

# 电力机车牵引变压器油泵种类和改进分析

陈 杰

国能朔黄铁路发展有限责任公司 河北沧州 062350

**摘 要:** 主要对电力机车油泵的种类进行阐述, 并针对故障问题及改进策略进行了分析, 以供参考。

**关键词:** 电力机车; 油泵种类; 故障问题

## 引言:

电力机车牵引变压器油泵是指专供电力机车牵引变压器强迫油循环冷却用的油泵。牵引变压器油泵是冷却系统中的一个重要组件, 油泵在运行中如果出现了故障, 会直接影响牵引变压器的安全运行, 因此牵引变压器油泵的质量安全至关重要。

## 一、产品概述

电力机车变压器油泵是适用于电力机车变压器强迫循环冷却系统中的专用油泵, 冷却方式为内循环冷却。

电力机车变压器油泵为油泵与电动机组合一体的结构形式。壳体与机座采用特种钢板材质焊接加工成型, 防渗漏能力强。油泵部分: 采用离心式泵, 叶轮直接安装在电机轴端, 靠叶轮旋转的离心力作用产生压差。电动机部分: 采用潜油结构, 并进行特殊设计, 以平衡电压、电流、频率的波动所带来的不良影响, 按轴功率配用电机, 并能在入口油温不超过 $80^{\circ}\text{C}$ 的热变压器内长期运行。

## 二、目前国内外生产的变压器油泵的结构形式一般如下

### 1、按泵的叶片形式划分

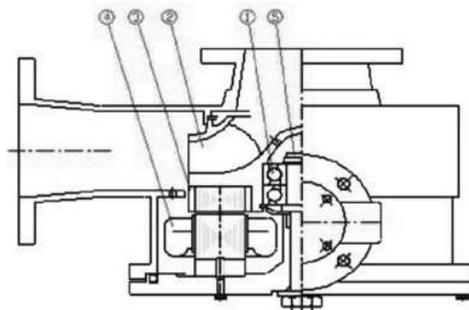
(1) 离心式变压器油泵: 配装离心式叶片泵, 一般适用于变压器强油风冷却器。

(2) 轴流式变压器油泵: 配装轴流式叶片泵, 一般适用于低扬程、大流量、低油阻力的变压器片式散热器冷却系统中, 可做多种冷却形式的切换选择: 当泵停止运转的时候, 油泵只相当于一低阻力的管路连接段, 此时变压器可做ONAN(自冷式)或ONAF(风冷式)运行。当泵通电运转时, 可做OFAF(强油风冷式)运行, 冷却效率大大提高, 温升系数C值大幅度下降。

### 2、按驱动电机结构划分

(1) 常规感应三相异步电动机驱动普通型变压器油泵。

(2) 盘式电机(轴向气隙)驱动的盘式变压器油泵。



(1)—轴承; (2)—叶轮; (3)—转子; (4)—定子; (5)—转轴

两种结构的差别主要是驱动电动机不同, 使用功能、安装尺寸、形式完全相同。

## 三、油泵在牵引变压器上的应用

牵引变压器油泵应用在电力机车牵引变压器上, 随电力机车一起运行, 与地面变压器油泵相比, 应用环境对电力机车油泵提出了更高的要求, 要求具有良好的抗振动冲击性能、高防护等级, 同时要求其具有高可靠性、低噪声、节能高效等特点。牵引变压器工作时发热, 使油箱里的变压器油油温升高, 油泵为变压器油的流动提供动力, 将热油从油箱顶部抽出进入冷却器, 冷却后的油从底部进入牵引变压器油箱中, 如此循环往复, 使牵引变压器达到预期的冷却效果, 保障牵引变压器持续正常工作。

牵引变压器用油泵按结构分主要有两种型式: 即离心式和轴流式。这两种型式的油泵在牵引变压器上均有广泛的应用, 下面简要介绍应用在牵引变压器上的离心泵和轴流泵的特点。

### 1、离心式牵引变压器油泵特点

离心泵是根据离心力原理设计的, 高速旋转的叶轮带动液体旋转, 将液体甩出, 从而达到输送液体的目的。目前, 国内200km动车组上使用的油泵属于离心泵, 功率为 $1.5\text{kW}$ , 流量 $42\text{m}^3/\text{h}$ , 扬程 $7\text{m}$ 。该油泵结构紧凑, 外形尺寸上, 幅向尺寸小, 轴向尺寸较高。泵部分采用

离心式泵，叶轮直接安装在电机轴端；电动机部分采用潜油结构，油泵电机整个浸泡在变压器油中。油泵的泵体和电机壳体均采用钣金制造，实现了耐振、抗冲击的特点，设计时尽量减少密封圈的数量，确保无泄漏，轴承采用安全性能高和使用寿命长的滚动轴承。

## 2、轴流式牵引变压器油泵特点

轴流泵也称管道泵，油泵运行时叶轮中的液体沿着与主轴同心的圆筒内排出，特点是流量大、扬程低。目前国内HXD1型电力机车上使用的油泵属于轴流泵，功率7.3kW，流量60m<sup>3</sup>/h，扬程21.5m。该油泵安装时要求的轴向空间小，幅向空间大。油泵的泵体、法兰、叶轮和接线盒均采用铸铝合金制造，实现了轻量化的要求；电动机部分采用潜油结构，油泵电机整个浸泡在变压器油中，变压器油能对油泵轴承进行冷却和润滑。

