

UN LIBRARY

1980

(A/CONF.100)

EP/1/2

19 December 1979

CHINESE

ORIGINAL: ENGLISH

联合国新能和可再生能源会议

生物质能技术小组

第一届会议

一九八〇年二月四日至八日，纽约

UN/SA COLLECTION

生物质能技术小组的议题文件

目 录

	页 次
一. 利用生物质的潜在可能性	4
二. 生物质资源基础	5 - 8
A. 农产和林产残余物	5
B. 残留林木	6
C. 能源作物	6 - 7
D. 原料的制备	7
E. 城市固体废物	8
F. 污水淤泥和人粪	8
三. 转化技术和生产途径	9 - 15
A. 转化技术的定义	9
B. 生物化学转化	9
1. 厌氧菌致分解	11 - 12
2. 发酵	12 - 15
C. 热化学转化	16 - 20
1. 直接燃烧	16 - 17
2. 热解	18
3. 气化和间接液化	18 - 20
4. 液化	20
四. 经济考虑和能源成本	21 - 24

	<u>页 次</u>
五. 其他长期办法	25 - 26
A. 水生生物物质	25
B. 奇异植物	25 - 26
C. 生物光解	26
六. 发展中国家的特殊问题	27
A. 直接燃烧	27
B. 厌氧菌致分解 (沼气)	27
七. 总结和结论	28
附录一 (参考书目)	29 - 31

一. 利用生物质的潜在可能性

生物质残余物、植物和废物，对于减少任何国家对矿物燃料的依赖，都具有重大的潜力。生物质和废物经过处理，可以转化成电力、蒸气、液体运输用燃料（醇、合成汽油和油类）、低热值和中热值气体、合成天然气，以及其他集聚了大量能沅的物质，例如石油化学代用品和肥料。生物质残余物包括农业用粪便、农作物残余物（麦秆、稻草、玉米茎、蔗渣、修剪下来的枝茎等等）和林产残余物（枝杆废材、树皮、锯屑等等）。一切残余物都要花费一定的成本才能送达能沅转化设施或消费者。例如，即使被许多人视作废物的牲畜粪便，送到消费者手头上的成本每吨也要 2 美元至 40 美元。根据在美国进行的调查的结果，利用残余物最高可以满足目前能沅需求量的百分之十五。

植物可以分成陆生和水生两类。陆生的能沅作物有木本生物质（造林）作物、典型的短轮伐期林木作物、草本作物，包括一些用传统方法种植的传统作物，以及残留的林木生物质（例如要剥出淘汰的树和不能作为商品销售的木材）。水生的能沅作物包括淡水、微碱水、和海水藻类及水生植物。

废物的定义是指必须由使用者花钱才能处理掉的那些东西。因此，垃圾、污物和制造业的一些产物，都是可加以利用的废物。废物和残余物的性质相差很大，往往需要采用完全不同的转化系统。

废物通常是许多种东西参杂在一起的混合物。例如城市的固体废物，就有食物、玻璃、塑料、金属、布、灰、草屑、树叶和不同份量的水分等等。大多数能沅转化程序都要先除掉不含有可回收能沅的无机物质。经过这样处理的废物，作为转化程序的原料，仍然不是一种均匀纯净的东西。大多数分离法都不会分辨植物和塑料。如果把塑料投入热化学转化系统，就会被分解，放出能够破坏催化剂和腐蚀设备的物质。

残余物则比较均匀，有的需要裁成小块，有的则不需要。残余物不必经过太多的预先处理就可以使用；如果用的是热化学转化系统，还可以使用催化剂来加快反应速率。

二. 生物质资源基础

生物质资源基础包括：农产和林产残余物，残留林木，能源作物，城市和工业固体废物，及污水淤泥。 本节将讨论这几种生物质，以及如何决定它们的供应情况。

A. 农产和林产残余物

大多数国家都有关于农作物产量和农产品输出量的历史数据和预测数据基础。可惜，这些数据只包括农作物的可以销售的部分，而不包括残余物的部分。 SRI International 公司在一九七八年(1、2、25)搞出了一套办法，用来估计美国所产出的残余物的数量，它所根据的是各种作物的可销售部分的数量。

至于各类牲畜，也有人以关在栏内的牲口为基础算出了类似的数字，这些牲畜的粪便可以收集起来加以转化处理。

在伐木工业和初级木材产品工业方面，MITRE和 Georgia Pacific公司(9)算出了各种残余物推算因数，并预测了从现在到二〇二〇年美国的残余物产量。应该指出，随着锯木厂采用能够更完全地利用整棵树的技术，可以预期每个单位木材产品的残余物产量将会减少。

议题

1. 现有的报告中提供的残余物推算因数，是否足以用来估计将来可以获得的残余物供应量？

B. 残留林木

残留林木的定义，是现在所积存的死树、患病害的树以及由于非商业原因砍伐或稀疏的林木。其供应情况按地区而有很大的差异。由于残留林木通常分布得很散，密度比不上其他的木本生物质残余物，所以采集成本往往比较高。

C. 能沅作物

许多国家还有尚未利用或者利用不足的土地，可以用来种植能沅作物。这种土地从尚未种上东西的庄稼地到沙漠都有。人们曾经提议种植的能沅作物有甘蔗、高粱、玉米青贮饲料、木本植物和水生作物等。在美国曾经进行了几项系统研究，它们提供了一条途径，用来决定在若干地区种植能沅作物作为生物质的供应情况和成本（4、6、7、9、18）。

搞能沅林场的一个构想，是搞短轮伐期的林场，其生产目标是以最少的成本获得最大量的能沅。林场里的树种得比较密，轮伐期比较短，因此称为“短轮伐期”林场。种植能沅林场作物类似的产量所需要投入的资沅和能沅，要比种植传统的农作物为少。采伐下来的木本生物质就是用来转化成干净燃料的原料。

