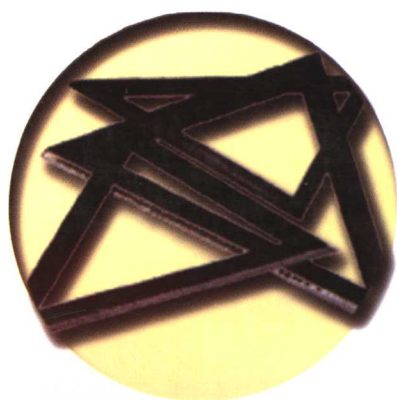


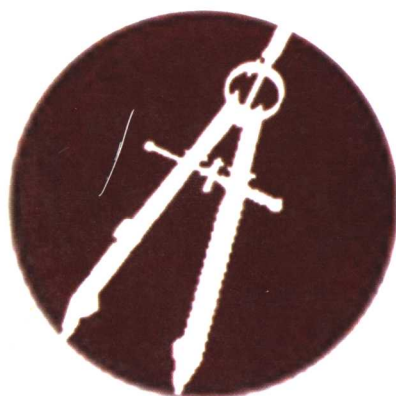


高职高专教材

机械制图



王五一 主 编
艾小玲 副 主 编
项仁昌 主 审



中国地质大学出版社

高职高专教材

机械制图

王五一	主 编
艾小玲	副主编
项仁昌	主 审

中国地质大学出版社

内 容 提 要

本书是根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》编写而成的。

全书共分12章,内容包括:绪论,制图标准与基本技能,正投影与三视图,点、直线、平面的投影,基本体投影及表面交线,轴测图,组合体,机件常用的表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,计算机绘图,压塑嵌接件和焊接件及附录。全书采用我国最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准及与制图有关的其他国家标准。

本书可作为高等专科学校、高等职业技术学院、成人高校及本科院校主办的二级职业技术学院和民办高校机械类或近机械类专业的教材,也可供有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/王五一主编,艾小玲副主编,项仁昌主审. —武汉:中国地质大学出版社,2006.8
ISBN 7-5625-2137-9

I. 机…

II. ①王…②艾…③项…

III. 机械制图-教材-高职高专

IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 098723 号

机械制图

王五一 主编 艾小玲 副主编 项仁昌 主审

责任编辑:段连秀

技术编辑:阮一飞

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路388号)

邮编:430074

电 话:(027)87482760

传真:87481537

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

http://www.cugp.cn

开本:787mm×1092mm 1/16

字数:580千字 印张:22

版次:2006年8月第1版

印次:2006年8月第1次印刷

印刷:武汉教文印刷厂

印数:1-3000册

ISBN 7-5625-2137-9/TH·14

定价:34.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

本教材依据教育部《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》，按照高职高专教育的培养目标和特点，融合多年的教学经验编写而成。主要适用于高等工程专科学校、高等职业技术学院机械类和近机械类专业的制图教学，也可作为职大、夜大、电大等相近专业的教材或参考用书。

在教材编写过程中，注意到基础理论教学以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念、强化应用为重点。在绘图技能方面，以培养学生的仪器、徒手、计算机绘图实际能力为重点，注重三点的有机融合。本教材全部采用我国最新颁布的《技术制图》和《机械制图》等国家标准。

全书共 12 章，授课学时 110140，各相关专业根据实际情况决定内容的取舍。

本书由武汉职业技术学院王五一副教授任主编，艾小玲副教授任副主编，项仁昌老师主审。参加编写工作的有：新疆机电职业技术学院阿丽童古丽·艾尔西（第 5 章），武汉职业技术学院艾小玲（第 4 章），项仁昌（第 8 章、第 10 章），齐真（第 3 章、第 11 章），奚旗文（第 2 章、第 6 章），王五一（绪论、第 1 章、第 3 章第五节、第 7 章、第 9 章、第 12 章、附录）。全书由王五一老师统稿。

本教材配有由项仁昌老师主编的《机械制图习题集》。

本教材编写过程中得到了武汉职业技术学院各级领导的关心与支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中缺点、错误在所难免，恳请使用本书的师生和有关人士批评指正。

