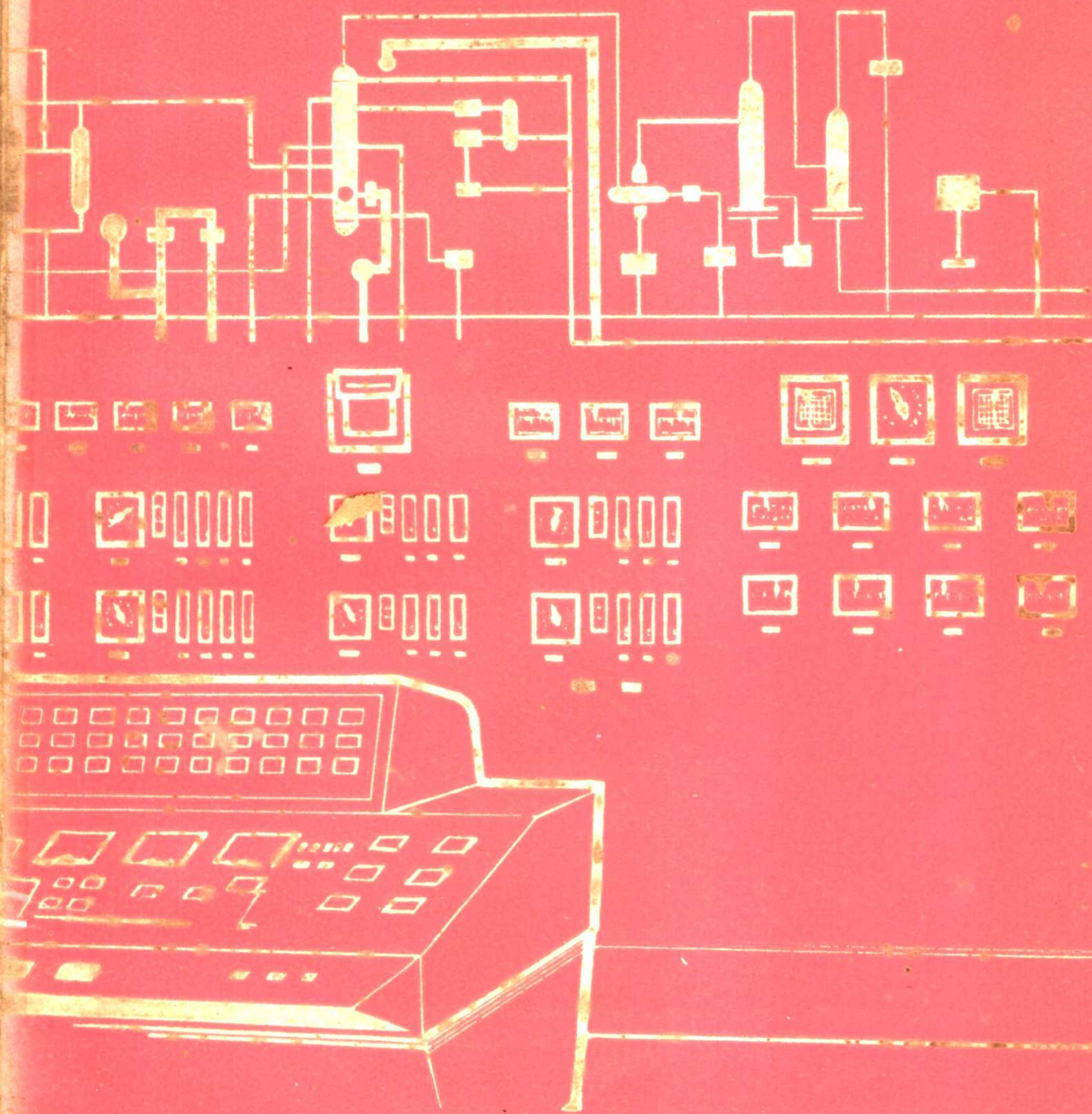




# 国外工业仪表技术动向



上海工业自动化仪表研究所

一九七二年十月

# 毛主席语录

中国人民有志气，  
有能力，一定要在不远的  
将来，赶上和超过世  
界先进水平。

# 国外工业仪表技术动向

## 目 录

国外工业自动化仪表现状与趋势 .....	1
温度测量技术近况 .....	63
流量测量技术动向 .....	98
自动液位控制的新方法 .....	113
自动称重技术的新发展 .....	119
电子自动平衡式显示仪表的发展动向 .....	124
简易仪表的选择 .....	129
小型计算机概况 .....	141
直接数字控制概况 .....	151
从计算机的装用看执行器技术的发展趋势 .....	157
自动调节阀的发展概况 .....	167
直流放大器的进展 .....	173
步进马达概述 .....	182
液动射流元件的发展前途 .....	193
集成电路展望 .....	198
工业自动化技术发展前景 .....	202
生产过程控制及其发展前途 .....	208

