[电动机]

污水处理厂三相异步电动机常见故障和维修

文/无锡市水务集团有限公司城北污水处理厂　吴一帆

三相异步电动机是污水处理厂常见的设备，针对故障进行维修是机电维修人员的必备技能。结合笔者所学知识和历次维修实践总结了三相异步电动机常见故障，分析了造成故障的原因，并且介绍了检查排除故障的一些方法，以提高维修效率。

维修三相异步电动机是污水处理厂机电维修人员的一项基本技能。由于污水处理厂环境比较复杂，三相异步电动机经常受到进水、短路、老化、各种化学药品腐蚀以及误操作等影响，会引起多种多样的故障。虽然一般来说普通机电维修人员只要找出损坏的位置，通过更换零件使电动机恢复正常运行即可，但对于一些人特别是新入职的维修人员来说，如果没有明确的接线图，维修会有一定困难，有时会无从下手。同时，操作不慎也可能造成电动机二次损坏，甚至引起触电事故。笔者对电动机无法转动的原因进行分析，并归纳各种排除故障的方法，以提高维修效率。

常见故障

1. 原理和系统结构

三相异步电动机是根据电磁感应原理发明的一种设备。它一般分定子与转子两部分，当电动机的三相定子绕组（各相差120°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，从而在电动机转轴上形成电磁转矩，驱动电动机旋转，并且电动机旋转方向与旋转磁场方向相同。相较于同样大小的单相电动机，三相异步电动机一般具有功率大的优势，所以在污水处理厂几乎处处可见。

在污水处理厂中，三相异步电动机一般用作水泵，也有用作其他设备的动力部分，比如污泥脱水机、隔栅和螺杆等。在用作水泵时，若功率较小且临时架设，用完后就拆除，只需将其简单接入电路即可,不需要再安装继电控制回路。在其他情况下，对于三相异步电动机电路，一般从电学意义上来说，分主回路与控制回路两部分。主回路就是电动机本身运行的回路，控制回路一般有两种形式。普通的控制回路一般有按钮开关、紧急停止按钮、接触器控制触头、指示灯、接触器线圈、时间继电器、中间继电器和热继电器等，有时还带有故障判断回路，比如漏油指示电路。随着科技的发展，出现了一些精密设备，比如变频器（VFD）与可编程逻辑控制器（PLC），给控制回路带来了新的更精密的控制方法。这些新的精密设备为了精确控制交流输出，有时还有直流

控制电路，并用电位器控制这个电路，或另有接触屏进行控制。从空间分布来说，供手动操作的起动停止按钮、电位器和供查看运行情况的电压/电流表等元件和供维修或发生严重故障时用来断电的紧急停止按钮，以及VFD、PLC控制用的接触屏、电位器等，分布在电动机控制柜或电箱外壳上，其他接触器、继电器、变频器和PLC等在控制柜里，从控制柜到电动机本体需要连接端子排。

2．常见故障及原因分析

对于不需要控制回路控制的电动机，比如临时架设的潜水泵等，常见的损坏有两种情况：一种是由于吸到杂物，造成过载，继而导致过热、烧坏线圈，引起短路或相线接地；还有一种是搬运时不注意，拉拽电缆线力量过大，造成的各种电缆损坏，引起短路、漏电或纤芯断裂。

对于由电箱或控制柜控制的电动机，造成故障的人为因素主要有两个：一是垫片、弹簧垫片或螺母在安装时遗漏，卡在接线桩头之间，引起短路；二是安装时，触头没有拧紧，造成接触器触头或端子排等产生电火花，最终烧坏电路或造成电动机输入的三相电缺相。

排除人为原因，对控制柜或电箱外壳上的设备来说，老化、风化和锈蚀等是常见故障原因，它们会造成这些设备断路、接触不良以及急停开关内的弹簧失去弹性等。对于电箱内部设备，进水、连接各元件的导线或铜排短路，由于积灰引起的接触器无法吸合，是导致其大面积损坏的原因。对于电动机本身，由于化学腐蚀引起的老化或被杂物卡住，是造成其无法转动的原因。这些故障如果存在时间过长，或出现在一些大功率电动机设备上，还会引起电路过载发热，造成绕组烧坏，引起短路或相线接地。

