

# 第9章 机床电气设备修理通则

陆士连

## 第1节 机床电气故障的测试

机床电气设备是由各种开关、按钮、接触器等多种元器件通过导线连接而组成的。它们在运行中经常会发生各种各样的故障，当遇到故障时切忌无目的地乱找，这样不仅不能迅速排除故障，反而会扩大故障而造成严重事故。在一些企业中往往因电气维修人员处理故障不当，而造成设备相当高的停开率，使国家遭受很大的损失。因此，如何熟练、准确、迅速、安全地找出故障，并加以排除，是每个电气维修人员应尽的职责。

一般机床电气故障产生的原因，大致可分为两类：

1) 自然发展的故障 电气元器件经长期使用，必然会产生触头烧损，开关、电动机等可动部分机械磨损，以及各种元器件、导线绝缘老化等自然现象，这些现象如不能有计划地预防或加以排除，就会影响电气设备正常运行。

2) 人为的故障 系指电气设备受到不应有的机械外力破坏，以及元器件质量不好或因操作不当等原因而造成的人为的、不应有的故障。

下面介绍一下电气故障的检查步骤、测试工具，以及各种故障的检测方法、注意事项及典型环节的故障分析。

### (一) 电气故障的检查步骤

(1) 电气故障的调查 电气维修人员，在处理故障前，应首先向机床操作者了解发生故障的情况，因为操作者最熟悉自己所使用的设备的性能和经常发生故障的部位，使维修人员能够更准确地判断故障可能发生的部位，迅速排除故障。向操作者了解的故障内容应包括以下几点：

1) 故障发生在开动前、开动后，还是发生在运行中；是运行中自动停止，还是发现异常情况后再由操作者停下来的。

2) 发生故障时，机床处在什么工作状态，按了哪个按钮，扳动了哪个开关。

3) 故障发生前后有何异常情况（如声音、气味、弧光等）。

4) 以前是否发生过类似故障现象，是如何处置的。

5) 在听取操作者介绍故障时，要认真正确地分析和判断出是机械或液压的故障，还是电气故障，或者是综合故障。

(2) 电路的分析 根据调查的结果，参阅该机床的电气原理图及有关技术说明书进行电路分析，大致地估计出有可能产生故障的部位，是主电路还是控制电路；是交流电路还是直流电路。通过分析缩小故障范围，达到迅速找出故障点并加以排除，分析故障时应有针对性，如有接地故障，一般应先考虑电气柜外的电气装置，后考虑电气柜内电器元件的断路和短路故障。

对复杂的机床电气线路，要掌握机床的性能、工艺要求，分析电路时，可将复杂电路划分成若干单元，以便于分析，并正确判断出故障点。通过调查，可能有许多相互矛盾的假象，这就需要透过现象看本质，去伪存真，抓住主要矛盾，找出真正引起故障的原因，主要矛盾解决了，其他矛盾就迎刃而解了。

(3) 断电检查 检查前应首先断开机床电源，必要时取下动力配电箱的熔断器，在确保安全情况下，根据故障性质不同和可能产生故障的部位，有所侧重地进行故障的检查工作。

1) 检查电源线进口处，有无碰伤、砸伤而引起的电源接地、短路等现象。

2) 电气箱内熔断器有无烧损痕迹。

3) 观察配线, 电气元件有无明显的变形损坏或因过热、烧焦和变色而有焦臭气味。

4) 检查限位开关、继电保护以及热继电器是否动作。

5) 检查可调电阻的滑动触点, 电刷支架是否有窜动离开原位。

6) 检查断路器、接触器、继电器等电器元件的可动部分, 动作是否灵活。

7) 用兆欧表检查电机及控制线路的绝缘电阻, 一般不应小于 $0.5M\Omega$ 。

8) 对故障部分导线、元件、电机等, 可用电灯泡、万用表进行通断检查。

(4) 通电检查 如果断电检查, 仍未找到故障时, 可对电气设备作通电检查。

1) 作通电检查前, 要尽量使电机和传动的机械部分脱开, 将电气控制装置上相应转换开关置于零位, 行程开关恢复到正常位置。开动机床检查时, 一定要在操作者的配合下进行, 以免发生意外事故。

2) 作通电检查时, 一般按先易后难, 一部分一部分地进行下去, 而每次通电检查的部位、范围不要太大, 范围愈小, 故障愈明显。检查顺序: 一般应先检查控制电路, 后检查主电路; 先检查辅助系统, 后检查主传动系统; 先检查控制系统, 后检查调整系统; 先检查交流系统, 后检查直流系统; 先检查重点怀疑部位, 后检查一般部位。

特别是对比较复杂的机床电气设备故障进行检查时, 应在检查前考虑好一个初步检查顺序, 将复杂电路划分为若干单元, 要耐心仔细地一个单元、一个单元检查下去, 决不可马虎大意, 以防故障点被遗漏掉。

3) 断开所有开关, 取下所有的熔断器, 再按顺序, 逐一插入需检查部位的熔断器, 然后合上开关, 观察有无冒火、冒烟、熔片熔断现象。如无上列现象, 给予动作指令, 观察各电器元件是否按要求顺序动作, 需耐心认真地逐项检查下去, 一定要按考虑好的顺序检查, 决不可东找一下, 西拧一下, 杂乱无章地进行, 这样会使故障扩大化, 矛盾愈找愈多。

## (二) 简易测试工具

工厂中检查、修理电气设备时常用的测试工具

有试灯、试电笔、电池灯、万用表、示波器等。

(1) 试灯 用试灯时要注意灯泡的额定电压与被测部位配合, 电压太高, 灯泡易烧坏, 电压太低, 灯泡不亮, 由于灯泡表示不明显, 往往寻找故障困难, 一般查找断路故障时使用小容量(10~60W)的灯泡为宜, 而查找接触不良而引起的故障时, 应使用较大容量(150~200W)的灯泡, 这样就能根据灯泡的亮、暗程度来分析故障情况。

