



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 18494.1—2014  
代替 GB/T 18494.1—2001

---

## 变流变压器 第 1 部分：工业用变流变压器

Converter transformers—Part 1: Transformers for industrial applications

(IEC 61378-1:2011, MOD)

2014-09-03 发布

2015-02-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
变流变压器  
第 1 部分:工业用变流变压器  
GB/T 18494.1—2014

\*

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(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.gb168.cn

服务热线:400-168-0010

010-68522006

2014 年 10 月第一版

\*

书号: 155066 · 1-49854

版权专有 侵权必究

## 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和缩略语 .....	2
3.1 术语和定义 .....	2
3.2 缩略语 .....	2
4 分类 .....	3
4.1 概述 .....	3
4.2 正常使用条件 .....	4
4.3 非正常使用条件 .....	4
5 额定值 .....	4
5.1 概述 .....	4
5.2 额定频率下的额定容量和负载能力 .....	4
5.3 额定电压和运行电压 .....	4
5.4 额定电流 .....	5
5.5 三相变压器的相位移和端子标识 .....	5
5.6 铭牌 .....	5
5.7 带有滤波和补偿用的第三绕组的装置 .....	5
5.8 有载分接开关 .....	6
6 变压器和电抗器的负载损耗和电压降 .....	6
6.1 概述 .....	6
6.2 畸变电流负载下变压器负载损耗的确定 .....	6
6.3 大电流绕组内部的电流分布、损耗和热点 .....	9
6.4 同一个铁心柱带三个及以上绕组的变压器绕组几何排列和绕组间的磁耦合对谐波涡流损耗的影响 .....	10
6.5 相间变压器、电流平衡电抗器、串联平波电抗器和饱和电抗器的损耗 .....	14
6.6 变压器和电抗器的电压降 .....	16
7 变流变压器试验 .....	17
7.1 概述 .....	17
7.2 换相电抗测量和电感压降确定 .....	17
7.3 电压比和相位移测量 .....	18
7.4 绝缘试验 .....	18
7.5 负载损耗测试 .....	19
7.6 温升试验 .....	19
8 带饱和电抗器和(或)相间变压器时的负载噪声水平 .....	21
附录 A (资料性附录) 变流变压器移相联结和端子标识 .....	25

