

机械 测试 研究译文集

孙宝田 邝允河 钟世金 译

中南工业大学出版社

机械测试研究译文集

孙宝田 等译
责任编辑 梅敦诗

*

中南工业大学出版社出版发行
中南工业大学出版社印刷厂印装
湖南省新华书店经销

*

开本：787×1092 1/32 印张：8.25 字数：194千字 插页：1

1988年7月第1版 1988年7月第1次印刷

印数：001—500

*

ISBN 7-81020-149-2/TH·001

定价：2.20元

译者序

传感技术是机械自动控制及机械测试技术中的重要组成部分。而机械测试技术和机械系统识别技术又是对机械动态性能进行分析研究，提高现代机械设备设计水平的重要手段。作为机械设计工作者，本译文集中的文章，曾对我们的机械设计与研究工作起到一定的指导作用。因而，我们决定将这个译文集推荐给从事机械设计与研究工作的读者。译者相信，译文中这些涉及不同内容，而又为机械设计工作者经常遇到的课题，在提高机械设计水平方面是相辅相成的，它有可能成为在我们工作中有一定指导意义及参考价值的资料。

译者

1988年4月

目 录

模拟传感器测量系统	(1)
采用状态空间法将数据相关系统应用于模态 分析	(37)
应用数字技术进行机器振动信号时域分析	(57)
热应力作用下圆柱形容器和球形容器的概率设 计原则	(75)
单柱式压力机床身设计分析	(93)
起重机金属结构设计	(115)
轴类零件的设计规范	(145)
轧辊的弹性变形	(195)
弹性机构系统动力学分析的普遍方程	(210)
弹性机构系统的动力学分析(第一部分应用)	(231)
弹性机构系统的动力学分析 (第二部分实验结 果)	(248)

模拟传感器测量系统

工件加工尺寸，如下图所示，必须符合图纸给定的尺寸公差。

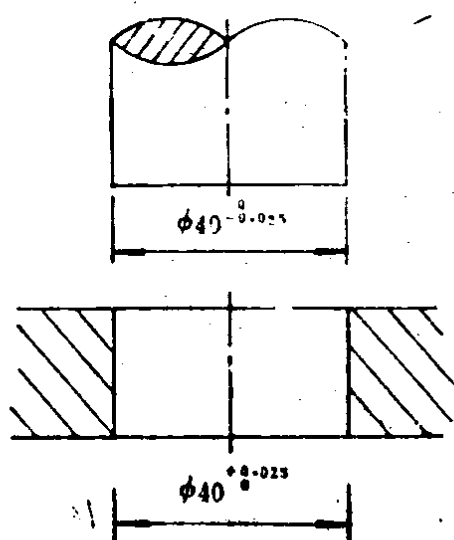
譬如，尽管尺寸相差很小， $\phi 39.995\text{mm}$ 的轴是合格工件， $\phi 40.005\text{mm}$ 的轴为不合格工件，要直接测定工件尺寸必须要求测量精度达到 $\frac{1}{1000}\text{mm}$ 。然而，可以根据工件公差范围除去不

符合的工件选出合格的工件。

这种用事先给定公差上限与下限的模拟传感器的比较测长器实现测量自动化是用电气信号得到的。这种电气信号可以用来自动显示和判断工件的合格与否或用来作为前一道工序与后一道工序的控制信号。

1. 自动测量的应用

按照公差上限与公差下限位置事先给定的电气信号可以使



附图 1

自动检查机，按给定信号的大小完成检查工作。

用主传感器的刻度调节传感器，来确定公差上限与公差下限的电气信号。调节完成后，在工作中就不必再读传感器的刻度了。那么又怎样正确地利用已经给定的电气信号呢？这种应用电气信号进行模拟测量的方法是：譬如工件尺寸大于公差上限燃亮白色灯泡，工件尺寸在公差范围之内燃亮蓝色灯泡，工件尺寸小于公差下限则燃亮红色灯泡，同时组成电气回路进行反馈，燃亮灯泡只作为判定工件合格与否的指示。

