

职业技能培训教程

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENG

循环水操作工

XUN HUAN SHUI CAO ZUO GONG

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



中国石油大学出版社

CHINA PETROLEUM UNIVERSITY PRESS

职业技能培训教程

循环水操作工

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

职业技能培训教程：各 种 书
工种技术操作：各 种 书
中国石油天然气集团公司人事服务中心 著 书

责任编辑：孙志永(电话 0246-8302802)

出版者：中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址：<http://www.upbook.com.cn>

电子邮箱：sunzhy121@126.com

非 版 权 著：青岛海利隆石油有限公司

印 刷 者：东营市新华印刷厂

发 行 者：中国石油大学出版社(电话 0246-8302802)

开 本：185×260 印张：37.52 字数：202 千字

版 次：2007 年 11 月第 1 次印刷

价 格：38.00 元

中国 石油 大学 出版 社

图书在版编目(CIP)数据

循环水操作工/中国石油天然气集团公司人事服务中心编. —东营:中国石油大学出版社,2007.3

ISBN 978-7-5636-2219-1

I. 循... II. 中... III. 火电厂—水循环系统—技术培训—教材 IV. TM621.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 030644 号

丛 书 名: 职业技能培训教程

书 名: 循环水操作工

作 者: 中国石油天然气集团公司人事服务中心

责任编辑: 孙志永(电话 0546—8393394)

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: sunzhy1212@126.com

排 版 者: 青岛海讯科技有限公司

印 刷 者: 东营市新华印刷厂

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392565,8399580)

开 本: 185×260 印张: 23.25 字数: 595 千字

版 次: 2007 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

职业技能培训教程

编审委员会

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 职丽枫 朱长根 郭向东
李钟磬 史殿华 马 富 关昱华 郭学柱
李爱民 刘文玉 熊术学 齐爱国 刘振勇
王家夫 刘瑞善 丁传峰 乔庆恩 申 泽
刘晓华 蔡激扬 阿不都·热西提 郭 建
王阳福 郑兴华 赵忠文 刘孝祖 时万兴
王 成 商桂秋 赵 华 杨诗华 刘怀忠
杨静芬 纪安德 杨明亮 刘绍胜 姚 斌
何 明 范积田 胡友彬 多明轩 李 明
蔡新江

前 言

为提高石油工人队伍素质,满足职工培训、鉴定的需要,中国石油天然气集团公司人事服务中心继组织编写了第一批 44 个石油天然气特有工种的培训教程与鉴定试题集之后,又组织编写了第二、三批 106 个工种的职业技能鉴定试题集,并分别由石油工业出版社和中国石油大学出版社出版。根据企业组织工人进行培训和职工学习技术的需要,我们在第二、三批题库的基础上,又组织编写了第二批 32 个工种的工人培训教材。

本批教材只编写基础理论知识与相关专业知识部分,内容、范围与题库基本一致,不分级别,与已编写出版的第二、三批试题集配套使用,便于组织工人进行鉴定前培训。由于在公开出版发行的试题集中,只选取了题库中的部分试题,因此本批教材对工人学习技术,提高知识技能将起到应有的作用。

《循环水操作工》由大庆炼化公司编写,张燕、周东任主编,参加编写的人员有苏庆峰、马淑清、李立。其中专业知识部分第一、二、三、四、六章由周东编写;专业知识部分第七、八、九、十、十一、十二、十三章由张燕编写;专业知识部分第五章,相关知识部分第一、二、三章由苏庆峰编写;基础知识部分第一、二、三、四章,相关知识第四章由马淑清、李立编写。最后经中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心组织专家进行了终审,参加审定的专家有大庆油田江常宏、周东、马骏、张燕,大连石化公司李林,锦州石化公司孙曼茹。在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中错误、疏漏之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2007 年 3 月

