



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



Mechanical Graphing (第二版)

机械制图

主 编 陈廉清
副主编 胡 斌 吴百中 周章添

 ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制图

2016

(第二版)

主 编 陈廉清

副主编 胡 斌 吴百中 周章添



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

内容提要

本书内容包括绪论、制图的基本知识和基本技能、点线面的投影、立体及其表面交线、组合体的视图及尺寸注法、轴测投影图、机件常用的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、机器零部件的测绘、计算机绘图以及附录。采用了最新颁布的技术制图和机械制图国家标准。本书有配套使用的《机械制图习题集》和开目 CAD 光盘。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及各类成人院校机械类及近机械类专业教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 陈廉清主编. —2 版. —杭州:浙江
大学出版社,2016.7

ISBN 978-7-308-16036-0

I. ①机… II. ①陈… III. ①机械制图—高等职业教
育—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 151570 号

机械制图(第二版)

陈廉清 主编

丛书策划 樊晓燕 王 波

责任编辑 王 波

责任校对 沈巧华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址:<http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 21

字 数 511 千

版 次 2016 年 7 月第 2 版 2016 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-16036-0

定 价 39.00 元(含光盘)

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式:0571-88925591;<http://zjdxcbbs.tmall.com>

前 言

本书是根据国家教育部制定的《高职高专工程制图课程教学基本要求(机械类专业)》,结合高职高专教学改革的实践经验,适应高等职业技术教育要以制造业为重点、加速培养高技能型紧缺人才的要求编写的。

针对高职高专教育的特点,以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点。内容简明易懂,突出技能的培养。

力求采用最新颁布的技术制图和机械制图国家标准,简化了画法几何内容,加强了零件图、装配图的画图和读图能力。

本书有配套使用的《机械制图习题集》及开目 CAD 光盘。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及各类成人院校机械类及近机械类专业教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

本书由陈廉清任主编,胡斌、吴百中、周章添任副主编。参加编写的有:宁波工程学院陈廉清(绪论、第1章、第11章,第8章的8.4.2节),胡斌(第2章、附录),汪秀敏(第9章),陈永清(第8章的8.3节),温州职业技术学院吴百中(第8章),嘉兴职业技术学院鲁中海(第5、6章),台州职业技术学院郑雪梅(第7章),浙江水利水电高等专科学校项春(第11章),浙江工贸职业技术学院陈连生、周章添、郑道友(第3章、第10章),浙江纺织服装职业技术学院毛金明(第4章),王乔冠绘制了书中的立体润饰图,全书由陈廉清统稿,浙江省工程图学学会副理事长兼秘书长施岳定教授主审,他对全书提出了许多宝贵的意见和建议。

本书得到了武汉开目信息技术有限责任公司及王继国老师的大力支持,在此向他们表示真挚的感谢。

敬请使用本书的同仁和广大读者批评指正,并恳切希望及时和出版社或作者联系。

陈廉清

2016年1月

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识和基本技能	4
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	4
1.2 绘图工具及其使用	19
1.3 几何作图	24
1.4 平面图形的分析与作图步骤	31
1.5 绘图的方法和步骤	33
第 2 章 点、直线和平面的投影	36
2.1 投影的基本知识	36
2.2 点的投影	37
2.3 直线的投影	41
2.4 直线与点及两直线的相对位置	43
2.5 平面的投影	47
2.6 平面上的直线和点	51
2.7 直线与平面及两平面的相交	52
第 3 章 立体及其表面交线	55
3.1 立体及其表面上的点与线	55
3.2 平面与平面立体表面相交	65
3.3 平面与回转体表面相交	68
3.4 两回转体表面相交	76
第 4 章 组合体的视图及尺寸注法	85
4.1 三视图的形成及其特性	85
4.2 组合体的组成方式和画法	86
4.3 组合体三视图的尺寸标注	91
4.4 读组合体的视图	97
第 5 章 轴测投影图	104
5.1 轴测投影图基本知识	104

