

中等专业学校教学用书

电气设备的安装

水利水电建设总局



中国工业出版社

中等专业学校教学用书



电气设备的安装

水利水电建设总局

中国工业出版社

本书分十篇叙述变压器、开关等电厂主要电气设备的安装工作，这十篇是：

- | | |
|----------------|----------------|
| 第一篇 变压器安装 | 第六篇 电纜敷設 |
| 第二篇 空气开关安装 | 第七篇 配电盘安装和二次配綫 |
| 第三篇 油开关安装 | 第八篇 蓄電池安装 |
| 第四篇 屋外高压配电装置安装 | 第九篇 接地装置安装 |
| 第五篇 屋内高压配电装置安装 | 第十篇 通訊设备安装 |

每篇都詳細介紹安装准备工作、怎样安装和檢查試驗等。

讀者对象为从事水电厂、变电所安装工作和工矿企业的电气安装技术人員、工人。

全套丛书共有下列10本：

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. 机电设备安装的施工組織； | 6. 电气设备的安装； |
| 2. 閘門及起重设备的安装； | 7. 机电设备的起重和运输； |
| 3. 压力鋼管的制作与安装； | 8. 机电设备的試驗和調整； |
| 4. 水輪机及其附属设备的安装； | 9. 机电设备的起動試运转； |
| 5. 水輪发电机的安装； | 10. 机电安装工程的管理。 |
-

电 气 設 备 的 安 装

水利水电建設总局

(根据水利电力出版社紙型重印)

*

中国工业出版社出版(北京修羅園路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1163^{1/32}$ ·印張 $18^5/16$ ·插頁5·字數475,000

1960年4月北京第一版

1961年9月北京新一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—2,463·定价(9)2.50元

統一書号: 15165·616(水电—85)

目 录

第一篇 变压器安装

第一章 概述	11
第一节 变压器原理	11
第二节 变压器构造	12
第二章 安装前的准备工作	18
第一节 工地布置	18
第二节 施工设备和主要材料的准备	19
第三节 部件开箱检查	19
第四节 变压器运输	20
第五节 轨道埋设	21
第三章 安装工序和人员组织	22
第四章 变压器安装	24
第一节 附件清扫和检查	24
第二节 变压器严密度试验	28
第三节 铁心检查	29
第四节 低压套管安装	32
第五节 变压器加温	33
第六节 高压套管安装	35
第七节 散热器安装	36
第八节 油枕安装	37
第九节 安全阀、瓦斯继电器等附属设备安装	38
第五章 变压器干燥	41
第一节 干燥的几种方法	41
第二节 真空铁损干燥的方法	43
第六章 变压器油	50
第一节 变压器油过滤	51
第二节 油的化学分析和耐压试验	62
第三节 变压器注油及取油样	64

第七章 变压器投入运行前后的检查	66
第一节 严密性试验和漏油检查	66
第二节 刷漆和标志	67
第三节 变压器试运行中的检查	68

第二篇 空气开关安装

第一章 BB-220 型空气开关安装	70
第一节 概述	70
第二节 安装准备和施工工序	87
第三节 安装	90
第四节 部件的检查和处理	102
第五节 调整	116
附录一 事故情况	131
附录二 消弧室固定接点的改进	133
第二章 BBH-110型和BB-154 型空气开关安装	135
第一节 概述	135
第二节 安装准备、工序和人员组织	144
第三节 安装及调整	147

第三篇 油开关安装

第一章 MKII-110 型油开关的安装	162
第一节 油开关的构造和性能	162
第二节 准备工作	175
第三节 安装和调整	180
第二章 35千伏油开关的安装	201
第一节 概述	201
第二节 BM-35 型和 BMД-35 型油开关的构造	204
第三节 安装前的检查	211
第四节 安装和调整	213
第三章 MTT 型油开关的安装	216
第一节 概述	216
第二节 准备工作	231

第三节 安装和调整	233
第四章 BMF 型油开关的安装	245
第一节 概述	245
第二节 准备工作	252
第三节 安装和调整	253

第四篇 屋外高压配电装置安装

第一章 屋外型隔离开关安装	265
第一节 概述	265
第二节 安装准备和人员组织	269
第三节 安装和调整	269
第二章 屋外型电压互感器和电流互感器的安装	275
第一节 概述	275
第二节 安装工序和安装前的准备工作	277
第三节 电压互感器和电流互感器的安装	277
第三章 避雷器和避雷针的安装	285
第一节 避雷器概述	285
第二节 避雷器安装 准备工作和安装工序	301
第三节 避雷器安装	302
第四节 避雷器修理	310
第五节 避雷针	319
第四章 软母线安装	321
第一节 软母线的结构	321
第二节 安装前的准备工作	333
第三节 软母线的安装	338
第四节 导线连接的压接工艺	347
第五节 竣工检查	354

