



关于一组LW56-800型断路器两次频繁打压问题的差异分析

卢金宝

国网新疆电力有限公司检修公司，新疆乌鲁木齐 832000

[摘要] 断路器的正常工作对变电站安全稳定运行起着重要作用，文章本文主要对本公司日常运维工作中，所发现的750kV哈密站LW56-800型断路器频繁打压的问题进行了分析，找出主要原因。同时深入研究设备异常机理，对缺陷整改提出方案，并提出后续处理措施和建议。本文在缺陷处理闭环流程中结合全过程安全风险管控，对设备设计和制造工艺提出了更高要求，为防止同类缺陷再次发生具有指导、借鉴作用，同时，对该型750kV断路器在后期日常检修工作提出几点建议。

[关键词] 断路器；液压机构；频繁打压；压力整定

1 情况简介

我公司750kV哈密变电站使用新东北LW56-800型断路器。该型断路器使用SF₆气体作为灭弧和绝缘介质，采用氮气作为储能介质的双断口液压机构结构，每极均有一套独立的氮气储能液压系统。

由于750kV哈密站值班人员发现站内多组断路器出现频繁打压现象，且打压时间多集中在深夜，现场检修人员随即安排进行了临时处理工作。但每次在处理工作完成后一个月时间左右，某日该站后台监控机连续发“7530断路器A相油泵电机打压”信号。随后站内值班人员将7530断路器紧急转为冷备用，在操作期间7530断路器A相油泵电机打压32次，严重超出了液压机构断路器每日打压次数限制，若继续打压将造成断路器低油压闭锁，站内无法拉开断路器，造成事故扩大。

检修人员到达现场后将本组断路器转为检修。经检查该相断路器压力整定值如下：合、分闸状态的油泵启动压力均为35.5MPa，油泵停止压力均为38MPa。同时，当晚对该组断路器于合闸位置进行保压试验，保压12小时三相平均降低2Mpa，降低压力值范围偏大（数据如表1）。

表 1:

断路器状态	时间	A	B	C
合闸状态	保压前压力稳定值	38 MPa	38.5 MPa	38 MPa
	保压后压力稳定值	34.9 MPa	35.6 MPa	35 MPa

检修工作中检修人员进一步检查了安全阀及油泵其他压力。具体压力如下。

表 2: 安全阀动作值

断路器状态	阀状态	A	B	C
合闸状态	安全阀启动	39.8 MPa	40.5 MPa	40 MPa
	安全阀复归	35.6MPa	39MPa	38 MPa

表 3: 油泵启动、停止及重合闸告警、闭锁信号检查:

断路器状态	压力种类	A	B	C
合闸状态	启动值	35.2 MPa	35.1 MPa	35.2MPa
	停止	38.5MPa	38.1MPa	38.8MPa
	重合闸告警值	34.3MPa	34.5MPa	34.3MPa
	重合闸闭锁值	34MPa	34MPa	34MPa

2 前期该型断路器频繁打压的原因分析及处理

2.1 原因分析

新东北LW56-800H型断路器使用的液压机构为HAD-8型。压力标准值如下。

表 4: 液压机构的压力定值

数值种类	氮气预充压力	额定操作压力	油泵启动压力	油泵停止压力
压力值	26±0.5	37 (0~+1)	35±0.5	37 (0~+1)
数值种类	合闸闭锁压力	分闸闭锁压力	重合闸闭锁压力	强制停泵压力
压力值	32±0.5	30.5±0.5	34.5±0.5	39

液压操作机构中采用的密封件和控制阀阀口虽然具有优越的密封性能。但是阀口的金属密封面上仍会有微量的泄

漏，液压油逐渐由高压系统进入低压系统，这也导致储能系统的能量损失。当压力低于额定操作压力时，油泵的自动启动将能量损失进行补偿。故而油泵每天正常启动 1-2 次是合理的，这并不影响操作机构的使用寿命，也不会影响设备安全运行。

液压系统的补压过程实际上就是氮气的受压缩的过程。由于气体被压缩，体积减小、内能增加，在此过程中气体的温度必然会增加（高于环境温度）。当系统压力上升到电机停止压力时，压力开关控制电机停止的触点动作，切断打压回路。这时储能器活塞处于静止位置，同时断路器中氮气符合密度不太高、压强不太大以及温度不太低的条件，我们使用理想气体模型作为分析的基础。根据克拉伯龙方程：

$$pV = \frac{M}{\mu} RT \dots\dots\dots (a)$$

式中： p 为气体的压强， V 为气体的体积， n 为摩尔数， R 为普适气体常量， T 为温度。随后气体温度会逐渐下降到环境温度的过程中，压力表指针的也会回落。当气体温度降落到环境温度时，表针就会停止降落。根据日常经验，表针下降的幅度也有分散性，但一般约为 1MPa 左右。

现场的液压机构均根据厂家提供标准数据整定。通过油泵启动、停止两个压力指标我们知道，压力启停区间最大会达到 3.5MPa，而最小则仅为 1.5MPa。当系统启停压力整定区间为 1.5MPa 时，在新疆地区昼夜温差变化极大地情况下（夜间变动值在 6-10 度），夜晚周围环境温度逐渐下降时，表针也在逐渐的下降；当系统压力低于电机启动值时开始补压，可是，系统压力到达停止压力值时，压控原件中的微动开关立刻动作，补压结束。然而，此时气温仍在下降，加上补压过程的温度上升作用，液压系统的压力在很短的时间就会降到启动压力那一点，于是系统又开始补压，直至温度不再下降（凌晨 5 点后）一次补压到位后打压过程停止。而当白天时，由于周围环境温度在上升，表针也是逐渐的向压力增加的方向摆动，这就会抵消掉补压后由于气体温度下降而产生的表针回落的幅度。所以白天电机的补压次数要大大的少于夜晚。

