

中国造纸学会第七届学术年会

资料集

中国造纸学会

1994

中国造纸学会第七届学术年会资料集目录

序号	原序号	论 文 题 目	单 位 及 作 者	页数
1	1—14	草浆(稻麦草)备料的研讨	湖北工学院 聂勋载 张志芬	(1)
2	1—23	卡米尔连续蒸煮器的最新进展 ——等温线蒸煮(ITC)法	广西轻工业厅 曹邦威	(8)
3	1—30	二氧化氯制备简介	轻工部南宁设计院 李 锋	(15)
4	2—1	近年国外涂布技术动向	北京市造纸包装工业公司 马石辉	(27)
5	2—24	伸性纸的生产与应用前景	佳木斯造纸厂 李东升等	(33)
6	2—25	论卷烟纸抄纸机雕印压榨丝纹辊 的自制	牡丹江造纸厂 栗霄波	(39)
7	2—39	双磷酸淀粉及其在双胶纸上应用	廊坊市淀粉厂科研所 李铁栓	(44)
8	2—46	新型造纸分散剂R—100系列的浅见	天津市东丽区经委 张奇龄等	(47)
9	213	浅析证券纸的质量标准	天津第五人民造纸厂 陈长武	(52)
10	221	覆铜箔板纸生产工艺的研究	四川省造纸工业研究所 孙骏	(55)
11	229	高线压毛毡(BOM)使用维护经验	佳木斯造纸厂 白晓东	(62)
12	3—11	论组合刮刀涂布技术	轻工业部长沙设计院 周后炼	(65)
13	3—18	纸机压榨部与BOM毛毡	吉林造纸厂 朱炳秋	(71)
14	3—22	可控中高辊控制系统的调整与应用	吉林造纸厂 戴 云	(77)
15	3—25	关于切草除尘改造的点滴体会	江苏省金湖造纸厂 雍承俊	(84)
16	3—28	浅谈造纸毛毡的发展与应用	天津市造纸学会 胡 镛等	(87)

序号	原序号	论 文 题 目	单 位 及 作 者	页数
17	3—29	纸页纸病检测分析系统(QAS)	苏州紫兴纸业公司 朱向东	(98)
18	3—30	纸页质量控制(QCS)系统	苏州紫兴纸业公司 凌震 等	(100)
19	3—31	1000米/分高档涂布原纸机的烘干部	苏州紫兴纸业公司 王自力等	(105)
20	3—33	考 察 报 告	苏州紫兴纸业公司 丁亚芬	(109)
21	3—34	高速纸机的交流调速传动系统 ——芬兰ABB公司PPS200系统介绍	苏州紫兴纸业公司 蒋文杰等	(114)
22	3—35	造纸用的集散控制系统(DCS)	苏州紫兴纸业公司 严国祥等	(121)
23	238	浅谈纸板成形部和压榨部的设计选型	山东省第二轻工业机械厂 郭振忠等	(128)
24	233	单刮刀涂布纸技术及经济性能探讨	沈阳市造纸工业总公司 刘建祯	(135)
25	4—4	双螺旋挤浆机的研制成功推动了 黑液提取的技术进步	合肥轻工业机械厂 朱炳生	(142)
26	4—5	长管升膜式蒸发器在我厂碱回收 中运用	民丰造纸厂 高 勇 周国良	(145)
27	4—6	洗涤筛选实用技术简介	佳木斯造纸厂 郭长裕	(148)
28	4—12	硫酸盐木浆的副产品回收	轻工业部南宁设计院 章穗芳	(149)
29	236	提高碱回收效益的措施与实践	湖南省绥宁联合纸厂 刘继全	(157)
30	225	运用价值工程原理寻找新型耐火砖	福建省青州造纸厂 黄天来	(162)
31	5—4	由我国与世界制浆技术的差距谈 发展我国制浆工业的对策	柳江造纸厂 林远球	(165)
32	5—7	第三金属材料——钛在造纸工业 的应用	轻工业部南宁设计院 章穗芳	(176)

草浆(稻麦草)备料的研讨

湖北工学院 聂勋载 张志芬

俗话讲巧妇难为无米之炊。若没有原料,当然不可能有产品。若没有优质的原料,也很难、甚至不可能生产出优质的产品。我国广大草浆造纸厂长期以来习惯于:来什么原料用什么料,满足于切草机加羊角筛这种简陋的传统的干法草浆备料方法。不少科研论文和生产实践已经证实,精选原料和加强备料极为重要。但至今备料的重要性并没有得到我国广大草浆造纸厂的足够重视。如有的草浆厂提出:“减少备料损失、提高原料利用率”这种概念混乱、方向模糊不清的口号。国内某草浆大厂甚至将羊角筛拆除,将备料工段的职能降低到只能把草料切断的水平,该厂竟把大量杂物保留在原料中,混入蒸煮,这一作法得不偿失,其害无穷。目前用稻麦草浆抄纸存在着许多问题,如纸料的脱水性差,抄造时容易断头,成纸的强度低,尤其是撕裂指数,耐折度和裂断时的伸长率都相当低,纸质发脆,纸页表面强度低,容易掉粉掉毛等等毛病。这些缺陷除与稻麦草原料先天不足有关外,均与备料不良有着密切的关系。如何重视与加强草浆的备料,已成为能否提高我国草浆质量的关键课题之一,必需引起我国广大草浆造纸厂的充分重视,并结合各厂不同的情况、产品质量的需要,采取切实可行的措施,改革备料工段,尽快把我国草浆备料提高到一个新的水平。

为什么草浆备料如此重要?因草类原料的组织结构很复杂,草由秆、叶、鞘、节、根、膜、髓、糠、谷壳、谷粒等组份组成。各组份的组织结构和化学成份大不相同,造成草类原料的不均匀性很强。最适合用于造纸的好原料——草秆,只占全秆的50%左右。不适于造纸的杂细胞和可溶物均高达40%左右。草料中还含有大量的泥沙、尘土和其他杂物等,都要求在备料时除去。麦草的各部份组份参看表1。而稻草的茎秆部份含量更低,仅占23.5~29%,

表1 麦草(小麦)各部位的成份分析

成 份	无节秆	叶	鞘	节	全草
各部位占全草重量(%)	52.4	29.1	9.3	9.2	100
纤维平均长度(mm)	1.51	1.01	1.26	0.67	1.32
纤维长宽比	116	73	90	37	102
综纤维素(%)	70.35	60.95	69.86	67.97	68.42
灰 份(%)	3.24	11.18	9.88	5.12	6.19
SiO ₂ 含量(%)	1.98	7.52	7.66	2.14	4.14

