



21世纪高等学校机械科学系列教材

21st Century Mechanical Science Textbook Series for Higher Education

(第3版)

机械制图

非机械类各专业适用

西北工业大学 编

叶 军 雷 蕾 主编

西北工业大学出版社

机 械 制 图

(第3版)

西北工业大学 编
叶 军 雷 蕾 主编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是根据高等工业学校工程制图基础课教学基本要求(50~70学时)规定的内容编写的,本次修订(第3版)可与西北工业大学编写的《机械制图习题集》(非机类·第3版)配套使用。本书主要内容包括投影方法、制图基础、机械制图、计算机绘图。在本次修订中,对第2版中叙述不确切之处进一步完善,并增加了新的内容,在计算机绘图部分,侧重介绍了绘图方法和技巧以及三维造型设计的基本知识,在编写时均采用了最新国家标准。

本书可作为非机类各专业本科及专科、电大等教学用书,也可供从事有关专业的技术人员、工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图:非机类/叶军,雷蕾主编. —3版. 西安:西北工业大学出版社,2008.9
ISBN 978-7-5612-0785-7

I. 机… II. ①叶… ②雷… 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(2003)第069645号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号

电话:(029) 88493844 88491757

网址:www.nwpup.com

印刷者:陕西丰源印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:31.5

字数:573千字

版次:2008年9月第3版第1次印刷

定价:55.00元(套)

第3版前言

本书是在《机械制图》(第2版)(李西琴,雷哲书主编,西北工业大学出版社出版)的基础上,根据高等工业学校工程制图基础课教学基本要求(50~70学时)修订而成的,主要面向非机类各专业本科、专科及电大的制图课程教学,也可供从事有关专业的技术人员学习、参考。

《机械制图》经过10多年的教学检验,其内容、结构日趋成熟,同时也得到了使用者广泛的肯定。本次修订按照有关国家标准更新了部分内容,并进一步调整了教材的内容体系以保证教学内容的循序渐进且更加流畅。

本书由西北工业大学编写,叶军,雷蕾担任主编。参加编写的人员有臧宏琦(第1章),马晓娟(第2章),杨茂奎(第3章),雷哲书(第4章),刘援越(第5章),高满屯(第6章,第9章部分内容),雷蕾(第7、10、11章),叶军(第3版前言和第8章),曲仕茹(第9章部分内容)。

本书的出版得益于前人奠定的坚实基础,它凝聚了多位主编及编写者的心血。在此向参与本教材各版本编写工作的编者们表示诚挚的敬意,同时也对我们所参考著作的作者表示感谢。

由于编者水平有限,教材中难免还存在疏漏之处,恳切希望广大读者指正。

编 者

2008年5月

第 2 版前言

根据高等工业学校工程制图基础课教学基本要求（50~70 学时），在总结多年教学工作经验的基础上，我们于 1992 年编写了《机械制图》（非机类）讲义和习题集。经过 3 届教学实践和认真讨论修订后，1995 年由西北工业大学出版社作为教材正式出版，并于 2002 年列入校级规划教材。它可供非机类各专业本科、专科及电大等教学使用，也可供从事有关专业的技术人员、工人参考。

近几年来，随着高等院校的扩大招生，以及用人单位和市场对非机类专业学生的需求越来越多，对该教材的需求量日益增加。我们本着与时俱进的宗旨，以培养适应国家和社会发展所需人才为教学目的，同时，通过多年对教材的使用，并收集了读者的反馈信息，及时对教材进行了补充和修改，进一步完善了教材中的相关内容。

本书是在 1995 年第 1 版的基础上修订的。在修订中，采用了最新的技术制图国家标准，又增加、完善了截交线、相贯线和组合体部分的立体图，同时对原版叙述不确切之处进行了斟酌和补充。在计算机绘图部分，本书与其他教材的不同之处在于，不介绍具体的绘图软件，而是注重了实际计算机绘图方法和技巧的讲述。

