

配网专业实训技术丛书

配电设备 运行与检修技术

主 编 袁建国 吴青军
副主编 李振华 应 军 卢海权



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

配网专业实训技术丛书

配电设备 运行与检修技术

主 编 袁建国 吴青军

副主编 李振华 应 军 卢海权



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书是《配网专业实训技术丛书》之一。本书共分 6 章。第 1~3 章主要讲解配电变压器运行和检修工作；第 4 章讲解高压开关柜运行和维护工作；第 5 章讲解低压开关柜运行和检修工作；第 6 章讲解构筑物和外壳运行和维护。

本书可作为配电线路工培训教材，也可作为电力系统新进员工培训用书，还可作为从事配电线路安装、验收、检修及运行工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（C I P）数据

配电设备运行与检修技术 / 袁建国, 吴青军主编
— 北京 : 中国水利水电出版社, 2018. 2
(配网专业实训技术丛书)
ISBN 978-7-5170-6312-4

I. ①配… II. ①袁… ②吴… III. ①配电装置—电力系统运行②配电装置—检修 IV. ①TM642

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第030550号

书 名	配网专业实训技术丛书 配电设备运行与检修技术 PEIDIAN SHEBEI YUNXING YU JIANXIU JISHU
作 者	主 编 袁建国 吴青军 副主编 李振华 应 军 卢海权
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	天津嘉恒印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 9.25 印张 219 千字
版 次	2018 年 2 月第 1 版 2018 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《配网专业实训技术丛书》

丛 书 编 委 会

丛 书 主 编 杜晓平 崔建业

丛书副主编 潘巍巍 李 靖 赵 深 张 波 王韩英

委	员	姜 宪	袁建国	钱 肖	姚福申	郝力军
		吴文清	王秋梅	应高亮	金伟君	赵寿生
		邵 波	何明锋	陈文胜	吴秀松	钟新罗
		周露芳	姜昺蔚	王瑞平	杜文佳	蒋红亮
		陈 炜	孔晓峰	钟 伟	贾立忠	陈崇敬
		李振华	周立伟	赵冠军	朱晓光	应学斌
		李浙学	陈新斌	金 超	徐 洁	

本书编委会

主 编 袁建国 吴青军

副主编 李振华 应 军 卢海权

参编人员 周立伟 赵 健 钱 锋 金家奇 孙 侃
曹 康 韦 斌 吕赢想 徐瑞华 杨文青
罗福军 朱春荣

前 言

近年来，国内城市化建设进程不断推进，居民生活水平不断提升，配网规模快速增长，社会对配网安全可靠供电的要求不断提高，为了加强专业技术培训，打造一支高素质的配网运维检修专业队伍，满足配网精益化运维检修的要求，我们编制了《配网专业实训技术丛书》，以期指导提升配网运维检修人员的理论知识水平和操作技能水平。

本丛书共有六个分册，分别是《配电线路运维与检修技术》《配电设备运行与检修技术》《柱上开关设备运维与检修技术》《配电线路工基本技能》《配网不停电作业技术》以及《低压配电设备运行与检修技术》。作为从事配电网运维检修工作的员工培训用书，本丛书将基本原理与现场操作相结合，将理论讲解与实际案例相结合，全面阐述了配网运行维护和检修相关技术要求，旨在帮助配网运维检修人员快速准确判断、查找、消除故障，提升配网运维检修人员分析、解决问题能力，规范现场作业标准，提升配网运维检修作业质量。

本丛书编写人员均为从事配网一线生产技术管理的专家，教材编写力求贴近现场工作实际，具有内容丰富、实用性和针对性强等特点，通过对本丛书的学习，读者可以快速掌握配电运行与检修技术，提高自己的业务水平和工作能力。