草本能沅作物农场可以种植的作物种类很多。木本和草本作物的基本差别是，草本作物的茎是软的，不会一年一年地活下去，同时它们不会形成木质纤维。有些草本作物在种植和转化两方面都比木本作物为优，例如糖类作物经过发酵便变成乙醇。

议题

1. 现在能不能对全球的生物质潜在供应情况作出估计？

2. 如果能的话, 应该怎样进行? 花费多少?
3. 可以取用多少生物质而不致于对环境造成不良影响?
4. 有多少土地可以用来种植生物质能沉作物?
5. 如果想在勉强可利用的土地上也种植生物质, 有没有足够的水可用?
6. 有什么办法减少生物质供应的持续性不稳定情况?
7. 生物质的种植、采集和运到转化设施或使用点, 是否发生规模经济问题?
8. 如果在生物质的生产过程中施用肥料, 要怎样生产这些肥料? 能沉和经济成本多少?
9. 生物质运送到转化点的成本多少? 与别的来沉比较是否具有竞争能力?
10. 能不能搞出新的改良树种, 以较低的单位成本生产较多的生物质?

D. 原料的制备

农产残余物的松密度很低, 水分含量相当高。有人提议用压丸法, 以提高松密度, 减少水分, 并且方便运输和储藏。压成丸的原料搬运比较容易, 也比较好烧。不过, 在压丸的过程中, 生物质的干燥和压缩都需要能源, 还要加一些粘合剂。压丸往往会吸入水分而发生裂变, 必须储存在干燥的地方, 因此增加了搬运的成本。压丸的成本, 以用炉烘干的重量计算, 有人估计每吨(烘干吨)最高可达18美元。

就非商业性用途来说, 林产残余物和残留林木可以大块地使用, 不过商业性设施往往比较喜欢用木片, 因为木片的大小比较划一, 搬运也比较容易。

议题:

1. 能不能设计简易的压丸设备以便在农村地区使用?
2. 压丸的能量结算如何?
3. 压丸的成本多少?
4. 压丸的好处是否抵得上所花的成本?

E. 城市固体废物

大多数城市都有关于它们所收集和处理掉的城市固体废物的数量资料。不过，对大多数转化系统来说，这样的资料可能还是不够的。只能从那些有机部分取得能源和能源产品，许多转化程序还要求先把这些有机部分体积缩小才能使用。城市固体废物的组成和数量并不是常年不变的，所以在设计转化设施时，不是按最少的数量来设计，就是使用辅助燃料以保证转化设施的能力得到充分利用。如果转化设施的设计能力太大而又不使用辅助燃料，生产效率就会下降，能源产品的成本就会增加。

议题：

1. 城市固体废物的有机部分是否足够作为一种有用的资源基础？
2. 有无成本不大的其他办法可以取用城市固体废物中的有机部分，以供生物质转化设施使用？
3. 何种辅助燃料可以用于城市固体废物，以求供应稳定？

F. 污水淤泥和人粪

人所排出的少量粪便（每天0.17磅），需要加以处理，以免传染疾病，也可以用来产生另外的能量。在农村地区，是用粪坑或化粪池处理粪便，而在城市里面，粪便通过排水系统流到处理设施，把固体粪便从水中分离出来。这样得出来的泥状沉积物，传统上是用厌氧菌分解器加以处理，产生甲烷，并剩下一一种比较稳定的淤渣。甲烷气可以用来使分解器加热，或用来发电。剩下的比较稳定的淤渣去水之后，可以用作土壤结构改良剂，或加以燃烧发出更多的能量。

议题：

1. 能不能收集到足够的人粪，以影响农村人口的能源需要？
2. 城市能不能更好地利用污水淤泥和人粪以产生能源？

三、转化技术和生产途径

A. 转化技术的定义

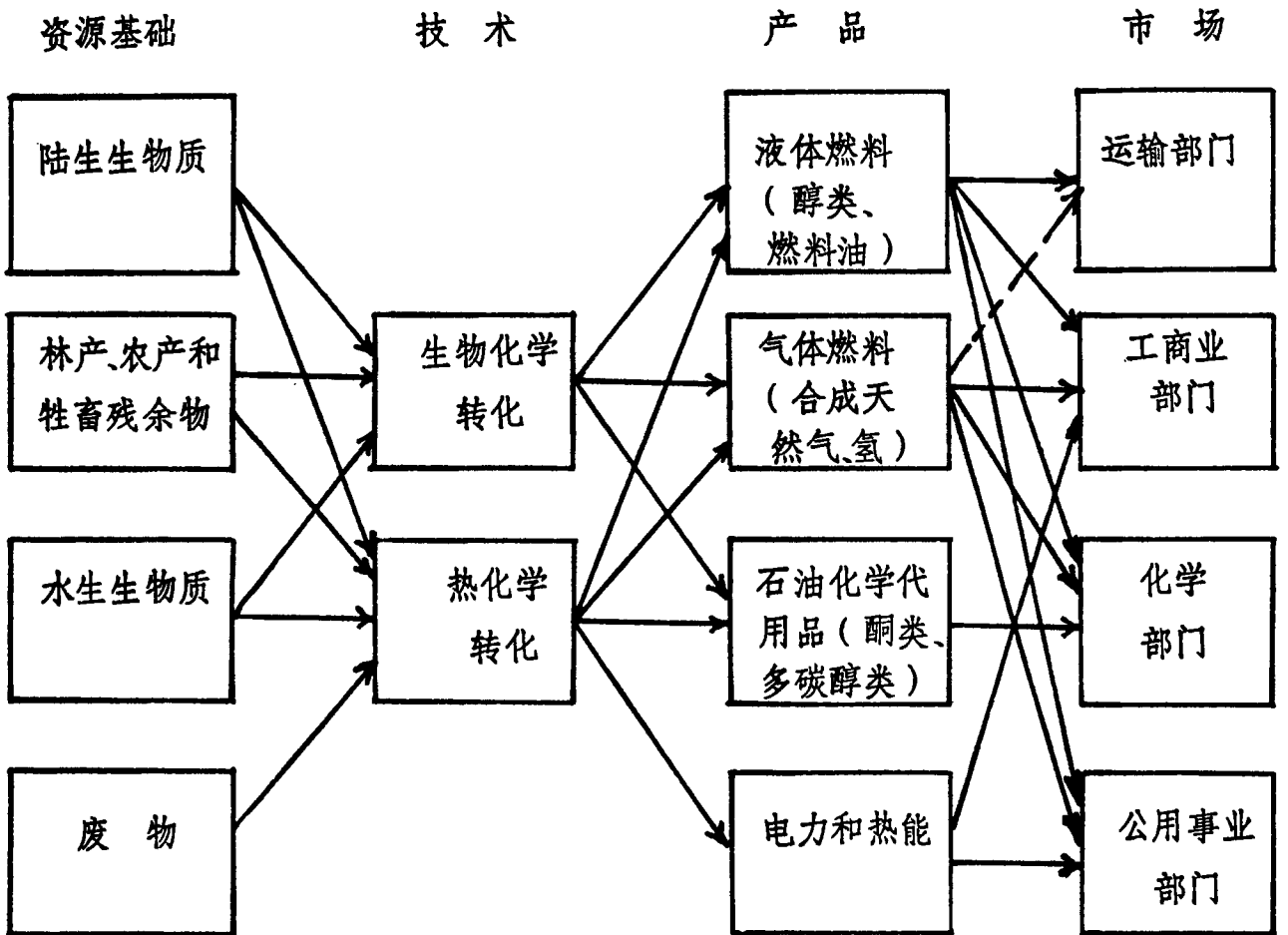
转化技术分为两大类，即：生物化学转化和热化学转化。图1是生物质和废物转化成能源的可能途径和各种产品。

