

特约专栏

# 生物基材料产业化进展

谭天伟, 苏海佳, 杨 晶

(北京化工大学生命科学与技术学院 北京市生物加工过程重点实验室, 北京 100029)

**摘 要:** 在全球石油资源供给日趋紧张, 环保问题日益突出, 对低碳经济发展需求日益迫切的情势下, 以可再生资源为基础的生物基材料迅速发展成为必然趋势。综述了目前国内外生物基材料产业化的最新进展, 系统介绍和总结了乳酸、1, 3-丙二醇、聚乳酸、聚丁二酸丁二醇酯、聚羟基脂肪酸酯、透明质酸、大豆蛋白、聚天冬氨酸、木塑复合材料等几种生物基材料产业化最新结果。对比了美国、日本和欧洲等国家生物基材料产业状况, 分析了生物基材料产业化发展趋势及前景。

**关键词:** 生物基材料; 产业化; 生物降解材料

**中图分类号:** TQ225.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-3962(2012)-02-0001-06

## Progress in Industrialization of Biobased Materials

TAN Tianwei, SU Haijia, YANG Jing

(Beijing Key Laboratory of Bioprocess, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The latest progress in industrialization of biobased materials was reviewed. The new results of industrialization of several representative biobased materials such as lactic acid, 1, 3-propanediol, poly (lactic acid), poly (butylene succinate), poly (hydroxyalkanoate), hyaluronic acid, Xanthan Gum, polyaspartic acid, and wood-plastic composed materials were systematically introduced and summarized. The industrialization situations in US, Japan and Europe were compared. Furthermore, the possible development trend and future were discussed.

**Key words:** biobased materials; industrialization; biodegradable materials

### 1 前 言

石油是当今世界最主要的能源, 但随着世界原油用量的增加, 原油储量正逐年减少。以石油为基础的相关产业和产品的发展受到极大限制的同时, 不可降解的石油基塑料也严重的破坏着我们赖以生存的自然环境。由工业发展而引发的气候问题是当前全球面临的另一大棘手问题。节能减排、发展低碳经济成为保护全球气候及促进各国经济发展的根本途径。因此, 在全球石油资源供给日趋紧张, 环保问题日益突出, 对低碳经济发展需求日益强烈的严峻形势下, 可再生资源为基础的生物基材料迅速发展成为必然趋势。

生物基材料具有传统高分子材料不具备的绿色、环境友好、原料可再生以及可生物降解的特性。其制品既包括面大量广的生产、生活用品, 如包装材料、一次性日用品等, 也包括技术含量高、附加值高的药物控制释放材料和骨固定材料及人体组织修复材料等生物医用材

料。随着产业化进程的不断深入, 生物基材料在人类能源、环境、社会发展、医药保健等方面发挥举足轻重的作用, 成为各国研究和推广的热点。

我国政府高度重视新能源和可再生材料产业的发展。长期以来, 国家对生物基材料科学与产业的发展给予了极大关注和支持。从“九五”开始, 就不断加大对生物基材料方面的投入, 特别是“十五”、“十一五”期间, 国家发改委在高技术产业化专项中支持了10多个生物基材料产业化示范工程建设, 极大促进了我国生物基材料的开发应用。所有这一切, 都为奠定和发展我国生物基材料产业做出了重要贡献。本文对目前生物基材料产业化进展进行了总结, 对比并分析了国内外生物基材料产业的现状和发展趋势。

### 2 国内外生物基材料产业化进展

生物基材料包括生物基平台化合物、生物塑料、功能糖产品、木塑复合材料等, 我们以乳酸、1, 3-丙二醇, 聚乳酸、聚丁二酸丁二醇酯、聚羟基脂肪酸酯、透明质酸, 大豆蛋白, 聚天冬氨酸, 黄原胶, 透明质酸为代表总结国内外生物基材料产业化发展现状。