编 者

2006 年 4 月

目 录

绪 论	(1)
第 1 章 制图标准与基本技能	(3)
1.1 机械制图国家标准	(3)
1.2 绘图工具与使用	(16)
1.3 几何作图	(18)
1.4 平面图形的分析与画法	(23)
1.5 绘图方法和步骤	(26)
本章小结	(29)
复习思考题 1	(29)
第 2 章 正投影与三视图	(30)
2.1 投影法的概念	(30)
2.2 三视图的概念	(32)
本章小结	(35)
复习思考题 2	(35)
第 3 章 点、直线、平面的投影	(36)
3.1 点的投影	(36)
3.2 直线的投影	(39)
3.3 平面的投影	(45)
3.4 平面上的点和直线	(48)
3.5 直线与平面及两平面的相对位置	(51)
3.6 用换面法求直线的实长和平面的实形	(55)
本章小结	(60)
复习思考题 3	(61)
第 4 章 基本体投影及表面交线	(62)
4.1 基本体的投影及其表面取点	(62)
4.2 平面与立体的表面交线——截交线	(68)
4.3 两回转体的交线——相贯线	(78)
本章小结	(82)
复习思考题 4	(83)
第 5 章 轴测图	(84)
5.1 轴测投影基础	(84)
5.2 正等轴测图的画法	(85)
5.3 斜二轴测图画法	(89)
本章小结	(92)

复习思考题 5	(92)
第 6 章 组合体	(93)
6.1 组合体的组合形式	(93)
6.2 组合体三视图的画法	(99)
6.3 组合体三视图的尺寸标注	(101)
6.4 组合体读图	(109)
本章小结	(120)
复习思考题 6	(121)
第 7 章 机件常用的表达方法	(122)
7.1 视图	(122)
7.2 剖视图	(125)
7.3 断面图	(133)
7.4 其他表达方法	(135)
7.5 综合应用举例	(138)
7.6 第三角画法简介	(140)
本章小结	(143)
复习思考题 7	(143)
第 8 章 标准件与常用件	(145)
8.1 螺纹及其连接	(145)
8.2 键连接与销连接	(156)
8.3 齿轮	(158)
8.4 滚动轴承	(164)
8.5 弹簧	(167)
本章小结	(169)
复习思考题 8	(170)
第 9 章 零件图	(171)
9.1 零件图的作用和内容	(171)
9.2 零件图的视图选择	(172)
9.3 零件的工艺结构	(174)
9.4 零件图的尺寸标注	(179)
9.5 表面粗糙度及其注法	(185)
9.6 极限与配合及其注法	(190)
9.7 形状和位置公差及其注法	(199)
9.8 典型零件图例分析	(202)
9.9 看零件图的方法步骤	(207)
9.10 零件测绘	(209)
本章小结	(214)
复习思考题 9	(215)

第 10 章 装配图	(216)
10.1 装配图的作用与内容	(216)
10.2 装配图的表达方法	(218)
10.3 装配图的尺寸标注	(220)
10.4 装配图的零件编号、明细栏与技术要求	(220)
10.5 装配工艺结构	(222)
10.6 部件测绘	(225)
10.7 读装配图	(231)
10.8 由装配图拆画零件图	(233)
本章小结	(235)
复习思考题 10	(236)
第 11 章 计算机绘图	(237)
11.1 计算机绘图概述	(237)
11.2 典型绘图软件——AutoCAD	(237)
11.3 图形的绘制与编辑	(242)
11.4 块操作	(268)
11.5 尺寸标注	(273)
11.6 综合练习	(294)
本章小结	(296)
复习思考题 11	(296)
第 12 章 压塑嵌接件和焊接件	(297)
12.1 压塑嵌接件	(297)
12.2 焊接件	(298)
本章小结	(302)
复习思考题 12	(302)
附录	(303)
参考文献	(343)

绪 论

一、本课程研究对象和内容

图形和语言、文字等一样,是承载信息进行交流的重要媒体。在工程界为准确表达物体的形状,主要用的工具就是图形。

在工程技术上,为了准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求,通常需要将其按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上,这样就得到了工程图样,简称图样。机械图样是工程图样中应用最多的一种。

在现代工业生产中,各种机器、工具、车辆、船舶、电子仪器的设计、制造以及各种工程建筑的设计、施工都要以图样为依据。在生产和科学实验活动中,设计者需要通过图样表达设计对象;制造者需要通过图样了解设计要求,依照图样制造设计对象;使用者需要通过图样了解设计、制造对象的结构及性能。因此,图样是表达设计意图、交流技术思想与指导生产的重要工具,是工业生产中的重要技术文件,是工程界共同的技术语言。

