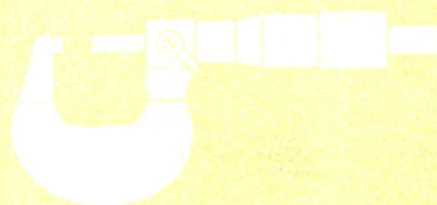


长度计量手册

黑龙江省标准计量管理局 编
哈尔滨工业大学



科学出版社

长度计量手册

黑龙江省标准计量管理局 编
哈尔滨工业大学

科学出版社

1979

内 容 简 介

本书是一本以长度精密测试技术为主的综合性的手册。全书包括长度精密测试工作中常用的资料,共分为十一章,即:长度计量常用数学;长度计量基础及通用量具和计量仪器;长度计量基准;圆柱体的测量;角度和锥度的测量;表面光洁度的测量;表面形状的测量;表面位置的测量;平面样板及坐标尺寸的测量;螺纹的测量;齿轮的测量。

本书可供各级计量专业部门、科学研究部门、厂矿企业计量室(检查站)等从事长度计量和生产检验工作的工人和技术人员使用,也可供从事量具、量仪设计和制造与精密加工的工人和技术人员,以及有关专业的教师和学生参考。

长 度 计 量 手 册

黑龙江省标准计量管理局 编
哈 尔 滨 工 业 大 学

*
科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

丹 东 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*
1979年8月第一版 开本:787×1092 1/16

1979年8月第一次印刷 印张:60 3/4

精 1—27,330 插页:精4 平2

印数: 平 1—10,500 字数:1,406,000

统一书号:15031·493

本社书号:1169·15—3

定价: 布脊精装: 7.10 元
平 装: 6.20 元

前 言

在华主席为首的党中央提出的新时期总任务的大好形势下,《长度计量手册》出版了!我们热切地希望这本手册在实现我国四个现代化的历程中,尤其是在当前为把生产尽快搞上去而大抓工业产品质量中,它将为各级计量部门及机器和仪器制造业中从事长度计量工作的同志们提供日常工作的资料而起到应有的作用。

本书是以长度计量中的精密测试技术为主,适当地介绍长度计量常用数学,长度计量基准和长度计量仪器(以国产仪器为主)等有关内容。精密测试技术的内容,则按被测工件的类型分别介绍,其中有:圆柱体测量,角度和锥度测量,表面光洁度测量,表面形状测量,表面位置测量,平面样板和坐标尺寸测量,螺纹测量,齿轮测量。

根据“洋为中用”的方针,书中适当地介绍了国外的一些仪器,以便了解国外计量仪器的规格、精度以及发展情况。由于占有资料所限,所介绍的这些仪器并不就是最好的计量仪器,尤其是其精度指标不完全可靠,所以这部分内容仅供参考。

本书由黄清渠为主编,傅大智、蒋作民为副主编。参加编写的有:第一章吴让泉;第二章蒋作民、葛维渠、张善锺、浦昭邦、强锡富、于汶、郭志贤、黄清渠;第三章孙颂权(哈尔滨量具刃具厂);第四章王文义、黄清渠;第五章孙颂权;第六章张善锺、郭志贤、强锡富、浦昭邦;第七章和第八章黄清渠;第九章张振泉(东安机械厂)、黄清渠;第十章成熙治、孙昌秀;第十一章高延新、丁振良、孙昌秀、刘淑云。

在本书的编写过程中,始终得到了许多省(市)计量部门、工厂和科研单位的领导同志、工人师傅和技术人员的大力支持和热情指导,特别是中国计量科学研究院长度室和第三机械工业部计量检定所,对编写本书给予了热情鼓励并提出了很多有益的意见。对此,我们深为感谢。

本书是从1972年开始着手编写的,在广泛征求意见和收集资料的基础上进行了编写工作。初稿经过有关单位的审定和修改,于1974年9月定稿。从定稿至今,由于新标准、新的检定规程以及新的测量方法和测量仪器的不断地制定和涌现,为更好反映这情况,我们在尽可能的条件下,还是做了一些修改和补充,但由于受种种原因的限,未能反映出这一全貌,再加上实际经验和水平所限,本书不足和错误之处在所难免,我们诚恳地希望读者批评指正。

黑龙江省标准计量管理局

哈 尔 滨 工 业 大 学

一九七八年六月

目 录

第一章 长度计量常用数学

第一节 有效数字及计算法则	1
一、近似值	1
二、有效数字	1
三、数的凑整	1
四、计算法则	2
五、应用举例	3
第二节 常用公式	3
第三节 公、英制长度单位换算表	5
第四节 常用几何关系	6
一、角度与弧度的换算关系	6
二、圆周长、圆弧长的计算公式	8
三、圆的直径及弓形尺寸计算	9
四、相似三角形	10
第五节 常用三角	11
一、直角三角形边、角关系	12
二、直角三角形的解法	13
三、任意三角形边、角关系	16
四、任意角的三角函数	21
五、一些重要三角公式	24
六、等分圆周表	26
第六节 直线、平面与常用曲线	28
一、两点的距离	28
二、直线	28
三、平面	30
四、常用曲线	32
第七节 微分在计量中的应用	39
一、导数与微分	39
二、常用求导公式	40
三、多元函数的偏导数与全微分	42
四、常用的近似公式及指定的间隔	44
五、微分在处理误差中的应用	44

