




教育科学“十五”国家规划课题研究成果

工程制图

第四版 非机械类各专业用

中南大学工程图学教研室 编
朱泗芳 徐绍军 主编

 高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

工程制图

第四版

非机械类各专业用

中南大学工程图学教研室 编

朱泗芳 徐绍军 主编

高等教育出版社

内容提要

本教材是教育科学“十五”国家规划课题“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”子项目课题“工程图学课程体系与教学内容的研究与实践”的研究成果,是在1999年第三版的基础上,根据教育部制定的制图课程教学基本要求,针对21世纪人才培养的需要,借鉴国内院校近年来教学改革的成功经验,以总体优化制图教学内容为目标修订而成的。

本书在原有内容的基础上,对部分章节的内容进行了整合,增加了三维实体造型的计算机绘图内容,以适应今后设计对象三维表达的发展趋势,总体上具有强化应用的特点。

本书文字叙述通俗易懂,插图简明清晰,适于读者自学。书中全部采用最新国家标准。与本书配套的由朱泗芳,徐绍军主编的《工程制图习题集》同时由高等教育出版社出版发行。

本书可供高等院校工科非机械类专业学生使用,亦可供函大、电大、职大、夜大的师生及自学读者选用,还可供广大技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 朱泗芳,徐绍军主编. —4版. —北京:

高等教育出版社,2005.6

非机械类各专业用

ISBN 7-04-016557-0

I.工... II.①朱...②徐... III.工程制图 -
高等学校 - 教材 IV.TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第027530号

策划编辑 肖银玲 责任编辑 陈大力 封面设计 李卫青 责任绘图 尹文军
版式设计 王莹 责任校对 殷然 责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 26.5
字 数 650 000

版 次 1983年10月第1版
2005年6月第4版
印 次 2005年6月第1次印刷
定 价 30.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16557-00

前 言

本书是教育科学“十五”国家规划课题“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”子项目课题“工程图学课程体系与教学内容的研究与实践”的研究成果。

本书是在1999年第三版的基础上,按照教育部制定的制图课程教学基本要求,总结近年来编者教学改革的实践经验,参考国内部分同类教材,按最新颁布的国家标准修订而成的。

本版除保持了第三版的特点外,在内容上作了较大的调整与修订:

1. 对第三版第1章的内容进行了部分精简。
2. 为了进一步适应教学的需要,将第三版中的第4章和第5章整合为1章,并增加了构形设计的内容。
3. 将标准件与常用件、零件图、装配图整合为1章,按照最新国家标准,对部分标准件与常用件作了介绍,充实了零件的部分内容。
4. 将展开图、焊接图、房屋建筑图整合为1章,对房屋建筑图按最新国家标准作了修改。
5. 对计算机绘图的内容作了较大的更新,介绍了最新版本 AutoCAD 2004 的二维绘图,增加了三维实体造型,以适应设计对象三维表达的发展趋势。

本书可作为高等院校工科非机械类专业的工程制图课程的教学用书,与本书配套的由朱泗芳,徐绍军主编的《工程制图习题集》(第四版)也作了相应的修订,内容与教材内容紧密配合,可供选用。

参加本版修订工作的有欧阳立新(第1章、第6章6.3节)、徐绍军(第3章、第6章6.1节、6.2节)、徐海良(第5章)、朱泗芳(第2、4、7章)、陈斌(第8章),最后由朱泗芳统一整理定稿。参加本书第三版编修工作的杨放琼同志因出国深造,未能参与本版的修订工作。本版由朱泗芳,徐绍军担任主编。

