

## 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 572—95

## 电力变压器运行规程

中华人民共和国电力工业部 1995-06-29 批准

1995-11-01 实施

**1 主题内容与适用范围**

本规程规定了电力变压器(下称变压器)运行的基本要求、运行方式、运行维护、不正常运行和处理,以及安装、检修、试验、验收的要求。

本规程适用于电压为 1kV 及以上的电力变压器,电抗器、消弧线圈、调压器等同类设备可参照执行。国外进口的电力变压器,一般按本规程执行,必要时可参照制造厂的有关规定。

**2 引用标准**

GB1094.1~1094.5 电力变压器

GB6450 干式电力变压器

GB6451 油浸式电力变压器技术参数和要求

GB7252 变压器油中溶解气体分析和判断导则

GB/T15164~1994 油浸式电力变压器负载导则

GBJ148 电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范

DL400 继电保护和安全自动装置技术规程

SDJ7 电力设备过电压保护设计技术规程

SDJ8 电力设备接地设计技术规程

SDJ9 电气测量仪表装置设计技术规程

SDJ2 变电所设计技术规程

DL/T573—95 电力变压器检修导则

DL/T574—95 有载分接开关运行维修导则

**3 基本要求****3.1 保护、测量、冷却装置**

**3.1.1** 变压器应按有关标准的规定装设保护和测量装置。

**3.1.2** 油浸式变压器本体的安全保护装置、冷却装置、油保护装置、温度测量装置和油箱及附件等应符合 GB6451 的要求。

干式变压器有关装置应符合相应技术要求。

**3.1.3** 变压器用熔断器保护时,熔断器性能必须满足系统短路容量、灵敏度和选择性的要求。分级绝缘变压器用熔断器保护时,其中性点必须直接接地。

**3.1.4** 装有气体继电器的油浸式变压器,无升高坡度者,安装时应使顶盖沿气体

继电器方向有 1%~1.5% 的升高坡度。

### 3.1.5 变压器的冷却装置应符合以下要求：

- a. 按制造厂的规定安装全部冷却装置；
- b. 强油循环的冷却系统必须有两个独立的工作电源并能自动切换。当工作电源发生故障时，应自动投入备用电源并发出音响及灯光信号；
- c. 强油循环变压器，当切除故障冷却器时应发出音响及灯光信号，并自动(水冷的可手动)投入备用冷却器；
- d. 风扇、水泵及油泵的附属电动机应有过负荷、短路及断相保护；应有监视油泵电机旋转方向的装置；
- e. 水冷却器的油泵应装在冷却器的进油侧，并保证在任何情况下冷却器中的油压大于水压约 0.05MPa(制造厂另有规定者除外)。冷却器出水侧应有放水旋塞；
- f. 强油循环水冷却的变压器，各冷却器的潜油泵出口应装逆止阀；
- g. 强油循环冷却的变压器，应能按温度和(或)负载控制冷却器的投切。

### 3.1.6 变压器应按下列规定装设温度测量装置：DL/T 572—95

- a. 应有测量顶层油温的温度计(柱上变压器可不装)，无人值班变电站内的变压器应装设指示顶层油温最高值的温度计；
- b. 1000kVA 及以上的油浸式变压器、800kVA 及以上的油浸式和 630kVA 及以上的干式厂用变压器，应将信号温度计接远方信号；
- c. 8000kVA 及以上的变压器应装有远方测温装置；
- d. 强油循环水冷却的变压器应在冷却器进出口分别装设测温装置；
- e. 测温时，温度计管座内应充有变压器油；
- f. 干式变压器应按制造厂的规定，装设温度测量装置。

