

黑龙江省电业局
中心試驗所等編

不停机 再生透平油

內 容 提 要

本书叙述不停止汽轮发电机，在运行中再生透平油的方法和操作时的技术安全措施；还介绍再生透平油所用藥剂的制备和鉴定方法，以及用抗氧化剂使透平油稳定的經驗。

本书供汽輪发电机运行及檢修人員閱讀。

不停机再生透平油

黑龙江省电业局中心試驗所等編

*

2152R.474

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里内）

北京市书刊出版业营业许可証出字第105号

通州区印刷厂印刷

新华书店北京科技发行所发行 各地新华书店經售

*

787×1092毫米开本 * 1印張 * 21千字

1959年8月北京第1版

1959年8月北京第1次印刷(0001—1,400册)

統一书号：15143·1728 定价(第9类)0.13元

目 录

不停机再生透平油.....	黑龙江省电业局中心試驗所(2)
运行中透平油連續再生經驗.....	齐齐哈尔发电厂(3)
除酸矽胶試制.....	黑龙江省电业局中心試驗所(13)
人造鈉沸石試制.....	黑龙江省电业局中心試驗所(18)
用 BTU-8 抗氧化剂使透平油稳定	水利电力部技术改进局(21)

不停机再生透平油

在汽輪发电机运行过程中，所用透平油除了受温度、氧化作用，使油质逐渐变劣以外，水分对透平油的劣化速度影响最大，危害性也最重。

油中混有水分时，油和水长时期的接触，使油逐渐乳化。这些乳化了油，不仅侵蚀金属，更重要的是破坏油和水的正常分离，破坏了油膜的产生，也就是使油失却良好的潤滑作用，所以必須及时地进行油的处理。

目前电力工业还不能充分滿足工农业飞跃发展的需要，想停机进行油处理是有困难的，因此要求在不停机的情况下再生透平油。

再生前要制訂現場的安全技术措施及消防措施。再生过程中要有专人负责，不断地監視油面，并使油面不得低于最低油位；油位的高低可用滤油机来控制。再生前还应在附近准备一定数量的透平油，以便一旦油路发生故障时，把油补充到油箱内，保持正常运行的油位。

图 1 是不停机油再生的系統图，表 1 是透平油再生的效果举例。

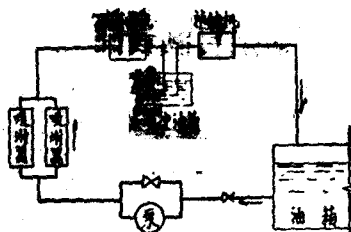


图 1 不停机油再生系統图

表1

	再 生 前	再 生 后
反 应	酸 性	中 性
酸价 KOH 毫克/克	0.4940	0.0299
耐 试 驗	4 級	2 級
乳 化 分 离 速 度	8 分 9 秒	1 分 35 秒
再 生 时 間		16 小 时
再 生 溫 度		54~56°C
备 注		采用人造石墨作吸附剂

黑龙江省电业局中心試驗所

运行中透平油連續再生經驗

一、几年来对透平油处理情况

本厂透平油的劣化速度是比较快的，特别是在1950年初到1956年末，各台机组的油质全都不合法規要求，其中一台，由于卫带不严密漏入水分，劣化更快。各机油质分析见表2。

