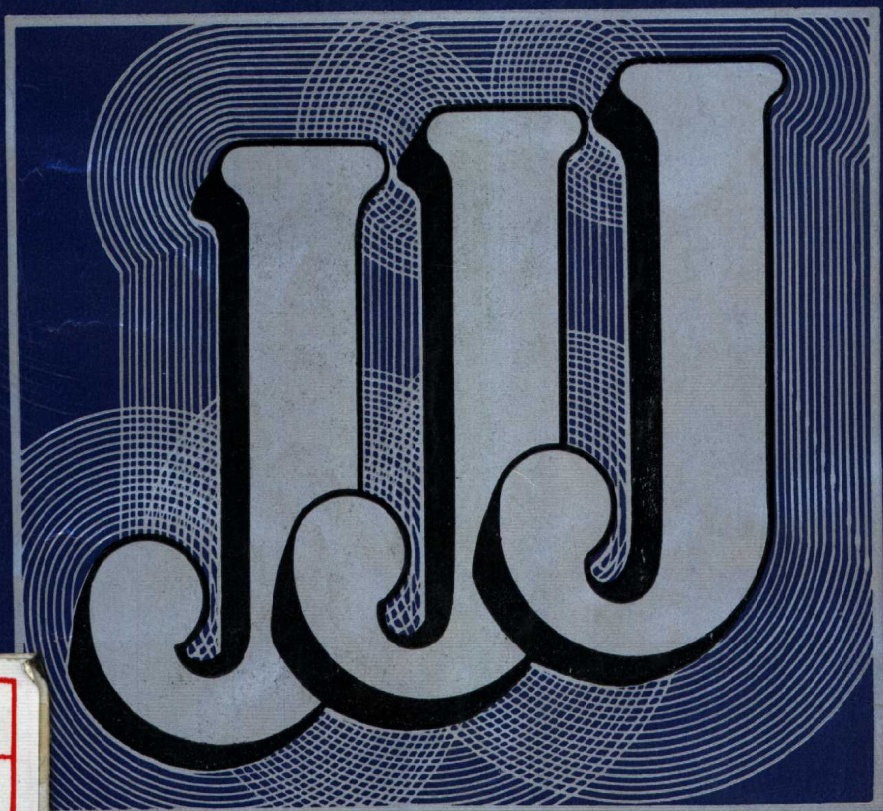


国家机械工业委员会统编

高级车工工艺学

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

TG 524
G 13

机械工人技术理论培训教材

高级车工工艺学

国家机械工业委员会统编



机械工业出版社

本书着重叙述精密量具和量仪的结构工作原理，复杂、奇形、精密工件的车削方法，典型零件的工艺分析。对车床精度检验和提高劳动生产率的途径也作了简要阐述。

本书汇集了国内外有关资料，选择了难度较高的工作进行工艺分析，理论结合生产实践，对于提高工人技术水平、提高产品质量、促进技术进步，起了积极推动作用。

本书也可作为职业学校、技工学校和大中专院校师生实习教学参考书，以及中、高级车工的自学用书。

本书由上海机床厂许兆丰、上海柴油机厂张升福编写，上海机电工业学校陈长兴、上海汽轮机厂文定国审稿。

高级车工工艺学

国家机械工业委员会统编

*

责任编辑：陈萱 版式设计：张世强
封面设计：林胜利 方芬 责任校对：李

*

机械工业出版社出版（北京阜成门内百万庄南里一
（北京市书刊出版业营业性出版单位登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

*

开本 787×1092 $1/32$ ·印张 4 $3/4$ ·字数 101 千字
1988年9月北京第一版·1988年9月北京第一次印刷
印数 00,001—41,300·定价：2.00 元

*

ISBN 7-111-01066-3/TG·253



前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划，培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和分解解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本

IV

知识，注重能力培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂、长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易，教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会