5.2 正等轴测图	106
5.3 斜二轴测图	112
第6章 机件常用的表达方法	113
6.1 视图	113
6.2 剖视图	117
6.3 断面图	130
6.4 局部放大图、简化画法和其他规定画法	133
6.5 表达方法综合运用举例	139
6.6 第三角画法介绍	142
第7章 标准件和常用件	145
7.1 螺纹的规定画法和标注	145
7.2 常用螺纹紧固件的规定画法和标注	155
7.3 齿轮的几何要素和规定画法	163
7.4 键和销	173
7.5 滚动轴承	180
7.6 弹 簧	184
第8章 零件图	189
8.1 零件图的内容	189
8.2 零件图的视图选择和尺寸标注	190
8.3 表面结构的图样表示法	203
8.4 极限与配合和几何公差标注	209
8.5 零件结构的工艺性	216
8.6 读零件图	221
第9章 装配图	226
9.1 装配图的内容	226
9.2 装配图的视图表达方法	227
9.3 装配图的尺寸标注和技术要求	232
9.4 装配图中的零、部件序号和明细栏的基本要求	233
9.5 装配结构的合理性简介	236
9.6 由零件图画装配图	242
9.7 读装配图及由装配图拆画零件图	245
第10章 机器零部件的测绘	251
10.1 概 述	251
10.2 常用测量方法	252
10.3 零件草图的绘制	256



10.4 测绘的步骤.....	258
第 11 章 计算机绘图介绍	266
11.1 开目 CAD 系统简介	266
11.2 开目 CAD 的绘图基础	267
11.3 开目 CAD 常用绘图命令	272
11.4 图形编辑.....	280
11.5 尺寸标注.....	285
11.6 剖面填充.....	291
11.7 开目 CAD 绘图的一般流程	293
11.8 装配图画法.....	295
附 录.....	299
参考文献.....	325

绪 论

一、本课程的研究对象

机械制图是一门研究绘制和阅读机械图样、图解空间几何问题以及介绍计算机绘图基本知识的技术基础课。

工程技术上,为了准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求,通常需要将其按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上,就得到工程图样,简称图样。机械图样是工程图样中应用最多的一种。现代工业生产中,各种机器、工具、车辆、船舶、电子仪器的设计、制造以及各种工程建筑的设计、施工都要以图样为依据。生产和科学实验活动中,设计者需要通过图样来表达设计对象;制造者需要通过图样来了解设计要求,依照图样制造设计对象;使用者需要通过图样来了解设计、制造对象的结构及性能。因此,图样是表达设计意图、交流技术思想与指导生产的重要工具,是工业生产中的重要技术文件,是工程界共同的技术语言。

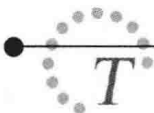
机械工程上常用的机械图样有零件图和装配图。任何机器都是由若干零件和部件组成,部件又由若干个零件组成。表达机器的总装配图(总图),表达部件的部件装配图和表达零件的零件图,统称为机械图样。

二、本课程的性质和任务

本课程的主要目的是培养学生正确运用正投影法来分析、表达机械工程问题,绘制和阅读机械图样的能力和空间想象能力。同时,它又是学生学习后继课程和完成课程设计与毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要任务:

1. 初步掌握用投影法(主要是正投影法)在平面上表示空间几何形体的图示法和图解空间几何问题的图解法。
2. 培养较强的绘图技能,以及分析问题、解决问题和空间想象能力。
3. 学习、贯彻制图国家标准和其他有关规定。
4. 培养绘制和阅读机械图样(主要是零件图和装配图)的基本能力。
5. 培养用计算机绘制图形的基本能力。
6. 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。



三、本课程的内容和要求

本课程的主要内容:

1. 使用仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图的基本方法和技能。
2. 制图的基本知识和基本技能、投影制图以及运用投影法绘制和阅读一般机械零件图和部件装配图的理论、方法和国家标准的有关规定。
3. 计算机绘图基础知识,学习用一种典型的绘图软件来绘制二维图形,从而可满足后续课程关于计算机辅助设计的图形要求。
4. 用投影法在二维平面上表达三维空间几何元素和形体以及在二维平面上图解空间几何问题的基本理论和方法。
5. 初步的一般机械零件和部件的结构知识、技术要求。

以上五方面内容在本课程和本教材中采用既集中独立又分散结合的方法由浅入深地使学习者逐步掌握。

本课程的学习要求:

1. 在学习本课程的理论部分时,要牢固掌握投影原理和图示方法,理解基本概念,以便能灵活运用有关概念和方法进行解题。
2. 注意空间几何关系的分析,以及空间问题与其在平面上表示方法之间的对应关系,不断地由物画图,由图想物,多想、多画、多看,逐步培养空间想象能力和构思能力。
3. 完成一定数量的作业和习题。做作业和习题时,要善于分析已知条件,明确做题要求并进行作图。
4. 绘图和读图能力主要通过一系列的实践来培养。同时,要养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,熟悉并遵守《技术制图》、《机械制图》国家标准的有关规定,掌握正确查阅和使用有关手册的方法,并能正确地绘制和阅读中等复杂程度的零件图和装配图。
5. 由于图样是进行生产的依据,绘图和读图的差错都会给生产带来损失,所以在学习和做作业时,必须持认真负责的态度。
6. 熟悉计算机绘图的意义和特点,培养计算机绘图的基本能力,能用计算机完成图样绘制。