B. 生物化学转化

生物化学转化，是用微生物在无氧条件下对生物质进行酶催分解而放出能源。生物化学转化有两条途径：(1) 厌氧菌致分解，放出一种燃料气体，称为甲烷；(2) 发酵，产品是一些液体燃料，主要为乙醇。

图 1.

生物质能源系统



1. 厌氧菌致分解

厌氧菌致分解是人们熟悉的一种方法，因为污水处理厂广泛采用这种方法来稳定污水中可以沉淀的固体物质。最好是用水分含量较高的有机物质，它们在无氧情况下被转化成甲烷和二氧化碳。所放出的甲烷稍多于二氧化碳。化粪池里和掺合土的分解过程在环境温度下是极为缓慢的，不过在60℃以下，每提高10℃，反应速率就增加一倍。最近的研究工作和正规设施，都是采用55℃至65℃作为适当温度，从而加快了分解过程，减少了投资和操作成本。所放出的气体可以直接燃烧取热，也可以除去二氧化碳，加浓成为合成天然气。

最近的研究努力都是集中在如何把其他生物质原料，例如玉米、禾茎、麦秆、特别种植的新作物等转化成中热值气体和合成天然气。研究的结果显示，还要尽量提高能源产品的产量，并且要加快反应速率以缩短稽延的时间。

Dynatech 公司的研究(3)和SRI的专题分析(12)都论述了用厌氧菌致分解法处理粪便的经济问题。SRI还推算出用农产残余物和水生生物质生产甲烷的成本。根据对市场渗透情况的估计，SRI得出的结论认为，用厌氧菌致分解法处理粪便和水分含量较高的陆生生物质，看来有在短期内实现商业化的潜力。

SRI表示，用麦秆生产的甲烷气，价格为每百万焦耳9.00美元至27.71美元(12)。最近，McCarty(19)和Pfeffer(22)的研究显示，还可以大大提高麦秆的降解程度，所需的化学条件也大为降低。这两个因素应该可以减少从残余物生产甲烷的成本。

至于水生生物质，以海草为例，更是只处在推测阶段。以每天处理一千无灰干吨的设施计算，基本的情况是每百万焦耳37美元，最乐观的情况则是每百万焦耳12美元。主要成本在于原料。

议题：

1. 能不能研究出成本比较低而又经济可行的厌氧菌致分解系统？
2. 农产残余物需要作怎样的预先处理，使它们更易于分解？
3. 能不能改进分解法，使农产残余物和新植物更适宜于用作分解器系统的原料？
4. 有没有必要先把气体进行净化处理（除去二氧化碳和其他痕量气体），然后才把气体从转化设施输送到使用点？

2. 发酵

从糖、糖蜜或谷物得到的酒精（乙醇），可以用来补充烃类燃料。巴西搞了一项国家计划，要建立酒精生产设施，和制造只烧酒精的汽车。另外有些国家曾经使用不同混合比例的汽油和乙醇（最高达百分之二十），但遇到一些困难。从谷物和糖类作物得到的酒精，对于大多数国家的燃料需要来说，有显著的但却是有限度的潜在影响。原料的成本是一个重要的因素。过去一年来，用来生产酒精的原料之一的糖，价格是每公斤 0.13 美元到 0.34 美元不等。糖蜜现在售价是每吨 110 美元，几乎是最高纪录。玉米是每蒲式耳 2.25 美元到 3.40 美元。当玉米是每蒲式耳 3.00 美元的时候，无水酒精的售价每升最高达 0.50 美元。在此同时，炼油厂卖出汽油的价格（不算税）是每升 0.15 美元。

近期内，在发酵方面的努力是集中于使用糖类作物即甘蔗、甜菜、高粱等，而不用谷物。高粱看来是最可行的一种作物，因为世界上有许多地方可以种植，而且无论人还是牲畜都没有广泛地用它作为食粮。每公顷高粱的糖产量和酒精总产量，都比玉米多出大约一倍。

