

高职高专教育“十一五”规划教材

JIXIE ZHITU

机械制图

冯宝全 解生泽 周超梅 主编
明立军 刘玉娟 主审

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

高职高专教育“十一五”规划教材

机械制图

主 编 冯宝全 解生泽 周超梅
主 审 明立军 刘玉娟

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书为高职高专教育“十一五”规划教材,是以教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》为指导,在总结多年的教学、生产实践经验基础上编写而成。全书注重实用性、技能性的培养,力求简明实用,使学生易于理解、掌握和实践。全书共9章,内容包括制图的基本知识与技能、投影基础、基本立体、轴测图、组合体、机件的表达方法、标准件及常用件、零件图、装配图。

书末附有极限与配合、螺纹、常用的标准件及常用的金属材料等国家标准。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高等院校机电或近机类专业制图课程的教材,也可供相关专业的师生及工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/冯宝全,解生泽,周超梅主编. —北京:北京理工大学出版社,2008.8

高职高专教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5640-1615-9

I. 机… II. ①冯…②解…③周… III. 机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第100264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(总编室) 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 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 19.5

字 数 / 471千字

版 次 / 2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

印 数 / 1~4000册

定 价 / 32.00元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书是高职高专教育“十一五”规划教材，是以教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》为指导，总结多年的教学、生产实践的经验编写而成。

在编写工作过程中，我们始终遵循高等职业教育有其特定的培养目标和培养模式，所需的教材应有其自身特色的原则，注重实用性、技能性的培养，力求简明实用，使学生易于理解、掌握和实践。

本书具有以下主要特点：

1. 对基础理论部分以必需、够用为度，本书对画法几何的内容进行了较大幅度的削减，力求少而精，以掌握概念、强化应用、培养技能为教学重点。

2. 内容由浅入深，系统地介绍读图的思维基础和思维方法，将读、画（测绘）、标尺寸三部分重点分散到相应的章节中，并循序渐进，反复训练，以培养学生的读图和绘图能力，绘图、看图部分以应用为重点。

3. 标准资料最新。本书的编者密切注视《技术制图》与《机械制图》等国家标准的更新，凡在脱稿前收集到的新标准，均在书中予以贯彻，例如，用《CB/T131—2006 表面结构的表示法》代替《GB/T131—1993 表面粗糙度》。

4. “零装结合”是编者在多年的教学实践中，总结出的机械制图课程的教学经验及改革成果。“零装结合”的编写体系是本书区别于同类教材的特色。

5. 强化第三角画法的训练。近年来，美国、日本、加拿大等国的公司要求学生能看懂采用第三角画法的图样。编写教师充分考虑社会需求的变化，在讲述第三角画法的原理和规律后，通过一定数量的习题和作业，帮助学生掌握第三角画法的表示法及其表达特点。

6. 为便于学生自学，本书文字叙述力求通俗、详尽，图文并茂。对有些容易出错的部分，出示了正误对比图例，对较复杂的投影图采用了附加立体图方式以助理解。

另外，与本教材配套使用的《机械制图习题集》也同时出版。

本书由冯宝全、解生泽、周超梅任主编，栾永华、张惠茹、刘丽华任副主编，明立军副教授和刘玉娟副教授审阅了全书。其他参加编写的人员还有：于军、侯志敏、齐云飞、刘春光、王盈。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校等院校的机电或近机类专业制图课程的教材，也可供相关专业的师生及工程技术人员参考。

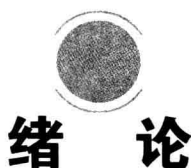
由于作者水平有限，编写时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正，以便改进提高。

编 者

目 录

绪 论	1
第 1 章 图样的基本知识与技能	3
1.1 图样	3
1.2 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	6
1.3 绘图工具、用品、仪器及其使用	22
1.4 几何作图	28
1.5 平面图形的尺寸分析及画法	36
1.6 尺规绘图的基本方法和步骤	37
1.7 徒手画草图	39
第 2 章 投影基础	43
2.1 投影的基本知识	43
2.2 点的投影	46
2.3 直线的投影	53
2.4 平面的投影	58
第 3 章 基本立体	62
3.1 立体的三面投影——三视图	62
3.2 基本立体的三视图	63
3.3 立体表面的截交线	71
3.4 立体表面的相贯线	76
第 4 章 轴测图	86
4.1 轴测图的基本知识	86
4.2 正等轴测图	88
4.3 斜二轴测图	99
4.4 轴测图的尺寸标注及选择	102
第 5 章 组合体	105
5.1 组合体的组合形式及表面过渡关系	105
5.2 组合体三视图的画法	108
5.3 读组合体视图	110
5.4 组合体的尺寸标注	116

