



# 实际案例研究

## 高能吹灰技术节能发电原理和应用

### 背景

大多数的碱回收炉吹灰器使用压力为2.8MPa或更高的蒸汽进行吹灰。因为高压蒸汽的成本较高，所以使用大量的高压蒸汽吹灰会降低碱炉的经济效益。在不影响吹灰器吹灰性能的前提下，如果用更低压力，比如用1.0-1.7MPa的汽轮机抽汽进行吹灰，则可以显著地节省能源和降低成本。高能吹灰技术就是按这个技术理念设计的。它能用高压或者低压蒸汽进行吹灰。当用高压蒸汽吹灰时，高能吹灰器的吹扫力能达到普通吹灰器

的1-3倍，可以很快解除锅炉的堵灰问题。而当使用低压蒸汽吹灰时，高能吹灰器一样能达到普通高压吹灰器的吹扫效果，从而提高纸浆厂的经济效益。

图1对比了常规高压吹灰技术和高能吹灰技术的不同设计。在本案例中，一家美国纸浆厂将原有的常规高压吹灰器转换为高能吹灰技术后，纸浆厂实现了节能的目标，并且每年增加了120万美元左右的盈利。

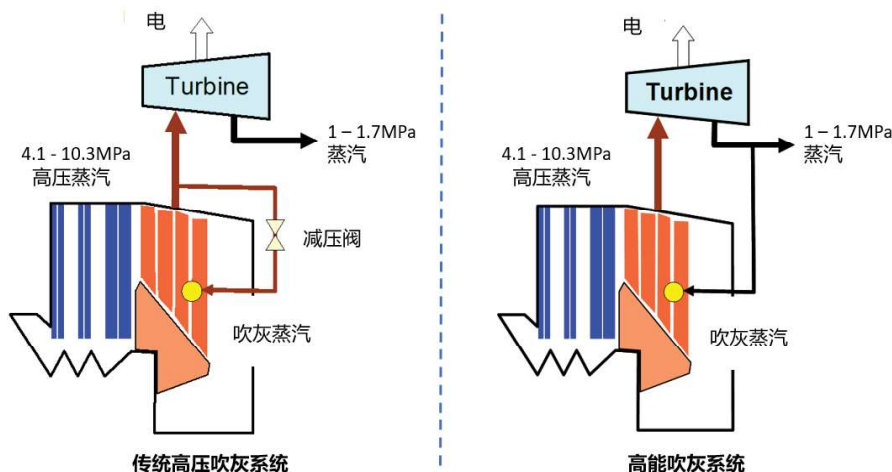


图1 传统吹灰器和高能吹灰器系统比较

# 实际案例研究

## 高能吹灰技术节能发电原理和应用

### 碱炉吹灰技术优化和节能效果

该纸浆厂原有1979年投产的巴威公司碱回收炉，其初始设计参数为1635TDS/D和4.1MPa的高压蒸汽。巴威公司分别在1991年和2000年对省煤器和炉膛进行了改造，将日燃烧量增加至2135TDS/D。2014年，该锅炉进行了另一次重大的改造，将日燃烧量进一步的提高到了2315TDS/D。蒸汽压力提高至8.6MPa和蒸汽温度至496C。碱炉原来装有60台常规高压吹灰器。据估计，作为该碱回收炉升级的一部分，吹灰器将消耗约18吨/小时的8.6MPa的高压蒸汽。

克莱德工业公司提出了吹灰技术优化方案，业主采用了先进的高能吹灰器代替常规吹灰器。高能吹灰器可

以使用从汽轮机抽汽来的低压蒸汽（1.17MPa）进行吹灰。原先的高压蒸汽通过汽轮机进行做功，产生额外的2.34MW的发电功率（图2）。

另外因为高能吹灰器的蒸汽压力低于传统的高压吹灰器，所以受磨损和受压的元件（例如盘根填料）的使用寿命更长。按保守估计，高能吹灰技术可以降低吹灰器维护成本的40%左右。额外的2.34兆瓦发电量和减少的维护成本使投资回收期少于12个月。高能吹灰器于2017年初投入使用，至今已经稳定可靠运行多年，没有导致任何堵灰问题。

