

初级技术读物

怎样制造感应电动机

蒋貽庆 编著



机械工业出版社

65

初級技術讀物

怎样制造感应电动机

蔣貽庆編著



机械工业出版社

出版者的話

本書对感应电动机的种类、結構、材料、制造过程一直到試驗作了扼要的叙述，并对电机制造上的新材料及其今后發展趋势也作了簡單的介紹；特別对制造中一些質量上的关键問題，有較詳細的說明。

本書可供一般管理干部和中級技术干部閱讀参考之用。

NO. 2730

1959年2月第一版 1959年4月第一版第二次印刷

850×1168¹/₃₂ 字数84千字 印張37/16 5,101—33,100册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

北京市印刷一厂印刷

新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第008号 定价(10)0.56元

序 言

感应电动机是所有电动机中应用最广的一种。随着工农业不断地增长，感应电动机的生产数量也逐年提高，特别在今年工农业大跃进的形势下，所有生产战线上都在大闹技术革命，产量翻了好几倍，多的甚至几十倍。因此，要适应各个生产部门这种一日千里飞跃发展的形势，在党中央〔遍地开花〕的号召下，全国各地筹建扩建了一大批电动机制造厂，为了使这些筹建扩建的新厂能迅速顺利地投入生产，今年十月第一机械工业部第八局在上海召开了〔全国中小型电动机制造厂现场会议〕。这本书的内容就是以编者在现场会议上所作关于〔感应电动机的基本知识介绍〕的发言稿为基础加以补充改写而成的。其主要目的是为电机制造工业部门中一般管理干部对感应电动机的生产作一个比较系统的介绍。因此，在编写方面尽量避免过于专门和深奥的东西，但对质量上的一些关键问题则力求突出，主要是为了促使大家重视质量；其次对新材料的使用和今后发展的趋势也作了扼要的叙述，旨在引起大家对这方面的兴趣和努力。书内插图绝大部分采用实体照片或示意图，对某些专门名词的介绍也尽量采用举例或譬喻的方法来加以说明，力求简洁易懂。由于时间匆促和编者的学识有限，对编写这一类读物又属首次尝试，错误和不适当的地方，一定很多，希望读者加以批评指正。

编 者 1958年11月

目 次

序言	3	(二)轉子鉄心	22
第一章 三相交流感应电 动机的一般介紹	7	(三)轉子导体	23
一、基本分类方法	7	(四)風扇	23
(一)按轉子的結構分	7	(五)滑环及电刷提升和短路装 置	24
(二)按通風方式分	8	三、端盖一支撐部分	24
(三)按使用時間的長短分	8	四、通風方式	24
(四)按照安裝方式分	10	五、无机座結構的电动机	25
二、常用电动机的系列范围 及其应用	11	六、主要材料	25
三、主要性能	12	(一)磁性材料	26
(一)效率	12	(二)导电材料	29
(二)功率因数	12	(三)絕緣材料	31
(三)起動轉矩	12	(四)新材料的介紹	32
(四)起動电流	13	第三章 感应电动机的制 造过程及加工方法	36
(五)最大轉矩	13	一、制造过程	36
(六)轉動慣量	13	二、制造中的关键問題	37
四、溫升和絕緣	14	(一)气隙的均匀性	37
五、接綫方法	15	(二)鉄心質量	37
六、起動方法	16	(三)繞組絕緣	38
七、傳动方法	17	(四)浸漆和烘燥	38
八、名牌	18	(五)鑄鋁	38
九、J ₂ 、JO ₂ 新系列感应电 动机	19	三、結構部分的金屬加工	38
第二章 結構和材料	21	(一)机座加工	38
一、定子—固定部分	21	(二)端盖加工	39
(一)机座	21	(三)轉軸加工	41
(二)定子鉄心	21	四、鉄心制造	42
(三)定子繞組	21	(一)冲片制造	42
(四)接綫匣	22	(二)冲片的絕緣处理	42
(五)外風罩	22	(三)鉄心压裝	42
二、轉子—轉動部分	22	五、繞組制造	53
(一)轉軸	22	(一)繞組的种类	53
		(二)繞組的制造	55
		六、浸漆与烘燥	58