当时缺乏透平油，机组也因負荷紧张无法停下，一直拖延到1956年末，才将旧油經酸白土法再生处理后，再加入25%左右的苏联輕質新油，扭轉了油质不良的局面，见表3。

为了防止油质劣化速度太快，产生被迫停机換油不良情况，曾于1956年6月到兄弟厂学习連續油再生处理方法，回厂后即着手做这项工作。

二、运行中連續油处理的設备系統

图2是移动式的运行中透平油連續再生处理系統图。这个再生系統仅适合再生不含水分的透平油。

表 2

化驗項目	機組		1 号机		2 号机		3 号机		4 号机		5 号机	
年月	55.10	56.9	55.6	57.5	55.10	56.11	55.10	56.11	55.10	56.11	55.10	56.9
外 观	淡 黄	紅 色	淡 黄	深 黄	棕 紅	深 紅	淡 黄	深 紅	淡 黄	深 紅	棕 紅	深 紅
恩氏粘度 50°C	3.485	3.584	3.182	3.411	4.220	3.750	3.447	3.600	3.447	3.600	4.100	3.870
开口式闪点 °C	183	184	181	186	187	187	183	187	183	187	186	185
反 应	中 性	强 酸	中 性	酸 性	酸 性	酸 性	中 性	酸 性	中 性	酸 性	微 酸	强 酸
酸价 KOH 毫克/克	0.0773	0.5895	0.0292	0.5300	0.7710	0.5207	0.0450	0.8531	0.0450	0.8531	0.4820	0.8902
水 分	无	无	无	乳 状	无	无	无	无	无	无	无	无
备 注	1:1 再:新		苏 联 輕質油		52.8 換入		1:1 再:凝		53.6 換入			

表 3

化 驗 項 目	1 号 机	3 号 机	4 号 机	5 号 机
外 状	淡 黄	黄 色	淡 黄	淡 黄
恩 氏 粘 度 50°C	3.310	3.440	3.340	3.505
开 口 式 闪 点 °C	185	184	187	185
反 应	中 性	中 性	中 性	中 性
酸 价 KOH 微克/克	0.0280	0.0602	0.0455	0.0452
水 分	无	无	无	无
活 性 硫	合 格	合 格	合 格	合 格
耐 试 驗	2 級	4 級	3 級	2 級
乳 化 分 离 速 度	1 分 鐘	超 过 8 分 鐘	3 分 30 秒	2 分 4 秒
皂 化 值 KOH 毫 克/克	0.0392	0.1472	0.0497	0.0450

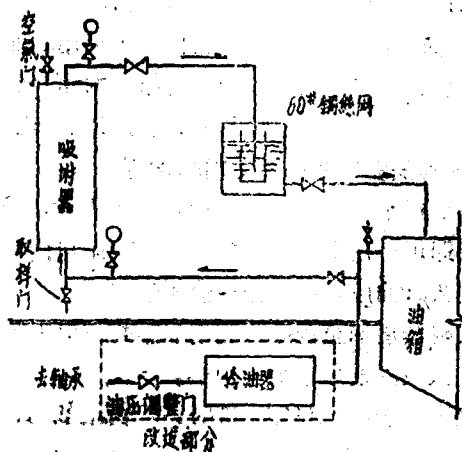


图 2 透平油連續再生处理系統图

I. 油系統的设备改装 我厂的运行中連續油再生設備是安装在汽机室的上部，主油泵出口，减压門以后，冷油器入口以前的油管路上。这样裝置的缺点是：它的入口油压受軸承油压

所限制，油流速度很慢，不能完全發揮它的作用。1957年上半年，為了消除冷油器漏水，在冷油器出口至進入軸承以前的油管路上，安裝了一個油壓調整門，利用這個調整門來控制軸承油壓，不但使冷油器的油壓大於水壓，從而消除了冷油器漏水，同時也解決了吸附器的入口油壓受軸承油壓限制的缺陷；只要在主油泵最大出力的允許範圍以內（一般都能達到3~4大氣壓力）；可以任意調整吸附器的入口油壓。

如果發電廠油系統中的減壓門是安裝在冷油器的出口以後，則在安裝上述方式的運行中連續油再生處理設備時，就不必在冷油器出口以後的管路上另裝調整門。

整個連續油再生處理設備包括緩沖油箱、吸附器本體以及管路等，都是可移動的。當對這一台機組的油再生處理完了以後，可以全部拆掉，接裝到另一台機組上應用。連接在各機組減壓門以後、冷油器入口以前油管路上的長15~20公分、 $\phi 1/2 \sim 3/4$ "管子，可利用機組小修或短時間停機接裝好。