第五篇 屋内高压配电装置安装

第一章 支持绝缘子安装	355
第一节 概述	355
第二节 绝缘子基础埋设	359

第三节 絕緣子安裝	361
第二章 穿牆套管安裝	362
第一节 概述	362
第二节 穿牆套管安裝	366
第三章 电压互感器安裝	368
第一节 概述	368
第二节 电压互感器安裝	370
第三节 瓷套管的修复	373
第四章 电流互感器安裝	375
第一节 概述	375
第二节 电流互感器的安裝	378
第五章 隔离开关安裝	380
第一节 概述	380
第二节 安裝和調整	334
第六章 負荷开关安裝	389
第一节 概述	389
第二节 安裝和調整	391
第七章 成套高压配电柜安裝	393
第一节 概述	393
第二节 KⅢ型开关柜安裝	395
第三节 KⅢ型开关柜的調整	397
第八章 硬母綫安裝	399
第一节 概述	399
第二节 安裝前的准备工作和施工工序	400
第三节 母綫加工	402
第四节 母綫焊接	410
第五节 母綫安裝	419
第六节 竣工檢查	421
第九章 保护网制作和安裝	421
第一节 概述	421
第二节 准备工作	422
第三节 保护网的制作和安裝	422

第六篇 电 纜

第一章 概述.....	426
第二章 电纜的基础工程	435
第一节 概述	435
第二节 管道的埋設和連接	436
第三节 电纜架和基础螺絲	441
第三章 电纜的敷設	442
第一节 准备工作	442
第二节 电纜敷設的条件	444
第三节 电纜在管道中的敷設	447
第四节 电纜在构架上的敷設	448
第五节 控制电纜的敷設	449
第六节 敷設完畢后的整理	450
第四章 电纜終端头和中間接头的制作	451
第一节 概述	451
第二节 漏斗型和鉛手套型电纜終端头	452
第三节 干封型电纜終端头	458
第四节 屋外电纜終端头	466
第五节 控制电纜終端头	475
第六节 电纜的中間接头	477
第七节 电纜綫芯与銅鼻子的連接	485
第八节 鋁芯电纜綫芯的連接	491
第九节 电纜在投入运行前的檢查和試驗	492

第七篇 配电盘安装和二次接綫

第一章 配电盘安装	494
第一节 概述	494
第二节 安装前的准备工作	498
第三节 安装工序和人員組織	498
第四节 基础槽鉄和基础螺絲的埋設	499
第五节 開箱、清扫、檢查	501

第六节 配电盘安装	502
第七节 盘上的仪表、继电器和附件的安装	502
第二章 二次結綫	504
第一节 二次配綫的結綫图	504
第二节 施工步驟和方法	508
第三节 二次結綫的檢驗	510
第三章 清扫檢查	511
附录 絕緣处理	512

第八篇 蓄電池安裝

第一章 概述	514
第二章 安装前的准备工作	517
第一节 蓄電池室的布置和要求	517
第二节 硫酸、蒸餾水及其它工、器具的准备	518
第三章 蓄電池安装	523
第一节 開箱清扫檢查	523
第二节 基础台架和室内母綫安装	525
第三节 蓄電池本体安装	527
第四节 充电和放电	531
第五节 蓄電池安装中常发现的一些問題	537
第四章 安装后的檢查和驗收	539

第九篇 接地裝置的安裝

第一章 概述	540
第一节 接地的作用	540
第二节 接地的应用	542
第二章 安装工序和人員組織	547
第三章 安装前的准备工作	548
第一节 材料和工具准备	548
第二节 挖沟	551
第四章 接地裝置的安装	551

第一节	接地体安装	552
第二节	接地导体敷設	553
第三节	接地裝置的焊接	556
第四节	电气設備与接地綫的连接	558
第五章	接地裝置的檢查和涂色	561

