



中华人民共和国国家标准

GB/T 7595—2008
代替 GB/T 7595—2000

运行中变压器油质量

Quality of transformer oils in service

2008-09-24 发布

2009-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
运行中变压器油质量
GB/T 7595—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 15 千字
2009年2月第一版 2009年2月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-35404

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

前 言

本标准代替 GB/T 7595—2000《运行中变压器油的质量标准》。

本标准与 GB/T 7595—2000 相比,主要修改内容为:

- 在范围中增加了发电机用油可参考使用要求,扩大了标准的适用范围。明确了不适用于在电缆或电容器中用作浸渍剂的矿物油;
- 对原标准的规范性引用文件进行了删减和增加;
- 增加了第 3 章术语定义章节;
- 规定了样品采集方法按照 GB/T 7597—2007 执行条款;
- 修改了运行中变压器油质量标准;
- 增加了析气性和带电倾向质量指标;
- 增加了析气性和带电倾向检验方法要求;
- 取消了原标准中对新超高压变压器油验收要求的条款;
- 修改了原标准中对新断路器油验收要求的条款;
- 修改了运行中断路器油质量标准;
- 修改了原标准中设备电压等级;
- 保留了原标准 11 项质量要求;
- 删除原标准中油中溶解气体组分含量的要求,明确按照 GB/T 17623 和 GB/T 7252 要求执行;
- 删除原标准中变压器油的产品牌号;
- 增加了资料性附录 A 最低冷态投运温度(LCSET)下变压器油的最大黏度、最高倾点与原标准牌号的对应关系;
- 保留了原标准中的附录 B 不同电极形状及操作方法对击穿电压测定值的影响;
- 保留了原标准中的附录 C 运行中变压器油的防劣化措施;
- 参考了 GB 2536《变压器油》强制性国家标准的修订稿(2007 征求意见稿)和 IEC 60296:2003《电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油》。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位:西安热工研究院有限公司。

本标准主要起草人:孟玉婵、刘永洛。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 7595—1987、GB/T 7595—2000。

运行中变压器油质量

1 范围

本标准规定了运行中变压器油和断路器油应达到的质量、检验周期。

本标准适用于充入电气设备的矿物变压器油和断路器油在运行中的质量监督，发电机用油可参考使用。本标准不适用于在电缆或电容器中用作浸渍剂的矿物油。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- 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 262 石油产品苯胺点测定法(GB/T 262—1988, neq ISO 2977:1974)
- GB/T 264 石油产品酸值测定法(GB/T 264—1983, neq ASTM D974)
- GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计法
- GB/T 507 绝缘油击穿电压测定法(GB/T 507—2002, eqv IEC 156:1995)
- GB/T 511 石油产品和添加剂机械杂质测定法(重量法)(GB/T 511—1988, neq IOCT 6370:1959)
- GB 2536 变压器油(GB 2536—1990, neq IEC 60296:1982)
- 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 石油产品对水界面张力测定法(圆环法)
- GB/T 7252 变压器油中溶解气体分析与判断导则(GB/T 7252—2001, neq IEC 60599:1999)
- GB/T 7597 电力用油(变压器油、汽轮机油)取样方法
- GB/T 7598 运行中变压器油、汽轮机油水溶性酸测定法(比色法)
- GB/T 7600 运行中变压器油水分含量测定法(库仑法)
- GB/T 7601 运行中变压器油水分测定法(气相色谱法)
- GB/T 7602 运行中汽轮机油、变压器油 T501 抗氧化剂含量测定法(分光光度法)
- GB/T 14542 运行变压器油维护管理导则
- GB/T 17623 绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法(GB/T 17623—1998, neq IEC 567:1992)
- GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准
- DL/T 419 电力用油名词术语
- DL/T 421 绝缘油体积电阻率测定法
- DL/T 423 绝缘油中含气量的测定 真空压差法
- DL/T 429.6 电力系统油质试验方法 运行油开口杯老化测定法
- DL/T 429.7 电力系统油质试验方法 油泥析出测定法
- DL/T 429.9 电力系统油质试验方法 绝缘油介电强度测定法