草叶占22~24%,草鞘占31~33%,草节占7.4~5.4%,叶穗占3.7~3.4%。稻草硅的含量更高。从表1还可知,麦草的草叶占全草重的29.1%,叶中的灰份占全草灰份的52.5%,SiO₂的含量占52.9%。所以草叶是造成化学药品回收时硅干扰的重要原因。草叶的纤维短

小, 杂细胞含量高, 严重影响了纸浆的强度和滤水性, 使漂白困难, 成浆容易返黄, 在备料时应将草叶尽量除去。

草节与草鞘: 草节草鞘组织紧密、木素含量高、难于蒸煮、纤维短小、杂细胞和灰份的含量亦较高, 如不能筛除存留在纸浆中, 将使纤维性尘埃增加。备料时也应尽量除去。这些杂物和泥沙在备料时若不除去而进入制浆造纸过程, 不仅会增加碱、汽、水的消耗。还会给浆料的洗涤、筛选、漂白、抄纸、碱回收等工段造成种种困难, 并严重的影响成纸的质量。因此备料的任务, 不仅要草料切断(撕碎), 还需将草料进行很好的净化与筛选。将杂细胞、可溶物和泥砂等尽量除去。为制浆提供“精料”, 故加强备料能有效的改善草浆的抄造性能, 并能显著的提高产品的质量。

目前我国草浆厂的除杂率大多在5~6%, 甚至更低。说明备料的质量很差。应将备料的除杂率提高到10%以上, 甚至20%左右。除杂率的大小, 取决于备料方法与备料工段的流程与设备, 取决于原料的品质和产品质量的需要。它是综合各种因素的结果。是考核备料质量的重要指标之一。随着备料的强化, 除杂率必然提高。为了减少排出物的污染, 提高生产效益, 对备料的排出物, 应积极进行回收, 开展综合利用。下面就备料中几个重要问题分别研讨如后:

1. 强化备料对草浆质量和碱回收的关系

1.1 备料对草浆质量的影响

稻草除含纤维外, 还含有大量的杂细胞。据文献报道: 用显微镜分析, 按面积法计算, 麦草中纤维细胞含量为62.1%。薄壁细胞29.4%、表皮细胞2.3%, 导管4.8%, 其他1.4%。合计麦草浆中杂细胞组份约占40%。若按筛分法评价纸浆的质量, 通常把通过100目(Baucl MCNett筛分仪)的组份称为杂细组份。漂白麦草浆筛分的结果, 留28目的4.41%, 留48目20.78%, 留65目10.60%, 留100目9.63%。通过100目54.58%。即漂白麦草浆的杂细组份含量高于50%。草浆的杂细组份主要由: 薄壁细胞、导管和麦皮细胞等杂细胞所组成, 它与纤维细胞相比, 其尺寸小、表面积大、聚合度低、木素、戊糖和灰份的含量高, 吸水能力强, 容易润胀, 纤维饱和点高, 保水值和打浆度高, 白度比纤维组份明显的低并容易返黄。纤维组份与杂细组份的物理性质和化学性质有很大差别。若把两种组份按不同配比混合抄纸, 随着杂细组份的增加, 浆料脱水将更加困难。紧度和强度将不断下降, 形稳性下降、掉毛掉粉将增加, 会严重影响纸料的抄造性能和成纸的质量。可参看图1。所以杂细组份的存在, 对纸浆质量极为有害。从图1可知: 若提高纸张强度10~15%, 约需除去20%的杂细组份。要提高纸张强度20%, 需除去杂细组份35~40%。增加杂细组份, 还会使纸页的脆性大大增加。所

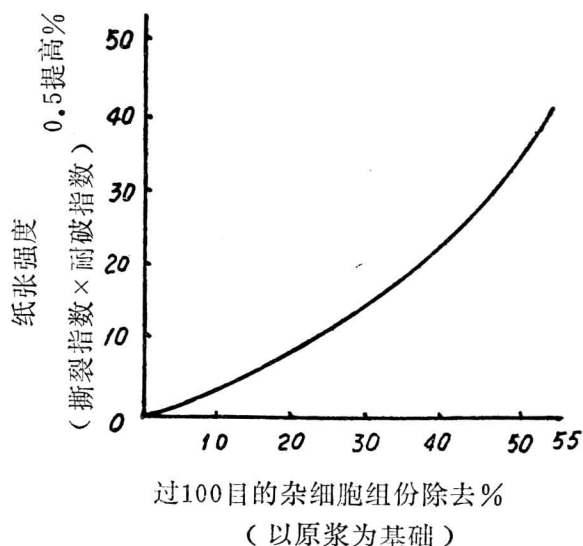


图1 麦草浆杂细胞除去率对提高纸张强度的作用

以在备料工段去除杂细组份能明显改善草浆的质量。强化备料将是提高草浆质量的有效途径。

1. 2 SiO_2 的含量对草浆黑液回收的影响

草浆黑液具有硅含量高、粘度大、发热值低三大缺陷。给碱回收和热回收造成了困难，尤其是硅含量高会给碱回收造成很大障碍。木材的灰份含量一般在1%以下，其化学成份绝大部分为钙、钾、钠的化合物，含 SiO_2 很少。而稻麦草的灰分含量比木材高得多，麦草的灰分通常为6~8%，稻草的灰分在10%以上（有的高达17%）。而稻麦草灰分中 SiO_2 的含量一般占灰分的60~70%（甚至更高）。硅化物对碱回收的影响如下：

①影响黑液的提取率和黑液的贮存与运输。

因硅化物使黑液的粘度增高，尤其是当残碱不足，pH值低时，使黑液呈胶体状态，大大降低了浆料的滤水性能，给黑液的提取和浆料的洗涤造成困难。粘度高的黑液贮存和运输也十分困难，甚至造成管路和泵体堵塞，会严重影响生产的正常进行。

②对蒸发和燃烧的干扰。

黑液硅含量高，粘度大、传热系数低，会影响蒸发器的效率，严重时使蒸发操作难以进行，并在蒸发器的表面形成坚硬的硅垢，严重阻碍传热，增加蒸汽消耗和停机清洗的时间。在燃烧工段，黑液粘性大，很难分散，使黑液与空气的混合差，造成干燥和燃烧困难。黑液中含有大量 Na_2SiO_3 ，使熔融物的熔点升高，造成炉温过高，增加了钠盐损失，加速沉积物的形成，阻碍烟道畅通，并降低锅炉的传热效率。

