中国城市科学研究会主编：《中国低碳生态城市发展战略》，北京：中国城市出版社，2009年，第50页。

改革能源体制,形成有效的市场竞争机制。代表国家及城市有:美国(纽约、西雅图),英国(伦敦),德国(弗莱堡、不来梅),西班牙(马德里),日本(东京),中国(昆明、保定)等。最后,在低碳生活方面,充分发挥电视台、广播电台、互联网等现代传媒媒介的舆论导向作用,广泛宣传低碳生活理念;推动居民生活方式的变革,提醒市民注意平常生活中的小细节,出门随手关灯、关水龙头,自备布袋去购物等,养成节水、节电、节约资源的良好生活习惯;居民在日常生活中注重垃圾分类处理,提高垃圾处理率;支持对城市生活环境的绿化工作;形成适度消费、简单生活的绿色风尚等。代表国家及城市主要有:美国(波特兰),德国(莱比锡),英国(伦敦),巴西(库里蒂巴),日本(北九州市),加拿大(多伦多),澳大利亚(悉尼),中国(成都、南京)等。

(三) 低碳城市的发展模式

由于不同城市之间的发展水平、要素充裕度、人口基数、产业基础、环境承载力以及地区发展目标不同,因此在低碳发展模式上有不同的选择。整体来看,由于国外在低碳城市发展方面起步早,经过多年实践,积累了丰富的经验,在低碳发展模式上相对来说比较成熟,而在国内低碳城市概念是近几年才兴起的,在理论方面研究不足,在实践方面大多更是处于尝试性初级阶段,主要通过发展低碳产业,摆脱传统能源消费结构,发展新能源,创建低碳示范园区、低碳社区等方式推动低碳城市建设。通过总结各国发展实践,归纳出四种比较典型的低碳城市发展模式。

一是综合低碳发展模式。主要内容是强调城市全面发展,不断创新低碳技术,加强低碳产品开发,以技术作为支撑逐渐实现能源、交通、工业、建筑等高能耗领域向低碳减排方向转变,并鼓励居民低碳消费。综合低碳发展模式的国际实践有伦敦、东京、哥本哈根等,国内实践有深圳、杭州等。二是低碳支撑产业模式。主要是指生产制造过程中本身可能并不具备低碳性质,比如风机制造企业,生产风电设备是一个高能耗的过程,但为风力发电提供了基础,同样能推动低碳经济发展,是低碳城市发展的一种过渡模式。国际实践主要有兰纳斯、汉堡、维多利亚等,国内实践有保定、德州等。三是低碳产业拉动模式。主要内容是重点发展某种或某一类具有代表性的低碳产业,形成规模优势,为了集中资源实现最优配置,不断削减对其他行业的扶持政策及资金投入,弱化其发展,最终形成单一产业结构的低碳发展模式。国际实践有波士顿、伯明翰等,国内实践有昆明、烟台等。四是低碳示范发展模

式。主要内容是创建示范园区,根据其发展实践,对遇到的实际问题不断思考,寻求好的解决方案,积累经验,探索先进的发展理念、方法,最终通过示范效应促进城市不断朝着低碳方向发展。国际实践有马斯达尔、马尔默等,国内实践有重庆、北京、南昌等。五是低碳社区发展模式。主要内容是以技术为依托通过改善社区的硬件建设、转变居民的生活方式等最大程度减少碳排放,以此达到社区乃至整个城市的可持续发展。国际实践有伦敦、弗赖堡、丹麦等,国内实践有北京、长沙、上海等。六是低碳能源发展模式。主要内容是通过技术创新,改善能源结构,大力发展清洁能源,实现能源多元化,将新能源应用到工业、建筑、生活、交通等领域,推动低碳城市建设。国际实践有马尔默、波特兰、大阪等,国内实践主要有贵阳、深圳等。

二 巴西低碳城市的发展实践

巴西在城市化进程中产生了一系列的负面问题,如土壤板结加剧^①、城市“热岛效应”^②凸显、化石燃料大量燃烧、雨林遭受严重破坏等问题。据世界银行数据库统计资料显示,2006—2011年间,巴西人均CO₂排放量从1.8吨增加到2.2吨,年均增长率为4.1%,碳排放增长引发了一系列严重的环境问题。据巴西环保部门分析,21世纪巴西平均温度将升高4度(20世纪升高了0.7度),巴西亚马孙州首府马瑙斯市气温将升高8度,海平面将随着气温升高而上涨,预计到2100年将增高40厘米,即每年按照4毫米的速度增高,沿海4000多万居民(占巴西全国人口的25%左右)因此受害。^③由于城市在能源消费上占绝大比重,因此巴西非常重视城市的低碳发展,库里蒂巴的低碳城市发展之路为世界各国低碳城市建设树立了一个良好的典范,成为城市环保的样板。

① 土壤板结是指土壤表层由于缺乏有机质,造成结构不良,在灌水或降雨等一些外部因素的作用下造成结构被破坏、土料分散的不良后果,而干燥后受到内聚力的作用造成土面变硬。参见 Luis A. Martinelli and S. Filoso, “Expansion of Sugarcane Ethanol Production in Brazil: Environmental and Social Challenges”, in *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America*, Vol. 18, No. 4, June 2008, pp. 885–898.

