



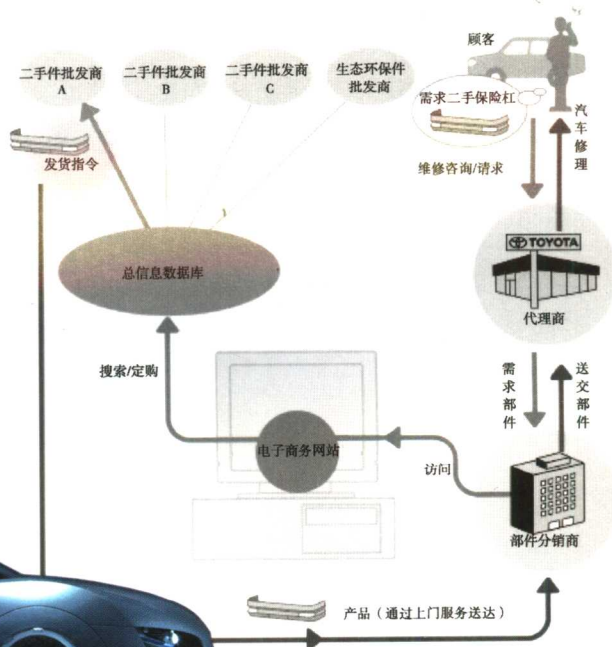
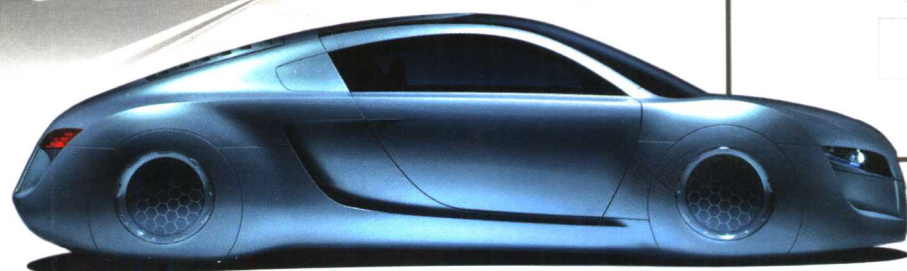
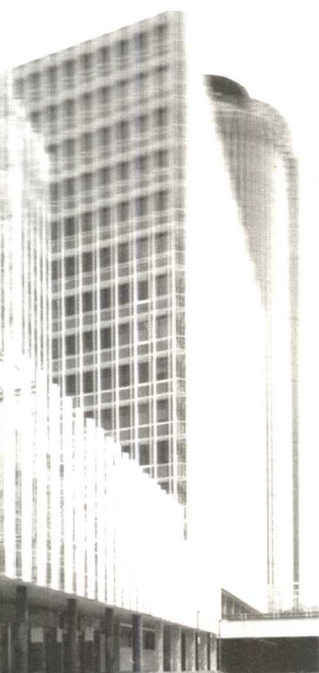
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育汽车服务工程专业规划教材

汽车再生工程

QICHE ZAISHENG GONGCHENG

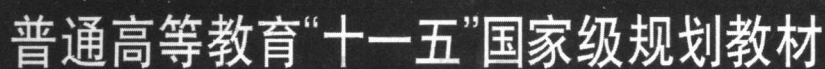
● 储江伟 主编 ● 高延龄 主审



QICHE FUWU GONGCHENG



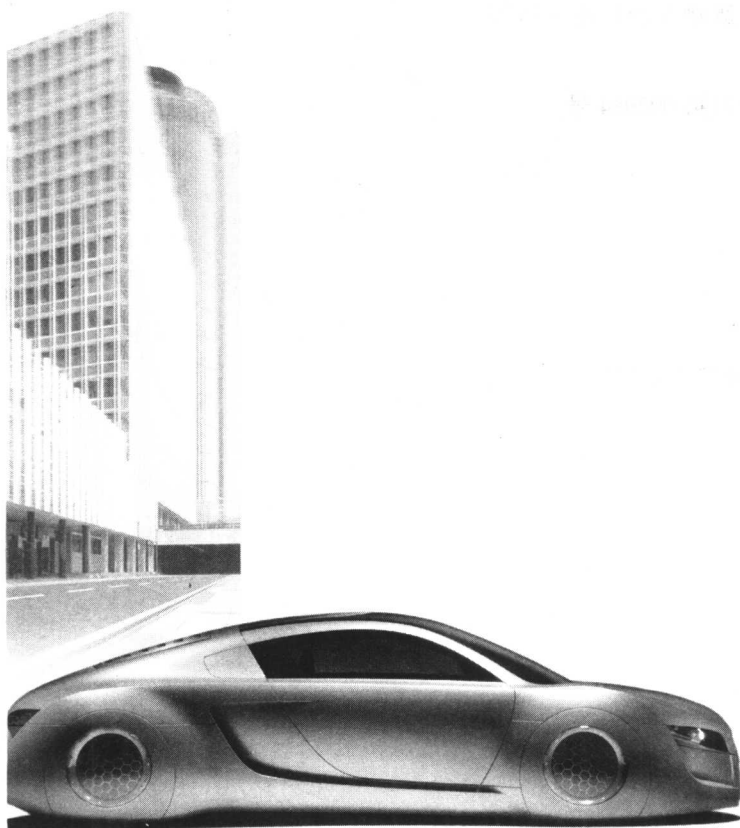
人民交通出版社
China Communications Press



普通高等教育汽车服务工程专业规划教材

汽车再生工程

● 储江伟 主编 ● 高延龄 主审



示 00.1E : 付 三

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,全书共八章,主要包括概论、汽车可回收利用性、废旧汽车回收、废旧汽车拆解、废旧汽车回收利用、汽车总成及零部件再制造、汽车再生资源利用技术经济分析和汽车再生资源利用系统及其管理。

