

高等学校教材

机械制图

(第四版)

大连理工大学工程画教研室 编

高等教育出版社



TH126

D05

(4)

445900

高等学校教材

机械制图

(第四版)

大连理工大学工程画教研室 编

高等教育出版社

(京) 112号

本修订版是根据国家教育委员会于1987年批准印发的“高等工业学校画法几何及机械制图课程教学基本要求(机械类专业适用, 参考学时范围: 120~150学时)”, 在大连工学院工程画教研室编《机械制图(第三版)》的基础上, 总结了近年来的教学经验修订而成。

本修订版的内容包括: 绪论、制图的基本知识、组合体的三视图、轴测投影图、机件的各种表达方法、零件工作图、标准件、常用件、装配图、微型计算机绘图、焊接图、房屋建筑图以及附录。除绪论和附录外, 每章之末均附有复习题。与本书配套的大连理工大学工程画教研室编《机械制图习题集(第三版)》同时出版, 可供选用。

本修订版由高等学校工科画法几何及工程制图课程教学指导委员会委托清华大学石光源教授审阅, 并在1991年6月经课委会复审通过。

本书可作为高等工业学校机械制造类各专业的教材, 也可供其他类型学校有关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/大连理工大学工程画教研室编. —4版. —北京: 高等教育出版社, 1993. 5 (1999 重印)
ISBN 7-04-004188-X

I. 机… II. 大… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. T
H126

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第24295号

*

高等教育出版社出版
新华书店总店北京发行所发行
北京印刷一厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 24.5 字数 370 000
1974年3月第1版 1993年5月第4版 1999年1月第8次印刷
印数 186 350—212 359
定价 19.50 元

第 四 版 序

本修订版是根据国家教育委员会于1987年批准印发的“高等工业学校画法几何及机械制图课程教学基本要求（机械类专业适用，参考学时范围120~150学时）”和近年来发布的国家标准，参照许多兄弟院校的本课程教学大纲、教学日历，并吸取他们的教学经验、宝贵意见和建议，在大连工学院工程画教研室编《机械制图（第三版）》的基础上修订而成。本书第三版曾在1987年国家教育委员会举办的全国优秀教材评选中，获国家教委一等奖。

我们在这次修订过程中，除保留第三版的一些特点外，仍力图按开发智力、培养能力、调动学生的学习积极性、加强对绘图技能的指导、便于自学等想法作了一些安排，以利于培养和提高高级科学技术人材的素质。

这次修订的主要变动有：

(1) 增加了第十章焊接图和第十一章房屋建筑图，以适应选学内容的需要。

(2) 改变了第九章计算机绘图的叙述方法，试图在6~8学时的时间内，使学生能顺利地掌握二维图形的显示绘图，为进一步学习打好基础。为了能更方便地贯彻这部分内容，本书还配有教学软件（软磁盘一块，如有需要，可与大连理工大学工程画教研室联系）。

(3) 全书各章加强了对绘图操作技能的指导，以利于培养和提高学生的制图技能。

(4) 全书各章注意了由浅入深，循序渐进安排内容和讲述知识，以利于学生的学习。

(5) 全书各章的图例作了适当更新，注意图例的典型性，并适当降低了一些难度，增加了一些新的图例，以利于启发学生。

(6) 在主要各章之末增加了“本章小结”，以利于自学。

(7) 全书各章尽量采用最新的国家标准。

(8) 适当减少了一些设计性和工艺性等内容，以便保证课程教学基本要求的贯彻。

和本书配套使用的教材除《机械制图习题集》外，还有《画法几何学》、《画法几何习题集》。这三本教材均已由大连理工大学工程画教研室重新修订，高等教育出版社出版。本套教材可作为高等学校工科机械类各专业《画法几何及机械制图》课程的教材，也可作为其他专业的教学参考书。

我室编写的《机械制图》教材自1957年由高等教育出版社出版以来，有些参加历次版本编写工作的同志已先后调离教研室或退休，他们曾作出许多贡献，并留下不少宝贵经验，在此一并致谢。

