



全国高职高专院校“十二五”规划教材

(加工制造类)

# 机械制图测绘指导书

主 编 金 茵

副主编 毛全有



6



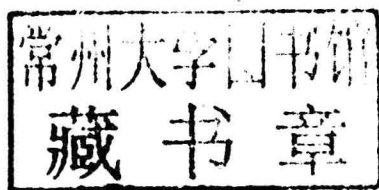
中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

全国高职高专院校“十二五”规划教材（加工制造类）

# 机械制图测绘指导书

主 编 金 茵

副主编 毛全有



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书根据机械类专业教学改革及职业院校对机械类专业学生操作技术和职业素质的培养需要编写而成。本书的编写以实际部件测绘项目的实施为主线,以机械装置的测绘这一企业技术人员岗位技能需求为依据。完成一项机械测绘项目需要拆装、测量、机械设计、零件加工、零件及部件绘制等综合知识,本书根据测绘项目实施步骤的先后来编写。全书共分7章,内容包含:实训任务的要求、测绘的具体步骤及注意事项、测量方法及常见问题、具体测绘部件的功能说明、测绘对象零件的技术要求说明、典型零件测绘案例等。

本书可以作为高职高专院校机械类专业的实训教材,也可以作为企业技术人员的参考书。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑上下载,网址为:  
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

### 图书在版编目(CIP)数据

422018  
机械制图测绘指导书 / 金茵主编. — 北京:中国水利水电出版社, 2012. 11  
全国高职高专院校“十二五”规划教材. 加工制造类  
ISBN 978-7-5170-0322-9

I. ①机… II. ①金… III. ①机械制图—测绘—高等职业教育—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第263334号

策划编辑: 宋俊娥 责任编辑: 宋俊娥 加工编辑: 宋 杨 封面设计: 李 佳

书 名	全国高职高专院校“十二五”规划教材(加工制造类) 机械制图测绘指导书
作 者	主 编 金 茵 副主编 毛全有
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a> E-mail: <a href="mailto:mchannel@263.net">mchannel@263.net</a> (万水) <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a>
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 5.75印张 140千字
版 次	2012年11月第1版 2012年11月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	12.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

“制图测绘实训”是在继“机械制图”课程理论教学之后，对学生进行以设计、测量、手工绘图为一体的机械设计绘图能力综合训练的专业实践课程，是学生对课堂所学的制图基本理论知识及基本制图技能加以综合应用的一个重要环节。目标是通过对机器或部件的测绘，使学生掌握部件拆装能力、测绘能力，熟练手工绘图能力，并提高对工作任务的组织管理能力、查阅资料能力。

本书根据学生前期掌握的知识量，将测绘所涉及各类知识点分成两部分。一部分是学生应该掌握的，需作为任务的重点进行指导；另一部分内容是学生可在以后逐步掌握，但在任务中涉及的，则作为知识拓展进行补充说明，并附参考资料。整个教材的安排完全根据任务步骤的先后来编写。本书共分 7 章，包含制图测绘每阶段所需的基础知识和方法指导，以及具有典型特征零部件的测绘案例，主要内容有实训目的、任务和要求；测绘常用程序及测绘步骤；常见部件拆装方法，零件测量方法；机械制图的基本规定；零件图、装配图的绘制方法；典型零件的测绘；典型部件的测绘；机构简图、零件技术要求确定的相关参考资料。

本书的主要特点是：按照学生的学习习惯，对机械制图部分标准及要点进行汇总，方便学生在测绘过程中查阅；指导内容中增加技术要求确定的说明，使学生进行相关要求标注时具有目的性，也使之成为机械设计的前期实践，加深对机械设计课程相关部分的理解，增加对以后学习的兴趣；测量指导部分内容占重要部分，培养学生的测量操作能力，使测与绘能力得到均衡培养；包含各类典型特征零部件的基本测绘方法，指导内容全面。

本书由金茵担任主编，毛全有担任副主编。其中，毛全有负责第 1、3、5 章的编写，金茵负责第 2、4、6、7 章的编写及全书的汇总工作。在此，特别感谢提供大量技术资料的陈长生老师，同时也感谢中国水利水电出版社万水分社的老师，由于他们的督促与帮助，才使此书得以顺利出版。

