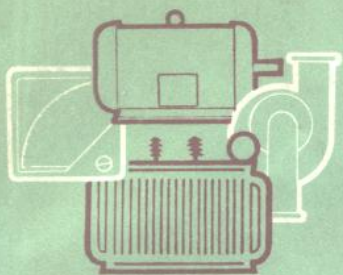


农村电工手册

第八分册 三相异步电动机



水利电力出版社

75-1073/201-1

73.1073
201.1
8:1

农村电工手册

第八分册 三相异步电动机

《农村电工手册》编写组



农 村 电 工 手 册
第八分册 三相异步电动机
《农村电工手册》编写组

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

1973年12月北京第一版

1973年12月北京第一次印刷

印数 00001-500,300册·每册0.30元

书号 15143·3071

毛主席语录

以农业为基础、工业为主导

农业的根本出路在于机械化。

备战、备荒、为人民

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。

出版者的话

在伟大领袖毛主席的革命路线指引下，随着全国各项建设事业的迅速发展，近年来农村电力事业突飞猛进。

为了适应农村电力事业发展的新形势，满足广大工农兵的需要，我们请山西省电业局、北京供电局、北京市建筑设计院、江苏农学院机电排灌系、西北农学院水利系、浙江省台州地区水电局、浙江省仙居县水电局等单位及有关同志编写了《农村电工手册》一书。在编写过程中，我们又分别请浙江省水电局、一机部机械院农机所、北京供电局通县供电所、河北省石家庄地区、浙江省嘉兴地区、上海市郊区、北京电力学校、江苏省扬州电力学校等有关单位进行了座谈、讨论、审核，并作了补充修改。对这些单位和有关同志的大力支持，我们表示衷心的感谢。

本手册主要是为广大从事农村机电工作人员参考而编写的，为便于查阅，力求内容简明扼要、文字通俗易懂，并尽可能多地编入些图表和例题。但是由于时间仓促，可能存在一些缺点和错误，欢迎广大读者批评指正，以便再版时修订。

30844

目 录

出版者的话

第一节 三相异步电动机的构造和工作原理	1
一、三相异步电动机的构造	1
二、三相异步电动机的工作原理	4
三、三相异步电动机常用计算公式	5
四、常用三相异步电动机的技术性能	7
第二节 三相异步电动机的选择	39
一、电动机的选择	39
二、电动机供电线路导线截面的选择	40
三、电动机熔丝的选择	41
第三节 传动装置的选择	44
一、直接传动	44
二、皮带传动	44
第四节 电动机的安装和校正	60
一、安装地点的选择	60
二、电动机的基础	60
三、校正水平	62
四、校正传动装置	63
第五节 三相异步电动机的起动和起动设备	64
一、全压起动（直接起动）设备	65

二、降压起动设备·····	77
三、绕线型异步电动机的起动·····	86
第六节 三相异步电动机的运行与维护·····	87
第七节 三相异步电动机的检修·····	90
一、电动机的拆卸和装配·····	90
二、电动机的检查·····	91
三、电动机绕组的修理·····	98
四、电动机绕组的重绕·····	104
五、电动机无铭牌怎样判断容量·····	137

第一节 三相异步电动机的构造 和工作原理

一、三相异步电动机的构造

三相异步电动机也叫三相感应电动机，主要由静止部分（定子）和转动部分（转子）组成。根据转子绕组结构的不同，有鼠笼型和绕线型两种。农村用的最多的是鼠笼型异步电动机，其外形和部件见图8-1。

1. 定子 定子由机座、定子铁芯和定子绕组等三部分组成。

机座是电动机的主要支架，用来固定铁芯、支持端盖，一般用铸铁制成。

定子铁芯是作导磁用的，一般用厚度为 $0.35 \sim 0.5$ 毫米的圆环状硅钢片压迭而成。为了减少铁芯的涡流损失，硅钢片的表面涂有绝缘漆。在定子铁芯内圆上，冲有嵌放定子绕组的线槽。

