

外卖循环餐盒

经济与环境效益研究报告

基于爽提循环餐盒·南方医科大学
顺德校区案例



发布单位



摆脱塑缚是国内首个专注于推动解决塑料污染的机构，
以企业倡导、公众宣传与政策建议为主，以消除生活与环境中的塑料污染为目标。

网址：www.plasticfreechn.org.cn

邮箱：actionnow@btsf.org.cn

电话：020-84131316

微信公众号：[baituosufu0705](https://www.weixin.com/baituosufu0705)

研究实施单位

环境效益研究

段华波 马艺 | 深圳大学土木与交通工程学院

经济效益研究

李瑞娟 周元春 王华 王琦 | 北京培思绿色科技发展中心

研究支持单位

深圳快品信息技术有限公司

免责声明

本研究报告由摆脱塑缚组织实施撰写，报告中所提供的信息仅供参考。

对于本报告所提供信息所导致的任何直接的或者间接的后果，本报告不作为摆脱塑缚承担任何法律责任的依据或者凭证。

本报告之声明及修改权、更新权及最终解释权归摆脱塑缚所有。

目
录
—
C
O
N
T
E
N
T
S

▷ 执行摘要	P01
01 - 引言	P01
02 - 主要发现	P02
经济效益发现	P02
环境效益发现	P02
03 - 建议	P03
▷ 外卖循环餐盒模式分析	P04
01 - 循环餐盒模式与一次性餐盒模式对比	P04
02 - 循环餐盒模式主要利益相关方分析	P05
03 - 循环餐盒模式主要环境影响指标	P06
▷ 外卖循环餐盒经济效益	P07
01 - 经济效益研究方法	P07
02 - 循环餐盒模式主要利益相关方的成本收益变化	P07
03 - 循环餐盒模式经济效益分析	P10
04 - 经济效益提升路径分析	P11
▷ 外卖循环餐盒环境效益	P13
01 - 环境效益研究方法	P13
02 - 循环餐盒减排效益分析	P15
03 - 基于全国外卖订单数量的减排效益分析	P18
▷ 附录	P20
01 - 商家和消费者餐盒选择行为分析	P20

执行摘要



01 - 引言

疫情之下，无接触消费的需求大大增加¹，国内外卖服务日趋完善，外卖经济飞速发展。据统计，2020年全年我国新增外卖相关企业67万余家；截至2020年底，中国外卖用户规模已接近5亿人，外卖市场总体规模达到8352亿元²。

在外卖业务中，快餐外卖类订单占比80%³，其在带来生活便利、促进餐饮业多元化发展的同时，也产生了大量的一次性塑料类等外卖包装废弃物，对城市生活垃圾管理和生态环境保护带来了极大压力与挑战，是城市固体废物管理面临的突出难题。

循环餐盒的出现为餐饮外卖行业提供了全新的外卖包装解决方案，有望逐步替代一次性塑料餐盒的使用，减少包装废弃物的产生，降低对生态环境的影响。

受到多种因素的影响，相对于一次性餐盒模式，各利益相关方在循环餐盒模式中负担的成本和获得的收益都将发生变化，成本和收益的重新分配将对各利益相关方的决策行为产生影响，从而影响循环餐盒外卖项目的可持续运营和发展。因此，从行业发展角度来看，除了需要考虑环境问题，还需要从循环餐盒模式各利益相关方的角度考虑成本和收益等经济问题。

本报告将以爽提⁴循环餐盒模式——南方医科大学顺德校区试点项目为案例，研究外卖循环餐盒模式的经济和环境效益。报告首先分析了相对于一次性餐盒模式，循环餐盒模式下各主要利益相关方的成本与收益变化，从经济角度评估循环餐盒是否是一次性餐盒的可行替代方案。其次，从生命周期的角度出发，量化循环餐盒从生产、使用到废弃生命周期内各阶段的环境影响，将分析结果与传统一次性餐盒使用模式进行对比，评估其环境效益。



1. 王金臣. 外卖是疫情之后酒店餐饮的必然选择? [EB/OL]. (2020-04-02)[2021-08-01]. <https://www.spaqyq.com/info/16927.html>.
2. 用户规模近5亿，外卖市场总体规模达8352亿元[EB/OL]. 央广网, [2021-07-31]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1690826108458257213&wfr=spider&or=pc>.
3. 数据来源：《2022-2027中国餐饮O2O行业市场前瞻与投资战略规划分析报告》，前瞻产业研究院，2021
4. “爽提”是深圳快品信息技术有限公司的智慧食堂品牌，专注于高校食堂的智能化。爽提在校园环境开展的智慧食堂项目同时支持一次性餐盒和循环餐盒。 <https://www.kplocker.com/home.html>.

02 - 主要发现

经济效益发现

- 1 校园循环餐盒外卖项目的主要利益相关方包括爽提（循环餐盒供应商、外卖平台）、学校、商家和消费者，分别是校园循环餐盒外卖项目的发起者、推动者、参与者和使用者；
- 2 基于目前每日500份循环餐盒外卖订单、年运营期9个月等运营状况计算，随着运营逐渐稳定，相对于一次性餐盒模式，循环餐盒模式的综合净收益逐步提升；
- 3 目前，在校园循环餐盒外卖模式中，爽提作为发起者和学校作为推动者的情况下，循环餐盒的供给充足，循环餐盒的需求量由商家和消费者的选择决定。在订单量提升的情况下，通过适度提高循环餐盒清洁费、租赁费等，优化净效益在主要利益相关者间的分配，将有助于各方实现较高的净收益，实现循环餐盒模式的经济可持续性；
- 4 影响主要利益相关方成本和收益的因素中，循环餐盒的需求量（订单量）对各利益相关者的净效益均有影响，设备和餐盒购置价格影响爽提的运营成本，餐盒租赁费影响爽提的收益和商家的成本，循环餐盒打包费影响商家的收益和消费者的成本，归还餐盒的时间成本影响消费者的成本；

环境效益发现

- 1 若仅使用一次，单个循环餐盒在生产、运营和后处理阶段的环境影响总体上高于三类一次性餐盒（PP餐盒、PET餐盒、PP&PE餐盒）。
- 2 循环餐盒在运营期内循环使用7次便可抵消一次性餐盒在5类指标的环境影响。在目前使用63次的情景下，循环餐盒可减少0.09 g SO₂ 当量/次酸化潜势（AP）、0.03 g PO₄³⁻ 当量/次富营养化潜势（EP）、91g CO₂ 当量/次全球变暖潜势（GWP）、0.03 g 乙烯当量/次光化学臭氧生成潜势（POCP）、2MJ/次初级能源消耗（PED）。
- 3 循环餐盒若能在全国范围内推广应用，在2025年替代一次性餐盒在快餐外卖中达到10%的使用比例，可减少26吨SO₂当量酸化潜势（AP）、9吨PO₄³⁻ 当量富营养化潜势（EP）、2.6万吨CO₂ 当量全球变暖潜势（GWP）、9吨乙烯当量光化学臭氧生成潜势（POCP）以及1270TJ当量初级能源消耗（PED）。若能进一步提升循环餐盒使用率并持续降低循环餐盒自身生产和使用所产生的环境影响，相应的减排效果将更为明显。

03 - 建议

从提高主要利益相关方净收益的角度，可以通过以下方式推动循环餐盒外卖模式可持续发展与推广：

1. 建立循环餐盒卫生状况监督和公开制度。循环餐盒运营商（提供商）加强对循环餐盒的监督，建立循环餐盒卫生监测报告定期公开制度，接受商家和消费者监督。
2. 改善商家取用循环餐盒的管理。爽提加强对商家取用循环餐盒的管理，降低商家的循环餐盒使用成本，并为商家使用循环餐盒预留一定的盈利空间，激励其选择使用循环餐盒。
3. 学校继续实施白色垃圾处理费制度，通过价格信号将减少一次性餐盒使用的压力传递给商家和消费者，推动商家和消费者选择循环餐盒。
4. 加强循环餐盒宣传工作。爽提加强与学校合作，结合学校特点，加强循环餐盒方面的宣传，使商家和消费者更多的了解循环餐盒的优点，提升其对循环餐盒的认知。
5. 优化循环餐盒回收柜的位置。爽提可以适当增加循环餐盒回收柜的数量，降低消费者归还餐盒需要花费的时间，从而降低消费者选择循环餐盒外卖的成本，增加消费者从消费循环餐盒外卖中获得的净效益。

从生命周期的视角出发，可以通过以下措施的落实进一步提升循环餐盒的环境效益：

1. 循环餐盒生产应建立从“原料来源、生产加工、废弃物回收”生命周期的绿色供应链，并考虑餐盒的使用寿命与循环次数，全面降低循环餐盒生产的环境影响。在确保产品性能的前提下，可适当减少产品的原材料消耗。
2. 循环餐盒生命周期环境影响主要来集中于运营阶段，因此需要降低外卖运输和储存能耗。自提柜生产设计过程中应尽可能地考虑其使用时的能耗问题。企业在运营前期可结合各网点的实际情况，合理规划食堂与自提柜、回收点的距离。同时，可根据外卖订单分布位置，在用餐低峰期，集中使用某些自提柜，适当提高自提柜的使用效率；并在夜间无人用餐的情况下关闭自提柜，降低电力消耗。另外，企业可联合学校加强引导餐盒使用者参与和配合餐盒的回收，确保循环餐盒在寿命期内能正常循环使用。
3. 循环餐盒与一次性餐盒相比，具有明显的环境效益，相关企业可加大力度制定完善的餐盒回收系统，为实施可循环餐盒的措施打好基础，以推动其在全国范围内的推广应用，从而降低一次性餐盒的使用，减少一次性餐盒带来的环境影响。

