

普通高等教育“十三五”规划教材

工程制图

(非机类专业)

于春艳 田福润 主编

胡玉珠 主审



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

工程制图

(非机类专业)

于春艳 田福润 主编

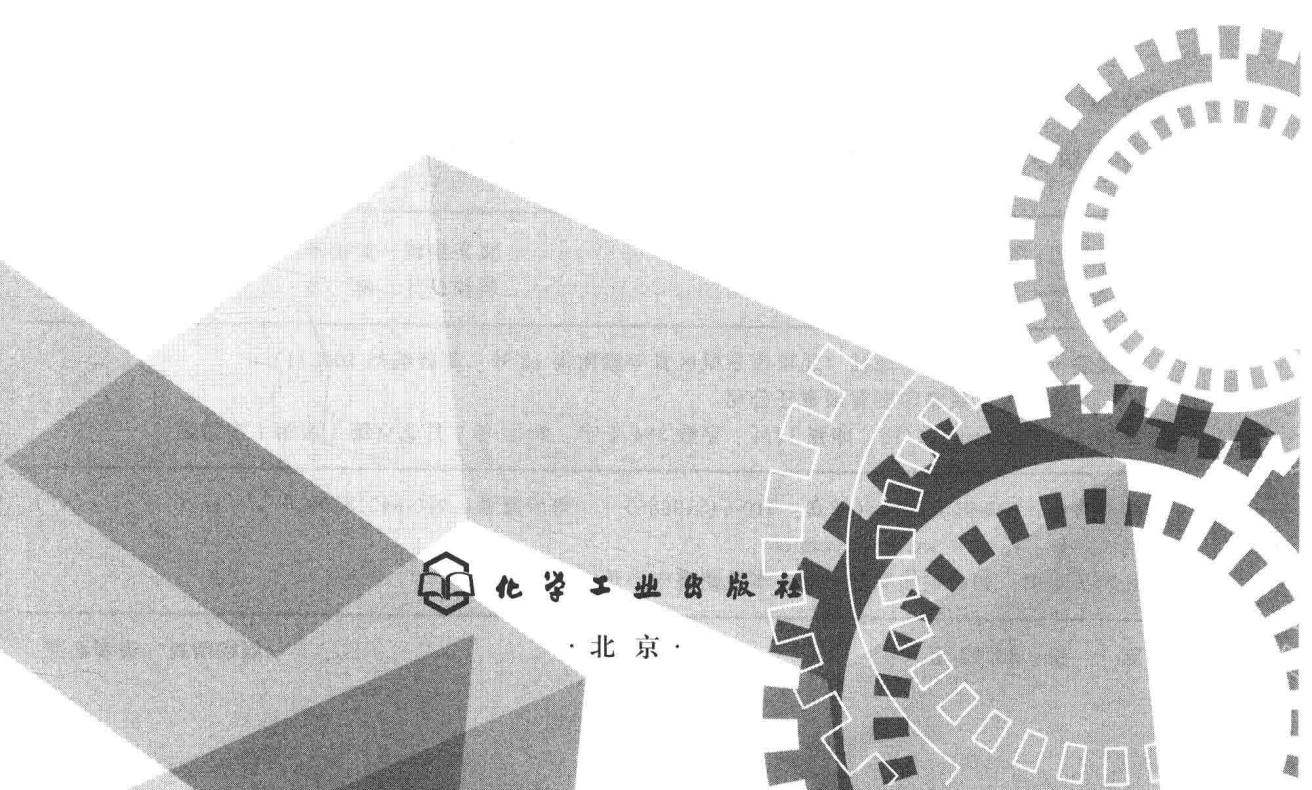
金乌吉斯古楞 满羿 副主编

胡玉珠 主审



化学工业出版社

· 北京 ·



本书是依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会于 2010 年制定的《普通高等学校工程图学教学基本要求》编写而成。

