

泵站电气设备故障排查方法探析

孙浩晖¹, 阚永庚², 孙明权²

(1. 华北水利水电大学电气工程学院, 河南 郑州 450046; 2. 江苏省江都水利工程管理处, 江苏 扬州 225200)

摘要:大中型泵站电气设备结构复杂,种类繁多,其运行的稳定性直接关系到整个泵站的安全与可靠。电气回路故障排查方法是基于泵站电气设备运行管理过程中,现场实际发生故障处理经验的总结,具有很强的针对性和可操作性,对电气设备的管理维护,处理泵站突发故障,特别是管理人员的管理水平及应急处理能力的提高有实践意义。

关键词:水利泵站; 电气设备; 故障分析

中图分类号:TV213.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2020)08-0063-04

Analysis on fault detection methods of electrical equipment in pumping stations

SUN Haohui¹, KAN Yonggeng², SUN Mingquan²

(1. School of Electrical Engineering, North China University of Water Resources and Hydropower, Zhengzhou 450046, China; 2. Jiangdu Water Conservancy Project Management Office, Yangzhou 225200, China)

Abstract: The electrical equipment of large and medium – sized pumping stations has a complex structure and a wide variety of types, and the stability of its operation is directly related to the safety and reliability of the whole pumping station. The fault detection method of the electrical circuit was based on the summary of the experience of dealing with the actual faults in the operation and management of the electrical equipment in the pumping station, which had very strong pertinence and maneuverability, and was of practical significance to the management and maintenance of electrical equipment, deal with sudden failure of pump station, especially improve the management level of management personnel and emergency handling ability.

Key words: water pump station; electrical equipment; failure analysis

泵站电气设备故障具有复杂性、隐蔽性等特点,排除电气设备故障不仅需要较高的专业知识,还具备正确的分析方示。电气设备所处的状态可以简单划分为工作状态和不工作状态,或运行状态和停止状态。查找电气故障应根据设备的不同状态进行分析,对设备的状态划分得越细,对查找电气故障越有利。对于一种设备或一种装置,其中的部件和零件可能处于不同的运行状态,查找其中的电气故障必须将各种运行状态区别清楚,根据不

同元器件的工作状态或同一种元器件在不同位置的状态进行分析比较。本文主要从宏观和测量这两个方面对故障排查进行分析,宏观分析法需要有丰富的实践经验,两种方法可单独使用,也可结合使用。

1 电气回路故障宏观分析法

宏观分析法主要是对电气故障设备进行总体分析,查看故障设备,通过比较分析,确定故障元器

收稿日期:2020-05-29

作者简介:孙浩晖(1999—),男,本科,研究方向为电气工程。E-mail: 120832715@qq.com

件或故障部位。

1.1 对比法

对比法一般为两个相同的电路或电气元件,通过故障电路和非故障电路的比较,可以精确查找故障位置。

如果电路中有 2 个或 2 个以上的相同部分,可对其工作情况作对比。因为同时发生相同故障的可能性较小,因此通过比较,可以方便测出各种情况下的参数差异,通过合理分析,可以方便地确定故障范围和故障情况。例如,根据相同元件的发热情况、振动情况、电流、电压、电阻及其它数据,可以确定该元件是否过负荷、电磁部分是否损坏、线圈绕组是否有匝间短路、电源部分是否正常等。使用这一方法时应特别注意,两电路部分工作状态必须完全相同时才能互相参照,否则不能比较,至少是不能完全比较。

1.2 交换法

当有 2 台或 2 台以上的电气控制系统时,可把系统分为几个部分,将各系统的部件进行交换。当换到某部分时,电路恢复正常工作,而将故障换到其他设备上时,其他设备出现了相同的故障,说明故障就在该部分。当只有 1 台设备时,而控制电路内部又存在相同元件时,可以利用元件替换法查找故障。

对于值得怀疑的元件,可采用替换的方法进行验证。如果故障依旧,说明故障点怀疑不准,可能该元件没有问题。但如果故障排除,则与该元件相关的电路部分存在故障,应加以确认。

