

画法几何及机械制图

(上)

画法几何及机械制图

(上册)

西北工业大学制图教研室 编

陕西科学技术出版社

画法几何及机械制图

(上册)

西北工业大学制图教研室 编

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 西安市第二印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张14.5 字数350,000

1980年8月第1版 1981年7月第2次印刷

印数30,001—50,000

统一书号: 15202·22 定价: 1.50元

前 言

本教材的修订本，曾作为我国高等工科院校机械类通用教材之一，于1964年由人民教育出版社出版。这次，我们参照1977年《机械制图》教材会议上提出的大纲，对本书又进行了全面修订。修订过程中，仍坚持“少而精”的原则，并保持原书阐述基本理论较为完整、透彻的特点，同时根据本学科的发展和生产实践的需要，又充实了部分内容。此外，还考虑到以下几个方面：

一、画法几何和机械制图在目前条件下仍为本课程的主要内容。因而，在修订时既保持各自的系统性，又注意到它们的内在联系和相互结合。

二、力求把基本内容同生产实践与教学实践结合起来。书中所用的大量图例，多选自一般机械制造厂的现有产品，其结构和复杂程度均以满足教学要求和方便教学为主，尽量做到典型、全面，好教、好学。

三、书中适当地增写了部分新内容，如图解计算、计算机绘图等。另外，为了教学方便，将制图标准中的部分表格列于附录，以便查阅。

四、在文字上力求精炼、通顺，便于学生自学。图例尽量作到清晰、准确，并适当配以轴测图，帮助学生建立空间概念。

本书的基本内容是按150学时（课内）进行修订的。此外，编入了少量选学内容。

参加本书修订的同志有：李承先、石美岭、屈培基、杨平安、黎竞天、查瑞芳、胡庆贤、叶文礼。贾本立同志参加了全书的修改工作。张步成、尹士悦、李怀原、王瑜等同志参加了本书的描图工作。

由于编者水平有限，书中难免出现漏、误之处，希望读者批评指正。

编者 1980年3月

绪 论

本课程的研究对象

在现代化的工业生产中,各种机器、仪表或建筑物等都是依照图样来进行生产或施工的。因此,图样是工程技术界的一项重要技术资料。但是在不同的工业部门所用图样的内容、特点也不尽相同。本书所讨论的图样,主要是指按照正投影原理及国家标准《机械制图》的规定所绘制的机械工程图样。人们在进行设计和制造机器或技术交流时,为了准确地表示产品的结构形状和尺寸大小等,除必要的文字说明外,还必须用图样来表达。例如,设计机器时,要用图样表达设计的意图;在制造机器时,要根据图样制订工艺规程并进行加工、检验和装配;在技术交流时,也要用图样来交流科学技术成果和先进技术经验等。所以,人们通常把这种图样形象地比喻为工程界的“语言”。对于工程技术人员来说,则尤为重要,必须掌握和精通它。

本课程包括画法几何和机械制图两部分。画法几何的研究对象是应用投影方法在平面上图示空间几何形体及图解空间几何问题。机械制图的研究对象则是运用投影方法绘制和阅读机械工程图样。画法几何既为制图提供了理论基础,因而与制图有密切的联系,又可直接用来解决工程技术上的问题。

本课程的教学目的

画法几何及机械制图在工科院校的专业教学计划中占有相当重要的地位。通过教学达到以下几点:

- 一、研究用平行投影(主要是正投影)表示空间几何形体的图示法和解决空间几何问题的图解法;
- 二、培养学生绘制和阅读机械工程图样的能力;
- 三、培养和发展学生的空间想像能力及分析能力,并能够应用所学理论去解决一些实际问题;
- 四、培养学生耐心细致的工作作风、严肃认真的工作态度和科学的工作方法。

本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论又有较强实践的技术基础课。画法几何的特点是系统性强,逻辑严密,而且空间与平面紧密联系。其基本内容是通过课堂讲授进行教学的。因此,要求