附录 B (资料性附录) 设计评审导则 ..... 31

附录 C (规范性附录) GB/T 18494.1 与 GB/T 3859.1 额定值的相关性 ..... 33

附录 D (资料性附录) 负载周期示例 ..... 40

附录 E (资料性附录) 按变压器额定基波电流下的损耗测量值确定额定非正弦变流电流下的变压器运行负载损耗 ..... 41

附录 F (资料性附录) 大电流阀侧绕组电流分布测量 ..... 57

附录 G (资料性附录) 通过匝数比测量来确定变压器电压比和相位移 ..... 64

附录 H (资料性附录) 装有嵌入式饱和电抗器的整流变压器的负载试验 ..... 68

附录 I (资料性附录) (输入总损耗时)单拍变流器用变压器短路试验电流和负载损耗 ..... 70

附录 J (资料性附录) 磁场在变压器箱体中引起的损耗的确定、箱体损耗评审和箱体热点计算的三维仿真和导则 ..... 71

参考文献 ..... 72

图 1 B6U 或 DB 6 脉波双桥式连接 ..... 3

图 2 DSS 6 脉波连接 ..... 3

图 3 阀侧绕组为密耦合的三绕组变压器的漏磁场 ..... 11

图 4 阀侧绕组无耦合的三绕组变压器的漏磁场 ..... 12

图 5 阀侧绕组为双同心式松耦合的三绕组变压器漏磁场 ..... 13

图 6 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 ..... 14

图 7 典型的饱和电抗器调压曲线(含控制电流为 0 时的最大电压降)和偏差范围 ..... 16

图 A.1 逆时针相位移 ..... 25

图 A.2 Yd11 联结 ..... 25

图 A.3 Yd1 联结 ..... 26

图 A.4 示例 A.1 的相位移 ..... 26

图 A.5 示例 A.2 的相位移 ..... 27

图 A.6 Z-Z 结 12 脉波变流变压器联结 ..... 28

图 A.7 延边角结 12 脉波变流变压器联结 ..... 29

图 A.8 多边形联结 12 脉波变流变压器联结 ..... 30

图 C.1 DB 联结理想矩形波电流 ..... 33

图 C.2 DSS 联结矩形波电流 ..... 34

图 E.1 绕组导线截面图 ..... 42

图 E.2 联接组 Yy0y6 的端子标志 ..... 45

图 E.3 联接组 Dd0y1 的端子标志 ..... 47

图 E.4 DB 联结的矩形正半波阀电流 ..... 48

图 E.5 DB 联结的矩形正、负半波阀侧电流 ..... 49

图 E.6 DSS 联结的矩形波阀电流 ..... 52

图 F.1 阀侧大电流绕组和测量设备放置示例 ..... 57

图 F.2	变压器绕组布置 .....	59
图 F.3	同相谐波电流分布测量电路 .....	59
图 F.4	反相谐波电流分布测量电路 .....	60
图 F.5	同相电流分布测量结果与有限元仿真结果对比 .....	60
图 F.6	反相电流分布测量结果与有限元仿真结果对比 .....	63
图 G.1	YD1 联结 .....	64
图 G.2	YD11 联结 .....	65
图 G.3	Pd0+7.5 联结 .....	65
图 G.4	示波器连接 .....	66
图 G.5	B 相滞后 A 相+7.5°波形图 .....	66
图 G.6	B 相超前 A 相-7.5°波形图 .....	67
表 1	联结和计算因数 .....	22
表 C.1	DB 6 脉波联结 25 次以内谐波成分(理想矩形波电流) .....	33
表 C.2	DSS 6 脉波联结 25 次以内谐波成分(理想矩形波电流) .....	34
表 C.3	计算系数比较示例 .....	36
表 C.4	计算系数比较 .....	37
表 D.1	负载周期示例 .....	40
表 E.1	阀侧绕组中的特征谐波电流和相位移 .....	43
表 E.2	绕组温度为 20 °C 时的电阻测量值 .....	44
表 E.3	网侧和阀侧绕组中的特征谐波电流和相位移 .....	46
表 E.4	试验测量值 .....	47
表 E.5	谐波电流 .....	48
表 E.6	谐波电流 .....	49
表 E.7	谐波电流 .....	50
表 E.8	变压器在额定分接位置下的负载损耗 .....	51
表 E.9	谐波电流 .....	52
表 E.10	网侧和阀侧绕组中的特征谐波电流和相位移 .....	53
表 E.11	谐波电流 .....	54
表 E.12	变压器在额定分接位置下的负载损耗 .....	55
表 F.1	同相电流分布测量结果及与有限元仿真结果的比较 .....	61
表 F.2	反相电流分布测量结果及与有限元仿真结果的比较 .....	62
表 G.1	单相变比测量 .....	64

## 前 言

GB/T 18494《变流变压器》包括以下几部分：

- 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1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 18494.1—2001《变流变压器 第1部分：工业用变流变压器》，与 GB/T 18494.1—2001 相比，主要技术变化如下：

