

电机故障处理实例

电机修理技术丛书



金续曾 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电机修理技术丛书

电机故障处理实例

金续曾 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以实例形式,全面介绍了交、直流,单、三相,同步、异步电动机、发电机及特殊用途电机的故障处理方法。内容包括电动机的起动、运行、控制和维护中所发生故障的故障现象、产生原因,以及对故障的检测、判断和排除等。

本书内容广泛、实用,可供初、中级电工和电机使用、维护、修理人员阅读,同时也可供职业高中、技工学校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电机故障处理实例/金续曾主编. - 北京:中国电力出版社, 2003

(电机修理技术丛书)

ISBN 7-5083-1002-0

I. 电… II. 金… III. 电机-维修 IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 097330 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

利森达印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 7 月第一版 2003 年 7 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.125 印张 188 千字
印数 0001—3000 册 定价 14.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



随着我国经济持续快速发展,工农业生产和人民生活中电机的使用量与日俱增。与此同时,各类电机的安装、使用、维护及检修等各方面的问题也越来越复杂。怎样及时、快捷地对电机故障进行处理,已成为广大维修电工人员十分迫切的需要。

本书为《电机修理技术丛书》之一,书中收集作者三十余年从事电机检修工作中积累的典型实例数百个,并按电机类型分类,逐例分析从而全面、详细地介绍了三相异步电动机、单相异步电动机、三相同步电动机与发电机、直流电动机和特殊电机的起动、运行、控制和维护中所发生故障的故障现象、产生原因,以及对这些故障的检测、判断和排除等内容,并且着重于解决问题的方法。全书做到真正的通俗易懂,其独特的形式对于广大电机维修人员来说无疑是一本难得的好书。

另外,本书附录将各种文中的各种实例提炼归纳总结成常用电动机电气故障及处理方法详表,以飨读者。

本书由金续曾主编,并由王仪君、刘春明、白存先、罗怀湘、范忆平合作编写。

由于作者水平有限,书中缺点、错漏和不足之处在所难免,敬请读者批评和指正。

作者

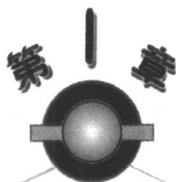
07A09/22

目 录

前言

第1章 三相异步电动机故障处理实例	1
第1节 笼型转子电动机起动故障处理实例	2
第2节 笼型转子电动机运行故障处理实例	17
第3节 绕线转子电动机起动故障处理实例	31
第4节 绕线转子电动机运行故障处理实例	41
第5节 起动、控制电器设备故障处理实例	44
第6节 三相异步电动机机械故障处理实例	50
第2章 三相同步电动机故障处理实例	54
第1节 同步电动机起动故障处理实例	55
第2节 同步电动机运行故障处理实例	60
第3节 起动、控制电器设备故障处理实例	65
第4节 同步电动机机械故障处理实例	67
第3章 单相异步电动机故障处理实例	68
第1节 单相电阻分相式电动机故障处理实例	69
第2节 单相电容分相式电动机故障处理实例	75
第3节 起动装置与电容器故障处理实例	81
第4节 单相串励电动机故障处理实例	89
第5节 单相异步电动机机械故障处理实例	107
第4章 直流电机故障处理实例	109
第1节 直流电动机起动故障处理实例	113
第2节 直流电动机运行故障处理实例	118

第3节	直流发电机故障处理实例	124
第4节	直流电机的线端标志与旋转方向	127
第5节	直流电机的机械故障处理实例	128
第6节	直流电机绕组故障的检测与处理	129
第5章	三相同步发电机故障处理实例.....	150
第1节	同步发电机的故障检查方法	153
第2节	同步发电机常见故障处理实例	154
第3节	同步发电机特殊故障处理实例	160
第6章	特殊用途电机故障处理实例	164
第1节	电磁调速电动机故障处理实例	164
第2节	三相交流并励电动机故障处理实例	173
第3节	旋转式直流弧焊机故障处理实例	199
第4节	单相手电钻故障处理实例	205
附录	常用系列电动机电气故障及处理方法详表	210



