

# 一起 GIS 断路器液压机构压力异常升高原因分析及防范措施

王 大 义

(国能大渡河草什扎水电开发有限公司,四川 丹巴 626300)

**摘 要:**断路器液压机构是以液压油为传递介质,以氮气或弹簧为储能介质来完成分合闸操作的电气设备。液压机构压力异常,将会造成断路器拒分拒合。针对一起 GIS 断路器氮气储能的液压机构压力异常升高问题,通过分析其基本结构、工作原理和特点,认为打压电机的启停与液压油压力曲线信号应同源设计,加热器异常工作造成机构箱温度较高以及压力表故障或灵敏度误差较大、阻尼孔未剪除等因素都会造成压力表显示异常。目前,弹簧储能的液压机构已相对成熟,在实际运用中应考虑选用弹簧储能机构。

**关键词:**断路器;液压机构;加热器;压力表

**中图分类号:** TM561.4;V444.1

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2022)06-0101-03

## Analysis and Precaution Measures of Abnormal Pressure Rise on GIS Circuit Breaker Hydraulic Mechanism

WANG Dayi

(Guoneng Dadu River Drainage Area Hydroelectricity Development Co., Ltd., Danba Sichuan 626300)

**Abstract:** The hydraulic mechanism of the circuit breaker uses hydraulic oil as the transmission medium and nitrogen or spring as the energy storage medium to complete the opening and closing operation. The abnormal pressure of the hydraulic mechanism will cause the breakdown of circuit breaker. In a case of the abnormal pressure rise of the hydraulic mechanism for nitrogen energy storage of GIS circuit breaker, based on the analysis of its basic structure, working principle and characteristics, it is considered that the start and stop of the pressurizing motor and the hydraulic oil pressure curve signal should be designed in the same way, the abnormal operation of the heater will cause the high temperature of the mechanism box, the pressure gauge fault or the large sensitivity error, and the damper hole is not cut, which will cause the abnormal display of the pressure gauge. The hydraulic mechanism of spring energy storage has been relatively mature. It is suggested to select spring energy storage mechanism in practice.

**Key words:** Circuit breaker; Hydraulic mechanism; Heater; Pressure gauge

## 0 引 言

气体绝缘全封闭组合电器(GIS)<sup>[1]</sup>在发电厂和变电站中越来越广泛地应用,GIS 断路器是其重要的组成部分,断路器液压机构<sup>[2-3]</sup>是以液压油为传递介质,以氮气或弹簧为储能介质来完成分合闸操作。断路器液压机构的压力一旦发生异常,必须及时解决,否则,将会对电力系统的安全运行构成严重威胁。本文对一起 GIS 断路器液压机构压力异常升高的特殊原因进行分析,并提出防范措施。

## 1 断路器液压机构压力异常现象

收稿日期:2022-09-16

2022 年 4 月 20 日,运行人员在日常巡回中发现 5003 断路器 C 相液压操作机构压力达到 35.9 MPa,对比其额定值 32~34 MPa,现场实际压力远超上限值 34 MPa,但是,上位机并没有发出高压报警信号。现场进一步检查 5003 断路器 A 相压力值为 34 MPa,B 相压力值为 32 MPa,两相均在正常压力范围。

该断路器液压机构液压油压力接点控制及报警回路见图 1。在电机二次回路<sup>[4]</sup>中,当液压油压力低于 32 MPa 时,打压电机自动启动进行打压,当液压油压力高于 34 MPa 时,打压电机自动停止打压。然而,当调取历史压力数据曲线时,发

