

基于碳中和理念下的低碳社区空间规划设计探索

贺孟冉, 袁晓念, 陈翔宇, 孙川淇, 田 琪, 韩昊成

天津城建大学, 天津

收稿日期: 2021年11月1日; 录用日期: 2021年11月18日; 发布日期: 2021年11月30日

摘 要

本文通过解读低碳社区的相关概念及我国低碳建设的背景, 从而讨论了新型城镇化背景下, 天津低碳社区的现状、面临的问题以及建设的必需性, 进而又通过分析国外低碳社区的历程及特点, 总结其设计经验的同时又结合天津低碳社区所面临的主要问题提出了新型城镇化背景下的低碳社区设计要素, 并基于低碳社区的设计要素, 提出了新型城镇化背景下的低碳社区规划设计的具体方法, 力求打造出可推广的低碳社区构建模式, 为实现“零碳社区”这一目标奠定良好基础。

关键词

低碳社区, 碳中和, 设计要素, 规划方法

Exploration of Low-Carbon Community Space Planning and Design Based on the Concept of Carbon Neutrality

Mengran He, Xiaonian Yuan, Xiangyu Chen, Chuanqi Sun, Qi Tian, Haocheng Han

Tianjin Chengjian University, Tianjin

Received: Nov. 1st, 2021; accepted: Nov. 18th, 2021; published: Nov. 30th, 2021

Abstract

This paper interprets the relevant concepts of low-carbon community and the background of low-carbon construction in China, thus discussing the background of the new urbanization, the current situation, problems and construction of Tianjin low-carbon community. Then, analyze the

process and characteristics of foreign low-carbon communities, while summarizing its design experience, the low-carbon community design elements in the background of new urbanization are proposed combined with the main problems of Tianjin low-carbon community, and based on the design elements of the low-carbon community, specific method of low carbon community planning and design in the background of new urbanization, strive to create a promotable low-carbon community construction model, lay a good foundation for achieving the goal of a “zero-carbon community”.

Keywords

Low-Carbon Community, Carbon Neutrality, Design Elements, Planning Methods

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 绪论

1.1. 研究背景

十四五时期是实现碳达峰、碳中和以及新型城镇化建设持续推进的关键时期。而低碳社区作为未来可持续发展城市中的新模式，是实现碳达峰、碳中和目标的必由之路。同时，城市存量背景下，为解决现有社区资源利用不充分、社区管理无章程、社区污染严重等诸多现实问题，“低碳社区”的打造成为了一种推进城市体检中宜居城市、韧性城市、智慧城市建设的重要方法。

通过建设低碳社区能够达到：第一，塑造良好的社区形象；第二，提高居民居住生活质量；第三，树立居民低碳意识；第四，减少碳排放、实现碳中和；第五，推动城市社会可持续发展。

1.2. 相关概念解读

1) 低碳：追求较低或更低的温室气体(二氧化碳为主)排放的社会体系。是人类应对气候变化的积极表现，符合温室气体减量化发展目标，是建设环境友好型社会的重要基础。

2) 低碳社区：是指通过一系列措施、规划对策、新型技术、创新型理念、创新型管理模式等方式，使其碳排放指标明显降低或者趋近零碳排放的区别于传统社区的新型社区模式。该社区具有以下特征：将能源的利用效率达到最大化；具有新型的、更加合理的内部组织结构；可结合城市内部其他设施，减少碳排放，实现低碳环保，从而促进城市在绿色发展模式下统一、协调、可持续发展。

3) 碳中和：指测算个人或团体在某一特定时间内，直接或间接造成的二氧化碳气体排放总量与节能减排和植树造林等形式相抵消后最终的二氧化碳排放量为零的现象。

1.3. 研究内容

本项目以天津市老旧社区为研究对象，基于城市诊断的思想方法和工作框架，在传统调研和城市体检的基础上运用多源数据对社区开展症状识别、城市问诊、病史分析及相应的城市系统检查，帮助发掘并量化分析了社区低碳发展的主要问题，通过分析国内外研究理论，结合新型城镇化背景下天津低碳社区现状，提出适应未来社区碳达峰阶段、低碳排放阶段、深度脱碳阶段对老旧社区和新建住区的改造策略，为有效探索新型城镇化路线，促进低碳社会建设，引导低碳生活方式，鞭策社区低碳化发展提出可行性手段，打造可推广的低碳社区构建模式，为实现“零碳社区”这一目标奠定良好基础。

