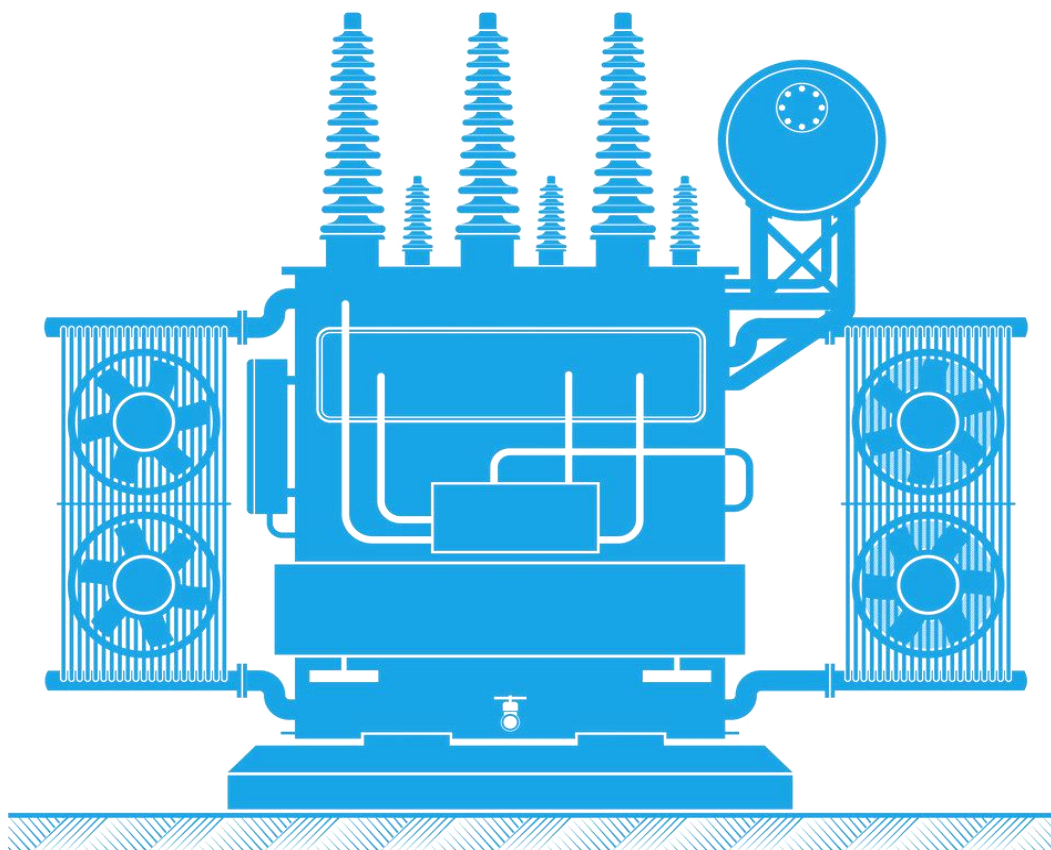




# 陕西声科电子有限公司

## 变压器专用油枕液位计



### 陕西声科电子科技有限公司

SHAANXI SHENGKE ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.

地址：陕西省西安市高新区锦业二路逸翠尚府北侧 8 号楼三单元 1902

电话：029-88858601 传真：029-88858601

商务/技术直线：029-89589592

网址：<http://www.sx-sk.com> 邮箱：[service@sx-sk.com](mailto:service@sx-sk.com)



## 产品介绍

---

变压器专用油枕液位计是本公司针对变压器油枕开发的一款便携式油位计，它是一种利用声呐测距原理、从油枕外部（底部）测量内部油位的仪表，该产品实现了完全隔离测量。该产品打破了传统开罐接触的测量方式，实现了对密闭容器内油位高度的真正非接触测量。声呐传感器（探头）吸附于油枕外壁的正下方（底部），不需对被测容器开孔，测量简易。

仪表测量和显示部分采用分体式结构，通过无线方式传输数据，两者分别固定在绝缘杆的两端，提高了手持端的绝缘性，操作更安全。

### 工作原理

变压器专用油枕液位计采用声呐测距原理，利用外贴在容器壁外部的专用探头发射、接收声呐信号，以专用声呐波处理技术为系统内核，采用先进的高速信号处理技术，利用陕西声科的专用算法精确计算出油枕内的油位。

