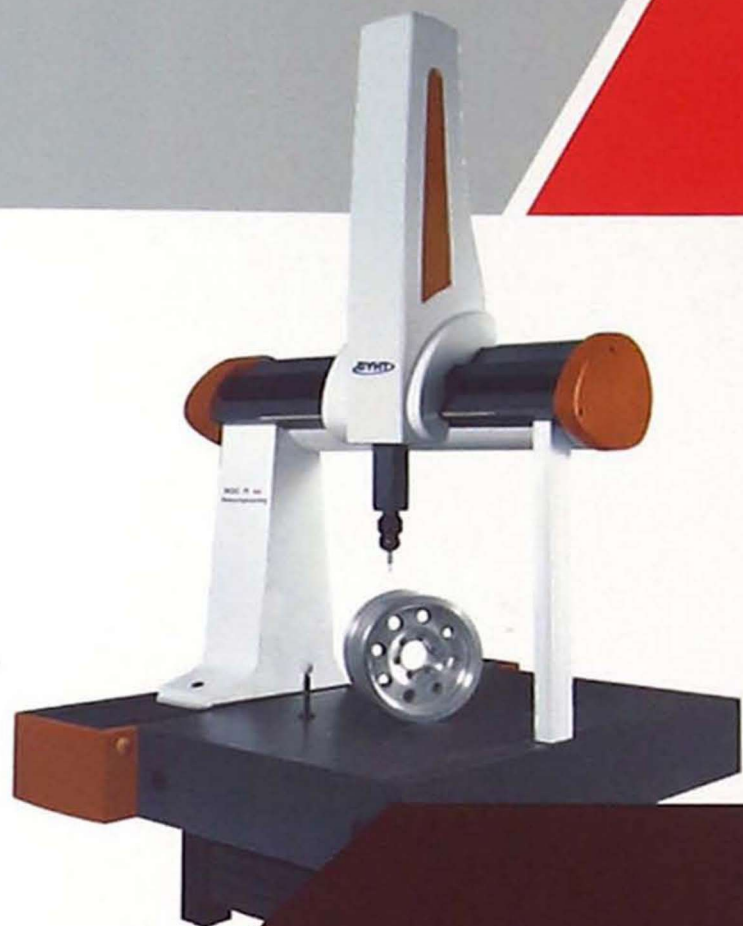




模具检测技术

◎ 主 编 孙 传
副主编 刘力行 俞文斌 黄 岗



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

模具检测技术

主 编 孙 传

副主编 刘力行 俞文斌 黄 岗



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

模具检测技术 / 孙传主编. —杭州: 浙江大学出版社,
2015.6

ISBN 978-7-308-14690-6

I. ①模… II. ①孙… III. ①模具—检测—中等专业
学校—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 097328 号

内容简介

本书采用项目式教学模式,全面地介绍了模具检测基础、测量器具及其使用、坐标测量技术知识及坐标测量仪的使用。全书共 5 个项目,包括:模具精度检测准备、模具零件尺寸精度的检测、零件几何精度的检测、模具零件表面精度检测、模具零件三坐标检测。本书并不局限于概念的讲解,通过融合检测实例与实训,着重介绍模具检测基本思路培养,并注意事项的剖析和操作技巧的指点,以帮助读者切实掌握模具检测的方法和技巧。

本教材可作为中职学校、技工院校模具检测技术课程的教材,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

模具检测技术

主 编 孙 传

副主编 刘力行 俞文斌 黄 岗

责任编辑 杜希武

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 11.25

字 数 280 千

版 印 次 2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-14690-6

定 价 29.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591, <http://zjxcbs.tmall.com>

前 言

测量技术对产品质量提供保障,是生产中不可或缺的重要环节,是机械工业发展的基础和先决条件之一,这已被生产发展的历史所证明。从生产发展的历史来看,加工精度的提高总是与精密测量技术的发展水平相关的。

模具现在已经是工业生产的基础工艺装备,是衡量一个国家工业化水平和创新能力的重要标志之一。随着中国经济的高速发展,航空、航天、电子、机械、船舶和汽车等产业对模具工业提出了越来越高的要求。相应地,模具工业对模具检测技术也提出了更高的要求,模具检测技术已经成为模具制造工程师最常用的、必备的基本技能。为适应社会的需求,中职学校、技工院校模具专业普遍开设《模具检测技术》课程,其课程教学目的是使学生了解公差基础知识、掌握模具产品的检测项目和方法,旨在培养学生的综合设计能力。

为更好地满足中职学校、技工院校“模具检测技术”课程教学的需要,我们按教学大纲要求,结合多年教学实践经验,参考一些其他院校的经验,并针对社会对模具人才的要求以及我校学生的特点,编写了本书。

