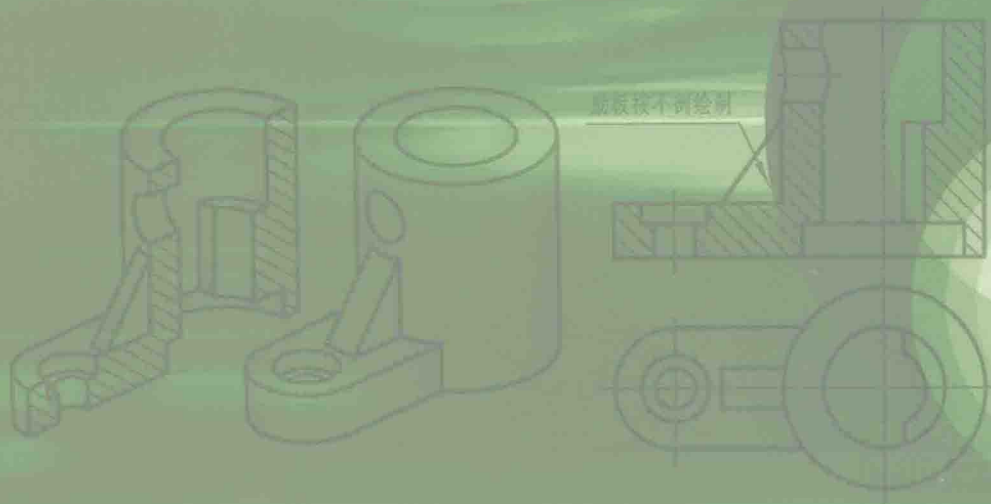




普通高等教育“十二五”规划教材



现代工程图学

王春华 郭 凤 关丽杰 曹喜承 编著

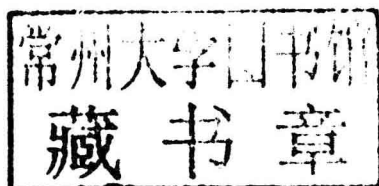
中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

普通高等教育“十二五”规划教材

现代工程图学

王春华 郭 凤 关丽杰 曹喜承 编著



中国石化出版社

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 年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，在总结和吸取多年教学改革经验的基础上，按照最新的《技术制图》、《机械制图》国家标准编写的。

本书共 10 章，主要内容有：制图基本知识、SolidWorks 基础知识、正投影法基础、基本立体及其表面交线的投影、组合体的三视图、轴测投影、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图及附录，并在有关章节中融入了基于 SolidWorks2009 的零部件建模技术和先进成图技术。

为教学需要，另编写了《现代工程图学习题集》与本书配套使用。

本书可作为高等工科院校机类、近机类各专业“工程图学”课程的教材，也可供函授、职业高等工科教育学生使用，还可以作为广大科研、技术人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代工程图学 / 王春华等编著. —北京:中国石化出版社,2012.9
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5114-1737-4

I. ①现… II. ①王… III. ①工程制图 - 高等学校 - 教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 191538 号

未经本社书面授权，本书任何部分不得被复制、抄袭，或者以任何形式或任何方式传播。版权所有，侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 518 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

定价:36.00 元

前言

工程图学是研究绘制和阅读工程图样理论、方法和技术的一门技术基础课。随着计算机技术的发展及社会对高素质创新型人才的需求,工程图学的教育思想和教学理念也发生了深刻变革。根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,在总结和吸取多年教学改革经验的基础上,参考国内外同类教材,按照最新的《技术制图》、《机械制图》国家标准,编写了本书。

本书以三维建模为主线,把传统工程制图与现代设计手段相结合,彻底改变了传统制图课程的教学体系。新的教学体系,不但保证了物体投影的正确性,还可大大节省教学学时和学生做作业练习的时间,使学生有更多的精力投入到创新设计中去。本教材就是按照这种思路进行编写的,各个章节都体现了我们的改革成果。

本书具有以下特点:

(1) 将传统制图与现代设计手段相结合,以三维建模为教学主线,融入投影理论,使传统工程制图与现代设计方法融为一体。

(2) 精简了传统的点、线、面的投影等内容,增加了构型分析及建模的内容,有利于培养学生创造性思维的能力和工程素质。

(3) 遵循从三维立体到二维图形的认知规律,以三维建模为主线,使学生建立起从三维到二维转换的思维模式。三维软件既作为教学内容,又作为教学的辅助工具,可以随时用三维设计表达方法灵活展现设计思想,培养学生的空间想象能力。

(4) 本书在培养学生三维实体建模能力的同时,还注重培养二维表达能力,并通过理解二维投影图进行三维建模的过程来培养和提高学生的读图能力。

(5) 本书选用 SolidWorks 三维设计软件作为软件平台,该软件以友好的操作界面、易学易用的操作特点和强大的设计与分析功能模块,深受广大三维设计人员的青睐。应用该软件,可以使设计过程变得灵活、轻松,在建模的过程中,逐步渗透工程设计思想,培养学生的创新意识。

(6) 本教材采用最新颁布的《技术制图》及《机械制图》国家标准,充分体现了工程图学学科的时代特征,并力求做到文字精炼、通俗易懂,图文并茂。

为教学需要,另编写了《现代工程图学习题集》,与本书配套使用。

本书可作为高等工科院校机类、近机类各专业“工程图学”课程的教材,也可供函授、职业高等工科教育学生使用,还可以作为广大科研、技术人员的自学参考书。

本书由东北石油大学王春华、郭凤、关丽杰、曹喜承编著。具体分工为:王春华(绪论、第二章第四节、第七章、第八章第七节),郭凤(第三章、第九~十章),关丽杰(第四~第六章),曹喜承(第一章、第二章第一~三节,第八章第一~六节、附录)。

全书由东北石油大学杜永军教授主审。

由于编者学识水平有限,书中若有不妥之处,欢迎读者批评指正。

目 录

绪论	(1)
第一章 制图基本知识	(3)
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	(3)
第二节 绘图仪器和工具的使用	(11)
第三节 几何作图	(13)
第四节 平面图形的尺寸分析及画图步骤	(18)
第五节 绘图的基本方法和步骤	(21)
第二章 SolidWorks 基础知识	(24)
第一节 SolidWorks2009 概述	(24)
第二节 SolidWorks2009 入门实例	(27)
第三节 SolidWorks2009 草图绘制	(29)
第四节 SolidWorks 基本建模方法	(44)
第三章 正投影法基础	(58)
第一节 投影法的基本概念	(58)
第二节 点的投影	(59)
第三节 直线的投影	(63)
第四节 平面的投影	(65)
第四章 基本立体及其表面交线的投影	(71)
第一节 三视图的形成及投影规律	(71)
第二节 立体投影	(72)
第三节 平面与立体相交	(78)
第四节 两立体相交	(86)
第五章 组合体的三视图	(99)
第一节 组合体的形体分析法	(99)
第二节 组合体画图的方法和步骤	(102)
第三节 组合体看图的方法和步骤	(107)
第四节 组合体的尺寸标注	(118)
第五节 SolidWorks 组合体建模及三视图生成方法	(130)
第六章 轴测投影	(140)
第一节 轴测投影的基本知识	(140)
第二节 正等测	(141)
第三节 斜二测	(146)
第四节 轴测剖视图的画法	(148)
第七章 机件的常用表达方法	(150)

第一节	视图	(150)
第二节	剖视图	(153)
第三节	断面图	(165)
第四节	局部放大图及简化画法	(167)
第五节	机件表达方法的综合举例	(171)
第六节	SolidWorks 在机件表达方法中的应用	(171)
第八章	标准件和常用件	(190)
第一节	螺纹	(190)
第二节	螺纹紧固件	(198)
第三节	键和销	(204)
第四节	齿轮	(208)
第五节	弹簧	(213)
第六节	滚动轴承	(215)
第七节	SolidWorks 中标准件和常用件的建模方法	(216)
第九章	零件图	(228)
第一节	零件图的作用和内容	(228)
第二节	零件图的视图表达	(229)
第三节	零件图的尺寸标注	(233)
第四节	零件图的技术要求	(239)
第五节	零件的常见工艺结构	(252)
第六节	看零件图	(256)
第七节	SolidWorks 工程图注解	(258)
第八节	零件建模及零件图	(262)
第十章	装配图	(266)
第一节	装配图的内容	(266)
第二节	装配图的表达方法	(266)
第三节	装配图中的尺寸标注	(269)
第四节	装配图的零、部件序号及明细栏	(270)
第五节	看装配图和拆画零件图	(271)
第六节	装配体建模及装配图	(277)
附录 1	螺纹	(297)
附录 2	常用标准件	(300)
附录 3	公差与配合	(310)
附录 4	常用的机械加工一般规范和零件结构要素	(318)
参考文献		(321)

