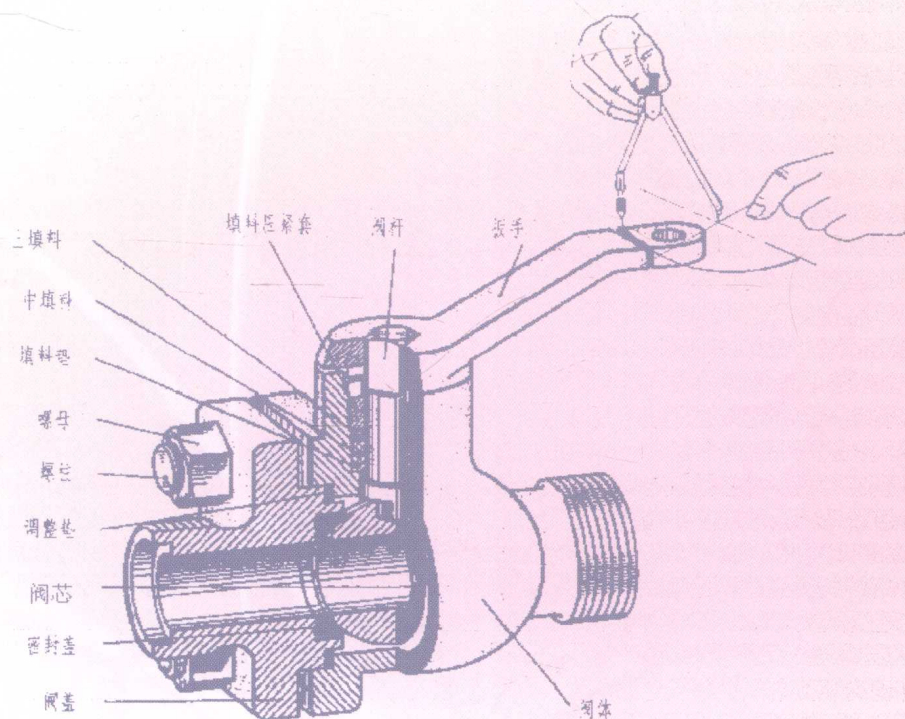


机械制图与 AutoCAD

● 主编 杨 桢



煤炭工业出版社

中 等 职 业 教 育 规 划 教 材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

机 械 制 图 与 AutoCAD

主 编 杨 楨
副 主 编 武书礼
参编人员 柴中惠 张更鸿 郭丽红

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与 AutoCAD/杨桢主编. —北京: 煤炭工业出版社, 2009. 6

中等职业教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3436 - 8

I. 机… II. 杨… III. 机械制图: 计算机制图 - 应用软件, AutoCAD - 专业学校 - 教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 166699 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 24

字数 564 千字 印数 1—5,000

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

社内编号 6241 定价 42.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(煤矿机电类专业)

主 任 何富贤

副主任 何全茂 刘秀艳 郭 雨 卢芳革

委 员 (按姓氏笔画排序)

王纪风	王国文	王瑞捧	田树钰	关书安	刘英才
刘胜利	朱庆华	余升平	吴文亮	李 佳	陆 红
姜宏勋	郝敬豪	钟 诚	潘连彪	魏 良	魏晋文

前 言

为贯彻《教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》（教职成厅〔2008〕4号）精神，加快煤炭专业技能型人才的培养，满足煤炭行业发展对人才的迫切需求，依托煤炭职业学（院）校建立煤炭行业技能型人才培养培训基地，培养面向煤矿生产企业一线，具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好的职业道德，了解矿山企业生产的全过程，掌握本专业的基本专业知识和技能，具有从事矿山机电设备的生产运行、维护检修的中级技能型人才，中国煤炭教育协会组织煤炭职业学（院）校专家、学者编写了机电工程配套系列教材。

