

# 抽水蓄能机组中压气机进线开关故障分析及处理

于 辉, 蒋洁青

(华东宜兴抽水蓄能有限公司, 江苏 宜兴 214205)

**摘 要:**中压气机是抽水蓄能电站机组抽水调相(SCP)启动过程中使用的重要辅机设备,也是机组调速器及球阀系统用气的保障,它的安全稳定运行直接关系到电站机组启动成功率和安全稳定运行。文中主要分析了抽水蓄能电站中压气机进线开关故障及处理,在中压气机开关接触器 Y 和  $\Delta$  控制回路中增加  $\Delta$  和 Y 控制继电器辅助接点,确保动作可靠性。

**关键词:**抽水调相;中压气机;进线开关;故障分析及处理

**中图分类号:**TM622

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2011)04-0013-03

江苏宜兴抽水蓄能电站中压气系统压力等级为 7 MPa,用于提供机组调相启动水压、机组调速器及球阀压力油罐用气,电站共设有 5 台中压气机,额定电压为 380 V,启动电流为 259 A,每台中压气机各有 1 个抽屉式进线开关。

## 1 故障经过及处理

### 1.1 故障经过

2010 年 1 月 15 日,电站调试人员对 3 号中压气机进行启动调试,启动后气机启动声响运行正常,但在进线电源 Y/ $\Delta$ 转换后进线抽屉柜内出现火花,立即拉开 3 号中压气机进线电源开关。

### 1.2 故障检查与处理

经检查发现 3 号中压气机进线电源开关三相熔丝均烧损,熔丝插口与插座头烧融,熔丝瓷绝缘烧裂。对 3 号气机电机相对地、相对相测绝缘电阻,均正常。检查抽屉开关内部接触器,接触器 K1.2 烧损,其余接触器绝缘电阻、导通电阻、动作特性均正常。

## 2 原因分析

### 2.1 熔丝烧毁原因

电站中压气机进线开关使用 RDT16-1(NT1)型有填料封闭管式刀型触头熔断器,具有很强的灭弧功能,额定电流为 200 A,根据厂家提供的熔断时间电流特性曲线可以查出<sup>[1]</sup>,该型号熔断器在 1 s 内熔断的电流值大于 1 000 A。

在此次故障中,熔丝虽烧损但并未灭弧,导致弧光短路,烧损抽屉柜。由于之前更换过新熔丝,可基本排除熔断器原因,故此次应故障电流远大于 1 500 A。引起熔丝烧损原因主要为熔丝载流电流过大。

### 2.2 引起大电流原因

引起大电流的主要原因是由于电气回路中存在

短路或接地现象,可分为线路短路、电机线圈短路、接触器故障短路、弧光接地等几种情况。

#### 2.2.1 接线方式

电站中压气机采用 Y/ $\Delta$ 软启动方式,用到 3 个接触器,分别是主回路接触器 K1.1、Y 接触器 K1.3、 $\Delta$ 接触器 K1.2,时间继电器整定时间为 6 s,如图 1 所示。

#### 2.2.2 电机启动电流

测量气机启动电流,由于是利用钳形电流表进行测量,采样频率较低,无法测出启动瞬间电流值和速率变化较快电流值,经过多次测量大致推导电流变化曲线,如图 2、图 3 所示。图中电流为  $\Delta$  环内单相电流。由图 2、图 3 可知,Y/ $\Delta$ 转换后  $\Delta$  环内电流最大达 310 A 左右,此时熔丝上承受电流  $310\sqrt{3}$  A。且承受时间极短,另外检查电机无异常,故可排除电机启动时引起的故障。

### 2.3 接触器配置

中压气机进线电源柜接触器采用 ABB 系列接触器,配置方式也采用 ABB 推荐的 Y/ $\Delta$ 配置方式,如表 1 所示。AF、AE 系列与 A 系列具有相同的额定值和尺寸,AF、AE 系列优化了控制电压。

Y/ $\Delta$ 转换过程中采用了 Y/ $\Delta$ 时间继电器,启动过程中 K1 先接通 K1.3 电机运行在 Y 接法,Y 绕组额定电压  $=1/\sqrt{3}$   $\Delta$  的绕组额定电压<sup>[2]</sup>。因此 Y 接触器额定电流  $=1/\sqrt{3}$  的电机额定电流。延时切断 K1.3 接通 K1.2,当电机切换到  $\Delta$  运行后, $\Delta$  接触器接在电机  $\Delta$  的绕组的三角环中,其只承受  $1/\sqrt{3}$  的电机额定电流。主回路接触器最终运行在  $\Delta$  接法中。

### 2.4 故障原因分析

在 Y/ $\Delta$ 转换过程中,若 Y/ $\Delta$ 接触器配合出现异常就会出现 2 个接触器同时闭合的现象,此时切换回路就会引起三相短路;若继电器导通性能下降,继电器通大电流时导致触头处发热烧损,接触器接地

