

# DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2166—2023

## 制浆造纸企业碱灰氯钾脱除工艺技术规范

Technical specification for removing potassium ion and chloride ion from  
alkali ash in pulp and paper enterprises

2023-12-23 发布

2024-02-23 实施

湖北省市场监督管理局 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总体原则和要求 .....	1
5 设备要求 .....	2
6 总工艺路线 .....	2
7 碱灰溶解工艺 .....	2
8 蒸发结晶工艺 .....	3
9 异味治理工艺 .....	3
10 去除率与回收率的计算 .....	3
11 碱灰黏着温度的计算 .....	4
12 安装及验收 .....	5
13 运行操作 .....	5
参考文献 .....	7



## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉凯比思电力设备有限公司提出。

本文件由湖北省能源标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：武汉凯比思电力设备有限公司、武汉工程大学、湖北省产品质量监督检验研究院、武汉市锅炉压力容器检验研究所、武汉理工大学。

本文件主要起草人：高川、舒欢、赵静、贺黎明、周凯、郭靖、郑皓元、吴开斌、杨小俊、周黎、向亚玲、张弘、艾佳。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省能源标准化技术委员会，电话：027-59370533，邮箱：hbnymc@163.com，对本文件的有关修改意见建议请反馈至武汉凯比思电力设备有限公司，电话：027-86648700，邮箱：gaochuan@whkbs.com。



# 制浆造纸企业碱灰氯钾脱除工艺技术规范

## 1 范围

本文件规定了制浆造纸企业碱灰氯钾离子脱除技术的总体原则和要求、设备要求、总工艺路线、碱灰溶解工艺、蒸发结晶工艺、异味处理工艺、去除率与回收率的计算、碱灰黏着温度的计算、安装及验收及运行操作。

本文件适用于制浆造纸企业碱灰氯钾离子脱除技术工艺的设计与应用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工及验收规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- GB 50683 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范
- GB/T 151 热交换器
- QB/T 6019 制浆造纸专业设备安装工程施工质量验收规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**碱灰** alkali ash

碱炉尾部静电除尘器收集到的粉尘，其主要成分是硫酸钠、碳酸钠，含有少量的氯化钠、硫酸钾等。

### 3.2

**蒸汽机械再压缩技术** mechanical vapor recompression technology

蒸发过程产生的二次蒸汽经蒸汽压缩机压缩，提高二次蒸汽的压力和温度，返回到加热器作为热源加热原溶液的技术。

## 4 总体原则和要求

4.1 碱灰脱除氯钾离子技术应采用“蒸发结晶”为主的处理工艺。

4.2 本工艺中的废水应送往污水处理厂稀释、处理后达标排放。

4.3 碱灰脱氯钾装置产生的噪声应符合 GB 12348 的规定。

## 5 设备要求

- 5.1 整体系统的材质等级不低于不锈钢 304 材质，关键设备的材质应采用双相钢（2205/2507）、超级奥氏体不锈钢 31254 或钛材。
- 5.2 为了防止结垢，设备的关键部分内壁可采用抛光处理，在容易堵塞的地方设置检修孔或人孔。
- 5.3 为了防止固体沉淀，槽罐均设置顶进式搅拌器，优先采用变频控制。
- 5.4 设备保温设计应符合 GB 50264 要求。
- 5.5 如果采用蒸汽机械再压缩技术，宜采用选用离心式压缩机，并采用两台串联的方式。
- 5.6 所有设备的电机应符合 GB 18613 要求。

## 6 总工艺路线

- 6.1 当工厂蒸汽供给量不足，可采用蒸汽机械再压缩技术对二次蒸汽进行再利用，降低系统蒸汽耗量。
- 6.2 蒸汽冷凝水宜经过闪蒸，再采用其他介质降温后回到槽罐使用。
- 6.3 各槽罐的废气应经过洗涤后并入碱炉的臭气系统处理。
- 6.4 整个系统设计应考虑完善的冲洗、酸洗流程，定期对系统进行酸洗。所有冲洗水管道接口斜插入管道（与介质流向保持一致），且冲洗水管线上的阀门宜靠近被冲洗管线。
- 6.5 系统设计管道时不宜出现“袋型”，管道布置宜采用“步步高”或“步步低”。

