

黑液碱回收是造纸工业治理污染的根本途径

张福书

(民丰造纸厂)

造纸工业采用木材、草类纤维等植物原料进行纸浆生产,在制取浆料的过程中,只利用原料中的纤维部分,其余约一半左右原料有机物被溶解成废液排掉,造成环境污染和资源浪费。

当今,造纸工业多以碱法制浆为主,故其制浆废液(称黑液)排放量最大,碱回收是处理黑液的成熟有效方法。

从国内碱回收生产状况来看,全国碱回收率仅为25%左右。要解决这一问题,除了提高现有碱回收装置的回收率外,对尚未有碱回收装置的小纸浆厂,采取集中制浆方法,以减轻污染危害。

一、碱法制浆黑液是造纸工业的主要污染物

我国绝大多数纸厂采用碱法制浆,目前年产浆量可达300万吨,占化学浆总产量的90%以上,占全国纸浆总产量的一半以上。由于碱法制浆产量上占绝对优势,随之带来了制浆黑液的严重污染,而成为造纸工业的主要污染物。

碱法浆黑液是在原料蒸煮时,碱类物质溶解原料中非纤维素产生的。一般每吨化学浆有10立方稀黑液,其中含有一吨左右有机物,300~500公斤碱类物质。即每吨浆所产生的总干固物量为1.4吨左右,约占原料蒸煮总固体量的60%。

按上述比例,我国每年可产生黑液3000多万立方。其中原料有机物占300万吨,碱类物质占100万吨,折合总干固物为400万吨。(相当于200万吨标准煤)而通过碱回收处理的黑液,所回收的碱量,仅占制浆总用碱的25%,尚有75%左右的黑液,其中含碱量约为60万吨,原料有机物200多万吨,折合干固物总量为260万吨(相当于100万吨标准煤),未经治理,通过各种渠道排入江、河、湖、海。

黑液中所含的干固物,分有机物与无机物两大部分,有机物中主要含有碱木素以及半纤维素的降解产物如有机酸等。无机物中,绝大部分是与有机物化合的各种钠盐,以及游离在

黑液中的各种钠盐，如碳酸钠、氢氧化钠、硅酸钠等。若是生产硫酸盐浆的黑液，尚含有未起反应的硫化钠、硫代硫酸钠、硫酸钠等。

由于黑液中含有大量有机物，直接排放以后，水中微生物吞食黑液中的有机物后，使水中含氧量降至 4 毫克/升以下时，可使水中生存的一切动植物，因缺氧窒息受到危害或直至死亡，水质腐败而被污染。除此以外，尚有悬浮物，有色物以及碱硫等有毒物的污染。

二、解决黑液污染的措施——碱回收

目前，解决黑液污染的措施，主要是应用碱回收生产技术。国外早在一个世纪以前就开始了碱回收生产，它是采用将黑液中有机物烧掉的办法，（即燃烧法碱回收）以消除污染。并达到回收热能、化学药品的目的。

当前，在一些造纸工业发达的国家，碱的回收率已达 95~98%，其能源利用率也相当可观，碱回收炉燃烧黑液后所产生的蒸汽还可发电，背压蒸汽，除去本身消耗外，剩余部分还可供制浆系统使用。所以，黑液进行碱回收后，就使废物变成为巨大的物质财富。

我国自一九五七年引进了第一个木浆黑液碱回收后，近年来，在发展草浆黑液碱回收方面，积累了很多经验。目前除极个别小型草浆碱回收，由于产量低、单耗高，在经济上需要努力提高外，其余的碱回收成本和能耗，普遍低于外购商品碱。在一些大型硫酸盐木浆厂中，碱回收率已达 85~90% 以上，蒸煮时不需补充外购商品碱，仅补充少量芒硝，即可满足生产要求，使黑液排放量降至 5~10% 以下，大大减轻了环境污染，也增加了企业的经济效益。

（一）碱回收的生产流程

碱回收共包括蒸发、燃烧、苛化、石灰回收四个生产工序，简要流程图如 1

（二）国内碱回收规模及原料状况

碱回收规模愈大，经济效益与能源利用率也愈显著。我国造纸工业由于小厂多，在原料结构上，木材少，草类纤维多，致使现有碱回收规模比国外普遍为小，据统计已投入生产运行的碱回收炉，每台生产能力以日处理纸浆吨位计算：最大的为 300 吨，小的为 15 吨，个别

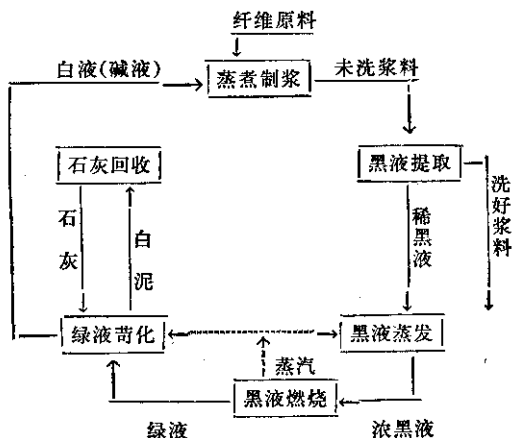


图 1 碱回收生产流程

的还有5吨左右简易炉,其中木浆黑液碱回收规模较大,回收碱的数量也多,据1982年统计,约占全国回收碱总产量的80%,草浆规模较小,所回收的碱量也少。

(三) 碱回收的经济效益

1. 与外购商品碱比较, 碱回收的经济效益与节能效益:

外购商品碱到厂价格, 每吨以400元计, 电耗每吨碱以2600度计, 综合能耗, 每吨碱消耗标准煤以1.7吨计。

以上能耗指标, 均不包括运输能耗。

(1) 大型木浆厂黑液碱回收的经济效益, 如表1所示。

日产木浆150~400吨黑液碱回收的经济效益

表 1

工厂编号	浆种	年回收碱量 (以NaOH计) (吨)	回收碱成本 (元/吨)	节约金额(与外购商品碱比较)	
				吨碱(元)	全年(万元)
I	木浆	67600	201.94	198.06	1340.00
II	木浆	30000	238.00	162.00	486.00
III	木浆	27000	127.00	273.00	737.00
IV	木浆	16570	194.65	205.35	340.26

注: 表中所列各项, 系1982年生产数字。

以上四大木浆厂每年从制浆黑液中所回收碱量为14万多吨, 节约金额总计为2900多万元, 占我国造纸行业总回收碱量的60%以上, 节约金额占总数的78%以上。其中I号厂碱回收车间所节约金额, 占该厂造纸制浆总利润的36%。

(2) 中型厂黑液碱回收的经济效益, 如表2所示。

日产50~100吨纸浆黑液碱回收的经济效益

表 2

工厂编号	浆种	年回收碱量 (以NaOH计) (吨)	回收碱成本 (元/吨)	节约金额(与外购商品碱比较)	
				吨碱(元)	全年(万元)
I	草浆	8500	248.00	152.00	129.00
II	草木混合	7570	232.00	168.00	127.16
III	木浆	6400	211.40	188.60	120.89
IV	草木混合	5670	225.85	174.15	98.78

注: 表中所列各项, 系1982年生产数字。

从表中可看出: 我国中型碱回收, 无论是木浆还是草浆, 吨碱成本均可维持在200~250元之间, 经济效益是比较好的。其生产规模与制浆原料都比较适合我国国情, 应该是当前造纸工业发展的重点。

(3) 小型厂黑液碱回收的经济效益, 如表3所示。

除I号木浆厂碱回收的成本较低外, 其余II、III号厂混合浆与蔗渣浆黑液碱回收, 回收吨碱成本均刚刚过关, 经济效益较小。

(4) 日产25吨浆以下小型厂黑液碱回收的经济效益, 如表4所示。

日产30~40吨纸浆黑液碱回收的经济效益

表 3

工厂编号	浆 种	年回收碱量 (以NaOH计) (吨)	回收碱成本 (元/吨)	节约金额(与外购商品碱比较)	
				吨 碱 (元)	全 年 (万元)
I	木 浆	3750	242.86	157.14	59.00
II	草木混合浆	2510	328.00	72.00	18.00
III	甘蔗渣浆	1670	367.38	32.62	5.45

注：除 I 号厂的数据为1981年外，其余为1982年生产数据。

日产15~25吨草浆黑液碱回收的经济效益

表 4

工厂编号	浆 种	年回收碱量 (以NaOH计) (吨)	回收碱成本 (元/吨)	金额(与外购商品碱比较)	
				吨 碱 (元)	全 年 (万元)
I	麦草浆为主 少量芦竹浆	1600	438.16	-38.16	-6.00
II	麦草浆为主 少量芒杆浆	1570	539.82	-139.82	-21.95
III	全麦草浆	1420	593.26	-193.26	-27.40

注：表中所列各项，系1982年生产数字。

上述三个厂所用的制浆原料，基本上都是麦草，由于生产规模较小，回收碱成本均比外购商品碱高。从治理污染与经济效益相结合的角度来看，为了减少企业的亏损，必须设法增加产量，以增大碱回收的生产能力，达到降低成本的目的。从现有回收技术来说，这种小规模草浆厂，从上到下都应统一认识，今后再也不宜新建了。

(5) 碱回收的节能效益，由于碱回收采用黑液自燃的原理，将黑液中所含的有机物燃烧后，产生热能并回收烧碱，故其节能效益十分显著（见表5、表6）。

不同规模碱回收的节电效益 表 5

工厂 编号	规 模 (产浆吨/日)	年产量 (吨)	耗 电 (度/吨碱)	节 电 (与外购碱比较)	
				吨碱 (度)	全 年 (万度)
I	400	67000	500	2100	14070.00
II	100	7570	522	2078	1573.00
III	35	3700	422	2178	805.86
IV	20	1600	754	1846	295.36

注：以上各项，除III号厂为1981年生产数字外，其余数字系1982年。

不同规模碱回收的节能效益

(以综合能耗计) 表 6

厂别	年产量 (吨)	耗 标 煤 (吨/吨碱)	节 约 标 煤 (与外购碱比较)	
			吨 碱 (吨)	全年节约标煤 (吨)
大厂	67000	0.603	1.097	7350
中厂	7570	1.283	0.417	3157
小厂	1600	1.450	0.25	400

