

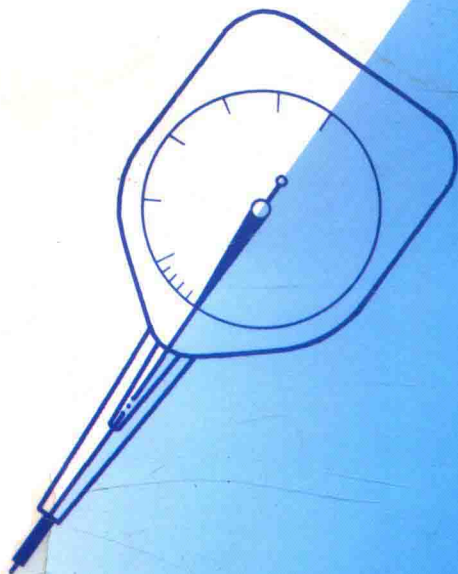
计量器具系列丛书

常用百分表类计量器具

检定与修理问答

(第二版)

谢振江 魏义辉 王树彩 编著



中国计量出版社

计量器具系列丛书

常用百分表类计量器具 检定与修理问答

(第二版)

江苏工业学院图书馆

谢振江 魏义辉 王树彩 编著

藏书章

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

常用百分表类计量器具检定与修理问答/谢振江等编. 2版. —北京: 中国计量出版社, 2000.10

(计量器具系列丛书)

ISBN 7-5026-1343-9

I. 常… II. 谢… III. ①计量仪器, 百分表类—检定—问答②计量仪器, 百分表类—维修—问答 IV. TH711-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 43317 号

内 容 提 要

本书以问答形式主要介绍了百分表、内径百分表、杠杆百分表的检定与修理方法。重点介绍: 操作步骤、检修工具、检定方法, 分析故障原因及修理方法, 并对所涉及的基本知识作了简单介绍。

本书适合初中以上文化程度的计量器具检修工人、计量工作人员和工厂检验人员阅读, 也可作为长度计量测试人员的培训和考核参考书。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm × 1092 mm 32 开本 印张 2.625 字数 55 千字

2000 年 10 月第 2 版 2000 年 10 月第 2 次印刷

*

印数 3 001—7 500 定价: 4.00 元

前 言

万能计量器具应用非常广泛。为向广大基层和工厂企业技术人员和工人普及检定修理技术，作者根据有关资料曾于1991年编写了《常用百分表类计量器具检定与修理》。此书自出版以来，以其通俗易懂、简明扼要、实用性强而深受读者的欢迎。

本书在基本特色上，仍保持与原书风格一致。旨在使计量系统和厂矿企业从事万能计量器具检定、修理的广大计量检定人员、修理人员能有按最新规程编写的、通俗易懂、图文并茂的技术指导性书籍。

愿本书的修订出版能为普及万能计量器具检定、修理知识、正确理解检定规程，培训万能计量器具检定、修理人员起到应有的作用。

本书为《计量器具系列丛书》之一。对于书中可能有的错误和疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2000年7月

目 录

常用百分表类计量器具的检定

- 1 检定百分表需要什么计量器具, 其精度有什么要求? (1)
- 2 百分表各部分相互作用如何检定? (2)
- 3 百分表指针末端上表面到表盘刻线面之间的距离如何检定? (2)
- 4 百分表测力如何检定? (3)
- 5 百分表测杆受径向力时对示值的影响如何检定? (5)
- 6 百分表的示值变动性如何检定, 检定中注意什么问题? (7)
- 7 检定百分表示值变动性时为什么要以较慢、较快速度移动测杆? 慢快的速度如何掌握? (8)
- 8 百分表示值误差如何检定, 检定中应注意哪些问题? (9)
- 9 检定百分表示值误差时如何正确读数? (11)
- 10 0.1 mm 范围内示值误差和回程误差如何确定? (12)
- 11 用 20 个分度间隔进行示值误差检定, 相邻示值误差超出规定时如何进行补点检定? (12)
- 12 内径百分表检定需要用什么计量器具, 其精度有什么要求? (13)

13	内径百分表各部分相互作用如何检定？	(14)
14	测头的球面半径如何检定？	(15)
15	活动测头的测力和定位护桥的接触压力如何 检定？	(15)
16	带定位护桥的内径百分表定中心装置的正确性 如何检定？	(19)
17	内径百分表的示值变动性如何检定？	(21)
18	内径百分表示值误差检定中为什么不检反向 行程？	(22)
19	经检定合格后的内径百分表为什么不能任意 更换表头？	(22)
20	带定位护桥的内径百分表示值误差和相邻误差 如何检定？	(22)
21	涨簧式内径百分表示值误差如何检定？	(24)
22	检定杠杆百分表需要哪些计量器具，其精度有 什么要求？	(26)
23	杠杆百分表测力和转动测杆的作用力如何 检定？	(26)
24	杠杆百分表示值变动性如何检定？	(27)
25	杠杆百分表示值误差如何检定？	(28)