全书共分九章,内容包括:制图基本知识和技能,正投影基础,基本体及表面交线的投影,轴测图,组合体,机件的表达方法,机械图,建筑施工图、设备施工图等。

本教材可作为应用型本科院校各专业的工程制图课程教材(参考教学时数为 56~96 学时),也可作为民办本科、高职高专、成人教育等教材。

另外笔者还编写了《工程制图习题集》(非机类专业)与本书配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图:非机类专业/于春艳,田福润主编. —北京:化学工业出版社,2016.6

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-26970-6

I. ①工… II. ①于… ②田… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 100871 号

责任编辑:满悦芝 石磊

文字编辑:刘丽菲

责任校对:宋玮

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 364 千字 2016 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:33.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本教材依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会于2010年制定的《普通高等学校工程图学教学基本要求》，结合工程图学的发展趋势及应用型本科人才培养的要求编写而成。

书中全部采用最新颁布的国家标准编写。本教材以力争突出绘图、读图能力培养为主要特点，坚持以掌握概念、注重培养应用能力为主线。在课程体系和编排次序上，做到重点突出，循序渐进，符合认识规律，方便教与学。对基础理论以“必需、够用”为指导，强化“空间-平面”之间的相互转化，突出能力培养特色。

教材在知识结构方面可分为三大部分。①画法几何：包括投影法、点线面投影、立体及其表面交线等内容。②制图基础：包括制图的基本知识和技能、组合体、轴测图、机件表达方法等内容。③专业图：包括机械图、建筑施工图、设备施工图等内容。教学时，可根据各专业的需要对内容作不同的取舍。

本教材可作为应用型本科院校各专业的工程制图课程教材（参考教学时数为56~96学时），也可作为民办本科、高职高专、成人教育等教材。

为了便于学生学习，巩固教材中的知识，提高教学效果，我们还编写了《工程制图习题集（非机类专业）》与本教材配套使用。

本教材由于春艳、田福润主编；金乌吉斯古楞、满羿副主编；参加编写的还有黄坤、曹文龙、甘荣飞、祝艺丹。具体分工如下：于春艳（第一、二、五章、附录）；田福润（第六、七章）；金乌吉斯古楞（第三、四章）；满羿（第八、九章）。

本书由长春建筑学院胡玉珠教授主审；审稿人对本教材初稿进行了详尽的审阅和修改，提出许多宝贵意见，在此，对她表示衷心感谢。

本书出版之际，特向对本书作出贡献的其他人员表示感谢。在编写过程中，我们参考了一些同类教材，特向编者表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者
2016年6月

目 录

绪论	1
一、本课程的地位、性质和任务	1
二、本课程的内容与要求	1
三、本课程的学习方法	1
第一章 制图的基本知识和技能	3
第一节 制图国家标准的基本规定	3
一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)、标题栏 (GB/T 10609. 1—2008)	3
二、比例 (GB/T 14690—1993)	5
三、字体 (GB/T 14691—1993)	5
四、图线 (GB/T 4457. 4—2002)	8
五、尺寸注法 (GB 4458. 4—2003、GB/T 16675. 2—2012)	9
第二节 绘图工具及其使用	13
一、图板和丁字尺	13
二、三角板	14
三、圆规和分规	14
四、铅笔	15
五、其他	15
第三节 几何作图	17
一、等分作图	17
二、斜度和锥度	18
三、圆弧连接	20
第四节 平面图形的分析及画法	22
一、平面图形的分析	22
二、平面图形的作图步骤	23
第五节 徒手绘图	24
一、画草图的要求	24
二、草图的绘制方法	24
本章小结	27
复习思考题	27
第二章 正投影基础	29
第一节 投影法概述	29
一、投影法概述	29

