

联合国粮农组织出版物选择

稻壳变能源



联合国粮食及农业组织
出版物选译

稻壳变能源

E. C. 比格尔 著
(粮农组织顾问)

中国对外翻译出版公司

1984年12月

**RICE-HUSK
CONVERSION TO ENERGY**

by

E. C. Beagle,
FAO Consultant

©FAO

稻壳变能源

E. C. 比格尔 著

联合国粮农组织农业服务处

中国对外翻译出版公司出版

(北京太平桥大街4号)

新华书店北京发行所发行

北京新华二厂排版

北京双桥印刷厂印刷

850×1168毫米 1/32 印张7 字数:190(千)

印数:0001—5000

1984年12月第一版 1985年3月第一次印刷

统一书号:16220·16

定价:1.45元

本出版物中所使用的名称以及材料的编写方式，并不意味着联合国粮食及农业组织关于任何国家、领土、城市或地区或其当局的法律地位，或者关于其边界或界线的划分表示任何意见。

本书版权属于联合国粮食及农业组织。未经版权所有者书面许可，不得以任何方法或程序全部或部分复制本书。申请这种许可应写信给联合国粮食及农业组织出版处处长，并说明复制的目的和份数。地址：Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

© 1978 年 粮农组织

出版说明

经联合国粮食及农业组织(FAO)同意和支持, 我公司将陆续翻译出版一些该组织的出版物, 供我国农业、林业工作者阅读参考, 以利我国四化建设。

中国对外翻译出版公司

1984 年

原 书 序 言

本项研究的根本点在于急需采用稻壳作为能源，这一点对发展中国家尤其必要。本文对燃烧稻壳产生能量的各种有效工艺和设备，主要在碾米厂结合高级灰分生产和可能的应用进行了概述。本文先对一些主要的研究机构，机械供应厂商和灰分应用公司进行调查研究而提出报告，然后对今后进一步的研究和发展活动作出建议，这里特别强调了发展中国家的一些需要。

本文的内容除了作者的观点外，还包含了从一些组织和私人方面所得的知识。作者在文中所提到的公司和/或产品的名称并不含有要建议和推荐这些技术或产品，而排斥另一些可用或合适的技术或产品的意思。

作者衷心地感谢那些曾在本项研究中作出过贡献的人们，作者从他们那里获得了好处、资料、劝告和帮助。

目 录

	页次
原书序言	xv
第一章 引言——讨论	1
1.0 引言	1
1.1 一般性讨论	1
1.1.1 基本考虑	1
1.1.2 稻壳的利用	2
1.1.3 世界范围的能源考虑	3
1.1.4 稻壳作为能源	4
1.2 一般问题	8
1.2.1 缺乏可靠的数据基础	8
1.2.2 效率低下的碾米厂	8
1.2.3 资金的筹集	9
1.2.4 稻壳本身	10
1.2.4.1 稻壳的存在	10
1.2.4.2 生产的不规则性	10
1.2.4.3 地区性机会的变化及产品的市场潜力	12
1.2.4.4 物理和化学特性	13
第二章 一般能量转换考虑	15
2.0 引言	15
2.1 在过量的空气中燃烧	16
2.1.1 在大气堆垛中燃烧	17
2.1.2 在封闭区域中燃烧(焚化)	17
2.1.3 在炉膛内燃烧	17

	页次
2.1.3.1 传统式	17
2.1.3.2 空气悬浮	19
2.1.3.3 流化床炉	19
2.1.3.4 可容许的热释放	20
2.1.3.5 点位加热	20
2.1.4 细颗粒燃料	20
2.2 在一种可控制的气氛中燃烧	21
2.2.1 在大气堆垛中燃烧	21
2.2.2 在密封区域或密封体积中的燃烧	22
2.2.3 红外燃烧	23
2.2.4 富氧空气燃烧	23
2.2.5 其他一些可控燃烧	23
2.3 毁(干)馏	24
2.4 热解	26
2.5 气化——发生炉煤气	28
2.6 其他化学,热化学和生化过程	32
2.6.1 生化燃料电池	32
2.6.2 堆肥-地面覆盖	33
2.6.3 废热	33
2.6.4 发酵	34
2.6.5 氢化	34
2.6.6 酸水解	35
2.6.7 单细胞蛋白质(SCP)	35
2.6.8 酶促水解	35
2.6.9 湿氧化	35
2.6.10 加氢气化作用和碳氢化作用	36
2.6.11 合成气体的催化转化	36
2.6.12 厌氧消化作用(生物气体生产)	36

