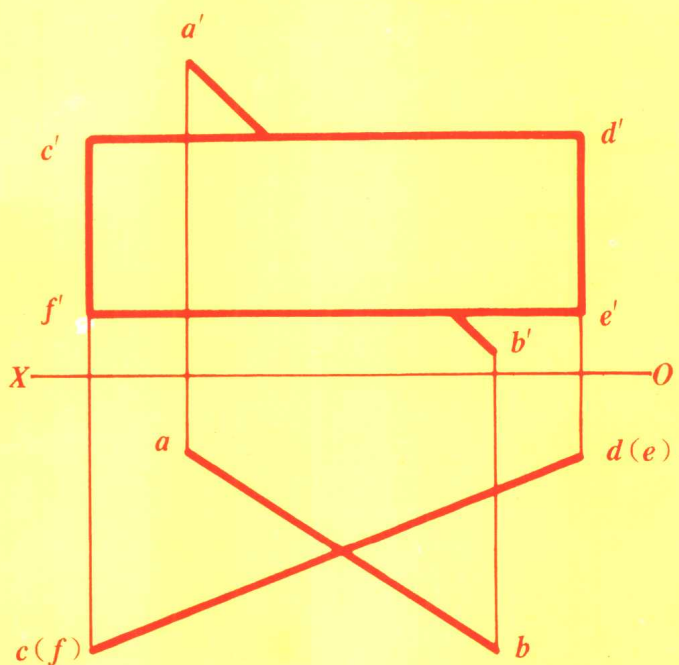
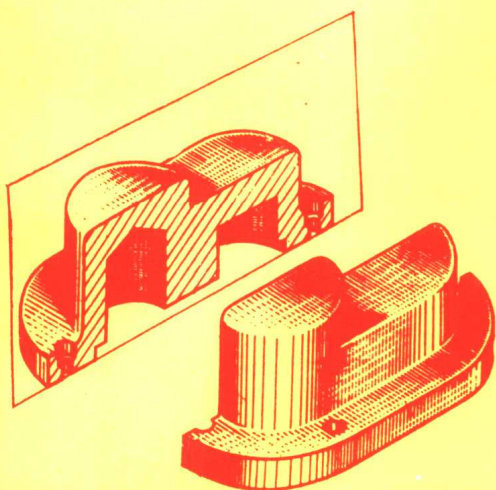


○国防科技大学 801 教研室

# 画法几何及工程制图



2/2  
2

国防科技大学出版社

# 画法几何及工程制图

国防科技大学 801 教研室

国防科技大学出版社

[湘]新登字 009 号

## 本书内容简介

本书根据全国高等学校工科画法几何及工程制图课程教学指导委员会修订的《高等工业学校工程制图基础课程教学基本要求》(60~70学时)为主,兼顾80学时教学大纲的要求,结合本校非机、非土建类专业的教学要求编写的。本书的内容包括:绪论、制图基本知识、点线面的投影、平面立体、曲面立体、组合体、机件形状的表达方法、标准件及常用件、零件图、装配图、计算机绘图共十章,最后编有附录。

本书由国防科技大学出版社出版,旨在培养初步的绘制和阅读机械图样的能力,采用国家技术监督局新近发布的国家标准,可供高等院校非机类、非土建类专业使用,也可供职工大学、函授院校及工程技术人员参考,同时出版的《画法几何及工程制图习题集》与本书配套使用。

## 画法几何及工程制图

国防科技大学 801 教研室

主 编 欧义同 吴维翰

责任编辑 郑久平

\*

国防科技大学出版社出版发行

湖南省新华书店经销

国防科技大学印刷厂印装

\*

787×1092 1/16 印张:17.375 字数:401千

1994年9月第1版第1次印刷 印数:3000册

ISBN 7-81024-309-8

TH·6 定价:14.00元

# 序 言

本教材是依据全国高等学校工科画法几何及工程制图课程教学指导委员会于1992年11月修订的《高等工业学校工程制图基础课程教学基本要求》(征求意见稿)的基本精神,总结了多年来画法几何及工程制图课程教学经验,采用了多次编写画法几何、工程制图及计算机绘图等教材所积累的素材和体会,参考国内理工院校的有关教材,结合我校的教学实际编写而成。

编写本书主要考虑到以下几点:

一、本书是专为非机械、非土建类专业编写的。适应于60~80学时。在教材内容上,严格按照60~70学时的《教学基本要求》并兼顾80学时教学大纲的要求的精神进行取舍。