1.3 单元分割法

一个复杂的电路总是由若干个回路组成的,泵站电气设备二次回路按功能分有控制回路、信号回路、保护回路、监测回路,遥控、遥讯等,并且每个回路还有许多条支回路,查找电气故障时,可以将这些单元分割开来,然后根据故障现象,将故障范围限制于其中一个单元或几个单元。电路复杂,范围很广。因此,首先要从故障现象分析故障与哪个回路有关,先确定故障在哪个回路。回路确定后,再分析故障可能在哪个支回路,然后逐项检查该支回路中的有关的电气元件,此时,可以利用元件交换法等进一步缩小故障范围,准确查出故障位置^[1]。

2 电气回路故障测量分析法

测量分析法主要是对电气回路进行测量,根据开关状态的变化或测量仪表的读数判断故障范围,

主要有短接法和测量电压法。

2.1 短接法

短接法可分为直接短接法和间接短接法。检查测量时,不能越过降压元器件进行直接短接或多支路互为短接,否则会产生短路故障或电路动作紊乱。在用短接法排除电气回路或电气设备故障时,一定要将主回路的电源断开,以免引起主设备误启动,造成其他后果。

2.1.1 直接短接法

用一根绝缘良好的导线,或单极开关、试验按钮,把所怀疑的开路触点或某段线路直接短接,如在短接过程中控制电路被接通,则说明被短接的元件或线路段有开路故障。特别要指出的是,用该方法时,最好用带熔断器的刀闸来短接,并且只能短路电路中没有电压降的元件,否则会发生短路事故。

2.1.2 间接短接法

(1)使用万用表的欧姆挡,不能使用兆欧表。因为兆欧表显示电阻的单位是 $M\Omega$ 级,只适宜测量大电阻和电气设备的绝缘电阻,不宜测量是否通路的小电阻。采用该方法测量时必须断开回路或设备电源,否则将损坏检测表计。

用万用表的欧姆挡分段测量线路或元件的正常阻值,当发现某电气元件不通或阻值与正常值相差较大时,则此元件可能就是故障元件,应仔细检查,如损坏需及时更换。使用导通法时,必须注意被测元件有无旁路,否则会造成误判断,如有旁路,必须将旁路拆开。

(2)利用小功率灯泡,灯泡的电压等级要与故障电路的电压等级相符(一般为 220 V、功率不大于 15 W),做成检测灯,用此检测灯两端引线分别跨接怀疑的常开按钮、接点、触点等。可将检测灯的一端固定在 N 端的熔断器下方,另一端分别从 N 端向 L 端分段检测按钮、接点、触点等,用灯泡法检测交流电动机控制回路故障如图 1 所示。当检测按钮、接点、触点的一端检测灯不亮,而检测到另一端灯亮时,则证明可能此按钮、接点、触点有开路故障。

严禁利用灯泡法检测保护和控制回路故障,因为灯泡的阻值较小,当利用灯泡法检测保护和控制回路故障时,可能会造成断路器误动作。

用灯泡法检测控制回路示意图(图 2)中,当利用灯泡检测 A 点与 B 点的电压时,由于灯泡的阻值大大低于 KCO 的阻值,大部分电压会降落在 KCO 上;这时,KCO 将会动作于跳闸;如果检测 A 点与 C

