

农业机械化丛书

农用电动机修理

(修订本)

开封市第三电机厂编

机械工业出版社



本书较系统地阐述了异步电动机的构造、性能和工作原理；各种绕组、绕组的简易计算以及电动机的安全使用、维护和修理技术。并附定子绕组实际嵌线展开图和接线图。

本书内容实用、文字浅显、通俗易懂，可供从事农用电动机修理的工作人员参考以及知识青年自学之用。

农业机械化丛书
农用电动机修理
(修订本)
开封市第三电机厂编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $8 \frac{3}{8}$ · 字数 183 千字

1973 年 8 月北京第一版

1977 年 8 月北京第二版 · 1977 年 8 月北京第二次印刷

印数 420,001—680,000 · 定价 0.58 元

*

统一书号：15033 · 4200

毛主席语录

要把一个落后的农业的中国改变成为一个先进的工业化的中国，我们面前的工作是很艰苦的，我们的经验是很不够的。因此，必须善于学习。

社会的财富是工人、农民和劳动知识分子自己创造的。只要这些人掌握了自己的命运，又有一条马克思列宁主义的路线，不是回避问题，而是用积极的态度去解决问题，任何人间的困难总是可以解决的。

《农业机械化丛书》出版说明

在全国人民高举毛主席的伟大旗帜，紧跟华主席为首的党中央抓纲治国的战略决策，团结战斗的大好形势下，为了大力宣传毛主席关于“**农业的根本出路在于机械化**”的教导，普及农业机械化知识，提高农业机械化队伍的思想、技术水平，发挥亿万群众的积极性和创造性，大搞农业技术改革，加快农业机械化的步伐，以适应普及大寨县和一九八〇年基本上实现农业机械化的需要，中央和地方有关出版社联合出版这套《农业机械化丛书》。

《农业机械化丛书》包括耕作机械、农田基本建设机械、排灌机械、植物保护机械、运输机械、收获机械、农副产品加工机械、化肥、农药、塑料薄膜、林业机械、牧业机械、渔业机械、农村小型电站、半机械化农具、农用动力、农机培训、农机管理、农机修理、农机制造等二十类。可供在生产队、公社、县从事农业机械化工作的贫下中农、工人、干部、知识青年和技术人员参考。

修 订 版 序

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，《农用电动机修理》一书，已于七三年出版发行。该书对从事电动机修理的工作人员，起了点滴的辅助作用。但由于我们的理论知识和实践经验不足，在初版本中存在着一定的缺点和错误。两年来，全国各地工农兵读者对该书内容提出了许多宝贵意见，对此表示衷心感谢。

修订小组在党组织的领导下和工人师傅的协助下，结合读者的建议，除对各章节删改外，又着重对第三、四章进行了重编，并增绘常用电动机定子嵌线展开图。为了配合农业机械化的需要，本书修订后，列入《农业机械化丛书》。

本书由于群同志执笔，并蒙西安微电机厂及开封市其他单位和有关同志的热情帮助，在此深表谢意。

这次修订，虽对该书进行了审查、删改和校正，但因时间仓促和水平有限，谬误之处，仍所难免，望读者继续给予批评指正。

开封市第三电机厂

一九七五年四月

目 录

修订版序

第一章 电动机	1
第一节 概述	1
第二节 构造	3
第三节 工作原理	8
第四节 电动机铭牌与性能	14
第二章 电动机的绕组	21
第一节 定子绕组	21
第二节 转子绕组	44
第三章 电动机的修理	52
第一节 修理工具及测量仪表	52
第二节 电动机的拆装	62
第三节 绕组的修理	66
第四节 机械部分的修理	86
第五节 三相异步电动机故障处理	94
第六节 正确辨别绕组的首尾端	99
第七节 定子绕组电压的改变	101
第八节 三相鼠笼式电动机改为单相使用	104
第九节 采用鼠笼式电动机发电	111
第十节 降低电动机的温升和改善功率因数	117
第十一节 重绕定子绕组	121
第十二节 电动机的试验	136
第十三节 常用电动机技术数据	140
第四章 电动机简易计算	174
第一节 磁极数的计算	174
第二节 容量的计算	176

