

车用生物柴油，未来汽车能源的新看点

燕来荣

随着石油价格暴涨，以及CO₂的排放导致的全球变暖这一有害于人类的重大环境问题，传统能源的挑战正日渐逼近我们的生活，以植物油油泥及餐饮业废油回收为原料的车用生物柴油开发已提到重要议程。生物柴油作为车用燃料已经凸显无限商机。

1 生物柴油可作为我国长久发展的能源选择

生物柴油是生物质能中一种高品位的新型的能源，这已成为国际汽车界认同的生物柴油，可能是汽车近中期即可实用的清洁能源。生物柴油是植物柴油和动物柴油的总称。植物柴油可以由植物的米糠、大豆、油菜籽、玉米、棉籽、树林、藻类中提炼；动物柴油可以由工农业生产中有机废物、动物油脂、废弃食物中提取，可以说这些东西遍地都有，但又急于处理，生物柴油却把它给人们以利用机会，这样它有“变废为宝”的美名。

在石油资源日趋枯竭和需求量日益扩大的双重压力下，大力发展生物柴油对经济可持续发展，推进能源替代，减轻环境压力，控制城市大气污染具有特别重要的战略意义。自石油危机出现以来，一些国家开始尝试利用生物资源生产生物柴油、燃料乙醇等生物液体燃料，以减少对石油的依赖。目前德国已成为世界最大的生物柴油生产国和消费国。德国主要以油菜籽为原料生产生物柴油，建立了1600多座生物柴油加油站。

生物柴油可以作为汽车一种替代燃料，直接用于汽车动力上。2004年10月，在第六届上海必比登汽车

挑战赛中，奥迪A8、3.0TDI、奥迪A2.1TDI、大众Lupo、标致Rc.cup和毕加索轿车上，都采用的是生物柴油和生物柴油混合燃料的。生物柴油具有不含硫、排烟浓度小、原装发动机不用改装、CO排放量低、闪点高，但不属于危险性物品，可与柴油掺合使用等优点。

当前，国际生物柴油发展迅速，并进入工业化生产和社会试运行阶段。美国从上世纪90年代初投入使用，成为最早研究应用生物柴油的国家，2000年使用生物柴油运输的公司超过40家，主要用于集中加的客车和卡车运输公司，投入生物柴油主要是B20型生物柴油，目前，年产量在30万t以上。德国对生物柴油研究应用十分突出，2000年初产量达45万t，全国有800多个生物柴油加油站，由于政府免税政策生物柴油零售价1.45马克/L，低于柴油的1.60马克/L，德国政府对使用生物柴油实行优惠，使其售价低于石油柴油。法国年产生物柴油25万t，还精心培育30万公顷的油菜耕地，每顷菜籽可生产1.2t双脂类柴油，目前已在汽车和农业机械上较多应用。欧盟已确立计划，在2010年至少生产440万t生物柴油的目标。日本现年产生物柴油40万t，日政府政策计划2005年，力争每年使这些废食品生产的生物柴油，达到当年柴油总消耗量1%。在东京和长野有4家利用废食用油生产生物柴油的工厂。

据了解，目前我国生物柴油正处于开发初期与小批量试产阶段，主要以餐饮等行业废油回收或以膏桐、黄连木、油菜籽等为原料。近几年，先后有海南、四川、福建的

多家企业涉足生物柴油开发生产。随着石油等传统能源的日益紧缺，生物柴油开发已引起了我国政府和众多企业的关注。国家科技部启动的“国家科技攻关计划——生物燃料油技术开发”项目及国家专项农林生物质工程启动，规划2010年生物柴油产量达200万t/年；2006年1月1日，《中华人民共和国可再生能源法》正式实施。国家鼓励发展以能源作物为主要原料的生物质液体燃料，到2020年达到年替代石油1000万t的能力，专家预言，2010年后生物柴油在我国将成长为有一定规模的产业。

在近期，能源战略还是要考虑到油气资源的可获得性、安全性。中期应该考虑到对非常规油气资源的勘探开发，非常规油气资源是常规油气资源的重要补充。远期，在没有找到新的可再生油气资源之前，生物柴油可作为我国长久发展的能源选择之一。

2 生物柴油是典型“绿色能源”