### 3.1.7 无人值班变电站内 20000kVA 及以上的变压器，应装设远方监视负载电流和顶层油温的装置。

无人值班的变电站内安装的强油循环冷却的变压器，应有保证在冷却系统失去电源时，变压器温度不超过规定值的可靠措施，并列入现场规程。

## 3.2 有关变压器运行的其它要求

### 3.2.1 大中型变压器应有永久或临时性起吊钟罩设施及所需的工作场地。

3.2.2 释压装置的安装应保证事故喷油畅通，并且不致喷入电缆沟、母线及其它设备上，必要时应予遮挡。

### 3.2.3 变压器应有铭牌，并标明运行编号和相位标志。

安装在变压器室内或台上、柱上的配电变压器亦应编号并悬挂警告牌。

3.2.4 变压器在运行情况下，应能安全地查看储油柜和套管油位、顶层油温、气体继电器，以及能安全取气样等，必要时应装设固定梯子。

### 3.2.5 室(洞)内安装的变压器应有足够的通风，避免变压器温度过高。

装有机械通风装置的变压器室，在机械通风停止时，应能发出远方信号。变压器的通风系统一般不应与其他通风系统连通。

**3.2.6** 变压器室的门应采用阻燃或不燃材料，并应上锁。门上应标明变压器的名称和运行编号，门外应挂“止步，高压危险”标志牌。

**3.2.7** 安装油浸式电力变压器的场所应按有关设计规程规定设置消防设施和事故储油设施，并保持完好状态。

**3.2.8** 安装在震级烈度为七级及以上地区的变压器，应考虑下列防震措施：

a.将变压器底盘固定于轨道上；

b.变压器套管与软导线连接时，应适当放松；与硬导线连接时应将过渡软连接适当加长；

c.冷却器与变压器分开布置时，变压器应经阀门、柔性接头、连接管道与冷却器相连接；

d.变压器应装用防震型气体继电器；

e.柱上变压器的底盘应与支架固定，上部应与柱绑牢。

**3.2.9** 当变压器所在系统的实际短路表观容量大于 GB1094.5 中表 2 规定值时，应在订货时向制造厂提出要求；对运行中变压器应采取限制短路电流的措施。变压器保护动作的时间应小于承受短路耐热能力的持续时间。

**3.2.10** 如在变压器上安装反映绝缘情况的在线监测装置，其电气信号应经传感器采集，并保持可靠接地。采集油中溶解气样的装置，应具有良好的密封性能。

### 3.3 技术文件

**3.3.1** 变压器投入运行前，施工单位需向运行单位移交下列技术文件和图纸。

**3.3.1.1** 新设备安装竣工后需交：

a.制造厂提供的说明书、图纸及出厂试验报告；

b.本体、冷却装置及各附件(套管、互感器、分接开关、气体继电器、压力释放阀及仪表等)在安装时的交接试验报告、器身吊检时的检查及处理记录等；

c.安装全过程(按 GBJ148 和制造厂的有关规定)记录；

d.变压器冷却系统，有载调压装置的控制及保护回路的安装竣工图；

e.油质化验及色谱分析记录；

f.备品配件清单。

**3.3.1.2** 检修竣工后需交：

a.变压器及附属设备的检修原因及检修全过程记录；

b.变压器及附属设备的试验记录；

c.变压器的干燥记录；

d.变压器的油质化验、色谱分析、油处理记录。

**3.3.2** 每台变压器应有下述内容的技术档案：

a.变压器履历卡片；

b.安装竣工后所移交的全部文件；

c.检修后移交的文件；

d.预防性试验记录；

e.变压器保护和测量装置的校验记录；

f.油处理及加油记录;

g.其它试验记录及检查记录;

h.变压器事故及异常运行(如超温、气体继电器动作、出口短路、严重过电流等)记录。

**3.3.3** 变压器移交外单位时, 必须将变压器的技术档案一并移交。

## 4 变压器运行方式

### 4.1 一般运行条件

**4.1.1** 变压器的运行电压一般不应高于该运行分接额定电压的 105%。对于特殊的使用情况(例如变压器的有功功率可以在任何方向流通), 允许在不超过 110% 的额定电压下运行, 对电流与电压的相互关系如无特殊要求, 当负载电流为额定电流的  $K(K \leq 1)$  倍时, 按以下公式对电压  $U$  加以限制

$$U(\%) = 110 - 5K^2 \quad (1)$$

并联电抗器、消弧线圈、调压器等设备允许过电压运行的倍数和时间, 按制造厂的规定。

**4.1.2** 无励磁调压变压器在额定电压  $\pm 5\%$  范围内改换分接位置运行时, 其额定容量不变。如为  $-7.5\%$  和  $-10\%$  分接时, 其容量按制造厂的规定; 如无制造厂规定, 则容量应相应降低 2.5% 和 5%。

有载调压变压器各分接位置的容量, 按制造厂的规定。

**4.1.3** 油浸式变压器顶层油温一般不应超过表 1 的规定(制造厂有规定的按制造厂规定)。当冷却介质温度较低时, 顶层油温也相应降低。自然循环冷却变压器的顶层油温一般不宜经常超过  $85^\circ\text{C}$ 。

**表 1 油浸式变压器顶层油温一般限值**

冷却方式	冷却介质最高温度( $^\circ\text{C}$ )	最高顶层油温( $^\circ\text{C}$ )
自然循环自冷、风冷	40	95
强迫油循环风冷	40	85
强迫油循环水冷	30	70

经改进结构或改变冷却方式的变压器, 必要时应通过温升试验确定其负载能力。

**4.1.4** 干式变压器的温度限值应按制造厂的规定。

**4.1.5** 变压器三相负载不平衡时, 应监视最大一相的电流。

接线为 YN, yn0 的大、中型变压器允许的中性线电流, 按制造厂及有关规定。接线为 Y, yn0(或 YN, yn0)和 Y, Zn11(或 YN, zn11)的配电变压器, 中性线电流的允许值分别为额定电流的 25% 和 40%, 或按制造厂的规定。

