

美国构建餐厨垃圾等级化处理体系

孙艳艳, 吕志坚

(北京市科学技术情报研究所, 北京 100120)

摘要: 美国已经初步构建起等级化的餐厨垃圾处理体系, 按照优先顺序分为源头减量、食物捐赠、喂食动物、工业应用、堆肥、焚烧或填埋 6 个等级。经分析得出, 该体系具有重减量和循环利用、轻分类和填埋、法律法规保驾护航、科技研发助力、社会参与渠道完善等 4 个特点。由此可见, 完善的基础框架建设, 对做好餐厨垃圾减量和循环利用具有重要意义。

关键词: 美国; 餐厨垃圾; 等级化; 源头减量; “食物银行”

中图分类号: X705(712) **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.01.010

餐厨垃圾是指居民生活或宾馆、饭店、餐馆和机关、部队、院校、企业事业单位, 在食品加工、饮食服务、单位供餐等活动过程中产生的食物残渣、残液和废弃油脂等废弃物^[1]。

餐厨垃圾含水量大, 容易腐烂变质, 处理成本高, 已经成为城市主要的污染源之一, 对人体健康和环境造成诸多危害。根据联合国粮农组织 (Food and Agriculture Organization of the United Nations,

FAO) 2011 年发布的《世界食材浪费和食物废弃》(Global Food Losses and Food Waste)^[2] 报告, 全球每年浪费的食物多达 13 亿 t, 相当于世界食物总产量的 1/3。图 1 所示为 2010 年世界各地区粮食浪费情况, 可见欧美国家食物浪费尤其惊人。欧洲和北美国家, 年人均浪费食物高达 280~300 kg; 而南亚、东南亚以及撒哈拉沙漠以南非洲, 年人均浪费食物只有 120~170 kg。

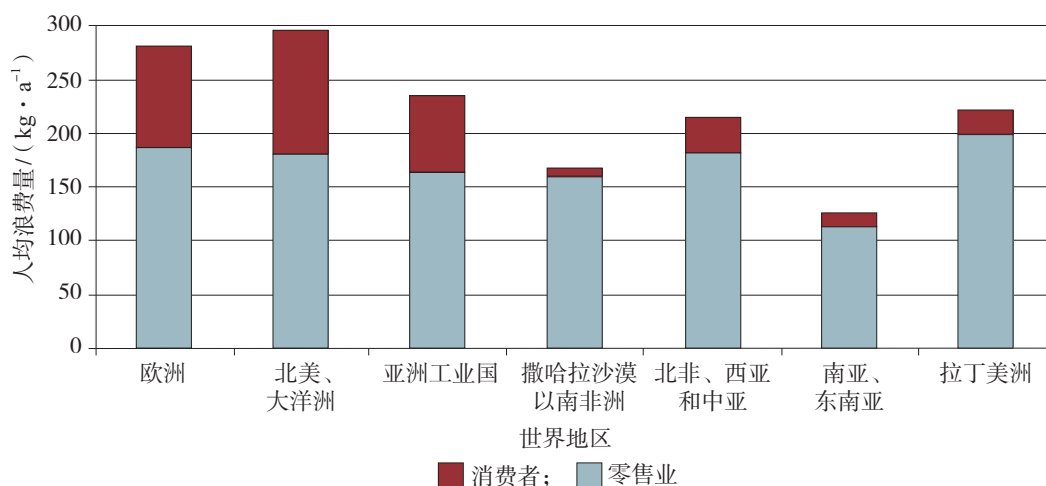


图1 2010年世界各地区年人均粮食浪费量
数据来源: FAO. Global Food Losses and Food Waste。

第一作者简介: 孙艳艳 (1982—), 女, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为日本、美国等国家的科技政策。

收稿日期: 2013-10-24

美国餐厨垃圾数量庞大, 据 2011 年美国《城市固体废弃物统计报告》(*Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2011*)^[3], 美国餐厨垃圾占城市垃圾总量的 21.3% (见图 2 所示), 年产生量约为 3 630 万 t, 而循环利用率仅有 3.9% (按重量计算)。美国每年需要花费近 10 亿美元处理餐厨垃圾。为了缓解餐厨垃圾带来的财政负担和环境问题, 更好地做好餐厨垃圾减量和循环利用工作, 美国已经初步构建起一套较为完善的餐厨垃圾处理体系。