学生在听讲时必须集中注意力，对基本概念和逻辑推理要搞清楚，并做到课后及时复习。在听讲和复习过程中都应注意空间几何关系的分析和空间问题与平面图形间的联系，而且注意实际作图练习。只有通过适当数量的解题实践，才能学会和掌握分析问题及运用理论解决问题的方法。所以要求学生在解题时，既要运用空间想像能力和分析能力找出正确的解题途径和方法，又要根据投影方法正确地绘出投影图。

机械制图部分的知识是通过课堂讲授和一系列制图作业使学生掌握的。它的特点是实践性强和涉及的知识面广。为了使学能熟练地掌握绘图技能和方法并绘制和阅读机械工程图样，一方面要掌握投影方法和熟悉国家标准《机械制图》，另一方面要求学生能亲自绘制和阅读一定数量的制图作业。在完成作业时，还要善于联系和运用画法几何的知识，进一步发展空间想像能力和空间分析能力。

学生在做画法几何习题或绘制机械制图作业时，都要正确地使用绘图仪器和工具，要精心操作，保证绘图质量，力求达到作图正确、迅速、美观，以适应从事实际技术工作的需要。

本课程发展简介

画法几何及机械制图同其它学科一样，是人们在长期的生产实践活动中创造、总结和发展起来的。例如，我国古代劳动人民根据建筑方面的需要，就在营造技术上广泛使用了类似现今所采用的正投影或轴测投影原理绘制的图样。随后又相应出现了用来表达器械形状和构造的图样，如明代宋应星所撰《天工开物》一书中就有这样的大量图例。

由于工业生产和科学技术的发展，图样的作用也越来越重要。现在，本学科已发展成为一门独立的科学，在国内外的工科院校中已作为一门独立开设的课程，并成为培养工程技术人员必修的技术基础课。

画法几何及机械制图的内容随着近代科学的发展也在不断地更新和变化。它的研究对象已扩大为对图示、图解、图算、图表等的理论研究和实践应用。特别是计算机绘图不断地应用于各种设计和生产部门，这就大大地加快了设计绘图的速度，并提高了绘图质量。可以预料，在不久的将来，本门学科的发展将会提高到一个新的水平。

目 录

(上 册)

前言	1
绪论	1
第一章 机械制图的基本知识	1
§ 1—1 《机械制图》的部分规定	1
§ 1—2 平面图形的绘制	12
§ 1—3 投影方法	15
第二章 点	21
§ 2—1 点在两投影面体系中的投影	21
§ 2—2 点在三投影面体系中的投影	24
第三章 直线	30
§ 3—1 直线的投影	30
§ 3—2 直线对投影面的相对位置及其投影特性	33
§ 3—3 点与直线的相对位置及定比分割	34
§ 3—4 直线的迹点	36
§ 3—5 两直线的相对位置及其投影特性	37
§ 3—6 一边平行于投影面的直角投影	41
第四章 平面	44
§ 4—1 平面的表示法	44
§ 4—2 平面对投影面的相对位置及其投影特性	46
§ 4—3 平面内的直线和点	50
§ 4—4 平面内的特殊位置直线	52
§ 4—5 平面内圆的投影	55
第五章 直线与平面、平面与平面的相对位置	58
§ 5—1 平行问题	58
§ 5—2 相交问题	60
§ 5—3 垂直问题	66
第六章 投影变换	73
§ 6—1 概述	73
§ 6—2 变换投影面法	73
§ 6—3 旋转法	85
§ 6—4 图解算法应用举例	93

第七章 曲线与曲面

§ 7—1 曲线	103
§ 7—2 曲面	109

第八章 平面、直线与立体相交

§ 8—1 立体的表示法和在立体表面上取点、线	118
§ 8—2 平面与立体相交	125
§ 8—3 直线与立体相交	137

第九章 立体与立体相交

§ 9—1 平面立体与曲面立体相交	143
§ 9—2 两回转体相交	145
§ 9—3 多个立体相交	158
§ 9—4 过渡线	161

第十章 立体表面展开

§ 10—1 平面立体的表面展开	165
§ 10—2 可展曲面的展开	165
§ 10—3 不可展曲面的近似展开	169
§ 10—4 展开图中的一些工艺问题	173