DL/T 432 电力用油中颗粒污染度测量方法
DL/T 450 绝缘油中含气量的测定方法(二氧化碳洗脱法)
DL/T 596—1996 电力设备预防性试验规程
DL/T 703 绝缘油中含气量的气相色谱测定法
DL/T 929 变压器油族组成的红外光谱测定法
DL/T 984—2005 油浸式变压器绝缘老化判断导则
DL/T 1094 电力变压器用绝缘油的选用指南
DL/T 1095 变压器油带电度现场测试导则
SH 0351—1992 断路器油
SH/T 0804 腐蚀性硫测定方法(银片法)
ASTM D1275 电气绝缘油中腐蚀性硫的标准试验方法(B法)
IEC 60296:2003 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准,相关术语和定义采用 DL/T 419 电力用油名词术语。

3.1

最低冷态投运温度 lowest cold start energizing temperature

最低冷态投运温度是区分绝缘油类别的重要标志之一。应根据变压器使用环境温度的不同,选择不同的 LCSET 值(见附录 A),(并规定绝缘油的 LCSET 在 0℃~−30℃时的低温黏度应不大于 1 800 mm²/s,在−40℃时的低温黏度应不大于 2 500 mm²/s,GB/T 265)以免影响油泵、有载调压开关的启动。

3.2

带电倾向(油流带静电趋势或称带电度) electrostatic charging tendency(ECT)

表征变压器油在一定外界条件下流过固体绝缘表面时产生电荷的能力。它被定义为单位体积的变压器油所产生电荷的总数,可用 μC/m³ 或 pC/mL 表示。

4 技术要求

- 4.1 变压器用油的选用应按 DL/T 1094 电力变压器用绝缘油的选用指南进行。
- 4.2 油样的采集,应按 GB/T 7597 的规定进行。
- 4.3 新变压器油、低温开关油的验收按 GB 2536 的规定进行、断路器油的验收按 SH 0351—1992 的规定进行。新油组成不明的按照 DL/T 929 变压器油族组成的红外光谱测定法确定组成。
- 4.4 运行中变压器油质量标准,见表 1。

表 1 运行中变压器油质量标准

序号	项 目	设备电压等级 kV	质 量 指 标		检 验 方 法
			投入运行前的油	运行油	
1	外 状		透明、无杂质或悬浮物		外观目视加标准号
2	水溶性酸(pH 值)		>5.4	≥4.2	GB/T 7598
3	酸值/(mgKOH/g)		≤0.03	≤0.1	GB/T 264
4	闪点(闭口)/℃		≥135		GB/T 261

表 1 (续)

序号	项 目	设备电压等级 kV	质 量 指 标		检 验 方 法
			投入运行前的油	运行油	
5	水分 ^a /(mg/L)	330~1 000 220 ≤110 及以下	≤10 ≤15 ≤20	≤15 ≤25 ≤35	GB/T 7600 或 GB/T 7601
6	界面张力(25℃)/(mN/m)		≥35	≥19	GB/T 6541
7	介质损耗因数/(90℃)	500~1 000 ≤330	≤0.005 ≤0.010	≤0.020 ≤0.040	GB/T 5654
8	击穿电压 ^b /kV	750~1 000 ^b 500 330 66~220 35 及以下	≥70 ≥60 ≥50 ≥40 ≥35	≥60 ≥50 ≥45 ≥35 ≥30	DL/T 429.9 ^c
9	体积电阻率(90℃)/ Ω·m	500~1 000 ≤330	≥6×10 ¹⁰	≥1×10 ¹⁰ ≥5×10 ⁹	GB/T 5654 或 DL/T 421
10	油中含气量/% (体积分数)	750~1 000 330~500 (电抗器)	<1	≤2 ≤3 ≤5	DL/T 423 或 DL/T 450、 DL/T 703
11	油泥与沉淀物/% (质量分数)		<0.02(以下可忽略不计)		GB/T 511
12	析气性	≥500	报告		IEC 60628(A) GB/T 11142
13	带电倾向		报告		DL/T 1095
14	腐蚀性硫		非腐蚀性		DIN 51353 或 SH/T 0804、 ASTM D1275B
15	油中颗粒度	≥500	报告		DL/T 432
注:由供需双方协商确定是否采用该方法进行检测。					
^a 取样油温为 40℃~60℃。					
^b 750 kV~1 000 kV 设备运行经验不足,本标准参考西北电网 750 kV 设备运行规程提出此值,供参考,以积累经验。					
^c DL/T 429.9 方法是采用平板电极;GB/T 507 是采用圆球、球盖形两种形状电极。三种电极所测的击穿电压值不同其影响情况,见附录 B(资料附录)。其质量指标为平板电极测定值。					