目 录

第一部分 基础知识

第一章 电学基础知识	(1)
第一节 电学基本概念	(1)
第二节 电容器基础知识	(5)
第三节 变压器基础知识	(6)
第四节 电动机基础知识	(8)
第二章 仪表计量基础知识	(13)
第一节 压力表	(13)
第二节 自动控制系统	(15)
第三节 浮子流量计	(18)
第四节 超声波流量计	(20)
第五节 热式质量流量计	(21)
第六节 插入式流量计	(23)
第三章 常用工具及金属材料基础知识	(25)
第一节 常用工具	(25)
第二节 金属材料	(28)
第四章 力学和水力学基础知识	(33)
第一节 力的基本知识	(33)
第二节 压力、压强和浮力的概念	(35)
第三节 流体动力学基本知识	(36)

第二部分 专业知识

第一章 泵	(40)
第一节 概述	(40)
第二节 离心泵	(40)
第三节 离心泵的性能	(42)
第四节 离心泵的结构特征和要求	(45)
第五节 离心泵材料的选用	(52)
第六节 离心泵轴封形式	(53)
第七节 高速泵	(56)
第八节 旋涡泵	(57)
第九节 容积式泵	(58)

第十节 原动机的选用	(62)
第二章 离心泵的维护、运行、检修、选择和故障排除	(65)
第一节 离心泵的维护	(65)
第二节 离心泵的运行操作	(68)
第三节 离心泵的检修	(73)
第四节 泵的选购要求	(78)
第五节 离心泵的故障分析及排除措施	(82)
第三章 真空泵	(87)
第一节 概述	(87)
第二节 往复式真空泵	(91)
第三节 油封式真空泵	(93)
第四节 水环式真空泵	(100)
第五节 喷射式真空泵	(105)
第六节 其他类型真空泵	(111)
第四章 风机	(115)
第一节 离心式通风机	(115)
第二节 轴流通风机	(119)
第三节 罗茨鼓风机	(121)
第四节 冷却塔用轴流风机的维护和故障处理	(124)
第五节 冷却塔用轴流风机的检修	(126)
第六节 试车	(132)
第五章 冷却塔	(134)
第一节 冷却构筑物分类	(134)
第二节 冷却塔简介	(136)
第三节 冷却塔的工艺构造	(138)
第四节 冷却塔结冰及防冻措施	(144)
第五节 冷却塔的设计与测试	(146)
第六节 冷却塔使用过程中的注意事项	(148)
第六章 过滤罐	(151)
第一节 过滤概述	(151)
第二节 快滤池过滤工艺	(152)
第三节 滤料和承托层	(155)
第四节 快滤池的冲洗	(158)
第五节 无阀滤池	(162)
第七章 水质分析化验	(164)
第一节 实验室用水及化学试剂	(164)
第二节 溶液的基础知识	(166)
第三节 试样的采集与制备	(170)
第四节 误差分析与数据处理	(170)
第五节 分析化验中常用的玻璃仪器与分析仪器	(171)

第六节 化学分析法基础知识	(175)
第八章 原水处理技术与给水系统	(181)
第一节 水资源及天然水的性质	(181)
第二节 原水处理技术	(183)
第三节 给水系统	(194)
第四节 节约水资源和防止水污染	(202)
第九章 锅炉水处理	(204)
第一节 锅炉水水质标准	(204)
第二节 离子交换树脂及离子交换原理	(207)
第三节 离子交换水处理系统的工艺与设备	(218)
第四节 软化水处理技术	(222)
第五节 脱盐水处理技术	(226)
第六节 除氧技术	(230)
第十章 冷却水处理	(234)
第一节 冷却水水质处理的基本方法	(234)
第二节 冷却水中水垢及其控制	(235)
第三节 冷却水中金属的腐蚀及其控制	(240)
第四节 冷却水中微生物的生长及其控制	(246)
第五节 冷却水系统的清洗和预膜	(251)
第六节 冷却水处理方案与复合配方	(254)
第十一章 循环冷却水系统工艺原理及工艺指标	(259)
第一节 冷却水系统简介	(259)
第二节 循环冷却水系统工艺原理	(260)
第三节 浓缩倍数及调节	(263)
第四节 循环冷却水装置开停工方案	(265)
第五节 循环冷却水水质监测与控制	(266)
第十二章 冷却水系统的日常运行及管理	(273)
第一节 循环冷却水系统日常运行中的水质管理	(273)
第二节 循环冷却水日常运行中的其他管理	(275)
第三节 冷却水系统中腐蚀、沉积物和微生物的现场监测	(279)
第四节 循环冷却水系统中的事故及其处理	(282)
第十三章 工业污水处理	(285)
第一节 工业污水的分类与主要污染物	(285)
第二节 工业污水的非生物处理方法	(287)
第三节 工业污水的生物处理方法	(296)