③对苛化和白泥回收的影响

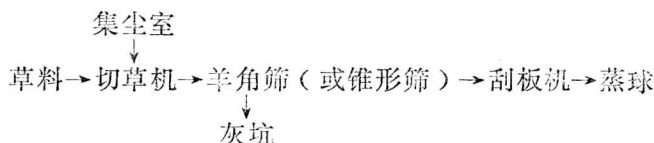
Na_2SiO_3 进入绿液，苛化时与石灰作用生成 CaSiO_3 ，很难从白液中分离，故而影响白泥的澄清，并使白泥过滤脱水困难，造成碱的流失。含硅多的白泥使石灰颗粒表面形成玻璃状，影响传热和石灰燃烧，并容易粘附在炉壁上造成停机。含硅多的白泥不能回用，否则会造成更大的硅干扰。

强化备料，尤其是采用湿法备料，黑液中 SiO_2 的去除率可高达50%以上，并能大量除去草料中夹杂的泥沙，明显减少硅干扰。为碱回收创造有利的条件，并使纸浆中的尘埃度大幅度的下降，强化备料将是改善草浆碱回收的有效途径。

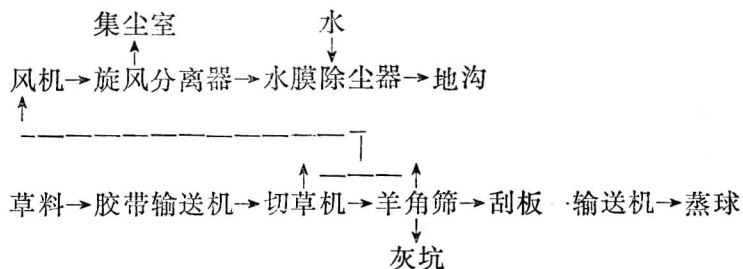
2. 干法、湿法和干湿法三类备料流程和备料工艺方法的分析与比较

2. 1 干法备料流程

流程 I



这是我国目前中小厂使用最广泛的备料流程。其缺点是：流程太简陋、除杂率低，仅5%（甚至更低），劳动条件恶劣。优点是投资少，吨草电耗低约20~30度。



这是国内比较典型的干法备料流程，除尘率5~6%（参看表3）。

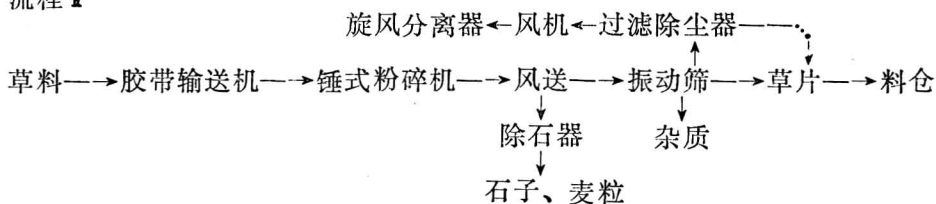
2.2 改进干法备料流程

流程 I



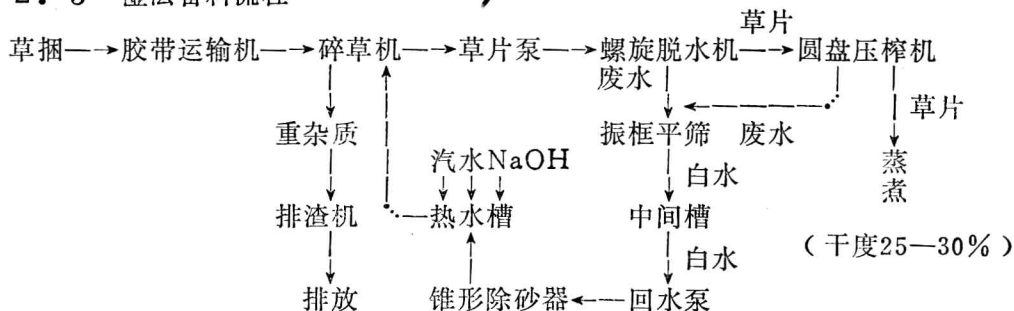
这是匈牙利多脑新成 (Dunaujvaros) 纸厂的干法备料流程。轻质杂物用抽风机吹入旋风分离器, 重物落入平筛, 再经圆筛、平筛将比重大的草节、谷粒等进一步筛除。本流程的设备多、动力消耗高, 备料工段的飞尘仍然严重。除杂率可达 8~10%。

流程 I



这是丹麦Fredenicia浆厂麦草备料流程。用锤式粉碎机代替切草机，锤式粉碎机可以打碎部分草节，使之通过筛孔除去。

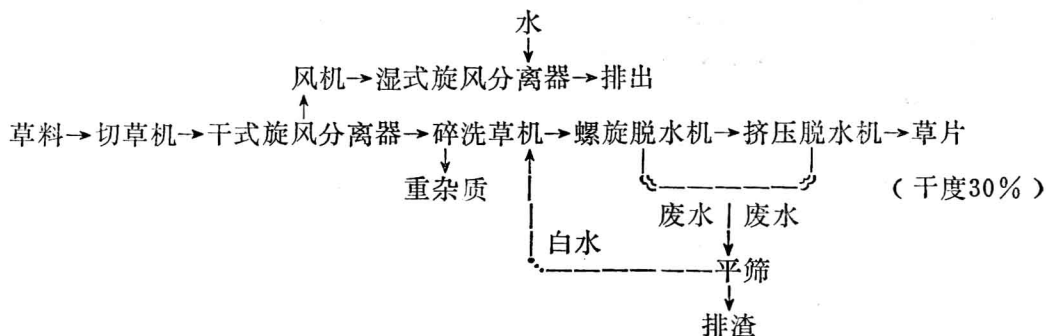
2.3 湿法备料流程



这是瑞典 Sunds Defibnatan 公司制造的 NACO 湿法备料流程（我国星火浆纸厂已引进），除杂率可达18~20%，可除去40~60%的泥沙（参看表2、表3）。