第二章 长度计量基础及通用量具和计量仪器

第一节 长度计量的基本概念及基本术语	48
一、测量的基本概念	48
二、测量的分类	48
三、测量误差	50
（一）系统误差	50
I. 系统误差产生的原因	50
II. 减少和消除系统误差的基本方法	51
III. 系统误差的计算	52
（二）偶然误差	54
I. 偶然误差产生的原因	54
II. 偶然误差的分布规律及其特点	55
III. 评定偶然误差的尺度	56
IV. 偶然误差和均方误差的数量关系	57
V. 极限误差	58
VI. 偶然误差的计算	58
（三）粗大误差	59
I. 粗大误差产生的原因	59
II. 判断粗大误差的准则	59
四、测量精确度	59
五、测量方法的总误差	60
六、量具和量仪的常用术语和分类	61
（一）量具和量仪的常用术语	61
（二）量具和量仪的分类	62
第二节 通用机械式量具和测微仪	63
一、塞尺	63
二、钢直尺、钢卷尺	64
三、游标量具	65
四、螺旋副量具	69
（一）千分尺	69
（二）杠杆式卡规及杠杆千分尺	75
五、通用机械式测微仪	78

(一) 钟表式百分表	78	IV. 干涉仪的基本原理	108
(二) 钟表式千分表	80	二、自准直光管式光学计量仪器 ...	108
(三) 杠杆百分表	81	(一) 自准直光管原理	108
(四) 杠杆千分表	82	I. 望远镜光学系统	108
(五) 杠杆齿轮式测微仪	83	II. 平行光管	109
(六) 扭簧测微仪	85	III. 自准直原理	110
第三节 通用光学计量仪器	87	(二) 光学测角比较仪	111
一、光学基础知识	87	(三) 平直度测量仪	112
(一) 几何光学	87	(四) 自准测微平行光管	114
I. 几何光学的基本定律	87	(五) 光学比较仪(光学计)	116
II. 平面光学元件及其成像原理	89	I. 立式光学比较仪(立式光学计)	116
A. 平面光学元件的种类	89	II. 卧式光学比较仪(卧式光学计)	118
B. 平面光学元件的成像原理	89	III. 0.2 微米影屏读数式光学比较仪	121
III. 球面透镜及成像原理	92	三、显微镜式光学计量仪器	122
A. 球面透镜的种类	92	(一) 显微镜光学系统	122
B. 球面透镜的成像原理	93	(二) 测长仪	123
a. 正负号的规定	93	I. 立式测长仪	123
b. 理想光学系统	93	II. 卧式测长仪	127
c. 透镜的基点、基面及其性质	93	(三) 测长机	129
d. 透镜的图解法求象	94	I. 西普型测长机	129
e. 透镜物象位置关系式	95	II. 光学补偿式测长机	132
f. 透镜放大率公式	96	III. 三米影屏读数式测长机	134
g. 透镜组成象	96	(四) 测量显微镜	137
IV. 光学系统中光束的限制	97	(五) 小型、大型工具显微镜	139
A. 孔径光阑和光瞳	97	(六) 万能工具显微镜	143
B. 视场光阑和窗	97	(七) 影屏读数式万能工具显微镜	155
C. 远心光路	98	四、投影式光学计量仪器	159
V. 光的色散	99	(一) 投影光学系统	159
VI. 光学玻璃	99	(二) 投影仪的用途、测量方法及其分类	160
VII. 象差	100	(三) 23J(JLT-1) 型台式投影仪	161
A. 球差	100	(四) TZY-D 型公差带投影仪	163
B. 彗差	100	(五) JTT-500 II 型投影仪	164
C. 象散和场曲	101	(六) JTT-560 型投影仪	166
D. 畸变	101	(七) JTT-600-B ₁ 型投影仪	168
E. 位置色差	102	(八) 其他类型投影仪的技术数据	171
F. 倍率色差	102	第四节 气动量仪	174
VIII. 眼睛和放大镜	102	一、指示压力变化的气动仪器	176
A. 人的眼睛	102	(一) 低压水柱式气动仪器	176
B. 视角放大率	104	(二) 差压水柱式气动仪器	178
C. 放大镜	105	(三) 薄膜式高压气动仪器	180
D. 光学系统的分类	105	(四) 波纹管式气动仪器	182
(二) 光波干涉原理	105		
I. 光波干涉现象	106		
II. 光波干涉的条件	106		
III. 等厚干涉及等倾干涉	106		

