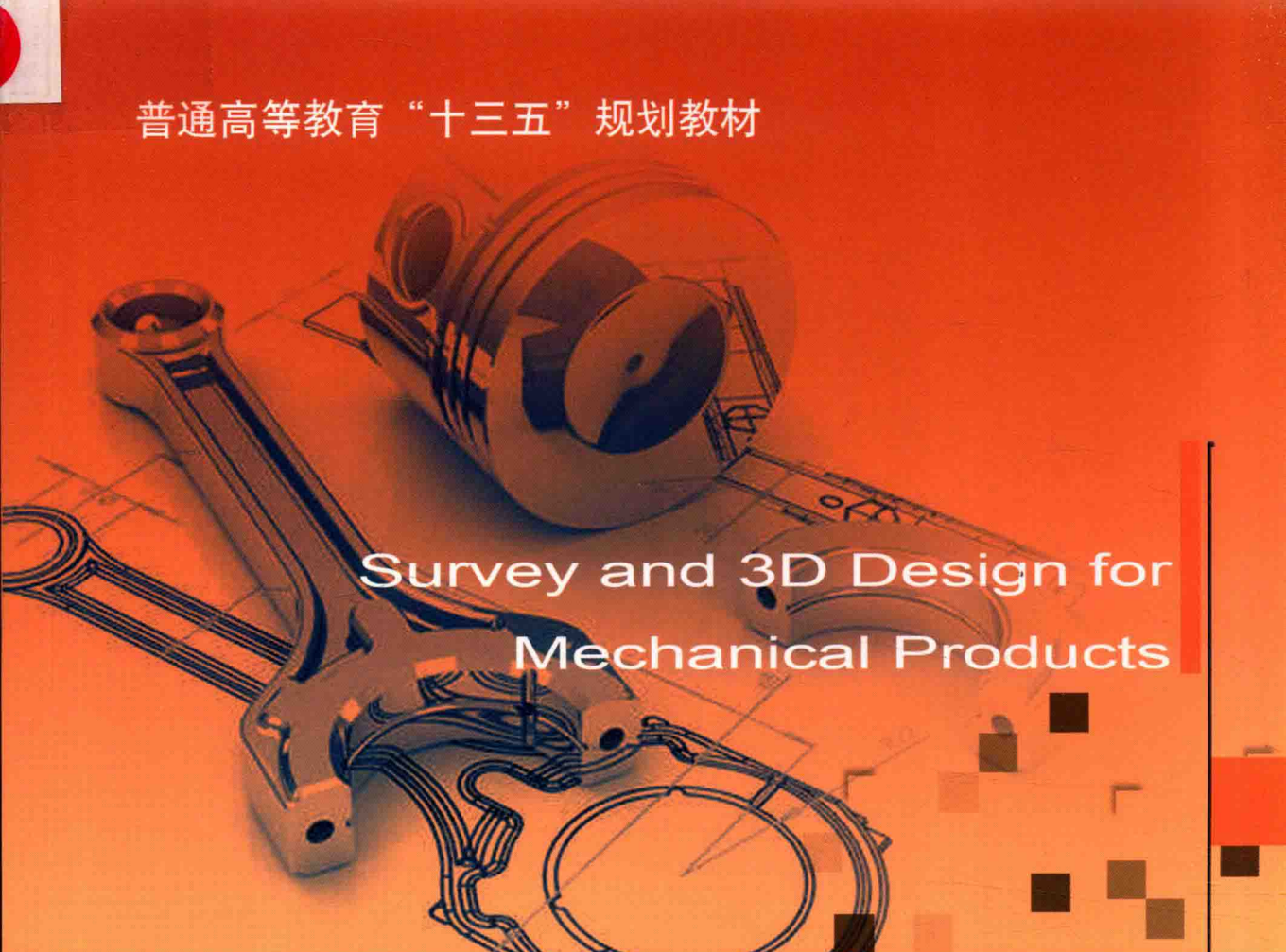


普通高等教育“十三五”规划教材



Survey and 3D Design for
Mechanical Products

机械产品测绘 与三维设计

◎ 杨放琼 赵先琼 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

机械产品测绘与三维设计

主 编	杨放琼	赵先琼		
副主编	许良琼	汤晓燕	袁望姣	
参 编	夏建芳	云 忠	徐绍军	彭高明
主 审	尚建忠			



机械工业出版社

本书是为了适应信息化时代对机械专业人才设计技术的需求,将零部件测绘与三维设计内容相融合编写而成的。

本书紧紧围绕该课程的目的和要求,弱化软件操作,强调设计方法,内容精炼,信息面广。全书分为两篇:第1篇为机械零部件测绘,主要包括:概述、典型零件的测绘、典型机械部件的测绘与设计;第2篇为SolidWorks 三维设计,主要包括:SolidWorks 软件基础、参数化草图绘制、零件基础特征、零件工程特征与特征编辑操作、装配设计和工程图设计。

本书可作为普通高等院校机械类相关课程教学用书或者课程设计、毕业设计教学参考书,也可作为机械设计工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械产品测绘与三维设计/杨放琼,赵先琼主编. —北京:机械工业出版社,2018.5

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-59867-1

I. ①机… II. ①杨… ②赵… III. ①机械元件-测绘-高等学校-教材
②机械设计-计算机辅助设计-应用软件-高等学校-教材 IV. ①TH13
②TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第084228号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:舒恬 责任编辑:舒恬 朱琳琳 责任校对:陈越

封面设计:张静 责任印制:李昂

河北鹏盛贤印刷有限公司印刷

2018年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.5印张·306千字

标准书号:ISBN 978-7-111-59867-1

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着计算机技术的发展,制造业信息化使得传统的设计制造方法发生了颠覆性的变革,随之而来的是设计理念、设计方法都发生了深刻的变化。目前,以智能制造为主导的制造业升级已经到来,设计领域正面临着由传统设计向现代设计的过渡。以CAD为例,三维CAD设计制造技术的出现,不仅使人们直接进行三维设计成为可能,而且从真正意义上实现了以产品几何模型为核心的CAD/CAPP/CAM一体化设计。针对这一现状,为满足社会对机械专业人才现代设计技术的需求,编写适合机械类专业的机械产品测绘与三维设计教材迫在眉睫。

