



船舶蒸汽动力装置 凝水除油方法

格·奥·拉 德 琴 柯 著

王万琍 译 耿惠彬 余翕暖 校

人民交通出版社

船舶蒸汽动力装置 凝水除油方法

格·奥·拉 德 琴 柯 著

王万琍 译 耿惠彬 余翕暖 校

本书詳尽地介绍了活性炭、硅藻土和厚滤紙等三种凝水除油材料的使用方法和效能，論述了苏联国内外实际經驗和运行数据。

本书的对象是船舶蒸汽动力裝置的设计人員和研究人員，以及船舶輪机的管理和修理人員等。

船舶蒸汽动力裝置

凝水除油方法

МИНИСТЕРСТВО РЕЧНОГО ФЛОТА РСФСР
ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ОБМЕН ОПЫТОМ

Г. О. РАДЧЕНКО

МЕТОДЫ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ ОТ СМАЗОЧНОГО МАСЛА КОНДЕНСАТА

СУДОВЫХ ПАРОВЫХ УСТАНОВОК

ИЗДАТЕЛЬСТВО «РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград 1958

本書系根据苏联河运出版社1958年列宁格勒俄文版本譯出

王万琨 譯 耿惠彬 余翕暖 校

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新华书店科技发行所发行 全国新华书店經售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

*

1958年9月北京第一版 1960年9月北京第一次印刷

开本：787×1092毫米 印张：5张

全書：16,000字 印数：1—1,830册

統一書号：15044-6199

定价(9)：0.11元

目 录

一、用活性炭滤除凝水滑油.....	2
(一)采用粗粒活性炭.....	2
(二)采用粉状活性炭.....	4
二、用硅藻土滤除船舶蒸汽动力装置凝水滑油.....	6
(一)吸收型硅藻土过滤器.....	7
(二)分离式过滤器.....	17
三、苏联中央河运科学研究所采用厚滤纸滤除船舶蒸汽动力装置凝水中的滑油.....	21

二、用活性炭濾除凝水滑油

(一) 采用粗粒活性炭

自本世紀三十年代以來，活性炭被廣泛地用來濾除固定式和船用蒸汽動力裝置凝水中的滑油。

迄今為止，各國都采用粗粒活性炭來吸附空氣中的煙氣和蒸汽及溶液中的各種不同物質。

為了上述目的，蘇聯曾使用過下列活性炭：樺木活性炭、搗碎的焦炭活性炭和泥煤活性炭。

表1內所示系在工廠進行凝水除油的試驗結果。這些結果表示泥煤活性炭和樺木活性炭吸收乳化油的能力。

根據活性炭過濾器的試驗和使用結果，可作出結論如下：

1. 活性炭是一種除油效率高的材料，在某些條件下，它能保證徹底地、全部除去蒸汽機凝水中的滑油。

2. 隨著凝水中初含油量的降低，活性炭的使用期限延長，最后凝水中含油量的絕對值也降低。

3. 只有當活性炭過濾層高度不低于1000~1500毫米和凝水過濾速度不超过每小時5~6米/時，活性炭過濾層的工作才能有效。

4. 為了避免濾液將活性炭帶走，活性炭下應衬墊石英或砂礫，其高度為150~300毫米。

5. 凝水溫度增高至90、100和130°C時，活性炭的吸收能力增高。例如過濾溫度為90~100°C的凝水時，活性炭的靜態吸收能力為其本身重量的30~35%，而當溫度為50~60°C時，則為20~25%。

