

分类号：
密级：公开

学校代码：10140
学号：403080152



遼寧大學
LIAONING UNIVERSITY

硕士学位论文

THESIS FOR MASTER DEGREE

论文题目： 一个关于环境库兹涅茨曲线的静态模型

英文题目：The Simple Static Model of the Environmental Kuznets Curve

论文作者：张 柳

指导教师：李 平 教授

专 业：西方经济学

完成时间：二〇一一年四月

申请辽宁大学硕士学位论文

一个关于环境库兹涅茨曲线的
静态模型

The Simple Static Model of the Environmental
Kuznets Curve

作者: 张柳

指导教师: 李平 教授

专业: 西方经济学

答辩日期: 2011年5月14日

二〇一一年五月·中国辽宁

辽宁大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是本人在导师的指导下独立完成的。论文中取得的研究成果除加以标注的内容外，不包含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果，不包含本人为获得其他学位而使用过的成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体均已在文中进行了标注，并表示谢意。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名： 2011年5月17日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交学位论文的原件、复印件和电子版，允许学位论文被查阅和借阅。本人授权辽宁大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编学位论文。学校须按照授权对学位论文进行管理，不得超越授权对学位论文进行任意处理。

保密（），在____年后解密适用本授权书。（保密：请在括号内划“√”）

授权人签名：

指导教师签名：

日期：2011年5月17日

日期：2011年5月17日

摘 要

在全球经济飞速发展的今天，物质生活水平的不断进步使得人们对日益恶化的环境问题越来越关注。为什么在一些新兴工业化国家的城市（如曼谷、上海和墨西哥城等），现在其空气污染比 20-30 年前更为严重；相反地，在纽约、伦敦和东京等发达国家的城市，现在其空气比 20-30 年前更清洁了？为什么世界上最贫穷的国家和最富有的国家都拥有比较清洁的环境，而中等收入国家的环境污染最为严重？20 世纪 90 年代，环境库兹涅茨假说的出现无疑为这一系列问题提供了可供参考的答案。有证据显示，一些国家的污染与国民收入之间的关系呈现倒 U 型，即污染先是随着国民收入的增加而增加，之后又随着国民收入的增加而减少。这种关系被经济学家称为“环境库兹涅茨曲线”。

本文通过一个简单的静态模型，论证了导致环境库兹涅茨曲线出现的主要原因在于减排技术。这一模型包含消费、投资及环保投入，分别在单人经济和多人经济中进行了论证。通过模型发现，单人经济中的结论在多人经济中并不是帕累托最优的，还有改善的余地。这也说明了在对待环境问题上，不可以采取放任自流的态度，计划调节比市场调节要更加有效。

关键词： 环境库兹涅茨 污染 收入 技术

ABSTRACT

Today, rapid development in the global economy, the continuous advancement of material standard of living makes it increasingly more and more concerned about the deteriorating environment. Why, in some cities in newly industrialized countries (such as Bangkok, Shanghai and Mexico City, etc.), now the air pollution is more serious than that in 20-30 years ago; the contrary, in New York, London and Tokyo and other cities in developed countries, and now its more than 20-30 years ago, the air cleaner? Why is the world's poorest countries and the richest countries have relatively clean environment, and middle-income countries, the most serious environmental pollution? 90 20th century, the emergence of environmental Kuznets hypothesis for this series of questions will undoubtedly provide answers for reference. There is evidence that in some countries the relationship between pollution and national income inverted U-type, that pollution first increases with income, and later as national income increases. This relationship is what economists call "environmental Kuznets curve."

In this paper, a simple static model, demonstrates the result of environmental Kuznets curves is largely due to emission reduction. This model includes consumption, investment and environmental investment, respectively, than in the single economy and the economy were demonstrated. The model found that the conclusions of a single person in the economy than the economy is not Pareto optimal, there is room for improvement. This also shows that in the treatment of environmental issues, can not take a laissez faire attitude, planning regulation to be more effective than market regulation.

Keywords: Environmental Kuznets pollution Income Technology

目 录

摘要	I
ABSTRACT	II
绪论	1
0.1 选题的背景及研究意义	1
0.2 相关领域的研究现状	3
0.3 本文的研究目的、内容和结构安排	6
0.4 本文的创新之处	7
1 一个简单的模型	9
1.1 模型的介绍	9
1.1.1 效用函数	9
1.1.2 污染函数	10
1.1.3 资源约束	10
1.1.4 模型的解决	10
1.2 模型的必要条件	13
1.2.1 厌恶品的无差异曲线	13
1.2.2 污染函数	13
1.2.3 一般情况下的最佳污染量	14
1.2.4 规模收益递增	16
1.3 模型的改进	17
1.3.1 效用函数	17
1.3.2 污染函数	18
1.3.3 资源约束	18
1.3.4 模型的解决	18

2 推广到多个消费者的情形·····	22
2.1 模型的介绍·····	22
2.1.1 建立模型·····	22
2.1.2 模型的纳什均衡解·····	22
2.1.3 模型的帕累托最优解·····	23
3 模型的结论·····	26
3.1 结论分析·····	26
3.2 进一步思考·····	27
4 国内外关于 EKC 经验证据的分析比较·····	28
4.1 历史上伦敦的环境库兹涅茨曲线·····	28
4.2 我国的环境库兹涅茨曲线·····	29
4.3 对我省的环境库兹涅茨曲线的估计·····	30
4.4 小结·····	31
5 结论分析与思考·····	32
5.1 以环境库兹涅茨曲线假说为基础制定环境政策的危险性·····	32
5.2 支持和反对的环境库兹涅茨假说的证据·····	35
5.3 将环境库兹涅茨假说作为政策存在的危险的理由·····	35
5.4 结论分析·····	37
参考文献·····	40
致谢·····	43

图 表 目 录

图目录

图 0-1	环境库兹涅茨曲线·····	1
图 0-2	SO ₂ 与 CO ₂ 的环境库兹涅茨曲线·····	4
图 1-1	参数不同时曲线的形状·····	12
图 1-2	厌恶品的无差异曲线·····	13
图 1-3	最佳污染量·····	14
图 1-4	一般情形下的最佳污染量的确定·····	16
图 1-5	加入投资后参数不同时的曲线形状·····	20
图 4-1	历史上伦敦的环境库兹涅茨曲线·····	29
图 5-1	环境库兹涅茨曲线·····	33

绪 论

0.1 选题的背景与研究意义

近些年，随着经济的发展，人们生活水平不断提高，环境问题也越来越受到公众的关注。经济增长究竟使我们所居住环境的质量发生了什么样的变化？是改善了环境还是使环境恶化？为什么在一些新兴工业化国家的城市（如曼谷、上海和墨西哥城等），现在其空气污染比 20-30 年前更为严重；相反地，在纽约、伦敦和东京等发达国家的城市，现在其空气比 20-30 年前更清洁了？这种明显的矛盾是否意味着更高的收入水平对应着更好的环境？为什么世界上最贫穷的国家和最富有的国家都拥有比较清洁的环境，而中等收入国家的环境污染最为严重。

Gene M. Grossman 和 Alan B. Krueger (1991) 利用 42 个国家的三种空气污染物，研究了空气质量和经济增长的关系。提出结论：一些国家的污染与国民收入之间的关系呈现倒 U 型，即空气污染先是随着国民收入的增加而增加，之后又随着国民收入的增加而减少。这与库兹涅茨 (Kuznets, 1955) 在 50 年代提出的假说，即在经济发展的过程中收入先扩大再缩小，收入不平均和人均收入之间的倒 U 型关系相类似，因此经济学家将其称为“环境库兹涅茨曲线”。一般地，环境库兹涅茨曲线通常如图 0-1 所示。图中环境污染指标可以用人均污染物的排放量等指标表示。

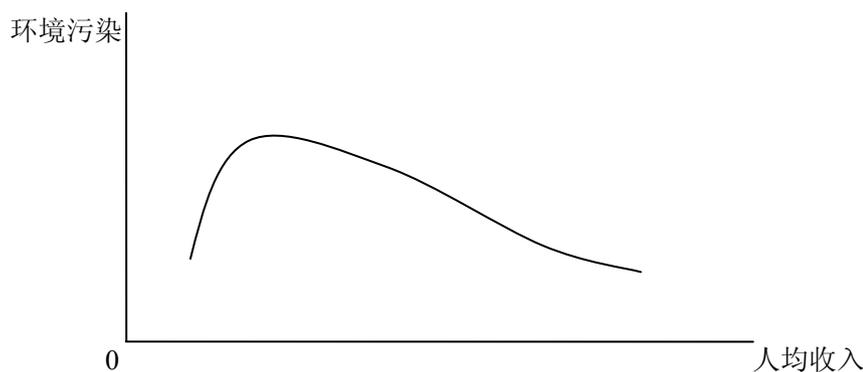


图 0-1 环境库兹涅茨曲线

紧随其后的诸多文章进一步印证了经济增长与收入水平关系呈现倒 U 型曲线的存在性。(例如, Beckerman, 1992; Cropper and Griffiths, 1994; Grossman and Krueger, 1995; Panayotou, 1993; Selden and Song, 1994)。具体说来, 环境库

兹涅茨假说即假设是在经济发展的较低阶段，由于经济活动的水平较低，环境污染的水平较低。在经济起飞、制造业大发展阶段，资源的耗费超过资源的再生，环境恶化。在经济发展的更高阶段，经济结构改变，污染产业停止生产或被转移，经济发展带来的积累可以用来治理环境，人们的环境意识也加强了，因此环境状况开始改善。这样就形成了一个倒U型曲线。

鉴于环境库兹涅茨假说，不少经济学家认为经济增长本身就是一种解决环境恶化的灵丹妙药。例如，Beckerman（1992）写道，最终使大多数国家拥有像样的环境，最好的——而且也许是唯一的——方式就是致富。令人遗憾的是，这样的推论往往导致一些国家产生不谨慎的政策。也就是说，如果人均收入增长将最终导致一个国家环境的改善，那么人们容易产生对环境污染放任自流的态度，从而低估环境问题，将其看做一种过渡性现象，认为经济的增长将在适当时候解决这个问题。例如，Grossman and Krueger（1995）提醒人们不要误读他们的著作，即使环境质量的改善看起来似乎与经济的增长有关，但没有理由相信这个过程是一个自动的过程。在过去已观察到环境质量与收入的这种关系并不是必然的关系。他们认为，也许是人们对更加清洁的环境需求诱发环境污染与收入呈现出倒U型的关系。Stern, Common and Barbier(1996)提出一系列问题，这一倒U型的收入与环境污染的关系（如果存在）是否暗示着环境问题是一个“成长性”的问题，环境污染将随着收入的增加自动消失，即政策干预是没有必要的？Bartlett（1994）认为，现有的通过降低经济增长治理环境，实际上可能会使环境恶化。因此在采取一些深远及惊人的政策之前，我们有必要对环境库兹涅茨曲线的性质和原因进行深入的了解。

“中国是地球上经济变化最快的地方，也许在历史上也是绝无仅有的。英国用了差不多一个19世纪才使得其人均收入增长了2.5倍，美国在1870—1930年的60年间收入增加了3.5倍，日本在1950—1970年的20年间增长了6倍，而中国却比它们都快。自1979年中国摆脱经济孤立后，其收入增长了7倍。如果中国经济继续腾飞的话，那么这样的转变引起的全球效应将是戏剧化的”（Jim Rohwer, 2001）。然而，一个不容忽视的事实是我国在经济飞速发展的同时，环境污染情况也不容乐观。根据世界银行《世界发展报告》（1998）提供的资料显示，我国在1995年间，单位美元的GDP二氧化碳排放量是美国的5.5倍，是日本的13.8倍，是高收入国家平均水平的7.9倍，还是世界平均水平的4.6倍。我们再来看一下世界银行《世界发展指标》（1998）提供的资料，我国在1993年间，日水污染量是美国的2.2倍，

是日本的 3.4 倍，是英国的 7.8 倍^①。显然，我国的经济发展是以牺牲环境和资源为代价的，这样的发展是与我国提倡的可持续的发展观背道而驰。

因此，为了继续保持我国经济快速、健康发展，同时改善环境质量，我们必须对经济增长与环境污染之间的关系，或者说有必要对环境库兹涅茨曲线进行研究。

0.2 相关领域的研究现状

20 世纪 90 年代环境库兹涅茨假说出现之后迅速找到了坚定支持者和批评者。支持者认为环境库兹涅茨曲线假说一定会发生，只不过在不同的时代有不同的发展进程。反对者认为环境库兹涅茨曲线只是一个偶然的经验现象罢了，并强调计量经济学在其中的作用。也有些人指出，环境库兹涅茨形状没有任何的必然性，并强调环境政策和社会环保意识的作用。坚定支持者和激烈的批评者刺激了研究，大量的关于环境库兹涅茨曲线的文献出现。

