

全国大学生统计建模大赛论文

论文题目：大学生垃圾处理现状及模式构建¹

参赛队员：潘霆 史曼 苏蓉

指导老师：于海生

参赛单位：鲁东大学

院系名称：数学与统计科学学院

提交日期：2015 年 6 月 29 日

¹ 注:该论文获得由中国统计教育学会举办的“2015 年（第四届）全国大学生统计建模大赛”市场调查分析类本科生组二等奖。

摘要

随着经济的发展,我国的资源供求矛盾日益突出。建设资源节约型和环境友好型社会,尽快解决垃圾处理问题对实现经济增长与环境保护相协调的目标具有重要意义。目前,大学生的垃圾处理方式正被越来越多的人关注,人们希望从高校这一相对封闭的系统中探寻一种垃圾处理的有效模式,在国际和国内相关领域,已取得不少成绩,但仍存在不足。

为进一步深化对高校垃圾循环利用的研究,本项目组以大学生垃圾处理现状及模式构建为题,采用网络问卷与纸质问卷相结合的调查方法,从基本信息、相关态度、学校设施、行为特征四个方面研究大学生垃圾处理现状。应用模糊综合评价法对学校现行垃圾处理状况进行定量评价,评价结果显示学校垃圾处理状况等级为良。此外,对大学生的生活垃圾分类投放进行模拟实验,结合实验数据和相关资料估算出一所拥有 25000 名在校生的高校,每年能获得的收益约为 10 万元。将由问卷得到的结论和实验数据相结合,设想出一套高校垃圾处理的基本模式。为检验此模式的可行性,对学生和第三方企业进行走访调查。

经过对各项数据的仔细分析,得到相应的结论和建议,最终建立学校-公寓-宿舍三级目标管理体系,引入废品回收企业和养殖企业作为第三方,形成垃圾处理循环模式,使垃圾分类回收获得的收益落实到学校和个人。

关键词: 模糊综合评价法 模拟实验 走访调查 模式构建

大学生垃圾处理现状及模式构建

第一部分 调查背景

随着经济的发展,我国的资源供求矛盾日益突出,生活垃圾的处理问题也成为环境卫生工作的一个重要组成部分。尽快实现垃圾处理问题对实现经济增长与环境保护相协调的目标,对贯彻落实可持续发展战略具有重要意义。

大学生的垃圾处理方式也正被越来越多的人关注,人们希望从高校这一相对封闭的系统中探寻出一种垃圾处理的有效模式。欧洲环境教育基金会于 1994 年提出了一项全欧“绿色学校计划”,^[1]1998 年 5 月,清华大学成为国内首个“创建绿色大学示范工程”单位。^[2]国家环保总局也开展了全国性的培训活动,极大地推进了绿色学校的建设。到 2001 年初,绿色计划已扩展到 21 个国家的 6 000 多所学校。

我国 2014 年在校大学生人数约为 2468.1 万人,^[3]大学垃圾量几乎相当于大城市一年的生活垃圾排放量。^[4]根据资料显示,大学生的生活垃圾构成为:废纸 11.52%、废塑料 7.25%、废金属 2.47%、废电池 2.50%、餐厨垃圾 79.01%,可回收利用率较高。^[5]但是目前大学生实行生活垃圾源头分类的比例基本趋近于零,他们所产生的垃圾仅靠拾荒者进行可回收垃圾的简单处理,资源利用率低下。^[6]因此在大学校园内研究资源的回收利用,以及构建新模式,在节约资源方面有很大的理论意义和实用价值。

第二部分 调查策划

一、调查目的

通过简单随机抽样的方法,采用网络问卷调查和纸质问卷调查的方式,对烟台市某高校在校大学生的垃圾处理态度和情况进行调查,了解大学生的垃圾处理现状。结合实验数据和二手数据,提出新的垃圾处理模式,培养大学生合理处理垃圾的习惯,使大学生生活垃圾创造出经济效益,并带动更多的人参与进来,达到保护环境和创造价值的双赢局面。

二、调查内容

本次调查的主要内容包括,大学生垃圾的处理方式,大学生对环境保护的态度,大学生生活垃圾的类型,学校在学生垃圾回收方面体现的作用,大学生生活垃圾产生的重量和其产生的经济价值。

三、调查方式和对象

本次调查采用纸质问卷调查、网络问卷调查和设计实验收集数据三种方式。问卷调查的对象为烟台市某高校的在校大学生,实验设计调查的对象为烟台某高校随机抽取的 20 个宿舍(男女各 10 个)的住校生。

四、数据分析方法

为深入了解烟台市某高校大学生垃圾处理的基本状况,本次调查采用了多种统计分析方法对收集到的数据资料进行深入分析,具体如下:

(一)描述统计分析

1. 饼状图 表示一个样本中各组成部分的数据占全部数据的比例,对于研究结构性问题非常有用。

2. 条形图 直观表示数据多少。

3. 折线图 表示的是事物的变化情况,能够很好地显示数据的变化趋势。

(二) 列联分析

在对两个问题之间的相关性分析时,我们采用列联分析卡方检验判断两个问题结果之间有无显著性差异。原假设为 H_0 : 两道不同题目之间是无关的。卡方

检验的统计量为 $\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(f_{ij}^0 - f_{ij}^e)^2}{f_{ij}^e}$ 其中 f^0 为实际频数, f^e 为理论频数, r 、 c

为列联表的行数和列数。 p 值越大,说明实际频数与理论频数的差别越明显。自由度为 $v=(r-1)(c-1)$,给定显著性水平 0.05。当 P 值小于 0.05 时,两道题目之间是相关的。

(三) 两独立样本的K-S非参数检验

K-S 检验不仅能够检验单个总体是否服从某一理论依据,还能够检验两总体分布是否存在显著差异。其原假设是:两总体来自的分布无显著差异。首先,将两样本混合并按升序排列;然后分别计算两样本值的累积频数 $F(x_i)$ 和累积频率

$S(x_i)$;最后计算两组累积频率的差 $D(x_i)$,得到累积频率差数列并得到统计量

$D = \max[S(x_i) - F(x_i)]$ 。如果 p 值小于给定的显著性水平 α ,则应拒绝原假设,认为两总体的分布有显著差异。

(四) 多独立样本的J-T非参数检验

J-T 检验是用于检验多个独立样本的多个总体的分布是否存在显著差异的非参数检验方法。基本思想是计算一个样本的观察值小于其他样本观察值的个数。在大样本下,J-T 统计量近似服从正态分布,如果 p 值小于给定的显著性水平 α ,则应拒绝原假设,认为两总体的分布有显著差异。

(五) 模糊综合评价法

模糊综合评价法是根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价,即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。^[7]