(五) 高压水银柱式气动仪器	183
二、指示流量变化的气动仪器——	
浮标式气动量仪	185
三、空气过滤器和空气稳压器	186
(一) 空气过滤器	186
(二) 空气稳压器	187
四、气动测头	189
(一) 测头的分类及各类测头的优缺点	189
(二) 非接触式测头	189
(三) 接触式测头	194
五、气动量仪的调整	197
(一) 用非接触式测头时的调整方法	197
(二) 用接触式测头时的调整方法	199
第五节 电动量仪	200
一、电感式测微仪	200
(一) 用途	200
(二) 工作原理	201
(三) 主要技术数据	201
I. 哈量型电感式测微记录仪	201
II. GDH 型高精度电感比较仪	204
III. 泰萨 (TESA) 型电感测微仪	204
(四) 电路举例说明	205
(五) 使用中注意事项	207
(六) 主要检定项目	208
二、变压器式测微仪	209
(一) 用途	209
(二) 工作原理	209
(三) 主要技术数据	209
(四) 使用中注意事项	212
(五) 主要检定项目	212
三、电容式测微仪	213
(一) 用途	213
(二) 工作原理	213
(三) 主要技术数据	214
四、电触式比较仪	215
(一) 用途	215
(二) 工作原理	215
(三) 主要技术数据	216
(四) 调整方法	216
(五) 使用注意事项	216
第六节 自动测量仪器	217

一、自动分选机	217
二、加工中测量装置	219
(一) 测轴装置	220
(二) 测孔装置	222
第七节 光栅技术在长度计量中的应用	222
一、光栅简介	223
二、莫尔条纹的形成和特点	223
三、光栅测量的光学系统	225
四、光栅式仪器举例	227
(一) 数字式大型工具显微镜	227
(二) 数字式光栅分度头	228
第八节 激光技术在长度计量中的应用	228
一、激光的特性	229
二、激光的形成	229
三、激光器	230
四、激光在长度计量中应用的注意事项	230
五、激光在长度计量中的应用	231
第九节 正确选择测量方法的原则及其误差计算	232
一、测量方法的总误差	233
二、正确选择量具和计量仪器的原则	234
三、被测参数的特点及各参数间的相互关系	235
(一) 被测参数的特点	235
(二) 参数之间的相互影响	236
四、正确选择测量基面的原则及其定位方法	238
(一) 正确选择测量基面的原则	238
(二) 定位的方法及其误差	239
五、正确选择比较形式	242
六、正确选择瞄准定位的形式	243
(一) 正确选择测量力的原则	246
I. 表面的接触变形而引起的误差	246
II. 纵向变形和弯曲的误差	248
III. 消除变形误差的途径	250
IV. 选择测量力大小的参考数据	250

(二) 正确选择接触形式的原则	251
七、间接测量的函数误差及最佳测量条件的确定	252
(一) 间接测量的函数关系及其函数误差	252
(二) 最佳测量条件的确定	253
(三) 误差的分配原则	253
八、正确选择标准件的原则	254
(一) 标准件的形状、大小的确定原则	254
(二) 标准件的精确度要求	254
(三) 标准件的通用性	255
(四) 标准件的取代	255
九、正确选择客观条件中各因素(温度、湿度等)的原则	255
(一) 正确选择温度规范的原则	255
I. 标准温度, 温度和长度的关系	255
II. 温度误差	256
III. 消除温度误差的途径	257
(二) 正确选择客观条件中其它因素的原则	258
I. 湿度	258
II. 振动	258
III. 灰尘	259
IV. 腐蚀性气体	259
十、测量者主观条件的影响	259
(一) 视差	259
(二) 估读误差	260
十一、测量方法总误差的计算	260
第十节 测量结果的处理	261
一、等精度测量结果的处理	261
(一) 算术平均值	261
(二) 算术平均值的均方误差 σ_L	262
(三) 测量结果的表示方法	263
(四) 直接测量系列测量结果的处理	264
(五) 间接测量系列测量结果的处理	265
二、不等精度测量结果的处理	265
(一) 不等精度测量	265
(二) 权的确定方法	266
(三) 加权的算术平均值和均方误差	266
(四) 测量结果	266
三、组合测量结果的处理	267

第三章 长度计量基准

第一节 概述	271
第二节 线纹基准——刻度尺	272
一、刻度尺的技术要求	272
二、刻度尺的检定	274
(一) 绝对法	274
(二) 相对法	276
I. 光学显微镜法	276
II. 光电显微镜法	277
第三节 端度基准——量块(块规)	278
一、量块的定义及一般要求	278
(一) 量块的定义	279
(二) 量块的材料	279
(三) 量块的形式和尺寸	280
(四) 量块的技术要求	282
二、量块的检定	284
(一) 研合性	284
(二) 尺寸和平面平行度	284
I. 非接触法	284
II. 接触法	287
A. 长度小于 100 毫米的量块的检定	287
B. 125—1000 毫米的量块的检定	290
(三) 其他	292
三、量块选用、组合及量块附件	292

第四章 圆柱体的测量

第一节 圆柱体的公差与配合	297
一、基本概念和定义	297
二、公差制度	299
三、精度等级	300
四、标注方法	304
附: 各国标准精度配合对照表	304
第二节 圆柱体的综合测量——量规法	305
一、量规的基本类型	305
二、量规的用途	306
三、量规的结构型式	307
四、量规公差	308
(一) 量规公差的特点	308

