

机械测量与测绘技术

(第2版)

● 主编 缪朝东 陈莉娟

非
外
借

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

机械测量与测绘技术

(第2版)

主编 缪朝东 陈莉娟
参编 胥 徐 蒋碧亚 蒋玉芳
王 迅 孙 挥 范 华

内 容 简 介

本书共包括三个学习模块，分别为：机械零部件测绘基础，典型零件的测绘，机械部件—台虎钳的测绘。每个模块下分为多个学习课题，课题又由若干个学习任务组成。

本书可作为高等院校机械类专业学生学习使用，也可供相关技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械测量与测绘技术/缪朝东, 陈莉娟主编. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2019. 9

ISBN 978 -7 -5682 -7538 -5

I. ①机… II. ①缪… ②陈… III. ①技术测量 - 高等学校 - 教材
IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 190746 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 涿州市新华印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.25

字 数 / 405 千字

版 次 / 2019 年 9 月第 2 版 2019 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 69.00 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 赵 岩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



丛书编审委员会

主任委员：夏成满 晏仲超

委 员：常松南 陶向东 徐 伟 王稼伟
刘维俭 曹振平 倪依纯 郭明康
朱学明 孟华锋 朱余清 赵太平
孙 杰 王 琳 陆晓东 缪朝东
杨永年 强晏红 赵 杰 吴晓进
曹 峰 刘爱武 何世伟 丁金荣

前 言

本书是高等院校机电一体化专业课程改革创新成果之一，是根据最新编制的“机械测量与测绘技术”课程标准，在企业技术专家指导下，按照“德育为先、能力为本、终身发展”的教育新理念编写而成，体现了“课程标准和职业岗位对接、课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接”的要求。

本书是以培育学生的职业素养为前提，培养学生的机械测量能力和机械测绘技术为目标，基于“技能积累、技术迁移”的技能人才培养路径出发，以问题导向、层次递进式的模块结构编排，每个模块中按课题——任务编写，便于教师任务驱动教学的展开。教材结构更符合学生的认知规律和技能形成规律，能最大程度满足学生的学习需求。本书特点有：

1. 体现高等教育新理念。按照“问题导向、学习者为中心”的理念组织教学，创新了技能培养方式。
2. 突出了应用能力培养。本书把机械测量与 AutoCAD 有机结合，符合企业岗位能力要求，并兼顾了“综合性、先进性、实用性和通用性”，突出了学生的职业能力培养。
3. 具备了较好的普适性。内容安排上由浅入深、层层递进，符合技能培养规律，选择案例具有典型性和普适性，师生在使用过程中选择性强，便于自主学习。

本书由缪朝东、陈莉娟主编，主要负责教材的总体规划、绪论、附录及全书的审核、校对工作。参与编写人员及分工为：王迅老师编写模块一机械零部件测绘基础，蒋玉芳老师编写模块二中课题一轴类零件的测绘和课题二盘类零件的测绘，胥徐、孙挥老师编写模块二中课题三圆柱齿轮与蜗杆的测绘、课题四支架零件的测绘和课题五箱体零件的测绘，蒋碧亚、范华老师编写模块三机械部件一台虎钳的测绘。

本书在编写过程中参考了相关著作，我们对原作者表示感谢！同时，也得到了程黎、鲁小芳、朱仁盛等老师的大力支持，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不当之处，敬请使用本书的读者指正。

目 录

绪 论	1
模块一 机械零部件测绘基础	8
课题一 机械测量技术基础	8
任务一 了解机械测量技术的相关知识	8
任务二 了解机械测量的常用量具和仪器	16
任务三 识读尺寸公差	27
任务四 测量与计算方法概述	40
课题二 测量工具基础	46
任务一 认识常用测量工具	46
任务二 常用工具的测量方法	54
模块二 典型零件的测绘	85
课题一 轴类零件的测绘	85
任务一 轴类零件的测量与草绘	85
任务二 AutoCAD 环境下零件图的绘制	99
课题二 盘类零件的测绘	113
任务一 盘类零件的测量与草绘	113
任务二 AutoCAD 环境下零件图的绘制	123
课题三 圆柱齿轮与蜗杆的测绘	132
任务一 圆柱齿轮与蜗杆的测量与草绘	132
任务二 AutoCAD 环境下零件图的绘制	143
课题四 支架零件的测绘	156
任务一 支架零件的测量与草绘	156
任务二 AutoCAD 环境下零件图的绘制	163
课题五 箱体零件的测绘	172
任务一 箱体零件的测量与草绘	172
任务二 AutoCAD 环境下零件图的绘制	185
模块三 机械部件—台虎钳的测绘	194
任务一 台虎钳的测量与草绘	194