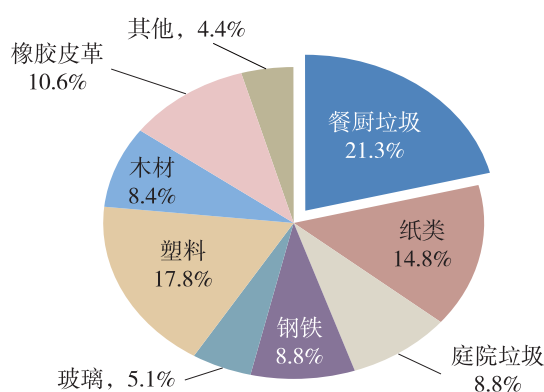


图 2 2011 年美国各类城市生活垃圾占比

1 美国餐厨垃圾处理体系概况

美国负责餐厨垃圾管理的政府部门有美国环保署 (EPA) 和美国农业部 (USDA)。在美国环保署网站中, 餐厨垃圾已不被列入垃圾管理一列, 而是直接归入资源保护栏目中。美国餐厨垃圾处理体系呈现等级化, 根据处理方法的优先顺序分为 6 个等级 (见图 3 所示), 分别是源头减量、食物捐赠、动物饲料、工业原料、堆肥、填埋或焚烧。

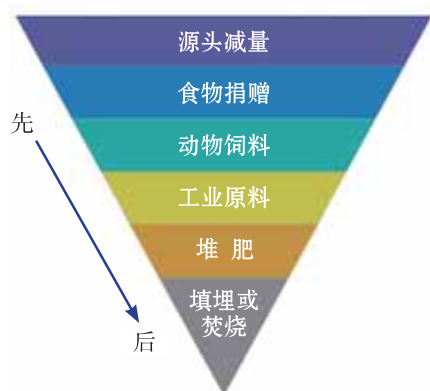


图 3 美国餐厨垃圾处理方法等级图^[4]

1.1 源头减量

美国餐厨垃圾减量策略环环相扣, 主要分为做好食物垃圾统计、减少食材用量、减少餐桌食物类垃圾、就地粉碎等。美国餐厨垃圾减量的第一步是做好餐厨垃圾数量、种类、产生原因的统计和跟踪, 以此为基础, 家庭和餐饮企业可以制定符合自身的餐厨垃圾减量措施, 衡量新减量措施的成效。为做好统计和分析工作, 美国环保署开发多款辅助餐厨垃圾减量的统计和跟踪工具, 包括餐厨垃圾减量统计软件、餐厨垃圾管理成本计算器等。

为了减少大型企业的餐厨垃圾产生量, 美国环保署要求餐饮企业需及时修正菜单, 改变饭菜数量, 减少餐具的食材类装饰, 鼓励消费者“按需下单”, 提高消费者的满意度, 以减少餐厨垃圾产生。同时, 号召通过减少不恰当烹饪、二次利用过剩食材、采用合理的存储技术等减少餐厨垃圾的产生。美国哈佛大学在各个餐厅和大型活动的餐饮中心采取了各种餐厨垃圾减量措施, 包括: 定制“人气菜单”、设立光盘俱乐部、开展无盘就餐、分发打包盒等。

为减少家庭产生的餐厨垃圾, 早在 20 世纪 40 年代, 美国就成功开发了家庭食物垃圾处理机。这种垃圾处理机可以将餐厨垃圾粉碎后排入下水管道, 进入污水处理厂处理^[5]。如今, 美国 90% 以上家庭使用这种机器, 一些城市甚至强制使用。与欧洲、日本等发达国家不同, 美国没有任何法律法规强制国民分类回收餐厨垃圾, 垃圾的分类回收大多是国民的自愿行为^[6], 因此, 美国家庭的餐厨垃圾大部分依靠家庭食物垃圾处理机或家庭堆肥进行减量处理。2009 年, 美国将餐厨垃圾处理器列为绿色建筑标准。

为联合社会各个力量参与餐厨垃圾减量, 2013 年 6 月, 美国环境保护署和农业部共同启动一项“全美减少食物浪费挑战赛”^[7], 号召政府机构、食品生产商、零售商、消费者、餐饮企业等相关单位一起行动起来, 减少食物浪费、提高回收和再利用。这次活动包括减少学校食物浪费、对消费者展开食物浪费问题和食物储存方法教育, 以及发展减少食物浪费、食物回收和再利用的新技术等。该活动将会持续开展下去, 到 2015 年将吸引全美约 400 家单位参与, 到 2020 年前吸引 1 000 家单位参与。

