



# 油库自动化计量

- 第一章 储罐计量仪表
- 第二章 **Enraf**伺服液位计
- 第三章 储罐自动计量系统

## 第一章 储罐计量仪表

- 第一节 人工计量
- 第二节 液位仪的分类
- 第三节 钢带浮子液位计
- 第四节 磁致伸缩液位计
- 第五节 雷达液位计
- 第六节 伺服液位计
- 第七节 其他液位计

静压式液位计、电容式液位计、超声波液位计

## 第一节 人工计量

- **1.1 人工计量检尺**

利用浸入式刻度钢卷尺测量液位，取样测量油温和密度，通过计算得到储液体积和重量。这是至今仍广泛使用的储罐计量方法，它可以用作现场检验其它测量仪表的参考手段。人工液位测量的精确度一般认为是使用的刻度钢尺精度加上 $\pm 2\text{mm}$ 的人为误差。

- **1.2油罐自动计量的目的**
- 储罐计量指对大型储罐内储存产品进行测量，从而获得储罐库存量。通过储罐计量得到库存量是一个企业掌握库存资料以便指导生产和销售的重要管理项目，因此，对库存量的测量精度和重现性要求较高，必须要有可靠而稳定的储罐计量测量系统。

## 第二节 液位仪的分类

- 根据油罐液位测量原理，可分为两大类：
- 第一类为直接测量高度法

直接测量高度法主要是依靠下述方法或仪表来完成油罐液位测量，如人工检测尺测量、浮子钢带测量、伺服式液位计、雷达液位计、超声波液位计、电容式液位计、磁致伸缩液位计等。

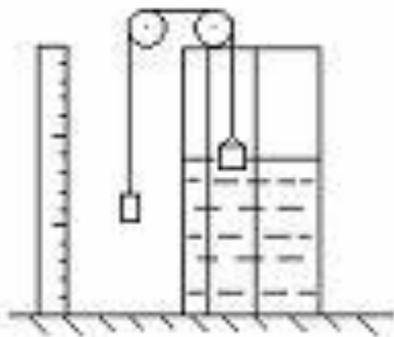
- 第二类为压强法。

基于压强法测量原理的测量系统主要有静压式测量液位系统、称重仪等。

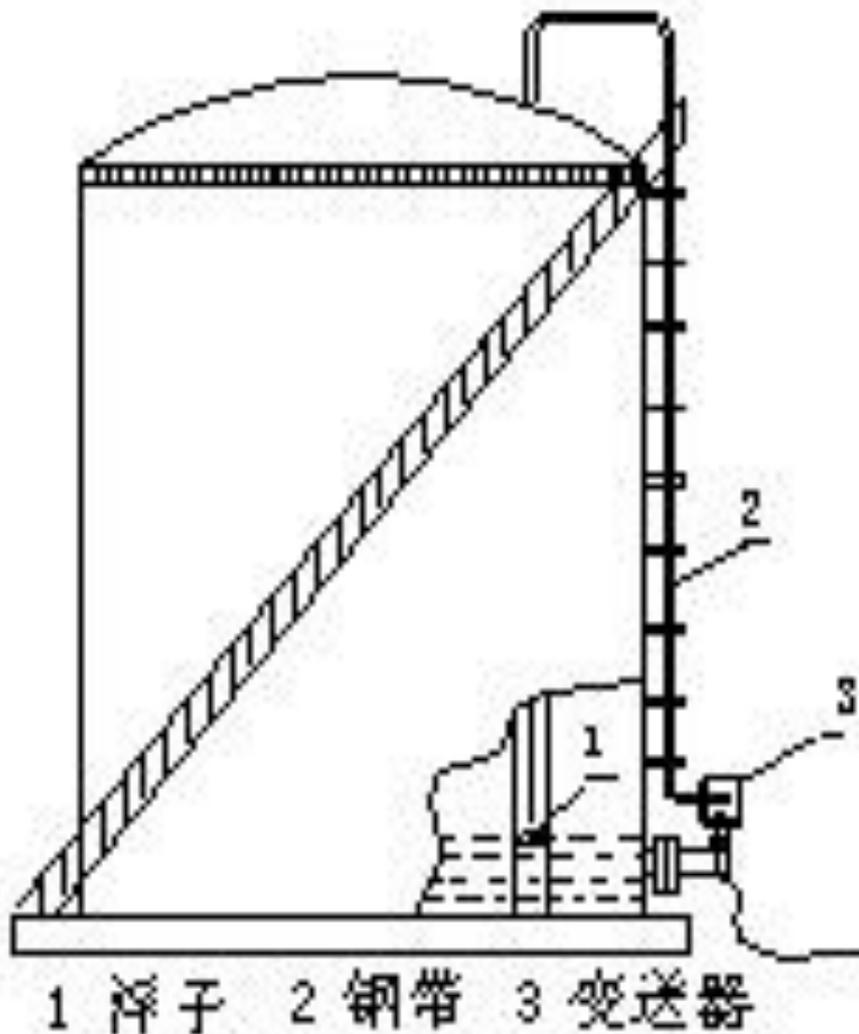
## 第三节 钢带浮子液位计

- 浮子式钢带液面计
- 测量原理:浮子受浮力浮在介质表面,通过变速齿轮到有刻度的钢带上读出液位值,液位上升或下降破了力平衡后,浮子也跟随上升下降,带动钢带运行。理论精度在2-3mm左右。
- 这种仪表的优点是比较直观,价格较便宜。缺点是传动部件多,容易发生故障,尤其是对安装要求比较高。
- 在投资有限的项目中,中小型罐仍可考虑选用该表。但16m以上的罐不适合选用该种仪表,因为罐越高,安装的平行度、垂直度以及盘簧的质量要求越高;外浮顶罐也不适合,因为一有风吹,指针上下摆动,不稳定,并容易损坏衡力盘簧。