本书可作为汽车服务工程、车辆工程、交通运输等本科专业教材,也可供从事汽车再生资源回收利用的相关研究人员与工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车再生工程/储江伟主编. —北京:人民交通出版社,
2007.6

ISBN 978 - 7 - 114 - 06654 - 2

I. 汽… II. 储… III. 汽车工程 - 废物综合利用 - 高等学校 - 教材 IV. X734.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 093984 号

书 名: 汽车再生工程

著 作 者: 储江伟

责任编辑: 富砚博 贾秀珍

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.cccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 廊坊市长虹印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 17.25

字 数: 410 千

版 次: 2007 年 9 月第 1 版

印 次: 2007 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 114 - 06654 - 2

印 数: 0001 - 3000 册

定 价: 31.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

Qianyan

进入 21 世纪以来,伴随国家汽车产业发展政策的调整,我国汽车产业进入健康、持续、快速发展的轨道。在汽车工业大发展的同时,汽车消费主体日益多元化,广大消费者对高质量汽车服务的渴求日益凸现,汽车厂商围绕提升服务质量的竞争业已展开,市场竞争从产品、广告层面提升到服务层面,这些发展和变化直接催生并推进了一个新兴产业——汽车服务业的发展与壮大。

当前,我国的汽车服务业正呈现出“发展快、空间大、变化深”的特点。“发展快”是与汽车工业本身的发展和社会汽车保有量的快速增长相伴而来的。“空间大”是因为我国的汽车普及率尚不够高,每千人拥有的汽车数量还不及世界平均水平的 1/3,汽车服务市场尚有很大的发展潜力,汽车服务业将是一个比汽车工业本身更庞大的产业。“变化深”一方面是因为汽车后市场空前繁荣,蓬勃发展,大大拉长和拓宽了汽车产业链。汽车技术服务、金融服务、销售服务、物流服务、文化服务等新兴的业务领域和服务项目层出不穷;另一方面是因为汽车服务的新兴经营理念不断涌现,汽车服务的方式正在改变传统的业务分离、各自独立、效率低下的模式,向服务主体多元化、经营连锁化、运作规范化、业务集成化、品牌专业化、技术先进化、手段信息化、竞争国际化的方向发展,特别是我国加入 WTO 汽车产业相关的保护政策均以到期,汽车服务业实现全面开放,国际汽车服务商加速进入,以上变化必将进一步促进汽车服务业向纵深发展。

汽车工业和汽车服务业的发展,使得汽车厂商和服务商对高素质的汽车服务人才的需求比以往任何时候都更为迫切,汽车服务业将人才竞争视作企业竞争致胜的关键要素。在这种背景下,全国高校汽车服务工程专业教学指导委员会(筹)顺应时代的呼唤,组织全国高校汽车服务工程专业的知名教授,编写了汽车服务工程专业规划教材。

本套教材总结了全国高校汽车服务工程专业的教学经验,注重以本科学生就业为导向,以培养综合能力为本位。教材内容符合汽车服务工程专业教学改革精神,适应我国汽车服务行业对高素质综合人材的需求,具有以下特点:

1. 本套教材是根据全国高校汽车服务工程专业教学指导委员会审定的教材编写大纲而编写,全面介绍了各门课程的相关理论、技术及管理知识,符合各



门课程在教学计划中的地位和作用。教材取材合适,要求恰当,深度适宜,篇幅符合各类院校的要求。

2. 教材内容努力做到由浅入深,循序渐进,并处理好了重点与一般的关系;符合认知规律,便于学习;条理清晰,文字规范,语言流畅,文图配合适当。

3. 教材努力贯彻理论联系实际的原则。教材在系统介绍汽车服务工程专业的科学理论与管理应用经验的同时,引用了大量国内外的最新科研成果和具有代表性的典型例证,分析了发展过程中存在的问题,教材内容具有与本学科发展相适应的科学水平。

4. 教材的知识体系完整,应用管理经验先进,逻辑推理严谨,完全可以满足汽车服务行业对综合性应用人材的培养要求。

《汽车再生工程》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是汽车服务工程专业规划教材之一,由吉林大学储江伟教授主编,吉林大学高延龄教授主审。参加本书编写的人员有:吉林大学储江伟(第一章,第二章,第三章的第一节,第四章的第一节至第四节,第五章的第一节至第七节),施树明(第七章),刘玉梅(第四章的第五节,第五章的第八节),崔鹏飞(第三章的第二节、第三节,第六章的第一节至第六节);上海工程技术大学高蔚(第八章);黑龙江工程学院齐晓杰(第六章的第七节、第八节)。

