



刘景利 编著

血压计的使用和修理



中国计量出版社

血压计的使用和修理

刘京利 编著

中国计量出版社

内 容 提 要

本书就血压计的基本原理、结构、使用方法和修理作了讲解，适合广大医务工作者、血压计的生产修理和计量人员阅读。

血压计的使用和修理

刘景利 编著

责任编辑 陈葵



中国计量出版社出版

北京和平里11区7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 1.875 字数 30 千字

1987年9月第1版

1987年9月第1次印刷

印数 1—8 000

定价 0.60 元

统一书号 15210·789

ISBN 7—6026—0016—7/1 B·16

前 言

• 血压计是测量人体血压的专用仪表，是“计量法”规定的强制检定计量器具。

血压是反映人体健康状况的一个重要参数。血压过低将引起全身器官供血不足，致使头晕休克；血压过高则增加心脏、血管的负担。长期高血压者往往引起心室肥大、劳损，甚至心力衰竭，血管壁也容易发生损害。因此，临床上在疾病的诊断治疗过程中都离不开血压测量。

综上所述，不难看出，血压计测量结果正确与否与人民群众身体健康有着多么密切的关系。但是在日常工作中，不能正确使用血压计的现象还是很普遍的，特别是血压计长期使用而又不定期进行检定，造成失准、失修现象非常严重。据计量部门在1985年对天津市30个市级医院普查的结果看，血压计的合格率只达67%，即有1/3的血压计是在不合格的状态下使用的，其影响之大可想而知。

在血压计普查、普检过程中，我们发现血压计不合格的原因，除不能正确使用外，有很大一部分是因为使用者对血压计了解不多，不能及时排除故障造成的。例如，最常见的通气滤片堵塞造成的示值超差，就不知道如何处理了，送去修理既影响使用又增加经济负担。天津市和平区滨江医院在检定血压计过程中，检修结合，当场修好20多台，使合格率上升到87%；干部疗养院原合格率为60%，经检修后达80%；第二医院、南开医院也是边检边修，合格率也达80%以上。上述各单位的经验证明，血压计修理并不难。

让更多的人掌握、了解血压计的故障现象和维修方法对于提高血压计的使用水平关系极大。

为了贯彻“计量法”，提高血压计的使用、维护水平，特编写《血压计的使用和修理》这本小册子，供广大医务工作者和生产、修理血压计的单位及有关人员参考。但是，由于本人实践经验不足，水平有限，错误在所难免，不妥之处请批评指正。

作者 1986.10

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 血压及其测量	(1)
1.2 血压的计量单位	(5)
1.3 血压计的种类	(8)
第二章 汞柱式血压计	(12)
2.1 汞柱式血压计测压原理	(12)
2.2 汞柱式血压计误差分析	(17)
2.3 汞柱式血压计构造及零部件的作用	(22)
2.4 汞柱式血压计使用方法	(26)
2.5 故障现象及修理	(27)
2.6 汞中毒及预防	(31)
第三章 血压表	(34)
3.1 血压表的构造和作用原理	(34)
3.2 血压表的故障和维修	(37)
第四章 血压计的检定和计量管理	(40)
4.1 计量检定和标准器的选择	(40)
4.2 台式血压计的检定	(45)
4.3 血压表的检定	(47)
4.4 血压计生产(修理)的计量管理	(48)
附录一 听诊器	(51)
二 上海研制的血压计标准器情况简介	(51)
参考资料	(53)

第一章 概 述

血压是人们最常见的医学术语之一。我国早在公元前就开始研究血压。著名的扁鹊在公元前五世纪就把摸脉作为临床诊断的方法之一，晋代的王叔和写出了世界上最早的一部脉学著作《脉经》，该书认为：通过摸脉可反映心率、心缩力量和动脉管壁的机能状态，从而为诊断提供依据。

在一次偶然机会中，欧洲有人将玻璃管插入切开的马的动脉中，发现玻璃管内的血柱随马的心脏收缩、舒张有规律地变化，这个发现引导了人们对血压由定性的研究转向定量测量发展。