第十一章 组合体的表示法

§ 11—1 概述	176
§ 11—2 绘制组合体的方法	176
§ 11—3 读组合体视图的方法	179
§ 11—4 组合体视图中的尺寸注法	182
§ 11—5 第三角投影简介	184

第十二章 轴测投影

§ 12—1 轴测投影的基本知识	188
§ 12—2 正轴测投影	189
§ 12—3 斜轴测投影	198
§ 12—4 轴测图中的交线及剖切画法	200
§ 12—5 轴测图的直观性选择	203

第十三章 视图、剖视、剖面

§ 13—1 视图	206
§ 13—2 剖视	209
§ 13—3 剖面	218
§ 13—4 视图、剖视应用举例	220

第一章 机械制图的基本知识

机械图样是机械制造过程中的重要技术资料。为了正确地绘制和阅读机械图样，必须掌握投影方法、绘图的基本技能及国家标准《机械制图》的有关规定。本章将扼要地介绍上述基本知识。

§ 1—1 《机械制图》的部分规定

为了适应现代化生产的需要和便于技术交流，各国对图样的格式、内容、画法和尺寸注法等均有各自的规定。在1974年，我国标准计量局对我国原有的国家标准《机械制图》又进行了修订。绘图时必须严格遵守。

一、一般规定（根据 GB 126-74*）

该规定包括：图纸幅面、比例、字体、图线及其画法和剖面符号等内容。

1. 图纸幅面 绘图时，采用图纸幅面的大小，应符合表 1-1 中规定的尺寸。

表 1-1

单位：毫米

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

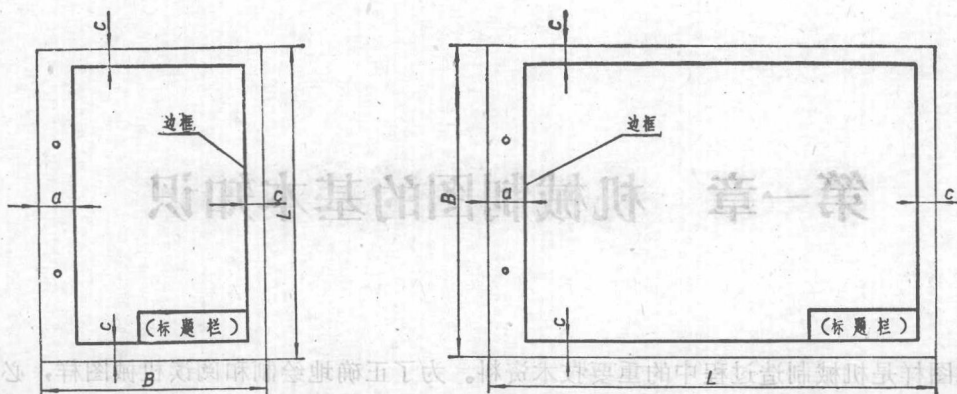
必要时，表 1-1 中幅面的长边可以加长（0 号和 1 号图纸的两边都允许加长）。加长量应取 5 号幅面相应边长的整数倍。即被加长边的长度是 148 的倍数时，加长量取 148 的整数倍；否则，取 210 的整数倍。

图纸幅面决定后，无论将来图纸是否装订，均应用粗实线画出边框。边框的位置如图 1-1， a （应使 4 号图纸幅面竖装），或如图 1-1， b （使 3 号图纸幅面横装）所示。

每一零件图的右下角必须有一个标题栏。国标对标题栏的格式、内容未作统一规定。在制图作业中，建议在零件图上用图 1-2 所示的格式；在装配图上用图 1-3 所示的格式。

* “GB” 读作国标，是 GUOJIA BIAOZHUN（国家标准）的缩写。“126” 是一般规定的编号。

“74” 是该标准规定颁布的年代。



(a) 4号幅面竖装

(b) 3号幅面横装

图 1-1 图纸幅面

设计	(签 名)	(日期)	(名 称)	(图 号)			
校对				比例	数量		
审图			(材 料)	(校 名 或 班 号)			
10	25	10		10	15	10	15
40							