1.4. 项目特色概述

1) 引领性, 打破常规, 建设低碳社区, 做碳中和的先锋队。在相关技术规范的科学性、先进性、合理性、实用性原则基础上, 采用定量与定性相结合的办法, 从能源、环保、资源、建设、管理等方面进行规划建设。

2) 差异性, 针对不同区域的实际情况, 提出与之相对的低碳社区规划方案。鼓励老旧小区进行低碳改造, 新建小区从绿色能源、资源循环利用、低碳出行、智慧生活等方面出发, 打造舒适、人性化的社区空间, 从而逐步创建低碳社区。

3) 可推广性, 为其他地区城市的低碳化社区建设提供可靠经验。在全力推进生态文明建设征程中, 将天津低碳城市、生态城市等各项工作部署与统筹规划、系统实施相结合, 并将有关理念和要求融入指标体系构建中, 打造可推广的低碳社区构建模式。

2. 案例分析及要素解读

2.1. 国外案例解析

1) 英国贝丁顿低碳社区

贝丁顿社区是在 2000 年至 2002 年英国“贝丁顿能源发展计划”之下应运而生的, 可谓是可持续发展和低碳社区的先锋。贝丁顿理论上是零能源消耗社区, 即社区只使用社区内生产的可再生能源或者植物废弃物产生的再生能源, 例如太阳能、沼气等。社区内绝大部分的雨水都被回收再利用, 尽可能打造水自循环系统。贝丁顿社区的建设材料来自方圆三十五英里范围内的回收资源和可再生资源; 同时在社区内部也设置有废弃物收集设施, 将“物尽其用”尽可能做到极致。贝丁顿社区还采用一系列零能耗的采暖系统, 例如保温墙体、保温窗户、屋顶绿化等等。另外, 社区鼓励居民进行生态友好型运输, 鼓励居民使用公共交通以及新能源的交通方式, 并提供较为完善的新能源基础保障设施。

贝丁顿通过大力倡导新能源利用以及资源回收再利用的低碳节能模式证实了可持续生活也可以是简单的、可行的且具有一定吸引力的。社区自建立以来的实际经验与运营模式验证了该种低碳社区的可行性之强, 同时也能够提高使用者分满意度, 打造出一个碳平衡值趋近于零的社区。随着各种技术的不断成熟, 可持续的低碳社区将逐渐普及于人们的生活之中, 践行环保的同时还不降低人们的生活质量。

2) 德国弗班可持续社区

弗班社区位于德国弗莱堡市郊的弗班区。弗莱堡享有“欧洲太阳能之都”和“欧洲环境之都”的美誉, 同时也成为全球率先实现可持续发展理念的城市之一。

经过探索调查发现, 弗班低碳社区之所以能够取得成功, 是因为其特有的“学习型规划”理念, 在弗班社区的规划建设中, 结合民众参与和共同治理的理念, 能够让市民参与决策与规划建设过程, 同时让规划弹性最大化。

另外, 弗班社区在新能源使用、低碳减排、减少交通以及社会整合方面都取得了成功。社区内使用 20% 天然气和 80% 木屑的高效热电联产装置为弗班社区供暖, 此举大约能减少社区内 60% 的二氧化碳排放。

此外, 社区还提倡慢性交通系统, 鼓励公共交通方式出行, 减少了私有汽车数量, 从而减少碳排放量。弗班的交通理念是: 共享车辆取代拥有, 让生活更宽广。弗班居民的车辆拥有率为每 1000 人 160 辆车, 占全德的三分之一。但在这个 41 公顷、5000 居民的社区里, 不开车也不会感到不便, 人们生活所需品都能很方便地买到。一般人们出远门才会选择共享汽车, 因为共享汽车享有优先停车权。

