

前 言

进入 21 世纪，随着工业化和城市化的推进，随着人们对可持续发展经济的要求和对生活环境高质量的追求，环境的恶化和资源的过度消耗已经日益成为人们所关注的焦点，并引起了世界各国的普遍重视。

就我国而言，环境污染虽然一直是政府十分关注并下大力气治理的热点问题。然而，摆在我们面前的现实却很严峻。资料表明，世界上污染最为严重的 10 大城市，中国就占了 7 个。造成城市污染的罪魁祸首之一就是汽车尾气。作为“京都协议”的签约国，我们必须执行该协议提出的汽车尾气排放标准，而这对我们现有的技术水平又是一个挑战：按照京都协议，汽车尾气的排放应该达到欧 III 标准，而国产汽车绝大多数仅能达到欧 I 标准。同时，作为一个石油完全依靠进口的国家，对于日益增长的汽车保有量，我们应该怎样解决石油短缺和油价的上涨问题，怎样实施交通领域的可持续发展战略，这一切都对我国现有的交通体系提出了改进的要求，对现有的燃油汽车提出了质疑。

随着车用能源日趋紧张及价格上涨的局面，迫使汽车研究和制造行业开始加大对汽车新能源的研究和开发力度。由于电动能源具有突出的优势，使得电动汽车的开发和研究成为各国开发“绿色汽车”的主流。电动汽车具有无排放污染、噪声低、易于操纵、热辐射小及运行成本低等优点，在环保和节能上具有不可比拟的优势，它是解决人类能源和环境压力的有效途径之一。发展电动汽车不仅是改善城市环境，维护国家安全，也是保障社会可持续发展的需要。但是，电动汽车的投入大、价格高、行程短、技术不够成熟，况且在大批量生产以前，不会有很好的经济效益。但是随着技术的发展和人们环保意识的深入，以电动汽车为代表的先进技术汽车以其良好的环保、节能特性必将成为国际汽车工业发展的潮流和热点之一。

无论是寻求经济的可持续发展，还是交通和社会的可持续发展，可持续发展不仅重视发展的数量，更强调发展的质量，即在保持自然资源的质量及其提供服务的前提下，使经济发展的净收益达到最大。具有可持续性的经济发展已经不是传统意义上的以牺牲资源和环境为代价的经济发展，而是不降低环境质量、不破坏自然资源基础的经济发展。而要实现具有可持续意义上的经济

增长，就必须有效地协调好环境与发展之间的关系。只有对环境
影响进行经济评价，将环境影响的物理量转变为货币量，我们才
能将环境问题与经济问题有效地统一起来，才能在经济决策中充
分地考虑环境问题，才能在环境决策中充分地运用经济手段，才
能切实地把环境保护与经济增长放在同等的地位上。由此可见，
环境影响经济评价在社会和经济的发展中的重要地位和作用。

本论文概述了电动汽车环保和节能方面的不可比拟的特性；
并对电动汽车进行了环境影响经济评价，论证了其实施运行的可
行性和必要性，统计分析了其发展的潜力和市场，从而有助于我
国制定相关产业的优惠政策和法律法规，有利于可持续发展战略
的实施。

关键词：电动汽车 环境影响经济评价

Enter into 21 century, along with the required for the economic sustainable development and the pursuing for the high quality of living environment, environment depravation and resource depleting become the focus more and more , it also arose the regard of all over the world .

As far as it was, our government pay much attention and take many measures to environment pollution at all time, but the fact is very grimness. It was said that the number of the most pollution-city was ten, and seven of them in China. The city's pollution attributes to the exhaust gases of auto. So now we must execute the international criterion, it is a challenge for our technique. Our petroleum depend on importation entirely, then we must settle the sort of the petroleum and the higher price. In the interest of sustainable development in the traffic field, we must improve the customary auto.

Confronting the situation of depletion of natural resource and then, the price increase of gasoline, the exploring and researching of electric vehicle has become the mainstream of "green cars" world wide. Electric vehicle has more excellent, such as non-exhausting, low noise, easy manipulation, little heat- radialization and small cost. So electric vehicle can improve the environment of city and maintenance the safe of country, it also can guarantee the sustainable development of the society. But electric vehicle has some shortcomings, great devotion, high price, short journey, immature of technique and so on. Now electric vehicle can't obtain better economic benefits.

Without reference to seek for the sustainable development of economy, or the sustainable development of society, it is pay attention to the quality, not the quantity. The economic sustainable development realize the benefits depend on non-debase the environment and non-destroy the resource, not sacrifice the benefits of offspring. To achieve the sustainable development, we must harmony with the relation of environment and economy. The economic evaluation of environmental impact can resolute these problems. We should combine the economy with the environment availability, and the economic evaluation of environmental impact must be put a importance and rational place.

The article generalizes the comparable characteristics between

the electric vehicle and environment protection and energy saving, and also evaluates the economic impacts of the electric vehicle to the environment. The feasibility and necessity of implementing of electric vehicle programs has been specified and development potential and market also have been analyzed all of which facilitate the establishment of the relating preferential policies, laws and regulations and putting in practice of the sustainable development strategy in our country.

Key word: electric vehicle
economic evaluation of environmental impact

第一章 绪论

一、论文的主题和目的

电动汽车具有无排放污染、噪声低、易于操纵、热辐射小及运行成本低等优点，在环保和节能上具有不可比拟的优势，它是解决人类能源和环境压力的有效途径之一。发展电动汽车不仅是改善城市环境，维护国家安全，也是保障社会可持续发展的需要。但是，电动汽车的投入大、价格高、行程短、技术不够成熟，况且在大批量生产以前，不会有很好的经济效益。这些都是制约电动汽车发展的因素，使得电动汽车虽然具有利国利民的重要意义，却得不到快速顺利的发展，得不到全社会的积极响应。本论正是基于这个主题，通过对电动汽车进行环境影响经济评价，从而论证了电动汽车的可行性，预见了其发展的潜力和市场，从而有助于调动社会各界和公众的参与意识，有助于国家制定政策法规和相关产业的优惠政策，以推动我国电动汽车产业的发展，更加有效的改善城市环境，实现社会的可持续发展。同时本论文的方法思路和结论也可作为其它同样具有“公共物品”属性的环境物品发展的参考。应指出的是，电动汽车现在处于开发、完善、未正式推行阶段，是一个复杂的事物，许多数据和情况不能准确得知。但随着生产技术的不断进步，以及形成经济规模，其成本会呈不断减小趋势。因此，目前阶段电动汽车的成本还是一个不确定值，还有电池的废弃处理问题，这都是有待解决探讨的。所以要把电动汽车的生命周期分为研制生产——运行使用——废弃处理三个阶段的话，本次电动汽车环境影响评价对前后两个阶段不予考虑，只研究电动汽车运行使用阶段。

二、论文的结构

本论文共分为五个部分。第一部分为绪论，简单介绍了本论文的主题、目的和结构。第二部分为电动汽车环境影响经济评价的目的及意义。首先对电动汽车进行了概念性的介绍，特别是其在环保和节能方面不可比拟的优势；然后阐述电动汽车环境影响经济评价的必要性，其间也简要介绍了环境影响经济评价的相关

知识;最后总结归纳了电动汽车环境影响经济评价的目的和意义。第三部分为电动汽车环境影响经济评价的方法选择。首先介绍了环境影响经济评价的基本方法和影响因素;然后进一步介绍了电动汽车环境影响经济评价的方法选择。第四部分是论文的核心部分,主要论述电动汽车环境影响经济评价。首先对电动汽车环境影响经济评价的具体操作做了深入详细的阐述,介绍了权变评价法的基本步骤,并具体分析了其中的关键技术问题,如:抽样方案的确定、调查问卷的设计、调查资料的收集方法和数据的统计分析;进而对评价结果利用 SPSS 统计软件进行统计分析,得出结论。

第二章 电动汽车环境影响经济评价的目的及意义

一、电动汽车概述

1. 电动汽车的概念及分类

随着工业化和城市化的推进,世界范围内汽车工业持续发展,汽车保有量不断增加,对经济发展和社会进步发挥了十分重要的带动和支撑作用。与此同时,汽车尾气排放及对石油资源的过度消耗所引发的环境、能源问题也日益严重,已经引起了世界各国的普遍重视。以电动汽车为代表的先进技术汽车以其良好的环保、节能特性开始成为国际汽车工业发展的潮流和热点之一。

电动汽车是全部或部分由电能驱动电机作为动力系统,符合道路交通、安全法规各项要求的汽车。它本身基本不排放污染大气的有害气体,即按所耗电量换算为发电厂的排放,除了硫和颗粒物外,其他污染物显著减小,由于电厂大多建于远离人口密集的城市,对人类伤害较少,而且电厂是固定不动的,集中的排放,清除各种有害排放物较容易,也已有了相关的技术。由于电力可以从多种一次能源获得,如煤、核能、水利等,解除人们对石油资源日渐枯竭的担心。电动汽车还可以充分利用晚间用电低谷时富余的电力充电,使发电设备日夜都能充分利用,大大提高其经济效益。研究表明,同样的原油经过粗炼,进行发电而驱动汽车和精炼成汽油而驱动汽车,前者的能量利用效率远高于后者,从而有利于节约能源和减少有害气体的排量。因此与传统汽车相比,电动汽车在环保方面具有明显优势,是一种理想的清洁交通工具,被誉为“绿色汽车”和“明日之星”。

电动汽车包括纯电动汽车、混合动力电动汽车和燃料电池汽车三种类型。

纯电池电动汽车是完全由二次电池(如铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池或锂离子电池)提供动力的汽车。纯电动汽车被认为是电动汽车发挥作用的技术基础和未来。现在纯电池技术发展已经相当成熟,国外发达国家和我国都进行了小批量生产。然而,纯电池电动汽车的缺点也十分突出,其能量低、质量大、充电时间

长、成本高、折旧快，还容易对环境造成二次污染，且其应用范围有限。

混合动力电动汽车是在纯电动汽车开发过程中为有利于市场化而产生的一种新的车型。其车载动力源有多种：蓄电池、燃料电池、太阳能电池、内燃机车的发电机组。当前混合动力电动汽车一般是指内燃机车发电机，再加上蓄电池的电动汽车。它采用内燃机和电动机两种动力，将现有内燃机与一定容量的储能器件（主要是高性能电池或超级电容器）通过先进控制系统相结合，可以大幅度降低油耗，减少污染物排放。

混合动力电动汽车的优点是：①采用混合动力后可按平均需用的功率来确定内燃机的最大功率，此时处于油耗低、污染少的最优工况下工作。需要大功率而内燃机功率不足时，由电池来补充；负荷小时，富余的功率可发电给电池充电，由于内燃机可持续工作，电池又可以不断得到充电，故其行程和普通燃油汽车一样。②因为有了电池，可以十分方便地回收制动时、下坡时、怠速时的能量。③在繁华市区，可关停内燃机，由电池单独驱动，实现“零”排放。④有了内燃机可以十分方便地解决耗能大的空调、取暖、除霜等纯电动汽车遇到的难题。⑤可以利用现有的加油站加油，不必再投资。⑥可让电池保持在良好的工作状态，不发生过充、过放，延长其使用寿命，降低成本。因为其具有投资少、选择余地大、易于满足未来排放标准和节能目标、市场接受度高的特点，从而引起各大汽车公司的关注。

燃料电池汽车，即以燃料电池作为动力系统的汽车。燃料电池是一种能与燃油发动机相比的电池，可以使用包括再生燃料在内的所有含氢元素的燃料。燃料电池车的工作原理是：作为燃料的氢在汽车搭载的燃料电池中，与大气中的氧发生化学反应，从而产生电能启动电动机，进而驱动汽车行驶。由于大量的纯氢难以贮存在汽车上，而且加氢站也没有那么多，因此，汽车制造商们正试图使用汽油或甲醇，不过要在汽车上安装燃料重整装置，以从这些物质里提取氢。但是这将会产生极少的二氧化碳和氮氧化物。总的来说，这类化学反应除了电能，就只产生水。

燃料电池的优点是：①能量转化效率高。燃料电池的能量转换效率可高达 60%~80%，为内燃机的 2~3 倍。②不污染环境。燃料电池的燃料是氢和氧，生成物是清洁的水，它本身工作不产生 CO 和 CO₂，也没有硫和微粒排出，没有高温反应，也不产生 NO_x。如果使用车载的甲醇重整催化剂供给氢气，仅会产生微量的 CO 和较少的 CO₂。③寿命长。燃料电池本身工作没有噪

声，没有运动性，没有振动，其电极仅作为化学反应的场所和导电的通道，本身不参与化学反应，没有损耗，寿命长。

2. 电动汽车的特点

首先，电动汽车被称为“零污染”汽车，能够有效改善城市空气质量，降低噪声污染。汽车产生的污染主要包括有害尾气、噪声以及扬起的尘土，其中，危害最大的是废气。在城市大气污染中，汽车尾气已成为最大的污染源之一。根据有关分析，汽车尾气中各种气体成分约有 1000 多种，其中对人体健康危害最大的是二氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物等。这些有害物质能够引起人们的呼吸道疾病、生理机能障碍，甚至导致癌症。而电动汽车不管使用哪一种蓄电池，产生的废气排放微乎其微，仅相当于普通内燃机汽车的 2%~8%（见表 1）。同时，电动机的工作噪声很小，仅有普通发动机的一半。

表 1 电动汽车替代燃油汽车的排放变化百分数

	HC	CO	NO _x
法国	-99	-99	-91
德国	-98	-99	-66
日本	-99	-99	-66
英国	-98	-99	-34
美国	-96	-99	-67

注：“-”表示减少的百分数。

资料来源：www.evworld.com。

从表 1 不难看出电动汽车所带来的巨大的环境效益。此外，引用电池驱动的电动汽车，会有有效的控制温室气体的排放，以避免生态和经济危机。

其次，电动汽车以电能为动力，电能的来源多种多样，既可以利用煤炭、石油、天然气等矿物资源，也可以产生于水力、风力、潮汐、地热以及核能，因此能够节约相对稀缺的石油资源。地质专家估计，以目前的开采速度，全球已探明石油储量将在几十年内耗尽。在我国，石油更被列为短缺矿产资源的首位。正是因为石油资源十分短缺，实行能源多样化政策，降低对石油的依赖和消耗量，已成为许多国家的共识。据估计，汽车用油可能占

到目前世界石油消费总量的 40%，如果能大幅度降低汽车这一“用油大户”的耗油量，无疑是令人振奋的。所以从实行能源多样化的角度来说，电动汽车的确是一个很好的选择。

在我国能源结构中，煤炭所占比重高达 70%以上，而石油不足 20%，因此，不消耗汽油的电动汽车更是大有前途。（对比情况见表 2）

表 2 不同类型轿车能耗的比较

车型	城 区			高速路		
	电力 wh/kmbat	燃料 mpg	合计 (km h)/km	电力 wh/kmbat	燃料 mpg	合计 (km h)/km
电动汽车	116	-	0.53	103	-	0.47
内燃机- 电力混 合	-	52	0.52	-	56	0.48
汽油内 燃机车	-	35	0.77	-	46	0.58

