

ICS 75.180.20

E 97

备案号: 50064-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1419 — 2015

变压器油再生与使用导则

Guide for the reclamation of transformer oil and criteria for its use

[IEEE 637-1985 (R2007), IEEE Guide for the reclamation of insulating oil and
criteria for its use, MOD]

2015-04-02 发布

2015-09-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 运行中变压器油分类和重新使用标准 2

 4.1 运行中变压器油一般分类 2

 4.2 不同种类运行中变压器油的质量标准 2

 4.3 再生变压器油原料及使用 4

 4.4 再生变压器油的使用标准 4

5 油处理与再生工艺 5

 5.1 不同油处理方法效果 5

 5.2 水分和气体—真空滤油 5

 5.3 水分和固体杂质 6

 5.4 可溶性杂质的吸附 6

 5.5 压力过滤处理法 8

 5.6 活性炭硅酸钠处理法 10

 5.7 磷酸三钠处理法 10

 5.8 新型油回收处理系统 11

 5.9 处理场所 12

 5.10 方法的选择 12

附录 A（资料性附录） 本标准章条编号与 IEEE 637—1985（R2007）章条编号结构性差异对照 13

附录 B（资料性附录） 本标准与 IEEE 637—1985（R2007）技术性差异及其原因 14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准修改采用 IEEE 637—1985 (R2007)《绝缘油再生与使用导则》。

为了便于使用，本标准主要做了下列修改：

——各质量指标所采用检测方法根据国内标准相应修改；

——将表 1 中不同电压等级第一类运行油质量标准按 GB/T 7595《运行中变压器油质量》运行中变压器油指标进行修改；

——删除表 3、表 4 和表 5 中色度指标；

——表 3 中倾点参考 GB 2536—2011《电工流体 变压器和开关的未使用过的矿物绝缘油》，根据最低冷态投运温度选择，介损表示方法(60Hz, 100℃, %)根据国内标准修改为(50Hz, 90℃, %), 数值改为 0.05%，击穿电压增加“未经处理油”，增加腐蚀性硫指标；

——表 4 中击穿电压、水含量和含气量按 GB/T 7595—2008 投运前变压器油指标进行修改；

——4.4 中增加再生油应在商品标签上进行明确标注，收货时应根据本标准进行验收；

——表 5 中倾点参考 GB 2536—2011，根据最低冷态投运温度选择，击穿电压按 GB/T 7595—2008 投运前或大修后断路器油指标进行修改。

本标准根据 IEEE 637—1985 (R2007) 重新起草。为了方便比较，在附录 A 中给出了本标准章条编号与 IEEE 637—1985 (R2007) 章条编号的结构性差异对照一览表。在附录 B 中给出了本标准与 IEEE 637—1985 (R2007) 技术性差异及其原因一览表。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电气化学标准化技术委员会 (SAC/TC322) 归口。

本标准起草单位：国网湖南省电力公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：万涛、何铁祥、周年光、周舟、龚尚昆、常燕。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心 (北京市白广路二条一号，100761)。

变压器油再生与使用导则

1 范围

本标准规定了运行变压器油的分类、再生及使用标准。

本标准适用于电气设备中更换下来无法满足运行要求的变压器油再生与使用。

本标准不适用于非矿物油以及被其他油污染的变压器油的再生处理。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 261 闪点的测定 宾斯基—马丁闭口杯法（GB/T 261—2008，ISO 2719：2002 MOD）

GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法

GB/T 507 绝缘油击穿电压测定法（GB/T 507—2002，IEC 60156：1995 EQV）

GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）（GB/T 1884—2000，eqv ISO 3675：1998 EQV）

GB/T 1885 石油计量表（GB/T 1885—1998，ISO 91-2：1991 EQV）

GB 2536 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油（GB 2536—2011，IEC 60296：2003 MOD）

GB/T 3535 石油产品倾点测定法（GB/T 3535—2006，ISO 3016：1994 MOD）

GB/T 5654 液体绝缘材料 相对电容率、介质损耗因数和直流电阻率的测量（GB/T 5654—2007，IEC 60247：2004 IDT）

GB/T 6541 石油产品油对水界面张力测定法（圆环法）（GB/T 6541—1986，ISO 6295：1983 EQV）

GB/T 7595 运行中变压器油质量

GB/T 7598 运行中变压器油水溶性酸测定法

GB/T 7600 运行中变压器油和汽轮机油水分含量测定法（库仑法）

GB/T 7602.1 变压器油、汽轮机油中 T501 抗氧化剂含量测定法 第1部分：分光光度法

GB/T 7602.2 变压器油、汽轮机油中 T501 抗氧化剂含量测定法 第2部分：液相色谱法

GB/T 7602.3 变压器油、汽轮机油中 T501 抗氧化剂含量测定法 第3部分：红外光谱法

GB/T 25961 电气绝缘油中腐蚀性硫的试验法（GB/T 25961—2010，ASTM D1275-06 MOD）

GB/T 28552 变压器油、汽轮机油酸值测定法（BTB 法）

DL/T 419 电力用油名词术语

DL/T 423 绝缘油中含气量测定方法 真空压差法

DL/T 703 绝缘油中含气量的气相色谱测定法

NB/SH/T 0811 未使用过的烃类绝缘油氧化安定性测试法（NB/SH/T 0811—2010，IEC 61125（C 法）：1992 MOD）

SH/T 0193 润滑油氧化安定性的测定 旋转氧弹法（NB/SH/T 0193—2008，ASTM D2272-02 MOD）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

多氯联苯 polychlorinated biphenyls; PCBs
由联苯分子上至少有两个氢原子被氯原子所取代的几种异构体和同系物组成的绝缘液体。

3.2

抗氧化剂 antioxidant or oxidation inhibitor
添加到绝缘油中能够抑制油品老化的物质。

3.3

再处理 reconditioning
采用物理方法降低已用油品中的气体、水分和固体颗粒等杂质含量，达到可接受的水平的处理工艺。典型的方法为沉淀、过滤、离心、真空干燥和脱气。

3.4

再生 reclamation
为使油品性能尽可能恢复或接近其原始值，采用化学与物理方法清除油品中有害化学成分的工艺。再生通常与滤油处理联合使用，典型的方法为吸附处理。

3.5

再精炼 re-refining
将精制技术应用于已使用过的油品，以获得在质量上实际等同于未使用油品的工艺。典型的方法为蒸馏、酸洗、碱洗、白土吸附、加氢处理或其他物理化学方法。

4 运行中变压器油分类和重新使用标准

4.1 运行中变压器油一般分类

- 根据油质特征可以将运行变压器油划分为以下四类：
- a) 第一类：油质满足 GB/T 7595 运行油的质量标准，可以继续使用。
 - b) 第二类：油质需再处理后可继续使用。
 - c) 第三类：油质状况较差，应经过再生或再精炼后才能满足运行油质量要求。
 - d) 第四类：油质状况差，从现有技术角度已无法实现或经济角度已无再利用的必要。