本书由浙江大学施岳定教授审阅。施教授对书稿进行了仔细审阅,提出了许多宝贵的意见,对保障本书质量提供了很大的帮助,在此特向施岳定教授表示衷心的感谢。

本书在修订过程中,得到了教研室全体同志的大力支持,在此表示感谢。

限于编者水平,书中难免有不当之处,恳请使用本书的读者及图学界同仁批评指正。

编 者

2004年11月于长沙

目 录

绪论	1	2.3.3 一般位置直线的真长及其对投影面倾角的求法	43
第 1 章 制图的基本知识与技能	2	2.3.4 两直线的相对位置	51
1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定	2	2.4 平面的投影	53
1.1.1 图纸幅面及格式	2	2.4.1 平面的表示法	53
1.1.2 标题栏	4	2.4.2 各种位置平面的投影特性	54
1.1.3 明细栏	4	2.4.3 投影面垂直面的真形求法	59
1.1.4 比例	4	2.4.4 平面上的直线和点	60
1.1.5 字体	5	2.5 直线与平面相交和平面与平面相交	63
1.1.6 图线	8	2.5.1 直线与平面相交	63
1.1.7 尺寸注法	11	2.5.2 平面与特殊位置平面相交	64
1.2 几何作图	17	第 3 章 立体及其表面交线的投影	67
1.2.1 斜度	17	3.1 立体的投影	67
1.2.2 锥度	18	3.1.1 平面立体的投影	67
1.2.3 圆弧连接	19	3.1.2 平面立体表面上的点和直线	69
1.3 平面图形分析及画图	23	3.1.3 回转体的投影	70
1.3.1 平面图形的尺寸分析	23	3.1.4 回转体表面上的点和直线	72
1.3.2 平面图形的线段分析	23	3.1.5 不完整回转体	75
1.3.3 平面图形的画图步骤	24	3.2 平面与立体相交	76
1.4 徒手画图	25	3.2.1 平面与平面立体相交	77
1.4.1 徒手画图的基本概念及应用	25	3.2.2 平面与回转体相交	80
1.4.2 徒手画图的基本方法	25	3.3 两回转体相交	87
第 2 章 点、直线和平面的投影	29	3.3.1 回转体表面相贯线的作图方法	87
2.1 投影法和视图的基本概念	29	3.3.2 相贯线的特殊情况	92
2.1.1 投影法	29	3.3.3 组合相贯线的画法	93
2.1.2 物体的三视图	30	第 4 章 组合体的构成与表达	94
2.2 点的投影	33	4.1 组合体的构成与形体分析	94
2.2.1 点的三面投影图	33	4.1.1 组合体的构成方式	94
2.2.2 点的三面投影与直角坐标	35	4.1.2 形体表面的连接关系	95
2.2.3 两点的相对位置	35	4.1.3 组合体的形体分析法	97
2.3 直线的投影	37	4.2 组合体的视图表达	98
2.3.1 直线的投影特性	37	4.2.1 组合体视图的画法	98
2.3.2 各种位置直线的投影特性	39		