第十篇 通訊設備安裝

第一章	概述	565
第一节	水电站中电话安裝类型	565
第二节	保安設備的選擇	566
第三节	保安設備的元件和作用	567
第四节	局內电话电綫的結構	569
第五节	电綫色譜	571
第六节	电綫的檢查	571
第二章	安裝前的准备	573
第一节	設備開箱檢查、驗收	573
第二节	安裝前的准备	574
第三章	ДКв-20 型調度电话总机的安裝	575
第一节	总机本体和附件的安裝	575
第二节	电綫配綫工作	577
第三节	試話	582
第四章	共电式交換机(7202型)安裝	584
第一节	构造	584
第二节	交換机的安裝	586
第三节	保安分綫箱和局內电綫的安裝	588
第五章	电话电源設備安裝	590
第一节	蓄電池設備	590
第二节	充电設備安裝	591
第六章	用戶設備安裝	593
第一节	引入綫及用戶保安器的安裝和室內电话綫敷設	593
第二节	水电站厂內电话綫敷設	594
第三节	电话分机安裝	595

第一篇 变压器安装

第一章 概 述

在电力输送中，如果将发电机发出来的电直接送到遥远的城市和工厂，由于电流很大，送电线上产生大量的铜损耗，这样很不经济。因此，需要采用一种电气设备将发电机发出来的电压升高，当电力送到城市后再将电压降低供给用户使用。如果送电的电力容量(千伏安)不变，电压升高了，电流就可以减小，这样线路上的电流损耗就小得多(损耗与电流平方成正比)。担任这种工作的电气设备就是变压器。变压器在电力系统中使用得很多，除升压站和降压站使用外，在各工厂、矿山及用电地区的配电所中都设有各种大小不同的变压器。

第一节 变压器原理

变压器是一种静止的电机，它是利用电磁感应原理(图1-1)，当低压线圈接上电压 U_1 时，在线圈内有了电流 i_1 ，则在铁心内感应出磁力线 Φ_1 ，由于这个磁力线大小、方向随时变化，因此，在高压线圈卷上就感应出电压。磁力线一定，每一线圈感应出来的电压也一定，

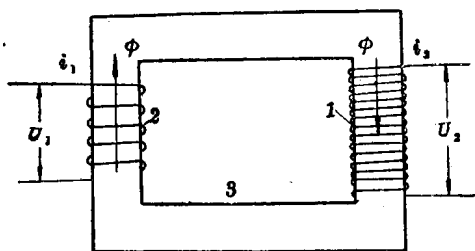


图 1-1 变压器原理

1—高压线圈；2—低压线圈；3—铁心。

而线圈圈数多，两端的电压就高，反之则电压低。电力变压器的高压线圈圈数一般为低压线圈圈数的数倍或十几倍，因此高压侧

电压为低压侧电压的数倍或十几倍。

变压器分单相与三相的两种。三相变压器在升降压时只要一台，而单相变压器需要三台凑成一组。三相变压器使用最普遍，因为价格比同等功率的单相变压器组低廉，且使用方便。但与110千伏及以上中性点直接接地的两系统相联接的变压器，一般应采用自耦变压器。为了运输和安装方便，巨型变压器常采用单相变压器，在大型变电所中如果有很多组变压器，这样只需备用一台单相变压器就可以。

变压器的冷却一般有空气冷却，自然油冷却及通风油冷却。空气冷却只用于小容量的变压器，自然油冷却用于中容量的变压器，而大容量和巨型变压器除了以油冷却外还要加以通风，目前水电站也将采用强迫油循环、水冷却的变压器。

变压器的构造主要包括铁心、线卷、绝缘油及附属零件。水电站所安装的变压器，一般为大型和巨型单相或三相变压器。本篇所介绍的安装方法仅为1800千伏安以上的变压器，而对1800千伏安以下的变压器安装可以此作为参考。

第二节 变压器构造

一、铁心和线卷

铁心和线卷是变压器的核心，它是电压和电流改变的地方。

1. 铁心 铁心是作为导磁用的，因此它应具有良好的导磁性。铁心一般采用0.35~0.5毫米厚的矽钢片堆积而成，矽钢片的表面还用厚约0.04毫米的绝缘纸粘贴或刷以绝缘漆，以减少铁心内的涡流损失。

铁心可分为两部分，一部分是缠绕线卷的铁心柱，另一部分为不缠绕线卷的上轭和下轭。在上下轭铁上，分别有1~3个压紧钢片的穿心螺丝，此螺丝在铁心内套有绝缘筒，在螺丝帽处有绝缘垫，使矽钢片间不致短路(图1-2)。

