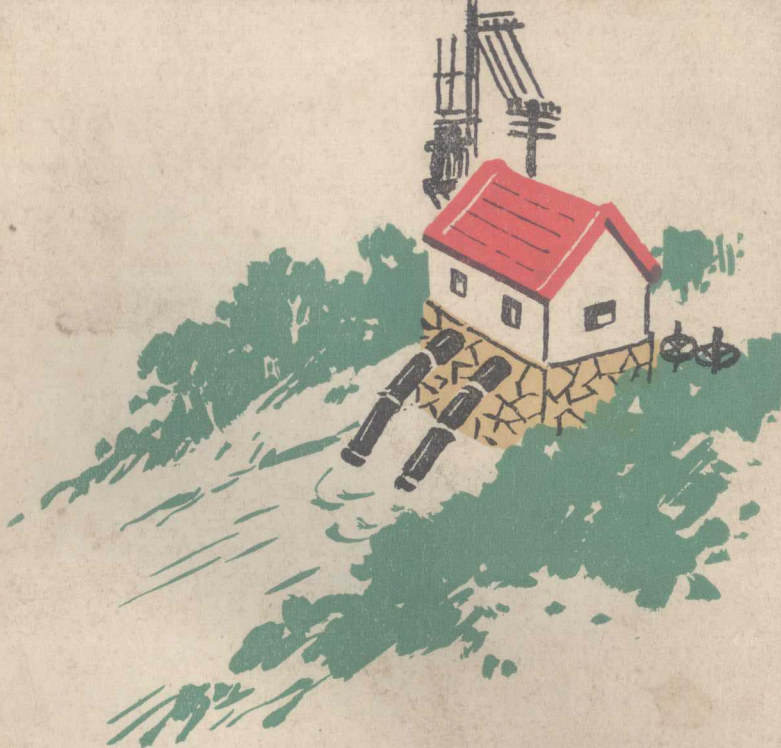
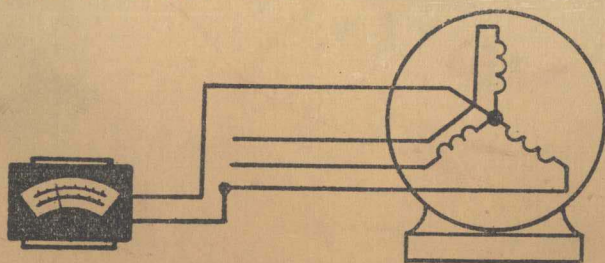




农用电动机修理

开封市第三电机厂编



机械工业出版社

农 用 电 动 机 修 理

开封市第三电机厂 编



机 械 工 业 出 版 社

本书内容包括：农用电动机的结构及工作原理、电动机的使用、维护及修理技术，并附有实际应用举例及常用电动机绕组接线图。可供从事农用电动机修理工作的工人参考。

农 用 电 动 机 修 理

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证出字第117号）

北京印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张6·字数130千字

1973年8月北京第一版·1973年8月北京第一次印刷

印数 000,001—420,000·定价 0.40元

*

统一书号：15033·4200

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。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国农业战线革命和生产形势一片大好。广大工人和贫下中农遵照毛主席关于“农业的根本出路在于机械化”的伟大指示，发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，使农业机械化得到了迅速的发展。

为了适应农业机械化的需要，我们组成了“三结合”的编写小组，通过调查研究，整理了工人师傅的实践经验，编写了《农用电动机修理》一书，以供从事农用电动机修理工作的工人参考。

由于我们政治水平和技术水平不高，因此，书中一定还存在不少缺点和错误，希望广大读者批评指正。

在本书的编写过程中，承蒙开封市五七机电厂的大力协助，在此谨表谢意。

开封市第三电机厂

目 录

第一章 电动机的构造及工作原理	1
第一节 概述	1
第二节 电动机的构造	2
第三节 电动机的工作原理	7
第二章 电动机的绕组	13
第一节 定子绕组	13
第二节 转子绕组	25
第三章 电动机的修理	31
第一节 绕组的修理	31
第二节 机械部分的修理	49
第三节 正确辨别定子绕组的首尾端	54
第四节 定子绕组电压的改变	56
第五节 三相异步电动机故障处理汇总	60
第四章 电动机的重新处理	65
第一节 常用电动机的技术数据	65
第二节 重绕定子绕组	98
第三节 容量的确定	112
第四节 绕组的计算	116
第五章 电动机的维护和安全使用	134
第一节 电动机的维护	134
第二节 电动机的安全使用	136
第六章 实际应用举例	139
第七章 定子绕组接线图	168
附录 中国线规与英规、美规的对照	183

