



普通高等教育“十二五”规划教材

# 机械制图

## (第二版)

山东交通学院工程制图教研室编

主 编 王喜仓 于利民 许淑珍  
副主编 耿相军 焦培刚 柳同音 刘 勇



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

普通高等教育“十二五”规划教材

# 机械制图

(第二版)

主 编 王喜仓 于利民 许淑珍

副主编 耿相军 焦培刚 柳同音 刘 勇



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书是山东省高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项教材。

为了适应当前工业生产中计算机绘图逐步取代手工绘图的实际需要,本书除了系统地介绍传统工程制图理论:点、线、面、体的投影、截交线和相贯线、机件的常用表达方法、零件图与装配图等以外,还介绍了目前广为流行的 AutoCAD 2011 绘图软件的基本知识。为了体现制图与设计的紧密结合,增设了“设计制图”一章。本书采用我国最新颁布的《技术制图》国家标准。

与本书配套使用的《机械制图习题集》(第二版)由中国水利水电出版社同时出版。

本书可作为高等工科院校的工程制图教材,也可供有关工程技术人员参考。

**本书配有免费电子教案,此教案用 PowerPoint 制作,可以任意修改,读者可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。**

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 王喜仓, 于利民, 许淑珍主编. -- 2版

— 北京: 中国水利水电出版社, 2013. 8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5170-1190-3

I. ①机… II. ①王… ②于… ③许… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第200510号

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

|      |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 普通高等教育“十二五”规划教材<br>机械制图(第二版)                                                                                                                                                                                                                         |
| 作 者  | 主 编 王喜仓 于利民 许淑珍<br>副主编 耿相军 焦培刚 柳同音 刘 勇                                                                                                                                                                                                               |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:mchannel@263.net">mchannel@263.net</a> (万水)<br><a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a> |
| 经 售  | 电话: (010) 68367658(发行部)、82562819(万水)<br>北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643、68545874<br>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  | 三河市铭浩彩色印装有限公司                                                                                                                                                                                                                                        |
| 规 格  | 184mm×260mm 16开本 19印张 478千字                                                                                                                                                                                                                          |
| 版 次  | 2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷<br>2013年8月第2版 2013年8月第1次印刷                                                                                                                                                                                                   |
| 印 数  | 0001—4000册                                                                                                                                                                                                                                           |
| 定 价  | 35.00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

## 第二版前言

本书是山东省高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项教材。是在 2006 年第一版的基础上,根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的“工程图学课程教学基本要求”及近几年新发布的国家标准,针对应用型人才培养的实际情况,并考虑近几年教学的发展,结合使用反馈的意见和建议修订而成。

本次修订的指导思想:突出教材的应用性,在保证教学质量的前提下,切实有效地提高教学效率,并保持第一版文字叙述通俗易懂,便于自学等特点,在集合编者多年来教学改革的经验基础上,完成这本《机械制图》(第二版)教材及与之配套的《机械制图习题集》(第二版),使之更加适用于应用型制图课程教学。本套教材的建议学时数为 70~120 学时。

本书主要有以下几个特点:

(1) 在教材内容的结构体系上,注意将传统机械制图与 AutoCAD 绘图的相关内容编排在一起,既兼顾传统机械制图的系统性,又突出 AutoCAD 制图的实用性。

(2) 由于各院校对“机械制图”教学课时都做了不同程度的压缩,因此教材对传统机械制图的内容,尤其对画法几何的内容做出一定的删减,仅选用最基本和必要的部分。教材其他内容的选择也力求做到少而精,针对性强,简练实用。

(3) 为了体现制图与设计的紧密结合,增设“设计制图”一章。

(4) 为了增强学生的工程意识,增设选学和自学内容——“展开图”和“土木工程图”章节。

(5) 本书计算机绘图部分选用软件 AutoCAD 2011,主要介绍了其基本操作、绘图与编辑。通过本书的学习,读者能使用该软件绘制各种机械图样。

(6) 本书的插图全部由计算机绘出,图形清晰,图例典型。本书的全部插图均制作成课件,可从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>,上课时可用作电子挂图。

(7) 本书采用我国最新颁布的《技术制图》国家标准。

本书由山东交通学院工程制图教研室的教师共同编写,由王喜仓、于利民、许淑珍担任主编,由耿相军、焦培刚、柳同音、刘勇担任副主编,由阎金铭教授担任主审。参加编写的有柳同音(第 1、2 章)、张春娥(第 2 章)、许淑珍(第 3、4 章)、耿相军(第 5、7 章)、焦培刚(第 6 章)、于利民(第 10、12 章)、王喜仓(第 8、9、11、13 章)、谭姝(第 8 章)、刘勇(第 14 章)、李志丹(第 13 章)。参加本书部分章节编写和大纲讨论的还有乔向明、芦玉刚、朱立友、郭守真等。

在编写过程中,得到了所在单位有关领导及工程图学教师的支持与帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免有错误与不当之处,敬请读者批评指正。

编者  
2013 年 5 月

# 第一版前言

本书是山东省高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项教材。

当前“工程制图”课程教学改革的方向，是将传统的工程制图理论融入计算机绘图的知识，实行一体化教学。教学模式从过去的手工仪器绘图为主，逐步过渡到手工仪器绘图、计算机绘图并存，并以计算机绘图为主的新教学模式。正是顺应这种教学改革趋势，在集合编者多年来教学改革的经验基础上，编写了这本《工程制图》教材及与之配套的《工程制图习题集》。该套教材的建议学时数为 70~120 学时。

