

2016年第十五届日本绿色和可持续发展化学奖获奖项目评述

程海涛^{1*}, 申献双²

(1. 衡水学院化工学院, 河北 衡水 053000; 2. 衡水学院美术学院, 河北 衡水 053000)

摘要:日本绿色和可持续发展化学奖由日本绿色和可持续发展化学网(GSCN)发起,旨在奖励通过化学革新来推动环境和人类健康、安全研究与发展。对2016年第十五届日本绿色和可持续发展化学奖4个获奖项目的创新和价值进行了评述。

关键词:绿色和可持续发展;化学奖;创新;日本

中图分类号:TQ-9

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2017)01-0001-04

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2017.01.001

A review of Japan's 15th Green and Sustainable Chemistry Awards in 2016

CHENG Hai-*tao*^{1*}, SHEN Xian-shuang²

(1. Department of Applicative Chemistry, Hengshui University, Hengshui 053000, China;

2. Department of Art, Hengshui University, Hengshui 053000, China)

Abstract: The Green and Sustainable Chemistry Awards have been established by Green and Sustainable Development Chemical Network (GSCN) in Japan to encourage the promotion of environmental and human health, safety research and development through chemical innovation. The innovation and value of four winning projects of the 15th Japan Green and Sustainable Development Chemistry Award in 2016 are reviewed.

Key words: the Green and Sustainable Chemistry; Chemistry Awards; innovation; Japan

日本绿色和可持续发展化学奖由日本绿色和可持续发展化学网(GSCN)发起,并于2000年设立,从2002年开始授予第一届绿色和可持续发展化学奖,到现在已经有十四届的历史。2016年授予的是第十五届绿色和可持续发展化学奖。

绿色和可持续发展化学奖旨在通过化学革新推动环境和人类健康、安全研究与发展,授予通过促进该领域绿色和可持续发展的个人、团体或公司、企业,例如:减少二氧化碳排放,废物、垃圾填埋及有害环境副产品的减少等。

绿色和可持续发展化学奖包括经济产业省授予奖、文部科学省授予奖、环境省授予奖、绿色和可持续发展化学鼓励奖4个奖项。本文对2016年第十五届日本绿色和可持续发展化学奖4个获奖项目的创新和价值进行了简单介绍和分析。

1 经济产业省授予奖、环境省授予奖

第十五届经济产业省授予奖、环境省授予奖同时授予了东丽株式会社,他们研究开发了一种高性

能反渗透膜。

在世界人口急剧增加和经济增长的背景下,水资源短缺、水质污染等问题日趋严重。目前全世界约有7亿人的饮水安全受到严重威胁,他们为改善这种状况努力寻找解决的办法。近年来,水资源可持续发展技术——反渗透膜,被广泛关注,随着膜技术及其工艺技术的发展,安全、稳定、高品质且廉价的水供应技术成为现实。然而,随着对于提高水源水质(特别是水质恶化的江河等地面水)要求的提高,在利用膜进行水处理技术普及的过程中,以废水为处理对象,兼备节能(高透水性)和高性能(高出水水质)的新型反渗透膜成为研究的重点。新型反渗透膜具备以下的特征:抑制降低膜透水性污垢的表面附着作用,提高抗污染性,增加膜对清除影响透水性污垢使用的药品的耐药性等性能,同时,从分子级别分析,膜结构设计应具有纳米级别特点。

为满足反渗透膜应具有的性能,获奖者从反渗透膜结构角度进行了以下研究:①利用精密的褶结构和细孔结构来控制反渗透膜界面脱水;②利用高

收稿日期:2016-09-17

基金项目:河北省高等学校科学技术研究项目(Z2015205);河北省高等学校科学技术研究项目(ZC2016033);河北省科技计划项目(15274213);衡水学院教育教学改革与研究项目(jg2016050);衡水市2016年度社会科学(重点)研究课题(2016047)

