

生物运输燃料的发展趋势与我国的产业战略

李十中

目前,全球 50% 以上的石油被用于运输燃料,塑料、合成纤维、合成橡胶等 2500 多种人类必须的化工产品也都来自石油。全球石油消费每年都在递增,而从 1970 年至今全球基本没有再发现大的油田储量,现有的主产油田大部分处于开采高峰期,或者已经进入开采衰退期;我国新发现的 10 亿吨储量的冀东南堡油田也只能为中国经济发展模式转型赢得 10 年时间。日益严重的温室气体效应和飙升的石油价格,使人类再次把焦点转向可再生的生物质能源,和发展农村经济结合起来的生物质能源这一新兴产业已成为新的经济增长点。我国 2006 年进口石油依存度为 47%,汽车年产量已达 700 万辆,并将很快突破 1000 万辆,目前每桶高于 90 美元的油价已危及我国经济的健康发展,因此用生物质替代石油生产运输燃油已成为当务之急。

一、生物运输燃料发展现状与趋势

以燃料乙醇和生物柴油为代表的生物运输燃料可以减少石油需求、减排温室气体和提高空气质量、改善车辆使用性能,并且与现有的车辆和燃油供应基础设施兼容,还能促进农村经济发展,最关键的是可再生,能可持续地为运输业提供燃料。因此,生物运输燃料在生物质能源产业中独唱主角,并成为发达国家的重要能源战略。美国总统布什在 2006 年 1 月 31 日的国情咨文讲话中发誓“要使美国显著改善环境、构建远离石油的新经济、让对进口石油的依赖成为过去”。美国不断加快生物燃油替代石油的步伐,提出了“25×25”口号,即到 2025 年用 25% 的生物燃油替代 25% 的石油。欧盟委员会确定了生物燃料发展目标,2010 年生物柴油、燃料乙醇等生物燃料替代石油运输燃料比例为 5.75%,到 2020 年超过 20%。发展中国家也把生物运输燃料产业视为发展经济的新机遇。巴西 2005 年出口乙醇 6.84 亿加仑(约 205.2 万吨),占全球乙醇交易量的 53%,2006 年又投资 90 亿美元建设新的乙醇厂,计划 2010 年使乙醇出口量增加 1 倍,达到每年 410 万吨。鉴于甘蔗主要为大农场生产,为使更多农民受惠于生物燃料产业,巴西又发展以蓖麻籽、大豆为原料的生物柴油产业,计划到 2008 年柴油替代

2% 的化石柴油(70 万吨),到 2013 年替代 5%。印尼、马来西亚积极扩大棕榈树种植面积和建设生物柴油厂,出口棕榈油和以其为原料生产的生物柴油。菲律宾于 2006 年建设了亚洲最大的以椰子油为原料的生物柴油厂。

燃料乙醇是目前最可行、使用量最大的生物运输燃料,2006 年全球燃料乙醇产量 4050 万吨。美国 2006 年有 113 家乙醇厂用 20% 的玉米(种植面积为 8180 万英亩)生产了 1680 万吨燃料乙醇,还进口了 180 万吨(其中巴西 120 万吨),替代 4% 的汽油;目前正在建的乙醇厂有 78 家,2007 年燃料乙醇产量将达到 2400 万吨,消耗 25% 的玉米,即 32 亿蒲式耳(蒲式耳为谷物计量单位,1 蒲式耳=35.238 升)。美国农业部在 2007 年 3 月发布的《未来 10 年农业生产和价格评估报告》中预测,10 年后美国玉米的 30% 将用于乙醇生产,2010 年玉米种植面积将从 2006 年的 8180 万英亩增加到 9000 万英亩,农民将成为燃料和食物的供应者,与此对应的是大豆种植面积的减少,油料作物种植面积到 2009 年将降低 9%,仅为 6900 万英亩。布什总统在 2007 年 1 月 23 日的国情咨文讲话中提出,到 2017 年生产 1.05 亿吨(350 亿加仑)燃料乙醇,替代 15% 的汽油。2007 年 5 月 2 日,美国参议院能源与自然资源委员会以 20:3 票通过能源法案,到 2022 年将乙醇的使用量提高到 1.08 亿吨(360 亿加仑),而同时提出的到 2022 年用煤生产 220 亿加仑柴油的议案则因其对全球变暖产生的影响而未获通过。美国总统布什于 2007 年 3 月访问巴西,与巴西共建乙醇联盟(Ethanol coalition),在西半球推广燃料乙醇以摆脱对石油的依赖和帮助穷国通过生产乙醇出口减贫和减少进口石油,提出要“使世界能源生产国由目前的 15~20 个增加到 100 个”,试图与石油输出国家组织(OPEC)抗衡。巴西 2006 年生产 1350 万吨燃料乙醇(甘蔗原料),今年将把普通汽油中乙醇的添加比例由 23% 提高到 25%。印度计划到 2010 年以后,将汽油中乙醇的比例从 5% 提高到 10%,到 2020 年达到 20%。印度从 2003 年起实行燃料乙醇(糖蜜原料)试点,10 个邦推广使用含 5% 乙醇的汽油

