

高等农业院校試用教材

互換性原理及 技術測量

东北农学院編

农机类专业用

农业出版社

高等农业院校試用教材

互换性原理及技术測量

东北农学院編

农机类专业用

农业出版社

高等农业院校试用教材
互换性原理及技术测量
东北农学院编

农业出版社出版
北京西总布胡同七号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第106号)

辽宁省新华书店发行 各地新华书店经售

沈阳新华印刷厂印刷装订

统一书号 15144.221

1961年7月沈阳制型	开本	787×1092毫米
1961年7月初版	字数	十六分之一
1961年7月沈阳第一次印刷	印张	292千字
印数 1—4,000册		十四
		插页一张
	定价	(9) 一元三角五分

序

农业是国民经济的基础，农业的根本出路在于机械化。在农村中，由于普遍建立了人民公社，为实现农业机械化创造了极为有利的条件。在工业方面，我国不仅有了完全现代化的拖拉机、汽车和农业机械制造工业，而且从省、市、自治区以及专区、县一直到大多数人民公社，都有了农业机械制造或修配工业，已开始为农业机械化奠定了一定的物质基础。

随着农业机械化的发展，需要着大量的农业机器。当设计和制造机器时，正确的选择公差与配合是保证机器精度、提高装配生产率以及降低产品成本的重要关键。

当修理机器时，由于零件的具有互换性，就能简单而迅速地以配件换下旧的零件，显著地缩短了修理时间，降低了维修费用，且提高了修理质量。因此，修理工作者必须具备有关互换性方面的知识。

零件和装配质量的技术检验，是提高产品质量、减少生产上损失的有力手段。此外，修理前的零件鉴定同样是一项很重要的工作，一般是按磨损量来确定是否需要修理或更换，它将直接关系到机器的修理质量和成本。而修复后的零件，其技术条件也是和新零件完全相同的，即需要与制造时同样地进行检验。在完成上述鉴定和检验工作时，必须熟悉技术测量。

因此，对一个担负起“选、改、创、用、修”的农业机械化技术干部，必须通晓互换性的原理，具备正确选择公差与配合的知识，以及掌握技术测量的基础理论和实际操作技能。

本书是农业部组织编写的农业机械类各专业的试用教材之一。

本书在编写过程中特别注意了联系生产实际，力求结合农业机械类各专业的特点和需要。书中介绍了我国国家标准(GB)和机械工业通用标准(JB)。

本书全稿由我院机械制造教研组蔡心怡同志执笔。

本书曾会同北京农业机械化学院柏瀛庆和宋碧清同志、沈阳农学院茅绍琇同志共同审定，且作了某些修改。并经我院农机系教材审查小组审查。全稿由崔万吉、于湘亭同志协助整理。

本书在拟定编写大纲中，曾得到苏联修理专家安吉波夫同志的热情指导，谨此致以衷心的感谢。

东北农学院

1961年5月

目 录

第一章 互换性的基本概念	1
§ 1—1 互换性的实质	1
§ 1—2 互换性与设计、制造和修理的关系	1
§ 1—3 互换性的种类	2
§ 1—4 互换性的发展简史	2
第二章 技术测量的基本知识	5
§ 2—1 概述	5
§ 2—2 长度单位的基准	5
§ 2—3 测量工具和测量方法的分类	7
§ 2—4 测量工具与测量方法上的基本度量指标	9
§ 2—5 量法总误差	10
§ 2—6 平面平行长度端面量具	11
§ 2—7 通用量具与量仪	13
§ 2—8 检验夹具	28
§ 2—9 测量工具的选择原则	32
第三章 零件几何参数的精度	34
§ 3—1 概述	34
§ 3—2 宏观几何形状误差	35
§ 3—3 中间几何形状误差—表面波度	42
§ 3—4 微观几何形状误差—表面光洁度	43
§ 3—5 表面相互位置误差	56
§ 3—6 尺寸误差	72
第四章 圆柱体的公差与配合	78
§ 4—1 主要术语及其定义	78
§ 4—2 公差与配合制度	83
§ 4—3 精度等级与配合的选择	91
§ 4—4 公差与配合在图纸上的标注	101
§ 4—5 提高装配精度的技术组织措施	102
§ 4—6 热间隙的计算	106
§ 4—7 自由尺寸公差与铸件尺寸公差	107