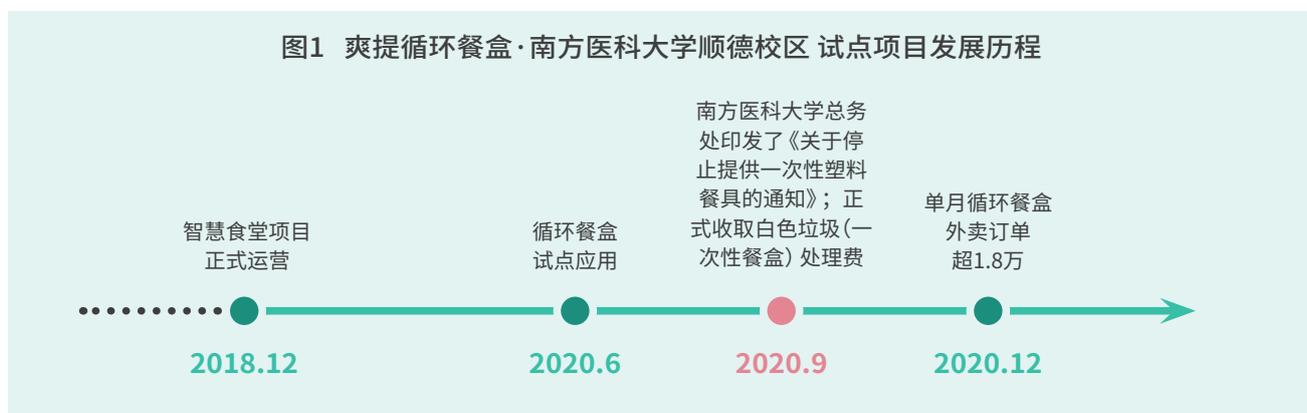
政府有关部门可制定政策，鼓励循环餐盒新模式新业态新服务的发展；建立绿色专项贴息贷款制度，支持更多企业参与循环餐盒模式的创新和优化；鼓励高校、工业园区等合适场景参与循环餐盒模式试点，因地制宜，探索出不同场景的适配模式。

外卖循环餐盒模式分析

01 - 循环餐盒模式与一次性餐盒模式对比

爽提智慧食堂是一套包含点餐、配送、末端交付和数据监控体系的高校食堂方案，自2018年12月起在南方医科大学顺德校区正式落地应用。

图1 爽提循环餐盒·南方医科大学顺德校区 试点项目发展历程



在爽提智慧食堂体系中，一次性餐盒和循环餐盒两种外卖餐食配送模式的运作流程如图2所示。由于循环餐盒在性能上具有可重复使用的特性，故相比“用完即弃”的一次性餐盒模式，循环餐盒模式设计了餐盒回收、清洗消毒、重新配送及使用的环节。

图2 爽提智慧食堂一次性餐盒与循环餐盒模式运作流程

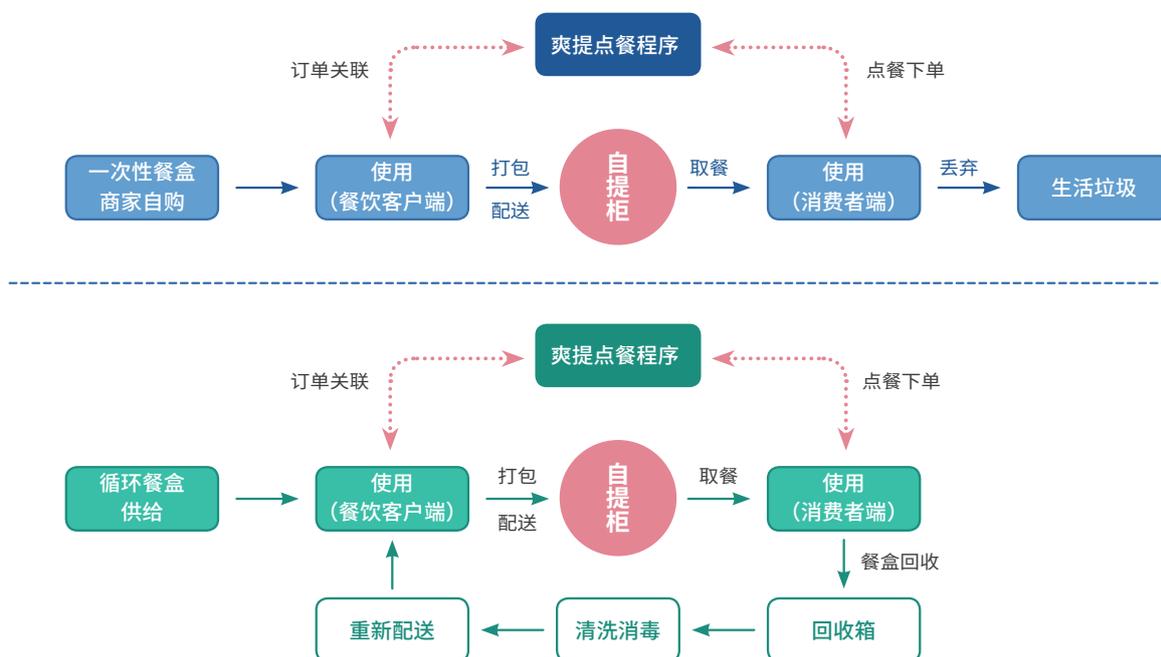




图3 爽提自提柜与回收箱

02 - 循环餐盒模式主要利益相关方分析

在爽提循环餐盒模式中，爽提与学校、学校内的商家以及消费者（在校师生）建立关系，相互之间互为利益相关方，活动内容主要包括：

1. 爽提：提供点餐平台、配送设备和服务、餐盒回收设备和服务等；
2. 学校：提供政策支持、场地和餐盒清洗服务；
3. 商家：通过爽提平台（点餐、配送、餐盒等）提供餐食；
4. 消费者：点餐、取餐、归还餐盒。

各主要利益相关方之间的关系如图4所示。

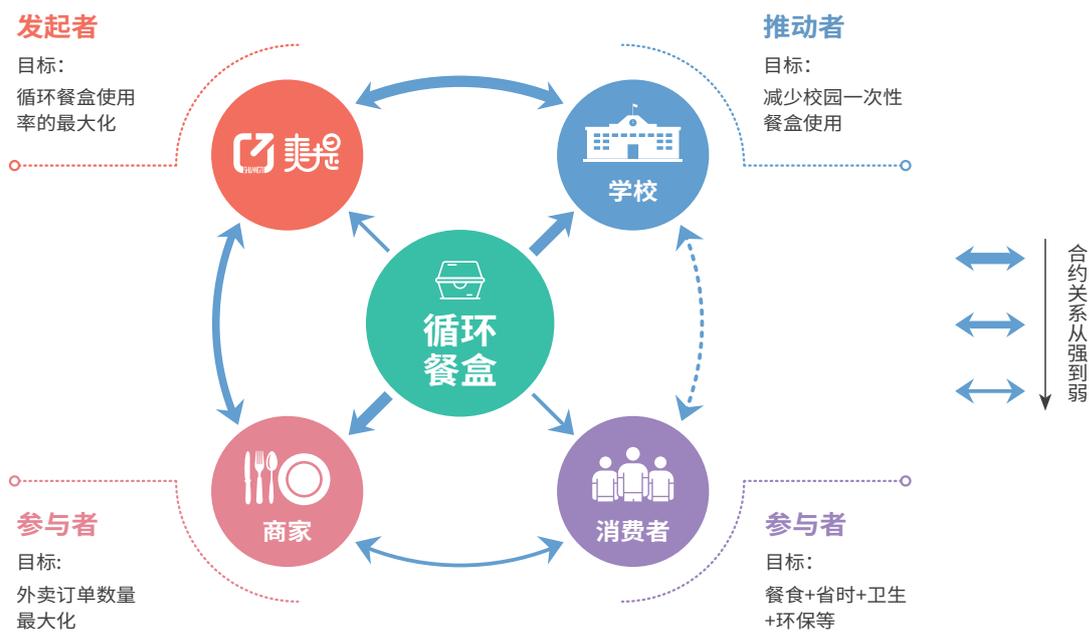


图4 爽提循环餐盒模式的主要利益相关方关系

03 - 循环餐盒模式主要环境影响指标

循环餐盒模式在生产阶段、运营阶段以及后处理阶段涉及能源消耗和污染物的产生及排放，具体为：

表 1 循环餐盒模式能源消耗及污染物产生情况

阶段	类别	名称
生产阶段	能源消耗	水、电力
	污染物排放	粉尘、VOCs、废塑料
运营阶段	能源消耗	电力
后处理阶段	能源消耗	水、电力
	污染物排放	清洗废水

本研究选取的环境影响类别和指标如表 2 所示。其中，全球变暖潜势（GWP）和初级能源消耗（PED）指标与气候变化和能源效率密切相关，富营养化潜势（EP）、酸化潜势（AP）和光化学臭氧生成潜势（光化学烟雾）（POCP）与大气、土壤和水环境质量等有着紧密关联，能反应评价对象（如循环餐盒生产加工过程）NO_x、SO₂、VOCs 及其他常规污染物排放造成的综合环境影响。

