

说明滤池中的一部分絮体穿透了，且穿透生物数随滤后水浊度升高而增多，说明生物是被包在絮中与絮体一同穿透的。

专家们认为：ALT比大时絮颗粒大、密度低、但强度小。这种大颗粒的絮在短时间里就会填充滤料间的空隙，使空隙减少。而随着空隙间水流速加大，冲刷作用增加，截留作用就消失了。而ALT比小时，生成的絮颗粒小，滤料空隙减少得慢，可得到长

时间稳定的净水效果。因此把ALT比做为混凝剂过量投加的指标，对水质管理具有很大意义。

同时，混凝剂的过量投加使污泥量增大，对污泥的浓缩性和脱水性产生恶劣影响。所以在确保水质的情况下，应尽量减少混凝剂投加量。

译自日本《水道协会杂志》

1986年12月号

关于硅藻堵塞沙滤池的研究

马淑英 译 许保玖 校

1、引言

最近由水源中藻类所引起的令人讨厌的臭味和沙滤池的堵塞，给水处理带来了麻烦。解决这些问题的根本措施是预防水源中的富营养化。水处理过程中藻类的去除也是目前措施中的一个重要课题。

我们进行了有关藻类去除的研究，并选择硅藻类的针杆藻（synedra）作为引起堵塞的藻类。同时对针杆藻的混凝效率，出现水头损失的情况和对沙滤池反冲洗的影响都进行了讨论。

2、试验

2-1 针杆藻的培养

针杆藻按照培养基BG-11，水温20℃，照度200~700勒克斯的条件进行纯培养。针杆藻增长曲线用逻辑斯帝曲线方程表明，该试验中所用的针杆藻为厂内内生植物，其大小约65~85微米。

2-2 烧杯搅拌试验

混凝效率的估计由烧杯搅拌试验的结果决定。让絮体混凝之后沉淀10分钟。然后将表面25厘米的全部悬浮液用虹吸管平稳地抽出来，分别测量水的针杆藻的数量、浊度、pH和碱度。在原水中准备好2000毫升的针杆藻。按针杆藻数量的测定法，充分混合之

后，用微量滴管准确测量50微升容积水样，针杆藻的数量通过显微镜直接计数，然后将这些数转换成数/毫升。烧杯搅拌试验的其它条件见表1。

表1：混凝试验

混凝剂	硫酸铝 聚氯化铝
助凝剂	藻酸钠
碱度	10, 30, 50, 70, 90毫克/升
悬浮物	高岭土
针杆藻数	2000/毫升
pH	7.0
水温	18.0±3.0℃, 5.0±0.5℃
搅拌器	搅拌2分钟, 80转/分 絮凝8分钟, 30转/分

2-3 快速

过滤试验装置如图1所示，试验条件见表2。使用内径为50mm的管子作为沙滤管。过滤方法按照自然平衡的直接过滤方式进行，进水量和出水量自然平衡，水头损失的增加通过沙层上面水位的上升进行自调。

本文为了方便起见，考虑将试验1的条件作为标准过滤，与试验1比，试验2为其悬浮物的2倍，试验3为其混凝剂量的2倍。同时改变了试验4的过滤速度、试验5中滤管的初始孔隙率和试验6中沙的大小。