四、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。因此,在学习本课程时,必须在认真听讲的基础上完成一系列的制图作业。要达到画图和读图的目的,必须做到:

1. 正确使用制图工具和仪器(包括计算机),按照正确的工作方法和步骤来画图,使所绘制的图样内容正确、图面整洁。必须养成认真、负责的工作态度和严谨、细致的工作作风,以保证画出符合要求的高质量图样。
2. 弄清基本原理和基本方法,并经常进行空间几何关系的分析和空间问题与平面图形

间的联系。

3. 注意画图和读图相结合,善于联系和运用投影基础的知识,尤其要注重实践,多看实物(模型、机器零部件和各种机械产品的实物和生产图样)、多做练习,做到图物对照、读(图)画(图)结合,注意培养空间想象能力和空间构思能力。

4. 熟悉和严格遵守有关技术制图和机械制图等方面的国家标准规定,学会查阅并使用标准和有关资料的方法。

5. 工程图样从手工(徒手或仪器)绘制到计算机绘制是生产和科研领域的一个重大变革和飞跃,也是本课程教学内容和教学方法的重大改革和突破。基本掌握用一种典型的绘图软件来绘制零件图和装配图的基本要求,为今后进行计算机辅助设计打下良好的基础。

第 1 章 制图的基本知识和基本技能

机械图样是表达设计思想、技术交流和指导生产的重要技术文件,是工程界的共同语言。为此,对于图样画法、尺寸标注等都需要作统一的规定,这些规定即制图标准。国家标准《技术制图》与《机械制图》是我国颁布的两项重要技术标准,它统一规定了生产和设计部门必须共同遵守的制图规定,是绘制、阅读技术图样的准则和依据。

本章着重介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》中的一些最基本规定,以及绘图工具及仪器使用、几何作图、平面图形分析及绘图方法和步骤。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)^①

1. 图纸幅面尺寸

图纸幅面是指图纸宽度和长度组成的图面。绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 中所规定的图纸基本幅面。

表 1-1 图纸幅面 单位:mm

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

注:符号尺寸含义见图 1-1 和图 1-2。

必要时允许选用加长幅面的图纸,加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,具体可参考 GB/T 14689—2008 中的规定。

技术制图国家标准中的图纸幅面选取 A 系列中的 0~4 号幅面,所以图纸幅面代号由“A”和相应的幅面号组成,即 A0~A4。幅面代号的几何含义,实际上就是对 0 号幅面的对开次数。如 A1 中的“1”,表示将全张纸(A0 幅面)对折长边裁切所得的幅面。

^① GB 表示强制性国家标准,GB/T 表示推荐性国家标准,GB/Z 表示指导性国家标准。14689 为该标准的编号,2008 表示该标准是 2008 年由国家质量监督检验检疫总局批准。



A 型纸的图纸幅面有两个特点:一是 A0 幅面的图纸面积是 $L \times B = 1(\text{m}^2)$;另一个是 $L : B = \sqrt{2} : 1$ 。这两个特点使图纸的缩微复制和方便管理成为可能。

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。在图纸上必须用粗实线画出图框,图样绘制在图框内部,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸(X 型),其图框格式如图 1-1 所示;留有装订边的图纸(Y 型),其图框格式如图 1-2 所示,尺寸都按表 1-1 的规定。