弗班社区通过大力倡导绿色交通、融入独特的规划理念、提倡创新的管理模式, 从而减少碳排放量, 使得可持续的低碳社区得以打造成功。

3) 总结

从英国贝丁顿社区和德国弗班社区两个案例不难看出，社区的“零能源”理念始终贯穿社区的规划设计，在社区建筑等诸多元素中都推崇绿色文化，提倡利用绿色新能源为社区提供能量来源，同时注重资源的利用效率。例如贝丁顿社区利用可再生资源进行建设，弗班社区鼓励慢行交通以及共享汽车出行等。此外，国外低碳社区往往采用创新的管理模式，采用居民和政府共同管理的创新管理模式，为低碳社区的持续发展和日常运行保驾护航。

2.2. 低碳社区设计要素解读

通过上文国内外案例研究得出低碳社区设计的以下要素：

1) 倡导建筑节能

为了减少建筑能耗，在低碳社区的设计建造中融入“绿色建筑”理念进行建造或更新。可以采用贝丁顿社区的建筑能耗模式，建筑采用三层窗户、所有房子都坐北朝南，这样便能够最大限度地储存热量。同时，采用一系列措施进行社区雨水收集再利用，尽可能做到社区水资源自循环。

2) 倡导新能源利用

鼓励社区利用可再生的新能源，让低碳社区摆脱传统能源的束缚。利用太阳能、风能以及小型热电联产装置为社区供能，这不仅让社区更加环保绿色，同时也能够达到节约能源的目的。

3) 倡导环保材料的运用

社区的建造可以跳出传统钢筋混凝土材料的圈子，尽可能多地利用回收资源进行社区的建造，减少了对环境的破坏，同时也加大了对资源的利用率。例如英国贝丁顿社区一半多的建筑材料来自于场地周围 56 公里范围内获得，15%的建筑材料为回收或再生材料，95%的结构用钢都是通过再生钢材获得；同时选用木质窗框代替传统 UPVC 窗框，减少了在制造 UPVC 过程中的二氧化碳排放量。

4) 倡导绿色交通出行

鼓励社区慢行交通和公共交通，减少私人汽车数量，从而降低汽车的尾气排放，改善社区环境。同时还可以鼓励新能源汽车使用，让居民在低碳的前提下依然能够保证出行的便捷度。

5) 鼓励公众大力参与

居民是社区组成中不可缺少的重要部分。因此，在低碳社区的规划建设中，居民参与可持续发展社区的设计过程意义重大；在此过程中，可以让居民凭借沟通协调的设计过程感受到社区发展中一直为人们所追求的“亲切感”和“归属感”，不仅将低碳社区打造成资源节约型、环境友好型社区，更能够打造一个有温度、有情感的社区，实现社区一家亲的美好愿景。

2.3. 低碳社区评价体系

我国《低碳社区试点建设指南》把城市社区分为城市新建社区和城市既有社区两个类别，建立起包括一级指标和二级指标的低碳社区试点建设指标体系，指标性质分为约束性和引导性两种类型，并给出目标参考值，更加具有实用性。这对于我国低碳社区评价体系的建立具有开创性意义。

董锴基于概念研究基础构建出低碳社区多层次综合评价模型，包含低碳建筑、低碳技术及低碳文化 3 个一级指标和 16 个二级指标，并以万科假日风景社区为例做实证分析，对模型的适用性进行检验和评价。从实证分析的过程和结果来看，这种涵盖定性和定量测量的低碳社区多层次综合评价模型的操作性强、指标清晰对于各个指标的权重和基准值也有明确的数值界定，给出的 0 分至 100 分的五等级评价表更便于评价时做出判断，但这种定制式的评价指标体系对其他低碳社区的适用性还未得到检验。高涛选取住区规划设计、施工(竣工验收)及运营使用 3 个阶段中的 10 个低碳评价对象，根据不同类型的评价

对象设定低碳指数, 最终结合各低碳指标构建城市住区低碳评价指标体系, 并将相关评价对象的低碳评价划分为 7 个等级。城市住区低碳评价指标体系是以住区作为评价对象, 评价城市低碳社区时, 其适用性受到了质疑。周传斌建立起包括自然环境、建筑、生态基础设施、居民环保意识及管理服务等 6 大类 25 项指标的城市生态建设评价体系, 兼顾了硬的物质环境和“软的人文环境”, 但对社区居民的考察以其低碳意识为主, 相对而言, 低碳行为才可以真正反映出社区居民日常生活的低碳程度。[1]