4.2.2 组合体的尺寸标注	100	6.2.3 用 AutoCAD 绘制二维图形	175
4.3 组合体的轴测图表达	107	6.2.4 阴影图案填充	184
4.3.1 轴测图的基本知识	107	6.2.5 文本标注	185
4.3.2 正等轴测图	108	6.2.6 图形的编辑	187
4.3.3 斜二等轴测图	117	6.2.7 尺寸标注	198
4.4 组合体视图的读图方法	120	6.2.8 块及其属性	208
4.4.1 读图的基本要领	120	6.2.9 零件图绘制举例	213
4.4.2 读图的方法与步骤	123	6.3 计算机三维实体造型	216
4.4.3 已知两视图补画第三视图	126	6.3.1 三维坐标	216
4.5 组合体的构形设计	128	6.3.2 创建三维实体	217
4.5.1 组合体的构形原则	128	6.3.3 修改三维实体	223
4.5.2 构形设计的基本方法	129	6.3.4 用户坐标系	230
4.5.3 组合体构形的一般步骤	130	6.3.5 观察三维图形	233
4.5.4 组合体和构形设计举例	130	6.3.6 组合实体的造型	239
第 5 章 机件的表达方法	134	6.3.7 由三维造型图生成二维工程图	259
5.1 视图	134	第 7 章 机械图	266
5.1.1 基本视图	134	7.1 标准件与常用件	267
5.1.2 向视图	134	7.1.1 螺纹及螺纹紧固件	267
5.1.3 局部视图	134	7.1.2 键、销连接	283
5.1.4 斜视图	136	7.1.3 滚动轴承	286
5.1.5 第三角画法简介	137	7.1.4 弹簧	289
5.2 剖视图	139	7.1.5 齿轮	290
5.2.1 剖视图的概念和画法	140	7.2 零件图	299
5.2.2 剖视图的种类	142	7.2.1 零件图的作用与内容	299
5.2.3 剖切面的种类和剖切方法	148	7.2.2 零件的视图表达	300
5.2.4 剖视图中肋与轮辐的画法	153	7.2.3 零件图的尺寸标注	308
5.3 断面图	155	7.2.4 零件图中的技术要求	312
5.3.1 断面图的概念	155	7.2.5 零件结构的工艺性简介	327
5.3.2 断面图种类	155	7.2.6 读零件图	331
5.4 其他表达方法	158	7.3 装配图	333
5.4.1 局部放大图	158	7.3.1 装配图的作用与内容	333
5.4.2 简化画法	158	7.3.2 装配图的表达方法	335
5.5 表达方法的综合应用	164	7.3.3 装配图的尺寸标注和技术要求	338
第 6 章 计算机绘图	168	7.3.4 装配图中的零件序号和明细栏	339
6.1 概述	168	7.3.5 装配结构的合理性简介	340
6.2 计算机二维绘图	168	7.3.6 部件测绘与装配图的画法	341
6.2.1 AutoCAD 基础知识	168	7.3.7 读装配图和由装配图拆画零	
6.2.2 辅助绘图工具	172	件图	349

第 8 章 其他图样简介	355	8.3.1 概述	371
8.1 展开图	355	8.3.2 房屋建筑图的有关规定	372
8.1.1 平面立体的展开图	355	8.3.3 读厂房建筑图	378
8.1.2 曲面立体的展开图	357	附录	385
8.2 焊接图	362	附录 1 标准结构	385
8.2.1 焊缝的图示法及符号标注	363	附录 2 标准件	390
8.2.2 焊接方法的数字代号	368	附录 3 极限与配合	403
8.2.3 常见焊缝的标注示例	368	附录 4 常用材料及热处理	410
8.2.4 焊接图示例	370	附录 5 CAD 工程制图规则	414
8.3 房屋建筑图	371	参考文献	415

绪 论

1. 本课程的性质和任务

在工程建设中，通常要将机器和建筑物等的结构形状、尺寸大小、使用材料以及生产上的技术要求，按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上，这就是工程图样。

工程图样是工程信息的有效载体，是工程技术部门的重要技术文件。它集中了工程产品的设计、制造、使用等多方面的信息，是表达交流技术思想的重要工具，被喻为工程界的“技术语言”。

本课程是一门研究如何阅读、绘制工程图样的技术基础课，它既介绍工程图样的图示原理、绘制与阅读的方法以及有关标准，又介绍如何应用计算机进行图形的生成和处理等技术。它的主要任务是：

- (1) 学习正投影的基本原理及其应用；
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力；
- (3) 培养使用绘图软件绘制工程图样的基本能力；
- (4) 培养创新能力和构形设计的初步能力。

此外，在教学过程中还必须有意识地培养学生的自学能力、分析和解决问题的能力，以及培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

2. 本课程的学习方法

(1) 准确掌握投影法的基本概念，原理和作图方法。在学习过程中，着重掌握用平面图形正确表达空间物体的形状，以及根据平面图形正确想象出物体的空间形状。

(2) 本课程是一门实践性很强的课程，因此要理论联系实际。除了在课堂上认真听课之外，还要及时完成一定数量的习题和制图作业，掌握正确的绘图方法和步骤，进行仪器绘图、徒手绘图的一些基本技能训练。多画、多看、多想，不断地由物画图或由图想物，才能逐步掌握教材的基本内容。