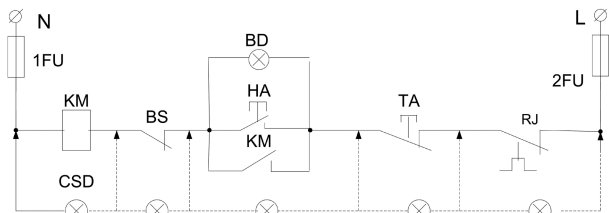


图1 用灯泡法检测交流电动机控制回路故障

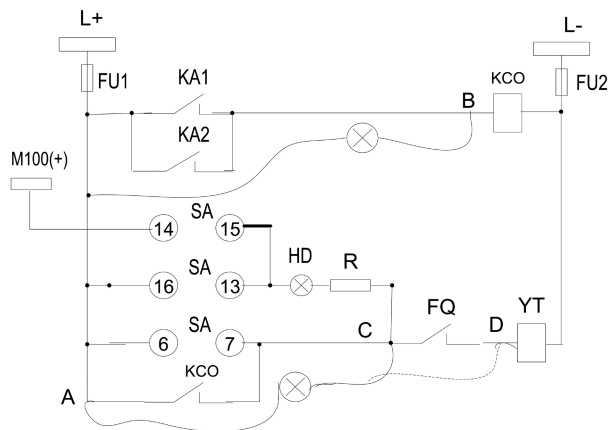


图2 用灯泡法检测控制回路示意图

点或A点与D点的电压时,可能会造成跳闸线圈YT动作,这是不允许的。

2.2 测量电压法

用万用表交流、直流挡或交直流电压表测量电源电压或设备上的电压。若发现所测处的电压与实际值或正常值不符,则可能是故障可疑处。电路在工作时,不同点之间的电压也不同,如果在电压不同的两点之间接入一个电阻固定的支路时,支路中就会有电流通过,通过并接在支路中的电压表的读数,可读出此时的电压值。测量时,由于电压表并联于电路中,因此其内阻的大小是电压表的一个重要参数。内阻越大对电路的影响就越小,测量误差也就越小。一般先测电源电压,然后测支路电压,如果两点之间的电压不为0,则可以肯定两点之间接触不良或有一定的阻值。如:接触器线圈两端电压为电源电压而接触器不动作,则线圈回路不通。测量电压法又分为:电压降法和对地电位法。

2.2.1 电压降法

采用电压降法时,应在回路带电的情况下测量。用万用表的电压挡或电压表(选用万用表或电压表时,应注意表的内阻应大于 $2\,000\,\Omega/V$)。具体测量方法是将用万用表的表笔一端固定在回路的负电源(或正电源端)上,另一端分别从回路的正电源(或负电源)一侧往回路的负电源(或正电源)端

测量电压。

当发现该回路或设备上电压表指示值过小或无指示时(与设备或回路在正常时的电压不相符),则表明该回路或设备有开路故障,或者该回路或该设备存在低阻短路故障。总之,故障可能在此回路或此元件,应对其进行重点检查^[2]。

2.2.2 对地电位法

电路在不同的状态下,电路中各点具有不同的电位分布,因此,可以通过测量并分析电路中某点的电位情况,来确定电路故障的类型和部位。

采用对地电位法时,应在回路带电情况下测量。在测量各点电位时,可将电压表的一端接地(或控制、保护屏的金属外壳)电压表的另一端测量回路中的各点;如果被测点为正极性,则应将电压表的“+”端触及该点,而电压表的“-”端接地。如对地电位法检查故障示意图(图3)所示:在01或02处若测得的电压值为110V(既回路额定电压的1/2),则证明正负电源是正常的;然后分别测量07、09、33、37对地电压。当发现某点上电压表指示值过小或无指示时(与设备或回路在正常时的电压不相符),则表明故障可能在此回路或此元件,应重点检查。

对地电位法要注意该回路中电压降的极性分界,回路中电压降的极性分界是以该回路中最大的降压元件为分界的。如图3中该回路中最大的降压元件为YT, YT左侧39、37、09、07、01均为正极性,右侧02为负极性。

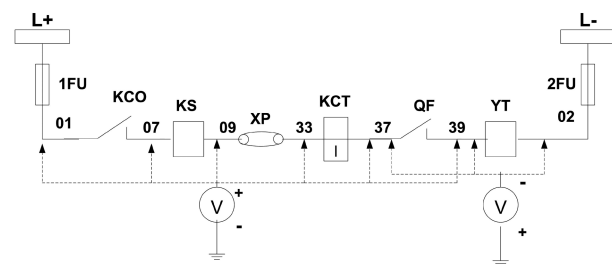


图3 对地电位法检查故障示意图

在图3中电压表读数之所以会指示回路额定电压的1/2值,是因为一般在直流系统中,安装有绝缘监察装置,其原理如图4所示。

在直流系统绝缘监察示意图(图4)中,直流绝缘监察继电器KVI线圈的公共端接地。因为,绝缘监察继电器KVI线圈的电阻远远小于电压表的内阻,所以在测量01或02处时电压值为110V(即回路额定电压的1/2),只是在测量负对地电压时,地电位为正;测量正对地电压时,地电位为负^[3]。

