

高等学校网络教育规划教材



画法几何与机械制图

(上)

臧宏琦 刘援越 叶 军◎编



西北工业大学出版社

高等学校网络教育规划教材

画法几何与机械制图

(上)

臧宏琦 刘援越 叶 军 编



西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是在总结了多年的网络课程教学经验的基础上,由西北工业大学网络教育学院规划编写的。本书共分12章,主要内容有绪论,制图的基本知识,投影的基本知识,点、直线和平面的投影,直线与平面、平面与平面的相对位置,投影变换,曲线、曲面,基本体及其表面交线,轴测投影,工程形体的表达方法等。与本书配套的《画法几何与机械制图习题集》由西北工业大学出版社同时出版。

本书可作为高等学校网络教育本、专科机械类、近机械类专业及其他相关专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何与机械制图. 上/臧宏琦,刘援越,叶军编. —西安:西北工业大学出版社,2014.8
ISBN 978-7-5612-4071-7

I. ①画… II. ①臧… ②刘… ③叶… III. ①画法几何—高等学校—教材②机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 188357 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电话:(029)88493844 88491757

网址:www.nwpup.com

印刷者:兴平市博闻印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:21.75

字数:393 千字

版次:2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

定价:48.00 元(套)

前 言

本书是笔者在总结了多年的网络课程教学经验的基础上,由西北工业大学网络教育学院规划编写的。本书配有《画法几何与机械制图习题集》。

本书针对工程制图具有设计和制造领域各专业技术基础课程的性质,以及网络教育面向应用型工程技术人才培养的目标,充分考虑成人业余学习的特点,在内容选取方面遵照国家课程指导大纲的要求,以课程培养目标为导向,以拓宽面向、深度适中、注重空间想象与表达能力和绘图实践能力培养为基本原则。编写体系力求层次分明,内容连贯,包括制图的基本知识;正投影的基本知识;点、线、面的投影;立体及立体的截交与相贯;组合体的绘制;轴测投影;工程形体的图样表达方法等。通过本书的学习,学生能够掌握工程制图的基本知识和分析、解决工程问题的基本技能,提高学生的基本素质、工程意识及实践能力。

本书的编者依次为:臧宏琦编写绪论、第1章、第6~10章,刘援越编写第2~5章、第11章,叶军编写第12章。

在配套的习题集中给出了相应的训练练习,编排顺序与教材一致。

在本书的编写过程中参考了国内同类著作,特向有关作者表示感谢。

全书由臧宏琦统稿,西北工业大学孙根正教授对本书提出了许多宝贵意见,在此谨致谢意。

由于经验和水平有限,书中难免有些疏漏与不足,恳请读者批评指正。

编 者

2014年5月于西安

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 技术制图标准介绍	3
1.2 绘图工具及其使用	16
1.3 几何作图	19
1.4 平面图形的绘制	22
1.5 草图	26
本章小结	27
思考题	28
第 2 章 投影的基本知识	29
2.1 投影方法概述	29
2.2 投影的基本性质	30
2.3 工程中常用的投影方法	32
2.4 三视图的形成及其特性	33
本章小结	36
思考题	36
第 3 章 点、直线和平面的投影	37
3.1 点的投影	37
3.2 直线的投影	43
3.3 平面的投影	51
本章小结	59
思考题	60
第 4 章 直线与平面、平面与平面的相对位置	61
4.1 平行关系	61
4.2 相交关系	63
4.3 垂直关系	67
4.4 综合举例	70
本章小结	72
思考题	72

第 5 章 投影变换	73
5.1 换面法的基本概念	73
5.2 点的变换	73
5.3 直线的变换	75
5.4 平面的变换	77
本章小结	80
思考题	81
第 6 章 曲线、曲面	82
6.1 曲线	82
6.2 曲面	85
本章小结	88
思考题	88
第 7 章 立体	89
7.1 平面立体的投影	89
7.2 回转体的投影	94
本章小结	101
思考题	101
第 8 章 平面、直线与立体相交	102
8.1 平面与立体相交	102
8.2 直线与立体相交	113
本章小结	116
思考题	117
第 9 章 立体与立体相交	118
9.1 平面立体与平面立体相交	118
9.2 平面立体与曲面立体相交	119
9.3 曲面立体与曲面立体相交	121
本章小结	129
思考题	130
第 10 章 组合体	131
10.1 组合体的视图表达	131
10.2 组合体的尺寸标注	135
10.3 组合体视图的阅读	138
本章小结	141