表 1

凝水中的滑油数量 毫克/升			过滤速度 米/小时	凝水温度 °C	附 注
过 滤 前	经砂砾过滤 器后	经活性炭过 滤器后			
一、泥煤活性炭，层高1000毫米，重量2.2公升					
9.0	4.0	无	7.5	75-80	过滤器工作1000小时。在此时间内没有发现滤过的凝水内含油量增加。 凝水完全透明，不含任何悬浮粒子。
10.0	2.2	0.25	7.5	75-80	
7.5	3.0	无	7.5	75-80	
4.0	3.5	无	7.5	75-80	
4.5	5.0	无	7.5	75-80	
8.2	1.5	0.25	7.5	75-80	
二、樟木活性炭，层高1000毫米，重量1.8公升					
18.5	8.0	0.4	7.5	75-80	装置流量60升/小时，凝水透明无悬浮的粒子。 试验中活性炭未加疏松，因为没有发现黏结
18.5	7.3	0.4	7.5	75-80	
12.7	3.2	0.5	7.5	75-80	
27.5	4.5	0.15	7.5	75-80	
6.5	2.2	0.15	7.5	75-80	
三、樟木活性炭，层高750毫米，重量1.4公升					
13.0	7.0	0.5	7.2-7.5	75-80	装置流量36-60升/小时，试验期间而达800小时以上，过滤了45吨凝水。此后过滤的凝水内含油量开始增高至1~2毫克/升。试验中活性炭未加疏松，因为没有发现黏结。凝水透明，不含悬浮的粒子。
14.2	3.0	0.5	7.2-7.5	75-80	
10.5	5.5	0.5	7.2-7.5	75-80	
18.5	14.5	0.25	7.2-7.5	75-80	
21.3	6.5	0.65	7.2-7.5	75-80	

6. 在以每小时 6 米的速度，过滤含油量为 5 毫克/升的凝水时，活性炭的寿命等于 1800~2000 小时，即 1 米³ 的活性炭 (250~300 公斤) 可以滤净约 12000 米³ 的凝水。

7. 滤净 1 吨凝水中的滑油所化的代价为 12~13 个戈比。

8. 在使用过程中证明，过滤器中的活性炭是不粘结的。

9. 活性炭过滤器开始使用时的阻力为 200~300 毫米水柱，而工作结束时阻力增加至 1.5 米水柱。

10. 若滑油中含有天然油脂、皂化产物以及氢氧化铁时，则活性炭的吸收能力剧烈降低。

11. 棒木活性炭内含有大量水溶性物质。在活性炭初期使用时，这些物质可使滤液的碱度和硬度显著增高。

在放入过滤器中使用以前，如果用水或 5% 的盐酸或硫酸预先将这种活性炭加以洗涤，那末可将其水溶性物质全部除掉。

目前，利用废活性炭再生，在经济上并不适宜。

在固定式蒸汽动力装置内使用的活性炭，吸收滑油的能力很高。这点引起了海运和河运部门工作人员对活性炭的注意。某些海船上已经安装了棒木活性炭过滤器。同时也作了专门研究，以查明船上能不能采用活性炭过滤器。

但是，以往采用这种过滤器时，并没有遵守一定的条件来保证其有效的运行。例如，含油凝水的过滤速度等于 20~72 米/小时，凝水中的初含油量不低于 20~30 毫克/升，而过滤层的高度远低于 1 米。因此得到的效果不好。

使用活性炭过滤器的经验证明，在遵守所有保证其有效运行的条件下，这种过滤器可以在蒸汽机船舶上有效地使用。

(二) 采用粉状活性炭

以上所讲的是关于散装在立式过滤器内用来清除凝水中滑

油的粗粒活性炭。但是目前还生产其他牌号的活性炭，这些活性炭常用来使各种不同的液体介质脱色和从其中去除悬浮的胶質粒子。现在有许多种脱色活性炭被广泛地应用于制糖业中，借以使糖浆脱色。

脱色活性炭的分散性较大，因此不可以在颗粒材料的立式散装过滤器内使用。它在制糖业中的用法如下所述。

糖浆在用活性炭处理之前，应预先在机械过滤器内过滤，将较大的机械混合物悬浮粒子滤掉。为使过滤进行得比较彻底，在压力过滤器的袋布表面涂上一层硅藻土，或将硅藻土加入待过滤的糖汁中，或将布袋的框架浸入预先调制好的硅藻土悬浮液内。

糖浆和糖汁经过机械清理和硅藻土滤清后，用活性炭加以净化。为了这个缘故，要预先将活性炭和水调成悬浮液，以后再加入糖汁内。

在制糖业中曾多年使用脱色活性炭来清除糖浆和糖汁中的有色和无色的胶状杂质。在使用过程中发现，为了保证其最高的清理效用，必须遵守下列条件：

1. 为了使糖浆净化，在糖浆中加入的活性炭的重量，应为糖重量的0.5%。再增加活性炭的重量，并不会使糖浆净化的程度提高多少。活性炭使糖浆脱色40%。将所需的活性炭数量分批加入，会使其效用大大提高。

