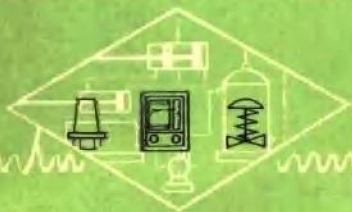


工业自动化仪表丛书

5



物位测量仪表

秦永烈 编

机械工业出版社

工业自动化仪表丛书

物位测量仪表

秦永烈 编

机械工业出版社

本书系《工业自动化仪表丛书》之一。它以通俗的语言较全面地介绍了直读式液位计、差压式物位仪表、浮力式液位仪表、电感式物位仪表、声波式物位仪表、电磁式物位仪表以及核辐射、激光、射流与微波式物位仪表。对于每一种仪表重点论述它们的结构、工作原理、安装和使用方法。对其它的一些物位测量与相界面位置测量也作了简要的介绍。

本书可供工业自动化仪表工人和技术人员阅读，也可供有关学校师生参考。

物 位 测 量 仪 表

秦永烈 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $6 \frac{1}{8}$ · 字数 131 千字
1978 年 1 月北京第一版 · 1978 年 1 月北京第一次印刷
印数 00,001—28,000 · 定价 0.50 元

*

统一书号：15033·4463

毛主席语录

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

前 言

工业自动化仪表是实现工业生产过程自动化的一种重要装置。通过工业自动化仪表来了解生产过程中的物质变化状态，并将生产过程控制在预定的条件之下，确保生产的优质、高效和安全。

随着我国社会主义建设的飞速发展，工业自动化仪表已日益广泛地应用于冶金、电力、化工、石油、轻纺、机械等工业部门，其发展前途是十分广阔的。

在党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的鼓舞下，特别是经过无产阶级文化大革命，我国仪表制造工业正在飞跃发展。为了适应工业自动化仪表迅速发展的需要，进一步做好技术交流与推广工作，我们组织编写了这套《工业自动化仪表丛书》。

本丛书预定为二十册，分别为：《工业自动化仪表》、《温度测量仪表》、《压力测量仪表》、《流量测量仪表》、《物位测量仪表》、《机械量测量仪表》、《核辐射式检测仪表》、《自动平衡显示仪表》、《动圈指示调节仪表》、《自动调节仪表》、《电动单元组合仪表》、《气动单元组合仪表》、《射流技术及其应用》、《工业控制计算机》、《电动执行器》、《气动执行器》、《工业程序控制装置》、《工业仪表防护》、《工业仪表应用》和《工业仪表维修》等。将陆续分册出版。

本丛书力求以深入浅出、通俗易懂的文字，辅以图表的形式，简要介绍各类工业自动化仪表的结构原理、性能特点、安装使用以及维修等知识，供同志们参考。但由于我们政治

33131

思想水平不高，业务水平有限，因而书中一定存在不少缺点，甚至错误，欢迎同志们批评指正。

本丛书在编写过程中，曾得到有关工厂、大专院校、科研单位的大力支持，在此谨致谢意。

《工业自动化仪表丛书》编写组

目 录

前言

第一章 绪论	1
一、生产过程自动化对物位仪表提出的要求	1
二、物位测量与仪表的特点	2
三、物位仪表的分类	4
四、物位测量中的一些问题	8
(一) 物位仪表的使用条件	8
(二) 物位仪表的安装	9
(三) 有关用于高温、高压、低温、防爆等要求的物 位测量仪表	10
(四) 物位仪表的“三化”、“四统一”问题	11
第二章 直读式液位计	13
一、玻璃管液位计	14
二、玻璃板液位计	14
第三章 差压式物位仪表	17
一、压力式物位仪表	17
(一) 引压管式和法兰式液位计	17
(二) 吹气式液位计	18
(三) 用称重法测量料位	19
(四) 利用压力法测量料位	20
二、差压法测量液位	21
(一) 利用差压变送器测量液位	21
(二) 称重式液罐计量仪	30
第四章 浮力式液位仪表	33
一、带有钢丝绳(或钢带)的浮子式液位计	34

