

高校垃圾分类回收监管机制演化博弈分析

李 达

(北京信息科技大学经济管理学院, 北京 100192)

摘 要 本文以高校和大学生为研究对象, 运用博弈论方法, 通过建立双方的演化博弈模型, 分析了影响主体进行垃圾分类策略选择的不同因素。将对垃圾分类行为具有较强约束的“声誉资本”引入模型中, 研究不同情况下的演化均衡策略。结果显示: ①大学生是否采取垃圾分类行为主要与学生进行垃圾分类支付的成本 C_1 、大学生因不参与垃圾分类造成的声誉损失 h 、学校的惩罚 P 以及参与垃圾分类得到的奖励 R 等因素有关。②大学生因不参与垃圾分类造成的声誉损失 h 对学生分类行为的影响显著。③学校是否采取监管策略主要与监管成本 C 有关。研究结果对于高校和政府制定环境监管政策具有重要的现实意义。

关键词 垃圾分类回收; 监管机制; 演化博弈

中图分类号: C934; X705

文章编号: 1674-6252(2017)05-0090-05

文献标识码: A

DOI: 10.16868/j.cnki.1674-6252.2017.05.090

Evolutionary Game Analysis on the Supervision Mechanism of Waste Sorted Collection in Colleges and Universities

LI Da

(School of Economic & Management, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100192)

Abstract: The impact factors of college student's waste sorted behaviors choice were analyzed in this paper, by establishing evolutionary game model based on the game theory. The reputation capital with stronger constraints in students' waste sorting behaviors was introduced into the model to find the evolutionary balance policies in different circumstances. The results showed the following aspects: ① Students' waste sorting behaviors are associated with such factors as the capital (C_1) paid by students for waste sorting, reputation loss (h) caused students who do not participate in waste sorting, punishment (P) taken in universities, and reward (R) gained by waste sorting. These factors are correlated and dispensable each other; ② The reputation loss (h) exerts a great influence on students' sorting behaviors; ③ The regulatory measures taken in universities are related to the supervision capital (C). In this paper, the supervision mechanism establishment of waste sorting in colleges and universities was proposed on basis of the game analysis.

Keywords: waste sorted collection; regulation mechanism; evolutionary game

引言

21世纪是我国经济社会迅速发展的阶段, 随着人口的急剧增长和城镇化进程的加快, 城市生活垃圾数量迅猛增长, 据中国国家统计局统计^[1], 近10年来, 全国生活垃圾由2003年的14 856.5万吨增长到2014年的17 860.2万吨, 年平均增长率为2%。如何通过垃圾分类管理, 最大限度地实现垃圾资源利用, 实现垃圾减量化是关系到我国经济可持续发展的重要因素。截至2015年, 全国高等学校在校生达近4000万人, 在北京、上海、西安等教育资源集中的城市, 大学生已经占到当地居民总数的10%以上, 大学生日常生活产生的垃圾已经

成为城市生活垃圾的重要组成部分^[1]。大学生一般具有较高的环保意识和接受新鲜事物的能力, 能自觉地接受并积极推广环保活动。因此, 监管和培养大学生的垃圾分类行为会对整个社会的环保活动起到重要的推动作用。现有文献中对于城市生活垃圾处理的研究主要集中于居民和企业, 对于大学生的研究较少, 大都以定性分析为主, 缺乏数据模型支撑, 可靠性和有效性不足。本文首先从高校垃圾分类回收监管与一般居民的垃圾分类回收监管区别入手, 然后在政府和居民博弈模型的基础上引入声誉变量, 构建高校生活垃圾分类回收监管机制演化博弈模型, 在博弈分析基础上对高校垃圾分类回收监管

基金项目: 国家自然科学基金项目“大都市生活垃圾减量化的差别责任分析与路径研究”(71373030); 促进高校内涵发展——研究生科技创新项目“基于循环经济视角下的生活垃圾

减量化研究”(5111623512)。

作者简介: 李达(1990—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为资源循环管理工程, E-mail: 1548010453@qq.com。

机制建立提出建议。

1 文献综述

城市生活垃圾处理问题已经得到学术界的普遍重视,很多学者从经济学、社会学、管理学、心理学等角度开展了大量的研究,目前关于垃圾处理的研究主要集中在以下几个方面:

1.1 居民垃圾分类行为

这部分的研究主要集中于对居民垃圾分类行为规律的研究,如陈绍军、李如春^[2]等采用二元 logistic 回归模型,对影响城市居民垃圾分类意愿和行为的因素及其差异进行了实证分析,并进一步探讨了垃圾分类的内在机制;SPERIS^[3]、MEE等^[4]和MARTIN等^[5]研究了外在环境因素对居民垃圾分类行为的影响,如回收投放地点、足够的储藏空间和分类垃圾桶配备、收集方式和频率等。

1.2 政府生活垃圾处理决策

这些研究的目的在于通过对生活垃圾处理过程的分析,为政府进行生活垃圾处理政策的制定提供建议。如ONGONDO等^[6]等研究了城市电子废弃物管理的四个关键领域,包括资源耗竭、伦理关怀、健康和环境问题以及回收策略等;CHAO^[7]研究了台湾地区的“把垃圾离开地面”措施对垃圾回收行为的影响;徐金龙等^[8]梳理了国外城市生活垃圾管理先进经验,指出了我国城市生活垃圾管理中存在的问题,提出提高我国城市生活垃圾管理水平的优化策略。

1.3 生活垃圾处理企业管理

这部分的研究从管理角度探讨生活垃圾处理企业成本收益分析、生命周期分析、环境收益等,为其经营决策提供支持。如HABIB等^[9]、RIGAMONTI等^[10]、BANAR等^[11]运用LCA生命周期理论对垃圾分类处理的环境效益进行深入分析;1998年由MCCCK等人提出的爱尔兰废弃物管理规划即是基于成本收益法,将回收利用活动的环境影响进行货币化表示,为废弃物回收利用管理提供决策支持;唐龙、唐一科^[12]分析了生活垃圾焚烧发电的产业化和市场化,为垃圾处理企业的盈利模式指明了方向;常杪等^[13]提出垃圾处理领域存在众多投资机会,并提出了城市垃圾处理的市场和盈利模式。

目前关于生活垃圾处理的研究主要集中在政府、居民和垃圾处理企业上,而对于高校生活垃圾处理的研究在我国尚处于起步阶段,如宋婧等^[14]对高校生活垃圾的种类进行了分析,提出健全垃圾分类回收制度、加强

宣传、合理配置分类垃圾桶等建议。尹洁林等^[15]学者以大学生群体为研究对象,讨论大学生电子垃圾回收行为意向的影响因素以及各种增加电子垃圾回收行为做法有效性的偏好,但研究方法仅仅局限于定性研究和统计回归方法,缺乏数学和模型的应用,可靠性和有效性不足。

国内外的学者起初大都采用理论分析和统计分析的方法对生活垃圾处理进行研究。随着博弈论方法的兴起,运用博弈论探讨垃圾治理过程中参与主体的行为逐渐成为生活垃圾处理研究的重要领域之一。目前博弈论在生活垃圾处理研究中的应用主要集中在政府与企业之间、政府与居民之间的博弈分析上,解决了各相关利益主体的博弈分析问题。如叶健飞等^[16]运用演化博弈理论研究居民与政府进行垃圾分类和监管博弈的收益矩阵,得出了各自的复制动态方程,研究了该博弈的演化稳定策略,并进行了仿真分析,最终依据分析结果提出了促进居民自觉进行垃圾分类,构建垃圾回收逆向物流网络的意见。这些研究往往忽视了大学生这一关键的社会群体。

针对现有文献对高校垃圾分类行为博弈分析的不足,在政府和居民博弈的基础上,本文运用博弈论理论研究高校与大学生博弈的收益矩阵,并将声誉激励^[17,18]变量引入模型中,通过建立动态演化博弈模型定量分析博弈主体的监管行为和垃圾分类回收行为,对加强高校生活垃圾分类监管提出有针对性的建议。

2 高校垃圾分类回收监管特征分析

高校垃圾分类回收监管与一般居民的垃圾分类回收监管在监管主体、监管客体及监管方式上都存在较大的差别,具体如下:

2.1 监管主体

高校垃圾分类回收监管主体为学校相关管理部门和学生组织(以下简称“学校”),如学生处、后勤中心、宿管处、学生会等。居民垃圾分类回收监管主体为政府管理部门(以下简称“政府”),如环卫局、市容市管委、街道办等。居民生活垃圾回收监管过程中,政府监管部门分属于不同的行政上级,容易出现多头监管的现象,且各部门间协调性较差,难以形成有效的监管合力。高校垃圾分类回收监管主体相对比较单一,学校内部的各管理部门及学生组织均在校方统一领导下开展工作。相对集中的监管机构使学校可以自上而下的对学生垃圾分类行为实施直接管理,这样为校园垃圾管理中约束激励机制和宣传机制的建立提供了良好的基础。

2.2 监管客体

高校垃圾分类回收监管客体主要为在校大学生^①。

量相对较少,因此不将其作为研究对象。

① 高校教师和教辅人员以及生活和工作在校园内的其他人员也是生活垃圾分类回收监管的客体,由于这些人员与在校大学生相比数

居民垃圾分类回收监管的客体为城市居民，两者具有较大的差别。

首先，大学生以学生宿舍为主要居住场所，而且同年级、同专业的学生往往会被安排在相邻的宿舍内居住，这就形成了大学生“熟人社会”的居住特征。而居住在独立单元中城市居民，则处在彼此缺乏了解“生人社会”中。“熟人社会”中的大学生，其行为受到舆论的影响比普通居民要大得多，希望获得更多的声誉资本。TADELIS^[19]、JACKSON^[20]的研究表明：声誉资本可以给行为主体带来超额效益，同时由于声誉贬值也会给行为主体造成巨大的损失，因此声誉的损益可以有效地影响学生垃圾分类行为。

其次，由于无法进行食品加工，大学生产生的生活垃圾成分与居民相比相对简单，分类收集比较容易实施。宋婧等^[14]人对海南十余所高校生活垃圾的成分做了调查，发现高校生活垃圾主要包括废旧纸张（32%）、可回收的废旧塑料和金属（39%）、废旧电池（8%）、其他（21%）等。

另外，大学生接受的是高等教育，无论从自身素质还是对新生事物的接受能力方面都超过普通民众，因此更容易接受垃圾分类的理念并付诸行动。

2.3 监管方式

由于我国生活垃圾分类管理起步较晚，尚未出台明确的法律对垃圾分类进行监管，政府监管主要依照“垃圾分类管理办法”“垃圾分类管理规定”等行政法规对垃圾分类进行管理，在现实操作中，由于缺乏对居民的惩罚机制，行政手段对居民垃圾分类的影响较小。同时，政府出台的各项法律、法规、行政规章的执行周期长、程序复杂，政府监管效果相对比较滞后。学校在大学生宿舍管理及评优评奖规则制定方面具有合法的权利，因此学校可以通过各种方式对大学生的行为实行直接的管理。

3 学校监管与大学生分类的静态博弈分析

根据高校垃圾分类回收监管特征分析的结果，建立学校监管部门和大学生垃圾分类的静态博弈模型。针对此博弈，做出如下假设：

- (1) 博弈主体为学校 and 大学生，且各自都是有限理性的；
- (2) 博弈双方在博弈中采取的策略遵循效用最大化原则；
- (3) 博弈主体的行为受声誉因素的影响；
- (4) 学校可以选择监管和不监管，学生可以选择分类和不分类；
- (5) 假设所有参数都是正数。

静态博弈模型参数解释如下：

- (1) 参数 C_1 表示学生采取分类行为需要付出的时间

与体力成本；

(2) 参数 P 表示学生不参与分类受到学校相关部门的惩罚，包括可能的罚款、宿舍断电等惩罚措施；

(3) 参数 h 表示学生因不参与垃圾分类受到同学、老师的厌恶和批评，造成个人形象的严重损坏，在这里称之为学生的声誉成本；

(4) 参数 R 表示学生参与垃圾分类得到的奖励，包括物质奖励和精神奖励如奖学金、优秀干部评选过程中折算的分数；

(5) 参数 C 表示学校对学生分类行为进行监管的支付成本；

(6) 参数 H 表示由于学生参与垃圾分类带来的垃圾逆向物流成本减少以及远期的学校声誉成本，因学生不参与垃圾分类造成学校环境恶化，影响学校的形象，进而影响学校的招生情况。

