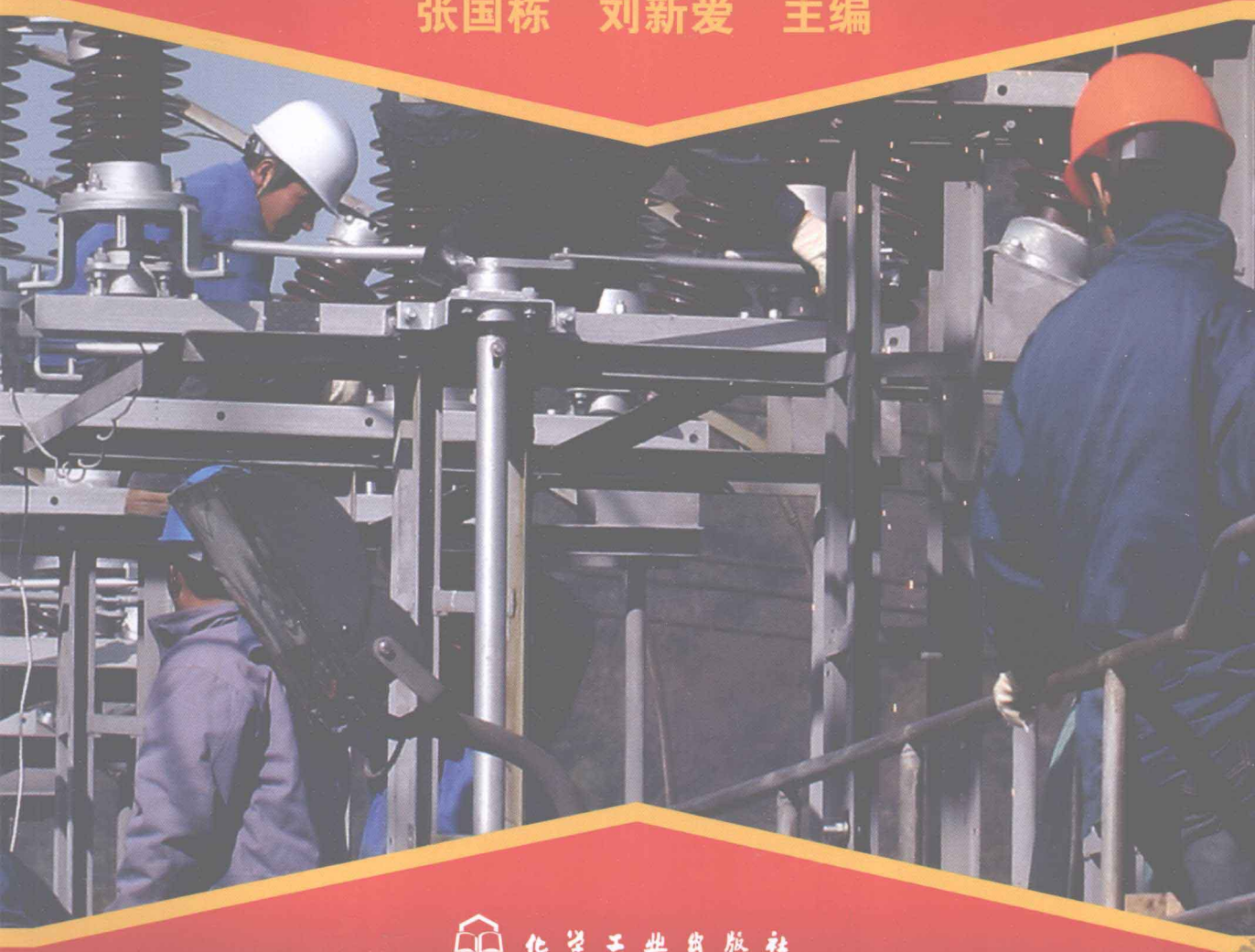


—— 根据2006版定额编写 ——

电力建设工程预算定额应用手册

调试工程

张国栋 刘新爱 主编



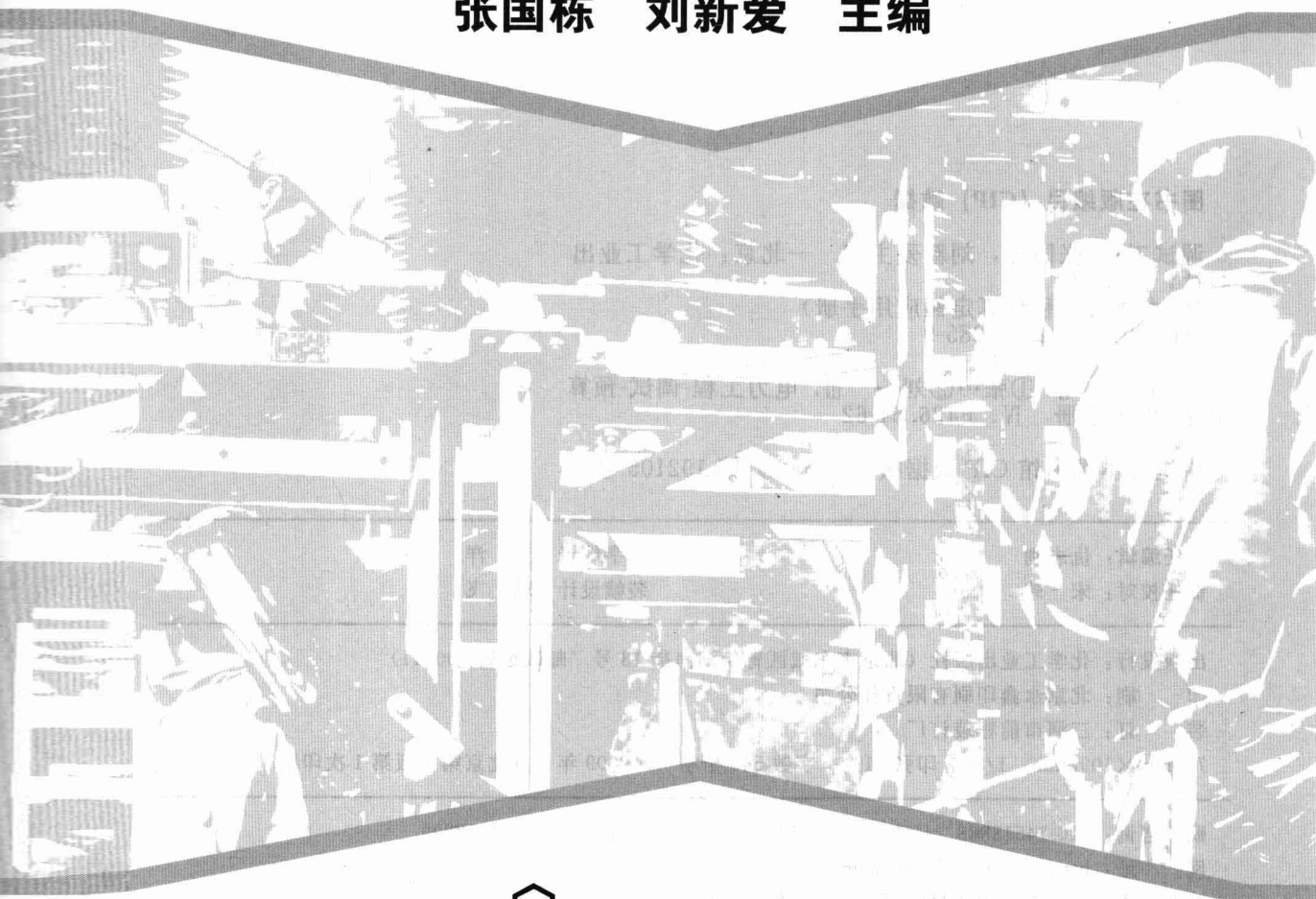
化学工业出版社

—— 根据2006版定额编写 ——

电力建设工程预算定额应用手册

调试工程

张国栋 刘新爱 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书为《电力建设工程预算定额应用手册》的一个分册。内容包括调试工程说明应用释义、定额应用释义以及工程量计算实例。全书取材精炼,内容翔实,实用性强,是电力建设工程预算人员必备的工具书。

本书可供电力建设工程预算人员、审计人员、有关技术人员以及大专院校相关专业师生使用,也可供建设单位、资产评估部门、施工企业的各级经济管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

调试工程/张国栋,刘新爱主编. —北京:化学工业出版社, 2009. 3

(电力建设工程预算定额应用手册)

ISBN 978-7-122-04285-9

I. 调… II. ①张…②刘… III. 电力工程-调试-预算定额-中国-手册 IV. F426.61-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 192105 号

责任编辑:仇志刚

文字编辑:王 洋

责任校对:宋 玮

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张21¼ 字数545千字 2009年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:59.00 元

版权所有 违者必究

编 委 会

主
参

编
编

张国栋
单林峰
马 静
王 中
徐 敏
周小红
孔维平
陈亚男
崔 璞

刘新爱
张桃红
周瑞红
梁永凯
姜轶琳
吴金艳
郭华梅
高跃启
李素芹

蒋贤志
王 欣
熊文平
杨丽峰
曹萌青
康 婷
张文甫
雷凯斌

周耀霞
王晓光
王智纳
吕迎迎
王记红
黄亚岭
周 庶
王忠杰

陈清泽
李寅燕
程琼琼
雷 茜
张 敬
李 涛
郭 艳
张国利

前 言

为了便于电力建设工程预算工作者执行《电力建设工程预算定额》，提高定额预算与工程量清单计价的编制质量和工作效率，我们根据各电力建设定额专业的特点，并结合广大电力建设工程预算人员在实际工作中的需要，编写了《电力建设工程预算定额应用手册》（以下简称《手册》），供大家参考使用。

