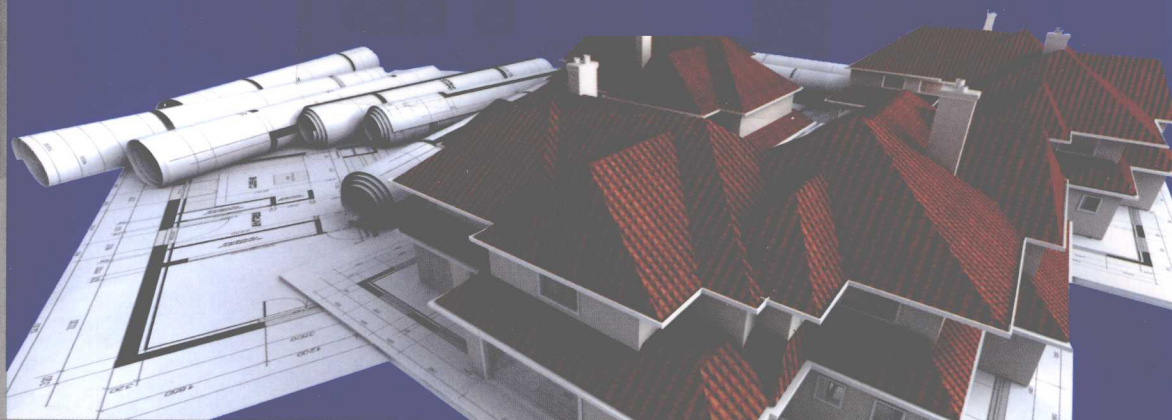




全国高等院校土木工程类系列教材

工程CAD高级应用技术

李 进 主编



科学出版社
www.sciencep.com

全国高等院校土木工程类系列教材

工程 CAD 高级应用技术

李 进 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是在作者总结多年的教学经验的基础上精心编写而成的。全书共分五章,重点介绍 AutoCAD 三维绘图命令、二次开发及重要设计功能。随书附带的光盘包含书中全部范例文件,共分四部分内容:第一部分是 AutoCAD 三维简单模型实例,读者只要按照其尺寸模仿练习就能达到建模目的;第二部分是复杂三维建模多媒体 avi 格式文件,以电影播放形式详细讲解了水上树复杂三维模型整个建模过程和建模步骤,是读者自学 AutoCAD 复杂三维建模的良好范例;第三部分包括 AutoCAD 二次开发有关程序设计实例和菜单实例文件等内容,读者可以参考这些实例编写自己的 AutoLISP 工程软件和菜单文件等;第四部分为与本书配套的习题。

本书可作为高等院校工程绘图相关专业的教材,也可供工程绘图相关专业的工程技术人员或参加 AutoCAD 培训的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程 CAD 高级应用技术/李进主编. —北京:科学出版社,2010.4
(全国高等院校土木工程类系列教材)
ISBN 978-7-03-026980-5

I. ①工… II. ①李… III. ①计算机辅助设计-应用软件, AutoCAD-高等学校-教材 IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 042070 号

责任编辑:陈 迅 / 责任校对:王万红
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者工作设计室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2010 年 3 月第一次印刷 印张:17.5
印数:1—3 000 字数:395 700

定价:33.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137026(BA08)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

全国高等院校土木工程类系列教材 编委会

主 任 白国良

副 主 任 (以姓氏笔画为序)

马建勋 刘伯权 何明胜 邵生俊 陈宗平

杨 勇 童安齐

秘 书 长 贾凤云

副秘书长 任加林 陈 迅

委 员 (以姓氏笔画为序)