② 热岛效应指城市受大量的人工发热、建筑物和道路等高蓄热体及绿地减少等多种因素的影响,造成城市的气温明显高于外围郊区的现象。

③ 中华人民共和国驻里约热内卢总领事馆经济商务室:《全球气温升高对巴西的危害》,2007年3月1日。<http://riodejaneiro.mofcom.gov.cn/aarticle/jmxw/200703/20070304411044.html>. [2016-04-25]

（一）巴西发展低碳城市的总体规划

第一，完善环境立法体系。巴西的环境立法体系较为健全，且对环境破坏者惩罚非常重。巴西早在1972年就颁布了《环境基本法》，从环境的保护和防治两个方面做了详细而严苛的规定，旨在促进整个生态系统的可持续发展。1988年在新宪法中专门增加“环境”一章，成为世界上第一个将环保内容完整写入宪法的国家，宪法规定了一系列保护生态平衡的法规，并确定了国家政权及公民保护环境的权利和义务等。为了对环境污染犯罪的行为进行有效管制，1998年巴西通过了一项影响重大的法律，即《环境犯罪法》，主要包括环境污染犯罪、破坏环境和自然资源犯罪等。在巴西环境立法中，“许可证制度”因为其严苛的规定及处罚而具有极强的威慑力，该制度规定对环境影响较大的各种活动在实施之前必须经过有关环境监管部门的评估与审核，否则就会一律被当作违法行为。为了维持生态系统的平衡，目前，巴西大体上已经形成了针对大气污染、水质污染、保护自然资源以及防止森林破坏等方面的法律体系。例如，为了减轻大气污染的程度，2002年巴西特别环境秘书处第41号政令明确设立了大气排放标准^①；为了遏制亚马孙雨林遭到进一步的破坏，在2004年制定了“预防和控制亚马孙毁林行动计划”。^②此后，针对新出现的问题不断完善立法，并与《环境基本法》相互协调和衔接，以保证环境保护活动能够有条不紊地开展。一系列新的法律、法规进一步完善了巴西的环境立法体系。另外，在面对全球气候变化的问题时，巴西不断加强区域合作，充分发挥区域联动效应，实现保护环境的利益最大化。巴西积极参与全球气候对话，集思广益，推动全球环境的保护和治理。2009年，巴西和法国签署了《气候变化共同立场文件》^③，为推动哥本哈根会议顺利进行做出贡献。经过多年的勇于探索和不懈努力，巴西目前已经形成了一套完整的环境保护法律体系，从国家最高法的层面保护治理环境，为低碳城市发展提供了一个方向：走低耗能、低污染、低碳排放的城镇化道路。比如，巴西利亚市政府为了提高环境质量、增加碳汇（又称“碳吸储库”），以立法的形式

① 中华人民共和国驻巴西联邦共和国大使馆经济商务参赞处：《巴西主要环保法律法规》，2011年7月30日。<http://br.mofcom.gov.cn/aarticle/ddfg/qita/201107/20110707671613.html>。[2016-04-25]

② 贺双荣：《巴西气候变化政策的演变及其影响因素》，载《拉丁美洲研究》，2013年第6期，第28页。

③ 贺双荣：《哥本哈根世界气候大会：巴西的谈判地位、利益诉求及谈判策略》，载《拉丁美洲研究》，2009年第6期，第7页。

明确规定其城区的绿化率为 60%，并且这项规定不会随着城市的发展而变化。正是法律的强制性以及对违法行为的惩罚，让巴西人对自然生态环境产生敬畏之心，从而有利于促进低碳城市的建设。

