

吸收塔添加增效剂运行对比分析报告（初稿）

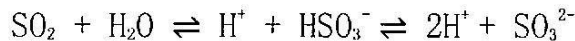
一、情况简介：

2016年4月27日，在3#吸收塔、2#吸收塔分别添加无锡市鲲鹏科工贸有限公司的“惠施通”WL-107脱硫增效剂进行试验，具体分析如下：

二、工作原理：

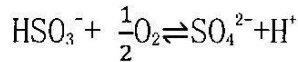
1. 石灰石-石膏烟气湿法脱硫原理

(1) 原烟气 SO_2 溶解于吸收液后发生离解：



SO_2 溶解于水的反应速度较慢，是整个反应速度控制步骤之一。

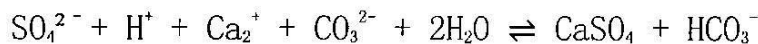
(2) 在吸收塔浆液池中， HSO_3^- 被通入的空气强制氧化为 SO_4^{2-} ：



(3) 在水溶液中，石灰石溶解度是很低的 ($\approx 0.015\text{kg/m}^3$)：



(4) 部分溶解的石灰石粉在浆液中的反应：



2. 增效剂的增效原理

根据石灰石-石膏烟气湿法脱硫反应过程得知，脱硫反应的主要控制步骤在(1)和(3)。即气液两相界面处是使 SO_2 溶解和吸收速率降低的低 PH 值；固液两相界面处是使 CaCO_3 溶解和离解的高 PH 值。使用增效剂后由于加快了反应(1)中产生的 H^+ 向液体内部扩散，增加了 CaCO_3 的溶解度即加快反应(3)的速度，调节了浆液的 PH 值，为脱硫反应提供了碱性基团，使得脱硫效率得以提高。在脱硫反应过程中，增效剂起着类似催化剂的作用，增加反应活性并有利于降低石灰石粉的消耗，对石膏品质无不良影响。

脱硫增效的各组成部分功效

脱硫增效剂主要是有这样的三个成分构成的：表面活性剂、反应催化剂和化学隧道形成剂。

表面活性剂的作用主要是用来改变固液界面的湿润性的，从而可以很好地提高界面的传质效率，这是脱硫增效剂发生作用需要经历的第一个过程，因此说这个过程的很好的完成是为了下面的工作的进行做好准备工作。

接着就是反应催化剂，看到催化剂显然它的作用就是用来催化的，使得脱硫增效剂的功能可以很好地发挥出来，提高反应的速率，在其中，它能够增进反应速率的同时，又是可以降低反应能的，因此这个成分的功能也是非常的强大的。

最后就会是化学隧道形成剂，它可以在反映的过程中形成碳酸钙的微球内部变化隧道，这样一来它的反应就可以出现立体化的效果了，而它在反映的过程中也是可以起着绝对性的作用的，因为它的应用的最后的目標也是为了提高吸收剂利用效率和加快反应的速度而服务的。

3、业绩单位使用情况

无锡市红豆热电厂（无锡市东港镇红豆工业园）1台 130t/h 煤粉炉，吸收塔入口 SO_2 在 $1500\sim 1800\text{mg}/\text{m}^3$ （煤种为混煤，含硫率平均为 0.78%；煤种为山东煤，含硫率平均为 0.85%）在未添加增效剂的情况下，3台循环泵运行，出口 SO_2 在 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，每天添加一袋（25kg），停用一台功率为 160KW 的浆液循环泵，脱硫塔出口在线分析仪的数据均为正常值，且低于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 。

三、试验数据及分析：

1、2#脱硫塔添加增效剂运行数据:

2 #脱硫系统添加增效剂之前运行数据记录表

时间范围	锅炉负荷	吸收塔入口浓度			吸收塔出口浓度		脱硫效率	烟气量 (瞬时值)	出口氧量	压力	温度	循环泵运行电流				侧搅拌机运行电流			PH	密度	塔釜液位	石灰石用量 (瞬时值)
		SO2	Nox	soot	SO2	Nox						A	B	C	D	A	B	C				
	t/h	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	%	m ³ /h	%	Pa	℃	A	A	A	A	A	A	A	kg/m ³	m	t/h	
4月17日0时至 4月18日0时	75	1472	50.13	7.88	70.35	48.52	96.64	210389	7.48	2.20	146	102	113	116		5	5	5	6.47		4.8	2.36
4月29日0时至 4月29日14时	75	607.1	73.28	7.4	16	62.71	96.5	212013	8.43	2.02	150	100		114		5		5	5.15	1108	5.4	2.02