《机械制图与 AutoCAD》一书是矿山机电专业中等职业教育规划教材中的一本，可作为中等职业学校机电专业机械制图与 AutoCAD 课程教学用书，也可作为在职人员培养提高的培训教材。

本书由甘肃煤炭工业学校杨桢主编并统稿，编写了绪论、第五章、第六章、第十五章、第十六章；河南工程技术学校武书礼任副主编，编写了第一章、第二章；甘肃煤炭工业学校柴中惠编写了第三章、第四章、第七章、第十三章；山东煤炭技术学院张更鸿编写了第八章、第九章、第十四章；石家庄工程技术学校郭丽红编写了第十章、第十一章、第十二章。

中国煤炭教育协会职业教育
教学与教材建设委员会

2009年5月

目 次

绪 论	1
第一章 制图的基本知识和技能	3
第一节 机械制图标准	3
第二节 几何作图及平面图形的画法	14
第二章 点、直线、平面和立体的投影	21
第一节 投影法及三视图的形成	21
第二节 点和直线的投影	25
第三节 平面的投影	30
第四节 基本体的投影	34
第三章 立体表面交线	46
第一节 平面体的截交线	46
第二节 回转体的截交线	47
第三节 回转体的相贯线	57
第四章 轴测图	69
第一节 轴测投影的基本知识	69
第二节 正等轴测图	70
第三节 斜二等轴测图	76
第五章 组合体	80
第一节 组合体的形体分析及其连接关系	80
第二节 组合体的三视图画法	82
第三节 组合体的尺寸标注	85
第四节 组合体视图的读图方法	92
第六章 机件表达方法	102
第一节 视图	102
第二节 剖视图	105
第三节 断面图	115
第四节 其他表达方法	119

第五节 表达方法的综合应用·····	122
第七章 标准件和常用件·····	125
第一节 螺纹及螺纹连接件·····	125
第二节 键、销和滚动轴承·····	138
第三节 圆柱齿轮·····	146
第八章 零件图·····	152
第一节 零件图概述·····	152
第二节 零件的视图表达方法·····	153
第三节 零件图上的尺寸标注·····	156
第四节 零件图上的技术要求·····	161
第五节 零件的工艺结构·····	178
第六节 典型零件的图例分析及看零件图·····	182
第九章 装配图·····	190
第一节 概述·····	190
第二节 装配图中的零部件序号和明细栏·····	195
第三节 常见的装配工艺结构·····	197
第四节 绘制装配图·····	199
第五节 读装配图和拆画零件图·····	203
第十章 AutoCAD 基础知识 ·····	211
第一节 认识 AutoCAD 2009 ·····	211
第二节 文件的操作·····	215
第三节 坐标系和坐标·····	219
第四节 图层·····	222
第五节 绘图环境设置·····	226
第六节 绘制简单的二维对象·····	234
第十一章 绘图和编辑·····	236
第一节 基本绘图命令·····	236
第二节 基本编辑命令·····	239
第三节 高级编辑命令·····	245
第十二章 注释与尺寸标注·····	252
第一节 文字·····	252
第二节 表格·····	257
第三节 尺寸标注·····	260

第十三章 块	271
第一节 块的创建.....	271
第二节 插入块.....	274
第三节 动态块.....	280
第十四章 绘制机械图样	284
第一节 制作样板图.....	284
第二节 绘制零件图实例.....	285
第三节 绘制装配图的步骤与实例.....	287
第十五章 图形打印及 AutoCAD 的辅助几何设计功能	297
第一节 图纸布局与打印输出.....	297
第二节 电子打印.....	305
第三节 电子传递文件.....	307
第十六章 AutoCAD 上机实训	309
实训一 AutoCAD 的基本操作.....	309
实训二 基本绘图环境的设置与视图控制.....	313
实训三 绘图命令和编辑命令.....	317
实训四 绘制三视图.....	325
实训五 绘制剖视图.....	330
实训六 注释和尺寸标注.....	334
实训七 图块和样板文件.....	347
实训八 绘制零件图.....	351
实训九 绘制装配图.....	354
附录	359
参考文献	371

