

Shubiandian Jishu Changyong Biaozhun Huibian

# 输变电技术常用标准汇编 电力变压器卷

中国标准出版社第四编辑室 编



 中国标准出版社



# 输变电技术常用标准汇编

---

## 电力变压器卷

---

中国标准出版社第四编辑室 编

中国标准出版社

北 京

**图书在版编目(CIP)数据**

输变电技术常用标准汇编. 电力变压器卷/中国标准出版社第四编辑室编. —北京:中国标准出版社,2010  
ISBN 978-7-5066-5964-2

I. ①输… II. ①中… III. ①输电-电力工程-标准-汇编-中国②变电所-电力工程-标准-汇编-中国③电力变压器-标准-汇编-中国 IV. ①TM7-65②TM63-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 188032 号

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](http://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 57 字数 1730 千字  
2010 年 12 月第一版 2010 年 12 月第一次印刷

\*

定价 265.00 元

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

# 出版说明

电力工业是国民经济和社会发展的**重要基础产业**。电力工业快速发展,有力地支持了国民经济和社会的发展。

随着电力需求的日益增长,输变电技术不断发展变化。电网安全愈发得到重视,节能减排日益受到关注,电源结构不断进行调整,电力设施陆续新建、老设备也不断得到更新改造,各种新技术的应用日益广泛。

近年来,我国有关部门也在不断制定和修订有关方面的国家标准和行业标准,为电网建设和运行的各有关部门的科研技术人员提供系统的、完整的具有实用价值的技术资料。

为满足电力系统工程技术人员和科技管理人员的需求,我们收集整理这套《输变电技术常用标准汇编》,汇集了截至2010年6月底,我国有关部门发布的现行有效的电网运行和建设方面的标准。本套汇编所收的标准按专业分类编排,分15卷出版,包括有:基础与安全卷、电力线路卷、电力变压器卷、继电保护与自动控制卷、变电站卷、低压装置卷、高压输变电卷、特高压技术卷、断路器卷、电力金具与绝缘子卷、带电作业卷、互感器与电抗器卷、设备用油卷、节能管理卷、电力调度卷。

本册为电力变压器卷,共收入电力变压器方面的标准33项,其中,国家标准27项,电力行业标准6项。

本汇编在使用时请读者注意以下几点:

1. 由于标准具有时效性,本汇编收集的标准可能会被修订或重新制定,请读者使用时注意采用最新的标准有效版本。

2. 鉴于标准的出版年代不尽相同,对于其中的量和单位不统一之处及各标准格式不一致之处未作改动。

本套汇编为电力行业工程技术人员和管理人员提供准确、系统、实用的技术资料,也是标准化工作者常用的重要资料。

本套汇编在选编过程中得到电力行业有关人员的大力支持,在此特表感谢。本书编纂仓促,不妥之处请读者批评指正。

编 者

2010年6月

# 目 录

|                    |                                               |     |
|--------------------|-----------------------------------------------|-----|
| GB 1094.1—1996     | 电力变压器 第1部分 总则                                 | 1   |
| GB 1094.2—1996     | 电力变压器 第2部分 温升                                 | 29  |
| GB 1094.3—2003     | 电力变压器 第3部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙                  | 45  |
| GB/T 1094.4—2005   | 电力变压器 第4部分:电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击<br>试验导则        | 87  |
| GB 1094.5—2008     | 电力变压器 第5部分:承受短路的能力                            | 133 |
| GB/T 1094.7—2008   | 电力变压器 第7部分:油浸式电力变压器负载导则                       | 159 |
| GB/T 1094.10—2003  | 电力变压器 第10部分:声级测定                              | 203 |
| GB 1094.11—2007    | 电力变压器 第11部分:干式变压器                             | 231 |
| GB/T 1094.101—2008 | 电力变压器 第10.1部分:声级测定 应用导则                       | 261 |
| GB/T 6451—2008     | 油浸式电力变压器技术参数和要求                               | 295 |
| GB/T 10228—2008    | 干式电力变压器技术参数和要求                                | 340 |
| GB/T 13462—2008    | 电力变压器经济运行                                     | 355 |
| GB/T 13499—2002    | 电力变压器应用导则                                     | 378 |
| GB/T 17211—1998    | 干式电力变压器负载导则                                   | 433 |
| GB/T 17468—2008    | 电力变压器选用导则                                     | 459 |
| GB/T 18494.1—2001  | 变流变压器 第1部分:工业用变流变压器                           | 487 |
| GB/T 18494.2—2007  | 变流变压器 第2部分:高压直流输电用换流变压器                       | 509 |
| GB 19212.1—2008    | 电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全 第1部分:通用要求和试验             | 525 |
| GB 20052—2006      | 三相配电变压器能效限定值及节能评价                             | 641 |
| GB/T 20836—2007    | 高压直流输电用油浸式平波电抗器                               | 648 |
| GB/T 20837—2007    | 高压直流输电用油浸式平波电抗器技术参数和要求                        | 660 |
| GB/T 20838—2007    | 高压直流输电用油浸式换流变压器技术参数和要求                        | 669 |
| GB/T 21419—2008    | 电力变压器、电源装置、电抗器和类似产品电磁兼容(EMC)要求                | 681 |
| GB/T 22072—2008    | 干式非晶合金铁心配电变压器技术参数和要求                          | 691 |
| GB/T 22382—2008    | 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与电力变压器之间的<br>直接连接 | 697 |
| GB/T 23755—2009    | 三相组合式电力变压器                                    | 709 |
| GB 24790—2009      | 电力变压器能效限定值及能效等级                               | 723 |
| DL/T 572—1995      | 电力变压器运行规程(附条文说明)                              | 733 |
| DL/T 573—1995      | 电力变压器检修导则                                     | 758 |
| DL/T 684—1999      | 大型发电机变压器继电保护整定计算导则                            | 801 |
| DL/T 984—2005      | 油浸式变压器绝缘老化判断导则                                | 867 |
| DL/T 985—2005      | 配电变压器能效技术经济评价导则                               | 885 |
| DL/T 1102—2009     | 配电变压器运行规程                                     | 895 |

