

## 摘要

废弃物回收利用被证明是合理的废弃物处理方式,能够有效缓解资源和环境问题。废弃物回收利用法律制度早已经被一些发达国家实践,并且取得良好的效果,这依赖于发达国家社会经济基础的支撑。然而,大多数发展中国家的废弃物管理中并没有实施废弃物回收利用法律制度,而是采取鼓励性政策,这样的差异应该引起重视。那么是哪些因素限制了废弃物回收利用法律制度的运行,什么样的社会经济基础可以有效支撑一个国家或地区废弃物回收利用法律制度的有效运行,目前的社会经济发展状态是否适合开展强制性废弃物回收利用,这是本研究探讨的问题。

基于此,本研究以可持续发展理论、循环经济理论、生产者责任延伸理论等为基础。首先,对国内外现有研究与废弃物回收利用法律制度实施相关的影响因素进行综述和筛选,构建了由5个子系统、13个指标组成的“经济-社会-技术-市场-意识”系统。选取了13个有效运行废弃物回收利用法律制度,废弃物回收利用率较高的发达国家作为研究对象。将主成分分析法和面板门槛回归模型相结合,分析了各子系统对废弃物回收利用法律制度实施的影响,并量化地提出最适宜实施废弃物回收利用法律制度时各个发展指标应具备的数值范围。对废弃物回收利用法律制度实施基础进行应用。提出制度实施基础判断法则,判断国家或地区目前发展状态对废弃物回收利用法律制度实施的适宜程度,避免盲目实施造成人力、物力或资源的浪费。最后以我国的生活垃圾分类46个试点城市进行实证分析,并适当提出未来重点发展路径。

结果显示,社会水平、技术水平和意识水平的发展均对实施废弃物回收利用法律制度有积极的促进作用,而市场水平和经济水平存在“门槛效应”。在不同发展阶段对废弃物回收利用法律制度实施的影响效果是不同的。只有当经济水平在一定范围内,市场水平超过一定数值时,才是实施废弃物回收利用法律制度的最适当时机。此时,人均GDP通常在27654-40344美元之间;可再生资源及废弃物的回收利用率大于5.07%;第三产业增加值占比大于67.54%。当适宜度得分在0.60以下废弃物回收利用法律制度实施条件尚不成熟;得分在0.70-0.80之间可以开始实施。我国46个生活垃圾分类试点城市仅北京市(0.84)、上海市(0.83)和广州市(0.83)三个城市达到适合实施废弃物回收利用法律制度阶段;包括南

京市（0.79）、苏州市（0.79）在内的 18 个城市可以开始实施废弃物回收利用法律制度；泰安市（0.69）、铜陵市（0.68）等 20 个城市可以选择以试点小区先行实施的方式逐步推广；同时仍存在五个废弃物回收利用法律制度实施条件尚不成熟的的城市，如长春市（0.59）。

本文可以为各国各地区制定废弃物管理政策，以及实施废弃物回收利用决策提供一定的参考。

**关键词：**废弃物回收利用，法律制度，社会经济基础，发达国家，面板门槛回归模型

## **Abstracts**

### **The foundation and empirical study of the legal system for waste recycling and utilization**

Waste recycling and utilization has proven to be a reasonable waste treatment method, which can effectively alleviate resource and environmental problems. Waste recycling and utilization (WRU) legal system has already been practiced in some developed countries and has achieved good results. The result depends on the support of the social and economic foundation of developed countries. However, most developing countries have not implemented WRU, this difference should be taken seriously. The following are the main issues discussed in this article: (1) Influencing factors restricting the implementation of WRU; (2) The “socio-economic foundation” of a country or region to implement WRU; (3) Judge whether the current state of social and economic development is suitable for carry out WRU.

Based on this, this article is based on “sustainable development theory” “circular economy theory”, “extended producer responsibility theory”. Firstly, review and screen the influencing factors related to the implementation of WRU in existing domestic and foreign research. We select 13 developed countries that were carried out WRU and recognized as highly efficient upon waste recycling and utilization as the empirical targets. “Economy-Society-Technology-Market-Consciousness” socioeconomic foundation framework consisting of five subsystems and 13 indicators is constructed. We combine principal component analysis and panel threshold regression model to analyze the impacts and proper numerical ranges of the subsystems for WRU. Taking into account the unbalanced development, the “Socio-Economic basic judgment device” is proposed. It can judge the suitability of the current state of development of the country or region for the implementation of WRU. This judgment can avoid the waste of manpower, material resources or resources caused by blind implementation. Finally, a case study was conducted in 46 pilot cities for domestic waste classification in our country.

The results display that social development level, technological level and consciousness level all positively promote WRU, while there is threshold effect for market level and economic level. Only when economic level is within a certain range and market maturity exceeds a certain value is there an appropriate opportunity for implementing WRU. At this time, GDP per capita ranges within 27,654-40,344 USD; use of renewable resources and wastes is larger than 5.07%; proportion of tertiary industry's value added is larger than 67.54%. When the suitability score is below 0.60, it is not suitable for the implementation of WRU; the score is between 0.70-0.80, the implementation can begin. At present, only three cities, Beijing (0.84), Shanghai (0.83) and Guangzhou (0.83), among the 46 domestic waste classification pilot cities in China are very suitable for implementing WRU. Eighteen cities, including Nanjing (0.79) and Suzhou (0.79), can begin to implement WRU. Twenty cities, including Tai'an City (0.69) and Tongling (0.68), can choose to gradually promote it by the way of pilot community implementation first. At the same time, there are still five cities that conditions for implementation are not yet ripe, such as Changchun (0.59).

The methods and results of this work provide other countries with reference to formulating waste management policies and decision-making on waste recycling and utilization.

**Key words:** Waste recycling and utilization, Legal system, Socioeconomic foundation, Developed countries, Panel threshold regression model

# 目录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 国内外研究现状.....	3
1.2.1 废弃物管理政策研究.....	3
1.2.2 废弃物回收利用政策对比研究.....	4
1.2.3 废弃物回收利用法律制度实施影响因素研究.....	5
1.2.4 评价指标体系研究方法.....	7
1.2.5 国内外研究进展小结.....	8
1.3 研究内容.....	9
1.4 技术路线.....	9
第 2 章 理论基础与模型方法.....	11
2.1 理论基础.....	11
2.1.1 可持续发展理论.....	11
2.1.2 循环经济理论.....	11
2.1.3 生产者责任延伸理论.....	12
2.2 模型方法.....	13
2.2.1 主成分分析法.....	13
2.2.2 面板门槛回归模型.....	16
第 3 章 废弃物回收利用法律制度建设发展现状.....	18
3.1 发达国家废弃物回收利用管理现状.....	18
3.1.1 发达国家废弃物管理制度实施现状.....	18
3.1.2 典型发达国家废弃物回收利用发展情况.....	23
3.2 我国废弃物回收利用管理现状.....	26
3.2.1 我国废弃物回收利用管理现状.....	26
3.2.2 我国废弃物回收利用现状及问题.....	27
第 4 章 废弃物回收利用法律制度实施基础研究.....	30

4.1	模型构建	30
4.1.1	研究范围	30
4.1.2	指标选取	31
4.1.3	模型处理结果	37
4.2	结果分析	40
4.2.1	影响分析	40
4.2.2	废弃物回收利用法律制度实施基础	42
第 5 章	废弃物回收利用制度实施基础判断法则	48
5.1	发达国家适宜度得分计算	48
5.2	制度实施基础判断法则构建	50
第 6 章	我国城市废弃物回收利用法律制度实施适宜度分析	52
6.1	46 个垃圾分类试点城市废弃物管理办法	52
6.2	我国城市废弃物回收利用法律制度实施适宜度分析	54
第 7 章	结论与展望	65
7.1	主要结论	65
7.2	展望	67
	参考文献	68
	作者简介及研究生期间取得的科研成果	79
	致谢	80

# 第 1 章 绪论

## 1.1 研究背景

经济发展导致废弃物产生量激增<sup>[1]</sup>。2018 年世界各地城市产生了 20.1 亿吨废弃物<sup>[2]</sup>。我国已经全面步入小康社会，“垃圾围城”却对新型城镇化发展造成影响<sup>[3]</sup>。对废弃物进行有效管理是建成“美丽中国”的重要一环。废弃物回收利用被证明是缓解环境污染，减少资源浪费的有效途径<sup>[4]</sup>。建立废弃物回收利用的法律制度已成为当今中国乃至世界许多国家的共识和行动<sup>[5]</sup>。

2019 年，《上海市生活垃圾管理条例》正式出台，这是我国首次将废弃物管理纳入法制框架。该条例对垃圾分类及废弃物回收利用制定了明确的法律制度，使得我国正式进入废弃物回收利用的“强制化时代”。截止目前，我国有 42 个城市已经出台废弃物回收利用的相关地方性法规、政府规章或规范性文件，如《广州市生活垃圾分类管理条例》、《北京市生活垃圾管理条例》、《重庆市生活垃圾分类管理办法》等。我国改变了以往对废弃物回收利用的鼓励性态度，转变为强制性的政策约束，逐步建立废弃物回收利用相关法律制度体系。

然而我国的废弃物回收利用程度和管理经验却落后于部分高收入国家，如日本、德国等。据统计数据显示，高收入国家废弃物回收利用率平均达到 29%，相比之下，中高收入国家为 6%，中低收入国家为 4%，低收入国家为 3.7%<sup>[2]</sup>。世界范围内废弃物回收利用水平差异显著。这是由于一些高收入国家早已经利用法律制度强制性对废弃物回收利用进行管理。如日本在 1970 年制定《废弃物处理法》、德国在 1972 年制定《废弃物管理法》等。发达国家经验表明，法律制度的有效运行会极大程度上规范全社会废弃物回收利用行为，使得回收利用程度达到世界领先水平。

虽然有发达国家的经验引导，但对于废弃物产生量大、治理难度大的大多数发展中国家来说，废弃物管理却主要采用鼓励性办法而不是在法律层面规制全社会的废弃物回收利用行为。发展中国家虽然面临“垃圾围城”现象以及可

能存在的废弃物环境安全风险，但是依然没有完全效仿发达国家的经验，全面实施强制性废弃物回收利用法律制度。不同国家和地区对废弃物管理政策存在显著的差异。考虑到各国家和地区之间发展水平的不均衡性，废弃物回收利用法律制度的实施需要依托社会经济背景条件的支撑。马克思的《资本论》中提出：经济基础（生产关系总和）决定上层建筑。从全球范围来看，目前发展中国家的社会经济发展水平在当前阶段无法足够支撑废弃物回收利用进行法律约束<sup>[6,7]</sup>，这又导致废弃物回收利用的效果不佳<sup>[8]</sup>，与一些发达国家形成较大差异。