常用百分表类计量器具的修理

26	修理常用百分表类计量器具需要什么设备、工具、 材料及配件？	(31)
27	怎样安排百分表的修理顺序？修理中应注意哪些 问题？	(34)
28	怎样修理和制作百分表表蒙？	(35)
29	百分表测头磨损如何修理？	(37)

30	表针位置不正确如何修理？	(39)
31	套筒松动如何修理？	(40)
32	测杆转动影响示值变动性如何修理？	(41)
33	测杆移动不灵活或卡死不动如何修理？	(42)
34	百分表测力不合格如何修理？	(44)
35	当测杆以较快速度移动时大指针示值变动性超差 如何修理？	(45)
36	慢速移动测杆时大指针示值变动性超差如何 修理？	(47)
37	测杆径向摆动影响示值如何处理？	(49)
38	百分表示值变动性不合格如何修理？	(51)
39	百分表示值误差超差如何修理？	(51)
40	内径百分表活动测头不灵活如何修理？	(54)
41	定位护桥卡住或移动不灵活如何修理？	(56)
42	定位护桥定中心位置不正确如何修理？	(58)
43	内径百分表示值变动性不合格如何修理？	(58)
44	涨簧式内径百分表示值误差超差如何修理？	(61)
45	内径百分表示值误差超差如何修理？	(62)
46	杠杆百分表测杆转动不平稳、不灵活或跳动、 卡死不动如何修理？	(68)
47	杠杆百分表测力和测杆扭力不合格如何修理？ ...	(71)
48	杠杆百分表示值变动性（示值变化）不合格如何 修理？	(73)
49	杠杆百分表示值误差不合格如何修理？	(74)

常用百分表类计量器具的检定

1 检定百分表需要什么计量器具，其精度有什么要求？

检定百分表所用计量器具及其精度见表 1。

表 1

名 称	规格型号	精 度 要 求
百分表检定器	BJ - III 型	①百分表座与测微头座两孔的同轴度不大于 0.1 mm ②测微头示值误差： 0~25 mm 内不大于 0.004 mm 任意 10 mm 内不大于 0.003 mm 回程误差不大于 0.001 mm
千分尺	0~25 mm	1 级
表面粗糙度样板	组合式	
测力计	0~2 N	分度值不大于 0.1 N
半圆柱块		圆柱母线与底面平行度不大于 0.001 mm
工具显微镜	小型	纵 0~75 mm，分度值 0.01 mm 横 0~25 mm

2 百分表各部分相互作用如何检定?

(1) 检查表圈

要求表圈转动应平稳, 静止要可靠, 表圈和表体的配合应无明显松动, 如果配合太松, 会使表圈静止不可靠, 但也不能太紧, 太紧会使表圈转动困难。

(2) 检查测杆和指针

用手推动测杆时, 测杆的移动及指针回转应平稳、灵活, 不得有跳动、卡住和阻滞现象, 指针应牢固地固紧在轴上, 当测杆受到较大冲击力移动时, 指针不得松动。测杆移动的平稳性应借助百分表检定器进行试验。指针的卡住、跳动有时用手推动测杆不能察觉, 可用百分表检定器移动测杆全行程来检查。

(3) 检查百分表装夹套筒

夹紧百分表装夹套筒后, 测杆应能自由移动, 不得有卡住或不灵活现象。但要注意夹持力不能过大, 只要能保证百分表正常工作就行了, 否则夹持力过大也会造成测杆运动不灵活。

3 百分表指针末端上表面到表盘刻线面之间的距离如何检定?

规程规定指针末端上表面到表盘刻线面间的距离(如图1所示)不超过 0.9 mm。这样规定是为了减小人们在读数时的视差而引起的读数误差。检定是在指针转动一周的任何位置上进行。一般情况是目测, 当双方发生争执或难以判断是否合格时, 即规程中所说的“必要时”, 可用工具显微镜进行检定, 检定时采用 5 倍物镜, 对指针上表面和表盘分别对焦, 利用微动升降读数装置, 或附加百分表读数, 两读数

之差即为指针末端上表面到表盘刻线面之间的距离。

4 百分表测力如何检定?