在本书编写过程中得到过许多领导和同事的支持和帮助，使内容有了较大改进，在此向他们表示衷心感谢。本书编写参阅了大量的参考文献，在此对其作者一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中疏漏和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第 1 章	油浸式配电变压器	1
1.1	基础知识	1
1.2	结构	2
1.3	安装验收标准	4
1.4	状态检修	9
1.5	巡检项目及要求	12
1.6	C 级检修	13
1.7	反事故技术措施	15
1.8	常见故障原因分析、判断及处理	16
第 2 章	干式配电变压器	20
2.1	基础知识	20
2.2	结构	21
2.3	安装验收标准	24
2.4	状态检修	27
2.5	巡检项目及要求	30
2.6	C 级检修	32
2.7	反事故技术措施	35
2.8	常见故障原因分析、判断及处理	36
第 3 章	箱式变电站	39
3.1	基础知识	39
3.2	结构	42
3.3	安装验收标准	45
3.4	状态检修	47
3.5	巡检项目及要求	53
3.6	反事故技术措施	54
3.7	常见故障原因分析、判断及处理	55
第 4 章	高压开关柜	58
4.1	基础知识	58
4.2	结构及分类	59

4.3	二次回路部分	62
4.4	安装验收标准	64
4.5	状态检修	68
4.6	巡检项目及要求	73
4.7	C级检修	74
4.8	反事故技术措施	77
4.9	常见故障原因分析、判断及处理	79
4.10	倒闸操作	86
第5章	低压开关柜	93
5.1	基础知识	93
5.2	结构及分类	95
5.3	安装验收标准	118
5.4	巡视、检修与维护	119
5.5	常见故障原因分析、判断及处理	120
5.6	现场实际案例	126
第6章	构筑物及外壳	130
6.1	本体检查	130
6.2	安装工艺质量检查	130
6.3	构筑物隐蔽工程验收	130
6.4	施工单位应提交的资料	134
6.5	交接试验项目及要求	134
参考文献		135

第1章 油浸式配电变压器

1.1 基础知识

油浸式配电变压器，指配电系统中根据电磁感应定律变换交流电压和电流而传输交流电能的一种静止电器，大多数是 10kV 及以下电压等级直接向终端用户供电的电力变压器。

1. 基本概念

油浸式配电变压器也称油式变压器，它是变压器的一种结构型式。油浸式配电变压器由于防火的需要，一般安装在单独的变压器室内（高层除外）或室外，具有体积大、成本低、维修简单、散热好、过负荷能力强、适应环境广泛的特点。

2. 分类

油浸式配电变压器按相数分为单相变压器和三相变压器。

按绕组可分为双绕组变压器和三绕组变压器，双绕组变压器即在铁芯上有两个绕组，一个为原绕组，另一个为副绕组。配网中变压器一般为双绕组变压器。

按铁芯材料可分为采用非晶合金铁芯的变压器和采用硅钢片铁芯的变压器。

按照铁芯制作工艺可分为卷铁芯变压器和叠铁芯变压器。

按外壳是否全密封可分为非密封型油浸式变压器和密封型油浸式变压器。

3. 结构

油浸式配电变压器结构如图 1-1 所示。

4. 型号及含义

油浸式配电变压器型号由字母和数字构成，如图 1-2 所示。

变压器相数中，字母 S 代表三相变压器，D 代表单相，SBH 代表非晶合金。

例如，电力变压器型号 S11-M-1000/10/0.4kV，型号中“S”表示三相变压器；“11”代表设计序号，“M”代表全密封，“S11-M 变压器”就是三相全密封型变压器；“1000”代表容量 1000kVA，“10”代表高压侧额定电压 10kV，“0.4”代表低压额定电压 400V。