马 斌 马建勋 王士川 王志骞 王泽军

史庆轩 白国良 冯志焱 任加林 刘伯权

苏明周 杜高潮 李 进 李青宁 李建峰

李惠民 余梁蜀 何明胜 何廷树 邵生俊

张 荫 张 倩 张志政 陈 迅 陈宗平

杨 勇 赵 平 赵树德 赵鸿铁 姚继涛

贾凤云 徐 雷 袁伟宁 郭成喜 梁兴文

韩晓雷 童安齐 曾 珂 廖红建 熊仲明

薛建阳

前 言

在众多的计算机绘图软件中,AutoCAD 是最具代表性的一个。它是美国 Autodesk 公司推出的计算机辅助设计与绘图软件,是一种典型开放式软件,具有功能强、适用面广、易学、实用和便于二次开发等特点,所以在国内外被广泛应用。AutoCAD 一经推出,就将工程设计人员从手工设计绘图的低效、繁琐和重复工作中解脱了出来。AutoCAD 提供了丰富的作图功能,操作方便、绘图准确,具有强大的图形编辑功能,能使用户对现有的图形进行编辑,这是手工绘图无法实现的。它可以交互式绘图,利用人-机对话直观、方便地绘出图样。它还有许多辅助绘图功能,使绘图工作变得简单。

由于 AutoCAD 的强大工程设计功能和广泛应用,近年来 AutoCAD 高级应用技术已经成为高等院校建筑工程、土木工程和机械工程等专业的大学本科生和研究生必修课程,其主要包含两部分内容——AutoCAD 三维建模和 AutoCAD 二次开发。AutoCAD 高级应用技术方面的书籍有很多,且大多深浅不一、侧重各异,但几乎没有能够真正适合教学的教材,对于本科教学更是如此。笔者长期从事本科生和研究生 AutoCAD 的高级应用方面的教学工作,据多年教学经验和教学过程中学生的反映,AutoCAD 高级应用课程抽象、难懂、不易掌握。基于这些问题,笔者经多年探索,在总结教学经验的基础上,编写了本书。由于大多数学生对工程制图中国家规范了解甚少,本书还浓缩了工程制图有关国家标准和规范的内容,以便学生在课程学习和工程设计中参考;同时,结合工程实际编入大量工程中常用的图形实例,这些实例由简到繁、由易到难,且内容编排相辅相成,使抽象内容具体化、复杂内容简单化,从而使学生易于理解和掌握。此外,针对非机类学生立体感较差等问题,本书强化了组合体的内容,增加了各种典型图形的细致分析,为培养学生的空间立体感打下基础。

本书共 5 章,内容包括:第 1 章绪论,介绍了工程制图有关国家标准和规范、AutoCAD 软件的发展和研究方向、AutoCAD 高级应用技术涉及内容的简介,以及本书结构等内容;第 2 章 AutoCAD 三维建模,介绍了 AutoCAD 高级应用技术中三维建模的方法和步骤以及三维坐标系的建立和切换、三维视图建立和切换等内容,同时针对本章涉及的三维命令还专门列出了三维建模命令速查表;第 3 章 AutoCAD 环境定制,介绍了 AutoCAD 定制图形模板、定制专业工具栏-使用按钮宏和宏文件、定制标准库文件和定制专业菜单文件等内容;第 4 章 AutoLISP 语言集成开发环境,介绍了 AutoLISP 语言集成开发环境——VisualLISP 的功能和使用方法;第 5 章 AutoLISP 二次开发语言,介绍了 AutoLISP 二次开发语言基础、AutoLISP 语言有关程序设计方法和步骤,以及如何在 AutoLISP 语言集成开发环境下编辑调试自己的程序,如何使用 AutoLISP 语言新建 AutoCAD 命令或修改 AutoCAD 现有命令使其满足专业需要等内容。

本书每章后的思考题便于学生掌握本章所学内容,并考量其掌握的程度。

本书附有三个附录。附录一是 AutoCAD 命令速查表,便于学生不理解命令功能时参考。附录二为 AutoCAD 三维建模相关系统变量,便于学生对三维系统变量的理解、掌