1.2 食物捐赠

在美国，主要通过覆盖全国的食物储藏室、“食物银行”（food bank）、食物拯救计划，将可食用的过剩食物分配给饥饿者。

美国是最早创办并在全国各地普及“食物银行”的国家之一。“食物银行”是非盈利组织，采取仓储模式，将收集到的可食用食物分类整理后捐赠给流动厨房、避难所、孤儿院、学校等非盈利组织或机构；“食物银行”不能直接把食物分配给个人，必须通过社区或政府组织。

食物拯救计划除了采取“食物银行”模式外，还可以从个人、商店、饭店、餐厅直接收集过剩食物并分配给有需要的人。为了方便国民利用这些“食物银行”，政府还专门建立了名为“Feeding America”的慈善机构，专门管理全国的“食物银行”，同时还有名为“AmpleHarvest”的食物捐赠中介机构，为捐赠者和需要者搭建平台^[8]。

此外，联邦政府的《好撒玛利亚人法》（*Good Samaritan Laws*，也叫《无偿施救者保护法》）规定，严禁可食用食物流向垃圾场，并免除捐赠企业因捐赠可能要承担的责任^[9]。

1.3 动物饲料

在美国，除了将餐厨垃圾转化为动物饲料或宠物饲料出售，用餐厨垃圾喂养动物已经不再新鲜。美国的生猪养殖农户已有多年依靠餐厨垃圾喂食生猪的传统，这样既减少了饲料费用又减少了垃圾填埋费，大大减少了养殖户的养殖成本。

为了防止餐厨垃圾喂食动物可能产生的健康问题，美国各州法律对可以喂食动物的餐厨垃圾种类进行了规定，如，咖啡残渣和高含糖量的餐厨垃圾不允许喂食动物。同时，联邦法规明确规定，禁止肉类或动物类餐厨垃圾喂食动物；《联邦生猪保健法案》（*Federal Swine Health Protection Act*）规定，喂食生猪的所有餐厨垃圾必须经过高温蒸煮杀菌后才可食用，且蒸煮设备须在农业部及地方农业主管机构注册备案。

美国罗格斯大学食堂将每天产生的食物垃圾运往当地的 Pinter 农场，用于喂养生猪和其他家畜。美国巴托尔德餐厨垃圾循环利用和转让服务将从餐馆、旅店、学校、保育园、食品店等场所收集到的食物垃圾，喂养当地的 3 800 头牛和 250 头肉牛。

1.4 工业原料

在美国，餐厨垃圾中的废油、油脂常被作为精炼行业的原材料使用。餐厨垃圾产生量较大的企业装有垃圾粉碎机和油脂分离装置，餐厨垃圾经粉碎机粉碎后进入油脂分离装置，碎料排入下水道，油脂则送往制皂厂等相关加工厂作为原料利用，同时，餐厨垃圾中的油脂还被收集用于加工生物燃料。美国太平洋生物燃料公司将餐厨垃圾中的油脂转化为燃料，供给汽车、轮船使用。在美国密尔伯雷的废水处理厂，厨房油脂被转化为可再生能源，解决了该废水厂 80% 的用能需求。

在美国，厌氧消化也是餐厨垃圾常用的处理方式之一。据统计，仅 2011 年，美国就通过餐厨垃圾厌氧消化方式发电 54 100 万 kW·h^[10]。而如果美国 50% 的餐厨垃圾用于厌氧消化处理，其产生的电能可满足 250 万户家庭的用电需求。美国普渡大学将本校产生的餐厨垃圾送往当地的污水处理厂进行厌氧消化处理，用于生产电能和土壤改良剂。

1.5 堆肥

近年来，美国非常注重垃圾堆肥的应用。尤其是庭院垃圾堆肥和餐厨垃圾堆肥等在美国应用很广，而且成为废物资源循环再生的重要措施。美国环保署发布了《堆肥指南》（*Composting Fact Sheet and How-to Guide*）^[11]、《大型活动餐厨垃圾处理指南》（*Guidance for Special Event Food Waste Diversion*）^[12]等，详细规定了堆肥材料和堆肥步骤。为了解决堆肥可能带来的环境问题等，美国还在《清洁水法》（*Clean Water Act*）中规定了堆肥的一系列标准。

