

Q/GDW

国家电网有限公司企业标准

Q/GDW 13011. 1—2021

代替 Q/GDW13011. 12018

500kV 单项自耦电力变压器采购标准 第 1 部分：通用技术规范

Purchasing standard for 500kV single-phase auto power transformers

Part 1 : general technical specification

(报批稿)

2021-XX-XX 发布 2021-XX-XX 实施

国家电网有限公司发布

目 次

前 言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 5

4 总则 6

 4.1 一般规定 6

 4.2 投标人应提供的资质文件 6

 4.3 范围和进度要求 6

 4.4 对设计图、说明书和试验报告的要求 6

 4.5 标准和规范 10

 4.6 投标时应提供的技术数据和信息 10

 4.7 安装、调试、运行和验收 10

 4.8 应满足的标准 11

 4.9 应满足的文件 11

5 结构及其性能要求 11

 5.1 布置要求 11

 5.2 器身 11

 5.3 储油柜 12

 5.4 油箱 12

 5.5 冷却装置 13

 5.6 套管 13

 5.7 套管式电流互感器 14

 5.8 无励磁分接开关 14

 5.9 绝缘液 15

 5.10 温度测量装置 15

 5.11 变压器二次回路连接 15

 5.12 表面处理和外观 16

 5.13 变压器的寿命 16

 5.14 铭牌 16

 5.15 电气一次接口 17

 5.16 电气二次接口 18

 5.17 土建接口 20

6 试验 26

 6.1 概述 27

 6.2 例行试验 27

 6.3 型式试验 29

6.4 特殊试验 29

6.5 现场交接试验 29

6.6 抽检试验 30

6.7 抗短路能力校核 30

7 设计联络、监造和检验、技术服务 31

7.1 设计联络会 31

7.2 在卖方工厂的检验和监造 31

7.3 技术服务 32

8 包装和运输 33

8.1 包装 33

8.2 运输 34

9 投标时应提供的材料 34

9.1 计算报告 34

9.2 试验报告 34

编制说明 33

仅用于学习交流使用

前 言

为规范国家电网有限公司 500kV 单相自耦电力变压器的采购，制定本文件。

《500kV 单相自耦电力变压器采购标准》分为 8 个部分：

- 第 1 部分：通用技术规范；
- 第 2 部分：500kV/250MVA（低压 36kV）单相自耦电力变压器专用技术规范；
- 第 3 部分：500kV/250MVA（低压 66kV）单相自耦电力变压器专用技术规范；
- 第 4 部分：500kV/334MVA（低压 36kV）单相自耦电力变压器专用技术规范；
- 第 5 部分：500kV/334MVA（低压 66kV）单相自耦电力变压器专用技术规范；
- 第 6 部分：500kV/400MVA 单相自耦电力变压器（OFAF 或 ODAF）专用技术规范；
- 第 7 部分：500kV/400MVA 单相自耦电力变压器（三段冷却）专用技术规范；
- 第 8 部分：500kV/400MVA 单相自耦电力变压器（ONAN/ONAF）专用技术规范。

本文件为《500kV 单相自耦电力变压器采购标准》的第 1 部分。

本文件代替 Q/GDW 13011.1—2018，主要技术性差异如下：

- 增加了绕组线 120℃下机械特性的要求；
- 增加了厂内变压器直流偏磁耐受试验方法的执行标准；
- 修改了变压器储油柜性能要求；
- 增加了变压器升高座及套管法兰易集气处理措施的要求；
- 增加了变压器本体的气体继电器安装要求；
- 修改了变压器油箱应能承受的正压力值；
- 增加了变压器本体油箱密封面的安装要求；
- 增加了对于环境温度低于-35℃的地区密封材料性能要求；
- 增加了变压器本体的气体继电器结构要求；
- 增加了高压套管的结构要求；
- 修改了油纸电容型套管的末屏结构的要求。
- 修改了对套管接线端子（抱箍线夹）的机械强度要求；
- 修改了对备用油的封装和存储的要求；
- 修改了温度测量装置的要求；
- 修改了同批次、同型号变压器抽查一台开展温升试验作为出厂试验的要求
- 修改了现场交接试验的要求；
- 删除了测量绕组连同套管的直流泄漏电流试验。

本文件由国家电网有限公司物资部提出并解释。

本文件由国家电网有限公司科技部归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国网山东省电力公司、国网物资有限公司。

本文件主要起草人：蔡胜伟、姜益民、郭慧浩、王新彤、苏健、梁雪峰、周华、冯平民、刘永富。

本文件 2014 年 9 月首次发布，2018 年 12 月第一次修订，2021 年 6 月第二次修订。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至国家电网有限公司科技部。

500kV 单相自耦电力变压器采购标准

第 1 部分：通用技术规范

1 范围

本文件规定了 500kV 单相自耦电力变压器采购标准招标的总则、结构及其性能要求、试验、包装、运输、交货及工厂检验和监造的一般要求。

本文件适用于 500kV 单相自耦电力变压器采购标准招标。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 311.1 绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则
- GB/T 1094.1 电力变压器 第 1 部分：总则
- GB/T 1094.2 电力变压器 第 2 部分：液浸式变压器的温升
- GB/T 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/T 1094.4 电力变压器 第 4 部分：电力变压器和电抗器雷电冲击和操作冲击试验导则
- GB/T 1094.5 电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力
- GB/T 1094.7 电力变压器 第 7 部分：油浸式电力变压器负载导则
- GB/T 1094.10 电力变压器 第 10 部分：声级测定
- GB 2536 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
- GB/T 2900.95 电工术语 变压器、调压器和电抗器
- GB/T 4109 交流电压高于 1000V 的绝缘套管
- GB/T 4585 交流系统用高压绝缘子的人工污秽试验
- GB/T 5273 高压电器端子尺寸标准化
- GB/T 5582 高压电力设备外绝缘污秽等级
- GB/T 6451 油浸式电力变压器技术参数和要求
- GB/T 7354 高电压试验技术局部放电测量
- GB/T 7595 运行中变压器油质量
- GB/T 10230.1 分接开关 第 1 部分：性能要求和试验方法
- GB/T 10230.2 分接开关 第 2 部分：应用导则
- GB 13026 交流电容式变压器套管型式和尺寸
- GB/T 13499 电力变压器应用导则
- GB/T 16847 保护用电流互感器暂态特性技术要求
- GB/T 16927.1 高压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求
- GB/T 16927.2 高压试验技术 第 2 部分：测量系统
- GB/T 17468 电力变压器选用导则
- GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 20840.2 互感器 第 2 部分：电流互感器的补充技术要求

GB/T 26218.2 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第2部分：交流系统用瓷和玻璃绝缘子

GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

DL/T 264 油浸式电力变压器（电抗器）现场密封性试验导则

DL/T 272 220kV～750kV 油浸式电力变压器使用技术条件

DL/T 572 电力变压器运行规程

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 722 变压器油中溶解气体分析与判断导则

DL/T 911 电力变压器绕组变形的频率响应分析法

DL/T 1093 电力变压器绕组变形的电抗法检测判断导则

DL/T 1094 电力变压器用绝缘油选用指南

DL/T 1386 电力变压器用吸湿器选用导则

DL/T 1388 电力变压器用电工钢带选用导则

DL/T 1400 油浸式变压器测温装置现场校准规范

DL/T 1424 电网金属技术监督规程

DL/T 1538 电力变压器用真空有载分接开关使用导则

DL/T 1539 电力变压器（电抗器）用高压套管选用导则

DL/T 1799 电力变压器直流偏磁耐受能力试验

JB/T 501 电力变压器试验导则

JB/T 3837 变压器类产品型号编制方法

JB/T 6484 变压器用储油柜

JB/T 8314 分接开关试验导则

Q/GDW 1152.1 电力系统污区分级与外绝缘选择 第1部分 交流系统

Q/GDW 11306 110（66）～1000kV 油浸式电力变压器技术参数和要求

Q/GDW 13001 高海拔外绝缘配置技术规范

IEC 60815.1 污秽条件下用高压绝缘子的选择和尺寸 第一部分：定义、信息和通用原理

IEC 60815.2 污秽条件下用高压绝缘子的选择和尺寸 第二部分：交流系统用陶瓷和玻璃绝缘子

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

招标人 bidder

依照《中华人民共和国招标投标法》的规定，提出招标项目，进行招标的法人或其他组织。

3.2

投标人 tenderer

响应招标、参加投标竞争的法人或者其他组织。

3.3

卖方 seller

提供本文件货物和技术服务的法人或其他组织，包括其法定的承继者。

3.4

买方 buyer

购买本文件货物和技术服务的法人或其他组织，包括其法定的承继者和经许可的受让人。

4 总则

4.1 一般规定

4.1.1 投标人应具备招标公告所要求的资质，具体资质要求详见招标文件的商务部分。

4.1.2 投标人应仔细阅读包括本文件（通用部分和专用部分）在内的招标文件阐述的全部条款。

本文件投标人提供的变压器本体及其附件应符合技术规范所规定的要求，投标人亦可推荐符合本文件要求的类似定型产品，但应提供详细的技术偏差。

4.1.3 本文件提出了对变压器本体及其附件的技术参数、性能、结构、试验等方面的技术要求。有关变压器的包装、标志、运输和保管的要求见商务部分的规定。

4.1.4 本文件提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节作出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文，投标人应提供符合本文件引用标准的最新版本标准和本文件要求的全新产品。如果所引用的标准之间不一致或本文件的要求如与投标人所执行的标准不一致时，按要求较高的指标执行。

4.1.5 如果投标人没有以书面形式对本文件的条文提出差异，则表示投标人提供的设备完全符合本文件的要求。

4.1.6 本文件将作为订货合同的附件，与合同具有同等的法律效力。本文件未尽事宜，由合同签约双方在合同谈判时协商确定。

4.1.7 本文件中涉及有关商务方面的内容，如与招标文件的商务部分有矛盾时，以商务部分为准。

4.1.8 本文件各条款如与专用部分有冲突，以专用部分为准。

4.2 投标人应提供的资质文件

投标人在投标文件中应提供下列合格的资质文件，否则视为非响应性投标。

4.2.1 由权威机构颁发的 ISO 9000 系列的认证证书或等同的质量保证体系认证证书。

4.2.2 履行合同所需的独立设计能力、生产技术和生产能力的证明文件。。

4.2.3 有能力履行合同设备维护保养、修理及其他服务义务的文件。

4.2.4 由有资质的第三方见证的与招标产品结构相类似设备的型式试验报告。

4.2.5 所提供的组部件如需向第三方外购时，投标人应详细说明并就其质量做出承诺，并提供分供方相应的例行型式检验报告和投标人的进厂验收证明。

4.3 范围和进度要求

4.3.1 包括变压器本体及其附件的功能设计、结构、性能、安装和试验等方面的技术要求，以及供货和现场技术服务。

4.3.2 签订技术协议时，应确定卖方向买方提交生产进度计划的时限。卖方应在买方要求的时限内向买方提交详尽的生产进度计划。

4.3.3 如生产进度有延误，卖方应及时将延误的原因、产生的影响及准备采取的补救措施等向买方加以解释，并尽可能保证交货的进度。否则应及时向买方通报，以便买方能采取必要的应对延迟交货的措施。

4.4 对设计图、说明书和试验报告的要求

4.4.1 需经买方认可的图纸。

4.4.1.1 所有需经买方确认的图纸和说明文件（见表1），均应由卖方在技术协议签订后的4周内提交给买方进行审定认可。买方审定时有权提出修改意见。

表1 需认可的图纸、资料

序号	内 容	序号	内 容
(1)	变压器外形图 (包括套管吊装尺寸、含二次电缆的安装图等)	(4)	冷却装置和分接开关控制接线图
(2)	变压器的重心图	(5)	变压器基础图
(3)	进线电缆布置位置	(6)	运输尺寸和运输质量、装配注油后的总质量

买方在收到需认可图纸 2 周后，将一套确认的或签有买方校定标记的图纸 (买方负责人签字) 返还给卖方。买方有权对供货设备的卖方图纸提出修改意见。凡买方认为需要修改且经卖方认可的，不得对买方增加费用。在未经买方对图纸做最后认可前，卖方任何采购或加工所造成的材料损失应由卖方单独承担。

4.4.1.2 卖方在收到买方确认图纸 (包括认可方修正意见) 后，经修改应于 2 周内向有关单位提供最终版的正式图纸和一套供复制用的底图及正式的 CAD 文件电子版，正式图纸应加盖工厂公章或签字。变压器应按照经确认的最终图纸进行制造。

4.4.1.3 完工后的产品应与最后确认的图纸及生产过程中经买方认可的设计修改通知单等相一致。买方对图纸的认可并不减轻卖方对其图纸的完整性和正确性的责任。设备在现场安装时，如卖方技术人员进一步修改图纸，卖方应对图纸重新收编成册，正式递交买方，并保证安装后的设备与图纸完全相符。

4.4.1.4 图纸的格式：所有图纸均应有标题栏、全部符号和部件标志、文字均用中文书写，并使用国际单位制 (SI) 。

4.4.2 需随设备提供的图纸 (见表 2) 。卖方应免费随设备提供给买方下述最终版的图纸，应一式不少于 6 份。

表2 需随设备提供的图纸、资料

序号	内 容	序号	内 容
1	买卖双方协商确定的图纸、资料和说明	17	变压器安装基础图
2	有关设计图纸、资料	18	变压器外部二次线及电源线布置图
3	运输、保管、现场安装调试用图纸、资料	19	分接开关切换装置及控制部分电气接线图、控制盘的正视视图
4	变压器主要部件及配件图表	20	变压器接地线路图及端子位置图
5	外形尺寸图 (包括吊装图及顶启图)	21	变压器本体运输图
6	冷却系统图 (冷却系统自动装置、冷却器图)	22	展开图及接线图

表 2 (续)

序号	内 容	序号	内 容
7	梯子及储油柜安装图	23	变压器器身示意图
8	控制电缆安装图	24	上节油箱起吊图
9	套管及接线端子零件图	25	注有尺寸的套管升高座的横断面图

10	套管与变压器引线装配图	26	所有供应的附件外形尺寸图
11	与 GIS 直接连接的变压器，应提供连接部件的外形尺寸及内部结构图	27	分接开关和变压器温度控制器的装配图
12	二次保护、测温、信号、动力电源的端子布置图	28	分接开关、变压器冷却装置和变压器组成组控制等使用的控制柜装配图
13	压力释放装置结构及安装图	29	铁心接地套管布置图、中性点接地套管引线支撑详图
14	电流互感器安装图	30	拆卸图
15	变压器铭牌图（包括三相成组连接的铭牌）	31	对于其他未列入合同技术清单但却是工程所必需的文件和资料及图纸，如设计继电保护、控制操作及与其他设备配合需要的相关文件和技术数据等
16	电流互感器铭牌图		

