

# 火力发电厂燃煤锅炉高硫煤专用高效品质脱硫添加剂

产品名称	火力发电厂燃煤锅炉高硫煤专用高效品质脱硫添加剂
公司名称	廊坊三星化工有限公司
价格	面议
规格参数	品牌:誉星 外形尺寸:200 ( mm ) 堆密度:0.03 ( kg/L )
公司地址	河北省廊坊市大城县流源庄道口西行500米
联系电话	0316-5711111 13831689168

## 产品详情

### 一、技术简介

烟气脱硫是控制酸雨和so<sub>2</sub>污染的主要技术途径，迄今为止，国内外已开发出数百种烟气脱硫技术，可分为干法和湿法两大类。湿法脱硫技术具有脱硫与除尘可同时兼顾，机动灵活，适用性强，投资省和运行费用低等特点，对减少so<sub>2</sub>排放量起到了重大作用，但对低浓度so<sub>2</sub>的烟气脱除，脱硫技术投资大、运行费用高、脱硫系统易堵塞、结垢、腐蚀、磨损、泄漏、维护困难、检修工作量大等问题。因此，研究开发简单经济的烟气脱硫添加剂是当务之急。sx-t07脱硫添加剂是在充分调查研究现有国内外脱硫技术基础上，研究开发的一种高科技催化氧化so<sub>2</sub>脱硫添加剂，具有国际先进水平，特别适用于燃煤锅炉的烟气脱硫及现有石灰、石灰石—石膏湿法烟气脱硫技术改造。sx-t07脱硫添加剂是我公司科研人员经多年研究、试验，发明的一项高科技专利技术。该技术国内独创，世界领先，并已通过国家权威部门的认证，是烟气脱硫技术的一次革命和一项重大突破，有着极其广阔的实用与推广价值，同时，我公司致力为客户提供完善可靠的技术和工程服务

### 二、研究背景

在湿法烟气脱硫中，人们通常采用使用较小粒径的石灰石颗粒或者添加脱硫添加剂的措施来优化脱硫操作，提高脱硫剂的利用率，进而降低操作成本。研究表明，在湿法脱硫技术中，通过加入一定量适当的脱硫添加剂，可以明显改善化学反应与传质过程，能促进caco<sub>3</sub>的溶解，缓冲浆液的ph值下降，促进so<sub>2</sub>的溶解，加速so<sub>2</sub>的化学吸收。可以显著降低水蒸汽分压，减小蒸发速率，延长脱硫效率。即可提高其脱硫效率，提高脱硫剂的利用率，进而降低运行费用，同时还能减缓钙的结垢、堵塞速率，从而提高系统

的可靠性。试验表明，在同样的操作条件下，加入一定量脱硫添加剂后，脱硫效率从80%提高到了97%，当脱硫添加剂的浓度为3‰-5‰时，脱硫效率可提高10个百分点以上， $\text{CaCO}_3$ 的利用率可提高25个百分点以上，相同脱硫率要求时，可大大降低液气比40%左右，进一步降低脱硫运行成本。使用脱硫添加剂提高脱硫效率，具有不需附加装置，操作简单，投资小，价格低廉，容易获得，成本小，用量少，使用方便，水溶性好，低挥发性，无毒，化学稳定性好，对脱硫装置操作影响小等优点，是提高脱硫装置脱硫效率，简单有效的方法，已成为脱硫应用的热点，可获得可观的经济效益。

### 三、石灰石湿法烟气脱硫化学反应过程

湿法石灰石脱硫的化学反应过程由以下五个过程组成： $\text{SO}_2$ 由气相主体穿过气—液界面的扩散、溶解；溶解的 $\text{SO}_2$ 的水合；碱性介质中的解离； $\text{CaCO}_3$ 固体颗粒的溶解及其后的解离；盐的形成。脱硫整个过程涉及气、液、固三相反应，机理相当复杂。在薄膜理论的基础上，前后提出了多个石灰石悬浮液吸收 $\text{SO}_2$ 的数学模型，这些模型都以增强因子的形式来表达。影响增强因子的因素有多个，其中脱硫添加剂是一个显著的因子。脱硫添加剂作为传质强化添加剂，既能提高脱硫效率和吸收剂的利用率，还能防垢，从而提高系统运行可靠性，降低运行费用。因此脱硫添加剂的研究一直是热门课题。脱硫添加剂能解决增强石灰石浆液活性、进一步提高脱硫效率的问题；并能解决提高吸收剂利用率、防止结垢的问题；还能解决提高系统运行可靠性、降低运行费用的问题。

