

中等职业学校教材

# 机械制图与AutoCAD

主编 顾兆宁 陶建东

高等教育出版社



中等职业学校教材

# 机械制图与 AutoCAD

主编 顾兆宁 陶建东

高等教育出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

机械制图与 AutoCAD/顾兆宁主编. —北京:高等教育出版社, 2000

ISBN 7-04-007779-5

I. 机... II. 顾... III. ①机械制图②计算机辅助

设计-应用程序, AutoCAD IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 64165 号

责任编辑 孙鸣雷 特约编辑 杨师麟

封面设计 乐嘉敏 责任印制 蔡敏燕

书 名 机械制图与 AutoCAD

主 编 顾兆宁 陶建东

---

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

021-62587650

021-62551530

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店上海发行所

排 版 南京理工排版校对公司

印 刷 商务印书馆上海印刷股份有限公司

开 本 787×1092 1/16

版 次 2000 年 7 月第 1 版

印 张 31.75

印 次 2000 年 7 月第 1 次

字 数 790 000

定 价 27.00 元

---

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

# 前 言

为了适应现代技术的发展,满足机械制图课程教学改革的要求,在江苏省教委成人教育办公室的领导下,南京市成人教学研究组织编写了本书以及配套的习题集。

本书是根据1998年1月全国中专制图课程组制订的《机械制图教学大纲》以及21世纪对人才素质的要求,结合中等职业学校的教学特点编写而成的。本书分制图基础、机械图、AutoCAD绘图三篇。其中制图基础部分主要介绍国家标准和投影基础;机械图部分主要介绍常用机械图样的画法;AutoCAD绘图部分主要介绍利用AutoCAD R14绘制零件图和装配图的方法。

本书适当减少了画法几何的内容,增加了徒手绘图和AutoCAD绘图的内容。使用本书的总学时数为160,其中AutoCAD绘图部分的学时数为60。通过该教材的学习,学生应具有徒手绘制平面图形和轴测图的能力,具有用AutoCAD绘制普通零件图和简单装配图的能力,为将来就业增加一项技能打下基础。为了帮助学生建立空间概念,增强空间想象力,教材中还增加了大量立体图。书中加“\*”号的部分为选学内容,教师可根据学生的具体情况加以取舍。

参加本书编写的有:潘德炳(第一~三章)、顾兆宁(第四~九章)、陈向阳(第十~十三章)、陶建东(第十四~十六、二十章)、于梅(第十七~十九章)。本书第一、二篇由顾兆宁主编并统稿,第三篇由陶建东主编并统稿。