§ 4—8 苏联标准 (OCT) 与国际标准 (ISA) 的公差与配合	108
第五章 滚动轴承的公差与配合	111
§ 5—1 概述	112
§ 5—2 滚动轴承外互换的公差与配合	112
§ 5—3 滚动轴承外互换配合的选择	113
第六章 量规公差	117
§ 6—1 检验圆柱体的量规	117
§ 6—2 检验直线尺寸的量规	122
§ 6—3 检验几何形状的量规—样板	123
§ 6—4 检验表面相互位置的量规	124
第七章 圆锥体的公差与配合及其检验	126
§ 7—1 概述	126
§ 7—2 圆锥体配合各参数间的关系	127
§ 7—3 圆锥体公差	128
§ 7—4 国家标准草案	130
§ 7—5 圆锥体公差的计算及在图纸上的标注	132
§ 7—6 角度与锥度的检验	133
第八章 螺纹的公差与配合及其检验	139
§ 8—1 螺纹的主要参数	139
§ 8—2 螺纹互换性的基本概念	140
§ 8—3 螺纹各参数的误差及作用中径	141
§ 8—4 普通紧固螺纹的公差与配合	144
§ 8—5 梯形螺纹的公差与配合	147
§ 8—6 螺纹的检验	147
第九章 齿轮传动的互换性及其检验	153
§ 9—1 对齿轮传动的要求	153
§ 9—2 影响齿轮传动的误差	153
§ 9—3 圆柱齿轮传动公差标准	161
§ 9—4 齿轮传动的检验	164
第十章 单键和花键的公差与配合及其检查	171
§ 10—1 概述	171
§ 10—2 单键的公差与配合	172
§ 10—3 花键的公差与配合	173
§ 10—4 单键及花键在图纸上的标注	179
§ 10—5 单键及花键的检验	180
第十一章 尺寸链	182

§ 11—1	基本概念	182
§ 11—2	用极大极小法解尺寸链	183
§ 11—3	用或然率法解尺寸链	191
§ 11—4	用分组装配法解尺寸链	195
§ 11—5	用修配法解尺寸链	196
§ 11—6	用调整法解尺寸链	196
§ 11—7	平面尺寸链的解法	200
§ 11—8	装配技术条件为平行度与垂直度的尺寸链的解法	201
第十二章	孔距公差及其检验	202
§ 12—1	计算孔距公差的基本原则	202
§ 12—2	以轴颈为基准的孔距公差	203
§ 12—3	以平面为基准的孔距公差	205
§ 12—4	分布在圆上的诸孔孔距公差	207
§ 12—5	孔距的检验	208

附 录

附表 1	基准件公差 (微米), 国标 (GB) 159—59	210
附表 2	基孔制优先配合, 国标 (GB) 160—59	211
附表 3	基轴制优先配合, 国标 (GB) 161—59	212
附表 4	尺寸 1—500 毫米基孔制静配合, 国标 (GB) 164—59	213
附表 5	尺寸 1—500 毫米基孔制过渡配合, 国标 (GB) 165—59	214
附表 6	尺寸 1—500 毫米基孔制动配合, 国标 (GB) 166—59	215
附表 7	尺寸 1—500 毫米基轴制静配合, 国标 (GB) 167—59	216
附表 8	尺寸 1—500 毫米基轴制过渡配合, 国标 (GB) 168—59	217
附表 9	尺寸 1—500 毫米基轴制动配合, 国标 (GB) 169—59	218
附图		219

第一章 互换性的基本概念

§ 1—1 互换性的实质

任何一台机器都是由几个总成组成的,每一个总成又是由几个部件组成,而部件又由很多零件组成。例如,一台拖拉机是由发动机部分、动力传动部分和行走部分三个总成组成;动力传动部分又是由离合器、变速箱以及后桥等部件组成;而变速箱又由很多个齿轮、轴以及箱体等零件组成。