如何利用公差的上限位置与下限位置所得到的电气信号呢？可以分别按照工作在公差带内外的不同位置，各自获得的电气信号，利用自动分选机将工件分成不同的等级。

这种电气信号除在自动分选机组上应用之外，也可以用于控制后面的加工工序。

同样，这种自动定尺装置也可以用于其他方面，譬如，精密磨削加工中确定进给的开始点及调节砂轮的停止位置，用传感器测定工件的质量，这种电气信号也可以用来控制磨床。

2. 自动测量用模拟传感器

用于模拟测量的比较测长器，其主传感器经过扩大和变换，可分为机械式、空气式、光电式、电气式比较测长器。光学式与电气式又组合为光电式比较测长器。各种自动测量用模拟传感器 详见表

1。

机械式接点测量装置

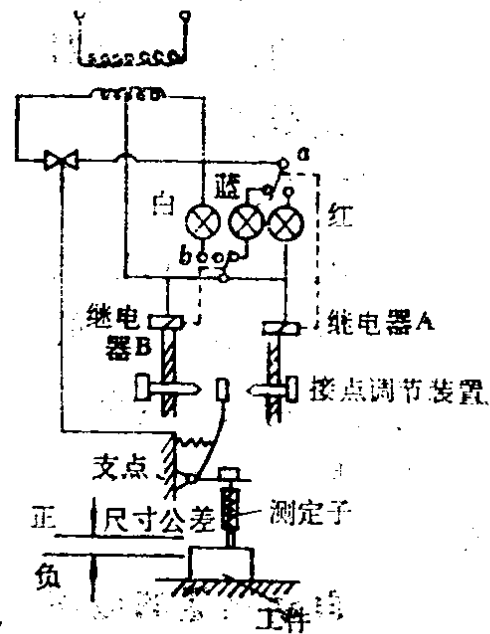


图 1-1

的结构原理示意图如图1-1所示。尺寸公差的控制，可利用接点调节装置往复调节，调节后加以固定。接点调节装置上刻有足够使用的刻度，按刻度调节十分方便。

表 1 自动测量用模拟传感器

种 类		刻度(mm)	变 换 与 扩 大 方 式	
机械接点式	组合式测量传感器	0.01~0.001	机械式	齿轮(齿条, 小齿轮)位移—角位移
	指针测微器	0.001~0.002		杆件 杆件与齿轮 平行弹簧 扭转弹簧 } 位移—角位移
空气测微器		0.1~0.0001	空气式	空气回路与阻尼 位移—角位移
电气测微器		0.02~ 0.00001	电气式	差动变压器 } 位移—磁性调制—电信号 电感元件 电容 位移—感应调节—电信号 电阻应变计 位移—阻值改变—电信号 红外线 位移—温度—阻值改变—电信号
			光电式	微缝与光电元件(质过光束的面积的变化) 位移—光量—电阻改变—电信号
光电显微镜		0.001~ 0.00001	光电式	透镜组与光电元件 位移—光量—电阻改变—电信号

3. 组合测量式传感器的采用

刻度为0.01mm或0.001mm的普通组合测量式传感器的接点结构示意图如图1-2所示。测量杆上固定着两个微小的柱销。当测量杆上下移动时，传感器中的杆件被柱销带动而上下摆动。两个杆件的端点安装着与固定接点接触的可动接点，当

它们接触时有电流流过，
它们分离时电流被切断。

由图1-2可以看到，在
组合测量传感器的上部与
下部各有一组固定接点与
可动接点，它们分别取决
于工件公差的上限位置
与下限位置，从而得到工
件合格与不合格的电气信
号。这种传感器的调节甚

