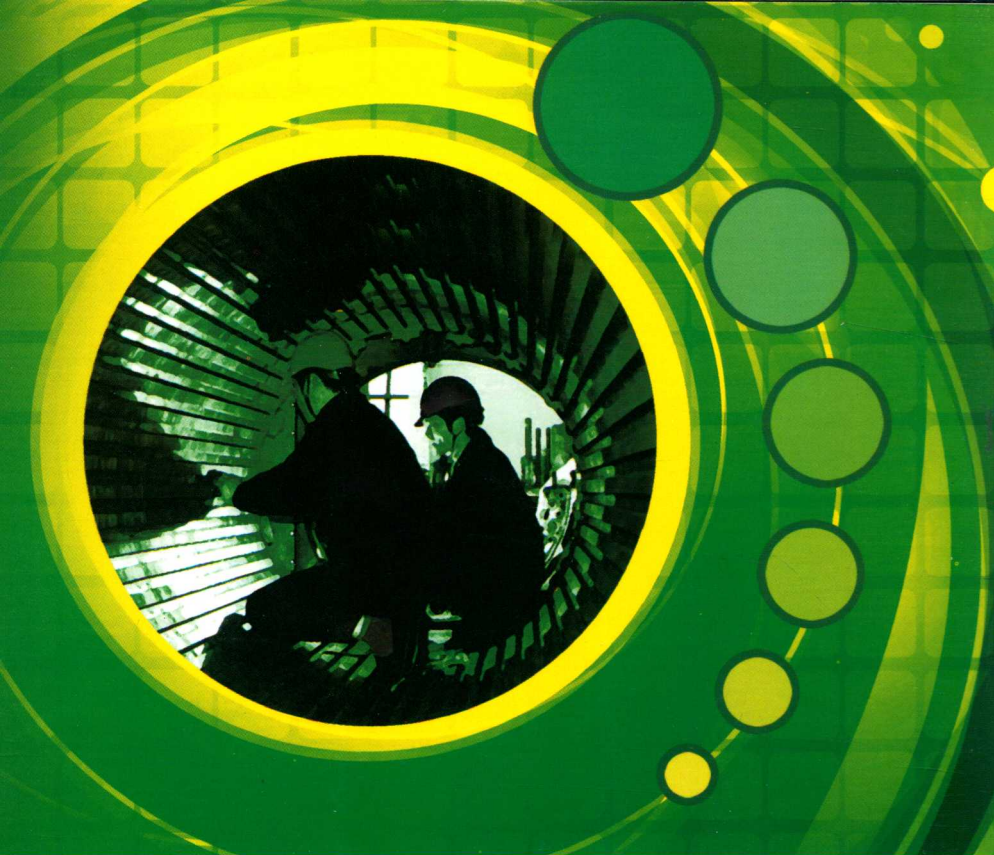




交流电动机检修工艺 及应用实例



NLIC2970869668

王京阳 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

交流电动机检修工艺 及应用实例

王京阳 编



NLIC2970869568



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书简明实用,分六章对高低压电动机的结构特点、工作原理、检修知识和检修技能等内容作了重点介绍。

编写过程中,密切结合现场实际需要,兼顾职业技能鉴定规范对本专业的要求,理论上力求通俗易懂,实际操作上突出典型性和实用性。书中穿插的图解、照片及典型案例,均取材现场,有助于调动学员的积极性和主动性。每小节后都精心安排了适量的理论和实际操作练习,引导学员思考问题、讨论问题,最终通过实际操作解决问题。

本书适用于电动机检修及相关工种从业人员的培训和阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

交流电动机检修工艺及应用实例/王京阳编. —北京:中国电力出版社,2012.6

ISBN 978-7-5123-3235-5

I. ①交… II. ①王… III. ①交流电动机-检修 IV. ①TM340.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 142142 号



中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 32 开本 4.375 印张 100 千字

印数 0001—3000 册 定价 12.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

电动机检修工作是保证发电厂正常运行的重要环节。有一支稳定的、综合素质较高的检修队伍是电动机检修工作顺利进行的保证。能力的培养、综合素质的提高是一个长期的持续的工作。特别是在科学技术迅猛发展的今天，新知识、新技术、新设备都需要我们不断的学习，在工作中探索，在培训中提高。电动机检修能力的提高既需要在实际工作中反复磨炼，也离不开理论的支持，二者相辅相成，不可偏废。电动机检修工的培训工作更需要相关人员的支持、关注、交流和沟通。

