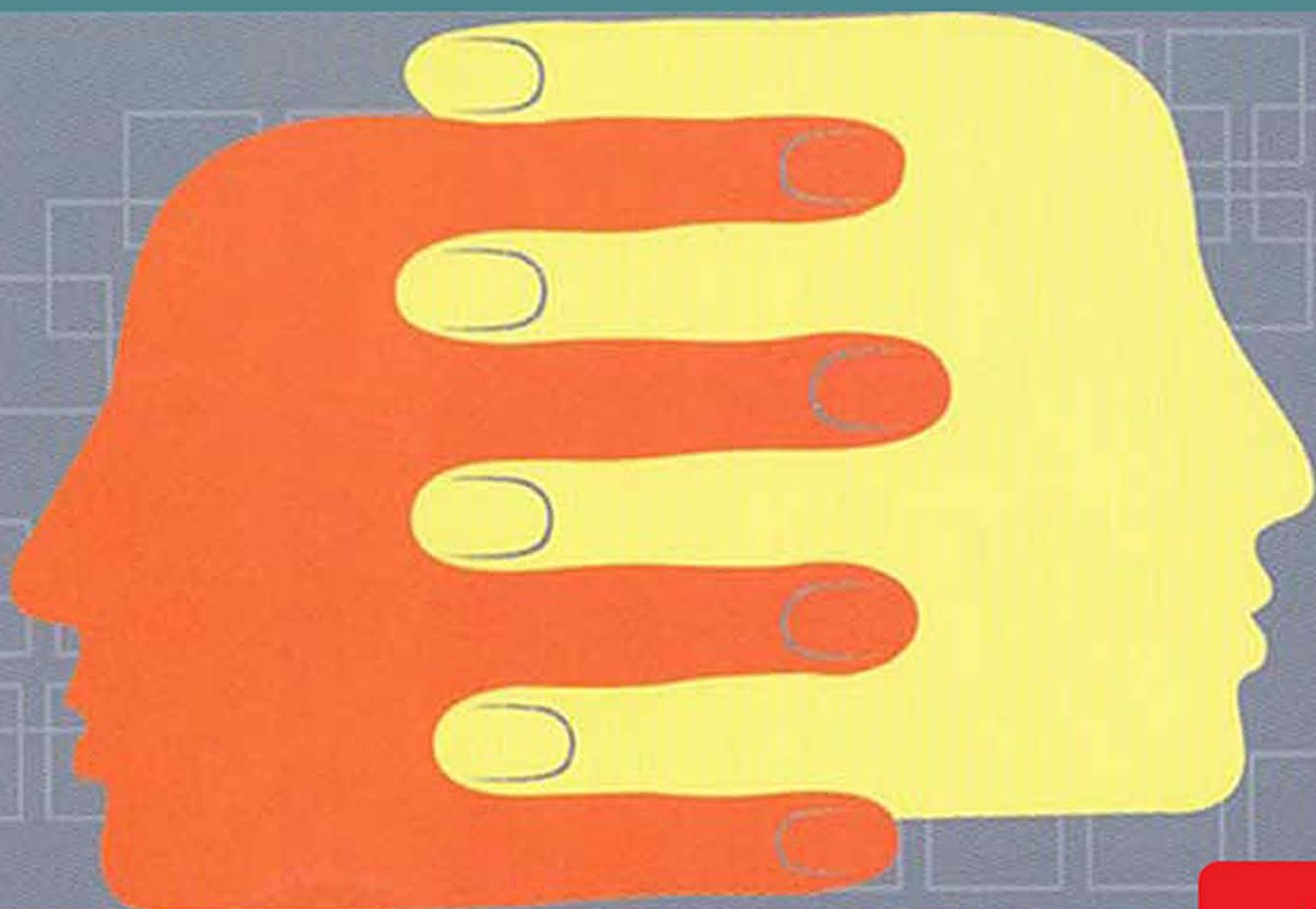


机床电气控制与维修

主 编 刘艳华



西南安装高级技工学校



★ 国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果

★ 西南安装高级技工学校

机床电气控制与维修

主 编 刘艳华

编 写 司玉萍 华 伟

主 审 张德林

西南安装高级技工学校

内容简介

本工作页为我校电气自动化设备安装与维修专业国建示范建设核心课程校本教材，根据我校电气自动化设备安装与维修专业人才培养方案和教学标准，由德阳安装技师学院电气专业部组织编写。主要包括：项目一三相电动机的拆装与维修、项目二常用低压电器的拆装与维修、项目三 CA6140 普通车床的电气控制线路、项目四钻床控制线路、项目五三相异步电动机的降压起动、项目六 X62W 万能铣床的电气控制线路。

