



Koninkrijk
der Nederlanden



Australian Government

AusAID

Supported by the Australian Government, AusAID



GEF

加速中国可再生能源商业化能力建设项目

系列图书

中国工业化规模 沼气开发战略

全球环境基金/联合国开发计划署

王仲颖 高虎 秦世平等编著



化学工业出版社

项目成果第四卷 (1)

**加速中国可再生能源商业化能力建设项目
系列图书**

中国工业化规模 沼气开发战略

全球环境基金/联合国开发计划署

王仲颖 高 虎 秦世平 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

声 明

该出版物表达的观点仅代表作者，不代表澳大利亚国际发展署。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国工业化规模沼气开发战略/王仲颖, 高虎, 秦世平等编著. —北京: 化学工业出版社, 2009.1
(加速中国可再生能源商业化能力建设项目系列图书)
ISBN 978-7-122-04054-1

I. 中… II. ①王…②高…③秦… III. ①甲烷-资源开发-研究-中国②甲烷-资源利用-研究-中国 IV. S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 168737 号

责任编辑: 王 斌 邹 宁
责任校对: 王素芹

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 286 千字 2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 120.00 元

版权所有 违者必究

项目国内实施机构：国家能源局（原国家发展和改革委员会能源局）
环境保护部

项目国际执行机构：联合国经济和社会事务部

全球环境基金/联合国开发计划署
加速中国可再生能源商业化能力建设项目
项目成果出版编委会

主 任：李俊峰 史立山 李少义
副主任：王仲颖 Kishan Khoday Dick Hosier 罗高来 William Wallace
编 委 （按姓氏拼音排序）：

蔡昌达	都志杰	樊京春	高 虎	顾树华	何 平	何 涛
何梓年	侯新岸	胡润青	李爱仙	李铁男	刘鸿鹏	刘世俊
刘 薇	刘文强	刘显法	吕 芳	罗振涛	孟 松	秦海岩
秦世平	任东明	沈一杨	沈振寰	施鹏飞	时璟丽	王革华
王霁雪	王斯成	王 艳	王 宗	吴海瓿	谢秉鑫	许宏华
易跃春	殷志强	翟 青	张晓黎	张正敏	赵勇强	郑瑞澄
周 篁	朱俊生					

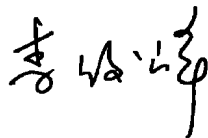
序

PREFACE

商业化发展是可再生能源行业几代人的梦想。1997年，一批可再生能源事业追梦者，发起了“促进中国可再生能源商业化发展能力建设项目”。它旨在通过全球环境基金的援助，引进国际上发展可再生能源的经验，加速中国的可再生能源商业化进程。项目的目标是以市场为导向，重点放在关键可再生能源技术的推广应用。项目包括能力建设、技术援助和技术转让等活动。在能力建设方面，通过资源评价、项目评估、商务开发、融资和建立标准等活动，推动中国可再生能源的大规模开发；通过成立中国可再生能源产业协会促进行业内部的信息交流，引进投资机会平台，帮助潜在的投资者开发投资机会。在技术应用方面，通过进行蔗渣热电联产、沼气和村级风光互补系统三个子项目的示范，克服在中国广泛采用可再生能源技术的障碍。根据这些示范项目的实施结果，编制了一套具有广泛适用性的项目设计和融资指南，供推广这些项目时参考、采纳。

经过长时间的精心准备，1999年3月，中国政府在联合国开发计划署和全球环境基金的支持下，正式开始实施该项目。经过近8年的努力，项目达到了预期的目标。本项目实施的过程见证了中国可再生能源商业化发展的历程，期间《中华人民共和国可再生能源法》颁布并开始实施，《可再生能源中长期发展规划》颁布，中国的可再生能源从一个弱小的产业成长为一个生机勃勃的新星，具有了初步的商业化发展能力。中国的太阳能热水器产业、光伏发电和沼气产业已经居世界第一位，风电也居世界前列。中国可再生能源行业几代人的梦想开始成为现实。

