

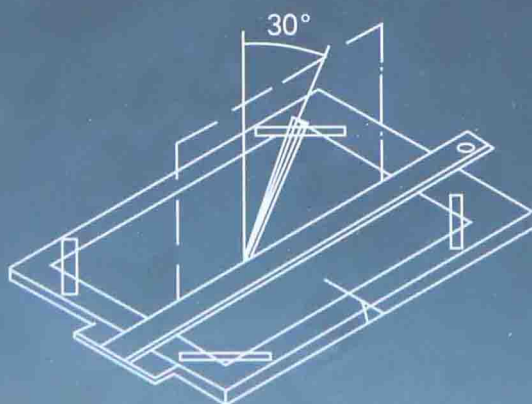


21世纪高等学校规划教材

机械制图

主 编 杨裕根 徐祖茂

JIXIE ZHITU



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



21 世纪高等学校规划教材

机械制图

主 编 杨裕根 徐祖茂

北京邮电大学出版社
• 北京 •

内 容 简 介

全书共分 11 章,主要包括:制图的基本知识与技能,点、直线、平面的投影,立体的投影,轴测投影,组合体的视图及尺寸标注,机件的常用表达方法,标准件及常用件,零件图,装配图,焊接及嵌接件工作图,展开图。

本教材可作为高等院校机械类和近机类各专业的机械制图课程的教材,也可供其他相关专业师生及工程技术人员参考。

另外,本教材配有《机械制图习题集》可供读者选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/杨裕根,徐祖茂主编.--北京:北京邮电大学出版社,2011.5

ISBN 978-7-5635-2609-3

I. ①机… II. ①杨… ②徐… III. ①机械制图 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 061436 号

书 名	机械制图
主 编	杨裕根 徐祖茂
责任编辑	韩 霞
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-82333010 62282185(发行部) 010-82333009 62283578(传真)
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京忠信诚胶印厂
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	21.5
字 数	494 千字
版 次	2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2609-3

定价: 38.00 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究



本书根据教育部工程图学教学指导委员会在 2004 年 5 月杭州工作会议上审定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》的精神,当前机械制图最新国家标准,以及本课程教学改革的发展趋势,结合多年教学经验编写而成。

本书注重理论联系实际,内容由浅入深,图文并茂,内容包含投影原理、制图基础、表达方法、工程图样等。但在点、线、面部分强调用换面法来解决几何元素位置问题,摒弃了以前一贯的繁琐作图。本书的插图全部由计算机生成,平面图清晰正确,立体图形象逼真。

与该教材配套使用的习题集中的练习题经过了精心挑选,降低了画法几何、截交线和相贯线等部分的难度,加强了基本几何体、组合体的画图和看图训练,使整套教材更符合新的国家标准的规范,题型、题量和题目难度更符合教学大纲的要求,并突出了应用与知识点的有机结合。

为了便于学生阅读和理解,书中的图例都附有立体图;解题时,既给出了解题原理,同时又增加了分解步骤的图例。

为了减少讲课时间,本教材配套有多媒体教学软件,它吸收了国内外同行的先进经验,结合作者多年的教学体会,组织了多媒体电子教案,教材中的所有题例和插图都包含在其相关部分,同时根据有关重点或难点,加入了适当的动画,以便于学生理解,提高教学效果。

参加本书编写的有:杨裕根、徐祖茂、陈晓蕾、潘群、杨旗、玄冠清、张瑞娟、赵俊成。在本书的编写过程中,同济大学制图教研室的其他老师对该教材的编写提出了许多宝贵的意见,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中难免还存在缺点和不足,恳请读者批评指正。