# 国外工业自动化仪表现状与趋势

## 一、概 述

毛主席教导我们：“你对于那个问题不能解决么？那末，你就去调查那个问题的现状和它的历史吧！你完完全全调查明白了，你对那个问题就有解决的办法了。”遵照毛主席的这一伟大教导，我们在评述国外工业自动化仪表的现状与趋势之前，先简单回顾一下国外工业自动化仪表发展的过程，这对我们了解国外目前的水平与发展趋势，是不可缺少的。

在40年代，国外只是对生产设备的每个极小部分进行测量和控制。所用的主要是一些体积大的仪表，仪表壳内装有调节机构。装着这种大型仪表的仪表盘，只作为附属装置，设置在生产设备各部分的附近。

40年代末到50年代初， $0.2 \sim 1.0$  公斤力/厘米<sup>2</sup>的气动统一信号普及了，仪表体积得以缩小，开始设置生产设备的中央仪表室，将许多仪表集中到一处，操作和管理人员对于仪表显示可以一目了然。但这时主要是仪表表面缩小了，仪表本身还是很深的，里面可以容纳调节机构。

随着晶体管的应用，50年代后半期，国外出现了采用4~20毫安等直流电流信号的电动仪表。至此，测量与控制的目的是为了生产设备能在预定的条件下稳定地运行，为此而控制温度、流量、压力等必要的过程参量。

50年代末，国外各工业企业为了追求更高的利润，并根据所得到的利润扩充设备，发展企业，互相竞争，它们把希望寄托在实现自动控制上，对自动控制提出了更高的要求。这时在企业内进行测量和控制，控制温度、流量、压力等过程参量，已不仅是为了保证生产设备稳定运行，还为了只消耗最少的原料去获得最大的产量。因此要求为使目的函数达到最大（或最小），而要根据物质平衡、热平衡、化

学反应等方程式计算过程变量的最佳值。这也就是所谓的静态最佳控制。

50年代末~60年代初，汇集于美国 Ramo-Wooldridge 公司的各方面的专家以 RW 300 型电子计算机为代表，开创了将电子计算机用于化学工业各种生产过程的途径。此外，象 Eckman 将计算机用于生产锰合金的间歇性过程，T.J. Williams 将计算机用于 Monsanto 的胺设备等都可算是所谓计算控制的先例。60年代初，对计算控制是肯定还是否定，争论还是很多的。由于计算机价格昂贵，数学模型又很难建立等原因，直到60年代中期，计算控制都还处于停滞不前的状态。到60年代后半期，由于集成电路的出现，计算机的价格才有了下降的希望。在生产设备的控制方面，用计算机作数据处理的各种方法得到了发展，显示出光明的前途。

综上所述可见，1950年和1960年是国外工业自动化仪表发展中的两个转折点，从单纯的测量与控制发展到生产管理，乃至成了追求企业利润的重要手段。值得注意的是，这与控制理论从50年代的线性稳定理论发展到60年代的最佳控制论的转折时间是一致的。

看一看国外工业自动化仪表在60年代的演变，就可以发觉，现在出现的一些新技术早在60年代初就已有了萌芽，今后70年代的发展将是使这些萌芽成长，壮大并结出果实。

目前国外工业自动化仪表的技术水平以美帝为代表，日本、西德在美帝的扶植下，一般也反映着美帝的水平。根据国外公开报道的一些资料分析，其现状与趋势可归纳如下〔1〕：

1. 向“系统化”发展：针对不同对象发展成套的控制系统，包括单元组合仪表和控制机的采用。控制范围将包括企业管理。

2. 计算机的扩大应用：包括大型数字计算机，直控仪和小型专用的数字或模拟计算机。

3. 数字化和线性化：已有数字式温度、流量、压力、液位、转速、扭矩、称量和酸度等仪表。所谓“线性化”装置就是将不同讯号转换成标准的便于信息处理和直接显示的数字量，专供与那些输出信号跟要指示的测值不成线性关系的变送器联用，可用于温度、压力、流

量、力、张力、转数等多种参量的数字显示。

4. 集成电路的普遍应用：随着成本的不断下降，正在推广到一般工业仪表以提高其可靠性，特别适合于需要量大的典型电路。

5. 射流技术的推广和气动仪表的继续发展：十年来射流技术由军工到一般工业，发展迅速。常规气动仪表有条形偏差指示调节系列的出现，提高了表盘组装密度。射流技术与电子仪表等的综合应用更具有广阔的前途。

