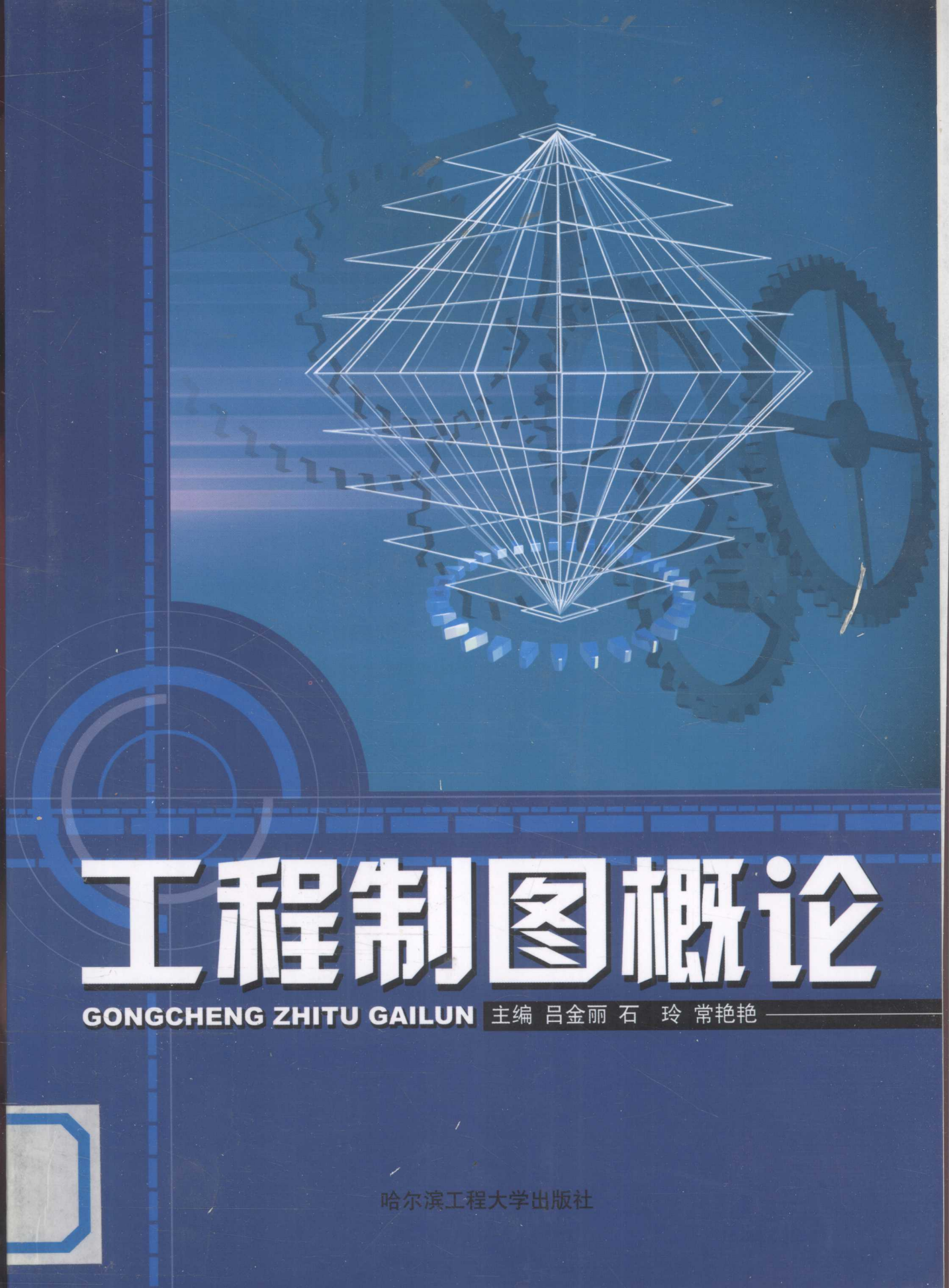


The background of the cover is a deep blue. It features faint, large-scale technical drawings of gears and a wireframe pyramid. The pyramid is composed of many thin white lines that converge at a single point at the top, creating a three-dimensional effect. The gears are also rendered in a wireframe style, with their teeth and internal structures visible. The overall aesthetic is technical and precise.

