



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

机械制图

(多学时)

金大鹰 主编



赠电子课件

MECHANICAL DRAWING



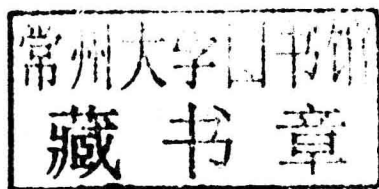
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

机 械 制 图

(多学时)

金大鹰 主编



机械工业出版社

本书是根据“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，结合本科院校的教学特点和要求，采用最新机械制图国家标准编写而成的。

本书以“突出画图、看图能力的培养”为编写主线。全书共分十二章，内容包括：制图的基础知识和基本技能、正投影基础、立体的投影、立体的表面交线、组合体、机件的表达方法、常用零件的特殊表示法、零件图、装配图、展开图、焊接图和计算机绘图(轴测图未单独立章，分编在相关章节中；展开图和焊接图当选学内容)。

本书为高等院校机械类、近机械类各专业的通用教材，也可供其他高等学校同类专业使用或参考。

与本书配套使用的《机械制图习题集》也同时出版。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图：多学时/金大鹰主编. —北京：机械工业出版社，2012. 8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-39485-3

I. ①机… II. ①金… 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(2012)第193885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：杨民强 责任编辑：杨民强

版式设计：姜婷 责任校对：陈立辉

封面设计：姚毅 责任印制：乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·22.5印张·558千字

标准书号：ISBN 978-7-111-39485-3

定价：39.80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

网络服务

社服务中心：(010)88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，总结多年来制图教学改革成果和编者的教学经验，结合普通高等学校的教学特点和要求，采用最新机械制图国家标准编写而成的。

本书以“突出画图、看图能力的培养”为编写主线。下面，将编写思路和教学内容安排做一说明：

1. 投影作图部分以“体”开篇(随后安排一次作业)，从宏观上得出画图规律；进而，又从微观(几何元素的投影)的角度在理论上加以论述，有助于学生加深理解、掌握画图规律，打牢图示基础。

2. 从点、直线、平面的投影开始，通过画其直观图(轴测图)，将画图与看图，即空间(物体)与平面(图形)的相互转化关系有机地联系起来，并且提早引入了“线框”的概念，通过识读一面视图，以形象、鲜明、带有趣味性(一题多解)的图示和讲解，强化投影的逆向思维训练，提高空间想象能力、构形能力，增加形象储备，引导学生走上正确的看图之路。

3. 为突出看图能力的培养，书中编排了许多看图内容，并编有识读方法指导，使学生在反复的看图实践中，逐步养成“见图想物”的思维习惯。但应指出，这些内容并不需要教师逐题讲解(希望引导)，也并非要求学生都必须看懂。我们是想结合教学进程为学生提供一些与其适应的看图材料(类似带答案的看图、画图“双向”选做题)，使他们从中悟出一些对看图有益，甚至是带有规律性的东西。

4. 组合体一章写得较为详尽，例题和习题也较多，意在讲清看图方法，明确看图步骤，使学生对看图的认识有一个全面的提高，看图技巧得以增强。此外，针对线条纵横的“规整型”、线条交错的“切割型”和线条稀少的“特殊型”视图，还编写了与其相适应的看图方法，分别融于教材和习题集之中。

5. 轴测图没有单立成章，而是采用各个阶段(如立体、组合体、剖视图)重复出现，逐渐扩大范围、加深程度的办法来编排。教学实践证明，这种螺旋式编排法讲述方便，也比较符合人们的认识发展规律。

本书的前九章和第十二章为必学内容，第十、十一章为选学内容。

由于各校的专业设置、教学要求和教学时数不尽相同，教学时可对书中的内容(如第二章中直线、平面的相对位置和换面法等)作适当增、删，对教学顺序进行调整。

本书为高等院校机械类、近机械类各专业的通用教材，也可供其他同类院

IV

校的相关专业或工程技术人员使用或参考。与本书配套使用的《机械制图习题集》也同时出版。

参加本书编写工作的有：金大鹰、张鑫、高俊芳、李景涛、邓毅红、邢瑞欣、王忠海。由金大鹰任主编。

限于我们的水平，书中的缺点在所难免，敬请读者批评指正。

编者

为方便教学，本套教材配备了《机械制图电子课件》和《机械制图习题集答案》(PDF版)，凡选用本套教材的教师均可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com，注册之后免费下载。

