

直流电机常见故障的处理以及一些实验

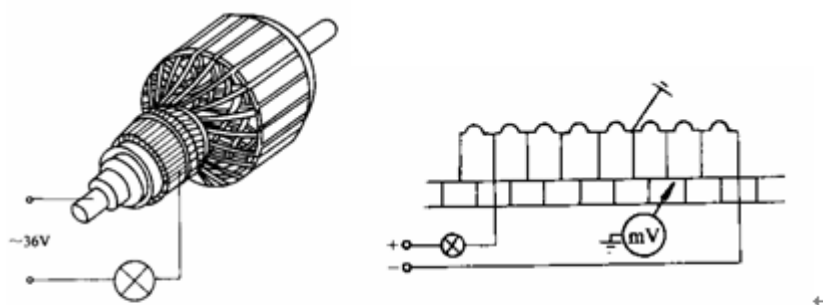
直流电机由于其启动转矩大，调速平稳，控制简单等优点，在生产生活中广泛应用。其按励磁方式可分为他励、并励、串励和并励。串励电动机在使用时，应注意不允许空载启动，不允许用带轮或链条传动；并励或他励电动机在使用时，应注意励磁回路绝对不允许开路，否则都可能因电动机转速过高而导致严重后果的发生。我们也知道在一定的条件下直流电动机和直流发电机可以相互转换的。下面我们主要说一下电机的一些常见故障。

故障现象	可能原因	排除方法
不能起动	①电源无电压 ②励磁回路断开 ③电刷回路断开 ④有电源但电动机不能转动	①检查电源及熔断器 ②检查励磁绕组及起动器 ③检查电枢绕组及电刷换向器接触情况 ④负载过重或电枢被卡死或起动设备不合要求，应分别进行检查
转速不正常	①转速过高 ②转速过低	①检查电源电压是否过高！主磁场是否过弱，电动机负载是否过轻 ②检查电枢绕组是否有断路、短路、接地等故障；检查电刷压力及电刷位置；检查电源电压是否过低及负载是否过重；检查励磁绕组回路是否正常
电刷火花过大	①电刷不在中性线上 ②电刷压力不当或与换向器接触不良或电刷磨损或电刷牌号不对 ③换向器表面不光滑或云母片凸出 ④电动机过载或电源电压过高 ⑤电枢绕组或磁极绕组或换向极绕组故障 ⑥转子动平衡未校正好	①调整刷杆位置 ②调整电刷压力、研磨电刷与换向器接触面、淘换电刷 ③研磨换向器表面、下刻云母槽 ④降低电动机负载及电源电压 ⑤分别检查原因 ⑥重新校正转子动平衡
过热或冒烟	①电动机长期过载 ②电源电压过高或过低 ③电枢、磁极、换向极绕组故障 ④启动或正、反转过于频繁	①更换功率较大的电动机 ②检查电源电压 ③分别检查原因 ④避免不必要的正、反转
机座带电	①各绕组绝缘电阻太低 ②出线端与机座相接触 ③各绕组绝缘损坏造成对地短路	①烘干或重新浸漆 ②修复出线端绝缘 ③修复绝缘损坏处

电枢绕组接地故障

这是直流电动机绕组最常见的故障。电枢绕组接地故障一般常发生在槽口处和槽内底部，对其的判定可采用绝缘电阻表法或校验灯法，用绝缘电阻表测量电枢绕组对机座的绝缘电

阻时，如阻值为零则说明电枢绕组接地；或者用图所示的毫伏表法进行判定，将 36V 低压电源通过额定电压为 36V 的低压照明灯后，连接到换向器片上及转轴一端，若灯泡发亮，则说明电枢绕组存在接地故障。具体到是哪个槽的绕组元件接地，则可用图所示的毫伏表法进行判定。将 6~12V 低压直流电源的两端分别接到相隔 $K/2$ 或 $K/4$ 的两换向片上 (K 为换向片数)，然后用毫伏表的一支表笔触及电动机轴，另一支表笔触在换向片上，依次测量每个换向片与电动机轴之间的电压值。若被测换向片与电动机轴之间有一定电压数值（即毫伏表有读数），则说明该换向片所连接的绕组元件未接地；相反，若读数为零，则说明该换向片所连接的绕组元件接地。最后，还要判明究竟是绕组元件接地还是与之相连接的换向片接地，还应将该绕组元件的端都从换向片上取下来，再分别测试加以确定。



a) 校验灯法

b) 毫伏表法

电枢绕组接地点找出

来后，可以根据绕组元件接地的部位，采取适当的修理方法。若接地点在元件引出线与换向片连接的部位，或者在电枢铁心槽的外部槽口处，则只需在接地部位的导线与铁心之间重新进行绝缘处理就可以了。若接地点在铁心槽内，一般需要更换电枢绕组。如果只有一个绕组元件在铁心槽内发生接地，而且电动机又急需使用时，可采用应急处理方法，即将该元件所连接的两换向片之间用短接线将该接地元件短接，此时电动机仍可继续使用，但是电流及火花将会有所加大。