二、遵循“少而精”的原则,以图示法为主,以基本几何形体为主,以特殊位置为主,培养初步的空间形象思维能力和绘制及阅读机械图样的初步能力。以达到培养和提高分析问题和解决问题的能力为目的。

三、本教材所涉及有关机械设计、机械制造工艺等基本知识,仅旨在满足《教学基本要求》,而不求面面俱到。

四、《计算机绘图》一章的主要内容包括了计算机绘图的基本知识以及二维基本图形的程序设计和上机操作。可满足80学时的教学要求。

五、本书采用了国家技术监督局新近发布的有关国家标准。

与本书同时编印的《画法几何及工程制图习题集》,与本教材配套使用。

参加本书编写的有:张志雄、张素华、陈循、黄刚、梦龙、唐根顺、欧义同、吴维翰、赵志苏。由欧义同任主编,吴维翰任副主编。全书的编辑和出版,得到国防科技大学教务部及国防科技大学出版社的大力支持,在此一并致谢。

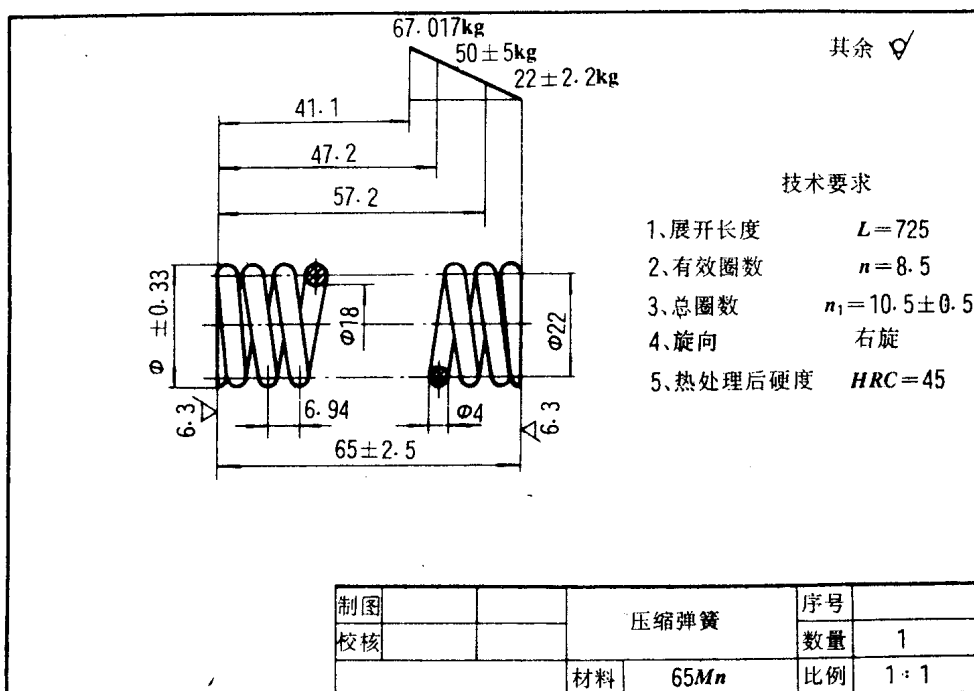
因水平和经验所限,恳请读者对本书中存在的问题进行批评指正。

编 者

1994.4

# 绪 论

《画法几何及工程制图》是研究用图样来形象、直观、准确地表示物体的结构形状、尺寸大小、技术要求及用途等内容的学科。一张工程图样是由图形、尺寸数字、符号和文字等组成。如下图所示,这是一张圆柱螺旋压缩弹簧的零件工作图,其中包括表示弹簧形状的图形,表示弹簧各部分大小的尺寸,制造弹簧的材料和规格等。由此不难看出,工程图样是工程技术人员用来表达设计思想和指导生产的重要技术文件,也是工程技术界用来进行技术交流的一种技术语言,俗称为工程界的语言。



圆柱螺旋压缩弹簧零件图

为了让从事工程技术的人员对图样具有唯一的确切无误的认识和理解,各个国家对图样中涉及到的物体的表达方法、图线、数字、文字、符号、格式等等,都制定了统一的国家标准。国际标准化组织(ISO)制定有国际标准。我国在1959年制定的机械制图国家标准,经过1974年和1984年两次较大规模的修订及以后陆续不断的更改和补充,其中有不少内容已经等效采用国际标准,方便于国际上的技术交流。

