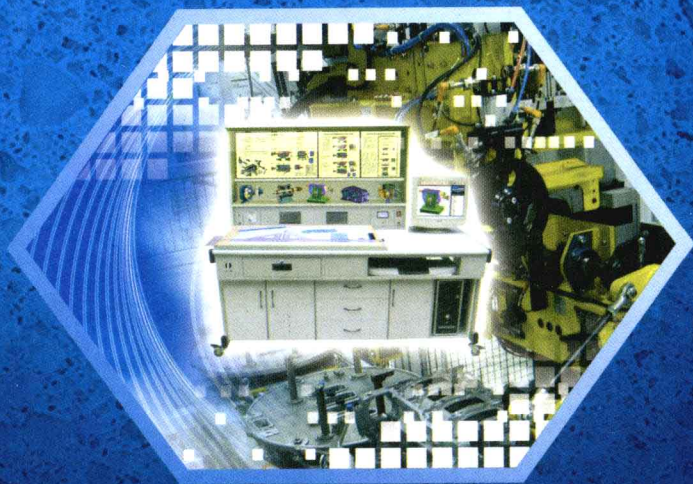


机械测量与测绘技术

JIXIE CELIANG
YU CEHUI JISHU

◎主编 缪朝东

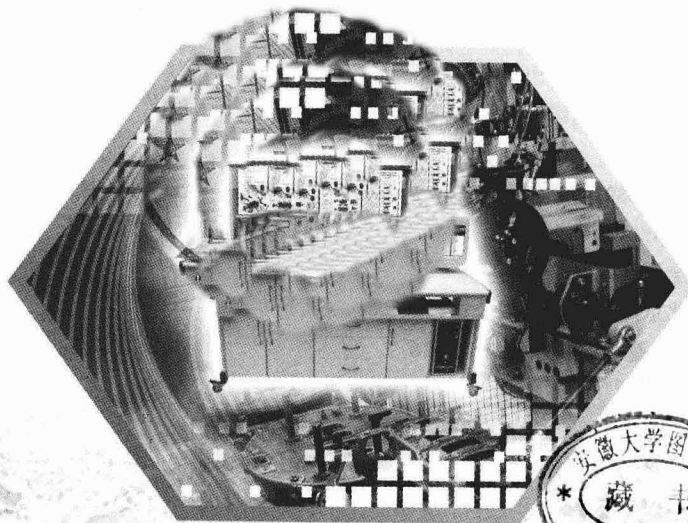
◎组编 葛金印



机械测量与测绘技术

JIXIE CELIANG
YU CEHUI JISHU

◎主 编 缪朝东
◎副主编 孙 挥 查维康
◎参 编 陈莉娟 胡 霞 王 伟
◎主 审 赵光霞
◎组 编 葛金印



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

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/缪朝东主编. —北京:北京理工大学出版社,
2013.3

ISBN 978-7-5640-6610-9

I. ①机… II. ①缪… 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 (2012) 第 192733 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 21.5

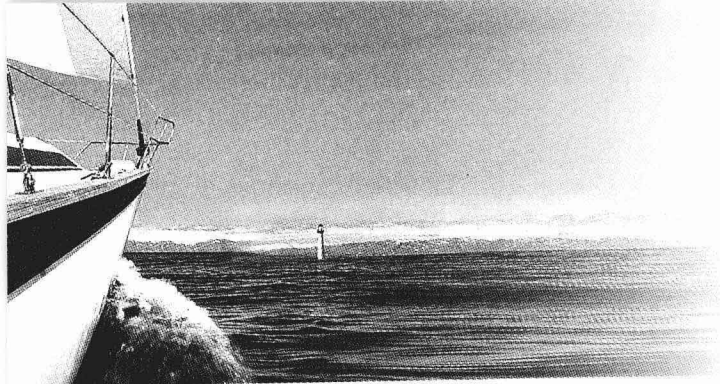
字 数 / 495 千字

版 次 / 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷 责任编辑 / 张慧峰

印 数 / 1~1 500 册 责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 49.00 元 责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换



