

把我国广大的沙化草原建设成为 可再生的世界级特大的清洁能源生产基地

严隽森

(台湾科技大学,台北 106)

[摘要] 中国有广大的约占国土面积 40% 的沙化退化草原,不宜亦没有用作粮食耕地。但经过大力的生态建设后每年能产出巨量的巨银草。后者是原生在中国北部,能耐干寒和恶劣环境,并是多年生高达 3.5 m 的巨大稠密的野草,并能利用咸水。将这些巨银草气化催化后估计每公顷可产出 17.2 t 的可直接替代汽油的生物丁醇,生化和基因研发专业公司孟山都和孟代尔等已开始合力提升此产能,估计到 2030 年左右,以沙化草原的约 46% 的面积种植巨量的巨银草,可使中国开始不再依赖石油和煤炭的化石能源,而转用由巨大的“巨银草油田群”供应的可再生的清洁能源,其余的面积产量可供外销或作他用,使中国能长期成为世界能源强国,与外国合力稳定能源供应和价格,并引领世界迈向可再生的清洁能源新时代。

[关键词] 沙化草原;巨银草;可再生清洁能源;丁醇

[中图分类号] Q949.97;X37 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2010)03-0022-08

1 前言

中国有得天独厚(数十亿亩之多)的沙化退化草原。这些沙化草原已无耕地功用,但经过生态建设后可以种植耐干旱贫瘠,并且较少需要灌溉及施肥的原为中国北方野生的巨银草,而巨银草(见图 1)是经气化催化后可转化为可直接取代汽油——丁醇(或生物柴油)的重要原料。

2 不可再生能源的全球性危机

联合国能源署(IEA)在《2008 世界能源展望,即 WEO2008》中指出:当今的经济衰退仅会暂时性降低石油价格。到 2030 年全球石油年需求量可能会从 116MBD 降至 106MBD (1MBD = 日均 100 万桶石油,即年均 0.511×10^8 t 石油)。

但是,IEA 认为到 2030 年油价仍可能回升至 120 美元以上,甚至可能飙升到 200 美元的天价。因为,IEA 近年来动员了许多专家人力,对 800 个主



图 1 巨大又稠密的巨银草丛

Fig. 1 Picture of dense giant silver grass

要油田做了深入调查研究(这是全世界第一次)后认为,世界主要油田的平均年减产率远比之前估计的 3.7% 大得多,目前已达到 6.7%。并且到 2030 年平均年减产率可能会增加至十分惊人的 8.6%;以后很可能持续增加而超越 8.6%。

如将减产率设定为 8.6%,则到 2055 年,其年生产率将下跌至 2030 年的 10.6%。但因为年减产率将超越 8.6%,所以在 2055 年以前,这些大油田的年生产率便跌落至低于 2030 年的 10% 以下。可

[收稿日期] 2009-07-25

[作者简介] 严隽森(1929-),男,上海市人,台湾科技大学教授

以说这些大油田(包括 OPEC 国家的大油田群)将接近枯竭了,这些也是提示我们:石油是不可再生的能源,迟早会枯竭用完。并且它的逐渐枯竭将使世界石油的供需关系更失去平衡,可能导致世界经济的激烈波动,甚至为了争取石油而引起世界大战,严重影响中国的社会主义现代化建设。

所以全世界应合力来发展和使用、可长期供应世界能源需求的可再生能源,并且大力推行人口节育和能源节约,使世代子孙不再依赖化石能源而可持续享有可再生的能源,不再短缺能源。

IEA 执行董事 Nobuo Tanaka 在 WEO2008 中呼吁展开一个世界性的能源革命,大力提升能源利用率及发展和应用低碳能源,即二氧化碳等温室气体排放率很低的能源。他指出,如持续及扩展使用石油和煤,大量增加温室气体的排放,则全球气候将迈向 6℃ 的可怕境界,包括频繁的高温热浪以及热带疾病侵入高纬度地区等灾难,都可导致大面积的饥荒、疾病和海平面上升等可怕的灾难。

因此,各国都在努力研发利用清洁能源。这些能源在制造和使用时可不导致空气、水等的污染,即是零污染以保护环境,并且可达成 CO₂ 的零净排放,以阻止未来气候的变暖。中国应大力研发和利用,有潜力可成为全国主导能源的可再生清洁能源,并应大力发挥相关的优势,使中国世代代成为世界能源强国。