### 4.2 变压器在不同负载状态下的运行方式

**4.2.1** 油浸式变压器在不同负载状态下运行时, 一般应按 GB/T  $\times \times \times$  油浸式电力变压器负载导则(以下简称负载导则)的规定执行。变压器热特性计算按制造厂提供的数据进行。当无制造厂数据时, 可采用负载导则第二篇表 2 所列数据。

#### 4.2.2 变压器的分类，按负载导则变压器分为三类：

a. 配电变压器。电压在 35kV 及以下，三相额定容量在 2500kVA 及以下，单相额定容量在 833kVA 及以下，具有独立绕组，自然循环冷却的变压器。

b. 中型变压器。三相额定容量不超过 100MVA 或每柱容量不超过 33.3MVA，具有独立绕组，且额定短路阻抗(Z)符合式(2)要求的变压器。

$$Z \leq (25 - 0.1 \times 3S_r / W) \% \quad (2)$$

式中  $W$  ——有绕组的芯柱数；

$S_r$  ——额定容量，MVA。

自耦变压器按等值容量考虑，等值容量的计算见附录。

c. 大型变压器。三相额定容量 100MVA 以上，或其额定短路阻抗大于式(2)计算值的变压器。

#### 4.2.3 负载状态的分类。

##### a. 正常周期性负载：

在周期性负载中，某段时间环境温度较高，或超过额定电流，但可以由其它时间内环境温度较低，或低于额定电流所补偿。从热老化的观点出发，它与设计采用的环境温度下施加额定负载是等效的。

##### b. 长期急救周期性负载：

要求变压器长时间在环境温度较高，或超过额定电流下运行。这种运行方式可能持续几星期或几个月，将导致变压器的老化加速，但不直接危及绝缘的安全。

##### c. 短期急救负载：

要求变压器短时间大幅度超额定电流运行。这种负载可能导致绕组热点温度达到危险的程度，使绝缘强度暂时下降。

#### 4.2.4 负载系数的取值规定。

a. 双绕组变压器：取任一绕组的负载电流标么值；

b. 三绕组变压器：取负载电流标么值最大的绕组的标么值；

c. 自耦变压器：取各侧绕组和公共绕组中，负载电流标么值最大的绕组的标么值。

#### 4.2.5 负载电流和温度的最大限值。

各类负载状态下的负载电流和温度的最大限值如表 2 所示，顶层油温限值为 105℃。当制造厂有关于超额定电流运行的明确规定时，应遵守制造厂的规定。

表 2 变压器负载电流和温度最大限值

负载类型		配电变压器	中型电力变压器	大型电力变压器
正	电流(标么值)	1.5	1.5	1.3

常 周 期 性 负 载	热点温度及与绝缘材料 接触的金属部件的温度(°C)	140	140	140	120
长期 急救 周 期 性 负 载	电流(标么值)	1.8	1.5	1.5	1.3
	热点温度及与绝缘材料 接触的金属部件的温度(°C)	150	140	140	130
短期 急救 负 载	电流(标么值)	2.0	1.8	1.8	1.5
	热点温度及与绝缘材料 接触的金属部件的温度(°C)		160	160	160