3. 新型城镇化背景下天津低碳社区设计概况和现状问题

天津作为中国的大型工业城市和北方的经济中心, 经济的高速增长给生态环境带来巨大压力, 空气污染、能源滥用等诸如此类的城市问题日益加重, 因此建立靶向型低碳社区迫在眉睫。

3.1. 目前天津低碳社区的设计和理论方法

天津作为低碳城市的试点之一, 总结出了符合自身生态发展道路的低碳社区建设技术和方法, 主要针对以下两个层面:

一是针对已建成的老旧小区, 采取局部更新改造, 注入新技术, 焕活社区绿意。二是针对新建住区防微杜渐, 从源头处降低碳排放量。

对已建成社区赋活更新。碳排放量保持不变, 利用最新的科学技术, 从技术层面和碳中和角度, 建立低碳社区。

对新建社区本体置入。运用风环境模拟选取最佳建筑布局及最佳建筑形式, 从设计层面, 从源头处着手降低碳排放量。

3.2. 新型城镇化背景下天津低碳社区的现状问题

在方案的具体实施过程中, 确也浮现了很多问题, 而这主要体现在设计、规划、应用阶段。具体包括居住建筑设计、交通规划布局、基础服务设施建设、绿地景观营造、低碳建筑技术这五个方面(图 1)。

1) 居住建筑设计

建筑设计趋于盈利化, 经济化考量, 不能保证建筑形态满足最利于污染排散的原则。具体表现在: 随意更改外立面, 使其无法满足实现碳中和的标准和需要; 片面注重容积率和外立面美观的开发, 最终导致住区生态绿化基本功能不达标; 住宅建筑密度大高达 50%, 导致社区微气候较差, 内耗大, 急需改善。

2) 交通规划布局

住区内慢行道路系统分布少, 甚至没有且应用频率极少, 不能与街坊车道形成统一整体; 静态交通排布混乱, 缺乏体系, 严重占用慢行系统, 使住区内部道路系统规划中原有慢行交通减少排放碳含量的作用明显降低, 迫切需要解决。

3) 基础服务设施建设

居住区内部生活圈配套服务设施的建设(例如菜市场, 体育馆等), 应尽量形成体系。现存基础服务设施存在冗杂繁多、功能重叠的特点, 基础配件过剩, 分布零散, 造成了功能过剩、资源浪费, 从而导致碳排放远超基础规范最高标准, 这也是有待解决的问题之一。

4) 绿地景观营造

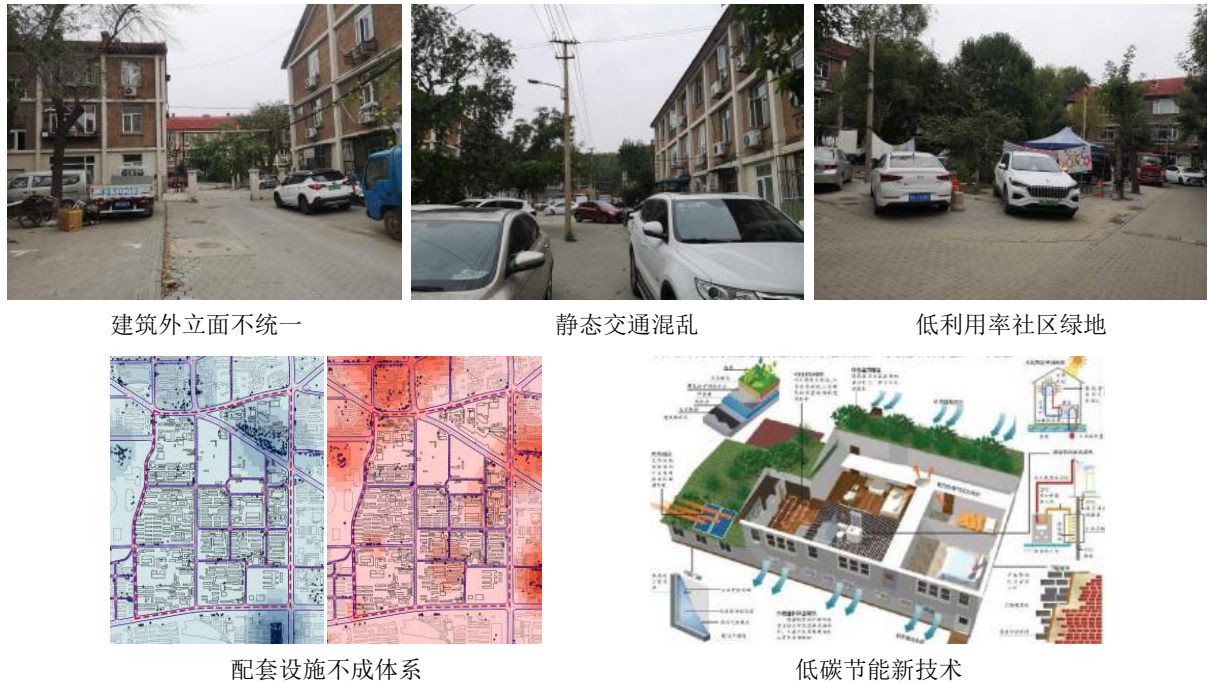
宅前绿地、集中绿地、景观公园分布过于分散, 绿地景观系统缺乏整体效应, 数量少、利用率低、占用现象严重, 使绿地景观原有的净化综合作用被大打折扣。

