



21世纪高职高专机电类系列规划教材

机械制图与CAD (非机类)

主 编: 周晓艳 罗 建

副主编: 黄卫萍 刘 静

华南理工大学出版社



21世纪高职高专机电类系列规划教材

机械制图与CAD (非机类)

主 编: 周晓艳 罗 建

副主编: 黄卫萍 刘 静

华南理工大学出版社

· 广州 ·

内 容 提 要

本书的编写按照 21 世纪教学内容和课程体系改革的需要,采用了我国最新颁布的《技术制图》、《机械制图》国家标准及与制图有关的其他国家标准。内容包括:绪论、制图基本知识、投影法基础、基本立体、立体的表面交线、轴测图、组合体、机件形状的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、AutoCAD 绘制平面图形、制图测绘等。

本书适用于高职高专非机械类专业,也可供机械类、近机械类专业学生使用,还可作为相关专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与 CAD(非机类)/周晓艳,罗建主编. —广州:华南理工大学出版社,2006.8

(21 世纪高职高专机电类系列规划教材)

ISBN 7-5623-2391-7

I. 机… II. ①周… ②罗… III. ①机械制图-高等学校:技术学校-教材
②机械制图:计算机制图-高等学校:技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 088994 号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

营销部电话:020-87113487 87110964 87111048(传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

http://www.scutpress.com.cn

责任编辑:吴兆强

印刷者:广东省农垦总局印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:369 千

版次:2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定价:22.00 元

版权所有 盗版必究

“21 世纪高职高专机电类系列规划教材”

编 写 委 员 会

- 顾 问：刘友和（中南金工研究会理事长）
- 主 任：陈冠周（梧州学院）
- 副 主 任：梁建和（广西水利电力职业技术学院）
刘孝民（桂林航天工业高等专科学校）
潘宜玲（华南理工大学）
- 执行主任：徐永礼（广西水利电力职业技术学院）
- 编 委：（按姓氏笔画）
- 王世辉（柳州职业技术学院）
- 韦宏思（柳州运输职业技术学院）
- 韦余苹（桂林工学院南宁分院）
- 卢勇威（广西职业技术学院）
- 朱上秀（桂林工学院南宁分院）
- 张海燕（广西电力职业技术学院）
- 罗 建（柳州运输职业技术学院）
- 诸小丽（南宁职业技术学院）
- 黄卫萍（广西农业职业技术学院）
- 黄 诚（广西机电职业技术学院）
- 谢文明（广西工业职业技术学院）

总 策 划：范家巧

执行策划：毛润政

总序

当前,我国的高职高专教育正处于一个高速而全新的发展时期,对高职高专教育的研究和探讨也处在一个积极探索和发展的阶段。作为高职高专教育中的重要一环的高职高专教材,同样需要我们认真对待和仔细研究。

高职高专教材的编写,应在保证一定的理论教学的基础上,注重培养学生的实际操作能力,为社会培养出合格的技能型人才。但是,目前我国各个高职高专院校之间的教学条件、教学水平等的发展均不平衡,在教材的编写过程中,如何既考虑学科的前瞻性,同时又兼顾各个学校发展水平不一的现实情况,是每一位参编者必须首先思考的问题。

“21世纪高职高专机电类系列规划教材”是由华南理工大学出版社组织策划、广西10余所高职高专院校合作编写的一套教材。第一批由《金工实训》、《机械制造基础》、《机械设计基础》、《机械制图与CAD》(分机类与非机类)、《机械制图与CAD习题集》(分机类与非机类)、《数控加工编程与操作》共8本教材组成,以后还将根据参编院校的教学需要,相应地推出本系列教材的第二批、第三批,以期能把该系列教材编写成品种比较齐全、内容比较先进、定位比较符合高职高专院校当前实际教学需要的系列教材。

为了出版好“21世纪高职高专机电类系列规划教材”(第一批),华南理工大学出版社做了大量的前期组织准备工作。他们首先邀请了各个参编院校中富有教学经验且负责机电类教学管理的专家、学者担任本系列教材的编委,多次召开编委会会议,就教材内容的定位、写作的要求、参编人员的组成、主编的落实等事项进行了具体而细致的商讨;然后召开了有全体参编人员参加的编写研讨会,专门讨论每种教材的写作大纲。参加编写的作者,均为从事高职高专教学工作多年的老师,他们熟知高职高专的教学现状,对未来高