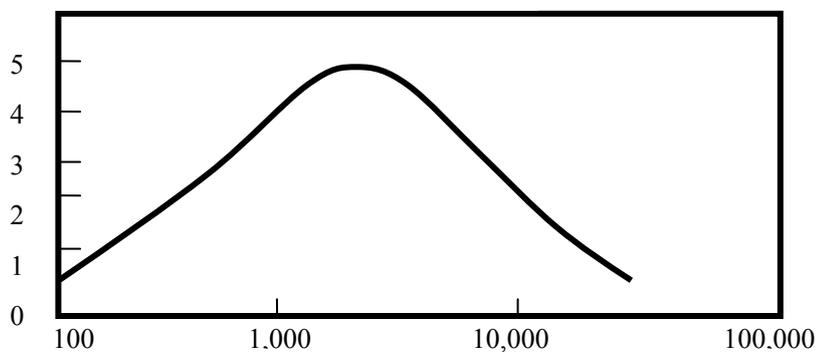
在这些年里，研究人员为了证明环境库兹涅茨曲线模式，所进行观测的污染物种类繁多。包括汽车的尾气排放、城市垃圾、过度砍伐森林、温室气体排放量、有毒废物和市区空气污染等方面。还有一些研究者已经尝试了不同的计量方法，包括高阶多项式、固定和随机效应、非参数技术等等。同时，也关注不同地区、不同时期或不同的群体，并增加了多种控制变量，包括腐败、民主自由、开放的国际贸易、甚至收入不平等(从而使这一问题完全回到库兹涅茨的本意)。例如，Aldy(2004)在文章中指出，在宏观经济背景下，减少污染的至关重要的因素还包括政治，比如民主正在发挥这作用将个人对环境质量的需求转化为对污染的限制作用。Rosser(2005)也指出，收入更平等和更好的政治条件会加强社会凝聚力和民主，当然也包括控制腐败的能力。在这个意义上我们可以看到与原始的库兹涅茨曲线非常相似的情形。还有观点认为，增加贸易意味着使得环境更加恶化(Dasgupta, et. al., 2002; Copeland and Taylor, 2004; Carson, 2010)。但同时，Carson(2010)也指出：“首先，收入的增加并没有使得污染自动增加；其次，自由贸易不一定使得污染更加严重；第三，与墨西哥的自由贸易协定将使墨西哥和美国的环境质量变得更好，而不是更糟。”

然而，拥有实证证据的支持者们仍然喜忧参半：虽然一些地方的空气或水污染物浓度往往符合环境库兹涅茨曲线模型，但是环境质量的其他指标与收入则根本没有显示出这种关系。Shafik and Bandyopadhyay(1992)他们研究了四十三个国家

^①马树才等. 中国经济增长与环境污染关系的 Kuznets 曲线(统计研究)[J], 2006, (6):37-40

的二氧化硫和超过一百个国家的二氧化碳排放量。他们发现城市中颗粒物质和二氧化硫的浓度显示出与环境库兹涅茨曲线类似的关系（图 0-2(a)），但同时也发现二氧化碳与人均生活垃圾并没有显示出这样的类似关系（图 0-2(b)）。

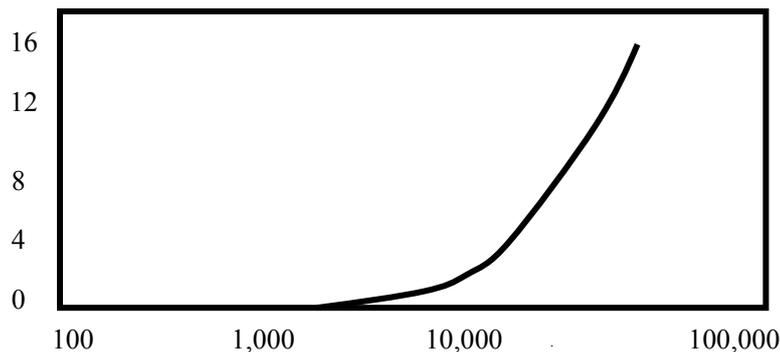
微克每立方米空气



人均收入 (美元, 对数比例)

(a) 城市中二氧化硫浓度

吨



人均收入 (美元, 对数比例)

(b) 人均二氧化碳排放量 (来自矿物燃料)

图 0-2 SO₂ 与 CO₂ 的环境库兹涅茨曲线

资料来源：世界发展报告（1992 年，第 11 页）。

目前的共识是，一些污染物似乎遵循着环境库兹涅茨曲线关系，但是其他的一些污染物则有所不同。（例如，Agras and Chapman, 1999; Bagliani et al., 2006a, 2006b; de Bruyn and Opschoor, 1997; de Bruyn et al., 1998; Cole et al., 1997; Harbaugh et al., 2002; Hettige et al., 2000; Stern and Common, 2001; Suri and Chapman, 1998; York et al., 2003）。

环境库兹涅茨曲线假说的支持者们承认规模效应的存在性。在经济发展的初期，环境确实随着收入的增加而恶化了，不过，他们认为至少有三个不同的因素可

以在较高的收入水平克服污染增加而导致的环境恶化。Stern 于 2004 年的文章中指出：“第一，产出组合的变化。从工业经济转型到服务经济通常发生在中等或高收入水平，这导致收入的增加对环境的影响降低，从而环境可能改善。第二，投入组合的变化。例如，许多环保的投入要素替代了会对环境造成严重污染的要素。第三，技术的改进。这使得每单位产出使用的资源更少，产生的污染更低。”

对所观察到污染与环境的倒 U 型曲线关系有下面几种合理的解释。首先，该模式反映了经济发展的自然进程，从清洁的农业经济，到污染的工业经济再到清理污染的服务型经济 (Arrow, et al., 1995)。这种机制为发达经济体向欠发达经济体出口其污染和集约化生产流程提供了诸多便利 (Suri and Chapman, 1998)。如果说环境库兹涅茨曲线斜率的下降是由于上述类型的出口污染，那么作为世界上最贫穷的国家也就可以通过出口本国的污染来脱贫。对污染与环境的倒 U 型曲线关系的另一种解释，则关注了污染涉及的外部性。由于要想做出适当的外部性内部化决策需要比较先进的决策机构，因此污染的外部性内部化也许只会在某些发达的经济体内才可以实现。例如，Jones and Manuelli (1995) 提出：“假定在一个世代交叠模型中，经济增长是由市场的互动和由年轻一代的集体决定进行设置的有关污染的法规来决定的，那么，在不同的决策机构，污染与收入之间的关系可以是一个倒 U 的，单调递增的，甚至是 S 型的。”

还有人认为，之所以污染会停止增加，并开始随着收入的增加而减少，是因为随着经济的增长，一些约束变为不具约束力。以 Stokey (1998) 为例，她描述了一个关于选择污染程度不同的生产技术的静态模型。她的关键假设是，只有使用会造成最严重污染的技术，经济活动才会低于阈值水平。随着经济增长，污染会随着收入的增加呈线性上升，直至超过阈值水平，这时清洁的技术都开始被采用了。由此产生的污染——收入路径是倒 V 型，与其顶点相对应的正是清洁技术可被采用的那一刻。同样，Jaeger (1998) 提出假设，在污染水平较低的时候，消费者对清洁空气是满意的，此时额外的环境质量的边际收益为零，因此环境资源约束是不具有约束力，更严重的污染不会导致低水平效用。随着经济的增长，个人和污染企业的数目增加，一旦消费者偏好的阈值被超过了，则增长可能会伴随着环境质量的改善。因此，与 Stokey (1998) 相似，Jaeger 的污染与收入的关系也是倒 V 形的。John and Pecchenino (1994) 提出了一个世代交叠模型，在这个世代交叠模型中，环境质量是一个存量资源，在没有环保投资的情况下会随着时间的推移而逐渐的降低。在环境质量随着经济增长开始逐步改善之前，一个始于零环保投资的经济体自身的环境

质量会随着时间的推移和经济的增长而逐步恶化。因此，像 Stokey(1988)和 Jaeger (1988) 一样，John and Pecchenino 的污染——收入关系亦呈现倒 V 型。

在环境库兹涅茨假说中可以总结为主要有两个因素影响环境质量的改善。第一个因素涉及宏观经济层面，即结构性的经济和技术性的变化通常与收入增长同时发生。第二个因素涉及到微观经济层面，收入增长应该导致个人价值的变化，使得人们的环保意识不断提高和对良好环境的需求不断增加。这也相应的导致了人们在市场上倾向于购买“绿色”产品（如节能家电，有机食品等等），而且也更愿意建立一些有关于改善环境的法规制度。大多数人们将注意力集中在第一种因素上面，也有很少的人们会关注第二种因素。

0.3 本文的研究目的、内容与结构安排

我发现，之前的大多数论文集中的讨论了宏观层次方面的问题。与之前这些解释相对的，本文阐述了一个简单和直接的静态模型，来作为污染与收入关系的微观基础。在我的模型中观察到的倒 U 型不需要动态，预定的经济增长模式，多重均衡，政治体制，甚至外部性。相反，一个环境库兹涅茨曲线可直接来源于消费所需产品和消除不良的副产品（即污染）的技术环节。此外，它可以和任何一个帕累托有效的政策或者是分散的市场经济相一致。

全文总共分为六个部分，具体结构安排如下：

第一部分，绪论。首先从环境库兹涅茨假说的起源开始展开，简要介绍了环境库兹涅茨假说产生的背景及其研究意义，并对其研究现状进行了综述。最后介绍了本文的主要内容结构及文章的创新之处。

第二部分，一个简单的单人模型的简述。这部分主要介绍了一个类似于 Robinson Crusoe 中的简单的封闭经济，并假设经济体中只含有一个经济人，并对这个单人模型进行建模及求解，并得出初步结论：倒 U 型曲线既不依赖于消费，也没有依靠收入的变化，相反，它依赖于一个减排的技术环节。当减排技术 ($C^\alpha E^\beta$) 呈现出规模收益递增时，污染与收入关系呈现出倒 U 型曲线。之后，我将单人模型进行了修改，将原来的只含有消费和环保的经济拓展为含有消费、投资和环保的经济。同时，将新模型进行求解，得出了与之前相同的结论。

第三部分，推广到多个消费者的情形。在这部分中，我将第二部分中的单人模型进一步拓展，将其推广到多个消费者的情形。在对新的模型进行修改、求解之后，

我发现我所得到的模型的纳什均衡解并不是帕累托最优的，这个纳什均衡解的最优消费量大于社会的最优消费量，纳什均衡解中最优投资量和最优环保投入小于整个社会社会的最优投资量和最优环保投入。在这部分中，我还讨论了关于规模收益递增，同时举例说明什么影响在模型中发挥着重要作用的规模收益递增这一条件。

第四部分，结论分析和进一步的影响。这部分对文章研究的结论及不足之处进行了归纳与总结，总的来说，有：所观察到的收入与环境的关系是完全合理的；倒U型污染收入曲线不依赖于外部因素；环境库兹涅茨曲线依赖于技术；该模型不支持经济增长本身就能解决污染问题而对污染持放任的态度的论点。同时指出，这个结论在一定的程度上取决于作出的假设。另外，还指出在分析环境库兹涅茨曲线时，一个国家或个人为了获得清洁的环境做出多大的牺牲，取决于他能获得的效益有多大。某个污染问题越是“全球化”的，任何一个国家从降低污染排放中获取的利益就越小。而这种现象的一个最极端的例子就是全球变暖问题。通过全球变暖问题，进一步说明研究环境库兹涅茨曲线的现实意义。

第五部分，经验证据。在这部分，我们利用已有的诸多经验数据及其结果来说明：对于大多数的指标来说，环境库兹涅茨曲线假说是可以成立的。但是，我们要辩证来看待环境库兹涅茨曲线假说。我们不能把环境库兹涅茨曲线作为“先污染，后治理”的借口，相反的，我们更加需要相应的政策和配套的措施来预防倒U型曲线超出生态阈值。

第六部分，结论分析与思考。在这部分，我们综合之前提出的微观模型及前人总结的经验数据，得出：以环境库兹涅茨假说为根据制定一个国家的环保政策是不可靠的。即使假设它是有效的，环境库兹涅茨曲线假说在如何寻求经济增长与环境保护的平衡问题上仍然存在着很大的疑问。鉴于上述诸多原因，制定政策时对待环境库兹涅茨曲线假说只能持参考态度。

0.4 本文的创新之处

本文主要介绍了一个关于环境库兹涅茨曲线的静态模型，并且借助这个静态模型及经验数据得出必须谨慎对待环境库兹涅茨曲线的估计假说的结论。本文的创新之处在于，在类似于Robinson Crusoe的简单的封闭经济中加入消费、投资与环保因素，从而构造了一个简单却又好用的单人静态模型。在这个简单的单人模型基础上，我将其进一步拓展到多人的情形。通过对我所构造的模型的求解，得出倒U型

环境库兹涅茨曲线不依赖于外部因素，但依赖于减排技术。该模型不支持经济增长本身就能解决污染问题而对污染持放任的态度的论点。同时指出，这个结论在一定的程度上取决于我所作出的假设。

本论文旨在呼吁，我们纳入环境政策之前，需要了解污染与收入的关系，并且重视减排技术的使用。

1 一个简单的模型

1.1 模型的介绍

假定经济中的所有消费者都是同质的，这将便于我们进行经济分析。当然，现实经济中的所有消费者不可能是同质的，但是消费者之间的多样化对于我们所要解决的问题经济意义不大，考虑它只会搅乱我们的思路。一般而言，同质的消费者其行为方式是相同的，因此这样一来，我们就只需要分析其中的一个即可。而且如果经济中的所有消费者都是同质的话，则经济运行就像只有一个消费者一样。于是，我们构建一个单个消费者模型。虽然我们假设经济中只有一个人，但是我们应当明白这个单个消费者所起的作用是代表经济中的所有消费者。