随着医学科学事业的发展，人们对血压研究的深入，血压及其产生的机理越来越清楚，测量血压的方法日益成熟，血压计的产品种类越加繁多。

1.1 血 压 及 其 测 量

血压是指血液在血管内流动时对血管壁的侧压力。各种血管中的血压不同，动脉血压最高，毛细血管中血压相当低，而静脉血压则更低。通常说的血压，一般是指动脉血压，临床上常把手臂放在与右心房同一水平上用血压计测量出的肱动脉的血压数值来表示动脉血压。

由于心脏在不断地收缩与舒张，所以动脉血压也随着心脏的搏动而起伏，当心脏收缩向动脉内射血时，动脉血压升高，在心缩期中，动脉血压所达到的最高数值称为收缩压或高压；心室舒张时，射血暂停，在心舒末期，动脉血压数

值下降所达到的最低值称为舒张压或低压。二者之差叫脉搏压或脉压。

一般青壮年收缩压约为 $12-17.3 \text{ kPa}$ ($90-130 \text{ mmHg}$)，舒张压为 $8-10.7 \text{ kPa}$ ($60-80 \text{ mmHg}$)。血压随年龄、性别略有不同。如女性较低、儿童较低，随着年龄的增长，血压也逐渐升高。

形成动脉血压的主要因素是心输出量、外周阻力和动脉管壁的弹性。心脏收缩将血液射入动脉是产生血压的动力，心输出量增加，即射入动脉的血量增加，则动脉血压升高；反之，心输出量减少，则动脉血压降低。

外周阻力为血液在血管中流动时的内摩擦力，外周阻力除与血液的粘滞性有关外（血液的粘滞性主要决定于所含血细胞的多少，一般来说其粘滞性为水的4—5倍），还与血管长度、口径大小与血流速度有关。大动脉因管径较粗，因而其外周阻力不大，毛细管内径虽小，但其长度较短，其中血流速度缓慢，故阻力所起作用亦不大；小动脉口径相当小，长度又大于毛细血管，加上血流速度较快，因而构成外周阻力的主要部位。心脏射入动脉的能量，绝大部分都消耗在克服小动脉血管的阻力上，以致血压在这一阶段降落率最大。如果心输出量不变，外周阻力愈大，心脏射入动脉的血量大大部分积存于动脉中，故动脉血压增高，因为舒张压主要反映外周阻力的大小，因而判断高血压病情严重程度，主要看舒张压的大小。

动脉壁的弹性，对动脉血压的形成亦是不可少的。心脏收缩时所射出的血液，由于外周阻力的存在，只有部分流向毛细血管，部分血暂时积存在大动脉中，使有弹性的动脉被膨大，当心室舒张时，不再有血液从心室射入动脉，动脉中的血压下降，但此时膨大了的动脉壁进行弹性回弹，使血液

仍有一定的压力，推动血液继续向前缓慢流动，从而使积存在大动脉中的血液被推送过小动脉进入毛细血管。在心舒末期，动脉血压降至最低值（舒张压），但不等到舒张压进一步下降，心室就开始了下一次射血，血压又升高，所以心脏虽间断地射血，但舒张压不会下降到零且血液在血管中流动不会间断，而是一快一慢地向前流动，故动脉壁的弹性对血压起了缓冲作用，使收缩压不致太高，舒张压不致太低。随着年龄的增长，大动脉壁的弹性愈来愈小，收缩压也愈来愈高。由于小动脉也可能同时硬化，以致外周阻力增加，使舒张压也有所增加，但由于舒张压不如收缩压上升得那么快，因而脉压增大。

此外，心血管中充盈有足够的血液，这是维持正常动脉血压的关键之一。当大量出血使心血管充盈不足时，静脉回心血量减少，每搏输出量减少，将会导致收缩压、舒张压都降低。

人体血压的测定方法是间接测压法，最普遍的作法是被测者上臂缠绕臂带进行加压操作，阻止动脉血流，然后，随着臂带内压力递减，在动脉血管上可以听到一系列搏动声，称为 Korotkoff 音（柯罗特柯夫音）。根据搏动声变化情况，可以确定被测者的血压数值。其机理简述如下：被测者上臂缠绕的臂带，同时连通加压气球和压力显示仪表，测压时，使用加压气球向臂带内鼓气，当带内压力超过收缩压时，肱动脉被压陷而阻断血流，这时用听诊器在肘窝处听不到搏动声，也摸不到挠动脉的跳动。此时可缓缓放气，以降低带内压力，当压力刚刚低于收缩压（但高于舒张压）时，心缩期就有血液通过受压的肱动脉（心舒期无血流通过）。由于血液流经狭窄管道，产生涡流，从而造成振动，故可听到搏动声，此时压力计显示的压力数值即为收缩压。