在回首往事和展望未来的时候，我们很难忘记“加速中国可再生能源商业化能力建设项目”的贡献。现在我们将项目成果汇集成册，以纪念该项目对中国可再生能源发展的历史贡献，同时也是对项目实施过程中做出各种贡献的国内外同仁的一种褒奖，激励他们继续为可再生能源的商业化发展进行持之以恒的努力。



李俊峰

国家发展和改革委员会能源所副所长、研究员

2008年11月

序

PREFACE

In front of us is a book that documents the achievement of a successful cooperation between China and the United Nations and fruits of ten-year hard working by a group of dedicated professionals, national and international, in support the commercialization of renewable energy in China.

Back to mid-1990s when the project was designed, China's renewable energy industry, although enjoyed a long history, was in its infancy. Few policy-makers viewed renewable energy as an effective mean to address challenges of energy shortage, environment deterioration and poverty. Renewable energy entrepreneurs and researchers were struggling to enter the energy market that was flooded with polluting fossil fuels. The industry and banking sector stayed away due to lack of awareness and interest in the economic viability and bankability of renewable energy projects.

The Project, that was financed by Global Environment Facility, Australia and the Netherlands and jointly implemented by the National Development and Reform Commission and the United Nations^①, addressed this situation from three aspects.

1. Policy advice. The Project always held policy study and recommendation high on its implementation agenda. As a result, hundreds of energy policy-makers, industry leaders and experts were brought to an extensive exposure to policy establishments and successful programmes and practices that had successfully promoted renewable energy applications in developed and developing countries. A number of in-depth policy studies were completed by national experts with help of international renowned consultants that covered the pricing policy and development plan for wind power, a national action plan for industrial-scale biogas development, the national biomass development roadmap, etc. The Project directly supported the promulgation of the Renewable Energy Law that came into effect at the beginning of 2006. These achievements have greatly contributed to the establishment of an effective and supportive policy framework for renewable energy advancement in China.

2. Capacity building. The project gave a birth to Chinese Renewable Energy Industry Association (CREIA) and nurtured it through the first miles of its long journey. CREIA has now become a full-fledged body instrumental for China's renewable energy industries to strengthen their own capacity and compete in the energy market in China and beyond. In addition, a series of training activities were implemented for four sectors of renewable energy

① It included United Nations Development Programme and United Nations Department of Economic and Social Affairs.

industry including wind farm development, solar thermal technology, industrial biogas utilization and village scale electric power systems.

3. Technology demonstration. The project constructed a dozen of pilot projects covering wind-diesel and wind-solar community power systems, large biogas generation and utilization, sugar cane bigasse co-generation and solar collector certification. Those demonstration activities not only directly helped participating institutions and communities but also showed the economic, environmental and social benefits of renewable energy technologies. The demonstration sites received numerous visitors, Chinese and foreign, and their story was widely covered by mass-media.

It is fair to say that the Project played a catalytic role to China's renewable energy booming. Today the country hosts a robust wind power industry and the largest solar energy (photovoltaic and thermal utilization) market of the world in addition to continuously taking the lead in biogas and hydropower development. What is happening in China is definitely a strong push to the world's renewable energy expansion and great contribution to combat against environmental pollution including climate change.

The Project would not possibly come to such fruition without the hard-working and team spirit of all participating institutions and individuals. At the risk of missing a lot, I wish to name the following whose dedication and professionalism were invaluable for the success of the Project and China-UN cooperation. They are: Mr. Wu Guihui, National Project Director and Mr. Shi Lishan, Director of Project Management Office, whose timely guidance and direction ensured the Project always aligned with and contributing to national priority; Dr. William Wallace, Senior Technical Advisor and Mr. Wang Zhongying, National Project Coordinator, two gentlemen who designed each and every project activity and ensured their execution to the perfection; Mr. Zhu Junsheng, Director, and Mr. Li Junfeng, Secretary-General of CREIA, who succeeded in letting the Chinese renewable industry better know about international best practices and the international renewable energy community know better about China's today and future. Also included are: Judy Siegel, Charlie Dou, Wang Sicheng, Cai Changda, Xu Honghua, Li Aixian and Qin Haiyan. To them I hold the highest respect.

