



ONGYONGLIANGJUSHOUCE

上海市计量技术研究所编

# 通用量具手册

下 册

计 量 出 版 社

# 通用量具手册

(下 册)

上海市计量技术研究所

计量出版社

1983

## 内 容 提 要

《通用量具手册》分为上、中、下三册，共有九章。主要是介绍了56种通用量具的结构原理、使用知识和检定技术。同时，编入了检定规程和技术标准共83个。

在下册，着重介绍了指示式量具、线纹尺和其它量具等。

本书可供广大长度计量测试工作者和有关工科院校师生参考。

## 通用量具手册

(下 册)

上海市计量技术研究所

\*

计量出版社出版

(北京和平里11区7号)

·上海中华印刷厂排版

上海南翔印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/32 印张 9

字数 204千字 印数 1—42,000

1983年3月第一版 1983年3月第一次印刷

统一书号 15210·215

定价 1.20元

## 前 言

通用量具是生产系统特别是机械制造工业中普遍使用的测量工具，它是保证量值准确一致和产品质量的重要手段之一。如何正确而又合理地使用量具，对提高产品质量和降低生产成本有着重要的作用。为此，我们组织具有一定理论基础和实际经验的专业技术人员编写了这本《通用量具手册》。其主要内容有：通用量具的结构原理、正确使用知识、检定规程、技术标准、误差分析和参考资料等。

本书的初稿曾作为内部资料印发过，现在计量出版社决定正式予以出版，又进行了认真的修改和补充，仍分为上、中、下三册。编入本书的量具共 56 种，检定规程和技术标准共 83 个。本书所采用的检定规程和技术标准都是最新颁布的，有一部分规程已由全国会议讨论通过但尚在报批过程中，我们就采用了《报批稿》，如果今后在内容和数据上有变更则以正式颁布的规程为准。由于新旧规程和标准的制订时间不同，制订单位不同，所以有些名词术语和指标数据也不统一，我们一律按原规程和标准的内容编入，希在参阅时注意。

本书由周俊德、严慈容、劳圣功、张益、邱百存、忻觉民、顾耀宗、马文功和林福星等同志参加编写，由史济南、郁继文、张国华、杨守忠、李人贤和胡科明等同志负责审订。出版前，由娄执中编审和赵尔夫同志对全部书稿进行了复审。在编写审稿过程中，曾得到上海量具刃具厂、上海自动化仪表九厂和有关单位的帮助和支持，在此深表感谢。

由于水平有限,本书中的错误和不当之处,还望广大读者批评指正。

上海市计量技术研究所

一九八〇年十二月

# 目 录

<b>第7章 指示式量具</b> .....	( 1 )
7·1 概述 .....	( 1 )
7·2 百分表 .....	( 1 )
7·2·1 百分表的结构、工作原理和用途.....	( 1 )
7·2·2 百分表的正确使用和注意事项.....	( 5 )
7·2·3 百分表的检定和技术要求.....	( 8 )
7·2·4 百分表精度分析及检定方法参考资料.....	( 12 )
7·3 千分表 .....	( 18 )
7·3·1 千分表的结构、工作原理和用途.....	( 18 )
7·3·2 千分表的使用注意事项.....	( 22 )
7·3·3 千分表的检定.....	( 22 )
7·3·4 千分表的技术要求.....	( 27 )
7·3·5 千分表的检定方法参考资料.....	( 29 )
7·4 杠杆百分表 .....	( 33 )
7·4·1 杠杆百分表的结构、工作原理和用途.....	( 33 )
7·4·2 杠杆百分表的使用注意事项.....	( 40 )
7·4·3 杠杆百分表的检定.....	( 42 )
7·4·4 杠杆百分表的技术要求.....	( 49 )
7·4·5 端面式杠杆百分表示值误差分析.....	( 50 )
7·5 内径百分表 .....	( 53 )
7·5·1 内径百分表的结构、工作原理和用途.....	( 53 )
7·5·2 内径百分表的使用注意事项.....	( 56 )
7·5·3 内径百分表的检定和技术要求.....	( 57 )
7·5·4 带定位护桥的内径百分表定中心位置的误差	

