



江苏省普通高校对口单招系列学习指导丛书

电机和拖动

学习指导与巩固练习

(电子电工类)

刘永军 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>

江苏省普通高校对口单招系列学习指导丛书

电机和拖动学习指导与巩固练习

(电子电工类)

刘永军 主 编
汤小春 副主编

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书为江苏省电子电工专业普通高校对口单招考试系列学习指导用书,本书是按照《江苏省普通高校对口单独招生电子电工类专业综合理论考试大纲》的有关要求编写而成的。

本书包含了《电机和拖动》中电机原理和电气控制两个模块,涉及三相交流异步电动机工作原理、机械特性、启动原理、调速原理、制动原理、单相异步电动机原理、常用电压电器原理及常见继电器控制电路分析与设计等。

本书图文并茂,讲练结合,以练为主,突出学生的主体作用,所选例题和练习题的典型性和针对性较强。

本书适用于江苏省普通高校单独招生考试电子电工专业的学生使用,也可以作为电子电工类专业相关课程教师的参考用书或学生自学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电机和拖动学习指导与巩固练习:电子电工类/刘永军主编. —北京:电子工业出版社,2012.12
(江苏省普通高校对口单招系列学习指导丛书)

ISBN 978-7-121-18140-5

I. ①电… II. ①刘… III. ①电机-中等专业学校-升学参考资料②电力传动-中等专业学校-升学参考资料 IV. ①TM3

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第205934号

策划编辑:张 凌 陶 亮

责任编辑:张 凌

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:10.5 字数:268.8千字

印 次:2012年12月第1次印刷

定 价:30.00元(附试卷)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

编委会学校



南京市浦口中等专业学校
南京市六合中等专业学校
南京市溧水中等专业学校
南京市高淳中等专业学校
常州刘国钧高等职业技术学校
淮安市淮阴区职业教育中心
江苏省丹阳中等专业学校
江苏省丰县职业技术教育中心
江苏省灌云中等专业学校
江苏省海门中等专业学校
江苏省惠山中等专业学校
江苏省江阴中等专业学校
江苏省金湖中等专业学校

江苏省金坛中等专业学校
江苏省溧阳中等专业学校
江苏省连云港中等专业学校
江苏省涟水县职业技术教育中心
江苏省如皋第一中等专业学校
江苏省泰兴中等专业学校
江苏省铜山中等专业学校
江苏省徐州市张集中等专业学校
江苏省盐城高级职业学校
江苏省仪征工业学校
江苏省张家港职业教育中心校
江苏省如东第一职业教育中心校

合作高校

扬州大学
江苏大学
南京信息职业技术学院

南京工业职业技术学院
江苏技术师范学院
无锡商业职业技术学院

出版说明



职业教育肩负着服务社会经济发展和促进学生全面发展的重任。职业教育的改革与发展,使得培养的人才规格更加地适应和贴近社会的需求,这也正是职业教育充满活力的源泉。

《国家教育事业发展第十二个五年规划》中明确提出,建立现代化职业教育体系是职业教育事业发展的一项重要工作内容,要“适度扩大高等职业学校单独招生试点规模,扩大应用型普通本科学校招收中等职业教育毕业生规模”。作为中、高等职业教育沟通衔接的重要渠道,普通高校对口单独招生是培养高素质、高技能人才的迫切需要,是增强职业教育吸引力的重要举措,是完善职业教育体系、推动职业教育健康发展、办人民满意职业教育的重要内容。对口单招已成为普通高校招生工作的重要组成部分。

为更好地适应行业发展现状,对接职业标准,实现中、高职教育在课程内容上的有机衔接,江苏省教育科学研究院和各专业联合考试指导委员会从2009年起分别对普通高校对口单独招生考试语文、数学、英语考试大纲,以及大部分专业综合理论考试大纲和技能考试标准进行了修订,并从2010年开始执行。然而,在实际对口单招教学过程中,师生们很难找到在内容的覆盖面与知识的深度上与考纲要求相匹配的教材与教辅资料,这给教学工作带来了许多不便。本套丛书的编写初衷正是致力于解决这一问题,给广大有志于通过对口单招进入大学深造的学子们提供学习上的便利。

丛书的编写,力图体现以下特色:

1. 依据考纲要求,强化单招特色 编写完全依据对口单招高考的要求,有别于一般中等职业教育文化课程、专业课程的教材和教辅材料,强调对基础知识的掌握,着力培养应用知识解决问题的能力。通过适量的针对性训练,培养学生严谨的治学态度,养成良好的解题规范,使学生能准确把握问题的实质、快速找到解决问题的合理方案。