第三部分 相关知识

第一章 压力容器与工业管道	(304)
第一节 压力容器的概述	(304)

第二节	压力容器的使用管理与定期检验	(305)
第三节	压力容器的安全附件	(311)
第四节	压力管道	(314)
第二章	质量管理	(317)
第一节	全面质量管理	(317)
第二节	质量管理体系认证	(318)
第三章	安全管理	(323)
第一节	安全管理基本知识	(323)
第二节	防火防爆及消防知识	(328)
第三节	劳动防护	(332)
第四章	机械制图	(337)
第一节	制图的基础知识	(337)
第二节	绘图工具和仪器的使用方法	(342)
第三节	投影的概念	(342)
第四节	视图	(343)
第五节	剖面	(348)
第六节	局部放大图和简化画法	(350)
第七节	装配图的内容	(352)
附录		(354)
参考文献		(361)

附录三 关联关系

.....		第一章
.....		第二章

第一部分 基础知识

第一章 电学基础知识

第一节 电学基本概念

一、电的基础知识

1. 电荷及电量

在一般情况下,因物体内部的正、负电荷数相等,物体呈电中性,即不带电。当物体受到外界作用(如摩擦、加热)时,有可能失去或者得到电子,则物体呈带电状态。失去电子,物体带正电;得到电子,物体带负电。无论是摩擦起电,还是感应起电,电荷静止不动的现象,称为静电。从带电的角度讲,电子、负离子和正离子统称带电粒子,也称电荷。

电荷是客观存在的物体,既不能消灭,也不能创造,只能从一个物体转移到其他物体,而电荷总量不变,这个结论叫电荷守恒定律。

正负电荷之间存在作用力,同性电荷互相排斥,异性电荷互相吸引,这就是电的性质。带电体所带电荷的多少叫做电量,用符号 Q 表示。每一个电子所带的电量是一定的,因此,电量可以用电子数目来表示,单位为库仑(C)。

2. 电流

电荷在导体中有规则的运动就形成了电流。习惯上,人们把正电荷流动的方向作为电流的方向。在导线中,电流实际上是带负电的电子流动形成的,但其效果与等量的正电荷向相反方向流动完全相同。因此,电流的方向与电子的流动方向相反。

电流可分为直流电和交流电两种。电流在导线中流动方向始终不变的叫直流电。电流在导线中的流动方向是来回交变的,并且电流的大小随方向的变化作周期性变化,这种电流称为交流电。

电流用符号 I 表示:

$$I=Q/t$$

式中 Q ——电荷量,C;

t ——时间,s。

导体中的电流就是单位时间内通过导体横截面的电荷量。电流的大小取决于在一定时间内通过导体横截面的电荷量多少,单位为库/秒,又称作安培(A),简称安。如果1s内通过导体横截面的电量是1C,则导体中的电流就是1A。

安培与其他电流单位的换算关系是:

$$1\text{ A}=10^3\text{ mA}=10^6\text{ }\mu\text{A}$$

3. 电场

物体之间的相互作用,或者通过直接接触,或者通过中间媒介的传递,电荷之间的作用力

也不例外。它们既非直接接触,那么必然是通过中间媒介的传递而相互作用。实验证明:即使在没有分子、原子等物质存在的“真空”中,电荷之间也能传递力的作用。可见,电荷之间的相互作用力,是通过一种特殊形态的物质传递的。带电体周围的空间存在着一种特殊形态的物质,这种物质就是电场。

电荷与电场是不可分割、相互依存的。只要有电荷存在,电荷周围就有电场存在。同性电荷相斥,异性电荷相吸,就是电荷的电场作用于另一电荷的结果。由静止电荷建立的电场称作静电场。