由于编者的水平有限，本书难免存在错误或不当之处，恳请专家和读者批评指正。

编 者  
2012 年 8 月

# 目 录

前言

第1章 测绘概述	1	4.1.5 零件常见结构要素的尺寸标注	32
1.1 测绘的概念和目的	1	4.2 零件的技术要求	34
1.1.1 测绘的概念	1	4.2.1 极限与配合	34
1.1.2 测绘实训的目的	1	4.2.2 表面粗糙度	36
1.2 测绘的内容及步骤	1	4.2.3 形状及位置公差	36
1.2.1 零、部件测绘的内容	1	4.2.4 零件常用材料、热处理与表面处理	37
1.2.2 测绘常用的程序	2	4.3 标准件测绘	38
1.2.3 零、部件测绘的步骤	2	4.4 草图绘制方法	38
第2章 拆装及零件测量	4	第5章 装配工作图的绘制	40
2.1 零部件拆装的步骤和方法	4	5.1 装配图的图形表达和尺寸标注	40
2.1.1 测绘拆卸的基本要求	4	5.1.1 装配图的内容	40
2.1.2 测绘拆卸的步骤	4	5.1.2 装配图的图形表达	40
2.1.3 零部件拆卸的方法	5	5.1.3 装配图的尺寸标注	42
2.2 装配示意图的绘制	8	5.2 装配图的技术要求	43
2.3 常用测量工具和测量方法	9	5.3 装配图的绘制步骤	44
2.3.1 零件尺寸测量的要求	9	第6章 典型零件的测绘	45
2.3.2 各类尺寸的常用测量方法及测量工具	9	6.1 轴套类零件的测绘	45
第3章 机械制图基本知识与技能	16	6.1.1 轴套类零件的作用及结构特点	45
3.1 国标《技术制图》和《机械制图》的有关规定	16	6.1.2 轴套类零件的图形表达及尺寸标注	46
3.1.1 图纸幅面及格式	16	6.1.3 轴套类零件的技术要求	47
3.1.2 比例、字体及线条	17	6.2 盘盖类零件的测绘	48
3.1.3 尺寸标注	19	6.2.1 盘盖类零件的作用及结构特点	48
3.2 电脑辅助设计的基本设置	23	6.2.2 盘盖类零件的图形表达及尺寸标注	48
3.3 绘图工具的使用	24	6.2.3 盘盖类零件的技术要求	49
3.3.1 绘图工具及使用方法	24	6.3 叉架类零件的测绘	50
3.3.2 绘制工作图的步骤	26	6.3.1 叉架类零件的作用及结构特点	50
第4章 零件工作图、草图的绘制	28	6.3.2 叉架类零件的图形表达及尺寸标注	50
4.1 零件图的图形表达和尺寸标注	28	6.3.3 叉架类零件的技术要求	51
4.1.1 零件图的内容	28	6.4 箱体类零件的测绘	52
4.1.2 零件图的图形表达	28	6.4.1 箱体类零件的作用与结构特点	52
4.1.3 常见的零件工艺结构	30	6.4.2 箱体类零件的图形表达及尺寸标注	53
4.1.4 零件图的尺寸标注	31	6.4.3 箱体类零件的技术要求	54
		6.5 齿轮零件的测绘	54

6.5.1 齿轮零件的作用与结构特点 .....	54	7.2.4 绘制零件草图 .....	60
6.5.2 齿轮零件的图形表达及尺寸标注 .....	54	7.2.5 回装齿轮油泵 .....	66
6.5.3 齿轮零件的技术要求 .....	56	7.2.6 画装配图 .....	66
<b>第7章 典型部件测绘案例 .....</b>	<b>57</b>	7.2.7 画零件工作图 .....	69
7.1 齿轮油泵测绘任务书 .....	57	7.2.8 全面检查装订成册 .....	72
7.2 齿轮油泵的测绘 .....	58	<b>附录 A .....</b>	<b>73</b>
7.2.1 测绘准备 .....	58	<b>附录 B .....</b>	<b>79</b>
7.2.2 了解和分析部件 .....	58	<b>附录 C .....</b>	<b>84</b>
7.2.3 拆卸和画装配示意图 .....	59	<b>参考文献 .....</b>	<b>86</b>

# 第1章 测绘概述

作为工程技术人员必须掌握测绘这项基本技能。测绘工作是一件既复杂又细致的工作，其中大量的工作是分析机件的结构形状，画出图形，准确测量尺寸，弄清并制定出技术要求等。

在实际生产中，设计新产品时，需要测绘同类产品的部分或全部零件，供设计时参考；机器或设备维修时，如果某一零件损坏，在无备件又无图纸的情况下，也需要测绘损坏的零件，画出图样作为加工依据。

## 1.1 测绘的概念和目的

### 1.1.1 测绘的概念

部件的测绘就是根据现有的部件（或机器），对其及所含零件进行测量，并整理画出零件工作图和装配图的过程。

在生产实践中测绘是获取技术资料的一种重要途径和方法，测绘实训也是对专业技能中的测绘技能的培训。

### 1.1.2 测绘实训的目的

学习零、部件测绘是巩固前面所学的知识、培养动手能力、理论联系实际的一种有效方法。可达到以下目的：

- (1) 深入学习零件图和装配图的知识，提高徒手绘图的能力。
- (2) 了解零部件的测绘程序，熟悉零部件的测绘方法，培养动手能力。
- (3) 了解一些有关的工艺和设计知识，提高查阅标准手册、使用经验数据等方面的能力，为以后的课程设计和毕业设计打好基础。
- (4) 培养独立分析问题和解决问题的能力，以及团队协作能力。