机械制图是研究用投影法绘制和阅读机械图样及解决空间几何问题的理论和方法的课程,它既有系统的理论,又有较强的实践性。其主要内容包括:

正投影原理——投影法基本知识,点、线、面、体的投影规律和作图方法。

制图基础——国家标准《技术制图》和《机械制图》的介绍,制图基本知识与基本技能,机械形体的各种表达方法。

机械图——标准件、常用件的表达与标注,零件图、装配图的绘图、读图以及各种技术要求。

计算机绘图——计算机绘图系统的组成、绘图原理、方法等。

二、本课程的性质和任务

本课程是高等职业技术教育和高等工程专科教育机械类专业的一门主干技术基础课。通过本课程的学习,使学生基本掌握绘制和阅读机械图样的基本理论和方法,掌握绘图技能,并具备相应的空间想象力。

本课程的主要任务是:

1. 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用。
2. 学习、贯彻国家标准《技术制图》和《机械制图》及其有关规定。
3. 培养空间想象能力和空间构思能力。
4. 培养用仪器、徒手、计算机三种方法绘制机械图样的基本能力。
5. 培养阅读机械图样的基本能力。
6. 培养自学能力、分析问题和解决问题的能力。
7. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法和要求

本课程自始至终研究的是空间几何元素及形体与其投影之间的对应关系,绘图和读图是反映这一对应关系的具体形式,因此在学习过程中,应注意如下几点。

1. 应掌握基本概念、基本理论和基本方法,由浅入深地进行绘图和读图的实践,多画、多读、多想,不断地由物画图,由图想物,逐步提高空间逻辑思维能力和形象思维能力。这是学好本课程的基本点。

2. 本课程实践性极强。在掌握基本概念和理论的基础上,必须通过做习题、绘图和读图实践,才能学会和掌握运用理论去分析和解决实际问题的正确方法和步骤,以及实际绘图的正确方法、步骤和操作技能,正确使用尺规绘图工具或计算机,养成按照正确方法、步骤绘图的习惯。

3. 机械图样既然是工程界的交流语言,就应遵循《技术制图》国家标准,因此,在学习过程中,应树立“严格遵守标准”的观念,贯彻执行国家标准。

4. 由于工程图样在生产实际中起着很重要的作用,其中任何一点差错都会给生产带来不应有的损失。因此作图时要认真细致,严格要求,树立对生产负责的思想,严格遵守工程制图的国家标准,培养良好的工作作风。

通过本门课的学习和训练,为学生进一步提高绘图和看图能力打下必要的理论基础与实践基础。随着后续课程的学习,以及通过实践的经验积累,才能逐步地达到设计与绘制合理的生产图纸要求。

第 1 章 制图标准与基本技能

【提要】本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定、绘图工具及仪器的使用、几何作图、平面图形的分析、手工绘图的方法和步骤等。

1.1 机械制图国家标准

机械图样是设计和制造机械过程中的重要技术资料,是交流技术思想的语言,对图样画法、尺寸注法等都必须作出统一规定。1959 年,我国首次颁发了《机械制图》国家标准,对图样作出了统一规定。为适应经济和科学技术发展的需要,先后于 1970 年、1974 年及 1984 年重新修订《机械制图》国家标准。进入 20 世纪 90 年代后,为了与国际接轨,国家质量技术监督局依据国际标准化组织制订的国际标准,制订并颁布了《技术制图》和《机械制图》国家标准,简称“国标”,用 GB 或 GB/T(GB 为强制性国家标准,GB/T 为推荐性国家标准)表示,通常称为制图标准。为绘出合格的机械图样,除需要掌握正确的作图方法,熟练地使用绘图工具外,还必须严格遵守国家标准中的各项规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689 - 1993)

1. 图纸幅面

图纸的基本幅面有五种,代号为 A0、A1、A2、A3、A4,其基本尺寸见表 1-1。必要时也允许选用加长幅面,加长幅面的尺寸按基本幅面的短边成整数倍增加。各种加长幅面参见图 1-1。其中粗实线部分为基本幅面;细实线部分为第一选择的加长幅面;虚线为第二选择的加长幅面。加长后幅面代号记为:基本幅面代号×倍数。如 A3×3,表示按 A3 图幅短边 297 加长 3 倍,即加长后图纸尺寸为 420×891。