(3) 对于计算机绘图的内容，要上机操作。在上机操作过程中，要将教材中计算机绘图章节中的各个例题逐一操作演示，并完成一定量的图形绘制，通过反复实践，才能掌握计算机绘图的一些技能技巧，逐渐培养熟练运用计算机生成和处理图形的能力。

(4) 严格遵守国家标准的有关规定，要熟悉编排在教材正文或附录中的最新国家标准，以树立贯彻最新国家标准的意识，培养查阅国家标准的能力。

第1章 制图的基本知识与技能

1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定

图样是现代工业生产中的主要技术文件。为了便于生产和技术交流,必须对工程图样的图幅大小、格式、比例、字体、图线、尺寸标注、表达方法等内容建立统一的规定。每个工程技术人员都必须树立标准化的概念,严格遵守,认真执行国家标准。

《技术制图》和《机械制图》国家标准是由中华人民共和国质量监督检验检疫总局发布的基础技术标准和行业技术标准。国家标准简称“国标”,用汉语拼音首字母“GB”表示;国家标准分为强制性和推荐性标准,其中推荐性国家标准在GB后加“/T”,字母后的两组数字,分别表示标准的顺序号和标准发布的年份。如“GB/T 17451—1998 技术制图 图样画法 视图”即表示制图标准;图样画法的视图部分,顺序号为17451,发布年份为1998年。本节将介绍最新的《技术制图》与《机械制图》国家标准中的部分内容。

1.1.1 图纸幅面及格式(摘自 GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

为了方便装订、保管图纸,绘制工程图样时,优先采用基本图纸幅面,具体规格尺寸见表1-1。必要时可采用加长幅面,这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,规格尺寸可查阅GB/T 14689—1993。

表 1-1 图纸基本幅面和图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图幅格式

在图纸上,必须用粗实线画出图框,其格式有不留装订边(图1-1a、b)和留装订边(图1-1c、d)两种,但同一产品的图样只能采用一种格式,两种图框格式、尺寸见表1-1。一般情况下宜采用A3幅面横装和A4幅面竖装。

为了使图样复制和缩微摄影定位方便,如图1-2所示均应在图纸各边的中点处画出对中符号,对中符号用线宽不小于0.5 mm的粗实线绘制,长度从图纸边界开始至伸入图框内约5 mm。