(2) 试电笔 检查电气故障时, 用手拿试电笔的后端(这一端经人体接地), 另一端接触被测点, 试电笔的氖管亮, 表示该点有电, 用试电笔检查故障时, 在主电路中从电源侧顺序向负载侧进行, 在控制电路中从电源顺序向线圈进行, 在检查分析中应注意电路另一端返回电压的可能, 试电笔仅需微弱电流, 即能使氖管发亮, 一般绝缘不好而产生漏电流以及处在强电场附近, 氖管都能发亮, 这要与所检测电路是否确实有电加以区别。

(3) 电池灯 一般由两节一号电池与2.5V小灯泡组成, 利用它可以在断电情况下检查电路通断和校验线号。

(4) 万用表 它是一种多功能的测试工具, 可以测量交直流电压、电流和电阻, 也有的万用表可测量电感、电容、晶体管放大倍数等。

(5) 示波器 它是用来检查晶闸管等各种控制电路波形的一种精密仪器。

## (三) 故障测寻方法

机床电气设备的故障现象是多种多样的, 但是从电路的角度分析, 不外是开路、短路、接地三类现象, 而每一类现象中又可分成三种情况: ①接触良好的故障(即完全的开路、短路、接地)。②存在接触电阻或称为“虚连”的故障。③不稳定, 存在时通时断的故障。下面叙述这几种不同现象、不同情况的故障测寻方法。

### (1) 完全开路故障的检测

1) 试电笔法 试电笔作通、断检测是最常用的一种简便方法, 但在测量电路时应注意:

① 在有一端接地的控制电路中测量时, 应搞清哪一侧是电源; 哪一侧是地线, 如图9-1-1的例子, 可以从电源1开始, 依次按3、5、7、9测量, 按下SB1; 测量到哪一点笔不亮该点即为开路处, 如需测地线侧(2-0)时, 需将地线拆掉或断开FR(2-0)。

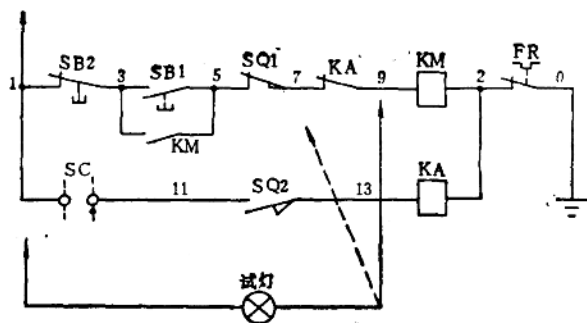


图9-1-1 开路故障检测

② 在测量220V以上的电路时，要反复比较试电笔亮度，防止由于外部电场、泄漏电流或电源另一端窜入而造成氖管发亮，并误认为电路没有断开处。

③ 在控制电路为110V以下不接地的系统中测量时，测量前应先将被测电源一端接地，然后再按上述方法测量。

2) 短路法 短路法就是用一只容量比负载线圈大几倍的灯泡，将电路中开路处短接而使线圈动作的检测方法。用此法可作重点检测或逐点检测，重点检测就是对被怀疑的哪个线段、触点在电路中作重点测量。通过重点测量没有找出故障时，就按电路中的次序逐点测量。如图9-1-1中，假定故障是KA(7-9)接触不良，按下SB1，KM不吸合，将试灯一端接1上，另一端依3、5、7、9次序逐点测试，如接在7号上KM不吸合，接到9号上KM吸合，则说明KA(7-9)开路。

3) 电压表法 用电压表一端放在1上，压下SB1，另一端沿3、5、7、9测量，如在3、5、7处没电压，至9处有电压指示，说明KA(7-9)开路。当设备作带电测量时应注意如下事项：

① 首先熟悉电气原理图，搞清线路走向、元件的位置，测量时要核对导线标号，防止出错。

② 测量用的表线、灯线的绝缘一定要良好，线端裸线段要尽量短些，防止线路短接而造成事故。

(2) 虚连故障的检测 这类故障大多数是由于开关触头间存在着较大电阻，产生电压降，使负载线圈处在欠电压状态下而吸不上或有较大抖动。一般采用试灯法或表测法。

1) 试灯法 仍以图9-1-1为例，给控制系统

送电后，压下按钮SB1，然后用一只容量较大的灯泡，将其一端接在线圈KM的2号端上，将试灯的另一端从9开始，按7、5、3各点顺序逐点接触，假如灯光一直很暗，直至按1时灯光却很亮，说明SB2(1-3)之间存在较大的接触电阻。假如试灯在1-2两端之间测量时始终很暗，则将试灯线从2移到0上，如灯亮，说明FR(2-0)之间存在接触电阻。

2) 表测法 为了使故障能较明显地暴露出来，先用一只大容量(200~300W)灯泡并联在KM线圈的两端，如并联在图9-1-1中的2-9两端，使故障点接触电阻降压增加，然后用电压表，按与开路故障电压表法同样的步骤进行测量，哪两点之间存在较大电阻，这两点之间就有电压显示。

(3) 时断时通故障的检测 这类故障较为隐蔽，它多数是由于压接线头的螺钉没有拧紧，而使电路产生时断时通的现象。这种现象有时很长时间才重复出现一次，检查时一定要耐心仔细，一般按下列步骤进行：

1) 将这个环节的所有压线螺钉进行一次全面的紧固检查。

2) 反复检查环节中各可能有故障的元件，待其出现断电故障时，立即用电压表按开路故障检测法进行检测。

(4) 短路故障的检测 短路故障除有完全短路、经接触电阻短路、不稳定短路三种情况外，按短路方式又可分为：元件本身短路、元件之间的短路、电源之间短路。前两种故障使线路工作不正常，而对于电源之间的短路故障，如检查中不注意，会发生烧坏线路、烧伤检修人员的事故，应特别注意安全，一般采用停电的方法进行检查。