投入转化系统的能量一定要仔细地加以审查，以确保能量结算是有利的。过去曾经用过许多不同的办法，使人们相信生产和使用酒精是有好处的。

投入转化系统的能量包括：

1. 玉米、甘蔗、高粱或其他糖类作物的生产过程中所用的石油和石油产品。每生产一升乙醇，约需要 0.2 至 0.3 升的石油（17, 18）。
2. 生产乙醇的发酵和蒸馏过程中所用的能量。如果用的是矿物能源或不可再生能源，每生产一升乙醇需用 0.2 至 0.64 升石油（17）。
3. 用来生产乙醇的谷物需要烘干，蒸馏物要作蒸发脱水处理，每生产一升乙醇要用 0.34 升石油（17）。

如果使用一份酒精对九份汽油的混合燃料，所节省或用掉的能量如下：

1. 加入混合燃料中的一升乙醇。
2. 由于乙醇能够改善汽油的抗爆性，所以可以改装炼油厂，炼制辛烷值比较低的汽油，从而节省原油。混合燃料中每用一升乙醇，可以节省 0.0 至 0.54 升石油。
3. 用乙醇——汽油混合燃料所能行走的平均里程，同纯汽油比较，有人说没有变化，有人说减少百分之四，还有人假设行车里程可以有最高达百分之四的提高，但是这个假设还没有得到充分的事实证明。

根据上面的数据，可以估计一种“最佳情况”和一种“最坏情况”。

最佳情况

假设：1升乙醇加9升汽油，这家炼油厂所炼出的汽油的辛烷值比普通汽油低3至4：

	<u>所节省或使用的</u> <u>汽油（升）</u>
所用的乙醇	1.0
炼油厂省下的石油	0.54
增加行车里程省下的汽油	0.4
农业方面所用的能量	(- 0.2)
酒精制造厂没有使用石油或石油产品来生产 酒精，或者把谷物烘干	0.0
<u>净计节省</u>	<u>1.74升</u>

最坏情况

假设：1升乙醇加9升汽油，所用的汽油是在一家现有的炼油厂炼制的：

所用的乙醇	1.0
炼油厂没有省下石油	0.0
混合燃料所含的能量较低，因而减少行车里程	(- 0.4)
生物质生产过程中所用的矿物能源	(- 0.29)
酒精制造厂使用的矿物能源	(- 0.64)
烘干谷物或蒸发釜馏物水分所用的矿物能源	(- 0.34)
<u>制造和使用乙醇 - 汽油混合燃料使用的石油净计</u>	<u>(- 0.67)升</u>

还有另一个因素，就是乙醇和汽油成本的比较。在一九七九年年中，炼油厂卖出汽油的价格是每升0.15美元（未计税和分销费用），而酒精制造厂卖出乙醇的价格则是每升0.50美元。因此，1升乙醇加9升汽油的混合燃料的价格是：

$$\begin{array}{rcl} \text{汽油} & 9 \times 0.15 & = 1.35 \text{ 美元} \\ \text{乙醇} & & = \underline{0.50 \text{ 美元}} \\ & & 1.85 \text{ 美元, 即每升 } 0.185 \text{ 美元} \end{array}$$

就是说，消费者每升所付的钱比纯汽油要多0.035美元。

中期和长期研究与发展努力的方向，是用水解法处理农产残余物、林产残余物和专门种植供转化成燃料的新作物。这些生物质原料可以转化成六碳糖，然后再发酵成为乙醇。木质纤维素物质可以用加酸水解和酶催水解两种方法分解成糖。

所有发酵程序都是把木质纤维素物质分解成六碳糖。目前的研究与发展方向，是以低成本生产六碳糖并加以分离，留下五碳糖和木质素作为副产品。剩下的木质素和五碳糖大约为进料的三分之二，可以用作生产过程中的燃料，或者转化为目前尚未确定的其他东西（10、11、12、13、14、21）。

议题：

1. 粮食（即谷物、糖和糖蜜）应否用来转化成酒精？
2. 生产酒精的过程从能源方面来说是否更有效率？还是消耗的矿物能源比生产出来的酒精更多？
3. 可以研制何种新的分离装置，以减少酒精生产过程所需的能源？
4. 可以研制何种新的分离装置，以减少把谷物烘干或处理釜馏物所需的能源？
5. 酒精的生产成本能不能减少到可以与其他燃料竞争？
6. 能不能用木质纤维素的半纤维素部分制出燃料产品？
7. 把木质素用作燃料是最适当的用途吗？

C. 热化学转化

热化学转化，是用高温把生物质原料的固定碳加以转化，方法有：(1)直接燃烧，产生热；(2)热解，产生气体、热解液体、化学药品和炭；(3)气化，产生低热值或中热值气体，所产生的气体可以通过间接液化变成氨、甲醇和费——托法合成液体；(4)液化，产生重质燃料油，或者再作处理提高为沸点较低的液体产品，用作馏出燃料、轻燃料油或汽油。

1. 直接燃烧

把生物质直接燃烧，是今日世界上农村地区大多数人口煮食和取暖的能量来源。制浆、造纸和林木产品工业，是用生物质提供生产过程中所需的热能和（或）电力（2，3）。此外，世界各地的公用事业也用烧木头的发电厂提供少量的电力。农村人口所用的生物质，有木头、作物残余物、粪便等。制浆、造纸和林木产品工业所用的燃料，往往包括锯木厂和制浆厂剩下下来的树皮和其他残余物。

用来燃烧木本生物质的装置有露天火堆、简易的煮食火炉、荷兰炉子、小型锅炉、流化床设备等等。比较大的那些装置通常使用二至三英寸大小的木片。

如果用木片作为燃料，要用旋风收集器把被烟道气带走的固体物质分离出来。如果用粉状燃料，则必须用湿洗器或干洗器、聚尘器或袋滤器，把排出来的微粒减少至可以接受的水平。虽然含水分高达百分之六十五的木头也有人使用过，但是用水分含量较低的木头可以获得比较高的燃烧效率。