注:本汇编收集的标准,年号用四位数字。鉴于部分标准现尚未修订,故正文部分仍保留原样。



# 中华人民共和国国家标准

GB 1094.1—1996



1996-03-31 发布

1996-12-01 实施

国家技术监督局 发布

# 中华人民共和国国家标准

## 电力变压器 第1部分 总则

Power transformers  
Part 1: General

GB 1094.1—1996

代替 GB 1094.1—85  
GB 1094.4—85

本标准等效采用 IEC 76-1—1993《电力变压器 第一部分 总则》。

### 1 适用范围和使用条件

#### 1.1 适用范围

本标准适用于三相和单相电力变压器(包括自耦变压器)。

小型和专用变压器(如:额定容量小于 1 kVA 的单相变压器和额定容量小于 5 kVA 的三相变压器;互感器;变流变压器;电机车牵引变压器;起动变压器;试验变压器;电焊变压器)没有相应的标准时,可参照本标准。

#### 1.2 使用条件

##### 1.2.1 正常使用条件

本标准对变压器的技术要求,是在下述的使用条件下规定的。

##### a. 海拔

海拔不超过 1 000 m。

##### b. 环境温度和冷却介质温度

最高气温 +40℃;

最热月平均温度 +30℃;

最高年平均温度 +20℃;

最低气温 -25℃(适用于户外式变压器);

最低气温 -5℃(适用于户内式变压器);

水冷却器入水口处的冷却水最高温度 +25℃。

##### c. 电源电压的波形

电源电压的波形近似于正弦波。

注:对于公用供电系统来说,此要求并不苛刻。但当有强大的换流器负载设备时,却应按传统的规则进行考虑:畸变波形中的总谐波含量不大于 5%,偶次谐波含量不大于 1%。同时,还应考虑谐波电流对负载损耗及温升的影响。

##### d. 三相电源电压对称

对于三相变压器,其三相电源电压应大致对称。

##### e. 安装环境

安装环境无明显污秽(变压器套管或变压器的外绝缘不需作特殊的考虑)。

地震引发的地面加速度  $a_g$ :水平方向低于 3 m/s<sup>2</sup>;垂直方向低于 1.5 m/s<sup>2</sup>(设计中不需特殊考虑此

限度内的地震问题)<sup>1)</sup>。

### 1.2.2 特殊使用条件的规定

凡是需要满足 1.2.1 条规定的正常使用条件之外的特殊使用条件,应在询价和订货时说明(见附录 A)。

特殊使用条件下,变压器的额定值和试验规则另有规定:

a. 在较高环境温度或高海拔环境下的温升和冷却:油浸式变压器按 GB 1094.2 的规定;干式变压器按 GB 6450 的规定。

b. 在高海拔环境下的外绝缘:油浸式变压器按 GB 1094.3 和 GB 10237 的规定;干式变压器按 GB 6450 的规定。

## 2 引用标准

GB 321—80 优先数和优先数系

GB 1094.2—1996 电力变压器 第2部分 温升

GB 1094.3—85 电力变压器 第3部分 绝缘水平和绝缘试验

GB 1094.5—85 电力变压器 第5部分 承受短路的能力

GB 2900.15—82 电工术语 变压器 互感器 电抗器 调压器

GB 4208—93 外壳防护等级(IP 代码)

GB 4109—88 高压套管技术条件

GB 5582/T—93 高压电力设备外绝缘污秽等级

GB 6450—86 干式电力变压器

GB/T 6451—1995 三相油浸式电力变压器技术参数和要求

GB 7328—87 变压器和电抗器的声级测定

GB 10237—88 电力变压器 绝缘水平和绝缘试验 外绝缘的空气间隙

GB/T 13499—92 电力变压器应用导则

GB/T 19001—94 质量体系 设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式

GB/T 15164—94 油浸式电力变压器负载导则

## 3 术语

以下术语适用于本标准,其他术语按 GB 2900.15。

### 3.1 一般术语

#### 3.1.1 电力变压器

具有两个或多个绕组的静止设备,为了传输电能,在同一频率下,通过电磁感应将一个系统的交流电压和电流转换为另一系统的电压和电流,通常这些电流和电压的值是不同的。

#### 3.1.2 自耦变压器

至少有两个绕组具有公共部分的变压器。

#### 3.1.3 增压变压器

具有一个与线路串联以改变线路电压值和(或)相位的串联绕组及一个励磁绕组的变压器。

#### 3.1.4 油浸式变压器

铁心和绕组都浸入油中的变压器。

注:任何绝缘液体(矿物油或其它制品)都看作为油。

采用说明:

1) 我国处于地震多发地带,因而对地面加速度的要求与 IEC 不一致,IEC 规定为地面加速度  $a_g$  低于  $2 \text{ m/s}^2$ 。



### 3.1.5 干式变压器

铁心和绕组都不浸入绝缘液体中的变压器。

### 3.1.6 油保护系统

在油浸式变压器中,为适应油的热膨胀而设置的油保护系统,以减少或防止油与外部空气相接触。

## 3.2 端子和中性点

### 3.2.1 端子

用于将绕组与外部导线相连接的导电部件。

### 3.2.2 线路端子

用于连结电网络导线的一种端子。

### 3.2.3 中性点

对称电压系统中,通常处于零电位的一点。

### 3.2.4 中性点端子

a. 对三相变压器或由单相变压器组成的三相组

指连接星形联结或曲折形联结公共点(中性点)的端子。

b. 对单相变压器

指连接网络中性点的端子。

### 3.2.5 对应端子

变压器不同绕组标有相同字母或对应符号的端子。

## 3.3 绕组

### 3.3.1 绕组

构成与变压器标注的某一电压值相对应的电气线路的一组线匝。

注:对于三相变压器,指三个相绕组的组合。

### 3.3.2 带分接绕组

有效匝数可以逐级改变的绕组。

### 3.3.3 相绕组

构成三相绕组的一个相的线匝组合。

注:“相绕组”一词不应与某一心柱上所有线圈的组装体混同。

### 3.3.4 高压绕组

具有最高额定电压的绕组。

### 3.3.5 低压绕组

具有最低额定电压的绕组。

注:对于增压变压器,较低额定电压的绕组可能具有较高的绝缘水平。

### 3.3.6 中压绕组

多绕组变压器中的一个绕组,其额定电压在最高额定电压和最低额定电压之间。

### 3.3.7 辅助绕组

只承担比变压器额定容量小得多的负载绕组。

### 3.3.8 稳定绕组

在星形-星形联结或星形-曲折形联结的变压器中,为减小星形联结绕组的零序阻抗而专门设计的一种辅助的三角形联结的绕组。

注:此绕组只有在三相不连接到外部电路时,才称稳定绕组。

### 3.3.9 公共绕组

自耦变压器有关绕组的公共部分。

### 3.3.10 串联绕组

对于自耦变压器,是指与线路串联部分的绕组;对于增压变压器,则指串联于线路中的绕组。

### 3.3.11 励磁绕组

增压变压器中,向串联绕组供给电能的绕组。

## 3.4 额定值

### 3.4.1 额定值

对某些参数的指定的值,用于限定变压器在本标准规定条件下的运行,并作为试验的基准和制造厂的保证值。

### 3.4.2 额定参数

其数值用于确定额定值的某些参数(电流、电压等)。

注:① 对有分接的变压器,额定参数均指主分接,另有规定除外。与其他具体分接有类似意义的相应参数叫分接参数。

② 除非另有规定,电压和电流用其方均根值表示。

### 3.4.3 绕组的额定电压( $U_r$ )

在处于主分接的带分接绕组的端子间或不带分接的绕组端子间,指定施加的电压或空载时感应出的电压。对于三相绕组,是指线路端子间的电压。

注:① 当施加在其中一个绕组上的电压为额定值时,在空载的情况下,所有绕组同时出现各自的额定电压值。

② 对要连接成星形三相组的单相变压器,用相-相电压除以 $\sqrt{3}$ 来表示额定电压。

例如: $U_r = 500 / \sqrt{3}$  kV。

③ 三相增压变压器的串联绕组设计成开路绕组时,其额定电压可按星形联结来表示。

### 3.4.4 额定电压比

一个绕组的额定电压与另一个具有较低或相等额定电压的绕组的额定电压之比。

### 3.4.5 额定频率

变压器设计所依据的运行频率。

### 3.4.6 额定容量( $S_r$ )

是某一个绕组的视在功率的指定值,和该绕组的额定电压一起决定其额定电流。

注:① 双绕组变压器的两个绕组有相同的额定容量,即是这台变压器的额定容量。

② 对于多绕组变压器,用其所有绕组(非自耦联结的独立绕组)额定容量算术和的一半来粗略估算其实际尺寸,以便与双绕组变压器作比较。

### 3.4.7 额定电流( $I_r$ )

由变压器额定容量( $S_r$ )和额定电压( $U_r$ )推导出的流经绕组线路端子的电流。

注:① 对于三相变压器绕组,其额定电流表示为: $I_r = S_r / \sqrt{3} U_r$  (A)。

② 对于要连成三角形接法以形成三相组的单相变压器绕组,其额定电流表示为线电流除以 $\sqrt{3}$ (如: $I_r = 500 / \sqrt{3}$  A)。