第一章 电动机的构造及工作原理

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。根据它的名字来谈，电动机是给它电以后就转动的拖动机械。比较科学的说法：就是把电能转变为机械能的拖动设备。

电动机早在十九世纪的时候，就已经被用来代替人去做工了。解放以来在党和伟大领袖毛主席的英明领导下，我国电力工业得到迅猛的发展，电动机已广泛地应用在工农业生产，国防建设以及交通运输等方面。例如：在工业上各种金属切削机床，各厂矿所使用的起重机、粉碎机、采矿机、轧钢机等等生产机械和传动机械，一般都是由电动机来拖动的；在农业上水利灌溉和生产所用的机械，如抽水机、打谷机、电磨、电碾等等，同样也是由电动机来拖动的。

由于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，使其更好地为社会主义建设服务，就必须对电动机的结构、工作原理及维修常识等有所了解。

电动机的种类很多，但从电源的性质来说，可分为两大类：直流电动机和交流电动机。其较详细的分类，可参见图1-1。

用于农用机械的电动机，绝大部分是三相异步电动机。为此，本书主要介绍三相异步电动机的构造、工作原理及使用维修常识等。

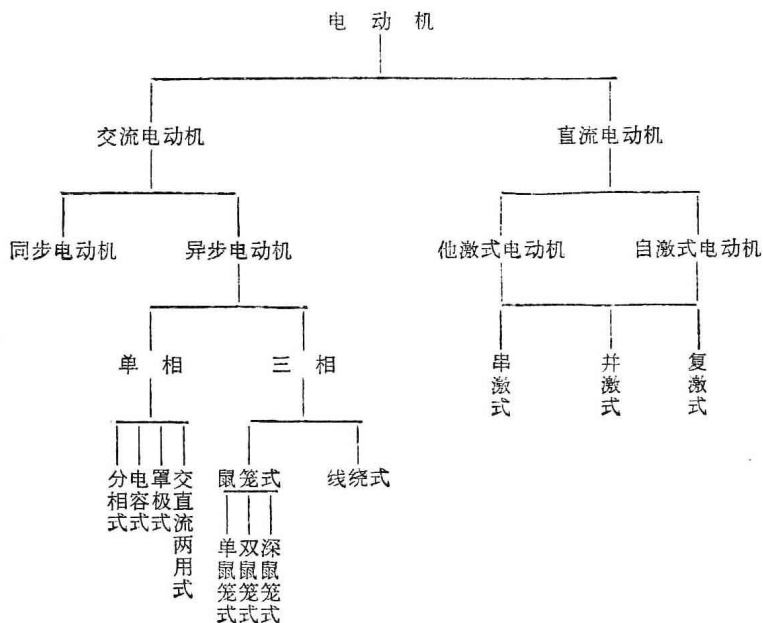


图1-1 电动机的分类

第二节 电动机的构造

三相异步电动机（特别是鼠笼式异步电动机）具有其他电动机所不能比拟的优点，如构造简单、工作可靠、转速稳定、容易操作、价格低廉等。所以被广泛地应用在工农业生产和其他方面。

