

CSEE

中国电机工程学会标准

T/CSEE XXXX-YYYY

失效矿物绝缘油处置技术条件

Technical specification for the disposal of invalid mineral insulating oil

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国电机工程学会 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 失效矿物绝缘油分类判定及处置	1
4.1 分类及处置建议	1
4.2 报废及再生要求	2
4.3 判定原则	3
5 标志、包装、运输和储存	3
附录 A（资料性） 变压器矿物绝缘油麦耶斯指数-应用数据	4
附录 B（资料性） 绝缘油再生处理	6

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准化管理办法》、《中国电机工程学会标准化管理办法实施细则》的要求，依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会变电专业标准委员会技术归口并解释。

本文件主要起草单位：国网湖北省电力有限公司孝感供电公司、武汉大学、三峡大学、中广核核电运营有限公司、中电华创(苏州)电力技术研究有限公司、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、国网湖北省电力有限公司随州供电公司、国网湖北省电力有限公司超高压公司、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、江苏方天电力技术有限公司、国网河南省电力公司商丘供电公司。

本文件主要起草人：曾小平、王成智、任乔林、胡婷、刘启明、张涛、高超、王海飞、连鸿松、蔡萱、张驰、蔡世腾、付汉江、张晓琴、刘子恩、窦鹏、张宁、鲁伟、左方。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条 1 号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

失效矿物绝缘油处置技术条件

1 范围

本文件规定了失效矿物绝缘油的分类判定及处置、标志、包装、运输和储存。
本文件适用于对矿物绝缘油失效处置中的判定检定、回收处理保值和修复再利用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 264 石油产品酸值测定法
- GB/T 265 液体粘度测试方法
- GB/T 507 绝缘油 击穿电压测定法
- GB 2536-2011 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
- 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 6541 石油产品油对水界面张力测定法(圆环法)
- GB/T 7595 运行中变压器油质量
- 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 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB/T 25961 电气绝缘油中腐蚀性硫的试验法
- DL/T 429.7 电力用油油泥析出测定方法
- DL/T 1419 变压器油再生和使用导则
- HJ 2025-2012 危险废物收集、贮存、运输技术规范
- SN/T 1877.3 矿物油中多环芳烃的测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

回收的矿物绝缘油 recovery mineral insulating oil

从退役充油设备、储存劣化的油罐、基建现场多余弃用或其他场景收集的的矿物绝缘油。

失效的矿物绝缘油 invalid mineral insulating oil

无法满足充油电气设备正常使用要求，需经处理的矿物绝缘油。

绝缘油麦耶斯指数 myers index numbe of insulating oil (M.I.N)

用于表征绝缘油失效程度的技术指标，麦耶斯指数=界面张力/酸值 (M.I.N=IFT/NN)。

4 失效矿物绝缘油分类判定及处置

4.1 分类及处置建议

失效矿物绝缘油依据表 1 进行分类判定及处置。

表 1 失效矿物绝缘油分类及处置建议

类别	麦耶斯指数	处置建议
一类油	≥2000	正常使用
二类油	[1000 , 2000)	宜进行吸附再生处理后, 若符合GB/T 7595的要求, 按设备应满足的运行油质量对应使用, 若不符合GB/T 7595的要求, 应继续进行处理
三类油	[500, 1000)	应进行深度吸附再生处理或再精炼后, 若符合GB/T 7595的要求, 按设备应满足的运行油质量对应使用, 若不符合GB/T 7595的要求, 宜进行报废
四类油	<500	宜进行报废

矿物绝缘油麦耶斯指数按照公式(1)计算:

$$M.I.N=IFT/NN.....(1)$$

式中:

M.I.N——麦耶斯指数

IFT——界面张力

NN——酸值

4.2 报废及再生要求

回收的矿物绝缘油, 所有指标不满足表 2 要求时, 可按表 1 进行分类和处理; 任一指标达到表 2 中待报废的矿物油指标, 经处理仍不符合表 3 中再生矿物油质量标准或 DL/T 1419 要求时, 进行报废。

表 2 待报废的矿物绝缘油质量标准

项目名称	质量指标	检测方法
运动黏度(40°C) mm ² /s	>15	GB/T 265
闪点 °C	<125°C	GB/T 261
酸值 mgKOH/g	>0.1	GB/T 264
界面张力 25°C mN/m	<19	GB/T 6541
油泥与沉淀物(质量分数) %	>0.02	DL/T 429.7

