环保要求下造纸污水处理设备的技术创新

武金龙　柴浩明　邵长松
（山东圣普特节能环保科技有限公司，山东　潍坊　262700）

摘　要：造纸业是我国重要的经济发展基础工业，为国民经济发展作出了突出贡献。造纸业属于能耗较高的产业，作为造纸业的配套的造纸业污水处理设备，在助力造纸业高质量发展过程中起到了重要作用。本文主要从我国造纸业及污水处理设备的发展现状、新型造纸业污水处理设备及技术研究、造纸业污水处理设备行业技术创新案例等方面进行分析和研究，为环保设备行业发展提供新的发展思路。

关键词：环保；造纸；机械设备；污水处理
中图分类号：TH69；X523　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1674-6937(2023)11-0004-04

1　引言

我国造纸产业经过多年发展，取得了较多显著成果[1]。造纸业是涉及到包装、教育、文化等多领域的一个产业，对我国乃至全球制造业及文化产业发展都作出了重要贡献。据统计，截止至 2020 年 12 月我国造纸及纸制品行业企业数量达到 7340 家。设备制造在造纸业中起到了重要作用，尤其是节能环保设备更是决定了造纸业能否长期运行的根本。造纸企业的生产运营会产生较大量的污水，污水必须经过达标排放才能符合国家法律法规规定，才能起到保护环境的作用。处理造纸业产生的污水，污水处理设备和先进的处理工艺就是决定污水处理效果与效率的关键所在。

2　我国造纸业及污水处理设备的发展现状

2.1　我国造纸业发展现状

整体来说，纸行业大体上细分为纸浆、机制纸及纸板、加工纸和纸制品等（具体如表 1 所示）。近年来，在国家“双碳”战略目标的大力推进下，我国的造纸业坚持自主创新、不断加大转型力度，逐步向绿色低碳方向发展。同时，随着我国整体发展形势将稳中向好，造纸业也稳步向好发展。据统计，2022 年我国 2561 家造纸生产企业资产总额为 11196 亿元，营业收入实现 8899 亿元。

2.2　造纸机械设备发展现状

对于造纸业来说，造纸机械设备，就是实现纸产品生产的必备条件之一[2]。造纸机械设备主要包括制浆、造纸等专业的设备，电气传动设备、自动化设备、控制系统、环保设备等。我国对纸张的需求量大，为造纸机械行业的发展提供了较大的发展空间。据有关机构预测，在未来五到十年内通过广大造纸机械设备制造企业的不断创新努力，必将使我国成为造纸机械设备大国[3]。

2.3　造纸污水处理设备的发展现状

工业废水中含有 PH、SS、TP 等多种污染因子，处理不善或未经处理排放出去会造成水体变酸，水体富营养等影响，进而污染土壤、水源。山东省是造纸大省，其对造纸业污水治理水平也在全国走在前列。2008 年 6 月 25 日，由山东省环境保护局等单位联合修订的国家标准《制浆造纸工业水污染物排放标准》正式发布，该标准规定了造纸企业水污染排放浓度限值（如表 2 所示）

污水处理设备作为环保设备的个细分领域，在节约水资源、保护水资源和保护土壤等生态环境保护领域起到了重要作用。同时，将污水处理后进行循环利用还可以大大降低企业运营用水成本，提高企业经济效益。造纸污水处理设备需求量增大，使得造纸污水处理设备市场近年来规模逐年增大（如图 1 所示）。

作者简介：武金龙（1980－），男，专科，总工程师，研究方向为机械电气、节能环保、轻工工程及工程质量管理。
柴浩明（1992－），男，本科，项目工程师，研究方向为机械电气、节能环保、轻工工程及工程质量管理。
邵长松（1981－），男，专科，技术总监，研究方向为机械电气、节能环保、轻工工程及工程质量管理。