本书主要有以下几个特点：

(1) 在教材内容的结构体系上，注意将传统工程制图与 AutoCAD 绘图的相关内容编排在一起，既兼顾传统工程制图的系统性，又突出 AutoCAD 的实用性。

(2) 由于各院校对“工程制图”教学课时都做了不同程度的压缩，因此教材对传统工程制图的内容做出一定的删减，尤其对画法几何的内容，仅选用了最基本和必要的部分。教材其他内容的选择也力求做到少而精，针对性强，简练实用。

(3) 为了体现制图与设计的紧密结合，增设了“设计制图”一章。

(4) 为了增强学生的工程意识，增设了选学和自学内容——“展开图”和“土木工程图”章节。

(5) 本书计算机绘图部分选用软件 AutoCAD 2006，主要介绍了其基本操作、绘图与编辑。通过本书的学习，能使用该软件绘制各种机械图样。

(6) 本书的插图全部由计算机绘出，图形清晰，图例典型。本书的全部插图均制作成课件，可从中国水利水电出版社网站 (<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>) 下载，上课时可用作电子挂图。

(7) 本书采用我国最新颁布的《技术制图》国家标准。

本书由山东交通学院工程制图教研室的教师共同编写，由王喜仓、于利民担任主编，由许淑珍、耿相军、张春娥、刘勇担任副主编，由阎金铭教授主审。参加编写的有张春娥（第 1、2 章）、许淑珍（第 3、4、6 章）、耿相军（第 5、7 章）、于利民（第 10、12 章）、王喜仓（第 8、9、11、13 章）、谭姝（第 8 章）、刘勇（第 14 章）。参加本书部分章节编写和大纲讨论的还有乔向明、成健、焦培刚、芦玉刚、曲英杰、卢子真等。

在编写过程中，得到了所在单位有关领导及工程图学教师的支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有错误与不当之处，敬请读者批评指正。