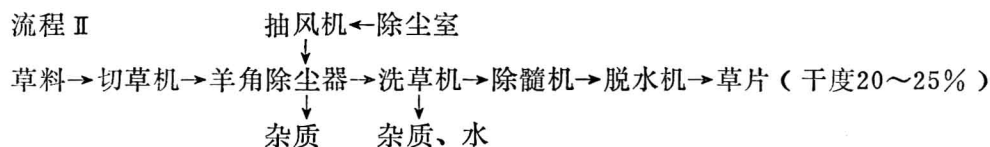
2.4 干湿法备料流程

流程 I



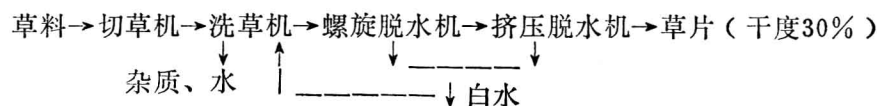
草料经干法切断后，再经碎洗机湿法处理，除杂效果好，但设备多投资大、耗电高。

流程 II



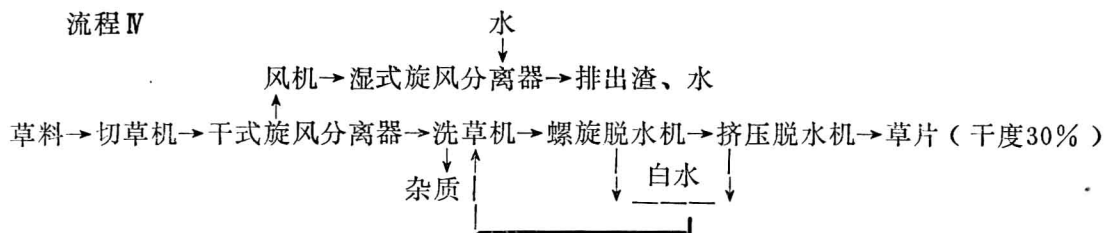
用除髓机撕裂草片并除去草节和草叶。

流程 III



洗草机只对草片进行洗涤。其结构简单，耗电少，使重杂质下沉，但不能去除比水轻的杂物。

流程 IV



草片先经干式旋风分离器除去轻杂质，然后经洗草机湿法处理，除去重杂质。本流程除杂效果好。

流程 V

这是美国 PEADCO 公司的干湿法备料流程（我国泰州纸厂已引进，并将干法备料在农村草片加工站完成）：

切草→除尘→打包

湿法备料（在泰州纸厂进行）：

草包→胶带运输→计量→纤维洗涤机→湿除渣机→胶带→计量→连蒸

纤维洗涤机：用扒辊将草片压入水中浸泡洗涤（除去泥沙、重杂质和部分水溶物）。

湿除渣机：将草叶、穗、节等杂物揉搓成碎片，通过筛孔与草片分离。本流程效益如何，尚待投产后鉴定。

2.5 干法、湿法、干湿法三类备料工艺方法的分析与比较

选用什么备料方法和流程设备，应根据草料含杂质的情况，产品质量的要求，工厂的生产规模和地区的条件等因素，因地制宜来选定，以达到：投资省、效益高、能满足质量要求、劳动条件好、生产效率高的目的。将三类方法进行比较，以湿法备料的优点最多。尤其是用于原料质量差、雨水多的南方，具有一定生产规模的大厂时，更能发挥湿法备料的优点。湿法备料不仅能除去大量泥沙和尘土，减少硅干扰，还可以除去草叶、穗、鞘和霉烂草等杂物。除杂率高达18~20%。能有效提高备料的质量（可参看表2），改善劳动条件。因备料后草片的质量和含水量稳定，可以消除生产中不稳定因素（如天气变化）。可降低用碱量，有利于实现生产连续化和自控化，能显著提高成浆得率和纸浆的质量。

表2 湿法备料后草片化学成份的变化（%）

对 比	水份	灰份	SiO ₂	热 水 抽 出 物	苯 醇 抽 出 物	纤维素	1%NaOH 抽 出 物	木素	戊糖
处理前	8.91	7.12	6.00	12.90	4.19	41.53	53.49	17.60	23.09
处理后	8.65	3.40	2.49	3.40	2.26	45.59	46.49	18.80	25.96

目前国内制造的湿法备料设备的最小规模是50t/日，能否降低规模，扩大供应广大中小型草浆厂使用，希设备制造厂进一步研究。

目前国内的干法备料因流程简陋，除杂率低，劳动条件恶劣，已远远不能适应生产的需要，必须改革完善。而在气候干燥，雨水较少的地方，若原料的品质好（粘附的泥沙少），产品质量的要求又不高，使用改良干法备料也有可取之处，因干法备料的投资和电耗一般来讲比湿法备料少，但投资和电耗是取决于备料流程和设备的选择。因此改良干法备料的流程不能搞得太复杂，应采用简单而有效的流程和设备，在保留干法投资少、电耗省等优点的基础上，重点应解决提高除杂率和改善劳动条件。干法与湿法备料的对比可参看表3。

表3 干法与湿法备料碱耗和得率的比较

流 程	用碱量 （%）	细浆得率 （%）	吨浆耗草（t）	吨浆耗碱 （kg）	吨浆节碱 （kg）	吨浆动耗 （度）
干法备料Ⅱ	16	33.4	2.695	431.2	0	106.7
湿法备料	14	42.02	2.142	299.9	30.4	117.0

先将草料切断，再用湿法洗涤的干湿法备料，其目的是希望保留干法备料投资少、电耗小，又保留湿法备料质量高、劳动条件好等优点。但从所收集到的资料来看，干湿法备料的流程均比较复杂，若不能达到上述目的，甚至还保留了两个方法的缺点，则折中的干湿法备料将不可取，这尚待进一步收资考核，尤其对关键设备“洗料机”与湿法的“碎草机”进行深入比较，故对选用干湿法备料的方法，必须采取慎重的态度。

在我国究竟推广什么备料方法为宜，目前下结论为时过早，更不应当一刀切，只希望对备料工段的改革，能引起全国草浆厂的重视。更希望造纸科研设计部门能针对不同地区、不同产品，不同规模的草浆厂分别提供多种备料方案，并深入的进行技术经济比较，有计划的建成几种典型的备料样板工段，为我国广大草浆厂备料工段的改革，提供稳妥可靠的资料。

3. 备料排出杂物的综合利用

随着备料的强化，备料去杂率必然增加，对排出物若不进行妥善处理，将会造成污染。能否对排出物进行综合利用，变废为宝，减轻环境污染，应积极开展备料排出物的综合利用研究，对排出物进行深度加工，创造出更高的产值，这将是大有可为的。现提供几种综合利用的（研究）方案供参考。

①作燃料：武汉锅炉厂已研制成功焚烧草渣的专用锅炉，回收其热能。这是当前处理废渣的主要办法。国外将废草叶拌黑液，压制成特殊燃料，在碱回收炉中燃烧，为碱回收提供热能，这也是一种好办法。