编 者



绪论	(1)
第1章 制图的基本知识与技能	(2)
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	(2)
1.1.1 图纸幅面、格式和标题栏	(2)
1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)	(5)
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)	(6)
1.1.4 图线(GB/T 17450—1998,GB/T 4457.4—2002)	(7)
1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)	(9)
1.2 制图工具及其使用方法	(16)
1.2.1 铅笔和铅芯	(16)
1.2.2 图板、丁字尺和三角板	(16)
1.2.3 比例尺	(18)
1.2.4 分规	(18)
1.2.5 圆规	(19)
1.2.6 曲线板	(19)
1.2.7 其他绘图用品	(20)
1.3 基本几何作图	(20)
1.3.1 等分已知线段	(20)
1.3.2 作圆内接正多边形	(21)
1.3.3 斜度与锥度	(22)
1.3.4 椭圆画法	(23)
1.3.5 圆弧连接	(24)
1.4 平面图形的画法和尺寸标注	(25)
1.4.1 平面图形的尺寸分析	(25)
1.4.2 平面图形的线段分析	(26)
1.4.3 平面图形的作图步骤	(26)
1.4.4 平面图形的尺寸标注	(27)
1.5 徒手绘图	(28)

第2章 点、直线、平面的投影	(31)
2.1 投影法的基本知识	(31)
2.1.1 投影法的概念	(31)
2.1.2 投影法的分类	(31)
2.2 点的投影	(34)
2.2.1 点在两投影面体系中的投影	(34)
2.2.2 点在三投影面体系中的投影	(35)
2.3 直线的投影	(39)
2.3.1 直线对投影面的各种相对位置	(40)
2.3.2 直线上的点	(42)
2.3.3 两直线的相对位置	(43)
2.3.4 一般位置直线的实长和对投影面的倾角	(46)
2.3.5 一边平行于投影面的直角的投影	(49)
2.4 平面的投影	(51)
2.4.1 平面的表示法	(51)
2.4.2 平面对投影面的各种相对位置	(52)
2.4.3 平面上的点和线	(55)
2.5 直线与平面以及两平面间的相对位置	(60)
2.5.1 平行问题	(60)
2.5.2 相交问题	(63)
2.5.3 垂直问题	(66)
2.6 换面法	(69)
2.6.1 点的投影变换规律	(71)
2.6.2 直线的变换	(73)
2.6.3 平面的变换	(75)
2.6.4 换面法应用举例	(77)
第3章 立体的投影	(81)
3.1 平面立体的投影及其表面取点	(81)
3.1.1 棱柱	(81)
3.1.2 棱锥	(82)
3.2 曲面立体的投影及其表面取点	(84)
3.2.1 圆柱体	(85)
3.2.2 圆锥体	(86)
3.2.3 圆球	(87)
3.2.4 圆环	(89)
3.3 平面与立体表面相交	(90)
3.3.1 平面与平面立体相交	(90)
3.3.2 平面与回转体相交	(94)
3.4 两立体表面相交	(102)

3.4.1 平面立体与曲面立体相交	(102)
3.4.2 两回转体相交	(104)
第4章 轴测投影	(115)
4.1 轴测投影的基本概念	(115)
4.1.1 轴测投影的形成	(115)
4.1.2 轴间角和轴向伸缩系数	(116)
4.1.3 轴测投影的分类	(116)
4.2 正等测	(117)
4.2.1 轴间角和轴向伸缩系数	(117)
4.2.2 平面立体的正等测画法	(117)
4.2.3 平行于坐标面的圆的正等测画法	(120)
4.2.4 曲面立体的正等测画法	(121)
4.3 斜二测	(124)
4.3.1 轴间角和轴向伸缩系数	(124)
4.3.2 平行于坐标面的圆的斜二测画法	(125)
4.3.3 斜二测的画法举例	(126)
第5章 组合体的视图及尺寸标注	(128)
5.1 三视图的形成及其投影规律	(128)
5.1.1 三视图的形成	(128)
5.1.2 三视图的投影规律	(129)
5.2 组合体的形体分析	(129)
5.2.1 形体分析与线面分析的基本概念	(129)
5.2.2 组合体的组合形式及其规律	(130)
5.3 画组合体视图	(131)
5.3.1 形体分析法	(131)
5.3.2 线面分析法	(134)
5.4 读组合体视图	(135)
5.4.1 读图的基本要领	(135)
5.4.2 读组合体视图的方法	(139)
5.5 组合体的尺寸标注	(142)
5.5.1 基本体的尺寸标注	(143)
5.5.2 组合体的尺寸分析	(143)
5.5.3 标注组合体尺寸的步骤和方法	(146)
第6章 机件的常用表达方法	(148)
6.1 视图	(148)
6.1.1 基本视图	(148)
6.1.2 向视图	(150)
6.1.3 局部视图	(151)
6.1.4 斜视图	(152)