### 四、脱硫添加剂工作原理

从化学概念上来说，湿法脱硫反应过程受两个pH值限制：(1)气液两相界面处是使 $\text{SO}_2$ 溶解和吸收速率降低的低pH值；(2)固液两相界面处使 $\text{CaCO}_3$ 溶解和解离的高pH值。使用脱硫添加剂时，可以调节pH值，达到强化传质和扩散的效果。由于 $\text{SO}_2$ 的溶解度和固体 $\text{CaCO}_3$ 的溶解都有限，脱硫添加剂的加入则提供了碱性基团，增强了液膜传质因子，不仅可以促进 $\text{CaCO}_3$ 的溶解和提高其解离速率，减少了液相阻力，同时也促进了 $\text{SO}_2$ 的溶解，减少了气相阻力。脱硫添加剂的加入则增强了各化合物的离解。同时脱硫添加剂的存在有利于 $\text{CaSO}_3$ 的沉淀生成，使石灰石浆液循环吸收 $\text{SO}_2$ 的反应重复发生，脱硫添加剂起着类似催化剂的作用。

### 五、脱硫添加剂的特点

脱硫添加剂与传统技术相比较具有以下有益效果；在湿法脱硫反应中，将脱硫添加剂加入到吸收剂—石灰石浆液中，非常有利于脱硫反应中气体的溶解和固体产物的生成，同时具有反应催化作用，使反应活性增加50%以上。通过工业实践表明，加入这种脱硫添加剂后，提高了湿法脱硫工艺的脱硫率，降低了石灰石的消耗，减少了残渣量，降低了操作费用，以及提高了系统的操作弹性。在湿法石灰石脱硫工艺上，通过在石灰石浆液中添加脱硫添加剂，能使脱硫率提高10%以上。可应用于火力发电厂石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工艺中。脱硫效率高。对烟气中的 $\text{SO}_2$ 的脱硫率可达到95%以上 用户可以根据自己的实际情况任意设置脱硫率 脱硫过程快，脱硫剂对烟气中的 $\text{SO}_2$ 进行瞬间反应 化学稳定性好，凝固点低，不发泡，易粘度小，比热小，无毒无害，不易燃 对装置不腐蚀，不堵塞，不结垢，不磨损，不泄漏 脱硫装置操作简便（操作）、运行稳定、安全可靠，占地面积小 投资费用低，年运行成本低于其他脱硫方法 该脱硫装置耗水量少，节约能源 脱硫剂生产技术成熟，产量稳定，易于储存、运输 烟气变化的负荷跟踪能力强，自动调控装备能满足电站调峰和机组工况变化工作的需要

### 六、脱硫添加剂的性质

选用一类能发生多级电离的脱硫添加剂及其钠盐，它是由几个相似族类的分子大小不同的结构组成各异的高分子羟基芳香酸组成的复杂混合物。通过分析，表明它们含有亲水部分即亲水官能和憎水部分烷基等。因此它们具有一定的表面活性和缓冲能力，能使水的表面张力降低，与一些金属生成盐和络合物。这种性质对促进so<sub>2</sub>的吸收、提高石灰的利用率起到了重要作用，最终达到提高脱硫效率的目的。

## 七、主要工艺流程

将石灰配制成一定浓度的石灰石浆液，并加入一定量脱硫添加剂，机械搅拌均匀，经石灰石浆液泵打入脱硫反应塔内，石灰石浆液被雾化成细小的雾滴与来自锅炉的烟气进行传质，so<sub>2</sub>被石灰石乳吸收，净化后的气体从烟道排出。不断测定进出口so<sub>2</sub>的浓度，定量配制石灰石浆液浓度及流量，由此可算出一定化学计量比下so<sub>2</sub>的去除率及石灰石利用率。