有研究表明，废弃物的回收利用法律制度的实施与社会经济、宣传教育、回收成本以及技术水平有很大的相关性<sup>[9,10]</sup>。发达国家强制性的废弃物回收利用制度建立与废弃物回收利用率高的逻辑应该是，发达国家经济社会发展到一定水平后，支撑废弃物回收利用强制性制度的制定与运转，而法律制度又有效规范了废弃物的回收利用，从而使发达国家的废弃物回收利用率不断提高。大多数发展中国家的经济社会发展水平目前无法达到发达国家实施废弃物回收利用法律制度时的水平。对于废弃物的管理应因地制宜，根据当地实际情况综合考虑是否实施法律制度强制性规范回收利用行为。如果发展中国家不顾经济发展规律而盲目强制性约束废弃物回收利用行为，将很难到达预期效果，而且还会浪费国家资源。发展中国家能否有效实施废弃物回收利用法律制度受到多种经济社会因素的共同影响。因此，研究废弃物回收利用法律制度实施的“经济基础”具有十分重要的意义。

本研究构建影响强制性的废弃物回收利用法律制度实施相关因素的评价指标体系，通过主成分分析法对相关指标进行识别和提取，旨在探讨影响法律制度运行的重要经济社会因素。利用面板门槛回归模型定量化测算不同影响因素对法律制度运行的影响效果，同时探讨不同的经济社会发展阶段对法律制度实施的影响，提出一个国家和地区最合适进入“强制化时代”所需要的经济社会发展背景条件。进一步，本研究提供了一个制度实施基础判断法则，其能够为国家和地区判断是否开始实施强制性废弃物回收利用法律制度提供更好的评



价，以便于制定合理的发展战略，防止盲目效仿，避免浪费，以促进资源的合理配置。

## 1.2 国内外研究现状

常见的废弃物处理方式包括填埋、焚烧、堆肥、回收利用等。废弃物焚烧会释放重金属，其吸附于飞灰表面形成颗粒物<sup>[11]</sup>；垃圾渗滤液有生物毒性与富集性<sup>[12]</sup>，这将产生环境安全问题，甚至威胁人类健康<sup>[13, 14]</sup>。废弃物回收利用可以大幅度减少废弃物处理过程的投入，减少填埋处理对土地的占用<sup>[15]</sup>，在经济社会以及生态环境等方面都是有益的<sup>[16-18]</sup>。被认为是从根本上实现经济增长与资源浪费脱钩的有效途径<sup>[19]</sup>，随着人们认识到废弃物回收利用在资源再利用和环境保护中的作用，废弃物回收利用近年来受到学者关注。有关废弃物回收利用方面的研究主要包括废弃物管理政策<sup>[20-23]</sup>、消费者回收行为的影响因素<sup>[24-27]</sup>、回收利用的能源环境效益<sup>[28-30]</sup>，废弃物回收利用绩效评估<sup>[31-34]</sup>、回收利用相关新兴技术<sup>[35-37]</sup>等。越来越多的国家开始重视对废弃物的管理，上述研究为各国各地区政府实施废弃物管理提供了参考。

### 1.2.1 废弃物管理政策研究

霍莱特和拉梅什根据政府干预程度的强弱，将政策工具划分为强制性、混合性和自愿性三类<sup>[38]</sup>。与混合性和自愿性不同的是，强制性工具是指政府通过法律法规、行政处罚、监督等规制手段将政策目的付诸行动，用行政整合市场和治理社会，运用干预手段构建并维护社会秩序和规范，对违反规定的行为进行处罚<sup>[39]</sup>。

近年来我国各大城市在实施废弃物回收利用管理政策的过程中，地方政府的政策工具体现了从自愿性和混合性过渡到强制性的显著特征<sup>[40-42]</sup>。上海市 2019 年出台的《上海市生活垃圾管理条例》，是我国首次对生活垃圾管理问题实行强制性的规定。条例中明确设定法律责任，对违反者采取罚款、处分等行政处罚措

施<sup>[43]</sup>。而后，北京市、深圳市、南京市等首批垃圾分类试点城市陆续进入强制性垃圾分类时代。

而发达国家早在 20 世纪 70-80 年代就已经实施强制性的废弃物回收利用政策。作为世界垃圾分类的典范，日本的废弃物管理经验中离不开严格的惩罚措施和监督措施<sup>[44]</sup>。经历了由末端治理到回收利用的变化<sup>[45]</sup>。日本政府在不同发展阶段制定不同的废弃物管理政策，形成一套系统科学的体系<sup>[46]</sup>。德国循环经济起源于对废弃物进行循环回收利用<sup>[47,48]</sup>。由日本、德国等发达国家废弃物管理经验可知，废弃物管理法律制定归因于时代背景<sup>[49]</sup>。传统的经济发展模式造成了环境与经济两难困境。环境污染严重、资源短缺、原材料过度浪费、资源利用率低等问题使发达国家通过法律规定废弃物的资源化管理<sup>[50,51]</sup>。发达国家实践证明，采用制度手段进行废弃物管理是行之有效的。

## 1.2.2 废弃物回收利用政策对比研究

大多数发展中国家废弃物管理系统不健全，废弃物处理效率低<sup>[52,53]</sup>，政府对废弃物管理制度缺失<sup>[54,55]</sup>。与此不同，发达国家有着较完善的废弃物管理方式，采取强制性的政策约束废弃物进行回收利用。那么发展中国家是否可以完全效仿典型发达国家的做法实施废弃物的强制性制度管理？部分学者进行了研究。

王建明<sup>[56]</sup>认为废弃物管理没有单一的政策，政策的有效性是相对的。Chen 以系统的视角对比加拿大滑铁卢地区和中国大连两个案例，结果表明实施废弃物回收利用政策的差异与各自的社会经济背景紧密相关<sup>[57]</sup>。Ferronato 等人比较了欧盟成员国罗马尼亚和非欧盟成员国玻利维亚，认为发展中国家在环境政策、有效投资和公众意识方面的缺陷阻碍了有效的废弃物管理战略的实现，而提供经济援助和加强法规可以使罗马尼亚更容易实现废弃物回收利用<sup>[58]</sup>。Vujic 等人分析了 27 个欧盟（EU）成员国的废弃物管理体系，发现废弃物管理变量与 GDP 有很强的相关性，而发展中国家的社会经济发展水平仍然无法支撑像欧盟废弃物管理系统这样的政策体系实施<sup>[59]</sup>。Gunarathne 等人从可持续废弃物管理的角度识别了斯里兰卡回收产业不足的原因，从一个广阔的视角认识到发展中国家回收产业面临

的复杂、多维的挑战和解决方案<sup>[60]</sup>。Bundhoo 评估了最不发达国家从废物产生到处置的固体废物管理现状，指出这些国家面临的挑战包括缺乏资金、基础设施、法律、知识和对固体废物问题的认识<sup>[61]</sup>。

发展中国家由于自身发展情况的限制，废弃物的回收利用法律制度实施可能受到限制，甚至造成资源以及人力、物力的浪费。以上研究证实了发达国家和发展中国家在支撑开展废弃物回收利用法律制度的社会经济背景条件方面存在较大的差距。

### 1.2.3 废弃物回收利用法律制度实施影响因素研究

废弃物回收利用法律制度的建立是一种强制性的环境管理政策。杨圣兮提出政策制定应因地制宜，综合考虑经济、社会、政治甚至文化等基础性因素<sup>[62]</sup>。黄琴提出由于 GDP、产业结构、税收、外商直接投资等方面的差异，建议发达地区与欠发达地区采取不同的环境规制措施<sup>[63]</sup>。王竹君运用系统广义矩 (SYS-GMM) 以及面板门槛回归模型提出应该有针对性、差异化实施环境规制政策，以经济发展水平、产业结构高级化指数、禀赋结构、教育水平、外商直接投资水平衡量政策选取<sup>[64]</sup>。废弃物回收利用制度制定本身具有复杂特征。经济社会发展水平在不同阶段对制度建立不一定均会产生正面效应，很可能产生负面效应。同时，不同影响因素对制度实施的影响是不同的，不能一概而论。王火根等人得出环保意识、受教育程度、家庭收入等能够促进对废弃物回收利用；而年龄、兼业化程度影响相反<sup>[65]</sup>。赵会杰的研究得出政府重罚会打击农户对农业废弃物回收利用的积极性，与此相反，相关补贴政策能够促进参与<sup>[9]</sup>。这与黄炎忠<sup>[10]</sup>的研究类似。

部分学者针对影响废弃物回收利用的具体因素进行研究，为强制性的政策制定带来具体可行的参考。多个学者研究发现，发展中国家对于废弃物回收利用制度实施的效果受到本国的多种经济社会发展因素的影响，其中包括经济发展水平、居民的环境意识、产业结构、受教育程度等等<sup>[66-69]</sup>。Uiterkamp 等人用定性定量相结合的方法对印度和坦桑尼亚废弃物回收利用管理政策及实施情况进行对比分析，结果得出发现经济发展水平及工业化程度影响着经济体可持续回收计划的

制定<sup>[70]</sup>。Brunner 等人认为，废弃物管理现状表明，通过 3R(减少、再用、再循环)模式或废弃物转化为能源系统来管理废弃物，取决于经济发展水平<sup>[71]</sup>。Zaman 对瑞典废弃物管理系统的社会、经济和环境需求数据进行分析发现，居民的环境行为和现有废弃物量是主要的社会驱动力<sup>[72]</sup>。Priti 和 Mandal 关于印度废弃物管理政策的研究指出，政府政策、法律框架、财政拨款以及社会和文化背景都会影响废弃物的回收利用<sup>[73]</sup>。Valenzuela-Levi, N 在智利利用计量经济学模型分析拉丁美洲国家与固体废弃物回收效果相关的因素，结果表示回收计划服务的持续时间和人均废弃物管理支出是重要影响因素<sup>[74]</sup>。Eustachio 从联合国可持续发展目标中选取 47 个指标因素建立可持续发展指标框架，框架因素包含着经济增长水平、教育、社会公平性、消费和收入的增长率、产业活动等等 14 个指标项，结果表明人类活动所带来的各项发展指标对衡量是否实现可持续发展及有关政策制定有很大的关联<sup>[75]</sup>。还有研究考察了影响家庭分类回收行为的因素，包括人口统计学特征(如年龄、受教育程度等)<sup>[76, 77]</sup>，心理因素(知识素养、环境意识)<sup>[78]</sup>，经济因素(家庭收入、激励政策)<sup>[79]</sup>，社会和道德规范<sup>[80]</sup>。

一些学者对我国生活垃圾分类行为的影响因素进行研究。冯林玉研究发现我国生活垃圾强制性分类政策出台后居民生活垃圾分类行动力仍然不足，影响因素包括便利程度不高、成本收益率不足、政策激励不足<sup>[81]</sup>。张劲松发现由于居民的环境意识差异较大、生活习惯一时难以转变、缺乏舆论支持、政府强制性手段不足等问题，造成垃圾强制分类实施效果不好<sup>[82]</sup>。孟小燕分析影响苏州市居民进行垃圾分类的原因，发现垃圾分类设施和服务等影响大于个体主观因素<sup>[83]</sup>。李长安发现居民的废弃物回收的参与度与个人的人口统计特征、环保态度有关<sup>[84]</sup>。刘璟煊通过问卷调查法得出宣传教育、配套设施会影响居民垃圾分类行为<sup>[85]</sup>。我国还有一些学者分析了农村垃圾<sup>[86, 87]</sup>、快递包装<sup>[88, 89]</sup>、电子废弃物<sup>[90]</sup>等废弃物回收利用水平的影响因素，得出类似结论，影响因素主要包括年龄结构、收入水平、教育水平、环保意识（行为态度、对环境关注程度）、行为态度、便利因素（是否有集中处理设施、回收渠道完善程度）、监管因素（是否有环保部门监管）、政策宣传（环保培训、学校宣传、媒体宣传）等。

