

内部发行

稻草发酵制浆的 经验和研究

轻工业出版社 汇编

TS749
6451

15.12.15

60/3

(3)

稻草發酵制漿的 經驗和研究

輕工业出版社 匯編

TS749

內 容 介 紹

發酵法製造紙漿是我們的傳統的制漿方法之一。用此法制漿，除通常用石灰外，可以少用或不用鹼，不需長時間蒸煮，因此可以節約燃料，建廠時更可大大節約鋼鐵，適合於目前縣、社大辦中、小型造紙廠時採用。

這本小冊子里匯輯了五篇資料，其中有光榮紙廠用石灰鹼料制漿的經驗，有江西利用黑霉菌發酵的經驗，有北京輕工業學院利用沼氣、污泥等發酵的試驗，有四川利用多種菌種和酶進行發酵的研究，還有輕工業部科學研究設計院造紙所等單位在光榮紙廠已有經驗的基礎上，進一步利用枯草桿菌加速發酵過程等的試驗研究。

當然，發酵制漿目前還存在一些缺點，需要進一步研究改進，但它具有一定的優點是肯定的。本書匯輯了這幾篇資料，一方面可供正在採用和有意採用這種方法的造紙廠參考，一方面也可供有關的科學研究機關和專業院校作為進一步研究改進的依據。

稻草發酵制漿的

經驗和研究

輕工業出版社 匯編

*

輕工業出版社出版

(北京市廣安門內白廠路)

北京市書刊出版：營業許可証出字第099號

輕工業出版社印刷廠印刷

新華書店科技發行所發行

各地新華書店經銷

*

187×1092毫米1/32·1 $\frac{28}{32}$ 印張·40,000字

1960年3月第1版

1960年3月北京第1次印刷

印數：1—3,500 定價：(10)0.29元

統一書號：15042·1018

目 录

光荣紙厂发酵法制浆的經驗.....	(4)
发酵法制浆的研究.....	(12)
I . 稻草发酵过程的初步探討	(12)
II . 利用枯草桿菌发酵稻草制浆	(20)
发酵制浆科研工作的初步实验.....	(27)
稻草发酵制浆的探討和試驗.....	(38)
利用黑霉菌发酵稻草浆試制普通文化用紙.....	(53)

光荣紙厂发酵法制漿的經驗

輕工业部科学研究設計院造紙所

上海市輕工业研究所造紙室

上海市松江县光荣紙厂

一、引 言

上海市松江县光荣紙厂是1954年7月建立的，当时只有17名工人，其中大部分为轉业軍人，請了几位浙江富阳手工紙工人作为技术指导，生产本色发酵稻草紙漿。該厂投資仅1000元，是县民政科从复員費中撥出的，基本上是白手起家，开始时两个月未发工資，均为义务劳动（以后每月平均工資約24元）。同时与上海市光中紙厂等挂上鈎，把土紙漿晒干后卖給光中厂生产紙板及包装紙等。从此光荣紙厂就漸漸地发展起来。在发展过程中，也曾遇到不少困难，甚至有一度也曾考虑过干或不干的問題。但是經過同志們的努力，党的正确領導，坚持白手起家，由小到大，从土到洋的方針，終于取得了巨大的胜利。到了1955年，生产工人就增加到200多人。經過1958年大跃进后，目前全厂已有576人。固定与流动資金共約30多万元。工作場地由1954年的几分地发展到目前的120多亩。現在日产本色发酵稻草紙漿約30吨，常压蒸煮紙漿約10吨，供上海市华孚等紙厂生产紙板与包装紙之用。

二、生产流程及设备

用石灰醃料，堆置发酵制浆，是我国传统的制浆方法之一。主要由于石灰的碱性与微生物的作用，从植物纤维原料中分出纤维而成纸浆。此法有下列优点：(1)投资少，设备非常简单，基本上不用钢铁；(2)操作容易，生产成本低；(3)适于人民公社大办造纸工业；(4)纸浆滤水性较好，适于抄造黄纸板及包装纸。

