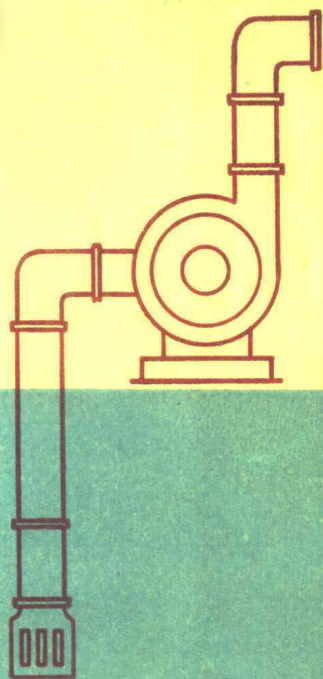
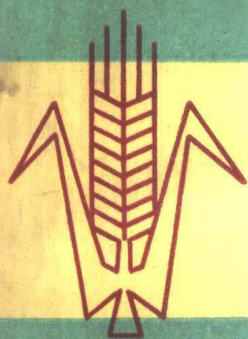


黃河清 編
陈鹤池



电力排灌站 机电设备的 运行和维修

中国工业出版社

~~电力提灌站~~机电设备的 运行和维修

黄河清 陈鹤池 编

中国工业出版社

本书以切合实用、解决问题为编写原则，取材结合电力排灌站的设备情况和存在的问题，以及农村电工的工作需要，分别就变压器、低压配电线路、电动机、仪表和水泵等设备，介绍有关运行、维护、检修和安全方面的必要知识和工作方法，以达到帮助农村电工提高技术水平、保证人身设备安全和发挥设备效能的目的。

本书是电力排灌站的电工、机手的技术读物，可供从事电力排灌工作的农村基层干部参考，也可作为农村电工、机手训练班的教材。

电力排灌站机电设备的 运行和维修

黄河清 陈鹤池编

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京修德路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092 $\frac{1}{2}$ ·印张7 $\frac{5}{16}$ ·字数154,000

1963年2月北京第一版·1963年2月北京第一次印刷

印数00001—18,590·定价(8-3)0.69元

*

统一书号：15165·2214(水电-301)

前 言

近几年来，在电源較多的地区普遍地建立了电力排灌站，对抵抗旱涝灾害，促进农业增产起了巨大作用，深受广大农民的欢迎。目前全国正在进一步发展电力排灌，因此，培养大批使用和維修这些设备的电工，提高农村現有电工的技术水平，以保証安全用电，充分发挥排灌设备的效能，就成了目前的迫切任务。水利电力部图书編輯部組織我們根据实际需要，編写一本适于电力排灌站技工閱讀的机电设备运行和維修的讀本，所以，本书在內容上尽量結合实际，照顾农村电工的工作需要，針对电力排灌站目前在运行維修方面普遍存在的問題，加以說明，很少談及理論。

在編写过程中，承易企衡、吳光銑和張振甫等同志分別对电工和水泵部分的原稿进行审閱，并提供了宝貴意見；另外，对无錫、苏州、南京、杭州、温州的水利和供电部門，以及电灌站等单位的同志提供資料和意見，都表示衷心的謝意。

本书排灌站一章由張振甫同志执笔，水泵一章由陈鶴池同志編写，其它各章是由黄河清同志写的。

由于編写者水平有限，疏漏不当之处，在所难免，希讀者提供宝貴意見。

編 者

1962年10月于南京

目 录

前 言

第一章 排灌站	1
第一节 抽水机和排灌站的組成部分	1
第二节 排灌站的布置和种类	1
第二章 变压器	3
第一节 变压器的作用	3
第二节 变压器的构造	3
第三节 变压器的工作原理	9
第四节 配电变压器的运行	11
第五节 变压器的不正常运行和事故处理	24
第六节 变压器的小修	27
第三章 低压配电架空綫路	30
第一节 低压配电架空綫路常用的几种材料	30
第二节 确定架空綫路路徑时应注意的事項	32
第三节 低压配电架空綫路器材的选择	34
第四节 低压配电架空綫路的架設	44
第五节 配电綫路的巡視和維修	59
第六节 綫路安全工作須知	63
第七节 入戶綫的架設和維修	65
第四章 电动机	67
第一节 概述	67
第二节 感应电动机的性能和选用时的注意事項	74
第三节 感应电动机的起动	76

