

中华人民共和国国家标准

1000kV 电力变压器、油浸电抗器、
互感器施工及验收规范

Code for construction and acceptance of 1000kV power
transformer, oil-immersed reactor and mutual inductor

GB 50835 - 2013

主编部门：中 国 电 力 企 业 联 合 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 3 年 5 月 1 日

中国计划出版社

2013 北 京

中华人民共和国国家标准
**1000kV 电力变压器、油浸电抗器、
互感器施工及验收规范**
GB 50835-2013



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 1.5 印张 32 千字

2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷



统一书号: 1580242·018

定价: 12.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1592 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《1000kV 电力变压器、油浸电抗器、 互感器施工及验收规范》的公告

现批准《1000kV 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》为国家标准,编号为 GB 50835—2013,自 2013 年 5 月 1 日起实施。其中,第 3.3.3(4)、3.8.2、3.13.1(5)条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2012 年 12 月 25 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2010〕43 号)的要求,由中国电力企业联合会、国家电网公司会同有关单位共同编制而成。

规范编制组经广泛调查研究,总结我国 500kV、750kV 变电工程及 1000kV 晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程电力变压器、油浸电抗器及互感器施工经验,依据有关设计文件和产品技术文件,并在广泛征求意见的基础上,经审查定稿。

本规范共分 4 章,主要内容包括总则、基本规定、电力变压器和油浸电抗器、电容式电压互感器。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国电力企业联合会负责日常管理,由国家电网公司交流建设分公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送国家电网公司交流建设分公司(地址:北京市西城区南横东街 8 号都城大厦,邮政编码:100052),以供今后修订时参考。

本 规 范 主 编 单 位:中国电力企业联合会

国家电网公司

本 规 范 参 编 单 位:北京送变电公司

江苏省送变电公司

山东送变电工程公司

冀北电力有限公司

湖北省输变电工程公司

河南送变电建设公司

本规范主要起草人员:李 波 蔡新华 孙竹森 史更林
孙 岗 项玉华 王晓宁 王进弘
吕志瑞 宋国贵 戴荣中
本规范主要审查人员:刘永东 邱 宁 阎国增 王 坤
田 晓 李仲秋 杨爱民 杨仁花
李 强 王可华 杨孝森 魏 军
禄长德 王兆飞 伍志元

目 次

1 总 则	(1)
2 基本规定	(2)
3 电力变压器和油浸电抗器	(4)
3.1 检查与保管	(4)
3.2 绝缘油	(6)
3.3 本体检查与判断	(8)
3.4 附件安装前检查	(9)
3.5 附件安装	(10)
3.6 内部安装、连接	(13)
3.7 抽真空	(13)
3.8 真空注油	(14)
3.9 热油循环	(14)
3.10 整体密封检查	(15)
3.11 静置和电气试验	(15)
3.12 调压变压器施工	(16)
3.13 验收	(16)
4 电容式电压互感器	(18)
4.1 一般规定	(18)
4.2 安装	(18)
4.3 验收	(19)
本规范用词说明	(20)
引用标准名录	(21)
附:条文说明	(23)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Basic requirement	(2)
3	Power transformer and oil-immersed reactor	(4)
3.1	Inspection and storage	(4)
3.2	Insulating oil	(6)
3.3	Checking and judgement of main body	(8)
3.4	Accessory inspection before installation	(9)
3.5	Installation of accessory	(10)
3.6	Interior installation and connection	(13)
3.7	Vacuum pumping	(13)
3.8	Vacuum oil filling	(14)
3.9	Hot oil circulation	(14)
3.10	Overall seal inspection	(15)
3.11	Static settlement and electrical test	(15)
3.12	Construction of regulating transformer	(16)
3.13	Acceptance	(16)
4	Capacitor voltage transformer	(18)
4.1	General requirement	(18)
4.2	Installation	(18)
4.3	Acceptance	(19)
	Explanation of wording in this code	(20)
	List of quoted standards	(21)
	Addition: Explanation of provisions	(23)

1 总 则

1.0.1 为保证 1000kV 油浸电力变压器、油浸电抗器、电容式电压互感器的施工质量,确保设备安全运行,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于 1000kV 油浸电力变压器(以下简称变压器)、油浸电抗器(以下简称电抗器)及电容式电压互感器(以下简称互感器)的施工与验收。

1.0.3 变压器、电抗器、互感器的施工与验收除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.0.1 变压器、电抗器、互感器的施工与验收应按施工图和产品技术文件要求进行。

2.0.2 变压器及电抗器本体、附件及互感器均应符合国家现行有关标准及合同文件的规定,并应有铭牌、合格证件、安装使用说明书及出厂试验报告等资料。

2.0.3 变压器、电抗器附件和互感器到达现场后,应及时检查,并应符合下列规定:

- 1 包装及密封应良好。
- 2 到货数量与规格应与装箱清单和设计要求相符。
- 3 产品的技术文件应齐全。
- 4 应按本规范第 3.1.1 条和第 4.1.2 条的规定做外观检查。

2.0.4 变压器、电抗器附件及互感器在施工前的保管应符合产品技术文件的规定。

2.0.5 变压器、电抗器、互感器的施工方案应符合本规范第 3 章和第 4 章的规定,并应符合国家现行有关标准的安全技术规定及产品技术文件的规定。

2.0.6 与变压器、电抗器、互感器施工有关的建筑工程应符合下列规定:

- 1 与变压器、电抗器、互感器施工有关的建筑物和构筑物的质量,应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《电力建设施工质量验收及评定规程 第 1 部分:土建工程》DL/T 5210.1 的有关规定和设计图纸的要求。当设备及设计有特殊要求时,应符合特殊要求。

2 变压器、电抗器、互感器施工前，建筑工程应具备下列条件：

- 1)混凝土基础及构支架施工与质量应符合设计要求，焊接构件的质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。
- 2)预埋件及预留孔应符合设计要求，预埋件应牢固。
- 3)建筑工程施工的临时设施应拆除。
- 4)施工用地应清理干净，道路应通畅，并应符合施工方案的规定。
- 5)建筑工程应经过验收并应合格。

3 设备施工完毕，投入运行前，建筑工程应符合下列规定：

- 1)场地应平整。
- 2)保护性网门和栏杆等安全设施应齐全。
- 3)变压器和电抗器的事故油池、蓄油池应清理干净，排油管应通畅，卵石应铺设完毕。
- 4)消防设施应齐全，应已通过消防主管部门验收，并应已取得合格证明文件。
- 5)带电后无法进行的工作以及影响运行安全的工作应施工完毕。

2.0.7 所有外露的螺栓和螺母等紧固件外表面应热镀锌、渗锌或采取其他有效的防腐措施。

2.0.8 变压器、电抗器、互感器的瓷件表面质量应符合现行国家标准《高压绝缘子瓷件 技术条件》GB/T 772 的有关规定及所签订的技术文件要求。

2.0.9 变压器、电抗器、互感器到达现场后，应及时验收，合格后应及时办理交接手续。

2.0.10 均压环表面应光滑、无划痕和变形，安装应牢固、正确；在结冰区，均压环易积水部位最低点宜钻排水孔。

3 电力变压器和油浸电抗器

3.1 检查与保管

3.1.1 变压器、电抗器到达现场后,应及时进行检查,并应符合下列规定:

1 本体应无锈蚀及机械损伤,密封应良好,附件应齐全,包装应完好。

2 油箱箱盖或钟罩法兰及封板的连接螺栓应齐全,紧固应良好,应无渗漏;充油或充干燥气体运输的附件应无渗漏,并应装设压力监视装置。

3 套管运输方式应符合产品技术文件要求;包装应完好,无渗油;瓷体应无损伤。

4 充干燥气体运输的变压器、电抗器,油箱内压力应保持在 $0.01\text{MPa}\sim 0.03\text{MPa}$ 范围内;现场应办理交接签证并移交压力监视记录。

5 应检查冲击记录仪记录情况,并办理交接签证。三维冲击记录仪允许冲击加速度均不应大于 $3g$ (g 为重力加速度,下同)。当合同技术条件有特殊要求时,应符合特殊要求。

3.1.2 变压器、电抗器到达现场后的保管应符合下列规定:

1 充干燥气体运输的变压器、电抗器,油箱内压力应保持在 $0.01\text{MPa}\sim 0.03\text{MPa}$ 范围内,并应每天记录压力监视值。

2 散热器、冷却器和连通管等应密封。

3 气体继电器、测温装置以及绝缘材料等应放置于干燥的室内。

4 充油或充干燥气体的出线装置及套管式电流互感器存放应采取防护措施,防止内部绝缘件受潮,不得倾斜或倒置存放。

5 冷却装置等附件,其底部应垫高、垫平,不得水浸。

6 浸油运输的附件应保持浸油保管,密封应良好。

7 套管装卸和存放应符合产品技术文件要求。

3.1.3 变压器、电抗器到达现场后,当3个月内不能施工时,应按照产品长期保管要求进行保管,同时应满足下列规定:

1 带油运输的变压器、电抗器:

1)油箱密封应良好。

2)变压器、电抗器内绝缘油应抽样试验,击穿电压应大于或等于60kV/2.5mm,含水量应小于或等于10mg/L,介质损耗因数 $\tan\delta$ 应小于或等于0.5%(90℃)。

3)应安装储油柜及吸湿器,并应注以合格绝缘油至储油柜规定油位;或在未安装储油柜的情况下,上部抽真空后,充入露点低于-40℃的干燥气体,压力应达到0.01MPa~0.03MPa,并应装设压力监视装置。

4)保管期间应每天巡视一次并记录压力值,压力应保持在0.01MPa~0.03MPa范围内;每隔10d对变压器密封及外观进行检查,应无渗油,油位应正常,外表应无锈蚀。每隔30d从变压器内抽取油样进行试验,击穿电压应大于或等于60kV/2.5mm,含水量应小于或等于10mg/L。

2 充气运输的变压器、电抗器应符合下列规定:

1)应安装储油柜及吸湿器,并应抽真空注入合格绝缘油至储油柜规定油位,保管期间应符合本条第1款第4项的规定。

2)当不能及时注油时,应每天至少巡查2次并做好记录;当发现漏气时应及时处理;每隔30d应进行一次本体内气体含水量测量,并应进行比对,气体含水量累计增加不应比出厂值增加1倍。

3.1.4 变压器、电抗器注油保管应符合下列规定:

1 绝缘油应经净化处理,注入变压器、电抗器的绝缘油应符合下列规定:

1) 击穿电压应大于或等于 70kV/2.5mm。

2) 含水量应小于或等于 8mg/L。

3) 介质损耗因数 $\tan\delta$ 应小于或等于 0.5%(90℃)。

2 应选择晴朗干燥的天气注油排气,注油前应将油箱内的残油排尽;宜在注油前进行残油的击穿电压和含水量试验,以便进行绝缘分析判断。

3 油管应采用钢管、尼龙管或其他耐油、耐热管,油管内部应清洗干净。

4 绝缘油应经脱气净油设备从变压器下部阀门注入变压器、电抗器内。在未安装储油柜的情况下,最终油位距箱顶约 200mm;充入露点低于 -40℃ 的干燥气体解除真空后,压力应保持在 0.01MPa~0.03MPa。

5 注油保管期间应将变压器、电抗器的外壳专用接地点与接地网连接牢靠。

3.2 绝 缘 油

3.2.1 绝缘油的验收与保管应符合下列规定:

1 绝缘油应采用密封、清洁的专用油罐或容器运输与保管。

2 每批到达现场的绝缘油均应提交全分析试验报告。

3 每批到达现场的绝缘油应取样进行简化分析试验,必要时应进行全分析试验,并应符合下列规定:

1) 大罐绝缘油应每罐取样,小桶绝缘油取样数量应按表 3.2.1 的规定取样。

表 3.2.1 绝缘油取样数量

每批油的桶数	取样桶数	每批油的桶数	取样桶数
1	1	51~100	7
2~5	2	101~200	10
6~20	3	201~400	15
21~50	4	401 及以上	20

2) 取样试验应符合现行国家标准《电力用油(变压器油、汽轮机油)取样方法》GB/T 7597 的规定。

3) 抽样试验的绝缘油应符合现行国家标准《变压器油》GB 2536 的规定,并应符合击穿电压大于或等于 35kV/2.5mm、介质损耗因数 $\tan\delta$ 小于或等于 0.5%(90℃)的要求。

4 放油时应目测检查;采用油罐车运输的绝缘油,放油前应在油罐的上部和底部各取一瓶油样目测检查,上部和底部的油样不应有异样;采用小桶运输的绝缘油,各桶上的标识应清晰、正确、一致,对小桶运输的绝缘油,气味应一致。

5 到达现场的绝缘油首次抽取时宜使用压力式滤油机进行粗过滤。

3.2.2 绝缘油现场过滤应符合下列规定:

1 储油罐应符合下列规定:

- 1) 储油罐总容积应大于单台最大设备容积的 120%。
- 2) 储油罐顶部应设置进、出气阀,用于呼吸的进气口应安装干燥过滤装置。
- 3) 储油罐应设置进油阀、出油阀、油样阀和残油阀;出油阀应位于罐的下部,距罐底约 100mm,进油阀应位于罐的上部,油样阀应位于罐的中下部,残油阀应位于罐的底部。
- 4) 储油罐顶部应设置人孔盖,并应能可靠密封。
- 5) 储油罐应设置油位指示装置。
- 6) 储油罐应设置专用起吊挂环和专用接地连接点,并应在存放点与接地网可靠连接。

2 经过粗过滤的绝缘油应采用真空滤油机进行处理,真空滤油机主要指标应满足下列要求:

- 1) 标称流量应达到 6000L/h~12000L/h。
- 2) 应具有两级真空功能,真空泵能力宜大于 1500L/min,机

械增压泵能力宜大于 $280\text{m}^3/\text{h}$, 运行真空宜小于或等于 67Pa , 加热器应分组。

3) 运行油温应控制在 $20^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ 。

4) 应在滤油机出口油样阀取油样试验; 滤油机过滤能力宜达到击穿电压大于或等于 $75\text{kV}/2.5\text{mm}$, 含水量小于或等于 $5\text{mg}/\text{L}$, 含气量小于或等于 0.1% , 杂质小于或等于 $0.5\mu\text{m}$ 。

3 现场油务系统中所采用的储油罐及管道均应事先清理干净。

4 现场应配备废油存放罐存放残油和清洗油, 并应避免对储油罐内的绝缘油产生污染。

5 每批绝缘油处理结束后, 应对每个储油罐的绝缘油取样进行试验, 击穿电压应大于或等于 $70\text{kV}/2.5\text{mm}$ 。

3.3 本体检查与判断

3.3.1 当变压器、电抗器的三维冲击加速度均不大于 $3g$ 时, 应视为正常, 可直接进行器身检查。

3.3.2 当变压器、电抗器的任一方向冲击加速度大于 $3g$ 时, 或冲击加速度监视装置出现异常时, 应对运输、装卸和就位过程进行分析, 明确相关责任, 并应确定现场进行器身检查或返厂进行检查和处理。

3.3.3 变压器、电抗器现场器身检查应符合下列规定:

1 凡雨、雪、风(4级以上)和相对湿度 75% 以上的天气不得进行器身内检。

2 充氮气运输的变压器、电抗器, 应抽真空排氮, 至真空残压小于 1000Pa 时, 用露点低于 -40°C 的干燥空气解除真空。

3 变压器、电抗器在器身检查前, 应用露点低于 -40°C 的干燥空气充入本体内, 补充干燥空气速率应符合产品技术文件要求。

4 变压器、电抗器本体内部分含氧量低于 18% 时, 检查人员严

禁进入;在内检过程中必须向箱体内部持续补充干燥空气,并必须保持内部含氧量不低于18%。

5 器身检查主要项目应符合下列规定:

- 1)铁芯对地、夹件对地、铁芯对夹件的绝缘电阻应符合产品技术文件要求。
- 2)器身定位件及绝缘件应无损坏、变形及松动。
- 3)铁芯拉带及接地线连接情况:绝缘应无损伤,紧固螺栓应无松动,拉带与夹件之间的绝缘套应无破损。
- 4)所有引线支撑件、导线夹件应无位移、损坏,紧固用的绝缘螺杆、螺母应无松动,引线外包绝缘应无损伤。
- 5)线圈及围屏应无明显的位移,围屏外边的绑带应无松动。
- 6)器身上部的压紧垫块应无位移、松动。
- 7)所有屏蔽接地应良好。
- 8)所有紧固件均应无松动。
- 9)运输用的临时防护装置及临时支撑应已拆除,并应做好记录。
- 10)油箱内部应擦拭干净,所有结构件表面应无尘污。

6 内部检查人员应掌握内部检查的内容、要求及注意事项。

7 打开的人孔应采取临时防尘措施,人孔旁应设专人进行信息传递。

8 应根据器身检查结果确定运输是否正常,并应做好记录。

9 器身检查结束,应抽真空并补充干燥空气直到内部压力达到 $0.01\text{MPa}\sim 0.03\text{MPa}$ 。

3.4 附件安装前检查

3.4.1 附件开箱检查应在安装前进行,装箱运输的附件规格、数量应与装箱清单、图纸和合同相符,不应缺少或损坏;设备的出厂试验报告、合格证和安装使用说明书等应齐全。

3.4.2 附件开箱检查应通知设备厂家参加。

3.4.3 附件开箱检查记录应完整。

3.5 附件安装

3.5.1 附件安装应符合下列规定：

1 环境相对湿度应小于 80%，在安装过程中应向箱体内持续补充露点低于 -40°C 的干燥空气，补充干燥空气的速率应符合产品技术文件要求。

2 每次宜只打开 1 处封口，并应用塑料薄膜覆盖，器身连续露空时间不宜超过 8h。每天工作结束应抽真空补充干燥空气直到压力达到 $0.01\text{MPa}\sim 0.03\text{MPa}$ ，持续抽真空时间应符合产品技术文件要求；累计露空时间不宜超过 24h。

3 为减少变压器、电抗器器身露空时间，散热器、储油柜等不需在露空状态安装的附件应先行安装完成，且在散热器及油管的安装过程中不得扳动或打开本体油箱的任一阀门或密封板。

3.5.2 密封处理应符合下列规定：

1 所有法兰连接处应用耐油密封垫(圈)密封，密封垫(圈)应无扭曲、变形、裂纹和毛刺，法兰连接面应平整、清洁。

2 安装部位的密封垫(圈)应更换新的垫(圈)；密封垫(圈)应擦拭干净，密封垫(圈)应与法兰面的尺寸相配合，安装位置应准确，搭接处的厚度应与原厚度相同，橡胶密封垫(圈)的压缩量应符合产品技术文件要求。

3.5.3 所有螺栓连接和紧固应对称、均匀用力，其紧固力矩值应符合产品技术文件要求。

3.5.4 冷却装置的安装应符合下列规定：

1 冷却器安装前密封应良好。

2 冷却器应平衡起吊，接口阀门密封、开启位置应预先检查合格。

3 外接油管路在安装前，应进行彻底除锈并清洗干净。

4 管路中的阀门操作应灵活，开闭位置应正确；阀门及法兰

连接处密封应良好。

5 风扇电动机及叶片安装应牢固,并应转动灵活,转向应正确。

6 油泵密封应良好,无渗油或进气现象;转向应正确,无异常噪声、振动或过热现象。

7 油流继电器密封应良好,动作应可靠。

8 电气元件和回路绝缘试验应合格。

3.5.5 升高座的安装应符合下列规定:

1 升高座安装前,应先完成电流互感器的交接试验,合格后方可进行安装。

2 升高座法兰面应与本体法兰面平行就位。

3.5.6 套管安装应符合下列规定:

1 电容式套管应经试验合格,瓷套表面应无裂纹、伤痕;充油套管应无渗油,油位指示应正常。

2 套管竖立和吊装应符合产品技术文件要求。

3 套管顶部结构的密封垫安装应正确,密封应良好;当连接引线时,不应使顶部结构松扣。

4 充油套管的油位指示应面向外侧,末屏连接应符合产品技术文件要求。

3.5.7 储油柜安装应符合下列规定:

1 储油柜应按照产品技术文件要求进行检查、安装。

2 油位表动作应灵活,指示应与储油柜的真实油位相符。油位表的信号接点位置应正确,绝缘应良好。

3.5.8 所有连接管道内部应清洁,连接处密封应良好。

3.5.9 压力释放装置的安装方向应正确,阀盖和升高座内部应清洁,密封应良好,电接点动作应准确、绝缘应良好,动作压力值应符合产品技术文件要求。

3.5.10 气体继电器的安装应符合下列规定:

1 气体继电器安装前应检验合格,动作整定值应符合定值要

求,并应解除运输用的固定措施。

2 气体继电器应水平安装,顶盖上箭头标志应指向储油柜,连接密封应良好。

3 集气盒内应充满绝缘油,密封应良好。

4 气体继电器应具备防潮和防进水的功能,并应加装防雨罩。

5 电缆引线在接入气体继电器处应有滴水弯,进线孔应封堵严密。

6 观察窗的挡板应处于打开位置。

3.5.11 测温装置安装应符合下列规定:

1 温度计安装前应检验合格,信号接点动作应正确,导通应良好,就地与远传显示应符合产品技术文件规定。

2 温度计应根据设备厂家的规定进行整定,并应报运行单位认可。

3 顶盖上的温度计座内应注入绝缘油,密封应良好,应无渗油;闲置的温度计座应密封。

4 膨胀式信号温度计的细金属软管不得压扁和急剧扭曲,其弯曲半径不得小于 50mm。

3.5.12 吸湿器与储油柜间的连接管密封应良好,吸湿剂应干燥,油封油位应在油面线以上。

3.5.13 变压器、电抗器本体电缆应排列整齐,并有保护措施;接线盒密封应良好。

3.5.14 控制箱安装应符合下列规定:

1 冷却系统控制箱应有两路交流电源,且自动互投传动应正确、可靠。

2 控制回路接线应排列整齐、清晰、美观,绝缘应良好、无损伤。接线宜采用铜质螺栓紧固,且应有防松装置;连接导线截面应符合设计要求,标志应清晰。

3 控制箱及内部元件外壳、框架的接零或接地应符合现行国

家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 的有关规定。

4 内部断路器、接触器动作应灵活、无卡涩,触头接触应紧密、可靠,无异常声响。

5 保护电动机用的热继电器的整定值应为电动机额定电流的 0.95 倍~1.05 倍。

6 内部元件及转换开关各位置的命名应正确,并应符合设计要求。

7 控制箱密封应良好,内外清洁、无锈蚀;端子排应清洁、无异物;驱潮装置工作应正常。

3.6 内部安装、连接

3.6.1 内部安装、连接应由设备厂家技术服务人员按照产品说明书要求完成,也可由设备厂家技术服务人员和施工人员共同完成。

3.6.2 内部安装、连接记录签证应完整。

3.7 抽 真 空

3.7.1 注油前本体应进行真空干燥处理。

3.7.2 抽真空方法应符合产品技术文件要求。

3.7.3 真空机组性能应符合下列规定:

1 应采用真空泵加机械增压泵形式,极限真空残压宜小于或等于 0.5Pa。

2 真空泵能力宜大于 10000L/min,机械增压泵能力宜大于 2500m³/h,持续运行真空残压宜小于或等于 13Pa。

3 宜有 1 个~3 个独立接口。

3.7.4 真空连接管道直径应大于或等于 50mm,连接长度不宜超过 20m,连接管道较长时应增加管道直径。

3.7.5 真空泄漏检查应符合产品技术文件要求。

3.7.6 真空残压和持续抽真空时间应符合产品技术文件要求;当

无要求时,真空残压小于或等于 13Pa 的持续抽真空时间不得少于 48h,或真空残压小于或等于 13Pa 的累计抽真空时间不得少于 60h。计算累计时间时,抽真空间断次数不应超过 2 次,间断时间不应超过 1h。

3.7.7 当抽真空时,应监视并记录油箱的变形,其最大值不得超过油箱壁厚的 2 倍。

3.8 真 空 注 油

3.8.1 真空注油前,应对绝缘油进行脱气和过滤处理,达到下列标准后,方可注入变压器、电抗器中:

- 1 击穿电压应大于或等于 70kV/2.5mm。
- 2 含水量应小于或等于 8mg/L。
- 3 含气量应小于或等于 0.8%(应从滤油机取样阀取样)。
- 4 介质损耗因数 $\tan\delta$ 应小于或等于 0.5%(90℃)。
- 5 颗粒度应小于或等于 1000 个/100mL($5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$),应无 $100\mu\text{m}$ 以上颗粒。

3.8.2 真空注油前,设备各接地点及连接管道必须可靠接地。

3.8.3 当变压器、电抗器注油时,宜从下部油阀进油;注油全过程应持续抽真空,真空残压应小于或等于 20Pa,注入油的油温宜高于器身温度,滤油机出口油温应在 $55^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$,注油速度不宜大于 100L/min。在真空注油全过程中,真空滤油机进、出油管不得在露空状态切换。

3.8.4 胶囊式储油柜的变压器、电抗器应按产品技术文件要求进行注油、排气。

3.9 热 油 循 环

3.9.1 当热油循环时,油温、油速以及热油循环的时间应按照产品技术文件要求进行控制。当产品技术文件无规定时,热油循环应符合下列规定:

1 对本体及冷却器宜同时进行热油循环,如环境温度较低,可只开启一组冷却器的阀门,并每隔 4h 切换一次;当环境温度全天平均低于 10℃时,应对油箱采取保温措施,以保持器身温度。

2 热油循环过程中,滤油机加热脱水缸中的温度应控制在 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 范围内。

3 当热油循环符合下列条件时,方可结束:

1)热油循环时间不应少于 48h,且热油循环油量不应少于 3 倍变压器(电抗器)总油量。

2)绝缘油试验应合格。

3.9.2 热油循环结束后,应关闭注油阀门,静置 48h 后开启变压器(电抗器)所有组件、附件及管路的放气阀多次排气,当有油溢出时,应立即关闭放气阀。

3.10 整体密封检查

3.10.1 整体密封检查应按照产品技术文件要求执行。

3.11 静置和电气试验

3.11.1 热油循环结束,静置 48h 后,取本体油样送检,油样试验主要指标应符合下列规定:

1 击穿电压应大于或等于 70kV/2.5mm。

2 含水量应小于或等于 8mg/L。

3 含气量应小于或等于 0.8%。

4 介质损耗因数 $\tan\delta$ 应小于或等于 0.5%(90℃)。

5 颗粒度应小于或等于 1000 个/100mL($5\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$),并应无 $100\mu\text{m}$ 以上颗粒。

3.11.2 变压器、电抗器注油完毕后,在施加电压前,静置时间不应少于 120h,且绝缘油合格;静置期间,应从变压器、电抗器的套管、升高座、冷却装置、气体继电器及压力释放装置等有关部位进行多次放气,并宜启动潜油泵,直至残余气体排尽。

3.11.3 变压器、电抗器交接试验项目应符合现行国家标准《1000kV 系统电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB/T 50832的有关规定。

3.12 调压变压器施工

3.12.1 调压变压器的施工除应符合本节要求外,还应符合本章第 3.1 节~第 3.11 节及第 3.13 节的规定。

3.12.2 调压变压器应按照产品技术文件要求对调压切换装置的接触和连接进行检查。

3.12.3 传动机构中的操作机构、传动齿轮和杠杆应固定牢固,连接位置应正确,且操作应灵活,无卡阻现象,传动机构的摩擦部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

3.12.4 位置指示器动作应正常,指示应正确。

3.12.5 调压变压器油箱密封应良好。

3.12.6 调压变压器的交接试验应符合现行国家标准《1000kV 系统电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB/T 50832 的有关规定。

3.13 验 收

3.13.1 变压器、电抗器验收应符合下列规定:

- 1 本体、冷却装置及所有附件应无缺陷、无渗油。
- 2 设备上应无遗留物。
- 3 事故排油设施应完好,消防设施应齐全。
- 4 本体与附件上的所有阀门位置应正确。
- 5 变压器、电抗器中性点必须有两根与主接地网的不同干线连接的接地引下线,规格必须符合设计要求。
- 6 铁芯和夹件的接地引出套管、套管的末屏应接地良好;备用电流互感器二次端子应短接接地。套管顶部结构的接触及密封应良好。

- 7 储油柜和充油套管的油位应正常。
 - 8 分接头的位置应符合运行要求,且指示位置应正确。
 - 9 变压器的相位及绕组的接线组别应符合并列运行要求。
 - 10 测温装置指示应正确,整定值应符合产品技术文件要求。
 - 11 冷却装置试运行应正常,联动应正确;强迫油循环的变压器、电抗器应启动全部冷却装置,循环时间应持续 4h 以上,并应排净残留空气。
 - 12 变压器、电抗器的全部电气试验应合格,保护装置整定值应符合调度规定,操作及联动试验应正确。
 - 13 局部放电测量前、后本体绝缘油色谱试验比对结果应合格。
 - 14 接地应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 的有关规定。
- 3.13.2 验收时应提交下列资料:**
- 1 质量检验及评定资料、电气交接试验报告。
 - 2 施工图纸及设计变更文件。
 - 3 设备厂家的产品说明书、试验记录、合格证件及施工图纸等技术文件。
 - 4 备品、备件、专用工具及测试仪器清单。

4 电容式电压互感器

4.1 一般规定

- 4.1.1 互感器在运输、保管期间应防止受潮、倾倒或遭受机械损伤；互感器的运输和放置应符合产品技术文件要求。
- 4.1.2 互感器交接应做下列外观检查：
 - 1 互感器外观应完整，附件应齐全，无锈蚀或机械损伤。
 - 2 互感器密封应良好。
- 4.1.3 互感器应单节吊装，吊索应固定在规定的吊环上，不得利用瓷套起吊，并不得碰伤瓷套。

4.2 安 装

- 4.2.1 互感器安装时应进行下列检查：
 - 1 二次接线板应完整，引线端子应连接牢固，绝缘良好，标志清晰，接线盒密封应良好。
 - 2 油位指示器、瓷套法兰连接处以及放油阀应无渗油。
- 4.2.2 互感器安装面应水平；当并列安装时，应排列整齐。
- 4.2.3 互感器应根据产品成套供应的组件编号顺序进行单节安装，不得互换。各组件连接处的接触面应除去氧化层，并涂以适合当地气候条件的电力复合脂。
- 4.2.4 具有保护间隙的互感器应按照产品技术文件规定调好距离。
- 4.2.5 互感器应按照产品技术文件要求接地。
- 4.2.6 当互感器电磁单元需补油时，应按照产品技术文件规定进行补油。
- 4.2.7 交接试验项目应符合现行国家标准《1000kV 系统电气装

置安装工程电气设备交接试验标准》GB/T 50832 的有关规定。

4.3 验 收

4.3.1 验收时应进行下列检查：

- 1 设备外观应完整、无缺损。
- 2 互感器应无渗油，油位指示应正常。
- 3 保护间隙的距离应符合规定。
- 4 油漆应完整，相色应正确。
- 5 接地应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 的有关规定。

4.3.2 验收时应提交下列资料：

- 1 施工图纸及设计变更文件。
- 2 设备厂家提供的产品说明书、试验记录、合格证件及施工图纸等技术文件。
- 3 质量检验及评定资料、电气交接试验报告。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 《1000kV 系统电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB/T 50832
- 《高压绝缘子瓷件 技术条件》GB/T 772
- 《变压器油》GB 2536
- 《电力用油(变压器油、汽轮机油)取样方法》GB/T 7597
- 《电力建设施工质量验收及评定规程 第 1 部分:土建工程》
DL/T 5210.1