(二) 量规的公差	308
(三) 量规公差计算	310
五、量规使用中的注意事项	311
六、工件公差和量规公差合并简易 表使用说明(附表 4-9)	311
第三节 圆柱体轴径的测量	348
一、轴径测量的分类	348
二、大轴径的测量	350
(一) 量规法	350
(二) 弓高弦长法	350
(三) 经纬仪法	351
(四) 滚子法	353
第四节 圆柱体孔径的测量	353
一、接触式测量孔径的特点及其误 差	353
(一) 一点和两点法测量的特点及其误 差	353
(二) 三点法测量的特点及其误差	355
(三) 线接触测量的特点及其误差	355
二、非接触式测量孔径的特点及其 误差	356
(一) 气动法	356
(二) 光学影象法	356
三、小孔的测量	357
(一) 弹簧内径千分表法	357
(二) 双测钩法	357
(三) 差动式电感孔径测量仪法	358
(四) 电眼法	359
(五) 光学接触器法	359
(六) 反射式比长仪法(象点式比较仪)	360
(七) 准直光管式内径测量仪法	362
(八) 干涉孔径测量仪法	363
(九) 气动孔径测量仪法	365
(十) 电动孔径测量仪法	367
(十一) 小孔测量显微镜法	367

第五章 角度和锥度的测量

第一节 角度的通用基准——多面棱

体及刻度盘

一、多面棱体概述

二、正多面棱体的检定

(一) 全组合法

(二) 测微仪法

(三) 角度等分法

三、度盘及其检定

第二节 角度和锥度的直接测量

一、绝对测量

(一) 光学测角仪

I. 光学测角仪的测量原理

II. C20 型精密测角仪

III. 2" 测角仪

IV. 自准直光管式测角仪

(二) 分度台

I. 光学和数字式分度台

II. 机械式分度台

(三) 光学分度头

I. 目镜式光学分度头

II. 影屏式光学分度头

III. 数字式光学分度头

IV. 分度头的附件及提高其精度的措施

(四) 显微镜和投影仪

I. 测角目镜

II. 工作台

III. 投影屏

(五) 水平仪

I. 水平仪的工作原理及其分类

II. 钳工水平仪和框式水平仪

III. 合像水平仪

IV. 光学倾斜仪(光学象限仪)

V. 电感水平仪

(六) 万能角度尺

二、相对测量

(一) 光隙法

I. 角度量块

II. 90° 角尺

III. 透光检查具

IV. 角度样板

(二) 配研法(着色法)——圆锥量规

(三) 计量仪器法

I. 角度比较仪

II. 圆锥检具

III. 90° 直角检查仪

IV. 90° 直角检具

第三节 角度和锥度的间接测量

一、正弦法——正弦规法	401
二、正切法	404
三、钢球圆柱法	405
四、计量仪器法	405

第六章 表面光洁度的测量

第一节 表面光洁度的评定参数、分级

和代号

一、表面光洁度的评定参数	407
二、表面光洁度的分级和代号	408

第二节 表面光洁度的测量方法和仪

器

一、光洁度样板比较法	411
二、光切显微镜	411
(一) 规格	412
(二) 工作原理	413
(三) 计算公式	413
(四) 测微目镜刻度值——C 值的测定	414

(五) 表面光洁度评定参数 R_a 的测量和计算	415
----------------------------------	-----

(六) 测量前仪器的调整工作	415
----------------------	-----

三、干涉显微镜

(一) 双光束干涉显微镜	417
I. 上海光学仪器厂 6 J 型干涉显微镜	417
II. 上海光学仪器厂 6 JA 型干涉显微镜	420
III. 西德奥普登干涉显微镜	422
IV. 其它类型的双光束干涉显微镜	423
V. 各种双光束干涉显微镜的主要技术数据	424

(二) 多光束干涉显微镜	424
I. 多光束干涉原理	424
II. 瑞典约翰逊 3000D 型干涉显微镜	425
III. 其它多光束干涉显微镜	426
IV. 各种多光束干涉显微镜的主要技术数据	427

四、电动轮廓仪

(一) 电感式电动轮廓仪	428
I. 哈尔滨量具刀具厂 BCJ-2 型表面粗糙度检测仪	428
II. 英国泰利塞夫-3 型、4 型电动轮廓仪	435
III. 西德珀森 S4BC 型电动轮廓仪	436

IV. 电感式电动轮廓仪使用注意事项	437
--------------------------	-----

V. 电感式电动轮廓仪的读数及记录图形的数学处理	438
--------------------------------	-----

(二) 压电式电动轮廓仪	438
--------------------	-----

五、印模法

(一) 概述	440
(二) 印制方法	440
(三) 印模材料的选择	440

第三节 波度测量

一、概述	441
二、波度的评定参数	442
三、波度测量	443

第七章 表面形状的测量

第一节 表面形状的术语及定义

第二节 表面形状的测量分类

第三节 平面工件表面形状的测量

一、不直度的测量

(一) 不直度的测量方法

I. 标准直尺法	450
A. 光隙法	450
B. 打表法	450
II. 钢绳法	453
III. 液面法	453
IV. 光学直尺法	453
V. 自准直光管法(平面度仪法)	454
VI. 水平仪法	456
VII. 激光式准直仪法	456
VIII. 平晶分段法	457
A. 等厚干涉分段法	457
B. 等倾干涉分段法	459
XI. 组合法	460
A. 二尺和差运算法	460
B. 三尺互检法	460