测量液位时，声呐波信号从探头发射出去，经过油面反射回来后由探头检测到回波信号，经专有算法处理后计算出时间  $t$ ，系统根据回波时间和介质声速计算出油位高度。

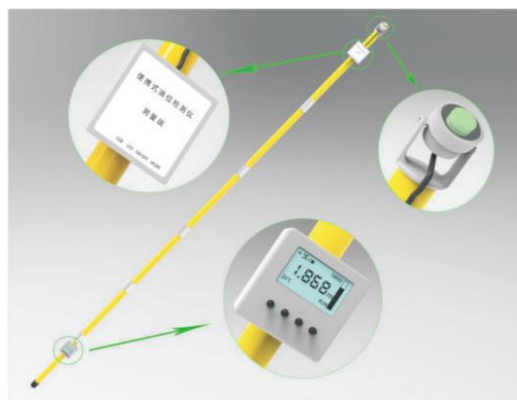
我们公司根据变压器油枕液位检测的不同需求设计出两款变压器专用油枕液位计产品：

## 便携式油枕液位计

---

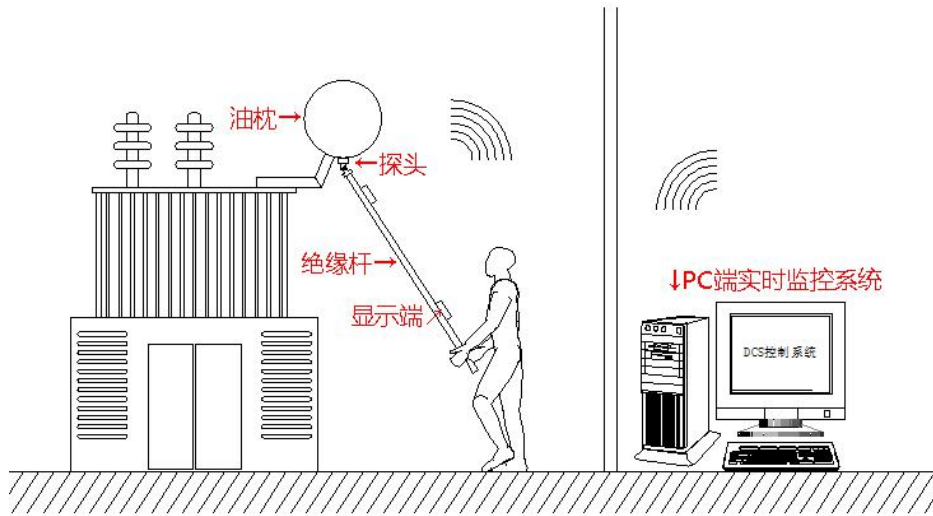
### 产品特点

- 非接触式测量油位
- 磁吸式固定，无需耦合剂
- 便携式仪表 外形小巧，携带方便
- 伸缩式绝缘杆结构
- 分体式结构，操作安全
- 低功耗，可充电
- 高测量精度 测量误差
- 实时温度测量、校准



## 产品概述

便携式油枕液位计实现了不开罐非接触式对密闭容器内油位测量。声呐传感器吸附油枕外壁的正下方即可测量，具有随用随测、方便快捷、安全可靠的特点。



便携式油枕液位计测量示意图



## 适用范围

适用因素	要求
被测容器	容器正下方有安装测量探头安装的空间。罐壁无衬层或气体夹层 探头正上方到液面间，无固体遮挡物（如盘管、隔板、漏板等）。 罐壁为硬质材料，如各种硬金属、玻璃钢、硬质塑料、硬橡胶等。
被测液体	被测液体动力粘度小于 10mPa·S。 液体无大量沉淀、结晶物，内部无密集气泡。
被测处温度	罐壁温度在-45℃~80℃之间。
环境温度	主机环境温度在-20℃~70℃之间。
环境湿度	( 0%-95% ) RH

## 技术参数

最大量程	5m
显示分辨率	1mm
重复性测量误差	$\leq \pm 10\text{mm}$
温度测量范围	$-45^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$
温度测量精度	$1^{\circ}\text{C}$
供电电源	3.7V 锂电池
工作时间	> 12 小时
现场显示环境温度	$-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
探头使用环境温度	$-45^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$
使用环境湿度	( 0% ~ 95% ) RH
液位显示	128×64 液晶显示
盲区	理想工况, 盲区 3cm, 具体值由工况复杂程度决定
绝缘杆	绝缘电压 220KV