本书作为普通高等学校汽车服务工程专业的规划教材,将对汽车服务工程专业和相关专业(方向)的教学起到促进作用。此外,本书也可以作为国内汽车服务业就业群体学习提高和职工培训的教材或参考读物使用。

由于时间仓促,本套教材定有许多不尽人意的地方,敬请广大读者和同仁使用后批评指正,以便教材再版时修正。

全国高校汽车服务工程专业教学指导委员会(筹)

2007年7月

目 录

Mulu

第一章 概论	1
第一节 汽车再生资源及其利用效益	1
一、资源及再生资源	1
二、汽车再生资源利用效益	3
第二节 汽车再生资源利用现状与趋势	7
一、国外汽车再生资源回收利用概况	7
二、国内汽车再生资源回收利用概况	15
三、汽车再生资源利用发展趋势	18
第三节 汽车再生工程简介	20
一、主要术语定义	20
二、汽车再生工程	21
复习思考题	23
第二章 汽车可回收利用性	24
第一节 绿色设计简介	24
一、绿色设计概念及内容	24
二、绿色设计的特点与原则	25
三、绿色设计的意义	26
第二节 汽车可回收利用性分析	27
一、产品回收利用方式	27
二、产品可回收性设计要求	29
三、产品可回收利用性评价信息	37
第三节 汽车可拆解性分析	37
一、可拆解性及影响因素	38
二、可拆解性设计方法	39
三、可拆解模型及构建方法	41
四、可拆解序列规划	47
五、可拆解性评价	51
第四节 汽车可回收利用性评价方法	55
一、定量评价方法	55
二、定性评价方法	59

第五节 汽车寿命周期评价	60
一、基本概念	60
二、寿命周期评价方法	62
三、汽车寿命周期评价应用	64
复习思考题	65
第三章 废旧汽车回收	67
第一节 废旧汽车回收运作	67
一、废旧汽车回收特点	67
二、废旧汽车回收运作过程	68
第二节 逆向物流及其系统	72
一、产品回收网络类型及特性	72
二、产品回收网络布局及节点活动	73
三、逆向物流系统及其建立策略	74
第三节 汽车回收物流	77
一、汽车逆向物流	77
二、汽车回收物流及其特点	79
复习思考题	81
第四章 废旧汽车拆解	82
第一节 废旧汽车拆解工艺	82
一、拆解业务内容	82
二、拆解方式及其选择	83
三、拆解工艺组织	84
四、拆解工艺流程	85
五、废旧汽车拆解信息系统	88
第二节 废旧汽车拆解与压实设备	92
一、拆解设备	92
二、翻转设备	94
三、压实设备	94
第三节 废旧汽车有害及危险物回收处理	95
一、液体回收	95
二、安全气囊回收处理	97
三、空调制冷剂回收处理	99
四、蓄电池回收	102
第四节 废旧汽车零部件拆解方法	103
一、线束	103
二、保险杠	105
三、仪表板	106
四、玻璃	107
五、座椅	109
六、其他	111

第五节 废旧汽车拆解线简介	113
一、拆解线布置形式	113
二、拆解线实例	115
复习思考题	118
第五章 废旧汽车回收利用	120
第一节 废旧汽车零部件再使用	120
一、废旧汽车资源化	120
二、废旧汽车零部件再使用	122
第二节 汽车废旧轮胎再利用	123
一、废旧轮胎回收利用概况	123
二、废旧轮胎回收利用途径	125
三、废旧轮胎翻新工艺	126
第三节 废旧汽车塑料与玻璃再利用	129
一、废旧汽车塑料再利用	129
二、废旧汽车玻璃再利用	133
第四节 废旧汽车金属再利用	136
一、废旧汽车金属回收利用现状	136
二、废旧汽车金属再生利用方法简介	137
第五节 废润滑油再利用	141
一、废润滑油再生利用概况	141
二、废润滑油再生方法	143
三、国内外废润滑油精炼工艺简介	147
四、废油回收管理与再生利用企业	148
第六节 废旧汽车电器电子部件再利用	149
一、汽车电器电子部件所用材料	149
二、电子元器件再利用	155
第七节 废旧汽车材料再利用加工方法与设备	156
一、废旧材料再利用加工方法	156
二、废旧材料再利用加工设备	159
第八节 废旧汽车回收利用过程的污染防治	161
一、回收利用过程产生的环境影响	161
二、回收利用过程的污染防治	163
复习思考题	165
第六章 汽车总成及零部件再制造	166
第一节 概述	166
一、再制造的内涵	166
二、再制造工程体系	168
三、再制造系统模式	170
四、再制造工艺流程	172
第二节 汽车零件损伤类型及其特点	173