6. 重视发展质量分析仪表：目前国外大力发展的分析技术是色谱法和核磁共振，与计算机联用，在实用性和成本方面尚在努力改进。

7. 检测新技术的探索与应用，例如：

(1) 温度测量：利用声学、射流、激光、过电流损失和电磁效应等测量钢水，腐蚀性气体、表面和回转体等对象的温度。另外，在提高测温探头的精度和可靠性的同时，出现了不少针对不同对象和不同测温目的的专用测温探头。一些特殊的温度测量问题正在努力突破之中。在一般的测温仪表、元件和材料方面也有些新东西（如一种新的“商-高温计”和一种名为“坦德耳（TANDEL）”的光电物质等），但报道的不是很多，也不显著。

(2) 流量测量：正在相当积极地研制旋涡、核磁共振、激光等新型流量计，并已有了一些试制性产品。

(3) 其他参量（例如机械量、液位、压力等）检测方面新技术的应用不如温度、流量那样突出和带方向性，诸如用激光进行表面质量检查和测量移动带钢的厚度，微波测厚、测湿，射流测量和控制物位，射流测距、测转速，等等。但这里值得提出的是半导体传感元件有了重大发展〔2〕〔3〕，它不仅可用于检测多种参量直接给出电信号，而且将为显示技术带来革命。它对于仪表的小型化，提高仪表的可靠性是不可缺少的。

下面分别简述各类仪表的现状与趋势〔4〕。

〔参考资料〕

〔1〕 国外工业仪表发展趋势

本所《国外工业仪表与自动化近况及发展趋势》P. 42 ~  
103。

- (2) 计测に用いられる固体变换器  
《计测と制御》1971, Vol. 10, No 2, P. 102。
- (3) 半导体トランスジューサとその应用  
《电子科学》1971, Vol. 21, No 5。
- (4) 工业计器ハンドブック《オートメーション》1971,  
Vol. 16, No 4。

## 二、温度测量的现状与趋势〔1〕〔5〕

近几年来，温度测量不断地迅速发展，已成了控制生产过程的关键。除要求更高的精度外，还要求响应快，能测微小物体之类热容量小的物体和运动物体的表面温度，以及在高温和腐蚀性等条件下测量真温度。

玻璃温度计、金属温度计、电阻温度计、热电温度计、光学高温计、辐射温度计等各种温度测量仪表都有所进展，但发展尤为显著的是不接触式温度计。最近国外最感兴趣的就是不接触式测量和温度图测量（即不是测量某一点，而是测量某一部分温度场的温度分布，并显示出来）。

不接触式温度计虽然已有很久的历史，象光学高温计、辐射温度计、光电高温计、双色温度计等。但现在急需解决许多要求在非常苛刻、恶劣的条件下用不接触法测温的问题，如测量运动着的高温物体的表面温度和转炉内沸腾钢水的温度等。因此相形之下，就感到它的发展不是那么快了。一些测温新技术和新光电物质的应用与探索性研究几乎都是为了在这方面取得突破。例如：

### (一) 声学测温

大多数声学测温技术的物理原理是以在气、液、固三相中声速与

温度的相关性为基础的。据报道，声学测温有不少独特的优点，用途极广，能解决许多一般温度计所不能解决的问题，在工业上一个值得注意的用途是测量熔融钢水的温度（ $2700 \sim 3000^{\circ}\text{F}$ ）。各种用途的增广，在声学测温方面工作人员和文献的不断增长都表明了它在军事和工业上的深远意义。美国材料试验协会已考虑在费城专门设立一个声学测温部。国外声学（包括一般的可闻声速，超声和射流）测温这一新动向，值得我们进一步密切注视。

#### （二）射流测温

一般有两种：流阻（或压降）型温度计和振荡器型温度计。流阻型较简单，利用流体的压力或密度随温度变化的原理，给出压差信号。振荡器型较复杂，利用功率流在长度一定的谐振通道中的振荡频率与其绝对温度的平方根成正比的原理，优点是给出频率信号。

#### （三）激光测温

例如美国华盛顿国家标准局发展了一种针对极热对象的很准确的测温法，用了新的激光反射仪，误差下降到1%以下。又如英国马拉研究实验室发明了一种适用于温度范围由 $-20 \sim +200^{\circ}\text{C}$ 的远程温度计，它按法拉第效应的温度特性工作，涉及晶体和偏振光的许多特性，采用的是氮-氛激光器和具有显著的法拉第效应温度特性的铽铁石榴石（TbIG）晶体。

#### （四）利用过电流损失测量表面温度

这种方法的测量原理是将用线圈构成的交流磁铁接近被测温体的表面，如果被测温体是导体，由其表面感应而生的涡流就造成焦耳热损失（如果被测温体是电解质，就产生电解质损失）。把这种结果与没有被测温体的情形相比较，求出线圈阻抗（电感L和电阻R）的变化。另一方面，线圈的阻抗（比如当被测温体是导体时）是随导体最表面近旁的电阻，导磁率的变化（这种变化由表面温度引起）而变化的，因此事先用电桥测出这种变化，得出校正曲线，就可以反过来由校正曲线推测物体的表面温度。

