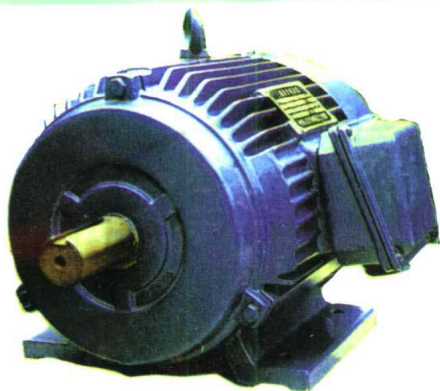


自学之星电工系列丛书

电动机使用 与修理技术

才家刚 编著



中国水利水电出版社

电动机使用 与修理技术

才家刚 编著

中国水利水电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电动机使用与修理技术/才家刚编著. —北京:中国水利水电出版社,

1997

(自学之星电工系列丛书)

ISBN 7-80124-553-9

I. 电… II. 才… III. ①电动机-应用 ②电动机-维修 W. TM32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 19895 号

书 名	自学之星电工系列丛书 电动机使用与修理技术
作 者	才家刚 编著
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿局印刷厂
规 格	787×1092 毫米 32 开本 10.125 印张 224 千字
版 次	1998 年 5 月第一版 1998 年 5 月北京第一次印刷
印 数	0001—6000 册
定 价	14.80 元

前 言

中小型电机被广泛应用于我们的生产和生活中,因此,我们每一个人都应掌握一定的使用和维护电机的常识。另外,还要有一定数量的具有较高修理技术的专业人员。

本书汇集了众多多年从事电机生产、使用、维修及检验工作的技术人员和一线工人的实践经验及有关技术数据,通俗易懂,有很强的操作性,为从事使用、维护、修理和检验电机的有关人员提供了理想的参考资料。

在编写过程中,周德铭同志对全书进行审阅,并提出了很多宝贵的修改意见;得到了北京市电机总厂李兆平(电机专家、教授级高级工程师)、黄昌梅(技师)等多名多年从事电机专业研究和生产维修人员的大力帮助,在此一并表示衷心感谢。

书中收集的有关技术数据可能因产品的改进和生产厂家的不同而有所变动,某些操作方法也可能因人而异,这些请在使用时加以注意。

由于本人学识有限、书中难免有不妥之处,诚请读者批评指正。

作 者

1997 年 6 月

目 录

前 言

第一章 三相异步电动机常识	1
第一节 三相异步电动机的分类及结构	1
第二节 三相异步电动机的铭牌	8
第三节 三相异步电动机的常用计算公式及数据	15
第四节 三相异步电动机工作原理	19
第五节 三相异步电动机的定子绕组	24
第六节 三相异步电动机的转子形式	36
第七节 三相异步电动机的性能指标	39
第八节 三相异步电动机的选用和日常维护	42
 第二章 普通三相异步电动机常见故障及 修理	 46
第一节 普通三相异步电动机常见故障及原因	46
第二节 三相异步电动机的拆装工艺	48
第三节 三相定子绕组故障判定方法	59
第四节 三相定子绕组的制做和检测方法	69
第五节 电机坏绕组的拆除方法	76
第六节 三相定子绕组的嵌线及接线方法	78
第七节 三相定子白坯试验	92
第八节 绕组浸漆和烘干	99

第九节	铸铝转子的常见故障及修理方法·····	104
第十节	轴及轴承的修理·····	108
第十一节	振动和噪声产生的原因及消弱方法·····	112
第三章	特殊用途三相异步电动机常见故障及修理 ·····	118
第一节	绕线转子三相异步电动机·····	118
第二节	电磁调速三相异步电动机·····	128
第三节	三相换向器电动机·····	135
第四节	其他常见特殊类型三相异步电动机·····	149
第四章	单相异步电动机常见故障及修理 ·····	158
第一节	单相异步电动机的分类及工作原理·····	158
第二节	电容分相单相异步电动机的修理·····	164
第三节	遮极起动电动机常见故障及修理·····	180
第四节	串激单相电动机常见故障及修理·····	183
第五章	直流电机的使用及常见故障维修 ·····	195
第一节	直流电机的分类、结构及特性·····	195
第二节	直流电机的日常使用和维护·····	202
第三节	直流电机常见故障及原因·····	208
第四节	直流电机电枢绕组的故障检查及修理·····	212
第五节	直流电机换向机构常见故障及维修·····	219
第六节	主极及换向极常见故障及维修·····	232
第七节	直流电机技术要求·····	237
第六章	电机检测及数据分析 ·····	240
第一节	电机试验设备及试验线路·····	240