参加本版修订工作的有侯世增、胡宜鸣、钟永恬、杨凤华、孟淑华、崔长德、高艳明和郭静平，姜香云参加部分程序和软件的调试，吕其瑜描图。主编侯世增，副主编钟永恬。

由于大连工学院已改名为大连理工大学，故本书的编者署名也作了相应的修改。

本版由高等学校工科画法几何及机械制图课程教学指导委员会委托清华大学石光源教授审阅。审阅人对初稿提出了许多重要的宝贵意见，对此表示衷心感谢。本版在1991年6月召

开的课程教学指导委员会会议上经复审后，同意作为高等学校教材出版。

由于我们的水平有限，书中一定还存在许多缺点甚至错误，欢迎读者批评指正。

编 者

1991年10月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
§ 1-1 国家标准《机械制图》	2
一、图纸幅面及格式 (GB 4457.1—84)	2
二、比例 (GB 4457.2—84)	5
三、字体 (GB 4457.3—84)	5
四、图线 (GB 4457.4—84)	8
五、尺寸注法 (GB 4458.4—84)	11
§ 1-2 绘图工具及其使用	14
一、图板	14
二、丁字尺和一字尺	14
三、三角板	15
四、铅笔	16
五、比例尺	17
六、绘图仪器	18
七、曲线板	20
八、多功能模板	21
九、其他绘图工具	21
十、绘图机	21
§ 1-3 几何作图	22
一、圆周等分和圆内接正多边形	22
二、斜度和锥度	22
三、圆弧连接	24
四、平面曲线	26
§ 1-4 平面图形的尺寸分析及画图步骤	30
一、平面图形尺寸分析	30
二、平面图形中圆弧线段的分类	30
三、平面图形的画图步骤	31
四、平面图形的尺寸标注	31
§ 1-5 绘图方法和图样复制	32
一、绘图的一般方法步骤	32
二、徒手绘图的方法	34
三、图样的复制	36
本章小结	37
复习题	37

第二章 组合体的三视图	38
§ 2-1 形体分析法和线面分析法	38
一、三面投影和三视图	38
二、形体分析法	39
三、线面分析法	44
四、恢复原形法	47
§ 2-2 画组合体三视图的方法和步骤	51
一、画组合体三视图的步骤	51
二、画图举例	52
§ 2-3 看图的方法和步骤	56
一、看图的基本方法和要点	56
二、看图的步骤	58
§ 2-4 标注组合体尺寸的方法	63
一、标注尺寸要完整	64
二、标注尺寸要清晰	67
三、标注组合体尺寸的步骤及标注尺寸举例	69
本章小结	72
复习题	73
第三章 轴测投影图	74
§ 3-1 概述	74
一、轴测轴的位置和轴向变形系数	74
二、平行于各坐标面的圆的轴测图	75
§ 3-2 正等轴测图的画法	78
一、平面立体的画法	78
二、曲面立体的画法	79
三、组合体的画法	80
§ 3-3 轴测剖视图的画法	85
一、剖切平面的位置	86
二、剖面线的画法	86
三、组合体轴测剖视图的画法	87
四、装配体轴测剖视图的画法	87
§ 3-4 轴测图的尺寸标注	87
§ 3-5 正二测和斜二测的画法	88
§ 3-6 轴测图的选择	90

一、应满足立体感强、图形清晰的要求·····	90	三、表达方法的选择·····	140
二、应满足作图简便的要求·····	91	四、选择表达方案的方法步骤·····	144
本章小结·····	92	五、表达方案的比较·····	145
复习题·····	93	§ 5-4 零件图中尺寸的合理标注·····	149
第四章 机件的各种表达方法·····	94	一、基准·····	149
§ 4-1 视图·····	94	二、标注尺寸的形式·····	150
一、基本视图·····	94	三、考虑设计要求和工艺要求时,标注尺寸的一些原则·····	151
二、局部视图·····	96	四、合理标注零件尺寸的方法步骤·····	156
三、斜视图·····	96	§ 5-5 零件图上的技术要求·····	157
四、旋转视图·····	97	一、技术要求的内容·····	158
§ 4-2 剖视图·····	97	二、表面粗糙度的概念及其注法·····	158
一、剖视图的概念和画剖视图的方法步骤·····	98	三、公差与配合的概念及其注法·····	165
二、几种常用的剖切面和剖切方法·····	101	四、表面形状和位置公差的概念及其注法·····	171
§ 4-3 剖面图·····	110	五、零件的常用材料·····	174
一、剖面的概念·····	110	六、热处理和表面处理·····	175
二、剖面的种类·····	110	§ 5-6 零件的测绘·····	175
三、剖切位置与剖面的标注·····	112	一、画零件徒手图的方法步骤·····	175
§ 4-4 局部放大图和简化画法·····	112	二、画零件工作图的方法步骤·····	176
一、局部放大图·····	112	三、测量尺寸的工具和方法·····	177
二、简化画法·····	113	§ 5-7 看零件图的方法步骤·····	180
§ 4-5 机件的各种表达方法的综合举例·····	118	一、看零件图的要求·····	180
§ 4-6 第三角投影法·····	119	二、看零件图的方法步骤·····	181
一、机件在投影体系中的位置·····	119	§ 5-8 典型零件图例分析·····	183
二、投影面、机件与观察者的相对位置关系·····	120	一、轴套类零件·····	183
三、视图的配置·····	120	二、轮盘类零件·····	185
四、第三角投影法的标志·····	121	三、叉架类零件·····	187
本章小结·····	121	四、箱体类零件·····	187
复习题·····	122	五、注塑与镶嵌类零件·····	191
第五章 零件工作图·····	124	本章小结·····	191
§ 5-1 零件图的内容·····	124	复习题·····	193
§ 5-2 零件的结构分析·····	125	第六章 标准件·····	194
一、零件的结构分析方法·····	125	§ 6-1 螺纹及螺纹连接件·····	194
二、零件的结构分析举例·····	125	一、螺纹·····	194
三、结构分析进一步考虑的问题·····	128	二、螺纹连接件·····	203
四、常见的零件结构·····	129	§ 6-2 其他常用标准件(部件)及标准要素·····	210
§ 5-3 零件表达方案的选择·····	135	一、键·····	210
一、主视图的选择·····	136	二、销·····	213
二、视图数量的选择·····	138	三、滚动轴承·····	214