《手册》共六个分册，每个分册都与《电力建设工程预算定额》相配套。本《手册》严格按照电力建设的实际操作体系，针对定额中的说明及工程量计算规则，定额所列分部分项工程，定额中的人工、材料、机械项目，进行了全面细致的应用分析与释义，以帮助从事电力建设工程预算工作者提高实际操作的动手能力，解决工作中遇到的实际问题。

《手册》在编写过程中力求实现以下宗旨。

一、求“可操作性”，从预算工作者实际操作的需要出发。在编写过程中，我们一直设身处地把自己看成实际操作者，实际操作需要什么，就编写什么，总结出释义，力求解决问题。

二、求“新”，以电力企业联合会最新颁布的《电力建设工程预算定额》为准绳，把握定额中的最新动向。对定额中出现的新情况、新问题加以剖析，开拓实际工作者的思路，使预算工作者能及时了解实际操作中定额的最新发展情况。

三、求“全”，将电力建设工程预算领域涉及的设计、施工和组织管理的最新技术、方法与实际操作的需要系统结合起来，为定额中分部分项工程及定额项目的人工、材料、机械的释义服务。

在编写过程中，得到了国内外许多同行的多方面帮助，同时也参考了大量的相关文献，在此一并致谢！由于编者实际经验和理论水平有限，书中难免有遗漏、不妥之处，恳请读者批评指正！

编 者
2008 年 5 月

目 录

第 1 章 单体调试	1
第一节 电气设备单体调试.....	1
第一部分 说明释义.....	1
第二部分 定额释义.....	2
第三部分 工程量计算实例	48
第二节 热控设备单体调试	49
第一部分 说明释义	49
第二部分 定额释义	50
第 2 章 分系统调试	70
第一节 锅炉分系统调试	70
第一部分 说明释义	70
第二部分 定额释义	71
第二节 汽机分系统调试	94
第一部分 说明释义	94
第二部分 定额释义	96
第三节 电气分系统调试.....	132
第一部分 说明释义.....	132
第二部分 定额释义.....	133
第三部分 工程量计算实例.....	178
第四节 热控分系统调试.....	180
第一部分 说明释义.....	180
第二部分 定额释义.....	183
第五节 化水分系统调试.....	216
第一部分 说明释义.....	216
第二部分 定额释义.....	217
第 3 章 整套启动调试	243
第一节 锅炉整套启动调试.....	243
第一部分 说明释义.....	243
第二部分 定额释义.....	244
第二节 汽机整套启动调试.....	255
第一部分 说明释义.....	255
第二部分 定额释义.....	257
第三节 电气整套启动调试.....	279
第一部分 说明释义.....	279