第 6 章 机件的表达方法	123
6.1 视图	123
6.2 剖视图	127
6.3 断面图	139
6.4 局部放大图和简化画法	141
6.5 图样的第三角画法	147
第 7 章 标准件及常用件	153
7.1 螺纹及螺纹紧固件	153
7.2 键连接和销连接	171
7.3 弹簧	175
7.4 滚动轴承	177
7.5 齿轮	179
第 8 章 零件图	186
8.1 零件图的作用和内容	186
8.2 零件与部件的关系	187
8.3 零件上的常见结构及过渡线的画法	190
8.4 零件表达方案的选择	196
8.5 零件的尺寸标注	201
8.6 机械图样中的技术要求	212
8.7 读零件图	233
8.8 零件测绘	235
第 9 章 装配图	243
9.1 装配图的作用和内容	243
9.2 装配图的表达方法	244
9.3 装配图的尺寸标注和技术要求注写	247
9.4 装配图中零、部件序号、明细栏和标题栏	248
9.5 常见装配结构和装置	250
9.6 部件测绘和画装配图	253
9.7 读装配图和拆画零件图	261
附录	270
一、极限与配合(附表 1~附表 4)	270
二、螺纹(附表 5~附表 8)	281
三、常用的标准件(附表 9~附表 25)	285
四、常用的金属材料(附表 26、附表 27)	303



绪 论

一、本课程的性质

图形是人类社会生活与生产中进行信息交流的重要媒体。采用一定的投影方法及按照有关规定图形绘制的图形称为图样。图样能准确地表达物体的形状、尺寸和技术要求。

图样是工厂组织生产、制造零件和装配机器以及进行产品的检验与维修的依据，是表达设计者设计意图的重要手段。生产实践与科学研究都离不开图样，它是工程界的技术语言。

二、本课程的任务

- (1) 学习正确、熟练地使用绘图仪器、工具，掌握绘图方法和技能。
- (2) 学习正投影法的基本原理，掌握运用正投影法表达空间物体的基本理论和方法，具有图解空间几何问题的初步能力。
- (3) 在读图和画图的过程中，要逐步熟悉和掌握《国家标准 技术制图与机械制图》及其他有关规定，并具有查阅有关标准及手册的能力。
- (4) 培养学生绘制（含零、部件测绘）和阅读中等复杂程度的零件图和装配图的能力。
- (5) 培养学生严肃认真的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

(1) 认真听课、按时完成作业。掌握基本理论、基本知识和基本方法。进行将空间物体表达成平面图形，再由平面图形想象空间物体的反复训练，掌握空间物体和平面图形的转化规律，并逐步培养空间想象力。

(2) 正确处理读图和画图的关系。对于从事机械制造工作的人员来说，正确地读懂图样是非常重要的。但是，绘制图样也同样重要，画图可以加深对制图规律和内容的理解，从而提高读图能力。同样，只有将图样理解好，才能又快又好地将图绘出来。

(3) 在读图和画图的过程中,要逐步熟悉和掌握国家标准《技术制图》与《机械制图》及其他有关规定,学会查阅并使用标准和有关资料的方法。在学习中应注意养成认真负责、耐心细致、一丝不苟的优良作风。

(4) 不断改进学习方法,提高独立工作能力和自学能力。

第1章

图样的基本知识与技能

1.1 图样

在生产中,为了制造机器,建筑房屋和桥梁等,都需要准确地表达物体的结构形状和大小。如果仅用文字语言来说明,往往叙述不清。因此,采用了绘制图形的方法来表达。下面将工厂常用的图样作简要介绍。

1.1.1 机械图样

在工厂里,任何机械加工或某种机械产品,都有一幅幅图,无论图大与小,简单与复杂,共同的特点都有图形、文字、各种符号和数字,这种准确表达零件或机器结构的形状、大小和技术要求的图,叫做机械图样,简称为图样。

