



高等院校石油天然气类规划教材

机械制图

赵恒华 唐晓初 王 墅 等编著



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

高等院校石油天然气类规划教材

机械制图

赵恒华 唐晓初 王 墅 等编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”编著而成,共 12 章,主要包括制图基本知识、点线面投影、立体投影、轴测投影、组合体投影、表达机件的常用方法、标准件和常用件、零件图、装配图、焊接制图简介、化工制图简介和 Auto CAD 计算机绘图入门。

本书在内容上力求少而精、理论联系实际,简写了画法几何的内容,强化了组合体、机件表达法、零件图和装配图等实用性较强的章节。增加了焊接制图和化工制图内容,采用了最新国家标准《技术制图与机械制图》。

本书适用于普通高等工科院校非机械类各专业使用,尤其适用于普通高等院校石油、化工类各专业使用。参考学时范围为 48~80 学时。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/赵恒华等编著.

北京:石油工业出版社,2011.8

高等院校石油天然气类规划教材

ISBN 978-7-5021-8642-5

I. 机…

II. 赵…

III. 机械制图-高等学校-教材

IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 169273 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523574 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油报印刷厂

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:15.75

字数:400 千字

定价:30.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求(非机械类专业适用)”,在借鉴和总结各兄弟院校以及本校教学改革经验的基础上,本着少而精、重实践的原则,由辽宁石油化工大学《机械制图》教材编写组编著而成。

本教材适用于普通高等院校非机械类各专业,尤其适合于石油、化工类院校使用。

本教材的特点如下:

1. 全书采用了最新国家标准《技术制图与机械制图》。
 2. 本书篇幅短,重点突出。在内容及选题上力求贯彻“少而精”的原则。注重基本概念、基本原理和基本方法的传授,强化了组合体、机件表达法、零件图和装配图等实用性强的章节内容,以期达到学以致用目的。
 3. 突出石油、化工专业特色,增写了“化工制图简介”和“焊接制图简介”两章内容,更有利于石油化工类人才的培养。
 4. 为了培养学生利用计算机进行绘图的能力,专门设置了“计算机辅助绘图入门”一章。重点介绍 AutoCAD 绘图技术,为学生使用计算机绘图抛砖引玉。
 5. 在写法上力求通俗易懂,言简意明。注重培养学生的自学能力。
- 本书由辽宁石油化工大学赵恒华、唐晓初、王墅等编著,由蓝晓民、张燕主审。
- 参加本书编著工作的有杜鹃(第 1 章)、柳青(第 2 章)、奚文(第 3 章、第 12 章)、何延东(第 4 章)、李萍(第 5 章)、王墅(第 6 章)、赵恒华(绪论、第 7 章、第 8 章、附录)、张燕(第 9 章)、唐晓初(第 10 章、第 11 章)、高兴军和李静(部分插图绘制)。
- 为满足教学需要,同时编著《机械制图习题集》,与本教材配套使用。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥之处,衷心希望使用本教材的教师和广大学生批评指正。

作 者
2011 年 5 月

目 录

绪论	(1)
第1章 制图的基本知识	(2)
1.1 国家标准中有关制图方面的规定	(2)
1.2 绘图工具	(13)
1.3 几何作图	(16)
1.4 平面图形的尺寸分析、线段分析与绘图方法	(19)
1.5 绘图的方法和步骤	(21)
思考题	(22)
第2章 机械制图投影基础	(23)
2.1 投影法的基本知识	(23)
2.2 投影体系及空间点的投影	(24)
2.3 直线的投影	(27)
2.4 平面的投影	(33)
思考题	(38)
第3章 立体的投影	(39)
3.1 平面立体的投影	(39)
3.2 曲面立体的投影	(41)
3.3 平面与立体相交	(47)
3.4 两个回转体相交	(54)
思考题	(60)
第4章 轴测图	(61)
4.1 轴测图的基本知识	(61)
4.2 常用轴测图的画法	(62)
思考题	(68)
第5章 组合体三视图及其尺寸标注	(70)
5.1 组合体三视图的概念	(70)
5.2 组合体的形体分析与画法	(71)
5.3 读组合体视图的方法	(77)
5.4 组合体尺寸标注	(81)