机器的设计过程,通常是先设计出总的轮廓和各个部件,而后根据部件绘制零件图。但在车间制造或修理机器时,是先制造或修复出个别零件,然后装配成部件、总成和机器。

最早的单件生产,在装配时零件得经过钳工修配才能合适地装在一起。发展到现代的大量生产与成批生产,装配就不能再采取“对号入座”的办法,必须建立在零件具有互换性的基础上。所谓零件具有互换性:是指制成的零件,经检验合格后,装配时就不再需要任何修配工作就能合适地装在一起,既符合装配技术条件,又满足使用要求。

那么怎样才能使零件具有互换性呢?假若制成的一批零件,其尺寸、形状等实际几何参数与理论几何参数绝对一致,毫无疑问它们是可以互换的。但事实上,要获得绝对准确和完全一致的零件是不可能的。例如,机床与刀具的误差及其磨损、机床——工件——刀具系统在加工过程中的变形以及温度变化等等都会综合地影响到零件的实际几何参数。并从满足使用要求来看,圆柱形互配件的间隙或过盈可允许在一定范围内变动,因此孔和轴的实际几何参数亦可允许在一定范围内变动。这个允许的变动范围,称为公差。

由此可见,要使零件具有互换性,关键在于把零件按一定的精度加工,并得规定合适的配合。

§ 1—2 互换性与设计、制造和修理的关系

在设计机器时,由于采用了具有互换性的标准件,并遵循了力求部件结构与零件形状简化、互配尺寸数目减少的易于互换原则,使设计周期显著缩短,并提高了工艺性。

在制造机器时,互换性是提高生产水平和进行文明生产的有力手段。消灭了在装配时由于尺寸不合而进行锉、銼、敲、打,甚至返修后才能装上的现象,大大地提高了装配生产率,

并在各厂間可广泛地开展分工协作,使有可能在較短的时间內生产大量的優質机器。

而机器經過长时间的使用后,由于配合关系的破坏或零件几何参数的改变,使机器功率下降或作业質量变坏等等。例如,发动机汽缸活塞和曲軸軸承等互配件間隙的增大,則使馬力减小;犁鏵的磨損,則使耕地質量低劣。因此,就得进行修理来恢复其正确的配合关系或其几何参数。

从使用与修理来看,亦迫切要求零件的具有互換性。当拖拉机进行大小修时,使有可能以新的或經修复后的配件(如拖拉机上的汽缸、活塞、軸瓦等)来換下已磨損或损坏的零件,使机器停歇在修理厂的时间大大縮短,修理厂規模可以較小,不需要复杂的技术装备,显著地降低了維修費用。特别是当拖拉机在田間作业时,一旦出現故障就能迅速排除,不致于耽誤了农时,其作用是无法估价的。

綜上所述,互換性是提高产品質量、增加产品品种的有力手段,是机器制造业与修理业贯彻多快好省地建設社会主义总路綫的重要措施。沒有互換性,現代高度发展的技术是难以設想的。

§ 1—3 互換性的种类

互換性可分完全互換和不完全互換(有限互換)。一般在大量生产和成批生产时都采用完全互換,而在精度要求很高时,則采用不完全互換。

当装配精度要求很高,若采用完全互換将使零件公差很小,加工困难。若将零件的制造公差适当的放大,使易于加工,而完工后的零件,再借量仪依尺寸大小进行分組,按相应的組进行装配。在装配时只有組內零件可以互換,而在各組間是不能互換的,故称为不完全互換。这样,既保证了装配精度,又解决了加工困难。例如,发动机上的汽缸与活塞等互配件,在装配前是需要經過选配,按相应的組才能进行装配,故属于不完全互換。

在机器中不仅零件具有互換性,部件和总成亦都是具有互換性的。整个部件或总成的互換性称为外互換。例如,噴油嘴部件在汽缸盖上的互換性为外互換。至于部件或总成內部組成零件的互換性,則称为內互換。如噴油嘴內部零件的互換性。

§ 1—4 互換性的发展簡史

在机器制造业发展的初期,互配件在圖紙上只标注一个沒有公差的尺寸,加工时就尽可能使它們接近这一尺寸,在装配时进行鉗工修配。这样不仅生产率很低,零件的正确几何形状亦受到了破坏,同时还需要技术很高的装配工人。