由刘艳华主编，司玉萍、华伟、蔡勇、高建、陈丽莉、苏寒秋、罗俊参加编写，由张德林主审。

前 言

随着我国现代生产力的迅猛发展，很多先进的设备都已经被应用到了企业生产线中，而生产车间中的大量设备都是由电动机来拖动的，所以机床的相关知识就成为一门电工必修课程。从传统的普通手动操作的机床设备，到现在越来越先进、越来越精密的数控机床，都是现代化工业中不可或缺的主力军。因此，培养能够熟练使用各种机床，并熟知其故障检修及技术改革技术的专门人才，一直是各个机电类技术院校重点培养的对象。因为我们需要培养的是以安装为主，兼有维修技能的电工人才，所以在教学过程中我们着重锻炼学生的安装、调试及维修技能。

电气自动化设备安装与维修专业《机床电气控制与维修》教材是我系一体化教学改革的一门主要教材，是电气自动化设备安装与维修专业教学活动的主要依据之一。该门课程为学生展现了有关于各种常用机床方面的相关知识，并锻炼学生在学习过程中逐渐掌握机床故障与维修的相关知识和技能。

在本门课程的教学过程中，我们主要采用理实结合的一体化教学模式。让学生在轻松愉快的环境中，体验真实工作场景所带来的实景工作体验。通过本课程的学习，学生要掌握机床中低压元器件的工作原理、结构和使用方法，并熟练使用这些低压器件进行基本控制环节的操作练习。要能够识读普通机床的电气原理图，能够运用电气原理图和故障现象进行机床故障分析，并给出相应的解决方案。通过一学期的学习，为学生将来在电气设备安装专业领域进一步发展打下良好基础。

编 者

2014年6月

目 录

项目一 三相电动机的拆装与维修.....	1
任务一 三相异步电动机的拆卸.....	1
一、三相异步电动机的拆卸.....	5
二、三相异步电动机的装配.....	6
任务二 三相异步电动机的检修.....	8
一、通电后电动机不能转动，但无异响，也无异味和冒烟。.....	8
二、通电后电动机不转，然后熔丝烧断.....	8
三、通电后电动机不转有嗡嗡声.....	9
四、电动机起动困难，额定负载时，电动机转速低于额定转速较多.....	9
五、电动机空载电流不平衡，三相相差大.....	10
六、电动机空载，过负载时，电流表指针不稳，摆动.....	10
七、电动机空载电流平衡，但数值大.....	10
八、电动机运行时响声不正常，有异响.....	11
九、运行中电动机振动较大.....	11
十、轴承过热.....	12
十一、电动机过热甚至冒烟.....	12
十二、评价与总结.....	13
项目二 常用低压电器的拆装与维修.....	14
任务一 准备工作.....	14
一、断路器.....	15
二、熔断器.....	16
三、接触器.....	17
四、继电器.....	19
五、按钮开关.....	23
任务二 常用低压电器的拆装练习.....	24
一、工具的选择.....	24
二、拆装练习.....	24
三、设备检验.....	24
项目三 CA6140 普通车床的电气控制线路.....	25
任务一 准备工作.....	25
一、熟悉设备电路图读图，分析工作原理.....	25

二、准备工具及元器件的选择.....	30
任务二 安装车床电气控制线路.....	32
任务三 线路检修.....	33
一、线路检修的基本方法.....	33
二、CA6140 车床电气线路常见故障分析.....	33
任务四 通电调试.....	34
一、主要结构及特点.....	34
二、电气控制要求.....	34
项目四 钻床控制线路.....	45
任务一 准备工作.....	45
任务二 安装车床电气控制线路.....	48
一、钻床的主要结构及运动形式.....	48
二、电力拖动要求.....	48
三、控制电路分析.....	49
任务三 线路检修.....	51
一、Z3040 摇臂钻床常见故障及排除.....	51
二、电动机正反转电路.....	53
三、准备工具及元器件的选择.....	54
四、直动式行程开关.....	58
五、直动式行程开关组成.....	58
项目五 三相异步电动机的降压起动.....	61
任务一 准备工作.....	61
一、读图，分析工作原理.....	61
二、准备工具及元器件的选择.....	67
任务二 安装电气控制线路.....	69
任务三 线路检修.....	70
一、线路检修的基本方法.....	70
二、检查主电路.....	70
三、检查控制电路.....	71
任务四 通电调试.....	72
一、功能测试.....	72
二、试车.....	73
三、排出故障.....	74
项目六 X62W 万能铣床的电气控制线路.....	82
任务一 准备工作.....	83
一、了解 X62W 万能铣床的结构和运动情况.....	83