职高专的发展方向有比较深刻的研究和探讨。在编写本系列教材的过程中,全体参编人员按照“理论适度、注重实操、切合实际”的编写原则,以高度负责的态度对待教材的出版工作。我相信,“天道酬勤”,经过出版社的精心策划,经过广大作者的辛勤劳动,该套教材应该会成为一套比较理想的、符合目前我国高职高专教学实际的教材。该套教材的出版,对推动我国特别是广西地区高职高专机电类的教学改革肯定会有好处。

和其他科学技术一样,机电技术的发展也相当之快。作为新世纪的教材,自然应反映新世纪中本门学科的面貌,这一点在这套教材中基本上做到了。

一个世纪有100年,在科技日新月异的年代,100年的变化将会是非常巨大的。所以,这套教材自然也会动态地不断向前发展。我们希望这套教材在今后的具体实践检验中,不断完善,不断发展,成为一套富有生命力和发展前途的教材。

近年来,中南地区金工界的研究活动比较活跃,2005年第2届中南6省和港澳特区大学生创新设计与制造大赛在广西大学举行时,吸引了来自中南6省和港澳特区乃至其他大区的兄弟院校的众多学生和教师参加,盛况空前。2007年第3届中南6省和港澳特区大学生创新设计与制造大赛又将举行,期望通过这套教材的出版,会有助于鼓励更多的学生投身于下届大赛。

由于我国的高职高专教育正处于探索和发展阶段,机电学科也将随着时代的进步不断发展。本套教材肯定还存在一些疏漏和不足,参与本系列教材的所有编审人员,将秉承与时俱进的精神,迎合我国高职高专发展的趋势,充分把握学科发展的最新动态,不断修订和完善本系列教材。同时,我们也衷心希望使用本套教材的同仁们能不吝赐教,更欢迎加入到本系列教材的第二批、第三批的出版或修订再版的作者队伍中来,共同促进我国高职高专机电人才培养事业的发展。

衷心祝愿这套教材出版成功。

中南金工研究会理事长、教授 **刘友和**

2006年7月于广州

前言

本教材是根据高职高专职业教育的特点,按照“以读图能力为主,以精简、适度、够用为度,强化应用、培养技能”的原则编写,兼顾 21 世纪教学内容和课程体系改革的需要,采用了我国最新颁布的《技术制图》、《机械制图》国家标准及与制图有关的其他国家标准,其中计算机绘图部分也采用了较新的 AutoCAD 2004 软件。

为突出高职高专教育特色,在教学内容、形式及选材等方面对教材进行了调整、取舍和补充。内容由浅入深、图文并茂,力求做到内容精练、概念清楚,注重教材的系统性和实用性。为了便于学生阅读和理解,书中的图例大都附有三维立体图。

在内容的安排上,遵循教学规律,根据正投影法的基本原理,先从读、画三视图入手,让学生先从感性上学会用形体分析的方法画图和读图。然后,再学习点、线、面的基本知识,让学生从理论上对形体分析法有更好的理解,同时掌握用线面分析法来读图和画图。

本书由周晓艳、罗建任主编,黄卫萍、刘静任副主编。参加本书编写工作的人员有:桂林航天工业高等专科学校周晓艳(绪论)、徐冠(第 7 章)、叶东(第 9 章)、张栋梁(第 11 章),柳州运输职业技术学院黄绘(第 2、6 章)、罗建(第 10 章、附录),广西职业技术学院毛萍(第 1、4 章),广西电力职业技术学院刘静(第 3 章)、陈蓓(第 8 章),广西农业职业技术学院黄卫萍(第 5、12 章)。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和不足,恳请读者批评指正。