思考题	(86)
第6章 表达机件的常用方法	(87)
6.1 视图	(87)
6.2 剖视图	(89)
6.3 断面图	(98)
6.4 局部放大图及常用简化画法	(99)
思考题	(103)
第7章 标准件和常用件	(104)
7.1 螺纹的规定画法和标注	(104)
7.2 螺纹紧固件的画法和标注	(111)
7.3 齿轮	(117)
7.4 其它标准件和常用件简介	(121)
思考题	(128)
第8章 零件图	(129)
8.1 零件图的内容	(129)
8.2 零件图的视图选择	(130)
8.3 零件图的尺寸标注	(133)
8.4 表面粗糙度及其标注	(138)
8.5 公差与配合及形位公差简介	(144)
8.6 零件结构的工艺性	(152)
8.7 零件的测绘	(155)
8.8 看零件图的方法	(160)
思考题	(161)
第9章 装配图	(163)
9.1 装配图的内容	(164)
9.2 装配图的视图表达方法	(166)
9.3 装配图结构的合理性	(166)
9.4 部件测绘和装配图的画法	(169)
9.5 看装配图及由装配图拆画零件图	(170)
思考题	(175)
第10章 焊接制图简介	(176)
10.1 焊缝图示法	(176)
10.2 焊缝符号表示法	(177)
10.3 焊接图画法示例	(181)

思考题	(182)
第 11 章 化工制图简介	(183)
11.1 化工设备图	(183)
11.2 化工工艺图	(189)
思考题	(201)
第 12 章 计算机辅助绘图简介	(202)
12.1 AutoCAD 软件简介	(202)
12.2 绘制和编辑二维图形	(207)
思考题	(214)
附录	(215)
1 螺纹	(215)
2 常用的标准件	(219)
3 常用机械加工一般规范和零件结构要素	(236)
4 公差与配合	(238)
5 常用材料以及常用热处理、表面处理名词解释	(242)
参考文献	(244)

绪 论

0.1 本课程的性质和任务

机械制图是研究如何绘制和阅读工程图样的原理和方法的科学,是高等院校工科各专业学生必修的一门重要的技术基础课。

工程图样是准确地表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图形,是设计和制造部门最重要的技术文件。在现代工业中,设计、制造、安装各种机械设备、石油化工设备、矿山冶金设备、电机电器设备、仪器仪表、车辆船舶、航空航天设备等都离不开图样。

工程图样的重要意义主要表现在以下三个方面:

- (1)工程图样是产品设计结果的表达方式;
- (2)工程图样是产品加工、测量、装配、检验和安装的依据;
- (3)工程图样是工程界的技术语言。

因此,工程技术人员必须具备绘制和阅读工程图样的能力,得心应手地将设计思想表达在工程图样上,再根据工程图样将零件、部件或机器设备加工制造出来。

本课程的主要任务是:

- (1)学习和掌握正投影法的基本理论,遵照国家标准绘制工程图样;
- (2)培养空间构思能力,阅读工程图样;
- (3)掌握使用仪器绘图和徒手绘图的方法;
- (4)培养使用绘图软件绘制工程图样的能力;
- (5)学习化工制图、焊接制图的基本知识;
- (6)通过机械制图的基本训练,培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

0.2 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的技术基础课。因此,在学习过程中必须注重理论联系实际。要想学好本课程,要求学生必须做到三点:苦练基本功;耐心、细致;严谨认真。

学习本课程需要注意以下几方面的问题:

- (1)学会正确使用各种绘图工具和仪器。
- (2)课堂上认真听讲,弄懂基本原理,课后及时复习和按时完成作业。
- (3)有条件的学校,要穿插安排学生到实习工厂或机械车间阅读一些实际的图样并练习由图想物。经常到模型室观看实物模型,并练习由物想图。以此,培养学生掌握从平面到空间、再由空间到平面的思维方式。
- (4)注意培养学生快速、熟练地查阅国家标准和技术手册的能力。
- (5)注意培养学生独立思考、独立工作的能力和自学能力。