任务二 AutoCAD 环境下台虎钳装配图的绘制	206
任务三 AutoCAD 环境下台虎钳零件图的绘制	213
附录 A Autodesk AutoCAD 基础知识 AutoCAD 2017 软件功能介绍	221
附录 B 机械制图相关标准	236
参考文献	267

绪 论

零件是机械制造过程中的基本单元，其制造过程不需要装配工序。部件由若干装配在一起的零件组成。零件测绘是指借助测量工具或仪器对机械零件进行测量与分析，确定表达方案、绘制零件草图并整理出零件工作图的过程。部件测绘是指对部件进行拆卸与分析，绘制出部件的装配示意图并对其所属零件进行测绘，确定部件装配图的表达方案，最终整理出部件的装配图及其所属零件的零件图的过程。在工程上，零部件测绘在设计、仿制和机械设备修配等方面都具有重要的作用。

本书根据科学技术发展的需求，通过整合机械制图、零部件测量、零部件绘制、AutoCAD 软件应用等内容，打破了传统机械制图课程的理论体系。本书以典型机械零部件的测绘为载体，以 AutoCAD2017 版本为工具，依据认知规律、借鉴零件成组分类法形成若干模块，每个模块又包含若干实际案例，每个案例都是一个比较完整的工作过程。学生通过完成一个个具体工作任务，熟悉工作对象、工作方法、工作要求及工具使用，实现掌握制图知识、具备 AutoCAD 软件应用技能、提高绘制和阅读零件图和装配图能力的目标。本书立足课程标准根据工作过程对全书内容进行了重新序化，将陈述性知识与过程性知识整合、理论知识学习与实践技能训练整合、专业能力培养与职业素质培养整合、工作过程与学生认知心理过程整合，重构了体现机械零部件的图样识读、产品测绘、产品造型等工作过程知识与技能体系的学习领域，实现了理论与实践的一体化以及教、学、做的一体化。

一、零部件测绘的定义

借助测量工具（或仪器）对机械零件或部件进行测量，并绘出其工作图的全过程称为零部件测绘。零部件测绘的对象通常是单个或多个机械零件、机器或部件。根据测绘对象不同，零部件测绘可分为零件测绘与部件测绘。零部件测绘也可简称为“测绘”。

零件测绘是指对已有零件进行分析，确定其表达方案，绘制零件草图，测量尺寸，最后整理出零件工作图（简称零件图）的过程。部件测绘是指对已有的机器或部件进行拆卸与分析，绘制出机器或部件的装配示意图，并对其所属零件进行零件测绘，确定装配图的表达方案，最终整理出机器或部件的装配图及其所属零件的零件图的过程。

二、零部件测绘的应用

1. 修复零件与改造已有设备

在维修机器或设备时，如果某一零件损坏，在无备件与图样的情况下，就需要对损坏的零件进行测绘，画出图样以满足该零件再加工的需要。有时，为了发挥已有设备的潜力，对已有设备进行改造，也需要对部分零件进行测绘后进行结构上的改进，以配制新的

零件或机构,从而改变机器设备的性能,提高机器设备的效率。

2. 设计新产品

在设计新机械产品时,有一种途径便是对已有实物产品进行测绘。通过对测绘对象的工作原理、结构特点、零部件加工工艺、安装维护等方面进行分析,取人之长、补己之短,从而设计出比同类产品性能更优的新产品。

3. 仿制产品

一些引进的新机械或设备(无专利保护)因其性能良好而具有一定的推广应用价值,在缺乏技术资料 and 图纸的情况下,通常可通过测绘机器设备的所有零部件,获得生产这种新机械或设备的有关技术资料,以便组织生产。这种产品仿制速度快,经济成本低。

4. “机械制图”实训教学

零部件测绘是各类工科院校、高职院校“机械制图”教学中的一个十分重要的实践性教学环节。其目的是加强对学生实践技能的训练,培养学生的工程意识和创新能力。同时,零部件测绘也是对“机械制图”课程内容进行综合运用的全面训练,可有效锻炼和培养学生的动手能力、将理论运用于实践的能力以及与人合作的精神。