一、机械性损伤	173
二、腐蚀与气蚀	179
三、其他损伤	179
第三节 总成拆解与零部件清洗	182
一、总成拆解	182
二、零部件清洗	183
第四节 零件检验与分类	190
一、零件检验基本要求	190
二、零件隐伤的检验	191
三、零件平衡检验	195
第五节 再制造加工方法与技术	196
一、机械加工法	196
二、表面技术法	200
三、激光表面强化	208
第六节 总成装配、磨合与检验	209
一、装配方法	209
二、总成磨合	215
三、总成检验	218
第七节 再制造产品质量管理	218
一、质量管理体系及其建立	218
二、再制造生产中的质量管理	222
第八节 发动机再制造简介	224
一、再制造生产概述	224
二、主要零部件加工	225
复习思考题	231
第七章 汽车再生资源利用技术经济分析	233
第一节 汽车再生资源利用技术分析	233
一、再生资源利用技术体系	233
二、再生资源利用技术评价	235
第二节 汽车再生资源利用效益分析	237
一、再生资源价值分析	237
二、废旧汽车资源化成本	240
三、资源化回收利用效益	241
复习思考题	241
第八章 汽车再生资源利用系统及其管理	242
第一节 汽车再生资源回收利用模式	242
一、汽车产业资源消耗模式	242
二、汽车再生资源利用体系	243
第二节 汽车再生资源回收利用管理体制	245
一、国外管理体制	245

二、国内管理体制	251
第三节 汽车再生资源回收利用管理信息系统	255
一、管理信息系统简介	255
二、报废汽车回收管理信息系统	255
三、汽车可再使用件电子商务系统	257
复习思考题	259
参考文献	260



第一章 概论

本章提要: 论述资源、再生资源及汽车再生资源的内涵,介绍相关的基本术语和定义;分析汽车再生资源利用的现状、趋势及循环利用意义;说明汽车再生工程及其研究范畴。

第一节 汽车再生资源及其利用效益

一、资源及再生资源

1. 资源释义

1) 资源内涵

根据《辞海》解释,资源是“资财的来源”。广义上讲,资源包括自然资源、社会资源和经济资源3个方面。例如,自然资源包括土地资源、气候资源(日照、风力和雨水)、水资源、生物资源、海洋资源、景观资源和矿产资源等;社会资源包括人力(体力和智力)、科技、文化、教育、卫生、通信、传媒、体育和福利事业等;经济资源包括工业、农业、商业、建筑业、金融业以及交通运输业等。其中,有些资源是可再生的,有些则是不可再生的。社会的可持续发展需要可再生资源的支持,因为不可再生资源的开发利用实际上是对有限资源的消耗。所以,只有当不可再生资源转化成为可再生资源后,才能支持社会的可持续发展。

2) 自然资源及其再生性

自然资源是指自然界中能被人类用于生产和生活的物质和能量的总称。自然资源的消耗可以转化成为其他形式的资源,并具有新的再生属性。自然资源按其再生性可分为:可再生资源 and 不可再生资源。

可再生资源是指通过自然作用或人类活动能再生更新,并以某一增长率保持或增加蕴藏量,从而可以重复利用的自然资源。例如,植物、动物、微生物等生物资源,在自然界特定的时空条件下,能持续再生更新和繁衍增长,保持或扩大其储量。但是,不同类型的可再生资源具有不同的可再生属性。如生物资源具有依靠种源而再生的特点,一旦种源消失,就成为不可再生资源。又如,土壤作为可再生资源,其肥力可以通过人工措施和自然过程而不断更新。同时,土壤又具有不可再生性,即当水土流失和土壤侵蚀比土壤的自然更新过程快得多时,土壤就可能成为不可再生资源。因此,可再生资源除能够通过自然力的作用而更新外,有些还受人类利用方式的影响。在合理开发利用的情况下,资源可以恢复、更新和再生,甚至不断增长;而在开发利用不合理时,可再生的过程会受到阻碍,使资源的蕴藏量不断减少,以至耗竭。由此可见,可再生资源具有动态特性,其更新或再生速度大于或等于开发利



用速度。此外,还有些可再生资源的蕴藏量和持续性不受人类活动的影响,如太阳能。

不可再生资源是指随着资源消耗量的不断增加,其存储总量将日益减少的自然资源。例如,石油、煤矿、天然气、铁矿等矿产资源都是不可再生资源。以铁矿为例,铁元素聚集成具有工业利用价值的矿床是一个漫长的地质历史过程,多形成于距今 26 亿~30 亿年的太古时代。而人类开采、消耗矿物却十分迅速,一个矿区开采期仅为百年、数十年、甚至几年。因此,从人类历史发展的角度看,矿产资源是不可再生的。所以,不可再生资源是假定在任何对人类有意义的时间范围内,资源质量保持不变,资源蕴藏量不再增加的资源。尽管不可再生资源中有些是可以回收的资源,如金属资源,但是依靠回收利用而得到再生的数量很低,并不可能逃脱被耗竭的厄运。因此,不能循环再生或需要漫长的地质时期才能再生某些自然资源,都可称为不可再生资源。例如,矿产资源是在特定的地质条件下经过漫长的地质时期才形成的,在有限的人类历史时期难以再生。特别是人类大量使用的能源矿产,如石油、煤和天然气等。另外,淡水也是不可再生资源,因为人类对它的消耗量不仅非常巨大,而且还远大于人类重新获得淡水的数量。由于只有淡水才对人类有意义,而目前人类只能利用地下水和经过净化的水,但是其存量相对人类的需求又实在太少。所以,只有当人类能高效、快速地把海水转化为淡水的时候,水就会被视为可再生资源。