## 1.2 测绘的内容及步骤

### 1.2.1 零、部件测绘的内容

- (1) 对现有的部件实物进行拆卸与分析，了解工作原理和装配关系，并绘出装配示意图。
- (2) 分别对拆出的零件进行测量，并选择合适的表达方案，对测得的尺寸和数据进行圆整与标准化，确定零件的材料和技术要求，绘制出全部零件的草图。
- (3) 根据装配示意图和部件实际装配关系，以及零件草图绘制出装配工作图和零件工作图。

(4) 对测绘过程及遇到的问题、解决方案形成书面说明, 并对在测绘过程中所学到的测绘知识与技能、学习体会、收获以书面形式写出总结报告材料。

### 1.2.2 测绘常用的程序

测绘的程序不是唯一的, 由于机器测绘的目的不同, 机器的复杂程度不同, 一般有如图 1-1 所示的几种程序。

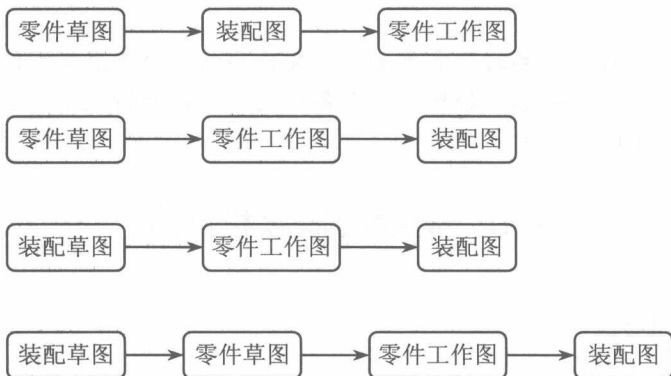


图 1-1 测绘的几种程序

### 1.2.3 零、部件测绘的步骤

零、部件的测绘主要分为拆装测量、图形绘制两个阶段, 一般按以下步骤进行:

(1) 做好测绘前的准备工作。了解测绘内容和任务, 组织好人员分工, 准备好有关参考资料、拆卸工具、测量工具和绘图工具等。

(2) 了解和分析部件。全面细致地了解测绘部件的用途、工作性能、工作原理、结构特点以及装配关系等。

(3) 拆卸部件。分析了解部件后, 要进行部件拆卸。拆卸过程一般按零件组装的反顺序逐个拆卸, 所以在拆卸之前要弄清零件组装次序, 部件的工作原理、结构形状和装配关系, 对拆下的零件要进行登记、分类、编号, 弄清各零件的名称、作用、结构特点等。

(4) 绘制装配示意图。采用简单的线条和图例符号绘制出部件大致轮廓的装配图样称作装配示意图。它主要表达各零件之间的相对位置、装配与连接关系、传动路线及工作原理等内容, 是绘制装配工作图的重要依据。

(5) 绘制零件草图。根据拆卸的零件, 按照大致比例, 用目测的方法徒手画出具有完整零件图内容的图样称作零件草图。零件草图应采用坐标纸(方格纸)绘制, 也可采用一般图纸绘制。标准件不需画草图。

(6) 测量零件尺寸。对拆卸后的零件进行测量, 将测得的尺寸和相关数据标注在零件草图上。要注意零件之间的配合尺寸、关联尺寸应一致。工艺结构尺寸、标准结构尺寸以及极限配合尺寸要根据所测的尺寸进行圆整, 或查表和参考有关零件图样资料, 使所测尺寸标准化、规格化。

(7) 绘制装配图。根据装配示意图和零件草图绘制装配图, 这是部件测绘的主要任务。





装配图应表达出部件的工作原理、装配关系、配合尺寸、主要零件的结构形状及相互位置关系和技术要求等,是检查零件草图中的零件结构是否合理、尺寸是否准确的依据。

(8) 绘制零件工作图。根据零件草图并结合有关零部件的图纸资料,用尺规或计算机绘制出零件工作图。

(9) 测绘总结与答辩。对在测绘过程中所学到的测绘知识与技能、学习体会、收获以书面形式写出总结报告材料,并参加答辩。

## 第2章 拆装及零件测量

为了了解其内部的结构,并准确方便地进行零件上有关尺寸的测量及有关表面形位误差、表面粗糙度误差等的测量,需将部件拆开。

零件尺寸的测量是在零件草图图形绘制完成后进行的,可将测量的数据记录于草图上。测绘过程包括尺寸测量和绘图两项基本内容。零件尺寸测量准确与否,将直接影响仿制产品的质量。因而要有合理的测量方法并正确地使用测量工具。

