



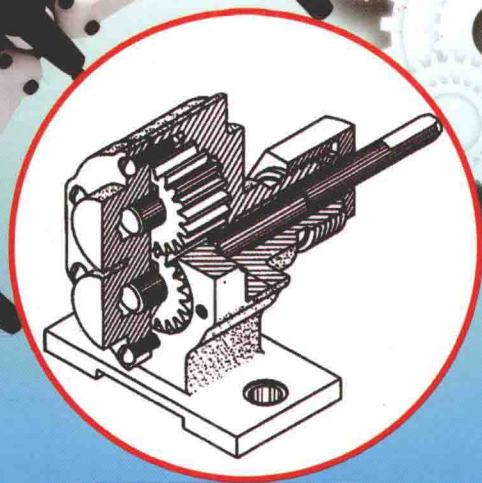
普通高等教育“十二五”规划教材

机械制图

IXIE ZHITU



◆主编 巨江澜 孙悦 许瑞利



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

普通高等教育“十二五”规划教材

机械制图

Jixie Zhitu

主 编
副主编

巨江澜 孙 悦 许瑞利
常州大学图书馆
藏书章

徐晓昂



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

内容简介

本教材是为了适应高等职业教育的培养目标和教育特点,遵循“以必需、够用为度”和“强化应用、培养技能”的原则,按高职高专机电类教学指导委员会审定的《机械制图教学大纲》编写,突出高职高专教育特色,在教学内容、形式、选材等方面对教材进行了调整、取舍和补充。

本书内容共分九个模块,内容包括:机械制图的基本知识与技能、投影作图基础知识、基本体的投影知识、轴测图的绘制知识、组合体投影知识、机件的表达方法、标准件和常用件表达、零件图的绘制知识、装配图的绘制知识。全书贯彻最新国家标准,文字简练、图文并茂、通俗易懂,所选例题具有典型性,力求体现以应用为目的的特色。

本书是高职高专机电类规划教材。主要作为高职院校机类、近机类各专业机械制图课程的教材,同时编写了《机械制图习题集》与本教材配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/巨江澜,孙悦,许瑞利主编. — 武汉:中国地质大学出版社,2012.9
ISBN 978-7-5625-2860-9

- I. ①机…
- II. ①巨… ②孙… ③许…
- III. ①机械制图-高等学校-教材
- IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 211750 号

机械制图

巨江澜 孙悦 许瑞利 主 编

责任编辑:谌福兴

选题策划:庞 晏

责任校对:李谷娟

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(010)82967039 传真:(010)82967037

E-mail:bxbook88@163.com

经销:全国新华书店

<http://www.zgbook88.com>

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

字数:423 千字 印张:16.5

版次:2012 年 9 月第 1 版

印次:2012 年 9 月第 1 次印刷

印刷:北京经大印刷有限公司

印数:1—5 000 册

ISBN 978-7-5625-2860-9

定价:36.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

目 录

绪 论	1
模 块 1 机械制图的基本知识与技能	3
课题 1 国家标准对机械制图的一般规定	3
课题 2 绘图用具及其使用方法简介	15
课题 3 常用几何图形的画法	22
课题 4 平面图形的绘制	29
模 块 2 投影作图基础知识	32
课题 1 投影法基础知识	32
课题 2 三视图的形成及投影规律	34
课题 3 点的投影知识及画法	39
课题 4 直线的投影知识及画法	43
课题 5 两直线的相对位置知识及画法	48
课题 6 平面的投影知识及画法	53
模 块 3 基本体的投影知识	59
课题 1 平面体的投影知识	60
课题 2 回转体投影知识	64
课题 3 基本体尺寸标注	69
课题 4 基本体表面的交线	71
模 块 4 轴测图的绘制知识	90
课题 1 轴测投影的基本知识	90
课题 2 正等测图的画法	91
课题 3 斜二测图的画法	96
模 块 5 组合体投影知识	98
课题 1 组合体的形体分析和组合形式	98
课题 2 组合体三视图的画法	100

课题 3	组合体的尺寸标注	104
课题 4	识读组合体的三视图	107
模块 6	机件的表达方法	115
课题 1	视图	115
课题 2	剖视图	119
课题 3	断面图	128
课题 4	局部放大图和简化画法	131
课题 5	表达方法的综合应用	135
模块 7	标准件和常用件表达	137
课题 1	螺纹及螺纹紧固件	137
课题 2	齿轮	148
课题 3	键和销	158
课题 4	滚动轴承	161
课题 5	弹簧	165
模块 8	零件图的绘制知识	169
课题 1	零件图的作用和内容	169
课题 2	零件的视图选择	170
课题 3	零件的结构工艺性	174
课题 4	零件图的尺寸标注	178
课题 5	零件图的技术要求	185
课题 6	常见零件的图例分析	200
课题 7	读零件图	204
课题 8	零件图的测绘	206
模块 9	装配图的绘制知识	212
课题 1	装配图概述	212
课题 2	装配图的表达方法	214
课题 3	装配图中的尺寸和技术要求	216
课题 4	装配图中的零、部件序号和明细栏	217
课题 5	装配结构简介	219
课题 6	零件图拼画装配图的方法和步骤	221
课题 7	读装配图及由装配图拆画零件图	224
附 录		229