编者
2006 年 4 月

目 录

绪论	(1)
0.1 本课程的性质、研究对象和内容	(1)
0.2 本课程的主要任务	(1)
0.3 本课程的学习方法	(1)
第 1 章 制图基本知识	(2)
1.1 机械制图国家标准的基本规定	(2)
1.2 手工绘图工具及其使用方法	(12)
1.3 基本几何作图	(14)
1.4 平面图形的分析与画图方法	(18)
第 2 章 投影法基础	(21)
2.1 投影法基本知识	(21)
2.2 物体的三视图	(22)
2.3 点的投影	(23)
2.4 直线的投影	(26)
2.5 平面的投影	(29)
第 3 章 基本立体	(33)
3.1 平面立体	(33)
3.2 回转体	(36)
3.3 基本立体的尺寸注法	(41)
第 4 章 立体的表面交线	(42)
4.1 截交线	(42)
4.2 相贯线	(47)
第 5 章 轴测图	(53)
5.1 轴测图的基本知识	(53)
5.2 正等测轴测图	(54)
5.3 斜二测轴测图的画法	(58)

第 6 章 组合体	(60)
6.1 组合体组合形式及其画法	(60)
6.2 组合体的尺寸标注	(63)
6.3 看组合体视图的方法	(67)
第 7 章 机件形状的常用表达方法	(71)
7.1 视图	(71)
7.2 剖视图	(74)
7.3 断面图	(79)
7.4 局部放大图及其他规定简化画法	(81)
7.5 第三角投影画法简介	(84)
第 8 章 标准件和常用件	(86)
8.1 螺纹及螺纹紧固件	(86)
8.2 键	(96)
8.3 销	(98)
8.4 滚动轴承	(99)
8.5 齿轮	(101)
8.6 弹簧	(107)
第 9 章 零件图	(110)
9.1 零件图的作用和内容	(110)
9.2 零件图的视图选择	(111)
9.3 零件图的尺寸标注	(114)
9.4 零件结构工艺简介	(120)
9.5 零件图的技术要求	(125)
9.6 读零件图	(142)
第 10 章 装配图	(145)
10.1 装配图的作用和内容	(145)
10.2 装配图的规定画法	(146)
10.3 装配图的尺寸标注	(147)
10.4 装配图的零件序号和明细栏	(147)
10.5 装配工艺结构的合理性	(148)
10.6 读装配图	(149)
10.7 由装配图拆画零件图	(150)

第 11 章 AutoCAD 绘制平面图形	(152)
11.1 AutoCAD 基础知识	(152)
11.2 常用文件操作命令	(159)
11.3 基本编辑命令	(159)
11.4 常用的绘图命令	(162)
11.5 编辑命令	(168)
11.6 精确绘图	(174)
11.7 图形显示控制	(177)
11.8 图层	(178)
11.9 尺寸标注	(181)
11.10 文字样式与文字注写	(190)
第 12 章 制图测绘	(194)
12.1 制图测绘的目的	(194)
12.2 制图测绘的内容和要求	(194)
12.3 制图测绘的任务	(194)
12.4 机械制图测绘	(194)
附录	(198)
参考文献	(222)

绪 论

0.1 本课程的性质、研究对象和内容

“机械制图与 CAD”是工程类专业的一门必修技术基础课,是研究和解决空间几何问题以及绘制和阅读工程图样,贯彻国家制图有关标准为主要内容的理论和方法。

工程图样是工业产品设计、制造、安装、检验、调试、使用、维修等过程中的主要依据。因此,工程图样被誉为“工程界的语言”,同时又是工程界表达和交流技术思想和信息的重要媒介和工具,也是生产和施工的重要技术文件。因此,每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

本课程主要内容:画法几何、制图基础、工程图、计算机绘图。

0.2 本课程的主要任务

- 学习正投影法的基本理论及其应用。
- 培养空间几何问题的图解能力。
- 培养绘图和读图的基本能力。
- 学习、贯彻机械制图国家标准及其他有关规定,具有查阅有关标准及手册的能力。
- 培养计算机绘图能力。
- 培养认真负责、严谨细致的工作态度和工作作风。