1.1.2 图样的种类及关系

常见的图样有两种:零件图和装配图。

1. 零件图

在机器制造中,用于加工零件的图样,称为零件图。如图1-2所示。它能详细正确地表达零件形状与结构,并且在图形上标注表示零件大小的尺寸,允许的公差及表面粗糙度等技术要求。所以,零件图能够满足生产制造要求,它是制造和检验零件的技术依据。

图1-1是千斤顶顶杆的立体图,图1-2是它的零件图,零件图中有标题栏、视图和尺寸,还有技术要求等,对照实物可识读以下内容:

(1) 标题栏。从标题栏中知道零件名称为千斤顶顶杆,材料为45号中碳钢,图号为J3004,比例为1:1。

(2) 视图。表达该零件的视图共有三个,一个是画有局部剖的主视图,另两个是左视图、移出断面图。从主视图结合左视图可以看出:零件左段是 $\phi 25$ 的圆柱体,左端切去 120° 的V型槽和矩形槽,中段为M20-6g的普通外螺纹,

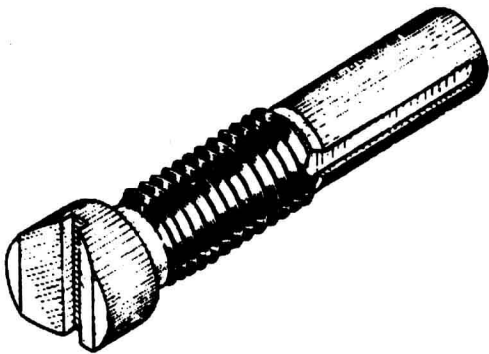


图1-1 千斤顶顶杆立体图

在它的左边注有 5、 $\phi 16.4$ 两尺寸，称为螺纹退刀槽。局部剖处，根据尺寸 $\phi 16f8$ 可知是直径为 $\phi 16$ 的圆柱体，结合局部剖和断面图可知，在圆柱体上切有矩形键槽。圆柱左端 2×0.5 称越程槽。

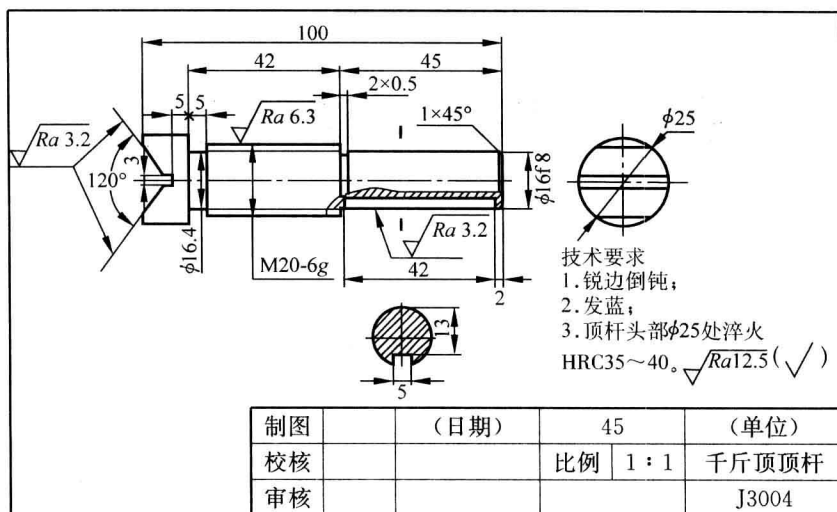


图 1-2 千斤顶顶杆零件图

(3) 尺寸。零件总长为 100 毫米 (mm)，最大直径为 $\phi 25$ ；圆柱面 $\phi 16$ 的长度为 $45 - 2 - 1 = 42$ ；螺纹长度为 $42 - 5 = 37$ ；键槽的长度为 42，键宽为 5，深度为 $16 - 13 = 3$ ，键槽距右端面尺寸为 2（为定位尺寸）； $1 \times 45^\circ$ 为倒角尺寸（1 表示倒角的轴向尺寸， 45° 为倒角的角度）。

图中 M20-6g 表示公称直径为 20，公差带代号为 6g 的普通螺纹， $\sqrt{Ra 3.2}$ 等表示表面粗糙度（两者不详细介绍）。

2. 立体图（轴测图）

一部机器是由若干零件组装而成，表示机器的直观形状一般采用立体图，称为轴测图。如图 1-3 所示，为铣床用的千斤顶的立体图。它由底座、顶杆、螺母和紧定螺钉四个零件组成。