(一) 机械式就地指示或计数式液位计	36
(二) 带自整角机远传的浮子式液位计	37
(三) 带有反馈的浮子式液位计	38
二、杠杆带浮子式液位仪表	45
(一) 浮子式液位计的特性	45
(二) 电动浮球式液位讯号器	46
(三) 气动浮球式液位讯号器	47
三、依靠浮子电磁性能传递讯号的液位计	48
四、沉筒式液位变送器	49
(一) 用途	49
(二) 沉筒式液位变送器的检测部分——沉筒	50
(三) 电动液位变送器	51
(四) 气动沉筒式液位变送器	56
(五) 力平衡沉筒式液位变送器	57
(六) 带有差动变压器的沉筒式液位变送器	58
第五章 电磁式物位仪表	61
一、电阻式物位仪表	61
(一) 用电阻式液位计连续测量液位	61
(二) 电阻式(电极式)物位定点控制器和讯号器	63
(三) 克服电阻式物位仪表电极表面状态变化而引起 工作不稳定的措施	67
二、电容式物位仪表	68
(一) 电容式物位计的测量原理	69
(二) 电容式物位计电极的其它安装方式及结构	75
(三) 电容式物位仪表的测量线路	81
(四) 电容式物位定点控制讯号器	88
(五) 几个问题	91
三、电感式物位仪表	93
(一) 概述	93

(二) 电感式液位仪表的应用	95
(三) 电感式液位控制器实例	96
(四) 高频谐振式电感液位计	99
四、压磁称重式料位计	102
第六章 声波式物位仪表	105
一、概述	105
(一) 声波的特性	105
(二) 声波式物位仪表的种类	105
(三) 优缺点	106
(四) 声波的发射与接收	107
二、超声波液位、料位讯号器	110
(一) 超声波液位讯号器	110
(二) 声阻尼式超声波液位讯号器	113
(三) 音叉式料位讯号器	114
三、连续测量的声波式物位计	115
(一) 液介式超声波液位计	115
(二) 气介式声波物位计	120
(三) 声波式水位差计	123
(四) 固介式声波液位计	126
第七章 核辐射、激光、射流与微波式物位 仪表	128
一、核辐射式物位仪表	128
(一) 放射源 (或称辐射源)	128
(二) 接收器	130
(三) 利用核辐射来测量物位的几种方法	131
二、激光式物位仪表	139
(一) 概述	139
(二) 激光的发射与接收	140
(三) 激光式物位仪表	141

三、射流式物位仪表	148
(一) 射流的附壁效应	149
(二) 附壁式射流元件	149
(三) 射流式液位控制仪表	151
四、微波式物位仪表	154
(一) 微波的性质	154
(二) 微波的传输、发射与接收	154
(三) 微波物位计原理	156
第八章 其它的一些物位测量与相界面位置测量	159
一、其它的料位测量方法	159
(一) 回转翼轮式料位讯号器	159
(二) 重锤探测式料位计	160
(三) 吊篮式物位计	163
(四) 吊锥式料位讯号器	163
(五) 振动片式料位讯号器	164
二、高速运动和倾动对象的液位测量	165
三、连续铸钢锭结晶器中钢水液位的测量	169
四、相界面测量方法	172
(一) 概述	172
(二) 浮子法测量液-液相界面	173
(三) 差压法测量相界面	175
(四) 用电极法进行最高最低相界面控制	176
(五) 用电容法测量液-液相界面	177
(六) 超声波法测量液-液相界面	177
(七) 核辐射式相界面测量	179
(八) 重锤式液-固相界面计	180
五、双测量元件法	182

