

上海汽车工业教育基金会  
国家高技术研究发展计划（863计划）

资助出版

# 汽车产品的回收利用

**Recycling of Automotive Products**

陈 铭 著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海汽车工业教育基金会  
国家高技术研究发展计划（863计划）

资助出版

# 汽车产品的回收利用

Recycling of Automotive Products

陈铭 著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

在汽车轻量化、智能化、电动化和生态化发展的大背景下,建立起以汽车生产企业为主导的、生产者延伸责任制下的中国汽车产品回收利用产业体系,提高汽车产品回收利用率,是实现我国汽车工业可持续发展的重要途径。

本书主要介绍了汽车产品回收利用的相关法律法规、全球发展现状与趋势,汽车产品的可回收性设计、回收管理与逆向物流体系、再利用技术、高附加值回收利用技术以及电动汽车与动力电池的回收利用等内容,可供政府相关行政主管部门、汽车生产商、汽车零部件供应商、汽车售后服务企业、报废汽车回收拆解企业、再制造企业、材料再利用企业及相关研究机构,从事汽车产品回收利用管理、生产、研发的技术人员和研究生等阅读、参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车产品的回收利用 /陈铭著. —上海:上海交通大学出版社, 2017  
ISBN 978-7-313-14437-9

I. ①汽… II. ①陈… III. ①汽车-废物回收 ②汽车-废物综合利用 IV. ①X734.205

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016)第 014173 号

## 汽车产品的回收利用

著 者: 陈 铭

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 郑益慧

印 制: 苏州越洋印刷有限公司

开 本: 710 mm×1000 mm 1/16

字 数: 352 千字

版 次: 2017 年 1 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-14437-9 X

定 价: 298.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 20.75

插 页: 2

印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512-68180638

# 前 言

汽车社会的到来已经成为不可逆转的社会潮流。至 2014 年,全国平均每百户家庭拥有汽车超过 25 辆,千人保有量达到 105 辆。预计到 2020 年,中国的汽车保有量将达到 2 亿辆。在刚刚迈入汽车社会的初期,向汽车文明注入绿色发展理念,推动汽车的可持续消费和生产,降低对环境的影响,缓解交通堵塞与增强交通安全,满足人们对机动能力的需求,实现中国汽车工业的可持续发展,具有深远的意义。

汽车产业的发展和汽车产品的迅速普及,必然带来汽车报废量的爆发性增长。回收利用既是汽车产品的低碳措施,也是提高材料效率、实现生产方式绿色化的重要途径。在汽车轻量化、智能化、电动化和生态化发展的大背景下,建立起以汽车生产企业为主导的、生产者延伸责任制下的中国汽车产品回收利用产业体系,通过落实设计、生产和使用阶段的生产者延伸责任,开展产品全生命周期设计和评价,使用再生材料和可再生材料,实施退役产品的再利用和废弃物的回收利用等技术手段,提高汽车产品回收利用率,实现对法定禁用物质的全生命周期管控,普及退役零部件的高附加值再利用技术,是我国汽车工业可持续发展的必由之路。

退役车用材料和零部件的再利用经济价值决定了汽车回收利用产业的未来。一方面,移动互联网正在深刻影响资源回收利用产业,将体现在提高资源配置的效率和附加价值上;另一方面,消费者的观念和关注度则是回收利用产业发展的重要推动力。通过发挥市场机制作用探索产业发展方向,强化技术装备支撑,提高资源综合利用水平,促进汽车产品回收利用产业的规范化、规模化、持续健康发展。