## 3.5 分接

### 3.5.1 分接

在带分接绕组的变压器中,该绕组的每一个分接连接均表示该分接的绕组有一确定值的有效匝数,也表示该分接绕组与任何其他匝数不变的绕组间有一确定值的匝数比。

注:在所有分接中,有一个是主分接,其他分接用各自相对主分接的分接因数来表示其与主分接的关系。

### 3.5.2 主分接

与额定参数相对应的分接。

### 3.5.3 分接因数(与指定的分接相对应的)

指 $U_d/U_r$ (分接因数)或 $100 U_d/U_r$ (用百分数表示分接因数)。

其中: $U_r$ ——该绕组的额定电压;

$U_d$ ——在不带分接绕组施加额定电压时,处于指定分接位置的绕组端子间在空载下所感应出的电压。

注:本定义不适用增压变压器的串联绕组。

### 3.5.4 正分接

分接因数大于1的分接。

### 3.5.5 负分接

分接因数小于1的分接。

### 3.5.6 分接级

两相邻分接间以百分数表示的分接因数之差。

### 3.5.7 分接范围

用百分数表示的分接因数与100相比的变化范围。

注:如果分接范围从 $100+a$ 变到 $100-b$ ,则此分接范围为: $+a\%$ 、 $-b\%$ ;若 $a=b$ ,则为: $\pm a\%$ 。

### 3.5.8 分接电压比(一对绕组的)

当带分接绕组是高压绕组时,其分接电压比等于额定电压比乘上该绕组的分接因数。

当带分接绕组是低压绕组时,其分接电压比等于额定电压比除以该绕组的分接因数。

注:按定义,虽然额定电压比至少等于1,但当额定电压比接近1时,某些分接的分接电压比有可能小于1。

### 3.5.9 分接工作能力

除主分接以外其他分接某些参数的指定值,与额定参数相类似。

### 3.5.10 分接参数

表示某一分接(除主分接以外)的分接工作能力的参数。

注:变压器内任何一个绕组(不只是带分接的绕组)都有分接参数。

其分接参数是:

- a. 分接电压(与额定电压类似);
- b. 分接容量(与额定容量类似);
- c. 分接电流(与额定电流类似)。

### 3.5.11 满容量分接

分接容量等于额定容量的分接。

### 3.5.12 降低容量分接

分接容量低于额定容量的分接。

### 3.5.13 有载分接开关

适合在变压器励磁或负载下,改变绕组分接连接位置的一种装置。

### 3.5.14 分接电压调节<sup>1)</sup>

#### 3.5.14.1 恒磁通调压(CFVV)

从一个分接变到另一个分接时,不带分接的绕组的分接电压恒定。带分接绕组的各分接电压与其分接因数成正比。

#### 3.5.14.2 变磁通调压(VFVV)

从一个分接变到另一个分接时,带分接绕组的各分接电压恒定。不带分接绕组的分接电压与分接因数成反比。

#### 3.5.14.3 混合调压(CbVV)

在实际应用中,特别是变压器分接范围较大时,在整个分接范围的不同部分中,分别采用了恒磁通

采用说明:

1) 第3.5.14条的3个术语,是IEC 76.1第5.2条里的定义。因正文中不宜累述定义,而移至此条。

调压和变磁通调压,形成一种组合式调压(即混合调压)。

混合调压中,处于转折点的分接叫最大电压分接。

### 3.6 损耗及空载电流

损耗及空载电流值均是指主分接上的(但另指定其他分接时除外)。

#### 3.6.1 空载损耗

当额定频率的额定电压(分接电压),施加到一个绕组的端子,其他绕组开路时,所吸取的有功功率。

#### 3.6.2 空载电流

当额定频率下的额定电压(分接电压),施加到一个绕组的端子,其他绕组开路时,流经该绕组线路端子的电流的方均根值。

注:① 对于三相变压器,是流经三相端子电流的算术平均值。

② 通常用占该绕组额定电流百分数来表示。对于多绕组变压器,是以具有最大额定容量的那个绕组为基准的。

#### 3.6.3 负载损耗

在一对绕组中,当额定电流(分接电流)流经一个绕组的线路端子,且另一绕组短路时,在额定频率及参考温度下(见 10.1 条)所吸取的有功功率。此时,其他绕组(如果有)应开路。

注:① 对于双绕组变压器,只有一对绕组组合和一个负载损耗值。

对于多绕组变压器,具有与多对绕组组合相应的多个负载损耗值。整台变压器的总负载损耗值与某一指定的绕组负载组合相对应。通常它不能在试验中直接测出。

② 当绕组组合对中,两个绕组的额定容量不同时,其负载损耗以额定容量小的那个绕组中的额定电流为基准,而且应指出参考容量。

#### 3.6.4 总损耗

空载损耗与负载损耗之和。

注:辅助装置损耗,不包括在总损耗中,并应单独说明。

### 3.7 短路阻抗和电压降

#### 3.7.1 短路阻抗(一对绕组的)

在额定频率和参考温度下,一对绕组中某一绕组端子之间的等效串联阻抗  $Z=R+jX(\Omega)$ 。确定此值时,另一绕组的端子短路,而其他绕组(如果有)开路。

