

机械制图

(机械类)

成都无线电机械学校
成都航空工业学校 编

四川省工程图学学会

机 械 制 图

(机 械 类)

成都无线电机械学校
成都航空工业学校 编

四川省工程图学学会

再 版 前 言

本教材系参照四川省工程图学学会中专组二十一所学校，于一九八零年元月讨论的《机械制图》（机械类）教学大纲编写的。为配合教材使用，同时编写了《机械制图习题集》。

本教材适用于中等专业学校机械类专业，亦可供其它相近专业使用或参考。

本教材分上册、下册两部分，于一九八零年第一次印刷。今年修订再版时，对教材部分章节的内容作了适当的增删与调整。并将上、下两部分合装为一册。

参加本教材编写及修订工作的有：

成都航空工业学校 洪恩——绪论、一、二、三、十八、十九、二十、二十一章；

成都无线电机械学校 解厚康——四、八、十、十三、十五章；

匡世铎——五、六、七、十四章；

成都航空工业学校 商翔飞——九、十一、十二、十六、十七章。

本教材上册部分由商翔飞、解厚康主编，下册部分由匡世铎、洪恩主编。

参加本教材审稿的有：

成都科学技术大学 李沛然(主审) 龚石钰

重庆第二机械工业学校 唐学文 成都第一机械工业学校 王绪奎

重庆煤矿学校 莫顺维 成都市工业学校 张碧惠

重庆机器制造学校 陈树国 成都纺织工业学校 陈丽正 靳粟

重庆河运学校 梁才兴 西南交大中专二部 林凤增

重庆轻工业学校 谭碧君 四川省林业学校 李成渝

四川省水利电力学校 喻泽良 四川省轻工业学校 杨义鸿

在本教材审定过程中，邓文禄、陈绍云、江绍忠、龙灵、骆科锡、税正宏、彭坤莲、杨万一、黄建勋、刘立勋、黄绍英、贺方成、刘永宗、蒋臣玖、王晓凤、张有若、杜斌、童登寿等同志参加了部分审稿，在此一并表示感谢。

由于我们水平不高，编写时间又很短促，教材中将会存在不少缺点和错误，恳切期望同志们批评指正。

编者 一九八一年六月

绪 论

一、为什么要学习机械制图

在祖国实现四个现代化的过程中，需要设计制造许多先进的飞机、舰船、电子设备、汽车、机床……；要新建大批现代化的工厂、矿山、港口、油田……。由于这些机器和工业设施往往由成千上万个零部件或构件组成，设计师们在设计时，其结构和形状是无法用语言来叙述的，必须借助于图样来表达设计思想。而制造部门也只能根据图样来组织生产。各种工程图样广泛地应用于现代化大生产的各个部门，成了表达和交流技术思想的重要工具。因此，图样被人们称为工程技术界的“语言”，不懂得这种“语言”，就无法从事工程技术工作。

不同性质的生产系统，对图样有不同的要求。机械制造业中使用的图样称为机械图样，建筑工程中使用的图样称为建筑图样。

机械制图就是研究机械图样的图示原理、方法和规则的课程。对于从事机械工程技术的人员来说，它是一门重要的、必修的技术基础课。

二、本课程的内容及要求

本课程的内容分为四篇：

第一篇 **基本知识**——介绍基本制图标准；绘图工具、仪器的使用和维护；几何作图等知识。

第二篇 **投影作图**——介绍机械图样的图示原理和方法。

第三篇 **机械制图**——介绍机械图样的规则及画图、看图方法。

第四篇 **其它图样**——介绍机械工程技术人员应知的有关其它图样的知识。

通过本课程的学习，在掌握上述机械制图的基本知识、基本理论的基础上，并应达到如下要求：

具备一定的图示能力，看图能力、空间思维能力、尺寸标注能力和绘图的技能技巧，能绘制并看懂中等复杂程度的机械图样。

三、本课程的学习方法

机械制图是一门既有理论，又重实践的课程。它着重研究空间形体（机件）和平面图形之间的转化规律。因此，进行由物到图及由图到物的反复训练是非常必要的。这就要求在学习的过程中，正确处理画图和看图的关系。画图可以加深对图样的理解，从而

