

论中国包装工业的可持续发展

彭国勋

(陕西科技大学, 陕西 西安 710021)

摘要: 中国包装工业可持续发展面临包装废弃物处理、水环境污染、大气污染、持久性有机物污染等严重问题, 目前国内外有许多企业和组织通过包装减量化、包装的重复使用、材料循环再生与能量回收利用、包装废弃物的生物降解和堆肥等途径努力开发和实现了绿色包装, 实际上这也是中国包装工业最终实现可持续发展的有效途径。

关键词: 包装工业; 可持续发展; 绿色包装

中图分类号: TB484

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2011)04-0006-06

On the Sustainable Development of China Packaging Industry

Peng Guoxun

(Shanxi University of Science & Technology, Xi'an Shanxi 710021, China)

Abstract: The China packaging industry is confronted with the issues of disposal of packaging wastes, serious pollution of water environment, atmosphere and persisting organic materials. At present, a lot of enterprises and organizations over the world are striving to develop and perform the green packaging through resource reduction, reuse, material recycling, energy recovery and compost. In fact, this is also the effective route for China packaging industry to realize ultimate sustainment development.

Key words: packaging industry; sustainable development; green packaging

随着世界经济的发展, 环境危机、资源危机变得日趋严重, 将严重影响人类社会的发展。1987年, 时任联合国世界环境与发展委员会主席的布伦特兰夫人在日本东京召开的第八次世界环境与发展委员会上作了《我们共同的未来》的报告, 提出了“可持续发展”的概念。这一概念的定义是“既满足当代人的需要, 又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”, 这一定义在1992年联合国环境与发展大会上取得共识^[1]。在这一观念下, 人类应致力于可持续发展以确保当前的需求不危及下一代谋求他们自身需要的能力。当前, 中国与世界各国一样, 面临着环境危机、资源危机及发展危机, 包装工业也不

例外。近30年来, 中国的包装工业得到了快速发展, 但如何保证中国包装工业可持续发展是值得包装科技工作者研究的问题。

1 影响中国包装工业可持续发展的因素

就整个世界范围而言, 都存在经济发展与资源匮乏、环境污染的矛盾, 对于经济快速发展的中国而言这个矛盾更为严重。可以说, 中国面临着可持续发展的挑战, 包装工业也同样面临着可持续发展的挑战: 包装用木材已出现采购困难的局面; 主要依赖进口的木浆生产包装用纸价格飞涨, 导致许多

收稿日期: 2011-05-04

作者简介: 彭国勋(1937-), 男, 四川宜宾人, 陕西科技大学教授, 中国包装联合会技术顾问, 主要研究方向为包装工程和机械CAD/CAE等, E-mail: pengguoxun@gmail.com

纸包装企业面临生存危机；塑料包装材料生产用石油需大量进口，而世界石油资源有可能在不到100年的时间内耗尽；作为耗能大户的金属包装与玻璃包装正遭遇低碳经济发展的严峻挑战。

1.1 包装废弃物处理

目前，中国工业固体废弃物年产生量达8.2亿t，综合利用率约46%。十五期间，全国城市生活垃圾年平均产生量为1.4亿t，达到无害化处理要求的不到10%。在经济持续发展的同时，资源匮乏和环境污染问题日益突出。就包装材料而论，十一五初期，全国城市生活垃圾年平均产生量已接近1.6亿t，中国每年的包装材料消耗量为3 000多万t，由此产生的包装废弃物约1 600万t，占城市所有废弃物体积的25%，重量的15%，且每年约递增10%。截至2010年，中国的包装材料年消耗量已超过6 000万t。包装废弃物的处理与利用已成为影响国民经济可持续发展的重要问题，严重制约包装行业自身的长远发展。

1.2 水环境污染

中国有七大水系，其中42%的水质超过3类标准（不能做饮用水源）。全国有36%的城市河段为劣5类水质，丧失了使用功能。大型淡水湖泊（水库）和城市湖泊水质普遍较差，75%以上的湖泊富营养化加剧。而这些污染的元凶大多是包装用纸生产与包装印刷过程所排放的废液。