资料来源：www.evworld.com

第三，电动汽车的能量利用效率要比内燃机发动机汽车高。比如，电动车在交通堵塞时发动机不需要怠速运转，暂时不耗能；制动时电动机可以起到发电机的作用，也就是说能把汽车动能转化成电能储存进蓄电池。另外，有研究表明，等量的原油经过粗炼送到电厂发电，再充入电池，驱动电动机带动汽车的能量利用效率，要比精炼成汽油后，经过运输、加油，再经汽油机驱动汽车高两个百分点。故可得出电动汽车要比汽油车的运营成本低，而且电动汽车的使用寿命比汽油车长，若将其所需的成本分摊到整个生命周期中，再考虑上能源和环境因素，则其成本要比汽油车低得多。表 3 是电动汽车、汽油车和无轨电车的成本比较。

表 3 电动公共汽车、无轨电车、燃油公共汽车年运营成本比较

车 型	燃油公共汽车	无轨电车	电动公共汽车
能 源 种 类	汽油	电	电
每日能源消耗量	60 (升)	230 (度)	200 (度)
能源价格 (元)	2.5/升	0.5/度	0.5/度
日需费用 (元)	150	115	100
年需费用 (元)	54750	41995	36500

资料来源: www.chinaev.com

总之, 电动汽车具有无排放污染、噪声低、易于操纵、维修及运行成本低等优点, 在环保和节能上具有不可比拟的优势, 它是解决人类能源和环境压力的有效途径之一。

3. 电动汽车的发展概况

(1) 发达国家电动汽车的发展状况

20 世纪早期, 电动汽车在美国的销售量曾大于燃油汽车。通用汽车的第一辆电动汽车可以追溯到 1912 年。但当时只有少数电动汽车每次充电后可以行驶超过 50 英里, 并且人们要花一天时间给它们充电。在凯迪拉克启动电机于 1912 年被采用后, 电动汽车退出了通用的生产线, 这一情况席卷了整个业界, 内燃机变得更加切实可行。1916 年, 通用汽车制造了它的最后一辆电动卡车。

在随后的几十年间, 汽车制造商们就一直致力于优化内燃机, 工程师们改进了所有车辆的功能和舒适性, 并加装了安全装置。但是, 在此期间, 一些汽车制造商们并没有放弃对电动汽车的研究。1966 年, 通用汽车在 2 辆电动试验车上展示了在这些技术上的先进成就。直到 20 世纪 80 年代末, 电动汽车技术才再一次变得可行。1987 年, 通用汽车的太阳能跑车 Sunraycer, 以提前第二名两天半的成绩赢得了澳大利亚太阳能汽车挑战赛的冠军。更重要的是, 它使通用汽车的工程师们认识到怎样使电动汽车的性能更为有效。在 1990 年洛杉矶汽车展上, 通用汽车展示了一种名为“冲击 (Impact)”的电动概念车。当年末, 加州颁布了一项法律, 要求每一家汽车生产厂商在该州销售的 2% 的轿车必须为零排放车。加州不久把这一要求推迟到 2003 年执行, 比例增加到 10%。

• 美国能源部与三大汽车公司于 1993 年签订了混合动力电动汽车开发合同, 其中通用汽车公司投入 1.48 亿美元, 福特投入 1.38 亿美元, 克莱斯勒投入 8480 万美元, 进行为期 5 年的研制开发工作, 三大公司于 1998 年北美国际汽车展上分别展出了样车。在此基础上, 现已推出三款混合动力概念车 GM Precept、Ford Prodigy、Daimlerchrysler Dodge ESX3, 三款车均接近或实现了 3 升/百公里的油耗目标。

• 目前通用公司每年投入一亿美元以上用于氢燃料电池汽车的开发、生产。公司目标是成为第一个生产 100 万辆燃料电池汽车并在销售中获利的公司。为了取得高燃经济性, 通用公司还计

划到 2007 年至少能提供 7 款可供选择的混合动力汽车,其中包括行驶里程可达 40 公里/加仑的土星 Vue 运动休闲车。

- 加拿大能量公司魁北克 Hydro 公司日前表示公司正在与法国 Dassault 与 Heuliez 公司合作, 2006 年将生产低污染的电动汽车。

- 2003 年 5 月现代汽车公司表示该公司与 5 家国际竞争对手(福特汽车公司、丰田汽车公司、戴一克公司、日产汽车公司和 PSA/标致-雪铁龙公司)进行燃料电池汽车燃料系统的开发。这些公司将合作研发可以在汽车中储存更多压缩天然气的高压氢燃料系统。现代公司表示 6 家汽车制造商旨在于 2004 年 1 月完成开发, 到 2005 年实现燃料系统商业化。

- 1997 年 12 月, 丰田首先在日本市场上推出了世界上第一款批量生产的混合动力汽车“PRIUS”, 该轿车于 2000 年 7 月开始出口北美, 同年 9 月开始出口欧洲。现在已经在全世界 20 多个国家上市销售。为适应美国市场的需求, 丰田公司已推出第二代 PRIUS, 2000 年 11 月底前已售出 5 万辆, 动力更强劲。在 2001 年的 6 月和 8 月, 丰田公司相继推出了“ESTIMA”混合动力汽车系统的“皇冠(CROWN)”轿车。截止到 2002 年 3 月底, 丰田汽车公司生产的混合动力车在日本国内和海外的累计销量已经分别突破了 10 万 3 千辆和 10 万辆。丰田计划 2012 年在所有汽车上使用汽油-电混合动力发动机来增加燃料经济性, 减少汽车尾气排放。

- 本田公司开发的 Insight 两种混合动力电动汽车已开始投放市场, 在美国市场上 2002 年也已售出 3500 辆, 供不应求。

可以看到, 虽然电动汽车是一个高投入、高风险的项目, 但几乎世界上所有著名汽车制造厂商都已投入到开发行列, 纷纷抢占未来市场, 以继续保持他们在汽车行业中的领先或垄断地位。

(2) 中国电动汽车的发展状况

中国是世界具有最大汽车消费潜力的国家。2003 年 1~10 月全国累计生产汽车 356.10 万辆, 累计销售汽车 347.88 万辆, 双双超过 2002 年全年 325.12 万辆的总产量和 324.81 万辆的总销量。曾预计 2003 年全年汽车产销将达 425 万辆(目前还没有官方的确切数据)。这在国际汽车市场上的增长速度居首位, 而且这种消费市场会越来越大。电动汽车在中国也具有同样的市场潜力。

①目前我国电动汽车的研制开发采取产、学、研携手合作的方式。

由上汽、同济大学、信息部 21 世纪研究所一起合作的燃料电

池轿车样车已经在同济大学试制成功，并且达到了预定的性能。清华大学、北京客车厂、株洲电力研究所一起研制的燃料电池客车的样车也已经完成了，预计到 2005 年能够做出燃料电池的技术平台。天津电动车辆研究中心等有关单位，在国家 863 计划电动汽车重大专项纯电动汽车的招标中，从 15 个竞争者中脱颖而出，一举夺得头魁，获得国家首批 850 万元的资金支撑，目标是一年后，在全国首批开发出国际先进水平的 5 辆纯电动轿车，并作为公务车在天津市政府机关示范运行；在国家的滚动支持下，再用两年时间在国内率先实现产业化，形成年产 5000 辆的生产能力，让国产纯电动轿车进入市场。中国科学院大连化学物理研究所和韩国三星集团公司三星综合技术研究院合作成立的燃料电池联合实验室，在大连化学物理研究所正式挂牌成立。这个实验室将成为中韩共同开拓未来燃料电池技术及市场的重要根据地。

②建立电动汽车示范运行城市。

北京、武汉、威海、天津 4 个城市被列为首批电动汽车示范运行城市。这些城市在电动汽车运行示范方面已经做了大量工作，并已在地方政策、运行配套技术、上路运营模式等方面取得了一定进展。例如，结合北京绿色奥运主题，2003 年北京市在 121 路上进行了纯电动客车的商业化示范运营，北京市关于该线路 20 辆电动车的试运行方案，以及在密云运行示范区的建设方案，都具有较好操作性；威海市的电动汽车牌照、电价优惠等政策已经得到落实；武汉市已由武汉公交集团、东风电动汽车股份有限公司、武汉市经开投资公司、武汉高科国有控股集团四家联合，成立了武汉市电动汽车示范运营有限公司，开展了电动汽车的示范运营工作。

目前，北京已研制出电动豪华旅游客车、纯电动低地板公交车、纯电动准低地板公交车、纯电动中巴车等 4 种电动客车。根据北京市的规划，到 2008 年，北京将组建一支至少拥有 1000 辆电动汽车的奥运车队，届时北京将成为世界上电动汽车最多的示范运营城市。这势必将加快我国电动汽车的产业化进程，有利于抢占未来汽车产业发展的制高点。

下面是总结归纳的近几年我国在电动汽车的研制上取得的部分进展与成果。（见表 4）

表4 近几年我国电动汽车在研制上取得的成果

型号	开发商	特点
YW6120电动大客车	—	通过国家级检测和技术鉴定
BJD6100	—	通过国家级检测和技术鉴定
混合动力红旗轿车	一汽集团	—
电动汽车	湖北东风汽车公司	通过电动概念轿车的技术鉴定
ZC7050A	安徽兆成电动车辆技术有限公司	连续行使距离长，百公里电耗低
BJ100-EV电动公交车	北京理工大学、公交总公司、北京燕科总公司	最大时速为68.9公里，一次充电匀速行使里程达168公里
EV100	爱迪生汽车技术研究所	可承载4人，正常行使时速为80公里，续驶距离为250公里，百公里电耗15千瓦时，爬坡能力为18度，最高时速可达80公里，最高续驶距离为273公里
电容电动巴士	哈尔滨绿容集团、哈市电车公司、黑龙江客车厂	温度适应性能好，可在零下40℃~零下70℃之间正常工作，特别适合北方寒冷地区使用
ZX6110	中信国安黄金有限责任公司	整车设计理念坚持以人为本，运用人机工程学对车辆进行了最佳布置设计
“凤凰”燃料电池车	泛亚汽车技术中心有限公司	最高时速达到113公里/小时，最大功率104千瓦，零到100公里加速时间只需13.5秒

混合动力电动汽车	武汉理工大学电动汽车研究院、武汉市公用客车厂、武汉市经济技术开发区	采用发动机和电池的混合动力，比一般空调巴士节能20%，尾气排放优于欧洲2号排放标准
电动小轿车	同济大学汽车学院、上海燃料电池动力系统有限公司	采用锂电池和氢燃料电池组成的动力源，对环境基本无污染，使用成本低

资料来源：www.ev100.com www.chinaev.com
www.zhb.gov.cn

从上表可以看出，我国在电动汽车的开发研制上已经取得了一定的成果。但是，电动汽车大规模进入市场的条件尚不成熟，汽油、柴油车在近期仍然占据主导地位。但随着我国为适应加入WTO之后与国际接轨而进行的汽车制造和销售市场的结构调整，电动汽车将成为汽车行业结构调整的突破口，是中国汽车实现跨越式发展的一次机会。相信中国的电动汽车也会同世界电动汽车一道，在不远的将来将会有有一个较大的发展，为我国的交通可持续发展发挥重要的作用。

二、电动汽车环境影响经济评价的必要性

1. 电动汽车实施运行的必要性

我国大城市的大气污染问题已日益严重，而汽车尾气排放是主要污染源之一。我国已有 10 个城市被列入全球大气污染最严重的 20 个城市之中。我国现今人均汽车是每 1000 人 14 辆汽车，但石油资源不足，每年已进口几千万吨石油。随着经济的发展，假如我国人均汽车持有量达到现在全球水平——每 1000 人有 110 辆汽车，我国汽车持有量将成近 10 倍的增加，石油进口就成为大问题。因此在我国研究发展电动汽车不是一个临时的短期措施，而是意义重大的、长远的战略考虑。

(1) 环境保护要求实施电动汽车

常规汽车经过长期的发展完善，已成为人们生活和生产不可

缺少的代步与运输工具。汽车的发展与应用为人类文明建设和社会发展做出了极大的贡献，但是随之而来也带来了环境的严重污染和资源的过度耗费。随着社会物质文化水平的提高，人们的环保意识也在增强，减少汽车对环境的污染已成为世界范围内的共同呼声。近年来，我国也十分关注并下大力气治理环境污染问题，然而，事实却还是很严峻的。有资料表明，世界上污染最为严重的10大城市，中国就占了7个。造成城市污染的罪魁祸首之一就是汽车尾气，作为“京都协议”的签约国，必须执行该协议提出的汽车尾气排放标准，而这对现有的技术水平又是一个挑战：按照京都协议，汽车尾气的排放应该达到欧III标准，而国产汽车绝大多数仅能达到欧I标准。以北京市为例，尽管近几年花大力气治理大气环境，并已取得了阶段性成果，但目前北京仍是世界上污染最严重的城市之一，其中机动车排放对大气污染的贡献率达67%。下面通过对其2002年的大气环境状况进行调查分析，从而说明了实施运行电动汽车的迫切性和必要性。2002年，市区空气质量二级和好于二级的天数达到203天，占总天数的55.6%，比2001年增长4.9个百分点。其中市区大气中二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、可吸入颗粒物和总悬浮颗粒物浓度年日均值分别为每立方米0.067、0.076、2.5、0.166和0.373毫克，与2001年相比，二氧化氮上升7.0%，其余基本持平。与实施《北京市环境污染防治目标和对策》的第一年1998年相比，基本都有不同程度的下降（见表5）。

表5 1998~2002年市区主要大气污染物平均值
单位：毫克/立方米

年份	二氧化硫	二氧化氮	可吸入颗粒物	总悬浮颗粒物	一氧化碳
1998	0.120	0.074	—	0.378	3.3
1999	0.080	0.077	0.180	0.364	2.9
2000	0.071	0.071	0.162	0.353	2.7
2001	0.064	0.071	0.165	0.370	2.6
2002	0.067	0.076	0.166	0.373	2.5
对比	-44.2%	+2.7%	-7.8%*	-1.3%	-24.2%

注：其中最后一行数据为2002年与1998年平均值的比较，*为与1999年的比较。

资料来源：www.zhb.gov.cn

北京市环保局公布的2001年环境状况公报显示,城市噪声的80%来自交通噪声,北京市的交通噪声平均值下降到69.6分贝,成为自北京市有交通噪声监测以来首次达到国家标准的年份。然而OECD国家制定的可持续发展交通的环境标准中,对于噪声的规定是:交通产生的噪声应低于能够引起健康损伤和所有居民区的交通噪声都不应超过标准。总体上环境噪声不超过65dB(A),在居民区日间噪声不超过55 dB(A),夜晚不超过45 dB(A)。

不难看出,我国目前的环境状况虽然比四、五年前好一些,但是要达到未来的环境目标和满足2008年“绿色奥运”、“科技奥运”的要求,还差得很远,这一切都迫切需要推行清洁能源和清洁的交通工具。由前面的统计数字可以看出电动汽车的废气排放相当于普通内燃机汽车的2%~8%,噪声仅为普通发动机的50%,这些特点决定了出于环境保护的目的,电动汽车是首选。