4.2 不同种类运行中变压器油的质量标准

不同电压等级的运行变压器油可继续使用的质量标准见表 1。无法满足相应电压等级下质量标准的变压器油，如果满足较低电压等级的质量标准要求，可在同类设备中使用，或者进行滤油处理或再生。适用于滤油处理或再生的第二类和第三类变压器油的质量标准见表 2。如果第三类油进行回收再生后油质指标仍不能达到表 3 和表 4 中质量标准的要求，应废弃。

表 1 不同电压等级第一类油质量标准

项 目	质 量 指 标					检测方法
电压等级 kV	≤110	220	330	500	750~1000	
击穿电压 ^a kV	≥35	≥35	≥45	≥50	≥60	GB/T 507
酸值 mg KOH/g	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤0.1	GB/T 28552
界面张力，25℃ mN/m	≥19	≥19	≥19	≥19	≥19	GB/T 6541

表 1（续）

项 目	质 量 指 标					检测方法
电压等级 kV	≤110	220	330	500	750~1000	
水分含量 mg/L	≤35	≤25	≤15	≤15	≤15	GB/T 7600
含气量 %	—	—	≤3	≤3	≤2	DL/T 423 或 DL/T 703
^a 750kV~1000kV 设备运行经验不足，仅作参考。						

表 2 适用于滤油处理或回收再生的变压器油质量标准

项 目	第二类油	第三类油	检测方法
酸值 mg KOH/g	≤0.2	≤0.5	GB/T 28552
界面张力，25℃ mN/m	≥24	≥16	GB/T 6541

表 3 再生变压器油质量标准

项 目	质 量 指 标	检测方法
闪点 ℃	≥140	GB/T 261
倾点（根据最低冷态投运温度选择） ℃	≤-10（0℃）； ≤-20（-10℃）； ≤-30（-20℃）； ≤-40（-30℃）； ≤-50（-40℃）	GB/T 3535
密度，20℃ kg/m ³	≤910	GB/T 1884 和 GB/T 1885
黏度，40℃ mm ² /s	≤12.0	GB/T 265
外观检查	清澈透明，无沉淀物和悬浮物	目测
界面张力，25℃ mN/m	≥35	GB/T 6541
击穿电压，未经处理油 kV	≥30	GB/T 507
介损，90℃ %	≤0.5	GB/T 5654
酸值 mg KOH/g	≤0.05	GB/T 28552
腐蚀性硫	非腐蚀性	GB/T 25961
抗氧化剂含量 %	≤0.3	GB/T 7602.1、GB/T 7602.2 或 GB/T 7602.3
氧化安定性 min	≥150	SH/T 0193
氧化安定性，164h 油泥%，总酸值 mg KOH/g	≤0.25 ≤0.5	NB/SH/T 0811
水分含量 mg/L	≤35	GB/T 7600

表 4 再生变压器油用于变压器热油循环后的质量标准

项 目	质 量 指 标					检测方法
	110 及以下	220	330	500	750~1000	
电压等级 kV						
击穿电压 kV	≥40	≥40	≥50	≥60	≥70	GB/T 507
酸值 mg KOH/g	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05	GB/T 28552
界面张力, 25℃ mN/m	≥35	≥35	≥35	≥35	≥35	GB/T 6541
水分含量 mg/L	≤20	≤15	≤10	≤10	≤10	GB/T 7600
含气量 %	—	—	1	1	1	DL/T 423 或 DL/T 703
外观	清澈透明, 无沉淀物和 悬浮物	清澈透明, 无沉淀物和 悬浮物	清澈透明, 无沉淀物和 悬浮物	清澈透明, 无沉淀物和 悬浮物	清澈透明, 无沉淀物和 悬浮物	目测

4.3 再生变压器油原料及使用

运行变压器油会因为油品的分解而劣化，或者被运行设备中的材料污染。再生过程可能不足以去除所有的污染物，还可能会去掉一些天然的理想组分。甚至，某些污染物对油质的不良影响可能无法从标准的实验室测试方法中表现出来。因此，再生油应避免用于新设备。

再生油原料来源应包括变压器、互感器、电容器、断路器和调压开关。电缆、电容、发电机或其他设备中填充的非矿物油，不宜进行再生处理。通常，将不同原料的油品收集并储存到一定量后再统一进行再生处理，这样经过再生处理的油品中残留的污染组分将比单一原料来源的油品更难以预测。因此，应将多种来源的混合再生油用于指标要求较低的设备。

用于变压器的再生油，应从变压器或同类设备中回收再生而来。用于再生的油品不应被多氯联苯、硅树脂、游离碳或其他原始性能不符合 GB 2536 要求的液体所污染。

4.4 再生变压器油的使用标准

4.4.1 变压器油的补充或更换

变压器中的绝缘油与断路器中的不同，通常不应包含碳和其他由电弧导致的产物。包含大量电弧产物的变压器油、断路器油和不同来源的混合油，进行再生后不应用于变压器类设备。通常在再生油中应补加抗氧化剂，使 2，6-二叔丁基对甲酚的质量浓度达到 0.3%。

再生变压器油用于变压器时需要满足的质量标准见表 3，再生变压器油热油循环后加压前的质量标准见表 4。

4.4.2 断路器油的补充或更换

再生变压器油用于断路器、调压开关充油后加压前的指标宜符合表 5 质量标准的要求。

表 5 再生变压器油用于断路器、调压开关充油后加压前质量标准

项 目	质 量 指 标	检测方法
闪点 ℃	≥140	GB/T 261

表 5（续）

项 目	质 量 指 标	检测方法
倾点（根据最低冷态投运温度选择） ℃	≤-10（0℃）； ≤-20（-10℃）； ≤-30（-20℃）； ≤-40（-30℃）； ≤-50（-40℃）	GB/T 3535
黏度，40℃ mm ² /s	≤12.0	GB/T 265
界面张力 mN/m	≥25	GB/T 6541
击穿电压 kV	110kV 以上： ≥40； 110kV 及以下： ≥35	GB/T 507
酸值 mg KOH/g	≤0.15	GB/T 28552

5 油处理与再生工艺

5.1 不同油处理方法效果

不同的油处理方法可去除油中不同种类的杂质，其效果见表 6。

表 6 不同油处理方法的效果

油处理方法	杂质类型（酸、油泥等）					
	固体杂质	游离水	溶解水	气体	挥发性物质	其他物质
真空滤油	无效	有效	有效	有效	绝大部分有效	无效
机械过滤（滤芯或板框压滤机）	有效	部分有效	部分有效	无效	无效	无效
离心分离	有效	有效	无效	无效	无效	无效
凝聚过滤	有效	有效	无效	无效	无效	无效
沉淀	有效	有效	无效	无效	无效	无效
接触法	有效	有效	有效	无效	有效	有效
自然重力过滤	有效	有效	部分有效	无效	有效	有效
压力过滤	有效	有效	部分有效	无效	有效	有效
热虹吸旁路	有效	无效	部分有效	无效	部分有效	部分有效
活性炭硅酸钠处理	有效	无效	无效	无效	有效	有效
磷酸三钠处理	有效	无效	无效	无效	有效	有效

5.2 水分和气体—真空滤油

真空滤油机能够有效地脱除绝缘油中的气体和水分，基本原理为：油品短时间内通过一个高温、高度真空的环境实现水气分离。真空处理的一种方法是让油品通过专用喷嘴雾化后进入真空室，另一种方

