



中华人民共和国国家标准

GB/T 18494.3—2012

变流变压器 第3部分：应用导则

Converter transformers—Part 3: Application guide

(IEC 61378-3:2006, MOD)

2012-06-29 发布

2012-11-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

变流变压器

第 3 部分:应用导则

GB/T 18494.3—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.gb168.cn

服务热线:010-68522006

2012 年 11 月第一版

*

书号: 155066 · 1-45613

版权专有 侵权必究

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号及名称	2
5 额定值	2
6 绕组结构	3
6.1 概述	3
6.2 工业应用	4
6.3 高压直流(HVDC)应用	8
7 分接和阻抗——HVDC应用	10
7.1 阻抗值	10
7.2 阻抗的变化	10
8 绝缘及绝缘试验	11
8.1 混合绝缘系统	11
8.2 绝缘试验	13
9 损耗	16
9.1 概述	16
9.2 温升试验	23
10 铁心和噪声	24
10.1 铁心	24
10.2 噪声	24
11 技术规范	26
11.1 总则	26
11.2 技术规范和功能规范	26
11.3 HVDC 输电用变压器规范	27
11.4 对用户和制造方各自提出的技术规范的注释和评论	27
11.5 制造方需提供的资料	27
11.6 质量保证和试验大纲	30
11.7 减少停运时间的措施和有效性	30
11.8 由用户或系统设计者提供的信息	30
12 短路	37
13 组件	39
13.1 有载分接开关	39

13.2 阀侧套管	40
14 维护	42
14.1 概述	42
14.2 油	43
14.3 绝缘质量	43
14.4 分接开关	46
14.5 附件和装配件	47
15 监测	48
15.1 总则	48
15.2 运行中变压器的状态评估	48
15.3 监测类型	48
15.4 结论	51
参考文献	52
图 1 6 脉波桥原理图	3
图 2 12 脉波桥原理图	3
图 3 两台变压器绕组联结为星-角联结和星-星联结或者为角-角联结和角-星联结以得到阀侧电压之间有 30°相位移	4
图 4 优先选用外延角结或曲折联结做成具有 15°相位移	4
图 5 自饱和电抗器接线图	5
图 6 自耦变压器的开相概念图	5
图 7 供小调压级用的有粗调和细调的常规自耦变压器的闭相原理图	6
图 8 供小调压级用的有粗调和细调的升压自耦变压器的闭相原理图	6
图 9 带分接绕组角结	7
图 10 带分接绕组的双绕组设计	7
图 11 双绕组变压器两种基本排列	9
图 12 互抗	10
图 13 典型阻抗	11
图 14 典型的工业用换流变压器绝缘系统元件	12
图 15 绝缘系统的等效 R-C 电路	13
图 16 极性反转前和反转后的电压分布	14
图 17 AC/DC 转换简图	15
图 18 阀侧绕组为密耦合的三绕组变压器的漏磁场	18
图 19 阀侧绕组无耦合的三绕组变压器的漏磁场	19
图 20 阀侧绕组为双同心式松耦合的三绕组变压器漏磁场	20
图 21 两个阀侧绕组沿轴向分置且为松耦合的三绕组变压器漏磁场	21
图 22 短路故障条件	37
图 23 阀侧套管布置图	40
图 24 高压套管附件及相关绝缘系统交流、直流及组合电场分布示例	41
表 1 双绕组排列	9

前 言

GB/T 18494 系列标准在总标题《变流变压器》下,共包括下列几部分:

- 第 1 部分:工业用变流变压器;
- 第 2 部分:高压直流输电用换流变压器;
- 第 3 部分:应用导则。

本部分为 GB/T 18494 的第 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 61378-3:2006《变流变压器 第 3 部分:应用导则》(英文版)。

本部分与 IEC 61378-3:2006 的技术性差异及其原因如下:

——关于规范性引用文件,本部分作了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:

- 用等效采用国际标准的 GB 1094.1 代替了 IEC 60076-1;
- 用修改采用国际标准的 GB 1094.3 代替了 IEC 60076-3;
- 用等效或等同采用国际标准的 GB/T 3859(所有部分)代替了 IEC 60146(所有部分);
- 用修改采用国际标准的 GB 10230.1 代替了 IEC 60214-1:2003;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 10230.2 代替了 IEC 60214-2:2004;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 13499 代替了 IEC 60076-8:1997;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 18494.1 代替了 IEC 61378-1:1997;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 18494.2 代替了 IEC 61378-2:2001。