第二节	常用仪器仪表	252
第三节	电机通用试验项目及试验方法	261
第四节	三相异步电动机试验	265
第五节	单相异步电动机试验	278
第六节	直流电机试验	281
附 表		286
附表 1	电磁线型号的含义	286
附表 2	直流电机常用电磁线和绝缘材料	287
附表 3	交流电机常用电磁线和绝缘材料	288
附表 4	常用绝缘材料及辅料	290
附表 5	铜漆包圆线规格数据	293
附表 6	Y 系列(IP44)三相异步电动机绕组数据	295
附表 7	YR 系列(IP44)三相异步电动机绕组数据	301
附表 8	国产手电钻绕组数据	306
附表 9	XDL、XDS 家用洗衣电动机定子绕组数据(4 极)	307
附表 10	Z2 系列一般用途小型直流电机绕组数据(一)	308
附表 11	Z2 系列一般用途小型直流电机绕组数据(二)	309
附表 12	JX 型电容运转单相电动机绕组数据	312
附表 13	JY 型电容起动单相电动机绕组数据	313
附表 14	JZ 型分相式单相电动机绕组数据	314
附表 15	BO 型分相式单相电动机绕组数据	315
附表 16	CO 型电容起动单相电动机绕组数据	316
附表 17	DO 型电容运转单相电动机绕组数据	317
参考文献		318

第一章 三相异步电动机常识

第一节 三相异步电动机的分类及结构

一、三相异步电动机的分类

三相异步电动机的分类见表 1-1。

表 1-1 三相异步电动机分类表

序 号	分 类 因 素	主 要 类 别
1	输 入 电 压	(1) 低压电机 (3000 V 以下) (2) 高压电机 (3000 V 以上)
2	轴中心高等级	(1) 小型电机 (63~315 mm) (2) 中型电机 (355~560 mm) (3) 大型电机 (≥ 630 mm)
3	转子绕组型式	(1) 笼型转子电机 (2) 绕线转子电机
4	使用时的安装方式	(1) 卧式 (2) 立式
5	使用环境 (防护功能)	(1) 封闭式 (2) 开启式 (3) 防爆型 (4) 化工防腐型 (5) 防湿热型 (6) 防盐雾型 (7) 防震型

续表

序 号	分 类 因 素	主 要 类 别
6	用 途	(1) 普通型 (2) 冶金及起重用 (3) 井用 (潜油或水) (4) 矿山用 (5) 化工用 (6) 电梯用 (7) 需隔爆的场合用 (8) 附加制动器型 (9) 可变速型 (10) 高起动转矩型 (11) 高转差率型

二、三相异步电动机的型号

常用中小型三相异步电动机的型号一般由如下几部分组成 (其中附有一个示例):

字母 Y	数字 2	数字 160	字母 M	数字 2	·	数字 4	字母 W	字母 V	数字 1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	(7)	(8)	(9)