图 1-2 标题栏

10	25	45	10	25	25	
10	25	45	10	25	25	7
10	25	45	10	25	25	7
序号	代 号	名 称	数量	材 料	附 注	10
设计	(签 名)	(日期)	(图 号)			
校对		(名 称)	比例	数量		3x7=21
审图		(材 料)	(校 名 或 班 号)			
10	25	10	10	15	10	15
40						

图 1-3 标题栏及明细表

2. 比例 图样上所画图形的大小和它所表示零件的实际大小之比称为比例。
为了清晰地表达形状、大小不同的零件，国标中规定了表1—2所示的各种比例。

表 1-2

字体的大小

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

注: n 为正整数。

字体的大小

绘图时,最好采用 1:1 的比例,以便使图样能直接反映零件的真实大小。当零件过大或过小时,图形的比例应按表 1-2 选取。

图样上标注比例的形式如: M1:1; M2:1; M1:2 …。

在标题栏的比例一栏内填写比例时,字母“M”可以省略。

3. 字体 图样中书写的汉字、数字和汉语拼音字母都必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体的大小(指字体高度,单位为毫米)分为七号:20、14、10、7、5、3.5、2.5。字宽一般约为字高的三分之二。

数字和汉语拼音字母的写法如图 1-4 所示。

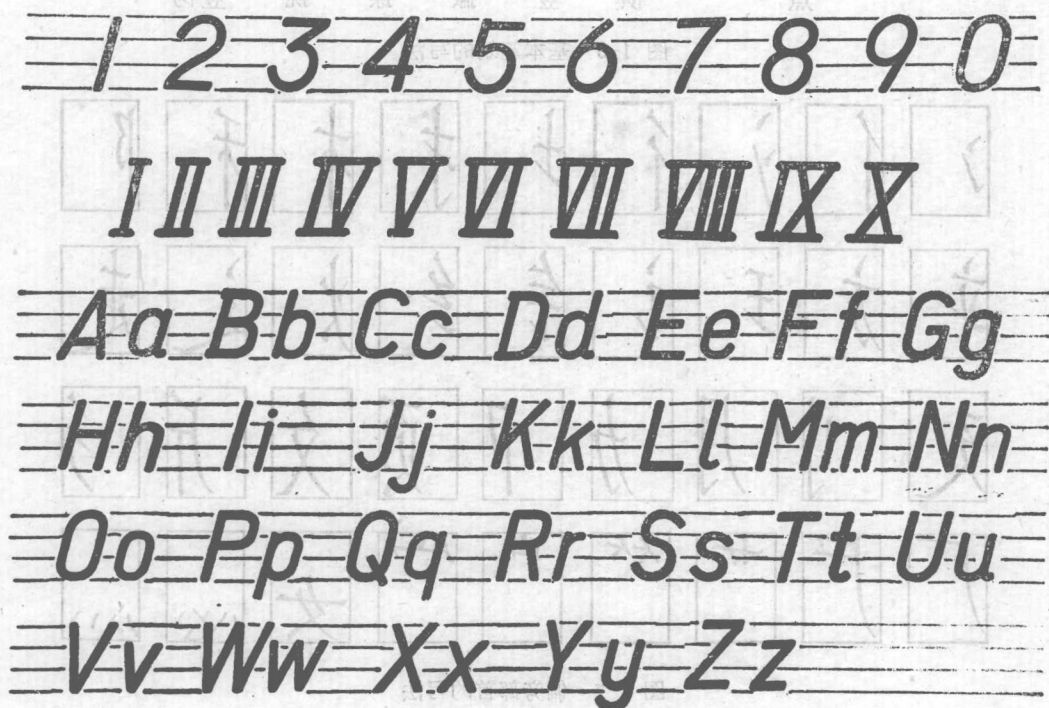


图 1-4 数字和汉语拼音字母的写法

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。长仿宋字的特点是:笔划挺直、粗细一致、起落分明、结构匀称(如图 1-5 所示)。