提高看图的能力，看图是画图的基础，理解了图样才能又快又好的画出。画图和看图相辅相成，互相促进，是缺一不可的。因此在学习中，对于理论课、练习课和作业课，应予以同样的重视。

为了达到熟练地绘制机械图样的目的，要加强绘图技能技巧的训练，培养良好的绘图习惯和认真细致的工作作风，逐步提高绘图速度和图面质量。

为了便于交流，机械图样的绘制都必须符合统一的规定。有关制图的各种规定反映在《机械制图》国家标准中。鉴于图样在生产中的重要作用，要求绘制图样时必须符合这些规定。因此了解、熟悉并自觉遵守《机械制图》国家标准，也十分重要。

本书下册的许多内容和生产实践有着紧密的联系，还应注意在生产实习和专业课的学习中，加深对这些内容的理解。

四、我国工程图学发展简况

机械制图学科仅是工程图学中的一个分支。而工程图学作为研究各种工程图样的一门科学来说，它发展到今天，已经超越了作为工程界的技术语言的范围，还被用作从事工程技术和科学研究工作的一种手段和解决某些科学技术问题的一种工具。它的内容包括图示、图解、图算、图表、计算机制图、制图标准、制图仪器、工具及设备 and 图学教育等方面。

工程图学和其它科学一样，是在社会的生产实践中不断发展起来的。在我国古代，由于水利工程、房屋施工和宫廷建筑规模不断扩大的需要，就产生了以平面图形表示空间物体形状的方法。

远在春秋时代（公元前770年—476年），我国最早的一部技术书籍《周礼考工记》中，就有关于绘图工具“规、矩、绳墨、悬、水”的记载。秦汉以来，历代就已根据图样建造皇宫庙宇。如《史记·秦始皇本纪》中记载着：“秦每破诸侯，写放其宫室，作之咸阳北阪上”。

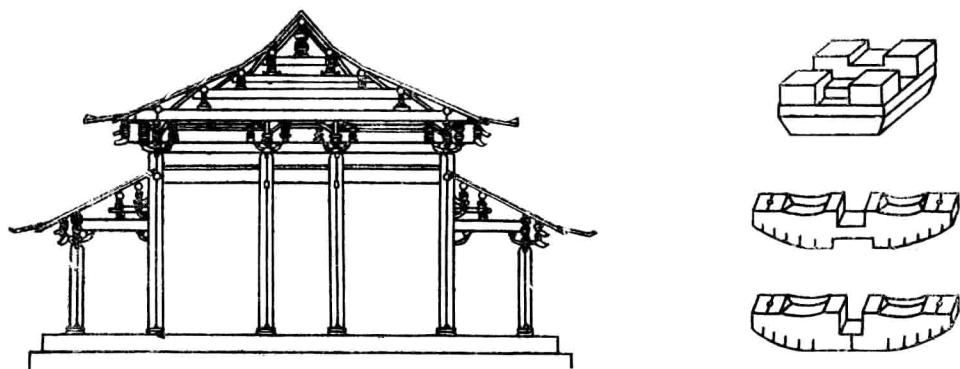
宋代李诫所著《营造法式》一书共三十六卷，图样就占了六卷。其中所载的殿堂举折图和斗拱图(图0—1)，已与近代的正投影图和轴测图相差无几。

此外，我国古代在天文图、地理图、机械图等方面也都有过杰出的成就，受到举世公认。

可是，在解放前，我国长期处于封建社会制度下，科学技术的发展受到严重阻碍，工程图学也不可能得到应有的发展。鸦片战争以来，帝国主义势力相继入侵，为了加强对我国的经济掠夺，获取最大利润，各列强在自己的势力范围内投资建厂，各行其政，从而使我国的制图标准处于异常混乱的局面。

解放后，为适应大规模经济建设的需要，统一制图标准成了迫在眉睫的任务。为此，1956年，由第一机械工业部颁发了我国第一个制图标准。在此基础上，1959年由国家科学技术委员会公布了我国正式的《机械制图》国家标准，对工业生产的全面发展起了积极的推动作用。此后，在1970年和1974年，由国家标准计量局主持，两次对《机械制图》国家标准进行了必要的修订。