本书作为一本汽车回收利用方面的专著,是作者十多年从事汽车产品回收利用技术研究的成果总结。通过承担国家科技支撑计划、“863”计划、国家自然

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 可持续发展与汽车工业 .....	1
1.2 汽车回收利用与环境保护 .....	7
1.3 生产者延伸责任制度下的汽车回收利用体系 .....	15
1.4 中国报废汽车回收利用行业的未来趋势 .....	19
<b>第 2 章 汽车产品回收利用产业</b> .....	24
2.1 世界各国报废汽车的相关法律法规 .....	24
2.2 汽车产品回收利用产业发展现状与趋势 .....	41
<b>第 3 章 面向回收利用的汽车产品设计</b> .....	57
3.1 车用材料 .....	57
3.2 轻量化设计 .....	78
3.3 面向回收利用的汽车产品绿色设计 .....	80
3.4 在汽车产品的开发流程中整合可持续设计 .....	112
3.5 生命周期评价：量化的可持续设计支持工具 .....	118
<b>第 4 章 汽车产品的回收管理与逆向物流体系</b> .....	142
4.1 发达国家的汽车产品回收利用管理体系 .....	142
4.2 中国的汽车产品回收利用管理体系 .....	156
4.3 汽车零部件再制造企业的逆向物流体系 .....	164

<b>第 5 章 汽车产品的再利用</b> .....	168
5.1 报废汽车资源 .....	168
5.2 预处理、拆解、破碎、分选 .....	170
5.3 车用材料的再利用 .....	192
5.4 车用塑料的回收利用 .....	199
5.5 后破碎技术 .....	206
<b>第 6 章 汽车产品的高附加值回收利用技术</b> .....	217
6.1 再使用 .....	217
6.2 再制造 .....	224
6.3 车用塑料的高附加值再利用 .....	240
<b>第 7 章 新能源汽车与动力电池的回收利用</b> .....	273
7.1 新能源汽车 .....	273
7.2 混合动力汽车的回收拆解 .....	274
7.3 车用动力电池回收利用相关法律法规 .....	276
7.4 车用动力电池回收网络 .....	285
7.5 废旧动力电池的回收利用 .....	289
7.6 磷酸铁锂电芯的无害化处理与资源再生 .....	301
<b>参考文献</b> .....	309
<b>索引</b> .....	324
<b>附录</b>	

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 可持续发展与汽车工业

可持续发展是指既满足当代的发展需要又不致损害子孙后代的发展需求,维护生态环境的和谐,使人类社会长远持续地发展。可持续发展已经成为 21 世纪国际社会的共识,必将成为人类历史上一次深刻的革命。汽车的发展推动了世界文明的进程,促进了世界经济的飞速发展,给人类生活带来许多便利,同时也给人类带来了资源消耗、环境恶化、生态破坏等诸多问题。经过 100 多年的发展,世界主要工业化国家正朝着成熟化的汽车社会发展。一个显著的特征是,根据本国国情积极推进汽车工业的可持续发展。这个举措对于发达国家缓解资源短缺、减轻环境压力、促进经济增长和保证社会公平等方面发挥了很大的作用。中国作为最大的发展中国家,也应积极抓住机遇,担负起相应的责任,从本国国情出发,在环境、资源、社会、经济等几个方面来推行汽车工业的可持续发展战略,在资源配置、市场开拓、自主研发以及节能、环保、安全、就业、出口等方面采取措施,力求做到中国汽车工业发展的环境可持续性、能源可持续性、经济可持续性、社会可持续性。

2005 年 10 月 12—15 日在中国上海交通大学召开的“可持续制造国际研讨会”上提出了可持续制造的定义:“可持续制造是贯彻人类可持续发展思想的制造科学与技术,它在产品生命周期各阶段,通过减量化、再使用、再利用和再制造,实现资源消耗与环境负面影响的最小化,使人类始终能够在—个制造资源充足、环境质量优良的条件—下从事生产活动,是一种节约型、循环型的新型生产模式。”<sup>[1]</sup>

### 1.1.1 汽车工业带来的可持续发展问题

自从 19 世纪以来,汽车工业取得了飞速发展,几乎所有国家都受其影响。根据中国汽车工业协会发布的数据,2012 年全球汽车产量达到八千万辆。截至

2012年年底,全球汽车保有量已经达到10亿并仍在稳定增长。其中美国和欧盟的汽车保有量就占了一半,前者的保有量为2.4亿辆,后者为2.7亿辆左右。表1-1为截至2010年,主要汽车大国的汽车保有量、注销量和报废量<sup>[2]</sup>。

