

用柞木进行 小土锅炉的水处理

水利电力部技术改进局

水利电力出版社

內 容 提 要

本书对用柞木进行小土鍋炉水处理的原理及实际应用情况作了介绍，总结了過去使用柞木进行水处理的实际工作情况，并对具体操作程序也作了詳細的說明。

用柞木进行小土鍋炉的水处理

水利电力部技术改进局

*

2783B.470

水利电力出版社出版（北京西郊紫竹院二里内）

北京市书刊出版业营业許可證出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 * 86印張 * 15千字

1960年4月北京第1版

1960年4月北京第1次印刷(0001—6,250册)

統一书号: 15143·1957 定价(第9类)0.10元

目 录

1. 前言.....	2
2. 柞木的性质及其在防垢上的作用.....	4
3. 实际处理情况.....	7
4. 用柞木清除炉内积垢的几个实例.....	14
5. 对柞木进行水处理的几点说明.....	16
6. 对使用柞木进行水处理的評價.....	20

1. 前 言

1958年在党的以鋼为綱全面跃进的方针指导下，我国工业取得了巨大的成就。1959年，我国工业以繼續跃进的步伐向前迈进。1958年为了解决高速前进中电力不足的困难，全党全民办电的高潮在全国范围内蓬勃地开展起来，其中各种类型的小土电厂起了很大的作用。小土电厂中有很多是火力发电。这些电厂内所用的鍋炉，大致可分为两类：一类为各种型式的土鍋炉；一类为过去的供暖鍋炉。但是，它們共同的特点都是使用未經处理的生水(供暖鍋炉由于过去只在冬季使用，因此，也都不进行水处理，只在供暖期结束后，进行机械清洗)，因此鍋炉結垢，对安全与经济运行方面起着不良的影响。在大連举行的全民办电會議上也明确地指出目前土鍋炉存在的問題之一即为水处理問題，~~这是研究~~研究簡而易行的水处理方法是十分需要的。

为了引起大家对水处理工作的注意，现将鍋炉水处理的必要性简单地說明于下：

(1)保証鍋炉的安全运行。用沒有进行水处理的水供入鍋炉，水垢的厚度可达6~8毫米或更多些，这样就严重的影响了鍋炉的安全运行。例如，10个大气压的鍋炉，管壁温度为 280°C ；当水垢为6~8毫米时，則管壁温度即高达 680°C 。在此温度下，鋼板强度自40公斤/厘米²降至10公斤/厘米²，容易发生鼓包，引起炉管爆破。另外，当金属温度升高时因膨胀而

延长，一米长的鋼板每升高 100°C ，則延长1.2毫米；老式鍋爐的管子无法伸长，故在封头处造成附加应力，形成裂縫。

当鍋爐运行時間不长(1~2月)时，上述問題不很明显；但当鍋爐运行一段較長時間(半年左右)后，这些問題就很明显地暴露出来了。例如：某机械厂由于沒有进行水处理和执行正确的排污制度，运行四个月就燒坏了四根土鍋爐的炉管。沈阳某厂也由于同样的原因而使另一型式的土鍋爐的大筒燒坏了。

(2) 炉管結有水垢以后，热傳导的能力降低，鍋爐效率也随之大大下降，因而造成燃料的严重浪費。根据資料記載，水垢的厚度与燃料耗費百分数的关系如下：

水垢厚度(毫米)	多耗燃料(%)
1.5	6
5	15
8	34

(3) 鍋爐使用未經处理的水作为給水时，鍋爐須經常清洗，洗爐既費時間，又需要一定的劳动力，而且劳动强度又很大。此外还影响用戶用电。

鍋爐結有水垢既然具有很多危害，我們就必須認真进行水处理工作。水处理的方法很多，对土鍋爐和供暖发电鍋爐应选择有效、简单、經濟的方法。我局工作人員在中国共产党沈阳市委电力指揮部的直接领导下，在總結了很多厂成功的水处理經驗的基础上，协助一些厂进行了水处理工作。根据各地实际运用經驗，柞木处理是較為成熟的，茲介紹如后，以供大家参考。

