

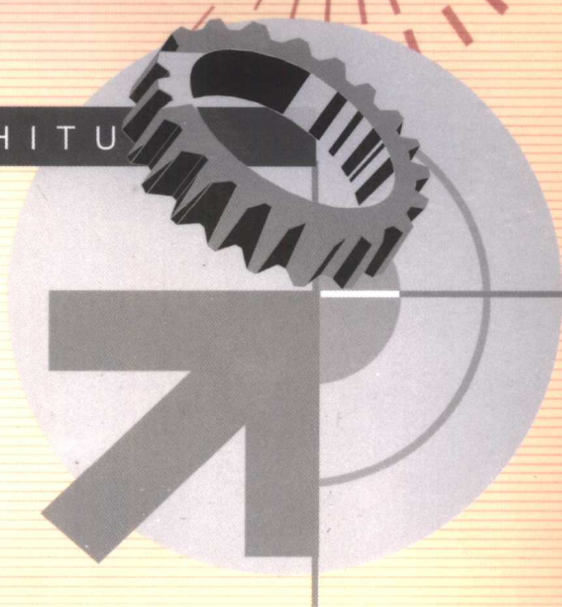
国家“十一五”应用型人才培养规划教材

现代工程制图

(第2版)

XIANDAIGONGCHENGZHITU

彭如恕 厉善元 周荣安 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TB23/120=2

2007

国家“十一五”应用型人才培养规划教材

现代工程制图

(第2版)

彭如恕 厉善元 周荣安 颜柏桦 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书以作者总结多年教学经验和教改成果为基础,符合工程图学教学指导委员会制定的《普通高等院校工程制图课程教学基本要求》。本书是参照教育部新修订的“高等学校画法几何及机械制图课程教学基本要求”,结合现代技术的发展,参考国内外相关教材,针对应用型人才培养的具体情况,在坚持继承性的前提下,适度创新而编写的。全书共分13章,内容主要包括:制图基本知识、投影基础、基本立体视图、立体表面交线、组合体视图、计算机三维造型设计方法简介、轴测图、机件常用的表示方法、标准件和常用件、零件图、装配图、展开图和焊接图、计算机绘图技术。

本书可供高等工科院校机械类和近机械类专业作为画法几何及机械制图课程教材,高等职业院校教材也可供其他院校师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代工程制图 / 彭如恕, 厉善元, 周荣安编著. —2 版.
北京: 国防工业出版社, 2007. 9
国家“十一五”应用型人才培养规划教材
ISBN 978 - 7 - 118 - 05345 - 6

I. 现… II. ①彭…②厉…③周… 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 (2007) 第 134680 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 21 字数 546 千字

2007 年 9 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—6000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

本书根据教育部工程图学教学指导委员会 2004 年制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》,同时考虑到现代制造加工技术的发展对本课程提出的新要求,结合各有关兄弟院校多年来的教学和教改经验而编写。与此同时,还编写了《工程制图习题集》,与本书配套使用。

在编写本书过程中,力求反映基础理论教学,以应用为目的,以必需、实用为特色;为适应 21 世纪我国教改的需要,将计算机绘图作为一种绘图工具,建立以贯彻制图国家标准、形体表达、徒手绘图为主线,手工绘图与计算机绘图同步并行的教学体系,让学生在学习工程制图基本内容的同时,又能利用绘图软件进行计算机绘图,而这一切又是在不增加课程总学时的情况下实现的。

本书文字简练、通俗易懂、图文并茂,特别适于教学。全书贯彻我国最新颁布的《机械制图》与《技术制图》国家标准。本书除供高等学校机械类、近机类专业使用外,还可作为高等教育自学考试等有关专业教材选用。

本书由南华大学彭如恕主编。参加编写的有:南华大学彭如恕(绪论、第 1 章、第 5 章、第 9 章、第 12 章、第 13 章)、厉善元(第 2 章、第 7 章、第 10 章)、周荣安(第 6 章、第 8 章、第 11 章)、国防科学技术大学颜柏桦(第 3 章、第 4 章)。

随着教学改革的不深入发展,各校都在积极探索新的教改方法,积累了不少好的经验。由于我们的认识与水平有限,教材中的不妥之处在所难免,敬请使用本教材的师生批评指正。

编 者
2006 年 7 月

课程说明

1. 本课程的任务和要求

图是工程信息的载体,它准确地表达工程对象的结构形状、大小尺寸和技术要求。工程图样是制造机器、仪器和进行工程施工、电子电工线路连接等的主要依据。在生产和科学实验活动中,设计者通过图样来表达设计思想,制造者通过图样来了解设计要求和制造设计对象,人们还通过图样来进行科学技术方面的交流。所以,图样是工程界的语言。

