

# 生命周期视角下中国餐饮浪费的生态环境效应研究

董战峰<sup>1</sup> 张力小<sup>2</sup> 赵元浩<sup>1</sup> 郝春旭<sup>1</sup> 于鑫<sup>3</sup> 陈孚<sup>41</sup>

(1. 生态环境部环境规划院, 北京 100012;

2. 北京师范大学 环境学院, 北京 100875;

3. 世界自然基金会北京代表处, 北京 100037;

4. 联合国世界粮食计划署中国办公室, 北京 100600)

**【摘要】**以城市餐饮浪费为研究对象, 采用生命周期分析定量评估了我国餐饮浪费导致的生态环境影响。研究结果表明, 中国城市居民餐饮浪费造成的生态环境影响巨大, 每年浪费约  $440 \times 10^8 \text{m}^3$  水资源、 $460 \times 10^4 \text{hm}^2$  土地资源, 排放约  $550 \times 10^4 \text{tCO}_2\text{-eq}$  温室气体, 造成约  $1051 \times 10^4 \text{tN}$  氮足迹和  $290.7 \times 10^4 \text{ghm}^2$  生态足迹, 经济损失约 3000 亿元。肉类是导致环境足迹的主要食物, 在不同环境足迹的占比达到 53%~78%。从区域来看, 呈现东部向西部减少的趋势。大型餐馆的餐饮浪费导致的环境足迹更大, 而快餐店相对较少。建议深入推进生态文明建设, 高度重视餐饮浪费问题, 通过积极倡导践行绿色低碳生活, 加强制止餐饮浪费的立法与实施, 建立制止餐饮浪费激励制度, 积极出台减少餐饮浪费的配套措施, 引导全社会形成餐饮节约适度消费新风尚。

**【关键词】** 餐饮浪费 生命周期分析 生态环境影响 政策建议

**【中图分类号】** X196; F062.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-4407(2022)10-013-07

食物浪费是全球关注的热点问题。全球每年大约 13 亿吨食物被浪费<sup>[1,2,3]</sup>, 相当于每年食物制造总量的 1/3<sup>[4]</sup>。食物浪费更意味着生产食物所投入的水、土地、能源以及其他生产资料的无效消耗, 以及由此导致的环境污染和温室气体的大量排放。因此, 减少粮食损失与浪费已经成为全球和国家政治议程上的优先事项。联合国在可持续发展目标(SDG)中设定目标(Target12.3), 减少生产和供应链上的粮食损失, 实现零售和消费者人均粮食浪费减少一半<sup>[5]</sup>。餐饮浪费发生在食物的消费阶段, 也是中国食物供应链中浪费最多的阶段<sup>[6]</sup>。不仅如此, 餐饮浪费更意味着种植、加工、运输和储存这些食物所投入的资源的浪费。改革开放以来, 中国社会经济快速发展, 居民生活水平提高, 餐饮浪费逐渐成为中国食物浪费的主阵地。同时, 中国人口众多, 资源、环境和生态基础弱、底子薄, 挥霍式的食物消费及其所带来的资源环境压力已经成为制约中国社会经济健康持续发展的重要瓶颈。减少食物浪费意味着前端粮食生产的压力可以得到有效减小, 既保障了粮食安全, 也避免付出过多的资源环境代价。因此, 有必要充分明晰餐饮浪费的形式和规模, 以便考虑减少餐饮浪费及其生态环境足迹。餐饮浪费所产生的资源环境影响可以分为两个方面: 前端生产食物所付出的资源环境代价, 以及被浪费掉的食物进入城市环境系统后所引发的新的资源环境、食物安全甚至对城市居

<sup>1</sup>**作者简介:** 董战峰, 博士, 研究员, 博士研究生导师, 研究方向为环境经济政策、环境规划与管理。E-mail:dongzf@caep.org.cn; 赵元浩, 硕士, 助理研究员, 研究方向为环境规划与政策。E-mail:zhaoyuanhao@caep.org.cn  
**基金项目:** 国家社会科学基金重大项目“加快推进生态环境治理体系和治理能力现代化研究”(20&ZD092)

民健康的影响<sup>[7,8,9,10]</sup>。目前对食物消费阶段浪费的实证和案例，主要侧重学校、医院、航班等典型场所<sup>[11,12,13]</sup>，以及食物生产环节的资源环境问题<sup>[3,14,15]</sup>。而对消费环节的餐饮浪费研究较少，对消费阶段的资源环境影响研究也相对较少，且缺乏系统考虑。Beretta 等<sup>[16]</sup>对瑞士食物链各过程的食物浪费进行核算，认为几乎一半的家庭消费食物浪费本是可以避免的。Song 等<sup>[14]</sup>计算了中国家庭食物浪费的碳、水和生态足迹，结果表明蔬菜、米饭和小麦的浪费最多，而猪肉和海产品隐含足迹同样较大。本文以典型城市的餐饮浪费为研究对象，从生命周期视角系统分析了不同食物、不同区域、不同餐馆类型餐饮浪费的水足迹、土地足迹、碳足迹、氮足迹、生态足迹和经济成本，为推进中国减少餐饮浪费，落实 SDGs 目标以及各国践行《2030 年可持续发展议程》提供参考。

## 1 研究方法

生命周期评价(LCA)是一种用于评价服务或者产品在整个生命周期阶段的资源消耗及环境影响的工具，包括产品、过程或活动从原材料获取和加工、生产、运输、销售、使用、再循环到最终处置的阶段，也称“摇篮到坟墓”的分析方法<sup>[17]</sup>。LCA 始于 20 世纪 60 年代末 70 年代初美国开展的一系列针对包装品的分析和评价，20 世纪 80 年代后，LCA 的思想在方法和应用领域不断地发展。如今已被广泛应用于能源、环境、社会政策以及经济分析等各方面。

