

中国农村沼气技术发展生态卫生建设

王孟杰 研究员
中国农业工程研究设计院

中国是世界上可再生能源资源大国，也是沼气技术发展的大国，同时，又是由于能源开发利用不合理而造成生态环境恶化、污染严重的国家。可再生能源的开发利用将有助于减缓化石能源日益增长的消费和日趋严重的污染。专家预测结果表明，到 21 世纪中叶以后，可再生能源将成为能源供应的主力之一。30 余年来的实践证明，沼气技术的开发利用，不仅解决了对农村地区的洁净生活能源供应，同时，为农村地区的生态卫生建设作出了重大的贡献。

中国大规模沼气建设已经历了 20 多年，2000 年底中国全国建有户用沼气池 800 万余，大型沼气工程 800 余处。沼气技术与农业生产和生态环境保护建设相结合发展起来的“能源环境工程”、“生态家园富民工程”等，形成了具有我国特色的以沼气为纽带的种植业和养殖业综合发展模式，大大地推动了我国生态农业建设和生态环境的改善。

1. 农村沼气技术的发展

沼气工程是采用厌氧技术进行无害化消化处理有机废弃物，生产沼气和高效有机肥料的装置。有适合农村户用的简单装置，也有处理农牧废弃物的大型沼气工程。不仅为生活和生产提供干净能源，也为农业生产肥料、饲料和饵料；用于作物浸种，防治作物病虫害，提高作物、果品产量和质量，改良土壤等。沼气技术在农村的推广，改善了农户的猪圈、厕所的卫生状况；遏制了蚊蝇的孳生和有机肥料中有害病菌的繁殖。中国农村沼气技术的发展促进了农村生态环境卫生建设的进步，农民生活的提高和经济的发展，大大改变了中国农村面貌。

在开展沼气综合利用的发展和实践中，中国在不同地域出现了各具地域特色的以沼气为纽带的综合利用模式，显示出沼气综合利用的强大生命力。

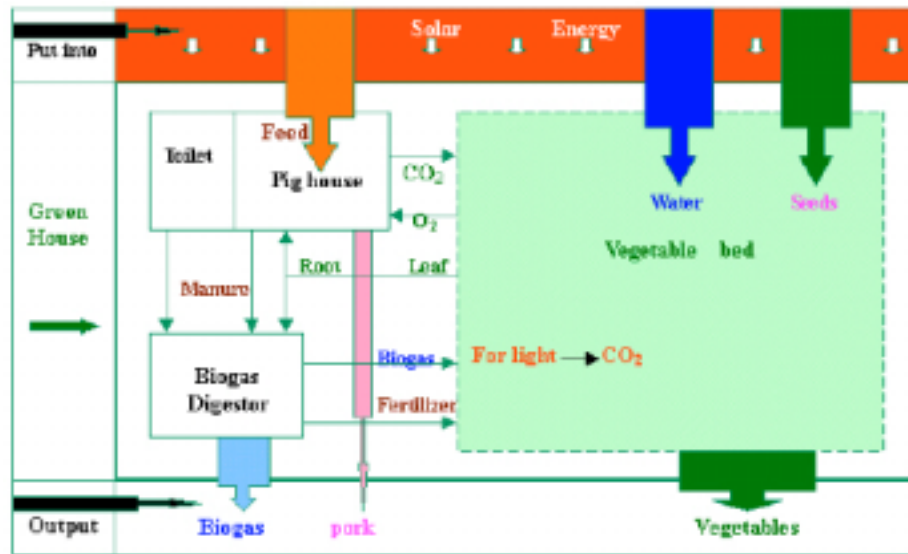
2. 中国北方农村庭园生态卫生模式

北方农村庭园生态卫生模式起源于 80 年代。它是在农户庭园内，将日光温室、禽畜舍、沼气池和厕所优化组合，形成太阳能、沼气、种植业、养殖业四位一体的结构，使之相互依存、优势互补、多业结合、综合利用，同时改善环境。由其科学合理的能流与物流构成一个较为完整的农村庭园生态卫生系统。

典型结构为在农户庭院内建日光温室，在其地下面建一个户用沼气池，在池上建太阳能猪舍和厕所，人畜粪便随时进入沼气池。在温室内，太阳的热能、光照，沼气照明、沼肥，二氧化碳，土肥……等各尽其用；农户从温室获得干净能源与无公害农副产品，经济收入成一倍或几倍的增长；农民生活和劳动在洁净的环境里，一片脱贫致富的景象。

随着农业集约化进程加快，提倡规模效益、精品农业。进入 90 年代，庭园式的北方农村生态模式从农户的庭院发展向大田，大规模发展起来。典型的单元其日光温室面积约 0.5~1.0 亩左右，沼气池容积由庭院式的 6~8 m³ 变成 8~12 m³。太阳能猪舍占地面积一般为 20m²。其科学合理的管理运行保证了综和效益的实现：系统内人畜粪便源源不断进入沼气池内，沼气池处理了粪便，净化了环境。沼气作为生活用能，供照明和炊事也可作为棚内生产照明、升温，为棚菜生产提供 CO₂，沼液作为日常温室蔬菜、果树的生产用肥，沼渣主要用做底肥改良土壤。由于猪舍和沼气池建在日光温室内，其优越的温光性能为冬春猪的生长提供好的环境条件，猪增重快，节省饲料消耗，缩短存栏时间、出栏快，大大降低了料内比，增加了养猪的经济效益。同时彻底解决了寒冷地区沼气池越冬难的问题。猪舍与日光温室相连接，利用种植和养殖所产生的氧气和 CO₂，