绪 论

一、本课程的性质和研究对象

任何机器设备的制造,都要首先进行设计,绘出其图样,然后根据图样进行零件的加工、设备的组装以及检验等。按投影理论和方法以及国家标准的相关规定,绘制出表达机器和零部件的结构形状、大小、材料以及加工、检验和装配等技术要求的图样,称为工程图样。工程图样是表达设计者的思想和进行技术交流的重要工具,是产品制造、检验和装配的指导性文件,也是组织生产、工程施工和编制工程预算的主要依据。在使用机器的过程中,通过阅读图样能了解它们的结构、工作原理和性能等,从而指导机器维修。因此,工程图样是工程界的“技术语言”,每个工程技术人员都必须掌握这种语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

工程图学是研究绘制和阅读工程图样的理论、方法和技术的一门技术基础课。本课程理论严谨,实践性强,与工程实践有密切联系,对培养学生掌握科学思维方法,增强工程和创新意识有重要作用,是后续专业课程的基础。

本课程内容可分为工程图学基础和专业绘图基础两大部分,工程图学基础部分的内容有:投影理论基础、构型方法基础、表达技术基础、绘图能力基础及工程规范基础;专业绘图基础部分以机类、近机类专业绘图的内容为主。

二、本课程的任务

- (1) 培养使用投影的方法用二维平面图形表达三维空间形状的能力。
- (2) 培养对空间形体的形象思维能力。
- (3) 培养创造性构型设计能力。
- (4) 培养使用绘图软件绘制工程图样及进行三维造型设计的能力。
- (5) 培养仪器绘制、徒手绘画和阅读专业图样的能力。
- (6) 培养工程意识及贯彻、执行国家标准的意识。
- (7) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、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性的技术基础课。要学好本课程必须在掌握投影理论和构形理论的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践不断地分析和想象空间形体与图样中图形的对应关系,逐步提高空间想象能力和分析能力,掌握正投影的基本作图方法和构形规律,因此,在学习本课程时,应做到:

(1) 认真听课,独立完成作业,及时上机操作练习。只有通过多想、多看、多画的反复实践和总结,才能很好地消化理论,熟练掌握形体分析法和线面分析法,不断提高绘图和读图的能力。

(2) 学习过程中,必须善于总结空间形体与其投影之间的相互联系,要不断“由物画图,由图想物”反复练习和思考。学习初期可借助模型,后期可利用徒手勾画轴测图和计算机三维实体造型技术来帮助想象。

(3) 本课程的内容具有由浅入深、环环相扣的特点, 如果对前面的知识点理解不透, 将会影响对后续内容的理解, 因此学习要持之以恒。

(4) 本课程与工程实际联系紧密, 工程知识越多, 学习效果越好, 因此, 要有意识地通过各种途径了解有关设计和制造方面的工程知识。

(5) 要善于利用计算机三维造型技术进行构形设计, 一方面帮助读图, 另一方面利于培养创新意识。

第一章 制图基本知识

工程图样是产品设计、制造、安装和检测等过程中的重要技术资料，也是工程技术人员表达设计思想，进行信息交流的工具。在图样绘制中，必须严格遵循国家标准的基本规定，正确使用绘图工具，准确掌握基本图形的绘制方法。

本章将重点介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定，绘图的基本技能，常用几何图形作图方法和制图工具的使用等内容。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

国家标准(简称“国标”)以代号“GB”表示，如 GB/T 14689—2008，其中“T”为推荐性标准，“14689”为标准顺序号，“2008”为标准颁布或修订的年份。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

在绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的 5 种基本幅面。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸

表 1-1 基本幅面及图框尺寸					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				

必要时，也可以选择由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的加长图幅，如图 1-1 所示。

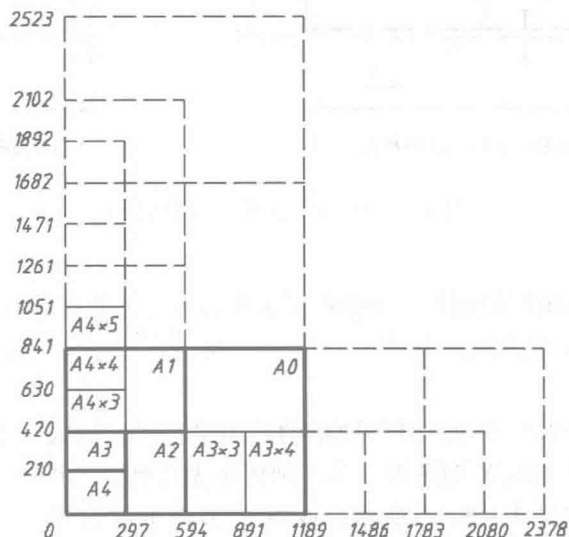


图 1-1 图纸的幅面尺寸

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。图框格式分为无装订边和有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。无装订边的图样,其图框格式如图 1-2 所示。有装订边的图样,其图框格式如图 1-3 所示。周边尺寸 a 、 c 、 e 见表 1-1。

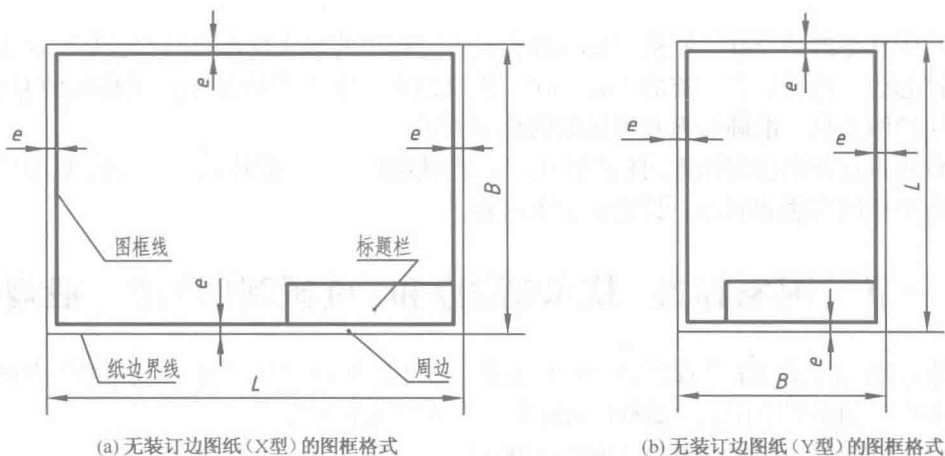


图 1-2 无装订边图纸的图框格式

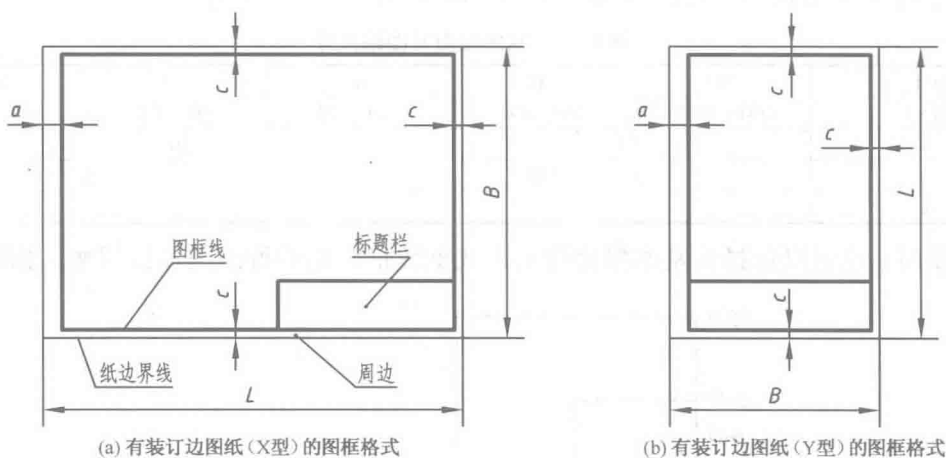


图 1-3 有装订边图纸的图框格式

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏,标题栏用来填写图样上的综合信息,其格式和尺寸应符合 GB/T 10609.1—2008 的规定,如图 1-4 所示。标题栏一般位于图纸的右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示。