李少义^①
2008 年 11 月

① 李少义, 1998~2007 年期间代表联合国经济和社会事务部 (UNDESA) 担任 “加速中国可再生能源商业化能力建设项目” 的项目经理和项目办副主任, 负责项目的设计和实施工作; 现任联合国亚洲及太平洋经济社会委员会 (ESCAP) 能源安全部主任。

目 录

CONTENTS

第一章 综述	1
一、背景	1
二、项目概述	1
三、项目影响	3
四、经验教训	3
第二章 沼气资源及利用现状	5
第一节 工业沼气资源及影响	5
一、工业有机废水资源	5
二、工业有机废水治理现状	6
三、工业有机废水排放的环境影响	7
第二节 工业沼气工程现状	17
一、已建大中型沼气工程概况	17
二、沼气工程的技术选择及其技术经济指标	18
三、工程设备和配套设备	19
第三节 农业沼气资源及环境影响	20
一、农业沼气资源	20
二、畜禽粪便的环境影响	31
第四节 农业沼气工程现状	35
一、沼气工程现状	35
二、沼气工程模式	36
第三章 国际经验	39
第一节 沼气技术	39
一、背景	39
二、厌氧消化技术的发展	39
三、沼气生产工艺	45
第二节 政策经验	48
一、可再生能源政策	48
二、污水处理	53
三、改善环境	53
四、政策驱动力和机制	54
第四章 投融资与政策环境	55
第一节 投融资	55

一、沼气工程投融资现状	55
二、沼气工程商业化融资的经济可行性	57
第二节 国内政策	61
一、环境政策	61
二、能源政策	62

第五章 问题与障碍 64

第一节 工业沼气	64
一、工业沼气商业化发展障碍	64
二、大中型沼气项目融资障碍	65
三、技术水平需要进一步提高	65
四、需要建立完善的产品市场	66
五、缺乏统一的管理体系	66
第二节 农业沼气商业化发展障碍	66

第六章 建议 68

第一节 政策建议	68
一、制定政策的目标和原则	68
二、制定相关政策的建议	68
第二节 保障措施	70
一、制定发展规划	70
二、加强技术保障体系的建设	71
三、组织实施示范工程	71
四、积极培育和规范市场	71
五、加强促进沼气工程商业化发展的能力建设	71
六、广泛开展国际交流合作	71

第七章 战略目标和国家行动计划 72

第一节 总体战略	72
一、总体目标	72
二、优先领域	72
三、具体目标	73
第二节 行动计划	73
一、政策法规建设	73
二、机构机制能力建设	74
三、投融资机制建设	76
四、市场培育和规范	77
五、技术自主创新	79
六、促进技术转让	80
七、商业化示范	80
八、沼气工程建设	81
九、公众意识提高	81

十、加强国际合作	82
第三节 计划实施的保障措施	83
一、加强协调机制建设	84
二、开展能力建设	84
三、建立问题的资金渠道	85
四、计划实施的监督检查	85

附表 86

附表一 计划行动一览表	86
附表二 沼气行动计划和行动安排及各阶段资金需求	92
附表三 轻工企业有机废水（渣）可转化为沼气资源汇总表	94
附表四 非轻工企业有机废水（渣）可转化为沼气资源汇总表	95
附表五 各地区工业废水排放及处理情况表	96