从事电动机检修工作的人员大多分两种情况，一是工作时间较长文化程度较低；二是学历较高工作时间短。前者是实际操作能力强但理论知识不扎实；后者是理论知识扎实但实际操作能力差。本书特别针对这种情况，在教材的安排上做了取舍，在理论知识和技能操作上对职业技能鉴定规范中要求的重点内容进行梳理，并兼顾了现场的实际需要。

本书是一本针对交流电动机检修和电气检修专业的岗位知识技能培训教材。目的是提高电气检修专业从业人员的理论知识和技能水平，使本专业检修工能顺利通过职业技能鉴定考试，胜任岗位工作。

本书在收集资料的过程中，得到有关单位和人员的大力支持，在此谨向他们表示诚挚的谢意！由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请各使用单位和个人提出宝贵意见以便及时补充、更正和完善。

王京阳

2012年6月

目 录

前言

第一章 异步电动机的原理结构	1
第一节 发电厂常用电动机简介	1
第二节 三相异步电动机的原理	7
第三节 三相异步电动机的结构	10
第二章 三相交流绕组的相关知识	25
第一节 三相交流绕组的基本概念	25
第二节 三相交流绕组的展开图	28
第三节 改善感应电动势波形的办法	35
第三章 异步电动机的运行原理与特性分析	38
第一节 异步电动机的运行原理	38
第二节 异步电动机的特性分析	50
第四章 异步电动机的启动、控制和调速	55
第一节 异步电动机的启动	55
第二节 异步电动机的控制	64
第三节 异步电动机的调速	71
第五章 电动机检修的基本知识和技能	76
第一节 电动机常用材料	76
第二节 电动机检修工具、仪表的使用	84

第六章 异步电动机的检修与维护..... 102

第一节 异步电动机的检修..... 102

第二节 异步电动机日常维护及常见故障处理..... 122

参考文献..... 131

第一章

异步电动机的原理结构

通过电磁感应把电能转换成机械能的电气设备称作电动机。按照工作电源的性质可分为直流电动机和交流电动机；按照电源的相数可分为三相电动机和单相电动机；按照电压的高低可分为高压电动机和低压电动机。高压电动机是指额定电压在 1kV 以上的电动机，常使用 6kV 和 10kV 电压等级。低压电动机是指额定电压在 1kV 以下的电动机，常见的有 380V 和 220V。这里主要学习高、低压三相异步电动机。

第一节 发电厂常用电动机简介

发电厂需要各种容量的电动机来拖动厂用机械设备。而电动机的电压和容量有关。一般容量在 75kW 以下的电动机，采用 380V 电压等级；100~200kW 的电动机采用 6kV 电压等级；1000kW 以上的电动机采用 10kV 电压等级。

以 300MW 机组为例，厂用系统一般用 6kV 和 380/220V 两种电压等级，按炉分段。各机、炉用电动机分别接到所属锅炉的母线上，便于检修、维护和管理。对于重要电动机，如凝结水泵、氢冷升压泵等为提高供电可靠性，一般采用交叉供电方式。

当发电机电压为 10.5kV 及以上时,采用高压厂用变压器降压得到 6kV 厂用高压电源。380/220V 电压等级的低压厂用工作电源由 6kV 厂用高压母线经低压厂用变压器取得,如图 1-1 所示。