本书是基于项目化教学模式编写的。本着实用的原则,结合实际生产加工检测及教学需求,系统地、全面地介绍了模具检测技术的基本知识、原理、方法、仪器操作、数据处理方式及相关技巧等内容,又增加了三坐标测量等现代测量技术。书中以真实的模具零件检测为项目载体,与工业技术发展同步,且内容通俗易懂,方便教学。本书适用于中职学校、技工院校模具制造技术课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

本书由孙传、刘力行、俞文斌、黄岗、刘春龙、应神通、董海泉、黄凯等编写,其中孙传为本书主编,刘力行、俞文斌、黄岗为副主编。限于编写时间和编者的水平,书中必然会存在需要进一步改进和提高自己的地方。我们十分期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议,以便今后不断加以完善。我们的联系方式:sunchuan1@tom.com。

我们谨向所有为本书提供大力支持的有关学校、企业和领导,以及在组织、撰写、研讨、修改、审定、打印、校对等工作中做出奉献的同志表示由衷的感谢。

最后,感谢浙江大学出版社为本书的出版所提供的机遇和帮助。

作 者

2014年6月



目 录

第1章 模具精度检测的准备	1
任务1 模具精度检测基础入门	1
1.1.1 互换性	1
1.1.2 标准化与优先数系	4
1.1.3 技术检测基础	6
1.1.4 测量方法	11
1.1.5 测量误差	12
任务2 测量器具认识使用	15
1.2.1 测量器具简介	15
1.2.2 常用测量工具使用	23
第2章 模具零件尺寸精度的检测	37
任务1 图样上尺寸公差的理解	37
2.1.1 极限与配合的基本术语	37
2.1.2 标准公差系列	44
2.1.3 基本偏差系列	45
2.1.4 极限与配合在图样上的标注	48
2.1.5 线性尺寸的未注公差(一般公差)	49
任务2 尺寸公差与配合的选用	53
2.2.1 基准制的选择	53
2.2.2 公差等级的选择	54
2.2.3 配合精度的确定	56
2.2.4 国标规定尺寸公差带与一般公差	59
第3章 模具零件几何精度的检测	64
任务1 图样上几何量公差的理解	64
3.1.1 几何量公差概念	64
3.1.2 形位公差及公差带分析	67
3.1.3 公差原则	78
3.1.4 形位公差标注方法	82
3.1.5 形位误差的评定	84



任务 2 几何量公差的选择	92
3.2.1 几何公差项目选择	92
3.2.2 几何公差等级的选择	93
3.2.3 公差原则选择	96
第 4 章 模具零件表面精度的检测	101
任务 1 图样上表面粗糙度的解读	101
4.1.1 表面粗糙度基本术语	101
4.1.2 表面粗糙度的评定	102
4.1.3 表面粗糙度的检测	108
任务 2 表面粗糙度的选用	111
4.2.1 表面粗糙度的选择	111
4.2.2 表面粗糙度的标注	115
第 5 章 模具零件三坐标的检测	124
任务 1 三坐标检测技术认知	124
5.1.1 坐标检测简介	124
5.1.2 坐标测量机结构形式	125
5.1.3 坐标测量机基本组成	129
任务 2 三坐标检测坐标系认知	140
5.2.1 坐标系及矢量	140
5.2.2 测量机的坐标系	142
5.2.3 零件测量坐标系	143
5.2.4 直角坐标系的建立方法	143
任务 3 三坐标检测操作	148
5.3.1 几何特征元素坐标测量	148
5.3.2 测量基本流程	150
5.3.3 测量前准备工作	151
5.3.4 几何元素数据测量	151
5.3.5 元素构造	158
5.3.6 测量评价及报告生成	159
附 录	164
参考文献	174



第 1 章 模具精度检测的准备

【项目导读】

模具生产的工艺水平及科技含量的高低,已成为衡量一个国家科技与产品制造水平的重要标志,模具精度检测是模具质量的技术保证。模具精度检测技术是从事模具设计与制造的技术人员必须具备的知识和能力。本项目学习要求了解有关互换性、标准化、优先数、产品几何量技术规范等概念及其在设计、制造、使用和维修等方面的重要作用。

任务 1 模具精度检测基础入门

【任务目标】

1. 了解互换性、标准化的概念及其重要意义。
2. 了解互换性与公差、检测之间的关系。
3. 了解测量基准、测量量值传递等基本概念。
4. 掌握测量方法选用、测量误差的处理。

【相关知识】

1.1.1 互换性

现代化的机械制造常采用专业化协作组织生产的方法,即用分散制造,集中装配的方法,既能为企业提高生产效率,又能保证产品质量和降低成本。

例如:生产一副大型、复杂的模具。众所周知,模具是由大量的通用标准件和专用零件(型芯、型腔)组成,对于这些通用标准件可以采购不同厂家生产制造的标准件。这样,模具制造商就只需生产关键的专用零件(型芯、型腔),即可以大大减少生产成本,又可以缩短生产周期,及时满足市场需求。随之而来的疑问,标准件厂家生产的零件与专用零件,是如何解决装配问题的?

