

轻工行业技工学校统编试用教材

手表检验 与测量技术

《手表检验与测量技术》编写组 编

轻工行业技工学校统编试用教材

手表检验 与测量技术

《手表检验与测量技术》编写组 编

轻工工业出版社

社

内 容 简 介

本书是轻工业部手表行业统编的十种技工教材之一。根据《工人技术等级标准》和有关教学大纲而编写。

本书比较系统地介绍了手表行业检验与测量的基本知识，介绍了检测的一些基本概念和专门术语，以及各种检测设备的工作性能、操作方法和保养措施。

本书可作为技工学校和职工技术培训的教材，可供技术人员和工人在工作中参考。

轻工业技工学校统编试用教材

手表检验与测量技术

《手表检验与测量技术》编写组 编

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路25号)

国营五二三厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168 毫米 1/32 印张：10 插页：2 字数：254 千字

1987年5月第一版第一次印刷

印数：1—7,100 定价：1.90 元

统一书号：15042·2193

前 言

为加速培养轻工业后备技术工人，建设成一支以在职中级技术工人为主体，技术结构比较合理，具有较高政治、文化、技术素质的工人队伍，以适应轻工业生产建设发展的需要，我们根据轻工业部颁发的有关行业《工人技术等级标准》中级工人应知应会要求，组织编写了轻工业技工学校专业教材。

手表专业教材由我部委托天津市钟表工业公司为主编单位，书稿经手表行业技工教材审稿会审议。编写组同志根据审稿会议意见，对原稿内容作了增删。

本教材由王亚舟同志为总编并兼主审，编委有王芝荣、王鹏等同志。

马继珍同志、张连璋同志、那秦生同志、张维莲同志、许惠兰同志参加了编写。

本书适用于技工学校手表专业教学和在职工人中级技术培训使用，也可作为具有初中毕业文化程度和初级技术水平的工人自学教材。

本教材编写过程中得到了杭州手表厂的姜宗先同志，石家庄手表厂的葛晓和同志的大力协助，他们逐章进行了审阅，提出了宝贵的意见，提供了宝贵的资料。天津钟表工业公司职工大学的赵克明同志，成都钟表厂的张光源同志参加了审稿工作，谨此表示感谢。

由于我们组织编审工作缺乏经验，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正，以便今后修订。

轻工业部技工教材编审小组

一九八六年三月

目 录

第一章 工厂检验基本知识	(1)
一、检验的概念.....	(1)
二、工厂检验的组织形式.....	(2)
三、有关检验方面的术语及定义.....	(2)
四、抽样检验的基本知识.....	(3)
第二章 计量单位及其换算	(4)
一、长度单位.....	(4)
二、公、英制长度单位的换算.....	(4)
三、角度制、弧度制及其换算.....	(5)
第三章 通用量具	(7)
一、游标类量具.....	(7)
二、螺旋副类量具.....	(28)
三、通用机械式测微仪——指示式量具.....	(51)
第四章 圆柱体工件的综合测量——量规法	(80)
一、圆柱体的公差与配合.....	(80)
二、光滑极限量规.....	(104)
第五章 表面形状测量及表面位置测量	(124)
一、测量中常见的符号.....	(124)
二、表面形状误差的测量.....	(124)
三、表面位置误差的测量.....	(132)
第六章 量块	(148)
一、量块“级”与“等”的概念.....	(148)
二、量块的尺寸、种类、尺寸组合、正确选用.....	(154)
三、量块的正确使用和维护保养.....	(156)
四、量块的检定与修理.....	(161)
五、手表用薄型量块介绍.....	(174)