计算机绘图技术的普及和发展、设计制图工作的根本性转变,使得图样信息的产生、加工、存储和传递进入了新的阶段。随着科学技术的高速发展和国际交流的日益频繁,作为国际性技术语言的工程图样显得越来越重要。

“画法几何与工程制图”是高等院校工科各专业的一门必修的基础课。它研究绘制和阅读工程图样和解决空间几何问题的理论和方法,为培养学生的制图技能和空间想象能力打下必要的基础。同时,它又是学生学习后续课程和完成课程设计、毕业设计不可缺少的基础。

工程技术人员必须掌握这种技术语言,具备画图和看图的能力。作为培养高级工程科学技术人员的高等学校,为适应创新人才的素质教育要求,在教学计划中把“工程制图”列为一门重要的技术基础课程。

本课程的任务和要求是:

- (1) 研究用正投影法并遵照国家标准的规定画出图样,以表达机器、部件和零件。
- (2) 培养学生具有工程图学思维方式,提高学生的工程图学素质,使学生具有看图能力、空间想象能力和空间构思能力,为创新能力的培养打下坚实的基础。
- (3) 学习与图样有关的机械设计和制造工艺方面的基础知识,加强构形训练,培养学生的设计理念和工程意识。
- (4) 掌握计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图的方法(包括画轴测图的方法),能快速、准确地绘制工程图样,培养学生具有耐心细致的工作作风和严谨认真的工作态度。

2. 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,只有通过画图、看图实践才能掌握。因此,在学习本课程时,必须完成一系列的制图作业。要想把图样画得又快又好,必须做到:

- (1) 空间想象和空间思维与投影分析和绘图过程紧密结合。本课程的核心内容是用投影法在二维平面上表达空间几何元素以及在二维平面上图解几何问题。因此,在学习过程中必须随时进行空间想象和空间思维,并与投影分析和绘图过程紧密结合。
- (2) 理论联系实际,掌握正确的方法和技能。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,养成正确使用尺规绘图

工具或用计算机,按照正确方法、步骤绘图的习惯。

(3) 加强标准化意识和对国家标准的学习。为了确保图样传递信息的正确与规范,对图形形成的方法和图样的具体绘制、标注方法都有严格、统一的规定,这一规定以“国家标准”的形式给出。每个学习者都必须从开始学习本课程时就加强标准化意识,认真学习并坚决遵守国家标准的有关规定。

(4) 与工程实际相结合。本课程最终要服务于工程实际。因此,在学习中必须注重画图和看图相结合,物体与图样相结合。要多看、多画、多想,培养空间想象能力和空间构思能力,学习和积累相关工程实际知识,如机械设计知识、机械零件结构知识和机械制造工艺知识等。这些知识的积累,对加强读图和绘图能力可以起到重要的作用。

(5) 不断改进学习方法,提高独立工作能力和自学能力。

目 录

第 1 章 制图的基本知识	1	简介	121
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	1	6.1 概述	121
1.2 绘图工具的用法	10	6.2 Solid Edge 设计基础	121
1.3 几何作图	14	6.3 立体三维造型实例	123
1.4 平面图形的尺寸分析及画图	17	第 7 章 轴测图	140
1.5 徒手绘图	22	7.1 轴测图的基础知识	140
第 2 章 投影基础	24	7.2 正等轴测图的画法	142
2.1 投影基本知识	24	7.3 斜二轴测图的画法	151
2.2 物体的三视图	27	7.4 轴测剖视图	153
2.3 点的投影	29	本章小结	155
2.4 直线的投影	35	第 8 章 机件常用的表示方法	156
2.5 平面的投影	47	8.1 视图	156
2.6 直线与平面、平面与平面的相对位置	52	8.2 剖视图	160
2.7 换面法	64	8.3 断面图	169
本章小结	69	8.4 其他规定画法和简化画法	173
第 3 章 基本立体视图	73	8.5 综合运用举例	178
3.1 平面立体的投影	73	第 9 章 标准件和常用件	180
3.2 曲面立体的投影	76	9.1 螺纹和螺纹紧固件	180
第 4 章 立体表面交线	83	9.2 键、销连接和滚动轴承	190
4.1 平面与立体相交	83	9.3 花键	195
4.2 立体与立体相交	93	9.4 齿轮	197
第 5 章 组合体视图	103	9.5 弹簧	200
5.1 组合体的组合形式及分析	103	第 10 章 零件图	203
5.2 组合体的视图画法	108	10.1 零件图的作用和内容	203
5.3 组合体的尺寸标注	111	10.2 零件图的视图选择及尺寸标注	204
5.4 读组合体视图	114	10.3 典型零件图的结构分析	208
5.5 第三角投影	119	10.4 零件上常见工艺结构及尺寸标注	210
第 6 章 计算机三维造型设计方法		10.5 零件图上的技术要求	214