#### 4.2.6 附件和回路元件的限制。

变压器的载流附件和外部回路元件应能满足超额定电流运行的要求，当任一附件和回路元件不能满足要求时，应按负载能力最小的附件和元件限制负载。

变压器的结构件不能满足超额定电流运行的要求时，应根据具体情况确定是否限制负载和限制的程度。

#### 4.2.7 正常周期性负载的运行。

**4.2.7.1** 变压器在额定使用条件下，全年可按额定电流运行。

**4.2.7.2** 变压器允许在平均相对老化率小于或等于 1 的情况下，周期性地超额定电流运行。

**4.2.7.3** 当变压器有较严重的缺陷(如冷却系统不正常、严重漏油、有局部过热现象、油中溶解气体分析结果异常等)或绝缘有弱点时，不宜超额定电流运行。

**4.2.7.4** 正常周期性负载运行方式下，超额定电流运行时，允许的负载系数 $K_2$ 和时间，可按负载导则的下述方法之一确定：

a.根据具体变压器的热特性数据和实际负载周期图，用第二篇温度计算方法计算；

b.查第三篇第 15 章的图 9~12 中的曲线。

#### 4.2.8 长期急救周期性负载的运行

**4.2.8.1** 长期急救周期性负载下运行时，将在不同程度上缩短变压器的寿命，应尽量减少出现这种运行方式的机会；必须采用时，应尽量缩短超额定电流运行的时间，降低超额定电流的倍数，有条件时按制造厂规定投入备用冷却器。

**4.2.8.2** 当变压器有较严重的缺陷(如冷却系统不正常，严重漏油，有局部过热现象，油中溶解气体分析结果异常等)或绝缘有弱点时，不宜超额定电流运行。

**4.2.8.3** 长期急救周期性负载运行时，平均相对老化率可大于 1 甚至远大于 1。

超额定电流负载系数 $K_2$ 和时间，可按负载导则的下述方法之一确定：

a.根据具体变压器的热特性数据和实际负载图，用第二篇温度计算方法计算；

b.查第三篇第 16 章急救周期负载表中表 7~30。

**4.2.8.4** 在长期急救周期性负载下运行期间，应有负载电流记录，并计算该运行期间的平均相对老化率。

**4.2.9** 短期急救负载的运行

**4.2.9.1** 短期急救负载下运行，相对老化率远大于 1，绕组热点温度可能达到危险程度。在出现这种情况时，应投入包括备用在内的全部冷却器(制造厂另有规定的除外)，并尽量压缩负载、减少时间，一般不超过 0.5h。当变压器有严重缺陷或绝缘有弱点时，不宜超额定电流运行。

**4.2.9.2** 0.5h短期急救负载允许的负载系数 $K_2$ 见表 3

**4.2.9.3** 在短期急救负载运行期间，应有详细的负载电流记录。并计算该运行期间的相对老化率。

**4.2.10** 干式变压器的正常周期性负载、长期急救周期性负载和短期急救负载的运行要求，按制造厂规定和相应导则的要求。

**4.2.11** 无人值班变电站内变压器超额定电流的运行方式，可视具体情况在现场规程中规定。

**表 3 0.5h短期急救负载的负载系数 $K_2$ 表**

变压器 类 型	急救负 载前的 负载系 数 $K_1$	环 境 温 度 ℃							
		40	30	20	10	0	-10	-20	-25
配电变压器 (冷却方式 ONAN)	0.7	1.95	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	0.8	1.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	0.9	1.84	1.95	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	1.0	1.75	1.86	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	1	1.65	1.80	1.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	1.2	1.55	1.68	1.84	1.95	2.00	2.00	2.00	2.00
中型变压器 (冷却方式 ONAN 或 ONAF)	0.7	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
	0.8	1.76	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
	0.9	1.72	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
	1.0	1.64	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
	1.1	1.54	1.66	1.78	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
	1.2	1.42	1.56	1.70	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80

中型变压器 (冷却方式 OFAF 或 OFWF)	0.7	1.50	1.62	1.70	1.78	1.80	1.80	1.80	1.80
	0.8	1.50	1.58	1.68	1.72	1.80	1.80	1.80	1.80
	0.9	1.48	1.55	1.62	1.70	1.80	1.80	1.80	1.80
	1.0	1.42	1.50	1.60	1.68	1.78	1.80	1.80	1.80
	1.1	1.38	1.48	1.58	1.66	1.72	1.80	1.80	1.80
	1.2	1.34	1.44	1.50	1.62	1.70	1.76	1.80	1.80
中型变压器 (冷却方式 OFAF 或 OFWF)	0.7	1.45	1.50	1.58	1.62	1.68	1.72	1.80	1.80
	0.8	1.42	1.48	1.55	1.60	1.66	1.70	1.78	1.80
	0.9	1.38	1.45	1.50	1.58	1.64	1.68	1.70	1.70
	1.0	1.34	1.42	1.48	1.54	1.60	1.65	1.70	1.70
	1.1	1.30	1.38	1.42	1.50	1.56	1.62	1.65	1.70
	1.2	1.26	1.32	1.38	1.45	1.50	1.58	1.60	1.70
大型变压器 (冷却方式 OFAF 或 OFWF)	0.7	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	0.8	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	0.9	1.48	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	1.0	1.42	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	1.1	1.38	1.48	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	1.2	1.34	1.44	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
大型变压器 (冷却方式 ODAF 或 ODWF)	0.7	1.45	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	0.8	1.42	1.48	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	0.9	1.38	1.45	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	1.0	1.34	1.42	1.48	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	1.1	1.30	1.38	1.42	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	1.2	1.26	1.32	1.38	1.45	1.50	1.50	1.50	1.50

### 4.3 其他设备的运行条件

串联电抗器、接地变压器、调压器等设备超额定电流运行的限值和负载图表，按制造厂的规定。消弧线圈和接地变压器在系统单相接地时的运行时间和顶层油温应不超过制造厂的规定。

