

机械制造及控制技术 基础实验

管建峰 主编



苏州大学出版社

机械制造及控制技术基础实验

主 编 管建峰

副主编 孟 涛 杨金花 包轩庭

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造及控制技术基础实验/管建峰主编. —苏州:
苏州大学出版社, 2009. 7
ISBN 978-7-81137-267-0

I. 机… II. 管… III. ①机械制造工艺—实验②机械设
备—控制系统—实验 IV. TH16—33 TP273—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 111091 号

机械制造及控制技术基础实验

管建峰 主编

责任编辑 苏 秦

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市干将东路 200 号 邮编: 215021)

常熟市人民印刷有限公司印装

(地址: 常熟市梅李镇珍门 邮编: 215514)

开本 787 mm×1 092 mm 1/16 印张 14.5 字数 360 千

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81137-267-0 定价: 36.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-67258835

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

序 言

本教材是主编等结合了 20 多年的实验教学经验编写的,该教材根据“机械工程及自动化”专业的培养方案进行了课程群实验方案的改革,符合当前全国教改的发展方向.

本教材满足应用型本科学生培养方案的要求,定位正确,尤其在综合性与设计性实验项目、内容规划等方面,具有鲜明特色.在内容上既有单个课程(学科)的实验,又有综合性的实验项目,使学生在加深对理论理解的同时,强化了动手能力,是一本理论与实际相结合的实验教材.

本书的主要特点是内容全面,考虑到了机械工程及自动化专业的各个方面,并注重各个内容之间的相互联系,同时加强了对学生独立自主设计实验能力的培养.

芮延年

2009.5.24 于东湖校区

前 言

本教材把《互换性与技术测量》、《工程材料及热处理》、《材料力学》、《机械设计》、《机械制造技术》、《电气控制技术》、《液压与气压传动》七门课程的基础实验有机地整合在一起,同时考虑到提高学生的动手能力和综合应用相关学科知识的能力,在对原有实验项目进行了开发并对设备进行了研制的基础上,设计了机电液综合设计与实验、力学综合性能测定、齿轴零件的综合测量、钢的热处理综合实验、电气技术应用实验、刀具形状及切削关系实验.通过综合实验让工科学生得到工程环境的训练和综合知识能力的应用,提高其分析问题、解决问题的能力.

本教材的适用专业为机械工程及自动化,专业方向为机械设计、机械制造、机电一体化、模具及汽车服务工程等.

本书由管建峰主编,参加编写的人员及具体分工如下:第1章、第7章及第8章实验项目中的机电液综合设计与实验和齿轴零件的综合测量由管建峰编写;第2章和第4章及第8章实验项目中的钢的热处理综合实验由杨金花编写;第3章和第6章及第8章实验项目中的材料力学综合性能测定实验、电气技术应用实验由孟涛编写;第5章和第8章实验项目中的刀具形状及切削关系实验由包轩庭编写.管建峰对整本实验教材进行了统稿.

本书由南通大学沈世德教授主审,常熟理工学院吴永祥副教授审核,他们对教材的编写提出了许多宝贵的意见.本书为“常熟理工学院教材基金资助出版(资助项目号(JX11022—CB200806)”,在本书的编写过程中,得到了有关老师的大力支持和热情帮助,在此谨致谢意!

限于编者水平,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正.

编 者

2009年4月

目 录

第 1 章 互换性与技术测量

- 1.1 普通长度量器具的应用 (1)
- 1.2 用表面粗糙度检查记录仪测量表面粗糙度 (7)
- 1.3 位置误差测量 (18)
- 1.4 圆柱齿轮测量 (24)
- 1.5 圆柱螺纹测量 (36)

第 2 章 工程材料及热处理

- 2.1 金属材料的硬度实验 (45)
- 2.2 碳钢的热处理 (49)
- 2.3 金相显微试样的制作 (51)
- 2.4 铁碳合金平衡组织观察 (54)

第 3 章 材料力学

- 3.1 拉伸实验 (57)
- 3.2 压缩实验 (60)
- 3.3 矩形截面梁的纯弯曲实验 (62)
- 3.4 扭转实验 (64)

第 4 章 机械设计

- 4.1 机构运动简图的测绘实验 (69)
- 4.2 齿轮范成原理实验 (72)
- 4.3 直齿圆柱齿轮参数的测定与分析实验 (75)
- 4.4 带传动滑动与效率实验 (78)
- 4.5 减速器结构分析及拆装实验 (81)

