

工学结合

中等职业教育课程改革规划新教材

理实一体

电机及拖动 技术应用

郑立冬 主编



赠电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

掌握就业的技能

体验学 乐



本书内容按照理实一体化教学法编排,以“必需、够用”为原则,将课程知识点融合于五个课题中,每个课题又分为几个任务,用任务来引领电机基础和拖动技术两大部分内容的学习。课题安排从认识三相异步电动机开始,包括三相异步电动机的电力拖动、认识单相异步电动机、认识直流电动机、直流电动机的电力拖动等。课题编排由浅入深,将理论与实践紧密结合,符合中职学生的认知规律。尽量采用以图代文的编写形式,降低学习难度,提高学生的学习兴趣。

本书可作为中等职业学校及技工学校机电、电气、电工电子等专业的教学用书,也可供相关专业工作人员自学与参考。

图书在版编目(CIP)数据

电机及拖动技术应用/郑立冬主编. —北京:机械工业出版社,2010.2
中等职业教育课程改革规划新教材
ISBN 978-7-111-29619-5

I. 电… II. 郑… III. ①电机—专业学校—教材②电力传动—专业学校—教材 IV. TM3 TM921

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第013313号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:王娟 责任编辑:王娟 版式设计:霍永明
责任校对:姜婷 封面设计:马精明 责任印制:杨曦
北京蓝海印刷有限公司印刷
2010年3月第1版第1次印刷
184mm×260mm·10印张·245千字
0001—3000册
标准书号:ISBN 978-7-111-29619-5
定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部:(010)68993821

前言

本书是为了适应中等职业学校的教学需求,本着“以学生为主体、以能力为本位、以就业为导向”的教育理念,贯彻国家关于职业资格证书与学业证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神,内容涵盖有关国家职业标准(中级)的知识及技能要求,确保毕业生达到中级技能人才的培养目标而组织编写的。

在编写过程中,贯彻了以下基本原则:

1. 采用理实一体化教学方法,准确把握中等职业学校学生的知识和能力特点,本着“必需”、“够用”的原则,精简理论,密切联系实际,内容由浅入深、循序渐进。
2. 按照教学规律和学生的认知规律,合理编排教材内容。尽量采用以图代文的编写形式,降低学习难度,提高学生的学习兴趣。
3. 体现以技能训练为主线、相关知识为支撑的编写思路,较好地处理了理论教学与技能训练的关系,有利于学生掌握知识、提高技能。
4. 结合国家职业资格认定的知识点要求,每个任务后附有标准化习题,使得教师的教和学生的学有据可依。

教学课时分配如下,任课教师可根据自己学校的实际情况作以调整。

内 容		学时	内 容		学时
课题一	任务一	2	课题三	任务三	6
	任务二	1		任务四	1
	任务三	1		任务五	4
	任务四	6		任务六	1
	机动	2		任务七	1
课题二	任务一	4		机动	2
	任务二	2	课题四	任务一	2
	任务三	1		任务二	1
	任务四	14		任务三	1
	任务五	8		任务四	6
	任务六	6		机动	2
	任务七	8	课题五	任务一	2
	任务八	6		任务二	2
	任务九	4		任务三	1
	任务十	8		任务四	3
	任务十一	8		任务五	3
	任务十二	8		任务六	3
	任务十三	8		任务七	4
	机动	12		机动	4
课题三	任务一	1	总学时		160
	任务二	1			

本书由河北省迁安市职教中心郑立冬担任主编，郑淑青、邵坤担任副主编，参与编写的同志还有王霞、周雪峰、亢雪松、张威、杨国柱。郑立冬编写课题一；郑淑青、邵坤编写课题二、三；王霞、亢雪松编写课题四；周雪峰、张威、杨国柱编写课题五。本书由郑立冬统稿，由迁安市电力公司李伟华担任主审，他对本书稿进行了全面认真的审阅并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，参考了大量相关专家编写的书籍和文献，征询了多个学校有关老师的意见，在这里向这些专家和老师表示感谢。由于时间仓促，加之作者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