## 八、脱硫添加剂的效果

以石灰石为吸收剂，分别在添加适宜浓度的脱硫添加剂与不加脱硫添加剂时，进行液气比l/g对脱硫效率的影响试验，当l/g相同时，加入脱硫添加剂后的脱硫效率净增值随脱硫效率l/g增加而减少，即l/g小时，脱硫添加剂效果明显。l/g 5l/m<sup>3</sup>时，脱硫效率约在10个百分点以上，脱硫效率相对提高18%，气相效率相对提高26%以上；l/g 5l/m<sup>3</sup>后，脱硫效率l/g增加而减少，但仍有5个百分点以上，脱硫效率相对提高7%以上，气相效率相对提高12%以上，当脱硫效率相同时，即从要达到相同的脱硫效率所要求的l/g变化看，添加脱硫添加剂的效果更加明显。由计算可知，要达到相同的脱硫效率，l/g<sub>1</sub>仅为l/g<sub>2</sub>的60%-73%；且l/g越大，l/g的减小幅度越明显，脱硫添加剂能有效的降低系统运行费用。综合分析，加入脱硫添加剂后对不同进气口so<sub>2</sub>浓度的烟气，均可提高脱硫效率约7个百分点，这对较高浓度so<sub>2</sub>烟气来说，效益相当可观。

## 九、加入脱硫添加剂的其他作用

防垢防腐，即加入一定量的脱硫添加剂，具有一定的降低结垢腐蚀速率的作用，并能改善垢层性能，使之容易用水冲洗，较大幅度的降低循环槽面的so<sub>2</sub>浓度，从而大大改善了工作环境。不加脱硫添加剂时，so<sub>2</sub>高达50~80ppm，加入脱硫添加剂后，so<sub>2</sub>降至10~30ppm，从降低情况看，脱硫添加剂具有加速总反应速率的作用。

## 十、脱硫添加剂对浆液ph值的影响

为考察脱硫添加剂对ph值的影响，测定了脱硫塔进、出口ph值随过程时间变化数据，可以看出，添加适宜浓度的脱硫添加剂，能降低ph的峰值，并能减缓ph的变化，即脱硫添加剂起到了对ph值的缓冲作用，从而加快总传质-反应速度，有利于提高脱硫效率和石灰石的利用率。

## 十一、脱硫添加剂对浆液中颗粒沉降的影响

配置一定浓度的浆液，经充分搅拌后，让其自然沉降，观测其沉降速度，实验结果表明，加入脱硫添加剂后使沉降速度大为减慢，不加入脱硫添加剂时，沉降3.0h后已清晰地分为清液层和浆液层，并与30.0h后的情况一样，而加入脱硫添加剂后，沉降5.0h后分为三层，清液层占总体积的5.0%，稀浆层87.0%，浓浆层8.0%，而此时稀浆层、浓浆层中分别含约1/3、2/3的石灰石，且沉降30小时后稀浆层、浓浆层分别占总体积的85%、10%含石灰石分别为1/6、5/6左右，可见，脱硫添加剂的加入大大减慢了石灰石颗粒的沉降速率。

## 十二、脱硫添加剂对浆液粘度的影响

试验加入脱硫添加剂前后浆液粘度表明，无论是石灰浆，还是石灰石浆，加入脱硫添加剂后均使粘度略有降低，可见脱硫添加剂有降低浆液粘度的作用。

## 十三、脱硫添加剂对浆液中颗粒粒度的影响

试验加入脱硫添加剂前后，浆液中石灰、石灰石颗粒的大小及粒径的分布，从统计后的结果看，无论是石灰，还是石灰石，加入脱硫添加剂后均比不加时小。

## 十四、脱硫添加剂对浆液中颗粒凝聚的影响

从显微镜上可以清楚的看到，不加脱硫添加剂的石灰、石灰石颗粒有一部分凝聚成团的大颗粒，加入脱硫添加剂后，几乎每个小颗粒外面都包有一晶莹透明的薄层，小颗粒间彼此分开，几乎没有成团的大颗粒，这薄层很可能含有脱硫添加剂（不加脱硫添加剂无此层），它阻止了小颗粒的凝聚，可见脱硫添加剂对浆液中的颗粒有分散作用。