②作饲料：国内已将胡麻浆厂的备料排出物作饲料，供农村养牲口。稻麦草的杂细胞组份颗粒很小，也有可能加工成饲料，应开展这方面的研究工作。

③生产糠醛：国内已用麦草生产糠醛，因此用稻麦草备料废渣生产糠醛是有可能的，进而有可能研制酒精、酵母，值得进行探索。

④生产碳黑：国外将谷壳用来生产活性碳。能否将稻草中的谷壳分离出来生产碳黑，也可进行探索。

⑤生产纤维板：国内将亚麻厂的麻渣用来生产纤维板，能否将草浆备料排出物经分离处理后研制纤维板，也可探索。

各料排出物的综合利用，目前尚未开展研究，随着排出物的增多，这项研究也将具有良好的经济效益和社会效益，其前景乐观，应尽早引起各方面的重视。

（上接148页） 为适应漂白和本色高档纸的需要，筛选要更新观念。良浆要经过孔筛和缝筛二次筛选。分别除去长状和圆状的尘埃或纤维束。目前好的筛选设备其筛选效率为90%左右，一段筛以后良浆中含有筛选前尘埃量的10%，即除去90%，二段筛以后只有筛选前尘埃1%，两相差10倍。

$$\text{总效率} = 90\% + (1 - 90\%) \times 90\% = 99\%$$

这种筛选方式最好在洗涤前和洗涤中间进行，有些老厂也可在洗涤后进行。根据实际条件和需要而定。

本文只是指出一些粗浅的见解，供专家们参考。

卡米尔连续蒸煮器的最新进展

——等温线蒸煮(ITC)法

广西壮族自治区轻工业厅 曹邦威

一、开发新蒸煮法的必要性

随着人们对环境要求越来越高,制浆造纸厂废水排放的污染,亦引起人们的进一步重视。在纸厂的各类废水中,以漂白系统废水危害最大。从量的方面说,随着蒸煮洗涤等废水大多数得到循环利用,目前国外制浆造纸厂各类废水中,漂白系统废水排放量已跃居首位(一个现代化浆厂漂白系统废水排放量约占全厂废水排放量的50%);从质的方面说,漂白废水中含有因用氯而产生的二噁英、氯酚类等化合物,这些化合物被认为是一种致癌的有毒污染源。因此,严重危害环境的漂白废水已日益引起人们的不安和重视,国外已将废水中AOX含量作为一项重要的考核指标。各国科学家长期以来致力于少氯或无氯漂白技术的研究,以期达到降低废水中AOX含量的目的。目前在这方面已取得相当进展,例如用二氧化氯来全部(或大部分)取代元素氯进行漂白,称无元素氯漂白(ECF),现已在国外大浆厂推广普及;还有用过氧化氢和臭氧代替氯进行漂白的全无氯漂白(TCF)已处于试验和小规模推广阶段。但这些新工艺的主要缺点是成本都要比氯漂高,特别是TCF更加成本高昂,缺乏经济上的竞争力,只有设法大量减少漂白化学药品用量,才能使成本降下来。

众所周知,漂白化学药品用量与蒸煮浆的硬度成正比,为使无氯漂白有一定的经济竞争力,就必须大幅度降低进入漂白前的纸浆硬度(木素含量),才有可能降低漂白化学药品的使用量。降低漂白前纸浆Kappa值的研究工作目前已在两方面取得重大进展:

第一是在蒸煮和漂白中间插入一段氧脱木素流程。随着中浓氧脱木素的研制成功。最近十年来氧脱木素已获得迅速推广,国内亦已有数家浆厂将实行氧脱木素。氧脱木素是在蒸煮浆洗涤后,在碱性(加入氧化白液)和压力状态下通入氧氯与高浓纸浆进行反应(氧化时间60分,温度100℃,压力3巴,纸浆浓度10%),可在不降低纸浆强度的情况下降低纸浆Kappa值约40—45%,从而大幅度减少漂白有效氯的消耗。

第二是采用新蒸煮工艺。在不降低纸浆强度的前提下进一步降低蒸煮浆的Kappa值,也就是实行深度脱木素(EXTENDED delignification)蒸煮,这是目前国外制浆工业科技人员研究的热点。众所周知,在正常情况下要进一步降低蒸煮浆Kappa值,就要提高蒸煮最高温度或延长在最高温度的保温时间,以便溶出更多的木素。但在蒸煮后期的低碱高温状态下如过分除去残余木素,势必引起纤维素的大量降解,招致纸浆强度的损失。间歇蒸煮通过开发RDH冷喷放蒸(这是美国Beloit公司开发的技术,芬兰Sunds公司开发的Super Batch即超级间煮与其大同小异),据称已成功地将Kappa值降低到15左右。例如,美国Marlborough

纸厂，于1990年2月投产，年产20万吨漂白浆，采用RDH间歇蒸煮，据称氧漂后 Kappa 值为12（针叶木）和10（阔叶木）；芬兰最近投产的年产51万吨漂白浆的E nocell 纸厂，采用 Super Batch 蒸煮，据称蒸煮后Kappa值为15（针叶木）和13（阔叶木），氧漂后Kappa 值分别为9和9以下，该厂试验用H₂O₂ 漂白，桦木浆漂后白度可达87% ISO（松木浆白度估计要低到82%ISO）。

KamyR 公司也一直致力于在KamyR连续蒸煮器上实现低Kappa值的深度脱木素蒸煮，MCC和ITC法新蒸煮工艺就是在这个背景下积极开发出来的。

二、ITC 蒸煮法的前驱—MCC 蒸煮法

KamyR 公司从1980年起即推出了改进性连续蒸煮法 (Modifed Continuous Cooking, 简称MCC)，工厂规模试验是在芬兰 Varkaus 纸厂的汽液相双塔连续蒸煮器上进行的。在试验成功的基础上于1985年在芬兰建成第一座日产1100吨风干粗浆的深度脱木素 MCC 连续蒸煮器（见图1）。该蒸煮器的特点是：一、将蒸煮塔的蒸煮区分顺流与逆流两大部分（采用逆流蒸煮的概念是1966年首先由 Sloman 提出的，其优点是可以降低蒸煮后期的木素浓度。改进纸浆的撕裂强度），这两者的分界线是在黑液抽出口；二、在逆流区（中部循环系统抽出口）加入一部分碱液，其加入量为总碱用量的20%。

物料在予浸塔的停留时间为30分，在顺流逆流区停留时间各为60分，高温洗涤区停留时间为180分。顺流、逆流和高温洗涤区三个部分均通过使外循环系统以保持温度和碱液的均一。MCC 法 蒸 煮 由 于 在 逆 流 区（相当于蒸煮后期）继续加入部分碱液，可使物料在蒸煮后期高温状态下仍保持一定的碱量和 PH 值，从而使纤维素在深度脱木素状态下不致降解。因此该法有可能在保持纸浆强度的前提下将蒸煮浆Kappa值降低到22—24；而在相同Kappa值时，纸浆粘度可比传统连蒸提高100dm³/kg。