课题一 认识三相异步电动机	1
任务一 认识三相异步电动机的结构	1
任务二 认识三相异步电动机的铭牌	4
任务三 认识常用的三相异步电动机	6
任务四 三相异步电动机的拆装	7
课题二 三相异步电动机的电力拖动	12
任务一 三相异步电动机的工作原理	12
任务二 三相异步电动机的机械特性	16
任务三 三相异步电动机的全压起动	18
任务四 全压起动控制电路	19
任务五 具有过载保护的接触器自锁正转 控制电路安装	45
任务六 三相笼型异步电动机减压起动	51
任务七 安装与检修时间继电器自动控制 Y— Δ 减压起动控制电路	62
任务八 绕线转子异步电动机的起动	65
任务九 三相异步电动机的反转	77
任务十 安装与检修按钮、接触器双重联锁正 反转控制电路	85
任务十一 三相异步电动机的调速	89
任务十二 时间继电器控制双速电动机控制 电路的安装	98
任务十三 三相异步电动机的制动	101
课题三 认识单相异步电动机	111

任务一 认识单相异步电动机的结构	111
任务二 认识单相异步电动机的铭牌	113
任务三 单相异步电动机的拆装	114
任务四 单相异步电动机的基本原理及 机械特性	116
任务五 单相异步电动机的起动	117
任务六 单相异步电动机的反转	120
任务七 单相异步电动机的调速	120
课题四 认识直流电动机	123
任务一 认识直流电动机的结构	123
任务二 认识直流电动机的铭牌	125
任务三 直流电动机的分类	127
任务四 直流电动机的拆装	129
课题五 直流电动机的电力拖动	132
任务一 直流电机的工作原理	132
任务二 并励（他励）直流电动机的机械 特性	135
任务三 串励直流电动机的机械特性	138
任务四 直流电动机的起动	139
任务五 直流电动机的调速	141
任务六 直流电动机的反转	145
任务七 直流电动机的制动	147
参考文献	154

课题一 认识三相异步电动机



教学目标

知识目标：

1. 认识三相异步电动机的内部结构。
2. 熟悉三相异步电动机的铭牌参数。
3. 了解几种常用的三相异步电动机。

技能目标：

掌握三相异步电动机的拆装技能。

任务一 认识三相异步电动机的结构

三相异步电动机主要由定子和转子两部分组成，见表 1-1、表 1-2。定子和转子之间的气隙称为空气隙，一般为 0.25 ~ 2mm。

表 1-1 三相异步电动机的定子

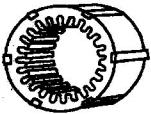
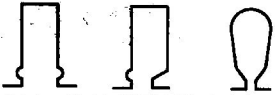
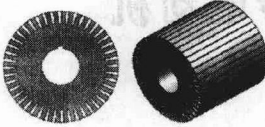
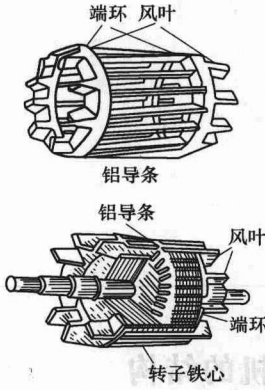
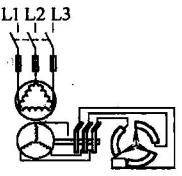
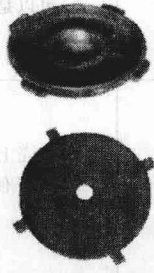
部件名称	图 片	作 用	制造材料	特 点
定子铁心		1) 电动机磁路的一部分 2) 安放定子绕组	由厚 0.35 ~ 0.5mm、表面涂有绝缘漆的硅钢片叠压而成	1) 内圆开有均匀分布的槽 2) 槽口形式有三种：  a) 开口型 b) 半开口型 c) 半闭口型
定子绕组		通入三相交流电，产生旋转磁场	漆包线或铝线	1) 每相由许多线圈按一定规律嵌放在铁心槽内 2) 可以是单层，也可以是多层
机座		固定铁心，支撑端盖	小型：铸铁或铸铝 中型：铸铁 大型：钢板焊接	1) 外壳上铸有散热筋 2) 为了便于搬运，外壳上铸有吊环