第二，大力发展生物燃料尤其是乙醇燃料以及相关支持产业。最初，巴西为摆脱工业化进程中对进口石油的需求^①，缓解国家能源压力，扩大乙醇生产厂的规模，不断提高乙醇燃料在工业中的比重。随着巴西城市的快速发展，生物燃料因清洁、高效的特点，不仅在替代能源中发挥巨大作用，在巴西发展低碳城市过程中更是扮演着重要的角色，转变了传统的能源消耗结构，减少了大气中的碳排放。近年来，巴西生物燃料产量持续增加，2013 年巴西生产的生物燃料占全球产量 1/4，是世界第二大生物燃料生产国和消费国，2014 年生物燃料产量同样位居世界第二位（见图 1）。其中，在对生物燃料研发中，巴西政府尤其对乙醇燃料特别重视，于 1975 年制定了“全国乙醇计划”^②。近年来，为了推动乙醇产业的进一步发展，巴西政府更是出台了一系列扶持政策，比如，2013 年 4 月巴西政府创建了一个利率为 7.7% 的 20 亿雷亚尔（约 8.7 亿美元）的信贷额度支持乙醇存储；同年 5 月份，乙醇专业委员会对乙醇在混合汽油中的比重做了新的规定，从 20% 增加到 25%^③，大大提高了对乙醇的需求。在国家政策扶持下，巴西积极发展乙醇燃料产业。当然，乙醇燃料发展离不开相关产业的支持，特别是巴西农业种植、汽车工业、金融业等部门的发展。从其发展初期阶段来看，甘蔗等燃料作物种植技术和效率的提高为乙醇燃料的发展提供了丰富且廉价的原料。在其发展的复兴阶段，汽车工业“灵活燃料”技术的突破成为关键环节，并对纯乙醇汽车的销售给予税收支持^④，为乙醇燃料创造了足够的国内市场需求。随着新能源汽车市场占有率的不断提高，巴西实现了碳排放的大幅降低。另外，要使一种新能源产业在市场上被大众接受，需要广泛的宣传和推广，其背后需要雄厚的

① Arpad von Lazar and Michele McNabb, “The Politics of Inter-American Energy Relations: Prospects and Pitfalls”, in *Journal of Inter-American Studies and World Affairs*, Vol. 27, No. 1, February 1985, pp. 123 - 143.

② 《巴西可再生能源市场前景广阔》，中国储能网，2015 年 9 月 25 日。<http://www.escn.com.cn/news/show-273197.html>. [2016 - 03 - 25]

③ 《巴西实施财税政策扶持燃料乙醇产业》，低碳工业网，2014 年 8 月 20 日。<http://www.tangongye.com/news/NewShow.aspx?id=225133>. [2016 - 03 - 25]

④ Alexandre Salem Szklo, et al., “Brazilian Energy Policies Side - effects on CO₂ Emissions Reduction”, in *Energy Policy*, Vol. 33, No. 3, February 2005, pp. 349 - 364.

资金支持。巴西在乙醇燃料产业发展历程中,也得到了金融机构的大力支持:一是对生产乙醇燃料企业的融资贷款实施一系列的优惠政策,提高企业生产积极性;二是对种植甘蔗、大豆、玉米、蓖麻等提供新能源原料的农户提供低息贷款,为农户种植提供动力。综上可知,通过新能源产业发展,可以促进新能源产业链及相关产业链组合的整体成功发展,从而带动工业的低碳化发展,为低碳城市建设做出贡献。

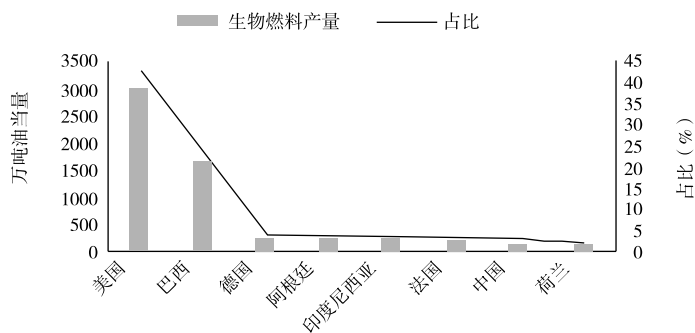


图1 2014年世界生物燃料产量前8位的国家情况

资料来源:2015年BP《世界能源统计年鉴》。

第三,积极发展新能源。巴西包括土地资源、水资源、生物资源和风能资源等在内的自然资源十分丰富,在发展新能源方面取得了巨大的成就。首先,巴西水资源极为丰富,拥有世界18%的淡水^①,为水力发电奠定了基础。巴西和巴拉圭共同合作开发的伊泰普水电站是除中国三峡水电站之外的世界第二大水电站,发电潜能巨大。^②其次,巴西政府对于风能发电也显示出较大的兴趣。按照巴西能源矿产部的10年规划,2006—2015年巴西电力发展每年新增投资125亿雷亚尔。得益于政府的大力支持,巴西的风电得到了长足的发展。根据巴西电力交易商会(CCEE)2014年2月18日发布的首份风电报告显示,发电量的增加得益于较高的风电容量系数,2013年12月,巴西风电容量系数平均为36% (变幅为24%~47%),超过西班牙、美国、德国等国。^③最后,巴西大力进行核能开发,建设了“安格拉1号”和“安格拉2