附录 97

附录一 杭州灯塔养殖总场沼气与废水处理试点工程	97
附录二 北京顺义猪场沼气试点工程	124
附录三 青岛酒厂木薯干酒精废液处理试点工程	138
附录四 德青源大型沼气发电技术推广示范工程	152
附录五 蒙牛澳亚牧场大型沼气发电技术推广示范工程	165
附录六 嘉兴市秀城区新丰养猪基地大型沼气发电项目可行性研究	168
附录七 四川剑南春污水处理、沼气工程项目可行性研究	171
附录八 四川绵竹酒精厂污水处理、沼气工程可行性研究	174

参考文献 177

第一章 综 述

一、背景

中国的农村沼气利用始于 20 世纪 70 年代，至今为止已有了长足的发展。目前小型户用沼气（池容 $8\sim 10\text{m}^3$ ）已在国内广泛应用，近 8000 万农村人口利用沼气进行炊事和照明。在中国政府较强的财政激励和投资补贴（包括以农户为主的补贴）的推动下，沼气技术得到了迅速的发展。至 2005 年，国内户用沼气池已达到 1700 万户，城市垃圾处理厂 14 万个，同时还建设了 3500 个工业沼气设施，每年可产生沼气 80 亿立方米。

2006 年，除去农村沼气利用，来自沼气发电的总装机量为 500MW。通过 2002 年对沼气资源的估算，约为 25 亿吨工业废弃物和 4900 万吨畜禽粪便可用于沼气生产，每年规模化生产 145 亿立方米沼气，其中工业沼气约为 106 亿立方米，大型养殖场产生的沼气为 27 亿立方米，其余 12 亿立方米沼气来自小型养殖场。沼气总装机容量可达 3.8GW，发电总量为 $23\text{TW}\cdot\text{h}$ 。预计到 2020 年沼气的产量还有可能大幅度上升，工业规模沼气产量可达到 415 亿立方米，其中包括 215 亿立方米工业沼气和 200 亿立方米畜禽养殖场产生的沼气。如通过发电方式加以有效利用，2020 年装机总量将达到 13.8GW。

基于以上估算，国家发改委对未来沼气发展制定了如下目标：至 2020 年包括工业沼气、畜禽养殖场沼气以及垃圾填埋气，沼气总产量将达到 800 亿立方米。2010 年，来自工业和畜禽养殖场的沼气发电将达到 800MW，到 2020 年达到 3000MW。目前工业规模的沼气产量约在 140 亿立方米，其中只有 12 亿立方米的沼气被作为能源加以利用，大部分沼气工程还是以处理废物为主，没有进行能源生产。因此，工业规模沼气行业的潜力是巨大的，目前开发量才占到总量的 10%。随着市场规模的增长，农村地区的生活水平也将不断提高。这些都将为沼气行业发展提供的空间。

二、项目概述

联合国开发计划署/世界环球基金/中国国家改革与发展委员会在中国的“加速中国可再生能源商业化能力建设项目（CPR/97/G31 Capacity Building for Rapid Commercialization of Renewable Energy in China.）（下简称“项目”）中涉及沼气的主要包括以下内容。

（一）沼气研讨会

在项目实施期间，组织召开了五次区域性工业规模沼气研讨会。沼气研讨会有效地推动了技术商业转化及新型行业的开发。项目所实施的示范工程在研讨会上得到了充分展示，并培育出了大量的终端用户和项目开发商。研讨会的目的主要在于为工业规模沼气的终端用户提供相关信息，以便于开发商进行投资决策。



项目组织的系列研讨会具有统一的形式和办会程序。各研讨会都邀请政府部门代表出席(如国家发改委),政府官员在会上提出沼气工程的排放标准并向终端用户详细说明如何满足这类标准。在研讨会上,政府官员对未来排放的限制措施进行了说明,明确在今后没有处理设施的企业将不予批复建设。这些都使养殖场及部分工业用户了解了今后建设沼气工程的必要性。同时,国内外专家在研讨会上介绍了当前各类主要沼气技术及投融资方法,为终端用户提供了建设沼气工程的可行性途径,并建立了一套在中国实施大中型沼气工程的示范模式。