本章小结	217
复习题	217
第七章 常用件	218
§ 7-1 齿轮	218
一、齿轮的基本参数和基本尺寸间的关系	219
二、齿轮的规定画法	226
三、齿轮的测绘	231
§ 7-2 弹簧	233
一、概述	233
二、弹簧的规定画法 (根据GB4459.4—84)	234
三、螺旋压缩弹簧的画法和工作图的内容	235
本章小结	238
复习题	238
第八章 装配图	239
§ 8-1 装配图的内容	239
§ 8-2 机器 (或部件) 的表达方法	239
一、规定画法	239
二、特殊画法	241
§ 8-3 装配图中的尺寸标注	244
一、性能尺寸 (规格尺寸)	244
二、装配尺寸	244
三、外形尺寸	244
四、安装尺寸	244
五、其他重要尺寸	244
§ 8-4 装配图的零、部件序号及明细栏	245
一、零、部件序号	245
二、明细栏	246
§ 8-5 装配结构	247
一、接触面与配合面的结构	247
二、螺纹连接的合理结构	248
三、定位销的合理结构	250
四、滚动轴承的固定、间隙调整及密封装置的结构	250
五、防松的结构	252
六、防漏的结构	253
§ 8-6 部件测绘和装配图画法	254

一、部件测绘	254
二、装配图的画法	255
§ 8-7 看装配图的方法步骤	266
一、看装配图时要了解的内容	267
二、看装配图举例	267
§ 8-8 由装配图拆画零件图	275
一、对拆画零件图的要求	275
二、拆画零件图要处理的几个问题	275
三、拆画零件图举例	278
本章小结	278
复习题	283
第九章 微型计算机绘图	284
§ 9-1 微型计算机绘图系统	284
一、微型计算机	285
二、输入设备	285
三、输出设备	285
§ 9-2 微型计算机的图形显示功能	286
一、显示方式	286
二、屏幕坐标系	287
三、基本绘图语句	288
四、画图举例	289
§ 9-3 几何图形的绘图程序	290
一、不规则直线图形	290
二、规则直线图形	292
三、规则平面曲线	296
§ 9-4 二维图形变换的矩阵方法	303
一、二维基本变换矩阵	303
二、组合变换	306
三、齐次坐标	308
四、应用举例	309
五、实现二维变换的通用程序	314
复习题	316
第十章 焊接图	317
§ 10-1 焊缝的规定画法及其标注	317
一、焊接方法	317
二、焊接接头的基本形式	317
三、焊缝符号及其标注法	317
四、焊缝尺寸的确定	321

