



粮食加工副产品 的综合利用

福建人民出版社



編者 的話

物資的綜合利用是技術革新和技術革命的一個重要方面，實行物資的綜合利用，才能最合理、最節約、最充分地利用資源。

糧食加工副產品主要的有稻殼、米糠、細麥、麩皮、稗子、荞子、糠粳等，是一項極其豐富的資源，綜合利用的途徑也很廣，潛力很大。以本省來說，每年約可生產稻殼（粗糠）十二億斤、米糠三億斤、麩皮一千多萬斤，其他糧食副產品，如稗子、荞子等也不少。這些副產品實行綜合利用後，可製成許多很有用的產品，如稻殼，據已知道的，可以製取糠醛、甲醇、醋酸、酚油、活性炭、白炭黑等十多種化工原料，還可以作動力燃料、制肥料、釀酒、調制飼料等等；又如米糠，不但可榨油、釀酒、制飴糖、制醬油、制醋等，而且可以提取石油、糠蜡、甾醇素等化工原料和高級藥品。綜合利用糧食加工副產品，“變一用為多用，變小用為大用”，不但可以節約糧食，滿足人民生活需要，而且可以提高經濟價值數倍、數十倍、甚至百倍以上，為國家創造財富，支援工農業生產。

為了推動本省糧食加工副產品綜合利用工作的開展，做到

“利用废物，物尽其用”，我們根据土法上马，洋土并举的原则，并结合本省的具体情况和需要，较广泛地搜集各地有关这方面的资料，编写了这本小册子。这本小册子分别介绍了稻壳、米糠、麦类（主要是麸皮）和其他副产品（如稗子、糠粃等）的综合利用，包括这些副产品的化学成分、利用途径，以及制造各种产品的主要设备、工艺流程、操作方法和注意事项等，对于一些比较复杂的设备，还附有插图说明。此外，还简要地介绍几种主要化工产品的性状和用途。

由于我們水平有限，經驗缺乏，编写时间又匆促，搜集的资料不够全面，因此难免有缺点是錯誤，尚希讀者批評指正。

目 录

第一部分 稻壳的综合利用.....(1)

一 稻壳水解制造糠醛.....(3)

二 糠醛残液制造醋酸钠、醋酸和醋酸乙酯.....(13)

三 稻壳作动力燃料.....(14)

四 稻壳酿酒.....(29)

五 稻壳制造活性炭.....(32)

六 从稻壳干馏混合液中提取化工原料.....(35)

七 稻壳制造水玻璃、白炭黑和硅胶.....(41)

八 稻壳制玻璃肥料.....(47)

九 稻壳制二氧化硅.....(48)

附：稻壳综合利用后所制成的几种化工原料的性状和
用途.....(50)

第二部分 米糠的综合利用.....(56)

一 米糠榨油.....(57)

二 精炼毛糠油的方法.....(68)

三 米糠油提取糠蜡.....(71)

四 糠油皂脚提炼石油.....(74)

五 糠油皂脚制肥皂.....(75)

六	米糠餅釀酒	(76)
七	米糠餅制飴糖	(77)
八	米糠餅制曲	(79)
九	米糠餅制醬油	(81)
十	米糠餅制醋	(83)
十一	米糠餅制干酪素	(85)

第三部分 麦类的綜合利用 (87)

一	細麦制味精	(88)
二	麸皮制黑曲	(90)
三	麸皮制面筋、淀粉	(93)
四	麸皮制醋	(95)
五	麦灰、麦毛、麸皮制白酒、飴糖	(96)

第四部分 其他副产品的綜合利用 (98)

一	稗子釀酒	(98)
二	稗子制飴糖	(100)
三	莽子制淀粉	(101)
四	糠粃釀酒	(102)

