

中国机械行业 标准汇编

变压器与互感器卷



机械工业出版社 编



TH/173

001467031

出版说明

中国机械行业标准汇编

变压器与互感器卷

推进专业化协作会产生重要影响。为便于与国际进行交流,我国加快了国内标准采用国际标准的步伐,以减少技术贸易壁垒给我们带来的问题。

作为机械行业标准的出版单位,为配合机械行业标准的贯彻实施,并满足广大读者对标准文本的需求,我社机械工业出版社进行了系统汇编,形成“中国机械行业标准汇编”系列图书。



《中国机械行业标准汇编 变压器与互感器》是其中一卷,主要内容涉及变压器、互感器的分类、技术参数要求、试验导则及其相关配套使用的元件等。

鉴于本书中收集的标准发布年代不尽相同,所使用的标准编制要求也不尽相同,故汇编时对标准中所用计量单位、符号未做改动。本书中汇编标准已在目录上标注(GB或 JB/T),年号用四位数字表示。鉴于有些标准是在对标 GB/T 15618-1995 等同采用,故正文部分仍保留原样。读者在使用时,应注意 GB/T 15618-1995 与 GB/T 15618-2008 的差异。

“引用标准”或“规范性引用文件”中标准的名称,应按 GB/T 15618-2008 中的规定进行标注。

本书由机械工业出版社汇编,共 16 卷,总册数 160 册,总字数 1000 万字,总定价 10000 元。

希望本书的出版对变压器与互感器行业机械行业标准贯彻实施,提高产品质量的提高起到更加积极的推动作用。

贵阳学院图书馆



GYXY1467031



机械工业出版社

180784100



图书在版编目 (CIP) 数据

中国机械行业标准汇编.变压器与互感器卷/机械工业出版社编.—北京:机械工业出版社,2012.9

ISBN 978-7-111-39743-4

I. ①中… II. ①机… III. ①机械工业—行业标准—汇编—中国②变压器—行业标准—汇编—中国③互感器—行业标准—汇编—中国 IV. ①TH-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 216678 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 庞 晖 责任编辑: 庞 晖

封面设计: 赵颖喆

北京机工印刷厂印刷 (三河市胜利装订厂装订)

2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

210mm×297mm·44 印张·4 插页·1400 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-39743-4

定价: 198.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

出版说明

我国加入世界贸易组织（WTO）以来，世界范围内的经济贸易日益增多，而产品的相关标准是其经济贸易的基础。机械行业标准是机械行业组织产品生产、交货和验收的技术依据，是促进产品质量提高的技术保障，是企业获得最佳经济效益的重要条件。企业在生产经营活动中推广和应用标准化技术，认真贯彻实施标准，对缩短产品开发周期、控制产品制造质量、降低产品生产成本至关重要，对增强企业的市场竞争能力和发展规模经济、推进专业化协作会产生重要影响。为便于与国际进行交流，我国加快了国内标准采用国际标准的步伐，以减少技术贸易壁垒给我们带来的问题。

作为机械行业标准的出版单位，为配合机械行业标准的贯彻实施，并满足广大读者对标准文本的需求，我社对现行机械行业标准文本按专业、类别进行了系统汇编，形成“中国机械行业标准汇编”系列图书。

《中国机械行业标准汇编 变压器与互感器卷》是其中一卷，主要内容涉及变压器、互感器的分类、技术参数要求、试验导则及其相关配套使用的元件等。

鉴于本书中收集的标准发布年代不尽相同，所使用的标准编制要求也不尽相同，故汇编时对标准中所用计量单位、符号未做改动。本书中汇集标准的属性已在目录上标明（JB 或 JB/T），年号用四位数字表示。鉴于有些标准是在对标准编号等清理整顿前出版的，故正文部分仍保留原样。读者在使用这些标准时，其属性以目录上标明的为准（标准正文的“引用标准”或“规范性引用文件”中标准的属性也请读者注意核对）。