## 浮子式钢带 液位计原理图



恒浮力法液位测量示意图



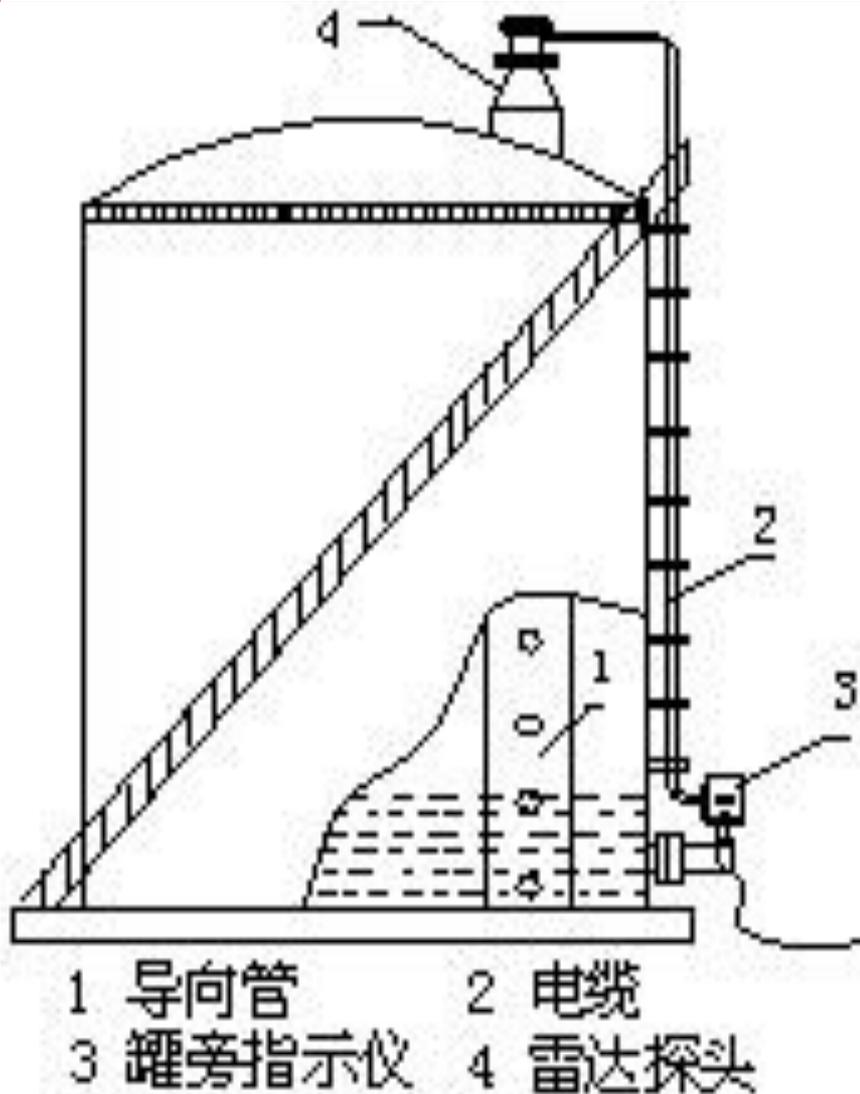
## 第四节 磁致伸缩液位计

- 磁致伸缩液位计
- 测量原理是探棒上端电子部件产生低压电流脉冲，开始计时，产生磁场沿磁致伸缩线向下传播，浮子随着液位变化沿测量竿上下移动，浮子内有磁铁，也产生磁场，两个磁场相遇，磁致伸缩线扭曲形成扭应力波脉冲，脉冲速度已知，测出“询问脉冲”和“返回脉冲”的周期计算脉冲传播时间即对应液位精确变化。
- 该液位计可动部分只有浮子，故维护工作量小、安装比较简单、精度也比较高，另一个特点是可同时测温，但它不适合重质油品的检测。

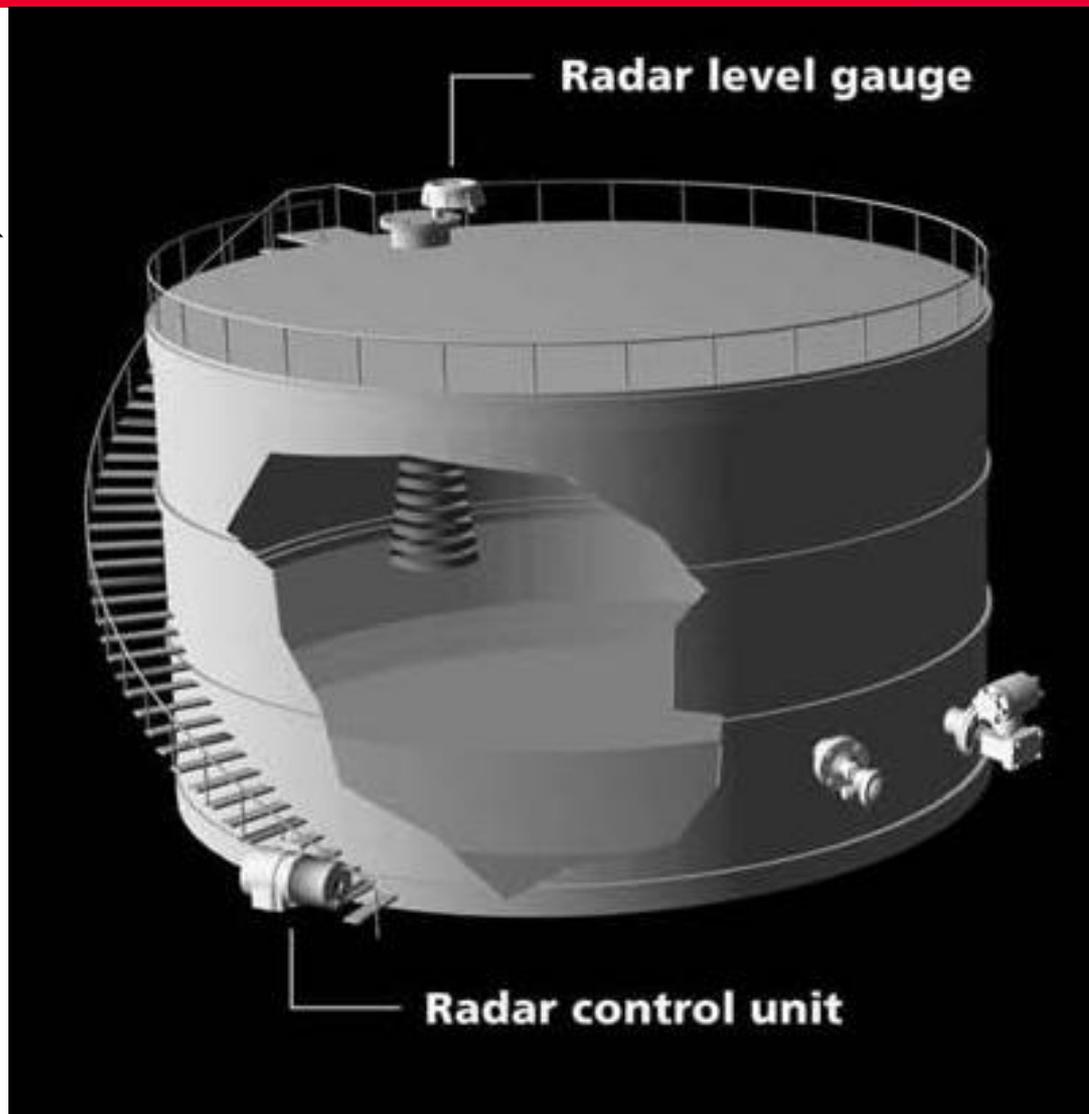
## 第五节 雷达液位计

- 雷达液位计
- 测量原理:利用雷达电磁波测量液位,采用发射-反射-接收的工作模式,电磁波从发射到接收的时间与液面的距离成正比,可以计算出介质的液位。
- 如德国**Endress+Hauser**公司的**FMR**型液位计。由于液位计不接触介质,又无可动部件,故障率低,而且精度也很高。