定子绕组是用漆包线制成的，当通过三相交流电时，便产生旋转磁场。

2. 转子 转子由转轴、转子铁芯和转子绕组等三部分组成。转轴一般由中碳钢制成。铁芯也是作导磁用的，一般用厚度 $0.35 \sim 0.5$ 毫米的圆形硅钢片压迭而成（硅钢片的表面涂有绝缘漆）。在铁芯的外圆上均匀地冲有嵌放转子绕组的线槽。

现在生产的鼠笼型转子，是在线槽内铸铝，形成一条条铝条（旧产品是用铜条）。它们的端部互相联通，形状象捕鼠的笼子，故称为鼠笼型电动机，如图8-2所示。

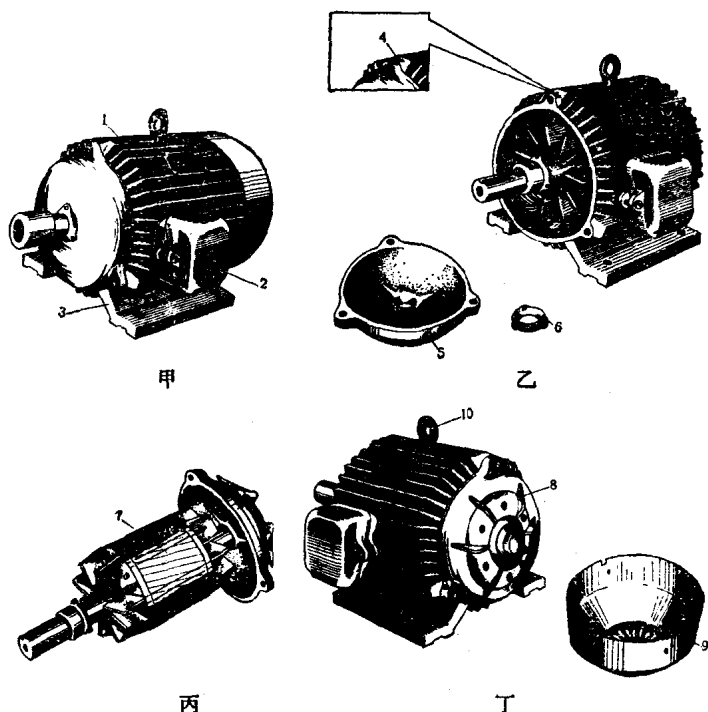


图 8-1 三相鼠笼型异步电动机的外形和部件

甲—外形；乙—端盖的拆除；丙—抽出的转子；丁—风罩拆下后的电动机

1—散热片；2—出线盒；3—机座；4—拆前做上的记号；5—大端盖；

6—小端盖；7—转子籠条；8—风扇；9—风罩；10—吊环

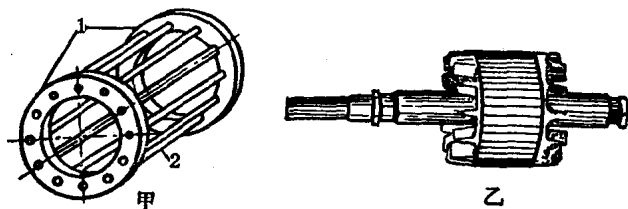


图 8-2 鼠笼型异步电动机转子

甲—铜条式；乙—鋁鋁式

1—端环；2—銅条

绕线型转子，是在线槽内嵌入用绝缘导线绕成的三相绕组。三相绕组一般接成星形。三个起端接到装在轴上的三个彼此绝缘的滑环上，故又称之为滑环型转子。

3.端盖 端盖是用来支持转子和遮盖电动机的，一般用铸铁制成。用螺栓固定在机座的两端。

4.出线盒 出线盒是用来固定定子绕组的引出线头的，一般用铸铁制成。在出线板接线柱旁边标有各相绕组起端和末端的符号（见表 8-1），根据不同的要求，可以接成星形或三角形，如图 8-3 所示。有些电动机只有三根引出线头，