本书由西北工业大学编写。参加编写的同志有臧宏琦（编写第 1 章），马晓娟（编写第 2 章），杨茂奎（编写第 3 章），雷哲书（编写前言和第 4 章），刘援越（编写第 5 章），高满屯（编写第 6 章），雷蕾（编写第 7、11 章），叶军（编写第 8 章），曲仕茹（编写第 9 章），李西琴（编写第 10 章）。全书由李西琴、雷哲书任主编。

在编写过程中我们参考了国内同类著作，特向有关作者表示感谢。

本书由西安交通大学李承绪教授审稿，谨表示感谢。

由于我们水平有限，错误和疏漏之处在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

第 1 版前言

根据高等工业学校工程制图基础课教学基本要求 (50~70 学时), 在总结多年教学工作经验的基础上, 我们于 1992 年编写了《机械制图》(非机类) 讲义和习题集。经过 3 届教学实践和认真讨论修订后, 由西北工业大学出版社作为教材正式出版。它可供非机类各专业本科、专科及电大等教学使用, 也可供从事有关专业的技术人员、工人参考。

本书内容主要包括正投影原理、制图基础、机械制图、计算机绘图 4 部分, 编写时采用了最新国家标准, 加强了计算机绘图的内容。

本书由西北工业大学工程制图教研室编写。参加编写的同志有李西琴 (主编, 编写第 2、6 章), 刘进书 (副主编, 编写第 7、10 章), 查瑞芳 (编写第 3、4 章), 李菊英 (编写第 1、11 章), 曲仕茹 (编写第 9 章), 王随风 (编写第 5、8 章)。李俊凤同志参加了全部描图工作。王民族教授对教材进行了初审。西安交通大学李承绪教授最后对教材进行了审稿。在整个编写过程中, 得到了本室同仁的支持和帮助, 谨表示感谢。

由于我们水平有限, 错误和疏漏之处在所难免, 恳切希望使用本教材的广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论.....	1
第 1 章 机械制图的基本知识.....	2
1.1 技术制图标准介绍	2
1.2 绘图工具及其使用.....	22
1.3 几何作图.....	25
1.4 平面图形的绘制.....	28
第 2 章 正投影法的基本知识	33
2.1 正投影法及正投影的基本特性.....	33
2.2 物体的三面投影图.....	34
2.3 点的投影.....	37
2.4 直线的投影.....	41
2.5 平面的投影.....	50
第 3 章 立体的投影	58
3.1 平面立体的投影.....	58
3.2 回转体的投影.....	62
第 4 章 平面与立体相交, 立体与立体相交	71
4.1 平面与立体相交.....	71
4.2 立体与立体相交.....	81
第 5 章 轴测图	89
5.1 轴测图的基本知识.....	89
5.2 正等轴测图.....	90
5.3 斜二等轴测图.....	95
第 6 章 组合体的视图及尺寸标注	97
6.1 组合体的组合形式及物体分类.....	97

6.2	画组合体的视图	99
6.3	读组合体的视图	103
6.4	组合体的尺寸标注	112
第7章	机件的表达方法	116
7.1	视图	116
7.2	剖视图	118
7.3	断面图	123
7.4	综合举例	125
7.5	第三角投影简介	125
第8章	标准件、常用件	127
8.1	螺纹及螺纹紧固件	127
8.2	键、销连接	150
8.3	齿轮	153
8.4	弹簧、滚动轴承	157
第9章	零件工作图	164
9.1	零件图的作用和内容	164
9.2	零件图的视图选择	165
9.3	零件图中的尺寸标注	169
9.4	局部放大图和简化画法	174
9.5	零件结构的工艺性及有关尺寸	180
9.6	零件图中的技术要求	184
9.7	常用材料、材料的热处理和表面处理	208
9.8	读零件图	213
第10章	装配图	216
10.1	装配图的作用和内容	216
10.2	装配图的表达方法	218

10.3	装配图的尺寸注法.....	220
10.4	装配图中的零、部件序号和明细栏.....	221
10.5	由零件图画装配图.....	222
10.6	装配工艺结构简介.....	230
10.7	读装配图及由装配图拆画零件图.....	231
第 11 章	计算机绘图简介	239
11.1	概述.....	239
11.2	用交互式绘图软件绘制平面图形.....	239
11.3	用交互式绘图软件绘制零件图.....	241
11.4	用交互式绘图软件绘制装配图.....	245
11.5	交互式绘图软件的实体造型简介.....	249
参考书目		253