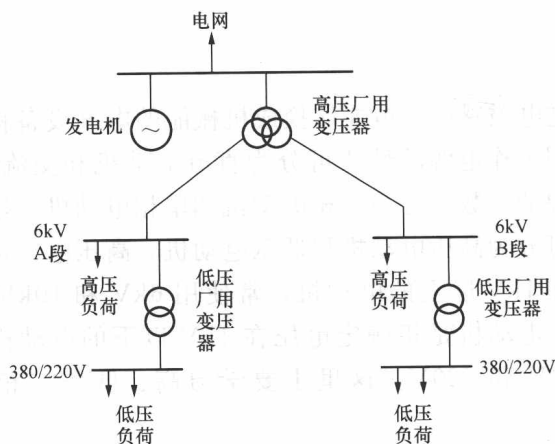


图 1-1 火电厂厂用电示意图

图 1-2 和图 1-3 分别为某 300MW 机组 6kV 段、380/220V 段电源接线图。表 1-1 为 300MW 火电厂主要厂用电动机列表。

对于水力发电厂,由于水轮发电机组辅助设备使用的电动机容量不大,通常只设 380/220V 一种厂用电压等级,由动力和照明系统共用。对于有大型机械的坝区和水利枢纽,常需另设专用坝区变压器,以 6~10kV 电压供电,如图 1-4 所示。水电厂厂用电部分相对简单,这里不再赘述。

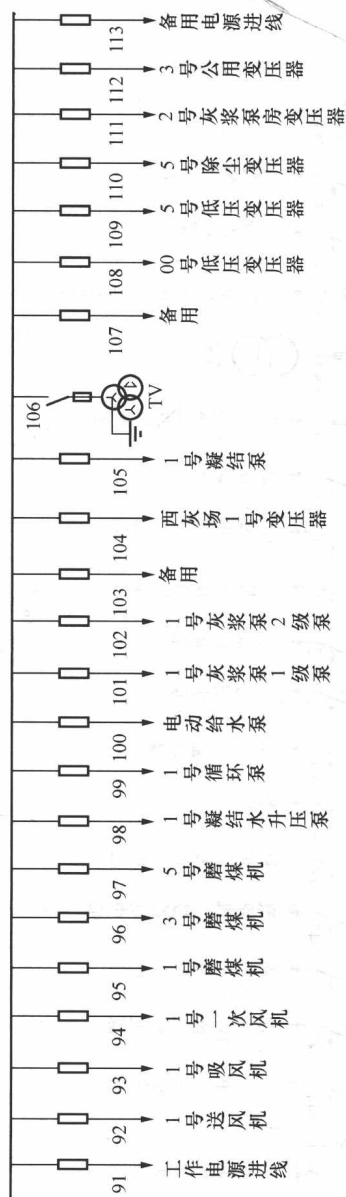
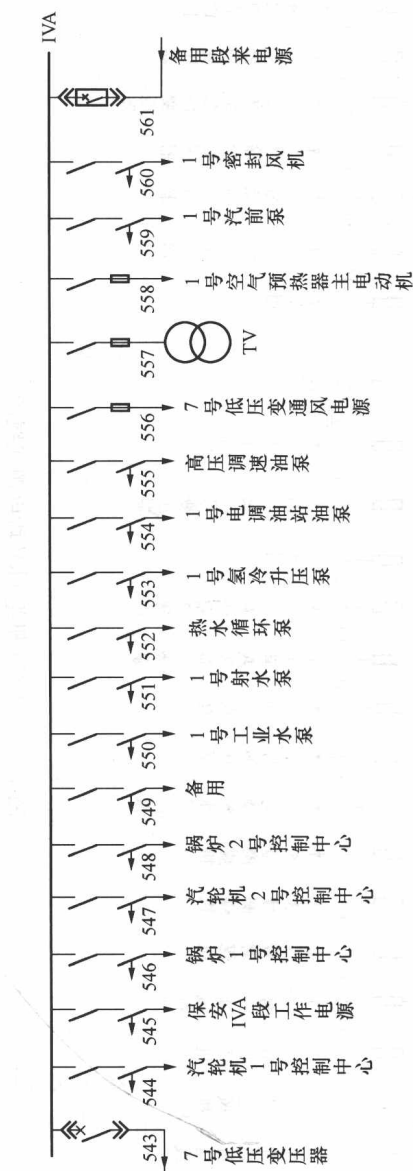


