



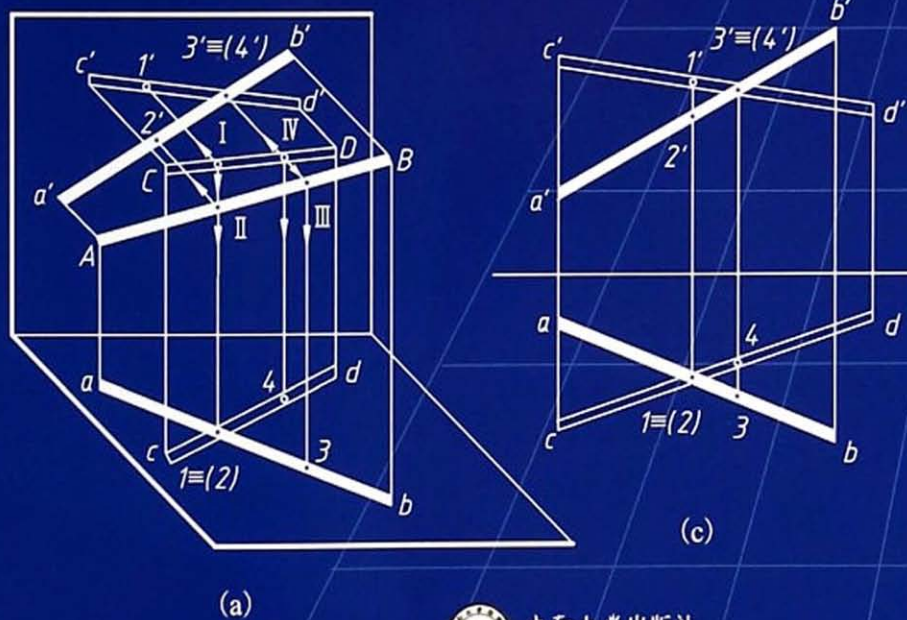
全国高等职业教育创新型“十二五”重点规划教材·机电类

QUANGUO GAODENG ZHIYE JIAOYU CHUANGXINXING SHIERWU ZHONGDIAN GUIHUA JIAOCAI JIDIANLEI

# 工程制图与CAD

GONGCHENGZHU TU YU CAD

◎主审 蔡铎如  
主编 高宗华 刘礼贵



中南大学出版社  
www.csupress.com.cn

# 工程制图与 CAD

主 编 高宗华 刘礼贵  
副主编 宁艳花 贺冬梅 罗培文  
主 审 蔡铎如



中南大学出版社  
[www.csupress.com.cn](http://www.csupress.com.cn)

---

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与 CAD/高宗华,刘礼贵主编.

—长沙:中南大学出版社,2013.11

ISBN 978-7-5487-1032-5

I.工... II.①高...②刘... III.工程制图—AutoCAD 软件  
IV.TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 014224 号

---

## 工程制图与 CAD

高宗华 刘礼贵 主编

---

责任编辑 韩 雪

责任印制 周 颖

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

印 装 长沙市华中印刷厂

---

开 本 787×1092 1/16 印张 21 字数 521 千字

版 次 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5487-1032-5

定 价 42.00 元

---

图书出现印装问题,请与经销商调换

## 内容提要

本教材是根据教育部工程图学教学指导委员会关于《工程制图课程教学基本要求和国家标准局最新发布的新标准》在充分总结院校工程制图课程教学改革研究与实践的成果和经验基础上编写而成的，内容包括机械制图的基本知识、正投影的基础知识、立体的投影、轴测图、组合体、机件的常用表达方法、电气设备图。全书以培养学生读图和绘图能力为主，将精选的制图内容与计算机绘图软件相结合，将“教、学、做、练”融为一体。精选制图内容与例题，力求适时、精练、实用。

本教材可作为本科院校、高等职业技术学院、高等专科学校非机类专业教材，也可供有关的工程技术人员参考。

# 前 言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会关于《工程制图基础课程教学基本要求和国家标准局最新发布的新标准》，在我校工程制图课程教学改革研究与实践的成果和经验基础上编写而成的。

