

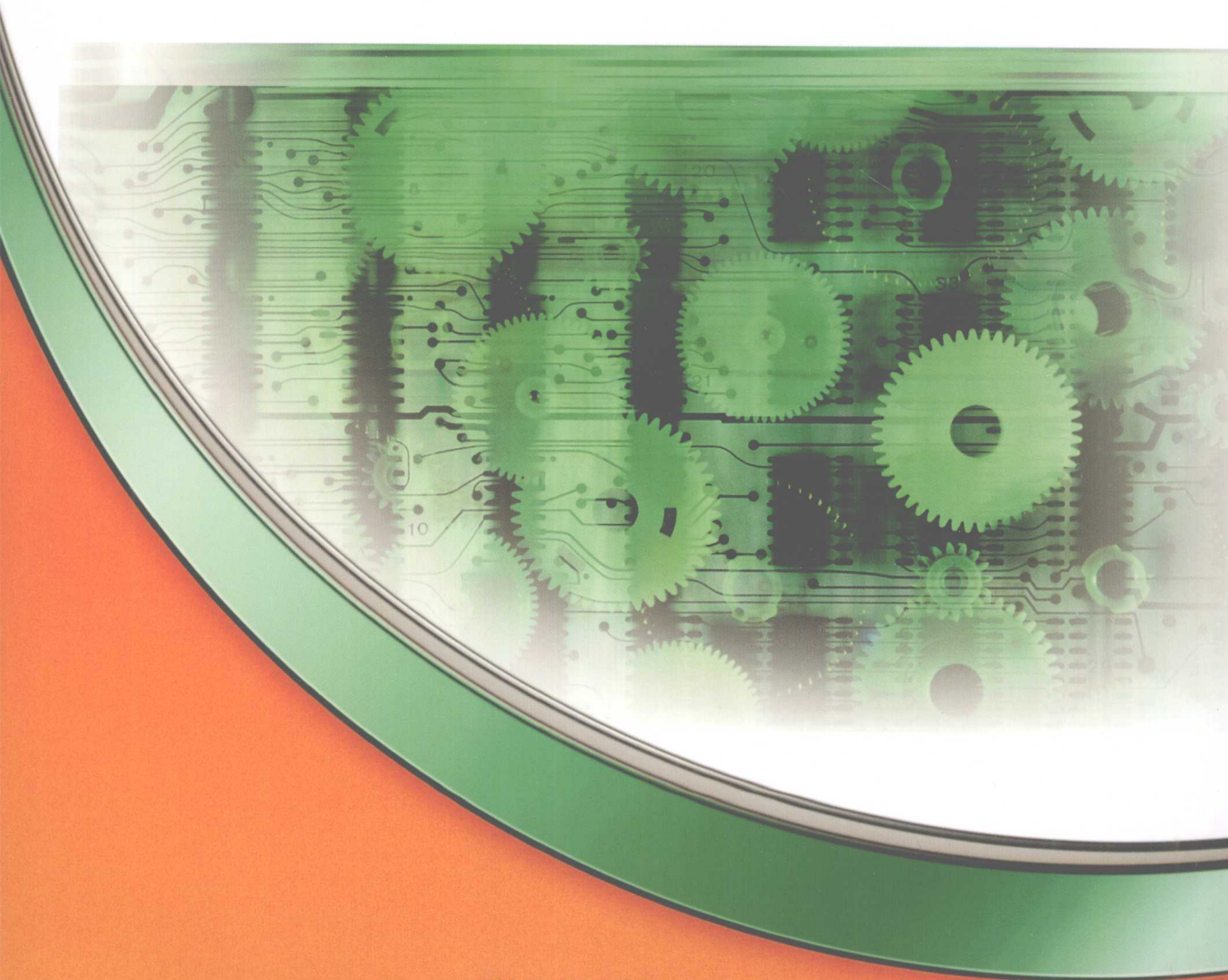


21世纪高职高专规划教材·数控系列

机械制图

主编 刘家平

主审 唐建生



中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材 · 数控系列

机械制图

主 编 刘家平

副主编 刘立新

参 编 张宏阁 冯辉英

郭 威 赵晓燕

主 审 唐建生

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/刘家平主编.