法是让油品通过真空室内的一系列挡板从而形成一个大表面的液膜。如果油中含有固体杂质，可能会堵塞雾化喷嘴，且真空滤油无法滤除固体杂质，应在真空处理前将固体杂质过滤。

真空滤油是一个连续的过程，除了脱水还可脱去油中的气体和挥发性酸。真空脱水无法脱除非挥发性酸，油品的整体酸值无法得到大的改善。

5.3 水分和固体杂质

5.3.1 精密滤芯或板框压滤

滤芯或板框压滤设备一般是采用压力使油品通过多孔材料（通常是滤纸、滤芯），可有效脱除油中固体杂质、悬浮态的碳、水和油泥，但对胶体态的碳、水和油泥效果脱除不佳。此类设备一般不密封，无法脱除油中气体。

滤芯或板框压滤设备的滤水能力取决于滤芯材料的干燥程度，处理前滤芯应进行干燥。当油中含有水分，滤芯材料会迅速地吸水，与油中水分达到平衡。高温能明显提高水的溶解度，在较低温度下滤水的效果会更好。一般通过测量过滤前后油品的含水量，来间接测量滤芯材料是否吸附饱和需要更换。滤油的过程可以通过滤芯压力的升高、滤后油品绝缘强度以及滤后油品含水量进行连续监测。

5.3.2 离心分离

离心分离是通过机械装置分离游离态和悬浮态的碳、水、油泥和油。一般情况下，离心分离可以处理其他滤油方法难以处理的严重污染，但难以处理大量的油品净化处理，且不能用于脱除溶解态的水分以及高度分散的碳微粒，离心分离后的油品可在处理过程的温度和相对湿度条件下达到水分的溶解平衡。油再生过程中，离心分离可与其他再生设备联合使用。

5.3.3 凝聚过滤

凝聚过滤器的功能类似离心分离，可实现连续自动操作。它由玻璃纤维制成，并包裹在圆形槽罐中。玻璃纤维捕捉小水滴并通过较大的压力差迫使水滴凝聚，在表面形成大水滴，水滴通过重力作用在过滤器底部聚集并收集，油通过一层憎水膜后流出。该装置通常作为真空处理或白土精制前的一个预过滤器，用于除去游离水。

5.3.4 沉淀或沉降

脱除游离态的水、油泥以及比油重的固体杂质，沉淀法是一种非常有效且成本低廉的处理方法。通过一段时间的静置，即便再脏的油也能净化到一定程度，沉积下来的水可从底部排除，油品可从上部移出。

5.4 可溶性杂质的吸附

5.4.1 材料

5.4.1.1 白土

白土泛指自然界具有吸附性的黏土，主要成分是镁质膨润土。酸性白土是指天然产出本身就具有漂白性能的白土，净化变压器油效果好，可中和酸、吸附极性化合物以及脱色。

开采出来后，酸性白土还要经过碾碎、热活化、粉碎、袋装等工艺。热活化或干燥阶段的温度决定活性白土内部孔隙率。这种多孔结构使得白土具有大的比表面积，并因此具有良好的吸附能力。活性白

土是白土经过无机酸化处理，再经水漂洗、干燥制成的水合硅酸镁铝盐，它的晶形结构使它具有优异的吸附性能。

如图 1 所示，活性白土可以中和大量的酸。吸附是一个动态平衡的过程，能够脱除的酸量取决于很多因素，温度、流速、油的黏度、停留时间和酸的初始浓度都会影响吸附的速率和容量（图 1 的数据只适用于一般情况）。

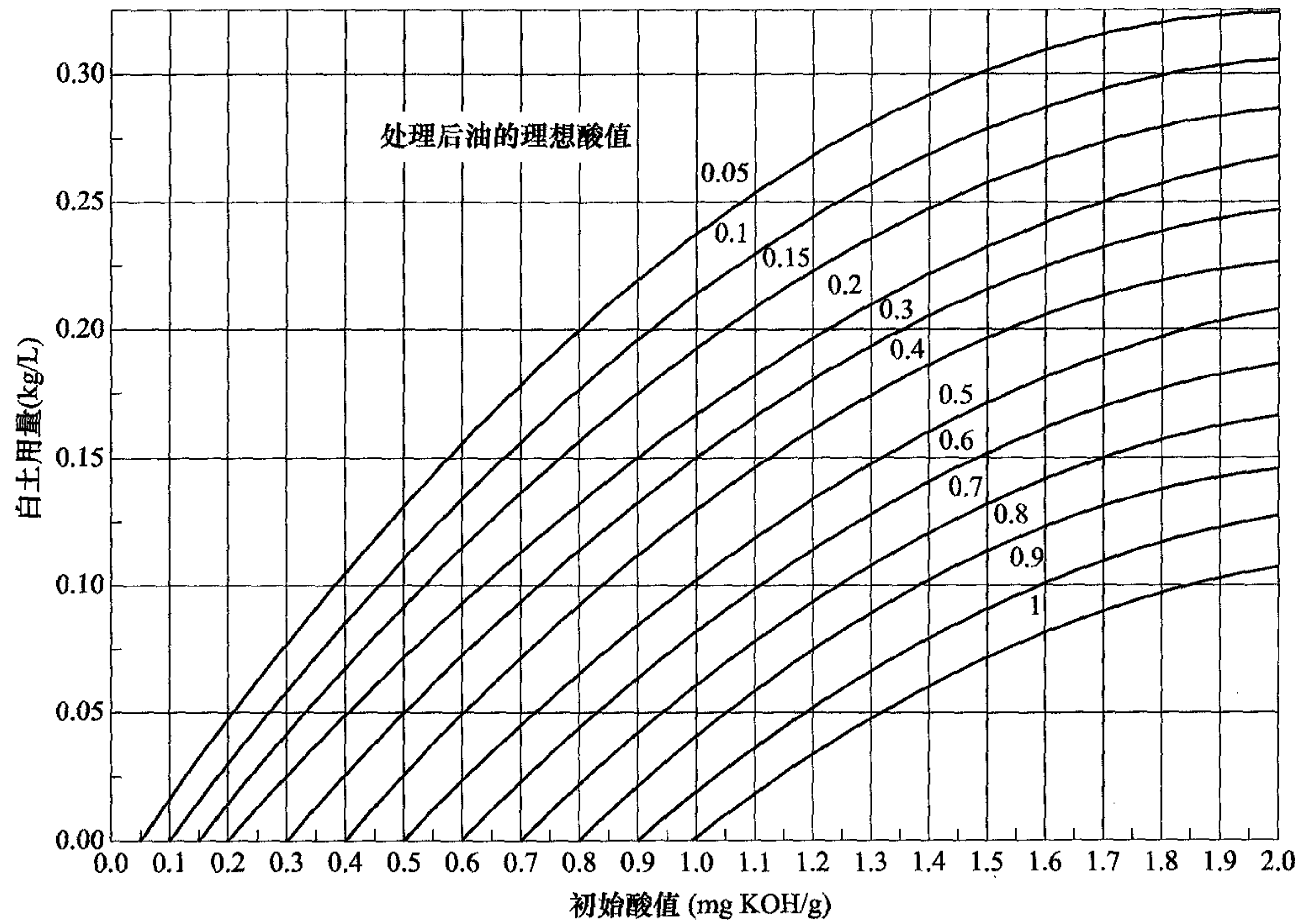


图 1 活性白土的吸附能力

例：假设待处理的油的酸值为 1.0mg KOH/g，要把酸值降至 0.5mg KOH/g，大约每升油处理需要 0.1kg 的活性白土。

5.4.1.2 氧化铝和矾土

活性矾土主要由水合氧化铝组成并经过热处理活化，具有坚硬、耐用、耐热且可再生，使用寿命比白土长的特点，不同粒径的活性矾土都可大量地应用于滤油处理。

5.4.1.3 分子筛

分子筛是一组独特的晶体吸附剂，能够基于它们的分子尺寸分离物质。这种吸附剂是均匀多孔的，对水具有很强的吸附力，脱水后晶形结构不发生变化。4A 型分子筛因其对极性物质（特别是水）具有特异的吸附性，并可再生，常被用于变压器油的处理。