10.6	读零件图	225	11.7	看装配图的方法和步骤	248
10.7	零件测绘方法及画草图 步骤	227	11.8	由装配图拆画零件图	251
	本章小结	230	第12章	展开图和焊接图	257
第11章	装配图	231	12.1	展开图	257
11.1	装配图的作用和内容	231	12.2	焊接图	265
11.2	装配图的表达方法	233	第13章	计算机绘图技术	271
11.3	装配图中的尺寸标注及技术 要求	235	13.1	AutoCAD 使用基本知识	271
11.4	装配图中的零件序号及明细 栏、标题栏	236	13.2	绘图环境的建立与图层的 设置	275
11.5	常见装配工艺结构	238	13.3	图形的绘制与编辑	279
11.6	画装配图的方法及步骤	242	13.4	尺寸标注	285
			13.5	块	290
			13.6	绘图举例	291
参考文献		325			

第 1 章 制图的基本知识

工程图样是现代工业生产中不可缺少的技术资料、工程界的语言,具有严格的规范。本章着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于“图纸幅面和图框格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸注法”等基本规定,并简略介绍平面图形的基本画法。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

技术图样是表达设计思想、进行技术交流和组织生产的重要文件资料,是工程交流的技术“语言”。因此,对于图样画法、尺寸注法等都需要作统一的规定。这些规定叫制图标准。国家标准《机械制图》、《技术制图》是工程界的基本标准,是绘制、阅读技术图样的准则和依据,必须严格遵守。国家标准简称“图标”,代号“GB”。

1. 图纸幅面和图框格式(根据 GB/T14689—1993)

1) 绘制技术图样时,应优先选用表 1-1 所规定的基本幅面。

表 1-1 图纸基本幅面

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 B×L		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
周边尺寸	e	20		10		
	c	10			5	
	a	25				

基本幅面的尺寸有一定规律,图纸短边与长边的尺寸关系为 $B:L=1:\sqrt{2}$, 即是正方形的边长与其对角线长度之比,这样能最大限度地利用图纸。A0 图幅“841×1189”,图幅面积为 1m^2 ,长、短边关系为 $\sqrt{2}:1$,这两个相关条件下得出的。各图纸幅面面积公比为 2:1。“国标”规定,必要时,也允许使用加长幅面,这些幅面的尺寸是由基本幅面(第一选择)的短边成整数倍增加后得出的,如 A3×3 幅面尺寸为 420×891,其他加长幅面的尺寸(图 1-1),读者可查阅国家标准《技术制图》。

2) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分留有装订边(图 1-2)和不留装订边(图 1-3)两种,其周边尺寸见表 1-1。使用时,图纸可以横放(X 型图纸),也可以竖放(Y 型图纸)。同一产品的图样只能采用同一种格式。

3) 标题栏

标题栏是由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的栏目。标题栏位于图纸的右下角,标题栏的格式和尺寸 GB/T10609.1-1989 中有规定,一般由更改区、签字区、其他区(材料、比例、质量等)、名称及代号区(单位名称、图样名称、图样代号)组成。图 1-4 所示是该标准提供的标题栏格式及尺寸。