本卷由机械工业出版社汇编，收集了 2002 年至 2011 年发布的现行机械行业标准共 61 项。

希望本书的出版对变压器与互感器行业机械行业标准的宣传贯彻及其产品质量的提高起到更加积极的推动作用。

编者

目 录

出版说明

变压器

JB/T 501—2006	电力变压器试验导则	3
JB/T 2426—2004	发电厂和变电所自用三相变压器技术参数和要求	49
JB/T 3837—2010	变压器类产品型号编制方法	73
JB/T 3955—2006	矿用一般型电力变压器	101
JB/T 5344.1—2004	埋弧炉变压器 总则	111
JB/T 5345—2005	变压器用蝶阀	119
JB/T 5355—2002	变压器类产品机械制图补充规定	125
JB/T 6302—2005	变压器用油面温控器	141
JB/T 6303—2004	电石炉变压器技术参数和要求	151
JB/T 6483—2005	电精制防爆变压器	155
JB/T 6484—2005	变压器用储油柜	161
JB/T 7065—2004	变压器用压力释放阀	173
JB/T 7067—2002	柱式调压器	181
JB/T 7069—2004	变压器用压力释放阀试验导则	195
JB/T 7070.1—2002	调压器试验导则 第1部分：接触调压器和接触自动调压器试验导则	201
JB/T 7070.2—2002	调压器试验导则 第2部分：感应调压器和感应自动调压器试验导则	215
JB/T 7070.3—2002	调压器试验导则 第3部分：磁性调压器试验导则	233
JB/T 7631—2005	变压器用电子温控器	251
JB/T 7632—2006	串联电抗器试验导则	269
JB/T 7633—2007	变压器用螺旋板式强油水冷却器	277
JB/T 8314—2008	分接开关试验导则	285
JB/T 8315—2007	变压器用强迫油循环风冷却器	315
JB/T 8316—2007	变压器用强迫油循环水冷却器	325
JB/T 8317—2007	变压器冷却器用油流继电器	335
JB/T 8318—2007	变压器用成型绝缘件技术条件	343
JB/T 8447—2006	电渣炉变压器	357
JB/T 8448.1—2004	变压器类产品用密封制品技术条件 第1部分：橡胶密封制品	363
JB/T 8448.2—2004	变压器类产品用密封制品技术条件 第2部分：软木橡胶密封制品	373
JB/T 8449—2002	柱式自动调压器	383
JB/T 8450—2005	变压器用绕组温控器	397
JB/T 8506—2006	黄磷炉变压器 技术参数和要求	411
JB/T 8749.1—2007	调压器 第1部分：通用要求和试验	417

JB/T 10088—2004	6 kV~500 kV 级电力变压器声级.....	443
JB/T 10317—2002	单相油浸式配电变压器技术参数和要求.....	451
JB/T 10319—2002	变压器用波纹油箱	457
JB/T 10428—2004	变压器用多功能保护装置	463
JB/T 10429—2004	钢包精炼炉变压器	471
JB/T 10430—2004	变压器用速动油压继电器	481
JB/T 10431—2004	高燃点绝缘油电力变压器	487
JB/T 10544—2006	地下式变压器	493
JB/T 10681—2006	组合式变压器用油浸式负荷开关	497
JB/T 10682—2006	采油机用变压器	505
JB/T 10691—2007	平衡牵引变压器	511
JB/T 10692—2007	变压器用油位计	517
JB/T 10693—2007	城市轨道交通用干式牵引整流变压器.....	525
JB/T 10775—2007	6 kV~35 kV 级干式并联电抗器 技术参数和要求.....	531
JB/T 10776—2007	220 kV 单相牵引变压器	543
JB/T 10777—2007	中性点接地电阻器	551
JB/T 10778—2007	三相油浸式调容变压器	559
JB/T 10779—2007	750 kV 油浸式并联电抗器技术参数和要求.....	565
JB/T 10780—2007	750 kV 油浸式电力变压器技术参数和要求.....	575

互感器

◀..