分析·····	( 64 )
<b>7·6 内径千分表</b> ·····	( 65 )
7·6·1 内径千分表的结构、工作原理·····	( 65 )
7·6·2 内径千分表的使用注意事项·····	( 66 )
7·6·3 内径千分表的检定·····	( 66 )
<b>7·7 测微计</b> ·····	( 73 )
7·7·1 测微计的结构、工作原理和用途·····	( 73 )
7·7·2 测微计的使用注意事项·····	( 75 )
7·7·3 测微计的检定·····	( 76 )
7·7·4 测微计精度分析参考资料·····	( 82 )
<b>7·8 扭簧比较仪</b> ·····	( 87 )
7·8·1 扭簧比较仪的结构、工作原理和用途·····	( 87 )
7·8·2 扭簧比较仪的使用注意事项·····	( 91 )
7·8·3 扭簧比较仪的检定和技术要求·····	( 92 )
7·8·4 扭簧比较仪示值误差检定方法的参考资料·····	( 99 )
<b>7·9 杠杆齿轮比较仪</b> ·····	( 101 )
7·9·1 杠杆齿轮比较仪的结构、工作原理和用途·····	( 101 )
7·9·2 杠杆齿轮比较仪的使用注意事项·····	( 105 )
7·9·3 杠杆齿轮比较仪的检定和技术要求·····	( 107 )
7·9·4 杠杆齿轮比较仪检定方法参考资料·····	( 118 )
<b>7·10 杠杆千分表</b> ·····	( 120 )
7·10·1 杠杆千分表的结构、工作原理和用途·····	( 120 )
7·10·2 杠杆千分表的使用注意事项·····	( 121 )
7·10·3 杠杆千分表的技术要求·····	( 121 )
<b>第 8 章 线纹尺</b> ·····	( 124 )
<b>8·1 概述</b> ·····	( 124 )
<b>8·2 标准线纹米尺</b> ·····	( 124 )
8·2·1 标准线纹米尺的构造和用途·····	( 124 )
8·2·2 标准线纹米尺的使用和注意事项·····	( 126 )
8·2·3 标准线纹米尺的检定·····	( 126 )

8.2.4	激光比长仪检定标准线纹米尺·····	(135)
8.3	一等线纹米尺·····	(142)
8.3.1	一等线纹米尺的构造和用途·····	(142)
8.3.2	一等线纹米尺的使用注意事项·····	(144)
8.3.3	一等线纹米尺的技术要求·····	(148)
8.4	钢直尺·····	(153)
8.4.1	钢直尺的构造和用途·····	(153)
8.4.2	钢直尺的使用注意事项·····	(153)
8.4.3	钢直尺的检定·····	(153)
8.5	竹木直尺·····	(160)
8.5.1	竹木直尺的构造和用途·····	(160)
8.5.2	竹木直尺的检定·····	(160)
8.6	钢卷尺·····	(163)
8.6.1	钢卷尺的构造和用途·····	(163)
8.6.2	钢卷尺的使用注意事项·····	(164)
8.6.3	钢卷尺的检定·····	(165)
8.6.4	钢卷尺的检定参考资料·····	(173)
8.7	布卷尺·····	(174)
8.7.1	布卷尺的构造和用途·····	(174)
8.7.2	布卷尺的使用注意事项·····	(175)
8.7.3	布卷尺的检定·····	(175)
<b>第9章</b>	<b>其它量具·····</b>	<b>(179)</b>
9.1	螺纹样板·····	(179)
9.1.1	螺纹样板的构造和用途·····	(179)
9.1.2	螺纹样板的使用注意事项·····	(179)
9.1.3	螺纹样板的检定和技术要求·····	(180)
9.2	半径样板·····	(186)
9.2.1	半径样板的构造·····	(186)
9.2.2	半径样板的使用·····	(188)
9.2.3	半径样板的检定和技术要求·····	(188)