第三节	绕组的计算	178
第四节	绕组电磁部分综合计算	184
第五节	计算实例	188
第五章	电动机的维护和安全使用	202
第一节	电动机的维护	202
第二节	电动机的安全使用	208
第三节	节约用电	212
第六章	定子绕组嵌线展开图	214
第七章	定子绕组接线图	245
附 录		
附表一	中国线规 (JB660-68) 与近似英规对照表	256
附表二	Q、QZ型漆包线规格	257
附表三	漆包线和纤维绝缘绕包线的型号和用途	260

第一章 电动机

第一节 概述

我们在谈电动机之前首先要知道什么叫电动机。简单地说：电动机就是把电能转变为机械能的拖动设备。它是从定子输入电能，通过电磁感应，将电能传导给转子，在电磁力的作用下，转子又将电能转换为机械能，由转轴输出。

电动机早在十九世纪的时候，就已经被用来代替人做工了。解放前，在长期的封建统治和帝国主义的侵略下，我国电气事业是很落后的。解放后的二十多年来，在党和毛主席的英明领导下，电力工业得到了迅猛发展，尤其是电动机已广泛地应用在工农业生产、交通运输、国防建设以及科学研究等方面。

例如 在工业上各种金属切削加工机床、各厂矿所使用的起重机、粉碎机、轧钢机、抽风机、电扇和电钻等等。在农业生产和水利灌溉上所使用的抽水机、打谷机、电磨、电碾……等等，几乎所有的生产机械和传动机械都是由电动机来拖动的。

电动机的种类很多，但从电源的性质可分为直流电动机和交流电动机两大类型。其详细分类可参见图 1-1。

在交流电动机中同步电动机一般用于调节励磁电流的强度，去补偿网路中因电感负荷而引起的电流滞后于电压所导致功率因数低落的现象。这种电动机的容量一般在 50 千瓦以上。

绕线式电动机具有较好的起动性能，并能在额定转速的范围内平稳地调节转速。它适应于重负荷起动，或需要调速的设备。绕线式电动机的缺点是构造复杂，操作不及鼠笼式电动机方便。这种电动机由几千瓦到几百千瓦。

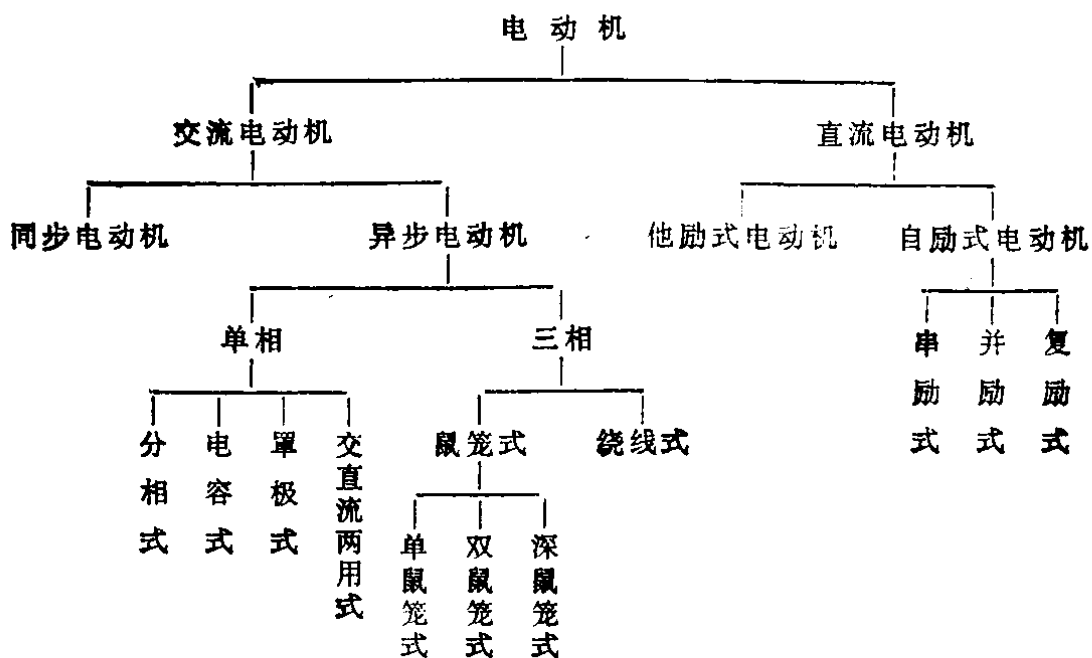


图1-1 电动机的分类

鼠笼式电动机具有其他电动机所不能比拟的优点，如构造简单、工作可靠、容易操作等。可以用在比较潮湿、灰尘密布或其他复杂情况的环境中。这种电动机容量由0.6千瓦到100千瓦以上。不论是按照电动机的型式、功率或使用范围来说，都是以三相鼠笼式电动机用得最多和最广泛。