三、零部件测绘的教学目的

(1) 提高学生理论联系实际的能力。指导学生综合运用机械制图课程所学的知识进行草图、示意图、零件图和装配图的绘制,以使其已学知识得到巩固和加强。

(2) 初步培养学生从事工程制图的能力,使其掌握运用技术资料、标准、手册和技术规范进行工程制图的技能。

(3) 使学生掌握基本的测绘方法。通过测绘实训,使学生熟悉常用测量工具并掌握其使用方法,帮助学生掌握正确的测绘方法和步骤,从而为其今后专业课的学习和工程实践打下坚实的基础。

(4) 提高学生分析问题和解决问题的能力。零部件测绘实训是对学生分析和解决实际工程问题能力的一次综合训练,包括资料查找的方法和途径、零件视图的选择与表达方案的制订、技术要求的提出与标注、部件的拆卸等。

四、零部件测绘的要求

(1) 具有正确的工作态度。机械零部件测绘是对学生的一次全面的绘图训练,对其今后的专业设计和实际工作都具有十分重要的意义。因此,学生只有积极认真、刻苦钻研、一丝不苟地练习,才能在绘图方法与技能方面得到锻炼与提高。

(2) 培养独立的工作能力。机械零部件测绘是在教师指导下由学生独立完成的。学生在测绘中遇到问题时,应及时地复习有关内容或参阅有关资料,经过主动思考或与同组成员讨论,获得解决问题的方法,而不能依赖性地、简单地索要答案。

(3) 树立严谨的工作作风。表达方案的确定要经过周密的思考,制图应正确且符合国家标准。反对盲目、机械地抄袭及敷衍、草率的工作作风。

(4) 培养按计划工作的习惯。在实训过程中,学生应遵守纪律,在规定的教室里按预定计划保质保量地完成实训任务。

五、零部件测绘的方法与步骤

1. 零部件测绘的方法

(1) 正确地选择零件视图的表达方法,所选视图应符合机械制图的有关规定,力求表达方案简洁、清晰、完整,能够用最少的图形将零件的结构形状表达清楚。零件草图应具备零件工作图的全部内容,包括一组图形、完整的尺寸标注、必要的技术要求和标题栏。另外,绘制草图时,应做到图形正确、比例匀称、表达清晰、线型分明、工整美观。

(2) 在画出主要图形(按目测尺寸绘制)之后集中测量尺寸。切不可边画图,边测量,边标注。要注意测量顺序,先测量各部分的定形尺寸,后测量定位尺寸。测量时应考虑零件各部位的精度要求,将粗略的尺寸和精度要求高的尺寸分开测量,对于某些不便直接测量的尺寸(如锥度、斜度等),可在测量相关数据后,再利用几何知识进行计算。

2. 零部件测绘的步骤

(1) 做好测绘前的准备工作。强调测绘过程中的设备、人身安全等注意事项。领取装配体和测量工具,准备好绘图工具,如图纸、铅笔、橡皮、小刀等,并做好测绘场地的清洁工作。了解测绘实训的内容和任务要求,做好人员组织与分工,准备好有关资料、拆卸工具、测量工具和绘图工具。待这些准备工作完成之后,再进行实际的测绘。

(2) 了解测绘对象。在正式测绘前,仔细地阅读测绘指导书,全面细致地了解被测零部件的名称、用途、工作原理、性能指标、结构特点及在机械设备或部件中的装配关系与运转关系。

(3) 拆卸部件。对零部件有完整、清晰、正确的了解之后,要对被测部件进行拆卸。在拆卸之前,要弄清楚零部件的组装次序、部件的工作原理、结构形状和装配关系。在拆卸过程中,要弄清楚各零件的名称、作用和结构特点,并对拆下的每一个零件进行编号、分类和登记。

(4) 绘制装配示意图。装配示意图是在机器或部件拆卸过程中绘制的工程图样,它是绘制装配图和重新进行装配的基本依据。装配示意图主要表达各零件之间的相对位置、装配、连接关系及传动路线等。绘制装配示意图时,通常只需用简单的符号、线条画出零件的大致轮廓及相互关系,而不必绘出每个零件的细节及尺寸。

