

农电工人培训教材

变配电设备检修工

邱可周

★

★

★

★

★

★



IGDIAN GONGREN PEIXUN JIAOCAI

水利电力出版社

农电工人培训教材
变配电设备检修工

邱 可 周

*

水利电力出版社出版
(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 8.75印张 191千字
1987年10月第一版 1987年10月北京第一次印刷

印数00001—77110册 书号15143·6455

定价：1.55元

内 容 提 要

本书是为各县农电局(电力局或供电局)培训农电工人,提高其业务素质而编写的。书中主要讲解变压器检修、高压开关设备及其操动机构、油断路器及其操动机构的检修、电力电缆的检修。各章开头概括地介绍了常用的、有代表性的变配电设备的工作原理,随后重点讲解检修工艺。

本书除供各县农电局培训农电工人作为教材外,还可供工矿企业电工自学和电力技工学校教学参考。

前 言

近年来，我国农村电气化事业发展很快，农电工人队伍迅速壮大，为提高农电工人的技术业务素质，做好技术培训工作，农电司和水利电力出版社共同组织编写了这套“农电工人培训教材”，作为全国各农电部门培训农电工人的基本教材。这套书适用于培训具有初中文化水平的农电工人，同时也可作为他们的自学参考书。对于教材的内容要求和编写大纲，是同有关省（市）农电负责同志经过几次会议共同研究确定的。该教材由九个省的有关同志分工编写，林虔同志任主编。

这套教材共十二种，分别是《电工与电子基础》、《变电运行工》、《变配电设备检修工》、《外线工》、《内线工》、《电气试验工》、《继电保护工》、《电气仪表工》、《电度表工》、《装表接电工》、《营业管理与营业工》、《农电通讯工》。

各地在使用该教材过程中，可根据学员的文化技术水平作适当的增删，对这套教材有何意见和建议，请及时函告水利电力出版社，以便再版时改正。

水利电力部农电司

一九八六年十一月

作 者 的 话

近年来我国农电事业发展迅速,不少地区,农村电网已成为电力系统的有机组成部分。农村电网的安全运行,直接影响着系统的稳定。

提高农村变配电设备的健康水平,确保农村电网的安全运行,是农村变配电设备,检修工人的光荣任务。因此,通过培训以提高农村变配电设备检修工人的素质,已是急不容缓的事。

编写这本小册子的目的是给县及以下从事变配电设备检修的工人提供一点变配电设备检修的基础知识。读者掌握本书内容后,在专业知识方面,预期达到变配电设备检修3~4级工的水平,至于实际工作技能,还需在实际工作中提高。

本书以有关规程规范为编写依据。尽管如此,变配电设备种类繁多,祖国幅员广阔,各地区的气候和海拔不同,各地电压等级也不一致、书中对各类设备,只能选其一种作为代表加以剖析。望读者举一反三,检修其它型号设备时,参考生产厂说明书及有关工艺导则,以补这本小册子的不足。

本书讲述设备工作原理时,着重于物理概念的阐述,避免那些与检修无关的理论。农村变电所(站)用得不多的设备也略去不讲。各地区组织培训时,可根据本地区设备的具体情况和实践经验,适当增删。

本书的编写,得到湖北省农电管理局和荆门市供电局的

大力支持。书稿承韩文森同志审校，谨致谢意。

限于水平，书中的缺点错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

作者

一九八六年九月十日

目 录

前 言

作者的话

第一章 概述	1
第二章 变压器的检修	4
第一节 变压器的基本原理	4
第二节 变压器的主要部件及其功用	6
第三节 变压器的检修周期和检修项目	17
第四节 主变压器的检修	19
第五节 配电变压器和互感器的检修	66
第六节 铝—铝焊接	76
复习题	78
第三章 高压开关设备及其操动机构	80
第一节 高压开关简介	80
第二节 油断路器的主要部件	82
第三节 操动机构	100
复习题	127
第四章 油断路器及其操动机构的检修	128
第一节 油断路器的检修周期和项目	128
第二节 油断路器检修前的准备工作	131
第三节 油断路器检修的一般工艺要求	133
第四节 油断路器检修前后的检查和试验	134
第五节 SN3-10型少油断路器和CD3的检修	145
第六节 SN10-10型少油断路器和CD10的检修	179
第七节 DW8-35型多油断路器的检修	195
第八节 SW4-110型少油断路器的检修	213