第三部分 问卷调查总体情况

本次调查随机发放纸质版问卷 600 份,回收 556 份,有效 523 份。问卷回收率为 93%,有效率为 94%;电子版问卷有效填写 147 份,有效问卷共 670 份。

一、个人信息

表 1 个人信息

性别状况	男		女	
	35%		65%	
家庭所在地	农村	城镇	市区	
	54.63%	26.12%	19.25%	
年级状况	大一	大二	大三	大四
	31.79%	29.85%	26.57%	11.79%
月生活费	800 元以下	800-1000 元	1000-1500 元	1500 元以上
	27.31%	47.46%	21.19%	4.03%

在本次调查的样本中，个人信息如下：

（一）性别状况

男生人数所占比例为 35%，女生人数所占比例为 65%。这一现象与调查组随机发放问卷的地方选取有关，本次调查选取的多是图书馆和自习室等公共学习场所，女生要比男生相对多一些。

（二）年级状况

大一人数占总人数的 31.79%，大二人数占总人数的 29.85%，大三人数占总人数的 26.57%，大四人数占总人数的 11.79%。造成这一现象的原因是大一的学生课程重，早晚都要上自习，因此平常基本都在校。而大二大三的学生因为部分出校兼职，大四学生由于实习不在校，所以数量不及大一。

（三）家庭所在地状况

家住在农村的人数占总人数的 54.63%，住在城镇的人数占总人数的 26.12%，住在市区的人数占总人数的 19.25%。

（四）生活费状况

有 27.31%的大学生月生活费在 800 以下，47.46%的大学生月生活费在 800~1000 元，21.19%的大学生月生活费在 1000~1500 元，仅 4.03%的学生月生活费在 1500 元以上。

二、相关态度

（一）对环保宣传途径的接受方式

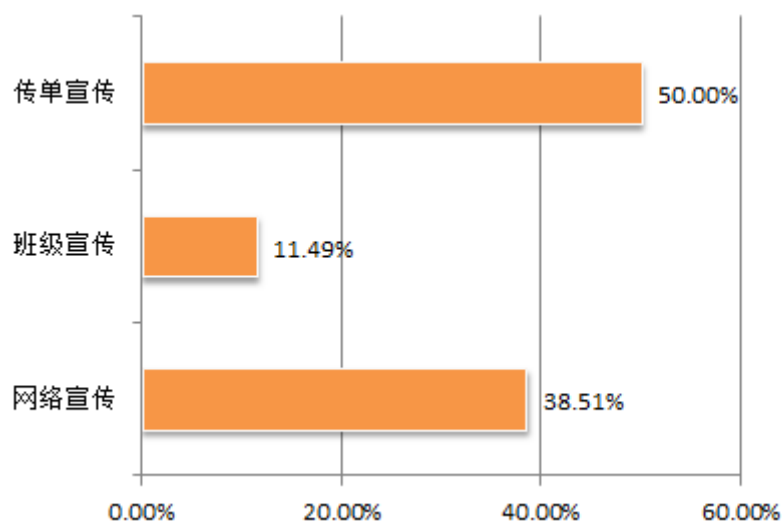


图 1 相关知识宣传途径

由调查样本可以看出，有 50% 的同学认为宣传“垃圾处理知识”的有效途径是班级宣传，其次有 38.51% 的学生认为进行网络宣传比较有效，只有 11.49% 的学生比较认可传单宣传。

三、学校设施

（一）宿舍楼下是否专门设有有毒有害垃圾回收点

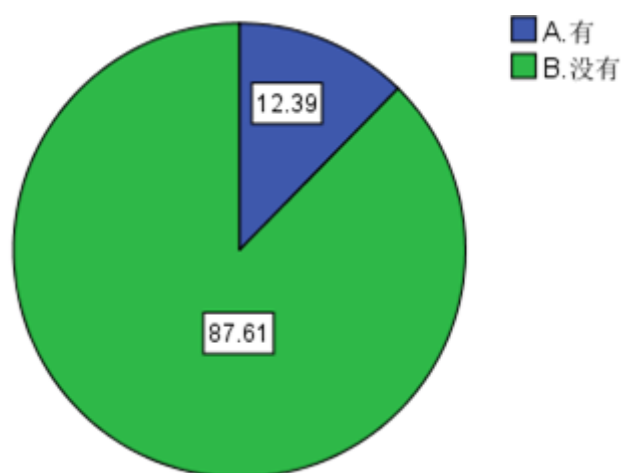


图 2 宿舍楼下有无回收点

根据调查样本显示，87.61% 的同学的宿舍楼下都没有专门回收可利用或有毒有害垃圾的地方，有的仅为 12.39%。但有毒有害垃圾最容易污染环境，学校在这方面应投入更多设备。

四、行为特征

（一）对电子垃圾的处理方式

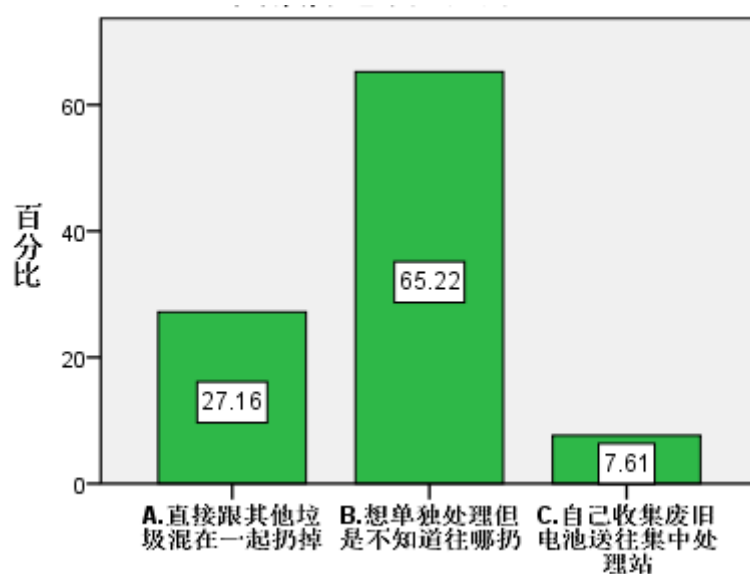


图 3 电子产品处理方式

由调查样本可以看出，有 65.22% 的大学生在处理废弃电子产品时，想单独处理却不知道往哪扔，只有 7.61% 的被调查者能够自己收集，然后送往集中处理站。因此，在学校设置专门的废旧电子产品回收站是很有必要的。