5. 特点

(1) 油浸式配电变压器低压绕组一般都采用圆筒式结构或螺旋式结构；高压绕组采用多层圆筒式结构，使绕组的安匝分布平衡，漏磁小，机械强度高，抗短路能力强。

(2) 铁芯和绕组各自采用了紧固措施，器身高、低压引线等紧固部分都带自锁防松螺母，采用了不吊芯结构，能承受运输的颠簸。

(3) 线圈和铁芯采用真空干燥，变压器油采用真空滤油和注油的工艺，使变压器内部

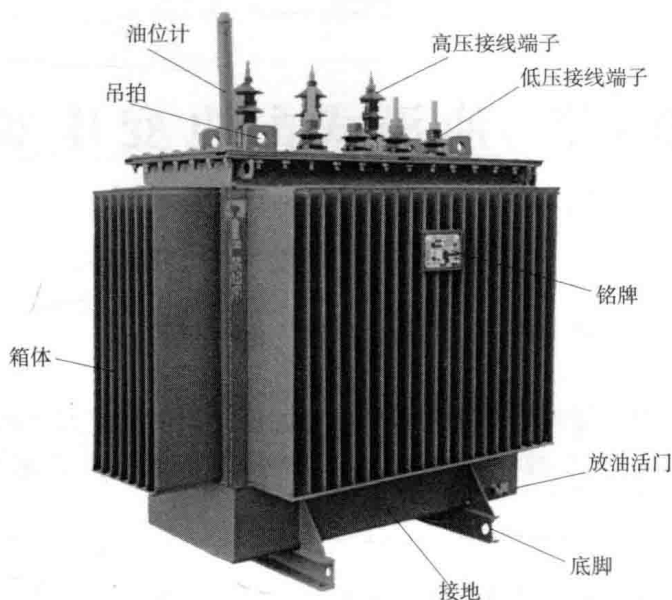


图 1-1 油浸式配电变压器结构图

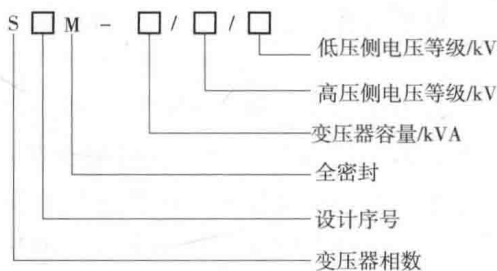


图 1-2 变压器型号

的潮气降至最低。

(4) 油箱采用波纹片，它具有呼吸功能，可补偿因温度变化而引起的油体积变化，可明显降低变压器的高度。

(5) 由于波纹片取代了储油柜，使变压器油与外界隔离，这样就有效地防止了氧气、水分进入而导致的绝缘性能下降。

由于以上性能，保证了油浸式配电变压器在正常运行时不需要换油，大大降低了变压器的维护成本，同时延长了变压器的使用寿命。

1.2 结 构

油浸式配电变压器主要由铁芯、绕组、油箱、绝缘套管、分接开关和气体继电器(800kVA 以上)等组成。此处主要介绍铁芯、绕组和油箱，并对接线联结组别进行介绍。

1. 铁芯

油浸式配电变压器铁芯材料可采用非晶合金铁芯和硅钢片铁芯。非晶合金是一种特殊的铁芯材料，其虽然是金属材料但结构内部没有晶体结构，与之对应的是采用硅钢片（或

称为电工钢带) 作为铁芯的变压器。非晶合金优点是相对于硅钢片铁芯的变压器, 其空载损耗将大幅度降低。

铁芯制作工艺有卷铁芯和叠铁芯两种。卷铁芯由于是沿着取向硅钢片的最佳导磁方向卷绕而成, 充分发挥了取向硅钢片的优越性能, 磁路畸变小, 因此比叠铁芯空载损耗及空载电流都要小(叠铁芯因有叠片接缝, 此处会有磁路畸变)。所以从节能性能上来说, 卷铁芯具有明显优势。但卷铁芯工艺要求高, 制造较叠铁芯变压器难度大, 可维修性也较弱。