表 2 本研究选取的五种环境影响类别和指标

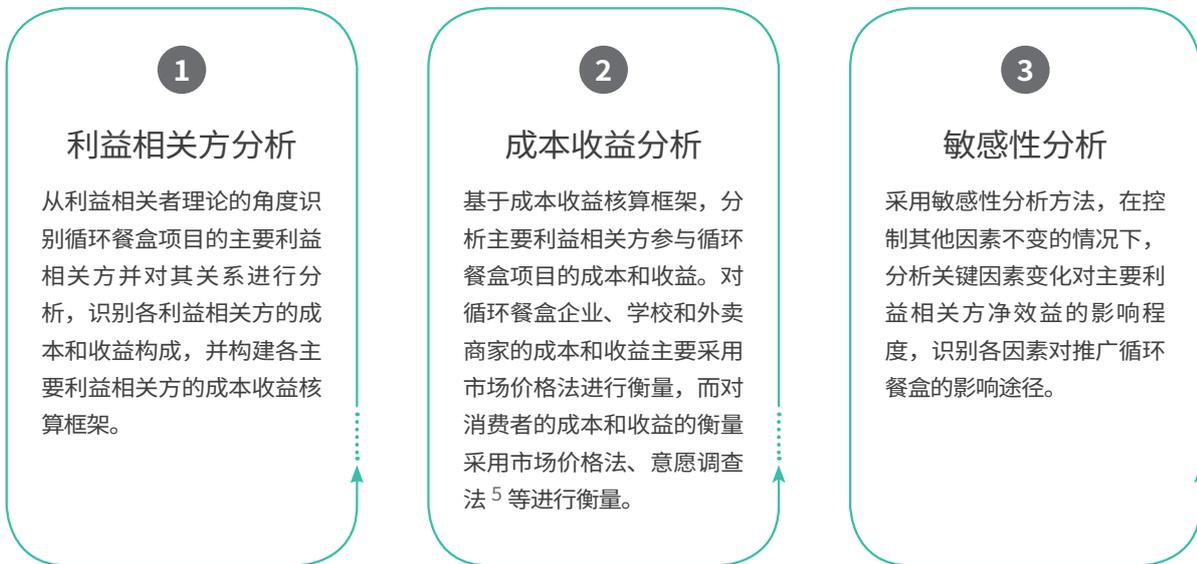
影响类别	指标	描述	单位	参考文献
气候变化	全球变暖潜势（碳排放当量）（GWP100 年）	度量温室气体的排放，比如 CO ₂ 和甲烷。这些气体的排放增加了地球辐射的吸收，加剧了温室效应。	kg CO ₂ 当量	气候变化 2013：物理科学基础，政府间气候变化专门委员会（IPCC），日内瓦，2013
初级能源消耗	初级能源消耗（PED）消耗的不可再生能源（如煤、天然气、石油）和电力等	从任何资源中获取的初级能源总量的测定值。PED 是用对非再生能源（例如石油、天然气等）和可再生能源（例如水力发电、风能和太阳能等）的需求来表示的。能源储存的效率（例如电力、热和蒸汽）也被考虑其中。	MJ（低热值）	ISO 标准运营指南（Guinée 等），莱顿大学环境科学研究中心（CML），莱顿，2002
富营养化	富营养化潜势（EP）	度量引发环境中富营养化效应的排放。富营养化潜势是一种化学计量法，目的是为了确定陆地和水生系统中氮和磷的等价性。	kg PO ₄ ³⁻ 当量	ISO 标准运营指南（Guinée 等），莱顿大学环境科学研究中心（CML），莱顿，2002
酸雨	酸化潜势（AP）	度量引发环境中酸化效应的排放。酸化潜势是通过将已有的硫原子、氮原子和卤素原子与其分子量联系起来而定。	kg SO ₂ 当量	ISO 标准运营指南（Guinée 等），莱顿大学环境科学研究中心（CML），莱顿，2002
光化学氧化作用	光化学臭氧生成潜势（POCP）/ 光化学烟雾的影响	度量促成低水平烟雾的一次污染物的排放，由氮氧化物和挥发性有机化合物在 UV 光的作用下生成。	kg 乙烯当量	ISO 标准运营指南（Guinée 等），莱顿大学环境科学研究中心（CML），莱顿，2002

外卖循环餐盒经济效益



01 - 经济效益研究方法

经济效益研究通过对比分析循环餐盒与一次性餐盒的成本收益，以净收益为指标，研究循环餐盒替代一次性餐盒的经济效益。本研究采用下述方法开展相关工作：



02 - 循环餐盒模式主要利益相关方的成本收益变化

相对于一次性餐盒模式，循环餐盒模式给各利益相关方带来的成本和收益变化需要经过细分，并计算净收益（或成本收益比）来进行衡量。当循环餐盒模式给各利益相关方带来的净收益（经济效益）大于一次性餐盒模式时，各方将从中获益，并有使用循环餐盒替代一次性餐盒的动力。

各主要利益相关方的成本收益核算框架如图5及图6所示，主要利益相关方在循环餐盒模式所增加/减少的成本和收益（ Δ 成本和 Δ 收益）如表3所示。相对于一次性餐盒模式，循环餐盒模式对爽提的成本和收益影响体现在准备阶段、运营阶段和结束阶段，对学校、商家和消费者的成本和收益影响体现在运营阶段。