0.3 本课程的学习方法

本课程是一门理论性和实践性很强的课程,绘制和阅读机械图样是本课程的主要内容。故学习中首先要注意掌握正投影的规律,并运用正投影的规律去解决绘图和读图中的实际问题。注意空间几何关系的分析,以及空间问题与其平面上的表示方法之间的对应关系,由浅入深,由简到繁,不断地由物画图,由图想物,多想、多看、多画,逐步培养空间想像能力和空间构思能力,不断加强形象思维的训练。熟悉并遵守《机械制图》和《技术制图》国家标准的有关规定。掌握正确的表达方法,学会正确运用视图、剖视、断面及其他规定画法,掌握尺寸标注的方法。要完成一定数量的作业、练习、读图、画图及上机实践,才能逐步掌握画图、读图的方法,提高绘图和读图能力。

另外,由于图样是指导生产的依据。读图和绘图的任何差错都会给生产带来严重的损失,因此在学习和作业时,必须持认真负责的态度以及耐心、细致的工作作风。

所以要做到:掌握正确的思维方法;提高听课效率;认真地完成作业;遵循国家标准规定。

认真学习本课程,将为学生的绘图能力和读图能力打下一定的基础。

第 1 章 制图基本知识

机械图样是现代工业生产过程中的重要技术资料。要绘制出符合要求的机械图样，必须首先掌握机械制图的基本知识和基本技能。

1.1 机械制图国家标准的基本规定

机械图样是设计和生产中重要的技术文件，为便于组织生产管理和进行技术交流，国家标准《技术制图》和《机械制图》对机械图样做了统一的技术规定。我国发布的标准明确规定，每一个工程技术人员必须以严肃认真的态度遵守国家标准。

1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T14689—1993)^①

1.1.1.1 图纸幅面

为了便于图样的绘制、使用及保管，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

单位: 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				

注: ① GB 为国家标准代号, T 为推荐标准代号, 14689 为顺序号, 1993 表示发布年号。

在基本图幅中, A0 图纸长边与短边之比为 $\sqrt{2}$, 其面积是 1m^2 。A1 图纸面积是 A0 的一半, 其余各种幅面都是后一幅面为前一幅面的一半。

必要时, 可以对幅面加长。加长后的幅面尺寸是由基本幅面的短边 (B) 成整数倍增加后得出, 如图 1-1 所示。加长后的幅面代号记作: 基本幅面代号 × 倍数。如: A4 × 3, 表示 A3 图纸短边 210 加长 3 倍, 加长后图纸的尺寸是 297×630 。

1.1.1.2 图框格式

无论图样是否装订, 均应在图纸上用粗实线绘出图框。其格式分为不留装订边和留有装订边两种。

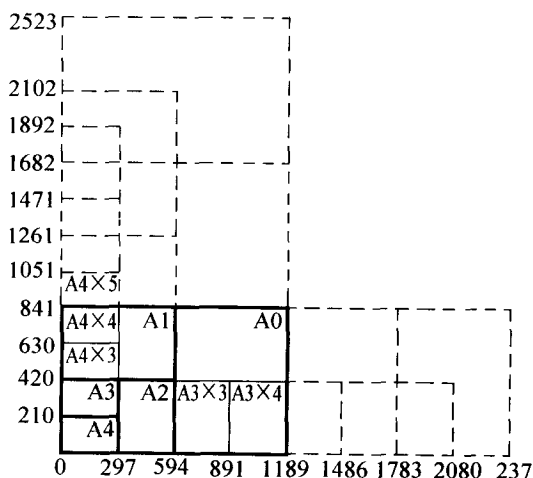


图 1-1 图纸的基本幅面及加长幅面尺寸

图框距图纸边界的尺寸按表 1-1 选取,但同一产品的图样只能采用一种格式。需要装订的图样,一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。