随着社会和科学技术的进步，特别是计算机技术的普及与发展，工程制图课程无论是课程体系、教学内容，还是教学方法与手段，以及现代科技对人才培养的要求等方面都发生了深刻的变化。因此，本书力求反映这种发展变化相关知识，反映以应用为目的，以必需、够用为特色。在文字教材中尽量反映现代科学技术和新知识、新内容，以适应现代化教学方法与手段的需要。工程制图是工程技术人员必修的技术基础课，工程图学的培养目标已由工程制图的技能训练转向思维方式的引导和创新意识与理念的培养，工程制图面临着教学内容、教学体系及教学手段的改革。目前，全国高等学校工程制图课程的教学学时大幅度减少，这就对本课程的教育提出了更高的要求。从工程实际出发，以应用型为主导，以培养学生创新能力和综合素质为出发点，结合编者多年来的教改成果和教学经验编写而成。

本书具有以下特点：

(1) 优化教学内容。在内容编排上，删除了那些从课程系统性和理论完整性出发而安排的深层次的知识内容。特别是画法几何部分，文字叙述简练，图文并茂，有利于学生自学。

(2) 引入了 AutoCAD 软件绘图。近年来，AutoCAD 互换式绘图软件发展十分迅速，并以其强大的绘图功能，广泛应用于各个领域，受到人们的普遍重视。对于普及计算机绘图发挥了重要作用。本教材以 AutoCAD 2008 版本为基础，集中在第 2 章中全面介绍了 AutoCAD 软件绘图的基础知识，并在以后的章节中分别介绍了用 AutoCAD 绘图的相关知识。学生通过学习，可以逐渐具有用 AutoCAD 绘制工程图样的能力。本书将工程制图与计算机绘图有机地结合起来，既可以作为工程制图的教材，又可以作为 AutoCAD 软件绘图的教材。

(3) 适当增加上机实操内容。目的在于强化学生的空间思维能力及动手能力，培养学生的创造性思维及实操能力。

(4) 强化手工绘图和计算机绘图。尺规绘图、手工绘图与计算机绘图是制图的基本技能。

手工绘图和尺规绘图体现在各章节的例题之中，计算机绘图单设一章，便于较系统地介绍计算机绘图的基本命令，内容精练，图文紧密结合。

(5) 与本书配套的《工程制图与 CAD 习题集》经过精心编写,既注重学生通过基础题目掌握基本知识,又注重学生通过做题来提高解题能力。

本书适于作为职高院校非机械类专业工程制图课程教材,也可作为有关工程技术人员的参考用书。

本书由江西电力职业学院机电工程系高宗华、刘礼贵担任主编,江西电力职业学院宁艳花、贺冬梅、罗培文担任副主编,全书由机电工程系领导蔡锌如教授主审。与本书配套的《工程制图与 CAD 习题集》同时在中南大学出版社出版。

本书在编写过程中,江西柘林水力发电厂运维部高级技师万长胜为本书的编写提出了许多宝贵的意见,在此表示感谢。

本书参考了部分同类教材和习题集等(见书后的参考文献),在此谨向文献的作者表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中错误在所难免,敬请各位专家、学者不吝赐教,欢迎读者批评指正。

编者

2013年9月

## 目 录

第 1 章 制图的基本知识 .....	(1)
1.1 机械制图国际标准及相关规定 .....	(1)
1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993) .....	(1)
1.1.2 比例(GB/T 14690—1993) .....	(3)
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993) .....	(4)
1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002) .....	(5)
1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003) .....	(7)
1.2 绘图工具的使用方法 .....	(13)
1.2.1 铅笔 .....	(13)
1.2.2 图板、丁字尺和三角板 .....	(14)
1.2.3 比例尺 .....	(14)
1.2.4 圆规和分规 .....	(14)
1.2.5 曲线板 .....	(16)
1.2.6 直线笔与绘图墨水笔 .....	(16)
1.3 几何作图 .....	(17)
1.3.1 正多边形 .....	(17)
1.3.2 斜度和锥度 .....	(18)
1.3.3 圆弧连接 .....	(19)
1.4 平面图形的线段分析和画图步骤 .....	(21)
1.4.1 平面图形的尺寸注法 .....	(21)
1.4.2 平面图形中的线段分类和作图顺序 .....	(22)
1.4.3 绘图的方法和步骤 .....	(24)
1.5 徒手画图 .....	(24)
1.5.1 徒手画图的一般方法 .....	(24)
1.5.2 由实物徒手绘制三视图 .....	(26)
1.5.3 基本体草图的绘制 .....	(27)
1.5.4 基本体视图草图的绘制 .....	(27)
1.5.5 基本体轴测草图的绘制 .....	(28)
第 2 章 AutoCAD 2008 绘图基础 .....	(29)
2.1 AutoCAD 2008 简介 .....	(29)
2.1.1 开机 .....	(29)
2.1.2 AutoCAD 2008 工作界面介绍 .....	(30)