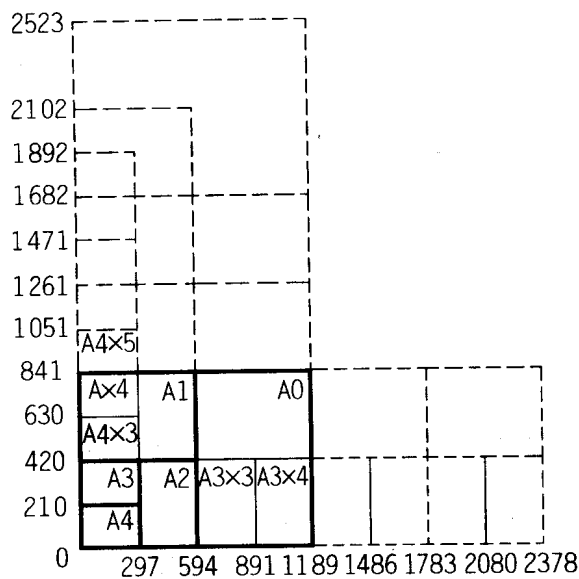


图 1-1 图幅加长

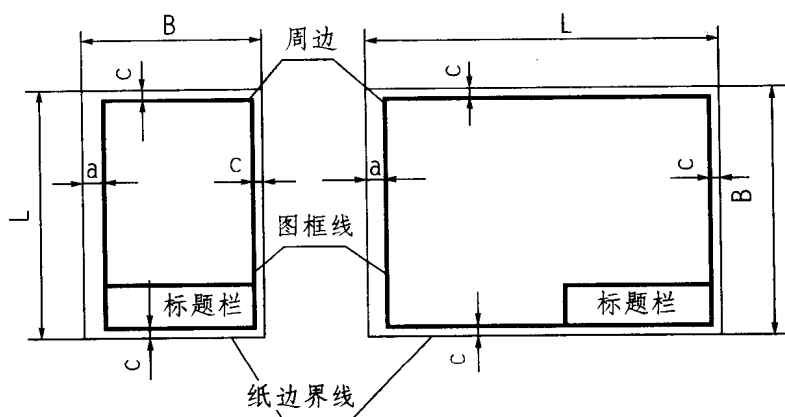


图 1-2 留有装订边的图框格式

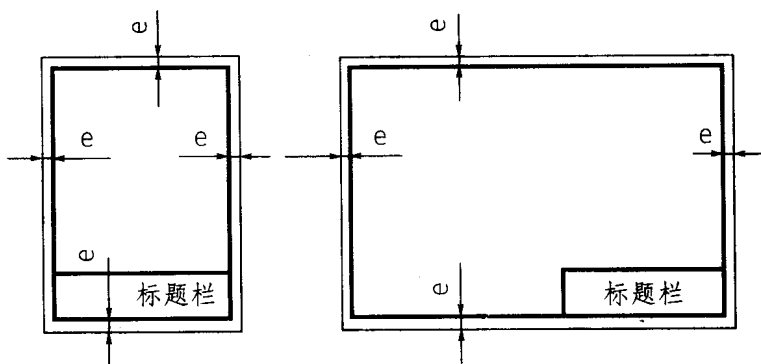


图 1-3 不留装订边的图框格式

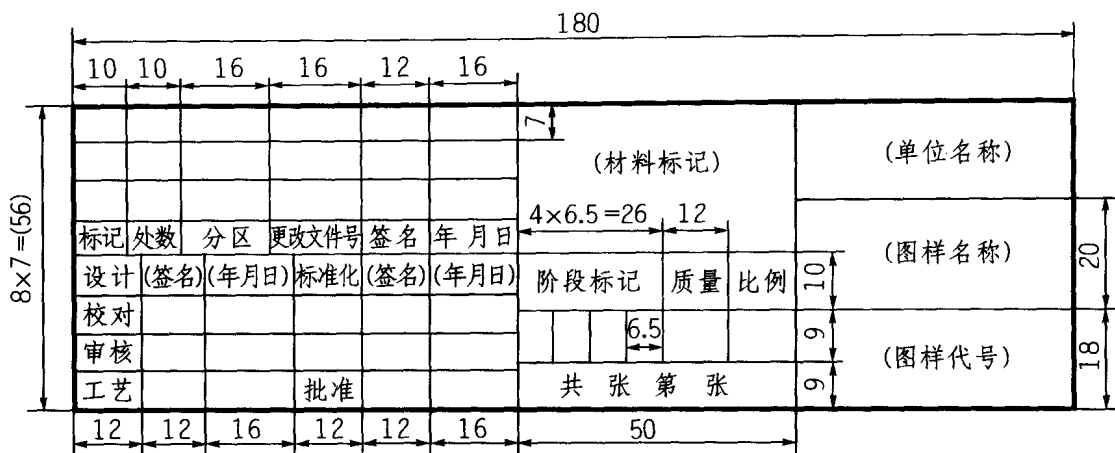


图 1-4 标题栏的格式及尺寸

4) 图幅分区

(1) 必要时可以用细实线在图纸周边内画出分区,如图 1-5 所示。

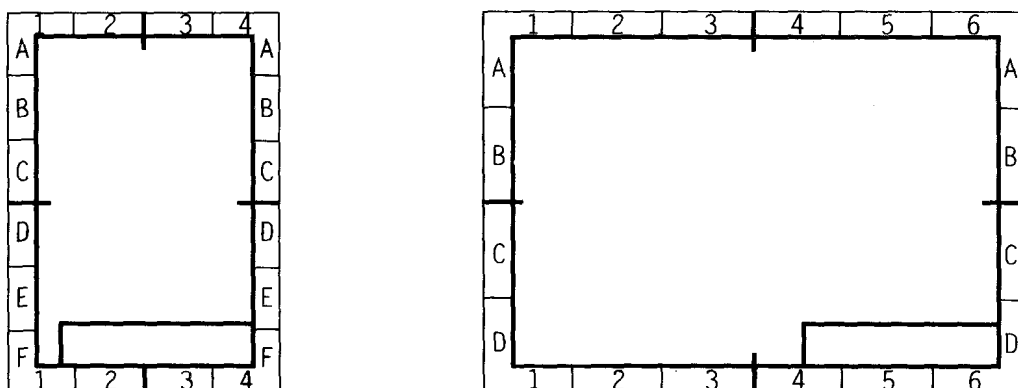


图 1-5 图幅分区

(2) 图幅分区数目按图样的复杂程度确定,但必须取偶数。每一分区的长度应在 25mm ~ 75mm 之间选择。

(3) 分区的编号,沿上下方向(按看图方向确定图纸的上下和左右)用直体大写拉丁字母从上到下顺序编写;沿水平方向用直体阿拉伯数字从左到右顺序编写。当分区数超过拉丁字母的总数时,超过的各区可用双重字母编写,如 AA、BB、CC……拉丁字母和阿拉伯数字的位置应尽量靠近图框线。

2. 比例(GB/T14690—1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比,如图 1-6 所示。绘制图样时,应根据实际需要按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。一般应尽量采用机件的实际大小(1:1)画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中表明。当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。应注意,不论采用何种比例绘图,标注尺寸时,均按机件的实际尺寸大小注出。

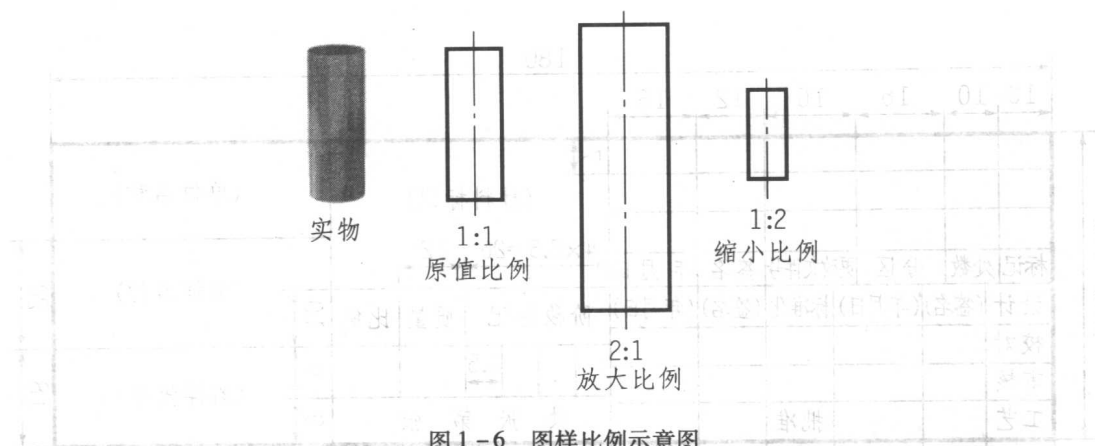


图 1-6 图样比例示意图

表 1-2 绘图比例

种类	比例
原值比例	1:1
放大比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 $1 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$ $4 \times 10^n:1$ $5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5 1:6 $1:1 \times 10^n$ $1:2 \times 10^n$ $1:1.5 \times 10^n$ $1:2 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$
注: 1. n 为正整数; 2. 粗体字为优先选用比例	

3. 字体(GB/T14691—1993)

字体指的是图中汉字、字母、数字的书写形式,图样中的字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20。

如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}:1$ 的比率递增,字体高度代表字的号数。

1) 汉字

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 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。其基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种。汉字除单体字外,一般由上、下或左、右几部分组成,书写时各部分的比例要匀称,结构要紧凑。常见的结构有 $1/2, 1/3, 2/3, 2/5, 3/5$ 等形式。其书写过程、实际笔画及汉字结构示例如下:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 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

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) 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。数字和字母有斜体和直体之分,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角。拉丁字母大写斜体:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

拉丁字母小写斜体:

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

阿拉伯数字斜体:

0123456789

拉丁字母大写直体:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

拉丁字母小写直体:

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

3) 字母组合应用示例

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字,一般采用小一号字体,其应用示例如下:

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

(2) 图样中的数学符号、计量单位符号,以及其他符号、代号应分别符合国家标准有关法令和标准的规定。量的符号是斜体,单位符号是直体,如 m/kg ,其中 m 为表示质量的符号,应用斜体,而 kg 表示质量的单位符号,应是直体。示例如下:

l/mm m/kg $460r/min$ $380kPa$

(3) 其他应用示例如下:

$10Js5(\pm 0.003)$ $M24-6h$

$\phi 25_{m5}^{H6}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\frac{6.3}{\nabla}$