学生在大学学习期间,如果能很好地掌握本门课程,将对后续课程的学习和将来的实际工作大有益处;尤其对专业课的学习和各种课程设计和毕业设计更有意义,对将来从事设计、生产、管理和科学研究都有重要作用。

第1章 制图的基本知识

1.1 国家标准中有关制图方面的规定

工程图样是产品设计与制造及技术交流过程中的重要资料,其作用相当于工程领域的一种语言。为便于各个行业的生产和技术交流,以及适应国内外科技发展的需要,对工程图样必须有统一的要求和规定。我国于1959年颁布了国家标准《机械制图》,1970年、1974年又作了几次修改。中华人民共和国国家标准局于1984年7月又发布了经重新修订的国家标准《机械制图》,并于1985年7月开始实施,对生产和设计过程中有关机械制图的各种要求进行了科学合理的规定。随后国家技术监督局又组织制定了国家标准《机械制图》,其中对《机械制图》标准中的部分内容进行了更新。

国家标准简称为“国标”,其代号为“GB”。如GB/T 14689—2008,其中“T”为推荐性标准,“14689”是标准顺序号,“2008”是标准颁布或修订的年份。

本书相关章节分别介绍了常用的制图标准,这一节只介绍国标中关于图幅、比例、字体、图线及尺寸标准等基本规定。

1.1.1 图纸幅面和格式、标题栏

GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和格式》、GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》规定,绘制技术图样时,应按表1.1规定的五种基本幅面尺寸选用图纸。

表 1.1 图幅尺寸及格式

mm

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

图纸可根据图样特点选择横放或竖放格式,图纸上必须用粗实线画出图框及标题栏。图纸格式分为不留装订边和留装订边两种,但同一产品的图样只能用一种格式。如果是不需要装订的图样,图纸幅面格式如图1.1、图1.2所示,其中图框与图幅间距一律采用表1.1中的 e 的数值。需要装订时,图纸幅面格式如图1.3、图1.4所示,其中 a 和 c 为图框与图幅的间距,参见表1.1中数值。

在图框的右下角画有标题栏。标题栏主要用来对图样的内容进行简单说明,标题栏中文字的方向一般为看图的方向。国家技术监督局于2008年更新了国家标准GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》,并于2009年1月开始实施,其中对标题栏的基本要求、内容、尺寸及格式作了具体规定。制图作业中推荐采用简化标题栏,详见图1.5所示。