三相异步电动机故障处理实例

三相异步电动机是一种结构简单, 相对来讲价格低廉、制造、使用和维护均很方便的电机。由于它的上述许多优点, 因而被广泛应用于工农业生产和国民经济各部门, 故为机床、水泵、空压机、起重卷扬机及轻工、农副产品加工设备等的拖动机械。它是目前各类电动机中使用最多、最广的一种电动机。

根据转子绕组结构型式和用途的不同, 三相异步电动机可按表 1-1 所示进行分类。

表 1-1 三相异步电动机的分类表

分类方式	类 别		
转子绕组型式	笼型、绕线型		
电压等级 (V)	380V, 0.55 ~ 250kW 3000V, 90 ~ 1250kW 6000 ~ 10000V, 220 ~ 1400kW		
电机尺寸	大 型	中 型	小 型
中心高 H (mm)	> 630	355 ~ 630	80 ~ 315
定子铁心外径 D_1 (mm)	> 1000	500 ~ 1000	120 ~ 500
防护型式	开启式 (IP11) 防护式 (IP22、IP23) 封闭式 (IP44)		
安装结构型式	卧式、立式、带底脚、带凸缘		
通风冷却方式	自冷式、自扇冷式、他扇冷式、管道通风式		

续表

分类方式	类 别
工作定额	连续定额、断续定额和间歇定额等
绝缘等级	E级、B级、F级、H级等
用途与环境	普通、干热、湿热、干燥清洁、化工、船用、防爆、多尘、室外、耐腐蚀、高原等

三相异步电动机在其起动和运行过程中常会发生各种形式的故障，而造成这些故障的原因也比较复杂，既有电气原因也有机械因数。对于故障电动机，往往要经过多方查找和分析判断才能找到故障所在。通常，不但要仔细检查电动机本身可能出现的故障，还要检查电动机所带负载、起动控制设备和电源线路上的故障。例如三相异步电动机单相起动的故障，就有可能是起动开关接触不良或电源断相所致，若断开电源和开关单独测试电动机绕组则可能是合格的。下面将详细介绍三相异步电动机的起动、运行和机械故障等的故障处理实例。

第1节 笼型转子电动机起动故障处理实例

由于笼型转子异步电动机的起动电流大（达到额定电流的5~7倍），故在起动时将引起电源线路的电压降，并对供电电网和邻近用电者产生不良影响。为了降低电动机起动电流，虽然可以降低起动时的输入电压，但这样又必然会引起电动机起动转矩减少而导致起动时间延长。

因此，三相笼型转子异步电动机的起动方式，必须根据负载性质、电源容量、允许的起动电流和起动时间等来综合考虑决定。常用的起动方法主要有直接全压起动法和降压起动法两大类，现将这些起动方法简述如下。

一、全压起动法

这是小功率三相笼型转子异步电动机中，最普通和最经济的



一种起动方法。其缺点是起动电流大和对供电线路冲击大，但当电源容量足够大和能承受较大起动电流时，则可以采用这种简便的全压起动法，如图 1-1 所示。

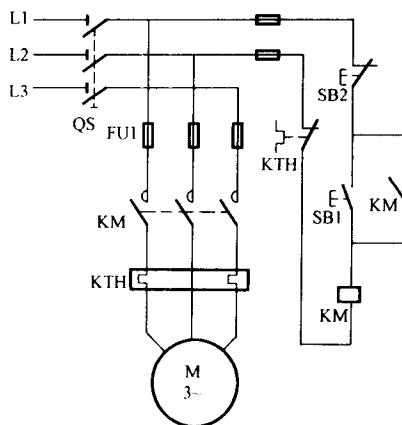


图 1-1 三相笼型异步电动机全压起动

二、降压起动法

若笼型转子异步电动机的容量较大，而电源线路和变压器容量又不足以承担全压起动的大电流，这时就可采用降压起动法来起动。但因电动机转子的转矩与电压平方成正比，故降压起动时电动机的起动转矩将会降低很多，这是降压起动法的缺点。笼型转子异步电动机一般采用：电阻（或电抗器）降压起动；自耦变压器降压补偿起动；星形—三角形（Y - Δ ）起动；延边三角形起动等几种降压起动法。