目 录

前言

绪论 1

第一章 制图的基础知识和基本技能 4

第一节 国家标准关于制图的基本规定 4

第二节 尺寸注法 11

第三节 制图工具和用品的使用 15

第四节 几何作图 19

第五节 平面图形的画法 25

第六节 徒手画图的方法 27

第二章 正投影基础 30

第一节 投影法的基本概念 30

第二节 三视图 32

第三节 点的投影 36

第四节 直线的投影 41

第五节 平面的投影 49

第六节 直线、平面的相对位置 55

第七节 变换投影面法 63

第三章 立体的投影 71

第一节 平面立体与曲面立体的投影 71

第二节 识读一面视图 81

第三节 立体的尺寸注法 88

第四节 立体的轴测图 89

第四章 立体的表面交线 97

第一节 截交线 97

第二节 相贯线 110

第三节 截断体与相贯体的尺寸注法 119

第五章 组合体 121

第一节 组合体的形体分析 121

第二节 组合体视图的画法 123

第三节 组合体的尺寸注法 129

第四节 看组合体视图的方法 131

第六章 机件的表达方法 141

第一节 视图 141

第二节 剖视图 147

第三节 断面图 157

第四节 其他表达方法 160

第五节 轴测剖视图的画法 166

第六节 画、看剖视图举例 169

第七节 第三角画法 172

第七章 常用零件的特殊表示法 177

第一节 螺纹 177

第二节 螺纹紧固件 184

第三节 齿轮 189

第四节 键联结、销连接 202

第五节 滚动轴承 206

第六节 弹簧 210

第七节 识读图例 212

第八章 零件图 217

第一节 零件图的作用与内容 217

第二节 零件图的视图选择 218

第三节 零件图的尺寸标注 226

第四节 表面结构的表示法 231

第五节 极限与配合 236

第六节 几何公差 243

第七节 热处理知识简介 247

第八节 零件测绘 248

第九节 零件上常见的工艺结构 253

第十节 看零件图 258

第九章 装配图 263

第一节 装配图的作用与内容 263

第二节 装配图的表达方法 265

第三节 装配图的尺寸标注和技术要求 267

第四节 装配图上的零件序号和明细栏 268

第五节 装配结构简介 269

第六节 部件测绘和装配图画法 272

第七节 看装配图 277

第十章 展开图	284	第二节 AutoCAD 2012 的基本图形	
第一节 用旋转法求一般位置线段的		绘制	308
实长	285	第三节 AutoCAD 2012 的基本编辑	
第二节 平面立体的表面展开	286	命令	316
第三节 可展曲面的展开	287	第四节 AutoCAD 2012 的注释	
第四节 不可展曲面的近似展开	291	图形	320
第十一章 焊接图	293	第五节 AutoCAD 2012 的尺寸标注	324
第一节 焊缝的表示方法	293	第六节 AutoCAD 2012 的图形打印	326
第二节 焊缝的标注方法	297	第七节 AutoCAD 2012 的绘图实例	328
第十二章 计算机绘图	301	附录	337
第一节 AutoCAD 2012 的基本操作	301	参考文献	354

绪 论

根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图，称为图样。

本课程所研究的图样主要是机械图，用它来准确地表达机件的形状和尺寸，以及制造和检验该机件时所需要的技术要求，如图 0-1 所示。图中给出了拆卸器和横梁的立体图，这种图看起来很直观，但是它还不能把机件的真实形状、大小和各部分的相对位置确切地表示出来，因此生产中一般不采用这种图样。实际生产中使用的图样是用相互联系着的一组视图（平面图），如图 0-1 所示的装配图和零件图，它们就是用两个视图表达的。这种图虽然立体感不强，但却能够满足生产、加工零件和装配机器的一切要求，所以在机械行业中被广泛地采用。