(E5),到2006年全国强制使用E5汽油,共有11538个乙醇汽油加油站。菲律宾、泰国、越南也都积极建设乙醇厂,使木薯价格不断上扬。生物质资源缺乏的日本也在北海道建设以稻米为原料的乙醇厂,减少进口乙醇。美国Cargill公司今年在德国建设年产8万吨的乙醇厂。俄罗斯农业部长在柏林召开的第14届东-西农业论坛(14th Agro-Forum East-West)上宣布俄国将在2年内开始生产燃料乙醇。

2006年世界生物柴油产量600万吨,主要是欧洲以油菜籽为原料生产400万吨,欧盟计划生物柴油产量于2010年达到每年800~1000万吨。美国用豆油生产约75万吨生物柴油。马来西亚大力推进以棕榈油为原料生产的生物柴油,生产潜力达每年2000万吨;印度3920万公顷土地适合种植麻风树,计划到2020年生产麻风树生物柴油每年5000万吨,将在5~10年内达到1000万吨的年生产能力,英国石油公司(BP)已介入印度的麻风果生物柴油产业,投入920万美元进行研究。

甲烷作为运输燃料最环保,与汽油、柴油、乙醇相比释放出的温室气体最低,而以甲烷为主要成分的沼气生产又是消除环境中污染物的清洁过程。沼气通常采用水洗、分子筛或活性炭吸附、聚乙二醇二甲醚吸收等物理方法,或化学法(如碱溶液吸收等技术)净化去除CO₂等杂质后,甲烷纯度达到97%~98%,用化学法净化可达99%。净化后的甲烷再经压缩就得到车用甲烷供甲烷汽车、拖拉机、火车使用,1标准立方米的车用甲烷相当于1.1升汽油。沼气正在悄悄取代天然气而成为运输燃料,到2006年底,瑞典全国有5000多辆沼气汽车,加油(气)站逐年成倍增加,已达70余座,替代汽油19460吨。目前全球有640万辆甲烷汽车。

原料多元化是生物运输燃料产业发展的必然趋势。以粮食或食糖为原料生产生物燃料必然会影响到粮食安全,原料多元化是生物质能源产业发展的必然趋势。美国2006年用20%的玉米生产1680万吨乙醇,使玉米价格成倍增长,已影响到肉牛饲养业,每蒲式耳玉米价格上涨1美元,1头肉牛就会损失20~25美元的收益。菲律宾的甘蔗除满足本国食糖供应外,仅有10%的富余,2007年3月该国能源部宣布为不影响食糖安全,鼓励用甜高粱生产燃料乙醇。并且即使都用玉米生产乙醇,所替代的石油也是有限的,如美国2006年的玉米全部用于生产乙

醇,也仅能替代不到20%的汽油。欧洲由于用大量菜籽油生产生物柴油,使人造黄油产量连年下跌。即使这样也不能满足生物柴油的原料需求。因此,只有实现原料多元化才能解决生物运输燃料大规模替代汽油的问题。