目前在中国和美国,清洁能源都受到十分的重视。美国能源部分朱棣文在最近访华时,同中方共同宣布将合资 1 500 万美元合力成立中美清洁能源技术研发的合作平台。

3 中国广袤的沙化草原

中国有庞大的沙区(亦称沙地)可分为北方半干旱及半湿润沙区,西北干旱沙区和青藏高寒沙区,分别各占 1.0563×10^8 ha, 0.8809×10^8 ha 和 1.8575×10^8 ha 的面积^[1];其中已扣除约 0.57×10^8 ha 的戈壁面积和约 0.71×10^8 ha 的沙漠面积,并已扣除青藏高原沙区中的永久冻土的约 147×10^4 ha 的面积;此外,尚有约 0.0978×10^8 ha 的零散沙地。沙化草原的总面积共约 3.8925×10^8 ha (58.39×10^8 亩),约为全国国土面积的 40%。这些沙地在汉唐时代仍是饲草丰盛并达到个人高度的优质草原。后来由于气候干旱多风,以及多项破坏型的人为活动,包括过度垦殖等原因,使大片优质草原逐渐退化为大面积的老鼠

走过见脊梁的退化沙化草原。土质贫瘠、气候干燥并时有强风、不宜亦没有用作粮食耕田。但经过大力的生态建设后,却适宜种植原为中国北方野生的 C 类作物巨银草。因此应该尽力利用由巨银草提供的很丰富的生物质转为生物质石油来替代部分石油,逐步达到石油消费自给自足并可有大量额外销。

应该致力于生态环境建设,包括消除鼠害,目标是要恢复到风吹草低见牛羊的优良生态环境。要建立能抵御强风的防护林带。要依靠基因工程和常规育种来改良品种、增加生产力,降低叶面的水分蒸腾和流失。要配合生态环境改进的进度,适度控制沙区的人口,避免超载。更要推展农牧的结合,使农牧民富裕起来。

紫花苜蓿原生在伊朗沙区内,其株叶含有高达 15% 的粗蛋白质,所以被称为“饲草之王”,其株高达 1 m,约 5 年寿命,是豆科植物,因此其根系可与根瘤菌共生。根瘤菌生长在根表面的瘤内,从根系取得木质素等的营养但不伤害根系,还能固定空气中的氮转为氮肥,所以这种共生关系是根与根瘤菌共生的关系。

光合作用包括把空气中的二氧化碳经过叶面的气孔吸入叶内的叶绿素中,后者能固定 CO₂ 中的碳素。碳素加上日光的能量以及从根系传送来的氮素和水分,再加上有催化作用的酶素,在叶绿素内产生能维持生命及促进植物生长的多项蛋白质、纤维素和木质素,合成生物质,便是光合作用的要义。

C4 类作物(柳株草和巨银草等)比 C3 类植物(苜蓿等)有较强大的光合作用,因此,生物质产量亦大很多,并且水分利用效率亦较高。因为光合作用首先要把空气中的 CO₂ 经过气孔吸入叶内。因此如光合作用较强大则便有较大的吸力,而仅需较小的气孔便能减少叶内的水分的蒸发量,提高 C4 植物的水分利用效率。

还有多种能自由移动的、亦能固氮的固氮菌。许多植物的根系表面外包着一层约 2 mm 厚的根际层。植物根系能释放出多种养分给根际层内的固氮菌以生长繁殖,并将空气中的氮气转化为氮肥注入根内或留在土内来培肥土壤。所以,依赖和利用“大自然的神妙生化工厂”后,即可使人们获得丰收的作物而同时又能培肥土壤,达到越丰收而土壤越肥,即越种越肥。反之,如违反了大自然的法则,大量施加化肥和农药来求丰收,却同时伤害各种有益

细菌和蚯蚓,则可能获得丰收,但却是越丰收而土壤越瘦,最后导致土壤沙化,作物不易或不能生长。

大自然的另一个伟大杰作是把许多真菌丝与植物的根系达成共生关系,并织成真菌丛根网。真菌丝侵入根系的表面但不伤害根系,后者释放出养分给真菌丝(由多个真菌连接成的菌丝)。许多真菌丝便从根系表面向外伸展而成真菌丛根网,来大幅扩大根系能利用的土壤体积,增加其吸收养分及水分等的能力,再提升 C4 植物的水分利用效率。