表 1-1 主要汽车大国/地区汽车保有量和报废量

国家/地区	汽车保有量(辆)	注销量(辆/年)	报废量(辆/年)
德 国	45 261 188	2 570 137	500 193
法 国	41 649 877	1 835 293	1 610 137
英 国	35 478 652	1 810 571	1 157 438
西班牙	27 750 000	996 718	839 637
(欧盟)	(271 319 000)	(14 077 000)	(7 823 211)
俄罗斯	41 224 913	300 000	—
美 国	239 811 984	20 419 898	12 000 000
加拿大	21 053 994	1 321 658	1 200 000
巴 西	32 100 000	1 058 064	1 000 000
日 本	75 361 876	4 080 000	2 960 000
中 国	78 020 000	6 000 000	3 506 000
韩 国	17 941 356	849 280	684 000
澳大利亚	15 352 487	6 000 311	500 000
小 计	792 185 610	57 921 599	29 673 211
全球总和	1 016 763 420	15 805 275	40 176 051

2013年我国国产汽车产销量分别达到了2 211万辆和2 198万辆,同比增长了14.76%和13.87%,继续保持世界第一,其汽车保有量仅次于美国<sup>[3]</sup>。截至2013年年底,国内汽车总保有量达到了1.374亿辆,新增了1 651万辆,同比增长13.66%,千人汽车保有量已近百辆。但与发达国家相比(如美国的千人汽车保有量为800辆,日本为600辆),还存在着很大的差距。预计到2020年,中国的汽车保有量将达到2亿辆。另据中国社科院发布的《中国汽车社会发展报告(2012—2013)》,中国的私家车保有量将在10年内达到1亿辆。

汽车产业的发展,一方面极大地拉动了钢铁、石油等相关产业的发展,并引导整个行业的变革和转型,带动国民经济整体水平的提高;但另一方面也带来了一系列社会可持续发展的问题,如自然资源过度消耗、城市环境严重污染等,这些问题有悖于我国建设资源节约型、环境友好型社会的发展目标,影响经济、资



源、环境、社会的协调可持续发展。

### 1) 资源与环境问题

汽车不仅燃料需要石油,许多车用材料也需要石油作为生产原料,因此,整个汽车产业对石油资源的巨大需求是社会发展的沉重负担。石油资源储量有限,而我国的石油资源储备更是远低于世界平均水平。2008年我国已探明的石油储量为155亿桶,仅占了世界总量的1.2%。我国的石油消耗量却逐年递增,2012年,全国汽油消费全年大约8140万吨,基本上为汽车消费;柴油全年消费约16966万吨,按汽车消费51%计算,为8650万吨。2012年汽车消费成品油1.6亿吨以上、相当于消耗原油2.6亿吨,占全国原油年总消耗量(4.67亿吨)的56%。按照目前的油耗水平,到2020年,全年汽车年成品油消耗将达到3亿吨,折合原油5亿吨;2025—2030年,每年汽车年成品油消耗将达到4.5亿吨,折合原油7.5亿吨。对进口石油的依赖也逐年递增,使能源安全问题越发突出。2008年,我国原油对外依存度即已经达到了51.4%。据国际能源机构(IEA)预测,随着越来越多中国消费者购买汽车,到2030年,中国石油消耗量的80%需要依靠进口,年进口石油8亿吨。因此,提升汽车产业的技术创新和变革,实现汽车能源多样化、电动化,提高汽车能源利用率,是实现我国汽车产业可持续发展的必然要求。