编者

2006 年 5 月

# 目 录

第二版前言

第一版前言

绪论 ..... 1

第 1 章 制图的基本知识 ..... 2

1.1 制图基本规定 ..... 2

1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—93) ..... 2

1.1.2 比例 (GB/T 14690—93) ..... 4

1.1.3 字体 (GB/T 14691—93) ..... 4

1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998) ..... 5

1.1.5 尺寸标注 (GB 4458.4—84) ..... 7

1.2 绘图工具及其使用 ..... 12

1.2.1 图板和丁字尺 ..... 12

1.2.2 三角板 ..... 12

1.2.3 圆规 ..... 12

1.2.4 分规 ..... 13

1.2.5 铅笔 ..... 13

1.2.6 曲线板 ..... 13

1.2.7 其他用品 ..... 13

1.3 几何作图 ..... 13

1.3.1 等分圆周作内接正多边形 ..... 13

1.3.2 斜度和锥度 ..... 14

1.3.3 椭圆的画法 ..... 15

1.3.4 圆弧连接 ..... 15

1.4 平面图形的分析和画法 ..... 17

1.4.1 平面图形的分析 ..... 17

1.4.2 平面图形的画法 ..... 17

1.4.3 平面图形的尺寸注法 ..... 18

1.5 徒手绘制草图 ..... 19

1.5.1 徒手画线的方法 ..... 19

1.5.2 绘制零件草图 ..... 20

1.6 计算机绘图概述 ..... 21

1.6.1 计算机绘图概述 ..... 21

1.6.2 AutoCAD 的基本操作 ..... 22

1.6.3 计算机绘图入门 ..... 26

第 2 章 点、直线及平面的投影 ..... 32

2.1 投影法的基本知识 ..... 32

2.1.1 投影的概念 ..... 32

2.1.2 投影法的种类 ..... 32

2.2 点的投影 ..... 33

2.2.1 点在两投影体系中的投影 ..... 33

2.2.2 点在三投影面体系中的投影 ..... 34

2.2.3 点的投影与坐标 ..... 36

2.2.4 特殊位置点的投影 ..... 37

2.2.5 两点的相对位置与重合投影 ..... 37

2.3 直线的投影 ..... 38

2.3.1 直线的投影 ..... 38

2.3.2 直线与投影面的相对位置及其  
投影特性 ..... 39

2.3.3 直线上的点 ..... 42

2.3.4 两直线的相对位置 ..... 43

2.3.5 直角投影定理 ..... 44

2.4 平面的投影 ..... 45

2.4.1 平面的表示方法 ..... 45

2.4.2 各种位置平面的投影特性 ..... 45

2.4.3 平面内的点和直线 ..... 47

2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置 ..... 49

2.5.1 直线与平面平行、两平面平行 ..... 49

2.5.2 直线与平面相交、两平面相交 ..... 50

2.5.3 直线与平面垂直、两平面垂直 ..... 51

2.6 换面法 ..... 53

2.6.1 概述 ..... 53

2.6.2 换面法的基本作图方法 ..... 54

第 3 章 立体的投影 ..... 59

3.1 平面立体 ..... 59

3.1.1 平面立体的投影 ..... 59

3.1.2 平面立体表面取点和直线 ..... 61

|                     |     |                    |     |
|---------------------|-----|--------------------|-----|
| 3.2 平面与平面立体表面相交     | 63  | 第7章 机件的常用表达方法      | 105 |
| 3.2.1 五棱柱被切割后的三面投影  | 63  | 7.1 视图             | 105 |
| 3.2.2 缺口三棱锥的投影      | 64  | 7.1.1 基本视图         | 105 |
| 3.2.3 穿孔六棱柱的投影      | 65  | 7.1.2 向视图          | 105 |
| 3.3 曲面立体            | 66  | 7.1.3 斜视图          | 106 |
| 3.3.1 圆柱            | 66  | 7.1.4 局部视图         | 107 |
| 3.3.2 圆锥            | 67  | 7.2 剖视图            | 108 |
| 3.3.3 球             | 69  | 7.2.1 剖视的基本概念      | 108 |
| 3.3.4 圆环            | 70  | 7.2.2 剖视图的画法       | 108 |
| 第4章 截交线和相贯线         | 71  | 7.2.3 剖视图的种类       | 110 |
| 4.1 截交线             | 71  | 7.2.4 剖切平面的种类及剖切方法 | 111 |
| 4.1.1 截平面与立体表面共有的性质 | 71  | 7.3 断面图            | 114 |
| 4.1.2 截交线的求法        | 71  | 7.3.1 断面图的概念       | 114 |
| 4.2 相贯线             | 78  | 7.3.2 断面的种类        | 115 |
| 4.2.1 相贯线的性质        | 78  | 7.4 其他表达方法         | 117 |
| 4.2.2 相贯线的求法        | 78  | 7.4.1 局部放大图        | 117 |
| 4.2.3 相贯线的特殊情况      | 84  | 7.4.2 简化画法         | 117 |
| 第5章 组合体             | 85  | 7.5 机件表达方法的综合举例    | 119 |
| 5.1 三视图的形成及其投影特性    | 85  | 第8章 标准件和常用件        | 122 |
| 5.1.1 三视图的形成        | 85  | 8.1 螺纹及螺纹紧固件       | 122 |
| 5.1.2 三视图的投影特性      | 85  | 8.1.1 螺纹           | 122 |
| 5.2 组合体的形体分析与视图的画法  | 86  | 8.1.2 螺纹的基本要素和分类   | 123 |
| 5.2.1 组合体的形体分析      | 86  | 8.1.3 螺纹的规定画法      | 126 |
| 5.2.2 组合体视图的画法      | 87  | 8.1.4 常用螺纹的标注      | 128 |
| 5.3 组合体的尺寸标注        | 89  | 8.2 螺纹紧固件及其联接      | 131 |
| 5.3.1 基本体的尺寸标注      | 90  | 8.2.1 螺纹紧固件及其标记    | 132 |
| 5.3.2 切割体和相贯体的尺寸标注  | 90  | 8.2.2 螺纹紧固件的画法     | 133 |
| 5.3.3 组合体的尺寸标注      | 91  | 8.2.3 螺纹紧固件装配图的画法  | 133 |
| 5.4 看组合体视图          | 92  | 8.3 齿轮             | 137 |
| 5.4.1 看图的基本要领       | 93  | 8.3.1 圆柱齿轮         | 137 |
| 5.4.2 看图的基本方法       | 94  | 8.3.2 直齿圆锥齿轮       | 141 |
| 5.4.3 已知两视图补画第三视图   | 96  | 8.3.3 蜗杆蜗轮简介       | 143 |
| 第6章 轴测图             | 98  | 8.4 键、销、滚动轴承与弹簧    | 145 |
| 6.1 轴测图的基本知识        | 98  | 8.4.1 键联接          | 145 |
| 6.2 正等轴测图           | 99  | 8.4.2 销            | 147 |
| 6.2.1 平面立体的正等轴测图    | 99  | 8.4.3 滚动轴承         | 149 |
| 6.2.2 平行于坐标面圆的正等轴测图 | 101 | 8.4.4 弹簧           | 151 |
| 6.2.3 圆角的正等轴测图      | 102 | 第9章 零件图            | 154 |
| 6.3 斜二轴测图           | 103 | 9.1 零件图的基本内容       | 154 |