### 4.4 强迫冷却变压器的运行条件

**4.4.1** 强油循环冷却变压器运行时，必须投入冷却器。空载和轻载时不应投入过多的冷却器(空载状态下允许短时不投)。各种负载下投入冷却器的相应台数，应按制造厂的规定。按温度和(或)负载投切冷却器的自动装置应保持正常。

**4.4.2** 油浸(自然循环)风冷和干式风冷变压器，风扇停止工作时，允许的负载和运行时间，应按制造厂的规定。油浸风冷变压器当冷却系统故障停风扇后，顶层油温不超过 65℃时，允许带额定负载运行。

**4.4.3** 强油循环风冷和强油循环水冷变压器，当冷却系统故障切除全部冷却器时，允许带额定负载运行 20min。如 20min 后顶层油温尚未达到 75℃，则允许

上升到 75℃，但在这种状态下运行的最长时间不得超过 1h。

## 5 变压器的运行维护

### 5.1 变压器的运行监视

**5.1.1** 安装在发电厂和变电站内的变压器，以及无人值班变电站内有远方监测装置的变压器，应经常监视仪表的指示，及时掌握变压器运行情况。监视仪表的抄表次数由现场规程规定。当变压器超过额定电流运行时，应作好记录。

无人值班变电站的变压器应在每次定期检查时记录其电压、电流和顶层油温，以及曾达到的最高顶层油温等。对配电变压器应在最大负载期间测量三相电流，并设法保持基本平衡。测量周期由现场规程规定。

**5.1.2** 变压器的日常巡视检查，可参照下列规定：

a. 发电厂和变电站内的变压器，每天至少一次；每周至少进行一次夜间巡视；

b. 无人值班变电站容量为 3150kVA 及以上的变压器每 10 天至少一次，3150kVA 以下的每月至少一次。

c. 2500kVA 及以下的配电变压器，装于室内的每月至少一次，户外(包括郊区及农村的)每季至少一次。

**5.1.3** 在下列情况下应对变压器进行特殊巡视检查，增加巡视检查次数：

a. 新设备或经过检修、改造的变压器在投运 72h 内；

b. 有严重缺陷时；

c. 气象突变(如大风、大雾、大雪、冰雹、寒潮等)时；

d. 雷雨季节特别是雷雨后；

e. 高温季节、高峰负载期间；

f. 变压器急救负载运行时。

**5.1.4** 变压器日常巡视检查一般包括以下内容：

a. 变压器的油温和温度计应正常，储油柜的油位应与温度相对应，各部位无渗油、漏油；

b. 套管油位应正常，套管外部无破损裂纹、无严重油污、无放电痕迹及其它异常现象；

c. 变压器音响正常；

d. 各冷却器手感温度应相近，风扇、油泵、水泵运转正常，油流继电器工作正常；

e. 水冷却器的油压应大于水压(制造厂另有规定者除外)；

f. 吸湿器完好，吸附剂干燥；

g. 引线接头、电缆、母线应无发热迹象；

h. 压力释放器、安全气道及防爆膜应完好无损；

i. 有载分接开关的分接位置及电源指示应正常；

j. 气体继电器内应无气体；

k. 各控制箱和二次端子箱应关严，无受潮；

l. 干式变压器的外部表面应无积污；

m.变压器室的门、窗、照明应完好，房屋不漏水，温度正常；

n.现场规程中根据变压器的结构特点补充检查的其他项目。

**5.1.5** 应对变压器作定期检查(检查周期由现场规程规定)，并增加以下检查内容：

a.外壳及箱沿应无异常发热；

b.各部位的接地应完好；必要时应测量铁芯和夹件的接地电流；

c.强油循环冷却的变压器应作冷却装置的自动切换试验；

d.水冷却器从旋塞放水检查应无油迹；

e.有载调压装置的动作情况应正常；

f.各种标志应齐全明显；

g.各种保护装置应齐全、良好；

h.各种温度计应在检定周期内，超温信号应正确可靠；

i.消防设施应齐全完好；

j.室(洞)内变压器通风设备应完好；

k.贮油池和排油设施应保持良好状态。

**5.1.6** 下述维护项目的周期，可根据具体情况在现场规程中规定：

a.清除储油柜集污器内的积水和污物；

b.冲洗被污物堵塞影响散热的冷却器；

c.更换吸湿器和净油器内的吸附剂；

d.变压器的外部(包括套管)清扫；

e.各种控制箱和二次回路的检查和清扫。

**5.2** 变压器的投运和停运

**5.2.1** 在投运变压器之前，值班人员应仔细检查，确认变压器及其保护装置在良好状态，具备带电运行条件。并注意外部有无异物，临时接地线是否已拆除，分接开关位置是否正确，各阀门开闭是否正确。变压器在低温投运时，应防止呼吸器因结冰被堵。

**5.2.2** 运用中的备用变压器应随时可以投入运行。长期停运者应定期充电，同时投入冷却装置。如系强油循环变压器，充电后不带负载运行时，应轮流投入部分冷却器，其数量不超过制造厂规定空载时的运行台数。

**5.2.3** 变压器投运和停运的操作程序应在现场规程中规定，并须遵守下列各项：

a.强油循环变压器投运时应逐台投入冷却器，并按负载情况控制投入冷却器的台数；水冷却器应先启动油泵，再开启水系统；停电操作先停水后停油泵；冬季停运时将冷却器中的水放尽。