JB/T 831—2005	热带电力变压器、互感器、调压器、电抗器.....	589
JB/T 5356—2002	电流互感器试验导则	595
JB/T 5357—2002	电压互感器试验导则	609
JB/T 6300—2004	控制用电压互感器	623
JB/T 7068—2002	互感器用金属膨胀器	633
JB/T 8510.1—2007	交流电气化铁道牵引供电用互感器 第 1 部分：电流互感器.....	643
JB/T 8510.2—2007	交流电气化铁道牵引供电用互感器 第 2 部分：电压互感器.....	651
JB/T 10432—2004	三相组合互感器	661
JB/T 10433—2004	三相电压互感器	675
JB/T 10941—2010	合成薄膜绝缘电流互感器	693

JB 28,180

第 41

备案号: 18021—2006

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 501—2006

代替JB/T 501—1991

变 压 器

Test guide for power transformers

2006-05-06 发布

2006-10-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 501—2006
代替JB/T 501—1991

电力变压器试验导则

Test guide for power transformers

2006-05-06 发布 2006-10-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

前 言

本标准代替 JB/T 501—1991《电力变压器试验导则》。

本标准与 JB/T 501—1991 相比，主要变化如下：

- 编写规则按 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》的规定（见全文）；
- 按编写规则要求取消“篇”的编制（1991 年版的第一、二、三篇）；
- 根据标准内容，对规范性引用文件中的引用标准进行了修订（见第 2 章）；
- 以目前我国变压器试验技术水平和试验方法对原内容进行了修订，增加了试验导则的可操作性（1991 年版的第 5、6、7、8、9、10、12、13、15、17、19、20、21、22、23 章；本版的第 5、6、7、8、9、10、13、14、16、17、18、19、20、21、22 章）；
- 对有些在其相应“试验导则”标准已有规定的试验项目，采取直接引用而不再赘述的原则（见第 11、18 章）；
- 对与现行国家标准的条款规定不一致的内容进行了修订（1991 年版的第 11、16、18 章；本版的第 11 章）。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国变压器标准化技术委员会（SAC/TC44）归口。

本标准起草单位：沈阳变压器研究所、保定天威保变电气有限公司、西安西电变压器有限公司、上海市电力公司、中国电力科学研究院。

本标准主要起草人：董慧生、胡振忠、吕建玉、姜益民、范建斌。

本标准于 1964 年首次发布，1991 年第一次修订，本次为第二次修订。

电力变压器试验导则

1 范围

本标准规定了油浸式和干式电力变压器例行试验、型式试验和特殊试验的程序及方法。

本标准适用于油浸式和干式电力变压器的试验。

特种变压器可参照本标准。

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 311.6—1983 高电压试验技术 第五部分 测量球隙 (eqv IEC 60052: 1960)

GB/T 507—2002 绝缘油 击穿电压测定法 (eqv IEC 60156: 1995)

GB 1094.1—1996 电力变压器 第1部分：总则 (eqv IEC 60076-1: 1993)

GB 1094.2—1996 电力变压器 第2部分：温升 (eqv IEC 60076-2: 1993)

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 (eqv IEC 60076-3: 2000)

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试验导则 (IEC 60076-4: 2002, MOD)

GB 1094.5 电力变压器 第5部分：承受短路的能力 (GB 1094.5—2003, IEC 60076-5: 2000, MOD)

GB/T 1094.10 电力变压器 第10部分：声级测定 (GB/T 1094.10—2003, IEC 60076-10: 2001, MOD)

GB/T 5654—1985 液体绝缘材料工频相对介电常数、介质损耗因数和体积电阻率的测量

GB 6450 干式电力变压器 (GB 6450—1986, eqv IEC 60726: 1982)

GB/T 6451—1999 三相油浸式电力变压器技术参数和要求

GB 7597—1987 电力用油 (变压器油、汽轮机油) 取样方法

GB/T 7600—1987 运行中变压器油水分含量测定法 (库仑法)

GB/T 7601—1987 运行中变压器油水分测定法 (气相色谱法)