5.4.2 接触法

采用接触法进行油处理一般使用 200 目的白土在较高温度下进行，这样可以最大限度发挥白土的吸附性能，再生的程度取决于白土的用量与油品的状态。

在成套设备中，待处理的油被注入一个加热混合室，油与白土混合后被加热到预设温度，搅拌 30min，经过白土专用过滤器后，油品被收集到油罐中。

此类装置不适宜于含二叔丁基对甲酚（T501）的油品，100℃时白土滤油可引起 T501 分解。

5.4.3 重力过滤

重力过滤通过重力作用使油品通过吸附柱（如白土）。图 2 所示重力过滤装置由三个不同高度的罐组成，上部罐储存待处理的污油，中部罐作为过滤器，下部罐储存滤后油。中部罐是由滤网型底盖和 2m 的白土吸附柱构成，上部污油箱的流速由液位阀控制以保证中部罐中液体高度大约恒定在 5m。重力过滤是一个连续过程，开始后不需要太多的人工操作。

重力法过滤的产品质量有差异，起初精制程度高，快结束时精制程度低。要获得品质均匀的油品就需要对滤后油进行充分混合，经过这样处理后，可以得到不同等级的油品。示例中装置滤床的过滤速度很慢，约为 $400\text{L}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ，有助于延长接触时间提高吸附效率。

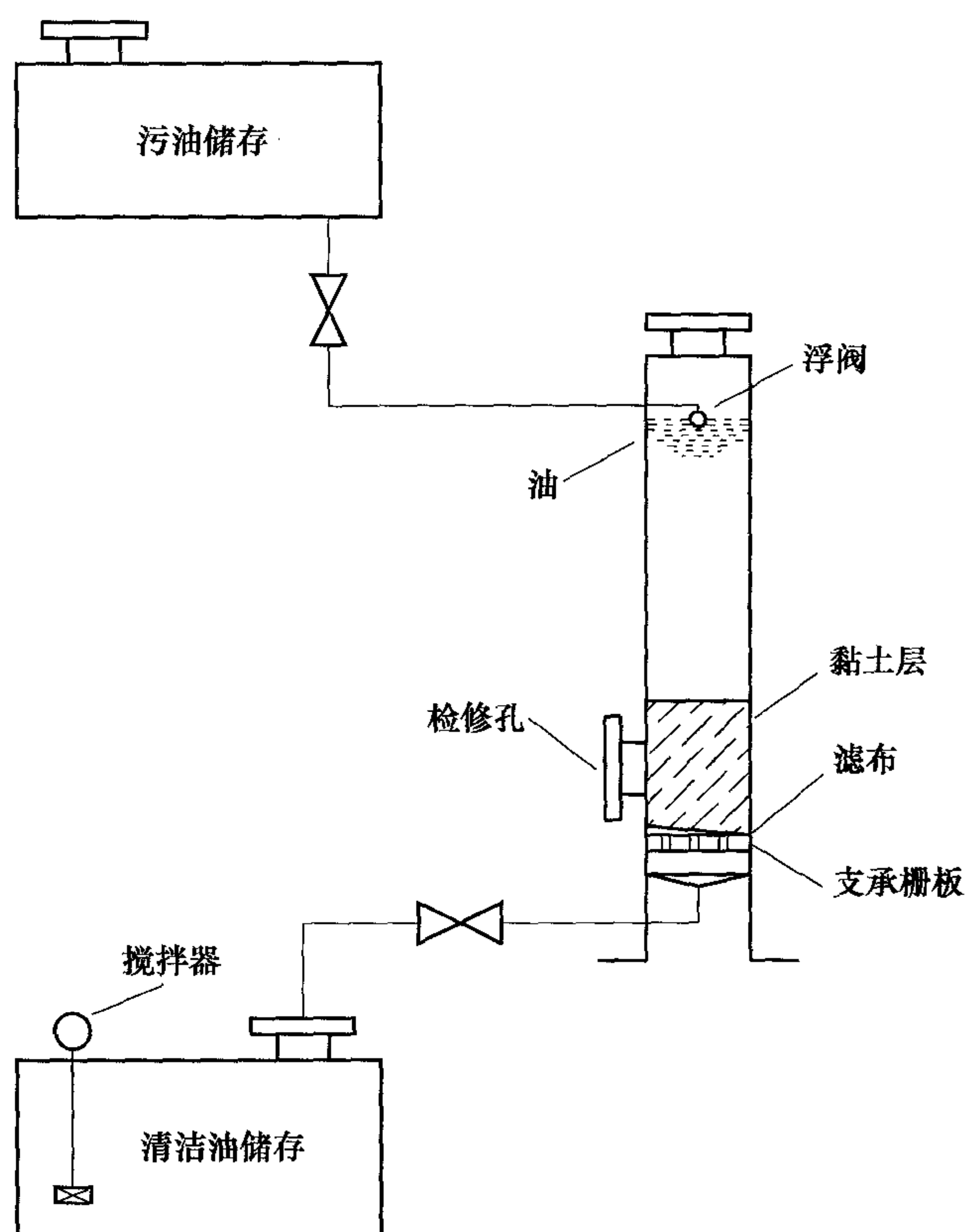


图 2 重力过滤装置示意图

5.4.4 压力过滤

压力过滤与重力过滤的原理基本相同，只是油在泵压作用下通过吸附剂。一般包含有填装吸附剂的吸附罐，油品在压力作用下通过吸附剂后流出。设备中吸附剂量较少，而需要处理的油量较大，吸附剂需要经常更换。设备能够在短时间内处理大量的油。并能在现场对设备内的油直接处理。