汽车产业对环境的污染也已然成为一个世界性难题。汽车尾气正逐渐成为城市空气的主要污染源,随着汽车保有量的进一步增加,汽车排放污染将更为突出。同时,汽车也是温室气体CO<sub>2</sub>的重要排放源之一。按照目前的油耗水平,到2020年,我国全年汽车排放二氧化碳在12.5亿吨到15亿吨;2025—2030年,全年汽车年排放二氧化碳在18.25亿吨到22.5亿吨,相当于2010年美国交通运输二氧化碳排放总量。2009年12月中国政府在哥本哈根气候大会上宣布了到2020国内单位生产总值的CO<sub>2</sub>排放将比2005年降低40%~45%;2014年11月在《中美气候变化联合声明》中,中国首次正式提出2030年碳排放达到峰值。在此背景下,汽车排放问题将是我国汽车产业发展面临的一个巨大挑战。

### 2) 经济责任与社会责任

首先,中国的东西部地区、城乡之间的社会经济发展存在巨大的差异,贫富差距不断拉大,在此社会背景下,汽车工业如何保持本行业经济的持续增长,同时对促进全社会经济的健康、稳定、协调发展,构建和谐社会承担起相应的责任。其次,汽车引起的交通安全问题,已成为我国汽车发展中不容忽视的社会问题,

《2014年国民经济和社会发展统计公报》的统计数据表明,2014年交通事故死亡人数为3.4万人,比2013年增长8.5%;2014年全年的涉及人员伤亡道路交通事故为16万起左右,直接财产损失为8亿元左右。再次,中国汽车工业如何在激烈的国际竞争中发展壮大,如何依靠科技进步,增强综合竞争能力、提高投资效率和经济效益、增加就业岗位。

### 3) 我国汽车产业可持续发展的影响因素

#### (1) 技术因素。

技术是促进汽车工业可持续发展的基础和动力。技术进步可以实现自然资源的替代,可以避免因自然资源枯竭而造成的经济增长受限。虽然依据目前的科技水平,在可预见的将来,汽车仍以传统动力为主,但电动汽车、混合动力汽车、氢动力汽车等将随科技进步而不断取得长足发展。

#### (2) 管理因素。

汽车工业既是资金、技术密集型工业,同时更是管理密集型工业。管理因素在汽车工业的可持续发展中起着重要作用,符合可持续发展理念的管理对于中国汽车工业的可持续发展之路具有长远的影响。通过加强管理,实现各种资源的优化配置、节约各项费用支出、降低汽车生产成本和组织管理成本、提高汽车企业的生产效率和资金利用效率,从而增强中国汽车工业的国际竞争力。

#### (3) 政策因素。

经济政策是国家政府为实现社会经济发展目标、有意识地去解决各种经济问题的行动指针并付诸实施的准则和措施。中国汽车工业的可持续发展有赖于各级政府的产业政策和消费导向,比如,制定相应的产业发展战略、可持续消费、环保和回收利用政策等。

## 1.1.2 发达国家汽车工业可持续发展的启示

随着自然资源不断减少和环境危机日益严重,发达国家不断探索新的经济发展模式,大力发展汽车工业的循环经济与清洁生产,积极推行汽车工业的可持续发展战略。这对于提高资源利用率、缓解资源短缺、减轻环境污染压力产生了显著效果,在促进经济增长和社会公平方面也发挥了很大作用。

汽车工业推行可持续发展的目标是为了促进本行业 and 全社会的经济发展、环境保护和社会平等。其中,经济发展是可持续发展的目的、环境保护是可持续发展的核心、社会平等是可持续发展的保证。汽车工业的可持续发展之路面临

全球性的挑战：

(1) 在整个汽车产业链上考虑促进汽车工业的可持续发展。

(2) 对全球环境的影响减小到最低程度：① 降低能源、水和资源的消耗，缓解生态压力；② 开发新型绿色替代燃料和新型动力系统，改善环境，并且减少对汽油的依赖；③ 降低温室气体的排放，减少温室效应，控制人类对气候的影响（主要是CO<sub>2</sub>；还包括HFC、PFC、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O和SF<sub>6</sub>等）；④ 减少汽车有害气体排放，改善空气质量（包括CO、NO<sub>x</sub>、HC和PM以及铅、硫等）；⑤ 降低噪声。