收稿日期: 2011-01-27

通信作者: 谭天伟, 男, 1964年出生, 中国工程院院士

## 2.1 生物基平台化合物

### 2.1.1 乳酸(LA)

随着聚乳酸越来越被人们所接受,乳酸在工业应用方面的需求量将保持两位数的增长速率持续走高。到2008年为止,全球乳酸的总生产能力约为650 kt/a,实际年产量约为370 kt。在今后几年内,随着生产成本的降低,乳酸产品的年需求将达到2 000~3 000 kt,将大量取代现在广泛使用的热塑产品,从而解决白色污染问题。目前乳酸产能主要集中在北美、亚洲和欧洲(如图1所示)。而北美是全球消费最大的地区,亚洲和西欧的消费量持平,仅次于北美(见图2)。2009年Nature Works公司在美国扩展了70 kt/a的聚乳酸项目<sup>[1]</sup>。此外,2008年PURAC在泰国新开展了100 kt/a的乳酸项目。预计在未来几年内,美国、西欧和亚洲(主要是中国)将保持强劲的增长势头,从全球范围来看,以2008年产为参照预测至2013年,年均增长率保持在7.2%(见表1和图3)。

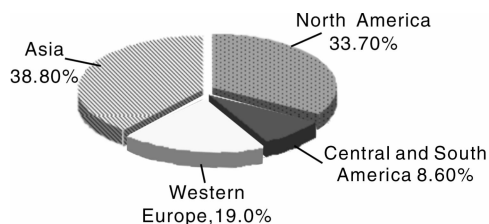


图1 2008年世界主要地区乳酸产量分布比例

Fig.1 Output proportion of lactic acid in the world in 2008

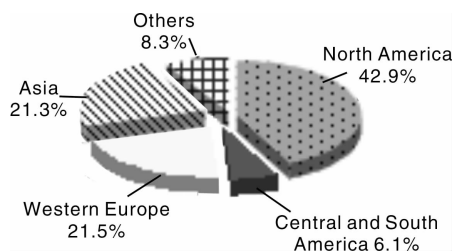


图2 2008年全球主要地区乳酸消费量分布比例

Fig.2 Consumption proportion of lactic acid in the world in 2008

我国很早就进行乳酸发酵生产,2007年L-乳酸产量为38.2 kt。截止2008年,国内主要乳酸生产企业有近10家,河南金丹乳酸有限公司是最大的乳酸生产企业,产能100 kt/a<sup>[2]</sup>。2008年江西省科学院生物技术有限责任公司、江西武藏野生物化工有限公司以及日本(株)武藏野化学研究所联合拟投资36亿元人民币兴建180 kt L-乳酸和100 kt 聚乳酸生产线。整体来说,目前国内大部分L-乳酸生产企业的产品光学纯度仅为97%,

且价格较高,还无法满足聚乳酸等重要生物高分子材料、精细化工、制药等行业的需要。

表1 2008和预计2013年全球乳酸的主要地区消耗和增长

Table 1 Consumption and growth rate of lactic acid in world in 2008 and prospecting to 2013

Annual consumption and growth rate	North America	Central and South America	Western Europe	Asia	Others
2008/kt	149.8	21.2	75	74.4	29
2013/kt	207.3	26.5	116	97.3	47
Average annual growth rate/%	7.70	5	10.90	6.20	12.40

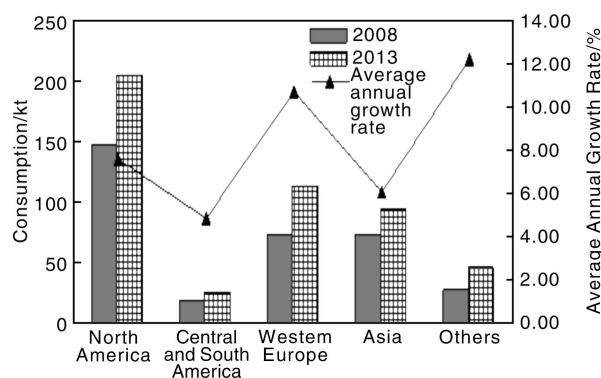


图3 2008年和预计2013年全球乳酸的主要地区消费情况

Fig.3 Consumption trend of lactic acid in the world in 2008 and prospecting to 2013