电枢绕组短路故障

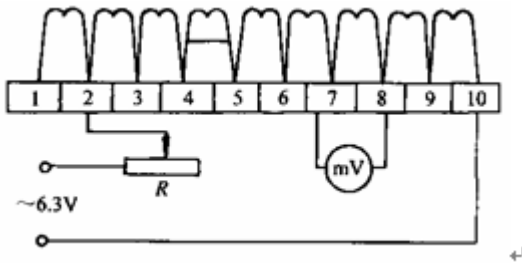
若电枢绕组严重短路，会将电动机烧坏。若只有个别线圈发生短路时，电动机仍能运转，只是使换向器表面火花变大，电枢绕组发热严重，若及时发现并加以排除，则最终也将导致电动机烧毁。因此，当电枢绕组出现短路故障时，就必须及时予以排除。

电枢绕组短路故障主要发生在同槽绕组元件的匝间短路及上下层绕组元件之间的短路，查找短路的常用方法有：

①短路测试器法与前面查找三相异步电动机定子绕组匝间短路的方法一样，将短路测试器接通交流电源后，置于电枢铁心的某一槽上，将断锯条在其他各槽口上面平行移动，当出现较大幅度的振动时，则该槽内的绕组元件存在短路故障。

②毫伏表法如图所示，将 6.3V 交流电压（用直流电压也可以）加在相隔 $K/2$ 或 $K/4$ 两换向片上，用毫伏表的两支表笔依次接触到换向器的相邻两换向片上，检测换向器的片间电压。在检测过程中，若发现毫伏表的读数突然变小，例如，图中 4 与 5 两换向片间的测试读数突然变小，则说明与该两换向片相连的电枢绕组元件有匝间短路。若在检测过程中，各换向片间电压相等，则说明没有短路故障。

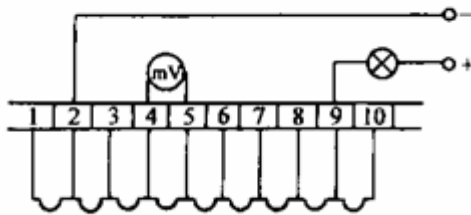
电枢绕组短路故障可按不同情况分别加以处理，若绕组只有个别地方短路，且短路点较为明显，则可将短路导线拆开后可在其间垫入绝缘材料并涂以绝缘漆，待烘干后即可使用。若短路点难以找到，而电动机又急需使用时，则可用前面所述的短接法将短路元件所连接的两换向片短接即可。如短路故障较严重，则需局部或全部更换电枢绕组。



电枢绕组断路故障

这也是直流电动机常见故障之一。实践经验表明，电枢绕组断路点一般发生在绕组元件引出线与换向片的焊接处。造成的原因有：一是焊接质量不好，二是电动机过载、电流过大造成脱焊。这种断路点一般较容易发现，只要仔细观察换向器升高片处的焊点情况，再用螺钉旋具或镊子拨动各焊接点，即可发现。

若断路点发生在电枢铁心槽内部，或者不易发现的部位，则可用图所示的方法来判定。将 6~12V 的直流电源连接到换向器上相距 $K/2$ 或 $K/4$ 的两换向片上，用笔伏表测量各相邻两换向片间的电压，并逐步依次进行测量。有断路的绕组所连接的两换向片（如图中的 4、5 两换向片）被毫伏表跨接时，有读数指示，而且指针发生剧烈跳动。若毫伏表跨接在完好的绕组所连接的两换向片上时，指针将无读数指示。



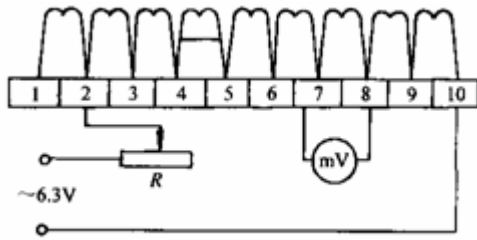
电枢绕组断路点若发生在绕组元件与

换向片的焊接处，只要重新焊接好即可使用。若断路点不在槽内，则可以先焊接短线，再进行绝缘处理即可。如果断路点发生在铁心槽内，且断路点只有一处，则将该绕组元件所连接的两换向片短接后，也可继续使用；若断路点较多，则必须更换电枢绕组。