思考题.....	141
第 11 章 轴测投影	142
11.1 基本知识.....	142
11.2 正等轴测投影.....	143
11.3 斜二等轴测投影.....	150
本章小结.....	152
思考题.....	153
第 12 章 工程形体的表达方法	154
12.1 视图.....	154
12.2 剖视图.....	157
12.3 断面图.....	164
12.4 综合举例.....	165
本章小结.....	166
思考题.....	166
参考文献.....	168

绪 论



1. 本课程的研究对象

在现代大工业时代,制造业是我国国民经济和综合国力发展的支柱产业,它涉及机械、电子、建筑、航空、航海、航天以及包罗万象的民用产品,这样大规模的生产制造过程,不可能由个人构思完成,所以设计和制造是分开进行的。

设计师要表达设计意图,一般要先画出设计图样,工人师傅再依据图样施工。图样可以对工程形体的形状、大小和内部结构以及施工要求做出明晰的说明,而这些要用文字语言来表达是比较困难的。图样按照相关的国家标准,提供了制造各种工业产品所必须的准确而详尽的图形、数据、文字。因此,图样是制造领域必不可少的重要的技术文件。

图样在制造领域起着类似文字语言的表达作用,人们常把它称之为“工程技术语言”。因此,绘制和阅读图样便成为一个工程技术人员所必须具备的基本功。制图就是一门研究如何绘制和阅读图样的学科,而本课程则包含了工程制图所需的基础知识、基本理论及基本技能。

本课程的内容有制图基础知识,其中包括国际标准中关于制图方面的标准及平面图绘制等方面的知识;制图基本技术,其中包括尺规绘图、徒手绘制草图及计算机绘图等;基本理论,其中包括画法几何及相关的图学理论;图样表达基础,其中包括投影制图及工程形体的图样表达方法,以及阅读、绘制工程图样的方法。

2. 本课程的学习目的

学习本课程主要有下述目的。

- (1)研究投影的基本理论,学习制图的基本知识;
- (2)培养正确绘制和阅读工程图样的基本技能;
- (3)培养和发展空间想象能力、空间逻辑思维能力和创新思维能力;
- (4)培养科学的思考方法、认真细致的工作作风和良好的工程意识。

3. 本课程的学习方法

工程制图是工科类本科专业重要的技术基础课,是一门理论严谨、实践性很强的课程,对于理论部分必须掌握其基本概念和原理,并学会应用它。对于绘图技能部分通过大量的练习实践,强化与工程实践的密切联系,对培养学生掌握科学思维方法、增强工程意识和创新意识有重要作用。

在学习过程中,首先要重视理论学习,切实学好基本知识、基本理论和基本方法,并学会应用。在理解基本概念的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践,不断地由物画图,由图想物,完成从空间到平面、再由平面到空间这样一个思维过程,从而分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系,逐步提高空间想象力和空间分析能力,建立起某一自然形象的正投影图形象,掌握正投影的基本作图方法及其应用。

其次必须独立按时完成一定数量的练习和作业。做习题和作业时,要做到清晰、准确,不

应潦草。在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,熟悉制图的基本规格和基本规定,严格遵守国家标准的有关规定,学会查阅和使用有关手册和国家标准。通过一系列的绘图和读图实践,才能巩固所学的理论,不断提高自己的空间想象能力、绘制和阅读工程图样的能力以及良好的工程意识。

第1章 制图的基本知识

【本章提要】

现阶段工业产品的设计、制造和组织管理都离不开工程图样。图样是工业生产的重要技术文件,也是进行技术交流的重要工具。工程图样起源于生产,又反过来为生产服务。随着工业生产的不断发展、国际间技术交流的日益增多和科学技术的不断更新,我国制定的各项制图标准也在不断改进和完善,以适应生产发展的需要。作为工科院校的学生,有必要认真学习和严格遵守有关制图的各项国家标准,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,不断提高绘图能力。

本章介绍国家标准中有关制图的部分内容,以及绘图工具的使用和几何作图等基本知识。

1.1 技术制图标准介绍

标准是随着人类生产活动和产品交换规模及范围的日益扩大而产生的。我国现已制定了 20 000 多项国家标准,涉及工业产品、环境保护、建设工程、工业生产、农业信息、能源、资源及交通运输等方面,已成为世界上标准化工作较为先进的国家之一。

我国现有的标准可分为国家、行业、地方和企业 4 个层次。对需要在全国范围内统一的技术要求制定国家标准;对没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求制定行业标准;对没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一的技术要求制定地方标准;对没有国家标准和行业标准的企業也可制定企业标准。