2.1.3	标题栏 .....	(30)
2.1.4	菜单栏 .....	(31)
2.1.5	工具栏 .....	(31)
2.1.6	面板窗口 .....	(32)
2.1.7	工具选项板 .....	(34)
2.1.8	绘图窗口 .....	(34)
2.1.9	命令提示窗口 .....	(35)
2.1.10	滚动条 .....	(35)
2.1.11	状态栏 .....	(36)
2.1.12	工作空间 .....	(36)
2.1.13	设置个性化绘图界面 .....	(36)
2.2	文件操作命令 .....	(38)
2.2.1	创建新的图形文件 .....	(38)
2.2.2	打开图形文件 .....	(39)
2.2.3	保存图形文件 .....	(39)
2.2.4	输出图形文件 .....	(40)
2.2.5	关闭图形文件 .....	(40)
2.3	命令的类型、启用方式与鼠标的使用 .....	(42)
2.3.1	命令的类型 .....	(42)
2.3.2	命令的启用方式 .....	(42)
2.3.3	鼠标的使用 .....	(42)
2.3.4	设置系统变量 .....	(43)
2.4	撤消、重复与取消命令 .....	(43)
2.4.1	撤消与重复命令 .....	(43)
2.4.2	取消已执行命令 .....	(43)
2.5	AutoCAD 中文版设计中心 .....	(44)
2.5.1	打开 AutoCAD 设计中心 .....	(44)
2.5.2	浏览及使用图形 .....	(45)
2.5.3	使用帮助和教程 .....	(46)
2.6	图形界限 .....	(47)
2.7	线型 .....	(48)
2.8	设置绘图单位 .....	(49)
2.9	设置栅格 .....	(50)
2.10	设置捕捉 .....	(50)
2.11	图层 .....	(51)
2.11.1	创建图层 .....	(52)
2.11.2	设置“图层”的颜色、线型和线宽 .....	(52)
2.11.3	设置非连续线型的外观 .....	(53)
2.12	基本绘图命令 .....	(53)



2.12.1	绘制点	(53)
2.12.2	绘制直线	(54)
2.12.3	绘制圆与圆弧	(55)
2.12.4	绘制射线与参照线	(59)
2.12.5	绘制矩形与正多边形	(59)
2.12.6	绘制椭圆与椭圆弧	(62)
2.12.7	绘制圆环	(63)
2.12.8	绘制样条曲线	(64)
2.12.9	绘制多线	(64)
2.12.10	绘制多段线	(65)
2.13	基本编辑命令	(65)
2.13.1	选择对象	(65)
2.13.2	复制对象	(65)
2.13.3	调整对象	(69)
2.13.4	编辑对象	(73)
2.14	图案填充	(78)
2.14.1	图案填充命令	(78)
2.14.2	选择图案样式	(78)
2.14.3	孤岛的控制	(79)
2.14.4	选择图案的角度与比例	(79)
2.14.5	渐变色填充	(80)
2.15	实训图例	(80)
2.15.1	实训图例一	(80)
2.15.2	实训图例二	(82)
2.15.3	实训图例三	(85)
第3章	投影理论基础	(90)
3.1	投影法的基本知识	(90)
3.1.1	投影法的基本概念	(90)
3.1.2	投影法的分类	(90)
3.1.3	正投影的基本特性	(91)
3.2	三视图的形成与投影规律	(92)
3.2.1	三视图的形成	(92)
3.2.2	三视图的投影规律	(94)
3.2.3	三视图的画法	(96)
3.3	点投影的基本特性	(97)
3.3.1	点的投影规律	(97)
3.3.2	两点的相对位置和重影点	(98)
3.4	直线投影的基本特性	(99)