从各个根系表面伸展出的真菌丛根网,可综合成一个巨大的、包含全部根系的一个超大型的真菌丛根网。网上的众多真菌,可合力将枯枝落叶腐化为重要的有机质养分,可合力抓紧土壤颗粒,改善土壤的物理性能,降低水土流失。各个真菌并可释放出多项抗生素,来制止外来的有害菌种,保护网内的根系,更可释放出多种可防止鼠类等有害小动物啃食的气味,这些便是大自然的神妙生化工厂。所以,天然森林可茂盛生长数千百年而不须施加化肥和农药,不须人工灌溉。它们能充分利用日光和降雨以及循环利用枯枝落叶和天然养分,并且极少有鼠类(啃食果实的松鼠除外)能生存在天然森林中。

据专家估计,约 80% 的全部植物已建立与固氮菌或真菌丝相互共生、共利的关系。在多种单年生的粮食作物包括稻米、小麦、玉米等的根系上亦已发现有这种关系的存在,但是有一个很大限制。因为需要多年的成长才能把这种关系建立和充分发挥作用,然而每次土壤被翻耕时以及过量化肥和农药残留在土壤中时,固氮菌及真菌都会被损害甚至被严重破碎而失去效益。所以在目前的农田土壤内极少能在粮食作物的根际层内找到根系与固氮菌和真丝菌的共生共利关系。即使大自然已向许多作物提供了这种共生共利关系,但是目前却被人们遗忘及被排斥了。应充分依照及利用大自然的法则来培肥地力,避免过量施用化肥和农药。

多年生的植物的柳枝草却能建立和充分发挥大自然的神妙生化工厂和真菌丛根网的作用来培肥美国中西部的大草原,使其成为一个高产优质的庞大的玉米生产基地。

相较于柳枝草,巨银草(giant silver grass)是一种带些银色的芒草,是生在中国和日本北部,寿命高达 15 年以上、高至 3.5 m 的 C4 植物。巨银草有强盛的地下根块,可以无性繁殖。每年春季,由地下根块分蘖出许多枝杆,到夏季即形成高大的很稠密的

巨银草丛。到秋冬两季,枝杆上的叶子便逐渐脱落,使在冬春之交可用机械收获大量的、较干燥的生物质。此外,供新枝生长的养分在秋季即被逐步储存在地下根块内,以能在春季分蘖出新一代的许多枝杆。脱落的叶子将由丛根网的真菌合力转化为重要的有机质,完成养分的循环利用。经过数年的生长,在巨银草丛的土壤内可建立起包含很多根系的、并与这些根系的根际层的固氮菌。同是 C4 类作物,但巨银草的光合作用比柳枝草强大,所以可提供更多养分并培育更强大的真菌丛根网和根际层内的固氮菌以及叶片内的固碳能力。并且,强大的固氮菌可从空气中转化出更多的氮肥而把部分氮肥留在土中来培肥土壤、促进土壤的生态建设。

总之,巨银草能常年野生在中国北部,不需要人工施肥和灌溉而能耐酷寒、酷热和干旱,并能在贫瘠(包括盐渍土壤)中蓬勃生长。如能将更优质品种的固氮菌和真菌注入其根际层和丛根网内,则可更有力地培肥土壤,促进土壤的生态建设。

数十年来,美国科学家已利用基因工程、杂交手段等来改进玉米和柳枝草的品种、增加其生产力。尤其 50 年以来在孟山都(Monsanto)和孟德尔(Mendel)公司等合力培育后,玉米生产能力已增加至 3 倍之多。巨银草方面,近年来欧洲科学家才开始下功夫以增加其产量。近来,孟山都和孟德尔又宣布将再合作来提升巨银草的生产能力^[2]。多年来,这两家公司透过其在中国的分公司已与中国的相关人员,在多方面有合作的经验和成果。

巨银草是 C4 类作物,此类作物实际最大的光合作用效率可达到 3.5% (C3 类作物为 2%);而目前巨银草仅能达到约 1% 的光合作用效率(一般植物仅能达到约 0.1% 的光合作用效率)。使巨银草能在正常及相当不正常的气候下不需要人工施肥、施农药和人工灌溉,而仍能生产出大量生物质。在极端干旱的情形下,巨银草能和苜蓿一样,暂停生长而不死去,待气候复原即恢复正常生长。

4 沙化草原的生态环境建设工程

沙化草原多是土质已经沙化,有机质及水分含量低落,植被很差且时有强风的劣质草原。在风季(春、夏季)瞬间风速可超过时速 150 km。因此小树易被折断或拔起而大树很难存活,所以很难在沙化草原上以树木来建立起防护林带。滥垦即是在尚未建立防护林以前把土壤打开,松弛表土来种植作物;