9.3	表面光洁度比较样板 .....	(191)
9.3.1	表面光洁度比较样板的构造和用途 .....	(191)
9.3.2	表面光洁度比较样板的正确使用 .....	(193)
9.3.3	表面光洁度比较样板的检定 .....	(193)
9.3.4	表面光洁度标准 .....	(201)
9.4	塞尺 .....	(206)
9.4.1	塞尺的构造和用途 .....	(206)
9.4.2	塞尺的使用注意事项 .....	(206)
9.4.3	塞尺的检定和技术要求 .....	(207)
9.5	三针 .....	(210)
9.5.1	三针的构造和用途 .....	(210)
9.5.2	三针的正确使用 .....	(212)
9.5.3	用三针测量螺纹中径的方法 .....	(216)
9.5.4	三针的检定和技术要求 .....	(221)
9.5.5	螺纹中径测量值精度分析和计算实例 .....	(226)
9.6	水平仪检定器 .....	(237)
9.6.1	水平仪检定器的结构、工作原理和用途 .....	(237)
9.6.2	水平仪检定器的使用注意事项 .....	(238)
9.6.3	水平仪检定器的检定 .....	(238)
9.6.4	水平仪检定器的工作台平直度检定方法参考 资料 .....	(246)
<b>附录</b> .....		<b>(249)</b>
(1)	通用量具的发展情况 .....	(249)
(2)	部分国家通用量具技术要求对比表 .....	(256)

## 第7章 指示式量具

### 7.1 概 述

在测量线性位移的计量手段方面，电动、光学、气动等类型的量仪使用日见广泛，但它们的应用范围一般在高精度或是大量生产的特定场合，而机械式指示量具还是使用最多的量具。它具有轻、小、简、廉等特点，不需附加电源、光源、气源等装置，精度与耐用度也在日益提高。其缺点是回程误差比较大。

指示量具的工作原理是借助杠杆、齿轮齿条或扭簧的传动，将测量杆的微小直线位移转变为指针的角位移，从而指出相应的示值。

指示量具一般按结构与用途分：有百分表、千分表、杠杆百分表、杠杆千分表、内径百分表、测微计、测微表和扭簧表等。

### 7.2 百 分 表

#### 7.2.1 百分表的结构、工作原理和用途

百分表是齿轮传动式测微量具，外形如图7.1所示。百分表传动机构有齿条齿轮式、杠杆齿轮式和蜗轮蜗杆式三种，常见的有齿条齿轮式，它具有外廓尺寸小、重量轻、使用方便等特点。