II. 吸附器安裝在汽機室上部的優點

(1) 在運行中連續油再生處理時，不需外加油壓，利用主油泵的油壓即可。在主油泵的最大出力範圍以內，可以任意調整吸附器的入口油壓，不受軸承油壓限制。

(2) 吸附器離油箱較近，利用油箱42~51°C的油溫，不需在透平油進入吸附器以前另行加熱。

(3) 吸附器放在汽機室上部時，可由上部司機負責兼顧；如果放在汽機室下部，上、下部司機聯系不便，有時可能由於聯系不好，發生油箱油位過高過低，油質監視不嚴等情況。

(4) 更換吸附劑或裝拆過濾層時比較方便，特別是因為我廠汽機室下部冷油器旁地位狹窄，操作不便。

三、吸附器构造和过滤层配置

吸附器本体构造见图3。这是一个用廢循环水母管制成的 $\phi 0.46$ 公尺，高1.9公尺的圓筒。筒內装有过滤层4层，第1、2层組成下部过滤层，第3、4层組成上部过滤层。在上、下部过滤层之間，放置吸附剂，其容积为： $1.32 \times \pi \times 0.46^2 / 4 = 0.22$ 公尺³，如用比重为0.555的人造礫石，可装122公斤。

被处理的透平油从吸附器底 $\phi 3/4$ "管引入，經下部过滤层、吸附剂、上部过滤层，由頂上 $\phi 3/4$ "管放出。

第1过滤层是1块 $\phi 0.35$ 公尺的鉆孔鉄板，孔 $\phi 10$ 公厘，孔中心距5公厘，图4a。

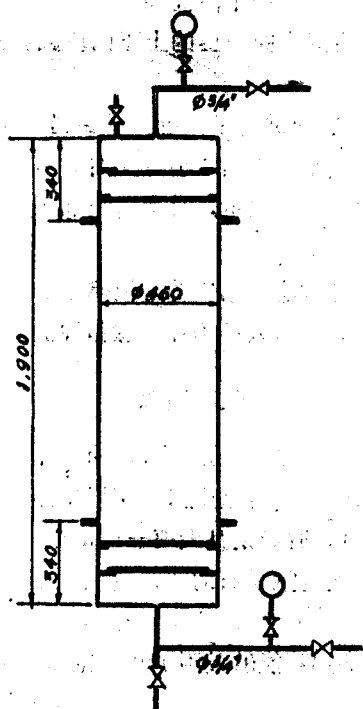


图3 吸附器本体构造图

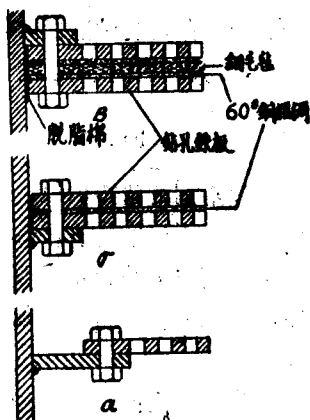


图4

第2过滤层是2块 $\phi 0.45$ 公尺的钻孔铁板，中间夹着1层60*铜丝网；铁板孔中心距和直径与第1过滤层同，图4.6。

第3过滤层是2块 $\phi 0.45$ 公尺的钻孔铁板，中间夹着2层60*铜丝网和1层细羊毛毡；铁板孔中心距和直径与第1过滤层同。在过滤层和吸附器筒壁间隙处，用脱脂棉花嵌垫，图4.6。

第4过滤层和第3过滤层一样，但钻孔铁板是 $\phi 0.35$ 公尺。

吸附器装拆时应注意：

(1)羊毛毡未使用前，应先把它用碳酸钠稀溶液处理；以后在每次更换吸附剂时，可用清洁的透平油洗涤。

(2)在安装过滤层时，须注意将同一层的上下两块钻孔铁板的洞眼互相对准。

(3)钠沸石在未使用前，先用40*筛子过筛，除去粉末状的钠沸石，再在 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的温度下干燥3小时左右。

(4)为了防止细小的钠沸石漏入油中，必须将上部两过滤层的四周间隙用脱脂棉花严密嵌垫。

(5)在安装过滤层时，固定过滤层的螺丝必须拧紧。

(6)在装拆过滤层时，须有化验人员参加检验指导。

四、吸附剂的选择和小型效率试验

吸附剂的选择须根据小型试验结果决定。我厂所采用的吸附剂是：人造钠沸石和粒状白土。前者是上海化工厂出品，未经过筛前它的视密度为0.581；后者是从大连一厂调来，产地不详，它的视密度为0.9。人造钠沸石的颗粒试验结果见表4。