表 1-2 三相异步电动机的转子

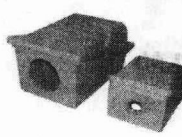
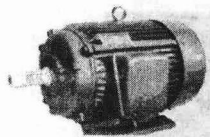
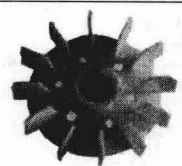
部件名称	图 片	作 用	材 料	特 点
转子铁心		1) 电动机磁路的一部分 2) 安装转子绕组	由厚 0.5mm、表面涂有绝缘漆的硅钢片叠压而成	1) 外圆开有均匀分布的槽 2) 采用斜槽结构, 以改善电动机的起动及运行性能
绕 组	笼型绕组 	1) 转子的电路部分 2) 产生感应电动势, 流过电流	铸铝或铜	不具有固定的磁极数
	绕线型绕组 	1) 产生电磁转矩 2) 在转子电路中串联电阻或电抗以改善电动机的运行性能	由涂有绝缘漆的导线绕制而成的绕组	1) 具有与定子绕组相同的磁极数 2) 与定子绕组一样, 一般接成星形, 三相引出线分别与转轴上的三个与转轴绝缘的集电环相连, 然后通过电刷装置与电路相连, 应用电路如图所示 

除了定子、转子两部分之外, 三相异步电动机还有一些附件, 见表 1-3。

表 1-3 附件

部件名称	图 片	作 用	材料及位置
端盖		除起防护作用外, 在端盖上还装有轴承, 用以支撑转子轴	铸铁或铸钢浇铸成形

(续)

部件名称	图 片	作 用	材料及位置
轴承盖		固定转子,使转子不能轴向移动,另外起存放润滑油和保护轴承的作用	铸铁或铸钢浇铸成形
轴承		支撑转轴转动	铸钢浇铸成形,轴承内装有润滑油
接线盒		保护和固定定子绕组的引出线端子	铸铁浇铸
吊环		用来起吊、搬抬三相电动机	用铸钢制造,安装在机座的上端
风罩		保护风叶	用铸铁制造,安装在风扇的外端
风扇		冷却电动机	用塑料制造,安装在转轴上



边学边练

一、填空题

- 三相异步电动机主要由_____和_____两大部分组成,它们之间的气隙一般为_____~_____mm。
- 三相异步电动机定子铁心的作用是作为_____的一部分,并在铁心槽内放置_____,定子铁心槽形有_____,_____和_____三种。
- 三相异步电动机按转子结构分为_____和_____两种。

二、选择题

- 三相异步电动机的定子铁心和转子铁心均采用硅钢片叠压而成,其原因是()。

- A. 减小铁心中的能量损耗
B. 允许电流流过
C. 增强导磁能力
D. 价格低廉、制造方便
2. 三相笼型异步电动机的转子铁心, 一般采用斜槽结构, 其原因是 ()。
A. 安装需要
B. 增强转子导体的有效长度
C. 改善电动机的起动及运行性能
D. 简化制造工艺
3. 绕线转子异步电动机转子三相绕组一般采用 ()。
A. Y 接法
B. Δ 接法
C. Y 接法和 Δ 接法都可以

三、简答题

1. 三相笼型异步电动机主要由哪些部分组成?
2. 三相笼型异步电动机和三相绕线转子异步电动机在结构上的主要区别有哪些?

任务二 认识三相异步电动机的铭牌

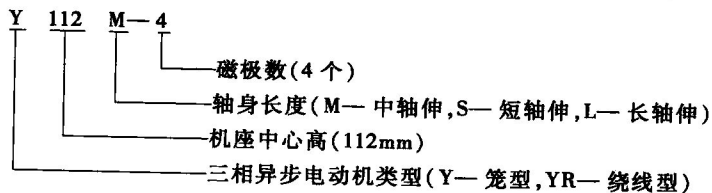
三相异步电动机的铭牌如图 1-1 所示。



图 1-1 三相异步电动机的铭牌

在三相异步电动机的铭牌中含有以下信息:

1. 型号



2. 绕组接线方式

三相异步电动机的定子绕组 6 个线端引至机座上的接线盒中, 可以有图 1-2 所示的两种接线方式, 这里为 Δ 接法。

3. 防护等级

按国际电工委员会 (IEC) 的标准, 我国异步电动机常用的防护等

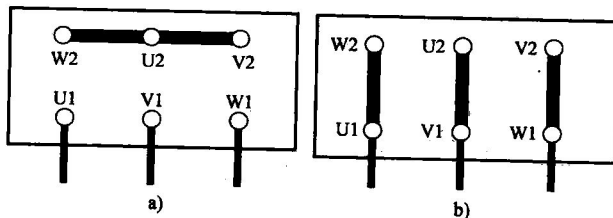


图 1-2 绕组接线方式

a) Y 接法 b) Δ 接法

级有 IP11、IP22、IP23、IP44 几种。IP 为国际防护 (International Protection) 的缩写, 后面数字为电动机外壳防尘、防水等级, 数字越大, 表示防护能力越强。例如 IP44 表示电动机能防止大于 1mm 的固体进入, 同时能防止溅水入内。

4. 额定值

铭牌上标注的额定值有以下几个:

- 1) 额定电压 U_N (V): 额定运行时, 规定加在定子绕组上的线电压。这里为 380V。
- 2) 额定电流 I_N (A): 额定运行时, 定子绕组输入的线电流。这里为 8.56A。
- 3) 额定功率 P_N (kW): 额定运行时, 电动机的输出功率。这里为 4kW。
- 4) 额定转速 n_N (r/min): 额定运行时, 电动机转子的转速。这里为 1440r/min。
- 5) 额定频率 f (Hz): 规定的电源频率。这里为 50Hz。

除了在铭牌上标出的额定值之外, 经常用到的额定值还有额定转矩 (T_N)、额定功率因数 ($\cos \varphi_N$) 及额定效率 η_N 。

它们与铭牌标注的额定值关系如下:

- 1) 额定转矩和额定功率的关系满足

$$T_N = 9.55 \frac{P_N}{n_N} \quad (1-1)$$

- 2) 由于额定功率和额定电压、额定电流关系为

$$P_N = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi_N \quad (1-2)$$

所以

$$\cos \varphi_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} U_N I_N}$$

- 3) 效率是因为电动机存在损耗而出现的物理量。

损耗包括铁损耗 (铁心中的涡流损耗和磁滞损耗, 是不变损耗)、铜损耗 (绕组中的电流发热产生的损耗, 是可变损耗)、机械损耗 (由机械摩擦和空气阻力所产生的损耗)。

总损耗为

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

式中 P_1 ——输入功率, 即电动机从电源端吸收的功率;

P_2 ——输出功率, 即电动机转轴上输出的机械功率。

效率为

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% = \left(1 - \frac{\Delta P}{P_1} \right) \times 100\% \quad (1-3)$$

【例】三相异步电动机的额定功率 $P_N = 100\text{kW}$, 额定电压 $U_N = 380\text{V}$, 额定电流 $I_N = 183.5\text{A}$, 额定转速 $n_N = 1460\text{r/min}$, 功率因数 $\cos \varphi_N = 0.9$, 求输入功率 P_1 、效率 η 、额定转矩 T_N 。

解: $P_1 = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi_N = \sqrt{3} \times 380 \times 183.5 \times 0.9 \text{W} \approx 108.7 \text{kW}$

$$\eta = \frac{P_N}{P_1} \times 100\% = \frac{100}{108.7} \times 100\% \approx 92\%$$

$$T_N = 9.55 \frac{P_N}{n_N} = 9.55 \times \frac{100000}{1460} \text{N} \cdot \text{m} \approx 654.11 \text{N} \cdot \text{m}$$



边学边练

一、填空题

1. 三相异步电动机定子绕组的接线方式有_____和_____两种。
2. 三相异步电动机的型号为 Y112M—4, 其中 112 表示_____, M 表示_____, 4 表示_____。

二、判断题

- () 1. 额定功率是指三相异步电动机额定运行时轴上所输出的机械功率。
- () 2. 额定电压是指三相异步电动机定子绕组上的相电压。
- () 3. 额定转速表示三相异步电动机额定运行时转子每秒钟的转数。
- () 4. 我国规定标准电源频率(工频)为 50Hz。