后来发展到先加工互配件中的一个零件,而后根据这个零件的实际尺寸再来加工另一零件。虽然在装配时能得到一定的配合性質,但仍是不能互換的。

在生产过程中,装配工发现具有某一间隙的动配合工作良好,为了能继续获得这样好的配合,便把这个孔和轴作为标准,按照它们的尺寸制造标准量规(图 1—1)。量孔用的叫塞规,量轴用的叫卡规(或环规)。

自标准量规出现后,互配件就可以单独分开制造。凡合格的孔应刚好为塞规通过,而合格的轴则刚好为卡规通过。将合格的孔和轴装在一起,就能得到所要求的配合。从此,零件开始具有了互换性。

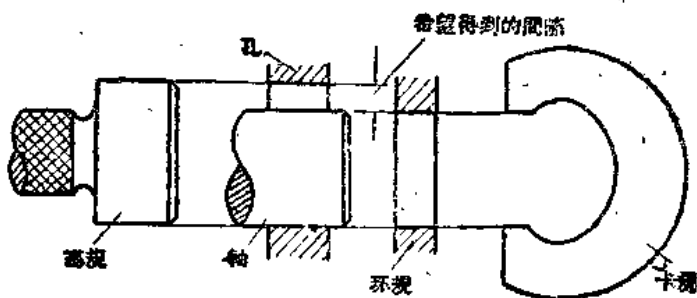


图 1—1

但标准量规的缺点是对零件精度要求过高,即零件必须恰好被量规紧密地通过。从使用要求来看,这样高精度的要求是不必要的,因为很多互配件,间隙或过盈略有变动仍是工作得很好的。既可允许间隙或过盈在一定范围内变动,也就能允许零件的实际尺寸在一定范围内变动。

按照孔和轴所允许的最大和最小尺寸分别做成两套量规,称为极限量规(图 1—2)。按最小孔径和最大轴径制成的量规叫“过端”,按最大孔径和最小轴径制成的量规叫“止端”。凡合格的零件一定能让过端通过而止端通不过。在装配时,零件可以互换。

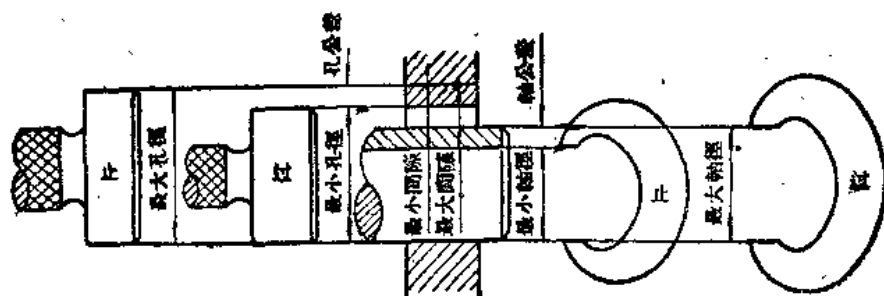


图 1—2

极限量规的问世,使零件不必要按一个指定的尺寸来加工,而是控制在两个极限尺寸范围内,亦就是按公差来制造。

各企业为了减少量规和刀具的数目,于20世纪初叶开始制订了公差与配合制度。而后,为了在全国范围内实现互换性,有必要把所有企业单独采用的公差与配合制度,改为全国统一的国家标准。1929年苏联各部门颁布了苏联通用标准(OCT),至1940年苏联成立了全苏标准化委员会,统一颁布了苏联国家标准(GOST)。在目前 OCT 已逐渐为 GOST 所代替。这在资本主义生产方式下是无法做到的,就以工业发达的美国为例,各企业的公差与配合制度仍

不統一。其目的是使購買了該企業產品的顧主，仍得向其購買配件，以便从中榨取高額利潤。

解放前，我國經濟十分落后，沒有獨立的工業，國家經濟命脈都操縱在封建的買辦的官僚資本主義手里，當時國內採用的公差與配合制度非常混亂。德國標準 (*DIN*)、日本標準 (*JIS*)、美國標準 (*ASA*) 以及國際標準 (*ISA*) 均有採用。雖然1944年仍經濟部中央標準局曾借用國際標準頒布了所謂中國標準 (*CIS*)，但始終未見實施。