（二）三种垃圾重量所占比例状况

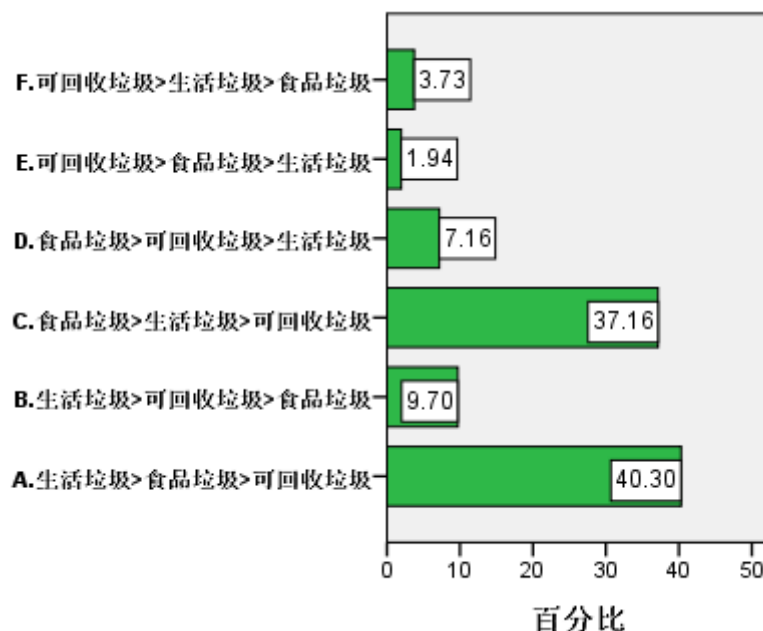


图 4 三种垃圾重量排序

根据调查样本可以看出，有 40.3% 的同学的垃圾产生量是：生活垃圾>食品

垃圾>可回收垃圾，还有 37.16%的同学的垃圾产生量是：食品垃圾>生活垃圾>可回收垃圾，有 9.70%的 学生垃圾产生量为生活垃圾>可回收垃圾>食品垃圾，其他情况一共占 12.83%。

第四部分 统计分析与模式构建

一、相关态度的统计分析

(一) 垃圾处理宣传

首先研究垃圾处理宣传的重要性与基本信息的列联分析

表 2 垃圾处理宣传与个人信息的列联分析卡方检验结果

基本信息	卡方检验P值	有无显著性差异
性别	0.004	有
年级	0.040	有
家庭所在地	0.141	无
生活费	0.866	无

由上表我们可以看出，垃圾处理宣传与学生的性别和年级有关，而与家庭所在地和生活费无关。

1.垃圾处理宣传与性别

表 3 垃圾处理宣传与性别的列联表

		性别		合计
		男	女	
重要程度	不重要	4.30%	3.20%	3.60%
	一般	30.30%	19.50%	23.30%
	重要	65.40%	77.30%	73.10%
合计		100.00%	100.00%	100.00%

在男生中，有65.4%的学生认为进行垃圾处理的宣传是重要的，30.3%的学生认为其重要性一般。在女生中，有77.3%的学生认为重要，19.5%的学生认为一般。所以在进行垃圾处理宣传时，可以着重于加强对男生的宣传力度。

2.垃圾处理宣传与年级

表 4 垃圾处理宣传与年级的列联表

		年级				合计
		大一	大二	大三	大四	
重要程度	不重要	5.60%	4.00%	1.10%	2.50%	3.60%
	一般	20.20%	19.00%	29.80%	27.80%	23.30%
	重要	74.20%	77.00%	69.10%	69.60%	73.10%
合计		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

在大一和大二两个年级的学生中，认为垃圾宣传重要性一般的人数都占20%左右，认为其不重要的都是约占5%，而且大三学生认为其不重要的人数占1.1%，大四学生认为其不重要的人数占2.5%。出现此差异的原因可能是大一和大二学生由于在校时间较短，对垃圾处理宣传问题的认识还不足，所以应该着重加强对大一和大二学生的宣传力度。

3.垃圾处理宣传与家庭所在地

表 5 垃圾处理宣传与家庭所在地的 J-T 检验表

	垃圾处理宣传 重要性
家庭所在地中的水平数	3
N	670
J-T 观察统计量	63436.000
J-T 统计量均值	66919.500
J-T 统计量的标准差	2012.594
标准J-T 统计量	-1.731
渐近显著性(双侧)	0.083

对垃圾处理宣传与家庭所在地进行多独立样本非参数J-T 检验，p 值为0.083，大于0.05，说明在显著性水平 α 为0.05时，不同的家庭所在地与垃圾处理宣传无显著性差异，与列联分析的结果一致。

4.垃圾处理宣传与月生活费

表 6 垃圾处理宣传与月生活费 J-T 检验表

	垃圾处理宣传 重要性
生活费中的水平数	4
N	670
J-T 观察统计量	73533.500
J-T 统计量均值	73348.500
J-T 统计量的标准差	2074.941
标准J-T 统计量	0.089
渐近显著性(双侧)	0.929

对垃圾处理宣传与月生活费进行J-T 检验 ,p 值为0.929 ,大于0.05,说明在显著性水平 α 为0.05时 ,不同的月生活费与垃圾处理宣传无显著性差异 ,与列联分析的结果一致。

(二) 环保关注问题

首先研究垃圾处理宣传的重要性与基本信息的列联分析

表 7 环保关注问题与基本信息的列联分析卡方检验结果

基本信息	卡方检验P值	有无显著性差异
性别	0.529	无
年级	0.033	有
家庭所在地	0.016	有
生活费	0.116	无

由上表可以看出 ,环保关注问题与年级和家庭所在地有关 ,与性别和生活费无关。

1. 环保关注问题与年级

表 8 环保关注问题与年级的列联表

		年级				合计
		大一	大二	大三	大四	
关注程度	偶尔	31.90%	46.00%	44.90%	36.70%	40.10%
	一般	54.90%	41.00%	46.60%	48.10%	47.80%
	经常	13.10%	13.00%	8.40%	15.20%	12.10%
合计		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

大一学生和大二学生中都是有13%左右的人经常关注城市环保或学习环境保护方面的知识，大四学生中有15.2%的人经常关注城市环保或学习环境保护方面的知识，而大三学生中只有8.4%，因此，大三学生更应该增强环保意识，学习相关环保知识。

2. 环保关注问题与家庭所在地

表 9 环保关注问题与家庭所在地的列联表

		家庭所在地			合计
		农村	城镇	市区	
关注程度	偶尔	41.00%	36.00%	43.40%	40.10%
	一般	50.00%	50.30%	38.00%	47.80%
	经常	9.00%	13.70%	18.60%	12.10%
合计		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