这种利用与被测温体有着电磁结合的线圈的阻抗变化测量表面温度的方法具有如下特点：



(1) 测温范围可以扩展到  $500^{\circ}\text{C}$  以下的常温 (如果使用水冷式线圈文可以测量到  $1000^{\circ}\text{C}$  以上)。

(2) 由于各用了补偿电路, 所以精度和准确度非常高。

(3) 不受气体环境的影响。

(4) 由于无需象以往的测量仪器那样必须直接看到被测温体, 故可用于那些测量仪器所不适用的场合。

(5) 可以测量运动导体 (即回转体) 等的表面温度。

(6) 不仅可以测量导体的温度, 还能测量电解体的温度, 关于这一点, 1954 年在日本就有专利发表, 那是测量合成纤维的温度。

(五) 利用电磁感应, 测量回转体的温度

把回转体的温度变为电磁量来测量, 就能消除不接触测量法的热误差。考虑到这一点, 用陶瓷电容器作为温度检测部分。由于陶瓷电容器的电容量是随温度变化的, 所以用这个电容器和线圈构成调谐频率依赖于温度的槽路, 把这个槽路装在回转体上, 在回转体的外面用振荡线圈求出该槽路的吸收。这样就能不接触地测量回转体温度。但是, 这种方法看来很难用于测量  $200^{\circ}\text{C}$  以上的温度 (据说在  $180^{\circ}\text{C}$  时就达到了 1 兆赫这么高的频率), 也很难用于测量高速回转体的温度。

这样的测量方法就是在对回转体进行多点温度测量时, 也无需切换线路。这里不是象上述那样根据电容量变化来测量, 而是把铂测温电阻与线圈联成桥路, 通过电阻随温度的变化改变该线圈的 Q 值, 这样传送信号, 也就是把电阻式温度测量用于电磁感应。

用这种方法, 在 30000 G 的回转情况下, 可以测量到  $760^{\circ}\text{C}$ , 精度是  $\pm 8.3 \sim 14.0\%$ , 而在静止状态下, 可以测量到  $815^{\circ}\text{C}$ , 精度是  $\pm 5.5\%$ , 可以经受的测量条件是 40000 G,  $760^{\circ}\text{C}$ , 25000 转/分。

图测量和控制法不仅限于温度, 还可用于压力、流动、形变、表面形状和质量检查等多方面, 它扩大了以往的测量与控制概念。相对于以往的点测量来说, 图测量还具有空间或时间的概念。已发表的温度测量控制图有: 水泥转窑外壁的温度图, 利用红外线电视获得的高

炉内部的温度图、利用红外线照相机获得的高炉周围外部的温度图等。随着硫化铅和氧化铅等红外敏感元件的发展，红外线图象法恐怕是今后测定温度图的最有希望的方法。测定温度分布是早就有了的，但图测量和控制法却是最近的事。今后，为保证生产过程的正常运行，肯定将不仅需要点测量，还要加上空间和时间的因素进行测量、控制和生产管理。

另外，特点各不相同的热敏电阻在成批生产方面还很不适应，国外最近正在加强这方面的标准化工作，也指望在70年代中，有关热敏电阻的一些问题能得到相当大的改进。

〔参考资料〕

〔5〕 国外测温近况

本所《工业仪表简讯》1970 No 5, 6, 7。

### 三、流量测量的现状与趋势〔6〕

随着生产过程控制从当初以过程运行稳定为目的发展到今天的最佳化控制，需要测量和控制的流量对象数已超过了温度对象。这不仅是60年代的一个特点，而且估计70年代也仍将是这样，流量测量与控制将越发受到重视，已有很长历史的孔板式流量计有很多优点，今后仍会广泛采用。从早期的差压流量计，面积流量计，容积流量计到50~60年代出现的涡轮流量计，电磁流量计，这五种可以说直到现在占了流量测量技术的一大半，而且今后仍将作为流量计的代表性品种，以大型石油化工企业和原子能、天然气工业等的要求为背景，以提高可靠性为目标继续发展。

但是为获得理想的流量计的努力，在70年代亦将继续下去。所谓理想的是指：(1)无阻碍物、(2)性能好、(3)质量流量、(4)可靠性高、(5)适当的价格等。根据不要在流体中设置障碍物的要求出

现了电磁流量计，它从50年代开始研究，60年代基本完成，目前异相噪声问题已初步解决，正在研究同相噪声产生的原因。但价格还较贵，而且只适用于水等导电介质。国外现已出现一些利用各种原理的所谓理想的流量计，其中值得注意的有下面几种：