加施化肥和灌溉水,初期得到些绿化成果,但待作物收成后便暴露表土,造成水土流失。

笔者所创意的漩涡塔阵是基于可快速建成的、可抵御强风的、金属薄板制成及可涂成了绿色外表的并可持久的数米高漩涡塔^[3],由许多塔建成塔阵。强风从塔的前侧进入后便转化为直立轴的漩涡,从塔顶排出后转化为水平轴漩涡,驰向下方使其漩涡芯遭遇逆向上升气压而破裂,加上各邻近漩涡的相互干扰,使强风转为弱风。每个塔底均有数个内含铁块等重物的镇定仓,以使漩涡塔阵能屹立于强风中。漩涡内原存的细沙粒将散布于塔下后方的沙土上;较大的沙石粒可能落下至塔中心的底层,每年风季后清理之。塔阵的前方可安置些草方格沙阵。后者高出沙面约 10 cm,费工大且不能长期保存所以成本高;但能减弱近地面的风力,能有效地避免沙漠中的铁路、公路的路面被流沙淹没。各漩涡塔可设计为可分拆的多层标准结构,以能轻便地分拆及转移,来适应需求。

巨银草或其他耐干旱瘠薄、具有根瘤菌能改良土壤的树和草,如紫花苜蓿、沙枣、紫穗槐、沙棘均可种植在弱风区内,待长成后协助漩涡塔阵来建成广大的人工防护林带,增加生物多样化,并开启沙化草原的生态环境建设,更使农牧民富裕起来。

沙化草原的土质多已沙化,所以必须大幅度增加土壤内的有机质和水分含量,才能致力于建设沙化草原的生态和环境。以固氮菌、根际层和真菌丛根网及相关微菌的作用来培肥土壤。但沙化草原土壤内的有机质和水分含量实在太低,所以应该加施生化黄腐酸才能大幅度补强之。

土壤有机质的重要部分是腐殖质,它是一种有机胶体。它是由动植物残体(包括枯秆等)经过土壤内的有益菌的分解和转化而成的,并对土壤水分有强大的亲和力。

腐殖质的精华是黄腐酸(fulvic acid, FA),而后的精华便是生化黄腐酸(Bio-FA 或简称 BFA)。1992 年在河北省科委的主导下,推动以生化法则来制取生化黄腐酸 BFA 为世界首创。即是,以桔秆、稻麦谷壳、木屑、动物粪便等大量工农废料为原料、通过发酵等生化程序,在工厂内生产出大量优质的生化黄腐酸 BFA。后者含有约 50% 的 FA 以及多种营养成分包括氨基酸和维生素、肌醇和糖类、以及多种荷尔蒙激素(亦可按需要更改成分)及对土壤水分有强大亲和力的有机胶体。

有机胶体能把分散的沙粒胶合起来,逐步建立起重要的团粒结构,在有机胶体的本体及许多孔隙内保存土壤水分,开始建立起土壤水库。再种植紫花苜蓿等豆科作物,则可利用其共生的固氮菌,亦即依赖和利用大自然的神妙生化工厂,将空气中的氮气转化为氮肥引入土壤内(见表 1),4 年内将土壤有机质增加了 3 倍,而土壤物理性能明显改良,使贫瘠的沙化土壤逐步转化为优良的土壤^[4]。加入上列的生化黄腐酸的各种营养成分,可明显加快这些土壤培肥工程的速度,大幅强化其效益。在工厂内生产出优质的、适当大量的液态的生化黄腐酸,加上大有为的政府的领导及各方面的不懈努力,来分区建立起滴灌系统便可致力于广大沙化草原的生态环境建设,并促进作物的根系的生长发育,增加产量,改进其品质。目前已有 20 多家工厂生产生化黄腐酸,年总产值达到 2 亿元,并成立了中国腐殖质工业协会。

表 1 苜蓿的改土培肥作用

Table 1 Improvement and cultivation function of clover blossom

种植年限	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	容重/ (g·kg ⁻³)	空隙度 /%
未种	2.3	0.14	1.44	45.7
1	4.4	0.22	1.41	46.8
3	5.6	0.40	1.34	49.5
4	9.3	0.46	1.34	49.5