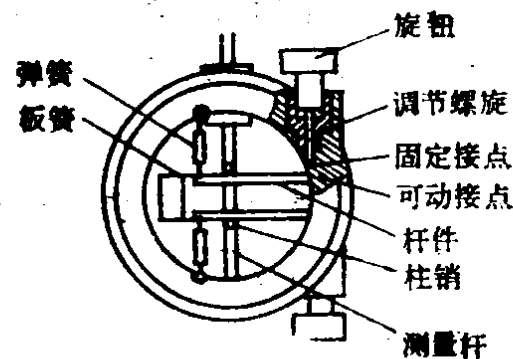


图 1-2

为简单。首先，将测量装置的底座装好，按需要的尺寸同时调节
两个刻度盘的刻度，使固定接点与可动接点接触良好就可以了。

它的工作状态如图1-3所示：

工件尺寸大于公差上限时，A 接点接通。工件尺寸小于公

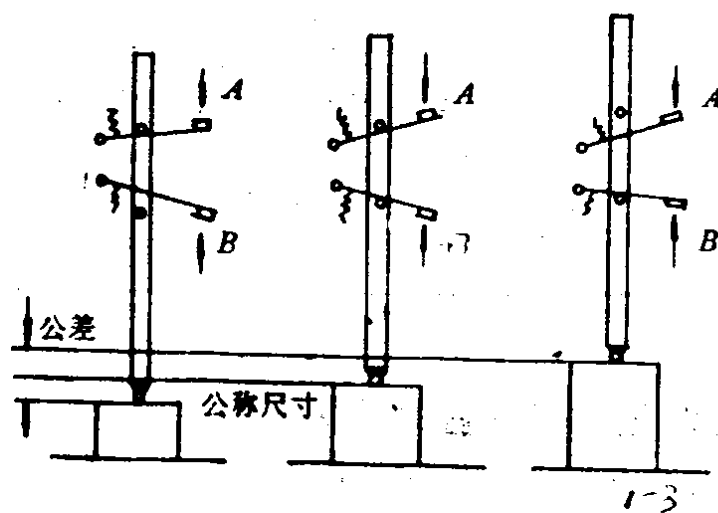


图 1-3

差下限时B 接点接通。工件尺寸在公差范围之内时，可动接点

与 A、B 固定结点均不接触。我们可以根据这三种状态判断加工件尺寸的合格与否。

这种传感器的接线图见图1-4。除接点部分以外的全部元件的接线都已在图中给出。图1-4中的 Tr_1 及 Tr_2 为晶体三极

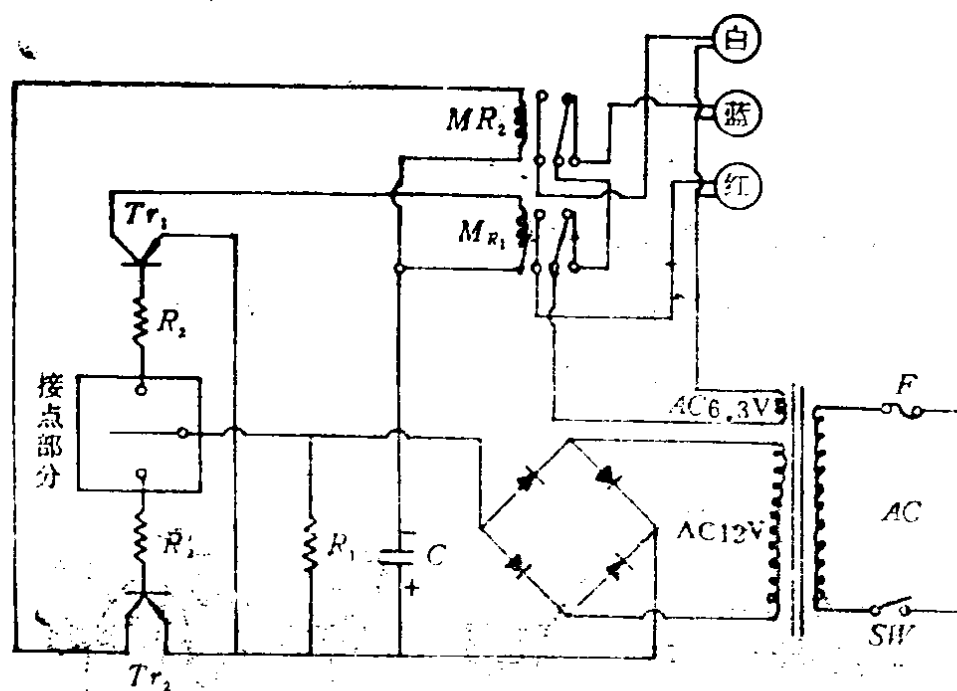


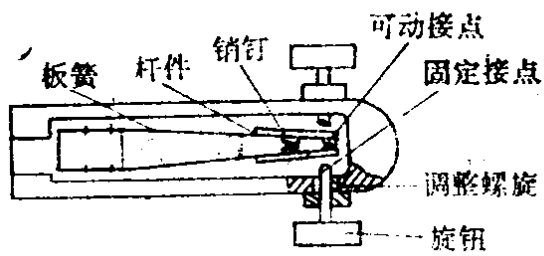
图 1-4

管, 接点部分产生微小的接点电流就可以使继电器动作。

这种接点的间隙是非常狭窄的。当接点开闭时通过接点的电流十分微弱，利用晶体三极管将这个十分微弱的电流信号放大，从而大大提高了接点部分的使用寿命。

此外， MR_2 、 MR_2 是跟随接点部的接通与断开而动作的小型电磁继电器。

摆梳式组合测量传感器的结构见图1-5,它用于柔软工件微小尺寸的测量,或在测量位置狭窄时使用。



(a)