复习题	245
第五章 电力电缆的检修	248
第一节 电力电缆终端头制作的一般工艺	248
第二节 环氧树脂终端头的制作	251
第三节 鼎足式瓷外壳电缆终端头的制作	259
第四节 塑料绝缘电缆终端头的制作	262
复习题	267

第一章 概 述

一、农村变电所（站）及变配电设备

变电所（站）是电力系统的重要环节。农村变电所（站）是系统联系用户的桥梁。

变配电设备，主要是指变电（变压器）和配电（断路器、隔离开关、负荷开关和熔断器等）电气设备。

从性能上分，变压器分升压变压器和降压变压器。从结构上分，又可分为一、二次绕组分开的双圈或三圈变压器和一、二次有共用部分线圈的自耦变压器。农村变电所（站）用的是双绕组或三绕组降压变压器。其电压等级包括110/35/10 kV、35/10kV，某些地方或用户有时也用110/35/6.3kV、35/0.4kV和60/10kV的。多数用户变压器是10/0.4kV的。

一般变电所都用隔离开关和断路器配合使用作为主要配电设备，也有用负荷开关向容量不大的用户供电的。有些简易变电所（站）也有用隔离开关加熔断器代替隔离开关加断路器，但仅见于容量很小的变电所，现在已不多见。

断路器的型类很多，按使用的灭弧介质分类，分有空气断路器、六氟化硫断路器、真空断路器和油断路器等。农村变电所（站）较多使用的是油断路器。

油断路器又可分为多油式（型号中第一个字母用D表示）和少油式（型号中第一个字母为S）两大类。就其设置地点来分，还分为户外式（型号中第二个字母为W）和户内

式(型号中第二个字母为N)两种。如DW型表示户外多油式, SN表示户内少油式等。

目前DW型断路器多用在35kV电压等级。10kV和110kV都采用少油式断路器。

二、变配电设备检修工

馈线开关设备损坏,会造成对用户停电,变电所(站)受电开关设备或变压器损坏,不仅会造成全所(站)停电,有时还会引起越级跳闸,影响系统的稳定与安全运行。

因此,及时、正确地对变配电设备进行维护与检修,使其经常保持良好的工作状态,对变电所(站)和系统的安全运行,都有重要意义。这一光荣任务就落在农村变配电设备检修工身上。

要检修某一设备,必须对它的构造和工作原理有所了解。变配电设备种类、型号繁多,但工作原理大体相同。如各种油断路器的灭弧室,尽管各种型号的灭弧室结构有所不同,归纳起来也不外是灭弧栅、纵吹、横吹和纵横吹等几种。操动机构也只有手动、电动、弹簧式、液压式等几大类。同一系列产品,结构上大同小异。因此,只要懂得各大类型的工作原理,对不同设备的异点是不难触类旁通的。

科学技术不停地发展,新型变配电设备将被采用,现有的设备也将得到改进,这就要求我们不断地学习,以便掌握更多的新知识。

做为一名变配电设备检修工,要充分认识检修工作的重要性,加强工作责任感。知识面要广,不仅要掌握本专业的知识,还应懂焊接、钳工工艺和起重、机械原理以及其它有

关知识。

每一个电业工人都应该把安全生产放在第一位。因此，变配电检修工不仅要掌握检修、起重等方面的安全规程，还要了解变配电设备运行规程和正在检修的所（站）的现场规程。在这些方面稍有疏忽，都可能造成严重的后果。

第二章 变压器的检修

第一节 变压器的基本原理

在闭合的铁芯上绕两个绕组（也称线圈） w_1 和 w_2 ，就构成了一个简单的双绕组变压器，如图2-1所示。

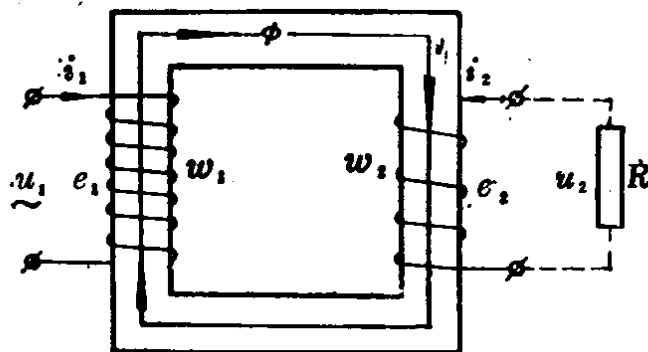


图 2-1 变压器基本原理图

由电工学知道，变压器的基本原理是基于电磁感应定律。把一次绕组 w_1 接通交流电源，在电源电压 u_1 的作用下，就有交变电流 i_1 通过绕组 w_1 。 i_1 在铁芯中建立的交变磁通 ϕ ，同时穿过一、二次绕组 w_1 和 w_2 （习惯上称为 ϕ 与 w_1 和 w_2 交链）。根据电磁感应定律，交变磁通 ϕ 必然在绕组 w_1 和 w_2 上分别产生感应电势 e_1 和 e_2 。感应电势的大小与绕组的匝数成正比，即