在现代化的生产活动中，无论是机器的设计、制造、维修，或是船舶、桥梁等工程的设计与施工，都必须依据图样才能进行。图 0-1 下部的直观图即表示依据图样在车床上加工轴零件的情形。图样已成为人们表达设计意图、交流技术思想的工具和指导生产的技术文件。因此，作为高等工程技术人员，必须具有画、看机械图的本领。

机械制图就是研究机械图样的绘制（画图）和识读（看图）规律的一门学科。

一、本课程的任务和要求

“机械制图”是工科高等院校最重要的一门专业基础课。其主要任务是：

- 1) 掌握正投影法的基本理论和作图方法。
- 2) 能够正确执行制图国家标准及其有关规定。
- 3) 具有徒手绘制草图和使用仪器、计算机绘制机械图样的能力。
- 4) 具有识读机械图样的能力。
- 5) 培养创新精神和实践能力、团队合作与交流能力、良好的职业道德，以及严谨、敬业的工作作风。

二、本课程的学习方法

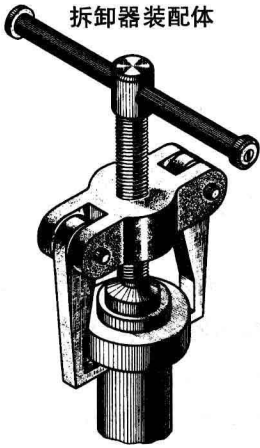
1. 要注重形象思维

制图课主要是研究怎样将空间物体用平面图形表示出来，怎样根据平面图形将空间物体的形状想象出来的一门学科，其思维方法独特（注重形象思维），故学习时一定要抓住“物”、“图”之间相互转化的方法和规律，注意培养自己的空间想象能力和思维能力。不注意这一点，即便学习很努力，也很难取得好的效果。

2. 要注重基础知识

制图是门新课，其基础知识主要来自于本课自身，即从投影概念开始，到点、直线、平面、几何体的投影……一阶一阶地砌垒而成。基础打好了，才能为进入“组合体”的学习搭好铺垫。

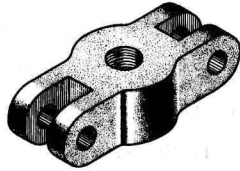
组合体在整个制图教学中具有重要地位，是训练画图、标注尺寸，尤其是训练看图的关键阶段。可以说，能够绘制、读懂组合体视图，画、看零件图就不会有问题了。因此应特别



拆卸器装配体

机器(装配体)都是由零件组合而成的。制造机器时,首先要根据零件图制造零件,再根据装配图把零件装配成机器。所以,图样是工程界的技术语言,是指导生产的技术文件。

零件

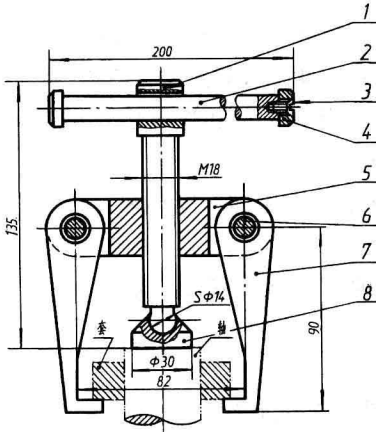


拆卸器的工作原理

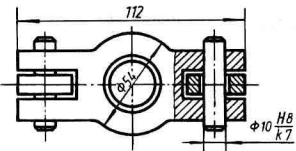
顺时针转动把手2(见装配图),压紧螺杆1随之转动。由于螺纹的作用,横梁5即同时沿螺杆上升,通过横梁两端的销轴6,带动两个爪子7上升,被爪子勾住的零件(套)也一起上升,直到将其从轴上拆下。