目前可行的非粮乙醇原料是薯类和甜高粱,我国在利用这两种原料生产乙醇方面走在世界前列。我国广西目前有全球最大的木薯乙醇生产装置,年产量为10万吨,正在建设年产20万吨的乙醇厂。甜高粱作为一种非常理想的绿色能源作物,可以在低质土地上种植,是最具潜力的燃料乙醇生产原料之一。许多国家,如印度及东欧的一些国家,都把甜高粱燃料乙醇纳入到本国能源计划中,由于没有相应的先进技术支持,还停留在试验阶段。针对以甜高粱为原料生产乙醇存在的核心技术问题,清华大学筛选到适合甜高粱固态发酵的优良菌种,开发了可以实现工业化生产、自动化控制的发酵装置及甜高粱乙醇生产工艺与设备,突破甜高粱生产乙醇的技术瓶颈:发酵时间仅为44小时;而玉米生产乙醇时间为48~60小时(美国),薯类生产乙醇发酵时间为65小时以上;糖醇转化率达95%,与淀粉质原料液体发酵生产乙醇的效果相同;乙醇收率可高达理论值的94%以上,而美国玉米发酵生产乙醇的收率指标是大于91.5%。由于采用固态发酵工艺,不存在废水处理问题;还省去淀粉质原料生产乙醇所需的蒸煮、糖化过程,节省了相应的蒸汽、酶制剂消耗,使乙醇生产成本显著降低。甜高粱将逐渐取代玉米而成为燃料乙醇的主要原料。

灵活燃料汽车是生物运输燃料产业发展的必然产物。生物运输燃料必然带动汽车工业的发展。在汽油中添加25%燃料乙醇,普通车辆可以正常行驶;如含85%乙醇的汽油或纯乙醇,则需要改装车辆,一般增加费用150美元。2005年美国有600万辆灵活燃料汽车AVS(Alternative fuel vehicles),2006年美国通用汽车公司生产40万辆,福特公司生产28万辆。2006年6月,福特公司宣布放弃混合动力车计划,全力生产AVS灵活燃料汽车。巴西国内销售的汽车80%是可以使用从纯乙醇到纯汽油的灵活燃料汽车AVS,巴西生产着世界一半以上的AVS。1996年沃尔沃生产出第1辆Vovol-850型双甲烷/汽油燃料汽车,现在市场上已有多款甲烷/汽油汽车,一般双燃料汽车比普通汽车贵10%~20%,全

球有约 500 万辆。

目前,美国的汽车工业陷入困境,寄希望于生物运输燃料工业帮其起死回生。2007年3月27日,美国总统布什在白宫会见三大汽车巨头的首席执行官(CEO),汽车业提出发展灵活燃料汽车,请求生物运输燃料行业保障生物燃料的供应。

第二代生物燃料是解决实现大规模石油替代问题的关键。利用玉米、小麦、甘蔗、糖蜜、甜菜、植物油等原料生产乙醇、生物柴油,首先是影响食物供应安全,其次是成本高和资源有限,大规模替代石油燃料时也会产生如同当今石油问题一样的原料短缺。第二代生物燃料是以资源丰富、来源广泛且可持续供应的木质纤维素类生物质以及动物内脏、城市固体废物、污水以及旧轮胎等为原料生产的生物运输燃料,包括纤维素乙醇、生物质气化生产的 FT 柴油,生物质热裂解或催化裂解生产生物柴油以及燃料丁醇,是解决石油替代问题的关键。

加拿大 Iogen 公司与 Petro-Canada(加拿大石油公司)共同投资 4500 万加元建立的世界第一座木质纤维素乙醇中间试验工厂(年产燃料乙醇 3000 吨)在加拿大渥太华建成投产,日处理 40 吨麦秸,每吨麦秸可产乙醇 300 升,乙醇成本约为每升 0.53~0.58 美元,纤维素乙醇生产的经济性还比较差,目前美国玉米乙醇的成本是每升 0.4~0.5 美元。2006 年 1 月 31 日美国总统布什发誓要在 6 年内实现纤维素乙醇的商业化生产,2006 年 8 月美国能源部长宣布投资 2.5 亿美元建立 2 个纤维素乙醇研究中心,2007 年美国能源部投入可再生能源资金 7.26 亿美元,其中有 3.75 亿美元用于资助 6 个纤维素乙醇示范厂建设,美国农业部在纤维素乙醇方面的投资是 1.61 亿美元,2006 年 10 月~2007 年 4 月,美国的风险投资公司、华尔街银行以及石油公司在纤维素乙醇方面投资 2 亿美元。我国清华大学开发了分子振动辅助预处理、微生物菌群同步产纤维素酶水解纤维素、在线分离可发酵糖、工程细菌共发酵戊糖与己糖生产纤维素乙醇技术,使纤维素乙醇成本显著降低,居国际领先水平。

