

泽电新材  
天然酯(植物绝缘油)  
使用说明书



武汉泽电新材料有限公司

二〇二五年八月

版本号：20250821

## 目 录

一、基本情况 .....	3
二、主要特点 .....	4
三、主要参数 .....	6
四、包装与存储 .....	13
五、天然酯验收及试验 .....	15
六、与矿物油混油使用 .....	17
七、变压器材料与天然酯的相容性 .....	18
八、天然酯变压器设计、生产和试验相关 .....	19
九、三种变压器的比较 .....	23
十、天然酯相关标准 .....	24
十一、售后服务 .....	25
十二、其它说明 .....	25

## 一、基本情况

天然酯绝缘油是从种子或其它生物材料中提取、用于变压器或类似电气设备的绝缘液体，其主要成分是甘油三酯，具有良好的生物降解性和环境相容性。

泽电天然酯的基本情况如下：

名称	泽电天然酯绝缘油
别称	泽电植物油
型号	泽电 VinsOil (VS/VR/VW/VO 系列)
油基	大豆油等
用途	变压器、电抗器等电力设备绝缘冷却液



## 二、主要特点

### 1. 延长变压器绝缘系统寿命

相比矿物油，天然酯能够将变压器绝缘系统的寿命延长到原来的 4~8 倍，或提高变压器的过载能力至多可达 20%。

我们引用 IEC 60076-14 (GB 1094.14) 附录表 C.2 如下：

Table C.2- Comparison of ageing results

	Constant a	Temperature I °C	Thermal index	Thermal class
IEEE mineral oil/thermally upgraded paper	$9,80 \times 10^{-18}$	110,0	110	120
Natural ester liquid/thermally upgraded paper	$7,25 \times 10^{-17}$	130,6	130	140
IEEE mineral oil/kraft paper	$2,00 \times 10^{-18}$	95,1	95	105
Natural ester liquid/kraft paper	$1,06 \times 10^{-17}$	110,8	110	120

可以看到：

矿物油+普通绝缘纸耐热的组合等级为 105°C 等级，而天然酯(植物油)+普通绝缘纸的组合耐温等级可达 120°C 等级。换言之，更换绝缘油可以提高变压器绝缘系统的耐热等级。

对于热改性纸，换油之后耐热等级可从 120°C 提高到 140°C 等级，提高温升更可高达 20K。由此，我们可以利用天然酯(植物油)的特性来提高绕组的温升限值。

另外在 IEC 60076-14 (GB 1094.14) 中，明确了天然酯(植物油)变压器油顶温升限值可达 90K。

利用这些特性，我们可以设计体积更小的，过载能力更高的变压器。如果不提高其温升限值，天然酯(植物油)变压器的绝缘系统寿命将会达到同样矿物油变压器的 4~8 倍。

## 2. 防火安全性更高

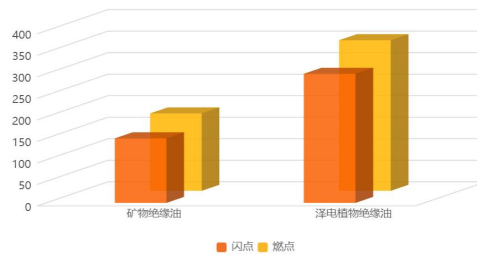
天然酯(植物油)变压器远比矿物油变压器安全，目前在网的超过 400 万台变压器当中无一起起火记录，主要原因是其高燃点特性。

