

高等学校工程专科教材

机械制图

·非机械类专业适用·

周钦南 张祖继 刘振魁 编
张宝泉 周鹏翔 张鸿樑

周鹏翔 主编

高等教育出版社



高等学校工程专科教材

机 械 制 图

非机械类专业适用

周钦南 张祖继 刘振魁 编
张宝泉 周鹏翔 张鸿樑
周鹏翔 主编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本教材采用了1985年实施的国家标准《机械制图》及1991年以前新颁布的材料代号、螺纹紧固件等有关的国家标准。

本书内容有：绪论，点、线、面的投影，直线与平面、平面与平面的相对位置，换面法，基本几何体，截交线和相贯线，组合体，轴测图，机件常用的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图，展开图，房屋建筑图，计算机绘图和附录。

本教材按照1991年国家教委批准印发试行的“高等学校工程专科机械制图课程教学基本要求”编写，并经国家教委高等学校工程专科工程制图课程教材编审组组织审稿会审阅并通过，作为教材推荐出版。它适用于各类高等学校工程专科非机械类专业（72~108学时）使用，亦可供相近专业使用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

NA185/06

机械制图/周鹏翔主编；周钦南等编. —北京：高等教育出版社，1993.6(1999重印)
ISBN 7-04-004120-0

I. 机… II. ①周… ②周… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 24296 号

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

邮政编号 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 天津新华印刷一厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 1993 年 6 月第 1 版

印 张 19.25

印 次 1999 年 8 月第 8 次印刷

字 数 450 000

定 价 15.60 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

本教材经国家教委高等学校工程专科工程制图课程教材编审组组织审稿会审阅通过,作为高等学校工程专科非机械类专业(72~108学时)使用的教材。它是按照1991年国家教委批准印发试行的“高等学校工程专科机械制图课程教学基本要求”,由全国高等学校专科机械制造专业协会工程制图课程组组织编写的。另外还编写了《机械制图习题集》(周鹏翔主编),也由高等教育出版社同时出版,与本教材配套使用。

本书适用于各类高等学校工程专科非机械类专业,亦可供相近专业使用或参考。在教材编写中,注意到基础理论教学要以应用为目的,以必需、够用为度,以掌握概念、强化应用为教学的重点,反映专科特色。为了使本教材尽可能满足非机械类各专业的教学需要,其内容与课程教学基本要求相比略有增补,增加了展开图、房屋建筑图等内容。全书采用了1985年实施的国家标准《机械制图》及1991年以前新颁布的材料代号、螺纹紧固件等有关的国家标准。

本书的主审是大连大学陈万钟教授和长春建筑高等专科学校何丽娥副教授。参加本书审稿会的有国家教委高等学校工程专科工程制图课程教材编审组的成员:陈万钟、何丽娥、周鹏翔、杨昌龄、陈文耀、王玉秀、乔友杰、裘文言和吴忠,秘书吴孝先。此外,还有上海城市建设学院何铭新、同济大学钱可强、上海机械高等专科学校曹力同和常州工业技术学院卞正国。他们为本书提出了宝贵的意见。湘潭机电高等专科学校张圣台和上海机械高等专科学校裘文言,在汇稿和审稿过程中给予大力支持。在此一并表示深切的谢意。

本书主编是沈阳工业高等专科学校周鹏翔。参加编写的有:湖南轻工业高等专科学校周钦南(绪论、第一章和第六章),南京机械高等专科学校张祖继(第二章和第七章),郑州机械高等专科学校刘振魁(第三章和第八章),沈阳黄金学院张宝泉(第四章、第九章和第十三章),沈阳工业高等专科学校周鹏翔(第五章、第十章、第十一章、第十二章和附录)以及上海机械高等专科学校张鸿樑(第十四章)。