作为学生制图作业中的标题栏可采用图1.5所推荐的格式,注意标题栏的外框用粗实线绘制,标题栏内部的框线用细实线绘制。

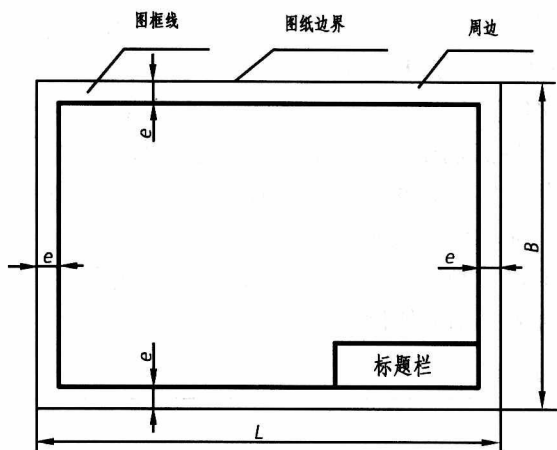


图 1.1 不留装订边,横放

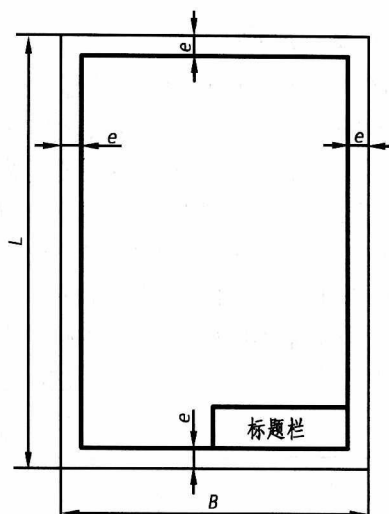


图 1.2 不留装订边,竖放

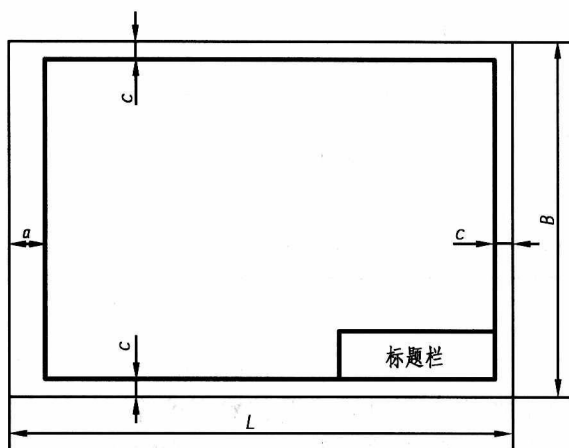


图 1.3 留装订边,横放

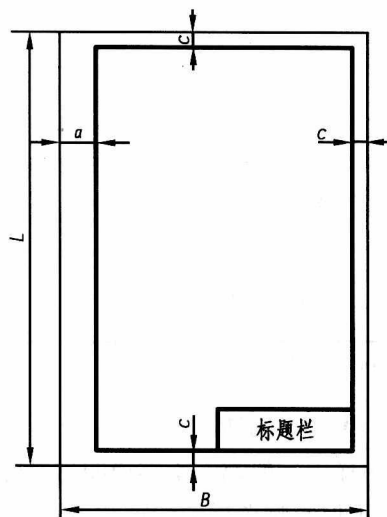


图 1.4 留装订边,竖放

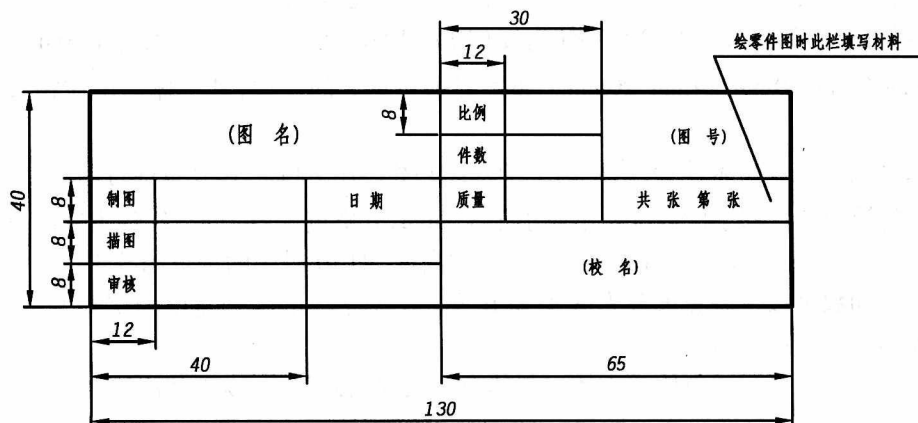


图 1.5 制图作业采用的标题栏

1.1.2 比例

GB/T 14690—1993《技术制图 比例》对比例的规定为:比例是图样中所表达机械零部件结构要素的线性尺寸与其实线性尺寸之比。比例以符号“1 : n ”或“ n : 1”表示,如 1 : 1、1 : 5、20 : 1 等,比例一般应注写在标题栏中的比例栏内。

绘图时,一般要根据机械零部件的大小及结构特点选用适当的图幅。对于大且简单的机械零部件可采用缩小比例画图,对于小且复杂的机械零部件可采用放大比例画图。为了能够直接从图样上得到所画机械零部件大小的真实感,应尽可能选用 1 : 1 比例画图。

无论采用缩小比例或放大比例,图样中标注的尺寸必须是所画机械零部件的真实尺寸。

表 1.2 为国家标准规定的按比例制图时,应优先采用的比例。

表 1.2 绘图比例

种 类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	5:1,2:1 $5 \times 10^n:1, 2 \times 10^n:1, 1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2,1:5,1:10 $1:2 \times 10^n, 1:5 \times 10^n, 1:10 \times 10^n$
特殊放大比例	4:1,2.5:1 $4 \times 10^n:1, 2.5 \times 10^n:1$
特殊缩小比例	1:1.5,1:2.5,1:3,1:4,1:6 $1:1.5 \times 10^n, 1:2.5 \times 10^n, 1:3 \times 10^n, 1:4 \times 10^n, 1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