### 更安全

闪点>300℃, 燃点>350℃, K 级难燃油, 2 倍于矿物油。  
应用 VinsOil 的变压器，发生火灾和爆炸的风险，远远低于使用传统矿物油变压器。

闪点高、燃点高  
火灾、爆炸的风险低

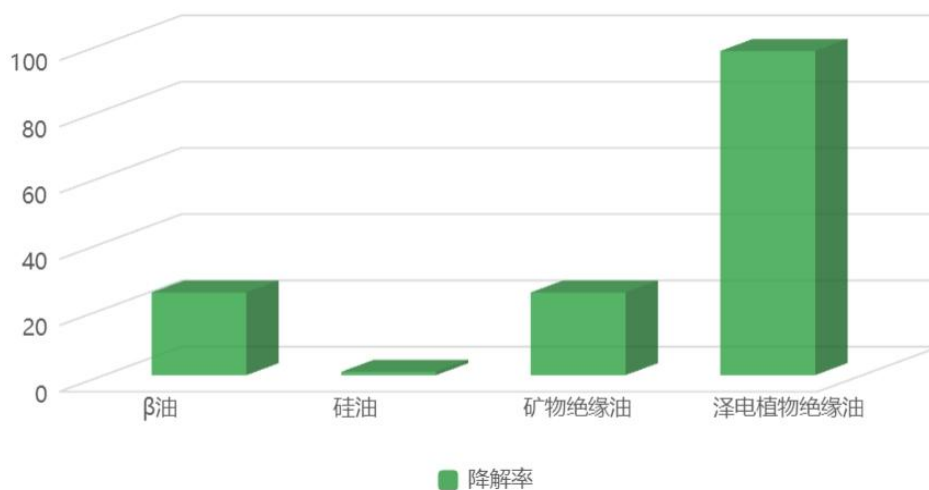
闪点  
燃点 **×2 倍**



## 3. 环境友好性

各类绝缘油生物降解性对比如下，其中天然酯绝缘油降解率几乎 100%，是矿物油的 4 倍左右。另外，其生命周期内的碳排放量值仅为矿物油的 1/64。

### 各类变压器绝缘油生物降解特性比较



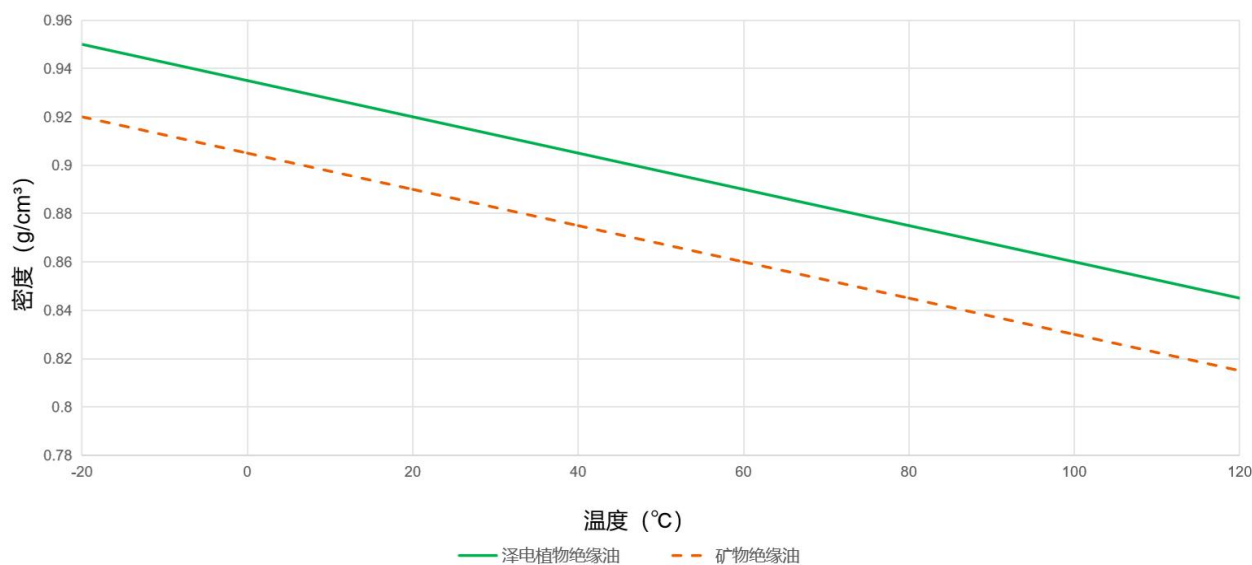
## 三、主要参数

### 1. 矿物油和泽电植物油基本参数典型值对比

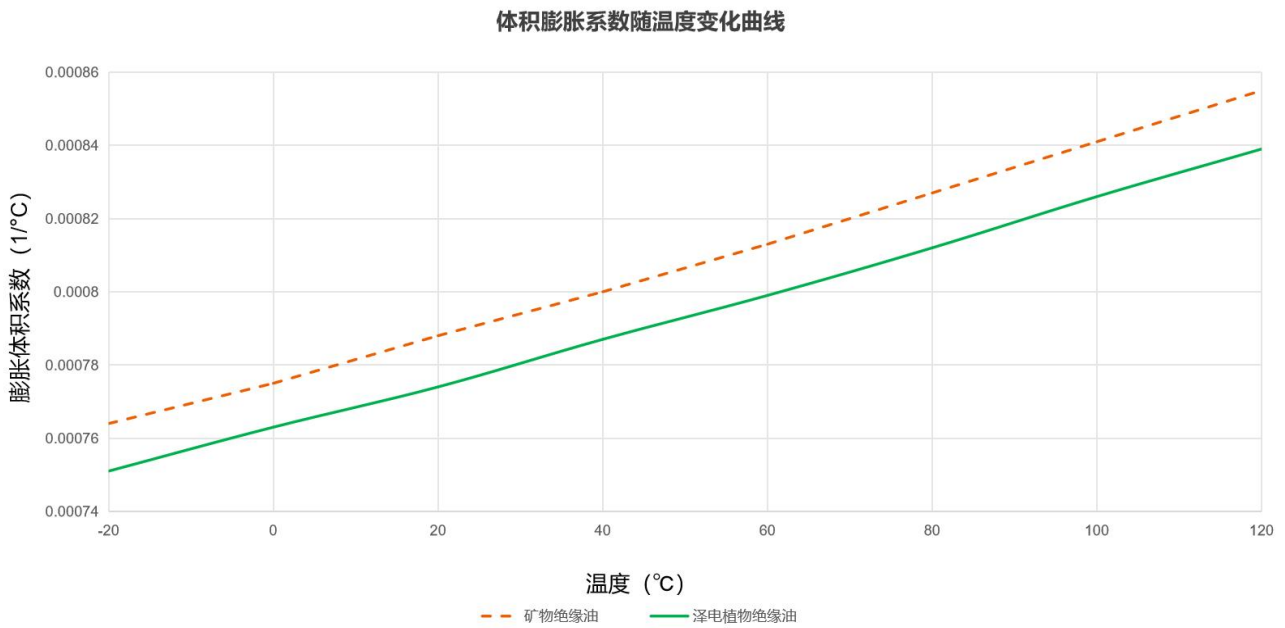
检测项目	油品名称	
	植物绝缘油	矿物油
外观	清澈、透明	清澈、透明
运动粘度 (40℃)/(mm <sup>2</sup> /s)	33.15	8.44
运动粘度 (100℃)/(mm <sup>2</sup> /s)	8.16	2.14
倾点/℃	-18	-25
水分/(mg/kg)	94	14
密度 (20℃)/(g/cm <sup>3</sup> )	0.918	0.878
击穿电压/kV	72	64
介质损耗因数 (90℃,%)	0.752	0.224
酸值 (以 KOH 计)/(mg/g)	0.039	0.008
开口闪点/℃	316	148
燃点/℃	357	172
腐蚀性硫	非腐蚀性	非腐蚀性