北京: 中国人民大学出版社, 2008

21 世纪高职高专规划教材·数控系列

ISBN 978-7-300-09243-0

I. 机…

II. 刘…

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 055335 号

21 世纪高职高专规划教材·数控系列

机械制图

主 编 刘家平

副主编 刘立新

主 审 唐建生

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511398 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com> (人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

规 格 185 mm × 260 mm 16 开本

版 次 2008 年 6 月第 1 版

印 张 24.25

印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷

字 数 547 000

定 价 39.80 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

21 世纪高职高专机电类教材建设专家指导委员会

(按姓氏笔画为序)

- | | | |
|-----|-----|----------------|
| 马必学 | 院 长 | 武汉职业技术学院 |
| 于志云 | 副院长 | 青岛职业技术学院海尔学院 |
| 王蒙田 | 副院长 | 太原城市职业技术学院 |
| 孙慧平 | 院 长 | 宁波职业技术学院海天机电学院 |
| 杜建根 | 副院长 | 河南工业职业技术学院 |
| 金志涛 | 院 长 | 威海职业(技术)学院 |
| 钟 健 | 副院长 | 深圳职业技术学院机电工程学院 |
| 贾晓枫 | 院 长 | 合肥通用职业技术学院 |
| 陶 昆 | 副院长 | 平顶山工业职业技术学院 |
| 翟 轰 | 院 长 | 陕西工业职业技术学院 |

出版说明

21 世纪制造业的竞争, 其实是数控技术的竞争。随着数控技术、电气自动化技术的迅速发展及数控加工设备数量的急剧增长, 我国制造类企业急需大批数控编程、操作、维修人才及电气自动化技术人才, 而目前劳动力市场这种高等技术应用性人才严重短缺。为此, 教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部等联合启动了“职业院校制造业和现代服务业技能紧缺人才培养培训工程”, 明确了高等职业教育的根本任务就是要从劳动力市场的实际需要出发, 坚持以就业为导向, 以全面素质为基础, 以能力为本位, 努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才。

大量培养高技能型人才中的一个重要基础问题就是教材建设。为了适应机电类高职教育迅速发展的形势, 中国人民大学出版社依托教育部高等职业教育机电类专业的专家指导, 进行了广泛的调研, 期望探索出建设符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革教材的新路子。中国人民大学出版社先后组织全国 20 多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会, 对机电类具有工学结合特色的高职教材的编写指导思想, 以及教材的定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证, 成立了中国人民大学出版社机电类专业规划教材编委会以及机电类教材建设专家指导委员会, 组织出版高等职业教育机电类专业系列教材。

根据高等技术应用性人才培养目标, 本套教材既具有高等教育的知识内涵, 又具有职业教育的职业能力内涵, 主要体现了以下特色:

1. 以综合素质为基础, 以能力为本位。本套教材把提高学生能力放在突出的位置, 符合教育部机电类专业教学基本要求和人才培养目标, 注重创新能力和综合素质培养。
2. 以社会需求为基本依据, 以就业为导向。本套教材以机电类企业的生产需求为依据, 体现工学结合的特色, 明确职业岗位对职业核心能力的要求, 重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。
3. 反映了机电领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。本套教材注意克服以往专业教材中存在的陈旧、更新缓慢的弊端, 选择了目前最新的控制系统为典型实例, 采用了最新的国家标准及相关技术标准。
4. 贯彻学历教育与职业资格证、技能证考试相结合的精神。本套教材把职业资格证、技能证考证的知识点与教材内容相结合, 将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行对接, 使学生在校学习的同时, 也能顺利地获得职业资格证书。
5. 教材体系立体化。为了方便教师教学和学生自主学习, 本套教材配备了电子课件、电子教案、教学指导、题库、案例素材等教学资源, 并将配备相应的教学支持服务平台。