|                            |            |                             |            |
|----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| 9.2 零件图的视图选择 .....         | 155        | 10.6.1 接触面或配合面的结构 .....     | 191        |
| 9.2.1 视图的选择 .....          | 155        | 10.6.2 螺纹紧固件的防松结构 .....     | 192        |
| 9.2.2 其他视图的选择 .....        | 156        | 10.7 部件测绘 .....             | 193        |
| 9.3 零件图的尺寸标注 .....         | 156        | 10.7.1 了解分析测绘对象和拆卸零部件 ..... | 193        |
| 9.3.1 尺寸基准的选择 .....        | 156        | 10.7.2 画装配示意图 .....         | 194        |
| 9.3.2 尺寸的标注形式 .....        | 157        | 10.7.3 测绘零件并画零件草图 .....     | 194        |
| 9.3.3 合理标注尺寸应注意的事项 .....   | 158        | 10.7.4 画装配图 .....           | 194        |
| 9.4 零件上常见的工艺结构 .....       | 159        | 10.7.5 画零件图 .....           | 199        |
| 9.4.1 铸造工艺结构 .....         | 159        | 10.8 读装配图和拆画零件图 .....       | 199        |
| 9.4.2 零件机械加工工艺结构 .....     | 160        | 10.8.1 读装配图的目的要求 .....      | 199        |
| 9.5 零件工作图上的技术要求 .....      | 161        | 10.8.2 读装配图的方法和步骤 .....     | 199        |
| 9.5.1 表面结构 .....           | 162        | 10.8.3 由装配图拆画零件图的方法         |            |
| 9.5.2 公差与配合 .....          | 165        | 和步骤 .....                   | 203        |
| 9.5.3 形状公差和位置公差简介 .....    | 170        | <b>*第11章 设计制图 .....</b>     | <b>206</b> |
| 9.6 典型零件图的绘制与分析 .....      | 172        | 11.1 复杂零件设计绘图 .....         | 206        |
| 9.6.1 轴套类零件 .....          | 172        | 11.1.1 学习目的和主要内容 .....      | 206        |
| 9.6.2 轮、盘、盖类零件 .....       | 174        | 11.1.2 讲解的主要内容 .....        | 206        |
| 9.6.3 叉架类零件 .....          | 176        | 11.1.3 复习回顾的主要内容 .....      | 208        |
| 9.6.4 箱壳类零件 .....          | 177        | 11.1.4 布置作业 .....           | 208        |
| 9.7 看零件图的方法 .....          | 179        | 11.1.5 分析讨论的问题 .....        | 208        |
| <b>第10章 装配图 .....</b>      | <b>182</b> | 11.1.6 分析作业情况 .....         | 209        |
| 10.1 装配图的作用和内容 .....       | 182        | 11.2 轴系装配结构关系设计与绘图 .....    | 209        |
| 10.1.1 装配图的作用 .....        | 182        | 11.2.1 学习目的和主要内容 .....      | 210        |
| 10.1.2 装配图的内容 .....        | 182        | 11.2.2 讲解的主要内容 .....        | 210        |
| 10.2 部件的表达方法 .....         | 182        | 11.2.3 复习回顾的主要内容 .....      | 213        |
| 10.2.1 基本表达方法 .....        | 182        | 11.2.4 布置作业 .....           | 213        |
| 10.2.2 规定画法 .....          | 184        | 11.2.5 复习和讨论的问题 .....       | 213        |
| 10.2.3 特殊画法 .....          | 184        | 11.3 读装配图并由装配图拆画            |            |
| 10.3 装配图的视图选择 .....        | 186        | 零件图(一) .....                | 214        |
| 10.3.1 分析表达对象,明确表达内容 ..... | 186        | 11.3.1 学习目的和主要内容 .....      | 214        |
| 10.3.2 主视图的选择 .....        | 186        | 11.3.2 讲解的主要内容 .....        | 214        |
| 10.3.3 确定其他视图 .....        | 186        | 11.3.3 复习回顾的主要内容 .....      | 216        |
| 10.4 装配图中的尺寸和技术要求 .....    | 188        | 11.3.4 布置作业 .....           | 216        |
| 10.4.1 装配图中的尺寸标注 .....     | 188        | 11.4 读装配图并由装配图拆画            |            |
| 10.4.2 装配图中的技术要求 .....     | 189        | 零件图(二) .....                | 216        |
| 10.5 装配图中的零部件序号和明细栏 .....  | 189        | 11.4.1 学习目的和主要内容 .....      | 216        |
| 10.5.1 零部件序号 .....         | 189        | 11.4.2 讲解的主要内容 .....        | 217        |
| 10.5.2 明细栏 .....           | 190        | 11.4.3 复习回顾的主要内容 .....      | 219        |
| 10.6 装配结构的合理性简介 .....      | 191        | 11.4.4 布置作业 .....           | 219        |

|                                      |     |                      |     |
|--------------------------------------|-----|----------------------|-----|
| 11.4.5 分析作业情况                        | 219 | 13.2 AutoCAD 的图案填充   | 237 |
| <b>*第 12 章 展开图</b>                   | 221 | 13.2.1 定义图案填充边界      | 237 |
| 12.1 概述                              | 221 | 13.2.2 图案填充的操作       | 237 |
| 12.1.1 展开图                           | 221 | 13.2.3 剖面线填充示例       | 239 |
| 12.1.2 可展与不可展表面                      | 221 | 13.3 编辑命令            | 240 |
| 12.1.3 画展开图的方法和步骤                    | 221 | 13.3.1 图形编辑的选择方式     | 240 |
| 12.1.4 利用旋转法、直角三角形法求<br>一般位置直线实长     | 221 | 13.3.2 图形编辑命令        | 241 |
| 12.2 平面立体的展开                         | 222 | 13.4 图形显示与查询         | 246 |
| 12.2.1 斜口四棱柱管的展开                     | 222 | 13.4.1 图形显示          | 246 |
| 12.2.2 矩形渐缩管的展开                      | 223 | 13.4.2 图形信息的查询       | 247 |
| 12.2.3 斜口矩形管接头的展开                    | 223 | 13.5 图层、线型和图块命令      | 247 |
| 12.3 可展曲面的展开                         | 224 | 13.5.1 图层            | 248 |
| 12.3.1 圆柱管的展开                        | 224 | 13.5.2 线型命令 Linetype | 250 |
| 12.3.2 圆锥管的展开                        | 226 | 13.5.3 图块            | 250 |
| 12.3.3 变形管接头的展开                      | 227 | 13.6 尺寸标注            | 251 |
| 12.4 不可展曲面的近似展开                      | 227 | 13.6.1 尺寸标注的基本方法     | 252 |
| 12.4.1 等径直角弯管的近似展开                   | 227 | 13.6.2 尺寸变量          | 255 |
| 12.4.2 球面的近似展开                       | 228 | 13.6.3 尺寸标注的编辑       | 256 |
| <b>第 13 章 计算机绘图基础</b>                | 230 | 13.7 三维图形的绘制         | 257 |
| 13.1 基本绘图命令                          | 230 | 13.7.1 坐标系的建立        | 257 |
| 13.1.1 画点命令 Point                    | 230 | 13.7.2 三维图形绘制        | 258 |
| 13.1.2 画圆弧命令 Arc                     | 230 | <b>*第 14 章 土木工程图</b> | 263 |
| 13.1.3 画椭圆命令 Ellipse                 | 232 | 14.1 公路路线工程图         | 263 |
| 13.1.4 正多边形命令 Polygon                | 233 | 14.1.1 公路路线平面图       | 263 |
| 13.1.5 多段线(带宽度的实体)<br>命令 Pline       | 233 | 14.1.2 路线纵向剖面图       | 265 |
| 13.1.6 画圆环和实心圆命令 Doughnut<br>或 Donut | 235 | 14.1.3 路基横断面图        | 267 |
| 13.1.7 多线命令 Mline                    | 235 | 14.2 房屋结构工程图         | 267 |
| 13.1.8 样条曲线命令 Spline                 | 235 | 14.2.1 房屋结构的组成和分类    | 267 |
| 13.1.9 文本命令 Text 和 Mtext             | 236 | 14.2.2 结构布置图         | 269 |
|                                      |     | 14.2.3 钢筋混凝土结构       | 271 |
|                                      |     | <b>附录</b>            | 275 |
|                                      |     | <b>参考文献</b>          | 296 |