### 2.1.2 1, 3-丙二醇

受原料和技术水平的影响,生物基化学品较石油基产品价格高,长期以来,1, 3-丙二醇售价是其它二醇的十几倍以至几十倍,直到1995年,几家世界著名的大型化学工业公司相继投入规模化生产以及生物技术的突破使得1, 3-丙二醇价格降低到0.8 \$/lb。我国投入较大人力、财力研究1, 3-丙二醇的化学合成工艺,使得在1, 3-丙二醇生物转化技术方面打破杜邦等跨国企业的技术壁垒,在好氧发酵、工业放大、代谢工程以及分离提取技术方面取得突破,形成具有自主知识产权的制造技术。湖南海纳百川生物工程有限公司、河南天冠集团、以及黑龙江辰能生物等公司预建设年产5 000 t级的工业装置<sup>[2]</sup>。目前国内对1, 3-丙二醇的生产在进一步降低成本,建立低能耗、低排放、高收率的下游提取工艺。

## 2.2 生物塑料

### 2.2.1 聚乳酸

聚乳酸产品作为石油基塑料产品的替代物,成为市场追捧的热点。在强大需求的带动下,聚乳酸用量大幅度提升,产生了规模经济效应,预计至2020年世界聚乳酸年产量将达到至少10 000 kt<sup>[3]</sup>。生产聚乳酸的国家主

要有美国、日本、德国等,其企业对应生产规模如表2所示,另外,在建的PLA生产线有:德国的因维塔弗希尔(Inventa-Fischer)在建10 kt/a;瑞士苏尔寿(Sulzer)在建20 kt/a;中粮集团在建10 kt/a;帝人(Teijin)在建20 kt/a;海正(Hisun)在建10 kt/a<sup>[4]</sup>。

表2 国际聚乳酸生产企业与规模 PLA

Table 2 International Corporations and Production Scale of PLA

Corporation	Nature Works	Synbra	Futerro	Pyramid	Teijin	Mitsui
Production scale/kt · a <sup>-1</sup>	140	5	1.5	100	1.2	One-step method, pilot plant

我国聚乳酸生产技术也取得了突破性进展。由浙江海正集团有限公司研制的聚乳酸目前已进入产业化中试阶段,计划建成10 kt/a规模。中国科学院长春应用化学所与企业合作,拥有30 t/a的生产能力,计划扩产达到5 000 t/a。目前,该公司已经开展以聚乳酸为原料的制品开发,部分产品出口。我国正建的聚乳酸生产线有江苏九鼎集团,该公司正建1 000 t/a生产线,拟建10 000 t/a薄膜、包装用聚乳酸生产线。虽然我国聚乳酸生产具有一定规模,但与国际大型企业相比在生产能

力方面还存在一定差距,而且PLA高成本限制了其进一步的推广使用。

### 2.2.2 聚羟基脂肪酸酯(PHA)

在PHA领域基础研究的活跃开展促进了我国PHA产业的发展,成为目前具有世界最多PHA产业化企业的国家。虽然在生产和应用方面的主要技术专利仍掌握在美、欧、日等发达国家中<sup>[5]</sup>,但我国这几年在PHA研究取得了长足进展。长春应化所、清华大学、天津大学和山东大学等单位在PHA领域的研发工作以及国内已形成15 000 t/a PHA的生产能力,为PHA产业链的形成做好了技术和物质储备(见图4)。特别是最近天津国韵生物材料公司与荷兰DSM公司等合作投资2000万美元建立一个10 kt/a的PHA的工厂,目前产能仅次于美国Metabolix和ADM合作在建的50 kt/a工厂<sup>[6]</sup>。我国已与世界其他PHA生产和研发企业一样,能生产多种PHA产品。虽然越来越多的企业意识到了生物基材料的重要性,但由于研发力量和资源的限制,它们大都是重复文献或专利中报道过的工作,很难产生创新性的成果。因此,通过整合国内研发和产业化力量,可能加快PHA大规模产业化进程。