(一) 浸漆的目的	58	(二) 常用仪表	85
(二) 浸漆与烘燥的设备	59	(三) 使用仪表的一般常識	85
(三) 浸漆烘燥的步骤	61	四、試驗的目的、方法及注	
(四) 絕緣漆的檢查和安全事項	64	意事項	86
七、轉子鑄鋁	64	(一) 繞組对机壳及其相互間絕	
(一) 鑄鋁轉子和銅轉子的比較	64	緣电阻的測定	86
(二) 离心鑄鋁	65	(二) 繞組在冷却状态下直流电	
(三) 重力鑄鋁	69	阻的測定	86
(四) 压力鑄鋁	70	(三) 变压比的測定	88
(五) 振动鑄鋁	72	(四) 空載試驗	88
八、轉子扎籠	73	(五) 短路試驗(或称制動試驗)	
(一) 目的	73	和起動性能的試驗	89
(二) 扎籠的设备及材料	73	(六) 温升試驗和負載試驗	90
(三) 操作注意事項	74	(七) 过电流試驗	95
(四) 扎籠的計算	74	(八) 过电压試驗	95
九、校平衡	76	(九) 超速試驗	95
(一) 目的	76	(十) 繞組对机壳及其相互間的	
(二) 校平衡的方法	76	絕緣耐压試驗	95
(三) 注意事項	77	(十一) 最大轉矩的測定	95
十、装配及油漆	77	(十二) 起動过程中最小轉矩的	
(一) 轉子装配	77	測定	96
(二) 定子装配	80	附录	
(三) 总装配	80	I 机座型号与功率对照表	87
(四) 油漆	81	II 硅鋼片新旧牌号对照表	103
第四章 成品的檢查和試		III 标准冲片外徑	101
驗	82	IV 导綫牌号	101
一、成品檢查	82	V 导綫規格	101
(一) 目的	82	VI 常用絕緣綫規格	101
(二) 檢查項目	82	VII 常用絕緣材料的規格和	
二、成品試驗	83	性能	106
(一) 檢查試驗	83	VIII 材料抗剪强度 K_s	102
(二) 型式試驗	83		
三、设备及仪表	84		
(一) 主要设备	84		



第一章 三相交流感应电动机的一般介紹

一、基本分类方法

三相交流感应电动机又称异步电动机，是电动机中应用最广泛的一种。它的结构簡單，价格便宜，工作可靠，效率也很高。感应电动机由于用途广所以种类也很多，但其主要结构和原理大体上是相同的。下面是感应电动机几种基本分类的方法。

(一) 按轉子的结构分，有鼠籠型和卷綫型两种：

1 鼠籠型电动机 它的外形如圖 I-1 和圖 I-2 所示。这种电动机的轉子导体是用裸銅条和端环焊接或用鑄鋁制成一个整体的，它的形状很像一个籠子（圖 I-3）所以叫做鼠籠型。由于它的导体和端环是自行短路联接的，所以又叫做短路轉子。

2 卷綫型电动机 它的轉子导体和定子一样是用圓綫或扁綫繞制而成的，轉子导体經過三个固定在轉軸上的銅环及一組支持在端盖上的电刷和外面相連，銅环和电刷有装在机座里面的也有