根据以上参数分析，我们得到学校和学生不同策略选择下的收益矩阵，如表 1 所示。

表 1 学校与学生博弈收益矩阵

		学校	
		监管	不监管
学生	分类	$(R-C_1, H-C-R)$	$(-C_1, H)$
	不分类	$(-h-P, P-C-H)$	$(-h, -H)$

通过对表 1 收益矩阵进行分析，我们得出以下结论：

(1) 当 $P < C$ 时，学校实施惩罚的收益抵不上监管成本，不监管策略是学校的严格占优策略，即无论学生采取什么策略，学校都选择不监管。

(2) 当 $C_1 > h$ 时，学生参与垃圾分类的支付成本大于不分类受到的声誉损失，不参与垃圾分类策略是学生的严格占优策略，即无论学校采取什么策略，学生都选择不分类。

在这个博弈中，策略纳什均衡取决于学校监管成本 C 、学生进行垃圾分类支付的成本 C_1 、学生因不参与垃圾分类造成的声誉损失 h 、学校的惩罚 P 以及参与垃圾分类得到的奖励 R 等因素。

4 学校监管与学生参与垃圾分类的演化博弈分析

以上静态博弈分析揭示了影响学校与学生行为选择的相关因素，但无法推知各因素是如何影响博弈主体策略选择的，只是基于一种静态的分析。因此，在学校监管与学生参与垃圾分类的静态博弈分析的基础上，建立学校监管与学生参与垃圾分类的动态演化博弈，分析各因素对策略均衡的影响。

根据混合策略模型建立的需要，假定局中人学生选择参与垃圾分类的概率为 x ，则不参与垃圾分类的概率为 $1-x$ ；学校选择监管的概率为 y ，则不监管的概率为 $1-y$ 。从而得到学校与学生混合策略选择下的收益矩阵，如表 2 所示。

表2 学校与学生混合策略收益矩阵

		学校	
		监管 y	不监管 1-y
学生	分类 x	(R-C ₁ , H-C-R)	(-C ₁ , H)
	不分类 1-x	(-h-P, P-C-H)	(-h, -H)

为了得到系统演化的均衡解，首先计算学生参与垃圾分类的平均期望和学校监管的平均期望。学生参与垃圾分类的平均期望为 $\overline{EU}_1(x, y) = xEU_{11} + (1-x)EU_{12} = x(yR - C_1) - (1-x)(yP + h)$ ，学校的平均期望为 $\overline{EU}_2(x, y) = yEU_{21} + (1-y)EU_{22} = (P - C - xP - xR)y + H(2x - 1)$ 。由 $\overline{EU}_1(x, y)$ 和 $\overline{EU}_2(x, y)$ 得到学生选择垃圾分类的复制动态方程^[25] $F(x) = \frac{dx}{dt} = x(EU_{11} - \overline{EU}_1) = x(1-x)(yR + yP - C_1 + h)$ ，学校选择监管的复制动态方程：

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(EU_{21} - \overline{EU}_2) = y(1-y)(P - C - xP - xR)。$$

综上得到两个复制动态方程组成的方程组得出系统演化的均衡解，均衡点为 (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1), ($\frac{P-C}{P+R}, \frac{C_1-h}{P+R}$)。进而得到系统的雅克比矩阵：

$$J = \begin{Bmatrix} (1-2x)(yR + yP - C_1 + h) & x(1-x)(R + P) \\ y(y-1)(P + R) & (1-2y)(P - C - xP - xR) \end{Bmatrix} \quad (1)$$

对系统雅克比矩阵进行局部稳定性分析，可以得到不同条件下的均衡结果，如表3所示。

表3 学校监管部门与学生的演化稳定策略

状态条件	ESS (演化稳定策略)
I $C_1 - R > P + h$ 且 $C > P, x=0, y=0$	无
II $R + P + h > C_1 > h$ 且 $C < P$	
III $C_1 < h$ 且 $C > P, x=1, y=0$	
IV $C_1 - R > P + h$ 且 $C < P, x=0, y=1$	