对表 2 中部分图纸的要求如下：

- a) 外形尺寸图（包括吊装图及顶启图）：应标明全部所需要的附件数量、目录号、额定值和型号等技术数据，运输尺寸和质量、装配总质量和油量，它还应标示出变压器在运输准备就绪后的 变压器重心，储油柜的位置、尺寸、带电部位与邻近接地体的空气净距。
图纸应标明所有部件和附件的尺寸、位置，以及拆卸高压和中压套管时所需要的空间高度，节油箱起吊高度，起顶、拖耳位置，各阀门法兰尺寸及位置。
图纸应标明变压器底座和基础螺栓尺寸、位置。
- b) 套管及接线端子零件图：图纸应包括套管型号、套管内结构解剖详图、接线端子详图、固定法兰及伞型详图、套管末屏结构示意图，套管顶部安全承力、顶部破坏作用力及爬电距离和干弧 距离均应给出。
- c) 展开图及接线图：包括计量、保护、控制、报警、照明及动力等所需的交流和直流回路的线路 原理图。
冷却装置的原理接线图应包括当一个电源发生故障时，能自动向备用电源切换的原理说明。
原理接线图应标示变压器控制柜和所有变压器附件的端子，如电流互感器、报警装置、风扇机等，以及这些设备在变压器上的布线和用户电缆连接的接线板的标志。
位于控制柜内的设备，应以接近其实际位置的方式表示在连接线路图上。位于控制柜外面的件，如电流互感器在图上的位置，应能简明标示其向接线端子上的引出连线，接线板上的端间至少应留出一定的空隙，以备买方向接线板上增加电缆连接时用。
- d) 变压器器身示意图：绕组位置排列及其与套管、分接开关的连接，包括引线连接装配的说明。
- e) 上节油箱起吊图：应标明起吊重量、起吊高度和吊索、吊点布置方式。
- f) 注有尺寸的套管升高座的横断面图：应显示出法兰、电流互感器座等。
- g) 所有供应的附件外形尺寸图：包括套管、气体继电器、压力释放装置、油面温控器和绕组温控 器、电流互感器及升高座、带有油泵及风扇电机的冷却器等。
- h) 铁心接地套管布置图、中性点接地套管引线支撑详图：应包括支柱绝缘子、支持钢结构排列、接地导体及钢结构详图。
- i) 拆卸图：应包括套管的拆卸方法、铁心吊环位置、铁心和绕组拆卸方法等。

4.4.3 需随设备提供的资料。卖方应免费随设备提供给买方下述资料（见表 3），原则上不少于 10 份。

表3 需随设备提供的资料

序号	内 容	序号	内 容
1	说明书	19	储油柜安装使用说明书
2	变压器的安装使用说明书	20	速动油压继电器安装使用说明书
3	吸湿器使用说明书	21	设备运行维护资料
4	净油器（如有）使用说明书	22	变压器运行、检修手册
5	套管及其电流互感器保管、安装、使用说明书	23	变压器有关部件及附件的图纸和安装维护说明，例如，套管、冷却器（散热器）、套管式电流互感器、分接开关，以及所有保护装置和测量装置等
6	气体继电器使用说明书	24	具有详细图纸的有载分接开关维护说明
7	绝缘液使用说明书	25	变压器励磁特性曲线
8	冷却系统安装和使用说明书	26	套管式电流互感器的相关资料包括套管式电流互感器的二次电阻、拐点处的磁通密度、铁心截面和铁心平均长度等技术数据，套管式电流互感器的励磁曲线图等
9	分接开关安装和使用说明书	27	对强油冷却的变压器（冷却装置运行台数、油温、负荷）负载能力（包括正常周期、长时和短期急救负载能力）的说明或试验报告
10	变压器检测装置及控制柜等说明书	28	相同类型、相近容量变压器承受短路能力的计算书和本厂做过的最大容量变压器承受短路能力试验报告
11	其他仪表的使用说明书	29	变压器用的特殊工具和仪器的清单、专用说明书、样本和手册等
12	变压器结构、绕组排列及连接的说明	30	各部位密封垫的规格图表
13	温控器使用说明书	31	为了对所供设备进行维修所需要的相关图纸和资料
14	压力释放装置安装和使用说明书	32	主要设计数据
15	其他附件的安装使用说明书	33	设计、制造所依据的主要标准
16	投入不同数量冷却器时长期负载情况说明书	34	备品备件图纸、清单
17	高海拔修正说明（如果需要）	35	变压器所用主要材料、部件、配件清单
18	特殊需要的说明		

4.4.4 4.4.4 需提供的试验报告。卖方应免费随设备提供给买方下列试验报告（见表4），应一式不少于6份。

表4 卖方向买方提供的试验报告（包括并不限于）

序号	内 容	序号	内 容
(1)	变压器例行试验报告	7)	温控器例行试验和型式试验报告
(2)	变压器型式试验和特殊试验报告 (含短路承受能力试验报告和第三方出具的抗短路能力校核报告) 及抗震计算报告、采用频响法测试原始曲线须转为 excel 格式保存, 并以电子版形式移交给业主方。	8)	压力释放装置例行试验和型式试验报告
(3)	组部件试验报告	9)	套管式电流互感器例行和型式试验报告
1)	变压器油试验报告	10)	冷却器 (散热器) 例行试验和型式试验报告
2)	分接开关例行和型式试验报告	11)	其他组部件的例行和型式试验报告
3)	套管例行试验、型式试验报告和油色谱分析报告	12)	主要材料检验报告
4)	风扇电机例行试验和型式试验报告	13)	硅钢片检验报告
5)	油泵电机 (如果有) 例行试验和型式试验报告	14)	导线试验报告
6)	各种继电器例行试验和型式试验报告	15)	绝缘纸板等的检验报告

4.5 标准和规范

4.5.1 按有关标准、规范或准则规定的合同设备, 包括卖方向其他厂商购买的所有组部件和设备, 都应符合这些标准、规范或准则的要求。

4.5.2 所有螺栓、双头螺栓、螺纹、管螺纹、螺栓头和螺帽均应遵照 ISO 及 SI 标准。

4.5.3 当标准、规范之间存在差异时, 应按要求高的指标执行。

4.6 投标时应提供的技术数据和信息

4.6.1 投标人应按专用部分表 1 (技术参数特性表) 列举的项目逐项提供技术数据, 所提供的技术数据应为保证数据, 这些数据将作为合同的一部分。

4.6.2 产品性能参数、特点和其他需要提供的信息。

4.7 安装、调试、运行和验收

4.7.1 合同设备的安装、调试, 将由买方根据卖方提供的技术文件和安装使用说明书的规定, 在卖方技术人员指导下进行。

4.7.2 完成合同设备安装后, 买方和卖方应检查和确认安装工作, 并签署安装工作完成证明书, 共两份, 双方各执一份。

4.7.3 合同设备试运行和验收, 根据本文件规定的标准、规程、规范进行。

4.7.4 验收时间为安装、调试完成后并稳定试运行 72h (最好能通过大负荷运行考核)。在此期间, 所有的合同设备都应达到各项运行性能指标要求。买卖方可签署合同设备的验收证明书。该证明书共两份, 双方各执一份。

4.7.5 如果在安装、调试、试运行及质保期内, 设备发生异常, 买卖双方应共同分析原因、分清责任, 并按合同相关规定执行。

4.8 应满足的标准

装置应满足 GB/T 311.1、GB/T 1094.1、GB/T 1094.2、GB/T 1094.3、GB/T 1094.4、GB/T 1094.5、GB/T 1094.7、GB/T 1094.10、GB/T 1094.11、GB 2536、GB/T 2900.95、GB/T 4109、GB/T 4585、GB/T 5273、GB/T 6451、GB/T 7252、GB/T 7595、GB/T 10230.1、GB/T 10230.2、GB/T 13499、GB/T 16927.1、GB/T 16927.2、GB/T 17468、GB/T 25446、GB/T 26218.1、GB 20052、GB/T 26218.2、GB 50150、DL/T 264、DL/T 572、DL/T 596、DL/T 722、DL/T 911、DL/T 1093、DL/T 1094、DL/T 1386、DL/T 1388、DL/T 1400、DL/T 1424、DL/T 1538、DL/T 1539、DL/T 1799、JB/T 501、JB/T 3837、JB/T 6484、JB/T 8314、Q/GDW 1152.1、Q/GDW 11306、Q/GDW 13001、IEC 60815.1、IEC 60815.2 中所列标准的最新版本的要求，但不限于上述所列标准。

4.9 应满足的文件

该类设备技术标准应满足国家电网有限公司标准化成果中相关条款要求。下列文件中相应的条款规定均适用于本文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。包括：

- a) 《国家电网有限公司十八项电网重大反事故措施》；
- b) 《国家电网有限公司输变电工程通用设备 35~750kV 变电站分册》；
- c) 《国家电网有限公司电力设备（交流部分）监造大纲》；
- d) 《国家电网有限公司设备抽检规范》；
- e) 《电网设备及材料质量管控重点措施》；
- f) 《国家电网有限公司输变电工程通用设计》。

5 结构及其性能要求

5.1 布置要求

5.1.1 变压器本体、套管、储油柜和冷却器（散热器）等布置应符合买方的要求。

5.1.2 变压器出线与 GIS 或封闭母线的连接应保证安装时接合准确和方便。为此，买卖双方图纸尺寸应严密配合，且均应留有调节裕度。与 GIS 连接应考虑瞬态过电压对变压器的影响以及现场做局放试验的便利。与封闭母线连接时还应考虑排水和阻断环流。

5.2 器身

5.2.1 铁心应采用优质、低耗的晶粒取向冷轧硅钢片，用先进方法叠装和紧固，使变压器铁心不致因运输和运行中的振动而松动。

5.2.2 全部绕组均应采用半硬铜导线，低压及中压绕组应采用自黏性换位导线。股线间应有合理的换位，使附加损耗降至最低，连续换位导线应采用自黏性换位导线。绕组线应能满足 120℃ 温度时变压器抗短路能力对绕组线的要求。绕组应有良好的冲击电压波分布，变压器内部不宜采用加装非线性电阻方式限制过电压。许用场强应严格控制，采用热改性绝缘纸（GB/T 1094.7）作为匝间绝缘，确保绕组内不发生局部放电和绝缘击穿。应对绕组漏磁通进行控制，避免在绕组、引线、油箱壁和其他金属构件中产生局部过热。

5.2.3 变压器线圈上的垫块、撑条等应采用高密度纸板制成，并进行倒角处理。绕组绕制、套装、压紧应有严格的紧固工艺措施，引线应有足够的支撑，使器身形成紧固的整体，绕组应采用恒定压力值干燥处理方式，器身具有足够的抗短路能力。能够承受各种运行方式下（含单台（组）高一中、高一低、中一低运行方式）发生出口短路时所产生的短路电流冲击，而无不允许的机械变形和电气能力损伤，线圈热点温度不超过 250℃，短路电流持续时间 2s。容量大于 100MVA 绕组的高温区域匝绝缘宜采用热改性绝缘纸。

5.2.4 器身内部应有较均匀的油流分布,铁心级间迭片也应留有适当的冷却油道,并使油路通畅,避免绕组和铁心产生局部过热。

5.2.5 变压器运输中,当冲撞加速度不大于 $3g$ 时,应无任何松动、位移和损坏。

5.2.6 对受直流偏磁影响的变压器,应考虑直流偏磁作用下产生振动而导致结构件的松动。变压器直流偏磁的耐受能力应满足 DL/T 272 的要求,厂内变压器直流偏磁耐受试验方法参考 DL/T 1799 执行。

5.2.7 与油相接触的绝缘材料、胶、漆等与油应有良好的相容性。

5.3 储油柜

5.3.1 储油柜应满足 JB/T 6484 的要求。储油柜中的油应与大气隔离,其中的油量可由胶囊或金属波纹的膨胀或收缩来调节。储油柜应在最低设计温度时不缺油,在最高设计温度时有储油空间,储油柜应能显示与油温对应的油位,且在达到最低油位和最高油位后输出报警信号。胶囊密封式储油柜和外油式金属波纹储油柜的气室应通过带有透明油封和内装硅胶的吸湿器与大气相通。金属波纹密封式储油柜与大气接触的内壁应有防沙、防尘和防锈措施。当采用两个及以上吸湿器时,吸湿器不应采用并联安装方式。

5.3.2 套管升高座等处积集气体应通过带坡度的集气总管引向气体继电器,再引至储油柜。在气体继电器管路的两侧加蝶阀。

5.3.3 当选用金属波纹密封式储油柜时,宜选用具有具有渗漏保护和防凝露锈蚀功能的金属波纹(内油)密封式储油柜或金属波纹(外油立式)密封式储油柜,以减小运行风险和实现免维护。波纹伸缩时对变压器油产生的附加压力应不影响变压器压力释放阀和气体继电器参数设定,如有影响,应对油箱机械强度、压力释放阀的开启压力及气体继电器的油流速动整定值做相应修正。油位计应与绝缘液隔离,以方便检修维护。

5.3.4 储油柜应设有油位计(带高、低油位时供报警的密封接点)、变压器接口、注排油口、排气口(塞)、排污口(塞)、吊攀和检查孔。注排油口和排气口应有连管引到地面操作高度并加装阀门和密封盖板。储油柜作为油箱的一部分,应满足油箱密封试验要求。

5.3.5 储油柜应进行单独试漏。

5.3.6 对采用排油注氮消防的变压器在气体继电器及储油柜之间设置断流阀。

5.4 油箱

5.4.1 变压器油箱的顶部不应形成积水,油箱内部不应有窝气死角。变压器升高座及套管法兰等易集气之处,应设置放气通道,并引至气体继电器。

5.4.2 油箱上应有用于双向拖动的拖耳。变压器底座与基础的固定方法应经买方认可。

5.4.3 所有法兰的密封面应平整,密封垫应有合适的限位,防止密封垫过度承压以致龟裂老化造成渗漏。

5.4.4 油箱上应设有温度计座、温度计固定支架、接地板、吊攀和千斤顶支撑座等。

5.4.5 油箱上应装有带安全防护的梯子,梯子下部有一个可锁住踏板的挡板,梯子位置应便于对气体继电器的检查。

5.4.6 油箱应装有下列阀门:

- a) 进油阀和排油阀(在变压器上部和下部应成对角线布置)。
- b) 取油样阀(结构和位置应便于密封取样)。
- c) 油箱上部或顶部应有 1 个抽真空阀门。

5.4.7 变压器应装带报警或跳闸触点的压力释放装置,每台变压器至少 2 个,直接安装在油箱两端。压力释放装置应安装导向管,管口末端距地面距离宜为 300mm,管径不小于压力释放装置出口直径。

5.4.8 气体继电器的安装位置及其结构应能观察到分解出气体的数量,并应具有引至地面的取气管,取气管与集气盒之间应设置阀门。便于采集气样,气体继电器应加装防雨罩。积聚在气体继电器内的