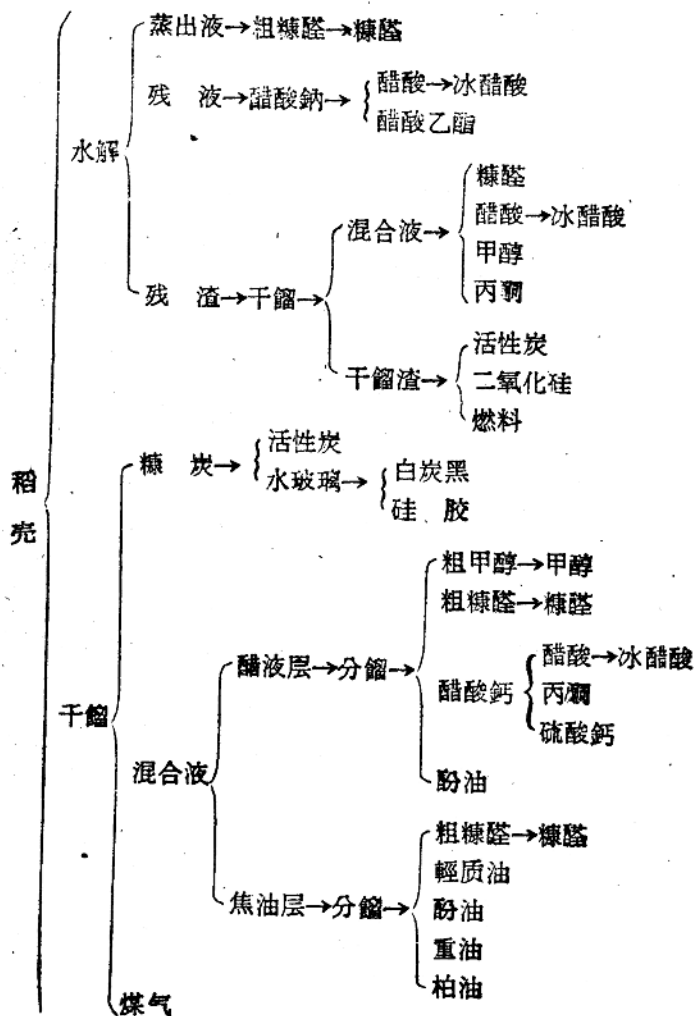
第一部分 稻壳的综合利用

稻壳是稻谷加工厂的主要副产品，数量很大，约占稻谷重量的20%左右。它的化学成份是：水分7.5~15%，粗纤维35.5~45%，粗蛋白2.5~3%，木质素21~26%，乙醚浸出物0.7~1.3%，多缩戊糖16~22%，灰分13~22%，经过燃烧后，灰分的化学成份是：二氧化硅85~90%，石灰0.7~1.7%，碳酸钾和碳酸氢钾0.49~1%，氧化铁和氧化铝1.7~1.9%，五氧化二磷0.2~0.3%。

过去，本省有些地区稻壳过多，没有地方堆积，就大量烧掉或是抛弃，这是一笔不少的损失。稻壳含有大量的粗纤维、木质素、多缩戊糖和二氧化硅等，因此，可用化学分解方法（如水解、干馏）来提取化工原料，如糠醛、酚油、醋石、水玻璃、白炭黑等。这是稻壳利用的主要方面。同时，还可利用稻壳燃烧后所产生的煤气，代替木炭、柴油等发动机器，利用稻壳酿酒、制糖和混合饲料，详见表1。

稻壳综合利用后，可制成各种产品，经济价值大大提高，为国家创造财富。如用水解和干馏联合生产的方法，每万斤稻壳所制得的产品约值2,409元，可比稻壳的价值（每百斤以0.2元计算）提高119倍，详见表2。

表1. 稻壳综合利用示意图



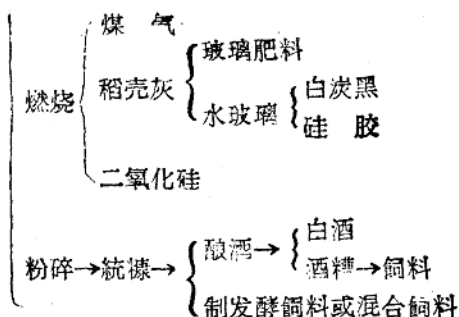


表2.