2. 柞木的性质及其在防垢上的作用

在我国的辽宁、山东、四川等盛产柞蚕的各省都有柞木，其叶即为柞蚕的飼料。柞木約分为南柞与东北柞两类：南柞产于江南一带，一般用于制作簪把及扁担。柞木的名称很多，如东北柞又名胡柞或青崗柞，在山东則称菠蘿树，又因柞树老后会結橡子，故又名橡子树。柞木因叶不同又区别为大叶柞与小叶柞两种，大叶柞生长在山的北背阴的一面，小叶柞生长在山南向阳的一面。

长春中国科学院应用化学研究所对柞木进行定性分析后，认为其中单宁含量甚高。某造纸厂对柞木进行定性分析得知在大气压力下，将柞木放于水中沸煮3~4小时，可得到暗黄色的液体，此液体加三氯化鉄呈青色，加硫酸亚鉄后呈蓝黑色，証明浸出液中含有单宁。

根据文献中的記載，柞木中单宁的含量变动于15~17%之間，含量多少决定于年龄、生长地等因素。一般地來說，树皮中含量較多，据沈阳人造棉厂試驗証明，柞木皮中单宁含量有高达35~40%的，木內含量較少。单宁质的含量随其年龄的增长而增多，本溪田师傅煤矿的經驗认为直径18厘米以下的柞木在防垢上作用不大。单宁的构造很复杂，可分为焦性沒食子(Pyrogallol)及儿茶(Catechol)两大类。柞木中主要的单宁为儿茶单宁族。由于柞木中的主要成分为单宁，因此柞木在水处理上的作用可以說主要是单宁的作用。

水垢形成的过程是一个复杂的过程，它可分为下列两个基本步骤：即鈣、鎂盐类由过饱和溶液（炉水）中析出，析出的

物质粘附于鍋炉壁上，而成水垢。前一步驟是众所周知的，而后一步驟則还没有彻底了解。一般认为，析出的鈣、鎂盐类对鍋炉壁的粘附作用，是在其过渡到微晶形状的时候发生的。析出的物质是带有电荷的，其电荷的正負，視氢离子或氢氧离子的优势和吸附顆粒的选择能力而决定；并认为，被炉水所冲洗的鍋炉壁，也带有一定的电荷，这样，存在于鍋炉壁各部分和析出的成垢物之間的异性电荷，就使金属面上形成了微小的晶体，而后繼續成长为水垢层。

了解了水垢形成的过程，則可将单宁(有机胶体)防垢的作用解釋于下：

(1)单宁等有机物防止結垢的特性，是其保护胶体的性质。疏水性胶体和一般电解质发生凝結而形成沉淀，但此时若加入亲水性胶体，則可使疏水性胶体安定化，亦即将疏水性粒子吸收，使其粒子具有亲水胶体性能。此时对电解质发生鈍化，而不起凝結作用。这就是单宁等的保护胶体作用。按此原理可知，从炉水饱和溶液中析出的成垢物质，在析出过程中，被胶体物质吸收，将其包裹，改变了晶体表面的性质和它的电荷的性质，使之分散，减少了相互的結合力，从而防止了受热面的結垢。

这一情况，也可从下述現象看出来。我們曾将加柞木处理5日后的炉水，用滤紙过滤，滤紙上留下了很細的黑色沉渣。用3%的盐酸一滴滴地加于滤紙上，頓时可看到有很多气泡产生。到无气泡发生时，只剩下少量很粘的黑色物。后者可溶于酒精，而成褐色液体，表明其为单宁。