利用资源广泛的秸秆类生物质是解决生物柴油原料问题的根本,包括生物质气化再经 FT (Fischer-Tropsch) 合成生物柴油、生物质热分解 TDP (Thermal Depolymerization) 生产生物柴油技术、生物质催化裂解 CDP (Catalytic Depolymeri-

zation) 生产柴油技术。

FT 技术是先将生物质在高温、高压条件下气化得到合成气,再经 FT 合成得到清洁柴油,产品十六烷值可高达 85,性能优于石油基柴油,是最具前途的生产生物柴油技术之一。德国 CHOREN 公司成功开发了该技术,并于 2002 年开始进行年产 200 吨合成柴油的中间试验示范装置的运行、考核,已建设年产 1.5 万吨工业示范工程;德国鲁奇公司也拥有类似技术。DTP 技术是将生物质通过快速热解生产液体燃料的技术,可将生物质变为清洁燃料——生物柴油。美国已经在费城建立了一个采用 TDP 技术利用有机废弃物生产生物柴油的中间试验厂,2004 年又在密苏里州的 Carthage 投资 2000 万美元建设了一座采用 TDP 技术日处理 200 吨火鸡加工废弃物生产 274 桶柴油的工厂。CDP 技术是改良的 TDP 技术,由于使用催化剂,生物质液化反应温度、压力都显著降低,在催化剂的作用下更容易控制油品组分,比 TDP 柴油的质量更好。但正处于试验阶段。

丁醇同乙醇一样,是利用微生物发酵技术生产的可再生燃料,含有 4 个碳原子,热值比乙醇高,可与汽油、柴油以任意比例混合且不需改造车辆发动机,同时副产氢气。2006 年 6 月 20 日,英国石油公司(BP)和美国 Dupont 公司联合推出燃料丁醇,与传统燃料相比,每加仑可支持汽车多走 10% 的路程,与乙醇相比,可多走 30% 的路程。英国第一个丁醇燃料工厂正由英国联合食品有限公司建造,设计年生产能力为 7000 万升,2007 年年底开始试生产。到 2010 年,丁醇燃料可在 1250 个英国石油公司加油站销售。

在第 2 代生物燃料中,纤维素乙醇最接近商业化生产,生物质气化生产的 FT 柴油成本比纤维素乙醇高约 50%,生物质液化制柴油又比 FT 柴油成本高;纤维素丁醇比乙醇更具竞争性。

二、生物运输燃料发展过程面临的问题及其对策

生物运输燃料发展过程遇到的主要问题主要有两个,一是能量平衡与经济性,二是对粮食安全的影响。

生物运输燃料的能量平衡与经济性 大多数研究表明用食用植物生产的生物运输燃料燃料乙醇、生物柴油所产生的能量大于生产过程输入的化石能源,净生命周期中的碳排放低于化石运输燃料。国际能源组织 IEA 对谷物生产燃料乙醇的净能量平

	投入能量	产出能量	备注	
燃料乙醇	玉米	1	1.25~1.35	美国能源部 Argonne 国家实验室 http://www.bioindustry.cn/info/view/4105
	木薯	1	1.16	卢先玖, 1989. 乙醇燃料的应用及其经济效益. 新能源 (1): 25-31
	甜高粱	1	1.89	Lu Nan and Jianxue Ma, 1989. Research on sweet sorghum and its synthetic applications. Biomass 20 (1-2): 129-139
	纤维素	1	10	美国加州大学 Berkeley 分校, 美国能源部 Argonne 国家实验室
	生物柴油	1	4.3	昔庆德, 黄凤洪, 郭萍梅, 2002. 生物柴油生产技术及其开发意义. 粮食与油脂 (9): 8-10
	沼气	1	2.5~5	Maria Berglund & Pål Börjesson, 2006. Assessment of energy performance in the life-cycle of biogas production. Biomass and Bioenergy 30 (3): 254-266

衡评价：从 1991~2002 年的研究结果表明，用谷物生产燃料乙醇产出的能量高于投入的化石能源。表 1 给出了采用不同原料生产的燃料乙醇，以及生物柴油、沼气的能量平衡分析结果，显示投入能量均低于产出能量，投入产出比为正值，有工业化生产价值。

