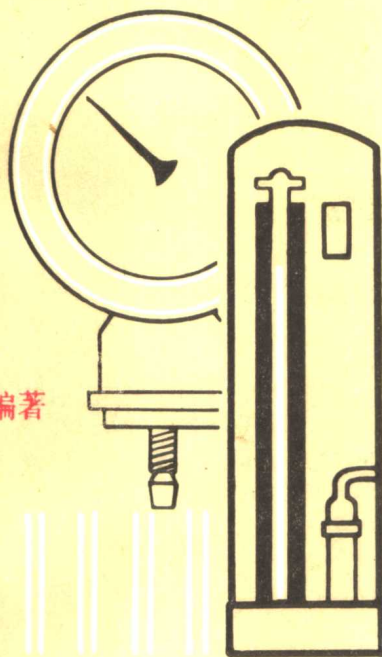


检定规程参考资料

# 台式血压计和血压表 的检定与修理



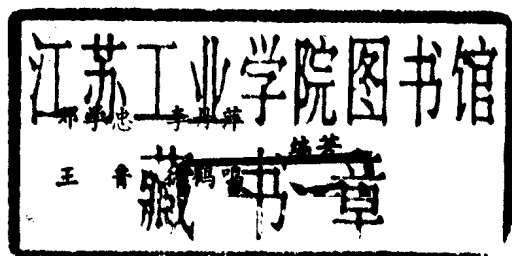
邓学忠 李丹萍  
王 鲁 徐鹤鸣

编著

中国计量出版社

检定规程参考资料

# 台式血压计和血压表的 检定与修理



中国计量出版社

## 内 容 提 要

本书以台式血压计和血压表检定规程为基础,较系统地介绍了台式血压计和血压表的基本构造和原理,检定方法和步骤,常见故障的分析及其修理方法。并还引述了示值误差来源及处理方法等。

可供从事血压计量检定、修理、管理人员及医疗卫生系统有关人员参考使用,也可作为血压计量技术培训学习教材使用。

检定规程参考资料

### 台式血压计和血压表的检定与修理

邓学忠 李丹萍 王 鲁 徐鹤鸣 编著

责任编辑 徐 鹤

中国计量出版社出版

北京和平门内大街13号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 787×1092/32

印张 2.625 字数 53 千字

1987年11月第1版

1987年11月第1次印刷

印数 1—8 000

定价 0.75 元

统一书号 16210·817

ISBN 7-5026 0024-8/TB·21

## 编 者 的 话

台式血压计和血压表，是用来测定人体动脉血压的重要医用计量器具。保证血压计量的量值准确与灵敏，对医疗人员的正确诊断，保障人民身体健康，起着十分重要作用。为了总结经验，交流台式血压计和血压表的检修技术，我们编写了《台式血压计和血压表的检定与修理》一书，供从事台式血压计和血压表的检定、修理、测试、管理和制造、检验等人员阅读参考。

本书是在河南省邓县计量管理所邓学忠同志的初稿基础上，由上海市计量技术研究所徐鹤鸣、王鲁两位同志补充供稿。通过集体讨论编排，再由上海市标准计量管理局计量管理所李丹萍同志统稿，经胡炳乾工程师对书稿初审后报国家计量局法规处审定而成。

在编写过程的始终，曾得到国家计量检定规程审定委员会副主任李洪岭工程师的积极支持和指导，又曾得到计量出版社的热忱帮助，以及有关省、市计量部门的同志，也提出了不少宝贵意见。谨此，我们表示感谢。

由于编写时间仓促，加之水平有限，书中错误和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

1986.6.