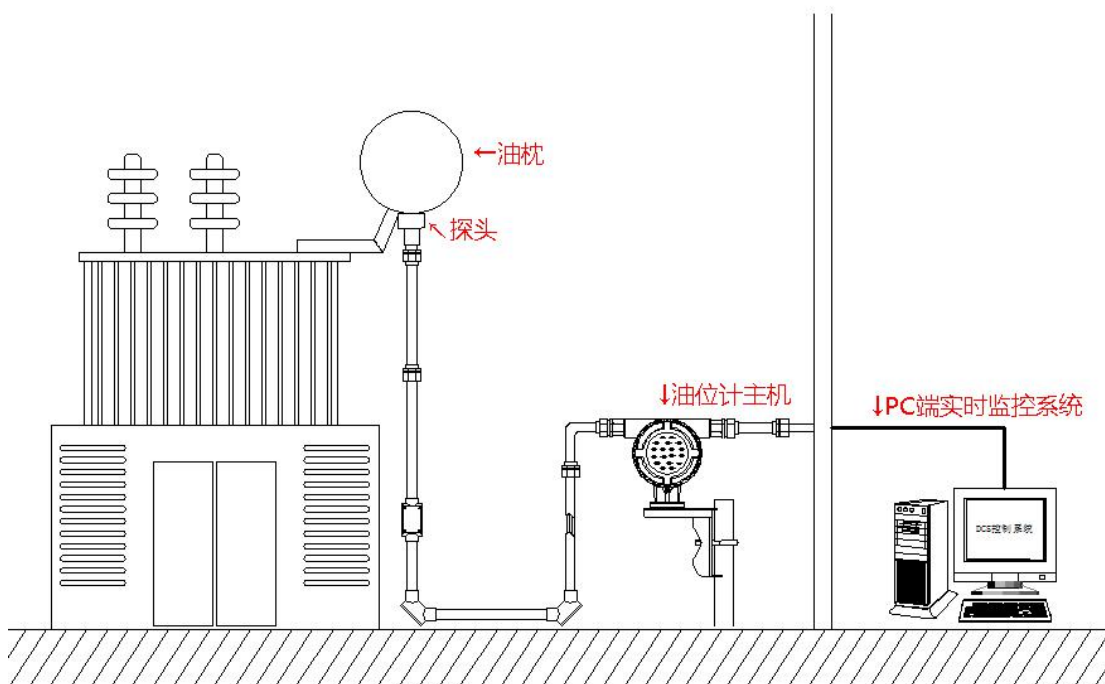
## 固定式油枕液位计

### 产品特点

- 非接触式测量油位，安全便捷
- 微小盲区 先进的自动功率控制算法
- 超高测量精度，测量误差低
- 安装调试简易方便
- 分体式操作结构简单
- 实时温度测量校准
- 4-20mA 模拟信号输出
- 免维护

### 产品概述

固定式油枕液位计实现了对密闭容器（油枕）内油位高度的真正非接触测量。声呐传感器吸附于油枕外壁的正下方即可测量，不需对被测容器开孔，测量简易、安全可靠、操作方便，可与 DCS 系统连接实现远程监控。



固定式油枕液位计测量示意图





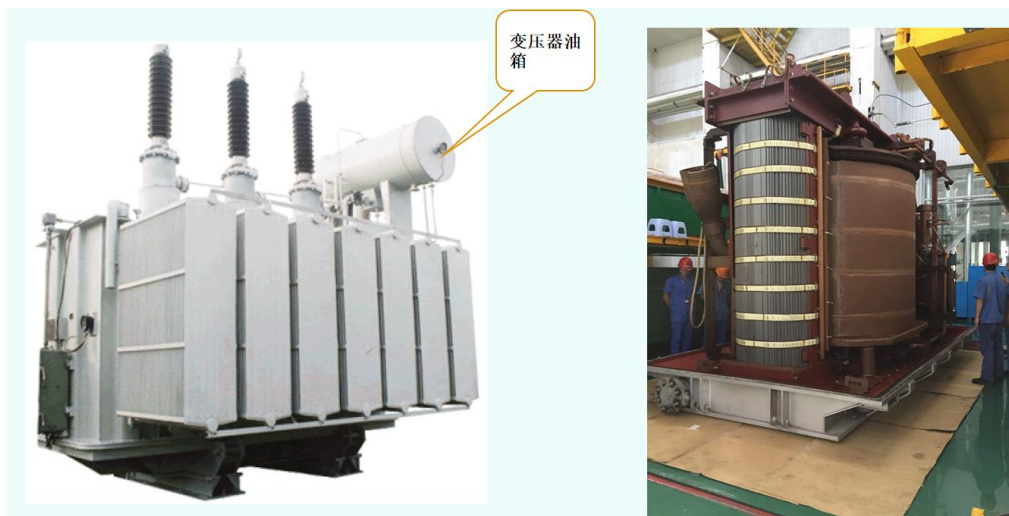
## 技术参数

被测容器	容器正下方有安装测量探头安装的空间。
	罐壁无衬层或气体夹层。
	探头正上方到液面间，无固体遮挡物（如盘管、隔板、漏板等）。 罐壁为硬质材料，如各种硬金属、玻璃钢、硬质塑料、硬橡胶等。
被测液体	液体无大量沉淀、结晶物，内部无密集气泡。
被测处温度	罐壁温度在 -45°C ~ 80°C 之间。
环境温度	主机环境温度在 -20°C ~ 70°C 之间。
环境湿度	(0%~95%) RH

最大量程	5m
显示分辨率	1mm
重复性测量误差	≤ ±10mm
温度测量范围	-45°C ~ +80°C
温度测量精度	1°C
供电电源	DC24V
信号输出	4-20mA（二线制）
现场显示环境温度	-20°C ~ +70°C
探头使用环境温度	-45°C ~ +80°C
使用环境湿度	(0% ~ 95%) RH
液位显示	128×64 液晶显示
盲区	理想工况，盲区 3cm，具体值由工况复杂程度决定