普通高等教育“十二五”精品规划教材

编审委员会

总顾问：马能和

顾 问：金友鹏 程又鹏 王稼伟

主 任：葛金印

副主任：（按姓氏笔画排序）

王 猛 朱仁盛 朱崇志 张国军

邵泽强 范次猛 赵光霞

委 员：（按姓氏笔画排序）

史先焘 朱安莉 刘冉冉 许忠美

庄金雨 李红光 李晓男 李添翼

陈大龙 陈海滨 张 平 张 萍

杨玉芳 杨 羊 杨 欢 金荣华

胡立平 胡 剑 查维康 施 琴

耿 淬 唐建成 徐小红 栾玉祥

梅荣娣 蒋金云 蒋洪平 强高培

缪朝东 翟雄翔 薛智勇

前 言

本书是高等学校机电技术应用专业课程改革成果之一，是根据最新制定的“机械测量和测绘技术”课程标准编写的，体现了“以就业为导向、以能力为本位、终身发展”的思想。

本书以培养学生的机械测量能力和机械测绘技术为目标，属于技能训练类课程，全书采用项目、任务的形式建构框架，将测量技术与 AutoCAD 和 Inventor 软件有机结合，兼顾综合性、实用性和先进性，突出学生的能力培养。本书的特点有：

1. 按照“项目导向，任务驱动”形式组织教学，体现了“教、学、做”三合一。
2. 充分考虑了企业岗位设置及岗位能力需求，在培养学生的机械测量和测绘技术时，初步培养了学生的工业产品造型能力，并与技能大赛相衔接。
3. 体现了先进性。教材采用 2012 版本的 AutoCAD 和 Inventor 软件，并在传统测绘基础上加入了 Inventor 软件的三维造型与工程图模块。
4. 选择性强。内容安排上由浅入深，符合认知规律，便于教师组织教学过程和学生的自主学习。教材内容可以根据各校实际情况选择使用。

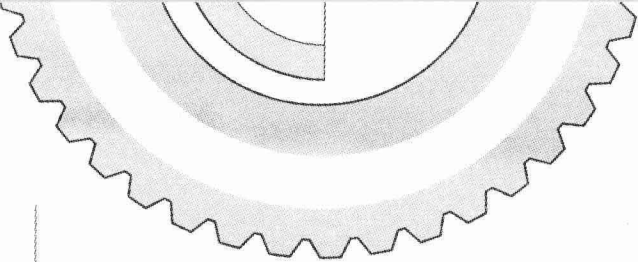
本书由缪朝东主编，参与编写人员有：项目 1 由孙挥、查维康编写，项目 2 由缪朝东、胡霞编写，项目 3 课题 1 由陈莉娟、孙挥编写，项目 3 课题 2 由王伟、缪朝东编写。

本书由赵光霞担任审稿，并由本系列教程组编葛金印担任终审，他们对书稿提出了许多宝贵的修改意见和建议，再次表示衷心的感谢！本书在编写过程中，参阅了一些相关的书籍，我们对原作者表示感谢。同时，也得到了朱仁盛、陈胡兴、蒋东敏等老师的帮助和校对，在此表示感谢！