在技术方面,专家介绍了如何建设集发电、供热和肥料生产为一体的沼气工程。随着技术和商业化发展研讨会的举行,大量的终端用户如养殖场经营者与沼气工程公司有了广泛的接触机会。由于目前大部分沼气工程都是由企业用户个人投资,因此这类企业也成为项目研讨会参与的主体。研讨会为这类终端用户提供了投资和实施的平台。而且,项目的成果也通过研讨会的方式成功地进行了展示和宣传。

(二) 政策支持

在政策方面,项目支持完成国家沼气行动方案的编写,这也是沼气部分的主要成果之一。项目聘请了国内外专家为行动方案的编写提供大量的基础信息。这些基础材料包括:案例研究和区域发展方式,国际最佳案例综述,国家行动方案目标和区域发展目标,养殖场和工业废水厌氧发酵技术应用等。作为国家沼气行动方案的支撑材料,项目编辑出版了一系列沼气工业发展的背景报告。

国家行动方案一方面注重沼气的商业化发展,另一方面方案编写与可再生能源紧密相连,更加关注政府对这一行业的战略规划和政府支持。方案确定了我国沼气行业的发展目标、优先发展领域及重点发展地区。方案内容还包括:资源评价、政策机制发展、环境保护法规的实施力度、投融资机制的发展、科技研究及技术创新等。方案也对一些重点地区进行了分析研究,研究内容包括:①地区生态环境的敏感性,沼气工程商业化发展的环境可行性;②沼气工程潜在的经济区域。国家沼气行动方案的发展目标是以充足的有机废弃物资源为依据的(包括现在及未来发展)。

(三) 示范项目

本项目建设了三个沼气示范工程,其中包括建于浙江省杭州市和北京顺义的两个养殖场沼气工程和山东省青岛酒厂沼气工程。工程建设于不同的气候区域并采用了不同技术,具有较强的示范性和可复制性。工程采用的沼气技术是经项目办认可的国家先进技术及欧洲地区的一些沼气技术。项目的开发是基于中国环保部门的要求而进行,满足各类环保标准。

以下是对三个示范工程的简要介绍。

1. 杭州灯塔养猪场沼气工程

在本项目最初运行时,灯塔养殖场是全国最大的养猪场,存栏总数达20万头。该养殖场的沼气工程建成后部分沼气用于发电(500kW沼气发电机),其余用于供应员工食堂的炊事供热。工程废水排放满足国家环保标准。示范工程建成后运行良好,并多次接待了国内外的组团参观。但由于杭州市区规模的扩大,养殖场被迫于2005年拆迁。虽然目前此沼气工程已不再继续运行,但其起到的示范作用是极为显著的,负责该项目的沼气工程单位在此类地区相继建设了其他类似的沼气工程,利用同样技术使工程建设期缩短至六个月,充分体现

了该项目的可复制性。

2. 北京顺义猪场沼气示范工程

北京顺义养殖场隶属于北京坤鹏食品加工集团。该厂年存栏量为 3 万头猪，年产量为 6 万头。沼气工程由杭州能源环境工程公司承担。顺义沼气工程设计日产量为 2200m³，沼气主要用于供热和发电。两台可移动式柴油发电机装机容量为 100kW，用于提供厂区用电。工程每天可向周边农户提供 8t 有机肥料。处理后的废水可用于厂区周边农户的夏季灌溉用水。工程采用了 UASB 厌氧发酵和 SBR 好氧发酵相结合的方式，最大限度的减少了排水 BOD，排放水质达到了北京执行的 GB 8978—96 标准。

3. 青岛酒厂沼气示范工程

青岛酒厂建于 1958 年。示范工程利用酒厂食用酒精生产线余留的酒糟进行沼气发酵，采用的技术为二阶段厌氧发酵技术。发酵后产生的沼渣和沼液作为有机肥料供应当地农户。产生的沼气用于锅炉燃料，与煤混燃，供应酒精生产中所需的热量及区域供暖。在项目办的协调下，该厂已购买了发电机，但发电设备还处于调试阶段。预计沼气工程产生的沼液和沼渣如作为肥料出售价值可达 100 万元，但由于目前当地农户还没有普遍接受这类肥料，因此目前的肥料供应还处于半免费状态，这也将是今后沼气工程收入的一项重要来源。