第七章 螺纹工件及测量	(175)
一、圆柱螺纹的形成、参数及其种类.....	(175)
二、螺纹的单项(中径、单一中径、螺距和牙型半 角)测量.....	(183)
三、螺纹的综合测量(内、外螺纹)及螺纹量规的正 确使用.....	(190)
第八章 工件表面粗糙度的测量	(195)
一、粗糙度的基本知识.....	(195)
二、表面粗糙度的评定参数和代号.....	(196)
三、工件表面粗糙度的测量方法和仪器.....	(199)
第九章 长度计量仪器	(216)
一、光学基础知识.....	(216)
二、立式光学计.....	(230)
三、投影仪.....	(236)
四、双目实体显微镜.....	(245)
五、工具显微镜.....	(252)
第十章 手表用金属材料及硬度测量	(266)
一、手表用金属材料及检验.....	(266)
二、硬度的种类及应用.....	(271)
三、硬度计的种类、结构原理及应用.....	(275)
四、硬度计的正确使用和维护保养.....	(286)
第十一章 测量原则及数据处理	(289)
一、正确选用量具的原则.....	(289)
二、基准面的正确选择.....	(294)
三、测量力的正确选择及客观条件各因素(温度、湿 度)的正确选择.....	(295)
四、测量者主观条件的影响.....	(299)
五、测量误差的计算.....	(300)
六、测量数据的处理.....	(307)

第一章 工厂检验基本知识

工业企业产品的生产是一个相当复杂的过程，常常有很多因素影响产品的质量，使生产过程中出现次品和废品，造成人力、物力的损失和浪费。为了保证产品质量，减少或消灭次品、废品，需要进行产品的质量检验。

产品质量检验的任务，就是要对产品质量“把关”，挑出次品、废品，确保产品质量符合标准，满足用户要求。但是产品质量检验工作仅仅做到“把关”还是不够的，还要贯彻执行“预防为主”的方针，对原材料进厂到成品出厂的整个生产过程中影响产品质量的各种因素都进行质量检验，把影响产品质量的因素都控制起来，采取积极的措施预防次品、废品的产生。只有做到“把关”与“预防”相结合，才能确保产品质量。

一、检验的概念

产品检验有两个目的：一个目的是确定已经生产出来的产品是否合格；另一个目的是保持产品制造过程中质量的稳定。

进行检验工作必须具备以下几个条件：

- 第一，要拥有检验对象；
- 第二，要有明确完整的技术要求；
- 第三，选用正确的测量方法；
- 第四，具备合适的测量工具；
- 第五，要获得完整的测量数据。

企业通过生产实践总结出的工人自检、互检与专职检验相结合的制度，是搞好产品质量检验的一项根本制度。

自检是生产工人对自己生产的产品进行初步检验，将不合格产品主动及时地剔除或返修，以保证自己生产出来的产品质量合

格。

互检是生产工人之间对产品进行相互检验。互检的形式有多种：工人检验员对本组工人生产的产品进行检验；下道工序的工人对上道工序的产品进行检验；下一班工人对上一班工人的产品进行检验；同工序工人相互进行检验等。

专检是专职检验人员对工人生产的产品进行检验。

二、工厂检验的组织形式

应当设置专职管理机构，配备一定数量的专职管理人员，全面负责产品质量管理。质量管理机构要按照统一领导，分级管理的原则设置。工厂应设立厂级质量管理(或质量检验)机构，在厂长或总工程师直接领导下，负责全厂的产品质量管理。

此外，企业还应根据生产需要和具体条件，建立计量室和理化试验室，做好保证产品质量的基础性技术工作。

三、有关检验方面的术语及定义

由于产品质量检验的范围和内容比较广泛，方式多种多样，因而涉及检验方面的术语，从内容和方式上讲可以划分出不同的类别。

从检验内容来看，应包括对原材料进厂到成品出厂整个生产过程中，各个生产环节影响产品质量的各种因素的检验。即：原材料检验，外购件检验、毛坯检验、工序检验、零部件成品检验、产品装配检验、成品出厂检验等。由此而涉及的其他辅助环节的检验有：工艺装备检验、生产设备检验、计量器具检验、生产环境检验等。