2. 糖浆内不得混杂油脂，因为它会封住活性炭的粒子，而降低活性炭的脱色能力。

3. 待处理的糖浆温度不应低于85~90°C。

4. 糖浆与活性炭接触的持续时间，不应超过10~15分钟。

5. 糖浆的碱度应尽可能降低得多些。

6. 粉状活性炭应预先在搅拌器内加水调匀，调匀后之比重

必須保持在1.07~1.12範圍內。

雖然粉狀活性炭的吸收能力高，但到目前為止，還沒有在船上試用於濾除凝水中的滑油。這是因為在使用上比較複雜。

為了在船上採用粉狀活性炭，必須裝設具有立式攪拌器和馬達的拌合機，壓力過濾器和一台泵浦，這台泵浦用來將活性炭凝水懸浮液抽吸至拌合機，再送往壓力過濾器。我們曾對這種方法作過實驗室研究，以便較全面地估價此種方法在船舶上過濾凝水中滑油的適用性。經研究確定，如果脫色活性炭的數量足夠，而且它與含油凝水的接觸時間又恰當的話，脫色活性炭可以保證凝水完全除油，而與凝水中的滑油含量無關。所得的結果表明，在船舶上可以廣泛採用脫色活性炭，何況蘇聯工業部門現已生產此種方法所需的一切設備。

二、用硅藻土濾除船舶蒸汽動力

裝置凝水滑油

硅藻土是疏松或致密的矿物，干燥时很輕，系由极細小的空心粒子組合而成。其顏色呈淡灰、淺黃或純白。

在顯微鏡下可以看出，組成硅藻土的粒子主要是最簡單的單細胞海藻類的殘余物，其中也可看到鞭毛類和海綿類部分的含硅骨架。此外，在硅藻土中常有不同數量的細粘土狀物質和蛋白石，小的尖角的石英和長石顆粒，而在列寧格勒州和科拉半島的硅藻土中，尚有大量的植物殘余的有機物。

硅藻土輕而疏松，是因為組成硅藻土的甲殼是空心的微粒。

最干淨的含甲殼量最多的硅藻土之比重為2.03。隨着硅藻

土內粘土混合物含量的增长，其比重增高至2.2。

苏联硅藻土的主要产地及化学成分如表2所載。

由表中可以看到，硅藻土主要由氧化硅組成。

硅藻土在建筑业上广泛地作为絕热材料使用，如砖，也可用来漂白有机物质。硅藻土特別广泛地在制糖业、榨油业和石油工业方面当作漂白剂使用，也可用以提純油脂、甘油、果汁等。

硅藻土的漂白和过滤性能与其中所含的杂质有关，特别是其一部分杂质反而会起坏的作用。这种杂质是指可溶于水中的盐（碳酸鈣和碳酸鎂）、鉄化合物、砂和粘土而言。

市售硅藻土的含鉄量不超过1%。某些等級的硅藻土含10%以下的在过滤时变为溶液的氯化鈉。

苏联制糖业自1929~1930年起开始采用硅藻土。

美国、法国、荷兰等国家都广泛地采用硅藻土来滤除船舶蒸汽动力装置凝水中的油污。在航期为一周的荷兰船上所采用的硅藻土过滤器，保証在途中不用清洗过滤器即能可靠地滤除船舶蒸汽动力装置凝水中的滑油。根据現有的資料，凝水在用硅藻土过滤以前，为了凝聚乳化的滑油，应先用氧化鋁作处理。

硅藻土具有化学惰性和高度的过滤能力。但是应该注意，硅藻土內可能含有大量的水溶性矿物和有机物，用滤液浸析出这些物质后，滤液本身便要变髒。因此在美国对除油用的硅藻土預先进行热处理和化学处理——活化，目的在于除去水溶性混合物，有机物质和硅藻土甲壳內細細的黏土物质。