1.1.3 字体

图样中一般都有文字说明,包括汉字、字母和数字,如尺寸数字及技术要求等。如果字体潦草,不但影响图样的清晰和美观,而且容易造成读图差错,进而给生产带来麻烦和损失。所以国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》对文字的书写作出如下具体规定:

(1) 图样中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。

(2) 字体高度代表字体的号数,字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如果要书写更大的字体,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

(3) 汉字应写成长仿宋体,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$,约为字高 h 的 2/3。某号字体的字宽可以近似等于相邻下一号字体的高度,如 10 号字的字宽约等于 7。

(4) 字母和数字按笔画宽度分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14, B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。

(5) 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。

在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。各种字体示例见图 1.6。

10号字 采用长仿宋体 注意书写要领 书写标题栏图名

7号字 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐 书写标题栏校名与图号

5号字 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格 书写标题栏中其它文字

3.5号字 国家标准机械制图技术工程图样中标注代号

(a) 汉字及用法

0123456789

(b) 阿拉伯数字

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

(c) 大写拉丁字母

a b c d e f g h i j k l m n

o p q r s t u v w x y z

(d) 小写拉丁字母

I II III IV V VI VII VIII IX X

(e) 罗马数字

图 1.6 字体应用示例

1.1.4 图线

1. 图线类型及其应用

为保证图样的清晰、分明,需要采用不同的线型绘图。GB/T 17450—1998《技术制图 图线》、GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样 画法 图线》规定了图线类型及应用。表 1.3 及图 1.7 列出了常用的各种图线的名称、型式、宽度及其在图上的应用情况。

表 1.3 图线名称、线型、线宽及用途

图线名称	线型	线宽	主要用途
粗实线		d	可见轮廓线、可见棱边线等
细实线		约 $0.5d$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
细虚线		约 $0.5d$	不可见轮廓线
细点画线		约 $0.5d$	轴线,对称中心线等
细双点画线		约 $0.5d$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、假想投影轮廓线的中断线
波浪线		约 $0.5d$	断裂处的边界线、视图与局部视图的分界线。在同一图样上一般采用二者中一种线型
双折线		约 $0.5d$	
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

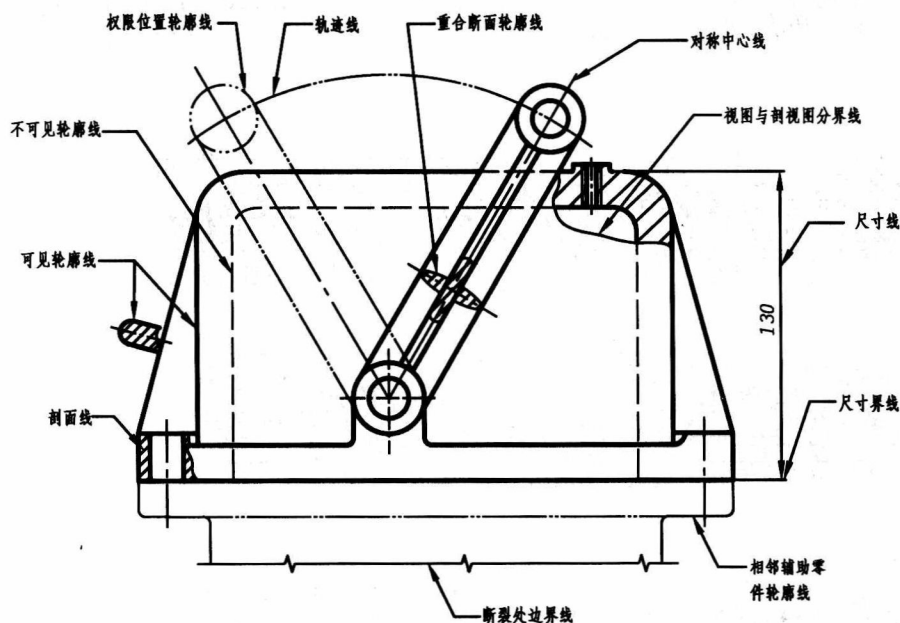


图 1.7 图线的用途示例

2. 图线的画法

为保证图样表达的科学合理,绘图时应注意图线的画法:

- (1) 同一图样中同类图线的宽度要基本一致。
- (2) 虚线、点画线及双点画线的线段长度及间隔应保持均匀相等。
- (3) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗线宽度的两倍,其最小距离不应小于 0.7mm。
- (4) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画。在较小的图形上绘制点画线、双点画线有困难时,可用细实线代替。
- (5) 轴线、对称线等应超出相应轮廓线 2 ~ 5mm。
- (6) 点画线、虚线与其它图线相交时,都应在线段处相交,而不能在空隙处相交;虚线处于实线的延长线上时,在分界接缝处要留有间隙;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,而虚线直线与其留有间隙。

图 1.8 用正误对比的方法说明图线画法的注意点。

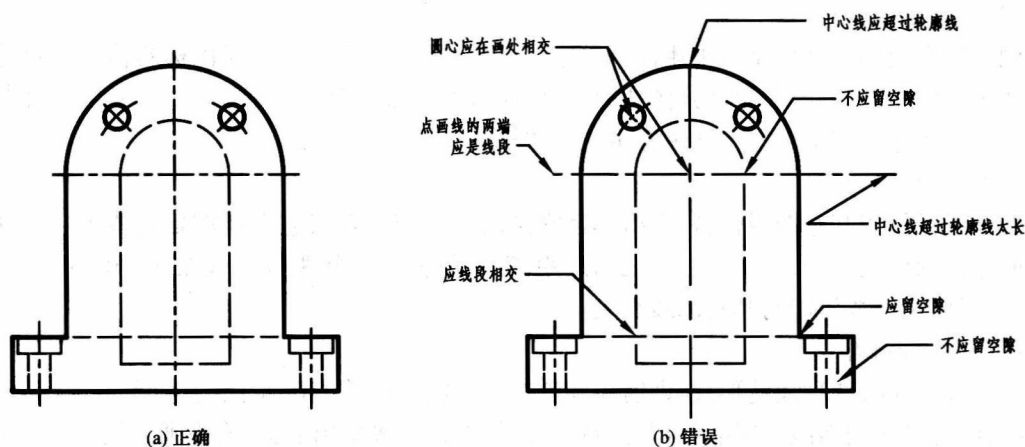


图 1.8 图线画法的注意点

1.1.5 尺寸标注

GB/T 4458. 4—2003《机械制图 尺寸标注》规定了尺寸标注的基本规则、尺寸组成及各类尺寸标注方法。

1. 基本规则

(1) 机械零部件的真实大小以图样上所标注的数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸以毫米(mm)为单位时,不需标注其计量单位的代号或名称,如果采用其它单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称,如 30°、2m 等。

(3) 图样表达的机械零部件一般皆由毛坯加工而成形,图样中标注的尺寸,不是毛坯的尺寸,而是机械零部件最后成形尺寸。特殊情况应另加说明。

(4) 机械零部件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在能反映其主要结构特点的图形上。尺寸标注不允许重复,尺寸线不能与其它图线交叉。