第 5 章 机械制造技术

- 5.1 车刀几何角度测量实验 (85)
- 5.2 金属切削变形实验 (87)
- 5.3 车削时切削力的测定实验 (90)
- 5.4 普通车床几何精度检测 (93)
- 5.5 CA6140 型普通车床主轴箱拆装 (100)
- 5.6 主轴回转精度的测定 (102)
- 5.7 分布曲线实验 (108)
- 5.8 专用夹具拆装及组合实验 (110)

5.9	滚齿机调整实验	(114)
5.10	组合夹具组装实验	(115)
第6章	电气控制技术	
6.1	电动机正反转控制电路模拟	(117)
6.2	星/三角降压启动控制电路模拟	(118)
6.3	PLC 仿真实验自动门控制	(119)
6.4	PLC 仿真实验部件分配	(121)
6.5	定位控制综合实验	(124)
第7章	液压与气压传动	
7.1	液压系统的组成及工作原理	(126)
7.2	液压系统中工作压力的形成原理	(127)
7.3	液阻特性实验	(134)
7.4	M1432A 型万能外圆磨床动作模拟	(142)
7.5	液压元件结构的剖析	(145)
7.6	单作用气缸的直接控制	(146)
7.7	单作用气缸的速度控制	(149)
7.8	双作用气缸的直接控制	(151)
7.9	双作用气缸的速度控制	(154)
7.10	逻辑控制回路	(157)
7.11	时间控制回路	(160)
7.12	压力顺序控制回路	(163)
7.13	气控自锁回路	(166)
7.14	气缸往复(脉冲)运动控制	(169)
7.15	单阀双缸同步控制回路	(172)
7.16	双阀双缸同步控制回路	(177)
7.17	多缸多阀同步控制回路	(180)
7.18	双缸多步顺序控制回路	(183)
7.19	信号关断控制回路	(186)
7.20	信号重叠处理回路一	(190)
7.21	信号重叠处理回路二	(195)
第8章	综合性、设计性实验	
8.1	机电液综合设计与实验	(199)
8.2	力学综合性能测定实验	(203)
8.3	轴类零件的综合测量	(213)
8.4	钢的热处理综合实验	(216)
8.5	电气技术应用实验(液压滑台顺序控制)	(218)
8.6	刀具形状及切削关系实验	(222)

第 1 章

互换性与技术测量

1.1 普通长度量器具的应用

一、实验目的

1. 熟悉千分尺、游标卡尺、光学比较仪的读数原理,了解其结构。
2. 熟悉光滑工件尺寸的检验标准(GB3177—82),掌握普通长度量器具的选择及其使用方法。

二、实验内容

根据被测零件的极限尺寸要求,按 GB3177—82 求出验收极限,用外径千分尺(即外径分厘卡)测出被测零件的实际尺寸,判断被测零件尺寸是否合格。用游标卡尺测量未注公差尺寸,根据极限尺寸判断被测零件尺寸是否合格。了解比较测量的方法,用光学比较仪测量塞规轴径。

三、光滑工件尺寸的检验标准概述

工件公差用以限制工件的误差。为了保证工件的配合质量,还应考虑工件上可能存在的形状误差。为了尽可能地保证工件不超越最大极限尺寸和最小极限尺寸,验收极限是从规定的最大极限尺寸和最小极限尺寸分别向工件公差内移动一个安全裕度(A)来确定的,如图 1-1 所示。因此验收极限是对有配合要求工件进行验收的界限,为一规定的尺寸。