由于各个高校具有不同的传统和特色,“机械产品测绘与三维设计”课程并没有统一的教材和教学内容。教材是为了满足当前高等教育教学的实际需求,并根据工程图学指导委员会对教学的基本要求编写而成的,在内容上将传统的手工测绘、仪器作图与计算机建模、三维造型结合起来,是编者近几年来教学改革成果与经验的结晶。教材主要特色如下:

- 以机械产品为主线实现由2D到3D的双向式教学并贯穿始终。首先对产品进行零部件的测绘与2D草图的绘制,然后利用SolidWorks软件进行3D建模与虚拟装配,最后由3D模型生成2D工程图,实现由2D到3D,再由3D到2D的双向式教学。

- 运用三维软件充分展示基本体、零件、装配体的设计方法,软件介绍着重于讲原理、讲方法;通过结构分析,直观、形象、生动地引导学生认识二维工程图的特征和原理,将现代设计思想和现代设计方法贯穿于整个教学过程中。

- 结合高等教育教学的实际情况对教材内容进行了优化,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、专业能力的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、产品造型、产品测绘的工作过程的知识与技能体系,实现了理论与实践的一体化、“教、学、做”的一体化。

本书可作为普通高等院校机械类相关课程教学用书或者课程设计、毕业设计教学参考书,也可作为机械设计工程技术人员的参考用书。

本书由杨放琼、赵先琼担任主编,许良琼、汤晓燕、袁望姣担任副主编。编写分工为杨放琼(第1、2、3、6章)、赵先琼(第9章)、许良琼(第7章)、汤晓燕(第8章)、袁望姣(第4、5章)。此外,夏建芳、云忠、徐绍军、彭高明还参与本书的稿件整理、课件制作、模型生成等工作。本书由国防科技大学尚建忠教授担任主审。

由于编者水平及认知的局限,加上时间仓促,错误和不当之处在所难免,敬请广大同仁及读者指正。

编 者

目 录

前言

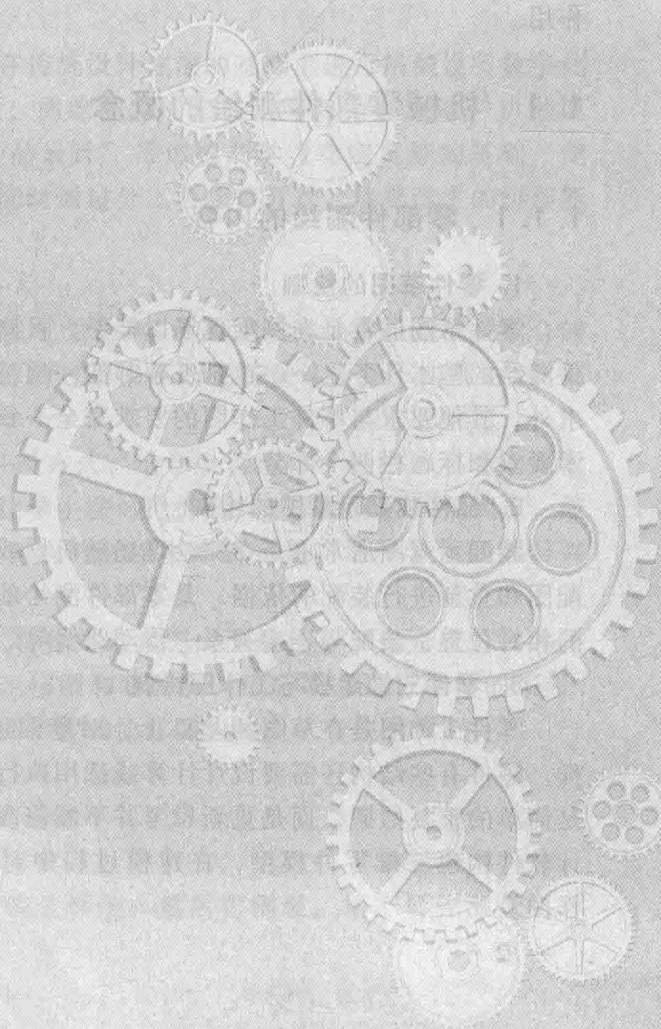
第 1 篇 机械零部件测绘

第 1 章 概述.....	2	2.3 叉架类零件.....	20
1.1 机械零部件测绘的概念	2	2.4 箱体类零件.....	24
1.2 零部件测绘方法	3	2.5 标准件以及标准件处理方法	27
1.3 图样整理与测绘报告撰写	12	第 3 章 典型机械部件的测绘与设计 ...	28
第 2 章 典型零件的测绘	14	3.1 安全阀的测绘	28
2.1 轴套类零件	14	3.2 立式齿轮泵的测绘	32
2.2 轮盘类零件	17	3.3 一级圆柱齿轮减速器的测绘	41

第 2 篇 SolidWorks 三维设计

第 4 章 SolidWorks 软件基础	54	7.2 圆角特征	129
4.1 软件功能与设计方法介绍	54	7.3 孔特征	132
4.2 SolidWorks 2013 操作界面	56	7.4 装饰螺纹线特征	135
4.3 SolidWorks 工作环境设置	60	7.5 拔模特征	136
4.4 文件管理	62	7.6 筋特征	137
4.5 综合实例——文件管理及视图操作	63	7.7 特征的操作	139
第 5 章 参数化草图绘制	66	7.8 特征的编辑与重定义	142
5.1 基本概念	66	7.9 综合实例——壳体零件的建模	146
5.2 绘制草图	70	第 8 章 装配设计	153
5.3 草图的编辑	77	8.1 装配建模一般过程	153
5.4 草图的几何约束	91	8.2 定位零部件	154
5.5 草图的标注与修改	95	8.3 零部件阵列、镜像与复制	157
5.6 综合实例——二维草图绘制	99	8.4 爆炸视图	159
第 6 章 零件基础特征	104	8.5 装配体中零部件的生成与修改	161
6.1 参考几何体	104	8.6 装配体检查	162
6.2 拉伸特征	107	8.7 综合实例——传动轴系及减速器的 装配	163
6.3 旋转特征	110	第 9 章 工程图设计	168
6.4 扫描特征	111	9.1 工程图基本设置	168
6.5 放样特征	114	9.2 工程图视图设计	171
6.6 抽壳特征	117	9.3 工程图尺寸与技术要求标注	183
6.7 综合实例	118	9.4 零件图实例	188
第 7 章 零件工程特征与特征编辑 操作	127	参考文献	196
7.1 倒角特征	127		