### 1.1 系统边界

本研究系统边界如图 1 所示，主要包括食物的生产、加工、运输、烹饪等环节。本研究餐饮浪费量的数据来自 2015 年对中国北京、上海、成都和拉萨四个城市 195 家餐饮机构就餐的 3557 桌消费者及其就餐行为的调查<sup>[18]</sup>，依据典型城市的餐饮浪费量数据信息，基于生命周期分析理论，设计系统评价指标，对我国城市餐饮浪费量进行估算。然后根据样本城市的人均浪费量和不同区域城市餐饮人口，估算出我国不同区域每年的餐饮浪费总量。

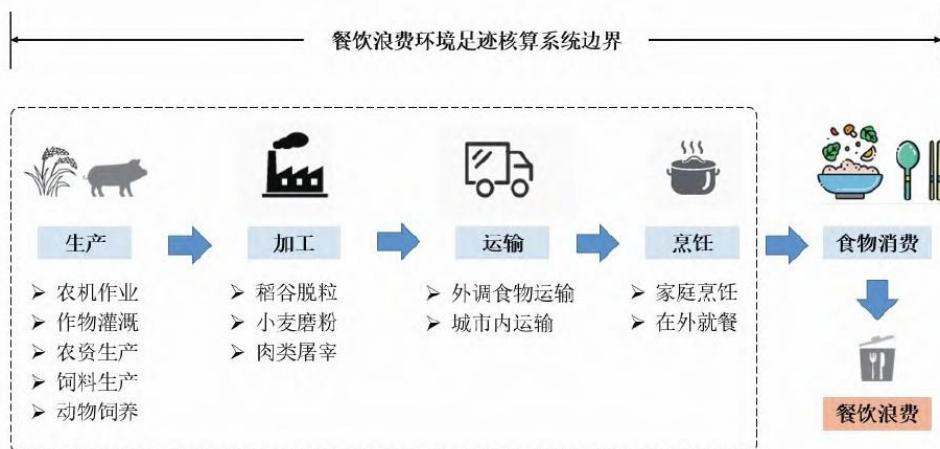


图 1 餐饮浪费环境足迹核算系统边界

### 1.2 影响评价指标

为充分反映当前中国餐饮浪费的资源环境影响，本研究选取了目前最为关注的资源环境影响指标，包括与餐饮浪费相关的资源消耗、污染物排放以及生态足迹，具体包括被浪费的食物在生产过程中以及供应链上相关的水资源消耗、土地占用、温室气体排放、总氮排放以及生态足迹(能够容纳人类所排放的废物的、具有生物生产力的地域空间的占用)。评估结果分别用环境足

迹: 水足迹(water footprint, WF)、土地足迹(land footprint, LF)、碳足迹(carbon footprint, CF)、氮足迹(nitrogen footprint, NF)、生态足迹(ecological footprint, EF)予以表征。同时, 本研究考虑了餐饮浪费导致的经济损失。

餐饮浪费导致的资源环境影响通过各类食物的资源环境系数与食物浪费量进行估算, 如公式(1)所示; 餐饮浪费导致的经济损失通过各类食物的经济价值与食物浪费量进行估算, 如公式(2)所示。

$$EF = \sum_{i=1}^n m_i \times p_i \quad (1)$$

$$EC_{total} = \sum_{i=1}^n m_i \times p_i \quad (2)$$

式中: EF 包括餐饮浪费相关的环境足迹, 包括水足迹(WF)、土地足迹(LF)、碳足迹(CF)、氮足迹(NF)和生态足迹(EF);  $m_i$  表示食物  $i$  的浪费量,  $p_i$  表示食物  $i$  的环境足迹系数。EC<sub>total</sub> 表示餐饮浪费的经济损失;  $m_i$  表示食物  $i$  的浪费量,  $p_i$  表示食物  $i$  的经济价值。

资源环境影响和经济损失的相关参数则来自实地调研、Ecoinvent 数据库、统计年鉴和已有文献资料等<sup>[14, 19]</sup>。通过编制餐饮浪费资源—环境影响的生命周期清单, 测算每种食物类别生命周期环境足迹系数, 最终形成餐饮浪费环境足迹参数库。各类食物的相关足迹系数和经济损失系数如表 1 所示。

表 1 各类食物水、土地、碳足迹、氮足迹和生态足迹系数和经济损失系数

指标	主食	蔬菜	豆制品	猪肉	牛羊肉	禽肉	其他
水足迹系数/(m <sup>3</sup> /kg)	1.5	0.27	2.44	5.99	15.41	4.33	4.99
土足迹系数/(m <sup>2</sup> /kg)	1.8	0.4	6.4	5.6	5.6	5.6	4.23
碳足迹系数/(kgCO <sub>2</sub> /kg)	1.8	0.51	0.98	14.7	22.8	5.3	7.68
氮足迹系数/(kg/kg)	1.41	10.60	10.60	4.73	4.73	3.43	5.92
生态足迹系数/(gm <sup>2</sup> /kg)	10.8	4.8	8.1	19.1	145.35	19	34.53
经济损失系数/(元/kg)	4.8	9.2	5	66	98	28	6.32