## 雷达液位计 原理图



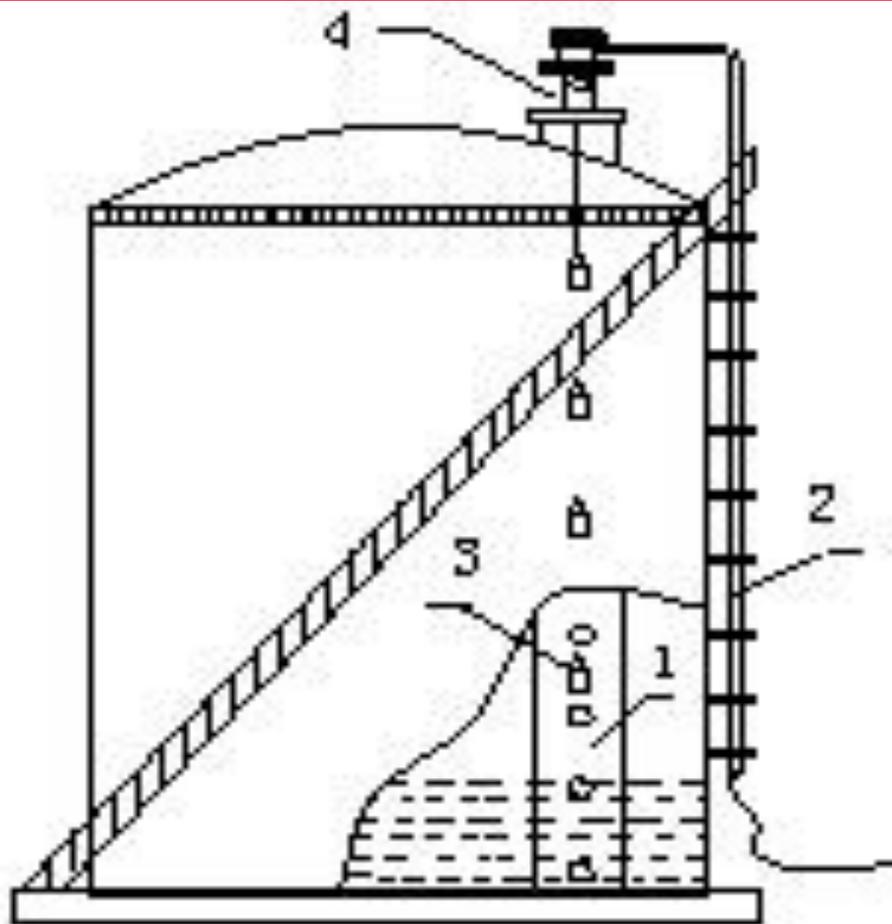
## 雷达液位计 安装图



## 第六节 伺服液位计

- 伺服液位计
- 测量原理:基本原理同钢带式液位计, 但具有精确的力传感器以及伺服系统, 形成闭环调节系统, 通过考虑钢带自身重力, 精确地调节浮子高度以达到平衡浮力和重力, 得到精确的当前液面到罐顶高度, 以得到液位值。
- 伺服式液位计是最近比较成功的新型液位计, 主要应用在轻油品的高精度测量中。这种液位计功能强, 可测液位、界位、介质比重等, 精度高 ( $\pm 0.9\text{mm}$ ), 故障率比较低, 与计算机联网比较方便, 受到操作和维护人员的欢迎, 但价格比较昂贵。

## 伺服液位计 原理图



- 1 导向管 2 电缆 3 浮子  
4 伺服液位计专用变送器



伺服液位计是性能很好的仪表，但目前由于价格偏高，在国内大面积推广还有一定困难，但随着技术的发展，这些仪表性能价格比的不断改善，使用会越来越广泛地被采用。

应用比较广泛的有:荷兰ENRAF公司、德国E+H公司的产品

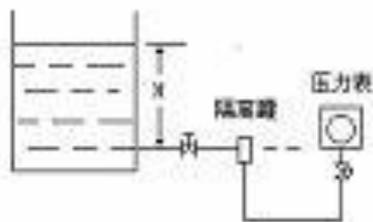
## 第七节 液位计的特点

- **7.1 静压式液位计**
- 测量原理:静压式液位计比较特殊,其利用均匀液体的压强与高度成正比的关系通过测量液体底部的压力来折算液位高度。压强 $P = \rho gh$  由于其受介质密度和温度影响很大,所以常常精度比较差,而为消除这些影响,需要很多其他测试仪表,由于变送器和计算机技术的进步,静压式测量液位近年来又取得了新的进展,搭建一套完善的静压测量系统,精度和可靠性都有很大提高。
- 最简单的HTG (Hydrostatic Tank Gaugings) 系统只有一个变送器,将测得的压强乘以储罐的面积就可以得到液体的重量。这种测量方式因为可动部件少,维护工作量小而且方便,设计人员在一些重质油罐上,用单法兰差压变送器,对于一些较小的炼厂或油库要实现远传监控也采用了这种测量方式。

