

世界首个液态分子催化二代生物柴油技术研制成功 二代生物柴油量产工艺“升级”

■本报记者 廖洋 通讯员 刘佳

一瓶是浑油如酱油的“地沟油”原料，一瓶是无色无味的二代生物柴油样品，装在瓶中透亮见底——在中国科学院青岛生物能源与过程研究所（以下简称青岛能源所），记者见到两瓶截然不同的油品取样。

通过“地沟油”等废弃油脂提炼的二代生物柴油，不仅清洁、低碳，还不涉及与人争粮、争地等问题，因此备受行业青睐。然而，生产技术难度大也一直是阻碍二代生物柴油实现量产的“绊脚石”。

好消息是，近日，青岛能源所与河北常青集团石家庄常佑生物能源有限公司（简称常佑公司）联合攻克了沸腾床改造均相加氢工艺生产二代生物柴油技术，并在常佑公司20万吨/年规模二代生物柴油生产装置上实现成功开车。

这也标志着，青岛能源所开发的“ZKBH均相加氢技术”成为世界首个采用液态分子催化成功量产商业化二代生物柴油的技术。

“在芬兰、美国等国家加氢生产二代生物柴油技术领域长期领先中国10余年的背景下，该技术的诞生具有里程碑的意义。”该项目负责人、青岛能源所研究员陈松告诉《中国科学报》，“目前，全部装置各项运行指标稳定，在生产中可实现高达80%以上的生物柴油收率，达到世界先进水平，产品质量满足出口欧盟标准。”

二代生物柴油成完美替代者

今年4月，国家能源局发布的《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》提出，国家鼓励高效清洁开发利用能源资源，支持优先开发可再生能源。

国家发展替代能源的政策主要是以新能源替代传统能源，以优势能源替代稀缺能源，以可再生能源替代化石能源。未来，对可再生能源的布局是国家能源的重点方向，生物质能源将扮演重要角色。

“生物柴油，作为一种新兴的能源，扩充了国家能源的结构和组成，解决了化石柴油存在的诸多问题。”陈松表示，生物柴油既完善和优化了能源结构，补充了国家在能源战略上的短板，又充分利用和节约了资源，最大限度降低了对环境的破坏，减少碳排放，是一个可循环、可持续、健康环保的朝阳产业，具有良好的经济和社会效益。

生产生物柴油的原料主要是餐饮业废油、榨油厂下脚料、废弃动物脂肪、东南亚棕榈油等植物油。

视点

天然气汽车亟待由“轻”变“重”

■何太碧

近年来，我国能源安全和环保压力日益严峻，国家和各地方政府给予了以电动车为代表的新能源汽车前所未有的、全方位的扶持，天然气汽车产业因此遭遇了极大的困难和挑战，产销双双下滑。外界对天然气汽车的未来发展走向，也存在诸多质疑。

2017年全国两会，政府工作报告首次将“新能源汽车”改为“清洁能源汽车”，绿色环保、经济性好、技术成熟的天然气汽车也迎来了发展机遇。

在汽车产业节能减排的大背景下，节能技术、替代能源仍将拥有较大的应用潜力与市场空间。因此，中长期内，汽车产业都处于传统燃油、替代燃料、新能源等多种能源并存的过渡期。

在充分考虑我国资源禀赋、安全战略以及产业技术现状的背景下，中长期内，资源要素保障强、技术成熟、经济性好、碳排放少的天然气汽车仍将是我国实现节能减排、保障能源安全的现实选择。

未来发展重点

虽然国际汽车界对新能源汽车作为未来汽车产业发展方向已形成共识，但是新能源汽车在技术研发、成本控制、产业化进程、基础配套等方面的困境还具有许多不确定性。短时间内，新能源汽车仍难以完全替代传统燃料汽车，或形成强大竞争优势，内燃机动力仍将在未来较长时间内占据主要市场份额。

天然气是清洁高效、资源丰富、低碳环保的化石能源。加大天然气在能源消费结构中的比重已成为各国能源发展的基本战略。

2018年我国天然气消费总量突破2800×10⁸立方米，其中车用天然气消费量达360×10⁸立方米，车用天然气消费量占天然气消费总量上升至12.8%。天然气



ZKBH均相加氢技术将“地沟油”提炼成二代生物柴油。

青岛能源所供图

“简单来说，第一代生物柴油和第二代生物柴油的生产原料相同，但是采用不同的生产工艺，分别为酯交换和催化加氢。两者得到的产品化学结构不同，第二代生物柴油与石油基柴油属于同性质产品，是高质量柴油，不影响柴油储运，不影响发动机和尾气处理。”陈松介绍说。

从产品性能上看，与第一代生物柴油即脂肪酸甲酯相比，第二代生物柴油在化学结构上与柴油完全相同，具有与柴油相近的黏度和发热值，具有较低的密度和较高的十六烷值、硫含量较低、倾点低以及与柴油相当的氧化安定性等优势。