#### (一) 核磁共振流量计〔7〕〔8〕

最近国外集中报道的是美国巴加仪表公司的试制性产品。这种流量计的原理很早就知道了，但发展成为工业仪表则是从巴加公司开始的。它是利用核磁共振现象在流体中标识出磁性记号，根据记数该磁性记号的通过测知流量，因此它不是用于气体，而是用于液体的，但比电磁流量计的应用范围广。这种流量计的优点是为测量提供必要能量的机械或电气装置不必接触被测液体，也能测量非导电性液体以及粘性、摩擦性、腐蚀性流体。只要流体中有一种组成元素的原子核具有磁偶极矩，该流体就可被测量。已用它对水、水溶液、盐酸、喷射燃料、粗汽油、二甲苯、丁醇及液态氢等进行了测量。

顺便提一下基于类似原理的X射线流量计，美国Nucleonics Development公司数年前研制出这种流量计，两年来实效良好。它是用于测量气体的，最近美国用它进行大口径气体流量测量，效果很好。

#### (二) 激光流量计〔9〕

最近问世的雷达多普勒仪〔10〕〔11〕，利用雷达和激光这两种不同的电磁波，在流量测量领域里作了一些很有价值的应用。雷达源最适用于检测容积流，如碳氢化合物、喷雾、水面速度。激光则用于测量流场中的点速，连续固体粉末的容积流量。

用激光测流速虽然需要测量管道和流体应是透明的，而且流体中要有散射物质，但它的优点是可测量从低速到高速的广范围，可测量非常小的点的流速，以及无需向测量管道中插入障碍物。

#### (三) 流体振动式流量计〔12〕〔13〕

随着电子计算机控制的发展，由于容积流量计在涡轮流量计的范围之外，再也扩增不出什么新的东西，于是欧美各国尤其是美国就倾向于研制更新的数字流量计。也就是说，对流体振动式流量计非常重

视，它被称之为70年代的新流量计或划时代的流量计。

无可动件数字流量计是我们向往已久的了，流体振动式流量计使人们的这一理想变成了现实。但其历史不一定是新的，它可以说是应随强烈的客观需要而改进的新型流量计。

目前流体振动式可分为两种：(1) Vortex shedding 型和(2) Vortex Precession 型，前者暂译为旋涡分离型，后者译为旋涡旋进型。日本横河电机发表的卡门(Karman)旋涡流量计和日本奥巴尔公司所采用的美国依斯太克(Eastek)公司的产品属于前者；美国标准公司研制，而由Fischer and porter公司买得专利的旋涡计(Swirl meter)属于后者。两种流量计的可测雷诺数范围都在 $10^4$ 以上，就应用范围和压力损失等方面看，前者的范围更广。但据苏联期刊报道〔14〕，认为旋涡分离型赖以为基础的原理，即置于流体中的物体后方的旋涡形成频率与流量或流速值之间的函数关系带有或然性，并且结果变差，达到20~30%，因此虽然这种流量计在原理上已经显示了极为可观的前途，但却至今未能实际应用。然而，日、美刊物，尤其日刊一再报道了这种产品，并列举了应用效果很好的实例〔15〕。苏刊〔14〕认为旋涡旋进型赖以为基础的原理，即使流体整个儿地发生旋进，这时旋涡变化的频率和流量值之间的函数关系具有高度的稳定性。据报道，苏联石油化工仪表专业设计局制成了一系列标准化的《Циклон》旋涡流量计，可测量粘度达到50泊的腐蚀和非腐蚀性液体的流量。还制成了一种供测量粘度达50泊的腐蚀性和非腐蚀性液体的瞬时质量流量用的MAPC型质量旋涡流量计。这两种都是旋涡旋进型的。

流体振动式流量计的优点是几乎不受流体的温度、密度、粘度等的影响，既能用于气体又能用于液体，而且输出是频率信号，容易积累，便于同计算机联用。虽然它要在测量管道中放入障碍物，但却是很具有发展前途的新型流量计，欧洲各国都很重视。甚至如果说50~60年代主要是致力于涡轮流量计和电磁流量计的话，那么70年代将主要致力于流体振动式流量计。

国外流量测量方面的今后任务还有：(一)在不断扩大现有流量计

的适用范围的同时，也要相应地解决流量标准问题。(二)解决如下问题：

### 1. 提高可靠性、便于维修。

由于被测流体的性质要受周围环境的物理和化学影响，所以提高精度虽然是必要的，但更重要的是必须提高可靠性和便于维修。

### 2. 扩大流量测量范围。

(1) 微小流量方面，例如正在试验用热式质量流量计等测量原子能等工业中微压气体的 100 毫升/小时这么小的流量，但再现性、响应速度等都很成问题。很多场合需要直接测出微小流量的质量流量，但却苦于没有一种划时代的质量流量计。

(2) 大流量测量方面，无论是气体或液体，若流量超过 10000 米<sup>3</sup>/小时，首先校正基准就成问题。特别是计量用的基准槽更难制造。对于要求不那么严格的一般生产管理来说，卡门旋涡流量计的出现总算解决了一些问题。今后随着各种设备的大型化，对大流量测量用的流量计的需要将急剧增加。