本书由东南大学杨钟藩教授(主审)、铁道部浦镇车辆厂朱立高级工程师审稿。

在本书的编写过程中,得到了南京化学工业集团有限公司教育学院、南京电子工业职工大学的领导和同志们的大力支持。在此,谨致衷心的感谢。

限于时间和编者水平,书中缺点错误在所难免,切望使用本书的教师和读者批评指正。

编 者

2000年3月

# 目 录

|           |   |
|-----------|---|
| 绪 论 ..... | 1 |
|-----------|---|

## 第一篇 制图基础

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第一章 制图国家标准的基本规定 .....      | 5  |
| § 1-1 图纸幅面和格式 .....        | 5  |
| § 1-2 比例 .....             | 8  |
| § 1-3 字体 .....             | 9  |
| § 1-4 图线 .....             | 13 |
| § 1-5 尺寸注法 .....           | 15 |
| 第二章 几何作图 .....             | 22 |
| § 2-1 常用的绘图工具及其用法 .....    | 22 |
| § 2-2 常用几何作图的方法 .....      | 28 |
| § 2-3 斜度与锥度的画法及标注 .....    | 29 |
| § 2-4 圆弧连接 .....           | 31 |
| § 2-5 平面曲线 .....           | 33 |
| § 2-6 平面图形的尺寸分析及画图步骤 ..... | 34 |
| 第三章 正投影与三视图 .....          | 38 |
| § 3-1 投影法的概念 .....         | 38 |
| § 3-2 直线段和平面图形的投影特性 .....  | 39 |
| § 3-3 物体的三视图 .....         | 41 |
| 第四章 点、直线、平面的投影 .....       | 48 |
| § 4-1 点的投影 .....           | 48 |
| § 4-2 直线的投影 .....          | 52 |
| § 4-3 两直线的相对位置 .....       | 58 |
| § 4-4 平面的投影 .....          | 61 |
| § 4-5 平面上的直线和点 .....       | 66 |
| * § 4-6 投影变换 .....         | 69 |
| 第五章 立体的投影 .....            | 80 |
| § 5-1 平面立体 .....           | 80 |
| § 5-2 回转体 .....            | 83 |
| § 5-3 基本立体的尺寸注法 .....      | 88 |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| § 5-4 草图的画法 .....         | 89         |
| <b>第六章 轴测投影 .....</b>     | <b>91</b>  |
| § 6-1 轴测投影的基本概念 .....     | 91         |
| § 6-2 平面立体的正等轴测图画法 .....  | 93         |
| § 6-3 回转体的正等轴测图画法 .....   | 96         |
| § 6-4 斜二轴测图的画法 .....      | 99         |
| <b>第七章 截交线与相贯线 .....</b>  | <b>102</b> |
| § 7-1 截交线的性质及求法 .....     | 102        |
| § 7-2 相贯线的性质及求法 .....     | 110        |
| <b>第八章 组合体 .....</b>      | <b>118</b> |
| § 8-1 组合体的形体分析 .....      | 118        |
| § 8-2 组合体的三视图画法 .....     | 123        |
| § 8-3 读图方法 .....          | 126        |
| § 8-4 组合体视图的尺寸标注 .....    | 135        |
| § 8-5 组合体的轴测图画法 .....     | 142        |
| <b>*第九章 表面展开图 .....</b>   | <b>146</b> |
| § 9-1 用旋转法求一般位置直线实长 ..... | 146        |
| § 9-2 平面立体的展开 .....       | 147        |
| § 9-3 可展曲面的展开 .....       | 148        |
| § 9-4 不可展曲面的展开 .....      | 151        |

## 第二篇 机械制图

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| <b>第十章 图样画法(机件的表达方法) .....</b>        | <b>157</b> |
| § 10-1 视图 .....                       | 157        |
| § 10-2 剖视图 .....                      | 162        |
| § 10-3 断面图 .....                      | 175        |
| § 10-4 其他表达方法(GB/T16675.1—1996) ..... | 177        |
| § 10-5 表达方法的综合应用 .....                | 183        |
| *§ 10-6 第三角投影法介绍 .....                | 188        |
| *§ 10-7 轴测图的剖切画法 .....                | 190        |
| <b>第十一章 零件图 .....</b>                 | <b>194</b> |
| § 11-1 零件图概述 .....                    | 194        |
| § 11-2 零件视图的选择 .....                  | 195        |
| § 11-3 零件图上的尺寸标注 .....                | 200        |

|             |                            |            |
|-------------|----------------------------|------------|
| § 11-4      | 技术要求在零件图上的标注 .....         | 206        |
| § 11-5      | 零件的工艺结构 .....              | 219        |
| § 11-6      | 常见典型零件图例分析 .....           | 225        |
| § 11-7      | 读零件图 .....                 | 233        |
| § 11-8      | 零件测绘 .....                 | 238        |
| <b>第十二章</b> | <b>标准件、常用件及其规定画法 .....</b> | <b>244</b> |
| § 12-1      | 螺纹 .....                   | 244        |
| § 12-2      | 常用螺纹紧固件及其画法 .....          | 252        |
| § 12-3      | 齿轮 .....                   | 261        |
| § 12-4      | 键和销联结 .....                | 272        |
| § 12-5      | 滚动轴承 .....                 | 275        |
| * § 12-6    | 弹簧 .....                   | 278        |
| * § 12-7    | 焊接件图 .....                 | 282        |
| <b>第十三章</b> | <b>装配图 .....</b>           | <b>289</b> |
| § 13-1      | 装配图概述 .....                | 289        |
| § 13-2      | 装配体的表达方法 .....             | 292        |
| § 13-3      | 装配图上尺寸和技术要求的标注 .....       | 297        |
| § 13-4      | 装配图中零、部件的编号及明细栏 .....      | 299        |
| § 13-5      | 装配体的工艺结构 .....             | 302        |
| § 13-6      | 装配图的绘制 .....               | 307        |
| § 13-7      | 读装配图和由装配图拆画零件图 .....       | 315        |
| § 13-8      | 装配体测绘 .....                | 320        |