随着继续放气，臂带内的压力逐渐降低，肱动脉受压程度越来越小，流过的血流越来越多，听到的搏动声也越来越响。当臂带内压力略低于舒张压时，血流已能通行无阻，不再产生涡流，故搏动声消失。当压力在搏动声消失之上几个毫米汞柱时，搏动声突然变成低调，临床上以变调作为舒张压的标志，因为这个数值更接近于直接测量（动脉穿刺）的结果。有的以搏动声消失时压力计的示值记为舒张压，这样可使血压测量引入 $0.7—1.3 \text{ kPa}$ ($5—10 \text{ mmHg}$) 的误差。

测量的血压数值一般以收缩压数值/舒张压数值（计量单位）读数。过去使用的计量单位为毫米汞柱。例如，一个人收缩压为 17.3 kPa (130 mmHg)，舒张压为 10.7 kPa (80 mmHg)，可以记为： $17.3/10.7 \text{ kPa}$ ($130/80 \text{ mmHg}$)。

结合我国实际，不同年龄组的收缩压正常范围如下：

30 岁以下 $<18.7 \text{ kPa}$ ($<140 \text{ mmHg}$)

40—49 岁 $<20.0 \text{ kPa}$ ($<150 \text{ mmHg}$)

50—59 岁 $<21.3 \text{ kPa}$ ($<160 \text{ mmHg}$)

60 岁以上 $<22.7 \text{ kPa}$ ($<170 \text{ mmHg}$)

同时还规定不管哪一个年龄组，舒张压不应超过 12.0 kPa (90 mmHg)。如果血压超过上述范围便被认为高血压，凡收缩压长期低于 12.0 kPa (90 mmHg) 被认为低血压。

当然，进行血压测量时，也要注意被测者的情绪和测量时间对血压的影响。一般情况，人在一时的内心变化，如发怒、担心、与人争吵或兴奋都会使血压升高，上述影响应在测量时尽量克服，例如使病人在测量前安静 $3—5 \text{ min}$ 或等病人情绪稳定后再测。

1.2 血压的计量单位

血压的计量单位过去为毫米汞柱, 符号为 mmHg。它的定义为: 一个标准大气压的 $1/760$ 。1927 年第七次国际计量大会将标准大气压定义为: 重力加速度为 9.80665 m/s^2 下, 760 mm、 0°C 纯汞柱产生的压力。根据标准大气压的定义可知, 1 mmHg 实际是指在标准重力加速度 (980665 m/s^2) 下, 1 mm, 0°C 纯汞柱高度产生的压力。后来发现 0°C 纯汞有 7 种同位素, 因而使用同一高度纯汞柱表现出来的压力值并不是唯一的。因此, 1954 年国际计量大会重新定义了标准大气压: $1(\text{atm})_{94} = 1013250 \text{ dyn/cm}^2$, 即每平方米, 产生 1013250 dyn 压力, 为一个标准大气压。atm 是标准大气压符号, 54 为 1954 年定义的。1954 年定义的标准大气压与 1927 年的定义相比, 是把 1927 年定义的 1 atm 的尾数部分去掉。因此除在精密测量中, 可不考虑这一变动。

对于医用血压计使用的计量单位, 国际法制计量组织 OIML 在 1968 年 10 月第三届法制计量单位通过的血压计国际建议中, 规定测量单位为毫巴。符号: mbar。 $1 \text{ mbar} = 10^3 \text{ dyn/cm}^2 = 10 \text{ Pa}$, 该建议在规定的上述计量单位的同时, 还提出仍需各国作出能否允许使用托或毫米汞柱两个单位的决定。

1975 年第 30 届世界卫生组织大会曾作出决议: 建议医用血压计的计量单位使用千帕。作为过渡时期同时可使用千帕和毫米汞柱两个计量单位。

目前, 国务院已于 1984 年 2 月 27 日颁布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》, 人大常委会于 1985 年 9 月通过了《中华人民共和国计量法》, 都规定了国家采用国际单位制。国际单位制的压力单位为帕斯卡, 符号 Pa。其物

