

# 报废汽车回收与再制造信息综合追溯系统 模型设计与构建

庞林花<sup>1,2</sup> 王长文<sup>1</sup> 邓乾旺<sup>1</sup>

- (1. 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 湖南大学机械与运载工程学院, 湖南长沙 410082;  
2. 科学技术部火炬高技术产业开发中心, 北京 100045)

**摘要:** 分析报废汽车回收与再制造产业模式, 设计报废汽车回收与再制造过程信息综合追溯模型及框架系统, 包括报废汽车信息追溯系统、回收与再制造过程信息管理系统、再制造工艺评价与决策系统、再制造产品信息跟踪系统等模块, 利用现代的信息技术实现对汽车从整车到零部件、从生产到报废的信息化管理。

**关键词:** 汽车回收与再制造; 信息追溯系统; 全生命周期信息管理; 评价决策

中图分类号: U46; G203

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2014.04.008

## Model Design and Framework of IITS to Scrap Automobiles for Recycling and Remanufacturing

Pang Linhua<sup>1,2</sup>, Wang Changwen<sup>1</sup>, Deng Qianwang<sup>1</sup>

- (1.College of Mechanical & Vehicle Engineering, State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacture for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082; 2. Torch High Tech Industrial Development Center, Ministry of Science and Technology, Beijing 100045)

**Abstract:** This paper analyses the industry development pattern, designs model and framework for integrated information traceability system(IITS) for scrapped automobile recycling and remanufacturing process, including the scrap vehicle information tracing system, the recycling and remanufacturing process information management system, the remanufacturing process evaluation and decision-making system, the remanufacturing product information tracking system and the other modules. The IT technology has been used to undergo the whole-life information management of the vehicle and its parts to provide information support. The technology is helpful for the development of China's green car technology and recycling economy.

**Keywords:** automobiles recycling and remanufacturing, information tracking system, whole-life information management, evaluation and decision-making

**作者简介:** 庞林花 (1967- ), 女, 高级工程师, 研究方向: 报废汽车回收利用技术体系和产业政策研究; 王长文 (1989- ), 男, 硕士研究生, 研究方向: 制造业信息化; 邓乾旺\* (1972- ), 男, 湖南大学教授, 研究方向: 汽车绿色回收与再制造。

**基金项目:** 湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室自主课题“报废汽车回收与再制造信息综合追溯系统研究”(71275003)。

**收稿日期:** 2014年3月6日。

## 1 引言

根据《2013年国民经济和社会发展统计公报》，2013年我国共生产汽车2211.7万辆，比上一年度增长14.7%。其中基本型乘用车的数量达到1210.4万辆，占总数的54.7%<sup>[1]</sup>。另据统计，国内汽车保有量已经超过1亿辆，按照汽车发达国家6%~8%的汽车报废率计算，每年的报废汽车大概也有600万辆<sup>[2]</sup>。随着汽车保有量的快速增加和各地尾气排放标准的提高，报废汽车数量也会逐步增加，老旧车循环消纳问题突出。为此，本文拟从报废汽车回收和再制造信息综合追溯系统着手，从汽车全生命周期信息管理的角度，讨论信息追溯系统的模型设计、功能构成及应用前景。

报废汽车的回收与再制造是循环型经济社会的发展趋势。据介绍，目前全世界每年约有5000万辆汽车报废<sup>[3]</sup>，由此产生的环保问题已经引起汽车消费大国的高度重视，各国相继建立了一些适合本国国情的汽车报废回收管理体系。

在国外，特别是在欧洲、美国、日本等经济发达国家和汽车保有量大国，在报废汽车回收和再制造方面，都制定了相对完善的制度，投入了大量的研究工作，在整个产业链考虑汽车的回收再制造问题。欧盟立法规定2006年以后，汽车制造商要负责分解、回收其生产的汽车。欧洲的各汽车制造商都成立了分解中心，积极实施这一法规<sup>[4]</sup>。2006年，德国废旧汽车85%的零部件都可以得到回收利用，而到2015年，这一比重可能提升到95%<sup>[5]</sup>。美国报废汽车回收利用采用机械化操作方式进行，目前全美共有1.2万多家报废汽车拆解企业、2万家零部件再制造企业和200家拆后报废汽车粉碎企业<sup>[6]</sup>。