### 2. 密度随温度变化曲线

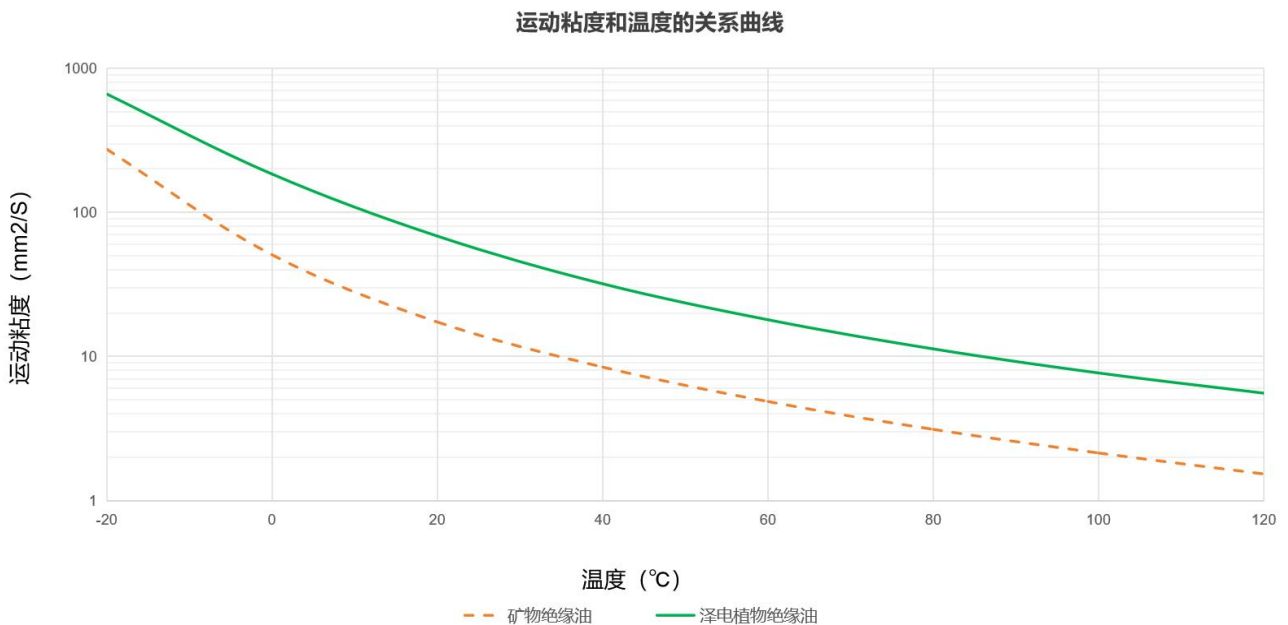
密度随温度变化曲线



### 3. 体积膨胀系数与温度曲线

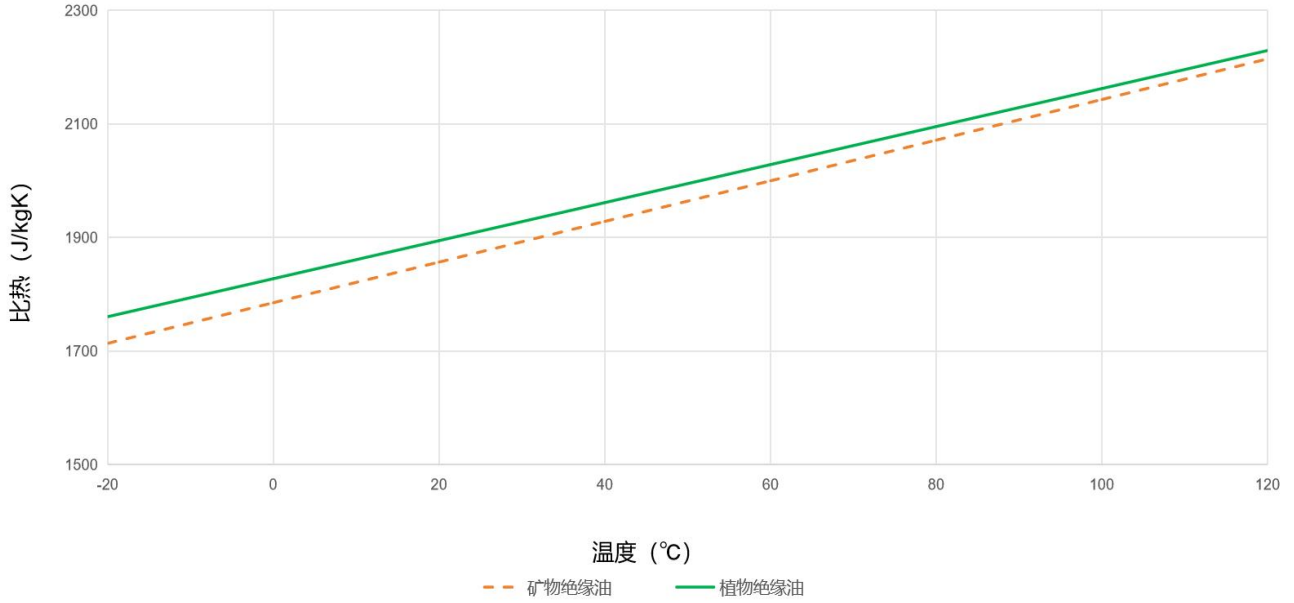


### 4. 运动粘度与温度曲线



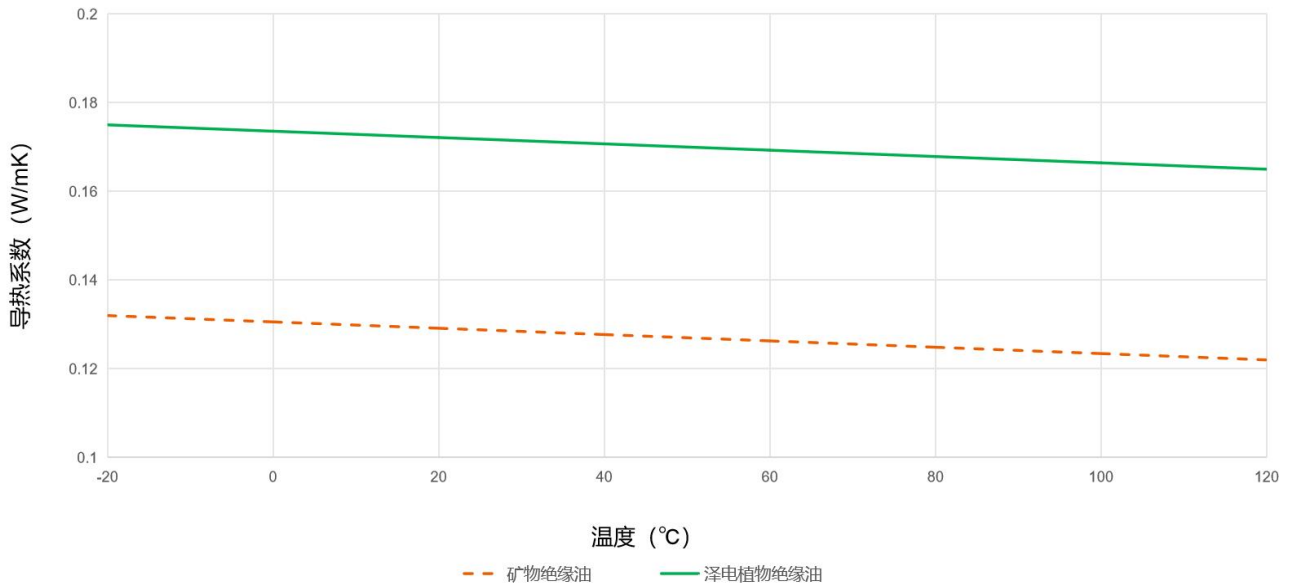
### 5. 比热与温度曲线

比热和温度的关系曲线



### 6. 热导系数与温度曲线

导热系数和温度的关系曲线

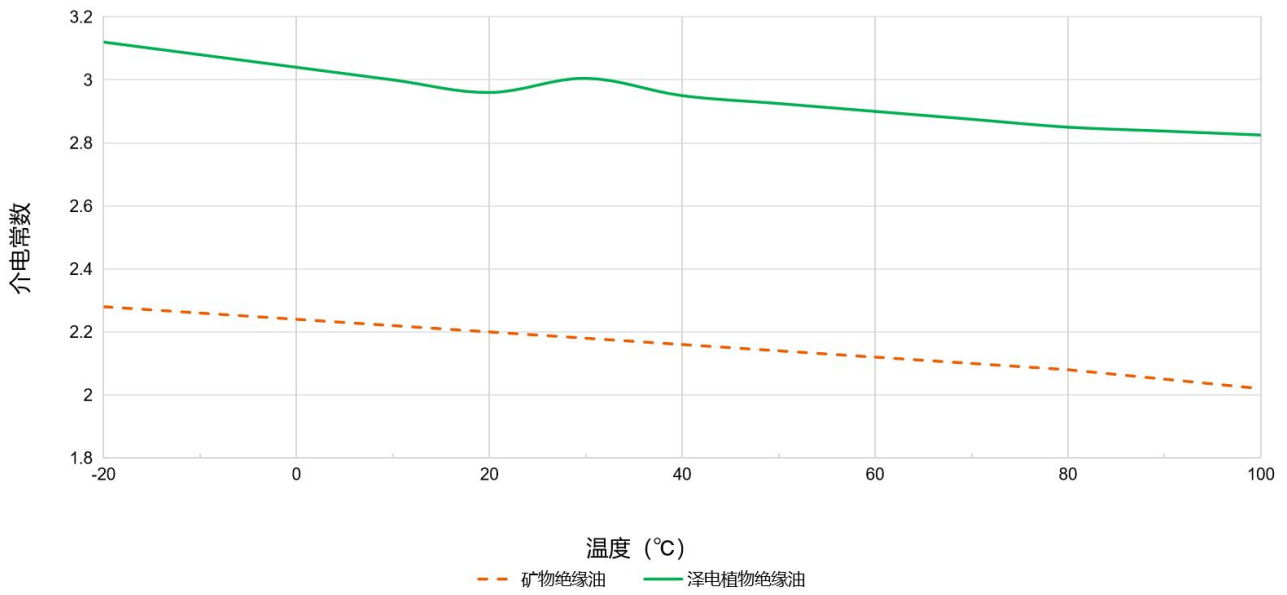