(2) 石油资源的稀缺性要求实施电动汽车

常规汽车的动力来源于石油燃料。据估计,目前世界石油消费中,大约一半用于交通和运输,其中70%~80%用于汽车。也就是说,汽车用油可能占到石油消耗量的40%。1949年后的几十年间,石油消耗迅速增长,石油危机多次发生,1973年的石油危机导致了世界汽车生产连年下降,从当年的3000万辆降至第二年的2700万辆,第三年只生产了2500万辆,两年下降了17%。五年后的1978年,危机再度发生,世界汽车工业也出现了再度衰退,在随后的两年中又下降了15%。美伊开战后,世界石油价格波动,石油对经济的影响再度成为热点。由于经济发展程度不同,各国汽车保有量差别很大,美国目前已达千人750辆,而中国目前千人仅14辆,预计到2050年达到千人188辆,届时中国的汽车保有量将达到14亿辆,汽车需求量增加必将带来石油进口量的增加,能源与汽车消费之间的矛盾也日益突出。据统计,中国从1996年已开始成为石油纯进口国。2000年进口石油7000万吨,成品油3000万吨,进口石油价格达25亿美元;2001年进口石油大约8000万吨;2002年达到了将近9000万吨,2005年可能超过1亿吨,而2010年进口石油可能占我国石油消耗总量的一半。专家称,作为世界第三大石油消费国,国际油价的波动对中国的经济影响不可小视。

中国未来能源供应安全问题主要是油气可靠供应问题。从表6可见,1994年起中国从石油的出口大户成为了石油净进口国,到1997年的净进口量为1996年的2.4倍,这种趋势将愈演愈烈。从表7可以看出,2002年石油的净进口量为7182.24万吨,为2001

年的 10.59 倍。我国地质学家通过历经两年半的时间，在深入研究 28 个含油气盆地石油地质条件的基础上，得出可探明的地质资源量：石油 433.8 亿吨、天然气 22.66 万亿立方米；可采资源量：石油 111.8 亿吨、天然气 14.36 万亿立方米。专家预计，2005 年我国将消耗原油 2.9 亿吨，进口比例则上升到 41%，成为世界第二大原油进口国。石油进口依存度（净进口量占消费量比重）预计 2010 和 2020 年将分别达到 30% 和 40%。天然气进口依存度在 2010 和 2020 年将分别达到 15% 和 25%。

表 6 1980~1997 年中国石油进出口量

(单位: Mt)

项目	1980年	1985年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年
原油										
出口	13.31	30.03	23.99	22.60	21.51	19.43	18.55	18.85	20.40	19.83
进口	0.37		2.92	5.97	11.36	15.67	12.35	17.09	22.62	35.47
净进口	-12.94	-30.03	-21.07	-16.63	-10.15	-3.76	-6.2	-1.76	2.22	15.64
油品										
出口	4.20	6.21	6.33	6.82	5.98	3.72	3.79	4.14	4.17	5.59
进口	0.46	0.90	3.94	5.91	7.78	17.29	12.89	14.40	15.83	23.80
净进口	-3.74	-5.31	-2.39	-0.91	1.80	13.57	9.10	10.26	11.66	18.21
石油净进口	-16.68	-35.34	-23.46	-17.54	-8.35	-9.81	2.90	8.50	13.88	33.85

资料来源：《中国海关统计年鉴》。

表 7 2001 年、2002 年中国石油进出口情况

(单位: 万吨)

	进口量			出口量			净出口量		
	2001年	2002年	%	2002年	2001年	%	2001年	2002年	%
原油	6025.5	6940.6	15.2	720.8	755.06	-4.54	5270.5	6219.8	18.01
汽油	0.02	0.006	-72.4	612.2	577.17	6.07	-577.2	-612.2	
柴油	1843.6	1698.4	-7.9	186.9	68.83	171.6	1774.7	1511.5	-14.8
煤油	212.9	214.74	0.87	170	178.64	-4.84	34.26	44.75	30.61
成品油	2144.9	2033.2	-5.2	1070.8	921.74	16.2	1223.2	962.4	-21.3
原油+成品油	8171	8973.8	9.83	1791.6	1676.8	6.85	6494.2	7182.2	10.59

注：%项表示2002年比2001年增加的百分比。

资料来源：《中国海关统计年鉴》。

为了提高能源的利用率,美国规定了汽车每加仑油行驶多少公里的能源计划,欧洲也有类似的法规,日本增加了《轻四轮法》,即660ml以下的汽车都享受国家税费方面的优惠。而从目前的中国政策环境看,购买小排量汽车消费没有得到鼓励,这种政策导致汽车消费向大排量车方向发展,目前中国轿车销量最大的就是1.6升以上的轿车,而这种发展又是与中国的能源状况相矛盾的。从国家利益考虑,通过政策来调整目前的汽车市场已经越来越迫切。

而发展电动汽车的根本意义首先就在于能源结构的多元化。美国汽油汽车计划指出,由于石油资源分布的不均匀性和各国对石油需求的不平衡,在今后的发展中各国都应考虑减少对石油单一资源的依赖性,改变目前石油资源的过度消耗;而且电力作为一种二次能源的载体,可以由太阳能、水力、风力、煤电、核电产生,通过电网输送到千家万户,供工业、农业和居民使用。各国可以根据其资源分布,着重发展相应的电力技术,形成供求总量的平衡。

从上面的统计分析可以看出,在今天这样的历史条件下,随着石油资源的减少,油价的不断攀升,要实行能源的多元化,维护国家能源安全,保障社会可持续发展,迫切需要发展电动汽车。

(3) 汽车产业的发展需要发展电动汽车

电动汽车惯有“第一商品”的美誉,因为汽车工业的发展,可以带动众多产业发展。一辆轿车的零部件数以万计,附加值很高,可推动一系列产业发展。据美国统计,天然橡胶的70%,工业机器人的60%都用于汽车生产。一般估计,轿车工业产值每增加一个单位,相关行业至少增加工业产值2.67个单位。因此,汽车工业也就成为了衡量一个国家工业化水平以及综合科技水平的重要标志。而代表汽车发展方向的电动汽车的发展更体现了一个国家的科技水平和工业化水平,更能带动相关行业的发展。

为了减少尾气排放对大气的污染,世界各国已经相继出台了越来越严格的排放法规。汽车制造企业为减少尾气污染而对传统内燃机汽车采取的复杂技术改造已经导致了传统汽车的造价不断上升,利润空间越来越小,长此以往将不利于汽车工业的发展。而且加入世贸组织之后,再靠关税、靠政策来保护本国利益已经不行了。发达国家一般靠标准,不够标准的汽车就被排斥在外。

如果我国在电动汽车的发展上取得了成功，我们就可以制定汽车尾气的排放标准，以保护本国的合法权益。因此发展电动汽车是增强民族汽车工业国际竞争力的重要战略措施。

在电动汽车领域，目前我国和西方发达国家处在同一起跑线上，某些方面还处于世界领先地位，这为我国汽车工业技术实现跨越发展提供了一次历史性的机遇。更重要的是我国还有后发优势。有关分析认为，电动汽车所以在西方没有发展起来，表面原因是成本没有降到可以与燃油汽车相竞争的水平，但更深层次的原因是传统汽车工业强大的惯性，因为生产电动汽车不仅仅是发动机的更改，而且是设计、制造、材料、电气、控制和整个社会服务体系的全面的变革。这就意味着以传统汽车工业为基础的国家，整个工业体系面临巨大调整，代价难以承受。这实际上为我国提供了一个机会，我国汽车工业和西方相比，相对弱小，没有结构调整的沉重的包袱，这便是可以充分利用的后发优势。

2. 环境影响经济评价的必要性

(1) 环境影响经济评价的涵义

环境影响经济评价是指有关人员为了特定的目的，采用科学的评价方法，依据相关的标准和程序对环境影响所导致的损害和效益进行货币化计量的过程。具体来说就是评价主体如何获取有关客体的信息以及采用何种评价方法对这些信息进行处理，是探求被评估环境影响实际价值的过程，是主观评价与客观计算的统一。因此，环境影响经济评价工作是一种跨学科、跨层次的综合性工作，既要求社会科学与自然科学的综合，又要求决策层、执行层和研究层的结合。

(2) 环境影响经济评价的基本要素

①评价主体

环境影响经济评价人员必须具备一定的环境、经济和管理的基础知识和相关知识，并了解市场经济体制下的经济运行规律。

②评价目的

环境影响经济评价的目的必须十分明确，只有明确了目的，才能采用相应的评估方法来进行评估。

③评价标准

环境影响经济评价必须执行统一的标准，即计量-反应关系标准、价格标准和时间标准。

④评价程序

环境影响经济评价要按照法定或常规程序进行，不能随意进行，这样才能保证评价信息获得的客观性，保证评价的科学性和可接受性。但是，不同类型的环境影响具有不同的评价程序。

⑤评价方法

环境影响经济评价必须采用科学的评估方法。目前主要方法有：直接市场评价法、替代市场评价法、权变评价法和成果参照法，这些方法是在理论和实践经验总结的基础上形成的，具有一定的科学性。应根据不同的评估对象和评估条件来做出相应的选择。

⑥评价客体

评价客体总是处于一定的历史环境中，虽然环境影响经济评价的结果是被评价环境影响的现时经济价值，但在评估时要充分考虑环境影响的过去和未来状况。

(3) 环境影响经济评价的必要性

环境影响经济评价是连接经济系统和环境系统的桥梁，可以将无明确价值和无直接市场价值的环境事物进行定性和定量的分析和评价，有利于贯彻实施经济建设、城乡建设、环境建设同步规划、同步实施、同步发展的环境保护方针，实现经济效益、社会效益和环境效益的统一增长。环境影响经济评价的必要性主要体现在下面几个方面。

①实施可持续发展战略的需要

《21世纪议程》中指出“要将环境成本纳入各项经济分析和决策过程，改变过去无偿使用环境并将环境成本转嫁给社会的作法”。而我国目前可持续发展指标体系构建不全，已经建立的可持续发展指标体系没有统一的判断标准，尚不能进行系统科学的评价和决策，实际操作性差。故要使可持续发展战略真正得到贯彻执行，就要开展环境影响经济评价，并纳入到各种开发活动的管理体系中考虑。

②有助于对传统的国民经济核算体系进行改造

要想真实地反映国民财富状况，就必须对现有的国民经济核算体系进行改造，将环境的变动状况综合地反映到国民经济核算体系中去，从而为国民经济管理提供一个经济运行的真实显示和总体绩效考核标准，用货币价值这一共同的量度将环境资源与其他经济财富统一起来。即对环境影响经济评价的研究，将有利于推进早日把环境核算纳入到我国国民经济核算体系中。

③环境管理科学化的需要

环境系统所提供的服务与市场有着直接或间接的联系，但由

于外部性、公共物品属性和其他因素的存在，市场往往不能准确反映环境服务的价值，甚至有可能完全忽略了。所以要对环境服务进行有效地评估，必须进行环境影响经济评价。

④为生态补偿提供明确的依据

生态补偿是由生态建设的特殊性、环境保护的迫切性决定的。而要进行生态补偿首要问题是如何确定生态补偿的数额。这就需要由对生态影响进行经济评价，运用环境损益的货币化价值，定量评价环境影响，确定生态补偿的数量。

⑤提高环境影响评价的有效性

我国目前对建设项目和区域开发所运用的评价模式没有具体考虑环境影响所产生的费用和效益，存在诸多弊端。为了进一步提高环境影响评价的有效性，就要进行环境影响经济评价，运用经济学手段对缺乏市场价格的自然资源和环境质量进行定量分析。

⑥有利于环境保护的公众参与

在市场经济体制下，为了真正赋予公众参与环境与发展战略实施过程的监督管理权利，逐步建立起公众参与社会经济发展决策的机制，就必须加强环境影响经济评价的研究，将环境影响的具体物理量转化为价值量，使公众能够真正的了解环境影响的经济损益。

⑦适应加入世界贸易组织以后新形势的需要

加入“WTO”后，我国的经济总量会大规模扩张，所需的资源和能源会大大增加，这将会加剧破坏生态环境。如果不对开发建设过程中受影响的生态环境进行公平合理的经济评价，必然造成我国自然资本存量的大量减少，并导致国有环境资产的大量流失。所以为了在新形势下保证我国可持续发展的潜力，就必须开展环境影响经济评价。

三、电动汽车环境影响经济评价的目的及意义

电动汽车与传统汽车相比，在理论上具有不可比拟的环保和节能优势，是解决人类能源和环境压力的最有效手段，也是国际汽车工业发展的潮流和热点。但是由于技术、市场、价格和管理等等因素，电动汽车在我国还未得到人们的完全认知，并没有被绝大多数的消费者所接受，还没有成为时代发展的主流。在这种情况下，进行电动汽车环境影响经济评价具有重要的意义。

(1) 有利于将电动汽车的社会效益和环境效益量化, 对其准确定值。

目前国内外电动汽车多采用锂、镍氢电池为动力, 由于电池的成本较高, 致使整车的价格要比市场上的同类产品高出许多, 致使电动汽车尚未形成市场的竞争能力, 既没有批量生产, 也没有选择的余地, 而各国主要汽车生产厂商主要追求的目标是现生产, 即以最低的成本达到市场的最大化, 尽可能地扩大现生产的产量, 最大可能地提高质量和降低价格, 将市场由本国扩张到世界, 这一事实和趋势仍将会持续相当长的时间。因此, 目前汽车市场上占主导地位的仍然是燃油汽车, 电动汽车不论在市场占有的份额, 还是在宣传的力度上, 都无法与它们相提并论, 单纯直观的从市场上来看, 电动汽车还难以有很好的发展前景和迅猛的发展势头, 因此需要对电动汽车进行环境影响经济评价, 以真实体现其巨大的社会效益和环境效益。

(2) 有利于对电动汽车进行科学的评价和决策, 以使可持续发展战略得到真正的体现和实现。

电动汽车在市场上的可比较选择的品种太少, 在性能、规格、条件、价格等各方面无法满足各类消费者的需求。许多资料表明, 在未来的 10 年左右时间内, 汽油、柴油车仍将占市场的主导地位, 而电动汽车的推广和普及还需要相当一段时间和非常大的投入。尤其是在我国这样一个以发展经济为主的国家, 单纯从市场的价格和商业利益来决定电动汽车的取舍, 是不符合可持续发展理念的, 更会拉大与国际上一些发达国家的差距。因此对电动汽车进行环境影响经济评价, 有助于对电动汽车做出科学的评价和定位, 从而有助于国家制定相关的扶持政策、产业优惠政策和法律法规, 以推动电动汽车产业的发展, 实现社会和经济的可持续发展。

(3) 有利于清楚的体现电动汽车的外部性特征, 调动公众的参与意识。

要保障电动汽车在我国的顺利健康发展, 必须充分认识到电动汽车是具有典型外部性经济效果的事物, 对它进行环境影响经济评价, 将它的环境效益进行量化, 使公众能够认识到电动汽车的真实价值, 并且认识到发展实行电动汽车对国家和民族的重要意义, 从而有助于调动广大群众的参与意识, 并积极响应和支持国家和相关部门的政策, 有助于推动电动汽车在我国发展的进程。