## 项目背景

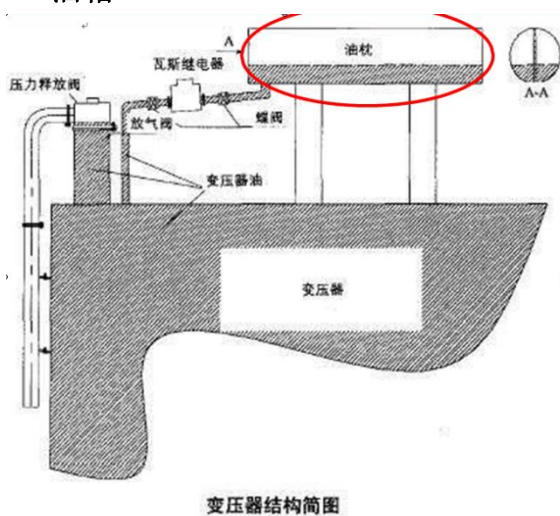
### 1. 变压器结构



## 2. 电力系统充油设备



## 3. 油箱



变压器油箱，又称储油柜，为一圆筒形密闭容器，横放于变压器主油箱上方，用管道与变压器的主油箱连接，其作用是保证变压器油在常压状态下充满主油箱



## 4. 常用传统油位计

### 玻璃管式油位计



### 指针式油位计



## 传统的玻璃管工液位计/指针式油位计存在的问题、

**主要表现：油位计（玻璃管式/指针式）无法正确反映实际油位**  
油冷变压器在运行中出现假油位的原因可能有：

(1) 油枕内波纹管与外界大气相通的呼吸管堵塞，导致波纹管内部压力与外界大气压不平衡，波纹管不能正常伸展或压缩，造成油位指示偏高或偏低。

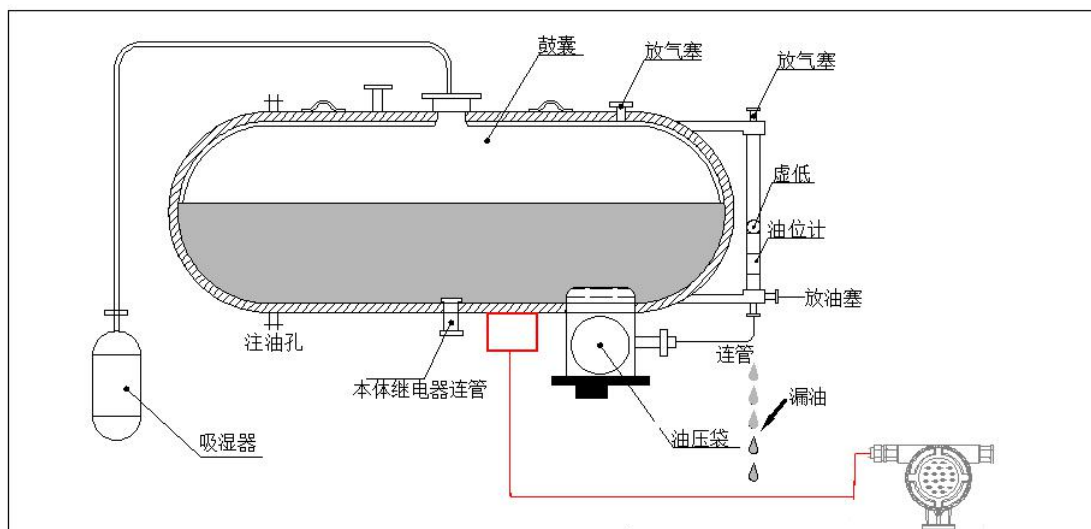
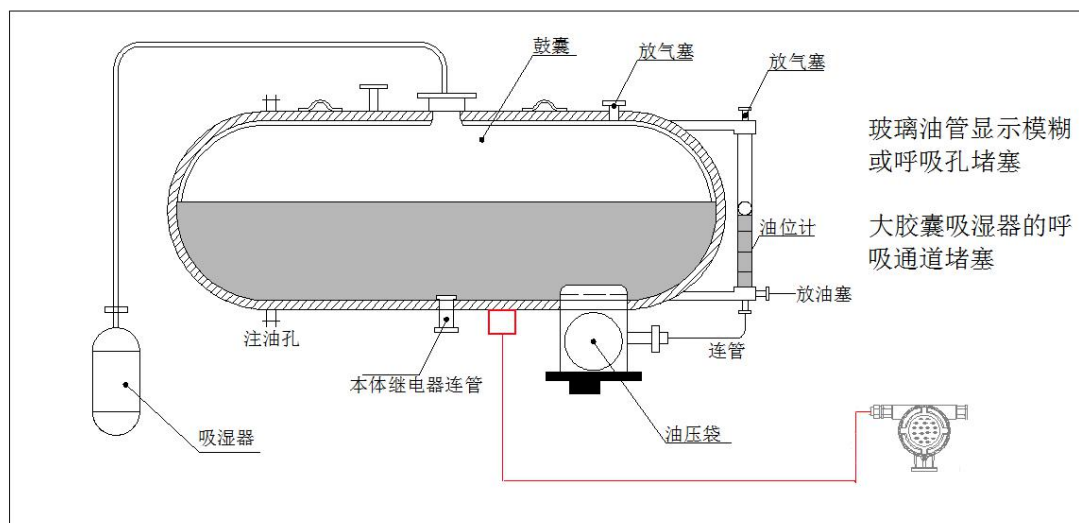
(2) 取自油枕顶部的排气管及阀门密封不严，外界空气进入油枕油腔，由于该油枕型式为“外油式”，空气进入油枕后使油枕油腔产生一定的气体空间，从而压缩波纹管，油位计指示上升，此时形成的“假油位”比实际油位偏高