握并在工程设计中参考。附录三是配套光盘,包括四部分内容,第一部分是 AutoCAD 三维简单模型实例,这些实例由简到繁、由易到难,读者只要按照其尺寸模仿练习就能达到建模目的;第二部分是复杂三维建模多媒体 avi 格式文件,以电影播放形式详细讲解了水上榭复杂三维模型整个建模过程和建模步骤,是读者自学 AutoCAD 复杂三维建模的良好范例;第三部分包括 AutoCAD 二次开发有关程序设计实例和菜单实例文件,读者可以参考这些实例编写自己的 AutoLISP 工程软件和菜单文件等;第四部分为与本书配套的、针对教材各章节内容的三维绘图练习,并给出了详细步骤和有关绘图命令及其操作方法,读者可以依照步骤练习,以便熟练掌握各章节要求的内容。

由于 AutoCAD 软件版本发展得太快,本书作为高等院校本科教材没有必要追随 AutoCAD 最新版本,本书使用 AutoCAD2004 版本为教学版本。由于 AutoCAD 版本的提高,请读者将自己所使用的版本做相应的适应性修改后,使用本书中提供的 AutoLISP 实例程序。

此外,本书二次开发部分只涉及 AutoLISP 语言的部分内容,很多更加深入的知识由于其不属于本科教学的必要内容故教材中并未涉及,有兴趣的读者可以参考其他相关书籍深入学习。

本书 1.1 节由兰振波编写,孙蓓参与了本书部分工作,在本书编写过程中得到曾珂、李睿、张奇伟和徐红等的大力支持和帮助,在此一并表示感谢!

在编写本书过程中,作者参考了一些国内外同类著作和资料,在此特向有关作者致意!

由于笔者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

目 录

第一部分 AutoCAD 三维建模

1 绪论	3
1.1 工程制图初步	3
1.1.1 工程制图国家标准简介	3
1.1.2 国家标准介绍	3
1.2 AutoCAD 软件的发展和研究方向	12
1.3 AutoCAD 高级应用技术涉及内容简介	14
1.4 本书涉及的内容和结构	14
1.4.1 本书涉及的内容	14
1.4.2 本书结构图	14
2 AutoCAD 三维建模	16
2.1 三维坐标系及其定义	16
2.1.1 三维坐标系概述	16
2.1.2 三维坐标系方向确定准则——右手定则	17
2.1.3 在三维空间确定点	17
2.2 三维模型动态观测	23
2.2.1 设置三维空间视点	23
2.2.2 VPOINT 命令	23
2.2.3 PLAN 命令	27
2.2.4 DDVPOINT 命令	29
2.2.5 3DORBIT 命令	30
2.2.6 用户坐标系	32
2.2.7 ELEV 命令	33
2.2.8 UCS 命令	34
2.3 建立三维线框模型	40
2.3.1 创建线框模型	41
2.3.2 在三维空间中的二维对象	42
2.3.3 在三维空间编辑二维对象	43
2.3.4 在三维空间中的三维曲线	48
2.3.5 应用于三维多段线的 PEDIT 命令	50
2.4 建立三维表面模型	54

2.4.1	表面造型	54
2.4.2	AutoCAD 曲面的特征	54
2.4.3	3DFACE 命令	59
2.4.4	修改三维平面	65
2.4.5	EDGE 命令	66
2.4.6	三维多边形网格	68
2.4.7	RULESURF 命令	68
2.4.8	TABSURF 命令	71
2.4.9	REVSURF 命令	73
2.4.10	3DGESURF 命令	76
2.4.11	3DMESH 命令	77
2.4.12	修改多边形网格曲面	84
2.4.13	PEDIT 命令	85
2.5	建立三维实体模型	89
2.5.1	实体建模	89
2.5.2	构造面域	91
2.5.3	基本三维实体	92
2.5.4	BOX 命令	94
2.5.5	WEDGE 命令	96
2.5.6	CYLINDER 命令	99
2.5.7	CONE 命令	103
2.5.8	SPHERE 命令	105
2.5.9	TORUS 命令	106
2.5.10	基于母线生成的实体	108
2.5.11	REVOLVE 命令-旋转实体命令	110
2.5.12	拉伸(EXTRUDE)命令	112
2.6	三维模型操作	117
2.6.1	布尔操作	117
2.6.2	单个三维对象的修改操作	121
2.6.3	常用的三维操作命令	127
2.6.4	SLICE 命令	139
2.6.5	编辑三维实体	142
2.6.6	控制三维实体的外观	149
2.6.7	实体分析	152
2.6.8	相关命令	158
2.7	使用命令速查	159
2.8	小结	162
	思考题	162