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2} \quad (2-1)$$

这里， w_1 和 w_2 分别为一次绕组和二次绕组的匝数。

显然，若 $w_1 > w_2$ ，则 $E_1 > E_2$ ，这类变压器称为降压变

压器；反之，若 $w_1 < w_2$ ， $E_1 < E_2$ ，则称为升压变压器。还有 $w_1 = w_2$ 、 $E_1 = E_2$ 的特殊变压器，多用于整流电路中，目的是将整流电路与电网分隔开来，称为隔离变压器。

将负载电阻 R 接到二次绕组(w_2)的两端，如图 2-1 虚线所示，在 E_2 的作用下，就有电流 I_2 流过二次绕组(w_2)和电阻 R 。这时，一、二次绕组的电压方程式分别为

$$U_1 - I_1 r_1 = E_1$$

$$U_2 = E_2 - I_2 r_2$$

这里 U_1 和 U_2 分别是一次绕组和二次绕组的端电压(V)； r_1 和 r_2 分别是一次绕组和二次绕组的内电阻(Ω)。

因为电力变压器的 r_1 和 r_2 都很小，所以 $I_1 r_1$ 和 $I_2 r_2$ 可以忽略不计，于是有

$$U_1 \approx E_1;$$

$$U_2 \approx E_2.$$

因而(2-1)式可写成

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2} \quad (2-2)$$

若忽略变压器的铁损和铜损，可以认为变压器的输入功率与输出功率相等，即

$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$

于是得
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

引入(2-2)式的关系，则有

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{w_1}{w_2} \quad (2-3)$$

公式(2-3)可用一句话来表述：变压器两绕组的端电压，与绕组的匝数成正比；两绕组中的电流，与绕组的匝数成反比。从这个意义上讲，变压器也是变流器。

变压器和变流器的重要参数是变压比和变流比，即