第二部分 定额释义·····	281
第四节 热控整套启动调试·····	290
第一部分 说明释义·····	290
第二部分 定额释义·····	290
第五节 化学整套启动调试·····	325
第一部分 说明释义·····	325
第二部分 定额释义·····	326
参考文献·····	340

第1章 | 单体调试

第一节 电气设备单体调试

第一部分 说明释义

(1) 包括的工作内容

① 单体设备所含辅助设备的检查试验，如避雷器中的放电计数器、高压开关柜中电压指示器、开关过电压避雷器等。

② 配合系统受电时的检查和分部、整套试运。

(2) 不包括的工作内容

① 局部放电试验和 110kV 及以上的电气设备交流耐压试验（可参考附录的特殊项目调试）。

② 设备修复后的重复试验。

③ 电动机带动机械部分的试运。

【应用释义】 避雷器：是用来防止雷电产生的过电压波沿线路侵入变配电所或其他建筑物内，从而危及被保护设备的绝缘的电气装置。避雷器应与被保护设备并联，且安置在被保护设备的电源侧。

(1) 管型避雷器：由产气管、内部间隙和外部间隙组成，管型避雷器具有残压小的突出优点，且简单经济，但动作时有气体吹出，因此只用于室外线路。

当线路上遭到雷击或发生感应雷时，大气过电压将管型避雷器的外部间隙和内部间隙击穿，强大的雷电流通过接地装置入地。随之而来的是供电系统的工频续流，其值也很大，雷电流和工频续流在管内间隙产生强烈电弧，使管内的产气材料产生大量的灭弧气体，这些气体压力很大，从环形电极的开口处喷出，形成纵吹作用，使电弧电流过零时熄灭，这时外部间隙的空气恢复了绝缘，使管型避雷器与系统隔离，恢复系统的正常运行。

管型避雷器一般只用来保护架空线路的个别绝缘弱点、发电厂的出线段以及变电所的进线段。管型避雷器在安装前应进行外观检查，绝缘管壁应无破损、裂痕，漆膜无脱落，管口无堵塞，配件应齐全；应进行必要的试验，且试验合格。安装时不得任意拆开调整其灭弧间隙。安装要求是：①安装避雷器时应在管体的闭口端固定，开口端指向下方，当倾斜安装时，对于普通管型避雷器，其轴线与水平方向的夹角应不小于 15° ，无续流避雷器应不小于 45° ，装于污秽地区时，尚应增大倾斜角度；②避雷器安装的方向应使其排出的气体不致引起相间或对地闪络，也不得喷及其他电气设备，动作指示盖应向下打开；③避雷器及其支架

必须安装牢固,防止因受反冲力而导致变形和移位,同时应便于观察和检修;④无续流避雷器的高压引线与被保护设备的连接线长度应符合产品的技术规定。

(2) 阀型避雷器:是性能较好的一种避雷器,使用比较广泛,它的基本元件是装在密封瓷套中的火花间隙和非线性电阻(阀片)。阀片由金刚砂(SiC)和结合剂在一定的温度下烧结而成。阀片的电阻值随通过的电流值而变,当很大的雷电流通过阀片时,它将呈现很大的电导率,这样将使避雷器上的残压不高;当在阀片上加电网电压时,它的电导率会突然下降,而将工频续流限制到很小的数值,从而为间隙切断续流创造了良好条件。

阀型避雷器应垂直安装,每一个元件的中心线与避雷器安装点中心线的垂直偏差不应大于该元件高度的1.5%。如有歪斜,可在法兰间加金属片校正,以保证其导电良好,并将其缝隙用腻子抹平后涂以油漆。避雷器各连接处的金属接触平面应除去氧化膜及油漆,并涂一层凡士林或复合脂。室外避雷器还可采用镀锌螺栓将上部端子接到高压母线上,下部端子接地线后接地。但引线的连接不应使避雷器结构内部产生超过允许的外加应力。接地线应尽可能短而直,以减小电阻,其截面应根据接地装置的规定选择。

高压开关柜:按一定的线路方案,由有关一、二次设备组装而成的一种高压成套配电装置,在发电厂和变配电所中起控制和保护发电机、变压器和高压线路的作用,也可作为大型高压交流电动机的启动和保护之用,其中安装有高压开关设备、保护电器、监测仪表和母线、绝缘子等。

高压开关柜有固定式和手车式两大类型。在一般中小型工厂中,绝大多数采用较为经济的固定式高压开关柜,主要是GG-1A型。这种开关柜现在大多数都按规定装设了防止电气误操作,即所谓“五防”:防止误跳、误合断路器;防止带负荷拉、合隔离开关;防止带电挂接地线;防止带接地线合隔离开关;防止人员误入带电距离的闭锁装置。手车式高压开关柜的特点是高压断路器等主要电气设备是装在可以拉出和推入开关的手车上的。

第二部分 定额释义

1.1.1 电气设备调试

(1) 同步发电机和调相机调试

工作内容 ①绕组的直流电阻,绝缘电阻和吸收地或极化指数。②GB 50150 第3.0.1条中要求,现场电气检查试验项目和发电机母线耐压试验。③配合相关的特殊试验。

定额编号:YS1-001~YS1-006 同步发电机、调相机容量 P_3

【应用释义】(1) 电压:它表示电源电场力对运动的电荷所做的功,电场力把单位电荷从电路的a点移动到b点所做的功称为ab两点间的电压,用 u 表示,单位为V,辅助单位有kV(千伏)、mV(毫伏)、 μV (微伏)等。

$$u_{ab} = \frac{A_{(外)}}{Q}$$

式中 $A_{(外)}$ ——电场力把电荷 Q 从a点移到b点所做的功,J;