## 三、盘式变压器油泵

### 1、盘式电机的优点

(1) 硅钢片材料利用率达70%以上，普通电机只有45%。

(2) 结构紧凑，轴向长度短，只有普通电动机长度的1/2，但幅向粗大。

(3) 电动机散热条件好，设计电密高。

### 2、盘式电机做成变压器油泵时应该密切注意的问题

(1) 盘式电机的轴向磁力是很强的。当轴承经过长期运转产生磨损和间隙时，这种轴向磁力会使这个间隙直接转化为定子、转子间气隙的减少，直至定子、转子铁与铁之间的摩擦。

(2) 盘式泵启动电流和运行电流都比普通型电动机油泵大20%以上、启动转矩低、启动时间长。

采用双推力轴承的盘式泵，其现场检修调整轴承间隙时工艺难度较大。轴承间隙大，则电流很高；间隙小，则效果不佳。

## 四、关于轴流式变压器油泵

目前，片式散热器冷却系统配套变压器的规模和容量越做越大。大型变压器还可以根据负载情况进行ONAN（自冷式）、ONAF（风冷式）或OFAF（强油风冷式）等多种冷却形式切换选择运行。当片式散热器以ONAF（风冷式）或OFAF（强油风冷式）运行时，冷却效率会大大提高，温升系数C值下降。片式散热器，以其免维护、辅机损耗小、低噪声、低成本等优势，与传统强油风冷却器和强油水冷却器相比具有明显的优越性。而配套片散的变压器油泵，必须首先要满足低油阻力、低扬程、大流量这样的运行特点。

## 五、变压器油泵的故障诊断和实时监控问题的探讨

在我国，目前变压器油泵的故障诊断技术还非常原始，油泵故障的实时监控技术还是空白。油泵运行状态与故障隐患不可预知。一旦发现油泵故障时，油泵已经到了不得不退出运行的状态，这时往往由于电气故障和机械故障磨损下来的大量金属颗粒、碳化物、乙炔等已经进入变压器内部，从而导致变压器需要进行放油、开箱、器身清洗，烘干、下箱，注油，例行试验等操作，工艺复杂，严重的甚至会做成变压器绝缘的破坏或整个报废，造成较大的成本损失。

目前国内已经有厂家研制完成了带有监控功能的变压器油泵和集中监测系统，对油泵的运行状态进行监测，并获得了相关的技术专利。

1、带有监控功能的变压器油泵和集中监测系统构成如下

(1) 带有监控功能的变压器油泵（可订购亦可现场改造）。

(2) 前端机，安装在变压器附近，可定时循环采集并检测显示2~12台油泵运行状态和电流信号，并完成各路信号的汇总、分析处理及显示相关信息，实现与集中监测机或直接与运行维护人员的数据通信。

(3) 集中监测机（可选），安装在变电站监控机房内，与前端机有线相连，完成变压器油泵的长距离监测，前端机与集中监测机间通信距离为有线1000米之内。

一般一台变压器安装一台前端机，可监测12台变压器油泵，一台集中监测机可接2~8台前端机。

### 2、带有监控功能的变压器油泵的原理

通过泵内的电磁感应传感器检出变压器油泵的运行间隙，从而实时监控泵的轴承磨损情况、运行状况和预判故障。通过现场设置的前端机中显示的各台油泵的绿区（安全运行）、黄区（临界预警）、红区（危险警示）显示，可以即时显示和预判油泵的运行状态、工作电流与故障。当进入“红区”时，会发出声光报警和信息输出。故障检出率：100%。传感器是由一组与油泵绕组同材料绕制并与绕组绝缘成一体感应线圈，与传统常规变压器油泵相比，结构和功能相同，只是在出线盒位置附加了一接口，完全符合变压器油泵产品运行可靠性的特殊要求。

### 3、集中监测机（可选）

为现场运行的多份“前端机”监控提供了信息化、智能化的便捷窗口手段。当集中监控实施后，各台份油泵实时运行和时段运行状况都有了信息化的记录内

容, 还可实现远程通信报警。这使得现场户外高电压、强电场、恶劣环境下的变压器监测维护管理人员随时掌握设备运转情况。使监控维护工作变被动为主动, 尽量减少停机事故的发生, 极大地提高了设备的可靠性技术水平。

#### 六、油泵使用注意事项

牵引变压器油泵运输、储存时内部应充满变压器油或者氮气, 应防止油泵在搬运过程中撞击导致轴承损伤。若油泵是充变压器油的, 安装前应确认变压器油的型号并将油倒出, 避免因变压器油不同而发生混油。油泵安装过程中, 要特别注意防止杂物混入。接线时, 三相电源的电线U、V、W应与油泵接线盒内的U、V、W相对应, 杜绝相序接反。在牵引变压器上安装好后, 应进行工频耐压、绝缘电阻、功率测量等试验的检测。

#### 七、机车变压器油泵的发展方向问题

变压器油泵安装在电力机车上, 抗冲击和抗振动性

能强, 防护等级高。随着我国高铁和机车运行里程数越来越多, 高可靠性, 节能高效、功能一体化、智能化, 是机车变压器油泵今后的发展方向。

#### 八、结语

综上, 牵引变压器油泵随牵引变压器安装在电力机车上, 兼具使用重要性和维修困难性, 因此牵引变压器油泵要具有高品质的质量。总之, 高品质的牵引变压器油泵必将能使电力机车牵引变压器的品质得到更好的保障, 能在牵引变压器上得到广泛的应用。

#### 参考文献:

- [1]黎贤钦. 压器油泵实用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2020.
- [2]马海. 变压器潜油泵的维护及故障处理[J]. 宁夏电力, 2019(1).
- [3]郝宋, 赵园, 卢冬华. 油泵在电力机车牵引变压器中的应用[J]. 技术与市场, 2019, 22(05): 35+38.