

機械製造技術檢查叢書

列文松著

氣動式
測量儀器及量規



機械工業出版社

機械製造技術檢查叢書

氣動式測量儀器及量規

列文松 著

林本真 譯



機械工業出版社

1955

出版者的話

氣動式測量儀器及量規是一種新式的量具。在蘇聯先進的企業，如斯大林汽車廠，莫洛托夫汽車廠已經廣泛地採用這種量具了。這種量具的優點如次：儀器的放大倍數高，度量時不與工件的表面接觸而避免儀器和被量工件發生磨損，度量的結果可靠，精度高，既可用於實驗室，又可用於車間，儀器構造簡單，製造容易，而且價格低廉。出版本書的意圖就是把這種新式的量具介紹到我國來，使我國的機器製造企業也能推廣這種先進的量具。

本書敘述上述量具的工作原理和構造，並介紹其調整與使用規則。本書的讀者對象是工廠中與檢查產品質量有關的工程技術人員。

蘇聯 Е. М. Левенсон 著 ‘Пневматические измерительные приборы и калибры’ (Машгиз 1950 年第一版)

* * *

書號 0984

1955 年 11 月第一版 1955 年 11 月第一版第一次印刷

787×1092^{1/32} 字數 41 千字 印張 2^{1/16} 0,001—2,000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(8) 0.34 元

序

這套叢書是第一機械工業部蘇聯專家謝傑爾尼可夫同志介紹的，是全蘇機器製造科學工程技術協會莫斯科分會在 1949~1953 年間為技術檢查工作函授教學用而出版的。它系統地介紹機械製造廠技術檢查工作的組織制度、職責權限、工藝準備的基本原則以及各車間技術檢查工作的具體做法。內容詳細具體、通俗易懂，是目前我們可以得到的最完整、最系統的有關技術檢查方面的蘇聯資料。

全書一共有 25 分冊，內容包括：技術檢查的工藝準備、法律基礎、組織機構、基本方法、分析、統計、檢查過程自動化的原理，以及鑄、鍛、鉚、鉚、熱處理、機械加工、裝配各工種檢查工作的基本原則和具體方法等。

我們工廠的技術檢查工作，雖然從學習蘇聯先進的企業組織管理方法以來即隨着其他方面的管理制度逐步地建立起來了，但到目前為止，工廠技術檢查工作還存在許多缺點，組織不完整，職責不明確，制度標準和方法都不健全，人員數量少，業務水平低，技術檢查科真能從積極方面做到預防廢品、保證質量的還不多見。機械工業產品質量不好，一方面造成國家巨大損失、延誤基本建設工程，另一方面打亂工廠的作業計劃，加重生產中的混亂。產品質量不好的原因雖然很多，但是技術檢查工作這一環節不够健全，不能起督促、檢查、保證質量的作用，尤其是技術檢查工作在目前配合不上生產和技術發展的要求，已形成日益嚴重的問題。

這套叢書的出版對如何進一步做好技術檢查工作，提供了有利的條件。

本叢書因原版本印數不多取得不易，到目前為止尚缺若干冊，現先將已有各冊陸續翻譯出版。

第一機械工業部技術司 1954 年 4 月

目 次

序	3
原序	6
一 氣動式精密測量方法的特徵	7
測量原理	7
有液體式壓力穩定器和液體氣壓計的儀器	9
有機械式壓力穩定器和浮漂指示表的儀器	15
有機械式壓力穩定器和彈性氣壓計的儀器	21
二 氣動式測微儀測量孔用量規的構造	22
三 用氣動式測微儀量軸	35
四 氣動式測量方法的特種應用	42
檢查稜圓度用的環	43
測量端面的不垂直度	44
檢查一系列孔的同心度	45
檢查曲柄軸心的交叉度和不平行度	46
測量錐體表面自工件軸心的錯移量	47
檢查機件連接的緊密性	48
氣動式儀器和量規的其他應用範圍	49
五 氣動式測微儀的調整	50
儀器刻度尺的校準	51
校準儀器的特別方法	56
六 氣動式測微儀的使用規則	60
復習題	62
參考文獻	64
中俄名詞對照表	65