3. 装配图

图 1-4 是图 1-3 所示千斤顶的装配图。将零件装配在一起，表达一个部件或一台机器的图形，称为装配图。装配图中有标题栏、零件明细表、一组视图和必要的尺寸等。

识读装配图内容如下：

(1) 从标题栏知道装配体的名称为千斤顶，图号为 J300，从零件明细栏中可以了解组成千斤顶的四个零件的序号、名称、数量、材料等内容。根据栏中序号容易找到每个零件画在装配图中的位置。

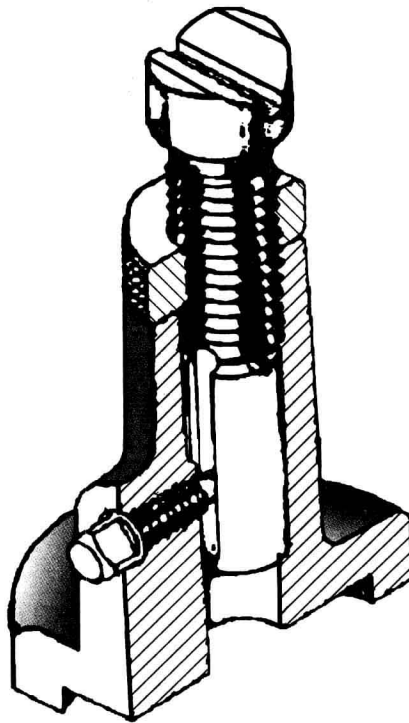


图 1-3 千斤顶立体图

(2) 千斤顶装配图有全剖的主视图、俯视图和左视图，它们共同表达了千斤顶的整体和各个零件的基本形状、相互位置和装配连接关系。左视图和俯视图侧重表达外形，而全剖的主视图则侧重表达内部结构。