表 1　造纸业主要产品品种及用途

类别	细分品种	主要用途
非涂布文化纸	双胶纸、高松厚度纯质纸、书写纸等	主要用于杂质、期刊、书籍、图片、商标等印刷
铜版纸	单面铜版纸、双面铜版纸、高光铜版纸等	主要用于印刷高级书刊的封面和茶叶、彩色图片等
箱板纸(牛卡纸)	普通牛卡纸、涂布牛卡纸、单面牛卡纸、双面牛卡纸等	主要用于制造商品包装纸箱
瓦楞纸	/	是构成瓦楞纸波纹状中芯所用的原料纸
淋膜原纸	淋膜原纸	主要用于制造纸杯、纸碗
生活用纸	面巾纸、卫生纸、擦拭纸	家庭及公众场所使用
白卡纸	食品卡、社会卡	各种高档包装盒、烟盒、口杯、儿童读物等

表 2　新建制浆造纸企业水污染排放浓度限值及单位产品基准排放量

序号	污染物项目	限制			污染物排放监控位置
		纸浆企业	纸浆和造纸联合生产企业	造纸企业	
1	pH 值	6-9	6-9	6-9	企业废水总排水口
2	色度（稀释倍数）	50	50	50	企业废水总排水口
3	悬浮物	50	30	30	企业废水总排水口
4	五日生化需氧量（BOD_5）	20	20	20	企业废水总排水口
5	化学需氧量（COD_{Cr}）	100	90	80	企业废水总排水口
6	氨氮	12	8	8	企业废水总排水口
7	总氮	15	12	12	企业废水总排水口
8	总磷	0.8	0.8	0.8	企业废水总排水口
9	可吸附有机卤素（AOX）	12	12	12	车间或生产设施废水排放口
10	二噁英/ng TEQ/L	30	30	30	车间或生产设施废水排放口
单位产品（浆）基准排水量/m^3/t		50	40	20	排水量计量位置与污染物排放监控位置一致

注：

1. 可吸附有机卤素（AOX）和二噁英指标适用于采用含氯漂白工艺的情况。
2. 纸浆量以绝干浆计。
3. 核定制浆和造纸联合生产企业单位产品实际排水量，以企业纸浆产量与外购商品浆数量的总和为依据。
4. 企业自产废纸浆量占企业纸浆总用量的比重大于 80%的，单位产品（浆）基准排水量为 20m^3/t。
5. 企业漂白非木浆产量占企业纸浆总用量的比重大于 60%的，单位产品（浆）基准排水量为 60m^3/t。

3　新型造纸业污水处理设备及技术研究

3.1　预处理＋多级膜浓缩＋蒸发结晶组合成套污水处理设备技术研究

预处理＋多级膜浓缩＋蒸发结晶 组合成套污水处理技术采用相关设备组合的方式对造纸业污水进行深度的处理[4]。处理产生的中水可以供给企业循环利用，产生的杂盐外运交由第三方有资质机构进行处置。预处理部分可用于去除 COD、硬度、浊度、SS 等；膜浓缩部分可用于废水中的各类有机物、SS 等杂质的浓缩分离；蒸发结

晶部分可用于对膜浓缩部分的浓液进行盐的蒸发结晶处理。

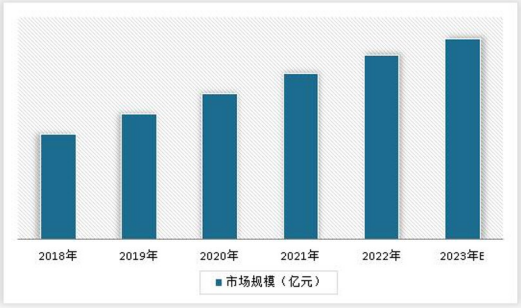


图 1　造纸污水处理设备行业市场规模增长趋势图

3.2　气浮法造纸污水处理设备技术研究

气浮法造纸污水处理设备具有的具有轻巧、外形紧凑、便于运输和安装，电耗省；自动化程度高，操作方便、管理简单等优点。该污水处理设备主要是通过通过浮力原料使得污水中的固液分离，达到污水处理效果，可应用于广泛用于造纸、纺织、制粮业等多个行业的污水处理。