注：表中所列各项，系1982年生产数字。

表5、表6所示各项，说明黑液碱回收生产，无论是节约电耗或综合能耗效果都是显著的。其中尤其是节电一项。当然，所节约的能源，无法在造纸行业中体现出来，但由于造纸工业进行碱回收治理黑液后，专业烧碱厂即可减少一部分烧碱量，从而使国家节约了大量能源。

2. 与厂外治理比较，黑液碱回收的经济效益与节能效益。

当前,对一些制浆规模较大的企业来讲,治理污染,采用先厂内(即黑液碱回收),后厂外的治理方针,已是众所公认的,但对一些小型草浆厂的黑液治理,认识往往不一致。为提供参考,仅作如下对比。

浙江民丰造纸厂,有一个正常生产的碱回收车间,和一个即将兴建的废水处理工程,其处理废水负荷,均为8~9吨BOD₅,现将两个项目的主要经济指标列于表7。

与厂外治理比较碱回收的经济效益

表 7

治 理 方 法	污 染 负 荷		BOD ₅ 去除率(%)	基建投资(万元)	运 转 费		电 耗		回 收 碱(吨/日)
	废 水 量 (米 ³ /日)	折合 BOD ₅ (吨)			单 耗 (元/吨)	每 日 (元)	单 耗	每 日 (度)	
碱 回 收	200	8~9	85	250	*9元/吨碱	54	750度/吨碱	4500	6.0
厂外治理	20000	8~9	50	480	0.45元/吨水	9000	2度/吨水	40000	无
碱回收节支				230		8946		35500	6.0

注:废水厂外治理总量为2万立方,其中生化处理水量仅为半,其余为一级处理,故废水总的BOD₅去除率约为50%。

* 为民丰纸厂碱回收车间83年1~9月份平均吨碱成本409元,与外购商品碱每吨400元相比。即每吨回收碱超支9元。

从表7看出,小型碱回收虽然经济效益较差,但与厂外治理相比较,无论在经济上,能耗上,还是很合算的。

当然,碱回收的效率不可能100%,碱回收生产无法取代厂外治理。但通过上述对比,可以说明,搞好黑液碱回收,提高碱回收率,减少黑液排放,压缩厂外治理负荷,坚决贯彻以厂内为主的治理方针,是造纸工业治理污染的根本途径。

(四) 碱回收的环境效益

实际上,碱回收的经济效益愈高,环境效益也愈显著,二者是紧密相连的。由于碱回收充分回用了黑液,提高了黑液提取率和碱回收率,大大减少了黑液的排放污染,经济效益得以提高,环境效益得以改善。当前实际生产已达到的提取率与碱回收率如下表8。

不同规模浆种的黑液提取率与碱回收率

表 8

工 厂 编 号	规 模	浆 种	黑液提取率(%)	碱回收率(%)	工 厂 编 号	规 模	浆 种	黑液提取率(%)	碱回收率(%)
I	大 厂	木 浆	94	84.60	IV	中 厂	草 浆	88.9	74.70
II	大 厂	木 浆	97	91.09	V	小 厂	木 浆	94.6	80.02
III	中 厂	草木混合浆	90	81.56	VI	小 厂	草 浆	85	65.27

从表8看出,当前我国木浆黑液提取率可达85~95%,最好的可达97%,即黑液排放量仅为3%。草浆黑液也可达85%左右,即黑液排放量为15%。由于黑液排放量的减少,大大减少了环境污染。同时,由于提取率的提高,碱回收率也相应有所提高,木浆达85~90%,草浆达65~75%。可见黑液进行碱回收后,对提高环境效益起到了重要作用。

三、结 语

(一) 综上所述,碱法制浆黑液,是当今造纸工业的主要污染物,黑液碱回收具有较高的经济效益和环境效益,生产技术成熟可靠,是造纸工业治理污染的根本途径。

(二) 碱回收的经济效益与节能效益十分显著。其效益大小, 决定于制浆原料和生产规模。总的看来, 木浆效益大于草浆, 大厂效益高于小厂。

(三) 治理污染必须贯彻以厂内为主的治理方针。采用碱回收技术, 可以减少90%以上的有机污染物, 和80%以上的总污染物。不搞碱回收, 就谈不上治理黑液。但碱回收不能取代厂外治理。

(四) 我国的小型草浆厂多, 是碱回收发展的一大困难, 也是造纸工业长期污染的根本原因的所在。

据统计, 列入轻工归口的1600多个造纸企业中, 纸和纸版年产万吨以上生产能力的企业, 仅占43%, 草类纤维占碱法浆原料的75%, 面对这种现状, 轻工业部提出逐步改变造纸原料结构和扩大生产规模, 是一项长远的正确方针。对于解决目前小型草浆厂的污染问题, 除应严格执行现有的经济政策外, 要继续组织科研, 改革工艺, 以寻求经济合理的回收技术。