表 3 再生矿物油质量标准

项目	质量指标	检测方法
闪点 °C	≥135	GB/T 261
黏度, 40°C 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°C mN/m	≥35	GB/T 6541
击穿电压 未经处理 kV	≥30	GB/T 507
介损 90°C %	≤0.5	GB/T 5654

酸值 mg KOH/g	≤0.05	GB/T 264
腐蚀性硫	非腐蚀性	GB/T 25961
水分含量 mg/L	≤35	GB/T 7600

4.3 判定原则

矿物绝缘油分类再利用应符合表 1 的规定。

回收的矿物绝缘油质量指标根据表 1 中的分类规定采用吸附处理依然无法满足使用要求,或加工处置费用高于采购新油,或任一项指标符合表 2 的规定且再生后仍不符合表 3 要求,判定为报废油。

报废的矿物绝缘油列入“危险废物”回收管理程序。

5 标志、包装、运输和储存

- 5.1 经判定或再处理后能继续使用的绝缘油可按 GB 2536-2011 中 4.2 条的规定执行。
- 5.2 报废的矿物绝缘油,容器、标志、包装按 GB 18597《危险废物贮存污染控制标准》进行。
- 5.3 运输按 HJ 2025-2012 的第 5、第 6、第 7 条规定进行。

附录 A

(资料性)

变压器矿物绝缘油麦耶斯指数-应用数据

通过对多地变压器油进行分析，得到矿物绝缘油常规分析数据及对应迈耶斯指数见表 A.1，迈耶斯指数分布见图 A.1。

表 A.1 矿物绝缘油的主要性能参数及迈耶斯指数

样品编号	设备状态	酸值	水分	介损	击穿电压	界面张力	麦耶斯指数
		mgKOH/g	mg/L	Tg δ 90°C, %	KV	25°C mN/M	
1	拆解	0.024	36.6	4.738	21.6	16.3	679.17
2	拆解	0.023	29.3	2.631	18.9	14.6	634.78
3	拆解	0.029	31	3.564	17.6	19.6	675.86
4	拆解	0.029	37.6	6.313	14.6	14.6	503.45
5	拆解	0.032	41.6	2.679	10.6	17.9	559.38
6	废旧油	0.019	42.9	0.354	23.9	21.3	1121.05
7	废旧油	0.035	69.3	1.07	16.4	18.3	522.86
8	拆解	0.034	39.6	1.982	15.3	19.8	582.35
9	拆解	0.03	35.9	2.318	16.3	21.9	730.00
10	拆解	0.027	38.1	4.394	13.9	13.2	488.89
11	废旧油	0.017	20	0.425	60.5	36.1	2123.53
12	废旧油	0.018	17.2	0.352	61.4	37.2	2066.67
13	废旧油	0.018	10.3	0.269	60.1	40.3	2238.89
14	废旧油	0.018	10.1	0.187	59.6	41.9	2327.78
15	废旧油	0.016	9.7	0.237	59.9	38.7	2418.75
16	废旧油	0.026	36.6	4.681	21.6	18.6	715.38
17	拆解	0.021	41.6	5.617	10.3	12.9	614.29
18	退运	0.42	12.9	0.107	40.6	22.8	54.29
19	退运	0.47	11.2	0.998	42.3	21.7	46.17
20	退运	0.41	10.8	0.117	41.6	22.5	54.88
21	退运	0.82	14.1	0.215	22.6	48.7	59.39
22	废旧油	0.031	10.8	0.668	58.6	24.3	783.87
23	废旧油	0.033	12.1	0.606	53.2	24.6	745.45
24	废旧油	0.036	11.8	0.675	52.1	23.9	663.89
25	废旧油	0.032	12.9	0.704	55.7	24.4	762.50
26	废旧油	0.033	13.1	0.781	54.6	23.8	721.21
27	废旧油	0.035	12.2	0.841	55.2	22.7	648.57
28	废旧油	0.031	15.5	0.908	48.9	23.4	754.84
29	废旧油	0.033	14.7	0.662	50.2	22	666.67