加盐酸后，生成的气泡，是盐酸与碳酸盐化合物作用生成的二氧化碳，这証明了碳酸鈣等水垢盐类在析出时，与单宁的胶质以某种型式吸附着。

(2)有机胶体在金属表面生成了薄膜，降低了鍋炉壁和沉析出来的成垢物之間的相互作用。

某造纸厂曾进行过这样一个試驗，将柞木浸出液80毫升加于100毫升的井水中。井水在加柞液的前后总硬度沒有变化。这一試驗結果說明，柞木浸出液与鈣鎂盐类之間的化学作用不明显。

另外，我們也比較了一下柞木处理前后炉內沉渣的結構，經柞木处理的沉渣非常細，呈黑色，而未經处理的沉渣顆粒較大，呈針狀，无色。

以上两点，更証明了上面陈述的理論是有一定的事实根据的。

此外，我們对紅光机械厂处理水的柞木进行了分析。其中灰分含量为0.41%，盐的含量为灰分的0.21%。

即令全部为磷酸三鈉，这个数值也是非常小的。而且，該厂用柞木处理的炉水及形成的沉渣(用酸溶解)都未发现有磷酸根。但柞木处理的效果是良好的，上述的試驗及計算表明用柞木进行水处理，其中磷酸盐所起的作用是极其微小的。

按国外文献介紹，单宁等有机物在高温高压下可能分解而形成有机酸，所以使用在20大气压以下的設備中較為适宜。

用柞木进行水处理，除了单宁的主要作用外，是否还有其他物质的作用，尙有待对柞木成分作进一步地化驗和研究后，才能肯定。

3. 实际处理情况

(1) 红光机械厂处理情况

该厂锅炉为兰开夏双火筒锅炉，蒸发量为2.2吨/小时，工作压力为4~6公斤/厘米²。锅炉主要用做取暖，夏季停用，返回凝结水量约为总水量的80%，自1952年即开始进行柞木处理。

该厂生水简单分析如下：

硬度	8.7毫克当量/升
碱度	4.4毫克当量/升
氯根	86.7毫克/升

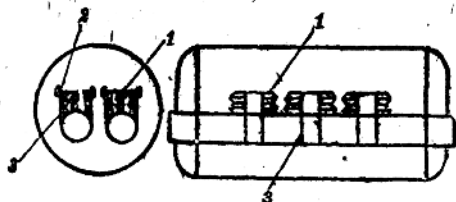


图1 炉内柞木放置情况

1—柞木；2—蒸汽母；3—锅筒。

具体处理方法：干柞木去皮后，劈成50毫米²正方形断面，长约一米的木条，按图1的方式捆好，固定于锅炉内。

柞木放入后，为了避免柞木液的损失，开始时不进行排污，10天以后，每班排污一次，每次1~2分钟。

处理效果：水垢变软、变少。处理前清洗一次需用120个工作日，处理后只需20~30个工作日。

該厂于1958年11月20日鍋炉運行前，放入柞木。运行后，鍋炉在供暖汽的同时还带土透平发电，1959年2月7日停止运行，进行清扫。清扫前检查証明，柞木水处理的效果良好。鍋炉火筒下半部可見金属面，上半部中間有約0.5~1.0毫米厚的水垢，两端水垢厚1~2毫米，鍋炉底部有很多咖啡色軟泥状的沉渣，除去沉渣后，只有极薄的一层水垢。

另外相同的一台鍋炉情况更好，只有火筒上有薄薄一层水垢，此外均为軟泥，用水将軟泥冲洗掉后，可見金属面。分析上述情况，可以得出以下几点結論：

1)柞木处理是肯定有效的，因为在未經柞木处理时，同样一台鍋炉运行相同的时间，整个鍋炉都結有水垢，其厚度为2~3毫米，火筒上更厚。

2)后一台炉較前一台炉效果好的原因是因为保持了正常的排污量。前一台炉因排污門安装在操作不便的地方，妨碍了鍋炉的正常排污。也說明了单独的炉內处理方法和排污相結合的必要性。

3)炉內仍有极薄的一层水垢，估計是在柞木处理的后期生长的，因鍋炉运行的总时间为80天，而柞木是一次加入的，則其防垢作用会因時間加长而降低。如炉水呈色較深的时间是在20~30天之内(炉水顏色淺即表示柞木的作用在消失)。