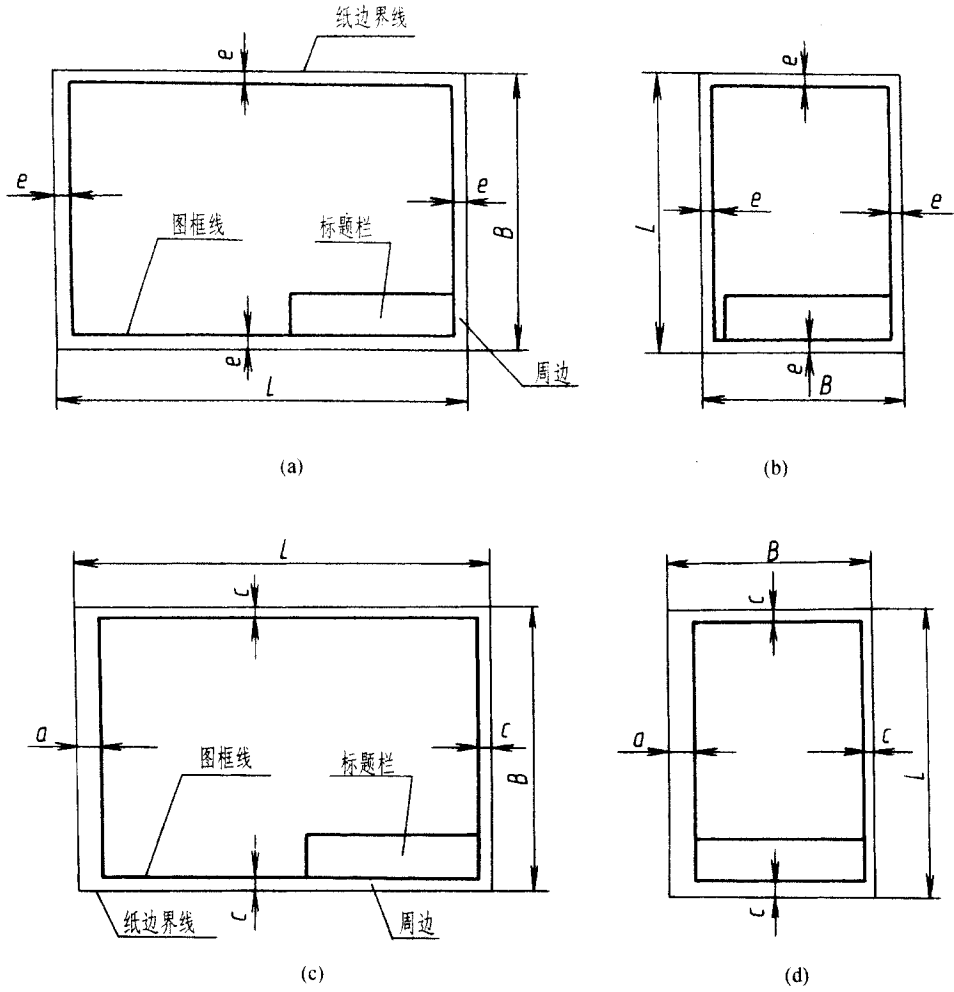


图 1-1 图纸幅面和格式

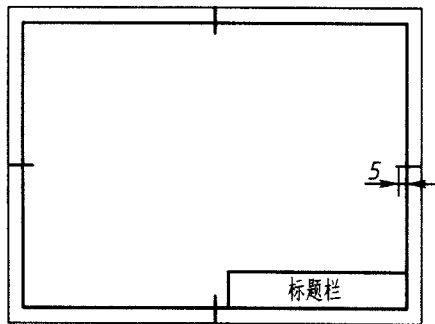


图 1-2 图幅的对中符号

1.1.2 标题栏(摘自 GB/T 10609.1—1989)

每一张工程图样必须绘制标题栏,其位置一般如图 1-1 所示。标题栏中的文字方向为看图方向。GB/T 10609.1—1989 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定(图 1-3)。

