

生态工程的曙光

——上海交大生物技术研究所纪实

Begining of the ecologic Engineering

李堃宝 陈 萍

企 盼

几百年来,人们习惯于传统的线性因果思维方式和单目标的决策手段,随心所欲地掠夺自然资源,迫使人类自身走向生态灾难和环境危机的深渊。特别是50~70年代随着国际工业经济的迅速发展,大量自然资源消耗,导致人口、食物、能源、资源、环境污染等重大国际社会问题发生。我国也不例外,请看下面由中科院生态中心提供的一些触目惊心的数字:到2000年我国人口将突破13亿;全国耕地面积减少2亿亩,人均耕地将减少27%;70%的淡水资源因污染而不能直接使用;水土流失量增加20~25%;沙漠化面积比80年代初增加40%;过度砍伐成熟林使木材短缺5 000万立方米以上;草场总面积减少20%,牧草产量下降30%。到2000年,国民生产总值翻两番,“三废”亦翻番,其中废水比1981年增长88%,废气增长138%,工业废渣增长84.1%。许多科学家一致认为上述问题系由社会经济、工业技术和自然资源三个系统间的失调所造成。这些失调在发展中国表现尤为突出。

这些问题也是对传统生态学的挑战。生态学能否在缓解这些问题中发挥作用已成为衡量生态学成熟的标志。难怪,19世纪德国生物学家海克尔首次提出“生态学”时,遭到世人的冷漠。这一方面是因为生态学当时尚处于奠基阶段,直到20世纪初,它仅偶尔用于生物学著作中,表示动、植物同环境的关系;另一方面,传统生态学仅停留在描述和解释自然界,表现得十分被动。

如今,人们往往又把生态学局限于“环境保护”。当经济发展需要建电站、造工厂时,一些传统生态学家考虑到由此会破坏自然生态环境,而予以反对。这固然有其合理的一面,但是如果人不去碰自然界中任何东西的话,那么人就不再是人了。在人的本质中就蕴涵着创造与创作的需要。其材料是自然资源,而创作室就是大自然本身。经济建设、人类的物质和精神生活都离不开自然资源。生态环境、自然资源,经济建设之间的矛盾如果得不到解决,人类将面临困境。

如何协调这三者之间关系,使人类从人口、资源、能源、食物、环境污染的困境中摆脱出来,已成为当前世界讨论的一个热点。许多学者、专家和政治学家将自己的精力投身到这个领域。我国著名生态学家马世骏教授于1979年首先提出了“生态工程”设想,即运用生态学中

的物种共生及物质循环再生等原理和系统工程的优化方法,实现物质多层利用所建立的工农业生产体系。其基本思想是在不增加或少增加系统外部物质、能量输入的前提下,充分挖掘内部生态潜力,获取尽可能大和持久的经济和生态效益。这是一个新的科学设想,人们希望它能在解决当今世界现实问题中显示力量。正是在这样一个历史关头。1979年上海交大与上海医大合办生物医学工程专业。年近40岁的朱章玉担负了这个新兴交叉学科的筹建工作,并很快在交大建成了国内第一流的医学工程实验室,办成了专业。1981年上海交大决定在此基础上进一步发展生物技术学科,并继续委派年富力强的、具有开拓精神的朱章玉负责筹办。这位毕业于交大自动控制系的中年教师,凭借他原有的系统论专业基础和敏锐的洞察力,他没有按照常规和别人的模式,而是从国情出发一下子就把解决环境、资源、能源等的有效途径作为交大生物技术学科起步发展的方向。这是“生态工程”思想的体现。1982年经国家科委批准,他带着上述思想和具体实施方案专门到美国进行了访问、考察。考察中他将自己长期思索形成的人与环境调控模式与国外专家进行了广泛的交流,引起了强烈的共鸣,美国许多学者、教授纷纷提出,希望与他在这方面进行合作。回国后他写了上万字的考察报告,也进一步形成了他的一套基本想法:中国不能走发达国家大能源农业之路,而要走一条符合我国国情的从传统农业现状出发,吸收现代科学技术,使人与自然环境、资源、社会协调发展的生态农业的新路。他决心率先在交大这样一所重点理工科大学中建立起一个为农服务的群体。他和他的同事们将为农业发展提供一批先进实用的技术并通过自己的探索和实践使人们的期望变为现实。