7. 泽电植物绝缘油介电常数

检测项目	植物绝缘油	矿物油
介电常数 (50Hz)	2.8~3.2	2~2.3

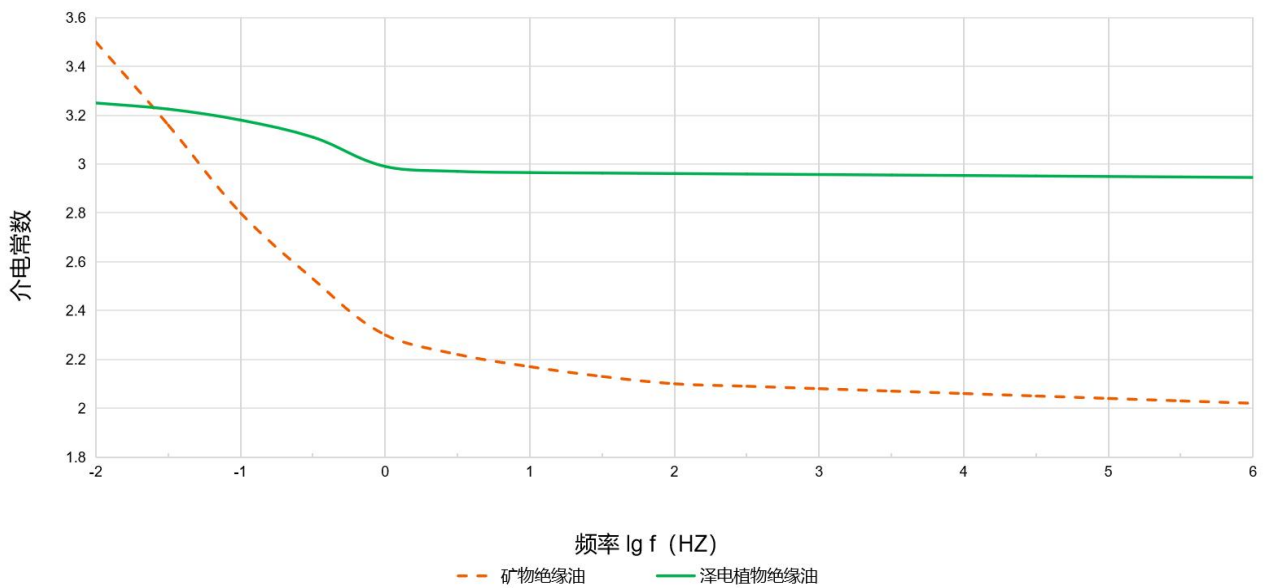
与温度曲线:

介电常数随温度变化曲线



与频率曲线:

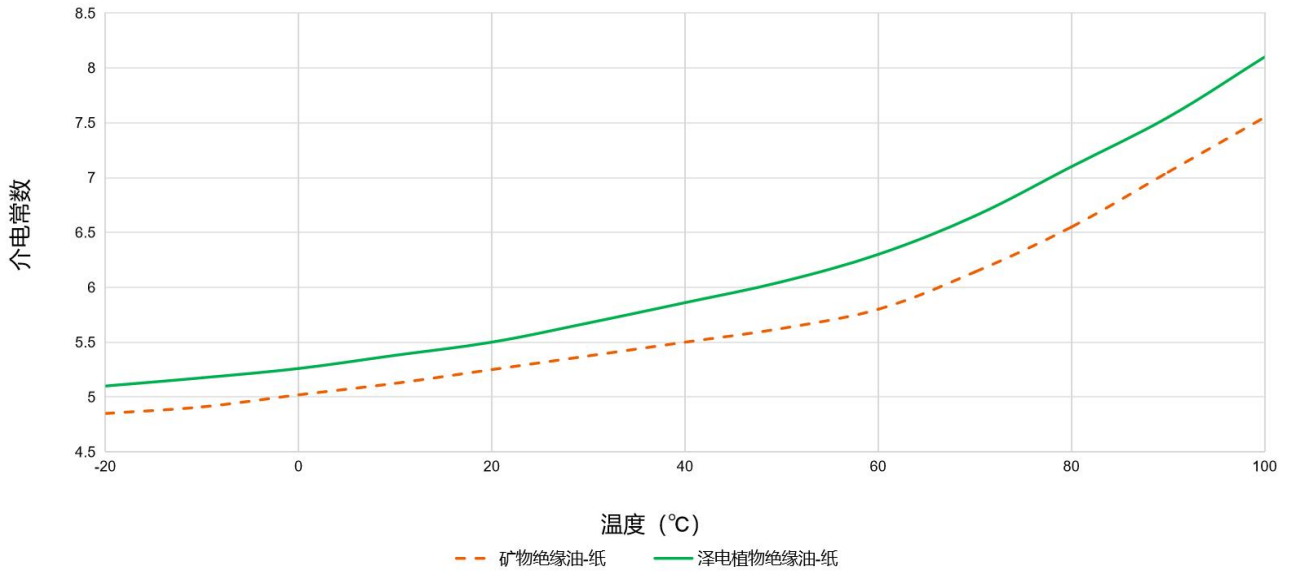
介电常数随频率变化曲线



## 8. 泽电植物油-绝缘纸介电常数

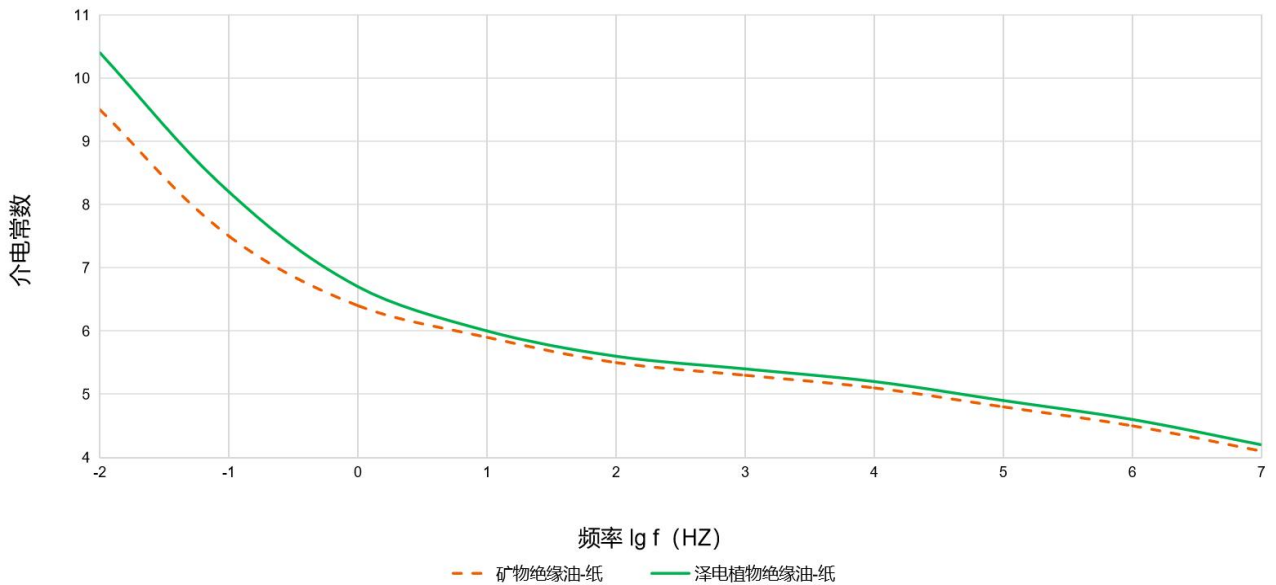
与温度曲线:

### 介电常数随温度变化曲线



与频率曲线:

### 介电常数随频率变化曲线

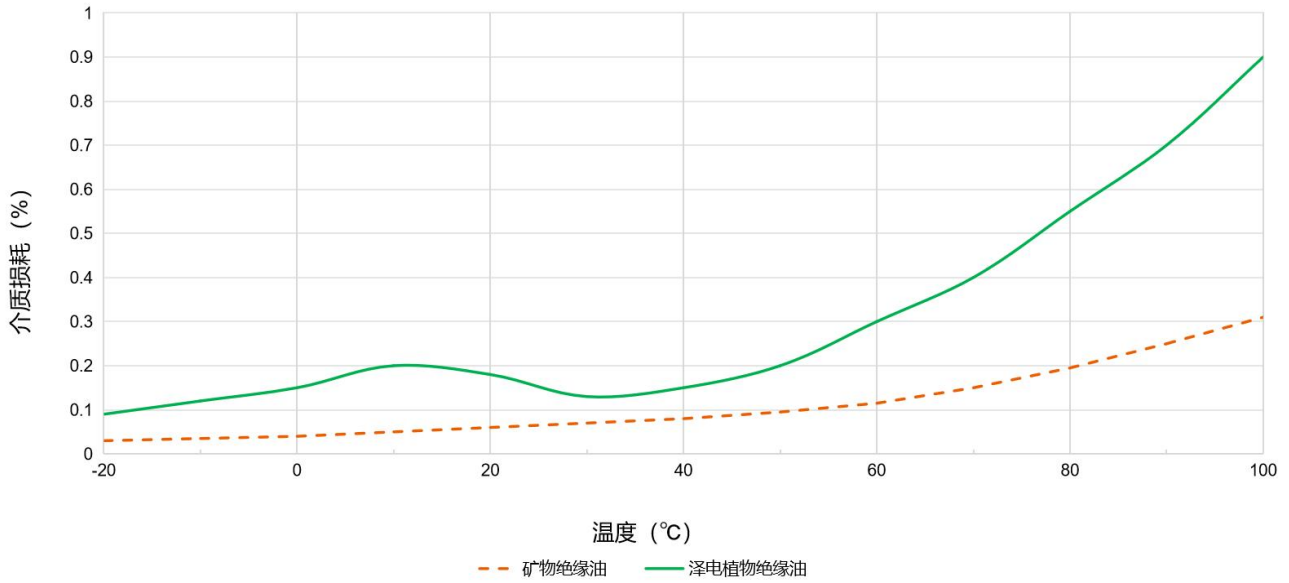


## 9. 介质损耗

检测项目	植物绝缘油	矿物油
介损 (90℃, %, 50Hz)	0.752	0.224

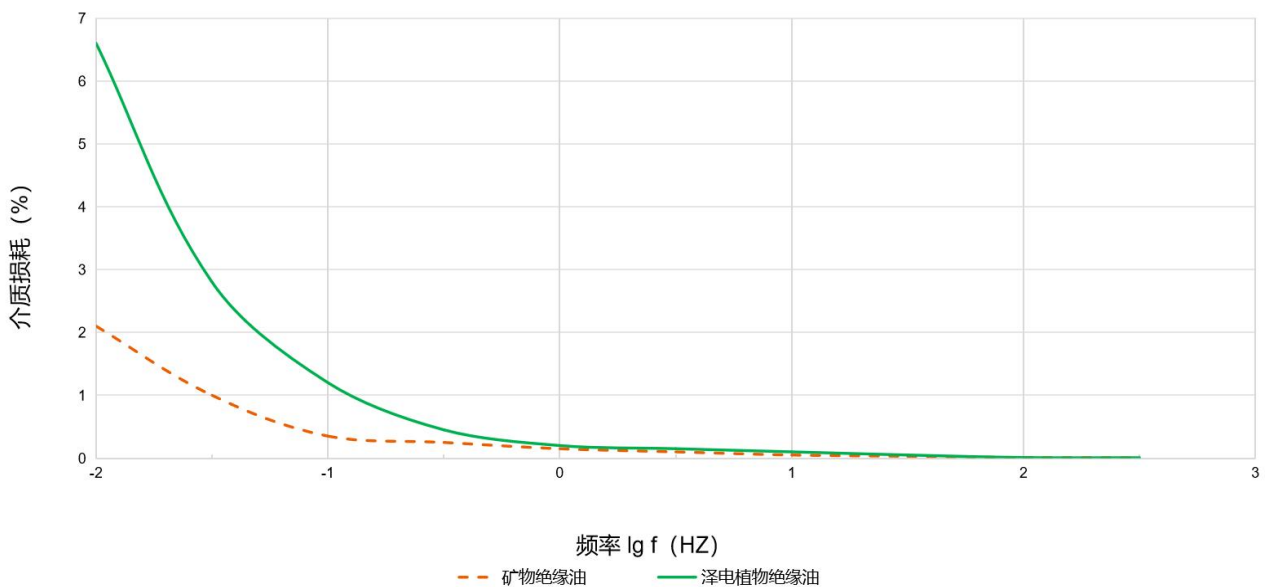
与温度曲线:

介质损耗随温度变化曲线




与频率曲线:

介质损耗随频率变化曲线



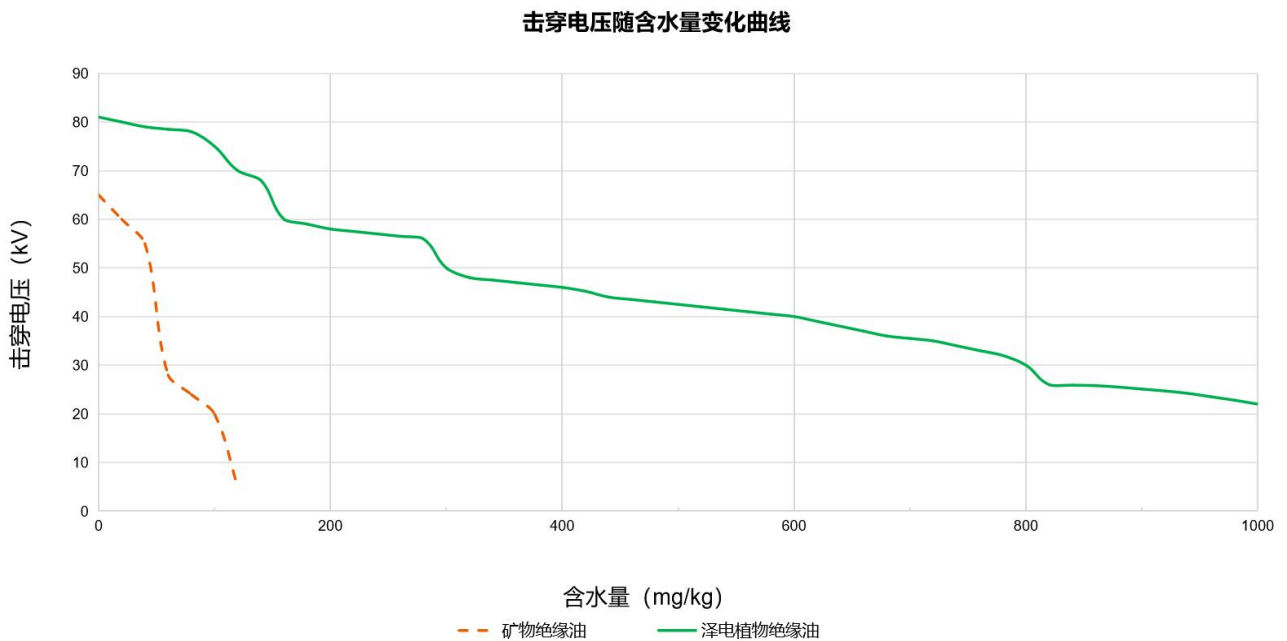
10. 击穿电压与温度关系

测试温度 ℃	第一次击穿电压 kV (2.5mm)	
25	65.3	
-10	67.3	
-15	74.1	
-25	73.4	

注：上述测试为同一油样在同一油杯中连续完成

研究表明，在-25℃和-15℃之间对油样做击穿电压测试时，一次击穿时绝缘油是保持凝固状态的，随着温度升高至-15℃，被测试油样流动性增加，处于半凝固状态。从测试数据可以发现，与常温下的绝缘油相比，无论是凝固状态还是半凝固状态下的植物绝缘油一次击穿电压都有一定程度的升高，完全凝固的植物绝缘油可承受的电压已经大于 70kV，说明绝缘油凝固之后不会降低其自身绝缘强度，相反绝缘油的击穿电压还有所提升。