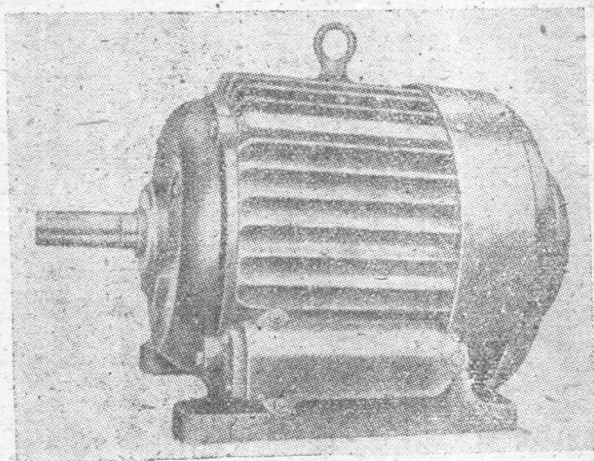
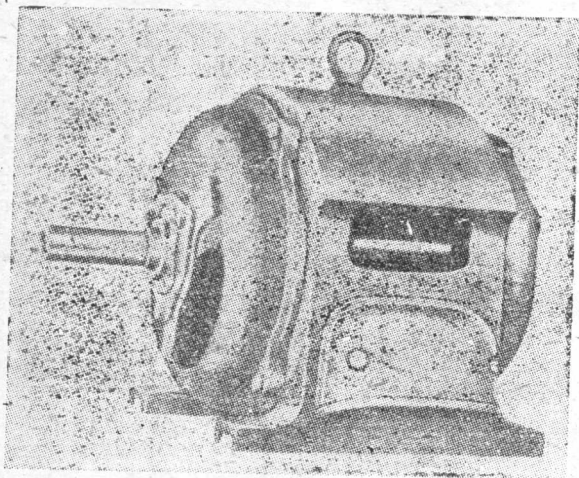


圖 I-1 鼠籠型封閉扇冷式电动机

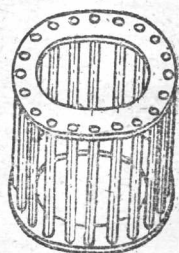


圖I-2 鼠籠型防滴式电动机

裝在機座外面的。如圖 I-4 就是裝在機座外面的，另外用一個罩殼將它遮蓋起來。卷綫型电动机也叫做繞綫式或滑環式电动机。

(二) 按通風方式分：

1 封閉扇冷式电动机 它的外殼是完全封閉的，機座外面鑄有許多散熱片（圖I-1），在轉軸上還裝有一個大風扇作為通風冷卻之用。較大機座中並有內部循環通風。

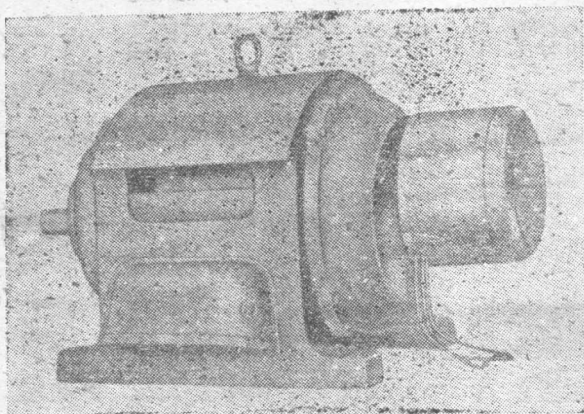


圖I-3 除光鐵心后的鼠籠轉子

2 防滴式电动机（圖 I-2 及圖 I-4）. 這種电动机在機座上 and 端蓋上都開有通風孔，外部的空氣可以流入電機的內部，所以冷卻效果較好。通風孔的上面，機座鑄成一個伸出的斜坡式，這樣可以防止水點或其它異物垂直地或在一定角度（45°）內滴入或落入機座內部，所以叫防滴式。