变压比 $k_1 = \frac{U_1}{U_2}$

变流比 $k_2 = \frac{I_1}{I_2}$

有一只一次绕组和一只二次绕组的变压器，称为双绕组变压器。有一只一次绕组和两只二次绕组的变压器，称为三绕组变压器，它可以从一个电源上获得两个大小不等的输出电压。

第二节 变压器的主要部件及其功用

图2-2是一台中小型电力变压器的外貌，除装在油箱内

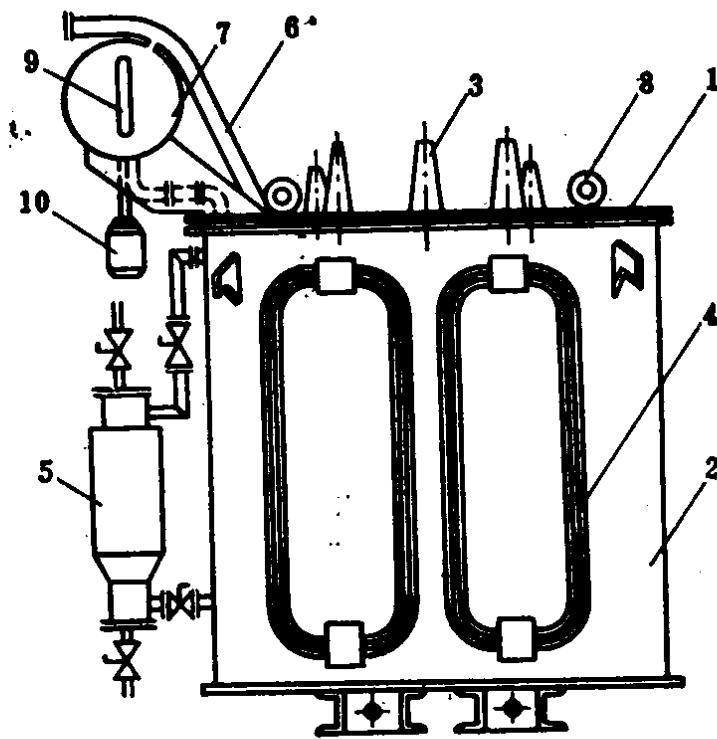


图 2-2 中小型变压器的外貌

1—箱盖；2—箱壳；3—套管；4—散热器；5—热虹吸静油器；6—防爆管；7—油枕；8—吊环；9—油位计；10—呼吸器

的器身（包括铁芯、绕组、分接开关等）外，主要部件都在图中。

本节将概略介绍变压器各主要部件的结构及其功用。为避免重复，某些部件的构造留在本章第四节中介绍。

一、铁 芯

铁芯的作用在于取得较高的导磁率，以使用较小的磁化力建立较大的工作磁通，同时使一、二次绕组间交链紧密。

为了减小铁芯的磁滞和涡流损耗，变压器铁芯必须有很小的顽磁性和较大的电阻率。

变压器铁芯采用厚度为0.35mm，两面都涂有绝缘漆的硅钢片叠成“田”形（图 2-3）。在三根铁芯柱上放置三相

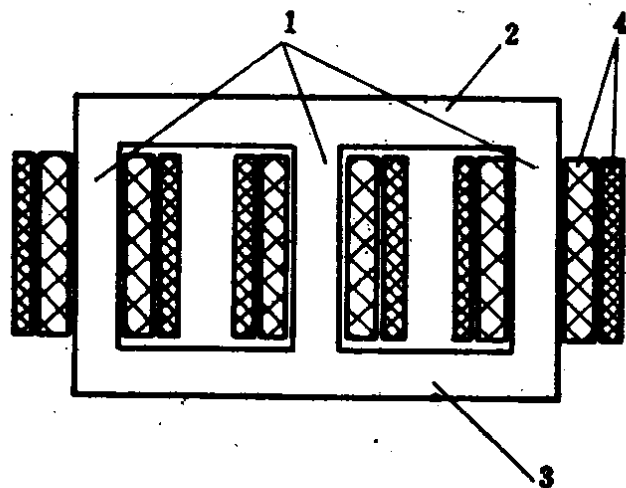


图 2-3 三相变压器的铁芯和绕组

1—铁芯柱；2—上铁轭；3—下铁轭；4—绕组

一、二次绕组。上下两端连结三根芯柱的部分称为铁轭，俗称横头。叠制时以二（或三）片作为一叠层，相邻两叠层间的接缝彼此覆盖，如图2-4(a)所示，以免形成明显的气隙，增加磁化力的损失。

· 冷轧硅钢片导磁率很高，采用冷轧硅钢片可以减小铁芯截面，减小铁芯和导线的重量，缩小变压器的体积，既省料，又节能。由于冷轧硅钢片顺辗压方向的导磁率很高，垂直于辗压方向的导磁率较小，叠片需冲剪成斜接式，如图2-4(b)。

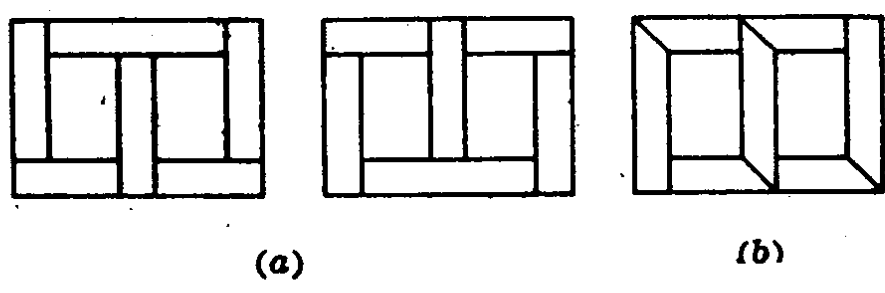


图 2-4 变压器铁芯叠片
(a)相邻两层间的接缝；(b)斜接式叠片

出于工艺要求，也为了节省导线用量，铁芯柱截面往往做成圆内接多级阶梯形，如图2-5(a)所示。大型变压器铁芯还设有油道（或称油隙），以利变压器油循环，加强散热效果，见图2-5(b)。