第1篇 机械零部件测绘





概 述

根据已有产品（部件或零件），借助测量工具或仪器对零件测量，绘制出零件草图并整理出零件工作图和部件装配图的过程称为零部件测绘。如测绘对象为单个零件，则称为零件测绘，需绘制零件草图和相应的零件工作图；如测绘对象为部件（若干零件装配而成），则称为部件测绘，应先对部件进行分析和拆卸，绘制出部件的装配示意图，再对所属的零件进行测绘，最后整理出零件工作图和部件装配图。零部件测绘在设计、仿制和机械设备的修配等方面起着重要作用，对即将从事机械工程领域的本科学生，零部件测绘是对机械制图课程的综合运用和全面训练，也为后续的机械设计等课程的学习奠定基础，起着承上启下的作用。

1.1 机械零部件测绘的概念

1.1.1 零部件测绘的内容

1. 零件草图的绘制

零件草图通常是在测绘现场以徒手、目测实物大致比例画出的零件图。草图绘制是零部件测绘的基本任务之一，也是工程师的一项基本技能。零件草图除对线宽和比例不做严格要求外，其他要求与零件工作图的要求完全一致。草图内容也包含了一组视图、尺寸标注、技术要求和标题栏四个部分。

2. 部件装配示意图的绘制

装配示意图通常也是在测绘现场随机器或部件的拆卸过程所绘制的记录图样，是绘制装配图和重新进行装配的依据，是零部件测绘的基本任务之一。它的目的是表达部件间各零件的相对位置、装配与连接关系、传动路线等。

3. 零件三维建模与工作图绘制

零件工作图是在草图的基础上，对草图进行重新整理和修改完善后绘制的零件正式图样。零件有些结构还需要设计计算或选用执行有关标准，因此从零件草图到零件工作图绝不是简单的重复照搬，而是重新思考并不断修改完善的过程。根据零件草图，可以利用三维设计软件构建三维零件模型，在建模过程中对零件结构尺寸修改完善，再生成二维零件工作图。



4. 虚拟装配与装配图绘制

装配图是在装配示意图和零件工作图的基础上绘制而成的,是测绘的基本任务。装配图主要表达部件的装配原理、装配关系和主要零件的结构形状,利用三维设计软件进行虚拟装配,然后生成二维装配图。在虚拟装配过程中,如发现零件之间产生装配干涉或其他问题,应及时对零件三维结构进行修改,重新生成零件二维工程图。

1.1.2 零部件测绘与三维设计课程的性质、目的与要求

1. 课程性质

零部件测绘与三维设计课程是机械类专业学生必修的技术基础课,也是一门实践性较强的课程。它既是对前面所学知识如工程制图、制造工程训练、互换性与技术测量等课程的综合运用,又为后续专业课程的学习打下基础。

随着计算机技术的发展,制造业信息化使得传统的设计制造方法发生了颠覆性的变革,随之而来的是设计理念、设计方法都发生了深刻的变化。目前,以智能制造为主导的制造业转型已经到来,设计领域正面临着由传统设计向现代设计的过渡。以CAD为例,三维CAD设计制造技术的出现,不仅使直接进行三维设计成为可能,而且从真正意义上实现了以产品几何模型为核心的CAD/CAPP/CAM一体化设计。这就要求机械设计及制造相关课程必须强调理论知识与实践训练的紧密结合。本课程将传统的手工测绘、仪器作图与计算机建模、三维造型结合起来,符合当今社会对机械类创新人才的需求。

2. 课程目的

该课程的目的是运用现代设计技术手段,在传统设计方法的基础上进行机械设备数字化设计、分析能力以及面向现代工程的图形表达、测绘能力的培养,同时为后续的“机械设计”“机械数字化设计”“面向制造和装配的产品设计”等课程的学习奠定良好的基础,使学生具备面向工程实践的完整综合设计能力,同时通过分工协作等方式,培养学生的协作能力和团队合作精神。

3. 学习方法与教学方式变革

1) 传统技能与CAD三维设计交叉渗透。采用二维手工草绘与三维计算机建模相结合的学习方式,使学生在由部件到零件、零件到部件的过程中不断完善设计方案,实现由2D到3D,再由3D到2D并行的双向式教学。

2) 开放互动式课堂环境。打破传统教师讲授方式,给学生营造一个轻松、互动的课堂氛围,采用生生互动、师生互动等多种形式,让学生在讨论的过程中掌握课程的知识点,鼓励学生多动脑、多动手、多讨论、多构型,在实践的过程中不断完善。培养学生的学习兴趣,激发学生的学习主动性。

3) 团队式合作。学生采取自由组合、分工协作的方式完成测绘任务,先完成各自的零件测绘和构型,然后进行组内装配,绘制零件工作图和装配图,最后统一进行图样的编号、整理图样并装订成册,撰写测绘设计报告。培养学生的协作能力和团队合作精神。

1.2 零部件测绘方法

测绘,顾名思义,测量和草绘的简称。应当先草绘,然后再测量,切不可先测量再草



绘,或者边测边绘。具体来说,首先根据目测实物,选择适当的比例和图纸大小,在图纸上画出表达该零件所需的视图,然后进行尺寸标注,通过测量注上尺寸数字。

零部件测绘需要掌握零部件拆卸与装配示意图的绘制、零件草图绘制、零件测量与量具使用等方法。

1.2.1 零部件拆卸与装配示意图绘制方法

1. 零件拆卸方法

在测绘零件之前,先要对部件进行拆卸,拆卸零件应当采用以下方法:

1) 使用合适的拆卸工具,对于不可拆的连接(焊接、铆接、过盈配合)一般不应拆开;对于较紧的配合或者不拆也可以测量的零件尽量不拆,以免破坏零件之间的配合精度,节省测绘时间。

2) 拆卸下来的零件要及时编号,加上号签,妥善保管,防止螺钉、垫片、键、销等小零件丢失;对重要的高精度零件要防止碰伤、变形和生锈,以便再次装配时仍能保证部件的性能和精度要求。

3) 对于结构复杂的部件,为了便于装配复原,最好在拆卸时画出装配示意图。

2. 装配示意图绘制方法

装配示意图的画法没有严格规定,通常用简单的线条画出零件大致轮廓,有些零件可参考机构运动简图符号,可查阅机械制图相关的国家标准,螺纹连接、轴承、弹簧可采用示意图形画出。为了表达部件的内部,通常将部件看成透明体,既要画出外部轮廓,又要画出内部结构。另外,还需注意以下方面:

1) 装配示意图尽量将所有零件集中在一个视图上表达出来,实在无法表达时,才画第二个视图,并与第一个视图保持投影关系。

2) 相邻零件接触面之间最好留出空隙,以便区分零件。

3) 应按顺序编写零件序号,并在图样的适当位置上按序号注明零件的名称及数量。图 1-1 所示为滑动轴承的装配示意图。

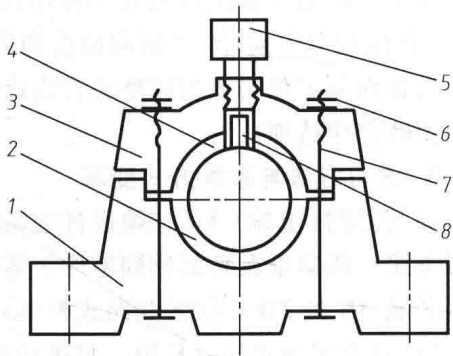


图 1-1 滑动轴承装配示意图

1—轴承座 2—下轴衬 3—轴承盖 4—上轴衬
5—油杯 6—螺母 7—螺栓 8—轴衬固定套

1.2.2 零件草图绘制方法

零件草图是零件进行零件三维造型和装配,以及生成零件图和装配图的原始资料 and 主要依据。因此,草图不等于潦草,除线宽和比例不做严格要求外,草图上的线型、尺寸标注、字体和标题栏等均需按照国家标准的规定绘制。

由于零件草图的尺寸需要凭肉眼来判断,图样上的尺寸与实物尺寸之间不可能保持严格的比例关系,因此,只要求零件草图与实物在大体上保持某一比例即可。但在同一图样中,图形各个方向的尺寸比例应尽量协调一致。

1. 草图绘制应注意的问题

1) 对所有非标准件都要进行草图绘制。绘制草图时,零件所有的工艺结构都应画出,



如铸造零件的铸造圆角，毛坯表面的凸台、凹坑，轴和孔的倒角、退刀槽、砂轮越程槽等。但制造时产生的误差或缺陷不应画在图上，如形状不太对称，圆形不圆、不同心，砂眼裂纹等。

2) 注意零件测绘的优先顺序。由于零件间存在相互关联，零件的尺寸标注要相互参照，因此在测绘零件时，应按照“基础件→重要零件→相关度高零件→一般零件”的顺序进行测绘。

基础件一般比较复杂，与其他零件相关度较高，故应优先测绘，如液压泵的泵体、阀门的阀体等。

重要零件如轴类零件，齿轮轴、齿轮、曲轴、传动轴等，也应优先测绘。

3) 测绘时要同时做好记录。配备专门的工作记录本，对难以确定的问题、实测时发现的疑点、难以理解的结构等进行记录，作为后续各阶段重要的参考资料。

2. 草图绘制技巧

徒手绘图时，图纸不需要固定，可在方格纸或标准绘图纸上进行。手握笔的位置要比用绘图仪绘图时略高，这样有利于运笔和观察目标。笔杆与纸面成 $45^\circ \sim 60^\circ$ 角，一般选用 HB 或 B 型铅笔。

1) 直线画法。画直线时，要注意手指和手腕执笔的力度，小手指要靠着纸面，握笔的手要放松，手腕靠着纸面，沿着画线方向移动，眼睛注视线条的终点方向，便于控制图线。画水平线时，可将图纸转动到画线最为顺手的位置；画垂直线时，自上而下运笔；画斜线时，可以转动图纸到便于画线的位置。画短线常用手腕运笔，长线则是手臂动作。图 1-2 分别给出了画水平线、垂直线、斜线的运笔方向。

2) 圆和椭圆的画法。画圆时，应先画出对称中心线，确定圆心的位置，在对称中心线距圆心等半径处分别截取四点，过四点画圆即可；画直径较大的圆时，可再过圆心画两条不同方向直线，按半径目测定出八点，过八点画圆，如图 1-2 所示。

画椭圆时，可先绘制椭圆的两条对称中心线，确定椭圆的圆心；然后根据椭圆长短轴在对称中心线上截取相应的四点，经过四点画一矩形，将矩形对角线六等分，再连接长短轴端点与对角线靠外等分点画椭圆，如图 1-2 所示。

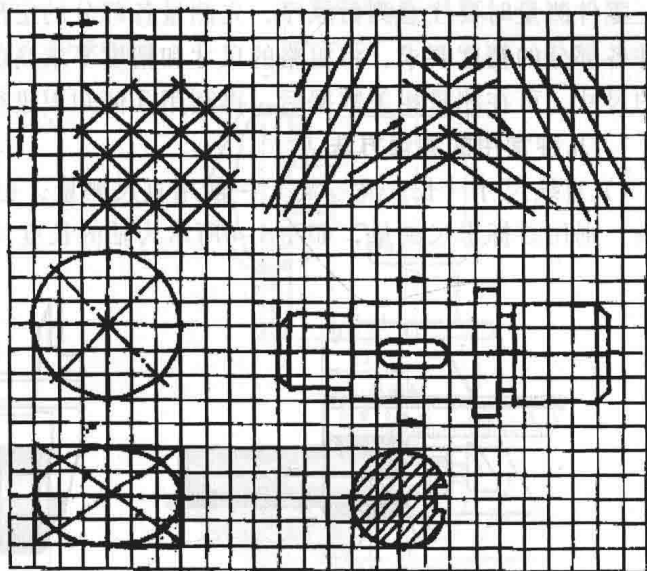


图 1-2 图线练习与平面图形绘制

3) 平面图形的画法。绘制较为复杂的平面图形时，应先分析图形的结构特点和尺寸关系，如图形是对称的，则应先绘制对称线、圆的中心线、轴线等，再画已知线段或圆弧，最后画连接线段。图形各方向的比例应尽量协调一致。图 1-2 所示为徒手绘制的轴以及断面的示例。



1.2.3 零件测量与量具使用方法

测量零件尺寸的简单工具有钢直尺、外卡钳和内卡钳，而测量较精密的零件时，要用游标卡尺、千分尺或其他工具。直尺、游标卡尺、千分尺测量是可以直接读数的，而用内、外卡钳测量时，必须借助直尺才能读出零件的尺寸。常用测量工具如图 1-3 所示。

