

综述

文章编号: 1671- 251X( 2009) 06- 0061- 04

# 新型液位检测技术的现状与发展趋势

杨朝虹<sup>1</sup>, 李 焕<sup>2</sup>

(1. 北京矿冶研究总院, 2. 北京慧点科技开发有限公司, 北京 100044)

**摘要:** 文章介绍了工业生产过程中采用的光纤液位计、磁致伸缩液位计、音叉液位限位开关、差压式液位计、雷达液位计、伺服型浮子液位计等几种较新的液位检测仪表及其检测方法, 并对几种液位计的特点进行了分析比较。文章最后指出, 液位自动检测技术| 方面需采用新的测量原理, 开发新的液位检测仪表, 扩大检测的手段, 另| 方面需朝着微机化和智能化方向发展。

**关键词:** 液位检测; 液位计; 液位传感器; 自动检测

**中图分类号:** TP216      **文献标识码:** A

## Present Situation and Developing Trend of New Type of Measuring Technology for Liquid level

YANG Chao-hong<sup>1</sup>, LI Huan<sup>2</sup>

(1. Beijing General Research Institute of Mining Metallurgy, Beijing 100044, China.

2. Beijing Smartdot Science and Technology Co., Ltd., Beijing 100044, China)

**Abstract:** The paper introduced some new kinds of measuring instruments for liquid level used in industry production process and their measuring methods, such as fiber liquid level meter, magnetostriction liquid level meter, fork liquid level limit switch, differential pressure type liquid level meter, radar liquid level meter and servo type float liquid level meter, and analyzed and compared the characteristics of the several liquid level meters. At last, it indicated that automatic measuring technology for liquid level on the one hand must use new measuring principle, develop new measuring instruments for liquid level and expand measuring way, on the other hand, it must develop facing on micro computerization

收稿日期: 2009- 02- 19

作者简介: 杨朝虹, 男, 硕士, 工程师, 现主要从事仪器检测产品的研发工作。E-mail: yang\_zhh@bgrimm.com

Design and Implementation of a Log-structured File System [ J ]. ACM Transactions on Computer Systems, 1992, 10( 1 ): 26~ 52.

[ 6 ] GERHARD W, GOTTFRIED V. Transactional Information Systems: Theory, Algorithms and the Practice of Concurrency Control and Recovery [ M ]. New York: Morgan Kaufman Publishers, 2001.

[ 7 ] GRAY J, MCJONES P, BLASGEN M, et al. The Recovery Manager of the System R Database Manager [ J ]. ACM Computing Surveys ( CSUR ), 1981, 13( 2 ): 223~ 242.

[ 8 ] PATTERSON D A, GIBSON G, KATZ R H. A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks ( RAID ) [ C ] // ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1988, New York: 109~ 116.

[ 9 ] NOKIA. Network Database Benchmark on Open Source Project [ EB/OL ]. [ 2006- 11- 25 ]. <http://hoslab.cs.helsinki.fi/savane/projects/ndbenchmark>.

[ 10 ] STRANDELL T. Open Source Database Systems: Systems Study, Performance and Scalability [ D ]. Helsinki: University of Helsinki, 2003.

and intelligence.

**Key words:** measurement of liquid level, liquid level meter, liquid level sensor, automatic measurement

## 0 引言

在现代化的工业生产中, 液位测量几乎遍及生产过程的各个环节。在许多生产领域, 不但对液位测量精度要求高, 还需要测量仪表很好地适应工业现场的特殊环境, 例如高温、高压、强腐蚀性、强放射性的场合, 以及远距离传送和在密闭压力容器内使用等情况。

自 20 世纪 80 年代开始, 由于微电子计算机、光纤、超声波等高科技的迅猛发展, 在液位自动检测领域出现了种类多样的测量手段, 并且其功能越来越完善, 各项性能指标越来越易于适应工业生产的要求, 趋于自动化、智能化。

本文将介绍工业生产过程中采用的几种较新的液位检测方法, 并对这几种仪表的特点进行分析比较, 最后探讨一下液位自动检测技术的发展趋势。

## 1 新型液位检测技术

国内外在液位检测方面采用的技术和产品很多, 传统的液位计按其采用的测量技术及使用方法分类已多达十余种。近年来, 国内外又不断研制开发出一些新的液位检测方法, 已经在工业中应用的主要有以下几种。