国家标准和行业标准又分为强制性标准和推荐性标准。强制性国家标准的代号形式为 GB××××—××××,GB 分别是“国标”二字汉语拼音的第一个字母,其后的一组××××代表标准的顺序编号,而后面的一组××××代表标准颁布的年号。推荐性标准的代号形式为 GB/T××××—××××。

强制性标准是必须执行的,而推荐性标准是国家鼓励企业自愿采用的。由于标准化工作的需要,这些标准实际上都被认真地执行着。

标准是随着科学技术的发展和经济建设的需要而发展变化的。我国的国家标准在实施后,标准主管部门每 5 年对标准复审一次,以确定是否继续执行、修改或废止。

在技术制图方面,我国制定有完整的国家标准。技术制图包括机械制图、电气制图、建筑制图等各类专业制图。在工作中应采用经过审定的相关国家标准。

1.1.1 图纸的幅面及格式(GB/T 14689—2008)

1. 主题内容与适用范围

GB/T 14689—2008 规定了图纸的幅面尺寸和格式,适用于技术图样及有关技术文件。

2. 图纸幅面尺寸

(1) 当绘制技术图样时,应优先采用表 1.1 所规定的基本幅面。

(2) 必要时也允许选用表 1.2 和表 1.3 所规定的加长幅面,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的,如图 1.1 所示。图中粗实线所示为基本幅面(见表 1.1,可作为第一选择),细实线所示为加长幅面(见表 1.2,可作为第二选择),虚线所示为加长幅面(见表 1.3,可作为第三选择)。

表 1.1 基本幅面 mm

幅面代号	尺寸($B \times L$)
A0	841×1 189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

表 1.2 加长幅面 mm

幅面代号	尺寸($B \times L$)
A3×3	420×891
A3×4	420×1 189
A4×3	297×630
A4×4	297×841
A4×5	297×1 051

表 1.3 加长幅面 mm

幅面代号	尺寸($B \times L$)	幅面代号	尺寸($B \times L$)
A0×2	1 189×1 682	A3×5	420×1 486
A0×3	1 189×2 523	A3×6	420×1 783
A1×3	841×1 783	A3×7	420×2 080
A1×4	841×2 378	A4×6	297×1 261
A2×3	594×1 261	A4×7	297×1 471
A2×4	594×1 682	A4×8	297×1 682
A2×5	594×2 102	A4×9	297×1 892

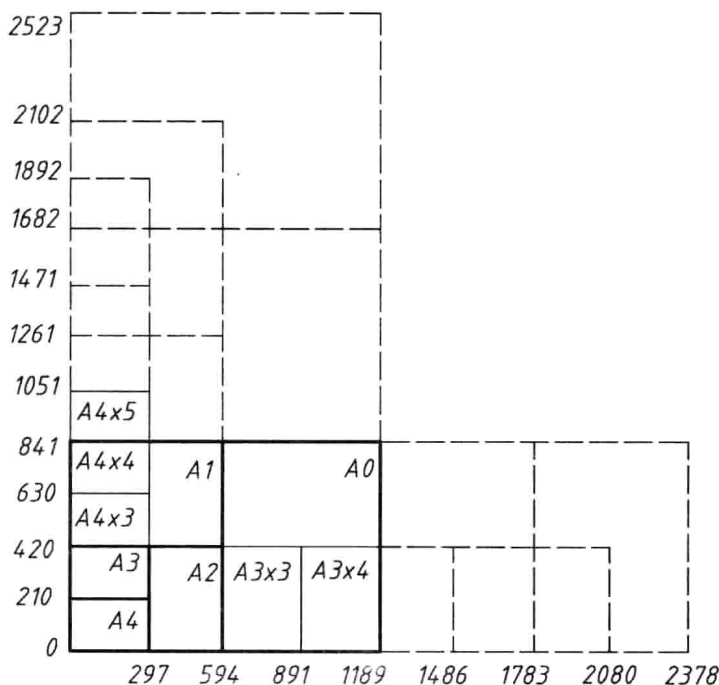


图 1.1 图纸基本幅面及加长幅面

3. 图框格式

(1)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装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。图框格式如图 1.2 和图 1.3 所示,图框尺寸见表 1.4。

(2)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,如 A2×3 的图框尺寸,按 A1 的图框尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10)。

表 1.4 图框尺寸

mm

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

4. 标题栏

(1)每张图纸上都必须画出标题栏,其格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008 的规定,其位置在图纸右下角,如图 1.2 和图 1.3 所示。