1) 元件本身短路的检测 指元件的常开或常闭触头短接，丧失原来触头的功能，在图9-1-2a中，例如接触器KM1的常开触头(23-25)短路，这时一合上电源，接触器KM1就吸合，又如常闭触头KM3(11-13)短路，会使线圈KM3吸合后KM2不释放，所以这类故障很明显，稍加分析即可确定。

2) 元件之间短路的检测 图9-1-2c是接触器KM2的两组辅助触头，假定3-11两根线因某种原因而短路，这样线路一送电，KM3就吸合。像这种

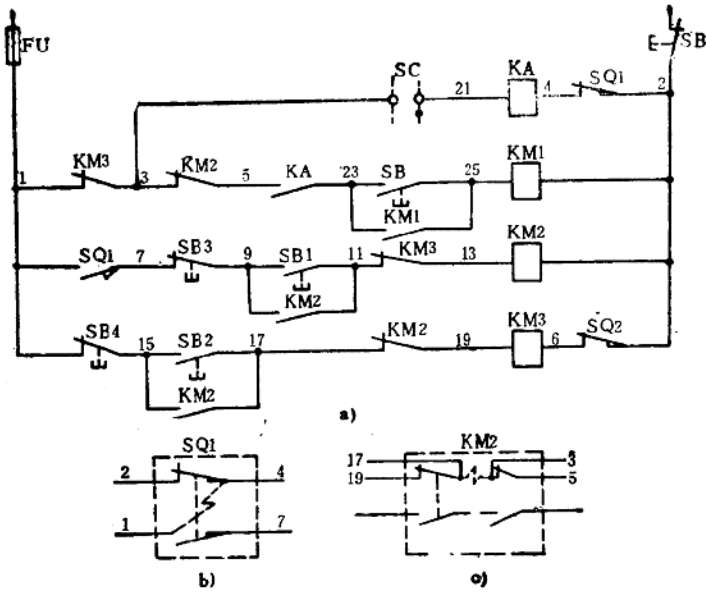


图9-1-2 短路故障的检测

故障可分两步检测，先带电试验，后断电试验。在带电试验前，先将常闭触头KM2（17-19）断开，送上电源，如KM3释放，说明19号线正常，再压下按钮SB4，如KM3不释放，则说明17号与电源1号端之间可能短路。然后进行断电检测，拔下熔断器FU，断开SC，避免电源形成回路以及减少并联回路，将电池灯一端接17号，另一端接5号，如此时灯亮，再将常闭触头KM2（3-5）断开，此时灯灭，说明短路不在5号，然后将试灯的一端从5号移到3号上，如灯亮，则断开KM3常闭触头（1-3），如灯继续亮，说明3号与17号之间有短路。这类故障亦可用断线法顺序断开各接线端子来追踪寻找故障。

3) 电源间短路的检测 这类故障一般是通过元件或中间连接线电源短路，如图9-1-2 b 行程开关SQ1中1与4号端因某种原因而连接将电源短路，合上电源，FU就熔断。现在采用电池灯停电进行检测，其顺序：①拔下FU，断开SC，使KA环节开路。②将电池灯两线分别接到1号与2号端上，灯亮，说明电源有短路。本线路可分成四个环节（KA、KM1、KM2、KM3）检查，先拿下KM3常闭触头上的1号端，此时灯亮，说明问题不在这个环节上，然后再拿下SQ1上的1号端，如灯灭，说明这个环节短路，再将灯线从1号端移至7号端

上，如灯灭，说明短路在1号端上。③断开4号端，如灯灭，说明1号与4号端之间短路。上述方法也可用万用表的电阻档进行检测。

(5) 接地故障的检测 接地故障也有三种现象：一种是实连，导线接地电阻很小（近似零）；另一种是虚连，导线对地有较大的接地电阻；再一种是时断时连的不稳定接地。在不接地系统中，有一点接地往往不影响正常工作，容易疏忽而不加处理，待发展到两点接地时，就可能造成电源短路或误动作等事故。故在运行中发现接地故障时，应立即进行检查、消除。对于虚接地，可采用万用表或兆欧表进行检测，对于实接地可用电池灯或万用表进行断电检测。以图9-1-3中电磁铁YA线圈实接地为例，介绍检测的方法及步骤：

1) 用电池灯检测实接地故障 ①将线路停电，拔下FU，断开SQ（11-13），使1号与2号端之间没有连接。②将电池灯的一端接地，另一端接1号上，灯不亮，说明1号线未接地。③将电池灯的一端接2号，灯亮，说明2号线接地。④将2号线分成三个环节（YA、KM、KA）测量，先拆下YA线圈的2号端，如此时接电源2号端对地的电池灯灭，说明这个环节接地。⑤将电池灯线从电源2号端移至YA线圈上，灯亮，将KM（3-5）断开，灯亮度不变，说明3号未接地，再拆下YA线圈5