(3) 缓解交通堵塞与增强交通安全，满足人们对机动能力(Mobility)的需求。

(4) 考虑人类社会中更多的人群，尤其是发展中国家的穷人和老人，提供交通便利。对个人而言，更高的机动能力意味着更多的就业、教育、安全、健康等发展机会。

近年来，关于电动能力(E-mobility)的讨论日益成为汽车电动化、智能化背景下，可持续机动能力(Sustainable Mobility)的新热点。以德国为例，电动能力强调能源、交通和环境的整体解决方案，覆盖了5大环节，从能源产生结构、电力输送网络、充电相关基础设施、新的电动车概念到新电动经济的循环性发展。因此，电动能力的一大特点是，整个社会参与的深度和广度要明显高于常规汽车，特别是能源电力企业的参与程度以及消费者组织的参与积极性。电动能力不仅是汽车工业自己的事情，更是社会基础设施(能源与交通)根本变革的契机，需要整个社会积极参与的重大事务。单单靠汽车工业本身根本无法完成此次变革。

### 1.1.3 中国汽车工业的可持续发展战略重点

只有通过借鉴国际汽车工业发展的经验教训，结合我国实际情况，积极推行中国汽车工业的可持续发展战略，在日益激烈的国际竞争中发展壮大，在实现全行业经济持续、稳定增长的同时承担起相应的社会责任，对资源的持续利用与环境友好负责，对构建和谐和谐社会负责。

中国汽车工业的可持续发展战略应该重点体现在如下几个方面：

首先，提高产业集中度和企业规模经济水平。

其次，完善汽车行业专业化分工协作体系，提高零部件产业专业化和技术水平，促进汽车关键零部件的发展。

第三，调整汽车消费政策，培育持续扩大的国内汽车市场，逐步发展和壮大

海外市场。

第四,通过汽车工业的发展,逐步缩小东西部、城乡之间的差别和贫富差距,提高社会经济效益,逐步解决交通安全问题,实现社会经济和谐发展。

第五,加大汽车工业科技开发投资力度,提高自主研发能力,在代表汽车发展未来的绿色技术上形成核心竞争力。

可持续发展理念已经为中国汽车工业的发展和科技进步带来新一轮契机。汽车产品从设计、生产直到报废的全生命周期各个环节,必须考虑符合可持续发展的要求以及承担相应的社会责任。未来的汽车产品应满足不断提高的排放要求、满足不断提高的节能要求和实现 5R(减量化、再使用、再制造、再利用、回收利用)。

随着中国汽车保有量的增加,汽车报废量也随之迅速增长。2013 年,我国民用汽车理论注销量已经达到了 540 万辆,占汽车保有量的 4.16%<sup>[3]</sup>。随着社会经济的发展和消费观念的转变,汽车的服役时间变得越来越短,这意味着报废汽车的数量将会快速增长。预计到 2020 年,中国的报废汽车量将接近 1 400 万辆。汽车产品回收利用产业技术创新战略联盟于 2011 年发布了《中国汽车产品回收利用产业技术路线图》,预测了未来中国汽车保有量、注销量和报废量,如表 1-2 所示<sup>[4]</sup>。

表 1-2 中国汽车保有量和报废汽车预测

	汽车保有量 (百万辆)	汽车新增量 (百万辆)	汽车报废量 (百万辆)	报废率(%)
2015	119.02	21.20	8.31	7.0
2017	144.60	23.86	10.28	7.1
2020	188.41	30.55	13.65	7.2

为了提高我国汽车行业的可持续发展能力,促进汽车工业与资源、环境和社会的协调发展,实施汽车产业的可再生化战略是必由之路。面对资源和环境的约束和压力,汽车产业只有通过技术升级,才能实现汽车能源和资源的可再生化。能源的可再生化主要指使用可再生能源代替不可再生能源作为汽车燃料,而资源可再生指的是汽车产品的回收利用。