二、正投影的投影特性	29
三、工程上常用的投影图	30
第二节 点的投影	31
一、点的三面投影	31
二、点的坐标	33
三、两点的相对位置和重影点	34
第三节 直线的投影	35
一、各种位置直线的投影特性	36
二、直线上点的投影特性	38
三、两直线的相对位置	39
第四节 平面的投影	42
一、平面的表示方法	42
二、各种位置平面的投影特性	42
三、平面上的点和直线	46
本章小结	49
复习思考题	50
第三章 基本体及表面交线的投影	51
第一节 基本体的投影	51
一、平面立体的投影	51
二、曲面立体的投影	52
第二节 平面与立体相交	57
一、平面与平面立体相交	57
二、平面与曲面立体相交	60
第三节 立体与立体相贯	64
一、相贯线的画法	64
二、相贯线的特殊情况	68
本章小结	69
复习思考题	70
第四章 轴测图	71
第一节 轴测图的基本概念	71
一、轴测图的形成	71
二、轴间角与轴向伸缩系数	71
三、轴测图的基本性质	72
四、轴测图的分类	72
第二节 正等轴测图	72
一、正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	73
二、正等轴测图的画法	73
第三节 斜二轴测图	79
一、斜二轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	79
二、斜二轴测图的画法	79
第四节 轴测草图的画法	81

一、绘制草图的几项基本技能	81
二、绘制轴测草图的注意事项	83
本章小结	85
复习思考题	85
第五章 组合体	87
第一节 组合体的构成及形体分析	87
一、组合体的构成形式	87
二、形体分析与线面分析	87
三、组合体相邻表面之间的连接关系	88
第二节 组合体三视图的画法	89
一、以叠加为主的组合体三视图的绘图方法和步骤	89
二、以切割为主的组合体三视图的画图方法和步骤	92
第三节 组合体的尺寸标注	93
一、尺寸的种类及尺寸基准	93
二、组合体的尺寸标注	94
第四节 组合体视图的识读	99
一、读图要点	99
二、形体分析法识读组合体视图	104
三、线面分析法识读组合体视图	104
四、补图、补漏线	106
本章小结	109
复习思考题	110
第六章 机件的表达方法	111
第一节 视图	111
一、基本视图	111
二、向视图	112
三、局部视图和斜视图	113
第二节 剖视图	114
一、剖视图的概念	115
二、剖视图的画法	115
三、剖视图的种类	117
四、剖切面的种类和剖切方法	120
第三节 断面图	124
一、断面图的概念	124
二、移出断面图	124
三、重合断面图	126
第四节 局部放大图和其他表达方法	126
一、局部放大图	126
二、规定画法和简化画法	126
第五节 综合举例	129
一、泵体的形体分析	130

二、分析两种表达方案	131
第六节 第三角投影法简介	132
一、第三角投影基本知识	132
二、基本视图的配置	133
本章小结	134
复习思考题	135
第七章 机械图	137
第一节 标准件与常用件	137
一、螺纹和螺纹紧固件	137
二、键连接	141
三、销连接	143
四、齿轮	143
五、滚动轴承	145
第二节 零件图	147
一、零件图的内容	148
二、零件图的视图选择	148
三、零件图的尺寸标注	149
四、零件图技术要求的注写	152
五、读零件图	155
第三节 装配图	157
一、装配图的内容	157
二、读装配图	158
三、由零件图画装配图	159
本章小结	165
复习思考题	165
第八章 建筑施工图	166
第一节 概述	166
一、房屋的组成及其作用	166
二、房屋施工图的分类	167
三、建筑施工图的一般规定	167
第二节 总平面图	170
一、总平面图的形成及作用	170
二、常用图例	170
三、总平面图的图示内容	170
四、总平面图的识读	171
第三节 建筑平面图	172
一、建筑平面图的形成、作用及分类	172
二、建筑平面图中常用的图例	172
三、平面图的图示内容	172
四、建筑平面图的识读	174
五、建筑平面图的画图步骤	174