绪 论

(一) 本课程的性质和任务

“机械制图”是研究图样绘制理论和方法的课程。它是工科各专业和理科有关专业学生必修的一门技术基础课。

图样是人们在生产活动中表达和交流设计思想的一种重要工具，是人类生产不断发展的产物，它也将随着生产的发展而发展。在机械工程中，人们设计、制造、检验、装配、维修等离不开图样，在国内外的技术交流中也离不开图样。因此，图样是工程界的共同语言，作为工程技术人员必须了解、熟练掌握并能应用它。学习本课程的目的主要是培养学生绘图、读图能力和空间想象能力。

(二) 本课程的主要内容

- (1) 正投影法原理；
- (2) 制图基础；
- (3) 机械制图；
- (4) 计算机绘图。

(三) 本课程的学习方法及物质准备

机械制图是一门既有理论又有实践的课程，学习时必须有正确的学习方法和必要的物质准备。

1. 学习方法——理论联系实际

学习本课程时，要牢固掌握制图的基本知识和基本理论，反复由空间到平面再由平面到空间，密切注意理论联系实际，提高分析问题和解决问题的能力。

上课要认真听讲，注意教师的讲解和演示。要按时完成作业，因为作业是重要的实践环节。学习和熟练地掌握绘图、读图方法，重要的是亲自实践，通过一定数量和要求的绘图、读图训练，才能逐步学会和熟练掌握这一基本技能，从而更好地完成后续课程的学习任务以及满足将来的工作要求。要多画、多看、多想，不断提高自己的空间想象能力。

2. 物质准备

“工欲善其事，必先利其器”。要学好制图必须准备好绘图工具，其中包括丁字尺、三角板、绘图仪器、绘图铅笔、胶带纸、小刀、绘图纸等。

随着高新技术的迅猛发展，要求工程图的信息量越来越大，绘制和传递工程图的手段越来越先进，图学理论进一步得到充实，绘图技术不断更新。计算机绘图的应用和发展为本课程增添了活力，而学好本课程则为正确编程进行计算机绘图打下良好基础。

第 1 章 机械制图的基本知识

现阶段工业产品设计、制造和组织管理生产都离不开工程图样。图样是工业生产的重要技术文件，也是进行技术交流的重要工具。工程图样起源于生产，又反过来为生产服务。随着我国工业生产的不断发展，国际间技术交流日益增多和科学技术的不断更新，各项标准也要不断改进和完善，以适应生产发展的需要。作为工科院校的学生很有必要认真学习和严格遵守有关“制图”的各项国家标准，养成正确使用绘图工具和仪器的习惯，不断提高绘图能力和技巧。

本章介绍有关“制图”国家标准的部分内容，以及绘图工具的使用和几何作图等基本知识。

1.1 技术制图标准介绍

技术制图包括机械制图、电气制图、建筑制图等各类专业制图。在技术制图方面我国制定有完整的国家标准。标准主管部门每 5 年对标准复审一次，以确定是否继续执行、修改或废止。在工作中应采用经过审定的最新国家标准。

下面介绍绘制图样时常用的国家标准。

1.1.1 图纸的幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了图纸的幅面尺寸和格式，以及有关的附加符号，适用于技术图样及有关技术文件。

2. 引用标准

本标准引用了 GB/T 148—1989《印刷、书写及绘图用纸幅面尺寸》，GB/T 10609.4—1989《技术制图·对缩微复制原件的要求》，GB/T 13361—1992《技术制图·通用术语》。

3. 图纸幅面尺寸

(1) 绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

(2) 必要时也允许选用表 1-2 和表 1-3 中规定的加长幅面，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的，如图 1-1 所示。图中粗实线所示为基本幅面（表 1-1，第一选择），细实线所示为加长幅面（表 1-2，第二选择），虚线所示为加长幅面（表 1-3，第三选择）。