注：“步步高”或“步步低”是指管道需要改变高度和方向时，管道上逐步上升或逐步下降，管道布置不出现“凹形”或“凸形”。

- 6.6 系统取样时，可采用取样器。
- 6.7 碱灰氯钾离子脱除工艺流程见图 1。

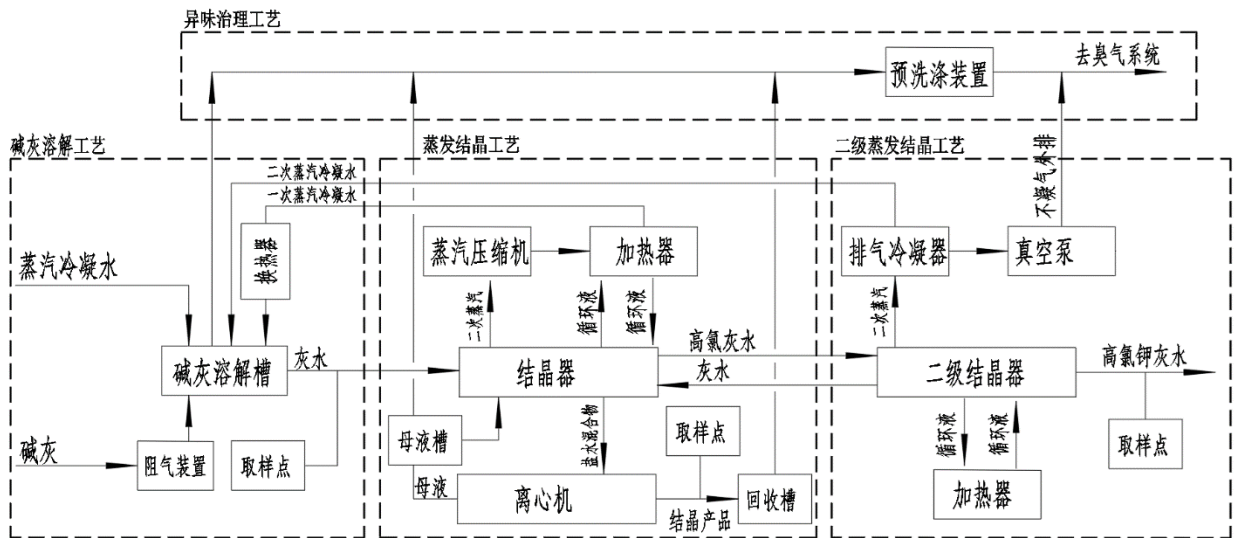


图1 碱灰氯钾离子脱除工艺流程

## 7 碱灰溶解工艺

- 7.1 碱灰溶解所需的水可采用蒸汽冷凝水，溶解温度应在 60℃~100℃之间，PH 值为 8~11。
- 7.2 碱灰与水混合后，宜设置密度检测装置，碱灰水溶液的密度应该控制在 1100kg/m<sup>3</sup>~1250kg/m<sup>3</sup>。为了减少未溶解的碱灰被溶灰泵输送走，碱灰溶解槽可设置溢流槽。



