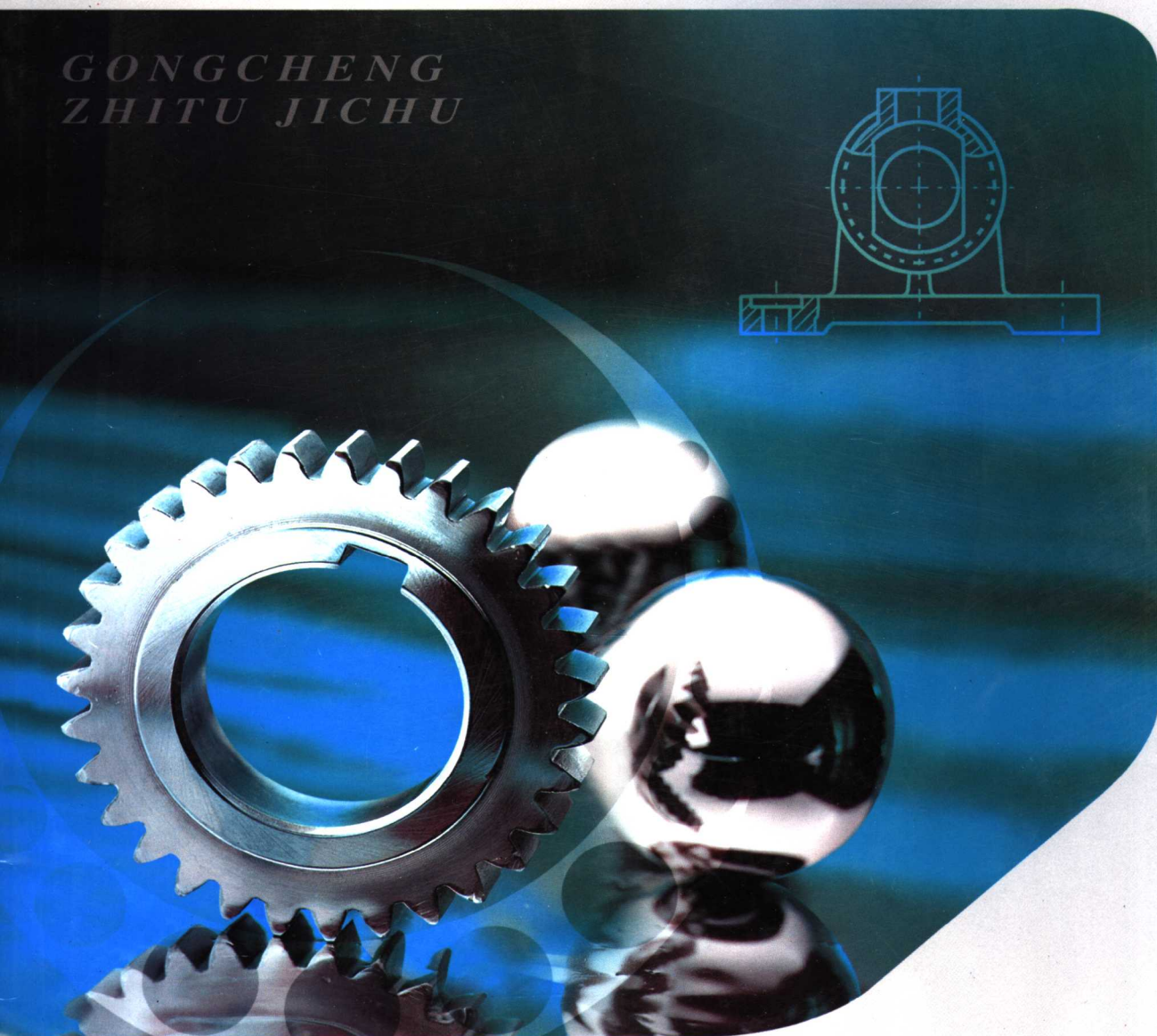
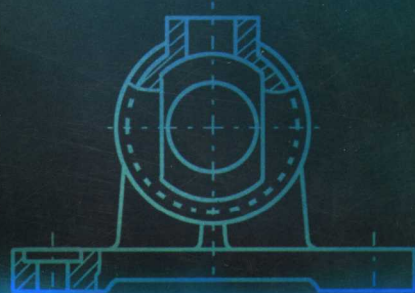