(四) 项目支持的其他沼气商业化发展活动

项目支持的其他沼气商业化发展活动还包括国际工业规模沼气发展最佳案例报告、畜禽养殖场沼气工程开发指南、轻工业沼气工程开发指南、嘉兴南湖沼气工程可行性研究以及剑南春酒厂和绵竹酒厂的沼气工程可行性研究。其中嘉兴南湖的沼气工程位于浙江省，设计装机容量为 2MW，为热电联供工程。

嘉兴沼气工程是基于区域性分散养殖的地区特点提出的，为此，项目专门在太湖召开了区域性研讨会。项目设计从该区域的数十户养猪大户收集粪便用于进行沼气上网发电。在研讨会后，原国家环保局也开始关注利用区域规划来管理太湖流域众多分散养殖大户。单一沼气工程服务多个养殖户的方法也成为这一区域规划管理的重要部分。

三、项目影响

项目所涉及的大中型沼气工程部分的活动取得了很大的成功。项目直接促进了国内沼气应用技术的提高，特别是沼气发电技术的应用，加速了沼气产业的能力建设以及由示范工程产生的直接影响和带动其他工程的示范效应，更重要的是通过政策建设和完善为沼气产业发展扫清了发展障碍。另外，区域沼气研讨会的成功召开使其成为一种市场开发的服务模式，在前三次研讨会中共有 45 个沼气工程开发合同在研讨会期间签订。这些项目带动了相关第二产业、第三产业的发展，具有重大的影响作用。

总体来说，项目取得的主要影响可归结为以下三个方面。一是项目在国内沼气行业发展中起到了成功的示范作用。二是项目获得了巨大的规模化影响。本项目对所要达到的目标进行了具体量化，包括利用研讨会推动项目发展，以及通过促进发电技术应用增强行业发展。三是国家沼气行动方案已全部完成，项目在可再生能源起草和实施过程中起到了重要作用，推动了生物质固定电价和小型独立沼气发电的上网许可等政策的出台。

四、经验教训

项目致力于发展零排放的欧洲沼气工程模式。这类模式在沼气工程设计过程初期很难为



国内接受，但由于无排放限制，该模式具有较好的经济效益。欧洲模式的推广效益已在近期开发项目中有所体现，杭州能源环境工程公司作为这类技术的代表，已在其建设的多个沼气工程项目中成功应用了这类技术。

在欧洲发展这类项目的主要障碍是以能源为主的沼气工程向电网出售电力是较为困难的。在可再生能源法颁布以前，国内的沼气开发也存在同样的问题。但现在，一些 MW 级的沼气项目已拿到了电网公司的入网许可，这说明中国已开始推动联网沼气发电的发展。

项目经验表明示范项目的推广效益不是单一和完全直接的。沼气发展的目标将随着中国沼气行业技术的发展而改变。一些典型的沼气工程公司的建设将改变现有的行业模式，这些推动作用在项目结后仍会持续影响整体沼气行业的发展。

最后，项目在执行过程中也面临过许多技术挑战。在青岛酒厂沼气工程的建设过程中，沼气工程的二次处理即好氧处理部分就曾存在重大的技术问题。在处理过程中，废液浓度过高，使好氧曝气很难进行，处理后的废水很难达到国家标准。厂方最后省去了二次处理部分，将所得废液作为肥料出售。虽然这部分设备的投资没有产生结果，但作为示范项目，酒厂采用的一级处理模式为今后此类工厂建设沼气工程提供了很好的借鉴模式。在零排放的理念下，沼气工程的厌氧处理更趋向于 CSTR 技术（可产生更多的沼气）而不是 USB 技术（可使废液得到更完善的处理）。这也是示范工程所产生的很有价值的经验教训。

