

牵引变电所运行与维护

北京铁路局 编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

牵引变电所运行与维护

北京铁路局 编

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本书结合变电值班员岗位培训需求进行编写,分为十五章。第一章至第六章主要介绍高压电器设备, GIS 的结构、原理及牵引变电所电气主接线;第七章至第十章主要介绍牵引变电所继电保护及自动装置、综合自动化系统保护回路常见故障与处理;第十一章至第十三章主要介绍牵引变电所日常运行管理和常见故障的处理方法以及电气设备试验检修知识;第十四章介绍牵引变电所远动系统基础知识;第十五章介绍变电设备施工与验收有关知识。

本书主要适用于变电值班员岗位及相关人员培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

牵引变电所运行与维护/北京铁路局编. —北京:
中国铁道出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-113-20446-4

I. ①牵… II. ①北… III. ①电气化铁道—牵引变电
所—运行 ②电气化铁道—牵引变电所—维修 IV.
①U224

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 111470 号

书 名: 牵引变电所运行与维护

作 者: 北京铁路局 编

责任编辑: 孙 楠

编辑部电话: 021-73421

电子信箱: tdpres@126.com

封面设计: 王镜夷

责任校对: 王 杰

责任印制: 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpres.com>

印 刷: 北京市昌平开拓印刷厂

版 次: 2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 21.25 字数: 530 千

书 号: ISBN 978-7-113-20446-4

定 价: 55.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社读者服务部联系调换。电话: (010) 51873174 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 51873659, 路电 (021) 73659, 传真 (010) 63549480

编 委 会

主 任：高 峰

主 审：张居才 白高赞

主 编：宋荣书

编审人员：张琳娜 赵寅辉 张 伟 李文起

孙晓薇 王彦荣 赵瑞清 赵春敏

许惠敏 赵洪斌 田立中 赵 强

李振强 邓 洪 韩志强 刘 强

刘仲泉 贾秀艳

前 言

近年来,随着铁路的高速发展,牵引变电所大量新技术、新设备及综合自动化技术投入使用,对变电值班员的职业技能素质提出了更高的要求。目前,还缺乏相应的培训教材,变电值班员素质与铁路发展的要求不相适应。为满足培训需求,尽快提高变电值班员职业技能素质,由北京铁路局职教处、供电处共同组织,集中衡水供电段、石家庄供电段的工程技术人员编写了《牵引变电所运行与维护》一书。

本书结合变电值班员岗位培训需求进行编写,分为十五章,第一至六章主要介绍高压电气设备、GIS的结构、原理及牵引变电所电气主接线,第七至十章主要介绍牵引变电所继电保护及自动装置、综合自动化系统及保护回路常见故障与处理,第十一至十三章主要介绍牵引变电所日常运行管理和常见故障的处理方法以及电气设备试验检修知识,第十四章介绍牵引变电所远动系统基础知识,第十五章介绍变电设备施工与验收的有关知识。

本书由宋荣书主编并统稿,参编人员有张伟、李文起、孙晓薇、王彦荣、赵瑞清、赵春敏、许惠敏、赵洪斌、田立中。第一章、第七章由张伟编写,第六章第一节、第二节由赵洪斌编写;第八章第二至三节、第九章第三节、第十二章由王彦荣编写;第八章第四节、第九章第四节、第十一章第一至四节和第六节由李文起编写;第十章第三至四节由孙晓薇编写,第五节由田立中编写;第十一章第五节由许惠敏编写;第十三第二至三节由赵瑞清编写;第十五章由赵春敏编写,其余部分由宋荣书编写。全书经张居才、白高赞、张琳娜、赵寅辉、赵强、李振强、邓洪、韩志强、刘强、刘仲泉、贾秀艳等集体审定。

由于时间仓促,加之编者水平与经历有限,本书难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者
2015年4月