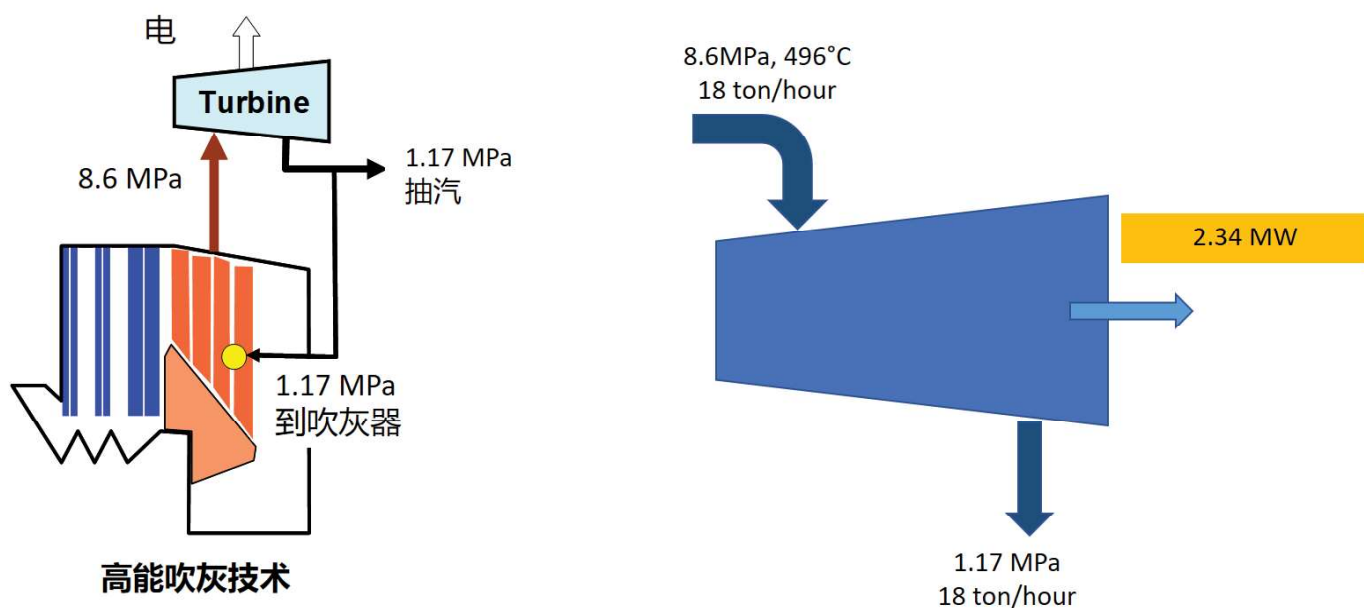


图2 改造后的吹灰系统和增加发电量

如果以60美元/MWh的电价计算，2.34MW的价值约为：

$$2.34\text{MW} \times \$60/\text{MWh} \times 24\text{小时} \times 355\text{天运行} = 120\text{万美元}$$

## 碱炉吹灰技术优化和节能效果

碱炉吹灰所需的吹扫力和碱灰中氯和钾的含量有很大关系。氯和钾含量越高，则灰的粘性越大，越容易被吹掉。表1显示了吹灰器所需吹扫力随着氯和钾含量变化的对应数据。考虑到碱炉在最严重的积灰情况下，吹灰器必须能够提供至少1200牛顿吹扫力，才能保证碱炉长期可靠的运行。图3比较了常规高压吹灰器和高能吹灰器要达到1200牛顿吹扫力所需的不同蒸汽压力。