须指出的是,在种植巨银草之前,应先种植约 5 年的紫花苜蓿作为有力度的绿肥。

沙化草原的生态环境建设的重要目标当然是要使作物,包括巨银草等,能获得足够的水分和营养以提升其产量和品质。约在 2000 年以前,西部干旱区的农民即启动了基于水窖的“雨养农业”,以水窖集水面来收集宝贵的自然降水。近年来已发展到现代化的高效节水及集水的水窖加集水面加滴灌或喷灌的综合系统,包括以坡改梯的水土保持系统,并引进国内外的科技成果。

从 20 世纪 60 年代开始,滴灌系统已在以色列的沙漠农田中推广、采用了现代化的自动控制,使灌溉水的平均利用率提升到 90%,而中国目前仅达到约 40%。

1948—2000 年,以色列的总人口增加了 6 倍,种植面积仅增加了 2.5 倍,但农产品产量增加了 7 倍之多,超越了人口的增长然而总灌溉水量不变。

在半干旱的沙化草原上,在很大的人口压力下(2001年人口密度为中国的2.3倍),生产出大量的优质农产品如“沙漠西红柿”等,成了世界奇迹。

这些奇迹表明,如能大力建设生态环境,提高水资源的利用效率并开源节流,则可提高土地的人口负载能力,使在同一块土地上,人口及经济生产量可适量提高而生态环境却更优美而没有超载。

在科技部等部门支持下,新疆建设兵团下属的大型国有企业,新疆天业集团公司与多所院校合作、吸收技术,结合自己创新的可降解地膜覆盖技术,建立了有中国特色的自动化膜下滴灌、施液态肥和农药等的、可适时调节的一体化系统。并建立了有自主知识产权的200多条生产线。年生产能力达到600万亩,进入了干旱和半干旱区的广大农田,已在全国推广了 33.3×10^4 ha。工程造价仅为欧美的1/5以下。

实践证明,此项系统可使作物增产20%以上,节水50%以上,劳动生产率提高3倍以上,每公顷增收3000元以上,深受农民的追捧并大大提高了水资源的利用效率。

在水资源的开发方面,在中科院、国土资源部及各地的地质矿研究所和探勘队的不懈努力下,从1996年迄今在中国西部严重缺水地区已发现50多处,年均共可供应约 10×10^8 m³的地下水,已打成350口井,日均供水量可达 66×10^4 m³。有估计在西部干旱地区包括山区,年降雨总量约为 5000×10^8 m³,而有 $200 \times 10^8 \sim 300 \times 10^8$ m³为可利用的地下水,包括在鄂尔多斯盆地内已圈定了103处远景水源或富水地段可供陕北、宁东、陇东和内蒙古能源化工基地的建设提供有力支撑。此外,科学家们已在极干旱的塔克拉玛干沙漠找到巨大的、储量高达 360×10^8 m³的地下大湖,每年约可提供 10×10^8 m³的地下水,应该适度地大力利用。

河海大学陈建生教授的研究成果指出,内蒙古巴丹吉林沙漠深处有一条可能源自青藏高原的长达500 km左右,拥有充足水源,每年补给量达 5×10^8 m³的地下暗河。陈教授可能解开了黄河、金沙江等大江在青海部分源头水不停流失的谜团。他解释,黄河源头的扎陵和鄂陵两个大湖每年的渗漏量高达了 20×10^8 m³,并且经过同位素分析,这些水与巴丹吉林和腾格里沙漠等周边地区的地下水之间存在同出一源的补给关系。因此祁连山至河西走廊与内蒙古阿拉善地区的多个沙漠可能形成一个巨大的

深层地下河网,每年以约 5×10^8 m³的巨大水量补给到缺水的河西走廊与阿拉善地区。

因为地下水的温度及矿物质含量常高于地表水,所以应以卫星遥感观察来确定这地下河网以及其他的可能存在的地下河网的范围,并查明其水源及可持续应用的供水量。

以上的地下水储量的资料令人兴奋,但仅代表近年来的勘探成果。而根据文献[5],我国沙漠地区地下水储量约共为 1315×10^8 m³。已在塔克拉玛干、柴达木盆地沙漠和巴丹吉林沙漠等都找到了大面积的地下水库,其中准葛尔盆地沙漠下有一个巨大的自流水盆地,有“地下海”之称。

要指出,上列的巨大量的地下水,大多是含有盐分的咸水,矿化度太高不能作人蓄的饮水或作物的灌溉水(除了西红、苜蓿、柑橘等“好盐”作物以外)。不合理的水资源利用便是没有大力推进生态环境建设而却大量开垦及引水灌溉,使人口、牧畜和农业生产超载,使土壤盐化、土地被迫弃耕、树木死亡,和绿洲的生态环境被严重破坏。