### 3. 适应环境物理条件的变化。

(1) 例如在重油的高温计量等方面需要在高温下测量流量。

(2) 而今后城市使用液化天然气 ( $-162^{\circ}\text{C}$ ) 作燃料又需要低温流量测量。

(3) 压力条件对测量气体流量影响很大，而且随着设备大型化，为提高输送效率不可避免要加大压力，压力超过 30 公斤力/厘米<sup>2</sup>，用现有的方法就不能解决了，因此需解决高压气体的高精度测量问题。

(4) 随着高分子化学工业的发展，为测量聚合物的流量，需解决高粘度液体的流量测量问题。高粘度液体大部分是所谓非牛顿流体，因此用受流速分布影响的流量计从本质上就是难以测量的。伺服型容积流量计只能适用到原油那样的粘度，粘度再大，压力损失将增大。这样，高粘度液体的流量测量从决定校正基准开始，就有许多困难问题有待解决。

(5) 在测量泥浆之类混合物流体的流量方面，虽有电磁流量计

和核磁共振流量计可用，但或因其原理，或因其价格昂贵都有一定的局限性，还需发展这方面用的耐摩耗，便于维修的流量计。

(6) 在含灰尘和烟雾的气体流量测量方面，目前的差压流量计和热线风速计都还不能满足要求，例如差压流量计会因差压取出口淤塞而使灵敏度和精度变差，热线风速计在 $150^{\circ}\text{C}$ 以下受气体成份变化的影响很大，而且维修不方便。现在在加热炉，反应炉等的排气量测量方面常常碰到 $300^{\circ}\text{C}$ 以上的高温而且是大流量的问题，这时即使不要求高精度，就是连续测量也很困难。

以上这些问题都不是只在短期内需要解决的问题，在实际生产过程中，高温强腐蚀性流体，高压爆炸性流体，高温大流量且含大量灰尘的气体、液体或混合流体等苛刻条件正在不断增多，而且随着企业大型化、城市管理文明化，为解决公害问题，都需要研制更理想的流量计解决诸如上述的一些流量测量问题，流量测量与控制系统将越来越复杂。

#### 〔参考资料〕

- 〔6〕 流量测量技术动向  
本所《工业仪表简讯》1971. No 4.
- 〔7〕 核磁共振在流量测量中的应用  
本所《工业仪表简讯》1971. No 2.
- 〔8〕 核磁共振流量计  
本所《工业仪表简讯》1971. No 11.
- 〔9〕 激光测量气体流速  
本所《工业仪表简讯》1971. No 2.
- 〔10〕 采用雷达及莱塞源询问流场  
本所《工业仪表译文集》1971. No 5.
- 〔11〕 “雷达试看”流/不流检测器  
本所《工业仪表译文集》1971. No 5.
- 〔12〕 略谈旋涡流量计  
本所《工业仪表简讯》1971. No 1.

- [13] 6141型旋涡流量计 美国F & P公司的旋涡计  
本所《工业仪表简讯》1971. No 2.
- [14] 旋涡流量计  
本所《工业仪表简讯》1971. No 7.
- [15] 卡门旋涡流量计  
本所《工业仪表简讯》1971. No 9.

#### 四、 压力测量的现状与趋势〔4〕

压力测量在工业中也是非常重要的，它不单是以压力本身为对象，还是间接测量流量（孔板、喷嘴、汾丘里型）、温度（压力方式）、液位等的手段和决定粘度、湿度、温度等的重要因素，但是至今压力传感元件大部分仍然是弹簧管、波纹管、膜片、膜盒等。自从M. Schinz 于1845年，E. Bourdon 于1847年获得原型弹簧管的专利，1887年左右制出实用弹簧管压力表，到如今已有80多年了却仍然是主要的压力测量仪表。如果仅从这一点来看，似乎根本没有什么进步。但要看到，随着工业的发展对压力表的要求已高得多了，而且使用范围也在不断扩大。弹簧管压力表已达到15000公斤力/厘米<sup>2</sup>这一数量级，耐压超过100公斤力/厘米<sup>2</sup>的波纹管也已出现。