在这里，我们只是使用简单的一时期模型来讨论消费者行为由于只是一时期，因此消费者所做的决策是静态的，而不是动态的。

首先，我们来分析一下封闭经济中只有一个消费者时这个单个消费者的效用函数。

1.1.1 效用函数

考虑一个类似于 Robinson Crusoe 中的简单的封闭经济。假设经济体中只有一个人，这样一来我们就排除了外部性的困扰，任何解决方案都可以被解释为帕累托有效的。这个经济人的基本需求已经被满足，他所面对的问题是：如何使用他的额外收入？他可以增加自身的消费水平，也可以“购买”更多的环境质量。后者的意思可以理解为：能够实现通过市场购买“绿色产品”，或使用经济人的时间和资源来制定一些环保的法规制度。如果个人是理性的，他会选择一个消费水平，使得通过消费获得的边际效用等于他在一个更好的生活环境中获得的边际效用。

假设经济人获得效用来自两个方面。一方面来自私人物品的消费，记做 C ；另一方面来自污染，记做 P 。并且，效用随着消费的增加而增加，效用随着污染的增加而降低。其效用函数被记做：

$$U = U(C, P) \quad (1)$$

其中 $U_C > 0$, $U_P < 0$ 。由于经济中只有一个人, 因此污染 P 是作为私人物品还是公共品是无关紧要的。

1.1.2 污染函数

我们假设污染是消费的副产品。进一步假设, 我们的消费者有一个方法使他可以减轻污染, 即消耗资源来清洁环境, 或者是消耗资源来防止污染的发生, 当然这点可以理解为资源具有清洁环境的作用。我们将这些资源记做 E 。消费使得污染增加, 同时使用某些资源使得污染减少 (比如, 水资源、时间等等), 因此污染函数可以记做:

$$P = P(C, E) \quad (2)$$

其中 $P_C > 0$, $P_E < 0$ 。

1.1.3 资源约束

假设一个有限的资源禀赋 M , 即可以用在 C 和 E 上的资源总额为 M 。为简单起见, 我们规定 C 和 E 的相对成本为 1, 这样一来资源约束就可以简单的表示为:

$$C + E = M$$

也就是说作为封闭经济中的唯一的一个消费者, 面临着在有限的资源禀赋 M 的条件下在消费和将资源用来清洁环境之间做出选择, 以使得自身的效用最大化。

1.1.4 模型的解决

我们先考虑一个简单的例子:

$$U = C - P \quad (3)$$

$$P = C - C^\alpha E^\beta \quad (4)$$

其中, $0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta \leq 1$ 。在 (3) 式中, 效用函数是关于消费 C 和污染 P 的线性函数, 并且我们限定了消费的正边际效用为常数 1, 污染的负边际效用为常数 -1。在 (4) 式中, 污染函数有两个组成部分。第一部分 C , 是指污染与消费是成正比的, 污染随着消费的增加而增加。在第二部分中, $-C^\alpha E^\beta$ 是指污染的减少。总而言之, 也就是说 (4) 式说明了污染会随着消费的增加而增加, 会由于资源对环境的改善作用而逐渐减少。

我们不妨将消费和污染看做是两种商品。消费 C 是正常品, 然而污染显然不是一个正常品, 但是我们可以将污染的反面 $-P$ 看作是清洁的环境, 这样一来清洁的环境是个正常品。作为封闭经济中的唯一的一个消费者, 面临着在消费和清洁的环境之间做出选择, 以使得自身的效用最大化。或者我们也可以这样说, 作为封闭经济中的唯一的一个消费者, 面临着在消费和将资源用来清洁环境之间做出选择, 以使

得自身的效用最大化。综上所述，此时我们的经济人所面对的问题可归纳为如下形式：

$$\max C - P \quad (5)$$

$$s.t. C + E = M \quad (6)$$

或者是：

$$\max C^\alpha E^\beta \quad (7)$$

$$s.t. C + E = M \quad (8)$$

解得：

$$C^* = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} M, \quad E^* = \frac{\beta}{\alpha + \beta} M \quad (9)$$

因此，最优的污染量为：

$$P^*(M) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} M - \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta}\right)^\alpha \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta}\right)^\beta M^{\alpha + \beta} \quad (10)$$

由（10）式可知，对 M 求导即得污染与收入关系的斜率：

$$\frac{\partial P^*}{\partial M} = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} - (\alpha + \beta) \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta}\right)^\alpha \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta}\right)^\beta M^{\alpha + \beta - 1} \quad (11)$$

讨论：

I. 当 $\alpha + \beta = 1$ 时，减排技术（ $C^\alpha E^\beta$ ）呈现出规模收益不变，同时有：

$P^*(M) = (\alpha - \alpha^\alpha \beta^\beta) M$ ， $\frac{\partial P^*}{\partial M} = \alpha - \alpha^\alpha \beta^\beta$ 是常数。又因为 $0 \leq \alpha \leq 1$ ， $0 \leq \beta \leq 1$ ，所以此时体现污染与收入关系的曲线斜率是正常数，即 P^* 随 M 的增加而逐渐上升，污染与收入关系如图 1-1 中（a）图所示。

接下来，我们看看当 $\alpha + \beta \neq 1$ 时，有：

$$\frac{\partial^2 P^*}{\partial M^2} = -(\alpha + \beta - 1)(\alpha + \beta) \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta}\right)^\alpha \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta}\right)^\beta M^{\alpha + \beta - 2} \quad (12)$$

II. 当 $\alpha + \beta < 1$ 时，减排技术（ $C^\alpha E^\beta$ ）呈现出规模收益递减，污染与收入关系如图 1-1 中（b）图所示。

III. 当 $\alpha + \beta > 1$ 时则正好相反，减排技术（ $C^\alpha E^\beta$ ）呈现出规模收益递增，污染与收入关系如图 1-1 中（c）图所示，这就是环境库兹涅茨曲线。

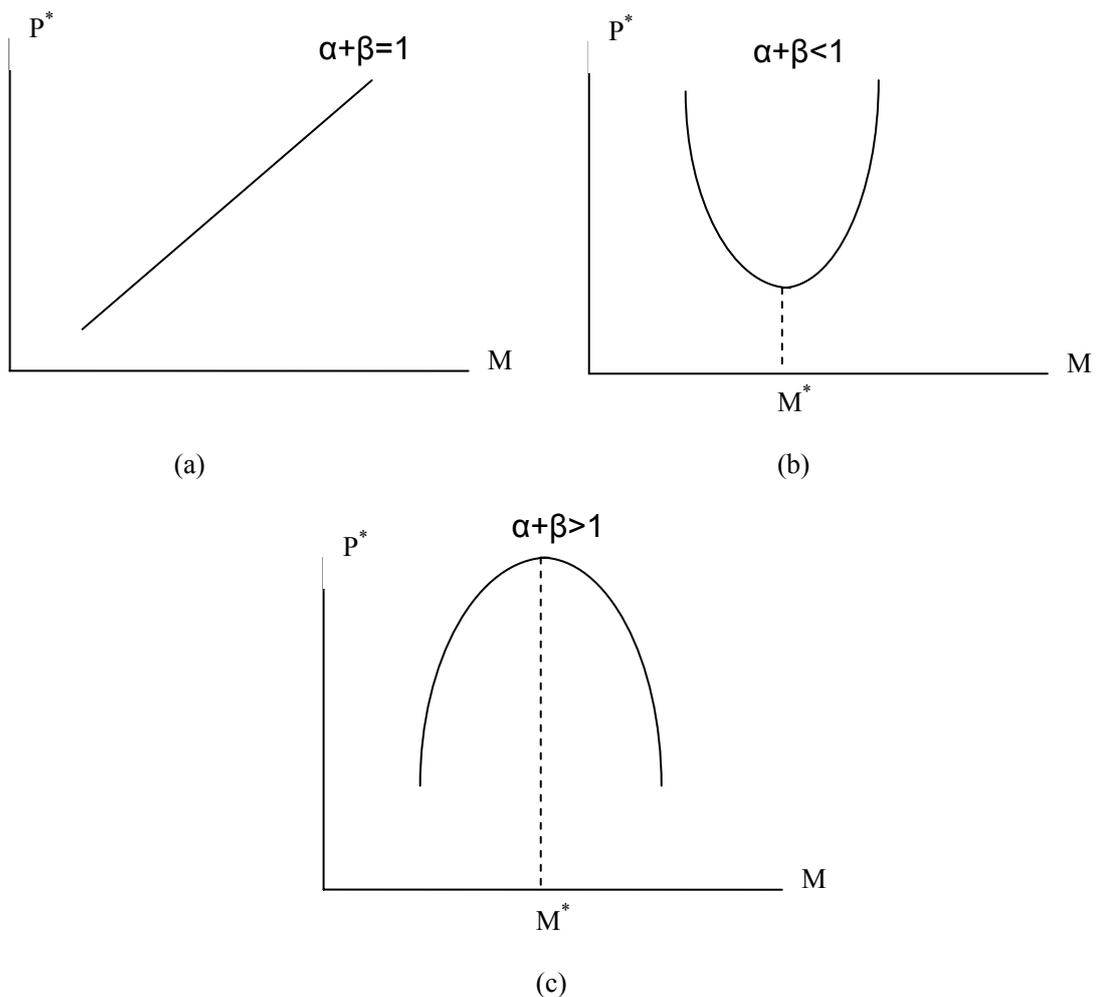


图 1-1 参数不同时曲线的形状

我们可以发现，到目前为止，倒 U 型曲线既不依赖于消费，也没有依靠收入的变化。相反，它依赖于一个减排的技术环节，也就是文中的 $A(C, E) = C^\alpha E^\beta$ 。正常品的消费产生污染，而资源的投入可改善环境，降低污染。在我们指定的模型中，当减排技术 ($C^\alpha E^\beta$) 呈现出规模收益递增时，污染与收入关系呈现出倒 U 型曲线关系。^②

但是，我可以发现在这个模型中，唯一的经济人只是利用有限的资源来进行消费或者是进行环保，显而易见，由于缺少生产部门，因此这种行为方式是不可持续的。

^②James Andreoni, Arik Levinson. The Simple Analytics of The Environmental Kuznets Curve ,NBER working paper,NO.6739,1998.

1.2 模型的必要条件

在我们的模型中，将消费 C 和污染 P 看作是两种商品。消费 C 是一种正常品，相反的，污染 P 是一种厌恶品。在接下来的分析中，我们首先给出上述模型中的无差异曲线。

1.2.1 厌恶品的无差异曲线

厌恶品是消费者不喜欢的商品，例如我们上述模型中的污染。我们再次做出假设，假设在消费 C 和污染 P 之间存在着替换的可能。也就是说，当消费者不得不承受一定量的污染时，可以得到一些消费作为补偿。则消费 C 和污染 P 的无差异曲线的斜率为正数，如图 1-2 所示：

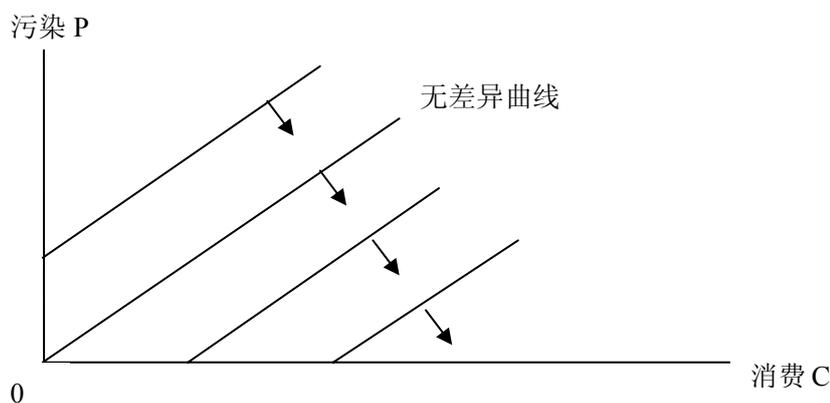


图 1-2 厌恶品的无差异曲线

偏好增加的方向是指向右下方，即朝着污染承受量的减少和消费量的增加的方向，如图中箭头所示。

由于我们的模型中，效用函数为 $U = C - P$ ，因此，无差异曲线的斜率的大小应等于 1。

1.2.2 污染函数

现在，我们来看一下如何确定最佳污染量。考虑上述模型中的情况。由于方程：

$$\begin{aligned} P &= C - C^\alpha E^\beta \\ C + E &= M \end{aligned}$$

这样一来，我们推断如图 1-3 所示，当 $C=0$ 时，污染量也为 0，随着 C 的逐渐增大，污染逐渐增加。

我们不妨将无差异曲线与污染函数结合起来，则显然有污染和消费的最佳消耗量为下图中的切点所对应的值。

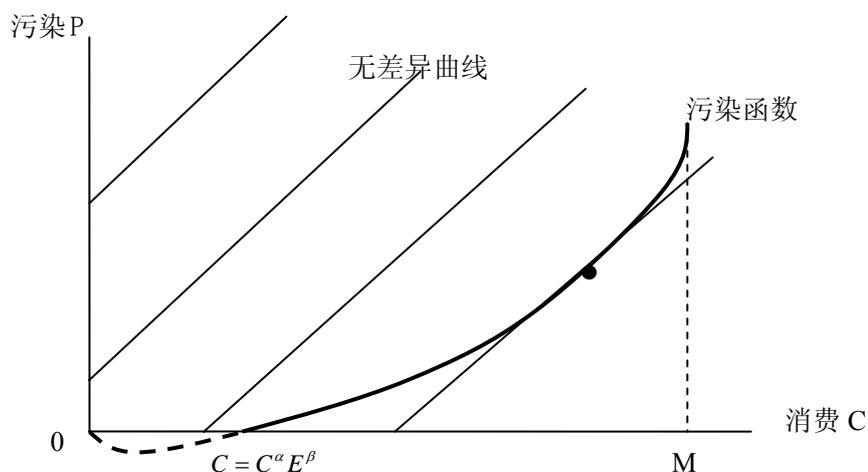


图 1-3 最佳污染量

当然，如上图所示的污染函数未免有些特殊，接下来，我们看一下在一般情况下，最佳污染量是如何确定的。

1.2.3 一般情况下的最佳污染量

在一般情况下，由我们上述模型中的假设条件，有：

$$U = U(C, P)$$

$$P = P(C, E)$$

$$C + E = M$$

在我们的模型中，将消费 C 和污染 P 看作是两种商品。消费 C 是一种正常品，相反的，污染 P 是一种厌恶品，厌恶品是消费者不喜欢的商品。因此，消费 C 和污染 P 的无差异曲线的斜率为正数，仍然如图 1-2 中所示一样。由上述公式我们可将污染函数表示为：