互换性是指机械产品中同一规格的一批零件(或部件),任取其中一件,不需作任何挑选、调整或辅助加工(如钳工修理)就能进行装配,必能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。

机械加工制造中,遵循互换性原则,不仅能显著提高劳动生产率,而且能有效保证产品质量和降低成本。所以,互换性是机械和仪器制造中的重要生产原则与有效技术措施。

互换性对现代化机械制造业具有非常重要的意义。对于互换性在机械制造中发挥的重要作用,包括以下几个方面:

从使用方面看,如人们经常使用的自行车和手表的零件,生产中使用的各种设备的零件等,当它们损坏以后,修理人员很快就可以用同样规格的零件换上,恢复自行车、手表和设备

的功能。而在某些情况下,互换性所起的作用还很难用价值来衡量。例如在战场上,要立即排除武器装备的故障,继续战斗,这时做主零、部件的互换性是绝对必要的。

从制造方面来看,互换性是提高生产水平和进行文明生产的有力手段。装配时,不需辅助加工和修配,故能减轻装配工人的劳动强度,缩短装配周期,并且可使装配工人按流水作业方式进行工作,以致进行自动装配,从而大大提高装配效率。加工时,由于规定有公差,同一部机器上的各种零件可以同时加工。用量大的标准件还可以由专门标准件工厂单独生产,这样就可以采用高效率的专用设备。零件的产量和质量必然会得到提高,成本也会显著降低。

从设计方面看,由于采用互换原则设计和生产标准零件、部件,可以简化绘图、计算等工作,缩短设计周期,并便于用计算机辅助设计。

互换性的分类众多,按照使用场合分为内互换和外互换,按照互换程度分为完全互换性和不完全互换性及不互换,按照互换目的分为装配互换和功能互换(见图 1-1)。

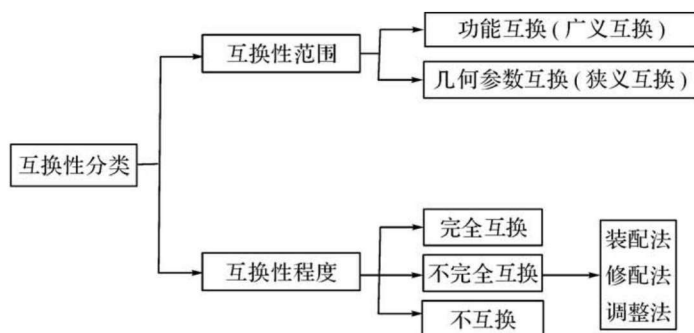


图 1-1 互换性分类

(1)按照使用场合

内互换:标准部件内部各零件间的互换性称为内互换。

外互换:标准部件与其相配件间的互换性称为外互换。

例如:滚动轴承,其外环外径与机座孔、内环内径与轴颈的配合为外互换;外环、内环滚道直径与滚动体间的配合为内互换。

(2)按照互换程度分

完全互换性:零部件在装配时不需选配或辅助加工即可装成具有规定功能的机器的称为完全互换;

不完全互换性:零部件在装配时需要选配(但不能进一步加工)才能装成具有规定功能的机器的称为不完全互换。

提出不完全互换式为了降低零件制造成本。在机械装配时,当机器装配精度要求很高时,如采用完全互换会使零件公差太小,造成加工困难,成本很高。这时应采用不完全互换,将零件的制造公差放大,并利用选择装配的方法将配件按尺寸大小分为若干组,然后按组相配,即大孔和大轴相配,小孔和小轴相配。同组内的各零件能实现完全互换,组际间则不能互换。为了制造方便和降低成本,内互换零件应采用不完全互换。但是为了使用方便,外互



换零件应实现完全互换。

不互换:当零件装配时需要加工才能装配完成规定功能的零件成为不互换。一般高精密零件需要相互配合的两个零件配作。

对于标准部件来说,标准部件与其相配件间的互换性称为外互换,标准部件内部各零件间的互换性称为内互换。例如滚动轴承,其外环外径与机座孔、内环内径与轴颈的配合为外互换,外环、内环滚道直径与滚动体间的配合为内互换。互换性按互换程度又可分为完全互换和不完全(或有限)互换。