第二部分 AutoCAD 二次开发

3 AutoCAD 环境定制	171
3.1 概述	171
3.1.1 图形模板(又名图形样板)	171
3.1.2 标准图形模板	171
3.2 定制图形模板	172
3.2.1 定制图形模板	172
3.2.2 加载图形模板	175
3.2.3 模板文件定制实例	176
3.3 定制专业工具栏-使用按钮宏和宏文件	184
3.3.1 宏命令和宏文件	184
3.3.2 按钮宏命令操作	186
3.3.3 使用脚本文件和宏命令	187
3.4 定制标准库文件	192
3.4.1 创建幻灯片及幻灯片库	192
3.4.2 定制标准库存文件	196
3.4.3 剖面线图案建立	203
3.4.4 专业符号图和图形库	205
3.5 定制专业菜单文件	206
3.5.1 AutoCAD 的菜单	206
3.5.2 定制菜单文件	210
3.6 小结	223
思考题	223
4 AutoLISP 语言集成开发环境	224
4.1 VisualLISP 集成开发环境概述	224
4.2 Visual LISP 集成开发环境界面功能简介	224
4.2.1 具有 VisualLISP 的编辑功能	224
4.2.2 VisualLISP 开发环境图形界面	224
4.3 加载和运行 VisualLISP 程序	226
4.4 建立、调试和运行自己的程序	227
4.4.1 VisualLISP 开发环境应用	227
4.4.2 建立自己的应用程序	230
4.5 小结	231
思考题	231
5 AutoLISP 二次开发语言	232
5.1 概述	232

5.1.1 AutoLISP 的目的	232
5.1.2 AutoCAD 的典型应用	232
5.1.3 AutoLISP 的特点	232
5.2 AutoLISP 语言基础	233
5.2.1 AutoLISP 数据类型	233
5.2.2 AutoLISP 变量的内容	233
5.2.3 AutoLISP 程序格式	234
5.3 AutoLISP 语言基本函数和自定义函数	235
5.3.1 基本函数分类	235
5.3.2 自定义函数	242
5.4 AutoLISP 程序控制函数	244
5.4.1 顺序执行函数	244
5.4.2 条件执行函数	244
5.4.3 循环函数	245
5.4.4 程序举例	245
5.5 AutoLISP 文件处理函数	246
5.5.1 Lambda 和 apply 函数的用法	246
5.5.2 文件处理函数	247
5.5.3 文件处理函数实例	249
5.6 小结	249
思考题	250
附录 AutoCAD 有关资料	251
一、AutoCAD 命令速查表	251
二、AutoCAD 三维建模相关系统变量	261
三、配套光盘	266
参考文献	267

第一部分

AutoCAD 三维建模

1 绪 论

1.1 工程制图初步

1.1.1 工程制图国家标准简介

标准是随着人类生产活动和产品交换规模及范围的日益扩大而产生的。我国现已制订了 20 000 多项国家标准,涉及工业产品、环境保护、建设工程、工业生产、工程建设、农业、信息、能源、资源及交通运输等方面,已成为标准化工作较为先进的国家之一。

我国现有的标准可分为国家、行业、地方、企业标准四个层次。

国家标准和行业标准又分为强制性标准和推荐性标准。强制性国家标准的代号形式为 GB××××—××××,GB 分别是“国标”两字汉字拼音的第一个字母,其后的××××代表标准的顺序编号,而“—”后面的××××代表标准颁布的年份。推荐性标准的代号形式为 GB/T××××—××××。