1.3 大气污染

2000年我国二氧化硫排放量为1 995万t，居世界第1位。据专家测算，要满足全国大气环境容量要求，二氧化硫排放量要在现有基础上至少削减40%。我国2010年的火电排放量达2 303万t，其中NO_x、SO₂和烟尘分别为1 058、881和384万t^[2]。据初步统计，中国现在碳排放量已经超过60亿t，仅次于美国。目前中国第一大环境问题是大气污染。在生产金属包装与玻璃包装产品时会排放大量的二氧化硫。

1.4 持久性有机物污染

随着我国经济的发展，难降解的持久性有机物污染开始显现。2004年5月22日，在斯德哥尔摩通过了《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》，中国是公约的签字国。该公约首批确定禁止使用的12种持久性有机污染物在我国的环境介质中多有检出。这类有机污染物也被称为“环境激素”或“环境荷尔蒙”，具有转移到下一代体内、并在多年后显现其危害的特点^[3]。目前这类有机污染物广泛存在于中国工农业生产和城市建设所需的化学品之中。在塑料包装与包装印刷中，这些被禁有机污染物也时有出现。

1.5 其他主要问题

中国加入世贸组织后面临2方面的问题：一是发达国家的“绿色贸易壁垒”。由于中国目前的环境标准普遍低于发达国家，因此中国的食品、机电、纺织、皮革、陶瓷、烟草、玩具、鞋业等行业的产品在出口贸易中受到限制。二是国际市场对中国的矿产、石材、药用植物、农产品、畜牧产品，以及与之配套的包装制品的大量需求可能会加重对生态环境和自然资源的破坏。同时，中国可能成为国外污染密集型企业的转移目标，成为大量国外工业废物“来料加工”的目的地。这些问题的出现将极大地加剧中国的环境问题。

2 中国包装工业可持续发展的途径

为了保证中国社会和国民经济的可持续发展，中共中央在2010年10月通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》中特别提出：“坚持把建设资源节约型、环境友好型社会作为加快转变经济发展方式的重要着力点。深入贯彻节约资源和保护环境基本国策，节约能源，降低温室气体排放强度，发展循环经济，推广低碳技术，积极应对气候变化，促进经济社会发展与人口资源环境相协调，走可持续发展之路。”^[4]

对于包装工业而言，包括中国在内的许多国家都制定了可持续发展的标准，提出了可持续发展的措施以及评估的方法和程序，但评估体系不完整，不便于操作。要使中国包装工业实现可持续发展，目前可以通过以下途径：

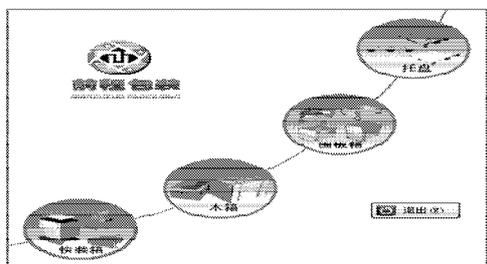
2.1 包装减量化

2010年中国包装工业总产值突破了12 000亿元人民币，占全年GDP总量的3.02%。而发达国家的这一比例通常不超过2%，这表明我国的包装用量严重过度，有可能浪费了2 000多万t包装材料。因此，贯彻GB/T 16716.3—2010《包装与包装废弃物 预先减少用量》，实行包装减量化迫在眉睫。

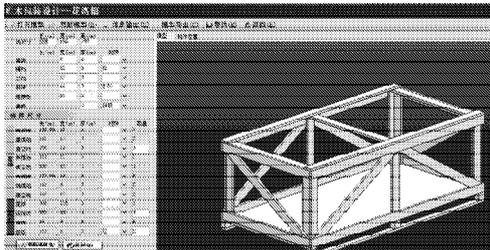
最近，中国公布的GB 23350—2009《限制商品过度包装要求 食品和化妆品》，对食品和化妆品的包装空隙率、包装层数、包装成本等指标，规定了若干量化指标，希望能减少这些商品因过度包装而造成的巨大浪费。然而有些条款不尽合理，贯彻推行效果欠佳。例如，矿泉水、啤酒等大宗商品的包装成本总和远超过商品销售价格的20%，但这是合理的；礼品过度包装问题由于缺乏监管措施，仍在市场上泛滥。该强制标准尚且难以贯彻，GB/T 16716.3的贯彻就更加困难。好在许多企业在客户压价和原料涨

