



80年代国外油罐自动计量发展动态

姚冬平

随着石油化工工业的发展,油罐自动计量越来越显示出其重要地位。近十年来,在一些发达国家中,微电子、计算机、光纤、超声波、传感器等高科技技术迅猛发展,各种新型油罐自动计量技术不断出现。美国石油学会储罐计量协会(Tank Gauging Society)1987年对30家用户、20个液位仪表和计量系统的生产厂家作了调查,同年,日本也对本国各种测量仪表作了调查。结果表明,各种油罐自动计量技术的应用,已经覆盖了立式锥顶罐(固定顶)、浮顶罐、密封球形罐和卧式圆柱形罐,适用于包括液化石油气在内的碳氢化合物、腐蚀剂、溶剂、氨水、酸类等石油化工产品。所用计量技术和仪表的类型(见下表)。

计量技术和仪表的类型

美 国	类 型 用户比例(%)	浮子/钢带 43	伺服马达 13	差压传感器 13	压力/静压传感器 8
	类 型 用户比例(%)	电容式传感器 6	超声波液位计 3	电阻传感器 3	磁性浮子 2
	类 型 用户比例(%)	负荷传感器 1	驱动YO/YO马达 1	原子核 1	水声测定仪 1
	类 型 用户比例(%)	RF传感器 1	起泡器 1	计量板 1	量油尺 ^[1] 1
日 本	类 型 用户比例(%)	浮力式 29.8	压力式 28.3	称重式 19.8	直视式 6.9
	类 型 用户比例(%)	超声式 5	电容式 4.2	其 它 ^[2] 6	

由此可见,各种新技术、新方法、新仪表已经渗入到油罐计量领域。可以说,80年代末,储罐自动计量已进入了“多功能、高精度”的新阶段。

目前国外油罐自动计量方法大致可分为三类:液位法、静压法和称重法。

1. 国外“液位法”计量的发展动态

液位法是利用各种液位计测量罐内油高,再通过测量油温和密度换算出容积或质量。60年代末至80年代初,国外主要研制和使用的是各种钢带浮子液位计,大多是每个罐独立安装,现场显示。这类仪表主要缺点是机械摩擦影响计量精度,精度一般在 $\pm 3 \sim 5$

mm, 这一时期的典型产品有美国VAREC公司生产的2500型钢带浮子液位计(精度 ± 8 mm)。80年代中期, 随着对计量精度要求的不断提高, 出现了伺服式液位计, 由于使用了伺服马达, 消除了因机械摩擦而引起的误差, 提高了灵敏度和复现性, 测量精度可达 ± 1 mm。典型产品有: 美国VAREC公司的6500型伺服式液位计, 精度 ± 1 mm, 荷兰ENRAF公司的811型伺服动力液位计, 精度0.01% (高度)。1989年西德KROHNE公司推出“BM-60储罐测量系统”, 这是一种多功能伺服式液位计, 精度为被测高度的 $\pm 0.02\%$, 适用于固定顶罐、浮顶罐或球形罐, 可测量同一罐内四种不同介质的液位、密度、界面、体积和质量, 可直接显示浮球状态、界面位置和密度分布, 具有泄漏报警、液位极限报警等功能。同期, 荷兰ENRAF公司推出的“854ATG”具有上述功能, 测量精度为 ± 1 mm。这两个系统代表了当今世界油罐液位测量仪表的发展水平。

除上述接触式液位测量仪表, 还有一些非接触式液(物)位测量仪表, 如: 微波雷达液位计, 激光雷达液位计等。其特点是: 测量手段不是采用浮子之类的固态物, 而是声、光、射线等的能量。液(物)位计不和被测介质接触, 不受被测介质影响, 也不影响被测介质。故而适应范围广泛, 能用于接触式测量仪表不能满足的特殊场合(如高粘度、腐蚀性强、污染性强、易结晶的介质)。目前已用于储罐计量有: 荷兰ENRAF公司生产的872系列微波雷达液位计, 将合成调频脉冲技术用于储罐计量, 测量精度可达 ± 2 mm, 分辨率为 ± 1 mm。1986年英国肯特学院物理实验室将光雷达技术成功地应用于油罐液位测量, 精度达 ± 1 mm。他们用光纤传递和接收调频光信号, 使整个电子设备远离油罐, 安全程度高。日本SPC公司推出的SAAB雷达设备(采用10GHz的微波信号)也成功地用于油罐液位检测。

目前, 世界上液位计的发展趋势一是发展非接触式测量仪表, 二是开发智能型液位计。非接触式测量仪表用于工业物位测量和一些特殊的液位测量, 而智能化的伺服式液位计将成为世界油罐(及其它液体储罐)液位测量仪表的主流。