## 2 研究结果

### 2.1 餐饮浪费的资源—环境影响分析

#### 2.1.1 城市与区域的餐饮浪费资源—环境分析

我国城市居民每年餐饮浪费造成大约  $436.2 \times 10^8 \text{ m}^3$  水资源被浪费。其中, 东部地区餐饮浪费量所产生的水资源消耗量最高, 约为  $169.6 \times 10^8 \sim 179.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。东部地区较高餐饮浪费水足迹源于其发达的经济和密集的人口。中部地区水资源消耗量为  $145.4 \times 10^8 \sim 154.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。西部地区水资源消耗量为  $96.9 \times 10^8 \sim 102.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。如图 2 所示, 从城市来看, 四个城市(北京、上海、成都和拉萨)餐饮浪费的平均水足迹为  $0.22 \text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{餐})$ , 这就意味着城市居民人均每餐浪费了  $0.22 \text{ m}^3$  的水资源。其中, 成

都的人均水足迹显著高于其他三个城市，为  $0.25\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。成都较高的人均水足迹主要与其较高的餐饮浪费量，尤其是高耗水的肉类(猪肉、牛羊肉和禽肉)的浪费有关。北京的人均水足迹较低，为  $0.19\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。上海的人均餐饮浪费量为 96 克/(\text{人}\cdot\text{餐})，导致了平均每人  $0.23\text{m}^3$  的水资源浪费。拉萨的人均餐饮浪费量为 95g/(\text{人}\cdot\text{餐})，人均水足迹约为  $0.23\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{餐})$ ，与上海相同。

从土地资源来看，每年大约有  $463.3\text{hm}^2$  土地资源浪费由餐饮行业浪费所导致。东部地区餐饮浪费量最高，其相应的土地资源浪费量也最高，为  $180.3\sim190.9\text{hm}^2$ 。中部和西部地区餐饮浪费体现的土地足迹分别为  $154.5\sim163.6\text{hm}^2$  和  $103.0\sim109.0\text{hm}^2$ 。如图 3 所示，四个城市餐饮浪费的平均土地足迹为  $0.24\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ ，这意味着城市居民平均每餐浪费了  $0.24\text{m}^2$  的土地。成都的人均土地足迹最高，为  $0.27\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。同样，成都较高的土地足迹来自较高的餐饮浪费量，尤其是大量的肉类浪费。北京的人均土地足迹较低，为  $0.20\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。上海的人均餐饮浪费量为 96g/(\text{人}\cdot\text{餐})，土地足迹为  $0.25\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。拉萨的人均食物浪费量为 95g/(\text{人}\cdot\text{餐})，土地足迹为  $0.24\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。

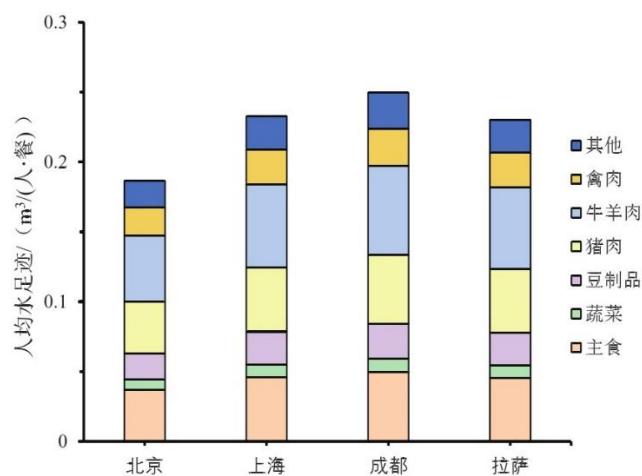


图 2 典型城市餐饮浪费人均水足迹

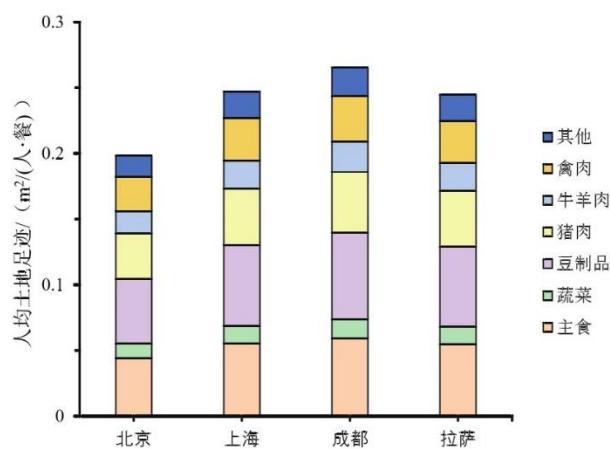


图 3 典型城市餐饮浪费人均土地足迹

碳足迹方面，我国城市居民每年餐饮浪费造成大约  $552\times10^4\text{tCO}_2\text{-eq}$  温室气体被排放。东部地区餐饮浪费量最高，其相应的

碳足迹也最高( $214.7\sim 227.3\text{tCO}_2\text{-eq}$ )。东部地区较高餐饮浪费碳足迹也源于其发达的经济和密集的人口。中部地区餐饮浪费的碳足迹为 $184.0\sim 194.9\text{tCO}_2\text{-eq}$ 。西部地区餐饮浪费的碳足迹为 $122.7\sim 130.0\text{kgCO}_2\text{-eq}$ 。如图4所示，四个城市餐饮浪费的温室气体排放(碳足迹)计算结果显示，城市居民人均碳足迹为 $0.34\text{kgCO}_2\text{-eq/(人}\cdot\text{餐)}$ ，这就意味着居民人均每餐的浪费产生了 $0.34\text{kg}$  温室气体排放。北京的人均碳足迹为 $0.28\text{kgCO}_2\text{-eq/(人}\cdot\text{餐)}$ ，在四个城市中最低。成都的人均餐饮浪费量最高，为 $103\text{g/(人}\cdot\text{餐)}$ ，碳足迹为 $0.38\text{kgCO}_2\text{-eq/(人}\cdot\text{餐)}$ ，在四个城市中最高。上海的人均餐饮浪费量为 $96\text{g/(人}\cdot\text{餐)}$ ，碳足迹为 $0.35\text{kgCO}_2\text{-eq/(人}\cdot\text{餐)}$ 。拉萨的人均餐饮浪费量为 $95\text{g/(人}\cdot\text{餐)}$ ，碳足迹为 $0.35\text{kgCO}_2\text{-eq/(人}\cdot\text{餐)}$ ，约等于成都。