为了达到1200牛顿的吹扫力，传统的高压吹灰器的喷嘴需要有1.8-1.9MPa的蒸汽压力，而高能低压吹灰器喷嘴则仅需要0.6-0.7MPa的压力。这是因为高能吹灰器使用了专利设计的低压CFE-LP喷嘴。低压高效喷嘴能更有效地把压力转换成动能，从而提高吹扫力。

综上所述，高能吹灰技术主要有两个优点：

- (1) 节能：通过利用低成本的低压汽机抽汽进行吹灰实现节能目的。
- (2) 防止堵灰停炉：通过高压蒸汽作为备用以应对最坏状况，防止碱炉的堵灰及停炉。

|    | %Cl<br>(氯含量) | %K<br>(钾含量) | 所需的吹扫力(N)<br>牛顿 |
|----|--------------|-------------|-----------------|
| 很低 | < 0.1        | < 0.7       | 800 N           |
| 低  | 0.1 - 0.3    | 0.7 - 1     | 900 N           |
| 正常 | 0.3 - 0.7    | 1 - 2       | 1050 N          |
| 高  | 0.7 - 2.5    | 2 - 4       | 1200 N          |

表1 所需吹扫力和氯和钾含量的变化

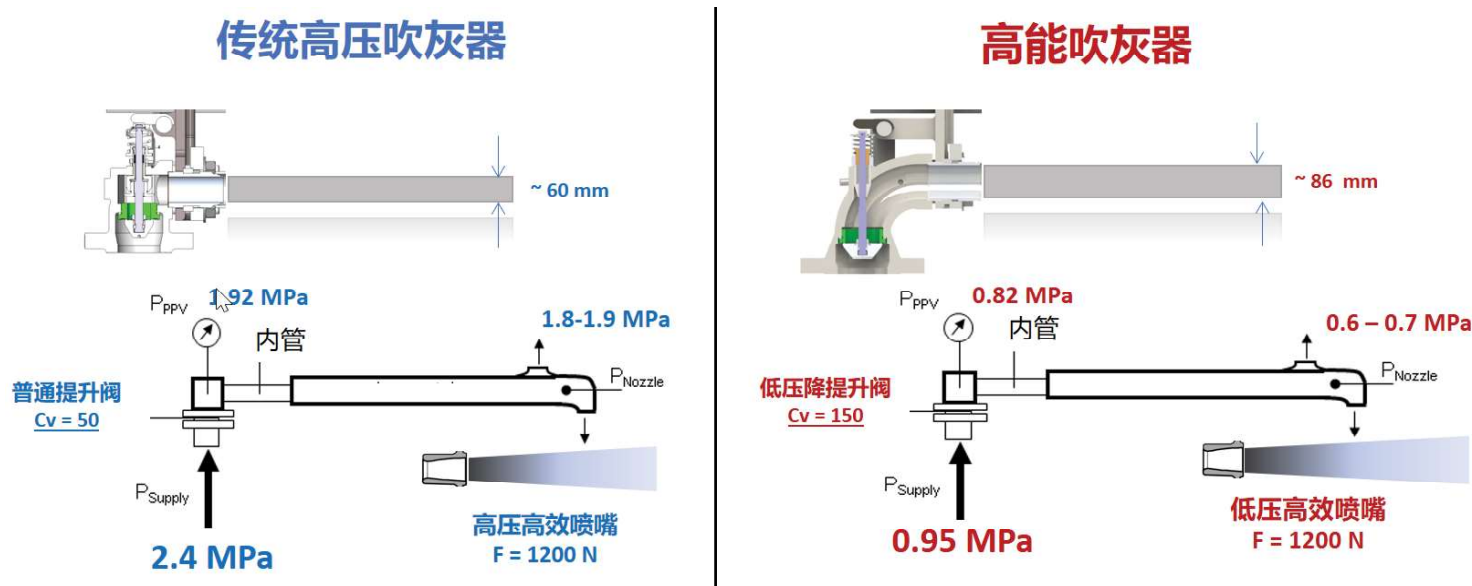
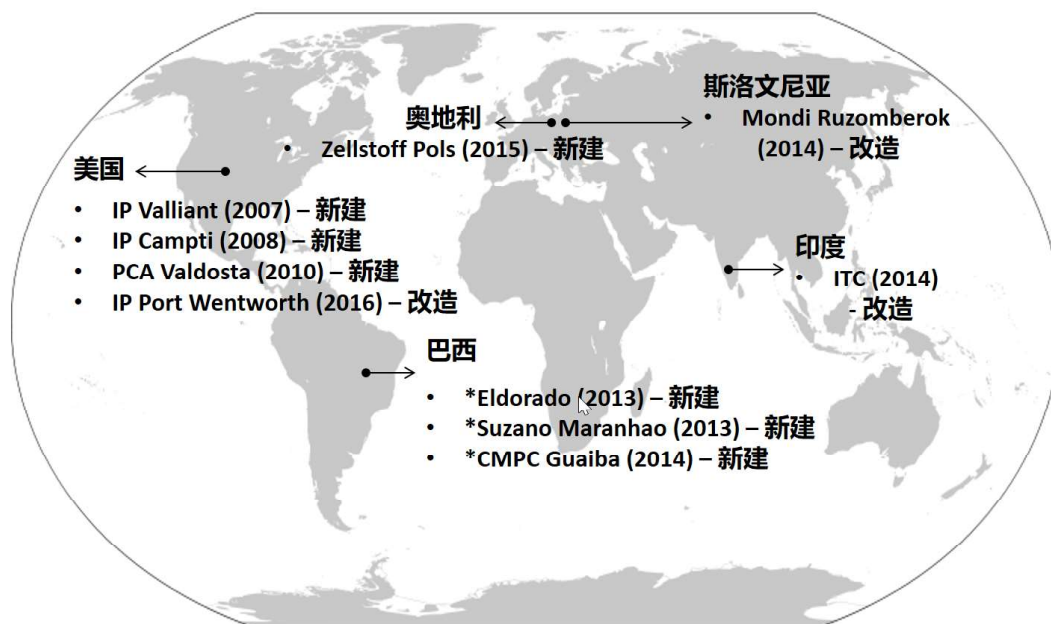