Q ——电荷量,C;

u_{ab} ——ab两点之间的电压,V。

对于参考点零电位来说, a 点的电位为 φ_a , b 点的电位为 φ_b , 所以, ab 两点之间的电压也就是 ab 两点电位之差。因此, 电压也称电位差: $u_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$ 。

电压的方向规定从高电位指向低电位为正方向, 所以电压也称为电压降。

(2) 交流: 交流电最重要的特点是电流、电压的大小和方向随时间作周期性的变化。实用电网中使用的是电流和电压按正弦规律变化的交流电。交流电的周期和频率是表征交流电变化快慢的物理量。交流电变化一周所用的时间称为周期, 用 T 表示, 单位为 s (秒)。交流电在每一秒钟内所变化的周期数称为频率, 用 f 表示, 单位为 Hz (赫兹)。交流电在一个周期中所出现的最大瞬时值为最大值, 或称幅值, 它表示交流电的大小。相位是表示交流电变化状态的物理量, 也称相位角, 它是交流电在某一瞬间所变化的电角度。两个同频正弦交流电的相位角之差称为电位差, 用 φ 表示。

正弦交流电的表示方法有三角函数表示法、正弦曲线表示法、极坐标表示法和相量表示法。

(3) 过电压: 超过其额定电压的那部分电压。设备上的作用电压按产生原因可分为雷电过电压与内过电压。后者又分为暂时过电压和操作过电压。

(4) 绝缘: 绝缘材料又称电介质, 是指不导电或导电甚微的物质, 通常具有 $10^6 \sim 10^9 \Omega \cdot m$ 的电阻率。电气绝缘材料并不仅仅具有不导电的特性, 其本质的特性是它能够受电场作用而被极化, 并在其内部建立电场, 从而储存电场能量。绝缘材料用于电工、电子设备中时, 能有效地将带电的或有不同电位的导体隔离开, 使电流按指定方向流动; 当它用于制造电容器时, 又能起到储能的作用。

(5) 电阻: 电荷在导体内流动必然要受到导体内分子的阻力, 这种阻力称为电阻, 用 R 表示, 单位为 Ω 。实验证明, 在一定温度下, 对某一种材料, 电阻 R 与其长度 l 成正比, 与其截面积 S 成反比, 即

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中 ρ ——电阻系数, $\Omega \cdot m/mm^2$ 。

发电机: 一种将其他能量转化为电能的机器。发电机有直流发电机和交流发电机之分。直流发电机主要作为直流电源, 为用电器提供直流电, 例如用作直流电动机、同步电动机的励磁以及化工、冶炼、交通运输中的某些设备的直流电源。目前, 由于可控硅整流设备的大量使用, 直流发电机逐步被取代。但从电源的质量与可靠性来说, 直流发电机仍有其优点, 所以直流发电机现仍在一定范围内应用。

直流发电机由静止部分 (定子) 与转动部分 (转子) 组成。定子与转子之间由空气隙分开。静止部分用铸铁或铸钢制成圆筒形铁轮, 内部固定着由硅钢片叠成的磁极 (也可以是永久磁铁), 在磁极上装有励磁绕组。当通以直流电时, 磁极便能产生磁场。直流发电机的转动部分为冲有许多槽的硅钢片, 硅钢片叠成圆柱形。在槽中嵌入电枢绕组, 电枢的一端装有由互相绝缘的铜片 (换向片) 组成的换向器。换向器上紧压着石墨电刷, 电刷本身在空间是固定不动的, 它与换向器保持滑动接触。直流发电机按励磁方式的不同可分为他励、并励、串励、复励四种。

他励发电机的励磁电流是由其他直流电源供给的。当电动机拖动电枢以某个转速旋转时, 电枢绕组切割磁通而产生感应电势, 若电枢和负载接通, 在此电势作用下产生的电流通过电枢和负载, 于是电动机就作发电机运行而对负载供电。

并励发电机的励磁绕组与磁场调节电阻串联后再并联到电枢两端。与电枢并联的励磁绕

组简称并励绕组。

并励发电机在运行时,依靠电动机本身的剩磁,在一定的条件下,电枢电势能够自动地建立起来,这个现象被称为自励。

负载开关断开,电动机由原动机带动,以恒定转速旋转,因电动机的磁极通常都是有剩磁存在的,电枢绕组导体切割剩磁,在电枢两端感应产生微小的剩磁电势,在此电势作用下,并励绕组回路中产生很小的励磁电流。此电流产生的磁场方向如果与剩磁方向一致,则磁场增强,从而感应出更大的电势,产生更大的励磁电流,如此循环增加,最后电压上升至由励磁电路电阻的大小及发电机空载特性所决定的某一数值为止。如果最初的励磁电流产生的磁通方向与剩磁方向相反,则剩磁被削弱,发电机将不可能建立电压,此时必须对调励磁绕组两端的接线。

为使并励发电机建立起电压,必须满足下列三个条件。

① 有剩磁。如果剩磁消失,则需将励磁绕组接到其他直流电源上去充磁。

② 励磁电流所产生的磁场与剩磁方向一致。若相反,可将励磁绕组两端的接线对调一下,或将发电机的旋转方向改变一下。

③ 励磁回路的电阻不能过大。这只要减少励磁调节电阻即可满足要求。

调相机:一种能够改变电路中接入线路的装置,它的作用是改变接入电路的相数。

电阻:导体对电流通过的阻碍作用。导体的电阻随长度、截面大小、温度和导体成分的不同而改变。电阻的单位是欧姆。也指利用这种阻碍作用所做成的元件。

母线:见定额编号 YS1-118~YS1-120 相关应用释义。

轴承:机器中用来支承轴的一种重要部件,用以保证轴线的回转精度,减少轴和支承间由于相对转动而引起的摩擦和磨损。根据轴承工作的摩擦性质可分为滑动轴承和滚动轴承两大类。