(三) 按使用時間的長短分（电机術語叫定額）：

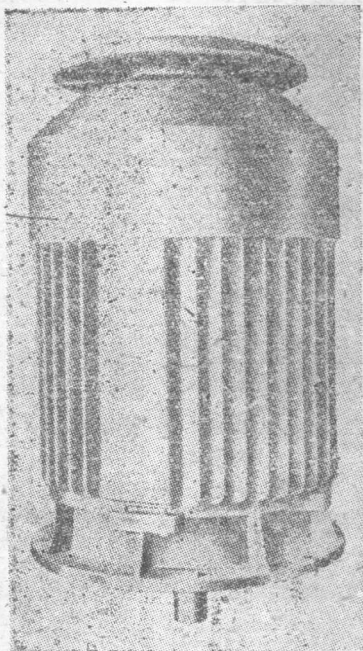
1 連續定額的电动机 這種电动机可以在正常負載下連續使用而不致過熱。普通电动机都屬此類。



圖I-4 卷綫型防滴式电动机

2 短时定額的电动机 这种电动机只能作短时的运转，以后必須停車一段時間（一般以电动机完全冷却为标准）再行使用。按照允許运转的时间又可分为15分鐘、30分鐘、60分鐘和90分鐘定額等几种。例如30分鐘定額的只允許运转30分鐘就要停車休息。这种电动机一般用在工作不很頻繁的处所，如啓閉閘門用的电动机。

3 断續定額的电动机 这种电动机和短时定額的不同，一般使用的次数比較頻繁但每次使用的時間不長，停車的時間也很短，它經常处于运转、停車、运转，断續不停的工作状态下。根



圖I-5 鼠籠型立式电动机（封閉扇冷式）

据运转时间和停车时间的长短可分为15%，25%，40%，60%几种不同的定额。它的计算方法是以十分钟为一个周期。例如25%定额就是指在十分钟內运转时间为两分半，停车时间为七分半，余类推。一般用于起重设备中。

(四) 按照安装方式分：

1. 卧式——普通常用的电动机均为此式。
2. 立式——圖 I-5，圖 I-6。
3. 凸緣式（俗称法兰式）不带底脚——圖 I-7。
4. 凸緣式带底脚——圖 I-8。

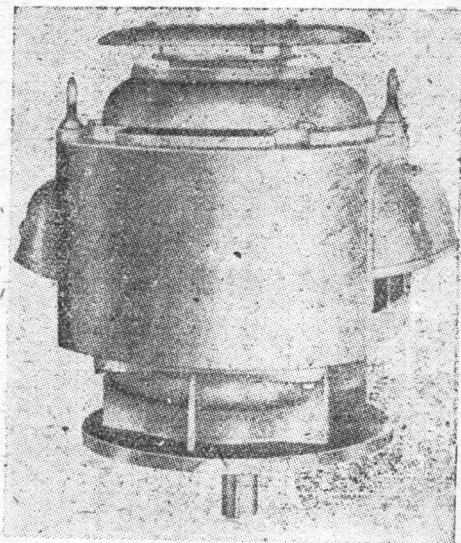


圖 I-6 鼠籠型立式电动机 (防滴式)

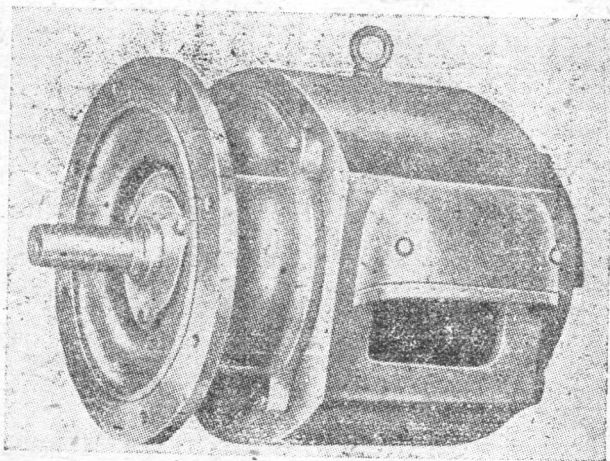
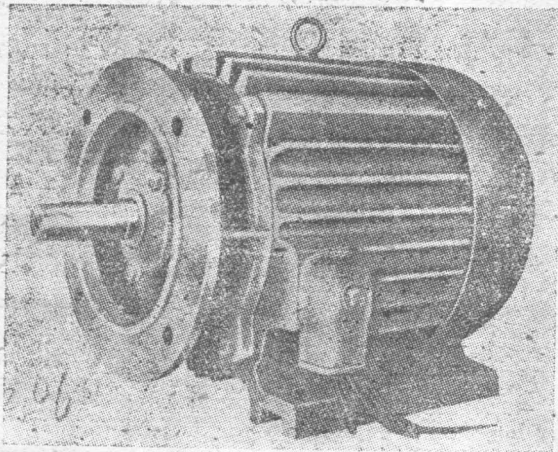