——删除了 IEC 61378-3:2006 的 11.8.4(对应本部分 11.8.4)中的“在某些国家,极性反转试验是与长时外施直流电压试验一起进行的”。因为我国产品的这两项试验是分开进行的,因此为符合我国的实际情况,删除了此内容。

——删除了 IEC 61378-3:2006 的 11.8.5(对应本部分 11.8.5)中的“在某些国家中”。因为本标准只在我国使用,因此删除此内容。

本部分还作了下列编辑性修改:

——参考文献中增加了 GB 1094.10—2003 电力变压器 第 10 部分:声级测定;

——在 IEC 61378-3:2006 的 11.5.2 标题“性能数据”下增加:

性能数据如下:

——空载损耗;

——将 IEC 61378-3:2006 的 11.8.4 的一级列项“——特殊负载要求:”中的“9.1.5”改为“9.1.3”;

——将 IEC 61378-3:2006 的 11.8.4 中的两个一级列项“变压器”和“冷却器”改为一级列项“——声级限值”下的二级列项;

——将 IEC 61378-3:2006 的 15.3.5 中的“15.2”改为“15.3.4”;

——将“本国际标准”一词改为“本部分”;

——删除 IEC 61378-3:2006 的前言。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

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/TC 44)归口。

本部分起草单位:沈阳变压器研究院、保定天威保变电气股份有限公司、顺特电气设备有限公司、特

GB/T 18494.3—2012

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、江西变压器科技股份有限公司、北京新华都特种变压器有限公司、北京华泰变压器有限公司、明珠电气有限公司、沈阳华美变压器制造有限公司、西安西变中特电气有限责任公司。

本部分主要起草人：张显忠、李文平、刘燕、王健、宓传龙、李冬林、嘉陵、何宝振、蔡定国、孙涛、任甄。

引 言

0 概述

GB/T 18494 由三部分组成:

- 第 1 部分适用于一般“工业”用的变流变压器(如:制铜、铝熔炼和某些气体电解);
- 第 2 部分适用于高压直流输电用的换流变压器;
- 第 3 部分即本应用导则,适用于 0.2 至 0.12 节所涉及的内容。

GB/T 18494.1 适用于“工业”用变流变压器,适用于铝熔炼、铜精炼及生产某些气体的电源变压器,也适用于轧钢机和船舶驱动系统。第 1 部分不适用于安装在电机车上的牵引用电力拖动装置,但仍适用于固定式牵引系统中的变流器应用装置。此外,对于范围广泛的较小容量的变流器,本部分及第 1 部分均同样适用。

GB/T 18494.2 适用于高压直流(HVDC)输电用的换流变压器。高压直流输电系统有两种类型:一种为“背靠背”型,另一种为“输电”型。在这两种系统中运行的变压器,其运行和评估是包括在 GB/T 18494.2 和本部分之内的。

0.1 额定值(第 5 章)

在 GB/T 18494.1 和 GB/T 18494.2 中,对变流变压器的额定值的规定与传统上所用的方法是不同的。在传统方法中,变压器铭牌电流的额定值是用电流的方均根值来定义的。GB/T 18494 对变压器额定值定义的方法提出了一个根本性的变动。阐明了变压器铭牌额定值以电压和电流的基波分量为基础。由基波分量得出的铭牌额定值为阻抗和损耗保证值的基础。

0.2 绕组结构(第 6 章)

已有大量的绕组联结和原理应用于工业和高压直流输电用的变流变压器。多年来,它们已得到不断的发展。各种整流联结的运行特性,绝大多数已包括在 GB/T 3859(半导体变流器)内。在本部分中,就联结对变压器结构和某些运行方面的影响进行了研讨。

不同调压方式在工业应用中是常见的,本部分给出了几种调压方法的原理图。

0.3 分接和阻抗(第 7 章)

高压直流输电用换流变压器的阻抗需特别注意,并需要特殊的设计方案。主要关心的是在整个分接范围下阻抗变化的限值和不同变压器间的阻抗差异的限值,以及在某些应用中的星结绕组和角结绕组间阻抗差异的限值。本部分将讨论这些限值和其实际应用。

通常,变流变压器的分接范围比常规变压器大。本部分讨论了这种大分接范围对变压器和分接开关的影响。

0.4 绝缘及绝缘试验(第 8 章)

本章将涉及两个方面,首先在工业应用中增加采用“混合绝缘”的绝缘结构。其次是 HVDC 输电用变压器绝缘结构在外施直流电压试验中和在运行中的绝缘能力。

讨论了交流和外施直流电压试验的基本原理、试验方法和试验电压水平。对与所推荐试验规范相关的安全措施进行了评论。

0.5 损耗(第 9 章)