在本套教材的研发与编写过程中, 要感谢诸多专家、领导, 感谢他们对机电类专

业规划教材研发所投入的大量精力，同时要感谢关注高等职业教育、参加本套教材研发与编写的各位老师，我们希望能够得到大家一如既往的支持，为我国的高等职业教育发展作出更大的贡献。

中国人民大学出版社

2008年1月

总 序

制造业在国民经济中占有举足轻重的地位，世界上具有重要影响力的国家无一不是制造业强国。制造业的持续发展是我国实现新型工业化的重要组成部分，是今后很长时期带动我国国民经济发展的火车头。中国要想成为制造业强国，目前还面临很多困难，其中很重要的一个就是缺乏高素质专业人才，包括相对稳定的、掌握先进生产技术的技能型人才，而以精益生产为代表的先进制造模式，是将柔性制造技术、高素质劳动者以及企业内部和企业之间的灵活管理方式集成在一起，对技能型人才的工作能力又提出了新的要求。

近年来，我国加工制造类职业教育取得了较大发展，中、高等职业院校加工制造类专业学生总数不仅逐年增加，而且占学生总数的比例也在增加。制造类职业教育取得的进步，特别是数量上的发展，为我国实现走向制造业大国的阶段性战略目标奠定了基础。然而，制造类职业教育还存在着很多问题，特别是在教育质量方面，主要表现在课程设置、教学内容选择、教学设计以及教材建设上没有充分考虑企业需求和学生的职业发展规律；教学不能满足企业技术进步和劳动组织发展需要等方面，这已经成为困扰职业教育教学质量提高的瓶颈。因此，加强课程和教材建设，已经成为众多职业院校教育教学工作的重要内容。

职业院校以市场和需求为导向的课程和教材建设，应当从专业所面向的职业工作任务和岗位要求出发，明确培养规格和关键能力要求，从而为学生的职业生涯发展奠定良好的基础，这不论是在理论上还是实践上都面临着巨大的挑战。这里不仅要引入先进的职业教育理念，需要丰富的专业实践经验，而且需要把先进、实用的技术有针对性地与职业院校的教学工作有机结合起来。在此，这套由中国人民大学出版社组织编写的针对机械制造、数控、自动化等专业的“21世纪高职高专规划教材”都进行了有益的探索。希望这套教材的出版不但能帮助职业院校更快、更好、更容易地培养出社会所紧缺的技能型人才，而且也能为我国职业教育的教学改革提供有价值的经验。

北京师范大学 技术与职业教育研究所所长



2008年2月27日

前 言

本书是根据 21 世纪高等职业教育的发展要求,在认真总结和充分吸收当前高职院校《机械制图》教育、教学改革成功经验的基础上编写的。

本书具有以下特点:

1. 基本理论够用为度,删除学而不用的知识。如线面相交、面面相交、线面垂直、面面垂直、换面法、复杂的相贯线作图、表面展开图、机件焊接图、金属材料性能等及计算机绘图简介。

2. 基本知识广而不深,基本技能贯穿始终。高等职业教育是应用性教育,减少基本知识深度探究,增强应用性、技能性学习,可大大减轻学生的学习负担。使学生学以致用,提高学习兴趣。

3. 以读图为主线,以例代理为风格,以加强图示和识图能力训练为手段,可快速提高读图能力。

本书可作为高职高专和成人教育学院机电类专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

为方便读者学习,本书配有习题集。

参加本教材编写工作的有河南工业职业技术学院刘家平(编写第 7 章、附录)、刘立新(编写第 6、8 章)、张宏阁(编写第 1、2 章)、冯辉英(第 9 章)、赵晓燕(编写第 3、4 章)、郭威(编写第 5 章)。本教材由刘家平任主编。

本书由河南工业职业技术学院机械工程系主任唐建生副教授仔细审阅,提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了河南工业职业技术学院机械工程系的领导和制图教研室老师的热情指导和帮助,在此一并表示感谢。