- 将 GB/T 18494.1—2001 只涉及带一个器身和一个相间变压器的变流变压器改为本部分适用于同一个油箱中有一个或多个器身的变压器；将 GB/T 18494.1—2001 只涉及星结(Y结)和角结(D结)的变压器改为本部分适用于 Y 结、D 结和其他移相联结的变压器(如 Z 结、延边三角形联结、多边形联结等)；
- 增加了变流变压器的分类。规范了变流器的分类和应用、正常使用条件及非正常使用条件；
- 明确了变流变压器的相位移和端子标识；
- 增加了对变流变压器铭牌的规定；
- 增加了对带有滤波和补偿用的第三绕组的装置的规定；
- 增加了对有载分接开关的规定；
- 增加了大电流绕组内部电流分布、损耗和热点的描述；
- 增加了同一个铁心柱及带三个及以上绕组的变压器几何排列和绕组间磁耦合对谐波涡流损耗的影响；
- 增加了变压器和饱和电抗器的电压降；
- 增加了绝缘试验；
- 负载损耗试验时专门强调了与饱和电抗器共箱的整流变压器及大电流阀侧绕组采用外部母排短路结构等情况；
- 对表 1 进行了更新，删除了部分联结，表中列出的是常用的联结；
- 新增八个附录，标题分别为“变流变压器移相联结和端子标识”“设计评审导则”“GB/T 18494.1 与 GB/T 3859.1 额定值的相关性”“负载周期示例”“大电流阀侧绕组电流分布测量”“通过匝数比测量来确定变压器电压比和相位移”“装有嵌入式饱和电抗器的整流变压器的负载试验”“磁场在变压器箱体中引起的损耗的确定箱体损耗评审和箱体热点计算的三维仿真和导则”。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 61378-1:2011《变流变压器 第1部分：工业用变流变压器》。

本部分与 IEC 61378-1:2011 的技术性差异及其原因如下：

- 为适应我国国情，在第 1 章中，将原文中阀侧绕组的设备最高电压不超过 36 kV 改为 40.5 kV；
- 为适应我国国情，用符合我国习惯的端子标识代替了原文中的端子标识；
- 关于规范性引用文件，本部分做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：

- 用修改采用国际标准的 GB 1094.1、GB 1094.2、GB 1094.3、GB/T 1094.6、GB 1094.11、GB/T 3859.1—2013 和 GB/T 3859.2—2013 分别代替了 IEC 60076-1:2011、IEC 60076-2:2011、IEC 60076-3:2000、IEC 60076-6:2007、IEC 60076-11:2004、IEC 60146-1-1:2009

和 IEC 60146-1-2:2011;

- 用非等效采用国际标准的 GB/T 2900.15—1997 代替了 IEC 60050(421):1990;
- 删除了对 IEC 60076(所有部分)、IEC 60146(所有部分)和 IEC/TR 60616:1978 的引用。

本部分还做了下列编辑性修改:

- 将第 1 章注中的“5.1”修改为“6.2”;
- 删除了 5.8 中的“(见 IEC 60076-1 的描述)”;
- 将 6.1 最后一行中的“见 5.1 和 7.6”修改为见“见 6.2 和 7.6”;
- 6.2 中增加了“n——计算的最高谐波次数”;
- 将 7.6.3.2 的注 1 的内容由“每相的两个二次侧绕组接近 100% 的耦合,见 A.2 和 A.3。因此,所有绕组的涡流损耗见 A.2 中六脉波和 A.3 中 12 脉波的相关描述。”修改为“每相的两个二次侧绕组接近 100% 的耦合。因此,所有绕组的涡流损耗见 E.3 中六脉波和 E.4 中 12 脉波的相关描述。”;
- 将原文中的附录 A、附录 B、附录 C、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I 和附录 J 修改为本部分的附录 E、附录 I、附录 F、附录 B、附录 J、附录 H、附录 G、附录 A 和附录 C;
- 将原文附录 A(本部分为附录 E)中的四处“见 6.5”均修改为“见 6.4”;
- 将原文 A.4(本部分为 E.4)的“二次  $2a-2b-2c: I^2R = 3 \times 2 \ 341^2 \times 0.678 \times 10^{-6} \times 10^{-3} = 11.15 \text{ kW}$ ”中的“11.15 kW”修改为“ $11.15 \times 10^{-3} \text{ kW}$ ”,将“二次  $3a-3b-3c: I^2R = 3 \times 4 \ 054^2 \times 0.228 \times 10^{-6} \times 10^{-3} = 11.24 \text{ kW}$ ”中的“11.24 kW”修改为“ $11.24 \times 10^{-3} \text{ kW}$ ”,并对后面所用到的这两个数值统一进行了更正;
- 删除了原文中表 A.7 下面的“第三额定电压”及以下六行的内容;
- 将原文 I.3(本部分为 A.3)中的前两段文字调整到本部分 A.1 的最前面,删除了原文 I.3 中的第三段文字;
- 对原文中的公式编号进行了调整。