当油在室温时，1克人造钠沸石能够吸附油中的酸价为5.9毫克KOH。

人造钠沸石和粒状白土的效率试验结果比较见表5。

表 4

筛孔号数	通过筛孔的百分数	备 注
20	14.8	未通过20 [#] 的脱色密度为0.505。未通过50 [#] 的脱色密度为0.561
28	6.6	
40	2.3	
50	2.0	

人造钠沸石和回收的人造钠沸石效率比較試驗結果見表6。

通过以上初步試驗，可以得出以下几点体会：

(1)劣化程度不十分严重的旧油，經人造钠沸石处理后，可以把它恢复到新油一样的性能。采用人造钠沸石和粒状白土混合来处理，对提高油的抗乳化度和色度，要比单独用人造钠沸石效果好；但对降低油的酸价來說，恰巧相反，这说明在降低酸价方面，人造钠沸石比粒状白土效果强得多。

(2)对一般劣化程度比較輕的旧油，經人造钠沸石单独处理后，效果良好。用钠沸石和粒状白土混合处理时，由于白土顆粒太小，粉末很多，对油流的阻力很大，并且容易堵塞过滤层；因此，我厂单独用人造钠沸石作为吸附剂。

五、运行中連續油处理的條件

(1)因各机組的油温不同，吸附器入口油温約在42~51°C之間，其出口油温約在20~25°C之間，操作时須注意这个温度絕對不能超过冷油器的出口油温。

(2)吸附器的入口油压一般保持在1.0~1.5大气压之間，这时，油的流量每小时約35公斤左右，这样的流量，可使我厂

表 5

吸 附 剂	处 理 前 油 質	人 造 鈉 沸 石	人 造 鈉 沸 石 和 粒 状 白 土 1:1 重 量 比
反 复 处 理 次 数	1 次	2 次	2 次
外 反 應	棕 紅, 透 明 性	黃 色, 透 明 性	黃 色, 透 明 性
離 价 KOH 毫 克 / 克	0.370	0.177	0.208
抗 乳 化 度	61 秒	34 秒	17 1/2 秒
鈉 試 驗	不 合 格	不 合 格	不 合 格

注: 处理条件: 室温。

表 6

吸 附 剂	处 理 前 油 質	人 造 鈉 沸 石	人 造 鈉 沸 石 和 粒 状 白 土 1:1 重 量 比	同 收 的 人 造 鈉 沸 石	
反 复 处 理 次 数	1 次	2 次	3 次	1 次	2 次
外 反 應	棕 紅, 透 明 性	黃 色, 透 明 性	黃 色, 透 明 性	深 黃, 透 明 性	黃 色, 透 明 性
離 价 KOH 毫 克 / 克	0.560	0.210	0.228	0.354	0.278
抗 乳 化 度	超 过 8 分 鐘	超 过 8 分 鐘	超 过 8 分 鐘	—	超 过 8 分 鐘
鈉 試 驗	不 合 格	不 合 格	不 合 格	—	—

注: 处理条件: 室温。

每台机組所盛的油，在24小时內全部循环处理一次。此外，由于我厂冷油器的油压大于水压，所以吸附器的入口油压可以随时增减。

(3)在吸附器盛装吸附剂的同时，应即把吸附器充滿透平油，以免吸附剂吸收水分。在未投入运行前，应先把同牌号的新油添入油箱，所添入的油量，以不影响油箱的安全油位为准，然后慢慢的将吸附器投入运行，同时开放空气門，直到出口油管流出的油完全透明无杂质时，方可将处理后的油回入油系統內。开始时流出的处理过的油，一般是比较脏的，不能让它流入油箱，但經過用綢布过滤后仍可应用。