(4) 有利于改善现有的管理体制, 以促进电动汽车产业的发展。

我国一直以来实行的是以政府为主体的环境管理体制, 对环境污染负主要责任的企业和其他单位是国家和政府的附属物, 相

应的环境保护责任和环保投资，从本质上说都是由国家和政府承担的。各种具体的环境保护事务，也都是由从中央到地方的各级政府直接组织完成的，缺乏社会各界的参与，这也致使公众在解决环境问题方面完全依赖政府。因此对电动汽车的运行进行环境影响经济评价，可以调动相关各个部门的参与意识，更加明确相关领域的权利和义务，有助于国家相关政策或法律法规的实施运行。

如果将电动汽车的生命周期分为研制生产——运行使用——废弃处理三个阶段，但是由于电动汽车还处于研制阶段，未进行批量生产，所以电动汽车在生产研制中和废弃电池对环境产生的污染还无确定值，随着技术和工艺的发展，生产规模的扩大，前后两个阶段的污染或是效益是可以得到量化的，故本次电动汽车环境影响经济评价对这两个阶段不予考虑，只研究其运行使用阶段，来探求对电动汽车的期望值和支付意愿。

第三章 电动汽车环境影响经济评价的方法选择

一、环境影响经济评价的基本方法

环境影响经济评价的分类依据不同的标准有多种分法，按照下面两个标准将其分类。一个是采用直接的货币化方法，还是采用通过人们的行为进行观察的间接货币化方法；另一个是按照真实的支付意愿，还是按照假设的并没有实际发生的支付意愿。按照上述方法可将其分为四类：直接市场评价法、间接市场评价法、权变评价法和成果参照法。

下面对这四类方法的适用范围和特点做一具体的介绍和分析。

1. 直接市场评价法

直接市场评价法是把环境质量看成为一个生产要素，根据生产率的变动情况来评价环境质量的变动所产生的影响的一种方法。它直接运用货币价格，对因环境变化而导致的对生产的物理影响赋予一个市场价值，故又称物理影响的市场评价法。直接市场评价法主要适用条件有：① 环境影响的物理效果明显，并能够观察出来或者能够用实证方法获得；② 当确定某一环境因子变化对受体的影响时，能够将其从其它影响因子中分离出来；③ 环境质量变化直接增加或减少商品或劳务的产出，这种商品或服务是市场化的，或是潜在的、可交易的，甚至它们有市场化的替代物；④ 市场是成熟的、有效的，市场运行良好，市场价格是一个产品或服务的经济价值的良好指标。直接市场评价法一般分为生产效应法、人力资本法、重置成本法和机会成本法。

直接市场评价法是应用最广、最容易理解的价值评估技术。具有直观、易于计算、易于调整等优点；但由于该方法的建立是基于所观察到的市场行为，当市场发育不良或者存在扭曲以及当产出的变化可能对价格产生重大影响时，它就显示了很大的局限性。

2. 间接市场评价法

间接评价法是使用替代物的市场价格来衡量没有市场价格的环境物品的价值的一种方法。它通过考察人们与市场相关的行为，特别是在与环境联系紧密的市场中所支付的价格或他们获得的利益，间接推断出人们对环境的偏好，以此来估算环境质量变化的经济价值，即利用市场交易的某物品所支付的价格来估算某种环境物品或服务的隐含价格。使用间接评价法的关键是确定哪些可交易的市场制品是环境物品的可以接受的替代物。它又可分为内涵房地产价值法、工资差额法、旅行费用法和防护支出法。

间接评价法的优点是能够利用直接市场评价法所无法利用的信息来进行评估；但它与得出的结果要比直接市场评价法的可信度低得多，并且它需要大量的数据，要求很高的经济和统计技巧，要求市场是成熟稳定的，这些因素都限制了它的应用范围。

3. 权变评价法

权变评价法以调查问卷为工具来评价被调查者对缺乏市场的物品或服务所赋予的价值的价值的方法，通过询问人们对于环境质量改善的支付意愿或忍受环境损失的受偿意愿来推导出环境物品的价格，又称为意愿调查评估法、条件价值法和或然估计法。它主要的适用条件是：①环境变化对于市场产出没有直接的影响；②难以直接通过市场获取人们对物品或服务的偏好的信息；③样本人群具有代表性，对所调查的问题感兴趣并且有相当程度的了解；④有充足的时间和人力进行调查。权变评价法又可以分为投标博弈法、比较博弈法（权衡博弈法）、无费用选择法、优先性评价法、专家调查法（又称德尔菲法）。

权变评价法适用于缺乏市场价格和替代商品价格的评估，是“公共物品”价值评估的一种重要方法，是政府决策的一种科学有效的工具。它特别适宜那些选择价值占有较大比重的独特景观和文物古迹价值等环境服务价值的评估。但是它也存在着结果不可靠的问题，当被调查者的环境意识以及政府对环境信息的公开程度等都会影响到评估结果的准确性。

4. 成果参照法

成果参照法是把一定范围内可信的货币价值赋予受项目影响的非市场销售的物品或服务，是采用一种或多种经济评价方法的研究结果来估计类似环境影响的经济价值，并经修正、调整后移植到被评价的项目。它的适用条件为：① 参照的是基本方法的科学样品；② 评价的是相似的资源；③ 对资源的影响在类型和程度上是相似的；④ 当地人口的社会经济状况是类似的或可说明的；⑤ 对于受影响资源的产权的文化理解是类似的。

成果参照法是最简单、最直观的经济评价方法，但当选取的参照物或标准不当时，可能产生很大的偏差。

表 8 环境影响经济评价的基本方法

环境影响	评价方法选择
生产力	直接市场评价法 防护支出法 重置成本法 机会成本法
健康影响	人力资本法 疾病费用法 防护支出法 权变评价法
舒适性	旅行费用法 内涵房地产价值法 权变评价法
选择价值	权变评价法

二、环境影响经济评价的影响因素

1. 环境资源本身特性的影响

① 环境资源的系统性

环境资源是由相互依赖、相互作用的各个组成要素构成的，具有特定功能的有机整体。故对环境影响进行经济评价必须树立

系统观点，用系统的思想和方法去分析评价对象内部各要素之间的结构和联系，要充分考虑该环境资源的整体价值。

② 环境资源的多用途性

环境资源是一个有着多种用途的复合系统，它可以为经济系统提供多种服务，这就决定了它的多价值性，从而导致了环境资源价值评价的复杂性。进行评价时要根据一定的标准，避免重复计算或漏算。

③ 环境资源的唯一性

唯一性是未受损坏的环境资源的一种属性，是难以被完全替代的。所以在进行影响经济评价时，不能单纯的使用直接市场评价法或替代市场评价法。

④ 环境影响的不确定性

由于现有的科技水平和信息获得的不完全性，在进行项目决策和管理时无法准确的预见将会带来的环境影响，通常要采用一定的修正方法。

⑤ 环境影响的累计性

任何一种社会活动或开发项目对环境所造成的影响是一种累积的影响或综合的影响，而进行影响经济评价时往往主要集中于研究由单一活动所带来的后果，必将引起结果缺乏科学性。故作评价时应该不局限于时间和地点，应在更大的空间尺度上进行。

⑥ 环境资源的外部性

外部性是指一个个体对其他个体产生了影响，但并没有为此影响进行赔偿或因此而获得补偿。外部性可能是当地的或外地的，可能是长期的或短期的，这使经济评价更为复杂化。如果不包括所有的环境影响，经济评价永远无法反映经济活动所带来的全部真实价值。

⑦ 环境资源的公共物品属性

很多环境资源具有公共物品属性，即具有非竞争性或消费非排他性。这使得环境影响经济评价不能用直接市场评价法来简单的完成，在不存在替代产品的时候，也不能单纯的用替代市场评价法，通常此类采用权变评价法。

2. 社会经济条件的影响

环境影响经济评价的结果，是一定社会经济条件的产物，其在总体上和大趋势上与特定的社会经济发展水平相对应。它受一个国家的经济增长模式、经济发展水平、收入分配状况等因素的

影响。

近些年来，国际上环境经济学界的研究者们用大量的统计数据证明了环境库兹涅茨曲线(Selden, T.M. and D. Song, 1994)，发现环境质量变化和经济增长之间的确存在倒“U”型关系(见图1)。按照两者发展的协调程度，可对应形成三条发展轨迹：极不协调的情况下形成 ABCD 轨迹，超过警戒线 (L2)，社会经济将会出现崩溃；协调发展的前提下形成 ABEF 轨迹；先走不协调发展，后经环境治理实现协调发展，从而走上 ABCTEF 轨迹。以环境质量是否维持在安全警戒线 (L1) 以下为标准，确定环境与经济是否协调发展。很显然，不同的经济增长模式所带来的环境影响的经济损失是完全不同的。

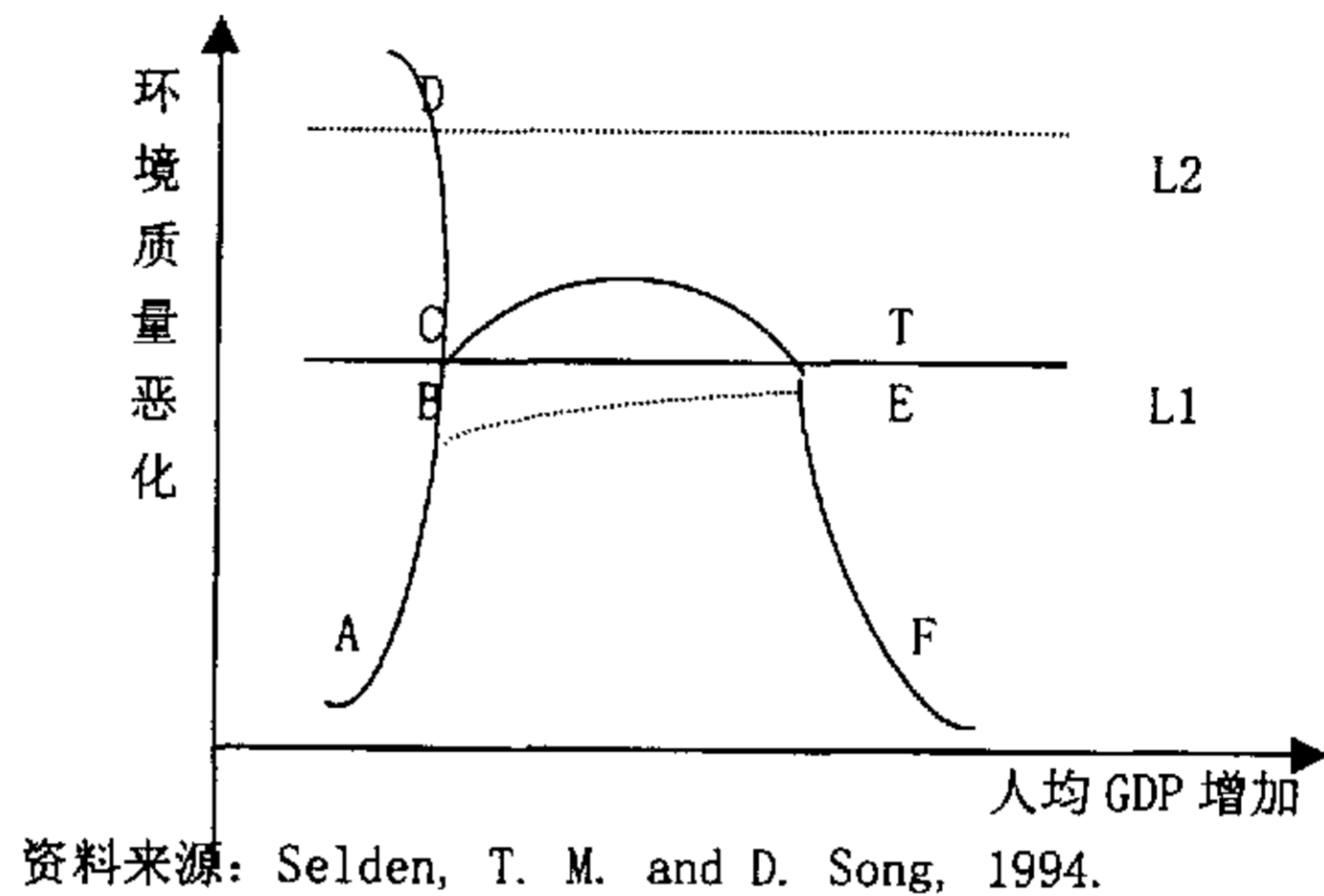


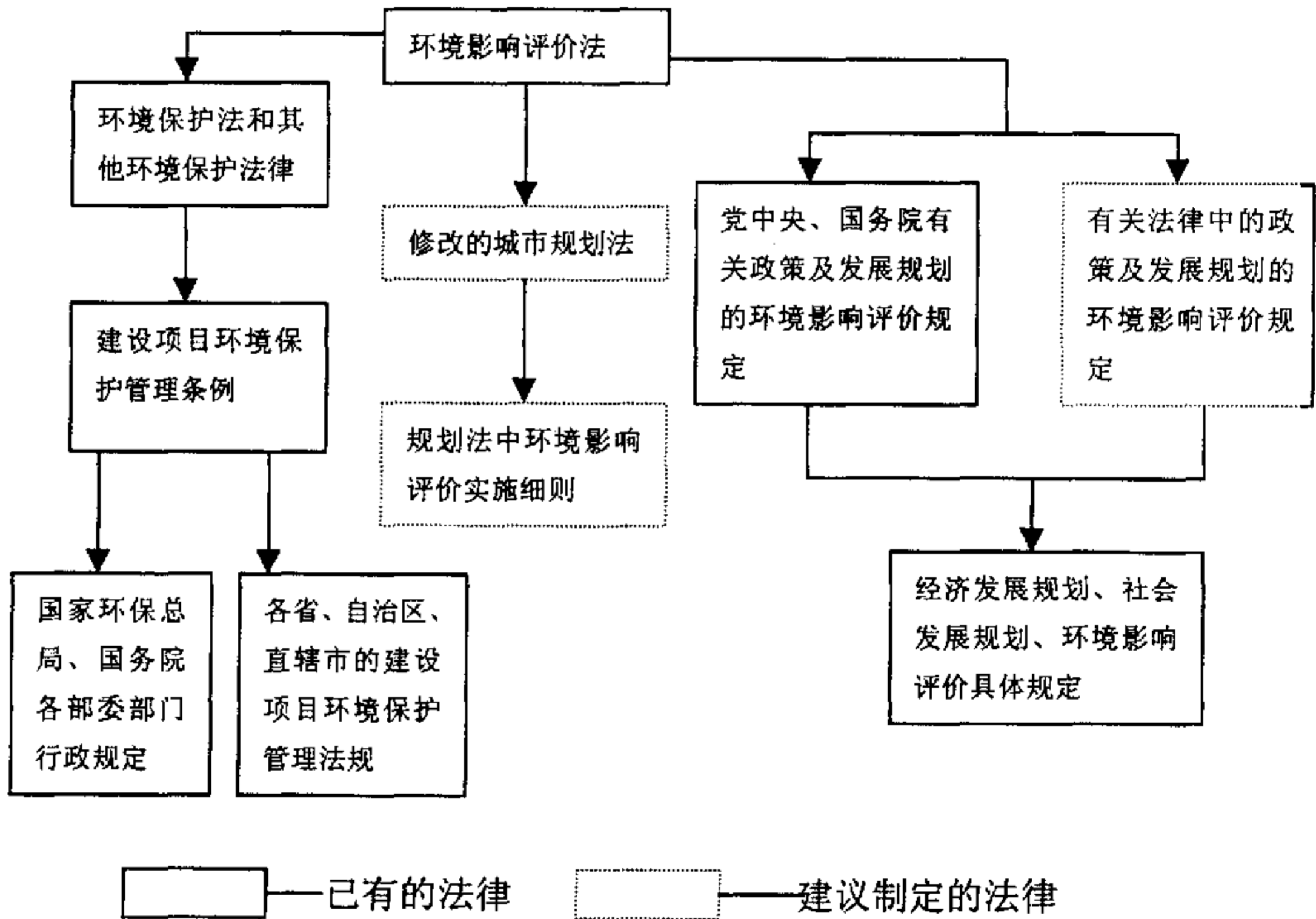
图1 经济增长与环境质量的库兹涅茨关系示意图

这条曲线对于发达国家和新兴工业化国家在工业化时期都是普遍适用的，如美国、西欧、日本、韩国、新加坡等的经验分析均符合倒“U”型的环境库兹涅茨曲线的特征。但是，由于不同国家的环境经济发展初始状态、过程特征和发展水平各不相同，所以国外有关经济增长与环境之间的关系模式对于我国只具有借鉴意义。目前，我国在总体上还未摆脱“高增长、高污染”并存的局面。而且，从我国的经济增长特点（第二产业增长速度快、比重大，对环境资源的依赖程度高，环境污染较为严重）以及能源结构特点来看，这样的“高增长、高污染”的趋势在短期内是不会改变的。因此，从中国环境质量变化的现实情况来看，能够在经济高速增长时期保持环境质量不进一步恶化已属不易，从全