(3)按互换目的分类

装配互换性:规定几何参数公差达到装配要求的互换称为装配互换。

功能互换性:既规定几何参数公差,又规定机械物理性能参数公差达到使用要求的互换称为功能互换。

上述的外互换和内互换、完全互换和不完全互换皆属装配互换。装配互换目的在于保证产品精度,功能互换目的在于保证产品质量。

现代化的生产是专业化、协作化组织,必须面临保证互换性的问题。事实上,任何一种加工都不可能把零件制造得绝对精确。零件在加工过程中,由于工艺系统(零件、机床、刀具、夹具等)误差和其他因素的影响,使得加工完成后的零件,总是存在不同程度几何参数误差。几何参数误差对零件的使用性能和互换性会有一定影响。实践证明,生产时只需将产品按相互的公差配合原则组织生产的,遵循了国家公差标准,将零件加工后各几何参数(尺寸、形状、位置)所产生的误差控制在一定的范围内,就可以保证零件的使用功能,实现零件互换性。

(1)几何参数

零件的几何参数误差分为尺寸误差、形状误差、位置误差和表面粗糙度。

尺寸误差:指零件加工后的实际尺寸相对于理想尺寸之差,如直径误差、孔径误差、长度误差等。

几何形状误差(宏观几何形状误差):指零件加工后的实际表面形状相对于理想形状的差值,如孔、轴横截面的理想形状是正圆形,加工后实际形状为椭圆形等。

相互位置误差:指零件加工后的表面、轴线或对称平面之间的实际相互位置相对于理想位置的差值,如两个表面之间的垂直度、阶梯轴的同轴度等。

表面粗糙度(微观几何形状误差):指零件加工后的表面上留下的较小间距和微小峰谷所形成的不平度。

(2)公差

公差是零件在设计时规定尺寸变动范围,在加工时只要控制零件的误差在公差范围内,就能保证零件具有互换性。因此,建立各种几何参数的公差标准是实现对零件误差的控制和保证互换性的基础。

(3)技术检测

实际生产中,判断加工后的零件是否符合设计要求,必须通过技术检测实现对产品尺寸、性能的检验或测量,从而判断产品是否合格。

技术检测不仅能评定零件合格与否,而且能分析不合格的原因,指导我们及时调整工艺过程,监督生产,预防废品产生。



事实证明,产品质量的提高,除设计和加工精度的提高外,往往更依赖于技术测量方法和措施的改进及检测精度的提高。

因此可以说,公差标准是实现互换性的应用基础,技术检测是实现互换性的技术保证。合理确定公差与正确进行检测,是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的条件。

1.1.2 标准化与优先数系

1. 标准化

在制造领域中,标准化是广泛实现互换性生产的前提与重要方法。标准是以生产实践、科学试验和可靠经验的综合成果为基础,对各生产、建设及流通等领域重复性事物和概念统一制定、发布和实施的准则,是各方面共同遵守的技术法规,在一定的范围内获得最佳秩序和社会效益的活动。

标准代表着经济技术的发展水平和先进的生产方式,既是科学技术的结晶、组织互换性生产的重要手段,也是实行科学管理的基础。

标准的范围广泛,种类繁多,涉及生产、生活的方方面面。标准按照适用领域、有效作用范围可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全标准、卫生标准、环境保护标准等。按照颁布的权利级别可分为国际标准,如 ISO(国际标准化组织)、IEC(国际电工委员会);区域标准,如 EN(欧盟);国家标准,如 GB(中国)、SNV(瑞士)、JIS(日本)等标准;行业标准,如我国的 JB(原机械部)、YB(原冶金部)等标准;地方标准 DB 和企业标准 QB。

标准即技术上的法规、标准经主管部门颁布生效后,具有一定的法制性,不得擅自修改或拒不执行。

各标准中的基础标准则是生产技术活动中最基本的,具有广泛指导意义的标准。这类标准具有最一般的共性,因而是通用性最广的标准。例如,极限与配合标准、几何公差标准、表面粗糙度标准等。

标准化是指为一定的范围内获得最佳的秩序,对实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动。

标准化是以标准的形式体现的,也是一个不断循环、不断提高的过程。可以说,标准化水平的高低体现了一个国家现代化的程度。

在现代化生产中,标准化是一项重要的技术措施,因为一种机械产品的制造过程往往涉及许多部门和企业,甚至还要进行国际协作。为了适应生产上各部门与企业在技术上相互协调的要求,必须有一个共同的技术标准。公差的标准化有利于机器的设计、制造、使用和维修,有利于保证产品的互换性和质量,有利于刀具、量具、夹具、机床等工艺装备的标准化。

随着经济建设和科学技术的发展,国际贸易的扩大,标准化的作用和重要性越来越受到各个国家特别是工业发达国家的高度重视。总之,标准化在实现经济全球化、信息社会化方面有其深远的意义。