为了促进我国工程图学这门科学的发展，经国家科学技术协会批准，中国工程图学会于1980年5月正式成立，并在武汉举行了首届学术报告会。作为一个在党的领导下的群众学术组织，她将团结战斗在全国各条战线上的图学工作者，共同为推动本学科的发展和图学教育质量的不断提高而加倍努力，为实现四个现代化的宏伟目标作出应有的贡献。



(a) 殿堂举折图

(b) 斗拱图

图0-1 营造法式中的图例

目 录

上 册

绪 论

第一篇 基 本 知 识

第 一 章 基本制图标准	1
§ 1-1 图纸幅面(根据 GB126-74)	1
§ 1-2 比例(根据 GB126-74)	2
§ 1-3 字体(根据 GB126-74)	3
§ 1-4 图线及其画法(根据 GB126-74)	5
§ 1-5 尺寸注法(根据 GB129-74)	7
第 二 章 绘图工具、仪器与用品	12
§ 2-1 绘图工具	12
§ 2-2 绘图仪器	13
§ 2-3 绘图用品	15
第 三 章 几何作图	17
§ 3-1 等分线段	17
§ 3-2 等分圆周及作正多边形	17
§ 3-3 作全等图形	20
§ 3-4 圆弧连接	21
§ 3-5 非圆曲线	23
§ 3-6 平面图形的画法	25

第二篇 投 影 作 图

第 四 章 投影的基本知识	28
§ 4-1 投影法介绍	28
§ 4-2 正投影的基本性质	30
§ 4-3 三面正投影图	31
§ 4-4 三视图间的关系	33
第 五 章 点	35
§ 5-1 点的三面投影	35
§ 5-2 点的各种位置	38
§ 5-3 两点的相对位置	40
第 六 章 直 线	42
§ 6-1 直线的投影	42
§ 6-2 各种位置直线的投影特性	43
§ 6-3 一般位置直线的实长及对投影面的倾角	45
§ 6-4 点与直线的相对位置	47
§ 6-5 直线的迹点	48
§ 6-6 两直线的相对位置	49
第 七 章 平 面	54
§ 7-1 平面的表示法	54
§ 7-2 平面的各种位置	57
§ 7-3 平面上的直线和点	61
§ 7-4 平面上圆的投影	64
§ 7-5 直线与平面平行、两平面平行	66
§ 7-6 直线与平面相交、两平面相交	68

第八章 投影变换	74
§ 8-1 换面法	74
§ 8-2 旋转法	84
第九章 基本几何体及其截断	88
§ 9-1 平面立体的视图及表面上取点	88
§ 9-2 曲面立体的视图及表面上取点	91
§ 9-3 平面立体的截断及开槽、穿孔	95
§ 9-4 曲面立体的截断	98
§ 9-5 基本几何体的尺寸标注	102
第十章 轴测图	104
§ 10-1 轴测投影的基本概念	104
§ 10-2 正等测图的画法	106
§ 10-3 正二测图的画法	115
§ 10-4 斜二测图的画法	118
第十一章 组合体	121
§ 11-1 组合体的构成	121
§ 11-2 组合体的画图方法	125
§ 11-3 组合体的尺寸标注	128
§ 11-4 组合体的看图方法与步骤	131
§ 11-5 组合体的轴测图	135
第十二章 组合体上的截交线和相贯线	138
§ 12-1 组合体上的截交线	138
§ 12-2 相贯线的基本性质	139
§ 12-3 用表面取点法求相贯线	140
§ 12-4 用辅助平面法求相贯线	141
§ 12-5 用辅助球面法求相贯线	144
§ 12-6 两回转体的相贯线的特殊情况	146
§ 12-7 相贯体的轴测投影图	147

下 册

第三篇 机械制图

第十三章 机件的常用表达方法	149
§ 13-1 视图	149
§ 13-2 剖视	154
§ 13-3 剖面	165
§ 13-4 局部放大图	169
§ 13-5 常用的简化画法	170
附: 第三角投影简介	175
§ 13-6 轴测剖视图的画法	176
第十四章 零件图	179
§ 14-1 零件图的内容	179
§ 14-2 零件的视图选择	180
§ 14-3 零件图上的尺寸注法	188
§ 14-4 零件图上的技术要求	200
§ 14-5 零件结构的工艺性	203
§ 14-6 零件测绘	207
§ 14-7 怎样看零件图	212
第十五章 公差与配合、表面形状和位置公差	219
§ 15-1 公差与配合的基本概念	219

