

ABB 断路器强制冷却风扇控制分析及改进

张华

台山核电合营有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i4.8364

[摘要] ABB公司的Unigear ZS1型开关设备,在设备中配置有强制风冷系统。当启动电流大于保护定值时将启动强制风冷系统,但使用过程中发现同时出现备用冷却风扇故障的报警信息。该报警的出现可能导致运维人员误认为报警真实触发。进一步分析发现控制逻辑冷却单元中的3号冷却风扇仅可作为2号冷却风扇的备用,当1号风扇故障时将仅有2号冷却风扇可用。根据启动逻辑需要启动2台风扇,针对此项问题提出逻辑修改意见,实现3号冷却风扇可作为1号冷却风扇备用。

[关键词] 断路器; 强制风冷系统; Unigear ZS1; 逻辑修改

中图分类号: TM561 文献标识码: A

Analysis and improvement of forced cooling fan control of ABB circuit breaker

Hua Zhang

Taishan Nuclear Power Joint Venture Co., LTD

[Abstract] ABB's Unigear ZS1 switchgear is equipped with a forced air cooling system. When the starting current is greater than the protection value, the forced air cooling system will be started, but the alarm message of standby cooling fan failure is found during use. The occurrence of this alarm may cause O&M personnel to mistakenly believe that the alarm is actually triggered. Further analysis shows that the No. 3 cooling fan in the control logic cooling unit can only be used as a backup for the No. 2 cooling fan, and only the No. 2 cooling fan will be available when the No. 1 fan fails. According to the starting logic, two fans need to be started, and the logic modification is proposed to solve this problem, so that the No. 3 cooling fan can be used as the No. 1 cooling fan as a backup.

[Key words] Circuit breaker; Forced air cooling system; Unigear ZS1; Logic modifications

前言

某电厂在执行大负荷电机空载试验,启动电机后控制室收到ABB供电间隔3号冷却风扇故障报警,值班人员立即组织现场工作人员对供电间隔断路器冷却风扇启动情况进行核实。现场核实ABB供电开关正常动作并无异常,随后向控制室汇报1号和2号冷却风扇已正常启动,3号冷却风扇为备用风扇未启动。值班人员考虑到3号冷却风扇为备用列且正常列已启动,此时不应触发报警引起值班人员慌张,因此要求相关工作人员对报警触发异常原因进行排查,并对其原因进行分析。

工作人员通过厂家提供的设计文件,排除了设备故障,核对报警触发为逻辑设计,但报警信号触发不合理,同时整理时发现控制逻辑存在一定的缺陷^[1]。

1 设备介绍

中压开关设备是配电网中重要的设备之一,某电厂使用的是ABB研发的Unigear ZS1型开关设备,该类型设备被广泛应用于6.6kV和10kV供电系统中用于线路的分合控制。Unigear ZS1

型开关是一种金属封闭的中压开关设备,单母线开关可设置真空断路器、真空接触器。在该类型开关中还设置有自动保护装置,当连接的电动机运行状态不正确需要及时断开开关,避免设备损坏。同时若开关柜存在异常也将向控制室发出信号,避免开关柜本身伤害导致供电终止。

图1为Unigear ZS1型开关示意图,ABB中压开关统一使用敷铝锌板作为开关柜柜体材料,其防腐能力为同等级同条件的镀锌钢板的4倍以上。沿海电厂多采用此类型开关,看重的是敷铝锌层对钢板表面具有双重保护作用:锌作为牺牲阳极保护功能和铝的障碍保护功能。图1中A处为断路器室,可容纳断路器小车在舱内移动从而实现操作分合;B处为母排电缆,通过不同的组合柜并联从而实现整体的供电输出;C处为接地保护区,通过安装接地装置保证下游设备检修时的安全;D处为低压室,为整个开关的二次控制、保护接线舱室;E处为泄压通道,用于断路器保护动作以及正常热量散出。

Unigear ZS1开关分为进线断路器、馈线断路器、馈线接触

器三种类型。通常采用三种标准柜宽：1m(进线柜)、0.8m(下游负载为电机)、0.65m(接触器柜)，通常为进线间隔容量最大。此次触发报警供电间隔为额定容量为4000A控制柜，该控制柜带有强制风冷系统。