选择这些条件为了使这些试验的水头损失达到试验 1 中干净沙滤管的水头损失的二倍。

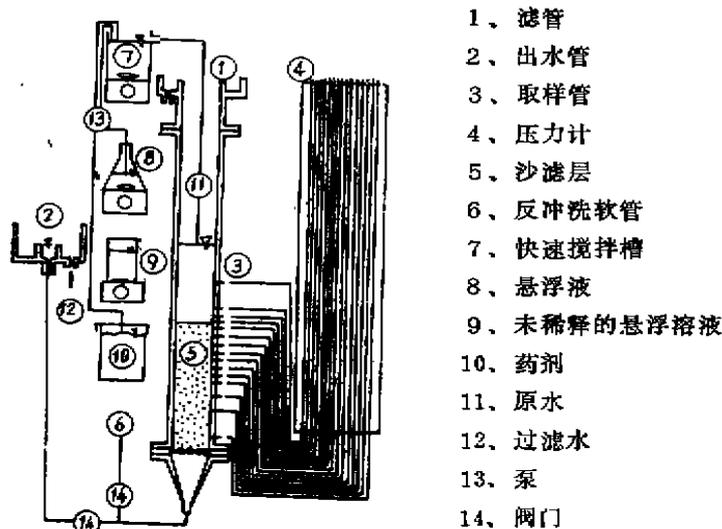


图 1：过滤试验装置

表 2 过滤试验条件

试验		1	2	3	4	5	6	7
运行因素								
混凝剂 [Al ₂ (SO ₄) ₃]	毫克/升	10	10	20	10	10	10	10
悬浮物	毫克/升	20	40	20	20	20	20	20
高岭土	r _t '	1.0	2.3	1.0	1.3	1.2	1.4	1.7
过滤速度	米/日	100	100	100	200	100	100	100
	v _v , v _v '	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
沙粒径	毫米	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.54	0.54
	r _d	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0
滤层深度	厘米	41.0	40.8	41.0	41.0	36.6	41.0	40.8
	r _l	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0
	r _l '	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0
初始孔隙率	%	50.0	49.7	50.0	50.0	44.0	50.0	51.7
	γ _ε	1.0	1.0	1.0	1.0	1.8	1.0	0.8
针杆藻	/毫升	0	0	0	0	0	0	1900