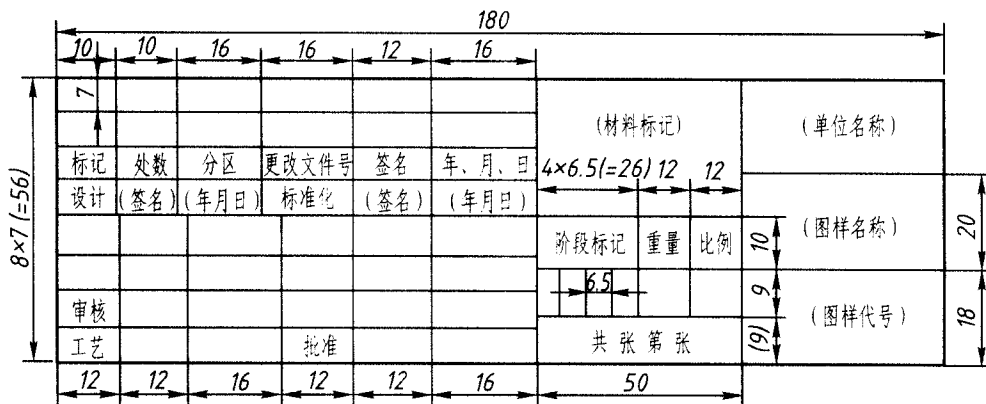


图 1-3 标题栏的格式、尺寸和内容

学生在学校做制图作业时,可采用如图 1-4 所示的标题栏格式,标题栏外框用粗实线、内框用细实线绘制,标题栏内的图名和校名用 10 号字,其余用 5 号字。

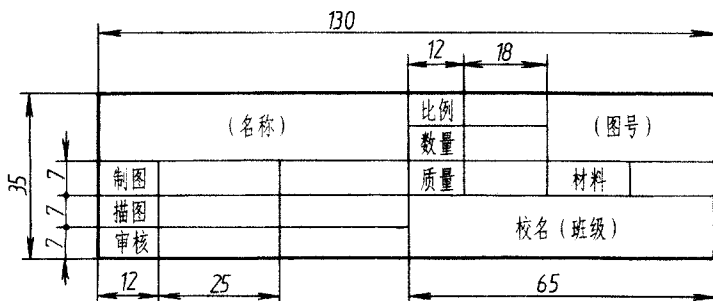


图 1-4 标题栏格式(制图作业中使用)

1.1.3 明细栏(摘自 GB/T 10609.2—1989)

装配图中应绘制明细栏,明细栏一般配置在标题栏的上方,按由下至上的顺序填写。其格式、尺寸和内容如图 1-5 所示。

1.1.4 比例(摘自 GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比值为 1 的比例称为原值比例,比值大于 1 的比例称为放大比例,比值小于 1 的比例称为

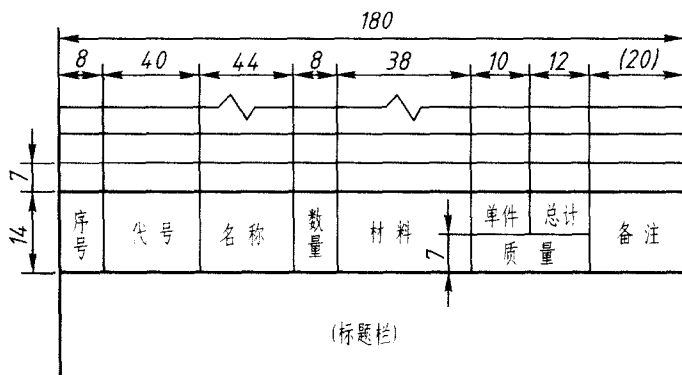


图 1-5 明细栏的格式、尺寸和内容

缩小比例。需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例；必要时，允许选用表 1-2 中带括号的比例。

表 1-2 绘图比例

种 类	比 例				
原值比例	1:1				
放大比例	2:1	5:1	$1 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$
	(4:1)	($2.5 \times 10^n:1$)	($4 \times 10^n:1$)	(2.5:1)	
缩小比例	1:2	1:5	$1:1 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
	(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。

比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1、1:2、2:1 等。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，如：

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \frac{\text{墙板位置图}}{1:200} \quad \text{平面图 } 1:100$$

为了方便读图，建议尽可能按物体的实际大小用 1:1 的比例画图，如物体太大或太小，则采用缩小或放大比例画图，不论采用何种比例，图样中标注的尺寸数值必须是物体的实际尺寸，如图 1-6 所示。

1.1.5 字体(摘自 GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

图样中书写字体必须做到：字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。汉字应写成长仿宋体字，并采用国家正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。

字体的高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为：1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