为使产品质量具有保证性，往往采用首件检验和统计检验方法。首件检验是操作工人对加工的第一件产品或头几件产品的质量进行检验；统计检验则是运用数理统计和概率论的原理，通过对一定数量产品样品的检查和分析，来判断产品质量或质量发展

趋势的一种检验方法。

四、抽样检验的基本知识

目前,在我国的许多工农业产品的技术标准中,明确规定采用抽样检验的方法。国家标准总局已为此颁布国家标准,即 GB2828—81 逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批量的检查)和 GB2829—81 周期检查计数抽样程序及抽样表(适用于生产过程稳定性的检查),并规定自 1982 年 9 月 1 日起试行。我们必须在检验工作中贯彻此项国家标准。

抽样检验是依照规定的抽样方案和抽样程序,从一批产品中抽取少量的单个产品或少量材料进行检验。也就是不逐个检验产品总体中所有的产品,而只抽取其中的一部分进行检验。

为了确定已经生产的一批批产品是否合乎产品技术标准规定而进行的抽样检验,叫做“抽样验收”;而为了确定产品的制造过程是否稳定,是否需要进行调整所进行的抽样检验则叫做“抽样控制”。

第二章 计量单位及其换算

一、长度单位

我国的计量制度是以国际单位制 SI 为基础，结合我国实际情况制定的。它采用十进制倍数单位，计量单位的命名很有系统，使用和计算非常方便。

在 SI 中，长度的基本单位是“米”，除米以外，还有十进制倍数单位。我国国务院于 1959 年确定公制为我国基本计量制度并颁布了统一的公制长度单位的名称，代号列于表 2-1。

表 2-1 我国长度单位的名称及代号

单位名称	代 号	对主单位“米”的比
微 米	μm	$10^{-6}\text{m} = 1/1000000$
毫 米	mm	$10^{-3}\text{m} = 1/1000$
厘 米	cm	$10^{-2}\text{m} = 1/100$
分 米	dm	$10^{-1}\text{m} = 1/10$
米	m	主 单 位
十 米	dam	10m
百 米	hm	$100\text{m} = 10^2$
千 米	km	$1000\text{m} = 10^3$

1984 年国务院通过了国家计量局《关于在我国统一实行法定计量单位》的命令，今后应按中华人民共和国法定计量单位执行。

二、公、英制长度单位的换算

(一) 英制单位

在某些国家，其长度单位采用英制单位，它们的名称及代号列于表 2-2。

表 2-2

英制单位的名称及代号

单位名称	代 号	
码	yd	1码 = 3英尺
英 尺	ft	1英尺 = 12英寸
英 寸	in	1英寸 = 8分
		1分 = 4角

(二) 公、英制单位换算

1 英寸 = 25.400mm

例 1. $5/8$ 英寸 = ? 毫米

解: $5/8 \times 25.4 = 15.875$ 毫米

例 2. 钢管直径 $1\frac{5}{8}$ 英寸, 等于多少毫米?