圖 I-7 鼠籠型凸緣式电动机 (不带底脚)



圖I-8 鼠籠型凸緣式电动机 (带底脚)

使用时可根据不同傳动装置的要求来选择电动机的形式。

二、常用电动机的系列範圍及其应用

功率 0.6 仟瓦~125 仟瓦；电压 220/380 伏；周率 50 以上的电动机系列及其应用範圍如表 I-1 所示：

表I-1 J, JO, JR, JQ 系列电动机

系列型号	苏联型号	产品名称	应用範圍	型号代表意义
J	A	鼠籠型防滴式	一般应用，用以傳动在起 动性能，及其它性能上无 特别要求的机器，如水泵， 車床，鑽床，銑床等。	J 表示感应电 动机
JO	AO	鼠籠型封閉扇 冷式	同上可作一般应用，但特 别适用于灰塵过多水土飞 濺的地方如碾米机，磨粉 机等。	O 表示封閉
JR	AK	卷綫型防滴式	同 J 型，用于饋电綫路容 量不足以鼠籠型电机起动的 地方。	R 表示卷綫型 轉子
JQ	API	鼠籠型防滴式 (高起動轉矩)	用于起動轉矩要求較高的 地方如空气壓縮机，碎石 机等。	Q 表示高起動 轉矩

常用的电动机除上面四种以外还有 JS (S 表示双鼠籠), JC (C 表示深槽鼠籠), JX (X 表示卷綫轉子), JSQ (同 JS, Q 表示加强絕緣), 和 JXQ (同 JX, Q 表示加强絕緣) 等几种系列, 它們的功率范围从 45 仟瓦到 1250 仟瓦; 电压有 220, 380, 3000, 6000 伏四种, JSQ 和 JXQ 仅有 3000 和 6000 两种电压 (參閱附录 I)。

三、主要性能

(一) 效率 电动机的效率就是它的輸出功率和輸入功率之比 (用百分率表示)。例如一台 40 仟瓦的电动机, 輸入是 44.4 仟瓦, 那末它的效率就是 $\frac{40}{44.4} = 90\%$ 。

从使用的观点来看, 电动机的效率愈高, 則其支出于运行上的費用愈少。根据計算的結果, 电动机在运行中的費用远远超过它的制造成本, 所以如何提高及重視电动机的效率应该是制造厂首先值得考慮的問題。

(二) 功率因数 功率因数是感应电动机的第二个技术經濟指标, 功率因数的高低直接影响到电站設備利用率的好坏。所有感应电器都有这样一个性質就是它必須从电路中占用較它实际所需用的功率大一些的虛功率, 其中多余部分的功率并没有真正消耗掉, 而是虛占着的。这样就增加了發电站不必要的負担。提高功率因数就意味着減輕發电站在这方面的負担, 也就是提高發电設備的利用率。所以一般供电部門对功率因数低的用戶都規定有罰款的办法。

(三) 起動轉矩 我們在实际生活中有这样一個經驗: 当我们用力使一个原来靜止的物体移动时, 譬如要推动一輛手推的小車, 起初觉得所需的力量很大, 但一开始轉动后, 就感觉省力得多; 所有的机械也都有这样的性質。因此, 电动机必須在起動时产生一个比它在正常運轉时大一些的能力, 才能完成起動的要求; 这两种能力之間的关系用倍数表示出来, 我們就說这电动机的起