## 十五、脱硫添加剂的作用机理

由脱硫添加剂的产生过程可知，脱硫添加剂中含有亲水官团和憎水官能团等，因而具有一定的表面活性作用。从试验结果可知，脱硫添加剂能降低表面张力，并减少浆液粘度，增加浆液中颗粒的分散性，降低浆液中颗粒的沉降速度。同时脱硫添加剂具有一定的pH缓冲作用，促进了 $\text{SO}_2$ 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解，减少了气相、液相阻力，从而提高了 $\text{SO}_2$ 的去除率和石灰的利用率。脱硫添加剂中不同的官能团对 $\text{Ca}^{2+}$ 吸附量不同，脱硫添加剂中所含的总酸性基和羟基的量最多， $\text{SO}_2$ 的去除率最高，而脱硫添加剂中的总酸性基和羟基含量最低， $\text{SO}_2$ 的去除率也最低。可以认为， $\text{SO}_2$ 的去除率于脱硫添加剂中的羟基含量有关，而且羟基越多， $\text{SO}_2$ 的去除率越高，羟基含量越高时，吸附 $\text{Ca}^{2+}$ 的量越大，在羟基含量相差很小的情况下，对 $\text{Ca}^{2+}$ 吸附大于脱硫添加剂，因脱硫添加剂的存在与 $\text{Ca}^{2+}$ 发生竞争吸附原因。

## 十六、脱硫添加剂的物理化学作用

另外，由于物理化学作用，脱硫添加剂吸附在脱硫生成物 $\text{CaSO}_4$ 和 $\text{CaSO}_3$ 等晶体颗粒的表面上，阻碍了有成垢可能的微晶粒子间的相互连接碰撞，起到分散作用。加之添加剂可降低石灰石浆液表面张力，使临界晶核半径减小，使 $\text{CaSO}_4$ 和 $\text{CaSO}_3$ 易析出结晶， $\text{CaSO}_4$ 等处于非饱和状态，阻碍了化学硬垢的生成。确保设备长期运行阻碍结垢。脱硫添加剂提高脱硫率是由它本身的性质所决定的，羧基含量越高，脱硫效果越好，由于脱硫添加剂表面活性作用，降低石灰浆液的粘度和表面张力，增加石灰浆液的分散性，提高石灰浆液的颗粒细度，改善了雾化质量，强化传质促进 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解和 $\text{SO}_2$ 的吸收，这些都是提高脱硫效果的重要因素。

## 十七、促进 $\text{SO}_2$ 溶解、减少液相阻力

根据以上分析，脱硫添加剂的分子式可表示为 $\text{r}(\text{OH})_m(\text{COONa})_n$ 及 $\text{r}(\text{OH})_m(\text{COOH})_n$ ，其中r代表复杂的憎水官能团。在溶解中首先发生脱硫添加剂的电离，因而使 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 解离， $\text{SO}_2(\text{g})$ 溶解等反应依次向右移动，从而促进了 $\text{SO}_2$ 的溶解，减少了气相阻力，加快了总反应速率。

## 十八、促进 $\text{Ca}(\text{OH})_2/\text{CaCO}_3$ 的溶解，减少液相阻力

而由上产生的 $H^+$ 与 $Ca(OH)_2(aq)$ 解离产生的 $OH^-$ 发生反应，从而使 $Ca(OH)_2(aq)$ 解离、 $Ca(OH)_2(s)$ 溶解等反应依次向右移动，促进了 $Ca(OH)_2$ 的溶解，减少了液相阻力，加快了总反应速率。对石灰石，则 $r(OH)M(COONa)_n$ 起到了传递 $Ca^{2+}$ 的作用。