创 业

1983年3月朱章玉带着上述设想和他的同事们到上海郊区崇明进行实地考察。东风农场有一个有750头奶牛的牧场;日产牛奶数千公斤。同时每天产生40~50吨牛粪,牛粪堆满了牛奶场周围的防疫沟和道路,污染十分严重。另一方面农场能源紧缺,饲料利用率低,急需新的途径和技术来解决。这些均为进行生态工程综合试验提供了基础。他们设想利用牛粪作原料,建立高效沼气集中供气系统。经过三个多月的小试实验,首次提出了一套全新的“近中温发酵工艺”,成功地克服了在畜牧

场难以实施中温、高温发酵的困难,同时又保证了长年稳定高效产气。经过精心设计、施工,他们设计的这套JDF型高效供能沼气发酵装置实现了预定目标,为畜牧场系统发展大中型沼气工程开辟了一条新路。他们首创的“近中温发酵工艺”申请了我国第一批发明专利,并予以公布、应用。与普通的沼气池不同,他们利用就近奶制品厂过剩热水使粪便增温,然后由粪便泵经管道快速送入发酵罐,确保进出料畅通,一年四季均处在近中温发酵状态,即使在零下10℃低温气候条件下也能正常供气,产气量仍五倍于过去推广的普通常温发酵池。自1983年建成以来,沼气站已长年不断向1400余户职工提供生活用气。

沼气站的建成既处理了农场750头奶牛粪便的污染,又为农场职工提供了生活能源,还为农场每年节约原煤700多吨,沼气发酵后的料渣还可作为高效无毒饲料。以奶牛场粪便开发沼气为纽带,他们和东风农场一起进行了生物饲料加工、光合细菌应用、沼渣肥应用、电子自控挤奶机和微机牛奶生产管理系统、土地漫流净化有机废水等一系列试验研究,建立了一个新型畜牧场生态工程模式,综合有效地解决了奶牛场环境、能源和资源协调、谐同难题。到1987年他们出色地完成了这项上海市科委、中国人与生物圈委员会下达的重大科学研究课题“生态农场的研究与实践”,引起了外国专家和学者的重视。前西德、英国、日本、澳大利亚等国学者和人与生物圈委员会专家们多次到农场考察,联合国教科文组织驻华总代表泰勒博士冒着38℃的酷暑专程赶去崇明东风农场对整个试验研究进行了全面、深入的了解,认为这项试验研究的规模和内容均为国际所少见,达到了世界先进水平,对世界农业的发展是一项可喜的贡献。

继东风农场之后,1987年上海市经委又委托朱章玉等人在原有基础上再在上海市南郊的奉贤县境内的五四农场建设一个配套更加齐全,自动化、机械化程度更高的沼气示范点。在他们指导下,经过三年努力,一个投资370万元,解决2500户职工用气的大型沼气工程已基本建成。两个500立方米的沼气罐和长达6公里的主管道均已建成投入使用。这是目前国内畜牧场系统中最大最先进的沼气工程。

1991年6月,在上海市农委、科委等部门的支持下,应奉新乡政府的要求,他们又一次进行扩大应用实践,以上海“菜蓝子工程”中的一个大型海星养鸡场的鸡粪为原料,进行沼气开发与利用,计划于1992年3月实现常年供应沼气。

开 拓

高浓度有机废水已成为各国主要污水源,是环境保护领域亟待解决的难题。国内外都在大力寻求先进实用的处理高浓度有机废水的新技术。日本自60年代起,以小林正泰为代表首先开展了以光合细菌处理高浓度有机废水(PSB法)。而国内开展光合细菌应用研究还不到十年的历史。1980年的前后,上海交大、华东师大、中科院林土所、浙江工学院、上海水产学院等单位相继开始了光合细菌的研究与应用。交大生物技术研究所以卢湾区豆制品厂的废水做小试实验,以此为突破口,摸索以光合细菌法处理高浓度有机废水的新途径,另一