按上述顺序, 其含义分别如下。

(1) 一般由 1~4 个字母组成。第 1 个为 Y, 表示“异步电动机”; 其余字母为表示该电动机用途的代表汉字汉语拼音的第一个字母, 详见表 1-2。

(2) 表示设计序号。第一次设计时无此项。

(3) 表示电机轴中心高 (对于无底脚电机按机座内膛尺寸靠同档有底脚的电机), 单位为 mm。

(4) 由 1 个字母组成, 通常为 L、M、S 三个字母之一, 表示机座长度等级, L 为长机座, M 为中机座, S 为短机座, 此为国际通用代号。

表 1-2

常用三相异步电动机代号

序号	代号	电动机型式 (名称)	序号	代号	电动机型式 (名称)
1	Y	普通型	28	YNZ	耐振动型
2	YR	绕线转子型	29	YGT	滚筒用
3	YX	高效率型	30	YGB	管道泵用
4	YQ	高起动转矩型	31	YG	辊道用
5	YH	高转差率(滑差)型	32	YZ	冶金及起重用
6	YD	多速(变极多速)型	33	YZW	冶金及起重用涡流制动型
7	YDT	通风机多速型	34	YZR	冶金及起重用绕线转子型
8	YSR	制冷机用耐氟型	35	YZD	冶金及起重用多速型
9	YP	屏蔽式	36	YZE	冶金及起重用制动型
10	YPJ	泥浆屏蔽式	37	YLB	立式深井泵用
11	YPL	制冷屏蔽式	38	YQS	井用(充水式)潜水泵
12	YPG	高压屏蔽式	39	YQSG	井用(充水式)高压潜水泵
13	YEP	制动式(旁磁式)	40	YQSY	井用(充油式)潜水泵
14	YEG	制动式(杠杆式)	41	YQY	井用潜油型
15	YEJ	制动式(附加制动器式)	42	YQL	井用潜卤型
16	YEZ	锥形转子制动式	43	YZY	正压型
17	YCT	电磁调速型	44	YA	增安型
18	YHT	换向器式调速型	45	YAR	增安型绕线转子式
19	YCJ	齿轮减速型	46	YAD	增安型多速
20	YHJ	行星齿轮减速型	47	YACT	增安型电磁调速
21	YZC	低振动低噪声型	48	YATD	增安型电梯用
22	YTD	电梯用	49	YB	隔爆型
23	YTTD	电梯用调速型	50	YBR	隔爆型绕线转子
24	YDF	电动阀门用	51	YBD	隔爆型多速
25	YSL	离合器式	52	YBCT	隔爆型电磁调速
26	YM	木工用	53	YBP	隔爆型屏蔽式
27	YZT	钻探用	54	YBZ	起重用隔爆型

(5) 由 1 位数字组成, 表示同一机座中不同的铁芯长度。1 为最短的铁芯(一般可省略不写), 然后 2 比 1 长, 3 比 2 长, 一般最长到 3。有些出口或进口电机, 用 A、B、C 代表上述 1、2、3。

(6) 表示电动机的极数。对于单 1 极数者, 为 2、4、6、8、10 等偶数; 对于多极数电机, 一般用 “/” 线分开, 例如 2/4/8 为有 2、4、8 三种极数的电动机。

(7) 一般由 1~2 个字母组成, 表示该电机所适用的工作环境。对于普通环境, 此项应省略, 几种常用的符号见表 1-3。

表 1-3 特殊环境代号

环境特征	代 号	环境特征	代 号
高 原	G	热 带	T
船 或 海 上	H	湿 热 带	TH
户 (屋) 外	W	干 热 带	TA
化 工 腐 蚀	F		

(8) 由一个字母组成, 一般为 B 和 V 之一。表示电机使用时的安装型式, B 为卧式 (轴向水平), V 为立式 (轴向与地面垂直)。一般的电机都不给出此项。表示安装方式的代号为 IM。

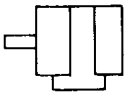
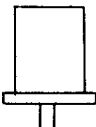
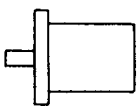
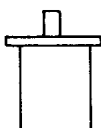
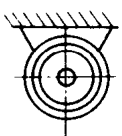
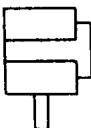
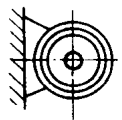
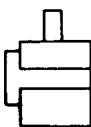
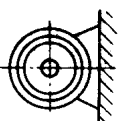
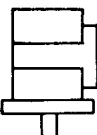
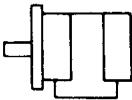
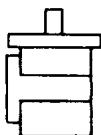
(9) 由 1~2 个数字组成, 进一步标明电机安装的具体方式, 所以应和第 (8) 项同时出现, 常用者见表 1-4。

三、三相异步电动机主要结构

尽管由于用途的不同, 三相异步电动机有多种类型, 其外形和局部结构各异, 但其主要结构部件却大体相同。普通用途的鼠笼铸铝转子和绕线转子三相异步电动机的主要结构见图 1-1 和图 1-2。结合上述两图, 表 1-5 列出其主要部件的名称。