### 1.1 光纤液位计

光纤传感器是近年来迅速发展的一种新型传感器, 它以光学技术为基础, 以光纤作为敏感单元, 将敏感状态以光信号取出, 再进行光电转换, 所以易与高度发展的电子控制装置相匹配。与其它常规传感器相比, 光纤传感器具有灵敏度高、响应速度快、抗电磁干扰能力强、耐腐蚀、电绝缘性好、体积小以及便于与光纤传输系统组成远程监测网络等特点, 尤其在易燃易爆的恶劣环境中得到广泛应用。光纤传感器的应用从根本上克服了电测方法带来的火灾隐患, 在石油、化工、核工业等领域内某些不便应用传统传感器的场合, 可精确、方便地进行各种物理量的测量。

光纤液位计适用于多种液体的液位测量, 如汽油、柴油、机油、变压器油、酸碱溶液、液氮、酒类、调料、饮料和水等, 已实现位移、压力、温度、速度、振

动、液位、角度等多种物理量的检测。这类检测仪表一般具有体积小、重量轻、无动作部件、安装方便等优点。

目前, 国内已有许多厂家生产光纤液位计, 其中武汉中光光电有限公司生产的光纤液位计可在小于 0.1 mm 液位的变化条件下, 触发信号输出, 并自动跟踪光、电信号, 经过 CPU 处理后直接输出标准信号供给二次仪表, 实现对液面连续自动的高精度控制。南京航空航天大学研制的光纤液位计, 用于液位检测时精度可达  $\pm 1$  mm, 响应时间小于 0.01 s, 最大可传输距离为 5 km。

目前市场上出现了许多新的光纤液位计。已用于工业过程的有:

(1) 双波纹管结构光纤液位计。该液位计以差动方式工作, 采用全光路补偿方法和多种温度补偿技术, 使得光纤液位计具有自动补偿性能, 克服了光源强度起伏和环境温度变化这 2 个主要因素对结构式强度型光纤液位计测量精度的影响。

(2) 浮筒式光纤液位计。该液位计是一种适用于易燃、易爆液体贮罐的光纤液位计, 实现了现场全光无电在线检测功能, 其输出信号与光强变化无关, 具有很好的稳定性和抗干扰能力。

(3) 反射式动栅光纤液位计。该液位计的光源、光纤、探测器位于光敏元件的同一侧, 输入、输出共用 1 根光纤束, 结构简单、易于测量、成本较低, 适用于大型液体贮罐的液位测定。

其它还处于研制开发阶段的光纤液位计有棱镜式光纤液位计、斜面单光纤液位计。

### 1.2 磁致伸缩液位计

磁致伸缩液位计是采用磁致伸缩原理开发出的新一代高精度液位计。磁致伸缩效应是铁磁材料在磁场中会发生形变的物理现象, 即在外磁场作用下, 铁磁材料内部随机取向的磁畴发生旋转直至与外磁场方向一致, 使铁磁材料在几何尺寸上出现沿外磁场方向的伸长或缩短现象。

磁致伸缩液位计利用磁性浮子随液位浮动进行工作, 但其工作原理与浮球液位计完全不同。它利用传感器产生沿波导线传播的电流脉冲即起始脉冲, 其产生的磁场与磁环形成的磁场相叠加, 靠磁致伸缩效应产生瞬时扭力, 使波导线扭动并产生张力

脉冲,该脉冲以固定的速度沿波导线传回,即终止脉冲,通过测量起始脉冲与终止脉冲之间的时间差即可精确地确定被测液体的液位。磁致伸缩液位计的外形结构与浮球液位计相似。

磁致伸缩液位计的特点:精度高,稳定性好,使用寿命长,可多信号输出,具有反极性保护功能,防雷击、防射频干扰,结构精巧,环境适应性强,应用范围广,有多参数液位测量及自校正、免维护等独特功能,尤其适用于大量程、多参数、高精度的液位测量。其测量范围最大可达18 m,测量精度可达0.1~0.5 mm,对温度变化不敏感,可同时进行多点检测。其缺点是价格较高,工作压力不能太高,并随液体的密度不同,其浮子在液体中的高度也不同,需要以实际介质进行标定。