# 目 录

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 第一章 压力的基本概念 .....           | (1)  |
| 第一节 什么是压力 .....             | (1)  |
| 第二节 压力的单位 .....             | (1)  |
| 第三节 压力计量检定仪器仪表的分类 .....     | (4)  |
| 第二章 台式血压计和血压表的基本原理与构造 ..... | (7)  |
| 第一节 台式血压计的基本原理 .....        | (7)  |
| 第二节 台式血压计的基本构造 .....        | (10) |
| 一 造压部分 .....                | (11) |
| 二 计量部分 .....                | (12) |
| 三 泵瓶 .....                  | (12) |
| 四 空气过滤器 .....               | (13) |
| 五 机械部分 .....                | (14) |
| 第三节 血压表的基本构造和原理 .....       | (16) |
| 一 血压表的基本构造 .....            | (16) |
| 二 血压表的作用原理 .....            | (18) |
| 第三章 台式血压计和血压表的检定 .....      | (19) |
| 第一节 检定目的和检定环境的要求 .....      | (19) |
| 一 检定目的 .....                | (19) |
| 二 检定环境的要求 .....             | (19) |
| 第二节 台式血压计的检定 .....          | (22) |
| 一 检定条件 .....                | (22) |
| 二 技术要求 .....                | (23) |
| 三 检定方法和步骤 .....             | (25) |

|     |                         |      |
|-----|-------------------------|------|
| 四   | 检定结果的处理 .....           | (29) |
| 第三节 | 血压表的检定 .....            | (29) |
| 一   | 检定条件 .....              | (30) |
| 二   | 技术要求 .....              | (32) |
| 三   | 检定方法 .....              | (33) |
| 四   | 检定结果的处理 .....           | (34) |
| 第四章 | 血压计量检定的示值误差来源 .....     | (35) |
| 第一节 | 误差概念 .....              | (35) |
| 一   | 误差公理 .....              | (35) |
| 二   | 误差的定义 .....             | (35) |
| 三   | 误差的来源 .....             | (37) |
| 第二节 | 台式血压计的示值误差来源 .....      | (39) |
| 一   | 来自设备方面的示值误差 .....       | (39) |
| 二   | 环境因素造成的示值误差 .....       | (40) |
| 三   | 检定者和使用者的方法误差 .....      | (40) |
| 第三节 | 血压表的示值误差来源 .....        | (41) |
| 一   | 来自设备方面的示值误差 .....       | (41) |
| 二   | 来自不利条件的附加误差 .....       | (42) |
| 三   | 来自检定者或使用者的人差及方法误差 ..... | (43) |
| 第五章 | 台式血压计和血压表的修理 .....      | (44) |
| 第一节 | 台式血压计的修理 .....          | (44) |
| 一   | 基本操作 .....              | (44) |
| 二   | 常见故障、产生原因及修理方法 .....    | (45) |
| 第二节 | 血压表的修理 .....            | (54) |
| 一   | 基本操作 .....              | (54) |
| 二   | 示值调试方法 .....            | (56) |
| 三   | 常见故障、产生原因及修理方法 .....    | (59) |
| 第三节 | 常用修理工具及修理中常见易损零         |      |
| 配件  | .....                   | (62) |
| 一   | 常用修理工具 .....            | (62) |

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| 二 台式血压计修理中常见易损零配件 .....                | (63) |
| 三 血压表修理中常见易损零配件 .....                  | (63) |
| 第六章 汞的处理方法及汞害防护 .....                  | (64) |
| 第一节 汞的收集和贮存 .....                      | (64) |
| 一 汞的收集 .....                           | (64) |
| 二 汞的贮存 .....                           | (65) |
| 第二节 汞的清洁方法 .....                       | (65) |
| 一 过滤法 .....                            | (65) |
| 二 化学法 .....                            | (65) |
| 三 水冲法 .....                            | (66) |
| 第三节 汞残留的处理 .....                       | (66) |
| 一 汞蒸汽浓度的简易测定 .....                     | (66) |
| 二 汞残留的处理 .....                         | (67) |
| 第四节 汞害的防护 .....                        | (67) |
| 附录 毫米汞柱 (mmHg) 与帕斯卡 (Pa) 对<br>照表 ..... | (69) |