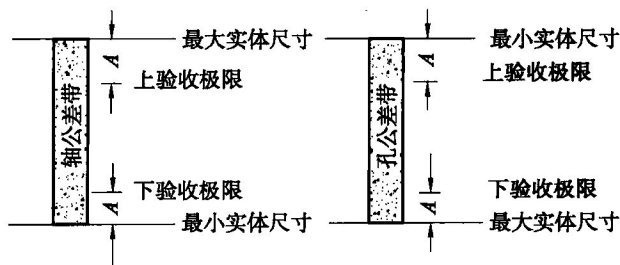


图 1-1 极限尺寸与验收极限

内缩后的验收极限,是指最后工序加工合格的工件的验收极限。至于工序间的检验,在保证验收符合标准规定的前提下,可以采用内缩或不内缩的检验极限,由各行各业或工厂单

位具体确定。

安全裕度 A 直接关系产品的质量和生产的经济性。如 A 值较大,易于保证工件的配合质量,同时也可选择较低精度的计量器具进行检验,但占用了较多的工件公差,留给工件的加工公差相应地小了,因而加工经济性较差;如 A 值较小,则要求选择更精确的计量器具,但使工件的加工公差相应地增大,因而生产的经济性较好。因此,验收极限的确定,必须从技术和经济方面进行综合分析,要合理分配测量过程和加工过程占用工件公差的比例,以达到技术经济指标最佳的目的。

采用内缩方案,按标准规定的安全裕度确定验收极限,既可控制误收率,保证产品质量,又考虑了工件形状误差的影响,满足产品的配合要求。

用千分尺来测量有配合要求工件的尺寸时,一般可用于检验 IT7~IT8 级的轴类零件。对于无配合要求的工件,验收时应按其实际尺寸是否超出极限尺寸来判断它是否合格。

根据当前企业采用千分尺测量工件配合尺寸较普遍的情况看,我们可以适当扩大 A 值以适应目前生产的需要。当所采用的计量器具不确定数值达不到标准规定的不确定度 u_1 值时,在一定范围内,允许按采用的计量器具不确定度 u_1' 值,并按 $u_1' = 0.9A'$,计算出相应的安全裕度 A' ,再由工件的最大极限尺寸和最小极限尺寸分别向公差带内移动一个计算所得的 A' 值,定出验收极限。这样将减小工件的加工公差,造成加工的困难。一般以扩大 A' 值不超过工件公差的 15% 为宜。

例: 工件为 $\phi 50f8 \begin{pmatrix} -0.025 \\ -0.064 \end{pmatrix}$, 工件公差 IT8=0.039mm, 在缺乏比较仪的情况下,拟采用

分度值为 0.01mm 的外径千分尺,问是否可行?

解: 因缺乏比较仪,故采用分度值为 0.01mm 的外径千分尺测量,用扩大 A 值来满足要求。从“千分尺和游标卡尺的不确定度”表中查得分度值 0.01 外径千分尺的不确定度为 0.004mm。

(1) 确定安全裕度 A' 。

$$A' = u_1' / 0.9 = 0.004 / 0.9 = 0.0044 \approx 0.004 (\text{mm})$$

(2) 确定验收极限。

$$\text{上验收极限} = 50 - 0.025 - 0.004 = 49.971 (\text{mm})$$

$$\text{下验收极限} = 50 - 0.064 + 0.004 = 49.940 (\text{mm})$$

所谓不确定度,指由于测量误差的存在而对被测量值的不肯定程度,即测得值对其真值可能偏离的一个区间为不确定度。计量器具不确定度 u_1 可用标准偏差 σ 的若干倍来表示,即

$$u_1 = k\sigma$$

式中, k 为置信系数,取 $k=1, 2$ 或 3 。在多数情况下,选取 $k=2$ 或 3 就足够了,为此,所乘系数必须加以说明。

目前,我国千分尺的不确定度数值直接来源于 ISO1938 建议草案(1981 年 9 月伦敦会议通过),其特点是强调保证零件的配合质量,使作用尺寸不超过最大实体尺寸。

对于公差等级较高的配合零件的测量,一般采用比较仪测量。采用比较仪测量工件的尺寸称为比较测量法。由计量器具读数装置上得到的示值仅为被测件相对于标准件的偏差值。如图 1-2 所示,轴径的大小 D 由下式算得:

$$D = L + \Delta L$$

式中, L 为标准件(量块)长度值; ΔL 为从比较仪上测得的偏差值。

比较测量法的主要优点是: 由于测量时采用了标准件, 所以对于测量过程中因温度变化、测力压陷变形以及安装不正确等引起的测量误差可以得到补偿, 其影响相对于绝对测量来说小得多; 而且对测量条件的要求也不如绝对测量那么严格, 所以在成批、大量生产的工序检验中被广泛采用。比较测量法的测量精度主要取决于标准件的精度。

