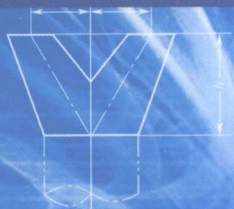
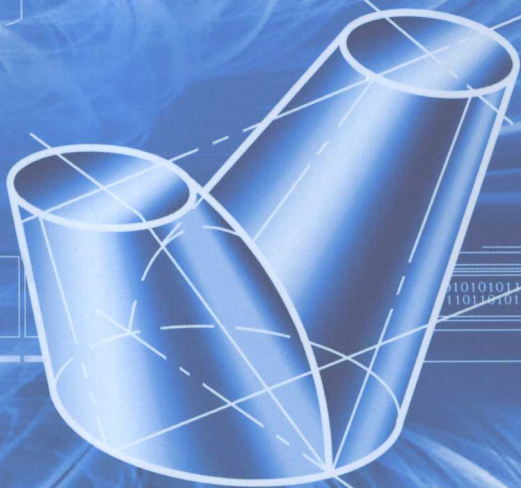


机械制图



张贵社 邱昌梅 李德富 编著

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材（机电类专业）

机械制图

张贵社 邱昌梅 李德富 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 / 张贵社, 邱昌梅, 李德富编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.10
(世纪英才模块式技能实训·中职系列教材(机电类专业))

ISBN 978-7-115-16583-1

I. 机... II. ①张...②邱...③李... III. 机械制图—专业学校—教材 IV.TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 109537 号

内 容 提 要

本书是在参考多种同类教材的基础上, 根据教学改革的要求和编者数年来在教学实践编写而成的。本书主要内容包括制图基本知识、投影基础知识、基本几何元素的三面投影、基本形体的视图和轴测图的画法, 机件的表达方法、常用件的规定画法、零件图和装配图, 展开图和焊接图等。读者可根据专业的需要, 选学展开图和焊接图。

本书适用于中等专业学校、技工学校及相关职业培训机构的机械制图课程的教学。

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材(机电类专业)

机 械 制 图

-
- ◆ 编 著 张贵社 邱昌梅 李德富
责任编辑 张 鹏
执行编辑 蔡华斌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16
字数: 395 千字 2007 年 10 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2007 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16583-1/TN

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材（机电类专业）

编 委 会

主 任：王德洪 杨承毅

编 委：罗文彩 余宏生 张国俭 吴忠良
张贵社 严义章 胡楚银 张珍明
周志文 周四六 吕 海

策 划：丁金炎

丛书前言

《国务院关于大力发展职业教育的决定》指出“职业院校要根据市场和社会需要，不断更新教学内容，合理调整专业结构，大力发展新兴产业和现代服务业的专业，大力推进精品专业、精品课程和教材建设”，这不仅给职业院校的办学，同时也为我们开发职业教育教材指明了前进的方向。

对职业教育而言，满足国民经济发展的需要才是职业教育真正的主题。职业教育活动围绕着专业技能的需要而展开，不仅是就业市场的需求，也是职业院校办学理念上的回归。职业院校“以就业为导向”的办学方针，意味着职业教育办学者必须树立向市场靠拢的职教理念，探索与之相对应的职教模式。

本系列教材是我们借鉴加拿大 CBE (Competency-Based Education) 教学思想的一次实践，也是借 DACUM 方法来开发教学计划的具体探索。本系列教材包括专业基本理论、专业群技术基本功和专业技能实训 3 个类别。新编教材忠实贯彻了“以就业为导向”的指导思想，克服了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向，重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果，改变了中职教材在原学科体系基础上加加减减的编写方法。

与当今市面上的同类教材相比，本系列教材的主要特点有：

- (1) 教材结构“模块化”。一个模块一个知识点，重点突出，主题鲜明。
- (2) 教材内容“弹性化”。适应“生源”水平的差异和订单式职业教育的不同需求。
- (3) 教学内容“本体化”。教材内容不刻意向其他学科扩展，追求系列教材的组合效应。
- (4) 合理控制教学成本。如今，不计教学成本的时代已经离去，针对中职教育投资不足的现状，本系列教材要求作者对每一个技能实训的成本做出估算，以控制教学成本。
- (5) 针对目前中职学生的认知特点，本系列教材强调图文并茂、直观明了、便于自学，充分体现“以学生为本”的教学思想。