b.变压器的充电应在有保护装置的电源侧用断路器操作，停运时应先停负载侧，后停电源侧。

c.在无断路器时，可用隔离开关投切 110kV 及以下且电流不超过 2A 的空载变压器；用于切断 20kV 及以上变压器的隔离开关，必须三相联动且装有消弧角；装在室内的隔离开关必须在各相之间安装耐弧的绝缘隔板。若不能满足上述规定，又必须用隔离开关操作时，须经本单位总工程师批准。

d.允许用熔断器投切空载配电变压器和 66kV 的站用变压器。

**5.2.4** 新投运的变压器应按 GBJ148 中 2.10.1 条和 2.10.3 条规定试运行。更换绕组后的变压器参照执行，其冲击合闸次数为 3 次。

**5.2.5** 新装、大修、事故检修或换油后的变压器，在施加电压前静止时间不应少于以下规定：

110kV 及以下 24h

220kV 及以下 48h

500kV 及以下 72h

若有特殊情况不能满足上述规定，须经本单位总工程师批准。

装有储油柜的变压器，带电前应排尽套管升高座、散热器及净油器等上部的残留空气。对强油循环变压器，应开启油泵，使油循环一定时间后将气排尽。开泵时变压器各侧绕组均应接地，防止油流静电危及操作人员的安全。

**5.2.6** 在 110kV 及以上中性点有效接地系统中，投运或停运变压器的操作，中性点必须先接地。投入后可按系统需要决定中性点是否断开。

**5.2.7** 干式变压器在停运和保管期间，应防止绝缘受潮。

**5.2.8** 消弧线圈投入运行前，应使其分接位置与系统运行情况相符，且导通良好。消弧线圈应在系统无接地现象时投切。在系统中性点位移电压高于 0.5 倍相电压时，不得用隔离开关切消弧线圈。

**5.2.9** 消弧线圈中一台变压器的中性点切换到另一台时，必须先将消弧线圈断开后再切换。不得将两台变压器的中性点同时接到一台消弧线圈的中性母线上。

### **5.3 瓦斯保护装置的运行**

**5.3.1** 变压器运行时瓦斯保护装置应接信号和跳闸，有载分接开关的瓦斯保护应接跳闸。

用一台断路器控制两台变压器时，当其中一台转入备用，则应将备用变压器重瓦斯改接信号。

**5.3.2** 变压器在运行中滤油、补油、换潜油泵或更换净油器的吸附剂时，应将其重瓦斯改接信号，此时其它保护装置仍应接跳闸。

**5.3.3** 当油位计的油面异常升高或呼吸系统有异常现象，需要打开放气或放油阀门时，应先将重瓦斯改接信号。

**5.3.4** 在地震预报期间，应根据变压器的具体情况和气体继电器的抗震性能，确定重瓦斯保护的运行方式。

地震引起重瓦斯动作停运的变压器，在投运前应对变压器及瓦斯保护进行检查试验，确认无异常后方可投入。

**5.4 变压器的压力释放器接点宜作用于信号**

**5.5 变压器分接开关的运行维护**

**5.5.1** 无励磁调压变压器在变换分接时，应作多次转动，以便消除触头上的氧化膜和油污。在确认变换分接正确并锁紧后，测量绕组的直流电阻。分接变换情况应作记录。10kV 及以下变压器和消弧线圈变换分接时的操作和测量工作，也

可在现场规程中自行规定。

**5.5.2** 变压器有载分接开关的操作，应遵守如下规定：

- a.应逐级调压，同时监视分接位置及电压、电流的变化；
- b.单相变压器组和三相变压器分相安装的有载分接开关，宜三相同步电动操作；
- c.有载调压变压器并联运行时，其调压操作应轮流逐级或同步进行；
- d.有载调压变压器与无励磁调压变压器并联运行时，其分接电压应尽量靠近无励磁调压变压器的分接位置。
- e.应核对系统电压与分接额定电压间的差值，使其符合 4.1.1 的规定。

**5.5.3** 变压器有载分接开关的维护，应按制造厂的规定进行，无制造厂规定者可参照以下规定：

- a.运行 6~12 个月或切换 2000~4000 次后，应取切换开关箱中的油样作试验；
- b.新投入的分接开关，在投运后 1~2 年或切换 5000 次后，应将切换开关吊出检查，此后可按实际情况确定检查周期；
- c.运行中的有载分接开关切换 5000~10000 次后或绝缘油的击穿电压低于 25kV 时，应更换切换开关箱的绝缘油；
- d.操作机构应经常保持良好状态。
- e.长期不调和有长期不用的分接位置的有载分接开关，应在有停电机时，在最高和最低分接间操作几个循环。