2 #脱硫系统增效剂试验数据记录表

时间范围	锅炉负荷	吸收塔入口浓度			吸收塔出口浓度		脱硫效率	烟气量 (瞬时值)	出口氧量	压力	温度	循环泵运行电流				侧搅拌机运行电流			PH	密度	塔釜液位	石灰石用量 (瞬时值)
		SO ₂	Nox	soot	SO ₂	Nox						A	B	C	D	A	B	C				
	t/h	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	%	m ³ /h	%	Pa	℃	A	A	A	A	A	A	A	kg/m ³	m	t/h	
4月29日15时至 5月1日9时	80.5	793	63	8.31	39.9	60.6	94.3	234046	7.62	1.66	148				130	5	5	5	5.34		5.18	1.57254

2、3#脱硫塔添加增效剂试验运行数据:

3 #脱硫系统添加增效剂之前运行数据记录表

时间范围	锅炉 负荷	吸收塔入口浓度			吸收塔出口浓度		脱硫 效率	烟气量 (瞬时 值)	出口 氧量	压力	温 度	循环泵运行电流				侧搅拌机运行 电流			PH	密度	塔釜 液位	石灰石 用量 (瞬时 值)
		SO ₂	Nox	soot	SO ₂	Nox						A	B	C	D	A	B	C				
		t/h	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³						mg/m ³	%	m ³ /h	%	Pa	°C	A				
4月13日0时至 4月18日8时	75.8	1539	78.08	14.49	50.55	70.79	96.6	196457	6.8	1.26	123	101	108	117		4.95	4.98	5.26	1043	5.54	1.7125	
4月29日0时至 4月29日14时	75.43	607.14	73.286	7.4	16	62.714	96.5	212013	8.43	2.02	150	100		114		5		5	5.15	1108	5.38	2.02

3 #脱硫系统增效剂试验数据记录表

时间范围	锅炉 负荷	吸收塔入口浓度			吸收塔出口浓 度		脱硫 效率	烟气量 (瞬时 值)	出口 氧量	压力	温 度	循环泵运行电流				侧搅拌机运行 电流			PH	密度	塔釜 液位	石灰石用 量 (瞬时 值)
		SO ₂	Nox	soot	SO ₂	Nox						A	B	C	D	A	B	C				
		t/h	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³						mg/m ³	%	m ³ /h	%	Pa	°C	A				
4月27日14时至 4月28日10时	76.6	1362	57.8	12	37.9	56.3	97	195827	6.44	1.03	118	99.5		130	5.01	5.02	5.11		5.39	1.677609		
4月28日10时至 4月29日14时	74.8	1232	40.5	11	39.8	44.1	96.7	196449	6.98	0.92	120	98.7		116	4.97	5	5.43		5.37	2.030		
4月27日13时30 分至14时30分	75.1	1551	52.9	11.7	10.7	55.2	98.6	191020	6.39	1.37	119	100	109	132	5.02	5.02	4.84		5.47	2.052		

3、数据分析：

(1)、2#脱硫塔试验前后数据对比分析：

在未添加增效剂之前，2#脱硫塔入口平均SO₂为607mg/m³，出口平均SO₂为16mg/m³，循环泵A、C运行（运行总电流214A），石灰石浆液增补量为2 t/h，平均PH值为5.3。

添加增效剂试验期间，2#脱硫塔入口平均SO₂为793mg/m³，出口平均SO₂为39.9mg/m³，循环泵D运行（运行总电流130A），石灰石浆液增补量为1.68 t/h，平均PH值为5.2。增效剂添加量为：初始两袋（50 kg），后期补充添加半袋（12.5kg）。