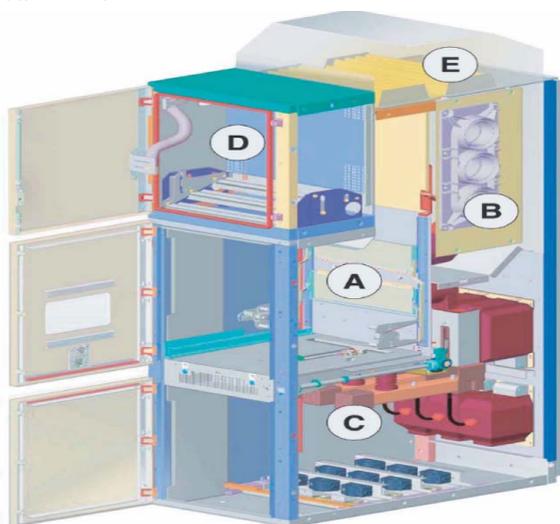


图1 UniGear ZS1型开关示意图

UniGear ZS1 单母线开关设备主要技术数据

额定电压	kV	7.2	12	24
额定绝缘电压	kV	7.2	12	24
额定工频耐受电压	kV/1min	32	42	50*
额定雷电冲击耐受电压	kV	60	75	125
额定频率	Hz	50-60	50-60	50-60
额定短时耐受电流	kA/3s	...50	...50	...25
额定峰值耐受电流	kA	...125	...125	63
内部燃弧耐受电流	kA/1s	...40	...40	25
内部燃弧耐受电流	kA/0.5s	...50	...50	-
主母线额定电流	A	...4000	...4000	...2500
分支母线额定电流	A	630	630	630
		1250	1250	1250
		1600	1600	1600
		2000	2000	2000
		2500	2500	2300
		3150	3150	-
分支母线额定电流	A	3600	3600	2500
带强制风冷		4000	4000	-

图2 UniGear ZS1开关设备主要技术数据

2 设计分析

根据图2, ABB UniGear ZS开关在设计采购时已优先考虑下游负荷的容量大小,并在控制保护定值上根据不同负荷设定不同的保护定值。对于如图1所示的自带强制冷却单元的断路器通常用于配电盘的进线开关,并且已一并考虑下游满负荷带载情况下设备重启时瞬时电流大小。如上图2所示,根据功率计算,若考虑用户侧使用电压10kV,保护定值设定0.8倍额定电流情况下,对应4000A电流的供电总功率将达到40MW,已可完全胜任普通用户需求。因此能让进线控制柜启动强制冷却单元仅可能出现在下游某设备启动瞬间瞬时电流。根据启动电流衰减曲线,一般5-7秒后启动电流将恢复到正常水平,因此风扇启动短暂运行即可导出热量防止设备损坏^[2]。

3 报警触发原因分析

正常情况下,当供电开关供电电流小于额定电流0.8倍时无需启动强制风冷系统,仅依靠设备预留的散热孔并通过房间的通风、空调进行热量导出。但当电机进行启动时,由于启动电流

是正常额定电流的3-4倍,因此需要启动强制风冷系统,迅速导出热量避免造成设备损坏。

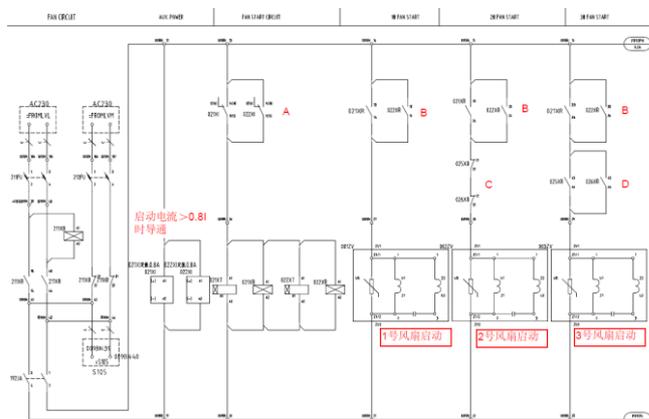


图3 强制冷却风扇控制图

从厂家提供的逻辑图进行初步分析,为保证供电的可靠性,强制风冷系统两路供电同时在线,其中一路优先投入是通过图中211XR进行控制。当211XR得电后常开触点13/14和43/44将闭合,从而备用线路触点21/22和31/32将处于断开。相反若因正常供电失去时211XR失去供电,则自动切至备用线路运行。