GB/T 10228—1997 干式电力变压器技术参数和要求

GB/T 16274—1996 油浸式电力变压器技术参数和要求 500kV 级

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

GB/T 17623—1998 绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法

DL/T 423—1991 绝缘油中含气量的测定—真空压差法

3 主要符号

U_r ——额定电压，单位为 V；

I_r ——额定电流，单位为 A；

S_r ——额定容量，单位为 kVA；

K ——电压比；

- R ——电阻, 单位为 Ω ;
 T ——温度, 单位为 $^{\circ}\text{C}$;
 R_{xg} ——相电阻, 单位为 Ω ;
 R_{xn} ——线电阻, 单位为 Ω ;
 K_{δ} ——空气密度修正系数;
 K_{d} ——空气密度;
 f_{r} ——额定频率, 单位为 Hz ;
 P_0 ——空载损耗, 单位为 W ;
 I_0 ——空载电流, %;
 P_{k} ——校正到参考温度的负载损耗, 单位为 W ;
 Z_{k} ——校正到参考温度的短路阻抗, %;
 Z_{i} ——短路阻抗, 单位为 Ω ;
 P_{r} ——电阻损耗, 单位为 W ;
 θ_{p} ——平均温度, 单位为 $^{\circ}\text{C}$;
 $\Delta\theta$ ——温升, 单位为 K ;
 Z_0 ——零序阻抗, 单位为 $\Omega/\text{相}$;
 Z_{s} ——系统阻抗, 单位为 Ω 。

4 试验程序

本试验程序并未标准化, 未注明试验类型的试验项目属例行试验。

具体试验项目包括以下内容:

- a) 油箱机械强度试验 (型式试验)。
 - b) 油箱密封试验。
 - c) 绝缘特性测量:
 - 1) 绝缘电阻、吸收比及极化指数测定 (35kV、4 000kVA 及以上和 66kV 及以上应提供绝缘电阻和吸收比, 330kV 及以上应提供绝缘电阻值、吸收比及极化指数; 其他中小型变压器只提供绝缘电阻值);
 - 2) 介质损耗因数测量 (35kV、8 000kVA 及以上和 66kV 及以上)。
 - d) 变压器油试验:
 - 1) 介质损耗因数测量;
 - 2) 含气量测定;
 - 3) 含水量测定;
 - 4) 击穿电压测量;
 - 5) 溶解气体气相色谱分析。
 - e) 电压比测量。
 - f) 电压矢量关系校定。
 - g) 绕组电阻测量。
 - h) 空载损耗及空载电流测量 (需做 LI 的产品)。
 - i) 操作冲击试验 (220kV 及以上)。
 - j) 线端雷电全波冲击试验 (型式试验)。
- 注: 电压为 110kV 及以上为例行试验。
- k) 线端雷电截波冲击试验 (型式试验)。
 - l) 中性点端子雷电全波冲击试验 (型式试验)。

- m) 不引出的中性点端子雷电全波冲击试验(特殊试验)。
- n) 外施耐压试验。
- o) 空载损耗及空载电流测量(35kV、8 000kVA 及以上和 66kV 及以上)。
- p) 感应耐压试验。
- 注:不同电压等级产品按 GB 1094.3 的规定。
- q) 局部放电测量。
- 注:适用于干式变压器和额定容量 10 000kVA、电压等级 66kV 级及以上油浸式变压器。
- r) 空载损耗及空载电流测量。
- s) 空载电流谐波测量(特殊试验)。
- t) 短路阻抗及负载损耗测量。
- u) 三相变压器的零序阻抗测量(特殊试验)。
- v) 有载分接开关操作试验。
- 注:有载分接开关操作试验可在试验中穿插进行。
- w) 温升试验(型式试验)。
- x) 声级测定(特殊试验)。
- y) 风扇和油泵电动机所吸取功率测量(特殊试验)。
- z) 短路承受能力试验(特殊试验)。
- 注:需做此试验的产品,试验项目 j) ~ m) 应在其后进行。

5 油箱密封试验(例行试验)