1. 电阻（或电抗器）降压起动

图 1-2 所示为笼型转子异步电动机采用电阻（或电抗器）降压起动控制线路。起动时，只需合上电源开关 QS 和按下降压起动按钮 SB1，使起动接触器 KM1 得电并自锁，电源电压经电阻 R（或电抗器）降压后加于电动机的定子绕组，从而降低了起动时的电源电压；电动机起动后，再按下正常运转按钮 SB2，使运转



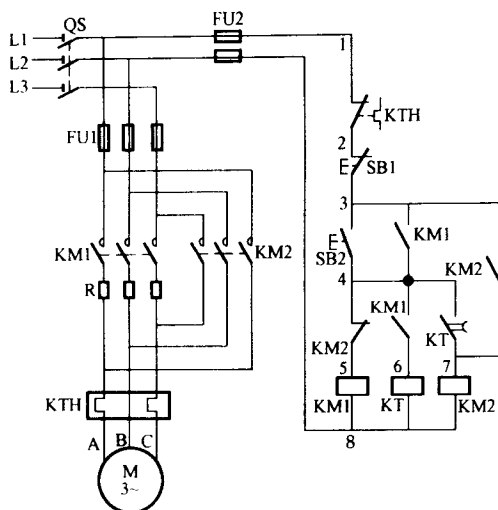


图 1-2 串电阻降压起动自动控制线路

接触器 KM2 得电并自锁，将定子绕组电路中的外加电阻或电抗器短接，于是电动机就在额定电压下运行。这种起动方法适用于负载起动转矩小和要求限制起动电流的生产机械。由于电阻或电抗器均要消耗能量，故从经济角度考虑，该起动方法不宜用于频繁起动的设备。

2. 星形—三角形 (Y - Δ) 降压起动

图 1-3 所示为笼型转子异步电动机采用星形—三角形降压起动控制线路。起动时，将双投闸刀开关 QS2 向下投到 Y 接位置，使 A2、B2、C2 连接在一起，将电动机的三相定子绕组接成星形接法起动。致使加到定子绕组上的电压降为额定电压的 $1/\sqrt{3}$ ，起动线电流和起动转矩则都降为全压起动时的 $1/3$ ，因而达到了限制起动电流的目的。起动后，只须将闸刀开关 QS2 向上投到 Δ 接位置，将电动机的三相绕组转换成三角形接法，从而使电动机运行于额定电压下。这种起动方法的优点是起动设备的费用少，并且起动设备没有能量损耗。但该种起动方法对于要求起动转矩