检查排除故障的方法

1．无控制回路的三相异步电动机

对于不需要控制回路控制的三相异步电动机，在使用之前要先检查电缆情况，并用兆欧表（即摇表）检测相线与金属外壳或者地线（PE线）间电阻，若电缆有明显的损坏点，或兆欧表检测出相线与金属外壳间电阻过小，则可证明该电动机已损坏，需返厂维修。

2．普通三相异步电动机

对于那些由控制回路来控制的三相异步电动机，首先要确定是否有误报故障的情况，比如在之前维修时按下紧急停止按钮，修复完成后未重新复位，一般也会在控制中心有故障信号，但此时三相异步电动机或控制回路并没有损坏，只需要将开关复位即可消除故障信号。

若确认没有误报，同时上一级电气装置没有损坏，即电箱输入电压正常，对于普通方式控制的电动机，则可按先机后电、先主后辅的大致顺序来排查各个设备的故障。首先根据先机后电，对电动机本身进行排查，尝试按下电动机起动开关，用耳朵听电动机动作情况，如电动机振动或嗡嗡发响但不转动，则可确定存在机械部分的问题。此时，将电动机风叶罩打开，尝试拨弄风叶，如无法拨动，则拆除风叶，用管钳或扳手拨动转轴，若仍无法拨动，则查看管子，清除其他杂物（针对水泵），或查看电动机转轴带动的其他机械零件是否断裂或卡住，消除由机械原因引起的堵转。

若机械部分无堵转，或堵转已排除，电动机仍无法运转，那就按照先主后辅的原则，先检查电动机主回路是否存在短路、相线接地的问题。先拉掉电闸，将电动机接线盒拆开，用测电笔或万用表检测是否正确切断电源，然后拆除各条接连线，在拆之前一定要首先记下线号或线色，或用电工胶布做好标记，以便检查后无误地将电源线接回电动机。再拆除各个接线桩头间金属导条，否则可能会由于原先电动机星形或三角形接法干扰短路检测情况。之后就可以使用绝缘电阻表进行测量。为了更好地说明测量顺序，下图所示为实际的接线盒照片，并对其中的桩头进行编号。其中PE为接地桩头，U1、V1和W1为进线桩头，U2、V2和W2为连接桩头，将接在U1、V1、W1与PE之间，如检测出任何接近0，则说明有相线接地情况，电动机已烧毁，然后接在U1、V1和W1两两之间，如检测出任何接近0，说明电动机存在短路情况，最后将接在U1、V1和W1与U2、V2、W2左右两边，一般会大致如U1－U2，V1－V2，W1－W2循三匝线圈，一一对应检测出三组接近0的数据。若不是这种情况，则线圈有问题，需要更换。

若电动机本身没有损坏，将接在进线任意两个接头上和进线与地线间，如测出接近0，则进线已烧毁，需要更换，或控制柜其他地方有短路，需要一一排除。在某些情况下，如果测出穿线管仅有一根导线异常，同时该电动机需要急用的

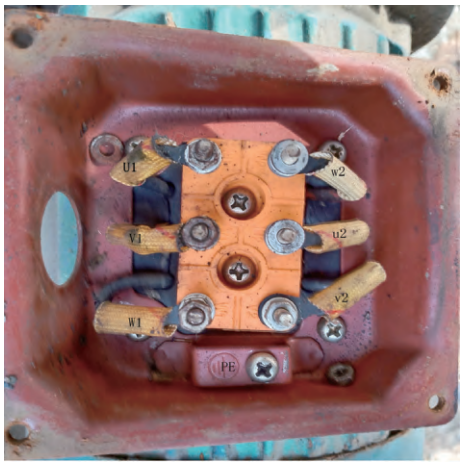

图　接线盒参考

话，有的修理工可能不规范地将损坏相线与原先接地线进行互换，用原有接地线临时替代损坏相线功能，以减少电动机停用时间。此时接地的可靠性得不到保证，甚至可能给电动机使用者带来危险，千万不能这么做。