# 第一章 压力的基本概念

## 第一节 什么是压力

压力又叫压强，一般是指流体压强。流体压强习惯称作压力。它的物理意义是指：垂直并且均匀地作用于单位面积上的力，其数学表达式是：

$$p = \frac{F}{A} \quad (1-1)$$

式中：  $p$ ——流体作用压力帕斯卡 (Pa)；

$F$ ——作用力牛顿 (N)；

$A$ ——作用面积米<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>)。

式 (1-1) 表明的压力是垂直作用于单位面积上均匀分布的压力表达式。由式 (1-1) 可知，压力  $p$  大小不仅取决于作用力  $F$ ，也取决于其承受力的面积  $A$  的大小。显然，压力  $p$  的大小与作用力  $F$  成正比，而与作用面积  $A$  成反比。因此，在等面积上作用不等的力时，作用力大者产生的压力大，而在不等面积上作用等力时，受力面积大者得到的压力反而小。

由于压力值的使用不同，在生活和生产实践中有各种不同的压力概念，如大气压力、绝对压力、表压力和疏空等。

## 第二节 压力的单位

根据压力的定义，由式 (1-1) 可见，压力量的因次是力和面积。在国际单位制中，压力单位是属导出单位。

在我国统一实行的法定计量单位中，压力单位叫帕斯卡。简称帕，单位符号是Pa。在这个单位中，力的单位采用牛顿(N)，面积单位采用米<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)，则压力单位是牛/米<sup>2</sup>，1牛/米<sup>2</sup> = 1帕(即：1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>)。其物理意义是：1牛顿的力均匀而垂直地作用在1平方米的面积上所产生的压力为1帕(1 Pa)。

帕斯卡是国际单位制中的压力单位。它是1969年国际计量委员会通过以牛顿每平方米来表示压力单位，并于1971年第十四届国际计量大会批准采用以法国科学家帕斯卡名字来命名的。

过去，常用的压力单位有几种，如：帕斯卡(Pa)、巴(bar)、工程大气压(kgf/cm<sup>2</sup>)、标准大气压(atm)、毫米汞柱(mmHg)、毫米水柱(mmH<sub>2</sub>O)、托(Torr)等。其中毫米汞柱和毫米水柱两单位只用液柱高度来表示压力量值，而没有涉及力所作用的面积值。这是由于液柱重量与作用面积成正比，而压力与作用面积成反比：

$$p = \frac{\rho g h A}{A} = \rho g h \quad (1-2)$$

式中：  $p$ ——液体压力；  
 $\rho$ ——液体密度；  
 $g$ ——重力加速度；  
 $h$ ——液柱高度。

液体密度 $\rho$ 和某地重力加速度 $g$ 可看作常数。用液柱高度来表示压力值较为简便。

在使用压力单位帕斯卡过程中，由于人们过去使用其它压力单位的习惯原因，因而必须把其它压力单位与帕斯卡压力单位以及有关压力单位之间换算关系弄清楚(见表1-1)。这里仅将与台式血压计、血压表有直接关系的毫米汞柱与