注：目录中标注星号的为选学内容。

# 绪 论

## 一、本课程的研究对象及作用

本课程主要研究运用投影法知识,按一定的标准规定,借助于图板、丁字尺、计算机等绘图工具,将物体的形状、尺寸、技术要求等准确地表达在图纸等介质上。这种应用于工程领域中,包含物体形状、尺寸与技术要求等信息的图形称为工程图样。

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要技术文件。在工业生产与科学试验中,工程图样是进行加工制造、维修检验等方面的主要依据。它被喻为“工程界的技术语言”。这种技术语言广泛应用于机械、电子、建筑等领域,工程技术人员必须掌握这种语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。绘制工程图样的方法有手工绘图和计算机绘图两种,工程技术人员除应掌握手工绘图方法外,还应具有计算机绘图能力。

## 二、本课程的基本任务

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用。
- (2) 培养绘制与阅读机械工程图样的能力。
- (3) 培养空间想象、空间构思能力。
- (4) 学习用计算机绘制工程图样的基本技能。
- (5) 培养严肃细致的工作作风、认真负责的工作态度。

## 三、本课程的特点与学习方法

本课程是一门既有系统理论,又偏重于实践的技术基础课。学习该课程,既包含对投影理论等知识的理解,又包含对绘图与看图基本技能的训练。而这两者都必须通过大量的绘图、读图练习来得以实现。因此学好本课程必须要理论联系实际,多画、多想、多看,并通过完成较多的习题作业来加强对投影理论、基本概念的理解,培养起较强的空间想象能力及较高的绘图与看图的基本技能。此外在学习中还应注意:

(1) 本课程的中心内容主要是讲授如何用平面图形完整、准确、简捷地表达空间形体。学习时要密切注意画在平面上的投影图形与所表达的空间形体之间的关系,由物画图,由图想物,只有通过这种经常的从空间到平面、从平面到空间的反复对照与思索,才能较快地提高空间想象力及画图与看图的能力。

(2) 要熟知国家颁布的《机械制图》、《技术制图》国家标准,尤其对《机械制图》国家标准中常用的一些规定必须要熟记,并在绘图实践中严格遵守。另外还应尽可能了解一些机械制造的有关知识,这对学习该课程将很有益处。

(3) 本教材要求学生同时具备手绘草图、仪器绘图和计算机绘图三种能力,尤其是计算机绘图能力的培养,要靠平时多争取上机机会,熟练运用各种绘图命令,才能又快又好地绘出工程图。

# 第 1 章 制图的基本知识

## 1.1 制图基本规定

机械图样是机械设计和机械制造过程中的重要技术文件，被称为工程界的共同语言。为了便于生产和技术交流，图样的格式和表示方法必须有统一的规定。我国于 1959 年首次颁布了《机械制图》国家标准，后来经过几次修订。目前使用的是 1998 年修订的《技术制图》国家标准。

国家标准简称国标，其代号为 GB。字母后面的两组数字，分别表示标准顺序号和标准批准的年份。本节针对图纸幅面及格式、字体、图线、尺寸注法等制图国标的有关规定做简要介绍。其他标准将在有关章节中叙述。

### 1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689 - 93)

#### 1.1.1.1 图纸的幅面

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面，必要时，也允许选用所规定的加长幅面。加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸 (mm)

|        |          |         |         |         |         |
|--------|----------|---------|---------|---------|---------|
| 幅面代号   | A0       | A1      | A2      | A3      | A4      |
| 尺寸 B×L | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| a      | 25       |         |         |         |         |
| c      | 10       |         |         | 5       |         |
| e      | 20       |         | 10      |         |         |

表中幅面代号意义见图 1-1、图 1-2。

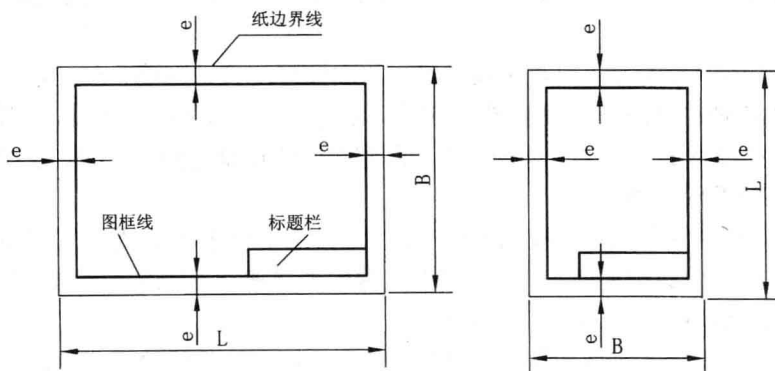


图 1-1 不留装订边的图框格式

### 1.1.1.2 图框格式

在图纸上，图框线必须用粗实线画出，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，分别如图 1-1 和图 1-2 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。