(二) 不直度的数据处理

I. 作图法	461
II. 计算法	462

二、不平度的测量

(一) 不平度的测量方法

I. 标准平面法	464
A. 干涉法	466
a. 平晶法	466
b. 等厚平面干涉仪法	467

c. 等倾平面干涉仪法	467
d. 激光式平面干涉仪法	468
e. 平晶测量注意事项	469
B. 斑点法	469
II. 标准直线法——自准直仪法	470
A. 测量线的布置	470
B. 测量步骤	470
III. 组合法(三面法)	472
(二) 不平度的数据处理	473
I. 旋转算法	473
II. 对角线算法	476
第四节 圆柱体工件表面形状的测量	481
一、不圆度的测量	481
(一) 半径法	481
I. 顶尖法	482
II. 迴转轴法(圆度仪法)	482
A. 迴转轴法的测量原理及基本类型	482
B. 圆度仪	482
(二) 三点法(V形体法)	485
二、棱圆度的测量	486
三、椭圆度的测量	487
四、不柱度的测量	488

第八章 表面位置的测量

第一节 表面位置的术语、定义及其标

注

一、一般术语概述及定义

二、表面位置的术语、定义及其标注

第二节 表面位置的测量

一、不平行度的测量

(一) 平面间的不平行度的测量

 I. 测微仪法

 II. 水平仪法

 III. 自准直仪法

 IV. 干涉法(平晶法)

(二) 平面和轴心线间不平行度的测量

(三) 轴心线间的不平行度的测量

 I. 测微仪法

 II. 水平仪法

二、不垂直度的测量

(一) 平面间不垂直度的测量

 I. 标准立柱法

 II. 两点法——测微仪法

 III. 自准直仪法

 IV. 方箱法

(二) 平面和轴心线不垂直度的测量

 I. 光隙法

 II. 框式水平仪法

 III. 测微仪法

 IV. 标准轴心法

(三) 轴心线间不垂直度的测量

 I. 光隙法

 II. 测微仪法

三、不同轴度的测量

(一) 外圆柱轴心线间不同轴度的测量

 I. 测微仪法

 II. 圆度仪法

(二) 内、外圆柱轴心线不同轴度的测量

 I. 测微仪法

 II. 圆度仪法

(三) 内圆柱轴心线间不同轴度的测量

 I. 测微仪法

 II. 圆度仪法

四、径向跳动的测量

五、端面跳动的测量

六、不对称度的测量

(一) 平面间不对称度的测量

 I. 量块法

 II. 刀口尺法

(二) 平面和轴心线的不对称度的测量

(三) 键槽(平面)对外圆柱的不对称度的测量

(四) 圆弧中心对端平面的不对称度的测量

(五) 二棱边对端面的不对称度的测量

七、位移度的测量	515
(一) 非封闭尺寸的位移度的测量	515
(二) 封闭尺寸的位移度的测量	515

第九章 平面样板及 坐标尺寸的测量

第一节 测量的基本分类与主要测量

设备和工具

一、测量的基本分类

二、主要测量设备与工具

(一) 仪器测量的主要设备

I. 三坐标测量机

II. 倾斜式圆分度台

(二) 平台测量主要设备和工具

第二节 非整形圆弧样板半径 R 的测

量

一、光隙法——极限量规法

二、弓高弦长法

(一) 坐标仪器法

(二) 滚柱法

(三) V形体法

(四) 切线法

第三节 轮廓形状样板尺寸的测量

一、量规法

二、坐标仪器法

(一) 直角坐标法

(二) 极坐标法

第四节 平板样板坐标尺寸的测量

一、平板样板坐标尺寸测量的特点

二、坐标仪器法

(一) 直线与直线接点位置的确定

(二) 角等分线上任一点坐标位置的确定

(三) 圆弧和直线的接点位置的确定

I. 圆弧和直线切点位置的确定

II. 圆弧和直线接点位置的确定

(四) 圆心和圆心之间的坐标位置的确定

三、圆柱法

第五节 双角度斜孔角度的测量

一、双角度斜孔角度的标注方法

二、描述双角度斜孔角向位置的各

角度间的函数关系

三、双角度斜孔角度的测量方法

(一) 投影角的测量方法

I. 在检验平台上测量

II. 在工具显微镜上测量

(二) 倾角的测量方法

I. 在检验平台上测量

A. 利用正弦台测量

B. 利用光学倾斜仪测量

II. 在工具显微镜上测量

III. 其他测量方法

(三) 双角度斜孔角度的间接测量方法

第六节 斜孔坐标尺寸的测量

一、斜孔的分类及其间接测量的基

本计算方法

(一) 斜孔的分类

(二) 斜孔坐标尺寸间接测量的基本计

算方法

I. 三角计算法

II. 解析计算法

二、斜孔坐标尺寸以孔的轴线与端

面的交点标注时的测量方法

(一) 在工具显微镜上测量

(二) 在检验平台上测量

三、斜孔坐标尺寸以孔的轴线上任

意一点标注时的测量方法

(一) 在工具显微镜上测量

I. 孔的端面有尺寸要求时的测量方法

II. 孔的端面无尺寸要求时的测量方法

(二) 在检验平台上测量