(4)吸附器投入运行后，由汽輪机司机每隔4小时檢驗一次吸附器出口油的透明度，如果發現不透明，說明油內含有杂质和水分，应立即将吸附器停止运行，然后通知負責化驗人員。油質化驗人員应于每天早晨上班后，檢查一次油質和設備运行情况。

(5)运行中的透平油如果酸价升到 $0.15 \sim 0.20$ KOH 毫克/克，应即加以再生处理，直到酸价降低到 0.05 KOH 毫克/克为止；最好在酸价升到 0.1 KOH 毫克/克时即行处理。

六、处理效果

我厂用人造鈉沸石作吸附剂，对各台汽輪机組的油进行运行中連續再生处理，已有二年多了，不但消除了过去油質劣化太快，被迫停机換油的情况，而且使各机油質直到現在还保持良好状态，见图5，从而也減輕了各机組大、小修时清洗油系統的工作量。

根据我厂小型試驗和实际运行的結果来看，用人造鈉沸石作为吸附剂，对降酸价、皂化值和提高抗乳化度、鈉試驗及

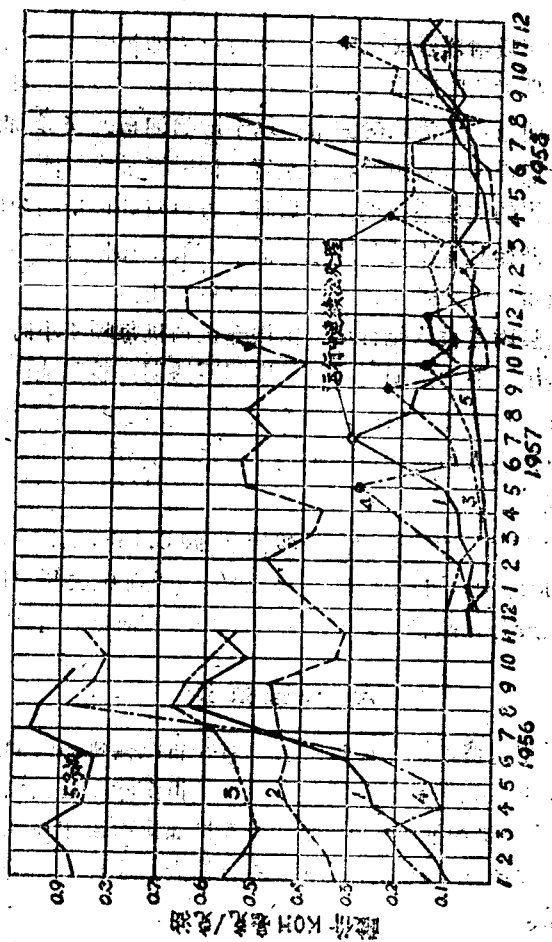


图5 逐季油酸价变化曲线

处理酸性反应的效果都是良好的，至于降低粘度方面，它和酸价的降低成正比的。

用人造钠沸石作为吸附剂来进行运行中連續油再生处理，不仅有很大的经济意义，而且经常保持油质在良好状态，对安全运行也起很大作用。但采用人造钠沸石还有一定的缺点：第一，这种吸附剂本身的机械强度很差，在运行中容易粉碎，堵塞过滤层；第二，在回收廢钠沸石时，这部分粉状钠沸石不能再用，損耗較大；第三，不易購得。由于以上原因，我厂改用矽胶作为吸附剂。

采用运行中連續油处理的方法，虽然对改善油质起到一定的作用，但对减慢油的氧化速度是比较不显著，特别是油到了氧化诱导期以后，更少明显效果。为了弥补这个缺点，我厂正研究在透平油中加入一定量的抗氧化剂，以改善油的稳定性，延迟它的氧化诱导期。

齐齐哈尔发电厂

除酸矽胶試制

矽胶的分子式为： $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ ，是二氧化矽的凝胶体，因为它本身是多孔性颗粒，故对某些液体或气体混合物有一定的吸附作用，我们常称之为“活性”。活性的大小，和人为的制造过程、条件有绝对关系。采用不同的操作程序和不同的条件，可以制出活性大的或小的，粒状或粉状的，透明、半透明或不透明的，适合于气体吸附或适合于液体吸附的各式各样品种。