任务二 X62W 万能铣床模拟装置的安装与试运行操作	95
一、准备工作	95
二、操作试运行	95
三、操作注意事项	96
任务三 电气控制线路故障现象及处理方法	97
附录一	99
GB50254-96 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范	99
1 总 则	99
2 一 般 规 定	100
3 低压断路器	101
4 低压隔离开关、刀开关、转换开关及熔断器组器	103
5 住宅电器、漏电保护器及消防电气设备	103
6 低压接触器及电动机起动器	104
7 控制器、继电器及行程开关	105
8 电阻器及变阻器	105
9 电磁铁	106
10 熔断器	106
11 工程交接验收	107
GB50254-96 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范	108
1 总 则	108
2 一 般 规 定	109
3 低压断路器	109
4 低压隔离开关、刀开关、转换 开关及熔断器组合电器	110
5 住宅电器、漏电保护器及消防电气设备	111
6 低压接触器及电动机起动器	111
7 控制器、继电器及行程开关	112
8 电阻器及变阻器	113
9 电 磁 铁	114
10 熔 断 器	114
11 工程交接验收	114
附 录 二	115
低压电器的文字符号和图形符号	115
1 电器的文字符号	115
2 电器的图形符号	115
常用低压电器符号	121
一、F: 保护类器件	121
二、Q: 开关器件	121

三、K: 接触器、继电器	121
四、T: 变压器	123
五、S: 控制回路中的开关器件	123
六、H: 指示器件	124
七、R: 电阻器	125
附录三	126
数控机床简介	126
一、按工艺用途分类	126
二、按运动方式分类	126
三、按控制方式分类	127
四、按功能水平分类	127

项目一 三相电动机的拆装与维修

学习目标

1. 了解三相异步电动机的基本原理。
2. 了解三相异步电动机的基本构造。
3. 掌握三相异步电动机的拆装方法，能够熟练拆装。
4. 能够分析，排除三相异步电动机的常见故障。
5. 了解直流电动机的结构和工作原理

工作任务

电动机我们日常生活中经常使用的电动工具，它的形式很多，但其工作原理都基于电磁感应定律和电磁力定律。因此，其构造的一般原则是：用适当的导磁和导电材料构成互相进行电磁感应的磁路和电路，以产生电磁功率，达到能量转换的目的。



图 1.1 电动机

任务一 三相异步电动机的拆卸

智慧囊

三相异步电机是感应电机的一种，定子通入电流以后，部分磁通穿过短路环，并在其中产生感应电流。短路环中的电流阻碍磁通的变化，致使有短路环部分和没有短路环部分产生的磁通有了相位差，从而形成旋转磁场。通电启动后，转子绕组因与磁场间存在着相对运动而感生电动势和电流，即旋转磁场与转子存在相对转速，并与磁场相互作用产生电

磁转矩，使转子转起来，实现能量变换。

工作原理

当电动机的三相定子绕组（各相差 120 度电角度），通入三相对称交流电后，将产生一个旋转磁场，该旋转磁场切割转子绕组，从而在转子绕组中产生感应电流（转子绕组是闭合通路），载流的转子导体在定子旋转磁场作用下将产生电磁力，从而在电机转轴上形成电磁转矩，驱动电动机旋转，并且电机旋转方向与旋转磁场方向相同。