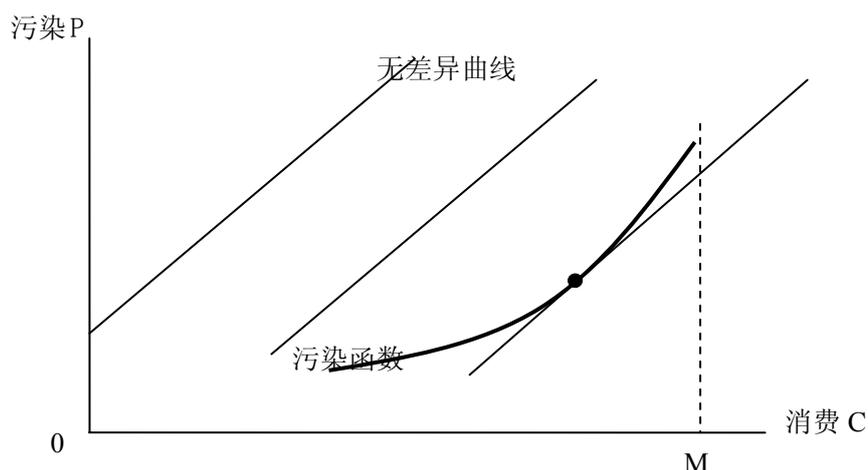
$$P = P(C, M - C)$$

由于厌恶品的无差异曲线所代表的偏好增加的方向朝向右下方，因此无论污染函数有多么的复杂，无论其图像是多么弯曲，我们只关心当消费 C 接近 M 时的情形。也就是说，我们只关心图像的“尾部”。这样一来，我们将污染函数的图像根据其“尾部”的不同归纳为以下四种，如图 1-4 所示。

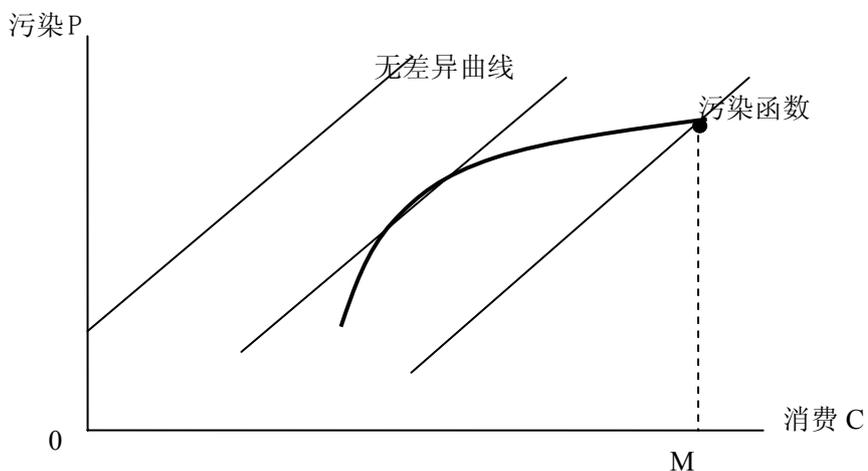
显然，我们在第一节中所举的例子就是图 1-4 中情形 (a) 的一种，在情形 (a) 中，污染与消费的最优量的解为图中切点所对应的值。这也说明，我们假设的模型

有其存在的可能性。在其余情形中，污染与消费的最优量的解均为角点解。其中包括当消费最多并且污染为零时的情况，这种情形也与现实相符合，在我们的生活中，污染减少固然会使我们的效用增加，也就是说没有污染是最好不过的了。污染清理是一种实现人们效用最大化的好方法，我们可以通过高超的清理手段向我们这一目标来靠近。

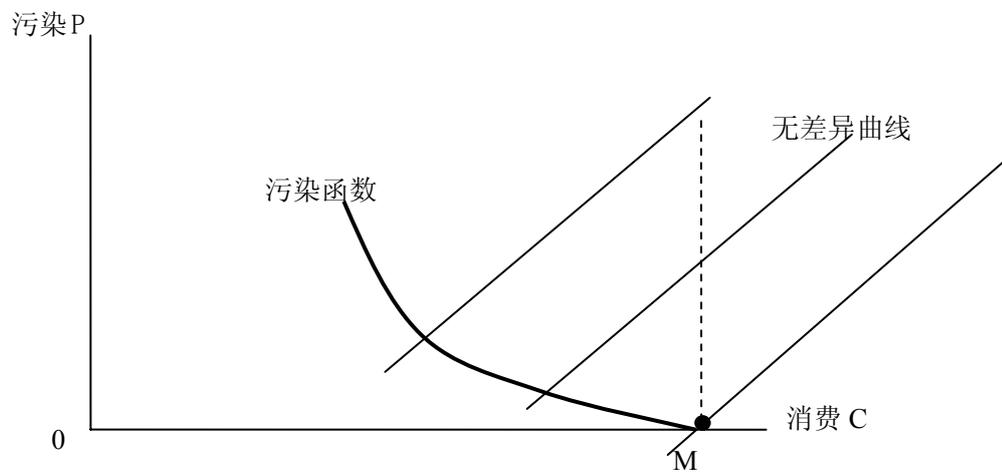
我们主要来观察第一种情况，在这种情况下，经济人在消费和污染之间选择，寻找自己的效用最大化。当然正如我们上面看到，这一分析的关键是，一个减排技术（C和E）存在规模报酬递增，也就是呈现上图中的曲线情形。减排技术收益递增是否具有直观意义？要回答这个问题，我们必须正视这样一个问题：在一个给定的条件下，如果我们将污染加倍，同时将清理工作量加倍，是否能够大大减少超过两倍的污染。



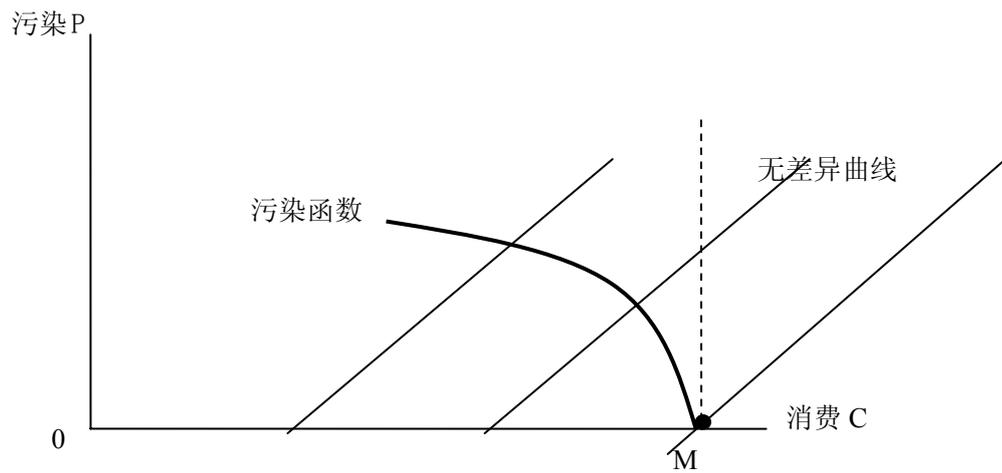
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-4 一般情形下的最佳污染量的确定

1.2.4 规模收益递增

首先，我们考虑这样一个问题：在一个既定的前提下，如果我们将污染量和环保投入均变为原来的 2 倍，我们是否会减少超过 2 倍的污染量呢？考虑下面的简单例子。

假设现在地板有一公分厚的灰尘，一个人消耗一小时的时间的可以将其清洁干净。那么，如果我们将条件更改为两厘米的灰尘和消耗两小时的时间，则结果又会如何呢。假设工作者在这两种情况下清洁速度是不变的，那么将这两个“投入要素”加倍后，如果我们可以清理灰尘为原来的四倍，这就意味着规模收益递增。相反的，如果我们仅仅可以清洁一半，这就意味着规模收益递减。是什么导致结果的不同呢，我们应当考虑到工作者的技术的改变。

其次，我们考虑一个更现实的例子。假设清洁工作具有两个特征：最低廉的边际成本和最昂贵的固定费用。如清洁烟囱需要安装烟囱洗涤器等等。一个小的经济体可能不是很富有，从而清洗技术不能够使得高昂的固定成本有可观的回报，这样一来，小经济体就有可能选择一个较低的固定费用，但较高的边际成本。相反对于较大的经济体来说，雄厚的经济实力和发达的科技使其拥有足够的规模，使得低边际成本，高固定成本的技术具有可观的效益，从而成为可能。因此，对于一个规模较大的发达经济，其清洁污染的边际成本可能小于较小的经济体。如果是这样，一个减排技术 $C^\alpha I^\gamma E^\beta$ 将满足规模收益递增。

第二个例子说明了投入粗糙的减排技术的后果。随着经济的发展，各种行业及其生产设施变得越来越多，从而使得减排技术变得值得投资。因此，在较大的经济体，其边际成本曲线将相对对小于小的经济体。

Andreoni 和 Levinson (2001) 假设污染的规模效益是可以控制的，在此基础上提供了一份关于环境库兹涅茨曲线的理论解释。随着各经济体越来越大，减少污染的边际成本变得越来越小，因此，相对于小经济体，较大的经济体在减少污染方面做的更好。

1.3 模型的改进

1.3.1 效用函数

我们将这个类似于 Robinson Crusoe 中的简单的封闭经济做一下改进，在原来的模型中加入生产部门。这样一来，我们所拥有的全部财产除了用来消费和环保之外，为了维持生活的可持续性，还需要进行投资和生产。仍然假设经济体中只有一个人，这个经济人所面对的问题是：在其预算约束下，如何在消费、投资和环保之间进行选择来实现自身的效用最大化。我们来看一下，在作出了如此改变之后，我们的结论是否会发生什么变化。

同之前的模型相似，我们假设经济人获得效用来自两个方面。一方面来自私人物品的消费，记做 C ；另一方面来自污染，记做 P 。并且，效用随着消费的增加而增加，效用随着污染的增加而降低。其效用函数被记做：

$$U = U(C, P) \quad (13)$$

其中 $U_C > 0$ ， $U_P < 0$ 。由于经济中只有一个人，因此污染 P 是作为私人物品还是公共品是无关紧要的。

1.3.2 污染函数

我们假设污染是消费和投资的副产品。进一步假设，我们的消费者消耗资源来清洁环境，或者是消耗资源来防止污染的发生。我们将这些资源记做 E 。消费使得污染增加，投资和使用资源 E 使得污染减少，因此污染函数被重新记做：

$$P = P(C, I, E) \quad (14)$$

其中 $P_C > 0$ ， $P_I < 0$ ， $P_E < 0$ 。

1.3.3 资源约束

很自然地，假设一个有限的资源禀赋 M ，即可以用在消费，投资和环保上的资源总额为 M 。为简单起见，我们将约束条件简单的表示为： $C + E + I = M$ 。

1.3.4 模型的解决

我们这次将上一节中的函数关系重新定义：

$$U = C - P \quad (15)$$

$$P = C - C^\alpha I^\gamma E^\beta + z \quad (16)$$

其中， $0 \leq \alpha \leq 1$ ， $0 \leq \beta \leq 1$ ， $0 \leq \gamma \leq 1$ ， $z \geq 0$ 。在 (15) 式中，效用函数是关于消费 C 和污染 P 的线性函数。在 (16) 式中，污染函数有三个组成部分。第一部分 C 是指污染与消费是成正比的，污染随着消费的增加而增加。在第二部分中， $C^\alpha I^\gamma E^\beta$ 是指污染会随着环保投入的增加而减少。而在第三部分中，我们假设投资对环境所造成的污染为一常数 z 。我们仍然将消费和污染看做是两种商品。消费 C 是正常品，然而污染是一个厌恶品。我们可以将污染的反面 $-P$ 看作是清洁的环境，这样一来清洁的环境是个正常品。作为封闭经济中的唯一的一个消费者，面临着在消费、投资和清洁的环境之间做出选择，以使得自身的效用最大化。或者我们也可以这样说，作为封闭经济中的唯一的一个消费者，面临着在消费、投资和将资源用来清洁环境之间做出选择，以使得自身的效用最大化。综上所述，此时我们的经济人所面对的问题可归纳为如下形式：

$$\max C - P \quad (17)$$

$$s.t. \quad C + I + E = M \quad (18)$$

或者是:

$$\max \quad C^\alpha I^\gamma E^\beta - z \quad (19)$$

$$s.t. \quad C + I + E = M \quad (20)$$

由于

$$U = C - P = C^\alpha I^\gamma E^\beta - z \quad (21)$$

将 (20) 式代入 (21) 中, 有:

$$U = C^\alpha I^\gamma (M - C - I)^\beta - z \quad (22)$$

对上式求微分:

$$\begin{cases} \frac{\partial U}{\partial C} = \alpha C^{\alpha-1} I^\gamma (M - C - I)^\beta - \beta C^\alpha I^\gamma (M - C - I)^{\beta-1} = 0 \\ \frac{\partial U}{\partial I} = \gamma C^\alpha I^{\gamma-1} (M - C - I)^\beta - \beta C^\alpha I^\gamma (M - C - I)^{\beta-1} = 0 \end{cases} \quad (23)$$