应该指出,不仅不可再生资源的数量是有限的,而且在一定的时间和空间尺度内,可再生资源的数量也是有限的。也就是说,可再生资源只有在权衡资源再生量,即控制资源消耗量使开发利用速率小于其形成速率时,才可能“取之不尽,用之不竭”。

2. 再生资源

1) 再生资源定义

再生资源是指社会生产和消费过程中产生的可以回收利用的各种废旧物资。所谓废物是相对于消费水平及废旧物质处理能力而言,具有明显的相对性。可以说,弃而不废是现代垃圾的一种特性。变废为宝的关键在于如何看待废物与财富,许多可用的东西只是由于决定扔掉时才使它变成废物和垃圾。美国、日本和德国等工业发达国家在社会高消费之后,形成了“汽车坟墓”、“轮胎大山”、“钢铁城市”和“塑料矿山”等固体废旧污染问题。废旧物质弃置不用,天长日久就成为垃圾。但是,没有垃圾,只有放错地方的资源。因此,如何使废旧物质变成再生资源,引起了人们广泛的关注。

自古以来,人类社会的各种物质文化生产活动,都是直接以地球蕴藏的各种自然资源为生产资料,或称作为生产原料。自然资源是人类社会生产的第一资源,也称为一次资源。在人类初期的生产活动中,人类对自然资源的索取无论从数量、质量和品种上都极为有限。这一方面是因为人口数量少,而且索取的资源数量也仅仅是满足生存需求。所以,人类和自然界资源的需求与供给之间不存在任何矛盾。

随着人类社会和生产技术的发展,特别是到 18 世纪中期英国工业革命以后,人与自然资源之间的供求关系发生了急剧变化。社会生产力的不断提高和人口的大量增加,使人类对地球自然资源的开发不断强化,甚至出现了掠夺性的开发。因此,人与自然资源之间的供求矛盾就初步显现出来。

社会人口的增加和消费量的增大,生产和生活过程中所产生的无用之物即垃圾或废弃物也日益增多。早在 100 多年前,马克思对这些称之为生产和消费排泄物的认识和利用作了精辟论述。他既指出了废物利用的主要原因,即“原料的日益昂贵,自然成为废物利用的刺激”,也阐述了废物利用的主要条件,即“这种排泄物必须是大量的,而这只有在大规模的

劳动条件下才有可能;机器的改良,使那些在原有形式上本来不能利用的物质,获得一种在新生产能力中可以利用的形式;科学的进步,特别是化学的进步,发现了那些废物的有用性质。”但是,直到20世纪70年代后,发达国家才开始认识和重视垃圾对社会发展的影响及其使用价值。

实际上,国外发达国家在解决垃圾处理问题上曾受到我国收旧利废方式的影响及经验的启发。早在20世纪50年代,我国就开始重视废物的综合利用。1958年,周恩来总理明确指出:“抓紧废物利用这一环节,实行收购废品,变无用为有用;扩大加工,变一用为多用;勤俭节约,变破旧为崭新;把工、农、商、学、兵连成一片,密切协作,为全面地发展生产服务,以便更好地实现勤俭建国,改造社会的任务。”

废弃物要成为一种“资源”并被利用,必须具备3个基本条件:一是产生数量可观,具有产生和利用的规模形态;二是利用费用合理,具有竞争优势的再利用价格。三是符合环保要求,对自然环境无污染。

例如,大批量产品加工制造过程中产生的各种金属和非金属废料;报废的各种设备和运输工具;城乡居民废弃的各种包装物、旧家电和旧物品等。

2) 汽车再生资源含义

汽车再生资源是指对废旧汽车进行资源化处理后所获的可以回收利用的物资。所谓的废旧汽车资源化是指从废旧汽车中获得用于汽车产品制造、维修的零部件以及各种原材料所进行的回收、拆解及再利用等活动。

20世纪90年代以来,世界性的环境污染日趋严重,废旧汽车也成为一大固体污染源。全世界现有近8.5亿辆在用汽车,每年大约有5000万~6000万辆报废汽车,仅停放就要占用500~600km²的土地。而报废汽车当中含有多种重金属、化学液体和塑料等物质,不当的拆解也会造成环境污染。汽车生产要使用数百种材料,消耗上亿吨的钢铁、上千万吨的塑料,以及大量的橡胶、玻璃、纺织品、铝、铜、铅、铬和各种化工产品等。其消耗的原料绝大部分是不可再生的自然资源,因此,汽车工业要可持续发展就要解决制造所用材料的循环再生利用问题。

废旧物质的资源化是节约资源、实现资源永续利用的重要途径,是社会经济可持续发展的重要措施之一。以废旧物品为对象,通过采用现代技术与工艺加工,在规范的市场运作下,最大限度地开发利用其中蕴含的材料、能源及其附加值等财富,使其成为有较高品位可以使用的资源,可以达到节能、节材、保护环境等目的,从而支持社会经济的可持续发展。