5) 低碳建筑技术

目前的低碳建筑技术已经十分完善, 能对阳光, 温度, 湿度进行较好调节, 使之满足低碳设计准则

要求，其包括：新风系统，地热系统，排污建筑材料，这些都能在吸收、降低碳排放量中起到举重若轻的作用。

但无论是过去还是现在，居民和开发商对相对较新的科学技术成果缺乏普遍认可，“不敢用，不会用”导致住区内低碳建筑技术的更新和利用都不足。



图片来源：作者自绘和网图

Figure 1. The status quo of Tianjin low-carbon community
图 1. 天津低碳社区现状问题

4. 新型城镇化背景下针对天津低碳社区规划方法

通过对国内外低碳社区的案例以及对不同布局居住区现状的分析可以发现，对于新型城镇化背景下的低碳社区设计方法，应从低碳网络优化、低碳生态环境塑造、公众低碳意识提升三方面来进行阐述。

4.1. 规划联动，促进低碳网络化布局

1) 优化形成低碳网络

社区低碳规划设计中，对于内部网络的优化设计可大大提高内部系统的可达性，降低机动车的使用频率，从而降低能耗，构建低碳社区，具体可应用如下方法：

a) 完善功能构成。结合社区的实际情况，对于社区中缺少的配套设施进行补足，进一步完善五分钟、十分钟、十五分钟的生活圈，适当的增设办公空间，以形成高效率的内部组团，从而增加社区内部就职的可能性，尽可能地降低远距离通勤形成大城市、小生活圈，以构成区域大系统的增效、低碳。

b) 实行功能分级。依据居民生活需求的现状和频率，对所需配套设施分类分级，合理布局，形成高频率、低频率配套设施全覆盖，降低居民机动车出行频率、使居民可以在步行或慢行交通的活动范围内完成所需所求。

c) 优化慢行交通流线。在低碳社区规划设计时，要注重与生态廊道的连接、慢行系统的对接、周边

公共交通的衔接以及社区范围内所需配套设施的串联，通过形成低碳走廊来连接低碳综合片区，以此形成完善的低碳网络系统，规划居民出行路径，提高居民慢行出行效率。[2]

2) 基础服务设施智能化管理

大数据时代，高效准确的数据对于指导建设低碳社区有着重要意义。

社区建设人工智能，形成自主最优选择，通过社区基本信息建立管理系统，对社区各项信息进行实时监控和管理，通过数据采集分析社区内部高能耗、碳排放的主要途径，并针对性的进行调控。