三、计算题

一台 Δ 接法的 Y132M—4 型三相异步电动机, 额定值如下: $P_N = 7.5\text{kW}$, $U_N = 380\text{V}$, $n_N = 1440\text{r/min}$, $\cos\varphi_N = 0.82$, $\eta_N = 88.2\%$ 。试求该电动机的额定电流和对应的相电流。

任务三 认识常用的三相异步电动机

三相异步电动机已广泛使用, 种类繁多, 一般按以下方式分类:

1) 按转子结构分: 三相笼型异步电动机和三相绕线转子异步电动机, 其中前者使用得较广泛。

2) 按防护形式分: 开启式 (IP11)、防护式 (IP22、IP23)、封闭式 (IP44) 等。

3) 按使用环境分: 船用、化工用、高原用、湿热带用等。

4) 按电动机容量分: 大、中、小型和微型电动机, 其中微型电动机俗称马力电动机。

三相异步电动机主要系列简介见表 1-4。

表 1-4 三相异步电动机主要系列简介

型 号	名 称	特点和使用场合
Y(IP44)	普通三相异步电动机(封闭式)	为一般用途三相笼型异步电动机, 可用于起动性能、调速性能及转差率无特殊要求的机械设备, 如金属切削、机床、水泵、运输机械、农业机械等。 防护形式为封闭式(IP44), 能防止灰尘、水滴等大量地进入电动机内部, 适用于灰尘多、水土飞溅的场合
Y(IP23)	小型三相异步电动机(防护式)	防护形式为防护式(IP23), 能防止水滴或其他杂物从与垂直线成 60° 角的范围内落入电动机内部, 适用于周围环境比较干净、防护要求较低的场合
YX	高效率三相异步电动机	电动机效率指标较基本系列平均提高 3%, 适用于运行时间较长、负载率较高的场合, 可较大幅度地节约电能
YD	变极多速三相异步电动机	电动机的转速可逐级调节, 有双速、三速和四速三种类型, 调节方法比较简单, 适用于不要求平滑调速的升降机、车床切削等
YH	高转差率三相异步电动机	起动转矩较高, 起动电流较小, 转差率也高, 适用于带冲击性负载起动及逆转较频繁的机械设备, 如剪床、冲床、锻冶机械等

(续)

型 号	名 称	特点和使用场合
YB	隔爆型三相异步电动机	电动机结构隔爆措施,用于可燃性气体或蒸汽与空气形成的爆炸混合物的化工、煤矿等易燃易爆场所
YCT	电磁调速三相异步电动机	由普通笼型电动机、电磁转差离合器组成,用晶闸管可控整流进行无级调速,具有结构简单、控制功率小、调速范围较广等特点,转速变化率精度可达小于3%,适用于纺织、化工、造纸、水泥等恒转矩和风机型负载
YR(IP44)、 YR(IP23)	三相绕线转子异步电动机(封闭式)、三相绕线转子异步电动机(防护式)	通过在转子回路中串入电阻或电抗,可减小起动电流、增大起动转矩,适用于对起动转矩要求高及需要小范围调速的传动装置
YZ、YZR	起重冶金三相异步电动机	适用于冶金辅助设备及起重机电力传动用的动力设备,电动机为断续工作制,基准工作制为S3、40%。YZ、YZR分别是笼型和绕线转子型



边学边练

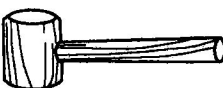
1. 三相异步电动机按转子结构可分为_____和_____。
2. 三相异步电动机按防护形式可分为_____、_____和_____。

任务四 三相异步电动机的拆装

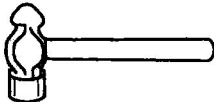
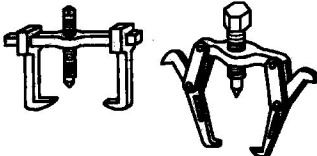
一、认识常用拆装工具

常用的拆装工具见表1-5。

表 1-5 常用的拆装工具

名 称	图 片	数 量
外圆卡圈钳		1
内圆卡圈钳		1
自制扳手		1
木锤		1

(续)