由于异步电动机得到了广泛的应用和发展，我们在工农业生产及日常生活中，不断和它接触，因此和它有着密切的关系。为了掌握和使用它，使其更好地为建设社会主义的新农村服务，故成为本书研究的主要对象。

第二节 构造

三相异步电动机的主要构造有外壳、定子、转子、转轴和轴承五大部分（如图 1-2）。

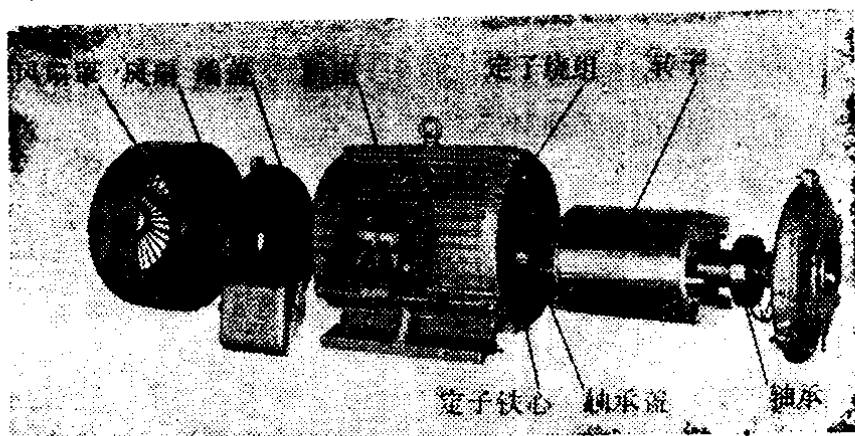


图1-2 三相异步电动机的构造

一、外壳

电动机的外壳包括机座、端盖、轴承盖、风叶、风罩、出线盒以及吊环等零件。

1. 机座

是用铸铁浇铸成的。它的作用是支持和保护电动机的定子。

2. 端盖

是用铸铁浇铸成的。它的作用是把转子支承在定子内腔的中心。

3. 轴承盖

同样是用铸铁浇铸成的。它的作用是固定转子，使转子不能在定子内腔里轴向移动。另外还起到存放润滑油和保护轴承的作用。

4. 风叶

是用铸铝或硬质塑料制成的。它的作用主要是排风散热。

5. 风罩

是用铁皮制成的。它主要是起着保护风叶和定向排风的作用。

6. 出线盒

有用铸铁浇铸成的，也有用铁皮制成的。它的作用是固定和保护定子绕组的引出线头。

7. 吊环

一般是用带有钢性的圆铁棍制成。它的位置在机座上端，起着帮助移动电动机的作用。

二、定子

定子是组成电动机的重要部分，它是由定子铁心和定子绕组所组成（如图 1-3）。

1. 定子铁心

是用 0.35 或 0.5 毫米厚，相互绝缘着的硅钢片叠压而成。它被压装在电动机的机座里。定子铁心内圆冲有许多均匀分布的槽，供嵌线之用。它是产生旋转磁场的组成部分。

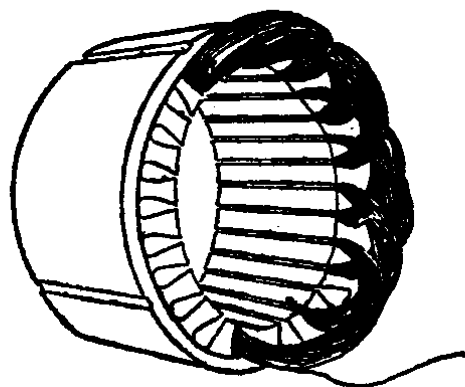


图1-3 定子铁心和定子绕组

2. 定子绕组

是用带有绝缘的铜导线或铝导线绕制而成。共分成三相，彼此之间相差 120 电角度，对称地放在定子铁心内。它是产生旋转磁场的主要组成部分。

定子的每相绕组各有一个首端和尾端。三相绕组共有六个首尾端。首端一般用 D_1 、 D_2 、 D_3 表示，尾端用 D_4 、 D_5 、 D_6 表示，并分别被接在外面的出线盒里。