## 第七节 液位计的特点

### ➤ 应用静压原理检测物位

通过液柱静压的方法对液位进行测量的。



压力表测量液位原理

**敞口容器：**多用直接测量容器底部压力的方法。如图所示，测压仪表通过导压管与容器底部相连，由测压仪表的压力指示值，便可推知液位的高度。

其关系为  $P = H\rho g$

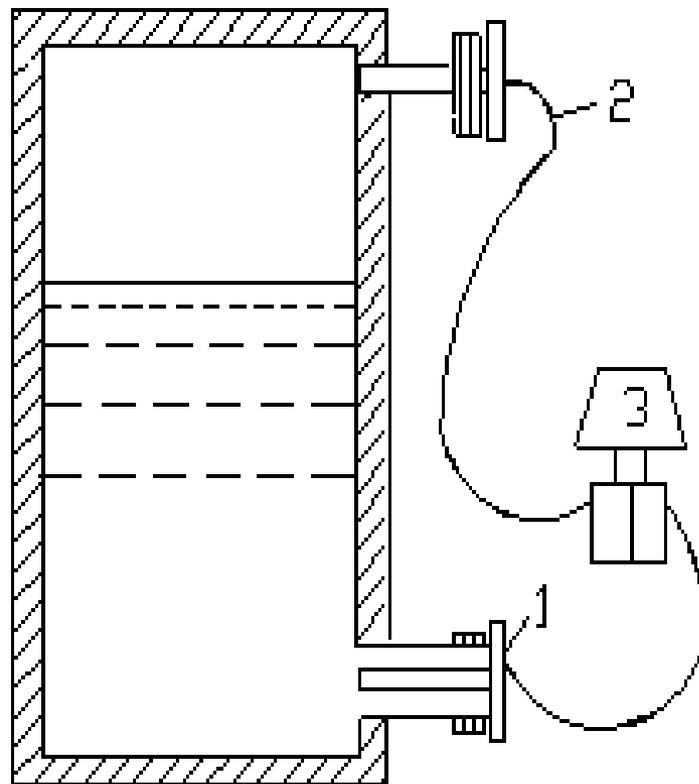
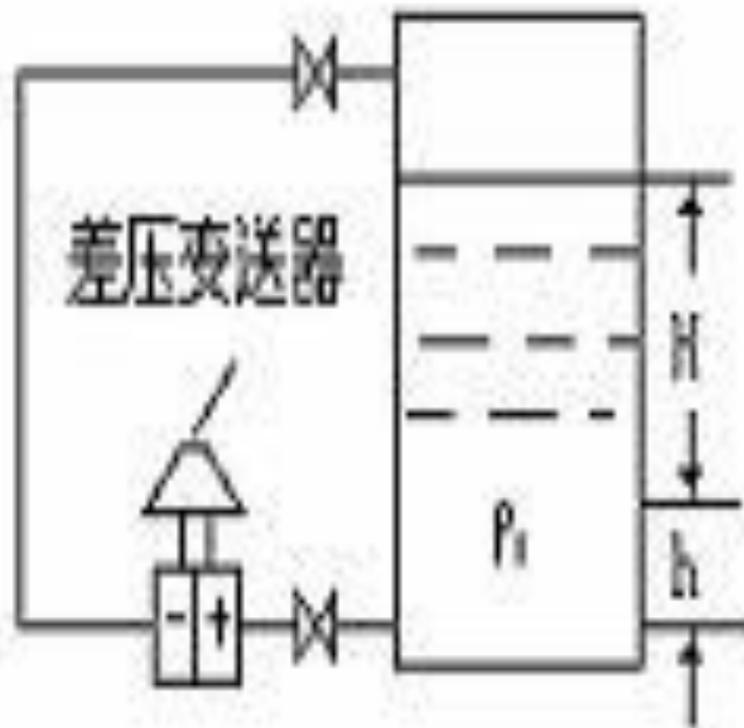
式中  $P$ —测压仪表指示值  $H$ —液位的高度  $\rho$ —液体的密度  $g$ —重力加速度

**密闭容器：**测量容器底部压力，除与液面高度有关外，还与液面上部介质压力有关，其关系为  $P_B = P_A + H\rho g$

式中  $P_A$ 、 $P_B$ ——分别是液面上部介质压力和液面以下 $H$ 深度的液体压力。

$$\Delta P = P_B - P_A = H\rho g$$

## 第七节 液位计的特点



法兰式差变测液位示意图

## 第七节 液位计的特点

- 7.2 电容式液位计、超声波液位计，也都各有特点，因现场使用数量较少在此不做比较和分析。



中国石化 SINOPEC



**HT intelligence**



## 液位计的重要作用

- 7.3从应用角度来说，对储罐计量测量仪表系统的要求应是：精度高（重量、液位）、高重现性、绝对安全、易操作、易维护、高可靠性、数据远传与接口标准化等。
- 通过对液位计的合理选用，为储罐自动化目标的实现提供了可靠的依据，使油品计量精度大大提高，加强收发存作业环节的数量监控，为降本增效提供了可靠的依据；同时也减轻了计量员的劳动强度，提高了工作效率，为计量优化奠定了基础。

## 第二章 E+H伺服液位计

- ProservoNMS53x系列伺服液位计是一种智能化的储罐仪表，用于储罐和过程工况下的高精度液位测量。满足储罐存量管理、损失控制、总成本节省和安全操作等方面的精确需求。罐顶安装的智能化 ProservoNMS53x系列伺服液位计是单任务或多任务储罐测量的理想选择，转换多个数据具有广泛的测量功能。