目 录

第一章 牵引供电系统概述	1
第二章 变 压 器	6
第一节 变压器分类及结构	6
第二节 变压器型号和性能参数	9
第三节 变压器绕组的连接方式及极性和连接组别	12
第四节 变压器常见故障与处理	14
第三章 高压断路器及其操作机构	19
第一节 高压断路器概述	19
第二节 少油断路器	21
第三节 SF ₆ 断路器	27
第四节 真空断路器	30
第五节 断路器的操动机构	35
第四章 高压隔离开关、互感器、熔断器、避雷器及其他高压设备	43
第一节 高压隔离开关及其操作机构	43
第二节 电流互感器	48
第三节 电压互感器	53
第四节 熔 断 器	59
第五节 避 雷 器	61
第六节 牵引变电所中的其他高压设备	63
第五章 GIS 电气设备	67
第一节 GIS 设备概述	67
第二节 GIS 设备结构	68
第三节 高铁牵引变电所 GIS 开关柜	74
第六章 牵引变电所电气主接线	83
第一节 主接线概述	83
第二节 常见一次设备图形及文字符号	84
第三节 牵引变电所电源侧的电气主接线	85
第四节 牵引侧电气主接线	86
第五节 牵引变电所电气主接线举例	93

第七章 继电保护及自动装置	97
第一节 继电保护原理	97
第二节 自动重合闸装置	110
第三节 自投装置	112
第八章 牵引网保护	119
第一节 牵引网的保护方式	119
第二节 AT 供电方式下的牵引供电保护	123
第三节 接触网故障测距装置	129
第四节 27.5 kV 馈线保护故障的分析与处理	138
第九章 牵引变压器保护	147
第一节 牵引变压器的保护方式	147
第二节 牵引变压器保护	148
第三节 AT 供电方式下的变压器保护	152
第四节 变压器系统保护故障的分析与处理	158
第十章 牵引变电所二次回路及综合自动化	167
第一节 牵引变电所二次回路简介	167
第二节 牵引变电所综合自动化系统的结构及功能单元	174
第三节 人机界面与运行操作	182
第四节 综合自动化系统操作注意事项	196
第五节 视频安全监控系统	198
第十一章 牵引变电所的运行管理	202
第一节 运行车间与检修车间职责划分	202
第二节 记录、报表及填写	204
第三节 牵引变电所的运行和巡视检查	210
第四节 常用导线、保险丝、片的分类与选用	212
第五节 变电所常用仪表及安全用具	214
第六节 常见故障应急处理简要方法	226
第十二章 牵引变电所的倒闸操作和工作票办理	232
第一节 倒闸操作的基本要求	232
第二节 倒闸操作的标准化	234
第三节 倒闸操作卡片及倒闸表	237
第四节 工作票的签发和办理	240

第十三章 电气设备的试验与检修..... 250

 第一节 电气设备试验..... 250

 第二节 高压设备的检修项目和要求..... 256

 第三节 二次设备的检修项目及要​​求..... 287

第十四章 远动系统基本知识..... 309

 第一节 远动系统的结构与功能..... 309

 第二节 调度主站..... 312

 第三节 远动系统的通道..... 316

第十五章 变电设备施工与验收..... 322

 第一节 总 则..... 322

 第二节 供电段组织的设备更新改造和大修施工的相关规定..... 323

 第三节 工程变更、验交、过渡管理..... 325

 第四节 变电施工验收..... 326

参 考 文 献..... 329

第一章 牵引供电系统概述

一、电气化铁道电流制

电气化铁道根据牵引网的电流种类,目前分为四种电流制。

1. 直流制

这是电气化铁道最早采用的电流制。利用直流电向采用直流电动机牵引的电力机车供电,可以极大地简化机车设备。但由于供电电压较低,供电电流大,线路损耗也大,所以,送电距离较短,一般不超过 20~30 km。

直流制在工矿企业、城市地上交通和地铁中应用广泛。

2. 低频单相交流制

和直流制相比,低频单相交流制的导线截面减小,送电距离也可相应提高到 50~70 km。

低频单相交流制的主要缺点是供电频率与工业供电频率不同,故变电所必须有相应的变装置或由铁路专用的低频发电厂供电。

3. 三相交流制

在牵引电流制的发展过程中,个别国家还采用了 3.6 kV 的三相交流制,电力机车牵引电动机采用三相交流异步电动机。

三相交流制是三相对称负荷,不会影响电力系统的三相对称性,牵引变电所和电力机车的结构也都相对简化。主要缺点是机车供电线路复杂,特别是三相异步电动机调速比较困难。

4. 工频单相交流制

我国电气化铁道采用工频单相交流制,与其他供电制相比,主要有以下优点:

(1)牵引供电系统结构简单。牵引变电所从电力系统获得电能并经过电压变换后,直接供给牵引网,变电所结构大为简化。

(2)牵引供电电压增高,既可保证大功率机车的供电,又可延长变电所之间的距离,建设投资和运营成本显著降低。

(3)交流电力机车的黏着性能和牵引性能良好。通过机车上变压器的调压,牵引电动机可以在全并联状态下工作,从而可防止轮对空转的恶性发展,提高了运用黏着系数。

(4)和直流制相比,交流制的地中电流对地下金属的腐蚀作用小,一般可不设专门防护装置。

工频单相交流制存在的主要问题如下:

(1)单相牵引负荷在电力系统中形成负序电流,对容量较小的电力系统影响较大。

(2)电力牵引负荷是感性负荷,功率因数低,特别是采用相控整流后,牵引电流变为非正弦波,出现较大的谐波电流,将使功率因数更低。

(3)牵引网中的单相工频电流将对沿线通信线路造成较大的电磁干扰。

二、工频单相交流制牵引供电系统的供电方式

工频单相交流制牵引供电系统的供电方式主要有以下几种：

(一)直接供电方式

直接供电方式如图 1-1 所示。

直接供电方式的供电回路为：牵引变电所—馈电线—接触网—电力机车—钢轨及大地—牵引变电所。

这种方式的特点是结构简单，造价低廉。主要缺点是对沿线通信干扰大。

(二)带架空回流线的直接供电方式

带架空回流线的直接供电方式，简称 DN 供电方式。如图 1-2 所示。

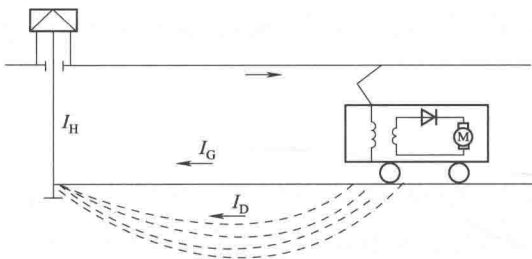


图 1-1 直接供电方式示意图

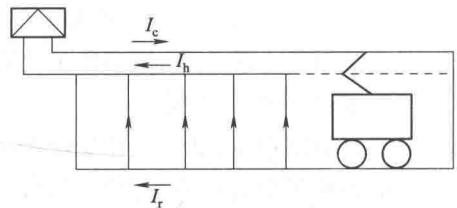


图 1-2 带回流线的直接供电方式示意图

这种供电方式的牵引电流电路为：牵引变电所—馈电线—接触网—电力机车—钢轨及大地架空回流线—牵引变电所。

这种供电方式使原来流经大地和钢轨的部分电流经架空回流线送回变电所，架空回流线电流与接触网电流方向相反，距离又近，其两者产生的电磁场明显较直接供电方式要小，故对沿线通信的干扰减小。

(三)吸流变压器供电方式

吸流变压器供电方式，简称 BT 供电方式。在牵引网中，每隔一定距离，设置一台变比为 1 : 1 的变压器，它的一次绕组串接在接触导线上，二次绕组串接在特设的回流线或钢轨上，图 1-3所示为吸流变压器供电方式原理。

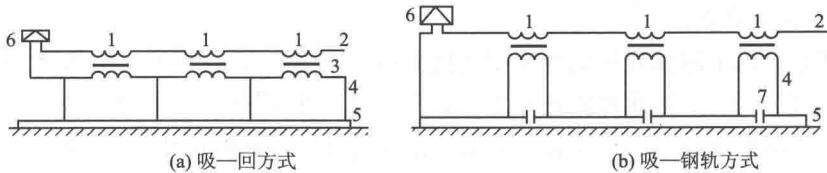


图 1-3 吸流变压器的接线示意图

1—吸流变压器；2—接触网；3—回流线；4—吸上线；5—钢轨；6—牵引变电所；7—绝缘轨缝

(四)自耦变压器供电方式(AT 供电方式)

采用 AT 供电方式的供电系统，如图 1-4 所示。

图中 Tr 表示牵引变电所主变压器，自耦变压器 AT 的变比为 2 : 1，其绕组两端分别接至

接触导线和正馈线,其中性点则与钢轨相连接。接触网与轨道之间的绕组匝数为 W_1 ,正馈线与轨道之间的绕组匝数为 W_2 , $W_1=W_2$,绕组 W_1 与 W_2 串联接入电源,电压为 $2U$ (即 $2\times 27.5\text{ kV}$)。为了尽可能地减少对通信线路产生的电磁干扰,正馈线与接触导线架设在同一支柱上。