气体数量达到 250~300mL 或油速在整定范围内时,应分别接通相应的触点。通向气体继电器的管道应有 2%的坡度,集气管道的管径应不小于 25mm。

5.4.9 变压器油箱应承受真空残压 13.3Pa 和正压 0.1MPa 的机械强度试验,不得有损伤和不允许的永久变形。当选用释放阀的释放动作压力大于 0.07MPa 时,油箱承受正压力的机械强度应相应提高。

5.4.10 密封要求。整台变压器(包括冷却装置)应能承受在储油柜的油面上施加的 0.03MPa 静压力,持续 24h,应无渗漏及损伤。变压器本体油箱的箱沿若是焊接密封,则应采用可重复焊接法兰(重复次数不少于 3 次),并设有合适的垫圈及挡圈等以防止密封垫被挤出或过量压缩和焊渣溅入油箱内部。所有橡胶密封面应配置限位槽,确保密封面平整、完好无损,槽垫匹配良好,密封垫安装入槽到位。

5.4.11 根据用户要求应提供油色谱在线监测、局部放电在线监测和充氮灭火装置的管道接口,排油注氮装置、油色谱在线监测装置与变压器本体直接连接阀门应采用球阀。变压器油箱加强筋最底部开放水孔,防止进水后冬季停运期间造成加强铁冻裂油箱。

5.4.12 所配置的在线监测装置不应降低变压器主体的安全可靠性能。绝缘油色谱在线监测取样口应设置在循环油回路上。

5.4.13 对于环境温度低于-35℃地区,密封材料应采用氟硅橡胶或其他满足低温性能要求的密封材料。

5.4.14 变压器本体应采用双浮球(子)并带挡板结构的气体继电器。

5.5 冷却装置

5.5.1 型式和生产厂家一般由投标人提供。

5.5.2 应保证冷却器(散热器)内腔的清洁度。冷却器与本体、气体继电器与储油柜之间连接的波纹管,两端口同心偏差不应大于 10mm。

5.5.3 冷却系统应配置两个相互独立的电源,并具备自动切换功能;冷却系统电源应有三相电压监测,任一相故障失电时,应保证自动切换至备用电源供电;风扇、油泵电机应为三相交流 380V,应有三相检测的过载、短路和断相保护。

5.5.4 冷却装置应采用低噪声的风扇和低转速的油泵(油泵转速不应大于 1500r/min,推荐选用不大于 1000r/min,承应采取 E 级或 D 级),靠近油泵的管路上应装设油流继电器,运行中油泵发生故障时应报警。强油循环结构的潜油泵启动应逐台启用,延时间隔应在 30 秒以上,以防止气体继电器误动。

5.5.5 冷却装置进出油管应装有蝶阀。对壁挂式散热器组下部应视情况装设支撑架。

5.5.6 当切除故障冷却装置时,备用冷却装置应自动投入运行。

5.5.7 当全部冷却装置(包括备用)投入运行时,变压器不得发生油流放电(对 ODAF 冷却方式)。

5.5.8 采用冷却器冷却的变压器满载运行时,全部冷却电源消失后,允许继续运行时间至少 20min。当油面温度未达到 75℃时,允许上升到 75℃,但切除冷却器时最长时间不得超过 1h。

5.5.9 卖方应提供不同环境温度下、投入不同数量的冷却器时,变压器允许满负荷运行时间及持续运行的负荷系数,见技术专用部分。

5.5.10 变压器的负载能力应符合 GB/T 1094.7 的要求,卖方应提供短时急救过负载能力的计算报告,控制条件为环境温度 40℃,起始负载为 80%额定容量,150%额定容量连续运行不低于 30min,变压器的热点温度不超过 140℃。

5.5.11 油泵正常运行时冷却油回路不应出现负压。

5.5.12 强迫油循环变压器冷却装置宜优先配置智能控制系统。

5.6 套管

5.6.1 66kV 及以上电压等级宜采用油纸电容型套管,并应有试验用端子,其接地结构应可靠且便于试验接线。电容型套管安装位置和角度应易于从地面检查末屏运行状况。

5.6.2 35kV 及以下套管宜采用法兰式纯瓷套管；220kV 及以上的高压套管宜采用导杆式结构；采用穿缆式结构套管时其穿缆引出头处密封结构应为压密封。套管顶部油枕注油孔应布置在侧面不易积水的位置。

5.6.3 套管不应渗漏，对油纸电容式套管应有易于从地面检查油位的油位指示器。

5.6.4 伞裙应采用大小伞，伞裙的伸出长度、伞间距等应符合 IEC 60815 的规定。套管的爬距与电弧距离之比不应大于 4。

5.6.5 套管的试验和其他的性能要求应符合 GB/T 4109 规定。

5.6.6 制造厂家应对油纸电容型套管末屏接地方式做充分说明，并保证便于检修试验（包括提供专用工具），以及在运行中不会出现末屏开路的故障。电容式套管末屏应采用固定导杆引出，通过端帽或接地线可靠接地。新采购的套管末屏接地方式不应选用圆柱弹簧压接式接地结构。

5.6.7 套管应能承受变压器出口短路电流冲击下的振动。

5.6.8 油纸电容套管在最低环境温度下不应出现负压。生产厂家应明确套管最大取油总量，避免因取油样而造成负压。

5.6.9 新型或有特殊运行要求的套管，在首批次生产系列中应至少有一支通过全部型式试验，并提供第三方权威机构的型式试验报告。

5.6.10 套管接线端子（抱箍线夹）在规定的弯曲耐受负荷下其机械强度应满足要求，不应有变形和损坏，其导电性能应满足通流要求。禁止采用黄铜材质或铸造成型的抱箍线夹。

5.6.11 套管均压环应采用单独的紧固螺栓，禁止紧固螺栓与密封螺栓共用，禁止密封螺栓上、下两道密封共用。

5.6.12 每个套管应有一个可变化方向的平板式接线端子，以便于安装与电网的连接线，端子板应能承受 $400\text{N} \cdot \text{m}$ 的力矩而不发生变形。

5.7 套管式电流互感器

5.7.1 电流互感器的二次端子应采用整体浇注面板引出。二次引线应经金属屏蔽管道引到变压器控制柜的端子上，引线应采用截面积不小于 4mm^2 的耐油、耐热的软线。二次引线束可采用金属槽盒防护。

5.7.2 套管式电流互感器应符合 GB/T 20840.2 的规定。

5.7.3 测量绕组模拟温度的电流互感器应设于高压侧套管。

5.7.4 电流互感器的变比、准确级次、容量等应标列在变压器铭牌上。

5.7.5 投标方应提供电流互感器的下列资料：励磁曲线、拐点电压（定义为电压增加 10%，引起励磁电流增加 50% 处的电压值）、拐点处的磁通密度、在 75°C 时的绕组电阻值、绕组匝数、铁心截面积、铁心尺寸。

5.8 无励磁分接开关

5.8.1 无励磁分接开关应符合 GB/T 10230.1、GB/T 10230.2 和 JB/T 3837 的规定。

5.8.2 无励磁分接开关结构型式的一般选用原则和要求：

- a) 无励磁分接开关应能在不吊油箱的情况下方便地进行维护、检修和整体更换，触头系统应具有操作与定位手感，开关本体应具备足够的强度、刚度。
- b) 当需减小变压器体积时，宜选用鼓形分接开关。鼓形分接开关动触头应具有自动归位与自动定位功能，且操作手感强、操作时伴有动触头到位声响，外部分接指示与内部定位一致。鼓形分接开关本体应自带筒状整体屏蔽罩，且开关局放量小于 10pC 。

5.8.3 应带有外部的操动机构用于手动操作。外部操动机构应带有安全闭锁与位置触点（远方和就地）功能，以防止带电误操作和分接头未合在正确的位置时投运，操作运行人员可在现场和控制室看到开关分接头位置。电动操作机构上还应有手动操作功能。

5.8.4 开关动触头应有足够多的接触点，确保每个接触点分配的载流量不大于 80A，以保证开关有充足的载流裕度。触头系统还应具有操作与定位手感、动触头换挡到位声响。

5.8.5 无励磁分接开关的分接头的引线和连线的布线设计应能承受暂态过电压，且应防止由于引线通过短路电流时产生的电动力使开关受力移动。

5.9 绝缘液

5.9.1 变压器用矿物绝缘油应是符合 GB 2536 和 DL/T 1094 规定的环烷基、低含硫量、添加抗氧化剂的新油。新矿物绝缘油应由厂家提供新油腐蚀性硫、结构簇、糠醛及油中颗粒度报告。同时还应提供 T501 等检测报告。

5.9.2 提供的新矿物绝缘油除包括变压器运行用油外，还应包括 10% 的备用油。备用油应单独封装，并直接送到运行单位指定地点。

5.10 温度测量装置

5.10.1 变压器应配备油温测量装置，油温测量不应少于两个监测点。视需要也可配备绕组模拟温度测量装置。温度指示在变压器本体上便于观测，温度变量能够远传至控制室。

5.10.2 指针温度计测量误差应不大于 1.5%FS（-25℃～65℃）。所有油温测量装置的温度示值之间偏差应不超过 5K。

5.10.3 指针温度计开关接点动作误差应不大于 2%FS，指针温度计示值刻度和温度控制开关设定刻度的最小分度值均应不大于 2℃。

5.10.4 温度计座应直接焊接在油箱顶部，传感器温包应至少深入油液面以下 120mm。温度计座应采取可靠的防雨、防水措施。

5.11 变压器二次回路连接

5.11.1 变压器二次接线端子箱、控制柜布置及电缆敷设要求、接地端子位置及其他布置的特殊要求需在设计联络会前向卖方提出。变压器本体二次电缆应采用可方便开启的全封闭槽盒保护，至各设备元件接线盒的电缆用非橡胶材质蛇形管加以过渡，蛇形管长度不宜超过 1 米。电缆槽盒及支架应采用高强度的金属材质并在底部预留漏水孔。电缆槽盒过渡接头应密封良好，避免进水。

5.11.2 变压器本体上测温装置的端子箱或就地仪表间的电缆应采用耐油、阻燃、屏蔽电缆。气体继电器至端子箱电缆应将每个触点的引线单独引出，不得合用 1 根多芯电缆。

5.11.3 变压器的端子箱和冷却装置控制柜内的端子排应为阻燃、防潮型，并应有 15% 的备用端子，供用户使用。

5.11.4 控制柜和端子接线箱应设计合理，箱体应 06Cr19Ni10 奥氏体不锈钢或耐蚀铝合金，不应使用 2 系或 7 系铝合金，公称厚度不应小于 2mm，防护等级应不低于 IP45W，箱体应设置可使箱内空气流通的迷宫式通风口，并具有防腐、防雨、防风、防潮、防尘和防小动物进入的性能。带有智能终端、合并单元的智能控制柜防护等级应不低于 IP55。控制柜为地面式布置，端子接线箱的安装高度应便于在地面上进行就地操作和维护。

5.11.5 控制跳闸的接线端子之间及与其他端子间均应留有一个空端子，或采用其他隔离措施，以免因短接而引起误跳闸。

5.11.6 控制柜和端子接线箱内应有可开闭的照明设施，并应有适当容量的交流 220V 的加热器，以防止柜内发生水汽凝结。控制柜和端子接线箱内设电源插座（单相，10A，220V，AC）。

5.11.7 变压器二次回路配线应采用不锈钢布线槽盒保护。

5.12 表面处理和外观

5.12.1 变压器油箱、储油柜、冷却装置及联管等的外表面均应涂漆，其颜色应依照买方的要求。变压器油箱内表面、铁心上下夹件等均应涂浅色漆。变压器油箱、储油柜、冷却装置及联管等壳体的防腐涂层应满足腐蚀环境要求，其涂层厚度不应小于 120 μ m，附着力不应小于 5MPa。

5.12.2 所有需要涂漆的表面在涂漆前应进行彻底的表面处理，如采用喷砂处理或喷丸处理。

5.12.3 喷砂（喷丸）处理后 8h 内，且未生锈之前，应涂一层金属底漆。底漆应具有良好的防腐、防潮和附着性能，漆层厚度不小于 0.04mm，表层面漆与底漆相容，具有良好的耐久性能。

5.12.4 所有外表面至少要涂一道底漆和二道面漆，面漆厚度不小于 0.085mm，表层面漆应有足够弹性以耐受温度变化，耐剥落且不褪色、粉化。

5.12.5 变压器出厂时，外表面应油漆一新，并供给买方适当数量的原用漆，用于安装时现场补漆。

5.13 变压器的寿命

5.13.1 变压器在规定的工作条件和负载条件下运行，并按使用说明书进行安装和维护，预期寿命不应少于 40 年。

5.13.2 主要主部件的运行寿命（在运行寿命内除预试外无正常检修内容）要求：

- a) 分接开关：机械寿命：2 万次；
- b) 电容套管：30 年及以上；
- c) 套管互感器：30 年及以上；
- d) 冷却器：30 年及以上；
- e) 储油柜：30 年及以上；
- f) 吸湿器：30 年及以上；
- g) 密封件及隔膜胶囊：30 年及以上；
- h) 压力释放阀及气体继电器：30 年及以上；
- i) 各类阀门的关合次数：在油温 105℃下 100 次以上无渗漏；
- j) 端子箱：30 年及以上；
- k) 温度计、油位计等测量仪表：15 年及以上。

5.13.3 变压器短路承受能力应符合 GB/T 1094.5 和 DL/T 272 要求。

5.14 铭牌

5.14.1 变压器种类（名称、型号、产品代号）；

5.14.2 标准代号；

5.14.3 制造厂名（包括国名）；

5.14.4 出厂序号；

5.14.5 制造年月；

5.14.6 相数；

5.14.7 定容量（MVA，应给出每个绕组的额定容量）；

5.14.8 额定频率（Hz）；

5.14.9 各绕组额定电压（kV）和分接范围；

5.14.10 各绕组额定电流（A，还应注明额定条件下公共绕组中电流值）；

5.14.11 联结组标号（并给出绕组连接示意图，应与实际排列位置相符）；

5.14.12 以百分数表示的短路阻抗实测值（额定极限分接还应标明相当于 100%额定容量时的短路阻抗实测值）；

5.14.13 绝缘水平；

- 5.14.14 冷却方式（如果有几种冷却方式，还应以百分数表示相应的冷却容量）；
- 5.14.15 总质量（t）；
- 5.14.16 绝缘液质量（t，注明牌号、厂名、油基）；
- 5.14.17 运输质量（t）；
- 5.14.18 器身吊质量（t）；
- 5.14.19 上节油箱质量（t，对钟罩式变压器）；
- 5.14.20 负载损耗（实测值，kW）；
- 5.14.21 空载损耗（实测值，kW）；
- 5.14.22 空载电流（实测值，%）；
- 5.14.23 套管式电流互感器（用单独标牌给出其主要技术数据）；
- 5.14.24 绝缘耐热等级（A 级可不给出）；
- 5.14.25 温升（当不是标准规定值时）；
- 5.14.26 温度与储油柜油位关系曲线（准确计算后）。