在来自农村的大学生中，只有9%的人经常关注环保，50%的人关注情况一般；在来自城镇的大学生中，有13.7%的人经常关注环保，50.3%的人关注情况一般；在来自市区的大学生中，有18.6%的人经常关注环保知识，38%的人关注情况一般。可以看出来自市区大学生的环保意识较强，农村大学生的环保意识较弱。应该多在农村地区进行环保教育，提高农村居民的环保意识。

3. 环保关注问题与性别

表 10 环保关注问题与性别 K-S 检验

检验统计量 ^a		
		关注程度
最极端差别	绝对值	0.024
	正	0.024
	负	-0.013
Kolmogorov-Smirnov Z		0.301
渐近显著性(双侧)		1.000
a. 分组变量: 1. 您的性别		

对垃圾处理宣传与性别进行K-S检验，在显著性水平 α 为0.05时，不同性别的学生对环保的关注无显著性差异，与列联分析的结果一致。

(三) 宣传垃圾处理知识的有效途径

首先研究宣传垃圾处理知识的有效途径与基本信息的列联分析

表 11 有效途径与基本信息的列联分析卡方检验结果

基本信息	卡方检验P值	有无显著性差异
性别	0.008	有
年级	0.171	无
家庭所在地	0.018	有
生活费	0.568	无

由上表可以看出，宣传垃圾处理知识的有效途径与性别和家庭所在地有关，与其他因素无关。

1. 宣传途径与性别

表 12 有效途径与性别的列联分析表

			性别		合计
			男	女	
宣传方式	网络宣传	百分比	37.60%	39.00%	38.50%
	传单宣传	百分比	16.70%	8.70%	11.50%
	班级宣传	百分比	45.70%	52.30%	50.00%
合计		百分比	100.00%	100.00%	100.00%

在男生中，有45.7%的人更倾向于班级宣传，37.6%的人更倾向于网络宣传；在女生中，有52.3%的人更倾向于班级宣传，39%的人更倾向于网络宣传。只有少部分同学倾向于传单宣传。

2. 宣传途径与家庭所在地

表 13 有效途径与家庭所在地的列联分析表

		家庭所在地			合计
		A. 农村	B. 城镇	C. 市区	
宣传途径	网络宣传	37.70%	39.40%	39.50%	38.50%
	班级宣传	9.00%	10.90%	19.40%	11.50%
	传单宣传	53.30%	49.70%	41.10%	50.00%
合计		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

在来自农村的学生中，有53.3%的人更倾向于班级宣传，37.7%的人更倾向于网络宣传；在来自城镇的学生中，有49.7%的人更倾向于班级宣传，39.4%的人更倾向于网络宣传；在来自市区的学生中，有50%的人更倾向于班级宣传，

38.5%的人更倾向于网络宣传。可见班级宣传和网络宣传是大学生认可的主要宣传方式。

二、行为特征的统计分析

（一）自行收集可回收垃圾

首先研究自行收集可回收垃圾与基本信息的列联分析

表 14 是否自行收集可回收垃圾与基本信息的列联分析卡方检验结果

基本信息	卡方检验p值	有无显著性差异
性别	0.222	无
年级	0.000	有
家庭所在地	0.340	无
生活费	0.940	无

由上表可以看出，是否自行收集可回收垃圾与年级有关，与其他因素无关。

1.自行收集可回收垃圾与年级

在“平时有无收集可回收垃圾”问题的分析中，我们发现，该问题只与年级有相关关系，而与其他因素无关。对该问题进一步研究发现，大一学生的习惯最差，大二与大三的学生相当，大四学生的习惯最好。随着年级的增长，学生的环保意识逐渐增强。这也充分表现了大学生具有良好的可塑性，如果进行正确的引导，可以养成主动进行垃圾分类的好习惯的。

2.性别与自行收集可回收垃圾的独立样本K-S检验

表 15 性别与自行收集可回收垃圾的 K-S 检验

检验统计量 ^a		
		得分
最极端差别	绝对值	0.075
	正	0.065
	负	0-.075
Kolmogorov-Smirnov Z		0.921
渐近显著性(双侧)		0.364
a. 分组变量: 性别		

在显著性水平为0.05的条件下,由于p-值大于显著性水平,因此不能拒绝原假设,认为不同性别的大学生收集可回收垃圾的习惯无显著性差异。结果与列联分析一致。

(二) 垃圾处理和保洁工作满意度与分类可操作性

表 16 垃圾处理满意度与分类可操作性的列联表

可操作性提高的关键	学校提供更多的垃圾桶	满意程度(垃圾处理)			合计
		不满意	一般	满意	
	对师生加强关于垃圾处理的知识宣传	57.50%	39.70%	31.20%	44.20%
		10.30%	20.70%	36.60%	19.60%
	设置垃圾分类处理点	32.20%	39.70%	32.30%	36.30%
		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

表 17 保洁工作满意度与分类可操作性的关键列联表

可操作性提高的关键	学校提供更多的垃圾桶	满意程度(保洁工作)			合计
		不满意	一般	满意	
	对师生加强关于垃圾处理的知识宣传	52.60%	45.90%	31.70%	44.20%
		12.00%	18.60%	29.00%	19.60%
	设置垃圾分类处理点	35.30%	35.50%	39.30%	36.30%
		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

对学校垃圾处理不满意的同学中,57.5%的同学认为学校应该提供更多的垃圾桶,32.3%的要求设置垃圾分类处理点;对学校的保洁工作不满意的同学中有52.6%的要求学校提供更多垃圾桶,35.3%的要求设置垃圾分类处理点。结合上述分析,学校设置更多分类垃圾桶是十分有必要的。

(三) 是否垃圾分类与可塑性

表 18 是否垃圾分类与可塑性的列联表

		垃圾分类				合计
		会	一般	很少	从不	
如果设有分类垃圾箱	会	80.90%	63.60%	59.60%	51.50%	63.00%
	可能会	16.50%	30.30%	35.50%	33.00%	30.60%
	不会	2.60%	6.10%	4.90%	15.50%	6.40%
合计		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

在平时从不进行分类的学生中,有超过一半的同学表示,如果宿舍设有分类垃圾箱,会自觉地正确投放垃圾,仅有 15.5%的同学表示不会。可见设置分类垃圾箱对学生自觉进行垃圾分类具有重要意义。

三、对学校垃圾处理情况的模糊综合评价

下面运用模糊综合评价法把学校垃圾处理情况比较的定性评价转化为定量评价,即用模糊数学对受到多种因素制约的对象做出一个总体的评价。

(一) 设定各级评价因素 (U)

$$U = \{ u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 \}$$

其中, u_1 表示在学校寻找垃圾箱是否方便; u_2 表示在学校垃圾箱里垃圾清运是否及时; u_3 表示宿舍楼下有无专门回收可利用或有毒有害垃圾的地方; u_4 表示对学校的垃圾处理是否满意; u_5 表示对学校的保洁工作是否满意。