① 中华人民共和国驻巴西联邦共和国大使馆:《巴西国家概况》,2013年4月1日。<http://br.china-embassy.org/chn/bxjjs/t1027410.htm>. [2016-04-10]

② 《世界十大水电站排行榜》,载《中国改革报》2015年5月6日。http://www.crd.net.cn/2015-05/06/content_15583518.htm. [2016-03-26]

③ 《巴西风电市场的机遇与挑战》,中国经济新闻网,2014年12月13日。<http://www.cet.com.cn/nypd/dl/1413539.shtml>. [2016-03-26]

号”两座核电站，另据相关组织评估，“安格拉3号”预计2018年可投入运营。^①2000—2013年间，巴西可替代能源和核能占能源使用总量的比重始终保持在10%以上（见图2）。巴西通过发展清洁、可替代的新能源，有效缓解了低碳城市建设中CO₂排放量持续增加的压力。



图2 巴西可替代能源和核能占能源使用总量的百分比（2000—2013年）

资料来源：世界银行数据库。http://data.worldbank.org/cn/indicator/EG. USE. COMM.

CL.ZS/countries/BR-XJ-XT? display = default. [2016-04-02]

第四，构建低碳交通体系。对于交通建设，巴西宪法明确规定，凡超过2万人口的城市都要制定交通运输发展总体规划，控制基础设施用地，合理设置道路。^②在宪法的引导下，巴西通过大力推广清洁能源的应用、提高运输系统的效率、鼓励居民低碳出行等措施构建了低碳综合交通运输体系。首先，巴西政府大力鼓励交通运输工具使用乙醇作为能源动力，这一措施简单而有效。根据相关部门的测算，如果交通运输系统重新使用化石燃料作为主要的能源供应，预计到2030年巴西的CO₂排放量将会增长50%，由此可见巴西交通领域通过使用乙醇作为能源供应取得的碳减排效果有目共睹。其次，不断提高运输体系的效率。一是加强对主要运输通道的统筹规划，综合利用土地，促进主干道、次干道的合理布局，实现路面交通集约化发展。二是大力发展轨道交通，提高公共交通的换乘速度。加强各种客运量大的交通站点的联系，在火车站旁边多建设汽车站和公交站点，方便长途旅行乘客的换乘，在人口密度大的小区附近完善轨道交通建设，多设立公共交通站点，方便市民低碳

^① 《巴西第三座核电站的安格拉3号工程项目复工》，中国电力设备网，2014年9月23日。http://www.cceep.com/news/21411.html. [2016-04-20]

^② 万瑜：《以城市可持续发展理论为基点的巴西城市化问题探讨》，载《拉丁美洲研究》，2008年第2期，第59页。

出行,促进各种公共交通工具之间的无缝衔接,提高交通系统的运转效率。三是建立交通信息网络共享平台,对道路交通情况进行实时监测。对于交通严重堵塞的路段及时进行疏通,提高出行效率。并且公众可以上网随时查询路况信息、换乘信息,实现整个交通运输市场的电子化和网络化,通过信息共享,提高运输效率。最后,鼓励居民低碳出行。城市交通领域的碳排放很大程度上是因为出行的私家车数量不断增加,导致大量汽车尾气的排放。要实现交通领域碳排放的大幅度削减,必须大力减少私家车的出行量。巴西政府通过完善交通系统、构建交通信息网络服务平台,让市民乘坐公共交通运输工具更加方便快捷,最终养成低碳出行的习惯。综上,巴西通过低碳综合交通运输体系的建设,在交通领域的碳减排成效显著。

(二) 巴西低碳城市发展典型代表:库里蒂巴市

库里蒂巴位于巴西南部,生态环境良好,自然景色秀丽,人文底蕴浓厚,每年吸引大批游客到此观光旅游。然而早在30多年前,库里蒂巴在城市化不断加速发展的过程中,由于城市人口大量膨胀,一方面,引起城市交通严重堵塞;另一方面,为了满足市民对城市基础设施以及能源日益增长的需要,引发严重的环境问题。在城市化不断推进的过程中,人口、资源与环境之间的发展严重失衡。1971年贾梅·勒内尔就任市长,他秉承全新的可持续发展理念,并辅以激励机制鼓励居民低碳消费、低碳出行、低碳生活,推动企业低碳生产,房地产行业实现建筑的低碳化。在全社会共同努力和资金、政策扶持下,库里蒂巴仅用一代人的时间就改变了之前恶劣的城市环境,展现给世人一个富庶、宜居的现代化城市。1990年,在联合国评选“适宜人类居住的城市”的活动中,库里蒂巴是唯一的发展中国家城市代表。该市低碳城市建设的具体举措包括如下几方面。