5.15 电气一次接口

- 5.15.1 套管布置。考虑到今后的通用性，变压器各级电压套管布置推荐如图 1 所示的典型布置方案。
- 5.15.2 引接线形式。变压器每个套管应有一个可变化方向的平板式接线端子，端子板具体尺寸如图 2 所示，以便于接线安装。套管端子板应能承受引线张力和重力引起的力矩而不发生变形。500kV 变压器安装断面示例图参见图 3 和图 4。
- 5.15.3 接地要求如下：
 - a) 变压器铁心、夹件的接地引下线应与油箱绝缘，从装在油箱上的套管引出至适当位置，以便在运行中监测接地线中是否有环流，接地处应有明显的接地符号或“接地”字样。
 - b) 变压器中性点直接接地时，应采用两根接地引下线引至接地网的不同方向。
- 5.15.4 外观颜色应满足如下要求：
 - a) 瓷套颜色一般采用棕色。
 - b) 变压器油箱、储油柜、冷却装置及联管等的外表面颜色建议为海灰 B05。

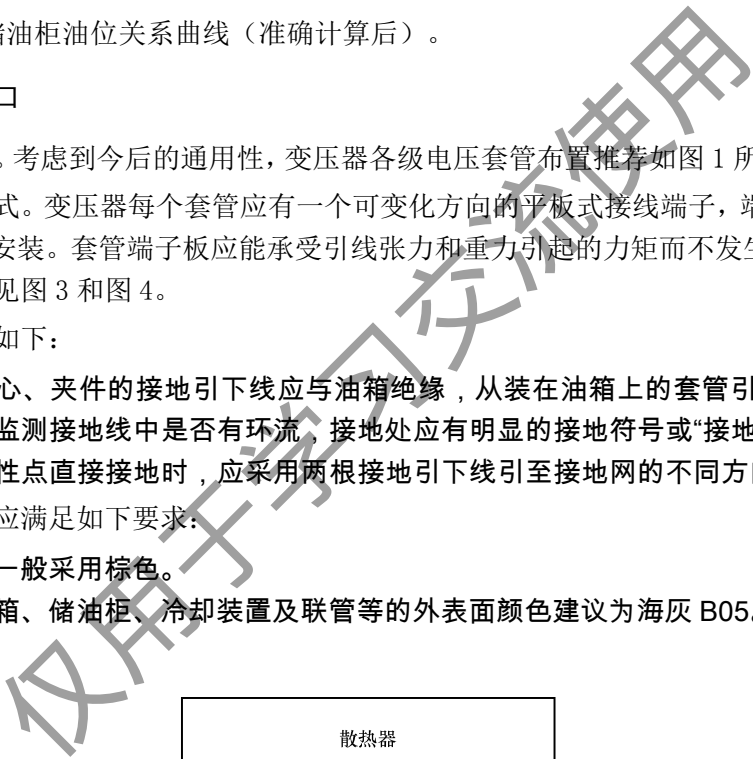


图 1 套管布置方案

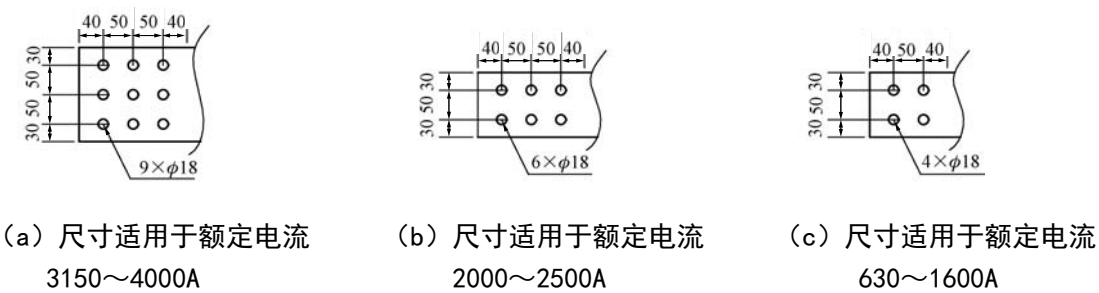


图1 套管接线端子板尺寸图

5.16 电气二次接口

5.16.1 变压器油温测量。变压器油温测量装置应满足 GB/T 6451 的要求。在变压器油箱顶部两端，分别安装一套油温测量装置。绕组测温装置能反映绕组的平均温升。上述温度变量除在变压器本体上可观测外，还应输出 4~20mA 模拟量信号。

5.16.2 变压器的本体保护。变压器的本体保护用于跳闸和报警，变压器应有下列本体跳闸和报警保护，其中主油箱压力释放装置应为两套。本体保护内容见表 5。户外变压器的非电量装置（如气体继电器、油流速动继电器、压力释放阀、油位计、突变压力继电器、温度计）应加装防雨罩，本体及二次电缆进线 50mm 应被遮蔽，45° 向雨水不能直淋，二次电缆应采取防止雨水顺电缆倒灌的措施（如反水弯）。

表5 变压器本体保护内容

序号	保护名称	接点内容	电源及接点容量	接点数量	备注
1	主油箱气体继电器	重瓦斯跳闸 轻瓦斯报警	DC220V/110V ≥1A	重瓦斯跳闸 2 对 轻瓦斯报警 1 对	
2	速度油压继电器	报警或跳闸	DC220V/110V ≥1A	报警 1 对	如果有
3	主油箱油位计	报警	DC220V/110V ≥1A	高油位报警 1 对 低油位报警 1 对	
4	主油箱压力释放装置	报警或跳闸	DC220V/110V ≥1A	跳闸 2 对	2 套
5	油温指示控制器 1	报警或跳闸	DC220V/110V ≥1A	报警 1 对 跳闸 1 对	输出 4 ~ 20mA
6	油温指示控制器 2	报警或跳闸	DC220V/110V ≥1A	报警 1 对 跳闸 1 对	输出 4 ~ 20mA
7	绕组温度指示控制器	报警或跳闸	DC220V/110V ≥1A	报警 1 对 跳闸 1 对	输出 4 ~ 20mA
8	冷却器故障(由冷却器控制柜)	报警	DC220V/110V ≥1A	报警 1 对	
9	油流继电器信号(由冷却器控制柜)	报警	DC220V/110V ≥1A	报警 1 对	
10	散热器交流电源故障	报警	DC220V/110V ≥1A	报警 1 对	

5.16.3 变压器的冷却装置要求如下：

- a) 变压器的冷却装置应按负载和油温情况，自动逐台投切相应数量的风扇，对片式散热器风扇应交叉分组投切，且该装置可在变压器旁就地手动操作。
- b) 冷却装置应有互为备用和互相切换的供电电源。当工作冷却装置电源发生故障或电压降低时，自动投入备用电源，并应设有闭锁、手动切换等功能。
- c) 当投入备用电源和备用风扇，或切除风扇时，均应发出信号。当冷却器全停时应有瞬时告警和延时跳闸信号。
- d) 变压器按负荷、过负荷闭锁有载调压（如有）及油温启动风冷功能由变压器本体实现。
- e) 油泵正常运行时，冷却油回路不应出现负压。
- f) 风冷控制箱。控制箱就地安装在主变油坑边，控制箱的结构、各性能要求、端子及连接、内部布线等同变压器本体端子箱的要求。由风冷控制箱到风扇所需的电缆由制造厂提供、负责接线并提供电缆清册，所提供的电缆应为阻燃、耐油、耐温的铠装屏蔽电缆。电缆清册应开列供方提供的全部电缆，标明电缆编号、电缆起点、电缆终点、电缆型号、电缆芯数、电缆截面、电缆备用芯数及电缆长度。强油风冷却器控制箱应满足 DL/T1424 的要求。

5.16.4 变压器的端子箱。变压器的端子箱包括变压器总端子箱及各分相变压器本体端子箱、各分相变压器风冷控制箱，制造厂应提供包括变压器所需的全部机械和电气控制部件在内的端子箱及与其相连所需的部件。变压器总端子箱用于汇总各分相变压器本体箱和风冷控制箱中电流互感器绕组、本体保护、风冷控制、交直流电源等的对外联系接口。变压器总端子箱端子排图参见图 5～图 7。需方将在

端子箱里连接控制电缆，由端子箱到本体各设备所需的电缆由供方提供，所提供的电缆应为阻燃、耐油、耐温的屏蔽电缆，且电缆线芯不超过 24 芯。

5.16.4.1 端子箱的结构。变压器端子箱应设计合理，应能防晒、防雨、防潮，并有足够的空间，各分相变压器本体端子箱及各分相变压器冷却器控制箱安装在主变压器本体上，变压器总端子箱为地面式布置。运行湿度达到 80% 的地区，应加升高座。本体端子箱宜提供带温湿度控制器（AC220V、50Hz）的除湿装置。制造厂应考虑排油注氮装置与变压器的接口，提供 1 对重瓦斯接点及断流阀、感温探头等的接口。端子箱应满足 DL/T 1424 的要求。

5.16.4.2 端子箱内部布线要求如下：

- a) 端子箱应有足够的端子用于内部布线及其端头连接，并提供 20% 的备用端子，所有用于外部连接的端子，包括备用端子在内全部采用压接型端子。端子排组应有端子排编号予以标识。要求所有的电缆及接头应有防进水措施，电缆布置应由下往上接入。
- b) 交、直流端子排应分区布置，交、直流回路电缆应分开绑扎。电缆号头按双重编号。交、直流回路不得共用一根电缆。
- c) 总端子箱内应设有截面积不小于 100mm² 的接地铜排，该铜排应与箱体绝缘，并配有两个接地端子。
- d) 总端子箱宜提供的带温湿度控制器（AC 220V、50Hz）的除湿装置。总端子箱内应有可开闭的照明设施（AC220V、50Hz），照明灯宜采用 LED 类型。制造厂应考虑排油注氮装置与变压器的接口，提供 1 对重瓦斯触点及断流阀、感温探头等的接口，制造厂应考虑用于绝缘油在线检测装置的接口。

5.16.4.3 连接电缆要求如下：

- a) 在变压器器身上敷设的所有电缆布线，均应通过电缆保护管或槽盒（不锈钢材料 1Cr18Ni9Ti）引接到本体端子箱，该电缆线应选用阻燃、耐油、耐温的屏蔽电缆，且该电缆应足够长，由制造厂提供。冷却器控制箱到各冷却器所需的动力电缆由制造厂提供，所提供的电缆为阻燃、耐油、耐温的铠装屏蔽电缆。在变压器的元件与元件、元件与端子箱之间的电缆不允许有电缆接头。由总端子箱到各分相变压器本体箱和风冷控制箱之间的联系电缆应采用铠装阻燃型，由制造厂配套提供。与其他相关的排油充氮装置、绝缘油在线检测装置等的连接电缆也应由制造厂提供。
- b) 所有由制造厂提供的电缆应提供电缆清册。电缆清册中应标明电缆编号、电缆起点、电缆终点、电缆型号、电缆芯数、电缆截面、电缆备用芯数及电缆长度。

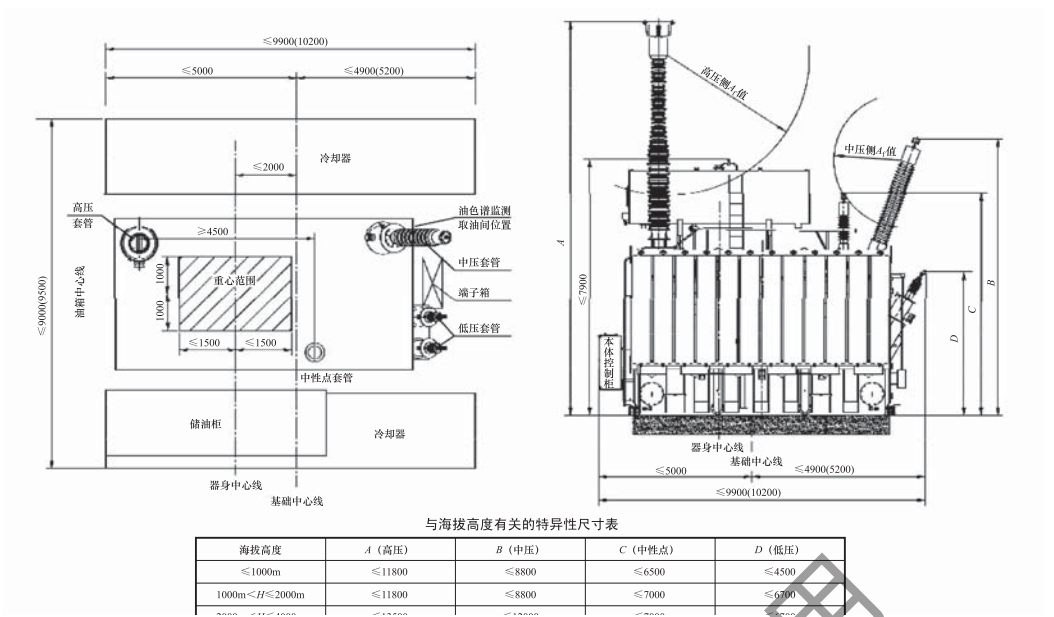
5.17 土建接口

5.17.1 各制造厂同容量变压器外形差异较大，考虑基础通用要求，变压器以油坑中心对称布置，变压器油箱基础采用钢筋混凝土条形基础，冷却或散热器不考虑专用独立基础；基础平整度不应大于 5mm，倾斜度不应大于 0.1°，参见图 8，实际工程应根据变压器实际尺寸、重量，经校验土建确认无问题后方可采用。

基础上预埋钢板，变压器底座固定在基础的预埋钢板上；变压器固定建议采用就位后直接焊接或加附件焊接，参见图 9。

5.17.2 500kV 变压器按照布置形式分为户外变压器和户内变压器，电气接口从外形尺寸以及套管、冷却器、储油柜布置形式和方位等方面进行分类统一，分为 3 种接口。接口 1 对应户外单相变压器（中性点居中布置），接口 2 对应户外单相变压器（中性点低压侧布置），接口 3 对应户内单相分体变压器。安装接口示例图如下：

