



中华人民共和国国家标准

GB/T 1094.4—2005
代替 GB/T 7449—1987

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试验导则

Power transformers—Part 4: Guide to the lightning impulse and
switching impulse testing—Power transformers and reactors

(IEC 60076-4:2002, MOD)

2005-08-26 发布

2006-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 总则 | 1 |
| 4 规定的波形 | 2 |
| 5 试验电路 | 2 |
| 6 校正 | 3 |
| 7 雷电冲击试验 | 3 |
| 7.1 波形 | 3 |
| 7.2 波尾截断的冲击波 | 3 |
| 7.3 端子接线和故障探测方法 | 4 |
| 7.4 试验程序 | 4 |
| 7.5 试验记录 | 5 |
| 8 操作冲击试验 | 7 |
| 8.1 特殊要求 | 7 |
| 8.2 变压器 | 7 |
| 8.3 电抗器 | 9 |
| 9 波形图或数字记录的判断 | 10 |
| 9.1 雷电冲击 | 10 |
| 9.2 操作冲击 | 12 |
| 10 包括传递函数分析在内的数字处理 | 12 |
| 11 冲击试验报告 | 13 |
| 附录 A (资料性附录) 波形控制原理 | 19 |
| A.1 概述 | 19 |
| A.2 高阻抗绕组 ($L_t > 100$ mH) | 19 |
| A.3 低阻抗绕组 ($L_t < 20$ mH) | 20 |
| 附录 B (资料性附录) 典型的波形图和数字记录 | 24 |
| 图 1 典型的冲击试验电路 | 15 |
| 图 2 雷电冲击试验中的端子接线和适用的故障探测方法 | 16 |
| 图 3 变压器和电抗器的操作冲击波形 | 16 |
| 图 4 操作冲击试验中的端子接线及故障探测方法 | 18 |
| 图 A.1 高阻抗绕组的波形控制 | 19 |
| 图 A.2 低阻抗绕组的波尾控制 | 20 |
| 图 A.3 衰减振荡波形图 | 21 |
| 图 A.4 波尾缩短的影响 | 22 |
| 图 A.5 绕组经电阻接地 | 23 |

| | | |
|--------|---|----|
| 图 A.6 | 低阻抗绕组的电阻接地 | 23 |
| 图 B.1 | 雷电冲击,全波故障——400 kV 发电机变压器高压绕组线端对中性点的击穿 | 26 |
| 图 B.2 | 雷电冲击,全波故障——115 kV 变压器高压绕组入口处线饼间的击穿 | 27 |
| 图 B.3 | 雷电冲击,400 kV/220 kV 变压器粗调分接绕组的层间击穿 | 28 |
| 图 B.4 | 雷电冲击,全波故障——400 kV 发电机变压器分接绕组外部两根相差 1.1%线段的引线之间的击穿 | 29 |
| 图 B.5 | 雷电冲击,全波故障——220 kV 变压器细调分接绕组的一段击穿 | 30 |
| 图 B.6 | 雷电冲击,全波故障——220/110 kV 变压器主高压绕组中多根并联导线之间的击穿 | 30 |
| 图 B.7 | 雷电冲击,全波故障——被试绕组 66 kV 套管内部电容屏之间的击穿 | 31 |
| 图 B.8 | 雷电冲击,截波故障——115 kV 变压器主高压绕组的匝间击穿 | 32 |
| 图 B.9 | 雷电冲击,截波故障——220 kV 变压器细调分接绕组的匝间击穿 | 33 |
| 图 B.10 | 雷电冲击截波——115 kV 变压器在不同电压值但截波时间相同时的冲击试验波形 | 33 |
| 图 B.11 | 雷电冲击截波——220 kV 变压器试验时不同截断时间的影响 | 34 |
| 图 B.12 | 雷电冲击全波——独立绕组变压器的中性点侧有载分接开关装有非线性电阻元件时的影响 | 35 |
| 图 B.13 | 雷电冲击全波——400 kV 变压器试验时冲击发生器在不同电压值下引燃动作不同时的影响 | 36 |
| 图 B.14 | 操作冲击——400 kV 三相发电机变压器试验合格 | 37 |
| 图 B.15 | 操作冲击——单相 525 kV 发电机变压器主高压绕组纵向闪络击穿 | 38 |
| 图 B.16 | 操作冲击——单相 525 kV、33Mvar 并联电抗器试验合格 | 39 |
| 图 B.17 | 雷电冲击——全波和截波传递函数的比较 | 40 |
| 图 B.18 | 雷电冲击全波——非标准波形的估算—数字记录仪中的内置平滑算法的影响 | 41 |
| 图 B.19 | 雷电冲击全波——非标准波形,叠加的振荡波幅值大于 50%且频率小于 0.5 MHz | 41 |
| 图 B.20 | 雷电冲击截波——层式绕组的非标准截波 | 41 |
| 图 B.21 | 雷电冲击全波——非标准波形,用不同的数字记录仪对同一记录的非标准波形的比较 | 42 |
| 图 B.22 | 雷电冲击全波——由测量电缆对地闪络引起的试验电路问题 | 43 |
| 图 B.23 | 雷电冲击全波——分接开关的分接引线之间及粗调分接绕组与细调分接绕组之间闪络的故障数字记录 | 44 |
| 表 B.1 | 波形图和数字记录实例一览表 | 24 |