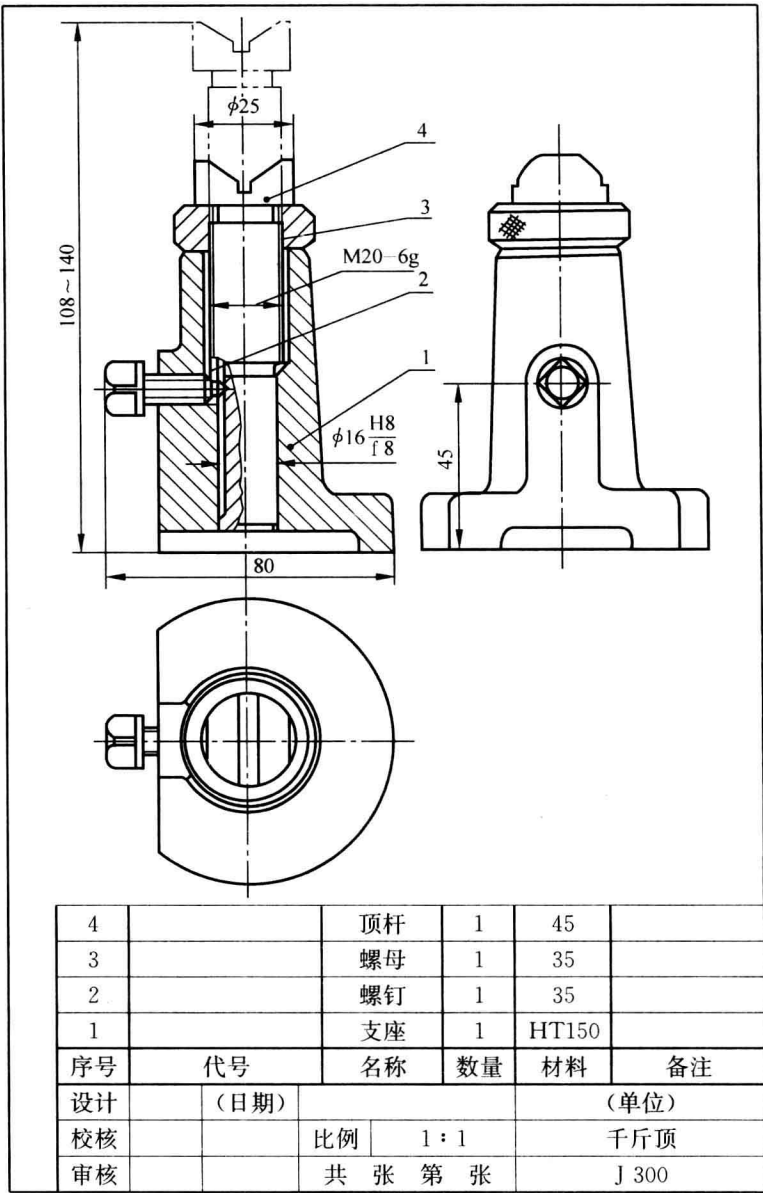


图 1-4 千斤顶装配图

(3) 从图上还可以看出零件间的相互位置和装配连接关系：顶杆 4 旋入螺母 3 中用螺纹相接，再把顶杆的小端装入支座孔内，一同坐落在支座上。顶杆螺纹与支座孔间在剖视图中的二条粗实线，表示两者之间有一定的间隙。而螺母 3 与支座 1 之间只画一条线，表示两者直接接触。 $\phi 16\ H8/f8$ 也表示直接接触，但代号的含义表示两者间是间隙配合。紧定螺钉 2 旋入底座左边螺孔内，一端嵌入顶杆的键槽内，能够阻止螺杆转动，当旋紧紧定螺钉时，顶杆就不动，而当旋松紧定螺钉，再旋螺母 3 时，螺杆可以伸缩，以调节支承工

件时的位置。108~140 反映顶杆伸缩范围。

4. 零件图与装配图的关系

零件图表达的是机器中单个零件的结构形状, 尺寸和各项技术要求, 而装配图则表达这些零件是怎样组成部件和机器的, 每幅零件图都能详细地表达一个零件的结构形状、尺寸、各项技术要求和加工要求。在装配图上能够找到这些零件的位置, 但其他内容不如零件图上表达的详细, 因为装配图是表达合格零件如何组成部件机器的, 其作用的不同, 所表达的内容也不同。但零件图与装配图又是互相有联系的, 它们都能各有侧重的说明一台机器在加工制造及装配过程中的各项技术指标及要求。

1.2 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流。国家制订并颁布了一系列国家标准。我国于 1959 年颁布了国家标准《机械制图》, 现行的国家标准《技术制图》和《机械制图》都已经过了几次修订。

《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准, 是绘制和识读机械图样的准则和依据。

我国国家标准(简称“国标”)它包括强制性国家标准(代号为“GB”), 推荐性国家标准(代号为“GB/T”)和国家标准化指导性技术文件(代号为“GB/Z”)。“GB”是由“国标”两个字的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成的。例如《GB/T 17451—1998 技术制图 图样画法 视图》即表示技术制图标准中图样画法的视图部分, 颁布顺序号为 17451, 颁布年号 1998。《机械制图》标准适用于机械图样。《技术制图》标准则对工程界的各种专业技术图样普遍适用。

本节摘录了《技术制图》和《机械制图》国家标准中有关的基本规定。

1.2.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

为了合理使用图纸和便于图样的装订和保管, 必须统一图纸的幅面和格式。

1. 图纸幅面

(1) 图纸幅面是指图纸长度与宽度的幅面, 绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面尺寸, 基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。各种图纸的幅面大小规定以 A0 为整张, 自 A1 开始依次是前一种幅面大小的一半, 其尺寸关系如图 1-5 所示。

表 1-1 图纸幅面

mm

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

(2) 必要时, 可对幅面加长、加宽, 其加长及加宽量均按 A4 幅面尺寸的倍数增加, 如图 1-6 所示。其中粗实线部分为基本幅面, 虚线部分为加长幅面。加长幅面的尺寸由