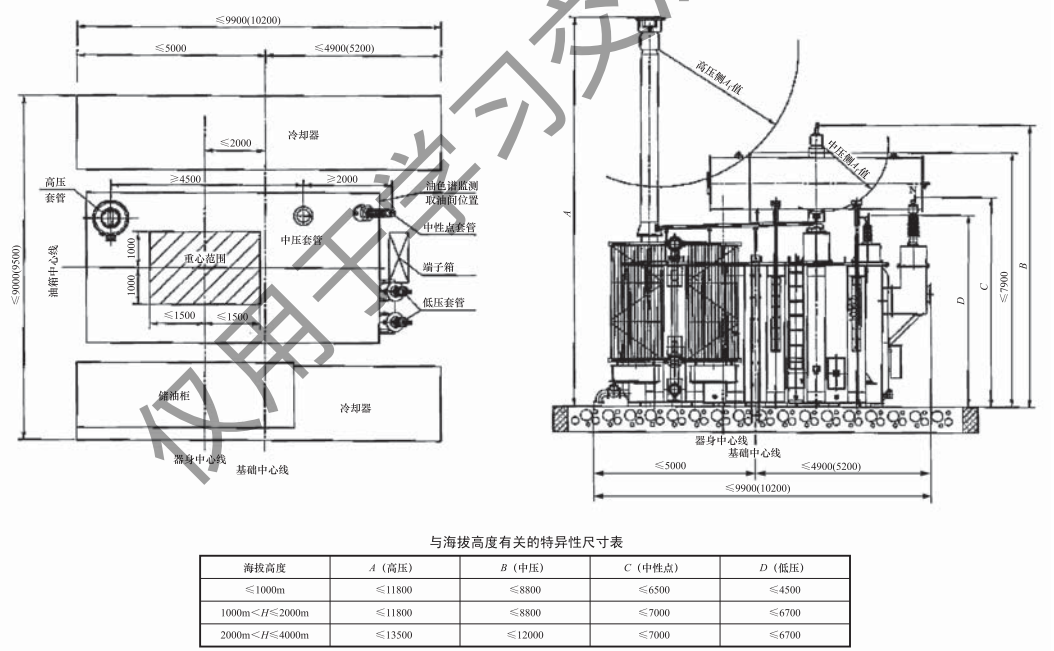
- a) 500kV 户外单相变压器（中性点居中布置）平断面布置图见图 3。



说明：本图适用于单相容量为 250、334MVA 的变压器，当用于 400MVA 变压器时采用括号内数据。

图2 500kV 户外单相变压器（中性点居中布置）平断面布置图

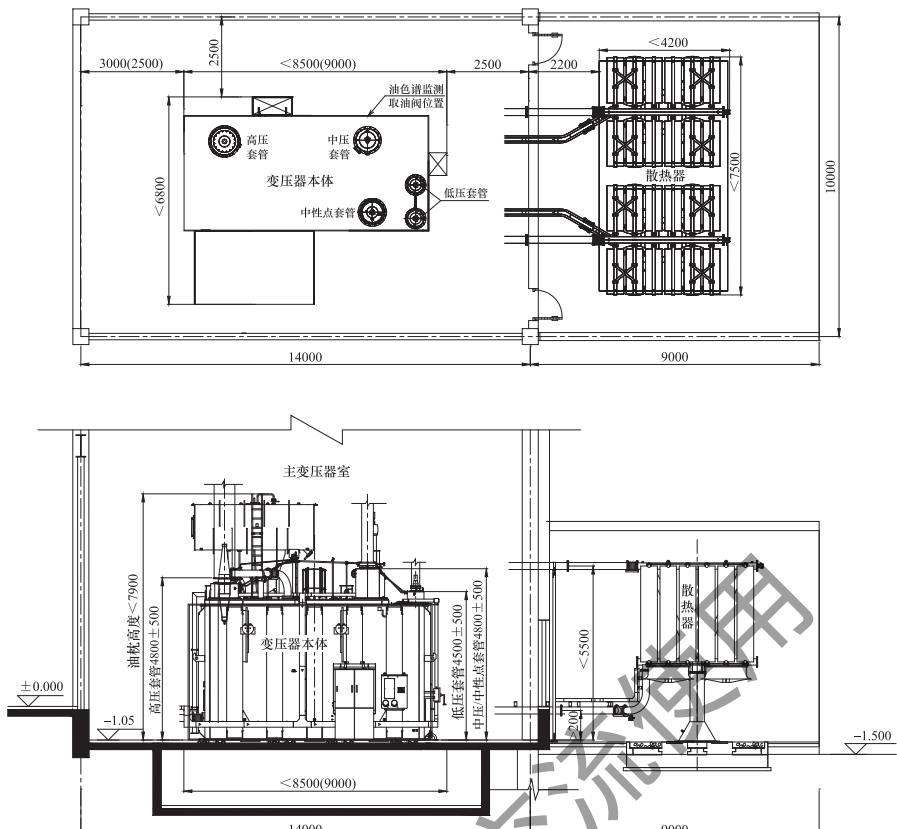
b) 500kV 户外单相变压器（中性点低压侧布置）平断面布置图见图 4。



说明：本图适用于单相容量为 250、334MVA 的变压器，当用于 400MVA 变压器时采用括号内数据。

图3 500kV 户外单相变压器（中性点居中布置）平断面布置图

c) 500kV 户内单相变压器平断面布置图见图 5。



说明：本图适用于单相容量为 250、334MVA 的变压器，当用于 400MVA 变压器时采用括号内数据。

图4 500kV 户内单相变压器平断面布置图

d) 变压器总控制箱的端子排接口图 (一) 见图 6。

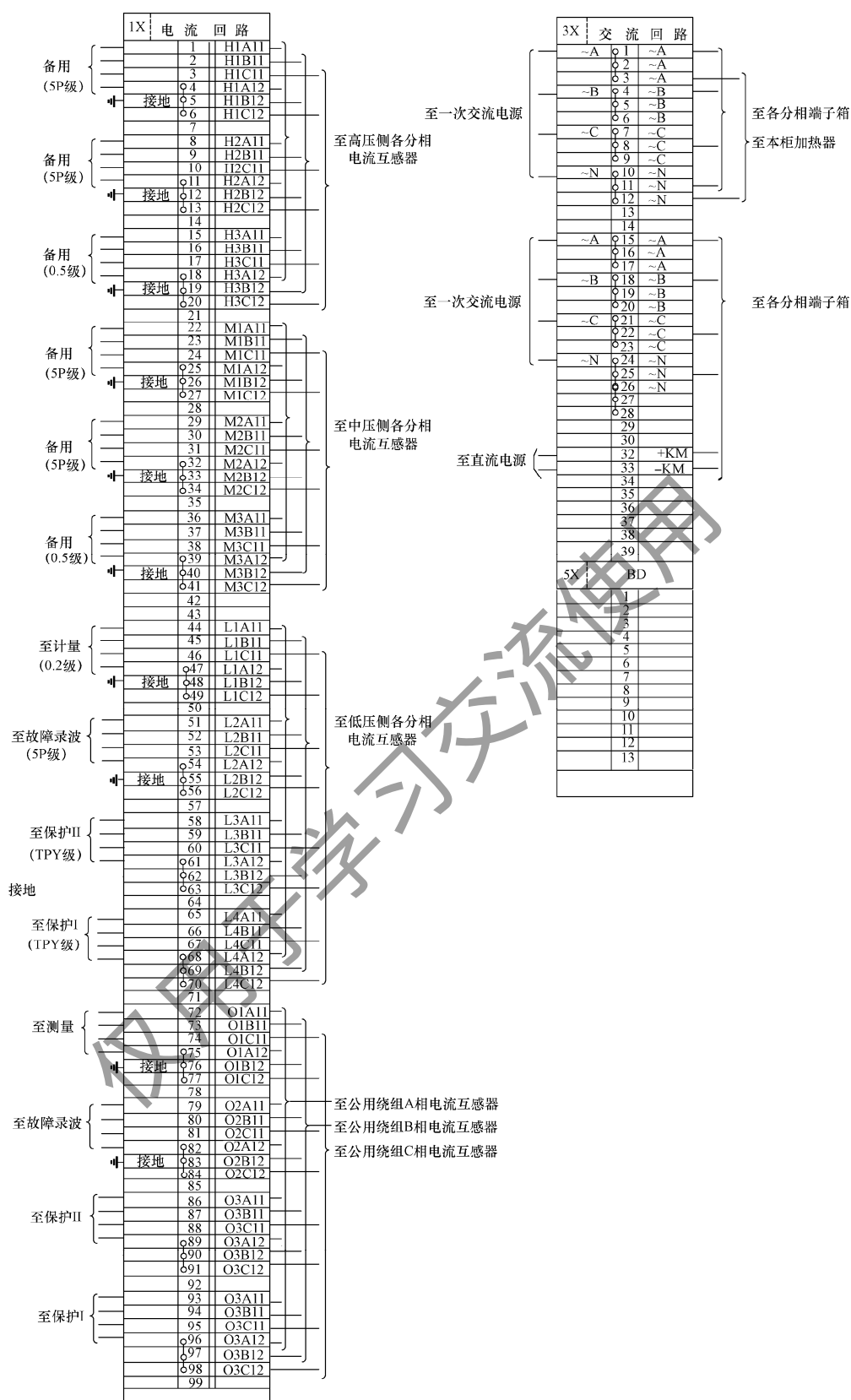


图5 变压器总控制箱的端子排接口图(一)