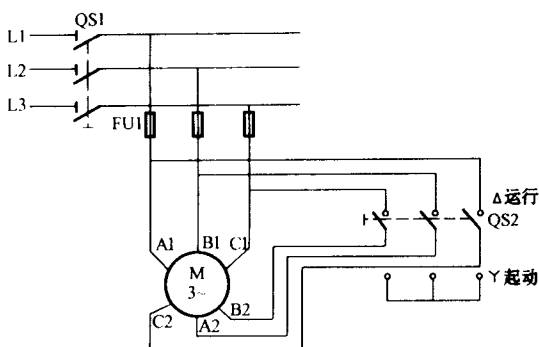


图 1-3 手动Y - Δ降压起动控制线路

大的负载不适用，对起动转矩要求不高时则可以采用。

3. 延边三角形降压起动

图 1-4 所示为笼型转子异步电动机采用延边三角形降压起动控制线路图。

起动时，将电动机三相定子绕组的一部分接成△形，另一部分则由△的顶端延伸至电源，如图 1-5 所示。从而使绕组承受

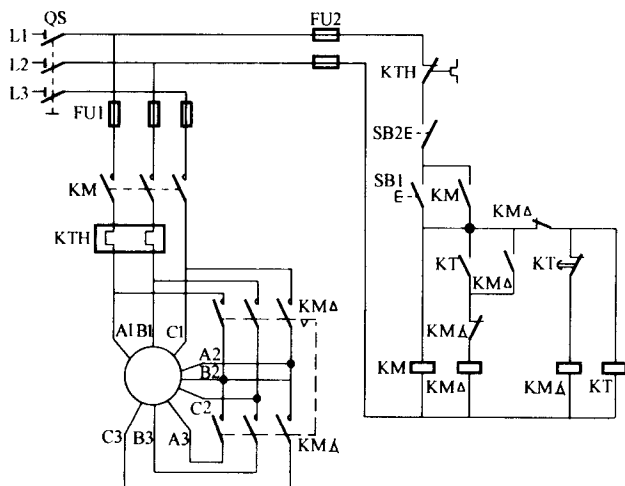


图 1-4 Δ - Δ降压起动控制线路



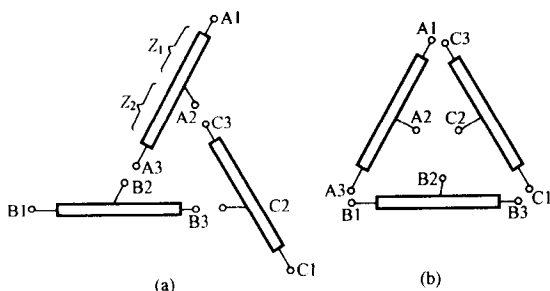


图 1-5 $\Delta - \Delta$ 接时电动机绕组接线示意图

(a) 延边三角形接法；(b) 三角形接法

的每相电压比三角形接法时要低，故能达到减少起动电流的要求。当电动机起动并转速升高后，再换接成三角形接法而直接接入全压电源。从图 1-4、图 1-5 中我们可以看到，采用这种起动方法的电动机定子绕组具有 9 个出线端。绕组三角形部分与延边部分的比例可根据实际需要，分别定为 1 : 1、3 : 5、1 : 2、1 : 3 等，采用不同的抽头比例即可获得不同的起动电压和起动电流。延边三角形起动是近年流行起来的一种较为先进的降压起动方法，其起动控制可采用交流接触器自行组装。图 1-4 线路即由三只交流接触器、按钮、复合按钮等电器元件所组成，熔断器 FU1、FU2 和热继电器 KTH 作短路和过载保护，并带有指示灯来显示操作过程。延边三角形起动也可采用 XJ1 系列低压起动控制箱作降压起动时的控制。

4. 自耦变压器降压补偿起动

图 1-6 所示为笼型转子异步电动机采用自耦变压器降压补偿起动，以限制起动时电动机大电流的冲击。起动时通过相应开关，使电动机定子绕组由自耦变压器二次侧抽头供给降低的电压而起动。待电动机的电流下降到稳定值和转速接近额定值时，再通过相应开关使电动机在额定电压下全压运行，整个起动过程分为降压 $\rightarrow$ 延时 $\rightarrow$ 全压三步。由于电感的电磁惯性作用，同时因切