(二) 确定评语集

将对学校垃圾处理情况评价划分为“优、良、差”三个等级,以这三个等级划分为三个评价区间,分别为 $[0, 0.33]$, $[0.33, 0.66]$, $[0.66, 1]$, 取每个评价区间的中值作为 v_1, v_2, v_3 则评语集 V 为:

$$V = \{ v_1, v_2, v_3 \} = \{ 0.165, 0.495, 0.830 \}$$

(三) 设定各级评价因素的权重

查询大量资料和已有文献后设定权重

$A = [0.25 \ 0.2 \ 0.25 \ 0.15 \ 0.15]$ 。其中: a_i 表示第 i 个因素的权重, 且满足

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1。$$

(四) 确定模糊综合判断矩阵

将 u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 在问卷对应题目中各选项从优到差的频率构成评价矩阵, 比如: 在问卷第 11 题 (u_1) 的从优到差的三个选项所占频率分别为: 12.4%、28.1% 和 59.6%, 所以将评价矩阵的第一行确定为 $[0.124 \ 0.281 \ 0.596]$; 同理可以确定评价矩阵的第二、四、五行。此外, 问卷第 13 题 (u_3) 的两个选项所占频率分别为 12.4%, 87.6%, 所以将评价矩阵的第三行确定为 $[0.124 \ 0 \ 0.876]$, 由此得

到模糊评价矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} 0.124 & 0.281 & 0.596 \\ 0.26 & 0.599 & 0.142 \\ 0.124 & 0 & 0.876 \\ 0.139 & 0.542 & 0.319 \\ 0.216 & 0.583 & 0.199 \end{bmatrix}$$

它是从因素集 U 到评语 V 的模糊关系矩阵。

(五) 模糊综合评判

进行矩阵合成运算：

$$B = A \cdot R = [0.25 \quad 0.2 \quad 0.25 \quad 0.15 \quad 0.15] \cdot \begin{bmatrix} 0.124 & 0.281 & 0.596 \\ 0.26 & 0.599 & 0.142 \\ 0.124 & 0 & 0.876 \\ 0.139 & 0.542 & 0.319 \\ 0.216 & 0.583 & 0.199 \end{bmatrix}$$

求出矩阵合成结果：

$$B = [b_1 \quad b_2 \quad b_3] = [0.1673 \quad 0.3588 \quad 0.4741]$$

采用加权平均法对结果进行处理：

$$T = \sum_{i=1}^3 p_i b_i \quad \text{其中, } p_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^3 b_i}$$

对学校垃圾处理情况评价得分结果为 0.38，等级为良。

四、实验设计及数据整理

为了更好地了解大学生生活垃圾具体产生量,通过查阅资料得知宿舍区的垃圾具有成分最为丰富、产生量大、易收集的特点,且教学区与食堂受拾荒者[4]的影响程度较大,因此选择在宿舍区进行以食品垃圾、可回收垃圾、其他不可回收垃圾收集为主的试点。

本次实验采用随机抽样的方法选取 20 个宿舍,其中男生宿舍 10 个,女生宿舍 10 个。对其进行七天的观测。得到如下数据：

表 19 实验数据

性别	食品垃圾	其他生活垃圾	可回收垃圾
男	18.4kg	16.6kg	91 个塑料瓶, 纸 0.96 kg
女	27.2kg	15.3kg	58 个塑料瓶, 4 个玻璃瓶, 纸 2.1kg
合计	45.6kg	31.9kg	149 个塑料瓶, 4 个玻璃瓶, 纸 3.06kg

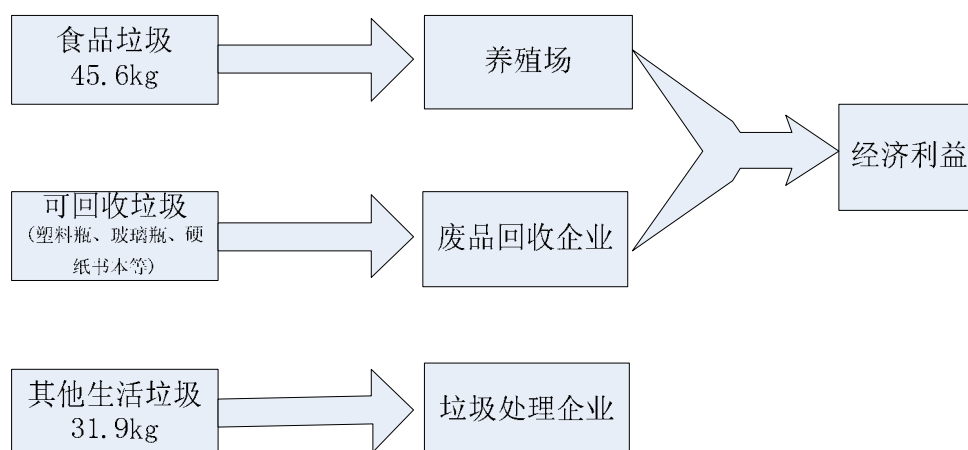


图 5 分类后垃圾流向

经查阅资料和实地走访了解到废纸的回收价格为 1-1.2 元每千克,塑料回收价格为 4-6 元每千克(一个塑料瓶按 20 克计算),平均一栋六层公寓楼有 180 个宿舍,由此我们可以粗略估算一栋公寓一个月内可回收的垃圾价值为 372.2 元,一个有 25000 名在校生的高校,按照平均有 23 栋六层公寓楼计算,每年能获得的收益大约能达到 10 万左右,这是一笔十分可观的收益,如果将这笔收益用在环保和垃圾分类处理的项目中,不仅能进一步增强学生的环保意识,也能更好的保护学校及周边环境,提高学校垃圾回收利用的硬件设施,因此构建一个良好的模式来运行这一系列的活动是非常有必要的。

五、走访调查

通过对问卷和实验数据的统计分析,项目组初步构建出一套高校垃圾处理模式。其主体是学校、企业、公寓和宿舍,形成可持续的资金、监督链条。为检验此模式的可行性,项目组决定对学生和第三方企业进行走访,以便完善大学校园垃圾处理模式。

为了更好的达到走访目的,项目组结合学生的作息时间表,选择晚上在学生宿舍内随机的对大一至大四的学生进行面访。对于第三方企业,我们先通过网络和行业内人士获取他们的联系方式和地址,经电话预约,说明我们此次调查的目的,经他们同意后,再进行实地走访调查。