定子绕组可以根据电源电压的不同而接成星形（Y）和

三角形 (Δ) 两种。

星形接线是把三相绕组的三个首端 D_1 、 D_2 、 D_3 或尾端 D_4 、 D_5 、 D_6 连接在一起形成星点 (中性点)，而另外三个线端与三相电源相接 (如图 1-4 a)。

三角形接线是把三相绕组中一相的首端与另一相的尾端相连接，如 D_1 与 D_6 ， D_2 与 D_4 ， D_3 与 D_5 ，使三相绕组形成一个闭合的三角形 (如图 1-4 b)，然后三角形的三个顶点与电源相连接。

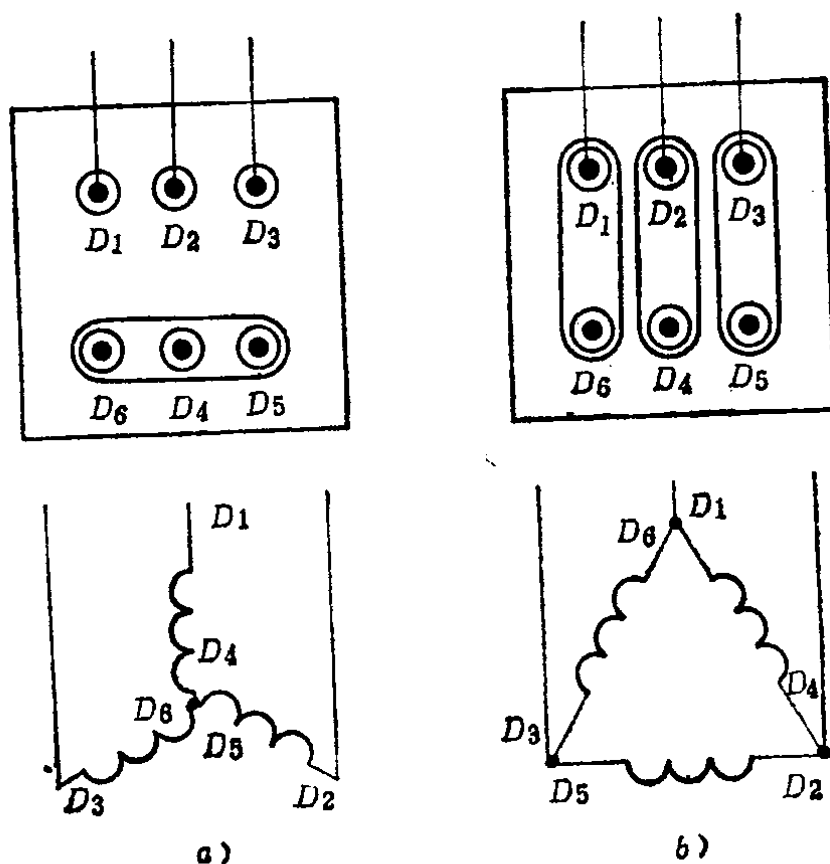


图1-4 三相绕组的连接

a) 星形连接 b) 三角形连接

三、转子

三相异步电动机的转子分为两种：鼠笼式转子和绕线式

转子（如图 1-5、1-6）。

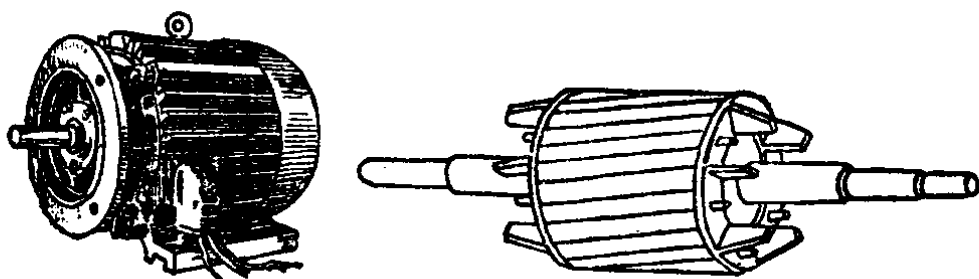


图1-5 鼠笼电动机外形和鼠笼转子