6.2	剖视图	(153)
6.2.1	剖视图的概念	(153)
6.2.2	剖视图画法	(155)
6.2.3	剖视图分类	(157)
6.2.4	剖切面的种类和剖视图的剖切方法	(160)
6.3	断面图	(165)
6.3.1	断面的概念	(165)
6.3.2	断面图的分类和画法	(166)
6.3.3	断面图的标注	(167)
6.4	局部放大图和简化画法	(168)
6.4.1	局部放大图画法	(168)
6.4.2	简化画法	(169)
6.5	表达方法综合举例	(173)
6.6	轴测剖视图的画法	(175)
6.6.1	轴测剖视图的剖切方法	(175)
6.6.2	轴测剖视图的画法	(176)
6.7	第三角投影简介	(177)
第7章	标准件及常用件	(180)
7.1	螺纹	(180)
7.1.1	螺纹的形成和要素	(180)
7.1.2	螺纹的种类	(183)
7.1.3	螺纹的规定画法	(186)
7.1.4	螺纹的标注	(188)
7.2	螺纹紧固件	(188)
7.2.1	螺纹紧固件的种类	(188)
7.2.2	螺纹紧固件的规定标记	(189)
7.2.3	螺纹紧固件的装配画法	(190)
7.3	键、花键和销	(196)
7.3.1	键	(196)
7.3.2	花键	(199)
7.3.3	销	(200)
7.4	齿轮	(202)
7.4.1	圆柱齿轮	(203)
7.4.2	锥齿轮	(208)
7.4.3	蜗轮与蜗杆	(210)
7.5	滚动轴承	(211)
7.5.1	滚动轴承的结构及其画法	(211)
7.5.2	滚动轴承的代号	(213)
7.6	弹簧	(214)

7.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧的参数及尺寸计算	(214)
7.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法(GB/T 4459.4—2003)	(215)
7.6.3 圆柱螺旋压缩弹簧的作图步骤	(216)
7.6.4 螺旋压缩弹簧的标记	(216)
7.6.5 螺旋压缩弹簧的零件图	(217)
第8章 零件图	(218)
8.1 零件图的内容	(219)
8.2 零件上常见的工艺结构	(220)
8.2.1 铸件的工艺结构	(220)
8.2.2 零件上的机械加工工艺结构	(222)
8.3 零件的视图选择和尺寸分析	(223)
8.3.1 零件的视图选择	(223)
8.3.2 零件图中的尺寸分析	(223)
8.3.3 各类零件的视图选择和尺寸标注示例	(224)
8.3.4 零件上常见结构要素的尺寸标注法	(229)
8.4 零件图上的技术要求	(231)
8.4.1 表面粗糙度	(231)
8.4.2 极限与配合	(239)
8.4.3 几何公差简介	(244)
8.5 读零件图	(248)
8.5.1 读零件图的方法和步骤	(248)
8.5.2 读图举例	(249)
第9章 装配图	(251)
9.1 装配图的内容	(251)
9.2 机器(或部件)的表达方法	(253)
9.2.1 规定画法	(253)
9.2.2 特殊表达方法	(254)
9.3 装配图的尺寸标注及技术要求	(256)
9.3.1 装配图的尺寸标注	(256)
9.3.2 装配图的技术要求	(257)
9.4 装配图中的零、部件序号和明细栏	(257)
9.4.1 零、部件的序号	(257)
9.4.2 明细栏	(258)
9.5 常见装配结构简介	(259)
9.5.1 常见的装配结构	(259)
9.5.2 常用密封装置	(260)
9.5.3 常用防松装置	(261)
9.6 装配图的绘制	(262)
9.6.1 开始画图之前考虑的问题	(263)