產 品	產率(%)	每市斤價格 (元)	總產量 (斤)	總產值 (元)
糠 醛(水解)	5	1.50	500	750.0
甲 醇	0.2	1.90	20	38.0
丙 酮	0.1	3.15	10	31.50
醋石(包括醋酸等)	1.4	0.40	140	56.0
酚油(包括各種酚)	0.6	1.90	60	114.0
柏 油	1.4	0.14	140	19.6
活 性 炭	20	0.70	2000	1400.0
合 計				2409.10

附注：還有輕油、煤氣等產品，沒有統計在內；同時表中的價格都以較低價格估算。

一、稻壳水解制造糠醛

制造糠醛的原料很丰富，主要是农副产品，农村到处都

有。凡含有多縮戊糖的植物，它的秆茎、种子皮壳、芯渣等，都可以用来制造糠醛，稻壳就是其中之一。根据有关資料介紹，几种主要的原料中糠醛的可能含量（即理論出醛率）如下表：

原料名称	糠醛含量(%)	原料名称	糠醛含量(%)
稻壳	12~13	稻秆	15~17
花生壳	11~12	甘蔗渣	15~22
玉米芯	20~24	芝麻皮	12~14
玉米秆	15~17	棉籽壳	17~18
小麥秆	15~18	麸皮	20~22
燕麥壳	19~20	向日葵壳	16~17

用水解制取糠醛的方法可分为三种：1.稀酸加压水解；2.浓酸加压水解；3.稀酸常压水解。稀酸常压水解法属于土法，设备简单，操作方便，比较容易推广；但产率一般较低，约为理論出醛率的50%左右。这种方法制取糠醛的原理是：原料与食盐和硫酸溶液拌匀后，经过水解，多縮戊糖转变为戊糖，再由戊糖转变为糠醛。

用稻壳制取糠醛，每百斤可出糠醛5~6斤，较高可达7~8斤，每百斤稻壳以0.2元計算，每斤糠醛以1.5元計算，5~6斤糠醛可值7.5~8元，对比一下，稻壳制糠醛后，经济价值可提高近40倍。如果扣除輔助原料（食盐、硫酸）費、设备折旧費、水电費、燃料費、工資、稅收等，純利潤是不多的；但从废物利用，特别是糠醛是貴重的化工原料，在工农业

生产上的用途很广来看，意义是很重大的。

(一) 福州市土法水解制造糠醛的方法

福州市第三碾米厂利用稻壳土法水解制造糠醛，经过多次的试验和研究，已初步获得成功。开始时，出醛率只有3.75%，经过研究、改进后，平均出醛率提高到5%左右，较高的在6~7%，最高的一次达到11.25%；糠醛的纯度都达到90%左右。现将其制造方法介绍如下：

1. 主要设备（见图1）：

(1) 泥砖结构的炉灶一个，用稻壳做燃料，费用可比用煤炭或木柴的节省一半左右。

(2) 生铁锅一个，作蒸馏釜，铁锅口径为90厘米。

(3) 蒸桶一个，安放在铁锅上面。桶身上小下大，上部内直径80厘米，下部内直径90厘米，桶身高130厘米，桶墙厚度6厘米；桶底架设铅筛面作篦，篦的下面交错架着4~6根直径6~7厘米的陶管，使原料不会漏入和下陷到锅里；桶上侧开一个出气孔，套装出气管，与蒸馏塔相连。

(4) 陶管蒸馏塔一个，高450厘米，是由6节半的陶管构成的。每节陶管长70厘米（连接后的长度，原来长78厘米），内径20厘米，连接的地方要用水玻璃和石英粉的混合浆嵌合。除了塔顶和塔底两节陶管各留空约一半（塔顶约20厘米、塔底约35厘米）不填料外，其余的陶管里面都要填料。这样，蒸汽的接触面积增大，蒸汽能缓慢上升，可提高糠醛的出率和纯度。填充料为白色的石英石，它的体积一般约2~3.5