2. 对应考纲内容,形成理论体系 按照必需、够用的原则,依据考纲的要求对内容进行合理重组,使相关知识形成了较完整的体系,解决了目前中等职业教育相关教材知识不够系统、不够完整的问题。

3. 针对单招实际,便于教学实施 丛书的编写人员长期从事单招教学与研究,我们立足单招学生的实际基础水平与认知能力特点,结合单招高考的目标要求,精心组织内容,循序渐进,多角度地帮助学习理解知识,着力培养学生的知识应用能力。相信无论是对于教师的授课还是对于学生的学习,都会有一定的帮助与促进作用。

丛书包括三方面内容:与新授课学习配套的学习指导与巩固练习;与复习配套的复习要领与强化训练;考前冲刺的仿真模拟测试卷。“学习指导与巩固练习”注重学法指导,配以适量的典型题及解法指导、巩固练习、阶段测试卷、学科综合测试卷,促进基础知识的掌握、基本能力的培养、解题规范的形成;“复习要领与强化训练”针对考纲要求,将学科知识分解、重组,融入若干课题中,强调知识应用能力的培养;“仿真模拟测试卷”采用活页

形式，在考核内容、难易度、区分度以及呈现方式上完全模拟单招统考试卷，强调学科知识的综合应用。

普通高校对口单招系列学习指导丛书的编写是一项全新的工作。由于没有成熟的经验可以借鉴，也没有现成的模式可以套用，加之时间仓促，尽管我们竭尽全力，遗憾在所难免。追求卓越，是我们创新和发展的动力，殷切希望读者批评指正。

丛书编委会
2012年8月

前 言



普通高校对口单招是中、高等职业教育沟通衔接的重要渠道，是培养高素质高技能人才的迫切需要，是增强职业教育吸引力的重要举措，是完善职业教育体系、办人民满意职业教育的重要内容。苏教职〔2008〕39号文指出：我省将对普通高校对口单招院校和专业进行科学规划，在普通高校招生计划总额中，相对稳定并逐步增加对口单招规模，同时对于高技能紧缺专业继续安排本科招生计划。为了适应对口单招的新形势，满足中职学生多元化个性发展的需求，提高专业综合理论学习的效率，我们组织了一批长期工作在单招第一线、经验丰富的教师，按照江苏省普通高校对口单独招生电工电子类专业综合理论考试大纲中电机和拖动部分的要求编写了本书。

本书内容系统，体例新颖、实用。全书将综合理论考试中课程《电机和拖动》涉及的内容分成电子电机原理与电气控制两个模块，每个模块由若干章、节组成，每章均以考纲要求为引导，加深学生的对考点知识的理解。学生可根据教师的复习顺序自主选择学习模块。

本书突出学生学习的主体性和教师的主导性，每节内容均由【学习目标】、【内容提要】、【例题解析】和【巩固练习】等部分组成。

【学习目标】：结合考纲考点将本节知识点用可考查核定的语言表述，便于学生把握重点和难点。

【内容提要】：将本节知识点包含的主要学习内容进行归纳和提炼，便于学生课前的预习和课后的复习。

【例题解析】：以考纲确定的单元重点知识作为典型例题，通过要点分析，培养分析问题的能力，并形成良好的学习方法和解题思路。

【巩固练习】：将本节的基础性和综合性的知识转换成各种类型的试题，可作为课后练习和单元测试使用。

本书由南京六合中等专业学校刘永军老师主编，江苏省溧阳中等专业学校汤小春老师参编。其中，第1章由刘永军老师组织编写，第2章由汤小春老师组织编写。全书由刘永军老师统稿。

本书适用于江苏省普通高校对口单独招生考试电子电工专业的学生使用，也可以作为电子电工类专业相关课程教师的参考用书或学生自学用书。

本书在编写、出版和发行过程中，得到了相关学校领导、教师的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编写的时间仓促、水平有限，书中难免出现错误和疏漏之处，敬请各位读者批评指正。