MITRE(5)和SRI(16)讨论了一千烘干吨级以木头为燃料的设施的成本。安装大型设施的资本成本，估计约为每百万焦耳时300美元。

一千烘干吨设施的能量净产出，在减掉助燃空气、鼓风机、冷却塔风扇、制浆木材的接收和装卸及其他用途所需用的动力之后，约为178·6千兆焦耳。

其他可能的产品组合是蒸汽以及电力和蒸汽，这在SRI的联邦利用生物质提供燃料专题分析(16)中有详细的介绍。

用来从城市固体废物取得能源的设施有两种，即：

1. 批量处理（普通的焚化），就是把收来的城市固体废物在一座移动的倾斜炉栅装置上焚化。
2. 悬浮焚烧，就是预先把废物料切碎，再经过空气分级、磁选分离，成为比较均匀的进料，其中的微粒就在悬空时迅速烧掉，比较粗和重的粒子则跌落到炉底的移动格栅上去。

瀑布式火炉是最常用的装置，它里面有密排焊接在一起的钢管，形成连续的炉壁，管里面有水或蒸汽在不断地流动。

瀑布式火炉从格栅下面吸入过剩空气，帮助冷却格栅也帮助燃烧。从炉床上面注入的过剩空气则提供氧气和造成湍流，使燃烧得以充分完成。

烟道气应当通过空气污染装置加以清洁。通常是用水洗器或者静电除尘器来清除飘尘。飘尘和炉渣会积聚在锅炉管上；焚烧氯乙烯塑料所产生的盐酸也会腐蚀管壁。

灰、玻璃、黑色金属、有色金属、未烧掉的有机物质等残余物，约占进料的百分之二十至二十五，必须另行处理。未烧掉的有机物质成为一个特别问题，必须谨慎处理，以免造成损害（15, 24, 26）。

议题：

1. 应该建议何种直接燃烧系统用来处理生物质和各种废物？
2. 这些直接燃烧系统能不能加以改良？
3. 直接燃烧装置的成本多少？能不能使成本降低？
4. 废物中的无机物质应该在切碎之前还是之后剔除？
5. 如何避免空气污染？
6. 城市固体废物中的无机物质从直接燃烧装置排出后，可作什么用途？
7. 有没有足够的规模经济利益，值得搞比较大型的直接燃烧转化设施来发热和（或）发电？

2. 热解

“热解”就是在无氧情况下用热力使含碳物质发生分解。更广义地说，热解是一个用热力分解含碳物质的系统，其中最少有一层热力分解是在无氧情况下进行的。木材的分解蒸馏（产生甲醇、木炭和低热值气体）、钢铁工业中煤的分批焦化和石油工业中的炼焦便是热解的一些例子。油、炭和气的产量大约相等，但是这三样产物中的一样或数样必须用来为热解设施提供能量。热解产生的油类之中，硫、灰和氮的含量较低，燃烧起来应该不会造成什么问题。不过，这些油是酸性的，并且对热敏感，所以在储运时要采取某些预防措施。

议题

1. 油、炭、低热值气体三种产物之中，哪些应当作为转化设施以外用途而生产？
2. 热解产生的油类能不能用来制造其他产品？
3. 热解法经济上是否可行？

3. 气化和间接液化

煤气发动机、发电厂及其他工业用途，都曾经采用过低热值气化法。多年来，气化装置的规模一直局限在每天50 烘干吨左右。气化技术已经是一种充分发展的技术，有若干厂商制造这种装置出售。

气化和间接液化领域的研究与发展工作，主要重点是中热值气体和代用天然气，以及将代用天然气通过间接液化法制成甲醇或汽油等液体燃料。

目前正在研制若干种使用木本生物质的中热值气体气化装置，因为木本生物质是来沅最充分的原料。研制中的装置可以分成固定层、流化床、夹带、熔池等种类，在分阶段气化、催化气化和其他分类上也各有不同。

(a) 熔池气化装置：用城市固体废物和煤作为原料的气化装置，曾经研究过的是用熔化的碳酸盐、铅和铁作为底床。用这些熔池可以实现高度的碳转化和迅速

气化。留在熔池里的余渣必须加以清理。现有的资料显示，这种方法将会十分昂贵。使用生物质作为原料的这类气化装置，目前正处在发展的早期阶段。

(b) 流化床：市场上可以买到若干种流化床气化装置。这种装置的操作方法是在高温下使有机物质裂化成多种气体。现在看来，生物质原料因为松密度和灰分含量都比煤低，所以需要不同的设计和操作标准。SRI已为能沅部分析了一种构想的加压流化床木材气化装置，采用固定給料斗系统，生产出来的是一种合成气体(14)。

(c) 催化气化：有几家公司正在试验碱金属对生物质气化的催化作用。这些试验尚在初期阶段，结果令人充满希望。看来有可能在反应器里面得到完全的气化，因而减少气化过程中额外的清理步骤所需要的实物和费用。

(d) 通过直接气化和间接液化从生物质生产甲醇：甲醇可以用作工业和公用事业燃气轮机的汽油补充剂。现在所用的甲醇大部分是以天然气为原料生产的，用城市废物、农产残余物和其他原料制造甲醇的方法正在加以评价中。现在有几家公司可以提供商业性系统合成甲醇生产许可证，其中包括 Lurgi、帝国化学工业公司、Vulcan辛辛那提、日本煤气化学公司、密苏里 Tropsoi、J. F. Pritchard 公司和 Chemi-Systems。

曾经使用的（或拟议的）生物质气化系统，往往是氧气—蒸汽流化床装置，产生出来的是合成气体和过热蒸汽。接着，合成气体被送到转化反应器，把二氧化碳转化成一氧化碳，再进行涤气处理，除掉二氧化碳、硫化氢（如果有的话）和水分，然后把气体通过催化剂床，便形成甲醇。