第一,注重城市低碳规划。城市低碳建设涉及经济发展的方方面面,是一项综合而复杂的事务,要想取得事半功倍的效果,必须在建设之前做好各项评估以及具体投资项目的可行性分析,设计一个良好的低碳城市规划方案,确定整体的发展战略。库里蒂巴市政府从整体规划上为低碳城市的发展指明了方向。首先,库里蒂巴市政府鼓励大众参与低碳城市规划设计:一是通过激励机制鼓励专家和群众为低碳城市建设出谋划策,通过举办城市规划设计比赛,寻求人口、资源与环境协调发展的最佳方案;二是通过专项拨款扶持各科研机构深入研究低碳城市规划,并且鼓励科研机构与城市高校之间通过研讨会、专题讲座等方式加强学术交流,充分发挥人力资源优势。其次,

将低碳城市规划方案付诸行动，从增加碳汇和减少碳排放两个方面促进城市的低碳发展。在增加碳汇方面，库里蒂巴市市政府主要通过购买大量植被在城市街道两旁以及小区、公园内种植。在减少碳排放方面，主要是通过改善交通运输体系、促进建筑低碳转型、鼓励居民低碳生活等手段降低城市整体碳排放量。

第二，发展城市低碳交通。首先，库里蒂巴市市政府对公共交通运输工具进行改革：一是加快淘汰老旧车辆；二是大力研发以及推广使用大容量的运输工具。库里蒂巴是低碳交通领域的佼佼者，主要体现在对公共汽车的改革方面。为了解决交通拥堵以及随着城市人口的膨胀对交通运输工具日益增长的需要，在市长贾梅·勒内尔的领导下，工程师们设计出了一种低能耗、低排放的大型高档公共汽车，这种公共汽车靠电力作为能源供给，减少化石燃料燃烧导致的碳排放；相比较普通的公交车而言，这种新型公共汽车车身长度是一般公交车的2~3倍，极大地增加了汽车的载客量，并且汽车分为几个连着的小节，每一节都有对应的车门，使乘客能够迅速上下车，加快了汽车的运转速度。另外，为了方便残疾人出行，将公交车停靠的站点设计成玻璃圆筒状的“管子车站”，在入口处专门建设供残疾人使用的升降梯，既安全又方便快捷，提高了换乘速度。库里蒂巴市还大力发展一体化的快速公交系统（BRT），在人口密度大的小区、百货商场、学校、写字楼等附近均设有多个站点，并与其他交通运输工具的站点进行无缝衔接。一体化的快速公交体系实现了全城覆盖，并且包括临近乡镇，吸引着越来越多的城镇居民选择公共交通出行，促进了低碳城市的发展。

第三，倡导城市低碳生活。首先，充分发挥当地电视台、广播电台以及报纸杂志、网络平台等信息传播媒介的舆论导向作用，大力宣传低碳生活理念，鼓励市民适度消费、低碳出行，注重生活中的小细节，出门随手关灯、关水龙头。其次，鼓励市民支持城市的绿化工作。增加碳汇是城市低碳建设的一个重要方面，需要市民的高度配合：一是在绿化建设中广泛征集群众的意见，动员社会各群体参与到绿化工作中来，为城市绿化出谋划策；二是通过标语提示、电视宣传等方式提高市民爱护花草树木的意识。最后，做好垃圾的分类工作。垃圾不仅腐蚀地表、污染环境、传播疾病，而且在垃圾进行填埋和焚烧的时候会产生大量的碳排放。如果不对垃圾进行妥善处理，就会造成生态系统的严重恶化。库里蒂巴市市政府早就意识到了这个问题，从1983年起就开始实施严格的垃圾分类制度。库里蒂巴市市政府实施的

一项非常著名的“垃圾购买项目”为减少城市垃圾量、提高垃圾回收效率做出了显著贡献。该项目主要通过政府出钱购买市民的生活垃圾，不仅改善了环境而且增加了居民的收益，更重要的是提高了市民参与的积极性。通过促使居民养成低碳生活的方式，促进低碳城市的建设。

第四，重视城市低碳教育。低碳理念的普及需要靠宣传的力量，而通过教育可以使一个新观念根深蒂固地植入人们思想，大大超过宣传作用，因此库里蒂巴市政府特别重视城市低碳教育。首先，加强对儿童的低碳教育。一是通过学校教育使儿童在课堂上、书本上接触到与环境有关的知识，对环境保护形成初步概念；二是在电视上播放富有创意的与环境保护有关的广告，通过引人注目的动画形象吸引儿童的注意力，加深儿童保护环境意识；三是重视儿童的家庭教育，让父母在环境保护方面为孩子树立榜样，生活中做到垃圾分类处理、节水、节电、低碳出行，通过言传身教增强孩子的环保意识。其次，加强对出租车司机的低碳教育。交通是城市碳排放的主要来源，控制和减少交通领域的碳排放在低碳城市建设中显得尤为重要。人作为一切活动的主体，在低碳交通建设方面显得尤为重要。库里蒂巴市对出租车司机取得营业执照有硬性的规定，其必须接受与环境有关的教育并取得课程结业证书，使其在出行中注重低碳；并通过出租车行业的庞大体系向乘客普及低碳知识，提高低碳城市建设的影响力。最后，对普通市民提供免费的环境课程，让市民意识到低碳生活的必要性并积极进行低碳实践。因此，通过城市低碳教育，库里蒂巴市市民正逐步走向绿色生活。