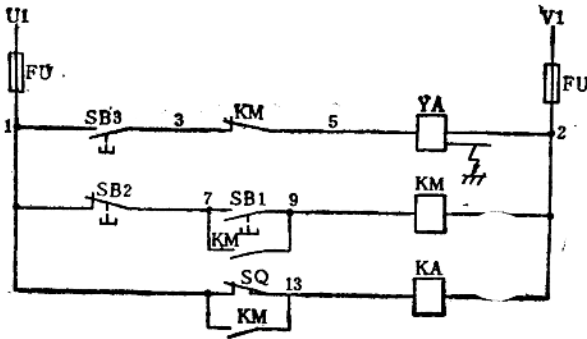


图9-1-3 接地故障检测

号端，灯亮度还是不变，说明是YA线圈接地。

2) 用万用表检测虚接地故障 例如如图9-1-3电路中电磁铁线圈YA，由于绝缘老化而对地绝缘电阻降低，但是还保持一定的对地绝缘电阻，所以用电池灯测量时灯不亮，必须用万用表kΩ档进行检测，方法步骤同“用电池灯检测实接地故障”。但应注意，这时测得的是对地绝缘电阻，故障与良好仅仅是对地绝缘电阻数值的大小而已，不像电池灯的亮、灭那么明显，另外线圈电阻与对地绝缘电阻相比要小得多，在测量中也不会引起指示有明显的差别，故必须逐点断开，直至指示有明显差别处才是故障点。

对于虚接地故障，亦可用兆欧表检测，但需先用电压低并能指示50kΩ以下的兆欧表，因在低压线路中0.1~0.2MΩ时尚能维持正常工作，如兆欧表指示值太大时，就无法正确判断。

3) 不稳定接地故障的检测 一般应检查各裸露的带电部分是否与接地部分(电器柜的铁架、元件的铁心或金属框架、电线管扣等)接触或太近，有没有放电弧光的痕迹，然后采用冲击电压，观察有无放电声和弧光现象。

#### (四) 检测电路时应注意的事项

1) 用兆欧表测量绝缘电阻时，在低压系统中，用500V兆欧表，但摇测前应将弱电系统的元器件(如晶体管、晶闸管、电容器等)断开，以免造成过电压而击穿、损坏元器件。

2) 如果对电机、电机扩大机、磁放大器、各种继电器及继电保护装置作重新调整时，一定要参阅有关说明书及技术文件，熟悉调整的方法、

步骤，应达到规定的技术参数，并作详细记录，以供下次调整时参考。

3) 在检测中如需拆开电机或电气元件接线端子时，首先要检查拆开处两侧是否有标号，是否符合图样的要求，如没有标号，应立即标上，不要凭记忆记标号，否则易出差错。断开线头要作通电试验时，要检查是否有接地、短路、或人体接触的可能，尽可能用绝缘布包临时包绕，以免发生事故。

4) 更换熔断器熔体时，一定要按规定容量更换，熔体一般不准用铜线或铁线代替，在没处理故障前，尽量临时换用规格较小的熔体，以免电气故障的扩大。

5) 检修完毕而试车前，应先清理现场，恢复所有拆开的端子线头、所有的熔断器、各开关的手把、行程开关的正常工作位置，然后按照说明书上所规定的方法、步骤进行试车。

## 第2节 典型电路环节的故障分析

### (一) 单向直接起动控制电路

图9-2-1是用按钮操作、由接触器控制电动机

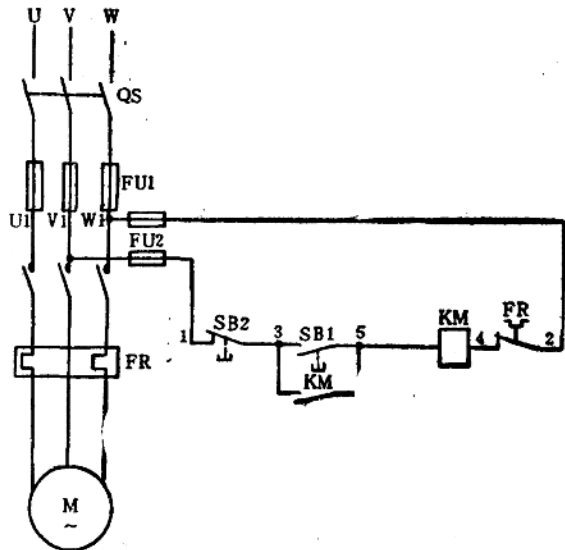


图9-2-1 单向直接起动控制电路

表9-2-1 单向直接起动控制电路故障的原因和排除方法

故障现象	产生原因及排除方法	故障现象	产生原因及排除方法
按SB1, 接触器KM不吸合	1) 电源开关QS损坏或接触不良 2) 熔断器FU1、FU2熔断或接触不良 3) 热继电器FR(4-2)接触不良或动作未恢复, 这时应检查电动机是否过载 4) 接触器线圈断线 5) 按钮SB2(1-3)、SB1(3-5)接触不良	接触器吸合后有较大的响声	1) 电源电压太低 2) 接触器铁心接触面之间有异物, 铁心接触不严密 3) 接触器铁心的短路环断裂, 可焊接修复或换以新的
接触器KM不自保	1) KM触头(3-5)接触不良 2) SB1(3-5)自保回路断线	控制线路正常, 电动机不能启动, 并有嗡嗡声	1) 电源缺一相 2) 接触器主触头接触不良, 造成电动机单相供电 3) 电动机定子绕组断线, 或绕组匝间短路, 可用万用表测绕组是否有断路, 并用钳式电流表测电动机三相电流 4) 定子与转子气隙中灰尘、油泥太多, 将转子抱住 5) 轴承损坏, 转子扫膛
压下停止按钮SB2, 接触器不释放	1) 按钮SB2触头焊住或卡住 2) 接触器KM已失电, 但可动部分卡住 3) 接触器铁心接触面上有油污, 上下粘住, 可用四氯化碳或汽油擦洗接触面, 在安装前应擦洗铁心接触面 4) 接触器主触头烧焊住, 这时应检查是短路电流造成的, 还是接触器容量不够造成的, 如负载较大, 操作频繁, 经常出现触头烧焊时, 可将接触器容量加大一级	电动机加载后转速明显下降	1) 在运行中电路断一相 2) 转子笼条断裂

