大型城市居民 消费低碳潜力分析

Low-carbon Consumption Potential Analysis of Metropolitan Residents

碳阻迹

支持机构：
城市碳达峰国际合作平台

1.背景和说明

本报告致力于研究并估算 1000 万人口以上的大型城市居民在生活和消费上存在的碳减排潜力，覆盖范围包括衣食住行用几大方面，通过科学的数据和合理的假设，推测个人及城市减排潜力。在进行估算时，优先选择的是全部一二线城市的数据。部分难以获得的数据，通过典型城市，如北京为例进行了代表性的计算。

2.减排估算

衣-2030 年减排量至少可达 79.34kgCO2e/人

服装类的碳足迹一般因材料、加工过程和款式，类型等不同而有较大的差异。例如涤纶纺织品从乙烯单体制造到涤纶纺织品制成碳排放为 25.701kgCO2e/kg[1]，一条纯棉牛仔裤从棉花种植到牛仔裤回收处理排放为 32.3 kgCO2e，白色纯棉 3/4 袖长款女式衬衫棉花种植到成衣的回收处理的排放为 10.75 kgCO2e[2]。根据保守性原则，选择中国生产的纯棉衬衫从棉花种植到使用阶段的全部排放 8.423kgCO2e 每件[3]进行估算。

根据国家统计局和中国服装协会的数据,2018 年服装销售量为 540.6 亿件[4]，同时依据国家统计局的数据，2017 年服装批发商品销售额为 8086.13 亿元，服装批发商品出口额 2588.57 亿元。将销售金额比例近似看作销售数量比例。那么不考虑出口服装，平均每人购买服装数量为 29.46 件。2020 年若每人购买服装数量减少 10%，即 3 件衣服左右，那么碳排放将至少减少 24.81 kgCO2e。2030 年若每人购买服装数量减少 15%，那么碳排放将减少 37.22 kgCO2e。

租衣是新兴的共享经济的一种，目标针对一二线城市的女性白领，根据现有平台的数据显示，截至 2018 年底该租衣平台注册用户达 1500 万，单件衣服的流转次数在 20 次到 30 次之间，在 2018 年付费用户数量涨了 10 倍[5]。同样基于纯棉衬衫计算，假设 2020 年通过租衣，平均每人少买 1 件衣服，那么减排量为 8.42kgCO2e，假设 2030 年通过租衣，平均每人少买 5 件衣服，那么减排量为 42.12 kgCO2e。

此外，一些快消品牌有其自身的总体碳排放核算和目标，例如 C&A 2018 年排放为 5678204tCO2e，比 2016 年排放减少 12%[6]，总体的碳减排目标仍在制定中。但在减少商店、配送中心和办公室的碳排放上目标为基于 2012 年的水平减少 20%碳排放。H&M 2018

年在运营方面减少 11%的碳排放[7]，且计划在 2040 年实现供应链端碳中和。优衣库母公司 Fastretailing 集团 2017-2018 财政年在供应链、运营和分销所有阶段的碳排放综合为 3248156 tCO2e，并计划在 2020 年达成商店单位面积碳减排 10%的目标[8]。若在消费时选择有减排目标和减排行动的品牌，也会助力碳减排。根据 KPMG 对时尚行业可持续发展的分析[9]，签署 Fashion Industry Charter for Climate Action 的企业中，仅有 15%左右计算了其供应链和范畴三的排放，低于 30%的企业披露了其明确的 2030 减排目标。时尚行业未来蕴含着减排潜力，但由于行业的碳披露程度较低，目前暂时无法给出明确的减排潜力估计。

表 1 “衣”减排量

种类	2020 减排潜力	2030 减排潜力	单位
减少购买服装	减少购买 10%服装	减少购买 15%服装	
	24.81	37.22	kgCO2e/人·年
租衣服*	相当于少买 1 件	相当于少买 5 件	
	8.42	42.12	kgCO2e/人·年
选择有减排目标/行为的品牌	--	--	--
合计	24.81-33.23*	37.22-79.34*	kgCO2e/人·年