第四节	感应电动机的起动设备	79
第五节	感应电动机熔丝的选择	109
第六节	对电动机的监视和维护	112
第七节	感应电动机的故障和事故处理	121
第八节	电动机的检修	126
第五章	电力排灌站电气测量仪表的使用和注意事项	139
第一节	仪表的使用和接线	139
第二节	使用仪表时的注意事项	148
第六章	电气安全知識	149
第一节	农村电气事故的发生原因和预防办法	149
第二节	触电方式和急救方法	156
第七章	水泵	169
第一节	概述	169
第二节	水泵和动力机的安装	187
第三节	水泵的运行	206
第四节	水泵的维护和修理	218

第一章 排 灌 站

第一节 抽水机和排灌站的組成部分

抽水机是一种现代化的机械提水工具，把水从低处抽到高处，可以代替人力、畜力和风力提水。它的特点是：提水高，水量大，并能連續不断地工作；既可提水灌溉，又可排除积水，使农作物生长正常。在抗旱和排涝中，对防御自然灾害起着显著的作用。

抽水机是由提水设备（包括水泵、进出水管、閘門和引水装置）和动力设备（包括动力机、傳动装置和起动设备）組成的，总称为抽水机。

排灌站就是农田用的抽水机站。排灌站除装有机电设备外，还有机房、引河、引河拦污栅、进出水池（或前、后池）、排水或灌溉的渠首閘或涵洞，总称为排灌站。也有将灌区称做排灌站的，这就包括渠道系統、交叉建筑物和整个灌区。

第二节 排灌站的布置和种类

在一个灌区里可以設一个排灌站，也可以分設几个排灌站。一个排灌站可以設一台抽水机，也可以設几台抽水机；但最好装二台以上，既可避免损坏时全部停水，又能調节水量。用电动机做动力的排灌站叫做电力排灌站，用內燃机（柴油机、煤气机）做动力的叫机械排灌站。排灌站机房的布置，須根据抽水机械设备的型号規格、外型尺寸、机組排列

和安全操作的要求来决定。要求工作可靠，使用方便，结构简单而安全，管路尽量短，弯头尽量少。

抽水机站(排灌站)一般有灌溉、排水和灌溉排水结合等三种类型。

1. 灌溉抽水机站 在水源的水位低于农田的地面，而且不能很经济地用其它方法来提高水位的情况下，就建立抽水机站来提水灌溉。灌溉站是一个灌溉系统的渠首工程，它用抽水机从水源提水上来，经过输水的渠道灌溉农田。由于地面比水源的水面高，农田的排水可以由排水沟自流排去。这种只灌溉而不兼排水的抽水机站，就称为灌溉抽水机站或灌溉机站。

2. 排水抽水机站 一般低洼的圩田地区，在作物生长期內，外河水位经常比圩田的地面高，周围靠圩堤擋住外水；灌溉水可以在圩堤上设置涵闸作为灌溉系统的渠首，引水自流灌溉。但是排除内涝雨水，或降低圩内的地下水位，就必须用机械从圩内排水系统提水排出圩外，导入容泄区。这种只排水而不兼灌溉的抽水机站，就称为排水抽水机站或排水机站。

3. 灌溉和排水结合的抽水机站 有些圩田地区，当圩外水位比圩内地面低的时候，需要用抽水机提水灌溉；而当圩外水位比圩内地面高的时候，又要用抽水机排水；有些地区低田需要排水，而其邻接地区的地面较高，则需要提水灌溉。在这种情况下，可以利用同一个抽水机站既灌溉又排水。这种既灌溉又排水的抽水机站，就称为灌溉和排水结合的抽水机站或排灌站。