本书可作为高等学校机械类相关专业的教学用书，也可作为相关行业的岗位培训教材或供自学者参考。

由于编者水平有限，书中难免存在错漏和不当之处，敬请使用本书的读者指正。

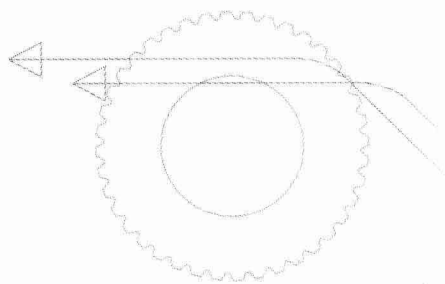
编者



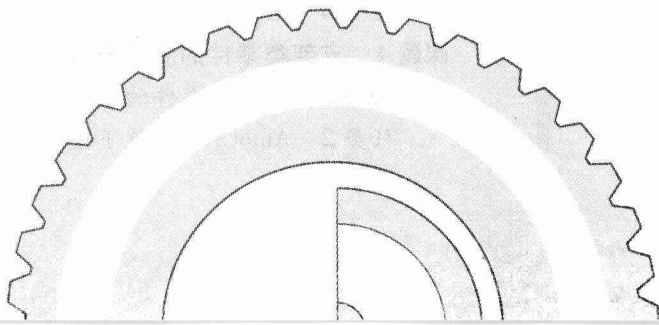
《《《 目 录

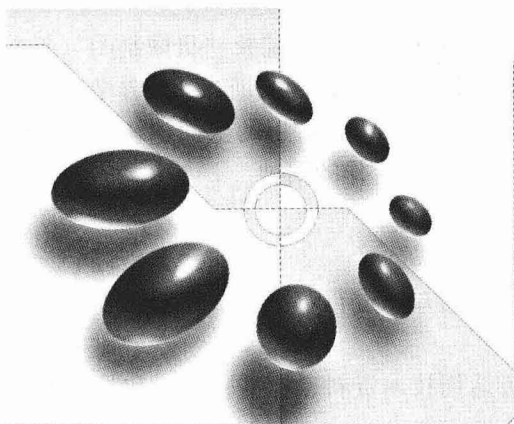
绪论	1
项目 1 认识机械测量与测绘技术	
课题 1 认识常用测量工具与测量方法	9
任务 1 常用测量工具的使用	9
任务 2 认识常用测量工具与测量方法	14
课题 2 认识 AutoCAD 软件	19
任务 1 AutoCAD 绘图环境的设置	19
任务 2 AutoCAD 模板的制作与使用	21
课题 3 认识 Inventor 软件	24
任务 1 熟悉 Inventor 草绘环境	24
任务 2 熟悉 Inventor 零件特征设计环境	29
任务 3 熟悉 Inventor 装配环境	39
任务 4 熟悉 Inventor 工程图环境	44
项目 2 典型零件的测绘与造型	
课题 1 轴类零件的测绘与造型	51
任务 1 轴类零件的测量与草绘	51
任务 2 AutoCAD 环境下传动轴零件图的绘制	56
任务 3 Inventor 环境下传动轴的造型	63
任务 4 Inventor 环境下传动轴工程图的转化	69
课题 2 渐开线直齿圆柱齿轮的测绘与造型	81
任务 1 渐开线直齿圆柱齿轮的测量与草绘	81
任务 2 AutoCAD 环境下零件图的绘制	85
任务 3 Inventor 环境下三维造型	93
任务 4 Inventor 环境下工程图的转化	98
课题 3 轮盘类零件的测绘与造型	113
任务 1 轮盘类零件的测量与草绘	113
任务 2 AutoCAD 环境下泵盖零件图的绘制	116
任务 3 Inventor 环境下泵盖的造型	120
任务 4 Inventor 环境下泵盖工程图的转化	123
课题 4 支架类零件的测绘与造型	130
任务 1 支架类零件的测量与草绘	130
任务 2 AutoCAD 环境下支架零件图的绘制	135