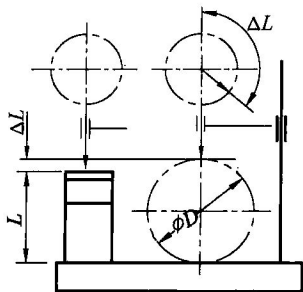


图 1-2 比较测量

四、普通长度量器具测量方法

(一) 游标尺

游标尺是一种应用十分广泛的普通长度量器具, 常用于精度要求不高的未注公差尺寸的 length 测量中。游标尺的刻度有 0.1、0.02 及 0.05mm 三种。游标尺的测量误差大致等于其刻度值。

用游标量具测量零件进行读数时, 应首先根据游标零线所处位置读出主尺刻度的整数部分, 其次应判断游标的第几根刻线与主尺刻线对准。游标刻线数乘以游标分度值, 即可得到小数部分的读数。

(二) 外径千分尺

外径千分尺的测量范围有: 0~25mm、25~50mm、50~75mm……螺杆的测量位置位移一般为 25mm。

用外径千分尺进行测量时, 首先用标准量块对零, 看有没有存在系统误差。当两量砧即将与工件接触时, 用手转动千分尺棘轮套的端盖(不要用手直接转动微分筒), 这样将产生一定的测量力, 并发出“咯咯”的响声, 这表示量砧已接触好, 这时才可进行读数。

(三) 卧式比较仪

1. 仪器简介。

卧式光学比较仪是各有关工厂计量室、检定站或制造量具工具与精密零件车间所常用的光学计量仪器。本实验所用仪器光学计管的主要数据如下:

目镜放大倍数	12 倍
光学杠杆的放大倍数	30 倍
总放大倍数	960 倍
标尺的分度值	0.001mm
标尺的示值范围	$\pm 0.1\text{mm}$
测量压力	$200 \pm 20\text{g}$

光学计管及光学计座是本仪器最重要的部件。光学计管装在光学计座的相应孔中, 并能用手柄固定。光学计座可以在仪器基座床面的导轨上滑动, 并能用手柄固定在任何位置。光学计管包含着全部光学机械杠杆的机构。目镜视场用照明装置直接照明。通过尾部小手轮的调节, 便可迅速对零。在光学计管的端部露出在外的测头用以安装各种形式的测帽, 测帽的拨动是通过拨叉来进行的, 拨叉套在光学计管上, 并能用螺钉将其固定。

尾管装在尾管座上的相应孔中, 并能用手柄将其固定。尾管座可以在基座床面的导轨上

移动,并能用手柄将其固定在任何位置.尾管的测头用以安装各种形式的测帽,这样在测量中就形成了固定支点.

2. 外尺寸测量的操作步骤.

(1) 测帽的选择.

测量平面物体时,要采用球面测帽;测量圆柱形物体时,宜采用刃形测帽;测量球形物体时,宜采用平面测帽.

(2) 标准件的安放及对零.

在对试件进行测量之前,必须先用块规或标准零件作为标准来对零.将标准件安放在工作台上并用压板将其固定以后,就可通过座子移动,使光学计管和尾管上的测帽与标准件的被测量面相接触,并调节手轮,使标尺的像大致处于视场中央.

标准件和试件的位置正确与否,是直接影响测定结果的因素.可以利用万能工作台上各个可能的运动条件来寻找转折点,以确定标准件的正确位置.例如,标准件是具有两个平行平面的块规的操作程序如下:调节工作台的高度及前后位置使测帽大致与测定面中心接触,调节手柄使万能工作台倾摆,这样就可以看见标尺在视场中自左向右移动(或自右向左)并在一个地方发生转折,用手柄将这个倾摆方位固定下来.最后使工作台绕其垂直轴线旋转并使其固定在标尺产生转折的地方.至此,该标准件已处于正确的位置了.需要指出的是,一经对零以后,上述座子及手轮都不能再作任何调节.

(3) 测量.

经过上述用标准件对零以后,就可以在万能工作台上卸下标准件而换上待测件.

试件安放位置的正确性,同样必须满足前面所述的各项条件,因此仍须利用万能工作台上各个可能的运动来分别寻找各个定位的转折点.最后一个方位转折点确定时,标尺定于指示线上的数字,即为待测件和标准件的相对差值.

3. 内尺寸测量的操作步骤.

(1) 内测勾的选用与安装.

在内尺寸测量时,光学计管的测头上要装上一个平面测帽,并使其与活动测勾的相应球头接触.