绪 论

机械制图是研究绘制和识读机械图样的基本原理和方法的一门学科。

1. 我国制图技术的发展

我国是世界文明古国之一,在制图技术方面有着悠久的历史。制图技术是伴随着生产的发展和劳动人民生活水平的提高而产生和日趋完善的。据考古证实,远在战国时期,我国人民就已运用设计图(有确定的绘图比例,酷似用正投影法画出的建筑规划平面图)来指导工程建设,距今已有 2 400 多年的历史。“图”在人类社会的文明进步和科学技术的发展过程中起了重要作用。

(1)从出土文物中考证,在新石器时代(约一万年前),我国先民就能绘制一些几何图形、花纹,具有了简单的图示能力。

(2)在春秋时代的一部技术著作《周礼·考工记》中,有对画图工具“规、矩、绳、墨、悬、水”的记载。

(3)自秦汉起,我国已出现图样的史料记载,并能根据图样建造宫室。宋代李诫(仲明)所著《营造法式》一书,总结了我国宋之前两千多年的建筑技术成就。全书共 36 卷,其中有 6 卷是图样(包括平面图、轴测图、透视图),图中运用投影法表达了复杂的建筑结构,这在当时世界范围内都是极为先进的。因此,该书也成为一部闻名世界的建筑图样巨著。

(4)随着生产技术的不断发展,农业工具、交通工具、军事器械等的结构日趋复杂和完善,图样的形式和内容也日益接近现代工程图样。如清代程大位所著《算法统筹》一书的插图中,有丈量步车的装配图和零件图。

(5)制图技术在我国虽有光辉成就,但因长期处于封建制度统治之下,在理论上缺乏完整、系统的总结。新中国成立前的近百年,中国社会又处于半封建半殖民地的状态,致使工程图学停滞不前。

(6)新中国成立后,在中国共产党的领导下,工农业生产得到了很快的恢复和发展。国家建立了自己的工业体系,结束了旧中国遗留下的混乱局面,为科学技术进步和文化教育事业发展开辟了广阔的前景,机械制图技术也得到了前所未有的快速发展。1956 年,原机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》,1959 年,国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》,使全国机械图样标准得到了统一,标志着我国机械制图进入了一个崭新的阶段。

(7)随着科学技术的发展和工业水平的提高,技术规定不断修改和完善,先后于 1970 年、1974 年、1984 年、1993 年、1998 年、2002 年、2006 年、2009 年修订了国家标准《机械制图》,并颁布了一系列《技术制图》与《机械制图》新标准。旧标准逐步被新标准代替。此外,

在改进制图工具和图样复制方法、研究图学理论和编写出版图学教材等方面都取得了可喜的成绩。

(8)20 世纪 40 年代,世界上第一台计算机问世后,计算机技术以惊人的速度发展。我国从 1967 年开始计算机绘图技术及相关软件的研制工作。此后,计算机绘图技术逐渐在很多部门应用于生产、设计、科研和管理工作。特别是近年来,一系列绘图软件的不断研制成功,给计算机绘图工作提供了极大的方便,计算机绘图技术日益普及。

完全有理由相信,随着我国改革开放进程的不断推进,工程图学定能在更加广泛的领域得到更大、更迅速的发展。

2. 图样及其在生产中的用途

工程技术上根据投影方法并遵照国家标准的规定绘制成的用于工程施工或产品制造等用途的图叫工程图样,简称图样。

图样是现代生产中重要的技术文件。机器、仪器、工程建筑等产品的设计、制造与施工、使用和维护等都是通过绘制图样来实现的。设计者通过图样来表达设计意图和要求;制造者通过图样来了解设计要求,组织生产加工;使用者根据图样来了解内部构造和性能、正确的使用方法和维护方法。因此,图样是表达设计意图、交流技术思想的重要工具,有“工程语言”之称,广泛应用于机械、冶金、采矿、土建、电子、水利、航空、造船、化工、轻工等部门。

机械图样是工程图样的一种,是设计、制造、检验、装配机械产品的依据,更是人们进行科技交流的工程技术语言。因此,机械图样也是机械工程技术人员必须学会使用的重要工具之一。

3. 本课程的主要任务和要求

机械制图课程是培养工程技术人才的一门重要技术基础课。本课程的主要任务是培养学生具有一定的绘制和识读机械图样的能力,并通过后续课程的学习,能在工作岗位上从事业务范围内的设计制图工作。学习本课程后应达到下列要求:

(1)会正确、熟练地使用绘图仪器、工具,掌握较强的绘图方法和技能。

(2)理解并掌握正投影法的基本原理,掌握运用正投影法表达空间物体的基本理论和方法,具有图解空间几何问题的初步能力。

(3)在读图和画图的实践过程中,要注意逐步熟悉和掌握《国家标准 技术制图与机械制图》及其他有关规定,并具有查阅有关标准及手册的能力。

(4)能够绘制和阅读中等复杂程度的零件图和装配图。

(5)能自我约束,并养成严肃认真的工作态度和严谨细致的工作作风。

4. 本课程的学习方法

机械制图是一门既注重理论又注重实践的课程。想要掌握绘制和识读图样的技能,就需要大量的练习、作图实践;要注意画图 and 看图相结合,实体与图样相结合,多看多画,培养空间想象能力和空间构思能力。

对于投影作图的基本理论和方法,学习时不能死记硬背,而必须要明了空间形体的几何性质及其与视图之间的投影关系,通过空间构图来理解记忆。

要学会收集并准确使用制图相关资料,提高独立思考能力和自学能力。

对于国家标准《机械制图》的有关规定,要严格遵守,认真贯彻,还要学会查阅各种手册。

模块 1

机械制图的基本知识与技能

知识目标

学习国家标准《技术制图》、《机械制图》中有关图幅、比例、字体、线型和尺寸标注等的基本规定；

掌握常用机械制图工具的使用方法；

掌握常见几何图形的作图方法。

技能目标

具备正确运用国家标准中有关图幅、比例、字体、线型和尺寸标注等的基本规定的的能力；

具备正确使用常用绘图工具的能力；

掌握常用几何图形中斜度、锥度的作法及标注、圆弧连接的作法和几何图形的作图方法及尺寸标注的能力。

课题 1 国家标准对机械制图的一般规定

图样是现代制造过程中最基本的技术文件,用来指导生产和交流技术。图样的画法、尺寸注法、所用代号等均有统一的规定,使绘图和读图有共同的准则。这些规定是由国家制订和颁布实施的,叫做国家标准《机械制图》,简称机械制图国标。

机械制图国标的标准编号由三部分组成,即标准代号、标准顺序号和批准年号。

国家标准的标准代号为 GB、GB/T。“T”是标准属性,表示“推荐性标准”,缀在标准代号之后,用斜线相隔。标准代号无后缀“/T”,则表示“强制性标准”。机械制图和公差配合的正式标准全部是推荐性标准。标准顺序号写在标准代号之后。顺序号是按批准的先后顺序排列的,没有对标准分类的含义。批准年号写在标准序号之后,两者之间用一字横线隔开。如标准编号 GB/T 131—2006,“GB/T”表示此标准为推荐性国标,“131”为顺序号,该标准是 2006 年批准颁布的。

学习机械制图时必须严格遵守机械制图国标的有关规定,树立标准化的概念。本课题主要介绍国家标准对图纸幅面、比例、字体、图线、尺寸标注的相关规定。

1.1.1 幅面和格式(GB/T 14698—2008)

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时,应优先采用表 1—1 规定的 A0、A1、A2、A3、A4 五种基本幅面,必要时也允许加长幅面,但应按基本幅面的短边整数倍增加。各种基本幅面和加长幅面参见图 1-1。其中粗实线部分为基本幅面(第一选择);细实线部分为第二选择的加长幅面;虚线为第三选择的加长幅面。加长后幅面代号记作:基本幅面×倍数。如 A4×4 表示按 A4 图幅短边加长 4 倍,即加长后图纸的尺寸为 297 mm×841 mm。

表 1—1 基本幅面 单位:mm

幅面代号	尺寸 B×L
A0	841×1 189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

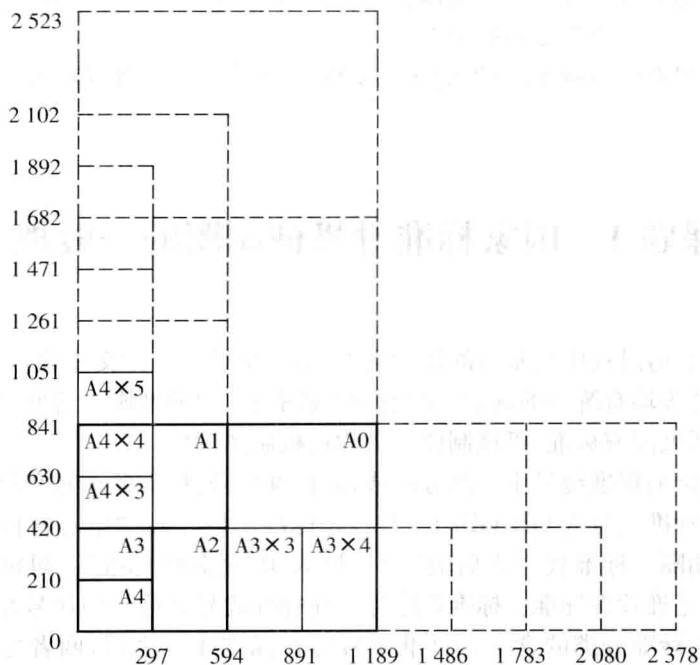


图 1-1 5 种基本幅面及加长幅面尺寸

表 1—1 规定的幅面尺寸中,B 表示短边,L 表示长边。由表可知,A0 幅面的图纸最大,尺寸是 841 mm×1 189 mm,B:L=1:√2,面积为 1 m²;A1 幅面为 A0 幅面的一半(以长边对折裁开);依此类推,后一号均为前一号幅面的一半。