	页次
第三章 稻壳的物理和化学性质	37
3.1 稻壳的百分比	37
3.2 稻壳的分析	37
第四章 稻壳用作燃料	46
4.1 通论	46
4.2 稻壳作为锅炉燃料	48
4.3 稻壳作为一种干燥器燃料	49
4.4 热偶联	51
4.4.1 蒸汽消耗	55
4.4.2 碾米厂动力要求	55
4.4.2.1 安装动力	55
4.4.2.2 水力带动	57
4.4.2.3 以蒸汽为动力碾米厂的需求	58
4.5 废热回收	59
4.6 小型原动机系统	59
4.7 中心位置煤气发生炉	61
4.8 利用稻壳制造波特兰水泥	62
4.9 稻壳作为一种“原始”燃料的来源	63
4.10 各国的利用	64
第五章 稻壳用作能源的过程	67
5.0 导言	67
5.1 湿热源	67
5.1.1 蒸汽发生锅炉	67
5.1.2 热水加热器	68
5.2 干热源	69
5.2.1 用于稻谷或半熟稻米以及其他干燥作业的干燥器	69
5.2.1.1 农田或大田——类型干燥	70

5.2.1.2	商业或工业的直接-间接燃烧	72
5.2.1.3	蒸汽热交换器类型	74
5.2.1.4	在干燥其他材料(不是稻谷)方面的应用	74
5.2.1.5	稻壳用作燃料的间接方法	75
5.2.2	家用炉	75
5.2.2.1	家用炉的类型	75
5.2.2.2	各个国家家用炉的运用	77
5.2.3	空气悬浮炉	79
5.2.3.1	梅塔-皮特	79
5.2.3.2	芬奇-麦克因泰尔技术	81
5.2.4	稻壳致冷——吸附系统	81
5.2.5	交替燃烧循环	82
5.2.5.1	斯特林引擎	82
5.2.5.2	燃气轮机	82
5.2.5.3	弗吕戴恩引擎	83
5.3	热解——蒸馏——气化	83
5.3.1	热解	83
5.3.1.1	加勒特	83
5.3.1.2	华莱士-阿特金斯	85
5.3.1.3	EES-Georgia Tech	85
5.3.1.4	红外热解	85
5.3.1.5	埃及耐火材料	86
5.3.2	气化	86
5.3.2.1	U.C.D	86
5.3.2.2	热带物产协会	86
5.3.2.3	蒙蒂塞洛	86
5.3.2.4	Thermex	86
5.3.2.5	耐火技术艾伯塔	87

	页次
5.3.2.6 建筑物——燃烧	87
5.3.2.7 兰茨	89
5.3.3 蒸馏	89
5.3.3.1 日本的	89
5.3.3.2 资源回收系统	89
5.4 综合系统	90
5.4.1 半熟技术	90
5.4.1.1 传统系统	90
5.4.1.2 现代技术	90
5.4.2 动力——有关过程	95
5.4.3 米糠的稳定作用	102
5.4.4 工艺用汽——糠醛	103
5.5 其他有关因素	104
5.5.1 腐蚀	104
5.5.2 气味问题	104
5.5.3 效率考虑	105
5.5.4 间歇操作	106
第六章 转换稻壳为能量以及用于 其他有关功能装置和机器	107
6.0 导言	107
6.1 蒸汽产生	108
6.1.1 锅炉效率	108
6.1.2 锅炉类型	110
6.1.3 设计详情	116
6.1.3.1 典型稻壳燃烧单元的工作特性	119
6.1.3.2 效率要求	121
6.1.3.3 水处理	121
6.1.3.4 自动操作	121

	页次
6.1.3.5 其他	122
6.1.4 建造和维修详情	123
6.1.5 辅助设备	126
6.1.5.1 燃料节省器	126
6.1.5.2 空气预热器	126
6.1.5.3 过热器	127
6.1.5.4 洗气	127
6.1.6 限制	128
6.1.6.1 损失	129
6.1.6.2 在锅炉操作时的烟道损失	130
6.1.6.3 在锅炉操作中过量空气的影响	130
6.1.6.4 腐蚀	131
6.1.6.5 辐射损失	131
6.1.6.6 结论	131
6.2 干燥	131
6.2.1 箱式或周期性干燥器	132
6.2.1.1 旋转式稻壳燃烧干燥器	133
6.2.1.2 塞科科(日本中央商业公司)	133
6.2.1.3 稻壳炭作为一种燃料	133
6.2.2 连续流干燥	134
6.3 炉子	136
6.3.1 炉内热量的热积聚	138
6.3.2 炉子类型	138
6.3.2.1 固定床炉	138
6.3.2.2 平炉排	138
6.3.2.3 倾斜阶梯炉排	139
6.3.2.4 可移动的倾斜阶梯炉排	141
6.3.2.5 流化床	141

	页次
6.3.2.6 空气悬浮.....	143
6.3.2.7 气体燃烧炉.....	143
6.3.2.8 可燃用二种燃料的炉子.....	144
6.3.3 粉尘控制.....	145
6.3.4 灰分清除.....	146
6.3.5 其他.....	146
6.4 蒸汽原动机(蒸汽机和透平).....	146
6.4.1 蒸汽机.....	148
6.4.1.1 蒸汽机类型.....	148
6.4.1.2 贝利斯和莫科姆蒸汽机.....	149
6.4.1.3 默纳克.....	149
6.4.1.4 斯皮林.....	150
6.4.1.5 泰国.....	150
6.4.1.6 印度.....	151
6.4.2 蒸汽轮机.....	151
6.4.2.1 透平的类型.....	154
6.4.2.2 透平的应用.....	154
6.4.2.3 透平的大小和成本.....	155
6.5 煤气发生炉.....	156
6.5.1 现代系统.....	156
6.5.2 小型煤气发生器(煤气发生炉).....	157
6.5.2.1 小型煤气发生器的设计.....	158
6.5.2.2 煤气发生炉的类型.....	159
6.5.2.3 制造和设计.....	161
6.5.2.4 限制.....	163
6.5.3 应用发生炉煤气系统的原动机.....	163
6.5.3.1 内燃机.....	164
6.5.3.2 一些可用引擎.....	164