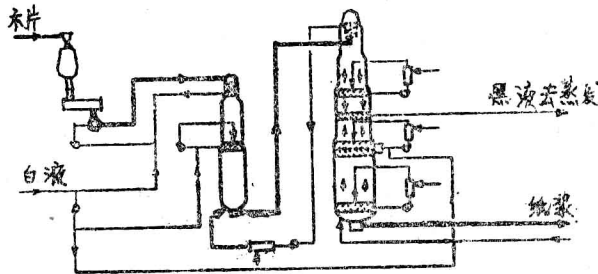


图1 MCC法连续蒸煮器（双塔）

表1 是某厂改造为MCC法后的浆张强度指标。可以看到，虽然蒸煮浆的 Kappa 值大幅度降低，但对强度并没有影响。在Kappa值25时强度还有所提高。

MCC 法 蒸 煮 以 后 又 有 所 改 进，即利用高温洗涤区来进一步改善脱木素过程。具体内容是在洗涤区加入少量碱液，并适当提高洗涤温度。一般对配有氧脱木素系统的纸厂可在洗涤区循环系统抽出口加入1~2%碱量的白液，并将洗涤温度从140℃提高到150℃，这样又可在不降低纸浆强度前提下进一步降低蒸煮浆 Kappa 值。洗涤区加入少量碱液还有助于避免在

表1 用MCC法改造后的效果

	改造前	改 造 后	
Kappa值	33	25	21
叩解度 °SR		25	25
PF 1 revs	3900	4500	3900
抗张指数	92	93	91
耐破指数	7.3	7.8	7.6
撕裂指数	9.1	9.9	9.5

蒸煮和氧脱木素之间系统纸浆PH值的降低。

目前已在三大洲 8 个国家安装了35台MCC法连续蒸煮器,适用于蒸煮针叶木和阔叶木。

三、ITC蒸煮法的技术特点

等温线蒸煮法 (IsoThermal Cooking简称ITC), 即是在综合上述MCC法基础上又一次较大的改进 (见图2)。它除了采用逆流蒸煮和多点加入白液外, 还在洗涤区采取大容量循环 (相应加大循环系统的热交换器容量) 法, 使洗涤区温度快速达到蒸煮温度, 而且整个蒸煮器包括顺流和逆流区都达到最高蒸煮温度; 逆流蒸煮并延伸到洗涤区, 使整个蒸煮器形成顺流和逆流两大区。这样等于整个蒸煮器都处于高温蒸煮状态, 总的蒸煮相对增加了。蒸煮时间增加, 就有可能降低最高温度, 从而创造比较温和的蒸煮条件。ITC法蒸煮的蒸煮温度可降低到 160°C , 即较MCC法约降低 10°C

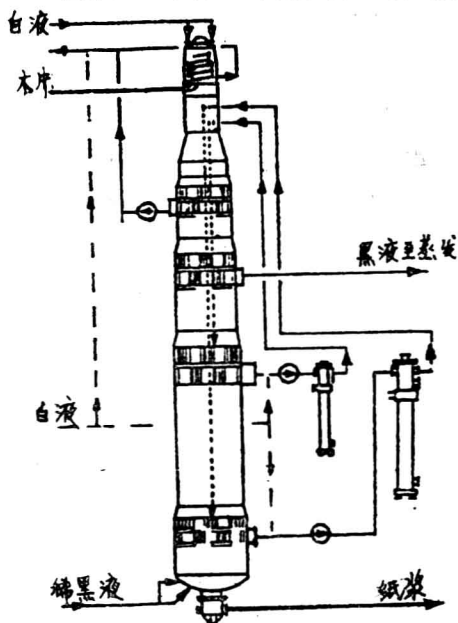


图2 ITC法连续蒸煮器

(MCC法蒸煮区的温度为 170°C 、洗涤区的温度为 140°C , 而 ITC 法则整个蒸煮器均为 160°C)。降低最高蒸煮温度可减少整个蒸煮器的蒸汽消耗, 而且由于可降低蒸汽压力而使纸厂热电站能发更多的电。

ITC法蒸煮虽然在洗涤区通入白液, 使蒸煮作用延伸到洗涤区, 木素在洗涤区仍继续有少量溶出。但由于ITC法洗涤区温度的提高, 使总的塔内热洗效率并没有降低。这表现在测定喷放管浆料中可溶性有机物含量, 并没有明显增加。

ITC法可使蒸煮浆Kappa值在MCC法基础上再进一步降低。例如瑞典 Iggesund 纸厂使用 MCC 法连续蒸煮数年, 现已改用 ITC 法, 该厂改造经验表明, 蒸煮后 Kappa 值可降到20—22, 粘度约为 $1100\text{dm}^3/\text{kg}$, 氧脱木素后Kappa值可降到12, 而漂后浆粘度仍高达 $850—900\text{dm}^3/\text{kg}$ 。该厂采用 ITC 法后漂白化学品消耗和废水排放负荷见表2, 其有效氯消耗仅 $42\text{kg}/\text{ADT}$, H_2O_2 消耗量 $2\text{kg}/\text{ADT}$ 。另一个使用ITC法工艺的是瑞典 Korsnas 纸厂, 该厂1989年投产, 蒸煮器原设计MCC法, 现已改为ITC法。该厂目前针叶木蒸煮后的 Kappa 值为20, 氧脱木素后为10, 相应的粘度数据见图3。

总的说KamyR公司认为, ITC法蒸煮后Kappa值控制针叶木18—20, 阔叶木13, 氧漂后Kappa值分别为10和7—8, 应该是可行的, 不会影响到强度。这比传统连续蒸煮的 Kappa 值 (约35左右) 可降低一半左右。

四、ITC法无氯漂白创造条件

由于漂前浆Kappa值的大幅度降低,以及ITC法浆的良好可漂性,ITC法的化学品耗量特别低,试验表明(见图4)用D(Eop)DED程序对ITC法浆氧脱木素后进行漂白,仅用30kg有效氯/t浆和2kgH₂O₂/t浆,即可漂至白度90%ISO,漂白废水中AOX仅为0.4kg/t浆。

ITC法漂白化学药品的大幅度降低为TCF漂白创造了条件。KamyR公司已设计了一套结合ITC法蒸煮和TCF漂白的流程方案,其TCF漂白流程建议用QPZ或QP₁ZP₂,取决于木浆的可漂性和所要达到的白度(流程见图5)。第一段Q点是用EDTA螯合剂处理纸浆以除去重金属离子,P段(H₂O₂)是在80—90℃温度下用H₂O₂处理4小时、H₂O₂用量15—30kgH₂O₂/ADMT浆,P段前后的洗涤是非常重要的,建议选用两级扩散洗涤。H₂O₂漂后的白度约78—83%ISO,P段后为Z段即中浓臭氧段,可将白度提高到85—90%ISO,O₃用量为3—5kgO₃/ADMT浆;对针叶木等难漂白浆要加第二级P段,这样白度可提高到90%ISO,这个P段应该是温和的,温度较低H₂O₂用量很少。