垂直其余技术要求设计审校比例数对动
自由尺寸称平行同心按七级精度径向跳

泵齿承衬垫端材钻理部均造孔隙热硬件基铰镀机械发
超差测轴焊弧处料兰键磨渗刮共球裂节淬附角检图研

图 1-5 长仿宋字

长仿宋字基本笔划及偏旁、部首的笔法如图 1-6 及 1-7 所示。

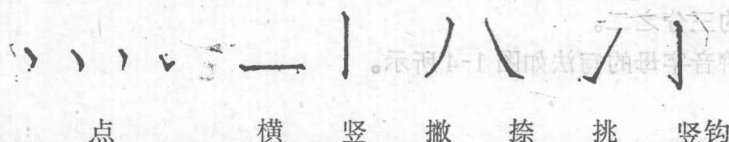


图 1-6 基本笔划的写法



图 1-7 偏旁部首的写法

为使字体结构匀称，并易于分配其偏旁、部首等所占的比例，练字时可将字格划分成图 1-8 所示的格式之一，并注意仿宋字的笔划大多数与字格的纵、横和两对角线方向一致或近似平行。

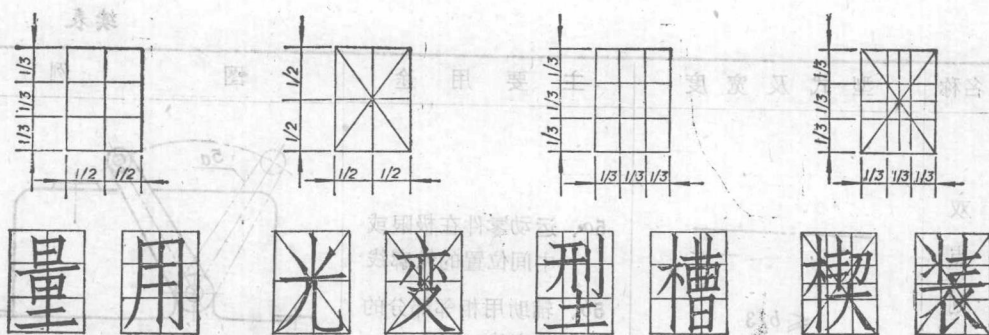
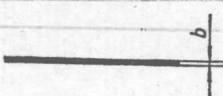
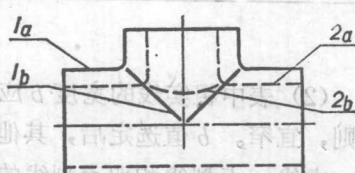
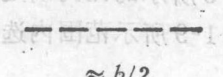
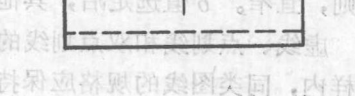
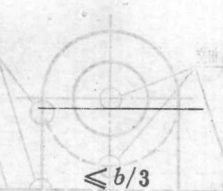
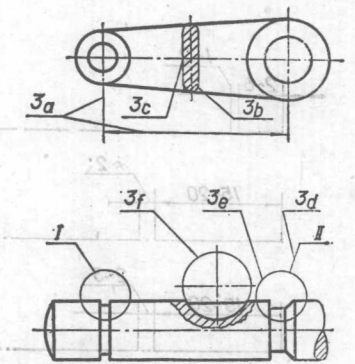
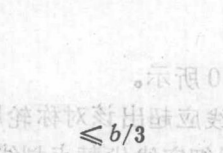
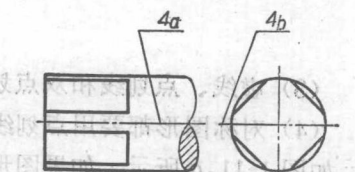