基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

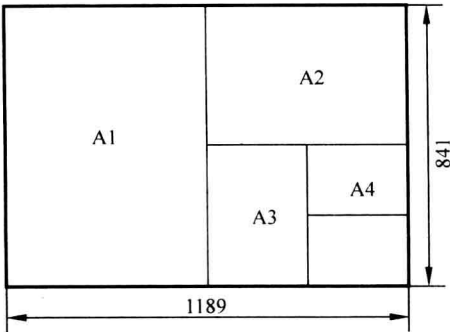


图 1-5 各种图纸幅面尺寸大小

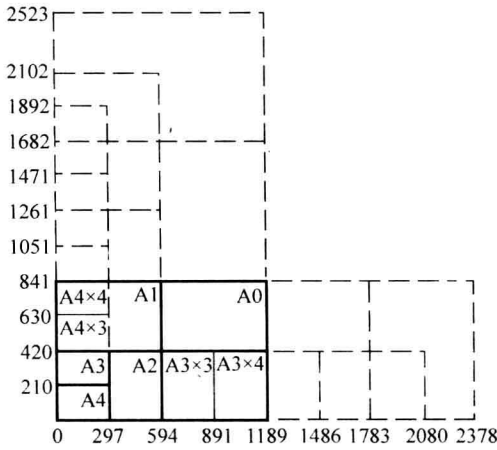


图 1-6 图纸幅面尺寸

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线画出，图样绘制在图框内部。其格式分为不留装订边和留装订边两种，如图 1-7 和图 1-8 所示。但同一产品的图样只能采用一种图框格式。

加长幅面的图框尺寸，按所用基本幅面大一号的图框尺寸确定。

为了复制或缩微摄影时定位方便，应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从周边画入图框内 5 mm 的一段粗实线，如图 1-7 (b) 所示。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏的部分予以省略。

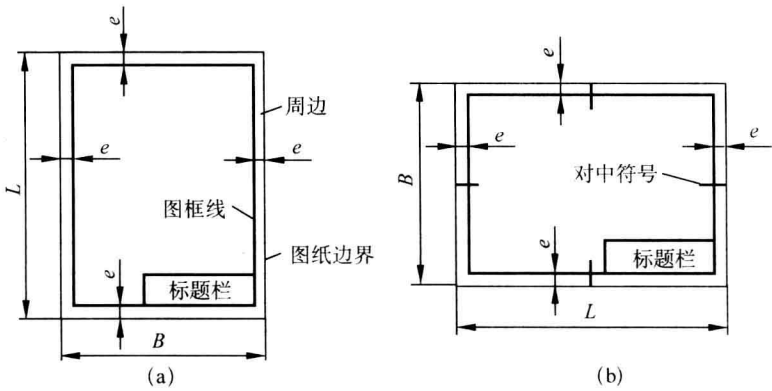


图 1-7 不留装订边的图框格式

(a) 不留装订边的图框格式；(b) 不留装订边、带对中符号的图框格式

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—1989)

每张图纸上都必须有标题栏，标题栏的位置应位于图纸的右下角。标题栏是由名称、代号区，签字区、更改区和其他区组成，其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—1989 规定，图 1-9 是标准的标题栏格式。教学中建议采用简化的标题栏，如图 1-10 所示。标题栏中的文字方