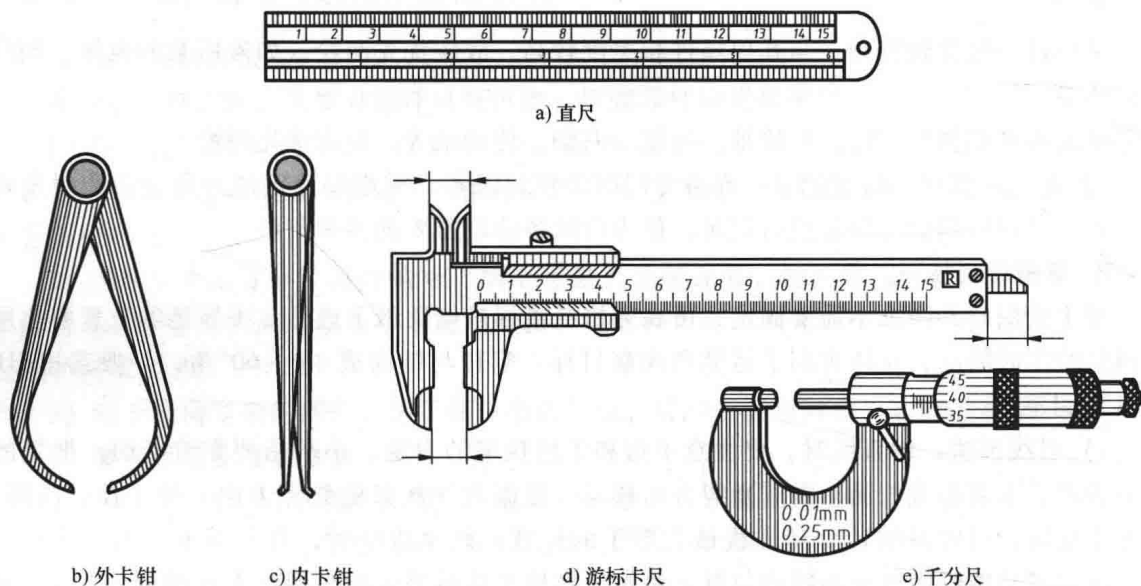


图 1-3 常用测量工具

零件测量时要注意测量顺序，先测量各部分的定形尺寸，再测量定位尺寸。同时应考虑零件各部分的精度要求，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，可在测量相关数据后，再利用几何知识进行计算。

1. 几种常用的测量方法

1) 直线尺寸（长、宽、高）一般用直尺测量，也可用三角板配合直尺测量。如果要求精确，则用游标卡尺测量，如图 1-4 所示为轴的长度尺寸测量。

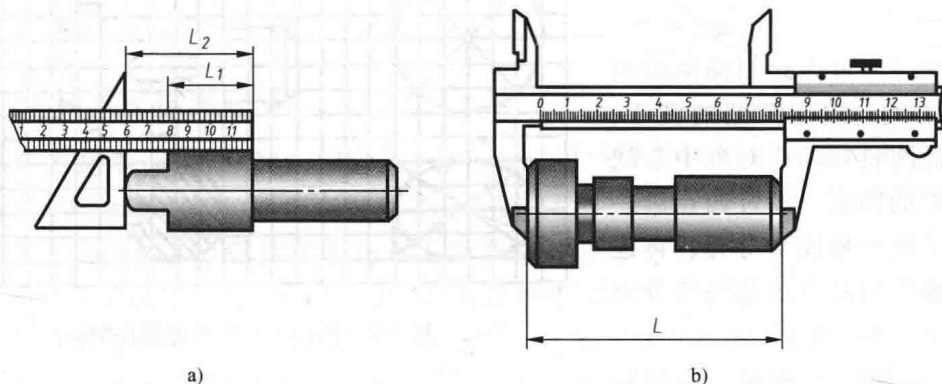


图 1-4 轴的长度尺寸测量

2) 回转体直径一般可用卡钳、游标卡尺或千分尺，如图 1-5 所示。



3) 壁厚可用直尺测量, 或用卡钳和直尺测量, 如图 1-6a 所示。

4) 测量孔间距可用游标卡尺、卡钳或直尺测量, 如图 1-6b 所示。

5) 中心高一般可用直尺、卡钳或游标卡尺测量, 如图 1-6c 所示。

6) 圆角一般用圆角规测量。每套圆角规有很多片, 一半测量外凸圆角, 一半测量内凹圆角, 每片刻有圆角半径的大小。测量时, 只要在圆角规中找到与被测部分完全吻合的一片, 从该片上的数值可知圆角半径的大小, 如图 1-6d 所示。