起动和停止的电路图, 电动机只能作单方向转动。当需要电动机起动时, 合上电源开关QS, 压下按钮SB1, 接触器KM的线圈吸合并自保, 它的三对常开主触头闭合, 电动机接上电源就直接起动。当需要停止电动机转动时, 可压下停止按钮SB2, 接触器失电释放, 电动机与电源断开而停车。图中熔断器FU1、FU2用作短路保护, 热继电器FR用作过载保护。

本电路的故障现象、产生原因及排除方法见表9-2-1。

### (二) 可逆起动控制电路

图9-2-2是用接触器KM1和KM2来换接三相供电电源相序, 使电动机正转和反转。当按正向起动按钮SB1, 接触器KM1吸合并自保, 电动机正向旋转。按反向按钮SB2, 接触器KM2吸合并自保, 电动机反向旋转。

为了防止KM1、KM2同时吸合, 造成电源短路

路, 设有KM1(13-15)、KM2(7-9)互相联锁的触头。本电路还采用了复合按钮, 按钮SB1和SB2都有一对常开触头、一对常闭触头, 这样电动机起动后如需反向旋转, 不必先按停止按钮, 可直接按反向按钮。

本电路故障现象、产生原因及排除方法见表9-2-2。

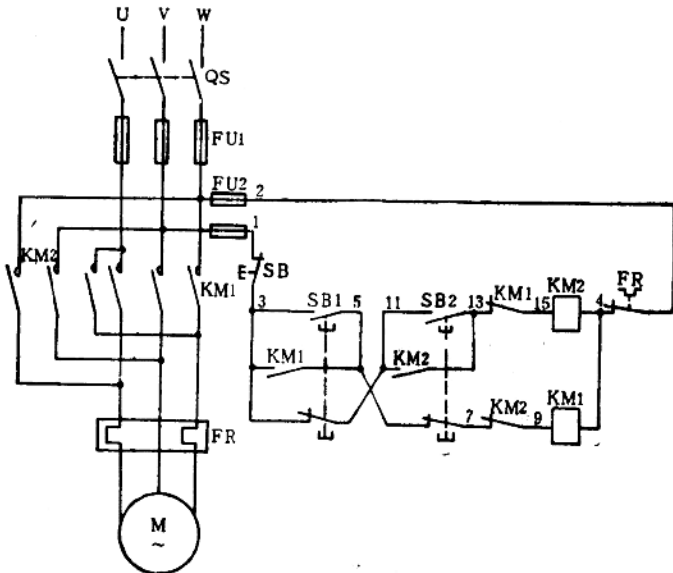


图9-2-2 可逆起动控制电路

表9-2-2 可逆起动控制电路故障的原因及排除方法

故障现象	产生原因及排除方法
正转正常, 按反向按钮SB2, KM1能释放, KM2不吸合	1) KM1触头(13-15)接触不良或有断线 2) 反向按钮SB2(11-13)接触不良 3) 正向按钮SB1(3-11)接触不良
接触器KM1和KM2都不吸合	1) 停止按钮SB(1~3)接触不良 2) 没有控制电源 3) 热继电器FR(4-2)动作后没有复位, 应在清过载原因

(三) 单向起动反接制动控制电路

图9-2-3为单方向运行反接制动控制电路。起动时按下按钮SB1, 接触器KM1吸合并自保, 电动机开始旋转, 速度继电器KS的常开触头闭合, 为接触器KM2接通作好准备。停车时按停止按钮SB2, 接触器KM1断电, 其常闭触头闭合, 接触器KM2的线圈通过KM1的常闭辅助触头和速度继电器KS的常开触头得电, KM2吸合, 将电动机电源反接, 进行反接制动, 电动机转速迅速下降, 当转速降到额定转速10%~15%时, KS的触头断开, KM2释放制动结束。

反接制动时电动机的电流很大, 为防止烧坏电动机的定子绕组, 在主电路中接入限流电阻R, 限制制动电流及制动转矩。

本电路的一般故障现象、产生原因及排除方法见表9-2-3。

表9-2-3 单向起动反接控制电路故障的原因及排除方法

故障现象	产生原因及排除方法
按停止按钮SB2, KM1释放, 但没有制动	1) SB2触头(1-9)接触不好 2) KM1触头(11-13)接触不良 3) 接触器KM2线圈断线 4) 速度继电器KS(9-11)接触不良, 可调节速度继电器的调节螺钉, 使弹簧力适中, 触头接触良好 5) 速度继电器与电动机之间连接不好
制动效果不显著	1) 速度继电器的整定转速太高, 可调松弹簧 2) 速度继电器永磁转子磁性减退 3) 限流电阻R阻值太大
制动后电动机反转	1) 制动太强, 速度继电器的整定转速太低, 可拧紧调节螺钉, 加强弹簧弹力
制动时电机震动太大	1) 制动太强, 限流电阻R阻值太小