由于我们的水平有限,加之经验不足,书中缺点、错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

目 录

第1章 制图标准与基本技能	1
1.1 机械制图国家标准的基本规定	1
1.2 绘图工具和用品的使用	10
1.3 几何作图	14
第2章 正投影法基本原理	25
2.1 正投影法与三视图	25
2.2 点的投影	31
2.3 直线的投影	34
2.4 平面的投影	40
2.5 求一般位置直线的实长及其对投影面的倾角	45
第3章 基本体及其表面交线	47
3.1 平面体	47
3.2 回转体	48
3.3 平面与立体相交	52
3.4 两回转体相交	58
3.5 简单形体的尺寸标注	63
第4章 轴测图	66
4.1 轴测图概述	66
4.2 正等轴测图的画法	67
4.3 斜二轴测图的画法	72
4.4 轴测图的选择	74
第5章 组合体	75
5.1 组合体的形体分析法	75
5.2 组合体的三视图画法	77
5.3 组合体三视图的尺寸标注	80
5.4 读组合体视图	84
第6章 机件的基本表示法	92
6.1 视图	92
6.2 剖视图	96
6.3 断面图	107
6.4 局部放大图与简化画法	110
6.5 表达方法综合应用举例	116
6.6 第三角画法简介	118

第7章 标准件和常用件	122
7.1 螺纹	122
7.2 齿轮	136
7.3 键连接和销连接	145
7.4 弹簧	151
7.5 滚动轴承	155
第8章 零件图	159
8.1 零件图的内容	159
8.2 零件的表达方法	160
8.3 零件图中的尺寸标注	162
8.4 零件图的技术要求	168
8.5 零件的常见工艺结构	183
8.6 典型零件分析	187
8.7 读零件图的方法和步骤	191
8.8 零件测绘	193
第9章 装配图	198
9.1 装配图的作用和内容	198
9.2 装配图的规定画法和特殊画法	200
9.3 装配图的尺寸标注、技术要求	204
9.4 装配图中零、部件的序号和明细栏	205
9.5 常见的装配结构	206
9.6 由零件图画装配图	209
9.7 读装配图和由装配图拆画零件图	214
9.8 装配体测绘	220
附录	224
附表1 普通螺纹 (摘自 GB/T196-197—1981)	224
附表2 55°非密封管螺纹 (摘自 GB/T7303—1987)	225
附表3 梯形螺纹 (摘自 GB/T5796.1~5796.4—1986)	226
附表4 六角头螺栓 (一)	227
附表5 六角头螺栓 (二)	228
附表6 I型六角头螺母	229
附表7 双头螺柱 (摘自 GB/T897900—1988)	230
附表8 螺钉 (一)	231
附表9 螺钉 (二)	232
附表10 内六角圆柱头螺钉 (摘自 GB/T70.1—2000)	233
附表11 紧固件沉头座尺寸 (摘自 GB/T152.2—1988、GB/T152.3—1988、 GB/T152.4—1988)	234
附表12 平垫圈	235
附表13 标准型弹簧垫圈 (摘自 GB/T93—1987)	236
附表14 圆柱销 (不淬硬钢和奥氏体不锈钢) (摘自 GB/T119.1—2000)	236

附表 15	圆锥销 (摘自 GB/T117—2000)	237
附表 16	开口销 (摘自 GB/T91—2000)	237
附表 17	普通平键及键槽 (摘自 GB/T1095 ~ 1096—1979) (1990 年确认有效)	238
附表 18	滚动轴承	239
附表 19	倒角和倒圆 (摘自 GB/T6403. 4—1986)	240
附表 20	砂轮越程槽 (摘自 GB/T6403. 5—1986)	240
附表 21	中心孔 (GB/T145—1985, 1999 年确认有效)、中心孔表示法 (GB/T4459. 5—1999)	241
附表 22	优先配合中轴的极限偏差 (摘自 GB/T1800. 4—1999)	242
附表 23	优先配合中孔的极限偏差 (摘自 GB/T1800. 4—1999)	243
附表 24	标准公差数值 (摘自 GB/T1800. 3—1998)	244
参考文献		245