根据设计的步骤,我们用十天的时间完成了对学生和企业的走访。在学生走访方面,随机选取的宿舍全部接受了我们的面访,其中有 90% 的学生表示支持。在垃圾回收企业方面,通过电话预约得知企业的主营业务是金属回收,企业对大学校园垃圾的回收并不重视,所以他们拒绝走访调查。在垃圾回收站走访方面,一家回收站点拒绝走访,原因是他们不接受非官方的合作。三家回收站点接受了我们的走访。在实际走访过程中,大部分负责人对这一模式评价很高,表现出很强的合作兴趣,但也从不同角度提出了他们的疑问与担忧,为我们进一步的工作提供了宝贵的意见和建议。

六、模式构建

由问卷统计得出的结论和实验数据,结合走访获得的信息,借鉴瓜尼亚诺等构建的关于主体行为、态度和外部环境共同影响的基本框架(A-B-C model)。

构建学校-公寓-宿舍三级目标管理体系

学校作为一级管理目标,学校从设施和宣传两个方面入手。一方面学校可适当增加垃圾投放设备,及时清运校内各大垃圾箱垃圾;培养学生进行垃圾分类的能动性,在全校范围内进行垃圾分类评比并公开评比结果,对优秀宿舍及个人进行奖励; 另一方面,可以针对不同的年级宣传,大一增设垃圾分类课程,对大二大三开展垃圾收集处理辩论赛,对大四学生鼓励环保创新项目等。

公寓作为二级管理目标。加入宿舍评比,解决学生丢放垃圾的随意性;公示每周宿舍分类结果,培养学生进行垃圾分类的能动性;对长期保持优秀的宿舍给予奖励;在每层设立专门的电子垃圾投放点,同时在每栋公寓楼下合适的位置设置分类垃圾集中处,由人专门负责。

宿舍作为三级管理目标，安放合理的垃圾分类装置，每个宿舍配备两个以上的垃圾桶，对垃圾进行分类投放，以做到源头分类收集；同时，为培养正确合理的投放垃圾，宿舍可以制定值日生问责制，对每日的督促情况落实到人；结合由问卷得到的结论，由于男生环保意识交低，在男生宿舍加强垃圾分类宣传；针对女生的好胜和攀比心理，在女生宿舍进行宿舍内评比。

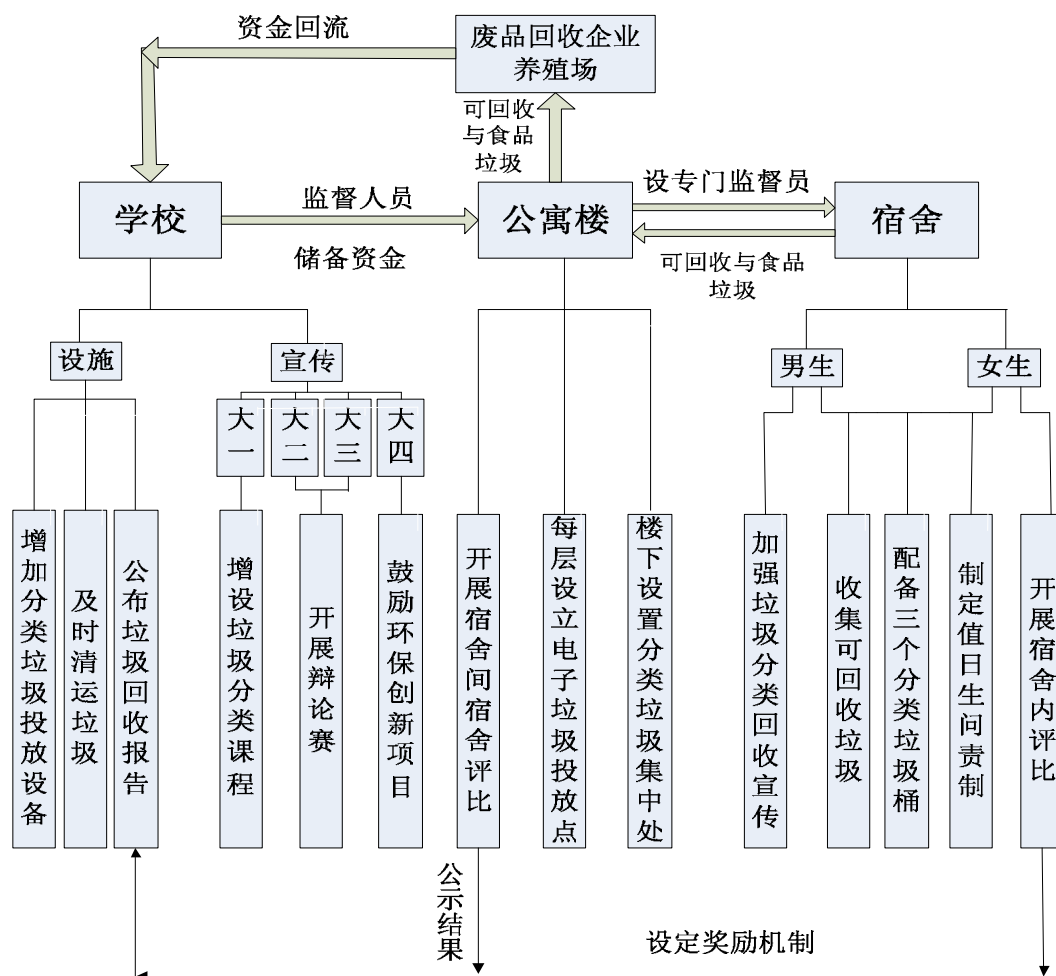


图 6 模式构建图

第五部分 结论及建议

一、结论

大学生垃圾回收和处理不仅能带来十分可观的经济效益,也能使学校的环境得到进一步的改善,同时更能深远的影响到大学生的环保意识和生活习惯,通过调查,本项目充分了解和分析了烟台市某高校大学生的垃圾回收处理现状和态度,得出以下五条结论:

(一) 大学生对垃圾分类处理的态度受性别和年级因素影响

调查结果显示,在宣传方式上,过半数的女生能更好的接受班级宣传,能接受传单宣传的男生比例比女生的高出一倍多,这说明在宣传方式的接受方面,男女生存在差异。同时,相对于大三和大四学生而言,大一和大二学生在“学校宣传工作的重要性”上认识不足;在主动收集可回收垃圾方面,随着年级的增长,会主动回收和偶尔会主动回收的学生比例呈递增趋势,这一现象说明不同年级的学生在垃圾宣传重要性上的认识和回收垃圾的自觉性方面有差异。