综上所述，本系列教材是符合当今中等职业教育发展方向的一个有潜在价值的教学模式。本系列教材的作者都是长期担任相关课程教学工作的有工程背景的教师，他们不仅具备扎实的理论功底，还在职业技能方面积累了大量的经验。正是由于本系列教材的作者们具备了这些条件，才有了本系列教材的高质量出版。

总之，本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部对于中等职业教育的改革思想，而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍，并为学生毕业后在机电类专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新（新思想、新技术、新面貌）、实（贴近实际、体现应用）、简（文字简洁、风格明快）的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议，或者您也愿意参与到这个系列教材中其他专业课教材的编写，可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系，也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

编委会

前 言

本书从中等职业学校培养生产、服务、技术第一线工作高素质劳动者和初、中级专门人才的目标出发,根据当前中职学校机电类专业的要求,以中等职业教育引导就业教育的改革为思路,以提高学生的科学文化素质,培养学生的创新精神、实践能力及职业素质为目标来进行编写的。

本书着重阐明识图和绘制图样的基本理论和方法,突出以识图为主、读画结合、学以致用的特点;按照学生的认知规律编排知识内容,大量列举实例,注重对学生读图能力的培养。本书在整体内容上,力求语言通俗易懂、知识循序渐进、层次重点突出、理论联系实际,融科学性、系统性和实用性于一体。

本书在各知识模块前均设置教学目的要求和建议教学方式,可供教师教学参考,也有利于学生预习、复习和总结。与本书配套使用的《机械制图习题集》,内容丰富,为教师取舍及学生练习提供了方便。

此外,编者在编写本书的过程中,还考虑了以下几点:

1. 根据中等职业学校学制及培养目标的变化,适当删减和调整了知识内容,删除了画法几何中实用价值不大的部分内容,以适应教学改革的需求。

2. 每一幅平面图和立体图都精心描绘、润饰,力求提高图形的质量,以使达到清晰、醒目的效果。

3. 书中设置了大量的例题,并附有详细的解题分析、解题步骤和画图说明,可以充分地引导学生阅读自学。

4. 全部采用了最新《技术制图》和《机械制图》国家标准,书中涉及的标准内容均采用制图及其相关的最新国家标准和行业标准。

本书适用于中等专业学校、技工学校及相关职业培训机构的机械制图课程的教学。

本书知识模块一至知识模块三由武汉机电工程学校张贵社编写,知识模块四、知识模块五、知识模块九由湖北省工业设计学校邱昌梅编写,知识模块六至知识模块八由荆州市高级技工学校李德富编写,全书由张贵社统稿,由武汉铁路司机学校徐颖主审。由于时间仓促,编者水平有限,书中错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
知识模块一 制图的基本知识和基本规定	3
第一部分 教学组织	3
一、目的要求	3
二、教学节奏与方式	3
第二部分 教学内容	3
一、制图工具及其使用	3
二、制图国家标准的基本规定	5
三、尺寸注法	10
四、几何作图	14
五、平面图形的画法	21
六、徒手画图的方法	23
知识模块二 正投影基础	25
第一部分 教学组织	25
一、目的要求	25
二、教学节奏与方式	25
第二部分 教学内容	26
一、投影法的基本概念	26
二、三视图的形成及投影规律	28
三、物体几何元素的投影	30
四、基本几何体的三视图	51
五、轴测图的画法	65
知识模块三 组合体	84
第一部分 教学组织	84
一、目的要求	84
二、教学节奏与方式	84
第二部分 教学内容	85
一、组合体的组合形式和形体分析	85
二、基本体的切割与相贯	87
三、组合体三视图的画法	99
四、组合体三视图的尺寸标注	109
五、读组合体视图	115