立体图

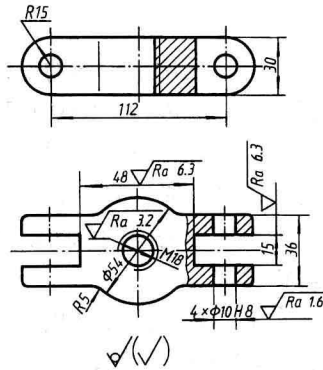
装配图



拆去件 2,3,4



零件图

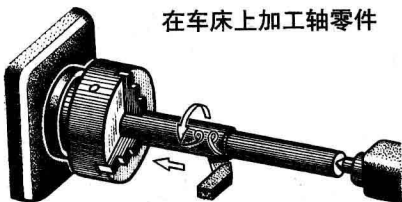


技术要求

1. 铲除毛刺。
2. 未注圆角 R2。

横 梁		比例	图号
		1:2	05
制图			
审核			

8	压紧垫	1	45	3	沉头螺钉 M5×8	1	
7	爪子	2	45	2	把手	1	Q235-A
6	销轴 10×60	2		1	压紧螺杆	1	45
5	横梁	1	Q235-A	序号	名称	数量	材 料
4	挡圈	1	Q235-A	拆卸器		比例	1:2 共 张
						重量	第 张



在车床上加工轴零件

直观图

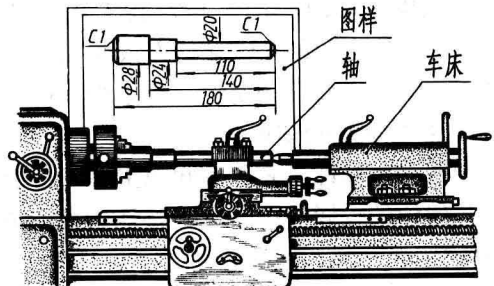


图 0-1 装配体、装配图, 零件、零件图及依据图样加工零件的示例

注意组合体及其前段知识的学习，掌握画图、看图、标注尺寸的方法，否则此后的学习将会严重受阻，甚至很难完成本课的学习任务了。

3. 要注重作图实践

制图课的实践性很强，“每课必练”是本课的又一突出特点。就是说，若想学好这门课，使自己具有画图、看图的本领，只有完成一系列作业，认认真真、反反复复地“练”才能奏效。

综上所述，本课是以形象思维为主的新课，学习时切勿采用背记的方法；注意打好知识基础；只有通过大量的作图实践，才能不断提高看图和画图能力，达到本课最终的学习目标，圆满地完成看、画零件图和装配图的学习任务，为毕业后的工作创造一个有利的条件。

第一章 制图的基础知识和基本技能

工程图样是现代生产中不可缺少的技术资料,每位工程技术人员都必须熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章将重点介绍国家标准《机械制图》关于“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等有关规定。同时,还将介绍几何图形的作图方法,并进行手工绘图的基本训练。

第一节 国家标准关于制图的基本规定

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准,是工程界各种专业技术图样的通则性规定;国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准,它们都是绘制、识读和使用图样的准绳。因此,我们必须认真学习和遵守这些有关规定。

现以“GB/T 4458.1—2002《机械制图 图样画法 视图》”为例,说明标准的构成。

国家标准(简称“国标”)由标准编号(GB/T 4458.1—2002)和标准名称(机械制图 图样画法 视图)两部分构成。“GB”是国标两字的拼音缩写,与GB用斜线相隔的“T”表示“推荐性标准”,“4458.1”表示标准的顺序号,“2002”表示标准的批准年号;标准名称则表示这是机械制图标准图样画法中的视图部分。

本节将介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等基本规定中的主要内容。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一,便于装订和保管以及符合缩微复制原件的要求,绘制技术图样时,应按以下规定选用图纸幅面。

1) 应优先采用基本幅面(表 1-1)。基本幅面共有五种,其代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4。

2) 必要时,也允许选用加长幅面。但加长后幅面的尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,见图 1-1,粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线为加长幅面(第二选择),细虚线为第三选择。