表 1-1 图纸幅面尺寸

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		

基本幅面图纸中,A0 幅面为 1m^2 ,长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍,因此 A0 图纸长边 $L=1\,189\text{mm}$,短边 $B=841\text{mm}$ 。A1 图纸的面积是 A0 的一半,A2 图纸的面积是 A1 的一半,其余如此类推,其关系如图 1-1 所示。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画图框,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。

不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示;留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示,尺寸见表 1-1。

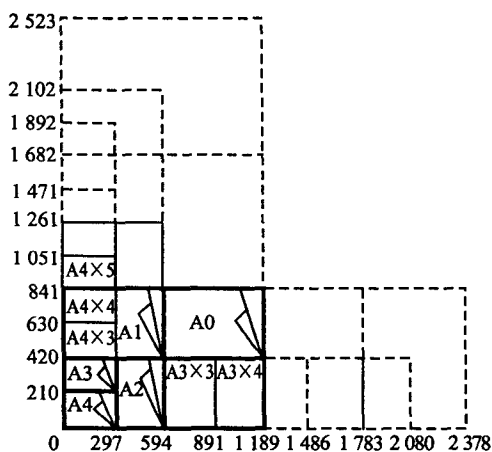


图 1-1 图纸幅面及加长幅面

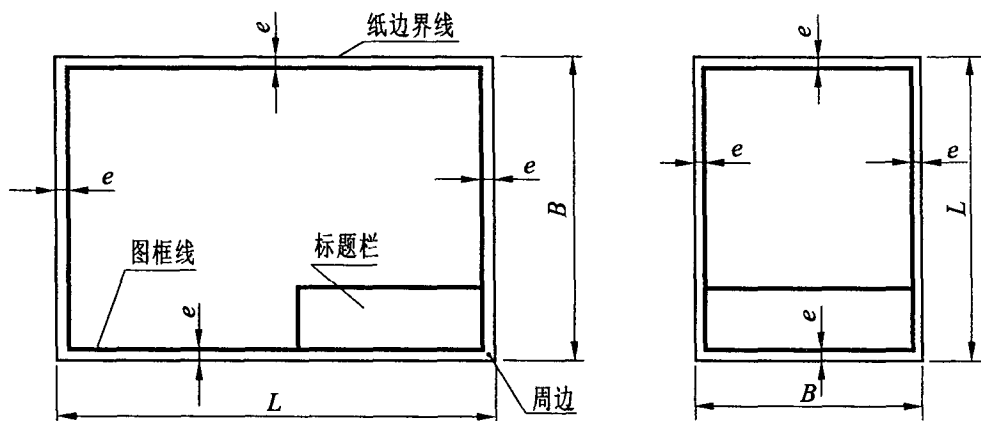


图 1-2 不留装订边的图框格式

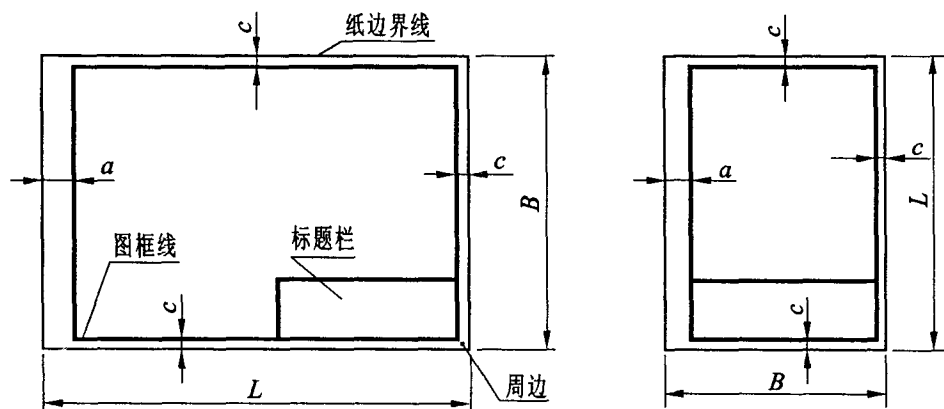


图 1-3 留装订边的图框格式

为了复印和缩摄影时定位方便,可采用对中符号。对中符号是从纸边界画入图框内约5mm的一段粗实线,如图1-4所示。

3. 标题栏

每张技术图样中,均应画出标题栏。标题栏的位置一般位于图纸的右下角,如图1-2、图1-3所示,看图的方向一般应与标题栏中文字的方向一致。为了使用预先印好图框的图纸,明确绘图和看图的方向,当看图的方向与标题文字不一致时,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图1-4(a)所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所处位置如图1-4(b)所示。