第二章 沼气资源及利用现状

第一节 工业沼气资源及影响

一、工业有机废水资源

(一) 主要轻工行业有机废水排放量

经对国家统计年鉴和各个行业公开发表数据的调查统计得知，我国酒精、制糖、啤酒、黄酒、白酒、淀粉、味精、饮料和造纸等 10 多个轻工业主要行业每年排放有机废水 8.46 亿吨，废渣 2444.05 万吨（数据截止到 2001 年底，部分为 2002 年数据）。

根据上述废水、废渣在沼气工程实际运行中的沼气产生量，上述轻工企业排放的废水（废渣）可转化为沼气的资源量为 63.49 亿立方米/年（含甲烷 56%）。

(二) 非轻工业企业有机废水排放量

排放有机废水、废渣的主要非轻工行业有：制药、屠宰、石化、天然橡胶和糠醛等 10 多个行业。经统计，每年排放有机废水 16.74 亿吨、废渣 4934.02 万吨。

根据沼气工程实际运行的数据，上述非轻工企业排放的废水、废渣可转化为沼气的资源量为 44.01 亿立方米/年（含甲烷 56%）。

(三) 工业废水、废渣的沼气资源量

全国工业企业排放的（可转化为沼气）有机废水为 25.2 亿立方米/年，废渣为 7378.07 万立方米/年。可转化为沼气的资源量为 107.49 亿立方米（含甲烷 56%）。

(四) 工业有机废水、废渣沼气资源量预测

我国国民经济长远规划预期 2020 年经济总量将比 2000 年翻两番。据此预测，我国工业总体新增产值也将比 2000 年翻两番，而排放的工业有机废水、废渣量总体预计增加一倍。这样，可转化为沼气的资源量将比 2000 年增加一倍，达到 215 亿立方米左右（含甲烷 56%）。

必须指出，上述计算出的沼气资源量是各行业废水、废渣在已建沼气工程的处理中实际可获得的，即该计算值是完全可以实现的沼气产生量。

由于不同行业的废水排放浓度不同，因此单位立方米废液的沼气产量不同。这样，获得等量沼气的投资和收益差异就很大。此外，不同浓度废液采用的厌氧处理技术也不同。

依据单位立方米废液沼气产量的大小，沼气工程可分为三类。

第一类：单位立方米废液产沼气 10m³ 以上（最高达 40m³ 沼气）。

主要行业：酒精、白酒、淀粉、味精、柠檬酸、酵母、造纸半化学浆、机械浆。

第二类：单位立方米废液产沼气 5~10m³。

主要行业：酶制剂、制药、纤维板、植物油。

第三类：单位立方米废液产沼气<5m³。

主要行业：制糖、啤酒、黄酒、果汁饮料、屠宰、面粉、肉罐头、精对苯二甲酸、糠醛。

各类沼气工程所需投资见表 2-1。

表 2-1 各类沼气工程所需投资

类 别	每立方米废液 产沼气量	废水量 /亿立方米	沼气资源量 /亿立方米	年产百万立方米沼气工程 所需投资/万元人民币
一类	>10m ³	2.84	57.60	150~300
二类	5~10m ³	3.50	28.70	500~700
三类	<5m ³	13.80	11.79	800~1000

二、工业有机废水治理现状

（一）工业有机废水治理数量

2002 年全国工业废水排放量为 202.63 亿吨，已达标排放量为 172.72 亿吨（其中工业有机废水约占工业废水总量的 70%）。

（二）未治理工业有机废水数量及地区分布

2002 年全国工业废水未治理（达标）数量约为 30 亿立方米，其中工业有机废水约占近 20 亿立方米。2002 年全国未达标工业废水量按省市分布见表 2-2。

表 2-2 未达标工业废水各省分布情况

排序	地区	工业废水排放量/万吨	未达标工业废水 排放量/万吨	未达标工业废水占工业 废水排放量比/%
	全国	2026282	299097	14.76
1	四川	114920	31739	27.62
2	湖南	107175	27305	25.48
3	湖北	97714	18978	19.42
4	广东	112812	17934	15.9
5	江苏	271092	16465	6.07
6	河南	110152	15625	14.18
7	辽宁	99505	15144	15.22
8	河北	103041	14095	13.68
9	山东	115233	6960	6.04
10	浙江	158113	5586	3.53
11	安徽	63229	3009	4.76