7) 角度可用量角规测量, 如图 1-6e 所示。

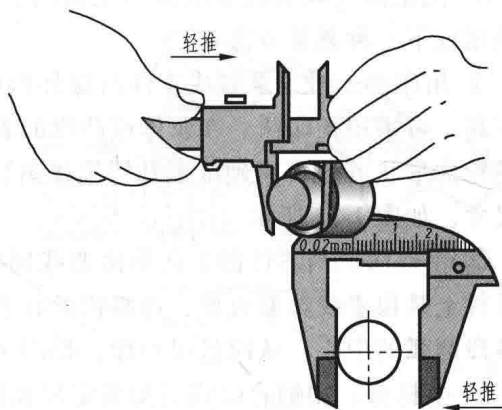


图 1-5 回转体的直径测量

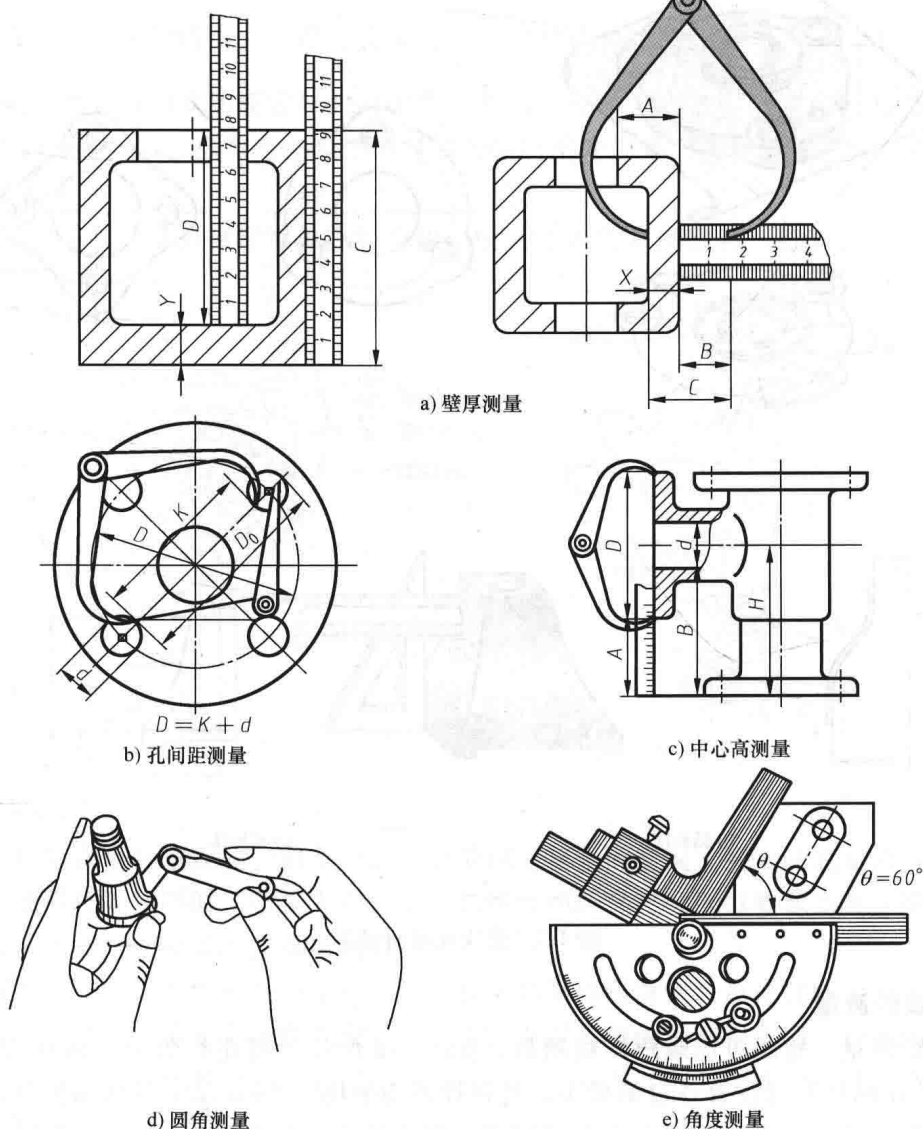


图 1-6 其他要素测量



8) 测量曲线或曲面要求精度很高时, 必须用专门的测量仪器进行测量。要求不高时, 常采用以下三种测量方法:

① 拓印法。对于泵盖或零件凸缘外形的圆弧连接曲线, 直接测绘有困难时, 若精度要求不高, 可采用拓印法。在泵体或凸缘的表面上涂上一层薄的红丹粉, 再放在白纸上拓印出它的轮廓形状 (也可用硬纸板和铅笔描画), 然后在白纸上直接测量, 定出轮廓部分各圆弧的尺寸, 如图 1-7a 所示。

② 铅丝法。当零件的表面是由曲线回转而成时, 为求曲线的曲率半径, 可用软铅丝沿该零件上某根素线弯曲成形, 再将铅丝放平在纸上勾画出该素线的轮廓, 然后用中垂线法求得各段圆弧的中心, 从而量得半径, 如图 1-7b 所示。

③ 坐标法。用钢直尺或三角板定出曲线和曲面上各点的坐标然后按坐标在图纸上定出各点, 用曲线板依次连成曲线, 再求出曲率半径如图 1-7c 所示。

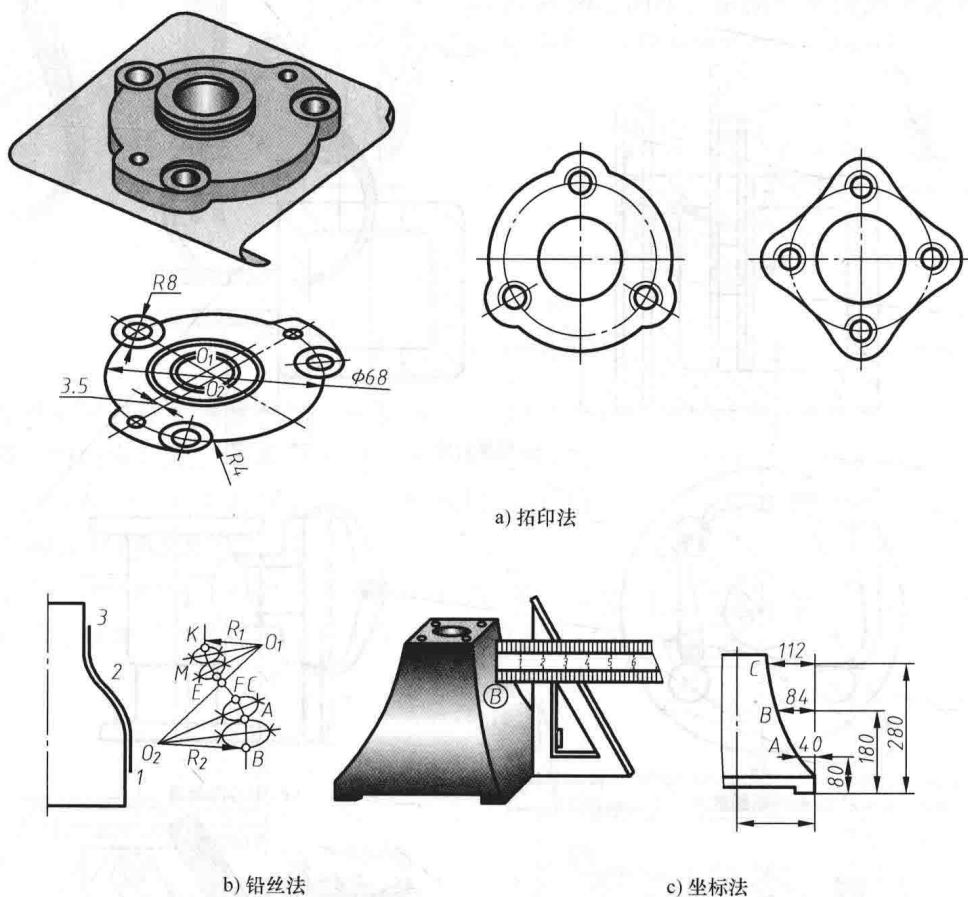


图 1-7 曲线或曲面测量

2. 螺纹的测量

1) 螺距测量。螺距可用螺距样板测量, 如图 1-8 所示。螺距样板由多种标准螺纹牙型样板组成, 在每片上标注着各自的螺距, 每片样板均采用 0.5mm 厚的不锈钢板制成。