作者简介:程海涛(1981-),男,讲师,工学硕士,主要从事功能分子化学修饰与分析及性能研究、精细化工产品绿色合成与分析及性能研究,通讯联系人,15132893412,chenghaitao123456@163.com。

次结构的变化抑制表面高亲水化和平滑化,在高渗透性和高选择性难以并存的情况下提高了反渗透膜运行的稳定性和耐污染性,成功开发了具有耐药性能的高性能反渗透膜。

这种反渗透膜在亚洲、东盟、中东、北美、南美、欧洲、非洲等很多地区被采用,在解决咸水淡化、废水再利用等方面做出了贡献。环境方面,廉价、稳定、高质量、多用途用水的供给成为现实,与传统技术相比,能量消耗大幅度降低。

在资源、能源领域,利用这种反渗透膜技术,回收污水中的锂、磷等具有价值的物质,用于生产生物化学产品。

日本将在全球进行推广这项技术。鉴于将对环境和人类产生巨大贡献,此技术得到经济产业省授予奖、环境省授予奖的同时认可。

2 文部科学省授予奖

第十五届文部科学省授予奖授予了名古屋大学后藤元信先生,他及其团队的贡献在于,开发出超临界流体用于天然物及环境关联物质的分离及反应过程。

近年来,超临界流体作为对环境和对人体无毒无害的绿色溶剂,在去除咖啡中的咖啡因、提取啤酒花有效成分等方面被利用。超临界状态下二氧化碳和水的密度与溶解力等性能随温度和压力的变化而发生改变,可以作为有机溶剂来使用,实现物质分离和反应,减少环境影响。但是,超临界流体在天然物质提取过程中选择性低,机理不明确,在反应体系、废水处理的应用和实用化方面困难重重。

超临界流体提取天然物的过程,后藤元信先生从平衡和从物质移动的角度构筑理论模型,解析提取过程。另一方面,为了提高天然物质成分分离的选择性,采用吸附技术与超临界流体结合的超临界压力下的吸附分离法,成功实现了从柑橘油中连续分离多种组份。同时开发出液体的水和超临界的二氧化碳两相的溶剂,实现极性物质和无极性物质同时分离的方法,实现了从咖啡豆中同时提取咖啡因和多元醇。

另外,水在亚临界状态下,具有有机溶剂的电介率和高离子积等特性,在生物炼制重要基础技术、生物物质的转换和废塑料回收等方面作为化学反应的媒体,实现了产学合作研究。同时,超临界水中的氧化反应,应用于二噁英等有害物质的处理过程。此外,在世界上率先进行了用于废塑料回收的亚临界·超

临界流体的研究,开发了作为反应溶剂的超临界状态的水和酒精,创新了聚对苯二甲酸乙二酯(PET)和纤维强化塑料等的回收法。

另一方面,为了促进超临界流体技术的实用化,2013年在三重县内设立了以超临界流体技术普及为目标的超临界技术中心。

3 绿色和可持续发展化学鼓励奖

2016年绿色和可持续发展化学鼓励奖(GSCE)分别授予光尼克斯(lightnix)株式会社,Saiden 化学株式会社,住友电木株式会社、地球产业技术研究院、绿色苯酚开发有限公司,鸟取大学,东京理科大学,国家发展研究院量子科学和技术研究所。他们的贡献如下。

3.1 光尼克斯株式会社

光尼克斯(lightnix)株式会社的福田光男先生,开发了一种由植物提取的可生物降解树脂生产的采血针。

常规使用的输液袋和采血针等一次性医疗器械,通常使用以石油为原料合成的塑料和不锈钢制作而成,燃烧时会产生二氧化碳和二噁英。在发展中国家,大量医疗废弃物被非法丢弃到海洋,污染了海洋和陆地,甚至不锈钢针头在医疗场所出现刺伤事故,一些发展中国家存在一次性针头循环使用的现象,出现 HIV 等血液感染、病原体性细菌、病毒感染等的二次感染现象。医疗废弃物的处理不当会产生严重的问题。