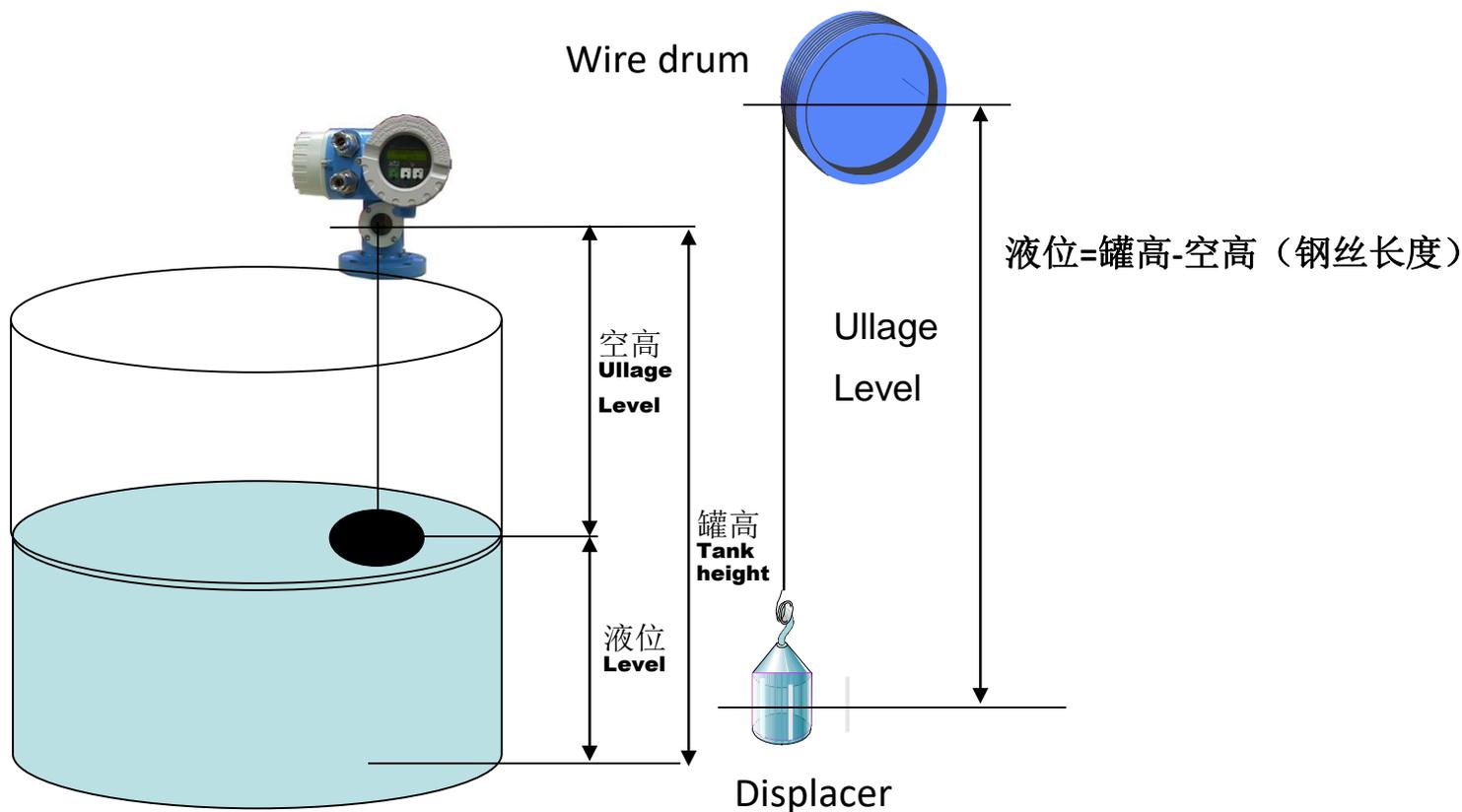
## E+H伺服液位计特性

1. 液位测量精度±0.7mm
2. 测量两个分层界面的液位和三层液体的密度
3. 测量整个储罐的密度梯度和上层液体的密度梯度
4. 采用最新的技术，设计简单、重量轻、结构紧凑
5. 与介质相通的腔室与电子腔室完全隔离
6. 3" 法兰罐顶安装，仅重12kg（铝外壳）
7. 具有多种信号输出方式，包括V1,RS485,WM550、M/S、Enraf BPM和HART协议
8. 根据不同应用工况，可选择不同外壳材质和耐压等级
9. 适用于常压和25bar的高压应用
10. 仪表维护可预测
11. 可直接连接单点或平均温度计
12. 参数设置简单，采用E+H矩阵界面
13. 外壳防护IP67
14. 英文、日文和中文显示



## E+H伺服液位计测量原理

- 工作原理：浮力平衡原理



## E+H伺服液位计测量原理

- **工作原理**：基于浮力平衡原理
- 由微伺服电机驱动体积较小的浮子，使其精确地测出液体液位。测量浮子通过测量钢丝被悬挂在仪表外壳内，而测量钢丝缠绕在精密加工过的轮鼓上。
- 由磁偶力矩驱动轮鼓，轮鼓与电气部分被仪表外壳完全隔离。外磁铁被固定在轮鼓内，并与固定在驱动电机上的内磁铁据合在一起。当内磁铁旋转，通过磁偶力矩的作用，引起外磁铁旋转，从而使轮鼓整体转动。
- 浮子作用于细钢丝上的重力在外磁铁上产生力矩，从而引起磁通量的变化。轮鼓组件间的磁通量变化通过内磁铁上的电磁传感器进行检测。

## E+H伺服液位计测量原理

- 驱动电机驱动轮鼓，使得磁通量变化引起的电压与操作命令给出的参考电压相等。
- 当浮子下降并接触液面时，由于受浮力的作用，浮子的重量减小，其结果是磁偶力矩被改变，改变量由五对带有温度补偿的霍尔检测元件(美国专利)检测出该信号浮子位置被送入电机控制电路。
- 当液位上升或下降，浮子的位置通过电机进行调节，通过侧量轮鼓的旋转可精确地计算出液位值，其精度可达士0.3mm。

## E+H伺服液位计测量原理

- 定义：
- 平衡体积：浮子体积的一半。
- 平衡浮力：只有平衡体积浸入液体中所受的浮力。
- 平衡重量：浮子受到平衡浮力时对钢丝的拉力。
  
- 拉力=浮子重量-浮力
- 平衡重量=浮子重量-平衡体积\*密度

## 3.1 伺服的安装和布线



- 穿线管与防爆软管之间必须正确使用Y型密封接头
- 各仪表外壳必须就地接地
- 不用的电缆入线口必须用金属闷头密封
- 检查与测试接线



## 第三章 储罐自动计量系统

- 第一节 液位计量法（简称：**ATG法**）
- 第二节 静压法（简称：**HTG法**）
- 第三节 混合法（简称：**HTMS系统**）
- 第四节 储罐计量管理系统功能