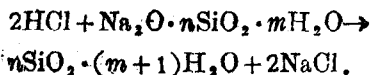
我们这次试验是着重制备适合于再生油的品种。所谓再生油，即是高级用油的除酸问题。电力系统与炼油厂很多单位用

矽胶与油接触，靠它的吸附作用，降低旧油酸价，达到油再生的目的。

作用于变压器油或透平油的除酸矽胶，必须是吸附力很强，且以毛细孔较粗的为宜。因为毛细孔太细，相对的影响了油中各种分子的扩散；虽然毛细孔很多，表面积很大，但若毛细孔径太小，往往对油中酸性物质的吸附速度太慢；因而在一定的使用条件下，表现不出很高的吸附效果，甚至不适于某种条件下的应用，例如以高速流动的过滤油过吸附再生时。

我们试验的目的是找出比较适用并且质地优良的矽胶制造过程和条件，制出粒状油再生矽胶。

矽胶的一般制法，很多资料都有记载，那就是用 HCl 或 H_2SO_4 稀溶液与水玻璃(溶水矽酸钠)作用而生成胶冻，其反应如下：



将胶冻水洗，去掉盐分，然后慢慢干燥，则得到粒状矽胶，其活性大小和制造条件有关。

一、制造的工艺过程

我们经反复几十次试制，制成了品质适宜的矽胶，综合试制过程及结果，大致可分为以下几个工序：

I. 药品选择与配制 为了药品供应方便，适合大型制作要求，我们用的是工业硫酸及工业56°水玻璃。

(1) 水玻璃液配制：将56°水玻璃加工业自来水稀释至比重为1.17(20°C)之均匀溶液。

(2) 稀硫酸液配制：在搪瓷桶中，先放半桶水，然后将工业浓硫酸慢慢滴入，进行搅拌。加酸要慢，以免温度过高。加

时比重为1.2(20°C)时为止。注意保安。

II. 凝胶反应 将准备好的稀硫酸液搅动，慢慢喷入水玻璃溶液，如果没有喷注器，也可慢慢滴入。当水玻璃喷入量达稀硫酸液体积的1.4~1.5倍时，停止再加，继续搅拌5分钟，使混合均匀。加入水玻璃时应掌握加入速度，控制桶内温度保持在20°C以内，并注意必须将水玻璃往酸里加，切不可颠倒。搅拌完毕，即倾入浅盘中，厚度应在5~8公分左右，在常温下静置，听其自然凝胶。一般经5~10小时即能凝冻。凝胶后再继续放置10~20小时，待胶体稍脆硬即可认为胶体反应完全。在放置过程中发生龟裂现象，应立即切割水洗。

III. 水洗 当胶冻凝成并坚硬时，用刀把它切割成50公厘左右的方块，用小平锤搬入空盘中，浸入稍微流动的水池中浸洗。浸洗的目的是洗掉水溶性杂质及胶体反应后的副产物——氯化钠或硫酸钠。当胶体生成时，这些盐类的副产物夹杂在分形结构中，堵塞了毛细孔。不经过水洗的胶冻，直接干燥后，因盐类膨胀，能使胶体碎成粉末，这样干燥后的产品失去吸附作用。将凝成的胶冻进行水洗，可以把生成堵塞毛细孔的盐分解浸出，使毛细孔裸露并相互贯穿。水洗彻底的胶冻，慢慢干燥，才可以得到粒状产品。

IV. 活化处理 水洗以后的胶凝体直接干燥，所得的矽胶是细孔矽胶，这种产品用作油再生，吸附速度慢。要想得到吸附速度很高的矽胶，在水洗以后必须经过活化处理。活化处理方法很多，下面着重研究一下氨处理。

将水洗后的矽胶用 NH_4OH 浸渍处理，可以扩大毛细孔，使所产矽胶得到高度的活化。原因是： NH_4 的贯穿渗透性很强， NH_4OH 溶液渗入毛细孔中，能很快渗透薄膜，贯穿整块胶冻，与胶体骨架接触。