工程制图概论

GONGCHENG ZHITU GAILUN 主编 吕金丽 石 玲 常艳艳

哈尔滨工程大学出版社

工程制图概论

主 编 吕金丽 石 玲 常艳艳
主 审 戴富美 张生坦

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书以国家标准《技术制图》和《机械制图》为基础,介绍了制图的基本原理及绘制和阅读工程图样的一般方法。本书除附表外共9章,主要内容有:制图的基本知识与技能、正投影法基础、截切体和相贯体、组合体、轴测图、机件的表示方法、标准件和常用件、零件图、装配图。

本书除传统的纸介质教材外,还配有光盘《工程制图概论辅助教学系统》,既可用于教师在多媒体教室授课,又可用于学生提前预习或课后自主学习。与本书配套的《工程制图概论习题集》也同时出版。

本书主要作为高等工科院校电类、管理工程类各专业制图课程的教材,也可供高职、高专等院校师生及工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图概论/吕金丽,石玲,常艳艳主编.—哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2007

ISBN 978-7-81073-934-4

I.工… II.①吕…②石…③常… III.工程制图
IV.TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 012446 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 13.25
字 数 286 千字
版 次 2007 年 4 月第 1 版
印 次 2007 年 4 月第 1 次印刷
印 数 1—6 500 册
定 价 38.00 元(含习题集、光盘)

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

本书是根据教育部批准印发的高等院校工科本科《工程制图基础课程教学基本要求》(电子与信息、管理工程类专业适用)的有关规定,在哈尔滨工程大学教师历年来编写非机械类专业用《工程制图》教材的基础上,认真总结多年的教学改革和教学研究经验,借鉴吸收许多兄弟院校的教材特点编写而成的,另有《工程制图概论习题集》与本教材配套使用。

本书主要针对高等工科院校电类少学时专业的制图课教学需要。在编写过程中,力求做到简明扼要、通俗易懂。本书主要具有以下特点:

(1)针对学时少的要求,本书把重点放在正投影法基础方面,培养读图能力,在制图基础方面作了一些取舍,使内容更加精练。

(2)在掌握了立体“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律基础上,把点、线、面等几何元素从立体中抽象出来分析,进而将其投影特性再归结到“体”的投影作图中,经过从立体—抽象—立体思维深化的过程,强化了对正投影法基本理论的理解。

(3)更强调了构形设计的重要性,力图提高学生的创造能力。

(4)机械图部分以读图为主,并能绘制简单的零件图和装配图。读图实例大多来自电子类专业,有很强的针对性和实用性。

(5)本书为立体化教材,配有《工程制图概论辅助教学系统》光盘一套。光盘运用多媒体技术,以图片、文字、三维实体模型和三维动画演示等方式,生动形象地展示了教学内容,既可用于教师授课,也可供学生提前预习和课后自学使用。

本书采用了最新《技术制图》和《机械制图》国家标准及其他相关国家标准。

本书由吕金丽、石玲、常艳艳主编,戴富美、张生坦主审。其中吕金丽编写绪论,第2章,第7章;常艳艳编写第1章;石玲编写第3,4,5章;张生坦编写第6章,附表;罗阿妮编写第8章;富威编写第9章。

本书参考了一些国内同类著作,在此特向有关作者致谢。在编写过程中,戴富美老师提出了许多宝贵意见,并严格把关,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免存在疏漏与错误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2007年3月

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识与技能	2
1.1 制图国家标准简介	2
1.2 尺规绘图工具和仪器的使用	12
1.3 几何图形的绘制	15
1.4 平面图形的分析和画法	19
1.5 徒手绘制草图的方法	20
第 2 章 正投影法基础	22
2.1 投影法概述	22
2.2 三视图的形成及其投影规律	23
2.3 立体表面几何元素的投影分析	28
2.4 基本体的投影分析	38
第 3 章 截切体和相贯体	46
3.1 截切体	46
3.2 相贯体	54
第 4 章 组合体	61
4.1 组合体的组合形式及其表面的相对位置关系	61
4.2 组合体视图的画法	65
4.3 读组合体视图	68
4.4 组合体的尺寸标注	75
4.5 组合体构形设计	81
第 5 章 轴测图	87
5.1 轴测投影的基本知识	87
5.2 正等轴测图的画法	88
5.3 斜二轴测图的画法	93
第 6 章 机件的表示方法	96
6.1 视图	96
6.2 剖视图	99
6.3 断面图	107
6.4 其他画法	110
6.5 视图表达综合举例	114
6.6 第三角投影简介	115
第 7 章 标准件和常用件	118
7.1 螺纹和螺纹紧固件	118
7.2 键连接和销连接	130
7.3 滚动轴承	133

7.4 齿轮	135
7.5 弹簧	138
第8章 零件图	141
8.1 零件图的内容	141
8.2 零件的工艺结构分析	142
8.3 零件图的视图选择	144
8.4 零件图的尺寸标注	149
8.5 零件图的技术要求	152
8.6 读零件图的方法和步骤	161
第9章 装配图	163
9.1 装配图的内容	163
9.2 装配图的表达方法	165
9.3 装配图的尺寸标注、零件编号、明细表及技术要求	167
9.4 装配结构的合理性	168
9.5 由零件图画装配图	170
9.6 读装配图	176
附表	180
参考文献	204