我国城市居民每年餐饮浪费造成大约 $1051\times 10^4\text{tN}$ 氮足迹。东部地区餐饮浪费量总最高，其相应的氮足迹也最高，为 $408.8\sim 432.9\text{tN}$ 。东部地区较高餐饮浪费氮足迹源于其发达的经济和密集的人口。中部地区餐饮浪费的氮足迹为 $350.4\sim 371.0\text{tN}$ 。西部地区餐饮浪费的氮足迹为 $233.6\sim 247.3\text{tN}$ 。如图5所示，四个城市(北京、上海、成都和拉萨)餐饮浪费的平均氮足迹为 $0.58\text{gN/(人}\cdot\text{餐)}$ 。北京的人均餐饮浪费氮足迹最低，为 $0.48\text{gN/(人}\cdot\text{餐)}$ 。成都的人均氮足迹最高，为 $0.65\text{gN/(人}\cdot\text{餐)}$ 。

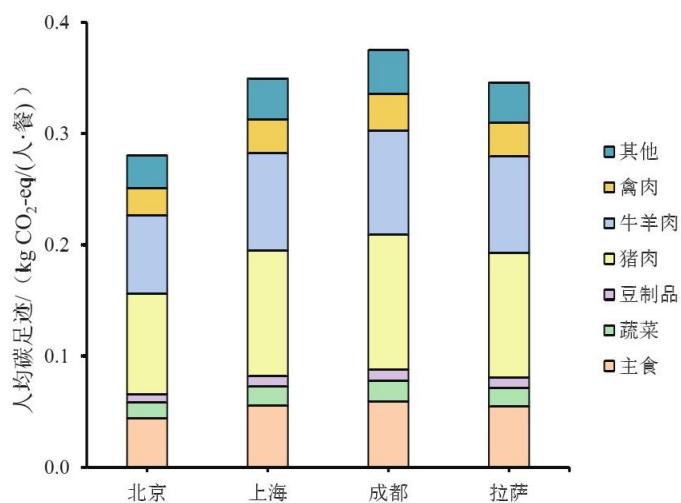


图4 典型城市餐饮浪费人均碳足迹

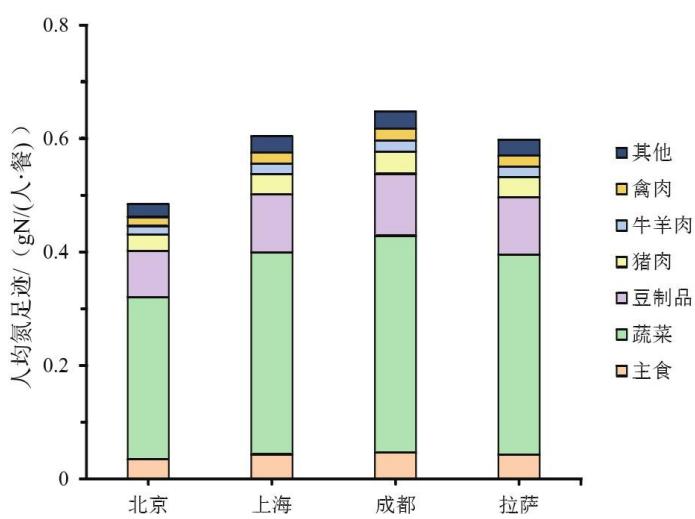


图5 典型城市餐饮浪费人均氮足迹

我国城市居民每年餐饮浪费造成大约  $290.7 \times 10^4 \text{ ghm}^2$  生态足迹。东部地区餐饮浪费量总最高，其相应的生态足迹也最高，为  $114.4 \times 10^4 \sim 121.2 \times 10^4 \text{ ghm}^2$ 。东部地区较高餐饮浪费生态足迹源于其发达的经济和密集的人口。中部地区餐饮浪费的生态足迹为  $96.1 \times 10^4 \sim 101.7 \times 10^4 \text{ ghm}^2$ 。西部地区餐饮浪费的生态足迹为  $64.1 \times 10^4 \sim 67.8 \times 10^4 \text{ ghm}^2$ 。如图 6 所示，四个城市（北京、上海、成都和拉萨）餐饮浪费的平均生态足迹为  $1.5 \text{ gm}^2/(\text{人} \cdot \text{餐})$ 。北京的人均餐饮浪费生态足迹最低，为  $1.24 \text{ gm}^2/(\text{人} \cdot \text{餐})$ 。成都在四个城市中最高，为  $1.66 \text{ gm}^2/(\text{人} \cdot \text{餐})$ 。成都较高的人均生态足迹主要来源于其较高的餐饮浪费量，尤其是高生态足迹的肉类（猪肉、牛羊肉和禽肉）的浪费。上海的人均餐饮浪费生态足迹为  $1.55 \text{ gm}^2/(\text{人} \cdot \text{餐})$ 。拉萨的人均餐饮浪费生态足迹为  $1.53 \text{ gm}^2/(\text{人} \cdot \text{餐})$ 。