矽钢片堆积时，每隔一段用圆铁分隔，成为绝缘油循环通道，以加强冷却。矽钢片与槽钢及构架的接触处垫有绝缘纸使其

絕緣。

当綫卷經受高电压的感应或雷电冲击的影响时，鉄心对地感应一高电位差，为消除此电位差，在鉄心上用銅片接地，一般在上、下軛鉄各有接地片(图1-2)。

鉄心有內鉄心型和外鉄心型两种。內鉄心型的綫卷，表面是开敞的，不为导磁体所包围，而外鉄心型是导磁的銅片包围着綫卷。一般电力变压器都采用內鉄心型的。单相变压器鉄心为“口”字形，三相变压器鉄心为“日”字形。

2. 綫卷 綫卷有低压綫卷和高压綫卷，它是用扁形或圓形截面的电解銅制成，外面纏以电綫紙和棉紗，綫卷繞成同心的圓筒形，套在鉄心柱上，通常高压綫卷是套在外側，低压綫卷則放在內側。高压綫卷圈数很多，通常分很多层(盘)，每一层又繞了很多圈。

变压器中的絕緣分匝間絕緣、层間絕緣及主絕緣三种。匝間絕緣也就是圈間絕緣，現在都采用薄电綫紙，外面以棉紗扎紧，为了增大电气絕緣强度，变压器綫卷引出綫端头匝的絕緣較其余匝为强。层間絕緣主要是利用油沟內的油来絕緣，沟中夹有硬絕緣紙的垫片，这些垫片沿綫圈圓周均匀設置，油沟除作为絕緣用外，同时还起冷却作用。变压器的主絕緣是指高、低压綫卷間、綫卷与鉄心間及綫卷与油箱間的絕緣。高、低压綫卷間及其对鉄心間的絕緣是采用特种电工厚紙制成的絕緣筒，将其隔离开来。变压器綫卷对上、下軛鉄部分是用油沟、垫片及电工厚紙垫圈来絕緣，在高压引出綫处則有絕緣筒。变压器鉄心四周有固定高压、低压引出綫及絕緣筒的木支架。

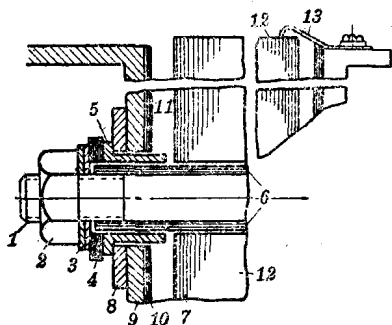


图 1-2 压紧鉄心的穿心螺絲

1—穿心螺絲；2—鋼螺帽；3—鋼墊圈；4—絕緣墊圈；5—鋼套管；6—絕緣套管；7—絕緣紙板；8—鋼板；9—压紧橫臂；10—橫臂的絕緣紙；11—油道；12—軛鉄；13—接地銅片。

由于送电线路的长短和通过线路的电流不同，因此送电线上所产生的电压降也各有不同，为了使受电端不因压降的影响，在变压器上装有电压切换装置，它可以使高压侧电压有五个数字的改变(表1-1)。

高压线卷的分线头自高压线卷中引出，接至切换器的接触杆

表 1-1

变压器电压切换位置和电压改变范围

位	置	电	压
A_2-A_3		額定电压 + 5 %	
A_3-A_4		額定电压 + 2.5 %	
A_4-A_5		額定	
A_5-A_6		額定电压 - 2.5 %	
A_6-A_7		額定电压 - 5 %	