表 1-1 基本幅面 mm

幅面代号	尺寸 (B×L)
A0	841×1 189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

表 1-2 加长幅面 (1) mm

幅面代号	尺寸 (B×L)
A3×3	420×891
A3×4	420×1 189
A4×3	297×630
A4×4	297×841
A4×5	297×1 051

表 1-3 加长幅面 (2) mm

幅面代号	尺寸 (B×L)	幅面代号	尺寸 (B×L)
A0×2	1 189×1 682	A3×5	420×1 486
A0×3	1 189×2 523	A3×6	420×1 783
A1×3	841×1 783	A3×7	420×2 080
A1×4	841×2 378	A4×6	297×1 261
A2×3	594×1 261	A4×7	297×1 471
A2×4	594×1 682	A4×8	297×1 682
A2×5	594×2 102	A4×9	297×1 892

4. 图框格式

(1) 在图纸上必须用粗实线画出图框，其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采用一种形式。图框格式如图 1-2 和图 1-3 所示，尺寸规定见表 1-4。

(2) 加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定，如 A2×3 的图框尺寸，按 A1 的图框尺寸确定，即 e 为 20 (或 c 为 10)。

表 1-4 图框尺寸 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 (B×L)	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

5. 标题栏

(1) 每张图纸上都必须画出标题栏，其格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定，其位置在图纸右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示。