一般农作物和牧畜很难利用咸水,但是紫花苜蓿、柳株草和巨银草本来就是生长在咸水环境下的野草,而Spartina有更强的耐咸水能力,可以用基因转移的方法来再增强巨银草的利用咸水的能力。此外,澳洲国立大学的Masle教授发表了创新的基因研究结果,即ERECTA基因可改变作物叶内的光合作用细胞的密度以及叶面气孔的数量来减少水分的蒸腾流失^[6]。

在一般气候的年份,仅用滴灌及水窖来供应淡水,干旱严重时开启咸水供应。并可适度将部分丁醇以及石油燃料储存起来作为战略能源储存,在极端长期干旱时启用。并大力推行人口节育和能源节约。如此可在各种情形下维持国家的能源安全。同时可使巨银草常有足够的水量供应。

大力推进生化黄腐酸、ERECTA基因和自动化膜下滴灌系统等的的应用,以及适量的地下咸水的利用,便可建设沙化草原而获得广大的优质的大草原,使农牧民富起来,使国家富强起来。尚须指出大自然法则的欠缺一面。沙化草原上可推行“封禁”来禁止滥牧和滥垦,希望能以大自然的能力来恢复生态。但“封禁”不能禁止鼠类等进入封禁区、开挖地洞来繁殖后代,再穿越封禁线而侵入农地、破坏庄稼、偷取食物,甚至引起鼠疫,使各封禁区沦为鼠类的繁殖基地,使农民生态更加恶化。所以要大力推

行有效的消灭鼠灾的方法。可利用夜间的手电筒的强光使个别鼠类动弹不得,再动用足够人力和机械来捕捉大批鼠类及埋入大坑来分区逐步消灭鼠灾。

5 巨银草可作制取清洁能源的重要原料

德国的纸厂已用巨银草来取代木材作为优良的造纸原料及家具材料。巨银草并可提供大量廉价可再生的生物质,含有大量纤维质和木素质。所以应该与塑料或金属材料复合使用来取代大量不可再生的,价格日益上涨的木材、塑料及金属材料;巨银草最具应用前景的领域则是可作为制取生物能源——生物丁醇的重要原料。

在巨银草的产量方面,德国著名的 Wuppertal 研究院从 20 世纪 80 年代即开始试种^[7]。早期因巨银草不是原生在德国的而遇到一些困难但已被克服,尤其安装了滴灌系统便可克服多种困难,并且每年的收成可达到每公顷 45 t 的干物质。

美国伊利诺大学农学院在 Steve Long 教授大力领导下已有 5 年多种植巨银草的经验,每年收成已达到每公顷 25 ~ 67 t 的干物质^[8]。最近孟山都和孟代尔公司已宣布将合作研发和培育来提升巨银草的生产能力。过去 50 年以来,在这两家及其他研发单位的合力下,已使美国的玉米的生产能力增加至 3 倍之多。再加上中国相关技术人员的通力合作,在未来 30 ~ 50 年以内,巨银草的生产能力可有明显的提升。笔者采用较保守的估计,将 2030 年左右的巨银草的生产能力设定为每公顷 56 t 干物质(56 为 45 和 67 的平均值),以后,将参照实际提升后所得的生产能力来提升此设定。

美国的 Syntec 生物燃料公司已于 2008 年 2 月 14 日发表其研发成果^[9]。该公司已达到催化研发的第二阶段,重点开发工业生产条件下稳定性好的、从非金属中提取的催化剂。利用此催化剂已从多种生物质经过气化和催化后得到含有乙醇、丁醇、甲醇和丙醇的混合酒精燃料。到 2008 年 6 月 30 日,该公司又宣布从每吨干物质得到 110 加仑混合酒精燃料的破记录的成果,很是难得。Syntec 公司正在发展一项新的化工过程来优化其现有的、有专利权的催化剂来生产出单纯的丁醇燃料。

我国已有许多优秀的科学家专注于催化剂的研发、应用,并已有卓越的经验 and 成果。可以和 Syntec 公司及科林公司等合作发展专用于生产丁醇的价廉物美的催化剂,来提升巨银草的转化效率。笔者采