现 5003 断路器 C 相操作机构油泵最后一次启动时间为 2022 年 2 月 20 日,之后不再启动,而液压

油压力却无故有缓慢上升和下降的趋势,液压油压力曲线见图 2。

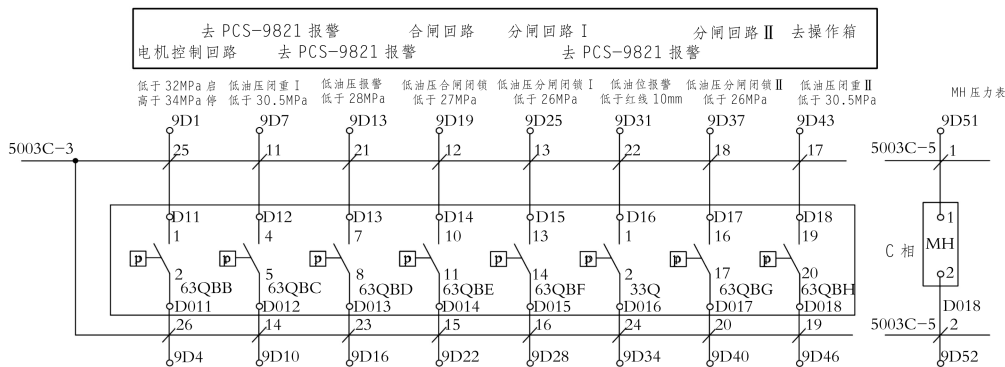


图 1 液压油压力接点控制及报警回路

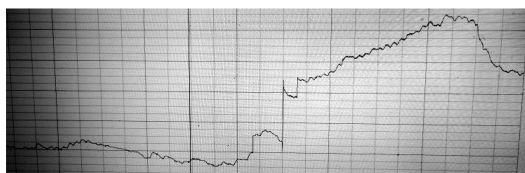
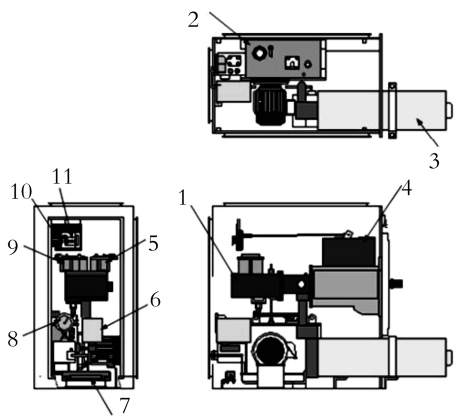


图 2 液压油压力曲线

## 2 液压机构的型号及特点

### 2.1 基本结构

该液压机构的型号为 SR-K,其结构包括储压装置、压气缸、气体控制单元等,采用模块化结构设计,简化了液压管路的配置,如图 3 所示。

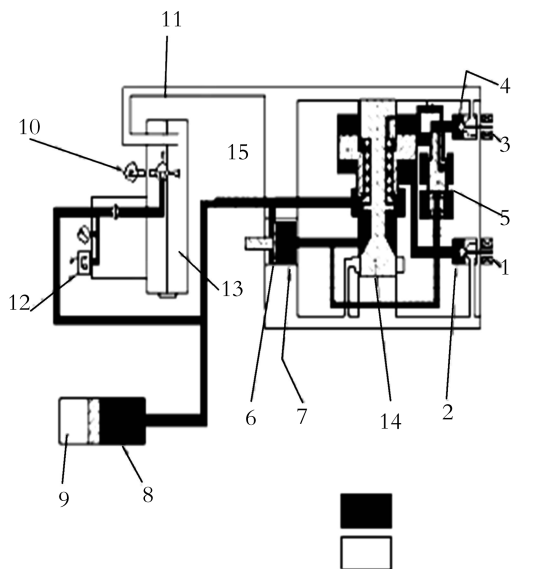


- 1. 压气缸;2. 液压泵单元;3. 储压装置;4. 辅助开关;5. 合闸线圈;6. 液压开关;7. 加热器;8. 油压力表;9. 分闸线圈;10. 操作次数计数器;11. 分合显示器

图 3 液压机构示意图

### 2.2 工作原理

该断路器机构是利用液体不可压缩的原理,以液压油作为动力传递介质,以氮气为储能质将高压油送入带有活塞的工作缸中,推动活塞动作来实现断路器分、合闸操作,液压系统见图 4。



- 1. 分闸线圈;2. 分闸阀门;3. 合闸线圈;4. 合闸阀门;5. 联锁阀;6. 液压活塞;7. 操作压气缸;8. 储油装置;9. 氮气;10. 电动机;11. 液压泵;12. 液压开关;13. 油缸;14. 控制阀门

图 4 液压系统

#### 2.2.1 分闸操作

执行分闸指令时,分闸线圈带电,同时分闸阀门打开,液压室的高压油排出。控制阀门向右移动,压气缸的液压活塞开断侧的高压油向油箱释放,储油装置中的高压油陆续储存在压气缸的合闸侧,并且其液压活塞因上下部位的压力差继续维持分闸状态。联锁阀的右侧压力与压气缸的分闸侧具有相同压力,因此,分闸操作开始后,其联锁阀向右移动并处于等待合闸状态。

#### 2.2.2 合闸操作

执行合闸指令时,合闸线圈带电,同时打开合闸阀门,液压室的高压油排出,其控制阀向左移

动。储油装置的高压油陆续储存在压气缸的分闸侧,并且其液压活塞因面积差的应力向合闸侧方向移动并形成合闸操作。联锁阀的右侧压力在开始液压活塞的合闸操作后,以高压断开阀门液压室之间的主通道。其次,通过控制阀门内部的小油通道,其油陆续流入液压室中,其液压室处于高压侧。液压活塞的两侧以高压油充满,按照面积之差继续维持合闸位置。