价的双面夹击下，开始重视通过优化设计实现“预先减少用量”，在满足产品保护性能、功能、成本、环保等前提下大幅度减少包装材料的使用量，达到降低成本和提高效益的目的。事实上，包装减量化是切实可行的，国内外有不少成功的实例。

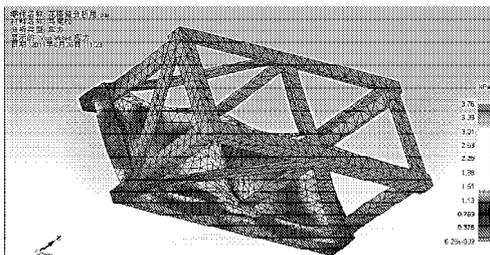
目前，中国已经成功开发出一些领先国际水平的实用化包装设计软件。图1为木包装CAD/CAE软件，其中图a)表示此软件所包括的4个模块，打开每个模块都可显示出所包括的若干常用型号；图b)表示木箱模块中所选框架木箱的参数化CAD界面，只需输入内装物的尺寸和构件尺寸，便可自动完成木箱设计，并输出工艺单、物耗表、报价等数据；图c)为有限元CAE分析结果，根据云图显示结果便可方便地判断如何优化构件尺寸等。



a) 软件模块



b) 模块参数化界面



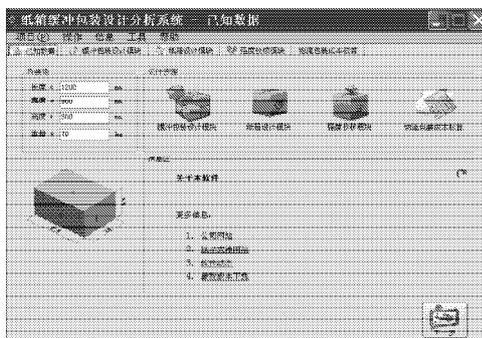
c) 有限元分析结果

图1 木包装CAD/CAE软件

Fig.1 CAD/CAE software for wood packaging

图2为纸箱缓冲包装分析系统软件，其中图a)表示该软件的输入已知数据界面，利用该软件只需输入内装物尺寸与质量便可进入后续分析；图b)为缓冲包装设计模块，只需输入所选缓冲垫型式、跌落试验标准、缓冲材料数据和缓冲厚度，便可自动算出最佳缓冲面积；图c)~d)表示瓦楞纸箱设计及强度校核模块的界面，只需输入箱型、纸箱与内衬

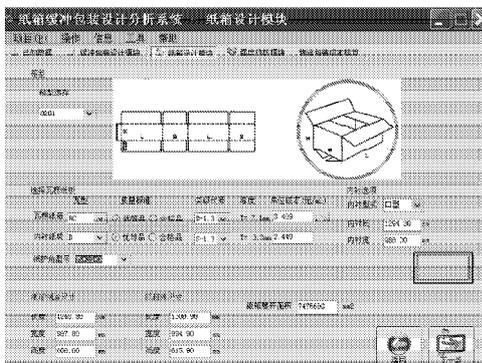
纸板型号、纸护角型号与物流环境条件，便可完成瓦楞包装的全部分析。快速分析几个方案，即可得到包装材料最节省的方案。



a) 分析系统软件输入界面



b) 设计模块界面



c) 纸箱设计界面



d) 强度校核模块界面

图2 纸箱缓冲包装分析系统软件

Fig.2 Cushion packaging analysis system software for corrugated cases

推行图3所示的可视包装^[5]和单元包装,可以大幅度减少瓦楞纸板和缓冲材料等包装材料的用量。但企业高层主管必须对整个物流配送流程进行大刀阔斧的改进,才能顺利推行。一旦实施上述革新,不仅能大幅度节约包装成本,还将显著降低物流成本和产品破损率。



