

# 8750-65 吊斗铲提升、回拉电动机励磁故障诊断

李白羽

(国能准能集团设备维修中心吊斗铲维修车间 内蒙古 鄂尔多斯 010300)

**摘要:** 吊斗铲是由比塞洛斯国际公司生产的世界一流矿山挖掘设备,它采用了无齿轮传动和迈步式行走。设备的总重量大约为 500 吨,大臂长度为 109.7 米,工作半径大约 110 米,挖掘深度和卸料高度分别是 71 米和 45 米。在这庞大的设备上也拥有先进的电气技术,电动机驱动采用了西门子的变频技术。针对 8750-65 吊斗铲的变频系统中的提升、回拉电动机励磁的常见故障,本文从其工作原理入手,阐述了其常见故障的诊断及排除方法。

**关键词:** 8750-65 吊斗铲; 同步电动机励磁; 故障诊断

## 1 提升、回拉电动机励磁工作简介

8750-65 吊斗铲提升、回拉电动机是两台同步电动机,同步电动机的运行可以理解为由定子电流产生的旋转磁场和转子磁极间的吸力所致, N、S 表示交变电流在定子绕组中所产生的旋转磁场,当转子以同步的速率转动时,这些定子旋转磁场的磁极和转子上异性磁极 N、S 间的吸力,使转子被拖着保持同步的转速。

吊斗铲的提升、回拉电动机的励磁由在转子绕组通入直流电流所产生与定子绕组相同极数的固定极性磁极组成,吊斗铲提升、回拉电动机是三相 36 极的同步电动机。由于同步电动机是双边励磁机,通过调节励磁电流来调节同步电动机的无功电流和功率因数,从而提高电网的功率因数。同步电动机工作过程正常励磁电流  $I_f$ ,对应的感应电势为  $E_0$ ,电枢相电流  $I_1$  和定子相电压  $U_1$  同相位,电动机的功率因数  $\cos \phi = 1$ ,无功功率为零,说明电动机只消耗有功功率,不消耗无功功率,电动机对电网呈纯电阻性<sup>[1]</sup>。

吊斗铲的提升、回拉励磁回路采用 IGBT 直流斩波技术,它是一个直流变直流的斩波电路。励磁主回路是将直流母线 1800VDC 的电压通过对斩波 IGBT 控制,变换成提升、回拉同步电动机励磁绕组所需要的电压等级。斩波 IGBT 控制回路是通过 SIBAS 输出 24VDC 电压信号控制 IGBT 的触发电路。

当励磁主回路出现严重故障或励磁直流电压达到 820VDC 时,励磁 CROWBAR 电路动作,释放励磁回路能量。

## 2 提升、回拉电动机励磁控制原理

提升、回拉电动机励磁通过 PLC 系统和 SIBAS 系

统共同控制,设备运行时 SIBAS 系统和 PLC 系统进行实时通信互相制约,当某一系统出现故障时,立即引发另一系统停机,保证设备的安全性。

### 2.1 SIBAS 系统方面控制

- (1) 系统无严重故障,主要包含设备 SIBAS 机架和 IGBT 主回路方面的控制。
- (2) 直流母线电压达到 1800VDC。
- (3) 设备正常停机和紧急停机信号正常。
- (4) 外部 AFE 没有故障。
- (5) IGBT24VDC 控制电压正常。
- (6) 励磁 CROWBAR 无动作信号。
- (7) 来自 PLC 励磁命令信号正常。

### 2.2 PLC 系统方面控制

- (1) 电动机散热风机无故障。
- (2) 运行中高速开关无故障。
- (3) 电动机未超出运行限值。
- (4) 电动机绕组温度在设定范围内。
- (5) 电动机进气口温度和出气口温度在设定范围内。
- (6) 电动机定子与转子间气隙正常。
- (7) 电动机制动器具备打开条件。

## 3 提升、回拉电动机提升励磁常见故障及分析诊断

### 3.1 系统严重故障

**故障现象:** 设备正常启动后,按下励磁按钮时设备会产生立即停机。

**故障诊断:** 吊斗铲提升励磁和回拉励磁主回路中任一回路发生故障, SIBAS 机架会产生严重故障。设备在打开励磁时发生立即停机,首先应该确认的是提升励磁回路故障,还是回拉励磁回路故障。可根据 PLC 程序进行判断,提升励磁是在挖掘模式和行走模式中工作。而

回拉励磁只有在挖掘模式才工作，在行走模式是不工作的。根据这个条件，切换到行走模式下并打开励磁，如果设备发生立即停机，说明工作的回路有故障，也就是提升回路有故障。反之，如果设备没有发生立即停机，说明工作的回路没有故障，也就是提升回路没有故障，那么就是回拉回路的故障<sup>[2]</sup>。