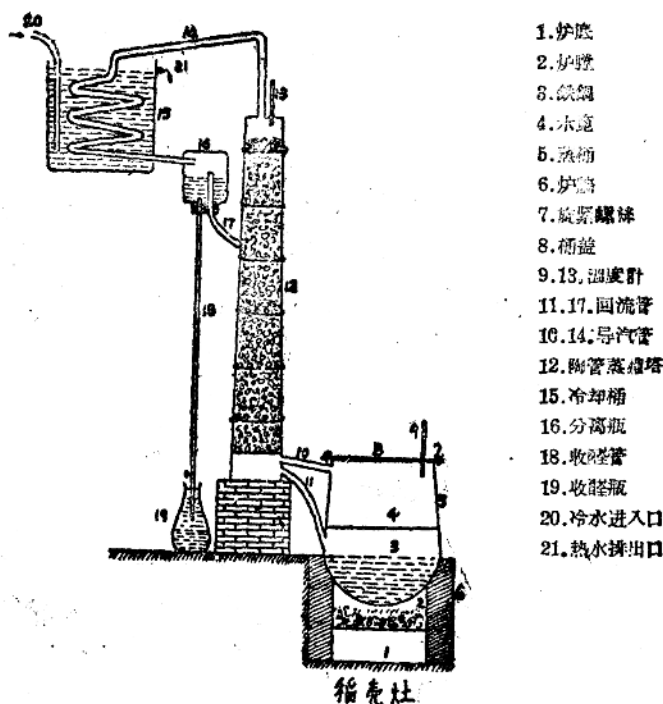


圖1 常压水解法制造胥醛示意图

立方厘米。为了加固塔身和保持塔身的温度正常，陶管的外面用稻草捆扎，再涂上一层泥土、石灰混合剂。

(5) 冷却桶一个，是用铁油桶改制的。桶内有锡制的蛇形冷却管，管的上端连接蒸馏塔顶的弯头导汽管。在冷却蒸汽的过程中，桶内的冷水会渐渐变成温水，因此要不断排出温水，并从桶的底部引入冷水，才能保持冷却蒸汽的作用。

(6) 分离瓶一个，是用玻璃瓶制成的，安置时瓶口要朝

下。瓶上侧开一个小孔，以排除瓶内的气体，防止爆炸。瓶口用附有收醛管和回流管的橡皮塞塞紧。收醛管管口要与瓶颈齐平，当瓶内的糠醛液高出瓶颈时，就能流入收醛管。回流管伸入瓶中的长度约为瓶高的一半，当瓶内的淡糠醛液超过管口时，就能流入蒸馏塔内再蒸馏。

(7) 回流管两条，是用橡皮管制成的。一条由蒸馏塔的第一节陶管连接蒸桶的基部（接近蒸锅的地方），使回流液流入铁锅里；另一条由分离瓶连接蒸馏塔的第五节陶管，使淡糠醛液回流入蒸馏塔里，再进行蒸馏。

2. 生产流程：

稻壳 → 拌料 → 浸渍 → 炊蒸 → 蒸馏 → 冷却 → 分离 → 糠醛

3. 操作方法：

(1) 配料：一般是按稻壳100斤、工业硫酸12斤、食盐10斤、清水50斤进行配料。

(2) 拌料：按配料比例，将食盐放在一个空缸里，加入清水并充分搅拌，使食盐全部溶解，然后再慢慢倒入硫酸，边倒边进行搅拌，使其混合均匀，然后分成三份。再取一个空缸，将稻壳分三次放入缸中，放入一次稻壳就倒入一份食盐硫酸溶液；放入后要用力翻拌，使它们混合均匀。

(3) 浸料：把搅拌好的原料，放在陶缸或木槓里浸渍12~24小时。据初步试验，浸渍时间延长，不会提高出醛率，相反的，延长至50小时以上，还会降低出醛率；浸渍时间缩短在10小时以下，出醛率也会有所降低。在浸渍过程中，最好要翻缸一次，使原料混合均匀。

(4) 炊蒸：炊蒸前，在鉄鍋里倒入九成滿的清水，然后把浸漬好的原料放进蒸桶里，耙平后盖好桶盖，旋紧桶盖上的8个螺絲，做到密閉不漏气，就可以加热炊蒸。炊蒸時間一般为12小时（从生火至停止加热），炊蒸时蒸桶上的温度一般为 $100\sim 102^{\circ}\text{C}$ 。

(5) 蒸餾：在炊蒸过程中，蒸桶里产生的蒸汽，由进气管进入陶管蒸餾塔里蒸餾。在蒸餾过程中，塔頂的温度应在 $96\sim 98^{\circ}\text{C}$ ，太高或太低都会影响出醛率。

(6) 冷却、分离：蒸餾塔里的热蒸汽，由导汽管进入蛇形冷却管，冷却后大部分变成液体——粗糠醛液。粗糠醛液流入分离瓶，经过分离，糠醛液就不断经过收醛管，流入收醛瓶。