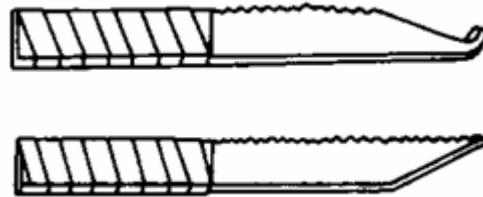
换向器故障的检修

片间短路故障

按下图所示方法进行检测，如判定为换向器片间短路时，可先仔细观察发生短路的换向片表面的具体状况，一般均是由于电刷炭粉在槽口将换向片短路或是由于火花烧灼所致。



可用图所示的拉槽工具刮去造成片间短路的金属屑末及电刷粉末即可。若用上述方法仍不能消除片间短路，即可确定短路发生在换



向器内部，一般需要更换新的换向器。

换

向器接地故障

接地故障一般发生在前端的云母环上，该环有一部分裸露在外面，由于灰尘、油污和其他杂物的堆积，很容易造成接地故障。当接地故障发生时，这部分的云母环大都已烧损，而且查找起来也比较容易。修理时，一般只要把击穿烧坏处的污物清除干净，并用虫胶漆和云母材料填补烧坏之处，再用可塑云母板覆盖1~2层即可。

云母片凸出

由于换向器上换向片的磨损比云母片要快，因此直流电动机使用较长一段时间后，有可能出现云母片凸起。在对其进行修理时，可用拉槽工具，把凸出的云母片刮削到比换向片约低1mm即可。

电刷中性线位置的确定及电刷的研磨

确定电刷中性线的位置

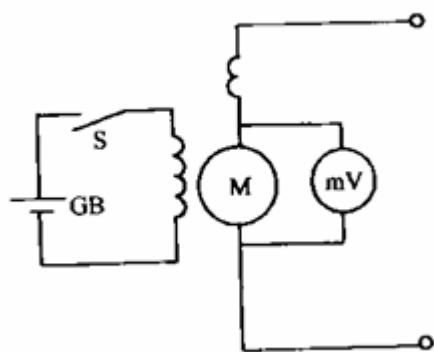
直流电机整流子上的电刷要至少短接2片以上换向片，使与这几片换向片相连的电枢绕组短路。从直流电机的原理上可以知道，如果电刷在磁极的中性位置，不会感应出电动势，这个时候被短路的绕组就不会有电流，也就没有火花产生。如果偏离了磁极中性线，转子磁场不在与磁极产生的磁场垂直，而是偏移了一个角度（锐角或钝角），合成磁场也就发生偏移，被短路的绕组就要切割磁力线，感应出电动势，形成短路电流，就会在电刷下产生火花。所以在电刷的位置要调整到磁极中性位置。一般调整电刷到中性位置的方法有以下几种：

- 1) 电动机正反转法。就是在直流电动机在空载情况下，让它正转和反转，保持正转、反转时电枢电压和励磁电压不变，分别测量正反转的转速，如果在相同条件下转速相同，说明电刷是在中性线上，如果转速不相同，这是就要稍向逆时针或顺时针方向移动电刷位置，再次试转，直到正反转的转速相同，才算调整好。
- 2) 发电机最大电压法。让直流电机在发电状态下运行，保持原动机的转速和直流电机励磁电流不变，测量电刷的输出电压，这时稍稍顺、逆调整电刷的位置，当电枢电压显示做大时，此时电刷就是位于中性线。
- 3) 感应法。直流电机不需要通电运转，在正负极刷架上接好直流毫伏表（最好是零点指在中间的），在励磁绕组上供给一个低压的直流电源或干电池，用开关控制或手持导线；瞬

时闭合励磁绕组上的直流电源，同时观察直流毫伏表指针的摆动，如果摆动很大，说明电刷的位置没有在中性位置，这时顺、逆调整电刷的位置，重复刚才闭合直流电源的动作，还是观察直流毫伏表的摆动，如果摆动很小或就在 0 位置不动，说明是在中性线上了。