e) 变压器总控制箱的端子排接口图(二)(三)见图7、图8。

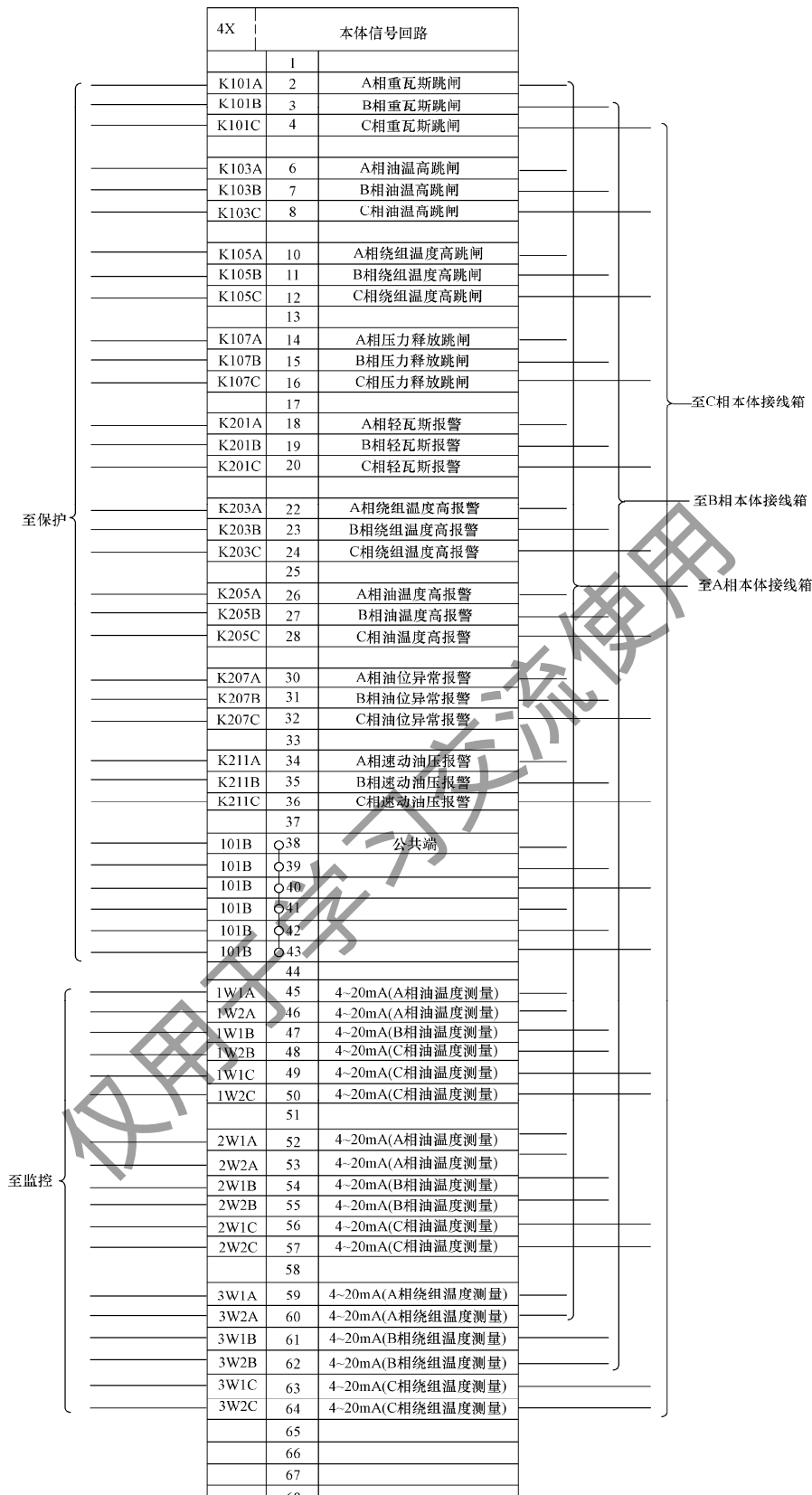


图6 变压器总控制箱的端子排接口图（二）

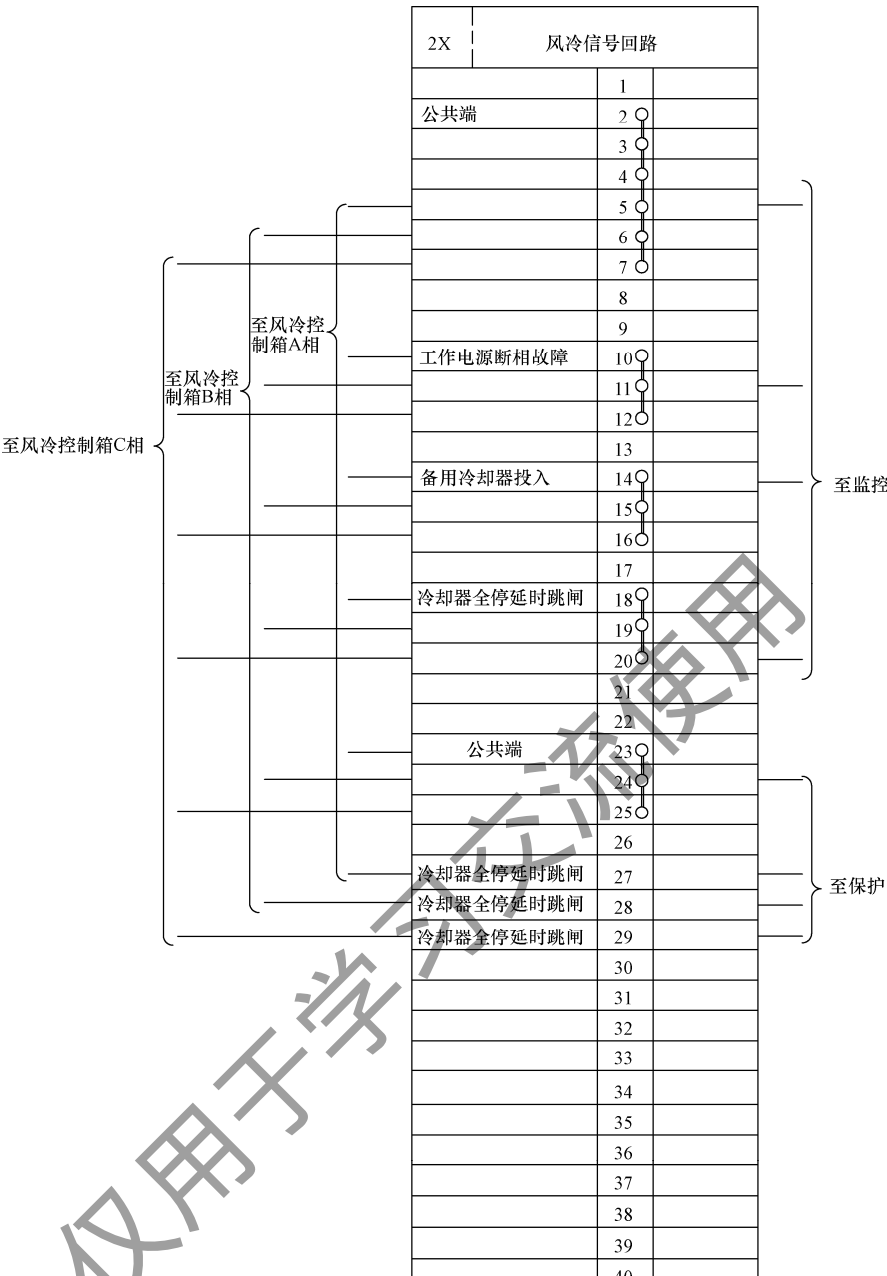


图7 变压器总控制箱的端子排接口图（三）

f) 500kV 变压器基础布置图见图 9。

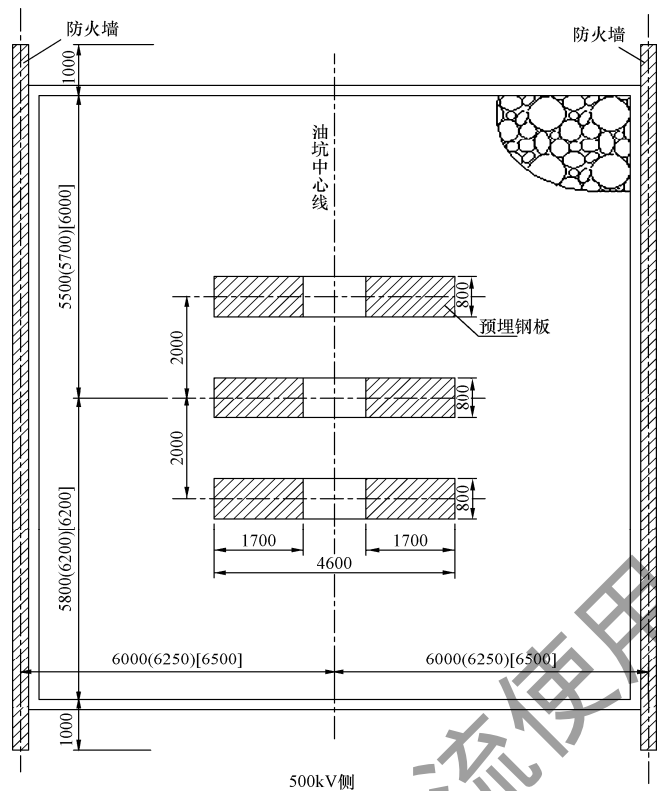


图8 500kV 变压器基础布置图

g) 变压器器身固定方式参考图见图 10。

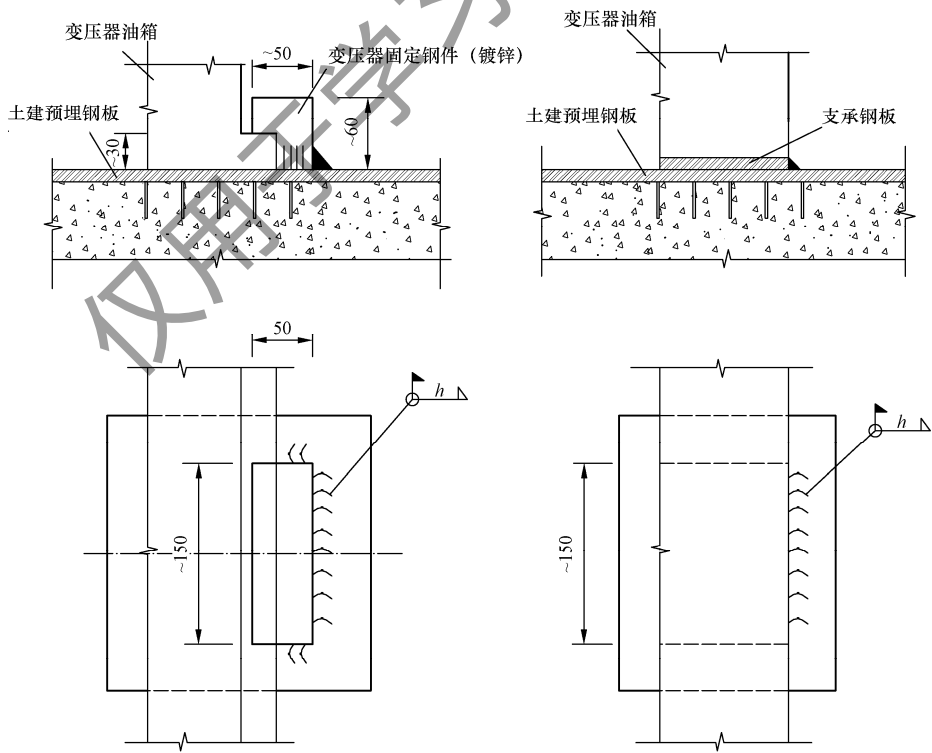


图9 变压器器身固定方式参考图

6.1 概述

根据本文件、最新版的国家标准、行业标准和 IEC 有关标准及其补充说明进行变压器试验，试验应出具详细记载测试数据的正式试验报告，并有买方代表或第三方人员在场监试或见证，并提供变压器及其附件相应的型式试验报告和例行试验报告，同时执行下列要求。必要时开展抽检试验。

6.2 例行试验

6.2.1 绕组电阻测量。测量所有绕组的直流电阻，对于带分接的绕组，应测量每一分接位置的直流电阻。变压器绕组电阻不平衡率：相间应小于 2%，三相变压器线间应小于 1%，即

$$(R_{\max} - R_{\min}) / R_{\text{ave}} < 2\% (1\%)$$

6.2.2 电压比测量和联结组标号检定应在所有绕组之间及所有分接位置进行电压比测量，变比的允许偏差在额定分接时为 $\pm 0.5\%$ ，各分接的相间差不应超过 0.2% 或 1 匝的偏差，否则应予以试验验证说明。应检定变压器的联结组标号。

6.2.3 短路阻抗及负载损耗测量应满足如下要求：

- a) 短路阻抗测量。应在各绕组之间，在主分接和最大、最小分接位置测量。短路阻抗的允许偏差不能超过合同规定值，并进行低电压、小电流下的短路阻抗测量。
- b) 负载损耗测量。负载损耗测量应符合 DL/T 272 的要求。所用互感器的误差和试验接线的电阻损耗（包括线损和表损）应予以校正。对自耦变压器，应测量 1/4、1/2 的最大试验电流负载损耗值，并进行线性度比较。按电流平方关系折算的负载损耗最大偏差不得大于 2%。

短路阻抗和负载损耗应换算到参考温度（75℃）时的值。

6.2.4 空载损耗和空载电流测量要求如下：

- a) 在 10%~115% 的额定电压下进行空载损耗和空载电流测量，并绘制励磁曲线。
- b) 空载损耗和空载电流值应按照 GB/T 1094.1 规定的方法进行测量，并予以校正。
- c) 提供 380V 电压下的空载电流和空载损耗。

6.2.5 长时间空载试验。在绝缘强度试验后，应对变压器施加 1.1 倍额定电压至少运行 12h，然后与初次测量相同条件下进行 100% 和 110% 额定电压的空载损耗和空载电流测量。测量结果应与初次值基本相同。

6.2.6 绕组连同套管的绝缘电阻测量。每一绕组对地及其余绕组之间的绝缘电阻都要进行测量，测量时使用 5000V 绝缘电阻表。吸收比 R_{60}/R_{15} 不小于 1.3 或极化指数 R_{600}/R_{60} 不小于 1.5。当极化指数或吸收比达不到规定值时，而绝缘电阻绝对值比较高（例如 $>10\,000\text{M}\Omega$ ），应根据绕组介质损耗因数等数据综合判断。

6.2.7 绕组连同套管的介质损耗因数（ $\tan \delta$ ）和电容量测量：

- a) 应在油温 10℃~40℃ 之间测量。
- b) 试验报告中应有试验设备的详细说明，并有试验电压为 10kV 时的测量结果。
- c) 每一绕组对地及绕组之间的 $\tan \delta$ 不超过 0.5%（20℃），同时提供电容量实测值。

6.2.8 铁心和夹件绝缘电阻测量。用 2500V 的绝缘电阻表测量铁心和夹件绝缘电阻，其值不小于 500MΩ。运输包装前，还应通过铁心和夹件接地端子检测铁心和夹件绝缘电阻。

6.2.9 感应耐压试验和局部放电测量要求如下：

- a) 局部放电量的测定方法和试验加压程序，按 GB/T 1094.3 的规定执行。
- b) 带有局部放电测量的感应电压试验（IVPD）结果应满足专用技术规范表 1 规定。
- c) 测试报告中应有每 5min 记录一次的局部放电测量值，并记录起始和熄灭电压。

6.2.10 雷电全波冲击试验应按 GB/T 1094.3、GB/T 1094.4 的规定进行。

6.2.11 操作冲击试验应按 GB/T 1094.3、GB/T 1094.4 的规定进行，其中中压绕组（220kV）线端操作冲击试验可用短时感应耐压试验（ACSD）代替。

6.2.12 外施交流耐压试验。对低压绕组和高、中压绕组的中性点进行外施交流耐压试验，试验电压值见专用技术规范表 1 的规定，持续时间 1min。

6.2.13 套管试验。

- a) 套管试验应符合 GB/T 4109 规定，应提供套管型式试验（包括热短时电流耐受试验）和例行试验（包括油色谱、微水）的试验报告。
- b) 套管安装到变压器上后，还应测量 10kV 电压下套管的 $\tan\delta$ 和电容量。
- c) 套管的末屏端子应进行 1min、2kV 的工频耐受电压试验。

6.2.14 套管式电流互感器试验。套管式电流互感器试验应为装在升高座内的成品试验。试验方法和要求按 GB 1208 进行。试验要求如下：

- a) 电流比测量。
- b) 极性检查。
- c) 直流电阻测量：应测量电流互感器的每个绕组电阻，并换算到 75℃时的值。
- d) 绝缘试验：所有电流互感器应进行绕组间及其对地的绝缘电阻和 1min、3kV 工频耐受电压试验。
- e) 匝间耐压试验。
- f) 励磁特性曲线测量：每台电流互感器应测量励磁特性曲线。同一台变压器的多个同规格参数的套管式电流互感器绕组的励磁特性不应相差 5%以上（比较同一电压下的电流测量值）。
- g) 误差试验：电流互感器应逐个测量每个二次绕组的误差。

如装在升高座内的成品已在互感器厂进行上述项目的试验，只须提供试验报告并在变压器厂内进行 a) ~ d) 项的复测。

6.2.15 冷却器（散热器）的密封试验：

- a) 冷却器应施加不低于 0.5MPa 的压力进行密封试验，持续 10h，应无渗漏。
- b) 冷却设备应随同变压器本体一起进行密封试验。

6.2.16 变压器密封试验。密封性试验应带散热器（冷却器）且在全部阀门打开的条件下进行，整台变压器应能承受储油柜的油面上施加 0.03MPa 静压力进行密封试验，持续时间 24h，应无渗漏和损伤。冷却回路负压试验应参照 GB/T 6451 的要求进行。

6.2.17 绝缘液试验按 GB 2536 有关规定进行物理、化学、电气性能等试验，提供试验报告。

6.2.18 绝缘油中溶解气体分析按下列顺序取油样进行气体色谱分析：

- a) 试验开始前。
 - b) 绝缘试验后。
 - c) 长时间空载试验后。
 - d) 温升试验或长时过电流试验开始前；温升试验或长时过电流试验中，每隔 4h 取样；温升试验或长时过电流试验完成后。
 - e) 工厂试验全部完成后。
- 产品合格证书中应包括油中溶解气体色谱分析（48h 后）结果。

6.2.19 其他部件的检查试验。压力释放装置的释放压力试验、气体继电器的整定值的校验、温度计的校准和二次回路的工频耐受电压试验等。

6.2.20 长时过电流试验（做过温升试验的变压器可不进行）。在 1.1 倍额定电流下，持续运行 4h，试验前后取样进行油中气体分析，应无异常变化。

6.2.21 油流静电试验（对 ODAF 冷却方式的变压器）应符合 GB/T 6451 的规定。

6.2.22 开动全部油泵（包括备用油泵）时的局部放电测量应符合 GB/T 6451 的规定。

6.2.23 应采用频响法和低电压短路阻抗法对绕组进行变形测试，并留存原始记录。变压器绕组频响特性测量按 DL/T 911 和 DL/T 1093 的规定进行。

6.2.24 分接开关试验。无励磁分接开关应做操作试验检查、接触电阻测量等。

6.2.25 对三相变压器进行小电流短路阻抗测试，应三相短路，按 JB/T 501 的规定进行单相测试，试验电流为 5A。

6.2.26 应进行声级测量，试验按 GB/T 1094.10 的规定进行。

6.2.27 应进行三相变压器零序阻抗测量，试验按 JB/T 501 的规定进行。

6.2.28 应进行空载电流的谐波测量，试验按 JB/T 501 的规定进行。

6.2.29 被试变压器的套管和部件均应是实际供货的套管和部件。例行试验时应将供货的套管和其他组部件安装在变压器上进行试验；主要附件（套管、分接开关、冷却装置、导油管等）在出厂时均应按实际使用方式经过整体预装。