表1-1 千帕与毫米汞柱换算对照表

kPa	mmHg	kPa	mmHg	kPa	mmHg	kPa	mmHg
0.2	1.50	0.4	3.00	0.6	4.50	0.8	6.00
1.0	7.50	1.2	9.00	1.4	10.50	1.6	12.00
1.8	13.50	2.0	15.00	2.2	16.50	2.4	18.00
2.6	19.50	2.8	21.00	3.0	22.50	3.2	24.00
3.4	25.50	3.6	27.00	3.8	28.50	4.0	30.00
4.2	31.50	4.4	33.00	4.6	34.50	4.8	36.00
5.0	37.50	5.2	39.00	5.4	40.50	5.6	42.00
5.8	43.50	6.0	45.00	6.2	46.50	6.4	48.00
6.6	49.50	6.8	51.00	7.0	52.50	7.2	54.00
7.4	55.50	7.6	57.00	7.8	58.50	8.0	60.00
8.2	61.50	8.4	63.01	8.6	64.51	8.8	66.01
9.0	67.51	9.2	69.01	9.4	70.51	9.6	72.01
9.8	73.51	10.0	75.01	10.2	76.51	10.4	78.01
10.6	79.51	10.8	81.01	11.0	82.51	11.2	84.01
11.4	85.51	11.6	87.01	11.8	88.51	12.0	90.01
12.2	91.51	12.4	93.01	12.6	94.51	12.8	96.01
13.0	97.51	13.2	99.01	13.4	100.51	13.6	102.01
13.8	103.51	14.0	105.01	14.2	106.51	14.4	108.01
14.6	109.51	14.8	111.01	15.0	112.51	15.2	114.01
15.4	115.51	15.6	117.01	15.8	118.51	16.0	120.01
16.2	121.51	16.4	123.01	16.6	124.51	16.8	126.01
17.0	127.51	17.2	129.01	17.4	130.51	17.6	132.01
17.8	133.51	18.0	135.01	18.2	136.51	18.4	138.01
18.6	139.51	18.8	141.01	19.0	142.51	19.2	144.01
19.4	145.51	19.6	147.01	19.8	148.51	20.0	150.01
20.2	151.51	20.4	153.01	20.6	154.51	20.8	156.01
21.0	157.51	21.2	159.01	21.4	160.51	21.6	162.01
21.8	163.51	22.0	165.01	22.2	166.51	22.4	168.01
22.6	169.51	22.8	171.01	23.0	172.51	23.2	174.01
23.4	175.51	23.6	177.01	23.8	178.51	24.0	180.01
24.2	181.51	24.4	183.01	24.6	184.51	24.8	186.01
25.0	187.51	25.2	189.02	25.4	190.52	25.6	192.02
25.8	193.52	26.0	195.02	26.2	196.52	26.4	198.02
26.6	199.52	26.8	201.02	27.0	202.52	27.2	204.02
27.4	205.52	27.6	207.02	27.8	208.52	28.0	210.02
28.2	211.52	28.4	213.02	28.6	214.52	28.8	216.02
29.0	217.52	29.2	219.02	29.4	220.52	29.6	222.02
29.8	223.52	30.0	225.02	30.2	226.52	30.4	228.02
30.6	229.52	30.8	231.02	31.0	232.52	31.2	234.02
31.4	235.52	31.6	237.02	31.8	238.52	32.0	240.02
32.2	241.52	32.4	243.02	32.6	244.52	32.8	246.02
33.0	247.52	33.2	249.02	33.4	250.52	33.6	252.02
33.8	253.52	34.0	255.02	34.2	256.52	34.4	258.02
34.6	259.52	34.8	261.02	35.0	262.52	35.2	264.02
35.4	265.52	35.6	267.02	35.8	268.52	36.0	270.02
36.2	271.52	36.4	273.02	36.6	274.52	36.8	276.02
37.0	277.52	37.2	279.02	37.4	280.52	37.6	282.02
37.8	283.52	38.0	285.02	38.2	286.52	38.4	288.02
38.6	289.52	38.8	291.02	39.0	292.52	39.2	294.02
39.4	295.52	39.6	297.02	39.8	298.52	40.0	300.02