3.3　新型高效率污水处理设备技术研究

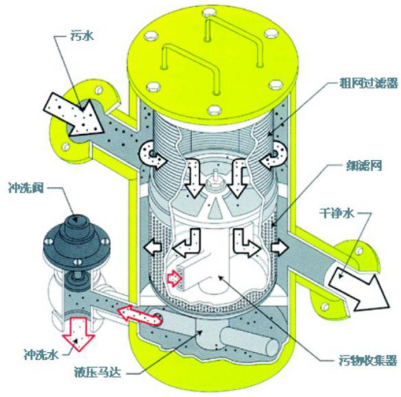
山东一企业在传统的造纸厂污水设备进行改良，在滤网截留的固态物质的异侧设置喷头进行清洗，这样使得清水的利用率最高，清洗效果最好。同时，分离装置采用两层过滤网，使得固态和液态物质分离效果更好，也在一定程度上，使得清洗喷头不易受到污染或者阻塞。该设备生产技术获得国家发明专利。建议相关污水处理设备制造厂家，根据造纸业实际产生、排放污水情况不断改进污水处理设备的制造工艺、提升治污水平和工作效率。

3.4　新型全自动自清洗过滤器技术研究

自清洗过滤技术是一种 20 世纪 70 年代末期发展起来的新型过滤技术，经过多次改良发展，目前经过升级后的新型全自动自清洗过滤器的自动化程度更高、压力损失更小，并且这种过滤器采用液力操纵，不需要外界电源（控制部分除外）。可适用于工业、农业、市政、海水淡化过程等的分离过滤，其应用范围包括低 PH 值、海水、高压和高温环境。新型全自动自清洗过滤器结构图如图 2 所示。

3.5　高性能叠螺污泥脱水机技术研究

经过改良后的叠螺污泥脱水机能很好的处理生化过的污泥，占地面积小，全自动运行，并且省电省人工，一个人就可以通过操纵智能电控柜控制污泥脱水系统，进而从污水中滤出清水，压出泥饼。该高性能叠螺污泥脱水机处理污水运行流程如图 3 所示。



注：黑箭头为过滤方式，红箭头代表反向清洗方式）

图 2　新型全自动自清洗过滤器结构图

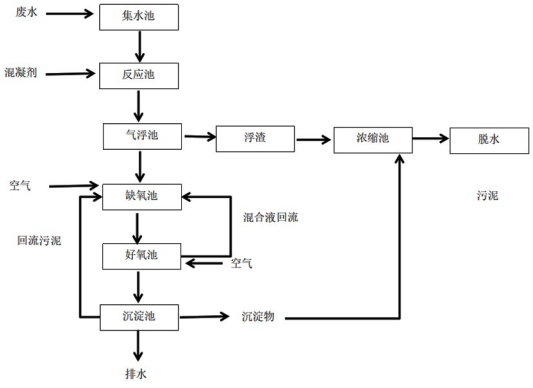


图 3　高性能叠螺污泥脱水机处理污水运行示意图

3.6　新型自动化隔膜式压滤机技术研究

新型自动化隔膜压滤机压榨压力高、耐腐蚀性能好、修理便利、牢靠等优点，已被部分企业作为污泥脱水的核心设备，效果显著[5]。新型自动化隔膜式压滤机由机架、液压部分、过滤部分、卸料装置和电器控制部分、自动清洗装置、导料斗及破碎装置等部分构成。该压滤机结构简单使用方便，运行可靠。

4　造纸业污水处理设备行业技术创新案例

4.1　捷水科技：实现高效黑液提取机的研究与产业化应用

北京捷水科技有限公司自主研发的高效黑液提取机主体是耐压钢罐，罐内壁支撑不锈钢烧结网，网与内壁之间是滤液通道。罐轴心配中空囊，囊壁纵向折合，展开时囊体积充满罐体，囊壁厚度不变。罐内充满粗浆后，向囊内充高压流

体，囊体积增大，压榨粗浆，黑液穿过滤网排到罐外，浆饼留在网表面。先排净罐内黑液，再放空囊内流体，然后反冲出浆。该设备由编程控制器PLC 自动控制。该设备适用于整个造纸制浆行业，设备高效黑液提取机技术效果突出，单次黑液提取率达到 70%。在现有制浆生产线“封闭筛选”后，真空转鼓前，插入“高效黑液提取机”。先压榨提取 70%黑液固形物，压榨后的浆携带 30%黑液固形物；再送真空转鼓四段逆流洗浆提取黑液。据统计，使用该设备后可以使制浆中水负荷从 200Kg/吨浆减少到 65Kg/吨浆。