解: $1\frac{5}{8} \times 25.4 = 41.275$ 毫米

三、角度制、弧度制及其换算

(一) 角度制

将一个圆周分成 360 等分, 每一等分弧所对的圆心角叫做一度。用“度”做单位来量角的制度叫做角度制。

圆心角即顶点在圆心的角。

一周所对的圆心角 = 360° (度) (见图 2-1)。

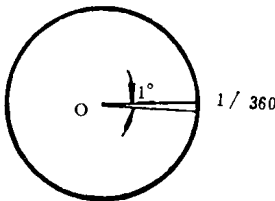


图2-1

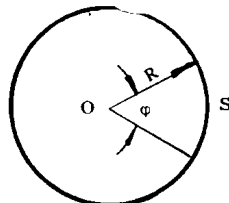


图 2-2

(二) 弧度制

与半径等长的弧所对的圆心角叫做一弧度，用弧度做单位来量角的制度叫做弧度制。

一圆周所对的圆心角 = 2π 弧度（见图 2-2）。

$$\varphi(\text{弧度}) = \frac{S}{R}$$

式中 S ——弧长

R ——半径

（注）：用弧度量角时，“弧度”二字常被省略。

（三）角度与弧度的换算

以 α 表示某一角的角度， φ 表示该角的弧度，则同一角的两度度量单位的关系可用下式表示：

$$\frac{180^\circ}{\alpha^\circ} = \frac{\pi}{\varphi}$$

当已知角度求弧度时则：

$$\varphi = \frac{\alpha^\circ \pi}{180^\circ} = 0.0174553 \alpha^\circ \quad (1)$$

当已知弧度求角度时则：

$$\alpha = \frac{180^\circ \varphi}{\pi} = 57.295764^\circ \varphi \quad (2)$$

为简化计算，可按上述公式（1）（2）算出角的弧度单位与角度单位的相互关系。

第三章 通用量具

在机械制造中，量具的种类和形式较多，习惯上把构造简单的称为量具，如游标卡尺、千分尺、百分表、直尺寸等；把构造复杂的称为量仪。

游标卡尺、千分尺、百分表三种量具，在工厂中用得较多、较普遍，俗称“三大件”。本章简介这三种量具的结构、读数原理、正确使用、维护保养、检定与修理。

一、游标类量具

游标类量具是机械制造业中应用十分广泛的量具。其优点是结构简单，使用方便，测量范围大。

（一）游标量具的种类、用途和规格

种类：游标量具按用途分一般有游标卡尺、高度游标卡尺、液度游标卡尺及齿厚游标卡尺等。

用途：能测内、外尺寸（如长度、宽度、内径、外径等）、高度尺寸、深度尺寸及齿厚尺寸等。

规格：读数值、测量范围见表 3-1。

（二）游标量具的结构和读数原理

1. 游标量具的结构

（1）游标卡尺的结构 游标卡尺（以下简称卡尺）的外形结构种类较多，有三用卡尺、二用卡尺、双面卡尺、单面卡尺、无视差卡尺、带表卡尺、电子卡尺等。现就国产三用游标卡尺介绍如下：

三用游标卡尺（图 3-1）主尺 1 与内、外侧固定量爪 2、9 制成一体。尺框 5 可沿主尺 1 移动，并可用紧固螺钉 4 固紧在主尺上。内、外侧活动量爪 3、8 与尺框一体。游标 7 用螺钉固定在尺框上，测深尺卧于主尺背面的长槽中，其一端卡在尺框内，可随

表 3-1

游标量具读数值、测量范围

类 别	游 标 卡 尺						
	双面量爪		单面量爪			带有深度尺	
游标读数值	0.02	0.05	0.02	0.05	0.1	0.02	0.05
测量范围 (mm)	0—200	—	—	500—1500	—	0—125	
	0—300	—	—	1000—2000	—		
			0—500	300—1000			

类 别	深度游标尺			高度游标尺			齿厚游标尺
	游标读数值	0.02	0.05	0.1	0.02	0.05	0.1
测量范围 (mm)	0—200			0—200		—	M1—16
	0—300			0—300		—	M2—16
	0—500			0—500	0—1000		(模数)