对于没有足够室外堆肥空间的家庭，美国还发明了室内堆肥器。这种堆肥器在普通五金店就可以随手购买，并且在室内使用不会使堆肥散发出任何异味。

1.6 填埋和焚烧

在美国，填埋和焚烧也是常用的餐厨垃圾处理方法。2011 年，美国有 53.6% 的生活垃圾进入垃圾填埋场或焚烧厂，其中，大约有 3 490 万 t 餐厨垃圾被焚烧或填埋。

为了缓解能源紧张的状况，美国开始关注进入填埋场的餐厨垃圾，并尝试用垃圾填埋场气体进行发电。美国废弃物管理公司（Waste Management Inc，WM）已经在 100 多个站点设立了垃圾填埋

场气转能设施 (LFGTE)。2012 年, WM 公司又新建立了 60 个气转能设施。这些设施收集甲烷气体为发动机、涡轮机提供燃料, 产生电能后供给周边居民区和房屋。美国环保署预计, 未来还将有约 570 个垃圾堆填场有能力开展 LFGTE 项目, 届时, 填埋气体发电量将增加一倍多, 从现在的 1 180 MW 增加到 2 500 MW 以上, 整个美国将拥有大量新可再生能源^[13]。

生活垃圾进入垃圾焚烧厂后, 其中的餐厨垃圾用于焚烧处理和垃圾发电。美国有大约 80 多座“废弃物能源回收厂”, 分布于 26 个州, 共有焚烧炉 200 多座。美国生活垃圾焚烧发电比例约在 14% 左右, 可见, 垃圾焚烧在美国也占据重要地位。

2 美国餐厨垃圾处理体系特点

纵观美国餐厨垃圾处理体系的各个等级, 可以看出该处理体系具有四大特点。

2.1 以减量和循环利用为重心

美国将餐厨垃圾定位为一种资源, 减量和循环利用是美国优先选择的餐厨垃圾处理方法, 填埋是最后选择的处理手段。美国注重源头防控, 制定了覆盖家庭和企业的源头减量策略, 同时, 完善的食物捐赠网络也很好地预防了餐厨垃圾的产生。美国不强制餐厨垃圾分类收集, 但进入填埋场的餐厨垃圾正在减少, 产生量较大的餐厨垃圾作为动物饲料、工业原材料以及堆肥原料, 既大大减少了垃圾产生量, 又实现了餐厨垃圾的二次利用价值。而垃圾焚烧发电、厌氧消化、填埋场气体发电等方法, 实现了能量回收, 使餐厨垃圾向资源和能源更近了一步。

如图 4 所示, 美国的餐厨垃圾处理已经形成了以减量为核心, 涵盖源头减量、食物捐赠、原料使用、能量回收 4 个方面的完整体系。

美国的食物制造业和批发零售业在餐厨垃圾减量和循环利用方面表现突出, 据餐厨垃圾减量联盟 2013 年 4 月发布的最新统计结果, 食品制造业产生的废弃食物中已有 94.6% 用于食物捐赠和动物饲料等高端用途, 其中, 动物饲料的比例占到 73%。食品批发和零售业有 55.6% 的废弃食物用于高端用途, 其中食物捐赠和堆肥分别占到 32% 和