工程制图基础

欧阳清 主编

GONGCHENG
ZHITU JICHU



 中国地质大学出版社

工程制图基础

主 编 欧阳清

副主编 王守尊 陈 虎
左玉梅 莫登沅

中国地质大学出版社

内 容 提 要

本书是针对 40 学时的工程制图课程而编写的, 适用于要求掌握基本的绘图原理和方法, 具备一定的空间思维能力, 掌握基本的绘图能力和读图能力, 对工程制图领域有初步了解的课程教学之用。

本书内容包括: 工程制图的基本知识和技能, 点、线、平面的投影, 立体的投影, 组合体, 计算机辅助设计绘图; 机件的常用表达方法, 标准件与常用件, 零件图和装配图, 图形符号。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图基础/欧阳清主编. —武汉: 中国地质大学出版社, 2006. 10

ISBN 7-5625-2153-0

I. 工…

II. 欧阳…

III. 工程制图-制图基础-高等学校-教材

IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 124520 号

工程制图基础

欧阳清 主编

责任编辑: 王凤林

责任校对: 张咏梅

出版发行: 中国地质大学出版社 (武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮编: 430074

电话: (027) 87482760

传真: 87481537

E-mail: cbb@cug.edu.cn

经 销: 全国新华书店

Http: //www.cugp.cn

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数: 282 千字 印张: 11

版次: 2006 年 10 月第 1 版

印次: 2006 年 10 月第 1 次印刷

印刷: 中国地质大学出版社印刷厂

印数: 1—2 200 册

ISBN 7-5625-2153-0/TB·11

定价: 19.80 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

本书参照“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”、根据“工程制图基础”课程标准而编写，适用于高等工科类院校40~48学时非机械类专业使用。

本课程只能为学生的绘图和读图能力打下一定的基础，要达到合格的工科本科生所必须具备的有关要求，还有待于在后续课程、生产实习、课程设计和毕业设计中继续培养和提高。

本教材的特点：

(1) 从培养和提高基本素质和能力的目标出发，加强了投影基本理论、图解几何、简单空间几何问题等方面的内容。考虑学时数的要求，对标准件和常用件、零件图和装配图等内容，只做了简单的介绍，供学员初步了解，更全面和深入的学习有待于在后续课程中进行。

(2) 从各专业的需要和今后工作要求出发，增加了计算机辅助设计绘图的内容。AutoCAD绘图软件作为一种绘图手段，主要以学员自学为主，教材中介绍了AutoCAD系统的使用和基本操作，力图给学员一个简单明了的入门指导，让学员能较快地掌握其基本绘图操作、图形编辑操作，对AutoCAD能有系统的了解。

(3) 针对舰船机械的特点和学员毕业的工作需要，介绍了国家标准中有关图形符号的内容。根据学时数，只介绍了舰船机械上常用的一些结构的图形符号规定，目的是让学员了解图形符号的意义，建立初步概念，为今后工作打好基础。

本教材由欧阳清主编，本单位多位同志参加了编写工作。其中第2章由陈虎编写；第4章由王守尊编写；第6章由左玉梅编写；第7章由莫登沅编写；其余章节和全书的统稿由欧阳清完成。杨关良和崔汉国教授在本书编写过程中提出了许多很好的意见和建议，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中不足之处及错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2006年7月

目 录

绪 论	(1)
1 工程制图的基本知识和技能	(2)
1.1 制图国家标准简介	(2)
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689-1993)	(2)
1.1.2 标题栏和明细栏(GB/T 10609.1-1989,GB/T 10609.2-1989)	(4)
1.1.3 比例(GB/T 14690-1993)	(5)
1.1.4 字体(GB/T 14691-1993)	(6)
1.1.5 图线(GB/T 17450-1998,GB/T 4457.4-2002)	(8)
1.1.6 尺寸注法(GB/T 4458.4-1984,GB/T 16675.2-1996)	(11)
1.2 绘图工具和仪器的使用方法	(14)
1.2.1 绘图板、丁字尺和三角板	(14)
1.2.2 比例尺	(15)
1.2.3 圆规和分规	(15)
1.2.4 曲线板	(16)
1.2.5 铅笔	(16)
1.3 几何作图	(16)
1.3.1 平行线和垂线	(17)
1.3.2 正多边形	(17)
1.3.3 斜度和锥度	(18)
1.3.4 圆弧连接	(18)
1.3.5 椭圆的画法	(19)
1.4 徒手画草图	(19)
2 点、线、平面的投影	(21)
2.1 投影的基本知识	(21)
2.1.1 投影的形成	(21)