名 称	图 片	数 量
铁锤		1
拉拔器		1
手动葫芦		1
汽油喷灯		1

二、拆装步骤

1. 拆卸前的准备工作

1) 断开电源, 拆除电动机与外部电源的连接线, 并标好电源线在接线盒的接线顺序(相序) 标记, 以免安装电动机时搞错。

2) 检查拆卸电动机的专用工具是否齐全。

3) 作好以下相应的标记和必要的记录。

① 在带轮或联轴器的轴向端作好定位标记, 测量并记录带轮或联轴器与轴台间的距离。

② 在电动机机座与端盖的接缝处作好标记。

③ 在电动机的出轴方向及引出线在机座上的出口方向作好标记。

2. 三相异步电动机的拆卸

(1) 三相笼型异步电动机的拆卸

1) 拆卸带轮或联轴器。

① 在带轮或联轴器的轴伸端上作好安装时的复原标记, 如图 1-3 所示。

② 将拉拔器的丝杠尖端对准电动机轴端的中心, 挂住带轮或联轴器, 使其受力均匀, 然后把带轮或联轴器慢慢拉出, 如图 1-4 所示。

③ 用合适的工具将固定带轮或联轴器的销子拆下, 如图 1-5 所示。

2) 拆风罩。用螺钉旋具将风罩四周的螺钉拧下, 用力往外拔, 风罩便会脱离机壳, 如图 1-6 所示。

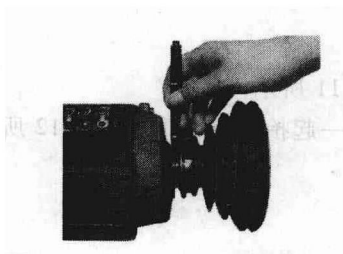


图 1-3 在带轮或联轴器上作标记

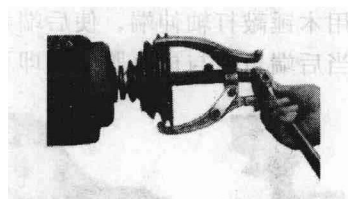


图 1-4 拉出带轮或联轴器

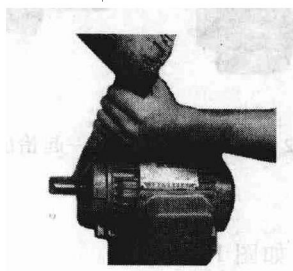


图 1-5 拆下固定带轮或联轴器的销子

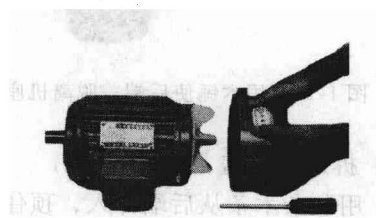


图 1-6 拆风罩

3) 拆风扇。

- ① 取下转子轴端风扇上的定位销或螺钉，如图 1-7 所示。
- ② 用木锤均匀轻敲风扇四周，如图 1-8 所示。



图 1-7 取下定位销或螺钉

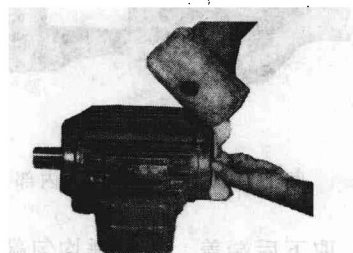


图 1-8 用木锤敲风扇

- ③ 取下风扇，如图 1-9 所示。