图3 可视单元包装

Fig. 3 Visible unit packaging

作为全球最大的IT公司和首批“中国绿色公司”标杆企业,惠普将可持续理念和科技融入电脑研发、设计、生产、运输、使用、回收再利用的整个生命周期甚至供应链的上下游,形成了一个完整的绿色科技生态圈。最近,由于在陆路运输供应链节能减排方面的卓越表现,惠普荣获了美国环保署颁发的“SmartWay优秀奖”。最新投放市场的HP Pavilion dv6929笔记本电脑的全新包装,将传统保护性运输包装材料与纸箱替换为惠普保护性背袋,其原料由100%的回收再利用织物材料制成(如图4所示)。该包装比传统笔记本电脑包装减少了97%的原料使用和空间占有,接近“零包装”。此举使得所需运输车辆较前减少1/4,减少了二氧化碳的排放量。该包装外观个性时尚,酷似单肩背包,而与传统的包装相比,其保护性能毫不逊色,又能减少因过去的一次性电脑包装材料废弃时对环境产生的危害。此外,惠普电脑采取了更多人性化简化措施,如减少了包装箱中的纸质说明材料和CD,代之以在线支持和软件程序,大大减少了纸张和其它材料的使用量^[6]。



a) Smartway 优秀奖



b) 背袋外观 c) 包装箱 d) 包装内容物

图4 “SmartWay 优秀奖”与惠普笔记本电脑保护性背袋

Fig. 4 “SmartWay award” and protection bag for HP notebook computers

沃尔玛为可持续发展制定了3项目标:在美国所有连锁超市逐步实现100%使用可持续能源;3年内减

少25%的固体垃圾;2年内所有私人品牌精简产品包装。同时对其供应链上60000家供应商提出实施可持续包装要求,到2013年减少5%的包装量。

2.2 包装的重复使用

在资源越来越短缺的形势下,包装的重复使用是可持续发展最重要的举措。图5为江苏前程木业科技有限公司开发的几种典型的重复使用循环木包装系统。该系统的大面积推广大幅度减少了木材的消耗量,为节材代木与低碳经济做出了重大贡献。尤其是托盘共用系统的研发与推行,已经进入实质性的实施阶段,与欧标托盘相当的中标托盘的标准制定、产品开发、重复使用运作模式等,正在积极推进之中。采用速生林原料制成的、以层积材为主制造的节材代木包装制品正在大力开发,该举措将大幅度减少对森林资源的消耗^[7]。

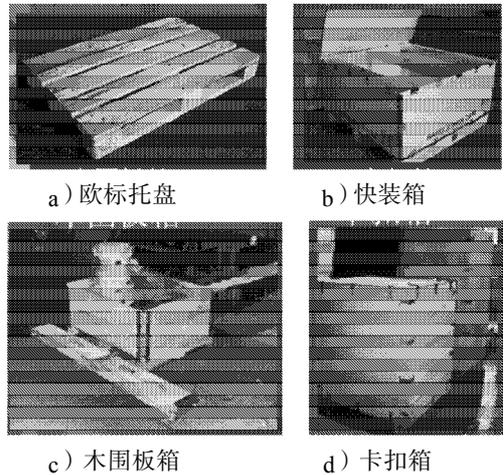


图5 几种典型重复使用的循环木包装系统

Fig. 5 Different typical reuse wood packaging systems

图6为100%可循环再生的可重复使用塑料包装。

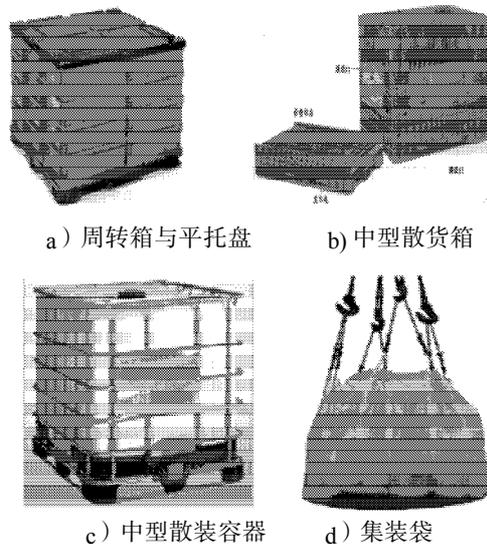


图6 100%可重复使用塑料包装

Fig. 6 100% recycle and reuse plastic packages

该产品正在大批量生产和使用,可取代一次性的纸包装或木包装,成为包装企业推行可持续包装的主攻方向。

美国环保署为了增加环境、健康与安全效益,推动可持续包装的发展,公布了一套托盘成本计算器,能够近似估算出4种最常见托盘的年平均成本,以及前3,6,10年的使用成本。表1所示为托盘的年平均成本,假设托盘采购数为100,托盘年使用次数为25次,结果如表1所示。通过定量分析不难看出,优