光尼克斯株式会社从 2012 年起,使用 100% 聚乳酸制成采血针,不再使用石油衍生物塑料生产采血针。聚乳酸与以石油为原料合成的树脂相比,耐热性、耐久性、成型性较差,光尼克斯公司凭借独特的超精密模具设计和超细注塑成型技术,成功实现了利用聚乳酸大规模生产注射针头,同时也在积极研究在药物输送领域的进一步应用。

该产品是一种 100% 使用可生物降解物质聚乳酸的产品,燃烧时产生的二噁英比石油衍生树脂焚烧过程中减少。此外,该产品还具有模仿“蚊子”吸管针锯齿形状的仿生结构,可以顺畅地避开细胞,刺入肌肉。和以往金属针头相比,不会对生物组织带来损伤,不存在持续的疼痛感,减少了疼痛。另外,这种针头被使用后,因为独特的结构不能再次被使用,有效预防了针刺和二次感染事故的发生。

因此,光尼克斯可再生技术,实现了资源利用率和生产率的提高,将实现医疗设备对人体零废物排

放的安全标准。在未来,这项技术不仅在日本,还会在其他国家包括发展中国家推广,可能开发出更多相关产品。

3.2 Saiden 化学株式会社

Saiden 化学株式会社的小田纯久、梅宫弘和、小林俊裕、甲藤俊志、滨武彦先生开发了用于增粘树脂的乳化技术和乳液型压敏粘合剂。

不干胶标签使用已经非常频繁,例如超市中产品的标签和快递单。Saiden 化学株式会社,还成功地生产了环保型、不含有机溶剂的水性乳液型压敏粘合剂,用于标签粘贴。

一般情况下,乳液压敏粘合剂是通过丙烯酸单体乳液聚合,得到丙烯酸乳液而制成的。丙烯酸乳液聚合过程中不使用有机溶剂,消耗能量少,几乎不产生废气和废物,环境影响小。然而,以前的不干胶树脂乳液是把树脂溶解在有机溶剂中,或者通过乳化剂把树脂和水乳化成乳浊液,形成均化微粒后,再除去溶剂,有机溶剂的处理是必要的工序,消耗大量能量,环境影响大,生产成本高。

Saiden 化学株式会社以丙烯系单体的聚合代替有机溶剂溶解,通过乳液聚合的方法,开发了一种不使用有机溶剂,不用去除生产过程中溶剂的不干胶乳液生产过程。与传统方法相比,此过程具有节能和节约资源(非溶剂)、高效、低环境影响、缩短工艺流程、降低生产成本等优势,提高了国际价格竞争力。另外,用这种方法制备的乳液型压敏粘合剂具有优异的耐水性,迄今为止溶剂型压敏胶粘剂被广泛用于薄膜不干胶标签和双面胶等的黏着,录音带领域也将有这种胶黏剂的应用。

该公司生产和销售乳液型压敏粘合剂的历史超过40年,其技术极为完善。公司乳液型压敏粘合剂市场占有率居第一位,虽然目前只有部分产品的生产采用这种技术,公司未来会进一步推广这种技术,所有乳液型压敏粘合剂的生产都将采用这项技术。

3.3 住友电木株式会社、地球产业技术研究院、绿色苯酚开发有限公司

住友电木株式会社宫内啓行先生、地球产业技术研究院乾将行先生、绿色苯酚开发有限公司平贺和三先生,共同开发了一种利用植物来制造苯酚的技术。

为了应对全球变暖、石油资源枯竭等未来的挑战,以石油资源为基础的资源循环利用产业结构有所调整,目前利用植物资源生产塑料备受关注。苯酚用于合成生产汽车零部件、电子材料、建筑材料的