三相异步电动机的主要构造分外壳、定子、转子和轴承四大部分（如图1-2）。

1. 外壳

电动机的外壳包括机座、端盖、轴承盖、出线盒及吊环等零件。

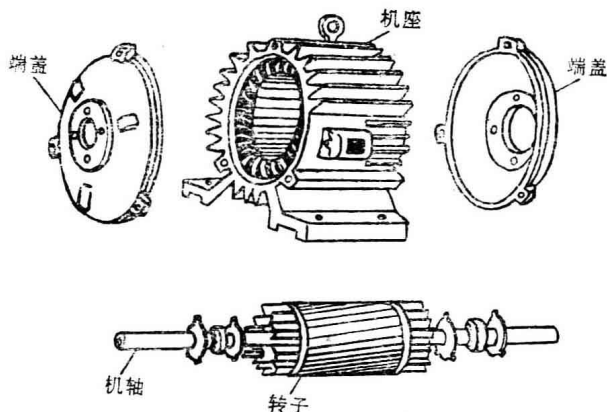


图1-2 三相异步电动机的构造

机座：是用铸铁浇铸成型的，它的作用是保护和稳固电动机的定子。

端盖：用铸铁浇铸成型，它的作用是把转子固定在定子内腔的中心，使转子能够在定子中均匀地旋转。

轴承盖：也是用铸铁浇铸成型的，它的作用是固定转子，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。

出线盒：有用铸铁浇铸的，也有用铁皮制造的。它的作用是保护和固定定子绕组中的引出线端。

吊环：一般是用钢制造的。它的位置在机座的上端，起着帮助移动电动机的作用。

2. 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的（如图1-3）。

定子铁心：是由0.35或0.5毫米厚的硅钢片叠压而成的。它被压装在电动机的机座里。硅钢片表面涂有绝缘漆，使各

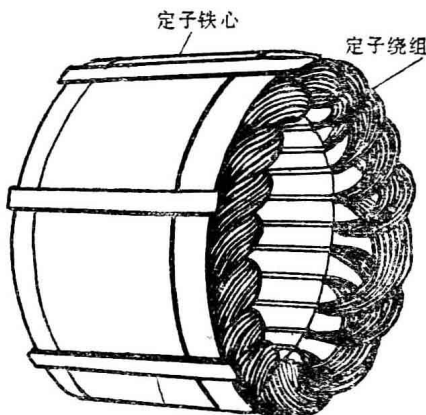


图1-3 定子铁心和定子绕组

片之间互相绝缘，以减小铁心的涡流损失。5号机座以下的电动机硅钢片不需另涂绝缘漆，而利用硅钢片的表面氧化层作为片间绝缘。定子铁心的内圆上冲有许多均匀分布着的线槽，供嵌线之用。它是产生定子旋转磁场的组成部分。

定子绕组：是由带有绝缘的铜导线或铝导线绕制而成的，它分成三相，被对称地安放在定子铁心内。它也是产生定子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，它们分别接在外面的出线盒中。

定子绕组可以根据电源电压的大小而接成星形(Y)和三角形(Δ)两种接法。

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连接（如图1-4）。

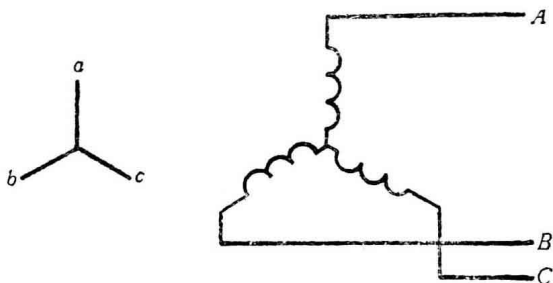


图1-4 定子绕组的星形接线

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-D_6 , D_2-D_4 , D_3-D_5 ），使三相绕组形成一个闭合的三角形（如图1-5），然后与电源相接。