2. 绕组

绕组和铁芯都是变压器的核心元件, 其基本绕组有同心式和交叠式两种, 如图 1-3 所示。配网一般采用同心式绕组。

(1) 同心式绕组。高低压绕组在同一芯柱上同芯排列, 低压绕组在里, 高压绕组在外, 便于与铁芯绝缘, 结构较简单。

(2) 交叠式绕组。高低压绕组分成若干部分形似饼状的线圈, 沿芯柱高度交错套装在芯柱上。

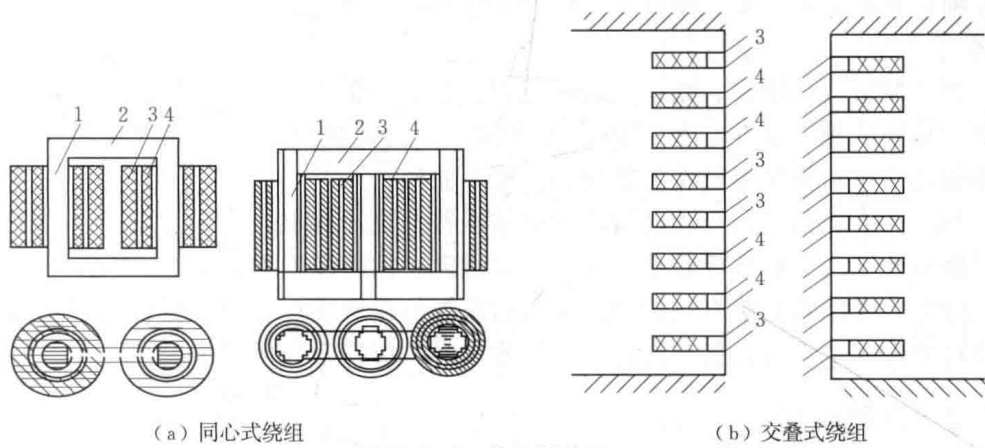


图 1-3 绕组结构图
1—铁芯; 2—铁轭; 3、4—绕组

3. 油箱

油浸式配电变压器的器身(绕组及铁芯)都装在充满变压器油的油箱中, 油箱用钢板焊成。中、小型变压器的油箱由箱壳和箱盖组成。

4. 接线联结组别

目前, 配网中油浸式配电变压器一般采用以下两种接线联结组别:

(1) Yyn0。其中 Y 表示高压绕组为星形接线; y 表示低压绕组为星形接线; n 表示从二次侧绕组中点引出中性线; 0 表示高压与低压的线电压相位相同。可作为三相四线制或三相五线制的供电输出, 用于容量不大的配电变压器, 供给动力和照明负载。

(2) Dyn11。其中 D 表示高压绕组为三角形接线; y 表示低压绕组为星形接线; n 表示二次侧绕组中性点直接接地并有中性线引出; 11 表示高压与低压的线电压相位差 30°。

在应用过程中, 无论变压器空载损耗还是负载损耗, Dyn11 都比 Yyn0 接线损耗要小。

1.3 安装验收标准

油浸式配电变压器安装验收包括验收准备、开箱检查、变压器及相关设备安装和验收。

1.3.1 验收准备

1. 工作前准备

- (1) 变压器安装施工图手续齐全。
- (2) 应了解设计选用的变压器性能、结构特点及相关技术参数等。

2. 设备及材料要求

(1) 变压器规格、型号、容量应符合设计要求。其附件、备件齐全，并应有设备的相关技术资料文件，以及产品出厂合格证。设备应装有铭牌，铭牌上应注明制造厂名，额定容量，一次、二次额定电压、电流、阻抗，以及接线组别等技术数据。

(2) 辅助材料。电焊条、防锈漆、调和漆等均应符合设计要求，并有产品合格证。

3. 作业条件

(1) 变压器室内、墙面、屋顶、地面工程、受电后无法进行再装饰的工程以及影响运行安全的项目等应施工完毕，屋顶防水无渗漏，门窗及玻璃安装完好，地坪抹光工作结束，室外场地平整，设备基础按工艺配制图施工完毕。

(2) 预埋件、预留孔洞等均已清理并调整至符合设计要求。

(3) 保护性网门、栏杆等安全设施齐全，通风、消防设置安装完毕。

(4) 与电力变压器安装有关的建筑物、构筑物的建筑工程质量应符合现行建筑工程施工及验收规范的规定。当设备及设计有特殊要求时，应符合其他要求。

1.3.2 开箱检查

(1) 变压器开箱检查人员应由建设单位、施工安装单位、供货单位代表组成，共同对设备开箱检查，并做好记录。

(2) 开箱检查应根据施工图、设备技术资料文件、设备及附件清单，检查变压器及附件的规格型号、数量是否符合设计要求，部件是否齐全，有无损坏丢失。

(3) 按照随箱清单清点变压器的安装图纸、使用说明书、产品出厂试验报告、出厂合格证书、箱内设备及附件的数量等，与设备相关的技术资料文件均应齐全。同时设备上应设置铭牌，并登记造册。