测勾选择原则是尽可能采用大测勾,只有在内尺寸小于 26.5mm 的不得已情况下才采用小测勾.

测勾安装的方向应该是大致垂直于万能工作台台面并且使固定测勾的凸出部分刚好能嵌入活动测勾上的凹入部分,并应检查其是否有相擦的现象.

(2) 标准件的安装及对零.

内尺寸测量时,标准件可以是标准零件,也可以是块规和由块规所组成的内尺寸组合体.与外尺寸测量时一样,在对零时,标准件的位置也要满足前面所述的各个条件.

标准件固定在工作台上以后,调节座子使两个测勾靠拢,直至两测头之间距离已小于标准件的内尺寸后,便可调节万能工作台使标准件套入测勾,并大致处于居中位置.然后再一次调节座子及手轮,以达到测头与标准件接触时,活动测勾上的活动指标与指标线大致符合,且与此同时,在视场中的标尺零位应大致居中.接着就可利用万能工作台上的各个可能的运动来寻找转折点,以寻求标准件的正确位置.正确位置找到后,就可以调节手轮,将标尺调到零位.

(3) 测量.

对零以后,就可卸下标准件而换上待测试件.

试件安放位置的正确性,同样必须满足前面所述各项条件,因此当试件固定好后,仍须寻找试件在各个方位的转折点.最后一个转折点确定时,标尺定于指示线上的数字即为待测件的示值——试件和标准件的微差尺寸.

五、实验步骤

(一) 游标尺

1. 将所选定游标尺及被测工件擦洗干净.

2. 检查游标量具的正确性:首先使两量脚并拢,检查量脚之间是否因磨损而有间隙,再检查游标上的零线与主尺上的零线是否重合,如不重合应定出系统误差,决定修正量.

3. 按零件图要求测量未注公差三个尺寸:79、46 及 166,每一被测尺寸都测量三次,取平均值作为测量结果.按国标未注公差规定,对照 JS16 作出被测零件是否合格的结论.

(二) 外径千分尺

1. 擦净所选用的量具及被测工件.

2. 校验零位,看是否存在系统误差.

3. 用千分尺测量 $\phi 53 f6 \begin{pmatrix} -0.030 \\ -0.049 \end{pmatrix}$ 及 $\phi 40 f7 \begin{pmatrix} -0.025 \\ -0.050 \end{pmatrix}$ 两个尺寸.

首先应根据 GB3177—82 计算安全裕度 A' ,确定验收极限.

4. 测量工件,注意测量位置的正确性,取三次测量值的平均值作为测量结果.

5. 用测量结果和验收极限作比较,得出合格与否的结论.

(三) 卧式比较仪测塞规轴径

1. 选用刃形测帽,经调整固定于光学计管和尾管上.

2. 按被测塞规的基本尺寸组合量块组.

3. 调整仪器零位.为了检查零位是否稳定,可按下拨叉,抬起测头,推出量块组;再推进量块组,放下测头,使零线影像与指示线再次重合.

4. 按图 1-3,分别测量塞规上 4 个部位处的直径.测量时,将被测塞规压在工作台上,移动工作台,使塞规在测头间慢慢通过,读出刻线像偏离指示线的最大值,即为被测塞规的实际偏差.

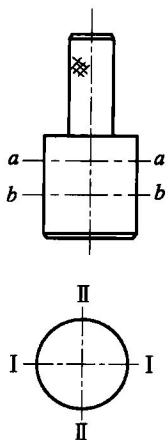


图 1-3 测量部位

六、实验报告

1. 写出采用千分尺测定较高精度尺寸的原理.

2. 计算出 $\phi 53 f6 \begin{pmatrix} -0.030 \\ -0.049 \end{pmatrix}$ 及 $\phi 40 f7 \begin{pmatrix} -0.025 \\ -0.050 \end{pmatrix}$ 的安全裕度 A' ,确定验收极限.

3. 通过具体计算 IT6 工件的安全裕度 A' 并分析 $2A'$ 所占尺寸公差的百分比,你将发现什么问题? 你应该采用什么仪器对 IT6 的工件进行检验?

4. 填写千分尺和游标卡尺的实验报告表格,作出合格与否的结论.

5. 填写测塞规轴径的表格.