2.1.2	投影法的分类	(21)
2.2	点的投影	(22)
2.2.1	三投影面体系	(22)
2.2.2	点在三投影面体系中的投影	(23)
2.2.3	点的三面投影规律	(24)
2.2.4	特殊位置点的投影	(24)
2.2.5	两点的相对位置	(25)
2.2.6	重影点	(26)
2.3	直线的投影	(26)
2.3.1	直线及直线上点的投影特性	(26)
2.3.2	直线对投影面的相对位置	(28)
2.3.3	直角三角形法	(31)
2.3.4	两直线的相对位置及其投影特性	(32)
2.3.5	一边平行于投影面的直角的投影	(34)
2.4	平面的投影	(35)
2.4.1	平面的表示法	(35)
2.4.2	各种位置平面的投影特性	(36)
2.4.3	平面内的直线和点	(39)
2.5	直线与平面以及平面与平面之间的相对位置	(40)
2.5.1	平行问题	(40)
2.5.2	相交问题	(41)
2.5.3	垂直问题	(44)
2.6	换面法	(46)
2.6.1	将一般位置直线变换成投影面平行线	(47)
2.6.2	将投影面的平行直线变换成投影面的垂直直线	(48)
2.6.3	将一般位置平面变换成投影面的垂直平面	(49)
2.6.4	将投影面的垂直平面变换成投影面的平行平面	(50)
2.6.5	换面法应用举例	(50)
3	立体的投影	(52)
3.1	三视图的形成及其特性	(52)
3.2	立体及其表面上的点和线	(53)
3.2.1	平面立体	(53)
3.2.2	曲面立体	(58)

3.3	两回转体表面相交	(67)
3.4	截交线和相贯线的综合应用	(72)
4	组合体	(77)
4.1	组合体的组成分析	(77)
4.1.1	组合体的组合形式	(77)
4.1.2	组合体表面过渡关系	(77)
4.2	组合体视图的画法	(78)
4.2.1	以叠加为主要形成方式的组合体的画图	(78)
4.2.2	以挖切为主要形成方式的组合体的画图	(80)
4.3	读组合体视图	(82)
4.3.1	读图时需要注意的几个问题	(82)
4.3.2	读图的方法和步骤	(84)
4.4	组合体的尺寸标注	(87)
4.4.1	基本形体的尺寸标注	(87)
4.4.2	组合体的尺寸标注	(88)
4.4.3	标注组合体尺寸举例	(91)
4.5	轴测投影	(91)
4.5.1	轴测图的形成	(91)
4.5.2	轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	(93)
4.5.3	正等轴测图	(93)
4.5.4	斜二轴测图	(96)
5	计算机辅助设计绘图	(99)
5.1	AutoCAD 概述	(99)
5.1.1	用户绘图环境	(100)
5.1.2	点的输入	(102)
5.1.3	基本的绘图过程	(102)
5.2	绘图命令	(106)
5.3	选择集	(109)
5.4	图形编辑	(110)
5.5	图形显示控制	(116)