图 1-8 字格的划分、笔划的安排

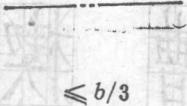
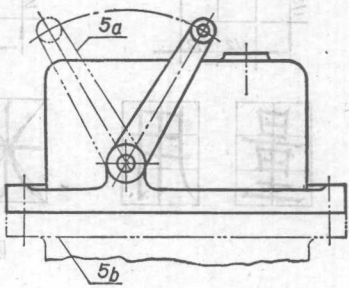
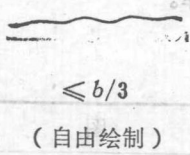
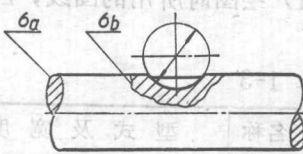
4. 图线及其画法

(1) 绘图时所用的图线，应在表 1-3 所规定的线型中选择。

表 1-3

序号	名称	型式及宽度	主要用途	图例
1	粗实线	 $b \approx 0.4 \sim 1.2$ 毫米	1a、可见的轮廓线 1b、可见的过渡线	
2	虚线	 $\approx b/2$	2a、不可见的轮廓线 2b、不可见的过渡线	
3	细实线	 $\leq b/3$	3a、尺寸线和尺寸界线 3b、剖面线 3c、重合剖面的轮廓线 3d、引出线 3e、范围线（如局部放大部分的范围线） 3f、辅助线	
4	点划线	 $\leq b/3$	4a、轴线 4b、对称中心线	

续表

序号	名称	型式及宽度	主要用途	图例
5	双点划线	 $\leq b/3$	5a、运动零件在极限或中间位置的轮廓线 5b、辅助用相邻部分的轮廓线	
6	波浪线	 $\leq b/3$ (自由绘制)	6a、断裂处的边界线 6b、局部剖视的范围线	

(2) 表中粗实线的宽度 b 应根据图形大小和复杂程度选择。图形大而图线疏时 b 宜宽；否则，宜窄。 b 值选定后，其他类型图线的宽度即可按表 1-3 所示的比例确定。

虚线、点划线和双点划线的短划和间隔长度，建议在图 1-9 所示范围内选取。但在同一图样内，同类图线的规格应保持一致。

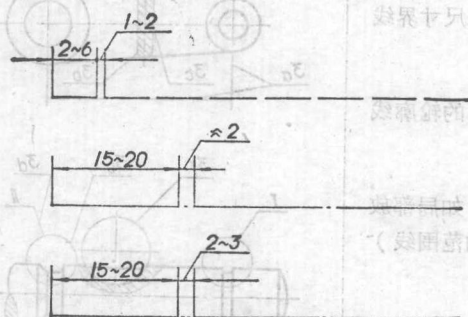


图 1-9 虚线和点划线的规格

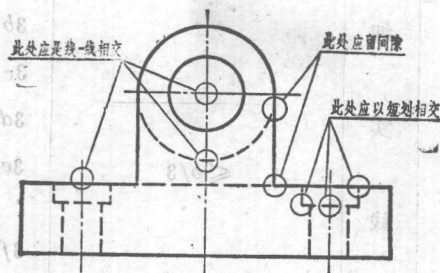


图 1-10 虚线、点划线等在相交处的画法

(3) 虚线、点划线和双点划线在相交处的画法如图 1-10 所示。

(4) 对称图形都要用点划线画出其对称中心线，且此线应超出该对称轮廓线约 2~5 毫米，如图 1-11, a 所示。如果图形较小(约小于 12 毫米)，可用细实线代替点划线，如图 1-11, b 所示。

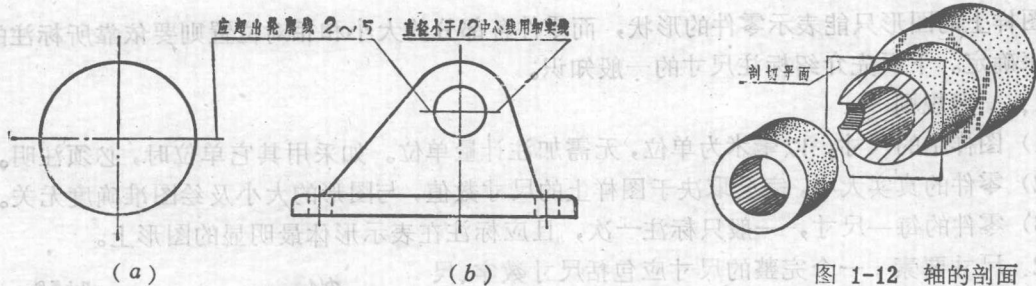


图 1-11 对称中心线的画法

图 1-12 轴的剖面

5. 剖面符号 绘图时，为了表达零件的内部结构或断面形状，可假想用剖切平面将零件剖开(图1-12)。此时，凡与剖切平面接触的部分都应画上剖面符号，以便与空心部分区别。国标中规定了各类材料的剖面符号见表1-4。