电场的重要特性,就是它对静止电荷具有力的作用。因此,检验某处是否有电场存在,可以通过检测静止电荷在该处是否受力来判断。电场是有强度的,电场强度是一个向量,它的方向是正电荷在该点的受力方向。电荷在电场中受到力的作用,沿着电场力的方向移动,电场力将做功,这一事实说明了电场具有能量。

4. 电力线

为了更形象的描绘电场,人们引入了电力线来表示电场的强弱和方向。电力线上任一点的切线与该点电场强度方向一致,电力线的疏密则表示电场的强弱。两个点电荷之间作用力的方向在两电荷中心连线上。

5. 电位与电位差

为了说明电场在做功方面的特性,引入了电位的概念。电路中某点与参考点(零电位点)间的电压称作该点的电位。

实验证明,将电量不等的试验电荷,从电场中同一点移到参考点时,电场力所做的功 W 与试验电荷的电量 Q 成正比,但功与电量的比值则是一个固定不变的数值。将电荷从电场中某点移到参考点所做的功 W 与电荷电量 Q 的比值称作该点的电位,并用符号 V 表示,即

$$V=W/Q$$

从式中可以看出,电场中某点的电位,在数值上就等于电场力将单位正电荷从该点移到零电位点所做的功。

电位的单位是 J/C , 又称伏特(V)或简称伏。如果电场力把 1 C 电量,从某点移到零电位点所做的功为 1 J , 则该点的电位为 1 V 。

电位有正负之分,高于零电位的为正电位,低于零电位的为负电位。电位的数值与零电位点的选定有关。零电位点的选择不同,各点电位的数值也就不同。

在均匀电场中,沿着电场方向的两点间的电压,等于两点间距离与电场强度的乘积。电路中任意两点之间的电位之差,就称作该两点的电位差;两点间的电压就是两点的电位差。

电压的单位是伏特。对于较小的电压,常用毫伏或微伏来度量,较大的电压则用千伏来度量。它们与伏的关系是:

$$1\text{ mV}=10^{-3}\text{ V}$$

$$1\text{ }\mu\text{V}=10^{-3}\text{ mV}$$

$$1\text{ kV}=10^3\text{ V}$$

常用的干电池正、负极间的电压为 1.5 V , 一般照明用电的火线与地线之间的电压为 220 V 。

6. 电阻及电阻率

在电场作用下,导体内自由电子做定向运动,运动过程中自由电子要与原子核相碰撞,因此要受到一定的阻力,这种阻力叫电阻,用 R 表示。电阻的单位是欧姆,简称欧。较大的电阻

用千欧或兆欧来度量,它们与欧的关系是:

$$1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 \text{ M}\Omega = 10^3 \text{ k}\Omega = 10^6 \Omega$$

导体电阻的大小,主要取决于导体材料的导电性能和几何尺寸。实验证明,同一材料制成的导体,在外界条件相同的情况下,电阻与导体长度成正比,与导体横截面积成反比,用公式表示为:

$$R = \rho L / S$$

式中 R ——导体的电阻, Ω ;

L ——导体的长度, m ;

S ——导体的截面积, mm^2 ;

ρ ——导体的电阻系数, $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ 。

电阻系数 ρ 是材料导电性能的物理量,称为该材料的电阻率,在数值上等于用这种材料制成的长度为 1 m ,横截面积为 1 mm^2 的导体具有的电阻。必须指出,各种材料的电阻系数与温度有关。

7. 欧姆定律

在一段导线的两端加上电压 U 后,导线中将有电流 I 流过。金属导线中的电流与导线两端电压成正比,这一规律称作欧姆定律。其形式是:

$$I = U / R$$

式中的 R 就是导线的电阻。

8. 电功与电功率

把电能转换成其他形式的能,叫做电流做功。电流所做的功称为电功,电功的大小与通过用电器的电流和加在用电器两端的电压及通电时间成正比。

$$W = UIt$$

单位时间内电流所做的功称为电功率,用 P 表示:

$$P = W / t = UI = I^2 R = U^2 / R$$

即电功率等于电压与电流的乘积;当用电器的电阻一定时,电功率与电流的二次方成正比。

电功率的单位是瓦特(W),简称瓦。较大的电功率用千瓦(kW)来度量,较小的电功率用瓦(W)或毫瓦(mW)来度量,它们之间的关系是:

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 10^3 \text{ mW}$$

在生产中,有的地方还用马力(hp)作为功率的单位,它与瓦的关系是:

$$1 \text{ hp} = 736 \text{ W}$$

电功率是工程中一个重要的物理量,平时用电设备的容量就是指用电设备的电功率。例如 $220 \text{ V } 45 \text{ W}$ 的电烙铁,就表示该电烙铁接入 220 V 电压时,它消耗的电功率为 45 W 。

通常用千瓦·时($\text{kW} \cdot \text{h}$)来表示电功, $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 俗称 1 度电,也就是功率为 1 kW 的用电设备,工作 1 h 所消耗的电能。

例 1-1-1: 某车间使用 45 W 的电烙铁 50 只,平均每天用电 6 h ,每月工作 25 d ,问每月耗电多少度?

$$\text{解: } W = Pt = 25 \times 6 \times 50 \times 45 \times 10^{-3} = 337.5 (\text{kW} \cdot \text{h}) = 337.5 (\text{度})$$

9. 电流的热效应

电流通过电阻,电能转变为热能,使电阻温度升高,这种现象称作电流的热效应。

电阻在时间 t 内消耗的电功 $W = I^2 R t$ 。

电流的热效应在生产中用途很广,常用的电炉、电烙铁等就是利用电能转化为热能进行工作的,然而,电流的热效应也有对生产不利的一面。例如,变压器等一类用电设备的线圈,都是由导线绕制而成的,电流通过时,导线电阻消耗的电能转变为热能。如果热量大,来不及向四周散失,将使导线温度升高,有可能损坏导线之间的绝缘。因此,导线中允许通过的电流不能超过一定数值。

对于某些已制成的电阻器或用电设备,在正常工作时,对通过它们的电流必须加以限制。设备在长时间工作时,最大允许通过的电流称为额定电流。额定电压是指设备工作时允许承受的最大电压,电压超过额定值时,设备可能被击穿、损坏。额定功率是指用电设备长时间工作时能承受的最大功率。功率超过额定值时,设备性能会发生很大的变化,并可能烧坏。

在低压电路中,对电路的短路保护,最经济的办法就是在电路中串联熔丝(俗称保险丝)。常用的熔丝是由铅锡合金制成的,它的熔点很低;一旦发生短路,由于电流大,熔丝因过热而熔断,从而可以自动地切断电流,避免事故。

二、电路组成及种类

电路是电流的通路,一般电路是由电源、负载、开关和导线四者按一定的方式组合起来的。电源外部电路称作外电路,电源内部电路称作内电路。

当电路中的导线断开,电路不完整,导致电流中断的现象称为开路。只有在通路的情况下,电路才有正常的工作电流。在闭合回路中,发生断线使电流不能导通的现象称为断路。闭合回路的导线断开时,其导线两端的电压不为零。电路还分为简单电路和复杂电路。

电路中,为了达到一定目的,常常把几只电阻用各种方式连接起来使用。最基本的连接方式有两种,即串联与并联。

1. 电阻的串联

几个电阻依次相接,中间没有分岔,各电阻流过同一电流,这种连接方式称作电阻的串联。将两个或两个以上电阻首尾相连,没有分支的电路叫串联电路。

由于没有分岔,各电阻中流过相同的电流,即各电阻上的电压与它们的阻值成正比,而总电压等于各电阻上的电压之和。

2. 电阻的并联

几个电阻,它们的一端都接在电路的一点,另一端都接在电路的另一端,各电阻承受相同的电压,这种连接方式称作电阻的并联。

并联电路中,各支路电流大小与该支路电阻成反比,即并联电路等效电阻的倒数等于各支路电阻倒数之和。

3. 开关

用来切断电路的元件叫开关,开关分为闸刀开关、倒顺开关。

倒顺开关又称可逆转换开关,可用来控制电动机的正反转。闸刀开关根据刀极数目分为二极和三极两种。

在开关中,字母 G 代表隔离开关,字母 J 代表接地开关,字母 F 代表负荷开关。

第二节 电容器基础知识

一、电容器的概念及作用

电容器是组成电路的一种基本元件。电容器就是储存电荷的容器。用绝缘物质隔开的两个导体,就构成一个电容器。大多数的电容器就是由两片金属板中间隔以绝缘物质组成的。金属板称作电容器的极板,绝缘物质称作电容器的介质。电容器的作用是进行无功补偿。