规程规定百分表在工作行程内的最大测力应不大于 1.5 N, 单向行程测力变化应不大于 0.5 N, 同一点正、反同测力之差应不大于 0.4 N。

还规定, 百分表测力检定要用分度值不大于 0.1 N 的测力装置在百分表工作行程的始、中、末三个位置上检定, 正向检定完后继续使指针转过 5~10 个分度, 再进行反向检定。

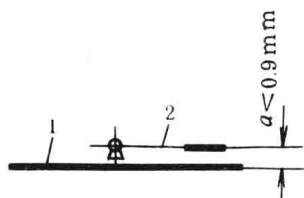


图 1 指针与表盘的距离

1—大指针; 2—表盘

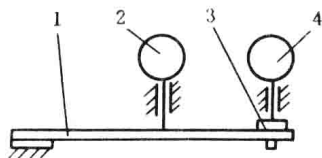


图 2 板簧测力计原理图

1—板簧; 2—标准扭簧表;
3—小平面; 4—被检百分表

图 2 是板簧式测力装置原理示意图。检定时把扭簧表装上并接触板簧, 使表针对准零位 (其分度值为 0.1 N), 装上被检百分表, 使测头正对板簧上的小平面中心部位, 移动百分表升降机构, 使百分表测头与小平面接触, 此时扭簧表指针开始走动; 当继续压缩百分表时, 大表针开始走动, 走到零刻度后 (零刻度必须在测杆轴线上方) 从扭簧表上读取起始点测力; 继续压缩百分表, 当表针位于该表测量范围中点时, 从扭簧表上读取中点测力, 当百分表走到末点时 (即最大测量值), 从扭簧表读取末点测力值; 继续压缩百分表,

使表针再走 5~10 个分度后开始反向，在百分表指针还没有走回末点零刻度时，扭簧表的指针却已反向走动了，这种现象是正常的。当百分表指针对准了零刻度，从扭簧表上读取末点（即反向时开始点）测力，继续反向提升百分表，依次在中间点、起始点读取测力数值，测力检定操作即告完成。对检定结果举例如下：表 2 是 5 mm 百分表的检定结果测力值（N）。

表 2

测杆移动方向	检定位置		
	始点 (0 mm)	中点 (2.5 mm)	末点 (5 mm)
正向	0.95	1.02	1.21
反向	0.66	0.74	0.93

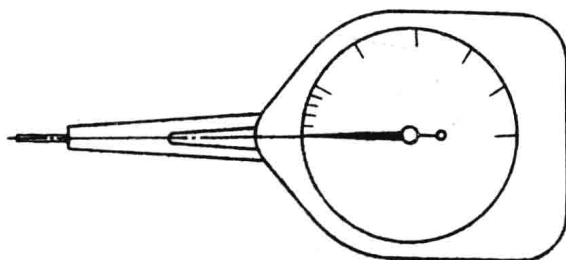
从表中可以看出：

最大测力(即正向和反向全程中的最大测力值)=1.21 N

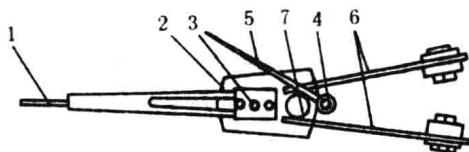
单向行程测力变化最大值（正向和反向全程中三个检定位置间测力互差最大值）=0.93-0.66=0.27（N）。

同一点正反向测力之差最大值（三个检定位置中，同一位置正反向测力差最大的一个）=0.95-0.66=0.29（N）。

图 3（a）、（b）是板簧式测力表的外观及内部结构图。广泛应用于国产百分表检定器上。1 是传力杠杆，它的前端是小平面，以便于和百分表测头接触，它的尾端与扇形齿轮 2 连接在一起并能绕轴 3 转动。扇形齿轮 2 与中心齿轮 4 啮合，中心齿轮上装有游丝和表针 5，两个板簧 6 紧夹一个固定在扇形齿轮上的圆环 7。当百分表测力作用于杠杆小平面上时，表针就会指示出测力的大小，这种测力检具使用方便



(a)



(b)