4) 拆端盖螺钉，如图 1-10 所示。

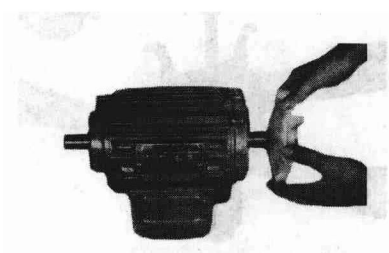


图 1-9 取下风扇

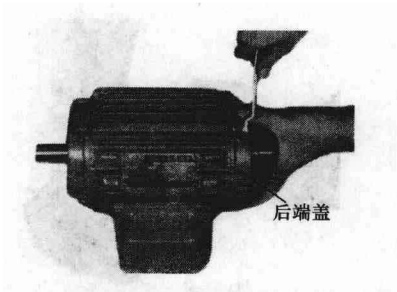


图 1-10 拆端盖螺钉

5) 拆卸后端盖。

- ① 用木锤敲打轴伸端，使后端盖脱离机座，如图 1-11 所示。
- ② 当后端盖稍与机座脱开，即可把后端盖连同转子一起抬出机座，如图 1-12 所示。

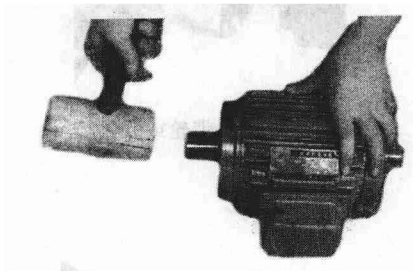


图 1-11 用木锤使后端盖脱离机座

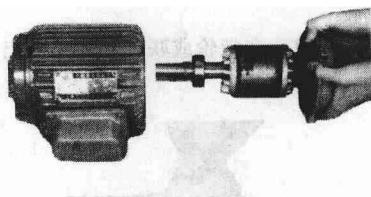


图 1-12 将后端盖与转子一起抬出机座

6) 拆卸前端盖。

- ① 用硬杂木条从后端伸入，顶住前端盖的内部敲打，如图 1-13 所示。
- ② 取下前端盖，如图 1-14 所示。

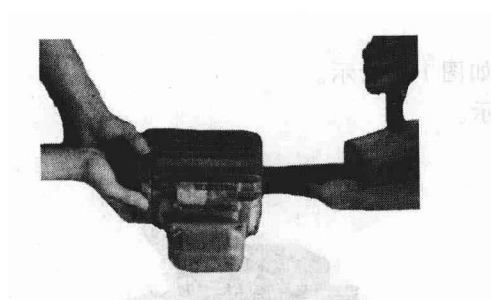


图 1-13 敲打前端盖的内部

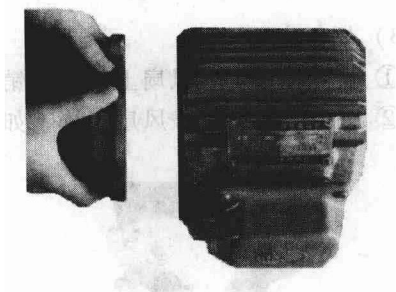


图 1-14 取下前端盖

- 7) 取下后端盖。用木锤均匀敲打后端盖四周，即可取下，如图 1-15 所示。

- 8) 拆电动机轴承。选择适当的拉拔器，使拉拔器的角爪紧扣在轴承内圈上，丝杠顶点对准转子轴的中心，缓慢均匀地扳动拉拔器丝杠，轴承就会逐渐脱离转轴而被拆卸下来，如图 1-16 所示。

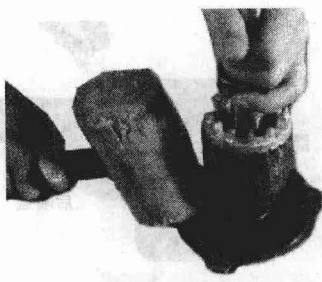


图 1-15 取下后端盖

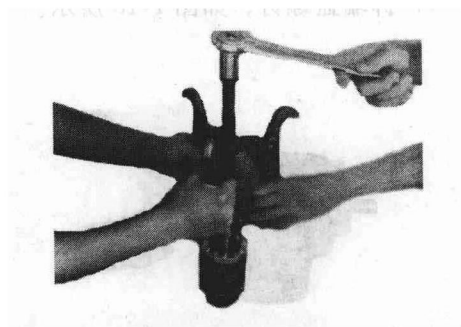


图 1-16 拆电动机轴承

(2) 三相绕线转子异步电动机的拆卸 对于绕线转子异步电动机, 通常是先拆前端盖, 后拆后端盖。这是因为前端盖装有电刷装置和短路装置。在拆除之前, 先把电刷装置提起绑扎, 并标志好刷架位置, 以防拆卸端盖时碰坏电刷装置。若负载端是滚柱轴承的电动机, 则应先拆卸非负载端。