编 者
2012年7月

目 录



第 1 章 交流异步电动机	1
1.1 三相异步电动机的结构和工作原理	1
1.2 三相异步电动机的运行特性	10
1.3 三相异步电动机的机械特性	17
1.4 三相异步电动机的启动、反转、调速和制动控制原理	24
1.5 三相异步电动机的选择、使用和维护	37
1.6 单相异步电动机	39
第 2 章 电气控制技术	44
2.1 低压电器的基本知识	44
2.2 开关电器	48
2.3 接触器	53
2.4 继电器	57
2.5 熔断器	67
2.6 主令电器	70
2.7 电气控制电路的图形、文字符号及绘制原则	76
2.8 三相异步电动机的基本控制电路	79
2.9 三相异步电动机的降压启动控制电路	98
2.10 三相异步电动机的制动控制电路	105
2.11 三相异步电动机的变极调速控制电路	111
2.12 电气控制电路的简单设计与分析	116
巩固练习参考答案	123

第 1 章

交流异步电动机

考纲要求

- ◇ 了解三相异步电动机的结构。
- ◇ 了解三相异步电动机的旋转磁场产生和运转原理。
- ◇ 理解三相异步电动机的铭牌数据的意义。
- ◇ 掌握三相异步电动机的转矩和机械特性。
- ◇ 掌握三相异步电动机的启动、反转、调速和制动控制方法。
- ◇ 了解三相异步电动机的选用原则。
- ◇ 了解单相异步电动机的结构和启动原理。

1.1 三相异步电动机的结构和工作原理

学习目标

1. 了解三相异步电动机的结构及旋转磁场的形成。
2. 了解三相异步电动机的运转原理。
3. 掌握三相异步电动机的同步转速、电动机转速、转差率的概念及相互关系。
4. 掌握三相异步电动机的主要铭牌数据的物理意义及相关计算。

内容提要

电机是一种能将电能和机械能相互转换的设备，其运行原理基于电磁感应原理。按照电机的功能，可分为发电机和电动机两类。发电机是将机械能转换为电能，电动机是将电能转换为机械能。电机按照不同的分类方式可分为直流电机与交流电机、同步电机与异步电机、三相电机与单相电机、笼型电机与绕线电机等。

三相交流异步电动机由三相交流电源供电，结构简单、价格低廉、使用维修方便，在工、农业及其他各个领域中都得到了广泛的使用。

一、三相交流异步电动机的结构

三相交流异步电动机虽然种类繁多，但是基本结构都是由两部分组成的，其中固定不动的部分称为定子，转动的部分称为转子，定子和转子之间有气隙。转子分为鼠笼式（笼型）和绕线式两种。如图 1-1-1 所示为三相鼠笼式异步电动机结构图。

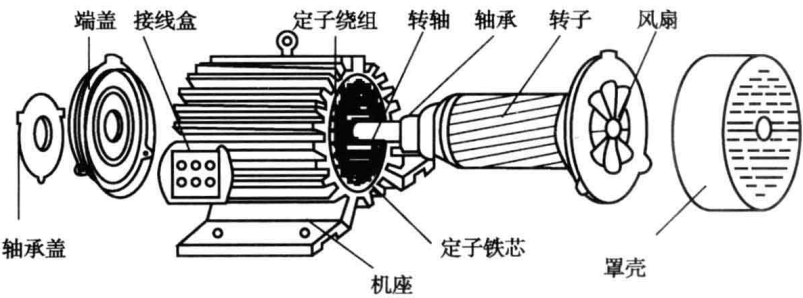


图 1-1-1 三相鼠笼式异步电动机结构图

1. 定子

电动机的定子部分主要包括定子绕组和定子铁芯，另外还有机座、端盖等。

定子 (电动机的 固定部分， 用来产生旋 转磁场)	定子绕组	电动机的电路部分，通入对称三相交流电源形成旋转磁场。定子绕组一般按照一定规则对称分布。
	定子铁芯	电动机的磁路部分，用于增加磁通。一般由 0.35~0.5mm 厚的相互绝缘的硅钢片叠装而成，以减小涡流和磁滞损耗。定子绕组一般嵌在定子铁芯的槽内。
	机座	机座的作用是固定定子铁芯和定子绕组，并通过两侧的端盖和轴承来支撑转子，也是磁路的一部分。

电动机定子绕组完全对称，根据定子绕组的额定电压和电源电压，可将定子绕组接成星形（Y）或者三角形（ Δ ）。电动机三相绕组的 6 个接线端分别为 U_1 、 U_2 、 V_1 、 V_2 、 W_1 、 W_2 ，接线端一般都在机座外面的接线盒内，接线方法如图 1-1-2 所示。