滑动轴承:主要由轴承座和轴瓦所组成。按载荷方向滑动轴承可分为向心滑动轴承、推力滑动轴承和向心推力滑动轴承。向心滑动轴承主要承受径向载荷,推力滑动轴承主要承受轴向载荷。向心推力滑动轴承既承受径向载荷,又承受轴向载荷。按轴承的润滑状态,滑动轴承可分为非液体摩擦滑动轴承和液体摩擦滑动轴承两大类。非液体摩擦滑动轴承是在轴颈和轴瓦表面,由于润滑油的吸附作用而形成一层极薄的油膜,它使轴颈与轴瓦表面有一部分接触,另一部分被油膜隔开,它的摩擦系数约为 $0.008 \sim 0.1$,一般常用的滑动轴承大部分属于这一类。液体摩擦滑动轴承的油膜较厚,使接触面安全脱离接触,它的摩擦系数约为 $0.0001 \sim 0.008$,这是一种比较理想的摩擦状态。这种轴承摩擦状态要求较高,不易实现,因此一般设备中都不采用这种轴承。

滑动轴承包含的零件少,工作面间一般有润滑油膜,具有承载能力大、抗冲击、低噪声、工作平稳、回转精度高、高速性能好等优点。主要缺点是起动摩擦阻力大,维护较复杂。主要应用于转速较高,承受巨大冲击和振动载荷,对回转精度要求较高,必须采用部分结构等场合。此外也常用在一些要求不高的简单机械中。

滚动轴承:由外圈、内圈、滚动体和保持架等组成。内、外圈上的凹槽形成滚动体圆周运动的滚道。保持架的作用是把滚动体均匀隔开,以避免它们相互摩擦而聚积到一块。滚动体是轴承的主体,它的大小、数量和形状与轴承的承载能力密切相关。

使用时,内圈装在轴颈上,外圈装入机架孔内(或轴承座孔内)。通常内圈随轴一起旋转,而外圈固定不动。也有外圈随工作零件旋转而内圈固定不动的。

与滑动轴承相比较,滚动轴承的主要优点如下。

① 摩擦阻力小,因而灵敏度高、效率高和发热量小,并且润滑简单,耗油量小,维护保养方便。

② 轴承径向间隙小,并且可用预紧的方法调整间隙,以提高旋转精度。

③ 轴向尺寸小,某些滚动轴承可同时承受径向载荷与轴向载荷,故可使机器结构简化、紧凑。

④ 滚动轴承是标准件,可由专门工厂大批生产供应,使用、更换方便。

滚动轴承的主要缺点是:抗冲击性能差,高速时噪声大,工作寿命较低。

(2) 直流电动机和直流励磁机调试

工作内容 ①绕组的直流电阻、绝缘电阻、极性测试,炭刷中心位置调整,可变电阻器、励磁回路试验。②励磁机的电枢整流片试验和交流耐压试验。

定额编号: YS1-007~YS1-010 **直流电动机容量、直流励磁机容量** P₄

【应用释义】 变阻器:电阻值可以根据需要改变的电阻器。电阻器是一种将电能转换成热能的耗能电气装置。一般的电阻器可视为线性电阻元件,它的伏安特性是通过坐标原点的一条直线。

电机:一种将机械能转化为电能或将电能转化为机械能的机器。将机械能转化为电能的机器称为发电机,将电能转化为机械能的机器称为电动机。

电阻:一种将电能转换成热能的耗能元件。在一个线性电阻网络中,如果激励电压为某一频率的正弦量时,其电流响应也是一个同频率的正弦量。在数值上,它们有效值的关系符合欧姆定律。在相位上,电压与电流同相。电阻元件在任一瞬间都是从电源吸取电功率,并将电能转换成热能;这是一种不可逆的能量转换过程。励磁电阻器是指切割磁通的电阻器。

励磁系统:把交流电经硅整流元件整流为直流电后供给同步电动机作为励磁的系统称为半导体整流器励磁系统,与转子一同旋转的硅整流装置将与发电机同轴的旋转电枢式交流励磁机产生的电流整流成直流电流。直接接通到发电机的励磁绕组,作为发电机励磁电源的励磁系统,该系统没有通常直流励磁机励磁系统所具有的换向器,电动机也不需要集电环,因此不需要电刷,这种励磁系统称为无刷励磁系统。

励磁系统又分为自励系统和他励系统。凡由同步电动机本身供电的励磁系统叫自励系统;凡由同步电动机以外的电源供电的励磁系统称为他励系统。

(3) 中频发电机、交流励磁机调试

工作内容 ①绕组的直流电阻、绝缘电阻和吸收比、交流耐压试验。②灭磁电阻、轴承绝缘测试。③无刷励磁设备中整流元件、电容器元件检查试验。

定额编号: YS1-011~YS1-012 **中频发电机、交流励磁机** P₄

【应用释义】 电容器:电气工程中一种重要的存储电能的设备。电容器由外壳和芯子组成。外壳用薄钢板密封焊接而成,外壳盖上装有出线瓷套,在两侧壁上焊有供安装的吊耳,一侧吊耳上装有接地螺栓。芯子由若干个元件和绝缘件叠压而成。元件用电容器纸或膜纸复合或纯薄膜作介质,铝铂作极板,卷制而成。为适应各种电压,元件可接成串联或并联。电容器内部设有放电电阻,电容器在电网断开时能自行放电,一般情况下10min后即可降至75V以下。

整流:利用二极管的单向导电性将交流电变为脉冲直流电的过程,也称半导体整流。硅整流就是利用半导体硅制成的二极管整流电路。硅质整流器件与其他材料的整流器件(如氧

化亚铜、硒、锗等整流器件)相比较,具有体积小、寿命长、整流性能好、整流效率高等优点;与直流发电机相比较,具有无噪声、无旋转、易磨损部分使用维修简便等优点。

整流装置种类很多,现在较为先进的是硅整流装置和可控硅整流装置。硅整流柜是一种将交流电转化为直流电的装置。硅整流柜体积小、寿命长、整流效率高、整流性能好。可控硅柜是可控硅整流柜的一个组成部分,包括交流电源的一次开关、整流变压器、直流输出开关等部件。可控硅整流有取代直流发电机的趋势。