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:沈阳变压器研究院股份有限公司、顺特电气设备有限公司、新华都特种电气股份有限公司、卧龙电气集团北京华泰变压器有限公司、明珠电气有限公司、保定天威保变电气股份有限公司、西安西电变压器有限责任公司、特变电工沈阳变压器集团有限公司、特变电工衡阳变压器有限公司、湘潭华夏特种变压器有限公司、广州智光电气股份有限公司、江苏上能新特变压器有限公司、广州骏发电气有限公司、沈阳华美变压器制造有限公司、吴江变压器有限公司、广东钜龙电力设备有限公司。

本部分主要起草人:张显忠、易吉良、嘉陵、何宝振、蔡定国、胡振忠、王宁之、孙洪军、胡玉建、张喜明、龙清华、郭跃光、樊建平、孙涛、林灿华、王文光。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 18494.1—2001。

# 变流变压器

## 第 1 部分：工业用变流变压器

### 1 范围

GB/T 18494 的本部分规定了组装在半导体变流器设备内的电力变压器和电抗器的技术要求、设计和试验,本部分不适用于常规交流配电变压器。

本部分适用于任何容量的电力变流器,典型应用有:电解用晶闸管整流器、电解用二极管整流器、大功率驱动用晶闸管整流器、废料熔炉用晶闸管整流器及变速驱动变频器用二极管整流器。本部分也适用于降压调压器或自耦变压器的调压单元。阀侧绕组的设备最高电压不超过 40.5 kV。

本部分不适用于高压直流输电用变压器。

虽然成套变流器设备标准(如 GB/T 3859 或其他有关特殊应用场合的标准)可能包括变流变压器、辅助变压器和电抗器在内的整个设备的各种性能保证和试验方面的要求(如绝缘、损耗),但本部分仍适用于作为变流设备中的变压器本身的性能保证和试验要求。

本部分所规定的保证值、运行和型式试验,既适用于作为变流设备中一个组件的变压器,也适用于变流设备用的单独订购的变压器。任何补充的保证值或特殊验证等均应在变压器订货合同中予以特别说明。

本部分涉及的变流变压器可以是液浸式也可以是干式。除了要满足本部分规定外,对于液浸式变压器还应符合 GB 1094 系列标准;对于干式变压器还应符合 GB 1094.11。

注:在某些变流设备中可能使用标准设计的常规配电变压器,在使用中可能需要降低容量。此涉及到对专门设计的装置的技术要求,本部分不作专门的规定。但可以从 6.2 中给出的公式以及按 GB/T 13499 来计算常规变压器的容量降低值。

本部分适用于同一个油箱中有一个或多个器身[如调压(自耦)变压器和一台(或两台)整流变压器]的变压器。也适用于带一个(或多个)饱和电抗器和(或)相间变压器的变压器。

对于上文中未列出的其他组合形式,总损耗的确定和测量需由供需双方商定。

本部分适用于 Y 结、D 结和其他移相联结的变压器(如 Z 结、延边三角形联结、多边形联结等)。移相绕组可以设置在调压变压器或整流变压器中。

### 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 电力变压器 第 1 部分:总则(GB 1094.1—2013,IEC 60076-1:2011,MOD)

GB 1094.2 电力变压器 第 2 部分:液浸式变压器的温升(GB 1094.2—2013,IEC 60076-2:2011,MOD)

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 1094.6 电力变压器 第 6 部分:电抗器(GB/T 1094.6—2011,IEC 60076-6:2007,MOD)

GB 1094.11 电力变压器 第 11 部分:干式变压器(GB 1094.11—2007,IEC 60076-11:2004,MOD)

GB/T 2900.15—1997 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器[neq IEC 60050(421):1990、