社区内的共享单车也可以结合智能监控所得的数据进行适当管理，合理安置，引导居民使用，提高其使用效率，从而减少碳排放。

3) 促成低碳生活体系

通过社区网络化布局、优化功能区和流线，以形成高效串联的低碳生活体系。在传统规划基础上，依托于整体系统网络，将重要基础服务设施和慢行系统、生活网络、景观廊道相互连接，提升主要景观道路的使用率。低碳设计中通过功能层级布置和交通层次连接，促进形成社区生活体系，保持一定的内部规模与内部效率，在生产空间、生活空间、生态空间中尽可能降低碳排放，构成城市片区大功能、组团低碳衔接。

4.2. 优化布局，促进低碳生态环境塑造

社区低碳改造规划，从降低社区碳排放和提升社区内部碳分解能力两个方面着手进行。一方面通过改善社区生活方式、运营管理、基础设施改善降低碳排放、另一方面通过增强生态环境等各方面分解能力对内部布局系统的合理优化、降低内部的碳排放，来提升社区是内部微气候变化和抗灾减灾能力。

1) 社区生活、生态空间的分配利用

社区存在绿地景观面积小且不成体系，多样性差，景观层级较少且不顺应自然，导致碳分解能力较弱，对于社区生态系统的形成产生不利影响。

a) 景观面积提升。社区在未来规划改造中，应当倾向于合并小面积景观用地，形成大片区绿地，以增强区域景观系统的碳分解能力。对于空间营造和场地设计，尽可能的模糊生活与生态空间的边界，营造自然的生活空间。通过立体农场、生态景观墙、生态停车场等，形成很好的生活空间与自然空间的过渡。

b) 植物自然化设计规划。社区的植物选择应顺应当地气候、自然系统，选择当地原生植物，同时对社区的生态环境进行分析和再设计。社区可进行公共绿地和步行绿道结合设计，并结合设计绿化带进行隔声减噪，以满足居民休闲需要。

c) 水资源循环改造。社区环境用水存在浪费、无法循环和再生利用的问题。提倡加强社区土地的涵养，节约用水、循环利用，对雨水、非传统水源的利用，将绿化景观与节水设施和公共服务设施统一建设。

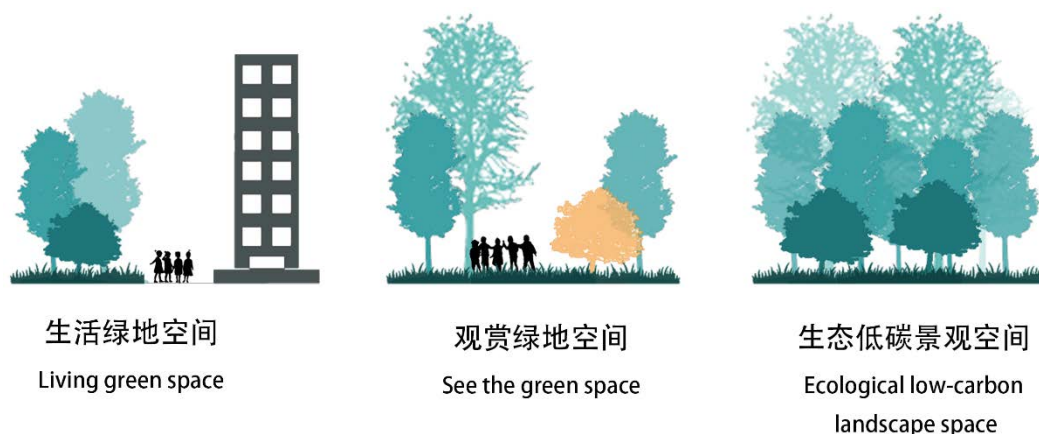
2) 优化分级地面空间

对于地面空间的优化，形成地上加地下的空间设计思路，为生活空间，生态空间提供更大的用地比重，降低或隐藏其它用地的地上空间占用比重。加强对地面空间的分级，应完善生态景观用地的功能划分，将已有的景观绿地进行分级。[3]

a) 地面空间优化。对社区内部的停车问题，应当合理开发地下空间，增设地下停车，将地上空间转为更多的景观绿地空间；对健身广场与生态空间则可以进行更好的交融，如使用草格砖、增加灌木种植等；对景观广场则可以通过适当的生态低碳元素的注入，如景观墙、景观植被的注入。

b) 地面空间分级。一级空间为与生活空间相交融景观绿地空间，这类空间的植被种植选择生存性、适应性较强的植被；二级空间为观赏型的绿地空间，这类空间低碳效果较差，但可以丰富美化社区生活