(b)

图 1-5

4. 指针式测微器的采用

指针式测微器的结构见图1-6。可动接点的运动是通过安装在测量杆上的销子带动的，扇形齿轮运动时又带动指针转动。

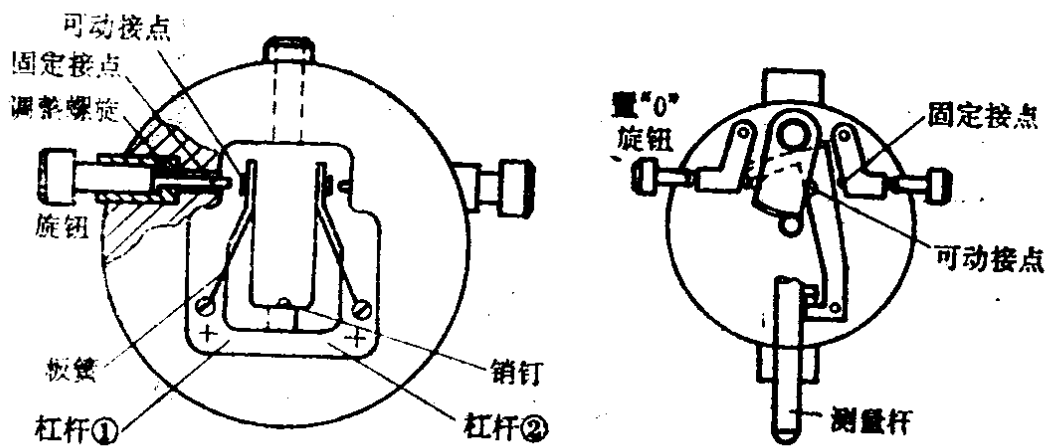


图 1-6

动。指针式测微器的调节很方便，当工件尺寸在公差范围内，可动接点与固定接点不接触，工件尺寸不符合公差要求时则可动接点与固定接点相接触。对超公差工件的指示，是通过测量杆带动指针运动进行指示的。测量范围调整中稍感不便的是，常常要通过指针来指示测量范围。

表2 信号千分表性能表

种类	指针式测微器				组合测量传感器			
	A		B		0.001		0.01	
刻度(mm)	0.001	0.002	0.01	0.005	0.001	0.01	0.02	0.01
测量范围	±0.05	±0.1	±0.6	±0.05	1	2	0.28	0.5
测定力(N)	2 (0.316)		1		1		0.4	
接点感量(mm)	±0.0002	+0.0005	±0.002	0.0003	0.0005	0.0005	0.001	0.001
长指针的运动	1 周圈以下		1 周圈以下		1 周圈以上		1 周圈以上	
指针动作可否超限	否		可		可		可	
可否进行基准尺寸修正	可		可(范围外转动)		可(范围外转动)		可(范围外转动)	

各种机械接点式传感器(信号千分表)的性能与特征, 详见表 2。各种传感器的重要接点用银或铂制造, 以减少工作中的电蚀和摩擦损耗。一般接点感量在 $1\mu\text{m}$ 以下。