目 录 >>>



任务 3 Inventor 环境下支架零件的造型	141
任务 4 Inventor 环境下支架零件工程图的转换	147
课题 5 箱体类零件的测绘与造型	153
任务 1 箱体类零件的测量与草绘	153
任务 2 AutoCAD 环境下箱体类零件图的绘制	160
任务 3 Inventor 环境下箱体的造型	167
任务 4 Inventor 环境下箱体工程图的转化	172
项目 3 典型部件的测绘与造型	
课题 1 机用虎钳的测绘与造型	185
任务 1 机用虎钳的草绘与测量	185
任务 2 AutoCAD 环境下机用虎钳零件图的绘制	191
任务 3 AutoCAD 环境下机用虎钳装配图的绘制	205
任务 4 Inventor 环境下机用虎钳零部件的造型	211
任务 5 Inventor 环境下机用虎钳零部件的装配	220
任务 6 Inventor 环境下机用虎钳零部件工程图的转换	228
课题 2 减速器的测绘与造型	244
任务 1 减速器的草绘与测量	244
任务 2 AutoCAD 绘图环境下其他零件的绘制	256
任务 3 AutoCAD 绘图环境下减速器装配图的绘制	258
任务 4 Inventor 环境下减速箱零部件的造型	271
任务 5 Inventor 环境下减速箱零部件的装配	288
任务 6 Inventor 环境下减速箱零部件的工程图的转换	301
附录	311
参考文献	333





|| 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。在工程上，零部件测绘在设计、仿制和机械设备的修配等方面都起着重要的作用。

一、零部件测绘概述

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，因此根据测绘对象不同，零部件测绘分为零件测绘和部件测绘。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。

(1) 修复零件与改造已有设备。在维修机器或设备时，如果其某一零件损坏，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，进行结构上的改进而配制新的零件或机构，以改变机器设备的性能，提高机器设备的效率。

(2) 设计新产品。在设计新产品时，有一种途径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。对于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,由于缺乏技术资料 and 图纸,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。同时也是对“机械制图”课程内容进行综合运用进行全面训练,有效锻炼和培养学生的动手能力、理论运用于实践的能力以及与人合作的精神。

二、零部件测绘的目的

(1) 理论联系实际。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,使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,学会运用技术资料、标准、手册和技术规范进行工程制图的技能。

(3) 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。培养学生掌握正确的测绘方法和步骤,为今后专业课的学习和工程实践打下坚实的基础。

(4) 提高分析问题和解决问题的能力。零部件测绘实训也是学生分析和解决实际工程问题的一次综合训练,包括查找资料的方法和途径、零件视图的选择和表达方案的确定、技术要求的提出和标注、部件的拆卸等。

三、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有非常重要的意义。因此,学生必须通过积极认真、刻苦钻研、一丝不苟地练习,才能在绘图方法和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,应及时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进行讨论,从而获得解决问题的方法,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、机械地抄袭和敷衍、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。

四、零部件测绘的方法和步骤

(一) 零部件测绘的方法

(1) 正确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,用最少的图形将零件的结构形状表达清楚。零件草图应具有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。草图应做到图形正确、比例匀称、表达清晰、线型分明、工整美观。

(2) 应在画出主要图形(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。

(二) 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,仔细阅读测绘指导书,应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和运转关系。

(3) 拆卸部件。对零部件有完整、清晰、正确的了解以后,首先要对被测部件进行拆卸。在拆卸之前,还要弄清部件的组装次序、部件的工作原理、结构形状和装配关系。在拆卸过程中,要弄清各零件的名称、作用和结构特点,对拆下的每一个零件都要进行编号、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、传动路线等。装配示意图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。测量时应每一个零件的每一个尺寸进行测量,将所得到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、尺寸公差和位置公差、配合关系等技术要求进行选择,并标注到草图上。

(8) 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,方可继续绘制。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) 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》中的相关规定;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) 根据零件草图和装配图，结合有关零部件的图纸资料，在 Inventor 环境下进行零部件的三维建模、装配及生成工程图。如果是测绘实践教学，则最后增加“测绘与总结”。

(11) 测绘总结与答辩。测绘工作完成以后，学生要对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出总结报告，并参加答辩。

五、零部件测绘的准备工作

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、工具等。

(一) 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是以班级为单位进行的。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。

(二) 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，必须准备的资料包括：有关机械设计和制图的国家标准、相关的参考书籍，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、相关工具书籍等。

(三) 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。在选择时应满足便于操作、利于管理和相对安全的要求。测绘场所内应根据测绘的需要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，小组专用物品放在小组工作区，而每个小组内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，按用途分至少包括以下六大类：