计算机绘图技术的迅速发展、日趋完善,已经较广泛地应用于工程设计各个领域,为高精度、高速度绘制工程图样,以及复制、存贮和交流提供了高效率的技术手段。人们期望在工程设计制图工作中全部采用计算机绘图的日子,已为期不远了。

## 一、本课程的研究对象和内容

本课程主要是应用正投影原理和国家标准《机械制图》中的规定,研究图示图解空间

几何问题以及绘制和阅读机械工程图样的一门技术基础课。

不论是军事机械工程或民用机器制造业,要制造机器设备,首先要进行设计,绘制出机器的装配图,并拆画出全部零件图,根据零件图进行加工制造出全部机器零件,再依照装配图来组装成机器。所以,机械工程图样是起着十分重要的作用,也为学习后续相关课程提供必须的技术基础。

本课程的主要内容,包括以下四大部分:

(一) 正投影原理 运用正投影原理,主要研究几何元素点、线、面及基本几何体的空间图示法和图解法。

(二) 制图基础 主要研究由基本几何体组成的组合体的图示方法,表达方法及尺寸标注方法。

(三) 机械图 主要是研究机械零件和部件的表达方法、尺寸注法、以及必要的技术要求标注与识别。同时也介绍一些常用标准件的规定画法和标记方法。

(四) 计算机绘图 介绍计算机绘图的基本知识及简单的平面图形的程序设计。

## 二、本课程的目的和任务

本课程是高等工科院校学生必修的技术基础课。目的在于培养和训练掌握绘制机械工程图样的基本理论、基本知识和基本技能,培养和训练阅读机械工程图样的能力和空间形象思维能力。

主要任务是:

1. 掌握正投影法的基本理论及其运用,培养学生的空间形象思维能力;
2. 掌握正确使用绘图仪器和工具绘图及徒手绘图的技能;熟悉《机械制图》国家标准、掌握常用表达方法,培养绘制和阅读较简单的零件图和装配图的能力;
3. 了解计算机绘图的基本知识;初步掌握简单平面图形的绘图程序设计。
4. 培养学生具有严肃认真和耐心细致的工作作风。

## 三、本课程的学习方法

通过其它课程的学习,学生在逻辑推理运算方面,接受了比较系统的严格的训练,这是学习本课程的基础。但是,在空间形象思维能力方面,缺少训练。从平面图形(即二维图形)想象出空间物体(即三维形体)的形状,这种想象能力,在人们认识事物的过程中,应该说是一次飞跃。本课程的主要任务之一,就是在有限的学时之内,帮助学生为完成这一次认识上的飞跃奠定基础。这就决定了学习本课程一定要自始至终坚持理论联系实际,在学习正投影理论的同时,反复进行画图和看图的实践,通过完成一系列的作业,循序渐进地进行严格的训练,完成从理论到实践,再从实践上升到理论的全过程。为此建议:

(一) 认真听课,尤其是要听懂课堂上图例的讲解,想象空间几何关系,边听边画,以图为主,逐步掌握基本理论及应用的规律;

(二) 认真完成每一次课内课外的作业,是掌握和巩固基本理论和基本知识的极为重要的教学环节。在作业过程中,应时刻注意分析空间几何元素的相对位置关系,坚持应用“从空间到平面,再由平面想象空间”的思维方法,通过完成一次作业,提高一步。逐步掌握和积累基本几何形体及典型结构的投影特性,才能达到培养空间想象能力的目的;