与此同时，第二代生物柴油的二氧化碳碳排放量比柴油低，可以减少限制的和非限制的污染物排放（包括SO_x、NO_x），还可以减少颗粒物排放量，并且能大大减少发动机结垢、噪声明显下降。

自主研发 ZKBH 均相加氢技术

然而，在世界范围内，第二代生物柴油生产技术难度高，现有主流装置全部采用固定床生产，固定床加氢技术是目前工业应用最多、发展最快的加氢技术。但是，固定床加氢对原料要求较高，催化剂容易丧失活性，特别是对含磷、含硅量较

高的油料来说，容易受影响中毒降低反应活性，导致产量有限。而生产生物柴油的原料成分比较复杂，杂质多、酸值高，直接用固定床加氢困难大。

记者采访获悉，此前，拥有第二代生产技术的企业在全世界屈指可数，主要掌握在芬兰、意大利、美国、丹麦、巴西等国的少数几家公司手里。芬兰奈斯特石油公司(Neste)作为全球著名二代生物柴油公司，其在新加坡的一套生物柴油装置在2015年投产，设计产能80万吨/年，装置投资达5.5亿欧元，是目前全球产能最大的生物柴油装置。在技术上，以固定床加氢为主流技术，但固定床投资规模很大，基本为1亿美元/10万吨，对催化剂要求也极高。

陈松团队自主研发的“ZKBH均相加氢”技术借鉴了悬浮床的优势，并利用沸腾床渣油加氢的优点，通过开发高效液体催化剂解决了固体催化剂容易磨损失活和处理生物油脂易于粉化的问题。同时，液体催化剂可以与青岛能源所自主研发的半陶化抗水固相催化剂协同，实现更高的转化率，并保障工业装置长期运行的生产稳定性。

经过工业化验证，陈松团队的产品收率达到世界领先水平，产品质量满足出口欧盟标准。该项目的成功开车，标志

着中国拥有了生产二代生物柴油自主知识产权的先进技术。

春天即将到来

谈到二代生物柴油技术成果的研发生产过程，青岛能源所多相催化转化研究组负责人、研究员李学兵表示，这项技术成果凝聚了团队的智慧与心血，是产学研结合的结果。

2019年，青岛能源所在稠油分子均相催化研究方面取得重大突破，开发出先进的“ZKBH均相加氢”技术。其特征是采用液体催化剂和均相加氢反应器设计，可加工全组分废弃矿物油和可再生生物油脂，实现废弃油脂的资源循环利用，更适用于制备二代绿色生物柴油。

今年年初，常佑公司寻求二代生物柴油生产技术，经过调研后与青岛能源所进行合作。5月，青岛能源所提出液态催化沸腾床加氢耦合固相催化加氢脱氧提质的ZKBH工业化技术改造方案，并迅速在常佑公司启动，一期目标处理20万吨生物油脂生产二代生物柴油。

7月30日，双方完成所有设备调整和工艺流程改造施工，启动装置正式试料开车，8月6日成功试运行。陈松介绍，常佑公司20万吨/年二代生物柴油装置，在世界上第一次采用液态催化模式对煤焦油加氢装置进行改造，成功实现了从传统能源化工向生物燃料和绿色能源产业的转型升级，促进能源产业新旧动能转换。

“这次合作进展迅速，我们觉得有两方面原因。一是青岛能源所在‘均相加氢’方面技术成熟度较高，企业对技术的价值认同度高，双方有着良好的合作基础。二是二代生物柴油市场需求和企业转型升级迫切需求的双轮驱动，企业决策机制快，使得项目合作短期内得以高效完成。”李学兵总结道。

据常佑公司总经理容磊介绍，该装置一期改造后，二期能力希望扩大一倍，按40万吨设计改造。在他看来，二代生物柴油作为一个可循环、可持续、健康环保的朝阳产业，具有良好的经济和社会效益。

据陈松预计，二期100万吨/年生物柴油装置改造完成后，可实现销售收入约104亿元，年利润10亿元，纳税约4亿元/年，提供就业岗位约500个。

“中国的可再生能源与生物质燃料的春天即将到来。”陈松兴奋地对记者说。

百叶窗

英国公司Oxis日前表示，他们已经研发出安全、高密度的锂硫电池，并将为得克萨斯飞机制造公司提供90瓦时的下一代电池组。该电池组能够为电动飞机eColt（用于训练飞行员的教练机）提供动力，并支持其2小时、230英里的飞行。

锂硫技术被视为锂离子储能技术的一种更安全、可靠和环保的替代品。理论上，在给定大小和重量的电池中，锂硫电池可以比锂电池多容纳五倍的电量。另外，由于硫是一种廉价且丰富的原材料，所以这种电池比目前的锂电池要便宜很多。