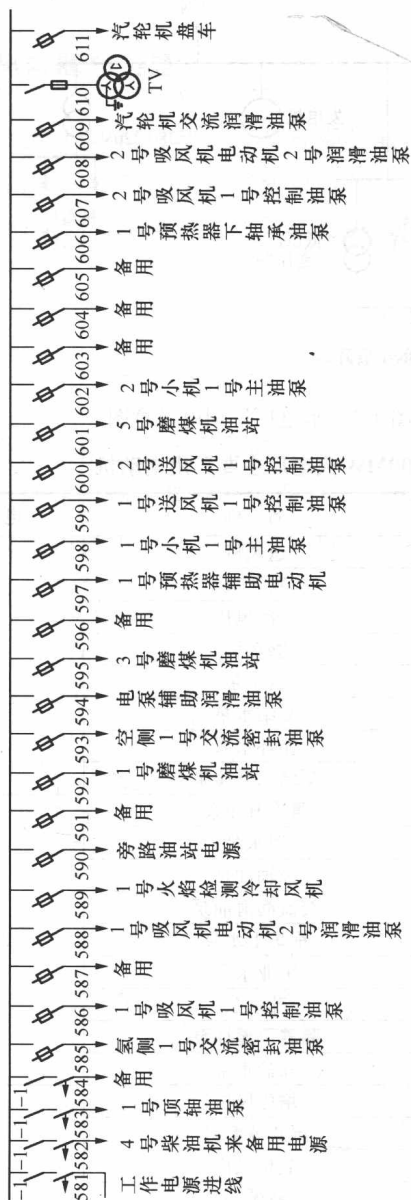
图 1-2 300MW 机组 6kV 段电源接线图



(a)

图 1-3 300MW 机组 380/220V 段电源接线图 (一)

(a) 380/220V 工作段电源接线图



(b)
图 1-3 300MW 机组 380/220V 段电源接线图 (二)
(b) 380/220V 保安段电源接线图

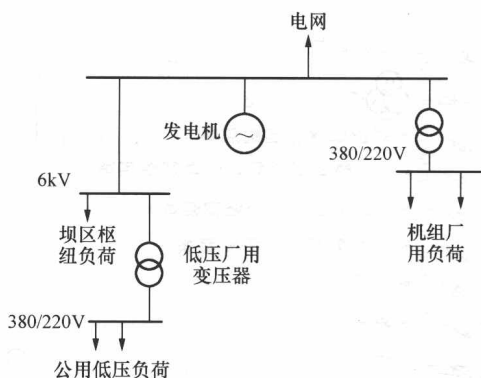


图 1-4 水电厂厂用电示意图

表 1-1 300MW 火电厂主要厂用电动机

分 类	名 称	电压等级
炉侧	送风机	6kV
	吸风机	
	一次风机	
	磨煤机	
机侧	给水泵	380kV
	凝结水泵	
	循环水泵	
	凝结水升压泵	
	氢冷升压泵	380kV
	射水泵	
	顶轴油泵	
	交流润滑油泵	
	锅炉上水泵	
	工业水泵	
	疏水泵	
	除氧再循环泵	
	除盐水泵	
脱硫	增压风机	6kV
	湿式球磨机	
	氧化风机	
	浆液循环泵	



思考题与习题

1. 发电厂厂用电动机一般有哪些电压等级?
2. 高低压电动机是如何划分的?
3. 电动机的容量和电压等级的关系是怎样的?