技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言

第一章 精密量具和量仪	1
第一节 杠杆式卡规和杠杆千分尺	1
第二节 千分表	6
第三节 测微仪	10
第四节 水平仪	14
第五节 圆度仪	16
第六节 表面粗糙度测量简介	20
复习题	26
第二章 复杂、奇形、精密工件的车削	27
第一节 复杂、奇形、精密工件的车削	27
第二节 改进工夹具和绘制结构图	42
复习题	56
第三章 典型零件的工艺分析	57
第一节 车削工件的基准和定位基准的选择	57
第二节 热处理工序的安排	68
第三节 工艺分析实例	72
复习题	90
第四章 车床精度的检验	91
第一节 几何精度的检验	91
第二节 工作精度的检验	102
第三节 卧式车床精度对加工质量的影响	106
复习题	108
第五章 提高劳动生产率的途径	109
第一节 工时定额的制订和分析	109

VI

第二节 缩短基本时间的方法	112
第三节 缩短辅助时间的方法	116
第四节 采用其他先进方法提高劳动生产率	124
第五节 扩大车床加工范围的方法	133
复习题	140
附录	141
表 1 表面粗糙度 R_a 值及新旧国标对照表	141
表 2 “公差配合”新旧国标对照表	142

第一章 精密量具和量仪

在机械制造中用来测量工件尺寸的器具有量具和计量仪器（简称量仪）两大类。其中量具是指那些能直接表示出长度的单位和界限的简单计量用具，如钢尺、游标卡尺、千分尺、量块、塞规和卡规等。量仪是利用机械、光学、气动、电动等原理将长度放大或细分的测量器具，如杠杆式卡规、千分表、扭簧测微仪、水平仪、双管显微镜和电动轮廓仪等。

车工常用的普通量具已在《量具与公差》一书中介绍，这里再介绍几种比较精密的量具和量仪。

第一节 杠杆式卡规和杠杆千分尺

一、杠杆式卡规

杠杆式卡规（图 1-1）是利用杠杆齿轮传动放大原理制成的量具，它的刻度值常见的有 0.002mm 和 0.005mm 两种。杠杆式卡规与量块配合可对工件进行相对测量，也可以测量工件的形状误差。

杠杆式卡规的工作原理见图 1-1 a。当活动测砧 1 移动时，通过杠杆 2 扇形齿轮 3，并带动小齿轮 5 和装在同轴上的指针 7 转动，在刻度盘 8 上指示出活动测砧 1 的移动量。游丝 6 是消除传动链中的间隙。测量力由弹簧 10 产生。为了减小测量面的磨损和测量方便，装有退让按钮 9。

杠杆式卡规外形见图 1-1 b。调整时，先旋松套管 12（套管 12 内壁有与可调测砧 4 上梯形螺纹相配合的内螺纹），

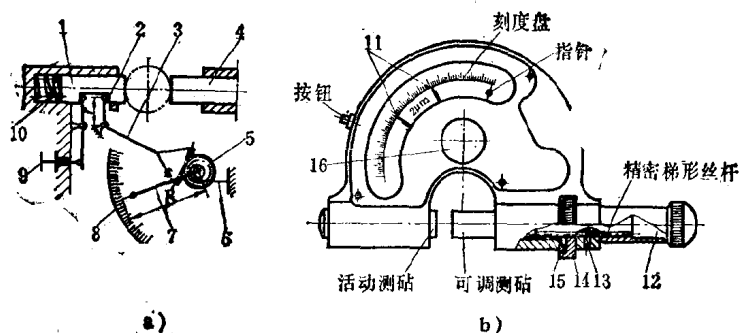


图1-1 杠杆式卡规

a) 原理图 b) 外形图

- 1—活动测砧 2—杠杆 3—扇形齿轮 4—可调测砧 5—小齿轮 6—
 游丝 7—指针 8—刻度盘 9—按钮 10—弹簧 11—公差指示器
 12—套管 13—螺钉 14—滚花螺母 15—碟形弹簧 16—盖子