铁轭截面有矩形、T形和阶梯形的，见图2-6。

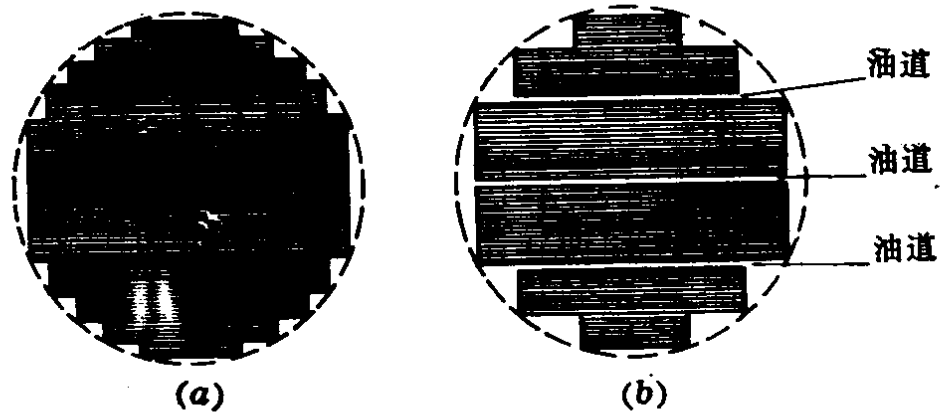


图 2-5 变压器铁芯截面
(a)无油道；(b)有油道

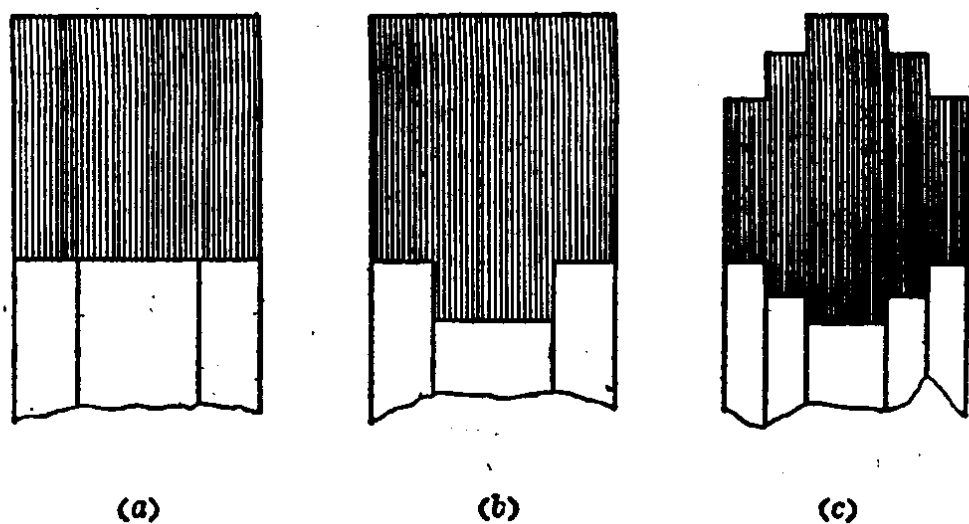


图 2-6 变压器铁轭截面
(a)正方形；(b)T形；(c)阶梯形

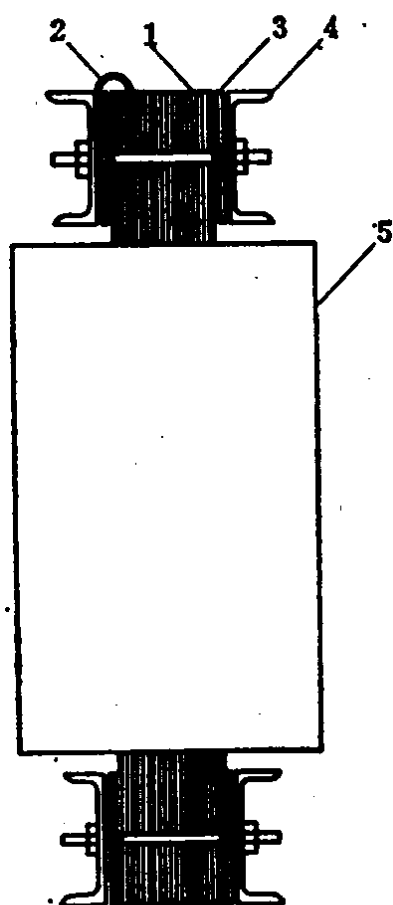


图 2-7 变压器铁芯接地、夹件及其绝缘布置图
1—铁轭；2—接地铜片；3—绝缘纸板；4—夹件；5—绕组