这次檢修完后，又按同样的方法往炉內加入了480公斤干柞木，并进行了系統的观察。炉水的顏色和耗氧量的变化如图2所示。

炉內沉渣的顏色也是逐渐变化的，为黑色→棕色→白色。由于目前有很多企业利用兰开夏鍋炉的蒸汽带动土透平发电，为了提高效率，需要加装过热器，因此有必要鉴定柞木处理对蒸汽品质的影响。为此，在鍋炉的出汽管上装置了蒸汽取样

点，如图3所示。

现将几次试验结果列表于下：

加入柞木的第五天，进行了第一次试验。此时冷却器没有装好，样品是在一边用冷水淋取样管的情况下采取的，有很多蒸汽并未凝

结。这样取得的样品温度很高，而且略呈黄色，还有一些小的黑色沉淀，经冷却后，测得此样品的导电度为105微姆。此时炉水碱度为12.5毫克当量/升，耗氧量为32.5毫克/升 O_2 ，因为考虑到采样的准确性很差，当天未继续试验。

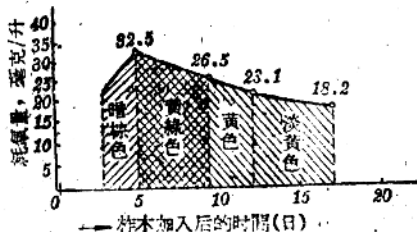


图2 柞木加入炉内后的时间与炉水耗氧量的关系

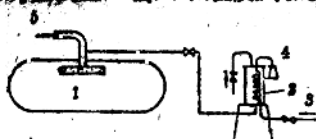


图3 锅炉蒸汽采样装置

1—锅炉；2—冷却器；3—冷却水；4—样品；5—至土透平。

第二次试验是在第九天进行的：

时 间		炉 水		蒸 汽	
时	分	总 碱 度 (毫克当量/升)	耗 氧 量 (毫克/升 O_2)	总 碱 度 (毫克当量/升)	导电度(微姆)
9	15	9.0	26.5	—	325
9	30	—	—	—	52
9	45	—	—	—	3.5
10	00	—	—	—	3.5
10	30	8.4	—	2.1	180

第三次試驗是在第十二日进行的:

时 间	炉 水		蒸 汽		备 注		
	总 碱 度 (毫克当量/升)		耗 氧 量 (毫克/升O ₂)	总 碱 度 (毫克当量/升)		导 电 度 (微姆)	
	酚 酞	甲 基 橙		酚 酞			甲 基 橙
17:15	—	8.3	—	0	0.3	24	上水①
17:30	0.6	12	23.1	0	0.2	4	
17:45	—	—	—	0	0.15	3.5	
18:00	—	—	—	0	0.15	2.4	
18:15	—	8.1	—	0	0.08	1.9	
18:30	0.2	6.4	23.8	0	0.41	19	
18:45	0.5	7.6	—	0	0.35	17	
19:00	0.4	7.4	25.1	0	0.25	6.0	
19:15	0.5	8.0	—	0	0.15	3.5	
19:25	—	—	—	0	0.10	2.6	
19:35	0.30	7.8	—	0	0.30	3.5	上水①
19:45	—	—	—	0	—	140	

① 锅炉的上水是定期的。

第四次試驗是在第十七天进行的:

时间	炉 水			蒸 汽			水位計	锅炉压力
	碱 度 (毫克当量/升)		耗 氧 量 (毫克/升O ₂)	碱 度 (毫克当量/升)		导电度② (微姆)	水位① (毫米)	(公斤/厘米 ²)
	酚 酞	甲 基 橙		酚 酞	甲 基 橙			
9:45	0.2	7.2	—	0	0.35	4	180	4.0
10:00	0.2	6.8	18.2	0	0.40	7	210	4.0
10:15	0.4	6.6	—	0	0.70	45	220	4.0
10:30	0.2	6.2	—	—	2.0	220	240	4.0