注：*部分人适用

食-2030 年减排量至少可达 160.63kgCO2e/人

根据中国营养学会发布的中国居民平衡膳食宝塔可知，一天所需的禽畜肉约为 40-74 克[10]，同时依据 Scarborough 等人的研究[11]可知，倡导一周一天素食，那么每个人的减排量一年可达 128.71 kgCO2e。若 2020 年 50%的时间能够做到一周一次素食，那么每个人一年减排量可达 64.36 kgCO2e。若 2030 年能够实现每周一天素食，那么每个人一年的减排量可达 128.71 kgCO2e。对于部分人而言，一个食肉量大的人（超过 100g/天）改为中等食肉（50-99g/天）或满足营养要求的低水平食肉（0-50g/天），一年可减排为 584-945.35 kgCO2e,平均为 764.68 kgCO2e。

减少食物浪费能够减少垃圾处理时对应的碳排放，根据碳阻迹对西山庭院小区的计算，每天每人在家产生的厨余垃圾约 40 克，根据 WWF 中国食物浪费报告[12]，餐馆和食堂的日均食物浪费约为每餐每人 93 克。根据中国现有的填埋与焚烧比例，计算可得，假设 2020 年食物浪费能减少 25%，那么废物处理时，因光盘行动每人可减少的碳排放约为 15.96kg CO2e。

2030 年若食物浪费能减少 50%，那么废物处理时每人可减少的碳排放约为 31.92 kgCO2e。

表 2 “食”减排量

种类	2020 减排潜力	2030 减排潜力	单位
一周一天素食	50%的时间做到	100%时间做到	
	64.36	128.71	kgCO2e/人·年
改变食肉量过大*	764.68	764.68	kgCO2e/人·年
光盘行动	减少食物浪费 25%	减少食物浪费 50%	
	15.96	31.92	kgCO2e/人·年
合计	80.32-845.00*	160.63-925.31*	kgCO2e/人·年

*部分人适用

住-2030 年减排量可达 456.71kgCO2e/人

目前电力使用是我们在住这个领域估算的最主要的碳排放来源，根据 2018 中国统计年鉴[13]，2016 年人均生活电力消耗量为 610.8kWh，至 2020 年，若每人能够节约 5%的电力，约为 30 度，能够减少 18.63 kgCO2e。至 2030 年，若每人一年能够节约 10%的电力，约为 61 度，能够减少 37.26 kgCO2e。可以通过空调调节一度，及时关闭待机电源等方法实现。

假设电力市场改革在很快可以实现用户自己选择供电商，基于现阶段的电力排放因子，且暂未考虑可再生能源发电建设时的排放，即认为可再生能源电力的碳排放为零。若在 2020 年选择 50%的电力来自可再生能源，即节约 5%电力之后，剩余 50%电力来自可再生能源，那么一年的减排量约为 177.01kgCO2e/人。若在 2030 年选择 100%电力来自可再生能源，即节约 10%用电量后，剩余 90% 全部来自可再生能源，那么一年的减排量约为 335.38 kgCO2e/人。

选择节能家电，即能效等级为 1-2 级的家电，通过碳阻迹和能源基金会联合发布的的双 11 节能家电碳减排量调查报告[14]，使用 1 台节能空调一年减排 353.46 kgCO2e，使用 1 台节能冰箱一年减排 100.31 kgCO2e，使用 1 台洗衣机一年可减排 109.92 kgCO2e，使用 1 台电视一年可减排 57.6 kgCO2e。考虑一户至少拥有这些电器各一台，平均家庭规模为 3.03[13]，那么使用节能家电，平均每人一年的碳减排量为 205.05 kgCO2e。同时依据报告中的购买节能家电和普通家电的比例，假设与现阶段使用比例一致，即 59%为节能家电，剩余 41%为普通家电和未标明的家电。数据推测假设 2020 年普通家电使用者中 50%的家庭（即全部人群中的 79.5%）实现全部节能家电，基于现阶段水平那么平均每人一年额外减排量为