11. 击穿电压与含水量曲线：



## 四、包装与存储

### 1. 泽电包装形式

泽电天然酯的包装方式目前有两种，200L 金属圆桶及 1000L 高密度聚乙烯方桶(吨桶)。

### 2. 泽电包装使用要求

200L 为常规油桶，按相应规则使用。

1000L 高密度聚乙烯方桶使用方法如下：

A. 使用时先打开罐装口盖，从顶部罐装口灌入液体、搬运前拧紧所有密封件，顶盖拧紧扭矩为  $75(\pm 5)\text{Nm}$ 。

#### B. 排液

a. 本容器采用自重式排料设计。放料时首先打开顶部的灌装口盖以防止容器内产生负压；

b. 旋下放料阀螺纹盖，撕去密封用铝箔。如使用阀门接管，请将其套在螺纹盖中，并连同垫圈一起装回放料阀并拧紧。如采用其他合适的转换接头放料时，请仅用手来紧固接头；

c. 然后卸下放料阀门手柄下侧的锁闭螺丝，再将阀门手柄朝前(顺时针)转动以开始排料；

d. 放料完毕后，请逆时针关闭阀门，装上锁闭螺丝，旋上放料阀密封盖和灌装口盖。

#### C. 其它

a. 严禁阀门和内部容器受到外力冲击和碰撞。在重新灌装前，必须对返回容器的状态进行仔细检查。确认是否有影响继续使用的不安全因素；

b. 使用吨桶包装货物进行运输时，请务必执行(国际海运危险货物规则)补充本中(货物运输组件 (CTUS) 的装载指南)的各项规定；

c. 考虑到桶的兼容性，不应灌装其它液体后再灌装天然酯。

### 3. 泽电包装的叠放

两种桶装包装的叠放极限为：

动态叠放：2 层(运输过程)

静态叠放：3 层(静止存放)

#### 4. 变压器工厂内存储

受条件限制不能直接把运输油罐中的油直接注入变压器时，可把天然酯绝缘油注入储油罐中。储油罐应配有法兰接口，罐内涂层应与天然酯绝缘油相容；不应采用自由呼吸式储油罐。现有变压器油储油罐用于存储天然酯绝缘油应满足以下条件：

A. 由于天然酯绝缘油的黏度一般高于普通矿物绝缘油，在选择油泵时应考虑天然酯绝缘油黏度影响。传输泵和管线能够输送黏度更大的天然酯绝缘油。在寒冷的环境中输送天然酯绝缘油时，需采取如下措施：输油管线采取电或蒸汽跟踪加热措施，储油罐采用加热装置；

B. 储油罐应彻底清洁并对生锈、泄漏情况进行检查处理；

C. 储油罐中的变压器油应彻底排净并用 60℃ 至 80℃ 的天然酯绝缘油冲洗后才能灌注天然酯绝缘油，以免造成污染。

#### 5. 存储

天然酯绝缘油宜优先采用桶装方式储运，工厂内宜采用户内型储油罐存储天然酯绝缘油，如果存放在室外，应避免阳光直射。天然酯绝缘油不宜储存在环境温度高或湿度大的地方(除非有干燥剂维护)，储存环境温度宜在-10℃~40℃范围内。

## 五、天然酯验收及试验

### 1. 试验相关注意事项

A. 相关试验设备与矿物油相同

B. 静放时间

由于运动粘度较大，试验前(如耐压试验)要求间隔静放时间不小于 10 分钟。

C. 界面张力

与矿物油不同，其界面张力分散性较大且数据更小，一般不作为评价依据。

D. 特征气体(DGA)

参见植物油变压器试验一章。

E. 氧化安定性

测量方法不同，需要依据相关标准进行试验 (IEC62770/DL/T 1811), 可参见天然酯相关标准一章

F. 结果判断与适应标准

结果判断部分与矿物油在某些参数上差别较大，如含水量、介损、酸值等。对此，需要按天然酯标准评价结果。相应标准请参考天然酯相关标准一章。

### 2. 验收检测

未使用过的天然酯绝缘油运至变压器工厂后应按照标准 GB/T 7597 规定的程序进行取样，对油样的外观、运动黏度、水含量、酸值、击穿电压、介质损耗因数及闪点等性能按照标准规定的试验方法进行检测，检测结果符合标准要求方可接收。(特殊设备用油，应按合同规定的指标验收。)

注：检验值是基于对绝缘油灌注变压器之前进行微粒过滤、脱气和除水处理后测得的结果。

天然酯性能检测可参考下表：DL/T 1811 电力变压器用天然酯选用导则(2018 年最新标准)关于天然酯绝缘油技术要求和试验方法开展检测。

具体验收项目和参考标准根据用户需求决定。

### 未使用过的天然酯绝缘油技术要求和试验方法 (DL/T 1811)

项目		技术指标	试验方法
1. 物理特性			
外观		清澈透明、无沉淀物和悬浮物	目测
运动粘度 a	(100℃)/(mm <sup>2</sup> /s)	≤15	GB/T 265
	(40℃)/(mm <sup>2</sup> /s)	≤50	GB/T 265
	(0℃)/(mm <sup>2</sup> /s)	≤500	GB/T 265
倾点/℃		≤-10	GB/T 3535
水含量 (mg/kg)		≤200	GB/T 7600
密度 (20° ℃)/kg/m <sup>3</sup>		≤1000	GB/T 1884
2. 电气特性			
击穿电压 b/kV(2.5mm 间隙)		≥40	GB/T 507
介质损耗因数 (tan δ) (90℃)		≤0.04	GB/T 5654
3. 化学特性			
酸值 (mg KOH/g)		≤0.06	IEC 62021-3
腐蚀性硫		非腐蚀性	SH/T 0804 GB/T 25961
总添加剂 (质量分数)		≤5%	IEC60666 或其它方法
氧化安定性	试验时间 (h)	48	NB/SH/T 0811
	总酸值 (mg KOH/g)	0.6	
	运动粘度 (40℃)	比初始值增加量 ≤30%	GB/T 265
	介质损耗 (90℃)	≤0.5	GB/T 5654
燃点 (℃)		≥300	GB/T 3536
闭口闪点 (℃)		≥250	GB/T 261
<p>a 当所提供的天然酯绝缘油倾点低于-20℃时，宜提供最低冷态投运温度对应的运动粘度值。</p> <p>b 未使用过的天然酯绝缘油交付时的击穿电压测试值。</p>			

## 六、与矿物油混油使用

### 天然酯与矿物油不同比例混合油的性能参数

性能	天然酯	矿物油	9.5:0.5	9:1	8:2
外观	透明	透明	透明	透明	透明
运动粘度(40℃)/mm <sup>2</sup> /s	33.15	9.28	31.22	30.25	26.38
闪点/℃	316	148	258	175	154
燃点/℃	357	172	338	248	176
倾点/℃	-16	-25	-16	-16	-18
击穿电压/kV	71.0	65.5	70.3	70.3	69.4