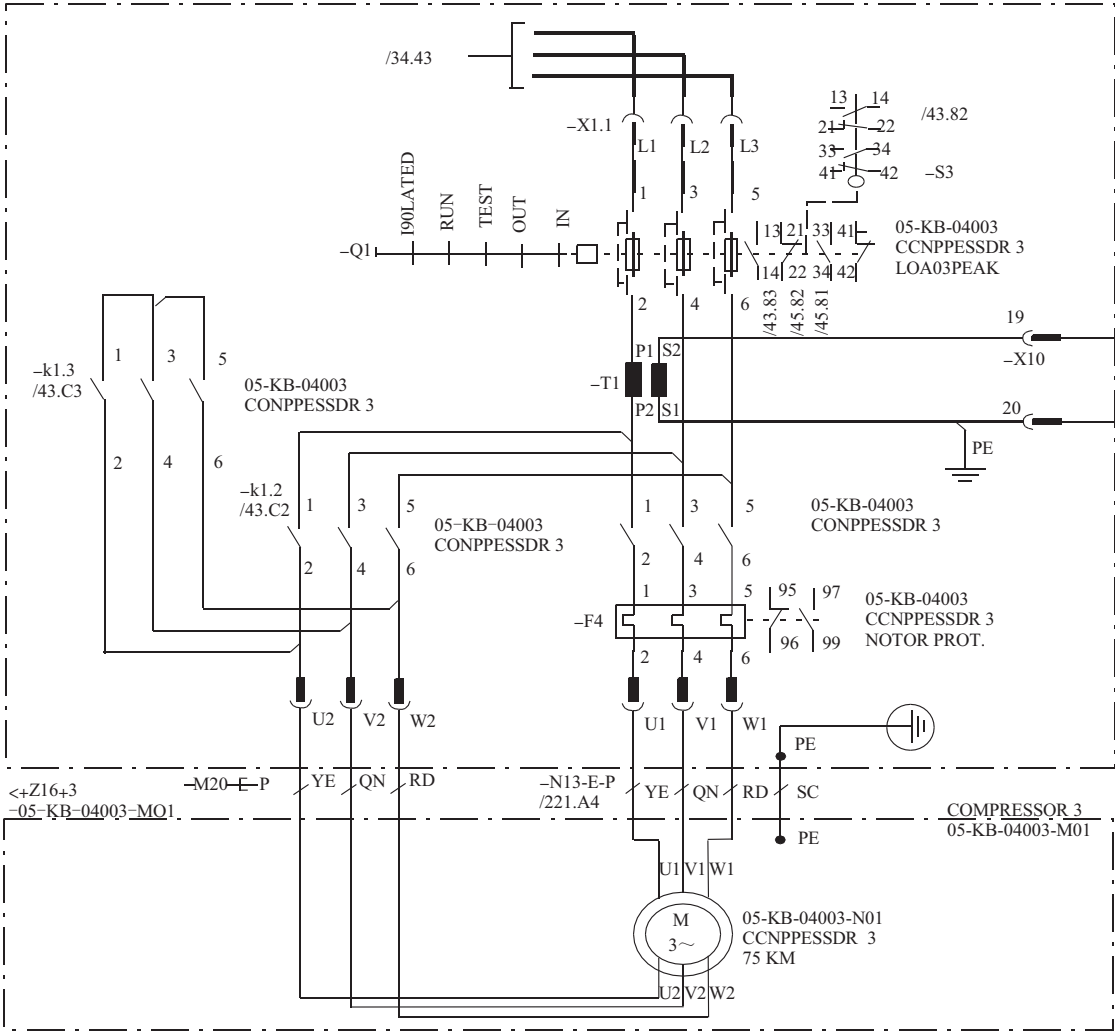


图 1 3 号中压气机进线电源回路图

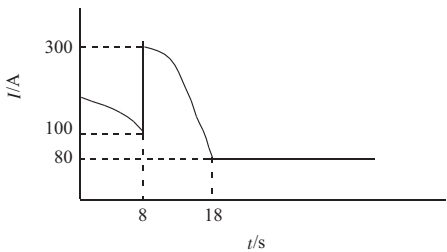


图 2 负载启动电流曲线图

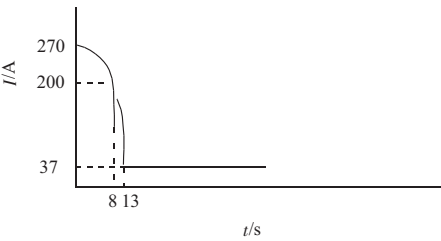


图 3 空载启动电流曲线图

表 1 接触器选配对照表

| 配置     | 电机功率 /kW   | 主回路接触器     | △接触器       |
|--------|------------|------------|------------|
| ABB 选配 |            | A95        | A95        |
| 图纸配置   | 75         | AE95-30-11 | AE95-30-11 |
| 实际配置   |            | AF95-30-11 | AF95-30-11 |
| 配置     | Y 接触器      | 热继电器       | 设定范围       |
| ABB 选配 | A75        | TA110DU    | 66~90 A    |
| 图纸配置   | AE75-30-11 | —          | —          |
| 实际配置   | AE75-30-11 | —          | —          |