5. 背压式空气测微器的工作原理

流量式空气测微器的工作原理如图1-7所示。压缩空气从

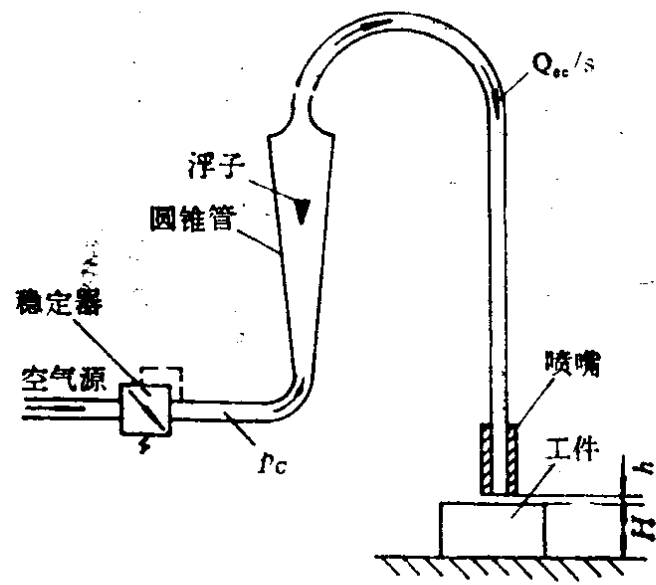


图 1-7

喷嘴喷出。空气喷出量与喷嘴的间隙 h 成正比, 浮子的位置取决于压缩空气的喷出量。利用这种原理可以制成测量工件尺寸 H (主要是尺寸的公差) 的空气测微器。这种流量式的空气测微器种类很多, 但只能用于手工测量。

用流量式空气测微器判断工件尺寸的合格与不合格十分不便。因此, 在自动测量中, 一般都使用背压式空气测微器。

背压式空气测微器的线路见 图1-8。压力调整器将一定压力 P_c 的空气送入倍率调整器(可变阻尼), 再由喷嘴将空气放入

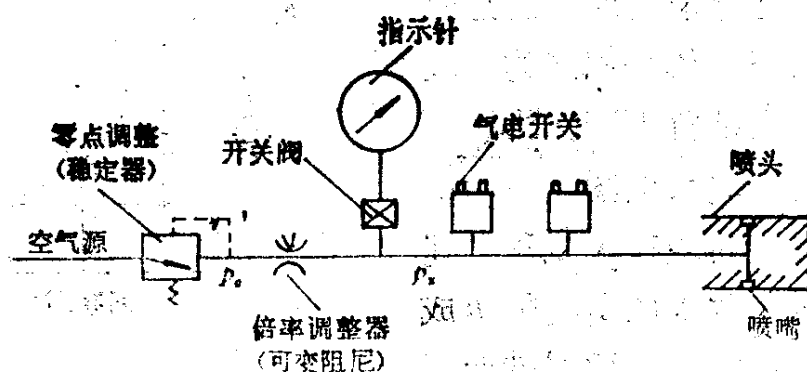


图1-8

大气，由可变阻尼到喷嘴之间的部分叫背压室。背压室的空气压力为 P_z 。背压室装有压力指示计，读取该处空气的压力。拉曳管式压力计如图1-9所示，波纹管式压力计如图1-10所示。

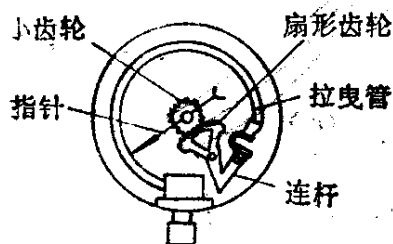


图1-9

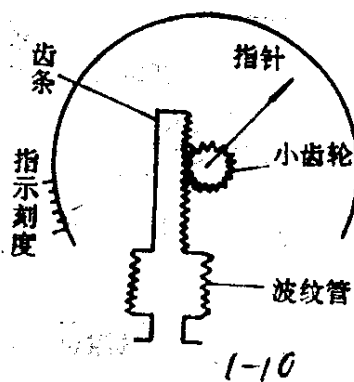


图1-10

(1) 间隙与背压的关系:

工件与喷嘴间的间隙变化时，背压 P_z 也随之发生改变。图1-11表达了间隙与背压的关系——背压特性曲线。间隙为零

时，背压室的空气压力与压缩空气通过稳定器后而未通过阻尼之前的压力 P_s 是相同的。间隙渐渐加大则背压不断地下降，其变化关系见图1-11中的特性曲线。曲线在A到B之间近似直线（背压 P_s 与间隙 h 成线性关系），空气测微器就使用这一部分曲线。