原 序

在已生產出的能幫助機械製造者得到高的產品質量的測量設備中，氣動式精密測量方法是許多重要方法中的一種。

氣動式測微儀是在機械製造中應用最廣，而且種類最多。它們用於各種的直線測量，檢查機件連接的緊密度，檢查表面質量，在機床上加工過程中檢查工件，自動檢查工件以及許多其他情況。

在應用氣動式測量方法的規模和範圍方面，我國早已超過其他資本主義國家。

巨大的社會主義汽車工廠——莫斯科斯大林汽車廠及其分廠高爾基城莫洛托夫汽車廠，以及其他工業部門的企業，應用了數百種的氣動式測微儀。

先進的企業——斯大林汽車廠、莫洛托夫汽車廠、[量規]工廠和許多科學研究機關，在普及和改善氣動式精密測量方法方面，多年來進行了許多著有成效的工作。

這本產品質量函授讀物能夠幫助工廠的工程技術人員廣泛熟識氣動式測量儀器和量規的工作原理和構造，及其調整和使用規則，從而在我國的機械製造業中更深入地使用這種儀器與量規。

一 氣動式精密測量方法的特徵

氣動式測微儀是高精度的測量儀器，它們廣泛地應用於機械製造業各部門，在實驗室特別是車間中用來作各種檢驗。

氣動式測量方法有許多十分重要的特性，在下列情況下，這種方法是根本不可缺少的：

1) 高的放大倍數[●]，達 10000 倍以及更高，容易保證測量的精度達 0.001 公厘，而在需要時可達十分之幾公忽；

2) 測量中工件的被測量表面不和儀器接觸，能够使儀器受到的磨損小，並且消除被檢驗表面損壞的可能，如同在用其他種儀器所發生的那樣，由於在測量時有大的壓力（測量薄工件的巴氏合金表面而沒有變形等等）；

3) 測量結果的客觀性，和檢驗員的品質無關；

4) 在實驗室和生產中的測量技術，應用範圍無限制地廣泛；

5) 儀器構造簡單，製造容易，價格低廉。

測 量 原 理

假定初壓力為 H 的空氣，經過孔 f （圖 1）進入汽缸中，並經過孔 F 由汽缸流出。十分明顯，在兩噴嘴（校正好的兩孔） f 和 F 之間有一定的壓力 h ，此壓力是兩噴嘴孔的截面積的比值和進入壓力 H 大小的函數。其次，如果假設孔 f 的截面是恆定的，而