在国内，我国再制造产业发展相对较晚，但有着良好的发展势头，我国政府越来越重视再制造产业的发展，在过去几年里制定出了一系列政策与措施。2006年2月，国家发改委、科技部、环保总局联合颁布《汽车产品回收利用技术政策》，明确要求汽车产品的回收利用率指标纳入汽

车产品市场准入许可管理体系<sup>[7]</sup>。2008年3月，国家发改委出台了《汽车零部件再制造试点管理办法》，确定了14家企业开展汽车零部件再制造试点工作<sup>[8]</sup>。2010年4月26日，国家发改委会同有关部门着手编制《再制造产业发展规划》，明确“十二五”时期我国促进再制造产业健康发展的目标、重点任务和保障措施。加快研究制定《汽车零部件再制造管理办法》，抓紧修订《报废汽车回收管理办法》，消除再制造产业发展的法律障碍，制定再制造旧件和再制造产品进出口管理目录<sup>[9]</sup>。这些政策的制定出台，为我国汽车再制造企业营造了一个良好的政策环境。但相对于欧美国家成熟的再制造产业体系，我国汽车再制造产业仍然处在维修、改造的初级阶段。

在废旧汽车回收与再制造信息化系统建设方面，2013年12月1日，美国北卡罗来纳州制定法律要求机动车回收分解厂商在分解之前，要登录相应的系统对车辆信息进行确认，方可开展分解工作<sup>[10]</sup>；Ignatenko针对全生命周期的回收系统建设，提出了符合欧盟材料和能源标准的弹性回收系统模型<sup>[11]</sup>。国内的徐耀宗在2011年研究了基于中国汽车材料数据系统（CAMDS）的汽车回收利用信息化管理，探讨了基于CAMDS的信息化管理流程<sup>[12]</sup>。陈俊等在2010年针对报废汽车回收再利用系统从信息共享的层次设计、逻辑设计和系统协定3个角度探讨了信息共享的实现途径<sup>[13]</sup>。刘蒙蒙分析了汽车回收处置前、中、后3个阶段对信息服务的需求，基于RFID公共服务平台，研究提出了汽车回收处置信息服务方案，旨在解决汽车从回收前到处置后的一系列业务信息共享关键技术<sup>[14]</sup>。邹宗峰等根据汽车模块化生产特征，提出面向模块生产的追溯方法，在零部件批次关系和订单信息系统上构建内外部追溯系统模型，并建立物联网技术集成应用模式及零部件供应商分布式管理系统<sup>[15]</sup>。

总之，在汽车再制造信息追溯研究方面，国外比较侧重于完善政策，开始着手逆向物流信息系统建设，而国内则更多地侧重于利用各类新技术，实现汽车生产、回收产业链的信息共享，

从而促进各类汽车回收资源的利用处理。总体而言，通过建设基于汽车全生命周期的信息综合追溯系统，在通过信息化手段提高报废汽车回收和再制造水平方面具有重要意义。一方面，报废汽车回收与再制造是系统工程，其涉及面广，与产业链上游的汽车设计、零部件、整车企业有关，也与车辆管理、环境保护等行政部门密切相关，其发展需要加强信息化管理。另一方面，信息化管理不仅是建立完善的市场网络的需求，也是实现再制造产品质量规范管理的重要技术手段，通过信息化平台的搭建，可以实现报废汽车回收与再制造信息联网和全程监控。

## 2 报废汽车回收与再制造产业模式

汽车产业链包括了原材料供应商向零部件厂商提供钢铁、玻璃、塑料等材料，零部件商设计、制造零部件，再销售给整车厂。整车厂设计、制造整车，再将整车通过销售商到4S店。消费者在4S店购买整车，使用到一定年限或达到报废标准后，回收中心通过物流渠道回收报废汽车，如图1所示。

报废汽车回收与再制造产业在汽车产业链中是构建从“产品设计-制造-消费-报废-再生利用”的汽车产品整个生命周期闭环中的重要一环。它涵盖了报废与再生利用两个主要环节，同