方面与小林正泰先生取得联系,获得了小林先生的大力支持,很快使光合细菌处理法在中国首次走向了实用。

他们最初到豆制品厂进行试验时,经过不懈的努力,克服一个又一个技术难关,终于对豆制品加工废液、羊毛洗净废液、柠檬酸发酵废液、金霉素发酵废液、味精发酵液等作了试验并取得了很好的效果。他们还先后在东风农场,上虞水产养殖场、太湖农科所等处开展了光合细菌应用试验,展现出良好的前景。1986年他们在上述工作基础上申请了国家“七·五”攻关项目“光合细菌处理食品加工废水生产单细胞蛋白”课题。他们所进行的利用光合细菌处理柠檬酸发酵废水生产单细胞蛋白系国内外首先进入中试和实用的工程系统;特别是光合细菌菌体干粉的回收,干燥工艺研究和其营养、毒理评价及利用,是国内首次全面系统地对利用有机废水生产光合细菌菌体副产品探索性的研究和评价。根据扩试装置的试验结果表明,生产每吨光合细菌干粉成本为810元,而且含40%蛋白,饲料价格在2000元左右,因此每生产一吨菌体干粉可获利1000元以上。一般中型年产2000吨柠檬酸发酵厂,其每日高浓度有机废水产生量150吨以上。利用光合细菌处理这些有机废水生产光合细菌单细胞蛋白年产为300吨,即这样中型发酵厂因生产光合细菌干粉每年可获利30万至40万元。由于光合细菌处理有机废水的效果显著,有机污染程度可减少95%以上,有效地解决了环境污染问题,每年可节约排污费罚款10万至15万元。另一方面光合细菌活菌体作为饲料、饵料添加剂的应用已在全国许多省市得到了开展,取得相当成绩。

与此同时,经过精心的筹备和认真组织,1987年交大主持召开了“第一届中日光合细菌学术讨论会”,有力地推动了国内光合细菌应用的发展,上海交大生物技术研究所以逐步成为国内光合细菌研究的一个中心。

我国可用转化蛋白饲料的有机废渣相当丰富,全国每年有棉籽饼300万吨,菜籽饼250万吨,甜菜籽240万吨,蔗髓150万吨,各种水果渣300万吨,因此利用农产品的废弃物资源作为原料,通过生物工艺处理法将他们转化成营养丰富的优质配合饲料,是符合我国国情,解决我国蛋白饲料短缺的重要途径之一。1986年商业部受计委、经委委托,负责对“七·五”国家重点科技攻关项目单细胞蛋白饲料开发课题进行论证,组织国内有关专家、领导先后在北京、无锡、长沙等地进行多次评审,并经上级批准将“淀粉渣固态发酵转化配合饲料的开发研究”列为专题进行试验研究,生物所为了在科技主战场作出贡献,锻炼队伍,在充分论证的基础上,毅然接下了这个有较高技术难度的攻关项目。对玉米渣皮的生物处理,国内外至今尚未见报道。经过生物所全体人员的五年努力,完成了从菌种选育、发酵工艺条件参数确定到高效固态反应器的研制。在消化、吸收国外先进设备基础上研制了新型的脱水设备、干燥设备,进行完整的营养分析和毒理检验等攻关,达到并超过了原订的考核指标。河南汤阴玉米综合利用试验厂是一个规模较大设备先进的玉米淀粉加工厂,但每年有2500吨的废渣产生,以往由于使用率很低,大多被堆积以至腐烂,既侵占了大量田地,又污染了周围的生态环境,由于“七·五”攻关专题的成功,相应的成套技术八·五期间可在该厂投入使用,每年可获得直接利润达100~150万元,还可

获得恢复被侵占的农田、免交污水排放赔偿费等间接效益。

“光合细菌单细胞蛋白”、“淀粉渣转化配合饲料”这两项“七·五”攻关项目于1990年12月23日顺利通过了国家组织的鉴定和验收,经专家审定和计算机国际联机检索确认为国内外首创,处于国际领先水平。这些攻关成果将为我国饲料蛋白资源开发、有机废水、废渣综合利用,化废为宝走出一条新路。

进 取

朱章玉教授领导的生物技术研究所在为国民经济建设主战场服务的同时发展了生物技术和开创了“生态工程”新学科,显示了很高的学术水平。近年来他们在国内外学术刊物和专业学术会议上发表了数百篇论文,出版了一批专著,先后与美国、日本、澳大利亚、德国、瑞士等国有关单位进行了卓有成效的合作和交流。朱章玉教授在交大以自己的实践开拓了被誉为“21世纪工程之壮举”的生态工程学,丰富了马世骏教授提出的生态工程的理论。他们的工作为人们揭示生态学不仅能解释自然界而且能合理改造自然界,使经济和生态环境得到协调发展。生态学已从描述进入设计,从理论走向实践,表明了生态学的发展已进入了一个新阶段。