空间，应有一定的比例存在；三级空间为生态低碳绿地景观空间，这类空间应为大面积且连续型的景观绿地空间，且具有较强的碳分解能力(图 2)。



图片来源：作者自绘

Figure 2. Ground space classification

图 2. 地面空间分级

4.3. 低碳公众参与，促进公众低碳意识引导

由于居民的生活习惯与日常能耗具有相关性，所以面对新型城镇化背景下的低碳社区公众意识引导问题，应当提高其参与程度、促进低碳自组织形成、强化宣传引导力度，从居民的意识认识到价值体系、生活习惯的形成，循序渐进地提高公众低碳意识。

1) 提高社区公众参与程度

社区公众参与程度直接反应居民自觉养成良好的卫生习惯的程度，因此，为有效形成社区的低碳文化价值体系，应当从以下三个方面进行增进目前的社区文化宣传、公众参与形式。

a) 增加社区低碳宣传。社区形成有效的低碳宣传，包括低碳生活方式展览、低碳生活科普教育、低碳公益活动等。着力宣传和倡导低碳生活理念。

b) 开展社区互动讨论活动。社区开展真实的互动机制，及时的提供低碳科技、技术，解决低碳相关问题，增加社区互动机制的存在感与影响力。教育居民自觉学习低碳生活知识，养成低碳生活习惯。

c) 社区低碳自测与反馈。社区要建立高效的反馈机制，对于社区内部的低碳问题进行高效的反馈、排查，及时的提供先关的技术指导。引导居民在日常生活中做到节能减排减碳，抵制各种不良生活习俗。

2) 促成低碳自组织

低碳社区的维持与发展需要依托居民自组织参与。因此，社区应积极组织居民参与社区低碳活动，搭建低碳社区教育宣传平台，创建社区内部反馈机制，建立低碳监督管理制度和奖惩制度，改善居民自治自管的社区低碳发展模式，以此提高居民自主参与度。

3) 强化宣传引导力度

社区可以推行低碳化运行模式，将低碳文化延伸到社区并对其居民做出引导，加强社区居民低碳意识，形成低碳习惯。加强公众参与，共同维护社区低碳发展。

a) 社区低碳服务站点。智慧社区建立可结合居民旧物回收、出行、购物等方面的生活智能服务平台和“社区低碳小站”。建设创新型社区与科普示范社区等活动，着力推广低碳生活技巧，引导广大居民争做低碳生活的创新者。

b) 开展低碳科普宣传活动。可通过宣传标语、张贴海报、开展活动等方式进行宣传。编印低碳生活科普宣传资料,制作节电、节油、节气科普展板。开展“低碳生活科普知识竞赛”引导社区居民进行低碳生活的理念。

c) 举行低碳主题创建活动。开展“低碳家庭”创建活动。以创建“科普示范家庭”为抓手,以推动创建“低碳社区”等为目标,组织开展“低碳家庭”创建活动。引导家庭科学使用资源、节能降耗的低碳,增强低碳生活自觉性。

5. 总结

综上所述,在实现碳达峰、碳中和的新时代背景下,我国建设低碳社区是大势所趋。根据国内外低碳社区建设相关案例,再结合我国实际情况来看,推行低碳社区的建设在部分地区已具备基本条件,但是上到政府决策下至群众思想依然存在着不少的现实问题。本文通过分析天津市低碳社区建设的可行性,探索打造出可推广的低碳社区构建新模式,不断完善国内低碳社区建设评价机制与考核标准,提高社区居民生活质量满意度,为打造可持续的低碳社区提供参考范本。

基金项目

国家级大学生创新创业训练计划项目资助,项目编号:202010792001。

参考文献

- [1] 王晶晶. 我国的城市低碳社区研究逻辑与展望[J]. 城市, 2018(3): 48-58.
- [2] 胡鹏娟. 新型城镇化背景下的低碳社区设计要素研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2017.
- [3] 石龙宇, 许通, 高莉洁, 韩林桅, 李倩瑜. 可持续框架下的城市低碳社区[J]. 生态学报, 2018, 38(14): 5170-5177.