解得:

$$\begin{cases} C^* = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M \\ I^* = \frac{\gamma}{\alpha + \beta + \gamma} M \\ E^* = \frac{\beta}{\alpha + \beta + \gamma} M \end{cases} \quad (24)$$

因此, 最优的污染量为:

$$P^*(M) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M - \frac{\alpha^\alpha \gamma^\gamma \beta^\beta}{(\alpha + \beta + \gamma)^{\alpha + \gamma + \beta}} M^{\alpha + \gamma + \beta} + z \quad (25)$$

由 (26) 式可知, 对 M 求导即得污染与收入关系的斜率:

$$\frac{\partial P^*}{\partial M} = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} - \frac{\alpha^\alpha \gamma^\gamma \beta^\beta}{(\alpha + \beta + \gamma)^{\alpha + \gamma + \beta - 1}} M^{\alpha + \gamma + \beta - 1} \quad (26)$$

讨论:

I. 当 $\alpha + \gamma + \beta = 1$ 时, 减排技术 $C^\alpha I^\gamma E^\beta$ 呈现出规模收益不变, 同时我们也会发现: $P^*(M) = (\alpha - \alpha^\alpha \gamma^\gamma \beta^\beta) M + z$, 且 $\partial P^* / \partial M = \alpha - \alpha^\alpha \gamma^\gamma \beta^\beta$ 是常数。因为 $0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1, 0 \leq \gamma \leq 1, z \geq 0$, 所以此时体现污染与收入关系的曲线斜率是正常数, 即 P^* 随 M 的增加而逐渐上升, 污染与收入关系如图 1-5 中 (a) 图所示。

同样地, 我们看看当 $\alpha + \gamma + \beta \neq 1$ 时, 有:

$$\frac{\partial^2 P^*}{\partial M^2} = -(\alpha + \gamma + \beta - 1) \frac{\alpha^\alpha \gamma^\gamma \beta^\beta}{(\alpha + \beta + \gamma)^{\alpha + \gamma + \beta - 1}} M^{\alpha + \gamma + \beta - 2} \quad (27)$$

II. 当 $\alpha + \gamma + \beta < 1$ 时减排技术 ($C^\alpha E^\beta I^\gamma$) 呈现出规模收益递减, 此时我们看

$$\text{到: } \frac{\partial^2 P^*}{\partial M^2} > 0$$

即体现污染与收入关系的曲线斜率递增, 污染与收入关系如图 1-5 中 (b) 图所示。

III. 当 $\alpha + \gamma + \beta > 1$ 时, 减排技术 ($C^\alpha E^\beta I^\gamma$) 呈现出规模收益递增, 此时我们

$$\text{看到: } \frac{\partial^2 P^*}{\partial M^2} < 0$$

即体现污染与收入关系的曲线斜率递减, 污染与收入关系如图 1-5 中 (c) 图所示。

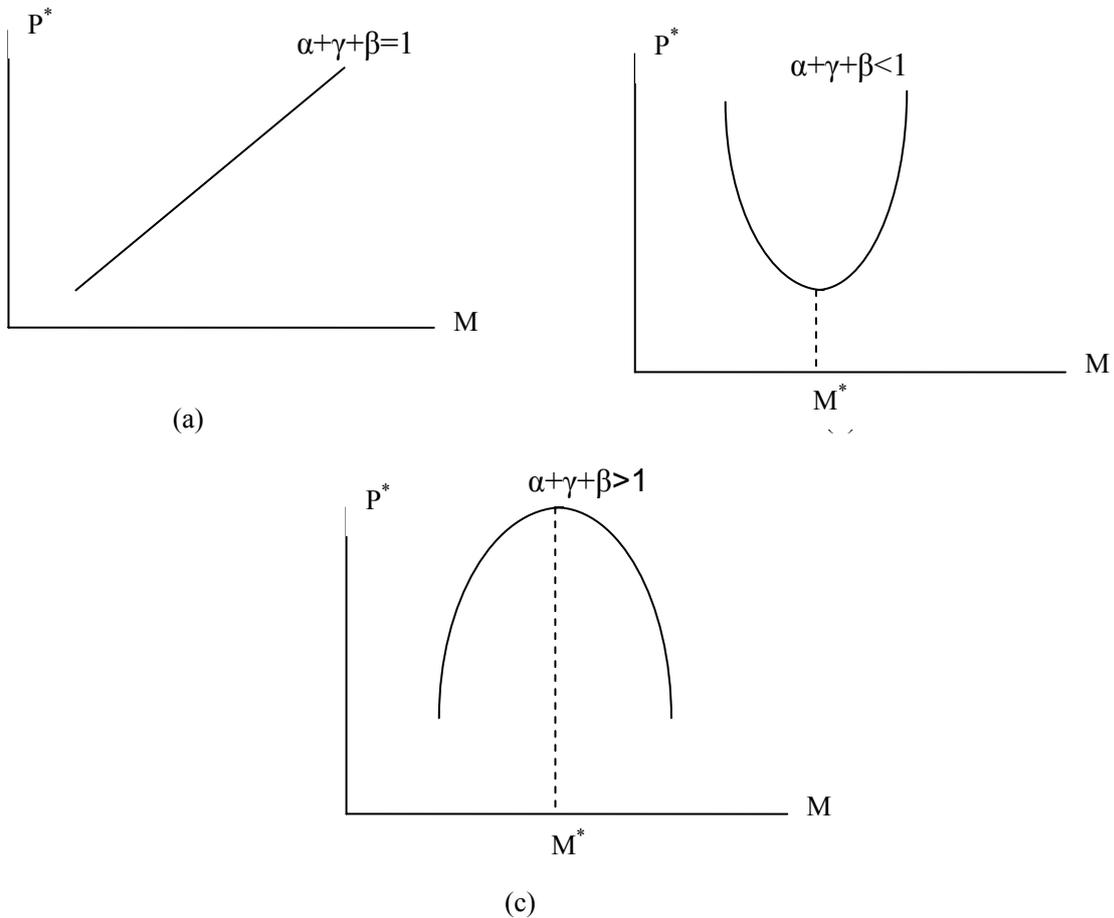


图 1-5 加入投资后参数不同时的曲线形状

我们可以发现，在一个简单的模型基础上，污染与收入的关系曲线的形状仍然既不依赖于消费与投资，也没有依赖收入的变化。与之前相似，它仍然依赖于模型中的参数，也可以说是依赖于一个处理污染的技术环节。参数在不同的范围内，能够体现污染与收入关系的曲线要么呈现上升的直线，要么呈现U型，要么呈现倒U型。因此，通过这两个简单的模型可以说明，污染与收入关系呈现出倒U型曲线是需要一定的条件的，而且很大程度上取决于处理污染的技术环节。

2 推广到多个消费者的情形

2.1 模型的介绍

通过考虑具有一个代表性的经济人模型，我们忽略了一个事实，大多数的环境问题都要涉及到或正或负的外部性。事实上，外部性对污染和收入关系呈现倒U形的影响是可以忽略不计的。也就是说，我们可以把模型很容易地推广到多人的情形。不妨假设人口总数为 $N > 1$ 。其他假设条件与单人模型中的假设条件是一样的。

2.1.1 建立模型

首先，我们考虑下列模型：

$$U_i = C_i - P \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (28)$$

$$P = C - C^\alpha I^\gamma E^\beta + z \quad C = \sum_{i=1}^N C_i, I = \sum_{i=1}^N I_i, E = \sum_{i=1}^N E_i, \alpha, \beta \in (0, 1) \quad (29)$$

$$C_i + E_i + I_i = M_i \quad (30)$$

在这种多个消费者的情况下，我们不妨假设每个消费者都是纳什均衡中的博弈者，也就是说，每个人都独立的做出自己的决策。此时我们的模型中每一个人所面对的问题可写为如下形式：

$$\max C_i - P \quad (31)$$

$$s.t. C_i + I_i + E_i = M_i \quad (32)$$

或者是：

$$\max C - C_i + C^\alpha I^\gamma E^\beta - z, \quad i = 1, 2, \dots, N, \alpha, \beta \in (0, 1) \quad (33)$$

$$s.t. C_i + I_i + E_i = M_i \quad C = \sum_{i=1}^N C_i, I = \sum_{i=1}^N I_i, E = \sum_{i=1}^N E_i, \quad (34)$$

2.1.2 模型的纳什均衡解

对上述模型进行求解，得：

$$\begin{cases} C_i^* = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M_i + \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} \sum_{j \neq i} M_j - \sum_{j \neq i} C_j \right) \\ I_i^* = \frac{\gamma}{\alpha + \beta + \gamma} M_i + \left(\frac{\gamma}{\alpha + \beta + \gamma} \sum_{j \neq i} M_j - \sum_{j \neq i} I_j \right) \\ E_i^* = \frac{\beta}{\alpha + \beta + \gamma} M_i + \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta + \gamma} \sum_{j \neq i} M_j - \sum_{j \neq i} E_j \right) \end{cases} \quad (35)$$

因此，在我们的多人模型中，如果每个人都最大化自己的效用，那么有一个纳什均衡解：

$$\begin{cases} C_i^* = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M_i \\ I_i^* = \frac{\gamma}{\alpha + \beta + \gamma} M_i \\ E_i^* = \frac{\beta}{\alpha + \beta + \gamma} M_i \end{cases} \quad (36)$$

当然，与我们之前的单人模型完全相同的污染函数及结论：

$$P^*(M) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M - \frac{\alpha^\alpha \gamma^\gamma \beta^\beta}{(\alpha + \beta + \gamma)^{\alpha + \gamma + \beta}} M^{\alpha + \gamma + \beta} + z \quad (37)$$

I. 当 $\alpha + \gamma + \beta = 1$ 时，体现污染与收入关系的曲线斜率是正常数，即 P^* 随 M 的增加而逐渐上升，污染与收入关系如图 2-1 中 (a) 图所示。

II. 当 $\alpha + \gamma + \beta < 1$ 时，体现污染与收入关系的曲线斜率递增，污染与收入关系如图 2-1 中 (b) 图所示。

III. 当 $\alpha + \gamma + \beta > 1$ 时，体现污染与收入关系的曲线斜率递减，污染与收入关系如图 2-1 中 (c) 图所示。

但是，请注意，在我们的多人模型中，由于我们的求解是分散的进行的，因此其结果并不是帕累托有效的。

2.1.3 模型的帕累托最优解

我们不妨假设一个中央集权经济体，现在计划最大限度地提高整个社会的总效用，此时，将方程（28）中的 N 个效用函数加总，有：

$$U = C - NP, \quad U = \sum_{i=1}^N U_i, C = \sum_{i=1}^N C_i, \quad (38)$$

$$P = C - C^\alpha I^\gamma E^\beta + z \quad I = \sum_{i=1}^N I_i, E = \sum_{i=1}^N E_i, \alpha, \beta \in (0,1) \quad (39)$$

$$C + E + I = M, \quad M = \sum_{i=1}^N M_i, \quad (40)$$

则最终的社会决策者所面对的问题变成：

$$\max C - NP \quad (41)$$

$$s.t. C + I + E = M \quad (42)$$

或者是：

$$\max (1-N)C + NC^\alpha I^\gamma E^\beta - Nz \quad (43)$$

$$s.t. C + I + E = M \quad (44)$$

解得：

$$C^* = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M + \frac{(1-N)(\beta + \gamma)}{N(\alpha + \beta + \gamma)\beta C^{\alpha-1} E^{\beta-1} I^\gamma} \quad (45)$$

即：

$$C^* = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M + B \frac{(1-N)}{N}, \quad \text{其中 } B = \frac{(\beta + \gamma)}{(\alpha + \beta + \gamma)\beta C^{\alpha-1} E^{\beta-1} I^\gamma} \quad (46)$$

很显然，由我们之前的假设条件可知： B 是大于 0 的。又因为， N 是大于 1 ，即 $1-N$ 为负数。于是，有：

$$C^* = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M + \frac{(1-N)(\beta + \gamma)}{N(\alpha + \beta + \gamma)\beta C^{\alpha-1} E^{\beta-1} I^\gamma} < \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma} M \quad (47)$$

也就是说，在这种情况下的最优消费量要小于之前的分散求解的最优消费量。

同理可得：

$$I^* = \frac{\gamma}{\alpha + \beta + \gamma} M - \frac{(1-N)\gamma}{N(\alpha + \beta + \gamma)\beta C^{\alpha-1} E^{\beta-1} I^\gamma} > \frac{\gamma}{\alpha + \beta + \gamma} M \quad (48)$$

$$E^* = \frac{\beta}{\alpha + \beta + \gamma} M - \frac{(1-N)\beta}{N(\alpha + \beta + \gamma)\beta C^{\alpha-1} E^{\beta-1} I^\gamma} > \frac{\beta}{\alpha + \beta + \gamma} M \quad (49)$$

综上所述，我们发现：

一是以中央集权的最终决策者的角度来看，要想实现整个社会的帕累托最优，使其决策可以达到帕累托改善的目的，必须使得社会的最优消费量小于纳什均衡中最优消费量，最优投资量和最优环保投入大于纳什均衡解中最优投资量和最优环保投入。