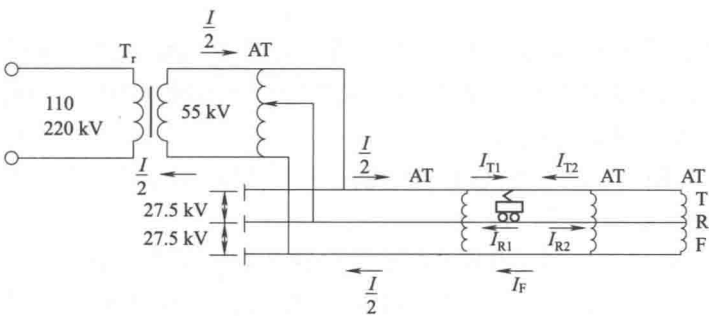


图 1-4 AT 供电方式供电系统示意图

一般情况下,正馈线和接触导线对钢轨具有相同电压,所以 AT 供电方式的馈电电压为直接供电方式和 BT 供电方式的两倍,供电能力大,电压损失小,供电距离长。

三、电力牵引供电系统的组成

电力牵引供电系统的构成示意图如图 1-5 所示。主要由以下几部分组成。

(一)一次供电网络

一次供电网络是指直接向牵引变电所供电的地区变电所(或发电厂)及高压输电线路。高压输电线路电压为 110 kV 或 220 kV,由国家电力部门修建并管理,专门用于牵引供电,与铁路供电系统的分界点以供用电合同为准。

(二)牵引变电所

牵引变电所的作用是降压,并将三相电源转换成两个单相电源,然后通过馈电线分别供电给牵引变电所两侧的接触网。

(三)牵引网

牵引网是由馈电线、接触网、钢轨、回流线等组成。馈电线是连接牵引变电所母线和接触网的供电线。

接触网是牵引网的主体,其结构复杂,运行条件差,日常维修工作量大,短路故障较多,与牵引供电的可靠性直接相关。

流过电力机车的负荷电流主要经钢轨和回流线回到牵引变电所。部分电流沿大地流回到牵引变电所,形成地回流。

(四)分区亭

为了增加供电的灵活性,提高运行的可靠性,在两个相邻牵引变电所供电的接触网区段通常加设分区亭,如图 1-5 中的 8 所示。分区亭的作用是:

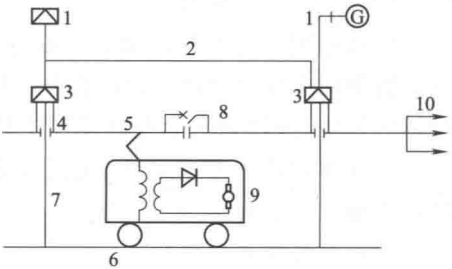


图 1-5 工频单相交流牵引供电系统示意图

- 1—区域变电所或发电厂；2—高压输电线路；
- 3—变电所；4—馈电线；5—接触网；6—钢轨；
- 7—回流线；8—分区亭；9—电力机车；
- 10—开闭所

(1)可以使复线区段的上、下行实行并联或分开供电。

(2)相邻牵引变电所发生故障而不能继续供电时,可以闭合分区亭内的越区开关由非故障牵引变电所实行越区供电。

(3)提高供电臂末端网压。

(五)开闭所

电气化铁道的枢纽站场(如编组站、客站、机车整备线等),均由接触网供电。为了提高供电的可靠性和灵活性,通常将其分组独立供电,需要增设开闭所,如图 1-5 中的 10 所示。

(六)自耦变压器站(AT 所)

电气化区段若采用 AT 供电方式时,在沿线每 8~12 km 应设置一个自耦变压器和相应的配电装置,即自耦变压器站(简称 AT 所)。

AT 供电方式中自耦变压器是并联连接在接触网和正馈线之间的,提高了供电可靠性,有利于高速和大功率电力机车运行。在自耦变压器的作用下,牵引负载电流经接触网和正馈线供给,且由于接触网和正馈线的电压为电力机车电压的 2 倍,在功率相同的情况下,经接触网和正馈线的电流只是机车负载电流的一半,且接触网和正馈线是同杆架设,两个方向相反的电流对外界的电磁干扰已基本抵消,所以对通信线路的干扰大大降低。