2. 尺寸组成及说明

一个完整的尺寸由四项组成,分别为尺寸数字、尺寸线、尺寸线终端符号及尺寸界线,如图 1.9 所示。

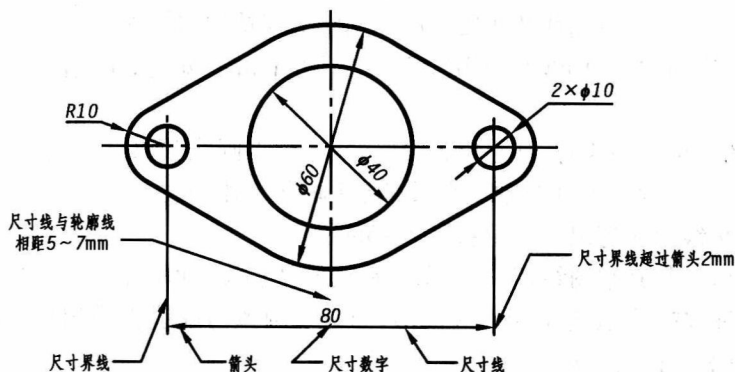


图 1.9 尺寸的组成及标注示例

(1) 尺寸数字。

同一张图上的尺寸数字应采用同一种字体及字号,推荐采用 3.5 号国标斜体字。尺寸数字与图中图线不能相交,如果遇到图线时,应将图线断开或调整尺寸标注位置。线性尺寸数字的位置及方向应按表 1.4 第一项中所示的方法标注。

(2) 尺寸线。

尺寸线不能用其它图线代替,不得与其它图线重合或画在其它图线的延长线上。尺寸线应与所标注的线段平行,平行尺寸线之间的距离应保持一致,间距值一般在 5 ~ 10mm 范围内选择。另外,尺寸线不能与其它图线相交。

(3) 尺寸线终端符号。

尺寸线两端有两种表达形式,即箭头和斜线,其画法见图 1.10 所示。图样复杂时,不易采用斜线,因为过多的斜线会影响图样的清晰。机械图样中多采用箭头,箭头画法见图 1.10(a) 所示。化工、建筑等图样相对来说比较简单,多采用斜线,如图 1.10(b)。采用箭头时,如果标注空间不够,允许用圆点或斜线代替,见表 1.4 中小尺寸的标注方法。

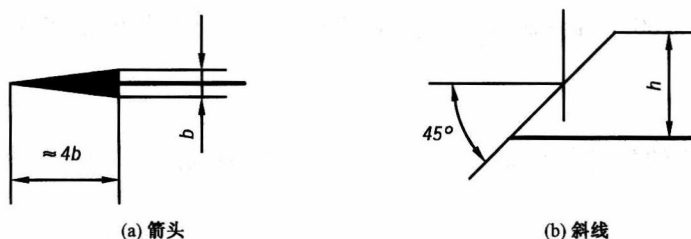


图 1.10 尺寸终端的两种形式

(4) 尺寸界线。

尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线或对称线引出,轮廓线、轴线或对称线也可直接作为尺寸界线。

尺寸线及尺寸界线均用细实线绘制,尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线的终端 2 ~ 5mm 左右。

在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时,尺寸线一般要通过圆心或尺寸线的延长线通过圆心。标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加符号“ ϕ ”,标注半径尺寸时应在尺寸数字前加符号“ R ”。