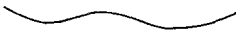
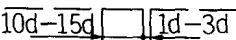
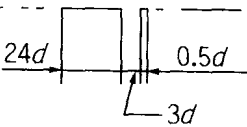
4. 图线 (GB/T4457.4-2002, GB/T17450-1998)

1) 图线形式

国家标准《技术制图》规定了绘图时应用的 15 种基本线型。绘制机械图样使用 8 种基本图线 (如表 1-3 所列),即:粗实线、细实线、双折线、虚线、细点画线、波浪线、粗点画线、双点画线。图

线的宽度分粗、中粗和细三种,其宽度比为4:2:1。粗线的宽度(d)可根据图形的大小和复杂程度在0.13mm,0.18mm,0.25mm,0.35mm,0.5mm,0.7mm,1mm,1.4mm,2mm 范围内选取。机械制图中通常采用两种线宽,其比例关系为2:1。

表 1-3 图线形式及应用

代码 No	线 型	宽度	一 般 应 用
01.1	 细实线	约 $d/2$	1. 过渡线; 2. 尺寸线及尺寸界线; 3. 剖面线; 4. 指引线和基准线; 5. 重合断面的轮廓线; 6. 短中心线; 7. 螺纹的牙底线及齿轮齿根线; 8. 范围线及分界线; 9. 辅助线; 10. 投射线; 11. 不连续同一表面连线; 12. 成规律分布的相同要素连线
01.1	 波浪线	约 $d/2$	1. 断裂处的边界线; 2. 视图和剖视分界线
01.1	 双折线	约 $d/2$	1. 断裂处的边界线; 2. 视图和剖视分界线
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; 6. 齿顶圆(线); 7. 剖切符号用线
02.1	 细虚线	约 $d/2$	1. 不可见棱边线; 2. 不可见轮廓线
02.2	 粗虚线	d	允许表面处理的表示线
04.1	 点画线	约 $d/2$	1. 轴线、对称中心线; 2. 分度圆(线); 3. 孔系分布的中心线; 4. 剖切线
04.2	 粗点画线	d	限定范围表示线
05.1	 细双点画线	约 $d/2$	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. 成形前轮廓线; 5. 轨迹线; 6. 毛坯图中制成品的轮廓线; 7. 工艺用结构的轮廓线
注: 虚线中的每一线段长度约为 $12d$, 间隔约为 $3d$, 点画线和双点画线的长画长度约为 $24d$, 点的长度 $\leq 0.5d$, 间隔约为 $3d$			

2) 图线画法

(1) 同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔距离大致相等。各种图线的应用举例如图 1-7 所示。

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于0.7mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画线的交点。点画线和双点画线的首末两端应是长画线而不是点如图 1-8 所示。建议中心线超出轮廓线 2mm~5mm。