3.4.1	直线三面投影的基本特性 .....	(99)
3.4.2	各种位置直线的投影特征 .....	(101)
3.5	平面投影的基本特性 .....	(105)
3.5.1	平面的表示法 .....	(105)
3.5.2	各种位置平面的投影特征 .....	(106)
3.5.3	平面上的直线和点 .....	(109)
第4章	基本几何体视图 .....	(111)
4.1	基本体的投影及表面取点 .....	(111)
4.1.1	平面立体的投影作图 .....	(111)
4.1.2	曲面立体的投影作图 .....	(116)
4.2	截交线 .....	(121)
4.2.1	平面切割平面立体 .....	(121)
4.2.2	平面切割回转曲面体 .....	(122)
4.3	相贯 .....	(130)
4.3.1	圆柱与圆柱相交 .....	(130)
4.3.2	相贯线的特殊情况 .....	(132)
4.4	AutoCAD 平面精确绘图与尺寸标注实训 .....	(133)
4.4.1	尺寸标注概述 .....	(133)
4.4.2	尺寸标注图标位置 .....	(134)
4.4.3	尺寸标注类型 .....	(134)
4.4.4	尺寸标注样式设置 .....	(134)
4.5	文字与表格 .....	(135)
4.5.1	创建文字样式 .....	(135)
4.5.2	单行文字 .....	(135)
4.5.3	多行文字 .....	(136)
4.5.4	文字修改 .....	(137)
4.5.5	表格应用 .....	(138)
4.5.6	编辑表格 .....	(138)
4.6	上机实操 .....	(139)
第5章	轴测投影图 .....	(171)
5.1	轴测图基本概念 .....	(171)
5.1.1	轴测投影面 .....	(171)
5.1.2	轴测轴 .....	(171)
5.1.3	轴间角 .....	(171)
5.1.4	轴测坐标面 .....	(172)
5.1.5	轴向伸缩系数 .....	(172)
5.2	正等测轴测图 .....	(172)

5.2.1	正等轴测图的形成	(172)
5.2.2	正轴测投影的特性	(172)
5.2.3	正等测轴测图的特征	(173)
5.2.4	正等测轴测图的画法	(173)
5.2.5	回转体的正等测轴测图	(176)
5.2.6	圆角的正等测画法	(180)
5.3	斜二测轴测图	(180)
5.3.1	斜二测轴测图的形成原理	(180)
5.3.2	斜二测轴测图的特征	(181)
5.3.3	斜二测轴测图的画法	(181)
5.4	用 AutoCAD 绘制三维图	(182)
5.4.1	三维视图	(182)
5.4.2	创建三维基本实体	(184)
5.4.3	三维坐标及用户坐标系	(190)
5.4.4	三维实体的布尔运算	(192)
5.4.5	从二维图形创建三维实体	(195)
5.4.6	三维实体的倒角、圆角	(199)
5.4.7	编辑三维实体	(200)
5.4.8	编辑三维曲面	(206)
5.4.9	三维绘图综合练习	(208)
第 6 章	组合体视图	(211)
6.1	组合体的组合形式及其形体分析	(211)
6.1.1	组合体的组合形式	(212)
6.1.2	典型结构的画法	(215)
6.2	画组合体三视图	(215)
6.3	组合体的尺寸注法	(220)
6.3.1	尺寸标注的基本要求	(220)
6.3.2	常见基本形体的尺寸注法	(220)
6.3.3	组合体的尺寸标注	(222)
6.3.4	组合体的尺寸标注的步骤	(225)
6.4	读组合体视图	(227)
6.4.1	读组合体视图的一般原则	(227)
6.4.2	形体分析法	(229)
6.4.3	线面分析法	(230)
第 7 章	机械图样的基本表示法	(232)
7.1	视图	(232)
7.1.1	基本视图	(232)