§ 15-2	标准公差和基本偏差	223
§ 15-3	轴、孔公差带与配合	226
§ 15-4	国家标准“公差与配合”(GB159~174-59)简介	228
§ 15-5	形状和位置公差	231
第十六章	机件的连接	243
§ 16-1	螺 纹	243
§ 16-2	螺纹连接件及其连接画法	250
§ 16-3	键联结	255
§ 16-4	销连接	257
§ 16-5	铆钉连接	257
§ 16-6	焊 接	258
第十七章	齿轮、弹簧、滚动轴承	263
§ 17-1	圆柱齿轮	263
§ 17-2	圆锥齿轮	268
§ 17-3	蜗杆与蜗轮	272
§ 17-4	弹 簧	276
§ 17-5	滚动轴承	279
第十八章	装配图	282
§ 18-1	装配图的内容	282
§ 18-2	部件的表达方法	282
§ 18-3	装配图的尺寸标注和技术要求的注写	288
§ 18-4	装配图中的序号及明细表	291
§ 18-5	部件测绘	292
§ 18-6	画装配图的方法和步骤	295
§ 18-7	部件结构的工艺性	301
§ 18-8	看装配图的方法和步骤	304
§ 18-9	由装配图拆画零件图	305
第四篇 其 它 图 样		
第十九章	展开图	310
§ 19-1	平面制件的表面展开	311
§ 19-2	可展曲面制件的展开	313
§ 19-3	不可展曲面制件的近似展开	316
第二十章	机动示意图	319
§ 20-1	机动示意图中的规定符号	319
§ 20-2	机动示意图示例	319
第二十一章	建筑图	322
§ 21-1	概 述	322
§ 21-2	房屋建筑图	326
§ 21-3	厂房建筑图	330

附 录

一、公差与配合	335
二、螺 纹	344
三、螺栓、双头螺栓	347
四、螺 钉	350
五、螺 母	353
六、垫 圈	355
七、键	356
八、销	350

第一篇 基本知识

第一章 基本制图标准

《机械制图》国家标准（简称国标，代号 GB），是一项基础性的技术标准，它的内容比较广泛。本章仅介绍国际中关于图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸注法等基本规定。

§ 1-1 图纸幅面（根据GB126-74）①

一、幅面规格

为了便于图样管理，绘图时，应采用国际中规定的幅面尺寸（见表 1-1 及图 1-1）。

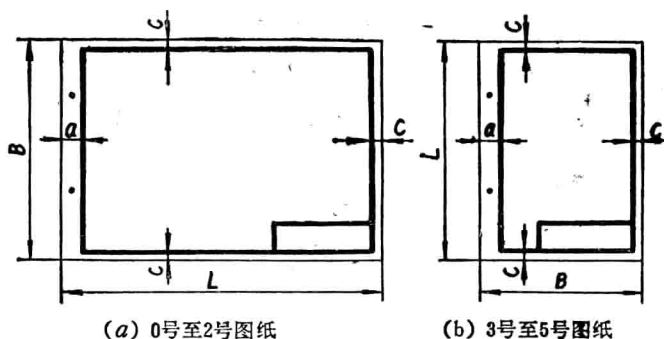


图1-1 图纸幅面及边框标题栏位置

表1-1 图纸幅面（毫米）

幅面代号	B×L	c	α
0	841×1189	10	25
1	594×841		
2	420×594		
3	297×420	5	
4	210×297		
5	148×210		

各号图纸幅面的关系是：将图纸长边对折裁开，即为下一号图纸的大小（图 1-2）。

二、边框和标题栏

绘图时，根据需要可将图纸横放或竖放。图纸的四边应画出边框线。不管图纸大小及横放或竖放，左边边框线距纸边一律为25毫米，以便于装订；其余三边框线距纸边为：0号至2号图纸是10毫米，3号至5号图纸是5毫米。每张图纸都应有一个标题栏，其位置在图框的右下角（图 1-1）。