### 2.1 零部件拆装的步骤和方法

#### 2.1.1 测绘拆卸的基本要求

(1) 拆卸时要考虑再装配后能恢复原部件状态,即保证原部件的完整性、准确度和密封性等。

(2) 对于外购件和部件上不可拆卸的连接,如过盈配合的衬套、销钉,以及一些经过调整,拆开后不易复位的刻度盘、游标尺等组件,一般不进行拆卸。

#### 2.1.2 测绘拆卸的步骤

##### 1. 做好拆卸前的准备工作

拆卸前的准备工作包括:场地的选择与清理;了解机器的结构、性能和工作原理;拆前放油;预先拆下或保护好电气设备,以免受潮损坏。

##### 2. 确定合理的拆卸步骤

部件的拆卸一般是由外部到内部、由上到下进行。

##### 3. 拆卸零部件,进行零件编号,并绘制示意图

拆卸零部件时,除根据零件装配形式采用正确方法进行拆卸外,还需做好以下几点:

(1) 编零件号牌和作标记。拆卸下来的零部件应马上命名与编号,作出标记,并作相应记录,必要时在零件上打号,然后分区分组放置。

(2) 做好记录。对每一拆卸步骤应逐条记录,并整理出今后装配时的注意事项,尤其要注意装配的相对位置,必要时作出标记;对复杂组件,需绘制六面外轮廓图,最好在拆卸前拍照作记录。

(3) 绘制装配示意图。

##### 4. 将已拆卸零件合理放置供测量

为保证测绘后能顺利恢复样机成原样,拆卸后的零部件必须妥善保管,确保不丢失、不损坏,零件保管的主要要求如下:

(1) 各拆卸组需编制零部件名册,并有专人负责零件保管。

(2) 要保护机件的配合表面,防止损伤。精密零件要垫平,放好,以免摔倒碰坏。细长

零件应悬挂，以免弯曲变形，对轴承等精密零部件测量后油封，用油纸包好。

(3) 滚动轴承、橡胶件、紧固件和通用件要分组保管。

(4) 当零件的件数多，怕弄错时，在零件上挂好签，并编上与装配示意图上一致的编号。

### 5. 装配还原部件

回装时注意装配顺序（包括零件的正反方向），做到一次装成。在装配中不轻易用锤子敲打，在装配前应将全部零件用煤油清洗干净，对配合面、加工面一定要涂上机油，方可装配。

### 2.1.3 零部件拆卸的方法

零件材料、大小、结构不同，零件间的配合形式不同，拆卸的方法也完全不同。

#### 1. 配合关系零件的拆卸

(1) 对于比较结实或精度不高的零件，可用冲击力拆卸法。采用锤头的冲击力打出要拆卸的零件，为保证受力均匀，常采用导向柱或导向套筒。为防锤击力过大损坏零件，锤击时要垫上软质垫料，如图 2-1 所示。