(3) 波纹管轨道卡涩，当变压器油体积随温度升高或降低变化时，波纹管不能跟随油的体积变化而伸缩，不能指示正确油位，显示异常。

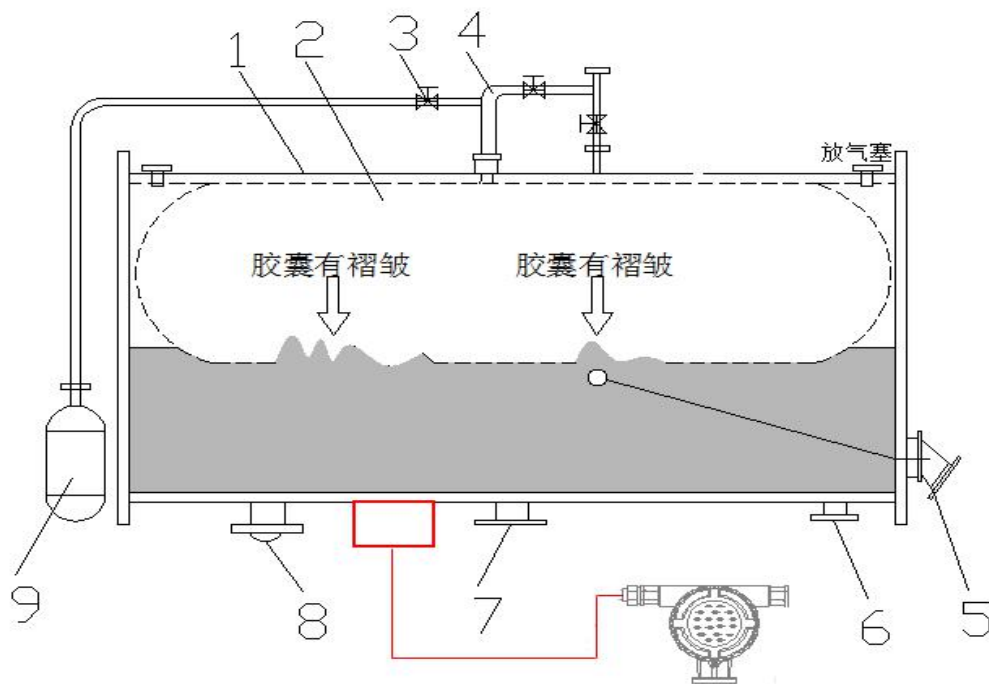
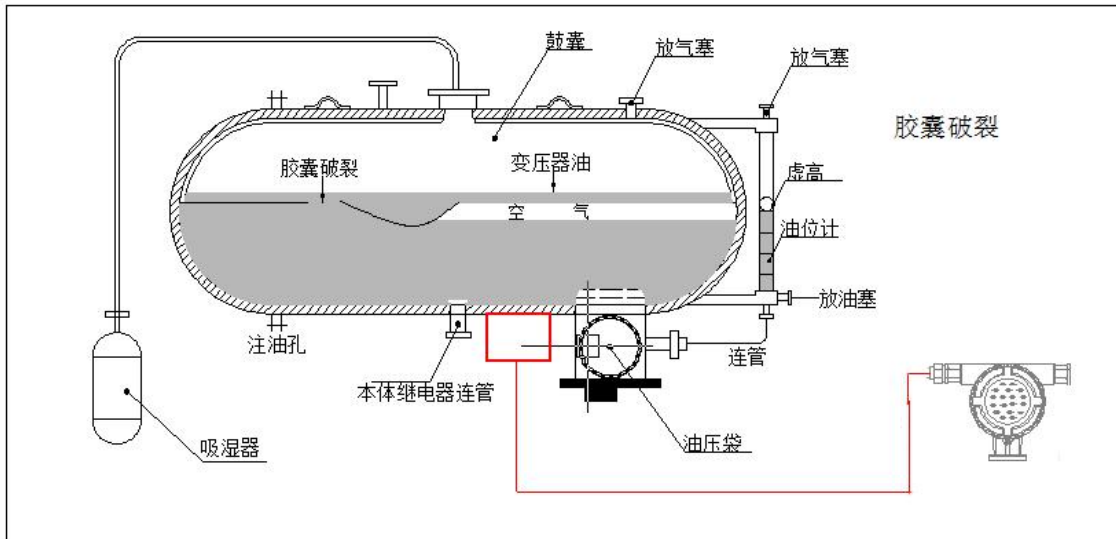
(4) 波纹管本体破裂，当波纹管本体有裂纹等老化痕迹时，油枕内的变压器油便进入波纹管芯体，也有一定空气通过波纹管进入油枕油腔，此时波纹管与油枕内的油不能完全隔绝，变压器油体积变化时，波纹管不能正常收缩或伸展，从而造成“假油位”现象，油位计显示异常。