6.3 型式试验

6.3.1 温升试验要求如下：

a) 应符合 GB/T 1094.7 和 GB/T 272 规定。

b) 同型号、同批次变压器中任选一台做温升试验（作为例行试验，出厂试验时进行），变压器温升型式试验时应采用光纤进行热点测温，并进行过负荷温升试验。

c) 温升限值应满足专用部分表 1 的规定。

d) 温升试验前后均应取油样进行色谱分析，油中可燃烧气体含量（总烃、CO）无明显变化，且不应出现乙炔。

6.3.2 雷电截波冲击试验按 GB/T 1094.3 和 GB/T 1094.4 的规定进行。

6.3.3 中性点雷电全波冲击试验按 GB/T 1094.3 和 GB/T 1094.4 的规定进行。

6.3.4 声级测定。声级测量按 GB/T 1094.10 的规定进行。

6.3.5 油箱机械强度试验应提供符合本文件规定的变压器油箱机械强度试验报告，该报告的被试油箱结构应与合同产品的油箱结构相同。

6.3.6 套管式电流互感器的暂态特性试验。在相同的 TPY 型铁心中选择 1 台有代表性的进行试验，提供暂态特性试验曲线。

6.3.7 无线电干扰电压测量。测量出线端子上的无线电干扰电压，并观察在晴天的夜间有无可见电晕。

6.3.8 空载电流谐波测量，其幅值表示为基波分量的百分数。

6.3.9 风扇电机和油泵电机所吸取功率的测量。

6.3.10 零序阻抗测量（对三相变压器）。

6.4 特殊试验

6.4.1 短路耐受能力

6.4.1.1 试验方法和判别标准应符合 GB/T 1094.5 和 DL/T 272 要求。

6.4.1.2 短路耐受能力的设计验证应满足 DL/T 272 的要求。

6.4.1.3 短路耐受能力的理论评估应符合 GB/T 1094.5 和 DL/272 的规定进行。

6.4.1.4 用户可选择合同变压器的短路耐受能力试验验证。

6.4.2 其他有特殊试验要求的变压器如直流偏磁承受能力试验。

6.5 现场交接试验

6.5.1 根据 GB 50150 进行变压器现场交接试验。

6.5.2 绝缘含水量测量。如怀疑变压器在运输和储存过程中有受潮的可能，应采用露点法进行绝缘含水量测量。

6.5.3 测量绕组连同套管的直流电阻。变压器三相绕组电阻的不平衡率：相间 $<2\%$ ，线间 $<1\%$ 。在相同的温度下，其结果与出厂例行试验所测值相比，偏差不应大于 $\pm 2\%$ 。

- 6.5.4 检查所有分接的电压比。电压比的允许偏差应与出厂例行试验值一致。
- 6.5.5 检查变压器的联结组标号，应与设计要求、铭牌及标记相符。
- 6.5.6 绕组连同套管的绝缘电阻测量、吸收比或极化指数的测量。应用 5000V 的绝缘电阻表测量。绕组绝缘电阻值一般不低于出厂例行试验值的 70%（测试条件相近），吸收比（ R_{60}/R_{15} ）不小于 1.3 或极化指数（ R_{600}/R_{60} ）不小于 1.5。当极化指数或吸收比达不到规定值，而绝缘电阻绝对值比较高（例如 $>10\ 000\text{M}$ ）时，应根据绕组介质损耗因数等数据综合判断。
- 6.5.7 测量铁心和夹件对地绝缘电阻。用 2500V 绝缘电阻表测量。
- 6.5.8 测量绕组连同套管的 $\tan$ 和电容量。实测 $\tan$ 值一般不大于出厂例行试验值的 130%（测试条件相近）。电容量与出厂例行试验值相比不应有明显差异。
- 6.5.9 声级测量。声级测量按 GB/T 1094.10 的规定进行，试验结果满足技术规范相应要求。
- 6.5.10 绝缘液试验。变压器油应符合 GB/T 7595 的规定和本部分的要求。
- 6.5.11 低电压下的空载电流测量。在 380V 电压下测量空载电流，其实测值与出厂例行试验测量值不能有明显差异，必要时可在更高电压下测量空载电流和空载损耗。
- 6.5.12 密封试验。变压器安装完后，应按 DL/T 264 进行。在储油柜油面以上施加 0.03MPa 压力，至少持续 24h，不应有渗漏。
- 6.5.13 套管试验。测量电容型套管的 $\tan$ 及电容量，实测值应和出厂例行试验测量结果无明显差异，还应测量套管末屏对地绝缘电阻。
- 6.5.14 套管式电流互感器试验。测量直流电阻、绝缘电阻、电流比，校验励磁特性和极性。
- 6.5.15 分接开关试验按 GB 10230 的要求进行。
- 6.5.16 绕组连同套管的局部放电测量。测量方法和试验程序应符合 GB/T 1094.3 的规定。局部放电水平应在标准规定的范围之内，并与出厂例行试验值比较。
- 6.5.17 外施交流耐压试验。低压绕组和高、中压绕组的中性点连同套管分别进行外施交流耐压试验，试验电压为出厂例行试验外施交流耐压试验电压值的 80%。
- 6.5.18 相位检查。检查变压器的相位应与电网相位一致。
- 6.5.19 辅助装置的检查。根据产品使用说明书，对冷却装置、分接开关、温度计、气体继电器、油流继电器、压力释放装置、油位指示器等进行检查。
- 6.5.20 变压器绕组频响特性测量和低电流下的阻抗电抗测量。
- 6.5.21 冲击合闸试验。额定电压下在高压侧进行 5 次空载冲击合闸试验。

6.6 抽检试验

- 6.6.1 买方有权对所有供货变压器进行随机抽检试验。
- 6.6.2 抽检试验由买方代表或买方指定的具有国家级检测资质的第三方实施，抽检试验所需试验设备由抽检方自备，试验设备精度应满足要求且抽检试验方案科学严谨，以确保抽检试验的准确性；
- 6.6.3 抽检项目包括但不限于绝缘电阻、介质损耗、空载损耗、负载损耗（含短路阻抗）、局放、声级、温升、突发短路试验等。
- 6.6.4 抽检试验通过，则抽检试验相关费用（包括试验费、运费、设备费等）由买方承担；如抽检试验未通过，则抽检试验相关费用（包括试验费、运费、设备费等）由卖方承担，并具有采取进一步措施的权利。
- 6.6.5 具体抽检要求按照最新的国家电网有限公司变压器抽检规范执行。

6.7 抗短路能力校核

- 6.7.1 买方有权委托第三方机构依照合同约定，在（初次）设备设计审查会议之前、期间或之后对本合同设备进行抗短路能力校核。卖方应配合买方委托的抗短路能力校核工作，按第三方机构的要求及

时、无偿提供合同设备的相关设计参数、原材料使用情况等用于校核的必须资料，并承担由此发生的配合费用。买方应对卖方提供的相关资料予以保密。

6.7.2 买方委托第三方对合同设备进行抗短路能力校核，发现合同设备不符合合同要求，卖方未能在买方限定的时间内通过整改使其符合合同要求的，买方有权要求更换、退货、向第三方采购可替代货物或解除合同。

6.7.3 如校核的合同设备设计参数与监造、抽检情况不符，买方有权将卖方的不诚信行为在国家电网公司电子商务平台质量监督栏目的业务公告中予以公布。卖方承诺已知悉买方针对上述不诚信行为制定的供应商不良行为处理相关规定。

6.7.4 变压器抗短路能力校核的具体要求按照最新的国家电网有限公司变压器抗短路能力校核与检测工作相关要求执行。

7 设计联络、监造和检验、技术服务

7.1 设计联络会

7.1.1 为协调设计及其他方面的接口工作，根据需要，买方与卖方应召开设计联络会。卖方应制订详细的设计联络会日程。签约后的 15 天内，卖方应向买方建议设计联络会方案，在设计联络会上买方有权对合同设备提出进一步改进意见，卖方应高度重视这些意见并作出改进或说明。卖方应负责合同设备的设计和协调工作，承担全部技术责任并做好与买方的设计联络工作，由此发生的费用由卖方承担。

7.1.2 联络会主题如下：

- a) 决定最终布置尺寸，包括外形、套管引出方向、冷却器（散热器）布置、套管式电流互感器二次绕组预留个数和其他附属设备的布置；
- b) 复核变压器的主要性能和参数；向项目单位提供招标变压器的具体结构参数，以便计算校验招标变压器的抗短路能力；卖方承诺设备结构、原材料等相关参数与用于抗短路能力校核的参数一致。在生产过程中，当选用的原材料、铁心结构、绕组结构、器身固定方式以及其他重要结构参数发生改变时，卖方应向第三方机构提供变更后的设计参数，重新进行校核。
- c) 检查总进度、质量保证程序及质保措施；
- d) 决定土建要求、运输尺寸和重量，以及工程设计的各种接口的技术资料要求；
- e) 讨论交货程序；
- f) 解决遗留问题；
- g) 讨论工厂试验及检验监造问题；
- h) 讨论运输、交接、安装、调试及现场试验；
- i) 卖方应介绍拟选主要外购材料及部件的性能、结构，如矽钢片、套管、冷却器等；
- j) 其他要求讨论的项目。

其中，第一次设计联络会主要是审查变压器设计方案，确定设计、制造和试验进度，以及工厂监造的关键点等。第二次设计联络会内容为确定技术资料和相关图纸，特别是各种接口布置尺寸，审查交货计划和现场试验大纲等。

设计联络会的地点为制造厂所在地。日期、会期、买方参加会议人数在买卖双方签订技术协议时确定。

7.1.3 除上述规定的联络会议外，若遇重要事宜需双方进行研究和讨论，经各方同意可另召开联络会议解决。

7.1.4 每次会议均应签署会议纪要，包括讨论的事项和结论。该纪要作为合同的组成部分，与合同具有同等效力。

7.2 在卖方工厂的检验和监造

7.2.1 买方有权派遣其检验人员到卖方及其分包商的车间场所，对合同设备的加工制造进行检验和监造。买方应为此目的而派遣的代表人员名单以书面形式通知卖方。

7.2.2 卖方应积极的配合买方的监造工作，并指定 1 名代表负责监造联系工作，及时向监造人员提供监造工作相关资料（包括但不限于此）：

- a) 重要的原材料的物理、化学特性和型号及必要的工厂检验报告；
- b) 重要外协零部件和附件的验收试验报告及重要零部件和附件的全部出厂例行试验报告；
- c) 设备出厂试验方案、试验报告、半成品试验报告；
- d) 型式试验报告；
- e) 产品改进和完善的技术报告；
- f) 与分包方的技术协议和分包合同副本；
- g) 设备的生产进度表；
- h) 设备制造过程中出现的质量问题的备忘录；
- i) 设备制造过程中出现的有关设备质量和进度变更的文件。

7.2.3 设备的监造范围、监造方式、监造内容等由买方及其派遣的监造人员根据国家电网有限公司统一下发的设备监造大纲最终确定。

7.2.4 监造人员有权到生产合同设备的车间和部门了解生产信息，并提出监造中发现的问题（如有）。

7.2.5 卖方应在开始进行工厂试验前 2 周，通知买方及监造人员其试验方案（包括日程安排）。根据这个试验方案，买方有权确定需要进行见证的试验项目，并将在接到卖方关于试验和检验的日程安排通知后 1 周内通知卖方。然后买方将派出技术人员前往卖方和（或）其制造商生产现场，以观察和了解该合同设备工厂试验的情况及其运输包装的情况。若发现任一货物的质量不符合合同规定的标准，或包装不满足要求，买方代表有权发表意见；卖方应认真考虑其意见，并采取必要措施以确保待运合同设备的质量，见证检验程序由双方代表共同协商决定。

7.2.6 若买方不派代表参加上述试验，卖方应在接到买方关于不派员到卖方和（或）其分包商工厂的通知后，或买方未按时派遣人员参加的情况下，自行组织检验。

7.2.7 监造人员将不签署任何质量证明文件，买方人员参加工厂检验，既不能解除卖方按合同应承担的责任，也不替代到货后买方的检验。

7.2.8 买方有合同货物运到买方目的地以后进行检验、试验和拒收（如果必要时）的权利，卖方不得因该货物在原产地发运以前已经由买方或其代表进行过监造和检验并已通过作为理由而进行限制。

7.2.9 买方人员参加工厂试验，包括会签任何试验结果，既不免除卖方按合同规定应负的责任，也不能代替合同设备到达目的地后买方对其进行的检验。

7.3 技术服务

7.3.1 技术一般要求如下：

- a) 卖方应指定一名工地代表，配合买方及安装承包商之间的工作。卖方应指派合格的有经验的安装监督人员和试验工程师，对合同设备的安装、调试和现场试验等进行技术指导。卖方指导人员应对所有安装工作的正确性负责，除非安装承包商的工作未按照卖方指导人员的意见执行，此时，卖方指导人员应立即以书面形式将此情况通知买方。
- b) 卖方在设备安装前及时向买方提供技术服务计划，包括服务内容、日程、工作人员、天数等。
买卖双方据此共同确认一份详尽的安装工序和时间表，作为卖方指导安装的依据，并列出安装承包商应提供的人员和工具的类型及数量。
- c) 买卖双方应根据工地施工的实际工作进展，通过协商决定卖方技术人员的专业、人员数量、在工地服务的持续时间以及到达和离开工地的日期。

7.3.2 任务和责任内容如下：

- a) 卖方指定的工地代表，应在合同范围内全面与买方工地代表充分合作与协商，以解决合同与

有关的技术和工作问题。双方的工地代表未经双方授权无权变更和修改合同。

- b) 卖方技术人员代表卖方完成合同规定的有关设备的技术服务，指导、监督设备的安装、调试和验收试验。
- c) 卖方技术人员应对买方人员详细解释技术文件、图纸、运行和维护手册、设备特性、分析方法和有关注意事项等，并解答和解决买方在合同范围内提出的技术问题。
- d) 卖方技术人员有义务协助买方在现场对运行和维护的人员进行必要的培训。
- e) 卖方技术人员的技术指导应是正确的，如因错误指导而引起设备和材料的损坏，卖方应负责复、更换和（或）补充，其费用由卖方承担，该费用中还包括进行修补期间所发生的服务费。买方的有关技术人员应尊重卖方技术人员的技术指导。
- f) 卖方代表应尊重买方工地代表，充分理解买方对安装、调试工作提出的技术和质量方面的意见和建议，使设备的安装、调试达到双方都满意的质量。如因卖方原因造成安装或试验工作拖期，买方有权要求卖方的安装监督人员或试验工程师继续留在工地服务，且费用由卖方自理。如因买方原因造成安装或试验拖期，买方根据需要有权要求卖方的安装监督人员或试验工程师继续留在工地服务，并承担有关费用。
- g) 卖方应将技术服务费用，包括由工厂至现场的往返差旅费进行分项报价。提供现场服务的费用将包括在评（议）标价中，并增列入合同。

8 包装和运输

8.1 包装

8.1.1 供方应根据国家标准和需方的实际运输条件，将变压器本体和所有零部件采用适合于铁路、公路或水路远途运输的包装箱进行包装好，并将全套安装使用说明书、产品合格证明书、产品外形尺寸图、运输尺寸图、产品拆卸件一览表、装箱单、铭牌图或铭牌标志图以及备品备件一览表等应包装好，防止受潮。