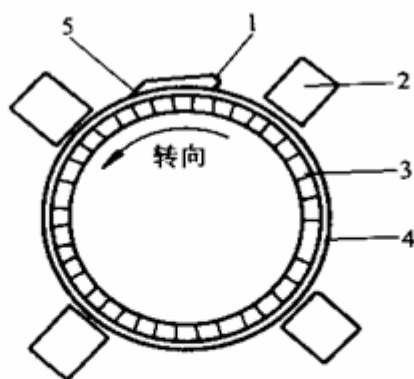
直流电机中性位置的调整一般为以上三种，可以根据条件选择测试方法。在这里还要明确一点，在直流电机中性位置上有几何中性线和物理中性线之分，几何中性线是理想状态下的中性位置，但在电机带负载后，由于电枢电流的影响，会造成合成磁场发生偏移，也就是说几何中性线和实际的中性位置（物理中性线）要偏离一个角度，真正需要的中性位置是物理中性线。

常用的是感应法，如图所示，励磁绕组通过开关接到 1.5~3V 的直流电源上，毫伏表连接到相邻两组电刷上（电刷与换向器的接触一定要良好）。当断开或闭合开关时（即交替接通和断开励磁绕组的电流），毫伏表的指针会左右摆动，这时将电刷架顺电动机转向或逆电动机转向缓慢移动，直到毫伏表指针几乎不动为止，此时刷架的位置就是中性线所在的位置。



电刷的研磨

电刷与换向器表面接触面积的大小将直接影响到电刷下火花的等级，对新更换的电刷必须进行研磨，以保证其接触面积在 80% 以上。研磨电刷的接触面时，一般采用 0 号砂布，砂布的宽度等于换向器的长度，砂布应能将整个换向器表面包住，再用橡皮胶布或胶带将砂布固定在换向器上，如图所示，将待研磨的电刷放入刷握内，然后按电动机旋转的方向转动电枢，即可进行研磨。



1—胶带 2—电刷 3—换向器 4—砂布 5—砂布末端

直流电机冒火现象及

处理方法

火花等级	电刷下火花程度	换向器及电刷的状态	允许运行方式
L	无火花	换向器上没有黑痕；电刷上没有灼痕	允许长期连续运竹
1 1/4	电刷边缘仅小部分有微弱的点状火花或有非放电性的红色小火花		
1 1/2	电刷边缘大部分或全部有轻微的火花	换向器上有黑痕出现，用汽油可以擦除；在电刷上有轻微灼痕	
2	电刷边缘大部分或全部有较强烈的火花	换向器上有黑痕出现，用汽油不能擦除；电刷上有灼痕。短时出现这一级火花，换向器上不出现灼痕，电刷不致烧焦或损坏	仅在短时过载或有冲击负载时允许出现
3	电刷的整个边缘有强烈的火花，即环火，同时有大火花飞出	换向器上有黑痕且相当严重；用汽油不能擦除；电刷上有灼痕。如在这一级火花短时运行，则换向器上将出现灼痕，电刷将被烧焦或损坏	仅在直接起动或逆转的瞬间允许出现，但不得损坏换向器及电刷

冒火的原因：

总

- 1.电磁原因---换向元件内的电抗电势和换向电势的合成不等于零，使元件内的电磁能以火花的形式释放
- 2.机械原因---换向器工作面的状态不良，主要表现为：换向器凸片和变形、电枢平衡不好、运行时振动、片间云母凸出、电刷材质压力不合适、电刷刷握间隙不合适、电刷刷握工作不良等
- 3.电机负载和周围环境---电机过载、冲击性负载、电流变化率过高、湿度太低、有害气体、含尘量过高将造成氧化膜平衡破坏，无法保持正常的滑动接触而产生火花。

分

- 1、碳刷过短或者弹簧压力不够，酌情更换。
- 2、碳刷与电机接触面不好，可以用砂纸重新研磨接触面，同时建议参考其他碳刷磨损情况研磨。
- 3、电机中性面偏差，这种情况不常见，如果有这样的问题，可以重新矫正中性面。
- 4、换碳刷的时候，先标记一下中性面 也就是固定碳刷架跟定子之间位置可以划一个线。另外新换的碳刷应该研磨一下保证与电机接触良好。
- 5、负载过大，电源不稳定，可以根据实际情况进行调整。
- 6、匝间短路，进行调整。
- 7、也有可能是补偿绕组的不对称造成。

绝缘等级

目前国内常用的绝缘等级为 B、F、H 级，耐热温度分别为 130℃、155℃、180℃，当电机长期处于最高允许温度之下时绝缘材料一般有 15-20 年寿命。