30	废旧油	0.03	13.2	0.605	52.8	23.7	790.00
31	废旧油	0.035	12.1	0.647	51.8	24.3	694.29
32	废旧油	0.037	11.4	0.585	54.6	24.8	670.27
33	废旧油	0.033	13.5	0.425	53.2	23.8	721.21
34	废旧油	0.037	12.7	0.47	50.9	24.3	656.76
35	废旧油	0.033	13.5	0.502	51.2	24	727.27
36	废旧油	0.035	13.2	0.608	50.2	24.3	694.29
37	废旧油	0.69	11.3	0.994	40.8	20.4	29.57
38	废旧油	0.66	10.2	0.806	33.6	21.2	32.12
39	废旧油	0.72	13.6	0.886	41.6	21.5	29.86
40	废旧油	0.68	12.4	0.806	36.2	20.6	30.29
41	废旧油	0.82	11.7	0.806	37.8	21.9	26.71
42	废旧油	0.45	10.9	0.704	40.8	22.8	50.67
43	废旧油	0.79	10.8	0.826	33.5	21.5	27.22
44	废旧油	0.42	10.9	0.608	41.6	22.8	54.29
45	废旧油	0.36	11.7	0.664	46.2	22.4	62.22
46	废旧油	0.78	12.6	0.68	42.2	22.4	28.72
47	废旧油	0.32	12.9	0.703	30.8	20.5	64.06
48	废旧油	0.37	11.8	0.662	33.9	22.9	61.89
49	废旧油	0.45	10.6	0.764	41.3	26.8	59.56
50	废旧油	0.41	10.8	0.662	32.6	22.4	54.63