2) 大径、长度测量。用游标卡尺可以直接测出外螺纹的大径和长度。内螺纹大径的测



量可通过与之旋合的外螺纹大径确定。

3) 目测螺纹的线数和旋向。

4) 将测得的数值与标准手册核对, 选取与之相近的标准数值, 确定螺纹标记。

3. 齿轮的测量

测绘齿轮时, 除轮齿部分外, 其余部分的测量方法与一般零件相同。对于轮齿部分, 主要是确定模数 m 和齿数 z , 其他尺寸可通过计算得出。标准直齿圆柱齿轮的测量方法如下:

1) 数出齿数 z 。

2) 量出齿顶圆直径 d_a 。当齿数为偶数时, 齿顶圆直径可直接量出, 如图 1-9a 所示; 当齿数为奇数时, $d_a = 2e + d$, 如图 1-9b 所示。

3) 初算被测齿轮的模数。根据公式 $m = \frac{d_a}{2+z}$, 可算出齿轮模数。

4) 修正模数。当初算的模数与标准模数不符时, 先检查齿数是否正确, 齿顶圆直径是否测量准确; 若无差错, 则可考虑是由测量而产生的精度误差, 选取相近的标准数值作为被测齿轮的模数 m 。

5) 计算齿轮尺寸。根据标准模数和齿数, 重新算出齿顶圆直径, 并算出分度圆、齿根圆直径。

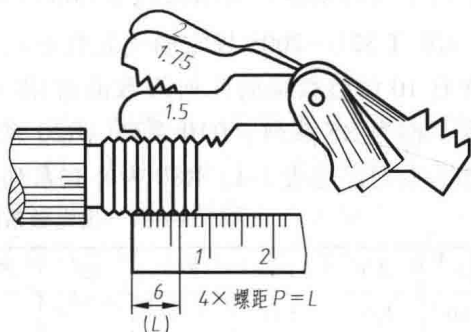


图 1-8 螺距测量

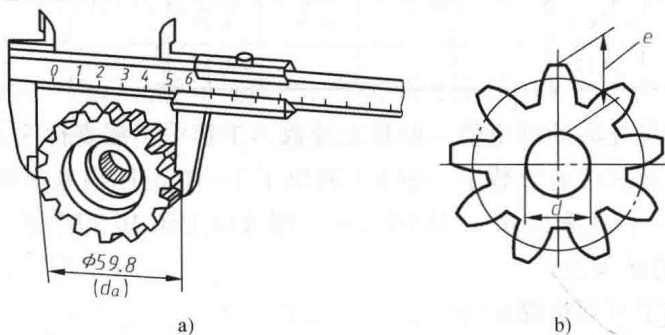


图 1-9 齿轮的测量

1.2.4 尺寸圆整

由于零件存在着制造误差、测量误差以及使用过程中的磨损, 按实际测量的尺寸往往不成整数, 绘制零件工作图时, 根据零件的实测值推断原设计尺寸的过程称为尺寸圆整。它包括确定公称尺寸和尺寸公差两方面的内容。

在机器测绘中常用两种圆整方法: 设计圆整法和测绘圆整法。设计圆整法是最常用的一种尺寸圆整法, 其方法基本上是按照设计的程序, 即以实测值为基本依据, 参照同类产品或类似产品的配合性质及配合类别, 确定公称尺寸和尺寸公差。本节主要介绍设计圆整法。

1. 优先数和优先数系

尺寸圆整首先要进行数值优化, 数值优化是指各种技术参数数值的简化和统一, 设计制



造中所采用的数值，必须为国家标准推荐使用的优先数。

GB/T 321—2005 规定的优先数系是由公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 和 $\sqrt[80]{10}$ ，且项值中含有 10 的整数幂的几何级数的常用圆整值。各数列分别用 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示，称为 R5 系列、R10 系列、R20 系列、R40 系列和 R80 系列，其中前四个系列为常用的基本系列，见表 1-1，R80 为补充系列。

表 1-1 优先数系的基本系列（GB/T 321—2005）

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00			2.24	2.24		5.00	5.00	5.00
			1.06				2.36				5.30
		1.12	1.12	2.50	2.50	2.50	2.50			5.60	5.60
			1.18				2.65				6.00
	1.25	1.25	1.25			2.80	2.80	6.30	6.30	6.30	6.30
			1.32				3.00				6.70
		1.40	1.40		3.15	3.15	3.15			7.10	7.10
			1.50				3.35				7.50
1.60	1.60	1.60	1.60			3.55	3.55		8.00	8.00	8.00
			1.70				3.75				8.50
		1.80	1.80	4.00	4.00	4.00	4.00			9.00	9.00
			1.90				4.25	10.00	10.00	10.00	10.00
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50				
			2.12				4.75				

按公比计算出的优先数的理论值一般是无理数，工程中不能直接应用，实际应用的是经过圆整后的常用值，取三位有效数字，表 1-1 列出了 1~10 范围内基本系列的常用值。将这些值乘以 10，100，…，或乘以 0.1，0.01，…，即可向大于 10 和小于 1 两边无限延伸，得到大于 10 或小于 1 的优先数。

优先数系主要用于下列情况：

1) 用于产品几何参数、性能参数的系列化。通常，一般机械的主要参数按 R5 或 R10 系列设计，如立式车床主轴直径、专用工具的主要参数尺寸都按 R10 系列设计；通用型材、零件及工具的尺寸和铸件壁厚按 R20 系列设计；锻压机床吨位按 R5 系列设计。

2) 用于产品质量指标分级。在工程制图所涉及的有关标准中，诸如尺寸分段、公差分级及表面粗糙度参数系列等，基本上采用优先数。

选用优先数系基本系列时，应遵守先疏后密的规则，即应当按照 R5、R10、R20、R40 的顺序，优先采用公比较大的基本系列，以免规格过多。设计任何产品，其主要尺寸及参数应有意识地采用优先数，使其在设计时就纳入标准化轨道。