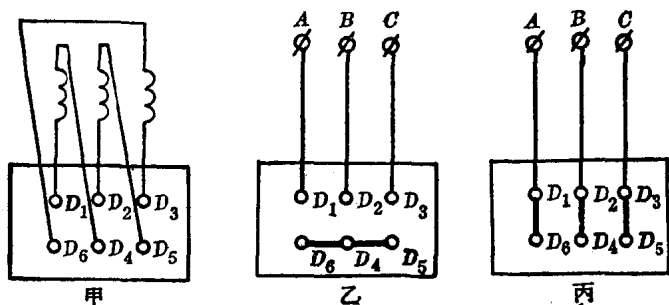


图 8-3 出线板上出线头的接法

甲—出线盒内接线柱的布置；乙—一定子绕组的星形接法；丙—一定子绕组的三角形接法

表 8-1 电动机定子绕组六个出线端的符号

线 端 名 称	起 端		末 端	
	新 符 号	旧 符 号	新 符 号	旧 符 号
第一相	D ₁	A(U)	D ₄	X
第二相	D ₂	B(V)	D ₅	Y
第三相	D ₃	C(W)	D ₆	Z

安装时接上 380 伏电源即可。

二、三相异步电动机的工作原理

三相异步电动机的定子铁芯线槽内，嵌有位置相差 120° 的三相绕组。当定子绕组接通三相交流电源时，就在定子绕组中，产生一个旋转磁场。在图 8-4 甲中，定子的旋转磁场按顺时针方向，以 n_1 的转速旋转。开始时，转子不动，即 $n=0$ 。这时定子的旋转磁场以全速 n_1 切割转子，在转子绕组 a 中产生感应电动势，它的方向可以根据右手定则确定（此情况可看成旋转磁场不动，定子绕组 a 以 n_1 速度按反时针方向旋转）。转子绕组 a 中的电流所产生的磁通以虚线表示，见图 8-4 甲。转子绕组 a 的磁通和定子绕组磁通相互作用后的磁通如图 8-4 乙所示。由于磁力线有走直线的趋势，因此在转子绕组 a 上便产生作用力 F_0 ，也就是说，在转子轴上产生了旋转力矩，使转子按顺时针方向旋转。作用力 F_0 的方向可直接按电动机左手定则来确定。

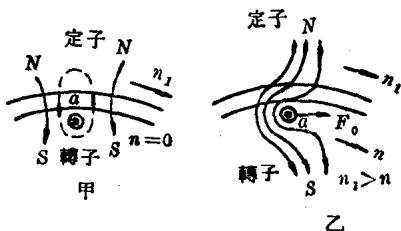


图 8-4 异步电动机的工作原理

甲—转子不动， $n=0$ ；乙—转子以 n 速度旋转($n < n_1$)

异步电动机在额定情况下，转子转速一般比同步转速（即定子旋转磁场的转速）低2~5%。

三、三相异步电动机常用计算公式

1. 三相电动机的额定电流 I_e

$$I_e = \frac{1000 P_e}{1.73 U_e \cos \varphi \eta} \quad (8-1)$$

式中 P_e ——额定功率，千瓦；

U_e ——额定电压，伏；

$\cos \varphi$ ——功率因数；

η ——电动机效率；

1000——把千瓦换算为瓦。

2. 三相电动机的同步转速 n_T

$$n_T = \frac{f}{p} \times 60 \quad (8-2)$$

式中 f ——频率，赫；

p ——磁极对数，如两极， $p=1$ ；四极， $p=2$ 。

三相异步电动机同步转速和磁极对数的关系见本手册第一分册表1-6。

3. 三相异步电动机的转差率 S

$$S = \frac{n_T - n_e}{n_T} \times 100\% \quad (8-3)$$

式中 n_T ——电动机同步转速，转/分；

n_e ——电动机额定转速，转/分。

当电动机静止不动时 ($n_e=0$)，转差率为1；当电动机转速和同步转速一样时 ($n_T=n_e$)，转差率为零。所以异步电动机的转差率在零与1之间变化。一般常用的三相异步电