	页次
6.5.3.3 引擎改装	165
6.5.3.4 可燃用二种(中间)燃料引擎	166
6.5.3.5 发生炉煤气引擎中的磨损	167
6.5.3.6 燃用发生炉煤气的引擎的启动	167
6.5.4 燃气轮机	168
6.6 碳化器	169
6.6.1 烧炭	170
6.6.2 碳化器详情	171
6.6.2.1 农业机械研究所	171
6.6.2.2 日祐兴纪	171
6.6.2.3 佐竹	171
6.6.2.4 中央商业公司	171
6.6.2.5 山本	172
6.6.2.6 高野	172
6.6.2.7 交岛	172
6.6.3 结论	172
6.7 家用炉	172
6.7.1 地区性生产的单元	173
6.7.2 变动性	173
6.7.3 压制成块	173
第七章 结论	175
7.1 通论	175
7.1.1 资料收集的必要性	175
7.1.2 应用变迁	175
7.1.3 应用机会	176
7.1.4 稻谷缺乏	177
7.1.5 设备利用	177
7.1.6 制造能力	177

	页次
7.1.7 热偶联·····	178
7.1.8 发生炉煤气·····	178
7.2 对发展的长期作用·····	179
7.2.1 情报转让·····	179
7.2.2 研究的起始阶段的领域·····	180
7.2.3 深入的国家研究·····	180
7.2.4 刺激·····	181
7.2.5 提请注意·····	182
7.3 对发展的短期作用·····	182
7.3.1 发生炉煤气·····	183
7.3.2 热动力偶联器·····	183
7.4 残留物利用·····	184
7.4.1 目前状况·····	184
7.4.2 目前机会·····	184
附录 A 稻壳炭与残留物的其他用途·····	185
A.0 导论·····	185
A.1 炭·····	185
A.1.1 有机应用·····	185
A.1.2 钢铁制造·····	186
A.1.3 水纯化·····	189
A.1.4 混凝土集料·····	189
A.1.5 橡胶加固·····	190
A.1.6 防滑添加剂·····	190
A.1.7 硅质材料·····	190
A.1.8 海上溢出物·····	191
A.1.9 除雪·····	191
A.1.10 大地填充·····	191
A.2 活性炭·····	191

A.2.1	炉炭的应用.....	192
A.2.2	RRL-海德拉巴	192
A.2.3	泰国.....	192
A.2.4	靛蓝淀粉公司.....	192
A.3	水泥-混凝土	193
A.3.1	印度.....	193
A.3.2	其他国家.....	194
A.4	陶瓷-玻璃	194
A.5	二氧化硅和硅酸盐.....	194
A.5.1	硅酸钠.....	194
A.5.2	四氯化硅.....	195
A.6	建筑材料.....	196
A.6.1	梅哈.....	196
A.7	耐火材料应用-热绝缘	196
A.7.1	奥里莱克斯.....	197
A.7.2	因特马特.....	197
A.7.3	超绝缘体(1948)赛勒克斯.....	198
A.7.4	琼斯-蒙特皇家碾米厂	198
A.7.5	罗兰.....	198
A.7.6	埃及耐火材料公司.....	198
A.8	油吸附剂.....	198
A.9	其他商业用途.....	198
A.10	概念性或开发性用途.....	199
定义		201

第一章 引言——讨论

1.0 引言

鉴于目前急需介绍一些可将稻壳用作能源的现代化方法，而发展中国家对此尤为迫切，联合国粮农组织曾委托埃尔登·比格尔先生对种种燃烧稻壳以产生能量的现有方法和设备进行了调查。^① 此项调查主要是在碾米厂内进行的，获得了生产高级灰分以及利用灰分的各种可能性的结果。

这项调查包括根据比格尔先生在稻壳及其利用方面的广博经验所进行的专题研究，以及对一些主要的研究机构、机器供应商、一些与能量转换和利用残留物有关的公司所进行的采访。

作者曾经访问过 30 个左右的国家，与厂主、研究人员、教员、政府官员以及工业界的头面人物进行过交谈。对于世界上那些未能实地采访的地区，作者也与这些地区对此感兴趣的内行人士建立了广泛通讯联系。这项调查成果，以及对今后进一步研究和发展活动的一些建议，都一并发表于此。本报告还特别强调了发展中国家的要求。

1.1 一般性讨论

1.1.1 基本考虑

稻壳是稻米碾制过程中最为大量的副产品，按重量计占稻谷