2. 图框格式和尺寸

各种幅面的图样,均用粗实线画出图框线,图框格式分为不留装订边和留有装订边两

种。但同一产品的所有图样均应采用同一种格式。

留有装订边的图框格式如图 1-2 所示,周边尺寸按表 1-2 规定的数值设置;不留装订边的图框格式如图 1-3 所示,其周边尺寸也按表 1-2 规定的数值设置。加长幅面的尺寸按比所选用的基本幅面大一号的周边尺寸确定。如 A3×3 的加长幅面,其周边尺寸应该用 A2 的周边尺寸画出。

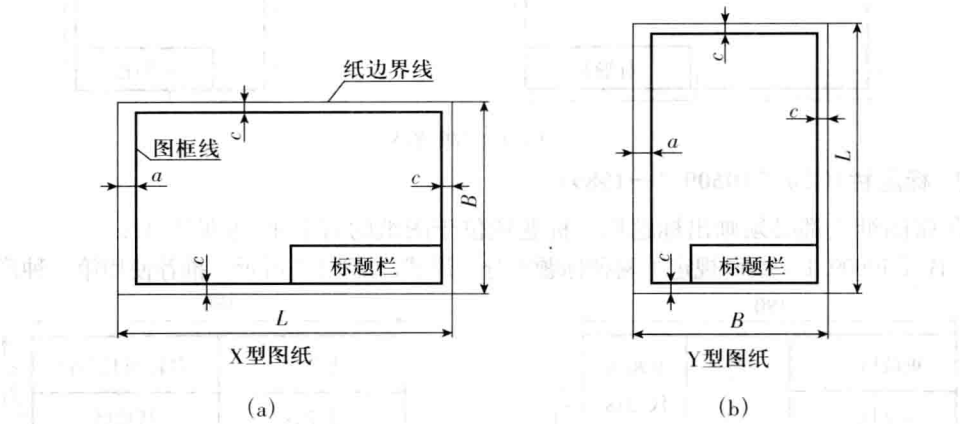


图 1-2 留有装订边图框格式

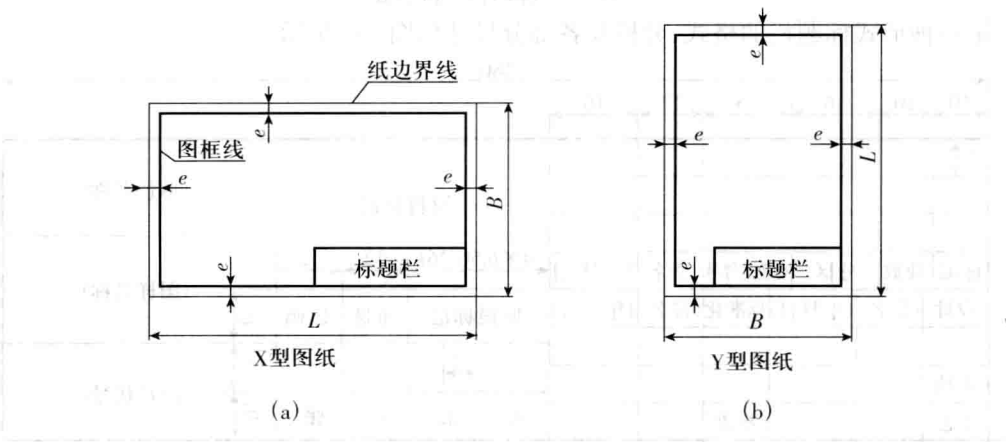


图 1-3 不留装订边图框格式

表 1-2 图纸幅面尺寸

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B\times L$		841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
图框	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制,自纸边界伸入图框线内约 5 mm,线宽不小于 0.5 mm。当对中符号处于标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画,如图 1-4 所示。