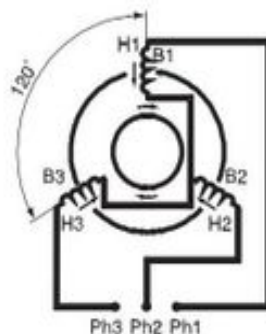


图 1.2 三相异步电机工作原理

当导体在磁场内切割磁力线时，在导体内产生感应电流，“感应电机”的名称由此而来。感应电流和磁场的联合作用向电机转子施加驱动力。我们让闭合线圈 ABCD 在磁场 B 内围绕轴 XY 旋转。如果沿顺时针方向转动磁场，闭合线圈经受可变磁通量，产生感应电动势，该电动势会产生感应电流（法拉第定律）。根据楞次定律，电流的方向为：感应电流产生的效果总是要阻碍引起感应电流的原因。因此，每个导体承受相对于感应磁场的运动方向相反的洛伦兹力 F。确定每个导体力 F 方向的一个简单的方法是采用右手三指定则（磁场对电流作用将拇指置于感应磁场的方向，食指为力的方向。将中指置于感应电流的方向。这样一来，闭合线圈承受一定的转矩，从而沿与感应子磁场相同方向旋转，该磁场称为旋转磁场。闭合线圈旋转所产生的电动转矩平衡了负载转矩。

旋转磁场的产生

三组绕组间彼此相差 120 度，每一组绕组都由三相交流电源中的一相供电。

绕组与具有相同电相位移的交流电流相互交叉，每组产生一个交流正弦波磁场。此磁场总是沿相同的轴，当绕组的电流位于峰值时，磁场也位于峰值。每组绕组产生的磁场是两个磁场以相反方向旋转的结果，这两个磁场值都是恒定的，相当于峰值磁场的一半。此磁场在供电期内完成旋转。其速度取决于电源频率（f）和磁极对数（P）。这称作“同步转速”。

转差率

只有当闭合线圈有感应电流时，才存在驱动转矩。转矩由闭合线圈的电流确定，且只有当环内的磁通量发生变化时才存在。因此，闭合线圈和旋转磁场之间必须有速度差。因而，遵照上述原理工作的电机被称作“异步电机”。同步转速（ n_s ）和闭合线圈速度（ n ）之间的差值称作“转差”，用同步转速的百分比表示。 $s = [(n_s - n) / n_s] \times 100\%$ （ s 为下标）运行过程中，转子电流频率为电源频率乘以转差率。当电动机起动时，转子电流频率处于最大值，等于定子电流频率。

转子电流频率随着电机转速的增加而逐步降低。处于恒稳态的转差率与电机负载有关系。它受电源电压的影响，如果负载较低，则转差率较小，如果电机供电电压低于额定值，则转差率增大。

同步转速三相异步电动机的同步转速与电源频率成正比，与定子的对数成反比。

例如： $n_s = 60f/p$ 式中 n_s —同步转速，单位为 r/min； f —频率，单位为 Hz， P 磁极对数给出了在 50Hz，60Hz 以及 100Hz 工业频率下，对应于不同磁极数的旋转磁场转速或同步转速。

实际上，即使电压正确无误，如果供电频率高于异步电机的额定频率，一也未必能够提高电机转速。必须首先确定其机械和电气容量。由于存在转差率，带负载的异步电机的转速稍稍低于表格中给出的同步转速。改变电动机的旋转方向，改变电源的相序即可实现，即交换通入到电机的三相电压接到电机端子中任意两相就行。

因为三相异步电机转子线圈中的感应电流是由于转子导体与磁场有相对运动而产生的。三相异步电机的转子转速不会与旋转磁场同步，更不会超过旋转磁场的速度。如果三相异步电机转子的转速与旋转磁场的转速成大小相等，那么，磁场与转子之间就没有相对运动，导体不能切割磁力线，因此转子线圈中也就不会产生感应电势和电流，三相异步电机转子导体在磁场中也就不会受到电磁力的作用而使转子转动。因而三相异步电机的转子旋转速度不可能与旋转磁场相同，总是小于旋转磁场的同步转速。但在特殊运行方式下（如发电制动），三相异步电机转子转速可以大于同步转速。

1. 磁路部分

1) 定子铁心（由 0.35~0.5mm 厚表面涂有绝缘漆的薄硅钢片叠压而成，减少了由于交变磁通通过而引起的铁心涡流损耗。铁心内圆有均匀分布的槽口，用来嵌放定子绕组）；