因此,目前并非所有国家经济社会发展状态可以达到废弃物的高效回收利用,并不完全可以效仿部分发达国家的经验推行强制性的废弃物回收利用管理政策。也就是说,强制性废弃物回收利用法律制度的有效实施需要一定的经济社会水平给予支撑,否则很难达到预期效果。

#### 1.2.4 评价指标体系研究方法

对于废弃物回收利用法律制度运行的相关影响因素识别和提取涉及多元统计方法。多元统计方法包括主成分分析法(PCA)、层次分析法(AHP)和模糊综合评价法(FCE)等。韩蕊对调研数据主成分分析,确定制约济南市建筑废弃物资源化利用的影响因素<sup>[91]</sup>。王康首先利用主成分分析法得出循环经济评价指标体系各指标层的得分排名,然后通过层次分析法将指标层进行综合加权得到各省域的总得分和排名<sup>[92]</sup>。郭华运用层次分析法对某地固体废物处置方案优选<sup>[93]</sup>。姚治榛运用层次分析法结合专家咨询法对畜禽粪污资源化利用模式的适宜性进行研究<sup>[94]</sup>。王燕结合层次分析法计算了每个评价指标的权重,之后采用模糊综合评价法对鞍钢集团的环境绩效进行了综合评价<sup>[95]</sup>。

而考虑到不同的社会经济因素对废弃物回收利用实施有不同影响,我们考虑采用影响因素与废弃物回收利用之间存在着非线性关系。Pang 通过构建面板门槛回归模型,得出环境规制具有可行性的转折点为人均 GDP 达到 9 万元,没有达到这一水平环境规制就无法达到效果<sup>[96]</sup>。魏红梅提出每个地区的经济发展条件存在显著差异,选用面板门槛回归模型进行探讨不同发展条件下环境规制对经济增长与环境污染之间的脱钩效应<sup>[97]</sup>。于豆研究经济社会不同因素对区域经济增长的贡献程度。运用主成分分析法提取主成分因子,计算各地区综合得分;构建面板数据模型,评价各因素对经济的影响<sup>[98]</sup>。

由于多个指标因素之间可能存在线性相关造成评价结果的偏差,需要对其中主要因素进行提取,使得各指标不再具有重复性。主成分分析(PCA)作为一种多元统计方法<sup>[99]</sup>,对于评价指标体系中的多个因素可以采用降维的方法提取主要因素<sup>[100]</sup>,还能够避免测量误差的影响。利用主成分分析法提取重要指标,可避

免主观随意性，能显著体现评价指标的差异性<sup>[101]</sup>。能够克服层次分析法的主观性，以及模糊综合评价法不能消除指标间相互作用对评价结果的影响。

本研究想要反映出社会经济基础系统对废弃物回收利用法律制度运行的影响，主成分分析法能有效提取对评价结果影响较大的指标，以供进一步研究。线性模型不能反映不同社会经济发展对法律制度实施的影响，只能说明指标的抑制或促进作用，而忽略了国家和地区之间的差异。面板门槛回归模型被广泛应用于具有分段线性的离散时间序列<sup>[102]</sup>。样本可以分为不同的区间，以确定在不同的经济和社会发展水平下是否存在非线性关系，为不同的发展情景提供定量化建议。本文旨在建立废弃物回收利用法律制度实施影响因素的评价指标体系，通过多元统计方法对多个指标因素进行提取。之后采用非线性的方法测算多指标因素对制度实施的门槛值范围。最终确定了结合主成分分析法和面板门槛回归模型对指标体系进行研究。

### 1.2.5 国内外研究进展小结

综上所述，国内外的学者从多个角度对废弃物回收利用法律制度运行的影响因素进行了研究。以上研究我们得出，各国的经济发展水平是影响法律制度实施的主要因素。这些研究为各国各地区完善废弃物管理政策，提高废弃物回收利用效率奠定基础并提供了政策建议。但是，这些结论并不能完全为决策者是否开始强制性推行废弃物回收利用法律制度提供定量化的建议。无法提供在什么发展水平下合适实施制度约束，以及具体影响因素的影响情况。决策者需要知道废弃物回收利用的强制性制度设置所需要的经济社会基础水平，加以判断实施强制性政策的合理性和可行性。因而提高资源配置的合理性，有效解决废弃物的管理问题。

本研究针对以上不足，尝试从经济社会发展的多个方面分析影响废弃物回收利用法律制度实施的基础条件。意图为各国各地区废弃物强制性管理政策制定提供一定的参考价值。

### 1.3 研究内容

废弃物回收利用法律制度的有效运行是废弃物管理政策的关键环节。对于制度有效运行基础的研究不仅有助于政府判断强制性政策制定的可行性，更为资源的合理配置及可持续发展提供重要参考。

具体内容如下：

(1) 选取目前已推行强制性废弃物回收利用法律制度且废弃物回收利用率高的典型发达国家作为研究对象。结合发达国家的经验以及相关研究的结论选取废弃物回收利用法律制度的有效实施相关的代表性指标，构建包含“经济-社会-技术-市场-意识”五个子系统在内的社会经济评价指标体系。

(2) 运用主成分分析法得出各个国家各个子系统的综合得分，运用面板门槛回归模型分析不同社会经济状态对废弃物回收利用法律制度实施的影响。量化测算实施废弃物回收利用法律制度的社会经济系统基础条件。

(3) 根据实施的适宜度得分提供废弃物回收利用法律制度实施的制度实施基础判断法则。以中国启动垃圾分类的 46 个试点城市作为实证分析对象，通过制度实施基础判断法则进行综合得分测算，判断目前发展状态是否适合实施强制性的废弃物回收利用法律制度。

### 1.4 技术路线

本研究通过大量参考文献和学术报告等内容，最终以 13 个发达国家经验数据为基础，选取包含经济-社会-技术-市场-意识五个子系统在内的社会经济评价指标体系。选用主成分分析法和面板门槛回归模型，量化测算废弃物回收利用法律制度的实施基础。并提供废弃物回收利用法律制度实施的制度实施基础判断法则。最后以我国 46 个垃圾分类试点城市作为实证分析对象。技术路线如图 1.1。

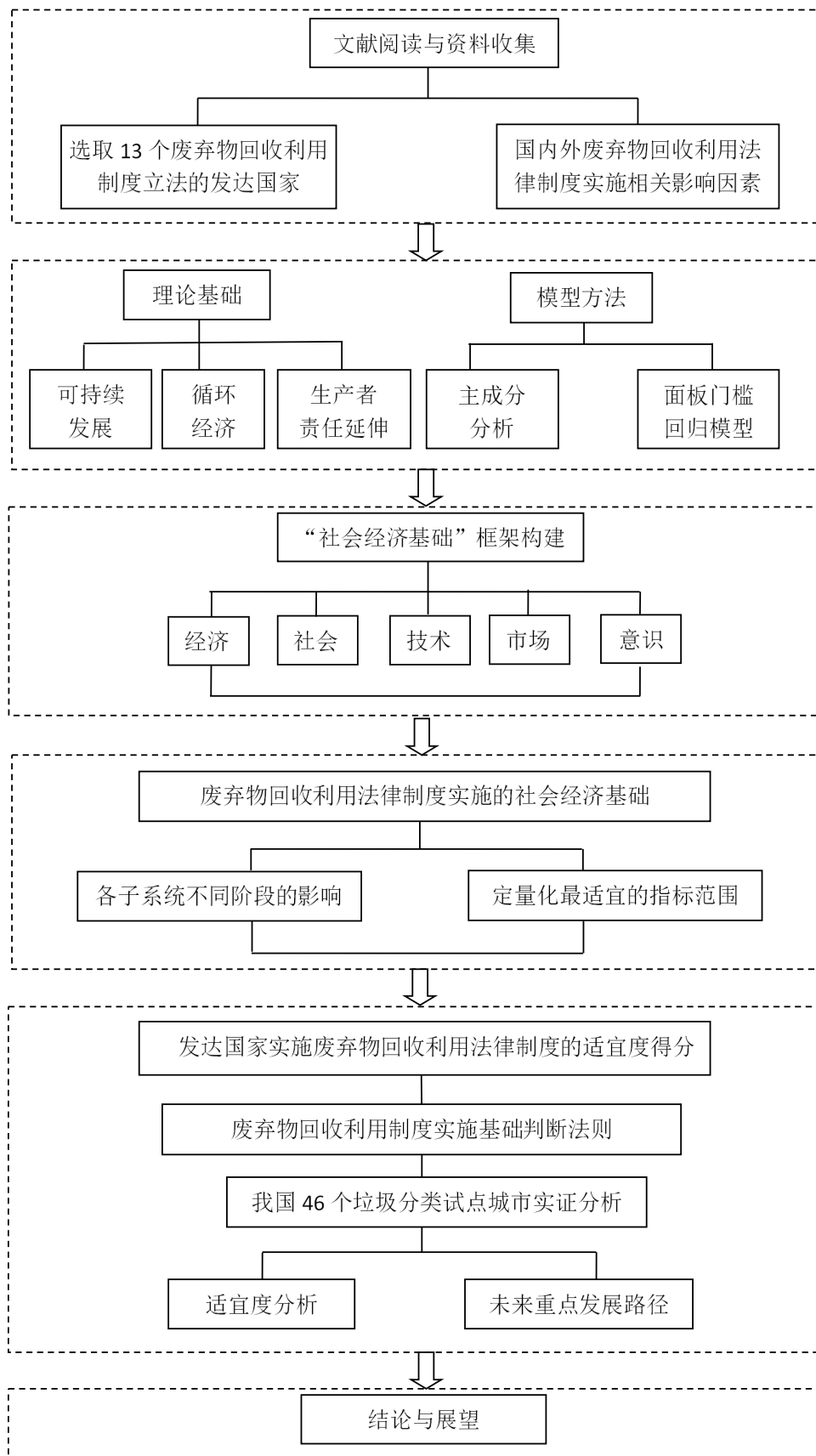


图 1.1 技术路线图



## 第 2 章 理论基础与模型方法

### 2.1 理论基础

#### 2.1.1 可持续发展理论

可持续发展是 1987 年由布伦特兰夫人首次提出。是面对人口持续增长、资源短缺、环境污染的时代背景所提出的。这一理念表明经济水平的提高要和人口、资源及环境的发展相协调。不能以过度损耗自然资源和环境为代价来发展经济。它的目的在于人与自然共同发展，是发展的必由之路。在重视发展的前提下，更要注重发展的可持续性。不仅要使得自身发展得到满足，也要为后代的发展预留空间。