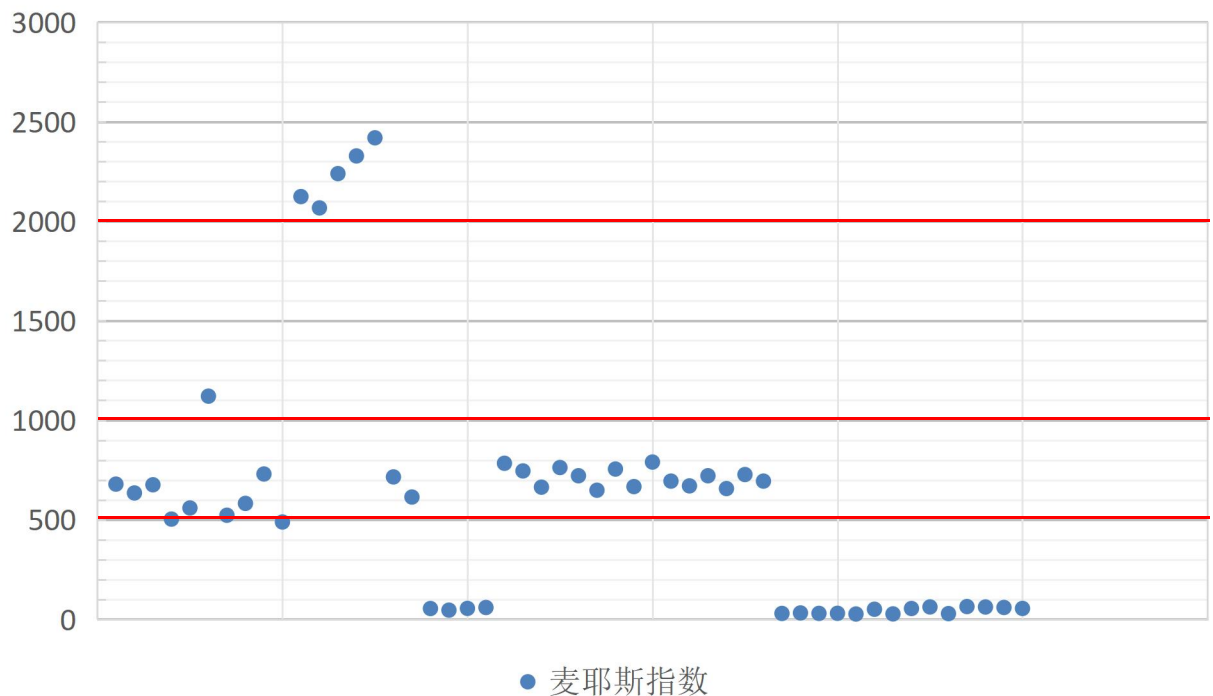


图 A.1 矿物绝缘油迈耶斯指数区间分布图

附录 B
(资料性)
绝缘油再生处理

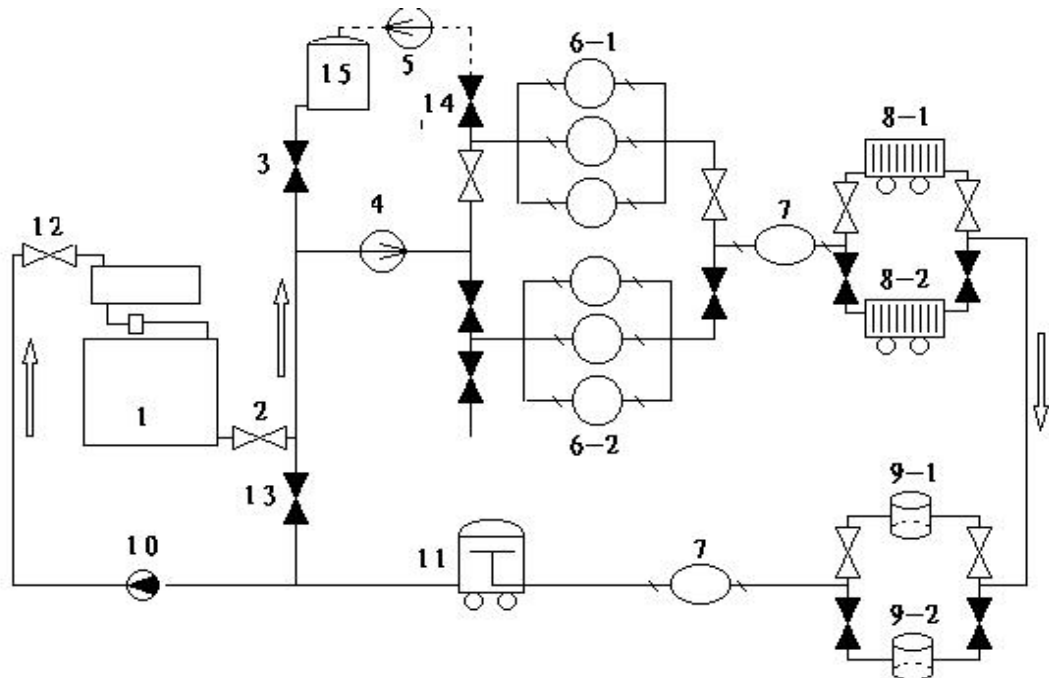
B.1 油在线处理工序

B.1.1 吸附剂及其使用条件

吸附剂根据变压器油质选油重2%~5%的XDK2-02吸附剂,酸值高时应加6%的碱性氧化铝吸附剂。吸附剂应为颗粒状,粒度宜为2mm~3mm,装入吸附罐,油流出吸附罐后应经两台平板滤油机串联再经真空滤油机精滤。

B.1.2 油处理流程图

吸附剂应分装在6个吸附罐内,分两组,每组2个吸附罐并联循环45小时再切换到另一组运行。油处理流程工序如图A.1所示。



标引序号说明:

1—变压器; 2—变压器出口阀; 3—补充油阀; 4—油泵; 5—吸附罐抽油泵; 6—吸附罐; 7—缓冲罐; 8—平板滤油机; 9—精密滤油机; 10—流量计; 11—真空滤油机; 12—变压器进油阀; 13—内循环油阀; 14—吸附罐连通管出油阀; 15—补充油罐

图 A.1 油处理流程图

B.2 油处理过程

B.2.1 内循环

变压器本体油处理前应进行油处理系统内部循环。应用补充油充满油处理管道、吸附罐、滤油机并将缓冲罐注油至一定的油位后,关闭变压器出口阀2、开启内循环阀13,将油泵4、

吸附罐6、缓冲罐7、平板滤油机8、精密滤油机9和真空滤油机11组成油循环系统并运行2小时。

B.2.2 取样和监测

油循环过程中每20小时从不同点取油样分析试验。

B.2.3 设备参数

设备参数应符合下列规定：

- a) 吸附剂用量：应根据油劣化程度确定。轻度劣化油，吸附剂用量可为2%；重度劣化油，可为4%~5%，有条件者可用小样试验方式确定；
- b) 吸附温度：吸附温度宜为35℃~50℃；
- c) 吸附流量及压力：吸附流量为20L/min，压力控制不应大于2Mpa；
- d) 吸附有效时间：应根据油质确定，宜为8小时，8小时后宜更换吸附剂。直至油质合格为止；
- e) XFJ-Q/02油处理机加热器功率宜为12kW，起吊重量宜为0.5吨。