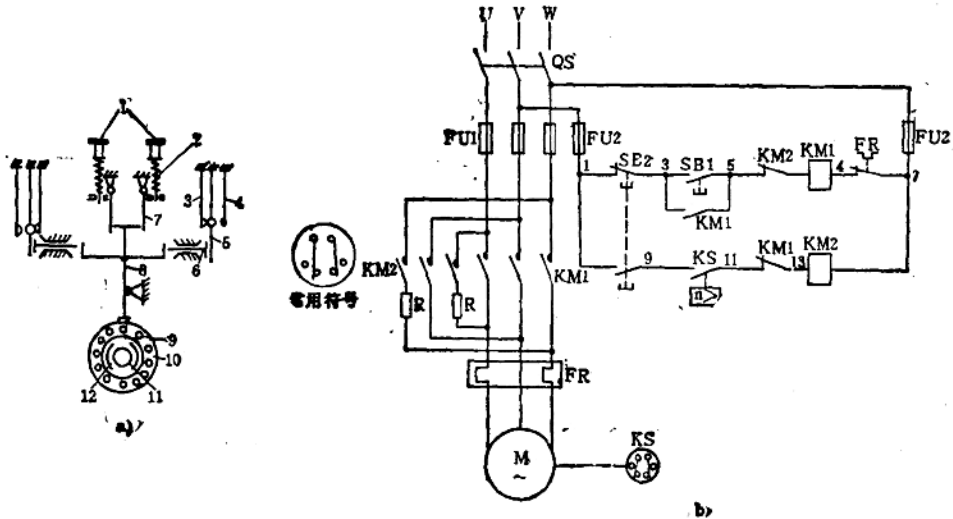


图9-2-3 单向起动反接制动控制电路

a) 速度继电器结构原理 b) 反接制动控制电路

- 1—调节螺钉 2—反力弹簧 3—常闭触头 4—常开触头 5—动触头 6—按钮 7—返回杠杆  
 8—杠杆 9—短路导体 10—定子 11—转轴 12—转子

(四) 星-三角 (Y-Δ) 起动控制电路

在电动机起动时，为了限制起动电流，将定子绕组先接成星形 (Y) 起动，待转速升到接近额定转速时，将定子绕组换接成三角形 (Δ) 运行。在图9-2-4中采用时间继电器KT来完成星-三角形的自动转换。当按下起动按钮SB1后，KM1、KM3、KT同时吸合，KM1主触头闭合，将M的定子绕组一端接入电源准备起动，其辅助常闭触头 (21-23) 断开，电源指示灯HLG灭，常开触头 (30-31) 闭合自锁，KM3主触头闭合，将M的定子绕组接成Y形，进行减压起动，其常闭触头 (32-33) 断开，切断KM2的线圈电路，常开触头 (21-24) 闭合，起动指示灯HLY亮，KT吸合延时，其常闭触头 (31-34) 延时断开，打开M的定子绕组Y的中点线，常开触头 (21-24) 断开，起动指示灯HLY灭，常闭触头 (32-33) 闭合，为KM2吸合作准备，常开触头 (31-32) 延时闭合，KM2吸合，其主触头闭合，将M的定子绕组接成Δ形，全电压下运转，其常闭

表9-2-4 星-三角起动控制电路故障的原因及排除方法

故障现象	产生原因及排除方法
起动正常带负载后电动机发热，而转速明显下降	1) 时间继电器KT有故障而没动作，电动机长期运行在星形联结情况下 2) 接触器KM3主触头接触不良，电动机单相运行
KM3过早动作，主触头烧损严重	1) 时间继电器KT延时过短

触头 (35-27) 断开，KM3、KT失电，常开触头 (31-32) 闭合，KM2自锁，常开触头 (21-25) 闭合，运转指示灯HLG亮。本电路的故障现象、产生原因及排除方法。见表9-2-4。

(五) 小功率直流发电机-电动机调速系统

在机床传动中，为了得到平滑的调速，采用直

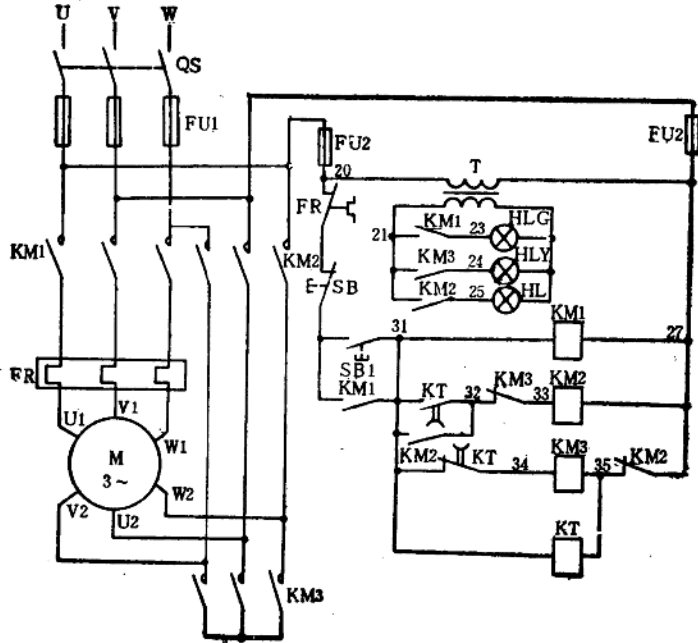


图9-2-4 星-三角 (Y-Δ) 起动控制电路



流发电机-电动机组 (G-M)。图9-2-5适用于加工要求不高、功率不大的设备,系统没有任何反馈装置,因此机械特性较软。

(1) 系统简介 原动机MA拖动直流发电机G,直流发电机G供给直流电动机M电源,发电机的电压大小和极性方向,是由励磁绕组WE-G通过电流的大小和方向决定的,电动机M的旋转方向随发电机电枢电流方向的改变而改变,电动机转速除与发电机电枢电压成比例变化外,同时与本身励磁电流成反比例变化。

变压器T输出经整流器UR整流后的直流电压作为控制系统及励磁绕组的电源。接触器KM1和KM2是用来改变发电机励磁电流方向的。R1、R2、R3、R4是放电电阻,防止断电时在直流线圈中产生较高的自感电动势而击穿绝缘,以及引起电弧而烧坏开关触头,欠电流继电器KUC是在励磁电流过低或失磁时触头(4-2)断开控制系统电源,以防止发生飞车现象。

(2) 起动 合上电源使机组转动,控制电源有电,这时电动机励磁绕组WE-M通过KM1(1-20)、KM2(20-8)及KUC而得满磁电流,KUC(2-4)闭合,接通了控制电源,如果按SB2,KM1吸合并自保,其触头(2-15)、(6-13)接通发电机励磁绕组WE-G,发电机电压的大小由调速器RP1手柄位置决定,电动机按正方向旋转,如按下按钮SB3,KM2吸合,其触头(6-15)、(2-13)改变WE-G的励磁方向,电动机反方向旋转。