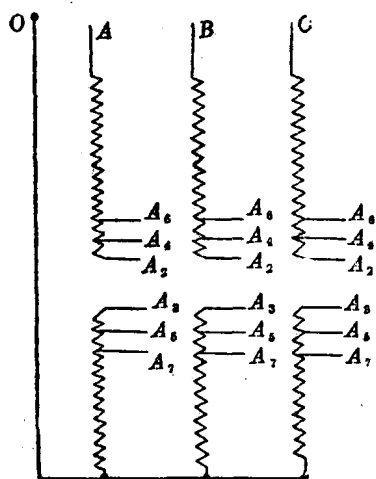


图 1-3 三相变压器电压
切换器线卷接线

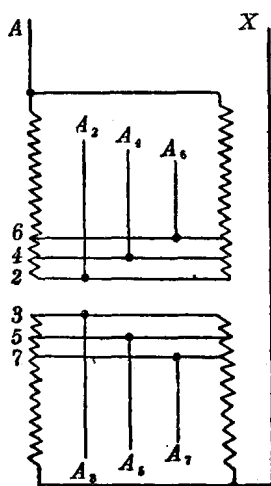


图 1-4 单相变压器电压
切换器线卷接线

上(图1-5),切换器固定于铁心外的木支架上,再借一绝缘木杆与变压器顶盖上的切换器操作把手连接。

当切换器在某一位置时,即使高压线卷两分线头通过接触环相接,如图1-5中的 A_4 、 A_5 ,如需要改变电压时,用操作把手使接触环旋转到另一个新的位置与接触杆相接。由于高压线卷圈数改变,电压也就改变了。根据图1-3,电压切换的范围如表1-1。

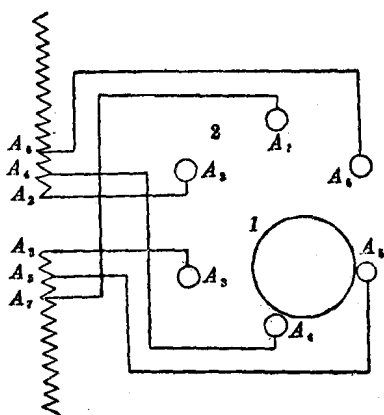


图 1-5 电压切换器工作接线

1—接触环; 2—接触杆。

二、冷 却

变压器运转时,线卷的铜线和铁心的矽钢片内产生能量损耗,

这些损耗转变为热散发出来,使线卷与铁心开始发热,温度也就逐渐升高,而铁心与线卷以外的温度较低,热量就往外传导。传热快慢与变压器内存放的材料有关,如果是空气,这样便利用它的辐射和对流作用来传热,这种传热能力较差。如果用油,它的对流作用传热较快,再在外部装以散热管使其与冷空气接触面加大,并加以通风,油将大量的热量带出经过冷却又回到铁心和线卷(见图1-6)。线卷与

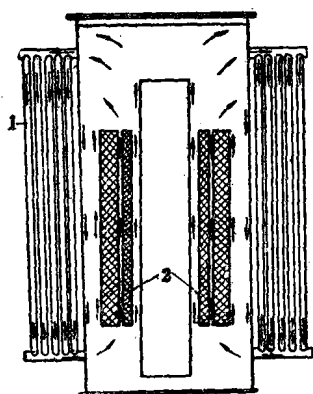


图 1-6 变压器运行中油的循环

1—散热器; 2—线卷; 箭头表示油循环方向。

鉄心的温度就不会继续再升高了。大容量的变压器冷却更是一个重要的問題，目前多采用通风油冷式。油除了起冷却作用外，更重要的还起絕緣作用，由于有了它，大大的縮小变压器的体积，这对超高压电器來說更具有重要的意义。目前采用的油都是从石油中提炼出来的。除油冷却外还有采用水冷却的。

三、附屬零件

变压器附屬零件，包括油箱和装在油箱上的所有零件，参見图1-7、1-8。

1. 油箱和散热器 油箱是为了存放鉄心、綫卷和絕緣油以及装設高、低压套管等附件用的。油箱是用鋼板制成密封体，呈橢圓形，頂盖上設有便于人进入变压器內进行檢查用的人孔及电压切换器的操作把手。

散热器用薄鋼管制成，每个散热器都有上、下两个集油器，管子都焊在集油器上。通过集油器上的法兰与变压器外壁特設的管口連接。此管口上带有散热器的油門，可以在变压器带油的情况下拆装散热器。在每个散热器上还有两个风扇，用来通风冷却。

2. 套管 变压器高压綫卷自变压器油箱內引出时，要与大盖及其他物件具有强度很高的絕緣，它是借高压瓷套管来达到这个要求的，电压越高瓷套管也越大，对它的电气絕緣要求也越严，套管有灌注充填物及充油的两种，一般66千伏以上的套管多为充油式的(图1-9)。

目前我国所制造的高压充油式套管都是由上部和下部瓷套与中間法兰盘胶合而成，套管中的油是单独的不与变压器中的油相通，套管內有絕緣隔板，中部有銅管，用以穿过高压引出綫。为了監視油面，套管頂上装有玻璃油壺。

3. 油枕 变压器的温度变化时，变压器內絕緣油要进行膨脹和收縮，为了保証变压器中的油不直接与空气接触，而設立了油枕作为变压器呼吸用。油枕与变压器油箱頂盖相連，油枕內