2. 图框格式

1) 在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

2) 不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示,尺寸按表 1-1 的规定。

3) 留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示,尺寸按表 1-1 的规定。

3. 标题栏的方位与看图方向

1) 每张图样都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—2008 的规定绘制(标题栏的长度为 180mm)。在制图作业中建议采用图 1-4 的格式。标题栏的位置一般应位于图纸的右下角,如图 1-2、图 1-3 所示。

表 1-1 图纸幅面 (mm)

代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594			
A3	297 × 420	5	10	10
A4	210 × 297			

注: a 、 c 、 e 为留边宽度, 参见图 1-2、图 1-3。

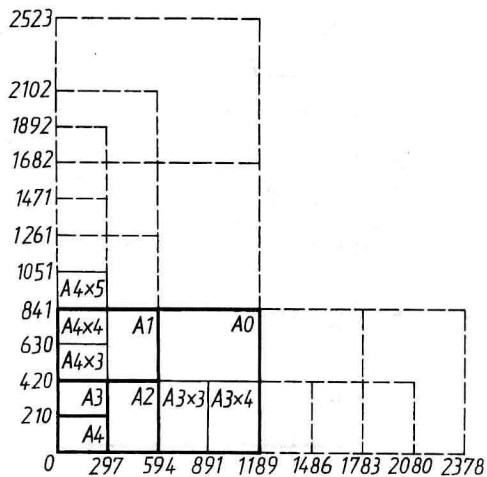


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

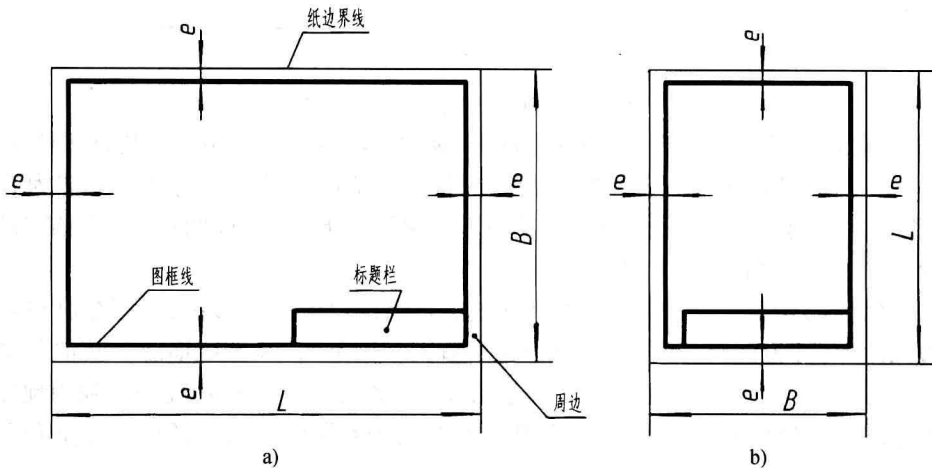


图 1-2 不留装订边的图框格式