硅藻土过滤器的种类繁多。

（一）吸收型硅藻土过滤器

在吸收型过滤器內，須先用純的新鮮硅藻土或其与石棉的

产地名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
普洛澤羅(科拉半島)	54.94—63.95	0.06—0.27	2.15—10.50	0.91—4.70
洛沃澤羅	53.60—74.56	2.64	—24.92	
因津(古比雪夫州)浅色的	74.77—83.15	0.24—0.43	3.10—9.25	2.37—5.15
同上, 有斑点	78.51—82.80	0.31—0.31	5.41—6.01	1.33—2.94
同上, 灰色的	72.33—82.65	0.24—0.35	4.79—6.27	2.33—3.44
先吉列伊(烏里揚諾夫州)	75.94—86.89	—	4.22—8.73	1.12—5.13
巴雷什(古比雪夫州)	75.60—84.21	0.09—1.02	4.05—7.22	—
伊尔比特(斯維爾德洛夫州)	72.60—79.84	—	6.34—12.36	3.04—9.10
卡梅舍夫(斯維爾德洛夫州)	77.38	—	11.23	3.28
克里米亞(克拉斯諾達爾邊區)	65.36—84.82	—	3.92—12.64	1.60—5.60
基薩蒂布(格魯吉亞)	94.14	0.06	1.13	0.28
基薩蒂布(格魯吉亞)	91.43	0.16	1.43	3.05
努尔努斯(阿尔明尼亚)	85.93	—	4.44	1.89
努尔努斯(阿尔明尼亚)	95.03	0.04	0.15	0.23
帕尔比(阿尔明尼亚)	86.91	0.23	5.13	3.02

表 2

CaO	MgO	SO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	吸水性	焙烧时的损失
1.12—3.53	0.33—1.62						11.07—35.57
0.22—3.10	0.04—2.69	—	—	—	—	—	1.80—74.15
0.47—0.85	0.61—1.71	—	—	—	—	—	2.73—5.83
0.42—1.12	0.31—1.43	—	—	—	—	—	4.95—10.13
0.40—8.46	0.38—1.24	—	—	—	—	—	5.70—10.05
0.15—1.01	0.37—1.52	0.14—0.91	—	1.08—1.62	—	—	4.15—7.13
0.50—0.73	0.96—2.21	—	—	—	—	4.18—11.32	3.32—5.16
0.52—2.47	0.71—3.75	—	—	—	—	—	4.52—7.92
0.46	1.26	—	—	—	—	—	7.11
0.91—3.70	0.40—1.40	—	—	—	—	—	7.18—16.80
0.35	0.17	—	—	—	—	—	2.93
0.88	0.44	—	0.05	0.26	0.36	—	0.83
2.27	0.61	—	—	—	—	—	1.64
0.60	0.11	0.02	0.07	0.10	—	—	1.46
0.87	0.57	无	0.03	0.53	0.48	—	0.99

混合物形成过滤薄层。石棉用来加强过滤层，防止它因振动或撞击而破坏。过滤层形成以后，含油冷凝水就可经过滤层而过滤。此时凝水中也加有硅藻土和石棉。加入凝水的硅藻土数量和石棉数量系与过滤的凝水含油量有关。凝水经过滤而除油，而过滤层不断加厚。凝水系用凝水泵送入过滤器。随着过滤层厚度及其杂油程度的增高，过滤器的阻力增高，而其流量降低。这也决定了过滤器清理以前的使用期限。过滤器一个工作循环（清理以前）可以长达40~60个甚至120个小时。