- 7.3 碱灰溶解槽应配置两台灰水泵，一用一备。
- 7.4 刮板机下灰口应设置阻气装置，防止水蒸气上窜。

## 8 蒸发结晶工艺

- 8.1 该工艺应采用外置强制循环加热器。
- 8.2 结晶蒸发的操作温度范围为 80℃~105℃，操作压力为-10kPa~10kPa。
- 8.3 加热蒸汽应采用温度为 110℃~130℃之间的饱和蒸汽，加热蒸汽管线应设置疏水点，并设置安全泄放设施。可在蒸汽管道增加减温注水装置。
- 8.4 强制加热器为管壳式换热器，应设置入口防冲、防管束震动措施，可采用蒸汽入口扩容的方式，换热器的设计应符合 GB/T 151 的规定。
- 8.5 加热器管侧介质为盐水混合物，其流速不小于 1.5m/s。
- 8.6 加热器的壳侧蒸汽冷凝水出口管线上应设置电导率检测装置。
- 8.7 循环系统应设置高点放气、低点排液。
- 8.8 强制循环泵应采用轴流泵，其他泵可采用耐腐蚀耐磨的离心泵。
- 8.9 结晶器顶部应设置二次蒸汽除雾器，除雾器可选用折流板型，并采用蒸汽冷凝水进行定时冲洗，为了防止结垢，内壁部分位置可抛光处理。
- 8.10 结晶器底部放料至离心机时，可设置结晶溶液增稠设施。
- 8.11 利用重力放料至离心机时，放料管线应自上而下，并结合管道的布置情况减少堵塞的可能性。
- 8.12 进入离心机的物料固含量为 30%~50%（质量分数），离心机可采用二级活塞推料离心机，离心机上设置液压油的油温检测装置、液压油的油压检测装置，机体测振装置，固体出料的含水量不大于 10%（质量分数），液体中的固含量不大于 10%（质量分数）。
- 8.13 废液排放的引出点应设置在结晶器的中上部，密度控制在 1250 kg/m<sup>3</sup> 以下。废液排出管道可增加稀释管线。
- 8.14 当碱灰中的钾离子含量较高时，为了提高钠的回收率及钾的去除率，可采用二级结晶的工艺。
- 8.15 二级结晶器不设置循环加热器，当蒸发量大的时候，可根据项目实际情况设置加热器。
- 8.16 二级结晶器采用负压操作，顶部排气可采用排气冷凝器的预先冷凝的方式，再用真空泵抽吸。
- 8.17 排气冷凝器可选用管壳式换热器，结合现场实际情况，采用立式或卧式布置。
- 8.18 真空泵可采用水环式真空泵，其主要材质为不锈钢 316L，可采用旁路调节的方式调节流量。

## 9 异味治理工艺

- 9.1 异味的主要成分为空气、水蒸气、H<sub>2</sub>S、少量粉尘，其温度不大于 95℃，其密度小于 0.77kg/m<sup>3</sup>。
- 9.2 本系统的溶灰槽、母液槽、回收槽等的废气应进行收集与处理，宜采用吸气式负压收集。
- 9.3 粉尘较多的槽罐收集废气应先进行预洗涤，液气比宜大于 1L/m<sup>3</sup>，再经过风机输送至臭气系统。
- 9.4 风管设计风速应符合 GB50019 的相关规定。风机及风管的材质不低于 304 材质。

## 10 去除率与回收率的计算

- 10.1 用于计算氯元素及钾元素的去除率、钠元素的回收率的取样点：系统处理前的碱灰溶液（进入结晶器之前的碱灰溶液）、系统排放废液中碱灰溶液（结晶器排放液中的碱灰溶液）。
- 10.2 钾元素及钠元素的含量可采用电感耦合等离子体发射光谱仪或原子吸收光谱仪分析，氯元素的含量可采用离子色谱进行分析。

10.3 氯元素去除率按照公式（1）计算。

$$\eta(Cl) = \frac{m1(Cl)}{m2(Cl)} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\eta(Cl)$ ——系统氯元素的去除率；

$m1(Cl)$ ——系统排放废液中氯元素质量，单位为g；

$m2(Cl)$ ——系统处理前的碱灰溶液中氯元素质量，单位为g。

10.4 钾元素去除率按照公式（2）计算。

$$\eta(K) = \frac{m1(K)}{m2(K)} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\eta(K)$ ——系统钾元素的去除率；