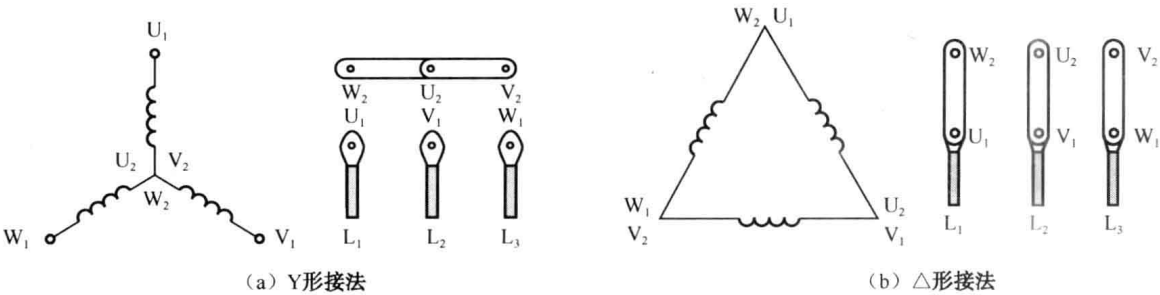


图 1-1-2 三相异步电动机定子绕组接线图

2. 转子

电动机转子部分主要包括转子绕组和转子铁芯，另外还有转轴、风扇等。

转子 (电动机的 转动部分， 用来产生机 械转矩)	转子绕组	电动机的电路部分，用来产生感应电流，从而获得一个电磁转矩使转子转动。其分为鼠笼式和绕线式两类。
	转子铁芯	电动机磁路的一部分，用于增加转子磁通。一般由 0.35~0.5mm 厚的相互绝缘的硅钢片叠装而成，以减小涡流和磁滞损耗。

(1) 鼠笼式(笼型)转子

鼠笼式转子也有两种：一种是铜条转子；另一种是铸铝转子，如图 1-1-3 所示。铜条转子制造复杂、价格较高，一般用于大功率电动机；铸铝转子制造相对简单、价格便宜，一般用于中、小型电动机。鼠笼式转子两端有短路铜环，使转子自成回路，无须外接电路。

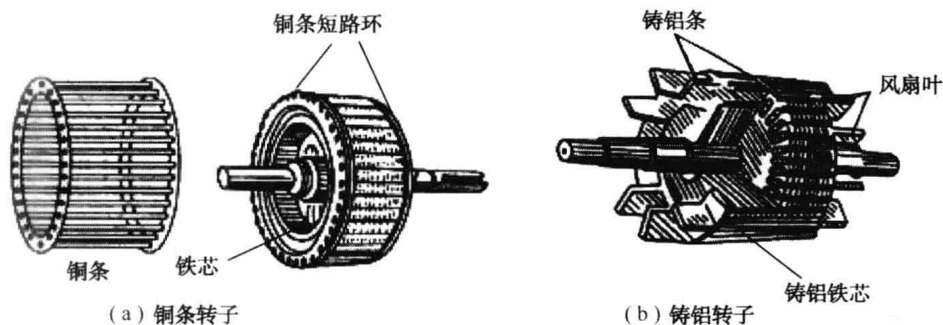


图 1-1-3 鼠笼式转子结构

(2) 绕线式转子

绕线式转子的结构和定子绕组相似，也采用对称的三相绕组嵌入转子铁芯中，并固定做星形连接，三个引出端通过转轴上的集电环和外电路电阻相连接，如图 1-1-4 所示。外电路电阻通常是变阻器或者电抗器，也是星形连接，调节电阻器的阻值可以达到电动机调速及改善启动性能的目的。绕线式三相异步电动机通常在对启动性能或调速有特殊要求的场合中(如起重设备、卷扬机等)。