(5) 油位计自身卡涩引起的油枕油位指示异常。

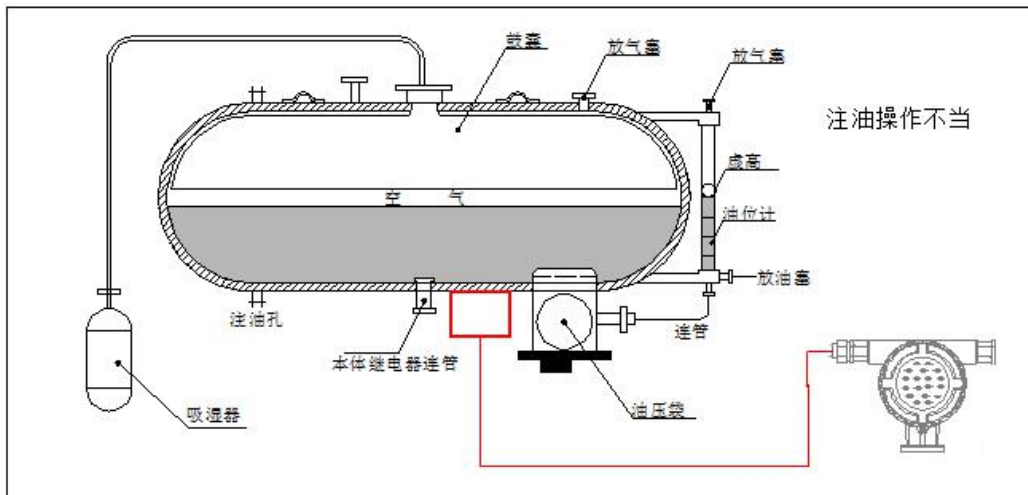
陕西声科电子有限公司的解决方案：





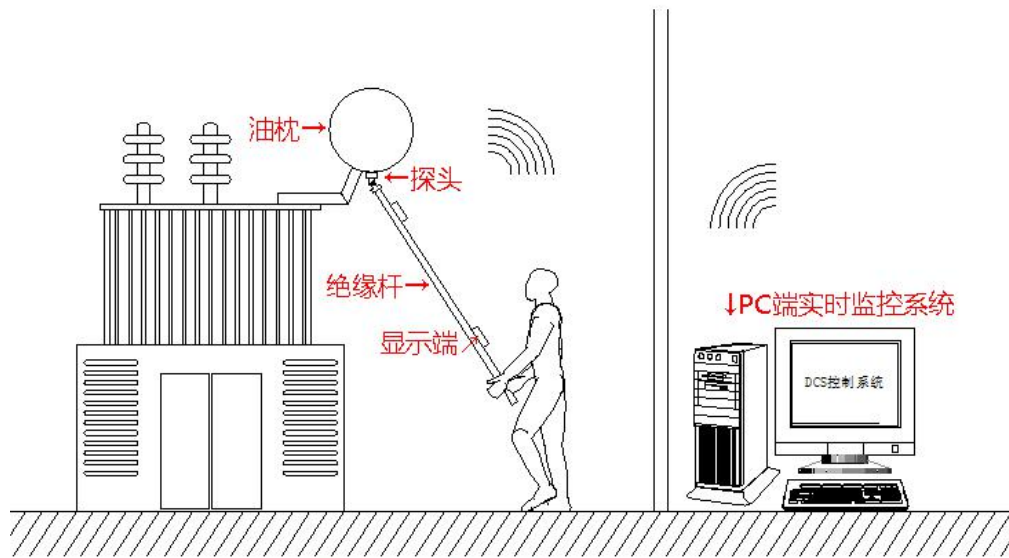


1-柜体；2-胶囊；3-阀门；4-连管（接抽真空装置）；5-油位计；6-注油油管；7-气体继电器连管；8-集污盒；9-吸湿器



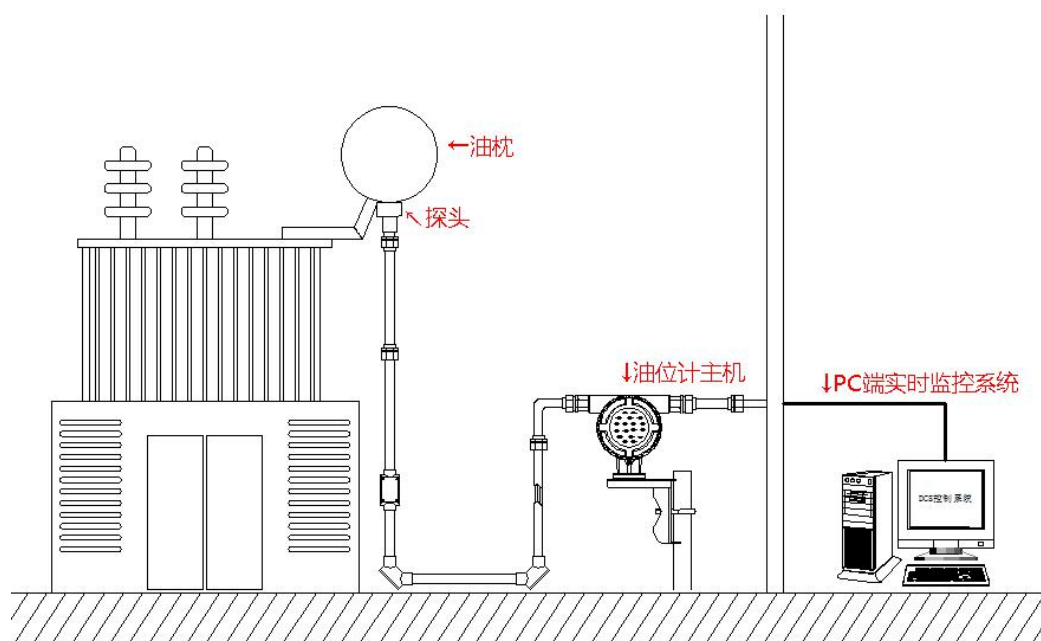


## 1. 便携式油枕液位计



便携式油枕液位计测量示意图

## 2. 固定式油枕液位计



固定式油枕液位计测量示意图

## 产品意义

变压器专用油枕液位计的具有以下重要意义：

- 1) 通过获取油浸式变压器故障早期预警数据，及时发现和排除潜伏性故障；
- 2) 可以减少意外停电次数，提高电力系统的稳定性；
- 3) 可以是电力部门随时获取变压器信息，了解其运行状态；
- 4) 延长变压器的使用寿命，降低维护成本。

因此，开展油浸式变压器综合监测系统的研究，有利于减少事故的发生和提高电力系统的稳定性，与此同时可以实现油浸式变压器故障的早期诊断和预防，降低维修成本，具有重要的实际价值和理论意义。

## 附件：验证证书

附件Q/CSG210002-2016B9

### 中国南方电网有限责任公司科技项目

### 验收证书

项目名称：基于声波阻断的便携式充油设备油位检测技术研究

完成单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院

验收主持单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院

验收组织单位：广西电网有限责任公司

验收日期：2019年6月11日

中国南方电网有限责任公司  
2019年制

#### 一、技术成果（产品）简要说明及主要技术指标：

2017年10月，广西电网公司下达“基于声波阻断的便携式充油设备油位检测技术研究”科技计划项目（桂电计〔2017〕139号“关于下达2017年固定资产计划的通知”，项目编号GXKJXM20170202），由广西电力科学研究院负责实施，科研经费30万元，项目建设时间为2017年10月至2019年06月。