二是增加消费者的数量并不会改变对污染收入路径的形状的影响。该形状取决于减排技术，所以 n 增大只是改变污染与收入的路径，但是同时保留其倒 U 形。

3 模型的结论分析

3.1 结论分析

之前，我们分别介绍了在类似于 Robinson Crusoe 的简单的封闭经济中加入消费、投资与环保因素，从而构造的一个简单却又好用的单人静态模型。并在这个简单的单人模型基础上，将其进一步拓展到多人的情形。通过多模型的构建及其拓展、求解，我得出如下结论：

首先，它表明，我们所观察到的收入与环境质量之间的关系是完全可能存在的。虽然一些经济学家已经创建了错综复杂的加入政治，经济，集体决策，外部性等等以解释倒 U 型的存在，但在我们的文章中，我们通过简单的建模即已发现了环境库兹涅茨曲线可能来自于减排技术的自然特征。

其次，我们所得到的“环境库兹涅茨曲线”依赖于技术的高低。该模型中，消费 C 是人们所喜欢的正常品，污染 P 是人们不喜欢的厌恶品。同时污染又与消费和投资、环保投入息息相关。我们的经济人在三者之间做出一个选择，从而使得自己的效用最大化。这与我们日常生活中许多事情相似，比如在驾驶机动车（好的一面）时也伴随着相关的坏（死亡率风险），可以通过资源支出（汽车安全设备）来改善。我们会很自然地发现，几乎不开车的穷人，和在安全方面投资巨大的富人，都比中等收入阶层的人面对更低的自驾车死亡风险。

第三，倒 U 型污染收入曲线，即环境库兹涅茨曲线同样也不依赖于外部因素。它在一个人模型中出现，当然也可以推广到多人模型。这是毋庸置疑，因为有许多实证研究发现，以家庭为单位的污染收入曲线也遵循着一个倒 U 型，与我们的结果是一致的。

第四，该模型不支持经济增长本身就能解决污染问题而对污染持放任的态度的论点。相反，如果没有环保，污染收入的路径可能有一个倒 U 型，但与收入水平相对应的污染会特别的高。而且，虽然它可以合理地推断出在足够高的收入水平，最

佳污染量将是零，但是在这个模型中并没有指出收入的最终数额。同时我们也没有实证或理论说明环保是不必要的。

第五，该模型通过对单人模型与多人模型的比较，发现对于环境治理问题，计划调节要比市场调节更加有效。这也与实际情况相符合。

这些结果表明：减排技术的存在才是解释环境库兹涅茨曲线存在性与否的关键所在。减排技术决定了污染收入之间的关系可以采取任何形状，可能是倒U型，也可能是其他形状。我们发现，对于不同的污染物减排技术不同，曲线可能会或可能不会像库兹涅茨曲线。当然，这个结论在一定的程度上取决于作出的假设。

3.2 进一步思考

综上所述，我们应当在虚拟的模型中，发现其蕴含重要的实际意义：纳入环境政策之前，需要了解污染与收入的关系，并且重视计划手段与减排技术的使用。

在分析环境库兹涅茨曲线曲线时，我们曾特别提到，随着国家变得更加富裕，她们则更有能力产生污染，但也愿意付出更多来改善环境。然而，我们也提到，一个国家或个人为了获得清洁的环境做出多大的牺牲，取决于他能获得的效益有多大。某个污染问题越是“全球化”的，任何一个国家从降低污染排放中获取的利益就越小。这种现象的一个最极端的例子就是全球变暖问题。全球变暖是指近地层大气温度的上升。20世纪地球表面的平均温度上升了大约0.6摄氏度^③。其他指标也确认了这种全球气候变暖：20世纪全球平均海平面上升了10厘米至20厘米。20世纪60年代以后，人类通过卫星发现全球雪原覆盖面积下降了百分之十以上；极地冰原正在变薄等等。越来越多的研究表明，全球气温上升是由于人类的活动，至少是一部分人的活动。对于全球变暖的后果的预测仍然存在争议。但是可以肯定的是对我们赖以生存的环境的破坏活动的继续正在推动地球朝着她的极限点靠近。进入二十一世纪以来，全球各个不同国家不同地区频频发生重大自然灾害，以及气候异常带来的重大损失都为我们敲响了警钟。最近的一起重大事件，2011年3月11日于日本本州岛仙台港东130公里处发生的9.0级地震无疑为我们提供了最好的实例。截至目前，地震引发的核电站泄露所造成的严重后果仍在持续且仍然无法估计。

③刘尚余. 可再生能源领域 CDM 项目开发的关键问题研究[J]. 中国科学技术大学, 2007

4 国内外关于 EKC 经验证据的分析比较

对环境质量的度量，我们可以从许多个方面进行。空气、水以及自然环境的优劣和生物物种的多样性都会直接或间接的影响到我们的日常生活^④。人类的生产和生活不同程度的受到环境条件的制约，比如气候、降雨及土壤养分等等。当然，人类也要承受环境恶化带来的一系列后果，比如土壤退化、大气污染、噪声、污水和过度捕食野生动物、毁林等等。环境质量与经济增长紧密相关，环境质量的每一个方面变化都会对经济增长产生影响。因此，要想对经济增长与环境质量的关系做出精准的分析，就要尽可能地综合的、全面的考虑。然而，部分数据的缺乏和已存在数据的不精确对我们进行此类分析造成了极大地困扰。因此，可供参考的环境指标数据不仅在年份上十分缺失，而且能够提供数据的国家也很少，只是在最近一些年来有些国家和地区才开始关注对环境质量的某些方面的评估。利用已有的研究与分析，我们简略的看一下国内外关于环境库兹涅茨曲线的几个经验证据。

4.1 历史上伦敦的环境库兹涅茨曲线

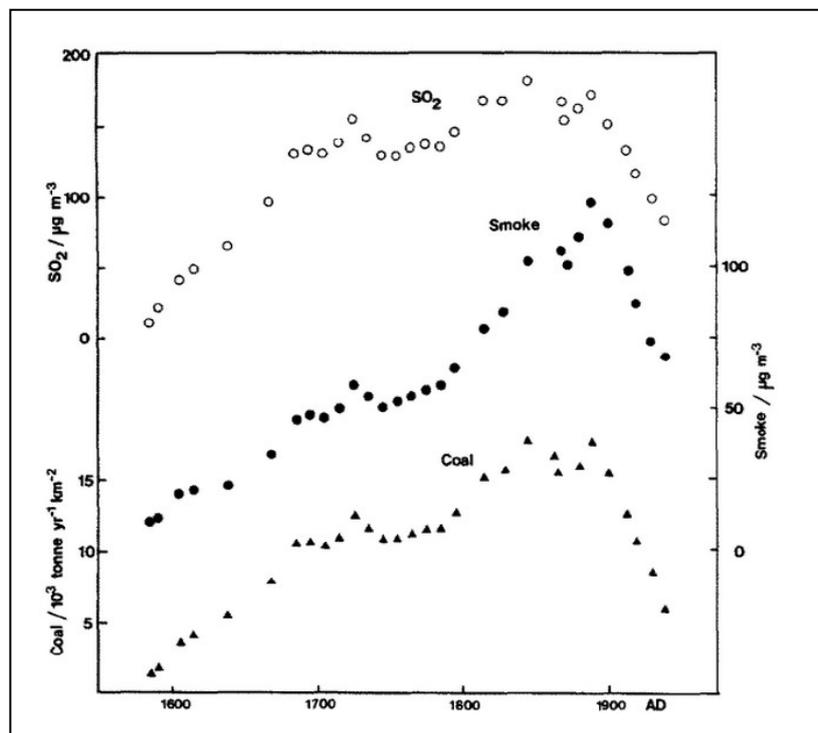
在分析环境库兹涅茨曲线时，我们一直只关注不同国家在某个时点上的差异（又称为典型分析）。然而，正如不平等性库兹涅茨曲线一样，我们也要分析某个地方环境库兹涅茨曲线的变化情况。

伦敦市就是一个现成的例子。历史上，伦敦最主要的污染源就是燃烧煤。17 世纪大面积砍伐森林以后，随之而来，煤成为了这个城市的主要燃料。早在 1661 年有个观察家写到：“居民们只能呼吸着混杂的煤烟雾气，由此而造成的数不胜数的麻烦——肺受到伤害，整个身体的习性紊乱，这个城市的腹泻、肺结核、咳嗽以及肺病病人比全球其他地方的总和还要多。”“正是这可恶的烟尘，使我们的教堂变得模糊不清，使我们的宫殿变得十分破旧，衣服被弄脏，水受到污染，只要下雨，或者有几个季节有露水，水中就会夹杂着肮脏的气体，色黑而且很黏，任何暴露在空气中的东西都会受到污染。”

图 4-1 显示的是伦敦 1585—1940 年雾浓度的变化情况。伦敦雾的浓度在经过 3 个世纪的稳定增加之后，于 19 世纪末达到顶峰，随后迅速下降。下降的原因包括

④陈华文等. 经济增长与环境质量, 复旦学报(社会科学版) [J], 2004 (2)
煤取暖方式，以及以电代替煤。

第二次世界大战之后，空气质量加速改善。1952 年，3800 人死于“烟雾杀手”，这时烟尘浓度激增到每立方米 4500 毫克。到二十世纪八十年代，在天气条件相似的情况下，烟雾浓度极少超过每立方米 500 毫克。1950—1985 年，伦敦的冬天可见阳光的天数从每天 1.00 小时增加到每天 1.75 小时。



资料来源: Brimblecombe (1977), Figure 5.

图 4-1 历史上伦敦的环境库兹涅茨曲线

4.2 我国的环境库兹涅茨曲线

我国目前的环境状况受到了全世界的关注。在世界范围内，对我国的环境问题的研究也有很多。例如李周、包晓斌利用历年数据对我国的环境库兹涅茨曲线进行了估计^⑤。郭军华、李帮义对经济增长与环境污染长期均衡关系进行了研究^⑥，得出：“经济增长本身可治愈部分环境污染，但是若没有政府的政策和措施的推动，任由经济和环境自由发展，后果不堪设想，并且指出环境库兹涅茨曲线成为了一部分人

的‘先污染、后治理’的借口，这是一种误解”。张真真、李善同、葛新权对中国

⑤李周、包晓斌. 中国环境库兹涅茨曲线的估计[J]. 科技导报, 2002(4): 57-58.

⑥郭军华、李帮义. 中国经济增长与环境污染的协整关系研究[J]. 数理统计与管理, 2010(2): 281-293. 发现：“工业烟尘排放强度和工业粉尘排放强度与人均 GDP 拟合的曲线呈倒 U 型，而二氧化硫排放强度和工业废水排放强度与人均 GDP 拟合的曲线分别是线性和正 U 型”等等。

综合各种文献，全面的来说，我国是能够控制，并可以在一定程度上改善我国的环境质量的。但从区域的范围来看，环境质量的改善则显得不那么平衡。比如说：南方地表水的水质正在改善，但氮氧化物的排放量迅速增加，甚至硫氧化物的排放量也在呈上升趋势。我们尤其要注意的是，二氧化碳排放量在近几年的迅速增长已经有了超越排放量的超级大国美国的趋势，必须要加以控制。总的来说，各种证据显示中国似乎遵循着一个与大多数工业国家相类似的发展路径。

4.3 对我省的环境库兹涅茨曲线的估计

对我国各个省市的经济增长与环境质量的研究层出不穷，使用的计量方法也各有千秋。但是，对辽宁省的环境库兹涅茨曲线的研究却少之又少。原毅军, 刘小琴, 杨锋在其文章“辽宁环境质量与经济增长关系”(2006)中对辽宁省 1989 年至 2004 年间的的数据进行了回归分析，他们认为：“固体废弃物污染量、噪音污染量与人均 GDP 之间的关系呈现出倒 U 型，而其他环境指标与人均 GDP 之间的关系呈现出正 U 型或其他的不同与倒 U 型的形状”^⑧。王维国和夏艳清在文章“辽宁省经济增长与环境污染水平关系研究”(2007)中对辽宁省 1985 年至 2004 年间的的数据进行回归分析后认为：“辽宁省的环境污染水平与经济增长之间呈现出‘倒 U 型+U 型’的形状”^⑨。李向民, 张晓芬在其文章“辽宁省环境库兹涅茨曲线研究”(2010)中对经济增长与环境污染因子之间的关系进行回归，结果表明：“所选取利用的环境污染指标同人均 GDP 的拟合曲线与传统的环境库兹涅茨曲线有所差异，以生活污水排放量、工业废水排放量、工业废气排放量、工业固体废物排放量和烟尘排放量为代表的第一主成分因子与人均 GDP 关系呈现出正 U 形；以二氧化硫为代表的第二主成分因子与人均 GDP 关系呈现出正 N 形；综合因子与人均 GDP 的关系也呈现出正 N 形”^⑩等。

-
- ⑦张真真、李善同、葛新权. 中国经济增长与环境质量关系的实证研究[J]. 发展研究, 2009(9):53-56.
- ⑧原毅军, 刘小琴, 杨锋. 辽宁环境质量与经济增长关系的实证研究[J]. 科学技术与工程, 2006(8):2509-2512.
- ⑨王维国, 夏艳清. 辽宁省经济增长与环境污染水平关系研究[J]. 社会科学辑刊, 2007(1):103-107.
- ⑩李向民、张晓芬. 辽宁省环境库兹涅茨曲线研究[J]. 辽宁工业大学学报(自然科学版), 2010(04):275-280