如果电容器储存电量为 Q ,两极板间电压为 U ,则

$$Q=CU$$

常数 C 为电容器的电容量,简称电容。

$$C=Q/U$$

电容的大小表示电容器储存电荷的能力。电容的单位为库/伏,又称法拉(F),简称法。

电容器的电容大小与它的几何尺寸、介质性质有关。

二、电容器的额定值和种类

不同种类的电容器,其性能与用途也各不相同,即使同类电容器,也有不同的规格,各种电路对电容器的要求也是不同的。要合理选用电容器和保证电容器安全工作,就必须了解电容器的额定值和种类。

1. 电容器的额定值

电容器的成品上都标明有电容值、允许误差和工作电压值等,这些数值统称为电容器的额定值。

(1) 电容器的标称容量和允许误差。

电容器上所标明的电容值称为标称容量。电容器的标称容量和实际容量是有差值的,这一差值称为电容器的误差。例如标称容量为 100 pF 的电容器,其实际容量可能在 $90\sim 110\text{ pF}$ 之间,误差为 10% 。实际电容器的误差限定在允许误差范围内,此误差称为允许误差。

电容器电容值的允许误差,按其精密度一般分为五级: $\pm 1\%$ (00级)、 $\pm 2\%$ (0级)、 $\pm 5\%$ (I级)、 $\pm 10\%$ (II级)和 $\pm 20\%$ (III级)(不包括电解电容器)。电容器的误差有的用百分数表示,有的用误差等级表示。电容器的允许误差常标在它的外壳上。

在一些精密的仪器和设备中,对使用的电容器的精密度要求很高,一般电解电容器的允许误差范围较大。如铝电解电容器的允许误差是 $-20\%\sim +20\%$ 。

(2) 电容器的额定工作电压

电容器的额定工作电压值是指电容器能长时间工作而介质不被损坏的直流电压值。电容器的外壳上一般都标有它的额定工作电压,使用时加在电容器上的电压不应超过它的额定工作电压值。电容器的外壳上,通常还用DC或符号“—”表示电容器所标明的额定工作电压,指的是直流工作电压值。如果该电容用在交流电路中,应使交流电压最大值不超过它的额定工作电压值,否则电容器会被击穿。

2. 电容器的种类

电容器按结构可分为固定式电容器、可变电容器和半可变电容器三大类。固定式电容器的电容量是固定不可调的,可变电容器的电容量可在一定范围内随意变动,半可变电容器可在小范围内改变电容量。

第三节 变压器基础知识

一、变压器的概念

变压器是一种用于电能转换的电器设备,它可以把一种电压、电流的交流电能转换成相同频率的另一种电压、电流的交流电能。变压器不但可以变换电压、电流,而且在电子线路中还用它进行阻抗变换,以达到阻抗匹配,使负载获得最大的功率。

在输电方面,使用变压器不仅可以减少输电线的截面积,节省材料,还可以减小线路的功率损耗。因此在输电时必须利用变压器将电压升高。在用电方面,为了保证用电的安全和合乎用电设备的电压要求,还要利用变压器将电压降低。

二、变压器的种类

变压器可以根据其工作频率、用途及铁芯形状等进行分类。

1. 按频率分类

变压器按工作频率可分为高频变压器、中频变压器和低频变压器。

2. 按用途分类

按用途的不同,变压器可分为电力变压器、电焊变压器、整流变压器、仪用变压器、调压变压器等。

3. 按铁芯(或磁芯)形状分类

变压器按铁芯(磁芯)形状可分为E形变压器、C形变压器和环形变压器。

三、变压器的基本结构

变压器是由套在一个闭合铁芯上的两个或多个线圈(绕组)构成的,如图1-1-1所示。其中从电源输入电能的线圈称作原线圈,对外输出电能的线圈称作副线圈。线圈与线圈及线圈与铁芯之间都是相互绝缘的。