(4) 被检验的变压器及设备附件应符合有关规范的规定。变压器应无机械损伤和裂纹、变形等缺陷，油漆应完好无损。变压器高压、低压绝缘瓷件应完整无损伤、无裂纹等。

1.3.3 变压器及相关设备安装

1. 一般要求

(1) 油浸式配电变压器应设在负荷中心或重要用户附近便于更换和检修设备的地方，

并尽量避开车辆、行人密集场所和易爆、易燃、污秽严重的场所。

(2) 油浸式配电变压器应选用节能环保型产品, 接线组别宜采用 Dyn11, 单台容量不宜超过 630kVA。

(3) 在变压器本体醒目处挂设“当心触电”警告标志牌, 户外变压器应在醒目位置挂设“高压危险! 禁止攀登”警告标示牌。

2. 保护配置

(1) 油浸式配电变压器的高压侧应装设保护装置, 可采用跌落式熔断器、负荷开关带熔断器、真空开关等形式。跌落式熔断器的装设方向和高度应便于安全操作。各相跌落式熔断器间的水平距离不应小于 0.5m。

(2) 油浸式配电变压器的低压侧应装设低压熔断器, 各相熔丝具之间的水平距离不应小于 0.2m。

(3) 油浸式配电变压器高压侧应装设氧化锌避雷器, 宜采用合成绝缘氧化锌避雷器; 避雷器应装设在高压熔断器负荷侧, 安装位置应尽量靠近变压器, 安装时相间距离 10kV 不小于 350mm。

(4) 为防止反变换波或低压侧雷电波击穿高压侧绝缘, 油浸式配电变压器低压侧应装设氧化锌避雷器。

(5) 800kVA 及以上的油浸式配电变压器应装设气体继电器, 气体继电器的安装位置及其结构应能观测到分解出气体的数量和颜色, 而且应便于取气体。

(6) 油浸式配电变压器的低压侧应装设过流、过负荷、短路保护装置, 并设置明显的断开点。

3. 杆架式油浸配电变压器

(1) 杆架式油浸配电变压器, 其底部离地面高度不应小于 2.5m, 杆架底部无便于向上攀登的构件, 离杆架(或台架) 2m 水平距离内无高出地面 0.5m 及以上的自然物或建筑物。当配电箱安装在配电变压器下面时, 箱底距地面高度应为 2m 以上, 安装跌落式熔断器的横担离变压器台面高度不应小于 2.5m。

(2) 底座宜采用槽钢, 应热镀锌处理, 其强度应满足载重变压器的要求。

(3) 安装变压器的台面应保持水平, 双杆式配电变压器台架水平坡度不大于 1/100, 根开一般为 2.2~3m。

(4) 变压器的电源从架空线路接入时, 在接入开关的负荷侧应装设接地环。接地环距离变压器台面高度不应小于 2.5m。

(5) 变压器与低压侧的配电室或配电箱的距离不宜超过 10m。

(6) 杆架式油浸配电变压器低压侧应朝向便于巡视一侧。

杆架式油浸配电变压器如图 1-4 所示。

4. 油浸式配电变压器室

(1) 可燃油油浸式配电变压器室的耐火等级应为 I 级, 非燃或难燃介质的配电变压器室的耐火等级不应低于 II 级。

(2) 当配变室与高压配电室不同室时, 配变室进线处宜装设墙上隔离闸刀, 其位置应满足操作方便和安全可靠要求, 并配有绝缘垫。



图 1-4 杆架式油浸配电变压器

(3) 变压器室的地面强度应满足变压器载重的要求。室门应为向外开的防火门，室内应配置用于电气火灾的灭火器。

(4) 附设配电室的可燃油油浸式变压器室，油量为 1000kg 及以上的油浸式变压器应设置容量为 100% 变压器油量的事故贮油池。

(5) 变压器安装位置应便于巡视，必要时增设巡视窗。

5. 变压器型钢基础的安装

(1) 型钢金属构架的几何尺寸应符合设计基础配制图的要求与规定。

(2) 基础构架与接地扁钢连接不宜少于 2 个端点。在基础型钢构架的两端，用扁钢焊接。焊接扁钢时，焊缝长度应为扁钢宽度的 2 倍。焊接三个棱边，焊完后去除氧化皮，焊缝应均匀牢靠。焊接处做防腐处理后再刷两遍灰面漆。如果焊接的是接地圆钢，则圆钢的直径不得小于 12mm。