5.1 一般要求

油箱密封试验应在装配完毕的产品上进行,对于可拆卸的储油柜、净油器、散热器或冷却器可单独进行。对于拆卸运输的变压器一般进行两次密封试验,第一次是在变压器装配完毕,且装全所有充油组件后进行;第二次是在变压器拆卸外部组部件、在运输状态下对变压器本体进行的。

5.2 试验目的

检测变压器油箱和充油组部件本体及装配部位的密封性能,防止运行时渗漏油的发生,以及防止变压器主体在运输时的漏气、漏油或因进水而引起的变压器受潮。

5.3 试验方法

5.3.1 试验准备

试验前连接好试验管路、紧固试漏系统的所有紧固件,在油箱或储油柜顶部安装好压力表,并擦净油箱及充油组部件的外表面,以便在试漏过程中观察渗漏油情况。打开注油系统通向变压器及变压器组部件之间连接的所有阀门,并打开吸湿器连管的盖板(中小型变压器打开储油柜上部放气塞),向变压器内注入变压器油至规定油面高度。

5.3.2 装全所有充油组部件的密封试验

5.3.2.1 吊罐油柱法:利用吊罐油柱的静压力来达到要求的试漏压力的方法。

从油箱底部连接好吊罐,关闭储油柜与油箱间的阀门,打开吊罐与油箱间的所有阀门,利用垂直的吊罐油面压力给变压器油箱及组部件施加一个静压力;吊罐油柱的高度由试漏压力计得出。

5.3.2.2 充气加压法:利用向储油柜胶囊内或储油柜油面上充入一定压力的干燥气体来达到要求的试漏压力的方法。

将储油柜内油面调整到规定高度,通过吸湿器联管上安装的充气装置或在储油柜放气塞外装的气门,向储油柜的胶囊内或储油柜内充入干燥空气或氮气,通过压力传递向油箱及组部件施加油压;注意充气速度不要过快,当压力表指示达到规定值时关闭阀门。

5.3.3 运输前变压器本体的密封试验

5.3.3.1 充油运输变压器：可采用吊罐油柱法试漏；也可采用向油箱内油面上部充氮的方法试漏。

5.3.3.2 充氮运输变压器：可直接通过氮气压力进行试漏；也可采用吊罐油柱法试漏，试漏完成后应排油充氮。

具体操作方法见 5.3.2。

5.3.4 试漏压力及持续时间

试漏压力及持续时间应符合 GB/T 6451 或 GB/T 16274 的规定或用户要求，但最后一次补漏后的试漏时间不得少于试漏规定总时间的 1/3，应注意油箱底部所受压力一般不要超过油箱所能承受的压力值。

5.4 试验结果的判定

试验过程中要随时检查压力表的压力是否下降，油箱及其充油组部件表面是否渗漏油，重点检查可漏焊缝和密封面的渗漏油情况。如果符合 GB/T 6451 或 GB/T 16274 的规定，则判定该变压器密封试验合格。

6 绝缘特性测量（例行试验）

6.1 测量目的与项目

在变压器制造过程中，绝缘特性测量用来确定绝缘的质量状态，发现生产中可能出现的局部或整体缺陷，并作为产品是否可以继续进行绝缘强度试验的一个辅助判断手段；同时向用户提供出厂前的绝缘特性试验数据，用户由此可以对比和判断运输、安装、运行中由于吸潮、老化及其他原因引起的绝缘劣化程度。本试验应包括下列试验项目：

- a) 绝缘电阻、吸收比及极化指数测定；
- b) 介质损耗因数测量。

6.2 绝缘电阻、吸收比和极化指数测量

6.2.1 电压为 35kV、容量为 4 000kVA 和 66kV 及以上的变压器应提供绝缘电阻值（R60）和吸收比（R60/R15），电压等级为 330kV 及以上的变压器应提供绝缘电阻值、吸收比和极化指数（R10min/R1min）；测量时使用 5 000V、指示量限不低于 100 000MΩ的绝缘电阻表；其他变压器只测量绝缘电阻值，测量时使用 2 500V、指示量限不低于 10 000MΩ的绝缘电阻表；绝缘电阻表的精确度不应低于 1.5%。