三、工业有机废水排放的环境影响

根据国家环境保护总局发布的《2001 年中国环境状况公报》，2002 年全国工业废水排放量 207.2 亿吨，其中有机污染物 COD 的排放量 584 万吨，以有机污染为主，因此我国的水环境污染问题仍然十分严重。

我国江河湖库及近海海域普遍受到不同程度的污染。虽然“九五”以来环境保护工作取得较大进展，但环境形势依然严峻，与经济社会发展和人民群众的要求、与全国建设小康社会的要求差距还相当大。环境问题仍是制约经济发展、影响人民健康和一些地方社会稳定的重要因素。主要污染物排放总量虽然得到基本控制，但绝对量仍然很大，远远超过环境承载能力。全国七大江河水系 741 个监测断面中仅有 29% 的监测断面水质达到或优于Ⅲ类水质标准（基本满足饮用水源地水质用水），41% 的监测断面水质劣于Ⅴ类水质标准，污染十分严重；各大淡水湖泊和城市湖泊均受到不同程度的污染，沿海河口地区和城市附近海域污染严重。

工业有机废水污染严重的地区，不但饮用水受到威胁，还由于长期使用工业有机废水灌溉，造成地表水、地下水、土壤、农牧业渔业产品的污染及农业生态环境的破坏，对人体健康又构成了威胁。例如淮河流域污染严重地区居民的肠道疾病率、癌症发病率（主要肝癌）及婴儿先天性畸变、畸胎的发生率比对照区有明显的增高。

（一）工业有机废水污染的特点及成因

1. 工业有机废水污染特点

① 我国水污染具有流域特点。水污染主要是对我国七大水系（包括工业发达城镇河段及城市河段）造成影响，其次是湖泊，再其次是城市的地下水源。

七大水系流域污染的共性是：主要污染参数是高锰酸钾指数、生化需氧量、氨氮、溶解氧，主要污染物为耗氧有机物、主要特点是水体发黑发臭。但个别流域的污染还根据各流域接纳废水的不同有各自的特点。

② 结构性污染严重。其原因是中国经济增长的粗放型方式尚未改变，工农业结构不合理，工艺技术落后，能源资源利用效率低，物耗能耗居高不下，规模效益差等。

以淮河流域为例，淮河流域占工业污染负荷的 50% 以上的企业是造纸企业，规模小、设备落后、治理难度大。近十几年来，淮河流域造纸、酿造、化工、制革、电镀等耗水量大、污染严重、经济效益差的行业和乡镇企业发展迅速。

③ 上下游及跨行政区域的水污染纠纷日趋尖锐，直接影响当地社会稳定。

2. 工业有机废水污染的成因

① 人口增加、经济增长的压力。流域人口、经济增长使流域的水污染现象日益严重。发达国家的经验表明，社会总产值每增加 1%，废水排放量则增加 0.26%，；工业总产值每增加 10%，工业废水排放量则增加 0.17%。由此可以看出经济增长对水污染的压力，更何况我国粗放型经济增长更增加了工业有机废水污染严重性。

② 面源污染严重。长江、太湖等丰水期水质较差，反映出面源污染的严重性。农田化肥的大量无节制使用和大面积流失，对流域水质影响较大，而且是难以控制的薄弱环节。另外大量乡镇企业就地无序排放是中国面源污染的特点。鉴于乡镇企业 COD 排放量占全国总量的一半左右，必须对包括乡镇企业在内的面源污染加以有效控制才能切实改