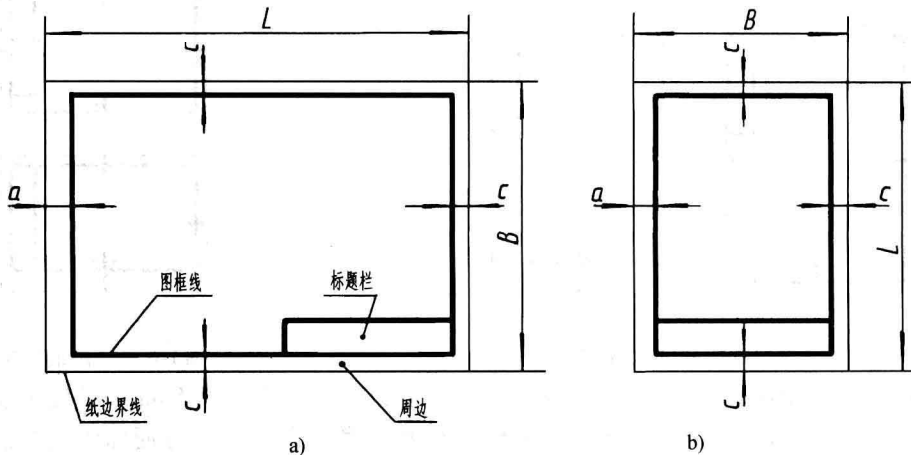


图 1-3 留有装订边的图框格式

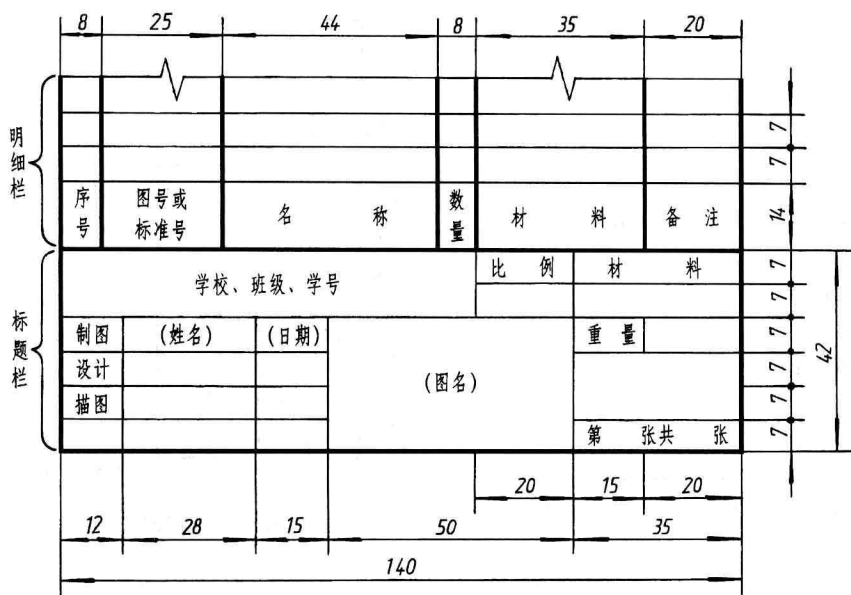


图 1-4 制图作业标题栏的格式

2) 标题栏的方位与看图方向。看图方向与标题栏的方位密切相联，共有两种情况：

第一种(正常)情况——按看标题栏的方向看图，即以标题栏中的文字方向为看图方向(图 1-2、图 1-3)。这是当 A4 图纸竖放，其他基本幅面图纸横放(标题栏位于图纸右下角，其长边均为水平方向)时的看图方向。

第二种(特殊)情况——按方向符号指示的方向看图(图 1-5、图 1-6)，即令画在对中符号上的等边三角形(即方向符号)位于图纸下边后看图。这是当 A4 图纸横放，其他基本幅面图纸竖放，其标题栏均位于图纸右上角时所绘图样的看图方向。这种情况是为利用预先印制的图纸而规定的。但当将 A4 图纸横放，其他图纸竖放画新图时，其标题栏的方位和看图方向也必须与上述规定相一致。

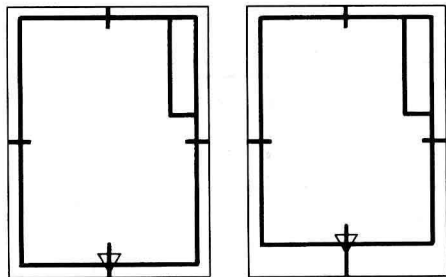


图 1-5 大于 A4 的图纸竖放

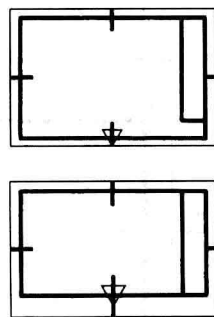


图 1-6 A4 图纸横放

对中符号位于图纸各边中点处，为粗实线短画，线宽不小于 0.5mm，长度为从纸边界开始至伸入图框内约 5mm。这是为了使复制图样和缩微摄影时定位方便而画出的。各号图纸(含加长幅面)均应画出对中符号。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分