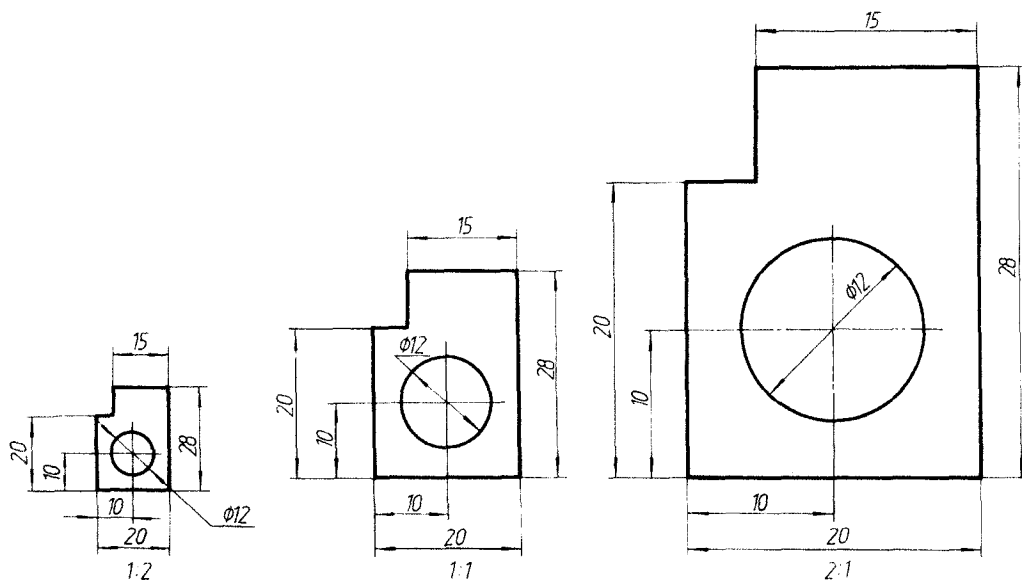


图 1-6 图形比例与尺寸数值的标注

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 $1/10$ ，在同一图样上，只允许选用一种形式的字体，字母和数字可写成斜体或直体，斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

用作指数、分数、极限偏差、注角等的数字和字母，一般应采用小一号的字体。

2. 字体示例

(1) 汉字——长仿宋体示例

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

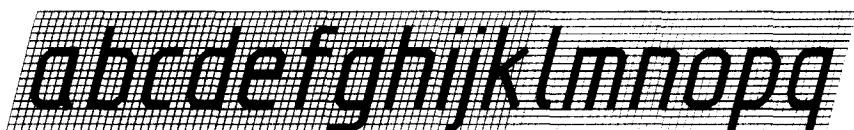
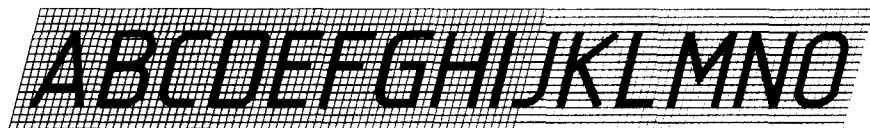
5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

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

(2) A 型斜体拉丁字母示例



(3) A 型斜体数字示例



3. 写汉字的要领

长仿宋体字的书写要领：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

汉字长仿宋体的基本笔画如表 1-3 所示，偏旁部首写法如图 1-7 所示。

表 1-3 汉字基本笔画

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾	
基本笔画及运笔法	尖点 	平横 	竖 	平撇 	斜捺 	平挑 	左折 	右折 	竖勾
	垂点 	斜横 	直撇 	平捺 	斜挑 	斜折 	双折 	左曲勾 	右曲勾
	撇点 							平勾 	竖弯勾
	上挑点 							包勾 	横折弯勾