$m1(K)$ ——系统排放废液中钾元素质量，单位为g；

$m2(K)$ ——系统处理前的碱灰溶液中钾元素质量，单位为g。

10.5 钠元素回收率按公式（3）计算。

$$\eta(Na) = (1 - \frac{m1(Na)}{m2(Na)}) \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\eta(Na)$ ——系统钠元素的回收率；

$m1(Na)$ ——系统排放废液中钠元素质量，单位为g；

$m2(Na)$ ——系统处理前的碱灰溶液中钠元素质量，单位为g。

## 11 碱灰黏着温度的计算

11.1 碱灰中钾与阳离子比值 A 按公式（4）计算，碱灰中氯与阳离子比值 B 按公式（5）计算。

$$A = \frac{n(K)}{n(K) + n(Na)} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$n(Na)$ ——碱灰中钠离子的摩尔量，单位为 mol；

$n(K)$ ——碱灰中钾离子的摩尔量，单位为 mol。

$$B = \frac{n(Cl)}{n(K) + n(Na)} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$n(Na)$ ——碱灰中钠离子的摩尔量，单位为 mol；

$n(K)$ ——碱灰中钾离子的摩尔量，单位为 mol；

$n(Cl)$ ——碱灰中氯离子的摩尔量，单位为mol。

11.2 根据 A 值、B 值对照图 2 查看，可确定碱灰的黏着温度。

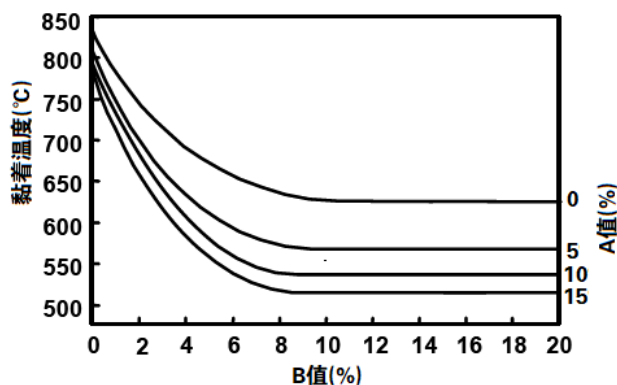


图2 碱灰黏着温度与氯钾含量的关系

示例：

当A= 10% ,B = 10%时，在图2上选定10%的A值曲线，再通过纵横坐标，查的黏着温度约为540℃。

## 12 安装及验收

12.1 工艺设备的安装及验收应符合 QB/T6019 的要求。

12.2 槽罐的安装及验收应符合 GB50236 及 GB50683 的要求。

12.3 管道的安装及验收应符合 GB50235 及 GB 50184 的要求。

## 13 运行操作

### 13.1 系统调试前准备工作

13.1.1 所有管道应进行气密性或水压试验，检查是否有漏点。

13.1.2 所有控制连锁在系统调试前应进行出厂验收测试。

13.1.3 所有设备和仪表应测试合格，系统密度计、液位计应选择可靠的仪表，并设置冲洗装置。

### 13.2 系统操作

系统设计方应对工厂的工艺操作人员、电仪和机械维保人员进行专业、全面的培训，包含理论和实际操作等，经培训合格才可以进行操作。

### 13.3 运行维护及检查

13.3.1 操作人员应严格按照操作手册进行设备及系统的启动、运行和停车。

13.3.2 工厂应建立巡回检查制度，要做到及时发现问题、及时报告、及时处理。

13.3.3 现场出现跑、冒、滴、漏现象时，应及时处理。现场槽罐冒气严重时，应检查原因，尽快消除，减轻环境影响。

13.3.4 操作人员发现设备运行异常时，要立即检查原因，必要时立即停机。

13.3.5 由于管道内夹带有较多的无机盐沉积物，应制定预防性维护计划定期检查和清理，如检查所有

冷凝水排放管是否堵塞；定期进行酸洗检查设备内部等。

13.3.6 设备或管道如需停机检查或动火，需通风一段时间，在经工厂安全部门人员检测合格后方可进入或动火。

参 考 文 献

- [1] GB 51092 制浆造纸厂设计规范
-