(三) 在作业过程中,应该严格遵守国家标准中的规定,正确地使用仪器、工具,掌握

正确的作图方法和步骤,严肃认真、耐心细致地完成每一次作业,是完成基本技能训练的主要教学环节,以达到提高工程素养的目的。

# 目 录

绪 论 .....	( 1 )
第一章 制图的基本知识和技能 .....	( 1 )
§ 1—1 《机械制图》国家标准简介 .....	( 1 )
§ 1—2 平面图形的绘制及其尺寸标注 .....	( 10 )
§ 1—3 绘图的方法与步骤 .....	( 12 )
第二章 点、直线、平面的投影 .....	( 13 )
§ 2—1 投影法的基本知识 .....	( 13 )
§ 2—2 点的投影 .....	( 14 )
§ 2—3 直线的投影 .....	( 16 )
§ 2—4 平面的投影 .....	( 23 )
§ 2—5 直线与平面、平面与平面的相对位置 .....	( 29 )
§ 2—6 换面法 .....	( 34 )
第三章 平面立体 .....	( 43 )
§ 3—1 平面立体的投影 .....	( 43 )
§ 3—2 平面立体表面上的取点取线 .....	( 45 )
§ 3—3 平面立体的截交线 .....	( 47 )
§ 3—4 平面立体上切口的投影 .....	( 49 )
第四章 曲面立体 .....	( 53 )
§ 4—1 回转体的投影及其表面上取点 .....	( 53 )
§ 4—2 截交线 .....	( 58 )
§ 4—3 相贯线 .....	( 65 )
第五章 组合体 .....	( 73 )
§ 5—1 组合体的组合形式 .....	( 73 )
§ 5—2 组合体视图的画法 .....	( 77 )
§ 5—3 阅读组合体视图 .....	( 78 )
§ 5—4 组合体的尺寸标注 .....	( 85 )
§ 5—5 轴侧图 .....	( 91 )
第六章 机体形状的表达方法 .....	( 98 )
§ 6—1 视图 .....	( 98 )
§ 6—2 剖视图 .....	( 102 )
§ 6—3 剖面图 .....	( 111 )

§ 6—4	其它表达方法	(113)
§ 6—5	机件形状表达方法综合应用举例	(118)
§ 6—6	第三角投影画法简介	(120)
<b>第七章</b>	<b>标准件与常用件</b>	<b>(123)</b>
§ 7—1	螺纹及螺纹紧固件	(124)
§ 7—2	键和销连接	(140)
§ 7—3	常用件	(143)
<b>第八章</b>	<b>零件图</b>	<b>(151)</b>
§ 8—1	零件图的作用与内容	(151)
§ 8—2	零件上的常见结构	(152)
§ 8—3	零件的表达方法	(157)
§ 8—4	零件的尺寸标注	(164)
§ 8—5	零件的技术要求	(167)
§ 8—6	阅读零件图	(176)
<b>第九章</b>	<b>装配图</b>	<b>(181)</b>
§ 9—1	装配图的作用与内容	(181)
§ 9—2	装配体的表达方法	(183)
§ 9—3	装配图中的尺寸标注	(184)
§ 9—4	零、部件的序号及明细表	(185)
§ 9—5	拼画装配图	(185)
§ 9—6	装配工艺结构	(198)
§ 9—7	阅读装配图及拆画零件图	(198)
<b>第十章</b>	<b>计算机绘图</b>	<b>(210)</b>
§ 10—1	概述	(210)
§ 10—2	计算机绘图系统的工作原理	(211)
§ 10—3	常用的绘图指令	(217)
§ 10—4	计算机绘图程序设计	(225)
<b>附录:</b>		<b>(230)</b>
附录一	制图工具的正确使用方法	(230)
附录二	几何作图	(232)
附录三	螺纹	(236)
附录四	连接件	(243)
附录五	零件上常见的几种结构	(256)
附录六	公差配合与表面粗糙度	(259)
附录七	常用材料	(266)

# 第一章 制图的基本知识和技能

## § 1-1 《机械制图》国家标准简介

图样作为“工程界的语言”，就有必要作出一些统一的规定，以适应生产、管理和技术交流的需要。为此，国家标准局批准颁布了《机械制图》国家标准（简称国标，其代号为“GB”）。国标是衡量机械图样的绘制是否合格的依据，因此，每一个工程技术人员必须严格遵守，认真执行国家标准。

### 一. 图纸幅面 (GB4457. 1-84)

为了便于图纸的保管，国标对图纸幅面作了规定。绘制图样时，图纸幅面应采用表 1-1 中所规定的尺寸。

必要时可沿长边加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的八分之一的倍数增加；对于 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的四分之一的倍数增加。见图 1-1 中的细实线部分。A0 及 A1 幅面也允许同时加长两边，见图 1-1 中的虚线部分。