(5) 绘制零件草图。部件拆卸完成后,要画出部件中除标准件外的每一个零件的草图。对于标准件要单独列出明细表。

(6) 测量零件尺寸。绘制零件草图与测量零件尺寸并不是同时完成的,测量工作要在零件草图绘制完成后统一进行。测量时,应对每一个零件的每一个尺寸进行测量,并将所测得的尺寸和相关数据标注在草图上。标注时,要注意零件的结构特点,尤其要注意零部件的基准及相关零件之间的配合尺寸和关联尺寸。

(7) 尺寸圆整与技术要求的注写。对所测得的零件尺寸要进行圆整,使尺寸标准化、规格化、系列化。同时,还要对零件采用的材料、尺寸公差和几何公差、配合关系等技术要求进行合理选择,并标注到草图上。

(8) 在 AutoCAD 环境下绘制装配图。根据装配示意图和零件草图绘制装配图是零部件测绘的主要任务之一。装配图不仅要表达装配体的工作原理、装配关系和主要零件的结

构形状,还要检查零件草图上的尺寸是否协调合理。在绘制装配图的过程中,若发现零件草图上的形状或尺寸有错,应及时更正后再继续绘制。装配图画好后必须注明该机械或部件的规格、性能以及装配、检验和安装尺寸,还必须用文字说明机械或部件在装配调试、安装使用中必须具备的技术条件,最后按规格要求填写零件序号、明细栏和标题栏的各项内容。

(9) 在 AutoCAD 环境下绘制零件工作图。零件工作图是零件加工的基本依据。当装配图绘制完成以后,要根据装配图、零件草图并结合零部件的其他资料,用尺规或计算机绘制出零件工作图。应注意每个零件的表达方法要符合机械制图的相关规定;尺寸标注应完整、正确、清晰、合理;零件的技术要求注写采用类比法;最后填写标题栏。

(10) 测绘总结与答辩。测绘工作完成以后,学生要将在零部件测绘过程中所学到的测绘知识、技能及学习体会、收获以书面的形式写成总结报告,并参加答辩。

六、零部件测绘的准备工作的准备工作

如前所述,在零部件测绘前,要做一些必要的准备,包括人员安排、资料收集、场地与工具准备等。

1. 零部件测绘的组织准备

零部件测绘的组织准备即人员的安排。人员安排要根据测绘对象的复杂程度、工作量大小和参加人员的多少而定。零部件测绘实训大都以班级为单位进行。实训中,通常将学生分成几个测绘小组。各小组在全面了解测绘对象的基础上,重点了解本组所要测绘的零部件的作用以及与其他零部件之间的联系。然后在此基础上讨论实施测绘方案,对本组内的人员进行再次分工。

2. 零部件测绘的资料准备

资料准备也是零部件测绘前的必要准备环节。在测绘前,要准备的必备资料包括:有关机械设计和制图的国家标准,参考书籍,有关被测零部件的资料、手册等。其中,针对被测对象的资料包括:被测部件的原始资料,如产品说明书、零部件的铭牌、产品样本、维修记录等;有关零部件的拆卸、测量、制图等方面的资料,如有关零部件的拆卸与装配方法的资料,有关零件的测量和公差确定方法的资料,机械零件设计手册,机械制图手册,机修手册以及相关工具书籍等。

3. 零部件测绘场所和测绘工具准备

零部件测绘应选择安静宽敞、光线较好且相对封闭的场所。在选择测绘场所时,应满足便于操作、利于管理和相对安全的要求。另外,应根据测绘的需要,将测绘场所划分成若干个功能区:被测件存放区、资料区、工具区、绘图区等。如果同一地点有多个测绘小组,可根据实际情况划分为公共区和小组工作区。将共用的资料、工具及其他公共物品存放在公共区内,小组专用物品存放在小组工作区,且每个小组工作区也应划分为被测件存放区、绘图区等不同的工作区域。

在实际测绘前,应准备足够的工具。工具按用途至少分为以下6大类:

(1) 拆卸工具类,如扳手、螺钉旋具、钳子等。

(2) 测量量具类,如游标卡尺、金属直尺、千分尺及表面粗糙度的量具、量仪等。

- (3) 绘图用具类, 如草图纸(一般为方格纸)、画工程图的图纸、绘图工具等。
- (4) 记录工具类, 如拆卸记录表、工作进程表; 数码照相机、摄像机等。
- (5) 保管存放类, 如储放柜、存放架、多规格的塑料箱等。
- (6) 其他工具类, 如起吊设备、加热设备、清洗液、防腐蚀用品等。