42.03kgCO2e。假设 2030 年全部家庭都是用节能家电，那么平均每人一年额外减排量为 84.07 kgCO2e

表 3 “住”减排量

种类	2020 减排潜力	2030 减排潜力	单位
节约电力	节约用电 5%	节约用电 10%	
	18.63	37.26	kgCO2e/人·年
选择可再生能源电力	50%来自可再生能源	100%来自可再生能源	
	177.01	335.38	kgCO2e/人·年
选择节能家电	50%的家庭全部节能家电	100%家庭全部节能家电	
	42.03	84.07	kgCO2e/人·年
合计	237.67	456.71	kgCO2e/人·年

注：上述三项有可能包括部分重复计算，在本研究中暂未考虑。

行-2030 年减排量可达 440.26kgCO2e/人

考虑北京市的交通发展年度报告[15]中私家车平均每天的出行距离为 31.3km，考虑车辆为燃油车，每周除限号外少开一天车，且选择低碳出行方式，其中 40%公交代替，40%地铁代替，15%骑行，5%步行，那么少开一天车一年减少的碳排放为 274.24 kgCO2e/车。结合 2018 中国统计年鉴[13]中平均家庭户规模 3.03 人/户，同时依据北京市为例，每百户拥有汽车数量为 49.2 辆，可得在 2020 年实现因为每周再少开一天车，人均减排量为 44.35 kgCO2e。此外，若 2030 年考虑 75%使用电动车代替其他车且依旧保持除限号外，每周再少开一天车。小轿车的百公里油耗为 8.9L，电动汽车的百公里电耗约为 15.8kWh,即一天的减排量为 3.17 kgCO2e 若全部车辆换为电动车，一周开车 5 天 则额外的减排量为每人每年 100.24 kgCO2e。此处暂时忽略了当前电动车所占份额(北京市大约为 3%)，选取了小轿车平均的排放，因数据较难获取，未考虑排量的排放差异和份额。

长途出行选择不同的交通工具有不同碳排放，根据 DEFRA2018，飞机的排放因子为 0.18277 kgCO2e/km，火车的排放因子为 0.01226 kgCO2e/km。 根据 2018 年民航行业发展统计公报[16]，2018 年全行业完成旅客周转含量 10712.32 亿人公里，旅客运输量为 61173.50 万人次，可得乘坐飞机平均每人次距离为 1751.13km。结合北京市的交通发展年度

报告[15]，民航客运进出港人数为 10749 万人，平均北京人的飞机出行次数为 4.95 次，与上述平均每人次的出行距离相乘可得，平均每人飞机出行距离为 8670.15km/年。若在 2020 年有 10%的出行距离使用火车代替飞机，减排量为 147.83 kgCO2e/人·年。2030 年有 20%的出行距离使用火车代替飞机，减排量为 295.67 kgCO2e/人·年。

表 4 “行”减排量

种类	2020 减排潜力	2030 减排潜力	单位
私家车	每周少开一天车	全部电动车出行	
	44.35	144.59	kgCO2e/人·年
长途出行火车代替飞机	10%飞机航程由火车代替	20%飞机航程由火车代替	
	147.83	295.67	kgCO2e/人·年
合计	192.18	440.26	kgCO2e/人·年

注：此处的电动车均未考虑选择使用可再生能源作为充电来源，假设情况是车辆充电与居民用电选择分开。

用-2030 年减排量至少可达 34.71kgCO2e

日常生活中减少一次性用品的使用，根据文献可知，一个塑料袋的碳排放为 40g[17]，限塑令前中国每天消耗的塑料袋约为 20 亿个以上，限塑令后减少约三分之二，因此推算现在每天塑料袋的消费量约为 6.67 亿个每天，2433.33 亿个塑料袋每年，那么人均的塑料袋消费量约为 175 个，假设 2020 年塑料袋使用量减少一半，那么减排量为 3.50 kgCO2e/人·年。假设 2030 年完全不使用塑料袋，那么减排量为 7.00 kgCO2e/人·年。