(4) 交流电动机调试

工作内容 ①绕组直流电阻、绝缘电阻、极性、耐压试验电阻器及起动设备试验。②空载转动检查和空载电流测量。

定额编号: YS1-013~YS1-020 高压交流电动机、低压交流电动机 $P_4 \sim P_5$

【应用释义】 交流电动机:根据电磁感应原理,将电能转化为机械能的旋转机械称为电动机。电动机的种类很多,按取用电能的种类可分为直流电动机和交流电动机。交流电动机根据构造和工作原理的不同,有同步电动机和异步电动机之分。

交流电动机是将交流电能转换成机械能的装置;交流异步电动机的转速随负载的变化稍有变化。按所需交流电源相数的不同,交流电动机又可分单相和三相两大类,目前使用最广泛的是三相异步电动机。

异步电动机:即感应电动机,它是把电能转换为机械能的一种电动机,它具有感应电动机所具有的构造简单、坚固耐用、工作可靠、价格便宜、使用和维护方便等优点,因此,它是所有电动机中应用最广的一种,建筑施工中经常应用的起重机、卷扬机、搅拌机、振捣器、水泵、蛙式打夯机、电锯等,这些机械一般都是用异步电动机来拖动的。

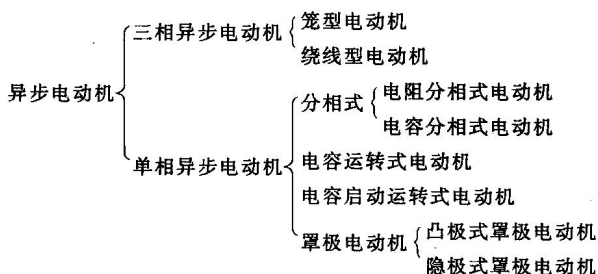


图 1-1 异步电动机的分类

异步电动机的分类如图 1-1 所示。

感应电动机的基本构造:由工作部分和支承保护部分组成。其中工作部分由固定的定子和可以旋转的转子组成;支承保护部分由机座、端盖、接线盒和其他附件组成。定子由固定在机座上的铁芯和定子绕组组成,机座通常是用铸铁或铸钢制成的,铁芯用 0.5mm 厚的硅钢片叠成圆筒形,铁芯的内圆周上有

若干分布均匀的平行槽,槽内安装定子绕组。三相异步电动机定子绕组有三个,起始端分别为 A、B 和 C,末端为 X、Y 和 Z,都从机座上的接线盒中引出。

依据转子结构的不同,感应电动机可分为笼型和绕线型两种,如图 1-2 所示。

转子的铁芯也由硅钢片叠成,并固定在转轴上,转子的外圆周上也有若干分布均匀的平行槽,槽内放置裸导线,这些导线的两端分别焊接在两个铜环上,目前 100kW 以下的中小型笼型电动机,其转子绕组大多是用铝浇铸在转子铁芯槽内的。由于转子绕组形状好像一个装松鼠的笼子,因此这种电动机称做笼型异步电动机。

绕线型转子的铁芯槽中放入的是仿照定子绕组形式制成的三相绕组,通常把三相绕组连接成星形,即三相绕组的末端连接在一起,三个始端接到装在轴上的三个彼此绝缘的滑环上,并用固定的电刷使之与滑环接触,使转子绕组与外电路接通,这种电动机称为绕线型电动机。

感应电动机定子的作用是产生旋转磁场,转子的作用是产生电磁转矩。

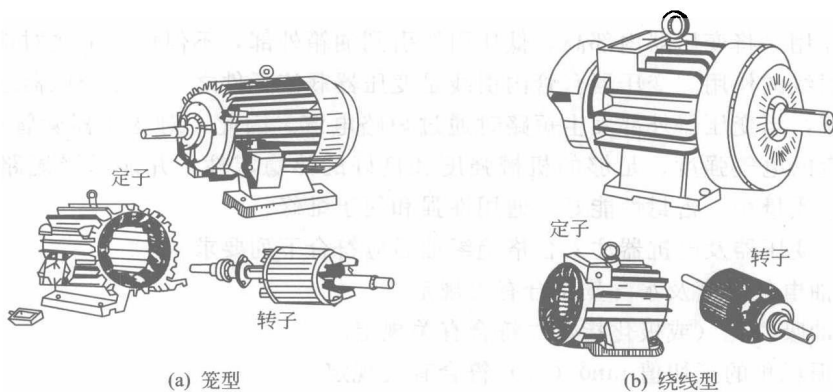


图 1-2 感应电动机外形和部件

(5) 电力变压器调试

工作内容 ①GB 50150 第 7.0.1 条中要求的设备检查及试验项目。②变压器本体、套管、电流互感器和绝缘油的试验。③气体继电器校验。④温度显示器、压力释放器、分接头指示器、变压器中心点接地开关及接地电阻等试验。⑤配合变压器吊芯检查。⑥干燥测试。⑦冷却装置试验。⑧配合相关的特殊试验。

定额编号：YS1-021～YS1-041 三相电力变压器、单相电力变压器、接地变压器 $P_6 \sim P_7$

【应用释义】 继电器：根据一定的信号，如电压、电流或时间等，来接通或断开小电流电路的电器。通常使用到的继电器有热继电器、电流继电器、时间继电器、液位继电器、压力继电器、中间继电器等。

变压器：利用电磁感应的原理，将某一数值的交流电压转变为同频的另一种或几种不同数值交流电压的电气设备，可以升压也可以降压。变压器是电力系统和供电系统不可缺少的重要电气设备。变压器在改变电压的同时也改变了线路中的电流，所以从这个意义上讲，变压器也是变流器。另外，变压器还可以用来变换阻抗、改变相位等。通常将变压器分为电力变压器和特种变压器两大类。

变压器本体就位：这是一个非常重要的问题，特别是大型变压器（容量在 8000kV·A 以上）的就位，需采用起重运输机械，而且需对运输路径及两端装卸条件做充分调查，并编写出相应的施工技术措施。在运输过程中需注意以下事项。