五、常见焊缝标注方法示例	323	二、比例	331
六、焊缝的规定表达方法	324	三、尺寸及单位	331
§ 10-2 图样中焊缝的表达方法及其 举例	325	四、常用建筑图例	332
一、图样中焊缝的表达方法	325	五、楼梯	333
二、举例	325	六、起重设备	333
复 习 题	326	七、卫生设备	334
第十一章 房屋建筑图	327	§ 11-3 阅读房屋建筑图	334
§ 11-1 房屋建筑图	327	复 习 题	335
一、总平面图	327	附录	338
二、房屋立面图	328	一、公差与配合	338
三、建筑平面图	328	二、形状公差与位置公差	353
四、建筑剖面图	330	三、表面粗糙度	357
五、建筑详图	330	四、常用材料及热处理	359
六、基础	330	五、螺纹	362
§ 11-2 房屋建筑图中有关标准及 其部分设备的表示法	331	六、常用标准数据和标准结构	368
一、线型	331	七、连接件	370
		八、滚动轴承	381

绪 论

一、本课程的任务和要求

准确地表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图形,称为图样。图样是近代制造机器、仪器和进行工程建筑施工的主要依据。在生产和科学实验活动中,设计者通过图样来表达设计对象,制造者通过图样来了解设计要求和制造设计对象,人们还通过图样来进行科学技术方面的交流。所以,图样是一种工程界的技术语言。

随着计算机技术的普及和发展,正在产生一个新的学科——计算机图学,它将促使设计制图工作的一次根本性的转变,全部用计算机进行设计制图工作的日子已经不会太远了。图样信息的产生、加工、存贮和传递将会成为重要的工程界的技术语言。在国际上进行的科学技术交流的活动中,图样也是一种必不可少的技术语言。

工程技术人员必须掌握这种技术语言,具备画图和看图的能力,也应该具备计算机制图的初步能力。作为培养高级工程科学技术人员的高等工业院校,在教学计划中把“机械制图”列为一门重要的技术基础课程。“机械制图”课程的主要任务和要求是:

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. 根据国家标准的规定,并初步考虑工艺和结构的要求,研究如何在图样上标注尺寸。
3. 使学生掌握用仪器画图和徒手画图的方法(包括画轴测图的方法),培养学生具有看图能力、空间想象能力和空间构思能力,还培养学生具有耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。
4. 学习与图样有关的机械设计和制造工艺方面的一般知识。初步了解和标注图样中的“技术要求”。
5. 学习与掌握计算机制图的基本知识和初步掌握计算机制图的能力。

二、本课程的学习方法

要学好本课程的主要内容,只有通过画图和看图实践才能掌握。因此,在学习本课程时,必须完成一系列的制图作业,这就决定了它是一门实践性较强的课程。学习机械制图的大部分时间是画图。要想把图样画得又好又快,必须做到:

1. 准备一套合乎要求的制图用具、工具和仪器,按照正确的工作方法和步骤来画图;
2. 认真听课,及时复习,弄清基本原理和基本方法,运用画法几何的原理和方法,学会形体分析、线面分析和结构分析等分析问题的方法;
3. 注意画图和看图相结合,物体与图样相结合。要多画多看,注意培养空间想象能力和空间构思能力;
4. 严格遵守机械制图国家标准的规定,并学会查阅有关标准和资料的方法;
5. 不断改进自学方法,准确地使用制图有关资料,提高独立工作能力和自学能力。

第一章 制图的基本知识

本章着重介绍：国家标准《机械制图》中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法；绘图工具及仪器的使用；几何图形及平面曲线的作图；平面图形的尺寸分析；绘图方法等。

§ 1-1 国家标准《机械制图》

图样是现代机器制造过程中的重要技术文件之一，用来指导生产和进行技术交流，起到了工程语言的作用，必须有统一的规定。为此中华人民共和国标准计量局于1959年发布了国家标准《机械制图》，对图样作了统一的技术规定。为适应国内生产技术和国际间的经济贸易往来，以及科学技术交流的要求，1984年又重新修订了国家标准《机械制图》，由国家标准局发布。人人都必须树立标准化的概念，严格遵守，认真执行国家标准。

国家标准简称国标，其代号为“GB”。本节仅摘录了国家标准《机械制图》中的部分内容（GB 4457.1—84~GB 4457.4—84、GB 4458.4—84）^①，其余将在以后各章中分别叙述。

一、图纸幅面及格式（GB 4457.1—84）

（一）图纸幅面尺寸

绘制图样时，优先采用表1-1中规定的幅面尺寸，必要时可沿长边加长。对于A0、A2、A4幅面的加长量应按A0幅面长边的1/8的倍数增加；对A1、A3幅面的加长量应按A0幅面短边的1/4的倍数增加，见图1-1中的细实线部分。A0及A1幅面也允许同时加长两边，见图1-1中的虚线部分。