有组织有计划地进行高等学校工程专科工程制图课程教材建设工作刚刚起步,由于我们水平所限,书中难免有许多缺点和错误,恳请使用本书的教师和广大读者批评指正。

编 者

1992年5月

目 录

绪论	1	§ 8-4 其它表达方法	146
第一章 制图的基本知识	4	§ 8-5 表达方法的综合应用	149
§ 1-1 国家标准《机械制图》的有关 规定	4	§ 8-6 第三角投影法简介	151
§ 1-2 绘图工具和使用方法	16	第九章 标准件和常用件	153
§ 1-3 几何作图	23	§ 9-1 螺纹及螺纹紧固件	153
§ 1-4 平面图形的分析和画法	31	§ 9-2 键、销、滚动轴承	169
第二章 点、直线、平面的投影	35	§ 9-3 齿轮	177
§ 2-1 投影的基本知识	35	§ 9-4 弹簧	185
§ 2-2 点的投影	36	第十章 零件图	190
§ 2-3 直线的投影	41	§ 10-1 零件图的作用和内容	190
§ 2-4 平面的投影	47	§ 10-2 零件图的视图选择及尺寸注 法	191
§ 2-5 直线与平面、平面与平面之间 的相对位置	55	§ 10-3 表面粗糙度	198
第三章 换面法	61	§ 10-4 公差与配合、形位公差简介	202
§ 3-1 概述	61	§ 10-5 零件结构工艺性的知识	209
§ 3-2 换面法的基本作图方法	61	§ 10-6 看零件图	212
§ 3-3 换面法的应用举例	66	§ 10-7 零件测绘	214
第四章 基本几何体的投影	70	第十一章 装配图	218
§ 4-1 平面立体的投影	70	§ 11-1 装配图的作用和内容	218
§ 4-2 回转体的投影	74	§ 11-2 部件的表达方法	219
第五章 体的表面交线	80	§ 11-3 装配图的尺寸和技术要求	221
§ 5-1 平面与回转体相交	80	§ 11-4 装配图的零件序号和明细栏	222
§ 5-2 两回转体表面相交	90	§ 11-5 装配结构的合理性	223
第六章 组合体的视图	100	§ 11-6 由零件图画装配图的方法和 步骤	224
§ 6-1 概述	100	§ 11-7 看装配图, 由装配图拆画零 件图	228
§ 6-2 组合体视图的画法	104	第十二章 展开图	233
§ 6-3 组合体的尺寸注法	108	§ 12-1 概述	233
§ 6-4 看组合体视图	113	§ 12-2 平面立体的展开	234
第七章 轴测图	122	§ 12-3 可展曲面的展开	237
§ 7-1 轴测投影的基本知识	122	§ 12-4 不可展曲面的近似展开	241
§ 7-2 正等轴测图	124	第十三章 房屋建筑图	245
§ 7-3 斜二等轴测图	129	§ 13-1 概述	245
第八章 机件常用的表达方法	132	§ 13-2 厂房建筑施工图的识读	252
§ 8-1 视图	132	第十四章 计算机绘图	264
§ 8-2 剖视	136	§ 14-1 计算机绘图的基本原理	264
§ 8-3 剖面	144		

§14-2 微机绘图系统简介.....	265
§14-3 IBM PC/XT 绘图指令与 绘图编程.....	266
§14-4 Auto CAD 绘图软件包	

简介.....	270
§14-5 计算机绘图的发展前景.....	275
附录	277
参考书目	301

绪 论

一、本课程的研究对象和任务

按一定的投影方法,准确地表达物体的形状、大小及技术要求的图形,称为图样。图样是机器制造、工程施工的主要依据。工程设计人员通过图样来表达设计对象;在使用机器、仪表和设备时,也常常通过阅读图样来了解它的结构和性能;人们还通过图样进行科学技术方面的交流。所以,工程图样成了工业生产中不可缺少的技术资料和进行技术交流时重要的工具。因此,它也称为工程界共同的“技术语言”。每个工程技术人员都必须掌握这种技术语言,即具有绘制和阅读工程图样的能力。

本课程是研究用正投影法绘制和阅读工程图样的一门学科。学习目的是:

1. 学习用正投影法图示空间物体的基本理论和方法,以及绘制轴测图的基本方法。
2. 能正确地使用绘图工具和仪器,培养较强的绘图技能。
3. 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
4. 培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

二、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。

学习本课程应坚持理论联系实际。理论部分是以初等几何为基础,运用正投影原理,把空间物体的形状和结构表达在平面上。因此,必须认真学习正投影的基本知识,掌握基本概念,由浅入深,由简到繁地多画、多看、多想,不断地由物画图,由图想物,反复联系空间形体与平面图形的对应关系,逐步提高空间想象能力和空间分析问题的能力。