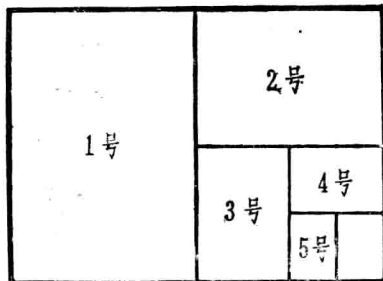


图1-2 各号图纸间的关系

① GB是《机械制图》国家标准的代号，GB后面的数字“126”表示该标准的编号，“74”表示该标准是1974年制定的。

标题栏的格式及内容，可按需要决定。图 1-3 所示为一种推荐的校用标题栏。

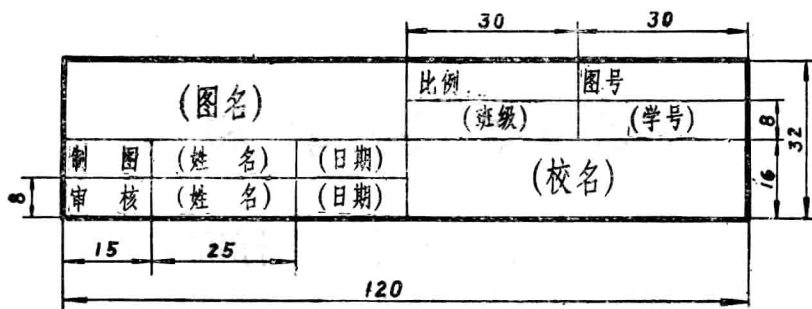


图 1-3 推荐的校用标题栏

§ 1-2 比例 (根据GB126-74)

绘图时，太大的物体和太小的物体都不可能按真实大小来画。为此，应该首先选定图样的比例。

图样的比例是指：所画图形的大小与机件实际的大小之比（见图1-4）。

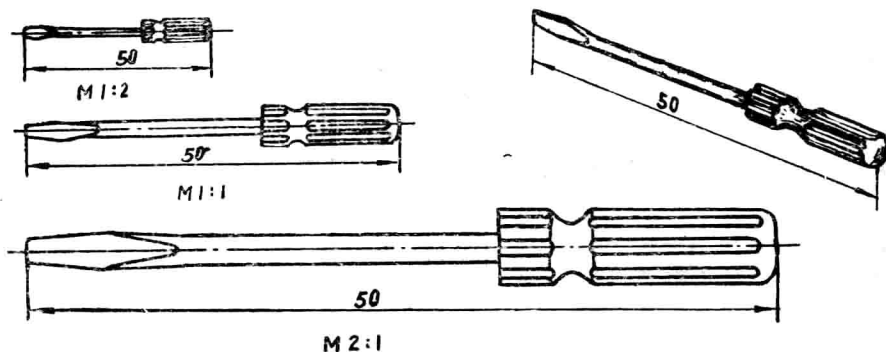


图 1-4 比例

为了能从图上得到机件大小的真实印象，应尽可能采用 1:1 画图。当需要把机件放大或缩小绘制时，应从表 1-2 中选择适当的比例。

表 1-2 比例

与实物相同	1:1					
缩小的比例	1:2 1:10 ⁿ	1:2.5 1:2×10 ⁿ	1:3 1:2.5×10 ⁿ	1:4 1:5×10 ⁿ	1:5	1:6
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	10:1	(10×n):1

注：n 为正整数

每张图纸都应该注出比例。比例可用符号“M”表示，标注的形式是：

比例 1:1 比例 1:2 比例 2:1

或 M 1:1 M1:2 M2:1

在标题栏的比例栏中填写比例时，不必再写符号“M”。

§ 1-3 字体 (根据GB126-74)

图样中除了图形外,还要根据需_要注写汉字、数字及字母。注写时必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。如果图样上的字体写得潦草,不仅会影响图样的美观和清晰,而且可能造成误解,给生产带来不必要的损失。

字体的号数,即字体的高度(单位为毫米),分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种。字体的宽度一般约等于高度的三分之二。

一、汉 字

汉字尽可能写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。

1. 基本笔划

汉字的基本笔划为:点、横、竖、撇、挑、捺、钩、折。每种字体对基本笔划都有一定的要求,长仿宋体汉字基本笔划的写法见表1-3。书写时,起笔落笔要有笔锋(即呈三角形),转折处要顿笔;直笔划要挺直,才透出刚劲;曲笔划要圆滑,才显得秀丽。