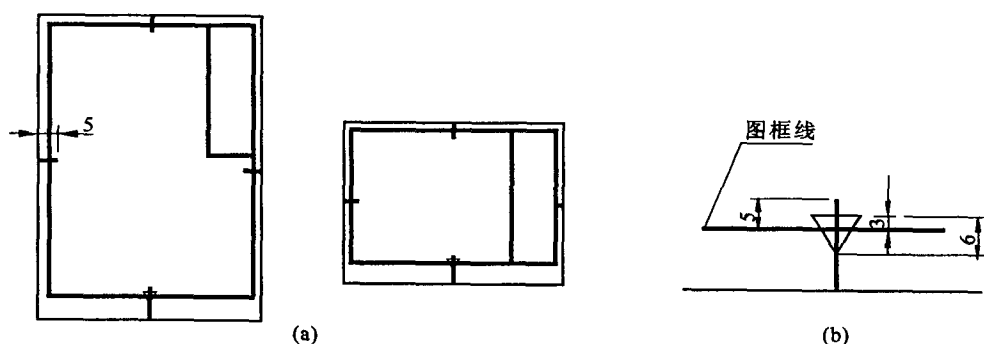


图1-4 对中符号和方向符号

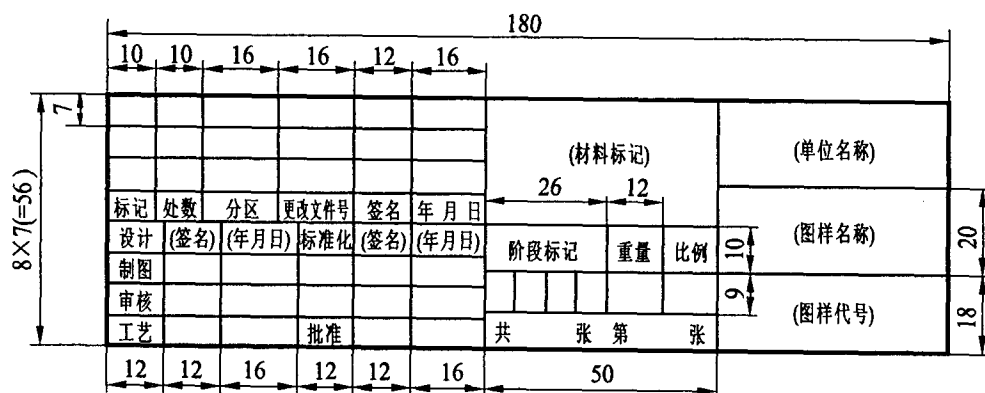


图1-5 标题栏

标题栏的格式,国家标准(GB/T 10609.1-1989)已作出了统一规定,如图1-5所示,在生产设计中应遵守这种格式。为简便起见,学生制图作业建议采用图1-6所示的标题栏格式。

1.1.2 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。比例用符号“:”表示,如:1:1、2:1、1:5等。比例按其比值大小分为如下几种。

(1)原值比例:比值为1的比例,即1:1。

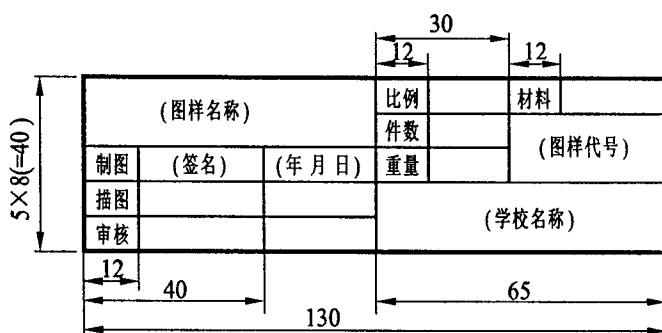


图 1-6 学校用标题栏

(2)放大比例:比值大于1的比例,即2:1等。

(3)缩小比例:比值小于1的比例,即1:2等。

绘制图样时,应由表1-2规定的系列中选取适当的比例。优先选择第一系列,必要时允许选取第二系列,为了能从图样上得到实物大小的真实概念,应尽量采用1:1的比例绘图。当形体不宜采用1:1绘制图样时,也可用缩小或放大比例画图,但不论放大或缩小,标注尺寸时都必须标注机件的实际尺寸,如图1-7所示为按不同比例绘出的图形。