酚醛树脂、环氧树脂、聚碳酸酯树脂等,国内需求约为80万t/a,世界需求约为940万t/a,今后还会进一步增加。

目前,工业生产苯酚的原料来源于石油工业,生产方法需要高温、高压(250℃,3 MPa),属于典型高耗能产业,使用大量溶剂和酸。从全球环境保护和温室气体减排的角度看,降低苯酚生产工艺的环境影响成为发展的趋势。

这种背景下,获奖者及其团队,以高效、高生产能力的“RITE 生物工艺”为基础,实现了利用棒状杆型细菌工业生产氨基酸,同时开发了独特的利用生物过程制造苯酚的技术。该技术以来源于植物的混合糖为原料,是以水为介质常温常压(30~33℃,0.1 MPa)条件下进行的高效节能的反应过程,与现有以石油为原料制造苯酚的方法相比,减少约69%的能量、原料消耗,二氧化碳排放量减少70%。

以生物质为基础生产的苯酚合成的酚类树脂的性能,与现有的以石油为原料合成的酚类树脂相比没有区别,已经得到广泛的应用。另外,这种技术能够合成苯酚以外的芳香族化合物,不仅可以作为聚合物原料,还可以作为医药中间体、农药、香料、化妆品等的高附加价值产品的原料。

3.4 鸟取大学

鸟取大学的薄井洋行先生开发了一种低碳环保、负极为氧化物的新一代蓄电池。

随着电动汽车的普及,可再生能源化的蓄电池的有效利用,成为实现低碳社会的关键。对于现在使用的锂离子电池,人们希望有更快的充放电速度和更高的容量。新的负极材料钛酸锂($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$),与传统的石墨负极相比具有优异的高速充电、放电性能,最近,电动汽车、固定型蓄电池采用了这种负极材料的蓄电池,但是成本太高,蓄电池的成本占到电动汽车价格的一半以上。随着电动汽车普及程度越来越高,降低成本成为必要。

金红石型二氧化钛(TiO_2)是合成钛酸锂的主要原料,占钛酸锂($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)成本的2%,与钛酸锂晶体结构ab轴方向相比, Li^+ 更容易在c轴方向移动扩散。因此,直接作为负极材料使用有较慢的充电和放电性能,目前负极材料的研究停滞不前。另一方面,获奖者对影响 Li^+ 在晶体空间结构不同方向扩散能力的因素进行了研究,注意到二氧化钛的结构对锂离子扩散能力产生影响,理想结构状态的二氧化钛制得的负极性能远远超过现有负极。

鸟取大学坂口研究室的薄井先生,以实用化为

前提,通过溶胶-凝胶法得到了金红石型 TiO_2 的各种形态,这种方法廉价、容易实现工业化,通过检测所得 TiO_2 粒度是 30 nm,结晶尺寸为 13 nm,晶体结构被有效地改善,这种结构有利于 Li^+ 在充、放电过程中的移动。另外, TiO_2 中掺杂 Nb 提高电子电导率 1 000 倍以上,实现了快速充、放电过程,同时,在大的电流密度(50℃)情况下,实现了增大电池容量($120 \text{ mA} \cdot \text{hg}^{-1}$)。Nb- TiO_2 负极电池,在 1 000 次充、放电循环后,电池容量仍保持大约 90%,此外,新一代负极材料具有良好的耐久性。

另一方面,首次发现该负极可逆阻断钠离子比锂离子多 2.4 倍。获奖者同时察觉到,金红石型 TiO_2 作为钠离子电池的负极活性物质,降低了电池成本,钠离子电池将成为下一代储能电池。

3.5 东京理科大学

东京理科大学的中田一弥先生研究了应用于净化环境、生物农业领域、利用光能源的新功能无机材料。

对于一个可持续发展社会的建设,能源问题是急需解决的环境问题和资源问题。在这项研究中,重点关注的是一种无机半导体光催化功能性无机材料,可以利用普通材料和能源实现“物质和能量转换”,以环境保护为中心实现可持续发展。