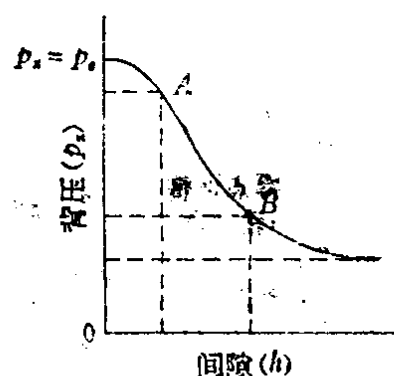


图 1-11

(2) 实际线路

零点调整：零点的给定取决于稳定器，稳定器提供的初始压力 P_s 上下变化时，背压对应于间隙的改变也在变化，初始压力的调整可参照图1-12(a)进行。

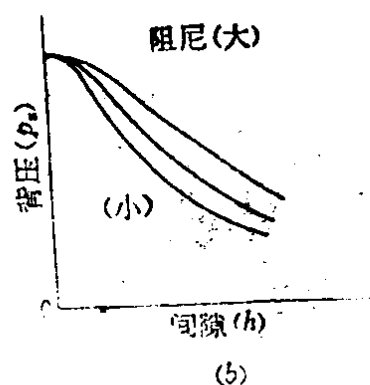
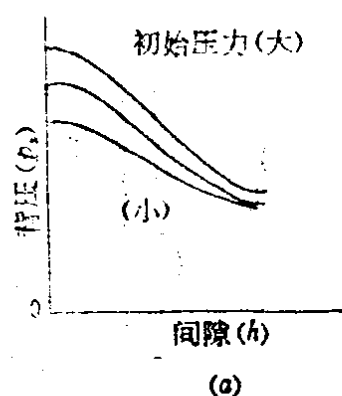


图 1-12

倍率调整：压缩空气流入背压室的阻尼的大小是不能任意确定的。在阻尼过大的条件下。喷嘴与工件间的间隙变化不大

时，由于通过大阻尼渐渐供给空气，背压室的压力将不怎么改变。也不能采用过小的阻尼，这是因为阻尼过小时，当工件与喷嘴产生间隙时，通过阻尼流经背压室的空气流量过多，背压室的压力下降很大。总之，背压的变化对于间隙的改变十分敏感。倍率调整见图1-12(b)。倍率低（阻尼大）可以得到较宽的测量范围，倍率高（阻尼小）可测得较窄的测量范围。一般倍率使用范围为1000倍到10000倍，某些情况下倍率可使用到40000倍左右。

(3) 空气测微器的测量头

空气测微器的特征是用于测量孔的内径，其测量效率很高。用空气测微器测量内径的例子是很多的。

内径测量头的结构：空气测微器内径测量头的断面图如图1-13所示。

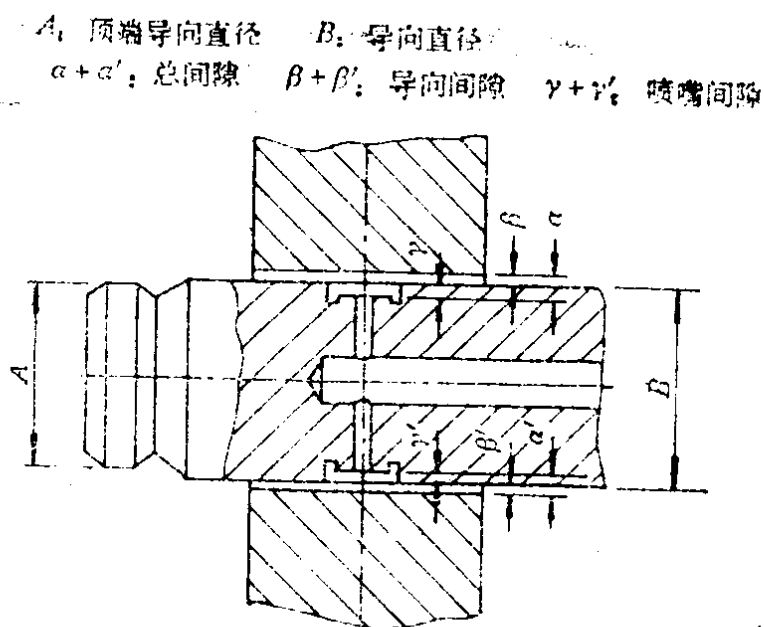


图1-13

图1-14为内径测量头(亦可称为喷头)进入工件孔内进行测量时的横断面图。(a)图是喷头处于孔的中央,这时空气流出的间隙是 h_1 的2倍。实际上,喷头处于中央的情况是不可能的。(b)图所示的情况下间隙和 $h_0 + h_2$ 等于 h_1 的2倍。由图(d)可见,间隙 $2h_1 = h_0 + h_2$,与其对应的空气流量 $2Q_1 = Q_0 + Q_2$,即空气总流量是不随喷头在孔中的运动改变的。(c)图表示了喷嘴横向时的情况。由于导向直径与孔径大体上接近,因此 h'_1 相对于 h_1 变化不大(由此可见,导向直径与被测孔之间的间隙不是很小时,测定值是不够稳定的)。