试验7是在试验6的条件加上出现 1900/毫升针杆藻的情况下进行的过滤。

表 2 中所用的 r 和 r' 系数为补偿系数，以便补偿水头损失和沙中絮体的沉积物量。它们通过下列方程分别计算：

$$r = h_i / h_1 \dots \dots \dots (1)$$

式中：h_i, h₁ 分别表示试验 i 和试验 1 中干净沙滤层的水头损失。但是水头损失要按照 Kozeny-Carman 方程计算：

$$r' = \sigma_i / \sigma_1 \dots \dots \dots (2)$$

式中： σ_i , σ_1 分别表示试验1和试验1中沙里絮体的沉积物量。但是试验1的絮体沉积物 σ_i 要按照方程（3）计算：

$$\sigma_i = \frac{v_i(c_{in} - c_{out})t}{L_i} \dots\dots\dots (3)$$

式中， v_i = 滤速 C_{in} = 原水浊度
 C_{out} = 过滤水浊度 t = 过滤时间
 L_i = 滤层深度

在过滤试验期间，原水pH值的变化范围为6.7~7.6，原水碱度的变化范围为14~

27毫克/升。

3、结果

3-1 混凝效果

烧杯搅拌试验的结果见图2。图中带点的数值为在烧杯搅拌试验的每种情况下沉积物的去除率。由试验结果借内插法求出等值点，再用实线连成去除率等值线。

另一方面，这些曲线的凸起部分都由虚线连接，虚线上的混凝剂量表示在相应碱度情况下混凝的最佳值。

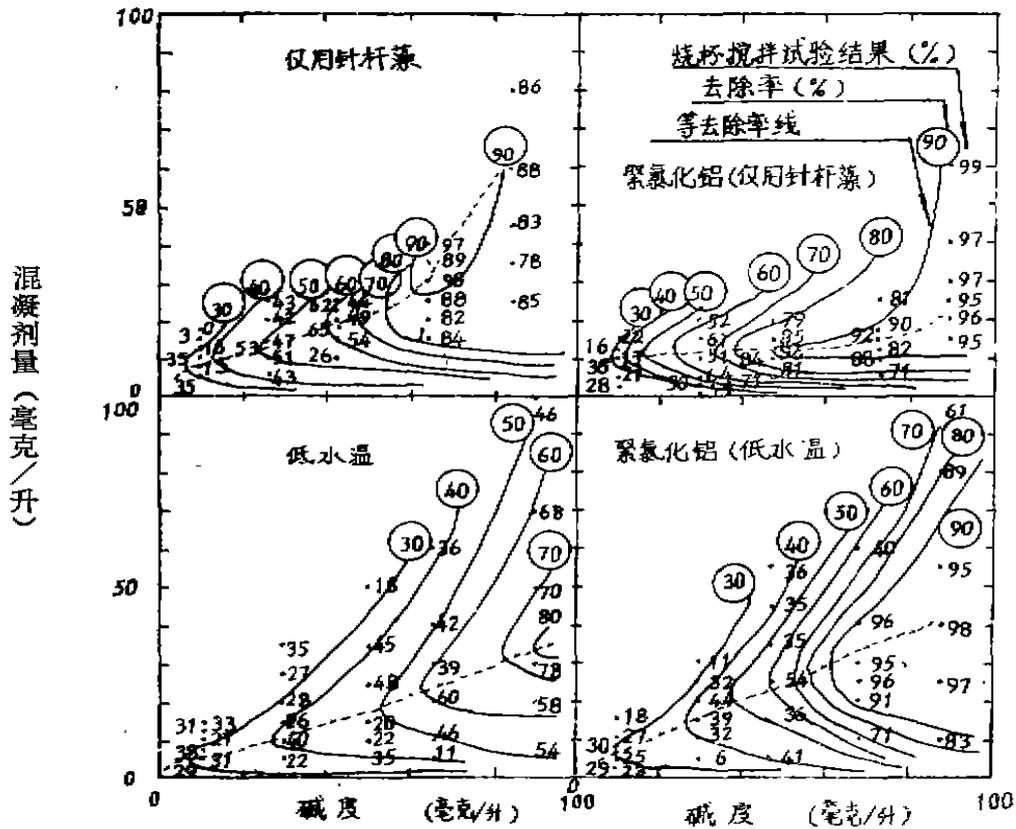


图2 烧杯搅拌试验结果

图3中原水碱度和在最佳剂量时去除率之间的关系以三种悬浮物情况表明：针杆藻为第一种情况；针杆藻和其它悬浮固态物质同时出现为第二种情况；低水温情况时的针杆藻为第三种情况。从图中明显地看出在高碱度情况时，象粘土悬浮物的情况一样，高

混凝剂量对针杆藻的混凝是必需的。与聚氯化铝相比，在使用硫酸铝时，这种趋向较为明显。同时在高碱度情况下，有高沉降速度的针杆藻良好絮体也形成了，因此取得了高去除率，而这种高去除率在很大的混凝剂量范围内都可得到。