● 放大倍數是指刻度線刻度範圍與刻度值之比。例如尺寸偏差為 1 公忽，在儀器刻度線上範圍為 10 公厘，則其放大倍數為 10 000。

孔 F 是可變的，那麼，顯然在兩孔間的壓力 h 就要隨可調節孔 F 的截面而改變。

孔 F 的截面增大時，汽缸中的壓力 h 就降低，反之亦然，即孔 F 和壓力 h 有相反的關係。

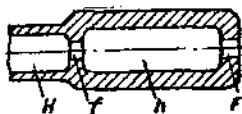


圖 1

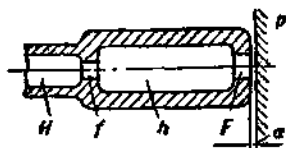


圖 2

第三，假設孔 F （空氣由此孔流出汽缸）做得比 f 的截面大，並且牆壁 P 要接近於孔 F 的外端面（圖 2）。

在間隙 a 改變時，由於牆壁 P 和噴嘴 F 的端面接近，空氣從汽缸流出就要困難，於是在汽缸中的壓力 h 就升高。

因此，改變孔 F 的端面和牆壁 P 間距離 a ，和直接改變出氣孔 F 的斷面效果是相同的。

於是，根據汽缸內壓力 h 的改變，可以判斷出氣孔 F 的端面和被測量工件的平面 P 間距離 a 尺寸變化的數值。

利用測量空氣壓力變化的氣動式測微儀的工作原理就是根據這種理由的。

第二種氣動式測微儀的工作原理，如下所述，為測量空氣流量。

這種氣動式測量儀器由三部分組成：壓力穩定器，讀數裝置和測量夾具或量規。

測量夾具或量規（本身帶有儀器的出氣噴嘴）在構造的種類方面可以是無限的。它們的形狀決定於每個個別的情形，視它們的用途（測量孔，測量外徑等）和被檢驗工件外形而定。

壓力穩定器和讀數裝置是儀器的固定部分，不隨被檢驗的部分和工件的性質而改變，並且通常是裝在一個儀器上，用橡皮軟管和任何測量夾具或量規連接。

壓力穩定器的用途是：在從工廠的總管或單獨的壓縮空氣設備得到壓力相當高（4~8公斤/公分²左右）而不穩定的壓縮空氣後，減小它的壓力到一定的恒定壓力，這對儀器的正常工作是必需的。

讀數裝置用於：用任一種方法（控制空氣的壓力或流量）來讀出被測量尺寸大小的偏差。

根據壓力穩定器和讀數裝置的原理的設計，氣動式測量儀器可分為三個主要組：

- 1) 有液體式壓力穩定器和液體氣壓計的儀器；
- 2) 有機械式壓力穩定器和浮漂指示表（它有時叫作流量表，是不太合適的）的儀器；
- 3) 有機械式壓力穩定器和彈性氣壓計的儀器。

有液體式壓力穩定器和液體氣壓計的儀器

圖 3 示液體式儀器的原理構造。

壓縮空氣的來源經過連接管 1 和管 2 相連接，管 2 浸入注滿水的罐 3 中，到已知的深度 H 。

罐 3 的上部分和大氣相通。從管路系統來的空氣進入管 2，將管中的水排到罐內，管中的水起初為高度 H ，因此，在管 2 中建立起了空氣壓力，它等於大氣壓力加水柱 H 的壓力。這個壓力是恒定的，和管路系統中的壓力變化無關，即所有經管 1 進入到這個壓力穩定器的多餘的空氣經過管 2 和盛在罐 3 中的水排至大氣中。

於是，在管 2 中建立起恒定的工作壓力，在標準儀器約為 0.04 公斤/公分²。

有工作壓力的空氣，從管 2 經過主噴嘴 f 轉流入汽缸 4 中，由汽缸 4，空氣沿橡皮管經過量規 5 的噴嘴 F_1 和 F_2 流出。

因此，在汽缸 4 中建立起一定的空氣壓力，它決定於間隙 a_1 和 a_2 的大小，此間隙係工件被測量孔的母線和量規 5 的出氣噴嘴 F_1 和 F_2 的相應端面間的間隙。