2. 常规设计的尺寸圆整

常规设计是指标准化的设计，它是以方便设计制造和良好的经济性为主的。常规设计的尺寸圆整，一般都应将全部实测尺寸按 R10、R20 和 R40 系列圆整成整数；对于配合尺寸，公称尺寸按照国家标准圆整成整数，然后根据实测的孔和轴的尺寸大小，得出其配合关系



(间隙配合、过盈配合或过渡配合),按照基孔制原则以及孔的标准公差比轴低一级,确定孔、轴的公差代号,查表得出具体公差数值。

3. 非常规设计的尺寸圆整

公称尺寸和尺寸公差数值不一定是标准化数值。尺寸圆整的一般原则是:性能尺寸、配合尺寸、定位尺寸在圆整时,允许保留到小数点后一位;个别重要尺寸和关键尺寸,允许保留到小数点后两位;其他尺寸则圆整为整数。圆整尺寸时,采取四舍六入五单双法,即尾数删除时,逢四以下舍,逢六以上进,遇五则以保证偶数的原则决定进舍。例如,19.6应圆整成20,25.3应圆整成25,37.5和34.5应分别圆整成38和34。

4. 测绘中的尺寸协调

测绘时,不仅要考虑部件中零件与零件之间的关系,而且还要考虑部件与部件之间,部件与零件之间的关系,所以在测量尺寸时,必须把装配在一起的或装配尺寸链中的有关零件一起测量,测出结果加以比较,最后一并确定公称尺寸和尺寸偏差。

1.2.5 零部件测绘的步骤

1. 测绘准备工作

- 1) 测绘工具准备。拆卸工具、量具、检测仪器、绘图用具。
- 2) 测绘场地准备。做好场地的清洁工作。

2. 了解测绘对象

在正式测绘前,仔细阅读测绘实验指导书,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、结构特点以及各零件间的装配关系、连接关系。

3. 拆卸零件

拆卸零件必须按顺序进行,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

按照前述方法绘制装配示意图。

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。零件草图内容与正规零件图内容一样,包括一组视图、尺寸、技术要求、标题栏,因此零件草图的绘制应遵循以下步骤:

1) 视图绘制。根据零件的类型,选择恰当的表达方案、视图数量等,根据目测估计确定各视图的位置,画出各视图的基准线、中心线、轴线或对称线等;然后绘制零件的主要轮廓、内外部结构形状;最后绘制零件的细部结构,完成视图。

2) 确定长、宽、高三个方向的尺寸基准,根据基准引出尺寸界线、尺寸线和箭头,最后测量尺寸,注写尺寸数字。孔轴之间有配合的地方还应根据配合类型确定孔(或轴)的基本偏差与标准公差等级,然后查表得出孔(或轴)的极限偏差数值。

3) 技术要求。零件的表面结构要求、几何公差等可以按照国家标准规定在图纸恰当位置注出;材料热处理要求,未注圆角、倒角等其他不能用符号表示的技术要求一般在图纸空白位置用文字注写。

4) 标题栏。填写标题栏,完成草图。



对于标准件不需要绘制零件草图,但要单独列出明细表。

6. 零件的三维建模

根据零件草图,在计算机上可利用三维 CAD 软件对零件进行三维造型。在进行三维造型时,应注意发现并修正零件草图中的不合理结构,调整零件的尺寸,以便为零件装配和生成零件工作图提供正确的依据。

7. 零件的三维虚拟装配,生成装配体

根据零件的三维模型,在计算机上进行虚拟装配,生成装配体部件。在装配过程中,应注意零件结构形状的不合理之处,及时修改。对不合理的零件间公差配合尺寸、连接及装配尺寸也应及时修改完善,为生成零件工作图和装配图提供正确依据。

8. 生成零件二维工作图

利用三维 CAD 设计软件,将三维零件模型生成对应的二维零件工作图。

9. 生成装配图

利用三维 CAD 设计软件,将三维装配体生成对应的二维装配图。

在以上步骤中,步骤 1~5 为零部件测绘,在测绘现场进行,步骤 6~9 在计算机上利用相关的机械三维设计软件完成。本书以 SolidWorks 三维软件为工具,在第 2 篇详细介绍该软件的操作和使用方法。

以上步骤可以分为两个阶段,从测绘准备到绘制零件草图为零部件的现场测绘阶段;从零件三维造型到最后生成装配图为计算机造型与虚拟装配阶段。零部件测绘的步骤如图 1-10 所示。

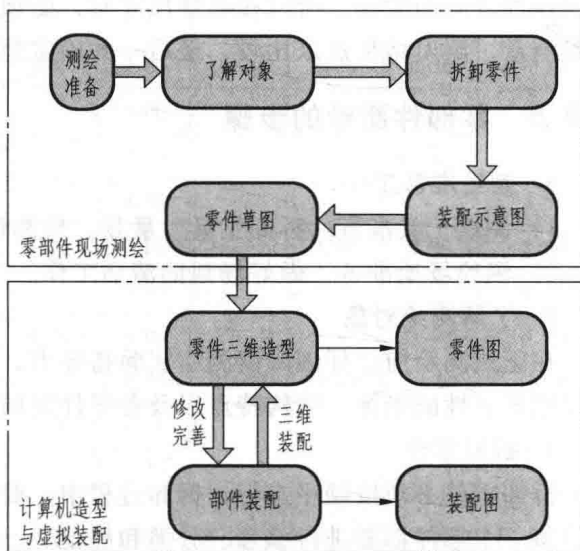


图 1-10 零部件测绘的步骤

1.3 图样整理与测绘报告撰写

测绘工作完成后,要对已经测绘的全部图样、测绘笔记、计算数据等进行整理,对图样按要求进行编号,填写在标题栏“图样代号”的位置,并在此基础上进行零件三维建模与装配,生成正规零件图和装配图,最后撰写零部件测绘的报告。

1.3.1 图样编号与整理

1. 图样编号

图样的编号一般有分类编号和隶属编号两大类。JB/T 5054.4—2000《产品图样设计文件 编号原则》规定了产品图样和设计文件的编号方法。

零件图的编号一般是产品的隶属编号,即按产品、部件、零件的隶属关系编制的号码,如图 1-11 所示。隶属编号由产品代号和隶属号组成,中间可用圆点或短横线隔开,必要时可加尾注号。产品代号由字母和数字组成;隶属号由数字组成,其级数和位数应按产品结构