绪 论

语言和文字是交流思想的工具,语言表达方法丰富多彩,它可以把一件事描述得生动、感人。关于语言的表达方法,是语文课学习的内容。但是,任何事物都有它的不足。

人们可以用语言或文字来表达自己的思想,但是如果用语言或文字来表达物体的形状和大小是很困难的。因此,表达物体形状和大小的图样,就成为生产中不可缺少的技术文件。设计者通过图样来表达设计对象;制造者通过图样来了解设计要求,并依据图样来制造机器;使用者也通过图样来了解机器的结构和使用性能;在各种技术交流活动中,图样也是不可缺少的。因此,图样被称为工程技术上的语言,工程画被称为“工程话”。

不同的生产部门对图样有不同的要求,建筑工程中所使用的图样称为建筑图样,机械制造业中所使用的图样称为机械图样。机械制图就是研究机械图样的一门课程。人们在工厂里经常听到这样一句话,就是“按图施工”,如果我们没有掌握机械制图的知识,就无法做到按图施工。这就从一个侧面告诉我们,图样在工业生产中有极其重要的地位和作用。作为一个工程技术人员,如果不懂得画图,不懂得看图,就无法从事技术工作。

制图课程与其他很多课程有着密切的联系,尤其是设计课、工艺课、设备课、专业的课程设计和毕业设计等。

我国在工程图学方面有着悠久的历史,据出土文物考证,早在 10000 多年前的新石器时代,我国人民就能够绘制一些简单的几何图形。如陕西西安半坡出土的仰韶期彩盆上有人面形和鱼形图案,甘肃省出土的彩陶罐的表面画有剖视表示的捕获野兽的陷阱图等。3000 多年前,我国劳动人民就创造了“规、矩、绳、墨、悬、水”等绘图工具。宋代刊印的《营造法式》是我国较早的建筑典籍之一,书中印有大量的建筑图样,这些图样与近代工程制图表示方法基本相似。

随着科学技术的突飞猛进,制图理论与技术得到很大的发展。尤其在电子技术迅速发展的今天,采用计算机绘图在工业生产的各个领域已经得到了广泛的应用。随着各种先进的绘图软件的推出,工程制图技术必将在我国的现代化建设中发挥出越来越重要的作用。

一、本课程的研究对象

机械制图是一门研究绘制和阅读机械图样的技术基础课,在工科院校中,是相关专业培养高级工程技术应用型人才必须学习的一门主干课,是每个从事机械行业的工程技术人员都必须学习和熟练掌握的技能。

机械制图是机械类必修的技术基础课程之一,主要研究绘制机械图样的理论和基本规则。

二、本课程的学习任务和学习内容

1. 本课程的学习任务

(1) 学习和掌握正投影的基本理论及应用,能够绘制和阅读中等复杂程度的机械图

样。

(2) 熟悉并贯彻执行《技术制图》与《机械制图》国家标准的有关规定，培养查阅有关标准、手册的能力。

(3) 培养和发展学生的空间想象力以及分析问题、解决问题的能力。

(4) 培养学生熟练地掌握 AutoCAD 绘图技能，及在尺规绘图和徒手绘图方面的综合能力。

(5) 培养学生一丝不苟的工作作风和严谨的工作态度。

2. 本课程的学习内容

(1) 制图的基本规定。

(2) 几何作图。

(3) 正投影法与三视图。

(4) 轴测图。

(5) 组合体视图。

(6) 图样的基本表示法。

(7) 标准件和常用件。

(8) 零件图。

(9) 装配图。

(10) 计算机绘图。

三、本课程的学习方法

(1) 本课程理论、实践性均强，学习时注意理论联系实际。在学习过程中除了掌握基本理论知识外，还必须密切联系实际，更多地注意在具体作图时如何运用这些理论。因此，必须通过一系列绘图、看图练习，才能掌握本课程的基本原理和基本方法。