6 机件的常用表达方法	(118)
6.1 视图	(118)
6.1.1 基本视图和向视图	(118)
6.1.2 斜视图和局部视图	(119)
6.2 剖视图	(121)
6.2.1 剖视图的概念和基本画法	(121)
6.2.2 剖视图的种类	(124)
6.2.3 剖切面和剖切方法	(127)
6.3 断面图	(129)
6.3.1 断面图的概念和基本画法	(129)
6.3.2 断面图的种类	(130)
6.4 局部放大图、简化画法和其他规定画法	(132)
6.4.1 局部放大图	(132)
6.4.2 简化画法和其他规定画法	(133)
7 标准件与常用件	(136)
7.1 螺纹及螺纹紧固件	(136)
7.1.1 螺纹画法	(137)
7.1.2 螺纹的标注方法	(138)
7.1.3 在装配图中螺纹紧固件的画法	(140)
7.2 键和销	(141)
7.3 滚动轴承、齿轮、弹簧	(142)
7.3.1 滚动轴承的表示法	(142)
7.3.2 齿轮表示法	(142)
7.3.3 弹簧表示法	(143)
8 零件图和装配图	(144)
8.1 零件图和装配图的内容	(146)
8.1.1 零件图的内容	(146)
8.1.2 装配图的内容	(146)
8.2 表面粗糙度、公差与配合	(147)
8.2.1 零件的表面粗糙度	(147)
8.2.2 公差与配合	(147)
8.3 装配图中零、部件序号和明细栏	(150)

8.3.1 序号的编写	(150)
8.3.2 明细栏	(150)
9 图形符号	(152)
9.1 焊缝符号表示法	(152)
9.2 金属结构件表示法	(152)
9.3 机构运动简图符号(GB/T 4460-1984)	(157)
9.4 管路系统的符号(GB/T 6567.1~6567.5-1986)	(158)
9.5 液压气动图形符号(GB/T 768.1-1993)	(162)
参考书目	(166)

绪 论

1. 工程制图基础课程的目的和研究对象

图样与文字、语言一样，也是人类用以表达、构思、分析和交流思想的基本工具之一。工程图样被称为“工程界的共同语言”，是机械制造、船舶、土木建筑等工程在设计、制造、使用和维修时的重要技术文件。工程技术人员、管理使用和维护人员在工作中会经常与工程图样打交道，必须掌握绘制工程图样的基本理论和手工绘图及计算机绘图两种方法，具备较强的绘图和读图能力，以适应现在及将来工作需要。

同时，工程制图研究空间形体在平面上的投影原理和方法，是学习和提高空间思维能力和想象能力的一门重要课程。

本课程主要研究绘制和阅读机械图样的基本理论和方法，学习国家标准《技术制图》和《机械制图》的相关内容。

2. 课程的性质和任务

本课程是一门既有系统理论、又有很强的实践性的重要的技术基础课。

课程的主要任务是：

- (1) 学习正投影法的基本理论和应用。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (3) 培养图解空间几何问题的基本能力。
- (4) 培养空间思维能力和空间想象能力。
- (5) 初步了解计算机绘图的原理和方法。
- (6) 培养严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

3. 本课程的特点和学习方法

本课程的特点是既有理论又偏重于实践。因此，学习时应注意：

- (1) 理论联系实际，提高空间想象能力和投影分析能力。

本课程的基本理论是投影原理，要在深入理解基本概念的基础上，通过大量的绘图和读图实践，不断由物画图、由图想物，分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系，有意识地提高自己的空间想象能力和投影分析能力。

- (2) 重视作业过程，掌握正确的画图步骤。

完成一定数量的习题和作业，是学好本课程的基本保证。完成作业的过程就是学习和提高的过程，因此，对习题和作业应高度重视，认真、按时、优质地完成。掌握正确的画图步骤、养成良好的绘图习惯十分重要，这一点往往被初学者忽视，给后面的学习带来困难。

- (3) 严格遵循国家标准。

国家标准是评价机械图样是否合格的重要依据，是工程界都应该遵守的“法律”。因此，要认真学习国家标准的相关内容并严格遵守。

1 工程制图的基本知识和技能

工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具,同时也是指导生产的重要技术文件。为了绘制和阅读工程图样,需要具备制图的一些基本知识,包括国家标准中的一般规定、绘图工具的使用方法、某些几何图形的作图方法和技能、徒手作图的基本技能等。

1.1 制图国家标准简介

机械图样是设计和制造机械过程中的重要资料,是交流技术思想的语言,因此必须有一个统一的标准,从而对科学地进行生产和图样管理工作起到重要作用。工程技术人员都应熟悉并严格遵守有关国家标准。

我国的制图标准共分三个层面。

第一个层面是“技术制图”,它是指各类制图,包括机械、建筑、电气、船舶、航空、航天、水利、水电、港口、海洋、冶金、化工、汽车、锅炉、玻璃器具、服装家具等,是带有技术性质的图样都应遵守的共同规则。其内容主要有图纸幅面、比例、字体、图线、剖面符号、标题栏、明细栏(表)、图纸折叠、图样复制的要求等制图规则。