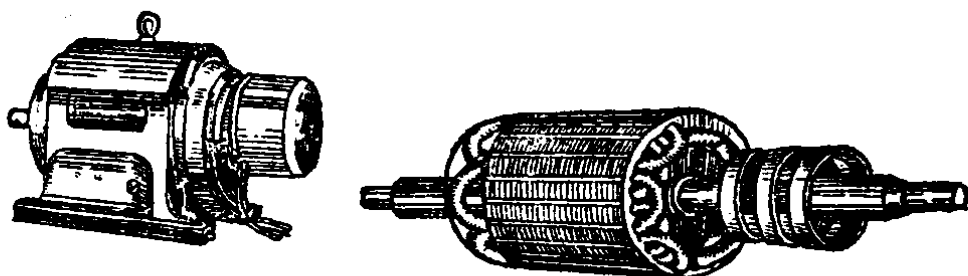


图1-6 绕线式电动机外形和绕线转子

1. 鼠笼式转子

由转子铁心和鼠笼绕组所组成。

鼠笼式转子铁心和定子铁心一样，是用硅钢片叠压而成的。外圆表面冲有嵌放转子绕组的槽，它是形成转子磁场的组成部分（如图 1-7）。

鼠笼式转子绕组是用裸铜导线焊接或铝液浇铸成一条条铝条而制成的。它是产生转子磁场的主要组成部分。它的形

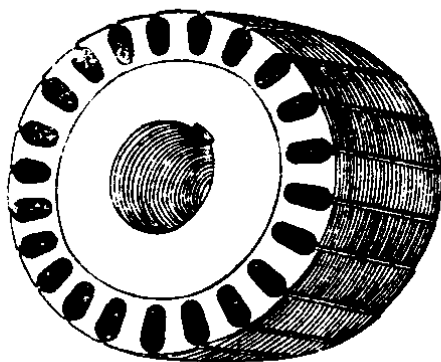


图1-7 鼠笼式转子铁心

状很象松鼠笼，故称鼠笼式绕组（如图 1-8）。

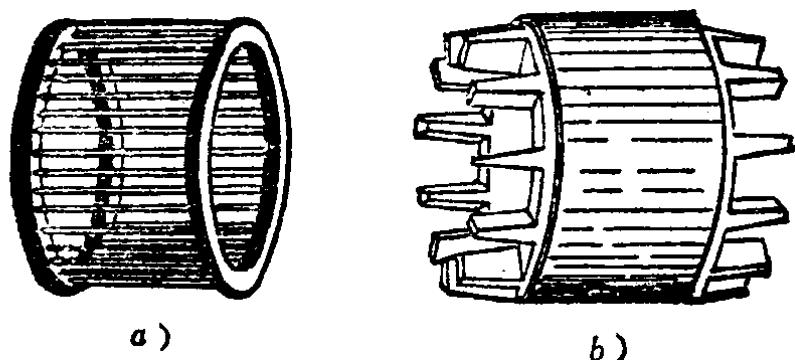


图1-8 鼠笼式转子绕组

2. 绕线式转子

同样是由转子铁心和转子绕组所组成。绕线式转子铁心和鼠笼式转子铁心完全一样。绕线式转子的绕组和定子绕组一样，线圈同样是由带绝缘的铜导线绕制而成。绕线式转子的构造比鼠笼式转子的构造复杂些，因为它存在着滑动接触部分。