强制性标准是必须执行的,而推荐性标准是国家鼓励企业自愿采用的。但由于标准化工作的需要,这些标准实际上都被认真执行着。

标准是随着科学技术的发展和经济建设的需要而发展变化的。我国的国家标准在实施后,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订的最新标准。

下面介绍绘制图样时常用的国家标准。

1.1.2 国家标准介绍

1. 图纸的幅面及格式

1) 图纸幅面(见 GB/T 14689—1993)

绘制技术图样时,应优先选用表 1-1 所规定的基本幅面,必要时,允许选用规定的加长幅面,这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整倍数增加后得出的(图 1-1)。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

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

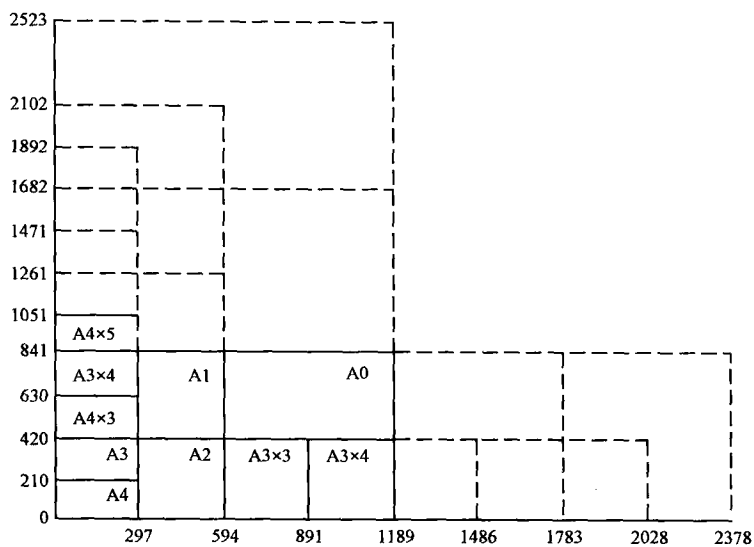


图 1-1 图纸幅面及加长幅面

2) 图框格式

在图纸上,图框必须用粗实线画出。图框尺寸可从表 1-1 中查得,其格式分为不留装订边和留有装订边两种(图 1-2)。同一产品的图样,只能采用一种格式。

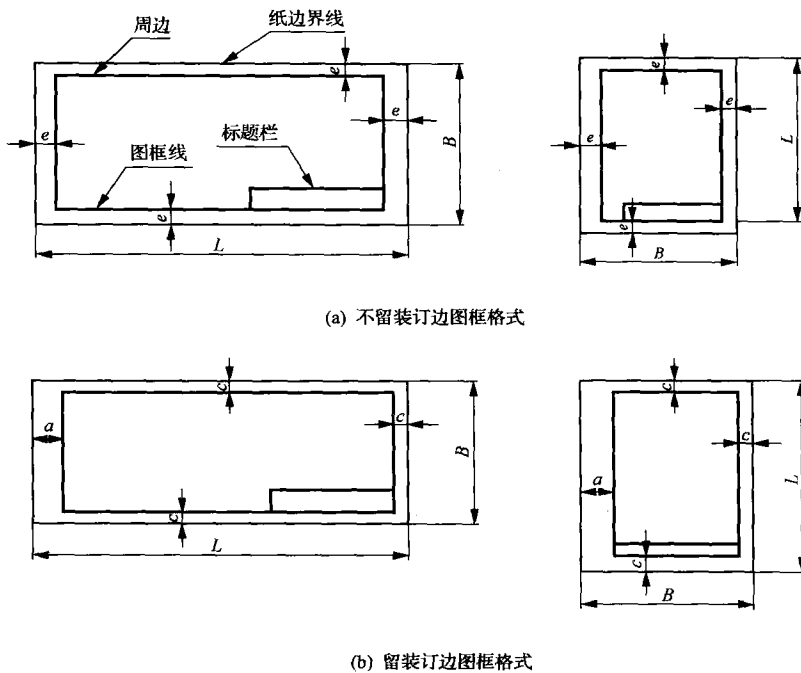
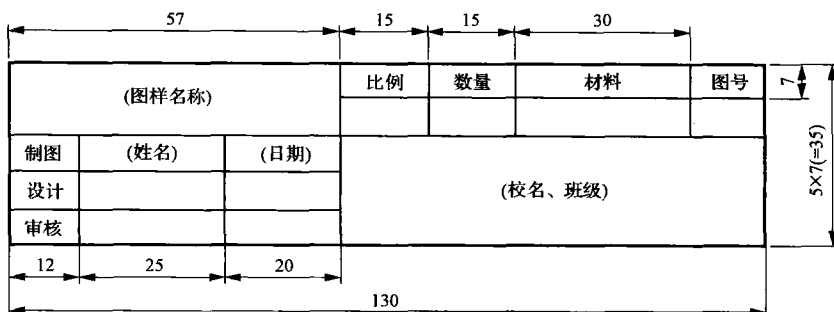