用较保守的估计,将 2030 年左右的巨银草的转化率设定为每吨干物质转化为 110 加仑的丁醇。

因此,依照上述的设定,年产量为每公顷 56 t 而每吨可转化为 110 加仑丁醇。丁醇的比重是 0.81,其密度是 326 加仑/t,所以每公顷每年可生产约 17.2 t 油当量的丁醇,每亩约 1.15 t 丁醇。说明巨银草是可作为生物质能源的重要原料,即是有可能将我国约 3.89×10^8 ha 的沙化草原建设成为可持续再生的、基于巨银草的、超级的特大“油田群”。

基于这些特大“巨银草油田群”,中国可领先世界达成国家的石油安全和能源安全,并且引领世界迈向可再生清洁能源经济的新时代,因为巨银草在田里生长时即从空气中吸收大量的 CO_2 ,以后经过气化、催化所得的生物丁醇在其燃烧时所排放的 CO_2 即是原来在田里的吸收的 CO_2 ,所以巨银草及其他生物质燃料均接近 CO_2 零净排放,即都是清洁能源。

一般的化石燃料(汽油等)尚含有多种杂质,包括能导致空气污染的芳香族化合物和导致酸雨的硫化物,而生物丁醇却不会产生这些污染。

笔者认为,可依照下列的能源规划即分三个阶段的建设以实现我国可再生的、清洁能源的新时代,并先达成中国的石油安全和能源安全。

6 基于巨银草的我国能源安全远景规划

6.1 第一阶段

期望从目前到 2030 年左右的 20 多年间,以“巨银草油田群”及相关技术设备来达成中国的石油安全,不再依赖进口的石油。依照文献[10],到 2030 年左右,国内的石油年消费量将接达到 6.33×10^8 t,年生产量可能低于 1.85×10^8 t,因此每年的石油进口量将接近于 4.45×10^8 t,使石油的对外依存度大于 70%。但如果国内的生物质石油年产量可达到 4.45×10^8 t 的油当量,便可不须依赖进口石油。

以上述每公顷每年生产 17.2 t 油当量的生物丁醇来计算,约 2.59×10^4 ha 的沙化草原可每年供应约 4.45×10^8 t 油当量的丁醇,使中国不须依赖进口石油,而这个面积仅为全部沙化草原面积的 6.65% (少于 7%)。不再依赖进口石油便可将原来须付给产油国的油费以及运输费等留在国内,再加上排放权的贩售所得的回报,可大力支助可再生清洁经济的发展,支助新的企业、创造许多就业岗位,最重要

的是国家可享有具有战略性重要意义的石油安全,来进而引导世界以延缓及避免因石油资源日益供需失衡所造成的巨大冲击。

6.2 第二阶段

期望在未来的40多年间,力争达成煤炭安全以建立起国家的能源安全。我国煤炭生产有大的进步,目前能维持煤炭的自给自足并对经济成长有重要贡献。依照IEA的估算,到2030年中国的煤炭年生产量将达 33.99×10^8 t煤当量,而年消费需求将达到 34.87×10^8 t煤当量,届时每年须进口约 0.88×10^8 t煤当量,即 0.616×10^8 t油当量的煤炭(每一吨煤当量相当于0.7 t的油当量)。以每公顷每年生产17.2 t油当量的生物丁醇来计算,约 0.0358×10^8 ha的沙化草原可供应约 0.616×10^8 t油当量的生物丁醇来替代进口煤炭,即不须再进口煤炭。加上第一阶段已达成的石油安全,即是国家在第二阶段可达成国家的能源安全,不再进口石油和煤炭(特别用途的煤炭如炼焦煤等除外)。

6.3 第三阶段

期望到2050—2070年间,中国能开始不再依赖以石油和煤炭为主的化石能源,而转变为以特大的“巨银草油田群”为国家的主导能源、来迈向可再生的清洁能源的新时代。

据文献[10],到2030年中国的石油年消费量可能达 6.33×10^8 t油当量。而根据WEO2008,当年中国的煤消费量估计为 34.87×10^8 t煤当量或 24.4×10^8 t油当量。沙化草原经过大力生态建设后,每年每公顷可生产出17.2 t油当量的生物丁醇来计算,约 0.368×10^8 ha和 1.42×10^8 ha的沙化草原每年可分别生产出 6.33×10^8 t和 24.4×10^8 t油当量的生物丁醇,合计为 1.788×10^8 ha或沙化草原总面积的46%。如此可使中国不再依赖以石油和煤炭为主的化石能源,而开始转用以巨银草为主的再生的清洁能源。其余的面各可作为储备以应对以后能源消费的增长及其他用途。当然应持续推行人口节育及能源节约,并大力提升巨银草的产能。