与此同时,生物技术研究所在培养和造就了一批中、青年骨干,形成了一个学科齐全、结构合理、组合优化的科研群体。研究所已由开创阶段的五、六个人,发展到目前近30人,平均年龄37岁,其中硕士研究生毕业的就有15人,包括理、工科10多个专业。全所设有生态工程、废水处理、光合细菌、固态发酵、理化分析等5个研究室,全由年富力强,具有相当学术水平和高级职称的中、青年教师担任室主任。

跨入90年代后,朱章玉教授提出了“巩固主战场,加速学科建设和发展”的战略思想。在“七·五”国家科技攻关的基础上积极争取“八·五”攻关项目和国家自然科学基金重大项目,在促进已有科技成果转化效益的同时,大力推进学科建设。最近,他们决定在闵行校区筹建“光合细菌研究开发基地”,并得到国家有关部门的资助。基地主要从事光合细菌的研究和开发工作,着重从光合细菌中提取天然色素和抗癌物质以及光合细菌饲料添加剂的生产、应用。这项工作也得到了日本小林正泰先生的资助。

在深入进行国内研究工作的同时,他们进一步加强和发展了国际合作、交流。除了进一步巩固和日本小林环境科学研究所的合作外,与澳大利亚Austgen Biojet国际开发公司、厦门丰盛贸易有限公司合营华澳生物技术与废水处理有限公司,采用澳大利亚先进技术承接了上海乳品一厂和上海中药三厂的废水处理工程,将为改善黄浦江上游水质作出贡献。根据学科发展的需要,生物技术研究所在按学科发展的新方向及时选派了数名骨干教师赴美国、澳大利亚、前苏联和日本等国进修深造,探索新课题。

目前,生物技术研究所在已制订出学科发展规划,争取在“八·五”期间建立国内第一个生态工程硕士点,“九·五”期间建立生态工程博士点。交大也把生态工程列入重点学科。

生态工程学是一门新兴的事业,虽然十分年轻,但它已展现了强大生命力和无限的创造力。可以预见,根据朱章玉教授提出的“科研、教学、开发”三个轮子一起转的办所原则,经过生物技术研究所以同志们长期不懈的努力将为我国在生态工程的理论和实践方面走在世界的前列作出重要贡献。

(本文摘自《上海交通大学通讯》1991年第2期)

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第62页)

在中试等关键环节上提供支持和合作。

三、利益分配与产学研联合的组织形式

会上谈论最多的是经济利益的分配。过去高校、科研院所成果转让后经常不能按合同和协议得到本来就偏低的技术转让收入。加之,有些企业知识产权观念淡漠,又缺乏严格的审计和法律监督,使转让一方无处投诉。武汉市经济技术协调小组指出:产学研合作中的纠纷、矛盾、冲突“集中反映在经济利益和知识产权上。知识产权是产学研联合中的生命线。经济利益是产学研联合中的粘接剂,一旦处理不当,联合会因此而产生误解、纠纷,严重的导致分裂”。有鉴于此,许多代表建议从销售额中,而不是利润和产值中提成是一种较为公平的方法。

利益分配的另一个难点是个人应拿报酬问题。珠海重奖科技人员轰动全国,不少地区效仿。令人深思的是,这件事首先出自特区,而不是一再号召重视知识,重视人才的其他地区,似乎是市场机制下一种自然合理的举措。成果转让中科技人员个人报酬问题处理不好,对产学研合作中个人的积极性会产生一定的影响。

从产学研合作的组织形式和项目内容上看,一是合作开发已超过成果转让,1992年产学研工程项目中,合作开发占72%,成果转让只占28%;二是从一次性、短期性向长期性的系列合作开发转变;三是区域性的合作愈来愈多。为了利益共享,风险共担,会上又提出诸如产学研三方组建股份有限公司,有限责任公司,企业集团等组织形式。

四、宏观环境:市场、法律、部门间的协调

产学研工程涉及三个层面的合作与协调。首先是经贸委、教委、中科院及其地方相应机构之间的合作与协调;其次是产学研三方彼此之间的合作,以及为了使合作完成各自内部的管理和技术协调;第三是除此之外的宏观环境,诸如市场发育、法律保证,以及其他政府部门的协调配合。破除地方、部门保护主义,健全法律与法规,争取社会各界的理解支持,同样是保证产学研工程顺利实施的重要条件。

(本刊记者 孙立明)