图3 板簧式测力表

1—传力杠杆；2—扇形齿轮；3—轴；4—中心齿轮；
5—表针；6—板簧；7—圆环

直观，但如果百分表的升降机构不好时，往往会影响测量值的稳定性。

5 百分表测杆受径向力时对示值的影响如何检定？

这项检定的实质是检定测杆与套筒配合间隙量，在使用时对示值的影响。

检定时用半径约为10 mm 的半圆柱侧块进行，如图4所示。这种半圆柱侧块在目前出售的百分表检具

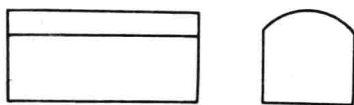


图4 半圆柱侧块

上都带有，它的圆弧母线与底平面平行度一般不超过 $1\text{ }\mu\text{m}$ ，如果不带，可用量块附件半圆柱侧块代用。

这项检定一般是在百分表检具上或专用检具上进行。图 5 是检定示意图。检定时将百分表 1 安装在刚性表架 2 上，使百分表测杆轴线垂直于平工作台面 4，此工作台平面度要求不大于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 。然后将侧块 3 放在工作台上，调整百分表和侧块，使测量头与侧块圆柱面最高位置接触，同时使百分表处于工作行程起始位置，即大指针对准零刻度左右，将侧块沿平工作台前后、左右两方位分别往返移动两次，其位移量应使百分表的测头不离开半圆柱面为限。这一检定还要在百分表工作行程中点、末点两个位置上进行。

需要指出的是当侧块圆柱轴线左右放在工作台上时，移动只能前后进行，当测量左右方位时，必须把圆柱侧块转 90° ，即侧块圆柱轴线在前后方向。

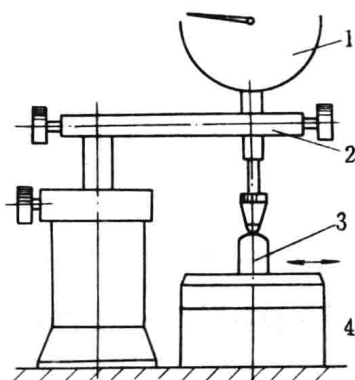


图 5 检定百分表受径向力时对示值影响装置

1—百分表；2—刚性表架；3—半圆柱侧块；4—工作台

所谓“往返移动两次”是指在一个方位上推拉各两次，

“一推一拉”算一次。如在前后方位测量时，推动侧块，当最高点与百分表接触时，记下第一次读数 A_1 ，继续推侧块，由于圆柱最高点已过，百分表指针反向运动，只要走过 $0.05 \sim 0.1 \text{ mm}$ 左右就应回拉侧块，当侧块最高点又与百分表接触时，记下第二次读数 A_2 ，继续拉回侧块，百分表又反向走动。然后按照以上方法再进行一次“一推一拉”，两次推拉共有四个读数。使侧块转 90° ，再沿左右方位移动侧块两次，又得到四个读数，在 8 个读数中最大与最小值之差就是起始位置测杆受径向力时对示值的影响量。

6 百分表的示值变动性如何检定，检定中注意什么问题？

这项检定是在百分表检定器或其他检具上进行。当在百分表检定器上进行时，把百分表装夹在刚性表架上（如图 5 所示），使测杆轴线垂直于平工作台面，调整升降机构使百分表测头与工作台接触，当表针走到零位附近时，把百分表紧固螺钉及升降机构紧固螺钉都紧固住，转动表盘使指针对准零位或某一刻度，移动测杆五次，五次中最大与最小读数之差即为该位置上的示值变动性。这一检定还要在百分表工作行程中点、末点两个位置上进行。

这项检定有以下三个问题需要注意：

① 在 JJG 34—1996《百分表检定规程》中，只提出：“提升测杆 5 次”，但是测杆如何下降没做规定。根据实践经验，建议在测杆下降时应以较快、较慢两种速度进行操作，至于在这 5 次中，快几次、慢几次由检定人员自己掌握。

② 要注意消除外界条件对检定结果的影响。特别指出的是百分表支架的刚性一定要好，各环节上的紧固螺钉要紧固好。百分表套筒的紧固螺钉的紧固力要适当，不得影响测杆灵活移动。

使用 80 年代以前生产的三用百分表检定器（如图 6 所示）检定示值变动性和示值误差时，都是装夹在百分表座上进行检定，并以测微头工作面为定点。这种检具测微头座和百分表座都有紧固螺钉紧固，如果紧固不牢，两支座在百分表测力冲击下会产生走动，从而影响测量结果。