2.2 处理方案

检修发现设备压力区间在 1.2MPa-2.2MPa 之间，符合理论分析。通过与设备厂家的沟通，在保证设备耐压条件合理的情况下，检修人员将该型断路器三相的停止压力和安全阀压力均上调 1MPa。并保证整定后的启动值尽量接近 35.0MPa，即使压力区间一般 4.5MPa 左右。同时为断路器机构箱外加了保温护套减少温度变化影响。整改后运行状态大为改善。

3 整改后单台断路器频繁打压的原因分析及处理

3.1 原因分析

将表 1-4 的数据进行对比时发现 A 相安全阀复归数值有异常状态，同时现场检修人员发现，A 相机构液体压力低于启动值 38.8 MPa 时安全阀即发出“滋滋”泄压声，在 35.6 MPa 时才停止动作。经与设备厂家联系后确认该型安全阀的动作点实际为复归值和动作值之间所形成的区间，即压力达到复归值时安全阀即动作，此时为缓慢释放压力；压力达到动作值时，安全阀完全打开，快速释放压力。根据上述情况，当时可知现场设备异常情况应为：机构正常运行在额定压力 37 MPa，环境温度变化导致机构压力有所降低且达到油泵启动打压值 35.2 Mpa，此时电机启动打压，压力值达到电机停止值 37 MPa 时，由于安全阀停止动作值（复归值）此时不明原因的变化到 35.6 Mpa，电机打压虽然停止，但安全阀继续泄压至电机启动值，电机则继续打压，周而复始形成频繁打压情况。

3.2 处理方案

经回顾前期检修人员在对哈密 7530 断路器定检过程中，对安全阀部分的检查有两项内容：

- 1、检查安全阀锁片的紧固程度；
- 2、安全阀启动值、停止值的核对；

此次问题暴露出安全阀动作值整定后，仍然存在在运行中的安全阀动作、复归值自行变化的可能。另外，该安全阀设计时其动作值仅启动值可调，复归值不可调（随同启动值自行变化），该安全阀在压力值达到启动值后安全阀开启，液压机构快速泄压，在压力值达到复归值后，安全阀复归，压力不再下降，但是在压力达到安全阀复归值后，该型安全阀会存在缓慢泄压的情况，这是由于安全阀自身的特性所决定的。故而现场对该安全阀进行了更换，并将该问题安全阀返厂分析。

4 对于后期工作的启示

由于断路器分、合闸动作的各项指标与工作缸中各部分液压差值有直接关联，所以液压机构压力检测系统将油压系统的压力值转变为电信号后的逻辑判断及反馈过程对于保证断路器安全正常运行具有核心意义。

压力整定过程中要点如下：

I、压力值的整定工作与现场气温有直接关系。断路器中初充的氮气符合密度不太高、压强不太大以及温度不太低的条件，我们使用理想气体模型作为分析的基础。根据公式 (a) 在氮气系统未发生泄漏的情况下， V 、 M 、 R 为恒定值，则可将公式简化为：

$$\Delta P \times T_0 = P_0 \times \Delta T \dots\dots\dots (b)$$

其中： ΔP — 气体的压力变化值、 ΔT — 温度变化值、 P_0 — 温度为 20℃ 时的气体压力、 T_0 — 温度为 20℃ 时的绝对温度 (293K)。故在每次检修工作进行压力整定前，需先根据现场温度进行压力换算，并在调整时按照新的压力整定。

II、液压系统建压的过程，并不是一个无摩擦的过程。在正常的建压过程中，当电机打压时，液压油和管壁的摩擦、

储压筒活塞和筒壁的摩擦均会导致气体的温度上升。当减压过程停止后，气体温度会随着周围环境温度的下降而下降，系统压力必然也会跟着下降，反映在压力表上，它的指针就会向着电机启动压力那一点移动。所以，压力开关的整定必须在系统温度恢复在环境温度时进行。实际可在一次打压停止 1 分钟后进行整定。

5 结束语

我公司专业人员应与厂家继续对压力开关及安全阀启动、复归值在运行过程中不明原因发生变化问题进行认真分析及试验，确定具体原因、变化范围、对设备运行的影响及进一步整改措施。同时将加强定检过程中该型安全阀的定值核对；本文主要对本公司日常运维工作中，所发现的 750kV 哈密站 LW56-800 型断路器频繁打压的问题进行了分析，找出主要原因。同时深入研究设备异常机理，对缺陷整改提出方案，并提出后续处理措施和建议。

[参考文献]

- [1] 《新东北 LW56-800 型断路器说明书》
 - [2] 手嶋力 《液压机构》 机械工业出版社 2010 年 10 月 1 日
 - [3] 毕四华 《一起 750kV 超高压断路器事故紧急处理浅析》 工业 A 2017 年 10 月
- 作者简介：卢金宝，男，工程师，长期从事变电一次检修工作。