表1-3 长仿宋体汉字的基本笔划

基本笔划	形 状	笔 法	字 例	基本笔划	形 状	笔 法	字 例
点			方 光 点	捺			分 建
				钩			买 刺 代 孔
横			左 七				买 刺 代 孔
竖			十	折			凹 周 安 及
撇			千 八 月				凹 周 安 及
挑			均 活				

2. 字体结构

汉字通常由几部分组成，因此，书写时应恰当地分配各组成部分的比例。

当汉字是横组合时，部首多数在左，如“航”、“姓”、“化”等；少数在右，如“数”、“都”等。当汉字是纵组合时，部首多数在上，如“字”、“空”、“学”等；少数在下，如“热”、“感”等。不论是横组合或是纵组合，一般可按部首让主体来书写。字体结构比例的具体示例参见表 1-4。

表1-4 长仿宋体汉字的字体结构

字 体 结 构		横 组 合	纵 组 合
部 首 所 占 比 例	约1/3	决注汉件例径性接械缝锻隔增 列划制部	定写草最管符置 热意塑垫
	约2/5	姓视构须旋砂弹钢铸螺计 都断耐影形	采泵齿节量学零 念盘盖密整
	约1/2	航林组软转距缸钻斜配粗能 数射叙新所歇	要空尖弯裂装聚 导总变竖架

除上表所列的字例外，还有一些字既非横组合，又非纵组合，例如：因、图、序、超、边、建、阅等。这些字在书写时，要特别注意其部首“口”、“广”、“走”、“辶”、“廴”、“冂”等所占的比例。

书写长仿宋字体的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。为了保证字的大小一致及排列整齐，可在预先打好的格子内练习。笔划较多的字，一般要求填满方格。笔划较少的字，应灵活掌握，如“日”、“月”等字不要写得与格子同宽，“四”、“日”等字不要写得与格子同高，“口”、“田”等字不要写得与格子同大小。

二、数字和字母

图样上的数字和字母分斜体和直体两种，常用的是斜体，当与汉字混写时，宜用直体。

1. 数 字

图样中的阿拉伯数字和罗马数字如图 1-5 所示。其中“3”的上部为直笔划，以免与“8”相混；“9”的收笔也是直笔划，这样就和“6”有所不同。

2. 字 母

图样上的代号多数采用汉语拼音字母注写。其写法又有大写、小写、直体、斜体之分。图 1-6(a)、(b)为斜体大写与小写字母示例，(c)则为用作直径符号的希腊字母“φ”的写法。



直笔划组成

曲笔划组成

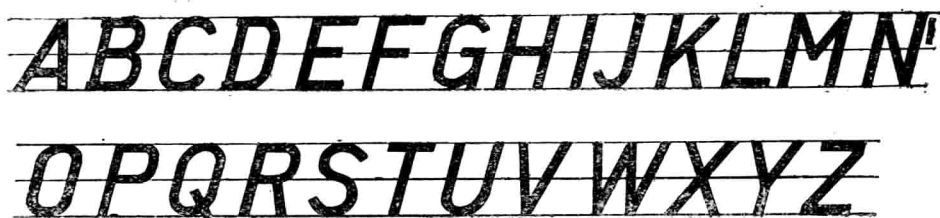
直曲笔划组成

(a) 阿拉伯数字

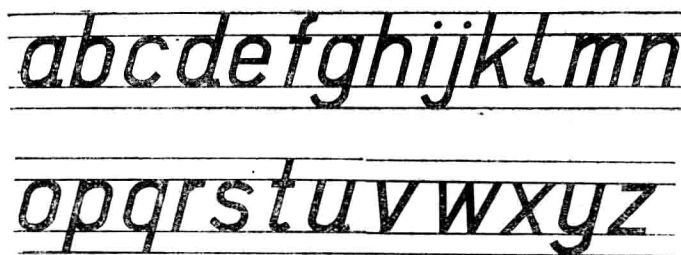


(b) 罗马数字

图 1-5 阿拉伯数字和罗马数字



(a) 大写汉语拼音字母 (斜体)