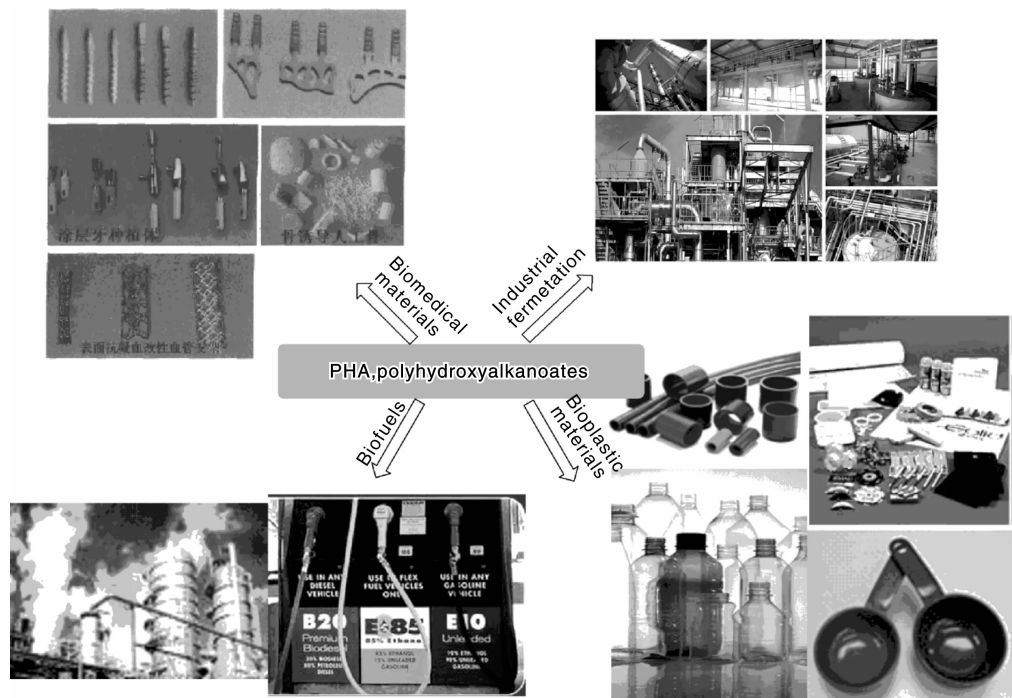


图4 我国PHA产业链示图

Fig. 4 Schematic diagram of PHA industrial chain in China

### 2.2.3 丁二酸丁二醇共聚物(PBS)

作为最具有产业化前景的可完全生物降解塑料PBS应用领域广泛,其产业发展前景尤为广阔。世界生产PBS的主要国家有美国、日本、德国和韩国,其生产规

模如表3所示。目前,我国在PBS的生产技术能力方面已处于国际先进行列,只是在专利数量上,我国和日本还有较大差距。我国PBS合成专利10项,而日本高达61项。中科院理化研究所技术与杭州鑫富药业联合形

成了 20 kt/a 的产业规模,是目前国际上唯一一条一步法生产 PBS 的生产线及国际上规模最大的生产线之一。清华大学在安庆和兴化工有限公司建成了 10 000 t/a PBS 的生产装置,已经投入运行,可以生产挤出、注射、吹塑级树脂,这是目前正在生产的世界上最大的 PBS 生产装置。广州金发科技股份有限公司聚(丁二酸丁二酯-co-己二酸丁二酯)(PBSA)的产能为 300 t/a,正在建设 5 000 t/a PBSA 的生产装置。对于产业化来讲最重要的一点在于通过共聚改性和共混改性, PBS 可以形成系列化产品,使制品的价格接近现有通用塑料的水平。