2) 转子铁心（用 0.5mm 厚的硅钢片叠压而成，套在转轴上，作用和定子铁心相同，一方面作为电动机磁路的一部分，一方面用来安放转子绕组）

2. 电路部分

1) 定子绕组（三相绕组由三个彼此独立的绕组组成，且每个绕组又由若干线圈连接而成。线圈由绝缘铜导线或绝缘铝导线绕制。）

2) 转子绕组（绕线形与笼形）

3. 机械部分：机座、端子、轴和轴承等。

结构

1. 定子铁心作用：电机磁路的一部分，并在其上放置定子绕组。构造：定子铁心一般由 0.35~0.5 毫米厚表面具有绝缘层的硅钢片冲制、叠压而成，在铁心的内圆冲有均匀分布的槽，用以嵌放定子绕组。定子铁心槽型有以下几种：半闭口型槽：电动机的效率和功率因数较高，但绕组嵌线和绝缘都较困难。一般用于小型低压电机中。半开口型槽：可嵌放成型绕组，一般用于大型、中型低压电机。所谓成型绕组即绕组可事先经过绝缘处理后再放入槽内。开口型槽：用以嵌放成型绕组，绝缘方法方便，主要用在高压电机中。

2. 定子绕组作用：是电动机的电路部分，通入三相交流电，产生旋转磁场。构造：由三个在空间互隔 120°电角度、对称排列的结构完全相同绕组连接而成，这些绕组的各个线圈按一定规律分别嵌放在定子各槽内。定子绕组的主要绝缘项目有以下三种：（保证绕组的各导电部分与铁心间的可靠绝缘以及绕组本身间的可靠绝缘）。（1）对地绝缘：定子绕组整体与定子铁心间的绝缘。（2）相间绝缘：各相定子绕组间的绝缘。（3）匝间绝缘：每相定子绕组各线匝间的绝缘。电动机接线盒内的接线：电动机接线盒内都有一块接线板，三相绕组的六个线头排成上下两排，并规定上排三个接线桩自左至右排列的编号为 1(U1)、2(V1)、3(W1)，下排三个接线桩自左至右排列的编号为 6(W2)、4(U2)、5(V2)，将三相绕组接成星形接法或三角形接法。凡制造和维修时均应按这个序号排列。

3. 机座作用：固定定子铁心与前后端盖以支撑转子，并起防护、散热等作用。构造：机座通常为铸铁件，大型异步电动机机座一般用钢板焊成，微型电动机的机座采用铸铝件。封闭式电机的机座外面有散热筋以增加散热面积，防护式电机的机座两端端盖开有通风孔，使电动机内外的空气可直接对流，以利于散热。

1) 三相异步电动机的转子铁心：作用：作为电机磁路的一部分以及在铁心槽内放置转子绕组。构造：所用材料与定子一样，由 0.5 毫米厚的硅钢片冲制、叠压而成，硅钢片外圆冲有均匀分布的孔，用来安置转子绕组。通常用定子铁心冲落后的硅钢片内圆来冲制转子铁心。一般小型异步电动机的转子铁心直接压装在转轴上，大、中型异步电动机（转子直径在 300~400 毫米以上）的转子铁心则借助与转子支架压在转轴上。

2) 三相异步电动机的转子绕组作用：切割定子旋转磁场产生感应电动势及电流，并形成电磁转矩而使电动机旋转。构造：分为鼠笼式转子和绕线式转子。（1）鼠笼式转子：转子绕组由插入转子槽中的多根导条和两个环行的端环组成。若去掉转子铁心，整个绕组的外形像一个鼠笼，故称笼型绕组。小型笼型电动机采用铸铝转子绕组，对于 100KW 以上的电动机采用铜条和铜端环焊接而成。鼠笼转子分为：阻抗型转子、单鼠笼型转子、双鼠笼型转子、深槽式转子几种，起动转矩等特性各有不同。（2）绕线式转子：绕线转子绕组与定子绕组相似，也是一个对称的三相绕组，一般接成星形，三个出线头接到转轴的三个集流环上，再通过电刷与外电路联接。特点：结构较复杂，故绕线式电动机的应用不如鼠笼式电动机广泛。但通过集流环和电刷在转子绕组回路中串入附加电阻等元件，用以改善异步电动机的起、制动性能及调速性能，故在要求一定范围内进行平滑调速的设备，如吊车、电梯、空气压缩机等上面采用。