5. 通过设计问卷调查获取消费者从消费循环餐盒外卖中获取的收益，并将其货币化，以评估循环餐盒对消费者的经济价值。

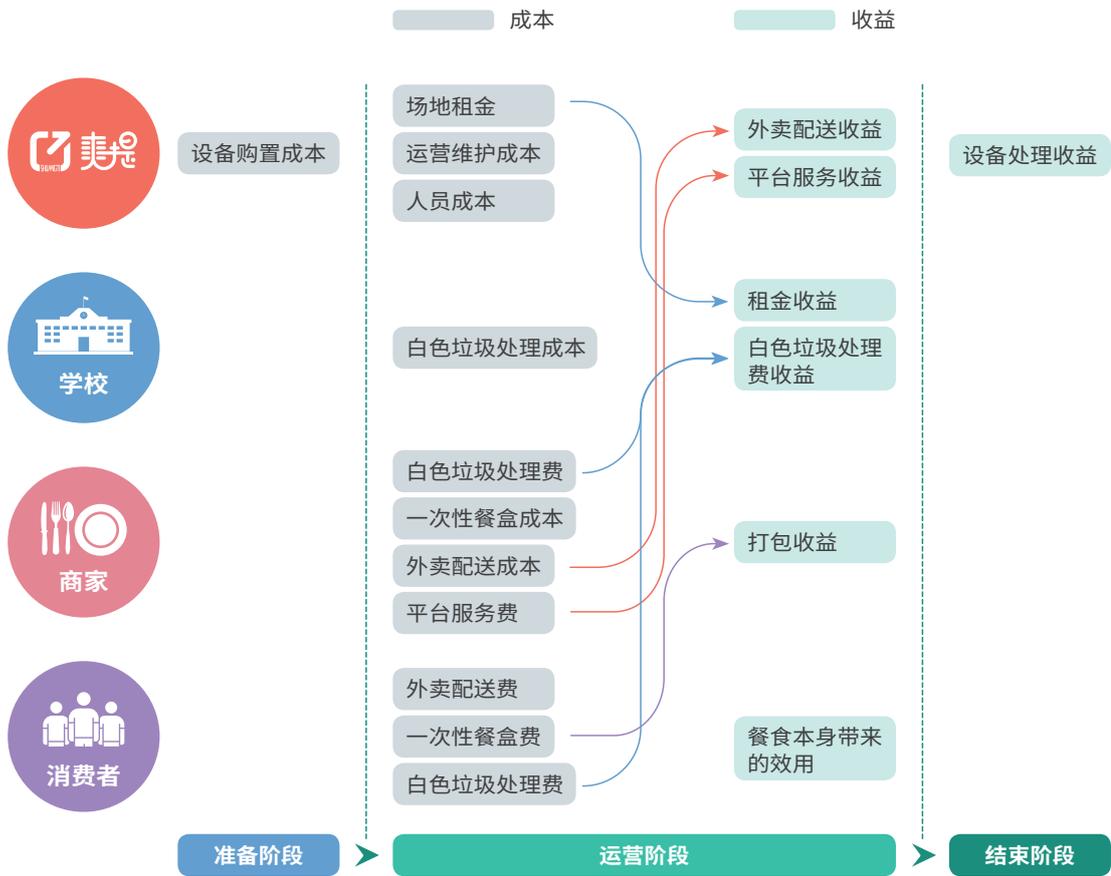


图5 一次性餐盒模式主要利益相关方的成本收益核算框架

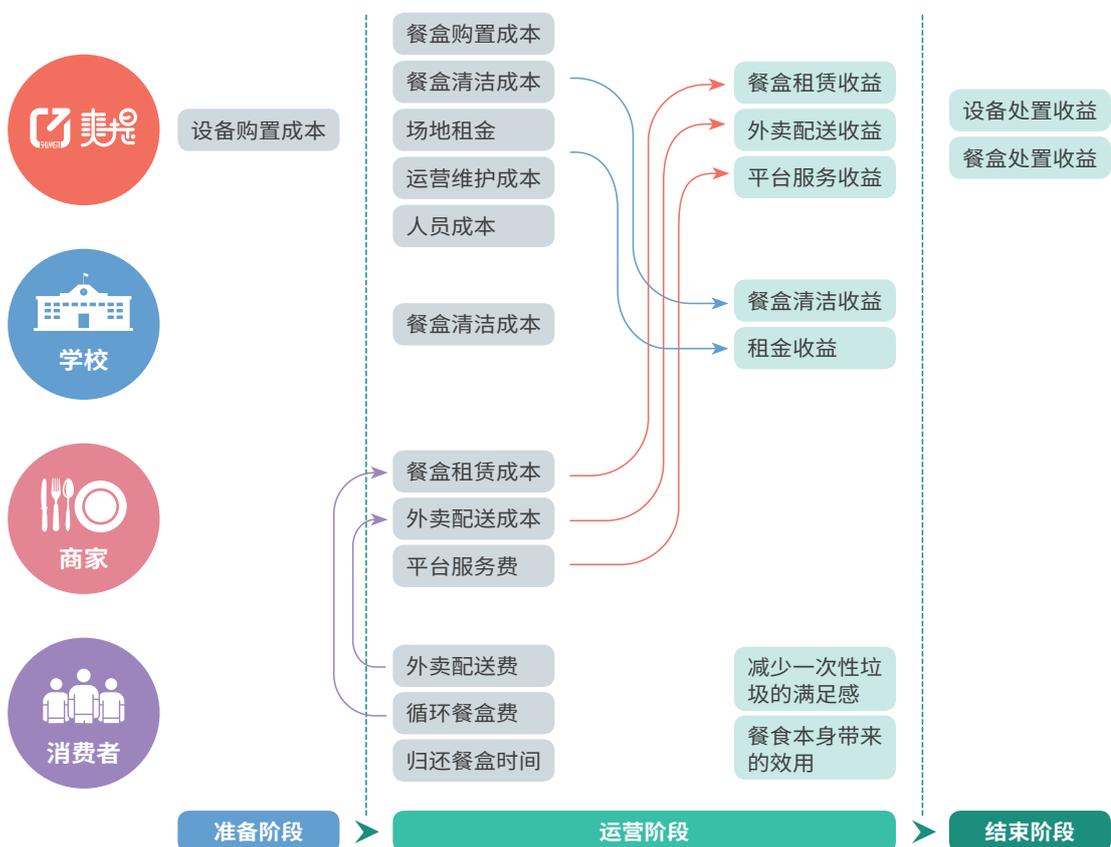


图6 循环餐盒模式主要利益相关方的成本收益核算框架

表 3 各利益相关方在循环餐盒模式下的成本收益变化^a

利益相关方	成本 / 收益	外卖模式	准备阶段	运营阶段	结束阶段
爽提	成本	一次性餐盒	① 研发成本：用于研发一次性餐盒外卖配送系统的成本 ② 设备购置成本：自提柜（含安装）、电子件、车辆	① 场地租金 ② 配送运营管理成本	
		循环餐盒	① 研发成本：一次性餐盒外卖模式下的研发成本，以及研发循环餐盒及一系列配套软硬件 ② 设备购置成本：一次性餐盒外卖模式下的设备购置成本，以及餐盒回收柜（含运输和安装）、盘点箱	① 场地租金 ② 配送运营管理成本 ③ 循环餐盒运营管理成本 ④ 餐盒购置成本 ⑤ 餐盒清洁成本	
		成本变化 (Δ成本)	① 研发成本：研发循环餐盒及一系列配套软硬件 ② 设备购置成本：餐盒回收柜（含运输和安装）、盘点箱	① 循环餐盒运营管理成本 ② 餐盒购置成本 ③ 餐盒清洁成本	
	收益	一次性餐盒		① 外卖配送收益 ② 平台服务收益	① 设备处置收益：外卖自提柜、电子件
		循环餐盒		① 外卖配送收益 ② 平台服务收益 ③ 餐盒租赁收益	① 设备处置收益：外卖自提柜、电子件、餐盒回收柜、盘点箱 ② 餐盒处置收益：循环餐盒和存放箱
		收益变化 (Δ收益)		① 餐盒租赁收益	① 设备处置收益：餐盒回收柜、盘点箱 ② 餐盒处置收益：循环餐盒和存放箱
学校	成本	一次性餐盒		① 白色垃圾处理成本	
		循环餐盒		① 餐盒清洁成本	
		成本变化 (Δ成本)		① 餐盒清洁成本 - 白色垃圾处理成本	
	收益	一次性餐盒		① 租金收益 ② 白色垃圾处理费收益	
		循环餐盒		① 租金收益 ② 餐盒清洁收益	
		收益变化 (Δ收益)		① 餐盒清洁收益 - 白色垃圾处理费收益	
商家	成本	一次性餐盒		① 白色垃圾处理费 ^b ② 一次性餐盒成本 ③ 平台服务费	
		循环餐盒		① 餐盒租赁成本 ② 平台服务费	
		成本变化 (Δ成本)		① 餐盒租赁成本 - 白色垃圾处理费 - 一次性餐盒成本	
	收益	一次性餐盒		① 一次性餐盒打包收益	
		循环餐盒		① 循环餐盒打包收益	
		收益变化 (Δ收益)		① 循环餐盒打包收益 - 一次性餐盒打包收益	
消费者	成本	一次性餐盒		① 白色垃圾处理费 ^b ② 一次性餐盒费 ③ 外卖配送费	
		循环餐盒		① 循环餐盒费 ② 外卖配送费 ③ 归还餐盒的时间成本	
		成本变化 (Δ成本)		① 循环餐盒费 + 归还餐盒的时间成本 - 一次性餐盒费 - 白色垃圾处理费	
	收益	一次性餐盒		① 一次性餐盒餐食本身带来的效用	
		循环餐盒		① 循环餐盒餐食本身带来的效用 ② 减少一次性垃圾的满足感	
		收益变化 (Δ收益)		① 循环餐盒餐食本身带来的效用 + 减少一次性垃圾的满足感 - 一次性餐盒餐食本身带来的效用	

注：a. 仅考虑与餐盒相关的成本； b. 部分商家向消费者征收白色垃圾处理费，部分商家不向消费者征收。

03 - 循环餐盒模式经济效益分析

各利益相关方经济效益总览

本研究的经济效益分析中，爽提循环餐盒·南方医科大学顺德校区试点项目2020-2024年的运营期和循环餐盒订单量如表4所示。

表 4 爽提循环餐盒·南方医科大学顺德校区 项目运营情况

年份	2020	2021	2022	2023	2024
每日循环餐盒使用量（套）	500	500	500	500	500
运营时间（月）	5	9	9	9	9
运营天数（天）	150	270	270	270	270

注：2020-2021年按照实际运营期计算，2022-2024年参照2021年进行计算。

各利益相关方的成本和收益分析采用净现值⁶进行计算。分析结果显示，相对于一次性餐盒模式，循环餐盒模式对爽提、学校、商家和消费者的成本和收益均产生了影响，其中，爽提和消费者的成本和收益均增加，学校和商家的成本和收益均有所下降。从综合净收益（各利益相关者的净收益之和）来看，2022、2024年综合净收益仍为负值，但净亏损逐渐减少，2023年由于爽提没有购入餐盒带来运营成本下降，使得综合净收益为正。

表 5 爽提循环餐盒模式·南方医科大学顺德校区 各利益相关方净收益比较⁷（单位：万元）

	爽提	学校	商家 ^a	消费者 ^b	合计
2019	-200 ^c	-	-	-	-200
2020	-15.26	-0.29	-0.57	4.02	-12.1
2021	-3.66	-0.5	-0.99	6.94	1.79
2022	-9.43	-0.32	-0.95	6.65	-4.05
2023	-3.64	-0.31	-0.91	6.38	1.52
2024	-8.66	-0.29	-0.87	6.11	-3.71
运营期年均净现值	-8.13	-0.34	-0.86	6.02	-3.31

注：a. 按照循环餐盒订单量计算商家群体总收益；

b. 按照循环餐盒订单量计算消费者群体总收益；

c. 软硬件研发成本，该数值为企业的初始研发成本，随着后期产品迭代与应用范围扩大，研发成本将不断地变化，并逐渐分摊到不同项目当中。本次研究暂以该数值进行经济效益计算。

6. 本研究中关于净收益的现值，贴现率参照央行贷款基准利率，采用4.35%，现值=净收益/(1+4.35%)^t，t=0（2019年）。

7. 各相关方的成本和收益分析涉及细节数据，本报告版本不作呈现。

04 - 经济效益提升路径分析

影响净收益的因素包括循环餐盒的需求量（订单量）、设备和餐盒购置价格、餐盒租赁费、循环餐盒打包费等。本研究对关键因素进行了敏感性分析，分析各因素对主要利益相关者净收益的影响程度（表6）。

基于敏感性分析结果，可以看出：

1. 对于爽提来说，循环餐盒需求量、循环餐盒租赁费、餐盒购置价格等均对爽提的净收益有影响。商家和消费者的选择影响着循环餐盒的需求量，可以针对性的对商家和消费者进行激励，以增加循环餐盒的需求量；通过调整循环餐盒租赁费，可以提高爽提的净收益；未来随着爽提循环餐盒外卖模式规模的扩大，循环餐盒购置价格的下降将进一步增加爽提的净收益。
2. 对于学校来说，其推动循环餐盒外卖项目的目的是减少校园一次性餐盒外卖带来的白色垃圾污染，循环餐盒清洁费对其净收益有影响但是影响很小。未来运营过程中，提高循环餐盒清洗效率和提高循环餐盒清洁费均可以进一步平衡其成本和收益。
3. 对于商家来说，循环餐盒租赁费直接影响商家的净收益，循环餐盒租赁费的增加对商家有负向影响，商家可以通过提高循环餐盒打包费弥补循环餐盒租赁费增加带来的负向影响。因此，允许商家在一定范围内调整循环餐盒打包费，可以激励商家使用循环餐盒。
4. 对于消费者来说，循环餐盒打包费和归还餐盒的时间成本直接影响其净收益。提高循环餐盒打包费将使得消费者的净收益降低，但是适当调整费用仍可以使消费者的净收益为正，同时也可以通过改善循环餐盒回收柜的位置，降低消费者归还餐盒的时间成本提高其净收益。这样可以激励消费者选择循环餐盒，提高循环餐盒使用率。