表 3 国际生产 PBS 主要国家及规模

Table 3 Main countries and their production scale of PBS

Manufacturers	Trade names	Components	Production scale/t · a <sup>-1</sup>	Countries
Showa polymer	Bionolle	PBS、PBA	6 000	Japan
Mitsubishi	Gs-Pla	PBS	3 000	Japan
Dupont	Biomax	Polyester	15 000	America
Eastman Chem.	Easterbio	Polyester	15 000	America
BASF	Ecoflex	Polyester	14 000	Germany
S. K. Ind	Skygreen	PBS	2 000	Korea
Ire Chem. Ltd	Enpol	PBS	1 500	Korea

#### 2.2.4 对苯二甲酸-1,3-丙二醇共聚物(PTT)

20 世纪 90 年代,国际上几家大公司相继在 1,3-丙二醇合成新工艺上取得了突破,从而使 PTT 生产进入工业化开发阶段。德国吉玛(Zimmer)公司、美国杜邦公司、韩国 HUVIS 公司先后建成产能万吨级以上规模的生产线,其中德国 Zimmer 公司采用与壳牌化学公司联合开发的技术建造了第 1 套工业化的 PTT 合成装置,年产能达 95.7 kt,可以生产出特性粘度大于 0.9 dl/g 的 PTT,其生产费用可与聚酰胺相竞争。目前世界 PTT 市场的产能约为 320 kt/a,将来需再建 5~6 套世界规模级 PTT 装置才能满足需求,预计今后 10 年内 PTT 市场的生产能力将增加到 1 000 kt/a。我国 PTT 生产相对较弱,虽然国内 PTT 切片的应用量已超过 5 000 t/a,但由于关键原料和技术被国外控制,还没有工业化 PTT 切片生产,全部依赖进口,造成产品价格昂贵。

### 2.3 多糖类生物基材料

随着人们对活性多糖的研究的不断深入,许多具有高商业价值的多糖物质如壳聚糖、透明质酸、黄原胶等已成为研究和开发的热点,广泛应用于石油开采、食品工业、纺织和化妆品等诸多方面。

#### 2.3.1 壳聚糖

甲壳素是天然的高分子多聚糖,甲壳素分子脱乙酰基后称为壳聚糖,是迄今为止唯一发现的阳离子动物纤维,唯一的碱性多糖。甲壳素每年地球上自然生成量高

达 100 亿 t,其产量可与纤维素匹敌,储量十分巨大,用来开发生产壳聚糖具有广阔的余地。壳聚糖目前已在全世界范围内供不应求,世界主要生产国有美国、日本、德国、法国、印度、荷兰、挪威、加拿大等。全世界的总需求量达 80 kt/a,国内对壳聚糖的需求量达 7 kt/a。目前,国内生产壳聚糖纤维的厂商有几十家,但几乎没有年产量超过 10 t 的生产厂家。壳聚糖纤维生产存在着产量和产业化程度低、生产厂家规模小的问题。这就要求一些具有实力的生产厂家进行技术整合和技术创新,扩大壳聚糖纤维的生产规模,提高壳聚糖纤维的质量,以满足对壳聚糖纤维日益增长的需求。

#### 2.3.2 透明质酸

自上世纪 90 年代中期以来,国际市场透明质酸销量逐年上升。据估计,目前全球药用透明质酸总销售额约为 4.2~5.5 亿美元,2010 年已超过 10 亿美元。丹麦、美国、日本是透明质酸主要生产国。美国是世界上最早生产眼科用透明质酸原料药的西方国家,直到今天,美国仍在用公鸡鸡冠提取药用级透明质酸。