(2) 在学习过程中，严格遵守国家标准，学会查阅有关标准。

(3) 掌握正确的看图和画图方法。必须经常注意空间几何关系的分析以及空间几何元素与其投影之间的相互关系。只有“从空间到平面，再从平面到空间”，进行反复研究和思考，才是学好本课程的有效方法。

(4) 在计算机绘图的训练中，应掌握 AutoCAD 的绘图设置、编辑和绘图方法，不断提高综合应用 AutoCAD 各种命令的绘图技能。

(5) 注意正确使用绘图仪器，不断提高尺规绘图技能和绘图速度。

(6) 认真听课，及时复习，独立完成作业，有意识地培养自学能力和标准意识，提高创新意识，养成认真的习惯，这是 21 世纪高技能人才必备的基本素质。

第一章 制图的基本知识和技能

第一节 机械制图标准

本章重点介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中图纸幅面及格式、比例、字体、尺寸标注,绘图工具及仪器的使用,几何图形的画法,平面图形的尺寸分析,绘图方法等。

一、手工绘图工具及其使用方法

正确使用手工绘图工具,是保证图面质量和提高绘图速度的重要因素。下面主要介绍常用绘图工具和用品的使用方法。

1. 图板、丁字尺和三角板

图板用来铺放和固定图纸,如图 1-1 所示。画图时,需将图纸平铺在图板上,所以,图板的表面必须平整、光洁且富有弹性。图板的左侧边称为导边,必须平直。常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号 3 种。图板要保持清洁,防止受热受潮,以免翘曲变形或开裂。

丁字尺主要用来画水平线,它由互相垂直的尺头和尺身组成,如图 1-1 所示。使用时,用左手扶住尺身,将尺头的内侧边紧贴图板的导边,上下移动丁字尺,自左向右可画出一系列不同位置的水平线,如图 1-2 所示。

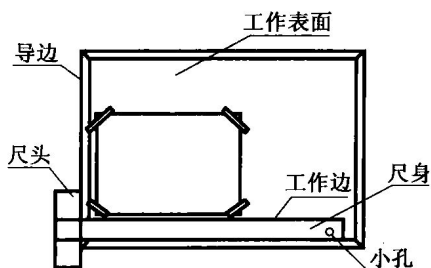


图 1-1 图板和丁字尺

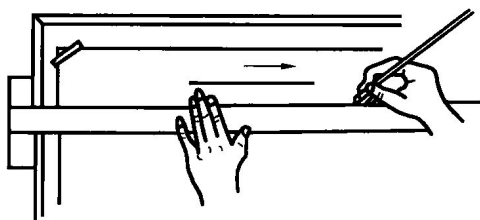


图 1-2 用丁字尺画水平线

三角板由一块 45° 三角板和一块 30° 、 60° 三角板组成一副。将一块三角板与丁字尺配合使用,自下而上可画出一系列不同位置的直线,还可画出与水平线成特殊角度如 30° 、 45° 、 60° 、 15° 、 75° 的倾斜线,如图 1-3 所示。将两块三角板互相配合使用,可任意画出已知直线的平行线或垂直线,如图 1-4 所示。

2. 圆规和分规

圆规是画圆或圆弧的工具,如图 1-5 所示。圆规的定心针两端形状不同,作分规用时锥形尖端朝下,画圆时有台阶的一端朝下确定圆心。活动腿根据需要可换装钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚,画半径很大的圆时还可以加装延长杆。画圆时,钢针与铅芯插脚应基本垂直于纸面,且针尖应略长于铅芯,用力均匀、顺时针方向转动画圆,如图 1-6 所示。