第 1 章 制图标准与基本技能

1.1 机械制图国家标准的基本规定

机械制图国家标准有《机械制图》和《技术制图》两项，其中国家标准《技术制图》是一项基础技术标准；国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准，它们是机械图样的绘制与阅读的准则和依据，必须认真学习和遵守。

本节只介绍《技术制图》(GB/T……)规定中的主要内容。

例如 GB/T 14689—1993，其中：“GB/T”为推荐国家标准的代号，它是“国家标准/推荐性”汉语拼音“GUOJIA BIAOZHUN/TUIJIANXING”的缩写。一般可简称“国标”。“14689”为标准的批准顺序号，“1993”表示该标准发布的年号。

1.1.1 图纸幅面与格式

1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一，便于装订和保管的要求，绘制技术图样时，应按以下规定选用图纸幅面。

(1) 应优先采用表 1—1 中规定的基本幅面，其尺寸关系如表 1—1 所列。

表 1—1 图纸的基本幅面尺寸 (mm)

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

(2) 五种幅面 A0、A1、A2、A3、A4 中，A0 幅面最大，其面积约为 1m^2 。每一种幅面的宽 (B)、长 (L) 比均为 $1:\sqrt{2}$ 。

(3) 必要时，也允许选用加长幅面。但加长后幅面的尺寸必须是基本幅面的短边尺寸的整数倍，如图 1—1 所示。

2. 图框格式

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有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