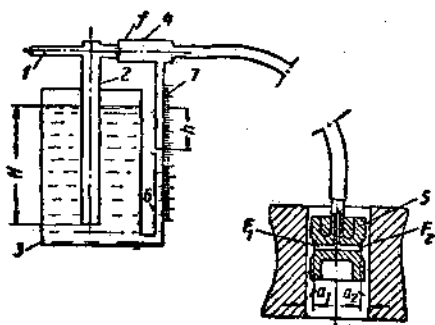


圖 3

爲了測量汽缸 4 中的空氣壓力，裝置一特別的水氣壓計，即玻璃管 6，其下部和罐 3 相連。

當汽缸 4 中的壓力爲大氣壓時，罐 3 中和透明玻璃管 6（和罐相連）中的水在同一水平面上（原始的水平）。

然而，當儀器工作時，汽缸 4 中的壓力就要大於大氣壓力，並可達到管 2 中的壓力，於是，空氣就從管 6 中排出一部分水。

玻璃管 6 中水柱高度的改變（距離 h 的改變）就證明管 2 和汽缸 4 中有空氣壓力差，這是由被檢查的尺寸 a_1 和 a_2 大小的變化所引起的。

如果，玻璃管 6 中水柱在相當的刻度尺 7 前面移動，則根據壓力 h 的改變，可直接判定被測量距離 $a = a_1 + a_2$ 的變化。

儀器的構造示於圖 4。

長的圓柱形管 1 是壓力調節器的主要零件，其管 1 的兩端

緊密地裝以下蓋 2 和上蓋 3。

在下蓋上鑽出兩個相交的孔，一個是水平的（在此孔內旋入一管接頭 4），一個是垂直的（在此孔內旋入一長的噴嘴管 5）。在管 5 的上端緊密地固定一卡管 6 和一套減壓噴嘴 7 和 8。

固定在上蓋 3 上的較大直徑的第二個管子 9 包着管 5。

當開始工作時，經過蓋 3 上的垂直孔將水注入缸 1 中到一定的水平。

從壓縮空氣總管來的空氣，經過套在管接頭 4 端的橡皮管，轉向流入管 5 的空間中，並經過一套減壓噴嘴 7 和 8，局部地降低壓力。

當從總管來的壓縮空氣直接進入管 9（即不經過噴嘴 7 和 8）時，就要看到在缸 1 中的水強烈地激動，以及大量汽化的水經過蓋 3 的注入孔向上噴出。

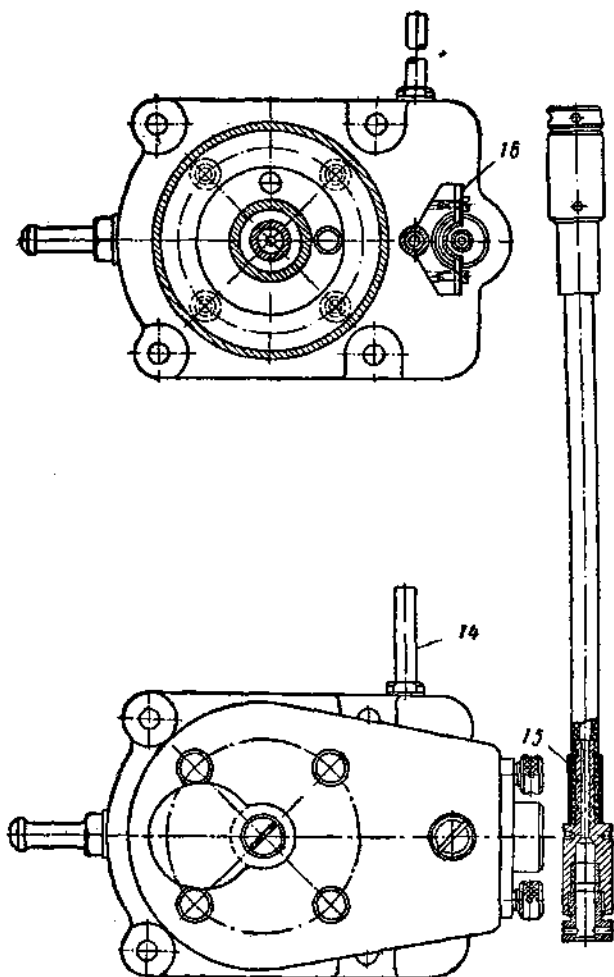
這是不利的，影響到儀器的工作（汽化水增多，在水氣壓計玻璃管中的水平不穩定，儀器和壓力調節器振動）。同時，減壓噴嘴 7 和 8 不直接影響儀器的準確度，它們的數量和大小是可以隨意改變的。