(3) 调速 调速器RP1和RP2装在同一轴上,用同一的手柄旋转,起动时两滑动触头都在左端,RP2阻值为零,RP1的阻值最大,电动机处在满磁状态下,电枢电压为最低,当将手柄沿顺时针

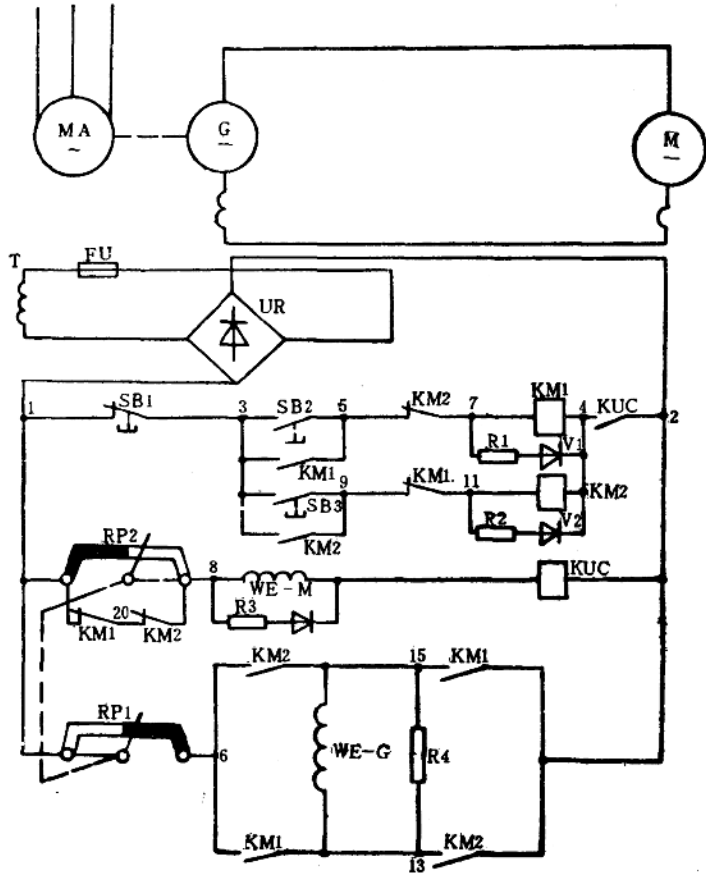


图9-2-5 直流发电机(G)-电动机(M)调速系统

方向转动时,发电机电压逐步升高,电动机转速亦相应升高,这一阶段为恒转矩调速。当手柄转至中间位置,RP1电阻全部被短接,发电机处在满压状态,这时如果继续向右旋转手柄,RP2的阻值逐步增大,电动机的励磁从满磁情况下逐步减小下来,电动机的转速亦逐步提高,这一阶段为恒功率调速。

(4) 停车和制动 如在正转运行中,按按钮SB1,KM1释放,其触头(1-20)和原来闭合的KM2(20-8)使WE-M流过最大电流,电动机处于满磁状态,KM1(6-13)、(15-2)断开WE-G电源,发电机电压急剧下降,此时由于电动机机械惯性,转速变化较慢,这样电动机的反电动势大于发电机电动势,电动机向发电机供电,电枢回路中流过一个较大的反向制动电流,电动机在制动转矩

下迅速停止下来。

本系统的故障现象、产生原因及排除方法见表3-2-5。

表3-2-5 小功率直流发电机-电动机调速系统故障的原因及排除方法

故障现象	产生原因及排除方法
控制电路没有电压	1) 熔断器FU熔断 2) 整流器UR损坏 3) 变压器T的绕组断线
按SB2和SB3直流电机不起动	1) 欠磁继电器KUC(4-2)接触不良 2) KUC没有动作,可能整定电流太大,应重新整定,或励磁回路有断线
发电机发出电压低	1) 控制电压过低,可调整变压器T的抽头 2) 调速器RP1滑动触头接触电阻太大,应修理触头,加强弹簧压力 3) 发电机刷架随旋转方向,离中心线太多
发电机不发电	1) KM1或KM2常开触头接触不良 2) 励磁绕组WE-G断线 3) 调速器RP1滑动触点接触不良 4) 发电机内部有故障
发电机发电,但电动机不转	1) 电枢电路有开路处,应检查电动机电枢两端是否有电压 2) 电动机电刷与换向器接触不好 3) 电动机励磁绕组有开路处,应检查WE-M、RP2、KUC元件及连接线
放电电阻R1~R4过热	1) 二极管V1~V3接反或电阻容量不够
检修后发电机空载正常,加负载后电压降加大	1) 发电机串励绕组和换向绕组极性接反,可分别将串励和换向绕组极性调换试验

### 第3节 机床电气设备的 配线与检修

#### (一) 机床电气配线

##### (1) 电线管敷设

1) 引向机床、机组、控制柜的电线管,应尽量沿最短的线路敷设,尽量减少弯曲,以保证节省材料,穿线方便。

2) 埋设的电线管与明设的电线管连接处,应

加装接线盒。

3) 管路弯曲时,其弯曲半径不小于外径的6倍。当有一个弯曲时,那么弯曲半径可减至其外径的4倍,敷设在混凝土内的电线管,弯曲半径不得小于其外径的10倍,管子弯曲后不得有裂缝、凹凸等缺陷,弯曲角度不得小于90°,圆度误差不大于直径的10%。

4) 管子埋入混凝土敷设时,管子外径不允许超过混凝土厚度的1/2,管子与混凝土模板间应有20mm间距,并列敷设在混凝土内的管子,应保证相互间有20mm以上的间距。