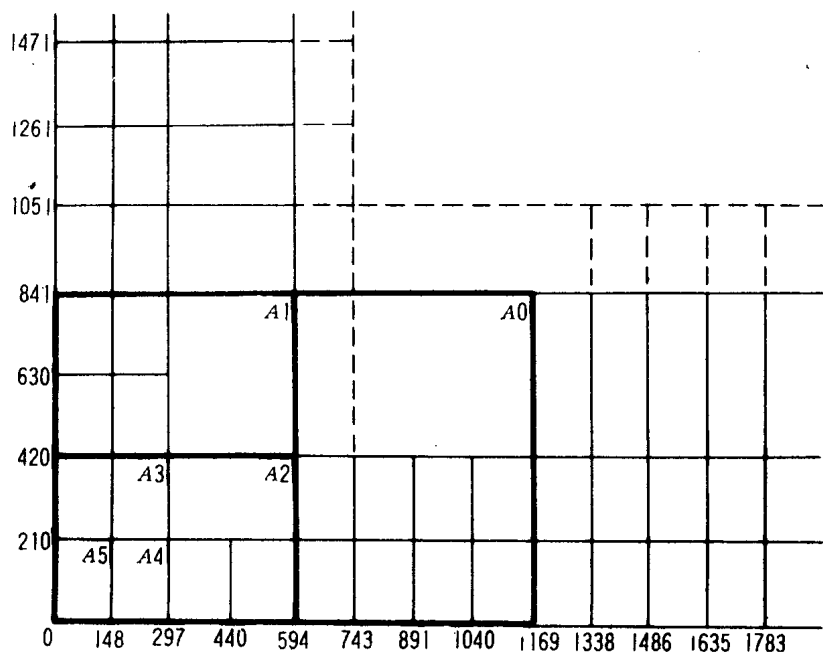


图 1-1 图幅的加长

无论图样是否装订，均应在图幅内画出图框，图框线用粗实线绘制。需装订的图样，

其格式如图 1-2 (a) 所示，不留装订边的图样，其图框格式如图 1-2 (b) 所示。各周边

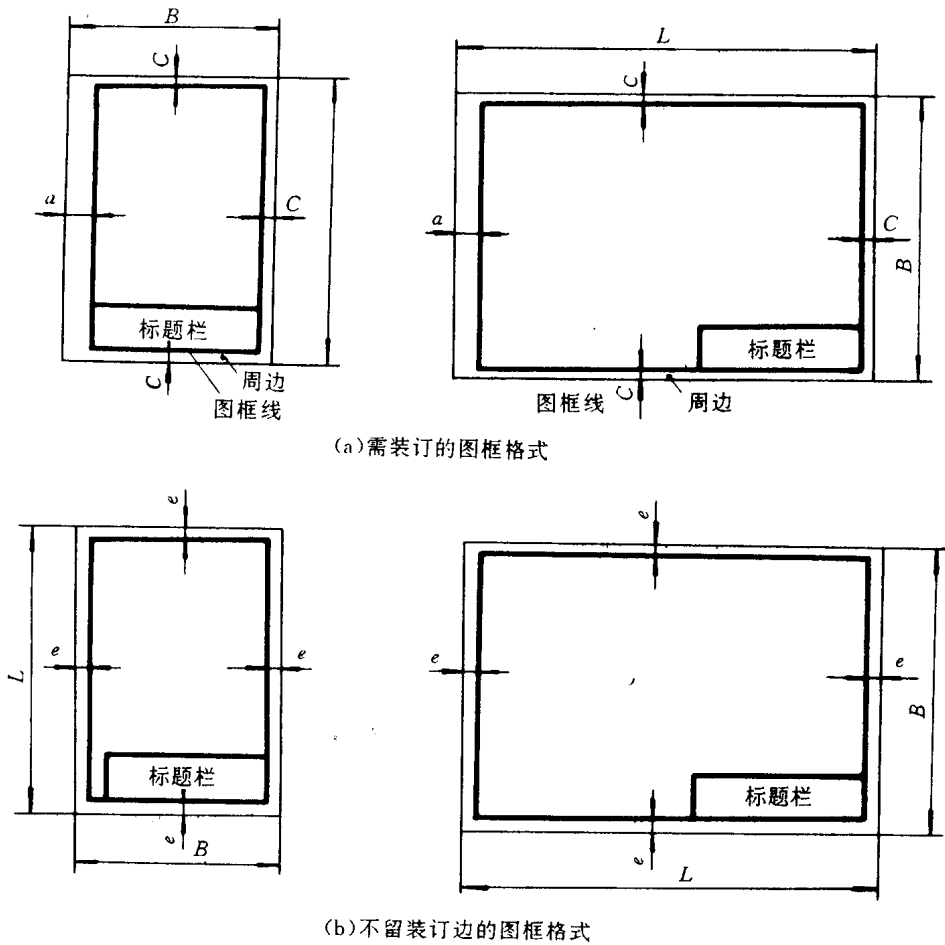


图 1-2 图框格式

尺寸见表 1-1.