9.6.2 画装配图的方法	(263)
9.6.3 画装配图的步骤	(264)
9.7 读装配图和拆画零件图	(266)
9.7.1 读装配图的方法和步骤	(266)
9.7.2 由装配图拆画零件图	(267)
9.7.3 读装配图举例	(267)
第10章 焊接及嵌接件工作图	(274)
10.1 焊接简介	(274)
10.2 焊缝代号	(274)
10.2.1 焊缝符号	(275)
10.2.2 焊接方法的表示	(277)
10.3 焊缝的画法及标注	(278)
10.3.1 焊缝的画法	(278)
10.3.2 焊缝的标注方法	(278)
10.3.3 常见焊缝的标注示例	(280)
10.3.4 焊接图示例	(281)
10.4 嵌接件工作图	(282)
第11章 展开图	(283)
11.1 平面立体的表面展开	(284)
11.1.1 棱柱的展开	(284)
11.1.2 棱锥的表面展开	(284)
11.1.3 矩形吸气罩的展开	(285)
11.2 可展曲面的展开	(286)
11.2.1 圆管制件的表面展开	(286)
11.2.2 锥管制件的表面展开	(289)
11.3 不可展曲面表面的近似展开	(291)
11.3.1 正圆柱螺旋面的近似展开	(291)
11.3.2 球面的近似展开	(292)
附录	(294)
参考文献	(333)

绪 论

一、本课程的性质和任务

现代工业生产中所使用的各种机械设备、仪表等的设计都离不开图样。它们的制造、装配和调试也是根据图样来进行的。图样已成为交流思想和指导设备制造的一种工具,是工程技术界的“语言”。所以,每个工程技术人员都必须掌握有关的基础知识和技能。

计算机绘图技术的普及和发展、设计制图工作的根本性转变,使得图样信息的产生、加工、存储和传递进入了新的阶段。随着科学技术的高速发展和国际交流的日益频繁,作为国际新技术语言的工程图样显得越来越重要。

本课程是一门研究如何绘制和看懂工程图样的技术基础课程。它的任务如下:

- (1)研究用正投影法并遵照国家标准的规定画出图样,以表达机器、部件和零件。
- (2)培养学生具有工程图学思维方式,提高学生的工程图学素质,使学生具有看图和绘图能力、空间想象能力和空间构思能力。
- (3)培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

本课程是一门实践性很强的课程,在学习过程中,始终要注意理论联系实际,必须及时完成一系列的制图作业。要想把图样画得又快又好,必须做到:

- (1)正确使用制图工具和仪器,按照正确的工作方法和步骤来画图,使所绘制的图样正确、图面整洁。
- (2)认真听课,按时完成作业,弄清基本原理和基本方法。
- (3)注意理论联系实际,多想、多看、多画,不断地“由物画图,由图想物”,将投影分析与空间分析相结合,逐步提高空间想象能力和投影分析能力。
- (4)严格遵守国家标准的有关规定,学会查阅和使用标准和有关资料。



第 1 章 制图的基本知识与技能

本章重点介绍中华人民共和国国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定,它是绘制图样的重要依据。同时,还要介绍绘图工具的使用、绘图基本技能、几何作图方法、平面图形的绘图步骤和徒手绘图方法等。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

图样是现代工业生产中的主要技术文件之一。为了便于生产和进行技术交流,必须对图样的表达方法、尺寸注法、所采用的符号等建立统一的规定。每一个工程技术人员,都必须树立标准化的概念,严格遵守、认真执行国家制定的一切标准。我国于 1959 年发布了国家标准《机械制图》,自实施以来,起到了统一工程语言的作用。随着生产的不断发展以及国际上技术交流的日益扩展,我国的国家标准经过了多次修改和修订,基本上等同或等效于国际标准(ISO)。