① 水位計的尺寸见图4。

② 导电度没有进行氢和二氧化碳的补正,但100微姆左右的样品是浑濁的。

通过以土几次試驗，可以看出以下几点情况：

1) 鍋炉水位的高低对蒸汽质量的影响，比炉水耗氧量对蒸汽质量的影响更为显著，因此对此种鍋炉，如安装过热器，无论使用柞木处理与否，都应保証鍋炉在正常水位下运行。

2) 鍋炉排污門是严密的，虽十几日不排污，炉水碱度仍不上升，且炉水酚酞碱度甚小，表明在进行柞木处理时，暂时硬度盐类加热后仍然沉淀。

3) 第十二日分析炉水氯根高达1120毫克/升，从防止腐蚀的观点考虑，这样高的氯根是不利的。

4) 炉水取样从水面計中采取，应迅速用棉花过滤后馬上測定碱度，否則即无酚酞碱度。

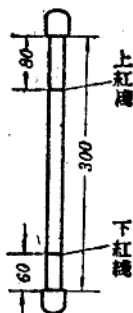


图4 水位計尺寸(毫米)

(2) 其他各厂的实际处理情况

厂 名		某制药总厂	某造纸分厂	某染厂
鍋 炉	型 式	兰开夏双火筒鍋炉	兰开夏	兰开夏
	压力(公斤/厘米 ²)	3~5	5.5	4
	蒸发量(吨/小时)	2.2	2.2	2.2
生 水 水 质	固形物(毫克/升)	180	—	—
	硬度(毫克当量/升)	0.57	5.96	5.72
	碱度(毫克当量/升)	1.28	1.23	—
	氯根(毫克/升)	6.5	91.3	—
	返回凝結水量(%)	50	80	—

續表

廠名		某制藥總廠	某造紙分廠	某染廠
使用效果		水垢鬆軟，便于洗滌，過去每三個月清洗時，60個工還洗不好。處理後，用8~10個工就可洗至見金屬面	水垢鬆軟，便于洗滌。未處理前洗滌用120個工，處理後用60個工，水垢也減薄1~2毫米	清洗水垢容易，因包工洗滌，無具體數據
具體使用 方法	新鮮的或干的	干的	開始使用新柞木，以後用干的	新鮮的
	去皮否	去皮	去皮	去皮
	加入量(公斤)	100~150	180	200~300
放置位置及時間	放置位置及時間	用鉄絲將柞木捆在爐胆上約三個月	將長800毫米，寬75~100毫米的柞木用鉄絲捆在爐胆上三個月	用鉄絲將柞木捆在爐胆上
	排污情況	每日2次，每次4~5分鐘	每日2次，每次2~3分鐘	不排
使用起 止年月	起	1956年6月	1953年	1953年
	止	1958年7月	1956年	1954年

(3) 土水管爐加柞木處理對蒸汽質量的影響

試驗是在某機器制繩廠進行的，該廠鍋爐為土拔伯葛水管式鍋爐，蒸發量約700公斤/小時。用加入柞木浸出液進行試驗。但因鍋爐是專門為了試驗而投入運行的(當時因電力調配，應停止運行)，可以進行試驗的時間很短，未能得到合乎理想的結果，但仍可從試驗結果看出某些問題。

現將試驗結果列表于下：

加柞木液前

时 間	鍋 炉 压 力 (公斤/厘米 ²)	鍋 炉 水 位	蒸 汽 电 度① (微姆)
14:15	10	水位計水位看不見	渾濁
14:30	10	水位計水位看不見	渾濁
14:45	10	水位略高于中間水位	渾濁
14:55	10	中間水位	32.5
15:05	10	中間水位	35
15:15	10	中間水位	30
15:25	10	中間水位	35