2. 优先数系

机械产品总有自己一系列技术参数,在设计中常会遇到数据的选取问题,几何量公差最终也是数据的选取问题,如:产品分类、分级的系列参数的规定,公差数值的规定等。对各种技术参数值协调、简化和统一是标准化的重要内容。为了使各种参数值协调、简化和统一,前辈们在生产实践中总结出一套科学合理的统一数值标准,就是优先数字系列,简称优先数字系;优先数系中的任一个数值都为优先数。优先数和优先数系标准是重要的基础标准。

国家标准 GB/T321-2005《优先数和优先数系》给出了制定标准的数值制度,也是国际上通用的科学数值制度。

优先数系公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 、 $\sqrt[80]{10}$ 分别用 R5、R10、R20、R40、R80 表示,其优先数系的,其中前 4 个为基本系列,R5 是为了满足分级更稀的需要而推荐的,其他 4 个都含有倍数系列,R80 为补充系列,仅用于分级很细的特殊场合。

R5 系列公比为 $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$

R10 系列公比为 $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$

R20 系列公比为 $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$

R40 系列公比为 $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$

R80 系列公比为 $q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$

表 1-1 中列出了 1~10 范围内基本系列的常用值和计算值。可将表中所列优先数乘以 10,100,⋯,或乘以 0.1,0.01,⋯,即可得到所需的优先数,例如 R5 系列从 10 开始取数,依次为 10,16,25,40,⋯

表 1-1 优先数系的基本系列(摘自 GB/T321-2005)

基本系列(常用值)				计算值
R5	R10	R20	R40	
1.00	1.00 1.25	1.00 1.12 1.25 1.40	1.00	1.0000
			1.06	1.0593
			1.12	1.1220
			1.18	1.1885
			1.25	1.2589
			1.32	1.3335
			1.40	1.4125
			1.50	1.4962
1.60	1.60 2.00	1.60 1.80 2.00 2.24	1.60	1.5849
			1.70	1.6788
			1.80	1.7783
			1.90	1.8836
			2.00	1.9953
			2.12	2.1135
			2.24	2.2387
			2.36	2.3714



续表 1-1

基本系列(常用值)				计算值
R5	R10	R20	R40	
2.50	2.50 3.15	2.50 2.80 3.15 3.55	2.50	2.5119
			2.65	2.6607
			2.80	2.8184
			3.00	2.9854
			3.15	3.1623
			3.35	3.3497
			3.55	3.5481
			3.75	3.7581
4.00	4.00 5.00	4.00 4.50 5.00 5.60	4.00	3.9811
			4.25	4.2170
			4.50	4.4668
			4.75	4.7315
			5.00	5.0119
			5.30	5.3088
			5.60	5.6234
			6.00	5.9566
6.30	6.30 8.00	6.30 7.10 8.00 9.00	6.30	6.3096
			6.70	6.6834
			7.10	7.0795
			7.50	7.4980
			8.00	7.9433
			8.50	8.4140
			9.00	8.9125
			9.50	9.4405
10.00	10.00	10.00	10.00	10.0000

优先数系中的所有数都为优先数,即都为符合 R5、R10、R20、R40 和 R80 系列的圆整值。在生产中,为满足用户各种需要,同一种产品的同一参数从大到小取不同的值,从而形成不同规格的产品系列。公差数值的标准化,也是以优先数系来选数值。

优先数系的主要优点是分档协调,疏密均匀,便于计算,简单易记,且在同一系列中,优先数的积、商、乘方仍为优先数。因此,优先数系广泛适用于各种尺寸、参数的系列化和质量指标的分级。

1.1.3 技术检测基础

1. 技术检测概念

为满足机械产品的功能要求,在正确合理地完成了强度、运动、寿命和精度等方面的设计以后,还必须进行加工、装配和检测过程的设计,即确定加工方法、加工设备、工艺参数、生



产流程和检测方法。其中,非常重要的环节就是质量保证措施,而质量保证的手段就是检测。技术检测是实现互换性的技术保证。

可以这么说,机械制造业的发展以检测技术发展为基础,检测技术的发展促进了现代制造技术的进步。检测在机械制造业占有极其重要的地位。

机械制造中,保证机械零件的几何精度及互换性,需要对其进行检测,以对其进行定量或定性的分析,从而判断其是否符合设计要求,通常有以下几种判断方式。

(1)测量

测量是指以确定被测对象的几何量值为目的进行的实验过程,在这过程中,实质是将被测几何量与计量单位的标准量进行比较,从而获得两者比值 q 的过程,为:

$$q = \frac{L}{E}$$

被测几何量的量值 L 为测量所得的量值与计量单位的乘积,即:

$$L = q \times E$$

显然,进行任何测量,首先要明确被测对象和确定计量单位,其次要有与被测对象相适应的测量方法,并且测量结果还要达到所要求的测量精度。

(2)测试

测试是指具有试验研究性质的测量,也就是试验和测量结合。

(3)检验

检验是判断被测对象是否合格的过程。通常不需要测出被测对象的具体数值,常使用量规、样板等专用定值无刻度量具来判断被检对象的合格性。

测量是各种公差与配合标准贯彻实施的重要手段。为了实现测量的目的,必须使用统一的标准量,有明确的测量对象和确定的计量单位,还要采用一定的测量办法和运用适当的测量工具,而且测量结果要达到一定的测量精度。