把量块放入活动测砧 1 和可调测砧 4 之间，然后转动滚花螺母 14，通过可调测砧上的梯形螺纹移动，使指针 7 对准刻度盘零位。最后，旋紧套管 12，将可调测砧 4 固定。碟形弹簧 15 用以消除螺母与可调测砧上梯形螺纹的间隙。可调测砧上开有一直槽，用螺钉 13 防止调整尺寸时可调测砧转动。

取下盖子 16 后，可用专用附件（扳手）调整公差带指示器 11 到所需要的位置。

杠杆式卡规的传动放大比（倍数）计算如下：

已知杠杆式卡规（图 1-1 a）杠杆 2 的长度为 r ，指针 7 的长度为 R ，扇形齿轮 3 的齿数为 z_1 ，小齿轮 5 的齿数为 z_2 。当测量杆 1 移动距离 a 时，指针 7 转过的距离 b 为：

$$b \approx \frac{a}{2\pi r} \times \frac{z_1}{z_2} \times 2\pi R = a \times \frac{R}{r} \times \frac{z_1}{z_2} \quad (1-1)$$

因此

$$\frac{b}{a} \approx \frac{R}{r} \times \frac{z_1}{z_2}$$

式中 b/a 称为放大比，并令其等于 k 。

则

$$k \approx \frac{R}{r} \times \frac{z_1}{z_2} \quad (1-2)$$

从公式 (1-2) 可知，当扇形齿轮 3 的 z_1 齿数越多，指针 7 的半径 R 越长，放大比 k 越大。当杠杆 2 的 r 越短，小齿轮 5 z_2 齿数越少时，放大比 k 亦越大。

二、杠杆千分尺

杠杆千分尺又称指示千分尺，它是由外径千分尺的微分筒部分和杠杆式卡规中指示机构组合而成的一种精密量具，见图 1-2。

杠杆千分尺的放大原理见图 1-2 a。其指示值（每格刻度值）为 0.002mm ，指示范围为 $\pm 0.06\text{mm}$ ， $r_1 = 2.54\text{mm}$ ， $r_2 = 12.195\text{mm}$ ， $r_3 = 3.195\text{mm}$ ，指针长 $R = 18.5\text{mm}$ ， $z_1 = 312$ ， $z_2 = 12$ ，则其传动放大比 k 为：

$$k \approx \frac{r_2 R}{r_1 r_3} \times \frac{z_1}{z_2} = \frac{12.195 \times 18.5}{2.54 \times 3.195} \times \frac{312}{12} = 723$$

即活动测砧移动 0.002mm 时，指针转过一格刻度值 b 为：

$$b \approx 0.002 \times k = 0.002 \times 723 = 1.446 \text{ mm}$$

杠杆式卡规和杠杆式千分尺虽然有各种不同的结构，但其基本原理都是利用杠杆和齿轮传动，将活动测砧的微小直线位移经放大后，转变为指针的角位移，最后可在刻度盘上读出测量值。