尺框一同移动。另一端是测量端，为了减少接触面、提高测量精度，把该测量端做成楔形。

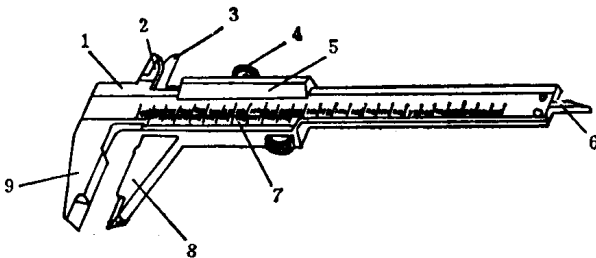


图 3-1 三用游标卡尺

1—主尺 2,3—内测量爪 4—紧固螺钉 5—游框
6—测深尺 7—游标 8,9—外测量爪

(2) 高度游标卡尺的结构 图 3-2 是高度游标卡尺。主尺 1 紧固在底座 7 上并与底座底面垂直，尺框 3 可沿尺身上、下移动，

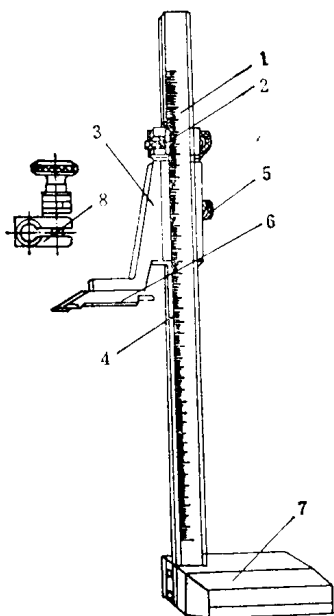


图 3-2 高度游标卡尺

- 1—尺身 2—微动框 3—尺框
4—游标 5—拧紧螺钉
6—划线爪 7—底座 8—附件

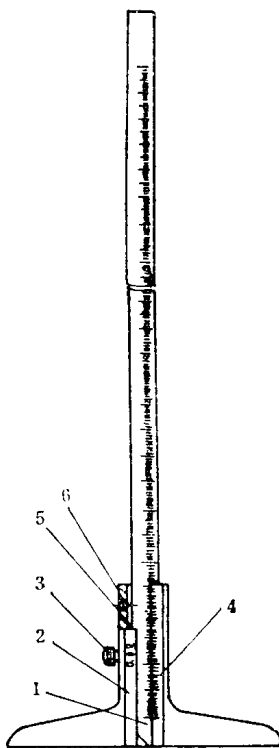


图 3-3 深度游标卡尺

- 1—尺身 2—尺框 3—紧固螺钉
4—游标 5—塞铁 6—调节螺钉

划线爪 6 装在尺框的横臂上，供划线和测高用。微动框 2 用来使尺框 3 作微小位移。拧紧螺钉 5 可把尺框紧固在尺身的任意位置上。

(3) 深度游标卡尺的结构 图 3-3 是深度游标卡尺。主尺 1 上刻有毫米刻线，为减小接触面，提高测量准确度，其测量端部制成楔形，尺框 2 上装有游标 4、塞铁 5 和调节螺钉 6，使尺框 2 在一定的弹力作用下沿着尺身平稳移动。紧固螺钉 3 可使尺框紧固在尺身的任意位置上。

(4) 齿厚游标卡尺的结构 图 3-4 是齿厚游标卡尺。水平主尺 1 和垂直主尺 10 上,各附有游标 3,游框 4 和游框 8 且都连有微动装置,转动微动螺母 2 可使活动量爪作微小活动,紧固螺钉 9 能将游框紧固在垂直主尺(或水平主尺)的任何位置上、高度尺 6 用于按齿高定位,活动量爪 5 和固定量爪 7 用于测量齿厚。