因此,一个完整的测量过程应包括被测对象、测量单位、测量方法和测量精度四个要素:

(1)测量对象

课程中涉及的测量对象是几何量,包括长度、角度、形状、相对位置、表面粗糙度、形状和位置误差等。由于几何量的特点是种类繁多,形状又各式各样,因此对于他们的特性,被测参数的定义,以及标准等都必须加以研究和熟悉,以便进行测量。

(2)测量单位

我国国务院于1977年5月27日颁发的《中华人民共和国计量管理条例(试行)》第三条规定中重申:“我国的基本计量制度是米制(即公制),逐步采用国际单位制。”1984年2月27日正式公布《中华人民共和国法定计量单位》,确定米制为我国的基本计量制度。长度的计量单位为米(m),角度单位为弧度(rad)和度($^{\circ}$)、分($'$)、秒($''$)。

机械制造中,常用的长度单位为毫米(mm)和微米(μm), $1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{mm} = 10^{-6}\text{m}$ 。

(3)测量方法

测量方法是指在进行测量时所用的按类叙述的一组操作逻辑次序。对几何量的测量而言,则是根据被测参数的特点,如公差值、大小、轻重、材质、数量等,并分析研究该参数与其他参数的关系,最后确定对该参数如何进行测量的操作方法。

(4) 测量精确度

测量精确度指测量结果与真值的一致程度。由于任何测量过程总不可避免地会出现测量误差,误差大说明测量结果离真值远,准确度低。因此,准确度和误差是两个相对的概念。由于存在测量误差,任何测量结果都是以一近似值来表示。

测量是机械生产过程的重要组成部分,测量技术的基本要求是:在测量过程中,应保证计量单位的统一和量值准确;应将测量误差控制在允许范围内,以保证测量结果的精度;应正确地、经济合理地选择计量器具和测量方法,以保证一定的测量条件。检测过程一般步骤可分为:

(1) 确定被检测项目:认真审阅被测件图纸及有关的技术资料,了解被测件的用途,熟悉各项技术要求,明确需要检测的项目。

(2) 设计检测方案:根据检测项目的性质、具体要求、结构特点、批量大小、检测设备状况、检测环境及检测人员的能力等多种因素,设计一个能满足检测精度要求,且具有低成本、高效率的检测预案。

(3) 选择检测器具:按照规范要求选择适当的检测器具,设计、制作专用的检测器具和辅助工具,并进行必要的误差分析。

(4) 检测前准备:清理检测环境并检查是否满足检测要求,清洗标准器、被测件及辅助工具,对检测器具进行调整使之处于正常的工作状态。

(5) 采集数据:安装被测件,按照设计预案采集测量数据并规范地作好原始记录。

(6) 数据处理:对检测数据进行计算和处理,获得检测结果。

(7) 填报检测结果:将检测结果填写在检测报告单及有关的原始记录中,并根据技术要求做出合格性的判定。

2. 测量基准与量值传递

测量工作过程需要标准量作为依靠,而标准量所体现的量值需要由基准提供,因此,为了保证测量的准确性,就必须建立起统一、可靠的计量单位基准。因为不可能得到没有误差的计量器具,也不可能理想的测量条件,当计量工具的误差满足规定的准确度要求时,则可认为计量结果所得量值接近于真值,可用来代替真值使用,称为“实际值”。

在计量检定中,通常将高一等级(根据准确度高低所划分的等级或级别)的计量标准复现的量值作为实际值,用它来校准其他等级的计量标准或工作计量器具,或为其定值。在全国范围内,具有最高准确度的计量标准,就是国家计量基准。国家计量基准具有保存、复现和传递计量单位量值的三种功能,是统一全国量值的法定依据。

量值传递就是通过对计量器具的检定或校准,将国家基准(标准)所复现的计量单位量值,通过计量标准逐级传递到工作计量器具,以保证对被测对象所得量值的准确一致。

计量基准是为了定义、实现、保存和复现计量单位的一个或多个量值,用作参考的实物量具、测量仪器、参考物质和测量系统。在几何量计量中,测量标准可分为长度基准和角度基准两类。

(1) 长度基准与量值传递

为了进行长度计量,必须规定一个统一的标准,即长度计量单位。1984年国务院发布



了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,决定在采用先进的国际单位制的基础上,进一步统一我国的计量单位,并发布了《中华人民共和国法定计量单位》,其中规定长度的基本单位为米(m)。