研究发现，天然酯和矿物油混合性能较好，除了粘度、闪点和燃点有所变化之外，混合后其它参数变化不大。

混油后，粘度介于二者之间，闪点、燃点剧烈下降。为了保持良好的防火性，混入天然酯之中的矿物油比例不宜超过 6%，否则难以保证混合油燃点依然大于 300℃。

如果可能，应尽量避免混油，即使很小的比例也可能会影响故障色谱 (DGA) 的判断。

## 七、变压器材料与天然酯的相容性

根据我们目前的应用经验和实例观察，泽电天然酯作为一种新型材料，在与矿物油变压器所使用的材料的相容性方面表现出色，除了个别种类材料（如密封垫、内壁漆等材料），其它无需特意更换相关材料。

如果您对新材料、特殊材料或其它材料的相容性有任何疑问或考虑更换材料，我们欢迎您将样品寄送至泽电。我们将为您进行专业的相容性测试。同时，如果您有自己的试验条件，泽电也很乐意分享我们的相容性试验经验和资料，以协助您顺利完成自己的相容性测试。

请注意：材料的相容性（兼容性）与其成分息息相关。由于同一产品在不同产地、国别和成分方面可能存在微小差异，相容性测试结果可能出现一定波动，这是正常现象。我们致力于为您提供准确可靠的信息，以确保您的设备在采用新材料时能够满足相应要求。



## 八、天然酯变压器设计、生产和试验相关

### 1. 变压器设计相关问题

#### A. 电气设计

- a. 与矿物油相比，二者介电常数差别较大，需要在设计中加以考虑；
- b. 在极不均匀的电场作用下，相比矿物油，天然酯系统的雷电击穿电压更低。在变压器中应极力避免极不均匀电场情况的出现；

c. 在 110kV 及以上的变压器上使用天然酯应该尤其注意，初次设计和生产天然酯变压器应该重点评审并与泽电进行详细的沟通。

#### B. 冷却设计

天然酯在若干参数上与矿物油有差异，涉及冷却的部分如运动粘度、比热和热导等等。因此，二者在冷却设计上有所不同。一般来说，天然酯与矿物油在同样一台变压器上的油顶温升差异约为 1~4℃，厂家可以调整自己的设计来满足变压器温升限值要求。一般的调整方式为放大油道或者增加冷却系统容量，前者通常更有效。

另外在 IEC 60076-14 (GB1094.14) 中，明确了天然酯(植物油)变压器油顶温升限值可达 90℃，绕组温升限值也有相应的提高。请变压器制造企业根据适用标准合理设计。

#### C. 密封设计

由于天然酯的氧化特性不及矿物油，所有的天然酯变压器都应该采用密封式的设计。敞开式的设计一般不会造成变压器的严重问题，但随着氧化的深入，天然酯的粘度会进一步增大导致温升越来越高。

### 2. 变压器组件选择与设计相关

除考虑变压器材料与天然酯的兼容性之外，其以下组件也值得注意。

#### A. 套管

对于高温绝缘系统，如果顶层液体温度高于常规设计值时，则可能对套管性能有影响，需要采用耐高温套管(如：耐热等级 120℃的干式套管)，也可以将套管移至油箱中部等液体温度较低部位处作为一种替代的办法。

#### B. 分接开关

分接开关通常不会安置在顶层液体最热处。但是，对于高温绝缘系统，当分接开关放置处的液体温度超过常规产品时，应在选择分接开关各元件时，对其热、机械和绝缘性能进行专门考虑。

如果热量是从绕组传递到分接开关触头上，绕组运行温度更高时也可能会对分接开关有影响。由于热源是来自绕组而不是来自更大的电流，故选用电流额定值更高的分接开关不是一种解决办法。在高温运行时，应考虑与绕组导线连接的触头材料的耐温问题以及触头材料(例如镀锌铜板)与天然酯绝缘油在较高温度下的相容性问题。

当有载分接开关位于高于常规的温度时，变压器分接开关需根据变压器温升限值进行选择。有载分接开关内如使用天然酯绝缘油时应密封处理且应避免绝缘油与空气长时间接触，110kV 及以上变压器应选用真空有载调压分接开关。

### C. 密封垫

密封垫应采用抗老化、抗龟裂、抗紫外线制品，所有密封面应密封良好，并应有对密封垫抗氧化老化措施。当天然酯绝缘油在较高的温度下运行时，应采用相应耐热等级的密封材料，且所用的材料在使用温度下应与天然酯化学相容。

### D. 油箱内壁漆

如果顶层液体温度不超过常规值，绕组内部较高的运行温度不会影响漆的性能。当绝缘液体在较高的温度下运行时，油箱内部应采用通过相容性试验的热相容油漆。

### E. 冷却器与油泵

如果顶层液体温度不超过常规值，绕组内部较高的运行温度不会影响冷却器的性能。当天然酯在较高的温度下运行时，冷却器的所有材料宜适用于高温。应考虑天然酯绝缘油的运动黏度和传热率等热性能，因为它们的热性能在更高的温度范围内可能会发生变化。散热器内壁不得采用热镀锌工艺。此外，考虑天然酯运动粘度较大，可适当增加冷却器的散热功率。

油泵的选择宜考虑天然酯绝缘油在整个运行温度范围内的运动粘度和油流带电问题。

### F. 储油柜

储油柜的容积大小宜考虑到变压器运行的温度范围。天然酯的膨胀/收缩与矿物油不同。对于密封式变压器，油箱或储油柜的大小应足够，不得产生不正常

的压力。对于采用隔膜式的呼吸系统，对于高温绝缘系统应采用具有更高温度等级的隔膜材料，且隔膜材料应与天然酯绝缘油相容。

### 3. 天然酯变压器生产相关

A. 相关生产设备与矿物油相同。

B. 由于天然酯的氧化性和易吸收性的问题，要严格控制浸油变压器器身和组件的暴露于空气的时间，无孔表面暴露于空气和紫外线的时间不应长于 7 天，多孔表面暴露于空气和紫外线的时间不应长于 20 天。

C. 浸油后的器身应采用煤油气相干燥或真空干燥，原因同上。

D. 天然酯变压器应采用真空注油方式，可适当提高滤油机出口温度。如果注油后有过多的气泡产生时，应对天然酯绝缘油进行真空处理以充分脱气。可用脱水和脱气设备对天然酯绝缘油进行处理。天然酯绝缘油的脱气应在 60℃ 至 100℃、真空度低于 220Pa 条件下进行处理，确保彻底脱去之前引入的气体 and 水分。经过真空脱气和过滤处理后的天然酯绝缘油应直接真空注入变压器中。

E. 应使用专用的绝缘油处理装置。使用活性黏土(漂白土)等吸附式滤油器时，处理温度最高不应超过 80℃。

F. 为加快油流速度和浸渍速度，可适当提高油温。

G. 天然酯绝缘油注入变压器前，建议采用孔径为 1 μm 的微粒过滤器。

H. 在生产过程中，如果混用管路，在矿物油使用后需要用天然酯先进行冲洗，反之亦然。

I. 天然酯静放时间需要延长到矿物油变压器的 2 倍。

### 4. 天然酯变压器试验相关

天然酯变压器试验流程及结果判断部分与矿物油变压器基本一致，部分差异如下：

A. 对于同样的设计，矿物油变压器绝缘电阻约为天然酯变压器的 10 倍，但这并不影响天然酯变压器的绝缘性能；

B. 对于同样的设计，天然酯变压器介质损耗约为矿物油变压器的 1.5 到 2 倍，但这并不影响天然酯变压器的绝缘性能；

C. 对于天然酯变压器，操作冲击试验间隔时间宜适当延长，冲击合闸间隔时间宜大于 30min。

D. DGA 气体故障判断

- a. 相关的试验设备与矿物油相同，分析方法相同
- b. 特征气体类型相同，但判据不同
- c. 详细判断导则请参考 IEEE C57.155 及 T/CEC 291.3，请参考可参考天然酯相关标准一章