报废汽车回收处理不当很容易造成土壤污染、水污染和资源浪费。随着报废汽车数量的快速增长,报废汽车造成的资源和环境问题越来越突出,实施汽车

可再生化战略,对其进行绿色处理和回收利用变得迫在眉睫。因此,应当加强对报废汽车的回收管理,对报废汽车的回收利用技术和工艺进行升级,以提高资源利用效率,并降低对环境的污染。

## 1.2 汽车回收利用与环境保护

### 1.2.1 全球变暖问题

地球,这个我们人类和动植物赖以生存的星球,因其平衡的生态循环系统而生机盎然。但是,近些年来,由于人类忽视生态平衡、无休止地开发土地和排放有害物质,地球的生态循环系统遭到严重破坏。一方面,汽车给我们的生活带来了方便,使我们的生活丰富多彩;另一方面,汽车大量消耗汽油、柴油等化石燃料,同时排放二氧化碳、甲烷等温室气体,严重影响了地球生态系统的平衡。温室效应是导致地表温度上升的重要原因之一,它破坏了到达地表的太阳能和从地面释放出去的热辐射能之间的平衡关系。地球原本必须保持大气层与地表吸收的太阳能和透过大气层排出的红外辐射之间的平衡关系,但是,由于二氧化碳、甲烷等温室气体排放引起的温室效应导致红外辐射留在大气层内,从而造成了全球变暖。温室气体的排放量正逐年增加,已经引起了水温、气温的变化,产生了一系列的问题:冰川消融导致的海域扩张和海平面上升、极端气候、登革热病和疟疾向北蔓延、淡水资源干涸和日益严重的粮食短缺,这将导致部分物种的灭绝。此外,生态系统吸收温室气体的基石——森林的增长速度远远低于温室气体的增长速度。因此,减少温室气体的排放量已经刻不容缓。全球变暖问题在联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC,是由联合国环境规划署(UNEP)和世界气象组织(WMO)于1988年联合建立的政府间机构)和1992年在巴西里约热内卢举行的地球高峰会议上都进行了国际性商讨。为了免受全球变暖的威胁,世界各国分别于1995年在德国柏林举行的第一次缔约方会议(COP1)和1997年在日本京都举行的第三次缔约方会议(COP3)上进行了进一步的磋商。作为这些会议的成果,《京都议定书》被制定出来,其中广为人知的是清洁发展机制(CDM)。汽车制造行业和其他“动脉产业”竭尽所能地对汽车及其零件进行小型化和轻量化设计、降低发动机能耗、采用可再生材料以及研发混合动力汽车和纯电动汽车,以此来减少温室气体的排放。以汽车回收行业为代表的“静脉产业”正在推进退役机动车零部件的再利用以及废金属和废塑料的回收再利用。

在日本、韩国、美国、加拿大、欧洲和其他许多国家，“动脉产业”和“静脉产业”共同采取积极措施来推进减量化、再使用、再利用发展，以提高回收利用率。以美国为例，在上述“3R”模式下，美国每年回收超过 1 200 万辆报废汽车，相当于在生产环节节约了 8 500 万桶原油；来自报废汽车上的废钢约占当地回收企业废钢回收量的 37%。这样做，不仅有利于保护地球环境、节约自然资源，而且创造了 46 000 个工作岗位。

### 1.2.2 臭氧层损耗

臭氧层分布在距地面高约 35 千米的高空，其功能是保护地球生物免受紫外线的伤害。然而，近年来，人工合成化学物质如氟利昂 CFC-12（它常被用作汽车车内环境控制系统制冷剂和控制电路、精密零件的清洗剂），分解时会释放氯原子，使得臭氧层变薄，甚至部分消失，即产生臭氧层空洞。臭氧层损耗导致辐射到地表的紫外线增加，这将严重影响人类健康和生态系统的平衡。1987 年，国际上签署实施了《蒙特利尔破坏臭氧层物质管制议定书》，就降低直至禁止氟氯烃的使用问题达成一致。根据该议定书的规定，一旦汽车报废，作为汽车车内空调系统制冷剂的氟氯烃必须回收利用，并且把对臭氧层影响更小的氟利昂 R-134a 逐步应用于新型空调。