国家标准简称“国标”,其代号为“GB”。例如,GB/T 14691—1993,其中“T”为推荐性标准,“14691”是标准顺序号,“1993”是标准颁布的年代号。本节着重讲解国标中有关机械制图部分的基本规定,其余的将在后续章节中介绍。

1.1.1 图纸幅面、格式和标题栏

1. 图纸幅面(GB/T 14689—2008)

图纸幅面简称图幅,指由图纸的宽度和长度组成的图面,即图纸的有效范围,通常用细实线绘出,称为图纸边界或裁纸线。基本幅面的尺寸及边框尺寸见表 1-1。

绘制技术图样时应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时,也允许以基本幅面的短边的整数倍加长幅面。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

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

2. 图框格式

图框指图纸上限定绘图区域的线框,即绘图的有效范围。

无论图样是否装订,图框线都必须用粗实线画出。图纸可横放(X型)或竖放(Y型),其格式分为不留装订边和留有装订边两种,如图 1-1 和图 1-2 所示。其尺寸均按表 1-1 中的规定。但应注意,同一产品的图样只能采用同一种格式。

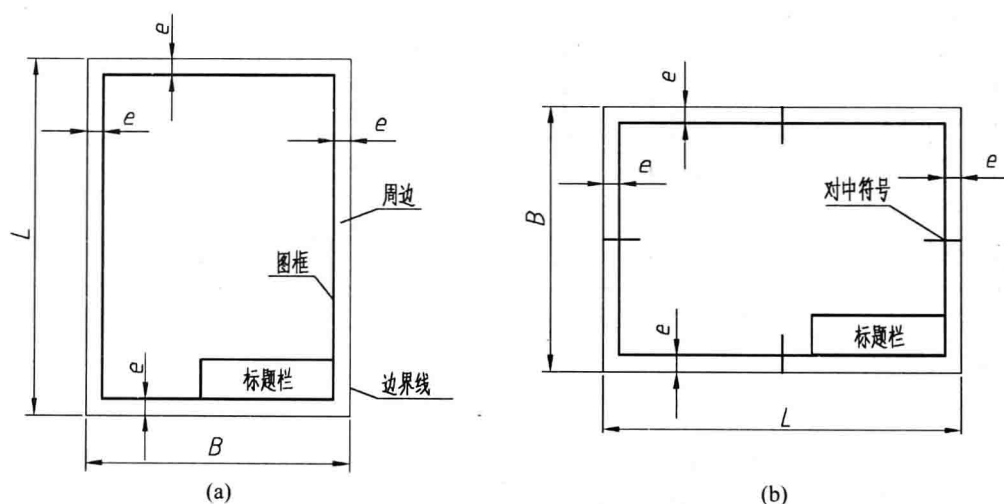


图 1-1 无装订边的图纸格式

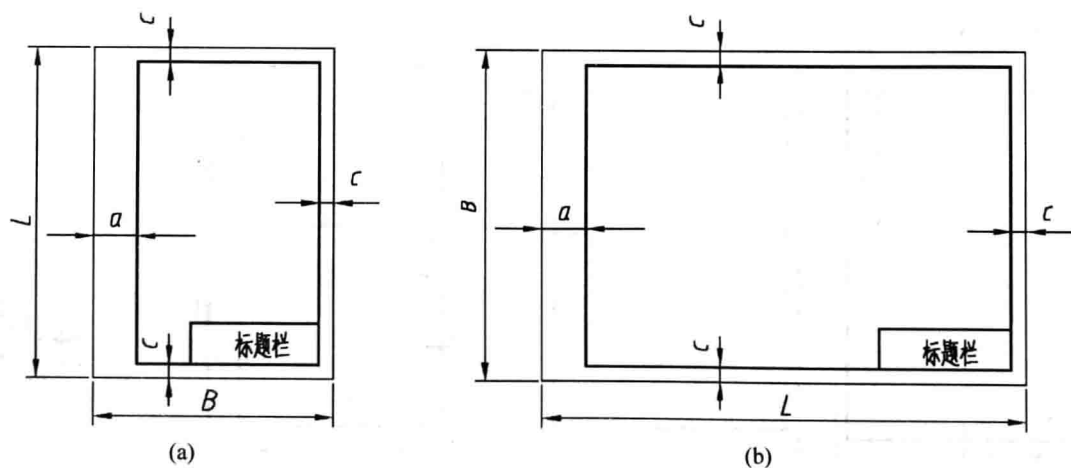


图 1-2 有装订边的图纸格式

标题栏内一般图样名称用 10 号字书写,图样代号、单位名称用 7 号字书写,其余都用 5 号字书写。

在学校的制图作业中,标题栏可以采用如图 1-5 所示的简化形式。

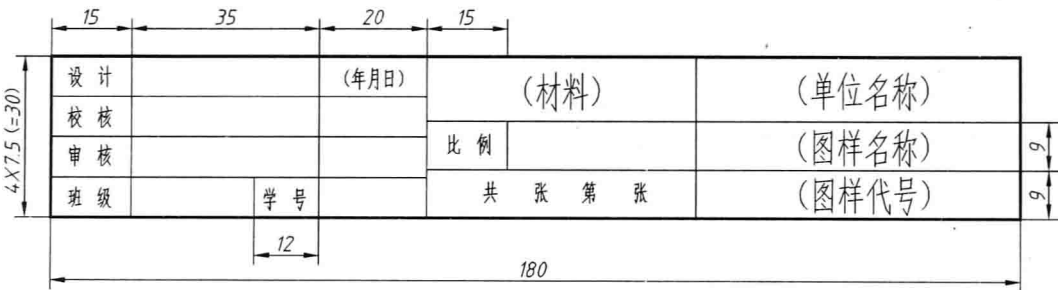


图 1-5 制图作业的标题栏

明细栏是装配图中才有的,需要自己绘制。国家标准 GB/T 10609. 2—2009《技术制图》—“明细栏”中规定了明细栏的样式,如图 1-3 所示。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样比例指的是图中图形与实际机件相应要素的线性尺寸之比。