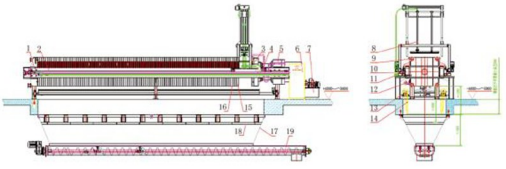


图 4　型自动化隔膜式压滤机设备结构图

4.2　莱特莱德：为造纸业提供提供废水“零排放”解决方案

莱特莱德（上海）技术有限公司成立于 2002 年，致力于膜材料研发、定制与膜分离技术应用，是国家认定的高新技术企业。该公司可根据造纸业企业需求，提供废水污水“零排放”解决方案。该公司在膜浓缩、分离及 MVR－H 蒸发与结晶等方面作了深入研究，其 MVR－H 蒸发技术为实现废水重新使用和循环使用提供了有效途径，使得废水回收率高达 98%；在蒸发结晶设备上下游，应用了微米级过滤、空壳树脂软化、曲线微导力膜分离系统、脱水系统、澄清技术等一系列专业处理技术，从而组建成一体化的“零排放”系统。该污水设备系统以膜技术为主体，实现“零液排放”和分盐资源化。

4.3　山东圣普特：打造污水处理一站式服务新模式

山东圣普特节能环保科技有限公司是一家以蒸发、结晶、干燥、固液分离跟废气余热回收利用治理技术研发为先导，致力于为客户提供产品浓缩、污水处理、高盐污水处理等全方位技术咨询、研发、设计、制作、安装调试及工程总承包服务。行业涉及制浆造纸、发酵、食品、化工、制药、污水处理行业等多个行业。公司生产板式蒸发器、管式蒸发器、MVR 蒸发器、强制循环蒸发器等多种蒸发器。以板式蒸发器为例，该蒸发器抗垢性好，它依靠大流量低扬程的循环泵维持溶液的强制循环，溶液充满换热管并具有流速，这样溶液中的晶体的冲刷作用可以减少管壁结垢。特别适合制药、化工、发酵、造纸、废水回收处理等行业的高浓、高粘物料的蒸发。板式蒸发器结构图如图 5 所示。

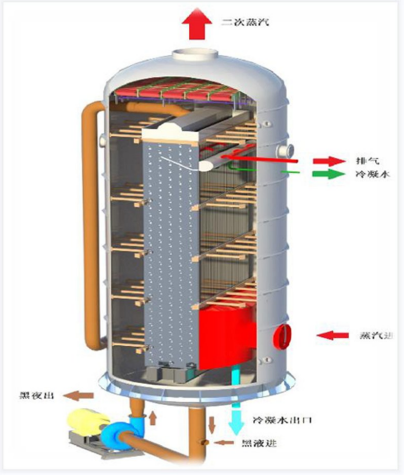


图 5　板式蒸发器结构图

5　结束语

目前，我国造纸机械设备制造业已经初步形成了集科研、设计、人才与质量于一体的综合体系，较好的满足了我国造纸产业的生产需求。但是，在水资源日益缺乏、大量工业废的产生的今天，污水综合治理显得尤为重要。在环境保护从严管理大环境下，造纸污水处理设备的技术创新显得尤为重要。建议广大造纸污水处理设备制造商根据造纸业的实际情况，不断加大研发投入、提升技术创新能力和制造水平，为降低造纸产业污水排放量助力。

参考文献

[1]　张剑.造纸机械设备的发展现状及应对策略[J].黑龙江造纸，2024，4(13)：39-41.

[2]　陈建东，任海彬，毕伟.制造技术的重要性[J].机械制造技术基础，2022.4(1)：1-2.

[3]　祝建荣.PLC 与组态王在造纸机分部传动监控系统中的应用[J].中华纸业，2022，43(14)：33-38.

[4]　张成新，王恒福，王法军.隔膜式压滤机在造纸污水深度处理中的设计与应用[J].中华纸业.2020，41(16)：6-13.

[5]　李大海.预处理＋多级膜浓缩＋蒸发结晶＋膜电解组合工艺在造纸废水零排放工程上的应用[J].环境工程.2021，39 (7)：185-191