6. 变压器二次搬运

(1) 二次运输为将变压器由设备库运到变压器的安装地点。搬运过程中注意交通线路情况，到地点后应做好现场保护工作。

(2) 变压器吊装时索具必须检查合格，运输路径应道路平整良好。根据变压器自身重量及吊装高度，决定采用何种搬运工具进行装卸。

(3) 铲车拖重物时，要有专门人员负责指挥，铲变压器时严禁超载。工作时变压器应放置平稳，其高度不得妨碍司机视线。起铲后，必须将吊杆向后倾斜 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，根据路面情况，以适当速度行驶。

7. 变压器本体安装

(1) 变压器基础的轨道应水平。

(2) 变压器应安放在一个牢固的、不低于 0.3m 的平台上。

(3) 变压器就位时，应按设计要求的方位和距墙尺寸就位，横向距墙不应小于

600mm，距门不应小于 800mm。并应适当考虑推进方向，开关操作方向应留有 1200mm 以上的净距。

(4) 变压器的安装应采取抗地震措施。

8. 变压器连线

(1) 变压器的一次、二次连线，地线，控制管线均应符合现行国家施工验收规范规定。

(2) 变压器的一次、二次引线连接，不应使变压器的套管直接承受应力。

(3) 变压器低压绕组中性线在中性点处与保护接地线同接在一起，并应分别敷设。中性线宜用绝缘导线。

9. 呼吸器的安装

(1) 呼吸器安装前，应检查硅胶是否失效，如已失效，应在 115~120℃ 温度烘烤 8h，使其复原或更新。浅蓝色硅胶变为浅红色，即已失效；白色硅胶，不加鉴定一律烘烤。

(2) 呼吸器安装时，必须将呼吸器盖子上橡皮垫去掉，使其通畅。并在下方隔离器具中装适量变压器油，起滤尘作用。

10. 避雷器的安装

(1) 避雷器外观应无裂纹、损伤，整体密封完好。

(2) 应尽量靠近被保护设备，宜装设在跌落式熔断器负荷侧。

(3) 安装牢固，排列整齐，高低一致。相间距离：1~10kV 时，不小于 350mm；1kV 以下时，不小于 150mm。

11. 接地装置的安装

水平安装的接地体，其材料一般采用镀锌圆钢或扁钢。如采用圆钢，其直径应大于 10mm；如采用扁钢，其截面尺寸应大于 100mm²，厚度不应小于 4mm，现多采用 40mm×4mm 的扁钢。接地体长度一般由设计确定。水平接地体所用的材料不应有严重锈蚀或弯曲不平，否则应更换或矫直。变压器的接地应将高、低压侧的铠装电缆的钢带、铅皮用连接导线分别接到变压器外壳上专供接地的螺钉上。

12. 无功补偿装置的安装

(1) 杆上安装时电容器箱底部离地不小于 2m，箱体应可靠接地。

(2) 配电室内安装时应设独立的电容器柜。

(3) 户外电容器箱运行监视窗口方向位置正确，便于巡视检查。

(4) 配电网中智能电容器的投切方式为接触器投切、晶闸管投切、负荷开关投切。

13. 变压器交接试验内容

测量线圈与套管的总直流电阻，检查所有分接头的变压比及三相变压器的联结组标号，测量线圈与套管的总绝缘电阻，线圈与套管一起做交流耐压试验，试验全部合格后方可使用。

1.3.4 变压器及相关设备验收

1. 变压器本体验收

(1) 变压器套管表面光洁，无破损裂纹现象。

(2) 盖板、套管、油位计等处是否密封良好，有无渗油现象；油枕上的油位计是否完好，油位是否清晰且在与环境温度相符的油位线上。

(3) 变压器一次、二次出线套管及与导线的连接是否良好，相色是否正确。

(4) 变压器中性点与外壳连接后和避雷器接地线一起可靠接地，接地电阻符合要求。

(5) 变压器固定应采用经过防锈处理的固定金具固定。

(6) 变压器高低压引线与变压器接线桩头连接紧密牢靠，引线为铝绝缘线时，应有可靠的铜铝过渡措施。

(7) 引线连接好后，排列整齐，松紧适中，不应使变压器接线桩头受力。

(8) 防爆管（安全气道）的防爆膜是否完好，呼吸器的吸潮剂是否失效。

2. 呼吸器验收

(1) 硅胶的装入量以占呼吸器容积的 $2/3$ 为宜。当硅胶变色部分占到整体的 $1/3$ 以上时应及时更换。根据现行国家电网公司状态检修规定，硅胶变色为 $2/3$ 时，变压器设备为异常状态。