在各书籍中所阐述的硅藻土吸收型过滤器有下列几种：

有立式滤网的吸收型硅藻土过滤器。此种过滤器是一种在化学工业上采用极普遍的标准过滤器。

过滤器系一空心的卧式圆筒，其过滤元件系垂直而又相互平行安置（图1）

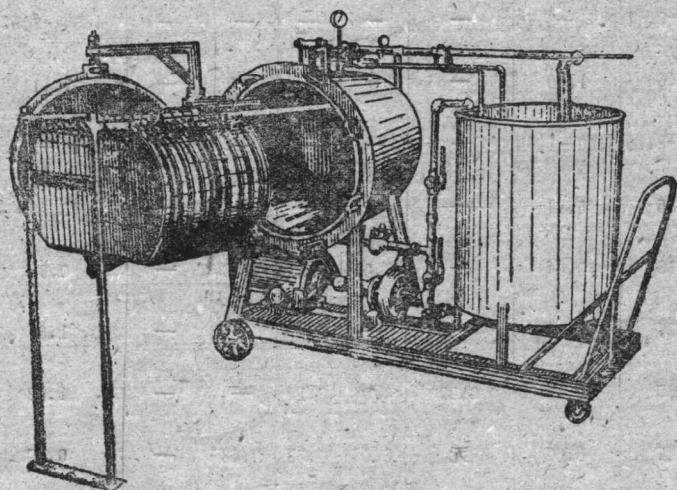


图1 有立式滤网的吸收型硅藻土过滤器

各過濾元件都由鋼質框架組成，框架中綑着粗眼濾網，濾網二邊包着薄薄的由不銹鋼制成的細眼濾布。

細眼濾布用來襯托所形成的硅藻土和石棉組成的過濾層，經此過濾層隨後過濾含油的凝水。

各過濾元件框架的里面和外面裝設一個匯集管，過濾元件借此匯集管相互聯結，形成了一個總槽，供由濾件中導出已清理過的凝水之用。各過濾元件之間的距離為50~80毫米，在過濾器本體的上部或下部有一個管路，借以將含油凝水送入過濾器。

過濾過程分為二個步驟。首先在過濾器細眼濾布上形成一過濾層，此工序用下列方法進行：需過濾的凝水流經系統，然後將硅藻土和石棉纖維混合物（1米²過濾表面分別為480和150克）置于混合槽內，用攪拌機拌勻，拌勻後用預先復蓋的專用泵將已含硅藻土和石棉的凝水直接壓入過濾器，使之在過濾器內不斷循環，直至在細眼濾布上形成板狀過濾層時為止。

過濾層形成以後真正開始過濾凝水，此時凝水中也含有硅藻土和石棉纖維混合物。如凝水內含油量高，則凝水中每含油1升，硅藻土和石棉就要分別加1.2和2公斤。

根據其他的資料，每1米²的過濾表面，含油凝水中應加4.876公斤硅藻土和1.523公斤石棉纖維。

對於流量大的大過濾器來說，必須連續地於凝水中添加硅藻土和石棉纖維。在具有中等負荷的過濾器工作時或凝水內含油量少時，硅藻土和石棉纖維可以定期地添加，例如每經4小時添加一次。

隨著過濾工作的進展，過濾層厚度由12毫米增加至20毫米。過濾層內硅藻土的含量增高至每米²過濾表面含4.5~5.5公斤。壓力降也增加。當壓力降增高至極限值1.4~2.1公斤

/厘米²时，或在过滤元件之間的全部空間为不断加厚的过滤层所堵塞时，过滤作用停歇，过滤器中含油的过滤材料应加以清理。

从过滤器开始工作到清理为止的时间称为过滤循环。过滤循环的持续时间大抵取决于阻挡凝水中滑油的过滤材料的数量。

显然，在凝水内含油量高时，必须采用大量硅藻土，同时其过滤循环也相应缩短。

过滤循环不仅可以根据过滤的时间来确定，而且也可以根据所清理的凝水的体积来确定。在一个循环中，每米²过滤表面可以清理40~160米³。

为了清理25米³凝水中的滑油，需要一个总过滤表面等于12米²的过滤器，其中滤层内含60公斤的硅藻土，在凝水中含油量为20毫克/升时，这种过滤器每工作一个小时，应吸收500克油。为了保证达到这一点，必须在凝水温度为45°C时，消耗750克硅藻土。这种过滤器总共能吸收40公斤滑油，即过滤了2000米³凝水。在这种情况下，一个过滤循环将等于80小时。

由上述可以看出，为提高过滤循环的持续时间，最好预先以澄清方法使凝水除油。因此在凝水除油系统中，一般在过滤前设置一个大的沉淀水箱，使凝水在水箱中沉淀20分钟。

清除过滤器内已油污的过滤材料的方法很简便。首先将过滤器圆桶内的水放出，然后将过滤元件一个一个或一对一对地取出，所取出的过滤元件安置在特种框架上（图1）。

此后将过滤元件的滤网上所形成的过滤层的多孔物质，用手轻轻地拨至角落并除去。再将过滤元件装回过滤器的圆筒中，与集管联结好，将圆筒的门关闭而过滤器即可继续运用。

过滤器的全部清理过程约为 1 小时。

在船上安装的过滤器是双联的。

除了上面所讲的过滤器杂油过滤材料清理方法外，还可以采用一种以逆流水洗滤过滤元件而得到清理的方法。在这种情况下，过滤器的清理将更为简单，因为不须打开过滤器和分别地取出过滤元件。杂油过滤材料与滤网很容易分开，分开以后即可打开特设的閘閥使其从过滤器的圆筒放掉。