百分表的结构和工作原理

百分表工作原理，是将测杆的直线位移，经过齿条-齿轮

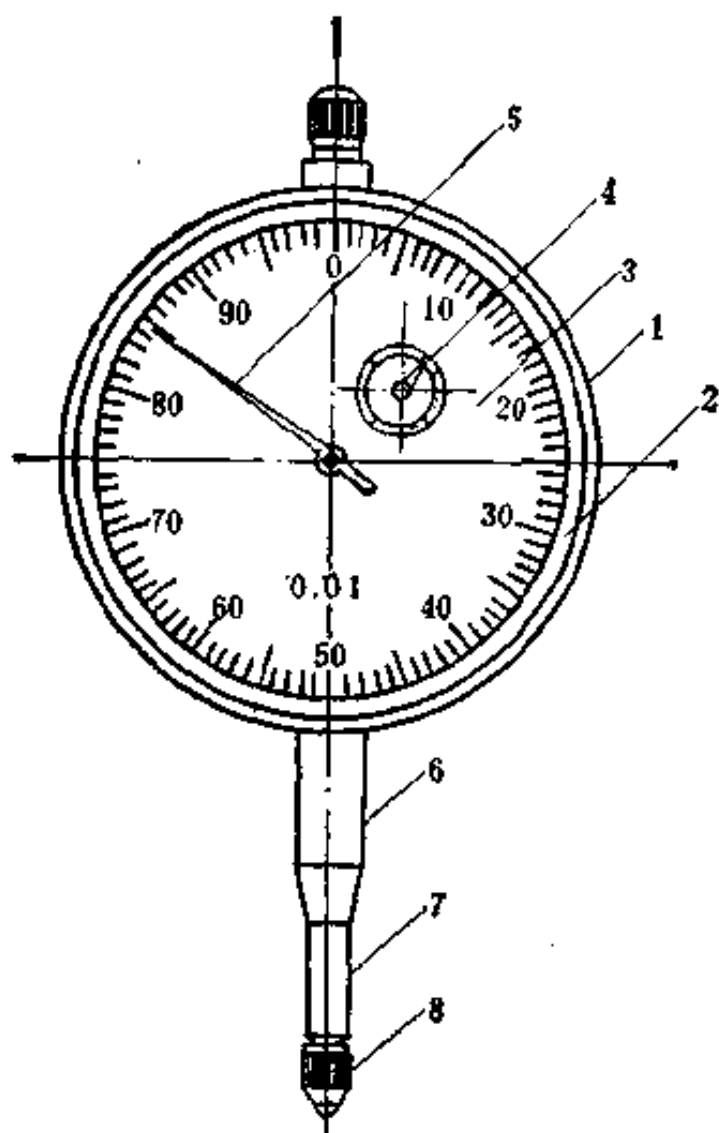


图 7·1 百分表

1—表体； 2—表圈； 3—刻度盘； 4—小指针；  
5—指针； 6—装夹套； 7—测杆； 8—测头

传动, 转变为指针的角位移。传动系统原理如图 7·2 所示。

测杆 7 上齿条 11, 它与轴齿轮 1 啮合, 与轴齿轮同轴的片齿轮 2 同中心齿轮 3 啮合, 中心齿轮 3 的轴上装有指针 5。因此, 当测杆 7 移动时, 使轴齿轮 1 及片齿轮 2 转动, 这时中心齿轮 3 及其轴上的指针 5 也随之转动。上述传动系统是属于最常见的二级传动形式。