形成互补，提高了作物产量，改善了蔬菜、果品的品质。中国农村庭园生态系统为农业生态卫生建设提供了极为有效现实的科学模式。



Courtyard-biology System

这种模式具有明显的经济效益、社会效益和环境效益。系统内，较过去的饲养方式每年可多出栏一茬猪，蔬菜生产基本上不使用化肥，增产幅度 20% ~ 30%，一个庭院式“四位一体”一年纯收入 5000 元以上，如辽宁省大洼县 5560 户庭院式“四位一体”。户均收入 6260 元，而田园式则一年纯收入为 1.0 万 ~ 2.8 万元。如普兰店市四平镇费屯村，213 个“四位一体”单元，亩收入 1.4 万元以上。1999 年底仅辽宁省“四位一体”计有 17.2 万户。

不论是从财务分析角度，还是从国民经济分析角度，投资“四位一体”都具有好的赢利能力和投资回收能力。

此模式的社会效益显著。“四位一体”可提供丰富的无公害蔬菜和果品，每个单元平均每年为当地贡献 GDP 约 1.7 万元、税金 590 元，且能拉动当地相关产业发展。每一单元可解决 2 名农村剩余劳动力的长期就业。另一方面，“四位一体”改变了北方寒冷地区农民生产和生活习惯，变冬闲为冬忙，无淡季与旺季之分，全年都有收入。

环境明显改善。过去农民的庭院脏、乱、差，如今庭院面貌整齐、清洁、卫生，家家户户有了干净的猪舍和厕所。沼气池处理了农村的有机废弃物，净化了环境，减少了疾病。据调查，“四位一体”化村的居民肠道传染病发病率较非“四位一体”化村降低了 29% ~ 33%；人畜共患的肠炎在动物中的带菌率明显下降，如猪、鸡、鸭的带菌率分别减少了 72%、52%、82%。表现了极为典型的生态卫生成就。

温室内土壤肥力增加和实现无害化。测试表明：用沼渣做底肥，3 年后，土壤孔隙度增加了 15%，土壤 pH 值变化甚微（而使用化肥 pH 则逐年降低）。其有机质含量 3 年增加了 0.98%，

全氮增加了 0.051%；而施化肥的有机质变化甚微，全氮增加仅为 0.022%。以沼渣作底肥改善了土壤理化性状，使得土壤肥力水平逐年提高，防止土壤变酸，为温室作物提供了一个良好的土肥环境。

3. 中国南方“猪—沼—果”生态卫生模式

中国南方将沼气与农业综合开发、生态卫生环境建设相结合，发展成为“猪—沼—果”生态卫生工程模式。“猪—沼—果”是一个以沼气为纽带，连动畜牧业、果业、农业等相关产业和环境卫生建设共同发展的生态农业环保模式化工程，其基本内容是“户建一口沼气池、人均年出栏 2 头猪、人均种好 1 亩果”，结果还有“生态环境大改善”简称“121”工程。以赣州地区为例，“猪—沼—果”工程改善了农村环境条件，促进了农村精神文明建设。农民使用了沼气这种高品位燃料，人畜粪便进沼气池、经厌氧发酵，蚊虫孳生无场所，一些寄生虫和病菌在池内被杀灭，减少了疾病传染，提高了农民健康水平，村容村貌大为改观。由于不砍柴了，滥砍乱伐山林纠纷少了。赣川地区一个 6 m^3 沼气池，一年可节约柴草 25 吨，大大减少了森林资源的过量消耗。该地区由于大规模发展“猪—沼—果”工程，森林覆盖率由 1982 年的 436%，增加到 1995 年的 853%。

4. 生活污水净化沼气工程

生活污水净化沼气工程技术适用于排水不健全的小乡镇、城市郊区或经济欠发达地区的生活污水的处理。是上述地区生态卫生系统建设的重要手段。城镇生活污水净化沼气池污水处理系统其有明显特点：投资分散、资金容易筹集、可就近处理，并且其运行费用低，不需专人管理，不耗能，采用地下自流方式，不占地等。从各地试点推广情况看，均收到了满意的卫生效果和良好的环境效益，是当今适合我国国情的一条分散处理城镇生活污水的有效途径。

国务院《关于环境保护若干问题的决定》指出：……人口 50 万以下的城市，首先是正在规划和建设中的农村地区现代化小城镇，其污水处理，在今后相当一段时间仍将以分散处理为主。这都分城市有 500 多个。城镇生活污水净化沼气池，作为生活污水分散处理的一项适用技术，已得到国家有关部门认可。在处理水污染、治理环境和改善生态卫生系统状况的环保建设中，将起到重要作用。

进入 90 年代，我国城市化步伐加快，到 2000 年城镇污水排放量达 $223 \times 108 \text{ m}^3/\text{年}$ ，而 1995 年全国城镇生活污水净化沼气池年处理能力仅为 $1 \times 108 \text{ m}^3/\text{年}$ 。

由于净化沼气池处理生活污水运行费用低，对于防止环境污染，特别是控制传染病流行的效果显著，适合于发展中国家应用。中国小城镇生活污水净化沼气池已引起了国际上发展中国家的重视，我国已在这一领域开展了国际援助及国际合作。

生活污水净化沼气池技术应与城镇建设配套规划。生活污水中 95% 以上的水，处理后可达到地方排放标准。对这类“中水”的利用，要在小城镇规划中予以安排，可用于浇灌绿地、洒扫街道、冲刷汽车等，以缓解我国严重缺水问题。