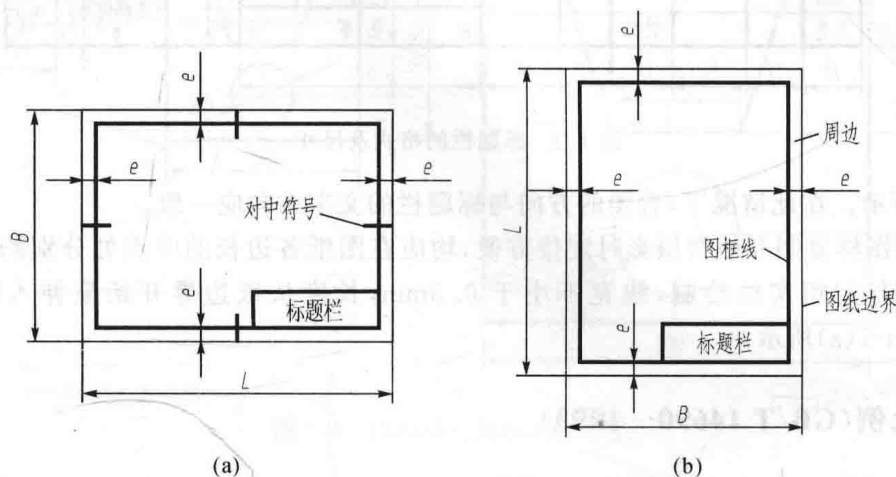


图 1-1 不留装订边的图框格式

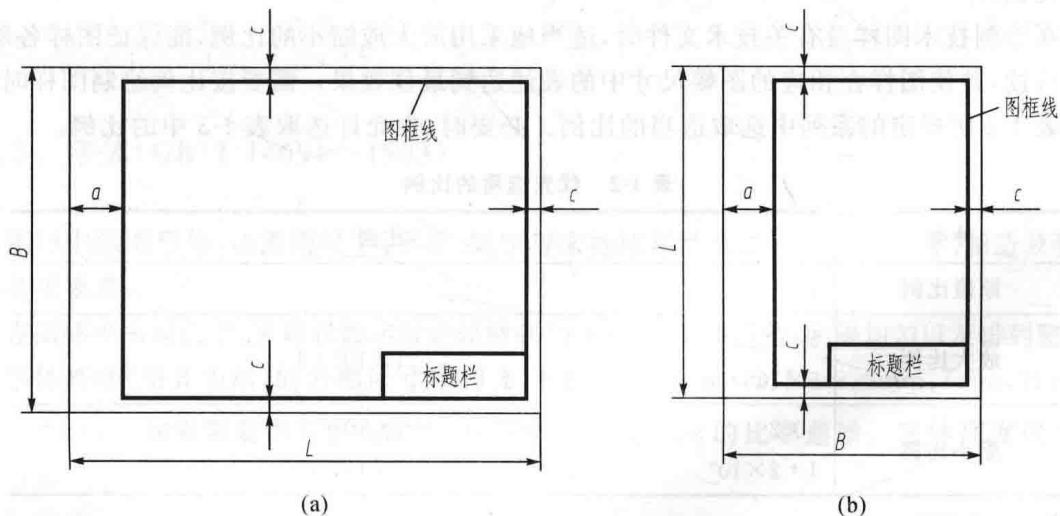


图 1-2 留有装订边的图框格式

3. 标题栏(GB/T 10609.1—2008)

绘图时,必须在每张图纸的右下角画出标题栏。标题栏的格式,国家标准 GB/T 10609.1—2008 已作了统一规定,如图 1-3 所示。标题栏的右边与底边均与图框线重合。标题栏内的空格必须按照规定内容填写,并养成正确填写的习惯。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-1(a) 与图 1-2(a) 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-1(b) 与

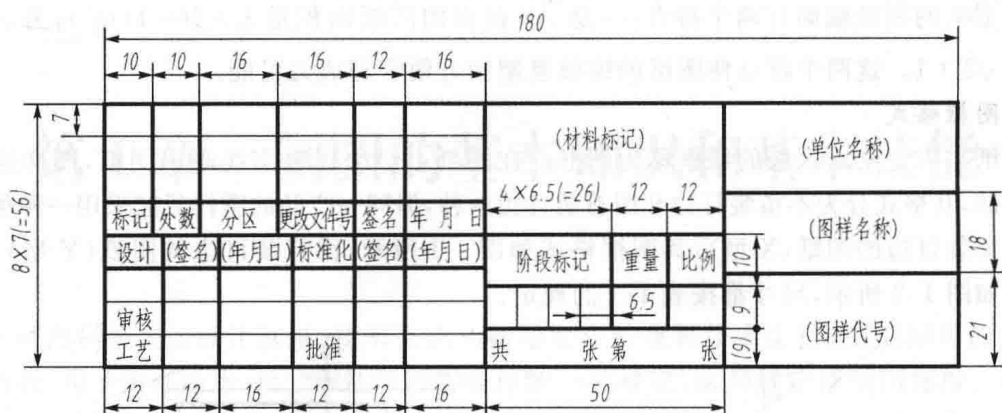
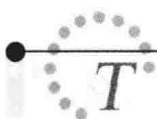