第二节 三相异步电动机的原理

在对称的三相定子绕组中通入对称的三相交流电, 将会在气隙中产生旋转磁场, 其旋转方向总与三相绕组电流的相序一致。如改变三相绕组电流的相序, 旋转磁场的方向亦随之改变, 如图 1-5 和图 1-6 所示。

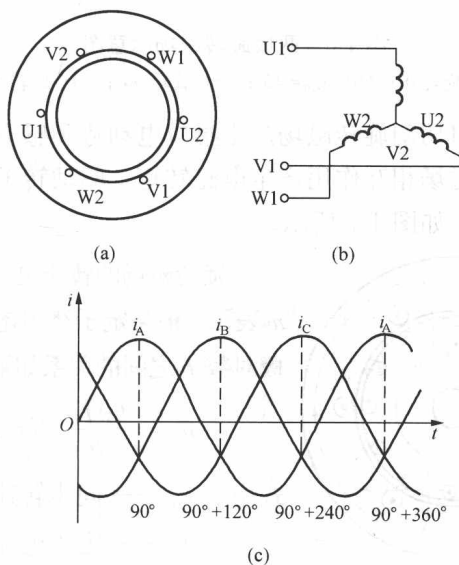


图 1-5 定子三相绕组通入对称三相电流

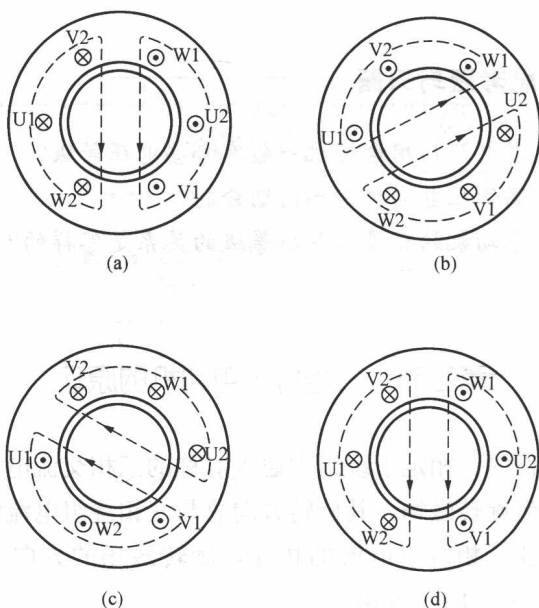


图 1-6 两极旋转磁场示意图

(a) 旋转 0° ; (b) 旋转 45° ; (c) 旋转 90° ; (d) 旋转 135°

转子绕组切割旋转磁场产生感应电动势和感应电流，感应电流与旋转磁场相互作用产生电磁转矩，驱动转子沿旋转磁场的方向转动，如图 1-7 所示。

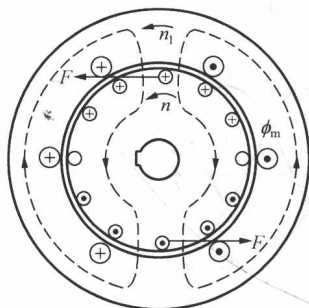


图 1-7 电动机转动原理图

旋转磁场的转速也叫同步转速用 n_1 表示。 n_1 与定子绕组电流频率及磁极对数 p 之间的关系如下

$$n_1 = \frac{60f_1}{p} \quad (\text{r/min})$$

式中 n_1 —— 同步转速；

f_1 —— 定子电流频率；

p —— 旋转磁场磁极对数。

我国工频为 50Hz, 因此:

$p=1$ 时, $n_1=3000\text{r/min}$;

$p=2$ 时, $n_1=1500\text{r/min}$;

$p=3$ 时, $n_1=1000\text{r/min}$ 。

n 为电动机的转速, 它与同步转速之间符合如下关系

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

s 为三相异步电动机的转差率, 电动机正常工作时 s 在 0.02~0.06 之间。

【例 1-1】 有一台异步电动机额定转速 $n=730\text{r/min}$, 试求其额定转差率是多少?