- (1) 拆卸工具类，如扳手、螺丝刀、钳子等；
- (2) 测量量具类，如游标卡尺、钢板尺、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。

（四）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几个方面：

（1）安全方面的规则。安全方面的规则主要有人身安全、设备安全和防火防盗三个方面的内容。

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，留长发的女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）作业规范方面的规则。这类规则主要指物品摆放有序，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）清洁卫生方面的规则。清洁卫生方面的规则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。

六、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，机械零部件测绘实训学时通常根据各专业人才培养方案，集中安排3周的时间。

（一）零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，还要求标注性能尺寸、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。此外，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、线型不作严格要求外，其他要求与零件图相同。

（二）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。

被测零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出书面形式总结。

将所绘装配图、零件图及零件草图折叠成4幅面，连同总结报告一起送交指导教师。

(三) 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来确定。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、图面洁净占总分的10%，实训报告占总分的10%，平时成绩占总分的10%，答辩占总分的20%。

平时考核主要考查学生的工作态度和独立完成实习任务的情况。

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。

(四) 测绘内容及学时分配

1. 三周 90 课时

测绘内容及学时分配

序号	测绘内容	学时分配	备注
		三周测绘	
1	组织分工、讲课	3天	三周
2	拆卸部件，绘制装配示意图	0.5天	
3	绘制零件草图、测量尺寸	1天	
4	AutoCAD 绘制装配图	1天	
5	AutoCAD 绘制零件工作图	2.5天	
6	Inventor 三维建模	2天	
7	Inventor 装配	0.5天	
8	Invento 工程图	2天	
9	审查校核	0.5天	
10	写测绘报告书	1天	
11	综合评价	1天	
12	机动		

2. 二周 60 课时

测绘内容及学时分配

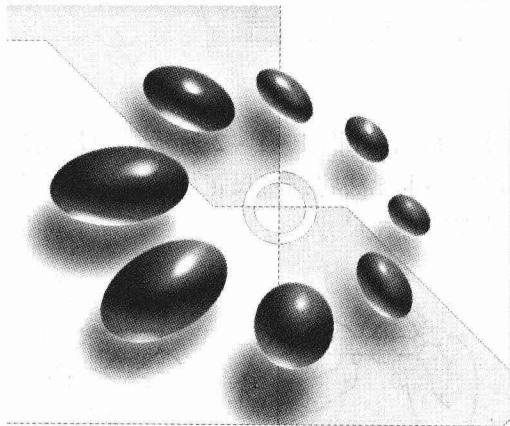
序号	测绘内容	学时分配	备注
		两周测绘	
1	组织分工、讲课	2.5天	二周
2	拆卸部件，绘制装配示意图	0.5天	
3	绘制零件草图、测量尺寸	1天	
4	AutoCAD 绘制装配图	1天	
5	AutoCAD 绘制零件工作图	2.5天	
6	审查校核	0.5天	
7	写测绘报告书	1天	
8	综合评价	1天	
9	机动		

项目 1

认识机械测量与测绘技术

能力目标:

1. 能正确使用常用测量工具测量典型零件。
2. 能合理设置 AutoCAD 的绘图环境, 并建立模板文件, 绘制零件图和装配图。
3. 能使用 Inventor 进行基本三维造型和工程图转换。



|| 课题 1 认识常用测量 || 工具与测量方法



任务 1 常用测量工具的使用



任务目标

知识点：熟悉测绘零件的工具。

技能点：能正确使用测绘工具。

任务分析：完成零件草图后，应根据草图上标注的所需尺寸，集中测量尺寸。为减少测量所带来的误差，必须采用正确的测量方法及熟练、准确和方便地使用测量工具。



任务实践

一、常用测量工具

(一) 钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具（图 1-1-1），它的长度有 150 mm、300 mm、500 mm、