本部分详述了在考虑非正弦负载电流对各类变流变压器的影响时所用的原理、试验方法和计算方法的相关内容。

用计算实例详述了 HVDC 应用中的双频试验原理。这些由试验和计算得到的损耗值被作为确定温升试验中用于建立油和绕组温度梯度试验电流的基础。

0.6 铁心和噪声(第 10 章)

对电压谐波和直流偏磁电流对铁心结构和性能的影响进行了讨论和总结。

对噪声产生的原因、常规的工厂噪声测量值与现场实测值及预期值之间的预期差异进行了评述。

讨论了估算变流变压器噪声的最新方法。

0.7 技术规范(第 11 章)

变流变压器的规范与电力变压器明显不同。详细的要点是编制技术规范和功能性规范的指导文件的一部分。

给出了在订货投标阶段,用户和制造方各自宜提出哪些规定内容的一些指导原则。

0.8 短路(第 12 章)

在常规电力变压器中,绕组内部短路电流计算只与变压器及变压器所接电源的电抗和电阻分量有关。

但对于变流用的变压器,需要考虑变流器内发生故障时所产生的故障电流峰值可能高于常规电力变压器所出现的短路电流峰值的情况。这种情况在本部分中详述。

0.9 组件(第 13 章)

在进行工业用和 HVDC 输电用变流变压器设计时,有载分接开关的选择和运行是个关键性的问题。本部分列举了分接开关用于这些场合时的某些原则规定。

在 HVDC 应用中,阀侧套管的设计和与总体的结合是关键性问题。

详述了对套管的一般要求、结构建议、套管与变压器的结合和试验要求。现正在编写一个 HVDC 输电用套管的标准。本部分中所提出的技术建议将是此新标准的拟定内容。

0.10 维护(第 14 章)

统计表明,HVDC 输电用换流变压器需要高标准的维护。特别需要注意的是有载分接开关和阀侧套管。本部分提出了维护的要求。

0.11 监测和现场调研(第 15 章)

如果希望减少现场出现问题,建议作变压器现场监测。在这方面,只讨论状态监测。本部分亦对现场出现事故后应进行的工作程序和实际操作提出了建议。这些建议的提出,就是要在调查研究的开始阶段中,使那些重要的证据和数据不会丢失或损毁。

本章也讨论了为了这种应用目的而适用的状态监测。

0.12 补充信息

制定本部分时,特别是关于 GB/T 18494.2 中 HVDC 变流应用方面的内容,明显地受到 CIGRE 联合工作组 12/14.10 各专题论文的影响。

变流变压器

第3部分:应用导则

1 范围

GB/T 18494 的本部分向用户给出了有关工业用和 HVDC 输电用变流变压器在设计、结构、试验和运行方面与电力系统用常规变压器的不同之处。此外,也向制造方给出了 GB/T 18494.1 和 GB/T 18494.2 的技术背景。

本部分适用于对 GB/T 13499《电力变压器应用导则》的补充,但不代替 GB/T 13499,因为 GB/T 13499 中所含的一般原理也同样地适用于变流变压器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

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

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(IEC 60076-3:2000,MOD)

GB/T 3859(所有部分) 半导体变流器 [IEC 60146(所有部分)]

GB 10230.1 分接开关 第1部分:性能要求和试验方法(GB/T 10230.1—2007,IEC 60214-1:2003,MOD)

GB/T 10230.2 分接开关 第2部分:应用导则(GB/T 10230.2—2007,IEC 60214-2:2004,MOD)

GB/T 13499—2002 电力变压器应用导则(IEC 60076-8:1997,IDT)

GB/T 18494.1—2001 变流变压器 第1部分:工业用变流变压器(IEC 61378-1:1997,IDT)

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(IEC 61378-2:2001,MOD)

IEC 60296 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油(Fluids for electrotechnical applications—Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear)

IEC 60422 电气设备用矿物油监测和维护导则(Supervision and maintenance guide for mineral insulating oils in electrical equipment)

IEC 60567 充油式电气设备 供游离和溶解气体分析的油和气体取样导则(Oil-filled electrical equipment—Sampling of gases and of oil for analysis of free and dissolved gases—Guidance)

IEC 60599:1999 运行中的矿物油浸渍式电气设备 油中溶解气体分析和判断导则(Mineral oil impregnated electrical equipment in service—Guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis)

3 术语和定义

GB/T 18494.1 和 GB/T 18494.2 中界定的术语和定义适用于本文件。