“R”，标注球面直径或球面半径时，应在符号“ ϕ ”及“R”前面再加上符号“S”。

图 1.11 用正误对比的方法，列举了标注尺寸时的一些常见错误。

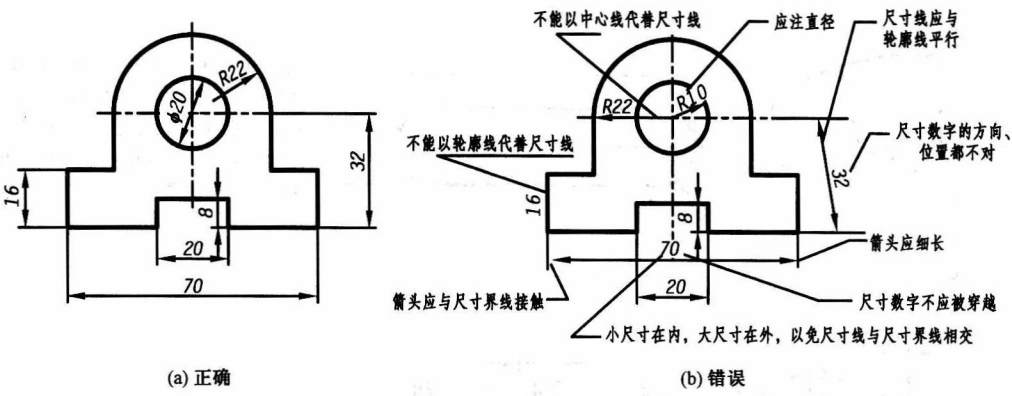


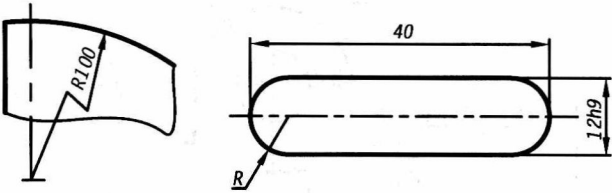
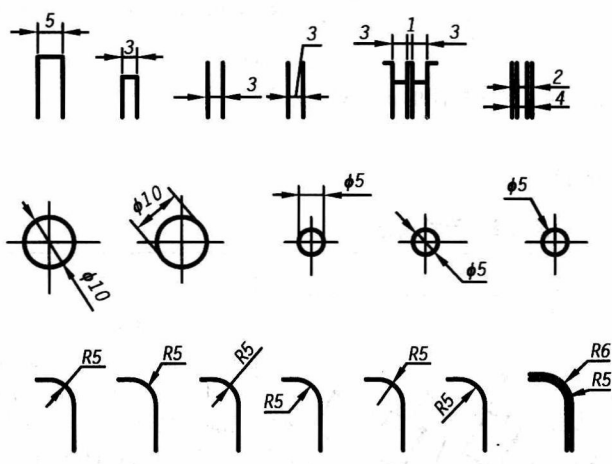
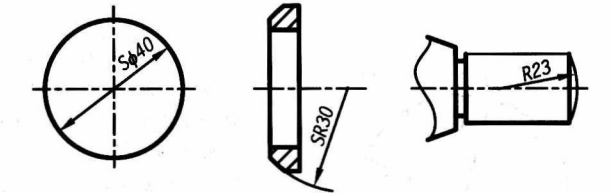
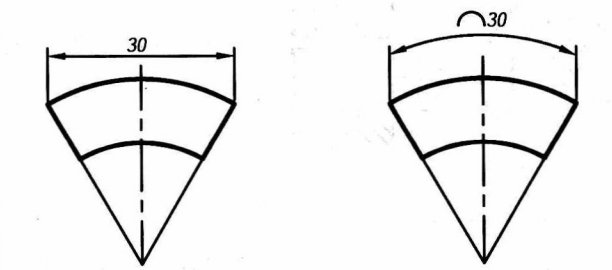
图 1.11 尺寸标注的正误对比示例

3. 各类尺寸的标注方法

国标规定的一些尺寸注法参见表 1.4。

表 1.4 尺寸注法示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸		尺寸数字应按左图一所示方向注写，并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可如左图二所示的方向标注；也可如第三、四图所示，用引出标注；还可按非水平方向的尺寸注法将尺寸数字水平地写在尺寸线的中断处，如左图五所示
角度		尺寸界线应沿径向引出，尺寸线画成圆弧，圆心是该角的顶点。尺寸数字应一律水平书写，一般注在尺寸线的中断处，必要时也可如右图标注在尺寸线的外侧或上方，也可引出标注
圆的直径		圆的直径尺寸一般应按这三个例图标注
圆弧半径		圆弧的半径尺寸一般应按这两个例图标注

标注内容	示 例	说 明
大圆弧半径		当圆弧的半径过大,在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按左图标注;当需要指明半径尺寸是由其它尺寸所确定时,应用尺寸线的符号“R”标出,但不要注写尺寸数字
小尺寸		如左图上排所示,没有足够地位时,箭头可画在外面,或用小圆点或斜线代替两个箭头;尺寸数字也可写在外面或引出标注。圆和圆弧的小尺寸,可按左图下两排标注
球面		标注球面的尺寸,应在 ϕ 或 R 前加注“S”;不致引起误解时,则可省略符号“S”,如右图中的右端球面
弦长和弧长		标注弦长和弧长时,尺寸界线应平行于弦的垂直平分线。标注弧长尺寸时,尺寸线用圆弧,并应在尺寸数字左方加注符号“$\frown$”(是以字高为半径的细实线半圆弧)。当弧度较大时,标注弧长的尺寸线可沿径向引出