自耦变压器可以经过断路器接入牵引网,一旦自耦变压器发生事故,可以由断路器就地切除。

四、接触网的供电方式

接触网的供电方式是指牵引变电所向接触网的供电方式。

(一)单线单边供电

即接触网的每个分段由牵引变电所从一边供应电能,如图 1-5 所示。每个牵引变电所的两个臂供两个接触网区段,相邻两个变电所之间的两段接触网相互绝缘。但为了在必要时实行越区供电,在接触网分界点设有柱上隔离开关,且照惯例,此两段接触网供同相电。

单线单边供电方式是每个供电臂独立供电,变电所的倒闸操作及馈线保护都比较简单,故目前普遍采用。

(二)复线单边供电

1. 单边末端并联供电:由于复线区段牵引变电所同一侧的上、下行接触网均供同相电,以图 1-6 所示的相序为例,故可在接触网供电分段的末端用分区亭中的断路器连接起来,形成单边末端并联供电。

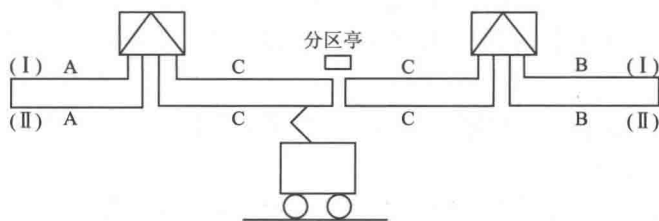


图 1-6 复线区段的单边供电方式

单边末端并联供电时,电力机车由上、下行接触网两线路并联供电,使分配到每条接触网中的电流减小,从而使接触网中的电压损失和电能损失显著减小。

2. 单边全并联供电:单边全并联供电通常有两种方式,一种利用 AT 所断路器并联;另一种是利用柱上负荷开关并联,形成如图 1-7 所示的并联网络。



图 1-7 复线单边全并联供电

单边全并联供电方式比末端并联更能有效地减小接触网阻抗,降低接触网电压损失和电能损失。

第二章 变 压 器

第一节 变压器分类及结构

变压器是利用电磁感应原理来升高或降低电压的一种静止电气设备,它以相同的频率把电能由某一种电压变成另一种电压,还可以用来改变电流、变换阻抗、改变相位、进行隔离。

一、变压器的分类

按用途可分为电力变压器、调压变压器、控制变压器、测量变压器(电压、电流互感器)、试验变压器、特种变压器等。

按绕组结构可分为双绕组变压器、三绕组变压器、多绕组变压器和自耦变压器。

按相数可分为单相变压器、三相变压器、多相变压器。

按冷却方式分有油浸变压器、干式变压器和充气式变压器等。

按中性点绝缘水平分有全绝缘变压器和半绝缘变压器。

按调压方式分有无励磁(无载)调压变压器和有载调压变压器。

二、变压器的结构

变压器的种类很多,但其基本结构相同,主要由铁芯和绕组两个部分组成。铁芯是变压器的磁路部分,绕组是变压器的电路部分。此外,电力变压器还有油箱、油枕、气体继电器、防爆管、分接头开关、绝缘套管等附件。附件的作用是对铁芯与绕组进行散热、保护与绝缘等,它能保证变压器安全可靠地运行。图 2-1 是三相油浸式电力变压器的结构示意图。

(一)变压器的铁芯

铁芯是变压器重要的组成部件之一,它由高导磁的硅钢片叠积和钢夹件夹紧而成,它主要有两个方面的功能:

(1)铁芯构成了变压器的磁路部分,是电能转换的媒介。

(2)在结构上,它是构成变压器的骨架,套装着绕组,支撑着引线、木夹件、分接开关和其他组件。

变压器在运行时或在进行高压试验中,铁芯及其金属部件处于强电场的不同位置,由静电感应的电位也各不相同,使得铁芯和各金属部件之间或对接地体产生电位差,在电位不同的金属部件之间形成断续的火花放电,这种放电将使变压器油分解,并损坏固体绝缘。因此对铁芯及其金属部件都必须进行可靠接地。由于铁芯硅钢片之间的绝缘电阻很小,只需一片接地即可认为铁芯全部叠片都接地。

铁芯的接地点一般应设在低压侧,只允许一点接地。需要接地的各部件之间只允许单线连接。铁芯中如有两点或两点以上的接地,接地点之间可能形成闭合回路,当有较大的磁通穿过时就会在回路中感应出电动势并引起电流,当电流较大时,会引起局部过热故障甚至烧坏铁芯。