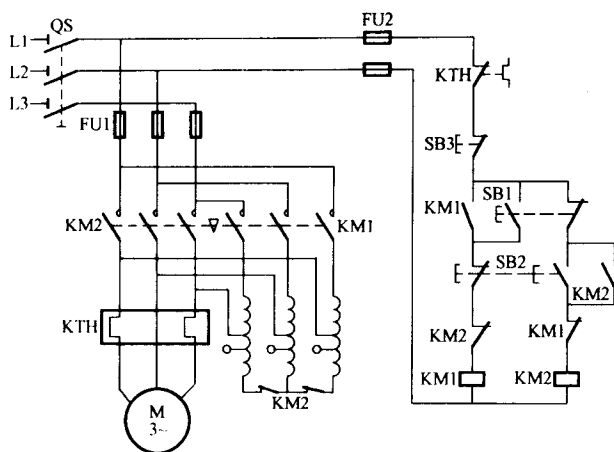


图 1-6 自耦变压器降压起动自动控制线路

换变压器抽头的断电时间很短，故切换抽头时电流的冲击很小。这种起动方法的优点是能够从选择不同的抽头去调整电动机的起动电流和起动转矩。

三相笼型转子异步电动机在降压起动时，均应注意以下几点：

(1) 对于大功率电动机，应切实防止电动机起动时的巨大冲击电流引起热继电器误动作；

(2) 线路中的各接触器之间必须具有可靠的电气或机械联锁，以免各接触器同时动作而产生严重的相间短路事故；

(3) 电动机无论采用哪种降压起动方式，其控制线路均不允许发生电动机全压直接起动的现象；

(4) 在采用星形—三角形降压起动方法时，应考虑电动机起动后若长时处于轻载运行状态，则要能将电动机绕组改换为星形接法运行，以提高电动机的用电效率；

(5) 在采用自耦降压补偿起动方法时，当降压起动过程结束后，必须将自耦变压器从主电路断开，以防止变压器的部分绕组短路及另一部分绕组过电压运行而受损。



5. 根据电源容量和负载性质去选择三相笼型转子异步电动机的降压起动方式

由于电源的供电线路距离、导线截面大小、变压器容量和负载性质等因素, 均直接关系到三相笼型异步电动机起动方式的合理选择。因此, 电动机的降压起动方法必须依据电源容量、负载性质和起动方法的特点, 来进行仔细的分析和对比才能找到较理想的选配方案。通常根据电源容量选择电动机降压起动方法则如表 1-2 所示。

根据负载性质选择电动机降压起动方法则如表 1-3 所示。

表 1-2 根据电源容量选择电动机降压起动方法

电动机功率 (kW) 变压器容量 (kVA)	0.35 ~ 0.58	0.58 以上
	用串接电阻或电抗的方式; 或用星形—三角形降压起动	用延边三角形变换或自耦降压补偿方式进行电动机起动

表 1-3 根据负载性质选择电动机降压起动方法

负载性质	负 载 实 例	起 动 方 式	
		限制起动电流	减小起动对负载的冲击
空载或轻载起动	电动发电机组; 车床、钻床、铣床、带锯、圆锯等; 带离合器的工业机械: 如卷扬机、绞盘、带卸料机的破碎机等	星形—三角形降压起动、电阻或电抗器降压起动	
负载转矩与转速成平方关系	叶轮泵、轴流泵、离心泵、螺旋泵; 离心式鼓风机和压缩机; 轴流式风扇和压缩机等	电抗降压起动、自耦降压起动和延边三角形起动	
恒转矩负载	罗茨鼓风机、容积泵、往复泵和压缩机、挤压机等	电阻或电抗降压起动、延边三角形降压起动	电阻或电抗降压起动
阻力矩小的惯性负载	脱水机、离心式分离器、曲柄式压力机	星形—三角形或延边三角形降压起动、电阻或电抗降压起动	



续表

负载性质	负 载 实 例	起 动 方 式	
		限制起动电流	减小起动对负载的冲击
重力负载	卷扬机、倾斜式传送带类机械、升降机、自动扶梯类机械		电抗降压起动
恒重负载	链式传送机、长距离胶带运输机、织机、卷纸机、夹送棍		电抗降压起动
摩擦负载	粉碎机、混砂机、压延机、活动台车、水平传送带、电动门等	电阻或电抗降压起动、延边三角形降压起动	电阻降压起动

三、故障处理实例

【例 1-1】 绝缘电阻低的故障处理

有一台 Y225M - 4 型、380V、45kW 电动机，在起动前用 500V 兆欧表检测时其绝缘电阻值仅为 $0.1\text{M}\Omega$ ，故按规定不得投入起动及运行。

经查实该电动机购进后放置仓库一年多未予使用，解体检查发现定子铁心、绕组表面水气和湿度相当高。据此分析认为电动机绝缘电阻低显然系长期闲置严重受潮所致，后经干燥处理，电动机绝缘电阻恢复到合格值并正常投入起动与运行。

【例 1-2】 出线端错误的故障处理

一台 Y180L - 6 型、380V、15kW 电动机，其 6 根出线端的标志模糊、错乱无法分清，因而不能正确连接和引入电源。

出线端标志错误的电动机若其中某相绕组的头尾接错，则可能因绕组相序错误而导致电动机三相空载电流增大，以及严重不平衡，其振动和响声增大，转速减慢而温度急升，时间长了还可能因高温而烧损电动机绕组。

重新识别三相绕组的出线端头尾，可用试灯法准确方便地检测出来。试灯可采用 36 ~ 220V 的灯泡或干电池组成。

测试时，首先找出 6 根出线端中属于同相绕组的两根头尾



端。可先将试灯的一根测试线接在任意一根电动机出线端上，然后再用另一根试灯测试线分别接触其余 5 根出线端。试灯亮的两根出线端即为同一相绕组，灯泡不亮的两根出线端则不属于同相绕组。依序找出其余两相绕组各自的两根头尾端，并作好相应的标记。