对于三相变压器,表示为每相的阻抗(等值星形联结)。

对于带分接绕组的变压器,是指指定分接位置上的。如无另外规定,是指主分接。

注:此参数可用无量纲的相对值来表示,即表示为该对绕组中同一绕组的参考阻抗  $Z_{ref}$  的分数值  $z$ ,若用百分数表示,则有:  $z=100 Z/Z_{ref}$

$$Z_{ref}=U^2/S_r$$

式中:  $U$ —— $Z$  和  $Z_{ref}$  所属的绕组的电压(额定电压或分接电压);

$S_r$ ——额定容量基准值。

(上述公式对三相变压器和单相变压器都适用)

此相对值也等于短路试验中为产生相应额定电流(或分接电流)时所施加的电压与额定电压(或分接电压)之比。此电压称为该对绕组的短路电压。通常用百分数表示。

#### 3.7.2 规定负载条件下的电压降或电压升

绕组的空载电压与同一绕组在规定负载和功率因数下产生的电压之间的算术差,此时,另一绕组施加的电压应为额定电压(主分接)或分接电压(其他分接)。

此差值通常表示为该绕组空载电压的百分数。

注:对于多绕组变压器,此电压降或电压升不仅与该绕组的负载和功率因数有关,也与其他绕组的负载和功率因数有关。

#### 3.7.3 零序阻抗(三相绕组的)

额定频率下,三相星形或曲折形联结绕组中,连接在一起的线路端子与其中性点端子之间的以每相



欧姆数表示的阻抗。

注：① 由于零序阻抗还取决于其他绕组的连接方法和负载，因而零序阻抗可有几个值。

② 零序阻抗可随电流和温度变化，特别是在没有任何三角形联结绕组的变压器中。

③ 零序阻抗也可用与(正序)短路阻抗同样的方法表示为相对值。

### 3.8 温升

所考虑部位的温度与外部冷却介质温度之差。

### 3.9 绝缘

变压器绝缘的有关术语，按 GB 1094.3 的规定。

### 3.10 联结

#### 3.10.1 星形联结(Y-联结)

三相变压器每个相绕组的一端或组成三相组的单相变压器的三个具有相同额定电压绕组的一端连接到一个公共点(中性点)，而另一端连接到相应的线路端子。

#### 3.10.2 三角形联结(D-联结)

三相变压器的三个相绕组或组成三相组的单相变压器的三个具有相同额定电压绕组相互串联连接成一个闭合回路。

#### 3.10.3 开口三角形联结

三相变压器的三个相绕组或组成三相组的单相变压器的三个绕组相互串联连接，但三角形的一个角不闭合。

#### 3.10.4 曲折形联结(Z-联结)

三相变压器每个相绕组的一端连接到一个公共点(中性点)，每个相绕组包括两部分，每一部分感应电压的相位各不相同。

注：通常这两部分的匝数相同。

#### 3.10.5 开路绕组

不在三相变压器内部相互连接的各相绕组。

#### 3.10.6 三相绕组的相位移

当正序电压施加于按字母或数字顺序标志的高压端子时，低压(中压)绕组和高压绕组中性点(真实的或假设的)与相应线路端子间的电压相量的角度差。这些相量均假定按逆时针方向旋转。

注：以高压绕组相量为基准，任何其他绕组的相位移均用传统的时钟序数表示。即当高压绕组相量位于“12”，其他绕组相量用时钟序数表示(时钟序数越大，表示相位越滞后)。

#### 3.10.7 联结组标号

用一组字母和时钟序数指示高压、中压(如果有)及低压绕组的联结方式，且表示中压、低压绕组对高压绕组相位移关系的通用标号。

### 3.11 试验分类

#### 3.11.1 例行试验

每台变压器都要承受的试验。

#### 3.11.2 型式试验

在一台有代表性的变压器上所进行的试验，以证明被代表的变压器也符合规定要求(但例行试验除外)。

注：如果变压器在额定值和结构方面完全相同，则认为其中一台可以代表。若一台变压器在额定值或其他特性与其他变压器的差异不大时，对其所做的型式试验也可认为有效，其差异应由制造厂和用户协议进行规定。

