



中华人民共和国国家标准

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

Specification and technical requirements of oil-immersed convertor
transformers for HVDC applications

2007-01-16 发布

2007-08-01 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
高压直流输电用油浸式换流变压器
技术参数和要求
GB/T 20838—2007

*

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

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

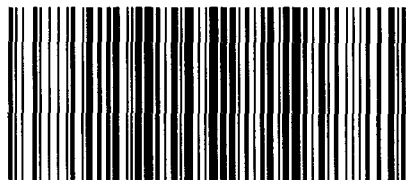
*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 18 千字
2007 年 7 月第一版 2007 年 7 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-29667 定价 14.00 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



GB/T 20838—2007

前 言

本标准需与 GB 1094.1、GB 1094.2、GB 1094.3、GB 1094.5 和 GB/T 18494.2 配套使用。

本标准的编写格式按照 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》。

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录，附录 C 为规范性附录。

本标准由中国电器工业协会提出并归口。

本标准起草单位：特变电工沈阳变压器集团有限公司、沈阳变压器研究所、西安西电变压器有限责任公司、中国南方电网有限责任公司、武汉高压研究所、中国电力科学研究院、湖北省电力试验研究院、贵州电力试验研究院、机械工业北京电工技术经济研究所。

本标准的主要起草人：王健、孙树波、章忠国、宓传龙、汪德华、饶宏、付锡年、李光范、胡惠然、杨积久、帅远明。

本标准为首次发布。

引 言

GB/T 20838—2007 是机械工业北京电工技术经济研究所总承担的国家科技部 2003 年度科技基础条件平台工作重点项目“直流输变电系统核心技术与基础标准研究”(项目编号为 2003DIA7J034)支持研究制定的标准。

高压直流输电在我国电网建设中,对于长距离送电和大区联网有着非常广阔的发展前景,是目前作为解决高电压、大容量、长距离送电和异步联网的重要手段。“直流输变电系统核心技术与基础标准研究”及其滚动项目“高压直流输电系统及设备关键技术标准研究”(项目编号为 2004DEA70820),是根据我国直流输电工程实际需要和高压直流输电技术发展趋势开展的。项目在引进技术的消化吸收、国内直流输电工程建设经验和设备自主研发的基础上,研究制定高压直流输电设备国家标准体系。内容包括基础标准、主设备标准和控制保护设备标准。项目已完成或正在制定的共 19 项国家标准:

- 《高压直流系统特性 第 1 部分:稳态》(已报批)
- 《高压直流系统特性 第 2 部分:故障与操作》(已报批)
- 《高压直流系统特性 第 3 部分:动态》(已报批)
- 《高压直流换流站绝缘配合程序》(已报批)
- 《高压直流换流站损耗的确定》(已报批)
- 《输配电系统的电力电子技术静止无功补偿器用晶闸管阀的试验》(已报批)
- 《高压直流输电用电控晶闸管的一般要求》(正在制定中)
- 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》
- 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》
- GB/T 20836—2007《高压直流输电用油浸式平波电抗器》
- 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》
- 《高压直流输电用并联电容器及交流滤波电容器》(已报批)
- 《高压直流输电用直流滤波电容器》(已报批)
- 《高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器导则》(已报批)
- 《高压直流输电系统控制与保护设备》(已报批)
- 《高压直流换流站噪音》(正在制定中)
- 《高压直流套管技术性能和试验方法》(正在制定中)
- 《高压直流输电用光控晶闸管的一般要求》(正在制定中)
- 《直流系统研究和设备成套导则》(正在制定中)

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 12 脉动换流系统用变压器接线原理示意图	1
4 性能参数	2
5 绝缘水平	2
6 技术要求	2
7 测试项目	3
8 标志、包装、运输和贮存	4
附录 A(资料性附录) 变压器的有关性能参数实例	5
附录 B(资料性附录) 阀侧绕组的外施直流电压、极性反转电压和外施交流电压的计算实例	6
B.1 变压器基本参数	6
B.2 外施直流电压	6
B.3 极性反转电压	6
B.4 外施交流电压	6
附录 C(规范性附录) 使用部门与制造单位协商的试验	7
C.1 长时间空载试验	7
C.2 油流带电试验	7
C.3 转动油泵时的局部放电测量	7
图 1 12 脉动换流系统用变压器接线原理示意图	1
表 A.1 单相双绕组变压器的有关性能参数	5