本项目通过建立超声波多层介质界面能量衰减模型及计算，根据充油设备油位检测特点，研究了非接触式超声波油位检测采用的回波信号对检测的影响，结合试验分析结果，解决了以下关键技术问题：1) 便携式充油设备油位检测回波信号、超声波频率的选择问题；2) 针对粘性耦合剂存在的问题，通过试验分析研究了采用软橡胶作为固体耦合剂的可能性，解决了超声波探头与油箱表面的耦合问题；3) 采用有限元分析方法，分析压电陶瓷瞬态特性，对压电陶瓷尺寸及材料参数进行选择与优化，提高压电陶瓷机电转换效率。对压电陶瓷表面环状分布的压应力进行压电耦合建模分析，进行瞬态特性仿真试验，对超声波换能器结构进行优化。4) 安全及无线通信问题。超声波探头检测与检测主机通讯采用433M无线模式，检测主机可以设置工作参数发送至探头检测端，探头检测端的测量结果和波形可以通过无线通讯发送至检测主机，两者通过无线模式实现近距离双向通讯，探头检测端和检测主机端没有物理上的线路连接，完全隔离，防止探头触及带电体造成的人身伤害；5) 采用自相关方法和混沌振子系统相结合的测量方法对微弱信号进行检测，分别估计单次检测的自相关函数以及建立双耦合duffing振子系统，再将两者叠加以消除信号噪声和系统不稳定性。

研制了便携式充油设备油位检测仪，计划任务书指标与实际值对比如下表：

序号	设计要求	实际值	与设计符合情况对比
1	检测精度要求：重复3次其液位检测结果误差 $\leq \pm 10\text{mm}$ ；	误差 $\leq \pm 3\text{mm}$	符合
2	抗电磁干扰能力：符合GB/T17626.8-2006要求	在500kV变压器上检测无干扰	符合
3	测量的温度范围为-20~80℃	允许的温度范围为：-45℃~80℃	符合
4	报警方式：检测到液位突变信号时采用指示灯（闪光，持续1S左右）和报警声（持续1S左右）两种方式；	采用指示灯闪烁、波形变化及声音作为信号	符合
5	检测量程：最大5米	最大量程5m	符合
6	安全保护装置	测试杆为绝缘杆，耐压440kV/2.1m,1min	符合