6.2.2 严格按仪表使用说明书和测量要求，正确选择绝缘电阻表的测量状态、连接仪表端子与被试端，按表 1 的测量部位逐项进行测量。

表 1 绝缘特性测量部位

顺 序 号	双绕组变压器		三绕组变压器	
	被试绕组	接地部位	被试绕组	接地部位
1	低压	外壳及高压	低压	外壳、高压及中压
2	高压	外壳及低压	中压	外壳、高压及低压
3	—	—	高压	外壳、中压及低压
4	高压及低压	外壳	高压及中压	外壳及低压
5	—	—	高压、中压及低压	外壳

注：顺序号 4 和 5 的项目，只对 16 000kVA 及以上的变压器进行。

6.2.3 高压测试连接线应尽量保持悬空，必须需要支撑时，要确认支撑物的绝缘状态和距离，以保证测量结果的可靠性。

6.2.4 测量绝缘电阻时，首先将绝缘电阻表调整水平，在不连接试品的情况下使绝缘电阻表的电源接通，其表指示应调整到∞，测试连接电缆接入时，绝缘电阻表指示应无明显差异。

6.2.5 正确使用绝缘电阻表的三个端子，必须使 E 端接地、L 端接火线、G 端屏蔽；测量时，待绝缘电阻表处于额定电压后再接通线路，与此同时开始计时，手动绝缘电阻表的手柄转速要均匀，维持在 120 r/min 左右。

6.2.6 试验应在完成总装配之后进行,测试前向温度计座内注入其 2/3 深度以上的绝缘油(油温为 10℃~40℃、相对湿度小于 85%)并插入温度计记取顶层油温,当测量温度不同时,按 GB/T 6451 的规定换算;变压器油箱和铁心接地套管(如果有)应可靠接地,将被试绕组以外的其余绕组的出线端子分别短接后与油箱相连并可靠接地;如果有夹件单独引出接地套管也必须将其引出端子可靠接地。

6.2.7 如果使用的仪表不具备自动放电功能,在每次测量结束后应首先断开绝缘电阻表的高压端,并对地放电,以避免被试绕组向绝缘电阻表放电而损坏仪表。

6.2.8 在空气环境温度及相对湿度较高、外绝缘表面泄露电流严重的情况下,应使用绝缘电阻表的屏蔽端子而使外绝缘表面屏蔽;试验时应记录环境温度。

6.2.9 测量绝缘电阻时应同时准确测量被试品温度,对油浸式变压器在油的温度稳定后(即油箱上下部油温相差很小时),可将顶层油的温度视为试品的温度,否则应取油平均温度为试品温度。

6.2.10 变压器高压、中压及低压绕组应连同其中性点分别连接在一起进行测试,当绕组线端连同其中性点未连接在一起时,通过绕组的电流会影响绝缘电阻值。

6.2.11 当铁心与夹件有单独引出端子至油箱外接地时,应测量铁心与夹件对油箱的绝缘电阻 $R_{1\min}$ 。

6.3 介质损耗因数测量

6.3.1 试验电源的频率应为额定频率,其偏差不大于±5%;电压波形应为正弦波,测量时应注意非正弦的高次谐波分量对介质损耗因数及电容测量值的影响。

6.3.2 根据试品的电压等级施加相应电压,当试品额定电压为 10kV 及以上时,取 10kV;当试品额定电压低于 10kV 时,取试品额定电压,并按表 1 的测量部位逐项进行测量。