第二章 变 压 器

第一节 变压器的作用

一般說来，发电厂总是建立在江河旁边和煤矿附近的地方，而电力用户却分散在各大小城镇和乡村；这样，要把电力輸送给用户，就需要輸电綫路。为使輸电綫路上导綫截面减小，节省有色金属，降低基本建設投資，减少电能損耗和电压降落，就必须把发电机发出的交流电压升高到10、35、110千伏或更高；这个升高电压的工作，要由一个不旋轉的电机叫做“变压器”的来担任。但是，电压太高对电力用户很不安全，而且对电气設備來說也不經濟（高压电气設備要用价格很貴的高质量絕緣器材），因此又要把輸电綫路上的高电压降低，农业用电通常是降到380、220、110伏甚至更低的电压，这个降低电压的工作也要由变压器来完成。由此可見，变压器是电力輸送过程中一个重要的設備。

凡是把电压降低到500伏以下供电給电力用户的变压器，都叫作“配电变压器”，例如装在城镇乡村电杆上以及电灌站机房外的变压器。

第二节 变压器的构造

变压器的主体是由鉄心和繞在鉄心上的綫卷組成的。它的附屬設備有油箱、油枕、溫度計、套管等等，現逐一說明如下：

1. 鉄心 变压器鉄心是用厚約0.35毫米的硅鋼片按一定規則迭成一定形状，再以絕緣的穿心螺栓夾緊起來的。硅鋼片塗有0.04~0.06毫米厚的絕緣漆，或用絕緣紙把各片互相隔開（絕緣）起來，以減少鉄心的渦流損失。

变压器鉄心的結構型式有內鉄式和外鉄式兩種。內鉄式鉄心如圖2-1所示，在兩隻腳上裝設綫卷。這種鉄心具有較大的空間位置來放置絕緣，因此它特別適用在電壓較高的變壓器中。外鉄式鉄心如圖2-2所示，鉄心有三口，綫卷裝在中間一隻腳上。由於綫卷的兩邊都被鉄心包圍，機械強度大，因而它適用於電流較大的變壓器中。

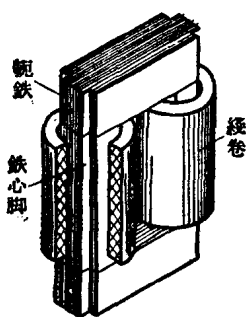


圖 2-1 內鉄式鉄心

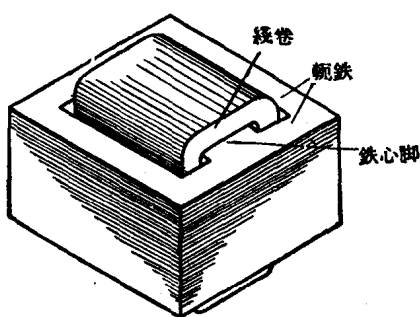


圖 2-2 外鉄式鉄心

鉄心硅鋼片的基本裝配方法是迭裝，如圖2-3所示；第一層硅鋼片的接縫被第二層硅鋼片蓋住，即兩層硅鋼片的接縫處互相錯開，以減少磁化（空載）電流。為了把這許多硅鋼片迭裝成一個整體的鉄心，通常用穿心螺栓來壓緊，穿心螺栓的外面套上絕緣管子，螺帽和螺栓頭下面又用絕緣墊圈隔開，避免螺栓與硅鋼片接觸，引起發熱以致燒壞鉄心。鉄心