(二) 学校在垃圾处理方面的设施不完善,大学生普遍认为分类丢放不方便

本次调查中,项目组设置了针对学校垃圾分类设施满意度的几个问题,其中 59.55%同学认为在学校分类处理垃圾时,寻找垃圾箱不方便。而在“垃圾处理满意度”与“分类可操作性的关键”相关性分析中可以看出,对“学校垃圾处理”不满意的同学中有高达 76.6%的认为寻找垃圾箱不方便,而即使对此满意的同学中也有 34.4%的认为寻找垃圾箱不方便。同时对学校垃圾处理情况的模糊综合评价得到的结果显示,学校在这方面的评价等级为良。这都说明学校垃圾分类设施数量还不足,多数学生对学校现有的垃圾分类设施不满意,普遍认为分类投放不方便。

(三) 大学生垃圾分类行为不理想,但可塑性较高

本次调查中,表示会进行垃圾分类的学生还不到 20%,有 65.22%的被调查者在处理废弃电子产品时,想单独处理却不知道往哪扔,只有 7.61%的被调查者能够自行收集,然后送往集中处理站。同时,有 62.99%的大学生表示,如果宿舍设有分类垃圾箱,他们会自觉正确投放。综合上述现象可以看出,大学生的垃圾分类行为不理想,但对学校增添垃圾分类设备后进行正确投放表示支持,可塑性较高。

(四) 大学生对环保的关注度与垃圾处理行为呈正相关,与家庭所在

地有关，与消费水平无关

调查显示，对环保偶尔关注的学生中仅有 16% 的人会自行回收垃圾，关注度一般的学生中有这种习惯的占 22.2%，而经常关注的人中有 43.2% 有此习惯，三者呈明显的递增趋势。由此得出，大学生对环保的关注度与他们的垃圾分类处理行为有很明显的正相关关系。在农村大学生中，只有 9% 的人经常关注环保，在城镇大学生中，有 13.7% 的人经常关注环保，在市区大学生中，有 18.6% 的人经常关注环保知识，可以看出市区大学生的环保意识比农村大学生强。而由列联分析的卡方检验的结果得出大学生对环保的关注度与消费水平无关。

（五）大学生垃圾产生的量大，具有较高的经济投资价值

在实验环节中，经查阅资料，可以粗略估算一栋公寓一个月内可回收的垃圾价值为 372.2 元，由此可以得到一个有 25000 名在校生的高校，按平均有 23 栋六层公寓楼计算，每年能获得的收益大约能达到 10 万左右。如果构建一个良好的模式来实现这一目标，并将这笔收益用在环保和垃圾分类处理的项目中，不仅能进一步增强学生的环保意识，提高学校垃圾回收利用的硬件设施，也能更好的保护学校及周边环境，达到可回收垃圾循环利用的目标。

二、建议

（一）加大垃圾处理知识宣传

1. 在学校内，应加大对垃圾回收和利用方面的知识宣传，灵活的运用班级宣传和网络宣传两种方式，针对男生和女生的差异性，不同年级之间的差异性，分别进行宣传。根据本次调查的结论，可以采用以班级宣传为主，网络宣传为辅的宣传途径，并且相对于女生而言，更要加大对男生的宣传力度，相对于大三和大四学生而言，更要加大对大一和大二学生的宣传力度。由于男生环保意识交低，在男生宿舍加强垃圾分类宣传，针对女生的性格特点，在女生宿舍进行宿舍内评比。对大一学生增设垃圾处理的相关课程，对大二大三开展垃圾收集处理辩论赛，对大四学生鼓励环保创新项目等。

2. 根据本次调查得知农村学生的环保意识相对较差，进而反映出了农村地区在环保方面的缺陷，相对于市区和城镇而言，政府应加大在农村地区的垃圾处理知识宣传力度。可以通过知识讲座、环保文艺汇演等形式增强农村居民的环保意识，丰富相关的垃圾处理知识。

（二）增加垃圾回收设施

学校增加垃圾回收设施，运用合理的布局，使得学生能够较为容易的实现垃圾分类投放的意愿。每个宿舍设置垃圾分类投放设备，从源头上进行垃圾分类回收，公寓设置专门的电子垃圾回收点，达到有毒有害垃圾不与其他垃圾混合的目的。同时设立专门的可回收和可利用垃圾投放点，便于学生将自己宿舍的垃圾进行投放，也便于统一收集处理卖给第三方。

（三）建立健全校园可回收垃圾处理模式

着手建立校园可回收垃圾处理模式，将宿舍、公寓、学校和第三方企业联系成一个整体。学校为公寓楼分配专门监督人员，由监督人员对宿舍进行监管，并将宿舍分类的可回收垃圾和食品垃圾集中到一起，每周由废品回收企业、养殖企业定时清运。废品回收企业对从学校回收到的塑料瓶、废纸等可回收垃圾进行下一步处理，养殖企业将废弃食物加工饲料，第三方企业将资金回流到学校。学校将资金部分用于校内宣传和改善设施，部分发放到公寓楼作为垃圾处理的储备资金，根据公示结果对表现优秀的宿舍和个人进行奖励，对表现较差的宿舍和个人提出批评，制定奖励机制。形成一个良性循环，构建出稳定的垃圾分类管理体系，为长期的垃圾回收利用奠定基础。

附录 1：参考文献

- [1]江崎浩.绿色东京大学项目计划[J].办公室自动化,2009-06.
- [2]陈志浩.生态型校园建设的探析与构象——以福建农林大学为例[D]:[硕士学位论文].福建:福建农林大学城市生态学,2011.
- [3]王大中.创建“绿色大学”实现可持续发展[J].清华大学教育研究,1998(4).
- [4]中国统计年鉴.
- [5]吴文涛,庆承松,彭书传.合肥工业大学校园生活垃圾现状调查与分析[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2005,28(11).
- [6]霍保全,曾现来,李金泽.高校生活垃圾分类回收及资源化探讨[J].中国环境管理干部学院学报,2009,19(2).
- [7]胡秀仁.城市生活垃圾处理方式的思考[J].环境保护,2001(3).
- [8]司守奎,孙玺菁.数学建模书算法与应用[M].北京:国防工业出版社,2012.