表 1-2 比例

种 类	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	—
放大比例	2:1 5:1 $1 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $5 \times 10^n : 1$	2.5:1 4:1 $2.5 \times 10^n : 1$ $4 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10 $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 1 \times 10^n$	1:1.5 1:2.5 1:3 $1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ 1:4 1:6 $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

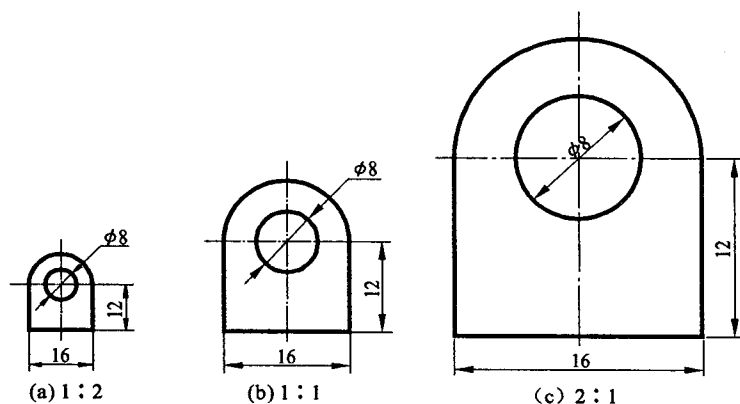


图 1-7 以不同的比例画出同一零件的图形

比例一般应标注在标题栏的比例栏中,必要时,可在视图名称下方或右侧标注比例,如 $\frac{1}{2:1}$ 、

$\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{25:1}$ 、平面图 1:100 等,标注示例如图 1-8 所示。

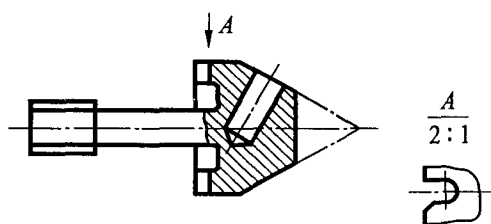


图 1-8 比例另行标注的形式

1.1.3 字体(GB/T 14691-1993)

在图样上除了要用图形来表达零件的结构形状外,还必须用数字及文字来说明它的大小和技术要求等其他内容。国家标准对技术图样和技术文件中书写的汉字、字母和数字的书写形式都作了统一规定。

1. 基本规定

(1) 图样和技术文件中书写的汉字、数字和字母必须做到: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。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例增加。字体高度代表字体的号数。

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

(4) 字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 d 为字高的 1/14, B 型字体的笔画宽度 d 为字高的 1/10。在一张图纸上只能采用同一种字体。

(5) 图样上的字母和数字可写成斜体和直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准成 75° 。

2. 字体示例

(1) 长仿宋体汉字示例。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

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

(2) 拉丁字母示例。

A 型字体

大写斜体

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

小写斜体

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

(3) 阿拉伯数字示例。

A 型字体

斜体

0123456789

直体

0123456789

(4) 罗马数字示例。

A 型字体

斜体

I II III IV V VI VII VIII IX X

直体

I II III IV V VI VII VIII IX X

3. 综合应用的规定

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字和字母，一般应采用小一号的字体。

示例：

$10^3 \text{ S}^{-1} D_1 T_d \quad \phi 20^{+0.010}_{-0.023} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$

(2)图样中的数字符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家的有关法令和标准的规定。

示例:

$l/\text{mm} \text{ m/kg} \text{ 460r/min} \text{ 220V} \text{ 380kPa}$

(3)其他应用示例。

$10\text{JS5}(\pm 0.003) \text{ M24-6h}$
 $\phi 25 \frac{\text{H6}}{\text{m5}} \quad \frac{\text{II}}{2:1} \quad \frac{6.3}{\triangle} \text{ R8} \quad 5\% \quad \frac{350}{\triangle}$

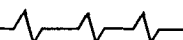
1. 1. 4 图线(GB/T 17450 – 1998, GB/T 4457. 4 – 2002)