(2) 油杯内绝缘油高度应高于油管最下端，方可起到密封除尘作用。油杯绝缘油不得超过油标指示的最高刻度，否则会造成呼吸孔堵塞，呼吸器无法正常呼气。

(3) 呼吸器的密封性须良好，硅胶变色应由底部开始，如上部颜色发生变色则说明呼吸器密封性不严。为保证呼吸器正常运行，需及时调整呼吸器密封性。

(4) 呼吸器应检查硅胶是否失效，浅蓝色硅胶变为浅红色，即已失效，变为白色硅胶，应对硅胶进行烘烤。

3. 避雷器验收

(1) 安装牢固，排列整齐，高低一致。相间距离： $1\sim 10\text{kV}$ 时，不小于 350mm ； 1kV 以下时，不小于 150mm 。

(2) 引下线应短而直，连接紧密，上引线和下引线应使用不小于 25mm^2 的铜绝缘线。

(3) 电气部分的连接不应使避雷器受力。应尽量靠近被保护设备，宜装设在跌落式熔断器负荷侧。

4. 接地装置的验收

接地装置应接地可靠，符合技术规范，才能很好地起到分流作用，才能保护配电变压器。

(1) 容量为 100kVA 及以上的变压器，接地电阻不应大于 4Ω ，每个重复接地装置的接地电阻不应大于 10Ω 。

(2) 容量为 100kVA 以下的变压器，接地电阻不应大于 10Ω ，每个重复接地装置的接地电阻不应大于 30Ω 。

5. 无功补偿装置的验收

油浸式配电变压器的无功补偿装置容量可按变压器最大负载率 75% 、负荷自然功率因数 0.85 考虑，补偿到变压器最大负荷时其高压侧功率因数不低于 0.95 ，或按照变压器容量的 $10\%\sim 40\%$ 进行配置。无功补偿装置应安装于便于巡视的地方。

6. 油浸式配电变压器绝缘罩的验收

(1) 绝缘罩应具有良好的绝缘性能，绝缘强度不小于 35kV/mm ，绝缘电阻不小于

1000Ω，阻燃性大于 35%。

- (2) 绝缘罩应设计合理，安装方便。
- (3) 扣接结构便于检修时拆装重复使用。
- (4) 耐紫外线，耐老化，满足户外长期运行。

1.3.5 设备保护

- (1) 变压器就位后，应采取有效保护措施，防止铁件及杂物掉入线圈框内，并应保持器身干净整洁。
- (2) 操作人员不得蹬踩变压器作业，应避免工具、材料掉下砸伤变压器。
- (3) 对安装的电气管线及其支架应注意保护，不得碰撞损伤。
- (4) 应避免在变压器上方操作电气焊，如不可避免时，应做好遮挡防护，防止焊渣掉下，损伤设备。

1.4 状态检修

所谓的状态检修，就是以安全、可靠性、环境、成本为基础，通过设备状态评价、风险评估、检修决策，达到设备运行安全可靠、检修成本合理的一种检修策略。

油浸式配电变压器状态检修工作应综合考虑油浸式配电变压器状态、运行可靠性、环境以及成本等因素，明确变压器状态检修工作对设备状态评价、风险评估、检修决策制定、检修工艺控制、检修绩效评估等环节的基本要求，保证变压器运行安全和检修质量。

1. 状态评价

油浸式配电变压器状态评价以台为单位，包括绕组及套管、分接开关、冷却系统、油箱、接地及绝缘油等部件。各部件的范围划分见表 1-1。

表 1-1 油浸式配电变压器各部件的范围划分

部件	评 价 范 围
绕组及套管 P1	高压绕组、低压绕组及出线套管、外部连接
分接开关 P2	无载分接开关
冷却系统 P3	风机、温控装置
油箱 P4	油箱（包括散热器）、油枕、密封
接地 P5	接地引下线、接地体外观及接地电阻
绝缘油 P6	油耐压、颜色

油浸式配电变压器的评价内容分为绝缘性能、直流电阻、温度、机械特性、外观（油位、呼吸器、硅胶、密封）、负荷情况、接地电阻、对地距离等。各部件的评价内容见表 1-2。