“典型的锂离子电池设计可容纳100到265瓦时/千克，这取决于它已经被优化过的其他性能，如峰值功率或长寿命。”Oxis电池开发负责人Mark Crittenden表示，“Oxis开发的一种锂硫聚合物电池原型被证明可以达到470瓦时/千克，预计在一年内能达到500瓦时/千克。由于这项技术还很新，并且有改进的空间，所以预计在2025年有望达到600瓦时/千克。另外，锂硫电池体积密度也很有前途。”

然而就寿命而言，锂硫电池的情况似乎不太好。Oxis网站上写道：“在未来两年内，我们的目标是将目前的循环寿命提高一倍，达到500次以上。”

不过这种电池被证明是安全、耐用的，而且它还有一个额外的优势，那就是它们可以在0%~100%的充电范围内使用，而锂离子电池通常需要在满电范围的10%~90%，以避免过度充电。

在实际操作中，锂硫电池还会遇到其他一些问题，尤其是树突形成的问题，其阳极上的离子沉积会形成导电材料，进而导致电池短路并起火。锂金属阳极则倾向于以不太危险的方式降解，而这最终导致电池耗尽。

对此，Crittenden团队在电池阳极上使用了一层薄薄的陶瓷材料来解决上述问题，并由

高密度锂硫电池赋能 电动飞机可持续航两小时



电动飞机 eColt

此产生比之前的锂电池设计寿命长得多的高能电池。

眼下，Oxis正在研究高密度锂硫电池的其他应用，尤其是在高空卫星市场。此外，它还致力于为公共汽车和卡车提供解决方案。

据了解，目前，Oxis公司在威尔士的电解液和阴极活性材料生产工厂正在建设中。另外，该公司还计划于2023年左右在巴西米纳斯吉拉斯的一个梅赛德斯工厂开始批量生产锂硫电池。该基地的第一阶段将实现每年最多生产500万个电池的目标。（李木子）

资讯

住建部等九部门发文推动智能光伏应用示范

本报讯 近日，住建部、教育部、科技部、工信部等九部门联合发布《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》（简称《意见》）。《意见》指出，要推动智能光伏应用示范，促进与建筑相结合的光伏发电系统应用，提升建筑的便捷性和舒适度。

新型建筑工业化是通过新一代信息技术驱动，以工程全寿命期系统化集成设计、精益化生产施工为主要

手段，整合工程全产业链、价值链和供应链，实现工程建设高效益、高质量、低消耗、低排放的建筑工业化。

《意见》从设计、施工、信息技术的融合等多个方面，对新型建筑工业化的发展提出明确要求。业内认为，国家政策对光伏建筑一体化市场引导意向明显，《意见》的出台或将给该市场带来巨大变化。（李惠钰）

110千伏电缆绝缘料国产化难题破解

本报讯 9月10日，《中国科学报》从中国石化新闻办获悉，中国石化燕山石化成功实现110千伏电缆绝缘料从基础料到成品的连续生产，在国内尚属首家。其产品性能通过国家权威检测机构型式试验，年产能达1.5万吨，已与20余家大中型电缆厂建立合作关系。

据介绍，电压等级在110千伏及以上的电力电缆对绝缘材料的要求很高。随着我国国民经济与电力事业的迅猛发展，高等级电缆绝缘料的用量持续增加。长期以来，我国使用的高等级电缆绝缘料主要依赖进口，多为国外企业所垄断。

为破解这一难题，作为中国石化“十条龙”攻关项目，燕山石化2016年采用自主研发技术建成国内首套连续法全封闭超洁净高等级电



燕山石化建成国内第一套连续法全封闭超洁净高等级电缆绝缘料生产装置。

缆绝缘料生产装置。经过近几年的不断探索与持续攻关，该装置目前可实现从低密度聚乙烯基础料到电缆绝缘料的满负荷连续生产，为后续开展220千伏及更高等级电缆绝缘料的开发奠定了基础，向进一步推进高等级电缆绝缘料国产化进程迈出重要一步。（计红梅）

晋煤集团330亿投资无烟煤化工新工艺

本报讯 近日，在晋煤集团和煤化客联合举办的第四届中国国际煤气化技术与产业大会上，晋煤集团展示了其专门针对无烟煤打造的三个新型气化炉，这意味着晋煤集团突破了无烟煤化工采用常压UGI炉的传统气化工艺，进入到了一个崭新的技术阶段。晋煤集团还宣布，将投资330多亿元建设“建岛+供气”9个大型气化岛项目，每年可转化晋煤集团原煤931万吨。（盛夏）

这次晋煤集团展示的3个气化炉型分别为晋煤S炉、晋煤H炉、晋煤L炉。这三个气化炉均具有碳转化率高、各项消耗低、气体成分好、零污染等优点，同时实现了技术的全面国产化。

山西省化学工业协会副会长毛宝琪指出，晋煤S炉、H炉、L炉的成功研发，为煤炭清洁高效利用开辟了一条新路，将有力缓解无烟煤市场销路不畅问题。（盛夏）