中华人民共和国国家标准

1000kV 电力变压器、油浸电抗器、
互感器施工及验收规范

GB 50835 - 2013

条文说明

制 订 说 明

《1000kV 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及质量验收规范》GB 50835—2013,经住房和城乡建设部 2012 年 12 月 25 日以第 1592 号公告批准发布。

本规范制订过程中,编制组全面总结了我国 500kV、750kV 变电工程,1000kV 特高压试验基地及 1000kV 特高压交流试验示范工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收工作,依据设计文件和产品技术文件制订本规范。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《1000kV 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明(还着重对强制性条文的强制性理由作了解释)。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

2	基本规定	(29)
3	电力变压器和油浸电抗器	(31)
3.1	检查与保管	(31)
3.2	绝缘油	(31)
3.3	本体检查与判断	(32)
3.4	附件安装前检查	(32)
3.5	附件安装	(32)
3.7	抽真空	(33)
3.8	真空注油	(33)
3.9	热油循环	(34)
3.10	整体密封检查	(34)
3.11	静置和电气试验	(34)
3.12	调压变压器施工	(34)
3.13	验收	(34)
4	电容式电压互感器	(36)
4.2	安装	(36)

2 基本规定

2.0.2 本条所指的国家现行有关标准包括《1000kV 单相油浸式自耦电力变压器技术规范》GB/Z 24843、《1000kV 交流系统用油浸式并联电抗器技术规范》GB/Z 24844、《1000kV 交流系统用套管技术规范》GB/Z 24840 和《1000kV 交流系统用电容式电压互感器技术规范》GB/Z 24841 等。

2.0.3 设备到达现场后及时进行检查,以便发现设备存在的缺陷和问题,并及时处理,为顺利施工提供条件,这也是设备交接、责任转移的环节。

3 产品的技术文件一般包括:每台设备(包括标准组件)全套的安装使用说明书、产品合格证书、出厂试验记录、产品外型尺寸图、运输尺寸图、产品拆卸件一览表、装箱单、铭牌或铭牌标志图及备件一览表等。

2.0.4 设备保管的要求和措施因设备本身情况和保管时间的长短而有所不同,部分设备和材料有特殊的保管要求,如户内保管、竖立保管、通电保管等,产品技术文件中一般都有相应的保管规定。

2.0.6 由于国家现行的有关建筑工程施工及验收规范中的一些规定不完全适合电气设备施工的要求,所以设计人员对电气设备的特殊要求会在电气设计图中标出,建筑工程中予以满足。但建筑工程中的其他质量标准在电气设计中不可能全部标出,还应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范的有关规定。设备安装前建筑工程应具备的条件是文明施工的基本条件,也是保证设备安装质量和设备安全的必要条件。

根据电力变压器、电抗器、互感器施工前和投运前的实际需

要,提出了要求建筑工程应完成的工作,以便确保设备安全顺利地施工和投运。

2.0.7 设备安装用的紧固件,从使用情况看,户外电镀锌紧固件普遍锈蚀严重。为防止锈蚀给以后的安全运行和设备检修、拆卸带来困难,对紧固件防腐作出规定。

2.0.10 均压环施工质量不好是电晕产生的原因之一,故作出本条规定。结冰区曾发生因均压环存水而冻裂的现象,故规定均压环易积水部位最低点宜钻排水孔。

3 电力变压器和油浸电抗器

3.1 检查与保管

3.1.1 由于 1000kV 变压器、电抗器重量大,一般充气进行运输。充气运输的设备,检查压力可以作为油箱是否密封良好的参考;装有冲击记录仪的设备,应检查并记录设备在运输和装卸过程中受冲击的情况,以判断内部是否有可能受损伤。

3.1.3 本条对变压器、电抗器的保管要求作出规定。

1 本款对带油运输的变压器、电抗器的保管要求作出规定。

2)保管期间的油样试验耐压和含水量能够反映保管状态,选取的击穿电压和含水量指标是能满足变压器、电抗器的保管要求的。本规范所指的击穿电压、含水量的试验方法按照现行国家标准《1000kV 系统电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB/T 50832 执行。

2 本款对充气运输的变压器、电抗器的保管要求作出规定。

2)本体内气体含水量测量比对可判断内部干燥程度;通过比对积累数据,本体内气体含水量如增加较大,则需采取相应的措施。

3.2 绝 缘 油

3.2.1 绝缘油管理工作的好坏是保证设备质量的关键。国内厂家多用大型专用油罐运输绝缘油,进口绝缘油有时会用小桶运输,故分别对大罐绝缘油和小桶绝缘油取样作出规定。