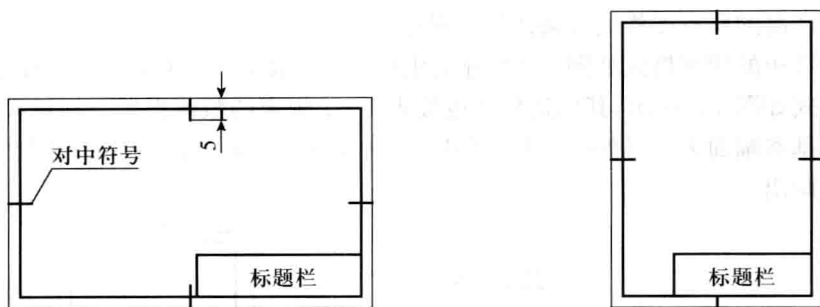


图 1-4 对中符号

3. 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏位于图纸的右下角,参见图 1-2。

GB/T 10609.1—1989 规定了两种标题栏分区形式,如图 1-5 所示。推荐使用第一种形式。

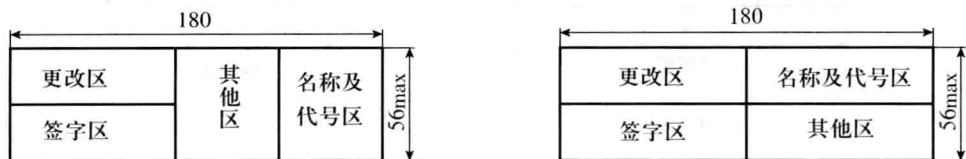


图 1-5 标题栏分区形式

第一种形式标题栏的格式、分栏及部分尺寸如图 1-6 所示。

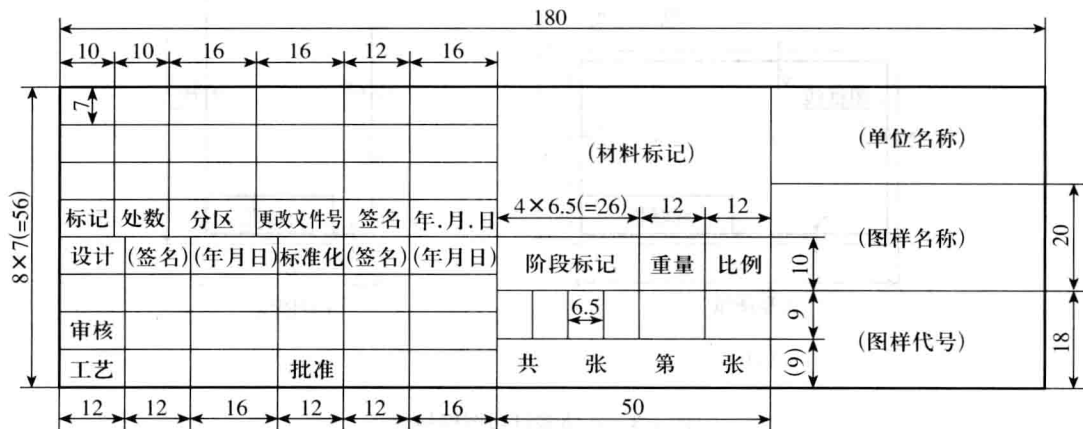


图 1-6 标题栏格式、分栏及尺寸

学生制图作业上的标题栏可由学校自订,如图 1-7 所示标题栏可作为参考。

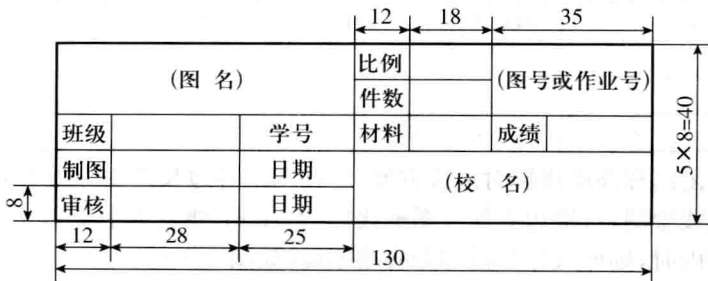


图 1-7 制图作业参考标题栏格式

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行,则构成 X 型图纸,如图 1-2(a)、图 1-3(a)所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)、图 1-3(b)所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预制好的图纸,允许将 X 型图纸的短边或 Y 型图纸的长边置于水平位置,此时,为了明确绘图与看图时的图纸方向,应在图纸的下边对中符号处加画一个方向符号,如图 1-8(a)所示。方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形,其大小及定位如图 1-8(b)所示。

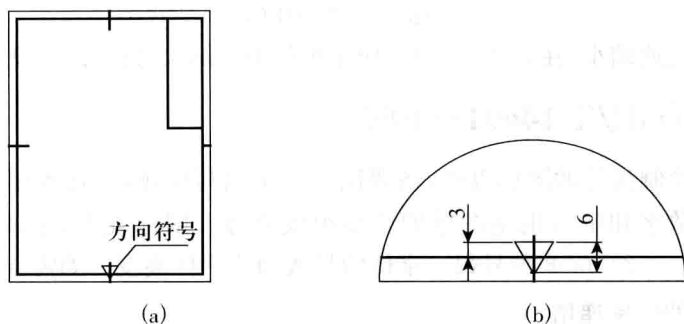


图 1-8 方向符号

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相对应要素的线性尺寸之比。

每张图样都要注出所画图形采用的比例。比例分为原值、缩小、放大 3 种。画图时,应尽量采用 1:1 的比例画图,当需要把机件放大或缩小绘图时,应采用表 1-3 规定的比例。