绪 论

1. 本课程的性质

本课程是一门研究绘制和阅读工程图样的技术基础课。主要内容是以正投影理论和国家标准《技术制图》、《机械制图》中的有关规定为基础,研究工业生产中工程图样的绘制和阅读问题。

在现代工业中,设计和制造机床、车辆、船舶、电器仪表等产品都离不开图样。例如要生产一台机器,首先必须画出有关这台机器的装配图和所有零件图,然后根据零件图制造出全部零件,再按照装配图组装成机器。在产品设计中,设计者通过图样表达设计思想;在生产过程中,生产者根据图样进行加工、制造、检验等;在工程技术交流中,图样又是重要的技术交流工具。可以说,工程图样就是“工程界的语言”,每一位工程技术人员都必须具备绘制和阅读工程图样的基本能力,也就是必须掌握“工程界的语言”。

随着计算机图形学的发展和广泛应用,计算机绘图以其方便、准确、效率高、易于修改等优点,已被越来越多地采用,计算机绘制工程图样替代纸质图样已成为一种趋势。

2. 本课程的学习目的和任务

工程制图是高等工科院校学生必须掌握的一门技术基础课。对于电气信息类、管理科学与工程类专业,学习本门课的主要目的是培养绘制和阅读一般工程图样的基本能力以及空间想象能力,为后续课程和以后从事的工程技术工作打下良好的基础。

本课程的主要学习任务是:

- (1)学习正投影法的基本理论及国家标准有关制图的基本规定;
- (2)培养初步的空间想象和空间分析能力;
- (3)学会用适当的表达方法表达零部件,培养绘制和阅读简单图样的基本能力;
- (4)培养认真细致的工作作风和严格遵守国家标准及规定的良好习惯。

3. 本课程的学习方法

本门课程的实践性较强,学习方法上应注意以下几点。

(1)学习过程中除了扎实掌握基本投影理论外,还应注意密切联系实际,做到理论与实践相结合。

(2)在学习中要注意培养空间思维方法。注意空间几何元素与投影之间的相互关系,不断地由物画图,由图想物,逐步理解三维空间形体与二维平面图形之间的对应关系。

(3)提高听课效率。由于本课程研究的是图形,在课堂上作图形笔记有一定困难,所以课堂上不提倡作传统的笔记,在书上空白处旁注即可。

(4)认真完成作业。因为空间想象力及空间思维能力的逐步培养,都是通过大量的练习来实现的。在完成作业的过程中,必须严格遵守有关制图的国家标准的规定,作图不但要正确,而且图面要整洁。

此外,由于工程图样在生产中起着重要作用,任何细小的错误都会导致严重的后果,所以平时在作图时,就要养成细致、耐心、严谨的工作态度和学风。

第 1 章 制图的基本知识与技能

本章将重点介绍机械制图国家标准中的基本规定,它是学习工程制图的基础。同时介绍常用绘图工具及其使用方法、几何作图、平面图形的分析和画法、徒手绘图。

1.1 制图国家标准简介

为了便于生产和技术交流,有必要对图形语言进行标准化,消除差异。因此我国颁布了《技术制图》与《机械制图》国家标准,对工程图样的格式、表达方法、符号等进行了统一规定。每个工程技术人员在绘制工程图样时均应熟悉并严格遵守国家标准的有关规定。

国家标准《机械制图》的内容较多,本节先简要介绍图纸的幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法五个规定。

1.1.1 图纸的幅面和格式(GB/T 14689 - 1993)

1. 图纸幅面

图纸幅面就是图纸的大小。绘图时,第一选择表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 基本幅面及边框尺寸

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				

必要时,允许选用加长幅面。加长幅面是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,其代号为:基本幅面代号 × 加长幅数。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。

2. 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框线。图框格式分留有装订边和不留装订边两种,如图 1-1、1-2 所示。留有装订边的图纸,装订边的宽度一律为 25 mm,其他三边宽度相同,不留装订边的图纸,四边宽度均相同, a 、 c 、 e 尺寸见表 1-1。

1.1.2 标题栏(GB/T 10609.1 - 1989)

每张图纸都必须画出标题栏,其位置位于图纸右下角并紧靠图框线。国家标准对标题栏的格式和尺寸均作了规定,如图 1-3 所示。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,构成 X 型图纸,如图 1-1(a)、1-2(a)所示;当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,构成 Y 型图纸,如图 1-1(b)、1-2(b)