表 1-4

电机安装方式代号及图示

代 号	图 示	代 号	图 示
IMB3		IMV1	
IMB5		IMV3	
IMB6		IMV5	
IMB7		IMV6	
IMB8		IMV15	
IMB35		IMV36	

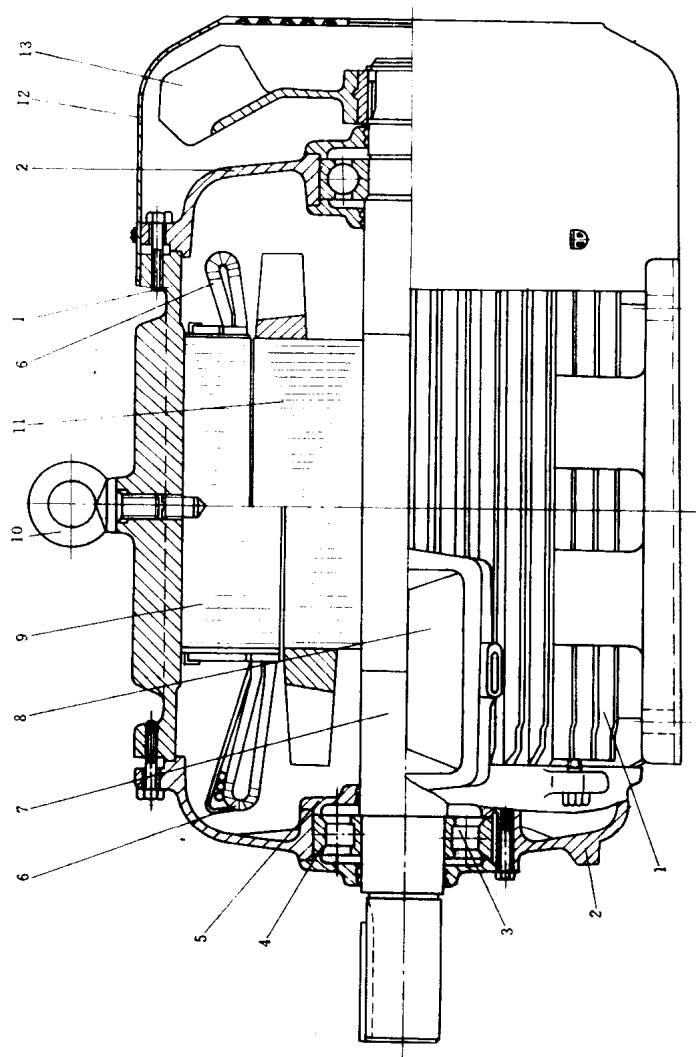


图 1-1 铸铝转子三相异步电动机结构(图注见表 1-5)

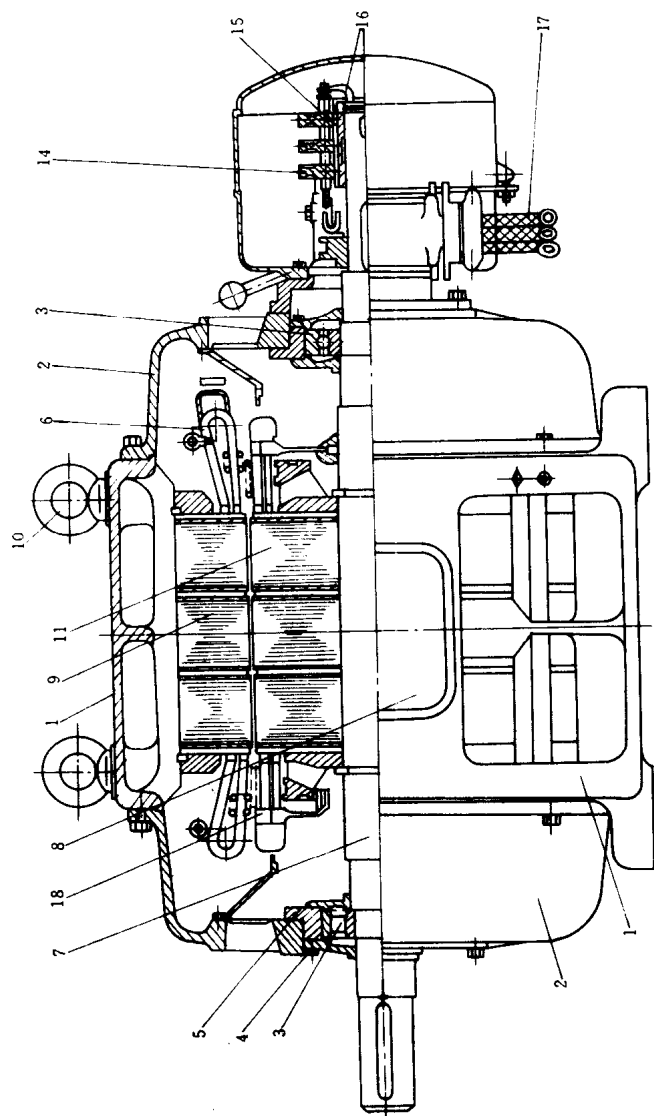


图 1-2 绕线转子三相异步电动机结构(图注见表 1-5)