动机，在额定负载时其转差率均为2~5%。如果转差率太大，电动机的运行将不稳定。

如果已知转差率，可按8-3式求出转子额定转速

$$n_e = (1 - S) n_T \quad (8-4)$$

[例] 一台三相50赫四极异步电动机，转速为1430转/分，求转差率。

解：按公式8-2求出同步转速为：

$$n_T = \frac{f}{p} \times 60 = \frac{50}{2} \times 60 = 1500 \text{ 转/分}$$

根据公式8-3可求出转差率为：

$$s = \frac{n_T - n_e}{n_T} \times 100\% = \frac{1500 - 1430}{1500} \times 100\% = 4.67\%。$$

[例] 一台三相六极异步电动机，电源频率为50赫，其转差率为3.0%，求转子额定转速。

解：按公式8-2求出同步转速为：

$$n_T = \frac{f}{p} \times 60 = \frac{50}{3} \times 60 = 1000 \text{ 转/分}$$

再按公式8-4求出转子额定转速为：

$$n_e = (1 - S) n_T = (1 - 0.03) \times 1000 = 970 \text{ 转/分}$$

4. 三相电动机的转矩M

$$M = \frac{975 P_L}{n} \quad (8-5)$$

因为
$$M = F \frac{D}{2}$$

所以
$$F = \frac{1950 P_L}{n D} \quad (8-6)$$

式中 M ——电动机的转矩，公斤·米；

P_L ——工作机械的负荷，千瓦；

n ——转速，转/分；

F ——皮带拉力，公斤；

D ——皮带轮直径，毫米。

四、常用三相异步电动机的技术性能

鼠笼型电动机构造简单，运行可靠，体积小，效率高，价格比较低，起动也比较方便。但是它的起动电流较大（一般可达额定电流的4~7倍），起动转矩较小（只能在轻负荷时起动）。绕线型电动机的起动转矩较大，起动电流较小（约为额定电流的1.5~2.5倍），起动过程中可以平稳地调节速度。但是它的构造复杂，价格较贵，维护也较麻烦，起动也不如鼠笼型电动机方便。

电动机的型号含义：

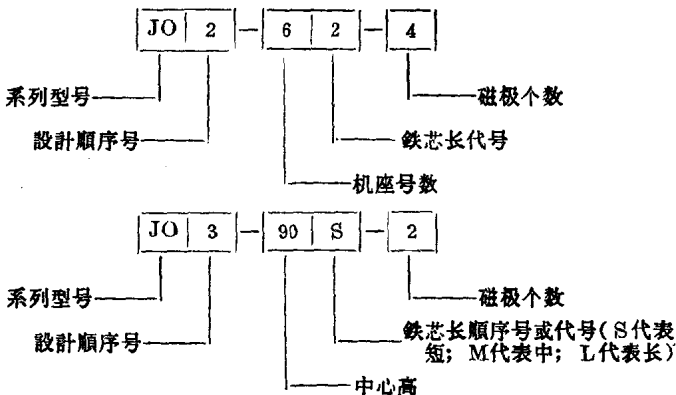
J——防护式鼠笼转子异步电动机；

O——封闭式；

Q——大起动转矩；

R——绕线转子；

L——铝线。



我国现在生产的电动机系列很多，农村中常用的有下列一些系列：

1.J2、JO2系列 适用于传动起动性能、调速性能及转差均无特殊要求的一般机械。如：水泵、车床、铣床、钻床等。技术数据分别见表 8-2~8-3。

JO2 型电动机可用于灰尘较多、水土飞溅的场所。如：碾米机、磨粉机、脱粒机等。

2.JQ2、JQO2系列 适用于起动静止负荷或惯性负荷较大的，需要较大起动转矩的机械上。如：粉碎机、碾泥机、压缩机及某些小型起重和运输机械等。技术数据分别见表 8-4~8-5。