APEC 生物燃料特别组第二次会议于 2007 年 5 月在澳大利亚达尔文市举行的 SEM-8 (Eighth Energy Ministers Meeting, 第 8 届 APEC 能源部长会议) 的文件中就生物燃料的经济性做出如下评价：当国际油价在 50 美元/桶时，用常规的生物质原料生产燃料乙醇或生物柴油与石油基燃料相比具有经济性；当国际油价在每桶 80 美元时，用纤维素——包括秸秆类、林业剩余物以及现在的非常规作物柳枝稷 (switchgrass) 等——原料生产燃料乙醇或生物柴油与石油基燃料相比具有经济性，可以扩大替代规模。生物运输燃料不仅可以替代石油、保护环境，而且是新的经济增长点，2005 年美国 1200 万吨的燃料乙醇产业对 GDP 的贡献为 177 亿美元；创造了 153725 个就业机会，为美国家庭增加收入 57 亿美元；为联邦政府增加 19 亿美元税收、为地方州政府增加 16 亿美元税收；减少进口原油 1.7 亿桶，节省了 87 亿美元的购油款。

生物运输燃料对粮食安全的影响 目前的生物运输燃料都是以粮食或食用油为主生产的，必然会对食物、饲料供应产生影响，并且由于产量有限，对石油的替代程度也非常小。联合国粮农组织 (FAO) 近日指出，在保证粮食安全和以可持续的方式开发生物质资源的前提下，发展生物运输燃料有利于振兴农业经济。由于能源作物对土地、水的需求，在面临粮食安全挑战的国家要慎重发展生物能源产业，政府在制订标准平衡好能源、食物以及保护环境方面起着决定性的作用。为此，FAO 在 2006 年专门建立了生物能源平台，专门指导生物运

输燃料产业发展。

古巴领导人卡斯特罗多次撰文指责美国和欧盟大量使用生物燃料而不顾贫穷国家人民的死活。法新社报道 2007 年 5 月 1 日卡斯特罗第 4 次发表文章指出“美欧使用生物运输燃料每年可节省 1400 亿美元，可根本不考虑在改善环境和饿死穷人两方面哪个对发展中国家的影响最大”。虽然这位古巴领导人的观点偏激，但也提出了如何平衡好发展生物运输燃料和保障粮食安全的问题，毕竟人比车更重要。

因此，生物运输燃料的原料必须是多元化的，从非粮能源作物直至秸秆类木质纤维素。美国早在 20 年前就开始研究用可在全美种植的耐干旱草——柳枝稷作为燃料乙醇原料；还计划利用全国 10 亿吨农林废弃物生产 2.5 亿吨燃料乙醇。我国有丰富的农林废弃物资源，更有能在贫瘠土地上种植的能量甜高粱，高粱米能满足粮食或饲料的需求，还可以利用其茎秆中的糖汁用固态发酵技术生产乙醇，剩余的纤维素、半纤维素更是纤维素乙醇的优质原料，可以解决用生物运输燃料大规模替代石油的原料问题，同时不影响粮食安全。

三、我国生物运输燃料产业发展前景与制约因素

我国生物运输燃料产业在“十五”期间已经建立起来，4 家燃料乙醇企业均已满负荷生产，2006 年我国燃料乙醇产量达到 130 万吨，黑、吉、辽、豫、皖 5 省，以及鄂、苏、冀、鲁的 27 地市使用乙醇汽油。2006 年，我国生物柴油年产量约为 8 万吨，还没有被国家允许进入运输燃油系统，目前正在进行示范、制订产品质量标准。

我国家用汽车发展迅速，汽油需求量成倍增加，为解决燃料石油替代和改善环境、发展农村经济，目前我国将大力发展以薯类、甜高粱等非粮原料为主的燃料乙醇产业，试点推进生物柴油产业。我国有 2136 万公顷适农后备土地种植甜高粱、木薯、甘

薯等能源作物, 9472 万公顷宜林后备土地种植灌木林、薪炭林、木本油料林, 以及 20 亿吨有机废弃物, 具有替代 1 亿吨石油的资源潜力。但是生物运输燃料产业的发展同样面临与国外相同的争粮、争地问题, 并且鉴于我国人多地少的国情, 这一问题更加严峻。虽然我国只用不到 3% 的玉米生产燃料乙醇, 但因油价不断飙升和玉米加工业的快速膨胀, 玉米价格不断攀升已影响到饲料工业。突破这一制约因素的唯一方法就是认真贯彻温家宝总理指示精神, 执行发改委制订的“非粮为主”原则, 在现阶段以甜高粱以及薯类为主要原料生产燃料乙醇, 然后随着技术进步, 逐步过渡到秸秆类木质纤维素原料, 不影响粮食安全, 促进农村经济发展, 改善环境, 大规模替代石油, 真正实现可持续发展。