6.3.3 测量套管介质损耗因数及电容值时选择测试仪器的“正接法”,测量变压器器身介质损耗因数及电容值时选择测试仪器的“反接法”。

6.3.4 将被试绕组以外的其余绕组与油箱相连并可靠接地;如果铁心和夹件单独引出时也必须将其引出端子可靠接地。

6.3.5 同绝缘电阻测量一样,要十分注意高压连线的支撑物及产品外绝缘污秽、受潮等因素对测量结果带来的较大误差。

6.3.6 当对试品绝缘性能产生怀疑时,可在不同电压下测量其介质损耗因数;良好绝缘的试品当电压升高时,介质损耗因数不变或略有升高。

6.3.7 在 10℃~40℃时,介质损耗因数的测试结果应不超过下列规定:

- a) 35kV 级及以下的绕组 20℃时应不大于 1.5%;
- b) 66kV 级及以上的绕组 20℃时应不大于 0.8%;
- c) 330kV 级及以上的绕组 20℃时应不大于 0.5%。

当绕组温度与 20℃不同时,换算方法按 GB/T 6451 的规定进行。

7 变压器油试验(例行试验)

变压器油的例行试验包括击穿电压测量、介质损耗因数测量、含水量、含气量测定及溶解气体相色谱分析。

7.1 击穿电压测量

7.1.1 试验目的

变压器油的击穿电压是衡量变压器油被水和悬浮杂质污染程度的重要指标;油的击穿电压越低,变压器的整体绝缘性能越差,直接影响变压器的安全运行;因此必须严格测试,并将变压器油击穿电压控制在不同范围内。

7.1.2 试验方法

变压器油击穿电压测量的试验方法按 GB/T 507 的规定进行。

7.1.3 试验仪器

- 本导则推荐使用全自动击穿电压测试仪—油试验器，整套仪器应满足以下条件：
- a) 油杯：用透明玻璃或塑料制成，有效容积在 300mL~500mL 之间，并带有封盖；
 - b) 电极：由黄铜或不锈钢磨制而成，形状可以是球形或球盖形（蘑菇形），几何尺寸应满足 GB/T507 的规定，电极距离为 2.5mm；
 - c) 调压装置：采用自动升压系统，可采用自耦式调压器或电阻分压器；
 - d) 变压器：采用低压侧电源为 50Hz 的升压变压器；高压侧输出电压波形应为近似正弦波，峰值因数应在 $\sqrt{2}$ ($1\pm 5\%$) 范围内，升压速度控制在 2kV/s，并且当电压大于 15kV 时，变压器的最小短路电流应大于 20mA；
 - e) 保护装置：包括和试验电极串联的限流电阻和接在一次线路上的断路器，断路器应在试样击穿后 0.02s 内受击穿电流作用而动作，以保护试验设备；
 - f) 其他部分：仪器应有自动搅拌器、安全防尘罩，最好具有自动显示和记录击穿电压值、计算平均值和规定值偏差、打印试验结果的功能。

7.1.4 试品取样

试品按 GB 7597 规定的方法取样。

7.1.5 试验过程

- 试验过程按如下要求：
- a) 熟悉仪器使用说明书，并按要求连接试验仪器并调试正常，并经计量部门检定合格；
 - b) 首次使用时应拆卸电极，用清洗剂彻底清洗电极和油杯，再用蒸馏水清洗几遍，用电吹风彻底吹干；安装电极时要用标准规调整电极间隙到 2.5mm；正常使用情况下不必每次拆洗电极；
 - c) 将平衡到室温的试油倒入油杯，并洗刷两次，最后倒入油杯的试油油面超过电极 40mm 为宜；
 - d) 盖上安全防尘罩、选定标准值、按“开始”键，仪器自动开始测试；每测试完一次，仪器打印一次击穿电压值；在测试完六次后，仪器打印出六次击穿电压的平均值和标准值偏差。

7.1.6 注意事项

- 注意事项按如下要求：
- a) 先要检测交流电源，在保证仪器要求的情况下才能接通电源；
 - b) 仪器外壳和接地点应可靠接地；
 - c) 油杯和电极清洗后，严禁用手或不洁净物接触；
 - d) 油杯较长时间未用或测得击穿电压值过低（低于 10kV）时，应按 7.1.5b) 要求重新清洗；
 - e) 环境相对湿度不得大于 75%；
 - f) 确认仪器检定有效期，标准规也应定期检定，其厚度应保证在 2.5mm±0.1mm 之内；
 - g) 样品和规定值偏差大于 10%时应引起注意，最好重复取样做平行试验，以便证实是否是由操作不当所引起。