表 1-3 绘制图样的比例

种 类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:10 ⁿ 1:1×10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 ⁿ 1:2.5×10 ⁿ 1:3×10 ⁿ 1:4×10 ⁿ 1:6×10 ⁿ
放大比例	2:1 5:1 1×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1	2.5:1 4:1 2.5×10 ⁿ :1 4×10 ⁿ :1

注: n 为正整数。

同一张图样上,若各图采用的比例相同时,在标题栏的比例一格内注明所用比例即可,如 1:1,1:2,2:1 等。

同一张图样上,若个别图形选用的比例与标题栏中所注的比例不同时,对这个图形必须另行标注所用比例,如图 1-9 中标注的放大比例。

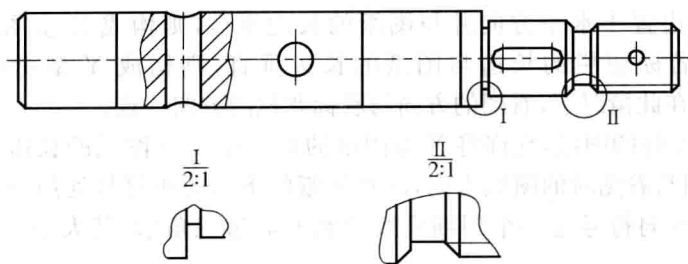


图 1-9 放大比例

图形不论放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注,与比例无关。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了绘制机件的图形以外,还要用文字来填写标题栏、技术要求,用数字来标注尺寸,所以文字、数字和字母也是图样的重要组成部分。国标规定,字体的大小分为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm 8 种号数。字体的号数即为字体高度。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

国家标准规定图样中汉字用长仿宋体书写,并采用国家正式公布推行的简化字。常用的长仿宋体字有 20, 14, 10, 7, 5, 3.5 几种号数。写汉字时字号不能小于 3.5。汉字字体的宽度约等于字体高度的 2/3。

书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。书写长仿宋体字的要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。书写时,笔画应一笔写成,不要勾描,起落分明挺拔。长仿宋体字示例如图 1-10 所示。

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公差与配合
轴套类零件的其他结构退刀槽键槽越程槽中心孔

5号字

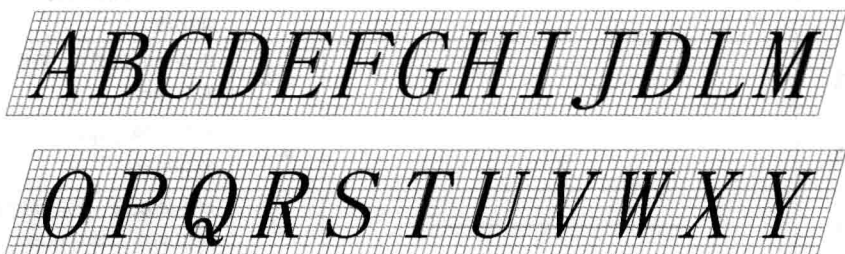
标准公差与基本偏差渗碳深度表面粗糙度技术要求零件的耐磨性清晰
正确完整装配深沉锥销表面展开图轴数值范围点的三面投影规律直线
横平竖直注意起落结构均匀填满方格公差与配合轴套技术制图类零件
的其他结构退刀槽键槽越程槽标准公差与基本偏差渗碳深度表面粗糙
度技术要求零件的耐磨性清晰完整正确装配表面展开图数值汽车纺织

图 1-10 长仿宋体字示例

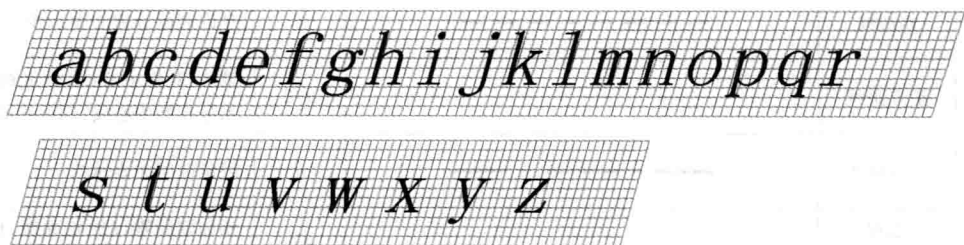
2. 数字和字母

图样上的数字和字母分直体和斜体两种。当与汉字混写时,宜用直体。斜体字字头向右倾斜成 75° 。字母和数字分 A 型和 B 型, B 型的笔画宽度比 A 型宽。同一图样上只允许选用一种型式的字体。字母和数字示例如图 1-11 所示。