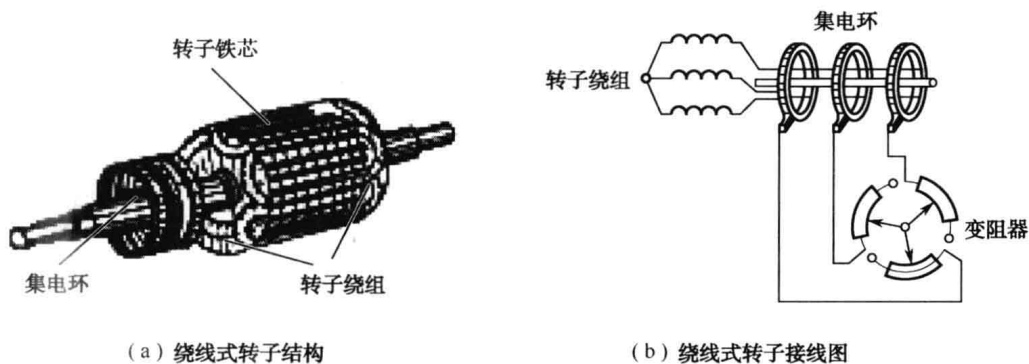


图 1-1-4 绕线式转子结构和接线图

3. 气隙

电动机的定子和转子之间有一定的气隙，以保证转子可以自由转动，气隙也是磁路的一部分。气隙的大小对电动机的性能有比较大的影响。若气隙过小，则在电动机装配时会十分困难，特别是在运行时可能发生转子与定子的摩擦，导致电动机损坏；若气隙过大，则磁路磁阻增大，使电动机的励磁电流增大，电动机功率因数降低，甚至烧坏电动机。

二、三相交流异步电动机的工作原理

1. 旋转磁场的产生

三相异步电动机的定子绕组完全对称，且在空间位置也是对称的，因此，三相定子绕组通以三相对称交流电源时，各相定子绕组中电流也必然对称。图 1-1-5 所示为定子绕组空间互差 120° ，且为 Y 形接法时各相产生的磁场。

说明：

(1) 三相定子绕组分别是 U、V、W，1 表示首端，2 表示末端；定子绕组的空间对称，是指首端与首端或者末端与末端之间的对称，不能看首端和末端之间的空间位置。

(2) 规定：电流为正值表示由定子绕组首端流入，末端流出；电流为负值表示从末端流入，首端流出，并用 $\otimes$ 表示电流流入， $\odot$ 表示电流流出。

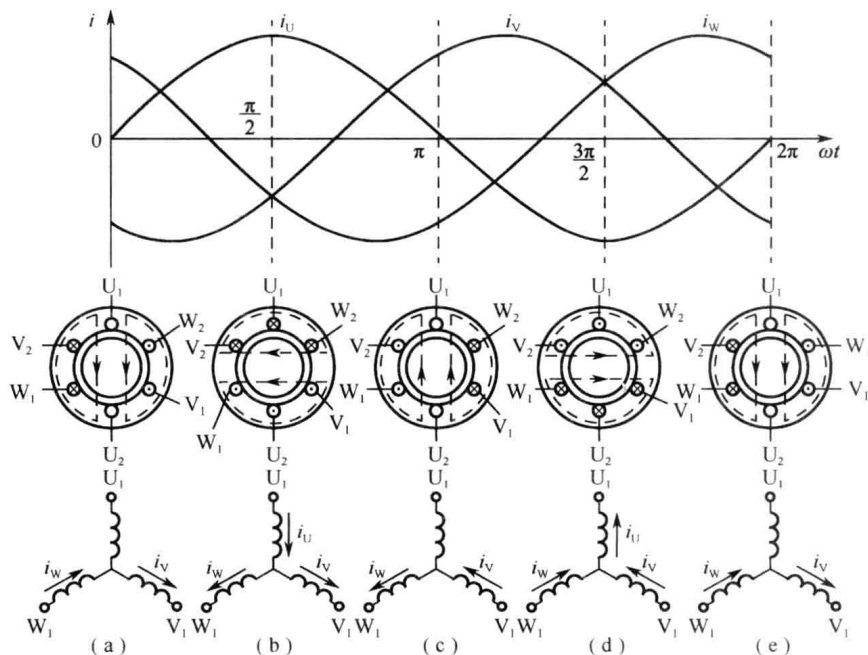


图 1-1-5 三相异步电动机旋转磁场的产生

- 当 $\omega t = 0$ 时， $i_U = 0$ ； i_V 为负值，即 i_V 由末端 V_2 流入，首端 V_1 流出； i_W 为正值，即由首端 W_1 流入，末端 W_2 流出；合成磁场方向由上指向下。
- 当 $\omega t = 90^\circ$ 时， i_U 为正值， i_V 和 i_W 为负值，合成磁场的方向顺时针方向旋转 90° 。
- 当 $\omega t = 180^\circ$ 时，合成磁场的方向顺时针方向旋转 180° 。

同样可得，当 $\omega t = 270^\circ$ 、 $\omega t = 360^\circ$ 时两个瞬间的合成磁场如图 1-1-5 (d)、(e) 所示。