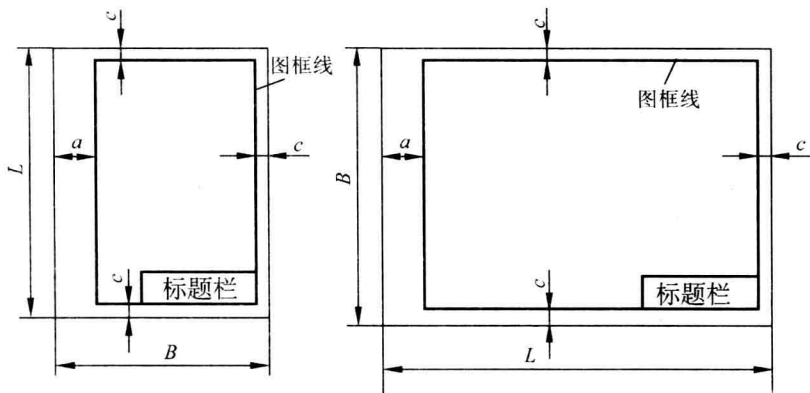


图 1-8 留装订边的图框格式

向为看图方向。如果使用预先印制的图纸，需要改变标题栏的方位时，必须将其旋转至图纸右上角，为明确看图方向，在图纸下边对中符号处画一个细实线正三角的方向符号。

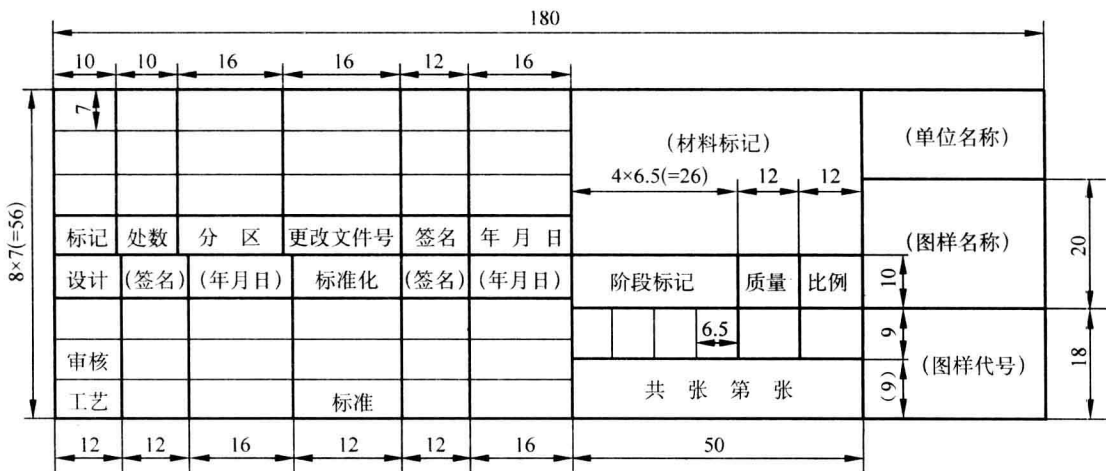


图 1-9 标题栏的内容、格式及尺寸

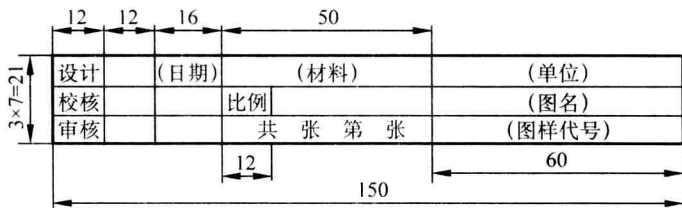


图 1-10 教学中的标题栏

1.2.2 比例 (GB/T 14690—1993)

每张图样都必须标注比例。图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。

- (1) 绘图时，可按表 1-2 规定的比例选用。
- (2) 比例的标注方法：

原值比例，比例值为 1 的比例，即 1 : 1。

放大比例，比值大于 1 的比例如 2 : 1 等。

缩小比例，比值小于 1 的比例，如 1 : 2 等。

绘制同一零件的各视图，应采用同一比例，并填写在标题栏内。当个别视图选用比例与标题栏中所填写比例不相同，可在视图的下方或右侧另行标注比例，如图 1-11 中的 A/2 : 1 所示。

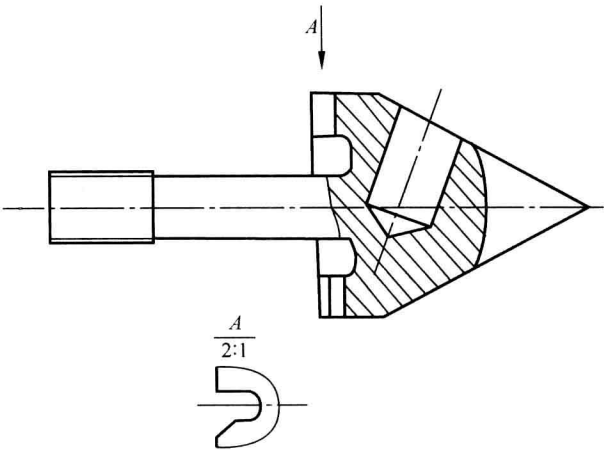


图 1-11 不同比例的标注

为看图方便，绘图时尽可能按机件的实际大小，即原值比例画图，但因各种零件尺寸大小、繁简不一，绘图时应按机件复杂程度选取放大或缩小比例，如图 1-12 所示。但图形上标注的尺寸数字必须是实物的实际尺寸。

表 1-2 比例

种类	优先选用比例系列			允许选择比例系列
原有比例	1 : 1			
放大比例	5 : 1	2 : 1	1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1
	5 × 10 ⁿ : 1	2 × 10 ⁿ : 1		4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6
	1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ
				1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ
				1 : 6 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