理意义为：在一平方米的面积上受到一牛顿的力，即： $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ ，它是1971年第十四届国际计量大会为纪念法国科学家帕斯卡而批准命名的。

目前血压计使用的毫米汞柱在上述命令和法规中是被取

表1-2 毫米汞柱与千帕换算对照表

mmHg	kPa	mmHg	kPa	mmHg	kPa	mmHg	kPa
2	0.27	4	0.53	6	0.80	8	1.07
10	1.33	12	1.60	14	1.87	16	2.13
18	2.40	20	2.67	22	2.93	24	3.20
26	3.47	28	3.73	30	4.00	32	4.27
34	4.53	36	4.80	38	5.07	40	5.33
42	5.60	44	5.87	46	6.13	48	6.40
50	6.67	52	6.93	54	7.20	56	7.46
58	7.73	60	8.00	62	8.27	64	8.53
66	8.80	68	9.07	70	9.33	72	9.60
74	9.87	76	10.13	78	10.40	80	10.66
82	10.93	84	11.20	86	11.47	88	11.73
90	12.00	92	12.27	94	12.53	96	12.80
98	13.07	100	13.33	102	13.60	104	13.87
106	14.13	108	14.40	110	14.67	112	14.93
114	15.20	116	15.47	118	15.73	120	16.00
122	16.27	124	16.53	126	16.80	128	17.07
130	17.33	132	17.60	134	17.87	136	18.13
138	18.40	140	18.66	142	18.93	144	19.20
146	19.47	148	19.73	150	20.00	152	20.27
154	20.53	156	20.80	158	21.06	160	21.33
162	21.60	164	21.86	166	22.13	168	22.40
170	22.66	172	22.93	174	23.20	176	23.46
178	23.73	180	24.00	182	24.26	184	24.53
186	24.80	188	25.06	190	25.33	192	25.60
194	25.86	196	26.13	198	26.40	200	26.66
202	26.93	204	27.20	206	27.46	208	27.73
210	28.00	212	28.26	214	28.53	216	28.80
218	29.06	220	29.33	222	29.60	224	29.86
226	30.13	228	30.40	230	30.66	232	30.93
234	31.20	236	31.46	238	31.73	240	32.00
242	32.26	244	32.53	246	32.80	248	33.06
250	33.33	252	33.60	254	33.86	256	34.13
258	34.40	260	34.66	262	34.93	264	35.19
266	35.46	268	35.72	270	36.00	272	36.26
274	36.52	276	36.80	278	37.06	280	37.33
282	37.60	284	37.86	286	38.13	288	38.40
290	38.66	292	38.93	294	39.20	296	39.46
298	39.73	300	40.00				

消的单位。我国正在制定的立式血压计专业标准，使用千帕斯卡作为计量单位。

现将毫米汞柱与千帕斯卡的换算关系表达如下：

$$1 \text{ kPa} = 7.5006 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ mmHg} = 0.1333 \text{ kPa}$$

为了加速血压计的改制，目前国家已作出明文规定，要求自1987年下半年开始，新生产的立式血压计刻度要以千帕（符号kPa）为主，同时保留毫米汞柱（mmHg）的双刻度形式，其它血压计（表）要抓紧作好产品标准的修订工作，争取在1988年完成改制任务。

单一刻度的血压计（表）允许使用到1990年，在过渡阶段，以mmHg为单位测得的血压值，应换算为以kPa为单位的数值，必要时，可将“mmHg”数值以括号的形式标在“kPa”后面，千帕和毫米汞柱换算关系见表1-1和表1-2。

有人担心血压计改制是否会引引起医学诊断上的混乱，造成医疗事故。这个担心，可以不必考虑，中草药处方由两、钱计量改为以克计量就是一个很成功的例子。另外，血压测量与人关系密切，血压计改制很快就会被广大人民群众接受。

1.3 血压计的种类

1. 汞柱式血压计

汞柱式血压计是目前应用最多的一种血压计（见图1-1），它是利用汞柱差产生的压力与被测血压平衡原理来进行血压测量的。按其结构形式有台式血压计和立式血压计两种，台式血压计主要用于病房和门诊；立式血压计主要用于手术室和病房对危重病人监测血压用。按其作用分为标准血压计和医用血压计。标准血压计也称标准杯形压力计，主