标题栏的长边置于水平方向,且与图纸的长边平行时,构成 X 型图纸;标题栏长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸。为了利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-5(a) 所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-5(b) 所示。

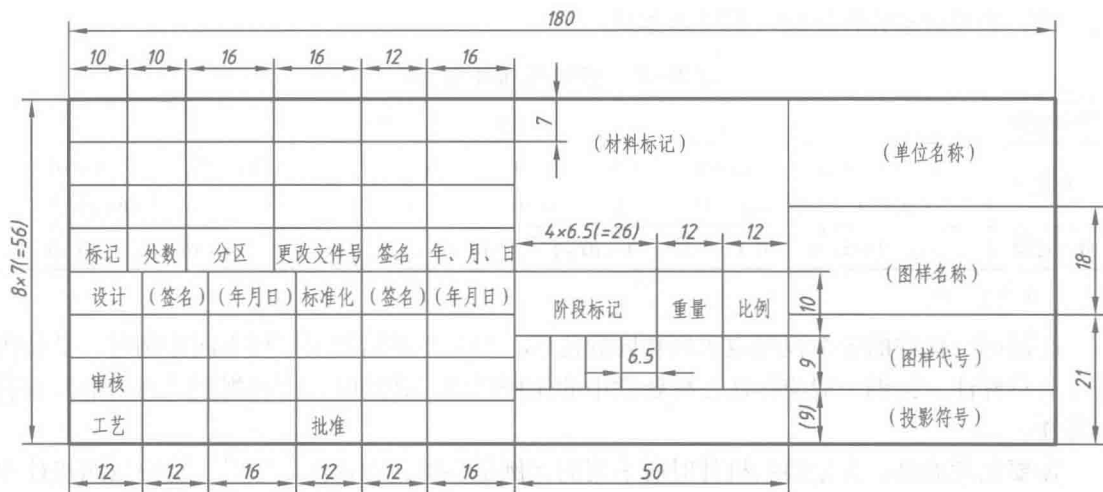


图 1-4 标题栏格式

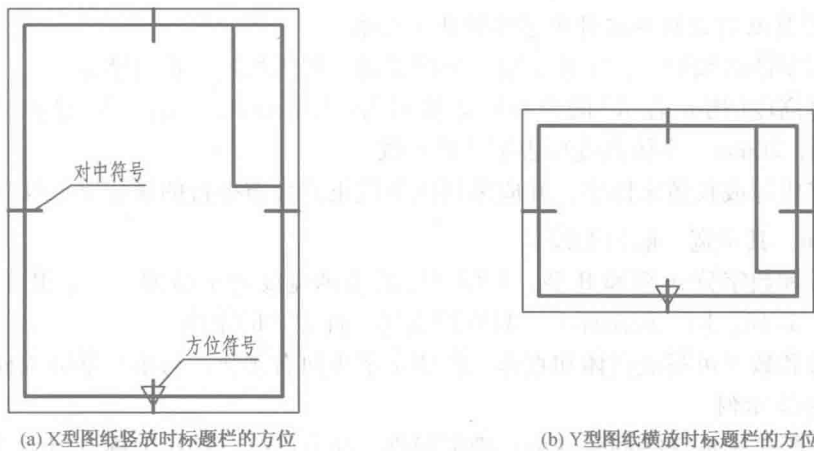


图 1-5 标题栏的方位

4. 附加符号

1) 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影定位方便，在图纸各边的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从图纸边界开始至伸入图框内约 5mm，如图 1-5 所示。