第一章 绪 论

在生产过程中常遇到大量的固体和液体物料，它们无论在容器中或其它场地上都要占有体积和堆成一定高度。

把生产过程中罐、塔、槽等容器，以及自然界河道、水库里存在的液体的堆积高度和表面位置叫做液位。

在槽斗、罐、堆场、仓库等所储的固体块、颗粒、粉料等的堆积高度和表面位置叫做料位。

相界面位置是指两种不同情况：

(1) 两种不同液体同放在一个容器中，如果它们重度不同，而且互相溶解得很少，就会出现一种液体浮在上面，一种液体沉在下面，产生相邻接的分界面（如油与水放在一起就是一例），这个分界面的位置称之为液-液相界面位置；

(2) 如果容器中放的是互不溶解的固体和液体，它们在搅动不是极大时就会有明显的相邻分界面，我们称它的位置为液-固相界面位置。液-液、液-固相界面位置都简称界位。

以上液位、料位、相界面位置总称为物位。

用于对物位进行测量、报警、控制的自动化仪表称为物位测量仪表。

一、生产过程自动化对物位仪表提出的要求

在毛主席“独立自主、自力更生”的伟大方针指引下，我国工农业生产和国防建设正在飞速发展，对生产过程自动

化及自动化仪表，其中包括物位测量仪表，提出了新的要求。

物位测量的范围是指：

(1) 测量容器中液体介质的液位高低——包括开口容器和密闭容器；

(2) 测量粉状和颗粒状固体在容器或仓库中的堆积高度；

(3) 测量容器中两种介质，如液-液、液-固的相界面位置及两个液位的差等等。

随着生产过程的发展需要，对物位仪表提出了新的特殊的使用条件，例如：橡胶生产和某些化工生产过程要求对高粘度介质的液位进行测量与控制；原油集输与炼油生产要求对大型油罐储量或液位进行精密测量；要求对化工生产的高压釜液位进行测量与调节。在采矿场、农产品贮仓、水泥库等地方要求对固体颗粒及粉料面位置的测量也愈来愈多。两种介质的相界面位置测量在采油脱水器、水力采煤、染料工业中也常遇到。另外如水力发电中水位差的测量，连续铸钢锭时结晶器中钢水液面的测量与控制等问题也亟待解决，因此物位仪表逐渐为人们所重视。

二、物位测量与仪表的特点

物位测量有它本身的特点：

(1) 物位的高低，在一般容器中本来是可以直接由人观察出来的（它不象温度、压力等较难直接看出），因为物位通常是液体或固体堆集的一个尺寸量，所以很多测定长度的方法可用于物位测量，甚至可以直接用尺去量。

(2) 一些能感知物料（液体或固体）存在与否的方法，可以用于物位的报警与控制。

(3) 虽然在生产过程中物位会产生变化, 但它的变化大多数是很缓慢的 (这与流量测量中物料多数处于高速流动下的情况不同), 所以有些测定静压的方法可用来测量物料堆积的高度——即物位的高低。

下面我们介绍液位、料位测量的工艺特点:

1. 液位测量的特点

(1) 液面是水平的, 但在有物料流进或流出时液面会有波浪;

(2) 在有些生产过程中液体会沸腾或起泡沫;

(3) 大型容器会出现各处温度、密度和粘度的不均匀;

(4) 有的液面处于每平方厘米好几百公斤力的高压或上千度的高温下; 有的介质粘度很大; 有的含有大量杂质及悬浮物等。

以上各点, 在设计、选用和安装仪表时都要考虑到。

2. 料位测量的特点

(1) 物料在自然堆积时, 存在着堆积倾斜角, 叫做安息角, 因此料面是不平的, 参看图 1-1 所示 α 角;

(2) 在物料进出时, 存在着“滞留区”, 如图 1-1 中的区域 A, “滞留区”的存在与否与容器的形状与进出口位置以及物料粒度、含水量等有关;

(3) 在储仓或料斗中, 有时还会出现大的孔隙和裂口, 如图 1-1 中 B 区, 影响对容器中物料实际储量的测量;