**5.5.4** 为防止开关在严重过负载或系统短路时进行切换，宜在有载分接开关控制回路中加装电流闭锁装置，其整定值不超过变压器额定电流的 1.5 倍。

**5.6** 发电厂厂用变压器，应加强清扫，防止污闪、封堵孔洞，防止小动物引起短路事故；应记录近区短路发生的详细情况。

**5.7** 变压器的并列运行

**5.7.1** 变压器并列运行的基本条件：

- a.联结组标号相同；
- b.电压比相等；
- c.阻抗电压值相等。

阻抗电压不等或电压比不等的变压器，在任何一台都满足本规程 4.2 节规定的情况下，也可并列运行。

阻抗电压不同的变压器，可适当提高阻抗电压高的变压器的二次电压，使并列运行变压器的容量均能充分利用。

**5.7.2** 新装或变动过内外连接线的变压器，并列运行前必须核定相位。

**5.7.3** 发电厂升压变压器高压侧跳闸时，应防止厂用变压器严重超过额定电流运行。厂用电倒换操作时应防止非同期。

**5.8** 变压器的经济运行

**5.8.1** 变压器的投运台数应按照负载情况，从安全、经济原则出发，合理安排。

**5.8.2** 可以相互调配负载的变压器，应考虑合理分配负载，使总损耗最小。

## **6 变压器的不正常运行和处理**

### **6.1 运行中的不正常现象和处理**

**6.1.1** 值班人员在变压器运行中发现不正常现象时，应设法尽快消除，并报告上级和做好记录。

**6.1.2** 变压器有下列情况之一者应立即停运，若有运用中的备用变压器，应尽可能先将其投入运行：

- a.** 变压器声响明显增大，很不正常，内部有爆裂声；
- b.** 严重漏油或喷油，使油面下降到低于油位计的指示限度；
- c.** 套管有严重的破损和放电现象；
- d.** 变压器冒烟着火。

**6.1.3** 当发生危及变压器安全的故障，而变压器的有关保护装置拒动时，值班人员应立即将变压器停运。

**6.1.4** 当变压器附近的设备着火、爆炸或发生其他情况，对变压器构成严重威胁时，值班人员应立即将变压器停运。

**6.1.5** 变压器油温升高超过制造厂规定或表 1 所示的限值时，值班人员应按以下步骤检查处理：

- a.** 检查变压器的负载和冷却介质的温度，并与在同一负载和冷却介质温度下正常的温度核对；
- b.** 核对温度测量装置；
- c.** 检查变压器冷却装置或变压器室的通风情况。

若温度升高的原因是由于冷却系统的故障，且在运行中无法修理者，应将变压器停运修理；

若不能立即停运修理，则值班人员应按现场规程的规定调整变压器的负载至允许运行温度下的相应容量。

在正常负载和冷却条件下，变压器温度不正常并不断上升，且经检查证明温度指示正确，则认为变压器已发生内部故障，应立即将变压器停运。

变压器在各种超额定电流方式下运行，若顶层油温超过 105℃时，应立即降低负载。

**6.1.6** 变压器中的油因低温凝滞时，应不投冷却器空载运行，同时监视顶层油温，逐步增加负载，直至投入相应数量冷却器，转入正常运行。

**6.1.7** 当发现变压器的油面较当时油温所应有的油位显著降低时，应查明原因。补油时应遵守本规程 5.3.2 的规定，禁止从变压器下部补油。

**6.1.8** 变压器油位因温度上升有可能高出油位指示极限，经查明不是假油位所致时，则应放油，使油位降至与当时油温相对应的高度，以免溢油。

**6.1.9** 铁芯多点接地而接地电流较大时，应安排检修处理。在缺陷消除前，可采取措施将电流限制在 100mA 左右，并加强监视。

**6.1.10** 系统发生单相接地时，应监视消弧线圈和接有消弧线圈的变压器的运行

情况。

## 6.2 瓦斯保护装置动作的处理

**6.2.1** 瓦斯保护信号动作时，应立即对变压器进行检查，查明动作的原因，是否因积聚空气、油位降低、二次回路故障或是变压器内部故障造成的。如气体继电器内有气体，则应记录气量，观察气体的颜色及试验是否可燃，并取气样及油样做色谱分析，可根据有关规程和导则判断变压器的故障性质。