① 小型变压器一般均采用吊车装卸。在起吊时应使用油箱壁上的吊耳，严禁使用油箱顶盖上的吊环。吊钩应对准变压器中心，吊索与铅垂线的夹角不得大于 30° 。不能满足要求时，应采用专用横梁挂吊。

② 当变压器吊起约 30mm 时，应停车检查各部分是否有问题，变压器是否平衡等，若不平衡，应重新找正。确认无任何异常情况，方可继续起吊。

③ 变压器装到拖车上时，其底部应垫以方木，且应用绳索将变压器固定，防止运输过程中发生滑倒或倾倒。

④ 在运输过程中车速不可太快，特别是上、下坡和转弯时，车速应放慢，一般为 10～15km/h，以防因剧烈冲击和严重振动而损坏变压器内部绝缘构件。

⑤ 变压器短距离搬运可利用底座滚轮在搬动轨道上牵引，前进速度不应超过 0.2km/h。

牵引着力点应在变压器重心以下。

套管的作用是将变压器内部高、低压引线引到油箱外部，不但作为引线对地绝缘，而且担负着固定引线的作用。变压器套管内引线是变压器载流元件之一，在变压器运行中，长期通过负载电流，当变压器外部发生短路时通过短路电流。因此，对变压器套管有以下要求：必须具有规定的电气强度、足够的机械强度和良好的热稳定性，并能承受短路时的瞬间过热；外形小、质量小、密封性能好、通用性强和便于维修。

绝缘油：变压器及电抗器注入合格绝缘油后应符合下列要求。

- ① 绝缘油电气强度及水含量符合有关规定。
- ② 绝缘油吸收比（或极化指数）符合有关规定。
- ③ 介质损耗角的正切值 $\tan\delta$ （%）符合有关规定。

电力变压器：是电力系统中的关键设备之一，有单相和三相之分，容量从几千伏安至数十万伏安。

单相电力变压器：变压器的电磁感应部分包括电路和磁路两部分。电路又有一次电路与二次电路之分。由于各种变压器工作要求、用途和形式不同，其外形结构也不尽相同，但是它们的基本结构都是由铁芯和绕组组成。

（1）磁路部分（铁芯） 为了减少磁滞损失和涡流损失，变压器的铁芯是用硅钢片叠成的，硅钢片表面涂有绝缘漆，使各片相互绝缘。铁芯形状有“口”字形（芯式）与“日”字形（壳式）两大类。芯式结构的特点是：绕组和绝缘物的布置较为容易，适用于高电压、大容量的电力变压器。壳式结构的特点是：用铜量少，散热好，机械强度较高，适用于低电压、大电流的变压器。

散热是变压器设计、使用中的一个很重要的问题。常用变压器的散热方式有自冷式和油冷式两种。自冷式变压器依靠空气的自然对流和本身的辐射来散热。这种方式的散热效果差，适用于小型变压器。

大容量的变压器均采用油冷式散热，即把变压器的铁芯和绕组全部浸在变压器油（一种绝缘矿物油）内，使热量通过油传给箱壁，进而散发到空气中去。为了增加散热量，可以在箱壁上装散热管来扩大冷却表面。电力变压器一般还装有油枕、呼吸器、瓦斯继电器、防爆管、油温指示器等部件。油枕的作用是给油的热胀冷缩留有空间，减少冷却油与空气的接触，以防止油氧化变质，从而导致油的绝缘性能降低。呼吸器把油枕上部和外界空气连通，内装吸潮硅胶，当油枕内油位下降时，外界空气经硅胶进入油枕，空气中的水分大部分被硅胶吸收，有效地防止了变压器油受潮变质、绝缘性能劣化。

瓦斯继电器又叫气体继电器，当变压器发生局部击穿短路时，变压器的绝缘物和变压器油受到破坏而产生气体。气体集聚在瓦斯继电器的上部，当气体压力足够大时，继电器便会报警，直至接通继电保护装置，把电源切断。

防爆管是一根铜管，其下端与油箱连通，上端用 3~5mm 厚的玻璃板（安全膜）密封，上部还有一根小管与油枕上部连通。变压器正常工作时，防爆管内的少量气体通过油枕上部排出，当变压器发生严重故障时，油被分解产生大量气体，使箱内压力骤增，当油压上升到 50~100kPa 时安全膜爆破，油气喷出，避免油箱破裂，从而减轻事故危害。

油温指标器用来监视箱内上层油温。变压器中部偏上部位温度最高。

（2）电路部分（绕组） 该部分由两个或两个以上匝数不等的绕组（俗名线包）组成。与电源相连接的绕组称为原绕组，它相当于电源的负载。

绕组是电流的通路。小功率变压器的绕组一般用高强度漆包线绕制,大功率变压器的绕组可以采用绝缘的扁形铜线或铝线绕制。绕组分为高压和低压绕组。高压绕组匝数多,导线细;低压绕组匝数少,导线粗。为了提高绕组与铁芯的绝缘性能,一般低压绕组制作在绕组的内层,高压绕组制作在绕组的外层。

三相电力变压器:电力变压器的作用是改变供电线路的电压大小。除前面介绍的单相变压器外,交流电能生产、输送和分配,几乎都是采用三相制,因此,还需要使用三相电力变压器进行三相电压的变换。

(1) 三相变压器磁路的构成 三相变压器的磁路系统可分为两大类。一是由三台单相变压器组成的变压器组,其各相磁路间无相互关系,一般用于大容量的变压器。二是采用三相共有个整体铁芯的三芯柱式变压器,其各相磁路互相联系,与三相变压器组比较,三芯柱式变压器的三相磁路不容易做得对称,因而容易影响三相电路的对称性。但是它用料少,体积紧凑,多用于中、小容量的变压器。