我国透明质酸生产始于上世纪 80 年代初,到了 90 年代初,透明质酸生产已具备一定规模。主要生产企业为山东正大福瑞达公司,其产品质量标准已超过欧洲药典标准。北京化工大学也与企业合作试生产透明质酸。近几年,我国透明质酸钠产业迅速发展,平均年增长率达 30% 以上,2008 年产能达 40 t。透明质酸钠应用领域广泛,需求量逐年增加。在价格上,透明质酸的售价一般在 1~6 万元人民币/kg。从需求和售价上看,透明质酸发展前景是值得看好的。

#### 2.3.3 黄原胶

目前已有 10 多个国家和地区生产黄原胶。主要有美国、英国、法国、日本、俄罗斯、德国和中国等,主要生产厂家有美国的 Kelco 公司、Pfizer 公司,法国的 Rhone-Poulenc 公司、Nerol-Rousselotsatia 公司<sup>[7]</sup>。国外黄原胶工业化生产技术日趋完善,最高水平已达到:50 m<sup>3</sup> 单罐发酵年产量 200~240 t;淀粉投料浓度提高到 8%~9%;发酵黄原胶浓度已达到 5% 左右;原料多糖转化率接近 80%;发酵周期缩短至 48~52 h。目前全球黄原胶年产量为 150 kt。

我国黄原胶的研究和生产起步较晚,1992 年全国产量不足 100 t。1993 年以后由于国内市场不断扩大,黄原胶价格持续上扬,一些科研、生产单位联手合作陆续建设和扩建了几家 300~500 t/a 的生产装置。远在 2000 年底,我国已有 10 多家黄原胶生产企业。2005 年全国黄原胶生产能力达 40 kt。此后,随着山东省食品发酵工业设计研究院在黄原胶生产技术上的突破,山东省

已经成为黄原胶的主要生产基地,其中山东中轩股份有限公司产能已达 20 kt/a。目前国内黄原胶生产水平是:150 m<sup>3</sup> 单罐年生产能力大约 350 t,淀粉投料浓度 5% 左右,多糖得率达 2.6%~2.8%,转化率 55%~65%。发酵周期为 60~72 h。我国黄原胶潜在市场巨大,根据石油行业专家预测,仅石油钻井和三次采油对黄原胶的需求量就在 100 kt/a 以上。由于黄原胶市场前景看好,不少单位正在建设或筹建其生产装置。但随着黄原胶市场竞争加剧,价格竞争已经不可避免,而动力成本在总成本中占有很大比例,因此与热电项目的合作已经成为发展趋势;而且随着产量不断增加,生产工艺规范化、生产过程质量控制、产品检测方法等方面,亟待提高和完善。

#### 2.4 氨基酸类生物基材料

自 20 世纪 90 年代,开发“绿色化学产品”是世界工业的一大新趋向。聚氨基酸系列产品已在“绿色化学产品”中崭露头角。

##### 2.4.1 大豆蛋白

美国大豆加工业规模最大。世界上加工大豆蛋白的一些企业如 ADM, Dupont Protein Technologist, Central Soya, International Protein Corporation 等,其公司产品已经形成序列化、专一化,大豆蛋白生产品种基本满足不同食品加工需要。我国是大豆的故乡,目前我国大豆产量排名世界第 4,大豆加工和消费量居世界第 2,是最大的大豆进口国。我国在大豆蛋白制品应用始于 20 世纪 80 年代初,到目前为止,国内大豆分离蛋白总年设计生产能力达 5 万 t 以上。但由于国内大豆分离蛋白产品品种单一,功能及质量较美国同类产品相差较大,产品在市场上的竞争力远远低于进口产品,而且由于环境污染问题使部分国内生产厂被迫停产,因此,我国实际生产能力在 2 万 t 左右。中国大豆分离蛋白的年消费量超过 8 万 t,产值可达到 180 亿元,并且预计中国对大豆蛋白的消费量将以 10% 以上的增长速度持续升高。面临我国庞大的市场发展情势,应加大投入,着力提高大豆分离蛋白生产工艺和设备技术,缩短与国际水平的差距,才能适应市场的需求。