试验的具体相关流程和试验结果判断导则可参考最近标准，可参考天然酯相关标准一章。

- E. 变压器注油后天然酯绝缘油试验
- F. 变压器注油后对天然酯绝缘油技术要求和试验方法 (DL/T 1811)

项 目	电压等级			试验方法
	<35kV	110(66)kV	220kV	
外观	清澈透明、无沉淀物和悬浮物			目测
击穿电压/kV(2.5mm)	≥40	≥45	≥45	GB/T507
介质损耗因数(90℃)	≤0.05	≤0.04	≤0.04	GB/T 5654
酸值/(mg KOH/g)	≤0.06	<0.06	≤0.06	IEC62021-3
水含量/(mg/kg)	≤300	<150	<100	GB/T 7600
运动粘度(40℃)/(mm <sup>2</sup> /s)	≤50	≤50	≤50	GB/T 265
闪点(℃)	≥250	≥250	≥250	GB/T 261

## 5. 标志、运输及贮存

A. 泽电负责提供天然酯变压器天然酯特征贴牌，厂家可以粘贴在醒目位置。此举是为了在使用过程中明显区别矿物油变压器以免产生相关错误。

B. 在运输、贮存直至安装前，应保证天然酯变压器本体及其所有的组件、部件(如套管、储油柜、散热器等)不受损和不受潮，应避免阳光照射、长时间与空气接触。

## 6. 天然酯变压器的运行和维护

### A. 天然酯变压器低温投运时：

- a. 若油面温度低于-10℃,禁止泵、调压开关等浸在油中的机械机构动作；
- b. 若油面温度低于-20℃,应至少空载运行至油面温度不低于 10℃。在不满足以上操作条件的情况下，可使用外部辅热方式。

### B. 天然酯变压器检修期间，应注意：

天然酯绝缘油吸水能力强，应尽量减少与空气接触的时间，检修过程中天然

酯绝缘油应充氮微正压或真空保存。

其它注意事项请参考本说明书天然酯变压器生产部分及 DL/T 2484。

## 九、三种变压器的比较

以下是关于矿物油变压器，天然酯变压器与干式变压器特点的比较。

项目	泽电天然酯变压器	矿物油变压器	干式变压器
1 过载能力	最好(高温升限值)	过载能力差	过载能力差
2 环保性	植物基质,可在 28 天内完全降解	石油基质,难以降解,泄漏后污染环境	废弃的干式变压器难以处理,会对环境产生影响
3 毒性	无毒性,通过 OECD 水生及口服毒性试验	没有相关证明	没有相关证明
4 防火性	防火性能好,燃点达 360 摄氏度,400 万台变压器运行业绩中无起火记录	容易起火且不易扑灭	防火性能好,但有起火记录
5 成本	比矿物油稍高,但变电站建设成本较矿物油低(无需喷淋系统,占地面积小,可省去防火墙)	成本最低	成本最高
6 损耗	和矿物油相同	与天然酯相同	损耗较油变高
7 占地面积	占地面积最小(基于高温升限制设计)	占地面积一般	占地面积最大
8 绝缘油成本	高	低	不适用
9 氧化安定性	封闭变压器无问题	好	不适用
10 噪声	最低(密度大,粘度大,阻碍噪声传播)	一般	最高
11 运动粘度	稍大	比天然酯小	不适用
12 故障诊断能力	好	好	不易监测
13 应用场合	户内、户外	户内、户外	户内

## 十、天然酯相关标准

随着天然酯在国内越来越多的应用，天然酯及天然酯变压器标准越来越受到人们的关注，越来越多的天然酯相关标准将起草并发布。下面罗列了国内外相关的天然酯标准，供参考。

序号	标准号	标准名称	状态	备注
1	DL/T 1811	电力变压器用天然酯选用导则	已经实施	最新的天然酯标准
2	T/CEC 291	天然酯绝缘油电力变压器-第2部分：技术参数	已经实施	团体系列标准，涵盖了天然酯及天然酯变压器各个方面。电压等级最高至220kV。
3		天然酯绝缘油电力变压器-第2部分：通用要求		
4		天然酯绝缘油电力变压器-第3部分：油中溶解气体分析导则		
5		天然酯绝缘油电力变压器-第4部分：运行和维护导则		
6		天然酯绝缘油电力变压器-第5部分：防火应用规程		
7		天然酯绝缘油电力变压器-第6部分：技术经济性评价导则		
8	NB/T 10199	电工流体：变压器及类似电气设备用未使用的天然酯	已经实施	主要来源于 IEC62770
9	DL/T 2484	电力变压器用天然酯绝缘油选用导则	已经实施	主要针对运维
10	GB/Z 1094.14	电力变压器第14部分：采用高温绝缘材料的液浸式变压器的设计 and 应用	已经实施	主要源自 IEC60076-14
11	IEC 62770	电工用液体变压器和类似电气设备用未使用过的天然酯绝缘油	2013年实施	IEC 标准
12	ASTM D6871	电气设备中使用的天然酯(天然酯)标准规范	2017年发布新版	美标，与 IEC62770 略有不同
13	IEC 60076-14	电力变压器第14部分：采用高温绝缘材料的液浸式变压器的设计 and 应用	2013年发布新版	侧重高温绝缘系统
14	IEEE Std C57.147	变压器用天然酯验收和维护导则	2018年发布新版	对于运行和维护，目前只有美标
15	IEEE Std C57.154	采用耐高温绝缘系统并运行在高温下的油浸式配电变压器、电力变压器和调压变压器设计、试验和应用导则	2016年发布新版	美标，与 IEC60076-14 略有不同
16	IEEE C57.155	天然酯和合成酯变压器产气分析导则	2014年发布	对于溶解气体分析，目前只有美标
17	IEC 62021-3	绝缘液体酸值的测定第3部分：非矿物绝缘油试验方法	2014年发布	天然酯酸值测定方法

其它：

1. 对于天然酯参数测量，如耐压，介损，燃点等于矿物油并无区别，可以使用相同标准。
2. 对于氧化安定性，请参考 IEC62770 附录 A。附录中描述了天然酯氧化安定性的特殊性。
3. 对于天然酯与变压器的材料的兼容性试验，目前没有国际的通用标准。但巴西在这方面走在前列，可以参考 ABNT NBR 16431 这个标准。

## 十一、售后服务

泽电新材 7\*24 小时为您服务!

联系人: 李松江

联系电话: 13465913511

邮箱: zdxk@zdoil.cn

## 十二、其它说明

1. 随着经验的积累和技术的进步, 本说明将随时更新, 可能无法通知所有使用该版本的客户, 请随时联系泽电索取最新版本。

2. 本说明基于一般的变压器工厂的设计, 生产, 试验及工艺流程, 可能存在一定的偏差, 相关信息仅供参考。如有疑问, 请随时联系泽电。我们将和您一起克服困难解决问题。