1. 端盖：支撑作用。

2. 轴承：连接转动部分与不动部分。
3. 轴承端盖：保护轴承。
4. 风扇：冷却电动机。

一、三相异步电动机的拆卸

操作步骤：

(1) 拆卸电动机之前，必须拆除电动机与外部电气连接的连线，并做好相位标记。

(2) 拆卸步骤

- a. 在带轮或联轴器的轴伸端做好定位标记；
- b. 测量并记录联轴器或带轮与轴台间的距离；
- c. 在电动机机座与端盖的接缝处做好标记；
- d. 拆卸带轮；
- e. 拆卸联轴器；
- f. 拆卸风罩；
- g. 拆卸风扇；
- h. 拆卸后端盖；
- i. 拆卸前端盖；
- j. 抽出转子；
- k. 拆卸轴承。

(3) 引导问题一：拆卸带轮是所用的工具是什么？

引导问题二：拆卸风扇分别用什么？

引导问题三：如果风扇卸不下来，应采用哪些措施？

引导问题四：拆下前端盖螺钉后，但前端盖拆不下来，应采用什么措施？

引导问题五：用拉具拆卸轴承时，拉具的丝杆顶点应对准哪个部位的中心，然后缓慢均匀地扳动丝杆？

二、三相异步电动机的装配

操作步骤：

1. 安装轴承；
2. 在转子上安装后端盖；
3. 安装转子；
4. 安装后端盖；
5. 安装前端盖；
6. 安装风扇；
7. 安装风罩；
8. 安装插销；
9. 安装联轴器。

引导问题一：安装轴承时，用紫铜棒将轴承压入轴颈，用什么方法使轴承内圈受力均匀？

引导问题二：抽出转子和安装转子时应注意什么？

引导问题三：在转子上安装后端盖时电动机轴端应有什么样的设施？

引导问题四：电动机装配完成后，应检查哪些项目？

任务二 三相异步电动机的检修

三相异步电动机应用广泛，但通过长期运行后，会发生各种故障，及时判断故障原因，进行相应处理，是防止故障扩大，保证设备正常运行的一项重要的工作。

一、通电后电动机不能转动，但无异响，也无异味和冒烟

1. 故障原因

- ①电源未通（至少两相未通）；
- ②熔丝熔断（至少两相熔断）；
- ③过流继电器调得过小；
- ④控制设备接线错误。

2. 故障排除

- ①检查电源回路开关，熔丝、接线盒处是否有断点，修复；
- ②检查熔丝型号、熔断原因，换新熔丝；
- ③调节继电器整定值与电动机配合；
- ④改正接线。

二、通电后电动机不转，然后熔丝烧断

1. 故障原因

- ①缺一相电源，或定子线圈一相反接；
- ②定子绕组相间短路；
- ③定子绕组接地；
- ④定子绕组接线错误；
- ⑤熔丝截面过小；
- ⑥电源线短路或接地。

2. 故障排除

- ①检查刀闸是否有一相未合好，可电源回路有一相断线；消除反接故障；
- ②查出短路点，予以修复；
- ③消除接地；
- ④查出误接，予以更正；
- ⑤更换熔丝；
- ⑥消除接地点。

三、通电后电动机不转有嗡嗡声

1. 故障原因

- ①定、转子绕组有断路（一相断线）或电源一相失电；
- ②绕组引出线始末端接错或绕组内部接反；
- ③电源回路接点松动，接触电阻大；
- ④电动机负载过大或转子卡住；
- ⑤电源电压过低；
- ⑥小型电动机装配太紧或轴承内油脂过硬；
- ⑦轴承卡住。

2. 故障排除

- ①查明断点予以修复；
- ②检查绕组极性；判断绕组末端是否正确；
- ③紧固松动的接线螺丝，用万用表判断各接头是否假接，予以修复；
- ④减载或查出并消除机械故障；
- ⑤检查是否把规定的 Δ 接法误接为 Y；是否由于电源导线过细使压降过大，予以纠正；
- ⑥重新装配使之灵活；更换合格油脂；
- ⑦修复轴承。

四、电动机起动困难，额定负载时，电动机转速低于额定转速较多

1. 故障原因

- ①电源电压过低；
- ② Δ 接法电机误接为 Y；
- ③笼型转子开焊或断裂；
- ④定转子局部线圈错接、接反；
- ③修复电机绕组时增加匝数过多；
- ⑤电机过载。

2. 故障排除

- ①测量电源电压，设法改善；
- ②纠正接法；
- ③检查开焊和断点并修复；
- ④查出误接处，予以改正；
- ⑤恢复正确匝数；
- ⑥减载。