本课程的实践性很强,要掌握它,必须完成一定数量的作业和练习。做作业时,应先掌握基本知识、基本理论,按照正确的方法去完成。

工程图样有统一的格式和要求,国家颁布了有关制图标准,它是评价图样是否合格的客观标准。因此,对《机械制图》国家标准既要遵守,又要理解,通过实践逐步掌握。图样应做到:投影正确,视图选择和配置恰当,尺寸完全,字体工整,图面整洁,符合《机械制图》国家标准。

工程图样在生产建设中起着重要作用,看图和画图的错误常会给生产建设带来很大的损失。因此,做作业时,切忌马马虎虎、潦草从事,应该严肃认真,独立完成一定数量的作业,以养成良好的工作作风。

三、我国工程图学的发展概况

我国是世界文明古国之一,在工程图学方面有着悠久的历史。它是伴随着生产的发展和劳动人民生活水平的提高而产生和日趋完善的。

从出土文物中考证,我国在新石器时代(约一万年前),就能绘制一些几何图形、花纹,具有简单的图示能力。如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。

在春秋时代的一部技术著作《周礼考工记》中，有画图工具“规、矩、绳墨、悬、水”的记载。公元前 100 年前，古数学名著《周髀算经》中有商高的方圆、圆方、勾股弦等几何作图问题的记载。1977 年在河北省平山县发掘的战国时代中山王墓中，有一长 94cm、宽 48cm、厚 1cm 的铜版，版上有粗、细金银线嵌制的附有尺寸和文字说明的陵墓建筑平面图。该图是采用正投影法绘制的，制图方位上南下北，图样比例为 1:500。它属公元前 4 世纪，是我国已发现资料中最古老的一幅完整建筑施工图。

自秦汉起，我国已出现图样的史料记载，并能根据图样建筑宫室。宋代李诫(仲明)所著《营造法式》一书，总结了我国两千年来的建筑技术成就，不仅用文字阐述营造技术、材料规格，而且附有大量的图样。全书 36 卷，其中有 6 卷是图样(包括平面图、轴测图、透视图)。这是一部闻名世界的建筑图样的巨著，图上运用投影法表达了复杂的建筑结构。如图 0-1 殿堂举析图是正投影图，图 0-2 方栌枋和令拱是斜轴测投影图。这在当时的世界是极为先进的。

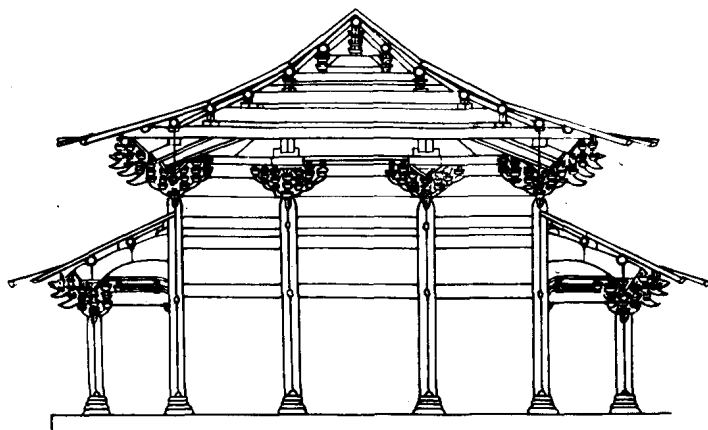
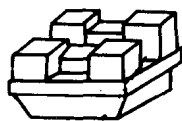


图 0-1 殿堂举析图



(a) 方栌枋



(b) 令拱

图 0-2 方栌枋和令拱

随着生产技术的不断发展，农业、交通、军事等器械日趋复杂和完善，图样的形式和内容也日益接近现代工程图样。如清代程大位所著《算法统筹》一书的插图中，有丈量步车的装配图和零件图。