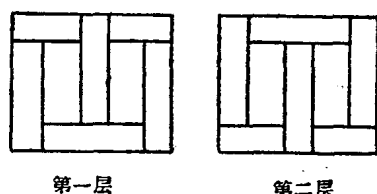


图 2-3 硅鋼片的迭装

的穿心螺栓要拧紧，否则变压器运行时将产生强烈的震动及其它噪音。

2. 綫卷 变压器綫卷是用絕緣的圓銅綫或扁銅綫繞成的(近年来还試制鋁导綫的綫卷，但尚未推广)。它的形状有筒形和盘形两种，如图2-4所示。前者多作低压綫卷用，后者大多用作高压綫卷。高压綫卷的电压很高，比低压綫卷容易发生故障和损坏，为了便于檢查和修理，通常是将低压綫卷装在靠近鉄心的地方，再把高压綫卷套装在低压綫卷的外面。在低压綫卷和鉄心之間，高压綫卷和低压綫卷之間，以及各相的高压綫卷中間，都用絕緣材料做成的套筒或者隔板分

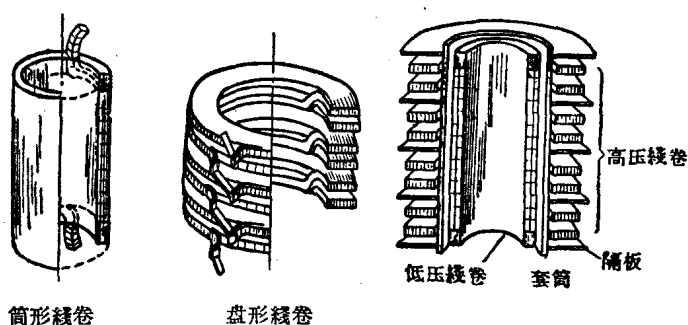


图 2-4 变压器綫卷的形状

图 2-5 綫卷和絕緣的排列

开，以加强它們之間的絕緣。此外，綫卷之間还留有一定的間隙作为油道，使变压器油能够自由流通，以利散热。

3. 油箱 油浸式变压器都有一个油箱，它是盛装变压器油用的。但它还有一个更重要的作用，即用来装置变压器铁心和綫卷，以免它們受到外力的損伤破坏。油箱通常用鋼板焊成。为了增加散热面积，变压器油箱大多做成凸凹形状，容量較大的变压器还装有散热管。油箱外面要涂上耐水性的油漆，防止生銹。

4. 套管 变压器高、低压綫卷引出綫穿出油箱的地方必須用套管来絕緣。套管是用瓷料做的。高压套管中間有銅导体，利用瓷套把銅导体与油箱絕緣起来。35千伏以下的套管中間除了銅导体外，沒有別的东西；如果电压更高，在瓷套管接近油箱部分就有被高电压击穿的危險，这时就必须采用充油式或电容式套管。但是，旧式的小容量变压器的低压（400 伏）引出綫，也有不用套管而只用絕緣隔板封盖引出綫出口的。

5. 油枕 容量在 100 千伏安以上的变压器，都在油箱頂盖上装有油枕，它有油管与油箱連通，見图 2-6。

油枕的作用有两个：（1）变压器运行时因負荷变动，致使变压器油的温度发生变化。变压器油热脹时油面要上升，冷縮时油面要下降；由于油枕比油箱高，且油枕內并不注滿变压器油，因而变压器油面可以在油枕內上升或下降，油面下降时油箱里也充滿变压器油，上层綫卷不致在油面低落时失去油的絕緣和散热作用。（2）油枕的截面远比油箱为小，因而可以大大减小絕緣油和空气的接触面积，避免油质很快变坏。