第四节 建筑立面图	180
一、建筑立面图的形成、作用及分类	180
二、建筑立面图的图示内容	180
三、建筑立面图的识读	181
四、建筑立面图的画图步骤	181
第五节 建筑剖面图	182
一、建筑剖面图的形成及作用	182
二、建筑剖面图的图示内容	182
三、建筑剖面图的识读	183
四、建筑剖面图的画图步骤	183
第六节 建筑详图	184
一、概述	184
二、外墙剖面详图	184
本章小结	186
复习思考题	186
第九章 设备施工图	187
第一节 给水排水施工图	187
一、室内给水排水系统的组成	187
二、给水排水施工图的一般规定	188
三、给水排水平面图	189
四、给水排水系统图	190
五、管道上的构配件详图	192
六、室内给水排水工程图的阅读	193
第二节 采暖施工图	198
一、室内采暖系统的组成	198
二、采暖工程图的一般规定	199
三、采暖平面图	199
四、采暖系统图	201
五、详图	202
六、室内采暖工程图的阅读	203
第三节 电气施工图	206
一、电气施工图的组成	206
二、电气施工图的一般规定	206
三、室内电气平面图	208
四、室内电气系统图	209
五、建筑电气工程图的阅读	210
本章小结	214
复习思考题	214
附录	215
主要参考文献	228

绪论

工程制图是研究工程图样的学科。根据投影原理、标准和有关规定,表示工程对象,并附有必要的技术说明的图,称为图样。工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是组织工业生产和工程施工、编制工程预算的必不可少的技术文件。凡是从事工程技术工作的人员都必须掌握这种技术语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

一、本课程的地位、性质和任务

本课程是工科院校相关专业必修的一门技术基础课。其主要任务是培养学生具有一定的绘制和阅读工程图样的能力、空间想象和思维能力以及绘图技能,为学习后续专业课程打下基础。本课程的主要任务如下。

- (1) 掌握投影法的基本理论及其应用。
- (2) 掌握正确地使用绘图仪器画图和徒手画图的方法。
- (3) 具有一定的空间想象能力和空间分析能力。
- (4) 能够绘制和阅读中等复杂程度的工程图样。
- (5) 具有创新精神和实践能力,具有认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的内容与要求

本课程的内容包括画法几何、制图基础、专业图三部分,具体内容与要求如下。

- (1) 画法几何是工程制图的理论基础,通过学习投影法,掌握表达空间几何形体及其表面几何元素(点、线、面)的基本理论和绘图的基本技能。
- (2) 制图基础要求学生学会正确使用绘图工具和仪器的方法,掌握国家标准中有关工程制图的基本规定,掌握工程形体和机件的画法、读图方法和尺寸标注。培养正确使用绘图工具、仪器和徒手绘图的能力。
- (3) 专业图要求学生能正确地阅读与绘制相关工程图样。所绘工程图样能够做到投影正确、尺寸完整、字体工整、线型标准、图面整洁、美观,符合有关国家标准的规定。

本课程只能为学生的绘图和读图打下一定的基础,要达到合格的工科学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。

三、本课程的学习方法

(1) 掌握基本理论 在学习中,必须注意空间几何关系的分析,掌握空间形体与投影图之间的内在联系。只有通过“从空间到平面,再从平面到空间”这样反复研究和思考,才能扎实掌握本课程的基本理论和图示方法。

(2) 注重实践环节 本课程是一门实践性较强的课程,在学习中除了课堂上认真听课,还要多动手绘图、多读图、多想象构思形体。应通过参观生产现场,借助模型、轴测图、实物等手段,增加实践知识和表象积累,培养和发展空间想象和思维能力。

(3) 按时完成作业 本课程的各种训练是通过一系列作业来贯彻的。由于本课程的基础

理论具有较强的系统性、逻辑性和一定的抽象性，因此要求学生在认真听课并及时复习的前提下，独立完成习题与绘图的训练。

(4) 培养严谨作风 由于工程图样是生产的依据，绘图和读图中的任何一点疏忽，都会给生产造成严重损失。所以，在学习中还应注意养成认真负责、耐心细致和一丝不苟的良好作风。画图时要确立对生产负责的观念，严格遵守国家标准，正确地使用绘图工具和仪器，以不断提高绘图质量和速度。