(3) 图形中角度是不随比例大小变化的，应按其原角度画出；当图形中的直径或薄片的厚度等于或小于 2 mm、斜度或锥度较小时，可将该部分不按比例而夸大画出。

1.2.3 字体 (GB/T 14691—1993)

字体是图样和技术文件的重要组成部分。图样中除了用图形表达机件形状外，还需用数字、汉字、字母表示机件的大小和技术要求，并填写标题栏。国家标准对汉字、数字、字母书写形式作了规定，在图样中的字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀，排列整齐。字体的号数即字体的高度分为 8 种：20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 mm。

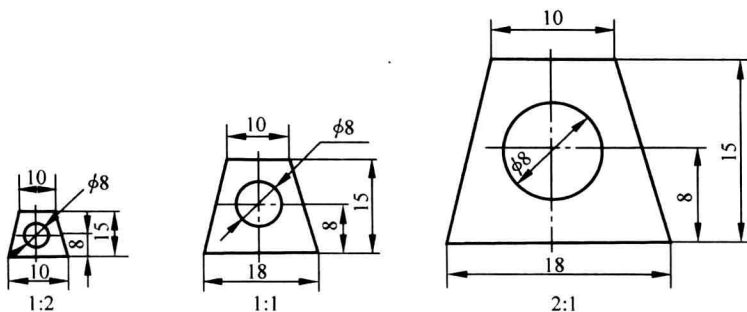


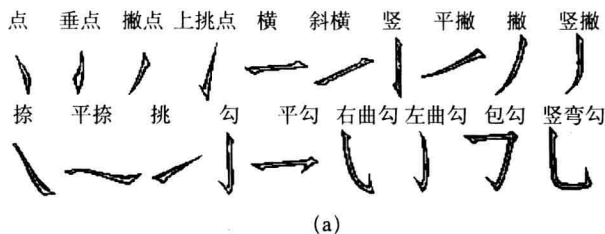
图 1-12 用不同比例画出的图

1. 汉字

汉字应写成仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm，其宽度一般为字高 $1/\sqrt{2}$ 。

书写要领：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。汉字常由几个部分组成，为使字体均称，书写时应恰当分配各组成部分比例。

基本笔画：横、竖、撇、捺、点、挑、折等。每一笔画要一笔完成，不宜勾描。如图 1-13 所示。



(a)

10号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

螺纹齿轮梯子接线飞行指导驾驶位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

(b)

图 1-13 长仿宋体字示例

(a) 基本笔画；(b) 汉字书写

2. 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字体高度 h 的十四分之一，B 型字体的笔画宽度为字体高度 h 的十分之一。数字和字母有斜体与直体之分，斜体向右倾

斜，与水平基准线成 75°角。见表 1-3。

表 1-3 斜体字母和数字示例

拉丁字母	A 型	大写	ABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
		小写	abcdefghijklmnop rstuvwxyz
阿拉伯数字和直径符号	A 型		0123456789 ∅
	B 型		0123456789 ∅
罗马数字	A 型		IIIIIVVVVVIIIIIXX

3. 综合应用规定

字体综合应用时，用作指数，分数，极限偏差，注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体，综合应用示例如图 1-14 所示。

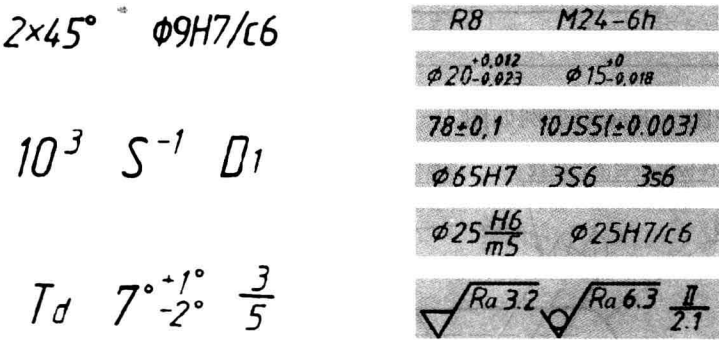


图 1-14 综合应用示例

1.2.4 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

为了使图样统一，清晰，绘图时所用的图线必须符合国家标准的規定。

1. 图线的名称、线型及应用

国家标准《技术制图、图线》(GB/T 17450—1998) 规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型。国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002) 规定了 9 种图线，其名称、线型及应用示例见表 1-4。