解放後，在黨的正確領導和蘇聯的大力幫助下，我國機器製造業與修理業和科學技術事業都有了飛躍的發展，從根本上改變了過去落后的面貌。1955年第一機械工業部借用蘇聯標準頒布了部頒標準“公差與配合”。

為了擴大社會主義各國間經濟文化技術的互助協作，1957年11月社會主義國家標準化組織莫斯科會議，通過了關於社會主義國家統一公差與配合標準的決議。次年11月，在羅馬尼亞舉行了社會主義國家標準化組織第三次經驗交流會議，為了使以蘇聯標準和國際標準為基礎的各國公差與配合標準互相接近，決定用蘇聯標準者，增加七種新配合，這些配合是國際標準中最常使用的；用國際標準者，則在數百種配合中選出82種，而這些配合是極常用或與蘇聯標準一致的。蘇聯鑒於上述採用的配合，其數量仍嫌太多，提出了一個優先採用配合的建議；蘇聯標準為33種，國際標準為32種，已可基本上滿足工業生產的要求。1959年我國國家科學技術委員會根據上述精神，已頒布了國家標準 (*GB*) “公差與配合”。

第二章 技术测量的基本知識

§ 2—1 概 述

以一数量与另一作为单位的数量进行比较，从而得出該数量为单位数量的若干倍，或分数的認識过程，称为度量。度量学是研究测量单位、测量工具和测量方法的一門科学，其基本任务是：

1. 建立测量单位，并复制成标准型式；
2. 拟定测量方法，用相应的测量工具使其实现；
3. 对测量方法的精确度进行分析和評定，并消除降低精确度的因素。

度量的对象有：长度和角度的测量，材料物理机械性能的测量，热能的测量以及电和磁的测量等等。在机器制造业与修理业中，主要是长度和角度的技术测量。且对技术测量有下列要求：

1. 保証所需的測量精确度

檢驗和鉴定工作者，必須考虑到测量的誤差。在标准中所列的保証公差，是包括了生产公差(制造誤差)和測量誤差。当測量誤差的增大，会迫使生产公差的相对减小。

2. 具有高的生产率

除了要提高技术测量的精度以外，还必须要有高的生产率，通常是采用檢驗夹具来满足。

3 預防廢品的产生

技术测量不仅应用在零件和产品精度的檢驗，同时还用在工艺过程精度的檢驗(例如，檢驗机床的运动精度、工具的精度、热变形以及应力变形等等)，其主要任务是积极地来預防尺寸、形状上廢品的产生。

§ 2—2 长度单位的基准

在工业革命以前，人們是采用了人体上各部分作为长度的单位。例如，一虎口、一肘等。由于沒有統一的长度标准，因此无法保証測量的一致性和永恒性。

到1889年的国际会议上,批准了国际公制基准米尺,保存在巴黎国际度量衡局。一米约等于地球子午线的四千万分之一。并将副尺分发給签订公制协定的国家,作为国家公制基准米尺。

国际基准米尺用铂铱合金制成,剖面呈X形(图2—1),使具有高的恒定性及刚性。尺身a的两端各刻有三条细线,而两端中间刻线间的距离等于1米。

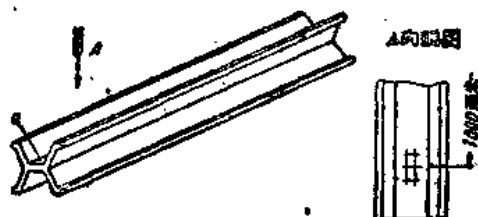


图2—1

由于金属内部的不稳定以及受温度的影响,国际基准米尺亦非绝对恒定。且各国将国家基准米尺周期地送往巴黎与国际基准米尺校对亦甚麻烦。1927年国际度量衡代表大会批准以镭的红色光波波长作为长度单位的副标准。镭的红色光波波长 $\lambda_R = 0.643,850,33$ 微米。