### 2.1.2 不同食物结构的资源—环境分析

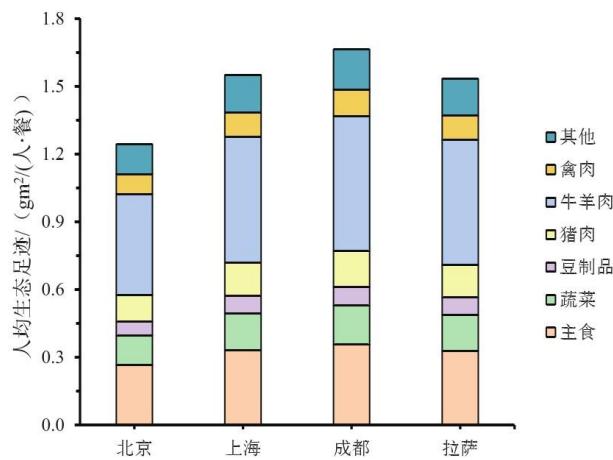


图 6 典型城市餐饮浪费人均生态足迹

食物结构是餐饮浪费影响的关键因素，本研究将食物主要分为主食、蔬菜、豆制品、猪肉、牛羊肉、禽肉和其他肉类。总体来看，肉类（猪肉、牛羊肉和禽肉）的浪费所导致的环境足迹更大。（1）其中，肉类（猪肉、牛羊肉和禽肉）浪费产生的水足迹最高，占餐饮浪费总水足迹的 55.9%（猪肉、牛羊肉和禽肉分别为 19.8%、25.4%、10.7%）；主食占总水足迹的比例为 19.8%；豆制品浪费的水足迹为总量的 10.1%；蔬菜浪费导致的水资源浪费最低，仅占总量的 3.9%。（2）肉类（猪肉、牛羊肉和禽肉）浪费的土地足迹最高，占餐饮浪费土地足迹的 39.1%（猪肉、牛羊肉和禽肉分别为 17.4%、8.7%、13.0%）；豆制品浪费的土地足迹为总土地足迹的 24.8%；主食浪费的土地足迹为总土地足迹的 22.4%；蔬菜浪费的土地足迹最低，仅占总量的 5.4%。（3）肉类（猪肉、牛羊肉和禽肉）浪费的碳足迹最高，占总碳足迹的 78.4%（猪肉、牛羊肉和禽肉分别为 38.3%、29.7%、10.4%）；蔬菜浪费的碳足迹为总量的 5.8%；豆制品浪费的碳足迹最低，占总量的 3.2%，主食浪费的碳足迹占总碳足迹比例较小，为 0.02%。（4）与其他环境足迹不同，蔬菜浪费的氮足迹占总量比例最多，为 63.5%；其次是豆制品，其浪费的氮足迹占总量的比例为 18.2%。肉类浪费的氮足迹占总足迹的 13.2%。（5）从食物结构来看，肉类（猪肉、牛羊肉和禽肉）浪费的生态足迹最高，占总生态足迹的 51.77%（猪肉、牛羊肉和禽肉分别为 9.46%、35.98%、7.06%）；主食浪费的生态足迹占总生态足迹的 21.36%；蔬菜浪费的生态足迹为总量的 10.4%；豆制品浪费的碳足迹最低，仅占总量的 5.01%。

### 2.1.3 不同餐馆类型的资源—环境分析

研究选取了大中小型餐馆和快餐店四种类型进行比较，总体来看，不同餐馆的环境足迹呈现大型餐馆、重型餐馆、小型餐馆、快餐店逐渐减小的趋势。大型餐馆食物浪费量较高，可能与商务聚会较多有关，而小型餐馆朋友聚会相对较多，导致浪费有较大减少。

(1) 餐馆规模越大, 其餐饮浪费的水足迹就越高, 如图 7 所示。大型餐馆餐饮浪费的水足迹为  $0.32\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 中型餐馆餐饮浪费的水足迹为  $0.18\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 小型餐馆餐饮浪费的水足迹为  $0.17\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 快餐店的食物浪费量最少, 其水足迹也相应较低, 仅为  $0.09\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。(2) 餐馆规模越大, 其餐饮浪费的土地足迹也相应越高, 如图 8 所示。大型餐馆餐饮浪费的土地足迹为  $0.34\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 中型餐馆餐饮浪费的土地足迹为  $0.20\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 小型餐馆餐饮浪费的土地足迹为  $0.18\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 快餐店的餐饮浪费量最少, 其土地足迹为  $0.10\text{m}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。(3) 餐馆规模越大, 其餐饮浪费的碳足迹越高, 如图 9 所示。大型餐馆餐饮浪费的碳足迹为  $0.48\text{kgCO}_2\text{-eq}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 中型餐馆餐饮浪费的碳足迹为  $0.28\text{kgCO}_2\text{-eq}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 小型餐馆餐饮浪费的碳足迹为  $0.25\text{kgCO}_2\text{-eq}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 快餐店的人均碳足迹最小, 为  $0.14\text{kgCO}_2\text{-eq}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。(4) 餐馆规模越大, 其餐饮浪费的氮足迹越高, 如图 10 所示。大型餐馆餐饮浪费的氮足迹为  $0.83\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 中型餐馆餐饮浪费的氮足迹为  $0.48\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 小型餐馆餐饮浪费的氮足迹为  $0.43\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 快餐店的餐饮浪费量最少, 其氮足迹为  $0.24\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。(5) 餐馆规模越大, 其餐饮浪费的生态足迹越高, 如图 11 所示。大型餐馆餐饮浪费的生态足迹为  $2.13\text{gm}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 中型餐馆餐饮浪费的生态足迹为  $1.23\text{gm}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 小型餐馆餐饮浪费的生态足迹为  $1.11\text{gm}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 快餐店的餐饮浪费量最少, 其生态足迹为  $0.61\text{gm}^2/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。