光荣纸厂生产的流程，基本上是根据浙江富阳发酵制稻草浆演变而来。富阳方法是先把原料稻草用牛踏软踏碎后再用石灰醃料，堆置发酵，经过数次翻料后即成纸浆。因为用牛踏料不能大量生产，故光荣厂工人同志们自己研究；就用堆草泼水预发酵的办法来代替，使原料稻草先经过一次发酵，草秆变软，石灰醃料就容易，缩短了堆置发酵的周期，提高了纸浆质量。但是堆草泼水、翻草等的操作亦花很多劳动力，于是该厂同志们在1959年春天开始大胆地取消了此项操作流程。生产纸浆的质量与不取消者相似。因此总的生产周期就可缩短，目前生产中实际上已从石灰醃料开始。



发酵法制浆的设备很简单；石灰醃料池是挖在地下用砖石砌成的，堆料场不受限制。用手推车或人工扛抬运输浆或原料。用麻布袋在河中洗涤，生产上使用的工具是几件木耙和铁耙。目前光荣纸厂正在设法用半机械化或机械化操作来代替繁重的手工劳动。

三、操作經驗

(一) 原料分类 稻草的种类很多，它的物理性质及化学成分往往随着品种、生长条件、气候影响的不同而异。在石灰醃料时，影响最大的为草秆粗细及硬軟的物理性质，因为草秆愈是粗硬，石灰浆愈难渗入，細菌亦难于繁殖，致使发酵后纖維不易分离成紙浆。因此，原料到場时即把它按照草秆粗细、硬軟及品种分別堆存，再加以分別处理，才能做到质量較均匀的紙浆。

(二) 堆草泼水 堆草泼水的目的在于使稻草預經发酵，草质变軟，使醃料容易，石灰浆易于渗入，成浆质量均匀等。泼水量多少必須視气候、季节、稻草性质及具体条件而定。例如，冬春二季每100公斤稻草泼水量在160公斤左右，夏秋二季每100公斤草泼水約120公斤，多雨季节則泼水在100公斤左右。在草堆的底层及中心少泼些水，四周边层及堆頂多泼些水，因为頂与周边水分容易蒸发。草秆粗硬者应多泼些水，堆草发酵時間亦要长些。草堆大小为15米长，8米寬，2米高。每堆一般不超过30~40吨。草堆太大或泼水太多易于发生自燃，必須注意。草堆与草堆之間相隔不小于1.5米；其中1米为路面，两边留有0.25米闊之沟。堆草时先将稻草按捆叠紧，堆平，无漏空，草根朝下，草穗朝上，稍带傾斜。每堆一层即泼一层水。泼水时按次泼过去，要泼得均匀，然后用脚踏紧。在草堆收頂时中間必須凸起成饅头形。

(三) 翻草 当堆草泼水发酵到一定時間后，草堆內部料已熟，而外部草尚未发酵，故必須进行翻草。翻草時間随外界气候变化而异；在5，6，7，8，9月份一般在泼水后15到20天即可翻草，再隔20天即成。3，4，10，11月份在泼水后

20~25天翻草，再隔45天左右即成。

堆草泼水后，稻草有了相当水分，細菌就进行发酵，草堆內温度升高，一般最高温度可达70℃左右。经过发酵的稻草，色呈紅棕，边草仍为原样，叫做白草。为了使草发酵均匀，在开堆翻草时，将堆面上白草另行放开，应将紅草打底，然后将白草堆在中間，半紅的草堆在白草两边，全紅草放在最外围。原来的底脚草必須翻到上面 或中間，切忌仍做底脚，以防腐烂。在翻草过程中如果发现白草很多，說明草太干，可再泼些水。如果发现湿草过多，必須将它拣出来，作为收頂草。切忌将大量湿草放在中間，造成內燃事故。翻草堆草时仍須把草压紧，不漏水，堆平，收頂时必须注意防止草堆漏水。