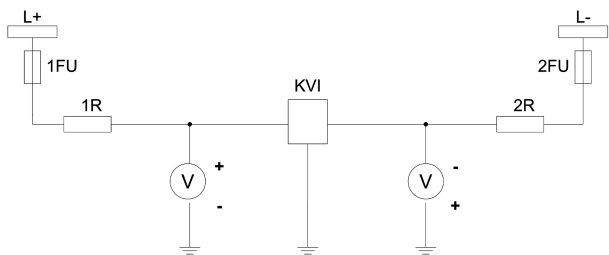


图4 直流系统绝缘监察示意图

3 电气回路排查注意事项

在排查电气设备故障时,除遵守电业工作安全规程以外,还应该注意以下几点:

(1)至少有2人参加,由1人负责监护;工作人员必须明确工作目的和工作方法,熟悉二次回路,按照符合实际接线的图纸进行工作。

(2)必须停用保护时,停用时间要尽可能短,并经调度部门同意,雷雨或恶劣天气不得退出保护。

(3)进行保护整组试验时,应事先查明是否与运行断路器有联带关系,如一组保护跳多台断路器时,应先切除跳其他设备的压板后才允许进行试验。

(4)测量二次回路的电压时,必须使用高内阻的电压表。如果使用万用表测量电压,则万用表电压挡的内阻不得小于2 000 Ω 。禁止使用灯泡、低阻线圈等代替电压表测量二次回路电压,以免在测量过程中引起回路参数改变,造成装置误跳或误合酿成事故。

(5)如果在运行中的电源回路上测量电流,须事先核实电流表及其引线是否良好,严防在测量过程中切换电流档位,以防电流回路开路造成人身或设备事故。测量电流的工作应在电流端子上进行,不允许用缠绕的方法引线,工作时应站在绝缘垫上。

(6)工作使用的工具应大小适中,绝缘符合要求,并使金属外露部分尽可能少,以防发生短路。

(7)工作中拆动的螺丝、二次线、压板等,应先核对图纸并做好记录或在设备上标上名显的标记,工作完后应按顺序及时恢复,并进行详细的全面检查。

(8)换元器件一定要和原元件型号、规格、性能相符。特别要提醒的是在更换微机保护插件板时,不但要注意插件的型号、规格、性能相符,还要检查新插件与原插件内存的数据和软压板的I/O是否相符,否则也会造成保护装置误动作。

(9)在泵站电气设备的二次回路上工作结束后,应将处理的内容、更改的接线、调整后的保护数据详细记录在继电保护记录簿上,以便有据可查^[4]。

4 结 语

随着工农业经济的发展和环境治理的需要,尤其是近年来极端天气的增多,对水源的调度要求越来越高,泵站发挥的作用越来越大,特别是在2019年苏北地区60年一遇的大旱中,江都站连续运行235 d,抽水70多亿 m^3 ,有效缓解了苏北地区的旱情。如果没有完善的电气系统和经验丰富的管理保障队伍,是难以实现的。

泵站电气设备故障排查方法很多,不同的电气技术人员因其习惯不同,处理问题的方式也不尽相同,但无论采用什么方式,都离不开对电路的宏观分析和回路测量检查。随着电气设备模块化程度越来越高,对比法和交换法在元器件故障排查中更加实用,如果是回路接线问题,则需要通过测量来排查。电气设备的运行管理对专业知识的要求高,特别是设备故障的排查更需要对设备性能熟悉、电气原理的理解和实践经验的积累。

参考文献:

- [1] 徐斌,徐文奕,殷允涛.南水北调刘老涧二站反向发电实践[J].江苏水利,2019,264(4):59-62.
- [2] 雷云琴,羊剑梅.断路器操动机构的缺陷分析及处理[J].电世界,2013,54(11):32-33.
- [3] 陈家斌.常用电气设备故障排除实例[M].郑州:河南科学技术出版社,2001.
- [4] 贺学让.泵站电气二次回路安装及检修[J].陕西水利,2001(增刊1):70-72.