(b) 小写汉语拼音字母 (斜体)



(c) 直径符号

图 1-6 字 母

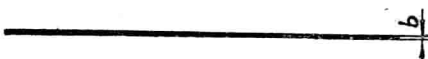
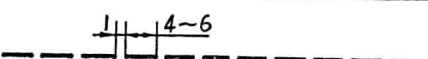
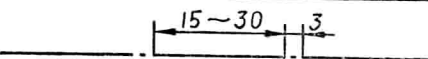
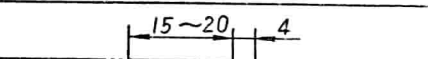
§ 1-4 图线及其画法 (根据GB126-74)

一、图线的规格及应用

绘制图样时, 应采用表 1-5 中规定的图线。

表1-5 图线规格及其应用

单位: 毫米

序号	图线名称	图 线 型 式	图 线 宽 度	主 要 用 途
1	粗 实 线		b (约0.4~1.2)	(1-a) 可见轮廓线
2	虚 线		$b/2$ 左右	(2-a) 不可见轮廓线
3	细 实 线		$b/3$ 或更细	(3-a) 尺寸线 (3-b) 尺寸界线 (3-c) 剖面线
4	点 划 线		$b/3$ 或更细	(4-a) 轴 心 线 (4-b) 圆的中心线 (4-c) 对称中心线
5	双点划线		$b/3$ 或更细	5-a 假想轮廓线 (5-b) 中 断 线
6	波 浪 线	 (自由绘制)	$b/3$ 或更细	(6-a) 断 裂 线 (6-b) 中 断 线

绘图时, 应根据图形大小及复杂程度首先选定粗实线的宽度 (0.4~1.2毫米), 其它各类图线以粗实线的宽度 b 为标准来确定。在同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致, 虚线、点划线、双点划线的线段长短和间隔也应各自大致相等。图线宽度靠调整绘图工具、仪器来保证, 线段长短和间隔靠目力控制。图 1-7 为各种图线的应用举例。

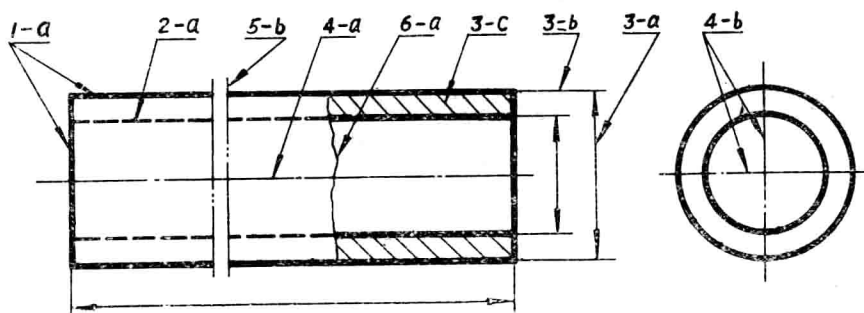
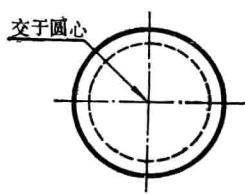
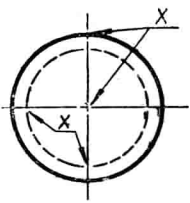
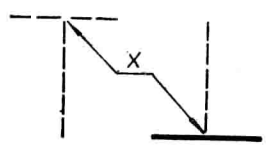
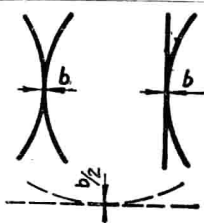
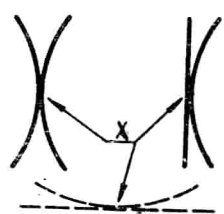
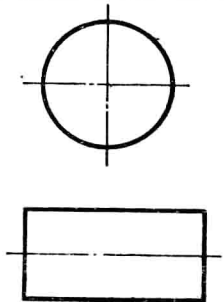
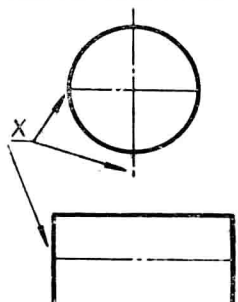