四、我国生物运输燃料的产业发展方向

根据中国国情, 生产生物运输燃料必须遵循“不与人争粮、不与农争地”的原则, 实现原料的多元化和最终以木质纤维素生产运输燃料的目标。燃料乙醇的使用已经取得成功经验, 并且技术成熟、生产装备先进、基础配套设施齐全, 为满足快速增长的汽油需求, 首先要大力发展燃料乙醇产业; 生物柴油则须先示范、再推广; 沼气作为运输燃料更需大力提倡, 在示范的基础上尽快推广。

燃料乙醇 近期内, 以技术成熟的木薯、红薯等非粮食类淀粉为主生产乙醇。目前, 我国木薯(鲜)年产量约为 1200 万吨, 通过提高单产(亩产由 1 吨提高到 2 吨)和利用荒地(我国适合种植木薯的省份为粤、桂、闽、琼、滇, 具有荒草地资源为 12305 万亩), 至少具备 4000 万吨木薯的年供应能力, 具有年产 500 万吨乙醇的潜力; 甘薯抗旱、耐瘠、耐盐碱, 在山坡和丘陵等一些恶劣条件下也能良好生长, 具有不争良田的特点, 从海南岛到河北省北部都有大面积种植, 我国甘薯种植面积约 1.1 亿亩, 产量约 1.5 亿吨, 通过提高单产(亩产由 1.5 吨提高到 3 吨)和利用边际性土地(仅川、渝、贵、湘、鄂、赣、皖、豫、鲁、冀、晋 11 省就有可利用于甘薯种植的荒草地资源 12624 万亩), 至少可增产 1 亿吨甘薯, 具有年产 1000 万吨乙醇的潜力。

我国独特的以秸秆类农林废弃物为原料通过半纤维素水解生产糠醛、木糖(醇)、低聚木糖产业已占据国际市场 60% 以上的份额, 利用半纤维素水解

后的纤维素可以在近期内有经济效益地生产乙醇。纤维素水解为葡萄糖技术已经成熟, 纤维素酶国内已能生产, 也可以从 Novozymes 或 Genosor 两家世界上最大的酶制剂公司购买。清华大学研发的耐酸、酸类抑制物的高效乙醇发酵菌种已完成实验室研究, 正进行中间试验和准备工厂示范。目前我国糠醛、木糖等半纤维素衍生产品的年产量为 30 万吨, 需原料秸秆 500 万吨, 可年产燃料乙醇 80 万吨。

甜高粱是耐盐碱、耐旱涝作物, 茎秆(亩产 4~6 吨)中含可发酵糖高(18%~22%)。甜高粱秆发酵生产乙醇的技术已经获突破, 比用玉米生产乙醇的发酵期短、收率高, 如 2007 年能进行示范, 可在 2008 年实现商业化生产, 将成为未来 5~10 年内的乙醇生产的主要原料。甜高粱可以在黄河流域以北地区种植, 土地资源丰富, 该区域的鲁、冀、津、辽、吉、黑、内蒙、晋、陕、甘、宁、青、新, 共有盐碱地面积 14367 万亩、荒草地 35562 万亩, 如果利用 10%, 就具有年产 1000 万吨乙醇的潜力; 若把我国现有的 850 万亩高粱改种甜高粱, 在不影响高粱籽实供应的前提下, 可生产 300 万吨乙醇。甜高粱秆还可以生产纤维素乙醇, 且不存在秸秆收集、存贮等问题, 显著优于美国准备采用的柳枝稷。

秸秆类生物质是最理想的乙醇生产原料, 我国每年至少有 10 亿吨农林废弃物, 按利用 40% 计, 可生产 1 亿吨燃料乙醇。目前国家大力支持该项技术研究, 在“十一五”重点期间突破木质纤维素预处理、纤维素酶与纤维素水解、戊糖与己糖共发酵三个技术瓶颈, 完成工业化生产前的实验室研究、中间试验、放大试验, 在“十二五”期间进行商业示范。