二、汽车再生资源利用效益

我国自然资源相对匮乏,人均资源占有量仅排在世界第80位。资源短缺、浪费严重和生态恶化的状况,使得资源节约与综合利用,尤其是再生资源的开发利用愈来愈显得十分重要和紧迫。通过再生资源的回收利用,既减少了对自然资源的开采,又节约了大量的能源,更有助于实现资源的永续利用。为此,世界发达国家相继制定了必要的法规政策,鼓励废弃物的循环利用。我国政府历来十分重视再生资源的回收利用,国家领导人先后题词。周恩来总理的题词是:“要抓紧废物利用这一环节,变无用为有用”;李鹏委员长的题词是:“大力开发利用再生资源,变废为宝,支援建设”。在我国制定的《中国21世纪议程》白皮书中,将“固体废弃物的无害化管理”列为第19章,这标志着我国再生资源开发利用事业有了明显的进步。因此,大力开展再生资源的回收和利用,是提高资源的利用效率,保护环境,建立资源节约型社会的重要

途径之一,同时,也是实施可持续发展战略和转变经济增长方式的必然要求。

1. 汽车再生资源潜在利用规模

1) 汽车报废数量统计与预测

欧盟 8 个国家 1988 年和 1993 ~ 1998 年汽车报废数量统计结果,如表 1-1 所示。从表 1-1 可知,所列 8 个国家从 1994 ~ 1998 年 5 年内的报废汽车总数的平均值为 982.66 万辆,比 1988 年的 846.8 万辆多了约 136 万辆。德国平均每年报废汽车 313.58 万辆,美国汽车保有量大约为 2.4 亿辆,每年大约报废汽车 1 000 万 ~ 1 200 万辆。

欧洲 8 个国家 1988 年和 1993 ~ 1998 年报废汽车数量统计结果(单位:万辆) 表 1-1

年 份	德 国	英 国	法 国	意大利	荷 兰	比利时	西班牙	瑞 典	合 计
1988	203.75	152.43	215.86	120.68	37.91	33.54	58.33	24.30	846.80
1993	166.16	170.37	178.12	157.29	33.11	33.36	48.90	15.63	802.89
1994	236.64	169.94	183.39	175.10	35.06	33.48	70.14	13.67	942.80
1995	289.12	167.45	188.83	119.28	79.14	31.98	42.26	14.36	932.40
1996	314.01	165.90	194.36	154.55	51.85	35.87	44.34	17.30	978.19
1997	345.79	160.43	153.42	207.71	39.95	36.52	55.27	19.31	1 018.40
1998	355.36	177.10	150.16	195.97	52.35	40.46	52.18	17.91	1 041.50
后 5 年平均	313.58	168.16	174.03	170.20	51.67	35.66	52.84	16.51	982.66

注:报废汽车数量是按当年出售数量加上上年末的保有量减去当年末保有量推算出来的。

日本近 10 年废旧汽车数量逐年增加,每年报废的车辆超过 500 万辆。日本 1995 ~ 2004 年汽车报废数量的统计结果,如表 1-2 所示。

日本 1995 ~ 2004 年报废汽车数量统计结果(单位:万辆) 表 1-2

年 份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
保有量	6 685.4	6 880.1	7 000.3	7 081.5	7 172.3	7 264.9	7 340.7	7 398.9	7 421.4	7 465.5
注册量	686.51	707.78	672.51	587.94	586.12	596.30	590.64	579.21	582.81	585.33
报废量	502.30	512.99	552.31	506.82	495.30	503.67	514.78	521.05	560.31	541.22

注:1. 报废汽车数量 = 上年末保有数量 + 当年新注册申报数量 - 当年末保有数量。

2. 不含摩托车及三轮机动车。

3. 报废汽车数量中还包括二手车市场商品库存增加部分、出口二手车、作为私人用品携带出境的二手车等。

4. 此表由日本汽车工业协会(JAMA)调查统计。

我国 1996 ~ 2000 年报废的汽车数量,如表 1-3 所示。数据表明,由于汽车的保有基数小,所以报废汽车的数量与国外相比也少。但是,进入 21 世纪以后,中国汽车需求量和保有量出现了迅猛增长的趋势。2000 年汽车保有量为 1 608.91 万辆,2005 年底达到 3 420 万辆,保有量增长了 2 倍以上。按照这样的增长速度,预计到 2010 年,汽车保有量将达到 6 100 多万辆,2020 年为 1.2 亿辆。根据对发达国家汽车保有量与报废量的统计分析,国外发达国家一般以汽车保有量的 7% ~ 10% 计算当年的汽车报废量。由于我国目前正处于汽车消费的增长期,保有量不断增加,而汽车报废量还较少。因此,汽车报废量的估算标准应低于发达国家,可以按汽车保有量的 5% ~ 6% 估算当年报废的汽车数量。

我国的汽车保有量正在迅速增加,每年的报废量也随之增加。因此,报废车的再生利用问题也就越来越紧迫。汽车工业要可持续发展,需要解决材料的循环再生利用问题,这是本世纪对汽车工业发展提出的新的战略要求。近年来,全球每年报废汽车为 5 000 万 ~ 6 000