知识模块四 机件的表达方法	127
第一部分 教学组织	127
一、目的要求	127
二、教学节奏与方式	127
第二部分 教学内容	128
一、视图	128
二、剖视图	130
三、断面图	136
四、其他表达方法	138
五、机件的表达方法小结与综合应用	142
六、第三角投影	145
知识模块五 常用零件的特殊表示法	148
第一部分 教学组织	148
一、目的要求	148
二、教学节奏与方式	148
第二部分 教学内容	149
一、螺纹的规定画法	149
二、螺纹紧固件的连接画法	154
三、齿轮轮齿的规定画法	159
四、键、销的连接画法	164
五、滚动轴承的规定画法	166
六、弹簧的规定画法	170
知识模块六 零件图	173
第一部分 教学组织	174
一、目的要求	174
二、教学节奏与方式	174
第二部分 教学内容	174
一、零件图表达方案的选择	174
二、零件图的尺寸标注	178
三、零件图上技术要求的标注	183
四、零件上常见的工艺结构	196
五、识读零件图	197
六、零件测绘	200
知识模块七 装配图	204
第一部分 组织教学	204
一、目的要求	204

二、教学节奏与方式	204
第二部分 教学内容	205
一、装配图的表达方法	205
二、装配图的尺寸标注	208
三、装配图中零、部件的序号和明细表	208
四、根据零件图组画装配图的方法和步骤	210
五、识读装配图	212
知识模块八 展开图	215
第一部分 教学组织	215
一、目的要求	215
二、教学节奏与方式	215
第二部分 教学内容	215
一、展开图的概念	215
二、展开图的表达方法	216
知识模块九 焊接图	223
第一部分 教学组织	223
一、目的要求	223
二、教学节奏与方式	223
第二部分 教学内容	223
一、焊缝的表示方法	223
二、焊缝的标注方法	225
附录	227
参考文献	245

绪 论

一、本课程的研究对象

在工程技术中，为了准确地表达机械、仪器、建筑物等的形状、结构和大小，根据投影原理、标准或有关规定绘制的图，称为图样。图样是制造工具、机器、仪表等产品和进行建筑施工的重要技术依据。不同的生产行业对图样有不同的要求。建筑工程中使用的图样称为建筑图样，机械制造业中的图样称为机械图样。机械制图就是研究机械图样的图示原理、读图和画图方法及有关标准的课程，它主要包括以下内容：

- ① 制图的基本知识：介绍基本制图标准、绘图工具、几何作图等知识。
- ② 正投影法与三视图：介绍机械图样的图示原理和方法。
- ③ 机械图样：介绍机械图样读图、画图的规则和方法。
- ④ 其他图样：介绍机械工人应知的锻造、焊接、金属结构等图样。

二、本课程的目的和任务

本课程的目的和任务包括以下内容：

- ① 掌握正投影法的基本理论及其应用。
- ② 掌握阅读和绘制机械图样的基本知识、基本方法和技能。
- ③ 培养空间想像和形象思维能力。
- ④ 培养耐心细致的工作作风、严肃认真的工作态度。

三、本课程的学习方法

1. 注重形象思维

在学习机械制图时，会出现这样的现象：有些数、理、化成绩优秀的学生学习起来很吃力，而一些数、理、化成绩较差的学生学习起来却得心应手。这种现象的原因就在于前者学习时未能抓住这门课程的本质特点，而后者抓住了这门课程的本质特点。

机械制图主要是研究空间物体到平面图形（画图）和由平面图形到空间（看图）转化规律和方法的学科，其思维方法独特（以形象思维为主）。学生如果袭用传统方法学习这门课程，难免误入歧途，也就是说，学习机械制图必须积极开展形象思维活动，努力提高空间想像能力。

2. 注重基础知识

任何知识都是建立在相关学科知识的基础之上，而机械制图的基础知识主要源自本身，它从投影的概念到点、线、面等几何体的投影，一阶一阶地垒砌而成。

组合体是机械制图中重要的基础知识。组合体是座“桥”，它在投影理论的基础知识和零件图的基础之间起承上启下的作用，只有顺利地通过它，才能到达理想的学习“境地”。

组合体的内容极其丰富：画图、看图、标注尺寸是机械制图课的三大“经脉”，还包括疏通“经脉”的两种方法——形体分析法和线面分析法。尤其是在学习零件图的绘制、识读

及尺寸标注时，组合体将作为最基本、最重要的基础知识为之所用。

3. 注重作图实践

机械制图课的实践性很强，“每课必练”是这门课程的特别要求。要想学好这门课，掌握过硬的画图、看图的本领，必须要通过踏踏实实、反反复复地“练习”才能实现。

在进行制图练习时，应做到以下几点：

- ① 正确掌握绘图的工具和用品的使用方法，以提高作图的质量和速度。
- ② 作图必须以投影理论为指导，先看书，后画图。在进行“依物画图”和“由图想物”的练习时，一定要弄清楚“物”、“图”之间的相互转化关系，注意培养空间想像能力。
- ③ 按时完成作业，有错必改，吸收经验。