8.1.2 变压器拆除的组件应单独包装，并在拆除一览表内填写拆除组件名称和件数，以作为现场验收的依据。变压器本体在拆卸处应用临时盖板（钢板）密封，并在变压器油箱上标上“运输重心”“起吊点”等字样。

8.1.3 电容型套管应包装在一个木箱内，并用垫有毛毡或橡胶等防振材料的半环形木板，用螺栓将套管法兰固定在箱内木支架上。包装箱上应标上“向上”“防振”和“小心搬运”等字样。

8.1.4 储油柜应单独包装，并且所有安装孔应密封。包装箱上应标上“向上”“起吊点”“小心搬运”等字样。

8.1.5 套管型电流互感器连同其升高座应用临时盖板（钢板）密封包装，并在包装上应标上“向上”“小心搬运”等字样。

8.1.6 气体继电器、吸潮器、温度计、油位计、压力释放阀等用防振材料包装，并应标上“向上”“易碎”等字样。

8.1.7 变压器的大件和重件需在运输文件中附上尺寸图和重量，并提供起吊图纸和说明，包装箱上应有起吊标志。

8.1.8 所需的备品备件及专用工具与仪器仪表应装在箱内，在箱上注明“专用工具”“仪器仪表”，以与本体相区别；并标明“防尘”“防潮”“防止损坏”“易碎”“向上”“勿倒立”等字样，同主设备一并发运。

8.1.9 包装箱应连续编号，不能有重号。包装箱面上供方应按下述内容写上不褪色的醒目标签：

- a) 合同号；
- b) 目的地名称；
- c) 收货人及代号；

- d) 设备名称和项目号；
- e) 箱号；
- f) 毛重与净重；
- g) 外形尺寸；
- h) 在设备的包装箱外面应标上“重心”“起吊点”“小心搬运”“正面向上”“防止受潮”“勿倒”“勿倾斜”“防火”等字样。

8.1.10 从厂方发货至需方收到期间，设备应完好无损。凡因包装不良所造成一切损失应由厂方自负。

8.2 运输

8.2.1 压器在运输中应按照相应规范安装至少 2 台具有时标且有合适量程的三维冲撞记录仪。变压器就位后，制造厂、运输部门、监理单位、用户四方人员应共同验收，记录纸和押运记录应提供给用户留存。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、散热器、阀门和储油柜等）的结构及布置位置应不妨碍吊装、运输及运输中紧固定位。

8.2.2 变压器通常为带油运输，如受运输条件限制时，可不带油运输，但应充以干燥的气体，并明确标志所充气体种类。运输前应进行密封试验，以确保在充以 20kPa~30kPa 压力的气体时密封良好。充气运输的变压器应密切监视气体压力，当压力低于 0.01MPa 时要补干燥气体。变压器主体在运输中及到达现场后，油箱内的气体压力应保持正压，并有压力表进行监视。现场充气保存时间不应超过 3 个月，否则应注油保存，并装上储油柜。

8.2.3 运输时应保护变压器的所有组件、部件（如储油柜、套管、阀门及散热器等）不破坏和不受潮。

8.2.4 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、储存直至安装前不损伤和不受潮。

8.2.5 成套拆卸的大组件（如散热器、储油柜等）运输时可不装箱，但应保证不受损伤，在整个运输与储存过程中不得进水和受潮。

8.2.6 在设备启运时，供方应以最快捷的方式通知需方以下内容：

- a) 设备名称；
- b) 件数、件号、重量；
- c) 合同号；
- d) 货运单号；
- e) 到达地点；
- f) 设备发出日期。

9 投标时应提供的材料

9.1 计算报告

投标时应提供本项目产品过负载能力计算报告。计算报告应提供环境温度 20℃、40℃，起始负荷 80%、100%，1.1 倍、1.3 倍、1.5 倍、1.8 倍、2.0 倍过负载，热点温度不超过 140℃时的可持续运行时间计算结果。

9.2 试验报告

240MVA 及以下容量变压器应提供同类产品的突发短路试验报告；500kV 变压器和 240MVA 以上容量

变压器，制造厂应提供同类产品突发短路试验报告或抗短路能力计算报告，计算报告应有相关理论和

模型试验的技术支持。

仅用于学习交流使用

500kV 单相自耦电力变压器采购标准

第 1 部分：通用技术规范

编 制 说 明

目 次

1 编制背景..... 35

2 编制主要原则..... 35

3 与其他标准文件的关系..... 35

4 主要工作过程..... 36

5 标准结构和内容..... 36

6 条文说明..... 37

仅用于学习交流使用

编制背景

物资采购标准是国家电网有限公司为规范和简化招标投标工作编制的企业标准。国家电网有限公司物资采购标准（2018版）自发布实施以来，在公司物资集约化工作中发挥了重要作用。近年来，随着公司标准化建设成果持续优化调整，基建“三通一标”和配网“典型设计”继续深化，相关国家标准、行业标准和企业标准不断更新，尤其是2020年发布的国家强制标准《GB 20052-2020 电力变压器能效限定值及能效等级》对变压器能效等级提出了更高要求。为落实国家相关部委对变压器能效提升要求，根据国家标准GB 20052-2020、《国家电网有限公司35～750kV输变电工程通用设计、通用应用目录（2021年版）》等相关标准、文件要求，对变压器采购标准进行了修订。

本文件修订的目的是为了满足国家对变压器能效提升要求，适应近年来内外部环境和技术发展变化，保证公司物资采购标准能够适应不断提高的技术标准和公司建设、运行需求，从物资采购源头实现新标准、新要求有效落地，从而不断提升采购标准水平。

2 编制主要原则

物资采购技术标准是针对国家电网有限公司采购物资的质量要求制定的标准，规定了各参与方在采购过程和合同执行中有关技术和质量的责任、权利和义务。

本次采购标准修订的主要原则：

- a) 及时响应国家相关部委对变压器能效提升计划要求，更新变压器损耗值，满足最新变压器能效国家强制标准要求。对属于 GB 20052-2020 范围内的变压器类型，其空载损耗和负载损耗按照 GB 20052-2020 规定的 3 个能效等级进行修订；对于不属于 GB 20052-2020 范围内的变压器类型，以 2018 版变压器采购标准基准，并按照 GB 20052-2020 范围内变压器的三个能效等级下降比例，按比例降低空载损耗和负载损耗，提出 3 个能效等级。
- b) 根据《国家电网有限公司 35～750kV 输变电工程通用设计、通用应用目录（2021 年版）》的规定，对套管电流互感器性能参数进行修订。
- c) 根据 2018 版变压器采购标准发布以来收集的勘误表和相关国家、行标标准等对采购标准部分内容进行修订。
- d) 坚持安全可靠、技术先进原则。继续优化关键技术参数指标，提升采购设备质量。
- b) 坚持“五统一”原则。实现统一分类编码、统一型号种类、统一技术参数、统一技术规范、统一技术接口。

3 与其他标准文件的关系

本文件与相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致。

物资采购技术标准在满足有关国家、行业和公司企业标准的基础上，结合公司企业标准和基建、运检、营销等专业管理要求，针对产品特点提出了具体的技术要求和质量标准，包括产品质量特性、品种规格、原材料、组部件（包括外协件）技术要求、工艺要求、产品寿命、试验检验方法及其判定准则、技术服务、设计联络、监造和抽检、验收规则、设备接口要求等内容。

采购标准经招标文件的引用，成为招标文件的组成部分，与招标文件具有同等的法律效力。招标文件中不再重复通用技术规范的内容。如工程招标中确需对标准所列技术要求进行修改，项目需求单位应编填“项目单位技术差异表”和辅助说明文件。

本文件内容是在已颁发的标准、规范基础上并结合《GB 20052-2020 电力变压器能效限定值及能效等级》、《国家电网有限公司输变电工程通用设计》及《国家电网有限公司35～750kV输变电工程通用设计、通用应用目录（2021年版）》等公司相关文件进行修订。

本文件正文中提及的国家电网有限公司文件均指最新版本。

本文件不涉及专利、软件著作权等知识产权使用问题。

本文件主要参考文件：

相关最新国家标准、行业标准、企业标准；
《国家电网有限公司物资采购标准（2018版）》；
《国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）》；
《国家电网有限公司输变电工程通用设计》、《国家电网有限公司35～750kV输变电工程通用设计、通用应用目录（2021年版）》等标准化建设成果；
总部各部门、各省公司等修订意见和建议等。

4 主要工作过程

2021年2月25日，国网物资部组织召开了变压器物资采购标准修编工作启动会，对物资采购标准修编工作方案进行了宣贯，对变压器采购标准修编原则及工作进行了部署安排。

2021年3月1日～6日，根据国网物资部工作安排，国网物资公司在济南组织召开了变压器物资采购标准修编工作会，国网山东省电力公司承担具体编制工作，来自中国电力科学研究院有限公司、国网

山东省电力公司和国网河南省电力公司等单位的相关专家，对照国家标准、公司标准化成果，梳理形成了标准参数修订差异表，并对2018版采购标准进行修订，形成2021版变压器采购标准初稿。

2021年3月16日，国网山东省电力公司组织召开了变压器物资采购标准修订讨论会。来自中国电力科学研究院有限公司、国网山东省电力公司的相关专家对变压器物资采购标准初稿进行充分讨论，修改后形成采购标准征求意见稿，3月17日发到公司系统内公开征求意见。

2021年3月22日～26日，根据国网物资部工作安排，国网物资公司和国网山东省电力公司在济南组织召开了变压器物资采购标准修订评审会。来自中国电力科学研究院有限公司、国网山东省电力公司和国网辽宁省电力公司等单位的专家对变压器物资采购标准修订稿进行审核修改。

2021年4月20日～23日，根据国网物资部工作安排，国网物资公司在北京组织召开了变压器物资采购标准送审稿审查会。与会专家按照国家电网有限公司企业标准审查要求，对变压器采购标准的技术内容和格式审查，并对征集到的变压器采购标准修编意见进行评审，修改形成交流变压器物资采购技术标准报批稿。

5 标准结构和内容

《500kV 单相自耦电力变压器采购标准》分为 8 个部分：

- 第 1 部分：通用技术规范；
- 第 2 部分：500kV/250MVA（低压 36kV）单相自耦电力变压器专用技术规范；
- 第 3 部分：500kV/250MVA（低压 66kV）单相自耦电力变压器专用技术规范；
- 第 4 部分：500kV/334MVA（低压 36kV）单相自耦电力变压器专用技术规范；
- 第 5 部分：500kV/334MVA（低压 66kV）单相自耦电力变压器专用技术规范；
- 第 6 部分：500kV/400MVA 单相自耦电力变压器（OFAF 或 ODAF）专用技术规范；
- 第 7 部分：500kV/400MVA 单相自耦电力变压器（三段冷却）专用技术规范；
- 第 8 部分：500kV/400MVA 单相自耦电力变压器（ONAN 或 ONAF）专用技术规范。

第1部分规定了500kV油浸式电力变压器采购的一般性技术条款；第2-8部分规定了500kV油浸式电力变压器主要技术参数和工程环境使用条件。第2-8部分标准分别独立，与第1部分配合使用。

现有物资采购技术规范和物资分类的大类→中类→小类分类方式对应，体系结构完整，通用技术规范和专用技术规范互相配套。为保持物资采购技术标准体系的延续性，物资采购技术标准编写的总体原则为：针对一类招标物资，编写一个通用技术规范和其对应的一个或多个专用技术规范，共同组成一

个独立的标准，具有一个独立的标准编号。其中通用技术规范提出对一类物资的共性要求，专用技术规范提出对该类物资中的一种具体采购对象的个性化要求。在物资采购过程中通用技术规范和其对应的某一个专用技术规范应配套使用，共同组成物资招标采购中的规范技术文件。

本文件为《500kV单相自耦电力变压器采购标准》的第1部分。

本文件代替 Q/GDW 13011.1—2018，主要技术性差异如下：

- 增加了绕组线120℃下机械特性的要求；
- 增加了厂内变压器直流偏磁耐受试验方法的执行标准；
- 修改了变压器储油柜性能要求；
- 增加了变压器升高座及套管法兰易集气处理措施的要求；
- 增加了变压器本体的气体继电器安装要求；
- 修改了变压器油箱应能承受的正压力值；
- 增加了变压器本体油箱密封面的安装要求；
- 增加了对于环境温度低于-35℃的地区密封材料性能要求；
- 增加了变压器本体的气体继电器结构要求；
- 增加了高压套管的结构要求；
- 修改了油纸电容型套管的末屏结构的要求。
- 修改了对套管接线端子（抱箍线夹）的机械强度要求；
- 修改了对备用油的封装和存储的要求；
- 修改了温度测量装置的要求；
- 修改了同批次、同型号变压器抽查一台开展温升试验作为出厂试验的要求
- 修改了现场交接试验的要求；
- 删除了测量绕组连同套管的直流泄漏电流试验。

本文件按照《国家电网公司技术标准管理办法》（国家电网企管〔2018〕222号文）的要求编写。

本文件的主要结构和内容如下：

本文件的主题章节包括：总则，结构及其性能要求，试验，设计联络、监造和检验、技术服务。

原标准起草单位包括中国电力科学研究院有限公司、国网江苏省电力有限公司、国网安徽省电力有限公司。

原标准主要起草人包括蔡胜伟、王胜权、吴兴旺、林元棣、吴鹏、尹晶、邵莨峰、陈江波、季坤、张晨晨。

6 条文说明

本文件规范性引用文件部分增加了GB 20052-2020等引用标准。

本文件5.2.2条增加了绕组线120℃下机械特性的要求；

本文件5.2.6条增加了厂内变压器直流偏磁耐受试验方法的执行标准；

本文件5.3.3条修改了变压器储油柜性能要求；

本文件5.4.1条增加了变压器升高座及套管法兰易集气处理措施的要求；

本文件5.4.8条增加了变压器本体的气体继电器安装要求；

本文件5.4.9条修改了变压器油箱应能承受的正压力值；

本文件5.4.10条增加了变压器本体油箱密封面的安装要求；

本文件5.4.13条增加了对于环境温度低于-35℃的地区密封材料性能要求；

本文件5.4.14条增加了变压器本体的气体继电器结构要求；

本文件5.6.2条增加了高压套管的结构要求；

本文件5.6.6条修改了油纸电容型套管的末屏结构的要求；

本文件5.6.10条修改了对套管接线端子（抱箍线夹）的机械强度要求；

本文件5.9.2条修改了对备用油的封装和存储的要求；

本文件5.10.1条修改了变压器油温测量装置要求，对油温测量监测点数量、温度指示位置、温度变量远传功能等提出了明确要求。

本文件5.10.2条增加了温度计测量误差和温度示值偏差要求。

本文件5.10.3条增加了指针温度计开关接点动作误差及针温度计示值刻度和温度控制开关设定刻度的最小分度值要求。

本文件5.10.4条增加了温度计座及传感器温包的安装位置及密封要求。

仅用于学习交流使用