时又与设计、制造和消费等环节形成了回路支撑。

报废汽车在回收中心拆解分类。拆解后的零部件被分为重用件、可再制造件、原材料回收件和废弃物等4类。

重用件是指经检测可以直接再次使用的零部件。这些重用件会被送到4S店或者汽车维修厂重新使用。

可再制造件是指不可以直接再利用但可以通过再制造过程恢复其原有功能的零部件，它们通过物流渠道进入再制造中心。可再制造件在再制造中心一般需要进一步的拆解，拆成最小的零件，检测功能与结构缺陷后，采用再制造工艺修复零件使其达到可利用要求，被修复后再组装成部件或者总成，再经检测满足零部件质量要求之后，投入零部件市场。

原材料回收件是指无法通过再制造恢复其原有功能但可以回炉重新作为原材料的零部件。在再制造中心，这些零部件被作为原材料销售给原材料供应商或者作为废弃物被处理或应用其他行业领域。例如，废旧轮胎碎化后可以用于高速公路路面混合料，降低胎噪。

废弃物是指由回收中心处理后，再制造工艺中无法继续使用的物质或零部件，可分为危险废弃物和非危险废弃物。具体包括各类废旧机油和机油过滤器、发动机冷却液、离合器垫片、空调

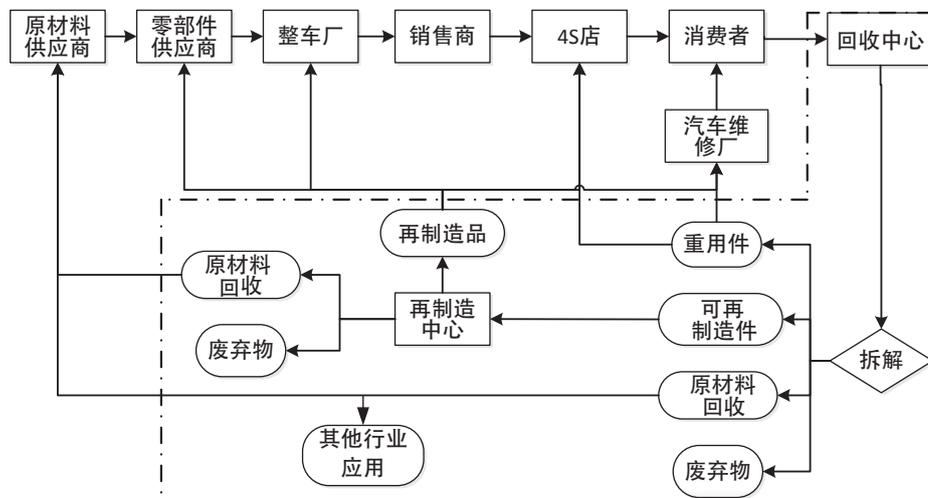


图1 汽车回收与再制造产业链模式

系统制冷剂、蓄电池中的酸性溶液等<sup>[16]</sup>。

由此可见，在汽车回收、拆解、再制造与再利用过程的管理中，回收与再制造信息综合与追溯是实现清晰的上下游质量跟踪及高效率低成本生产的保障。

### 3 回收与再制造信息综合追溯系统的模型构建

回收与再制造信息综合追溯系统的整体框架如图2所示。该系统实现报废汽车回收与再制造的信息采集、传递、存储、加工、维护、使用和升级的管理决策。系统包括报废汽车信息追溯系统、回收与再制造过程信息管理系统、再制造工艺评价与决策系统、再制造产品信息跟踪系统等模块。构建的数据系统环境具有通用性、可扩展性和开发性，以方便进行扩展，系统内模块之间可相互通讯。该数据库留有接口、可以方便地实现系统与原材料供应商、汽车零部件商、汽车整车厂、汽车销售商或者4S店、报废汽车回收中

心、再制造中心等相互之间的数据交换。通过该系统能够建立报废汽车产品的信息模型，不但能够实现对该产品设计、生产、售后维修的信息的综合追溯，还能实现对报废汽车回收与处理工艺的评价与决策，并实现对以再制造方式处理的再制造产品的生命周期信息跟踪。