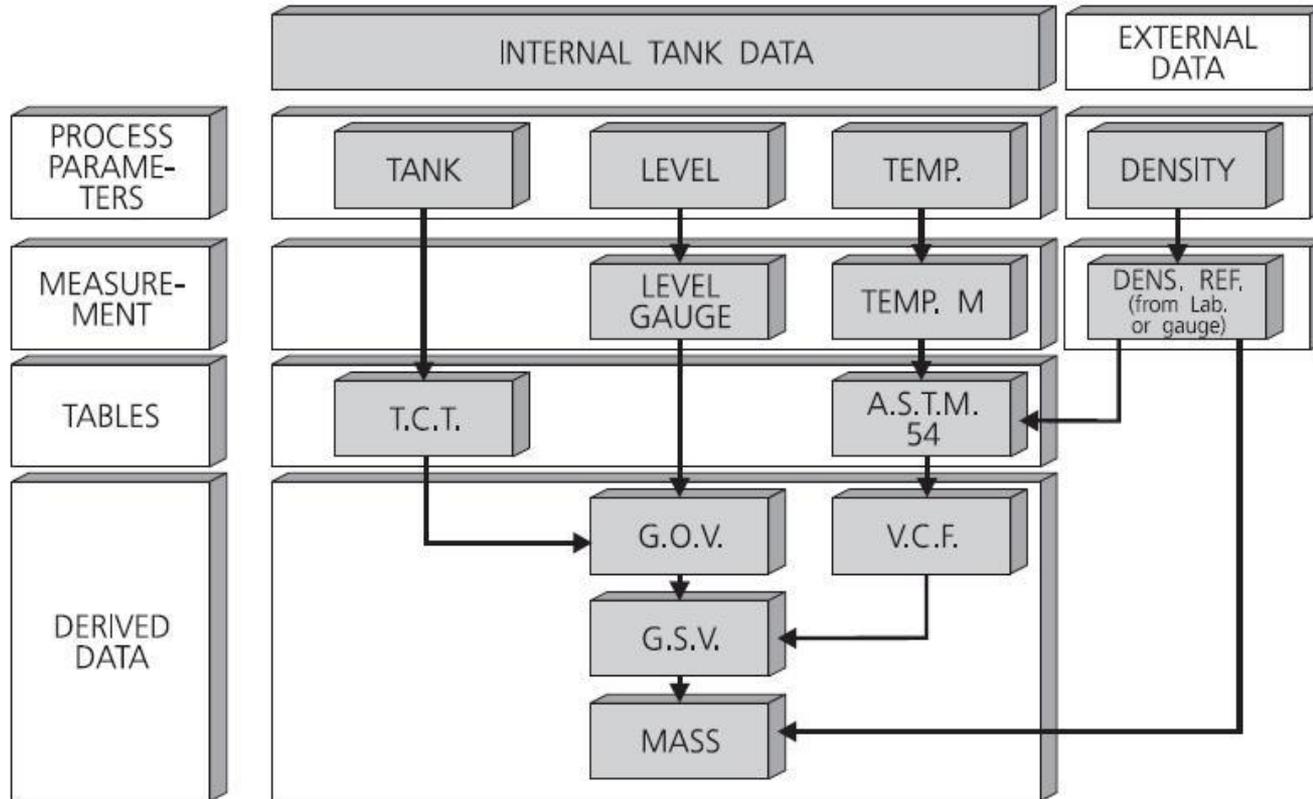
## 第一节 液位计量法（ATG法）

- 储罐数据自动采集以计算机为核心，集中数据采集、监控。包括液位、密度、温度检测，由系统自动运算得到相应的油水总体积、水体积，可对油罐内分层进行自动检测视密度、视温度，并按照[GB/T 1885-1998](#)自动计算标准密度。
- **ATG**法由**ALG**（自动液位计）及**ATT**（自动油罐温度计）组成，**ATG**法能够准确地得到贸易交接的标准体积，因此被广泛地应用于储罐体积交接的库区。
- **ATG**法系统特点：基本测量参数是液位、温度。

## ATG法

- 油库储罐自动计量管理系统能满足库区管理的多种需求。库区实时计量与管理系统还能够与互联网相连，支持远程监控、管理以及远程在线诊断。
- 油库储罐实时监测与自动计量管理系统测量精度高、性能稳定、管理软件功能齐全，是库区实现现代化智能检测、管理的首选系统。

## Quantity Assessment Level Based



## 第二节 静压法（HTG法）

- **HTG法的系统原理：**通过压力或差压变送器测量油品介质作用在储罐底部的静压，来测量储罐内油品介质质量、油品体积、液位、平均密度和通过温度变送器测量油品的温度等计量参数的实时测量。
- **HTG法系统特点：**基本测量参数是质量。
- **HTG法系统压力或差压变送器信号的输出采用HART现场总线协议，数字信号传输通过RS485进行MODBUS通讯。**一般情况下，HTG法最好选用两只压力或差压变送器和一只数字油温变送器、罐前处理器及转换器组成。