B.2.4 使用方法

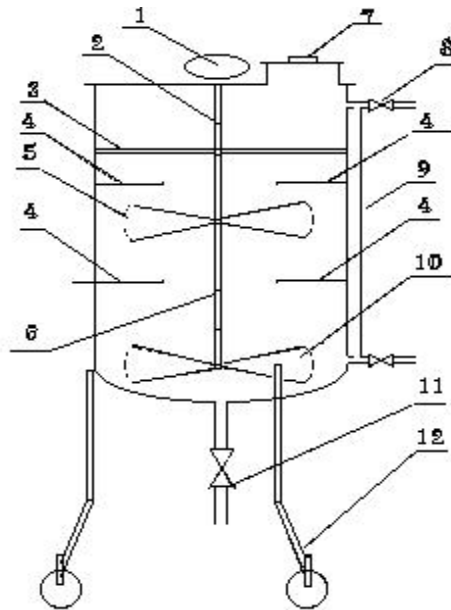
使用方法应符合下列规定：

- a) 检查电源接线应正确，试电机旋转方向应正确，接地应完好；
- b) 将污油管接到阀1，净油管接到阀7出口，另一端接到真空滤油机；
- c) 系统填油：将合格的与待处理油同型号的变压器油填入吸附罐，并静置2小时；
- d) 内循环：将平板滤油机和吸附罐组成系统，打开阀8，关闭阀1和阀6内循环去除吸附剂细粉；
- e) 滤油：检查电源接线应正确，试电机旋转方向应正确，接地应完好；打开进油阀1，检查吸附塔调节阀应在开的位置，打开出油阀门；开机、待出油阀油流出后投入加热器，加热器功率宜为36kW；
- f) 换吸附剂：待吸附剂罐进出口介损基本无变化后停机更换吸附剂；
- g) 完工清油：打开阀4，利用平板滤油机清理出滤油机系统内绝缘油。
- h) 处理后的变压器油应对油中抗氧化剂含量进行测试，若油中抗氧化剂含量过低，应按照油厂家要求补加。

A.3 油离线处理工艺

A.3.1 接触式吸附处理图

将劣化绝缘油经进油阀输入再生吸附罐中，先开动电机，使其搅拌油品，再加热约1h，使温度达55℃（若油品氧化颜色加深，可适当降温致30℃），吸附剂从上口加入，打开紫外灯，调节光线强度，恒温搅拌0.5-1.5h，再静置沉降2-24h，最后上层清油用平板滤油机滤出，下层残油剂吸附剂边搅拌边排出。沉淀在底部的吸附剂残渣，经排污阀排除。油处理工序如图A.2所示。图A.2中，再生吸附罐上再生吸附罐9上固定着电机1，电机1的主轴2上固定着搅拌桨5，再生吸附罐9上安装着进油阀8、出油阀10，再生吸附罐9底部安装着排污阀11，再生吸附罐内安装着若干个加热管4和吸附剂投放口7。出油阀10的管道与过滤机连接。



说明：

1、电动机 2、搅拌轴 3、上固定杆 4、电加热管 5、搅拌桨 6、下固定杆

7、吸附剂加入口 8、进油阀 9、油标 10、出油阀 11、排污口 12、脚轮

说明：1、电加热管功率视罐的容积而定； 2、用过吸附剂应收集起来重新利用。

图 A.2 搅拌罐示意图

A.3.2 使用方法

使用方法应符合下列规定：

- a) 检查电源接线应正确，接地应完好；
- b) 将劣化绝缘油输入再生吸附罐中进行搅拌；
- c) 将劣化绝缘油加热至 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 按再生吸附罐中劣化绝缘油的重量比，加入 $2\%\sim 5\%$ 的吸附剂，在 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的恒温下进行搅拌 $0.5\text{h}\sim 1.5\text{h}$ ；
- e) 搅拌后静置沉淀 $2\text{h}\sim 24\text{h}$ ，将清油抽出，经过滤机过滤后，即为处理完毕的绝缘油；
- f) 上述油搅拌吸附罐处理后油可注入图A.1油罐参加动态吸附循环。