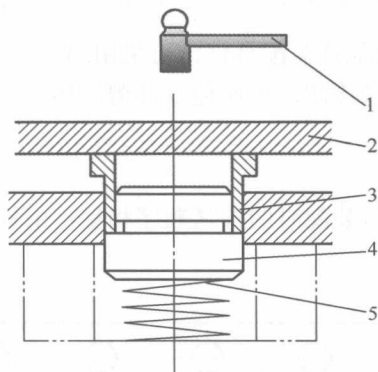


图 2-1 冲击力法拆卸示意图

1—手锤；2—垫板；3—导向套；4—拆卸件；5—弹簧

(2) 对于少量过盈的带轮、齿轮及滚动轴承等相对精度高的零部件的拆卸，常采用压力法或拉出法，即用专用工具或设备压出或拉出，如图 2-2 和图 2-3 所示。

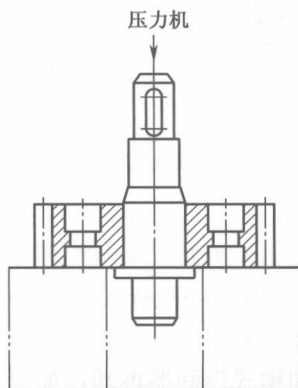


图 2-2 用压力机拆卸零件

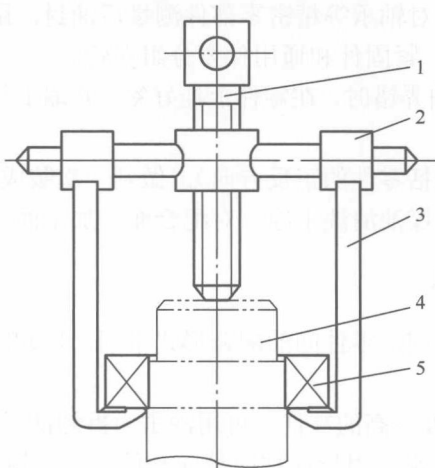


图 2-3 拆卸轴承、带轮等的工具——拉爪

1—手柄与螺杆；2—螺母与横梁；3—拉杆；4—轴；5—轴承

(3) 对于大尺寸的轴承或其他过盈配合件，可采用温差法。利用材料热胀冷缩原理进行拆卸，用油局部加热或用干冰局部冷却，可避免零件遭破坏。

## 2. 螺纹联接的拆卸

### (1) 拆卸顺序。

拆卸螺纹联接时，拆卸顺序与装配时的拧紧顺序相反，由外到里依次逐渐松开，如图 2-4 所示。

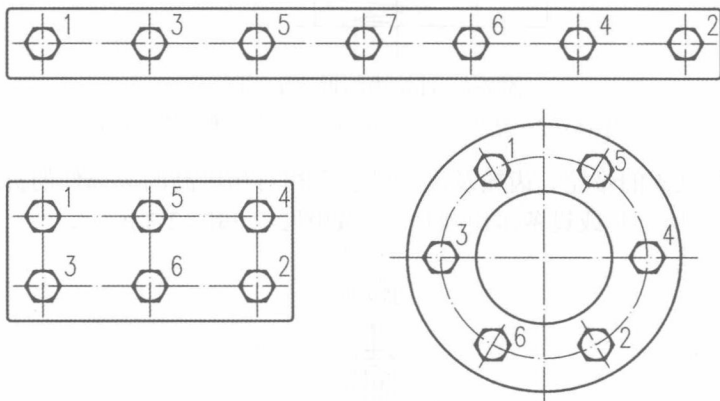


图 2-4 螺纹联接组的拆卸顺序

### (2) 选用合适的扳手。

选用合适的扳手可保证螺纹联接易于拆卸，避免损坏零件。

①对于六角头或方头的螺钉头、螺栓头或螺母，最好采用相应尺寸的固定扳手，避免采用活动扳手，以防滑脱。特殊结构螺母的螺纹联接，应采用专用扳手，如图 2-5 所示。

②螺柱可采用双螺母、高螺母和楔式拆卸器拆卸，如图 2-6 所示。

③调整螺钉的拆卸可采用双套筒扳手，内套筒先拧紧螺钉，再用外套筒拧松螺母。

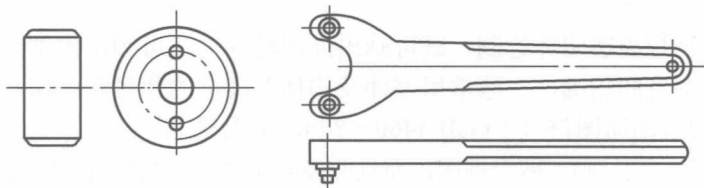
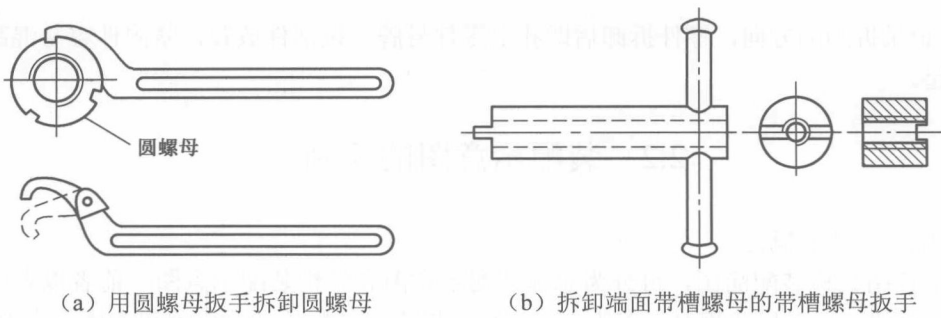