容量小于 100 千伏安的变压器，有不装油枕的。这时为

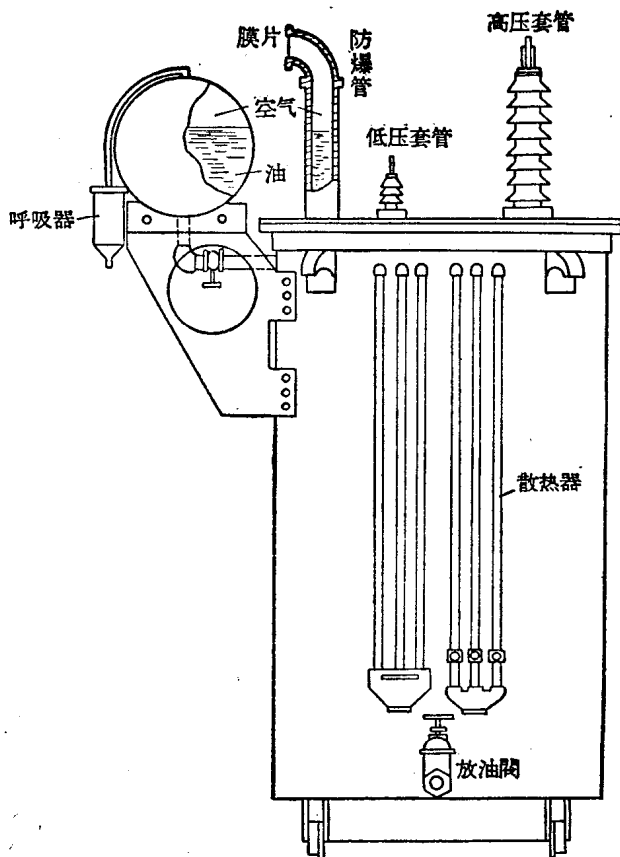


图 2-6 变压器的油枕、呼吸器和防爆管

使变压器油热胀时有足够的空间供油面升高，变压器油不要注满油箱，而应留出一定空间。

6. 油标 装有油枕的变压器，在油枕侧面都有油标。它是一根玻璃管，与油枕连通，用来观察油枕内油面位置的。

油标上一般划有温度在 -20°C 、 $+15^{\circ}\text{C}$ 和 $+35^{\circ}\text{C}$ 时对应的油面高度标准线。如果油面不合标准，就須仔細找出原因，予以糾正。

7. 呼吸器 有油枕的变压器一般都同时装有呼吸器。它是一根铁管，从油枕上端引出，铁管的末端有一开口，供变压器油在热胀时排除油枕内的空气，冷缩时使油枕吸入空气。为使油枕吸进的空气少含水分，在呼吸器的入口处放置吸潮性的物质，如氯化钙等，使空气进入油枕后，不致因含水分而使变压器油的绝缘性能降低。

8. 电压分級开关 输电线路上的电压，由于各种原因（比如負荷不同，因而线损不同，电压降落也就不同），而常有变化。为了适应电压较大幅度的变化，使受电端的电气设备能够获得額定的电压，在变压器高压线卷处抽出几个线头，分别接到一个称作“电压分級开关”的几个触头上去，这样，把开关转动到不同位置，就可以改变高压线卷的匝数，得到不同的电压值。一般变压器除正常的电压接头以外，还有額定电压值 $\pm 2.5\%$ 、 $\pm 5\%$ 四个接头。

电压分級开关装在油箱頂盖上，它的触头浸在变压器油内，操作手柄则在箱盖上面。配电变压器的电压分級开关用手操作，但只能在变压器不通电时才可进行。

9. 防爆管 电压较高、容量较大的变压器，常在油箱頂部装一根铁管叫做防爆管（图2-6）。防爆管用膜片封閉，平时和外面隔絕。当变压器的内部发生故障，比如线卷绝缘不良发生了电弧（火花），使部分变压器油分裂产生氢气，氢气与空气混合后便产生爆炸性气体；这时，膜片就被冲破，把爆炸性气体放出去，从而避免损坏整个变压器。

10. 温度表 变压器一般都装有温度表，用来监视变压器的运行。变压器运行情况的好坏，可以通过变压器上层油温或箱体的温度大致指示出来。

11. 变压器油 变压器油是一种透明无色的矿物油，燃烧点高，粘着度小，不含杂质。变压器油有两个作用：（1）绝缘作用：变压器线卷外面包的绝缘物被浸在油内，不但能避免与空气接触，发生氧化，而且因为有油的滋润，可以保持其柔软不易腐朽。变压器油的绝缘能力又比空气大得多，因此它还可以加强变压器线卷之间以及线卷与铁心或油箱之间的绝缘。（2）散热作用：变压器铁心和线卷在运行时要产生热量，由于它们都浸在油里，借着热油上升、冷油下降的对流作用，变压器油便把热量散发到油箱四周外面去。