众所周知，柴油分子是由15个左右的碳链组成的，研究发现植物油分子则一般由14~18个碳链组成，与柴油分子中碳数相近。因此生物柴油就是一种用油菜籽等可再生植物油加工制取的新型燃料。按化学成分分析，生物柴油燃料是一种高脂酸甲烷，它是通过以不饱和油酸C18为主要成分的甘油酯分解而获得的。生物柴油相对于矿物柴油而言，是通过植物油脂脱甘油后再经过甲脂化而获得的一种燃料。与常规柴油相比，生物柴油具有下述无法比拟的性能。

生物柴油中不含硫和芳香族烷烃,使得 SO_2 、硫化物等废气的排放量显著降低;可降解性高于矿物柴油;密度、粘度、燃点和闪点等重要指标接近0号柴油品质指标。主要表现在由于生物柴油中硫含量低,使得 SO_2 和硫化物的排放低减少约30%(有催化剂时为70%);生物柴油中不含对环境造成污染的芳香族烷烃,因而废气对人体损害低于柴油。检测表明,与普通柴油相比,使用生物柴油可降低90%的空气毒性,降低94%的患癌率;由于生物柴油含氧量高,使其燃烧时排烟少, CO 的排放与柴油相比减少约10%(有催化剂时为95%);生物柴油的生物降解性高;具有较好的低温发动机启动性能。无添加剂冷滤点达 -20°C ;具有较好的润滑性能。使喷油泵、发动机缸体和连杆的磨损率低,使用寿命长;由于闪点高,生物柴油不属于危险品。因此,在运输、储存和使用方面的安全性又是显而易见的;具有良好的燃料性能。十六烷值高,使其燃烧性好于柴油,燃烧残留物呈微酸性,使催化剂和发动机机油的使用寿命加长;原料可再生,来源广泛。作为可再生能源,与石油储量不同,其通过农业和生物科学家的努力,可供应量不会枯竭;可被现有的柴油机(柴油机不需作任何改装)和柴油配送系统直接利用,同时无需另添设加油设备、储存设备及人员的特殊技术训练;生物柴油以一定比例与化石柴油调和使用,可以降低油耗、提高动力性,并降低尾气污染。

生物柴油的优良性能使得采用生物柴油的发动机废气排放指标不仅满足目前的欧洲II号标准,甚至满足随后即将在欧洲颁布实施的更加严格的欧洲III号排放标准。而且由于生物柴油燃烧时排放的 CO_2 远低于该植物生长过程中所吸收的

CO_2 ,从而改善由于 CO_2 的排放而导致的全球变暖这一有害于人类的重大的环境问题。因而生物柴油是一种真正的绿色柴油。

3 生物燃油是开发利用生物质能的一个主要方向

生物质能资源包括农作物秸秆和农业加工剩余物、薪材及林业加工剩余物、禽畜粪便、工业有机废水和废渣、城市生活垃圾和能源植物,可转换为多种终端能源如电力、气体燃料、固体燃料和液体燃料,其中受到最多关注的是生物质液体燃料(生物燃油)。世界不少国家已经开始发展生物燃油产业(包括生物燃油加工业及其相关产业,如能源农业和能源林业),其中共同的目的在于保障能源安全。美国和欧盟国家在生物燃油产业方面也有丰富的经验。不过巴西的发展背景与中国更为接近。巴西生物燃油产业(以生物乙醇工程为开端,后来又发展了生物柴油)源于1975年,第一次石油危机中,由于巴西80%的燃料依赖进口,油价暴涨使巴西损失了40亿美元,经济也受到沉重打击;巴西是全球最大的甘蔗种植区,为了促进国内种植业的发展和保护农民的利益而发展生物燃油产业。

能源农林业的大规模发展可以有效地绿化荒山荒地、减轻土壤侵蚀和水土流失。大量使用生物燃油对中国大气环境的保护和改善也有着突出的意义:与化石燃料相比,生物燃油的使用很少产生 NO_x 和 SO_x 等大气污染物;由于生物质 CO_2 的吸收和排放在自然界形成碳循环,其能源利用导致的 CO_2 排放远低于常规能源。