所示。

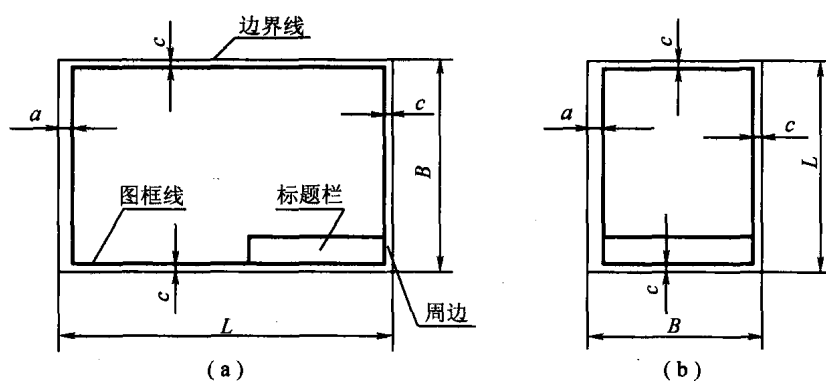


图 1-1 留装订边的图样的图框格式

(a)X型;(b)Y型

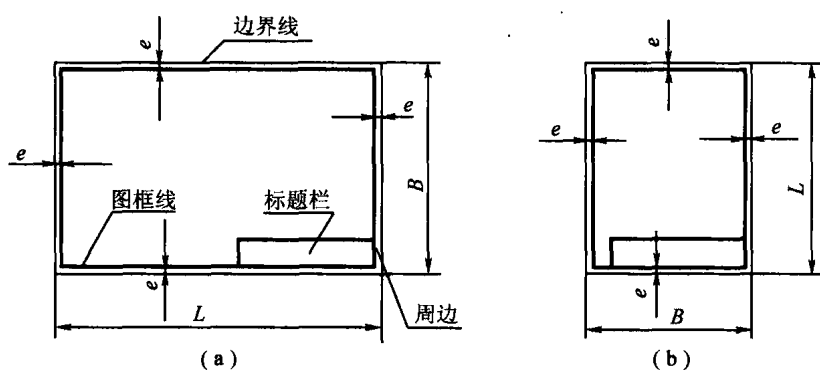


图 1-2 不留装订边的图样的图框格式

(a)X型;(b)Y型

180									
10	10	16	16	12	16				
7									
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日	(材料标记)		(单位名称)	
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	4×6.5=26	12	12	
						阶段标记	重量	比例	(图样名称)
审核						6.5			
工艺			批准			共 张 第 张			(图样代号)
12	12	16	12	12	16	50			
8×7=56									20
									18

图 1-3 国际推荐的标题栏

国家标准对看图的方向作了两种规定。

第一种是按看标题栏的方向看图,即以标题栏中的文字方向作为看图方向。

第二种是按方向符号指示的方向看图,即令画在对中符号上的等边三角形(即方向符号)位于图纸下边后看图,如图 1-4 所示。此时,标题栏的长边均置于铅垂方向,画有方向符号的装订边位于图纸下边。

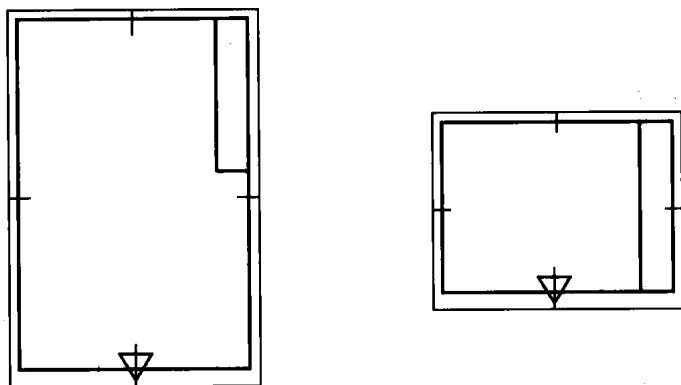


图 1-4 看图的方向

1.1.3 图样比例(GB/T 14690-1993)

图样比例是指图形要素的线性尺寸与实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时一般采用表 1-2 中规定的优先使用的比例,必要时,允许采用可使用的比例。

表 1-2 图样比例

原值比例	优先使用	1:1			
放大比例	优先使用	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	
	可使用	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	优先使用	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	
	可使用	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$

注: n 为正整数或零。

同一机件的各个视图,应采用相同的比例。无论采用何种比例绘图,都应按机件的真实大小进行尺寸标注,如图 1-5 所示,是用不同比例绘制的图形。比例值标注在标题栏内,必要时,可标注在视图名称的下方或右侧。

1.1.4 字体(GB/T 14691-1993)

工程图样中,除了图形之外,还有汉字、数字和字母等,用来表达机件的大小、注写技术要求等。国家标准规定,字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度 h 必须规范,其公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 (mm)。高度