确定提升或回拉电动机主回路发生的故障后，首先从外观进行检查，检查器件有无烧坏的痕迹，其次对电动机励磁绕组的绝缘情况进行测量，最后对主回路中的相关元器件进行测量。如果能明显测出是哪个元器件的故障，直接更换便可。对于不宜直接测量或不能直接测量的元器件，可以将相同功能部位的元器件进行对调来判断故障。例如，确定了提升回路有故障，判断提升 IGBT 的好坏。可将提升励磁的 IGBT 和回拉励磁的 IGBT 进行对调。对调后启动励磁，如果对调后的状态和对调前的状态不一样，说明提升励磁 IGBT 坏。如果对调后的状态和对调前的状态一样，说明提升励磁 IGBT 没坏。采用同样的方法可对其他器件进行检查。

### 3.2 设备正常停机和紧急停机信号不正常

故障现象：(1) 设备正常运行过程中，提升或回拉励磁突然丢失，产生励磁立即停机；(2) 按下励磁启动按钮，PLC 控制部分正常的情况下励磁工作无反应。

故障诊断：通过 SIBAS Monitor 监测接触器 K084 和 K086 的工作信号，K084 为正常停机信号，K086 为急停信号。正常情况 K084 的信号为“0”，如果信号为“1”，则 K084 工作不正常。正常情况 K086 的信号为“1”，如果信号为“0”，则 K086 工作不正常。

### 3.3 来自 PLC 励磁命令信号不正常

故障现象：按下励磁启动按钮，设备提升或回拉励磁无反应。

故障诊断：吊斗铲提升励磁控制回路和回拉励磁控制回路的控制功能相同，当提升励磁或回拉励磁控制回路发生故障时，哪个回路出现故障哪个励磁打不开，不会影响到另一个回路。提升控制回路和回拉控制回路的故障排除方法相同。下面以回拉控制回路为例：

通过 PLC 程序监测司机室励磁启动按钮输入信号 I97.1 和司机室励磁停止按钮输入信号 I97.3。通过按励磁启动和停止按钮观察 I97.1 和 I97.3 的信号为否正常，正常情况 I97.1 信号为“1”，I97.3 信号为“0”。

I38.2 是 DRAG DRIVE READY (回拉驱动准备)，该信号从 SIBAS 的二进制输出模板 (G051-b12) 输出。通过 Monitor 软件监测 DRAG DRIVE READY 的输出信号。正常情况 SIBAS DRAG DRIVE READY 输出的信号为“1”，PLC I38.2 的输入信号也是“1”。如果 DRAG DRIVE READY 输出的信号为“1”，I38.2 的输入信号为“0”，说明该回路的线路或 PLC 模板有故障。

如果 DRAG DRIVE READY 输出的信号为“0”，说明 SIBAS 的二进制模板 (G051-b12) 没有输出，对 G051 进行检查。

I38.6 是 HD-3 CABINET DRAG SIBAS OK (HD-3 柜回拉 SIBAS 机架 OK)。该信号从 SIBAS 的二进制输出模板 (G051-b32) 输出。通过 Monitor 软件监测 HD-3 CABINET DRAG SIBAS OK 的输出信号。正常情况 HD-3 CABINET DRAG SIBAS OK 输出的信号为“1”，I38.6 的输入信号也是“1”。如果 HD-3 CABINET DRAG SIBAS OK 输出的信号为“1”，I38.6 的输入信号为“0”，说明该回路的线路或 PLC 模板有故障。如果 HD-3 CABINET DRAG SIBAS OK 输出的信号为“0”，说明 SIBAS 的二进制模板 (G051-b32) 没有输出，对 G051 进行检查。

### 3.4 电动机散热风机故障

故障现象：按下励磁启动按钮，听到电动机散热风机运行的声音，但励磁无法启动。

故障诊断：首先判断是提升散热风机还是回拉散热风机故障，通过检查 PLC 程序风机启动信号，提升信号为 M110.0，回拉信号为 M111.1。通过检查这两个信号，如果 1#~8# 鼓风机工作全部正常，该信号为“1”。如果该信号为“0”，说明其中一台或多台鼓风机出现故障，并确定哪个风机故障，散热风机故障一般有控制故障和接地故障<sup>[3]</sup>。

控制故障首先检查 PLC 输出 110V 电压是否正常，如果没有 110V 电压可能 PLC 输出模板损坏。其次检查热继电器是否动作，如果热继电器动作，可能是电动机轴承损坏造成过载，也可能断路器或接触器触点故障造成缺相。接地故障检查电动机及线路是否接地，通过兆欧表测量绝缘电阻，使用绝缘表 500V 档位测量其阻值不小于 0.5 兆欧，如果电动机及线路绝缘电阻正常，检查电动机接地监测模块。