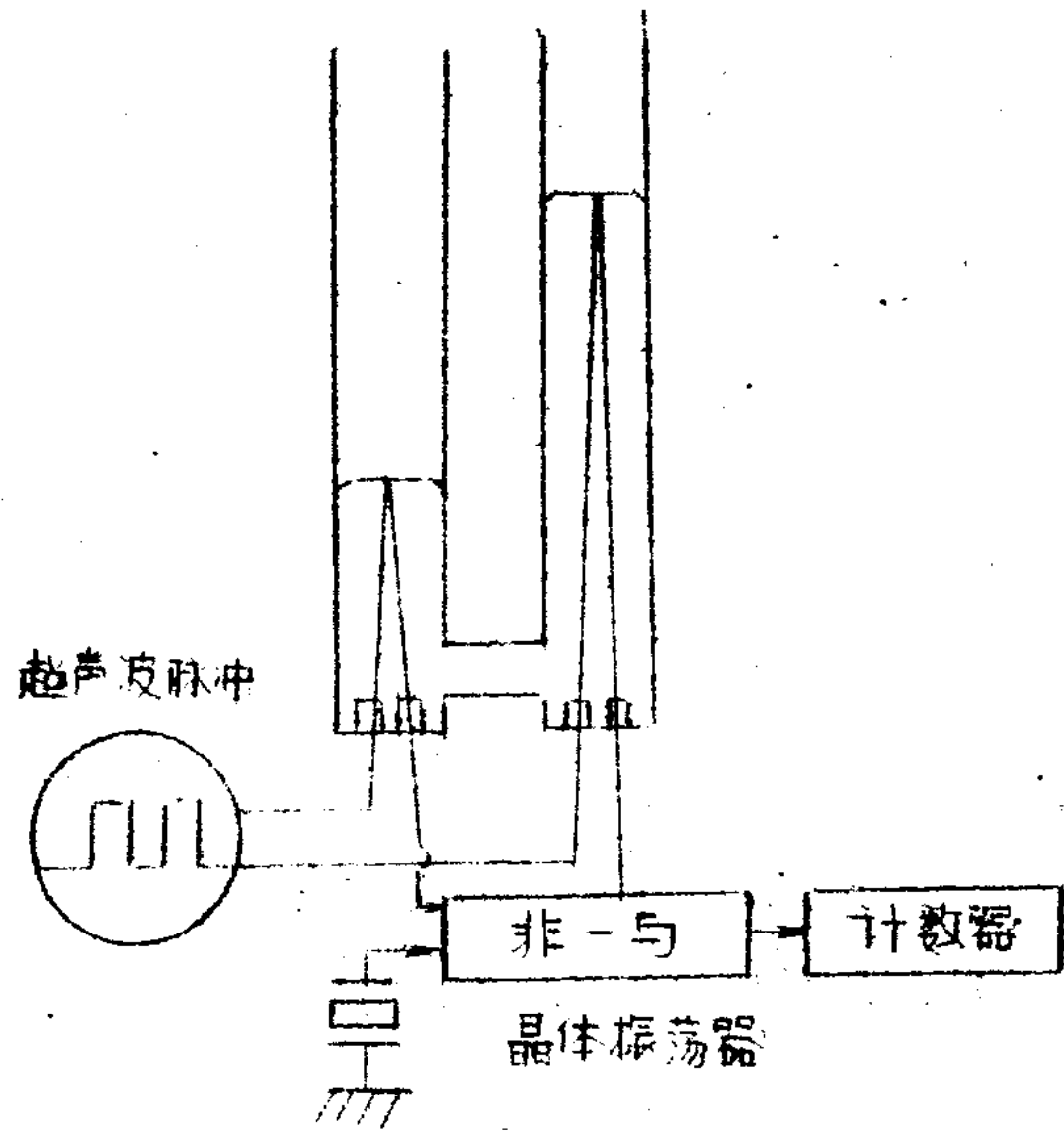
压力表也受到电子工业的促进成为高级控制装置的重要一环；在压力指示的同时还要给出电信号，或要求数字显示，出现了数字压力表。另一方面，随着化学工业的发展，已能传送气动压力信号。还采用了射流新技术。

超声波、伺服技术、激光等最新技术也正在采用之中。超声波液柱型压力计（图四-1）已经实用。伺服技术不仅用于压力测量还已用于压力控制。激光的应用虽还在研究阶段，但已为应用于液柱型压力计开辟了道路。