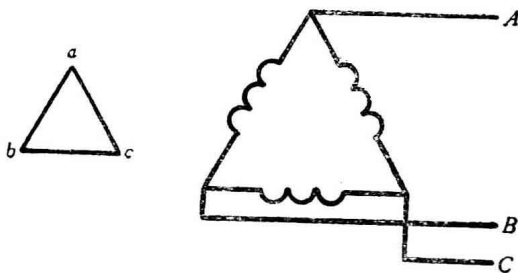


图1-5 定子绕组的三角形接线

3. 转子

三相异步电动机的转子分为两种：鼠笼式转子（如图1-6）和线绕式转子（如图1-7）。

鼠笼式转子：由转子铁心、鼠笼绕组和机轴组成。

鼠笼式转子铁心和定子铁心一样，是用硅钢片叠压而成的。表面冲有嵌铜导线或铝导线的槽，它是产生转子旋转磁场的组成部分。

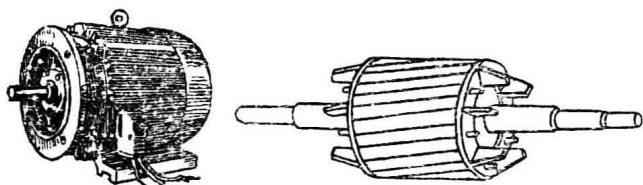


图1-6 鼠笼电动机外形和鼠笼转子

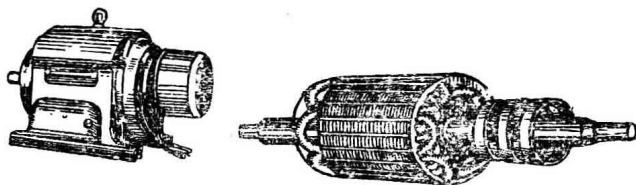


图1-7 线绕式电动机外形和线绕转子

鼠笼式转子绕组是由裸铜导线构成或用铝浇铸而成的，它也是形成转子旋转磁场的组成部分。它的形状很象松鼠笼，故称鼠笼式绕组。

线绕式转子：同样是由转子铁心、转子绕组和机轴组成。线绕式转子铁心和鼠笼式转子铁心完全一样。线绕式转子绕组和定子绕组是一样的，它的线圈同样是用带有绝缘的铜导线绕制而成的。线绕式电动机的转子构造比鼠笼式电动机的构造稍微复杂些。线绕式转子的轴上有三个与转子绕组相连接的滑环，绕组上的电流通过滑环与外面的电阻箱相连接，来控制电动机的起动转矩、起动电流和调节转速。

机轴：一般是用中碳钢加工而成的。转子铁心就套在机轴上。机轴能支持转子，使转子在定子内腔均匀地旋转，并传导电动机所输出的转矩（如图1-8）。

4. 轴承

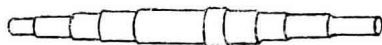


图1-8 电动机的机轴

轴承由内环、外环和滚珠所组成。它套在转子的轴上，使电动机在摩擦较小的情形下进行旋转（如图1-9）。

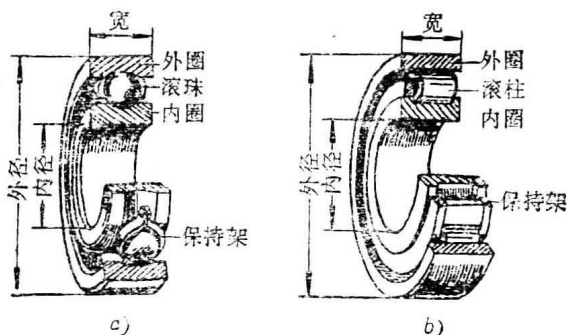


图1-9 滚动轴承的构造

a) 滚珠轴承；b) 滚柱轴承

第三节 电动机的工作原理

上面我们谈到了三相异步电动机的概念和构造，为了进一步地了解它，还应当知道三相异步电动机的工作原理。

1. 旋转磁场

电流和磁场是怎样相互关联着的呢？我们知道，只要有电流存在，它的周围就有磁场；只要有磁场存在，就有产生该磁场的电流存在，永久磁铁的磁场也是由其内部的分子电流所产生的，所以磁场和电流是相互依存的不可分割的，这是研究一切电磁现象的基本规律。在三相异步电动机的定子铁心中，安放有彼此之间相差120电角度的三相绕组。当把按照一定周期改变大小和方向的三相交流电通入定子绕组时（如