(2) 三相变压器绕组的连接 三相变压器的连接方式对变压器的运行性能有一定的影响,使用时必须正确选用。

① 绕组的同名端。绕组连接时首先要注意它们的极性。由于变压器的一、二次绕组中穿过同一交变磁通,它们的感应电动势分别为 E_A 和 E_a ,并有一定的极性关系。在某一瞬时,当一次绕组的一个端点为高电位时,二次绕组中必然也有一个端点为高电位。那么这两个端点称为同名端,并且分别标以符号“·”。同名端有相同的极性。如果一、二次绕组线圈的绕向相同,则同名端位于两个绕组的相同端。如果绕向相反,则同名端位于不同端。由此可知,在单相变压器中,一、二次绕组电势的关系取决于线圈的绕向和始、末端的标定。

② 时钟表示法。为了区别不同的绕组连接方式,通常采用时钟表示法,即把高压侧电势向量作为短针,把长针指在 12 上,短针指的那个数字就作为连接组的标号。

③ 三相绕组的连接。三相绕组可以连接成星形(丫形)和三角形(△形)。为了便于说明线圈的绕组的情况,先对绕组线圈的始端和末端的标记做如下规定:高压线圈的始端分别用 A、B、C 表示,末端分别用 X、Y、Z 表示,中性点用 O 表示;低压线圈的始端分别用 a、b、c 表示,末端分别用 x、y、z 表示,中性点用 o 表示。把三个线圈的始端 A、B、C(或 a、b、c)向外引出,末端 X、Y、Z(或 x、y、z)连接在一起成为中性点 O(或 o),这种连接法称为星形连接,用符号“丫”表示,如果将星形连接的中性点引出,则用符号“丫。”表示;把一相线圈的末端与另一相线圈的始端相连,依次连成一个闭合回路,便形成三角形连接,用符号“△”表示。

④ 三相变压器绕组的连接。三相变压器一、二次绕组线电势的相位关系不仅与绕组的绕向和始末端的标定有关,还与绕组的连接方式有关。按一、二次绕组线电势的相位关系,把绕组的连接分成不同的组合,称为绕组的连接组。这样三相变压器就有 12 种连接方式,如果采用时钟表示法,就有 12 种连接组标号。为了使用方便和避免混乱,根据国家标准规定,单相变压器只采用 I/I-12 连接组,三相变压器只采用 Y/Y₀-12、Y/Y-12、Y₀/Y 12、Y/Y-11 和 Y₀/△-11 五种连接组。

冷却装置的作用:当变压器上层油温产生温差时,通过散热器形成油循环,使油经散热器冷却后流回油箱,降低变压器油温。为提高冷却效果,可采用风冷、强油风冷或强油水冷等措施。

(6) 电抗器及消弧线圈调试

工作内容 ①GB 50150 第 8.0.1 中要求的设备的检查及试验项目。②35kV 及以上的油浸式电抗器及消弧线圈的介质损耗、直流泄漏、绝缘油试验以及非纯瓷套管试验。③配分相关的特殊试验。

定额编号：YS1-042~YA1-050 干式电抗器及消弧线圈、油浸式电抗器、油浸式消弧线圈 P_8

【应用释义】 接地电阻：接地体的散流电阻、接地线和接地体电阻的总和。工频接地电流流经接地装置所呈现的接地电阻称为工频接地电阻；雷电流流经接地装置所呈现的接地电阻称为冲击接地电阻。接地电阻的大小主要取决于土电阻、接地线、接地体等因素。

电抗器：电感或电容类能阻碍电路变化的器件。它包括通常所说的电阻器、电容器和电感器。

(1) 电阻器 利用具有电阻特性的金属或非金属材料制成的便于安装使用的电子元件。它在电路中的用途是阻碍电流通过，以达到降低电压、分配电压、限制电路电流、向各种电子元件提供必要的工作条件的目的。电阻器按其结构可分为固定电阻器和半可调电阻器两大类。固定电阻器的电阻值是固定的，一经制成不能再改变。半可调电阻器的阻值可以在一定范围内调整（但这种调整不应过于频繁）。

① 固定电阻器。主要包括以下三种类型。

a. 绕线电阻器。用镍铬合金、锰铜合金等电阻丝绕在绝缘的支架上制成的。绝缘支架多为陶瓷骨架或胶木骨架。绕成后其外面通常涂有耐热的绝缘层或绝缘漆。绕线电阻器一般可以承受较大的功率，可以在 300℃ 左右的高温下连续工作，热稳定性好，并且工作精度高、噪声小。

b. 薄膜电阻器。用蒸发或沉积的方法将一定电阻率的材料镀于绝缘材料表面制成。最常用的蒸镀材料是碳、某些合金或金属化合物，绝缘材料主要是瓷管（棒）。薄膜电阻器可以分为碳膜电阻器、金属膜电阻器和氧化膜电阻器。碳膜电阻器造价便宜，可在 70℃ 以下长期工作，允许额定功率较小，一般为 1/8~2W。金属膜电阻器有较好的耐高温性能，可以在 125℃ 下长期工作，温度系数低，稳定性好，精度高，在相同的额定功率下，它的体积可以比碳膜电阻器小一半。

c. 实芯电阻器。用石墨、炭黑等导电材料及不良导电材料混合并加入胶粘剂后压制而成。它的外形与薄膜电阻器相似，不过它的内部没有绝缘瓷棒，而是实芯，引线从内部引出。其成本低，价格便宜，但阻值误差较大，稳定性差，噪声大，目前已较少采用。

② 半可调电阻器。又称微调电阻器，多为可调绕线电阻器，它主要用于阻值不需要经常变动的电路中。

(2) 电容器 电容器的种类很多，按其结构、介质材料分类如下。

① 固定式电容。

a. 有机介质式。可分为纸介（普通纸介、金属化纸介）和有机薄膜（涤纶、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚四氟乙烯、聚丙烯、漆膜等）电容器。

b. 无机介质式。可分为云母、瓷介（瓷片、瓷管）和玻璃（玻璃膜、玻璃釉）电容器等。

c. 电解式。可分为铝电解、钽电解、铌电解及其他金属电解等电容器。

② 可变式电容。可分为空气、云母、薄膜式电容器。

③ 半可变式电容。可分为瓷介、云母电容器。