从前在采用硅藻土过滤器时，过滤出的水中溶解的和悬浮的氧化硅含量为 10 毫克/公斤以下。自从掌握和改进了硅藻土过滤器之后，滤出的水中氧化硅的含量得以降低至不超过 3 ~

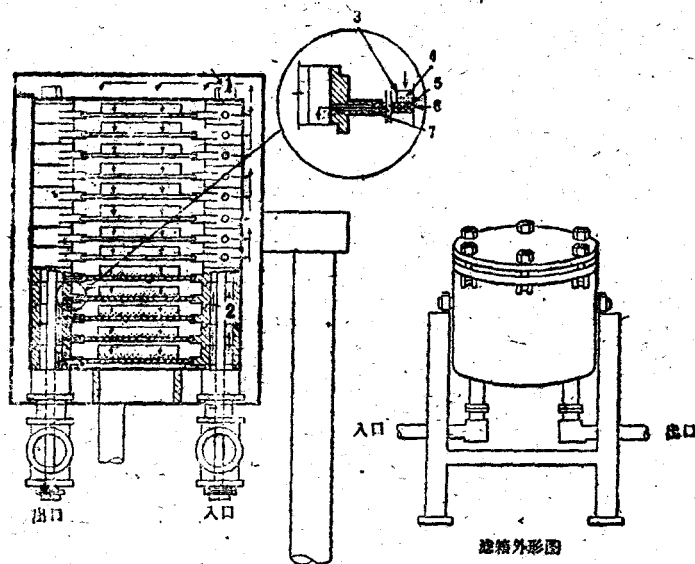


图 2 硅藻土过滤器

- 1-螺帽；2-连接杆；3-滤板壁；4-硅藻土；5-细滤网；6-滤网；
7-固定板

5 毫克/公斤。

过滤器的流量与硅藻土的质量有关。采用粗粒硅藻土时，滤液内剩余的含油量平均约为0.4毫克/升；而采用细粒硅藻土时，小于0.1毫克/升。

有卧式过滤层的吸收型硅藻土过滤器。为了消除立式过滤器的缺陷，曾设计了几种具有卧式过滤层的过滤器。

在卧式过滤器（图2）中，采用卧放的滤网，网的上面放置硅藻土。待除油的凝水经此水平过滤层而进入沿圆周分布的联结沟槽中。

其他型式的过滤器（图3和图4）中，于水平滤网上放置一滤纸，滤纸上放一层硅藻土。水自侧面进入，经过滤层、滤网和孔板以后，经集槽而流至中央的排水槽。

卧式过滤器的流量特性和除油的质量，与立式过滤器一样。其清理方法也和立式过滤器相同。

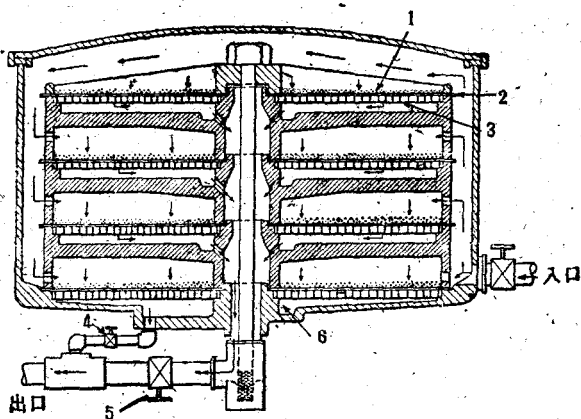


图3 卧式硅藻土过滤器

1-硅藻土；2-滤纸；3-托板；4-2号阀；5-1号阀；6-循环结束时除去过滤器中沉淀物用的辅助过滤室