为了消除由于齿轮啮合间隙引起的误差, 由片齿轮 8 在游丝 9 产生的扭力矩作用下与中心齿轮 3 啮合, 使整个传动

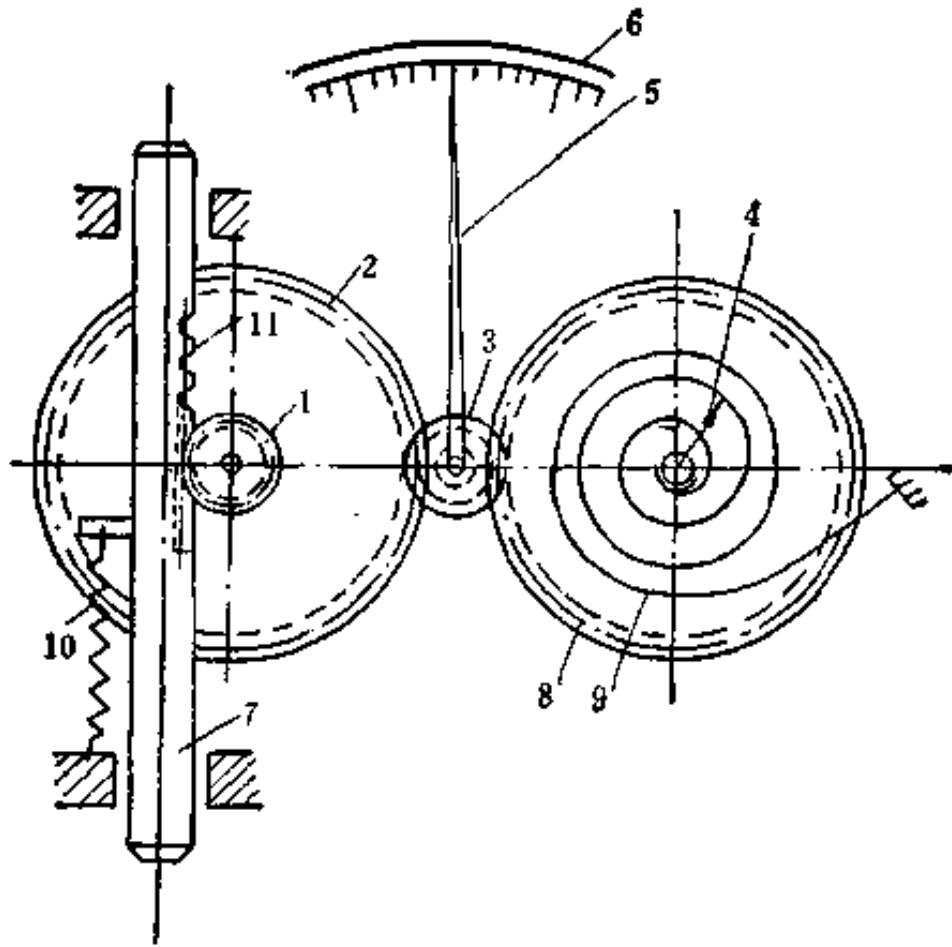


图 7·2 百分表传动原理图

1—轴齿轮； 2—片齿轮； 3—中心齿轮； 4—小指针； 5—指针；  
6—刻度盘； 7—测杆； 8—片齿轮； 9—游丝； 10—弹簧； 11—齿条

机构中齿轮副在正反转时均为单面啮合。在片齿轮 8 的轴上，装有小指针 4，用以指示出指针 5 的回转圈数。百分表的测量力由弹簧 10 产生。

百分表的刻度盘 6 上，刻成 100 等分，当测杆 7 移动 1 毫米时，指针 5 则旋转 1 圈，百分表的齿轮传动系统中应保持以下关系：

$$\frac{1}{\pi m Z_1} \times \frac{Z_2}{Z_3} = 1$$

由此得出：

$$m = \frac{Z_2}{\pi Z_1 Z_3}$$

齿条节距为：

$$t = m \pi$$

式中:  $m$ ——齿轮和齿条的模数(毫米);

$t$ ——齿条节距(毫米);

$Z_1$ ——轴齿轮齿数;

$Z_2$ ——片齿轮齿数;

$Z_3$ ——中心齿轮齿数。

设: 某百分表中轴齿轮  $Z_1 = 16$  齿, 片齿轮  $Z_2 = 100$  齿,  
中心齿轮  $Z_3 = 10$  齿。

$$\text{则} \quad m = \frac{100}{\pi \times 16 \times 10} = 0.199 \text{ 毫米}$$

$$t = 0.199 \times \pi = 0.625 \text{ 毫米}$$

百分表传动机构的传动比 (即指针 5 末端移动的圆周长度与测杆 7 移动量之比)  $K$  为:

$$K = \frac{2\pi L}{S}$$

式中:  $L$ ——百分表指针 5 的长度(毫米);

$S$ ——相当于指针旋转一圈时的测杆位移量(毫米)。

若取  $L = 25$  毫米,  $S = 1$  毫米,

$$\text{则} \quad K = \frac{2\pi \times 25}{1} \approx 150$$

百分表分度值为 0.01 毫米时, 在指针末端圆周上相邻二刻线间的距离为  $0.01 \times 150 = 1.5$  毫米。

各百分表中传动机构所采用的参数并不完全相同。

例如有的选用  $Z_1 = 20$  齿,  $Z_2 = 130$  齿,  $Z_3 = 13$  齿的; 也有选用  $Z_1 = 20$  齿,  $Z_2 = 120$  齿,  $Z_3 = 12$  齿的。但是这些百分表的工作原理及传动比的计算方法都相同。