第一章 制图的基本知识和技能

图样是生产过程中的重要技术资料 and 主要依据。在画图和看图过程中，首先应对制图的基本知识有所了解。制图的基本知识内容包括技术制图的基本规定；绘图工具的正确使用；几何图形的作图方法以及平面图形的作图步骤等。

第一节 制图国家标准的基本规定

作为指导生产的技术文件，工程图样必须有统一的标准。这些标准对科学生产和图样管理起着重要作用，在绘图时应熟悉并严格遵守国家标准的相关规定。

国家标准简称“国标”，代号为“GB”，如《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)中，“GB/T”为推荐性国家标准，“14689”为标准的编号，“2008”为标准发布的年号。除“GB/T”外，国标中还有“GB/Z”指导性国标，“GB”强制性国标等。

《技术制图》标准对图纸幅面、比例、图线和字体等均有明确规定。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)、标题栏(GB/T 10609.1—2008)

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时，也允许按照国标规定的方法使用加长幅面，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-1 所示。

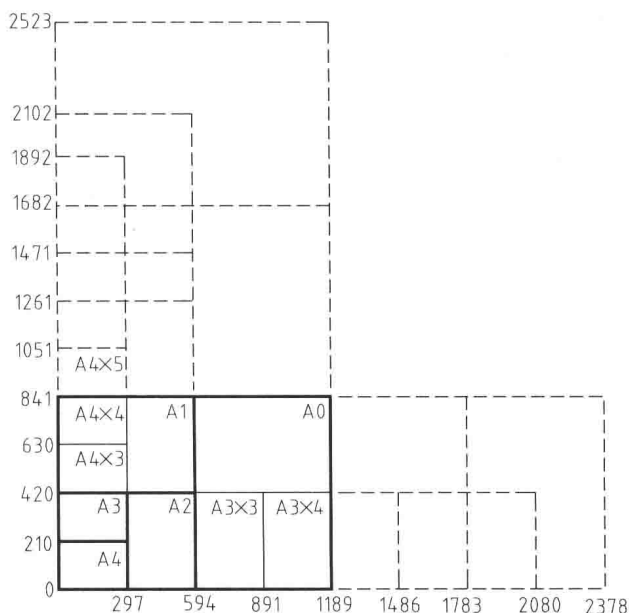


图 1-1 基本幅面与加长幅面的尺寸

表 1-1 图纸幅面和边框尺寸

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				

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。其格式分别见图 1-2 和图 1-3 所示，尺寸见表 1-1 中的规定。加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