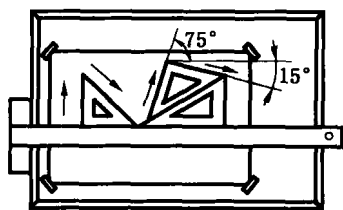
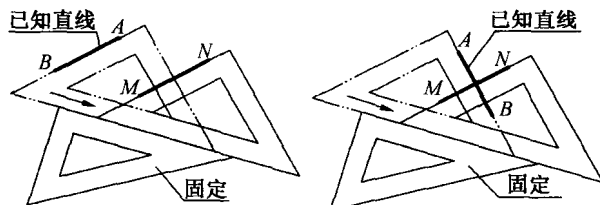


图 1-3 画垂直线和各种倾斜直线



(a) 画平行线

(b) 画垂直线

图 1-4 用三角板画平行线及垂直线

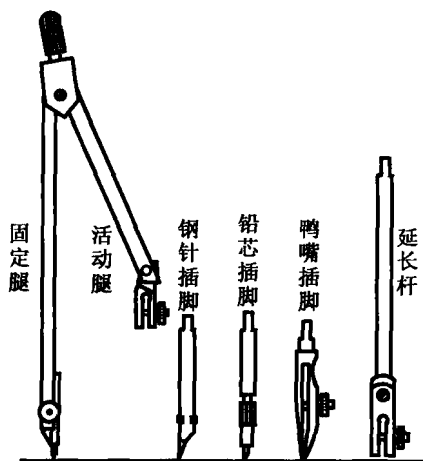


图 1-5 圆规及其插脚

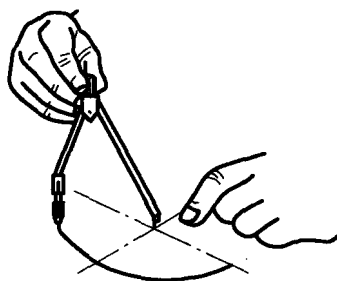


图 1-6 圆规的使用方法

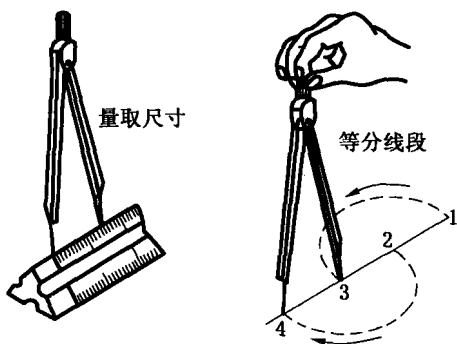


图 1-7 分规的用法

分规是量取尺寸和等分线段的工具。分规两腿并拢时，两针尖应对齐。用分规截取等长线段时，两针尖轮流为轴，交替地来回转动，如图 1-7 所示。

3. 铅笔和图纸

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，用标号 B 或 H 表示。B 前面数字愈大表示铅芯愈软而黑，H 前面数字愈大表示铅芯愈硬而淡，标号 HB 表示铅芯软硬适中。绘制机械图样时，常用 2H 或 H 铅笔画底稿线加深细线；

用 HB 或 H 铅笔写字画箭头；用 HB 或 B 铅笔画粗线；加深粗线的圆或圆弧时，比加深直线用的 HB 或 B 铅笔软一级。

削铅笔应从无标号的一端削起，以便保留标号，辨认笔芯的软硬。铅笔要削成合适的形状和尺寸，如图 1-8 所示。

绘图时一般选用质地坚实、纸面洁白、用橡皮擦不易起毛、上墨不渗化的图纸。

图纸有正面和反面之分，绘图时应先用橡皮擦拭以检查图纸的正反面（易起毛的是反面），然后将图纸固定在图板的左下方，并在图纸下边缘留出丁字尺的宽度，如图 1-1 所示。