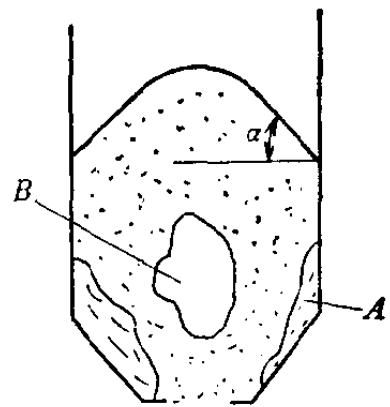


图1-1 料位测量
 α —安息角 A—滞留区 B—大孔隙

(4) 粉料、块料之间有微小间隙，它在受到振动、压力及潮湿时，间隙会产生变化，料位也随之改变。

对于前三点情况，必须在考虑仪表测量元件的安装位置时就注意。此外，还应考虑到固体物料在进料与出料时与测量元件间的摩擦及冲击力等。

相界面测量对象中存在的常见问题是界面位置本身不明显，存在浑浊段。

物位测量的目的有：

- (1) 正确测知容器中贮藏物质的容量或重量；
 - (2) 监视容器内物位，使之保持在一定高度，对物位的允许上下限发出报警，随时知道容器内物位的高低；
 - (3) 连续监视或调节容器中流入流出物料的平衡。
- 这些目的可以用各种不同的仪表根据使用条件来实现。

三、物位仪表的分类

测量物位的仪表种类很多，而且随着工农业生产和国防建设等的需要，还会不断地出现新的测量方法和检测仪表。例如有些场合允许测量元件直接接触介质，有些场合又不允许直接接触，就要有相应的仪表来满足不同的要求。目前有很多仪表还不是制造厂生产的定型产品，但它是各制造和使用厂矿工人师傅和科技人员在三大革命实践中，狠批了刘少奇、林彪推行的修正主义办企业路线和洋奴哲学、爬行主义，根据具体生产条件因地制宜创造出来的，我们也尽量在本书中予以反映。

按工作原理物位仪表可分为：

1. 直读式物位仪表

这类仪表中又有玻璃管液位计、玻璃板液位计。

2. 差压式物位仪表

它又可分为压力式物位仪表和差压式物位仪表，利用液柱或物料堆积对某定点产生压力的原理而工作。

3. 浮力式液位仪表

利用液体对漂浮于液面上或浸沉于液体中的浮子的浮力随液位变化而改变的原理工作。它又可分为浮子带钢丝绳或钢带的、浮球带杠杆的和沉筒式等三种。

4. 电磁式物位仪表

使物位的变化转换为一些电量的变化，测出这些电量的变化来测知物位。它可以分为电阻式（即电极式）物位仪表、电容式物位仪表和电感式物位仪表等。还有利用压磁效应工作的物位仪表。

5. 声波式物位仪表

由于物位的变化引起声阻抗变化、声波的遮断和声波反射距离的不同，测出这些变化就可测知物位。所以声波式物位仪表可以根据它的工作原理分为声波遮断式、反射式和声阻尼式。而反射式声波物位仪表又可根据传递声波的介质不同分为气介式、液介式和固介式等。

6. 光学式物位仪表

利用物位对光波的遮断和反射原理工作，它利用的光源可以有普通白炽灯光或激光等。

7. 核辐射式物位仪表

8. 除上述之外，还有射流式物位仪表、微波式物位仪表、旋转翼板式物位仪表、称重式物位仪表和重锤探测式仪表等。

图 1-2、1-3、1-4 为部分液位测量仪表、料位测量仪表和相界面测量仪表的安装和使用示意图。对于它们的详细用

途、工作原理、结构和安装使用等问题，将在各章中分别介绍。

物位仪表的新原理、新品种不断发展，归纳起来，作为连续测量的仪表，必须能感受被测物位的连续变化，作为定点报警控制的仪表应能感受在所测的点上，被测液体或固体的存在与否。对整个高度上选择很多个检测点，就可使定点测量转化为连续测量。测量仪表也由供定点测量转化为连续测量之用。