图 1-2 图框格式

3) 标题栏

每张图纸都必须画出标题栏,GB/T10609.1—1989 对标题栏的尺寸、内容及格式做了规定(图 1-3)。标题栏一般应位于图纸的右下角(图 1-3)。



- 注：1. 标题栏外框用粗实线画，栏内的分格线均为细实线；
2. 标题栏内字体应按长仿宋体；
3. 图名、校名 10 号字，其余 7 号字。

图 1-3 简易标题栏

2. 比例(GB/T14693—1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时，应尽量采用原值比例。若机件太大或太小需按比例绘制图样时，应在表 1-2 所规定的系列中选取适当比例。必要时允许采用表 1-3 中的比例。

表 1-2 比例系列

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	1 × 10 ⁿ : 1
	5 × 10 ⁿ : 1	2 × 10 ⁿ : 1	
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

表 1-3 比例系列

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	4 × 10 ⁿ : 1	2.5 × 10 ⁿ : 1			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	1 : 1.5 × 10 ⁿ	1 : 2.5 × 10 ⁿ	1 : 3 × 10 ⁿ	1 : 4 × 10 ⁿ	1 : 5 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

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，例如

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A \text{ 向}}{1:100} \quad \frac{A \text{ 向}}{2.5:1} \quad \frac{A \text{ 向}}{1:200} \quad \text{平面图 } 1:100$$

3. 字体(GB/T14691—1993)

(1) 图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。

若书写更大的字,其字体高度应按 $2^{1/2}$ 的比率递减。

字体高度代表字体号数。

(3) 图样中的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推荐的简化字。汉字高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$, B 型笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。

在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

(5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线呈 75° 。

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 1-4 所示。

表 1-4 字体与图幅的关系

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 2.5mm,字母、数字对应地降至 1.8mm。

以下是长仿宋体汉字示例。

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坝棉麻化纤

A 型斜体拉丁字母示例:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
XYZ

*abcdefghijklmnopqrstu
vwxyz*

A 型斜体数字、字母示例：

*I II III IV V VI VII VIII IX X
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν ξ
ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω*

4. 图线(见 GB/T 17450—1998)

图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线,连续线或不连续线。

图线是由线素构成的,线素是不连续线的独立部分,如点、长度不同的画和间隔。

由一个或一个以上不同线素组成一段连续的或不连续的图线成为线段。

1) 线型

图线的基本线型见表 1-5,共有 15 中,其中 No. 01 是连续线,No. 01~15 是不连续线。

2) 基本线型的变形

基本线型的变形,如表 1-5 所示。

表 1-5 基本线型

代码(No.)	基本线型	名称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线