## 2.2 经济成本评估

我国餐饮浪费造成的经济损失大约为 3000 亿元。其中, 东部地区餐饮浪费量最高, 其相应的经济成本也最高, 为 657.6 亿~696.3 亿元。中部地区餐饮浪费的经济成本为 986.4 亿~1044.4 亿元。西部地区餐饮浪费的经济成本为 1150.8 亿~1218.5 亿元。典型城市餐饮浪费的经济成本计算结果显示, 城市居民餐饮浪费的平均经济损失为  $1.52\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。北京餐饮浪费的经济损失最低, 为  $1.27\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。成都餐饮浪费的经济损失较高, 为  $1.69\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。上海的人均餐饮浪费量经济损失为  $1.58\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ 。拉萨的人均餐饮浪费经济损失为  $1.56\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ (图 12)。从结构来看, 肉类(猪肉、牛羊肉和禽肉)导致的经济损失最大, 占总损失的 66.18%(猪肉、牛羊肉和禽肉分别为 32.12%、23.84%、10.22%); 蔬菜浪费的生态足迹为总量的 19.51%; 主食浪费的生态足迹占总生态足迹的 9.34%; 豆制品浪费的碳足迹最低, 仅占总量的 3.04%。从餐馆类型来看, 餐馆规模越大, 其餐饮浪费的经济损失越高。大型餐馆餐饮浪费的经济损失为  $2.17\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 中型餐馆餐饮浪费的经济损失为  $1.25\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 小型餐馆餐饮浪费的经济损失为  $1.1\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ , 快餐店的餐饮浪费量最少, 其经济损失为  $0.62\text{元}/(\text{人}\cdot\text{餐})$ (图 13)。