根据2009年7月28日《中国经济时报》记者李希琼的报导,孟山都公司中国区总裁麦克凡先生表明,孟山都承诺帮助农民在耕地上节约更多资源、生产更多作物。尤其计划到2030年可使玉米等的单位产量比2000年翻一番,并将农资(化肥)等的投入减少三分之一。而孟山都及孟代尔公司曾宣布将合力推动巨银草的研发来提升它的产能,想来亦会

有如此优良的成果,来大幅增加巨银草的产能,减少所需的沙化草原的种植面积。

此外,WEO2008已预估到2030年左右,世界石油的需求量将达到106MBD(即每年 54.17×10^8 t油当量或 387×10^8 桶油当量的丁醇),而在2030年左右中国国内的石油需求已预估为 6.33×10^8 t油当量。如能在2010—2040年的30年间,使巨银草的单位产量增加较为保守的50%,则便可在54%的沙化草原的面积上每年生产出 387×10^8 t桶油当量的丁醇,来供应届时全世界所需的106MBD的石油。其中 45×10^8 t桶油留在国内以享有石油安全,其余可外销。使中国长期成为世界能源强国来稳定能源市场价格,并引领世界迈向可再生的清洁能源新时代。

7 结语

文章已推展了初步的可行性分析并论证了中国在可再生的巨银草生物质能源方面有巨大的潜力:可成为国家的主导能源,来建立起国家的长期能源安全,并部分外销来得到每年可生下巨大金蛋的金鸡。

基本上必须先完成相关的可行性分析和论证,然后确定攻关目标和规划以及订定和展开分区性的攻关示范计划,逐步将沙化草原的生态建设成为肥沃的大草原,成为国家的宝土,留给子孙。并按照计划分区大量种植,收获及处理巨银草,转化为大量生物丁醇来直接取代大量汽油。

更应充分利用巨银草的生物能源的本质:在使用时的CO₂排放及在田里生长时的CO₂吸收相互抵消,合起来便是CO₂零净排放的重要特性。总合起来就可大幅降低国家总的CO₂排放量,而无需安置各类的CCS设备(捕捉及长期扣押和储存大量CO₂的各类设备)。

参考文献

- [1] 中国人民大学环境学院. 沙漠化控制与治理技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004
- [2] www.mendelbio.com[EB/OL]
- [3] 严隽森. 以旋涡塔阵建立速成及高效益的人工防护林带, 化整片沙漠为大片绿地[J]. 中国工程科学, 2003, (5): 24-30
- [4] 杨京平, 卢剑波. 生态恢复工程技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [5] 张广军. 沙漠学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996
- [6] Masle J, Gilmore S R, Farquhar G D. The ERECTA gene regulates plant transpiration efficiency in Arabidopsis [J]. Nature,

Developing the vast deserted grassland in China to a huge renewable and clean energy base

Yen Junsen

(Taiwan University of Science and Technology, Taipei 106, China)

[**Abstract**] China has vast areas of desertified grass lands, totaled around 40 % of the national land area. These lands are not suitable and have not been used for food production. But after extensive ecological re - construction, they can produce bountiful harvest each year of giant silver grass (botanically known as “ miscanthus x giganteus ” and is named after its partially silver color). This is a perennial grass with a lifespan around 15 years and is native to northern sections of China and Japan. It can survive in poor and decayed environment and can grow up to a giant 3.5 m tall, strong and dense wild grass and can live on saline water intake. After harvested with special machinery developed in Europe, it can be gasified and catalyzed and may yield around 17.2 tonne of bio - butanol per hectacre. Bio - butanol can be used as a renewable and clean fuel directly replacing the non - renewable gasoline or petroleum. With joint efforts announced by the biology and microbiology expert teams of Monsanto, Mondel and others, this productivity is expected to be improved further. Hence it is estimated that around year 2030 and by extensively planting giant - silver - grass over 46 % of the vast desertified grass lands, China may become independent of petroleum and coal and turn to the vast “ giant - silver - grass oil - fields ” for renewable and clean energy. Harvest from the remaining areas can be used for exports or for other uses. Then China can become a world - leading supplier of clean and renewable energy. It can work with other countries to stabilize energy supply and energy price over long durations. It can lead the world to a new age of clean and renewable energy with stable energy supply.

[**Key words**] desertified grassland; giant silver grass; renewable clean energy; butanol