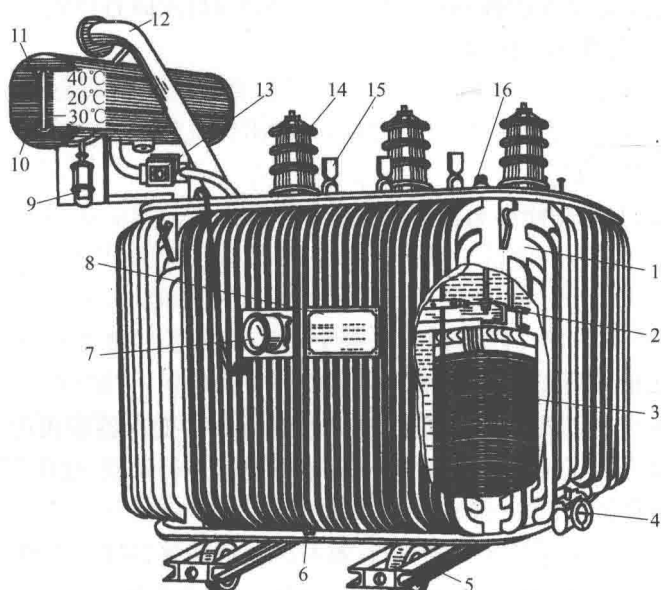


图 2-1 油浸式中型电力变压器结构图

1—油箱；2—铁芯；3—绕组及绝缘；4—放油阀门；5—小车；6—接地螺栓；7—信号温度计；8—铭牌；9—呼吸器；10—储油柜；11—油温表；12—安全气道；13—气体继电器；14—高压套管；15—低压套管；16—分接开关

(二) 变压器绕组及绝缘

绕组是变压器输入和输出电能的电气回路，是变压器的基本部件，也是变压器检修的主要部件。它是由铜、铝的圆、扁导线绕制，再配置各种绝缘件组成的。绕组必须具有足够的电气强度、耐热强度和机械强度。

根据变压器绝缘性质可将变压器绝缘分为外绝缘和内绝缘两大类。

通常将变压器油箱以外的空气绝缘称为外绝缘，外绝缘直接受到外界气候条件的影响。

通常将变压器油箱以内的绝缘，包括绝缘油以及浸在油里的纸及纸板等称为变压器的内绝缘，内绝缘不受外界气候条件的影响。内绝缘又分为主绝缘和纵绝缘。主绝缘可分为绕组间或绕组对铁芯柱间的绝缘、绕组对铁轭绝缘和引线绝缘三种。纵绝缘是指变压器绕组的匝间和层间绝缘。

(三) 变压器油箱

油箱是油浸式变压器的外壳，具有容纳器身、充注变压器油及散热冷却的作用。变压器油有两种作用：一是作为绝缘介质，二是作为散热的媒介，即通过变压器油的循环，将绕组和铁芯中散发出来的热量带给箱壁或散热器进行冷却。油箱都是用钢板焊接成的，其结构随变压器容量的大小以及附件的种类的多少、大小而不同。

(四) 冷却装置

变压器的冷却装置是将变压器运行中由损耗所产生的热量散发出去，以保证变压安全运行的装置。

冷却装置一般是可拆卸的，不强迫油循环的称为散热器，强迫油循环的称为冷却器。

(五) 变压器套管

变压器套管将变压器高、低压绕组的引线分别引到油箱的外部，不但作为引线对地的绝缘，而且也能起到固定引线的作用。

我国统一规定变压器套管的排列次序是从高压侧看,自左向右排列。

对于三相变压器,其排列次序为:

高压:O—A—B—C;

低压:o—a—b—c;

中压: O_m — A_m — B_m — C_m 。

对于单相变压器,其排列次序为:

高压:A—X;

低压:a—x;

中压: A_m — X_m 。

(六)变压器调压装置

由于电网电压的变动以及负载的变化,将导致运行中的变压器输出电压的波动。为保证电气设备及变压器自身的正常工作,需对变压器输出电压进行调整,变压器输出电压的调整范围一般不超过额定电压的 $\pm 5\%$ 。

变压器绕制绕组时留出了若干个抽头,在器身装配后将这些抽头引到了调压装置,这些抽头叫分接头。采用分接开关对分接头进行切换,以接入不同的绕组匝数,从而改变变压器的输出电压,这是调压的主要方式。