经济计算：添加增效剂后节省电量为 $0.4 * (214-130) * \sqrt{3} * 0.95 = 55.28 \text{kw/h}$ ，按照0.457元/kwh计算，节省费用为 $55.28 * 0.457 * 24 = 605$ 元/天；增效剂增加费用为： $15 * 20 = 300$ 元/天，节省费用 $605 - 300 = 305$ 元/天。

(2)、3#脱硫塔试验前后数据对比分析：

在未添加增效剂之前，3#脱硫塔入口平均SO₂为1539mg/m³，出口平均SO₂为50.55mg/m³，循环泵A、B、D运行（运行总电流341A），石灰石浆液增补量为2 t/h，平均PH值为5.4。

添加增效剂试验初期，3#脱硫塔入口平均SO₂为1551mg/m³，出口平均SO₂为11.7mg/m³，循环泵A、B、D运行（运行总电流341A），石灰石浆液增补量为2 t/h，平均PH值为5.4。

添加增效剂试验期间，2#脱硫塔入口平均SO₂为1362mg/m³，出口平均SO₂为37.9mg/m³，循环泵A、D运行（运行总电流230A），石灰石浆液增补量为2 t/h，平均PH值为5.4。增效剂添加量为：初始两袋（50 kg），后期补充添加半袋（12.5kg）。

经济计算：添加增效剂后节省电量为 $0.4 * (341-230) * \sqrt{3} * 0.95 = 73 \text{kw/h}$ ，按照0.457元/kwh计算，节省费用为 $73 * 0.457 * 24 = 800$ 元/天；增效剂增加费用为： $15 * 20 = 300$ 元/天，节省费用 $800 - 300 = 500$ 元/天。

(3)、综合分析：

在三台脱硫塔同时添加增效剂时，日最大用量为50 kg，费用为 $50 * 20 = 1000$ 元/天；各塔停用一台功率为75KW的循环泵，节省电量费用为 $(605 + 800) / 2 * 3 = 2108$ 元/天，节省费用为： $2108 - 1000 = 1108$ 元/天， $1108 * 30 = 3.324$ 万元/月， $3.324 * 12 = 39.888$ 万元/年，投入与产出比为 $2108 / 1000 = 2.108$ 。

添加增效剂后，每月节约厂用电量 $3.324 / 0.457 = 13.838$ 万kwh，依据2015年月平均发电量1627.2万kwh计算，降低厂用电率 $13.838 / 1627.2 = 0.85\%$

添加增效剂后，降低循环泵的运行时间，减少了循环泵的维护费用和机封（5500元/台）更换周期！

添加增效剂后，在脱硫塔入口SO₂稳定、PH值稳定、循环泵运行台次一致的情况，脱硫塔出口SO₂下降30~40mg/m³。根据苏价费（2015）276号文件规定，享受差别收费政策。按照控制标准50mg/m³，脱硫塔出口SO₂下降30~40mg/m³享受50%缴费基准，依据2015年SO₂排放总量94.62吨计算，排污费将减少 $94.62 / 0.95 * 3.6 / 10 * 0.5 = 17.928$ 万元/年。

添加脱硫增效剂长期使用，有利于喷淋喷嘴结晶的脱落和脱硫塔入口处的板结程度，提高了喷淋层的效率和降低了引风机运行电流。

四、结论：

通过为期三天的短期试验数据分析，初步结论为：

1. 添加脱硫增效剂最高成本费用为 36 万元/年；节约费用为 39.888 万元/年，投入与产出比为 2。
2. 添加脱硫增效剂降低厂用电率 0.85% 。
3. 添加脱硫增效剂减少了循环泵的维护费用和机封更换周期！
4. 添加脱硫增效剂排污费用减少 18 万元/年。
5. 添加脱硫增效剂有利于喷淋喷嘴结晶的脱落和脱硫塔入口处的板结程度，提高喷淋层的效率和降低引风机电流。
6. 脱硫增效剂的时效为 24 小时，损耗有：烟气携带、废水外排、石膏外排。
7. 脱硫增效剂提高了石灰石的利用率。节约费用因计量误差暂忽略分析，在今后的运行中进一步分析。

因试验增效剂数量有限，不同煤种、不同工况下的数据有待进一步试验。

脱硫专业建议长期使用脱硫增效剂，以降低厂用电率、设备维护量和减少环保排污量。

生产管理部

2016-5-5