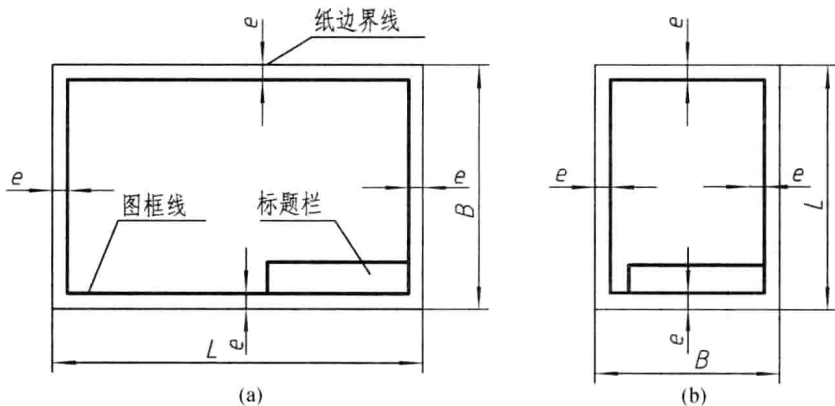


图 1.2 不留装订边图框格式

(2)标题栏的长边置于水平方向与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1.2(a)和图 1.3(a)所示;若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1.2(b)和图 1.3(b)所示。看图方向与看标题栏方向一致。

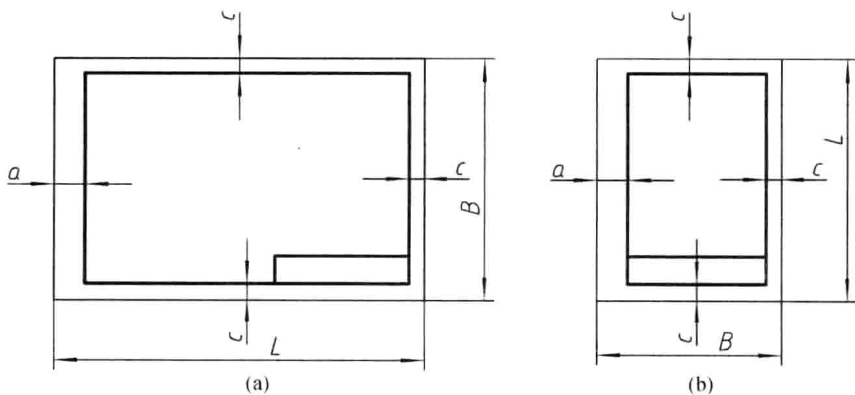


图 1.3 留装订边图框格式

1.1.2 标题栏

技术制图 GB/T 10609.1—2008 规定了技术图样中标题栏的基本要求、内容、尺寸与格式。每张技术图样中均应有标题栏。

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(a)(b))。也可按需要增加或减少。标题栏的格式可参照图 1.4(c), 相关尺寸请参照标准。本书将标题栏作了简化, 作业中建议采用图 1.4(d)所示的标题栏。标题栏一般应位于图纸的右下角(见图 1.2)。