高压直流输电用油浸式换流变压器 技术参数和要求

1 范围

本标准规定了 ± 500 kV 级及以下直流输电用油浸式换流变压器(以下简称变压器)的性能参数、技术要求、测试项目、标志、包装、运输和贮存,并在附录 A 中给出了一些具体产品的有关性能参数实例。

本标准适用于 ± 500 kV 级及以下直流输电用单相油浸式换流变压器。

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

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

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, IEC 60076-3:2000,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 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 60296:2003 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油

3 12脉动换流系统用变压器接线原理示意图

12脉动换流系统用变压器接线原理示意图见图1所示。

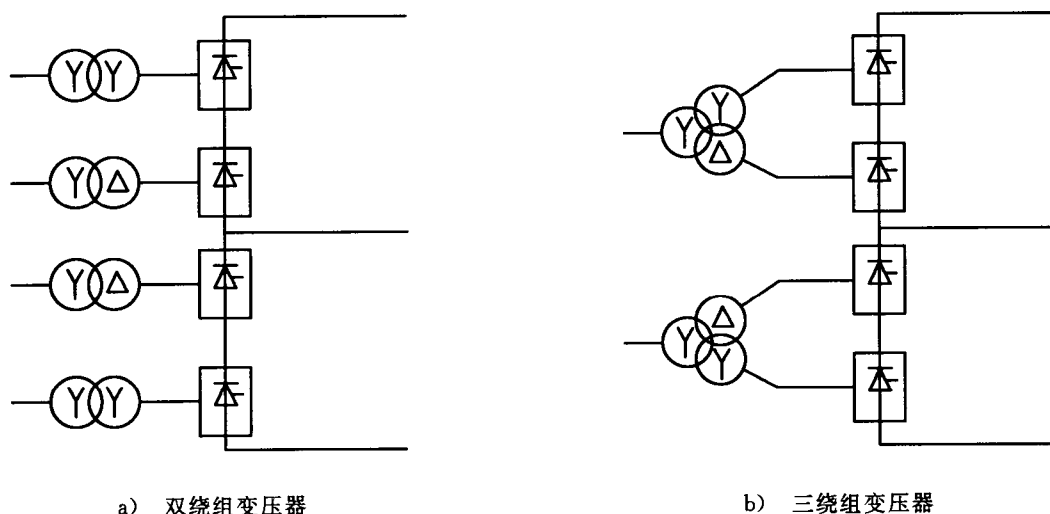


图1 12脉动换流系统用变压器接线原理示意图

4 性能参数

在变压器询价和订货时,供、需双方需就下列性能参数进行协商,并应在订货合同中予以明确。

- a) 额定容量;
- b) 网侧绕组额定电压;
- c) 网侧绕组额定电压分接范围;
- d) 阀侧绕组额定电压;
- e) 绕组联结组标号;
- f) 空载损耗;
- g) 负载损耗;
- h) 空载电流;
- i) 短路阻抗;
- j) 声级水平;
- k) 容量分配(仅适用于三绕组变压器)。

5 绝缘水平

变压器的绝缘水平按 GB/T 18494.2—2007 的规定来确定或计算。附录 B 中给出了一台具体产品阀侧绕组的外施直流电压、极性反转电压和外施交流电压的计算实例。

6 技术要求

6.1 基本要求

按本标准制造的变压器应符合 GB 1094.1、GB 1094.2、GB 1094.3、GB 1094.5 及 GB/T 18494.2—2007 的规定。

6.2 安全保护装置

6.2.1 变压器应装有气体继电器,其接点容量不小于 66 VA(交流 220 V 或 110 V),直流有感负载时,不小于 15 W。

积聚在气体继电器内的气体数量达到 250 mL~300 mL 或油速在整定范围内时,应分别接通相应的接点。气体继电器的安装位置及其结构应能观察到分解气体的数量和颜色,且应便于在地面取气体。