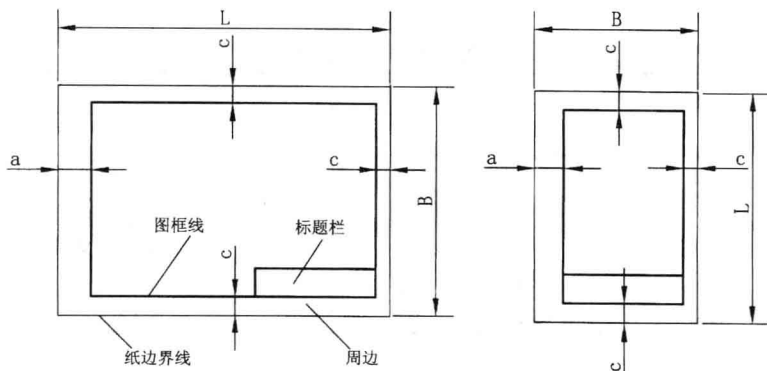


图 1-2 留有装订边的图框格式

### 1.1.1.3 标题栏

GB/T 10609.1—89 对标题栏的内容、格式和尺寸做了规定，如图 1-3 所示。其位置一般如图 1-1、图 1-2 所示。标题栏的文字方向应为看图方向，标题栏的外框为粗实线，里边是细实线，其右边线和底边线应与图框线重合。学生制图课建议采用图 1-4 的格式。

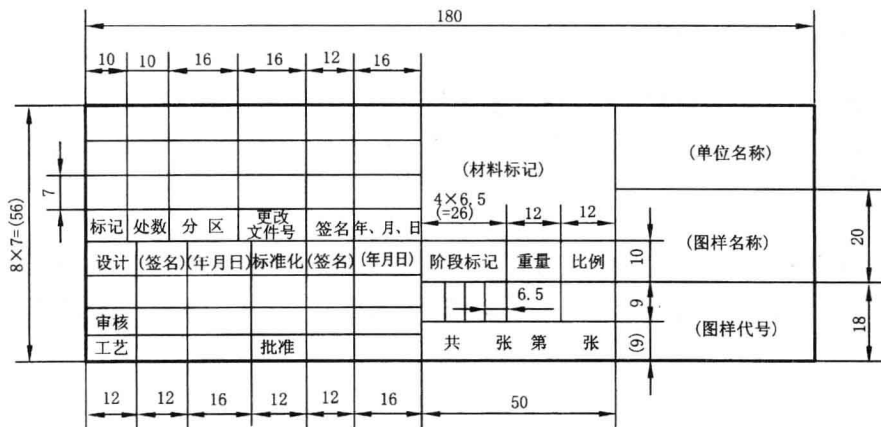


图 1-3 标题栏的尺寸与格式

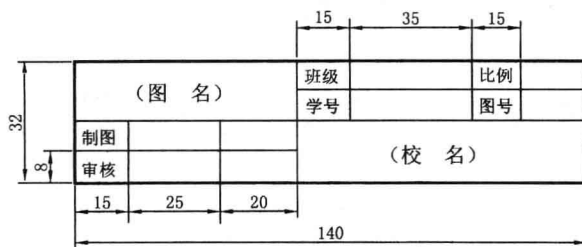


图 1-4 标题栏格式（作业中使用）

1.1.2 比例（GB/T 14690－93）

比例是图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时，应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 绘图比例

| 种 类  | 比 例                                     |                                              |                                                 |                                                 |                                                 |
|------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 原值比例 | 1:1                                     |                                              |                                                 |                                                 |                                                 |
| 放大比例 | 2:1<br>(2.5:1)                          | 5:1<br>(4:1)                                 | $1\times10^n:1$<br>( $2.5\times10^n:1$ )        | $2\times10^n:1$<br>( $4\times10^n:1$ )          | $5\times10^n:1$                                 |
| 缩小比例 | 1:2<br>(1:1.5)<br>( $1:1.5\times10^n$ ) | 1:5 1:10<br>(1:2.5)<br>( $1:2.5\times10^n$ ) | $1:1\times10^n$<br>(1:3)<br>( $1:3\times10^n$ ) | $1:2\times10^n$<br>(1:4)<br>( $1:4\times10^n$ ) | $1:5\times10^n$<br>(1:6)<br>( $1:6\times10^n$ ) |

注：n 为正整数，优先选择无括号标准。

为了能从图样上得到实物大小的真实感，应尽量采用原值比例（1:1），当机件过大或过小时，可选用表 1-2 中规定的缩小或放大比例绘制，但尺寸标注时必须标注实际尺寸。一般来说，绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中注明。当某个视图需要采用不同比例时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，例如：

$$\frac{I}{2:1}$$

$$\frac{A}{1:100}$$

$$\frac{B-B}{2.5:1}$$

平面图 1:10

1.1.3 字体（GB/T 14691－93）

图样中书写的文字必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为 1.8，2.5，3.5，5，7，10，14，20mm。字体高度代表字体的号数。

1.1.3.1 汉字

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm，其字宽一般为字高的 2/3。长仿宋体的书写要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

长仿宋体的汉字示例：

10 号字

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

7 号字

横平竖直注意起落结构匀称填满方格

5 号字

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

1.1.3.2 数字和字母

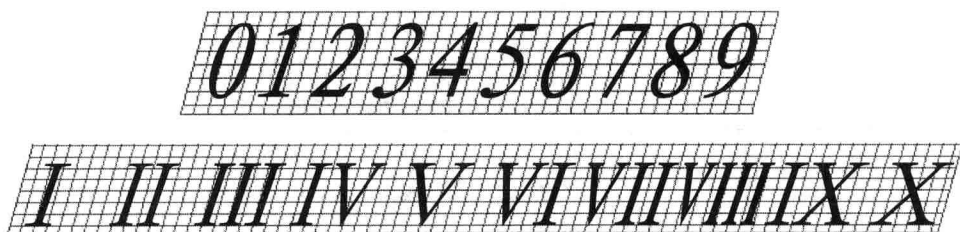
数字和字母有直体和斜体两种。一般采用斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平线约成 75°