拆卸较重的端盖时, 拆卸之前要用吊车或起重工具吊好, 然后再进行拆卸。

3. 三相异步电动机的装配

清洗各零部件, 按照与拆卸步骤相反的顺序进行装配。

三、操作注意事项

- 1) 拆卸带轮或轴承时, 要正确使用拉拔器。
 - 2) 电动机解体前, 要作好标记, 以便安装的顺利进行。
 - 3) 端盖螺钉的松动与紧固必须按对角线上下左右依次进行。
 - 4) 不能用铁锤直接敲打电动机的任何部位, 只能用纯铜棒在垫好木块后再敲打或直接
- 用木锤敲打。
- 5) 抽出转子或安装转子时动作要小心, 一边送一边接, 切忌擦伤定子绕组。
 - 6) 电动机装配后, 要检查转子转动是否灵活, 有无卡阻现象。

四、评分标准

本任务的评分标准见表 1-6。

表 1-6 评分标准

步 骤	内 容	工 艺 要 求	配 分	得 分
1	拆装前的准备工作	拆卸所作记号: 1. 联轴器或带轮与轴台的距离为 _____ mm 2. 端盖与机座间记号作于 _____ 方位 3. 前后轴承记号的形状 _____ 4. 刷架位置 _____	10 分	
2	拆卸顺序	1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____ 8. _____	10 分	
3	拆卸带轮或联轴器	工艺要点: _____	20 分	
4	拆卸端盖	工艺要点: _____	20 分	
5	拆卸轴承	工艺要点: _____	20 分	
6	装配顺序	1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____ 8. _____	20 分	
训练所用时间:		学生签名: _____ 教师签名: _____	总分	

课题二 三相异步电动机的电力拖动



教学目标

知识目标:

1. 掌握三相异步电动机的工作原理, 正确理解旋转磁场、转差率的概念。
2. 掌握三相异步电动机的机械特性, 并能根据其机械特性曲线分析其运行特点。
3. 掌握三相异步电动机的起动、反转、调速和制动的工作原理及其控制电路的构成。

技能目标:

1. 能够正确绘制、识读电路图、接线图和布置图。
2. 掌握三相异步电动机各种基本控制电路的安装和检修方法。

任务一 三相异步电动机的工作原理

一、旋转磁场的产生

1. 旋转磁场的定义

所谓旋转磁场是指磁极位置随时间而旋转的磁场。

2. 旋转磁场的产生条件

- 1) 三相绕组必须对称, 在定子铁心空间上互差 120° 电角度, 如图 2-1a、b 所示。
- 2) 通入三相对称绕组的电流也必须对称, 大小、频率相同, 相位相差 120° , 如图 2-1c 所示。

规定: 在三相交流电的正半周, 电流从绕组的首端流入 (用 $\otimes$ 表示), 从尾端流出 (用 $\odot$ 表示); 在三相交流电的负半周, 电流从绕组的尾端流入, 从首端流出。

现分析如下:

① 当 $\omega t = 0$ 时, i_U 为 0; i_W 为正, 电流从 W1 流进 (为 $\otimes$), 从 W2 流出 (为 $\odot$); i_V 为负, 电流从 V2 流进 (为 $\otimes$), 从 V1 流出 (为 $\odot$)。根据“右手螺旋法则”, 可以确定此瞬间磁场的方向如图 2-1d①所示。

② $\omega t = \frac{\pi}{2}$ 时, i_V 为负值, V 相绕组中电流从 V2 流入 (为 $\otimes$), 从 V1 流出 (为 $\odot$); i_W 也为负值 W 相绕组中电流从 W2 流入 (为 $\otimes$), 从 W1 流出 (为 $\odot$); i_U 为正值, U 相绕组中电流从 U1 流入 (为 $\otimes$), 从 U2 端流出 (为 $\odot$)。根据“右手螺旋法则”, 可以确定此瞬间磁场的方向如图 2-1d②所示。

同理可分析, $\omega t = \pi$ 、 $\frac{3\pi}{2}$ 、 2π 时, 磁场的方向分别如图 2-1d③、④、⑤所示。

3. 旋转磁场的旋转方向