### 3.5 高速开关故障

故障现象：设备运行中提升励磁或回拉励磁出现立即停机，设备直流母线电压仍为 1800VDC，按下励磁启动按钮，出现立即停机的励磁回路启动无反应。

故障诊断：(1) Boost 工作不正常，高速开关无故跳闸并且 Boost 指示灯工作不正常；(2) 合闸、跳闸电源工作不正常，通过测量输出电压，输出电压为零或没有达到 110VDC；(3) 合闸线圈、跳闸单元、跳闸机构、跳闸线圈工作不正常，检查合闸线圈及合闸控制回路，检查跳闸单元 (跳闸单元控制变压器工作不正常)、跳闸机构 (跳闸机构裂、跳闸机构位置错位)、跳闸线圈 (跳闸线圈裂)。

### 3.6 电动机绕组温度、进气口温度和出气口温度故障

故障现象：设备运行中，提升励磁或回拉励磁出现

延时停机。

故障诊断：电动机绕组温度设定 -200~150℃，进气口温度设定 -30~50℃，出气口温度设定小于 68℃。如果温度传感器传回 PLC 数值为 -27368~+27368 时，说明测量温度回路短路或开路，通过万用表测量温度传感器回路，温度传感器使用的是 PT100 传感器，正常传感器在 0℃ 时阻值为 100Ω，温度传感器阻值正常，则 PLC 温度输入模拟板损坏。如果温度传感器传回 PLC 数值超出正常范围值，必须通过多个数据对比，并且使用测温枪进行手动测量，判别温度传感器是否损坏。对于真实高温，例如夏季进气温度超出 50℃，必须停机进行风机强制降温，不可进行温度保护信号短接。

### 3.7 气隙传感器故障

故障现象：设备启动后按下励磁按钮励磁打不开或运行中出现励磁立即停机。

故障诊断：正常情况气隙数值为大于 8mm，气隙数小于 8mm 大于 7mm 设备只出现报警，当气隙数值小于 7mm 则励磁出现故障。由于气隙数值引起励磁故障时，首先测量电动机定子与转子之间间隙，确保电动机定子与转子气隙大于 8mm。如果数值正常，再检查气隙传感器及变送器。一般情况气隙数值为 3mm 变送器损坏，气隙数值为 25mm 气隙传感器损坏。

### 3.8 电动机制动器具备打开条件故障

故障现象：设备启动后按下励磁按钮提升或回拉励磁打不开或运行中出现励磁延时停机。

故障诊断：吊斗铲提升电动机制动器具备打开条件和回拉电动机制动器具备打开条件控制功能相同，提升控制回路或回拉控制回路出现故障，只是有故障的励磁打不开，不会影响到另一个回路。所以故障排除的方法也相同，下面以回拉控制回路为例。

根据 PLC 程序查看 M111.7 (“DRG\_BRK\_START\_PERMISSIVE”) 信号，M111.7 是回拉制动器打开允许。

满足 M111.7 的条件：

I124.6 是回拉制动器油位低报警，I124.7 是回拉制动器油位低故障。正常情况下，这两个信号输入是“1”。如果这两个信号输入是“0”，要查看油位。如果油位正常，说明该回路的接线故障或者 PLC 模板故障<sup>[4]</sup>。

I125.0 是回拉制动器油温高信号。正常情况下，该信号输入是“1”。如果该信号输入是“0”，要查看油温。如果油温高了，可能是由于储能器坏了造成的。如果油温正常，说明该回路的接线故障或者 PLC 模板故障。

I125.1 是回拉制动器油滤堵信号。正常情况下，该信号输入是“1”。如果该信号输入是“0”，要查看油滤是否堵塞。如果油滤正常，说明该回路的接线故障或者 PLC 模板故障。

## 4 结语

电动机的励磁故障可能出现同一故障有不同现象，也可能同一现象有不同的故障，必须根据故障现象仔细分析故障原因并按照以上的诊断方法来处理励磁故障，从而可以缩短处理时间和提升设备出动率。

### 参考文献：

- [1] 让·保罗·路易斯 (Jean-Paul Louis). 特种同步电机控制 [M]. 祝晓辉, 李娟娟, 译. 北京: 机械工业出版社, 2016: 4-124.
- [2] Siemens. Zhungeer. 8750-65 Dragline Hoist/ Drag SIBAS Faults Troubleshooting Manual [Z]. Siemens Industry Inc, 2008.
- [3] Siemens. Zhungeer. 8750-65 Dragline PLC Faults Troubleshooting Manual [Z]. Siemens Industry Inc, 2008.
- [4] Siemens, Zhungeer. 8750-65 Dragline Training Manual [Z]. Siemens Industry Inc, 2010.