当启动大负荷电机时若启动电流超过额定电流0.8倍,图中021/022XI将激活,原处于常开触点A将闭合将导致021/022XR带电,进而实现021/022XR激活,常开触点B将闭合。因此3台强制冷却风扇上游电源已导通。

根据逻辑图所示,1号风扇将启动,2号风扇因常闭触点C也将启动,但3号风扇控制线路中因引入了常开触点D,因此3号风扇并不会启动。

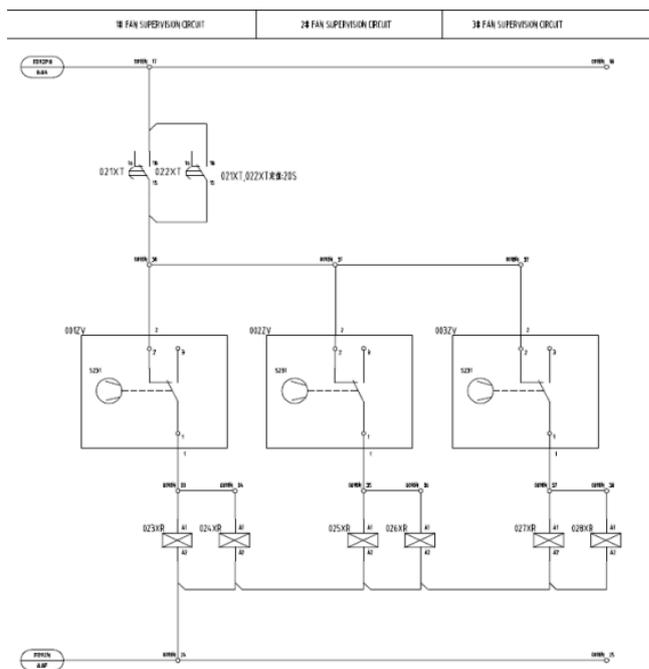


图4 强制冷却风扇监视图

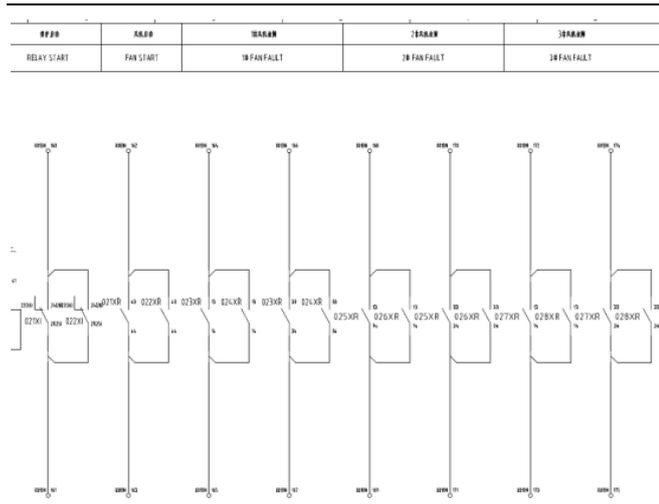


图5 强制冷却风扇报警图

结合图3,在图4监视回路发现当启动电流大于 $0.8I$,021/022XT延时20s动作导通,若风机正常启动则会图中常闭触点反转为常开触点,进而将下游023/024XR、025/026XR、027/028XR失去信号。反之若风机未能成功启动,则下游023/024XR、025/026XR、027/028XR将得电,相应信号将处于触发状态。图5中若对应023/024XR、025/026XR、027/028XR触发则会在控制室中触发相应的风扇故障报警信号。当电机运行稳定后若运行电流小于 $0.8I$ 则相应的021/022XI将失去导通,进而021/022XT将失磁,因此强制冷却单元将自动停运,相应报警也会自动消失。

此次控制室执行冷凝水泵电机空载试验时,因启动电流大于额定电流 $0.8I_{n}$ 后1/2号风扇正常启动,作为备用列的3号风扇未启动从逻辑分析来看是属于正常报警,只是会给设备运维人员带来一定的困扰。