从本章所陈列的研究文献结果可以发现, 所选取的大多数环境污染指标与经济增长之间呈现出相似的环境库兹涅茨曲线, 也就是说, 部分环境污染指标会随人均GDP 的增长先是恶化, 在经过某个转折点之后, 逐渐好转。而且, 这些符合环境库兹涅茨假说的环境污染指标也拥有不一样的转折点。从这个角度来说, 仿佛经济增长本身即可治愈环境污染。但是, 我们更应该看到那些不符合环境库兹涅茨假说的部分指标, 这使得我们在对待环境库兹涅茨曲线和处理环境污染问题时更应该小心谨慎。

综上, 我们不能等待环境质量会自动改善, 要想保持我国经济健康稳定的发展, 我们自身应该更努力的加大对环境的保护力度。比如说, 就我国目前状况而言, 首先要做的就是应该优化产业结构。作为一个发展中国家, 我国仍处于工业化阶段, 工业在国民生产中仍占有相当大的比重。但是工业部门, 尤其是重工业部门, 同时也是环境污染的主要来源。所以, 我们必须大力发展高新技术产业和服务业等低污染、低能耗的产业。我国还应该加大环保投入, 因为目前我国的环保投入只能起到控制环境污染, 若要使环境质量明显改善还要加大对环境污染治理的投资力度, 并把治理环境污染作为一项长期工作来做^⑨。

5 结论分析与思考

5.1 以 EKC 假说为基础制定环境政策的危险性

现如今, 如何正确的使用我们所处的及所拥有的环境资源已经成为了经济界具有争议的话题。无可否认, 对环境的不断的开采潜力使得经济增长具有了无限的潜力。资源永远是并且也一直是促进经济增长的必要的组成部分。但是, 同时环境还有另外一个更加基本的功能, 就是为我们的日常生活提供必要的供给。一个显而易见的道理, 如果人类为了维持自己生命而去破坏地球、破坏周遭的环境, 后果将是及其可怕的。不幸的是, 为了发展经济而对地球的开采同样也使得地球为人类提供必要的供给的能力受到严重的损害。人类必须在保护环境和经济增长之间进行必要的和谨慎的权衡。要想找到两个方面的最佳平衡并不容易。一方面, 我们显然必须对环境进行保护, 只有这样人类才能拥有继续生存的空间。另一方面, 我们又不能仅仅为了保护环境而放弃经济发展。对环境的使用也意味着经济的潜在的增长, 这就为不发达国家提供了如何减少贫困的一个发法。

经济学家提出的一项政策是赞成各国为了进行促进经济的增长而对环境造成损害。在发达国家, 我们已经看到陆续出台的关于保护环境而制定的各种政策, 如排放标准, 有限的木材采伐和广泛的回收计划。经济学家断言, 如果一个国家能够在一段时间内达到足够的经济增长, 那么也许在短的时间对环境的破坏是可以容忍的。

环境库兹涅茨曲线 (EKC 曲线) 的假说, 即强调经济增长是以环境的破坏为代价的, 为这种政策提供了理论支持。它断定, 国家在发展的进程中将看到环境退化的水平随收入的增加而增加, 直到达到阈值后, 再下降。在经济发展的较低阶段, 由于经济活动的水平较低, 环境污染的水平较低。在经济起飞、制造业大发展阶段, 资源的耗费超过资源的再生, 环境恶化。在经济发展的更高阶段, 经济结构改变, 污染产业停止生产或被转移, 经济发展带来的积累可以用来治理环境, 人们的环境意识也加强了, 因此环境状况开始改善。于是, 就形成了一个倒 U 型曲线, 即环境

库兹涅茨曲线。如果情况属实，就应该允许这样的经济政策，也就是为了经济增长对环境的一定量的使用。但是，实行这些政策包含一定的危险。

如果发展中国家一旦认定了收入的增加最终可以自然而然的解决环境问题，因此放松对环境的保护，后果可以说是灾难性的。因为，这些本不必要的额外的环境退化可能导致一些无法挽回的、重大的伤害。而且这可能发生在预测的收入达到阈值之前。另外，还值得关注的是对于环境的损害最终将随收入的增加而减少的环境库兹涅茨假说，可以导致对环境不够重视，从而环保政策不足。

因此可以说环境库兹涅茨曲线假说虽然存在，但并不是绝对正确的理论。

环境库兹涅茨假说断言，一个国家对环境的破坏程度将随着收入的增加自然而然的增加，当收入超过某一阈值时，环境的破坏程度就会随着收入的增加而逐渐减少。这种说法使人们通过观察人均收入水平来预测一个国家对环境的破坏程度。然而，这种预测方法并不是普遍适用的。换句话说，每个国家都有自己的环境库兹涅茨曲线，由于各个国家的资源禀赋，社会风俗等等都存在或多或少的差异，因此环境与人均收入水平之间的关系也有差异。下列图形 5-1 模型有助于说明倒“U”形状的关系：

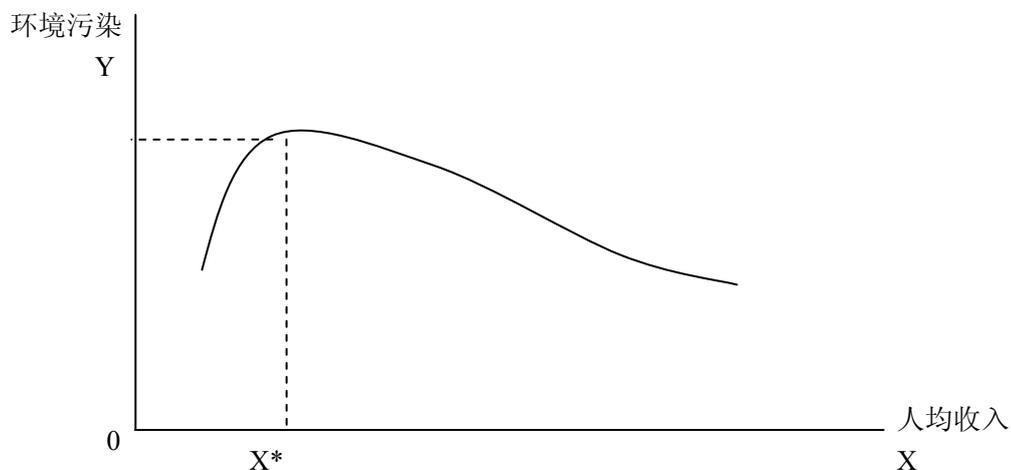


图 5-1 环境库兹涅茨曲线

Y 轴代表由于经济活动带来的环境污染或环境损害，X 轴代表人均收入。X*表示人均收入的阈值，有时也被称为转折点。这一点意味着在哪一级的人均收入水平，环境破坏开始好转。

我们需要注意，环境库兹涅茨曲线图并没有明确的表示时间，在上图中也并没有引入时间作为变量。因此使用环境库兹涅茨假说来作为制定政策和行动的依据，显然存在着缺陷。只有通过比较两个或多个以上的不同的国家，才可以得到上图中

的倒“U”形曲线。然而，我们刚刚说到每个国家都拥有自己独特的环境库兹涅茨曲线。为了使一个环境库兹涅茨曲线图显示一个国家的收入与环境情况，从而成为可以作为参考的理论依据，我们必须引入时间维度。我们不妨将横轴看做时间维度。也就是说环境库兹涅茨假说假设人均收入的变化唯一的与时间因素相关。这样一来，我们就将环境污染与时间联系起来，从而上图也可以作为一个国家的参考依据。

可以从两个主要的方面来对环境库兹涅茨曲线形状进行解释。一方面是考察发达国家和发展中国家的历史，从多个国家的历史发展过程来推导。第二个方面是从收入的增长对环境质量的偏好的变化来看。首先，从历史方面来看，世界上各发达国家的经济体原本都是基于农业，而农业的发展对环境的破坏很小。之后，逐渐发展为对环境破坏较大的制造业和重工业。最后，发展到现在，普遍以服务业为主的经济，对环境的损害程度逐渐下降。在发达国家的工业化期间，有两个因素导致对环境的破坏加剧。首先，生产产品的过程中，产生对环境造成污染的副产品。比如说，行业的扩张一直伴随着水的污染水平的加剧。第二个因素是自然资源消耗增加。比如说，对土地的过度使用，而森林砍伐和挖掘本身就是环境损害的一个形式。在看了各个国家的发展格局后得出的共同结论就是，这是每个国家为了实现经济增长必须经过的一个阶段。此外，如果强行要坚持严格的环保法规，则不发达国家与发达国家相比，处于不利地位，这也是许多处在竞争激烈的世界的不发达国家为何拒绝接受京都协议或是拒绝接受与发达国家相同环保要求的原因之一。未来经济的发展趋势是工业化经济体转向服务业为主的经济体系，全球国内生产总值有一个趋同的趋势。在这个阶段，环境库兹涅茨曲线的收入阈值似乎已经达到。服务业为主的经济能够避免许多对环境造成巨大伤害的经济活动。除此之外，摒弃高度依赖资源的生产也可以大大减少有害气体的排放。

发达国家环境改善也是技术进步的结果。在某些情况下更加有效率的、更加环保的技术投入使用，技术的进步使人们大大降低了对环境有害的经济活动产生的效果。同时，高收入水平影响了对不同的环境质量的需求。这也被人们称之为“收入效应”，具有足够高的人均国内生产总值的地方往往导致个人对良好的环境质量的需求增加。而这些个人的喜好在环境改善的过程中起着不可或缺的作用。环境库兹涅茨曲线中打得人均收入水平阈值是个人的加总。因此，个人对优质环境的偏好的变化也是一个值得考虑的因素。例如，在1997年由 Cole, Rayner and Bates 发表的一篇论文中，作者发现一氧化碳和二氧化氮的排放量的“转折点”分别约为9900美元和14700美元。

利用这种对环境质量的偏好变化的解释，可以将人均收入阈值代看做是这样的情形，即对环境质量额外增加量的偏好的超过了对人均收入水平额外增加量的偏好。这种偏好的变化发生在公众层面，而不是哪个人的。生产更加环保的商品和提供更加环保的服务，这样的微观经济决策并不能说明我们在上面提到的收入效应。问题归根结底是政策问题。环境标准的变化反映出一个国家或政府面对的政治压力。事实证明，有效的游说和是适当的施压有利于环境质量的提高和社会面貌的改善。

尽管相信高收入会带来干净的环境的环境库兹涅茨曲线假说的支持者仍难以解释一些现象，例如，事实上，迄今为止美国仍然是世界上最大的温室气体排放国。环境库兹涅茨假说的一些维护者认为这是由于美国庞大的经济体现出来的数字看似很大，然而和人均收入比较起来则没有那么夸张。而另外的一些维护者则宣称这种现象产生的原因是因为美国的人均收入阈值可能还没有达到。

5.2 支持和反对 EKC 假说的证据

关于环境库兹涅茨曲线假说的证据是间接和决定性的。大部分的关于环境库兹涅茨曲线假说的早期研究，都将焦点放在某个影响因素上，比如某个污染物。一些环境库兹涅茨曲线假说的支持者只研究了那些确实呈现出环境库兹涅茨曲线关系的污染物。在 1994 年，Selden and Song 在研究二氧化硫排放量时得出一个环境库兹涅茨曲线的。之后晚些时候，1995 年经济学家格罗斯曼也发现二氧化硫的排放量呈现出倒 U 型特征。他们发现了位于 6,000 美元和 4,000 美元之间的一个转折点。另一个环境库兹涅茨曲线的早期的支持者是 Theodore Panayotou，他发现了森林砍伐的转折点为 823.7 美元。

在最初的研究中，也有其他一些经济学家开始探讨环境库兹涅茨曲线假说的正确性，并发现了反驳的证据。Cole, Rayner and Bates 于 1997 年发现甲烷没有呈现出环境库兹涅茨曲线的特征。1997 年由 Horvath 进行的不同研究也表明能源的使用并没有呈现出环境库兹涅茨曲线的特征，相反，人均能源使用量随人均收入的增加而稳步上升。证据似乎显示，支持环境库兹涅茨假说的污染物只在有限的类型中。比如说，二氧化硫的排放是在城市，主要是产生城市垃圾的地区。而砍伐森林也一样，也涉及的具体位置。但是，交通产生的污染则比较复杂，没有上述固定性。

5.3 将 EKC 假说作为政策存在的危险的理由

无视环境的损害，单纯的追求经济增长是极其危险的。有些危险的发生，是由于环境库兹涅茨假说并不是在任何时候，对任何因素均成立。不过即使我们的环境库兹涅茨曲线假说能够准确预测到环境质量，还是仍然存在着另外一些危险。

现在，我们要指出的是关于环境库兹涅茨曲线的注意事项：首先，即使证据显示大多数的污染物呈现出倒 U 型特征，环境库兹涅茨曲线假说仍然没有定论。其次，可能由于人均收入阈值太高或到达阈值的时间太长而导致无法挽回的严重的环境破坏。再次，发达国家减少了对环境的损害可能是由于这些国家将其污染严重的工厂或企业转移到了发展中国家。此外，地球的“承受力”是未知的，也是无法预测的。

上述的详细说明表示，若无条件的接受或是相信环境库兹涅茨曲线假说是不可取的，利用环境库兹涅茨曲线来制定政策存在这样或那样的危险。如上所述，证据显示只有那些具有区域性或是地方性的污染物呈现出环境库兹涅茨曲线特征，而其他一些污染物会随人均收入的增加而持续增加。另外，收入是否存在一个阈值，即使收入存在一个阈值，在超过阈值之后环境质量是否能够改善都是未知的。而且，现实世界中，多种污染物并存，其共同作用的最终结果是否呈现出环境库兹涅茨曲线的特征也无从得知。当然，还有一些对环境造成污染的因素与收入的关系看起来呈现出倒 U 型曲线的关系，但是其转折点并不是同一个人均收入的阈值水平。而且，如果达到这样一个阈值水平之后，我们还有可能发现我们牺牲环境的代价要大于我们获得的价值。所以目前还不清楚，如果为了环境保护而放弃经济增长的机会，到底是正确还是错误的决定，一切皆有可能。因为结果是未知的，所以仅仅使用一个环境库兹涅茨假说来证明这一行动的正确性与否仍然不明智的。