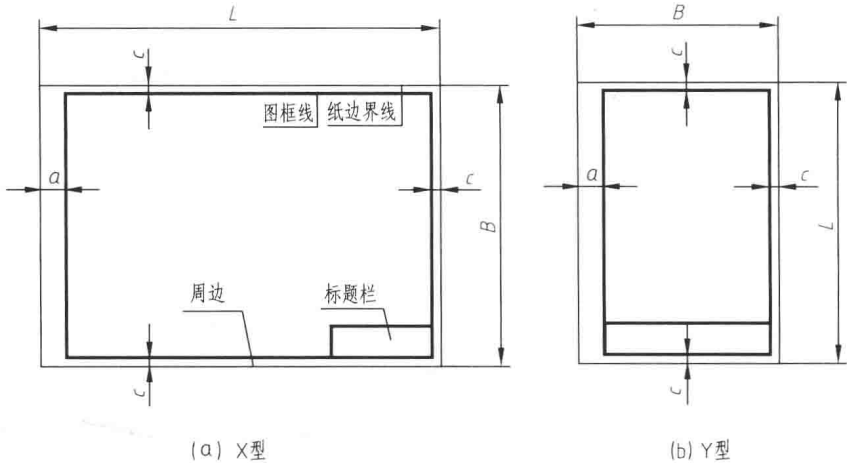


图 1-2 有装订边图纸的图框格式

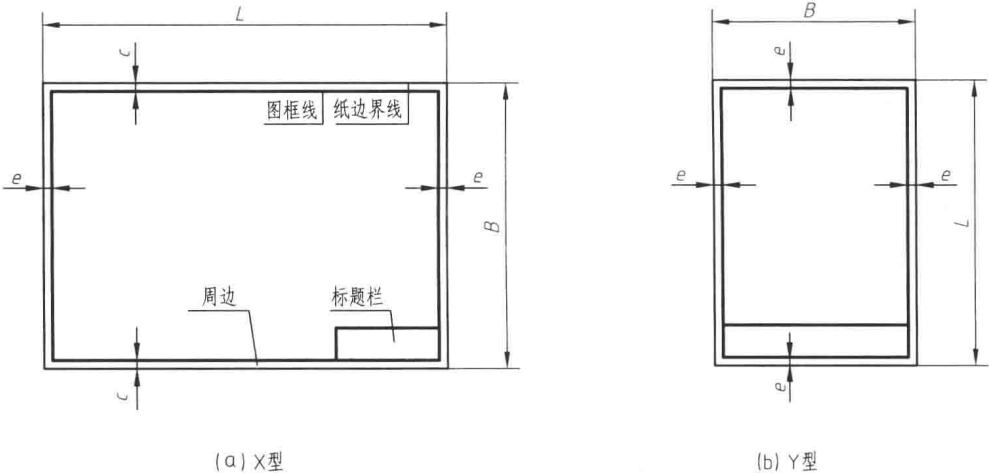


图 1-3 不留装订边图纸的图框格式

3. 标题栏

(1) 标题栏的方位 每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示。标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸；若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸。在此情况下，看图的方向

向与看标题栏的方向一致。

(2) 标题栏的格式和尺寸 《技术制图 标题栏》(GB 10609.1—2008) 对标题栏的格式和尺寸作了详细规定, 其中涉及内容项目较多。建议制图作业的标题栏采用图 1-4 所示的简化格式。

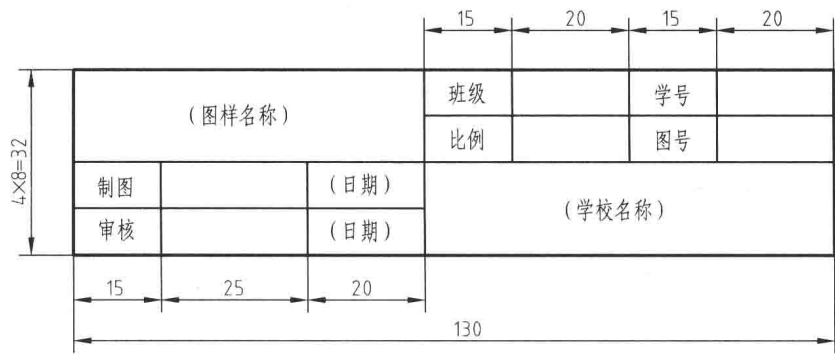


图 1-4 学校用简化标题栏

二、比例 (GB / T 14690—1993)

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 (1 : 1); 比值大于 1 的比例称为放大比例 (如 2 : 1); 比值小于 1 的比例称为缩小比例 (如 1 : 2)。

需要按比例绘制图样时, 应符合表 1-2 规定, 在系列中选取适当的比例。

表 1-2 比例

种类	优先选用比例	允许选用比例
原值比例	1 : 1	
放大比例	5 : 1 2 : 1	4 : 1 2.5 : 1
	$5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6
	$1 : 2 \times 10^n$ $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 2 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

比例标注方法如下。

(1) 比例符号应以 “:” 表示。比例标注方法如 1 : 1、1 : 500、20 : 1 等。

(2) 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: $\frac{I}{2 : 1}$ 、 $\frac{A \text{ 向}}{1 : 100}$ 、 $\frac{B-B}{2.5 : 1}$ 、平面图 1 : 100。