(四) 散草 全堆草均成熟后，即可把草堆依次翻开，把发酵过的草松散晒干，目的在于降低水分，多吸石灰浆。同时在散草时注意生草，随时取出以免影响紙浆质量。然后把晒干的草送到醃料池边进行醃料。

(五) 石灰醃料及堆料 醃料是稻草变成紙浆的主要工序，醃料均匀与否，石灰用量多少，与紙浆的质量有极重要的关系。醃料是在一个口与地面平的砖石砌成的池子中进行。池子大小为2.5米长，1.4米闊及1.2米深。醃料时，石灰用量随气候季节及草的性质而异；冬季（10月到下年2月）石灰用量对稻草重約22%，春季（3月到5月）約20%，夏秋二季（6月到9月）約16%；而草质粗硬者宜多用些石灰。水的用量均为稻草的2倍左右，湿草用水量酌减。石灰质量要好，一般有效氧化鈣在80%左右。料堆的大小对成浆质量很有影响。料堆大小亦随气候而变，主要是发酵保溫問題。夏季料堆为4米长，4米闊及1.4米高。秋季与春末为8米长，6米闊及1.6米高。冬季則为16米长，16米闊及1.8米高。

醃料时，先把应加的石灰倒入池中（第一次醃料时石灰用量加倍，使池中有一定的石灰浓度），加入相应的水，用木耙搅拌，使石灰化成石灰乳，搅拌时间约15分钟。搅后迅速把草压入池中，以免石灰乳沉淀。醃料工人穿着高统的胶皮靴，用脚踏草，边踏边跳跃边加草，每池醃稻草约400公斤，使稻草在池中打转，充分吸收石灰浆，醃料后放置15分钟，总共费时约50分钟。液比约1：2。然后用铁耙把料钩上成堆，料堆周围用裸边草叠实，中间草料散着堆放，然后用脚踏草。收顶时应注意防止漏水。

（六）翻料 翻料目的亦在于使料子均匀。当醃料堆内部料成熟时即行翻料。成熟期亦随季节变化；夏天在15~20天翻料，再过4~7天即成浆；春秋在20~25天翻料，再过7~10天成浆。冬季则要在25~30天翻料，再过15~20天成纸浆。翻料时，先把四周打扫清洁，把上顶与四周边料放在中间，熟料放在四周，把成块料子松散。在夏天不要把料踏得太紧，特别是四周熟料不要踏实，以便于空气进入。在冬季则相反，为了防止冷风侵入，料子必须踏实。收顶时要做成馒头形，以防漏水。

（七）洗浆 最好用简单的洗浆机洗浆，可以提高纸浆质量。手工洗浆时，用麻布袋，内装约1/4~1/3袋浆，木耙子插入袋内，直接在河中洗涤。洗毕用人工压干或压成浆板晒干打包运输，即可送去打浆抄纸。

四、成本核算

发酵法制本色稻草浆的成本核算如下：

名 称	数 量	单价(元)	每吨风干浆总计(元)
原料稻草	1300公斤	0.044	57.20
石 灰	260公斤	0.06	15.60
工 資			20.25
附加工資			1.92
車間經費			7.27
企业管理費			3.13
銷售費 (運費)			9.75

合計成本	115.12
利 潤	20.64
稅 金	4.24

每吨风干紙浆銷售价格 140.00元

五、劳动組織

光荣紙厂目前的劳动組織如下:

行政系統: 厂长、党支書及工会主席各 1 人

供 銷 股	6人
財 务 組	4人
生 产 組	4人
总 务 組	4人
人事保衛組	7人
炊事勤杂工	13人

发酵法制浆系統:

堆 草	6人
搬 运 散 晒	69人
醃 料	48人
翻 料	3人
送 熟 料	12人
洗料 (手工洗)	40人
磅 料	4人
扛 料	8人
共 計	195人

每天生产发酵稻草浆約30吨（风干）。每人每月平均工資37元。以上不包括堆草泼水工序，否則还需要增加18名工人。

六、企业管理方面的經驗介紹

这种大規模的土法生产工場，在企业管理上与一般工厂管理相似。因为絕大部分为手工操作，故在生产过程中对于劳动生产率的提高及原材料的节约，必須提到首要地位。茲把光荣紙厂在企业管理方面的經驗介紹如下：

（一） 政治挂帅与党的领导是做好工作的根据。加强政治思想教育，发动群众，依靠群众，才能更好地完成任务。

（二） 健全基层組織。根据生产条件与需要，应该有健全的組織（見上节）。每道生产工序即成立一大組，大組下又分小組，大組长負責抓思想与生产，小組长負責具体分工，完成产量与质量等任务。

（三） 随时随地加强增产节约的措施。大面积堆存稻草很易損失浪费，因此对原料的节约是个很重大的問題。管理人員負責检查，堵塞漏洞。具体安排由大組負責。使用原料必須过磅，并有数字記載，适当地掌握发酵時間，每月必須将产品和半成品与原料盘点結算。

（四） 注意安全生产，做好劳动保护。在工場內严禁吸烟，防止火灾。每天上下午各有一刻钟時間休息，給同志們在安全处吸烟，以及給女工喂孩子的時間。为了防止烂手烂脚的职业病，厂里发給长統胶皮靴与围巾，并設有医务室免費医疗。

（五） 各工种必須确定定額指标。工作時間8小时半。堆草組每人定額100担，醃料組每人17~20担，翻料組每人100担，洗料組每人29~34担等。这种定額指标是逐步提高的，开始时可以低一些。

(六) 健全原始記錄。每个大組均有不脫产的記工員，每天統計出勤，产量、质量及原材料消耗等具体数字，然后全厂汇总，填报表。月月总结，下达生产计划，季季评比，开展社会主义先进生产者竞赛运动。

(七) 建立各項制度，确保生产任务及时完成。随着生产的发展，建立了各項制度，如劳动紀律、請假、上下班、會議、学习、生活福利、奖励、机器检修、安全生产操作規程以及工作人員职责范围等。

(八) 供銷协作关系。按生产计划需要收购原料，由县委批准，通过商业局統一采购，統一运输調配等。生产的紙浆按照计划供售。双方共同協議，簽訂合同，严格执行。否則会使发酵時間过长，紙浆腐烂，造成很大浪費。

七、結 語

光荣紙厂用生稻草发酵，是发酵法制浆中最簡單、成本最低的一种方法，而且能够大量生产，这是主要的成績。紙浆的质量目前只能用于造黃板紙及包装紙。为了把此方法推进一步，还必须加强研究，例如縮短发酵周期，提高紙浆质量，生产过程的半机械化与机械化，以及改良发酵法，以制造較好的紙浆等。

1959年11月30日

发酵法制浆的研究

I. 稻草发酵过程的初步探討

輕工业部科学研究設計院造紙所

上海市輕工业研究所造紙室

上海市松江县光荣紙厂

一、引 言

发酵法制造紙浆，是我国傳統的制浆方法之一。由于微生物与碱性物质作用的结果，使部分非纖維物质分解溶出，使原料纖維分离成为紙浆。用此法制浆，除通常用石灰外，可以少用或不用碱，不用長時間蒸煮，以节省燃料。建厂时更可大大节约鋼鉄，适合目前人民公社大办中小型的造紙工业，或把制成的紙浆送往城市紙厂造紙，有利于城乡互助。