由此可见，当空间彼此相差 120° 的三个相同线圈通入对称三相交流电时，就能产生与电流有相同角速度随时间旋转的旋转磁场（即交流电变化一周，旋转磁场在空间也旋转一周）。

另外，如果改变电源的相序重新分析，则会发现旋转磁场的方向也发生改变。因此，旋转磁场的方向由三相交流电源的相序决定，改变相序，可以改变旋转磁场的方向，后面电动机正反转正是根据这一原理工作的（改变相序只要任意对调两相绕组即可）。

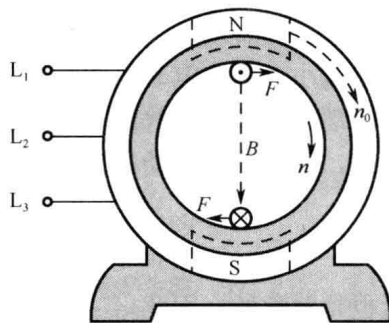


图 1-1-6 电动机定子和转子的剖面图

2. 三相异步电动机的转动原理

图 1-1-6 所示为电动机定子和转子的剖面图。当三相异步电动机的三相定子绕组通入对称的三相交流电流时，就形成了旋转磁场，该磁场和静止的转子绕组间就产生了相对运动，从而使转子绕组上产生感应电流。当转子中有电流后，旋转磁场又对

感应电流产生电磁力矩,从而使转子转动起来,这就是三相异步电动机的工作原理。由楞次定律和左手定则可以判定,转子绕组的转动方向和旋转磁场的方向相同,且转子的转速略低于旋转磁场的转速,这也是三相异步电动机中“异步”的含义。

3. 同步转速、电动机转速和转差率

三相异步电动机的旋转磁场的转速称为同步转速,它除了和电源的频率有关以外,还与定子绕组的结构有关。图 1-1-5 分析的是定子绕组空间互差 120° 的三相定子绕组形成的具有 1 对磁极的旋转磁场,交流电变化一周,旋转磁场也转过一周,若电源频率为 50Hz,则旋转磁场每秒转过 50 周,转速为 $n_0 = 60f_1 = 60 \times 50 = 3000\text{r/min}$ 。若三相异步电动机每相定子绕组由两个绕组串联组成,则定子绕组一共由 6 个绕组组成,每相绕组在空间相差 60° ,从而形成 2 对磁极(磁极数为 4),即交流电变化一周时,磁场只转过半周,说明旋转磁场的同步转速和磁极对数成反比。同步转速计算公式如下:

$$n_0 = \frac{60f_1}{p}$$

式中, f_1 ——电源频率,单位为赫兹(Hz);

p ——磁极对数,量纲为 1;

n_0 ——同步转速,单位为转/分(r/min)。

说明:因磁极总是成对出现的,故对于工频电动机来说,同步转速是一系列固定的值,即 3000r/min、1500r/min、1000r/min、750r/min 等。

由电动机的转动原理可知,电动机转速略低于同步转速,两者间的差距是通过转差率来反映的。转差率是电动机的一个重要参数,定义为同步转速与电动机转速之差和同步转速的比值,即

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0}$$

式中, n ——电动机转速,单位为转/分(r/min);

s ——转差率,量纲为 1。

电动机在不同的状态下,转差率也不同。空载时,电动机转速最高,接近同步转速,转差率在 0.004~0.007,常认为 $s \approx 0$;电动机启动瞬间,转子转速(电动机转速)为 0,转差率 $s = 1$;电动机正常运转时, $0 < s < 1$;电动机额定运行时,额定转差率 s_N 在 0.01~0.06 之间。

三、三相交流异步电动机的铭牌

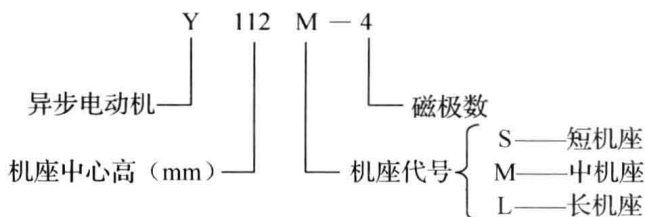
任何一台电动机在出厂前,在机座上都装有一块铝制或铜制的金属标牌,称为电动机的铭牌。铭牌上标明了该电动机的类型、性能指标、使用条件等,为正确、合理、规范的使用这台电动机提供了重要依据。现以 Y112M—4 型三相交流异步电动机为例,来说明各参数的含义。