前 言

《电力变压器》目前已包含了下列几部分：

- 第 1 部分：总则
- 第 2 部分：温升
- 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
- 第 4 部分：电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则
- 第 5 部分：承受短路的能力
- 第 10 部分：声级测定

本部分为第 4 部分。本部分的前版标准代号为 GB/T 7449，对应的国际标准代号为 IEC 60722。由于 IEC 有关电力变压器的标准代号现均调整为 IEC 60076 系列，为了与 IEC 的标准代号相协调且使用方便，本次修订也将标准代号按新 IEC 标准系列进行调整。

本部分修改采用 IEC 60076-4:2002《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试验导则》(英文版)。

本部分根据 IEC 60076-4:2002 重新起草。

考虑到我国国情，在采用 IEC 60076-4:2002 时，本部分做了一些修改。有关技术性差异已编入正文中并在它们所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。本部分与 IEC 60076-4:2002 的主要差异如下：

- a) 第 2 章中部分规范性引用文件，用采用国际标准的我国国家标准代替；
- b) 为便于使用，本部分还进行了下列编辑性修改：
 - 用小数点‘.’代替作为小数点的逗号‘,’；
 - 删除了 IEC 60076-4:2002 的“前言”。

本部分代替 GB/T 7449—1987《电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则》。

本部分与 GB/T 7449—1987 相比主要变化如下：

- a) 原标准只规定了变压器和电抗器波形的模拟记录，本部分规定了可用模拟或数字记录系统来记录冲击电压和电流响应波形；
- b) 原标准只规定了用变压器和电抗器的波形图判断试验结果，本部分规定了可用波形图或数字记录来判断试验结果；
- c) 给出了包括传递函数分析在内的数字处理方法；
- d) 规定了试品冲击试验报告的内容；
- e) 增加了传递函数分析、非标准波形的估算、由试验电路问题产生的响应及试品故障的响应等相应的波形图。

本部分的附录 A、附录 B 均为资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国变压器标准化技术委员会(SAC/TC44)归口。

本部分起草单位：沈阳变压器研究所、武汉高压研究所、保定天威保变电气股份有限公司、特变电工沈阳变压器集团有限公司、西安西电变压器有限责任公司、特变电工股份有限公司新疆变压器厂、浙江三变科技股份有限公司。

本部分主要起草人：孙军、傅锡年、胡振忠、钟俊涛、吕建玉、马旭平、周才康。

本部分所代替的 GB/T 7449 于 1987 年首次发布，本次为第一次修订。

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试验导则

1 范围

本部分目的是对电力变压器的雷电冲击和操作冲击试验的现行方法提供一个准则并作一些说明,以作为 GB 1094.3 的补充。本部分通常也适用于电抗器试验(见 GB/T 10229),当它与电力变压器所用的试验方法有不同之处时,将单独给出专门的叙述。

本部分包括波形、连同试验接线在内的试验回路、试验时接地的实施、故障探测方法、试验程序、测量技术以及试验结果的判断等方面。

本部分所述的一些试验技术尽可能地采用了 GB/T 16927.1 和 GB/T 16927.2 所推荐的内容。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB 1094.3 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 (GB 1094.3—2003, eqv IEC 60076-3:2000)

GB/T 10229 电抗器 (GB/T 10229—1988, eqv IEC 60289:1987)

GB/T 16896.1 高电压冲击试验用数字记录仪 第一部分:对数字记录仪的要求 (GB/T 16896.1—1997, eqv IEC 61083-1:1991)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第一部分:一般试验要求 (GB/T 16927.1—1997, eqv IEC 60060-1:1989)

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第二部分:测量系统 (GB/T 16927.2—1997, eqv IEC 60060-2:1994)

IEC 61083-2 高压冲击试验用数字记录仪 第2部分:用于测定脉冲波形参数的评估软件

3 总则

本部分是以使用常规冲击发生器对变压器和电抗器进行雷电冲击和操作冲击试验为基础而编制的。至于另用电容器对中压或低压绕组放电产生操作冲击波的方法也是适用的。但对于另加电感与该电容器串联以对高压绕组传递一种弱衰减振荡波的方法则不适用。

本部分不讨论其他产生或模拟操作冲击波的方法,如截断中压或低压绕组上的直流电流或利用工频电压一个周波中的某一段波形,因为这些方法至今尚未得到普遍的采用。

选择变压器和电抗器的雷电冲击试验和操作冲击试验的试验电路(端子接线)有不同的考虑。对于变压器,所有的端子和绕组均可分别地按规定的试验水平值进行雷电冲击试验;但在操作冲击试验时,由于是靠磁耦合传递电压,故规定的试验水平(见 GB 1094.3)可以只在一个绕组上得到。

电抗器的雷电冲击试验与变压器相类似,即所有端子可分别地进行试验,但在操作冲击试验中却有不同考虑,且出现的问题也不一样。因此,本部分中的雷电冲击试验,对于变压器和电抗器是用同一条文来叙述的;对于操作冲击试验,则须按变压器和电抗器分别叙述。