杠杆千分尺既可以进行相对测量，亦可以象千分尺那样用作绝对测量。其刻度值有 0.001mm 和 0.002mm 两种，

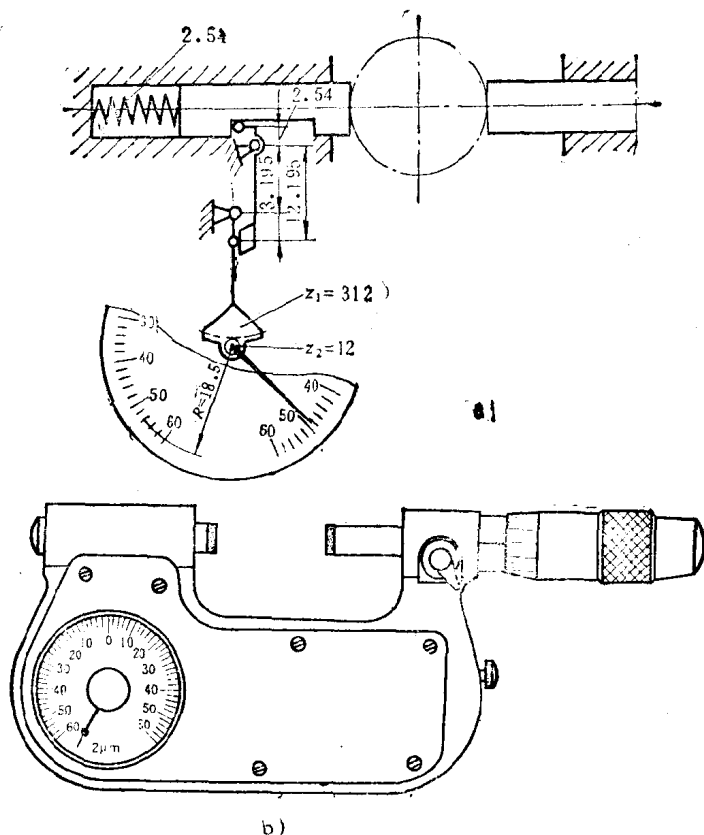


图1-2 杠杆千分尺

a) 外形图 b) 原理图

杠杆指示部分的示值范围一般为 $\pm 0.06\text{mm}$ 。当检验成批精密零件时，杠杆千分尺可用量块组来调整零位。使用时，按千分尺上的指示机构进行相对测量，可从弓形架左端的表中指示出 $2\mu\text{m}$ 的测量精度。

杠杆千分尺不仅其读数精度较高，而且因弓形架的刚度

较大，测量力由小弹簧产生，比普通千分尺的棘轮装置所产生的测量力稳定。因此，它的测量精度较高。

三、使用注意事项

(1) 用杠杆式卡规或杠杆式千分尺作相对测量前，应按被测工件的尺寸，用量块调整指针的零位，固定可调测砧或微分筒。再多次按动退让按钮，当示值稳定后才能进行测量。检验成批产品时，可根据工件公差范围调整公差带指示器到所需的位置。检验时若指针位于公差带指示范围内，则产品合格。

(2) 测量工件时，应按动退让按钮后进入测量位置，并使测量杆砧面与工件轻轻接触，不能硬卡，以免测量面磨损及影响精度。

(3) 测量工件直径时，应摆动杠杆千分尺或被测工件(图 1-3)，以指针的转折点读数为正确测量值。

(4) 为了防止热变形提高测量精度，可将杠杆式卡规(或杠杆千分尺)夹在保持架上进行测量(图 1-4)。

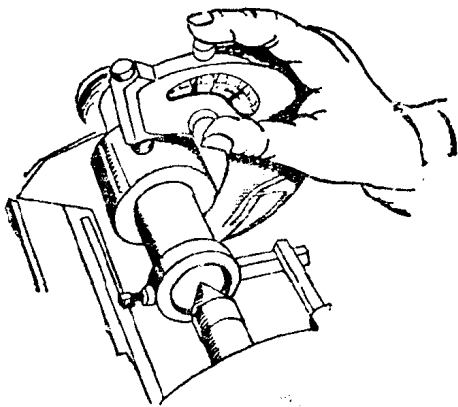


图1-3 杠杆式卡规的测量方法

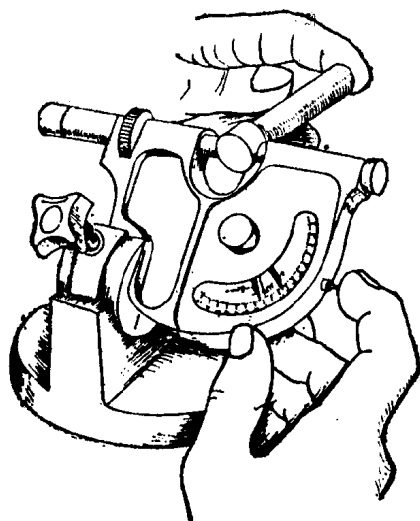


图1-4 在保持架上进行测量

第二节 千 分 表

千分表是一种指示式量仪，可以用来测量工件的形状误差（圆度、直线度、平面度等）和位置误差（平行度、垂直度、同轴度、圆跳动等），也可以用相对法测量工件的尺寸。因此，千分表是应用得很广泛的一种精密量仪。