## 第三篇 AutoCAD 绘图

|             |                         |            |
|-------------|-------------------------|------------|
| <b>第十四章</b> | <b>熟悉 AutoCAD .....</b> | <b>329</b> |
| § 14-1      | AutoCAD R14 操作窗口 .....  | 329        |
| § 14-2      | 图形文件管理 .....            | 331        |
| § 14-3      | 常用绘图命令 .....            | 334        |
|             | 练习 .....                | 352        |
| <b>第十五章</b> | <b>绘制平面图形 .....</b>     | <b>354</b> |
| § 15-1      | 精确定位 .....              | 354        |
| § 15-2      | 图形编辑 .....              | 361        |
| § 15-3      | 显示控制 .....              | 381        |
| § 15-4      | 设置绘图环境 .....            | 383        |
| § 15-5      | 图层、线型和颜色 .....          | 387        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| § 15-6 绘制平面图形 .....           | 394        |
| 练习 .....                      | 401        |
| <b>第十六章 零件的三视图及其剖视图 .....</b> | <b>403</b> |
| § 16-1 栅格法 .....              | 403        |
| § 16-2 辅助线法 .....             | 405        |
| § 16-3 点过滤器 .....             | 408        |
| § 16-4 剖视图 .....              | 412        |
| 练习 .....                      | 415        |
| <b>第十七章 绘制轴测图 .....</b>       | <b>418</b> |
| § 17-1 正等轴测图 .....            | 418        |
| § 17-2 简单三维实体造型 .....         | 422        |
| 练习 .....                      | 434        |
| <b>第十八章 尺寸标注 .....</b>        | <b>435</b> |
| § 18-1 设置尺寸标注式样 .....         | 436        |
| § 18-2 尺寸标注的类型 .....          | 438        |
| § 18-3 形位公差的标注 .....          | 441        |
| § 18-4 技术要求的输入 .....          | 442        |
| 练习 .....                      | 444        |
| <b>第十九章 绘制装配图 .....</b>       | <b>446</b> |
| § 19-1 块的概念与特点 .....          | 446        |
| § 19-2 定义块 .....              | 446        |
| § 19-3 插入块 .....              | 449        |
| § 19-4 绘制装配图 .....            | 452        |
| 练习 .....                      | 456        |
| <b>第二十章 应用实例 .....</b>        | <b>457</b> |
| <b>附 录 .....</b>              | <b>466</b> |



# 绪 论

## 一、本课程的作用和研究对象

工程技术上根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象,并有必要的技术说明的图,称为图样。

图样是现代生产中重要的技术文件,是工程界各行各业进行设计、制造、检测、安装、调试、维修等的主要依据,是人们借以表达和进行技术思想交流的一种“技术语言”。工程技术人员必须掌握这种技术语言,即具备绘图和读图的能力,具备用计算机绘图软件(AutoCAD)绘制机械图样的能力。

“机械制图与 AutoCAD”是一门研究用投影法绘制机械图样和解决空间几何问题以及用计算机绘制零件图和简单装配图的技术基础课,是中等职业学校机械专业学生的一门必修课。

## 二、本课程的主要任务和内容

### 1. 主要任务

本课程的主要任务是培养学生具有一定的绘制和识读机械图样的能力、空间想象和思维能力以及掌握手工绘图和计算机绘图的实际技能。为后继课程的学习和毕业后能在工作岗位上从事设计制图工作打下扎实的基础。因此,学完本课程后应达到如下要求:

- (1) 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论和基本方法(包括绘制轴测图的方法)。
- (2) 能正确地使用常用绘图工具和仪器,具有较强的绘图技能。
- (3) 掌握徒手绘图的方法(包括徒手绘制轴测图的方法)。
- (4) 能绘制和识读中等复杂程度的零件图和装配图。
- (5) 能运用 AutoCAD 绘制零件图和简单装配图。
- (6) 绘制图样应做到:投影正确,视图选择和配置恰当,尺寸完整、清晰,字体工整,图面整洁,能按给定要求标注技术要求,所绘图样符合《机械制图》国家标准。
- (7) 能查阅有关资料和有关国家标准。
- (8) 具有耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

### 2. 课程内容

本教材分制图基础、机械制图、AutoCAD 绘图三篇共二十章:

第一篇 制图基础——制图国家标准简介,绘图仪器的正确使用,常用几何作图方法,用正投影法图示各种形体的基本理论和方法。

第二篇 机械制图——绘制和识读零件图和装配图。

第三篇 AutoCAD 绘图——学习利用 AutoCAD 绘图软件绘制零件图和简单装配图。

## 三、本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有较抽象的投影理论,又有很强实践性的技术基础课。学习本课程要注重理论联系实际。学习正投影的理论和作图方法,不能死记硬背,要注意结合空间形体的几何性质和视图之间的投影关系,多画、多看、多想,不断地由物画图,由图想物,逐步提高空间

想象能力和空间分析问题的能力。

要掌握本课程的基本内容,必须完成一定数量的作业和练习。不论是用绘图仪器绘图,还是徒手绘图,都应认真细致,一丝不苟,严格要求,精益求精。工程上绘图和读图的错误常常会给企业 and 国家造成很大的经济损失,因此,绘图和读图切忌潦草从事,要养成良好的习惯,注意培养严肃认真的工作作风。

随着现代科学技术的不断深入发展,计算机的迅速普及,计算机绘图正在逐步取代手工绘图。因此,学习本课程时要注意徒手绘图与计算机绘图的结合,要勤上机,多实践,尽可能熟练的掌握利用 AutoCAD 软件绘制图样的制图技能。

# 第一篇

## 制图基础



# 第一章 制图国家标准的基本规定

**本章学习目的和要求:**学习并熟悉制图国家标准的基本规定(图样、字体、图线、比例及标题栏)。掌握制图国家标准规定的尺寸注法。

机械图样是指导现代生产的重要技术文件,为了便于生产和技术交流,国家对图样画法、尺寸注法、所用代号等作了统一的规定,使绘图和读图都有共同的准则。如国家标准《技术制图 通用术语》(GB/T 13361—92),国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB 4458.4—84)等等。代号 GB 4458.4—84 的含义是:GB 为“国家”、“标准”两词的汉语拼音第一个字母,4458.4 为该标准的编号,84 表示该标准是 1984 年颁布的。

工程技术人员应严格遵守、认真贯彻国家标准。学习本教材时,要树立标准化的观念,绘图、读图都必须符合国家标准的要求。本章摘要介绍有关图纸幅面、比例、字体、图线、尺寸注法等几个标准,其余将在以后有关章节中介绍。

## § 1-1 图纸幅面和格式

### 一、图纸幅面尺寸

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面,必要时可按 GB/T 146890—93 规定加长幅面。

A0~A4 号基本图幅尺寸关系如图 1-1 所示,沿某一号图幅的长边对裁即为下一号图幅。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸

mm

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

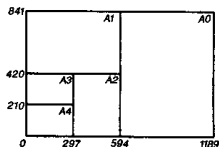


图 1-1 图纸幅面尺寸关系

## 二、图框格式

在图纸上必须用粗实线画出线框,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,其图框格式如图 1-2 所示。留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示。它们的尺寸见表 1-1。

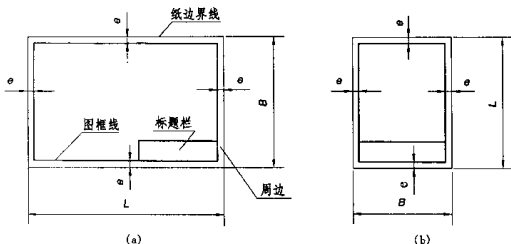


图 1-2 不留装订边的图框格式

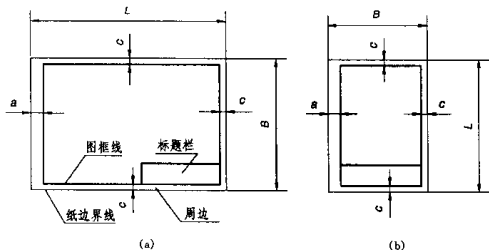


图 1-3 留有装订边的图框格式

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。例如  $A2 \times 3$  的图框尺寸,按  $A1$  的图框尺寸确定,即  $e$  为 20(或  $c$  为 10),而  $A3 \times 4$  的图框尺寸,按  $A2$  的图框尺寸确定,即  $e$  为 10(或  $c$  为 10)。

## 三、标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 1-2、图 1-3 所示。

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 1-2a、图 1-3a 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 1-2b、图 1-3b 所示。在此情