1 000 mm 四种规格。

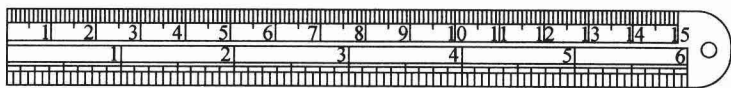


图 1-1-1 钢直尺

如果用钢直尺直接测量零件的直径尺寸（轴径或孔径），如图 1-1-2 所示，测量精度较低。这是由于除了钢直尺本身的读数误差比较大以外，也无法将钢直尺正好放在零件直径的正确测量位置。所以，一般不直接使用钢直尺测量零件直径尺寸。

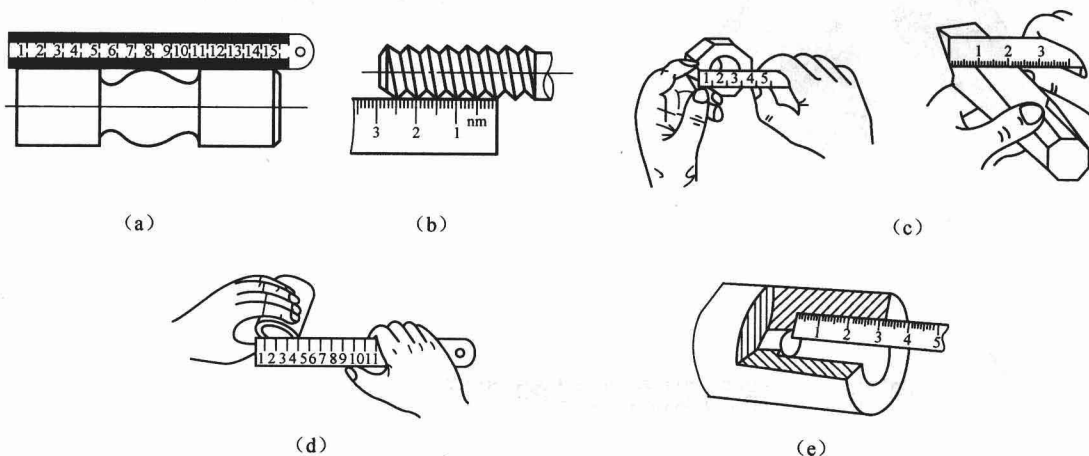


图 1-1-2 用钢直尺测量的情况

（二）内、外卡钳

如图 1-1-3 所示为常见的两种内、外卡钳。内、外卡钳是最简单的比较量具。内卡钳用来测量内径和凹槽的长度，外卡钳用来测量外径和平面的长度。它们本身都不能直接读出测量结果，而是把测量得到的长度尺寸（直径也属于长度尺寸）在钢直尺上进行读数。

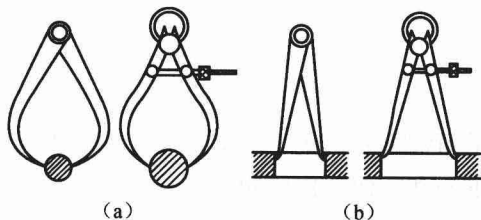


图 1-1-3 常见的内、外卡钳

1. 卡钳开度的调节

钳口形状对卡钳测量的精确性影响很大，应经常对其进行修整。在测量前首先要检查钳口的形状，图 1-1-4 所示为卡钳钳口形状对比。调节卡钳的开度时，先将卡钳调整到和工件尺寸相近的开度，然后轻敲卡钳的外侧来减小卡钳的开口，或轻敲卡钳内侧来增大卡钳的开口，如图 1-1-5 所示。但是不能直接敲击卡钳的钳口，这会导致钳口损伤，进而引起测量误差。

2. 外卡钳的使用

用外卡钳测量长度尺寸后，在钢直尺上读取尺寸数值时，其中一个钳脚的测量面应靠在钢直尺的端面上，另一个钳脚的测量面对准所需尺寸刻线，如图 1-1-6 所示。且两个测量面的连线应与钢直尺平行，人的视线要垂直于钢直尺。