图 2-5 特殊结构螺母用扳手

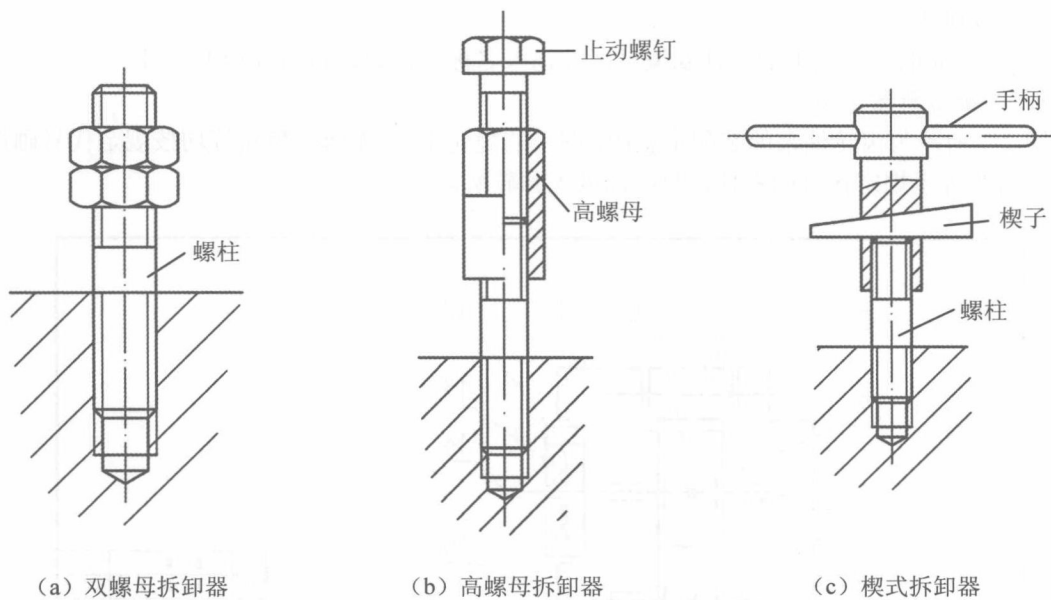


图 2-6 螺栓的拆卸

(3) 对于受空间位置限制的特殊场合，可以用带万向接头或带锥齿轮的特种扳手。

### 3. 拆卸注意事项

(1) 拆卸需要进行敲打、搬动等操作时要慎重行事、注意安全。

(2) 注意保护高精度重要表面，不能用零件高精度表面做放置的支承面，必须使用时需垫好橡胶垫或软布。

(3) 合理选择拆卸工具。

(4) 记录拆卸的方向, 零件拆卸后即扎上零件号牌, 按部件放置, 紧固件容易混乱, 最好串在一起。

## 2.2 装配示意图的绘制

### 1. 装配示意图的概念

装配示意图又称装配简图, 可分为总体装配示意图和结构装配示意图。前者以表达机器中各组成部分的总体布局和相对位置为主, 而后者以表达装配的结构位置和连接方式为主。

### 2. 装配示意图的特点

- (1) 把装配体设想为透明体绘制, 既可画出外部轮廓, 又可画出内部结构。
- (2) 各零件只画总的轮廓, 一些常用零件及构件有规定的代号和画法, 可参阅国家标准《机械》中的“机构运动简图符号”(GB 4460—84), 见附录 A。
- (3) 装配示意图一般只画一两个视图, 而且两接触面之间一般要留出间隙, 以便区分零件。
- (4) 装配示意图各部分之间大致符合比例, 特殊情况可放大或缩小。
- (5) 装配示意图可用涂色、加粗线条等手法, 使其形象化。常采用展开画法和旋转画法。
- (6) 装配示意图上的内外螺纹, 均用示意画法, 内外螺纹配合, 可分别全部画出, 也可只按外螺纹画出。
- (7) 画完的示意图上的零件要编号, 并记入名称、件数、材料及标准代号。