因此，在订单量提升的情况下，通过适度提高循环餐盒清洁费、循环餐盒租赁费、循环餐盒打包费，优化净效益在主要利益相关者间的分配，各利益相关方的净收益将变化。表7模拟了各利益相关方实现正净收益的两种情景。

但是，循环餐盒的需求量主要是由商家和消费者对循环餐盒的态度决定的，消费者对循环餐盒的态度又是由多种因素共同影响的结果。基于商家和消费者餐盒选择行为分析，可通过以下行动提升商家和消费者循环餐盒的使用率。

对于商家，可以：

1. 加强循环餐盒的相关宣传教育，提高商家对循环餐盒的认可度；
2. 改善商家取用循环餐盒的管理，降低商家的循环餐盒使用成本，并为商家使用循环餐盒预留一定的盈利空间，激励其选择使用循环餐盒；
3. 校方继续实施白色垃圾处理费制度，通过价格信号将减少一次性餐盒使用的压力传递给商家和消费者，推动商家和消费者选择循环餐盒；
4. 开发多样化的循环餐盒，满足商家盛装不同餐食的需求。

对于消费者，可以：

1. 与学校合作，结合学校特点，加强循环餐盒方面的宣传，使消费者更多的了解循环餐盒的优点，改善其对循环餐盒的认知；
2. 根据实际情况，适当增加循环餐盒回收柜的数量，降低消费者归还餐盒需要花费的时间，降低消费者的循环餐盒使用成本。

表 6 爽提循环餐盒模式·南方医科大学顺德校区 主要利益相关方净收益敏感性分析

影响因素	变化 ^a	净现值 ^b (万元)				
		爽提 ^c	学校	商家	消费者	合计
基准		-40.66	-1.70	-4.30	30.11	-16.55
循环餐盒需求量 (套 / 天)	500	-19.47	-2.63	-7.04	49.25	20.11
	1000	1.72	-3.55	-9.77	68.39	56.79
循环餐盒租赁费 (元 / 套)	0.2	-33.82	— ^d	-11.14	—	-16.55
	0.7	-16.73	—	-28.23	—	-16.55
循环餐盒购置价格 (元 / 套)	-5	-38.44	—	—	—	-14.33
	-15	-34.01	—	—	—	-9.90
循环餐盒清洁费 (元 / 套)	0.02	-41.34	-1.02	—	—	-16.55
	0.06	-42.71	0.35	—	—	-16.55
循环餐盒打包费 (元 / 套)	0.2	—	—	2.53	23.27	-16.55
	0.7	—	—	19.62	6.18	-16.55
归还餐盒的时间成本 (元 / 套)	-0.2	—	—	—	36.94	-9.72
	-1	—	—	—	64.29	17.63

注：a. 这里的变化指在基准基础上的变化量；

b. 因 2020-2021 年成本和收益已经发生，敏感性分析中，关键因素的变动只影响 2022-2024 年的成本和收益；

c. 爽提 2019 年投入的研发费用作为前期投入，以支持所有循环餐盒外卖项目的开展，因此研发费用不计入对南方医科大学顺德校区试点项目的敏感性分析中；

d. “—”表示对应影响因素变动时相应净现值没有变化。

表 7 主要利益相关者净收益预测分析

	情景 1	情景 2
循环餐盒需求量 (套 / 天)	1000	1400
循环餐盒清洁费 (元 / 套)	0.22	0.22
循环餐盒租赁费 (元 / 套)	1.2	0.9
循环餐盒打包费 (元 / 套)	1.3	1
循环餐盒购置价格 (元 / 套)	25	25
归还餐盒的时间成本 (元 / 套)	1.45	1.45
爽提	5.14	3.23
学校	0.11	0.46
商家	1.85	1.85
消费者	13.02	42.55
合计	20.12	48.09
2020-2024 年 净收益 (以 2019 年现值 计, 万元)		

外卖循环餐盒环境效益



01 - 环境效益研究方法

环境效益研究采用下述方法开展相关工作：

1 / 专家研讨

咨询本领域相关专家和学者，对循环餐盒环境效益对比研究（实施方案以及各阶段研究进展）提出专业化修改建议。

2 / 调查研究

通过实地调研、文献查阅、问卷调查、企业资料（包括环评资料、环境统计、监测数据等）梳理等方式，对循环餐盒与一次性餐盒的相关资料数据进行研究。

3 / 生命周期评价⁸（LCA）

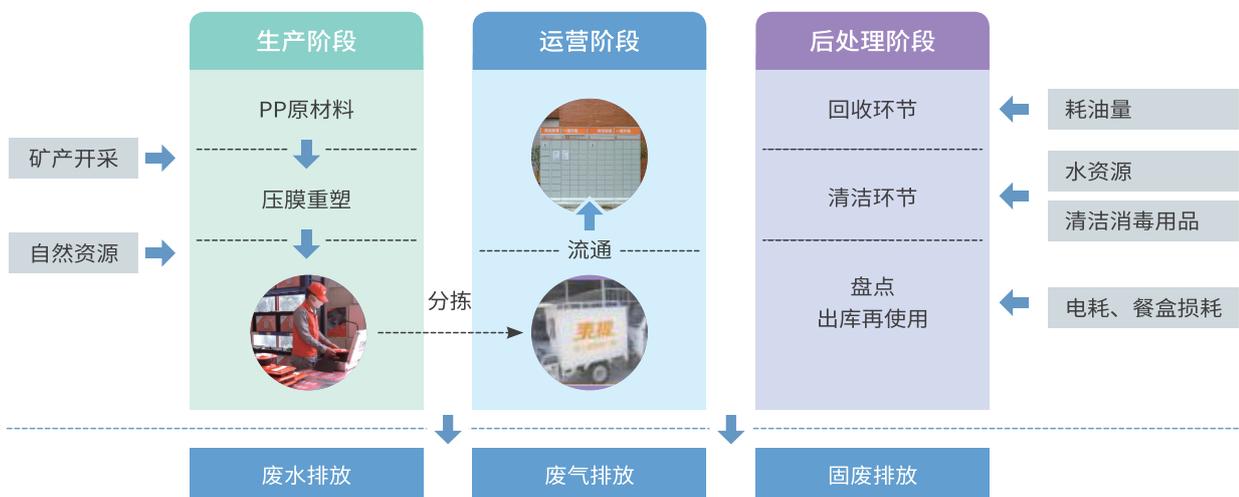
采用 LCA 方法，对外卖循环餐盒生命周期环境影响进行标准化的定量研究，对比分析循环餐盒与一次性餐盒的环境影响、循环餐盒替代一次性餐盒的环境效益，以净环境代价为指标，建立外卖循环餐盒环境效益评价方法学并对之进行应用研究。

基于 LCA 的外卖循环餐盒环境影响评价模型构建

基于对循环餐盒投放使用和回收物流运输过程中的实地调研，本研究以提供单份次外卖服务作为环境影响评价的功能单位，即循环餐盒在生命周期过程中使用单次所产生的环境影响，以便与一次性餐盒进行对比分析。

循环餐盒生命周期评价系统边界如图 7 所示。

图 7 循环餐盒生命周期评价系统边界



8. 生命周期评价 (Life Cycle Assessment, LCA) 是对环境影响进行评价的主要方法之一。根据 ISO 组织定义，LCA 是一种用于评估与产品有关的环境因素及其潜在影响的技术，通过编制产品系统中有关输入与输出的清单，评价与这些输入输出相关的潜在环境影响，并解释与研究目的相关的清单分析和影响评价结果。

调研数据采集

环境效益研究中涉及的餐盒材料及规格如表 8 所示。

针对一套循环餐盒参与外卖配送从前端生产到末端处理的生命周期过程，本研究分别对循环餐盒模式中各生命周期阶段的环境影响展开评价研究。经调研采集，本研究获取的数据类别如表 9 所示，其中能源消耗主要指生产消耗的各类能源总额，包括一次能源，如原煤、原油等，以及二次能源，如汽油、柴油、燃料油和电力等。关键数据尽量采用调研数据，背景数据采用 Ecoinvent 和 Gabi⁹ 等商业化和本地化的 LCA 数据库因子数据。

表 8 循环餐盒与一次性餐盒材料、规格

餐盒	材质	规格
循环餐盒	聚丙烯 (PP)	300 g/ 个
一次性餐盒	聚丙烯 (PP)	20 g/ 个
	聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)	20 g/ 个
	聚丙烯 (PP) 及聚乙烯 (PE)	69g/ 个

表 9 循环餐盒 LCA 研究数据获取

阶段	内容	类别	数据来源
生产阶段	调查餐盒生产的投入、产出	循环餐盒生产有关的材料成分明细，如投入原材料成分、耗电、耗水、产生的废气、废水等	调研
投入使用阶段	调查与运营有关的参数	网点外卖订单量、循环餐盒投入量	调研
		网点储存柜的运营时间、耗电	
		餐盒配送距离、运输车辆类型与耗电量	
回收处理和最终废弃阶段	网点到垃圾处理厂的参数	餐盒回收时清洗耗水、耗能及产生废水	调研
		餐盒回收时，消毒用品的投入	调研

经调研采集和检查、分析，单个循环餐盒生产、运营和后处理阶段的数据清单如表 10 所示。

表 10 单份外卖循环餐盒生产、运营与后处理阶段数据清单

阶段	类别	名称	数量	单位
生产阶段 —输入	原料	聚丙烯	315.8	g
		RFID 芯片	1	个
	能源	水	2.2	g
电力		0.002	KWh	
生产阶段 —输出	废气	粉尘	0.0005	g
		VOCs	0.00084	g
	固废	废塑料	0.0066	g
运营阶段	能源	电力	0.021	KWh
后处理阶段	物料	清洗剂	16.36	g
		水	745.77	g
	能源	电力	0.018	KWh