制图技术在我国虽有光辉成就，但因长期处于封建制度的统治，在理论上缺乏完整的系统

的总结。在旧中国，又遭受帝国主义的侵略，处于殖民地与半殖民地的状态，致使工程图学停滞不前。

中华人民共和国成立后，在中国共产党领导下，沿着建设有中国特色的社会主义道路奋进，工农业生产得到很快恢复和发展，建立了自己的工业体系，结束了旧中国遗留下来的混乱局面，为我国的科学技术和文化教育事业开辟了广阔的前景，工程图学得到前所未有的发展。1956年原第一机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》，1959年国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》，随后又颁布了国家标准《建筑制图》，使全国工程图样标准得到统一，标志着我国工程图学进入了一个崭新的阶段。随着科学技术的发展和工业水平的提高，对技术规定要不断修改和完善，先后于1970、1974、1984年修订了国家标准《机械制图》。此外，在改进制图工具和图样复制方法、研究图学理论和编写出版图学教材等方面，都取得了可喜的成绩。1977年开始，有45所院校先后招收工程图学硕士研究生，培养较高层次的图学人才。

20世纪40年代，世界上第一台电子计算机问世后，计算机技术以惊人的速度发展。50年代初期，发明了世界上第一台平板式数控绘图机，给古老的工程图学增添了新的篇章。1967年我国开始计算机绘图的研制工作，1968年制成LZ—5数控绘图仪，1977年制成具有先进水平的HTJ—1855大型精密绘图机和752型彩色显示器。1987年起，中国工程图学会每两年主办国际计算机辅助绘图、设计、制造学术会议，增强了国际间的学术交流。目前，计算机绘图技术已在很多部门用于生产、设计、科研和管理工作中。深信，随着我国改革开放的不断推进，工程图学定能不断地适应建设社会主义四个现代化的需要，在图学理论、应用图学、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等诸方面，定能得到更加广泛地应用和迅速的发展。

第一章 制图的基本知识

§1-1 国家标准《机械制图》的有关规定

工程图样是指导现代生产和建设的重要技术文件，为了便于生产和技术交流，国家对图样画法、尺寸注法等作了统一的规定。工程技术人员应严格遵守，认真贯彻国家标准。

1959年第一次颁布国家标准《机械制图》(简称国标)后，对国民经济建设起了积极的促进作用，随着生产不断发展，又先后于1970年、1974年作了修订，1984年进行了较大的修改。本节仅摘录“图纸幅面及格式”、“比例”、“字体”、“图线”(GB 4457.1—84至GB 4457.4—84)和“尺寸注法”(GB 4458.4—84)、标题栏 (GB 10609.1—89)的主要内容。

一、图纸幅面及格式

1. 图纸幅面

为了合理利用图纸，便于装订、保管、国标规定了六种基本图纸幅面，具体的规格尺寸见表 1-1。

表 1-1 图纸幅面尺寸

mm

幅面代号	A 0	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

各号基本图纸幅面的尺寸关系如图 1-1所示，沿某一号幅面的长边对裁，即为某号的下一号幅面大小。例如沿 A1 幅面的长边对裁，即为 A2 的幅面，以此类推。

2. 图框格式

每一张图样都需要用粗实线绘制图框线。需要装订的图样，按图 1-2所示绘出图框格式，边框有 a (装订边) 和 c 两种尺寸；不需要装订的图样，其边框只有一种 e 尺寸，如图 1-3所示。 a 、 c 、 e 的具体尺寸见表 1-1。装订时，