(1) 在状态 I 的情况下，当 $C_1 - R > P + h$ 且 $C > P$ 时，学生参与垃圾分类策略支付的成本大于不参与垃圾分类受到的各种惩罚，包括罚款和声誉损失，同时学校监管部门的监管成本大于学生参与垃圾不分类被处罚收获的

罚款额。此时 $\left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=0} < 0, \left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=0} < 0$ ，根据微分

方程的稳定性原理^[22]，(0, 0) 就是系统的演化稳定策略，学生往往选择不分类策略，学校监管部门采取不监管策略。

(2) 在状态 II 的情况下，当 $R + P + h > C_1 > h$ 且 $C < P$ 时，这个阶段博弈双方的选择具有相互依赖性，该系统没有演化稳定策略。

(3) 在状态 III 的情况下，当 $C_1 < h$ 且 $C > P$ 时，学生不参与垃圾分类受到声誉的损失大于学生进行垃圾分类付出的时间和精力成本，同时学校监管部门的监管成

本大于学生不参与垃圾分类被处罚收获的罚款额。此时

$\left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=1} < 0, \left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=0} < 0$ ，根据微分方程的稳定性原

理，(1, 0) 是系统的演化稳定策略，此时学生非常重视自己的声誉以及与同学、老师之间的关系，他们往往会选择分类策略，学校监管部门采取不监管策略。

(4) 在状态 IV 的情况下，当 $C_1 - R > P + h$ 且 $C < P$ 时，学生参与垃圾分类策略支付的成本大于不分类受到的各种惩罚，包括罚款和声誉损失，同时学校监管部门的监管成本小于学生不参与垃圾分类被处罚收获的罚款

额。此时 $\left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=0} < 0, \left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=1} < 0$ ，根据微分方程

的稳定性原理，(0, 1) 是系统的演化稳定策略，学生往往选择不分类策略，学校监管部门采取监管策略。

5 结论与建议

在大学生这一特殊社会群体的垃圾分类行为以及高校相关部门监管行为进行分析的基础上，本文运用静态博弈理论和演化博弈理论建立了学校和学生的决策行为的博弈模型，通过演化博弈的复制动态方程得出了学校和学生在进行垃圾处理决策与监管时的演化稳定策略。通过模型的分析，得出以下结论：

(1) 大学生是否采取垃圾分类行为主要与学生进行垃圾分类支付的成本 C_1 、学生因不参与垃圾分类造成的声誉损失 h 、学校的惩罚 P 以及参与垃圾分类得到的奖励 R 等因素有关，各因素相互关联，缺一不可。若学生进行垃圾分类需要付出的时间和精力成本太高，学生宁愿受到学校的惩罚也不愿意去参与垃圾分类。

(2) 大学生因不参与垃圾分类造成的声誉损失 h 对学生参与垃圾分类行为的影响非常大。大学生以“熟人社会”的方式进行群居生活，具有很强的社会属性，激励学生参与垃圾分类的因素不仅仅是物质方面的，师生之间的关系、集体的归属感和荣誉感比经济报酬更能激励人的行为。

(3) 学校是否采取监管策略主要与监管成本 C 有关。若学校进行监管的成本太高，即使垃圾分类后会减少垃圾逆向物流回收的成本，学校相关部门也不愿进行监管。

结合高校垃圾分类监管的特征和博弈分析的结果，本文提出如下对策：

(1) 建立多样性的垃圾分类奖惩机制。考虑到影响大学生参与垃圾分类的因素，如奖惩机制等，学校管理部门可以将垃圾分类情况计入评奖评优活动中，并适当扩大其权重，进一步强化学生参与垃圾分类行为。采用这种方法可以将学生声誉与学生参与垃圾分类建立直接的联系，从而提升其进行垃圾分类的积极性。

(2) 强化声誉机制，建立宿舍环境卫生信息公开披露制度。根据博弈模型结果，在仿真模型状态 III 下，声

誉损失对大学生参与垃圾分类行为有重要影响。积极实施垃圾分类行为的学生获得了节约资源、保护环境的声誉。相反,如果大学生不参与垃圾分类,不仅会受到学校的批评和惩罚,而且通过网络广播等舆论的宣传,自己的形象会受损,从而影响在群体中的声誉。