### 百分表的用途

百分表的分度值为 0.01 毫米, 普通型百分表的测量范围为 0—3, 0—5 和 0—10 毫米。小型百分表的测量范围为 0—

3 毫米。

百分表主要用于直接或比较测量工件的长度尺寸、几何形状偏差，也可用于检验机床几何精度或调整加工工件装夹位置偏差。

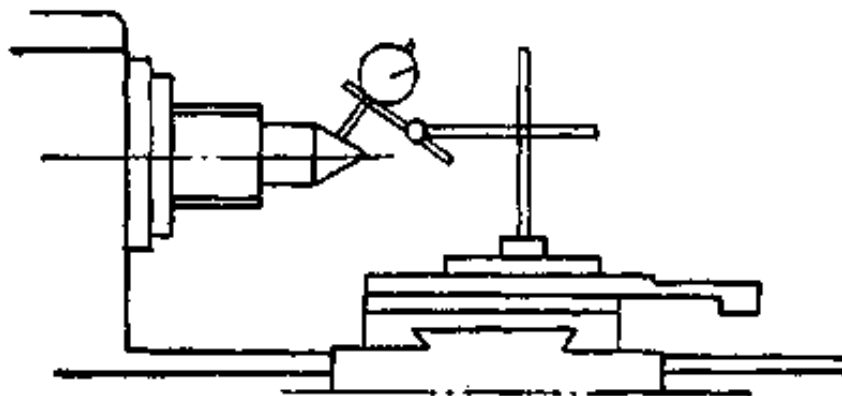
### 7.2.2 百分表的正确使用和注意事项

#### (1) 百分表的合理选用

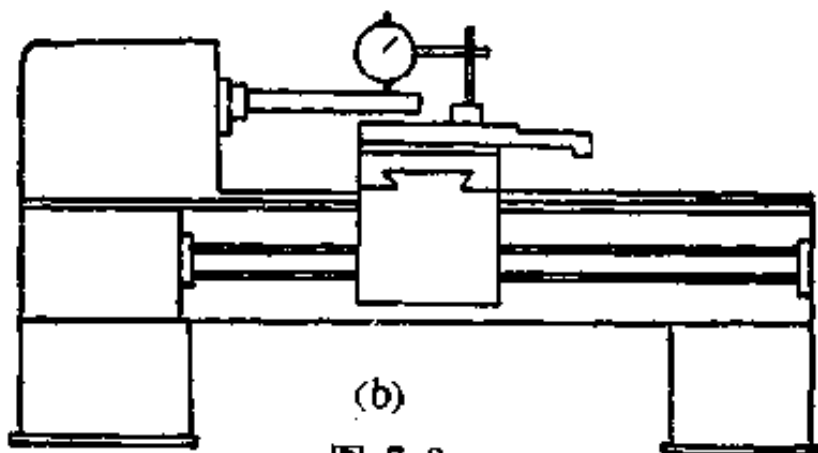
不同精度的百分表测量的工件精度等级如表 7.1 所列：

表 7.1 百分表的合理使用范围

百分表		被测工件精度等级			
分度值	精度等级	适用范围 GB 159-59	适用范围 GB 1800-79	合理使用范围 GB 159-59	合理使用范围 GB 1800-79
0.01 毫米	0 级	2—3 级	IT 6—IT 14	2—3 级	IT 6—IT 7
	1 级	2—10 级	IT 6—IT 16	2—4 级	IT 6—IT 9
	2 级	3—10 级	IT 7—IT 16	3—5 级	IT 6—IT 10



(a)



(b)

图 7.3

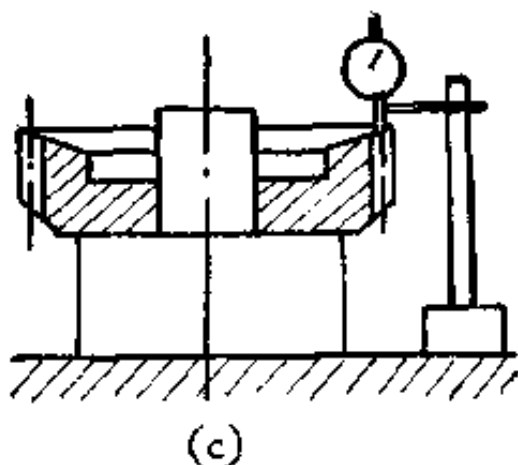


图 7-3

(a) 检验机床顶针跳动 (b) 调整检验工件装夹偏差  
(c) 测量插齿刀分度圆端面偏摆

## (2) 百分表的使用注意事项

a. 百分表应固定在可靠的表架上, 根据测量需要, 可选择带平台的表架或万能表架, 如图 7-3 所示。

b. 百分表应牢固地装夹在表架夹具上, 如与装夹套筒紧固[见图 7-4(a)]时, 夹紧力不宜过大, 以免使装夹套筒变形, 卡住测杆, 应检查测杆移动是否灵活。夹紧后, 不可再转动百分表[见图 7-4(c)]。