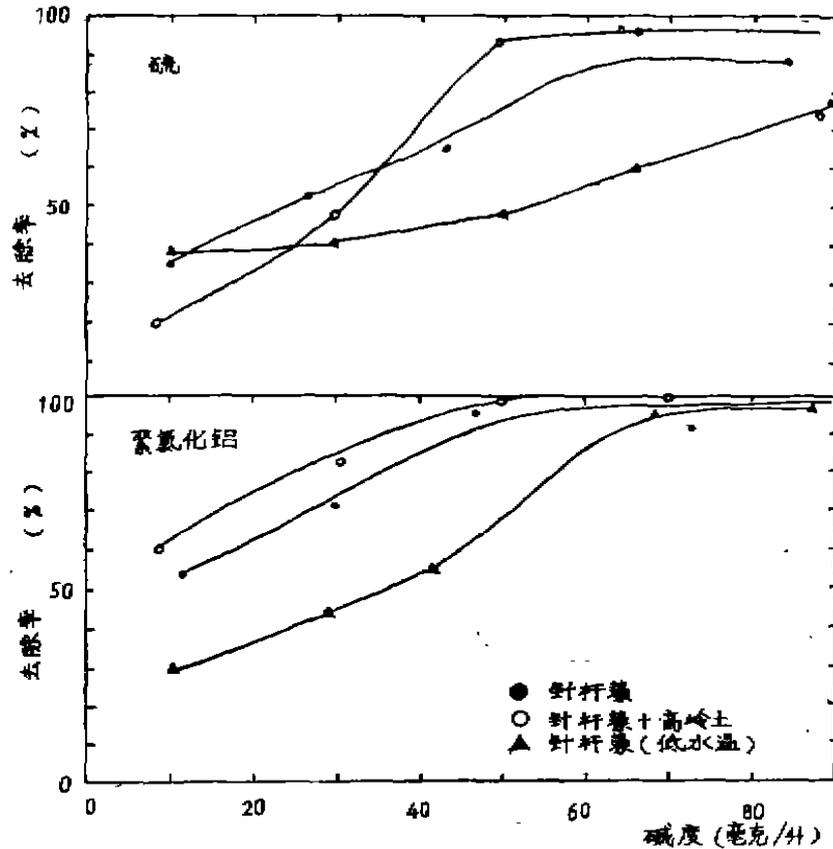


图3 在最佳混凝剂量时, 每种碱度的去除率

鉴于这些结果, 认为由铝混凝剂的水解悬浮物这种不溶解铝和由象聚氯化铝这种高聚合混凝剂提供的架桥作用, 提供了针杆藻的絮凝。

另一方面, 除针杆藻外, 不能期望去除率的改进对有粘土的原水就那么适用。当硫酸铝用作混凝剂时, 很少得到料想不到的针杆藻去除率下降的结果。这些结果可如下说明。不溶解铝作为架桥工作的物质附着在针杆藻和其他悬浮固体上, 加之悬浮固体通常有利于絮凝。因此这些絮凝体的沉淀速度很快。但是当絮凝进行得不好时, 就会产生大量的小絮体, 这些小絮体的大小不再增加, 在这种情况下, 当原水中存在许多悬浮固体时, 架桥工作物质就不能有效地吸附。

当水温低时, 针杆藻的去除明显地减少, 在低碱度时, 几乎没有指望。当碱度低

于30毫克/升时, 混凝效率大大下降。但是在高碱度时, 由于低水温所引起的损失比较小。当碱度高于90毫克/升使用硫酸铝和当碱度高于70毫克/升使用聚氯化铝时, 针杆藻的去除率和正常温度的情况相同。

图4表明在低水温下加藻酸钠作为助凝剂的试验结果。在10.4毫克/升碱度和5.1℃水温时, 针杆藻在无助凝剂情况下的去除率为20~30%。但是如图4所示, 通过加5~7.5毫克/升的藻酸钠, 针杆藻的去除可增进到90~95%。

3-2 过滤和反冲洗

沙层中由于絮体沉积所造成的水头损失见图5。沙层中总的水头损失随着进入沙层絮体沉积物的增加而增加。对总的水头损失的增加来说, 过滤的最重要运行因素是沙层

的孔隙率，第二个因素是过滤速度，第三个因素是沙的尺寸和针杆藻的数量。特别是，

总的水头损失随时间的增长率会由于原水中针杆藻的存在而进一步增加。

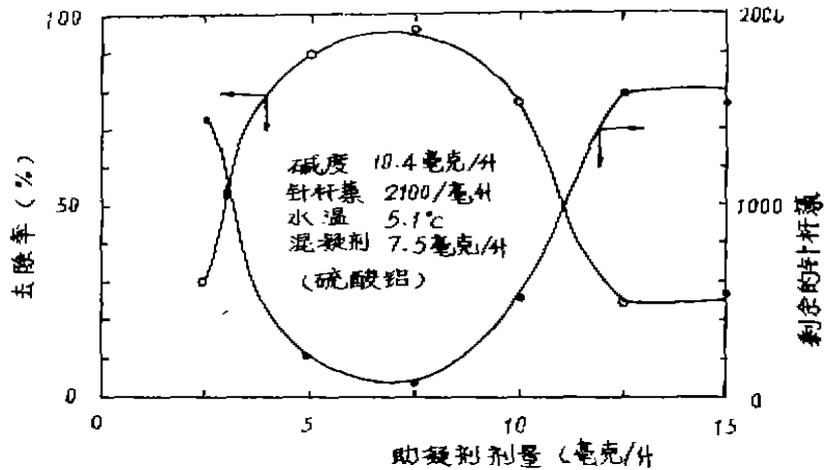


图4：加藻酸钠的效果

图6表明水头损失随沙层中絮体沉积物增加并变化的情况。象估计过滤效率的方法一样，本文暂时性地认为由于絮体沉积物引起的水头损失在具有高过滤效率的滤池中是比较小的。从图6中得知试验2的水头损失比其他试验的水头损失小一些。因此，当原水中所加混凝剂量与悬浮固体的比率小时，可认为絮体密实地沉积在沙层中，但是用大剂量混凝剂，滤层孔隙率低和沙的粒径小时，水头损失也就大。

图7只给出每一滤层在6~8两个小时的滤程中增加的水头损失，省略了其他滤程的结果。

每一沙层的水头损失随时间增加，然后上升到高值，最后下降。在试验2中，每层沙层所得到的水头损失，滤池上层与中层比没有很大差别，因此从有效使用所有沙滤层的观点来看，这种现象是很理想的。