### 3 异常原因

#### 3.1 上位机报警信号

现场实际压力远超上限值 34 MPa,但是,上位机并没有发出高油压报警信号,从图 1 可以看出,在电机控制回路中,打压电机的启停受图 3 液压开关 6 控制,而 8 只油压力表是起到实际压力显示作用,液压油压力曲线又取至该表接点,造成控制与信号不同源。

#### 3.2 环境温度

根据该断路器的工作原理可以看出,氮气才是最终的能量来源,液压油几乎是不可压缩,只是作为动力传递介质,氮气的压力与温度变化密切相关<sup>[4]</sup>。由图 3 可以看出,加热器 7 布置于操动机构的底部,因其受损更换为功率达 200 W 的加热器,功率较大,而氮气储压装置 3 也布置于操动机构的底部,二者距离较近。因此,操动机构箱内部加热器功率配置较大,造成机构箱温度较高,加热器的启停会造成较大的温度变化,加上春夏之交,昼夜温差明显。通常储压装置中氮气在 20℃ 时预充压力为 22 MPa,在不同的环境温度下经过换算进行充气,如原有预充压力及停泵压力过高,压力表就会显示异常。

#### 3.3 压力表结构

在正常状态下,压力表是利用液压油经过通道流入其中,驱动压力表指针显示压力值。当因分合闸操作或环境温度变化引起液压油压力急剧变化时,往往会使压力表指针撞击表的限位装置产生弯曲和造成表芯零件损坏,为解决这一问题,

通常采用在压力表上设置一个圆孔阻尼缓冲装置。检查发现压力表阻尼孔异常,不能起到应有的阻尼作用,压力表也会显示异常。

### 4 结 语

打压电机的启停与液压油压力曲线信号应同源设计。氮气储能的液压机构箱内部加热器异常工作或其它原因造成机构箱温度较高,如原有预充压力及停泵压力稍高,会造成压力表显示异常,而压力表故障或灵敏度误差较大、阻尼孔未剪除等也会造成压力表显示异常。

(1)优化液压油压力控制与信号回路,使打压电机的启停与液压油压力曲线信号同源。

(2)加热器功率较大,造成机构箱温度较高,加热器的启停会造成较大的温度变化,应将 200 W 的加热器更换为厂家要求的 100 W,并对加热器温度控制器做好定值调整,确保温度变化适当。

(3)压力表上的圆孔阻尼缓冲装置在液压油压力急剧变化时阻尼效果不佳,起不到阻尼作用,应对其进行改造或剪除。

(4)目前弹簧储能的液压机构已相对成熟,而氮气作为储能介质,其压力与温度变化密切相关。因此,应多考虑选用弹簧储能机构。

#### 参考文献:

- [1] 李小军,师旭,缪俊,等. 750 kV GIS 液压机构频繁打压原因分析及处理[J]. 陕西电力,2016,44(7):74-77.
- [2] 王飞,陈敏,宋妙环,等. 液压机构常见打压故障分析[J]. 电力安全技术,2022,24(5):19-21.
- [3] 潘铭. 一起变电站 220 kV 开关油泵长时间打压无异常信号的分析与处理[J]. 电气开关,2021,59(2):103-105.
- [4] 杨海,刘思思,钟喜杰,等. 液压机构打压电机二次回路故障分析及处理[J]. 水电站机电技术,2021,44(11):19-22.
- [5] 范立新. 使断路器液压机构在氮气压力变化时所受影响减少的分析[J]. 中国新技术新产品,2013,(12):7-8.

#### 作者简介:

王大义(1991-),男,河南邓州人,大学本科,助理工程师,主要从事工作发电运维工作。

(责任编辑:卓政昌)

## 巴塘水电站泄洪洞出口预制叠梁全部安装完成

11月22日下午,由水电五局承建的巴塘水电站泄洪洞出口预制叠梁全部安装完成。泄洪洞放空洞出口叠梁门用于截流后泄洪放空洞施工以及出口改建期挡水。第一个挡水期为2020年12月底至2021年3月,用于导流洞过流,进行泄洪放空洞洞身施工,导流标准为20年一遇,设计流量为531立方米每秒,设计挡水位为2487.0米;第二个挡水期为2022年11月至2023年2月,用于导流洞过流,进行泄洪放空洞出口改建,设计流量为1020立方米每秒,设计挡水位为2487.7米。

(水电五局三公司)