况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1—89 的规定,如图 1-4 所示。

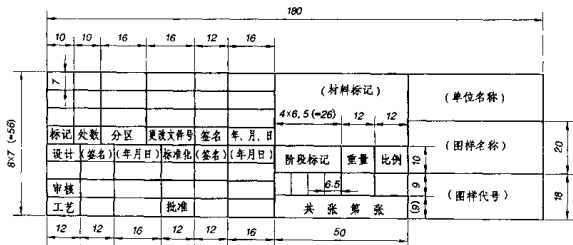


图 1-4 标题栏的标准格式和尺寸

用于学生作业上的标题栏可由学校自订,如图 1-5 所示的格式仅供参考。

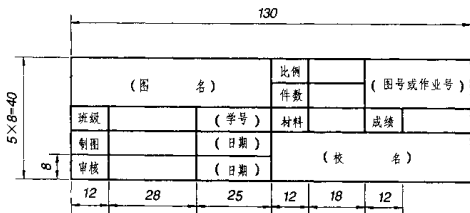


图 1-5 制图作业用标题栏参考格式和尺寸

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 1-6a 所示;或

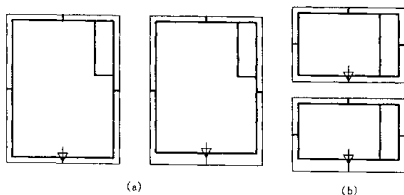


图 1-6 标题栏的位置变化及对中符号和方向符号

将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-6b 所示。

#### 四、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,对基本幅面和图 1-1 所示的第二选择的加长幅面所列的各号图纸,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 1-6 所示。对中符号的位置误差应不大于 0.5 mm。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 1-6b 所示。

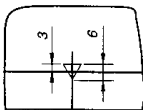


图 1-7 方向符号的画法

##### 2. 方向符号

对于使用按图 1-6 所示预先印制的图纸时,为了明确绘图与看图时图纸的方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1-6 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所处的位置如图 1-7 所示。

## § 1-2 比 例

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为图形的比例。

比值为 1 的比例,即 1:1 称为原值比例;比值大于 1 的比例,如 2:1 等称为放大比例;比值小于 1 的比例,如 1:2 等称为缩小比例。

需要按比例绘制图样时,应从国家标准 GB/T 14690—93 规定的系列中选取适当的比例,见表 1-2。必要时也允许按表 1-3 规定的比例进行选取。

表 1-2 规定的比例(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 规定的比例(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。

为了使绘图快捷、方便,并在读图时能从图上得到实物大小的真实印象,应尽可能采用原



值比例画图。但由于各种机件大小、繁简不一,常常需要采用放大或缩小的比例画图,但不论图形是放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸进行标注。而具有角度的图形,不论放大或缩小,均按原角度标注。

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

## § 1-3 字 体

图样上包括四部分内容:1. 一组视图;2. 一组尺寸;3. 技术要求;4. 标题栏。因此,文字和数字等也是图样上不可缺少的重要组成部分。

GB/T 14691—93 规定了图样上和技术文件中所用汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸,要求书写文字必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用  $h$  表示)的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、7、10、14、20 mm。如需书写更大的字,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。

### 一、汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5 mm,其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体字的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。

汉字的基本笔画的运笔方法见表 1-4。

表 1-4 汉字基本笔画

| 名 称     | 点                  | 横                 | 竖                    | 撇               | 捺                          | 挑                 | 折               | 勾                        |
|---------|--------------------|-------------------|----------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|
| 基 本 笔 画 | 运笔要领<br>起笔有锋,形似尖三角 | 起笔有锋,向右上微斜运笔收笔呈被角 | 起笔有锋,笔画垂直向下,收笔成三角形末端 | 起笔露锋,向下斜运笔,渐成尖端 | 起笔有锋,向右上渐粗运笔,斜捺脚要平,平捺脚略向右上 | 起笔有锋,撇向右运笔,而渐细呈尖端 | 起笔有锋,平面与竖面相逢处有锋 | 竖勾向左上方画勾,可侧勾略。竖弯勾,勾尖垂直向上 |
|         | 书法示例<br>           |                   |                      |                 |                            |                   |                 |                          |
| 字 例     | 清<br>线             | 平<br>面            | 料<br>单               | 位<br>库          | 绘<br>连                     | 结<br>地            | 习<br>弹          | 比<br>例                   |