接着可将任意两相绕组的出线端串联起来并接上灯泡，如图 1-7 所示。再将剩下的第三相绕组一根出线端和电池的负极相连，然后把电池的正极测试线去碰触该相绕组的另一根出线端。此时，若灯泡不亮则表明这两相绕组为头与头或尾与尾相接；如果灯泡发亮则说明两相绕组为头与尾相接，测试情况见图 1-7。测试出两相绕组的头与尾后应及时做好标记，再改换已测试出头尾的任意一相绕组接电源，其余两相绕组经串联后接电源即可测出第三相绕组的头尾端。

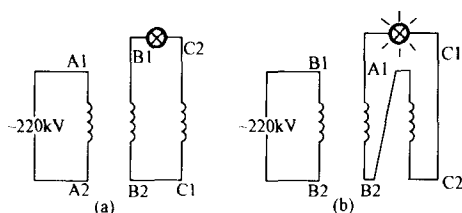


图 1-7 用试灯检测三相绕组出线端

(a) 灯泡不亮情况；(b) 灯泡发亮情况

【例 1-3】 旋转方向错误的故障处理

有台三相笼型转子异步电动机配套拖动一台水泵，安装后试车时发现该电动机与水泵的旋转方向相反，无法进行抽水工作。

由于三相异步电动机定子旋转磁场的转向是由定子的三相绕组、电源的三相电流，这两者的相序决定的。所以当电动机定子三相绕组与电源三相电流的相序一确定，它的转向也就定了下来。例如定子绕组的三相按 a、b、c、a 排列；电源三相电流也按 a、b、c 的顺序，则合成磁场就将顺着 a、b、c、a 三相绕组的排列方向旋转，例如顺时针方向转动。电动机的笼型转子则跟

上，然
亮的两
于同相
相应的

如图
相连，
端。此
如果
7。测
出头尾
测出

后试
作。
相绕
定子
下
流也
绕组
跟

随定子旋转磁场而旋转。

由此可知，若要改变三相异步电动机的旋转方向，只须将电动机定子绕组的三相出线端或电源的三根相线任意对换两根即可。这时，定子三相绕组接入电流的顺序或电源三相电流进入定子绕组的相序已被改变。故旋转磁场的旋转方向也随着改变，因而电动机转子的转动方向也就同时改变。

【例 1-4】单相起动的故障处理

一台 Y200L-4 型、380V、30kW 电动机，在运行一段时间后感到该电动机起动转矩变小，停机后出现重新起动困难且严重发热的现象。

经检查分析，该电动机的电源、起动控制设备均无断相现象，其绕组出线端接法正确且接触良好。故初步判断为电动机定子三相绕组内，可能其中有一相绕组已发生断路故障。因为采用三角形接法的电动机绕组，若有一相断路时，电动机则变为“V”形接法。其余未断相的两相绕组虽然仍能工作，但互差 120° 电气角度的两绕组所产生的二相旋转磁场将比三相旋转磁场弱得多，所产生的电磁转矩也会小得多，故一般难以起动该电动机的原有负载。电动机若一相绕组存在断路故障仍继续运行或强行单相起动，则电动机绕组将因电流大幅增加并产生高温而烧毁。

电动机一相绕组断路故障的检查与修理，可如图 1-8 所示进行。首先应将三相绕组接三角形接法的相间连接拆开，然后用交流 36V 的试灯逐相检查，当检测某相绕组灯泡不亮时，则说明该相绕组存在断路故障。

找出有断路故障的相绕组后，应先目测检查该相绕组的两侧端部，看是否有被

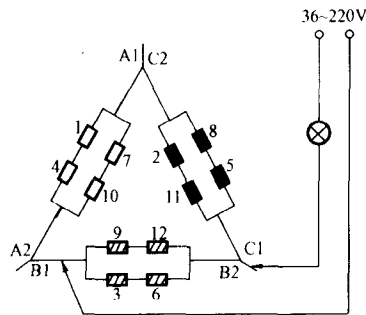


图 1-8 用试灯检测绕组断路故障