在检测完电动机本身与进线后，如果没有故障，则将连线重新接好，注意如果电动机本身没有短路损坏，则在接线前需要清理桩头上的垫片、弹簧垫片或螺母等杂物，否则可能因其没装上桩头，反而卡在桩头或导线之间造成短路，引起电动机二次损坏。然后转到控制柜或电箱，首先检查各个电器元件外观是否正常，如有明显老化、烧毁或进水的，则先进行更换，再检测各个熔断器，看是否有损坏，如有则进行更换。之后按下起动开关，看电动机是否可以点动，若可以，则是负责自锁的接触器坏了，需更换；若不可点动，再用螺丝旋具按下主回路接触器，看电动机是否可以转动，若可以起动，并能保持旋转，那再检查开关本身和接触器线圈，具体找到坏点进行更换。若起动瞬间热继电器迅速切断电源，则有可能是热继电器本身坏了或是缺相，那就检查各接线端子排是否有松动，若有则一一拧紧。若长时间无法拧紧，则说明接线端子排螺丝已经损坏，需更换；若仍无法排除，则检查热继电器本身。注意若要更换热继电器，更换后要重起电动机，要将热继电器拨码拨回原来的档位，否则可能无法起动，甚至造成更多问题。

检查完热继电器，还应该检查时间继电器。首先检查旋钮，查看是否松脱，如果松脱，则继电器内部弹簧已经损坏。若弹簧正常，然后再将继电器拆下，拨动旋钮到一定时间，检查延时接通和延时断开触头是否处于断开和接通状态，否则该继电器已失效。这两种情况均需要更换时间继电器。

如果检查完各接触器、继电器和端子牌无故障，电动机仍无法起动，则还应该检查故障回路，有时由于故障回路元件损坏，会产生错误的故障信号也会锁死接触器或继电器，造成电动机无法起动。

3．VFD或PLC控制的三相异步电动机

对于VFD或PLC控制的电动机，由于变频器（VFD）与可编程逻辑控制器（PLC）种类较多，操作方式各不一样，故障时显示的故障代码也有区别。所以普通维修工如果没有针对性地学过具体变频器（VFD）或可编程逻辑控制器（PLC）控制方法，仅能从外表上察看是否损坏，对大部分故障需要核对故障代码，还须查看说明书和网络，甚至需要联合生产厂家专业人员重新进行调试才能解决。所以对于这些精密器件，具体的维修方法非常专业，这里仅作简要探讨。一般而言，如果有电流输入，且VFD或PLC本身没有严重损坏的情况下，VFD或PLC能启动，并能通过指示灯或显示屏显示相应的错误，可以通过网络或手册查阅错误的原因。如果问题不是出在VFD或PLC硬件或控制程序的话，则尝试拆除报错的信号线或输出线，看是否依然报错。如果能消除错误，则与修普通电动机类似，循线排除各零件故障。注意如果错误与电动机本身短路或相线接地有关，此时也需要用摇表确定具体故障位置，然而与普通电动机不同的是，在测量前，除了断开进线与三相异步电动机连接的一头外，务必要将其连接VFD或PLC的另一头也断开，否则因为摇表中有一个小发电机，摇的过程中会反送电，可能烧毁VFD或PLC。

结束语

本文总结了笔者入职以来遇到的各种故障和历次排查故障进行维修所用的方法，对于新入职的机电维修人员而言，掌握这些可以排除大部分故障，但如果遇到一些罕见的未提到的故障，切忌惊慌，可以通过查阅接线图或与经验丰富的老师傅讨论后再维修。机电维修人员务必注意，在大部分维修开始前需要断电，否则很可能引起触电事故或造成电动机二次损害。EA

（收稿日期：2019.11.24）
（编辑：朱金凤）