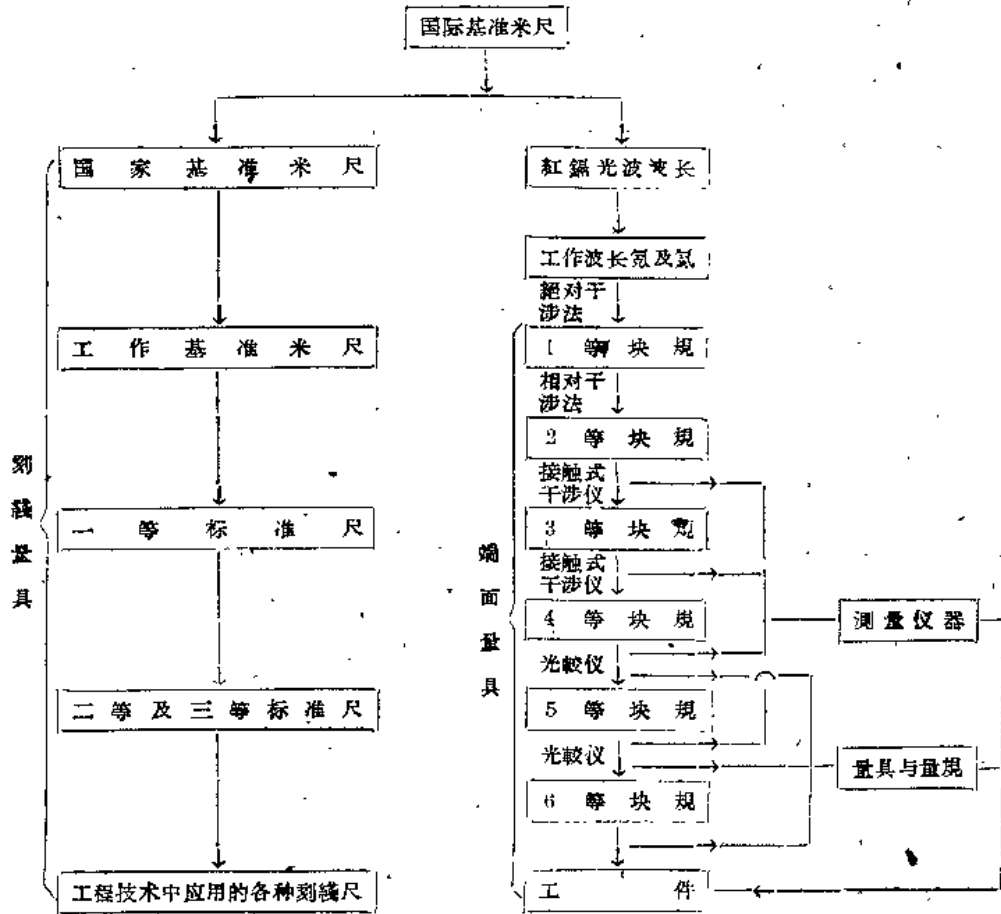
我国在解放前,长度单位亦很混乱。解放后已逐渐开始采用公制。1959年6月25日国务院发布了关于统一我国计量制度的命令,公布国际公制为我国的基本计量制度。并统一了公制长度计量单位的名称(见表2—1)。

表2—1 公制长度计量单位名称及代号

单位名称		法文原名	代号	对主单位的比
微	米	<i>Micron</i>	μ	百万分之一米
忽	米	<i>Centimillimètre</i>	<i>emm</i>	十万分之一米
丝	米	<i>Decimillimètre</i>	<i>dmm</i>	万分之一米
毫	米	<i>Millimètre</i>	<i>mm</i>	千分之一米
厘	米	<i>Centimètre</i>	<i>cm</i>	百分之一米
分	米	<i>Décimètre</i>	<i>dm</i>	十分之一米
	米	<i>Mètre</i>	<i>m</i>	主单位
十	米	<i>Decamètre</i>	<i>dam</i>	米的十倍
百	米	<i>Hectomètre</i>	<i>hm</i>	米的百倍
公	里(千米)	<i>Kilomètre</i>	<i>km</i>	米的千倍