### 1.2.3 报废汽车中的废弃物

每辆报废汽车平均产生 25 升废油和废液，主要是机油、制动液和长效冷却液。如果不对如此大量的废油、废液进行回收，我们将不得不面临严重的环境问题，因为这意味着几千万升的废油和废液将被排放到土壤、河流和海洋中，造成地下水污染。

#### 1) 废油和废液

乙二醇是一种长效冷却液，它的化学需氧量(COD)和生化需氧量(BOD)比生活污水排放标准高上万倍。一旦长效冷却液被排放到水中，就会分解成温室气体和富含细菌的污水，好氧细菌消耗水中氧气，导致水生生物死亡，破坏环境。拆解企业一般采用废液回收装置(见图 1-1)可以清除报废汽车中 90%以上的废油和废液(如汽油、柴油、制动液、减震器阻尼油、制冷液和车窗清洗液等)。各种废油、废液应分开封装在专用罐中，并委托专门的供应商进行处理。拆解报废汽车过程中洒落在车间地板上的废油、废液必须经过油水分离系统进行有效回收。

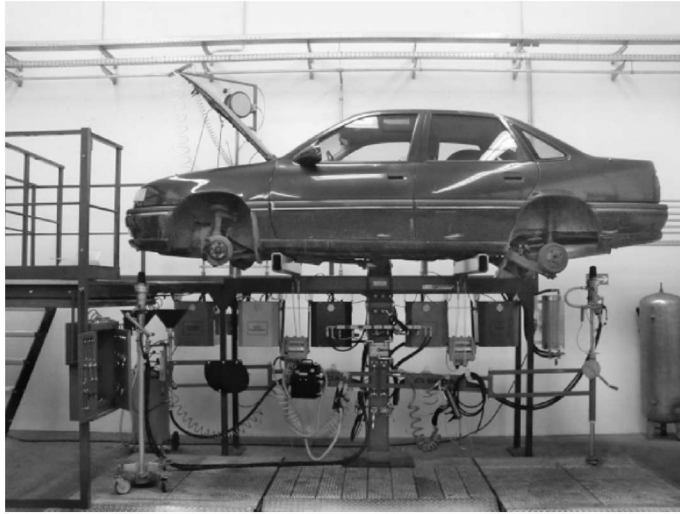


图 1-1 废液回收装置(来源: JARA)

## 2) 破碎残余物

报废汽车经过拆解,回收发动机、变速箱等零部件后,对余下部分进行压缩破碎分选处理,回收其中的金属和非金属材料,剩余部分成为汽车破碎残余物(ASR),如图 1-2 所示。ASR 中包含铅、汞、镉等有害重金属元素。历史上有名的日本丰岛垃圾事件即起因于 ASR 的非法填埋而严重破坏了环境。



图 1-2 汽车破碎残余物 ASR(来源: JARA)

### 3) 废弃轮胎

轮胎中 60% 的成分是石脑油。石脑油是一种原料油,具有较高的燃烧热值,大概在重油和煤炭之间。然而,废旧轮胎经常被弃荒野或焚烧(见图 1-3),成为疟疾和登革热等重大疾病的传染源,造成严重的公共卫生和环境问题。以日本为例,废旧轮胎采用与破碎残余物回收处理一致的电子清单制度,轮胎经销商和维修商作为指定商,被要求与制造商一起采取合适的方法回收再利用废弃轮胎。



图 1-3 废弃轮胎(来源: JARA)