注：生产阶段数据清单针对单个循环餐盒，能源、废弃和固废数据根据餐盒统计周期内循环次数（目前平均循环次数已达到 63 次）进行分配。

本研究所对比的一次性餐盒环境影响评价，其关于材质类别的基础数据源于前期调研数据，与材质相关的餐盒材质生产过程环境排放因子源于中国化的 LCA 商业数据库（Gabi）。

9. Ecoinvent (瑞士) 和 Gabi (德国) 是在国际上被广泛使用的，用于生命周期评价数据库。其能够提供丰富、权威的国际数据支持，覆盖各种常见物质的生命周期评价清单数据。

02 - 循环餐盒减排效益分析

循环餐盒与一次性餐盒生命周期环境影响

图 8 单个循环餐盒与一次性餐盒生产阶段环境影响比较

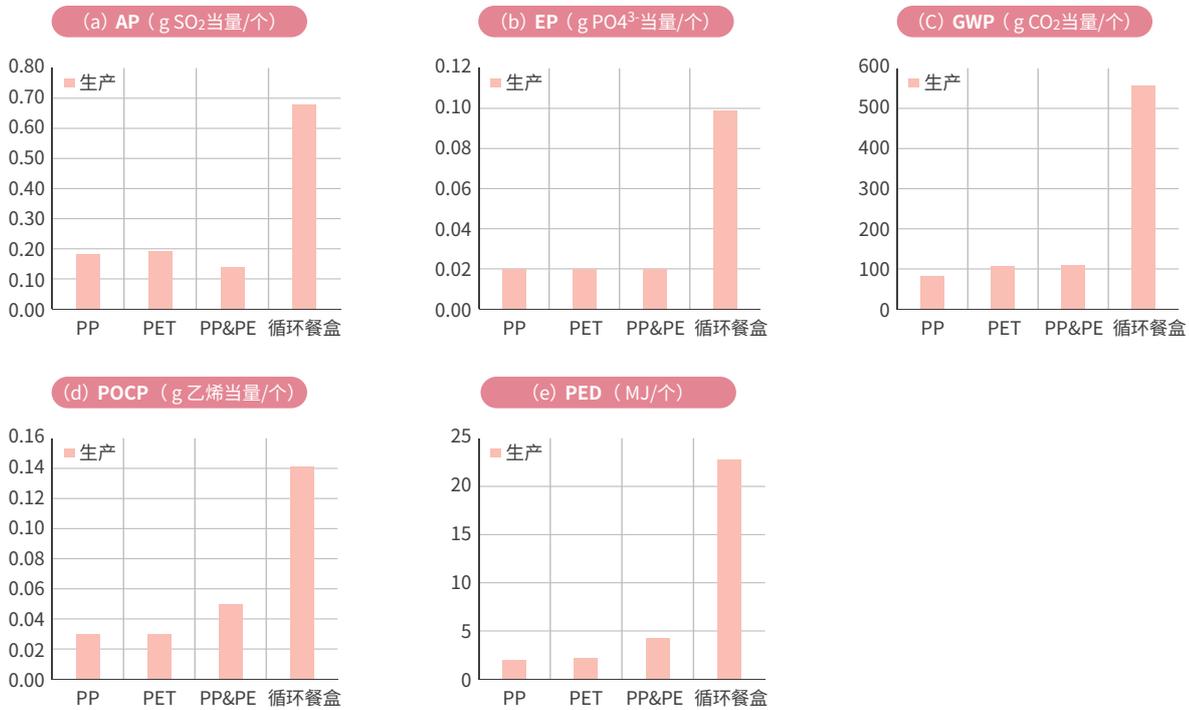
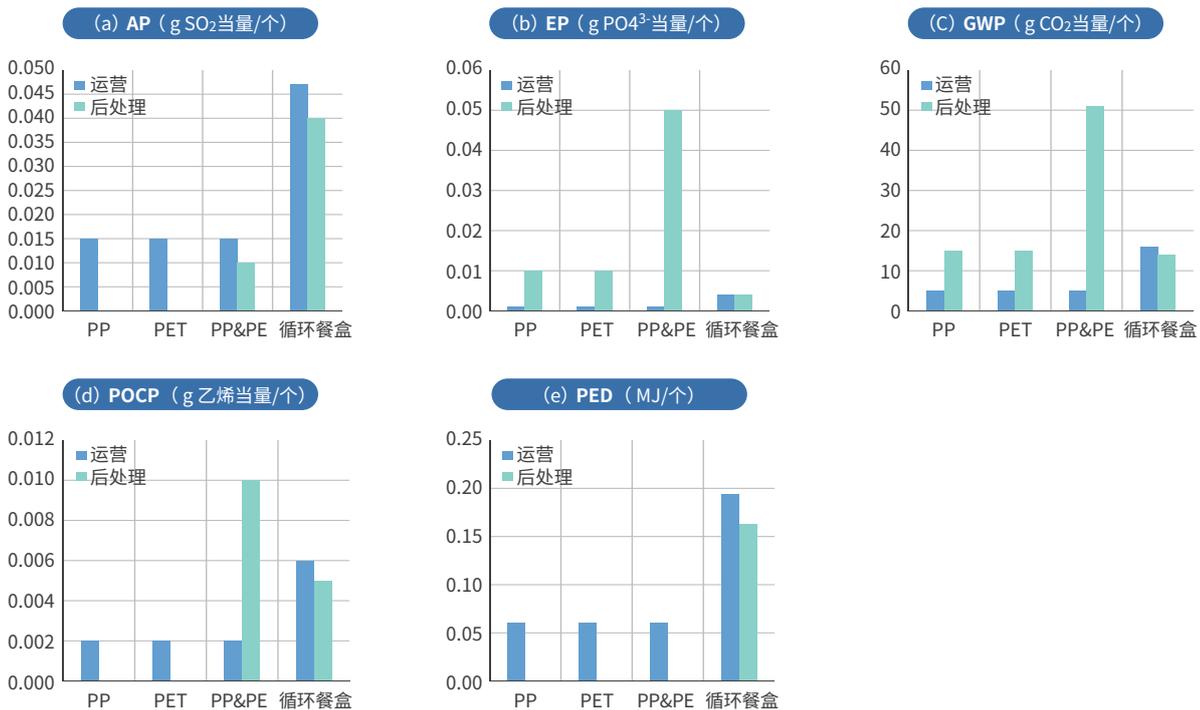


图 9 单份次外卖循环餐盒与一次性餐盒运营阶段及后处理阶段环境影响



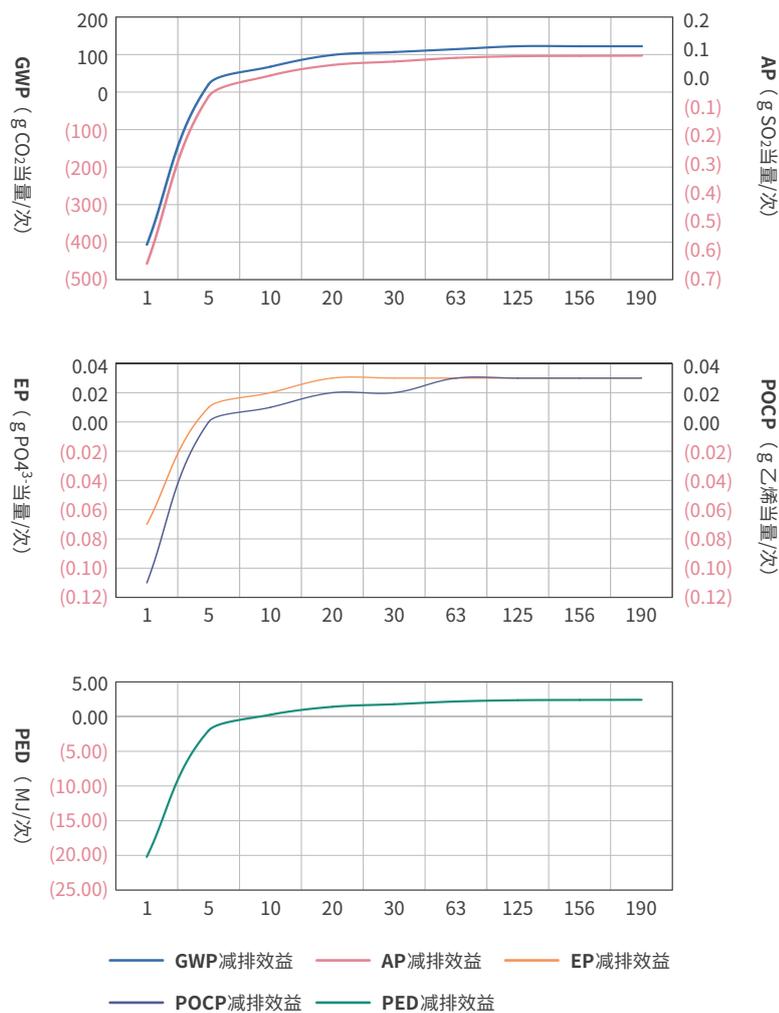
循环餐盒由于在生产设计中需考虑耐久性、重复性，因此生产阶段的材料消耗高于普通的一次性餐盒。如图 8 所示，生产单个循环餐盒的环境影响总体上高于三类一次性餐盒（PP 餐盒、PET 餐盒、PP&PE 餐盒）。在生产阶段，循环餐盒的酸化潜势（AP）、富营养化潜势（EP）和光化学臭氧生成潜势（POCP）影响约为一次性餐盒的 3-4 倍；全球变暖潜势（GWP）为 557 g CO₂ 当量 / 个，约为一次性餐盒的 5 倍；初级能源消耗（PED）约为一次性餐盒的 8-10 倍。