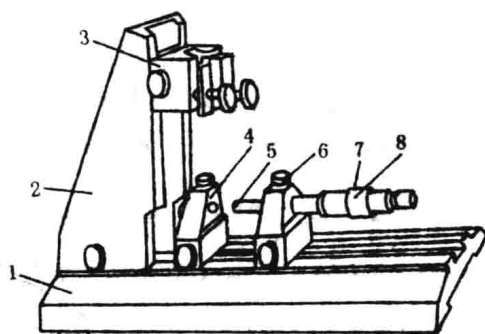


图 6 BJ—1 型百分表检定器

1—底座；2—立柱；3—V 形夹座；4—百分表座；

5—测杆；6—测微头座；7—固定套管；8—微分筒

③ 装夹好百分表后，应试移动测杆一次，然后以试移动测杆所得读数为零位开始检定。有的同志常把试移动测杆这次读数计算在示值变动性测量数据以内，这是不对的。因为第一次试移动测杆百分表内部各部件所处的状态和试移动以后百分表各部件所处状态不一样，这种经过移动测杆和未经过移动测杆所得数值计算在一起的作法显然不符合“示值变动性”的定义。

7 检定百分表示值变动性时为什么要以较慢、较快速度移动测杆？慢快的速度如何掌握？

百分表的装配质量以及各部件的加工质量和磨损情况直接对示值变动性产生影响。当以较快速度移动测杆时利于检出不指针安装是否牢固，各内部机构的固紧螺钉是否松动，

齿轮间啮合是否松动等疵病；当以慢速移动测杆时便于查出各传动部件运转是否灵活，部件间摩擦力是否过大等疵病。另外，在使用百分表进行实际测量的过程中，有时测杆移动较快，如台阶高低的测量等；有时测杆移动较慢，如测量轴的径向跳动等。这也需要对测杆移动较快和较慢情况下的示值变动进行检查。另外在实际检定中经常出现，快速移动测杆示值变动性合格，而慢速移动时不合格，或者慢速移动测杆示值变动性合格，快速移动却不合格的情况，所以规程规定以较慢和较快速度移动测杆进行检定是很有道理的。

较快和较慢的速度在实际操作中如何掌握呢？一般情况下，“快速”是指把测杆提到最大行程后使其自然落下，但是对于 $0 \sim 10 \text{ mm}$ 的百分表检定起始点示值变动性时，则不宜提到最大行程，只需提到最大行程的一半自然落下即可。这是因为此时提到最大行程后自然落下的冲击力太大，容易造成损坏。“慢速”是指提起测杆后需要用手掌握测杆慢慢落下，使指针缓慢移动返回。

8 百分表示值误差如何检定，检定中应注意哪些问题？

百分表示值误差的检定是在百分表检定器上进行。检定器的型式很多，图 7 是千分尺式百分表示值检具，图 6 是 80 年代以前生产的三用百分表示值检具，它们所采用的标

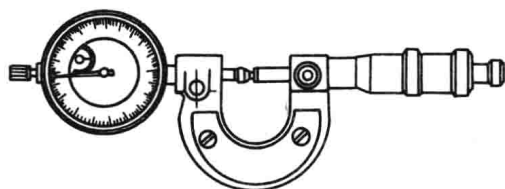


图 7 检表千分尺

准器都是普通 0 级千分尺测微丝杆。图 8 是一种改进的 BJ—

Ⅲ型三用百分表示值检具，它把百分表各检定项目所用标准器均安装在一起，并对测微头进行了改造，在微分筒上安装了一个开有 5 等分槽的等分轮，千分尺螺杆的螺距为 0.5 mm，每转一个分度，测杆位移为 0.1 mm，通过 3 个安装在定位器上的弹簧和钢球实现定位。其突出的优点是使用中转动测微丝杆不用对线，不会产生过线现象。另外，测微丝杆的精度也比过去有所提高。

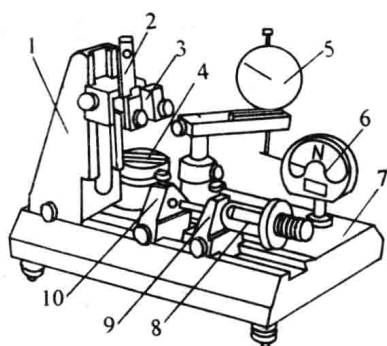


图 8 BJ—Ⅲ型百分表检定器

- 1—立柱；2—检定杠杆百分表附件；3—V形支座；
4—工作台；5—被检百分表；6—测力表；7—底座；
8—测微头；9—测微头座；10—百分表座

按规程规定，百分表示值误差的检定是在正反行程的方向上每间隔 10 个分度进行的。

在检定时先将百分表装夹在支座上，使检定器测微螺杆对准某一分度，并把百分表对好零位。紧固好测微头座和百分表座螺钉，在测微头每转动一个分度后，在百分表上读出误差，直到工作行程终点。继续压缩测杆使指针转过 10 个分度，接着反向进行检定。百分表的工作行程示值误差是由