建设从能源农林业到生物燃油加工业的生物燃油产业链可以成为中国解决“三农”问题的一个有力手段。2020年生物燃油开发量预计

为1900万t左右,初步估算可给国家和地方创产值1000亿元。到2050年生物燃油开发量如果能达到1.05亿t,将创造5000亿元左右的年产值、吸纳1000万个以上的劳动力(主要是能源农林业接纳的就业),并为带动农村经济发展起到极大的作用;形成这部分生物燃油产能的初始投资(主要是产业建设投资,荒地改造和树种等费用)相对较低预计可以控制在1.0万亿元以内;年产值与产能投资的比值(大于1:2)大于某些常规能源产业的比值(例如,火电的年产值与产能投资的比值约为1:2.5)。

建设能源农林可创造大量就业特别是农村地区的就业。可以吸纳1000万个以上的劳动力,其中主要是农村劳动力,这有利于缓解农村大量劳动力闲置的局面。

建设能源农林可为中国的城镇化建设提供有力支持。一方面,中国的城镇化建设提高了人均能源需求量,特别是人均燃油需求量;另一方面,城镇化建设需要与之相伴的产业建设和就业机会的创造(一定程度上还需要增加在农村的就业机会以缓冲农村向城镇的移民浪潮);能源农林业(和生物燃油加工业)在这两方面都可以发挥重要作用。

4 膏桐、油菜是提炼生物柴油具有独特优势的优良原料

膏桐,原产美洲,是优良的油料植物,种子含油率可达30%以上,是提炼生物柴油的优良原料。据测算,3kg膏桐籽可提炼1kg生物柴油,膏桐丰产期每亩每年产籽300kg、可生产出100kg生物柴油。林木资源丰富的云南省2006年已启动生物质能源林建设工程,今年将在全省推广种植膏桐133万 m^2 (20万亩),计划在10年内营建以膏桐为主

的木本油料植物 6.67 万 km² (1000 万亩), 届时年产生生物柴油量将达 100 万 t。与其它生物质能源相比, 林木生物质能源培育不占耕地, 发展空间较大。据林业部门调查统计, 云南有 12 万 km² (1800 万亩) 荒山分布在金沙江、澜沧江、红河等江河沿线干热、干暖河谷地带, 特别适宜于不择土壤、耐干旱、喜高温的膏桐生长。据了解, 云南省营建生物质能源林的计划已引起海内外数家企业关注。

油菜作为生物柴油的原料, 具有其独特的优势。第一, 油菜种植适宜地域广, 长江流域、黄淮流域、西北、东北等广大地区都适宜于油菜生长; 其次油菜的化学组成与柴油很相近, 即低芥酸菜油的脂肪酸碳链组成与柴油很相近, 是生物柴油的理想原料; 第三, 可较好地协调我国粮食安全与能源安全的矛盾, 长江流域和黄淮地区的油菜为冬油菜, 充分利用了耕地的冬闲季节, 不与主要粮食作物争地。目前, 中国农科院武汉油料研究所已完成了年产 2000 t 生物柴油的生产线安装, 并试产出生物柴油且成功地应用于柴油机。多年来, 湖北省油菜产业的育种水平、优质品种、种植面积、总产量和深加工能力等方面, 均稳居全国第一。华中农业大学和中国农业科学院武汉油料作物研究所, 正在奋力攻克制约我国生物柴油产业化发展的环境污染、生产成本高等技术难关, 并培育出优质能源油菜新品系。有关专家预计, 只要政策和科技投入到位, 到 2020 年我国油菜种植面积可达到 266.67 万 km² (4 亿亩)。若平均亩产达到 200 kg、含油量达到 50% 左右, 届时我国每年可依靠“能源油菜”生产 6000 万 t 的生物柴油(其中 4000 万 t 来源于菜油、2000 万 t 来源于油菜秸秆加工转化), 相当于建造 3 个永不枯竭的

“绿色大庆油田”。

5 生物柴油的加工技术

目前生物柴油主要是用化学法生产, 即用动物和植物油脂与甲醇或乙醇等低碳醇在酸或者碱性催化剂和高温(230~250 ℃)下进行转酯化反应, 生成相应的脂肪酸甲酯或乙酯, 再经洗涤干燥即得生物柴油。甲醇或乙醇在生产过程中可循环使用, 生产设备与一般制油设备相同, 生产过程中可产生 10% 左右的副产品甘油。