5.5 压力过滤处理法

5.5.1 散装过滤器

大型压力容器底部是个筛网，筛网上面填充颗粒状的白土，白土通过压力容器顶部的开孔加入。在油的再生处理时，热油通过重力或入口油泵的压力流过白土层。如图 3 所示。

白土可放置在篮子中，以便于通过起重设备拆卸，或通过侧部开口铲出，也可将整个压力罐倾斜倒出。

散装过滤器的操作成本低于滤芯类型过滤器。

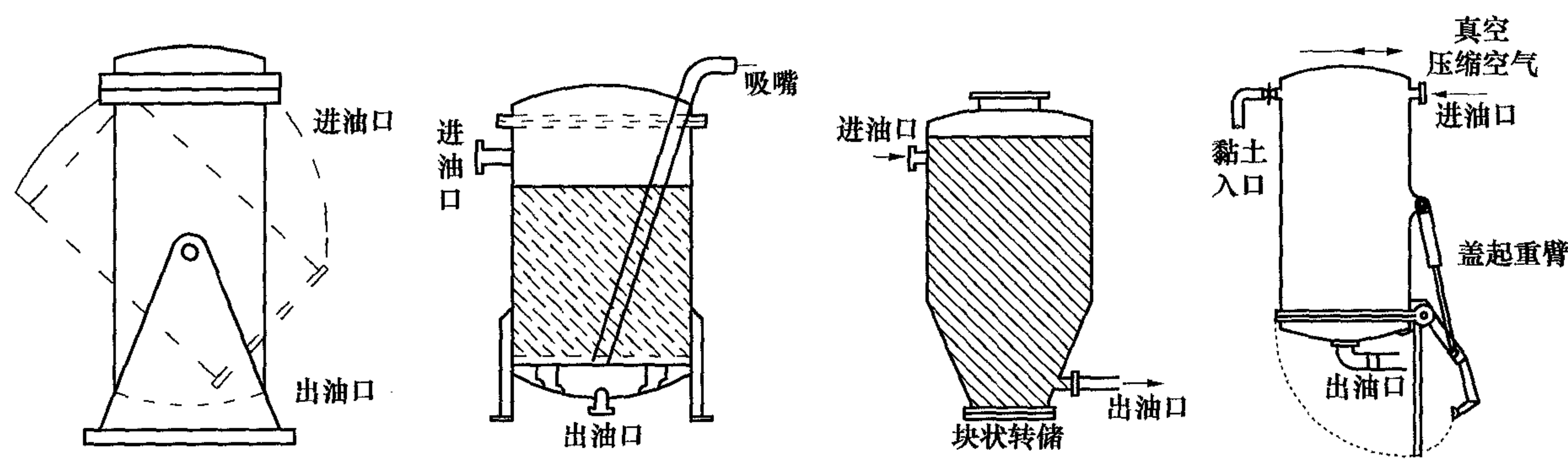


图3 散装白土过滤器

5.5.2 深床过滤

白土通过真空或传送带充入，形成细长而松散的白土过滤柱，使用过的白土通过底部开口盖排出。这种设计保证了油与白土的接触时间足够长，从顶至底，最大限度地减少管路，可通过单个流程极大地改善油的品质。为了使白土能得到更好地利用，通常使用 2 个~3 个这样的过滤柱或塔组成过滤系统，如图 4 所示为三白土塔系统。只有系统中的第一个塔更换新的白土运行一段时间后切换到最后塔的位置。这种方式可连续运行，并保证处理后油品质量基本相同。