用自然的微生物发酵制造紙浆，是我国古代劳动人民創造的制浆方法。近年来国外虽亦有人研究，但尚未見有大規模用于生产的报导。我国在解放以前，对这方面亦很少調查研究。究竟在发酵过程中有什么变化，哪类微生物在起发酵作用，亦无所知。解放后，随着科学事业的蓬勃发展，发酵法制浆亦受到了重視。自从党制訂了两条腿发展工业的方針以后，各地制浆研究单位即开始进行研究。在工作中，大多数均由寻找較适宜的自然发酵条件而走到加微生物发展的趋向，例如：从加臭沟水、人畜尿粪、淘米水到加黑霉菌等。研究工作已經取得了一定的成績。但是对于自然发酵工艺过程的研究还很不够，而

对加微生物发酵又有很多工作可做。因此，今后对于发酵制浆的研究路线，亦应采取两条腿走路的方针。

我们的工作，首先从总结松江县光荣纸厂较成熟的稻草自然发酵的方法入手，进行了工艺过程的摸索与加菌结果的探索，初步认识了发酵过程的变化，给进一步研究提供了较明确的方向。

二、試驗結果及討論

(一) 堆草泼水預发酵过程的变化

松江县光荣纸厂的发酵制浆的方法，是从浙江富阳学习来的。富阳的发酵法是把稻草先用牛脚踏软踏碎，然后用石灰醃料堆置发酵。因为用牛踏草无法大量生产，所以光荣纸厂的同志们自己创造了堆草泼水預发酵的操作方法来代替牛踏，以便大量生产。为了明确堆草泼水預发酵过程的各项变化，我們进行了一些探索試驗与測定工作。

用松江县1958年产的稻草为試料，按照經常生产規程堆草泼水。用普通的河水，水溫約 25°C 。泼水后稻草含水分約50%。为了明确在此过程中原料的化学变化及細菌的作用，我們采用了以同样的稻草試料，一次取絕干料400克，用麻紗布包裹成小包，同样堆入大草堆中一起发酵。共計放入8只小包，其中4包預先用0.05%醋酸苯汞水溶液浸漬杀菌，目的使在預发酵过程中不繁殖或少繁殖細菌。由此比較，可以大致看到預发酵过程中細菌的作用。同时，在距草堆边缘約80厘米处，每天測定溫度的变化。最高溫度曲綫見图1。

图1中虛綫部分表示那几天受到台风的影响，草堆实际溫度下降，若不受此影响，則堆中最高溫度应按虛綫所示方向变化。由图中可見，堆草泼水后5~7天即达到預发酵的最高

峰，溫度高达68℃，以后漸漸下降，也就說明發酵漸趨低潮。經過18天的預發酵后，即進行翻草。翻草時可以聞到酸味，但測定草料水分的pH值仍在8左右。這就說明了在發酵過程中，由於微生物的作用，使草料中的礦類及其他有機物質分解而成少量的有機酸，在較高溫度下發揮出來的緣故。

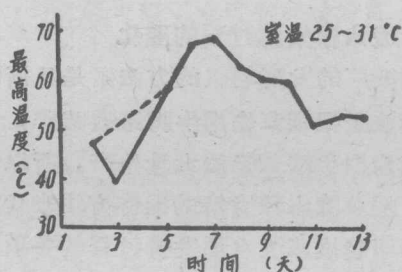


圖1 堆草潑水預發酵過程中最高溫度的變化

翻草后，取出試料小包。從外觀上看來，不殺菌的試料色較紅，有部分白色霉菌生長，而殺過菌的試料色較淺，無白色霉菌生長。二者的化學成分見表1。

由表1可見，不殺菌試料收獲率89.0%，即在預發酵過程中除去物質11%，而經過殺菌的收獲率為93.6%，除去物質6.4%，少於前者4.6%。稻草經過預發酵后，樹脂及1%NaOH抽出物較原料均有降低。而其他的化學組成變化不大。殺菌與不殺菌的預發酵后試料化學成分相差不大。但一般稻草經過預發酵以后，顏色變紅，草稈變軟，石灰醃料容易，亦可以縮短石灰醃料后堆置發酵的周期。但是在預發酵中花費了很大的勞