## Quantity Assessment HTG based

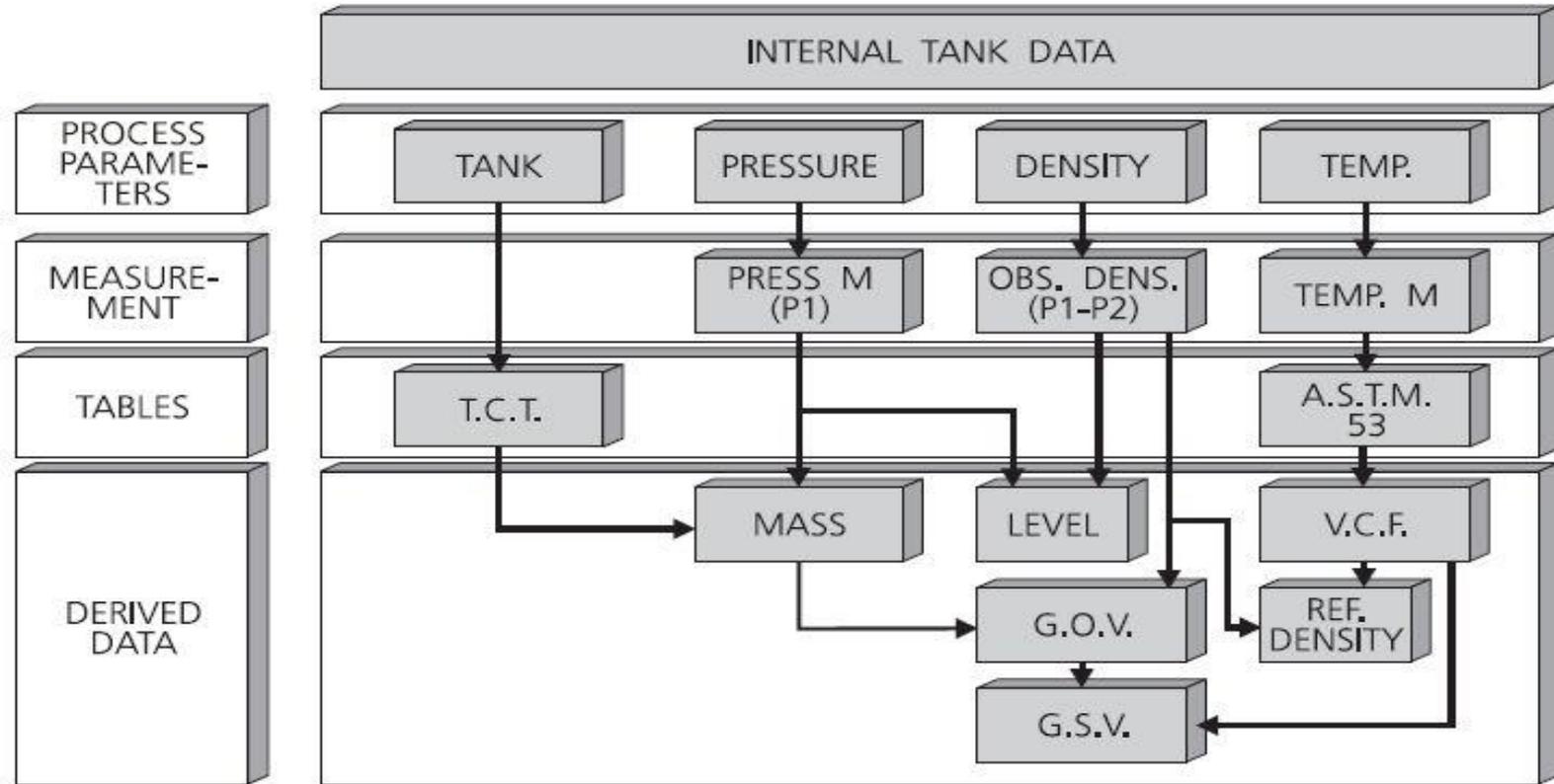
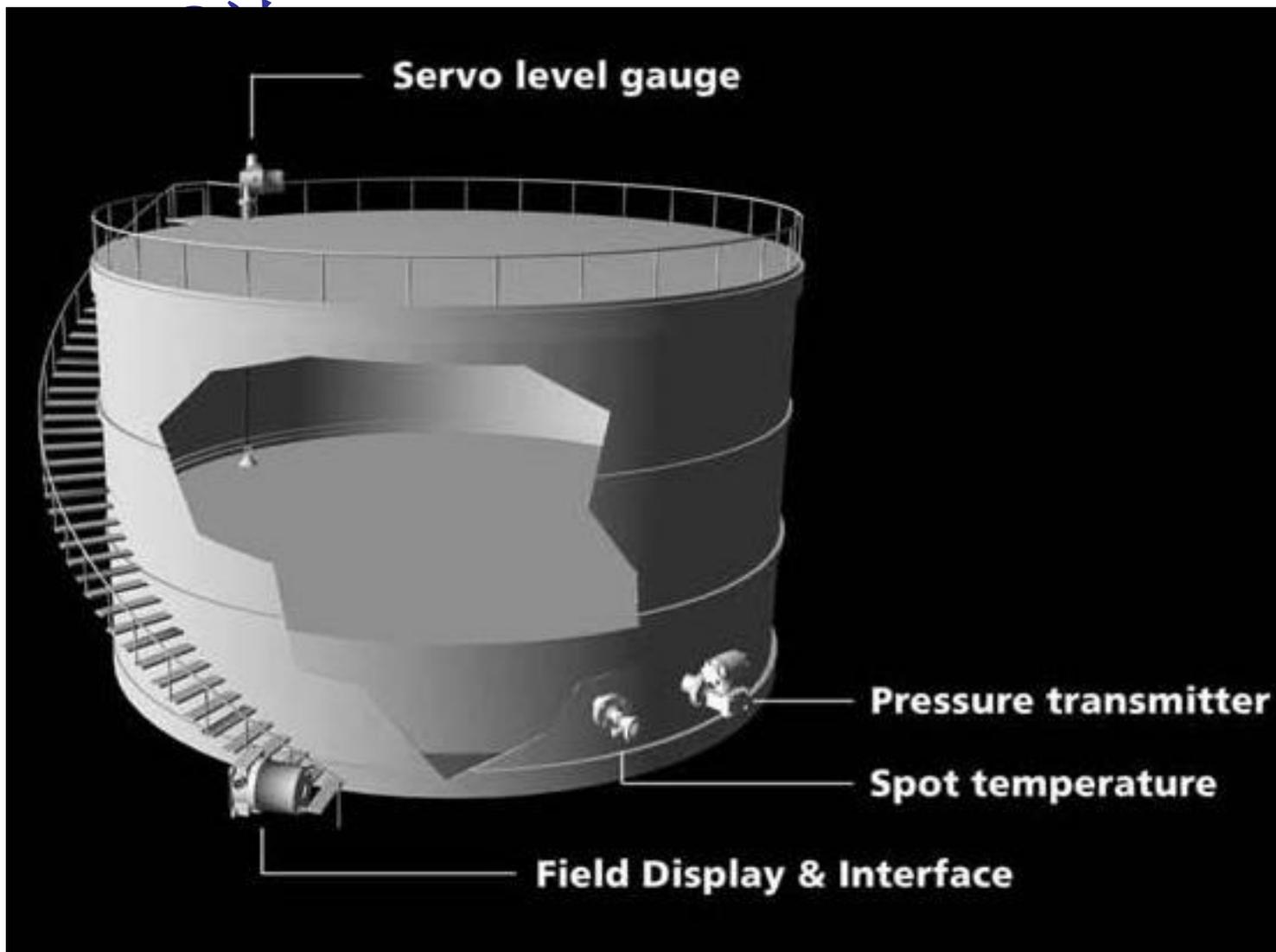


Fig. 14. HTG based quantity assessment



## 第三节 混合法（HTMS系统）

- 混合法（HTMS系统）同时采用高性能液位计(如伺服液位计)和高精度智能差压变送器，兼有ATG与HTG两种系统的全部功能。适合罐区生产管理及质量贸易交接的特点，是目前最先进、最精确的计量方法，是油品计量系统未来发展的方向。
- 可分为雷达液位计混合法、伺服式液位计混合法、磁致伸缩式液位计混合法，具有代表性的有ROSEMOUNT、ENRAF、MTS的HTMS系统。