7.1.2	向视图 .....	(234)
7.1.3	局部视图 .....	(235)
7.1.4	斜视图 .....	(236)
7.1.5	应用举例 .....	(236)
7.2	剖视图 .....	(237)
7.2.1	剖视图的形成、画法和标注 .....	(238)
7.2.2	剖视图的种类及其应用 .....	(242)
7.3	断面图 .....	(245)
7.3.1	断面图的概念 .....	(245)
7.3.2	移出断面图 .....	(246)
7.3.3	重合断面图 .....	(248)
7.4	局部放大图和简化画法 .....	(248)
7.4.1	局部放大图(GB/T 4458.1—2002) .....	(248)
7.4.2	简化画法(GB/T 4458.6—2002) .....	(249)
7.5	读剖视图 .....	(251)
7.5.1	读图要求 .....	(251)
7.5.2	读剖视图方法和步骤 .....	(252)
7.6	各种表达方法的综合应用 .....	(252)
7.6.1	形体分析 .....	(252)
7.6.2	选择主视图 .....	(252)
7.6.3	确定其他视图 .....	(253)
7.7	AutoCAD 图形绘制实例 .....	(254)
7.7.1	实例一: 绘制法兰盘 .....	(254)
7.7.2	实例二: 绘制零件图 .....	(262)
第8章	电气图基础知识 .....	(266)
8.1	电气图形符号 .....	(266)
8.1.1	电气图用图形符号 .....	(266)
8.1.2	电气设备用图形符号 .....	(273)
8.2	电气技术中的文字符号和项目代号 .....	(274)
8.2.1	文字符号 .....	(274)
8.2.2	项目代号 .....	(282)
8.3	电路图绘图原则及电路图常见表达方法 .....	(283)
8.3.1	电路图绘图规则 .....	(283)
8.3.2	电路图常见表达方法 .....	(284)
第9章	电气常用部件的画法 .....	(287)
9.1	用 AutoCAD 绘制电气常用部件 .....	(287)
9.1.1	概略图的画法 .....	(287)

---

9.1.2	功能图的画法 .....	( 291)
9.1.3	电路图画法 .....	( 294)
9.2	接线图 .....	( 300)
9.2.1	导线的一般画法 .....	( 300)
9.2.2	连续线的画法 .....	( 301)
9.2.3	中断线的画法 .....	( 304)
9.2.4	互连接线的画法 .....	( 306)
9.2.5	电缆配置图的画法 .....	( 308)
附录	<b>AutoCAD</b> 命令速查表 .....	( 311)
参考文献	.....	( 322)

# 第1章 制图的基本知识

## 【内容导读】

机械图样是按照国家标准的规定和投影原理绘制的,用于表达机器和机械零件的结构形状和技术要求,它是制造机器和加工零件的依据。现行的国家标准《技术制图》和《机械制图》是阅读和绘制机械图样的准则和依据。

我国标准编号是由标准代号、标准顺序号和批准的年号构成的。国家标准分强制性国家标准(代号是“GB”)和推荐性国家标准(代号是“GB/T”)。

要正确地绘制出机械图样,除了熟悉国家标准的有关规定外,还要能正确地使用绘图工具,掌握几何作图的方法和技巧,并通过绘图技能的训练以保证绘图质量,提高绘图速度。

## 【知识要点】

本章将主要介绍国家标准中关于“图纸幅面及格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸注法”等有关规定;绘图工具的种类及使用方法;常用几何图形的画法及平面图形的分析、绘制方法和步骤。

本章知识的重点是国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定,平面图形的作图方法及尺寸标注,以及使用绘图仪器和工具绘制机械图样的方法和步骤。难点是平面图形的线段分析和已知平面图形的尺寸标注。

## 【能力目标】

能按国家标准的规定,正确使用绘图工具绘制平面图形并标注其尺寸。

## 1.1 机械制图国际标准及相关规定

图样是工程设计结果的一种表达形式,是产品制造和工程施工的依据,是组织和管理生产的重要技术文件,是“工程技术界的共同语言”。为了便于交流技术思想,国家对图样作出统一的规定。国家标准《机械制图》中统一规定了在绘制工程图样的过程中应共同遵守的画图规则。

国家标准简称“国标”,代号“GB”。在 GB/T 14689—2008、GB/T 14690—2003、GB/T 14691—1993、GB/T 4457.4—2002 和 GB/T 4458.4—2003 中,分别就图纸的幅面尺寸及格式、比例、字体、图线和尺寸注法作了规定。

### 1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

图纸可以横放或竖放。图纸无论装订与否,均用粗实线画出图框线和标题栏框线。需要装订的图样,其图框格式如图 1-1 所示,一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。不需装订的图样,只需将如图 1-1 所示的尺寸  $a$  和  $c$  均改为表 1-1 中的尺寸  $e$  即可。必要时可将幅

面加长, 对 A0, A2, A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 1/8 倍数增加, 对 A1, A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 1/4 倍数增加。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