图 1-7 图线应用示例 (与表 1-5 对照看)

二、画图线的注意事项

绘制图样时, 各类图线可能相交或相切; 用点划线作为圆的中心线或曲面立体的轴线时, 也有具体的规定, 均见表 1-6。

表1-6 画图线的注意事项

注 意 事 项	图		例
	正	确	错 误
1.图线与图线相交: 必须以线段相交,不得以 点或间隔相交。			
			
2.图线与图线相切: 相切处应保持相切两线中 较宽的图线的宽度,而不应 再加宽或相离。			
3.画点划线时要注意: 点划线的首末两端应是线 段而不是点,并应超出图形 3~5毫米。			

注:为指出图中错误所在,采用“X”符号,并用引出线和箭头指明位置(下同)。

§ 1-5 尺寸注法 (根据GB129-74)

图样上的图形只能表示物体的结构形状,至于物体各部分大小及其相对位置,必须用标注尺寸的方法来表示。本节仅介绍国标中有关尺寸注法的基本规则。

一、标注尺寸的基本知识

标注一个完整的尺寸,一般应包括尺寸界线、尺寸线、箭头和数字等四部分,称为尺寸四要素(图 1-8)。

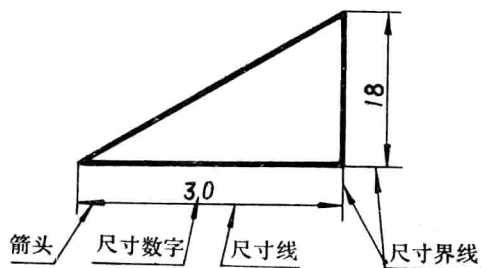


图 1-8 尺寸四要素

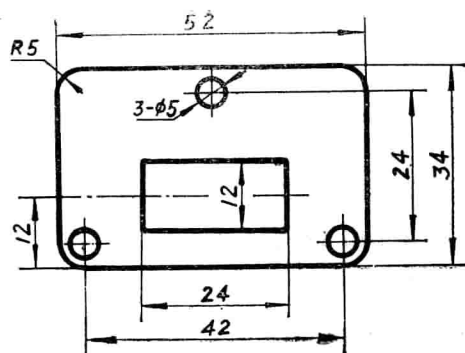


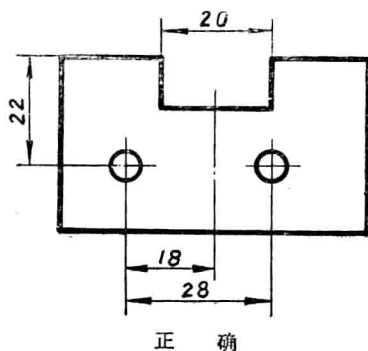
图 1-9 尺寸界线的各种情况

1. 尺寸界线

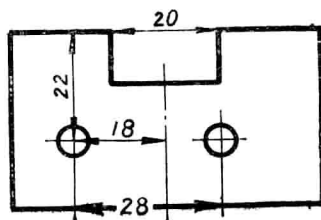
用来表示尺寸度量的范围。用细实线绘制，并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线（图 1-9）。

2. 尺寸线

用来表示尺寸度量的方向。用细实线绘制。尺寸线不能用其它图线代替，一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上（图 1-10）。



正 确

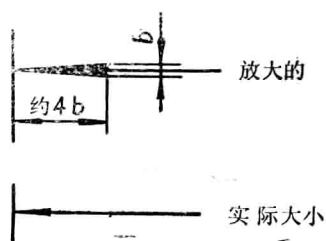


错 误

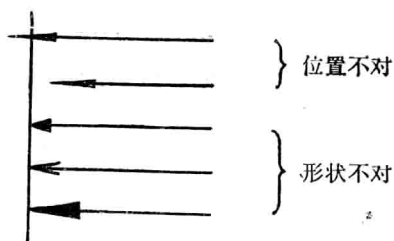
图 1-10 尺 寸 线

3. 箭 头

用以表示尺寸的起止。箭头的形状如图 1-11 所示，其大小取决于同一图样中粗实线的宽度 b 。



正 确



错 误

图 1-11 箭 头