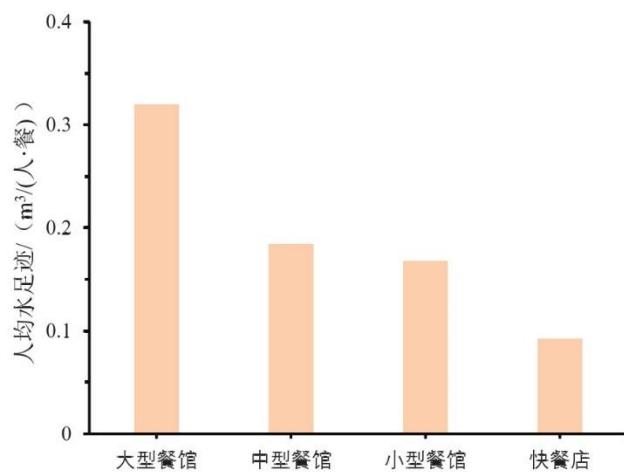


图 7 不同餐馆类型餐饮浪费水足迹

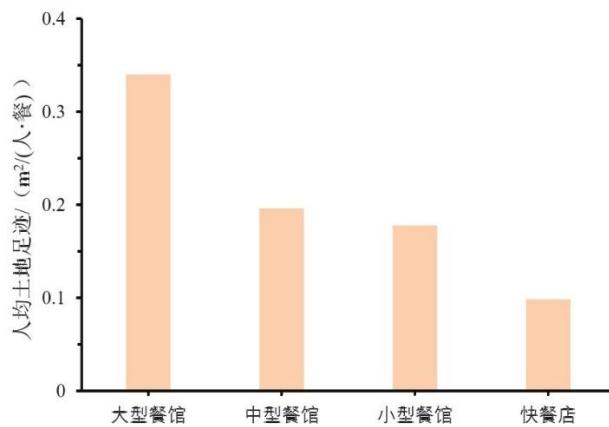


图 8 不同餐馆类型餐饮浪费土地足迹

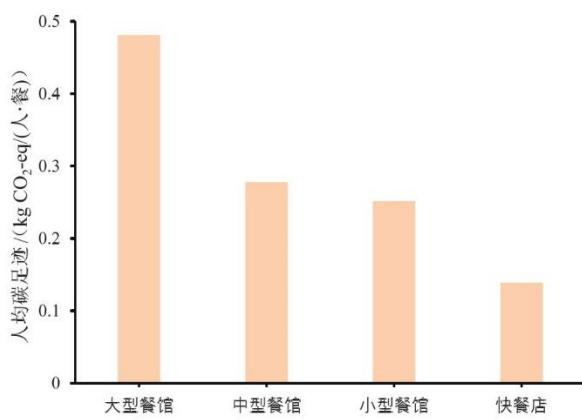


图 9 不同餐馆类型餐饮浪费碳足迹

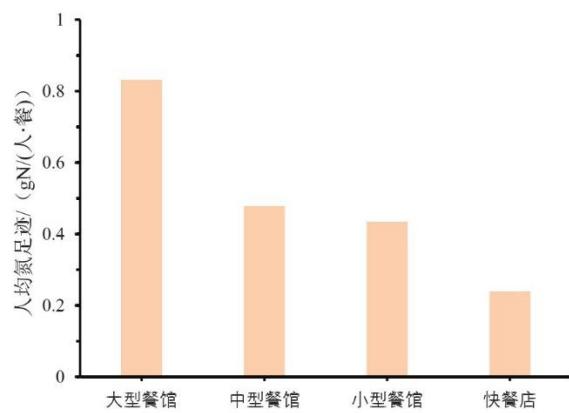


图 10 不同餐馆类型餐饮浪费氮足迹

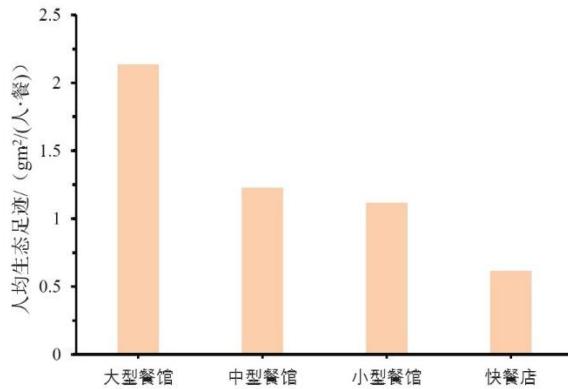


图 11 不同餐馆类型餐饮浪费生态足迹

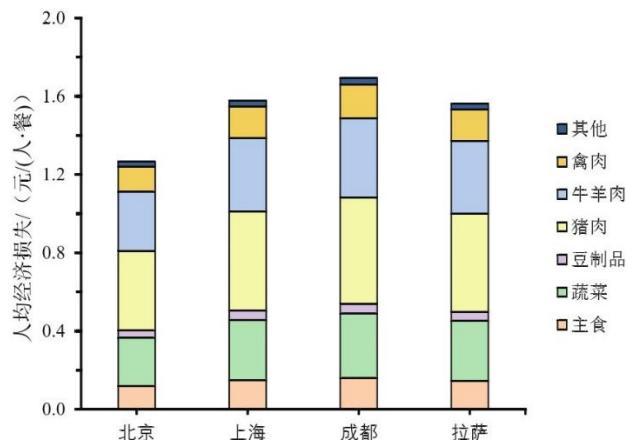


图 12 典型城市餐饮浪费人均经济损失

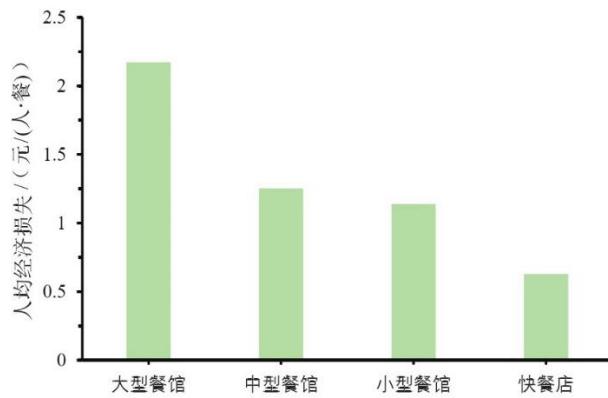


图 13 不同餐馆类型餐饮浪费经济损失

## 2.3 减少餐饮浪费的环境—经济效益分析

为量化评估减少餐饮浪费的环境—经济效益，本研究设定三种情景，即分别减少 5% (S1)、10% (S2) 和 30% (S3) 的浪费量，分析不同情景下减少餐饮浪费的环境经济潜能。图 14 表示不同程度减少餐饮浪费的情景下的资源—环境影响和经济损失情况。S0 为基准情景，即当前全国浪费总量约为 1800 万吨。减少当前餐饮浪费的 5% (S1)、10% (S2)、30% (S3) 的环境经济效益见图 5，可看出减少餐饮浪费具有较大的环境—经济潜能。例如，据估算，我国的碳排放峰值约 120 亿~122 亿吨二氧化碳<sup>[20]</sup>，而减少 5% 的浪费量可使这一峰值降低约 0.02%；减少 10% 的浪费量可使这一峰值降低约 0.06%；减少 30% 的浪费量则可使这一峰值降低约 0.16%。

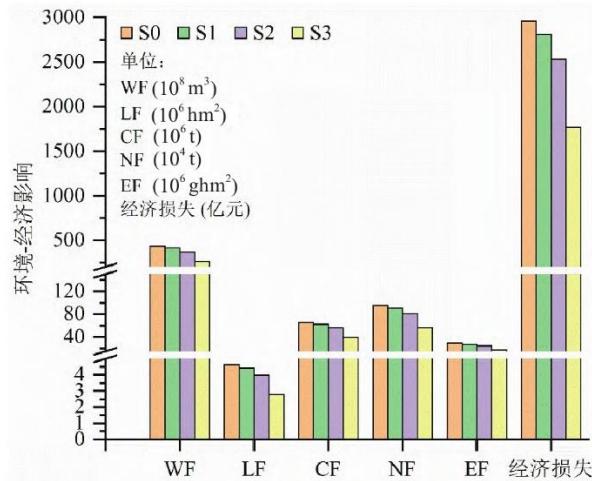


图 14 不同情景的环境-经济影响 (S0 为当前餐饮浪费的基准情景)

### 3 结论与政策建议

我国城市居民餐饮浪费所造成的资源环境影响巨大，相当于每年浪费约  $440 \times 10^8 \text{m}^3$  水资源、 $460 \times 10^4 \text{hm}^2$  土地资源，排放约  $550 \times 10^4 \text{tCO}_2\text{-eq}$  温室气体，造成约  $1051 \times 10^4 \text{tN}$  氮足迹和  $290.7 \times 10^4 \text{ghm}^2$  生态足迹，对经济造成约 3000 亿元的损失。新冠疫情常态化、全球经济下行压力加大，开源节流，减少经济损失和资源环境影响就显得尤为重要。肉类是导致环境足迹的主要食物，在不同环境足迹的占比达到 53%~78%。从区域来看，食物浪费的环境影响呈现东部向西部减少的趋势。大型餐馆餐饮浪费导致的环境足迹更大，而快餐店相对较少。为减少餐饮浪费，本研究从立法、配套措施、宣传教育等多个方面提出了具体的措施举措，以期减少餐饮浪费，助力新时期绿色发展，推进生态文明和美丽中国建设。