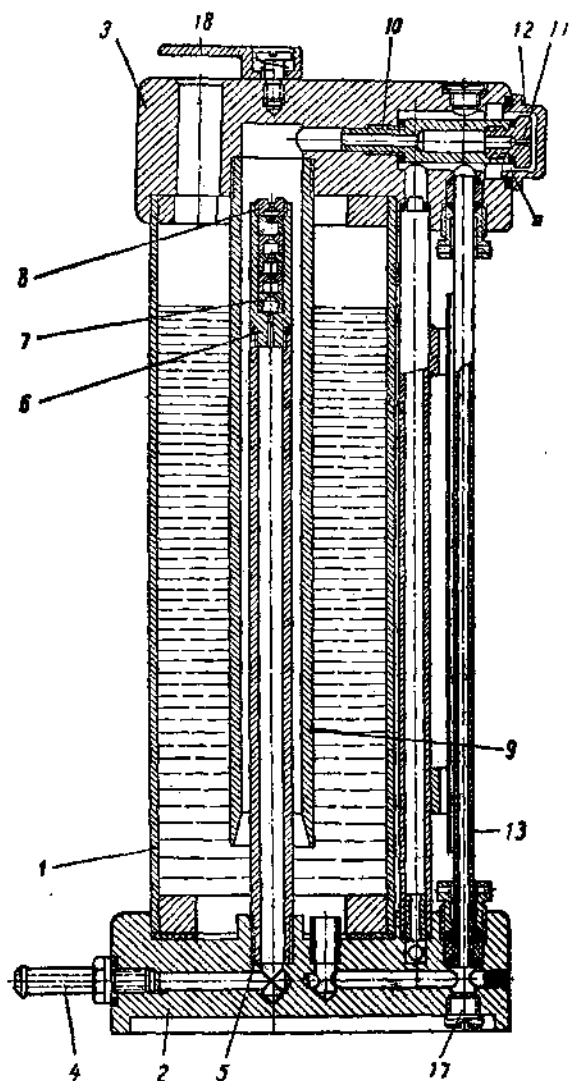
空氣從噴嘴 7 和 8 流出，充滿管 9 的空間，自其中將水排至缸 1 中。多餘的空氣經過水和在上蓋 3 的孔流入大氣中。

因此，在管 9 及和它相連接的蓋 3 的水平通路中建立起恒定的工作空氣壓力，此壓力決定於管 9 浸入水中的深度，並約為 0.04 公斤/公分^2 （在一般儀器的總高度為 800 公厘時）。

在某些情況下，採用高工作壓力的儀器，其壓力約為 0.08 公斤/公分^2 ，其總高度為 1600 公厘。

有工作壓力的空氣充滿上蓋 3 的水平通路和套筒 10，並且經過主噴嘴 11 後，進入用蓋 12 罩住的空間 A 中。玻璃管 13 的





上端插入空間 *A* 內。管 13 的下端則放入下蓋 2 中，經過在蓋上的孔和缸 1 相連接，因而構成好像二個相通連的容器。

管接頭 14 經過橡皮管 15 和測量夾具或量規相連。

水氣壓計指示的讀數是在固定於玻璃管 13 兩端上的刻度尺 16 上來進行的。

水是經過在下蓋 2 上的孔(用螺絲塞堵起)17排出的。

爲了預防罐內的水堵塞，裝置特別的防護擋板 18。

缸 1 的內表面和蓋 2、蓋 3 以及其他受水和水蒸汽作用的零件的表面上，應該有妥當的防腐層，但用不受腐蝕的金屬（ JL-70 號黃銅，紅銅等）製造這些機件較好。

上述的有水氣壓計的水式壓力穩定器也有一系列的嚴重缺點。

1. 有可覺到的慣性是儀器的主要缺點。

水柱（根據在玻璃管中水柱相對於刻度尺的位置讀出被測量的尺寸）的移動是十分遲緩的，即是有慣性。這就要求在放置被檢查機件在儀器上和讀出測量結果之間在時間上有一些落後。