① 蒸汽采样点装在过热器后。

加柞木液后

时 間	鍋 炉 压 力 (公斤/厘米 ²)	鍋 炉 水 位	蒸 汽 电 度 (微姆)	备 注
15:30	9			加柞木液5升
15:40	10	中間	35	
15:50	10	中間	32.5	
16:00	10	中間	35	
16:10	11	中間	45	
16:20	10	中間	40	共加柞木液15升
16:30	10	中間	47.5	共加柞木液20升
16:40	10	中間	55	共加柞木液25升
16:50	10	中間	47.5	
17:00	10	中間	45	共加柞木液30升
17:10	10	中間	50	
17:20	10	中間	45	
17:30	10	中間	35	
17:40	10	中間	30	共加柞木液35升①

① 使用10公斤柞木在沸騰情況下，浸漬7次得到約35升柞木液。到最后一次，溶液顏色已經非常淺了。

从上表看出，加入柞木液后，对蒸汽质量没有显著影响。虽然試驗进行的时间很短，此时炉水耗氧量也只有0.5毫克/升 O_2 。但是柞木液的加入量是很多的。10公斤柞木的浸出液在两小时内全部加入。相当于每日加120公斤柞木（而实际处理每三月才加500公斤），因而可以推断在土水管炉加柞木液处理对蒸汽品质的影响是不大的，何况小土鍋炉经常开停，由于蒸汽冷凝成水，尚有自清洗过热器的作用。

4. 用柞木清除炉内积垢的几个实例

(1) 田师傅煤矿

該矿共設有各种鍋炉数十台，大部系仿滿安裝的，运转年限均在17年以上。由于鍋炉构造复杂，对狭窄間隙不可能进行人工清扫工作，故水垢逐年增长，有效蒸发面积逐步下降，并严重地损坏了设备。因此該矿水暖車間指派专人进行柞木除垢試驗。試驗首先在大水壶中进行，水壶已經使用两年，内部水垢厚約5毫米，按一吨水使用3公斤柞木的比例加入柞木，共进行了23天，檢查内部，发现新垢成粉末状，陈垢表面也开始粉化脫落。說明柞木有清除水垢的作用。因此决定进行大型試驗。試驗首先是在康尼西50馬力臥炉进行的，試驗前仍用人工将水垢尽量刨淨，用当日新伐的小叶柞木，除去树皮后，截成60厘米长的木段，把制成的柞木段劈成小块，由人孔投入鍋内。按鍋炉水容积1吨加4公斤柞木的比例加入。运行3个月，启开檢查发现在此期間所有新生水垢全部軟化成粉末状，附着于炉底及炉胆表面，用水冲洗，即可全面刷淨見鉄，而鉄板表面附着一黑色层。水管底部原来人工不能清除的历年陈垢，亦由1厘米粉化到剩余2毫米。这一試驗充分証明了柞木

除垢的效果，因之決定在該礦鍋爐上全面推廣。該礦鍋爐有以下幾種型式：

康尼西爐
砲彈式立爐
鑄鐵片鍋爐
機車鍋爐

全部鍋爐都無過熱器。

對於立爐和鑄鐵片爐，因無法將柞木投入爐內，故在鐵煙道上加裝一加熱水箱，將柞木投入箱中，利用煙道熱將水箱加熱，密閉加熱水箱，配水管與鍋爐後部串水管或均壓管連接，鍋爐上水必須通過水箱補充。對5米5片的鑄鐵片爐使用120公斤柞木。

該礦水質分析如下

生水：	碱度	2.7	毫克當量/升
	硬度	2.7	毫克當量/升
	氯根	5.1	毫克/升
給水：	碱度	0.9	毫克當量/升
	硬度	1.0	毫克當量/升

凝結水返回量約為50%。

(2) 奉天技工學校

該校供暖鍋爐為蘭開夏式的火管爐，工作壓力為4公斤/厘米²，蒸发量為2.2噸/小時。

該校所使用的生水水質分析如下：

碱度	1.6	毫克當量/升
硬度	2.9	毫克當量/升
氯根	44	毫克/升

返回凝結水量約為60~70%。