万辆,汽车报废与回收不仅是实现汽车产业循环经济的一个重要环节,而且也是具有潜力的可循环利用的再生资源。

我国 1996 ~ 2000 年报废汽车数量统计(单位:万辆) 表 1-3

年 份	1996	1997	1998	1999	2000
报废量	34.00	34.70	35.00	30.00	58.00

2) 报废汽车的再生资源含量

在美国,报废汽车破碎后可分为三大部分:黑色金属、有色金属及汽车破碎残渣。破碎 1 200 万辆汽车可回收 1 140 万 t 黑色金属,80 万 t 有色金属,390 万 t 残渣。在意大利,每年从报废汽车中回收的有用材料达 130 万 t。其中:钢材 78 万 t,生铁 15 万 t,橡胶 8 万 t,油漆 7 万 t,玻璃 6 万 t,铝合金 3.4 万 t,铜和铅 4.5 万 t,塑料 14 万 t。在我国,1982 ~ 2000 年共计报废汽车 442.1 万辆,回收了 1 061.1 万 t 废钢铁和 19.9 万 t 有色金属。

报废汽车中蕴藏着大量的可循环利用资源,以我国一汽生产的中、轻型载货汽车和轿车的构成材料为例,其钢材、有色金属、铸铁铸钢和非金属材料质量如表 1-4 所示。

我国一汽生产的中、轻型载货汽车和轿车构成材料质量 表 1-4

车辆型号	主要材料质量(kg)				
	整备质量	钢材	铸铁	有色金属	非金属及其他材料
CA7220	1 476	1 011.40	50.60	48.60	365.40
CA1046	1 790	1 118.00	242.50	41.30	388.20
CA1091	4 310	2 657.00	1 159.00	49.60	444.10

根据美国 1995 年 USAMP(United States Aircraft, Pilots & Mechanics Association)提供的数
据,汽车制造中使用的主要金属材料、塑料和其他材料的类型、质量和比例如表 1-5 所示。
1978 年以后美国汽车制造中使用的金属和塑料材料比例的变化,如表 1-6 所示。

美国 1995 年汽车使用的主要材料类型、质量和比例 表 1-5

材 料	质量(kg)	比例(%)	材 料	质量(kg)	比例(%)
铸铝	71	4.663	聚丙烯	25	1.6
压制铝型材	22	1.438	聚亚胺酯	35	2.3
铜	18	1.10	氯乙烯聚合物	20	1.3
铅	13	0.85	其他	63	4.11
其他	14	0.91	塑料总质量	143	9.33
有色金属总质量	138	9.00	乙烯丙烯橡胶	10	0.68
铸铁	132	8.59	地毯	11	0.73
生铁	23	1.48	玻璃	42	2.8
冷轧钢	114	7.46	轮胎	45	3.0
电炉钢	214	13.94	橡胶(不包括轮胎)	23	1.5
镀锌钢	357	23.29	合成橡胶	37	2.4
热轧钢	126	8.23	其他	24	1.57
不锈钢	19	1.24	其他类型的材料	192	12.53
黑色金属总质量	985	64.29	液体	74	4.83
车辆总质量:1 532kg					





1978 年以后美国汽车制造中使用的金属和塑料材料比例的变化(单位:%) 表 1-6

材料类型	1978 年型	1995 年型	2001 年型	2020 年概念型
金属	79.30	73.29	75.10	75.00
塑料	5.00	9.33	7.60	15.00
其他	15.70	17.38	17.30	10.00

美国 1995 年生产的平均质量为 1 532kg 重的轿车所用各种材料的比例为:金属材料 1 123kg,占 73.29%;塑料 143kg,占 9.33%;液体 74kg,占 4.83%;其他材料 192kg,占 12.53%。汽车内饰质量大约占车重的 15%,地毯大约重 13kg。

2. 汽车再生资源利用效益

我国是一个人口众多、资源相对贫乏和生态环境脆弱的发展中国家。建设节约型社会,以尽可能少的资源消耗满足人们日益增长的物质和文化需求,以尽可能小的经济成本保护好生态环境,实现经济社会的可持续发展,已成为国家重要的战略发展方向。建设节约型社会,必须实现节约的生产方式。传统的生产方式侧重于产品本身的属性和市场目标,把生产和消费造成的资源枯竭和环境污染等问题留待以后“末端治理”。从可持续发展的高度审视产品的整个生命周期,在汽车开发之前就预先评估新车型所使用的材料组合或零部件的可循环利用性,这种理念也许不会在销售新车时直接带来经济效益,但却能在未来获得环境效益。报废汽车回收利用是节约原生资源,实现环境保护,保证资源合理利用的重要途径,是我国经济可持续发展的重要措施之一。报废汽车的回收利用是一个涉及面广的系统工程,既需要政府通过完善的法规加强宏观调控,又需要市场合理配置资源。对于当今的汽车工业,汽车回收已成为一个必然面对的问题。