角。在同一图样上，只允许选用一种形式的字体。

(1) 斜体拉丁字母示例。



(2) 斜体数字示例。



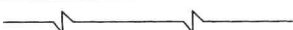
#### 1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998)

##### 1.1.4.1 图线线型及其应用

图线是图中所采用各种型式的线，GB/T 17450—1998《技术制图 图线》中规定了 15 种基本线型。图线的宽度（用  $d$  表示）分为粗线、中粗线、细线三种，其比例关系是 4:2:1。机械图样上多采用两种线宽，其比例关系是 2:1。建筑图样上可以采用三种线宽。所有线型的图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择：0.18，0.25，0.35，0.5，0.7，1，1.4，2mm。宽度为 0.18mm 的图线在图样复制中往往不清晰，尽量不采用。

目前，在机械图样中仍采用 GB 4457.4—84 中规定的 8 种线型：粗实线、细实线、波浪线、双折线、虚线、粗点画线、细点画线、双点画线，如表 1-3 所示。

表 1-3 图线型式及应用

| 图线名称 | 图线形式                                                                                | 图线宽度  | 主要用处                  |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------|
| 粗实线  |  | $d$   | 可见轮廓线                 |
| 细实线  |  | $d/2$ | 尺寸线，尺寸界线，剖面线，重合剖面的轮廓线 |
| 波浪线  |  | $d/2$ | 断裂处的边界线，视图与剖视的分界线     |
| 双折线  |  | $d/2$ | 断裂处的边界线               |

续表

| 图线名称 | 图线形式          | 图线宽度  | 主要用处                |
|------|---------------|-------|---------------------|
| 虚线   | — — — — —     | $d/2$ | 不可见的轮廓线             |
| 细点画线 | — · — · — · — | $d/2$ | 轴线，对称中心线，轨迹线        |
| 粗点画线 | — · — · — · — | $d$   | 有特殊要求的线或表面的表示线      |
| 双点画线 | — · — — — · — | $d/2$ | 相邻辅助零件的轮廓线，极限位置的轮廓线 |

## 1.1.4.2 图线的画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致，虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等，在图样中要显得匀称协调，建议采用图 1-5 所示的图线规格。