#### 3.11.3 特殊试验

除型式试验和例行试验外，按制造厂和用户协议所进行的试验。

### 3.12 与冷却有关的气象数据

### 3.12.1 月平均温度

某一月份中,日最高温度的平均数与日最低温度的平均数之和的一半的多年统计值。

### 3.12.2 年平均温度

全年中,各月平均温度之和的 1/12。

## 4 额定值

### 4.1 额定容量

变压器每一绕组应规定其额定容量,并标志在铭牌上。额定容量指的是连续负载。是负载损耗及温升的基础,也是制造厂的保证。

如果对不同的条件(例如:对不同的冷却方式)规定了不同的视在功率,则取其最高值为额定容量。

双绕组变压器只有一个额定容量值,两个绕组的额定容量值相同。

将额定电压施加到变压器的一次绕组上,且只在一个二次绕组的端子上流过额定电流时,此变压器承受了与该对绕组相应的额定容量。

变压器在正常使用条件下(见第 1.2 条),应能连续地输送额定容量(对于多绕组变压器,则是指绕组额定容量的组合),且其温升不超过 GB 1094.2 所规定的温升限值。

注:按本条所阐述的额定容量,是指输入到变压器的视在功率值(包括变压器本身所吸取的有功功率和无功功率)。

变压器输出给与二次绕组端子相连的电路的视在功率与额定容量不等。因为,变压器内部的电压降(或电压升),二次端子之间的电压与额定电压不等。电压降的许可值(与负载功率因数有关)在额定电压和分接范围的技术规范中给出。

### 4.2 负载周期

在询价和合同中,除规定连续负载额定容量外,还可以指定暂时负载周期,在这种负载状态下,变压器应能按 GB 1094.2 所规定的条件正常运行。

注:暂时负载周期,特别用来作为大型电力变压器的暂时急救负载的设计和保证的基础。

当没有上述规定时,变压器负载能力应按 GB/T 15164 及有关标准的规定。

变压器所用的套管、分接开关和其他辅助设备,均不应限制变压器的负载能力。

注:这些说明不适用于特殊用途的变压器,有的变压器不需要超过额定值的负载能力。对其他类型的变压器,应规定特殊要求。

### 4.3 额定容量的优先数

额定容量值应优先从 GB 321 中 R10 序列(……100,125,160,200,250,315,400,500,630,800,1 000,……)中选取。

### 4.4 在高于额定电压和(或)频率不稳定的情况下运行

在负载状况(负载容量、功率因数以及相应的线间运行电压)下,确定额定电压和分接范围的方法,按 GB/T 13499 的规定。

在设备最高电压( $U_m$ )规定值内,电压与频率之比超过额定电压与额定频率之比,但不超过 5%的“过励磁”时,变压器应能连续运行而无损坏。

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),在额定频率下,用户可规定变压器在高于 105%的额定电压下运行,但不得超过 110%的额定电压。对电流与电压的相互关系如果无特殊的要求,当电流为额定电流的  $K$  ( $0 \leq K \leq 1$ ) 倍时,按下面公式对电压  $U$  加以限制<sup>1)</sup>。

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

采用说明:

1) IEC 76.1 中没有此段(4.4 条第 3 段)内容,按我国的运行条件而增加的。

## 5 对有一个带分接绕组的变压器的技术要求

本章适用于只有一个带分接绕组的变压器。

对于多绕组变压器,只适用于一对绕组间只有一个是带分接绕组的组合。

对于自耦变压器,分接位于接地中性点处时,两个绕组的有效匝数同时在变。对于这样的变压器,有关分接的细节方面的要求,应按协议,但尽可能按本章的有关规定。

### 5.1 分接范围的标志

主分接应位于分接范围的中点(另有规定除外),其他分接用分接因数标志。分接位置数和电压比的变化范围用分接因数百分值与 100 之间的偏差作为简化标志。

例:一台变压器,带分接绕组的额定电压为 220 kV,有 17 个分接,对称布置,其标志为:

$$(220 \pm 8) \times 1.25\% / 35 \text{ kV}$$

若规定的分接范围不与额定电压对称布置时,其标志为:

$$(220 \pm 10) \times 1.25\% / 35 \text{ kV}$$

注:此简化标志,只表示带分接绕组的分接布置,不体现该绕组在运行中施加电压的实际变化。详见 5.2 条和 5.3 条。

每个分接参数的数据,应标志在铭牌上(见第 7 章)。

受分接电压和分接电流的限制,某些分接可为“降低容量分接”。出现这些限制的边界分接,被称为“最大电压分接”或“最大电流分接”(见图 1)。

### 5.2 分接参数变化的标准类型及最大电压分接

分接范围和分接位置数的简化标志,表示着变压器的变压比的变化范围,但不能充分表示分接参数的指定值。还必须补充一些数据,如:可以用表格列出每个分接的分接容量、分接电压和分接电流,或用文字说明其调压种类和“满容量分接”的限制范围。

分接电压调节应选择恒磁通调压(CFVV)、变磁通调压(VFVV)和混合调压(CbVV)。

分接电压调节见图 1。

图 1a:恒磁通调压(CFVV)指出了最大电流分接的选择点。

图 1b:变磁通调压(VFVV)指出了最大电流分接的选择点。

图 1c:混合调压(CbVV)指出了转折点的分接的位置(位于正分接范围),与最大电压分接  $U_A$  和最大电流分接  $I_B$  相对应( $I_B$  为常数,在超过转折点后,不再上升)。图中也指出最大电流分接的选择点(在 CFVV 区域内)。

分接电压调节应符合下述规定:

- a. 恒磁通调压适用于分接因数低于最大电压分接因数的各分接;
- b. 变磁通调压适用于分接因数高于最大电压分接因数的各分接。

### 5.3 分接容量

除以下规定外,所有分接均应为满容量分接。

额定容量在 2 500 kVA 及以下,且分接范围在  $\pm 5\%$  之内的独立绕组变压器中,所有负分接绕组中的分接电流等于额定电流,这表明其主分接是“最大电流分接”。

在分接范围超过  $\pm 5\%$  的变压器中,可能要对其分接电压或分接电流规定限值,否则会明显超过额定值。当规定这些限制时,某些分接即为“降低容量分接”。

当分接因数不等于 1 时,对于满容量分接,其分接电流有可能会超过额定电流。在恒磁通调压下的负分接(见图 1a),带分接的绕组会出现这种情况;在变磁通下的正分接(见图 1b),不带分接的绕组会出现这种情况。为避免出现上述情况,有可能要规定最大电流分接,由最大电流分接起,该绕组的分接电流应定为常数。这也表示直到极限分接的其余分接是降低容量分接(见图 1a、图 1b、图 1c)。

在混合调压下,“最大电压分接”(即恒磁通调压与变磁通调压之间的转折点)同时是“最大电流分

接”(但另有规定除外),不带分接绕组的电流,直到极限正分接处,保持为一常数(见图 1c)。

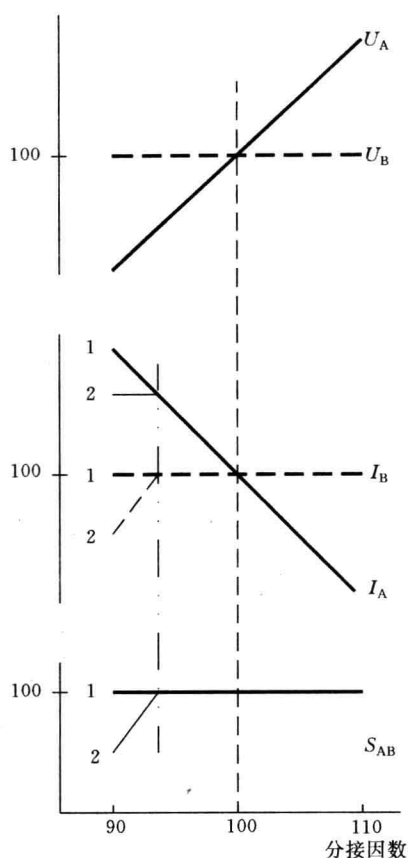


图 1a 恒磁通调压

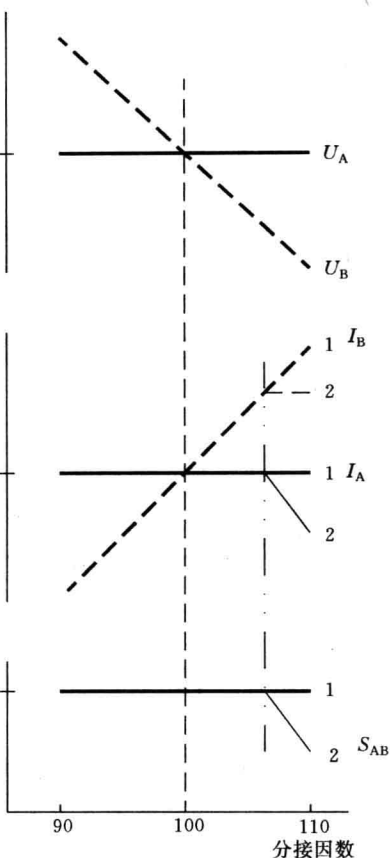


图 1b 变磁通调压

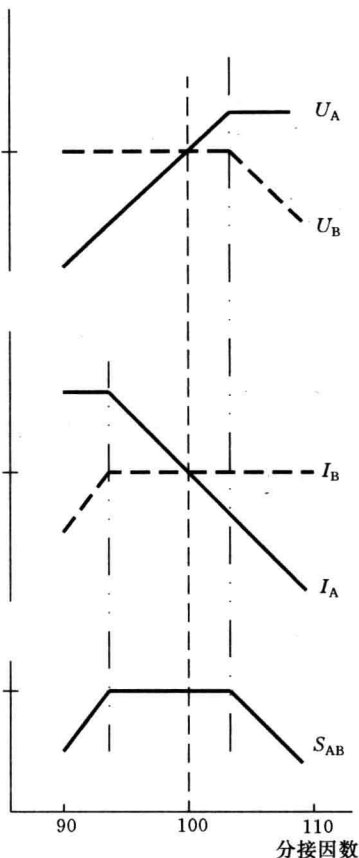


图 1c 混合调压

图 1 分接电压调节

图中:  $U_A$ 、 $I_A$ ——带分接绕组中的分接电压和分接电流;

$U_B$ 、 $I_B$ ——不带分接绕组中的分接电压和分接电流;

$S_{AB}$ ——分接容量;

1——在整个分接范围内的满容量分接;