Y112M—4 型三相交流异步电动机的铭牌

三相交流异步电动机			
型 号	Y112M—4	额定频率	50Hz
额定功率	4kW	绝缘等级	E 级
接 法	$\triangle$	温 升	60°C
额定电压	380V	工作方式	连续
额定电流	8.6A	功率因数	0.85
额定转速	1440r/min	重 量	59kg
×××电机厂		××××年××月××日	

1. 型号

电动机的型号是表明电动机品种形式的代号，由品种代号、规格代号及特殊代号组成，具体含义如下。



2. 额定电压 U_N

额定电压是指电动机在额定状态下运行时，定子绕组所接三相交流电源的线电压。

3. 额定电流 I_N

额定电流是指电动机在额定状态下运行时输电线路的线电流。

4. 额定功率 P_N

额定功率是指电动机在额定状态下运行时，其轴上输出的机械功率。

电动机的额定功率不是电动机的输入电功率，即电源提供的功率。电动机工作时，输入的电功率在电动机内部有铜损（绕组的直流电阻的损耗）和铁损（涡流和磁滞损耗）及转轴在转动时的机械损耗等，因此，输出的功率均小于输入功率，所以电动机的效率也是电动机的一个重要参数。应注意，电动机的输入功率大小不是由输入的电源电压来确定的，而是取决于转轴上的负载转矩，即输出功率的大小。

例如，Y112M—4 型电动机输入功率为

$$P_1 = \sqrt{3}U_N I_N \cos\varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 8.6 \times 0.85 \approx 4.8 \text{ kW}$$

输出功率为

$$P_2 = P_N = 4 \text{ kW}$$

效率为

$$\eta = \frac{P_N}{P_1} = \frac{4 \text{ k}}{4.8 \text{ k}} \times 100\% \approx 83\%$$

一般来说，鼠笼式异步电动机额定运行时的效率在 72%~93% 之间。

5. 额定频率

额定频率表明了电动机正常工作时的工作频率，我国的电动机一般只能在 50Hz 的交流电源上使用。

6. 额定转速 n_N

额定转速是指电动机额定运行时的转速。

7. 接法

电动机正常工作时，其定子绕组均要获得额定电压。电动机实际使用时，可以根据电动机的铭牌数据知道电动机定子绕组的额定电压，从而再根据实际电源电压来确定电动机的 Y 形或 Δ 形接法，以保证电动机能正常工作。例如，由 Y112M—4 型电动机的铭牌数据可知其额定电压为 380V，电动机为 Δ 形接法，因此可以知道电动机定子绕组的额定电压为 380V，所以当电源线电压为 380V 时应接成 Δ 形，否则电动机不能正常工作。若电动机的额定电压为 380V，接法为 Y 形，则可知电动机定子绕组的额定电压为 220V，所以当电源线电压为 380V 时，将电动机接成 Y 形，而电源线电压为 220V 时则应接成 Δ 形，这两种接法电动机均能正常工作。

8. 工作方式

电动机的工作方式是指电动机在铭牌数据的额定值下工作而不致于损坏（如温度过高）的工作形式。电动机的工作方式有连续、短时和断续三种。

9. 绝缘等级

绝缘等级是指电动机所用的绝缘材料按它的允许耐热程度而规定的等级，分别为 A 级，105℃；E 级，120℃；B 级，130℃；F 级，155℃；H 级，180℃等。

10. 功率因数

功率因数是指电动机从电网吸收的有功功率与视在功率的比值。视在功率一定时，功率因数越高，有功功率越大，电动机对电能的利用率越高。

三相异步电动机的功率因数一般较低，额定负载时约为 0.7~0.9，而轻载或空载时则更低。因此，在选择电动机容量时，应根据负载的需求选择合适的容量。若电动机容量过大，则会出现“大马拉小车”现象，电动机功率因数低，电源利用率不高。

11. 温升

电动机运行时将电能转变为机械能，但是不可避免的有一部分电能会转变为热能而消耗掉，同时使电动机温度升高。电动机产生的热能和其散发的热能相平衡时，电动机温度达到稳定。在稳定状态下，电动机温度与环境温度之差称为电动机的温升。环境温度通常规定为 40℃。



例题解析

【例 1-1-1】 某工频三相异步电动机额定转速为 1470r/min，则该电动机为几极电动机？额定转差率为多少？若电动机空载转差率为 0.006，则电动机空载转速为多少？