第二个层面是指各类专业或行业的制图,如机械、建筑、电气、船舶、航空等带有各自专业或行业特色的制图规则,如国家标准《机械制图》等。这种规则大部分是专业或行业独有的一些特殊规定,如画法、注法、图形符号以及简化表示法等,但这些规定应在不违反第一个层面(技术制图)相应标准的原则上进行。

第三个层面主要是指采用计算机进行绘制图样时所涉及到的第一个层面和第二个层面的相关标准以及根据计算机制图时的制图特点与要求所制定的相关标准与规定。如计算机制图时屏幕有颜色、分层的要求,计算机绘制的图线要有精细的计算公式,计算机调用实体的名称、图形符号和计算机绘制时的先后顺序的要求等。目前的国家标准如 CAD 制图。

下面介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸标注的规定。

1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689-1993)

1. 图纸幅面

在 GB/T 14689-1993《技术制图 图纸幅面和格式》中规定:绘制技术图样时,应优先选用表 1.1 中规定的基本幅面。必要时,也允许选用加长幅面,其幅面尺寸是由基本幅面的短边呈整数倍增加后得到的,见图 1.1。图中粗实线所示为基本幅面(第一选择);细实线所示为规定的加长幅面(第二选择);虚线所示也是规定的加长幅面(第三选择)。

表 1.1 图纸幅面及边框尺寸 (单位: mm)

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

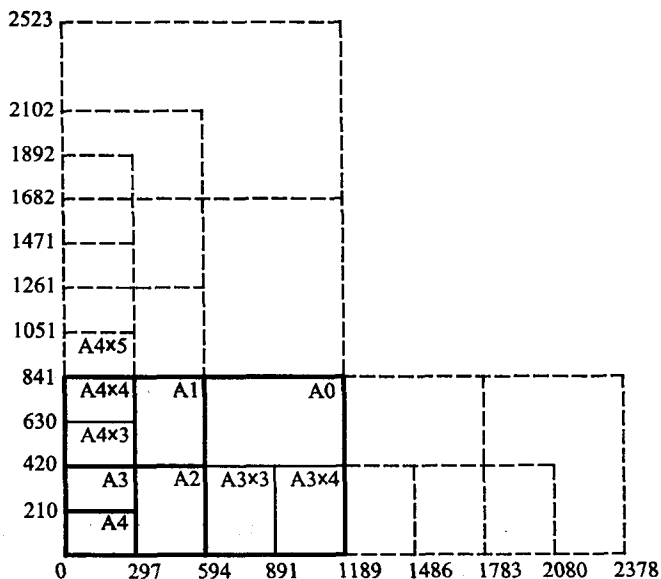


图 1.1 图纸幅面

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框, 其格式分不留装订边 (图 1.2) 和留装订边 (图 1.3) 两种, 尺寸按表 1.1 的规定, 但同一产品的图样要采用同一种格式。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A3、A2 幅面横装。