局上实现环境质量的显著改善在一定时期内只是一个理想化的目标，在这种情况下，更应该宣扬清洁生产、变末端治理为前端防治、废物的资源化利用、推广清洁汽车等等这些具有巨大环境、社会和经济效益的环境手段。

3. 社会制度的影响

环境影响经济评价结构是否真实可靠，是否统一规范，是此评价成功与否的关键。所以国家必须颁布一些法律、法规及规章制度来引导和制约环境影响经济评价，使其结果具有一定的统一性、规范性和权威性。按照理想模式应建立环境影响评价制度的法规体系，如图 2 所示。



资料来源：曾贤刚编著《环境影响经济评价》。

图 2 环境影响评价法规体系

三、电动汽车环境影响经济评价的方法选择

1. 方法选择的依据

不能盲目的将一种环境影响经济评价方法任意应用于所有的项目，也不能针对一个项目采用所用的评价方法，何时选用何种方法，通常要遵循一定的依据。电动汽车评价方法的选择要依据如下几点。

(1) 影响的相对重要性

首先要对电动汽车运行实用阶段进行分析，考虑其所产生的所有环境影响。这些环境影响包括：

①有助于对城市大气环境质量的改善；

②有助于对城市噪音状况的改善；

③将会改变我国的能源结构，减少对一些稀缺性能源的使用。

对于影响①和②可以采用权变评价法，对于③可以采用权变评价法和替代市场评价法。

(2) 可获得的信息

选择环境影响经济评价方法的第二个因素是考虑信息的种类和可获得的信息的量，以及获得信息的可行性和费用。由于电动汽车市场的缺乏和市场发育尚不完善，难以获得准确可靠的市场信息，不能简单的采用直接市场评价法。并且电动汽车具有明显的外部性和公共物品的属性，难以找到完美的市场替代品，而且需要在评价时获得方方面面的信息，以综合的考证，这一切因素决定了电动汽车宜采用权变评价法。

(3) 研究经费和时间

选择什么样的环境影响经济评价方法还要考虑到研究经费的多少以及时间的长短。

2. 方法的确定及应注意的问题

综合上述，选择权变评价法作为电动汽车环境影响经济评价的最佳评价方法。权变评价法要求进行大量的数据收集和处理，其结果取决于被调查者对某一环境变化可能对其自身的影响的理解，取决于从实际收入角度来看被调查者所选宣称的支付意愿与接受意愿的真实性。因此被调查者的环境意识以及政府对环境信

息的公开程度等都会影响到评估结果的准确性。对于收入分配不公平和地区间的绝对贫富差距，应该区分不同阶层和地区被调查者所持有的相对价值尺度。

由于目前生活水平的提高，汽车拥有率的上升，人们环保意识的增强，在评价中是可以得到比较科学的答案的，况且电动汽车涉及到百姓的自身生活，是比较容易得出真实的结论的。所以在进行该项目的评价时，一是要注意调查问卷的科学性和实用性，还要注意被调查人群，这要求他们具有一定程度的教育水平，一定程度的环保理念，以及不是贫困人群。

第四章 电动汽车环境影响经济评价

一、电动汽车环境影响经济评价具体操作

1. 确定研究方向，明确研究任务

本论文的研究方向为电动汽车环境影响经济评价，力求通过调查研究，推断出：电动汽车不仅在理论上具有可行性和与传统燃油汽车相竞争的优势，在实际市场中也具有发展的巨大优势。通过对不同群体的抽样调查，统计出电动汽车现阶段被人们所接受的程度和人们对它的期望值，从而有助于国家制定相关的优惠政策和法律法规，进行科学的环境管理，来推动电动汽车在我国的发展，同时也有助于调动全民的参与意识，保证电动汽车在我国的顺利健康发展。

2. 进行理论准备和研究假设

(1) 环境价值的构成

本论文的研究对象——电动汽车的价值构成应该是它的直接使用价值和间接使用价值的总和。直接使用价值是直接满足人们生产和消费的需求的价值，在市场上是直接量化出来的，现在市场上电动汽车的售价一般比普通燃油汽车要贵一些，这在一定程度上也影响了它的普遍性和推广性。间接使用价值是在支持目前的生产和消费时间间接获得的利益。电动汽车的实行改善了大气的环境质量，减少了噪声的污染，解决了能源危机的问题，并带动了相关产业的发展，因此电动汽车的间接使用价值是它的价值构成的重要部分，也是本论文研究的重点。

(2) 支付意愿和消费者剩余

支付意愿 (willingness to pay, WTP) 是指消费者为获得一种物品或服务而愿意支付的最大货币量，是环境资源评估的根本。从消费者的角度，支付意愿是“人们行为价值表达的自动指示器”；而从出售者的角度看，人们接受补偿的意愿 (willingness to accept compensation, WAC) 也是“人们行为价值表达的自动指示器”。，因此，WTP 和 WAC 都可用来表达环境影响的经济价值，其具体方

法如下：

环境影响的经济效益测定：

(a)用 WTP，即人们获得环境效益的 WTP

(b)用 WAC，即人们放弃环境效益的 WAC

环境影响的经济损失测定：

(a)用 WTP，即人们阻止环境损失的 WTP

(b)用 WAC，即人们容忍环境损失的 WAC

从理论上讲，环境影响的经济效益或损失既可用 WTP 测定也可用 WAC 测定，并且二者应该相等。但研究表明：WAC 无一例外的大于 WTP，并且 WAC 约是 WTP 的 1~10 倍。所以环境影响的经济评价一般都采用 WTP，而 WAC 只用于一些比较研究。

消费者剩余是消费者购买商品愿意支付的资金与实际支出资金的差，本质上反映了消费者购买商品的“心理收益”。

消费者剩余、支付意愿和市场价格之间密切相关，可用如下的表达式表达他们之间的联系和区别。

消费者剩余=支付意愿-市场价格

当市场价格很低或接近于零的商品（如环境资源），消费者剩余也就等于支付意愿，并可以用消费者剩余表征其经济价值（见图 3）。

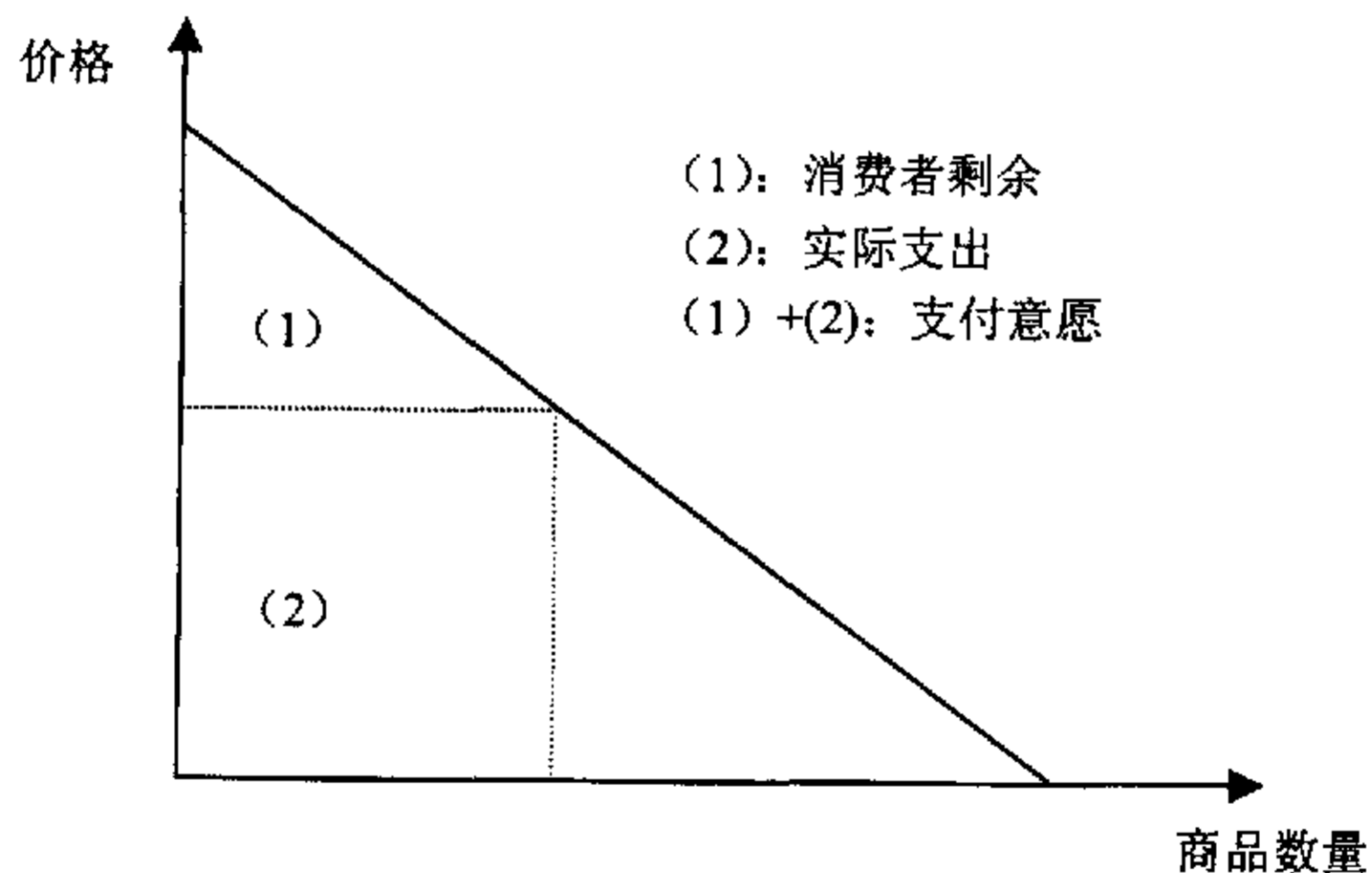


图 3 支付意愿、消费者剩余和市场价格示意图

3. 调查问卷的设计

(1) 调查问卷的结构

调查问卷是权变评价法中用来收集资料的工具，它在形式上是一份精心设计的问题表格，其用途是用来测量人们的行为、态度和社会特征的。通常包括如下几个部分。

① 封面信

即为一封致读者的短信。作用在于相对被调查者介绍和说明调查的目的、调查单位或调查者的身份、调查的大致内容、调查对象的选取方法和对结果保密的措施。

② 指导语

即用来指导被调查者填写问卷的各种解释和说明。

③ 问题和答案

这部分是问卷的主体，指通过什么方式询问被调查者的支付意愿。它主要分为两大类：一类是直接问题或开放式问题，即提问被调查者为环境物品愿意支付的最大金额；另一类是“是/否”型问题或封闭式问题，即对一个已经确定需支付环境物品的费用询问被调查者是否接受。常用的提问方式有自由回答、投标博弈、出价卡片、两项选择和德尔菲法等。采用不同的提问方式时，被调查者所表达的支付意愿大小可能会有差别，故应在问卷中向被调查者说明。

④ 编码

在以封闭式问题为主的问卷中，为了将被调查者的回答转换为数字输入计算机进行处理和定量分析，需要对回答结果进行编码，即赋予每一个问题及答案一个数字为它的代码。编码即可以在问卷设计的同时就设计好，也可以等调查完成后再进行。

本论文的调查问卷主要包括上述四个部分。由于主要是要调查一定的群体对电动汽车的接受程度、认知程度和支付意愿，因此首先对电动汽车做一个简单的介绍，并对调查问卷的填写做一个说明。问卷的核心是问题和答案部分，采用直接问题方式来提问。等调查问卷完成后，按时间顺序进行编码，以备接下来的统计分析。

(2) 调查问卷的设计步骤

① 探索性工作

要设计一份调查问卷，第一步工作并不是马上动手去列出要调查的问题，而是要先做一定的探索性工作，即先摸摸底，熟悉

和了解一些基本的情况，以便对各种问题的提法和可能的回答有一个初步的认识。故在起草这份调查问卷之前，首先明确调查的目的，选择了几个典型的调查类型（即为具有一定知识文化的中青年），围绕所要调查的问题，自然的、随便的和各个对象交谈，并留心观察他们的特征、行为和态度。这样通过交谈，常常可以避免在设计问卷时，出现含糊的问题，产生不确切的答案，也可以避免设计出不符合客观实际的回答来。

② 设计问卷初稿

经过了探索性工作后，接下来就可以动手设计问卷初稿了。一般来说，调查问卷的设计主要有两种做法，一种是卡片法，另一种是框图法。

对于电动汽车市场的调查问卷的设计采用框图法。

首先勾画出调查问卷的主要构成和各部分的前后顺序；然后，针对每个部分的内容，在卡片上写出一个个问题；并调整问题间的顺序，进行修改，从而形成初稿。由于电动汽车的环保性，而且作为一种新兴的事物，并未为大部分人所完全认知，故本调查问卷应采用循序善诱的方式，大致分为3个部分，首先测试群体对环境的热爱和关注程度，从侧面反映群体对电动汽车的接受程度；然后测试群体对电动汽车的认知和接受程度；最后是对被调查者做一个基本情况的统计。

③ 试用

问卷初稿设计好后，一般不宜直接将它用于正式调查，而必须对问卷初稿进行试用和修改，试用这一步在问卷设计的过程中至关重要。试用问卷初稿的方法有两种：一种是客观检验法；另一种是主观评价法。