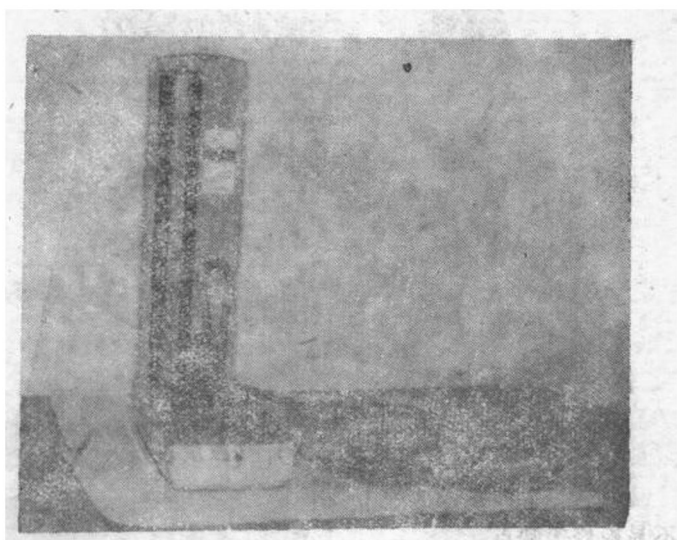


图 1-1 汞柱式血压计

要用于校准医用血压计。

汞柱式血压计具有读数直观、连续测量重复性好、结构简单和易于维修等优点，但也有污染环境和携带不方便等缺点。

2. 指针式血压计

指针式血压计又称血压表（见图 1-2），它是利用外界压力的变化，使表内弹性膜盒（气鼓）变形，在膜盒的弹性范围内（因而符合虎克定律），其变形和外界压力大小成正比，变形通过活动顶针，使机芯上的齿轮转动，带动齿轮轴上的指针转动。

血压表的精度为 $\pm 0.4 \text{ kPa}$ ($\pm 3 \text{ mmHg}$)，该表具有携带方便、无污染等优点，但也有示值重复性差、偏差较大。

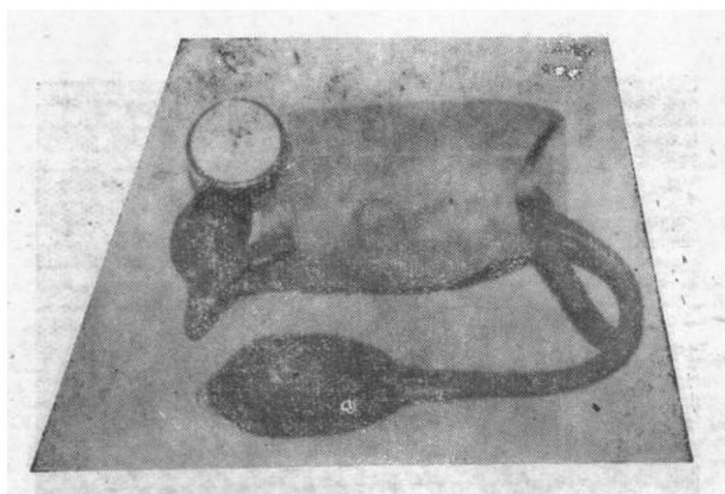


图 1-2 指针式血压计（血压表）

不易检修等缺点。

6. 数字显示式血压计

数显式血压计（见图 1-3），是利用压电信号转换器（代替听诊器）发现、识别科罗特柯夫音，将其检测出来并



图 1-3 数字显示式血压计

经放大、滤波、驱动压力显示部分以数字形式显示被测者血压值。由于利用继电器工作原理，数显示血压计大都能同时显示收缩压和舒张压的数值，有的血压计还能显示心脏的脉动数，给人以直观的感觉，这对于高血压患者长期观测血压的变化带来一定的方便，但从目前使用情况看，测量不准的现象较为严重，有的血压计使用寿命不长，另外该仪器价格较贵也影响它的推广使用。

数显式血压计的误差为 $\pm 0.5 \text{ kPa} (\pm 4 \text{ mmHg})$ 。

4. 复合式血压计

这类血压计结构种类较多，无固定名称，有的利用压电传感器和指针指示相结合；有的利用其它生理现象，如相位差法或多普勒超声波法等，同时应用微电脑来处理，进行血压测量，这类血压计大多价格昂贵，使用不多。