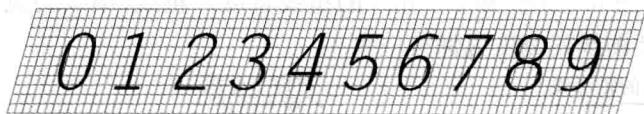
大写斜体字母



小写斜体字母



斜体数字



直体数字

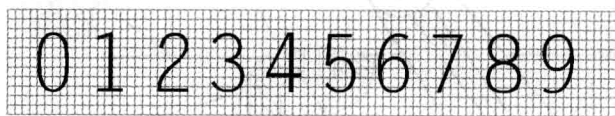


图 1-11 字母和数字示例

1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002 和 GB/T 17450—1998)

GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中规定了机械图样中采用的各种线型及其应用场合。表 1-4 列出了机械图样中使用的 9 种线型。图 1-12 所示为常用图线的应用举例。

表 1-4 机械图样中的线型及应用

序 号	图线名称	线 型	图线宽度	一 般 应 用
1	细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、过渡线、重合断面的轮廓线、指引线、牙底线、齿根线、辅助线、基准线、网格线
2	波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
3	双折线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
4	粗实线		d	可见轮廓线、表示剖切面起迄和转折的剖切符号用线
5	细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
6	粗虚线		d	允许表面处理的表示线
7	细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆线、孔系分布的中心线、剖切线等
8	粗点画线		d	限定范围的表示线
9	细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、轨迹线、中断线等

图线宽度的推荐系列为 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 mm。在 0.5~2 mm 的范围内选用粗实线的宽度 d , 优先采用 0.5 mm 和 0.7 mm 的粗线宽度。粗线、细线的宽度比率为 2:1。在同一张图样中, 同类图线的宽度应保持一致。

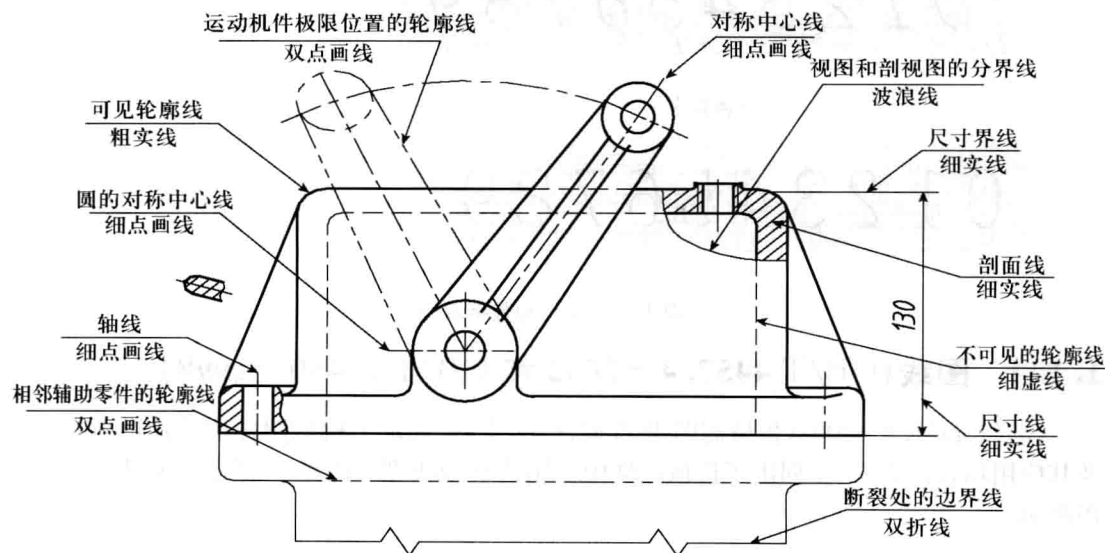


图 1-12 图线应用示例

图线画法的注意事项:

(1)同一张图样上,同类图线的粗细应保持一致,虚线、点画线及双点画线的线段长度和间距大小也应各自大致相等。

(2)轴线、对称中心线、双点画线应超出轮廓线 2~5 mm。点画线和双点画线的末端应是线段,而不是短划。若圆的直径较小,圆的中心线可用细实线来代替。

(3)平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线两倍的宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

(4)虚线、点画线与其他图线相交时,应在线段处相交,不应在空隙或短划处相交。当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线与分界点之间应留有空隙。当虚线圆弧与虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点处,虚线直线至切点之间应留有空隙,如图 1-13 所示。