画图框用粗实线绘制。

每张图样都必须有标题栏。标题栏的位置应按如图 1-1 所示的形式配置, 必要时, 也采用如图 1-2 所示的格式。看图的方向与看标题栏的方向一致。

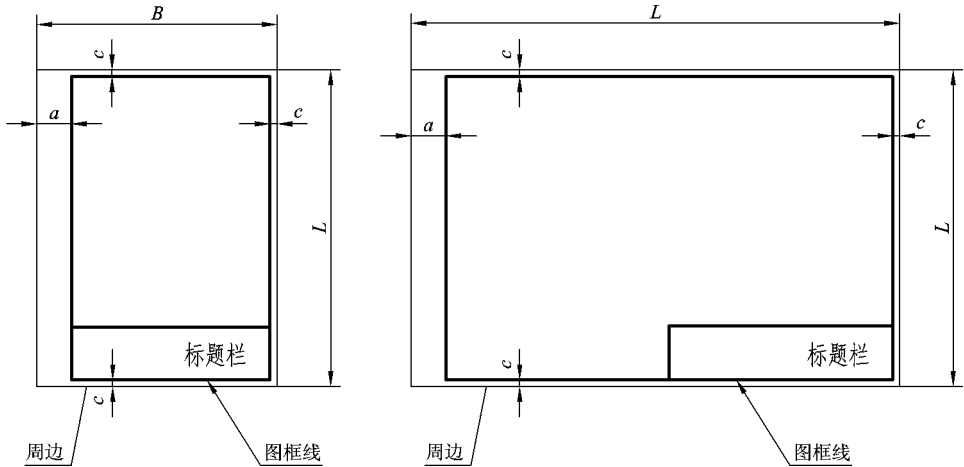


图 1-1 需要装订的图框格式

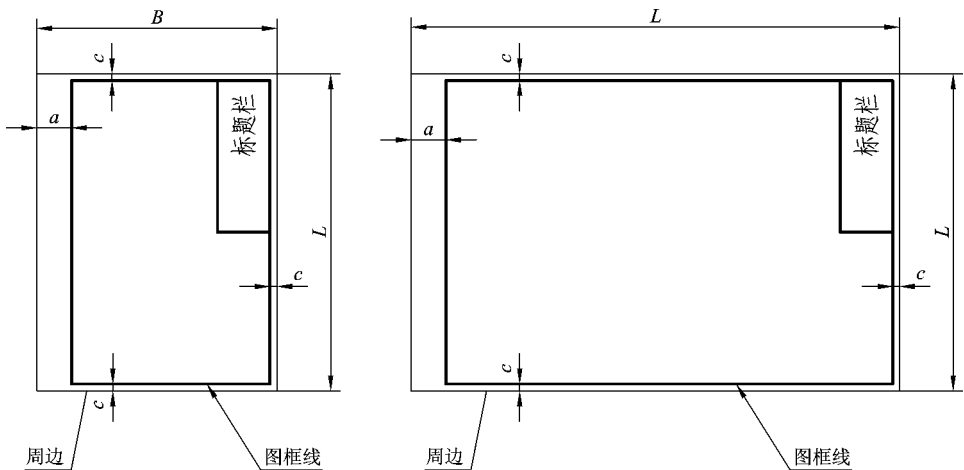


图 1-2 标题栏配置的另一格式

国家标准对标题栏的格式、内容和尺寸作了统一规定(GB/T 10609.1—2008)。制图作业的标题栏最好采用如图1-3所示的简化格式。

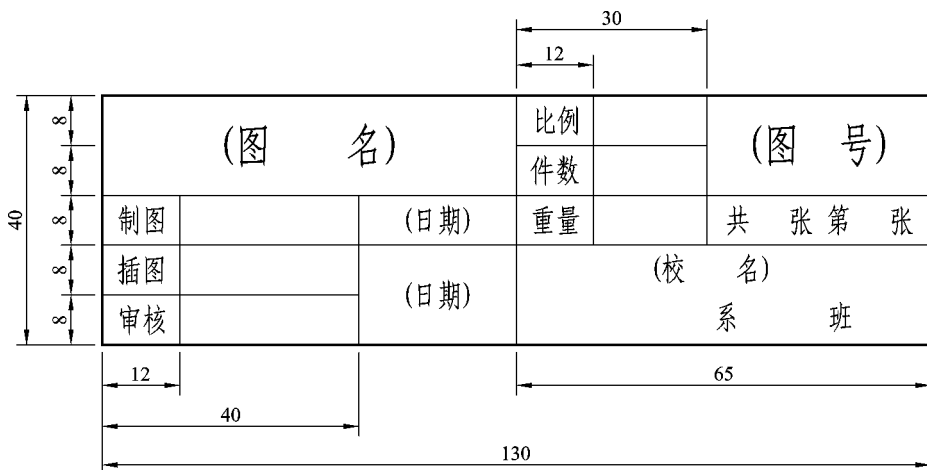


图1-3 标题栏格式

## 学 与 做

图纸幅面代号的几何含义就是对0号幅面的对开次数,如A3中的“3”表示将0号图纸长边对折裁切3次所得的幅面。同学们可将购买的A0图纸按此方法裁成所需大小。

### 1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样机件要素与相应的实际机件要素的线性尺寸之比。

绘制图样时一般从表1-2规定的系列中选取不带括号的合适比例,必要时也可选取表中带括号的比列。尽量采用1:1的原值比例。

绘制同一机件的各个视图应采用同一比例,图样所采用的比例,应填写在标题栏的“比例”栏内;当某一视图需采用不同比例时,必须另行标注在视图名称的下方或右侧。

不论采用何种比例,图样上所标注的尺寸数值都是被表达机件的真实大小,与选用的比例无关。要注意的是,图形中的角度应按实际角度绘制。同一物体采用不同比例绘制的图形和标注如图1-4所示。

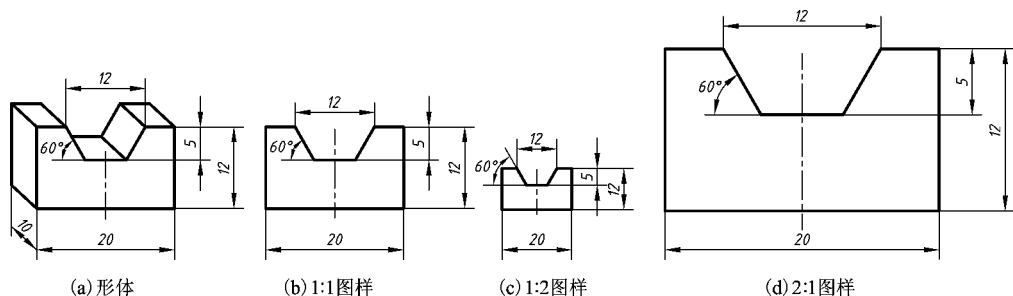


图1-4 不同比例的图形和尺寸注法



表 1-2 绘图的比例

种类	比 例
原值比例	1:1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 (1:1.5) (1:2.5) (1:3) (1:4) (1:6)