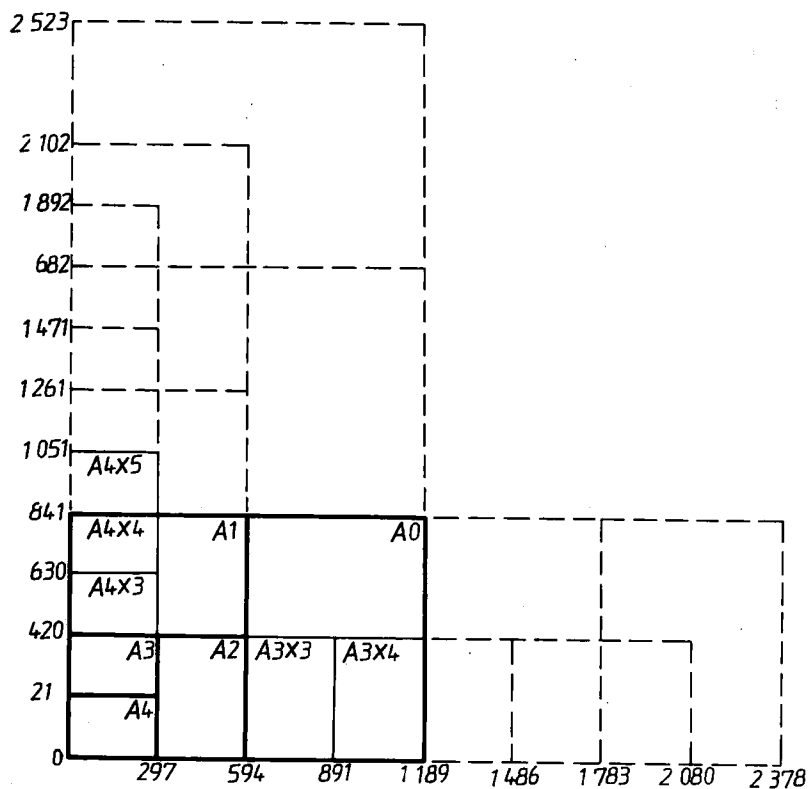


图 1-1 图纸幅面

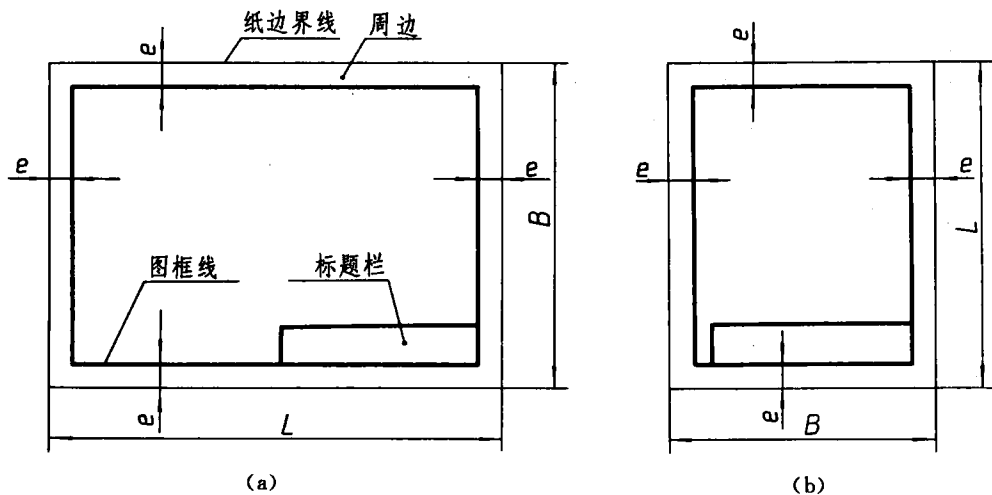


图 1-2 不留装订边图框格式

(2) 标题栏的长边置于水平方向与图纸的长边平行时, 则构成 X 型图纸, 如图 1-2(a) 和图 1-3(a) 所示; 若标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成 Y 型图纸, 如图 1-2(b) 和图 1-3(b) 所示。看图方向与看标题栏方向一致。

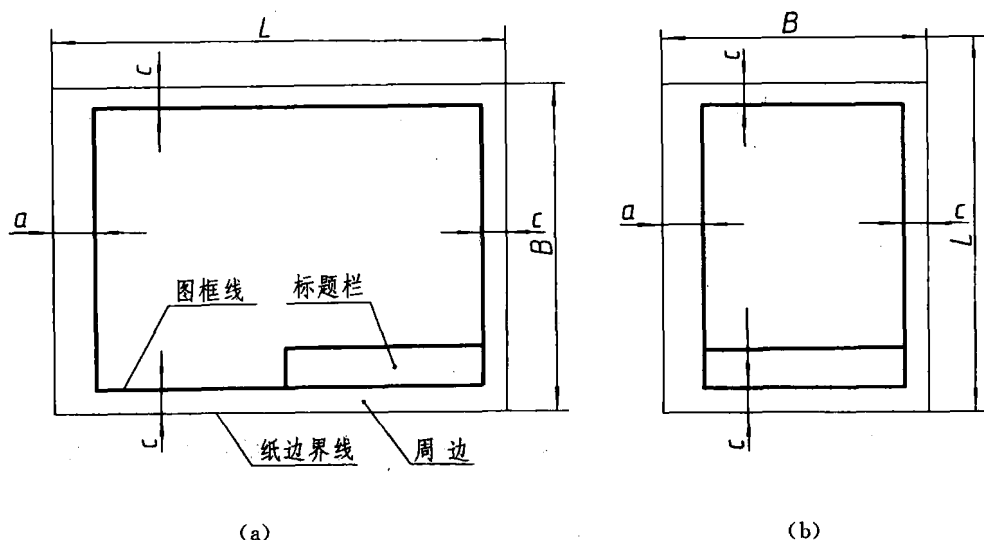


图 1-3 留装订边图框格式

(3) 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 1-4 (a), (b) 所示, 或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用, 如图 1-4 (c), (d) 所示。