可持续发展包括生态、经济、社会三个系统的发展，它们之间相互联系。人类生存发展需要消耗资源，不可避免的产生生活废弃物，这是社会系统与生态系统的关联。与此同时，经济发展需要依靠环境资源，产生生产废弃物，涉及经济系统与生态系统的关联。而对所产生的废弃物回收利用，不仅可以提高资源利用率，而且不会造成填埋、焚烧等处理方式带来的环境污染问题<sup>[15,16]</sup>。这体现了可持续发展理论中经济效益与资源保护协同发展的原则。可持续发展还注重区域间的公平性，在计划实施废弃物回收利用的过程中，同样要考虑各国各地区间具有的不同经济社会发展水平。因此，可持续发展理论是废弃物回收利用法律制度制定的重要理论基础。

#### 2.1.2 循环经济理论

##### (1) 循环经济的产生

循环经济思想最初为 20 世纪 60 年代美国经济学家鲍尔丁提出的“地球宇宙飞船理论”，要求以“循环式经济”代替“单程式经济”<sup>[103]</sup>。人类发展与自然资源的关系密切，资源量是一定的，总有耗竭的时候，而我们想要发展就必须采取可行的办法减少对资源的不断掠夺，循环经济由此产生<sup>[104]</sup>。循环经济中体现着

可持续发展的相关理念，是我国经济发展的必然选择<sup>[105]</sup>。循环经济主要体现在节约资源并重复利用<sup>[106]</sup>，改变了末端治理对环境的危害，强调源头预防和全过程治理，能够实现环境与经济双赢<sup>[107]</sup>。

## （2）循环经济的原则

循环经济遵循“3R”原则，即减量化、再利用、再循环。其中减量化属于输入端方法，再利用属于过程端方法，再循环为输出端方法<sup>[103]</sup>。

**减量化原则。**旨在从生产和消费的源头减少资源的投入。源头尽量杜绝废弃物产生，而不是完全依靠产生后再治理。在生产端体现为制造厂商采取先进的工艺技术，保证产量的前提下减少原材料的投入。如减少过度包装，选用节能设备等。在消费端体现为消费者减少对物质的过度需求，自发购买节能环保产品和可循环物品等。

**再利用原则。**旨在提高产品和资源的重复利用率，延缓成为废弃物的时限。在生产端要求制造厂商生产高利用率产品，减少一次性物品的生产。在消费端要求消费者对物品进行多次循环利用，鼓励多次维修以及二手消费。以求延长使用寿命而不是扔掉。

**再循环原则。**旨在对生产和消费过程中不可避免产生的废弃物通过“资源化”的方式使其重新回到生产和消费领域<sup>[107]</sup>。作为输出端的处理方式，再循环能够有效减少垃圾焚烧厂和填埋场带来的环境影响。

废弃物回收利用是“3R”原则的有效途径，其体现的是对于已经产生的废弃物的进行回收以及再次利用。“废弃物是放错的资源”，将其进行有效收集再利用，可以减少原材料的使用，提高资源重复利用率。

### 2.1.3 生产者责任延伸理论

1988年托马斯教授首次提出“生产者责任延伸”（EPR）的概念。1999年界定为“一项政策原则”。生产者的责任应延伸至全生命周期。生产者不仅要负责生产原材料使用和生产流程带来的环境影响，还要对产品处置阶段负责。使得产品在全生命周期是环境友好的，在整个生命周期被有效管理。重点关注废弃物的处理过程，主张实现资源的高效利用。我国主张生产者责任延伸制度，将生产者责任延伸制度作为加快生态文明建设的重点任务。《生产者责任延伸制度推

行方案》中综合考虑不同产品的环境和资源影响，选取电器电子产品等作为示范推行产品。

在本文的研究中我们已经得知，对于废弃物的处理过程，实施废弃物的回收利用，可以提高资源利用率。这对于生产者的产品下游环境影响管理是有效的。对于废弃物进行回收利用体现了EPR的理论，生产者应当对废弃物产生后的处理过程负责，实施必要的回收和再利用环节。因此，EPR理论是废弃物回收利用的重要理论基础。

## 2.2 模型方法

### 2.2.1 主成分分析法

#### (1) 主成分分析法的基本思想

主成分分析(PCA)是一种多元统计方法<sup>[108]</sup>，又称为主分量分析。在研究实际问题时，通常选取多个相关变量来全面反映事物。然而多个变量会使问题复杂化。同时由于所选取的变量表达出来的信息大部分都会存在一定程度的重复，具有一定的相关性，这导致了变量之间的重叠，可能掩盖事物的真正特征及规律。

而主成分分析法能够尽可能地在保留原有信息的基础上减少变量的数量，剔除掉变量之间的重复性和相关性。采用降维的思想对指标进行筛选，用少数主成分代替原始指标的大部分信息，消除了信息的重复性<sup>[109]</sup>。同时，在提炼信息的过程中，没有掺杂主观的意识，大大避免了主观随意性，使结果更加客观与科学。

#### (2) 主成分分析法的数学模型

假设有n个样本，每个样本里包含P个变量。构成数据矩阵X：

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.1)$$

原始变量为 $x_1, x_2, \dots, x_p$ ，设降维后的综合指标为 $F_1, F_2, \dots, F_m (m \leq P)$ ，分别为原始变量的第1, 2, ..., m个主成分。则：

$$\begin{cases} F_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1p}x_p \\ F_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2p}x_p \dots\dots\dots (2.2) \\ \dots\dots\dots \\ F_m = a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mp}x_p \end{cases}$$

其中,  $a_{i1} + a_{i2} + \cdots + a_{ip} = 1, i = 1, 2, 3, \dots, m$ 。  $F_i$  与  $F_j (i \neq j, i, j = 1, 2, 3, \dots, m)$  相互独立。

(2) 主成分分析法的计算步骤

①对原始数据进行标准化

计算样本数据的平均值及方差

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{var}(x_j) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \dots\dots\dots (2.4)$$

标准化转化

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sqrt{\text{var}(x_j)}} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, p) \dots\dots\dots (2.5)$$

构建标准化后的系数矩阵

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.6)$$

②计算相关系数矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{np} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.7)$$

相关系数

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^n (x_{kj} - \bar{x}_j)^2}} \dots\dots\dots (2.8)$$

③计算特征根和特征向量

$$|R - \lambda I_p| = 0 \dots\dots\dots (2.9)$$

得到 P 个特征根  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$

④计算主成分贡献率及累计贡献率

$$\text{主成分贡献率} \frac{\lambda_j}{\sum_{j=1}^p \lambda_j}$$

$$\text{累计贡献率} \frac{\sum_{j=1}^m \lambda_j}{\sum_{j=1}^p \lambda_j}$$

取累计贡献度大于 85%的特征根  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ ，对应第 1, 2, 3, ..., m 个主成分。

⑤对主成分进行综合评价

$$\begin{cases} F_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1p}x_p \\ F_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2p}x_p \\ \dots\dots\dots \\ F_m = a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mp}x_p \end{cases} \dots\dots\dots (2.10)$$

$F_1, F_2, \dots, F_m$  ( $m \leq P$ )，分别称为原始变量的第 1, 2, ..., m 个主成分。

最后对所求得的主成分进行加权求和，计算综合得分。

此外，需要进行 KOM 值检验和巴特莱特球度检验。对原始数据进行 KMO 检验主要检验样本变量之间的相关性，取值范围是 0-1，KMO 的值越大，变量之间相关性越好，一般要达到 0.6 以上；巴特莱特球度检验是检验原始数据矩阵是否为单位矩阵，作为主成分分析模型是否合适，检测结果要小于 0.01。

本研究运用 SPSS 软件进行主成分分析。主成分分析的目的在于对各子系统的的关键性因素进行提取，将每个子系统提取出的主成分与相应权重相乘，作为该子系统的综合得分。

## 2.2.2 面板门槛回归模型

### (1) 面板门槛回归模型的基本思想

进行数据回归分析，需要对系数估计值进行稳定性研究。当某一参数达到一个值后，另一个参数（或它本身）发生突然变化，引发结构突变。一组变量存在结构突变时，需要找到结构突变点之后分段研究。“门槛效应”是指一组时间序列存在几个关键转折点，即“门槛值”，通过几个门槛值将时间序列的一组变量划分为不同的区间。面板门槛回归模型被广泛应用于分段线性的离散时间序列中<sup>[111]</sup>。当残差平方和最小时确定门槛值，并检验该值是否显著，有效解决了凭借自身经验设定突变点的偏差。样本可以划分为不同的区域，以确定是否存在非线性关系。

面板门槛回归模型最早由 Tong 和 Lim<sup>[110]</sup>提出。传统的门槛值分析参数估计的有效性不足。Hansen 提出了一种新的门槛值回归测量方法。该模型没有提出非线性方程，门槛值和门槛值的个数由样本数据决定，能够对“门槛效应”显著性进行检验<sup>[111]</sup>。模型允许确定门槛值和门槛值的总数，在单门槛值、双门槛值、多个门槛值的假设下根据统计显著性确定门槛值个数。Caner 和 Hansen 于 2004 年提出动态面板门槛回归模型。一般采用静态面板门槛回归模型来研究变量之间的关系<sup>[112]</sup>；采用动态面板门槛回归模型来讨论变量的收敛性<sup>[113]</sup>。

### (2) 面板门槛回归模型的方程

#### ① 面板门槛回归模型的基本方程

$$\begin{cases} Y = u + \beta X + \beta_1 X_1 + \varepsilon, X_2 \leq \gamma \\ Y = u + \beta X + \beta_2 X_1 + \varepsilon, X_2 > \gamma \dots\dots\dots (2.11) \end{cases}$$

其中， $Y$  为被解释变量，即废弃物回收利用总量； $X$  为控制变量（对应的系数不随“阈值效应”化）； $X_1$  为解释变量； $X_2$  为门槛值变量（ $X_1$  可以等于  $X_2$ ）； $\gamma$  为门槛值，可以是解释变量中的回归元素，也可以是自变量的门槛值； $\beta_1$  和  $\beta_2$  为对应系数， $\beta_1 \neq \beta_2$ ； $u$  是无法观察的个体效应； $\varepsilon$  是一个随机扰动项。根据  $\gamma$  的值，可以将样品分为两个区间。

#### ② 显著性检验

显著性检验用来检验估计参数是否具有显著的不同。零假设为： $H_0$ ，两个系数相同。

构造 LM 统计量：

$$L = n \frac{S_0 - S_n(\hat{\gamma})}{S_n(\hat{\gamma})} \dots\dots\dots (2.12)$$

其中， $S_0$ 是零假设的残差平方和。在采用 Stata 软件对其进行估计时，可以借助于“自抽样法”即 Bootstrap 方法进行模拟，得到  $p$  值，当  $p$  值小于 0.1 时，认为该模型存在显著的门槛值。

### ③置信区间

当确定变量存在“门槛”时，要估计门槛值的置信区间。零假设为： $\hat{\gamma} = \gamma$ 。

似然比估计量为：

$$LR_n(\gamma) = n \frac{S_n(\gamma) - S_n(\hat{\gamma})}{S_n(\hat{\gamma})} \dots\dots\dots (2.13)$$

当  $LR_n(\gamma) \leq c(\alpha) = -2\ln(1-\alpha)$  时，不能拒绝零假设。在 95%置信水平下， $c(\alpha)$  等于 7.35。