图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线,连续线或不连续线。

1. 图线型式及应用

国家标准《技术制图》中规定了 15 种基本线型及若干种基本线型的变形,线型的代码为 No. 01—No. 15。其中机械制图中常用的图线有 9 种,见表 1 – 3。

表 1 – 3 图线(GB/T 4457. 4 – 2002)

名 称	线 型	代号 No.	线宽 d/mm		主要用途及线素长度	
粗实线		01. 2	0. 7	0. 5	可见棱边线,可见轮廓线	
细实线		01. 1	0. 35	0. 25	尺寸线,尺寸界线,剖面线,引出线,重合断面的轮廓线,过渡线	
波浪线		01. 1			断裂处的边界线,视图与剖视图的分界线	
双折线		01. 1			断裂处的边界线,视图与剖视图的分界线	
细虚线		02. 1			不可见棱边线,不可见轮廓线	画长 $12d$, 短间隔长 $3d$
粗虚线		02. 2	0. 7	0. 5	允许表面处理的表示线	
细点画线		04. 1	0. 35	0. 25	轴线,对称中心线,分度圆(线),孔系分布的中心线,剖切线	长画长 $24d$, 短间隔长 $3d$, 点长 $\leq 0. 5d$
细双点画线		05. 1			相邻辅助零件的轮廓线,可动零件的极限位置轮廓线,中断线	
粗点画线		04. 2	0. 7	0. 5	限定范围表示线	

机械图样中,图线宽度分粗细两种,其比例为 2 : 1,按图样的大小和复杂程度,在下列数系中选择:0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2mm,粗线宽度优先采用 0.7,0.5mm。

不连续独立部分称为线素,如点、长度不同的画和间隔。手工绘图时线素宜符合表 1-3 规定。

图线应用实例如图 1-9 所示。

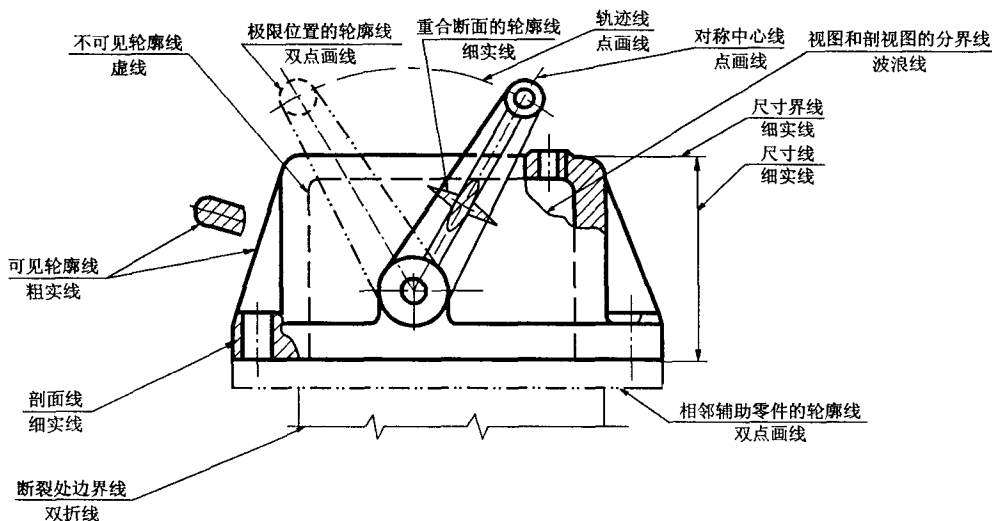


图 1-9 图线应用示例

2. 图线画法

(1) 同一图样中,同类图线的宽度一致,虚线、细点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自均匀相等。

(2) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

(3) 点画线或双点画线的首末两端应是线段而不是点。点画线(或双点画线)相交时,其交点应为线段相交,如图 1-10(a)所示。在较小图形上绘制细点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-10(b)所示。

(4) 点画线、虚线与其他图线相交时都是线段相交,不能交在空隙处,如图 1-10(c)所示中 B 处所画图线。

(5) 当虚线处在粗实线的延长线上时,应先留空隙,再画虚线的短画线,如图 1-10(c)所示中 A 处所画图线。

1.1.5 尺寸标注(GB/T 4458.4-2003, GB/T 16675.2-1996)

图样中除包含表示形体形状的图形外,还需要按照国家标准的要求,正确、完整、清晰地标注尺寸,以确定形体的真实大小,为机件的加工及检验提供依据。

1. 基本规则

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