先选用胶棉结构模铸工艺生产的材料100%可循环再生和重复使用的塑料托盘效益最好,且使用期限越长,其效益越高。胶棉结构模铸工艺生产的包装制品在美国塑料包装中占据主导地位,浙江特耐适集装器具有限公司瞄准可持续包装生产技术的制高点,在2010年引进了这一先进的技术及其超大型自动线,在亚洲开辟了生产符合世界潮流的可持续塑料包装制品的先河。

表1 托盘的平均年成本

Table 1 Average cost per year for pallets

美元

托盘类型	初始投资	年更换率/%	更换成本/次	平均成本/年	3年成本	6年成本	10年成本
重复使用塑料托盘	16 750	0.25	167.25	28 336.40	112 225.00	225 570.59	338 916.19
共用系统用硬木托盘	7 337	1.00	537.60	52 756.46	158 269.38	316 538.76	527 564.61
全新硬木托盘	11 390	1.00	597.33	80 315.12	240 945.37	481 890.74	803 151.23
模压木屑托盘	7 705	12.50	465.92	684 314.45	2 077 194.27	4 105 886.70	6 843 144.50

中国华为技术有限公司为应对日益严重的气候变化挑战,通过领先的绿色解决方案,帮助客户降低能耗和二氧化碳排放,创造最佳的社会、经济和环境效益。该公司也重视绿色包装物流的研发,开发了可重复使用的集装架(如图7所示),并于2009年荣获世界包装组织“世界之星”大奖。

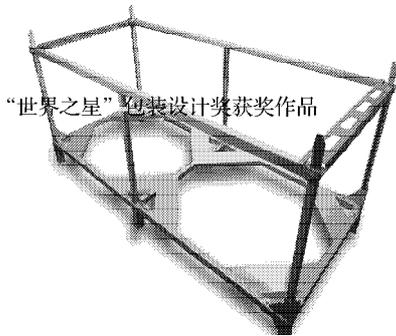


图7 可重复使用的集装架

Fig. 7 Reuse palletized shell

2.3 材料循环再生与能量回收利用

中国依靠廉价的人力资源以及遍布全国的数以千万计的个体拾荒者,实现了西方国家无法达到的、较高的包装材料循环再生回收率。在中国,除了垃圾中太脏的塑料袋外,其它包装废弃物基本被检出,送到集中回收点^[4]。中国每年随生活垃圾进入填埋场的废塑料占填埋垃圾总量的3%~5%,其中大部分是废塑料购物袋。为了解决难以回收、造成白色污染等塑料袋问题,国务院办公厅下发了国办发〔2007〕72号《关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》(简称“限塑令”),对塑料袋的生产销售使用做出了具体规定,禁止生产销售厚度低于0.025 mm的超薄塑料

袋。但被禁用的这些塑料袋却依然在农贸市场、地摊常见。根据国际食品包装协会的调查,限塑令实施之初,全国3万多家塑料袋生产厂家有一半停产或转产,但现在生产厂家又恢复到了2万多家。

虽然超薄塑料袋屡禁不止的原因是多方面的,但主要是政府监督力度不够,加之超市与农贸市场无包装散货的低成本包装问题没有解决好。解决这个问题最好的办法是大型企业建立自己的回收体系,在这方面已经有企业走在了前面。例如,柯达公司已经组织全球零售商回收他们的聚乙烯酯和聚苯乙烯等零部件和包装废弃物,进行回收再生,希望最终实现零废弃物的目标,争取进入全球最可持续发展公司100强之列。浙江特耐适集装器具有限公司承诺,其生产的高压聚乙烯塑料包装制品将全部按原价1/3回收。江苏前程木业科技有限公司正在构建其循环木包装制品的回收体系。

但是,当前中国的包装材料循环再生需防止失控而出现下列现象:塑料包装废弃物被再生为食品与药品包装制品,违反卫生规定;啤酒瓶的循环利用超期服役,爆炸伤人事故时有发生;再生纸再生次数过多,纸包装制品性能过低等。在垃圾围城日益严峻的形势下,建立垃圾焚烧站对包装废弃物进行能量回收利用的企图,也经常遭遇待建地区周围居民的反对,他们担心废气排放影响健康。因此,包装废弃物能量回收利用的社会与经济可行性研究有待进一步加强。