可省略不画，如图 1-6 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1-7 所示。

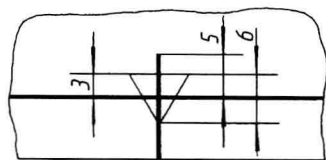


图 1-7 方向符号大小和位置

二、比例(GB/T 14690—1993)

1. 术语

(1) 比例 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

(2) 原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1。

(3) 放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1 等。

(4) 缩小比例 比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

2. 比例系列

1) 需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 “优先选择系列”中选取适当的比例。

2) 必要时，也允许从表 1-2 “允许选择系列”中选取。

为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与结构千差万别，绘图时，应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。

表 1-2 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1:1	—
放大比例	5:1 2:1 5 × 10 ⁿ :1 2 × 10 ⁿ :1 1 × 10 ⁿ :1	4:1 2.5:1 4 × 10 ⁿ :1 2.5 × 10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2 × 10 ⁿ 1:5 × 10 ⁿ 1:1 × 10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:1.5 × 10 ⁿ 1:2.5 × 10 ⁿ 1:3 × 10 ⁿ 1:4 1:6 1:4 × 10 ⁿ 1:6 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

3. 标注方法

1) 比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1、1:2、5:1 等。

2) 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的比例无关，如图 1-8 所示。

三、字体(GB/T 14691—2005)

1. 基本要求

1) 在图样中书写的汉字、数字和字母，都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

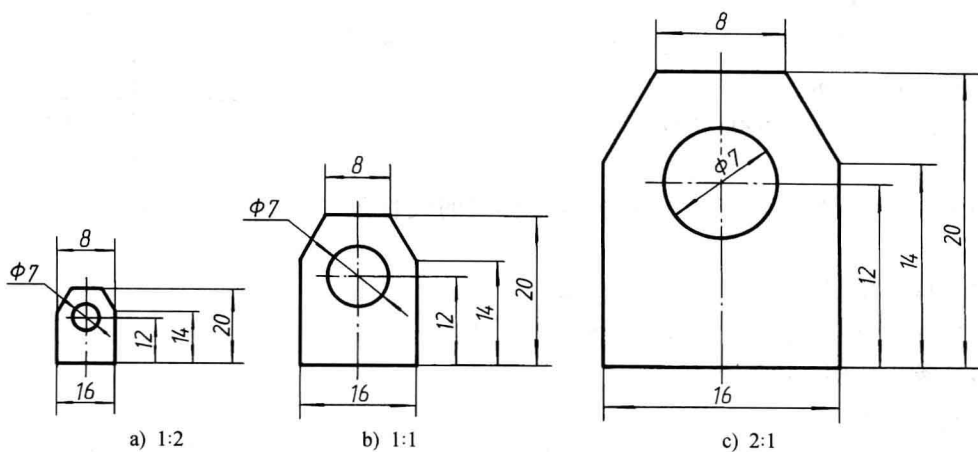


图 1-8 图形比例与尺寸数字

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。初学者应打格子书写。首先应从总体上分析字形及结构，以便书写时布局恰当，一般部首所占的位置要小一些。书写时，笔画应一笔写成，不要勾描。另外，由于字型特征不同，切忌一律追求满格，对笔画少的字尤应注意，如“月”字不可写得与格子同宽；“工”字不要写得与格子同高；“图”字不能写得与格子同大。

4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例见表 1-3。

表 1-3 字体

字 体	示 例
长仿宋体汉字	10 号 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐
	7 号 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5 号 技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5 号 螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体 A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
	小写斜体 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

(续)

字体		示 例	
阿拉伯数字	斜体		$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$ $10JS5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra\ 6.3}$ 5% $\sqrt{3.500}$
	正体		
罗马数字	斜体		
	正体		

四、图线

1. 线型及图线尺寸

现行有效的《图线》国家标准有以下两项：

GB/T 17450—1998《技术制图 图线》。

GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》。

后一项标准主要规定了机械图样中采用的9种图线，其名称、线型、宽度和一般应用见表1-4。

表 1-4 机械制图的线型及其应用(摘自 GB/T 4457.4—2002)