### 4) 汽车制冷剂

#### (1) 氟氯烃 CFC-12。

作为汽车制冷剂的氟氯烃 CFC-12 在大气对流层中不易分解,当其进入平流层后受到强烈的紫外线照射,分解产生游离氯,使臭氧耗损,从而造成臭氧层空洞。人类直到 20 世纪 70 年代末才开始关注这一现象,此时,臭氧层空洞的覆盖面积已经超过了南极地区的面积。

由于臭氧层损耗的面积逐渐增加,到达地表的紫外线增多,对人类生活和环境产生严重影响,导致人类皮肤癌和白内障的发病率增加、降低人体免疫功能,严重危害人体健康,还会造成水稻、大豆和其他对紫外线敏感的农作物的产量下降,并使水生生物生长缓慢。我们十分关注臭氧层损耗,因为臭氧每减少 1%,人类皮肤癌的发病率会增加 2%、白内障发病率增加 0.6%~0.8%。为保护臭氧层,联合国环境规划署在 1987 年通过了《蒙特利尔破坏臭氧层物质管制议定书》,并确定在 1996 年之前停止生产 CFC-12。对于汽车空调维修、报废汽车处理以及氟利昂委托回收等商业活动来说,要求其采用专用的氟利昂回收装置并进行无害化处理。



## (2) 氟利昂替代物 HFC-134a。

尽管目前使用的汽车空调机制冷剂 HFC-134a 可以有效减缓对臭氧层的损耗,但是它对加速全球变暖的影响是氟氯烃的数百倍到 6 万倍。根据《京都议定书》规定,1,1,1,2-四氯乙烷作为温室气体,应当限制使用。如果不对 HFC-134a 进行适当的回收和无害化处理,温室气体排放量将会增加。与处理 CFC-12 类似,采用氟利昂回收装置合理处理与分解 HFC-134a 是十分必要的。CFC-12 和 HFC-134a 必须分开存储。

## 5) 铅酸蓄电池

铅酸电池广泛用于汽车和其他用电设备,电极主要由铅及其氧化物制成,电解液采用稀释硫酸溶液,可以反复充、放电。废旧铅酸电池中的铅板和硫酸是可回收的资源,但处置不当会对环境造成严重破坏。一旦人体吸入铅,会引起造血功能障碍、损伤神经系统。中国、日本、韩国等许多国家均回收废旧铅酸电池来生产新电池。值得注意的是,因为装备铅酸电池的机动车被出口到不具备回收技术的发展中国家,可能会引发环境问题,因此废弃铅酸电池也是《巴塞尔公约》的关注目标之一。

## 6) 安全气囊

当回收或销毁未使用过的气安全气囊时,它可能发生爆炸。安全气囊还会释放有毒的叠氮化钠,它会导致血压下降、心律不齐、心肌衰竭,甚至昏厥。因此,从 1998 年开始,超过 98% 的交通工具开始使用无叠氮化钠的安全气囊。

## 7) 其他有害物质

汽车、船舶和飞行器在运动时会排放空气污染物,就像“移动排放源”。汽车是一种典型的“移动排放源”,其排放的尾气中含有大量的化学物质,如  $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$  和乙醛,会造成大气、土壤和水污染。与汽车相关的污染物还包括车用材料和生产过程中的乙二醇、二甲苯、甲苯和 CFC-12 等。

1992 年,联合国环境法与发展大会在巴西的里约热内卢召开。在其发布的《21 世纪议程》中,确认了公众获取有关环境污染信息的重要性,其中包括排放目录的建立。《21 世纪议程》第 10 条原则认为,“任何一个公民都有适当获取由公共权力机构所掌握的环境信息的权利”,并“应有机会参与决策制定过程”,“国家应尽可能公开环境信息,以此提高公众的警惕意识和参与程度”。

污染物排放与转移登记制度(PRTR 制度),是指建立一个从各类排放源向环境排放和通过废弃物转移的各种指定极危险化学物质的报告和登记制度,并