千分表虽然有各种不同的结构，但其原理都是利用齿条——齿轮或杠杆——齿轮传动，将测量杆的微小直线位移放大后，转变为指针的角位移，最后可在刻度盘上读出测杆的位移量。

千分表主要分钟表式和杠杆式两种。

一、钟表式千分表

钟表式千分表的外形及工作原理与百分表相似，但测量

精度较高，刻度值一般有 0.002mm 和 0.001mm 两种。

钟表式千分表的外形及工作原理见图 1-5。传动系统由齿条齿轮及两对齿轮组成，见图 1-5 b。测杆上的齿条齿距 $P = 0.5\text{mm}$ ， $z_1 = 40$ ， $z_2 = 120$ ， $z_3 = 16$ ， $z_4 = 160$ ， $z_5 = 12$ ，表面分成 200 格。

当测杆 1 移动 0.2mm 时，长指针 R 的转数为：

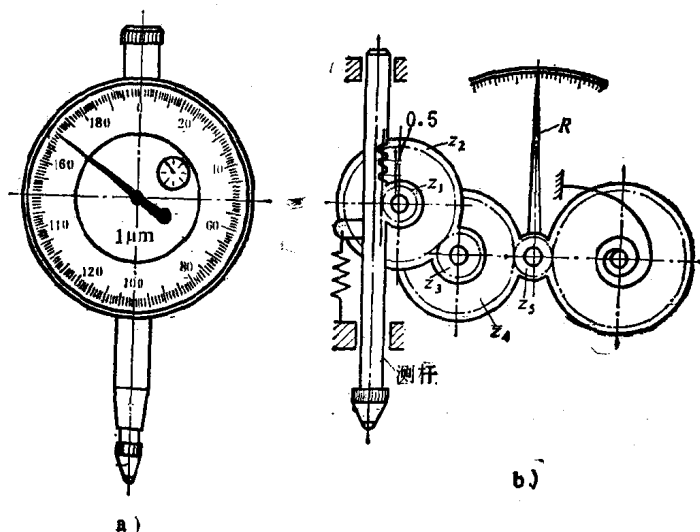


图1-5 钟表式千分表及工作原理

a) 外形图 b) 原理图

$$n = \frac{0.2}{\frac{0.5}{40}} \times \frac{120}{16} \times \frac{160}{12} = 1$$

由于刻度盘一周分成 200 格，因此每一个刻度所表示的测量值 a 为：

$$a = \frac{0.2}{200} = 0.001 \text{ mm}$$

图 1-5 中游丝的作用是消除齿轮传动链啮合间隙所引起的误差。测量力由拉簧产生。

二、杠杆式百分表

杠杆式百分表是利用杠杆、齿轮传动机构，将测杆的摆动，经过放大转变为指针的回转运动，最后在刻度盘上指示出测杆球面的位移量。

杠杆式百分表的刻度值为 0.01 mm ，示值范围一般为 0.8 mm ，其结构原理见图 1-6。

球面测杆 1 与扇形齿轮 2 依靠端面摩擦带动，当球面测杆 1 向上（或向下）摆动时，扇形齿轮 2 带动小齿轮 3 转动，然后小齿轮 3 跟同一轴上的端面齿轮 4 亦随之转动，再带动小齿轮 5 和指针 6 转动。这样，就可以在刻度盘上读出测杆球面的位移量。