不管绘制机件时所采用的比例是多少,在标注尺寸时,仍应按机件的实际尺寸标注,与绘图的比例无关,如图 1-6 所示。

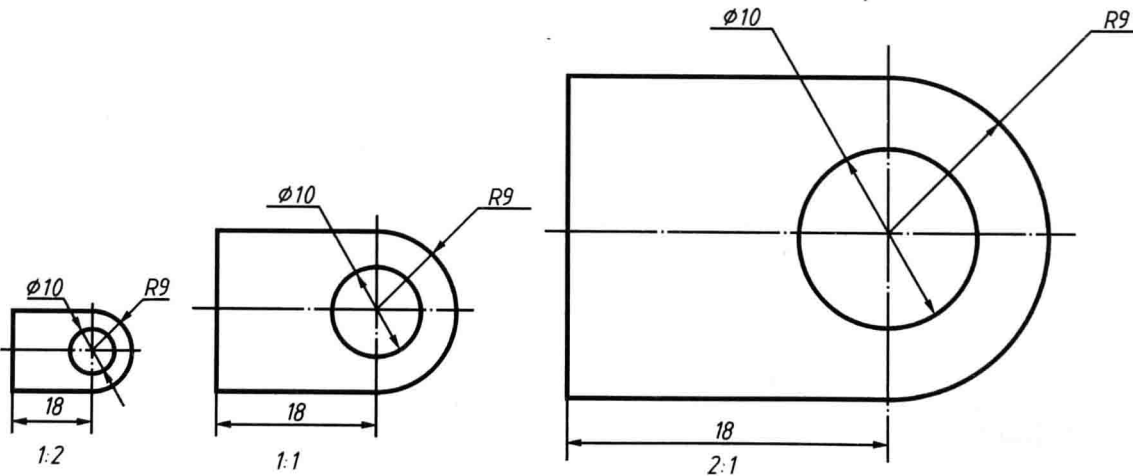


图 1-6 用不同比例画出的图形

绘图时,首先应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例,优先选用不带括号的比例。绘制同一机件的各个视图时,应尽可能采用相同的比例,并在标题栏的比例栏中填写。当某个视图必须采用不同比例时,可在视图名称的下方或右侧标注,如 $2:1$, $\frac{I}{2:1}$, $\frac{A}{1:1000}$, $\frac{B-B}{2.5:1}$ 等。

表 1-2 图样的比例

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 : 10	(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)	1 : 1 × 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。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了反映工程形体形状、结构的图形外,还需要用文字、符号、数字对工程形体的大小、技术要求加以说明。工程图中的文字,必须遵循国标的规定。

国家标准 GB/T 14691—1993 规定:

- (1)图样中书写的汉字、数字、字母都必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。
- (2)字体的号数,即字体的高度(单位为 mm),分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 共 8 种。

1. 汉字

图样上应写成长仿宋体字,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 *h* 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 0.7*h*)。汉字示例如图 1-7 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 结构均匀 注意起落 填满方格

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 1-7 长仿宋汉字示例

汉字书写的要点在于横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。

2. 字母及数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 *d* 为字高(*h*)的 1/14,B 型字体笔画宽度为字高的 1/10。在同一图样上只允许选用一种形式的字体。字母和数字可写成斜体或直体,但全图要统一。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。

3. 综合应用示例

字体综合应用的基本规定:用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号字体;图样中的数学符号物理量符号计量单位符号以及其他符号代号应分别符合国家的

有关法令和标准的规定。

如图 1-8 所示,即为 B 型斜体字母、数字和字体在图纸上的应用示例。

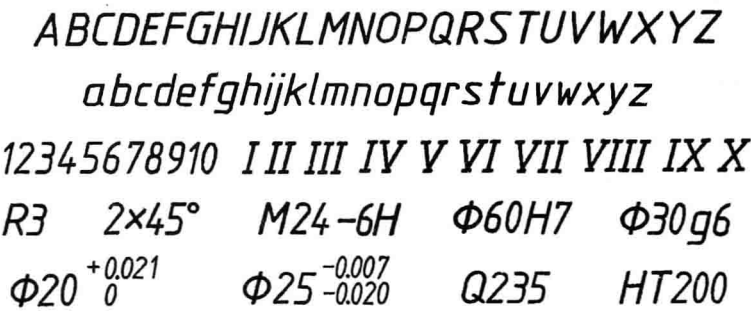


图 1-8 B 型斜体字母、数字及字体示例

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

1. 基本线型

在机械制图中常用的线型有实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线、双折线等(见表 1-3)。

表 1-3 基本线型及应用

图线名称	图线形式及画法	线宽	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线、可见棱边线、可见相贯线等
细虚线 (简称虚线)	 (间隔 $3d'$, 画 $12d'$)	$d' = d/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线、不可见相贯线等
细实线			尺寸线及尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、过渡线、指引线、短中心线等
波浪线			断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线			
细点画线	 (点 $\leq 0.5d'$, 画 $24d'$, 间隔 $3d'$)		轴线、对称中心线等
细双点画线	 (点 $\leq 0.5d'$, 画 $24d'$, 间隔 $3d'$)	d	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线
粗点画线	 (点 $\leq 0.5d$, 画 $24d$, 间隔 $3d$)		限定范围表示线

2. 图线的宽度

在机械图样上,图线一般只有两种宽度,分别称为粗线和细线,其宽度之比为 2 : 1。图线