1) 社会效益

再生资源的循环利用不仅可以节约自然资源和遏制废弃物的泛滥,而且与利用矿物原料进行加工制造产品相比,还可减少能源消耗和污染物排放。汽车生产和使用需要耗用多种材料和能源,这些资源中大多数是不可再生资源。如某些有色金属需要开采矿产获得,而这些矿产资源需要亿万年才能生成。若能够合理回收,可以最大限度地利用这些资源,实现资源利用的良性循环。由表 1-4 可见,从一辆报废的轿车中,可以回收废旧钢铁近 1 000kg,有色金属近 50kg;对一辆中型载货汽车可以回收废旧钢铁近 3 800kg 和 50kg 有色金属。同时,由于部分回收的汽车零部件经修复处理后再次进入市场,降低了汽车用户的使用成本。

有关资料显示,美国通过立法推动废旧汽车和轮胎的回收利用,取得了明显的社会效益。早在 1991 年,美国就出台了关于回收利用废旧轮胎的法律。从 1994 年起,凡是国家资助铺设的沥青公路,必须含有 5% 旧轮胎橡胶颗粒。由于旧轮胎含有抗氧化剂,可以减缓沥青铺路材料的老化,使路面更有弹性并延长公路使用寿命。

2) 经济效益

实践证实,废旧汽车上的钢铁、有色材料零部件 90% 以上可以回收利用,玻璃、塑料等的回收利用率也可达 50% 以上。汽车上的一些贵重材料,回收利用的价值更高。统计表明,在 50 万辆梅赛德斯·奔驰轿车的催化转换器中含有 2t 铂,这些铂和转换器中使用的约 0.5t 铑至少值 1 亿马克。

根据美国对专门从事汽车再制造工程最大的 Lucas 和 Jasper 公司的一项调查,美国 5 万家再制造商的产值已达 360 亿。2005 年的从业人员已超过 100 万人,年销售额超过 1 000 亿美元。德国的汽车再制造工程产业也已经达到相当高的水平,至少 90% 零部件可以得到



重用或合理处理。宝马公司已建立起一套完善的回收品经营连锁店的全国性网络,汽车回收经济效益很好。如用过的发动机,经改造后,仅是新发动机成本的 50% ~ 80%,发动机在改造过程中,有 94% 被修复,5.5% 被溶化再生,只有 0.5% 被填埋处理。

3) 环境效益

美国是世界汽车消费大国,其汽车消费所产生的“垃圾”也十分可观。美国每年因老旧或交通事故而报废的车辆超过 1 000 万辆。以往废旧汽车都被一扔了事,人为造成了巨大的环境污染,这同汽车尾气带来的大气环境恶化一样成为社会公害。随着废旧汽车对环境危害的不断加剧,美国从 20 世纪后期开始重视废旧汽车的回收利用,目前已成为世界上汽车回收卓有成效的国家之一。如果美国汽车回收业的成果能被充分利用,汽车制造对大气污染的水平将比目前降低 85%,而水污染业将比目前减少 76%;由于汽车回收业的存在和发展,减少了公路两旁废弃车辆的停放和堆积,消除了固体废物产生的影响。

第二节 汽车再生资源利用现状与趋势

一、国外汽车再生资源回收利用概况

汽车再生资源利用包括废旧汽车的回收、拆解、再利用(再使用和再制造)和回收利用(产品设计与资源再生)等活动。工业发达国家在废旧汽车资源化方面开展工作较早,其有益经验主要有:管理途径法制化、回收措施系统化、回收处理责任化、处理形式产业化、资源回收最大化和处理技术高新化。

1. 美国

美国汽车报废量居世界首位,因此每年需进行回收处理的数量也最大。美国回收处理报废汽车的方式是采用破碎机将废旧汽车破碎成块状,再通过磁选机和气流分选机进行不同材料的分离。汽车破碎后分为三部分:黑色金属碎片、有色金属碎片及破碎汽车残渣。破碎 1 200 万辆汽车可回收 1 140 万 t 黑色金属、80 万 t 有色金属、390 万 t 残渣。美国废旧汽车回收业已经成为一个年获利 10 亿美元的新产业,报废汽车零部件回收率达 80% 以上。在进行汽车设计时,就要将回收利用和可拆解性包含进去。因此,报废汽车回收拆解业已成为汽车工业的一部分。

早在 1991 年,美国就出台了关于回收利用废旧轮胎的法律。根据美国有关法律,汽车零部件只要没有达到彻底报废的年限,不影响正常使用,就可以再利用。经过多年的摸索,特别是采用了先进的回收技术和设备,美国已经能把占每辆汽车质量 80% 的零部件都回收并重新利用。

目前,美国约有 1.15 万家汽车零部件回收商,汽车回收业每年向美国钢铁冶金行业提供的废钢铁占冶金业回收量的 1/3 还多。美国的再制造活动已在包括汽车、冰箱压缩机、电子仪器、机械制造、办公用具、轮胎、墨盒、工业阀门等领域开展。美国汽车工程师协会(SAE)还对诸如起动机、离合器、转向器、水泵和制动主缸等一些具体零部件的再制造制定了行业标准。

在美国汽车研究理事会(USCAR)的支持下,通用、福特、戴姆勒—克莱斯勒三大汽车公司与美国能源部及阿贡国家实验室签订了一项价值数百万美元的名为“合作研究与开发”的协议(CRADA)。这项为期 5 年协议的主要内容是:最大限度地节约成本,对报废汽车进