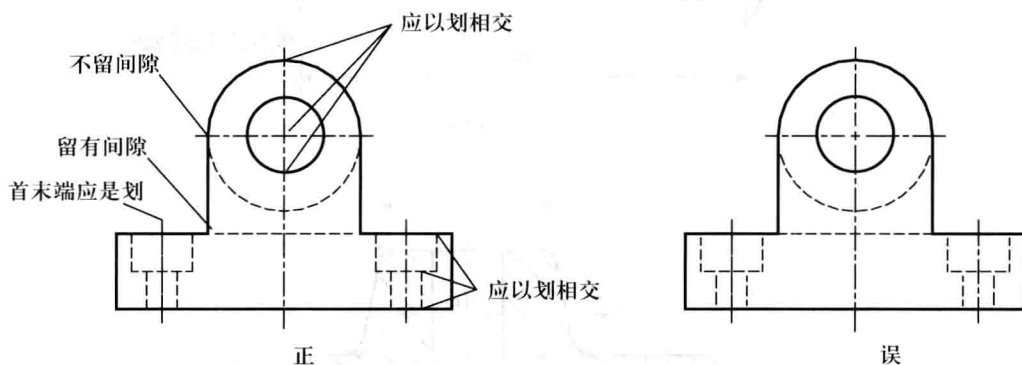


图 1-13 虚线相交及连接处的画法

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

1. 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)图样中所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。

(3)在机械图样(包括技术要求和其他说明)中的直线尺寸规定以毫米(mm)为单位,不需再在尺寸数字后面标注其计量单位的代号或名称,如果采用其他单位时,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(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。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线、尺寸终端 4 部分组成,如图 1-14 所示。尺寸数字表示尺寸的大小,尺寸线表示尺寸度量的方向,尺寸界线表示所注尺寸的范围,箭头表示尺寸的起止。

(1)尺寸界线。尺寸界线用细实线绘制,并由图形的轮廓线、轴线或中心线处引出,尽量画在图外,并超出尺寸线末端约 2 mm。有时可借用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。

尺寸界线一般应与所注的线段垂直(即与尺寸线垂直),必要时允许倾斜,但两尺寸界线仍应互相平行,如图 1-15 所示。

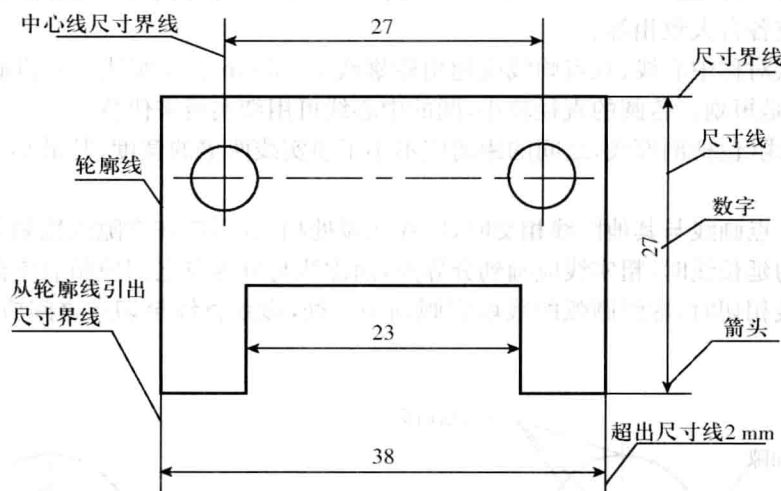


图 1-14 尺寸的组成

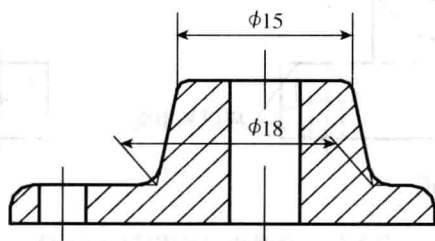


图 1-15 倾斜引出的尺寸界线

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线画在尺寸界线之间。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线不得用其他图线代替,也不得与其他图线重合或在其他图线的延长线上。

(3) 尺寸终端。尺寸线的终端有两种形式:箭头和斜线。同一张图样上只能采用一种形式的尺寸线终端。机械制图多采用箭头,同一张图上箭头大小要一致,箭头的位置应与尺寸界线接触,不得超过或留有间隙。当采用箭头时,在空间不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头。箭头和 45° 斜线的式样如图 1-16 所示。

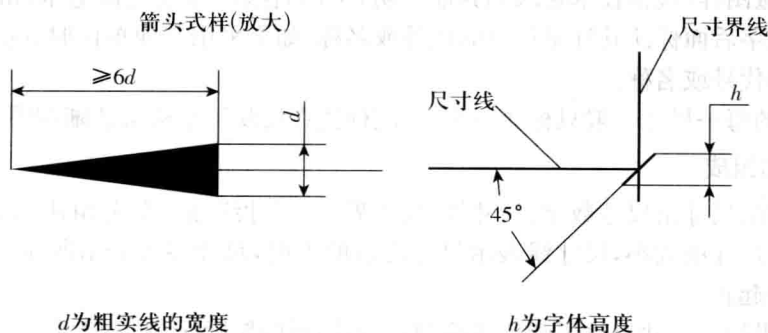


图 1-16 尺寸终端的两种形式