启动轉矩是多少倍，一般为 1.2~2 倍左右。启动轉矩必須符合技术条件的規定，否則就会产生电动机不能启动的情况。

(四) 启动电流 要說明这一个問題我們也可举一个日常生活中的例子。当你剛旋开自来水的龙头或拔开貯水桶的木栓时，水的噴射非常强劲有力，但很快就趋于平稳，同样电流在剛接通时也有这样一个冲击的現象（这里仅从現象上作一个譬喻，在原理上并不完全一样）。感应电动机在一开动时的电流較它正常运转时的电流一般要大四、五倍到六、七倍不等，当轉速逐渐增加到額定轉速后，电流也逐漸减小到正常的数值。所謂启动电流就表示了这样一个性能，启动电流过大除了要引起保險設備跳閘而外，还会影响电动机本身的寿命和正常使用。启动电流和启动轉矩又有一定的关連，启动电流过小同时也影响启动轉矩的降低，所以两者之間是有矛盾的，因此技术条件中对启动电流的大小也有适当的規定。

(五) 最大轉矩 最大轉矩就是电动机所能产生的最大轉动力，一般也用电机机的正常轉矩（額定轉矩）的倍数来表示。最大轉矩的作用有二：其一是电动机在正常运转中有时会發生短時間的过負載情况，如电动机的最大轉矩很低，它的过負載能力也就很低；其二在 JR 电动机中往往需要以最大轉矩启动，最大轉矩的高低就影响到电动机能否启动的問題。

⊙ (六) 轉动慣量 要将一个正在轉动的輪子立即煞停，必須加很大的力，这是大家所熟知的事实，而且当轉速相同时，輪子的直徑愈大或重量愈重，則所需的力也愈大。反过来要将一个靜止的輪子轉动到一定的轉速时，也必須加很大的力，而且加力这一个动作要延續到一定的時間。如果所加的力是相等的，輪子的直徑愈大，或重量愈重，則所需加力的時間愈長。一切旋轉的物体都具有这样一个性質，这个性質我們叫它轉动慣量。它和旋轉物体的重量及直徑有关。毫无例外，电动机的轉子也具有这个特性。在許多需要正反逆轉的机械中，这一特性更为重要，因为从

正轉到逆轉，實際上包含了兩個過程，即從一定的轉速將輪子煞停，再從靜止的情況將輪子在相反的方向轉動到所要求的轉速。這兩個過程需要一定的時間，和一定的力。對電動機來講，還牽涉一個電氣上的問題，就是前面所講過的起動電流。我們知道在起動過程中起動電流是隨着轉速的增加而減小的，如果轉速增加到正常速度所需的時間很短，那末起動電流也就很快的降到正常數值。也就是起動電流的高峰數值存在的時間縮短了。由此得到一個結論，要電動機很快的達到預期的轉速也就是要起動電流高峰數值存在的時間為最短，就必須要一個轉動慣量較小的轉子。在正及逆轉要求次數頻繁的場合，一般應該選用這種特殊設計的轉動慣量小的電動機。由於對這方面的疏忽而造成電動機燒毀的事故，常有發現。因此，電動機製造廠有義務在這一個問題上對用戶進行說明，引起應有的注意。

四、溫升和絕緣

溫升是電動機各部分在工作情況下的實際溫度和周圍環境溫度的差數。溫升限度是根據所用絕緣材料最高允許工作溫度來決定的。我國目前所採用的標準如表 I-2 所列，其周圍環境溫度為 $+35^{\circ}\text{C}$ 。

表 I-2 電動機發熱部分容許溫升限度

發熱部分	繞 組		鐵 心		軸 承	滑 環	
	A 級絕緣	B 級絕緣	A 級絕緣	B 級絕緣			
容許溫升	溫度計法	—	—	65°C	85°C	60°C	70°C
	電阻法	65°C	85°C	—	—	—	—