由於水柱水平的移動在水柱接近緩衝點的範圍內減緩，在檢驗員讀出儀器的讀數時的大部分情況下，是不等待水柱完全緩衝了的，即是讀數有誤差。

2. 小的表壓力(在 0.04 至 0.08 公斤/公分² 範圍變化)是儀器的重要缺點。

如此小的測量壓力迫使對於要測量的工件表面的清潔提出高的要求。

一薄層水、乳濁液、煤油甚至一層灰塵的存在可招致測量中的誤差，因爲經過出氣噴嘴吹出的小測量壓力的空氣，是不能够

穿過甚至覆在工件被測量表面上的一層薄膜的。

3. 水式儀器的刻度尺是不均勻的，可以近似地把刻度尺的全部刻度範圍的 0.25 至 0.75 一段（自 $h = \frac{II}{4}$ 至 $h = \frac{3H}{4}$ ，見圖 3），往往也只是刻度尺的這一段，認作是工作部分。

4. 水的迅速蒸發，特別是在夏季熱天時，需要經常注意罐內水的水平。

需要使用水，這本身事實就是它的缺點，水會使儀器的許多部分腐蝕的。

5. 在玻璃管中清亮的水的液面是不易看見的。爲了消除這個缺點，可用特種顏料（曙紅和玫瑰精）將水着色，這些顏料是不沉澱在水氣壓計的玻璃管壁上的。

有機械式壓力穩定器和浮漂指示表的儀器

這種儀器的工作原理是以測量空氣的流量爲基礎的。

這時把測量空氣的流量當作量具來測量工件的直線尺寸。

儀器的作用原理示於圖 5。

任意壓力的壓縮空氣從工廠空氣管路系統（或單獨的壓縮空氣廠）進入機械式壓力穩定器，它保證工作壓力恒定。

恒定工作壓力的空氣由下方進入垂直的有錐孔的管 2，錐孔的大截面在上端。

在管 2 內有一個可自由上下運動的浮漂 3，它被由下向上流動的空氣流的動力頭保持在懸浮的位置。

管 2 的上端用橡皮管和測量夾具 5 連接，空氣就經過夾具的出氣噴嘴 6 通過工件的被檢驗表面 P 和噴嘴端面之間的間隙 a 。

間隙 a 越大，則浮漂 3 在玻璃管 2 的錐孔中上升的越高，所

打開的空氣通路環形截面也越大。在足夠使在壓力（決定於浮漂為重量）下的空氣通過的環形截面形成的時刻，就達到動力平衡。

在此時，就根據浮漂 3 的上面相對於相應刻度尺 7 的位置，讀出儀器的讀數。

我們來研究儀器的構造。壓縮空氣從工廠的管路系統進入第一個機械式壓力穩定器，它和過濾器組成爲單獨的構件，固定在儀器的外面。

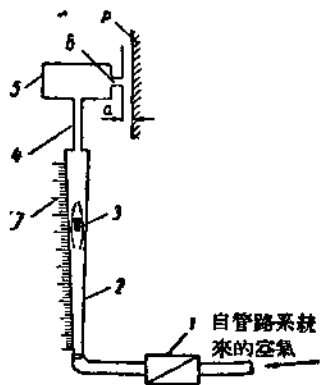


圖 5

圖 6 示機械式壓力穩定器。

空氣自管路系統經過管接頭 1，進入軀體 2 的通路 *a*。從通路 *a* 經過環形肩台 6 和橡皮墊 3 間的間隙，空氣流進環 4 的內部空間，並從這裏經過一系列的孔流出。此時空氣進入室 *θ* 內，從這裏沿通路 *1* 和 *θ* 流向壓力穩定器的出口進入接管 5。

然而，同時從通路 *1* 空氣經管 6 折向室 *θ*，它是由環 7[●]、墊片 8 和 9 以及橡皮隔膜 10 組成的。空氣的壓力引起隔膜 10 的鼓漲，它拉住氣門 11，把橡皮墊壓向肩台 6。此時，自管路來的壓縮空氣通路被切斷，就使空氣壓力不繼續升高，空氣沿接管 5 流出壓力穩定器。

機械式壓力穩定器和水式壓力穩定器的區別是它容易調節到它要調整到的工作壓力。

用螺釘 12 來調節工作壓力，它壓縮彈簧 13，因而改變彈性

● 原書中國 6 內並無此號碼。——譯者