三 我国低碳城市发展现状及存在的问题

中国经过 30 余年的改革开放已树立起一个大国形象，但是在经济高速增长背后是资源能源的大量消耗、环境问题的日益突出，对于处于工业化和城市化快速发展时期的中国而言，走低碳发展之路成为一种迫切选择和明智之举。由于城市消耗大量能源，在碳减排方面具有巨大潜力，因此，推动低碳城市建设是我国低碳发展的重要战略之一。

（一）我国低碳城市发展现状

2015 年，中国在巴黎气候变化大会上提出减排目标，即到 2030 年单位

GDP 的 CO₂ 排放比 2005 年下降 60% ~ 65%。^① 城市是温室气体排放控制主体, 为尽早实现减排目标, 我国不断摸索低碳城市建设模式, 重点是推广低碳试点, 发展低碳示范园区等, 为其他城市发展提供模板。随着 2008 年 1 月首批低碳试点确定, 全国范围内低碳省市区已基本上形成四大区域聚集发展格局。

(1) 环渤海地区。该区域的主要特征为: 要素充裕、科技发达、人才资源充足、工业化发展水平高、海陆空立体交通格局完善。由于这些优势, 环渤海地区市场经济活跃, 不断整合资源, 形成一大批产业集聚区, 既包括传统老工业, 又包括高新技术产业。在城市建设中结合产业能级提升、环境综合治理、污染源严格控制等要求, 推动工业结构转型, 形成的良好金融环境为低碳城市建设提供雄厚的资金支持。该区域代表城市主要有: 北京、保定、天津、德州、日照。

(2) 珠三角地区。该区域的主要特征为: 接壤港澳, 凭借其独特的地理优势, 大力发展开放型经济; 整合广东的人力资本、科技资源, 是全国重点的创新基地、高新技术产业生产基地, 为低碳城市的建设提供充足的智力支持和技术支持; 完善的金融服务体系为企业提供了充足的资金保障, 鼓励制造业加快转型升级的步伐, 构建低碳产业, 为低碳城市建设奠定基础。代表城市为珠海、深圳。

(3) 长三角地区。该区域的主要特征为: 凭借独特的地理位置以及政府的扶持政策, 大力发展开放型经济, 在全国范围内, 经济实力名列前茅, 区域间的产业结构基础良好; 2010 年, 上海借助世博会的机遇, 大力宣传“城市, 让生活更美好”的主题, 通过改变市民的传统生活理念, 推动城市社区的重塑等, 促进了低碳理念在长三角地区的推广; 以上海为龙头的长三角地区对外交流多, 可以充分借鉴国际上先进的发展理念进行低碳城市建设, 将改善民生、发展经济、生态文明建设融入低碳城市的发展中。该区域代表城市有: 上海、无锡、杭州。

(4) 西南地区。该区域的主要特征为: 经济发展较为落后, 再加上在发达地区进行产业结构转型升级时, 承接了大量的夕阳产业, 这些产业大多污染程度高、能源消耗大, 加快了本地区生态系统退化; 为顺应低碳发展时代潮流, 该区域已达成了走可持续发展的工业化道路的共识; 适宜的气候条件形成了大面积的森林, 且自然资源丰富, 便于进行绿色发展, 再加上后发优势以及政策大力扶持, 有能力实现交通、建筑、生活、能源等领域节能减排, 推动全方位低碳城市建设。该区域代表城市有: 重庆、成都、贵阳、攀枝花。

^① 2015 巴黎气候大会。http://tech.gmw.cn/node_79994.htm. [2016-3-25]

由于各个试点在工业发展阶段、要素充裕度、自然条件等方面存在差异,故具体试点不断探索适合自身低碳发展模式。如保定模式,保定市政府充分认识到自身能源优势,早在2007年就已经提出太阳能之城概念,并在全市范围内普及太阳能应用,在节电、节约标准煤、减排CO₂等方面取得显著成效,于2008年被确定为国家首批低碳试点城市。此后,通过加快清洁能源多元化发展、促进产业结构低碳转型、鼓励生活方式低碳化等措施,将保定打造成为一个“碳益城市”。^①天津特别重视“碳金融”这种新兴融资活动,并将其作为低碳城市发展目标,创造性地走出一条“碳金融”发展模式。