在餐具使用上，若叫外卖时选择减少一次性餐具，即不需要一次性筷子，根据互联网平台下公众低碳生活方式研究报告[18]，不要一次性筷子对应的减排量为 16gCO2e，根据第 43 次中国互联网络发展状况统计报告[19]，截止 2018 年 12 月，网上外卖用户规模达 4.06 亿。根据外卖行业报告[20]，一二线城市每日订外卖一次及以上的用户占比为 54.3%，其次根据每单外卖点餐人数即所需餐具份数的比例计算得知平均每单外卖所需餐具数为约为 2.239 份。按照现有用户比例和餐具比例 若 2020 年 50%的外卖不要一次性筷子减排量为 3.55kgCO2e，若 2030 年全部外卖不要一次性筷子减排量为 7.10 kgCO2e。此外，外卖的塑料餐盒也有减排潜力，纸盒代替塑料餐盒没有明显的减排效应，因为纸盒在废物处理阶段的排放较大。但生物基塑料，即含有植物纤维或淀粉作为部分原料的塑料，有一定的减排效应。根据碳阻迹类似

案例的排放因子，生物基塑料代替普通的塑料单位减排量为 0.76 kgCO2e/kg。一个餐盒重量约为 20g，使用生物基塑料代替，一个餐盒的减排量约为 15.13 克 CO2e。同样按照现有用户比例和餐具比例，假设 2020 年生物基塑料餐盒的占比为 10%，那么减排量为 0.67kgCO2e，假设 2030 年生物基塑料餐盒的占比为 20%，那么减排量为 1.34 kgCO2e。

物流行业是近年来蓬勃发展的行业，随着电商和物流的发展，包装的使用也急剧增加。根据碳阻迹的测算，使用 1 个绿色包裹的平均减排量为 40g，绿色包裹包括环保快递袋（可降解塑料袋和生物质塑料袋）和无胶带纸箱。根据菜鸟网络包装纸箱循环利用减排量计算研究报告[21]，包裹回收的减排量为 37g。根据 2018 年邮政行业发展统计公报，2018 年快递业务总量为 507.1 亿件，邮政包裹业务总量为 2407.6 万件，合计人均为 36.5 个包裹[22]。在快递物流行业，使用塑料袋，纸箱的比例会随着商品的种类而有所改变，也存在塑料袋和纸箱同时使用的情况，此外，绿色包裹中的无胶带纸箱同样可以回收使用。北上广等大型城市的居民快递和包裹数显著高于全国平均水平，根据上述文献粗略估计广州、上海、北京三地的平均包裹数量约为 200 件/人，假设在 2020 年其中 25%的包裹（50 个）是绿色包裹，另外 25%的快递纸箱（50 个）能被至少回收 1 次，那么在一二线城市平均每人的减排量为 3.76 kgCO2e/人·年，在 2030 年 50%的包裹（100 个）是绿色包裹，且 50%的纸箱（100 个）能被至少回收 1 次，那么在一二线城市平均每人的减排量为 7.52 kgCO2e/人·年。

可回收垃圾的分类回收和再生利用蕴含着减排量，虽然由于再生过程的加工方式和最终产品差异较大，但是用平均数据，仍能表示其减排潜力。根据碳阻迹的计算数据，平均 1kg 纸回收再生后可减排 0.419 kgCO2e，平均 1kg 铁回收再生后可减排 1.427 kgCO2e，平均 1kg 铜回收再生后可减排 12.157kg，平均 1kg 塑料回收再生后可减排 0.525kg。结合以往案例调研数据，假设每人每年能回收 5kg 纸，金属较少暂不考虑，0.5kg 塑料，1kg 织物，那么每人每年可减少碳排放量为 5.875 kgCO2e。若 2030 年这些回收垃圾回收的比例能增加 50%，那么每人每年可减少的碳排放为 11.75 kgCO2e。