- 相对测量有什么优点？
- 什么是分度值？什么是仪器不确定度？
- 测量范围和卧式比较仪标尺的示值范围有何不同？
- 写出心得体会。

实验报告表格如表 1-1、表 1-2 所示。

表 1-1 用千分尺和游标卡尺测零件尺寸

量器具	名称	分度值/mm	测量范围/mm		仪器不确定度/mm
	千分尺				
	游标尺				
零件名称	部位	图样上绘出的极限尺寸/mm		验收极限尺寸/mm	
		最大	最小	最大	最小
	① $\varnothing 40f7$				
	② $\varnothing 53f6$				
	③ 79JS16				
	④ 46JS16				
	⑤ 166JS16				
测量数据	实际尺寸/mm				
测量部位	① $\varnothing 40f7$	② $\varnothing 53f6$	③ 79JS16	④ 46JS16	⑤ 166JS16
第一次					
第二次					
第三次					
平均值					
对比尺寸	和验收极限尺寸比较		和极限尺寸比较		
合格性结论					

表 1-2 用卧式比较仪测塞规轴径

仪器名称	分度值/mm	示值范围/mm		仪器不确定度/mm	
测量数据		测量部位			
		I - I (a)	I - I (b)	II - II (a)	II - II (b)
		平均值 =			

1.2 用表面粗糙度检查记录仪测量表面粗糙度

1.2.1 用 2201 型表面粗糙度检查仪检验工件的粗糙度值

一、实验目的

1. 掌握用表面粗糙度检查记录仪(亦称电动轮廓仪)测量表面粗糙度的原理和方法。
2. 理解轮廓算术平均偏差 R_a 及微观不平度十点高度 R_z 的实际含义。
3. 掌握用 JB-4C 精密粗糙度测试仪测量零件的粗糙度值的方法。

二、测量原理

电动轮廓仪利用很尖的触针接触表面,把触针位移信号转移成电量加以放大,再运算处理,从而得出表面粗糙度。仪器的工作原理如图 1-4 所示。驱动装置使金刚石触针沿工作表面匀速滑行,表面轮廓的峰谷起伏使针尖上下移动。通过传感器将位移转换成电量的变化,经交流放大、相敏检波后,分成以下三路:一路加到指零表上,以表示触针的位置;一路输至直流放大器,放大后送入记录器,在记录纸上画出所描表面的放大图形;一路经滤波器滤去噪声和表面波度,送入计算器做积分运算后,由平均表指示轮廓的算术平均偏差 R_a 值。

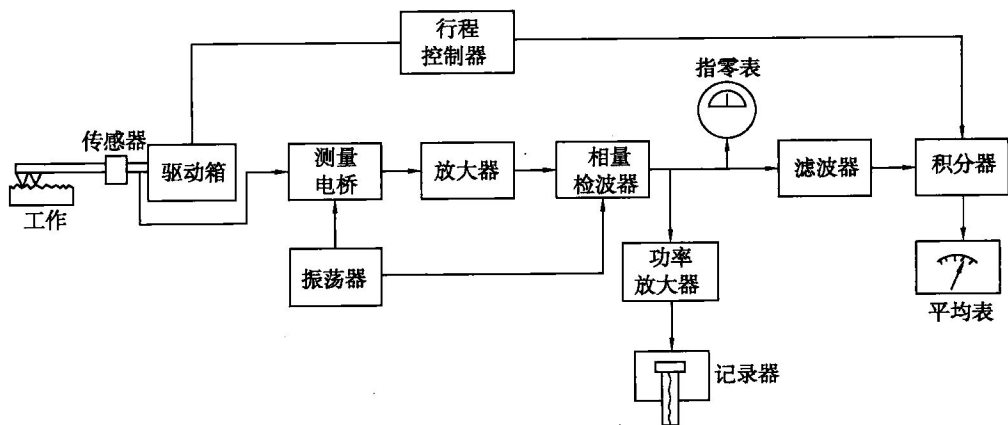
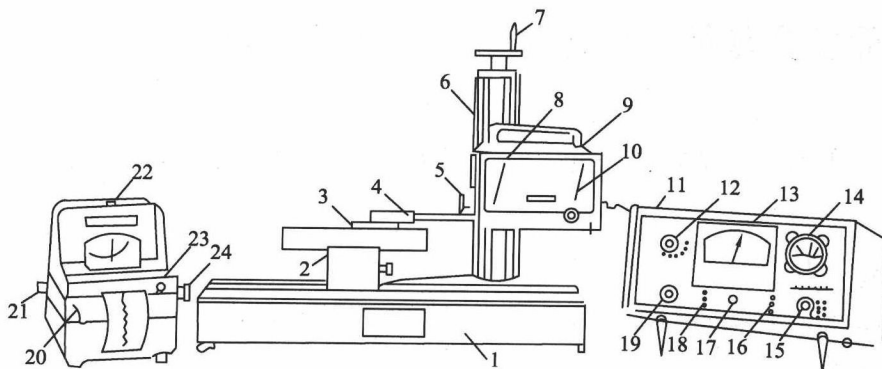