### 3. 装配示意图示例

图 2-7 所示为齿轮油泵的装配示意图, 图上的齿轮主轴、轴承、齿轮等均按规定代号画出, 泵体、堵塞等无规定代号的零件, 只画出其大致轮廓。

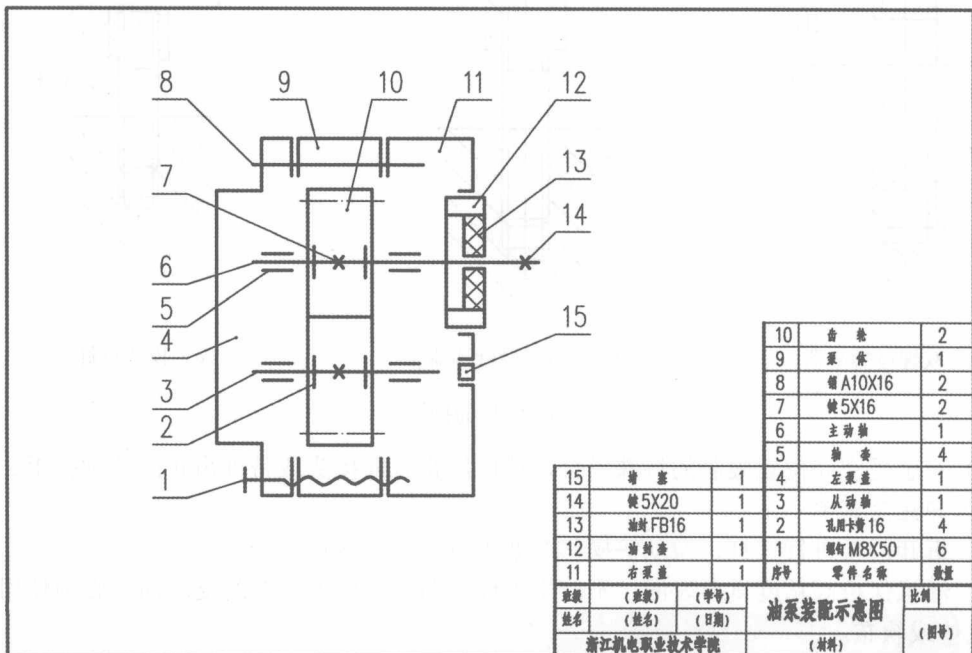


图 2-7 齿轮油泵装配示意图



## 2.3 常用测量工具和测量方法

### 2.3.1 零件尺寸测量的要求

#### 1. 尺寸测量要点

(1) 测绘中对每个尺寸都要进行测量，形位公差原则上根据功能确定；

(2) 非功能尺寸的测量（即在图样上不需注出公差的尺寸）只需测到小数点后一位即可，对于功能尺寸（包括性能尺寸、配合尺寸、装配定位等）及形位误差则应测到小数点后2~3位；

(3) 测量前应确定测量方法、检验和校对测量用具和仪器，必要时需设计专用测量工具；

(4) 测量中要详细记录原始数据，不仅要记录测量读数，还要记录测量方法、测量用具和零件装配方法；

(5) 由于存在制造误差和测量误差，按实样测出的零件尺寸往往不成整数，绘制零件工时，需要根据零件的实测值推断原设计尺寸，即进行尺寸圆整。

#### 2. 测量注意事项

(1) 关键零件的尺寸和零件的重要尺寸，应反复测量多次，取平均值；

(2) 整体尺寸应直接测量，不能用中间尺寸叠加而得；

(3) 草图上一律标注实测数据；

(4) 要正确处理实测数据。在测量较大孔、轴、长度等尺寸时，必须考虑几何形状误差的影响，应多测几点，取其平均数。对于各点差异明显的，还应记下其最大、最小值；

(5) 及时进行测量数据整理工作。对重要尺寸的测量数据，如有疑问或矛盾，应立即重测或补测；

(6) 测量时应确保零件处于自由状态。对组合前后形状有变化的零件，掌握其前后的差异；

(7) 两零件在配合或连接处，其形状结构可能完全一样，测量时亦必须各自测量、分别记录，然后相互检验确定尺寸，决不能只测一处；

(8) 测量的精确度要和该尺寸的要求相适应。所以测量前需根据零件功能弄清草图上待测尺寸需要的精度，然后选定测量工具。

### 2.3.2 各类尺寸的常用测量方法及测量工具

#### 2.3.2.1 线性尺寸的测量

##### 1. 钢直尺测量

钢直尺是用不锈钢薄板制成的一种刻度尺，最小单位为1mm，部分直尺最小单位为0.5mm。钢直尺可以直接测量线性尺寸，但误差比较大，常用来测量一般精度的尺寸。钢直尺的测量方法见图2-8。

##### 2. 游标卡尺测量

游标卡尺是一种测量精度较高的量具，可以测得毫米的小数值，除测量长度尺寸外，还常用来测量内径、外径，带有深度尺的游标卡尺还可以测量孔和槽的深度及台阶高度尺寸。游标卡尺的测量方法见图2-9。