2) 方位符号

使用预先印刷的图纸时，为了明确绘图和看图时图纸的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，即用细实线绘制的等边三角形，如图 1-5 所示。

二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例称为原值比例，比值大于 1 的比例称为放大比例，比值小于 1 的比例称为缩小比例。

需要按比例绘制图样时，一般应从表 1-2 规定的系列中选取，尽量选取不带括号的适

当比例,必要时也允许选取带括号的比例。

表 1-2 绘图的标准比例系列

原值比例	1:1									
缩小比例	(1:1.5)	1:2	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	1:5	(1:6)	1:1×10 ⁿ	(1:1.5×10 ⁿ)	
	1:2×10 ⁿ		(1:2.5×10 ⁿ)		(1:3×10 ⁿ)		(1:4×10 ⁿ)	1:5×10 ⁿ	(1:6×10 ⁿ)	
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1	1×10 ⁿ :1	2×10 ⁿ :1	(2.5×10 ⁿ :1)	(4×10 ⁿ :1)	5×10 ⁿ :1	

注: n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,当某个视图需要采用不同比例时,必须按规定另行标注。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内,必要时,可在视图名称的下方或右侧标注。

需要注意的是:无论绘制机件时所采用的比例是多少,在标注尺寸时,仍应按照机件的实际尺寸标注,与绘图比例无关。

三、字体(GB/T 14691—1993)

1. 技术图样及有关技术文件中字体的基本要求

(1) 书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。字体高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体字,并应采用国务院正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分 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。同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。

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

2. 常用字体示例

(1) 书写长仿宋体汉字的要领为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。长仿宋体字体示例如图 1-6 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

图 1-6 长仿宋体汉字示例

(2) 各种斜体数字和字母等的书写示例如图 1-7 所示。

四、图线及其画法(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

1. 线型及其应用

国家标准规定图线的基本线型有 15 种,另有线型的变形和相互组合多种。在工程图样中常用的线型有实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线和双折线等。表 1-3 为工程图样中常用图线的代码、名称、型式、宽度及其主要用途。常用各类图线的应用如图 1-8 所示。



图 1-7 各种斜体数字和字母书写示例

表 1-3 常用线型及应用

mm

代码 No.	图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
01.1	细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线等
01.1	波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线，视图和剖视的分界线
01.1	双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
01.2	粗实线		d	可见轮廓线
02.1	细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
04.1	细点画线		约 $d/2$	轴线，对称中心线
05.1	细双点画线		约 $d/2$	假想投影轮廓线，中折线

2. 图线的宽度

在机械图样中采用粗细两种线宽，其宽度之比为 2:1。

所有线型的图线宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在数系 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm 中选取。在同一图样中，各类图线的宽度应一致。

3. 图线的画法

在绘图过程中，除正确掌握图线的标准和用法以外，还应遵守以下原则：

- (1) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。
- (2) 各类基本线型相交时，应恰当地相交于画线处。