表 1.1 常用压力单位之间的换算表

| 换算<br>单位                                      | 单位 | 帕<br>(Pa)              | 巴<br>(bar)                | 毫米水柱<br>(mmH <sub>2</sub> O) | 毫米汞柱<br>(mmHg)           | 标准大气压<br>(atm)            | 公斤力/厘米 <sup>2</sup><br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------------|----|------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|
| 帕<br>(Pa)                                     |    | 1                      | $1 \times 10^{-5}$        | $1.019716 \times 10^{-2}$    | $0.75006 \times 10^{-2}$ | $0.986923 \times 10^{-5}$ | $1.019716 \times 10^{-5}$                     |
| 巴<br>(bar)                                    |    | $1 \times 10^5$        | 1                         | $1.019716 \times 10^4$       | $0.7500615 \times 10^3$  | 0.986923                  | 1.019716                                      |
| 毫米水柱<br>(mmH <sub>2</sub> O)                  |    | 9.80665                | $0.980665 \times 10^{-4}$ | 1                            | $0.73556 \times 10^{-1}$ | $0.9878 \times 10^{-4}$   | $1 \times 10^{-4}$                            |
| 毫米汞柱<br>(mmHg)                                |    | $1.333224 \times 10^2$ | $1.333224 \times 10^{-3}$ | 13.6851                      | 1                        | $1.316 \times 10^{-3}$    | $0.136951 \times 10^{-2}$                     |
| 标准大气压<br>(atm)                                |    | $1.01325 \times 10^5$  | 1.01325                   | $1.0332 \times 10^4$         | $0.76 \times 10^3$       | 1                         | 1.03323                                       |
| 公斤力/厘米 <sup>2</sup><br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |    | $0.980665 \times 10^5$ | 0.980665                  | 10000                        | 735.56                   | 0.98784                   | 1                                             |

帕斯卡的换算关系介绍如下:

毫米汞柱: 没有单位符号, 一般惯用 mmHg 为代号, 1 毫米汞柱就是指温度为  $0^{\circ}\text{C}$ , 重力加速度为  $980.665 \text{ cm/s}^2$  时, 1 毫米高水银柱所产生的压力。

$$\text{由于: } 1 \text{ kgf/cm}^2 = 0.980\,665 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 735.56 \text{ mmHg}$$

$$\text{所以: } 735.56 \text{ mmHg} = 0.980\,665 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmHg} = \frac{0.980\,665 \times 10^5}{735.56} \text{ Pa}$$

$$= 1.333\,224 \times 10^2 \text{ Pa}$$

$$\text{反之, } 1 \text{ Pa} = 0.750\,06 \times 10^{-2} \text{ mmHg}$$

根据国务院《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》, 原液体压力单位 mmHg, 属于应废除的压力单位。使用中的血压计(表), 应分期分批进行改制, 以 mmHg 单一刻度的血压计(表), 允许使用到 1990 年, 但以 mmHg 为单位测得的数值, 应换算为以 kPa 为单位的数值使用。在较长过渡时期内, 将采用同一标尺双刻度的办法, 即 mmHg 与 Pa 对照刻度。

### 第三节 压力计量检定仪器仪表的分类

测量压力的仪器仪表种类繁多, 它可按仪器仪表的作用原理、精度、用途、测量范围等方面进行分类。如按作用原理分类, 则可分为: 液柱式、弹簧式、活塞式、电测式、综合式等五种。其中与台式血压计和血压表的工作原理相关的有液柱式、弹簧式两种。现分别简述如下:

#### (一) 液柱式压力计

液柱式压力计的工作原理是以流体静压力平衡原理为基

础，它是由液柱高度产生压力与被测压力相平衡，并用液柱的高度来表示相应压力的压力计。液柱式压力计的种类很多，如按结构形式分类有：U型管压力计，杯型压力计，倾斜式微压计，补偿式微压计等。其中，U型管液体压力计，其结构主要由两条内径相同、互相平行、又彼此连通的，呈U字型的玻璃管或金属管安装在镶有刻度尺的支承板上构成的，并根据液体静力平衡原理测得该压力计的表压力。又如杯型液体压力计，其结构是U型管压力计的一个管以一个截面积较大的金属容器杯所取代。测量压力时，被测压力与杯相连通，测量管与大气相通，则在压力作用下，管内液面升高，杯内液面下降，形成被测压力的实际液柱高度等于从仪器标尺上读出的液柱高度加上此高度与管、杯截面积平方比值的乘积。由于杯型压力计只需进行一次读数，既减少视差，又提高了测量精度，所以，杯型液体压力计一般都作为标准仪器使用。