杠杆百分表的工作原理计算如下：

图 1-6 所示的杠杆百分表的球面测杆 1 的臂长 $L = 14.85 \text{ mm}$ ，

$z_2 = 408$ ， $z_3 = 21$ ， $z_4 = 72$ ， $z_5 = 12$ ，刻度盘一周刻度为 80 格。

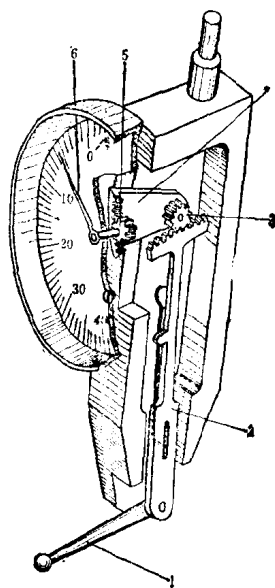


图 1-6 杠杆式百分表及工作原理

- 1—球面测杆 2—扇形齿轮
3、5—小齿轮 4—端面齿轮
6—指针

当球面测杆 1 的球面摆动 0.8mm 时, 指针 6 的转数为,

$$n \approx \frac{0.8}{2\pi \times 14.85} \times \frac{408}{21} \times \frac{72}{12} \approx 1$$

由于刻度盘分成 80 格, 因此其 1 个刻度所表示的测量值 a 为,

$$a = \frac{0.8}{80} = 0.01 \text{ mm}$$

三、千分表的使用和注意事项

(1) 千分表应固定在可靠的表架上, 测量前必须检查千分表是否夹牢, 并多次提拉千分表测杆, 放下测杆与工件接触, 观察其重复指示值是否相同。

(2) 测量时, 不准用工件撞击测头, 以免影响测量精度及撞坏千分表。为了保持一定的起始测量力, 测头与工件接触时, 测杆应有 0.3~0.5mm 的压缩量。

(3) 测量杆上不要加油, 以免油污进入表内, 影响千分表的灵敏度。

(4) 钟表式千分表测杆与被测工件表面必须垂直, 否则会产生误差。

(5) 杠杆式百分表和千分表的测杆轴线与被测工件表面的夹角 α 愈小, 误差就愈小 (图 1-7)。如果由于测量需要, α 角无法调小时 (当 $\alpha > 15^\circ$ 时), 其测量结果应进行修正。从图 1-7 可知, 当平面上升距离为 a 时, 杠杆千分表摆动的距离为 b , 也就是杠杆千分表的读数为 b , 因为 $b > a$, 所以指示读数增大。具体修正计算如下。

在 $\triangle oco'$ 中, $\angle o'oc \approx \alpha$, $oo' = b$, $oc = a$ 则

$$a = b \cdot \cos \alpha \quad (1-8)$$

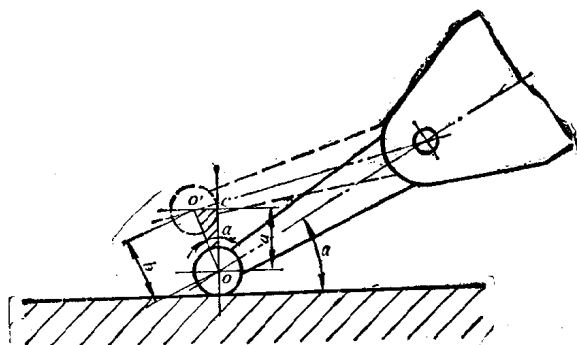


图1-7 杠杆千分表测杆轴线位置引起的测量误差

式中 a ——正确测量结果 (mm);
 b ——测杆轴线与工件表面夹角 α 时的测量读数 (mm);
 α ——测杆轴线与工件表面夹角 ($^{\circ}$).

例1 用杠杆千分表测量工件时, 测杆轴线与工件表面夹角 α 为 30° , 测量读数为 0.048mm , 求正确测量值。

解 $a = b \cdot \cos \alpha = 0.048 \times \cos 30^{\circ} = 0.048 \times 0.866$
 $= 0.0416 \text{ mm}$

第三节 测 微 仪

测微仪又称比较仪, 刻度值一般为 $0.001 \sim 0.002\text{mm}$, 但量程比千分表小, 精度比千分表高。测微仪通常装在专用的支架上(图1-8), 以量块作基准件, 用相对比较法来测量精密工件的尺寸。也可用于工件的形状和位置误差测量。

就结构原理而言, 常用的测微仪分杠杆齿轮式和扭簧式两类。