I. 斜孔端面有尺寸要求时的测量方法

II. 斜孔端面无尺寸要求时的测量方法

A. 圆柱法

B. 圆球法

四、双角度斜孔坐标尺寸的测量

五、工艺孔在斜孔测量中的应用

第七节 双角度斜面的角度测量

一、双角度斜面的角度标注方法

二、描述双角度斜面角向位置的各 角度间的函数关系	581
三、双角度斜面的角度测量方法	585
(一) 交线角的测量方法	585
I. 在检验平台上的测量方法	585
A. 棱边法	585
B. 圆柱法	585
II. 在工具显微镜上的测量方法	586
(二) 倾角的测量方法	587
I. 在平台上测量	587
A. 利用正弦台测量	587
B. 利用光学倾斜仪测量	589
II. 在工具显微镜上测量	589
III. 其他测量方法	590
(三) 双角度斜面角度的间接测量方法	590
第八节 双角度斜面坐标尺寸的测量	591
一、在工具显微镜上测量	591
二、在检验平台上测量	592
(一) 圆球法	592
(二) 圆柱法之一	594
(三) 圆柱法之二	595
三、双角度斜面测量实例	596

第十章 螺纹的测量

第一节 圆柱螺纹的形成、参数及其种 类	602
一、螺纹的形成	602
二、螺纹基本几何参数的定义	602
三、螺纹的种类及其牙形	603
四、螺纹结合的各几何参数对其互 换性的影响	607
第二节 螺纹公差	608
第三节 螺纹的综合测量	614
一、概述	614
二、螺纹量规的种类、代号及使用规 则	615
三、螺纹量规公差	617
第四节 螺纹的单项测量	622
一、外螺纹各几何参数的测量	623

(一) 中径的测量	623
I. 量针法	623
A. 三针法	623
a. 普通螺纹的中径测量	623
b. 梯形螺纹的中径测量	631
c. 锯齿形螺纹中径的测量	632
B. 两针法	634
C. 单针法	635
II. 显微镜上测量螺纹中径	636
A. 影像法	636
B. 轴切法	639
C. 圆球接触法	641
(二) 螺距的测量	642
I. 影象法	642
A. 单个螺距的测量	642
B. 螺距累积误差的测量	643
II. 轴切法	643
III. 干涉法	644
IV. 圆球接触法	644
(三) 牙形半角的测量	645
二、内螺纹各几何参数的测量	646
(一) 中径的测量	646
I. 双球法	646
A. 通用量具法	646
B. 光学仪器法	646
II. 双球量杆法	649
(二) 螺距的测量	650
I. 仪器法	650
II. 印模法	651
第五节 圆锥螺纹的测量	652
一、圆锥螺纹的综合测量	653
(一) 圆锥螺纹量规的特点	653
(二) 圆锥螺纹量规的种类	653
二、圆锥螺纹的单项测量	654
(一) 外圆锥螺纹的各几何参数的测量	654
I. 中径的测量	654
A. 量针法	654
a. 三针法	654
b. L形斜铁和三针法	657
c. 球测头和量针法	659
B. 万能工具显微镜上用影象法或轴切法	661
C. 正弦尺法	662
II. 螺距的测量	663

A. 影象法	663
B. 轴切法	663
(二) 内圆锥螺纹的各几何参数的测量	663
第六节 螺纹刀具的测量	664
一、螺纹车刀主要几何参数的测量	664
二、丝锥主要几何参数的测量	665
(一) 中径的测量	665
I. 偶数槽丝锥中径的测量	665
II. 奇数槽丝锥中径的测量	666
(二) 牙形角的测量	667
(三) 螺旋槽螺距的测量	668
(四) 丝锥前角的测量	669
(五) 丝锥后角的测量	669
三、滚丝轮主要几何参数的测量	669
(一) 牙顶 R 的测量	670
(二) 中径的测量	670
第七节 丝杠测量	670
一、丝杠、螺母公差	671
二、螺旋线误差的测量(综合测量)	675
(一) 螺旋线的基本测量原理	675
(二) 螺旋线误差的测量方法	676
I. 连续测量	676
A. 绝对测量	676
a. 磁分度丝杠动态检测仪	676
b. 激光丝杠动态测量仪	677
B. 相对测量	679
a. 被测丝杠与标准丝杠比较法	679
b. 被测丝杠与机床运动轨迹比较法	680
c. 被测丝杠螺旋线自身比较法	681
II. 间断测量	683
A. 选择测量点数和圈数	683
B. 计算工件转角 θ 及相应的轴向距离 ρ	683
C. 安装与读数	684
D. 结果处理	685
E. 间断测量中应注意的几个问题	685
三、单项测量	686
(一) 螺距误差的测量	686
I. 样板法	686
II. 用螺距规测量	687

III. 在万能工具显微镜上测量	687
IV. 专用仪器上测量	689
(二) 半角测量	691
I. 样板法测量	691
II. 万能量角器或光学量角器测量	691
III. 正弦尺原理组成的测微仪	692
IV. 显微镜测量	692
(三) 中径及椭圆度测量	692