在进行以上单门槛值检验后，再次检验是否具有双门槛值，如果拒绝原假设说明至少存在一个门槛值。在确定两个门槛值后，继续检验是否有三个门槛值，以此类推。

在本文中，经济-社会-技术-市场-意识五个子系统可以应用面板门槛回归模型，分别作为门槛变量、解释变量以及控制变量，可用以下方程表示：

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & u_{it} + \beta_1 \ln X_{it} + \beta_2 \ln X_{1it} I(X_2 \leq \gamma_1) + \beta_3 \ln X_{1it} I(\gamma_1 < X_2 \leq \gamma_2) \\ & + \dots + \beta_n \ln X_{1it} I(X_2 > \gamma_n) + \varepsilon_{it} \end{aligned} \dots\dots\dots (2.14)$$

$i$  表示每个国家； $t$  表示年份； $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  是相应的系数， $\beta_1 \neq \beta_2, \neq \dots \beta_n$ ； $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$  表示门槛值。I (.) 为指示性函数。

## 第 3 章 废弃物回收利用法律制度建设发展现状

### 3.1 发达国家废弃物回收利用管理现状

#### 3.1.1 发达国家废弃物管理制度实施现状

20 世纪 50-60 年代时，部分国家实现快速的工业化，这一时期日本经济增长率高达 38.4%，瑞典为 35.7%，涨幅明显<sup>[114]</sup>。但是同一时期，环境污染造成的公害事件时常发生<sup>[115]</sup>，给人民生活造成极大威胁。这些发达国家试图转变废弃物的处理方式。由此，发达国家于 20 世纪 70 年代开始针对废弃物制定相关法律制度实施管控，并逐步完善废弃物回收利用体系（见表 3.1）。目的在于规范全社会废弃物产生和处理过程。废弃物管理法律制度中以城市生活垃圾分类收集为基础，加以实现对废弃物的回收利用。此方法简单易行，德国、日本、美国、英国、法国等发达国家都先后采用了这一方式。

德国是最早实行强制性废弃物回收利用法律制度的国家，于 1972 年制定《废弃物管理法》，强制性关闭无人管理的垃圾场，代之以集中的地方政府严密监管的垃圾场，垃圾填埋场的数量急剧减少。德国意识到，简单的垃圾末端处理并不能从根本上解决问题，为此，1986 年《废弃物避免及处理法》确立了废弃物预防和再生利用优先于废弃物处理的原则。“生产者责任延伸理论”（EPR）初见雏形。德国制造者和流通者共同设立 DSD 企业（双向回收系统有限责任公司），按尺寸给包装定价，最大限度地抑制了德国国内包装的生产。“避免、利用、清除”是德国管理垃圾的宗旨。目前，德国的废弃物再生利用率居世界首位。

日本的废弃物管理法律体系完善，于 1954 年制定了《清扫法》，1967 年出台了具有里程碑意义的《公害对策基本法》，1970 年制定《废弃物管理法》。日本在 2000 年制定了循环经济领域的基本法——《促进循环型社会建设基本法》。

《促进循环型社会建设基本法》作为日本循环经济法律体系的基本法，为整个循环经济法律体系的构建与完善提供了重要基础和依据。自 2000 年起，日本先后颁布实施了《家电回收法》、《食品回收法》等与垃圾减量相关的法律，以个人



与家庭为单位，从源头上减少垃圾，实行垃圾分类。经过几十年的发展治理，形成了完备的循环经济法律政策体系和以“3R”原则为代表的固废处理理念。

美国一直是垃圾生产大国，更被被评为“世界垃圾第一大国”。面对如此庞大的垃圾产量，美国的垃圾分类制度已经发展成一个成熟的体系。美国纽约的垃圾分类制度始于1986年。在美国乱丢垃圾是犯罪行为。各州都有禁止乱扔垃圾的法律。各市、县都要对垃圾进行回收再利用处理，违者将面临每天一万美元罚款的严厉处理。如1976年制定的《资源保护与回收法案》、1984年制定的《资源保护与回收法——有害和固体废物回收案》等。美国旧金山市是美国第一个设定垃圾“零废弃”目标的城市，也是第一个强制使用三色垃圾桶来对垃圾进行回收分类的城市。

除上述国家外，包括加拿大、丹麦、英国等共13个发达国家目前已经开展强制性废弃物回收利用法律制度（表3.1）。由于开始实施法律制度的时期与各国经济社会发展情况相适应，且各国均已完成工业化<sup>[16]</sup>。实践证明，强制性的法律制度以及完善的回收利用体系使得以上13个发达国家的废弃物回收利用取得了良好效果。

表 3.1 发达国家废弃物管理体系

国家	制度开始实施年份（年）	废弃物管理法律体系	废弃物回收利用体系
德国	1972	《废弃物管理法（1972）》、《废弃物避免及处理法（1986）》、《废弃物分类包装条例（1991）》、《循环经济与废弃物管理法（1996）》、《可再生能源法（2000）》、《循环经济法（2015）》	垃圾分类计量收费、黄袋子体系、押金制、DSD 企业（双向回收系统有限责任公司）、“连坐法”
加拿大	1976	《3R 条例（1994）》、《垃圾分离法（2002）》	垃圾分类的“蓝箱”、“垃圾三分法”计划、“绿箱子计划”、垃圾审计、“九个源头减量计划”
日本	1982	《清扫法（1954）》、《公害对策基本法（1967）》、《废弃物处理法（1970）》、《容器包装再循环法（1995）》、《家用电器再循环法（1998）》、《促进循环型社会建设基本法（2000）》	垃圾分类图表、定期回收、有害和大件垃圾经销商或者委托专业公司回收
美国	1986	《固体废弃物处置法案（1965）》、《资源回收法（1970）》、《资源保护与回收法案（1976）》、《资源保护与回收法——有害和固体废物回收案（1984）》、《污染预防法（1990）》、《普通有害废弃物法（2002）》、《垃圾强制分类法（2009）》	“废弃物量最小化”原则、乱丢垃圾在全美 50 个州都是犯罪行为、“垃圾清运费”

续表 3.1

丹麦	1986	《包装容器回收利用法（1981）》、《城市生活垃圾处理收费和法令（1986）》、《废弃物运输法（1990）》	征收环境税、押金制度、从量收费
英国	1989	《有害废弃物贮存法（1972）》、《污染控制法（1974）》、《废弃物管理战略（1989）》、《固体废弃物填埋税（1996）》	“防止废物基金创新”、“废物管理责任协议”、税收和收费退费
澳大利亚	1992	《环境保护法（1970）》、《垃圾回收战略（2011）》	“固体废物减量计划”、政府-企业-家庭三位一体的有机复合体系
法国	1992	《废弃物的清除和物料回收的框架法（1975）》、《废弃物及资源回收法（“罗亚尔法”）（1992）》、《电子和电器产品回收法令（2005）》	价值回收、家庭分类垃圾桶
荷兰	1994	《环境卫生法（1979）》、《环境管理法（1995）》、《固体废物管理指导意见的实施行动（2011）》、《国家固体废物管理计划（2014）》	垃圾处理遵循倒金字塔原则、塑料制品自助回收机
瑞典	1994	《废弃物收集与处置条例（1994）》、《国家环保法典（1999）》、《关于废物预防和管理的城市废物指引（2017）》	“生产者责任制”、城市垃圾强制规划、生活垃圾征收填埋税、严格的垃圾填埋制度食品垃圾生化处理目标

续表 3.1

---

韩国	1995	《废弃物管理法（1986）》、《关于促进资源节约与重复利用的法案（1992）》、《资源节约和再利用法律（1993）》	“垃圾分类清理”制度、垃圾计量收费制度、严格的袋装分类制度、EPR 制度
意大利	1997	《Ronchi 法令（1997）》	欧盟五层倒金字塔原则、上门回收垃圾服务系统
西班牙	2003	《废弃物回收计划（2001）》、《废弃电子电气设备指令 (WEEE 指令)（2011）》	衣物回收箱、油类回收箱、“生物垃圾—棕色垃圾桶”

---

### 3.1.2 典型发达国家废弃物回收利用发展情况

13 个发达国家的废弃物回收利用总量基本呈现增长趋势，但差距较大。如表 3.2 所示，在 1970 年，美国废弃物回收利用总量最高，为 35.07 亿吨。同时期丹麦（0.32 亿吨）、英国（0.33 亿吨）、荷兰（0.14 亿吨）、韩国（0.03 亿吨）、意大利（0.30 亿吨）、西班牙（0.01 亿吨）的废弃物回收利用的程度较低，不足 1 亿吨。各发达经济体于 20 世纪 70 年代~80 年代废弃物回收利用率开始增长，说明在这一阶段各经济体开始重视“循环经济”的发展模式，将农林废弃物、工业废弃物、生活垃圾等进行分类收集，从中提取可利用的部分进行回收再加工。在 2017 年，美国废弃物回收利用总量依然最高，达到 80.77 亿吨。但是却不能忽略美国产生的废弃物总量大的现实情况。美国一直是垃圾生产大国，被评为“世界垃圾第一大国”，也是唯一一个废弃物产生量超过回收能力的发达国家。多年来中国一直作为美国的“污染避风港”，而当中国严厉禁止洋垃圾进口后，现在很多美国废弃物无法运至中国，对美国废弃物的回收利用带来挑战。同样在 2017 年，荷兰的废弃物回收利用总量最少，为 1.20 亿吨。除美国外，回收利用总量超过 10 亿吨的有德国（13.90 亿吨）、法国（12.08 亿吨）、加拿大（10.29 亿吨），回收利用情况较接近。

由于废弃物回收利用总量与废弃物产生量 and 处理量相关，相比之下，回收利用率会更直观反应废弃物回收利用情况，与本身废弃物产生量关系不大。如图 3.1 所示，瑞典的废弃物回收利用的水平最高，且从最初的数据起点 1970 年（7.73%）至 2017 年（18.70%）有持续增长的趋势，且均高于其他发达经济体。2017 年废弃物回收利用率最高的两个国家分别为瑞典和丹麦。同时西班牙的废弃物回收利用率相较于 1970 年增长了近 500 倍；其次是韩国，增长率为 82.40%，这两个国家在 1970 年的废弃物回收利用率分别为 1.09%（西班牙）、3.46%（韩国），利用程度远低于其他发达国家，通过 48 年的发展过程，通过逐步改进本国废弃物回收利用措施，使得利用率大幅提高，且在 2017 年已经达到较高水平。

表 3.2 13 个发达国家 1970-2017 年废弃物回收利用总量 (亿吨)