循环餐盒运营阶段的环境影响主要由配送、网点存柜的电力消耗导致，而传统的一次性餐盒模式仅包括配送。如图 10 所示，对于运营阶段，循环餐盒单次使用产生的环境影响总体上是一次性餐盒单次使用的 3 倍左右。

循环餐盒后处理阶段环境影响主要由清洗、消毒环节的电力消耗导致，一次性餐盒后处理阶段无需清洗、消毒，随生活垃圾收运后直接进行填埋或焚烧处置，其后处理阶段的能源消耗影响略低于循环餐盒。如图 9 所示，后处理阶段，循环餐盒的酸化潜势（AP）及初级能源消耗（PED）影响均高于三类一次性餐盒，富营养化潜势（EP）及全球变暖潜势（GWP）影响低于三类一次性餐盒，光化学臭氧生成潜势（POCP）则高于 PP 类、PET 类一次性餐盒，但低于 PP&PE 类一次性餐盒。

循环餐盒使用次数对环境效益的影响

图 10 不同使用次数下单份外卖循环餐盒环境效益¹⁰
(对比一次性餐盒环境影响)



一个循环餐盒生命周期中若仅使用一次，其 5 类环境影响指标均高于普通一次性餐盒。但循环餐盒的优势就在于其可重复使用性，当循环餐盒的可循环使用次数增多时，每次使用的酸化潜势（AP）和全球变暖潜势（GWP）减排效益有明显增加；由于循环餐盒及一次性餐盒生命周期的富营养化潜势（EP）、光化学臭氧生成潜势（POCP）影响较小，两类餐盒的差距也较小，当循环餐盒的可用次数增多时，每次使用的减排效益提高并不明显。

分析结果显示，当循环餐盒重复使用 7 次便可抵消一次性餐盒在全球变暖潜势（GWP）等方面的平均环境影响，当其替代一次性餐盒循环使用 10 次后可产生较为明显的环境效益（图 10）。

在目前使用 63 次的情景下，循环餐盒可减少酸化潜势（AP）0.09 g SO₂ 当量 / 次、富营养化潜势（EP）0.03 g PO₄³⁻ 当量 / 次、全球变暖潜势（GWP）91 g CO₂ 当量 / 次、光化学臭氧生成潜势（POCP）0.03 g 乙烯当量 / 次、初级能源消耗（PED）2.18MJ / 次。

10. 等于一次性餐盒模式的平均环境影响当量（三种材质的平均值）减去循环餐盒模式的环境影响当量。负值表示循环餐盒环境影响大于一次性餐盒环境影响。生产阶段环境影响由单个餐盒生产总影响根据统计周期内餐盒的循环使用次数（目前平均循环次数已达到 63 次）分配。

循环餐盒废弃处置的环境影响

爽提投入的第一批循环餐盒仍在循环流通中，暂未进入报废期，目前尚未掌握循环餐盒废弃后的相关处置数据。因此，本研究分别设置填埋、焚烧和回收情景（循环餐盒具可回收性）来度量循环餐盒报废阶段的环境影响或效益（图 11）。

在当前已使用 63 次的情况下进入报废期，若直接通过填埋处置，相比一次性餐盒，单个循环餐盒全生命周期可产生 5.8gSO₂ 当量的酸化潜势（AP）效益、1.71g PO₄³⁻ 当量富营养化潜势（EP）效益、5.5 kg CO₂ 当量的全球变暖潜势（GWP）效益、1.64 g 乙烯当量的光化学臭氧生成潜势（POCP）效益，同时可减少 137 MJ 当量的初级能源消耗（PED）影响。若按焚烧处置考虑，环境效益与填埋处置略有差异，与空气环境影响关联的酸化潜势（AP）和全球变暖潜势（GWP）类指标减排效益有所下降，而与水环境影响关联的富营养化潜势（EP）和光化学臭氧生成潜势（POCP）类指标减排效益有所增加。

但若在废弃后将循环餐盒交由废塑料回收企业再利用，单个循环餐盒全生命周期内的 5 类环境指标相较于填埋或焚烧处置可增加 7%-15% 的减排效益。特别是在酸化潜势（AP）、全球变暖潜势（GWP）及初级能源消耗（PED）指标方面，回收利用相比填埋和焚烧处置环境效益更为显著。

图 11 废弃阶段不同情景下单个循环餐盒环境效益
(对比一次性餐盒平均环境影响)



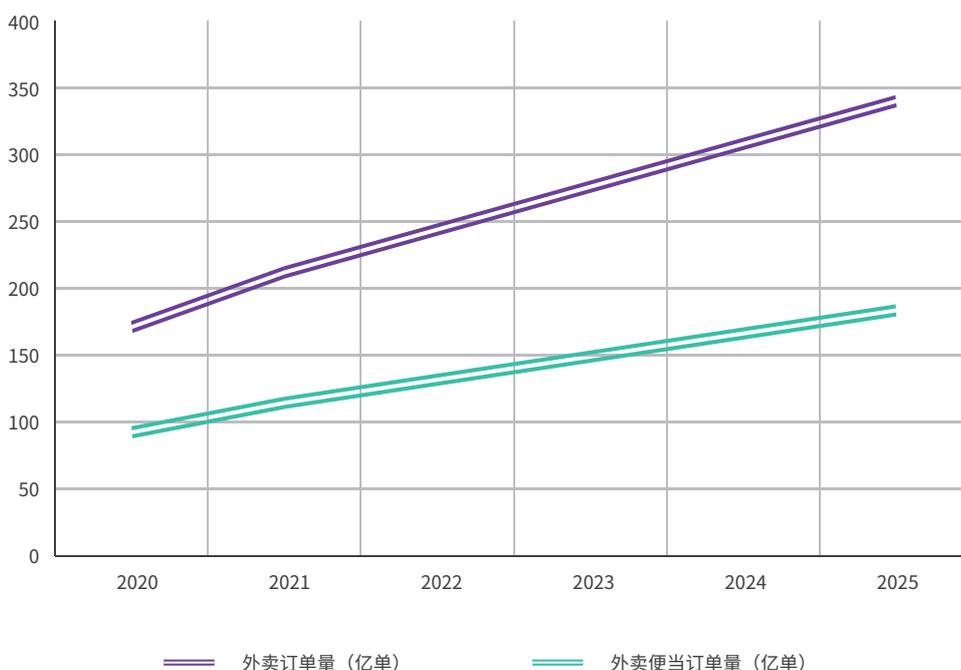
03 - 基于全国外卖订单数量的减排效益分析

循环餐盒与一次性餐盒生命周期环境影响

根据上述分析，循环餐盒对比一次性餐盒而言具有明显的减排效益，若循环餐盒替代一次性餐盒的使用可在全国范围内进行一定量的推广，也许会带来显著的环境减排效益。循环餐盒多用于快餐外卖中，其材质与快餐外卖使用的一次性餐盒较为接近。如图 12 所示，2020-2025 年全国外卖订单量（包括快餐外卖、商超便利、果蔬生鲜及饮品等类型）逐年增加，2025 年的外卖订单量高达 340 亿单，其中快餐外卖类订单约 184 亿单¹¹。本研究根据全国的外卖订单量预测 2020-2025 年循环餐盒在全国范围内不同比例替代一次性外卖餐盒的减排效益（图 13）。