表 1-1 幅面及周边尺寸

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594		5	10
A3	297 × 420			
A4	210 × 297			
A5	148 × 210			

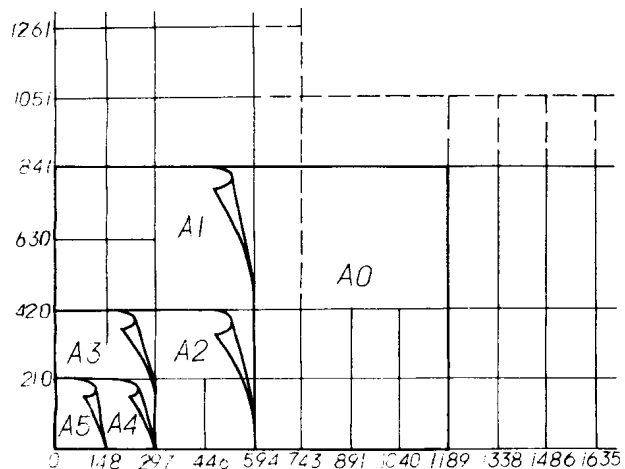


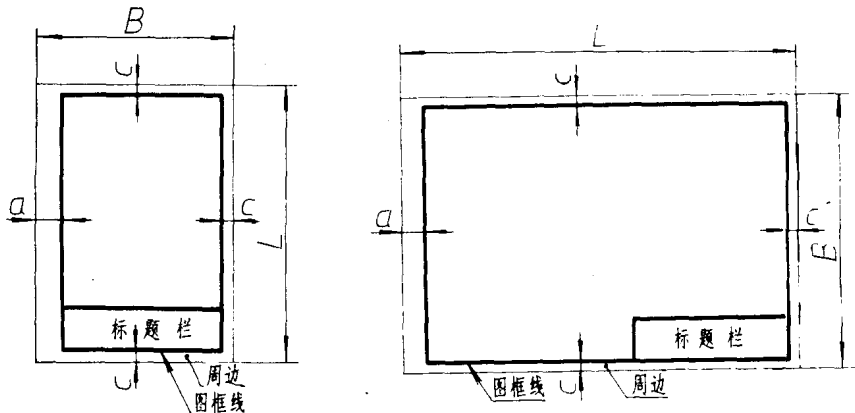
图 1-1 六种图纸幅面及加长边

① GB后边数字，如4457.1表示该标准的编号，84表示该标准是1984年发布的。

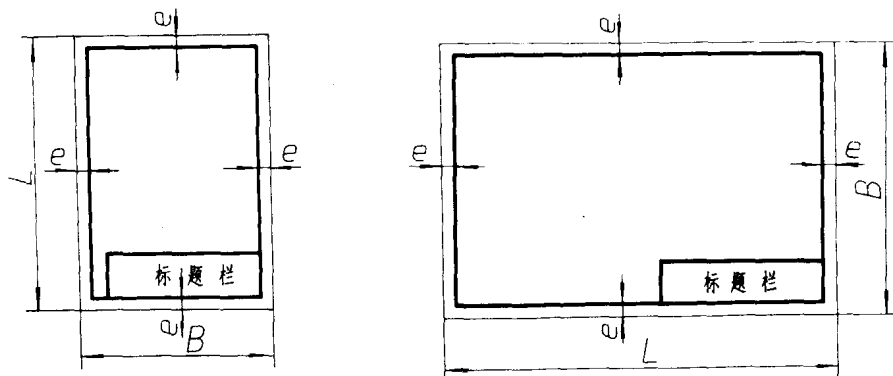
(二) 图框格式

无论图样是否装订，均应在图幅内画出图框，图框线用粗实线绘制。需要装订的图样，其格式如图1-2(a)所示，周边尺寸按表1-1中的规定。一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。不留装订边的图样，其图框格式如图1-2(b)，周边尺寸 e 见表1-1。

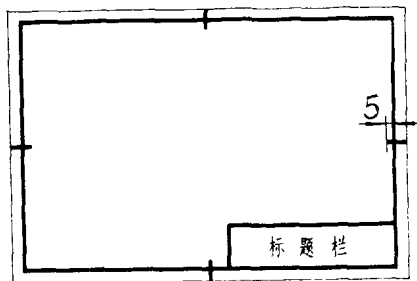
为了复制或缩微摄影的方便，可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约5 mm的一段粗实线，如图1-2(c)。