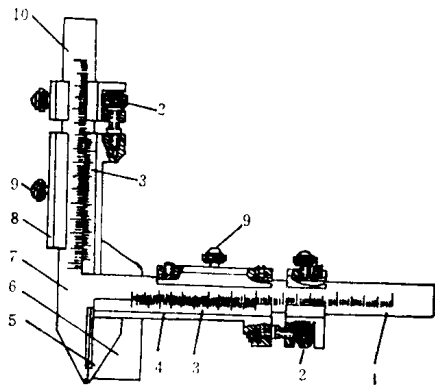


图 3-4 齿厚卡尺

- 1—水平主尺 2—微动螺母 3—游标 4—游框 5—活动量爪 6—高度尺
7—固定量爪 8—游框 9—紧固螺钉 10—垂直主尺

齿厚卡尺用于测量直齿和斜齿圆柱齿轮的固定弦齿厚和分度圆弦齿厚。

2. 游标量具的读数原理

利用游标与主尺相互配合进行读数的原理称游标读数原理。

主尺刻度间距为 a , 游标尺刻度间距为 b , 使主尺刻度线 $(n-1)$ 格的宽度等于游标尺刻度线 n 格的宽度。当主尺零线对准游标尺零线时, 只有游标尺最末一根刻线和主尺刻线重合, 游标尺的其它刻线都不与主尺刻线重合。当测量实物时, 若游标尺某一根刻线和主尺的某一根刻线重合, 就可读数。

主尺刻度间距为 1 毫米, 游标刻度间距为 0.9 毫米, 游标刻度数为 10, 主尺刻度与游标尺刻度间之差为 0.1 毫米, 这就是该游标尺的游标刻度值。

如果主尺刻度间距为1毫米，游标刻度间距为 0.95 或 1.95 毫米，当游标刻度数为 20 时，则游标读数值为 0.05 毫米。

当游标刻度间距为 0.98 或 1.98 毫米时，游标刻度数为 50，则游标读数值为 0.02 毫米。

游标量具各参数之间的关系：

$$\text{游标读数值（又称分度值） } i = \frac{a}{n}$$

式中 a ——主尺刻度间距

n ——游标刻度数

游标刻度间距 $b = ra - i$

游标刻度总长 $l = nb$

式中 r ——游标系数，为读数方便而引入的正整数，考虑到游标结构，一般 $r = 1$ 或 2 。

游标量具的读数，是以游标的零刻线为基线进行的，读数方法如下：

第一，读出游标零刻线左边主尺上的毫米整数。

第二，看游标的第几条刻线与主尺的刻线对齐，将游标上读得的刻线条数乘以游标读数值，即得小数部分。

第三，将毫米整数与小数部分相加，即得被测尺寸读数。

在表 3-2 中列出几个读数实例，现以例 1 说明如下，游标读数值为 0.1 毫米。先读出整数 2，再根据游标上第三条刻线与主刻尺对齐，读出小数部分为 0.3 毫米，则被测工件尺寸为 $2 + 0.3 = 2.3$ 毫米。

（三）游标量具的正确使用与维护保养

此处仅就使用范围很广的游标卡尺为典型例子加以说明。

1. 游标量具的正确使用

①游标卡尺的合理选用范围见表 3-3。

②注意温度的影响。由于量具和工件都具有热胀冷缩的特点，它们的温度和热胀系数不同，就会直接影响测量的准确性。

表 3-2

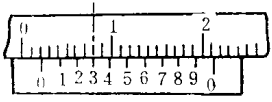
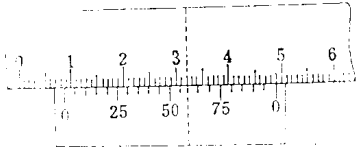
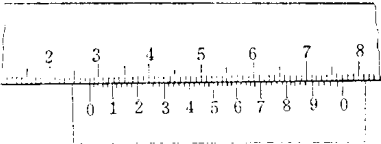
游标读数值	图 例	读数值
0.10		2.30
0.05		8.60
0.02		28.00

表 3-3

游标读数值 (毫米)	工作精度等级	
	旧国标 GB159—59	相当(近似)新国标 GB 1800—79
0.02	6—10	IT ₁₁ —IT ₁₆
0.05	7—10	IT ₁₂ —IT ₁₆
0.1	8—10	IT ₁₄ —IT ₁₆

特别是大型高精度零件，更应该注意温度因素的影响。因此在测量时应尽量使被测工件与量具经过一段时间的同温，并尽量使其达到标准温度。

③游标卡尺可用于直接测量和比较测量。用比较测量可提高游标卡尺的测量精度。

④测量外尺寸时，应先使游标卡尺量爪间距略大于被测工件的尺寸，再使用固定量爪与活动量爪和被测工件表面接触，找出