在试验7除外的其它情况下，通过补偿系数转换的水头损失是试验1中水头损失的1.5倍。但是，针杆藻的存在使水头损失达到了3倍。在这种情况下，如图7所示，就会明显地引起表层部分水头损失的增加。因

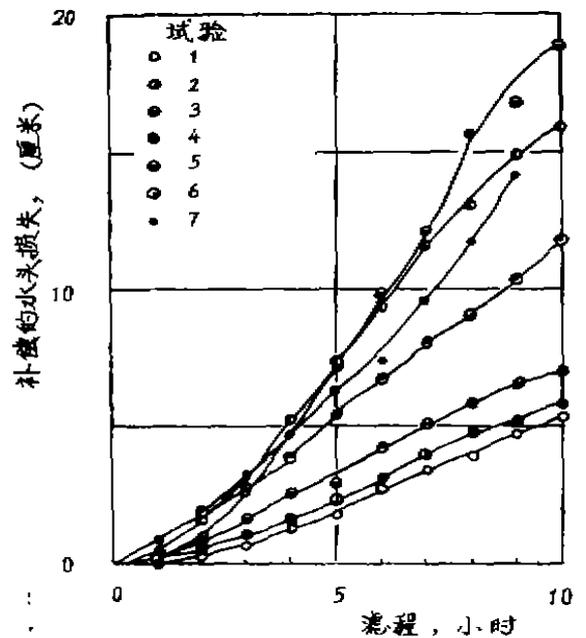


图5：补偿的水头损失随滤程的变化图

此应该指出在孔隙率低，沙粒径小时，即使在这种试验中没有针杆藻，也会有滤池堵塞的可能性。

沙滤池反冲洗排出的废水浊度的变化如图8的模型所示。图8中的每一参数数值都集中到表3。当图8中参数值 $t_{0.1}$ 、 t_s 和 T_d

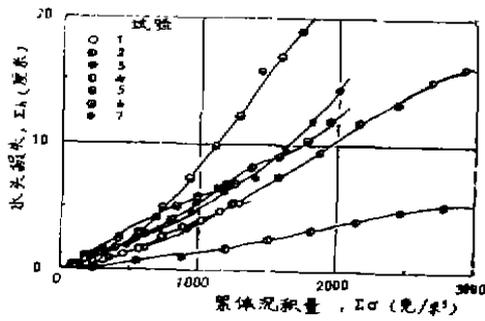


图6: e_h 和 e_σ 之间的关系图

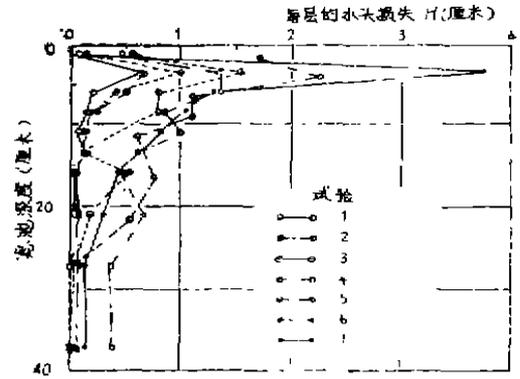


图7 沙滤层中的H剖面图 (滤程: 6—8小时)

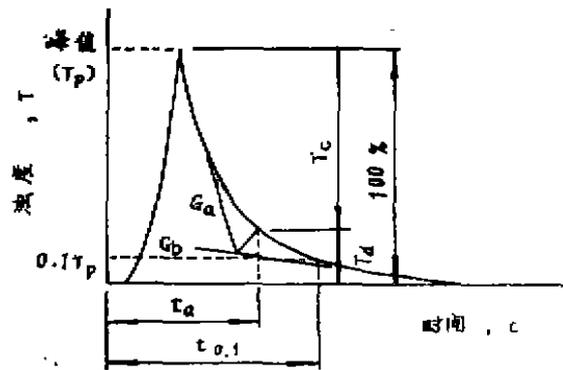


图8, 废水油度随时间的变化模型图

表3: 反冲洗参数值

试验	高峰时 (毫克/升)	$t_{0.1}$ (秒)	t_a (秒)	T_c (%)	T_d (%)	G_a 毫克/升 秒	G_b 毫克/升 秒
1	1067	78	69	92.7	7.3	45.5	1.00
2	1840	74	76	90.8	9.2	111.1	1.00
3	1325	66	63	86.8	13.2	83.3	1.45
4	1700	70	73	91.6	8.4	71.4	0.71
5	920	79	78	88.9	11.1	45.5	0.83
6	1240	87	79	84.7	15.3	40.0	0.88
7	1186	98	92	85.7	14.3	30.3	1.06