	德国	加拿大	日本	美国	丹麦	英国	澳大利亚	法国	荷兰	瑞典	韩国	意大利	西班牙
1970	2.54	7.52	2.21	35.07	0.32	0.33	3.54	9.36	0.14	2.91	0.03	0.30	0.01
1971	2.54	7.62	2.60	35.12	0.33	0.33	3.56	9.42	0.16	2.89	0.03	0.22	0.01
1972	2.70	7.61	2.52	36.85	0.35	0.29	3.63	9.53	0.18	2.89	0.05	0.25	0.01
1973	2.50	7.81	2.85	37.50	0.35	0.41	3.53	9.79	0.19	3.54	0.04	0.24	0.01
1974	3.36	7.73	3.09	37.77	0.35	0.48	3.68	8.84	0.19	3.54	0.05	1.21	0.01
1975	3.34	6.22	3.11	36.76	0.37	0.44	3.70	9.18	0.19	3.57	0.06	1.11	0.03
1976	3.41	6.33	3.44	42.03	0.40	0.59	3.72	8.80	0.19	3.52	0.07	1.04	0.04
1977	3.45	6.40	3.83	45.09	0.40	0.73	3.72	8.94	0.20	3.39	0.08	0.93	0.07
1978	3.51	6.92	4.16	49.98	0.43	0.54	3.68	9.21	0.27	3.71	0.10	0.82	0.07
1979	3.59	7.11	3.74	52.79	0.53	0.48	3.55	9.50	0.24	3.94	0.12	0.86	0.05
1980	4.35	7.65	3.72	54.49	0.64	0.54	3.61	8.64	0.23	4.13	0.12	0.92	0.27
1981	4.60	7.29	3.67	54.92	0.77	0.56	3.83	8.34	0.20	4.28	0.13	0.99	0.31
1982	4.97	7.21	3.84	55.71	0.82	0.69	3.97	8.52	0.06	4.15	0.15	0.94	0.34
1983	4.82	7.95	4.05	59.19	0.86	0.53	3.93	9.43	0.05	4.67	0.15	0.96	0.34
1984	5.18	7.97	4.40	66.27	0.90	0.42	3.83	9.62	0.00	5.11	0.18	1.01	0.40
1985	5.21	8.48	4.55	65.10	0.93	0.58	3.94	10.80	0.09	5.39	0.20	0.88	0.44
1986	4.25	8.86	4.64	66.51	1.00	0.63	3.54	10.53	0.11	5.42	0.24	1.08	0.45
1987	4.02	8.95	4.85	73.16	1.13	0.72	3.61	11.07	0.14	5.50	0.29	1.02	0.48
1988	4.48	8.93	5.18	72.41	1.13	0.58	3.68	10.35	0.35	5.60	0.34	1.06	0.50
1989	4.27	8.61	5.48	68.97	1.14	0.65	3.85	10.70	0.37	5.51	0.38	1.00	3.59
1990	2.84	10.15	3.33	27.44	0.69	0.30	3.12	9.67	0.37	5.03	0.43	0.73	3.93
1991	2.71	10.12	3.33	29.44	0.74	0.30	3.10	11.21	0.36	5.26	0.29	0.86	3.69
1992	2.61	10.10	3.23	35.16	0.78	0.51	2.80	10.86	0.36	5.32	0.22	1.02	3.36
1993	2.63	10.09	3.05	28.27	0.79	0.52	3.45	10.45	0.37	5.67	0.16	0.96	3.37
1994	2.66	11.39	3.06	28.09	0.75	0.75	3.37	9.41	0.37	5.86	0.11	1.15	3.38
1995	2.65	11.80	3.16	32.72	0.75	0.79	3.54	9.60	0.39	6.39	0.10	1.14	3.26
1996	2.68	11.10	3.17	32.03	0.77	0.80	4.10	10.39	0.40	6.74	0.26	1.10	3.27

	德国	加拿大	日本	美国	丹麦	英国	澳大利亚	法国	荷兰	瑞典	韩国	意大利	西班牙
1997	4.05	10.92	3.25	30.60	0.78	0.80	4.28	9.50	0.40	6.92	0.28	1.22	3.31
1998	4.31	11.57	2.92	33.64	0.76	0.69	4.14	9.49	0.41	6.91	0.29	1.28	3.45
1999	4.27	12.07	3.11	48.40	0.78	0.53	4.12	9.01	0.42	6.52	0.22	1.39	3.47
2000	4.66	12.28	3.29	49.54	0.84	0.54	4.21	8.66	0.44	7.22	0.22	1.55	3.47
2001	4.81	11.29	2.98	42.82	0.93	0.45	4.20	8.77	0.48	6.61	0.16	1.62	3.49
2002	5.02	12.39	3.10	38.77	0.96	0.48	4.46	8.28	0.53	6.58	0.19	2.49	3.65
2003	6.66	12.18	3.14	45.41	1.11	0.52	3.38	8.78	0.51	6.75	0.20	3.85	3.73
2004	7.43	13.29	3.08	48.86	1.24	0.56	3.19	8.87	0.63	6.92	0.17	2.94	3.76
2005	8.73	12.73	3.31	53.43	1.40	0.71	3.23	9.11	0.84	7.40	0.32	4.55	3.81
2006	10.51	12.31	3.40	58.37	1.45	0.87	3.27	8.27	0.92	7.90	0.35	5.33	3.97
2007	11.07	12.48	3.56	60.18	1.66	1.07	3.44	8.99	1.10	8.11	0.39	7.09	4.22
2008	10.17	11.80	3.33	64.48	1.71	2.17	3.51	10.24	1.14	8.02	0.45	8.99	4.38
2009	10.93	11.23	3.07	63.45	1.77	2.48	3.63	10.79	1.25	8.31	0.54	9.36	4.96
2010	12.44	11.04	4.40	70.99	2.17	3.03	4.14	11.70	1.14	9.04	0.62	9.39	5.29
2011	11.66	11.27	4.28	72.25	2.14	2.88	3.96	10.16	1.22	8.57	0.64	6.88	5.75
2012	11.79	11.50	4.19	76.80	2.30	3.04	3.99	11.29	1.26	9.15	0.97	9.01	6.24
2013	11.64	12.05	4.50	80.14	2.28	3.91	4.28	12.33	1.17	9.00	1.24	9.19	4.97
2014	12.10	11.61	4.87	81.78	2.22	4.44	4.14	11.18	1.20	8.92	2.44	8.30	5.00
2015	12.69	11.18	5.05	79.02	2.45	5.03	4.35	11.82	1.16	9.28	2.26	9.22	5.22
2016	13.22	11.38	5.22	79.96	2.70	5.22	4.49	11.96	1.18	9.41	2.53	9.50	5.32
2017	13.90	10.29	5.43	80.77	2.92	5.43	4.58	12.08	1.20	9.41	2.81	9.79	5.43

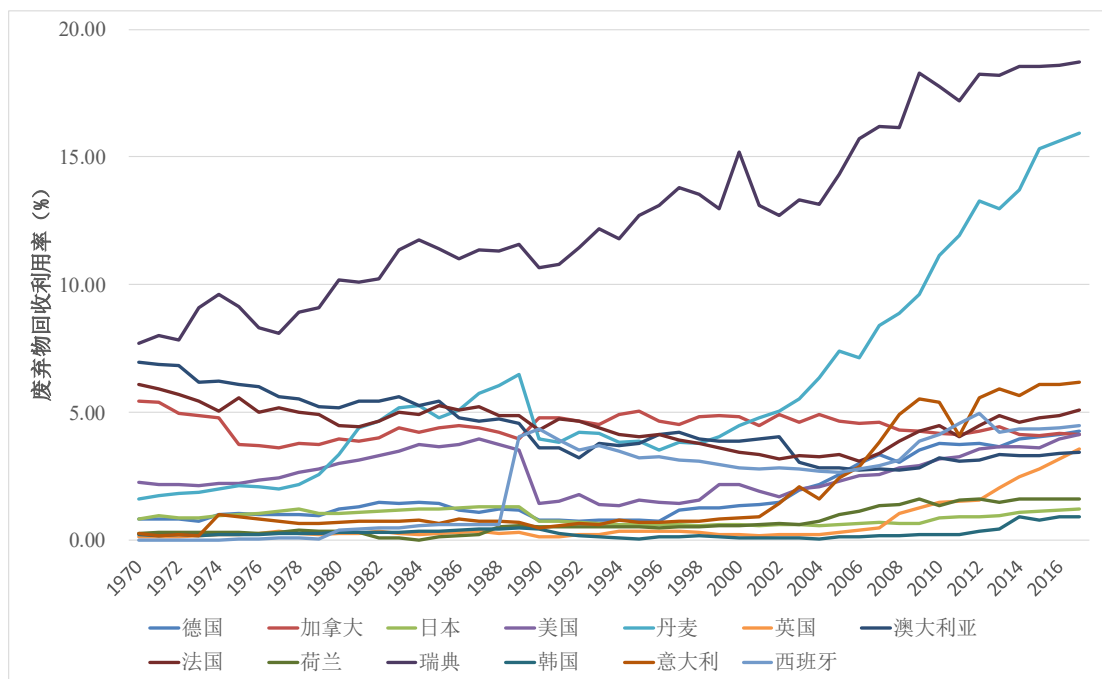


图 3.1 13 个发达国家废弃物回收利用率图

## 3.2 我国废弃物回收利用管理现状

### 3.2.1 我国废弃物回收利用管理现状

近些年，我国进入快速经济发展时期，虽然“循环经济”理念在我国得以实践，但是废弃物产生量却高于历史时期。我国作为废弃物产生大国，近 10 多年的废弃物贸易又使得我国成为了发达国家的“污染天堂”，每年进口的废弃物总量已经远超过环境承受能力<sup>[117]</sup>。而与发达国家不同的是，我国在 2019 年前对废弃物管理基本采取鼓励政策。随着我国经济发展、国民的环保意识增强，为解决我国大中城市已经或即将面临的废弃物管理危机，实现可持续发展<sup>[118]</sup>，国家从法律规定、发展规划、技术指导等方面着手，加快推动废弃物强制化管理。

十九大报告提出要推进资源全面节约和循环利用，加强固体废物与垃圾处置。政府加强行业引导，制定行业标准，指导资源的回收。2019 年国务院办公厅提出“无废城市”<sup>[119]</sup>，我国“11+5”个市、区、县开启“无废城市”试点建设工作。同年上海市颁布《上海市生活垃圾管理条例》，首次将垃圾分类纳入法律体系，我国进入了生活垃圾分类的新时代。这是我国废弃物管理的重要举措，逐渐对垃



圾实施强制性分类。2020年《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》首次提出固体废弃物零进口。我国的废弃物管理改变了以往的末端治理，转向“治+用”结合的3R模式，更多地将废弃物转化为资源进行回收利用<sup>[120,121]</sup>。2021年2月国务院提出推进垃圾分类与再生资源回收“两网融合”。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中提出全面推行循环经济理念，构建多层次资源高效循环利用体系；加强大宗固体废物综合利用，规范发展再制造产业。

近两年，中国对废弃物管理政策出台速度和数量都大幅增加，特别针对生活垃圾强制性分类从整体部署到目标推进，逐步细化，逐步完善；垃圾补贴和收费机制深刻变化。未来政府将持续加大废弃物管理资金和人员的投入，提升技术服务水平，使得废弃物回收利用行业蓬勃发展，全面提升我国的废弃物处理水平，提高资源回收利用率。