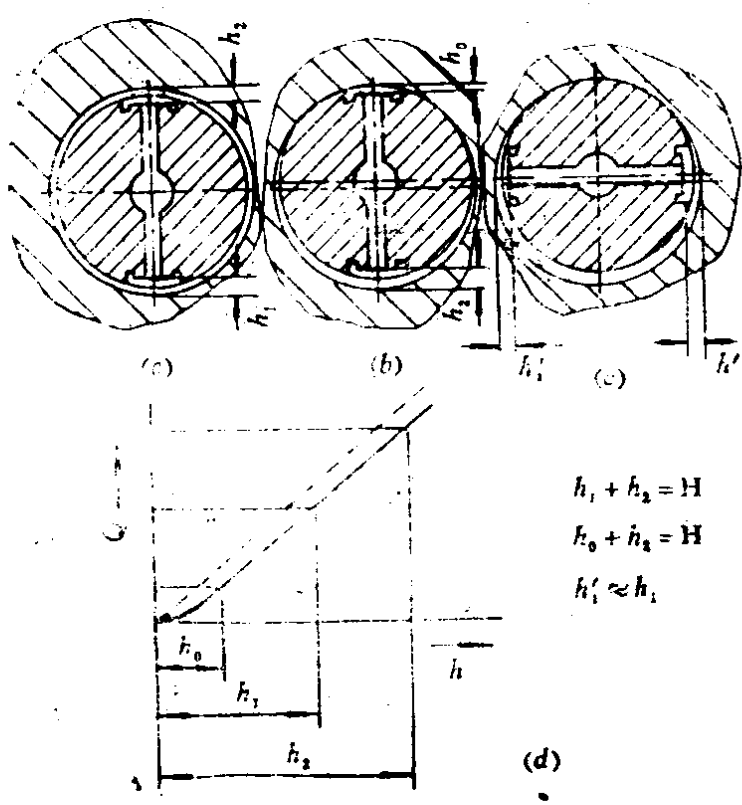


图 1-14

当导向直径与孔径接近时，喷头在孔中运动不会改变空气流量。而流量一定时背压也一定，因此可以得到稳定的测定值。这就是空气测微器用于孔径测定十分方便的理由。总之，测定技术熟练程度对测量影响不大。

只是，同圆柱量规一样，这种内径测微器不能用于较宽的测量范围。例如，对孔 $\phi 50^{+0.011}_0$ 的制作公差进行测量，就必须使用专用的测量喷头。总之，孔的尺寸公差改变时，与之配合的测量头也要相应改变。多倍率最适宜在间隙改变时进行测定，如图1-15所示，但喷头必须相应改变。

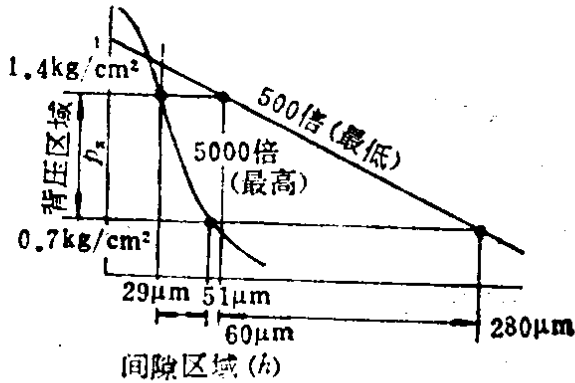


图 1-15

气流测量机构：对大而且重的工件进行测量时，确定流体测量头的形式与位置对顺利地进行测量是十分必要的。例如，测量圆外径时的钳形的测量头，采用平行吊挂的方法，测量头可绕回转中心旋转。同样，在测量内径时，可以在推进板间装上滚球，详见图1-16。

6. 带有自动测量器的空气测微器

(1) 电气信号与气电开关

将空气测微器的测试结果转换成电气信号，这一任务是由