(7) 制取成品：把刚收集的粗糠醛，装在玻璃瓶中静置一段时间，其中沒有分离出的水就浮在上面，杂质沉在瓶底。抽掉水分，除去杂质，就可得到糠醛成品。用这种方法制出的糠醛常为淡黄色，如果露在空气和强光中，就会逐渐变为深黄色，甚至棕黑色。因此，在貯存时，要严加密封，避免受光。

4. 注意事項：

(1) 最好要选择薄皮、新鮮、干燥、洁淨的稻壳作原料；如果稻壳中有碎米、灰土等杂质，必須除去，以提高出醛率。

(2) 蒸桶篋底与鍋面要有一定的距离，一般是 $15\sim 20$ 厘米。如果篋底太接近鍋面，炊蒸时鍋內的水沸騰而涌到篋上，就会冲掉部分原料中的食盐、硫酸等，影响水解反应的进行，降低出醛率。

(3) 原料裝進蒸桶時，靠近出氣管的地方，要留一條低注的空隙不填料，防止炊蒸後蒸汽帶着稻壳跑入進汽管，將進汽管堵塞住而發生事故。蒸桶內的其他部位，原料可裝到與進汽管齊平。

(4) 炊蒸時，要經常檢查蒸桶木蓋、蒸餾塔、出汽管、回流管、塔頂導汽管等處是否有漏氣；如果有漏氣，要及時設法封閉緊密，防止蒸汽外跑，影響產量。

(5) 炊蒸時，還要經常檢查塔底的回流管是否回流正常；如果發現沒有回流，說明管口或管道被堵塞，必須設法清理，以免發生事故。

(6) 炊蒸時，蒸餾塔頂的溫度，最好能保持在 $96\sim 98^{\circ}\text{C}$ 之間。溫度偏高或太低，都會影響出醛率，可用火力強弱進行調節；如果調節火力仍不能解決問題，就要改進蒸餾塔，改裝填充料。

(7) 冷卻桶里的水，要不斷調換冷水，保持低溫，才能起冷卻作用。但必須注意，溫度過高或突然降得太低，都會影響出醛率。

(8) 從炊蒸到出醛，火力要保持猛烈、均勻，可加快出醛速度和增加出醛量。

(二) 湖南省常壓水蒸法制糠醛的方法

湖南省輕工業廳聯合食品廠，用稻壳做原料，採用常壓水蒸法制取糠醛，出醛率達到6.13%，糠醛純度達到92.5%。這種生產方法設備較簡單，只需要鉄鍋、木甑（蒸桶）和陶瓷管