#### 3.1 报废汽车信息追溯系统

报废汽车信息追溯系统对报废汽车的历史信息进行追溯，从汽车设计到汽车报废的全生命周期信息进行管理，具体包含的信息如图3所示。其中，设计信息是指报废汽车整车及其零部件的原始生产厂家的设计信息，包括零部件使用的材料、尺寸信息、零件间的装配关系等；制造信息指整车和零部件的原始制造厂家的信息，包括零部件的型号、批次、生产时间等；销售信息指销售过程中的信息，包括销售时间、销售价格、销售厂家等；使用信息包括报废汽车使用的年限、行程等信息；维修信息指报废汽车之前维修的次数、维修时间、维修程度、更换件等信息。其

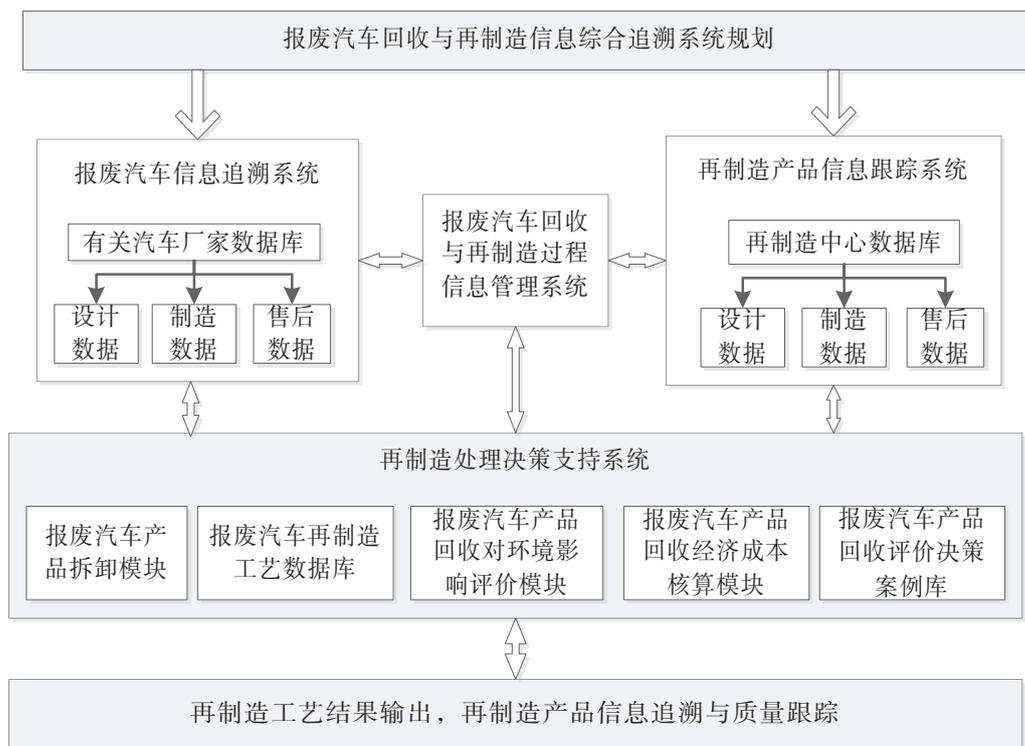


图2 报废汽车回收与再制造信息综合追溯系统框架

中，设计信息、使用信息、维修信息是再制造处理决策支持系统的重要依据。

### 3.2 报废汽车回收与再制造过程信息管理系统

回收与再制造过程信息管理系统主要对报废汽车回收、清洗、拆解、检测、分类、再制造工艺、检测等过程进行管理，对过程中的必要信息作记录。系统的功能框架如图4所示。

该系统能够获取和记录报废汽车整车及其零部件个体所包含的几何和物理信息，并构建报废汽车产品现状信息模型，通过与产品原始信息模型分析对比（从几何形状、力学性能、破坏程度等方面分析），为报废汽车产品的回收与处理工艺评价决策提供数据支持。系统的信息实体-联系模型（ER模型）如图5所示。

### 3.3 再制造工艺评价与决策系统

该子系统包括报废汽车产品拆卸模块、再制

造工艺数据库、环境影响评价模块、经济成本核算模块和评价决策案例库。

在构建报废汽车产品拆卸模块时，以积累的报废汽车试验数据为基础，通过对典型汽车产品拆解路径规划，零部件拆解模式选择、拆解装置选择的个案分析，凝练报废汽车拆解规范，指导后续的拆解。