图线名称	线 型	图线宽度	一 般 应 用
粗实线		d	1) 可见轮廓线 2) 可见棱边线 3) 相贯线
细实线		$d/2$	1) 尺寸线及尺寸界线 2) 剖面线 3) 过渡线
细虚线		$d/2$	1) 不可见轮廓线 2) 不可见棱边线
细点画线		$d/2$	1) 轴线 2) 对称中心线 3) 剖切线
波浪线		$d/2$	1) 断裂处的边界线 2) 视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	1) 断裂处的边界线 2) 视图与剖视图的分界线
细双点画线		$d/2$	1) 相邻辅助零件的轮廓线 2) 可动零件的极限位置的轮廓线 3) 成形前的轮廓线 4) 轨迹线
粗点画线		d	限定范围的表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

粗线、细线的宽度比例为2:1(粗线为 d ,细线为 $d/2$)。图线的宽度应根据图纸幅面的大小和所表达对象的复杂程度,在0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm 系数中选取(常用的为0.25,0.35,0.5,0.7,1mm)。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

2. 图线的应用

图线的应用示例,如图1-9所示。

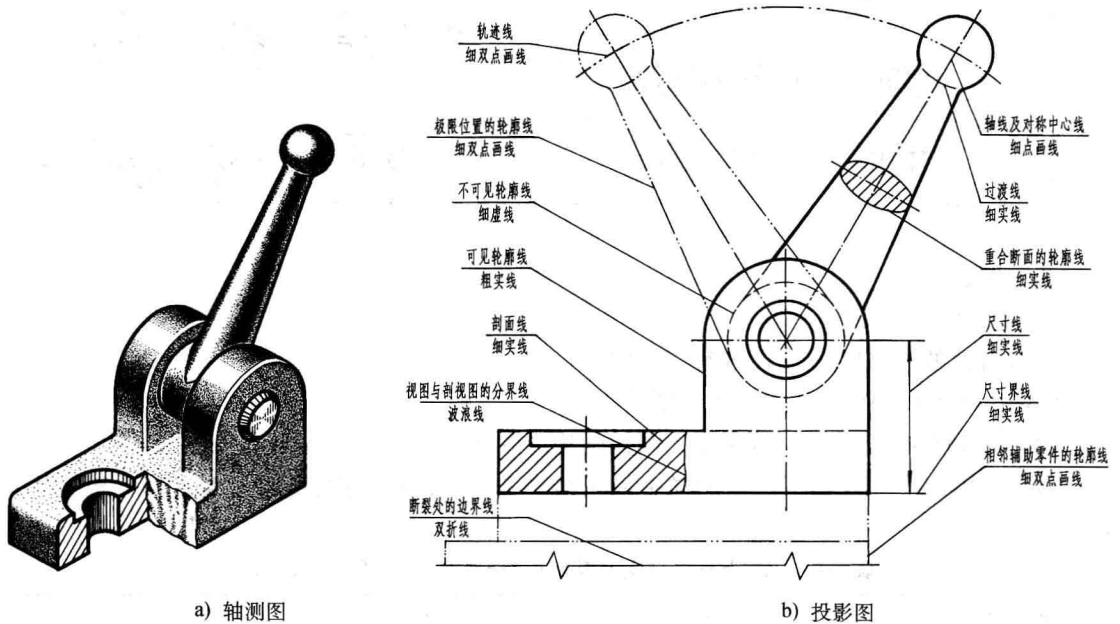


图 1-9 各种图线应用举例

3. 图线的画法

(1) 图线的平行、相交画法 见表1-5。

(2) 基本线型重合绘制的优先顺序 当有两种或更多种的图线重合时,通常应按照图线所表达对象的重要程度,优先选择绘制顺序:

可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→各种用途的细实线→轴线和对称线(中心线)→假想线。

表 1-5 图线的画法

要 求	图 例	
	正 确	错 误
为保证图样的清晰度,两条平行线之间的最小间隙不得小于0.7mm		
细点画线、细双点画线的首末两端应是画,而不应是点		