铁芯和线圈是变压器的基本组成部分。为了减少磁通变化时所引起的涡流损失,变压器的铁芯用含硅较多的硅钢片叠成,每片厚度为 $0.35\sim 0.5\text{ mm}$,片间用绝缘漆隔开。铁芯截面常作成方形或十字形;大容量变压器的铁芯截面作成接近圆的阶梯形,以保证变压器体积的充分利用。

按照线圈套入铁芯的方式,变压器可分为心式和壳式两种结构。

心式变压器的原、副线圈绕在铁芯的两芯柱上。这种铁芯构造比较简单,磁路没有分支,有较多的位置装设绝缘,适用于电压较高的变压器。

壳式变压器中,原、副线圈都套在中间的一个芯柱上。这种结构的变压器用铜量较小,铁芯容易散热,机械强度较高,适用于电流较大的变压器,如电焊变压器、电炉变压器等。电子设备中多采用壳式铁芯结构。

变压器线圈是由绝缘铜线或铝线绕成,按照原、副线圈套在铁芯上的相互位置,可分为同心式和交叠式两种。

同心式线圈的高、低压线圈绕成直径不同的圆筒形,低压线圈放在里面,靠近铁芯,高压线圈套在外面。由于这种线圈结构简单,制造方便,目前仍普遍采用。

交叠式线圈的高、低压线圈交替套在铁芯上。这种线圈绝缘包扎复杂,但机械强度较高,

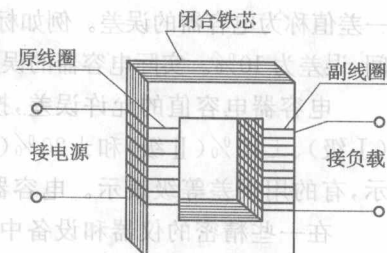


图 1-1-1 变压器结构示意图

一般用于低电压、大电流的变压器。

变压器运行时,由于磁滞、涡流以及线圈电阻上的损耗,铁芯和线圈都要产生热量。为了及时把热量散发出去,防止温度过高,电力变压器的铁芯和线圈都浸在变压器油中,通过油的自然对流,使热量散发出去。为了增加散热面积,大容量变压器的油箱还带有钢管散热器。小型变压器一般利用空气的流动进行冷却,电子设备中的小容量变压器多为空气自然冷却。

把变压器原绕组加上额定电压,副绕组接上负载,称作变压器的负载运行。当变压器原绕组与交流电源接通而副绕组未接负载,这种情况叫做变压器的空载。只要适当选择原、副绕组的匝数,利用变压器就能把交流电从一种电压变换成同频率的另一种电压。

四、变压器的铭牌型号

变压器的铭牌上面记载着变压器的型号、额定值等技术数据。现将电力变压器的铭牌内容简单说明如下:

1. 型号

表示变压器的结构特点、额定容量($\text{kV} \cdot \text{A}$)和高压侧的电压等级(kV)。例如:

SL-1000/10
—— 高压侧电压等级为 10 kV
—— 额定容量为 1000 $\text{kV} \cdot \text{A}$
—— 基本型号 (S—三相; L—铝线)

表示是三相油浸自冷式双绕组铝线变压器。

SFPL-63000/110
—— 高压侧电压等级为 110 kV
—— 额定容量为 63 000 $\text{kV} \cdot \text{A}$
—— 基本型号 (S—三相; F—风冷; P—强迫油循环; L—铝线)

2. 额定值

(1) 额定电压 U_1 和 U_2 。

原边额定电压 U_1 是指原边绕组上应加的电源电压(或输入电压),副边额定输出电压 U_2 通常是指原边加 U_1 时的副边绕组的开路电压。使用时,原边电压不允许超过额定值(一般规定电压额定值允许变化 $\pm 5\%$);考虑负载运行时变压器有内阻抗压降,所以副边额定输出电压 U_2 应较负载所需的额定电压高 $5\% \sim 10\%$ 。对于负载是固定的电源变压器,副边额定电压 U_2 有时是指负载下的输出电压。