表 1-1 图纸幅面尺寸

mm						
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
$a$	25					
$c$	10			5		
$e$	20		10			

每张图纸的右下角均应有标题栏。标题栏的格式由国家标准 (GB10609.1-89) 规定。本课程制图作业中建议采用图 1-3 所示的简化标题栏格式，图中 (a) 为零件图标题栏，

(b) 为装配图标题栏。

制图		85.10.6	(零件名称)	比例		24
校核		85.10.8		材料		
(校名、班号)			(图号)	件数		
10	20	20		10	30	
140						

(a) 零件图标题栏

	10	40	10	40	40	
序号	名称		数量	材	料	附注
制图		84.10.1	(部件名称)	1:1		
校核		84.10.4		共1张	第1张	
(校名、班号)			(图号)			
	20	20	50	20	20	

(b) 装配图标题栏、明细表

图 1-3 标题栏的格式

## 二. 比例 (GB4457. 2-84)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应的要素的线性尺寸之比, 称为图样的比例。绘制图样时应尽可能按机件的实际大小 (1:1) 画出, 也可视实际情况采用放大或缩小的比例画出, 一般应采用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2 规定的比例

	$n$ 为正整数											
与实物相同	1:1											
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:10 <sup>n</sup>	1:1.5×10 <sup>n</sup>	1:2×10 <sup>n</sup>	1:2.5×10 <sup>n</sup>	1:5×10 <sup>n</sup>	
放大的比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 (10×n):1											

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填写。当某个视图需要采用不同的比例时, 必须另行标注。图样不论采用规定中所列何种比例绘制, 在标注尺寸时, 均应按机件的实际尺寸标注。

## 三. 字体 (GB4457. 3-84)

图样和技术文件中书写的字体必须做到: 字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均

匀。

汉字应写成长仿宋字体，并应采用国家正式公布推行的简化字。

数字和字母可写成直体或斜体。斜体向右倾斜，与水平线约成 75°角。

字体的号数，就是字体的高度（单位：毫米），共分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种。字宽约等于字高的 2/3，数字及字母的笔划粗细，约为字高的 1/10。

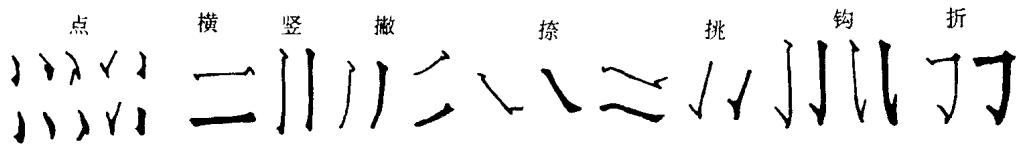


图 1-4 长仿宋体字的基本笔划及写法

写长仿宋字的要领是：横平竖直、排列匀整，注意起落，填满方格。

长仿宋字的基本笔划是：横、竖、撇、捺、点、挑、钩、折等。每一笔划要一笔写成，不宜勾描。它们的书写方法如图 1-4 所示。

各种字体的组合示例如图 1-5 所示。

#### 四．线型 (GB4457. 4-84)

绘制图样时，依需要应选用表 1-3 中所规定的线型。表 1-3 列出了各种线型的名称和用途。

表 1-3 图线

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	图线应用举例 (见下图)
粗实线		A	$b=0.5\sim 2$ (毫米)	A1 可见轮廓线；A2 可见过渡线
细实线		B	约 $b/3$	B1 尺寸线和尺寸界线；B2 剖面线；B3 重合剖面轮廓线； B4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线；B5 引出线； B6 分界线及范围线；B7 弯折线；B8 辅助线； B9 不连续的同—表面的连线； B10 成规律分布的相同要素的连线
波浪线		C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线；C2 视图与剖视的分界线
双折线		D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
虚线*		F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线；F2 不可见过渡线*
细点划线*		G	约 $b/3$	G1 轴线；G2 对称中心线；G3 轨迹线；G4 节圆及节线
粗点划线		J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线*		K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线；K2 极限位置的轮廓线； K3 坯料轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线； K4 假想投影轮廓线； K5 试验或工艺用结构 (成品上不存在) 的轮廓线

图样和技术文件中书写的汉字、数字、字母必须做到

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀



图 1-5 字体示例

图 1-6 所示为图线的应用举例。

图线的画法：

1. 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长短和间隔应各自大致相等。

2. 两条平行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. 绘制圆的中心线时，点划线的首末两端应是线段而不是短划，且中心线在圆心处