若气体继电器内的气体为无色、无臭且不可燃，色谱分析判断为空气，则变压器可继续运行，并及时消除进气缺陷。

若气体是可燃的或油中溶解气体分析结果异常，应综合判断确定变压器是否停运。

**6.2.2** 瓦斯保护动作跳闸时，在查明原因消除故障前不得将变压器投入运行。为查明原因应重点考虑以下因素，作出综合判断：

- a.是否呼吸不畅或排气未尽；
- b.保护及直流等二次回路是否正常；
- c.变压器外观有无明显反映故障性质的异常现象；
- d.气体继电器中积集气体量，是否可燃；
- e.气体继电器中的气体和油中溶解气体的色谱分析结果；
- f.必要的电气试验结果；
- g.变压器其它继电保护装置动作情况。

## 6.3 变压器跳闸和灭火

**6.3.1** 变压器跳闸后，应立即查明原因。如综合判断证明变压器跳闸不是由于内部故障所引起，可重新投入运行。

若变压器有内部故障的征象时，应作进一步检查。

**6.3.2** 变压器跳闸后，应立即停油泵。

**6.3.3** 变压器着火时，应立即断开电源，停运冷却器，并迅速采取灭火措施，防止火势蔓延。

## 7 变压器的安装、检修、试验和验收

**7.1** 变压器的安装项目和要求，应按 GBJ148 中第一章和第二章的要求，以及制造厂的特殊要求。

**7.2** 运行中的变压器是否需要检修和检修项目及要，应在综合分析下列因素的基础上确定：

- a.电力变压器检修工艺导则推荐的检修周期和项目；
- b.结构特点和制造情况；
- c.运行中存在的缺陷及其严重程度；
- d.负载状况和绝缘老化情况；
- e.历次电气试验和绝缘油分析结果；
- f.与变压器有关的故障和事故情况；
- g.变压器的重要性。

**7.3** 变压器有载分接开关是否需要检修和检修项目及要求,应在综合分析下列因素的基础上确定:

- a.有载分接开关运行维修导则推荐的检修周期和项目;
- b.制造厂有关的规定;
- c.动作次数;
- d.运行中存在的缺陷及其严重程度;
- e.历次电气试验和绝缘油分析结果;
- f.变压器的重要性。

**7.4** 变压器的试验周期、项目和要求,按电力设备预防性试验规程的规定。

**7.5** 运行中的变压器是否需要干燥,应在出现下述现象时,经综合分析作出判断。

- a.折算至同一温度下的  $\text{tg } \delta$  值超过电力设备预防性试验规程的参考限值;较上次测得值增高 30% 以上;
- b.折算至同一温度下的绝缘电阻值较上次测得值降低 30% 以上,吸收比和极化指数均低于电力设备预防性试验规程的参考限值;
- c.变压器有明显的进水受潮迹象。

**7.6** 新安装变压器的验收应按 GBJ148 中 2.10 条的规定和制造厂的要求。

**7.7** 变压器检修后的验收按 GB/T573 和电力设备预防性试验规程的规定。

## 附 录

### 自耦变压器的等值容量

(补 充 件)

本附录适用于额定容量 200MVA 及以下的三相自耦变压器的等值容量变换,其等值容量  $S_t$  不超过 100MVA。等值容量在 0~100MVA 之间时,其相应的短路阻抗  $Z_t$  从 25% 线性降至 15%。

组成三相变压器组的单相变压器,其额定容量及等值容量的适用限值分别不超过 66.6MVA/柱和 33.3MVA/柱。

三相自耦变压器等值变换:

$$S_t = S_r / (U_1 - U_2) / U_1$$

$$Z_t = Z_r U_1 / (U_1 - U_2)$$

自耦变压器每柱额定容量变换:

$$S_t = S_r / W \times (U_1 - U_2) / U_1$$

$$Z_t = Z_r U_1 / (U_1 - U_2)$$

式中  $U_1$  —— 高压侧电压(主分接);

$U_2$  —— 低压侧电压；

$S_r$  —— 自耦变压器额定容量，MVA；

$S_t$  —— 等值容量，MVA；

$Z_t$  —— 相应于  $S_t$  的短路阻抗，%；

$Z_r$  —— 相应于  $S_r$  的短路阻抗，%；

$W$  —— 心柱数。

---

附加说明：

本标准由电力工业部安全监察及生产协调司、国调中心提出

本标准由电力工业部变压器标准化技术委员会归口

本标准由电力科学研究院、北京供电局负责起草。武汉高压研究所、东北电业管理局、吉林省电力局、湖南省电力局、宝鸡供电局、无锡供电局、成都供电局、葛洲坝电厂、石景山发电总厂参加

本标准主要起草人：曹承宗、凌愍、(以下按姓氏笔划为序)丁镇华、王世阁、尤爱珍、王厚义、李俊瀛、李满元、肖定娉、张振文、宫淑君、凌子恕、傅锡年