【要点解析】 对于工频电动机，其同步转速为一系列固定的值，且电动机转速略低于同步转速；电动机在不同状态转速和转差率下均不同。

【解】 因为 $n_N = 1470 \text{ r/min}$

所以

$$n_0 = 1500 \text{ r/min (不会是 } 3000 \text{ r/min)}$$

所以

$$p = \frac{60f_1}{n_0} = \frac{60 \times 50}{1500} = 2$$

故该电动机为 4 极异步电动机。

所以额定转差率为

$$s_N = \frac{n_0 - n_N}{n_0} = \frac{1500 - 1470}{1500} = 0.02$$

空载转速为

$$n = (1 - s)n_0 = (1 - 0.006) \times 1500 = 1491 \text{ r/min}$$

【例 1-1-2】 已知 Y120M—6 型三相异步电动机的部分参数： $P_N = 10 \text{ kW}$ ， $U_N = 380/220 \text{ V}$ ，接法 Y/△， $f = 50 \text{ Hz}$ ， $s_N = 0.03$ ， $\cos\varphi = 0.8$ ， $\eta = 0.75$ 。求：（1）电动机的同步转速与额定转速；（2）电动机额定电流；（3）电动机的损耗功率。

【要点解析】电动机型号中最后的数字表示磁极数,不是磁极对数;电动机的额定功率不是输入电功率而是输出的机械功率,电动机工作时会有铜损、铁损和机械损耗等;电动机的额定电流是指线电流,且不同连接时有不同的额定值。

【解】(1) 由电动机的型号可知磁极对数 $p=3$

同步转速为

$$n_0 = \frac{60f_1}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ r/min}$$

额定转速为

$$n_N = (1 - s_N)n_0 = (1 - 0.03) \times 1000 = 970 \text{ r/min}$$

(2) 电动机的输入电功率为

$$P_1 = \frac{P_N}{\eta} = \frac{10 \text{ kW}}{0.75} = 13.33 \text{ kW}$$

不同连接时额定电流为

$$I_{YN} = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_{YN}\cos\varphi} = \frac{13.33 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 25.32 \text{ A}$$

$$I_{\Delta N} = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_{\Delta N}\cos\varphi} = \frac{13.33 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.8} = 43.73 \text{ A}$$

(3) 电动机损耗功率为

$$\Delta P = P_1 - P_N = 13.33 \text{ kW} - 10 \text{ kW} = 3.3 \text{ kW}$$



巩固练习

一、单项选择题

- 三相笼型异步电动机从结构上看,具有的特点是()。
 - 它们的定子绕组必须是铸铝构成
 - 它们的定子内装有三相对称绕组
 - 它们的定子绕组不闭合,由铜环和电刷将其闭合
 - 它们的转子绕组不闭合,由铜环和电刷将其闭合
- 三相异步电动机旋转磁场的旋转方向决定于交流电的()。
 - 大小
 - 频率
 - 相位
 - 相序
- 对于异步电动机的同步转速,下列说法正确的是()。
 - 与电网电压频率成正比
 - 与转子转速相同
 - 与转子电流频率相同
 - 与转差率有关
- 转差率是异步电动机的一个参数,在电动机正常工作时,其值为()。
 - $s=1$
 - $s>1$
 - $s<0$
 - $0<s<1$
- 三相电动机定子铁芯的材料类型应选用()。
 - 矩磁性材料
 - 铜或铝等导电材料
 - 软磁性材料
 - 钢板
- 三相异步电动机正常运行时,电动机转速()。
 - 大于同步转速
 - 小于同步转速

8. 旋转磁场的转速与磁极对数有关, 以 4 极电动机为例, 交流电变化一个周期时, 其磁场在空间旋转了 () 周。
- A. 2 B. 4 C. 1/2 D. 1/4

9. 三相异步电动机的定子铁芯采用硅钢片叠制而成主要是为了减轻电动机的重量。()

- ### 三、填空题

15. 三相异步电动机是根据_____原理工作的,是将_____转变为_____的设备。

16. 三相异步电动机从结构上讲主要由 和 两部分组成。

17. 三相异步电动机型号 Y114M—6 中, Y 表示_____, 6 表示_____, M 表示_____。

18. 电动机处于额定工作状态时的功率因数比空载或轻载时要_____, 效率比空载或轻载时要_____。

19. 一台 50Hz 的三相异步电动机额定转速为 720r/min, 空载转差率为 0.28%, 则该电动机的极数为 , 空载转速为 , 额定转差率为 。

四、简答题

20. 简述三相异步电动机工作原理, 并说明异步的含义。