4 控制逻辑不合理分析

根据图3和图4所示,当启动电流大于 0.8 倍额定电流时,正常应启动1号和2号冷却风扇,若2号冷却风扇故障则由于风机未启动,图5中025/026XR将得电造成图4中常闭触点C反转为开状态,同时常开触点D将反转为闭合状态,因此3号冷却风扇将作为2号冷却风扇的备用列自动启动。倘若1号风扇因设备原因故障无法启动,而3号冷却风扇无法作为1号冷却风扇备用启动,将导致强制风冷系统仅有2号冷却风扇启动,将会影响到启动大电流时热量的导出效果^[3]。

若想改进将3号冷却风扇也能作为1号冷却风扇的备用,则可通过简单逻辑修改实现,图6可作为一个参考。通过在1号冷却风扇控制回路增加023/024XR常闭触点,并在3号冷却风扇控制回路增加并联的023/024XR常开触点。图4中若1号冷却风扇故障未启动时023/024XR将得电进而将图6中023/024XR反转得电,3号冷却风扇成功作为1号冷却风扇备用启动。

5 单一故障点风险

根据图3所示逻辑,强制冷却单元上游可由两路供电及自动切换XR保证供电的可靠性,因此下游供电回路中192JA将成为整个控制保护回路的关键点。因此若在实际使用过程中,因192JA

意外跳闸或者在线遗漏,将导致整个强制冷却回路失去供电,从而导致强制冷却单元在需要时无法启动。

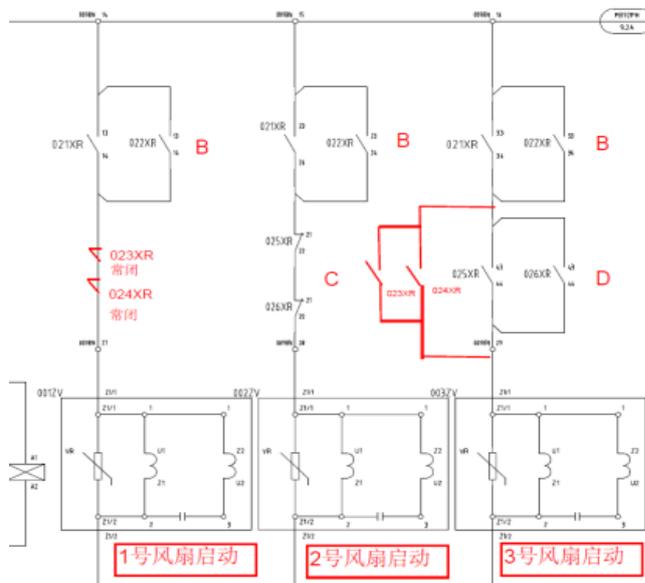


图6 建议修改风扇启动逻辑图

如前文所述,强制冷却单元仅在需要时启动,在一个运行周期内风机启动的次数不会太多,日常使用中并无特别的验证方式确保强制冷却单元控制信号正确、设备运行良好。因此在每次定期检修中应确保控制线路接线牢固、正确,冷却风机得到足够的润滑保养等,以备下一个运行周期内能时刻作为备用启动。

6 结语

此次启动电机空载闪发3号冷却风扇故障报警,造成运维人员工作紧张,并在分析控制逻辑中发现了逻辑控制的缺陷,因此将作出以下建议和改进:

(1)对于在1号和2号冷却风扇启动时必然触发3号风扇故障报警与厂家对接看是否能进行逻辑优化,若短期内无法实现则需要运维部门自行编写相关提示信息,避免引起恐慌;(2)对于3号冷却风扇无法作为1号冷却风扇备用情况,应与厂家核实仅1台冷却风扇是否满足强制冷却的设计要求,并应考虑通过增加和2号冷却风扇类似的控制逻辑实现3号冷却风扇也可作为1号冷却风扇的备用;(3)在未解决如2所述问题时运维部门应及时做好1号风扇故障事故的应急预案。

[参考文献]

- [1]温步瀛.电力工程基础[M].(第三版).北京.中国电力出版社,2022.9.
- [2]汤蕴缪.电机学[M].(第五版).北京.机械工业出版社,2011.1.
- [3]中安华邦安全生产技术研究院.高压电工作业[M].北京.团结出版社,2018.11.

作者简介:

张华(1986—),男,汉族,广东省珠海市人,本科,台山核电合营有限公司,工程师,研究方向:电力安全。