台式血压计的结构形式和作用原理与杯型压力计相同。它是用来测量人体血压的医用计量仪表，其测量范围为0~300 mmHg（即0~39.9 kPa），其允许误差为 $\pm 2$  mmHg（即 $\pm 0.27$  kPa）。

## （二）弹簧式压力表

弹簧式压力表按其弹性元件结构形状分类，一般有单圈弹簧管式、螺旋弹簧管式、膜片式、膜盒式、波纹管式等几种。它的作用原理是根据虎克定律，利用各种不同类型的弹性元件，通过在压力作用下产生弹性变形来测量压力的，并通过传动机构指示出压力值。

血压表的结构型式和工作原理与膜盒式压力表相同。其测量用途及其测量范围也相同于台式血压计。

对用于医疗卫生方面的台式血压计和血压表，与人民的健康密切相关，国家已列入为强制检定的工作计量器具之

一。

## 第二章 台式血压计和血压表的

### 基本原理与构造

#### 第一节 台式血压计的基本原理

台式血压计实际上是一台杯型液体压力计。它的工作原理是：所测压力被由水银柱高度所产生的压力相平衡，即利用液体静力平衡原理设计制造的。其基本原理如图（2-1）所示。

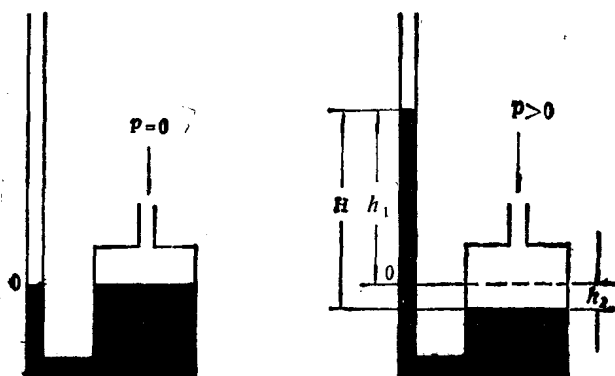


图 2-1 杯型液体压力计原理示意

$p$ —被测压力  $H$ —汞柱高度

当压力  $p=0$  时，杯形容器和玻璃管中的汞液面在同一水平面上，这个水平面就是杯型液体压力计的零位。

当压力  $p > 0$  时，杯形容器和玻璃管中的汞液面的压力平衡被打破，玻璃管中的液面由 0 位升高到  $h_1$ ，杯形容器中的汞液面下降了  $h_2$ ，玻璃管中汞液面相对于杯形容器中汞液面的高度差为：

$$H = h_1 + h_2 \quad (2-1)$$

根据流体静力学的原理，则可得出被测压力

$$p = \rho g H = \rho g (h_1 + h_2) \quad (2-2)$$

但  $H$  中包含了  $h_1$  和  $h_2$ ，测量比较麻烦，因此，在杯型压力计中，玻璃示值管的刻度是经过特殊设计的，使其示值直接为  $H$  值。这样，使用就很方便，只要进行一次读数即可直接读出被测压力的大小。

现将玻璃示值管的刻度方法简述如下：

由于杯形容器内下降的汞液容积等于玻璃示值管中上升的容积。设该玻璃示值管的截面积是均匀的，如用  $s_1$  表示玻璃管的截面积， $s_2$  表示杯形容器的截面积，其表达式则为：

$$h_1 s_1 = h_2 s_2 \quad (2-3)$$

$$\text{或} \quad h_2 = h_1 \frac{s_1}{s_2} \quad (2-4)$$

将式 (2-4) 代入式 (2-2)，则有

$$p = \rho g \left( 1 + \frac{s_1}{s_2} \right) h_1 \quad (2-5)$$

如用  $d$  表示玻璃管内径， $D$  表示杯形容器内径，则为：

$$p = \rho g h_1 \left( 1 + \frac{d^2}{D^2} \right) \quad (2-6)$$

从式 (2-6) 中看出，如使用带有普通标尺的杯型压力计，势必对每次测量的读数都要经过修正，显得比较麻烦，特别是以 mmHg 为计量单位的台式血压计，每次的读数

都要乘上 $\left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right)$ 这一修正系数。

为了避免每次进行计算，在台式血压计中，采用了专用标尺或专用分度玻璃管。

专用标尺或专用分度玻璃管的刻度根据下述方法进行：对应于标称值为  $H$  的刻度值的实际长度为  $H / \left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right)$ ，即在  $h_1$  高度处刻上对应的  $H$  值。则对于任意  $h_2$  值，都有：