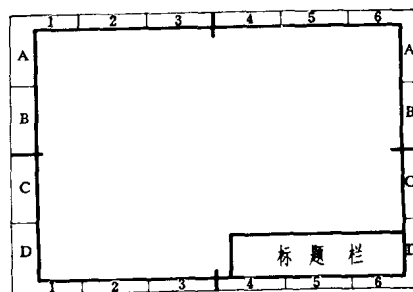
(a) 需装订的图框格式



(b) 不留装订边的图框格式



(c) 有对中符号的图框格式



(d) 图幅分区的图框格式

图 1-2 图框格式及标题栏方位

(三) 标题栏的方位及格式

标 题	标 题

图 1-3 标题栏另一方式配置

180									
10	10	16	16	12	16	(材料标记)			(单位名称)
						4×6.5(=26)	12	12	
标记处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日				(图样名称)	
设计(签名)	(年、月、日)	标准化(签名)	(年、月、日)	阶段标记			重量	比例	
						6.5			
审核					共 张 第 张			(图样代号)	
工艺	批准								
12	12	16	12	12	16	50			

(a) 国家标准规定的标题栏格式

10	20	20		40	
制图	王光明	85.10.6	(零件名称)	(比例)	8
校核	向中	85.10.8		(材料)	24
(校名、班号)			(图号)		
140					

(b) 学校暂用格式 (内部的分格线是细实线)

图 1-4 标题栏的格式

标题栏的外框是粗实线，其右边和底边与图框线重合。填写的字体，除名称用10号字^①外，其余均用5号字。

二、比例 (GB 4457.2—84)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比称比例。国标规定绘制图样时一般应采用表1-2中规定的比例。

表 1-2 规定的比例

n 为正整数

与实物相同	1:1
缩小的比例	1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5 1:10 ⁿ 1:1.5×10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:2.5×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ
放大的比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 (10× n):1

图样不论放大或缩小，在标注尺寸时，应按机件的实际尺寸标注。每张图样上均应在标题栏的“比例”一栏填写比例，如“1:1”或“1:2”。

绘制图样时，应尽可能按机件的实际大小(1:1)画出，以便直接从图样上看出机件的真实大小。由于机件的大小及其结构复杂程度不同，对大而简单的机件可采用缩小的比例；对小而复杂的机件则可采用放大的比例。

三、字体 (GB 4457.3—84)

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到：字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀。

各种字体的大小要选择适当。字体大小分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种号数(汉字不宜采用2.5号)。字体的号数即字体的高度(单位：mm)，字宽约等于字高的2/3。数字及字母的笔划粗细，约为字高的1/10。

(一) 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋字的特点是：

横平竖直 排列匀称 注意起落 填满方格

长仿宋字的基本笔划是：横、竖、撇、捺、点、挑、钩、折等。每一笔划要一笔写成，不宜勾描。它们的书写方法如下：

^① 关于字号的规定见本页中的“三、字体(GB4457.3—84)”。

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

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

α β γ δ ε ζ η θ ι

κ λ μ ν ξ ο π ρ σ

τ υ φ χ ψ ω

(三) 字体的应用示例

图样中用作指数、分数、注脚、极限偏差等的字母和数字，一般采用小一号字体，示例如下：

$R3$ $2 \times 45^\circ$ $M24-6H$

$\Phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $\Phi 15_{-0.011}^0$

78 ± 0.1 $10Js5(\pm 0.003)$

$\Phi 65H7$ $10f6$ $3P6$ $3p6$

$90 \frac{H7}{f6}$ $\Phi 9H7/c6$

四、图线 (GB 4457.4—84)

(一) 图线型式及应用

各种图线的名称、型式、代号及在图上的一般应用见表1-3。

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度, 在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择; 细线的宽度约为 $b/3$ 。图线宽度的推荐系列为: $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 \text{ mm}$ 。 0.18 mm 尽量避免采用。

(二) 图线画法

1. 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长短和间隔应各自大致相等。

2. 两条平行线 (包括剖面线) 之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度, 其最小距离不得小于 0.7 mm 。

3. 绘制圆的对称中心线时, 应超出圆外 $2 \sim 5 \text{ mm}$; 首末两端应是线段而不是短划; 圆心应是线段的交点。在较小的图形上绘制细点划线或双点划线有困难时, 可用细实线代替, 如图1-5。

4. 建议虚线与虚线 (或其他图线) 相交时, 应线段相交; 虚线是实线的延长线时, 在连接处要离开, 如图1-6。