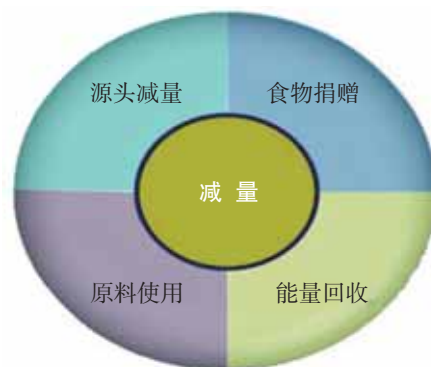


图 4 美国餐厨垃圾处理方式图

43%。总体而言, 这两个行业仅有 8.5% 的餐厨垃圾进入填埋场或焚烧厂^[14]。

2.2 制定了完善的法律法规体系

美国的餐厨垃圾处理体系有成熟的法律体系作保障。美国政府颁布了《固体废弃物处理法》(The Solid Waste Disposal Act) 和《资源保护和回收法》(The Resource Conservation and Recovery Act), 对餐厨垃圾处理进行相关规范。此外, 为促进餐厨垃圾减量及循环利用工作的顺利开展, 政府除专门颁布了《好撒玛利亚人法》、《堆肥指南》和《大型活动餐厨垃圾处理指南》外, 还颁布了《超市堆肥手册》(The Supermarket Composting Handbook)^[15]等法规和标准, 为市民和企业提供具体的指导。美国各州还根据实际情况的不同, 出台了更有针对性的法律, 例如, 各州法律对喂食禽畜的餐厨垃圾种类就有不同的限定。而《联邦生猪保健法案》、《清洁水法》也是针对餐厨垃圾喂食标准以及堆肥标准等问题进行了相应规定, 为餐厨垃圾利用提供了一个良好的法制环境。

2.3 科技研发助力餐厨垃圾处理

为了更好地做好餐厨垃圾管理工作, 美国开发了各类硬件和软件辅助工具和技术。对于应用前景较好的科技成果, 政府通过宣传普及、设立技术标准等方式予以大力支持和推广。面向家庭和企业的餐厨垃圾处理机和堆肥器等, 为美国的餐厨垃圾处理做出了重要贡献。而食物垃圾减量日志软件、食物垃圾管理成本计算器、厌氧消化经济分析工具等一系列软件工具的开发和应用, 更是对餐厨垃圾的精细化管理具有重要意义。美国餐厨垃圾堆肥技术、厌氧消化技术、发电技术等居于世界先进水平, 对餐厨垃圾的循环利用起到积极的助推作用。

2.4 建立了广泛的社会参与渠道

美国政府为各方社会力量参与餐厨垃圾减量和循环利用提供了各种渠道和便利条件。美国环保署是餐厨垃圾的主管部门，不仅负责制定和执行与餐厨垃圾相关的法规、计划，而且为企业、公益组织和个人参与餐厨垃圾管理创造了顺畅的途径，建立了遍布全国的食物捐赠系统。美国政府不仅搭建平台吸引社会力量参与食物捐赠，还持续开展全国性的餐厨垃圾减量活动，鼓励学校、企业和消费者参与，形成社会联动机制。美国农业部也积极参与餐厨垃圾减量和循环利用工作^[16]，与环保署合作开展了多方参加的“全美减少食物浪费挑战赛”等大型活动。

3 小结

美国餐厨垃圾处理体系框架清晰，其基本理念是重视减量和循环利用，处理方法优先源头减量、食物捐赠、原料使用和能量回收四大类，初步构建了等级明确、法制完善、社会参与的餐厨垃圾处理体系。

我国每年的餐厨垃圾产生量为 4 000 万 t，仅北京餐厨垃圾日产生量就多达 1 200 t 左右。近年来，我国的餐厨垃圾由于收集、处理和监管等方面存在诸多漏洞，“地沟油”、“垃圾猪”、水源污染等问题已经危害到国民健康。对此，北京、上海等全国多个城市都相继出台了专门的餐厨垃圾管理办法，开展了多次餐厨垃圾专项整治活动，同时，还初步实行了餐厨垃圾分类收集，在一定程度上实现了餐厨垃圾资源化。我国餐厨垃圾处理体系的建设和完善是否可以参考和借鉴美国餐厨垃圾处理方面的诸多成功经验。由于国情的不同，还需要更加科学和严密地考证，但是，全面的源头预防策略、法律保护、政府筹划、企业与个人参与以及科学技术助推等基础框架的建设是必不可少的，做到餐厨垃圾减量和循环利用需先修好水渠、铺好路。■