大于 20 mm 的字,高度尺寸按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体号数。

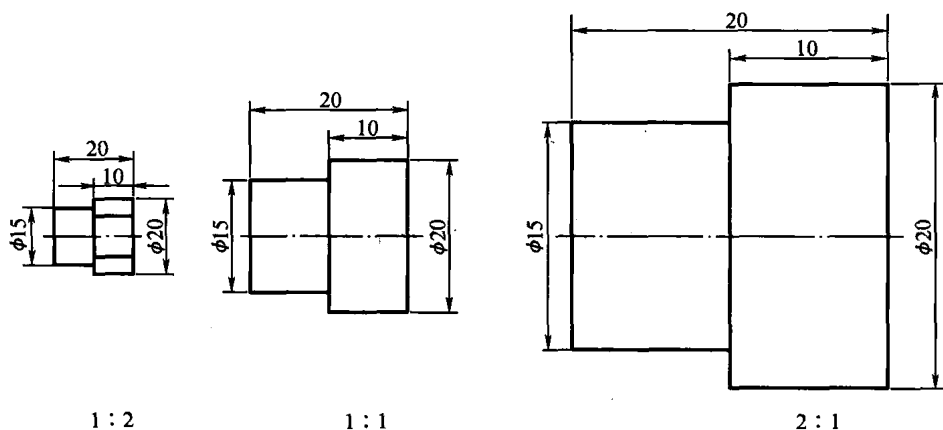


图 1-5 用不同比例绘制的图形

1. 汉字

汉字应书写成长仿宋字,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字体宽度为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋字书写要点:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。汉字的基本笔画为:点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾,见表 1-3。汉字示例如图 1-6 所示。

表 1-3 长仿宋字基本笔画、运笔方法与字例

基本笔画	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
形状	丶	一	丨	丿	㇏	㇀	𠃍	乛
写法	丶	一	丨	丿	㇏	㇀	𠃍	乛
字例	点	王	中	厂	千	分	建	均

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀
横平竖直 结构均匀 注意起落 填满方格

图 1-6 汉字示例

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体笔画宽度为字高的 1/14, B 型字体笔画宽度为字高的 1/10。

字母和数字分直体和斜体,斜体字头向右斜,与水平方向成 75°角,同一图样应采用同一形式的字体。A 型斜体字母、数字示例如图 1-7 所示。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母一般采用小一号的字体。图 1-8 是字体组合示例。



图 1-7 A 型斜体数字、字母示例



图 1-8 字体的组合

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

国家标准对图线的名称、形式、宽度及应用作了规定,本书仅介绍其中常用的实线(No.01)、虚线(No.02)、点画线(No.04)、双点画线(No.05)等基本线型,并可根据需要将基本线型画成不同粗细,并令其变形,组合派生出更多的图线形式。如表 1-4 所示,波浪线和双折线可以看成是由细实线派生出来的,因此表 1-4 中对细实线、波浪线和双折线三种线型给出了同一个代码 No.01.1。

表 1-4 机械制图的线型及应用

代码 No.	线型	线宽	一般用途
01.1	细实线 	$d/2$	1.过渡线 2.尺寸线 3.尺寸界线 4.指引线和基准线 5.剖面线 6.重合断面的轮廓线
	波浪线 		7.断裂处的边界线,视图与剖视图的分界线
	双折线 		8.断裂处的边界线,视图与剖视图的分界线

表 1-4(续)

代码 No.	线型	线宽	一般用途
01.2	粗实线 	d	1. 可见棱边线 2. 可见轮廓线 3. 相贯线 4. 螺纹牙顶线 5. 螺纹长度终止线
02.1	细虚线 	$d/2$	1. 不可见棱边线 2. 不可见轮廓线
04.1	细点画线 	$d/2$	1. 轴线 2. 对称中心线 3. 分度圆(线) 4. 孔系分布的中心线 5. 剖切线
05.1	细双点画线 	$d/2$	1. 相邻辅助零件的轮廓线 2. 可动零件的极限位置的轮廓线 3. 剖切面前的结构轮廓线 4. 中断线

注:(1)代码中的前两位表示基本线型,最后一位表示线宽种类,其中“1”表示“细”,“2”表示粗;

(2)波浪线和双折线,在同一张图样中一般采用一种。

在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的比例为2:1。

图线宽度 d 的推荐系列为:

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

线宽应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求确定,优先采用 $d = 0.5 \text{ mm}$ 或 0.7 mm 。

绘图时应注意:

(1)在同一张图样中,同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的长画、短画的长度和间隔应各自相等。

(2)两条平行线(包括剖面线)间的间隙不小于粗线线宽的两倍。

(3)绘制圆的中心线时,圆心应为长画的交点;点画线和双点画线的首末两端应是长画而不是点;较小圆的中心线可用细实线代替;中心线的两端应超出相应的轮廓线 2 ~ 5 (mm)。