图 1-4 电动轮廓仪的工作原理

三、仪器简介

2201 型电感式轮廓仪结构如图 1-5 所示,它主要由五部分组成,即测量头 4、驱动箱 9、底座 1、电器箱 11 和记录器。



1: 底座 2: V形块 3: 触针 4: 测量头 5: 锁紧螺钉 6: 立柱 7: 升降手轮 8: 启动手柄 9: 驱动箱 10: 变速手柄 11: 电器箱 12: 测量范围旋钮 13: 平均表 14: 指零表 15: 取样长度旋钮 16: 电源开关 17: 指示灯 18: 测量方式开关 19: 调零旋钮 20: 记录器开关 21: 线纹调整旋钮 22: 制动栓 23: 锁盖手柄 24: 记录器变速手轮

图 1-5 2201 型电感式轮廓仪

1. 测量头由触针 3 和导头以及传感器组成,放在工件上靠导头支住。触针尖头圆弧半径有 $1\mu\text{m}$ 和 $2\mu\text{m}$ 两种。传感器采用差动线圈与磁芯合成。触针位移使磁芯在线圈内移动,引起电感量变化,致使电桥失去平衡,于是输出一个与触针位移成正比的电信号。

2. 驱动箱用以驱使测量头沿被测面滑行。它有两挡速度,手柄 10 在位置“Ⅰ”时为 0.015mm/s ,在“Ⅱ”时为 1mm/s 。行程有 2mm 、 4mm 、 7mm 、 40mm 四挡,由取样长度旋钮 15 控制。

3. 底座上安放圆形工件 V 形块 2,若 V 形块上加盖板,可放置底面为平面的工件。底座上的立柱 6 挂驱动箱 9。

4. 电器箱内装有测量电桥、振荡器、放大器、滤波器、积分器、指零表和平均表。箱前有选择垂直放大比的旋钮,分八挡;有选择取样长度的旋钮,分 0.25mm 、 0.8mm 、 2.5mm 三挡。

5. 记录器由记录笔和送纸机构组成。送纸机构由同步电机驱动,经齿轮变速有 0.375mm/s 、 0.75mm/s 、 1.5mm/s 、 3.75mm/s 、 7.5mm/s 和 15mm/s 共六级速度,当测量头的滑行速度取 0.015mm/s 时,与六级速度相对应的水平放大倍数则为 25、50、100、250、500 和 1000 倍。

此电感式轮廓仪可测量平面、圆柱和内孔表面(孔径大于 6mm)的粗糙度。从平均表上直读 R_a 的指示范围为 $0.01\sim 10\mu\text{m}$;记录器可画的轮廓高度不能超过 $100\mu\text{m}$ 。

仪器附有多刻线标准样板(供校验平均表的示值用)和单刻线标准样板(供校验记录器的放大倍数用)。

四、操作步骤

如图 1-5 所示,松开锁紧螺钉 5 将测量头 4 插入驱动箱并锁紧。正确连接好仪器的全部插接件,接通电源。

(一) 采用读表的测量方式时

1. 按“读表”调整。

将电器箱 11 上的测量方式开关 18 拨向“读表”位置,将驱动箱上变速手柄 10 转至位置“II”,打开电源开关 16,指示灯 17 亮。

2. 选择垂直放大倍数。

粗略估计被测面的粗糙度范围,参照表 1-3 选择合适的垂直放大倍数,按所选值分别转动旋钮 12 和 15,然后将手柄 8 轻轻拨向左端。

表 1-3 轮廓仪的放大倍数选择表

被测表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	用指示表读数时			用记录器时垂直放大倍数
	垂直放大倍数	取样长度/mm	有效行程长度/mm	
6.3 3.2	500× 500×~1000×	2.5	7	500×~1000×
1.6 0.8 0.4	1000×~5000× 2000×~5000× 5000×~10000×	0.8	4	500×~2000× 2000×~5000× 2000×~10000×
0.2 0.1 0.05 0.025	10000×~20000× 20000×~50000× 50000× 100000×	0.25	2	5000×~20000× 10000×~50000× 10000×~50000× 20000×~100000×