由于高压绕组的电流比低压绕组的电流小,其导线截面也小,绕组绕制时抽头比较容易,同时额定电流小的分接开关结构简单,容易制造和安装。而变压器的高压绕组又在外面,抽头引线引出很方便,对于降压变压器当电网电压变动时,在高压绕组进行调压就可以适应电网电压的变动,因此变压器的调压一般都改变高压绕组的匝数。

调压分为无载调压(又叫无励磁调压)和有载调压两种。在二次侧不带负载,一次绕组也与电网断开的情况下调压,称为无载调压,所使用的开关称为无载(无励磁)分接开关;在二次侧带负载,一次侧也与电网连接的情况调压,称为有载调压,所使用的开关称为有载分接开关。

(七)变压器油枕及保护装置

1. 油枕

油枕又称储油柜,是位于变压器油箱盖上部的圆筒形的储油容器,是一种油保护装置。其作用有:

(1)调节油量,保证变压器油箱内经常充满油。

(2)减少油和空气的接触面,防止油过快老化和受潮。

(3)保证套管内的油位。当储油柜最低油位时,由于比油箱顶的直接充油式套管要高,因而可以经常使套管内充满油,保证套管的绝缘强度。

2. 防爆装置

(1)防爆筒

防爆筒又称安全气道,安装在变压器油箱盖上(钟罩式油箱安装在油箱的顶部)作为油箱内部的过压保护。

(2)压力释放阀

由于防爆管中防爆薄膜的厚度、质量有一定差异,对爆破压力随机影响很大,另外防爆管中变压器油和大气接触,不能满足全密封式变压器的要求,近年来已逐渐被压力释放阀所代替。压力释放阀有一金属膜盘,平时受弹簧弹力的作用紧贴在阀座上,当油箱

内压力增至规定值(大于弹簧弹力)时,膜盘被顶起,将油箱中的压力释放出来,从而保护油箱。

压力释放阀可直接安装在变压器油箱的平盖、斜盖、升高座或箱壁上,但最大倾斜角度不应大于 45°,以 15°~20°为好,为防止喷出的油四处飞溅,可经导流罩向指定方向喷流。

(3)吸湿器

吸湿器又称呼吸器,是油浸式变压器储油柜的重要附件。吸湿器的主体为一玻璃筒,内部装有吸湿材料,通常为天蓝色的变色硅胶,当进入储油柜的潮湿空气经过硅胶时,其潮气便被硅胶所吸收,以减少潮气进入储油柜内。吸湿器的硅胶中浸渍有氯化钴,由于氯化钴在干燥时呈天蓝色,吸湿受潮后变为粉红色,故用来作干燥剂的指示剂。当硅胶全部变为粉红色后,就表示硅胶已失去吸湿的性能了,应该更换新的硅胶。在吸湿器底部呼吸通道口处设有油封,用于过滤大气中的各种颗粒状粉尘,防止其进入储油柜的变压器油中。

(4)气体继电器

气体继电器又叫瓦斯继电器,是变压器的重要保护元件,当变压器内部出现故障(如绝缘击穿、铁芯故障等)时,气体继电器能够迅速动作,发出信号或使开关跳闸,以达到保护变压器的目的。

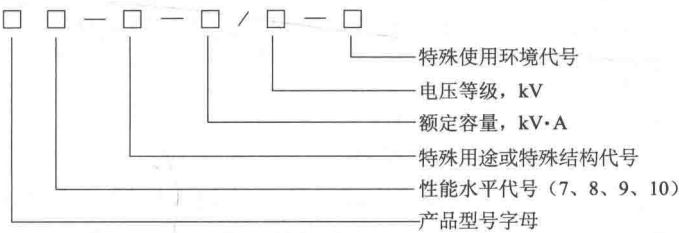
(5)温度计

温度计是用来测量变压器上层油温的。安装在变压器油箱盖上的测温筒内。

第二节 变压器型号和性能参数

一、变压器的型号

变压器的型号通常由表示相数、冷却方式、调压方式、绕组线芯等材料的符号,以及变压器容量、额定电压、绕组连接方式组成。变压器型号的表示方法如下。



变压器的型号和字母符号含义如表 2-1 所示。

表 2-1 电力变压器的产品型号中字母排列顺序及含义

序号	分 类	涵 义	代表符号	序号	分 类	涵 义	代表符号
1	绕组耦合方式	独立	—	3	绕组外绝缘介质	变压器油	—
		自耦	O			空气(干)式	G
2	相数	单相	D			气体	Q
		三相	S			成型固体	C
						包封式	CR
						难燃液体	N