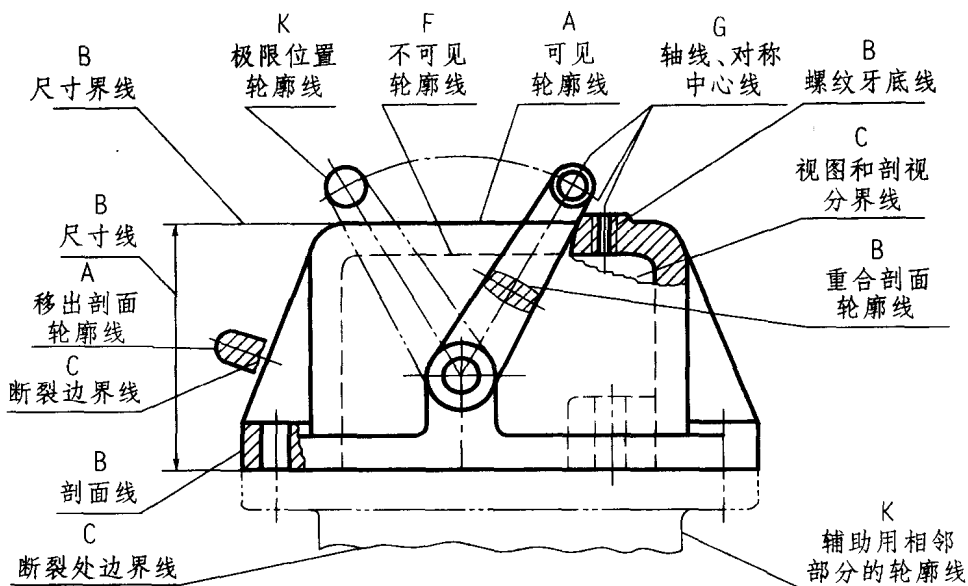


图 1-7 图线的应用

(4) 在较小的图形上画点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

为保证图形清晰,各种图线相交、相连时的习惯画法如图 1-8 所示。

点画线、虚线与粗实线相交以及点画线、虚线彼此相交时,均应交于点画线或虚线的线段处。虚线为粗实线的延长线时,应留间隙,如图 1-9 所示。

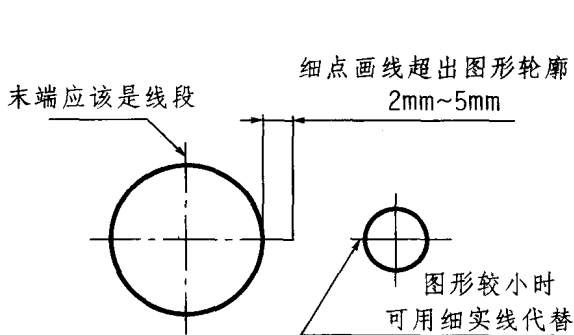


图 1-8 细点画线的画法

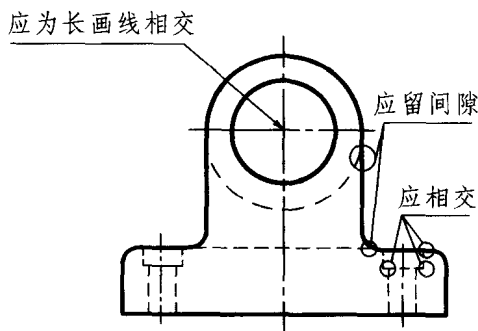


图 1-9 细点画线或细虚线与其他图线的关系

5. 尺寸标注 (GB/T4458.4-2003, GB/T16675.2-1996)

图样中,除需表达零件的结构形状外,还需标注尺寸,以确定零件的大小。国标中对尺寸标注的基本方法做了一系列规定,必须严格遵守。

1) 基本规定

(1) 图样中的尺寸,以毫米为单位时,不需注明计量单位代号或名称。若采用其他单位,则必须标注相应计量单位或名称。

(2) 图样上所注的尺寸数值是零件的真实大小,与图形大小及绘图的准确度无关。

(3) 零件的每一尺寸,在图样中一般只标注一次。

(4) 图样中所注尺寸是该零件最后完工时的尺寸,否则应另加说明。

2) 尺寸要素

一个完整的尺寸包含尺寸界线、尺寸线和尺寸线终端、尺寸数字和符号三组要素。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用细实线绘制,如图 1-10 所示。尺寸界线一般是图形轮廓线、轴线或对称中心线的延伸线,超出箭头约 2mm~3mm 也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直,必要时允许倾斜。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出,标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相同方向的各尺寸线之间的距离要均匀,间隔应大于 5mm。尺寸线一般不用图上的图线所代替,也不与其他图线重合或在其延长线上,并应尽量避免与其他的尺寸线或尺寸界线相交。