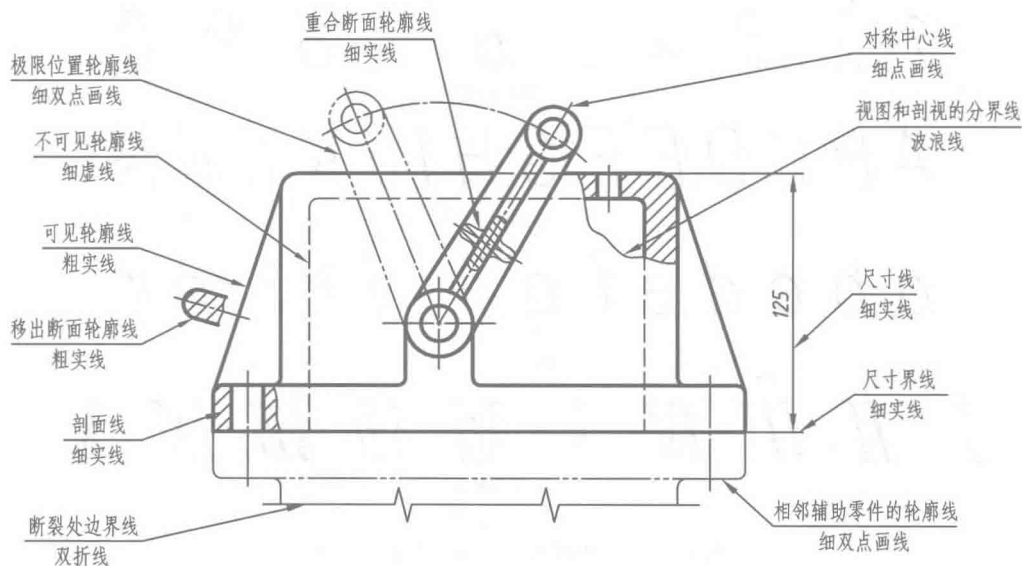


图 1-8 图线应用示例

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—2012)

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, 与图形大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸, 以毫米(mm)为单位时, 不需标注单位符号或名称。如果采用其他单位, 则必须标明相应的单位符号(如 m、cm 等)。

(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) 机件的每一个尺寸, 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. 尺寸组成

一个完整的尺寸一般应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸终端和尺寸数字等内容, 如图1-9所示。

1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 如图1-9中的尺寸12和尺寸26等。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线, 如图1-9中的尺寸5和尺寸 $\phi 21$ 等。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时才允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线, 如图1-10所示。

2) 尺寸线

尺寸线必须用细实线绘制, 不能用其他图线代替, 也不能与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行, 如图1-9中尺寸25和尺寸12等。当有几条互相平行的尺寸线时, 大尺寸要注在小尺寸线的外面, 以免尺寸线与尺寸界线相交。两尺寸线或尺寸线与轮廓线间距5~7mm为宜, 如图1-9中尺寸25和尺寸65等。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时, 尺寸线或其延长线一般应通过圆心, 如图1-9中尺

寸 $\phi 21$ 和尺寸 $R20$ 。标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角度的顶点, 如图 1-9 中标注的角度 41° 。

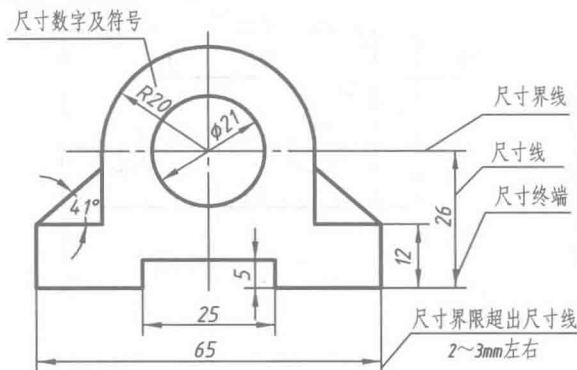


图 1-9 尺寸的组成及其标注示例

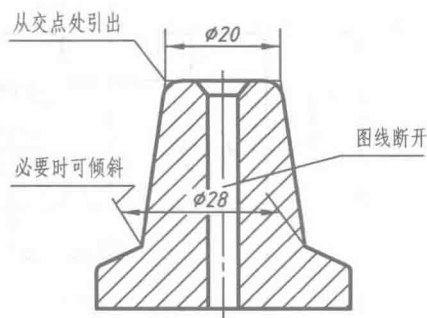


图 1-10 尺寸界线标注示例

3) 尺寸线终端

尺寸线的终端一般有箭头和斜线两种形式, 如图 1-11 所示。

箭头适用于各种类型的图样, 一般机械图样中常采用箭头表示尺寸线的终端。在标注空间不足的情况下, 允许用圆点或斜线代替箭头。

斜线用细实线绘制, 主要用于建筑图样。采用斜线形式标注时, 尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

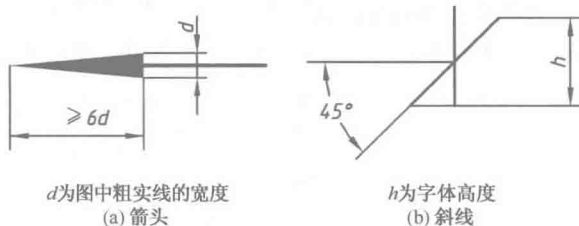
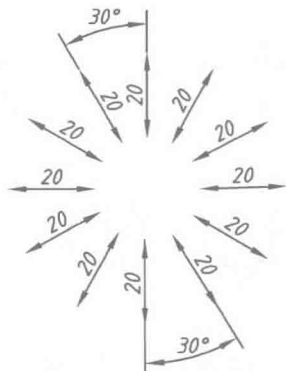