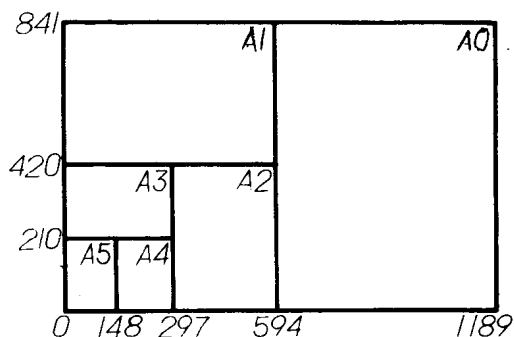


图 1-1 图纸幅面尺寸关系

一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

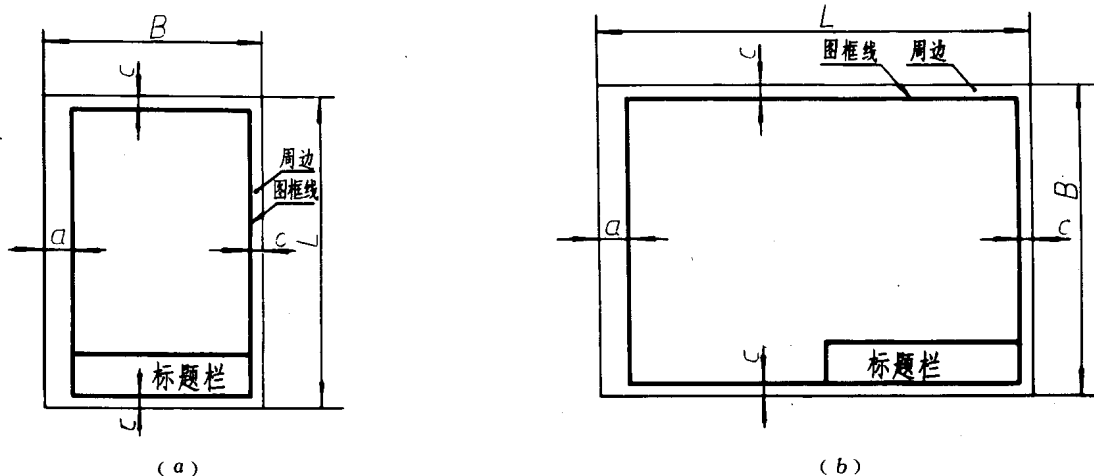


图 1-2 图框格式

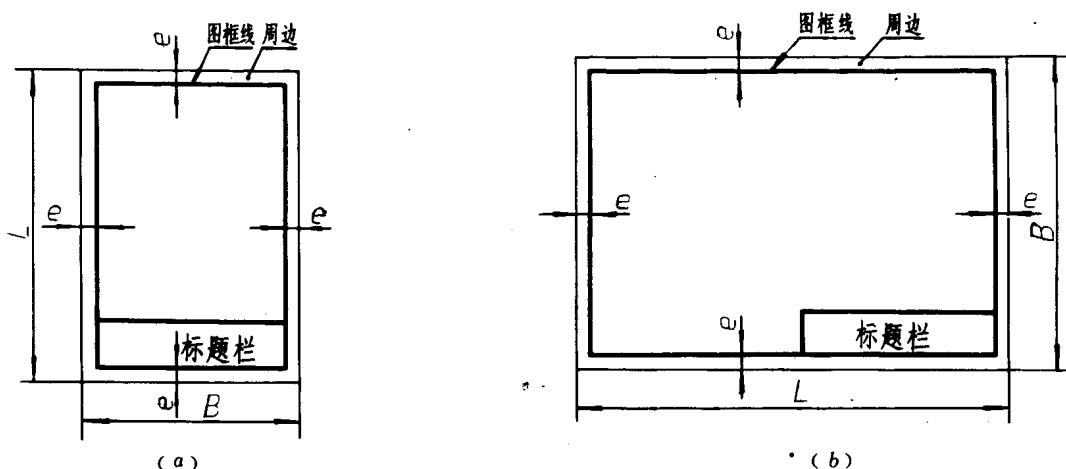


图 1-3 图框格式

为了复制或缩微摄影的方便,可采用对中符号,对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,如图 1-4(a)所示。为了便于修改图样,必要时图幅可分区,如图 1-4(b)所示。图幅分区的数目根据图样复杂程度而定,但应为偶数。分区线为细实线,每一分区长在 25~150 mm 之间选取。区内的编号顺序如图 1-4(b)所示。

3. 标题栏

每张图样必须绘制标题栏,其位置一般如图 1-2 或图 1-3 所示。标题栏中的文字方向为看图方向。

国家标准《技术制图 标题栏》(GB 10609.1—89)规定,标题栏格式如图 1-5 所示。当采用图 1-5(a)的形式配置时,具体的格式内容如图 1-6 所示。