在构建报废汽车产品再制造工艺数据库时，通过对完成拆解的零部件几何和物理性能的评定，针对再制造类型（恢复性再制造、升级性再制造、改造性再制造和应急性再制造），依据积累的再制造工艺试验数据，选择合理的零部件再制造工艺规程。

在构建报废汽车产品回收对环境影响评价模块时，主要的考评因素为回收过程的能量消耗、物质消耗、对环境的损害程度。通过界定评价的

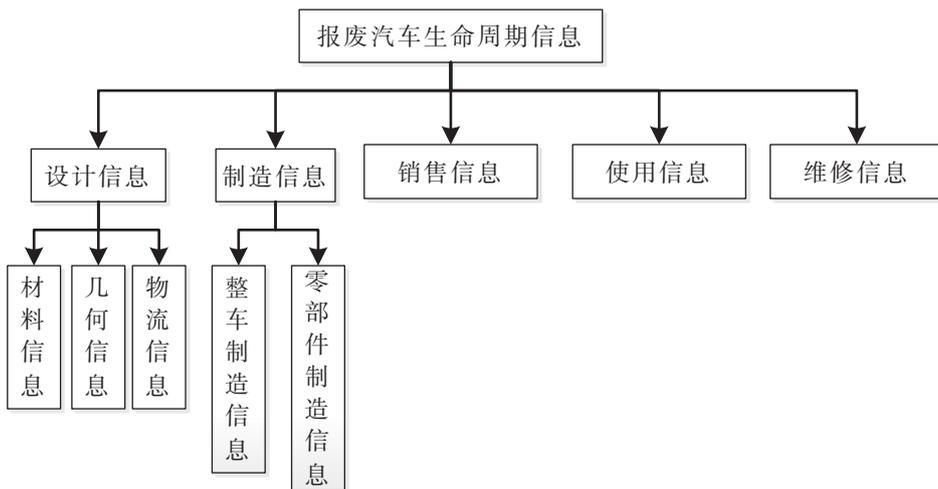


图3 报废汽车生命周期信息

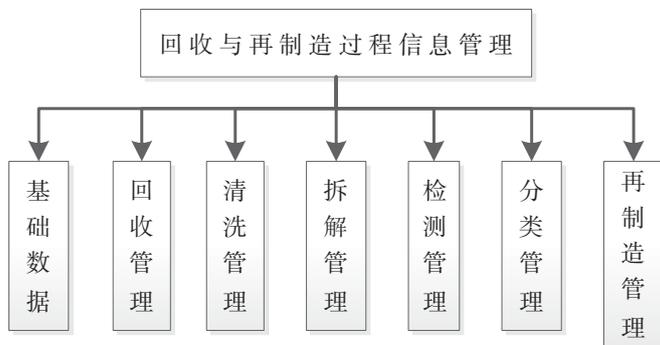


图4 回收与再制造过程信息管理

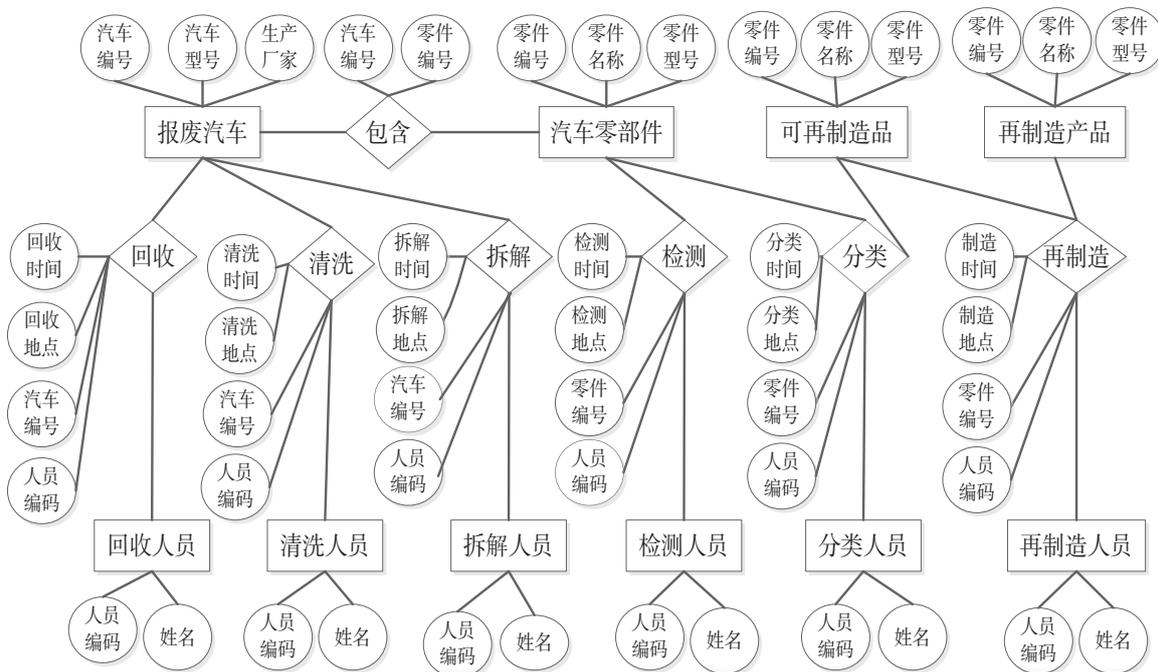


图5 回收与再制造过程ER模型

目的和边界, 构建对环境影响评价的完整的清单分析 (包括资源、能源和环境排放, 涵盖原材料和能源获取、零件加工生产及配件物流), 最后形成对环境影响压力的定量或定性的表征评价。

在构建报废汽车产品回收经济成本核算模块时, 从选择的回收处理工艺的费用投入, 回收处理的费用收益、环境效益等方面进行分析。

通过对报废汽车产品回收的零部件处理工艺案例进行收集, 构建报废汽车产品评价决策典型案例库, 为后续其他个案回收处理打下基础。

### 3.4 再制造产品信息跟踪系统

该系统对再制造产品的设计、制造、销售、使用、维修等信息进行跟踪, 也是再制造产品质量保障体系之一。系统信息模型与报废汽车信息追溯系统类似, 只是追溯对象变更为再制造后的重复利用产品, 并增加了再制造工艺信息、质量信息及寿命评估信息。