四、转轴

转轴一般是用中碳钢材加工而成。转子铁心被套在转轴上，它支承着转子的重量，使转子在定子内腔均匀地旋转，并传导电动机所输出的力矩（如图 1-9）。



图1-9 电动机的转轴

五、轴承

轴承由外圈、内圈和滚珠所组成。它套在转子的轴上，使转子在摩擦较小的情况下旋转（如图 1-10）。

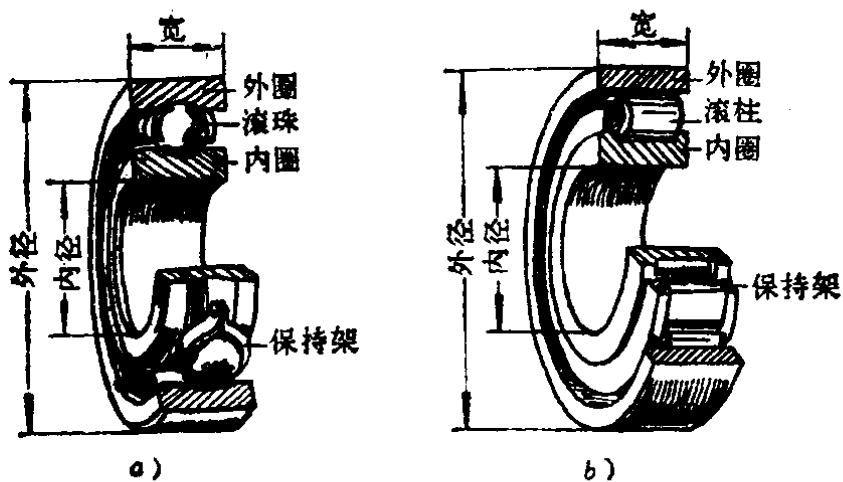


图1-10 滚动轴承的构造

a) 滚珠轴承 b) 滚柱轴承

第三节 工作原理

上面我们谈了三相异步电动机的概念和构造，为了从感性认识跃进到理性认识，就需要对三相异步电动机的工作原理进行了解。

一、旋转磁场

1. 旋转磁场的产生

通电导线的周围有磁场存在（如图 1-11），只要有磁场存在，就有产生磁场的电流存在。有电流就有磁场。电和磁是两种不可分割的特殊物质，在导体内部表现为电流，在周围空间表现为磁场。永久磁铁的磁场也是由其内部分子电流的效应所产生的。长期的生产斗争和科学实验证明，电流和磁场是互相依存，互相影响和互相转化的。这是研究一切电磁现象的基本规律。

三相异步电动机的定子内安放彼此之间相差 120 电角度的三个绕组。当把按照一定周期改变大小和方向的三相对

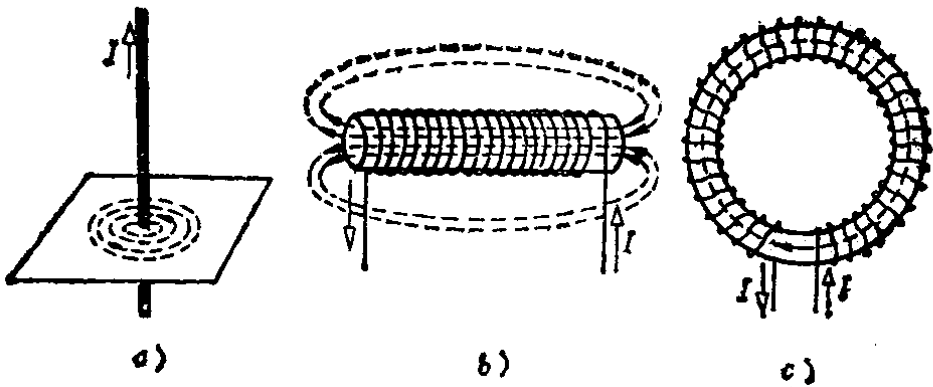


图1-11 通电导线周围的磁场

a) 直导线 b) 筒形线圈 c) 环形线圈
→ 为磁力线方向 → 为电流方向

称交流电（如图1-12）通入定子时，则在定子内腔就产生一种合成磁场。而合成磁场是随着三相电流的变化在空间形成的一个不断旋转前进着的磁场——旋转磁场（如图1-13）。