图1-10)，则在定子内腔中产生一种合成磁场。而合成磁场是随着三相电流的变化在空间形成一个不断前进的磁场——旋转磁场（如图1-11）。

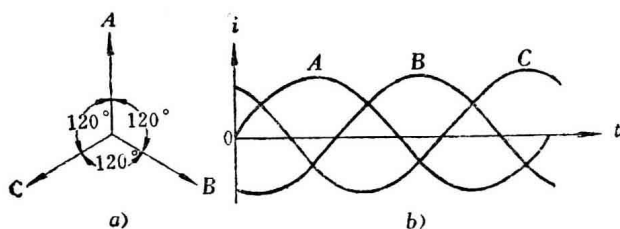


图1-10 三相交流电

a)三相交流电压相位；b)三相交流电流

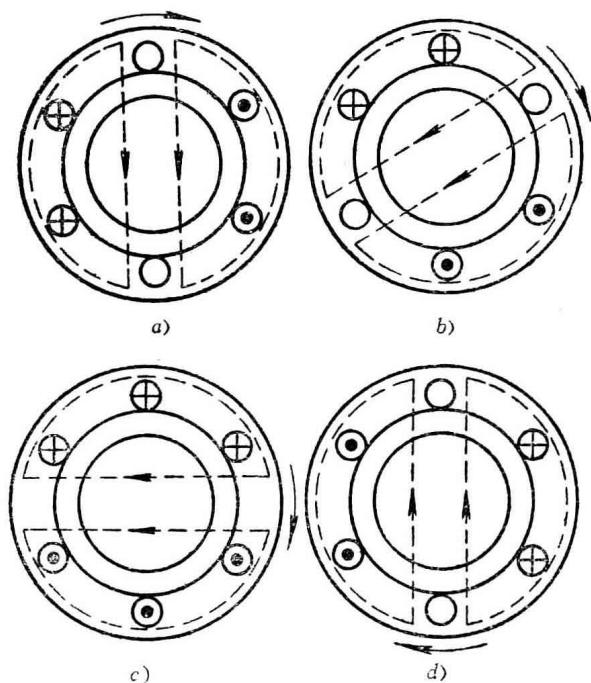


图1-11 三相交流电产生的旋转磁场

旋转磁场是怎样带动转子在定子中进行旋转的呢？我们知道，在通入三相交流电的定子中有旋转磁场产生。构成旋转磁场的磁力线则要通过定子铁心和转子铁心，而形成闭合的回路（如图1-12）。由于周期性变化的旋转磁场是在不断地旋转着，致使转子绕组中的导线被旋转磁场的磁力线所切割，根据电磁原理转子绕组中就产生感应电流。这时，转子导体电流形成的磁场又与旋转磁场相互作用，使转子受力，产生转矩。于是转子就在转矩的作用下旋转起来。

2. 转子的转矩

既然转子的转矩是由转子的感应磁场和定子旋转磁场相互作用产生的，那么决定转矩的大小又与什么有关呢？实践证明，转子转矩的大小与通过转子导体的电流及通过定子铁心的磁通有关。在电动机正常运转时，转子导体电流越大和通过定子铁心的磁通越强，则电动机所输出的转矩越大。当电动机的转子与旋转磁场正以相应的速度旋转着的一瞬间，若在转子上加了少量的负载，则这时转子所产生的转矩就不能胜任外加的负载转矩，转速便开始下降。于是旋转磁场切割转子导体的速度加快，转子导体的电流随之增大，这时转子所输出的转矩也就增大了。转子的转速一定要慢到产生的新转矩足

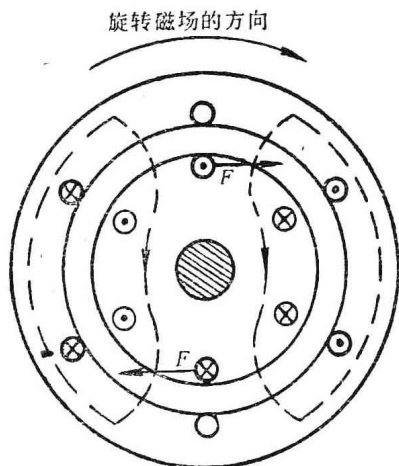


图1-12 三相异步电动机的工作原理

F — 转子作用力的方向

够的，那么决定转矩的大小又与什么有关呢？实践证明，转子转矩的大小与通过转子导体的电流及通过定子铁心的磁通有关。在电动机正常运转时，转子导体电流越大和通过定子铁心的磁通越强，则电动机所输出的转矩越大。当电动机的转子与旋转磁场正以相应的速度旋转着的一瞬间，若在转子上加了少量的负载，则这时转子所产生的转矩就不能胜任外加的负载转矩，转速便开始下降。于是旋转磁场切割转子导体的速度加快，转子导体的电流随之增大，这时转子所输出的转矩也就增大了。转子的转速一定要慢到产生的新转矩足