解: 因 n 接近于 n_1 , $n_1=750\text{r/min}$, 则由公式 $n_1 = 60 \frac{f}{p}$ 可知

$$p = \frac{60f}{n_1} = \frac{60 \times 50}{750} = 4(\text{对})$$

由转差率公式 $s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$, 得

$$s_N = \frac{750 - 730}{750} \approx 0.0267$$

答: 异步电动机的额定转差率为 0.0267。

【例 1-2】 某三相异步电动机额定转速 $n_N=1440\text{r/min}$, 求同步转速、极对数、额定转差率。

解: $n_1=1500$ (r/min)

$$p = \frac{60f}{n_N} = \frac{60 \times 50}{1500} = 2(\text{对})$$

$$s = \frac{n_1 - n_N}{n_1} = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0.04$$

答：同步转速、极对数、额定转差率分别为 1500r/min、2 对、0.04。



思考题与习题

1. 简述异步电动机的工作原理。
2. 如何改变异步电动机的旋转方向？
3. 什么是同步转速？
4. 异步电动机的额定转差率范围是多少？

第三节 三相异步电动机的结构

一、结构组成

三相异步电动机主要由定子和转子两个基本部分组成，按其转子的结构不同，可分为笼型异步电动机和绕线式异步电动机。图 1-8 所示为笼型电动机结构组成示意图，图 1-9 所示为绕线式异步电动机结构图。

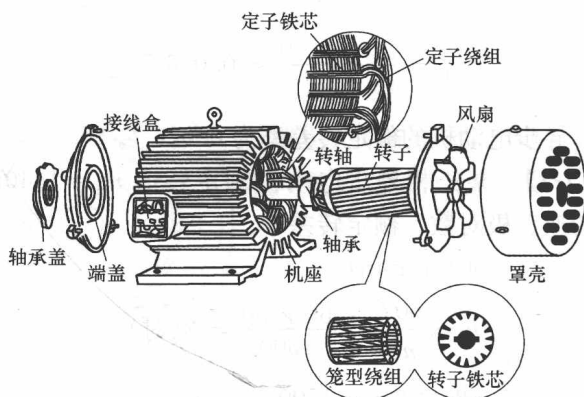


图 1-8 笼型电动机结构组成示意图

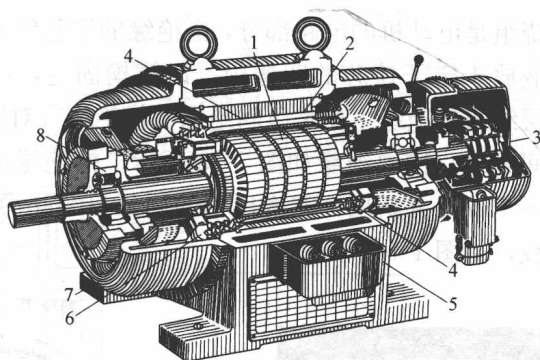


图 1-9 绕线式异步电动机的结构图

1—转子；2—定子；3—集电环；4—定子绕组；5—出线盒；

6—转子绕组；7—端盖；8—轴承

1. 定子

定子由定子铁芯、定子绕组和机座三部分组成。定子铁芯是电动机磁路的一部分，由 $0.35 \sim 0.5\text{mm}$ 厚的硅钢片叠成，片间涂以绝缘漆，以减少涡流损耗，如图 1-10 所示。定子铁芯的内缘开有凹槽，以嵌放定子绕组。一般高压电动机采用开口槽，低压电动机采用半闭口和半开口槽，如图 1-11 所示。较大容量的电动机，其定子铁芯沿轴向分段，段和段间设有径向通风沟，以利于铁芯的散热。

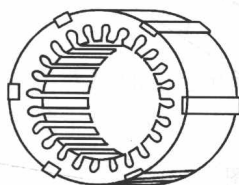


图 1-10 异步电动机定子铁芯

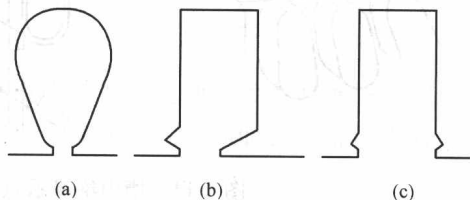


图 1-11 异步电动机定子槽型

(a) 半闭口槽；(b) 半开口槽；(c) 开口槽