## 十九、增加有效传质—反应面积

由于脱硫添加剂能降低表面张力，减少浆液粘度，增加浆液中颗粒的分散性，并降低其沉降速度，实质上是增加了传质—反应的有效面积，从而增加了总反应速率。

## 二十、脱硫添加剂特点比较

项目	脱硫添加剂	石灰石湿法脱硫
SO <sub>2</sub> 处理效率	95%以上可按用户需求的脱硫率脱硫	90-95%
技术流程简易情况	技术流程简单	主流程简单，石灰浆制备流程复杂
设备安全性	99%以上	98%以上
吸收剂利用率	脱硫添加剂循环利用	不可循环利用，钙硫比约为1:1
药品消耗量	石灰石浆液的3%-5%	CaCO <sub>3</sub> 1.8ton/SO <sub>2</sub> 1ton
吸收塔液气比量[浆液循环量(L)/烟气量(m <sup>3</sup> )]	可减小	7.12
动力	小	由于液气比大，所以循环泵的容量也大，因此其他辅助设备也会增加，总的动力需要量比催化氧化SO <sub>2</sub> 脱硫添加剂法高出40%
材料磨损	药液为液体状态，所以磨损可以不计	浆液中的固态成分存在15%-20%以上，所以磨损大
排管堵塞 污水	液态因此不能堵塞 经过处理可以达标排放，也可循环使用	浆液中存在固态成分堵塞严重 有必要出去杂质
系统磨损腐蚀	无需考虑系统磨损腐蚀	由于有灰浆的存在，设计师需要考虑系统磨损问题

## 二十一、优势及运行效益

优势	运行效益
脱硫效率高95%	脱硫率对控制排污总量意义非凡，可实现高硫煤SO <sub>2</sub> 达标排

对废气的含硫量不敏感	没有对系统进行含硫量的要求，或没有对燃煤的含硫量要求，运行成本稳定，不随含硫量的上升而增加
工艺流程简单，无腐蚀，无堵塞	无石灰浆制备系统，流程为气液相环境。系统无磨损，无腐蚀。不存在结构堵塞问题
系统运行可靠	工艺流程科学、精炼、简洁，可实现运行无系统故障，无需停机检修
运行简便，容易维护	易掌握，易运行。运行和维护人员能快速操作自如
可升级性脱硫	可根据要求，以调节输入来提高脱硫效率；可以相对较小的成本升级纳入高效的脱硫（95%以上）
环保实效性	循环经济，真正环保
无二次污染	水溶性好，低挥发，无毒，无害，化学稳定性好
节能降耗	降低运行成本，循环经济理念得以完美实现
经济可行性	综合考虑，绝对经济
用水少，能耗少	降低水蒸汽分压，减少蒸发速率
脱硫设施运行费用	不随进气硫分上升而增加

## 二十二、专家鉴定

比较而言，sx-t07脱硫添加剂的特点在于：1、采用催化剂和氧化剂配合制成sx-t07脱硫添加剂，这样的配方未见报道；2、解决了石灰石湿法脱硫的腐蚀、系统堵塞、结垢、磨损、泄漏、二次污染等问题；3、脱硫率可达95%以上。由此可见，该项目具有自己的特色和独到之处，总体上达到了国家领先水平。该产品完全消除so<sub>2</sub>、so<sub>3</sub>和h<sub>2</sub>s为主的气、液两相脱硫剂，在气相和液相的扩散及传质上彻底解决了溶剂问题，使so<sub>2</sub>转化为碱性絮状物而随废水排除，解决了so<sub>2</sub>、so<sub>3</sub>和h<sub>2</sub>s的气、液两相污染的问题。在供热站对锅炉进行sx-t07脱硫添加剂应用实验，实验表明该脱硫添加剂去硫效率达到95%以上，脱硫率高，操作简单方便，工作环境整洁，残渣量少，是高效、无毒、无害的高科技新型sx-t07脱硫添加剂，可以大量推广使用。检测结果表明：该锅炉so<sub>2</sub>排放浓度符合锅炉大气污染特排放标准中二类区排放标准限值；未加sx-t07脱硫添加剂的脱硫率为61%，加sx-t07脱硫添加剂后为95%以上。采用sx-t07脱硫添加剂后进行检测，检测证明使用sx-t07脱硫添加剂ph值明显提高，用量少，脱硫率在95%以上。该方法运行简单，安全可靠，属国内领先高科技产品。

本产品的品牌是誉星，外形尺寸是200（mm），堆密度是0.03（kg/L），孔容是0.2233（ml/g），主要用途是电厂脱硫，CAS是22533523