七、零部件测绘的操作规则

零部件测绘是一项过程相对复杂, 理论与实践结合紧密, 使用的设备、工具及用品较多的工作。在操作前必须制定严格的操作规则, 以保证测绘作业的安全性、规范性和完整性。零部件测绘实训中应有的操作规则通常包括以下3个方面:

(1) 有关安全方面的规则。安全方面的规则主要包括人身安全、设备安全和防火防盗等方面的内容。

①人身安全的内容包括: 使用电器设备时应检验设备的额定电压, 按设备的操作规程正确使用电器; 使用转动设备时, 应注意着装的要求, 留长发的同学应将头发放在帽子内, 操作者应穿紧袖工装, 启动设备时应观察有无妨碍和危险; 使用夹紧工具时应防止夹伤, 起吊设备时应注意下面的人员等。

②设备安全主要是要求学生按照工作设备的操作规程正确使用工具和设备, 避免造成工具设备的损坏, 贵重和精密的仪器设备应轻拿轻放等。

③防火防盗要求学生在室内无人时注意关窗锁门, 以防物品丢失; 在使用除锈剂、油料时, 应避免污染和引起火灾。

(2) 有关作业规范方面的规则。作业规范方面的规则主要是指物品摆放有序。例如, 不同物品应放在不同的功能区, 同一功能区的物品应整齐排列, 工具设备使用完毕应放回原位等。

(3) 有关清洁卫生方面的规则。清洁卫生方面的规则主要包括室内卫生清洁规则和物品清洁规则。卫生清洁规则包括卫生清扫值日制度, 禁止将食物、饮料及其他可能造成图纸污损、零件锈蚀和妨碍测绘作业的物品带入实训室内。

八、零部件测绘教学建议

(1) 在教学过程中, 应立足于加强学生实际操作能力的培养, 采用项目化教学, 以工作任务引领等方式提高学生学习兴趣, 激发学生的成就动机。

(2) 本课程教学的特色是现场教学。教学时, 将教室和实训点合一, 并以典型机械零件为载体, 在教学过程中, 采用引导文教学法、示范教学法、任务驱动教学法等, 实现教师示范与学生分组测量零件操作训练互动, 学生讲解测量过程与教师点评对接, 学生提问与教师解答、指导有机结合, 同时, 采取任务、信息、计划、实施、检查、评估六步骤教学课程, 让学生在“教、学、做”一体化过程中, 达到正确选择量具、熟练使用各种通用量具及掌握精密测量模具零件的方法的要求。

(3) 在教学过程中, 要创设工作情景, 同时加大实践操作的容量, 提高学生的岗位适应能力。

(4) 在教学过程中, 要应用多媒体、公差动画、测量视频、教学录像、课程网站、网

上答疑、在线测试、QQ群等教学资源辅助教学,帮助学生理解量具的结构、使用要领等知识和技能。

(5) 在教学过程中,要重视本专业领域内新技术、新工艺、新设备发展趋势,努力使教学课堂贴近生产实际,努力培养学生积极参与社会实践的创新精神和职业能力。

(6) 在教学过程中,教师应积极引导提升职业素养,提高职业道德。

九、零部件测绘的教学安排与成绩评定

按照机械制图课程教学实践环节的基本要求,根据各专业人才培养方案,机械零部件测绘实训学时通常集中安排2周的时间。测绘内容及学时分配见表1。

表1 测绘内容及学时分配

序号	测绘内容	学时分配	备注
		2周测绘	
1	组织分工、讲课	3课时	2周 60课时
2	拆卸部件,绘制装配示意图	12课时	
3	绘制零件草图、测量尺寸	12课时	
4	用AutoCAD绘制装配图	6课时	
5	用AutoCAD绘制零件工作图	12课时	
6	审查校核	3课时	
7	写测绘报告书	6课时	
8	综合评价	3课时	
9	机动	3课时	

1. 部件测绘中对图纸的要求

零部件测绘中对图纸的总体要求是投影正确、视图选择与配置恰当、图面洁净、字体工整、线型和尺寸标注符合国家标准。

(1) 对装配图的要求。除符合总体要求外,还要求标注规格尺寸、外形尺寸、装配尺寸、安装尺寸及其他重要尺寸。其中,相关尺寸要与零件图中的零件尺寸完全一致。另外,零件编号和明细表、标题栏也必须符合国家标准。