<p><b>二、技术成果应用后的效益评估分析</b></p> <p>2018年12月贵港供电局反映500kV连宜变电站#2主变A、B、C三相因出现因油位低于报警值而报警，玉林供电局反映220kV兴业变电站#2主变因出现因油位低于报警值而报警，利用本项目研制的便携式充油设备油位检测仪对500kV连宜变电站#2主变A、B、C三相变压器及220kV兴业变电站#2主变油箱油位进行检测，检测结果上述油箱油位均高于其油箱油位计显示的油位值，属正常油位，避免了因油箱油位显示值低于报警值而需要进行故障处理的风险。由此可见，本项目成果实施后可在广西电网进行示范推广应用，及时发现充油设备油位示数系统故障，指导设备检修工作的开展，消除关键设备运行故障及隐患。同时便携式充油设备油位检测仪操作简单、成本低廉、携带方便，测量结果准确，并且探头测量部分和手持设备部分壳体全部采用绝缘材料制造，探头测量部分和手持设备部分采用无线通讯，安全性大幅提高，可实现充油设备带电检测，具有较好的推广应用前景。</p> <p><b>三、主要技术文件目录及提供单位</b></p> <p>1、《基于声波阻断的便携式充油设备油位检测技术研究》工作总结报告 提供单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院</p> <p>2、《基于声波阻断的便携式充油设备油位检测技术研究》技术研究报告 提供单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院</p> <p>3、《广西电力》期刊论文“超声波充油设备油位检测技术的研究”（2018年3期） 提供单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院</p> <p>4、南网技术论坛论文“基于声波阻断的便携式充油设备油位检测技术研究”2018年7月已提交 提供单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院</p> <p>5、发明专利“一种用于便携式超声波液位检测仪的固体耦合剂”2018年7月已受理（受理号：20180798516.3）。 提供单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院</p> <p>6、实用新型专利“一种基于超声透视扫描的便携式变压器油箱液位仪”（专利号：ZL201721879789.8）2018年8月获授权。 提供单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院</p> <p>7、便携式充油设备油位检测仪使用说明书 提供单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院</p>
---

四、主要完成单位和协作单位名称	
主要完成单位	对项目的主要贡献
广西电网有限责任公司电力科学研究院	项目组织、需求分析、制订项目实施方案、研制装置、项目产品的现场应用、项目材料编写、项目验收。申请了发明专利1项（获得受理）、实用新型专利1项（获得授权）；发表论文1篇。
陕西声科电子有限公司（外委单位）	负责超声波探头及超声数据采集系统的设计及生产集成。

五、项目团队人员名单						
序号	角色	姓名	文化程度	所学专业	职务、职称	对本项目的主要贡献
1	林朝扶	男	硕士研究生	发电厂工程	高级工程师	项目负责、组织协调、项目技术研究、试点方案制定、试验数据分析
2	梁沁沁	女	硕士研究生	应用化学	工程师	项目组织协调、项目技术研究、试点方案制定、试验数据分析
3	张龙飞	男	硕士研究生	电力环境保护	高级工程师	项目组织协调、项目技术研究、试点方案制定、试验数据分析
4	韩万源	男	博士研究生	应用化学	高级工程师	项目技术研究、试验数据分析
5	刘威	男	硕士研究生	应用化学	工程师	项目技术研究、试验数据分析

六、验收委员会成员名单						
序号	姓名	单位(部门)	职务、职称	现从事专业	验收会职务	签名
1	张英杰	化学工业部第六设计院	教授级高级工程师	自动控制及仪表	主任委员	
2	周尚虎	国网青海省电力公司电力科学研究院	高级工程师	环保化学	委员	
3	覃廷凤	广西电力建设公司无损检测实验室(柳州)	高级工程师/主任	无损检测	委员	
4	李斐	广西电网有限责任公司北海供电局	工程师/公司三级助理专家	变电试验	委员	
5	马业明	广西电网有限责任公司电力科学研究院	审计师	财务管理	委员	
七、验收委员会意见						
<p>2019年06月11日，受广西电网有限责任公司委托，电力科学研究院科研管理部在南宁组织召开“基于声波阻断的便携式充油设备油位检测技术研究（GXKJXM20170202）”科技项目验收评审会。验收委员会认真听取了课题组所做工作报告、技术报告，观看了研制的仪器现场演示，并对项目经费使用情况进行了审查。经质询、答疑和讨论，形成验收评审意见如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、项目组提供的验收资料齐全、完整，符合验收评审要求。</li> <li>2、根据计划任务书的要求，项目完成了超声波多层介质界面能量衰减模型的建立及计算，超声波测量方法的选择、超声波换能器结构设计、超声波接收信号处理方法以及超声波探头与油箱表面的耦合等理论和试验研究，研制了一台适用于充油设备油位检测的便携式充油设备油位检测仪，各项技术指标符合设计要求。</li> <li>3、项目研发的便携式充油设备油位检测仪自投运以来，情况良好，稳定可靠。</li> <li>4、项目申请了发明专利1项（获得受理）、实用新型专利1项（获得授权）；发表论文1篇。</li> <li>5、项目成果具备推广应用条件，继续开展实用化研究。</li> <li>6、项目经费管理规范，经费开支与经费预算相符。</li> </ol> <p>验收委员会认为：项目已完成计划任务书的要求，研究成果达到了预期目标，同意通过验收。</p> <p style="text-align: right;">主任委员： 2019年6月11日</p>						

八、验收主持单位意见：

2019年6月11日

九、验收组织单位意见：

2019年6月11日