表 1-4

金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		玻璃及供观察用的其它透明材料		型沙、填砂、粉末冶金、砂轮、陶瓷刀片、硬质合金刀片等	
非金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		液体		混凝土	
线圈绕组元件		木材 纵剖面		钢筋混凝土	
转子、电枢、变压器和电抗器等迭钢片		木材 横剖面		砖	
格网 (筛网、过滤网等)		胶合板 (不分层)		基础周围的泥土	

金属材料的剖面符号(称为剖面线)为彼此平行、间隔均匀且与水平方向成 45° 的细实线。剖面线间的间隔距离应视剖面图形面积的大小而定，一般取1~5毫米。

二、尺寸注法 (根据 GB 129-74)

图样上的图形只能表示零件的形状,而零件各部分的大小和相对位置则要依靠所标注的尺寸来确定。下面先介绍标注尺寸的一般知识。

1. 一般规则

- 1) 图样中的尺寸,以毫米为单位,无需加注计量单位。如采用其它单位时,必须注明。
- 2) 零件的真实大小,完全取决于图样上的尺寸数值,与图形的大小及绘图准确度无关。
- 3) 零件的每一尺寸,一般只标注一次,且应标注在表示形体最明显的图形上。

2. 尺寸要素 一个完整的尺寸应包括尺寸数字、尺寸线、箭头和尺寸界线等四个要素(图 1-13)。

1) 尺寸数字 用以表示尺寸的真实大小。

a. 尺寸数字应按标准字体书写,且在同一图样上应尽量保持一致。

b. 尺寸数字不可被任何图线通过或分隔。当无法避免时,可将图线断开或将尺寸数字引出标注(图 1-14)。

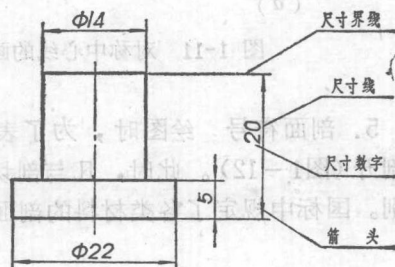


图 1-13 尺寸要素

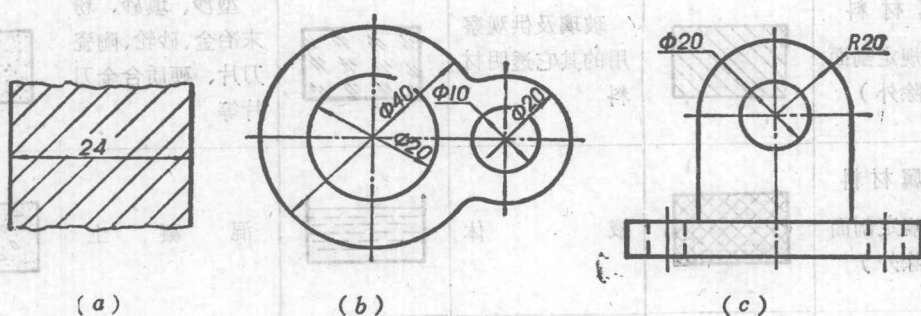