目前生物柴油的主要问题是成本高。据统计, 生物柴油制备成本的 75% 是原料成本。因此采用廉价原料及提高转化率从而降低成本是生物柴油能否实用化的关键。美国已开始通过基因工程方法研究高油含量的植物, 日本采用工业废油和废煎炸油, 欧洲是在不适合种植粮食的土地上种植富油脂的农作物。但化学法合成生物柴油有以下缺点: 工艺复杂, 醇必须过量, 后续工艺必须有相应的醇回收装置, 能耗高、色泽深, 由于脂肪中不饱和脂肪酸在高温下容易变质; 酯化产物难于回收, 成本高; 生产过程有废碱液排放。为解决上述问题, 人们开始研究用生物酶法合成生物柴油, 即用动物油脂和低碳醇通过脂肪酶进行转酯化反应, 制备相应的脂肪酸甲酯及乙酯。酶法合成生物柴油具有条件温和、醇用量小、无污染排放的优点。但目前主要问题有: 对甲醇及乙醇的转化率低, 一般仅为 40%~60%。由于目前脂肪酶对长链脂肪醇的酯化或转酯化有效, 而对短链脂肪醇(如甲醇或乙醇等)转化率低, 而且短链醇对酶有一定毒性, 酶的使用寿命短。副产物甘油和水难于回收, 不但对产物形成抑制, 而且甘油对固定化酶有毒性, 使固定化酶使用寿命短。

“工程微藻”生产柴油, 为柴油生产开辟了一条新的技术途径。美国国家可更新实验室(NREL)通过现代生物技术建成“工程微藻”, 即硅藻类的一种“工程小环藻”。在实验室条件下可使“工程微藻”中脂质含量增加到 60% 以上, 户外生产也可增加到 40% 以上。而一般自然状态下微藻的脂质含量为 5%~20%。“工程微藻”中脂质含量的提高主要由于乙酰辅酶 A 羧化酶(ACC)基因在微藻细胞中的高效表达, 在控制脂质积累水平方面起到了重要作用。目前, 正在研究选择合适的分子载体, 使 ACC 基因在细菌、酵母和植物中充分表达, 还进一步将修饰的 ACC 基因引入微藻中以获得更高效表达。利用“工程微藻”生产柴油具有重要经济意义和生态意义, 其优越性在于: 微藻生产能力高、用海水作为天然培养基可节约农业资源; 比陆生植物单产油脂高出几十倍; 生产的生物柴油不含硫, 燃烧时不排放有毒害气体, 排入环境中也可被微生物降解, 不污染环境, 发展富含油质的微藻或者“工程微藻”是生产生物柴油的一大趋势。

6 国外生物柴油的发展措施

生物柴油突出的环保性和可再生性, 引起了世界发达国家, 尤其是资源贫乏国家的高度重视。西方国家为发展生物柴油, 在行业规范和政策鼓励下采取了一系列积极措施。为了便于推广使用, 美、德、意等国都制定了生物柴油技术标准, 如美国权威机构 ASTM 相继在 1996 年和 2000 年发布标准, 完善生物柴油的产业化条件, 并且政府实行积极鼓励的方式, 在生物柴油的价格上给予一定的补贴。如德国农民种植为生物柴油作原料的油菜籽可获得 1000 马克/公顷补贴, 并对制造生物柴油予以免税。

欧洲和北美利用过剩的菜籽油和豆油为原料生产生物柴油获得推广应用。目前生物柴油主要用化学法生产,采用植物油与甲醇或乙醇在酸或碱性催化剂和230~250℃下进行酯化反应,生成相应的脂肪酸甲酯或乙酯生物柴油。现还在研究生物酶法合成生物柴油技术。与普通柴油相比,生物柴油更有利环保,使柴油车尾气中有毒有机物排放量仅为1/10,颗粒物为20%,CO₂和CO排放量仅为10%。按照京都议定书,欧盟2008~2012年间要减少排放8%。就燃料对整个大气CO₂影响的生命循环分析看,生物柴油排放的CO₂比矿物柴油要少约50%。为此,欧盟最近发布了2项新的指令以推进生物燃料在汽车燃料市场上的应用,这将进一步推动欧洲生物柴油工业的发展。与常规柴油相比,生物柴油价格要贵一倍以上,为此新指令要求欧盟各国降低生物柴油税率,并对生物柴油在欧洲汽车燃料中的销售比例作出规定。