关于生物质系统的经济考虑显示，用木头制成的甲醇会比用煤制成的贵，部分原因是用生物质作为原料的装置规模比较小。不过，成本仍然有降低的可能。提议的改革包括取消氧气系统、使用催化剂和取消涤除硫化氢及二氧化碳的装置。此外，把多套气化装置集中到生物质来沅附近，以及把气体输送到一座中央的甲醇合成装置，都可以使成本大为减少。

议题：

1. 应该生产何种气体？低热值、中热值还是合成天然气？
2. 何种气化系统在使用生物质方面具有最适当的特性？
3. 把现有的燃气和燃油装置翻新改装以利用低热值气体是否比另建效率较高、运转成本较低的全新直接燃烧装置好？
4. 生产甲醇的装置规模要多大才能与其他燃料竞争？
5. 气化和液化能不能在一套装置内进行？
6. 气体中的硫含量很低，是否有理由取消涤洗系统？
7. 是否应该采用 Mobil 法把甲醇直接转化为合成汽油？

4. 液化

有几种碱金属催化剂看来对于有机物质的气化和液化似乎是有效的。 有一种催化液化法是用木头作原料制油。 首先把木头烘干、磨碎，同再加利用的油、未被转化的木料和催化剂混和成浆，然后注入一个高温反应器。 从反应器出来后，溶解的和没有发生反应的气体和二氧化碳经过冷却后抽走，剩下的只有液体和没有发生反应的固体，油就是从这里分离出来。 然后，将气体送入一个催化反应装置，使氢和一氧化碳化合，作为燃料用掉；分离出来的油流被分成两部分：一部分流回去再加利用，另一部分就作为产品流出来。 这样得到的油很象 6 号船用油。

议题：

1. 用液化方法生产的油的质量是否比用热解方法生产的油好？
2. 这些油能不能炼成汽油和其他石油化学代用品？
3. 液化法在经济上能不能同其他液体燃料来竞争？

四. 经济考虑和能源成本

用生物质提供能源的成本，主要决定于生物质的成本、所用的转化系统和设施的规模等三个因素。S R I对美国的生物质能源产品的成本作了研究，包括关于资金筹措有管制和没有管制两种情况。有管制的公用事业资金筹措办法是债券筹资占百分之六十五股票筹资占百分之三十五。应该指出，各国的赋税法律、利率、劳动力和原料成本都不一样，所以下面所给的数字只是作为例证。

表1是S R I对热化学转化系统的分析结果。这些装置都是每天处理3,000千吨原料。为了确定原料成本对产品价格的影响，第二栏列出了不算原料成本的情况。第三栏是热化学转化法的乐观估计，其中假设了基本情况中的资本成本可以减少百分之二十。

在关于生物化学转化法的计算中，各个转化设施的规模、原料和成本都不一样。表1和表2显示了三种情况：基本情况，基本情况减掉原料成本，和乐观情况；乐观情况所反映的是生物化学转化法不仅是能源产品的产量高，副产品也有较高的价值。

表3提出了一系列建议的成本指标。

议题：

1. 能不能搞出几套办法，以帮助各国对于利用当地劳动力和原料进行生物质转化的各种可供选择办法的成本作一比较？
2. 对于私人的或社区的转化系统，应该采用何种经济分析方法？在分析时是否只应考虑要购买的原料，还是应该考虑全部原料，或者全部原料加劳动力？

表 1

关于热化学转化设施的详细分析结果

(原料: 每天3, 000 千吨)

途 径	转化法	所需的收入 (美元／百万焦耳)+		
		基本情况	不算原料成本的情况	乐观情况++
木材转化成:				
蒸汽	直接燃烧	2. 84	1.61	2.56
蒸汽和电力 (全部产品共计)	直接燃烧	3. 22**	2.00	2.94
油和副产品炭	热 解	4. 27+++	1.32+++	3.79+++
油和炭 (全部产品共计)	热 解	2. 54**	1.23**	2.37**
中热值气体				
高压(绝对压力 280磅/平方英寸)	热 解	3. 79	2.46	3.41
低压(绝对压力 25磅/平方英寸)	热 解	3. 22	1.99	2.84
重质燃料油	催化液化	5. 11	3.31	4.55
合成天然气	吹氧气化	6. 16	4.55	5.31
甲醇	吹氧气化	7. 39	5.69	6.35
氨 (美元／短吨)	吹氧气化	164. 00	126.00	141.00
电力	直接燃烧	15. 54	11.00	13.64
		(1.6/百万焦耳)	(1.1/百万焦耳)	(1.4/百万焦耳)

+ 一九八五年的数字, 以一九七七年美元值计算。资料来源: SRI关于有管制的公用事业资金筹措情况的详细分析。设备规模=每天处理 3, 000 千吨原料。

++ 资本成本=基本情况的百分之八十。原料成本: 1. 00美元/M M 英热单位。

** 所需的收入是按全部产品计算。

+++炭价格按 1.18 美元/百万焦耳计算（比目前价格高，但比预测将来的煤价格低）。

表 2

关于生物化学转化设施的详细分析结果

所需的收入(美元/百万焦耳) +					
途 径	转化法 *	原料 (千吨/天)	基本情况	不算原料成本 的情况	乐观情况++
牲畜粪便转化成合成天然气:					
十万头饲养场	厌氧分解	450	6.64	5.59	2.80
一万头饲养场	厌氧分解	45	13.27	12.70	7.11
牲畜粪便转化成中					
热值气体	厌氧分解	450	4.64	3.70	4.17
麦秆转化成中热值气体					
(转化率百分之四十)	厌氧分解	3000	20.95	10.52	8.53
玉米茎转化成乙醇					
(Purdue 法)	发酵(酸)	1562	21.33	17.39	15.36
甘蔗转化成乙醇	发 酵	2756	25.59	10.71	18.96
甘蔗转化成乙醇					
(Tilby 法)	发 酵	2756	21.80	—	14.22
麦秆转化成乙醇	发酵(酶)	3270	49.86	41.23	27.68***
海草转化成合成天然气**					
(理论性设计)	厌氧分解	3000	20.09	2.84	11.33
水藻转化成乙醇**	发 酵	1126	24.55	10.43	16.49