表 1-5 三相异步电动机主要结构件(参照图 1-1、图 1-2)

系 统 名 称	单 件 (或局部) 名 称	图 标 号
外 壳	机 座	1
	端 盖	2
定 子	定子铁芯	9
	定子绕组	6
转 子	转子铁芯	11
	转子绕组	18
	转 轴	7
轴 承	轴 承	3
	内小盖 (轴承内盖)	5
	外小盖 (轴承外盖)	4
冷却系统	风 扇	13
	风扇罩	12
转子绕组引出装置	集电环	16
	电刷架及刷盒、电刷	15
	引出线	17
定子出线装置	接线盒、接线板、接线柱	8

第二节 三相异步电动机的铭牌

一台三相异步电动机铭牌面积一般不足 100 cm^2 ，但其中标出的内容却需要了解一本上万字的书中的内容后才能准

确理解，并用于指导该电动机的应用，本节将介绍其中主要内容。

一、电机极数

电机极数和电源频率组成求取电机同步转速的两个因素，它们之间的关系是

$$n_s = \frac{60f}{p} \quad (1-1)$$

式中 n_s ——同步转速 (r/min)；

f ——电源频率 (Hz)；

p ——电机极对数 (极数的 1/2)。

世界各国所用工频电源一般为 50 Hz 或 60 Hz 两种 (我国采用 50 Hz)，各极数对应的同步转速值见表 1-6。

表 1-6 同步转速与极数、电源频率对应表

电源频率 (Hz)	同 步 转 速 (r/min)						
	2 极	4 极	6 极	8 极	10 极	12 极	16 极
50	3000	1500	1000	750	600	500	375
60	3600	1800	1200	900	720	600	450

二、额定电压

额定电压是指电机正常工作时，定子绕组上应加的三相电源的线电压值。我国常用的低压电源一般为 380 V，高压电源有 3000、6000、10000 V 等。国外低压电机则有 200、230、360、380、400、415、420、460、575、660 V 等多种。

三、额定功率

额定功率是保证电机正常运行可以输出的机械功率值。额定功率一般用千瓦 (或 kW) 做单位，国外还有一些采用马

力 (hp 或 HP) 做单位的。千瓦和马力之间的换算关系为

$$1 \text{ kW} = 1.36 \text{ HP (米制)}$$

$$1 \text{ kW} = 1.34 \text{ HP (英制)}$$

或者 $1 \text{ HP (米制)} = 0.7355 \text{ kW}$

$$1 \text{ HP (英制)} = 0.7470 \text{ kW}$$

在不加说明时, 一般采用“米制”关系。

四、额定电流

三相异步电动机的额定电流是当该电机输入额定电压、输出额定功率, 并设其功率因数及效率、温升等都达到标准值时, 应有的输入线电流值, 一般用安培 (A) 做为计量单位。

五、接法

接法是指定子三相绕组的连接方法。常用的有星接和角接两种, 分别用代号 Y 和 Δ 来表示。另外还有一种主要用于改善起动性能的延边接法, 其代号为 Δ 。

一般中小型三相异步电动机都将三相绕组各自的头尾引出电机外接在六个接线柱上。老型号的电机 (如 JO、JO₂ 等) 三相绕组头尾标号分别为 D1—D4、D2—D5、D3—D6; Y 系列及其派生系列电机则为 U1—U2、V1—V2、W1—W2; 国外一些电机采用 T1—T4、T2—T5、T3—T6 等端子代号。单速电动机一般引出三相头尾共六个接线端, 在接线端子上的排列顺序如图 1-3 (a) 所示, Y 接或 Δ 接时, 如图 1-3 (b)、(c) 所示。

我国国家标准中还规定: Y 系列电动机, 其额定功率为 3 kW 及以下者, 在额定电压时应为 Y 接, 额定功率为 3 kW 以上者为 Δ 接。 Δ 接电机可采用 Y— Δ 降压起动法。

对于特种电动机, 例如多速、多档容量、多种电压电动机等、其接线方法及端子数也各有其特殊之处, 使用时应注