(4)当虚线与虚线或虚线与其他图线相交时,应以线段相交;当虚线是粗实线的延长线

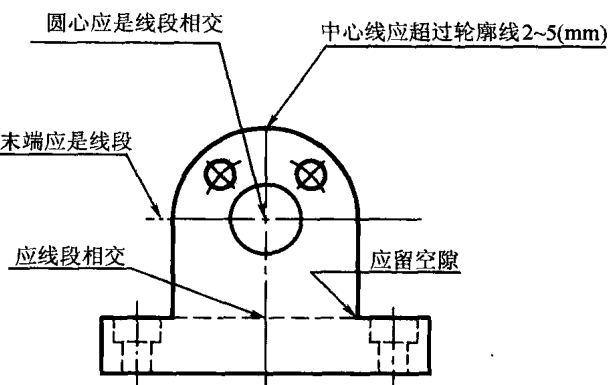


图 1-9 图线画法示例

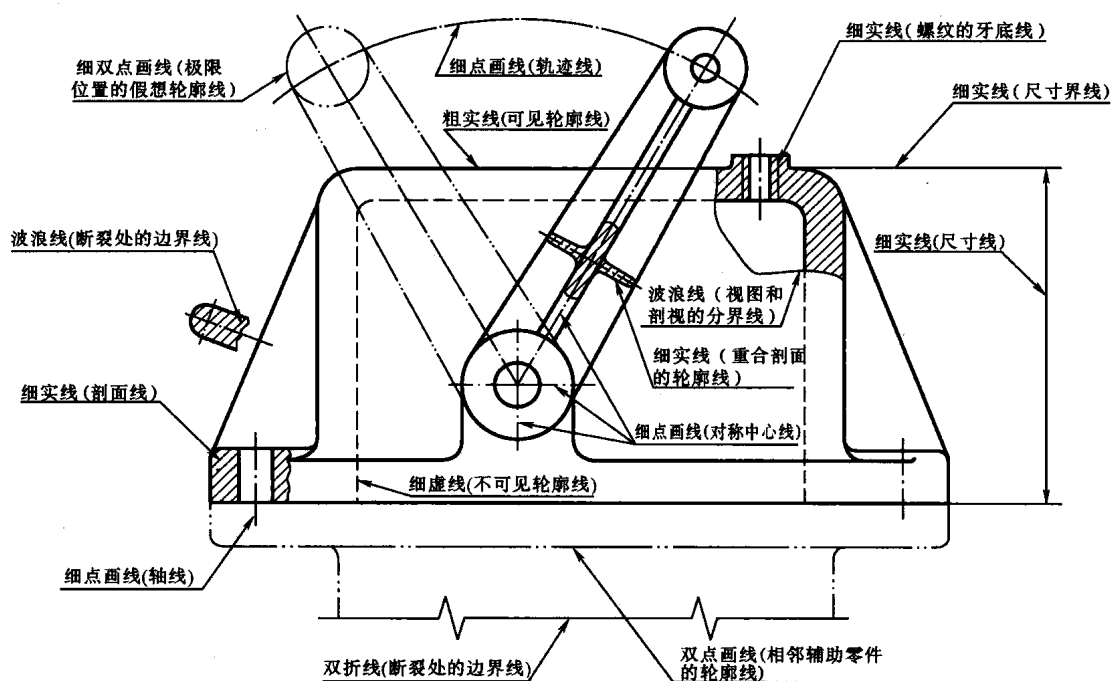


图 1-10 图线应用举例

时,其连接处应留空隙。

(5)当有两种或更多图线重合时,通常按图线表达对象的重要程度选择绘制顺序:可见轮廓线—不可见轮廓线—尺寸线—各种用途的细实线—轴线和对称中心线—假想线。

图 1-9 为图线画法示例,图 1-10 是常用图线应用举例。

1.1.6 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸来确定。尺寸标注是一项很重要的工作,必须认真细致。如果尺寸有遗漏或错误,将会给生产带来困难和损失。

1. 尺寸标注的基本规则

(1)机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2)图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注单位符号(或名称)。采用其他单位,则应注明相应的单位符号。

(3)图样中所注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4)机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸标注的基本要素

一个完整的尺寸标注主要包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字三个基本要素。

(1)尺寸线。尺寸线用细实线绘制,其终端有两种形式:箭头和斜线。机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端。没有足够的空间画箭头时,可用圆点代替箭头,如图 1-11 所示(d ——粗实线的宽度)。

标注线性尺寸时,尺寸线应与标注的线段平行;尺寸线不能用其他图线代替,一般也不能与其他图线重合或画在其延长线上;尺寸线与轮廓线以及相平行的尺寸线间的距离应大

于7 mm,并尽量全图一致;当有几条相互平行的尺寸线时,大尺寸要注在小尺寸的外面,以免尺寸线与尺寸界线相交;在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时,尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。以上规定如图1-12所示。