图 1-3 标题栏的格式及尺寸

图 1-2(b)所示。在此情况下,看图的方向与标题栏的文字方向应一致。

为了在图样复制和缩微摄影时定位方便,均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,线宽不小于 0.5mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm,如图 1-1(a)所示。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为 1 的比例,即 1 : 1 称为原值比例。

在绘制技术图样及有关技术文件时,适当地采用放大或缩小的比例,能保证图样各部位清晰可读,并使图样在相应的图幅尺寸中的表述达到最佳效果。需要按比例绘制图样时,应在由表 1-2 所规定的系列中选取适当的比例。必要时,也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-2 优先选用的比例

种类	比例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	1 × 10" : 1
	5 × 10" : 1	2 × 10" : 1	
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 2 × 10"	1 : 5 × 10"	1 : 1 × 10"

注:n 为正整数。

表 1-3 允许选用的比例

种类	比例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	4 × 10" : 1	2.5 × 10" : 1			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	1 : 1.5 × 10"	1 : 2.5 × 10"	1 : 3 × 10"	1 : 4 × 10"	1 : 6 × 10"

注:n 为正整数。

为了能从图样上得到实物大小的真实概念,应尽量采用原值比例绘图。绘制大而简单的机件可采用缩小比例;绘制小而复杂的机件可采用放大比例。

不论采用缩小或放大的比例绘图,图样中所标注的尺寸,均为机件的实际尺寸。图 1-4 表示同一机件采用不同比例所画出的图形。

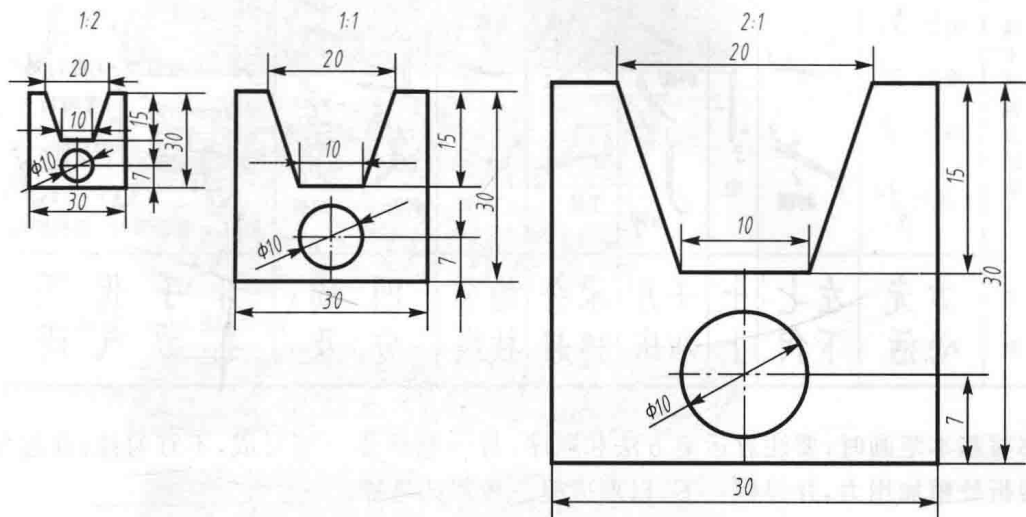


图 1-4 以不同比例画出的图形

绘制同一机件的各个图形原则上应采用相同的比例,并在标题栏的“比例”一栏中进行填写。比例符号以“:”表示,如 1:1, 1:500 或 20:1 等。必要时,可在视图名称的下方标注比例,如 $\frac{I}{2:1}$, $\frac{A}{1:100}$, $\frac{B-B}{2.5:1}$ 。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中除图形外,还需用汉字、字母、数字等来标注尺寸和说明机件在设计、制造及装配时的各项要求。

在图样中书写汉字、字母和数字时必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀以及排列整齐。

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。如果需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体字,只使用直体,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体字是由仿宋体字演化而来的,字的框架由正方形变为长方形。其特点是:笔画粗细一致,字体细长,字形挺拔,起、落笔处均有笔锋,显得棱角分明,易于书写和便于阅读。