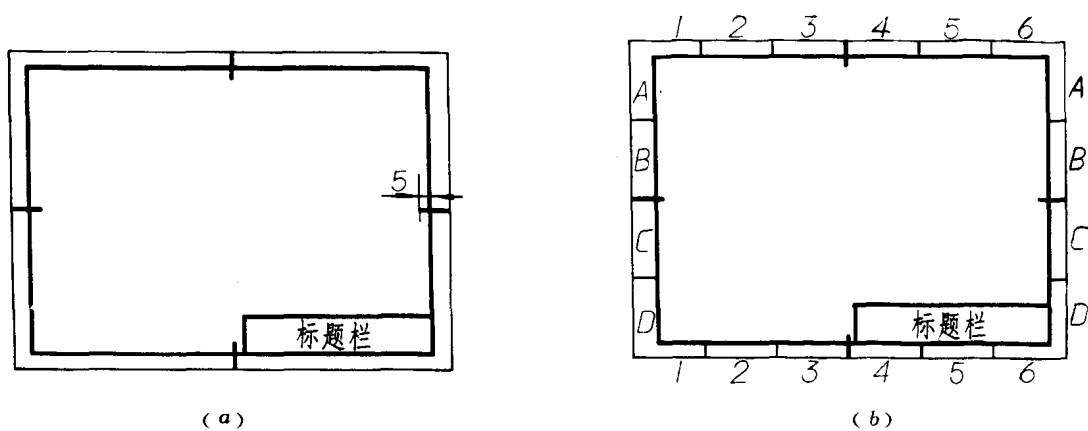


图 1-4 图幅的对中符号与分区

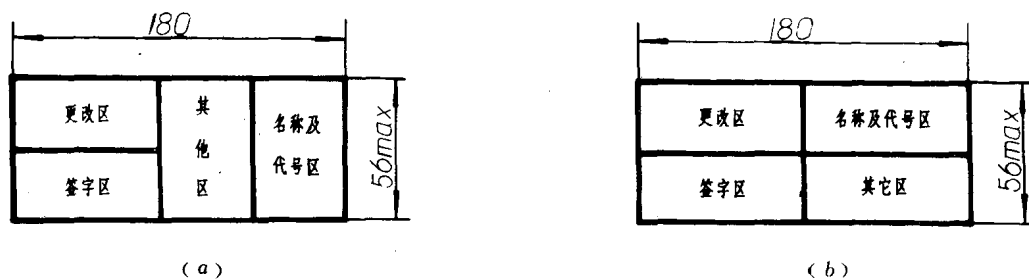


图 1-5 标题栏格式

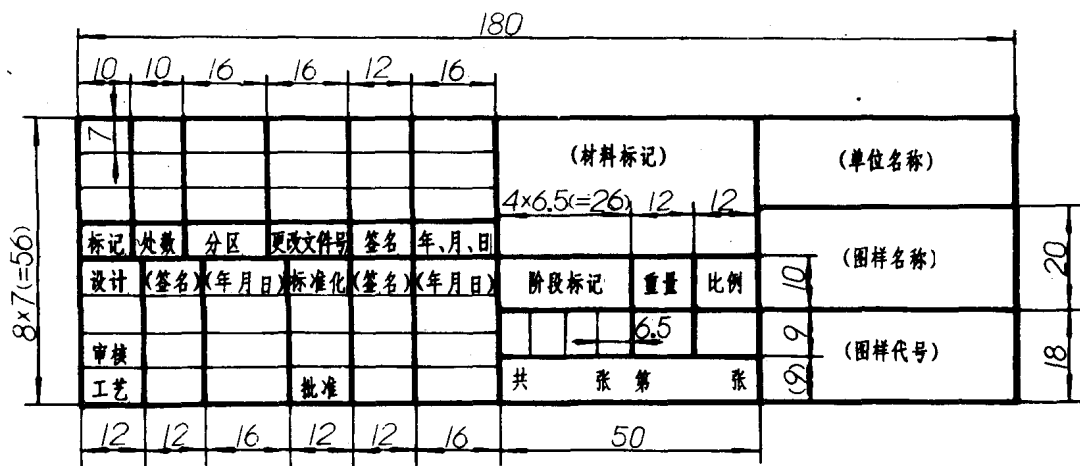


图 1-6 标题栏格式举例

学校的制图作业中，建议采用图 1-7 的标题栏格式。标题栏外框用粗实线、内格用细实线绘制。标题栏内的图名和校名用 10 号字，其余用 5 号字。

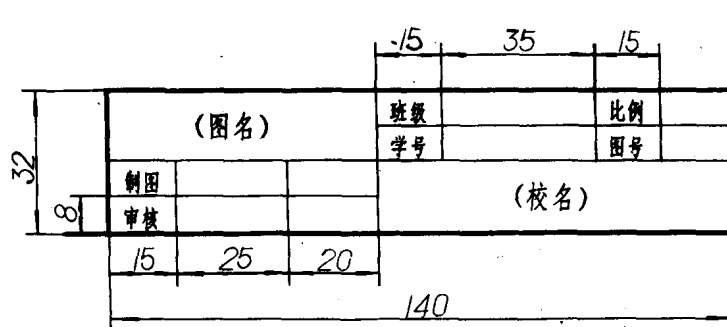


图 1-7 标题栏格式 (制图作业中使用)

二、比例

图样的比例是图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。

常用比例为 1:1, 根据机件大小和复杂程度可放大或缩小。图样中采用的比例一般应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 比 例

与实物相同	1 : 1					
缩小的比例	1 : 1.5	1 : 2	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 5
	1 : 10 ⁿ	1 : 1.5 × 10 ⁿ	1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 2.5 × 10 ⁿ	1 : 5 × 10 ⁿ	
放大的比例	2 : 1	2.5 : 1	4 : 1	5 : 1	(10 × n) : 1	

注: ⁿ 为正整数。

不论采用何种比例, 图样中标注的尺寸数值必须是机件的实际尺寸, 与图样的准确程度、比例大小无关, 如图 1-8 所示。

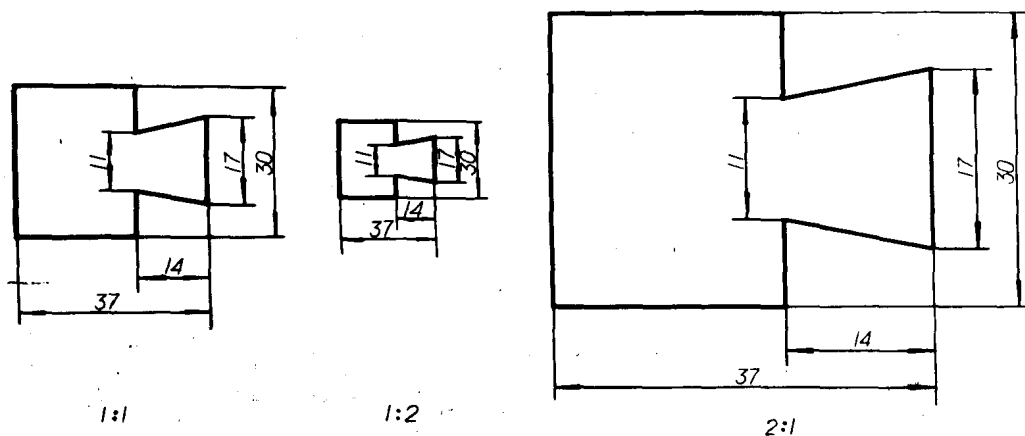


图 1-8 图形比例与尺寸数字

三、字体

1. 一般规定

图样中书写的字体必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。

字体的号数，即字体的高度（单位为毫米），分为20、14、10、7、5、3.5、2.5（汉字字高不宜用2.5）七种。字体的宽度约等于字体高度的三分之二。数字、字母的笔划宽度约为字体高度的十分之一。

斜体字字头向右倾斜，与水平线约成 75° 角。

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体。

2. 字体示例

(1) 汉字——长仿宋体示例

10号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7号

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研
视图向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

5号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧其
余未注明按全部倒角

(2) 拉丁字母示例

大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N

OPQRSTUVWXYZ

小写斜体

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

(3) 阿拉伯数字斜体示例

1234567890

$\Phi 20^{+0.010}_{-0.023}$

(4) 罗马数字斜体示例

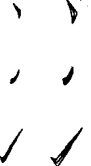
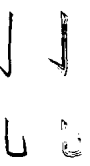
*I II III IV V VI
VII VIII IX X*