三、字体 (GB / T 14691—1993)

在图样上除了应表达机件的形状外, 还需要用文字和数字注明机件的大小、技术要求及其他说明。

1. 字体的书写要求

字体书写必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2. 字体的号数

字体的高度代表字体的号数。字体的高度 (用 h 表示) 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 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

3. 汉字

图样及说明中的汉字应写成长仿宋字，大标题、图册封面、地形图等汉字，也可以写成其他字体，但应易于辨认。汉字的书写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。汉字高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

仿宋字的笔画要横平竖直，注意起落，现介绍常用笔画的写法及特征（表 1-3）。

- (1) 横画基本要平，可略向上自然倾斜，运笔起落略顿一下笔，使尽端形成小三角，但应一笔完成。
- (2) 竖画要铅直，笔画要刚劲有力，运笔同横画。
- (3) 撇的起笔同竖，但是随斜向逐渐变细，运笔由重到轻。
- (4) 捺的运笔和撇的运笔相反，起笔轻而落笔重，终端稍顿笔再向右尖挑。
- (5) 挑画是起笔重，落笔尖细如针。
- (6) 点的位置不同，其写法不同，多数的点是起笔轻而落笔重，形成上尖下圆的形象。
- (7) 竖钩的竖同竖画，但要挺直，稍顿后向左上尖挑。
- (8) 横钩由两笔组成，横同横画，末笔应起重轻落，钩尖如针。
- (9) 弯钩有竖弯钩、斜弯钩和包钩三种，竖弯钩起笔同竖画，由直转弯过渡要圆滑，斜弯钩的运笔要由轻到重再到轻，转变要圆滑，包钩由横画和竖钩组成。

表 1-3 长仿宋字体基本笔画

字体	点	横	竖	撇	捺	挑	折	钩
形状	丶	一	丨	丿	㇏	㇀	𠃍	乚
运笔	丶	一	丨	丿	㇏	㇀	𠃍	乚

长仿宋字示例，如图 1-5 所示。



图 1-5 长仿宋字体

4. 字母和数字

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 ）的十四分之一，B 型字体的笔画宽度（ d ）为字高（ h ）的十分之一。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° 。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。当数字与汉字同行书写时，其大小应比汉字小一号，并宜写直体。其运笔顺序如图 1-6 所示。

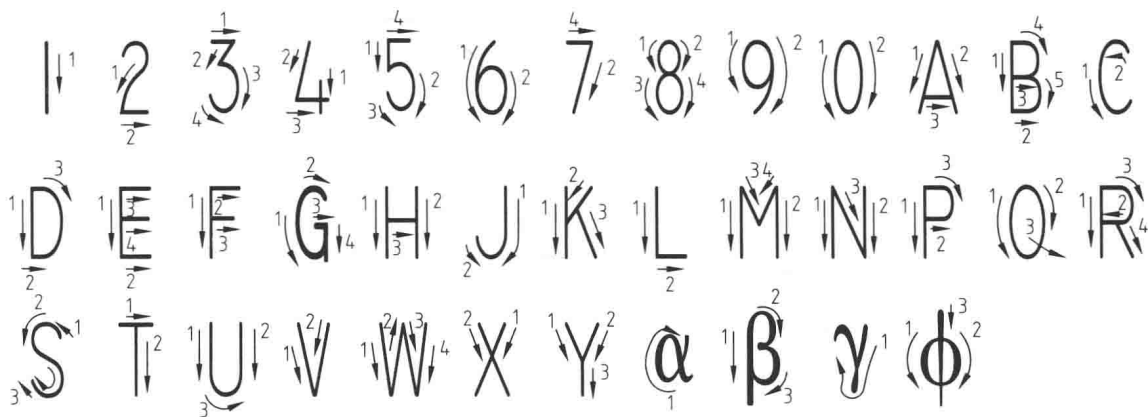
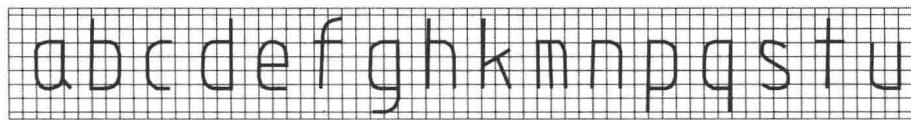