机械制造中常用的长度单位为毫米(mm),

$$1\text{ mm}=10^{-3}\text{ m}$$

精密测量是,多采用微米(μm)为单位,

$$1\mu\text{m}=10^{-3}\text{ mm}$$

超精密测量时,则用纳米(nm),

$$1\text{ nm}=10^{-3}\mu\text{m}$$

国际长度单位“米”的最初定义始于1791年法国。随着科学技术的发展,对米的定义不断进行完善。1983年10月第十七届国际计量大会通过了米的新定义:“米是光在真空中1/299792458秒时间间隔内所经路程的长度”。把长度单位统一到时间上,就可以利用高度精确的时间计量,大大提高长度计量的精确度。

在实际生产和科研中,不便于用光波作为长度基准进行测量,而是采用各种计量器具进行测量。为了保证量值统一,必须把长度基准的量值准确地传递到生产中应用的计量器具和工件上去。因此,必须建立一套从长度的国家基准谱线到被测工件的严密而完整的长度量值传递系统。

量值传递就是将国家的计量基准所复现的计量单位值,如图1-2所示,通过检定,传递到下一级的计量标准,并依次逐级传递到工作用计量器具,以保证被检计量对象的量值能准确一致。各种量值的传递一般都是阶梯式的,即由国家基准或比对后公认的最高标准逐级传递下去,直到工作用计量器具。长度量值分两个平行的系统向下传递,其中一个为端面量具(量块)系统,另一个是刻线量具(线纹尺)系统。长度量块如图1-3所示。

(2) 角度基准与量值传递

角度也是机械制造中重要的几何参数之一,常用角度单位(度)是由圆周角 360° 来定义的,二弧度与度、分、秒又有确定的换算关系。

我国法定计量单位规定平面角的角度单位为弧度(rad)及度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$)。

1 rad是指在一个圆的圆周上截取弧长与该圆的半径相等时所对应的中心平面角。

$$1^\circ=(2\pi/360)=(\pi/180)\text{ rad}$$

度、分、秒的关系采用60进位制,即:

$$1^\circ=60'; 1'=60''$$

由于任何一个圆周均可形成封闭的 360° 中心平面角,因此,角度不需要和长度一样再建立一个自然基准。但在计量部门,为了工作方便,在高精度的分度中,仍常以多面棱体(见图1-4)作为角度基准来建立角度传递系统(见图1-5)。

多面棱体是用特殊合金或石英玻璃精细加工而成。它分为偶数面和奇数面两种,前者的工作角为整度数,用于检定圆分度器具轴系的大周期误差,还可以进行对径测量,而后者的工作角为非整度数,它可综合检定圆分度器具轴系的大周期误差和测微器的小周期误差,能较正确地确定圆分度器具的不确定度。