表 1

堆草澆水預發酵后草料的化学成分

分 析 項 目 称	收 获 率 %	水 分 %	灰 分 %	树 脂 %	1% NaOH 抽出物 %	纖 維 素 %	多 縮 戊 糖 %	木 質 素 %
稻 草 原 料	—	8.54	12.12	3.17	45.89	41.66	21.23	15.52
不 杀 菌 試 料	89.0	8.08	12.20	1.70	35.27	41.16	20.16	16.92
杀 菌 試 料	93.6	7.11	12.48	1.85	38.62	38.15	21.37	15.76

动力与相当长的发酵時間。对于草稈細而軟的稻草，只要把原料处理得当，使石灰醃料均匀，这个工序是可以取消的。

(二) 发酵过程中微生物的作用

稻草用石灰醃料堆置发酵，也可叫自然发酵，其中主要的有两方面的作用：即微生物的分解作用与石灰的化学作用。若能控制发酵过程的条件，同时发挥这两方面的作用，以縮短发酵周期，提高紙浆质量是完全可能的。

在石灰醃料堆置发酵方面，我們曾进行过几种比較試驗。首先加用麸皮黑曲（主要含黑霉菌），对稻草重約 2%，浸入水中攪匀，洒入石灰醃料堆中，經過 20 天的发酵后，浆料的化学成分与不加黑曲者无甚差別。以后在实验室內，也作过加臭沟水，淘米水及尿等发酵試驗，效果也不大显著。

为了寻找有效的微生物发酵，我們从两方面着手：即从現有的純菌种出发及从現有的生产过程中去分离菌种。在本次試驗中，我們只要求用稻草制造本色紙浆，也就是說只要求把稻草原料分离成为紙浆即可。因此我們初步选择了一种枯草桿菌（*Bacillus Subtilis*），它能分解植物的果胶及蛋白质等，繁殖較快，能耐稍高些的溫度。于是在实验室中进行了初步的試探工作。以后又从光荣紙厂发酵堆中初步分离出三种桿状菌，

亦进行了发酵試驗。

試驗均在實驗室的大瓶子中进行发酵。先把稻草切断，长约2~3厘米，在清水中煮沸15分钟进行杀菌，然后加入对稻草重約10%的石灰。放冷后，加入对稻草重約20%的培养的枯草稈菌液。发酵液比1:10，发酵温度分别为37°C及60°C。在这二种温度下均能正常发酵，4天后草已变軟，用手指即可把料分散成紙浆。37°C发酵的紙浆色較淺些。經過打浆手工抄紙，从紙的物理强度来看，亦与自然发酵浆相似。

从光荣紙厂发酵堆中分离出来的三种混合菌种，亦进行了同样的試驗，加菌液30%，分別在37°C及60°C发酵6天及5天，均能很好成浆。目前这方面的工作正在繼續进行，以后将再詳細介紹。

从以上的初步試驗中可以看出，只要我們掌握有效菌种及适当的发酵条件，可以把目前自然发酵20~50天的時間縮短到4~6天。在这种条件下，微生物在发酵过程中起着决定性的作用。石灰的化学作用成为次要。

(三) 石灰醃料堆置发酵过程的变化

石灰醃料堆置发酵是这种发酵法制浆中的主要环节。目前光荣紙厂的生产中，把稻草直接用石灰醃料，堆置发酵而成紙浆。这种发酵法也可叫生料发酵。

为了要說明在堆置发酵中的各項变化，我們采取了各种措施。首先用統一的稻草試料，做成如上述的絕干稻草400克的小包，把这些小包分成4种試料：第一种不加任何处理，接近大堆料的生产条件；第二种除了生产条件相同外，再加入对試料重約20%的枯草稈菌液；第三种試料先經0.05%醋酸苯汞水溶液杀菌；第四种則把試料稻草用手鏈打扁打軟后，再用石灰醃料。以上各种試料醃料的条件均为：用石灰量20%左右，試料