本调查问卷采用客观检验法。具体做法是：将问卷初稿打印若干份，采用非随机抽样的方法选取一个小样本，用这些问卷初稿对被调查群体进行测试，经过认真检查和分析试调查的结果，从中发现问题和缺陷并进行修改。检查和分析主要有以下几个方面。

a. 回收率。如果回收率较低，比如说60%以下，那么说明问卷设计上较大的问题。

b. 有效回收率，即扣除各种废卷后的回收率。收回的废卷越多，说明填答完整的就越少，这也意味着问卷初稿中的毛病可能越多。

c. 填写错误。主要有两类：一是填写内容的错误，即答非所问，这是由于对问题含义不理解或误解造成的，对于这种情况，

一定要仔细检查问题是否准确、清晰，含义是否明确具体；另一是填写方式的错误，这主要是由于问题形式过于复杂，指导语不明确所致。

而主观评价法具体是将设计好的问卷复印若干份，分别送给该研究领域的专家、研究人员以及典型的被调查者，请他们直接阅读和分析问卷初稿，并根据他们的经验和认识对问卷进行评论，指出不妥之处。此种试用方法更具权威性，但正是由于本次被调查对象的特定性和电动汽车的特殊性，故选择了客观检验法。

④ 改定稿并印刷

根据客观检验法进行试用，找出问卷初稿中所存在的问题后，逐一对问卷初稿中的毛病进行认真分析和修改，最后才能定稿。只有经过了试用和修改，并对校样反复检查后，才能把问卷确定下来，并用于接下来的正式调查中。

(3) 问卷调查表的具体内容

一般来说，调查问卷表不必套用固定的模式，但必须包括三部分的内容：环境物品、支付工具和评价背景。电动汽车市场调查问卷的具体内容如下。

首先，对电动汽车进行描述，但由于电动汽车尚未成为一种成熟的产品而进入市场，故对其只是进行简单的描述，使调查对象对电动汽车有大致的了解，不对他们产生误导，以利于下面测试他们对电动汽车的认知程度和接受程度，以及对电动汽车发展前景的预测。描述的具体内容包括电动汽车的概念、电动汽车的环保特性、电动汽车的用途。

其次，对于和支付工具有关的各个方面进行清楚的说明。其具体内容应包括支付意愿或受偿意愿方式的选取、对电动汽车和对城市环境改善的支付意愿及支付方式、支付意愿的决策单位、支付数额等。

最后，调查问卷应包括有关调查对象的社会、经济和人口统计方面的一组问题，这些信息对分析和核实其支付意愿是非常必要的，而社会经济背景的调查，依据本次研究目的和实际情况也必须包括进来，例如被调查者的年龄、职业、收入和性别等情况。

(4) 电动汽车环境影响经济评价的调查问卷

电动汽车市场调查问卷

电动汽车是全部或部分由电能驱动电机作为动力系统，符合道路交通、安全法规各项要求的汽车。包括纯电动汽车[指完全由二次电池（如铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池或锂离子电池）提供动力的汽车]、混合动力电动汽车（指内燃机发电，再加上蓄电池的电动汽车，采用内燃机和电动机两种动力）和燃料电池汽车（指以燃料电池作为动力系统的汽车，燃料电池是一种能与燃油发动机相比的电池，可以使用包括再生燃料在内的所有含氢元素的燃料）三种类型。电动汽车具有无排放污染、噪声低、易于操纵、热辐射小、维修及运行成本低等优点，在环保和节能上具有不可比拟的优势，它是解决人类能源和环境压力的有效途径，是一种理想的清洁交通工具，被誉为“绿色汽车”和“明日之星”。发展电动汽车不仅是改善城市环境，维护国家安全，也是保障社会可持续发展的需要。

注：除题 5 和 10 为多项选择外（第 5 题为双选题，第 10 题为三选题），其余各题皆为单选题。

1. 您对所在城区的环境感觉满意吗？
A.满意 B.不满意 C.还可以
2. 您认为要维护好城市的环境主要是谁的职责？
A.政府部门 B.环保部门 C.城市居民 D.排污单位 E.所有成员
3. 您是否对将来的城市环境污染有所担忧？
A.是 B.否 C.无所谓
4. 如果现在有一个公益性的项目来改善您所居住的城市的污染状况，您最多能捐赠多少？
A.50 元以下 B.50~100 元 C.100~500 元 D.500~1000 元
E.1000 元以上 F.0
5. 您认为城市环境污染的主要途径是？
A.工业废弃物 B.生活垃圾 C.汽车尾气 D.城市噪音 E.居民供气和供暖的废气
6. 您认为我国的石油资源是否面临着危机？
A.是 B.否 C.不清楚
7. 您是否希望出现新的能源来改变我们原有的以石油和煤炭为

主的能源结构?

A.是 B.否 C.无所谓

8. 为帮助国家发展新的清洁能源,您最多能捐助多少钱?

A.50元以下 B.50~100元 C.100~500元 D.500~1000元
E.1000元以上 F.0

9. 如果存在一种东西可以保障自己的健康,您愿意付出多大的代价来得到它?

A.1百元 B.1千元 C.1万元 D.2万元 E.无限大的代价
F.无所谓

10. 若您要购买一台汽车,在购买时会更注重哪些方面?

A.外观及设计 B.实用性 C.总体性能 D.环保状况 E.节能状况
F.价格 G.品牌

F.价格 G.品牌

11. 您是否听说过电动汽车?

A.是 B.否

12. 您认为今后电动汽车会成为主流吗?

A.会 B.不会 C.不能确定

13. 您觉得电动汽车的环保特性应该使它比传统的燃油汽车多值多少钱?

A.1千元 B.1万元 C.2万元 D.3万元 E.4万元 F.5万元

14. 要购买一台汽车,在其他指标都相同的情况下,您愿意比燃油汽车多花多少钱而购买电动汽车?

A.5千元以下 B.5千~1万 C.1万~2万 D.2万~4万
E.4万以上 F.0

15. 您参加过公益性的保护环境的活动吗?

A.是 B.否

16. 您的性别是?

A.男 B.女

17. 您的年龄是?

A.20岁以下 B.20~35岁 C.35~50岁 D.50~65岁 E.65岁以上

18. 您所在的单位是?

A.政府部门 B.科研院校 C.外企或民企 D.事业单位 E.自由职业者
F.其他

19. 您的家庭月收入是?

A.3000元以下 B.3000~5000元 C.5000~8000元 D.8000元~10000元
E.10000元以上

本调查问卷的设计主要采用权变评价法的投标博弈法，调查问卷的核心是第 4 题、第 8 题、第 9 题、第 13 和 14 题。题目 11~14 主要是直接询问人们愿意花费多大的代价来接受和拥有电动汽车；题目 4~9 设计的思想来源于清洁生产的内涵，变末端防治为预防为主，人们对于这些公益事业的捐助可以从侧面来体现他们对于电动汽车肯花费的代价，从而间接的反映出人们对于电动汽车的支付意愿。

4. 抽样方案的确定

(1) 抽样的概念

抽样是指从组成某个总体的所有元素的集合中，按照一定的方式选择或者抽取一部分元素的过程，或者说，抽样是从总体中按一定方式选择或抽取样本的过程。

(2) 抽样的程序

① 界定总体 总体就是在具体抽样之前，首先对从中抽取样本的总体范围与界限做明确的界定。主体的界定是由抽样的目的所决定的，必须事先明确总体的范围。另一方面，界定总体也是达到良好的抽样效果的前提条件。根据电动汽车市场调查的目的和抽样的目的，确定本次调查的主体为具有一定知识水平的中青年。

② 制定抽样框 这一步骤的任务就是依据已经明确界定的总体范围，收集总体中全部抽样单位的名单，并通过对名单进行统一编号来建立起供抽样使用的抽样框。电动汽车市场调查分析是分几个阶段、在几个不同的抽样层次上进行的，要分别建立起几个不同的抽样框。

③ 决定抽样方案 依据本次研究的目的和要求、各种抽样方法的特点以及其它相关因素来决定具体采用非概率抽样方法。除了抽样方法的确定以外，还根据调查的要求以及实际情况，确定该样本的规模为 100~200 份。

④ 实际抽取样本 抽取样本的工作就是在上述几个步骤的基础上，严格按照所选定的抽样方法，从抽样框中抽取一个个的抽样单位，构成样本。

⑤ 评估样本质量 即对这些样本的质量、代表性、偏差等进行初步的检验和衡量，其目的是防止由于样本的偏差过大而导致的失误。

(3) 抽样的方法

抽样的最终目的在于通过对样本的统计值的描述来相对准确地勾画出总体的面貌。主要分为概率抽样和非概率抽样。

常用的几种概率抽样方法有简单随机抽样、系统抽样、分层抽样、整群抽样和多段抽样。非概率抽样方法有偶遇抽样、判断抽样、定额抽样、雪球抽样。

电动汽车市场调查问卷主要采用非概率抽样中的判断抽样方法（研究者根据研究的目标和自己主观的分析来选择和确定研究对象的方法）。

(5) 样本规模和抽样误差

样本规模又称为样本容量，它指的是样本中所含个案的多少。一般要求样本数要足够多，以便能反映出被调查区域的人群的情况。实际数目是由所预期的反应多样性程度、希望的准确性等级及估计不回答的比率来决定的。

根据一些专家的看法，应用权变评价法时的样本规模至少不能少于 100 个案。

抽样误差就是用样本值去估计总体值时所出现的误差。它是由于抽样本身的随机性所引起的误差。无论采取什么样的抽样方式，这种误差都是不可避免的，尤其是本次选择的判断抽样方法，它带有较大的主观性，与研究者的实际经验、对对象的熟知程度、调查要求的准确度有很大的关系。

5. 调查资料的收集方法

一般来说，调查研究中的资料收集主要有两种基本类型：一是自填问卷法（指调查者将调查问卷发送给或邮寄给被调查者，由被调查者自己阅读和填答，然后再由调查者收回的方法）；二是结构访问法（指调查者依据结构式的调查问卷，向被调查者逐一的提出问题，并且根据被调查者的回答在问卷上选择合适的答案的方法，包括当面访问法和电话访问法）。

本调查问卷的收集主要采取自填问卷法的邮寄填答法，通过电子邮件来传送调查问卷，这种方法方便简洁，费用低，节省时间、经费和人力，具有很高的效率；具有很好的匿名性，被调查者可以不受他人干扰和影响，有利于他们真实的填答问卷，从而收集到客观真实的资料；可避免人为因素的干扰，在一定程度上可排出调查人员给被调查者所带来的影响。对于上网不方便的群体，则采用了个别发送法，即通过邮寄调查问卷的方式。

6. 调查数据的统计分析

一般来说，主要分三个层次对回收的数据进行分析：列出频度分析，把不同规模的支付意愿与作此声明的数对应起来；将支付意愿的答复与调查对象的社会经济特征及其他有关因素联系起来；采用多变量统计法将答案和调查对象的社会特性相联系。

本调查问卷的统计分析主要采用 SPSS 软件。SPSS 是“社会科学统计软件包” (Statistical Package for the Social Science) 的简称，是一种集成化的计算机数据处理应用软件。1968 年，美国斯坦福大学 H. Nie 等三位大学生开发了最早的 SPSS 统计软件，并于 1975 年在芝加哥成立了 SPSS 公司，已有 30 余年的成长历史，全球约有 25 万家产品用户，广泛分布于通讯、医疗、银行、证券、保险、制造、商业、市场研究、科研、教育等多个领域和行业。SPSS 是世界上公认的三大数据分析软件之一 (SAS、SPSS 和 SYSTAT)。1994 至 1998 年间，SPSS 公司陆续购并了 SYSTAT 公司、BMDP 公司等，由原来单一统计产品开发转向企业、教育科研及政府机构提供全面信息统计决策支持服务。伴随 SPSS 服务领域的扩大和深度的增加，SPSS 公司已决定将其全称更改为 Statistical Product and Service solutions (统计产品与服务解决方案)。

目前，世界上最著名的数据分析软件是 SAS 和 SPSS。SAS 由于是为专业统计分析人员设计的，具有功能强大，灵活多样的特点，为专业人士所喜爱。而 SPSS 是为广大的非专业人士设计，它操作简便，好学易懂，简单实用，因而很受非专业人士的青睐。此外，比起 SAS 软件来，SPSS 主要针对着社会科学研究领域开发，它集数据录入、资料编辑、数据管理、统计分析、报表制作、图形绘制为一体。因而更适合应用于教育科学研究，是国外教育科研人员必备的科研工具。1988 年，中国高教学会首次推广了这种软件，从此成为国内教育科研人员最常用的工具。本次调查问卷的统计分析采用的是 SPSS 的 10.0 版本。

在统计的过程中，需要对数据进行筛选，以筛选那些有疑问的答案、有抵触性的答案和偏差较大者，这样可以减少分析过程中主观偏向和某些极端数据样本的风险。通常情况下要把那些特别极端的回答从有效问卷中剔除，因为这些出价可能是不真实的或是对问题的错误回答。这可以用诸如 5%~10% 的中心剔除点等方法来摘除那些极端的回答。

二、电动汽车环境影响经济评价结果分析

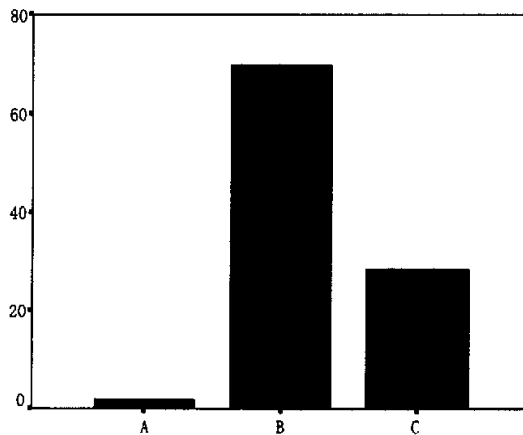
调查问卷设计好后，先要经过试用，本论文采用客观检测法来试用初稿。试验结果表明基本符合调查目的和要求，故直接采用该调查问卷进行调查。问卷的发放和填写主要通过电子邮件的形式。本次调查统计共发放调查问卷 130 份，回收问卷 112 份，回收率为 86.2%。这个比较高的回收率说明此次调查是成功的。问卷经过整理和核查，合格的问卷份数为 106 份，即抽取的样本数为 106，合格率为 94.6%，说明本次调查问卷设计合理，调查结果比较科学。还有一点要说明的是，由于考虑现在的 20~35 岁是将来主要的购车一族，对他们的考察更具实际意义，所以调查问卷的发放主要是针对这个年龄段。

下面就用 SPSS 统计软件对本次调查结果进行统计分析。

(1) 调查分析人们对环境和环境保护的认知度

调查问卷的前 3 题是测试人们对环境的关心程度，以便于分析电动汽车发展的社会背景和发展潜力。

人们对城市环境的满意度

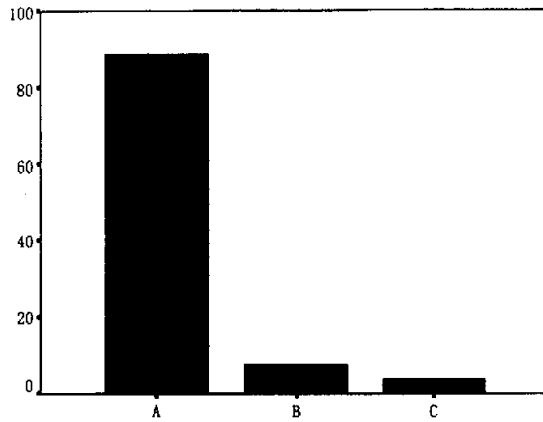


V1

其中 A——满意；B——不满意；C——还可以。

V1 的条形图清晰的表明有 69.8% 的被调查者对所在城区的环境不满意，只有 1.9% 的被调查者感到满意，有 28.3% 的被调查者感到还可以。这表明越来越多的人关心环境，对我们现有的环境不满意，同时说明了改善城市环境的迫切性和必然性。