3. 调零。

转动升降手轮 7 移动驱动箱,使测量头触针 3 与工件表面接触,直至指零表 14 的指针处于表盘上两条红线之间。

4. 读数。

将启动手柄 8 轻轻拨向右端,驱动箱就可拖动测量头 4 在被测表面上滑行,平均表 13 的指针开始偏转,最后停在某一位置,记下读数,此即为所测的 R_a 值。

5. 将启动手柄轻轻拨回左端,准备下一次测量。

6. 测出的 R_a 值不超过允许值,则可判断该表面粗糙度合格。

(二) 采用记录的测量方式时

1. 按“记录”调整。

将测量方式开关 18 拨至“记录”位置,变速手柄 10 置于“I”,测量行程长度拨至 40mm 挡。

2. 选择垂直放大倍数和水平放大倍数。

粗略估计被测面的粗糙度范围,参照表 1-3 选择合适的垂直放大倍数。对精细表面水平放大倍数可选 500×~1000×,对较粗糙的表面可选小些。按所选值分别转动旋钮 12 和记录器变速手轮 24(送纸速度按水平放大倍数确定)。

3. 测量。

转动升降手轮 7 移动驱动箱,使触针 3 与被测表面接触,直至记录笔近似地处于记录纸

中间位置,用调零旋钮 19 将记录笔调到理想位置,打开记录器开关 20,将启动手柄 8 轻轻拨向右端,测量头运动,记录笔画图。

4. 求 R_a 值。

将所画轮廓图形按取样长度 l 分出 6 段。先取第一段取样长度的图形,如图 1-6 所示,用目测法画一条与轮廓线走向平行的直线 Ox' ,并将其等分为若干段,一个峰谷应分 4~6 段,测量每段的轮廓曲线到 Ox' 的距离 h_i ,并取其平均值,得

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i$$

在轮廓曲线上作一条与 Ox' 平行、距离为 a 的直线,作为轮廓中线 m 。

设轮廓曲线对中线的偏距为 y_i ,

$$y_i = h_i - a$$

轮廓的算术平均偏差 R_a 按下式计算

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i|}{nM} \times 1000 (\mu\text{m})$$

式中, n 为分段数, M 为轮廓图的垂直放大比。

在评定长度范围内,按上述方法取出 5 个取样长度上的 R_a 值,求出平均值作为评定数据。

若测出的 R_a 值不超出允许值,则可判断该表面的粗糙度合格。

5. 求 R_z 值。

首先将轮廓图按相应的取样长度逐段截开,估计出中线的方向,即确定了计算时的参考轴 Ox ,如图 1-7 所示。

在所截轮廓曲线内选出 5 个最高点(h_1, h_3, h_5, h_7, h_9)和 5 个最低点($h_2, h_4, h_6, h_8, h_{10}$),并按下式计算 R_z 的值,

$$R_z = \frac{1000[(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})]}{5M} (\mu\text{m})$$

式中, h_i 的单位为 mm, M 为轮廓图的垂直放大比。

注:记录纸上垂直、水平的每格刻度间距皆为 2mm,计算时应注意。

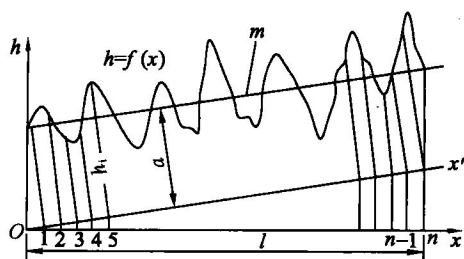


图 1-6 用目测法求轮廓中线

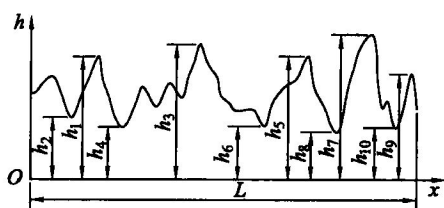


图 1-7 R_z 被测轮廓上点的选取