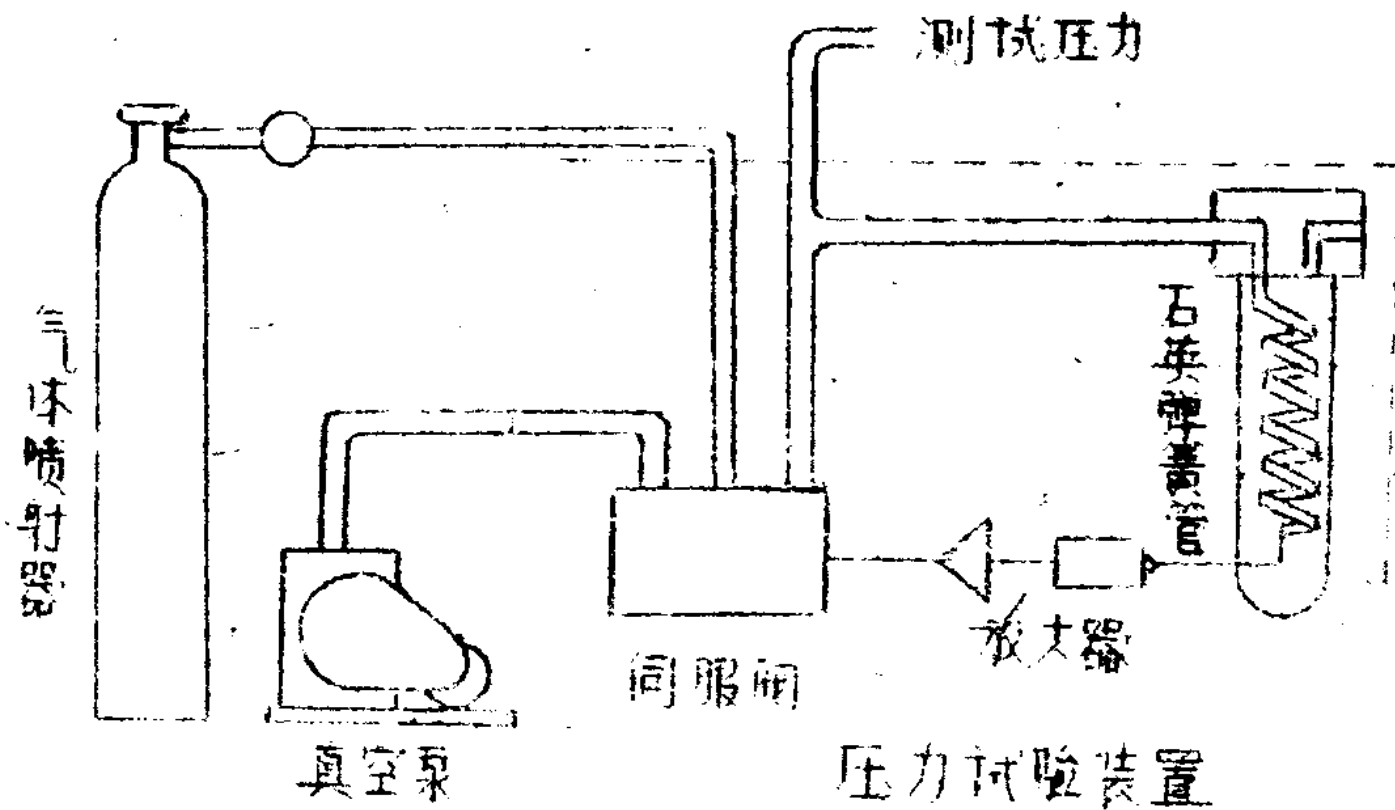
应变仪式压力计和半导体压力计已正式进入实用阶段，而且随之出现了感压涂料。

化工、石油、电子、钢铁等设备的大型化和集中管理的发展，要求压力表从现场指示向远距离指示发展，这就促进了压力—电信号传递方式的发展。现已从电压、电流信号发展到脉冲频率信号，乃至多重信号传输，最近正被引入电子计算机控制系统，提高了计算机的可靠性。

压力测量与计算机控制相结合，这对测量精度和检测、发讯部分的可靠性都提出了更高的要求。于是促进了压力试验器和试验方法的发展，随着伺服式压力计和气体式重锤型压力计的问世，出现了一种新的“RUSKA”压力试验器系统（图四-2）。



图四-1 超声波液柱型压力计



图四-2 压力试验器“RUSKA”



## 五、 物位测量的现状与趋势 [4][16]

物位计在工业测量中得以普及还是近十几年的事，以前总以为物位测量的重要性不及温度、流量、压力等，而且也比较容易。由于这个原因，国外物位计的发展比其他仪表要迟缓些。但是随着工业的发展，物位测量逐渐成了重要的因素。例如在炼油和石油化学工业中，液位测量竟成了电子计算机控制和生产管理的基本条件。特别明显的一个趋势是，随着工业生产设备的大型化，在大容量贮存罐的集中管理和连续性生产过程的生产管理方面，物位测量将越来越重要。

目前国外盛行的物位测量方法如表(五-1)所列。

表(五-1) 主要的物位测量方法

测量原理	测量方式	构成	测量范围	精度	工作原理	主要用途	特点
长度测量法	量液玻璃管	量液玻璃管	广范围	±0.5~1毫米	直接用标尺测量	测量开放槽或密闭槽内水、油、化学药品等的液位	装置简单而不能远传。测量距离用于玻璃管的液体
长度测量法	检尺	量棒钩尺	0~50米	±0.5~2毫米	直接用标尺测量	测量开放槽内水、油、化学药品的液位	装置简单、价廉。测量信号不能远传
位移测量法	浮子式	浮子、管变平马达 浮玻璃差压衡	0~0.3米	±1%	浮子移动线圈，自浮子改变的使线圈跟踪	开放槽、密闭槽都可用	测量精度和灵敏度都很好。但不适用于2公斤/厘米 <sup>2</sup> 的高压情形

(转下表)