磁致伸缩效应在液位测量中的应用只有十几年的历史,而中国还处在引进国外产品的应用研究与开发阶段,但是发展很快。目前该类液位计大部分是进口,国内部分企业也有一些产品。常用的有SF、MS、SFMS和UPM100系列。

磁致伸缩液位计的独特优点使它在当今液位测量领域占有很大优势,相信它很快将在高准确度、多参数液位测量中得到广泛应用。

### 1.3 音叉液位限位开关

音叉液位限位开关是一种新型的液位检测仪表,又被称作“电气浮子”,是浮球限位开关的升级换代产品。音叉是受微弱能量驱动就能产生共振的弹性物体,用压电陶瓷元件激励音叉产生振动,当音叉被液体浸没时,音叉受到阻尼作用,振幅急剧降低且频率和相位发生明显变化,通过电路输出开关信号。

凡使用浮球限位开关或由于结垢、湍流、搅动、振动等原因不能使用浮球限位开关的场合均可使用音叉液位限位开关。

音叉液位限位开关的特点:价格较低,灵敏度高,体积小,重量轻,安装方便,适应性强,被测液体不同的电参数、密度对测量均不产生影响,中等粘度、高温、高压等恶劣条件对检测也无影响。开关的检测由电子电路完成,无活动部件,所以音叉液位限位开关一经安装投运便不需特殊维护保养,当有过多被测介质污染和粘附叉体时,清理掉即可。由于不受被测介质电参数及密度的影响,所以无论测量何种液体都不需现场调校,既可探测密度很低的液体介质,最低密度可达 $0.1\text{ g/cm}^3$ ,也可探测粘性介质,如水泥、型砂等,当液体的粘度发生变化时也可正常工作,但需避免被测介质的直接冲击和飞溅

以免引起误动作。在有泡沫存在的场合则需要进行现场调校。

### 1.4 差压式液位计

差压式液位计利用液体的压强原理,在液体的底部检测液体压强和标准大气压的压差。随着半导体技术的发展,半导体表面扩散工艺在差压式液位计平衡电桥的制作中得到了广泛应用。它通过液体底压强使半导体扩散硅薄膜产生形变,引起电桥不平衡,电路输出与液位高度相对应的电压,从而获取液位信号。差压式液位计适用于液面边界测量和位式测量,能广泛用于难以处理的工艺液体的液面边界测量。除了液体密度在正常工况下有明显改变外,对于大多数工艺对象,差压式液位计都可以满足要求;对腐蚀性液体、结晶性液体、粘稠性液体、易汽化液体、含悬浮物的液体宜选用平法兰式差压仪表;对高结晶液体、高粘性液体、结胶性液体、沉淀性液体宜选用法兰插入式差压仪表;当气相有大量冷凝物或沉淀物析出时可选用双法兰式差压仪表。

差压式液位计可以进行数字输出,具有精度高(0.7%)、漂移小、抗过载能力强等特点。但当介质的密度随介质的温度、压力、组分而变化时,差压式液位计会产生虚假液位,所以在介质密度变化明显的环境中不应采用。

### 1.5 雷达液位计

雷达液位计利用喇叭状波导管发射低功率微波(几十微瓦),遇到被测介面后,部分微波反射回来,被发射、接收组合液位计系统接收,通过测量发射、接收的时间差来间接测量液位。

发射装置与被测介质表面的距离同脉冲在其间的传播时间成正比,回波的极性和振幅取决于上层介质与下层介质的介电常数。上层的介质通常为气体,下层被测介质的介电常数较高。

由于雷达液位计发射的微波沿直线传播,在液面处产生反射和折射时,微波有效的反射信号强度产生衰减,当相对介电常数小到一定值时,会使微波有效信号衰减过大,导致雷达液位计无法正常工作。为避免上述情况的发生,对被测介质的相对介电常数有一定的要求,即被测介质的相对介电常数必须大于产品所要求的最小值。不同的型号有不同的要求,一般要求相对介电常数大于3。

雷达液位计发射的微波传播速度取决于传播媒介的相对介电常数和磁导率,所以微波的传播速度不受温度变化的影响。但是对高温介质进行测量时,需要对雷达液位计的液位计和天线部分采取冷