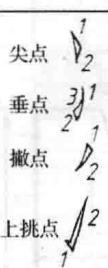
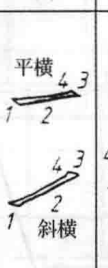
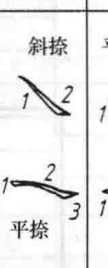
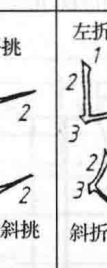
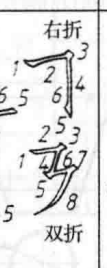
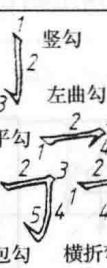
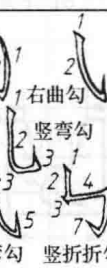
书写长仿宋体字的要领是:横平竖直,排列匀称,注意起落,填满方格。

要写好长仿宋体字,应从基本笔画和结构布局两方面下功夫。

(1) 汉字的基本笔画。汉字的基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾等。其笔法如表

1-4 所示。

表 1-4 汉字的基本笔法

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基本笔画及运笔法								
举例	方光 心活	左七 下代	十 上	千月 八床	术分 建超	均公 技线	凹 周 安 及	牙 子 代 买 孔 力 气 码

书写基本笔画时,要注意运笔方法和顺序,每一笔画要一笔写成,不宜勾描;在起笔、落笔和转折处稍加用力,并停顿一下,以形成呈三角形的笔锋。

(2)汉字的结构布局。汉字通常由几部分组成,书写时,要分配好每个字各组成部分的恰当比例。有时,即使部首相同,但在不同的字中其所占的比例也不尽相同。

常用的长仿宋体汉字如图 1-5 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

5 号字

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

3.5 号字

螺纹齿轮轴承零件图装配图端子接线飞行技术要求驾驶

图 1-5 长仿宋体汉字示例

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$;B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。图样上一般采用斜体字。但是量的单位、化学元素符号一定是正体。

A 型和 B 型字母的例子如图 1-6 所示。

3. 字体综合应用的规定和建议

(1)用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母一般应采用小一号的字体。

(2)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,要符合国家的

(a) 拉丁字母(B型)示例

大写斜体

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

小写斜体

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

(b) 希腊字母(A型)示例

小写字母

 $\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \vartheta \iota \kappa \lambda \mu \nu$ $\xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \varphi \chi \psi \omega$

(c) 阿拉伯数字示例

A型斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

B型斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A型直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

B型直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

(d) 罗马数字(A型)示例

斜体

I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-6 字母示例

有关法令和标准的规定。

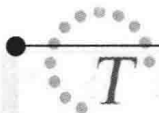
(3) 字母和数字的 A 型字体较纤细挺秀, 与汉字并列时比较协调, 建议采用 A 型字体。

下面是综合应用示例:

$$10JS5(\pm 0.003) \quad M24-6h$$

$$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{A \curvearrowright}{5:1}$$

$$\sqrt{Ra 6.3} \quad R8 \quad 5\% \quad \phi 20 \begin{smallmatrix} +0.010 \\ -0.023 \end{smallmatrix}$$



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

1. 线型及其应用

绘制机械图样可使用九种基本图线(见表 1-5),线型分为粗、细两类。

表 1-5 线型及应用

代码 No.	名称	型式	一般应用
01.1	细实线		过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、表示平面的对角线、范围线及分界线、重复要素表示线、锥形结构的基面位置线、辅助线、不连续同一表面连线、成规律分布的相同要素连线。
	波浪线		断裂处边界线、视图与剖视图的分界线。
	双折线		断裂处边界线、视图与剖视图的分界线。
01.2	粗实线		可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)、剖切符号用线。
02.1	细虚线		不可见棱边线、不可见轮廓线。
02.2	粗虚线		允许表面处理的表示线。
04.1	细点画线		轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线。
04.2	粗点画线		限定范围表示线。
05.1	细双点画线		相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成型前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线。

2. 图线宽度和图线组别

在机械图样中采用粗、细两种线宽,它们之间的比例为 2 : 1,如表 1-6 所示。

表 1-6 图线宽度

线型组别	与线型代码对应的线型宽度 d/mm						
01.2;02.2;04.2	0.25	0.35	0.5*	0.7*	1	1.4	2
01.1;02.1;04.1;05.1	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

注:1.带“*”号的为优先采用的图线组别。

2. 图线宽度和图线组别的选择应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求确定。

3. 图线的画法

(1)在同一图样中,同类图线的宽度应基本保持一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度间隔应各自大致相等,长度可根据图形的大小决定。

(2)要特别注意图线在接头(相接、相交、相切)处的正确画法,线与线相交时应交于画线处(见表 1-7)。