图 1-2 为留装订边的图框格式;图 1-3 为不留装订边的图框格式。

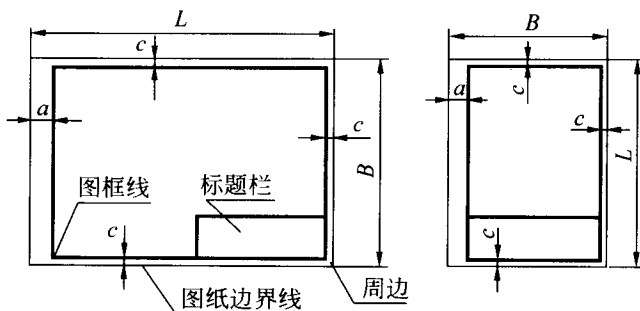


图 1-2 留装订边的图框格式

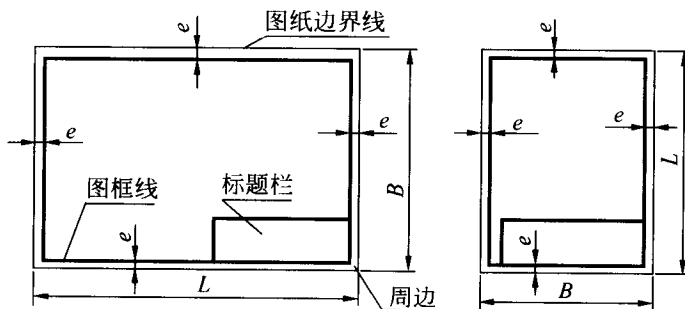


图 1-3 不留装订边的图框格式

1.1.1.3 标题栏 (GB/T10609—1989)

每一张图纸上都必须画出标题栏,其位置应在图纸的右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示。标题栏的格式和尺寸,国家标准 GB/T10609—1998 中已有规定,如图 1-4 所示。标

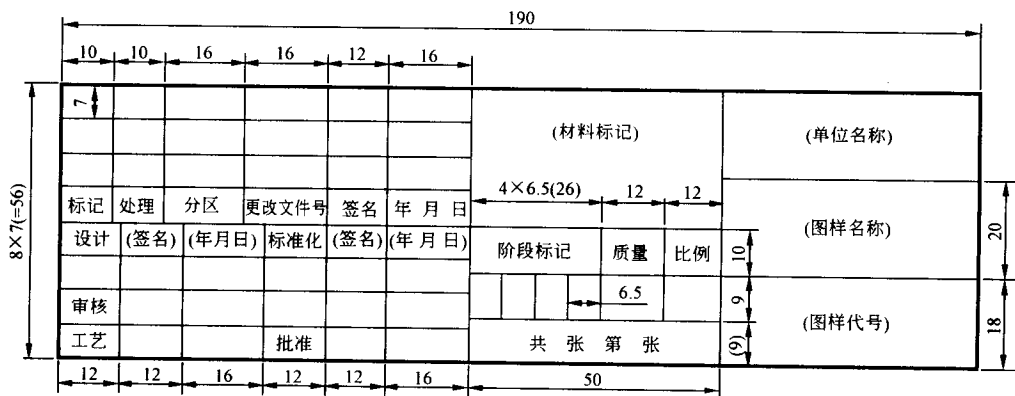


图 1-4 标题栏的格式、尺寸

题栏的外框用粗实线绘制，其右边和底边与图框线重合，其余用细实线绘制。学校的制图作业建议采用图 1-5 的格式。

32	(零件图名称)			比例		数量	
				材料		图号	
	制图			(单位名称)			
	审核						
8	15	25	20	15	25	15	
140							

图 1-5 简化标题栏

1.1.1.4 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，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，长度从图纸边界开始伸入图框内约 5 mm，位置误差不大于 0.5 mm。当对中符号处于标题栏范围内时，则伸入标题栏的部分省略不画，如图 1-6a 所示。

(2) 方向符号

若使用预先印制好的图纸，有时会遇到标题栏的方向与看图方向不一致。为了明确绘图和看图的方向，应在图纸的下边对中符号处，画出一个方向符号，如图 1-6b 所示。

方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形，其大小及所在位置如图 1-6c 所示。

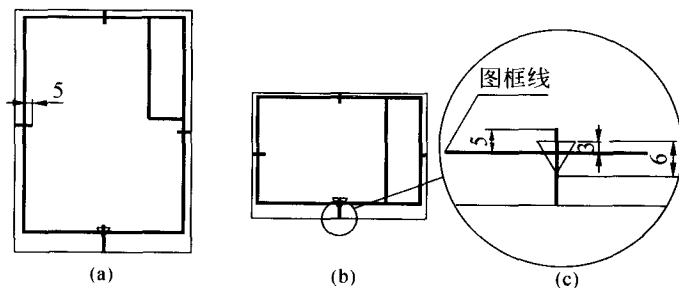


图 1-6 对中符号及方向符号

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，应采用 GB/T 规定的比例。表 1-2 和表 1-3 是 GB/T 规定的比例值，分为原值、放大、缩小三种。应优先选用表 1-2 中的比例值，必要时，也允许选用表 1-3 中的比例值。