4. 曲线板

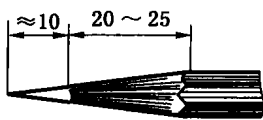
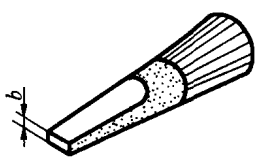
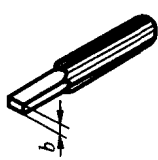
用途	铅笔			圆规用铅芯	
	画细线	写字	画粗线	画细线	画粗线
软硬程度	H 或 2H	HB	HB 或 B	H 或 HB	B 或 2B
削磨形状					
	锥形		铲形	楔形	截面为矩形的四棱柱

图 1-8 铅笔的削法

曲线板是绘制非圆曲线的常用工具。画线时，先徒手将各点轻轻地连成曲线，然后在曲线板上选取曲率相当的部分，分几段逐次将各点连成曲线，但每段都不要全部描完，至少留出后两点间的一小段，使之与下段吻合，以保证曲线的光滑连接。

其他常用的绘图用品还有擦图片、小刀、胶带纸、细砂纸、毛刷、橡皮等。

二、国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定

图样是设计、制造和维修机械设备的重要技术资料，是工程界的交流语言，为了便于指导生产和技术交流，国家标准对图样上的有关内容作出了统一的规定。

《技术制图》和《机械制图》国家标准是由国家质量监督检验检疫总局发布的基础技术标准和行业技术标准。国家标准简称“国标”，用汉语拼音首字母“GB”表示。下面介绍国标中有关图纸幅面和格式、比例、字体、图线及尺寸标注等基本规定。

1. 图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

(1) 图幅。图幅指图纸的大小，绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时，也允许选用国家标准中所规定的加长幅面。

表 1-1 图 纸 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
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

5 种基本幅面中，以 A0 为全张，自 A1 开始依次是前一种幅面大小的一半，如图 1-9 所示。

(2) 图框格式。图框是图纸上限定绘图区域的线框，必须用粗实线画出，其格式分为不留装订边（图 1-10a，边框与图框线间距随图纸幅面变化，具体值查阅表 1-1）和留装订边（图 1-10b，用于需要装订的图样，装订边尺寸一律为 25mm）。同一产品的图样只能采用一种格式。