第十一章 齿轮测量

第一节 渐开线齿轮的测量	693
一、渐开线齿轮测量的基本知识	693
(一) 渐开线齿轮的分类	693
(二) 渐开线及其性质	693
I. 渐开线的形成	693
II. 渐开线的性质	694
(三) 渐开线的表示方法及计算	694
(四) 渐开线齿轮的正确啮合条件	696
(五) 原始齿形及齿廓修缘	697
I. 原始齿形	697
II. 齿廓修缘	697
(六) 直齿圆柱齿轮啮合参数及计算式(非变位)	698
(七) 斜齿圆柱齿轮和螺旋齿轮啮合参数及计算式	701
(八) 圆锥齿轮啮合参数及计算式	703
(九) 内齿轮传动啮合参数及计算式	705
(十) 变位齿轮(修正齿轮)啮合参数及计算式	706
(十一) 齿轮传动公差标准及其应用	707
(十二) 齿轮的检验形式、测量方法和测量工具的选择	711
I. 齿轮的检验形式	711
II. 齿轮的测量方法与测量工具的选择	713
二、齿轮的综合测量	746
(一) 齿轮的单面啮合综合测量	746
I. 齿轮单面啮合检查仪	747
II. 单面啮合测量用的标准元件	752
III. 单面啮合综合测量项目和齿轮精度的评定	754
IV. 单面啮合综合测量在齿轮误差分析中的应用	756
(二) 齿轮的双面啮合综合测量	765
I. 齿轮双面啮合综合检查仪	766

II. 圆柱齿轮的双面啮合综合测量	769
III. 圆锥齿轮的双面啮合综合测量	771
(三) 齿轮的接触斑点检验	771
I. 圆柱齿轮的接触斑点检验	772
II. 圆锥齿轮的接触斑点检验	773
三、圆柱齿轮的单项测量	774
(一) 齿圈径向跳动的测量	774
(二) 周节的测量	775
I. 周节的绝对测量法	776
II. 周节的相对测量法	780
A. 单齿测量	780
B. 跨齿(分组)测量	783
C. 对径测量	785
(三) 基节(基距)的测量	786
I. 用基节仪测基节	788
II. 在万能测齿仪上测基节	788
III. 在万能工具显微镜上测基节	789
(四) 齿形的测量	789
I. 在渐开线仪器上测齿形	789
II. 用坐标点测量渐开线齿形	801
III. 用标准图样比较测量齿形	805
(五) 公法线的测量	806
I. 公法线及其计算	806
II. 公法线的测量仪器和方法	810
(六) 齿厚的测量	812
I. 齿厚及其计算	812
II. 齿厚的测量仪器和方法	815
(七) 量柱尺寸偏差的测量	816
(八) 齿面波度的测量	822
I. 齿面波度及其公差	822
II. 齿面波度的测量方法	824
(九) 齿向和螺旋角的测量	825
I. 在渐开线仪器上测量	826
II. 在专用仪器上测量	826
III. 在通用仪器上测量	827
四、圆锥齿轮的单项测量	829
(一) 圆锥齿轮的精度和公差	829
(二) 齿圈径向跳动的测量	830
(三) 周节的测量	830
(四) 齿形的测量	830
I. 在专用仪器上测量齿形	831
II. 用专用心轴在渐开线仪器上测量	832
III. 在投影仪上用图样比较法测量	833
IV. 用坐标法测量	834
(五) 齿厚的测量	835

(六) 齿向的测量	836
(七) 螺旋锥齿轮的测量	838
五、内齿轮的测量	838
(一) 齿圈径向跳动的测量	838
(二) 齿形的测量	839
(三) 基节和公法线的测量	839
(四) 量柱尺寸 M 值的测量	840
六、齿轮的测绘	842
(一) 齿轮测绘基础	842
(二) 直齿圆柱齿轮的测绘	851
I. 已知标准制度时的测绘方法	851
II. 未知标准制度时的测绘方法	854
III. 变位直齿齿轮的测绘方法	857
(三) 斜齿圆柱齿轮的测绘	861
I. 已知标准制度时的测绘方法	861
II. 未知标准制度时的测绘方法	863
III. 变位斜齿轮的测绘方法	863
(四) 直齿圆锥齿轮的测绘	865
第二节 蜗轮、蜗杆的测量	868
一、蜗杆传动的基本知识	868
(一) 圆柱形蜗杆的类型	868
(二) 普通圆柱形蜗杆传动几何计算	869
(三) 英制圆柱形蜗杆传动几何计算	874
(四) 普通圆柱形蜗杆传动的变位及其 几何计算	875
(五) 蜗杆传动公差(JB 162-60)	875
二、蜗杆的测量	895
(一) 蜗杆螺旋线的测量	895
I. 连续测量	895
A. 用标准蜗杆比较测量	895
B. 在专用仪器上测量	895
C. 测量数据处理	896
II. 间断测量	897
A. 在通用仪器上测量	897
B. 用专用仪器测量	897
(二) 单项测量	897
I. 齿厚的测量	897
A. 直接测量	897
a. 用齿厚游标卡尺测量	897
b. 用影像法测量	899
B. 间接测量	899
a. 蜗杆分度圆直径偏差 Δd_f 的测量	899