变压器油箱和联管的设计应采取措施,使气体易于汇集在气体继电器内。

6.2.2 变压器应装有导流式压力释放装置,当内部压力达到所安装的压力释放装置的启动压力时,压力释放装置应可靠释放压力。至少应在变压器油箱长轴两端,各设置一个压力释放装置。

6.2.3 带有套管式电流互感器的变压器应供给信号测量和保护装置辅助回路用的接线箱。

6.3 强油冷却系统及控制箱

6.3.1 根据冷却方式供给全套风冷却装置或水冷却装置,但不供给水路装置(如水泵、水箱、管路和阀门等)。

6.3.2 对于强油风冷或强油水冷的变压器,须供给冷却系统控制箱。强油循环装置的控制线路应满足下列要求:

- 变压器在运行中,其冷却系统应按负载和温度情况自动逐台投入或切除相应数量的冷却器;
- 当切除故障冷却器时,备用冷却器应自动投入运行;
- 当冷却系统电源发生故障或电压降低时,应自动投入备用电源;
- 当投入备用电源、备用冷却器、切除冷却器或电动机损坏时,均应发出信号。

6.3.3 强油风冷或强油水冷的油泵电动机及风扇电动机应当分别有过载、短路和断相保护。

6.3.4 强油风冷或强油水冷却器的动力电源电压应为三相交流 380 V,控制电源电压为交流 220 V。

6.3.5 强油风冷及强油水冷变压器,当冷却系统发生故障切除全部冷却器时,在额定负载下允许运行 20 min。当油面温度尚未达到 75℃时,允许上升到 75℃,但切除冷却器后的最长运行时间不得超过 1 h。

6.4 油保护装置

6.4.1 变压器均应装有储油柜,其结构应便于清理内部。储油柜的一端应装有油位计,储油柜的容积应保证在最高环境温度及允许过载状态下油不溢出,在最低环境温度未投入运行时,观察油位计应有油位指示。

6.4.2 储油柜应有注油、放油、放气和排污装置。

6.4.3 变压器应采取防油老化措施,以确保变压器油不与大气相接触,如:在储油柜内部加装胶囊、隔膜或采用金属波纹密封式储油柜等。

6.5 油温测量装置

6.5.1 变压器应装有供玻璃温度计用的管座。所有设置在油箱顶盖的管座应伸入油内不少于 110 mm。

6.5.2 变压器须装设户外式信号温度计,对于强油循环的变压器应设两个。信号接点容量在交流电压 220 V 时,不低于 50 VA,直流有感负载时,不低于 15 W。温度计的引线应用支架固定。信号温度计的安装位置应便于观察。

6.5.3 变压器应装有远距离测温用的测温元件,对于强油循环的变压器应装有两个远距离测温元件。且应放于油箱长轴的两端。

6.5.4 当变压器采用集中冷却结构时,应在靠油箱进出油口总管路处装测油温用的玻璃温度计管座。

6.6 变压器油箱及其附件的技术要求

6.6.1 变压器一般不供给小车,其箱底应留有与基础安装的固定孔,若用户特殊要求,其箱底支架焊装位置应符合轨距的要求。轨距:纵向为 1 435 mm,横向为 1 435 mm、2 000 mm(2×2 000 mm、3×2 000 mm)。