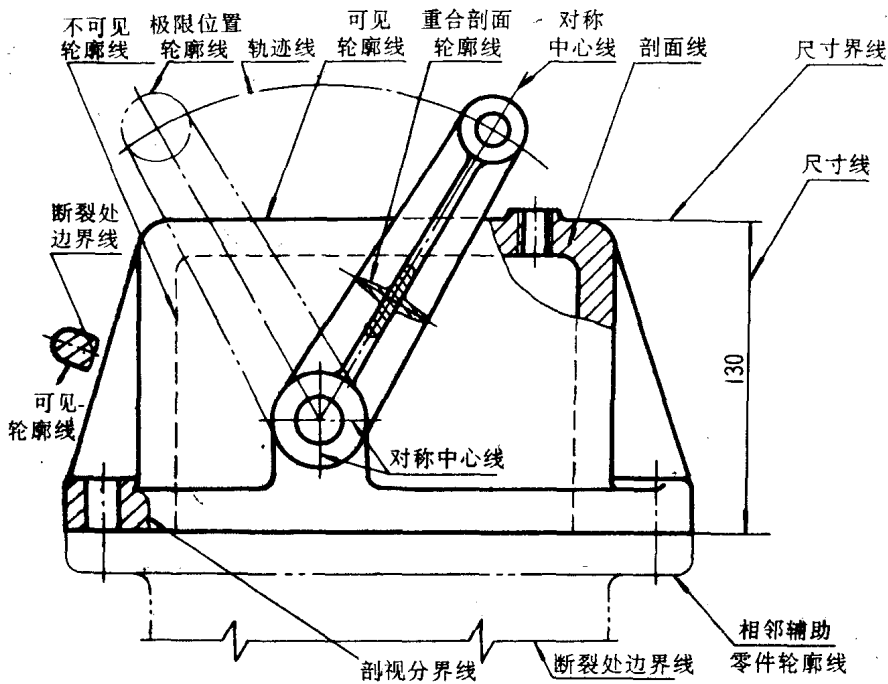


图 1-6 图线应用示例

必须是划相交。

4. 在较小的图形上画点划线有困难时，可用细实线代替。
5. 点划线应超出轮廓线 2-5mm。
6. 当虚线与虚线或与其它图线相交时，必须是线段相交；虚线是实线的延长线时，则在连接处要留空隙。

图 1-7 给出了图线正确画法的一些例子。

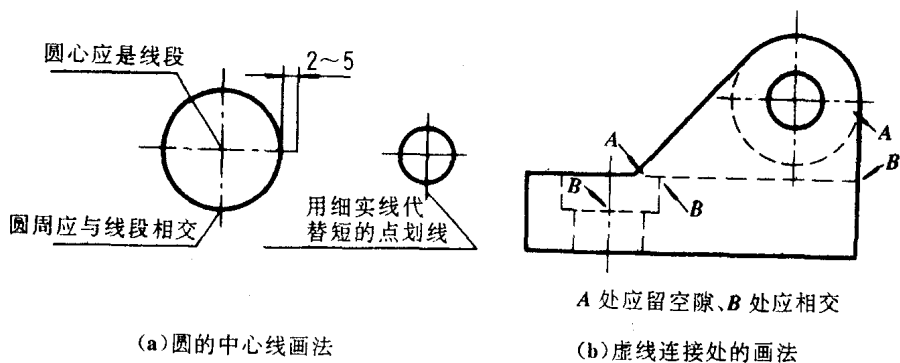


图 1-7 图线画法举例

## 五. 尺寸注法 (GB4458. 4-84)

图样中的图形仅仅确定了机件的形状，而机件的真实大小是靠尺寸确定的，因此，尺寸标注是图样中的另一重要内容。尺寸标注也是制图工作中极为重要的一环，需要认真细致，一丝不苟。

(一) 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. 机械图样中的尺寸常用单位是毫米，故在数值后不需标注计量单位的代号或名称。
3. 图样中所标注的尺寸，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。

(二) 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和箭头（或斜线）所组成，故常称之为尺寸的四要素，如图 1-8 所示。