该系统所获得的数据可以作为衡量再制造处理决策支持系统的可靠性评价的依据。假定再制造产品的使用年限较长, 质量较好, 说明再制造处理方案较好, 间接地说明了决策支持系统有较高的可靠性。

## 4 结语

本文设计的报废汽车回收与再制造过程信息综合追溯系统, 包括报废汽车信息追溯系统、回收与再制造过程信息管理系统、再制造工艺评价与决策系统、再制造产品信息跟踪系统等模块, 实现对回收的报废汽车产品的设计、制造、售后维修等生命周期中的各阶段信息的逆向追溯。该系统为回收产品与再制造工艺决策提供数据依据, 并实现对再制造产品的生命周期信息正向跟踪管理, 是报废汽车产品回收与再制造过程满足“绿色、高效、资源节约、高质量”需求的重要手段。今后将依托各类废旧汽车回收和再制造厂商, 通过试运行和典型用户推广等方式, 逐步推广, 以期接受用户反馈, 完善系统功能。

## 参考文献

- [1] 2013年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL].[2014-03-28].[http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201402/t20140224\\_514970.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201402/t20140224_514970.html).
- [2] 中国汽车报废率过低 报废车辆应受到社会更多关注[EB/OL].[2014-03-28].<http://finance.21cn.com/newsdoc/>

(下转第63页)