人们对城市环境污染的关心程度



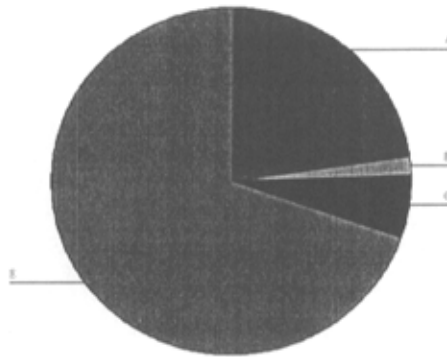
V3

其中 A——担忧；B——不担忧；C——无所谓。

V3 的条形图可以看出有 88.7% 的被调查者对城市的环境污染感到担忧，有 7.5% 的被调查者不担忧，只有 3.8% 的人对此呈不关心的态度。这也说明现在绝大多数的人对城市的环境都很关注，环境的话题已经深入人心。

这些数据表明改善环境质量的必要性和迫切性，如果电动汽车巨大的环保和节能特性为人们所熟知，那么在当前发展电动汽车是有一个有力的社会大环境的。

维护城市环境的职责归属



V2

其中 A——政府部门；B——环保部门；C——城市居民；D——排污单位；E——所有成员。

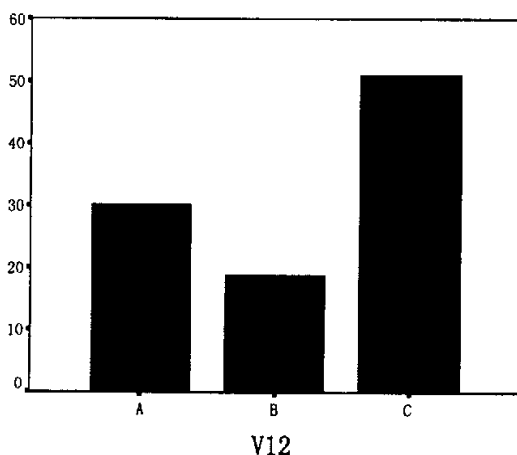
由 V2 图可以得出：占绝对多数的被调查者认为维护好城市的环境是所有成员的职责，约五分之一的人认为这是政府的职责，这个调查的结论表明了人们把搞好城市的环境看作是是所有成员的职责，这其中当然也包括他自己，并且对政府给予很大的期望，还是希望政府的宏观调控和政策法规的出台。所以在电动汽车的推广应用中，要发挥政府的主导职能，调节好各部门和相关产业的关系，注意调动人们的积极性和参与性。

(2) 调查分析人们对电动汽车的认知度

下面重点分析人们对电动汽车的认知度和支付意愿。

调查问卷的第 12 题直接询问了人们对电动汽车的接受性和认知性。

电动汽车是否会成为主流



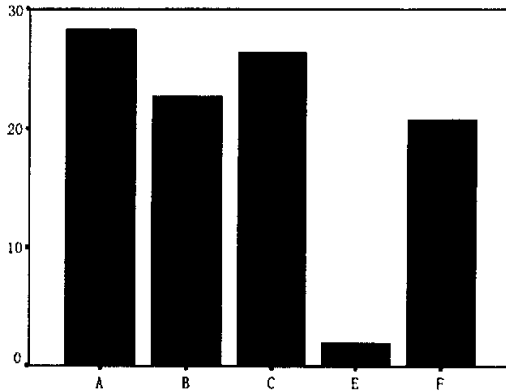
其中 A——会；B——不会；C——不能确定。

从上面的条形图可以看出：不能确定电动汽车的发展趋势的人数占被调查人数的 50%左右，认为电动汽车会成为今后发展主流的人数占 30%，认为电动汽车不会成为今后发展主流的人数占 20%。这些数据表明电动汽车对于大部分人来说都是比较新鲜、不被人们所完全认知的事物，证明目前电动汽车的宣传和推广还比较弱，这就需要相关部门要加大对电动汽车的宣传力度。

(3) 调查分析人们对改善环境和保障健康的支付意愿

调查问卷的第 4 题、第 8 题、第 9 题调查人们对改善环境污染、解决能源危机和保障自己的健康的支付意愿，从侧面统计电动汽车被人们所认可时人们的支付意愿。

为改善城市环境污染的支付意愿

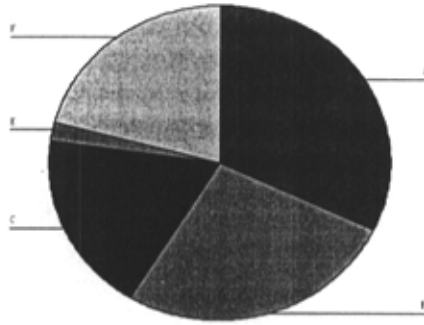


V4

其中 A——50 元以下；B——50~100 元；C——100~500 元；
D——500~1000 元；E——1000 元以上；F——0。

从条形图可以得出：大部分被调查者对于要改善所在城市的环境污染能捐赠 50~1000 元钱，只有 1.9%的比例愿意捐赠多于 1000 元，并且有 20.8%的人不愿意付出。这表明为改善城市环境污染，绝大多数人愿意捐赠，但这有一定的限度。同样道理，要顺利推广电动汽车，要注意从车的价格、电费、税收等多方面来综合考虑和平衡，以使电动汽车的拥有者受到适度的补偿，至少出于环保的意图，要他们多付出如上调查的金钱比例，他们还可以接受继续使用，但超出了上限，电动汽车会受到消费者的抵制，必然会制约其发展。

发展新能源人们的支付意愿

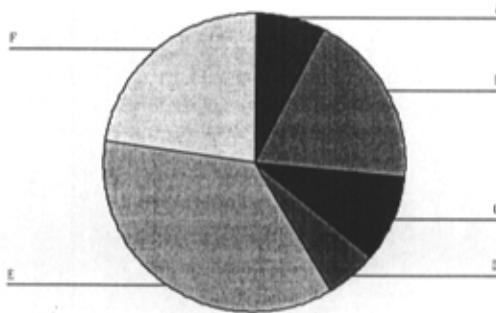


V8

其中 A——50 元以下；B——50~100 元；C——100~500 元；
D——500~1000 元；E——1000 元以上；F——0。

可以看出结论和上一个题的结论相似。绝大多数的被调查这对于发展新能源是坚决拥护支持的，并可以慷慨解囊，只不过支付意愿也是有一个限度，即 0~500 元。这反映出出于解决能源危机和环保的目的，人们使用新能源愿意支付上述的限度。这要求电动汽车所涉及到的能源要合理定价，以保证其顺利发展。

为保障自己的健康人们的支付意愿



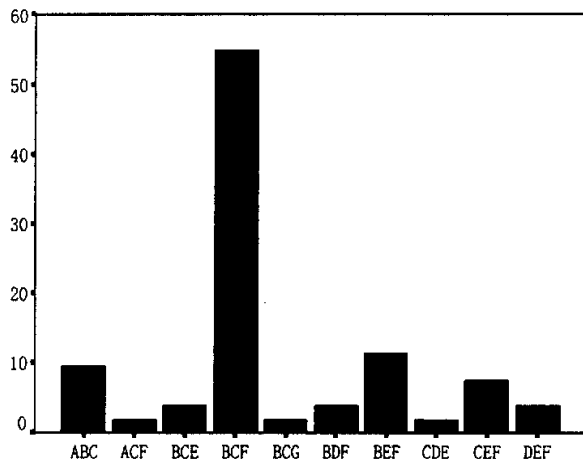
V9

其中 A——1 百元；B——1 千元；C——1 万元；D——2 万元；
E——无限大的代价；F——无所谓。

由图可以看出：由 35.8% 的被调查者为了自己的健康愿意付出无限大的代价，18.9% 的人愿意付出 1000 元，有 22.6% 的人感到无所谓。这说明如果一个环保措施或一个事物能保障人们的健康，大部分人会不计较付出，而且可看出 1000 元是人们普遍可以接受的限度。这为电动汽车的发展推广指明了思路，即要从环保和健康这个理念出发。这些都有助于电动汽车的定价和优惠政策的制定，为领导者提供依据，也有助于政府和相关部门在宣传和推广电动汽车时，以电动汽车能保障人们的健康这个大家最为关心的问题为着眼点，有效的切入市场，获得消费者的青睐。

(4) 调查分析人们对电动汽车的支付意愿

人们购买汽车的侧重点



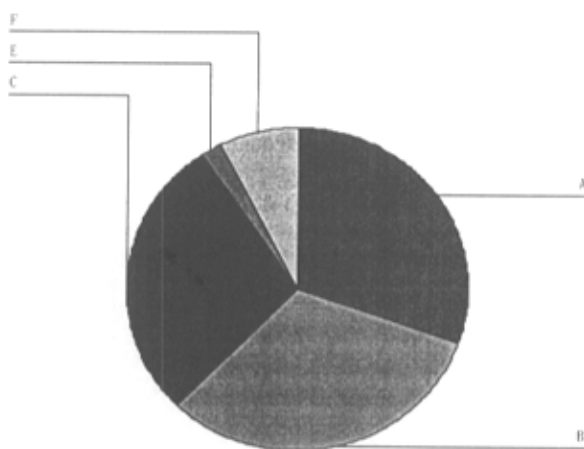
V10

其中 A——外观及设计；B——实用性；C——总体性能；D——环保状况；E——节能状况；F——价格；G——品牌。

第 10 题是一个三选题。主要是测试人们在购买汽车时对一些因素的侧重性，例如：外观、实用性、性能、环保、节能、价

格、品牌。结果表明有 80% 以上的人注重汽车的整体性能, 约 85% 的人认为价格也是一个重要的决定因素, 约 40% 的人注重汽车的节能性。因此在电动汽车正式推向市场时, 其价格应该得到更好的考证, 或配备一些相应的福利措施。而且应根据消费者的侧重点来改进和发展电动汽车。

电动汽车比同类产品高出的价值

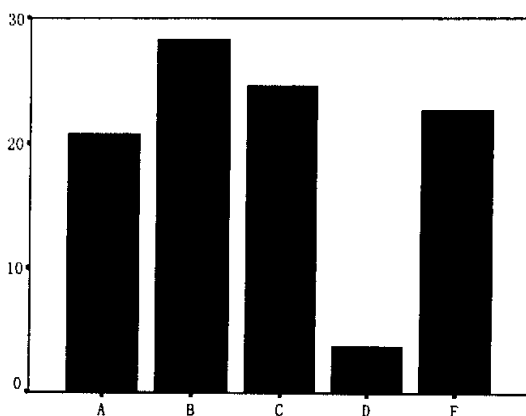


V13

其中 A——1 千元; B——1 万元; C——2 万元; D——3 万元;
E——4 万元; F——5 万元

这道题主要来测试人们对电动汽车的环保特性的认可程度、接受程度和支付意愿。从条形图可以看出: 90.6% 的人认为电动汽车比传统的燃油汽车的价值应高出 1 千~2 万元, 1.9% 的人认为其价值应高 4 万元, 7.5% 的人认为其价值应高 5 万元。从这个结论可以看出: 单纯从环保特性来说, 绝大多数的人们对其的支付意愿为 1 千~2 万元, 唯有一些特别注重环保的人赋予电动汽车更大的理论价值。这些数据为电动汽车大批量进入市场的定价提供了依据, 而且表明人们在目前对电动汽车有了一定的认知度, 为电动汽车的进一步发展提供了美好广阔的前景。

人们对电动汽车的支付意愿



V14

其中 A——5 千元以下；B——5 千~1 万元；C——1 万~2 万元；
D——2 万~4 万元；E——4 万元以上；F——0

这道题主要来直接测试人们对电动汽车的支付意愿。

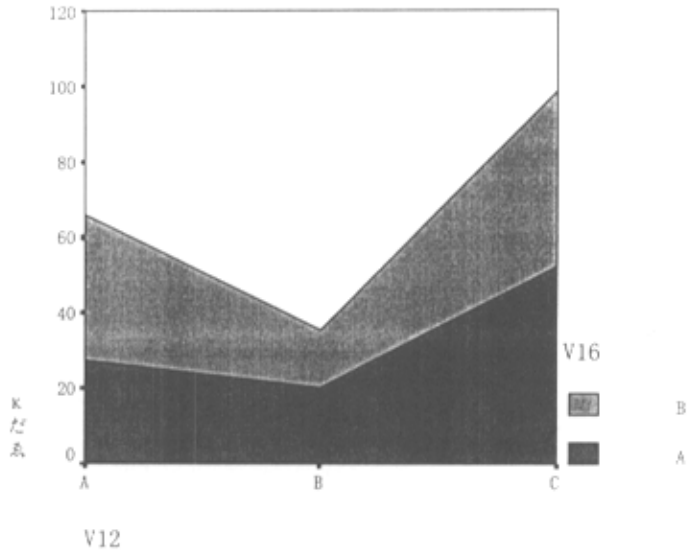
	A	B	C	D	E	F
百分比	20.8%	28.3%	24.5%	3.8%	0%	22.6%

从上面的图和表可以得出：如果在其他指标性能都相同的情况下，电动汽车比传统的燃油汽车价钱高出 0~2 万元可以为人们所接受，最适宜的价格是高出 5 千~1 万元，而高于 2 万能够接受的人很少。这为电动汽车的定价和其他相关政策的制定提高了直接的量化依据。

(5) 调查分析人们社会地位和经济状况不同对电动汽车支付意愿的影响

下面分析一下性别、职位和收入状况的不同对电动汽车发展和应用推广的影响。

性别对电动汽车发展趋势的影响

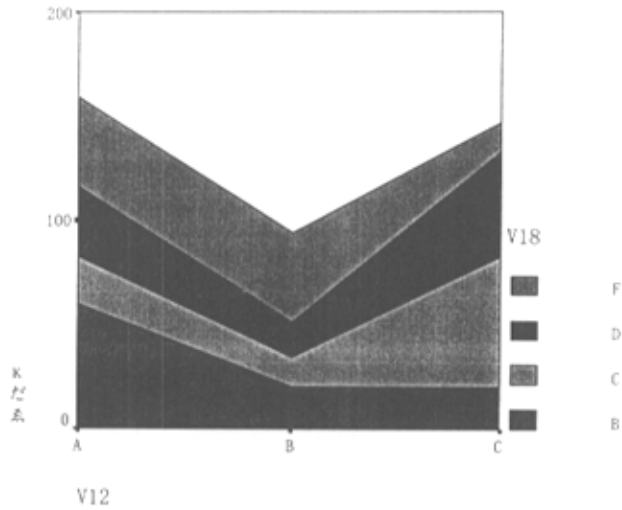


V12—V16

其中横轴的 A 代表电动汽车会成为主流，B 代表不会，C 代表不能确定；竖轴 A 代表男性，B 代表女性。

从图可以明显的看出：大约 40%的女性认为电动汽车会成为今后发展的主流，约 15%的女性认为其不会成为发展的主流；大约 28%的男性对电动汽车的发展持否定态度或不予确定。这些说明女性对电动汽车的发展前景更为乐观，也更加倾向于电动汽车。因此在电动汽车的设计、宣传和相关政策的制定上都要对性别这个因素给与考虑，以使电动汽车逐渐为所有的人所接受。