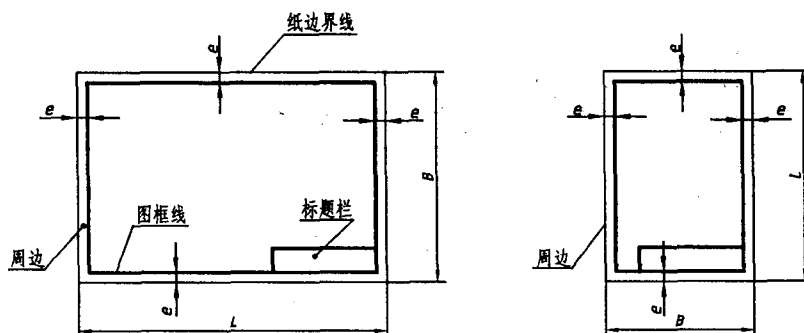


图 1.2 不留装订边的图框格式

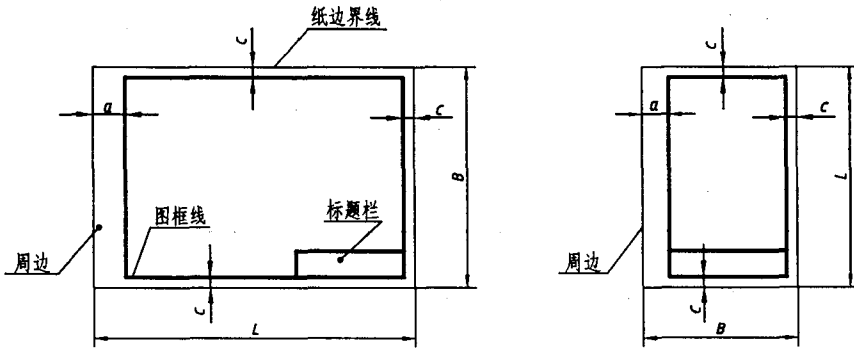


图 1.3 留装订边的图框格式

1.1.2 标题栏和明细栏 (GB/T 10609.1-1989, GB/T 10609.2-1989)

每张技术图样中都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角，看图方向与看标题栏的方向是否一致，见图 1.2 和图 1.3。

标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成，见图 1.4。标题栏的格式和尺寸示例见图 1.5。练习用标题栏可简化签字区，省略更改区，建议采用图 1.6 所示格式。

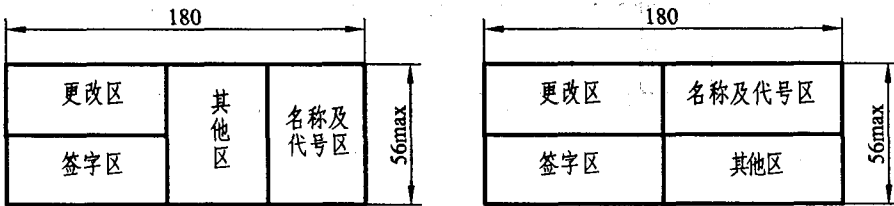


图 1.4 标题栏格式

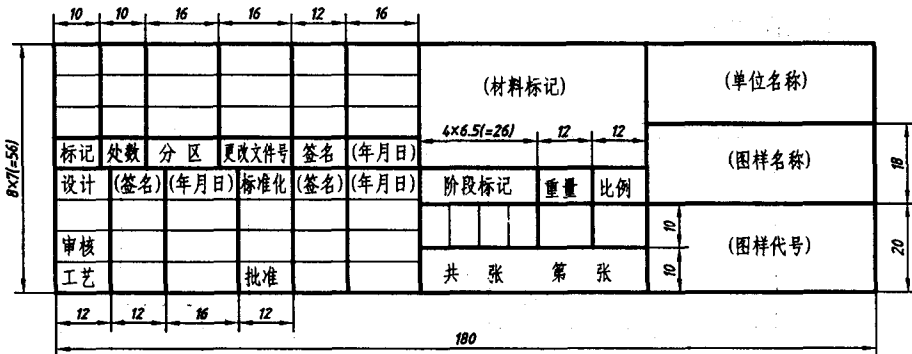


图 1.5 标题栏格式示例

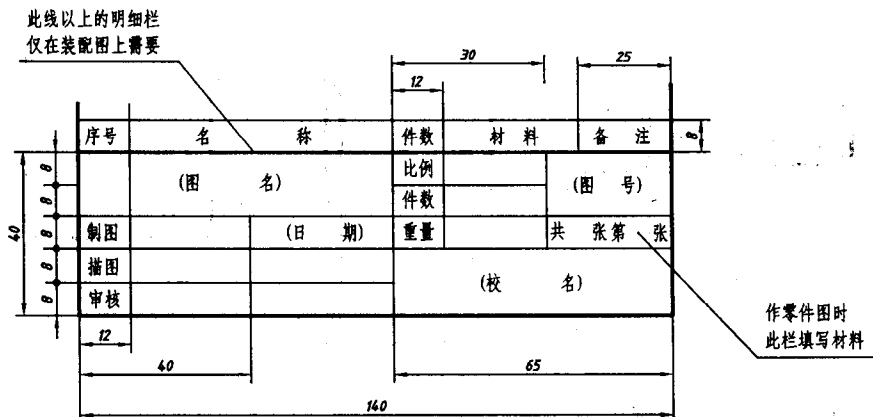


图 1.6 练习用标题栏格式示例

装配图中一般要画明细栏。明细栏一般画在标题栏的上方，按自下而上的顺序填写。明细栏一般由序号、代号、名称、数量、材料、重量（单件、总计）、分区、备注等组成，可以按实际需要增减，其格式举例见图 1.7，当装配图中标题栏上方的位置不够时，可紧靠在标题栏的左边自下而上延续。