中田先生通过用电解法和阳极氧化法等手段,改变光催化剂的结构提高其活性。另外,开发了一种不使用贵金属的植物灰法,利用自然资源制备高度活化的光催化剂。同时,以环境净化性能为指标,主要针对对人体有害的有机物质和微生物等,对光催化进行了性能评价,结果显示净化性能比常规光催化剂材料显著提高。

同时,还对高活性光催化剂在空气净化器、胶印印刷机领域的应用进行了产业开发。与企业共同开发了一种新型空气净化器,以关于网格状的 TiO_2 光催化剂为过滤器。与市场上其他空气净化器相比,这种新型空气净化器在除去各种恶臭物质和真菌的效果非常好。另一方面,在胶印方面,开发了利用新型光催化剂的光催化法胶印技术,提高了印刷效果。此外,该方法在印刷时所消耗的材料和资源显著减少,减少了印刷过程中污染物的排放。

中田先生正在推进一项光催化剂和生物技术相结合的新项目。比如,利用光催化反应合成稀有糖。稀有糖在自然界中微量存在,有独特的生理活性,具有抗癌、保护神经细胞的作用,近年来受到人们的重视。稀有糖目前主要通过酶催化反应合成,酶本身

具有的特性使其价格昂贵,整个合成过程成本太高,难以实现量产。光催化反应的合成机理是在有机物的氧化反应中实现稀有糖的合成。利用光催化过程实现了半乳糖和果糖的催化氧化合成,同时还成功地合成了来苏糖和赤藓糖等。以往研究证明,中田先生及其团队发现并使用光催化剂合成了稀有糖,创新了稀有糖的合成方法。

3.6 国家发展研究院量子科学和技术研究所

国家发展研究院量子科学和技术研究所的星野毅先生,创新了利用离子导体回收海水中锂的透析技术。

为缓解全球变暖,实现社会低碳化,电动汽车(EV)和插电式混合动力汽车(PHV)是汽车行业发展的趋势,由此大容量、大型锂离子电池的市场需求扩大。在日本,锂 100% 依赖于南美国家的进口,近一年利用蒸发含锂盐湖回收锂的技术开发取得进展,将有广阔应用前景,但是成本方面一直不够理想。作为制造业大国的日本要实现可持续发展,锂是不可或缺的资源,不依赖于国外进口,寻找稳定供应源成为必须解决的问题。海水中锂含量巨大,几乎是取之不尽,同时日本四面被海包围,根据这些特点,星野毅先生研发了此项技术。在实验基础上,他发明了锂离子自然分离方法,原理是:锂离子在电极的作用下,通过在锂离子回收液与含锂离子海水间的浓度差,实现锂离子的自由移动。在世界上首次确立了回收锂离子同时产生电能的新技术,即捕获电子与锂离子向电极的运动同时发生,与浓度差电池原理类似。资源回收必须消耗外部能源,但是本技术中锂离子的分离不消耗外部能量,是一种资源回收污染物零排放的技术。利用实际海水进行了 3 天实验,除了锂离子之外其他元素完全不渗透,成功回收了海水里 7% 的锂元素。以碳酸钠的水溶液作为锂回收溶液,构建一系列的锂回收方法,得到了锂离子电池原料碳酸锂,成本和海外进口相当。现有技术很难实现钠离子的分离,而新技术轻松实现了钠离子的分离,得到高纯度碳酸锂。

参考文献

- [1] 程海涛. 2015 年第十四届日本绿色和可持续发展化学奖获奖项目评述[J]. 现代化工, 2015, 36(10): 1-4.
- [2] 程海涛. 2014 年第十三届日本绿色和可持续发展化学奖获奖项目评述[J]. 现代化工, 2014, 35(9): 1-3.
- [3] 程海涛. 2013 年第十二届日本绿色和可持续发展化学奖获奖项目评述[J]. 现代化工, 2013, 34(10): 14-16.
- [4] 程海涛. 2012 年第十一届日本绿色和可持续发展化学奖获奖项目评述[J]. 现代化工, 2012, 33(9): 1-3. ■