职业对电动汽车发展趋势的影响

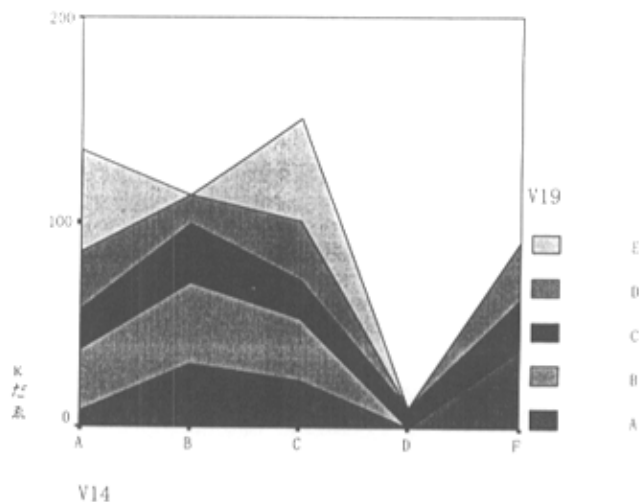


V12-V18

其中 A 代表电动汽车会成为主流，B 代表不会，C 代表不能确定；竖轴 A 代表政府部门，B 代表科研院所，C 代表外企或民企，D 代表事业单位，E 代表自由职业者，F 代表其他。

从上面的条形图可以得到两个明显的结论：在科研院所工作的大部分人对电动汽车的发展趋势持很乐观的态度；在外企或民企工作的大部分人对电动汽车的发展趋势不能确定。这也说明了目前电动汽车还只是被知识密集型的科研院所所了解，而对于其他行业的人来说，尤其是对外企或民企以及一些自由职业者这些恰恰是汽车的重要消费群体来说，电动汽车仅仅是一个概念而已。表明当前电动汽车的宣传力度还不够，发展还不够完善。同时也可以为以后电动汽车的发展提供指南，有助于确定从哪些行业宣传而能更好的打开市场，为把哪些行业的消费者争取过来而采取相应的政策。

收入状况和支付意愿



V14—V19

其中横轴：A——5 千元以下；B——5 千~1 万元；C——1 万~2 万元；D——2 万~4 万元；E——4 万元以上；F——0

竖轴：A——3000 元以下；B——3000~5000 元；C——5000~8000 元；D——8000~10000 元；E——10000 元以上

应该指明的是：对于收入选项为 C、D 的人，可能是单身，所以其收入可能是自己一个人的收入，也可能是一家人的收入。结果显示基本上收入的多，可承受的也多，这要求在电动汽车价格的制定上和一些相关政策法规的制定上，首先要考虑城市居民的收入水平。

三、结论

如上所述的对电动汽车的环境影响经济评价，不仅对电动汽车的环境效益进行了量化，而且清楚的展现了消费者对电动汽车的支付意愿，即对电动汽车进行了进一步的宣传，又为政府部门制定相关优惠政策和法律法规提供了依据，而且为研究和生产部门指明了方向。具体有下面的几点结论。

1. 电动汽车的环境价值

① 电动汽车的“零污染”特性，能够有效的改善城市的空气质量，降低噪声污染。调查问卷的第4题询问居民对改善城市的环境污染的支付意愿，间接的反映了电动汽车的环境效益，分析的结果为大部分人愿意捐助0~500元。

② 电动汽车能以新的能源改变旧的能源结构，解决我国的能源紧缺状况。调查问卷的第8题询问了居民对帮助国家发展新能源的支付意愿，间接的反映了电动汽车的环境效益，分析的结果为大部分人愿意捐助0~500元。

③ 电动汽车的能量利用率比传统的燃油汽车高，具有很好的节能性。调查问卷的第10题的结果表明了大部分人在购买汽车是除了价钱和车的整体性能，特别注重车的节能状况。

总之，电动汽车的正的外部性是显而易见的，也是被绝大部分消费者（居民）所认可的，只是这个价值有多大，我们需要花多大的代价来实现它，才能获得双赢，以至于怎样才能满足不同层次的消费者，都是我们要解决的主要问题，这也是电动汽车得以顺利实施的保证。

2. 电动汽车发展的制约因素。

① 电动汽车的技术体系不够成熟，价格比较昂贵，未实现批量生产，产品品种单一。目前电动汽车在性能、规格、使用条件和价格等各方面都无法与传统的燃油汽车相比，还无法满足各类消费者的需求。在调查中不能确定电动汽车的发展趋势的人数占被调查人数的50%左右，认为电动汽车会成为今后发展主流的人数约占30%。

② 电动汽车的宣传力度不够。目前无论是环保部门，还是电动汽车的研制和生产部门都未对电动汽车进行有效的宣传，还未能树立电动汽车在消费者心目中的地位，无论是关于电动汽车的发展趋势（第10题），还是电动汽车的真实价值（第13题），都不能给出很科学实际的答案。

③ 电动汽车的市场还不完善。现阶段无论是电动汽车的生产研制，还是市场推广都尚未针对明确的消费群体，产品单一，市场单调，可以说还未完全打开市场。

④ 电动汽车发展的相关配套设施还不够完善。从调查问卷

可以看出,目前广大的消费者对于电动汽车的环保性能只是有一个大致的了解,如果要想把他们争取到电动汽车的市场上来,就必须有一系列的优惠政策和法律保障,还要做好相关的配套设施,例如充电站、监测站等等。

综上所述,无论是电动汽车的客观因素,还是社会环境,都存在很多的制约因素。所以要想电动汽车顺利发展,尽早实现产业化,就需要从方方面面来解决。

3. 推动电动汽车发展的若干建议

① 建立电动汽车的技术平台,实现其产品的监测和质量认证,完善电动汽车示范区和相关电动汽车监测基地的建设,研究制定电动汽车产业化的相关政策和目标。

② 电动汽车的发展需要采取科学的组织管理模式。由于电动汽车的特殊性,宜采用以政府为主导,并将电动汽车研制、生产和推广分阶段平行管理,并且管理与审查并行的管理模式。

③ 电动汽车的发展需要完善相关基础设施的建设。应由国家或电力部门在相应的停车场、公路旁建设公共充电站;一些区域不允许燃油汽车进入,只允许电动汽车进入;建立完善的电动汽车监测站和质量认证体系。

④ 电动汽车的发展需要政策的倾斜和完善的法规。对于电动汽车的购买者应给与电动汽车与传统燃油车差价的相应补贴;电动汽车的使用者应减免某些税项或某些优惠;对于电动汽车的生产厂家也应给与相应的补助;对于电动汽车的销售部门给与相关税收的优惠。还可以通过降低夜晚低谷电的价格,免费停车等等优惠政策来带动电动汽车的推广。同时也要制定相应的法律法规以保证政策的顺利执行。

参考文献

- 1、曾贤刚编著. 环境影响经济评价. 北京: 化学工业出版社, 2003
- 2、胡涛, 王东华主编, 中国的环境经济学在实践中应用. 北京: 中国环境科学出版社, 1997
- 3、厉以宁, 章铮著. 环境经济学. 北京: 中国计划出版社, 1995
- 4、J. A. 迪克逊等著. 环境影响的经济分析. 何雪炀的等译. 北京: 中国科学出版社, 2001
- 5、潘家华著. 持续发展途径的经济学分析. 北京: 中国人民大学出版社, 1997
- 6、王金南. 环境经济学. 北京: 清华大学出版社, 1994
- 7、张帆著. 环境与自然资源经济学. 上海: 上海人民出版社, 1997
- 8、张象枢等著. 环境经济学. 北京: 中国环境科学出版社, 1998
- 9、许晓峰等. 资源资产化管理与可持续发展. 北京: 社会科学文献出版社, 1998
- 10、邹骥著. 环境经济一体化政策研究. 北京: 北京出版社, 2000
- 11、经济合作与发展组织. 环境项目和政策的经济评价指南. 施涵, 陈松译. 北京: 中国环境科学出版社
- 12、丁桑岚主编. 环境评价概述. 北京: 化学工业出版社, 2001
- 13、环境与交通工作组编. 交通与环境. 北京: 中国环境科学出版社, 2001
- 14、城市机动车污染控制——国家经验分析与中国的研究成果. 郝吉明, 傅立新, 贺克斌, 吴焯编著. 北京: 中国环境科学出版社, 2000
- 15、陆书玉. 环境影响评价. 北京: 高等教育出版社, 2001
- 16、马仁洪. 电动汽车发展综述
- 17、晏燕. 电动汽车——置死地而后生的抉择
- 18、大卫·皮尔斯, 杰瑞米·沃福德著, 张世秋译. 世界无末日. 北京: 中国财政经济出版社, 1996年6月。
- 19、大卫·皮尔斯著, 徐少辉等译. 《绿色经济的蓝图——获得全球价值》. 北京, 北京师范大学出版社, 1997
- 20、费舍尔, 克鲁梯拉著, 汤川龙等译. 《然环境经济学——商品性和舒适性资源价值研究》. 北京, 中国展望出版社, 1989
- 21、国家环境保护总局监督管理司主编. 《中国环境影响评价培训教材》. 北京, 化学工业出版社, 2000年
- 22、J. A. 迪克逊等著, 何雪炀等译. 环境影响的经济分析. 北京:

- 中国环境科学出版社, 2001年
- 23、经济合作与发展组织, 施涵, 陈松译. 环境项目和政策的经济评价指南. 北京, 中国环境科学出版社, 1996年
- 24、克尼斯著, 章子中等译. 环境保护的费用——效益分析. 北京, 中国展望出版社, 1989年
- 25、厉以宁, 章铮著. 环境经济学. 北京: 中国计划出版社, 1995年
- 26、罗尔斯顿著, 杨通进译. 环境伦理学. 北京: 中国社会科学出版社, 2000年
- 27、马中, 环境与资源经济学概论. 北京: 高等教育出版社, 2000年
- 28、曼昆著. 《经济学原理》. 北京: 北京大出版社, 1999年
- 29、平狄克、鲁宾费尔德著, 张军等译. 微观经济学. 北京: 中国人民大学出版社, 1997年
- 30、潘家华著. 持续发展途径的经济学分析. 北京: 中国人民大学出版社, 1997年
- 31、王金南. 环境经济学. 北京: 清华大学出版社, 1994年
- 32、张帆著. 环境与自然资源经济学. 上海: 上海人民出版社, 1997年
- 33、张象枢等编著. 环境经济学. 北京: 中国环境科学出版社, 1998年
- 34、张书琛. 西方价值哲学思想简史. 北京: 当代中国出版社, 1998年
- 35、邹骥著. 环境经济一体化政策研究. 北京: 北京出版社, 2000年
- 36、A.Myrick Freeman III, 1993. The Measurement of Environmental and Resource Values :Theory and Methods, Washington,D.C : Resource for the Future .
- 37、Asian Development Bank. 1996. Economic Evaluation of Environmental Impact: A Work Book. 67.
- 38、Arrow K, Solow R, Portney PR, Leamer EE, Radner R, Schuman H. 1993. Report of the NOAA panel on contingent valuation. *Fed. Regist.* Jan. 15. 58(10)
- 39、B • Sadler. 1994. Proposed Framework for the international study of the Effectiveness of Environmental Assessment, A Directory of Impact Assessment Guidelines.
- 40、Cheshire P, Sheppard S. 1998. Estimating the demand for housing,

- land and neighbourhood characteristics. *Oxford Bull. Econ. Stat.* 60(3).
- 41、Dales JH. 1968. *Pollution, Property and Prices*. Toronto: Univ. Toronto Press. 64.
- 42、De Groot, R.S.,1992, *Functions of Nature*, Wolters-Noordhoff.
- 43、Davis R. 1963. *The value of outdoor recreation: an economic study of the Maine woods*. PhD diss., Harvard Univ., Cambridge, MA.
- 44、Hicks JR. 1939. Foundations of welfare economics. *Econ. J.* 61.
- 45、Hanemann M. 1992. Preface. In *Pricing the European Environment*, ed. S Navrud. Oxford: Oxford Univ. Press.
- 46、Clawson M. 1959. *Methods of Measuring the Demand for and Value of Outdoor Recreation, Repr. No. 10*. Washington, DC: Resour. Future.
- 47、Clawson M, Knetsch JL. 1966. *Economics of Outdoor Recreation*. Baltimore: Johns Hopkins Univ. Press.
- 48、Carson RT, Mitchell RC, Hanemann WM, Kopp RJ, Presser S, Ruud P. 1994. *Contingent Valuation and Lost Passive Use: Damages from the Exxon Valdez. Discuss.* Washington, DC: Resour. Future.
- 49、Krutilla JV, Fisher A. 1985. *The Economics of Natural Environments*. Washington, DC: Resour. Future. 2nd ed.
- 50、McKean R. 1958. *Efficiency in Government Through Systems Analysis*. NewYork: Wiley.
- 51、Mitchell RC, Carson RT. 1989. *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington, DC: Resour. Future.

附录 硕士期间参加科研项目及论文撰写 和发表情况

1. 2002/04—2002/10 参与课题《北京市电动汽车总体实施方案研究》。
2. 2002/05—2003/6 参与十五重点教材《城市交通环境管理与控制》部分章节的编写。
3. 2002/10—2003 参与课题《北京绿色奥运交通工程——电动汽车行动》。
4. 2002/10 发表论文《化工企业与清洁生产》，期刊为《橡塑技术与装备》。
5. 2003/10 论文《可持续发展之电动汽车》待发。

致 谢

在这攻读硕士学位的两年半时间里，不仅增长了我的基础知识、各项技能和专业知识，并且增强了我的逻辑思维能力，而且锻炼了我的科研能力，大大提高了个人素质。这与众多的老师和同学们在学习上给予我的指导和帮助是密不可分的，我将终生铭记在心。

首先要感谢我的导师雷黎副教授。两年半以来，雷老师在学习和生活上对我的谆谆教导和严格要求使我受益匪浅，在我学习专业知识的同时也学到了许多其他东西。雷老师一丝不苟的治学精神、对待事业的热忱和谦逊的处世态度将永远是我学习的榜样。正是因为雷老师的悉心指导和谆谆教诲，我的硕士论文才得以顺利完成。在此，我对雷老师表示衷心的感谢和深深的敬意！

在这里我要感谢交通运输学院的领导和老师们！尤其感谢系统科学研究所各位老师对我的关心和照顾！

同时感谢交通运输学院 2001-1 班的全体同学！在学习期间，和大家朝夕相处，学习和生活上都得到了大家许多关心和帮助。在此向他们表示最真诚的谢意。

最后，感谢我的父母和朋友，谢谢他们在我求学期间给予的支持和帮助！