每座塔中装有 200kg~1000kg 白土，移动式过滤器中，每个容器中装有 100kg~500kg 白土。

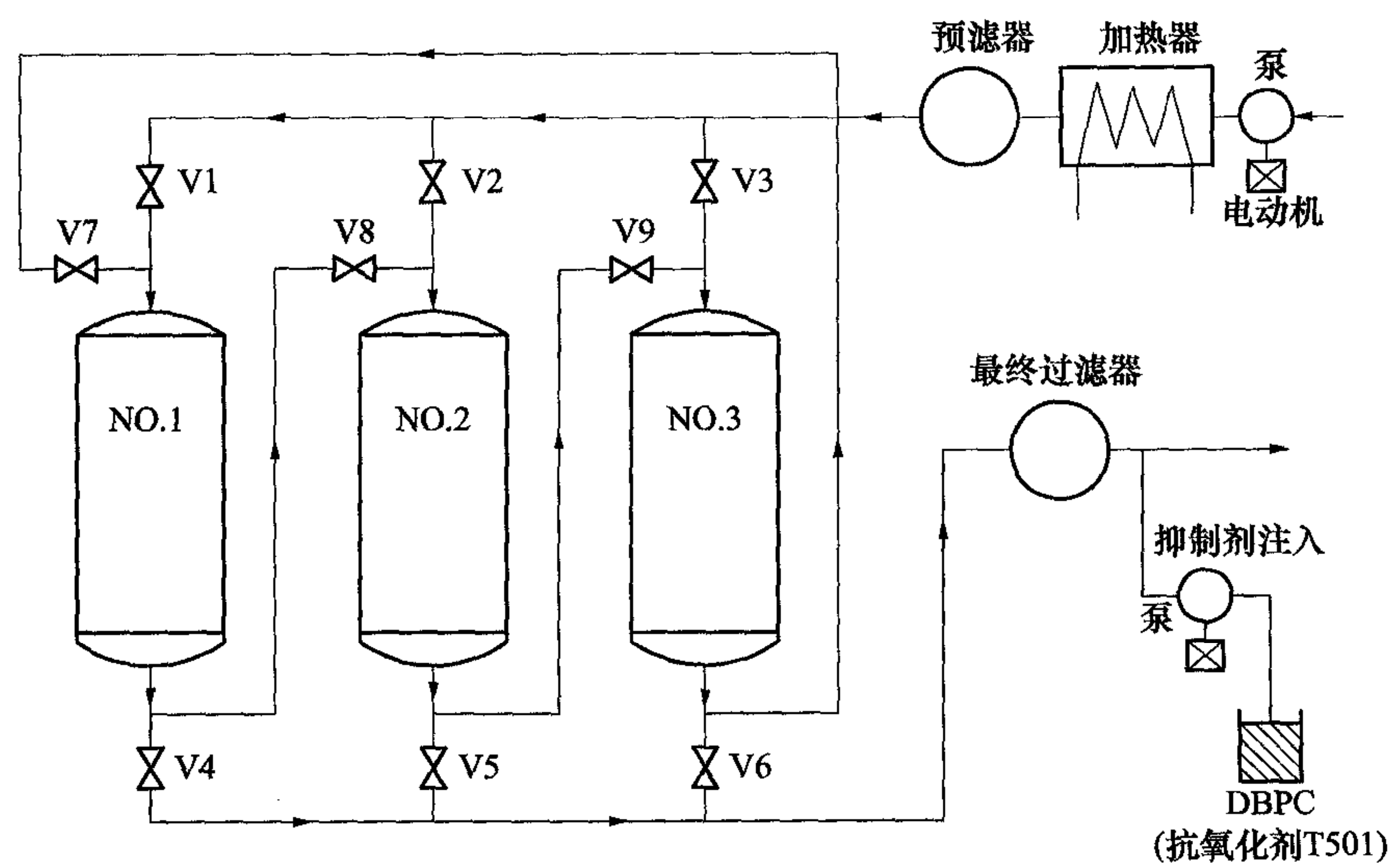


图4 三白土塔系统

5.5.3 一次性和可重复使用的滤芯

一次性滤芯内装有粒状硅藻土，硅藻土质量为 5kg~15kg。防止硅藻土颗粒泄漏的滤布可置于滤芯内或是缠绕在中心管上，如图 5 所示为硅藻土筒式滤芯。

一次性滤芯较昂贵，只有在紧急情况下或去除处于不合格边缘的油品中微量的污染物时使用。其中数量有限的硅藻土，无法有效处理污染较重的油。

可重复使用的滤芯成本较低，通常尺寸较大，每个滤芯含有 25kg 或以上的硅藻土，使用后滤芯被卸下并更换硅藻土。

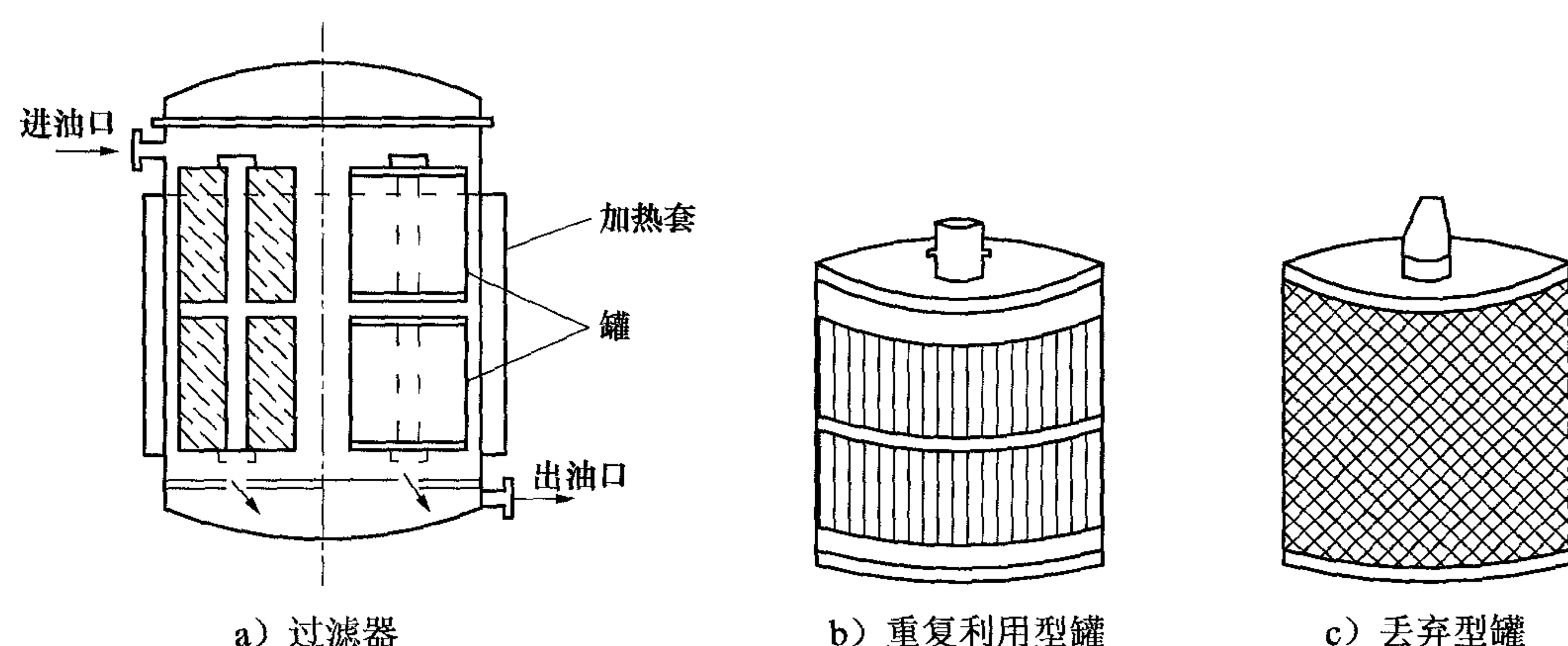


图5 硅藻土筒式滤芯

5.5.4 旁路热虹吸过滤

在安全的工作条件下，添加旁路吸附净油器，可保证运行油质良好。变压器产生的热量和过滤器的热量损失引起热虹吸作用使变压器油能够在变压器和过滤器之间循环。

该旁路再生方法也有一定的局限性，在备用变压器或断路器中不起作用。该旁路过滤器非常平缓，很小的动力也是可促使变压器油通过粗颗粒的过滤床。注意白土微粒勿泄漏到运行中变压器油系统中，吸附剂应定期更换。

5.6 活性炭硅酸钠处理法

活性炭硅酸钠可处理不同老化程度的变压器油，可包括下列基本处理过程：

- 使用 2%（重量）的活性炭进行吸附处理。
- 使用 30%（体积）的 2% 的硅酸钠溶液进行处理。
- 使用 2%（重量）的白土处理。

将油加热至 85℃，并保持在该温度下，直至最终的过滤操作完成。第一步，油中的酸值大于或等于 0.5mg KOH/g 时，将活性炭与油一起搅拌处理其中的酸性物质。此步骤的目的是防止油中的酸性物质与硅酸钠溶液形成乳化，在酸值低时此处理步骤可以省略。接着油通过过滤器后进入第二个罐，在这里油与硅酸钠溶液混合，随后通过离心机分离。然后油进入下一个已填装白土的反应罐。将混合物进行搅拌，使其沉降，并通过第二次离心分离得到良好净化。最后，油进入接收罐并进行冷却，经过滤后输送至储存罐。

不使用活性炭时，该连续处理过程流量约为 570L/h。当需要活性炭处理时，变为间歇式处理过程，流量约为 1900L/d。由于白土和活性炭吸附约 60% 的其自身重量的油，这些材料应尽量使用最小用量。油质较好情况下，1% 的活性炭和白土处理，就能取得良好的效果。

5.7 磷酸三钠处理法

磷酸三钠处理法是将油和磷酸三钠溶液的混合物在 80℃ 下搅拌 1h，然后使混合物分离。将容器里面的磷酸盐溶液排出，剩余的用水雾清洗。随后将油倒入离心机分离后通过加热器加热，再加入已填充 200 目白土的罐中，搅拌 15min 使油和硅藻土充分混合，然后静置一晚。油再次用热水洗涤，并通过离心机，然后通过离心机进一步脱水，再通过真空干燥器或过滤器脱除剩余的水分，如图 6 所示。