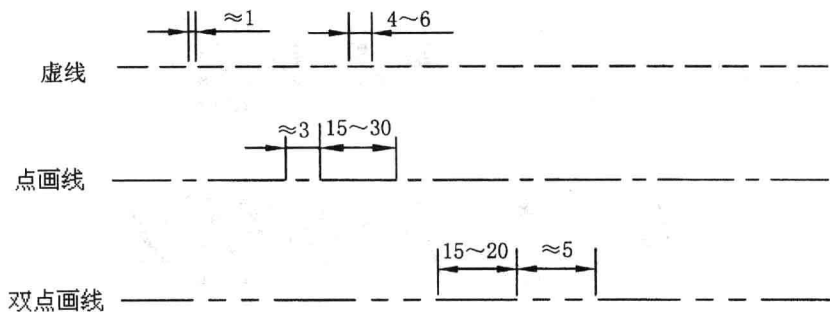


图 1-5 图线规格

(2) 绘制点画线时，首末两端及相交处应是线段而不是短划，超出图形轮廓 2~5mm。在较小的图形上绘制点画线和双点画线有困难时，可用细实线代替。

(3) 虚线与虚线相交，或与其他图线相交时，应以线段相交，当虚线为实线的延长线时，应留有间隙，以示两种不同线型的分界线。

绘制图线应注意的问题如图 1-6 所示。

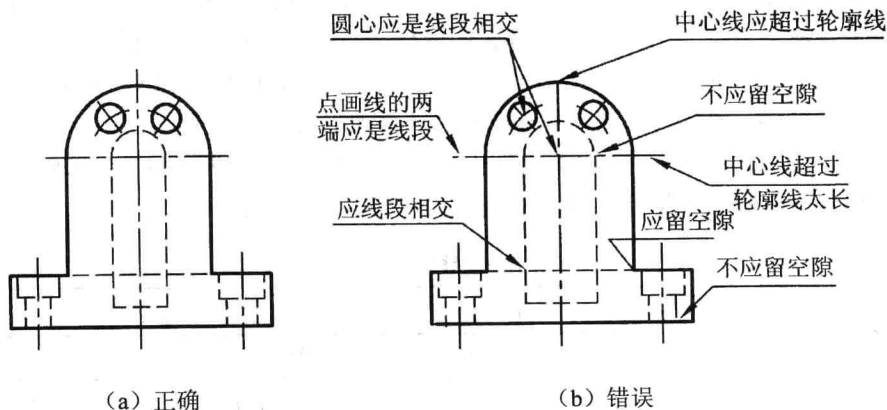


图 1-6 画点画线和虚线应遵守的画法

图线应用示例如图 1-7 所示。

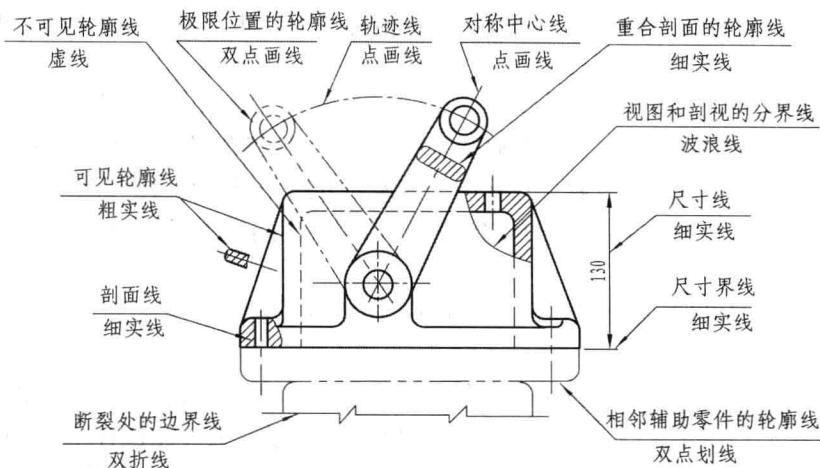


图 1-7 图线应用实例

### 1.1.5 尺寸标注 (GB 4458.4 - 84)

#### 1.1.5.1 基本规则

(1) 图样中的尺寸, 以 mm 为单位时, 不需注明计量单位代号或名称。若采用其他单位则必须注明相应计量单位或名称。

(2) 图样上所注的尺寸数值是机件的真实大小, 与图形大小及绘图的准确度无关。

(3) 机件的每一尺寸, 在图样上一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清楚的视图上。

(4) 图样中所注尺寸是该机件最后完工时的尺寸, 否则应另加说明。

#### 1.1.5.2 尺寸要素

一个完整的尺寸, 由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字四个要素组成, 如图 1-8 所示。

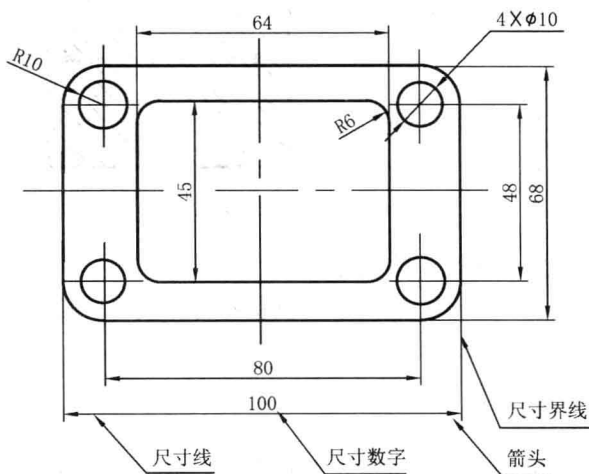


图 1-8 尺寸的组成

#### 1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 一般是图形的轮廓线、轴线或对称中心线的延长线, 超出尺寸

线约 2~3mm。也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线做尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直,必要时允许倾斜。

## 2. 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,必须单独画出,不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。并应尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线之间相交。尺寸线应与所标注的线段平行,平行标注的各尺寸线的间距要均匀,间隔应大于 5mm,同一张图纸的尺寸线间距应相等。

标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。

## 3. 尺寸线终端

尺寸线终端有两种形式,箭头或细斜线,如图 1-9 所示。箭头适用于各种类型的图样。当尺寸线终端采用细斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须垂直。同一张图样中,只能采用一种尺寸线终端形式。采用箭头形式时,在位置不够的情况下,允许用圆点或斜线代替。

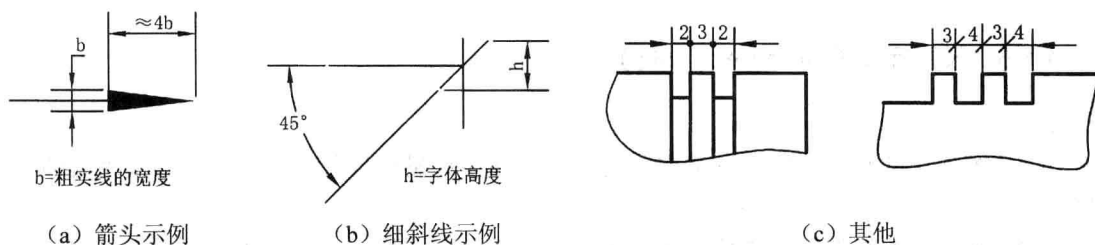


图 1-9 尺寸线终端的两种形式

## 4. 尺寸数字

线性尺寸的数值一般注写在尺寸线上方或尺寸线中断处。尺寸数字不能被任何图线通过,否则应将该图线断开,如图 1-10 所示。

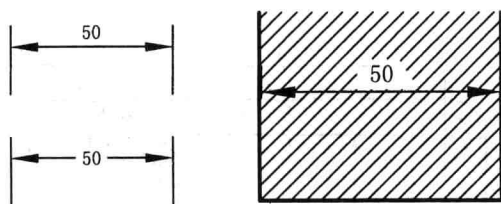


图 1-10 尺寸数字的标注方法

尺寸数字前的符号区分不同类型的尺寸:

$\phi$ —直径    R—半径    S—球面    t—板状零件厚度    □—正方形  
 $\triangleleft$  (或  $\triangleright$ ) —锥度     $\angle$  (或  $\sphericalangle$ ) —斜度

### 1.1.5.3 各类尺寸标注示例

#### 1. 线性尺寸的注法

线性尺寸的数值应按图 1-11 (a) 所示的方向注写,即以标题栏方向为准,水平方向字头朝上,垂直方向字头朝左,倾斜方向时字头有朝上趋势。应尽量避免在如图 1-11 (a) 所示的 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按如图 1-11 (b) 的形式标注。