表 5 “用”减排量

种类		2020 减排潜力	2030 减排潜力	单位
减少使用塑料&一次性筷子	减少使用塑料袋	减少 50%塑料袋使用	减少 100%塑料袋使用	
		3.50	7.00	kgCO2e/人·年
	减少使用一次性筷子	50%外卖不要筷子	100%外卖不要筷子	
		3.55	7.10	kgCO2e/人·年
	使用生物基塑料餐盒	10%生物基塑料餐盒	20%生物基塑料餐盒	
		0.67	1.34	kgCO2e/人·年
包裹&可回收垃圾	绿色包裹+纸箱重复利用	25%实现	50%实现	
		3.76	7.52	kgCO2e/人·年
	可回收垃圾回收再生	平均回收水平	1.5 倍平均回收水平	
		5.88	11.75	kgCO2e/人·年
合计		17.36	34.71	kgCO2e/人·年

3.结论

根据以上衣食住行用等各方面减排量的核算，在一个人口超过 1 千万的一二线城市居民若能在消费方面做出低碳选择，2030 年平均每人的减排潜力至少可达 1129.53kg。因为消费数据的选择主要是基于以上特定城市，人均消费减排潜力估计并不适用于全部人口。若是 1 千

万人的城市，那么一年该城市通过居民的生活和消费可以产生的减排量至少为1129.53万吨，详情见表6。服装类的人均减排量较低，主要通过减少购买服装和租衣等实现减排；饮食方面，通过改变荤素搭配、减少厨余垃圾的处理实现减排；居住方面，主要考虑电力，节约用电，自主选择可再生能源发电，选择节能家电实现减排；交通方面，通过选择低碳的出行方式实现少开一天车、低碳的电动车、低碳的长途出行等方式实现减排；在使用方面，减少塑料袋的使用，和减少使用一次性餐具或低碳餐盒选择环保的包裹，重复利用纸箱、提高可回收垃圾回收率实现减排。

表6 2030年减排量汇总

<table>
<tr><th>类别</th><th>低碳场景</th><th>减排潜力</th><th colspan="2">2030 人均减排潜力范围</th><th>单位</th></tr>
<tr><td rowspan="3">衣</td><td>减少购买服装</td><td>37.22</td><td rowspan="3">37.22</td><td rowspan="3">79.34*</td><td rowspan="15">kgCO2e/人·年</td></tr>
<tr><td>租衣服*</td><td>42.12</td></tr>
<tr><td>选择有减排目标/行为的品牌</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">食</td><td>一周一天素食</td><td>128.71</td><td rowspan="3">160.63</td><td rowspan="3">925.31*</td></tr>
<tr><td>改变食肉量过大*</td><td>764.68</td></tr>
<tr><td>光盘行动</td><td>31.92</td></tr>
<tr><td rowspan="3">住</td><td>节约电力</td><td>37.26</td><td colspan="2" rowspan="3">456.71</td></tr>
<tr><td>选择可再生能源电力</td><td>335.38</td></tr>
<tr><td>选择节能家电</td><td>84.07</td></tr>
<tr><td rowspan="2">行</td><td>私家车</td><td>144.59</td><td colspan="2" rowspan="2">440.26</td></tr>
<tr><td>长途出行火车代替飞机</td><td>295.67</td></tr>
<tr><td rowspan="2">用</td><td>减少使用塑料&一次性筷子</td><td>15.44</td><td colspan="2" rowspan="2">34.71</td></tr>
<tr><td>包裹&可回收垃圾</td><td>19.27</td></tr>
<tr><td colspan="3">合计</td><td>1129.53</td><td>1936.33*</td></tr>
</table>

附录

附录 1 排放因子

类别	排放因子	单位	来源
电力	0.6101	kgCO2e/kWh	发改委
纯棉衬衫	8.324	kgCO2e/件	文献[3]
饮食-高肉类	7.26	kgCO2e/天(2000 kcal)	文献[11]
饮食-中肉类	5.66	kgCO2e/天(2000 kcal)	文献[11]
饮食-低肉类	4.67	kgCO2e/天(2000 kcal)	文献[11]
饮食-鱼	3.94	kgCO2e/天(2000 kcal)	文献[11]
饮食-素食、蛋、奶	3.85	kgCO2e/天(2000 kcal)	文献[11]
饮食-纯素食	2.94	kgCO2e/天(2000 kcal)	文献[11]
外卖一次性用具	0.04	kgCO2e/次	报告[18]
厨余垃圾废物处理	1.314	kgCO2e/kg	碳阻迹推荐值
北京公交	0.0365	kgCO2e/km.人	报告[23]+碳阻迹计算
地铁	0.0376	kgCO2e/km.人	DEFRA
飞机	0.18277	kgCO2e/ km.人	DEFRA
火车	0.01226	kgCO2e/ km.人	DEFRA
塑料袋	0.04	kgCO2e/个	文献[24]