绘制图样时，应尽可能按机件的实际大小画出（即尽量采用 1:1 的比例），以便直接从图样上看出机件的真实大小。对于大而简单的机件，可采用缩小比例，而对于小而复杂的机件，则选用放大比例。

图样无论采用何种比例绘制,在标注尺寸时,都必须按机件的实际尺寸标注,如图 1-7 所示。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例栏中填写。当同一机件的某个视图采用了不同的比例时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如图 1-8 所示。

表 1-2 比例系列 (一)

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 1-3 比例系列 (二)

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。

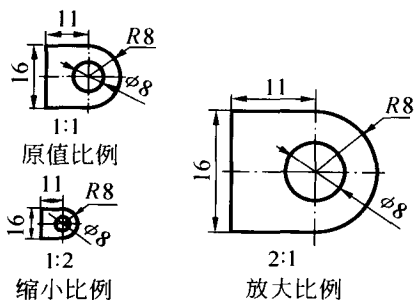


图 1-7 不同比例绘制同一图形的尺寸标注

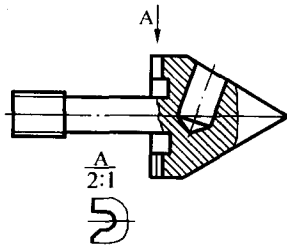


图 1-8 比例另行标注的形式

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

国标要求,图样和有关技术文件中书写的汉字、数字和字母必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

国家标准中以字体的高度代表字体的号数,共规定了 8 种字号,有 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 (mm)。若书写更大的字,字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1.1.3.1 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不小于

3.5mm, 字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体的书写要领为: 横平竖直、起落有锋、结构均匀、写满方格。

1.1.3.2 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 $1/10$ 。在同一张图样上, 只允许采用同一种型式的字体。

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 1-9 是汉字、数字和字母示例。

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船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

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

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

10^3 S^{-1} D_1 T_d $7 \cdot \frac{+1}{-2}$ $\frac{3}{5}$

图 1-9 长仿宋字、字母和数字示例

1.1.4 图线 (GB/T17450—1998 和 GB/T4457.4—2002)

工程图样是采用不同型式的图线画成的, 为了统一, 便于看图和绘图, 绘制图样时应采用国标中规定的图线。

1.1.4.1 图线线型

国家标准 GB/T17450—1998《技术制图——图线》规定了绘制各种技术图样的基本线型, 适用于各种技术图样, 如机械、土木、电气等。机械图样中常用图线的线型、名称及主要用途, 见表 1-4。

1.1.4.2 线宽

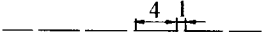
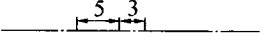
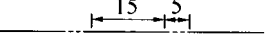
图线的宽度应根据图幅的大小及机件的复杂程度等在下列数字系列中选择: 0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。机械图中常用的粗线宽度 b 为 0.5~2mm, 细线的宽度约为 $b/2$ 。

1.1.4.3 图线画法 (GB/T14665—1998)

①同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

②当各种线型重合时, 应按粗实线、虚线、点画线的顺序绘制。

表 1-4 基本线型

线型名称	图 线 线 型	图线宽度	主 要 用 途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$b/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、辅助线、重合剖面的轮廓线、引出线等
虚线		$b/2$	不可见轮廓线
细点画线		$b/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		$b/2$	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$b/2$	假想轮廓线、极限位置的轮廓线
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		$b/2$	断裂处的边界线

图线的应用示例见图 1-10。

③点画线和双点画线中的点应是极短的一横 (长约 1mm), 不能画成圆点, 线的首末两端应画线, 不应画成点, 且点画线应超出图形的轮廓线 3~5mm。

④在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替。

⑤虚线、点画线、双点画线与任何图线相交时, 都应交在线段处; 虚线是其他图线的延长线时, 连接处应留有空隙。