西方国家生物柴油产业发展迅速。近年来,西方国家加大生物柴油商业化投资力度,使生物柴油的投资规模增大,开工项目增多。美国、加拿大、巴西、日本、澳大利亚和印度等国都在积极发展这项产业。目前,美国有4家生物柴油生产厂,总能力为30万t/年。欧盟国家主要以油菜为原料,2001年生物柴油产量已超过100万t。2000年德国的生物柴油已达45万t,德国还于2001年11月在海德地区投资5000万马克,兴建年产10万t的生物柴油装置。法国有7家生物柴油生产厂,总能力为40万t/年,使用标准是在普通柴油中掺加5%生物柴油,对生物柴油的税率为零。意大利有9个生物柴油生产厂,总能力33万t/年,对生物柴油的税率为零。奥地利有3个生物柴油生产厂,总能力

5.5万t/年,税率为石油柴油的4.6%。比利时有2个生物柴油生产厂,总能力24万t/年。日本生物柴油生产能力也达到40万t/年。

生物柴油规模化走向市场需过“三关”。一是生物柴油产品成本高无价格优势。据专家测算,现生物柴油生产成本中原料成本占八成。以膏桐生物柴油为例,它的原料成本在诸多种类的生物柴油中属较低水平,但目前1kg膏桐生物柴油的原料成本至少为5.40元,而目前石化柴油市场价最高也不到5元。如不降低原料成本,生物柴油明显缺少价格优势,在能源市场中将缺乏竞争力。主要原因是,目前生物柴油规模化生产面临的首要困难是原料资源不落实,现有的膏桐、油菜、黄连木等油料植物分布分散且数量小,尚不足以支撑生物柴油规模化生产。二是技术产业化基础薄弱使规模化生产受到限制。目前以废油生产生物柴油的技术较为成熟,但发展潜力有限;以油料植物为原料生产生物柴油的技术尚需要经过工业性试验后才能大规模生产。三是政策和市场环境不完善使产业发展受到制约。发展生物柴油对于保障国家能源安全意义重大,但我国目前尚未制定促进生物柴油生产、销售和使用等相关政策,也无生物柴油国家标准,更没有正常的生物柴油销售渠道。从目前我国生物柴油资源、技术、市场和政策条件来看,要实现生物燃料的规模化发展,关键要解决好生物柴油原料、产品生产和市场销售三个环节的问题。建议政府有关部门尽快制定有利于生物柴油发展的投资、价格、税收及政府补贴等政策,落实产品销售渠道。

7 我国生物柴油的发展状况及产业化前景

我国政府为解决能源节约、替

代和绿色环保问题制定了一些政策和措施,早有一些学者和专家已致力于生物柴油的研究和倡导工作。我国生物柴油的研究与开发虽起步较晚,但发展速度很快,一部分科研成果已达到国际先进水平。研究内容涉及到油脂植物的分布、选择、培育、遗传改良及其加工工艺和设备。目前各方面的研究都取得了阶段性成果,这无疑将有助于我国生物柴油的进一步研究与开发。可以预计,在2~3年内,我国在该领域的研究将会有突破性进展并达到实用水平。但与国外相比,我国在发展生物柴油方面还有相当大的差距,长期徘徊在初级研究阶段,未能形成生物柴油的产业化。

我国是一个石油净进口国,石油储量又很有限,大量进口石油对我国的能源安全造成威胁。因此,提高油品质量对中国来说就更有现实意义。而生物柴油具有可再生、清洁和安全三大优势。专家认为,生物柴油对我国农业结构调整、能源安全和生态环境综合治理有十分重大的战略意义。目前,汽车柴油化已成为汽车工业的一个发展方向,据专家预测,到2010年,世界柴油需求量将从38%增加到45%,而柴油的供应量严重不足,这都为油菜制造生物柴油提供了广阔的发展空间。发展生物柴油产业还可促进中国农村和经济社会发展。如发展油料植物生产生物柴油,可以走出一条农林产品向工业品转化的富农强农之路,有利于调整农业结构,增加农民收入。

发展生物柴油,我国有十分丰富的原料资源。我国幅员辽阔,地域跨度大,水热资源分布各异,能源植物资源种类丰富多样,主要的科有大戟科、樟科、桃金娘科、夹竹桃科、菊科、豆科、山茱萸科、大风子科和萝藦科等。目前我国生物