(2) 对零件工作图的要求。除符合总体要求外,还需要做到尺寸齐全、清晰、合理,表面粗糙度与公差配合的选用恰当,标注正确,标题栏符合要求。

(3) 对零件草图的要求。零件草图要求徒手(不得借助尺规等绘图工具)画出,除尺寸比例、线型不做严格要求外,其他要求与零件图相同。

2. 零部件测绘实训中对报告的要求

零部件测绘实训一般要求学生提供两份报告。一份是被测部件工作原理分析报告,另一份是实训总结报告。如果被测零部件比较简单,且只安排一周时间,也可只要求提供一份报告。

被测部件工作原理分析报告的内容包括:绘出测绘部件的装配示意图,并说明工作原理和作用;有关配合、公差、材料的选择及理由;给出被测部件的主要规格性能尺寸、总

体尺寸、安装尺寸的大小等。总结报告应对测绘过程中的体会及收获做书面形式总结。

最后，将所绘装配图、零件图及零件草图折叠成 A4 幅面，连同总结报告一起送交指导教师。

3. 零部件测绘实训成绩的评定

零部件测绘实训成绩的评定应根据零件草图、装配图、零件图和总结报告综合评分。评分标准按不同专业的教学大纲确定。例如，表达方案、投影、尺寸标注、技术要求和零件材料选用的正确性占总分的 50%，线型正确、字体工整、图面洁净占 10%，实训报告占 10%，平时成绩占 10%，答辩占 20%。其中，平时考核主要考查学生的工作态度及独立完成实习任务的情况。另外，测绘实训的成绩通常采用五级分制，即优秀、良好、中等、及格和不及格。

模块一

机械零部件测绘基础

模块描述

- (1) 机械测量技术有哪些相关知识？常用的机械测量的量具和仪器又有哪些？
- (2) 如何识读尺寸公差？又如何测量与计算几何尺寸？

课题一 机械测量技术基础

任务一 了解机械测量技术的相关知识

任务描述

测量技术是一门具有自身专业体系、涵盖多种学科、理论性和实践性都十分强的前沿科学。熟知测量技术方面的基础知识，是掌握测量技能，独立完成对机械产品几何参数测量的基础。

在机械制造中，测量技术主要是研究对零件几何参数进行测量和检验的问题。这一技术是机械制造业检测人员必备的常用基本技能。同时，机械测量为产品的质量提供保障，是生产中不可或缺的重要环节。通过本次任务，掌握以下三个方面：

- (1) 什么是互换性和标准化？如何理解测量基准和量值的传递？
- (2) 机械测量的基本概念有哪些？其单位与换算又有什么关系？
- (3) 有哪些测量方法？如何分析误差并处理数据？

知识链接

在机械制造过程中，需要对零件的几何参数进行严格的度量与控制，并将这种度量与控制纳入一个完整且严密的研究、管理体系，这个体系被称为几何量计量。而测量技术是几何量计量在生产中的重要实施手段，是贯彻质量标准的技术保证。

一、互换性和标准化

1. 互换性

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，不需做任何挑

选、调整或辅助加工就能进行装配，且能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。

2. 标准化

标准化是指标准的制定、发布和贯彻实施的全部活动过程。标准化从调查标准化对象开始，经试验、分析和综合归纳，进而制定和贯彻标准，之后还要修订标准。它是以标准的形式体现的一个不断循环、不断提高的过程。

二、机械测量的基本概念

一件制造完成的产品是否满足设计的几何精度要求，通常有以下 4 种判断方式。

1. 测量

测量是为确定量值而进行的实验过程。在测量中，假设 L 为被测量值， E 为所采用的计量单位，那么它们的比值为： $q = \frac{L}{E}$ 。

上述公式的物理意义为：在被测量值 L 一定的情况下，比值 q 的大小完全决定于所采用的计量单位 E ，而且是成反比关系。同时，这一公式说明计量单位的选择取决于被测量值所要求的精确程度，这样，经比较而得的被测量值为： $L = qE$ 。

因此，测量是指以确定被测对象的量值为目的的全部操作。在这一操作过程中，将被测对象与复现测量单位的标准量进行比较，并以被测量与单位量的比值及其准确度表达测量结果。例如，用游标卡尺对某一轴径的测量，就是将被测量对象（轴的直径）用特定测量方法（游标卡尺）与长度单位（mm）相比较。若其比值为 30.52，准确度为 ± 0.03 mm，则测量结果可表达为 (30.52 ± 0.03) mm。