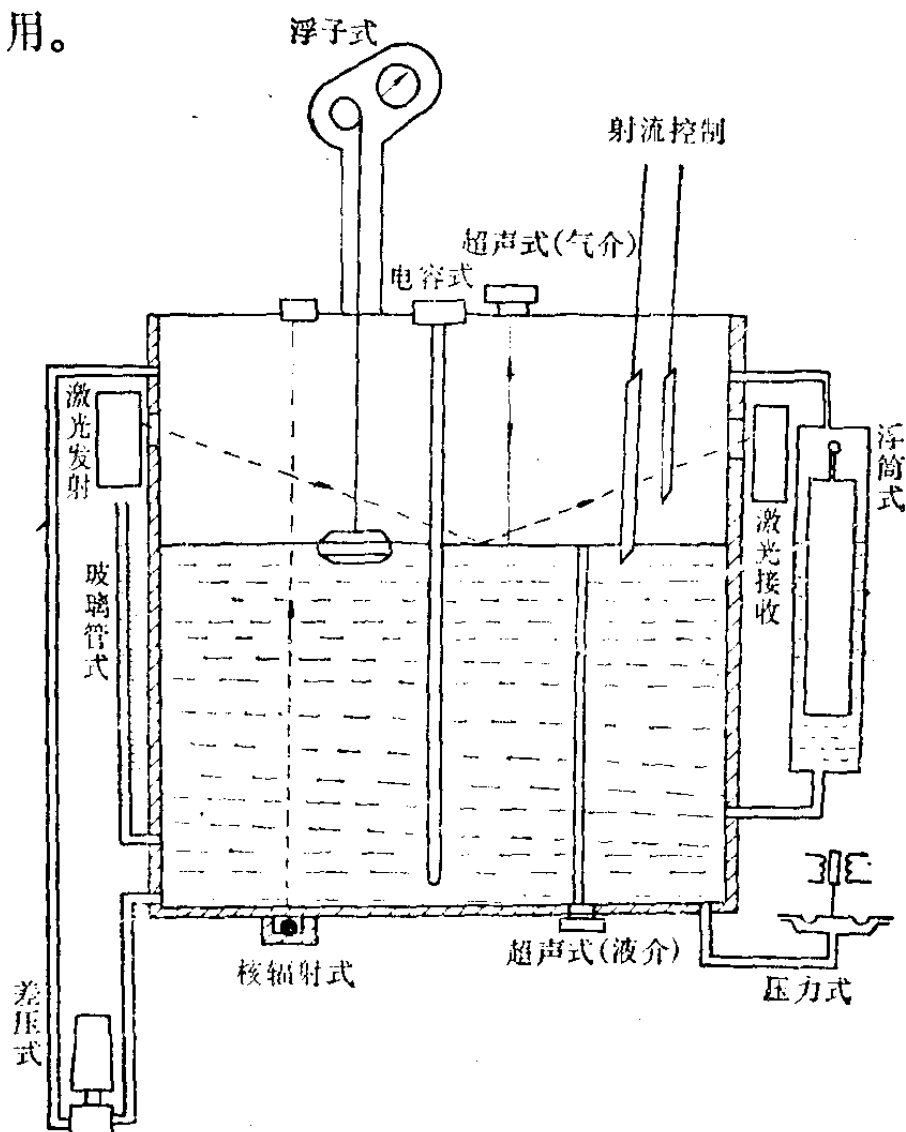


图1-2 各种液位测量仪表示意图

随着人们对世界的逐步认识，物位仪表的品种及物位测量方法也是无限丰富的。