2. 国外静压法计量的发展动态

静压法是利用压力传感器测量罐内油品静压力, 根据油罐几何参数由计算机(二次仪表)计算出容积或质量。从70年代起, 美、日、西德等几个发达国家开始研究将各种压力传感器用于油罐计量。目前, 技术上比较成熟的主要有三种: 压阻式(扩散硅)、电容式和谐振式。美国HONEYWELL公司对扩散硅压力传感器的研究已有近20年的历史, 该公司80年代中期推出的ST3000是一种智能化的扩散硅压力传感器, 它采用了先进的离子注入法, 配置了差压、静压和温度三种传感元件, 通过计算机组成的专用测试调整系统, 可实现数据补偿、平均积算、自动采样扫描、自诊断、自校正、数据通讯等功能, 精度 $\pm 0.1\%$, 温度补偿范围可达 $-40^{\circ}\text{C} \sim +110^{\circ}\text{C}$, 静压量程比高达400:1, 具有良好的稳定性, 抗干扰能力强。英国DRUCK公司的PTC系列扩散硅压力传感器和PTX系列压力变送器, 精度为0.1%。电容式压力传感器的绝大部分市场被美国和日本占领。如美国SETRA SYSTEM公司生产的MODEL 271系列、日本横河公司的UNI ΔMARK II系列, 谐振式压力传感器以美国FOXBOLO公司生产的880系列和820系列振弦式压力变送器为主要代表。

油罐静压法计量的典型范例是HTG (Hydrostatic Tank Gauging) 系统, 80年代中期由美国ROSEMOUNT公司首先推出, 几年内得到迅速推广。由于HTG系统采用了直接测压法, 计量质量时, 不需测温度和密度; 计量容积时, 测量温度和密度在线连续进行, 不需采样和实验室分析, 系统计量精度很高。1987年, 国际标准化组织 (ISO) 在意大利做试验, 将HTG系统、STG系统 (伺服式液位计)、FTG系统 (浮子式液位计) 安装在同一个高16m、直径30m的油罐上, 与手工检尺法对比。试验结果表明, HTG系统对质量、容积、密度、高度的计量精度均优于0.1%, 而STG系统、FTG系统质量和容积的计量精度均在0.3%左右。拥有该技术的美国几家公司经过试验也得出了类似结果。HTG系统精确的质量与容积计量已经取得了巨大的经济效益, 被国际标准化组织 (ISO) 和美国石油学会 (API) 承认为储罐计量标准。美国EXXON公司首先使用HTG系统, 之后, 以很快的速度在石油化工行业展开, 目前已扩展到食品行业 (如巧可力储罐) 也使用HTG系统。美国现有四家公司可提供HTG系统, 他们正在建立一个全国性的设备网络, 扩大应用范围^{[3][4]}。

3. 国外“称重法”计量的发展动态

称重法计量是利用称重传感器和称重装置直接或间接“称重”罐内油品质量。称重传感器的精度可以很高 (比一般压力传感器高一个数量级), 以电阻应变式为主。近几年, 数字输出、无位移的陀螺式称重器比较引人注目, 它是利用陀螺的进动特性和力矩效应工作。西欧和日本发展较快。对于质量计量来说, 称重法是最直接、最有效、精度最高的, 因为它只需测一个参数, 不需换算。但这类传感器一般所承受的力有限, 目前高于1 000t的很少, 对于卧式罐和小型立式罐的质量测量已有使用称重传感器的, 如美国伟创公司生产的可用于卧式油罐的称重传感器WEIGH BAR, 其系统精度可达0.1%, 美国计量局已批准作为商业贸易使用。

目前, 限于称重传感器承载能力和安装技术上的困难, 用于大型立式油罐计量的很少。瑞士一家公司在直径22m、高11m、4 000t的储油罐上使用了称重装置: 用一根直径极标准的金属棒竖直浸入柴油中, 此棒的另一端悬挂在位于罐顶的称重传感器下, 利用阿基米德定律, 从传感器上可测出柴油的重量, 而且与油的温度、密度无关。该称重装置的分度值为100kg。瑞士计量局对类似的2 000t柴油罐上的称重装置进行检定, 其精度均优于0.02%F·S。对于9个储罐组成的110 000t的称重系统, 该计量局已批准使用。这是迄今为止世界上最大的称重装置^[3]。

参 考 文 献

- [1] 林明邦、孔合平: “国内外传感器最新技术发展动态”, 1990年全国过程检测控制仪表学会论文集之一
- [2] 李竞武: 物位仪表国内外技术发展动向, 1990年全国过程检测控制仪表学会论文集之一
- [3] 施昌彦: 称重技术的现状、动向及展望, 1990年全国过程检测控制仪表学会论文集之一
- [4] Early P. L.: New Technology Solve Old Tank Gauging System, Hydrocarbon Processing, 1988, 67(11)

(收稿日期: 1991年4月20日)