参考文献：

- [1] 北京市厨余垃圾管理办法[EB/OL].[2013-09-02]. <http://www.bjdch.gov.cn/n5687274/n5723923/n5732808/n5733334/9431758.html>.
- [2] FAO. Global Food Losses and Food Waste[R/OL].[2013-09-02]. <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>.
- [3] EPA. Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: 2011 Facts and Figures[R/OL].[2013-09-02]. http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/MSWcharacterization_fnl_060713_2_rpt.pdf.
- [4] EPA. Food Waste Basic[EB/OL].[2013-09-02]. <http://www.epa.gov/wastes/conservation/foodwaste/>.
- [5] 逢辰生. 美国城市生活垃圾堆肥[J]. 中国城市环境卫生, 2006(1): 37-39.
- [6] 垃圾分类, 美国人“懒”的做[EB/OL].(2012-05-14)[2013-09-15]. http://www.gq.com.cn/topic/news_135265948a3b68ab.html.
- [7] 新华网. 美国启动减少食物浪费挑战赛[EB/OL].(2013-06-05)[2013-09-15]. http://news.xinhuanet.com/world/2013-06/05/c_116042437.htm.
- [8] EPA. Waste Not, Want Not: Feeding the Hungry and Reducing Solid Waste Through Food Recovery[R/OL].[2013-09-15]. http://www.epa.gov/wastes/conservation/pubs/wast_not.pdf.
- [9] Bill Emerson Good Samaritan Food Donation Act[EB/OL].[2013-09-15]. <http://www.law.cornell.edu/uscode/text/42/1791>.
- [10] Davis W. Should Food Waste Be Banned from Landfills?[EB/OL].(2012-08-21)[2013-09-20]. <http://www.environmentalleader.com/2012/08/21/should-food-waste-be-banned-from-landfills/>.
- [11] Backyard Composting: It's Only Natural[R/OL].(2009-10)[2013-09-20]. <http://www.epa.gov/waste/conservation/tools/greenscapes/pubs/compost-guide.pdf>.
- [12] Guidance for Special Event Food Waste Diversion[R/OL].(2013-09-20). http://www.nerc.org/documents/guidance_for_special_event_food_waste_diversion.pdf.
- [13] Landfill Gas to Energy: A Growing Alternative Energy Resource[EB/OL].(2008-05-30)[2013-09-22]. <http://www.treehugger.com/renewable-energy/landfill-gas-to-energy-a-growing-alternative-energy-resource.html>.
- [14] Smith G. Food Manufacturers and Retailers Benchmark Food Waste Metrics in First-Ever Study[EB/OL].(2013-06-24)[2013-09-26]. <http://www.foodwastealliance.org/full-width/food-manufacturers-and-retailers-benchmark-food-waste-metrics-in-first-ever-study/>.
- [15] Massachusetts Department of Environmental Protection. Supermarket Composting Handbook[R/OL].[2013-09-28]. <http://www.mass.gov/eea/docs/dep/recycle/reduce/m-thru>

x/smhandbk.pdf.

[16] USDA. USDA and EPA Launch U.S. Food Waste Challenge

[EB/OL]. (2013-06-04)[2013-10-15]. <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentid=2013/06/0112.xml>.

Hierarchical Food Waste Disposal System in the United States

SUN Yan-yan, LV Zhi-jian

(Beijing Institute of Science and Technology Information, Beijing 100120)

Abstract: The United States has structured the hierarchical food waste disposal system, which, in order of priority, is separated into six classes, i.e., source reduction, food donation, feeding animals, industrial uses, composting, incineration or landfill. Analysis shows that this kind of hierarchical disposal system has four distinguishing features, including emphasizing reduction and recycle instead of classification-landfill, establishing perfect public participation system, benefitting from science and technology, strict laws and regulations. In a word, setting a perfect primary framework plays a significant role in the food waste reduction and recycle.

Key words: the United States; food waste; hierarchical; source reduction; food bank

(上接第41页)

A Comparative Study on Graphene Technology Innovation Between China and United States: A Patent Perspective

SHA Jian-chao, ZHAO Yun-hua, LUO Yong

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: As a promising breakthrough of nanomaterials, graphene has been a R&D hotspot in the field of physics, material science and chemistry. Its global patent application increased fast in recent years. In this work, comparative analysis and knowledge visualization technology were applied to evaluate the production and developing trend of graphene research in China and US, which is based on the carefully manually indexing data. The raw data were collected from SIPO and USPTO respectively. Results show that the amount of graphene-related patent applications in China has exceeded that in the United States, and two countries' R&D hot topics and the type of applicants show different distribution. Graphene-related patent applications in China focus on electrochemical appliances involving battery and electrode, with their applicants largely from universities and research institutions; while in the US these applications focus on semiconductor devices with their applicants mainly from enterprises. The analytical results provided several key findings of bibliometrics trend, which would be useful for graphene-related tech-innovation and policy decision in China.

Key words: China; US; Graphene; patent analysis