为了保证机器制造业与修理业中度量的统一,必须建立从长度标准到各企业车间内所用测量工具的尺寸传递系统(如表2—2所示),即建立全国计量网。在生产中所使用的测量工具必须由企业计量室或分设在车间内的检定站进行周期检定,凡不合检定规程的测量工具不得在车间内使用。而作为测量工具检定用的基准量具(块规)得定期送往区域计量室受国家检定。这样保证了各企业所用测量工具的准确一致和正确使用,以确保产品质量,提高生产效率。

表2-2 尺寸传递系统



§ 2-3 测量工具和测量方法的分类

1. 测量工具的分类

按照测量工具的特点和构造可分为:

1) 定值量具——用以代表测量单位的倍数或分数值的量具。如没有刻度的基准米尺, 长度端面块规、角度块规以及角尺等。

2) 变值量具——用以在一定范围内代表测量单位的任何倍数或分数值的量具。如有刻度的米尺、钢皮尺以及量角器等。

3) 量规——没有刻度, 不确定被量零件的具体测量数值, 只用来限制零件的尺寸、形状以及位置误差。

4) 通用量具与量仪——有刻度, 能在一定范围内量出任何数值。按其构造可分:

- (1) 游标量具(游标卡尺、游标高度尺、游标深度尺、游标角度尺等);
- (2) 分厘量具(百分尺、内径百分尺、深度百分尺等);
- (3) 机械杠杆量仪(百分表、内径百分表、杠杆齿輪式卡規、杠杆齿輪式百分尺、純杠杆式比較仪、杠杆齿輪式比較仪、扭簧比較仪等);
- (4) 光学量仪(光学比較仪、超級光学比較仪、测长仪等);
- (5) 气动量仪(系利用测量空气压力或流量的原理而构成的量仪);
- (6) 电动量仪(是把长度尺寸量变化轉变为电量变化的量仪)。

2. 測量方法的分类

从測量工具的調整与讀数来看,可分绝对量法与相对量法:

1) 绝对量法——能直接从量具或量仪上讀出实际尺寸。例如,用游标卡尺量出零件的实际尺寸。

2) 相对(比較)量法——从量仪上讀出来的是与标准长度的差值。例如,用内径百分表測量孔径,必須先根据孔的公称尺寸用百分尺将表对零,測量时从百分表上讀得的数值是公称尺寸的实际偏差。

相对量法的測量精度較高,因測量范围小,累积誤差亦就小;并适用于大量生产,用来檢驗零件尺寸是否在公差范围内。此法缺点是在測量前得用标准量具(最常用的为块規)来調整另位。

由于获得測量結果的方法不同,可分直接量法与間接量法:

3) 直接量法——直接測量所要得到的尺寸或其实际偏差数值。

4) 間接量法——先測量与所要得到尺寸有关的其它尺寸,然后經過計算,才获得所要得到的尺寸或其实际偏差数值。例如,要測量弧长,可先量出弦长,而后算出弧长。

直接量法比較简单,能直接量得測量結果,但在某些情况下,用直接量法不如間接量法精确。例如,用角度尺測量圓錐角(直接量法)要比用正弦尺測量(間接量法)誤差大几倍。

按測量装置与被量表面接触与否,可分接触量法与不接触量法:

5) 接触量法——在測量时量具或量仪的測量面直接与被量表面接触。根据其接触情况可分为:点接触(例如,用球形量头測量平面或圓柱表面)、綫接触(例如,用卡規檢驗軸)和面接触(例如,用塞規檢驗孔)。

6) 不接触量法——在測量时量仪的測量装置不与被量表面接触。例如,用投影仪檢驗零件时,仅光綫与被量表面相接触。

不接触量法可以避免损坏被量表面,且不会因測量力而影响其測量結果。

根据零件被测参数的多少,可分單項量法与綜合量法:

7) 單項量法——对零件上的每个参数个别地进行測量。例如,个别地測量螺紋中徑、螺距和半角。

8) 综合量法——用来限制被量零件的外形,使不超出该零件各个参数的公差数值与公差带位置所规定的极限轮廓。综合量法一般是用相似原则设计成的极限量规来实现,亦有用投影仪将被量零件轮廓投影在幕上,以确定被量零件的实际轮廓是否在极限轮廓内。