放大比例	2:1 5:1 10:1 (2.5:1) (4:1)

### 1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字和字母必须做到字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数,即字体的高度,分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 (mm) 等 8 种,其宽度约为高度的 2/3。为了保证字体大小一致和整齐,书写时最好先按所选字号的高宽尺寸画好格子。

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不宜小于 3.5 mm。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直,锋角分明,结构匀称,高宽足格。长仿宋体基本笔画有点、横、竖、撇、捺、提、钩、折,如图 1-5 所示,汉字示例见图 1-6。

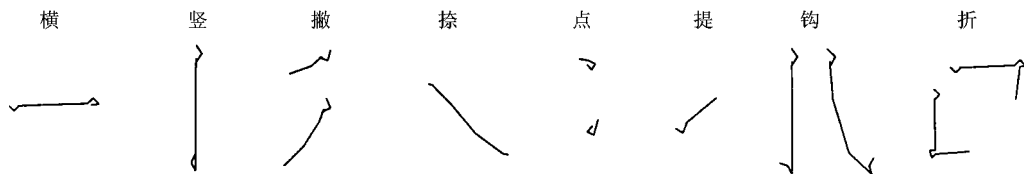


图 1-5 汉字的基本笔画

图样中的汉字、数字和字母必须写得  
字体端正 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1-6 长仿宋体汉字字体示例

数字和字母有斜体和直体两种,通常采用斜体,斜体字头向右倾斜,与水平线成  $75^\circ$  倾角。数字和字母分为 A 型和 B 型, A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14, B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号的字体;图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号应符合国家有关法令和标准的规定。数字及字母的示例如图 1-7 所示。



(a)