##### 2.4.2 聚天冬氨酸

聚天冬氨酸是可生物降解、无毒、不会破坏生态环境的氨基酸聚合物。近年来聚天冬氨酸的合成及应用已经成为各发达国家竞相研究的热点,美国 Donlar 公司和德国拜耳公司等已将聚天冬氨酸实现大规模工业化生产,英国、日本、俄罗斯、法国等国的很多公司也正积极开发这种产品。从 1996 年开始,我国华东理工大学、北京化工大学、天津大学等单位陆续开展聚天冬氨酸的实验室研究,其中北京化工大学采用天门冬氨酸聚合工

艺,分子量可控在 4 000 到 180 000,收率达 80% 以上<sup>[8]</sup>。随着各项基础技术的积累,国内数十家企业也都陆续实现了工业化生产,如石家庄开发区德赛化工有限公司、北京艾实华科技有限公司、山东淄博富聚生物化工有限公司等,其中石家庄德赛化工有限公司生产能力为 3 kt/a,除满足国内需求外,还有部分产品出口。随着全球环保意识的不断加强,聚天冬氨酸的应用前景不可限量。同时,我们需要清醒的认识到,国外聚天冬氨酸的生产已经实现规模化,产品品种已经系列化,而国内装置规模还很小,许多研究仅停留在实验室阶段。有关科研单位和企业应协同努力,加快聚天冬氨酸的研发和推广应用,共同促进我国聚天冬氨酸产业的快速发展。

#### 2.5 木塑复合材料

用木材、麻或农业剩余物等天然植物纤维材料与聚丙烯、聚乙烯、聚氯乙烯等各种石油基塑料复合制备的复合材料在建筑结构部件、室内外装饰装修材料等领域已广泛应用。目前,全球木塑复合材料年产量超过 1 500 kt,其中,北美地区产量最大的地区(见图 5)。近 10 多年来,美国木塑市场的增长率都保持在 10% 以上,现在美国大约有 50 家左右的木塑企业,已经形成了完整的产业链,其特点是规模大,产量高,年产一般都在 10 000 t 以上。

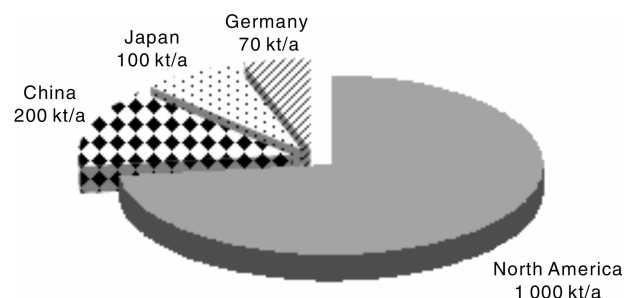


图 5 世界主要国家木塑复合材料年产量

Fig. 5 Annual production of WPC in the world

在国家循环经济政策的鼓励和企业潜在效益需求双重动力的推动下,全国性的“木塑热”正悄然兴起。据不完全统计,截止到 2007 年二季度,全国直接或间接从事木塑复合材料研发、生产和配套的企事业单位已逾 150 家,从业人员计有数万人之众,生产能力大幅度提高,木塑制品年产量约在 120 kt 左右,全行业年产值可望达到 20 亿元人民币。从现在到 2015 年,预计每年都将增加 5 000 t 的产量。我国木塑尚为还处于发育时期的新兴产业,其单项技术水平和个别产品已能与国外一些同行相媲美,从而成为目前中国制造业中为数不多的、与欧美发达国家处于同等地位的产业之一。

### 3 结 语

发展绿色、低碳、可持续发展的产业技术体系,破解资源、环境瓶颈问题,是我国面临的重大历史任务。我国可再生生物资源丰富,生物基材料的开发和产业化成为重中之重。生物基材料经过多年的研发,已经进入了大规模实际应用和产业化阶段。“十二五”期间将是大规模推广和使用生物基材料的关键时期,也是我国争取在未来生物基材料产业的国际竞争中取得优势的关键时期。