图 1-6 字母和数运笔顺序

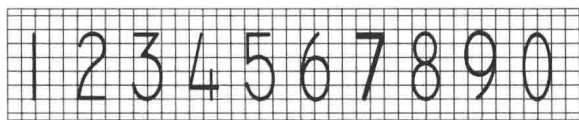
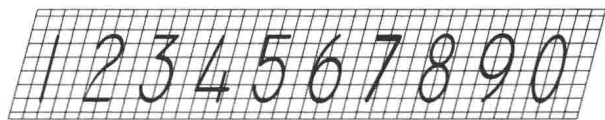
字母和数字示例如图 1-7 所示。



(a) 大写拉丁字母示例



(b) 小写拉丁字母示例



(c) 阿拉伯数字示例

图 1-7

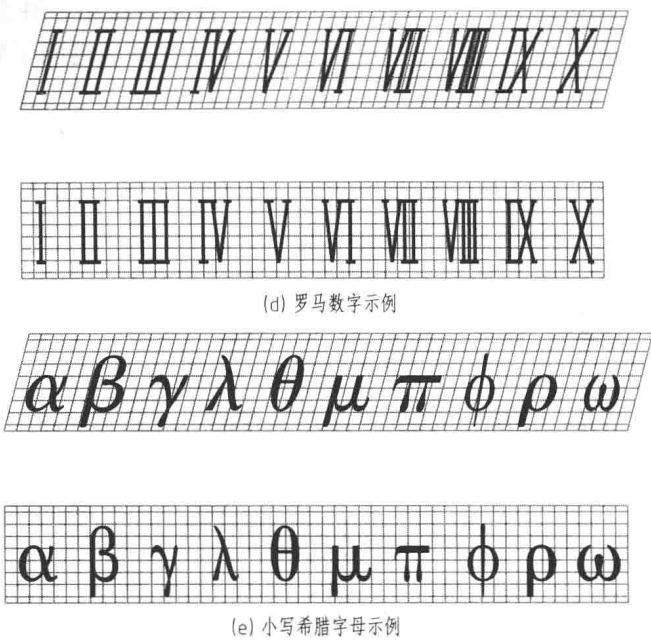


图 1-7 字母和数字的运笔顺序和示例

四、图线（GB / T 4457. 4—2002）

图形都是由不同的图线组成的，不同型式的图线有不同的含义，用以识别图样的结构特征。

1. 基本线型及其应用

国标规定基本线型见表 1-4。图 1-8 是各种图线的应用实例。

表 1-4 基本线型

代号 NO.	名称		线 型	宽度	用 途
01	实线	粗		d	可见轮廓线
		细		$0.5d$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线等
02	细虚线			$0.5d$	不可见轮廓线
04	点画线	粗		d	有特殊要求的线或表面的表示线
		细		$0.5d$	对称中心线、轴线、齿轮节线等
基本线型的变形	细双点画线			$0.5d$	极限位置的轮廓线等
图线的组合	折断线	细		$0.5d$	断开界线
	波浪线	细		$0.5d$	断开界线

2. 图线的宽度

标准规定了七种图线宽度，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：0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm、2mm。优先采用的图线宽度是 0.5mm 和 0.7mm。在机械图样中采用粗细两种线宽，它们之间的比例为 2 : 1，即细实线线宽为 $0.5d$ 。在制图课作业中建议采用的线宽为 0.7mm。

3. 图线的画法

在图纸上的图线，应做到：清晰整齐、均匀一致、粗细分明、交接正确。如图 1-8 所