2——最大电压分接、最大电流分接和降低容量分接的范围。

#### 5.4 询价和定货时对分接的要求

下列各项要求对变压器设计是必要的:

- a. 哪个绕组是带分接绕组;
- b. 分接位置数和分接级(或分接范围和分接位置数),分接范围应按主分接对称地分布,且分接级数都相等。若另有规定,应在合同或投标书中明确特殊规定;
- c. 调压种类,如果指定用混合调压,应指出其转折点(最大电压分接);
- d. 是否需要规定最大电流限值(降低容量分接),如果需要,应指出分接位置。

注:可以在铭牌上列出表格形式代替 c 项和 d 项的文字说明(参见附录 B)。

对以上规定,用户可以在询价中就明确提出所有的要求。或者,提出有功功率和无功功率的负载情况(明确地表明功率流向)以及相应的负载电压。

应指明在满容量和降低容量下电压比的极限值(参见 GB/T 13499 的“六参数法”)。制造厂应按合同或标书的要求,选择带分接绕组以及规定各额定参数和分接参数。

#### 5.5 短路阻抗

一对绕组的短路阻抗是按主分接规定的(另有规定除外)。

对于分接范围超过 $\pm 5\%$ 时,还应给出两个极限分接的短路阻抗值。在短路阻抗试验时(见 10.4 条),主分接和两个极限分接三个阻抗值均应进行测量。

对于几个分接均给出阻抗值时,特别是当一对绕组有不同的额定容量时,推荐用每相欧姆数表示其阻抗值(以该对绕组的任一绕组为基准),而不用百分数表示,由于采用基准值不同,用百分数表示可能会引起混乱。当以百分数表示时,应明确地指出其相应的基准容量和基准电压值。

注:用户选择阻抗值时,会遇到彼此相矛盾的要求:电压降的限制与系统故障时的过电流限制;损耗的最佳经济设计又要求短路阻抗在一定的范围内。若与现有变压器并联运行,还须考虑匹配阻抗(参见 GB/T 13499)。

若询价不仅对主分接的短路阻抗值进行规定,还包括对其他分接范围内的短路阻抗变化,这表示对设计有重大的限制(各绕组之间的相互配置),因此,要提出这些详细的规定。

在询价中,对短路阻抗提要求时,给设计留有适当的自由度,即给出整个分接范围内可接受的上、下限值,且可通过作图和制表来表示。

两个限值之间,应有足够的差值,至少允许他们的中间值加上第 9 章规定的正负偏差。(见附录 C 给出的实例)。制造厂应选择主分接及极限分接的短路阻抗值,并保证在上、下限之间。根据第 9 章实测的值,允许与设计值不等,但不应落在上、下限(无允许偏差)之外。

## 5.6 负载损耗和温升

负载损耗和温升应符合以下规定:

a. 对分接范围在 $\pm 5\%$ 以内,且额定容量不超过 2 500 kVA 的变压器,负载损耗和温升的保证仅指主分接。温升试验选在主分接上进行。

b. 对分接范围超过 $\pm 5\%$ ,或额定容量大于 2 500 kVA 的变压器,除主分接外,还应指明需由制造厂保证的其他分接的负载损耗。负载损耗是以相应的分接电流为基准。温升限值对所有分接都应适用(在相应的分接容量、分接电压和分接电流下)。

温升作为型式试验时,仅在一个分接上进行,且应选在“最大电流分接”(通常是具有最大的负载损耗分接)上进行(除非另有协议)。确定油温升的试验容量应是选定分接的总损耗,该分接的分接电流是确定绕组对油温升的参考电流。有关温升试验和规定见 GB 1094.2。

温升试验的目的,是验证变压器冷却系统能否将由最大总损耗所产生的热散发出去,且在所有分接下,任何绕组高出环境温度的温升应不超过温升限值的规定。

按第二个目的,则要求选择“最大电流分接”,但为确定最大油温升,要施加的总损耗应是具有最大总损耗分接的损耗(即使这个分接不是试验选择的分接),详见 GB 1094.2 第 5.2 条。

## 6 三相变压器的联结和联结组标号

三相变压器的三个相绕组或组成三相组的三台单相变压器同一电压的绕组联结成星形、三角形或曲折形时,对高压绕组应用大写字母 Y、D 或 Z 表示;对中压或低压绕组用同一字母的小写形式 y、d 或 z 表示;对有中性点引出的星形或曲折形联结应用 YN(yN)或 ZN(zN)表示。

不在三相变压器内部联结的开口绕组,并每个相绕组的两端均引出时,应分别表示为 III(高压绕组)或 iii(中压或低压绕组)。

注:单相变压器各绕组亦按此标号表示。

对于自耦联结的一对绕组,其低压绕组用 auto 或 a 表示(如:YNauto 或 YNa 或 YNa0, ZNa11)。

变压器高压、中压、低压绕组联结字母标志应按额定电压递减的次序标注,在中压及低压绕组联结字母后,紧接着标出其相位移钟时序数(见图 2)。

当有稳定绕组(不与外部负载相连的三角形联接绕组)时,应在负载绕组字母后用“+d”表示。