由上可知，任何一个测量过程必须包含被测的对象和所采用的计量单位。此外，还包含二者是怎样进行比较及比较以后其精确程度如何的问题，即测量的方法和测量的精确度问题。这样，任何测量过程都包含测量对象、计量单位、测量方法及测量精确度等 4 个要素。

(1) 测量对象。这里主要指几何量，包括长度、角度、表面粗糙度以及形位误差等。由于几何量种类繁多，形状又各式各样，因此对其特性，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) 计量单位。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：“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，国务院正式发布《中华人民共和国法定计量单位》，规定我国的计量单位一律采用《中华人民共和国法定计量单位》。在长度计量中以米（m）为基本单位，其他常用单位有毫米（mm）和微米（ μm ）。在角度测量中以度（ $^{\circ}$ ）、分（'）、秒（"）为单位。

(3) 测量方法。测量方法是指在进行测量时所采用的计量器具和测量条件的综合。根据被测对象的特点，如精度、大小、轻重、材质、数量等来确定所用的计量器具；分析研究被测参数的特点及其与其他参数的关系，确定最合适的测量方法以及测量的主客观条件（如环境、温度等）。

(4) 测量精确度（即准确度）。测量精确度是指测量结果与真值的一致程度。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，精确度低。因此，

精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的,换言之,测量结果的可靠性有效值由测量误差确定。

2. 测试

测试是指具有试验性质的测量,也可理解为试验和测量的全过程。

3. 检验

检验是判断被测物理量在规定范围内是否合格的过程,一般来讲,就是确定产品是否满足设计要求的过程,即判断产品合格性的过程,通常不一定要测出具体值。几何量检验即是确定零件的实际几何参数是否在规定的极限范围内,以做出合格与否的判断。因此,检验也可理解为不要求知道具体值的测量。

4. 计量

计量是指为实现测量单位的统一和量值准确可靠的测量。

三、测量基准和量值的传递

1. 测量基准

测量基准是零件检验时,用以测量已加工表面尺寸及位置的基准。在几何量计量领域内,测量基准可分为长度基准和角度基准两类。

2. 量值传递

在机械制造中,自然基准不便于普遍直接应用。为了保证测量值的统一,必须把国家基准所复现的长度计量单位量值经计量标准逐级传递到生产中的计量器具和工件上去,以保证所测得的被测对象量值的准确和一致。为此,需要在全国范围内从技术上和组织上建立起严密的长度量值传递系统。目前,线纹尺和量块是实际工作中常用的两种实体基准。

四、常用测量单位及其换算

1. 常用测量单位

对几何量进行测量时,必须有统一的长度计量单位。测量单位是测量工作中的原始标准,各国都对此作了具体规定。例如,我国传统习惯沿用的长度单位为丈、尺、寸、分、厘,即“市制”。英国及英联邦国家采用的长度单位为码、英尺、英寸、英分,即“英制”。目前,大多数国家(包括我国)使用“米制”,即(以米为基本长度单位,“米制”)已被国际公认,定为国际标准。

2. 测量单位换算

如前所述,我国计量单位一律采用《中华人民共和国法定计量单位》,其中规定米(m)为长度的基本单位,同时使用米的十进制倍数和分数的单位。千米(km)、米(m)、毫米(mm)、微米(μm)间的换算关系如下: $1\text{ mm} = 10^{-3}\text{ m}$; $1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{ mm}$ 。在超精密测量中,长度计量单位采用纳米(nm), $1\text{ nm} = 10^{-3}\mu\text{m}$ 。

用度作为单位来测量角的制度叫作角度制。其中,度($^{\circ}$)、分($'$)、秒($''$)之间采用60进位制,即 $1^{\circ} = 60'$, $1' = 60''$ 。用弧度(rad)作为单位来测量角的制度叫做弧度制。与半径等长的弧所对的圆心角的弧度即为1弧度。圆周所对的圆心角 $= 2\pi\text{rad} = 6.2832\text{rad}$ 。 $1\mu\text{rad}$ (微弧度) $= 10^{-6}\text{ rad}$ (弧度)。角度和弧度的换算关系为: $1^{\circ} = 0.017453\text{ rad}$,或