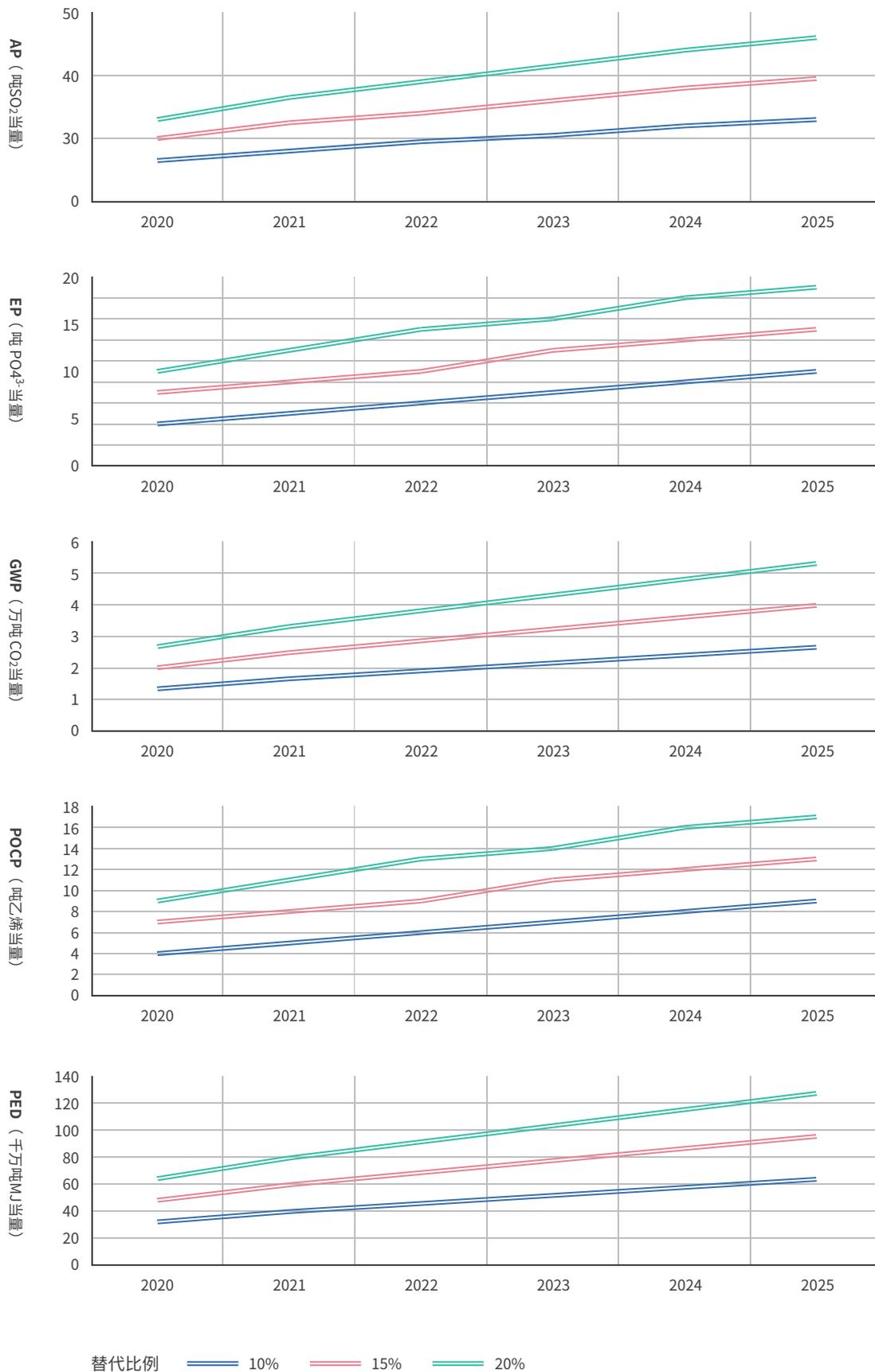
当循环餐盒以 10% 的比例替代一次性餐盒在快餐外卖中使用，可减少 13-26 吨 SO₂ 当量的酸化潜势（AP）、5-9 吨 PO₄³⁻ 当量富营养化潜势（EP）、1.3-2.6 万吨 CO₂ 当量全球变暖潜势（GWP）、5-9 吨乙烯当量光化学臭氧生成潜势（POCP），可节约 320-640 TJ 初级能源消耗（PED），具有显著的减排效益。当替代比例达到 15% 时，循环餐盒的减排效益整体可增加 35%-55%。若到 2025 年，循环餐盒在全国的替代比例达到 20%（投入 3000-5800 万个循环餐盒），可减少约 37 亿个一次性餐盒，可减少 52 吨 SO₂ 当量的酸化潜势（AP）、17 吨 PO₄³⁻ 当量富营养化潜势（EP）、5.3 万吨 CO₂ 当量全球变暖潜势（GWP）、17 吨乙烯当量光化学臭氧生成潜势（POCP）、节约 1270 TJ 当量初级能源消耗（PED），很大程度地提高了循环餐盒的减排效益，尤其是碳减排效益。

图 12 2020-2025 年全国外卖订单量与快餐外卖订单量预测



11. 数据来源：《外卖包装废弃物的减塑现状与控制对策》；德国国际合作机构 (GIZ)，深圳大学；2020。

图 13 2020-2025 年全国循环餐盒以不同比例替代一次性外卖餐盒的减排效益



附录



01 - 商家和消费者餐盒选择行为分析

商家和消费者的餐盒选择行为是影响循环餐盒需求量的关键因素，进而影响各利益相关者的经济效益。本研究通过问卷调查定性分析商家和消费者对循环餐盒的态度，识别影响商家和消费者餐盒选择的因素。

商家餐盒选择行为的影响因素

影响商家餐盒选择的因素主要包括：卫生、成本、方便程度、学校要求等。此外，环保因素也对商家的选择有一定影响。

在 29 家只提供一次性餐盒的商家中，50% 以上的商家认为一次性餐盒与循环餐盒比起来成本更低、盛装餐食更加方便，也有部分商家表示消费者喜欢一次性餐盒（图 14）。此外，有的商家表示选择一次性餐盒是公司要求，也有的商家表示不了解循环餐盒等是其选择只提供一次性餐盒的主要原因。

在 13 家同时提供一次性餐盒和循环餐盒的商家中，约 60% 的商家表示学校推荐使用循环餐盒是其选择提供循环餐盒的原因，也有商家表示循环餐盒与一次性餐盒相比更加环保、更加卫生和成本低（图 15）。此外，也有商家表示选择循环餐盒是因为学生喜欢循环餐盒。

提供循环餐盒的商家也提供一次性餐盒的主要原因包括：有的消费者喜欢一次性餐盒，一些餐食用一次性餐盒盛装更方便，一次性餐盒的成本比循环餐盒低等（图 16）。

图 14 受访商家只提供一次性餐盒的主要原因

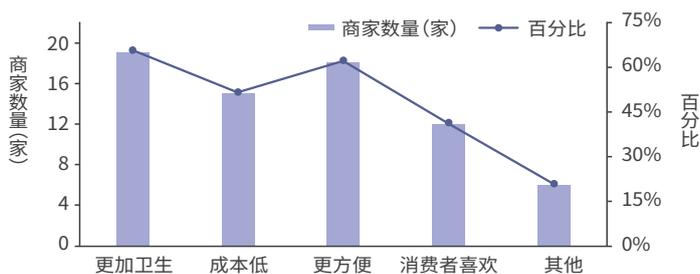


图 15 受访商家提供循环餐盒的主要原因

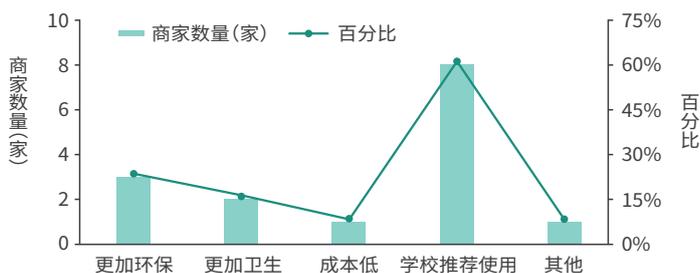
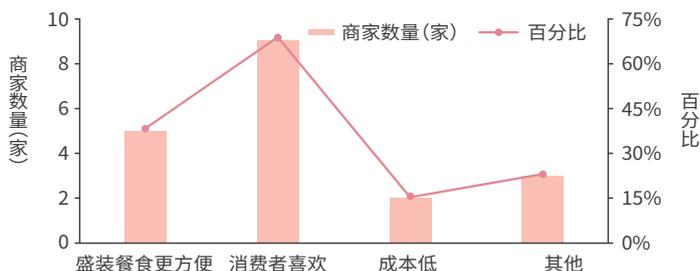


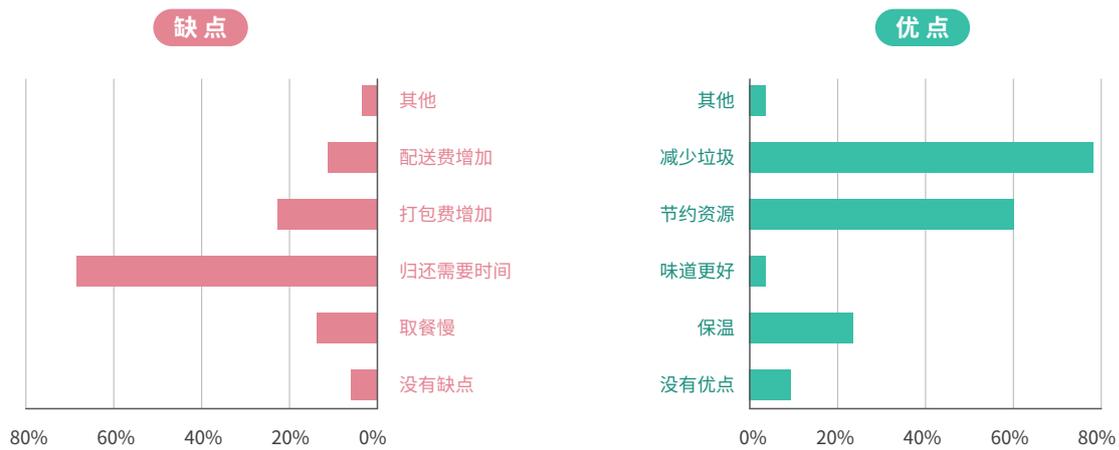
图 16 提供循环餐盒的受访商家同时提供一次性餐盒的主要原因



消费者餐盒选择行为的影响因素

316 位受访者中，78% 的受访者认为循环餐盒相对于一次性餐盒的最大优点是可以减少垃圾的产生，改善校园环境；60% 的受访者认为循环餐盒更节约资源；23% 的受访者认为循环餐盒保温性能好；68% 的受访者认为归还餐盒需要花费更多的时间是循环餐盒主要的缺点（图 17）。

图 17 消费者对循环餐盒的认知



通过调查发现，如果外卖商家同时提供循环餐盒和一次性餐盒供选择，受访者未来点外卖时选择循环餐盒的概率 (α) 分布情况如表 11 所示。

表 11 受访者未来选择循环餐盒的可能性

未来选择循环餐盒的概率 (α)	样本量 (个)	频率 (%)	累计频率 (%)
$\alpha=100\%$	41	12.97	12.97
$80\% \leq \alpha < 100\%$	90	28.48	41.46
$60\% \leq \alpha < 80\%$	57	18.04	59.49
$40\% \leq \alpha < 60\%$	52	16.46	75.95
$20\% \leq \alpha < 40\%$	31	9.81	85.76
$0\% < \alpha < 20\%$	21	6.65	92.41
$\alpha=0\%$	24	7.59	100.00
合计	316	100	



鸣谢世界自然基金会（瑞士）北京代表处支持

发布时间：2022 年 4 月

版权所有：©2022 摆脱塑缚，保留所有权利