表2 Iggesunds厂ITC法的一些数据

蒸煮浆 Kappa值	20—22
氧脱木素后 kappa值	12
漂后白度 ISO	90
化学品用量 (kg/ADT)	
O ₂	14 + 6
ClO ₂ (有效氯)	42
H ₂ O ₂	2
环保指标	
AOX (kg/ADT)	0.25
氯酚化合物 (g/ADT)	<0.1
COD (kg/ADT)	30

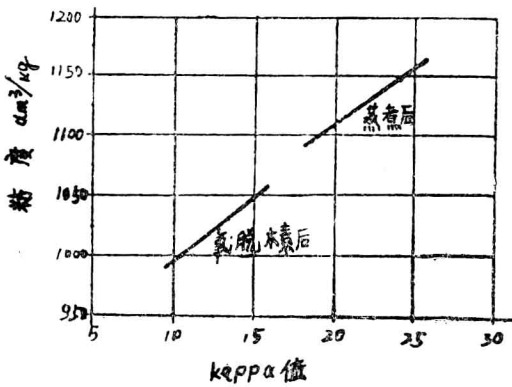


图3 Korsnas厂ITC法纸浆粘度

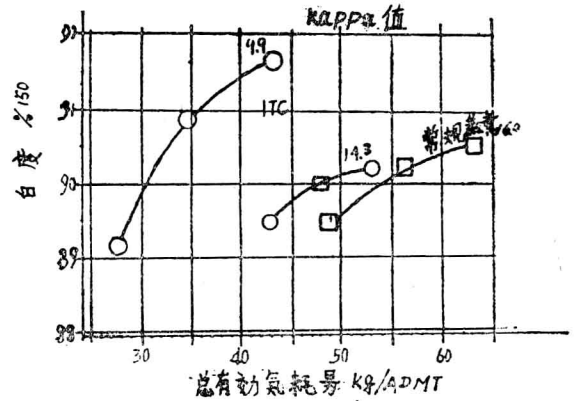


图4 ITC法浆氧脱木素后用D(EOP)D(ED)漂白的氯耗量

由KamyR公司与奥地利LemZing纸厂合作的日产100吨浆中浓臭氧漂白实验装置已经商业化。LenZing纸厂已正式订购了一套300t/D浆的中浓臭氧漂白系统。瑞典Monsteras浆厂已经安装了一套1000t/D的中浓臭氧漂白系统。

TCF漂白系统所产生的废水量只有10m³/t浆,含有可溶性有机物、碱和硫酸盐离子及其

他重金属离子。这些离子在单独蒸发浓缩后如与黑液一起回收，则全封闭浆厂的理想即可实现了。

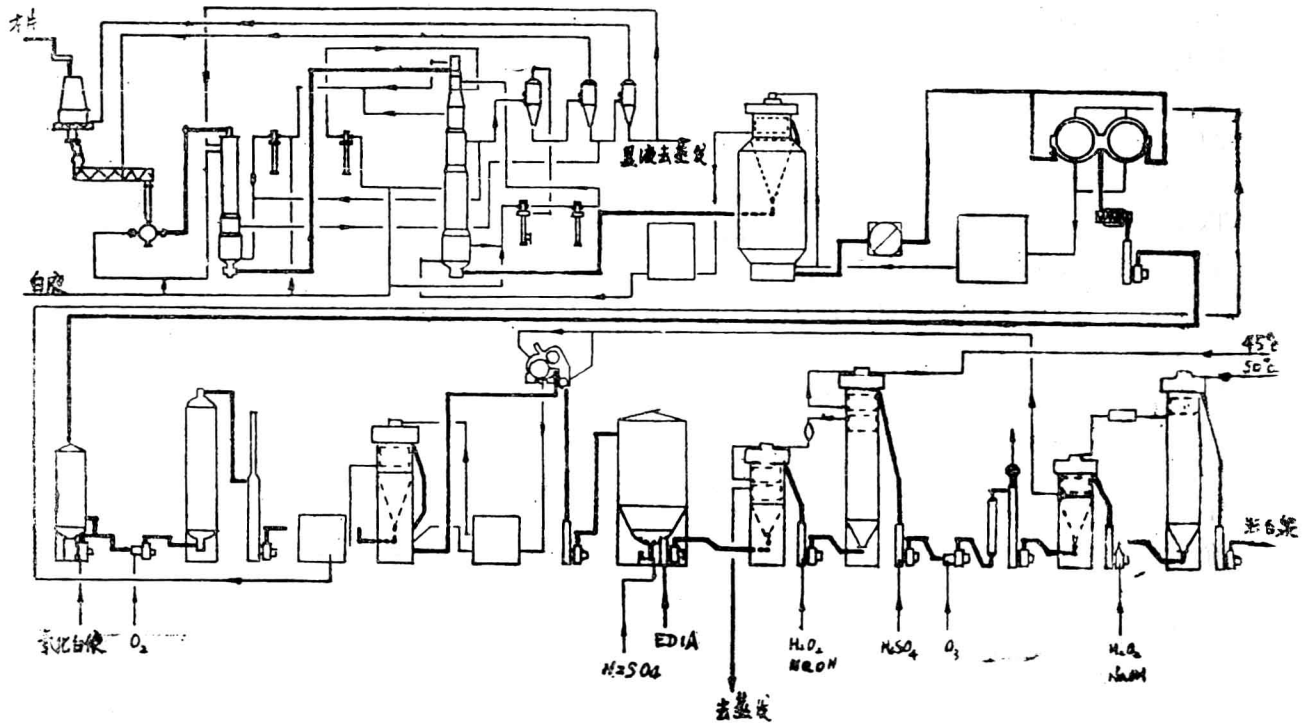


图5 ITC法蒸煮和全无氯漂白的制浆流程图

五、ITC法的其他优点

ITC法除了上述可大幅度降低蒸煮浆Kappa值、减少漂白用氯量，实现无氯漂白以至最终能实现封闭浆厂的主要优点外，尚有其他不少优点。根据KamyR公司对ITC法和常规连续蒸煮两种工艺所做的对比试验表明，ITC法无论在得率、渣子率和纸浆强度方面均胜于常规蒸煮，具体例举如下：

1. 蒸煮得率提高

由于ITC法蒸煮器的Kappa值比常规蒸煮低，蒸煮得率当然比较低。但在同样Kappa值时，试验表明，ITC法到叶浆的蒸煮得率约可较常规蒸煮提高一个百分点（图6），阔叶木得率甚至还增加多些。

2. 渣子率降低

由于ITC法有较长的蒸煮时间和浆料中的化学药品分布均一，提高了蒸煮均一性，可获得极低的渣子率。试验表明（图7）在同样Kappa值时，ITC法的筛选渣子率比常规蒸煮可降低一个百分点。