图3 传统吹灰器和高能吹灰器达到1200牛顿所需压力

# 高能吹灰系统安装业绩

| 年    | 用户  | 数量  | 碱炉容量<br>TDS/D | 项目类型 |
|------|---|-----|---------------|------|
| 2007 | International Paper, Valliant, OK, USA (美国)       | 88  | 2800          | 新建碱炉 |
| 2008 | International Paper, Campti, LA, USA (美国)         | 88  | 2800          | 新建碱炉 |
| 2012 | PCA Valdosta, GA, USA (美国)                        | 76  | 1600          | 新建碱炉 |
| 2012 | Mondi Ruzomberok, Slovakia (斯洛文尼亚)                | 36  | 900           | 碱炉改造 |
| 2013 | Eldorado, Brazil* (巴西)                            | 116 | 6800          | 新建碱炉 |
| 2013 | Suzano Maranhão, Brazil* (巴西)                     | 120 | 7200          | 新建碱炉 |
| 2014 | ITC, India (印度)                                   | 29  | 500           | 碱炉改造 |
| 2014 | CMPC Guaiba, Brazil* (巴西)                         | 124 | 7000          | 新建碱炉 |
| 2016 | Zellstoff Pöls, Austria (奥地利)                     | 86  | 2300          | 新建碱炉 |
| 2017 | International Paper, Port Wentworth, GA, USA (美国) | 68  | 2300          | 碱炉改造 |



美国总部联系方式：

Clyde Industries Inc.  
4015 Presidential Parkway | Atlanta | GA | 30340  
+1 800 241 5996 | clyde-industries.com

中国公司联系方式：

上海克徕特机械有限公司  
上海市铭德路158号铭德国际广场21楼 200071  
电话：+86 21 56537269-11

微信二维码：



公司通过  
=ISO 9001=  
质量认证