天然气汽车发展中的问题和对策分析

王全保

内容提要：本文简要阐述了天然气汽车（NGV）的优势，分析了天然气汽车发展中存在的一些问题，提出了一些发展天然气汽车的具体建议和对策。

关键词：天然气汽车 问题 对策

从20世纪70年代出现石油危机以来，一些国家就开始重视汽车代用燃料的研究与开发。根据预测，石油的代用能源和内燃机的替代动力在21世纪中末期将在车用能源和动力中扮演重要角色。此外，应用代用燃料和替代动力可减少汽车对环

境污染，特别是能够降低造成大气温室效应的CO₂和其他有害污染物的排放。目前，可通过加工制成的内燃机的代用燃料有：生物柴油、天然气、液化石油气、醇类燃料、氢和电能。在本文中，仅阐述作为石油替代燃料汽车之一的天然气汽车。

柴油的开发利用还处于发展初期，要从总体上降低生物柴油成本，使其在我国能源结构转变中发挥更大的作用，只有向基地化和规模化方向发展，实行集约经营，形成产业化，才能走符合中国国情的生物柴油发展之路。随着改革开放的不断深入，在全球经济一体化的进程中，在中国加入WTO的大好形势下，中国的经济水平将进一步提高，对能源的需求会有增无减，只要把关于生物柴油的研究成果转化为生产力，形成产业化，则其在柴油引擎、柴油发电厂、空调设备和农村燃料等方面的应用是非常广阔的。

生物柴油不仅可以缓解人类对石油的依赖程度，同时也是一种可再生能源。正是基于这些特性，目前，生物柴油正形成一个商机诱人的绿色产业。生物柴油独特的优势，决定了其广阔的应用前景。生物柴油和传统的柴油相比，具有润滑性能好，储存、运输、使用安全，抗爆性好，燃烧充分等优良性能。目前，世界各国大多使用20%生物柴油与80%石油柴油混配，可用于任何柴油发动机和直接利用现有的油品储存、运输和分销设施。

生物柴油是典型的“绿色能

源”，生产生物柴油的能耗仅为化石柴油的1/4，可显著减少燃烧污染排放；生物柴油无毒，生物降解率高达98%，降解速率是石油柴油的2倍，可大大减轻意外泄漏时对环境的污染；生物柴油生产使用的植物还可将CO₂转化为有机物固化在土壤中，因此，可减少温室气体排放；利用废食用油生产生物柴油，可以减少肮脏的、含有毒物质的废油排入环境或重新进入食用油系统；在适宜的地区种植油料作物，可保护生态，减少水土流失。

发展生物柴油，有利于柴油的供需平衡。业内人士指出，到2005年，随着我国原油加工量的上升，汽油和煤油拥有一定数量的出口余地，而柴油的供应缺口仍然较大。预计到2010年，柴油的需求量将突破1亿t，与2005年相比，将增长24%；到2015年，市场需求量将会达到1.3亿t左右。随着西部开发进程的加快，随着国民经济重大基础项目的相继启动，柴汽比的矛盾比以往更为突出。因此，开发生物柴油不仅与目前石化行业调整油品结构、提高柴汽比的方向相契合，而且意义深远。

我国生物液体燃料目前主要以

燃料乙醇和生物柴油为主。大力发展生物柴油对经济可持续发展，推进能源替代，减轻环境压力，控制城市大气污染具有重要意义。目前中国生物能源产业已初具规模，而生物能源发展的主要瓶颈是原料短缺。生物质在能源发展中不会只当配角，中国能源发展应走多元化道路，生物质转化液体燃料的作用不可替代，石油经济终究要被生物质经济所替代。

1 石油汽车燃料将会严重不足

随着世界经济的发展，全世界的汽车产量和汽车保有量都在不断增加，汽车运行消耗石油量占全世界石油产量的一半以上。依据国外研究报告及世界上石油的蕴藏资源

近年来，随着国际原油价格的持续攀升和资源的日渐趋紧，石油供给压力增大，生物能源产业、生物基材料产业的经济性和环保意义日渐显现，产业发展的内在动力不断增强。加快培育生物质产业专用植物新品种，发展木薯、甜高粱等非粮植物，开展产业化示范，实现原料供应多元化，是当前中国生物能源、生物质产业发展迫切需要解决的重大问题。

目前，中国已有数十家生产生物柴油的企业，年产量超过十万t。生物燃料是能源产业发展的必然趋势。就目前来看，大力发展生物燃料是减少温室气体排放的一个可行方案，生物燃料将为人类发展提供长期可靠的能源。

2008-9 城市车辆 27