3. 几点说明

长仿宋体的书写要领：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

汉字的基本笔划的运笔方法可参考表1-3。

表 1-3 汉字基本笔划

名 称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基 本 笔 划	起笔有锋，形似尖三角	起笔有锋，向右上微斜运笔，收笔呈棱角	起笔有锋，笔划垂直向下，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，向右下渐粗运笔，斜捺脚要平，平捺脚略向右上	起笔有锋，微向右运笔，而渐细呈尖端	起笔有锋，平划与竖划相逢处有锋	竖勾向左上方画勾，可倒勾笔。竖弯勾，勾尖垂直向上
书 法 示 例								
字 例	清 线	平 面	料 单	位 库	绘 连	结 地	习 弹	比 例

为了保证字体大小一致，排列整齐，初学时应打格书写，字与字的间隔为字高的 $1/4$ 左右，行距约为字高的 $1/3$ 。书写时，笔划要一笔写成，不要勾描。此外，根据字形特点，不要一律追求填满方格。个别字需要缩格或出格，如口、日、图等字要适当缩格。否则，给人感觉比周围的字大，产生不匀称。相反，有些字如广、分等有“撇”、“捺”笔划的字，书写时其尖端应稍出格，才能与周围字大小相称。

数字在图样中要整齐、清楚、避免误认。因此，国标中规定了数字的写法，应严格遵守。如“3”的起笔是直笔，避免与“8”混淆；“9”的收笔是直笔，而“6”的起笔是弯曲的，即使两字倒置时均有差别；“0”的两边是直笔，避免与小圆图形相混，见上页阿拉伯数字示例。

四、图线

图样中的图形是由多种图线组成的。国标规定了机械图样中各种图线的名称、型式及其画法。

1. 图线型式及其应用

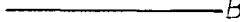
(1) 各种图线的名称、型式、代号、宽度以及其在图上的一般应用，见表1-4和图1-9。

(2) 图线宽度

图线分粗细两种。粗线宽度 b 按图形大小和复杂程度，在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择，细线宽度约为 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为：0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。

表 1-4 图线型式及应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	主 要 用 途
粗实线	 A	b	A ₁ 可见轮廓线
细实线	 B	约 b/3	B ₁ 尺寸线和尺寸界线 B ₂ 剖面线 B ₃ 重合剖面的轮廓线
波浪线	 C	约 b/3	C ₁ 断裂处的边界线 C ₂ 视图与剖视的分界线
双折线	 D	约 b/3	D ₁ 断裂处的边界线
虚 线	 F	约 b/3	F ₁ 不可见轮廓线
细点划线	 G	约 b/3	G ₁ 轴线 G ₂ 对称中心线 G ₃ 轨迹线
粗点划线	 J	b	J ₁ 有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	约 b/3	K ₁ 相邻辅助零件的轮廓线 K ₂ 极限位置的轮廓线

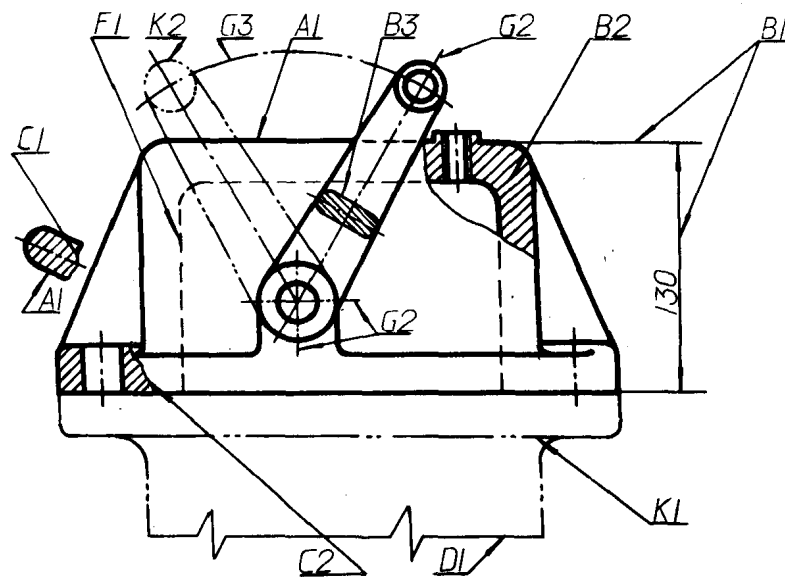


图 1-9 图线应用示例

2. 图线画法

(1) 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、细点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等，建议采用图1-10图线规格。