### 3.2.2 我国废弃物回收利用现状及问题

废弃物回收利用符合循环经济和可持续发展理念。但是事实上，我国废弃物的回收利用率不高。根据《中国统计年鉴（2020）》，2019年全国城市废弃物处理方式中，回收利用方式仅占5.33%，而传统的卫生填埋（42.19%）及焚烧处理（52.48%）依旧是主要处理方式<sup>[8]</sup>。《中国再生资源行业发展报告（2019）》<sup>[122]</sup>显示，2018年，我国主要类别再生资源回收总量为3.20亿吨，同比增长13.4%。图3.2为十大类别再生资源回收总量在2014-2018年的情况。

如图3.2所示，我国再生资源回收量最大的为废钢铁，其次为废纸。《中国废钢铁产业现状及发展趋势》中指出，随着我国废旧钢铁回收量的增加以及国家产业结构调整，我国废钢铁资源化利用率由“十二五”期间的11.2%增至20.5%，废钢铁产业发展进入了重要的转折期<sup>[123]</sup>。预计废钢铁的回收率将继续增长。废钢铁市场的供需平衡，资源得到合理利用。这体现了市场对资源配置的决定性作用，市场的成熟度水平对实施废钢铁回收利用具有重要影响。就废纸回收行业而言，随着对洋垃圾的限制进口，废纸回收价格持续上涨。国内废纸回收率达到国际较高水平。但是目前废纸回收行业存在规模小，行业布局分散的问题，回收利用体系并不完善。

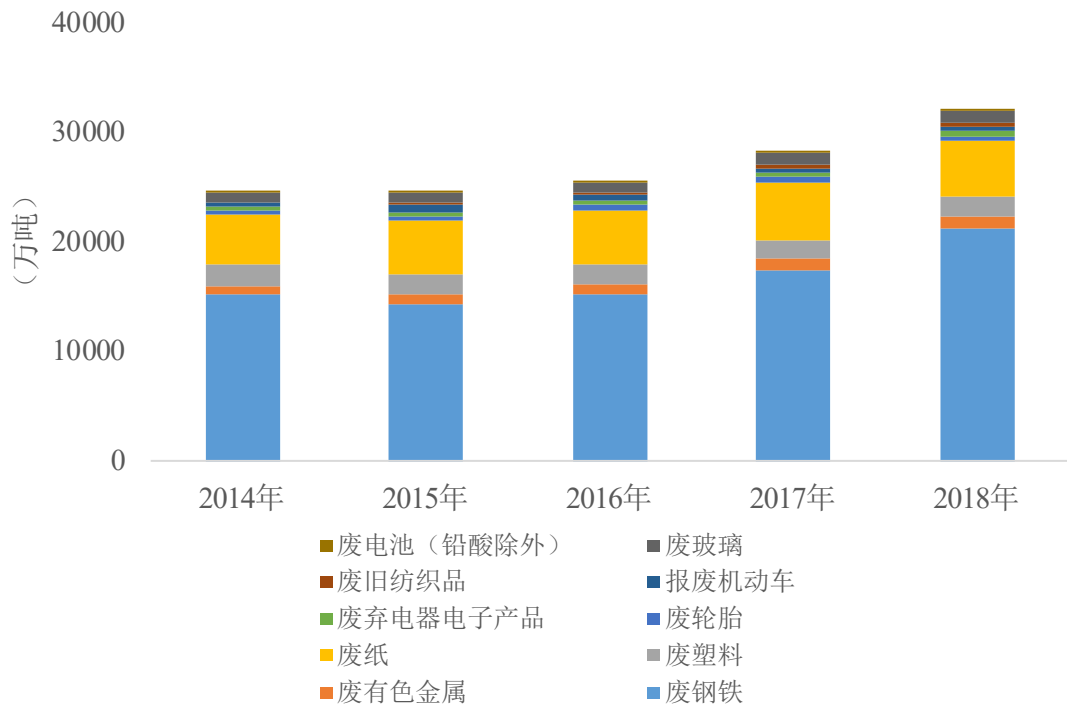


图 3.2 2014-2018 年主要再生资源类别回收总量情况

随着我国经济水平日益提升，废弃物回收利用技术提高，回收利用率持续增加，发展态势良好。但是也存在很多问题<sup>[124]</sup>。从以下几方面简述我国废弃物回收利用的问题：

（1）政府层面监管力度不够。近年来，国家以及地方政府才相继出台强制性法律法规规范废弃物回收利用行为，而之前一直是试点先行的办法以及鼓励性政策强化企业和个人废弃物回收利用意识，并不能有效提高废弃物回收利用率。

（2）废弃物回收市场结构不健全，重要环节企业缺位。通常出现废弃物前端分类回收，而后端又把分类后的废弃物混合处理，只是流于形式地将一堆垃圾变成几堆垃圾。不仅不会实现资源再利用，还会对人力、物力造成浪费。

（3）废弃物回收体系不完善。如废纸回收行业多为私人或小型回收规模，大规模的回收企业较少，无法实现大范围全行业统筹发展。这也体现市场配置不合理的问题。

结合文献综述部分对限制废弃物回收利用法律制度实施的影响因素分析，我国废弃物回收利用行业存在的问题亟待解决。而由于我国发展具有不平衡性，大部分地区经济尚不发达，发展水平低于上海等城市。农村和城市之间的废弃物处

理模式也存在较大的差异<sup>[125]</sup>。提供废弃物回收利用法律制度有效运行的社会经济背景条件能够对行业发展问题提供借鉴。

因此本文的研究重点在于判断何种社会经济背景条件对强制性废弃物回收利用法律制度的实施具有显著影响，而社会经济发展到什么水平可以有效促进废弃物回收利用法律制度的实施，实现有效的废弃物管理。这对于解释我国废弃物回收利用率不高，行业发展的限制能够提供很好的解答，也为未来的废弃物回收行业发展以及重点发展路径提供参考价值。

## 第 4 章 废弃物回收利用法律制度实施基础研究

部分发达国家在面对废弃物产生量过大的背景下于二十世纪 70 年代开始对废弃物制定强制性法律制度，并实现了废弃物的高效回收利用。而大多数发展中国家面对“垃圾围城”现象，在废弃物管理政策上基本采取鼓励性条款，很少实行强制性的法律制度约束。这是由于各国各地区资源禀赋，经济发展差异较大。而经济基础决定上层建筑。盲目效仿发达国家经验可能会造成本国资源的浪费。因此，本章重点研究废弃物回收利用法律制度实施的基础，即在适合实施废弃物强制性政策时各国各地区应该具备的经济社会背景条件。探究发达国家实施强制性废弃物回收利用的发展经验，为有效提高废弃物回收利用率提供法律层面的参考。

### 4.1 模型构建

#### 4.1.1 研究范围

发达国家的社会经济状况在开始实施废弃物回收利用法律制度的年份比较一致。虽然这些国家在不同年份建立废弃物回收利用的法律制度，目前的废弃物回收利用水平也各不相同，但已经形成了健全的废弃物管理体系且有效运行。同时，这些国家在经济水平、技术水平、废弃物管理政策等方面普遍达到世界先进水平。进一步考虑到各指标数据的可获得性，我们选取了 13 个典型的发达国家作为实证研究对象（如表 3.1 所示）。

由于大多数国家是在 1970 年后建立强制性废弃物回收利用法律制度，所以我们将 1970 年作为研究的起始年，2017 年作为研究的结束年（一些国家 2018 年的相关数据不足）。本研究中 13 个发达国家数据来源于世界银行数据库<sup>[4]</sup>、日本环境省、美国环境署等国家环境保护局网上信息。我国研究数据来源：《中国统计年鉴（2019）》、《各省市统计年鉴（2019）》《2018 年各省市国民经济和社会发展统计公报》，其中人均 GDP、人均 GNI、人均居民最终消费支出的数据均换算为 2010 不变价美元。研发支出、研究人员人数数据来源于《中国科技统

计年鉴（2019）》。高等院校入学率、公共教育支出占比数据来源于《中国教育年鉴（2019）》。可再生资源及废弃物回收利用率的数据来源于《中国环境统计年鉴（2019）》《各省市环境统计年鉴（2019）》及各省市环境保护官方网站数据。

#### 4.1.2 指标选取

综合发达国家的实践经验及相关学者的研究结论，并考虑以下指标：（1）经济合作与发展组织（OECD）提出的可持续发展指标体系中的压力-状态-响应概念模型<sup>[126]</sup>；（2）布伦特兰框架中提出的各国为实现可持续发展七项标准：政治、行政、技术、国际、生产、经济和社会制度<sup>[127]</sup>；（3）我国发展改革委员会发布的循环经济发展评价指标体系（2017版）<sup>[128]</sup>提出的包含循环经济的重复利用率及处理率等三大类 17 项指标。本文从经济-社会-技术-市场-意识五个方面构建废弃物回收利用法律制度实施的基础系统。最后，我们确定了能够代表这五个子系统的 26 指标，见表 4.1。

对 13 个典型发达国家开始建立废弃物回收利用法律制度的年份对应的 26 项指标进一步筛选。一些指标（如年 GDP 增长率、人口密度等）具有较弱的规律性。产业结构高级化是由第三产业增加值占比除以第二产业增加值占比得出的，故与第二产业增加值占比、第三产业增加值占比指标存在重复。最后，我们从表 4.1 中 26 个指标中筛选出 13 个指标，如图 4.1 所示。这些指标的规律性较强。

表 4.1 指标汇总

子系统	指标
经济因素	GDP (2010 不变价美元)
	GDP 增长率 (年百分比)
	人均 GDP (2010 年不变价美元)
	人均 GNI (2010 年不变价美元)
	基尼 (GINI) 系数
	固定资本形成总额 (占 GDP 的百分比)
	人均居民最终消费支出 (2010 年不变价美元)
	商品贸易 (占 GDP 的百分比)
	货物和服务对外贸易差额 (占 GDP 的百分比)
	人口, 总数
社会因素	人口增长 (年度百分比)
	城镇人口 (占总人口比例)
	城市化率增长率
	65 岁和 65 岁以上的人口 (占总人口的百分比)
	人口超过 100 万的城市群中的人口 (占总人口的百分比)
技术因素	人口密度 (每公里土地面积人数)
	研发支出 (占 GDP 的比例)
	R&D 研究人员 (每百万人)
	能源使用量 (人均千克石油当量)
	工业增加值 (占 GDP 的百分比)
市场因素	服务业增加值 (占 GDP 的百分比)
	产业结构高级化
	可燃性再生资源 and 废弃物利用比例 (占能源总量的百分比)
意识因素	可再生能源消费占比 (占最终能源消费总量的百分比)
	入学率, 高等院校 (占总人数的百分比)
	教育公共开支总额, 总数 (占 GDP 的比例)