第一，加强制止餐饮浪费的立法与实施。

积极推进有关制止餐饮浪费专项立法与实施，在有关的法律中增加餐饮浪费的条款，把减少和杜绝浪费规定为公民应尽的义务，建立健全推进防治食物浪费、倡导食物节约的法律制度机制。国家层面尽快制定出台专门针对制止餐饮浪费行为的指导意见，从餐饮浪费的重点环节、主要类型入手，对政府部门、企业、社会组织和消费者等提出具体要求。尽快制定出台绿色餐饮经营管理规范、营养健康餐厅建设指南、打包服务规范、外卖餐品信息描述规范等国家标准，制订宴席节约服务规范等行业标准，鼓励各类行业协会、企业制定团体标准。

第二，建立制止餐饮浪费激励制度。

一是制定遏制食物浪费的国家行动框架。明确财政、监察、审计、税务、粮食等部门反对食物浪费的监督检查责任。二是完

---

善针对餐饮浪费的财税制度。建立鼓励节约、反对浪费的财税调节机制，探索利用财税工具加强对于餐饮业粮食浪费的监管和奖惩，对厉行节约的餐饮企业实行税收减免或抵扣营业税等方式实施奖励。采取对于企业或个人奢侈浪费行为征收高额税，鼓励合理食物消费方式，增加对浪费行为的处罚，并加强执法力度等。

### 第三，积极出台减少餐饮浪费的配套措施。

一是鉴于东中西部以及各地餐饮浪费特征存在较大差距，研究制定体现地方差异性的政策措施是必要的。统筹考虑我国不同区域、食物结构和餐馆规模，对其采取不同的管理和措施，比如鼓励东部地区餐馆实施推行小份菜或半份菜。二是优化外卖点餐制度，少量多样，多种选择，避免浪费。三是完善监督举报奖惩机制，对浪费情节严重的要给予曝光，并追究其责任。引导公众文明用餐，餐饮企业在显著位置张贴或摆放节约食物、杜绝浪费的宣传画或提示牌，菜单上准确标注菜量，按营养均衡的要求配置不同规格盛具；重视点菜服务与提醒消费，主动提供打包服务等。

### 第四，引导全社会树立绿色生活与消费理念。

一是树立科学消费的理念。引导社会公众正确看待物质需求与精神需求关系，科学理性地开展健康的饮食习惯和口味与营养均衡搭配的用餐行为，提高消费的层次和内涵。二是树立适度消费的理念。在消费方式上“量力而行，俭而有度，合理消费”，根据自身的经济能力和实际需要进行合理消费，按需购买，按需点餐。三是树立绿色消费的理念。消费者在食品消费的过程中应充分考虑自身行为对环境可能造成的影响，尽量做到环境负面效应最小化和长期环境收益最大化的消费行为。

### 参考文献：

- [1]Katajajuuri J M, Silvennoinen K, Hartikainen H, et al. Food waste in the Finnish food chain[J]. Journal of Cleaner Production, 2014, 73:322–329.
- [2]Scholz K, Eriksson M, Strid I. Carbon footprint of supermarket food waste[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2015, 94:56–65.
- [3]Liu J, Lundqvist J, Weinberg J, et al. Food losses and waste in China and their implication for water and land[J]. Environmental Science & Technology, 2013, 47(18):10137–10144.
- [4]Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, et al. Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention [R]. Rome, Italy:FAO, 2011.
- [5]United Nations Environment Programme. Food waste index report 2021[R]. Nairobi:United Nations Environment Programme, 2021.
- [6]Wen Z G, Wang Y J, De Clercq D. Performance evaluation model of a pilot foodwaste collection system in Suzhou City, China[J]. Journal of Environmental Management, 2015, 154:201–207
- [7]Xue L, Liu G, Parfitt J, et al. Missing food, missing data?A critical review of global food losses and food waste data[J]. Environmental Science & Technology, 2017, 51:6618–6633.
- [8]Zhao Y H, Wang C B, Zhang L X, et al. Converting waste cooking oil to biodiesel in China:Environmental impacts

---

and economic feasibility[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021, 140(3):110661.

[9]陈健.餐饮浪费与我国粮食安全[J].生态经济, 2020(10): 9-12.

[10]罗杰.中国粮食浪费惊人[J].生态经济, 2017(2): 10-13.

[11]García-Herrero L, Costello C, De Menna F, et al. Eating away at sustainability. Food consumption and waste patterns in a US school canteen[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 279(10):123571

[12]Dias-Ferreira C, Santos T, Oliveira V. Hospital food waste and environmental and economic indicators - A Portuguese case study[J]. Waste Management, 2015, 46:146-154.

[13]Dhir A, Talwar S, Kaur K, et al. Food waste in hospitality and food services:A systematic literature review and framework development approach[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 270:122861.

[14]Song G B, Li M J, Semakula H M, et al. Food consumption and waste and the embedded carbon, water and ecological footprints of households in China[J]. Science of the Total Environment, 2015, 529:191-197.

[15]Li B, Yin T L, Udugama I, et al. Food waste and the embedded phosphorus footprint in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 252:119909.

[16]Beretta C, Stoessel F, Baier U, et al. Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland [J]. Waste Management, 2013, 33(3):764-773.

[17]EPA. Defining Life Cycle Assessment (LCA) [R]. Washington D. C. :EPA, 2010.

[18]成升魁, 金钟浩, 刘刚. 中国城市餐饮食物浪费报告[R]. 北京: 世界自然基金会, 2018.

[19]熊欣, 张力小, 张鹏鹏, 等. 城市食物代谢的动态过程及其水-碳足迹响应——以北京市为例[J]. 自然资源学报, 2018(11): 1886-1896.

[20]严刚, 郑逸璇, 王雪松, 等. 基于重点行业/领域的我国碳排放达峰路径研究[J]. 环境科学研究, 2022(2): 309-319.