通过对被处理油老化程度分析确定再生剂用量，可实现过程的经济性和产品的均一性。此方法比单独使用硅藻土处理大量老化严重的变压器油要经济得多。

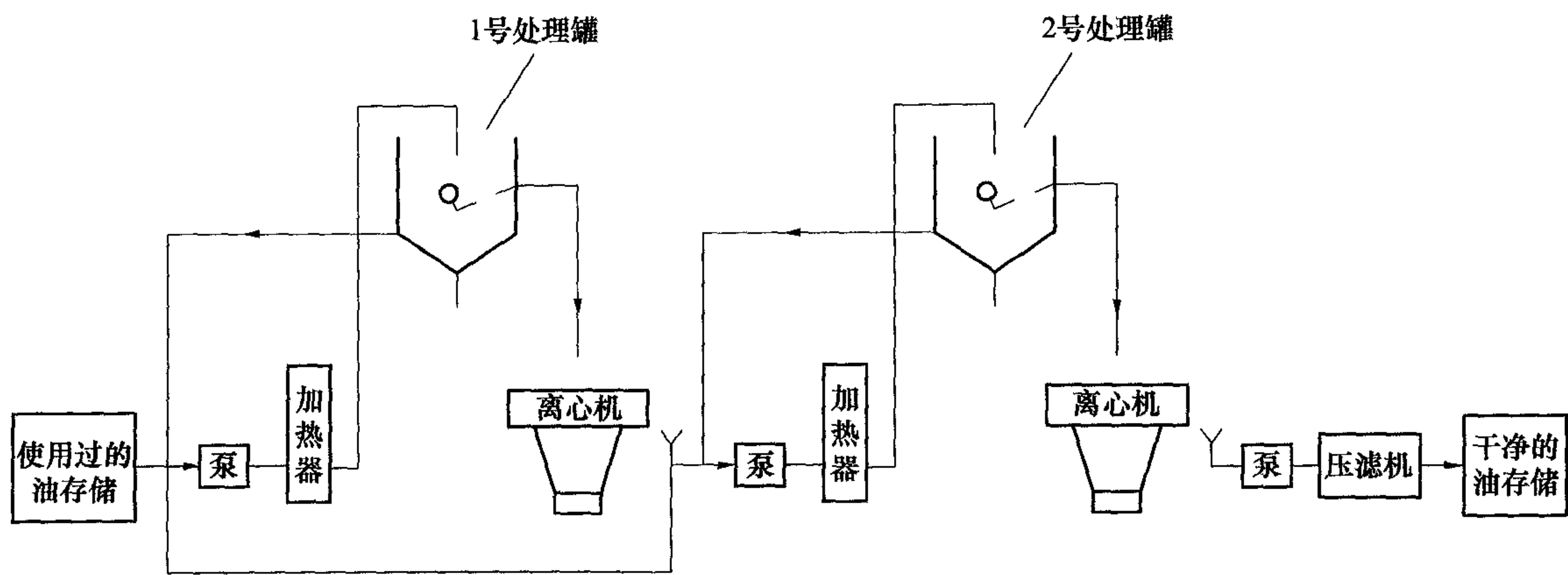


图 6 磷酸三钠硅藻土精制示意图

5.8 新型油回收处理系统

5.8.1 常规处理系统

新型油回收处理系统流程图（见图 7）是一个新型多功能油回收处理系统。大多数情况下，设备安装在拖车上，以便移动到变电站处理变压器油。

一个典型的新型回收处理系统应至少包括加热器、深床吸附塔、真空滤油机、孔径为 0.5 μm 的最终过滤器。

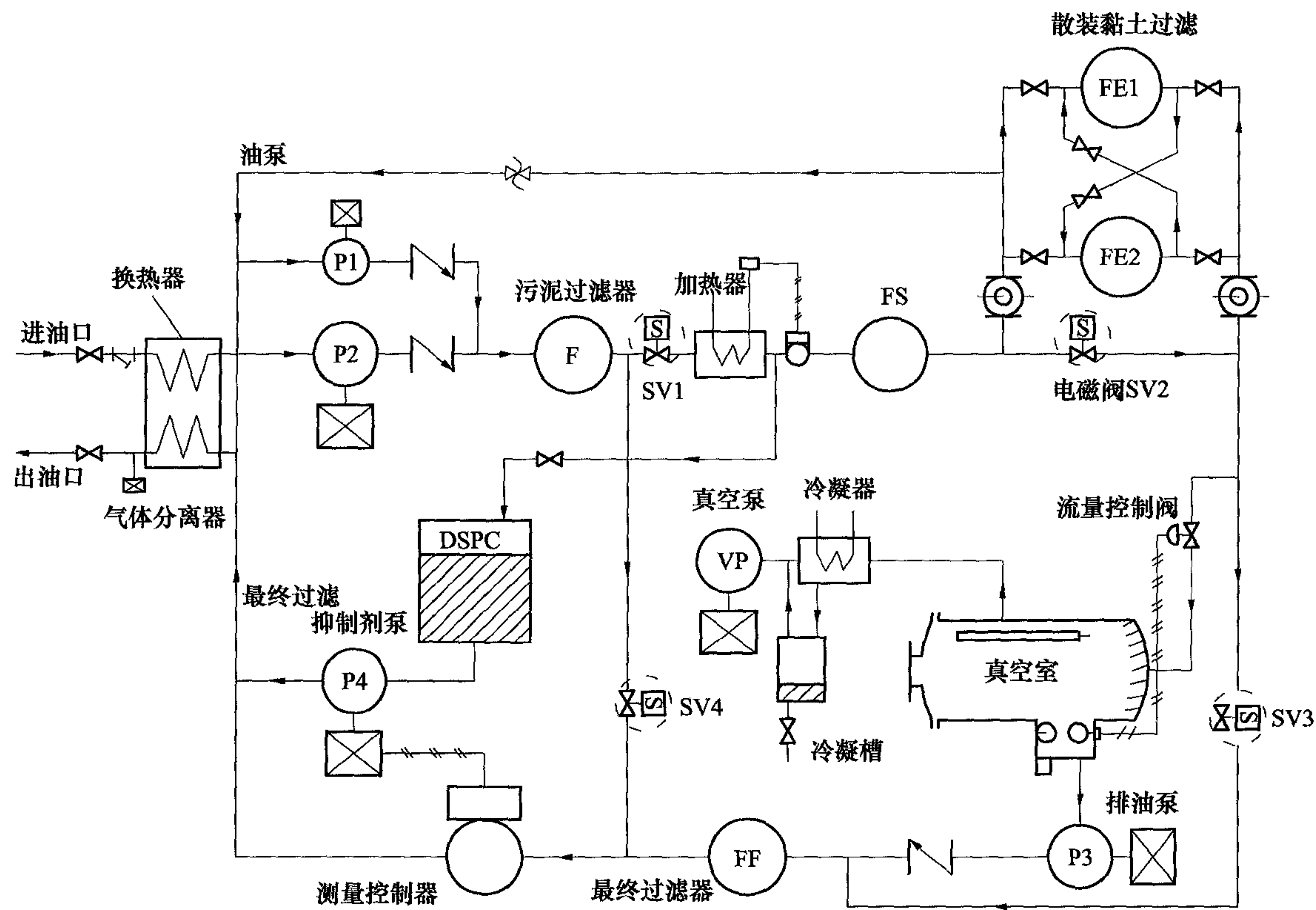


图 7 新型油回收处理系统流程图

5.8.2 现场带电处理系统

带电处理系统处理变压器油需要使用适当的设备，同时操作人员为训练有素的人员或该领域专家。

附录 B
(资料性附录)