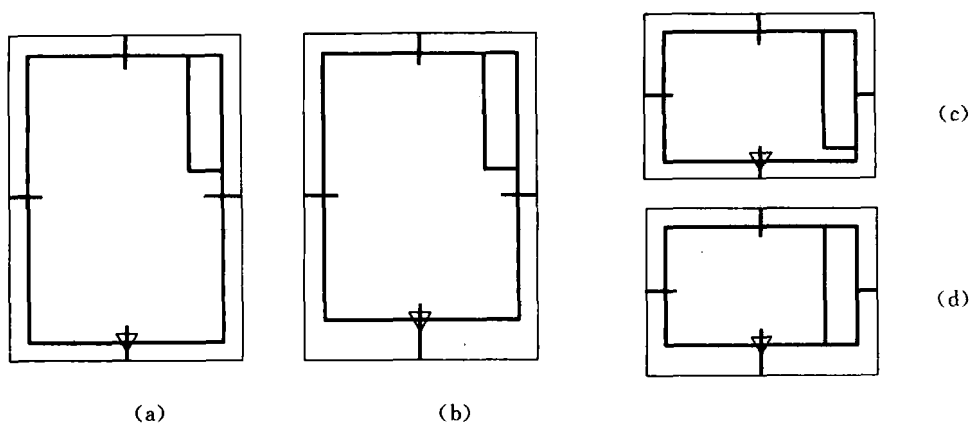


图 1-4 预制图纸的利用

6. 附加符号

(1) 对中符号: 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便, 对表 1-1 和表 1-2 所列的各号图纸, 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 0.5 mm, 长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm, 如图 1-4 所示。当对中符号处在标题栏范围内时, 则伸入标题栏部分省略不画, 如图 1-4 (c), (d) 所示。对中符号位置误差不大于 0.5 mm。

(2) 方向符号: 对按 5. (3) 规定使用预先印制的图纸时, 为了明确绘图与看图方向, 应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号, 如图 1-4 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形, 其大小和位置如图 1-5 所示。

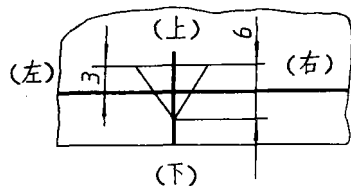


图 1-5 方向符号

1.1.2 比例

GB/T 14690—1993 规定了绘图比例及其标注方法, 适用于技术图样及有关技术文件, 引用标准 GB/T 13361—1992 《技术制图·通用术语》。

1. 术语

(1) 比例: 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

(2) 原值比例: 比值为 1 的比例, 即 1 : 1。

(3) 放大比例: 比值大于 1 的比例, 如 2 : 1 等。

(4) 缩小比例: 比值小于 1 的比例, 如 1 : 2 等。

2. 比例系列

需要按比例绘制图样时, 应由表 1-5 规定的系列中选取适当的比例, 必要时也允许选取表 1-6 中的比例。

表 1-5 规定的比例系列

mm

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
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-6 允许的比例系列

mm

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
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。

3. 标注方法

(1) 比例符号应以 “:” 表示。比例的表示方法如 1 : 1, 1 : 500, 20 : 1 等。

(2) 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

比例, 如 $\frac{I}{2:1}$, $\frac{A}{1:100}$, $\frac{B-B}{2.5:1}$, 平面图 1 : 100 等。

1.1.3 字体

GB/T 14691—1993 规定了汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸,适用于技术图样及有关技术文件。

1. 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 h 的公称尺寸系列为 1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm, 字体的高度代表字体的号数。如需要书写更大的字,其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。
 - (3) 汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。
 - (4) 字母和数字分 A 型和 B 型, A 型的笔画宽度 d 为 $h/14$, B 型的笔画宽度 d 为 $h/10$ 。在同一图样上只允许选用一种字型的字体。
 - (5) 字母和数字可写成斜体和直体,斜体字字头向右倾斜,与水平方向成 75° 。
 - (6) 在 CAD 制图中,数字与字母一般以斜体输出,汉字以正体输出。
- 国家标准《CAD 工程制图规则》中所规定的字体与图纸幅面的关系如表 1-7 所示。

表 1-7 字体与图幅的关系 mm

字高 (h) 字 体	图 幅	A0	A1	A2	A3	A4
汉 字		7	7	5	5	5
字母与数字		5	5	3.5	3.5	3.5

在机械工程的 CAD 制图中,汉字的高度降至与数字高度相同;在建筑工程的 CAD 制图中,汉字的高度允许降至 2.5 mm,字母、数字对应地降至 1.8 mm。

2. 字体示例

(1) 长仿宋体汉字示例:

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 端子接线 飞行员指导 驾驶舱位 挖填施工 引水通风 闸阀坝棉 麻化纤

(2) A 型斜体拉丁字母示例:

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

(3) A 型斜体数字、字母示例:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

α β γ δ ε ζ η θ ϑ ϰ λ μ ν

ξ ο π ρ σ τ υ φ ϗ ψ ω