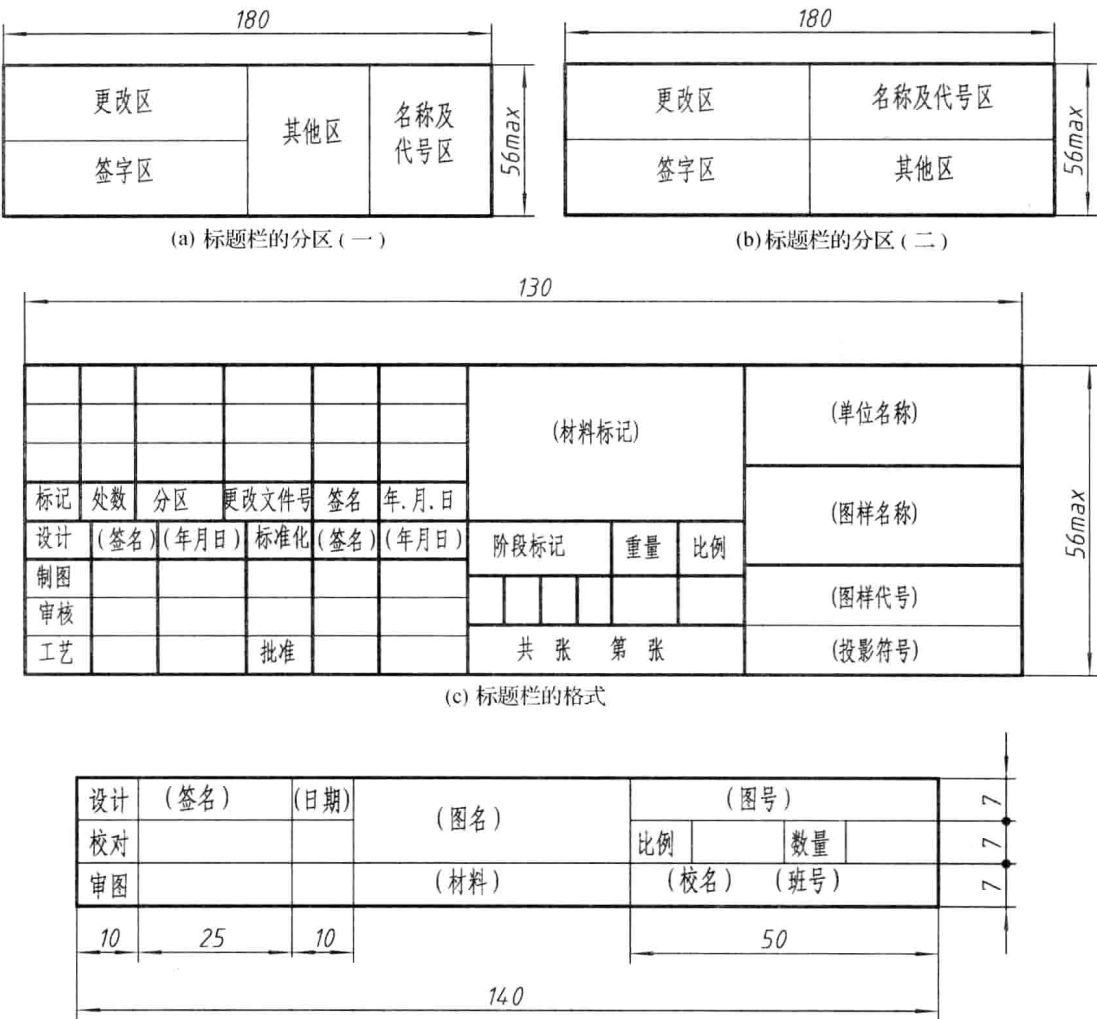


图 1.4

1.1.3 比例

GB/T 14690—1993 规定了绘图比例及其标注方法, 适用于技术图样及有关技术文件, 引用标准为 GB/T 13361—1992《技术制图·通用术语》。

1. 术语

(1) 比例。图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, 称为原值比例。

(3) 放大比例。比值大于 1 的比例, 如 2 : 1 等, 称为放大比例。

(4) 缩小比例。比值小于 1 的比例, 如 1 : 2 等, 称为缩小比例。

2. 比例系列

当需要按比例绘制图样时, 应由如表 1.5 所示规定的系列中选取适当的比例, 必要时也允许选取表 1.6 所示的比例。

表 1.5 规定的比例系列

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 1.6 允许的比例系列

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。

3. 标注方法

(1) 比例符号应以“:”表示。比例的表示方法为 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 $\frac{I}{2 : 1}$, $\frac{A}{1 : 100}$, $\frac{B-B}{2.5 : 1}$, 平面图 1 : 100 等。

1.1.4 字体

GB/T 14691—1993 规定了汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸, 适用于技术图样及有关技术文件。

1. 基本要求

(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 h 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, 字体的高度代表字体的号数。如需要书写更大的字, 其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

(3) 汉字应写成长仿宋体, 并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型, A 型的笔画宽度 d 为 $h/14$, B 型的笔画宽度 d 为 $h/10$ 。