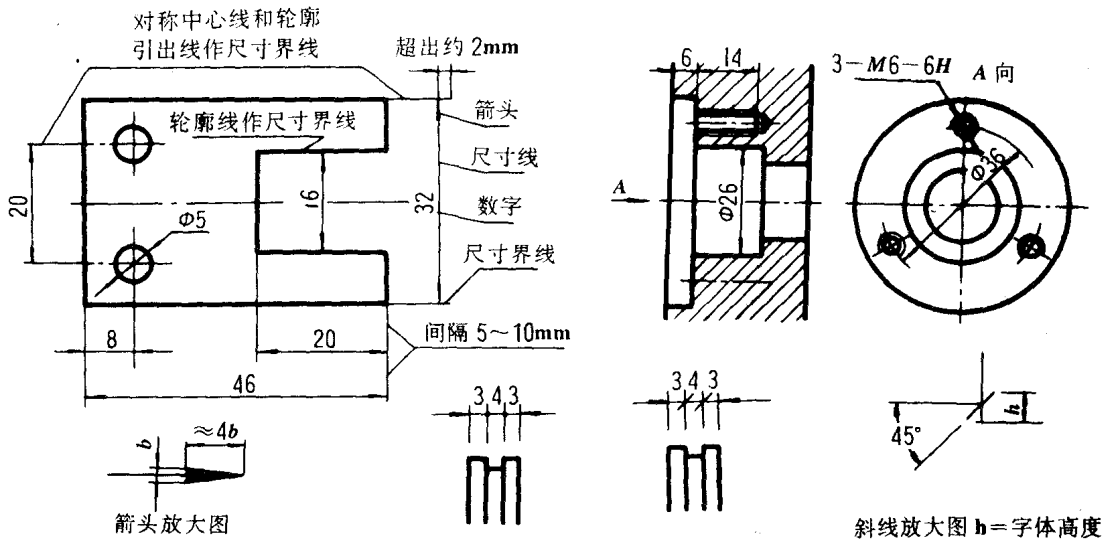


图 1-8 尺寸的组成

1. 尺寸界线 尺寸界线表示尺寸的起止，一般用细实线画出并垂直于尺寸线。尺寸界线的一端应与轮廓线接触，另一端伸出尺寸线外 2~3 毫米。有时也可借用轮廓线、中心线等为尺寸界线。

2. 尺寸线 尺寸线必须用细实线单独画出，不能用其它图线代替，也不能画在其它图线的延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所注的尺寸方向平行。当有几条相互平行的尺寸线时，大尺寸要注在小尺寸外面，以免尺寸线与尺寸界线相交。在圆或弧上标注直径尺寸时，尺寸线一般应通过圆心或其延长线通过圆心。

3. 尺寸线终端的两种形式 尺寸线终端有箭头和斜线两种形式。机械图多采用箭头。同一张图上箭头（或斜线）大小要一致，一般应采用一种形式。其画法见图 1-8。

4. 尺寸数字 线性尺寸的数字一般注在尺寸线的上方（见图 1-8），也可注在尺寸线的中断处（见图 1-9 (a)）。尺寸数字的书写，水平方向的尺寸数字字头朝上，垂直方

向的尺寸数字字头朝左, 倾斜方向的尺寸数字字头要保持朝上的趋势 (见图 1-9)。应避免在图 1-9 (a) 所示  $30^\circ$  范围内标注尺寸。当实在无法避免时, 可按图 1-9 (b) 的形式之一标注。

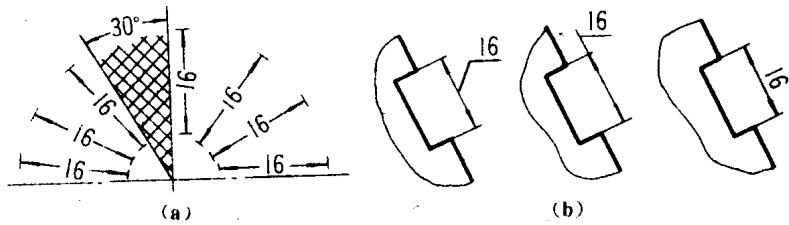


图 1-9 线性尺寸数字的填写规则

表 1-4 列出了国标中规定的一些常用的尺寸标注示例。

表 1-4 常用的尺寸注法

尺寸种类	图	例	说明
圆和圆弧			在直径、半径的尺寸数字前, 分别加注符号 $\phi$ 、 $R$ ; 尺寸线应通过圆心 (对于直径) 或从圆心画起 (对于半径)。
大圆弧			需要标明圆心位置, 但圆弧半径过大, 在图纸范围内无法标出其圆心位置时, 用左图; 不需标明圆心位置时, 用右图。
角度			尺寸界线沿径向引出; 尺寸线为以角度顶点为圆心的圆弧。尺寸数字一律水平书写, 一般写在尺寸线的中断处, 也可注在外边或引出标注。
小尺寸和小圆弧			地位不够时, 箭头可画在外边, 允许用小圆点代替两个连续尺寸间的箭头。 在特殊情况下, 标注小圆的直径允许只画一个箭头; 有时为了避免产生误解, 可将尺寸线断开 (图中带·者)。