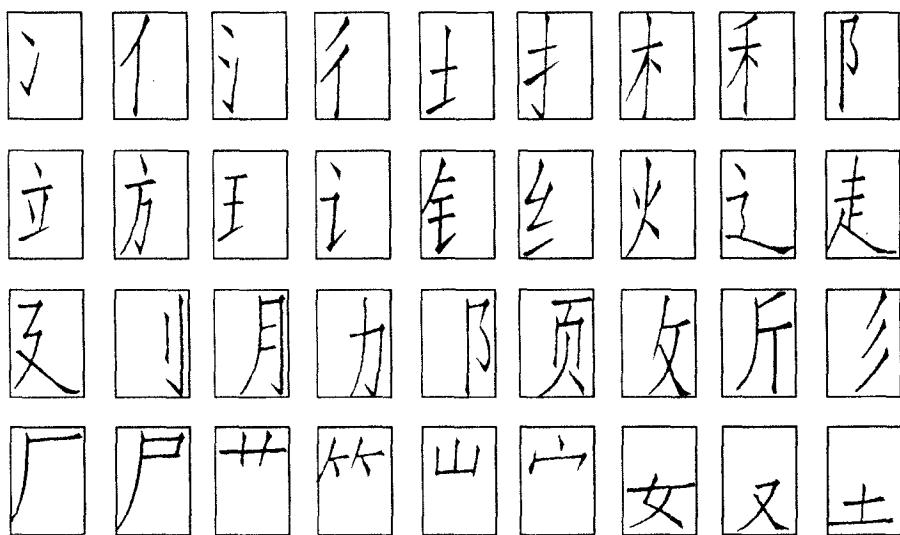


图 1-7 汉字长仿宋体偏旁部首写法

为了保证字体大小一致，排列整齐，初学时应画格书写，字与字的间隔为字高的 $1/4$ 左右，行距约为字高的 $1/3$ 。书写时，笔画要一笔写成，不要勾描。

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

图样中的图形是由多种图线组成的，国家标准规定了各种图线的名称、尺寸(宽度、构成)、画法。

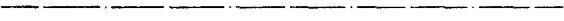

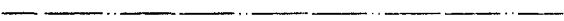
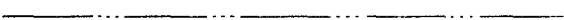


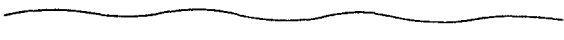
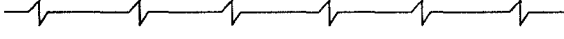
1. 线型

国家标准规定的基本线型代码、描述、名称以及基本线型变形的部分线型和实线的组合线型如表 1-4 所示。

表 1-4 基本线型及部分基本线型变形和实线的组合线型

代码 No.	基本线型	名称
01	————	实线
02	- - - - -	虚线
03	— — — — —	间隔画线
04	· · · · ·	点画线
05	· · · · ·	双点画线
06	· · · · ·	三点画线
07	· · · · ·	点线
08	— · · · ·	长画短画线
09	— · · · ·	长画双短画线
10	· · · · ·	画点线

续表

代码 No.	基本线型	名称
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线
	基本线型的变形	
		规则波浪连续线
		波浪线(徒手连续线)
	实线的组合(实线间断时)线型	
		双折线

2. 图线的尺寸

(1) 图线的宽度


所有线型的图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择。该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)。

0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。




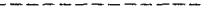




粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。一般粗线和中粗线宜在 0.5 ~ 2 mm 之间选取, 应尽量保证在图样中不出现宽度小于 0.18 mm 的图线。

建筑图样上, 可以采用三种线宽的图线, 其比率关系为 4:2:1; 机械图样上采用两种线宽, 粗线与细线的比率关系为 2:1。机械图样上采用的图线代码、名称、线型形式及一般应用如表 1-5 所示; 图线宽度和图线组别如表 1-6 所示。

表 1-5 机械图样线型代码、名称、形式及应用

代码 No.	名称	线型	一般应用
01.2	粗实线		可见棱边线 可见轮廓线 相贯线 螺纹牙顶线和螺纹长度终止线 齿顶圆(线) 剖切符号用线

续表

代码 No.	名称	线型	一般应用
01.1	细实线		过渡线 尺寸线、尺寸界线 指引线和基准线 剖面线、投影线 重合断面的轮廓线 短中心线 螺纹牙底线 表示平面的对角线 范围线及分界线 重要要素的表示线如齿轮的齿根线
	波浪线		断裂处边界线；视图与剖视图的分界线 ^a
	双折线		断裂处边界线；视图与剖视图的分界线 ^a
02.1	细虚线		不可见棱边线 不可见轮廓线
02.2	粗虚线		允许表面处理的表示线
04.1	细点画线		轴线 对称中心线 分度圆心线 孔系分布的中心线 剖切线
04.2	粗点画线		限定范围表示线
05.1	细双点画线		相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线 重心线 成形前轮廓线 剖切面前的结构轮廓线 轨迹线

a: 在一张图样上一般采用一种线型, 即采用波浪线或双折线。