5) 明设管子时应横平竖直排列整齐美观,弯曲应随基础地形布置,排管的弯曲度应一致。

6) 穿入控制箱内的管子,在箱子内外处均应配管垫固定,管头两端应戴护帽。

7) 所有管子在电气上必须可靠连接,即管子与管子、管子与接线盒之间,应有地线金属连接,地线采用不小于 $\phi 4\text{mm}$ 钢筋连接。

8) 金属软管只适用于用电设备与铁管之间的连接,或铁管施工有困难的个别线段。金属软管的两端应配置管接头,每隔500mm处应有弧形管夹固定,中间引线时采用分线盒固定。

##### (2) 管子穿线

1) 穿在管内绝缘导线的额定电压不应低于500V。铜导线截面积不小于 $0.75\text{mm}^2$ ,铝导线截面积不小于 $1\text{mm}^2$ 。

2) 管内穿线宜在抹灰及地面工程结束后进行,在穿入导线之前,应将管中的积水及杂物清除干净。

3) 同一交流电路的导线必须穿于同一钢管内。

4) 导线在管内不得有接头和扭结,其接头应在接线盒内连接。

5) 导线穿入钢管后,在导线出口处,应装护线套保护导线,并将管口作密封处理。

6) 同一回路的导线应穿于同一管内,尽量避免不同回路的导线穿在同一管内,除非是控制系统或同一机组的所有回路。

7) 不允许在管内穿入单根导线。

##### (3) 机床配线

1) 压接导线时,先要校线,套线号。校线可用万用表、试灯、电池灯等。

2) 根据两端接线端子要求,将剥去绝缘的导

线端部煨成圆环或直接压上,多股导线压头用开口鼻子冷压方式或压头处挂烫焊锡。

3) 在同一接线端子上压两根以上截面不同的导线时,大截面放在下层,小截面放在上层。

4) 套在导线上的线号要用印刷体书写工整,防止读错。聚氯乙烯软管写号药水配方为:①龙胆紫3g,②醋酸1.5~3g,③氯乙烯树脂0.2~0.5g,④二氯乙烷500mL,将①、②、③对好后,加入④中摇匀后即可使用。

## (二) 机床电气设备修理的质量要求

### (1) 外观检查

1) 机床电气设备应可靠接地,地线的截面积不小于4mm<sup>2</sup>。

2) 所有电气设备外表清洁,安装稳固可靠,而且能方便拆卸、修理和调整。

3) 所有电气设备、元件按图样要求配备齐全,如有代用,需经有关设计人员研究后在图样上签字。

### (2) 外部配线

1) 全部配线必须整齐、清洁,绝缘无破损现象,绝缘电阻用500V兆欧表测量时,应不低于0.5MΩ。

2) 电线管应整齐完好,可靠固定,管与管的连接采用管接头,管子终端应设有管扣保护圈。

3) 敷设在易受机械损伤部位的导线,应采用铁管或金属软管保护,敷设在不可能遭受到机械损伤部位的导线,可采用塑料管保护;在发热体上方或旁边的导体,应加耐热瓷管保护。

4) 连接活动部分,如箱门、活动刀架、溜板箱等处的导线,严禁采用单股导线,应采用多股导线且最好用软线。多根导线应用线绳、螺旋管捆扎或用塑料管、金属软管保护,防止磨伤、擦伤。对于活动线束,应留有足够的弯曲活动长度,使线束在活动中心不承受拉力。

5) 导线端头上应有线号,线头弯曲方向应和螺帽拧紧方向一致,合股线端头应压接或烫焊锡。

6) 压接导线的螺钉应有平垫圈和弹簧垫圈。

7) 主电路、控制电路,特别是接地线颜色应有区别。

8) 备用线数量应符合图样要求。

### (3) 电器柜

1) 盘面平整,油漆完好,箱门合拢严密门锁

灵活好用。

2) 柜内电器固定牢靠,无倾斜不正现象,应有防震措施。

3) 盘上电器布置应符合图样要求,附件无缺损。

4) 盘上导线配置美观大方,横平竖直,如成束捆线应有线夹可靠地固定在盘上,线夹与线夹之间距离不大于200mm,线夹与导线之间应填有绝缘衬垫。

5) 盘上的导线敷设,应不妨碍电器拆卸,导线端头应有线号,字母清晰可辨。

6) 主电路和控制电路的导线颜色应尽可能有区别,地线和其他导线的颜色应绝对分开。

7) 压线螺钉和垫圈应尽可能采用镀锌的。

8) 各导电部分对地绝缘电阻应不小于1MΩ。

### (4) 熔断器及过电流继电器

1) 熔体应符合图样要求,熔管与熔片的接触应紧固可靠,无偏斜现象。

2) 继电器动作电流应与图样规定的整定值一致。

### (5) 接触器与继电器

1) 外观清洁,无油,无尘,电木无烧伤痕迹。

2) 触头平整完好,接触可靠。

3) 衔铁动作灵活无粘卡现象。

4) 可逆接触器应有可靠的机械联锁。

5) 交流接触器应保证三相同时通断,在85%的额定电压下应能可靠地动作。

6) 接触器的灭弧装置应无缺损。

### (6) 各种行程开关和按钮、调速电阻器

1) 安装牢固,外观良好,动作灵活、准确、可靠。

2) 调整时应灵活、平滑,无卡住现象。

3) 接触可靠,无自动变位现象。

4) 绝缘瓷管、手柄定位销子、指针、刻度盘等附件均应完整无缺。

### (7) 电磁铁

1) 行程不超过说明书规定距离。

2) 工作衔铁动作灵活、可靠,无特殊响声。

3) 在85%额定电压下能可靠地动作。

### (8) 电气仪表

1) 表盘玻璃完整,盘面刻度、字码清楚。

2) 表针动作灵活,计量准确。