附录 2：问卷设计

确定问卷类型

考虑到调查操作的可行性，采用自填式问卷。

分析样本特征

被调查者的特征分为三类：一是稳定性很高的“基本特征”；二是“行为特征”，大学生处理垃圾的行为习惯受很多因素的影响；三是态度，即对环境保护和垃圾分类处理问题的看法。此外，问卷也涉及到学校设施方面的问题。

拟定并编排问题

首先构想与每项特征有关的问题，列出合理的选项，然后对问题进行检查、筛选。

进行试问试答

检查问题是否清楚明白，问题顺序是否符合逻辑，在小范围内进行试答，以检验问卷的质量。

确定最终问卷

根据试答情况，进行修改，再试答，直到满意后定稿复印，制定正式问卷。

附录 3：调查问卷

问卷编号_____

大学生生活垃圾处理状况分析调查问卷

您好，我们是鲁东大学的学生，正在进行一项关于大学生垃圾处理的调查，希望能通过这份问卷，了解一些情况。问卷随机发放，不涉及您的隐私。耽误您一分钟时间，帮我们填一下这份问卷，谢谢！（在选项上直接打 即可，所有问题都是单选题）

一. 基本信息

1. 您的性别

A. 男

B. 女

2. 您的所在年级

A. 大一

B. 大二

C. 大三

D. 大四

3. 您的家庭所在地

A. 农村

B. 城镇

C. 市区

4. 您平均每月的生活费大约是

A. 800 元以下

B. 800-1000 元（含 1000 元）

C. 1000-1500 元（含 1500 元）

D. 1500 元以上

二. 相关态度

5. 您对学校垃圾处理和保洁工作满意吗？

选项	A. 不满意	B. 一般	C. 满意
垃圾处理			
保洁工作			

6. 您认为学校进行垃圾处理的宣传重要吗？

A. 不重要

B. 一般

C. 重要

7. 您平时会不会关注城市环保或学习环境保护方面的知识？

A. 偶尔

B. 一般

C. 经常

8. 您认为个人生活习惯对环境的影响有多大？

A. 非常大

B. 比较大

C. 一般

D. 不大

E.很难说

9.您认为宣传垃圾处理知识的有效途径是？

A.网络宣传

B.传单宣传

C.班级宣传

10.您认为能使垃圾分类的可操作性提高的关键是：

A.学校提供更多的垃圾桶

B.对师生加强关于垃圾处理的知识宣传

C.设置垃圾分类处理点

三.学校设施

11.当您需要处理垃圾时，您觉得在学校寻找垃圾箱是否方便？

A.方便

B.一般

C.不方便

12.学校垃圾桶里垃圾清运是否及时？

A.及时，卫生状况良好

B.一般，有待改善

C.不及时，卫生状况较差

13.宿舍楼下有无专门回收可利用或有毒有害垃圾的地方？

A.有

B.没有

四.行为特征

14.您平时有没有将可回收垃圾(塑料瓶、旧书、废纸等)自行收集起来的习惯？

A.没有

B.偶尔有

C.有

15..您是如何处理电池，废弃手机、移动电源、数据线等废弃电子产品的？

A.直接跟其他垃圾混在一起扔掉

B.想单独处理但是不知道往哪扔

C.自己收集废旧电池送往集中处理站

16.您在垃圾桶前扔垃圾时，会进行垃圾分类吗？

A.会

B.一般

C.很少

D.从不

17.如果宿舍设有分类垃圾箱，您会自觉地正确投放垃圾吗？

A.会

B.可能会

C.不会

18.在您平时扔的垃圾中，请将各种垃圾的重量排序：

(可回收垃圾包括塑料瓶、玻璃瓶、废纸等；食品垃圾包括瓜果皮、食物残渣等)

A.其他生活垃圾>食品垃圾>可回收垃圾

B.其他生活垃圾>可回收垃圾>食品垃圾

C.食品垃圾>其他生活垃圾>可回收垃圾

- D. 食品垃圾>可回收垃圾>其他生活垃圾
- E. 可回收垃圾>食品垃圾>其他生活垃圾
- F. 可回收垃圾>其他生活垃圾>食品垃圾

问卷到此结束，感谢您的配合，祝您生活愉快！

附录 4：调查的实施

一、调查组织

（一）成立调查小组。在三个团队成员的基础上，再找三位志愿者，成立甲乙两个调查小组，每组各三人。

（二）明确分工。甲组负责对大学生进行问卷调查，乙组负责对照实验，组内成员也要进行明确分工。

二、调查过程

（一）问卷的发放

1. 问卷的预发放

（1）首先打印 70 份调查问卷，向大一、大二、大三和大四学生随机发放问卷，由于问卷数量比较少，可以较快速的收集起来，通过获取被调查者的意见或反馈以及对问卷数据进行简单分析，发现问卷中存在的问题，并且及时修改。

（2）在几个比较熟悉的班级 QQ 群里发放问卷链接，进行网络问卷调查。通过“问卷星”软件的记录，发现这种方式的回收率比较低，所以本次调查仍以纸质问卷调查为主，网络问卷调查为辅。

2. 问卷的正式发放

调查小组成员明确分工，对不同的年级进行问卷的随机发放。

（1）纸质问卷发放

大一的学生有固定的早晚自习教室，所以对大一学生的调查主要是利用他们的晚自习课间时段，在不同的教学楼、不同的固定自习室进行随机发放。在去固定自习室发放问卷时，提前与该班级负责人做好沟通，说明此次调查的目的和意义，以便协助我们更高效、更高质量的完成问卷调查。

大二和大三的学生在图书馆比较集中，所以对大二和大三学生的问卷调查主要是在图书馆进行。在这个过程中，要礼貌谦和，为保证问卷质量，遇到拒绝填写问卷的同学不做强求。

大四的学生群比较特殊。由于正值毕业季，在校的大四学生相对较少，被调查者也不集中，我们主要通过联系比较熟悉的大四学生，在其宿舍区域进行调查。

（2）网络问卷发放

借助问卷星软件，生成问卷链接，并设置一定的“奖励”，比如填写问卷参与抽奖等。这种方式主要是针对项目组可以通过人脉圈子获取某些学生联系方式的特定班级，求助他们在自己的班级群里进行网络问卷发放。当然，要尽量避免与纸质问卷填写人的重合。

（二）回收与统计

1. 回收的问卷按“问卷编号”顺序整理，统一保存。

2. 利用问卷星软件将调查数据进行汇总。通过问卷链接填写的数据已被保存至软件中，再将纸质问卷数据通过自填方式添加到问卷星中，然后进行数据汇总

3. 将已经汇总的答卷下载到 SPSS 软件和 Excel 中，进而对数据进行加工整理。

4.受访者的个人基本信息，即性别、年级、家庭所在地和生活费是必须要填写的，个人基本信息缺失的问卷为无效问卷。

（三）进行数据分析

遵从“有易不用难”的原则，选取合适的统计方法对问卷数据进行分析，得到相应结论。

（四）进行实验

1.随机选取 20 个宿舍，向宿舍成员介绍我们的想法：在宿舍内设置三个垃圾袋，分别放置食品垃圾、可回收垃圾和其他生活垃圾，由调查小组每天进行汇总收集。

2.征得相关宿舍同意后，调查小组乙中的三个成员负责每天晚上去已确定的 20 个宿舍中收集已分类的垃圾，并对三种垃圾的重量作好记录。

3.连续收集一周后，分析所获取的数据，得出相应结论。