注：對封閉式電動機，依電阻法測重的繞組溫升限度，可較表列數據提高 5°C 。

電機絕緣共分 A、E、B、F、H 五個等級，其允許工作溫度如表 I-3 所示：

表I-3 电机絕緣等級

电机絕緣等級	A	E	B	F	H
允許工作溫度	105°C	120°C	130°C	155°C	180°C

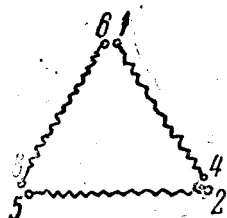
关于我国周圍环境溫度的标准最近經广州电器科学研究所、上海試驗站、上海中心气象台及中小型电机研究室等單位研究的初步結果，認為我国有很多省市屬於亞湿热带或温热带地区，建議采用40°C为宜。

五、接綫方法

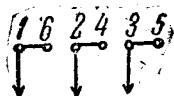
380 伏以下的，如 J、JO、JQ 型电动机一般为 Δ /Y 接法，适用于 220 伏和 380 伏两种电源。电机共有六根引出綫，用電綫出綫，以 1, 2, 3, 4, 5, 6 数字標記之。標号 1-4 为第一相，2-5 为第二相，3-6 为第三相。

220 伏电压时为 $[\Delta]$ 接法，如圖 I-9。

380 伏电压时为 $[Y]$ 接法，如圖 I-10。

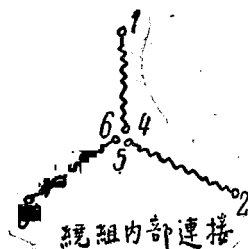


繞組內部連接

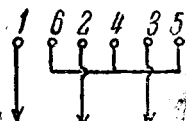


引出綫連接

圖I-9 220伏 Δ -接法



繞組內部連接



引出綫連接

圖I-10 380伏Y-接法

JR 型电动机的定子接线和 J、JO 型相同，此外，JR 型电机转子还有三根引出线，供与电阻起动器连接之用，接法如图 I-11。

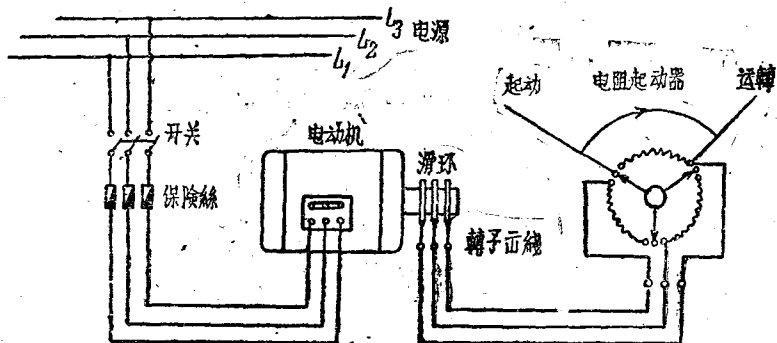


图 I-11 电阻起动器接线示意图

J、JO、JQ 型电动机在特殊要求下也可制成 380 伏 $[\Delta]$ 接法，专供以三角星起动器起动之用。

380 伏以下的电动机出线也有用绝缘板的，其接线法如图 I-12 和 I-13 所示。

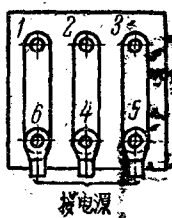


图 I-12 220 伏 Δ 接法

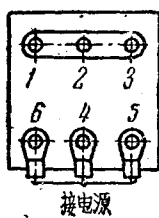


图 I-13 380 伏 Y 接法

高压电动机一般仅有三个出头。

电动机的接线必须按照名牌规定接法使用，否则将会造成严重事故。

六、起动方法

J、JO 型电动机规定都是满压起动的，如电源容量过小不能