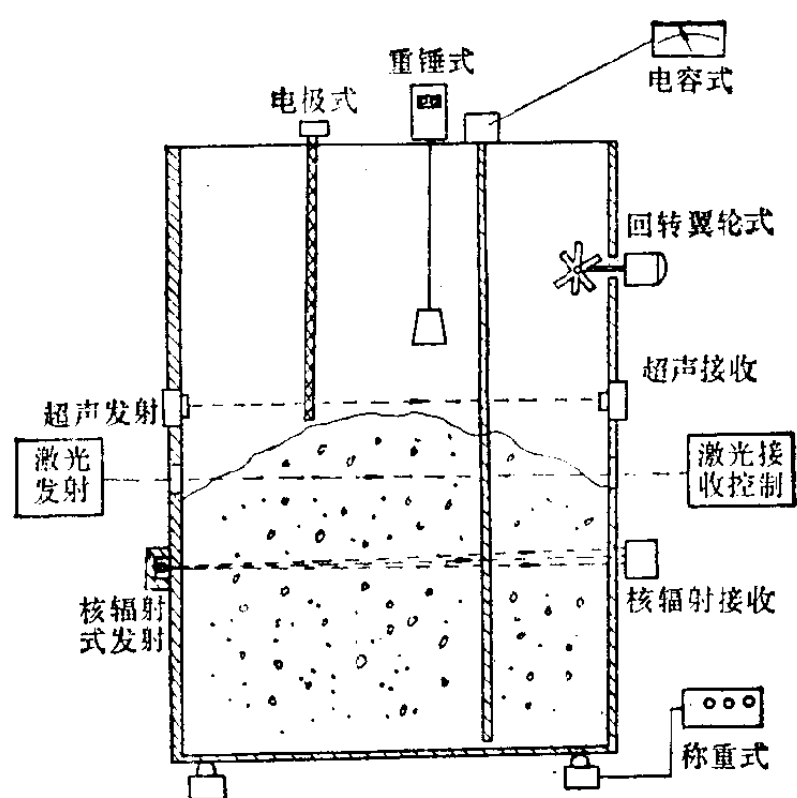


图1-3 各种料位测量仪表示意图

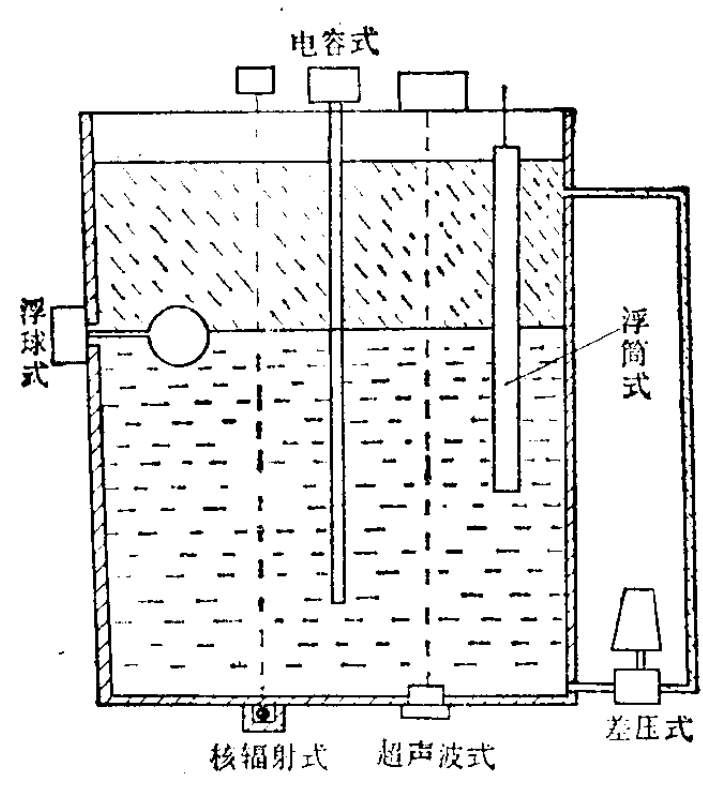


图1-4 相界面位置的各种测量方法示意图