在同一图样上只允许选用一种字型的字体。

(5)字母和数字可写成斜体和直体,斜体字字头向右倾斜,与水平方向成 75° 。

国家标准《CAD 工程制图规则》(GB/T 18229—2000)中所规定的字体与图纸幅面的关系见表 1.7。

表 1.7 字体与图幅的关系

mm

图 幅	A0	A1	A2	A3	A4
字 高 h					
字 体					
汉 字	5				
字母与数字	3.5				

在机械工程的 CAD 制图中,汉字的高度降至与数字高度相同;在建筑工程的 CAD 制图中,汉字的高度允许降至 2.5 mm,字母、数字对应地降至 1.8 mm。

2. 字体示例

(1)长仿宋体汉字示例。

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

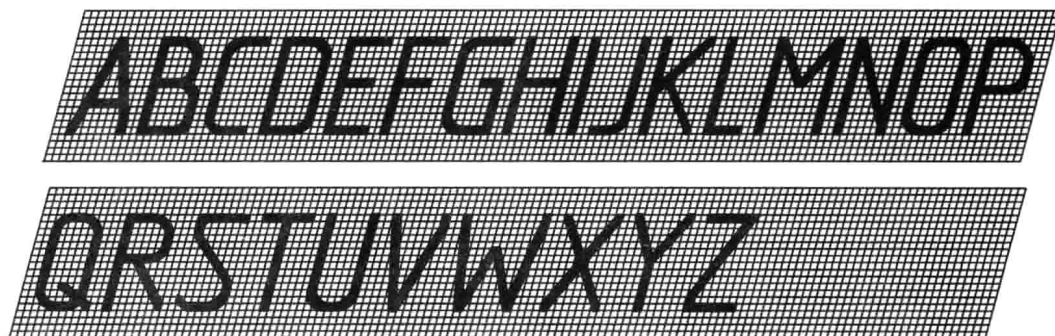
5 号字:

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员指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸阀坝棉麻化纤

(2)A 型斜体拉丁字母示例。



abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

(3) A 型斜体数字、字母示例。

0123456789

I II III IV V VI VII VIII IX X

α β γ δ ε ζ η θ ϑ ρ σ τ υ φ ϕ χ ψ ω

ξ ο π ρ σ τ υ φ ϕ χ ψ ω

1.1.5 图线及画法

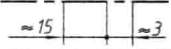
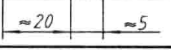
1. 线型

国家标准 GB/T 17450—1998 规定了绘制图样时,可采用的 15 种基本线型。表 1.8 列出了绘制机械工程图样时常用的 8 种图线的型式、名称、宽度及主要用途。

2. 线宽

机械图样中的图线分粗线和细线两种。图线宽度应根据图形的大小和复杂程度在 0.5~2 mm 之间选择。粗线与细线的宽度比率为 2:1。图线宽度的推荐系列为(单位为 mm): 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2。

表 1.8 机械制图中的常用线型及应用

图线名称	图线型式	主要用途
粗实线		可见轮廓线
细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、辅助线、可见过渡线
波浪线(细)		断裂处的边界线、视图与剖视的分界线
双折线(细)		断裂处的边界线
细虚线		不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线		轴线、对称中心线、节圆及节线、轨迹线
粗点画线		有特殊要求的线或表面的表示线
细双点画线		假想轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、中断线

注:建议粗线用 B 或 2B 铅笔绘制,细线用 2H 或 H 铅笔绘制,绘制打底稿用 2H 铅笔,写文字用 HB 铅笔。

3. 图线画法

(1)在同一张图纸内,相同比例的各图样,应采用相同的线宽组。

(2)虚线的画线和间隔应保持长短一致。画线长约 3~6 mm,间隔约为 0.5~1 mm。点画线或双点画线画的长度应大致相等,约为 15~20 mm。

(3)当虚线与虚线、点画线与点画线、虚线或点画线与其他线相交时,应交于画线处。当实线与虚线连接时,则应留一间隔。它们的正确画法和错误画法如图 1.5 所示。

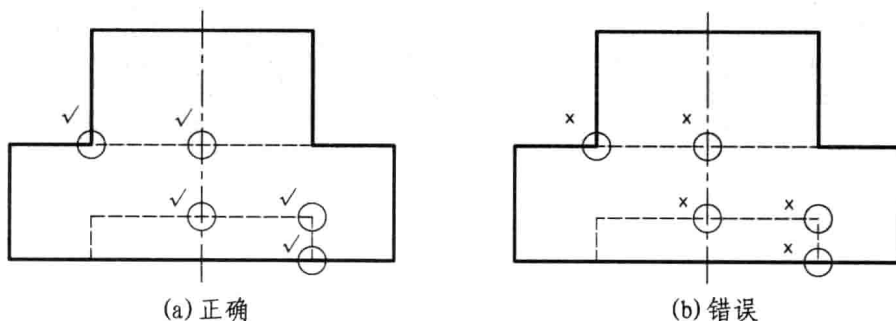


图 1.5 虚线交接的画法

(4)点画线或双点画线的两端不应是点。

(5)图线不得与文字、数字或符号重叠、相交,当不可避免相交时,应首先保证文字等的清晰。

各种图线的具体应用及图线画法示例见图 1.6。