(2) 额定电流 I_1 和 I_2 。

额定电流是指变压器按规定的工作时间(长时间连续工作或短时间工作或间歇断续工作)运行时,原、副边绕组允许通过的最大电流,是根据绝缘材料允许的温度定下来的。由于铜耗,电流会发热;电流越大,发热越厉害,温度就越高。在额定电流下,材料老化比较慢;但如果实际电流大大超过额定值,变压器发热就很厉害,绝缘迅速老化,变压器的寿命就要大大缩短。

(3) 额定容量 S 。

额定容量是视在功率,是指变压器副边额定电压和额定电流的乘积。额定容量不是变压器运行时允许输出的最大有功功率(与负载的功率因数有关),输出功率在数值上要比额定容量小。

(4) 额定频率。

使用变压器时,还要注意它对电源频率的要求。因为在设计变压器时,是根据给定的电源电压等级及频率来确定匝数及磁通最大值;如果乱用频率不同的电源电压,就有可能把变压器损坏。

(5) 温升限度。变压器容量小的中负荷干式,其设计温度限值应比油浸式变压器温升限度包括绕组的温升限度和油面的温升限度。

(6) 阻抗电压 U_K 。阻抗电压也叫短路电压,是指额定电流通过绕组时产生的阻抗电压占额定电压的百分比。

第四节 电动机基础知识

一、电动机的概念

电动机是将电能转变为机械能的电机。通常电动机的做功部分作旋转运动,这种电动机称为旋转电动机;也有作直线运动的,称为直线电动机。电动机能提供的功率范围很大,从毫瓦级到万千瓦级。电动机的使用和控制非常方便,具有自启动、加速、制动、反转、掣住等能力,能满足各种运行要求;电动机的工作效率较高,又没有烟尘、气味,不污染环境,噪声也较小。由于它的一系列优点,所以在工农业生产、交通运输、国防、商业及家用电器、医疗电器设备等各方面有广泛应用。

二、电动机的种类

电动机种类很多,在实际生产中应用最广泛的有异步电动机和直流电动机。

把直流电能转换成机械能,并输出机械转矩的电动机称为直流电动机。直流电动机能在较宽的范围内平滑地调节速度,适用于经常要求改变转速的机械。

异步电动机是交流电动机的一种。由于结构简单、价格便宜、运行可靠、维修方便等优点,大多数的机床、起重运输设备、矿山卷扬机、鼓风机、水泵等均采用三相异步电动机拖动。异步电动机的转子电流是由电磁感应产生的,所以又称为感应电动机。

三、异步电动机的工作原理

异步电动机主要由定子和转子两部分构成,定子由定子铁芯、定子绕组(线圈)和机座等部分组成。定子铁芯是电动机磁路的一部分,为了减小涡流损失,定子铁芯一般用表面涂有绝缘漆、厚度为 0.5 mm 的硅钢片压叠而成。但小型电动机铁芯的硅钢片一般不涂漆,靠硅钢片表面一层氧化膜绝缘。定子铁芯内圆表面均匀地冲有线槽,槽内放置绝缘材料和定子绕组,并用槽楔嵌住槽口,以防绕组松脱。定子绕组是定子的电路部分,用漆包线绕成。机座用来安装定子铁芯和固定整个电动机,一般用铸铁制成。转子由转轴、转子铁芯、转子绕组和风扇等部分组成。转子铁芯是一个圆柱体,由厚度为 0.5 mm 并开有线槽的硅钢片压叠而成。它与定子铁芯组成电动机的闭合磁路。

异步电动机转子轴两端用轴承支承,轴承装在端盖上,端盖用螺钉与机座外壳固定。定子和转子之间留有一定间隙。为了减小空载电流,间隙应做得愈小愈好。但间隙太小,加工与装配困难,一般小型电动机的间隙约 0.35~0.50 mm,大型电动机约 1.0~1.5 mm。

电动机外壳除开启式外,还有制成封闭式的,防止灰尘杂物飞进电动机内部,使之能在水