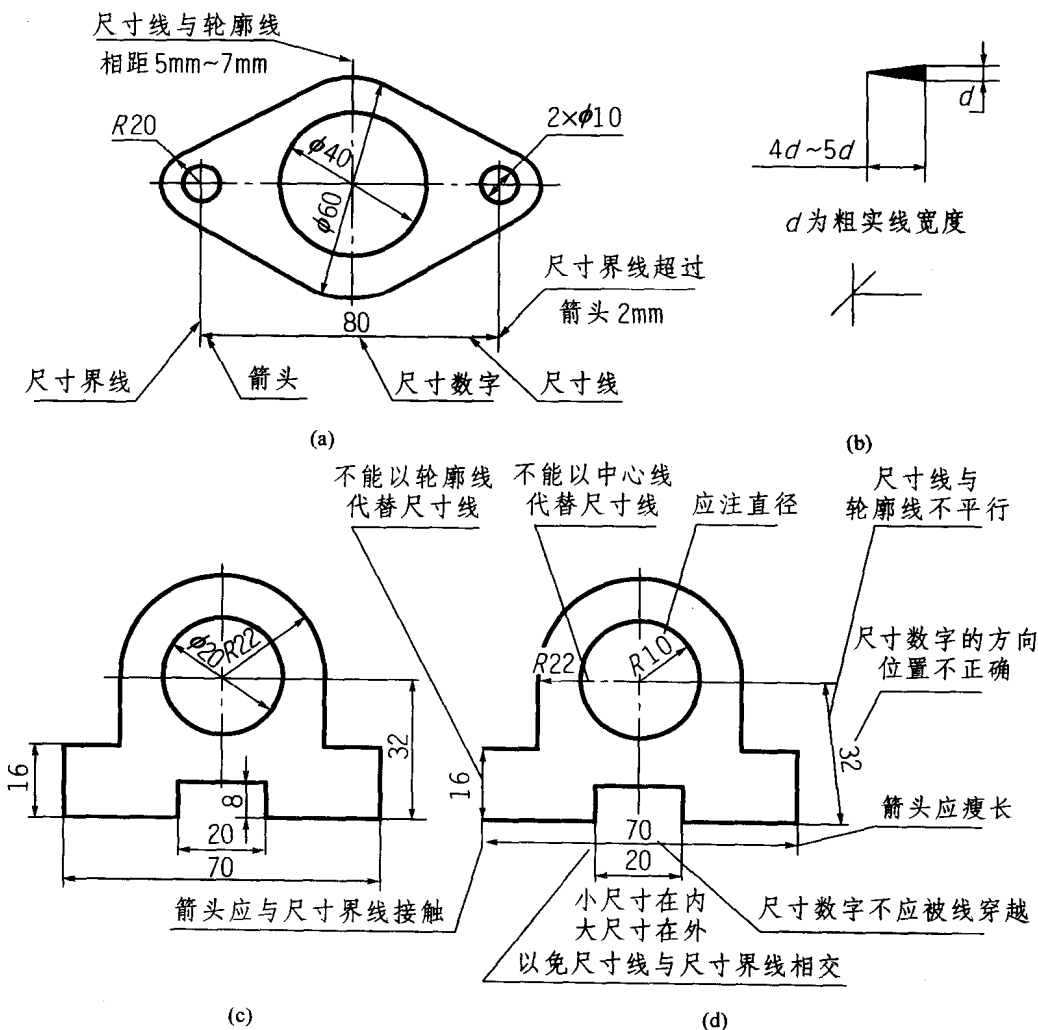


图 1-10 尺寸要素和标注方法

(a) 尺寸界线表示法示意图; (b) 尺寸线终端表示法示意图; (c) 正确表示法; (d) 错误表示法。

尺寸线终端可以有以下两种形式,如图 1-10(b)所示。

① 箭头。箭头适合于各类图样, d 为粗实线宽度,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出或离开。机件图样中的尺寸线终端一般均采用此种形式。

② 斜线。当尺寸线与尺寸界线垂直时,尺寸线的终端可用斜线绘制,斜线采用细实线。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时,同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。当采用箭头时,在位置不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头,如表 1-4 所示“小尺寸的标注法”的示例。线性尺寸数字方向,光滑过渡处的尺寸界线(如图 1-11,1-12)。

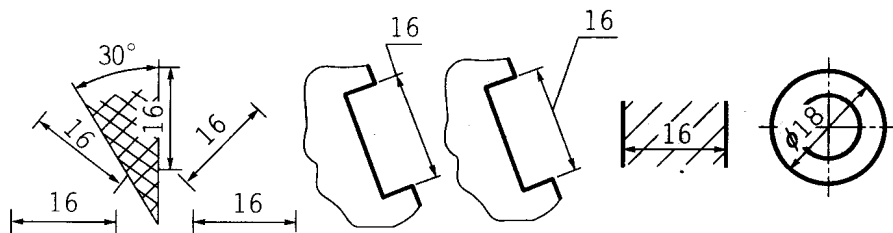


图 1-11 线性尺寸数字方向

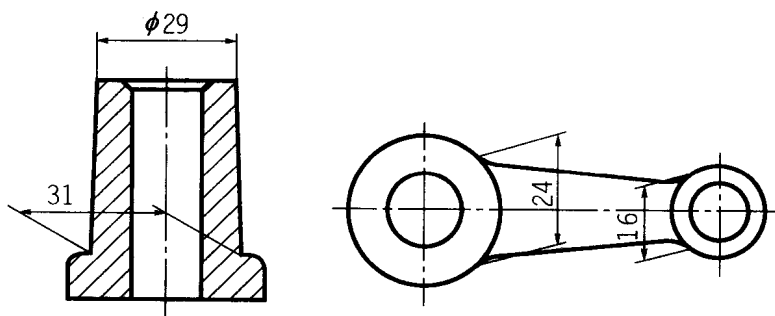


图 1-12 光滑过渡处的尺寸界线

(3) 尺寸数字及相关符号。表 1-4 表示不同类型的尺寸标注及符号。

表 1-4 不同类型的尺寸标注及符号

内容	示 例	说 明
角度		角度的尺寸界线应沿径向引出。尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。角度的数字,一般应注写在尺寸线的中断处,并一律写成水平方向,必要时也可写在尺寸线的上方、外面或引出标注
直径和半径		直径,半径的尺寸数值前,应分别注尺寸符号“ ϕ ”,“R”,对球面应在符号“ ϕ ”或“R”前加注符号“S”,在不致引起误解时也允许省略符号“S”,当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时,可用折线形式表示尺寸线。若无需表示圆心位置,可将尺寸线中断