小时和当 G_a , G_b 和 T_c 大时, 反冲洗效果就比较好。

从表中清楚地看到针杆藻沉积的滤池必需用长时间进行反冲洗, 同时沙上面沉积絮体的脱落效率也降低了。

如上所述, 将针杆藻存在时出现的水头

损失与其它试验结果进行了比较。

因此, 按照每一情况说明了絮体沉积的特点如表4所示。针杆藻几乎都沉积在表层, 由此造成水头损失有很大增加。同时也指出了针杆藻对滤池反冲洗的影响。

此外, 从预防硅藻堵塞的观点出发, 因

表 4: 滤池效率的比较

滤池效率 比较项目	随时间增加的水 头损失	由于沉积造成的 水头损失	表层沉积的倾向	反冲洗
运行因素	$\frac{eb}{rvrgrdr1}$	$eb, \epsilon, \epsilon\sigma$	$\frac{H}{rvrgrd}$	浊度逐渐减少情况
因素与试验1的比率	10小时之后 r.e	$\epsilon\sigma=2000\text{克/米}^3$ r.e	表层 r.e	Ga r.e
ALT 1/2	1.1 ◎	0.4 ◎	1.0 ◎	0.4 ◎
ALT 2	1.3 ○	1.0 ○	1.6 ○	0.5 ◎
V 2	3.0 *	1.0 ○	1.7 ○	0.6 ◎
e 0.88	3.6 *	2.5 *	1.8 ○	1.0 △
d $1/\sqrt{2}$	2.3 △	1.3 △	1.4 ○	1.1 △
d或 $1/\sqrt{2}$ 针杆藻 或1900/毫升	3.3 *	1.5 △	3.0 *	1.5 *

注: 栏中(*)值表示与试验1每项的比率
 ALT: 铝离子(毫克/升)/浊度(毫克/升)
 V: 滤速; ϵ : 沙滤层初始孔隙率
 d: 粒径
 re: 相对评价
 ◎: 良好; ○: 接近良好; △: 接近差; X: 差。

为预测了对运行因素的估计例如表4, 所以这种估计对滤池堵塞采取措施是很有用的。

4、结论

针杆藻的混凝和粘土悬浮物的混凝有类似的趋向。比较高的沉淀效率对防止针杆藻流入沙滤池是很必要的, 把碱度改变为较高值也是一个有效方法。

在低水温和低碱度情况下, 针杆藻的去除率为最低值, 在这种情况下, 有效的方法是, 在低温时加藻朊酸钠作为助凝剂, 在低

碱度时加碱, 例如加碳酸钠。

在快滤中, 由于针杆藻存在所引起的特有现象是, 滤池表层的水头损失有很大增加和滤池反冲洗的效率降低。对预防滤池堵塞来说, 其有效方法是把混凝剂量控制到必需的最小量, 同时沙的粒径和滤池初始孔隙率要有尽可能大的数值。

另外, 如表4所示, 为了得到比较高的过滤效率, 控制其他参数也是可用的方法。

摘译自《Water supply》V014, 1986

启 事

一、我部现存1985~1988年全套《国外公用科技》期刊若干, 但数量不多, 欲订购请从速。

二、全年(四册)售价为: 1985年—1.70元, 1986年—2元, 1987年—2.40元, 1988年—3.20元

三、请将款汇至本编辑部, 即可邮上。

(编辑部)

(上接27页)

济问题取决于热源规模的二氧化硫分离成本; 投资; 运行费用等。当地污染的作用, 在区域供热锅炉上引进脱硫设备的合理性。为CKD Dunia制造的锅炉所选择的脱硫方法。为液态燃料锅炉附设的强化脱硫方法。为抛煤机燃烧和粉煤燃烧方式的锅炉附设的强化脱硫方法, 半干石灰脱硫方法。

半干石灰脱硫方法的技术方案。实际运行经验。一般的计算。运行的经济结果原料和废品的问题。

释放的条件。