本标准与 IEEE 637—1985 (R2007) 技术性差异及其原因

表 B.1 给出了本标准与 IEEE 637—1985 (R2007) 技术性差异及其原因一览表。

表 B.1 本标准与 IEEE 637—1985 (R2007) 技术性差异及其原因

本标准章条编号	技术性差异	原因
2	关于规范性引用文件, 本标准做了如下调整: ——用适用的我国文件代替国际标准中引用的文件; ——增加 GB/T 25961 电气绝缘油中腐蚀性硫的试验法 (表 3)	适应我国技术条件。 满足对腐蚀性硫的测定要求
3	按照 DL/T 419 编写相关术语和定义。 删除“添加剂”“硅油”	与国内同类标准接轨, 便于适用。 常用名词, 不解释不会产生误解
4.1	将第一类中“油质良好可继续使用”改为“油质满足 GB/T 7595—2008 运行油的质量标准, 可以继续使用”	适应我国技术要求, 明确判断标准
4.2	将表 1 中不同电压等级第一类运行油质量标准按 GB/T 7595—2008 运行中变压器油指标进行修改。 删除表 3 和表 4 中色度指标。 表 3 中倾点参考 GB 2536—2011, 根据最低冷态投运温度选择。 表 3 中介损表示方法 (60Hz, 100℃, %) 根据国内标准修改为 (50Hz, 90℃, %), 数值改为 0.05%。 表 3 中击穿电压增加“未经处理油”。 表 3 中增加腐蚀性硫指标。 表 4 中击穿电压、水含量和含气量按 GB/T 7595—2008 投运前变压器油指标进行修改	适应我国技术要求。 我国已不常用。 适应我国技术要求。 根据我国测试条件和实际情况修改。 考虑 IEC 60156 中击穿电压检测方法与 ASTM D877 的差异, 根据 GB 2536—2011 增加“未经处理油”。 适应时代发展需要, 避免腐蚀性硫影响。 我国电压等级划分与国外不同, 并且击穿电压测试条件也不同, 因此根据国内标准进行修改; IEEE 标准中水含量和含气量未按电压等级划分, 再生油与新油在该指标上不应具有差异, 因此根据国内标准进行修改
4.4	增加再生油应在商品标签上进行明确标注, 收货时应根据本标准进行验收。 删除表 5 中色度指标。 表 5 中倾点参考 GB 2536—2011 根据最低冷态投运温度选择。 表 5 中击穿电压按 GB/T 7595—2008 投运前或大修后断路器油指标进行修改	明确标准, 有利于规范市场。 我国已不常用。 适应我国技术要求。 我国电压等级划分与国外不同, 并且击穿电压测试条件也不同, 因此根据国内标准进行修改
5	单位 lb 换算为千克	适应我国单位要求
附录 A、附录 B	增加: 附录 A、附录 B	按照 GB/T 20000.2 的规定编写

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
变 压 器 油 再 生 与 使 用 导 则
DL/T 1419 — 2015

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2016 年 4 月第一版 2016 年 4 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1 印张 29 千字
印数 001—200 册

*

统一书号 155123 · 2891

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

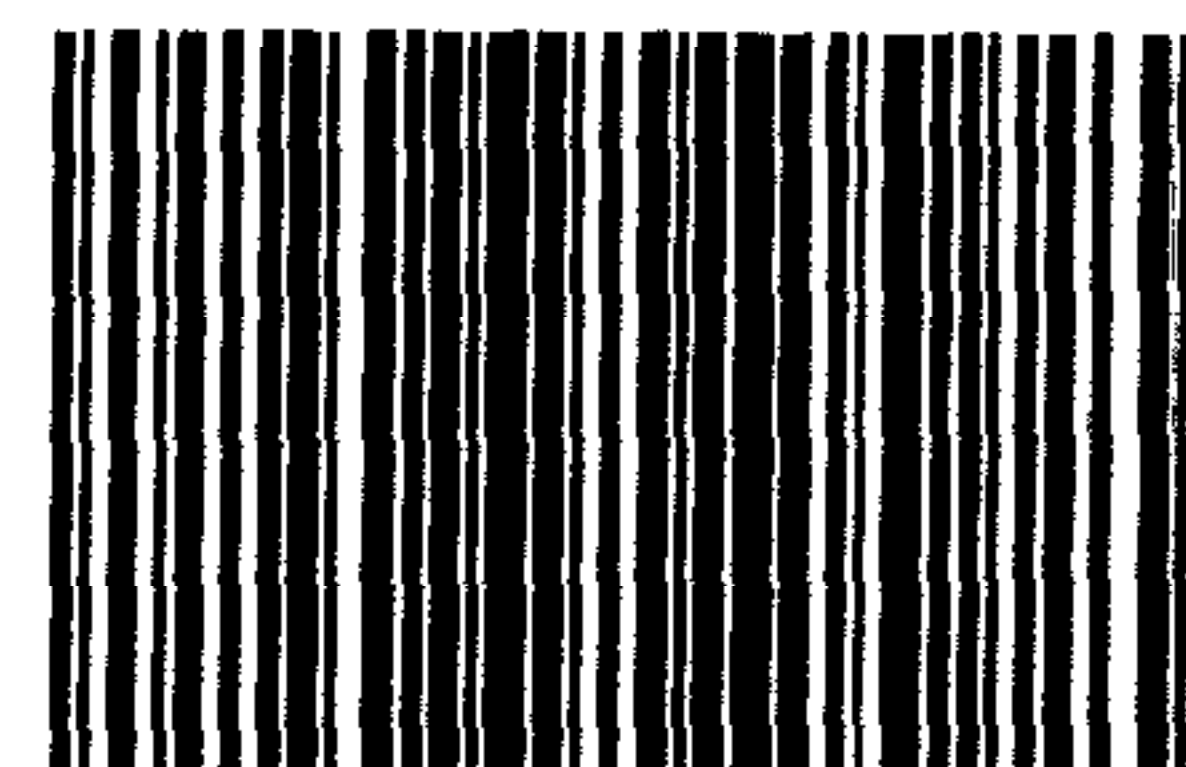
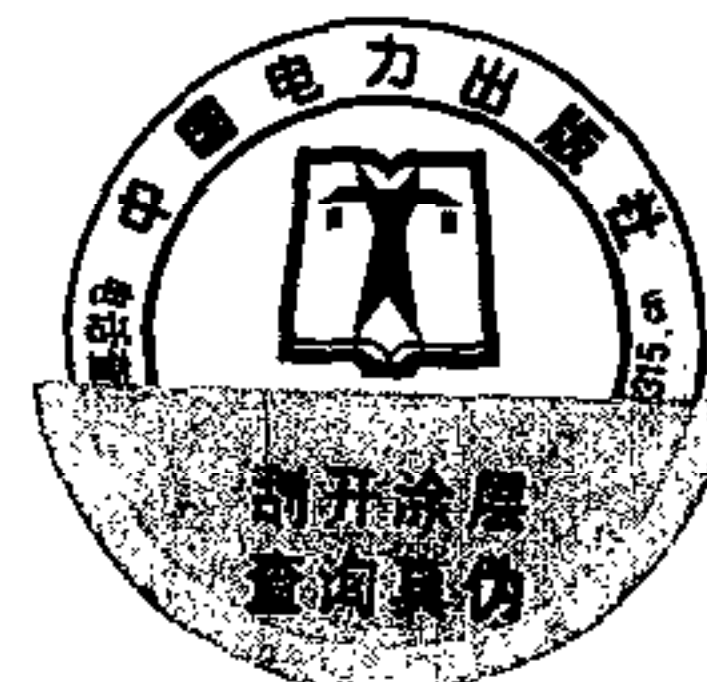
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2891