6.6.2 应在油箱的中部和下部分别装有统一口径的油样活门。变压器油箱底部应装有排油装置。

6.6.3 变压器油箱应承受真空度为 67 Pa 和正压力为 98 kPa 的机械强度试验,不得有损伤和不允许的永久变形。

6.6.4 变压器在油箱下部应有供千斤顶顶起变压器的装置。

6.6.5 安装平面至油箱顶部的高度在 3 m 及以上时,应在油箱上安有梯子,其位置应便于观察气体继电器。

6.6.6 变压器油箱结构型式可以为钟罩式或桶式。

6.6.7 套管的安装位置应便于接线,且其带电部分的空气间隙,应满足 GB 1094.3 的要求。

6.6.8 变压器结构应便于拆卸和更换套管,并应便于连同冷却器一起将套管推入阀厅。

6.6.9 变压器铁心和夹件应分别通过套管引出并可靠接地,接地处应有明显的接地符号“ $\perp$ ”或“接地”字样。其他较大金属结构零件均应可靠接地。

6.6.10 按下述规定供给套管式电流互感器:网、阀侧线端,每相装一只测量级和两只保护级;中性点装一只保护级。

6.6.11 变压器油箱上部应装有滤油用阀门,下部应装有事故放油阀。

6.6.12 变压器所有组件应符合相应的标准要求。

6.6.13 所使用的变压器油应符合 IEC 60296 的要求。各制造单位应按各自的技术规范对油中颗粒度进行控制。

6.6.14 变压器整体应具有承受真空度 67 Pa 的能力。

6.6.15 在变压器试验前,需将变压器至少静放 72 h 后再进行高电压试验。

7 测试项目

变压器除符合 GB 1094.1、GB/T 18494.2—2007 所规定的试验项目外,还应符合下列要求。

7.1 有载分接开关试验合格后,应将有关分接开关装入变压器中,对分接开关油室进行密封试验,不能有渗漏。

7.2 变压器本体及储油柜应能承受在最高油面上施加 30 kPa 静压力的油密封试验,试验时间持续 24 h,不得有渗漏及损伤。

7.3 温升试验前、后,应取油样进行气相色谱分析试验,油中应不含乙炔,其他烃类气体应无明显变化。

7.4 变压器全部试验完成后,如有必要,应对充油套管取油样进行试验,油中应无乙炔。

7.5 应提供变压器吸收比(R_{60}/R_{15})和极化指数($R_{10\min}/R_{1\min}$)的实测值,测试通常应在 10℃~40℃ 温度下进行。

7.6 变压器介质损耗因数($\tan\delta$),在 20℃~25℃ 时一般应不大于 0.005。

7.7 经使用部门与制造单位协商可进行下列试验(详见附录 C)。

- a) 长时间空载试验;
- b) 油流静电试验;
- c) 转动油泵时的局部放电测量。

7.8 声级测定

如试验条件允许,需进行空载噪声、负载噪声、谐波噪声、偏磁噪声的测量。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 变压器须具有承受其总质量的起吊装置。变压器器身、油箱、储油柜或冷却器应有起吊装置。

8.2 变压器的结构应在经过正常的铁路、公路及水路运输后,内部结构相互位置不变,紧固件不松动。变压器的组件、部件(如套管、冷却器、事故放油阀和储油柜等)结构布置位置应不妨碍吊装、运输及运输中紧固定位。

8.3 变压器通常为带油进行运输。如受运输条件限制时,可不带油运输,但须充干燥的氮气或干燥的空气(露点低于-40℃)。运输前应进行密封试验,以确保在充以 20 kPa~30 kPa 压力时密封良好。变压器主体到达现场后,油箱内的气体压力应保持正压,并有压力表进行监视。变压器在运输和贮存期间应保持正压,并有压力表进行监视。

8.4 变压器在运输中应装三维冲撞记录仪。

8.5 变压器应能承受运输冲撞加速度 30 m/s²(水平)。

8.6 变压器组件、部件(如套管、储油柜、阀门及冷却器等)在运输中,不应损坏和受潮。

8.7 成套拆卸的组件和零件(如气体继电器、套管、温度计及紧固件等)的包装,应保证经过运输、贮存直至安装前不损坏和不受潮。

8.8 成套拆卸的大组件(如储油柜等)运输时可不装箱,但应保证不受损伤,在整个运输与贮存过程中不得进水和受潮。

附 录 A
(资料性附录)