另一个需要考虑的挑战环境库兹涅茨假说的证据是，发达的国家可能进口“脏”的产品，从而造成环境退化，唯一不同的是，退化是不是国内而是在国外。第一个提出这种可能性的假说是“污染避难所”假说。它指出，发达国家将他们“脏”的工业出口到那些拥有更多的宽松的环境标准的不发达国家。当然，也有许多经济学家对这一观点持反对意见。然而，这并不排除“污染避难所”假说存在的可能性，因为不发达国家的脏行业生产的产品往往恰好出口到富裕国家。在这种情况下，发达国家国内的环境破坏程度才开始随着人均收入的增加呈现出下降的趋势。这样一

来，当这些发达国家由于收入增加带动的消费量增加其实从全球的角度来看是有害的。

即使发展中国家能够达到一个较高的人均收入水平，他们也不一定就会制定更加环保的政策措施，他们的可能并不具备一个提倡环境保护的政治气氛。假设人均收入的转折点已经达到了，按环境库兹涅茨曲线假说，该国应该制定一系列的环保措施来提高环境质量，然而事实却不一定就是这样。有理由相信要想拥有更好地环境质量的最成功的途径是政治上的施压。当然各个国家的价值观、文化及社会风俗都有着大大小小的迥异，因此在对待环境问题上的观点及做法也会不同。尽管目前很多国家的民众及政府已经开始重视环境的保护，但是我们还应看到大部分国家还是在盲目的追求经济的增长。盲目的追求经济增长的一系列经济活动可能已经给我们的环境造成了严重的影响。到目前为止，地球对我们的经济活动对环境的破坏程度的承受力到底有多大，也就是所谓的“吸收能力”，还是未知的。一个很好的例子就是全球变暖。20世纪地球表面的平均温度上升了大约0.6摄氏度。其他指标也确认了这种全球气候变暖：20世纪全球平均海平面上升了10厘米至20厘米。20世纪60年代以后，人类通过卫星发现全球雪原覆盖面积下降了百分之十以上；极地冰原正在变薄等等。越来越多的研究表明，全球气温上升是由于人类的活动，至少是一部分人的活动。对于全球变暖的后果的预测仍然存在争议。但是可以肯定的是对我们赖以生存的环境的破坏活动的继续正在推动地球朝着她的极限点靠近。进入二十一世纪以来，全球各个不同国家不同地区频频发生重大自然灾害，以及气候异常带来的重大损失都为我们敲响了警钟。最近的一起重大事件，2011年3月11日于日本本州岛仙台港东130公里处发生的9.0级地震无疑为我们提供了最好的实例。截至目前，地震引发的核电站泄露所造成的严重后果仍在持续且仍然无法估计。

5.4 结论分析

环境库兹涅茨曲线体现出来的倒U型关系只是一种可能，并不是一种必然。环境的破坏程度与经济增长之间的关系并不是一定要呈现出倒U型曲线这样，这只是个例，并不具有普遍性。况且，若疏忽对环境的治理，一旦环境的破坏程度超出了环境本身所能承受的，无法恢复，则结果不堪想象。也就是说，“先污染，后治理”的政策措施是不合理的。在生态的临界值位置的情况下，最合适也是必须要做的就是合理利用环境，在其超额负载之前进行必要的环境治理。我国目前的环境污染仍

然处于上升趋势，又或者说还没有经过环境库兹涅茨曲线的转折点。由回归方程得到的结果可知，若我们使得单位 GDP 污染排放量的保持与过去的二十年相同的下降速率，那么，环境的改善对我们来说只能是空想。到目前为止，所有的统计结论均指向一点，那就是环境的破坏程度会加剧。因此，我们必须采取强有力的措施，使我国单位 GDP 的污染排放量的下降趋势变得陡峭。另外，环境库兹涅茨曲线的形状受到外界人类活动的影响后，会产生变化。人类的生产和生活等各项活动对环境表现的越发友善，则环境库兹涅茨曲线的转折点就会越早的来临。也就是说，我们可以人为地改变环境库兹涅茨曲线转折点到来的时间。当然，最好的就是使其提前到来。关于这一点，我们可以制定如下措施：首先，对污染的重要来源——生产环节提高重视，加强污染管制；其次，开发多种排污减排技术，利用先进的技术减少污染；第三，重视过程治理，摒弃以往的事后处理方法，改用事前、事中，事后处理相结合；第四，发挥好政府的管制作用，以确保各项环保的规章制度得以顺利实施；第五，完善各项规章制度及环保法律，法规，特别是产权方面，以确保环境污染的外部性内部化。令人欣慰的是，我国部分地区的经验数据已经显示出其超过了环境库兹涅茨曲线的转折点。比如说，辽宁省的大连市环境状况已有明显改善，有数据表明已经超过了环境库兹涅茨曲线的转折点。我们相信，随着环保力度的不断加强，随着上述类型地区的不断扩大，我国的环境质量与经济必然会同步增长。

尽管研究表明一部分环境污染指标正在随着人均 GDP 的增加而逐渐改善，但是却没有任何证据证明环境改善的过程会自动发生。目前，对污染减排的实例考察(见 OECD, 1991)表明：“收入增长与环境退化之间的负相关关系事实上是通过政策响应来实现的”。富裕的国家或地区之所以享有更洁净的城市空气和更清洁的水源，是因为这些国家和地区与贫穷的国家或地区相比制定了更为严格的环境质量标准，并且有完备的法律保障对环境保护措施的执行。同时，我们也要注意环境库兹涅茨曲线涉及诸多因素，这些因素包含某个时期的经济、政治、文化和技术条件等等，还是一个不断变化的动态过程。随着环保意识的加强及清洁技术的不断进步，人们可以在比预期更低的收入水平上实现环境质量的改善。当然，对环境库兹涅茨曲线的诸多研究并不意味着人们相信环境恶化只是经济增长过程中的一个暂时现象，也不是说只要经济发展到一定阶段环境恶化问题会自动解决。这是因为若任由环境恶化，一旦环境破坏程度超过其承受力，则环境恶化就会变得无法恢复，后果也是不堪设想的。环境库兹涅茨曲线绝对不能被用作“先污染，后治理”的借口。

以环境库兹涅茨假说为根据制定一个国家的环保政策是不可靠的。即使假设它是有效的，环境库兹涅茨曲线假说在如何寻求经济增长与环境保护的平衡问题上仍然存在着很大的疑问。鉴于上述诸多原因，制定政策时对待环境库兹涅茨曲线假说只能持参考态度。正确的经济增长和环境保护之间的平衡，仍然备受争议。两种极端对立的看法是目前已有的重要的论点。显然，这两个极端，要么盲目追求经济增长不考虑环境因素，要么过度保护环境放弃经济增长活动，都是不够理智的解决方案。我们面临最大的问题是对我们赖以生存的地球的了解还远远的不够。我们仍然不清楚地球能够为我们提供的资源和她所能吸收或承受的副产品到底是多少，我们所能做的就是也只能是谨慎行事。

参 考 文 献

- [1] Kuznets S. Economic growth and income inequality[J]. American Economic Review, 1955,45:1-28.
- [2] Grossman G, Krueger A. Economic growth and the environment quarterly[J]. Journal of Economics, 1995,110(2):353-377.
- [3] Carson Richard T, Yongil Jeon, et al. The relationship between air pollution emissions and income: U.S.data[J]. Environment and Development Economics, 1997,2(4):433-450.
- [4] Wang Hua , David Wheeler. Endogenous enforcement and effectiveness of China's pollution levy system[R]. World Bank Development Research Group Working Paper, 2000, 2336.
- [5] Vincent J. Testing for environmental Kuznets curves within a developing country[J]. Environment and Development Economics, 1997,2(4):417-433.
- [6] De Bruyn S M,et al. Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves[J]. Ecological Economics,1998,25(2):161-175
- [7] Hannes Egli. Are Cross-Country studies of the environmental kuznets curve misleading? New evidence from time series data for Germany[R]. FEEM Working Paper No25, 2002.
- [8] Kathleen M. Growth and environment in Canada: An empirical analysis[J]. Journal of Agricultural Economics, 2001,51:197-216.
- [9] York, Richard,et al. The Ecological Footprint Intensity of National Economies,[J] Journal of Industrial Ecology, Volume 8, Number 4, 2005, pp. 139 - 154.

- [10] Kaufmann R K, et al. The determinants of atmospheric SO₂ concentrations: reconsidering the environmental kuznets curve[J]. *Ecological Economics*,1998, 25(2):209-220.
- [11] Bruyn S. de Van den Bergh, Opschoor J. Economic growth and emissions: Reconsidering the empirical basis of environmental kuznets curves[J]. *Ecological Economics*, 1998,25:161-175.
- [12] Stokey, Nancy L. Are There Limits to Growth?[J] *International Economic Review*, 1998.39(1) 1-31.
- [13] Beckerman, W. Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment?[R] *World Development*, 1992. 20 481-496.
- [14] Stern, D. M. Common. Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development.[R]*World Development*, 1996. 24(7)1151-1160.
- [15] Levin,et al. Unit root tests in panel data, asymptotic and finite-sample properties[J]. *Journal of Econometrics*, 2002,108:1-24.
- [16] Maddala, Wu G S. A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test[J]. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 1999,61:631-652.
- [17] Im K S, Peasaran M H, Shin Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels[J]. *Journal of Econometrics*, 2003,115:53-74.
- [18] James Andreoni, Arik Levinson.The Simple Analytics of The Environmental Kuznets Curve [C],NBER working paper,NO.6739,1998.
- [19] Choi I. Unit root tests for panel data[J]. *Journal of International Money and Finance*, 2001,20:249-272.
- [20] List, J.A. and C.A. Gallet.. The environmental Kurnets curve: does one size fit all?[J].*Ecological Economics*, 1999,31: 409–423.
- [21] Pedroni P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors[J]. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*,1999,(61): 653-678.
- [22] Jones, Charles I., R&D-Based Models of Economic Growth,[J] *Journal of Political Economy*, 1995, 103 (4), 759–784.
- [23] Harris R D, Tzavalias F E. Inference for unit roots in dynamic panels where the time

- dimension is fixed[J]. Journal of Econometrics, 1999,91:201-226.
- [24] Paudel, K.P., et al. An Empirical Test of Environmental Kuznets Curve for Water Pollution [J]. Environmental and Resource Economics, 2005, 31:325-348.
- [25] Joy, Bill, Why the World Doesn't Need Us[J], Wired Magazine, 2000, 8 (4).
- [26] Bostrom, Nick, Existential Risks[J], Journal of Evolution and Technology, 2002, 9.
- [27] Harbaugh, W.T., A. Levison and D.M. Wilson. Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve[J]. Review of Economics and Statistics. 2002 84: 541-551.
- [28] Carson, Richard T., The Environmental Kuznets Curve: Seeking Empirical Regularity and Theoretical Structure[J], Review of Environmental Economics and Policy, Volume 4, Issue 1, Winter 2010, pp. 3 - 23.
- [29] Deacon, R.T. and C.S. Norman, Does the environmental Kuznets curve describe how individual countries behave?[J] Land Economics, Volume 82, 2006,pp. 291 - 315.
- [30] 原毅军,刘小琴,杨锋.辽宁环境质量与经济增长关系的实证研究[J].科学技术与工程,2006,8:2509-2512.
- [31] 王维国,夏艳清.辽宁省经济增长与环境污染水平关系研究[J].社会科学辑刊,2007(1):103-107.
- [32] 陆虹.中国环境问题与经济发展的关系分析[J].财经研究, 2000,(10):50-59
- [33] 凌亢, 王浣尘, 刘涛.城市经济发展与环境污染关系的统计研究[J].统计研究, 2001,10:46-52.
- [34] 张晓.中国环境政策的总体评价[J].中国社会科学 1999(3):88-99.
- [35] 马树才、李国柱.中国经济增长与环境污染的 Kuznets 曲线[J].统计研究, 2006(08).
- [36] 包群, 彭水军.经济增长与环境污染: 基于面板数据的联立方程估计[J].世界经济, 2006,11:48-58.

致 谢

2008年，我非常荣幸的成为了辽宁大学经济学院西方经济学专业的一名学生，开始了我的研究生阶段的学习。光阴似箭，岁月如梭，转眼间三年的研究生生活即将告一段落。在这三年的学习生活中，我收获颇丰，既经历了困难的磨砺，也品尝了成功的喜悦，有那么多的可敬的师长、家人和朋友给予我无私的帮助，在此向他们表示我诚挚的谢意！

本论文的研究工作是在我的导师李平教授的悉心指导下完成的。李老师对学术创新的鼓励，精益求精的工作作风及言传身教的风范都对我影响深远。读研期间，杨玉生教授、李平教授、韩毅教授、黄险峰教授等等任课老师渊博的知识和不倦的教诲让我得以建立扎实的专业基础。我今天所取得的每一点进步和成绩，无不凝聚各位老师的心血和教诲。在此，谨向各位恩师表示崇高的敬意和深深的感谢！

张柳

二〇一一年四月



遼寧大學
LIAONING UNIVERSITY

硕士学位论文
THESIS FOR MASTER DEGREE