3.2.2 本条对绝缘油现场过滤作出规定。

2 本款对真空滤油机主要指标作出规定。

4)击穿电压指标与油中含水量、含气量和杂质密切相关,击穿

电压满足标准基本能反映油的品质;从储油罐取样进行全部项目试验存在分散性,而从真空滤油机出口取样比较方便和可靠。

3.3 本体检查与判断

3.3.2 由于冲击监视装置记录等原因,不能确定运输、装卸过程中冲击加速度符合产品技术规定要求时,要分析原因,确定检查方案并最终得出检查分析结论。

3.3.3 本条对变压器、电抗器现场器身检查作出规定。

4 本款是强制性条款。本款规定是为了保证进入变压器、电抗器内部检查的人员生命安全,也可保证在设备内部检查过程中不会发生绝缘受潮。

3.4 附件安装前检查

3.4.1 由于变压器、电抗器附件较多,施工场地有限,且如高压套管等特殊附件在开箱后不便保管,在工程实践中,一般在附件开箱检查合格后及时安装。

3.4.2 变压器、电抗器附件开箱检查通知设备厂家参加主要是核查附件的符合性和完整性,以便在发现问题时能及时解决,并分清责任。

3.5 附件安装

3.5.1 本体露空安装附件时环境相对湿度应小于80%,较以往吊罩检查小于75%有所放宽,主要考虑因为采取了适量补充干燥空气保持微正压措施。通过对500kV变压器安装过程跟踪、检测,在采取补充干燥空气 $1\text{m}^3/\text{h}$ 时,本体内相对湿度可以控制在20%以内。对于1000kV变压器、电抗器,为确保内部不受潮,规定补充干燥空气速率满足产品技术文件要求,连续露空时间不宜超过8h,每天工作结束抽真空补充干燥空气压力达到 $0.01\text{MPa}\sim 0.03\text{MPa}$,都是为了确保绝缘不受潮。

3.5.4 运到现场的冷却装置,由于设备厂家已经进行过冷却器清洗和密封试验,在厂内将冷却器组装在本体上使用后拆下并密封运输,故现场检查密封良好时可以直接安装。

3.5.5 升高座安装前的试验工作非常重要,以往曾出现过绝缘不好、变比错误、线圈排列错误等情况。

3.5.6 本条对套管安装作出规定。

4 末屏或电压分压器连接方式不尽相同,按照产品技术文件正确连接对设备安全运行非常重要。

3.5.10 气体继电器按规定应进行检验,但个别设备厂家不同意现场送检,可以在合同谈判时协商检验问题。

3.5.11 本条对测温装置安装作出规定。

1 温度计安装前按规定应进行检验,但个别制造厂不同意现场送检,或者送出检验有困难,可以在合同谈判时协商检验问题。

3.7 抽 真 空

3.7.6 变压器、电抗器产品技术文件一般对真空残压有具体要求,真空残压降低及真空时间的适当加长对内部真空干燥有明显效果。

3.8 真 空 注 油

3.8.1 为确保 1000kV 变压器、电抗器安装后的绝缘可靠,本条对真空注油过程中油的指标进行了规定,变压器油过滤处理方法通常采用变压器油全密封处理方法。

3.8.2 本条是强制性条文。为了确保注油过程中人身和设备的安全,故制订本条规定。

3.8.3 本条规定真空注油全过程中真空滤油机进、出油管不得露空状态切换,是为了确保注油质量。通常通过储油罐群管路的合理连接来实现持续真空注油。

3.8.4 对采用胶囊式储油柜的变压器的注油、排气操作顺序,设备厂家均有规定。曾出现过个别单位由于未掌握注油方法,发生变压器跑油或假油位现象。

3.9 热油循环

3.9.1 本条对热油循环作出规定。

1 冷却器内的油与本体内的油同时进行热油循环,有利于变压器、电抗器冷却器中的残余气体排净。当环境温度较低时,为了维持油箱内的温度,可将阀门间断地开闭。

3.10 整体密封检查

3.10.1 根据调研情况,各设备厂家进行密封检查的方法不尽相同,故作本条规定。

3.11 静置和电气试验

3.11.2 变压器、电抗器注油静置后,油箱内残留气体以及绝缘油中的气泡不能立即全部逸出,往往逐渐积聚于各附件的高处,所以规定要多次放气,并启动潜油泵以便加速将冷却装置中的残留空气排出。

3.12 调压变压器施工

3.12.1 1000kV 变压器由于重量大,调压变压器一般采用独立的油箱结构,对每一相变压器来说,相当于由一台主变压器和一台调压变压器组成。对调压变压器和主变压器的施工要求基本一致,不同之处在于调压变压器有调压装置的安装要求。同时,在施工时应结合主变压器和调压变压器的相对位置及施工场地的实际情况,安排好主变压器和调压变压器就位及施工顺序。

3.13 验收

3.13.1 本条对变压器、电抗器的验收作出规定。

5 本款是强制性条款。强调中性点接地连接是为了确保人身和设备的安全。

6 大型变压器的铁芯和夹件都经过套管引出接地,故规定铁芯和夹件的接地套管应予接地。

4 电容式电压互感器

4.2 安 装

4.2.2 由于互感器的形式、规格不同,布置也不全相同,所以对施工水平误差不能作出具体规定,但其安装面应水平,对于同一种形式、同一种电压等级的互感器,当并列安装时,要求在同一水平面上,极性方向应一致,做到整齐美观。

4.2.3 电容式电压互感器由于现场调试困难,设备厂家出厂时均已成套调试好后编号发运,本条规定可减少现场安装时出现质量问题。

各组件连接处的接触面除去氧化层之后涂以电力复合脂,是因为电力复合脂与中性凡士林相比较,具有熔点高(200℃ 以上)、不流淌、耐潮湿、抗氧化、理化性能稳定、能长期稳定地保持低接触电阻等优点。

4.2.4 有的互感器具有保护间隙,安装时按产品技术要求将保护间隙距离调整好,才能发挥间隙的保护作用。

4.2.5 各设备厂家对电容式电压互感器的接地规定有所不同,故制订本条规定。