却措施,以保证液位计在允许的温度范围内正常工作,或使雷达天线的喇叭口与最高液面间留有一定的安全距离,以避免高温对天线的影响。由于微波的传播速度仅与相对介电常数和磁导率有关,所以雷达液位计可以在真空或受压状态下正常工作。但是当容器内操作压力高到一定程度时,压力会对雷达测量带来较大的误差。有关文献指出,当压力为10 MPa时,压力对微波传播时间的影响为2.9%;当压力为100 MPa时,压力对微波传播时间的影响可高达29%。

雷达液位计的最大特点是适用于超声波液位计应用效果不理想的环境中,如负压(真空)、蒸汽、雾状空间、粉尘环境等。其最大量程可达35 m,测量精度可达毫米级。但其缺点是价格过高,不能耐高温、高压。

### 1.6 伺服型浮子液位计

伺服型浮子液位计通过浮子在液面、液内、界面上受到不同的浮力,利用重力敏感装置测量浮子的重量,用伺服电动机自动控制升降浮子,是一种自动跟踪液位变化的高精度伺服式液位计。它可同时发出远传信号,采用微机进行远程控制,其动态跟踪误差可达0.1 mm,同时还能补偿液面的高低对钢丝绳产生的附加重量的误差;对液面的测量精度可达0.7 mm,灵敏度可达0.1 mm。另外,它还可测量密度、界位等计量参数,具有自诊断及通信功能。由于几乎没有传动部件,因此,该液位计具有较高的可靠性。

## 2 几种液位测量仪表的比较

表1 为上述几种液位计的性能比较表。

表1 几种液位计的性能比较表

仪表种类	价格	液位精度	平均温度	质量精度	油水界面	可靠性	长期稳定性	液位检测
光纤液位计	高	高	没有	高	没有	高	中	连续
磁致伸缩液位计	高	高	有	中	有	高	高	连续
音叉液位限位开关	低	开关式	没有	中	没有	高	高	位式
差压式液位计	中	中	没有	高	没有	高	高	连续
雷达液位计	贵	高	没有	中	没有	高	高	连续
伺服型浮子液位计	昂贵	高	没有	中	有	高	中	连续

随着自动化仪表技术的发展,测量液位的方法及相应的仪表也在不断地改进和更新,但是没有哪一种位测量仪表能够适应所有的介质或环境,需根据测量要求和使用环境,针对每种测量方式的特点和优点,在众多仪表中选择可靠、准确、实用的液位测量仪表。

### 3 液位检测技术的发展趋势

随着工业生产日趋自动化,对液位检测技术的要求也越来越高。为解决生产中的测量问题,一方面是采用新的测量原理,开发新的液位检测仪表,扩大检测的手段,另一方面需朝着实现微机化和智能化的方向发展。

近年来,微电子技术的发展使得液位检测技术发生了根本性变化。新的检测原理与电子部件的应用使得液位计更趋向小型化和微型化,特别是一些小型现场液位开关发展极快,如光纤液位计,由于没有可动部件,所以可靠性高,不仅可现场显示,而且可以发出控制信号。与此同时,液位检测也正向着智能化方向发展。在液位测量领域内广泛应用微处

理技术,以实现故障诊断和报警功能,提高测量的精确度、可靠性、安全性和多功能化。在应用和设计液位计时尽量实现不接触式或不渗透式测量,如雷达液位计,从而提高探头对恶劣环境的抵抗能力,以便在恶劣环境下准确、可靠地工作。

随着计算机应用的普及,直接输出数字信号的数字化液位传感器已成为这一领域仪表的发展趋势;随着纳米技术、生物工程技术的发展,纳米技术和生物技术在液位测量中的应用也将会日益增多。总的来说,液位计必将向着微型化、高精度、适用范围广、低功耗、智能化方向发展。

#### 参考文献:

[1] 杨万国,贾延刚.多种液位仪表的应用对比[J].石油工程建设,2004,30(1):38~43.  
 [2] 郑卫东.储罐液位仪表的应用及发展[J].甘肃科技,2005,21(5):46~48.  
 [3] 陆石辉,邱瑞鑫,黄少先.雷达液位计测量系统及应用[J].广东水利电力职业技术学院学报,2008,6(1):37~43.