目前我国在生物基材料方面的研究和产业化虽然取得了长足进展,但同美国、欧洲、日本等发达国家相比还存在一定差距,主要表现在技术不够成熟,制品性能无法完全满足各种消费需求;成本太高尚难与石油基产品竞争。此外,缺乏有力的政策或法律法规支撑,不利于生产型企业的发展。我国在借鉴国外经验的基础上,应深化产业化关键技术的研发和加速技术进步,以便拥有我国自主知识产权的各种创新型产品,从而推动我国生物基材料产业整体水平向前发展。

#### 参考文献 References

[1] Yang Xiaoyu (杨晓宇). 国外乳酸的生产技术及市场分析

[J]. *Fine and Specialty Chemicals* (精细与专用化妆品), 2010, 18(8), 54-57.

[2] Tan Tianwei(谭天伟), Shang Fei(尚飞), Zhang Xu(张栩). Current development of biorefinery in China [J]. *Biotechnology Advances* (生物技术进展), 2010, 28, 543-555.

[3] Zhen Guangming(甄光明)[C]. 乳酸聚乳酸产业现状及展望 [C]. *Conference of Biochemical Engineering Material Technique and Industrial Development*(生物化工材料技术及产业发展研讨会), Changzhou: The Editorial Group of This Conference, 2010.

[4] Chen Guoqiang(陈国强), Chen Xuesi(陈学思), Xu Jun(徐军). 发展环境友好型生物基材料[J], *Advanced Materials Industry* (新材料产业), 2010(3): 54-62.

[5] Sandoval A, Arias-Barrau E, Acros M, et al. Genetic and Ultrastructural Analysis of Different Mutants of *Pseudomonas Putida* Affected in the Poly(3-Hydroxy-n-Alkanolate) Gene Cluster [J]. *Environ Microbiol*, 2007(9): 737-751.

[6] Chen Guoqiang(陈国强). 一个以可再生资源为原料的新材料产业——“生态塑料”即将诞生[J]. *China J of Bioprocess Engin* (生物加工过程), 2006(4): 9-15.

[7] Chen Wanpu(陈完璞). 新型生物油田化学品——黄原胶[J]. *Applied Science and Technology*(应用科技), 2009, 17: 16-17.

[8] Wang Jiaming(汪家铭). 聚天冬氨酸生产应用与发展前景 [J]. *Fine Chemical Industrial Raw Materials & Intermediates* (精细化工原料及中间体), 2010(1): 20-24.



### 新型纳米粉体低成本合成及其在传感器中的应用

金属氧化物半导体气敏材料由于具有灵敏度高、响应恢复快、制备简单、价格低廉等优点,在传感器领域具有很好的应用前景和实用价值。

本项目利用友好、低成本的低温方法,通过材料成分的设计和工艺参数的调控来获得具有形貌可控的纳米材料。将其应用到气敏元件,通过对其可燃和有毒气体的测试,获得了灵敏度高、稳定性好、对有毒有害气体选择性高的气体传感器,并揭示出该类材料的光学特性、点穴特性和气敏特性与其微观纳米结构、复合形态等的相关关系,实现传感器材料技术的组织裁剪和性能设计与实际应用。

该制备方法获发明专利 2 项。

#### 性能指标

氧气、硫化氢、氨气、丙酮、乙醇、汽油、二氧化碳、一氧化碳等多种气体,灵敏度大于 150,响应时间可小于 1 s,重复性好,选择性高。

#### 特 点

宽使用温区,环保型配方和工艺,高性能指标,低成本。

#### 适用范围

适用于气体传感器、废水处理、能量转化。

#### 合作方式

#### 技术转让

联系电话 029-86226599

联系人 薛先生