变压器的有关性能参数实例

单相双绕组变压器的有关性能参数实例见表 A.1。

表 A.1 单相双绕组变压器的有关性能参数

额定 容量 MVA	电压组合			联结组 标号	空载损耗 kW	负载损耗 kW	空载电流 %	短路阻抗 %	声压级 dB(A)
	网侧绕组 额定电压 kV	网侧绕组 分接范围 %	阀侧绕组 额定电压 kV						
297	525/ $\sqrt{3}$	+16×1.25	210	Ii0	147	665	0.15	16	≤75
297	525/ $\sqrt{3}$	-6×1.25	210/ $\sqrt{3}$	Ii0	164	670	0.15	16	≤75
282	525/ $\sqrt{3}$	+16×1.25	199	Ii0	127	620	0.15	15.2	≤75
282	525/ $\sqrt{3}$	-6×1.25	199/ $\sqrt{3}$	Ii0	149	620	0.15	15.2	≤75
注1：短路阻抗是以额定容量为基准值的基波短路阻抗。 注2：空载损耗未考虑直流偏磁的影响。 注3：负载损耗为基波损耗，未考虑谐波电流的影响。如果考虑谐波电流的影响，则谐波损耗按 GB/T 18494.2—2007 的规定计算。 注4：负载损耗和短路阻抗的参考温度均为 75℃。 注5：声压级以正弦空载励磁和正弦负载电流励磁为基准。									

附 录 B
(资料性附录)

阀侧绕组的外施直流电压、极性反转电压和外施交流电压的计算实例

B.1 变压器基本参数

额定容量: 278 MVA(单相双绕组、联结成 Yy 三相组)

网侧绕组额定电压: $525/\sqrt{3}^{+22.5\%}_{-7.5\%}$ kV

阀侧绕组额定电压: 196.5/ $\sqrt{3}$ kV

阀侧绕组的最大相间交流工作电压: $U_{vm} = 204$ kV

从直流线路的中性点至与变压器相连的整流桥间所串接的六脉动桥的数量: $N = 2$

每个阀桥的最高直流电压: $U_{dm} = 257.5$ kV

B.2 外施直流电压

$$\begin{aligned} U_{dc} &= 1.5 \times [(N - 0.5) \times U_{dm} + 0.7 \times U_{vm}] \\ &= 1.5 \times [(2 - 0.5) \times 257.5 + 0.7 \times 204] = 793 \text{ kV} \end{aligned}$$

B.3 极性反转电压

$$\begin{aligned} U_{pr} &= 1.25 \times [(N - 0.5) \times U_{dm} + 0.35 \times U_{vm}] \\ &= 1.25 \times [(2 - 0.5) \times 257.5 + 0.35 \times 204] = 572 \text{ kV} \end{aligned}$$

B.4 外施交流电压

$$\begin{aligned} U_{ac} &= \frac{1.5 \times [(N - 0.5) \times U_{dm} + \sqrt{2} \times U_{vm} / \sqrt{3}]}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{1.5 \times [(2 - 0.5) \times 257.5 + \sqrt{2} \times 204 / \sqrt{3}]}{\sqrt{2}} = 586 \text{ kV} \end{aligned}$$

附 录 C

(规范性附录)

使用部门与制造单位协商的试验

C.1 长时间空载试验

施加 1.1 倍额定电压,开启正常运行时的全部油泵,运行 12 h。试验前、后,油中应无乙炔,总烃含量应无明显变化,并且应无明显的局部放电的声、电信号。

C.2 油流带电试验

断开电源,开启所有油泵历时 4 h 后,测量各绕组端子及铁心对地的泄漏电流,直到电流达到稳定值。试验中应无放电信号。

C.3 转动油泵时的局部放电测量

启动全部运行的油泵运行 4 h,期间连续测量中性点、铁心对地的泄漏电流,并监视有无放电信号。然后在不停油泵的情况下做局部放电试验(施加试验电压,使网侧绕组线端电压为 $1.5U_m/\sqrt{3}$,并维持 60 min,期间连续观察测量局部放电量)与油泵不转动时的试验相比,内部放电量应无明显变化,同时油中应无乙炔。