3. 纸浆强度提高

KamyR公司在试验中发现了一个有意义的结果，即一般说纸浆的强度随着Kappa值的

降低而增加，这可能是由于降低Kappa 值意味着多除去了木素和半纤维素，纤维素比例反得以增加，因而增加了强度。但如果过分蒸煮，kappa 值降得过低时，则纤维素损伤太多，强度即迅速下降，图 8 可以看到，在一定的抗张强度（80KNm/kg）时随着Kappa值的变化所引起的撕裂度的变化。ITC法的最大撕裂强度是在Kappa 值17左右时，常规连续蒸煮是在20左右。在同样条件下ITC法的撕裂指数约比常规连蒸高出15%。

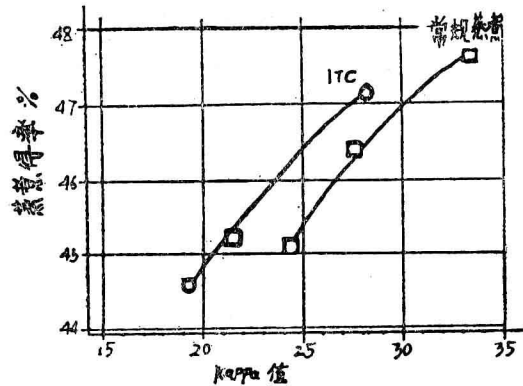


图 6 ITC法与常规蒸煮的蒸煮得率比较

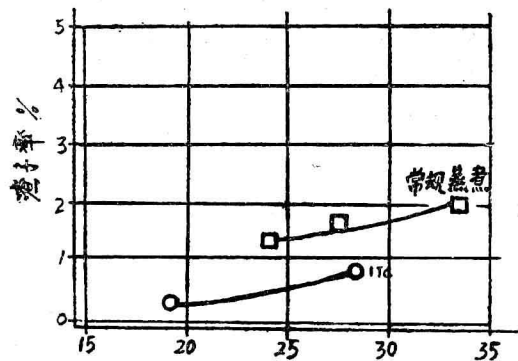


图 7 ITC法与常规蒸煮的渣子率比较

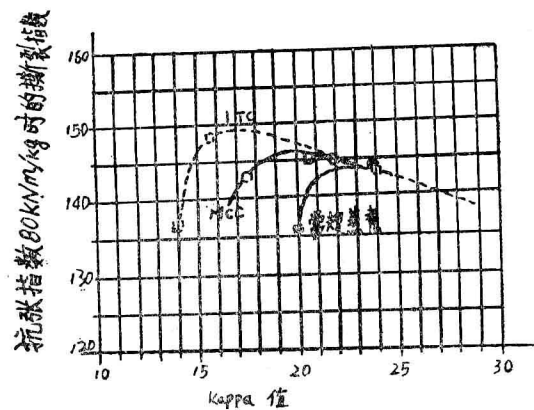


图 8 针叶木未漂浆的纸浆强度比较

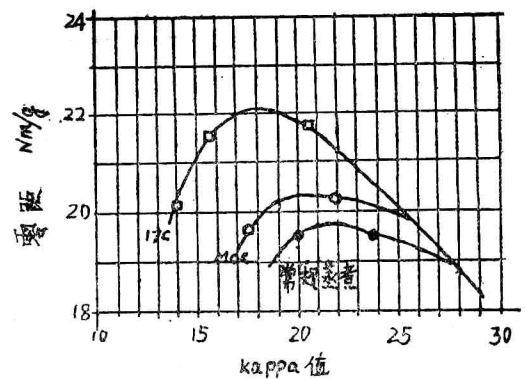


图 9 针叶木未漂浆纸浆纤维强度比较

纸浆的纤维强度可用 Zero span 表示，ITC 法的 Zero span（零距）值略高于常规和 MCC法（图 9）ITC 的最高 Zero span 值是在 Kappa 值 17 左右即最大撕裂指数时。

六、老连续蒸煮系统改造为 ITC 法的范例

由于 ITC 法蒸煮的明显优越性，KamyR 公司新订货的连续蒸煮器除少数应用户要求者外（如用本色浆蒸煮等）都已建议改为 ITC 法是蒸煮。该公司还可负责将现有老蒸煮器系统改

造为ITC法新系统，改造重点是加大高温洗涤区的循环量和加热面积。对于循环系统已经超负荷的蒸煮器，KamyR 公司设计了一个改造方案，并以瑞典 Ostrand 纸厂的老连蒸器作为改造样板。Ostrand 纸厂蒸煮器于 1984 年投入生产，能力为日产 920 吨针叶木浆，原为全部顺流蒸煮，改造原则见图10所示，即在老的高温洗涤区循环篦子的上方再安装一组新的篦子（壁孔型篦子），新篦子分成两排，共24块，从新篦子抽出的蒸煮液经过新加热器和新中间管道返回蒸煮器（虚线代表新增部分）。为保证蒸煮器内碱量和温度的均一分布，增加新篦子后的总循环量应达到 $10\text{m}^3/\text{t}$ 浆。Ostrand 厂的蒸煮器改造后已运行一年多，在保证质量的前提下，据称Kappa值可从原来的29降到23—24，估计节约的化学药品费用约为30—40瑞典克朗/t浆。

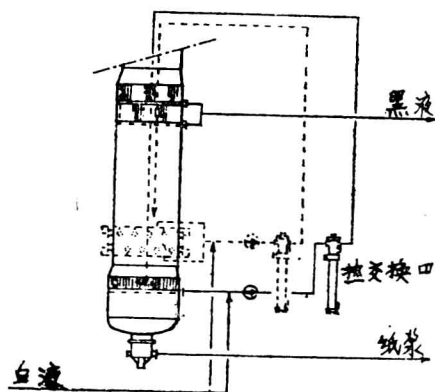


图10 老蒸煮器改造为ICT法的示意图（新增部分为虚线）

七、结语

低Kappa值深度脱木素的ITC 法蒸煮新工艺，是 KamyR连续蒸煮器在与冷喷放间歇蒸煮器（RDH）竞争中的一个突破性进展，也是在MCC 法基础上不断改进的结果。

RDH 蒸煮就其降低蒸煮 Kappa 值来说和节能来说，无疑取得了很大成功，但由于 RDH操作复杂，要求仪表自控水平高，目前国外采用的并不多。ITC 法是在原连续供蒸煮器上作一定的改进，技术上比较成熟可靠，最近南宁纸厂根据 JPI 咨询公司的建议已决定选用ITC法连续蒸煮器。今后我国将继续建设现代化的大型制浆企业，①选用改进的KamyR连续蒸煮器恐怕也是必然的趋势，现在已经引进的KamyR蒸煮器也应在需要与可能的条件下作进一步改造。