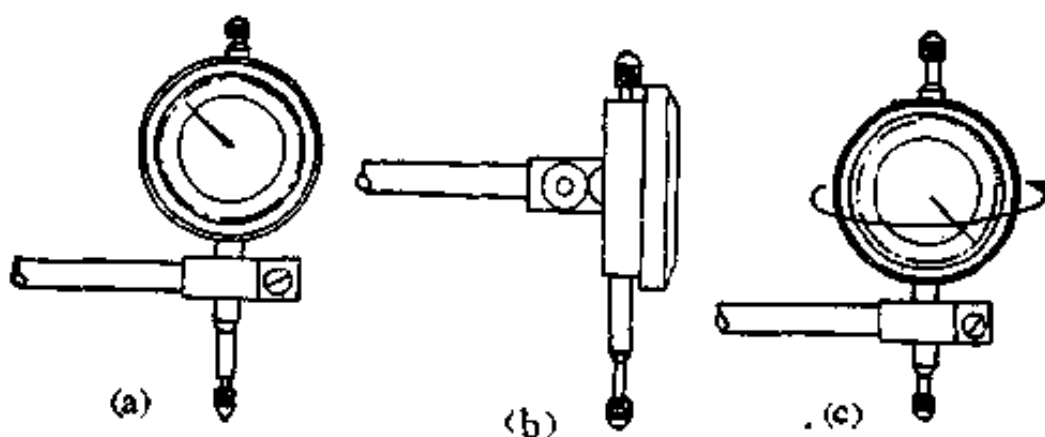


图 7-4

c. 测杆与被测工件表面必须垂直, 否则将产生较大的测量误差(见图 7-5)。

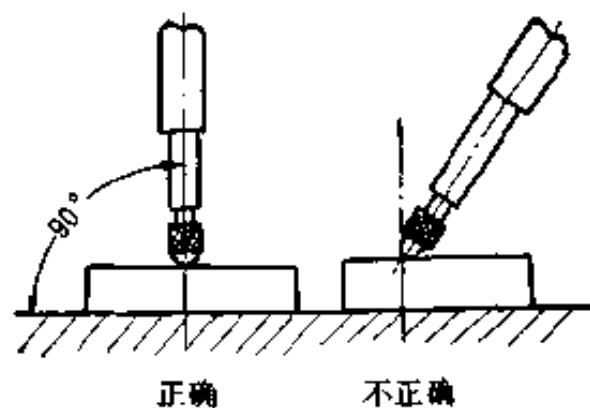


图 7-5

d. 测量圆柱形工件时, 测杆轴线应与圆柱形工件直径方向一致(见图 7-6)。

e. 测量前须检查百分表是否夹牢又不影响其灵敏度, 为此可检查其重复性, 即多次提拉百分表测杆略高于工件高度, 放下测杆, 使之与工件接触, 在重复性较好的情况下, 才可以进行测量。