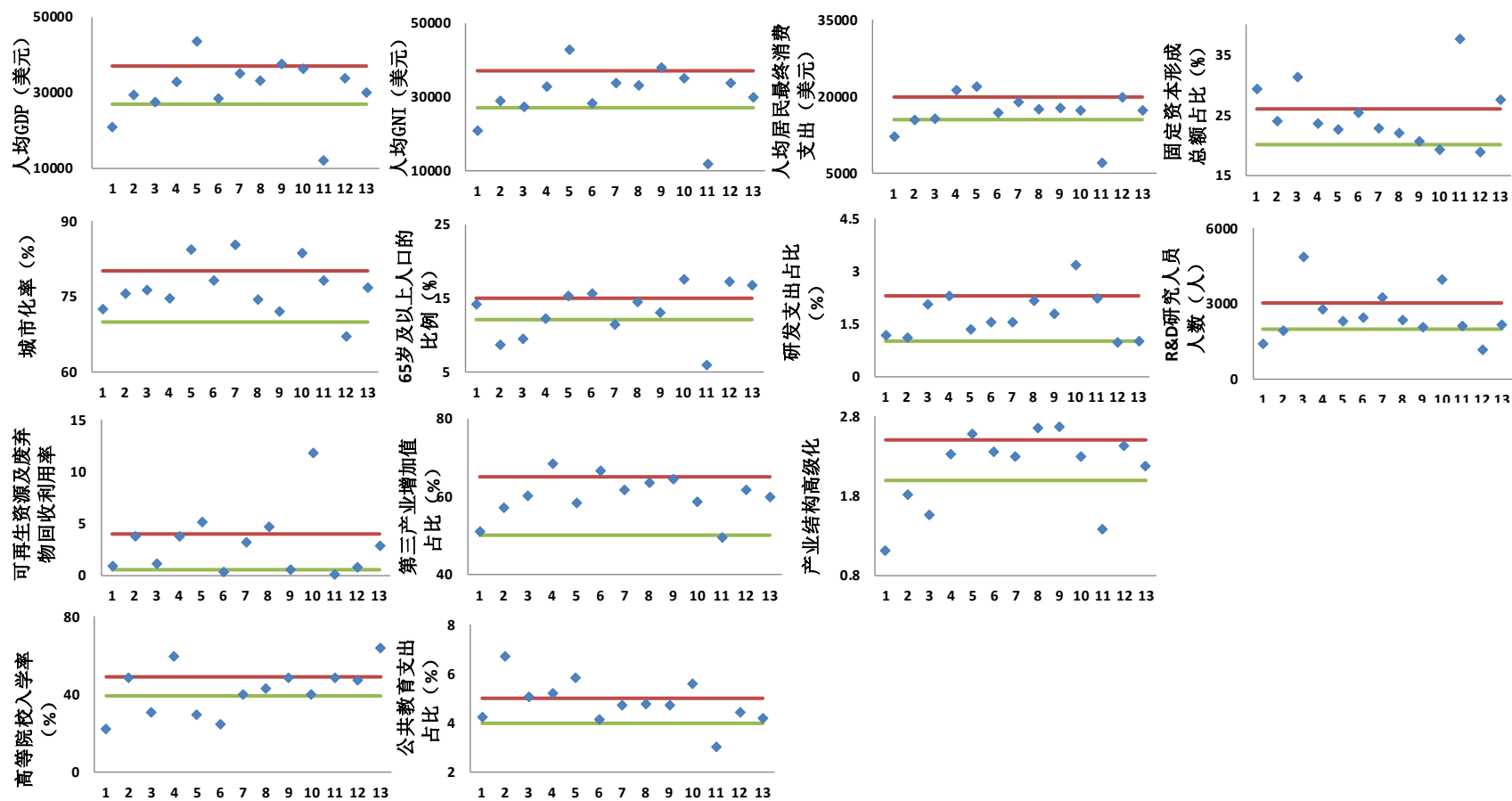


图 4.1 13 个国家开始实施废弃物回收利用法律制度年份对应基础数据

(其中, 红色和绿色线条表示数据基本集中范围, 红色线条表示集中范围内最大值, 绿色线条表示集中范围内最小值)

(1) 经济子系统。经济增长会带来生活方式、饮食习惯、生活水平以及消费模式的改变<sup>[129]</sup>，这导致了城市生活垃圾的大量增加；对可持续性发展的重视程度因国家而异，这需要足够资金投入，与各国经济状况有关<sup>[130]</sup>。之前的研究发现了垃圾产生和人均 GDP 之间的长期协整关系<sup>[131]</sup>。因此我们对经济子系统进行完善，选取人均 GDP、人均 GNI、人均居民最终消费支出、固定资本形成总额占比四项指标表征各经济体的经济发展水平。其中，人均 GDP、人均 GNI、人均居民最终消费支出表征一个国家或地区的经济发展水平，固定资本形成总额占比表征资本投资，衡量政府用于建设固体废弃物回收利用的基础设施等所投入的金额。

(2) 社会子系统。社会发展水平可以从人口所处的相对稳定状态进行衡量，人口结构包含人口自然构成（性别、年龄等）、人口社会构成（民族、文化等）和人口地域构成（城乡、区域）等，人口活动引起的社会发展形势与废弃物的处理政策具有相关性<sup>[84]</sup>。因此，在社会子系统中，选取城市化率和 65 岁及以上人口的比例两个指标代表社会发展水平。城镇化水平高意味着社会发展的积极趋势，65 岁及以上人口的比例即人口老龄化反映出社会对老年人的福利政策医疗保障程度，间接衡量社会福利以及公共卫生水平。

(3) 技术子系统。国家发展很大程度依赖技术创新，而研究开发工作与技术创新紧密相关。研发强度被认为是环境质量和废弃物产生的决定因素<sup>[131]</sup>。在废弃物回收处理的问题上，同样需要技术发展的支撑。我们选取研发支出占比和 R&D 研究人员人数两个指标表征技术水平。研发支出占比代表着社会及政府对新型科技研发的投入情况；R&D 研究人员人数间接衡量技术研发水平。

(4) 市场子系统。市场成熟度在鼓励采用可持续的废弃物管理政策和技术方面起到很大的促进作用，市场成熟度与废弃物回收相关产业发展及废弃物回收需求有关<sup>[132]</sup>。选取可再生资源及废弃物回收利用率、第三产业增加值占比、产业结构高级化三个指标。以可再生资源及废弃物回收利用率表征废弃物回收利用水平。第三产业增加值占比和产业结构高级化共同代表了区域市场的发展程度。第三产业增加值比重越高，说明社会化生产水平和市场经济发展水平就越高。产业结构高级化衡量产业结构调整升级，代表产业结构由低层次向高层次过渡，具体表现为由第一产业主导向第二、三产业主导的转变<sup>[133]</sup>。由于我们的研究对象



是后工业化国家，第一产业向第二产业的转型基本上处于停滞状态，因此本文的产业结构高级化是衡量第二产业向第三产业转型的指标。采用第三产业增加值占第二产业增加值的比重作为定量测度。

（5）意识子系统。对于消费者来说，废弃物回收的与个人的环境意识和教育水平、对废弃物回收的理解程度以及社会对废弃物回收的认可度及执行人员的职业素养相关<sup>[75]</sup>。意识子系统中，选取高等院校入学率及公共教育支出占比两个指标。高等院校入学率指大学在校生的总数占中学之后5年学龄人口总数的百分比，比率越高代表居民接受高等教育的人数越多，从而更容易接受新政策；公共教育支出占比包括政府在教育机构、教育管理以及私人实体补贴方面的支出，衡量一个国家对公共教育的投资情况，当对教育的重视提高了居民的思想意识水平时，环境意识水平也会提高。所选指标的说明见表4.2。

表 4.2 指标描述

子系统	指标	定义	指标描述
经济	人均 GDP	国内生产总值（2010 年不变价美元）/人口总数	衡量国家或地区的发展水平
	人均 GNI	国民总收入（2010 年不变价美元）/人口总数	衡量国家或地区的经济发展综合水平， GNI=GDP + 国外创造的价值之和 - 国内创造的价值之和
	人均居民最终消费支出	居民购买的所有货物和服务总市场价值（2010 年不变价美元）/人口总数	衡量居民生活消费水平
社会	固定资本形成总额占比	国内固定投资总额/国内生产总值	衡量国家或地区固定资产投资情况
	城市化率	城镇人口总数/人口总数	衡量国家或地区经济社会发展进步
技术	65 岁及以上人口的比例	65 岁和 65 岁以上的人口总数/人口总数	衡量社会福利以及公共卫生
	研发支出占比	研究与开发过程中产生的费用/国内生产总值	衡量国家或地区政府对科技创新的重视程度
	R&D 研究人员人数	100 万人口中研究和实验室人员的数量	衡量科技研发水平及能力
市场	可再生资源及废弃物回收利用利用率	废弃物回收利用量/废弃物处理总量	衡量废弃物回收利用水平
	第三产业增加值占比	第三产业增加值/国内生产总值	衡量现代经济发展程度和产业转型程度
意识	产业结构高级化	第三产业增加值占比/第二产业增加值占比	衡量市场结构调整
	高等院校入学率	高等院校学生人数/人口总数	衡量国家或地区教育水平及知识普及程度
	公共教育支出占比	教育方面的支出/国内生产总值	衡量国家或地区对教育的投资及重视程度

### 4.1.3 模型处理结果

将主成分分析法得出的各子系统综合得分作为一组时间序列（表 4.3）。

表 4.3 13 个发达国家主成分分析结果（2017 年）

	经济 综合得分	社会 综合得分	技术 综合得分	意识 综合得分	市场 综合得分
德国	2.63	2.41	2.27	2.42	1.90
加拿大	1.24	2.38	1.30	-0.01	2.32
日本	2.29	2.39	2.09	1.57	0.95
美国	2.54	2.98	2.15	1.06	2.05
丹麦	2.13	2.72	2.32	1.53	3.01
英国	2.38	3.20	2.03	0.24	2.65
澳大利亚	2.93	1.91	2.58	-0.73	1.85
法国	2.03	2.87	1.66	1.30	1.19
荷兰	2.43	2.74	2.95	1.10	2.49
瑞典	2.47	3.20	1.89	1.98	2.76
韩国	2.14	1.89	3.12	1.65	-0.45
意大利	1.92	2.72	2.99	1.00	2.34
西班牙	0.64	1.97	1.90	1.37	2.20

本研究以废弃物回收利用总量衡量法律制度运行效果。量化分析不同的社会经济条件对废弃物回收利用法律制度运行的影响。将表 4.3 中各个子系统的综合得分分别作为面板门槛回归模型中的解释变量、门槛值变量和控制变量，研究各子系统与被解释变量即废弃物回收利用总量之间的关系。

研究发现，以经济子系统或市场子系统为门槛值变量，以社会子系统、技术子系统和意识子系统为控制变量时，研究结果更为合理。因此，我们得出经济子系统和市场子系统存在门槛效应的结论。由于经济子系统和市场子系统的门槛效应，得出两种情况：（1） $X_1$ （解释变量）=市场子系统综合得分， $X_2$ （门槛值变量）=经济子系统综合得分。处于不同经济发展阶段时，市场发展水平对废弃物回收利用法律制度实施具有不同的影响。（2） $X_1$ =经济子系统综合得分， $X_2$ =市场子系统综合得分。处于不同市场阶段时，经济水平的发展对废弃物回收利用法律制度实施具有不同的影响。两种情况  $X$  值（控制变量）均为社会子系统、技术子系统和意识子系统的综合得分，三个子系统综合得分与废弃物回收利用总量保持线性相关关系。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/146120114014010155>