- [45] Bizer Christian, Jentzsch Anja, Cyganiak Richard. State of the LOD Cloud[EB/OL]. [2014-07-20]. <http://lod-cloud.net/state/>.
- [46] Claus Stadler, Jens Lehmann, Konrad Hoffner, et al. LinkedGeoData: A Core for a Web of Spatial Open Data[J]. *Semantic Web*, 2012(3): 333-354.
- [47] Li Ding, Timothy Lebo, Erickson John S, et al. TWC LOGD: A Portal for Linked Open Government Data Ecosystems[J]. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 2011(9): 325-333.
- [48] Shadbolt N, O'Hara K, Berners-Lee T, et al. Linked Open Government Data: Lessons from Data. Gov. uk[J]. *IEEE Intelligent Systems*, 2012, 27(3): 16-24.
- [49] 白海燕, 朱礼军. 关联数据的自动关联构建研究[J]. *现代图书情报技术*, 2010, 189(2): 44-49.
- [50] 邓兰兰, 李春旺. 关联数据资源集相似度计算方法研究[J]. *情报理论与实践*, 2012, 35(5): 112-116.
- [51] 丁楠, 潘有能. 基于关联数据的图书馆信息聚合研究[J]. *图书与情报*, 2011(6): 50-53.
- [52] 郭少友. 关联数据的动态链接维护研究[J]. *图书情报工作*, 2011, 55(17): 112-116.
- [53] 沈志宏, 张晓林, 黎建辉. OpenCSDB: 关联数据在科学数据库中的应用研究[J]. *中国图书馆学报*, 2012, 38(201): 17-26.
- [54] Hey Tony, Tansley Stewart, Tolle Kristin. *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*[M]. REDMOND, USA: Microsoft Research, 2009.
- [55] 诸云强, 孙九林, 宋佳, 等. 地学e-Science研究与实践—以东北亚联合科学考察与合作研究平台构建为例[J]. *地球科学进展*, 2011, 26(1): 66-74.

(上接第48页)

- <zx/a/2013/0128/13/20298930.shtml>.
- [3] 周炳炎, 黄翔. 德国报废汽车拆解的环境无害化管理及对我国的启示[J]. *再生资源研究*, 2006(5): 20-23.
- [4] 王岩, 杨洪芳, 李宝生, 等. 报废汽车再制造产业化发展浅析[J]. *再生资源与循环经济*, 2010, 3(9): 32-35. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0912.2010.09.010.
- [5] 周孙锋, 杜春臣. 德国报废汽车回收利用体系对我国的启示[J]. *汽车工业研究*, 2012(5): 27-31.
- [6] 李名林. 美国报废汽车回收利用体系探索[J]. *汽车工业研究*, 2007(2): 45-48.
- [7] 发改委. 发改委关于公布《汽车产品回收利用技术政策》的通知[EB/OL]. [2014-03-28]. [http://www.moc.gov.cn/zizhan/siju/caiwusi/guanlipindao/guanliwenjian/200709/t20070921\\_404692.html](http://www.moc.gov.cn/zizhan/siju/caiwusi/guanlipindao/guanliwenjian/200709/t20070921_404692.html).
- [8] 发改委. 关于组织开展汽车零部件再制造试点工作的通知(发改办环资[2008]523号)[EB/OL]. [2014-03-28]. [http://www.ndrc.gov.cn/rdzt/jsjyxsh/200803/t20080306\\_196528.html](http://www.ndrc.gov.cn/rdzt/jsjyxsh/200803/t20080306_196528.html).
- [9] 我国再制造产业发展进入重要机遇期[J]. *财经界*, 2011(6): 66.
- [10] RALEIGH. New Scrap Vehicle Law Takes Effect Dec. 1 [EB/OL]. [2014-03-28]. <http://courier-tribune.com/news/new-scrap-vehicle-law-takes-effect-dec-1>.
- [11] Ignatenko O, Schaik A V, Reuter M A. Recycling System Flexibility: The Fundamental Solution to Achieve High Energy and Material Recovery Quotas[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2006, 121: 123-130.
- [12] 徐耀宗. 基于CAMDS的汽车回收利用信息化管理[J]. *汽车工业研究*, 2011(5): 43-48.
- [13] 陈俊, 吴方茹, 邓超群. 废旧汽车回收再利用系统的信息共享研究[J]. *现代商业*, 2010(35): 39-40.
- [14] 刘蒙蒙. 基于公共服务平台的汽车回收处置信息服务技术研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2011.
- [15] 邹宗峰, 孙雪华. 基于物联网技术的汽车零部件追溯信息系统研究[J]. *自动化技术与应用*, 2013, 32(4): 51-57.
- [16] 荆莹. 谈汽车维修废弃物的处理和回收[J]. *汽车工业研究*, 2011(7): 20-22, 29.