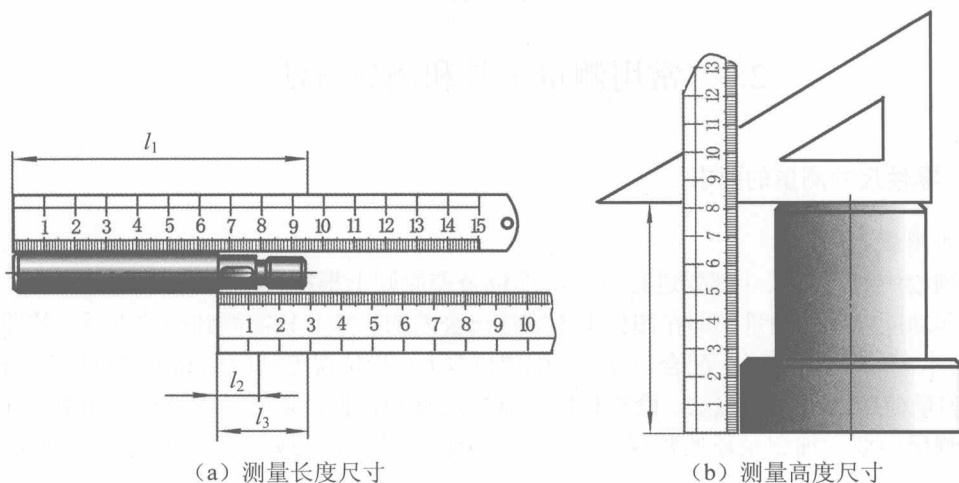


图 2-8 用钢直尺测量尺寸

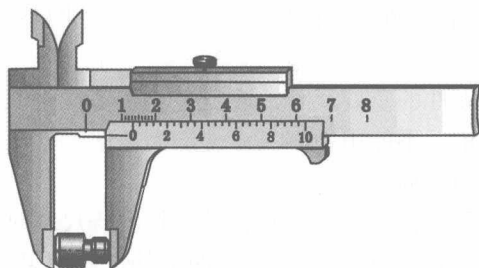


图 2-9 用游标卡尺测量长度尺寸

游标卡尺的读数精度有 0.02mm、0.05mm、0.10mm 三个等级，以精度为 0.02mm 等级为例，刻度和读数方法如图 2-10 (a) 所示，主尺上每小格 1mm，每大格 10mm，副尺上每小格 0.98mm，共 50 格，主、副尺每格之差等于  $1 - 0.98 = 0.02\text{mm}$ 。

读数时，先在主尺上读出副尺零线左面所对应的尺寸整数值部分，再找出副尺上与主尺刻度对准的那一根刻线，读出副尺的刻线数值，乘以精度值，所得的乘积即为小数部分，整数与小数之和就是被测零件的尺寸。如图 2-10 (b) 所示的读数为  $12 + 39 \times 0.02 = 12.78\text{mm}$ 。

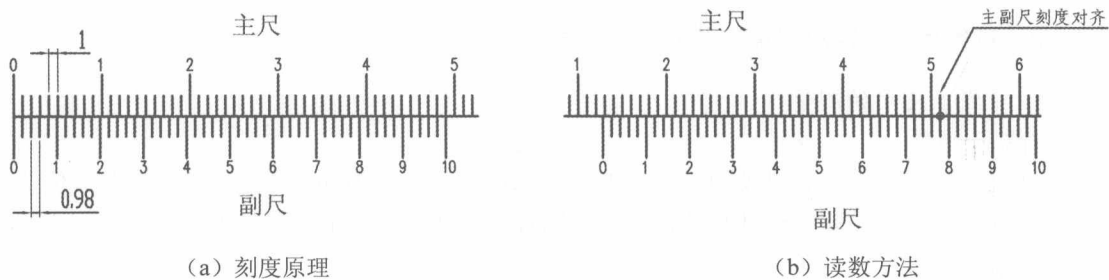


图 2-10 游标卡尺的刻度原理和读数方法

### 3. 千分表、千分尺及游标卡尺的合理使用范围

表 2-1 为千分表、千分尺及游标卡尺的合理使用范围，供测绘时选择量具精度作参考。



表 2-1 千分表、千分尺及游标卡尺的合理使用范围

名称	单位刻度值	量具精确度	工件的公差等级											
			IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
千分表	0.001													
	0.005													
	0.01	0 级												
		1 级												
千分尺	0.01	0 级												
		1 级												
		2 级												
游标卡尺	$\frac{1}{50} \sim 0.02$													
	$\frac{1}{20} \sim 0.05$													
	$\frac{1}{10} \sim 0.1$													

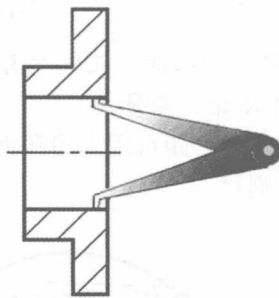
### 2.3.2.2 直径尺寸的测量

#### 1. 卡钳测量直径

卡钳是间接测量工具，必须与钢直尺或其他带有刻度的量具配合使用读出尺寸。卡钳有内卡钳和外卡钳两种，内卡钳用来测量内径，外卡钳用来测量外径，由于测量误差较大，常用来测量一般精度的直径尺寸。测量方法见图 2-11，再用刻度尺测量卡钳开口尺寸即可。测量时可轻敲卡钳外侧来调节开口的大小，注意不能敲击钳口。



(a) 外卡钳测量外径



(b) 内卡钳测量内径

图 2-11 用卡钳测量直径尺寸

#### 2. 游标卡尺测量直径

游标卡尺有上下两对卡脚，上卡脚称内测量爪，用来测量内径，下卡脚称外测量爪，用来测量外径，测得的直径尺寸可以在游标卡尺上直接读出，测量方法见图 2-12。

带有深度尺的游标卡尺还可以测量孔和槽的深度及孔内台阶高度尺寸，其尺身固定在游标卡尺的背面，可在主尺背面的导槽中移动。测量深度时，把主尺右端面紧靠在被测工件的