4.5 运行中断路器油质量标准,见表 2。

表 2 运行中断路器油质量

序 号	项 目	质 量 指 标	检 验 方 法
1	外 状	透明、无游离水分、无杂质或悬浮物	外观目视
2	水溶性酸(pH 值)	≥4.2	GB/T 7598
3	击穿电压/kV	110 kV 以上,投运前或大修后≥40 运行中≥35 110 kV 及以下,投运前或大修后≥35 运行中≥30 必要时	GB/T 507 或 DL/T 429.9

5 检验周期和检验项目

- 5.1 检验周期和检验项目见表 3。
- 5.2 运行中变压器油的维护管理按照 GB/T 14542 执行。
- 5.3 运行中变压器油的防劣化措施见附录 C。
- 5.4 油中溶解气体的分析和故障诊断按照 GB/T 17623 和 GB/T 7252 执行。

表 3 运行中变压器油、断路器油检验周期和检验项目

设备名称	设备规范	检验周期	检验项目
变压器、电抗器,所、 厂用变压器	330 kV~1 000 kV	设备投运前或大修后 每年至少一次 必要时	1~10 1、5、7、8、10、 2、3、4、6、9、11、12、13、14、15
	66 kV~220 kV、 8 MVA 及以上	设备投运前或大修后 每年至少一次 必要时	1~9 1、5、7、8、 3、6、7、11、13、14 或自行规定
	<35 kV	设备投运前或大修后 三年至少一次	自行规定
互感器、套管		设备投运前或大修后 1 年~3 年 必要时	自行规定
断路器	>110 kV ≤110 kV 油量 60 kg 以下	设备投运前或大修后	1~3
		每年至少一次	4
		三年至少一次	4
		三年一次,或换油	4
注 1: 变压器、电抗器、厂用变压器、互感器、套管等油中的“检验项目”栏内的 1、2、3、……为表 1 的项目序号。 注 2: 断路器油“检验项目”栏内的 1、2、3、……为表 2 的项目序号。 注 3: 对不易取样或补充油的全密封式套管、互感器设备,根据具体情况自行规定。			

附 录 A

(资料性附录)

最低冷态投运温度(LCSET)下变压器油的最大黏度、
最高倾点与原标准牌号的对应关系

A.1 最低冷态投运温度(LCSET)下变压器油的最大黏度、最高倾点与原标准牌号的对应关系见表 A.1。

表 A.1 最低冷态投运温度(LCSET)下变压器油的最大黏度、最高倾点与原标准牌号的对应关系

最低冷态投运温度(LCSET)/℃	最大黏度/(mm ² /s)	最高倾点/℃	原标准牌号
0	1 800	—10	10 #
—10	1 800	—20	25 #
—20	1 800	—30	—
—30	1 800	—40	45 #
—40	2 500	—50	—

附 录 B
(资料性附录)

不同电极形状及操作方法对击穿电压测定值的影响

B.1 油样的选择

为使比较试验所用的油样具有一定代表性,选择了四种不同击穿电压等级的样品油即:

- a) 1号样品油击穿电压值为 50 kV~60 kV 之间;
- b) 2号样品油击穿电压值为 40 kV~50 kV 之间;
- c) 3号样品油击穿电压值为 30 kV~50 kV 之间;
- d) 4号样品油击穿电压值为 20 kV~30 kV 之间。

B.2 不同电极形状及操作试验结果

不同电极形状及操作试验结果见表 B.1。

表 B.1 不同电极形状及操作方法试验结果

油样 编号	电极 形状	按升压速度统计平均				按间隔时间统计平均			
		3 kV/s		2 kV/s		5 min		3 min	
		击穿电压 kV	偏差平均值 kV	击穿电压 kV	偏差平均值 kV	击穿电压 kV	偏差平均值 kV	击穿电压 kV	偏差平均值 kV
1号	平板	54.8	3.2	50.9	3.5	52.2	3.7	53.5	3.0
	球形	59.7	1.1	58.7	3.2	58.9	2.3	59.5	1.9
	球盖形	56.4	4.2	55.5	5.8	55.4	5.1	56.5	5.0
	平均值	57.0	2.8	55.0	4.2	55.5	3.7	56.5	3.3
2号	平板	46.8	6.5	43.5	4.7	44.6	5.2	45.7	5.9
	球形	52.4	4.9	50.8	6.5	51.9	5.0	51.3	6.4
	球盖形	46.7	7.9	44.4	10.1	44.1	10.9	47.0	7.0
	平均值	48.6	6.4	46.2	7.1	46.9	7.0	48.0	6.4
3号	平板	31.6	4.5	35.4	4.5	33.8	4.4	33.2	4.7
	球形	38.2	5.4	40.4	6.5	37.8	5.9	40.8	5.4
	球盖形	36.7	7.6	37.9	7.1	36.1	7.2	38.6	7.5
	平均值	35.5	5.8	37.9	6.0	35.9	5.8	37.5	6.0
4号	平板	28.1	3.6	31.7	3.8	29.3	3.9	30.5	3.4
	球形	29.8	2.4	34.7	6.0	31.5	3.6	33.0	4.8
	球盖形	27.8	1.8	27.7	2.6	27.0	2.2	28.5	2.2
	平均值	28.6	2.6	31.4	4.1	29.3	3.2	30.7	3.6

B.3 试验结果说明

从表 B.1 试验结果可以得出:

- a) 使用三种不同结构形状电极测得击穿电压不论对哪种油样,都以球形电极的击穿电压值为最

高,球盖形次之,平板形相对较低(4号油样测定结果有异常)。

- b) 如以平板电极测得值为准,则球形电极大致偏高 6 kV,球盖形电极大致偏高 3 kV 左右。当击穿电压值在 30 kV 以下时,上述差别有缩减的趋势。
- c) 不同升压速度(3 kV/s 和 2 kV/s)对击穿电压影响不大,其平均差值一般在 $\pm(2\sim3)$ kV 左右,小于各组测得值的标准偏差平均值。
- d) 不同间隔时间的影响更小,间隔时间 3 min 的平均值仅较间隔时间 5 min 的高 1 kV~2 kV 左右。经验说明对纯净的油,间隔时间应短一些,而对杂质和水分含量较多的油,则间隔时间应长一点,这样就会使击穿电压值较高,分散性较好。但间隔时间过长,会影响试验结果,一般以 3 min~5 min 较好。

附录 C
(资料性附录)
运行中变压器油的防劣化措施

C.1 添加 2,6-二叔丁基对甲酚(简称 T501)抗氧化剂

新油、再生油中 T501 含量应不低于 0.3%~0.5%，运行中油应不低于 0.15%，当含量低于此规定值时，应进行补加。补加时油的 pH 值不应低于 5.0。

C.2 安装热虹吸器(净油器)

其吸附剂的用量应为油量的 0.5%~1.5%。

C.3 安装隔膜密封装置