等，同时技术容易掌握。现将该厂制造糠醛的经验介绍如下：

1. 主要设备（见图2）：

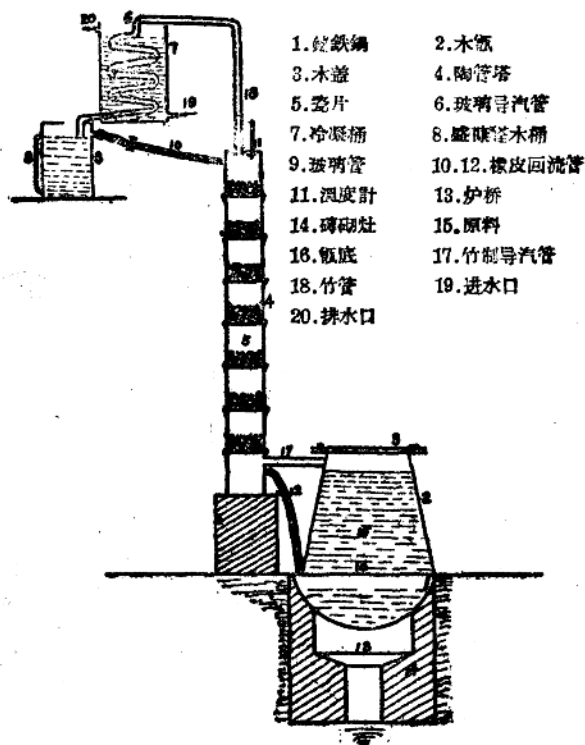


圖2 常压水蒸法制糠醛示意图

(1) 鑄鐵鍋：盛水供发生蒸汽用。鍋內的水原是清水，在蒸餾过程中，有部分的稀盐酸和醋酸水从蒸餾塔中回流入鍋中，使水呈微酸性，对鉄鍋有輕微的腐蝕作用。为了增强鉄鍋

的防腐蚀能力，在使用前最好在鍋里涂一层薄薄的酚醛树脂，并加热到 120°C ，使它硬化。

(2) 木甑：木制的圓甑，大小要根据鉄鍋来决定。整个木甑要先涂一层薄薄的酚醛树脂，等到干后才可使用，这样可以防止酸对木头的腐蚀。木甑盖与木甑之間要垫一层橡皮，并用12个螺絲擰紧，防止漏气。

(3) 陶管塔：有8节陶管，节与节之間用耐酸水泥与玻璃(1.5:1)的混合浆嵌接，每节里外也要薄薄地涂一层混合浆，以防止渗透；同时塔內要放一些瓷片(約占 $\frac{2}{5}$)作填充料。塔的高度可根据裝鍋量来决定，裝鍋量大，塔身就可高些，相反就可低些，一般为5~6米。

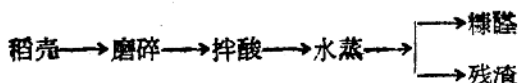
(4) 玻璃冷凝管：呈弯曲状，一端連接竹管，并跟陶管塔相通，另一端放入冷凝桶。冷凝桶里盛水，从陶管塔跑出来的蒸汽，经过冷凝管就冷凝为液体。

(5) 盛糠醛木桶：用来盛蒸出液。蒸出液靜置后，糠醛就沉在下部，上层的水(也含有一些糠醛)由回流管流入塔內。桶的一側上下各开一个孔，裝上一根玻璃管，用来观察糠醛和水分分层的情况及糠醛的出量。

(6) 溫度計：測定塔上和甑上的溫度，以便控制生产。

(7) 橡皮回流管：塔內一部分由热蒸汽冷凝成的液体，跑不上塔頂，就可经过其中一条回流管流入鍋里。这些液体含有一部分糠醛，流入鍋里受热后，可再产生糠醛气体。盛糠醛木桶里的淡糠醛液，可通过另一条回流管流入蒸餾塔內再蒸餾。

2. 生产流程：



3. 操作方法:

(1) 磨碎: 用石磨或石碾将每顆稻壳碾磨成四小片左右。这样可减小稻壳的体积, 增加装鍋量, 同时还能增加稻壳与稀硫酸盐水的接触面积。

(2) 拌酸: 先制好稀硫酸盐水溶液, 制法是每百斤稻壳用工业盐10斤, 加入 80°C 以上的热水50斤, 用力搅动, 使盐完全溶解, 再慢慢加入波美60度的硫酸12斤, 边加边搅动。然后将稻壳和稀硫酸盐水溶液分批放入拌酸缸内, 搅拌均匀后, 放置12小时; 6小时后要充分翻动一次。

拌酸是很重要的工序, 用 80°C 的热水、搅拌均匀和放置12小时的主要作用是: 稀硫酸盐水更容易渗透入稻壳的内部, 使稻壳中的多缩戊糖就能迅速转化为戊糖, 再由戊糖转化为糠醛。

(3) 水蒸: 鉄鍋里先盛水, 把原料放入甑内, 扒平后加盖, 拧紧盖上的螺絲, 以防止漏气, 然后加热蒸馏。在开始30分钟, 火力要大, 直到鍋里的水沸腾后可小些, 以后要保持平稳, 不能忽大忽小。甑上的温度保持在 $103\sim 109^{\circ}\text{C}$ 较适宜, 塔上的温度保持在 98°C 左右; 蒸馏的时间约11小时。

(4) 回收硫酸和盐: 提取糠醛后, 将鍋里的残渣取出, 放在大罐筐中, 加水至残渣饱和为止, 然后再用50斤水反复冲洗。洗出的溶液中含有硫酸和盐, 可再循环使用。

4. 成本估計:

設備用四灶八甑, 一般每月 (以30天計算) 能生产糠醛約