生物柴油 我国具有国际领先水平的生物柴油合成技术, 尤其是中石化石油化工科学研究院开发的不使用催化剂的高压醇解技术, 操作温度、压力比日本同类技术低 30%, 在国家发改委的大力支持下已在石家庄炼油厂建成年产 2000 吨中试基地, 装置一次开车成功, 显著降低了生物柴油加工成本。生物柴油产业发展面临的问题是原料短缺和价格高, 我国每年需进口 600 多万吨食用油及 3000 多万吨大豆。

目前价格和数量可能满足需要的原料是棉籽油, 具有年产 100 万吨生物柴油的资源潜力, 如新疆的棉籽油资源比较集中。根据华中农业大学傅廷

浅谈锂离子电池

沈群英



随着现代通讯技术的高速发展，移动电话已广为普及。移动电话在给人类带来快捷和方便的同时，也对安全问题提出了新挑战，以手机电池问题最为突出。近年来，国内外手机爆炸事故频发，其中包括许多知名品牌的手机，严重时甚至出现致人死伤的后果，这其中大部分都是手机电池引起的。笔者认为，针对这种现状，消费者懂得一点有关手机电池的知识，掌握电池的正确使用方法是十分必要的。本文就锂离子电池有关问题作一简介。

一、锂离子电池的基本概念

现代电池的基本构造包括正极、负极和电解质，锂离子电池就具备这三要素。它以钴酸锂为正极，石墨为负极，电解质可以是有机电解液、聚丙烯或

聚乙烯隔膜等。锂离子电池相对于其他镍铬、镍氢电池具有大容量、高电压、高比能量的优点。现以诺基亚电池为例，

手机电池板上有标称电池的一些参数：“1000mAh”、“3.7V”、“4.2V”，通过这些参数，可以了解该电池的一系列性能。

容量 电池容量是指制造电池时规定或保证电池在一定的放电条件下应该放出的电量，如“1000mAh”，它表示电池充满后如果手机工作时的平均电流为20mA，则可持续放电50h。对于不同型号（特别是不同体积）的电池，容量越高，待机时间越长。

栋院士提供的资料，长江流域有约1.5亿亩冬闲田，可以用来种植油菜，既提供了原料、增加了农民收入，又可提高土壤肥力，使水稻增产15%，具有300万吨菜籽油的资源潜力；同时通过利用我国约14亿亩宜林后备土地开发我国特有的麻风树、黄连木、石栗树等木本油料植物资源，争取在2010年以后初步解决生物柴油原料供应问题。然而植物油资源毕竟有限，而利用资源丰富的秸秆类农林生物质生产的“第二代生物燃料”FT柴油，在美国被认为是解决能源问题的4项措施之一。但目前生物质FT柴油比纤维素乙醇成本高50%左右，估计2015年以后才可能实现商业化生产。

车用沼气 石油供应紧张，使人们把注意力转向天然气，而我国天然气资源亦很缺乏。因此在大力发展农村户用沼气的同时，更应加强工业化生产和使用沼气。沼气的原料来源主要是畜禽养殖场、工业有机废水、垃圾填埋场、秸秆，我国每年约有20亿吨有机废弃物，具有4000亿Nm³（0℃下1个标准大气压下的气体体积单位）沼气的潜力。

以甲烷为主要成分的沼气生产又是消除环境中污染物的清洁过程，发酵、净化、压缩技术成熟，去除酸性气体杂质后的沼气就是生物合成的天然

气，作为车用运输燃料能利用现有基础设施（如压缩天然气汽车和加油系统）。甲烷（沼气）也可与目前的液化气一样以罐装方式运送至用户，如卫星城的居民小区，再通过区域管道送至各家各户。

只要决策正确，经过不懈努力，到2020年我国可用燃料乙醇、生物柴油、车用沼气替代当年进口石油的20%，减排约1.2亿吨CO₂。

（清华大学核研院新能源所 100084）

作者简介



李十中，1962年生于天津，博士，现为清华大学核研院新能源研究所教授、副所长，国家“十一五”燃料乙醇发展规划组专家，中国工程院与瑞典工程院可再生能源合作项目生物能源课题组中方召集人，参与制订了国家《“十一五”燃料乙醇专项发展规划》、《支持生物能源与生物化工产业发展财税扶持政策》等推动我国生物质能源产业发展的工作。研究领域为生物质能源与生物质化工，在纤维素乙醇、固体发酵技术与装备、秸秆生产化工产品等方面，取得了丰硕成果和技术突破。