附录 2 单位减排量表

类别	单位减排量	单位	来源
节能空调	-353.46	kgCO2e/年	碳阻迹计算
节能冰箱	-100.31	kgCO2e/年	碳阻迹计算
节能洗衣机	-109.92	kgCO2e/年	碳阻迹计算
节能电视	-57.6	kgCO2e/年	碳阻迹计算
包裹回收	-0.037	kgCO2e/个	文献[21]
绿色包裹	-0.030	kgCO2e/个	碳阻迹计算
可回收再生-纸	-0.419	kgCO2e/kg	文献+碳阻迹计算
可回收再生-织物	-3.5	kgCO2e/kg	文献+碳阻迹计算
可回收再生-塑料	-0.525	kgCO2e/kg	文献+碳阻迹计算

参考文献

[1] 赵年花. 涤纶纺织品的碳足迹评估与低碳措施[D]. 东华大学, 2012.

[2] 王来力. 纺织服装碳足迹和水足迹研究与示范[D]. 东华大学, 2013.

[3] Wang C, Wang L, Liu X, et al. Carbon footprint of textile throughout its life cycle: a case study of Chinese cotton shirts[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 108: 464-475.

[4] http://data.chinabaogao.com/fuzhuang/2019/01243956392019.html.

[5] https://www.yi23.net/events/12.

[6]http://sustainability.c-and-a.com/sustainable-supply/clean-environment/climate/.

[7]https://sustainability.hm.com/content/dam/hm/about/documents/en/CSR/2018_sustainability_report/HM_Group_SustainabilityReport_2018_ FullReport_en.pdf.

[8]https://www.fastretailing.com/eng/sustainability/report/pdf/sustainability2019_en_11.pdf -page=1&pagemode=thumbs&zoom=80.

[9] Kpmg. Sustainable fashion：Committing to a sustainable future through the Fashion Industry Charter for Climate Action[R]. 2019.

[10] http://dg.cnsoc.org/upload/images/source/20160519164035385.jpg.

[11] Scarborough P, Appleby P N, Mizdrak A, et al. Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK[J]. Climatic change, 2014, 125(2): 179-192.

[12] WWF；中国科学院地理科学与资源研究所. 中国城市餐饮食物浪费报告[R]. 2018.

[13] http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2018/indexch.htm.

[14] 碳阻迹. 2018 “双 11” 节能家电及碳减排量调查报告[R]. 2018.

[15] 北京交通发展研究院. 2019 北京市交通发展年度报告[R]. 2019.

[16] 中国民用航空局. 2018 年民航行业发展统计报告[R]. 2019.

[17] Muthu S S, Li Y: Life cycle assessment of grocery shopping bags, Assessment of Environmental Impact by Grocery Shopping Bags: Springer, 2014: 15-54.

[18] Prcee. 互联网平台背景下公众低碳生活方式研究报告[R]. 2019.

[19] Cnnic. 中国互联网络发展状况统计报告[R]. 2019.

[20] 2018-2019 中国在线外卖行业研究报告 [EB/OL]. http://www.sohu.com/a/314486023_800248.

[21] 菜鸟网络. 菜鸟网络包装纸箱循环利用减排量计算研究报告[R]. 2018.

[22] 2018 年邮政行业发展统计公报 [EB/OL]. http://www.spb.gov.cn/xw/dtxx_15079/201905/t20190510_1828821.html.

[23] 北京公共交通控股（集团）有限公司. 北京公共交通控股（集团）有限公司 2018 年社会责任报告[R]. 2019.

[24] Yaros C C B R. Life Cycle Assessment for Three Types of Grocery Bags[J], 2007.