$$p = \rho g h_1 \left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right)$$

$$\Rightarrow \quad = \rho g \left[ H / \left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right) \right] \times \left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right) = \rho g H \quad (2-7)$$

这样，在测量时就不用每次都乘以 $\left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right)$ 的修正系数。对于以 mmHg 为计量单位的杯型压力计，从示值管或标尺上读得的数值即为压力值。

在一般的台式血压计中，玻璃示值管的内径  $d = 3.4$  mm，汞瓶的内径  $D = 16.5$  mm，最大刻度的标称值  $H_{\max} = 300$  mm，因此，0 刻度线和 300 mm 刻度线之间的实际长度为：

$$\begin{aligned} L &= H_{\max} / \left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right) \\ &= 300 / \left(1 + \frac{3.4^2}{16.5^2}\right) \\ &= 287.78 \text{ mm} \end{aligned}$$

在得到玻璃示值管的实际长度后，以此加以等分，即为台式血压计的专用分度示值管。

## 第二节 台式血压计的基本构造

台式血压计的构造主要由造压、计量、汞瓶和空气过滤器及机械等部分构成。型式如图(2-2)所示。

现将台式血压计各部分的构造分别作一介绍。

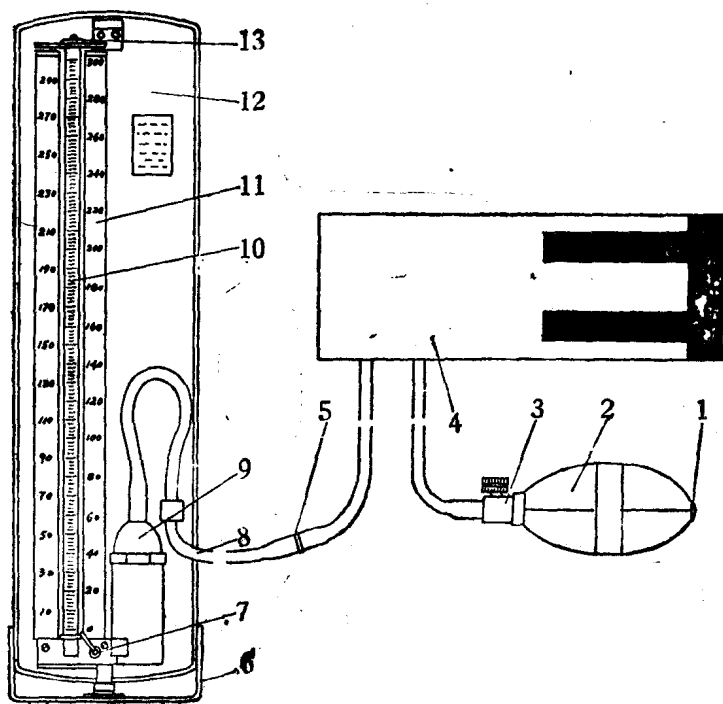


图 2-2 台式血压计的构造示意

- |       |        |             |         |
|-------|--------|-------------|---------|
| 1—回气阀 | 2—鼓气球  | 3—进气阀       | 4—背带连气袋 |
| 5—单接头 | 6—底壳   | 7—汞瓶开关      | 8—橡皮管   |
| 9—汞瓶  | 10—示值管 | 11—标尺       | 12—上壳   |
|       |        | 13—空气过滤器及压板 |         |