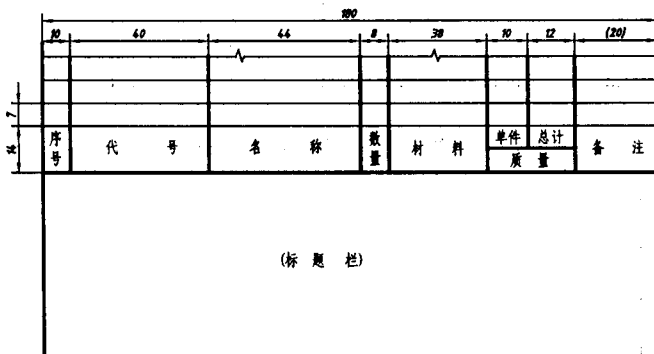


图 1.7 明细栏格式示例

1.1.3 比例 (GB/T 14690-1993)

在绘制技术图样及有关技术文件时，适当地采用放大或缩小的比例，能保证图样各部位清晰可读，并使图样在相应的图幅尺寸中的表述达到最佳效果。

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种类型。比值为 1 的比例称为原值比例，即 1:1；比值大于 1 的比例称为放大比例，如 2:1, 5:1；比值小于 1 的比例称为缩小比例，如 1:2, 1:5。

不管采用什么比例绘制图样，图中的尺寸均应按实物的实际大小进行标注，图 1.8 为用不同比例绘图的例子。

在按比例绘制图样时，标准给出了两个系列，一个是优先选用的比例（表 1.2），另一

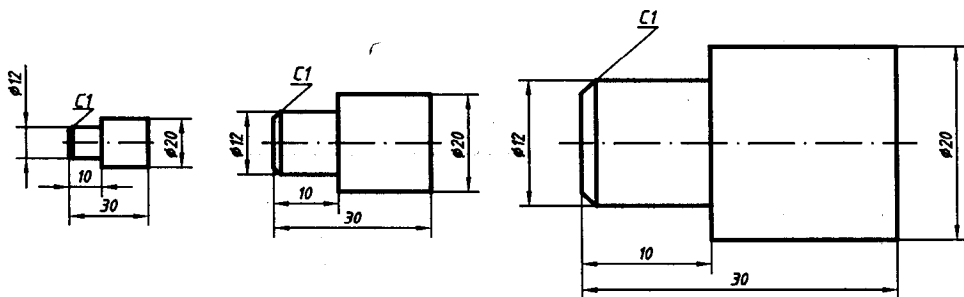


图 1.8 不同比例绘制的图形

个是补充系列，在必要时允许选用（表 1.3）。

表 1.2 优先选用的比例

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

表 1.3 允许选用的比例

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

1.1.4 字体 (GB/T 14691-1993)

字体是技术图样的一个重要组成部分。GB/T 14691-1993 规定了在技术图样及有关技术文件中的汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸。其基本要求是：

(1) 书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

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

(3) 汉字应写成长仿宋体，只使用直体，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。下面为汉字的书写范例。

8 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

3.5 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

(4) 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° 。但要注意的量的单位、化学元素、符号只能用直体。

字母和数字分 A 型和 B 型，A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。下面是字母和数字的书写示例。

A 型斜体字母



A 型直体字母



A 型斜体和直体数字

0123456789

0123456789

B 型斜体字母

ABCDEFGHIJKLMNOP

QRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopq

rstuvwxyz

B 型直体字母

ABCDEFGHIJKLMNOP

QRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopq

rstuvwxyz

B 型斜体和直体数字

0123456789

0123456789

1.1.5 图线 (GB/T 17450-1998, GB/T 4457.4-2002)

GB/T 17450-1998《技术制图 图线》中,规定了图线的名称、型式、结构及画法规