(2)尺寸界线。尺寸界线用来表示所注尺寸的界限,用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或

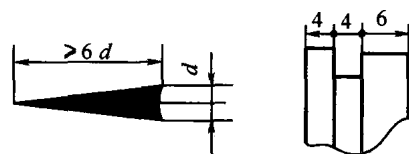


图1-11 箭头的画法

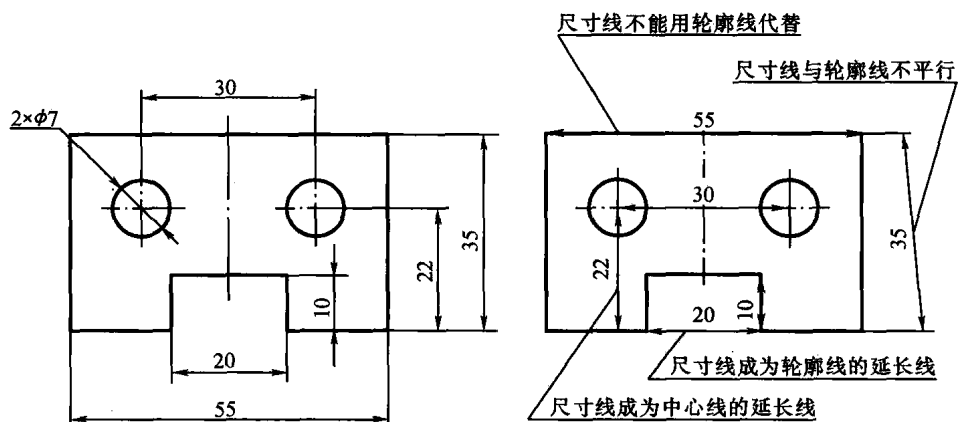


图1-12 尺寸线标注正误对比

对称中心线处引出。也可利用轮廓线、对称中心线或轴线作为尺寸界线。尺寸界线通常超出尺寸线2~5 (mm)。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图1-13所示。

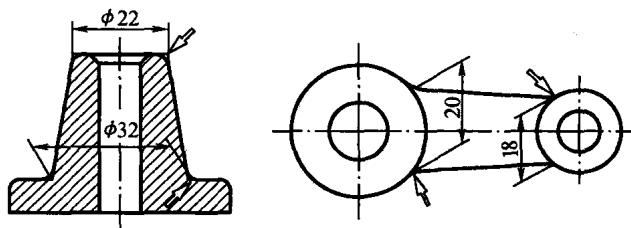


图1-13 尺寸界线可与尺寸线倾斜

在光滑过渡处标注尺寸时,应用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线,如图1-13所示。

(3)尺寸数字。线性尺寸的数字可注写在尺寸线的上方,也允许写在尺寸线的中断处,但同一张图样上一般采用一种形式。

尺寸数字不可被任何图线穿过,否则必须将图线断开,如图1-14所示。

线性尺寸数字的方向,一般应按图1-15(a)所示的方向,并尽可能避免在图示30°范围内标注尺寸,当无法避免时可按图1-15(b)的形式引出标注。

3. 常见尺寸的标注

(1)角度的标注。标注角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线是以该角顶点为圆心的圆弧,角度数字一律水平书写,一般应注写在尺寸线的中断处,必要时可写在尺寸线的上方或外边,也可引出标注,如图1-16所示。

(2)直径和半径的标注。标注直径时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”,圆或大于180°的圆弧都应标注直径;标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”,小于或等于180°的圆弧都