JQO2型可用在灰尘较多，水土飞溅的地方。

3.JO3系列 本系列电动机采用新型电磁材料和优质绝缘材料制成，具有体积小、重量轻、性能好、寿命长等优点。但是制造工艺水平要求较高。本系列可用在转差率及其他性能无特殊要求的机械和灰尘较多、水土飞溅的地方，也可用在起动静止负荷或惯性负荷较大的机械上。凡采用 JO、JQO、JO2、JQO2 系列电动机的机械，都可采用本系列电动机，其技术数据见表 8-6。

4.JR、JR2、JR3系列 本系列适用于受供电线路或变压器容量的限制，不能用鼠笼型电动机起动或起动负荷很大，对起动转矩要求较大及需要小范围调速的传动装置上，其技术数据分别见表 8-7~8-9。

5.JO2-L、JO3-L系列 本系列是采用高强度漆包铝线或氧化膜铝线制成的铝线电动机，结构坚固耐用，具有较高的技术经济指标，其技术数据见表 8-10~8-11。

表 8-2 J2系列三相异步电动机技术数据

型 号	额定功率 (千瓦)	额定电压 (伏)	额 定				起 动 电 流 额定电流	起 动 转 矩 额定转矩	最 大 转 矩 额定转矩	重 量 (公斤)
			时 间							
			转 速 (转/分)	电 流 (安)	效 率 (%)	功 率 因 数 ($\cos\varphi$)				
同 步 转 速 3000 转/分 (2极)										
J2-61-2	17	380	2910	32.5	88.5	0.90	7	1.2	2.2	131
J2-62-2	22	380	2920	41.7	89	0.90	7	1.2	2.2	142
J2-71-2	30	380	2940	56.2	89.2	0.91	7	1.1	2.2	197
J2-72-2	40	380	2940	73.9	90.5	0.91	6.5	1.1	2.2	220
J2-81-2	55	380	2950	99.8	91	0.92	6.5	1	2.2	300
J2-82-2	75	380	2950	135	91.5	0.92	6.5	1	2.2	340
J2-91-2	100	380	2960	179.6	92	0.92	6.5	1	2.2	—
J2-92-2	125	380	2960	223.3	92.5	0.92	6.5	1	2.2	—
同 步 转 速 1500 转/分 (4极)										
J2-61-4	13	380	1460	25.5	88	0.88	7	1.2	2	131
J2-62-4	17	380	1460	33	89	0.88	7	1.2	2	145
J2-71-4	22	380	1460	42.5	89.5	0.88	7	1.1	2	200
J2-72-4	30	380	1460	57.6	90	0.88	7	1.1	2	225

续表 8-2

型 号	额定功率 (千瓦)	额定电压 (伏)	额 定 时			起动电流 额定电流	起动转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	重 量 (公斤)
			转 速 (转/分)	电 流 (安)	效 率 (%)	功率因数 ($\cos\varphi$)			
J2-81-4	40	380	1470	75	91	0.89	1.1	2	310
J2-82-4	55	380	1470	103	91.5	0.89	1.1	2	350
J2-91-4	75	380	1470	137.5	92	0.90	1	2	467
J2-92-4	100	380	1470	182.4	92.5	0.90	1	2	515
同 步 转 速 1000 转/分 (6极)									
J2-61-6	10	380	960	21.4	86.5	0.82	1.2	1.8	129
J2-62-6	13	380	960	27.4	87	0.83	1.2	1.8	142
J2-71-6	17	380	970	35	88	0.84	1.2	1.8	190
J2-72-6	22	380	970	44.4	88.5	0.85	1.2	1.8	212
J2-81-6	30	380	970	59.3	89.5	0.86	1.2	1.8	305
J2-82-6	40	380	970	77.4	90.5	0.87	1.2	1.8	348
J2-91-6	55	380	980	104	91.5	0.88	1	1.8	492
J2-92-6	75	380	980	139.5	92	0.89	1	1.8	590