2.4 包装废弃物的生物降解和堆肥

目前使用的塑料包装的原料绝大部分是石化塑料,不能降解。市场上绝大多数标榜的降解塑料,实

实际上是塑料添加淀粉的复合材料,只能部分降解。一些城市垃圾场正在试验采用生物(如蚯蚓)消化、堆肥、裂解、化学溶解等方法来解决塑料包装废弃物的处理问题。

在1996年市场上开始有全生物分解材料销售,包括聚乳酸、可塑淀粉、聚-3-羟基丁酸-戊酸酯、聚乙丙交酯、聚3-羟基烷酸酯、聚 ϵ -己内酯、聚丁二酸丁二醇酯等。其中以聚乳酸的产量最大,全球年产量已达数万t,循环过程见参考文献[5],它的价格相对便宜、可加工性好。可塑淀粉便宜,但可加工性差。聚羟基脂肪酸酯类降解塑料机械性能多样,可加工性好,但价格较贵。这些完全降解的生态塑料是未来包装材料的发展方向,但要做到性价比能完全取代石化塑料,还需10年以上艰苦的产业化开发过程。

3 结论

总的来说,国内外许多大型企业已经行动起来,正大力发展可持续包装,并制定了具体的规划。尽管由于对可持续包装和绿色包装的科学内涵理解不够全面,有些措施缺乏科学性和可操作性,提法也不一定完全正确,但经过不断探索,肯定会找到正确的方向。相信包装工业可持续发展的目标最终能够实现。

参考文献:

- [1] [佚名]. 我们共同的未来[EB/OL]. [2011-07-04]. <http://baike.baidu.com/view/2177825.htm>.
[Anon]. Our Future[EB/OL]. [2011-07-04]. <http://baike.baidu.com/view/2177825.htm>.
- [2] [佚名]. 火电厂大气污染物排放标准编制说明: 征求

意见稿[EB/OL]. [2011-07-01]. <http://mepcec.com/info/bgw/bbgth/200907/wo20090713566703031134.pdf>.

- [3] [Anon]. The Standards Formulation Explanations of Atmospheric Pollution Discharge of Power Plant: Exposure Draft[EB/OL]. [2011-07-01]. <http://mepcec.com/info/bgw/bbgth/200907/wo20090713566703031134.pdf>.
- [3] 刘春香. 肉类屠宰加工企业环境管理体系构建研究[D]. 长春: 吉林大学, 2006.
Liu Chunxiang. Study on Environmental Management System Construction for Meat Butchering Process Enterprise[D]. Changchun: Jilin University, 2006.
- [4] 新华通讯社. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议[EB/OL]. [2011-07-06]. http://news.xinhuanet.com/politics/2010-10/27/c_12708501.htm.
Xinhua News Agency. The Central Committee of the Communist Party Setting about the National Economic and Social Development of the Twelfth Five Year Plan Suggestion [EB/OL]. [2011-07-06]. http://news.xinhuanet.com/politics/2010-10/27/c_12708501.htm.
- [5] 彭国勋. 论新时代下的先进包装系统[J]. 包装学报, 2010, 2(2): 1-5.
Peng Guoxun. On the Advanced Packaging Systems in the New Era[J]. Packaging Journal, 2010, 2(2): 1-5.
- [6] [佚名]. 惠普电脑包装瘦身97%, 逼近“零包装”[EB/OL]. [2011-07-06]. <http://nbpc.chinabyte.com/399/8303899.shtml>.
[Anon]. HP Computers Packaging Slimmed by 97%, Almost “Zero Packaging”[EB/OL]. [2011-07-06]. <http://nbpc.chinabyte.com/399/8303899.shtml>.
- [7] 彭国勋. 对纸包装木材节约代用技术的评述[J]. 出口商品包装, 2010(1): 52-54.
Peng Guoxun. To Save the Substitution Technology Wrapped Wood and Reviewed in this Paper[J]. Export Commodity Packaging, 2010(1): 52-54.

(责任编辑: 蔡燕飞)