总之，机械制图是以形象思维为主的课程，学习时需要打好知识基础，进行大量的制图实践，不断地培养看图和画图的能力。

知识模块一

制图的基本知识和基本规定

机械图样是设计和制造机械的重要技术文件，是交流技术思想的一种工程语言；机械图样又是一个新产品从市场调研、方案设计、制造、检测、安装、使用到维修整个过程中必不可少的技术资料，是发展和交流科学技术非常重要的工具。因此，在设计和绘制图样时，必须严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关技术标准。本模块简要介绍国家标准《技术制图》、《机械制图》中的基本规定，主要有制图工具的使用、图纸幅面和格式、比例、字体、图线以及尺寸注法等。

第一部分 教学组织

一、目的要求

- ① 了解图样的基本概念、课程任务、课程的基本内容和学习方法。
- ② 初步认识常用的制图工具。
- ③ 了解并掌握制图标准的有关规定和要求。
- ④ 了解平面图形的徒手画法。

二、教学节奏与方式

项 目	课 时 安 排	教 学 方 式
1 复习/预习	课外	预习：仔细阅读教材的绪论，初步了解课程的任务、基本内容和学习方法
2 教师讲授	12	<ol style="list-style-type: none">① 绪论和制图工具可用 1 个学时进行简要介绍。② 用 3~5 个学时介绍《机械制图》国家标准的基本规定，重点是线型和尺寸标注的有关规定。③ 几何作图和平面图形的画法可用 4 个学时进行图例讲解，用 2 个学时进行课堂练习。④ 用 1 个学时介绍平面图形的徒手画法，或安排在课外自学
3 绘图练习	课外	<ol style="list-style-type: none">① 线型练习和尺寸标注。② 平面图形的画法

第二部分 教学内容

一、制图工具及其使用

进行制图工作，离不开制图工具和用品，而制图工具和用品质量的好坏，将直接关系到

所绘图样的质量和工作效率。

常用的制图工具和用品有图板、丁字尺、三角板、制图仪器和图纸、铅笔、计算机应用软件等。

本节主要讲解传统的手工制图工具的应用，以便学生在学习制图的基本理论时，随学随画。而计算机绘图的基本技能，可在学完制图课程后，专门进行操作技能的学习和训练。这样，既减轻了学生的学习压力，又使其在计算机绘图的学习过程中进一步复习和巩固制图的基本知识。

1. 图板和丁字尺

如图 1-1 所示，图板是绘图时用来固定图纸的矩形木板，板面应光滑平坦。图纸用胶纸固定在图板上。图板的左右侧边称为导边，也必须光滑平直。

丁字尺由尺头和尺身组成，如图 1-1 所示。尺头与尺身的导边应保持相互垂直。作图时将尺头紧靠图板的左侧边，上下滑动，即可沿尺身的上边（工作边）绘制水平线，如图 1-2 所示。

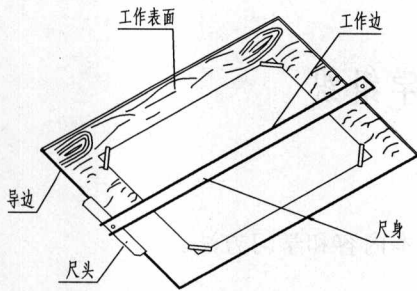


图 1-1 图板和丁字尺

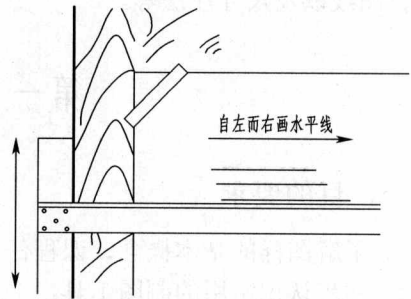


图 1-2 丁字尺的应用

2. 三角板

三角板由两块合成为一副，一块为 45° ，另一块为 $30^\circ-60^\circ$ 。将三角板和丁字尺配合使用，可画垂直线（如图 1-3 所示）和一些常用的特殊角度的倾斜线（如图 1-4 所示），如 30° 倾斜线、 45° 倾斜线、 60° 倾斜线、 75° 倾斜线等。