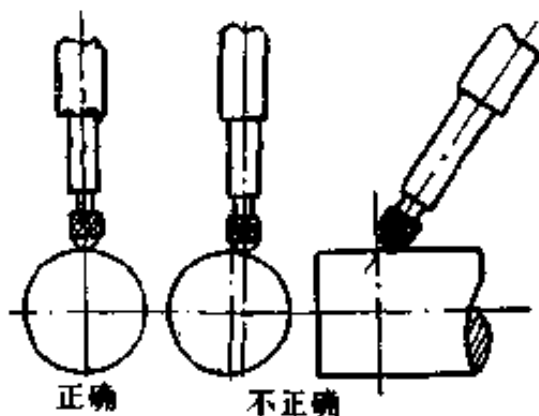


图 7-6

f. 在测量时, 应轻轻提起测杆, 把工件移至测头下面, 缓慢下降测头, 使之与工件接触, 不准把工件强迫推入至测头

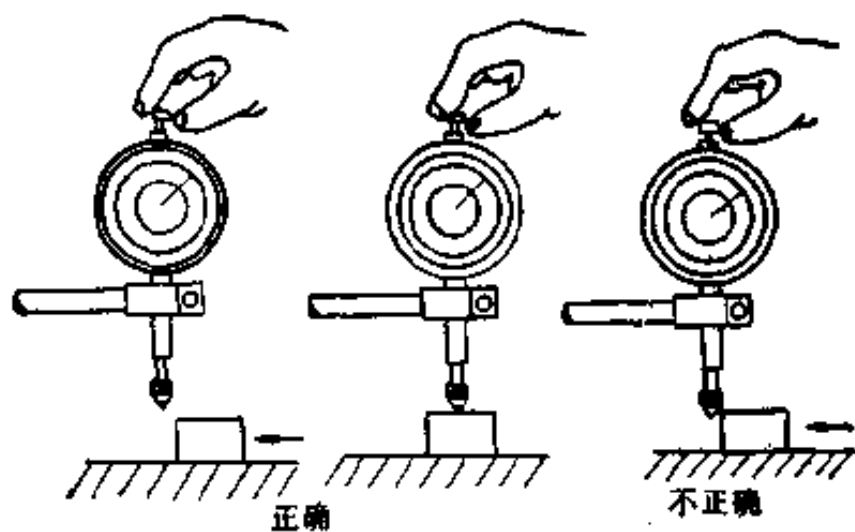


图 7-7



下,也不准急骤下降测头,以免产生瞬时冲击测力,给测量带来误差。对工件进行调整时,也应按上述操作方法(见图7·7)。在测头与工件表面接触时,测杆应有0.3—1毫米的压缩量,以保持一定的起始测量力。

g. 根据工件的不同形状,可自制各种形状测头进行测量:如可用平测头测量球形的工件;可用球面测头测量圆柱形或平表面的工件;可用尖测头或曲率半径很小的球面测头测量凹面或形状复杂的表面。测量薄形工件厚度时须在正、反方向上各测量一次,取最小值,以免由于弯曲,不能正确反映其尺寸(见图7·8)。

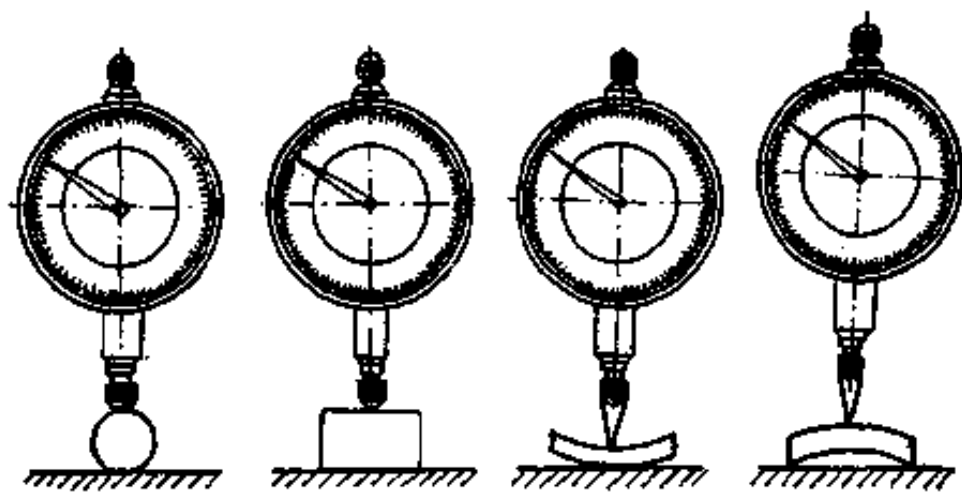


图 7·8

h. 测量杆上不要加油,免得油污进入表内,影响表的传动机构和测杆移动的灵活性。

### 7·2·3 百分表的检定和技术要求

百分表的检定按 JJG 34-71\*百分表检定规程的规定进行。

百分表的技术要求按 GB 1219-75\*\*百分表国家标准的规定,该标准适用于分度值为 0.01 毫米的百分表。

\* 本规程自 1971 年 8 月起实施,同时废除同类原有检定规程。

\*\* 本标准发布于 1976 年 4 月 1 日并同时实施。