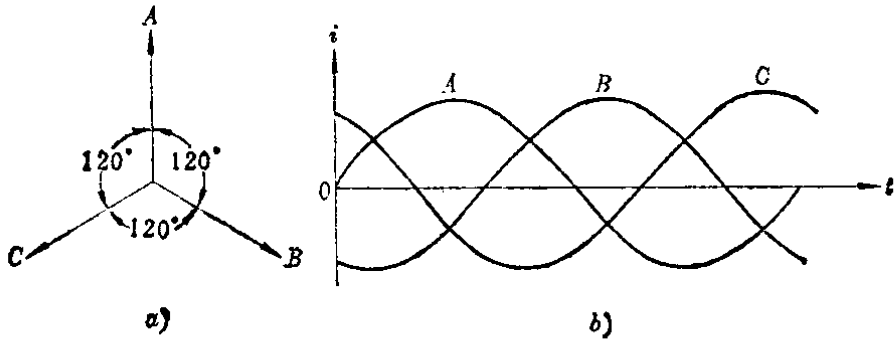


图1-12 三相交流电

a) 三相交流电压相位 b) 三相交流电流

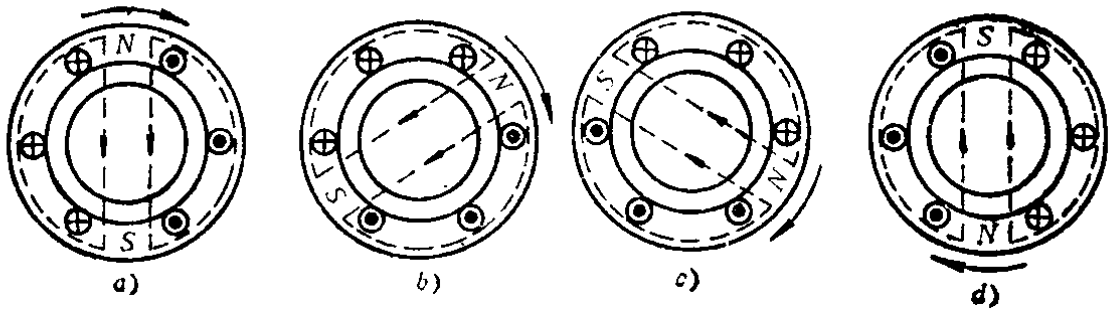


图1-13 三相交流电产生的旋转磁场

2. 旋转磁场的方向

通入定子绕组交流电各电流正最大值的顺序, 先是 A 相, 其次是 B 相, 然后是 C 相。旋转磁场的方向与线圈中电流达到最大值的先后顺序有关, 若改变三相电动机中两根电源线的位置, 电动机就要改变它的旋转方向 (如图1-14)。因为当改变了三相电动机中任意两根电源线的位置后, 则电动机线圈中三相电流最大值的顺序也就要向左或向右移动 120° 电角度。故旋转磁场的方向也就随着三相电流最大值顺序的改变而改变它的旋转方向。

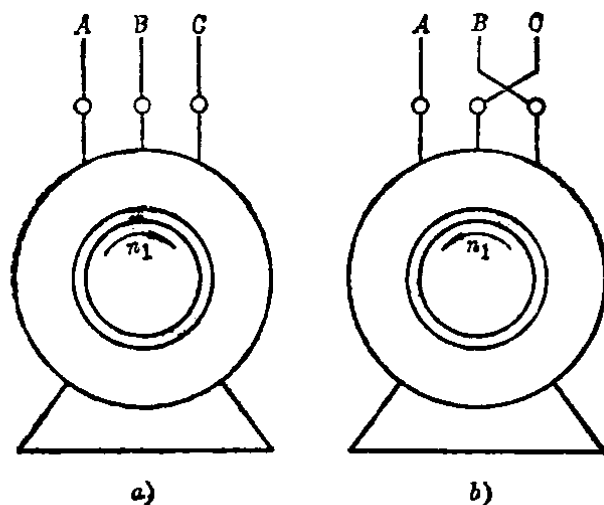


图1-14 改变电动机的旋转方向

a) 顺时针旋转 b) 反时针旋转

在实际生产中, 只要调换三相电动机中任意两根电源线的位置, 就能达到改变电动机旋转方向的目的。

3. 旋转磁场的转速

定子绕组中的三相交流电, 每时每刻都在随着时间的变化而变化。当电流变化一周, 则旋转磁场也随着旋转一周。若三相电源频率即每秒钟电流周期变化的次数为 f 时, 那么旋转磁场每分钟的转速为 $60f$ 。这是一对磁极旋转磁场的转