

# 变压器油枕胶囊破裂修复方案探索

唐云武, 李晋

(国家能源投资集团大渡河检修安装有限公司, 四川 成都 610041)

**摘要:**在电力企业中, 大容量的油浸式电力变压器大多采用胶囊式油枕, 胶囊式油枕在油浸式电力变压器中起到补偿变压器绝缘油油位变化的作用, 在防止变压器绝缘油老化方面起到了很关键的作用。但变压器绝缘油具有极强的腐蚀性, 随着变压器的长时间运行, 胶囊与绝缘油接触面逐渐老化, 在变压器运行中会突发油枕胶囊破裂或裂纹事件, 从而造成绝缘进入胶囊内部, 导致油位计无法显示甚至损坏, 且变压器绝缘油通过破损胶囊直接与空气接触, 会加速变压器绝缘油劣化, 影响变压器的安全运行。本文简单介绍了一种胶囊破损的临时修复方案, 可以确保主变在极短时间内恢复正常运行。

**关键词:**变压器; 胶囊式油枕; 故障原因; 处理方案; 修复流程

**中图分类号:** TM411; TQ336.1+5; G264.3

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2020)增1-0092-03

## Research on Repair Method for Transformer Conservator Capsule Rupture

TANG Yunwu, LI Jin

(Guodian Dadu River Maintenance & Installation Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610041)

**Abstract:** In power enterprises, capsule type oil conservator is mostly used in large capacity oil immersed power transformer. Capsule type oil conservator plays a role in compensating the oil level change of transformer insulation oil in oil immersed power transformer, and also plays a key role in preventing transformer insulation oil aging. However, the insulation oil of transformer is extremely corrosive, with the long-term operation of transformer, the contact surface between the capsule and the insulation oil gradually ages. During the operation of the transformer, the rupture or crack of the oil conservator capsule might occur, resulting in the insulation oil entering into the capsule, causing the oil level gauge unable to work or even damaged. Moreover, the insulation oil of the transformer directly contacts with the air through the damaged capsule, it will accelerate the deterioration of transformer insulation oil and affect the safe operation of transformer. This paper briefly introduces a temporary repair scheme for damaged capsule, which can ensure the normal operation of main transformer in a very short time.

**Key words:** transformer; capsule type oil conservator; fault cause; repairing process

### 1 概述

胶囊式油枕是在油枕内装有一个软气囊<sup>[1]</sup>, 胶囊通过呼吸管及吸湿器与大气直接接触, 胶囊外侧则和变压器油接触。当变压器油箱中油膨胀或收缩导致油枕油位变化时, 胶囊利用内外压力差实现自身膨胀或压缩, 从而起到“呼吸”作用, 从而将变压器油与空气彻底隔开。一般油枕的油位计采用“浮球”式, 即将“浮球”浸泡在绝缘油中, 且一般安装在胶囊的下方, 当油枕油位变化时通过磁铁指针来准确指示油位。

胶囊式油枕优点: 观测直接, 结构简单, 安装

流程也简单。

胶囊式油枕缺点: (1) 安装时胶囊易坏损。(2) 胶囊在运行过程中老化后易出现裂纹, 影响主变安全运行。(3) 主变在长期运行中, 会有部分气体进入油枕中, 影响了油枕内胶囊的呼吸, 当气体过多时, 易出现假油位。

### 2 胶囊式油枕故障原因

某水电站主变压器为 220 kV 油浸式变压器, 其油枕为胶囊式油枕。该主变在运行中突然出现了油枕油位报警故障<sup>[2]</sup>, 经现场检查其油位计显示位“0”。

分析该故障可能出现的原因如下:

(1) 油位计“浮球”与传动连杆脱落。(2) 油

收稿日期: 2020-07-15

位计“浮球”有砂眼,绝缘油进入“浮球”内部。(3)油位计磁铁指针故障。(4)胶囊破裂。(5)其他。

由于该故障出现在汛期发电高峰时期,若主变在运行过程中出现“甩负荷”现象,从电网中解列,将直接影响电网的安全运行。因此,随即对主变停电检查,最终发现为油枕胶囊粘接缝破裂(如图1),内部进入绝缘油压迫油位计“浮球”,从而出现指示为“0”。