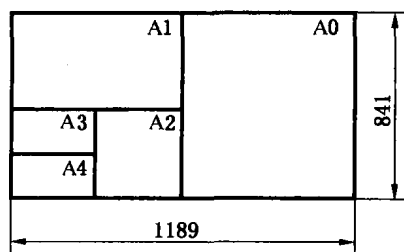


图 1-9 图纸幅面的关系

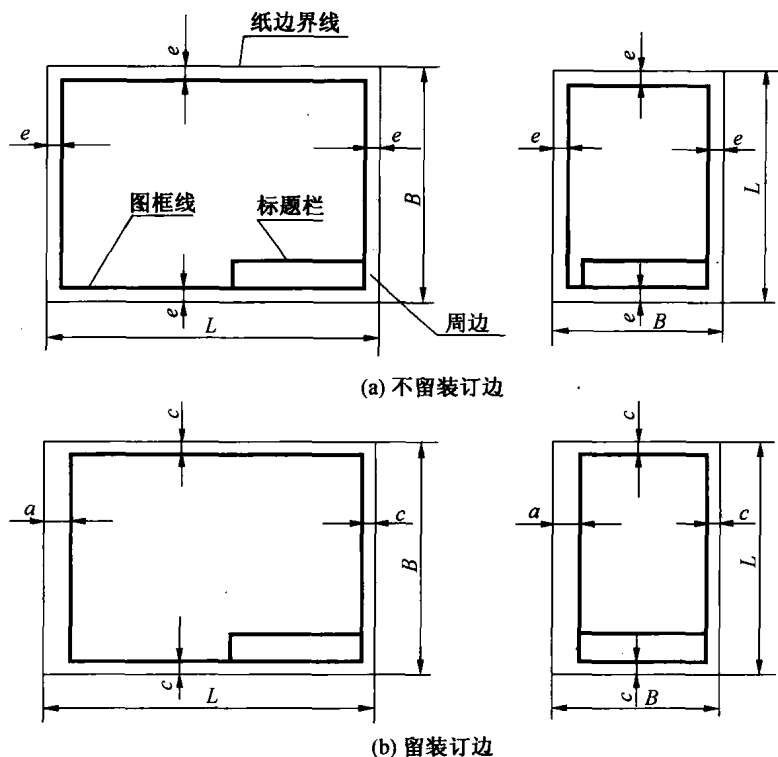


图 1-10 图框格式

(3) 标题栏。每张图纸上都必须画出标题栏，外框为粗实线，内格为细实线。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008 的规定绘制标题栏的位置应位于图纸的右下角。尺寸不随图纸大小、格式变化，如图 1-11 所示。看标题栏的方向即为看图、画图的方向。在本课程的制图作业中，建议采用如图 1-12 所示的格式。

2. 比例 (GB/T 14690—1993)

180									
10	10	16	16	12	16				
7						(材料标记)			(单位名称)
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日	4×6.5 (=26)		12	12
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	阶段标记		质量	比例
						6.5			10
审核									9
工艺			批准			共 张 第 张		(9)	(图样代号)
12	12	16	12	12	16	50			

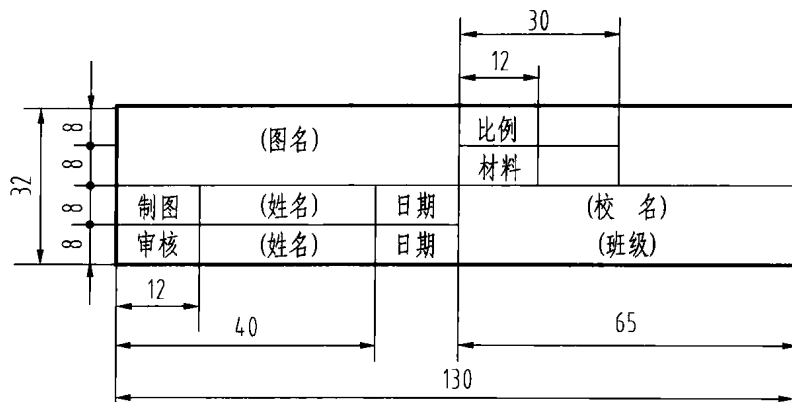


图 1-12 制图作业中推荐的标题栏格式

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为 1 的比例，称为原值比例，即 1:1；比值大于 1 的比例，称为放大比例，如 2:1 等；比值小于 1 的比例称为缩小比例，如 1:2 等。

国家标准规定，绘制图样时应在表 1-2 中选取合适的比例。在保证图样清晰的前提下，尽可能采用 1:1 的比例，使图样反映实物的真实大小。

表 1-2 比例系列

种 类	常 用 比 例	允 许 用 比 例
原值比例	1:1	
放大比例	2:1, 5:1, 10:1 $2 \times 10^n:1$, $5 \times 10^n:1$, $1 \times 10^n:1$	2.5:1, 4:1 $2.5 \times 10^n:1$, $4 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2, 1:5, 1:10 $1:2 \times 10^n$, $1:5 \times 10^n$, $1:1 \times 10^n$	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。

同一张图样上的各图形一般采用相同的比例，并统一注在标题栏中。

图形不论放大或缩小，在标注尺寸时，均应按机件的实际尺寸标注，图形中的角度按实际角度绘制和标注，如图 1-13 所示。

3. 字体 (GB/T 14691—1993)

字体指的是图样中汉字、字母和数字的书写形式。

1) 国家标准《技术制图 字体》对字体的规定

- (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 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。字体的高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度一般不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h\sqrt{2}$ 。