第三节 变压器的工作原理

变压器是根据电磁感应原理工作的。在变压器铁心的脚上装有两个或三个线卷（自耦变压器仅有一个线卷）。与电源连接的线卷叫做原线卷，也叫初级线卷或一次线卷；接负荷的线卷叫做副线卷，也叫次级线卷或二次线卷。当原线卷接通交流电源后，在铁心中就会产生方向和大小都时刻改变的磁力线（称为交变磁力线）；因为副线卷也是套在铁心的脚上，它受交变磁力线的切割作用就会感应出电势。这个感应电势的大小，和线卷的匝数成正比：匝数多，电压就高；匝数少，电压就低。

变压器的运行有两种方式：（1）空载运行，即原线卷接通交流电源而副线卷不接负荷；（2）负载运行，即原线卷接通交流电源，副线卷接上负荷。变压器空载运行（也叫开路

运行)时,原綫卷流过的电流叫做励磁电流,它的大小約等于原綫卷額定电流值的3~10%。副綫卷此时处在开路状态,沒有电流流通,但因受交变磁力綫的作用,在綫卷两端却感应出一定数值的电压。变压器空载运行时有励磁电流,因而产生一定的发热損耗,这种損耗叫做变压器的空载損失。变压器空载运行时并不輸出电流做功,却消耗一定的电力,因此要尽量避免。变压器接負荷运行时,副綫卷流通电流,这个电流要产生交变磁力綫减弱鉄心中原有的磁力綫。要使原有的磁力綫不改变,原綫卷的电流便要增加。变压器副綫卷的电流达到額定值时,变压器就是滿載运行;超过額定电流值时,就是超載运行。变压器超載运行的数值和時間有一定的規定,超过了規定,变压器会严重发热,影响变压器的使用寿命,甚至很快被燒坏。如果变压器的副綫卷沒有負荷(如电动机、电灯等),而直接或經過导綫碰在一起,便称为短路运行。这时副綫卷內流过极大的电流,将迅速把变压器燒毀,因此要尽量防止。

变压器接負荷运行时,如果不考虑变压器的內部損失,則原綫卷电压与副綫卷电压之比,或它們的电流的反比,等于原綫卷匝数与副綫卷匝数之比;这个比值叫做变压比。利用这个关系,我們改变原綫卷的匝数,将它减少或增多,副綫卷的电压便可提高或降低。变压器电压分級开关就是根据这个道理制成的。另外,从上面的关系中,不难推算出变压器原綫卷电压与电流的乘积,等于副綫卷电压与电流的乘积,即变压器原綫卷的輸入功率与副綫卷的輸出功率相等。

在运行中的变压器要消耗一定的能量,这个能量損耗分为两部分,就是鉄心損耗和銅損。鉄心損耗(簡称鉄損)又

分为磁滞损耗和涡流损耗两种。磁滞损耗是磁力线在铁心中的流通受到阻滞造成的，为减少这种损耗，我们采用磁阻小的硅钢片迭成铁心。涡流损耗的产生，是由于铁心本身是一个导体，因此受交变磁力线作用的结果，如同在线卷中要产生电流一样，在铁心中也产生电流，这种电流自行封闭回行，所以称它为涡流；涡流会使铁心发热，消耗一定的能量。为了减少涡流在铁心中流通引起发热，要采用薄的硅钢片，并在硅钢片上涂绝缘漆或用绝缘纸把各片硅钢片隔开。变压器的铜损是来自线卷的铜导体，由于铜导体有一定电阻，电流在其中流过要发热，产生热量损失。变压器的铜损在满载时约为变压器额定容量的1%。

第四节 配电变压器的运行

一、配电变压器保险丝的选择

跌落式保险丝具是配电变压器常用的一种简单的控制和保护设备(图7)，它装置在变压器的高压侧，在线路短路或电流严重超过规定数值时，它的熔丝(保险丝)就被烧断，同



图 2-7 跌落式保险丝具