## Quantity Assessment HIMS Based

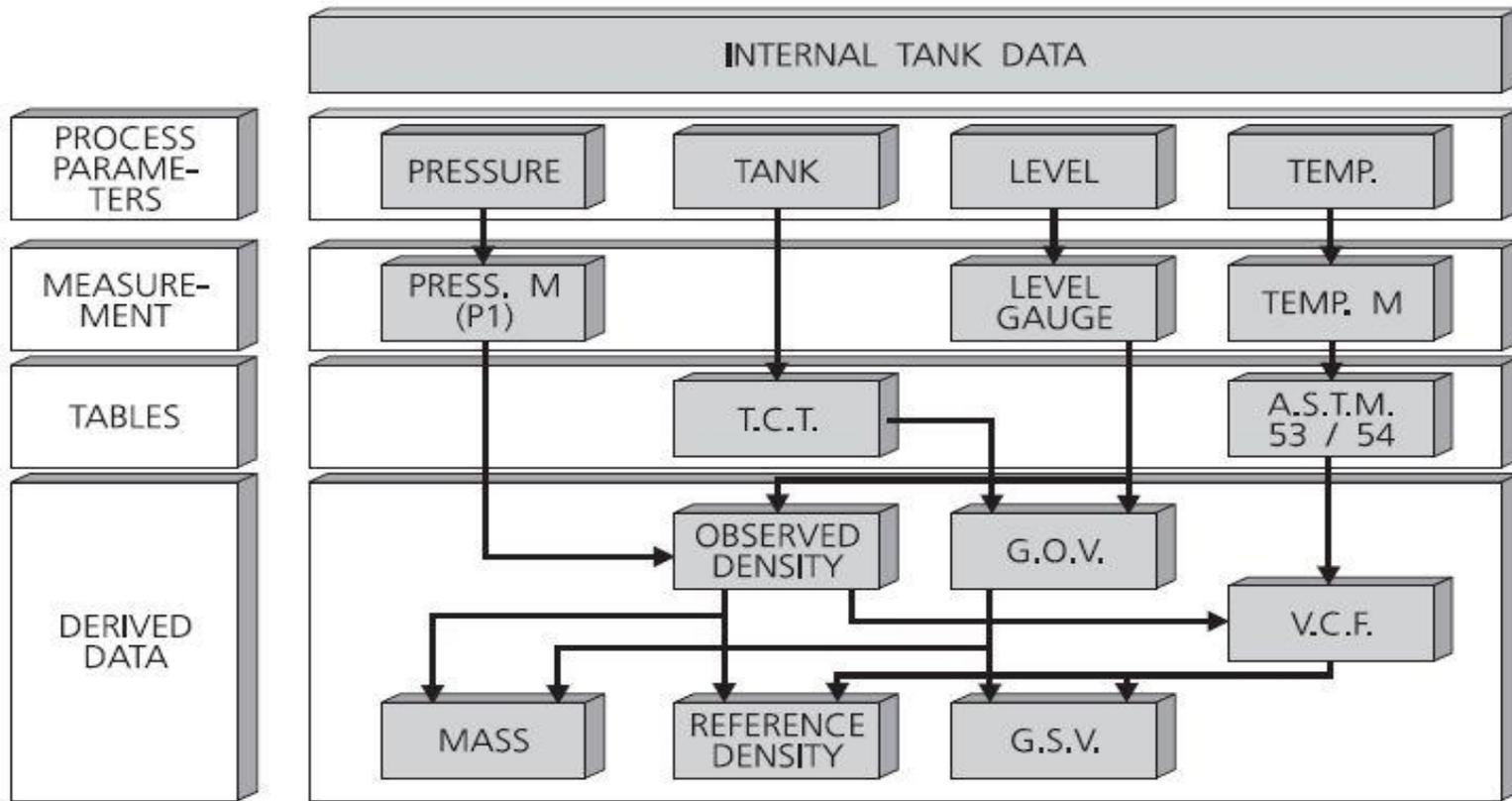


Fig. 15. HIMS based quantity assessment

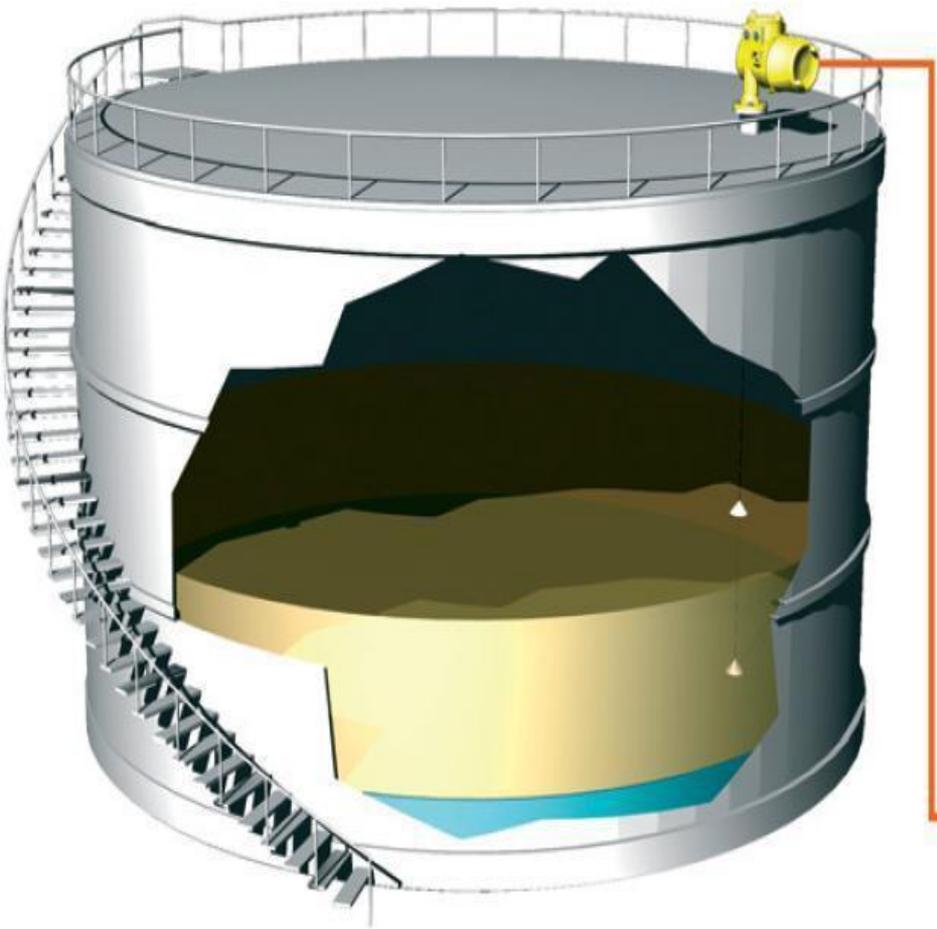
## 三种计量方法的精度比较

测量方法	油品液位	水位	体积	质量
液位计法 (ATG)	很好	很好	很好	一般
静压法 (HTG)	较好	不能测量	较好	准确
混合法 (HTMS)	很好	很好	很好	非常准确

## 第四节 储罐计量管理系统

- **4.1 储罐计量管理系统功能是实时监控储罐液位，储罐计量数据的采集、数据处理、报表统计、库存管理，并通过互联网实现与计量帐务系统的数据的共享。**

854 XTG



### 通讯电缆规格

电缆：一对屏蔽双绞电缆  
电阻： $R_{max}=200$  欧姆/线  
电容： $C_{max}=1\mu f$

### 输出

- Modbus
- 4~20mA 液位信号
- 2个继电器报警输出
- 本安的罐旁指示器输出
- 数字总线输出到现场显示器和系统

### 输入

- 单点温度计
- VITO 平均温度计
- HART协议的压力变送器 (水探头)



Field interface



Entis system



## 4.2 储罐计量监控系统功能

- 1、自动计量各油罐液位、密度、油温、水高等数据。
- 2、自动报警：对液位高、低限，可燃气体超标、油温高、低限、密度超限等各种异常情况进行报警，报警可采用声光等形式。
- 3、自动监控：可显示油品罐区的动态流程，根据液位的不同可自动进行油品的发放、接收，液位超限或有异常情况时，发放、接收可自动连锁紧急停车。
- 4、参数修改：可方便的修改各种油品设置参数，如安全高度、报警限等



## 4.3 储罐液位监控管理系统

1. 储罐液位监控管理系统：包括储罐计量系统、油罐高低液位报警连锁、库存管理**Entis Pro**软件等。
2. 由高精度伺服液位计、高精度智能压力变送器、多点平均温度计构成储罐计量系统(**HIMS**)，配罐前显示表及库区液位监控管理系统，精确测量储罐的多点平均温度、液位、油水界位、多点平均密度、体积、质量。
3. **18**台油罐全部安装液位超声波高低液位开关，防止油罐冒顶、抽空。