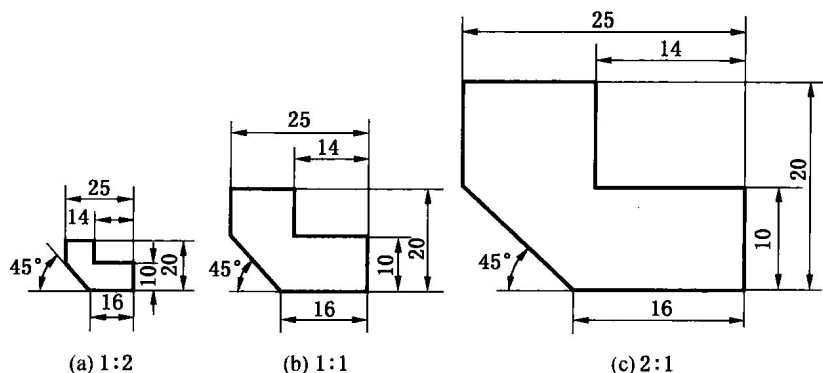


图 1-13 尺寸数值与绘图比例无关

(4) 阿拉伯数字、罗马数字和拉丁字母等数字和字母，根据其笔画宽度 d 分为 A 型和 B 型字体。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 $1/10$ 。一般采用 B 型字体。在同一图样上，只允许选用一种类型的字体。

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

(6) 用做指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体。

2) 字体示例

(1) 长仿宋体示例：

10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

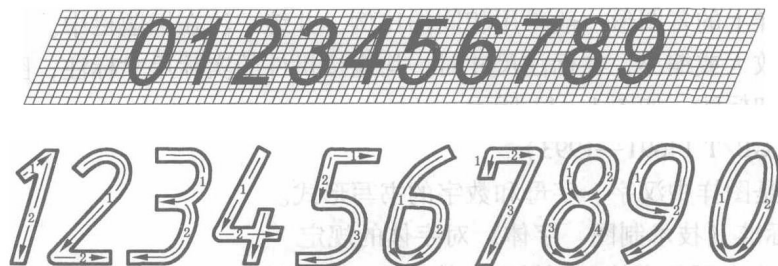
7 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

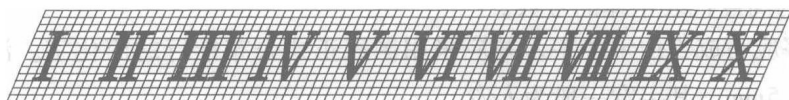
5 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

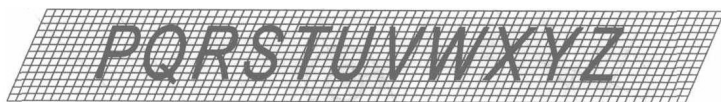
(2) 阿拉伯数字示例：



(3) 罗马数字示例：



(4) 大写拉丁字母示例:



(5) 小写拉丁字母示例:



4. 图线 (GB/T 4457.4—2002)

1) 各种图线及其应用

机械图样中常用的各种图线的名称、线型、尺寸、代码及主要用途见表1-3。图1-14所示为常用图线的应用举例。

表1-3 各种图线及应用

序号	代码 No.	图线名称	线 型	图线宽度	主 要 用 途
1	01.1	细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、指引线、螺纹牙底线及过渡线等
2		波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
3		双折线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
4	01.2	粗实线		d	可见轮廓线, 表示剖切面起迄和转折的剖切符号
5	02.1	细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
6	02.2	粗虚线		d	允许表面处理的表示线
7	04.1	细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、剖切线等
8	04.2	粗点画线		d	限定范围表示线
9	05.1	细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、轨迹线、中断线等

注: 表中细虚线、细点画线、细双点画线的线段长度和间隔的数值仅供参考。粗实线的宽度应根据图形的大小和复杂程度选取, 一般取 $d = 0.3 \sim 0.7 \text{ mm}$ 。