* 缩写解释：厌氧分解=厌氧菌致分解；酸=加酸水解；酶=酶促水解。

+一九八五年的数字，以一九七七年美元值计算。资料来源：SRI 关于有管制的公

用事业资金筹措情况的详细分析。

++ 假定有高产量，同时副产品有重用价值。

*** 假定并非采用连续发酵法，否则还会使乐观的估计降低。

** 这些分析用的是一些构想的工艺设计，所依据的只有极少量的实验数据，并在进行技术经济分析时作出了大量关于工艺设计的假定。

表 3

成本指标

(以一九七八年美元值计算)

系 统	最后产品	可以获得业务数据的年份	时间	指标
				成本(美元/百万焦耳)
林产及农产残余物的气化	中热值气体	1983	1988	2.40至3.00
混合农产残余物/厌氧分解	中热值气体/合成天然气	1986	1991	2.50至4.00
能源作物农场残余物/气化	合成天然气	1988	1993	3.50至5.00
	甲 醇	1988	1993	5.50至7.00
	汽 油	1988	1993	6.50至8.00
	氢 气	1988	1993	3.00至5.00
能源作物农场残余物/发酵	乙 醇	1990	1995	8.00至10.00
能源作物农场残余物/液化	燃 料 油	1990+	1995+	2.50至3.50

五. 其他长期办法

已有人提议了若干种长期的可供选择的办法, 这些办法可能对二〇二〇年以后各国的能源需要发生一些作用。其中包括使用水生生物物质、奇异植物, 和用生物光解作用生产氢气。

A. 水生生物物质

由于在许多国家内人们对土地的需要越来越大, 所以能用来种植生物物质的剩余空间将越来越少。因此, 很自然地, 人们开始考虑种植水生植物作为能源的一种来源, 尽管许多地区的水域都缺乏维持植物生长所需要的痕量养分。然而, 现在已经有人用水上植物作为食粮, 某些种类的海草则作商业性的用途, 以生产化学药品。如果用作能源, 水生生物物质的生产成本必须降低到每烘千吨 20 美元左右的范围, 才能同其他燃料竞争 (2, 4, 20)。

议题:

1. 能不能以有竞争能力的成本价格种植水生生物物质?
2. 如何提供植物生长所需的痕量养分?
3. 水生生物物质能不能以厌氧菌致分解或发酵的方法转化成干净的燃料?
4. 这些燃料在成本上能否同其他燃料竞争?

B. 奇异植物

用得自植物的烃类产品取代石油产品的可能性, 引起了人们很大的兴趣。从目前这种系流的经济因素来看, 石油价格要涨到每桶 90 美元 (一九七七年美元值), 用植物作为烃类来源才是一种可行的办法 (14)。

议题:

1. 何种植物最适宜于考虑用作烃类来源?

2. 何处可种这些植物?
3. 这些植物对土地、水和养分的需要如何?
4. 用何种工艺技术从这些植物提出油来?
5. 能不能以足够低的成本生产这种含烃植物, 使得自这一来源的油在成本方面可以同其他燃料竞争?

C. 生物光解

生物光解是利用水藻生产氢气。氢气可以用作燃料。这种系流尚在研究阶段, 最多只能当作一种长远的办法。

议题:

1. 能不能用生物方法生产氢气, 而在价格方面可以同其他燃料竞争?

六. 发展中国家的特殊问题

目前, 生物质是发展中国家所用的能源之一, 用来燃烧生热, 或者通过厌氧菌致分解转化成甲烷气。

A. 直接燃烧

直接燃烧装置有露天火堆、简易煮食火炉、烧木头的机器、小发电厂等等。这些装置大多数效率很低, 所烧掉的大量生物质, 远远超过为满足使用这些生物质的人的能源需求而需要的数量。

议题:

1. 可以研制何种低成本、高效率直接燃烧系统, 以供生物质资源有限的地区使用?
2. 如何把这些系统介绍到最需要利用生物质能源转化的地区?

B. 厌氧菌致分解 (沼气)

使用厌氧菌致分解系统来稳定人粪、污水淤泥和工业废物, 已经有近百年历史 (3)。由于能源成本不断上涨, 人们再度发生了兴趣, 想在发展中国家使用这些系统来稳定废物, 避免疾病传染, 以及生产土壤结构改良剂和甲烷气。可惜, 许多种分解装置都很昂贵, 即使能找到充足的原料也没有用。

议题:

1. 能不能设计出不很昂贵而效率较高的厌氧菌致分解系统?
2. 如何克服分解过程的操作问题?
3. 可以采用何种预先处理办法来获得更多的农产残余物以供分解?
4. 如何把从分解器产生出来的气体用花钱不多的方法储存起来, 到大量需要时再拿出来使用?