以胜任外加的负载转矩为止。但是负载也不能无限地加大，若其大大超过了电动机的额定负载，电动机就不能转动。电动机的过载能力，即最大转矩和额定转矩的比值，通常在 $1.6\sim 2.5$ 之间。

我们知道，电动机在起动的一瞬间，定子旋转磁场与转子的相对速度最大，则旋转磁场切割转子导体的速度也最大，转子导体所产生的电流也最大，这时转子所输出的转矩（起动转矩）是否为最大呢？不是。毛主席教导我们说：“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。”电动机在起动的一瞬间，旋转磁场切割转子导体的速度最大，故产生的电流也最大。但由于在转子线圈中有电阻和电抗的存在，实际上转子是不能发出最大转矩的。这是因为电动机在起动时，转子导线电流的频率与定子绕组电流的频率相同，而电抗的大小又与

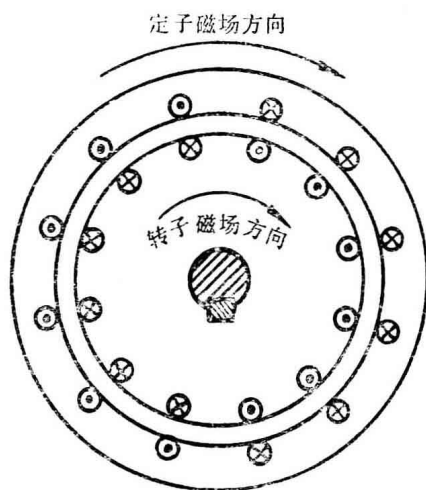


图1-13 两磁场相互之间的位置

电流频率成正比，所以这时的电抗也最大。而电抗是阻碍电流变化的，从理论上讲，在纯电感电路中的电流要滞后于电压 90° 电角度。这时由于电抗的影响，转子电流所形成的磁场和定子磁场近于平行，因此它们之间的作用就减小了（如图1-13）。所以在电动机起动电

流值最大的时候，反而不能输出最大的转矩。这是三相鼠笼式异步电动机起动电流大而起动转矩小的缺点。

3. 旋转磁场的方向和转速

旋转磁场的方向：通入三相交流电的定子绕组能够产生旋转磁场。旋转磁场的方向与三相电流最大值的顺序有关。若任意改变三相电动机两根电源线的位置，电动机就要改变它的旋转方向。因为当改变了三相电动机中任意两根电源线的位置后，则三相电流最大值的顺序也就要向左或向右改变方向，故电动机旋转磁场的方向也要随着改变。根据电磁原理，转子的旋转方向和旋转磁场的方向是一致的。

旋转磁场的转速（即同步转速）：三相异步电动机定子中所产生的旋转磁场的转速与三相电源的频率和电动机绕组的极数有关。电源频率或电动机绕组极数的改变，都会引起电动机旋转速度的改变。它们的关系可以用下面的公式表示：

$$n = \frac{60f}{2p}$$

式中 n ——旋转磁场转速（转/分）；

f ——电源频率（赫兹）；

p ——磁极对数。

三相异步电动机转子的旋转速度，永远达不到旋转磁场的转速。我们知道，转子旋转的方向与旋转磁场的方向是一致的。若转子的转速与旋转磁场的转速相等，则转子与旋转磁场之间的相对运动就没有了；转子导体不能被旋转磁场所切割，因此转子导体电流及转子磁场就不能产生，故转子转矩也就没有了。电动机的转子为了克服负载转矩以及内部的阻力（包括摩擦力），必须由旋转磁场切割转子内的导体来产生转矩使转子旋转。因此，转子的转速要低于旋转磁场