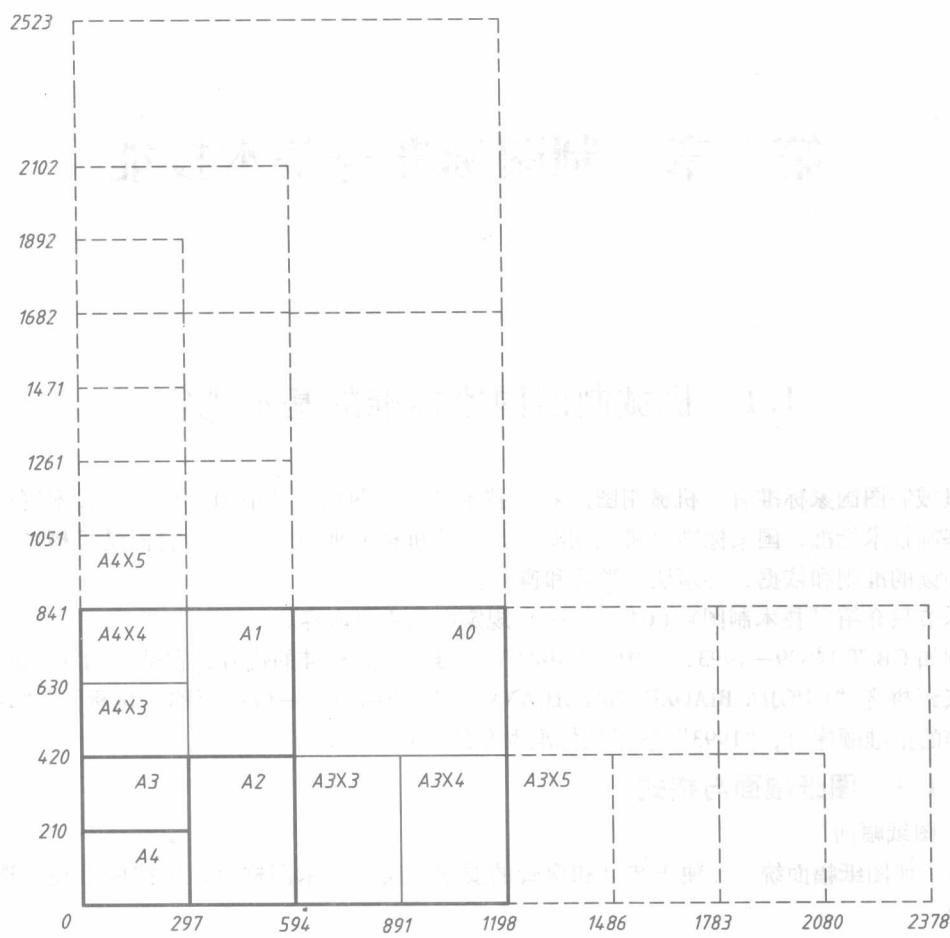


图 1—1 基本幅面及加长幅面

(1) 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。

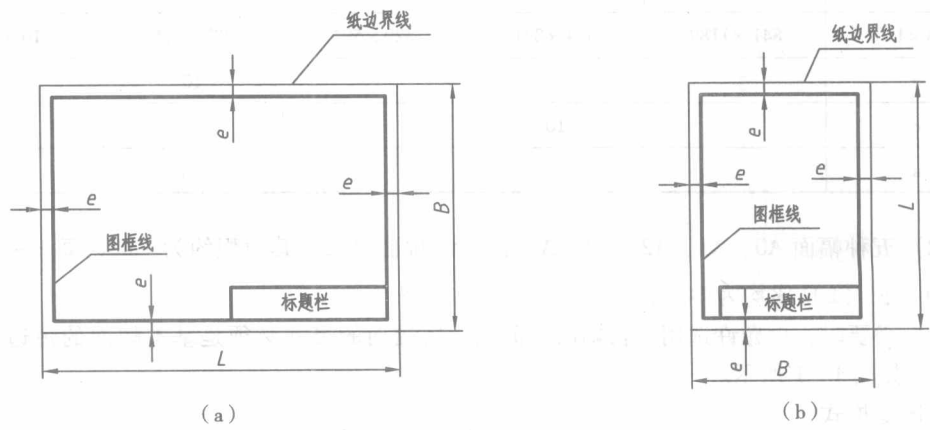


图 1—2 不留装订边的图框格式

(2) 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。

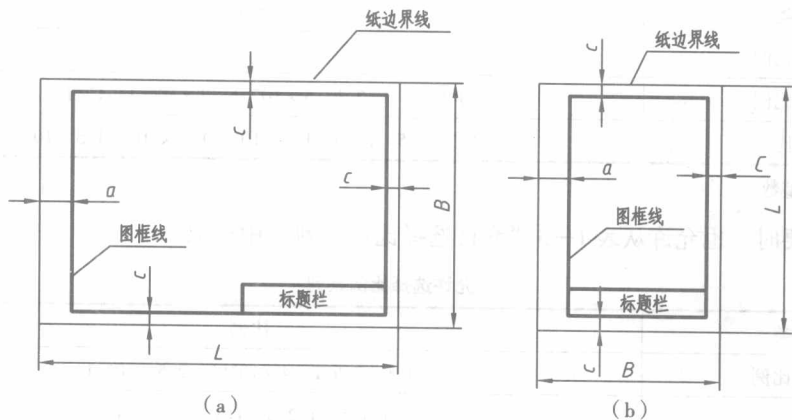


图 1—3 留装订边的图框格式

3. 标题栏的方位

每张图样都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1—3 (a)、图 1—3 (b) 所示。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—1989 的规定。在制图作业中推荐使用的零件图标题栏格式如图 1—4 所示。

			15	15	30	13	5X7=35	
(图名)			比例	数量	材料	(图号)		
班 级	(班级)	(学号)	(校名)					
制 图	(姓名)	(日期)						
审 核								
12	25	20	130					

图 1—4 制图作业中推荐使用的零件图标题栏格式

1.1.2 比例

1. 术语

- (1) 比例 指图样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 “优先选择比例系列” 中选取适当的比例。

表 1—2 优先选择比例系列

种类	比例
原值比例	1:1
放大比例	10:1 5:1 2:1 5×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:1×10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ

注：n 为正整数。

(2) 必要时，也允许从表 1—3 “允许选择比例系列” 中选取。

表 1—3 允许选择比例系列

种类	比例
放大比例	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 ⁿ :1
缩小比例	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 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。