图 1-11 尺寸线终端的两种形式

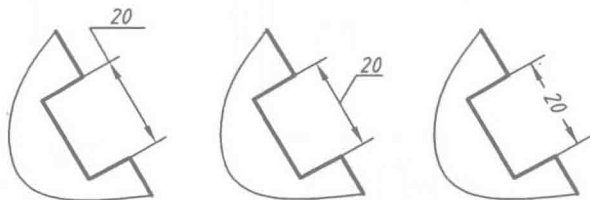
4) 尺寸数字

线性尺寸的尺寸数字一般应注在尺寸线的上方, 也允许注写在尺寸线的中断处, 当空间不足时也可以引出标注。尺寸数字不能被任何图线通过, 否则必须将该图线断开, 如图 1-10 所示。尺寸数字应按国标要求书写, 同一张图样上字高必须一致。

线性尺寸数字应按图 1-12(a) 中所示的方向注写, 并尽可能避免在图示 30° 范围内进行



(a) 尺寸数字的注写方向



(b) 向左倾斜 30° 范围内的尺寸数字的注写

图 1-12 线性尺寸数字的注写方法

尺寸标注。当无法避免时可按图 1-12(b) 所示形式标注, 但同一图样中标注形式应统一。

图 1-13 给出了尺寸标注的正误对比。

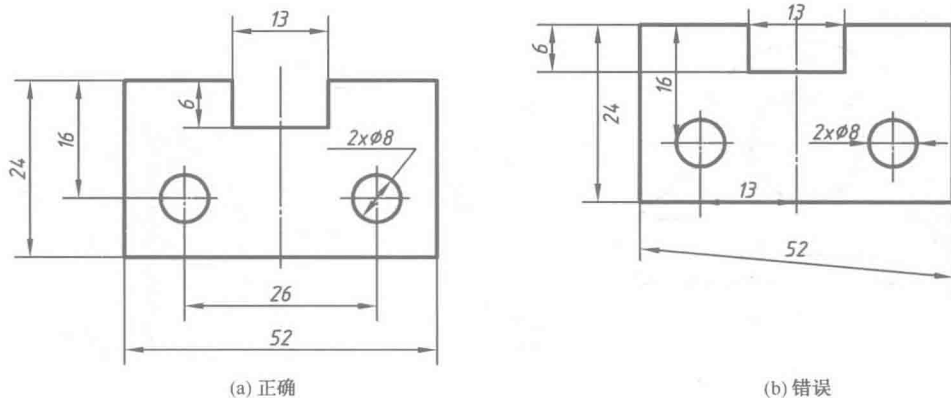


图 1-13 尺寸标注正误对比示例

3. 尺寸注法示例

国家标准规定的部分尺寸注法和简化注法实例可参阅表 1-4。例如: 在标注直径时, 应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”; 标注半径时, 应在尺寸数字前加注符号“ R ”。

表 1-4 各类尺寸的注法

mm

圆及圆弧尺寸注法	图例	
	说明	(1) 标注圆或大于半圆的圆弧时, 圆周为尺寸界线, 尺寸线过圆心, 尺寸数字前加注符号“ϕ” (2) 标注小于或等于半圆的圆弧时, 尺寸线自圆心指向圆弧, 数字前加注符号“R” (3) 标注球面时, 在“ϕ”或“R”符号之前, 应再加注球面符号“S” (4) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时, 可采用折线形式。若圆心位置不需注明, 则尺寸线可只画靠近箭头的一段
小尺寸注法	图例	
	说明	(1) 尺寸界线间没有足够位置画箭头时, 可按上图形式标注, 把箭头放在外面, 指向尺寸界线 (2) 尺寸数字可引出写在外面 (3) 连续尺寸无法画箭头时, 可用实心圆点代替中间的两个箭头