7.1.7 结果的判定

7.1.7.1 在合同没有规定时，试验结果的判定按表 2。

表 2 变压器油耐压规定值

电 压 等 级 kV	击 穿 电 压 kV
≤35	≥35
66~220	≥40
330	≥50
500	≥60

7.1.7.2 在合同有特殊规定时，按合同规定判定是否合格。

7.2 介质损耗因数测量

7.2.1 试验目的

变压器油介质损耗因数是衡量变压器油本身绝缘性能和被杂质污染程度的重要参数；油的损耗因数越大，变压器的整体介质损耗因数也就越大，绝缘电阻相应降低，油纸绝缘的寿命也会缩短；因此必须严格测试以便将油的介质损耗因数控制在较低范围内。

7.2.2 试验方法

变压器油介质损耗因数试验方法按 GB/T 5654 的规定进行。

7.2.3 试验仪器

变压器油介质损耗因数测量试验一般采用电桥及配套装置或介损仪进行测量。

注：本导则推荐采用瑞士 Tettex2821 电桥及配套装置、奥地利 BRVR DTL 自动介损仪和国产同类电桥及配套装置，也可采用其他与上述性能相当的同类仪器。

具体要求如下：

- a) 主机：具有分辨率为 10^{-5} 的交流（工频）电桥；
- b) 电极杯：采用零件易于拆卸和清洗、重新装配后空杯电容量不易改变的三端电极杯；
- c) 恒温加热装置：应能保持温度在规定值 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内。

7.2.4 试品取样

试品按 GB 7597 规定的方法取样。

7.2.5 试验过程

试验过程按如下要求：

- a) 熟悉仪器使用说明书，并按要求连接试验仪器并调试正常，并经计量部门检定合格；
 - b) 完全拆卸电极杯，先用丙酮、后用洗涤剂彻底清洗，再用蒸馏水清洗几遍，并放到蒸馏水中煮沸 1h；然后放在鼓风干燥箱里干燥 1h~2h 后，再重新装配电极；
 - c) 测量空杯介损应接近零、电容量应在规定值范围内；
 - d) 用试油洗刷两次油杯，正式测试时按规定量（一般为 40mL~45mL）倒入试油；
 - e) 接通恒温控制装置，给试油加温至规定温度，按规定施加电压、测试；测试过程不宜超过 10min；
 - f) 如使用自动介损测量仪，设置完参数按“开始”键即可自动完成测试过程。
- 对于新仪器，a)、b)、c) 必须实施，而在正常使用情况下，可不必每次都实施。

7.2.6 注意事项

注意事项按如下要求：

- a) 先检测交流电源，在保证仪器要求的情况下才能接通电源；
- b) 仪器外壳和接地点应可靠接地；
- c) 确认仪器检定的有效期限；
- d) 自动介损测量仪电源不宜接在磁饱和稳压电源上；
- e) 油杯清洗后严禁用手或不洁净物接触电极；
- f) 油杯使用时间较长或受到严重污染（介损值超过 10%）后应按 7.2.5b)、c) 清洗和测量空杯介损；
- g) 测试下一个油样时，如果上次油样结果大于此油样对应的合格值；油杯应用介损值较低的油洗刷几次后，再用试油洗两次；
- h) 装、倒试油时，内电极不宜接触任何物体。

7.2.7 结果的判定

7.2.7.1 测量同一油样时，两次测试值之差不应大于 0.000 1 加上两个值中较大一个的 25%；如果不能满足上述重复性要求应继续测量油样，直到满足要求，此时测量结果才能视为有效；取两次有效测量中较小的一个值作为油样的介质损耗因数。

7.2.7.2 合同没有规定时，变压器油介质损耗因数（90℃）规定值：330kV 级及以下产品，应小于 0.010；