(二) 我国低碳城市发展过程中存在的主要问题

第一,低碳城市建设落实滞后。为促进我国低碳城市建设工作顺利进行,国家先后出台了一系列政策推动其实施,但收效甚微。究其原因,除城市低碳化本身作为一个实施进程需要一定时间反应催化以外,根本原因在于我国低碳城市建设还处于起步阶段,对于低碳城市的内涵还缺乏明确清晰的认识,具体实施进程与政策存在现实上的差距。此外,地方主政官员在具体实施中央政策的过程中,为了提高政绩,盲目跟风,以建设低碳城市为名,实施诸如房地产开发等高碳产业,所谓的“低碳”也沦为官员们进行城市营销宣传的代名词。

第二,碳约束日益趋紧。国际研究表明,城市结构在城市化率为20%~70%时正在经历从以农业为主向以工业为主转变的历史进程,当城市化完成以后其产业结构转为以第三产业为主,能源需求强度相对于工业化时期也相应下降,人均能源需求进入相对平稳的阶段。据相关统计资料显示,我国城市化率从1978年的17.9%快速增长到2015年的56.1%,且呈逐步上升的势头,目前我国城市化水平整体正处于以第二产业为主的高耗能阶段(见图3)。随着大量居民进入城市,为满足市民对交通运输、医疗卫生等公共设施日益增长的需求,势必直接增加对能源的需求。虽然目前我国能源结构仍在不断调整优化当中,但在短时间内很难有一种能源能替代煤炭在经济发展中的重要作用。因此,我国快速的城市化进程必将面临日益趋紧的碳约束。

第三,碳金融体系不完善。低碳城市建设离不开金融的支持,国外在碳金融领域取得的巨大成效以及积累的丰富经验值得我们借鉴和学习。如欧盟

^① “碳益城市”指一个城市的低碳经济项目或产品能为其他城市的使用者实现减排,并且因之形成的碳减排高于该城市自身的碳排放。

的排放交易体系（EU-ETS）在总量交易机制、发展碳金融工具、循序渐进实施等方面的经验值得借鉴。英国碳信托在加速低碳技术发展、开展低碳产品认证、帮助机构和企业减排等方面更是作用显著。相反，中国在低碳金融领域的实践仍处于初步探索阶段，虽然我们在清洁发展机制（CDM）项目交易等方面取得了一定成效，但在碳交易等核心碳金融领域仍旧任重道远。究其原因，在于我国还没有形成完整的专业技术咨询体系，金融机构在自身无法有效鉴别项目风险及交易风险时，不能及时求助于咨询机构，故大多数金融机构放弃对低碳城市建设方面的投资。

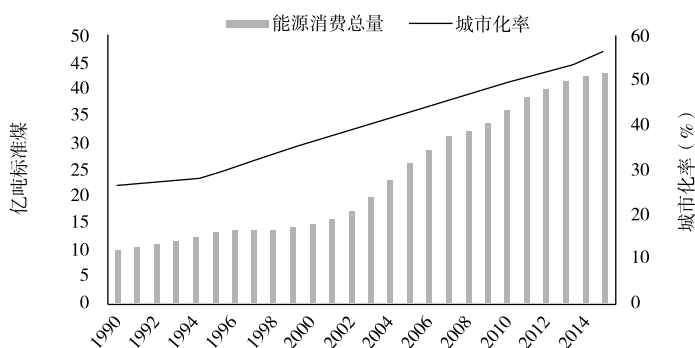


图3 中国能源消费总量和城市化率情况（1990—2015年）

资料来源：1990—2014年数据来源于2015年《中国统计年鉴》，2015年数据来源于2015年《国民经济和社会发展统计公报》。

第四，科技研发水平不足。科技研发水平不足是制约我国低碳城市化发展的最大制约因素，根据我国现状来看，低碳研发水平的滞后与相关技术储备短缺是我国低碳城市发展面临的直接问题。为了推动我国低碳城市建设的稳步前行，必须借鉴发达国家低碳城市实践，结合我国的具体国情和社会实践经验加以调整，促进传统的经济结构调整与产业升级，提高低碳产业在经济生活中的比重，促进消费模式低碳化转变，同时，提高对新能源的开发力度，以政府政策积极引导企业进行科技创新。虽然我国科技实力在不断增强，但与西方发达国家相比仍有一定差距。因此，加强我国科技自主创新能力、提高科研水平才是促进我国城市低碳发展的长远之计。

除此之外，我国低碳城市的建设还面临许多其他方面的问题，如各地低碳城市建设参差不齐，地方主政者缺乏整体观念，企业和公民的环保意识淡薄等，这些问题直接或间接制约着我国发展低碳经济、建设低碳城市的步伐，因此必须高度重视。