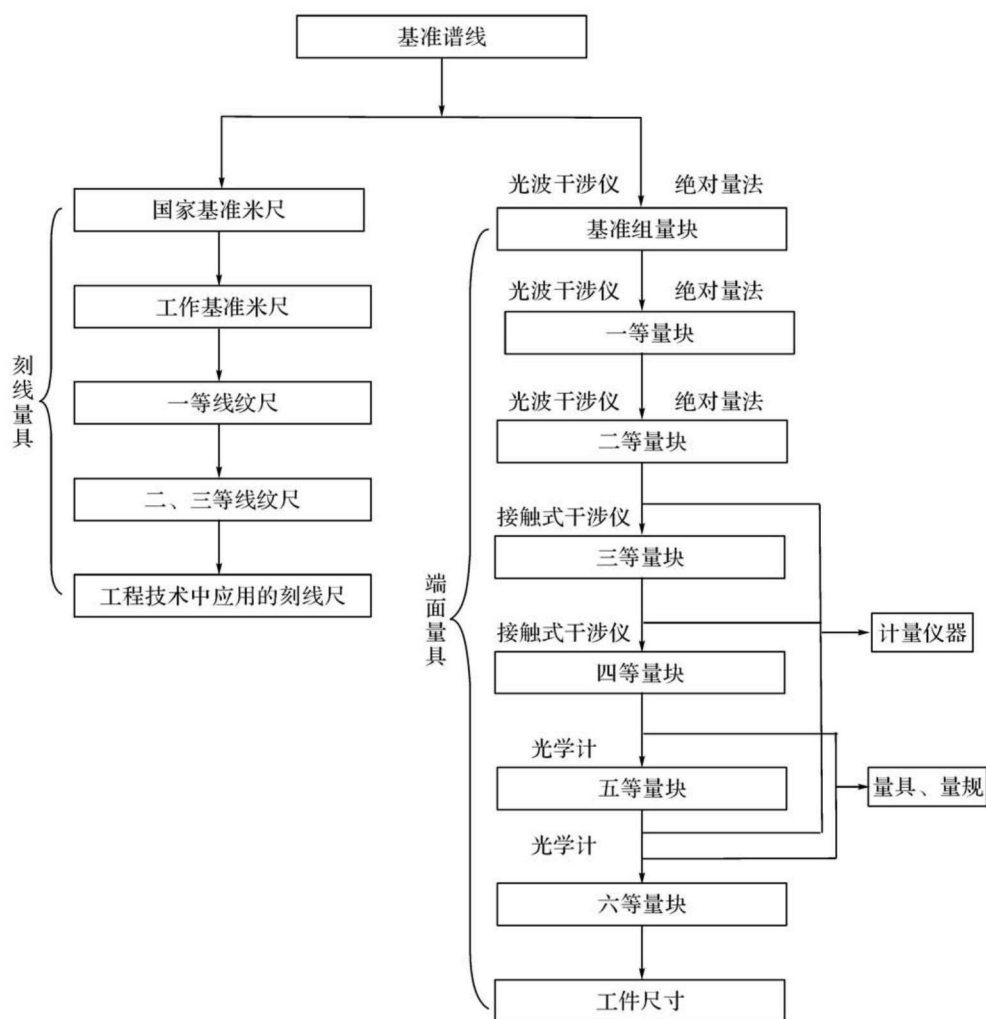


图 1-2 长度量值传递系统

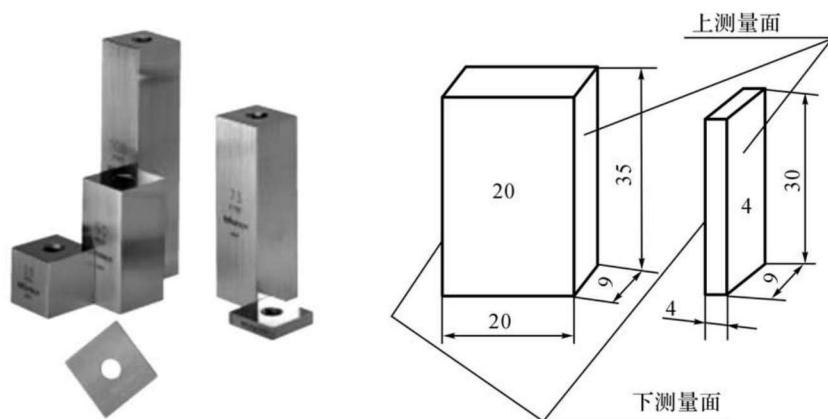


图 1-3 长度量块

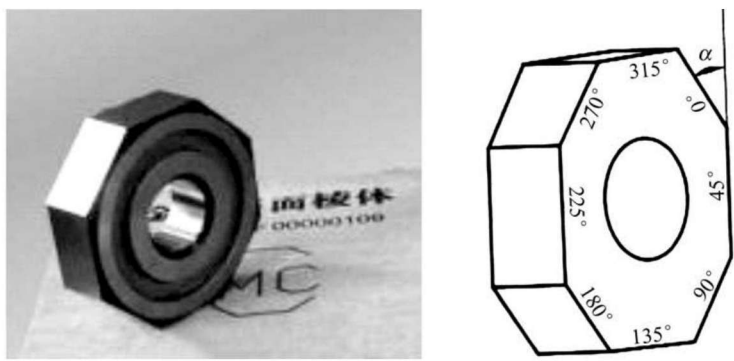


图 1-4 正八面棱体



图 1-5 角度量值传递系统

1.1.4 测量方法

测量方法是指在进行测量时所用的,按类别叙述的一组操作逻辑次序。从不同观点出发,可以将测量方法进行不同的分类,常见的方法有:

1. 直接测量和间接测量

按实测几何量是否为欲测几何量,可分为直接测量和间接测量。

(1)直接测量

直接测量是指直接从计量器具获得被测量的量值的测量方法,如用游标卡尺、千分尺。

(2)间接测量

间接测量是测得与被测量有一定函数关系的量,然后通过函数关系求得被测量值。

2. 绝对测量和相对测量

按示值是否为被测量的量值,可分为绝对测量和相对测量。

(1)绝对测量

绝对测量是指被计量器具显示或指示的示值即是被测几何量的量值,如用测长仪测量零件,其尺寸由刻度尺直接读出。

(2)相对测量

相对测量也称比较测量,是指计量器具显示或指示出被测几何量相对于已知标准量的偏差,测量结果为已知标准量与该偏差值的代数和。

3. 接触测量和非接触测量

按测量时被测表面与计量器具的测头是否接触,可分为接触测量和非接触测量。

(1)接触测量

接触测量是指计量器具在测量时,其测头与被测表面直接接触的测量。如用卡尺、千分