综合量法通常用来检验零件,而单项量法则用来检验各种工具或查明造成废品的原因。

§ 2—4 测量工具与测量方法上的基本度量指标

1. 刻度间距——指刻度尺上两相邻刻线中心之距离。
2. 刻度值——每一刻度间距所代表的被量数值。
3. 读数精度——在量具或量仪上读数时所能达到的精确度。要保证有高的读数精度,除了应有合适的刻度间距以外,还必须力求减少指针与刻度尺平面间的距离,游标与主尺间的间隙等等,以减少偏视误差。
4. 量仪的刻度尺示值范围——指量仪刻度尺上的全部刻度范围。
5. 量具或量仪的测量范围——能在该量具或量仪上测量的尺寸范围。
6. 示值误差——指量具或量仪上的读数与被量尺寸实际数值之差。
7. 修正量——用来修正量具或量仪的示值误差。数值与示值误差相等,但符号相反,记录在该量具或量仪的检定合格证上。
8. 示值允许误差——指该量具或量仪在检定规程中所容许的示值的最大绝对误差。
9. 灵敏度——被量尺寸的最小变化,促使量仪示值发生微小变动的能力,称为灵敏度。亦就是指量仪对被量尺寸微小变化的反应程度,因而决定了量仪的应用范围。例如,灵敏度低的量仪就不能用来检验精密零件的径向跳动、端面摆动以及不平行度。
10. 回程误差——测量同一尺寸,量仪指针在正反方向移动时所得示值之差。
11. 示值变化(不稳定性)——指在外界条件不变的情况下,对同一尺寸重复测量所得结果的最大差值。
12. 测量力——指在测量过程中,量具或量仪的测量面与被量工件表面接触时所产生的力。例如,分厘量具的测量力一般为 700 ± 200 克。
13. 放大倍数(传动比)——量仪指针的角位移或线位移,与引起这位移的被量尺寸变化之比值。

例如,机械杠杆式量仪的放大倍数为

$$K = \frac{L}{a} \quad (2-1)$$

式中: L ——杠杆长臂或数个长臂的乘积;

a ——杠杆短臂或数个短臂的乘积。

放大倍数一定时,可按下表选择刻度间距 C 和刻度值 i :

$$K = \frac{C}{i} \quad (2-2)$$

§ 2-5 量法总误差

量法总误差主要由下列误差组成:

1. 测量工具的误差

属于这类误差的有:

1) 量具或量仪的示值误差

系由量具或量仪的设计误差、制造误差以及磨损误差所引起。例如,有时为了简化量仪的构造,所取传动比不是常数,因而形成了设计误差;而量仪中的每个零件都规定有制造公差,组成后的量仪亦必有误差;又在长期使用过程中,由于量仪中某些零件的逐渐磨损而累积成一定误差。

2) 校准量具或量仪所用标准长度的误差

用来作为标准长度用的块规、校准规亦是有一定误差的。例如,块规本身就有制造误差或鉴定误差,以及组成块规组时的粘合油膜层的误差。

2. 与标准温度有偏差所引起的误差

由于测量时温度不是标准温度(20°C),所引起的误差可按式计算:

$$\Delta l = l[\alpha_1(t_1^0 - 20) - \alpha_2(t_2^0 - 20)] \quad (2-3)$$

式中: l ——被量尺寸;

α_1 ——被量工件的线膨胀系数;

α_2 ——测量工具的线膨胀系数;

t_1^0 ——被量工件的温度;

t_2^0 ——测量工具的温度。

例如,用游标卡尺测量直径为145毫米的铝合金活塞,加工后活塞的温度为 40°C ,而卡尺的温度为 25°C 。铝合金的线膨胀系数为 20×10^{-6} ,钢主尺的线膨胀系数为 10×10^{-6} 。则测量误差

$$\Delta l = 145[20 \times 10^{-6}(40 - 20) - 10 \times 10^{-6}(25 - 20)] = 50 \text{ 微米}$$

为了减少测量误差,可采取以下措施:

当在设有恒温装置的实验室内进行测量时(室温为标准温度),可预先将被量零件放在实验室内使其达到标准温度。至于保持在实验室内的时间,主要决定于周围物质的热量交换情况。例如,放在金属平板上就能比木桌上更快地达到标准温度。