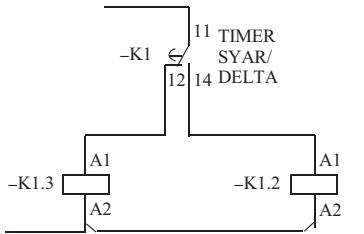


图 4 星三角时间继电器控制原理图

引起大电流。Y/△时间继电器控制原理如图 4 所示。

(1) 接触器动作时间如表 2 所示，在 Y/△切换过程中，Y 接触器触头最长断开时间<△接触器触头最短闭合时间。AE75 常开触点断开时间最长为

13 ms，AF95 常开触点闭合最短时间为 25 ms(参考表 2)，得出：Y 接触器断开时间<△接触器闭合时

间 + 时间继电器动作时间。故正常情况下 Y/△切换过程中一般不会出现 Y 接触器和△接触器同时闭合的情况,但是若 Y 接触器出现故障引起接触器触头不释放或释放延缓,就会导致三相短路。

表 2 接触器动作时间 ms

| 系列   | 动作时间从线圈通电至 |        |
|------|------------|--------|
|      | 常开触点闭合     | 常闭触点断开 |
| AF95 | 25~40      | 22~37  |
| AE75 | 13~30      | 10~27  |

| 系列   | 动作时间从线圈断电至 |        |
|------|------------|--------|
|      | 常开触点断开     | 常闭触点闭合 |
| AF95 | 60~120     | 65~125 |
| AE75 | 5~13       | 8~18   |

(2) 若接触器长时间大电流运行或频繁动作将引起接触器性能下降,表现为接触器触头变毛糙,触头接触面不能紧密接触,导致接触器通流能力下降,在通过大电流时烧损接触器从而引起接地等故障。

中压气机启动配置采用的是 ABB 推荐配置,裕量较小,在接触器性能下降的情况下,比较容易发生故障。

## 2.5 接触器故障原因

接触器故障可分为:触头不动或动作不可靠;触头不释放或释放缓慢;线圈过热或烧损;触头过度磨损;相间短路;触头熔焊;线圈过热或烧损等。根据故障现象,此次接触器故障应属于接触器触头不释放或释放缓慢故障。

引起接触器不释放或释放缓慢原因有:触头熔焊;机械可动部分被卡死,转轴歪斜;反力弹簧损坏;E 型铁心使用时间太长,去磁气隙消失,剩磁增大,使铁心不释放;铁心极面有油污或灰尘。

## 3 改进措施

接触器在长期运行后,特别是在灰尘较大的环

境下,其机械部分易卡涩、动作不灵敏,杂物灰尘过多后其铁心磁路发生变化,影响铁心吸释效果和动作时间特性。

(1) 在 Y 和△接触器控制回路中分别串接△和 Y 控制继电器辅助节点 K1.2 和 K1.3,如图 5 所示。将图 5 与图 4 进行对比,在 K1.2 继电器动作后,K1.2 辅助节点断开,K1.3 继电器就不会动作。同理,在 K1.3 继电器动作后,K1.3 辅助节点断开,K1.2 继电器就不会动作,避免 Y,△接触器 K1.2,K1.3 同时闭合。

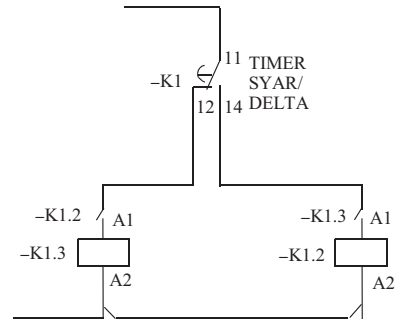


图 5 改进后的星三角时间继电器控制原理图

(2) 对中压气系统其余接触器进行清扫检查,特别是检查触头部分。

(3) 举一反三,结合安全检查对类似接触器进行排查。

(4) 将接触器检查、清扫纳入设备定期维护的项目中。

## 参考文献:

- [1] 胡虔生,胡敏强. 电机学[M]. 北京:中国电力出版社,2009.
- [2] 戴宪滨. 发电厂电气部分[M]. 北京:中国水利水电出版社,2008.

## 作者简介:

于 辉(1981-),男,江苏海安人,工程师,从事抽水蓄能电站安全生产管理工作;

蒋洁青(1982-),女,江苏宜兴人,助理工程师,从事抽水蓄能电站电气一次检修工作。

# Failure Analysis and Solutions of Incoming Breaker in Compressor in Pumped Storage Power Unit

YU Hui, JIANG Jie-qing

(East China Yixing Pumped Storage Power Co.,Ltd., Yixing 214205, China)

**Abstract:** The compressor is important auxiliary equipment in the phase modulation starting process of pumped storage power unit and also essential for the governor and ball valve system. So its safe and stable operation directly relates to the safety and stability of pumped storage power unit. In the paper, the failure analysis and solutions of incoming breaker in compressor are given. The  $\Delta$  and Y control relay auxiliary contacts are increased in the  $\Delta$  and Y control circuit of compressor breaker to ensure the operation reliability.

**Key words:** pumped storage power unit; phase modulation compressor; incoming breaker; failure analysis and processing