四 巴西低碳城市发展对我国的启示

目前,世界各国大城市已经加入低碳发展的潮流,低碳城市建设势必成为今后城市发展的主流。我国是世界上温室气体排放量位居前列的大国之一,如果没有积极响应和配合,应对全球气候变化的行动将会收效甚微。此外,随着近年来世界各国对我国承诺减排温室气体的期望不断上升,我国面临的减排压力也日益上升。作为一个在世界范围内有担当的大国,我国正在循序渐进地构建生态文明、推进低碳城市建设。针对我国城市化进程中存在的各类问题,巴西低碳城市建设的经验值得我们借鉴。

第一,政府统筹低碳城市发展。建设低碳城市必须要有完善的制度体系作为依托,这离不开政府的引导和大力支持。鉴于我国低碳城市建设还处于初级阶段,为了保障以后城市建设能够在可持续发展的道路上稳步前进,我国必须有相应的法律法规引导,通过法律手段限制传统能源的过度消耗,并通过政策激励措施鼓励开发多种新能源;将构建低碳城市建设法律体系纳入我国的长远发展规划,为我国今后城市低碳发展道路指明方向,贯彻落实低碳法规的实现及普及;增加政府支出,在政府预算中拨出专门款项对积极进行节能减排、开发利用清洁能源、研发创新低碳技术的企业和机构进行资金奖励。。

第二,倡导低碳生活方式。低碳生活方式是目前低碳城市建设活动中重点关注的领域,居民的日常生活方式、消费习惯对低碳城市建设影响巨大。近年来,随着全球变暖的趋势日趋严重,越来越多的人开始感受到气候变化对人类正常生活造成的巨大威胁,因此主动采取积极行动减缓和适应气候变化,这为我国低碳城市发展提供了可靠的基础。当前,随着城市居民生活质量的改善,越来越多的高排放的生活方式以各种形式被“介绍”到千家万户。生活水平提高在有些时候被简单地用所谓奢华、高端消费和生活态度所替代,导致由消费直接引起的碳排放量持续增长。为了实现低碳城市建设的目标,必须引导人们进行合理健康的低碳生活方式,避免进入高消费代表高生活水平的认识误区,增加对低碳产品和服务的需求,促进传统产业转型升级。

第三,构建低碳交通网络。实现城市低碳发展离不开健全的交通网络设施,这必须有完善的城市建设规划做基础。在城市建设规划之初应充分考虑周围的生态环境,降低城市建设过程中的各类资源消耗,保证其自身的生态

循环功能；城市发展方向应密切结合区域公交走廊，联系现有交通枢纽（如火车站、航空港等），以区域公共交通体系作为城市发展的基础和空间骨架；增加非机动车的数量，引导人们采取低碳出行，以降低人均能源消耗和碳排放量，通过构建低碳交通网络为人们营造一个安全良好的出行环境，实现城市短途换乘的便捷性。

第四，坚持城市紧凑发展。首先，城市人口规模只有控制在可承受范围内，才能够保证持续健康的发展，而城市人口密度过大必然导致各类资源与能源的过度消耗，拉动上游高耗能产业的过度发展，造成浪费性碳排放。其次，城市建设需向密集型、紧凑型方向发展，从源头上减少 CO₂ 等温室气体的排放，节约土地资源和资源消耗，为后期高效运营提供可能。鉴于新城从开始规划建设到各种基础设施健全需要经过一个漫长的时期，因此城市规模不宜过大，新城建设应以老城的产业为依托逐步推进。在新城建设中应坚持以人为本的理念，实现生活、工作、娱乐等多功能一体化，缩短出行距离，从根本上降低人们对私家车的需求，在节能减排的同时还提高居民生活质量，促进低碳城市建设目标的实现。

第五，建设城市森林。针对全球气候变暖的趋势，最根本的解决措施就是减少空气中 CO₂ 等温室气体的浓度，最直接的方法就是大量种植树木、建设城市森林，这不仅能够增强城市对沙尘暴等恶劣天气的应变能力，同时也能提高对 CO₂ 的吸收和转换能力。实践表明，城市森林在温室气体减排方面贡献巨大，相较于传统的工业节能、促进新能源利用等需要高新技术的措施，建设城市森林更加便捷有效。因此在建设低碳城市的进程中，应在加强现有城市森林管理的基础上，加强城市绿化隔离带等城市防护林的管理与建设，在美化城市环境的同时增加人们生活的舒适度。完善并严格执行国家有关城市森林管理的法律法规，禁止滥砍滥伐，做到有章可循，全面规划城市森林建设，点面结合，增加城市的自我调控功能。

（责任编辑 高 涵）