应标注半径。如图 1-17 所示。

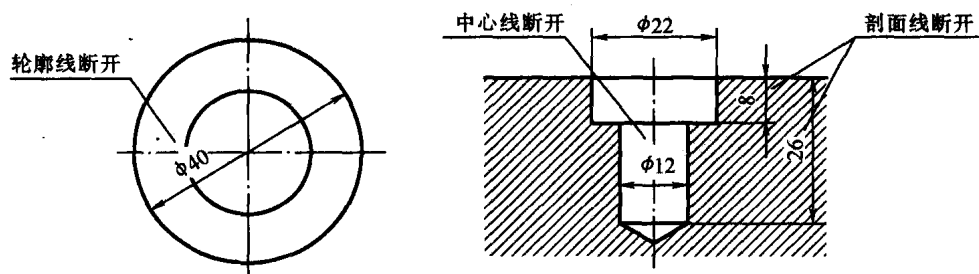


图 1-14 尺寸数字不可被图线穿过

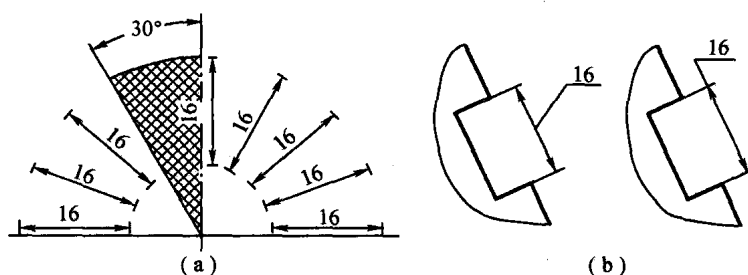


图 1-15 线性尺寸数字的方向

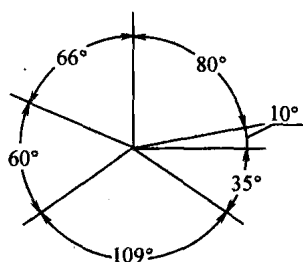


图 1-16 角度尺寸的注法

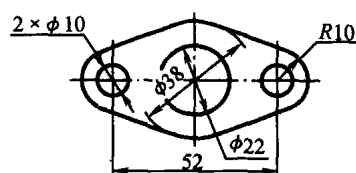


图 1-17 圆弧的注法

直径小于等于 10 mm 的圆可采取的标注方法,如图 1-18 所示。

半径小于等于 5 mm 的圆弧可采取的标注方法,如图 1-19 所示。

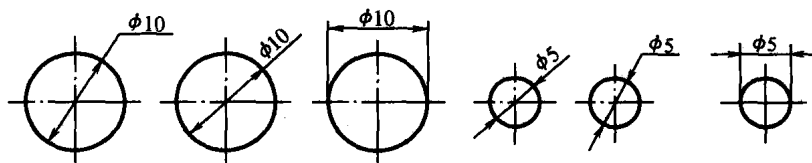


图 1-18 直径小于等于 10 mm 的圆的注法

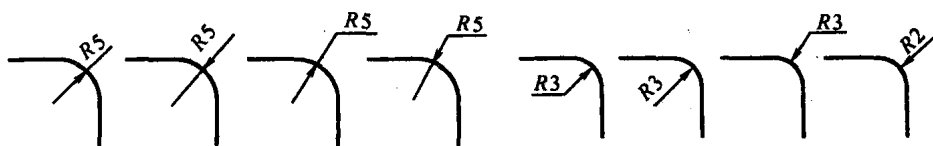


图 1-19 半径小于等于 5 mm 的圆弧可采取的注法

当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图 1-20(a)的形式标注;若不需要标出其圆心位置时可按图 1-20(b)的形式标注。

(3)弧长的标注。标注弧长时,应在数字的左前方加注符号“ $\sim$ ”,同时尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的角平分线,如图 1-21 所示。但当弧度较大时,可沿径向引出,如图 1-22 所示。

(4)球面的标注。标注球面的直径或半径时,应在 ϕ 或 R 前面加符号“ S ”,见图 1-23 (a)。对于螺钉、铆钉的头部、轴及手柄的端部,在不致引起误解的情况下允许省略符号“ S ”,如图 1-23(b)所示。

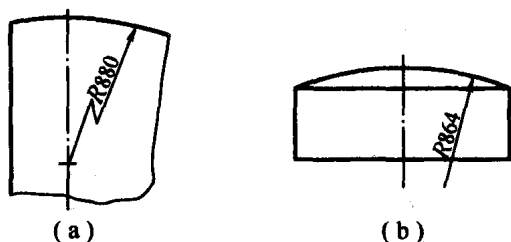


图 1-20 大圆弧的注法

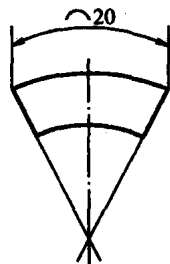


图 1-21 弧长的注法

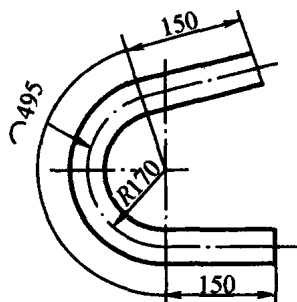
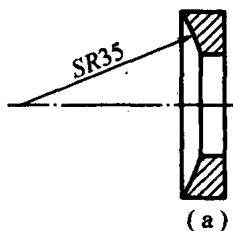
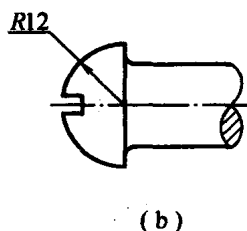


图 1-22 较大弧长的注法



(a)



(b)

图 1-23 球面的注法

4. 其他标注

(1)相同要素的标注。在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等组成要素,可仅在一个要素上注出其尺寸和数量,如图 1-24 所示。

相同要素均布时,可注出均布符号“EQS”。