b. 量柱尺寸偏差 ΔM 的测量	899	A. 直接测量法	915
II. 齿形的测量	903	B. 间接测量法	916
A. 用齿形样板测量	906	II. 齿圈径向跳动的测量	916
B. 在专用仪器上测量	907	III. 齿厚的测量	916
C. 在通用仪器上测量	907	A. 钢球法	916
a. 影象法	908	B. 标准蜗杆法	921
b. 轴切法	908	四、蜗轮、蜗杆的测绘	921
c. 光学接触器法	908	(一) 测绘程序	921
III. 压力角的测量	909	(二) 几何参数的测量	922
A. 用样板及量角器测量	909	(三) 基本参数的确定	923
B. 用万能工具显微镜测量	909	(四) 变位蜗轮的识别及变位系数 ξ 的 确定	924
a. 影象法	909	第三节 齿轮刀具的测量	927
b. 轴切法	909	一、齿轮滚刀的测量	927
IV. 蜗杆螺旋面径向跳动的测量	909	(一) 齿轮滚刀及其技术要求	927
V. 轴向齿距的测量	910	(二) 齿轮滚刀的测量	929
A. 从螺旋线误差中提取齿距误差	910	I. 齿距的测量	930
B. 用通用仪器测量	910	II. 齿厚的测量	933
a. 影象法	910	III. 齿形的测量	934
b. 轴切法	910	IV. 前刀面径向性的测量	935
c. 光学接触器法	910	V. 刃沟导程的测量	936
C. 用专用仪器测量	911	VI. 刃沟圆周齿距的测量	936
三、蜗轮的测量	911	二、蜗轮滚刀的测量	937
(一) 综合测量	911	(一) 蜗轮滚刀及其技术要求	937
I. 连续测量	911	(二) 蜗轮滚刀的测量	937
A. 啮合法	911	三、插齿刀的测量	941
B. 烟膜法	911	(一) 插齿刀及其技术要求	941
C. 摩擦圆盘法	912	(二) 插齿刀的测量	944
II. 间断测量	912	四、剃齿刀的测量	944
A. 经纬仪法	912	(一) 剃齿刀及其技术要求	944
B. 测微仪法	912	(二) 剃齿刀的测量	946
III. 接触斑点的检验	913	附录	947
A. 接触精度的确定	913		
B. 接触斑点的分析	914		
(二) 单项测量	915		
I. 周节误差的测量	915		

常用表目录

表 10-1 圆柱螺纹种类	604
表 10-2 普通螺纹的基本尺寸	605
表 10-3 圆柱螺纹公差带分布及其精度等级	609
表 10-4 螺纹折算中径的计算关系	611
表 10-5 直径 1—68 毫米粗牙普通螺纹公差 (GB197-63)	612
表 10-6 直径 1—300 毫米细牙普通螺纹公差 (GB197-63)	613

表 10-7	工作量规和验收量规的用途	616
表 10-8	校对量规的用途	617
表 10-9	内螺纹用量规中径的公差和偏差	619
表 10-10	外螺纹用量规中径的公差和偏差	619
表 10-11	校对塞规中径的公差和偏差	620
表 10-12	螺纹量规的外径偏差	621
表 10-13	螺纹量规的内径偏差	621
表 10-14	截短牙形的螺纹工作高度	622
表 10-15	螺纹量规的螺距偏差	622
表 10-16	螺纹量规的牙形半角偏差	622
表 10-17	三针的精度及其技术条件	624
表 10-18	三针法测量螺纹中径的极限误差	624
表 10-19	三针法测量普通螺纹、英制螺纹与管螺纹时计算中径 d_2 的公式	625
表 10-20	牙形角误差、螺距误差以及量针直径误差引起中径测量误差的修正值的计算公式	627
表 10-21	使用非最佳针径量针时进行修正值计算用参数	629
表 10-22	三针法测量梯形螺纹时推荐的量针	632
表 10-23	测量锯齿形螺纹常用的量针	633
表 10-24	最合适的光圈直径	637
表 10-25	测量螺纹时主显微镜立柱的倾斜角度	637
表 10-26	尺寸 M , M_0 的计算用系数及其修正值	649
表 10-27	印模法常用材料	651
表 10-28	圆锥螺纹校对塞规检验圆锥螺纹环规的要求	653
表 10-29	立式光学比较仪上用 L 形斜铁和三针检定常用布锥管螺纹塞规的有关数据	658
表 10-30	丝杠、螺母公差及其应用范围	671
表 10-31	5, 6, 7, 8, 9, 10 级丝杠外径、中径及内径公差	673
表 10-32	5, 6, 7, 8, 9, 10 级螺母外径和内径公差以及第 10 级螺母中径公差	674
表 10-33	丝杠动态测量仪的技术数据	679
表 10-34	测量 $t=6$ 毫米, $l=144$ 毫米丝杠的数据	687
表 10-35	丝杠测量结果实例	688
表 11-1	渐开线齿轮分类	693
表 11-2	渐开线函数表 ($\text{inv } \alpha_K = \text{tg } \alpha_K - \alpha_K$)	695
表 11-3	齿轮标准模数系列	697
表 11-4	渐开线齿轮原始齿廓及其基本参数	697
表 11-5	圆柱直齿齿轮啮合参数及计算式	699
表 11-6	圆柱斜齿齿轮和螺旋齿轮啮合参数及计算式	702
表 11-7	直齿圆锥齿轮啮合参数及计算式	704
表 11-8	内啮合圆柱齿轮啮合参数及计算式	705