七. 总结和结论

目前,存在着大量农产残余物、林产残余物和残留林木,可以用来转化成熟、蒸汽(用作工艺流程中的能源)和(或)电力,也具备了所需的技术,以有竞争能力的价格生产干净的气体和液体运输用燃料。根据构想中的各种设计、技术经济分析和预测的能源价格,用能源作物农场和废物系统提供生物质能源逐渐成为在经济上可行的办法。

在美国所作的分析显示,下列几种途径在近期内实现商业化的潜力最大:

- 燃烧木头和低水分植物,产生蒸汽以及同时产生蒸汽和电力。
- 木头和低水分植物的气化,产生中热值气体、合成天然气、液体天然气和氨。
- 木头和低水分植物的热解,产生中热值气体、燃料油和炭。
- 粪便和高水分陆生作物的厌氧菌致分解,产生中热值气体和合成天然气。

看来可以在将来作出少量贡献的办法似有以下几种:种植水生作物,催化液化,以及用发酵法生产酒精(25)。

是否使用生物质和生物质燃料,要在每个地点作出具体决定,这个决定只有在有关的个人和政府很有系统地审查了各种办法以及所涉及的经济和社会成本之后才能作出。

附录一

参考书目

1. Alich, J.A., et al. "An Evaluation of the Use of Agricultural Residues, as an Energy Feedstock - A Ten Site Survey" Volume 1 - Summary & General Information, Volume 2 - Study Pre Analysis, Stanford Research Institute, E(04-3)115 - Agreement 109, July 1977.
2. "An Evaluation of the Use of Agricultural Residues as an Energy Feedstocks - Volume 1 and 2". National Science Foundation Report NSF/RANN/SE/GI/18615/FR/76/3 - Stanford Research Institute, Menlo Park, California, July 1976.
3. Ashare, E., Wise, D., Wentworth F., "Fuel Gas Production From Animal Residues" Dynatech Report 1551, (Department of Energy Report No. C00/2991-10) Dynatech R/D Co., Cambridge, Mass., Jan 1977.
4. Ashere, E., Wise, D., et al. "Cost Analysis of Adequate Biomass Systems" (DOE Report No. HCP/ET-4000-78/1) Dynatech R/D Co. Cambridge, Mass. July 1978.
5. Bliss, C., Blake, D., "Silvicultural Biomass Farms - Volume V. Conversion Processes and Costs," MITRE Tech. Report 7347, MITRE Corp., McLean, Va., May 1977.
6. Ernest, K., Hamilton, R., et al, "Mission Analysis for the Federal Fuels from Biomass Program, Volume III Feedstock Availability," (DOE Report No. SAN-0115-T1), SRI International, Menlo, Calif., Jan 1979.
7. "Crop, Forestry, and Manure Residues Inventory-8 Volumes" ERDA Report No. ERDA-E(64-3)-115) Stanford Research Institute, Menlo Park, Calif, June 1976.
8. "Department of Energy-Fuels from Biomass Systems Branch - Multi-Year Plan", DOE Washington, D.C. April 27, 1978.
9. Howlett, K., Gamache, A., "Silvicultural Biomass Farms - Volume VI - Forest & Mill Residues as Potential Sources of Biomass," ERDA Contract E(49-18) 2081)) Georgia Pacific Corporation and MITRE Corporation, McLean, Virginia, May 1977.
10. Jenkins, Dave, Reddy, T., Harrington, J.R., "Economics of Manufacturing Liquid Fuels from Corn Stover" Battelle Columbus, Columbus, Ohio Oct 1978.

11. Jenkins, D.M., & Reddy, T.S., "Economics Evaluation of the MIT Process for Manufacture of Ethanol", Battelle Columbus, Columbus, Ohio, June 28, 1979.
12. Jones, J., Fong, W. "Mission Analysis for the Federal Fuels from Biomass Program, Volume V, Biochemical Conversion of Biomass to Fuels and Chemicals, "SRI International, Menlo Park, Calif, Dec .978.
13. Jones, J.L., et al "Alcohol Fuels Production Technology and Economics" SRI International, Project 7843, SRI International, Menlo Park, Calif. Nov 1978.
14. Jones, J. Kohan S., Semvan, K., "Mission Analysis for the Federal Fuels from Biomass Program, Volume VI-Mission Addendum," SRI International, Menlo Park, Calif., Jan 1979.
15. Knight, J. "Saugus, Mass: Not Enough Refuse for Plant to Operate at Capacity," Washington Post, Wash, D.C. 19 Aug 1979, Pg. G-1.
16. Kohan, S., Barkhordar, P.M. "Mission Analysis for the Federal Fuels from Biomass Program, Volume IV Thermochemical Conversion of Biomass to Fuels and Chemicals," SRI International, Menlo Park, Calif Dec 1978.
17. Lipinsky, E.S., et al "Carbohydrate Crops as a Renewable Resource for Fuels Production" Battelle Columbus Report Columbus, Ohio May 79.
18. Lipinsky, E.S., et al "Systems Study of Fuels from Sugarcane, Sweet Sorghum, Sugar Beets & Corn", Five Volumes, Battelle Columbus Laboratories, Columbus, Ohio, March 1977.
19. McCarty, P.L., Young, L., Owen, W., et al "Heat Treatment of Biomass for Increasing Biodegradability" Third Annual Biomass Energy Systems, Conference, Golden, Colorado, June 5,6,7, 1979.
20. North, Wheeler, "Letter Progress Report" March 16, 1979.
21. O'Neil, D., et al, "Design, Fabrication and Operation of a Biomass Fermentation Facility" First Quarterly Report, Ga. Tech Contract ET-78-C-01-3060, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Ga., Jan 1979.

22. Pfeffer, John T., "Methane From Agricultural Residues Process Conversion Efficiencies" Third Annual Biomass Energy Systems Conference, Golden, Colorado, June 5,6,7, 1979.
23. Pingrey, D., Waggoner, "Wood Fired Electric Power Generating Plants - Summary and Report - Volume 1" Nor'West Pacific Corporation, Seattle, Wash (no date).
24. Rofe, R., Ganetic, C.G., Schneider, S., Yaffe, H., "Energy Conservatio Waste Utilization Research and Development Plan," Report NCP/M 3764-02, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., June 1978.
25. Schooley, F., Dickenson, R., Kohan, S., and Jones, J.L., "Mission Analysis for the Federal Fuels from Biomass Program, Volume 1, Summary and Conclusions" SRI International, Menlo Park, Calif., Dec 1978.
26. Seaberry, J., "Milwaukee Equipment Problems Hit Plant," Washington Post, Wash, D.C. 19 Aug 1979, pg. G-1.

- - - - -