图 1-14 尺寸数字的注法

c. 尺寸数字一般应填写在尺寸线上方或中断处(图 1-15)。但同一图样上的注法应尽量一致。

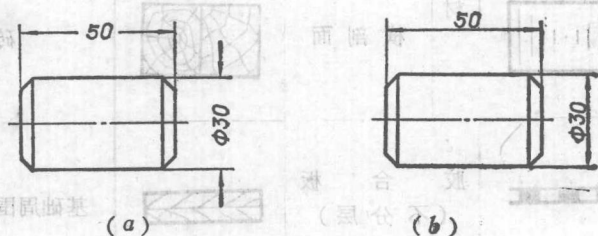


图 1-15 尺寸数字的位置

d. 尺寸数字的高度方向应与尺寸线垂直(角度尺寸的尺寸数字例外),如图 1-16 所示。图中 30° 范围内应尽量避免标注尺寸,当无法避免时可引出标注。

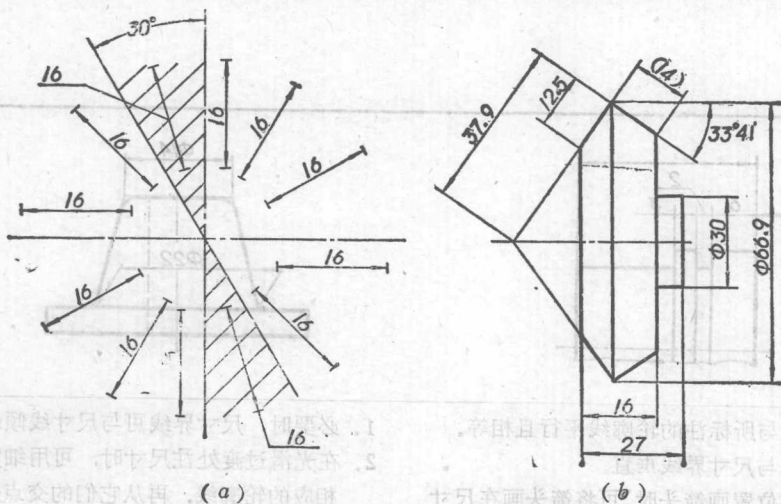


图 1-16 尺寸数字的方向

2) 尺寸线 用以表示尺寸的方向。

a. 尺寸线必须用细实线绘制(图 1-17), 不得用其它任何图线代替。也不得与其它图线重合或画在它们的延长线上。

b. 尺寸线距轮廓线的距离不宜小于 4 毫米。各平行尺寸线之间的距离应相等, 建议取 5~10 毫米(图 1-17)。

c. 为避免尺寸线与尺寸界线彼此相交, 数值小的尺寸其尺寸线应靠近轮廓线(图 1-17)。

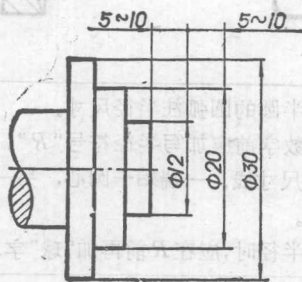


图 1-17 尺寸线

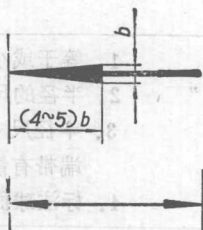


图 1-18 箭头

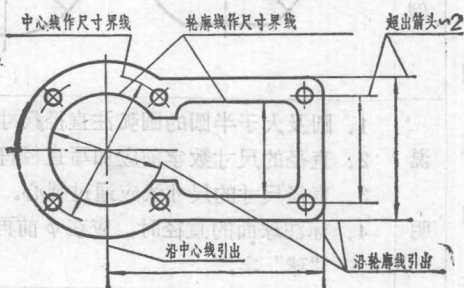


图 1-19 尺寸界线

3) 箭头 用以表示尺寸的起迄。

a. 箭头的形式及画法如图 1-18 所示。图中 b 为同一图样内粗实线的宽度。箭头尖端应与尺寸界线(或作尺寸界线用的其它图线)接触。

b. 同一图样内, 箭头大小应尽量保持一致。

4) 尺寸界线 用以表示尺寸的范围。

a. 尺寸界线用细实线沿轮廓线、轴线或对称中心线引出。必要时, 也可用上述图线代替(图 1-19)。

b. 尺寸界线应超出箭头尖端约 2 毫米, 且同一图样内应尽可能一致。