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。

3. 比例标注方法

(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尺寸，与图形的比例无关，如图 1—5 所示。

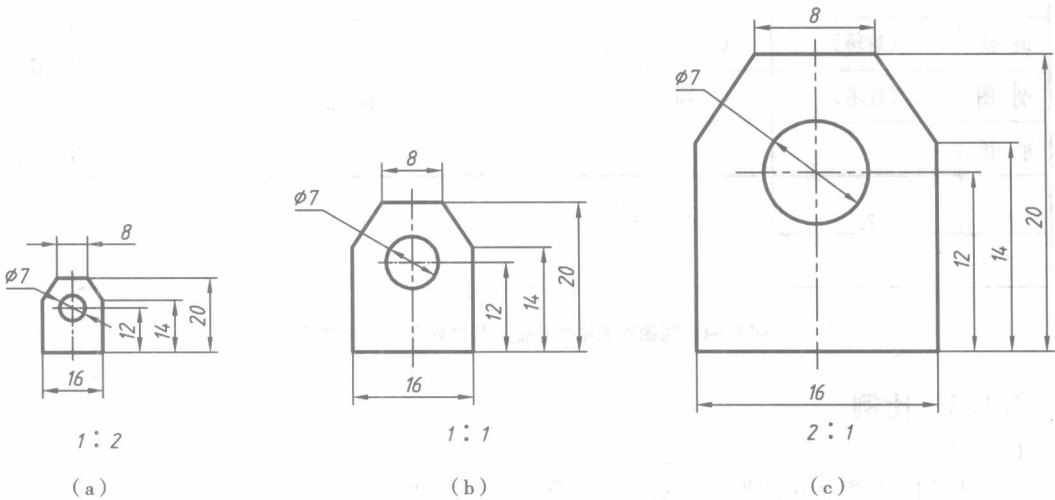


图 1—5 图形比例及尺寸数字

1.1.3 字体

1. 基本要求

(1) 在图样中书写的字体有汉字、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: 1.8mm, 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。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 $h/\sqrt{2}$ 。

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。书写时, 笔画应一笔写成, 不要勾描。

(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—4。

表 1—4 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设备工艺
	3.5 号	螺纹齿轮端子接线指导驾驶舱位引水通风化纤
拉丁字母	大写斜体	<i>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</i>
	小写斜体	<i>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</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</i>
	直体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
罗马数字	斜体	<i>I II III IV V VI VII VIII IX X</i>
	直体	I II III IV V VI VII VIII IX X

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)

1. 线型及应用举例

国家标准《技术制图》中, 规定了十五种基本线型, 常用的线型、宽度和一般应用如表 1—5 所列, 应用举例如图 1—6 所示。

表 1—5 图线的线型及应用

图线名称	线型	图线宽度	在图样上的一般应用
粗实线		d	可见轮廓线 相贯线
细实线		$d/2$	过渡线 尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 螺纹牙底线及齿轮齿根线 引出线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线 视图和剖视图的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线
虚线		$d/2$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细点划线		$d/2$	轴线 对称中心线 齿轮的分度圆和分度线
粗点划线		d	限定范围表示线
双点划线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 假想投影轮廓线 中断线

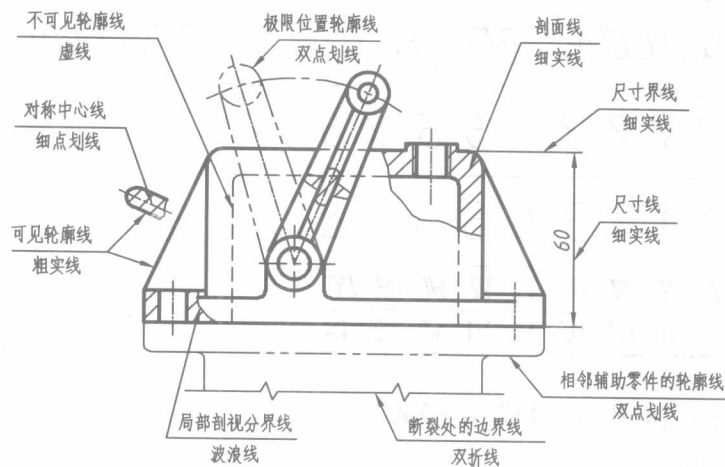


图 1—6 各种图线应用举例