(3) 加大垃圾分类监管的补贴力度。在仿真模型状态 IV 下,由于校园垃圾桶设置不合理、学习时间太紧张等因素导致学生参与垃圾分类行为的成本太高,学生宁愿受到惩罚也不愿意进行垃圾分类。为了提高学校垃圾分类监管的动力,政府应继续加大对高校垃圾分类管理的补贴力度,以便高校改善垃圾分类回收设备的设置,包括垃圾桶的数量及大小、垃圾桶的距离和位置、标明垃圾分类说明等。

参考文献

- [1] 国家统计局. 中国统计年鉴 2015[M]. 北京: 中国统计出版社, 2015.
- [2] 陈绍军, 李如春, 马永斌. 意愿与行为的背离: 城市居民生活垃圾分类机制研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(9): 168-176.
- [3] SPEIRS D, TUCKER P. A profile of recyclers making special trips to recycle[J]. Journal of environmental management, 2001, 62(2): 201-220.
- [4] MEE N, CLEWES D, PHILLIPS P S, et al. Effective implementation of a marketing communications strategy for kerbside recycling: a case study from Rushcliffe, UK[J]. Resources, conservation and recycling, 2004, 42(1): 1-26.
- [5] MARTIN M, WILLIAMS I D, CLARK M. Social, cultural and structural influences on household waste recycling: a case study[J]. Resources, conservation and recycling, 2006, 48(4): 357-395.
- [6] ONGONDO F O, WILLIAMS I D, CHERRETT T J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes[J]. Waste management, 2011, 31(4): 714-730.
- [7] CHAO Y L. Time series analysis of the effects of refuse collection on recycling: Taiwan's "keep trash off the ground" measure[J]. Waste management, 2008, 28(5): 859-869.
- [8] 徐金龙, 朱跃钊, 陈红喜, 等. 城市生活垃圾管理的国际经验、中国问题及优化策略[J]. 生态经济, 2012(5): 161-164.
- [9] HABIB K, SCHMIDT J H, CHRISTENSEN P. A historical perspective of global warming potential from municipal solid waste management[J]. Waste management, 2013, 3(9): 1926-1933.
- [10] RIGAMONTI L, GROSSO M, GIUGLIANO M. Life cycle assessment for optimising the level of separated collection in integrated MSW management systems[J]. Waste management, 2009, 29(2): 934-944.
- [11] BANAR M, COKAYGIL Z, OZKAN A. Life cycle assessment of solid waste management options for Eskisehir, Turkey[J]. Waste management, 2009, 29(1): 54-62.
- [12] 唐龙, 唐一科. 垃圾发电产业化的一些问题及解决思路[J]. 生态经济, 2007(7): 114-116.
- [13] 常杪, 田欣, 陈青, 等. 城市垃圾处理业的市场与盈利模式[J]. 环境经济, 2009(8): 36-39.
- [14] 宋婧, 陈锦龙, 张净, 等. 高校校园垃圾回收利用的调查分析[J]. 新西部, 2015(3): 56-57.
- [15] 尹洁林, 葛新权, 郭健. 大学生电子垃圾回收行为意向的影响因素研究[J]. 预测, 2012, 31(2): 31-37.
- [16] 叶健飞, 马慧民, 李祥祥. 城市垃圾分类回收逆向物流监管机制的演化博弈分析[J]. 物流科技, 2015, 38(7): 78-82.
- [17] KREPS D M, WILSON R. Reputation and imperfect information[J]. Journal of economic theory, 1982, 27(2): 253-279.
- [18] MILGROM P, ROBERTS J. Predation, reputation, and entry deterrence[J]. Journal of economic theory, 1982, 27(2): 280-312.
- [19] TADELIS S. Firm reputation with hidden information[J]. Economic theory, 2003, 21(2-3): 635-651.
- [20] JACKSON K. 声誉管理[M]. 燕清联合, 顾捷昕, 张宏超, 译. 北京: 新华出版社, 2006.
- [21] WEIBULL J W. 演化博弈论[M]. 王永钦, 译. 上海: 上海人民出版社, 2006.
- [22] 谢识予. 经济博弈论(第二版)[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2002.