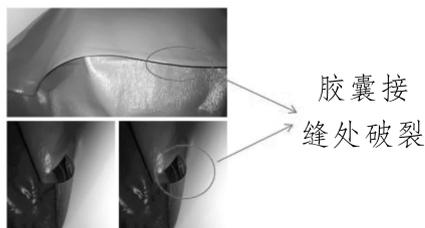


图1 油枕胶囊破裂情况

### 3 故障处理方案

根据汛期发电高峰及防汛要求,该水电站主变必须在最短时间内恢复正常运行,但一般主变其胶囊均需要定制,时间较长<sup>[3]</sup>。结合故障与胶囊备品情况,检修人员讨论一致通过对该破损胶囊进行修复,待新的备品胶囊到位后再尽快进行更换。但由于目前电力行业针对胶囊破损故障均在变压器长时间停电期间对胶囊进行更换工作,因此,没有任何人员能够掌握胶囊的修复工艺。本文结合具体实施细则,提供一种胶囊破损的临时修复方案,可以确保主变在极短时间内恢复正常运行。

该胶囊临时修复处理方案是在检修现场无新备品胶囊且处于防汛减灾特殊时期的情况下采取的不得以的补救措施,在实际操作过程中应严格按照胶囊式油枕更换安全措施及油枕检修所允许的环境下进行,如空气应满足湿度不超过75%的基本检修环境。

实践证明,在新备品胶囊采购后进行胶囊更换的过程中检查旧胶囊修复处完好无损,至此旧胶囊修复后正常运行时间已超过4个月,该修复方案可行且效果较好。

## 4 胶囊修复

### 4.1 工器具及材料准备

本次修复需的材料为密封胶、压接工具、什锦锉、酒精、白布等。

#### 4.1.1 密封胶

本次使用的密封胶为速干软性环氧胶(含A、B组分),可用于少有面橡胶的粘接,具有快速固化、粘接牢固、防油腐蚀等特点。在使用该密封胶前,将粘接样品浸泡至绝缘油中数小时观察,未发现粘接脱落,证明该密封胶能满足本次胶囊修复需求。目前市场该类强力胶种类繁多,使用中可根据实际情况进行选择。

#### 4.1.2 压接工具

此次压接工具采用角钢与“C”型大力钳焊接而成(如图2)。可满足粘接后接缝的压接要求。此次压接工具具有普遍可替代性,在实际工作中可根据现场材料进行改善制作,仅需确保可给粘接面提供一个有效的压接力即可。

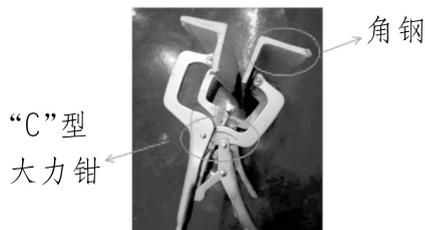


图2 压接工具

#### 4.1.3 修复流程

由于之前对密封胶已做了试验样品,在工器具及材料准备完成后则开始在胶囊破损处进行修复。修复工艺与“粘鞋”流程相似。

(1)主变申请停电,停电措施到位,真空滤油机等排油设备准备到位。

(2)排尽主变油枕绝缘油至空油罐后打开油枕人孔盖板后取出破损胶囊。

(3)对胶囊原破损面进行清洗,要确保粘接面无绝缘油残留。

(4)用什锦锉打磨接触面,由于原胶囊粘接面存在的密封胶,较为光滑,使用什锦锉可有效确保粘接面有足够的粗糙度,确保粘接牢固牢靠。

(5)再次清洗粘接面,将密封胶A、B组分别按照使用要求配比完成后立即将密封胶均匀涂抹至粘接面。

(6)在密封胶完全凝固前用压接工具对该密封面进行挤压,由于该种密封胶为快速粘贴胶,挤压时间可控制在15 min左右。

#### 4.1.4 修复后的保压试验<sup>[4]</sup>

在确认密封胶完全凝固且粘接牢靠后,将油枕胶囊打压表计及连接法兰连接至胶囊接口,对

胶囊充以干燥的氮气至 0.03 MPa 后关闭阀门,对胶囊保压 4 h 后压力未出现降低现象,说明该次胶囊修复效果良好。

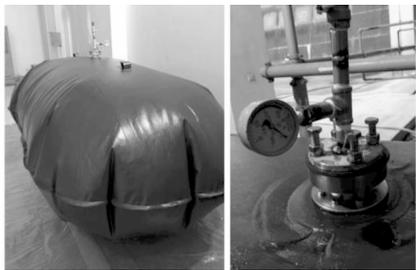


图 3 胶囊修复完成后打压

#### 4.1.5 胶囊回装

由于本次为故障处理,绝缘油的数量不满足油枕抽真空注油方式,本次回装胶囊时决定采用“胶囊充气”排尽油枕气体。具体操作如下:

(1) 修补后胶囊内部排尽空气,清洁胶囊表面及油枕内部,确保与绝缘油接触面无异物。

(2) 将胶囊按规定方法安装至油枕内部,对胶囊进行固定后连接好胶囊充气阀门,胶囊固定作业过程中应不损坏胶囊。

(3) 更换油枕人孔盖板密封及油位指示计密封,回装盖板前再次检查确认油枕内部无异物。

(4) 注油前检查油位及密封良好,指针动作灵活无卡涩,从油枕底部注油口将绝缘油注入油枕,操作过程中应时刻关注油枕内部情况,确保无异常情况发生。

(5) 绝缘油注入完毕后用干燥空气(或氮气)对油枕胶囊进行充气,观察油枕顶部排气孔,当有绝缘油溢出时,证明油枕内部排气完毕完善,检查各处无渗漏后,故障处理完成。

实践证明,此次胶囊修复确保了变压器及时恢复投入运行,处理时间仅为 3 天,减小了汛期防汛风险,降低了水电站经济损失。该胶囊修复后,自投入使用至新胶囊更换未出现粘接面脱落现

象,直至新胶囊到位后更换时检查修复位置仍未出现再次破损现象。

一般按规定要求,对运行年限超过 15 年的储油柜胶囊和隔膜应进行更换。可见胶囊式在运行过程中会出现材料老化变形的情况<sup>[5]</sup>。鉴于此次事故的发生给变压器胶囊的检修提供了一种有效的经验。

## 5 结 语

在电力行业中,若变压器停电时间满足新胶囊购买及更换的条件,同时为了确保变压器运行的可靠性,是不建议对胶囊采用修复处理的。但此次胶囊修复是在胶囊更换条件不允许的情况下临时修复,以确保变压器及时恢复运行,待新胶囊到位后再进行更换。

此次油枕胶囊修复工艺及流程相对简单,可操作性性大,但由于之前尚未有过类似胶囊修复的案例,因此此次油枕胶囊的成功修复可为该类类似故障提供一个有效、可靠的临时处理参考方法。胶囊修复的难点在于粘接密封胶的选择与粘接面的处理,且需要确保粘接一次性成功,否则将直接影响修复效果。

### 参考文献:

- [1] 齐大勇,刘明,李成志. 变压器储油柜及其常见问题浅析[C]. 山东电机工程学会第十二届优秀论文汇编:山东省科学技术协会,2011:247-251.
- [2] 李建华. 大型油浸式变压器油枕胶囊破裂的运行分析及注意事项[J]. 山东工业技术,2014(20):169.
- [3] DL 573-2010 电力变压器检修导则.
- [4] 郭哈,郭顺楠,李学良. 一起主变储油柜胶囊破损的共性问题分析[J]. 电气开关,2016,54(04):106-108.
- [5] 徐木桂,章海斌,马凯. 一起大型变压器调补变胶囊破裂分析与处理[J]. 东北电力技术,2020,41(04):44-46+50.

### 作者简介:

唐云武(1990-),男,四川宜宾人,助理工程师,工学学位,国电大渡河检修安装有限公司从事水电站一次设备检修工作;  
李晋(1990-),男,辽宁朝阳人,助理工程师,工学学位,国电大渡河检修安装有限公司从事水电站机械设备检修工作。

(责任编辑:卓政昌)

(上接第 88 页)

### 参考文献:

- [1] 陈秀芝. 水轮发电机机械检修[M]. 2003.
- [2] 曹德康. 水轮机直缸活塞式接力器漏油剖析[J]. 东方电气评论,1999,000(002):114-118.
- [3] 石高安. 数形结合,例谈垂径定理在圆问题中的高效作用[M].《VIP》,2013.
- [4] 中国标准化委员会.GB\_T 8564-2003 水轮发电机组安装技术规范[M]. 2003.
- [5] 李静,任以伟,李勇志,等. 油污泄漏水污染事件的生态

环境损害调查指标体系初探[J]. 三峡生态环境监测,2018,003(004):59-66.

### 作者简介:

张华垒(1987-),男,四川彭州人,大学本科,工程师、水轮机技师,国电大渡河检修安装有限公司从事水轮发电机组的安装检修工作;  
郑勇(1975-),男,四川乐山人,助理工程师、国电大渡河检修安装有限公司从事水轮发电机组的安装检修工作。

(责任编辑:卓政昌)