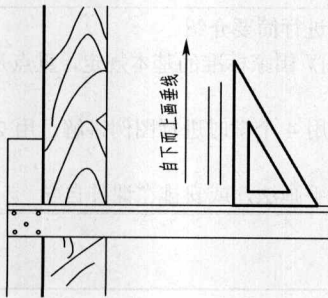


图 1-3 三角尺和丁字尺配合画垂线

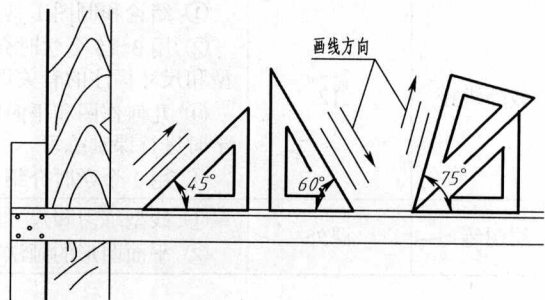


图 1-4 三角尺和丁字尺配合画特殊角斜线

3. 分规和圆规

(1) 分规

分规是用来截取线段、等分直线或圆周以及从尺上量取尺寸的工具。分规的两个针尖并拢时应对齐，其开、合只需单手调整。

(2) 圆规

圆规主要用来画圆或圆弧。画圆或圆弧时，圆规的钢针应使用有肩台的一端，这样不至于使图纸上的针孔过大。

4. 制图用品

常用的制图用品有图纸、铅笔、橡皮、胶带纸、小刀和砂纸等。

(1) 图纸

图纸的品种很多，一般应选用质地坚实、用橡皮擦时不易起毛者为宜。图纸分正、反两面，识别的方法为：用橡皮擦拭几下，不易起毛的一面为正面。必须在图纸的正面画图。

(2) 铅笔

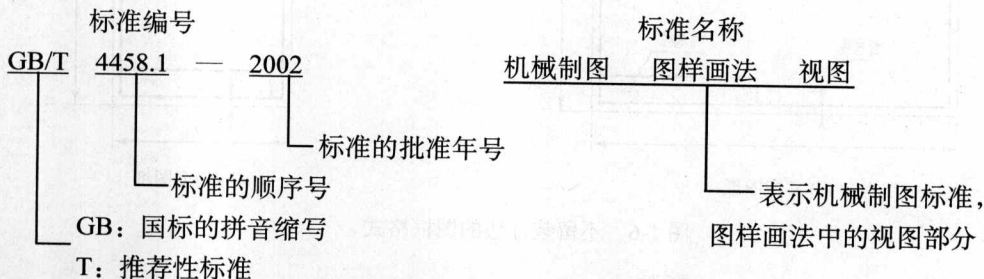
铅笔分硬、中、软 3 种。标号有 6H、5H、4H、3H、2H、H、HB、B、2B、3B、4B、5B、6B 等 13 种。6H 为最硬，HB 为中等，6B 为最软。

绘制图形底稿时，建议采用 2H 或 3H 铅笔，并削成圆锥形；描黑底稿时，建议采用 B 或 HB 铅笔，削成扁铲形。铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬的标号。

二、制图国家标准的基本规定

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准，是工程界各种专业技术图样的通则性规定，也是一项机械专业制图标准，因此是绘制、识读和使用图样的准绳，绘图时必须遵守其有关规定，并严格贯彻执行。

国家标准（简称“国标”）由标准编号和标准名称两部分构成，现以“GB/T 4458.1—2002《机械制图 图样画法 视图》”为例，说明国标的构成和各部分的含义：



本节将介绍制图国家标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等基本规定中的主要内容。

1. 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

(1) 图纸幅面

为了使图纸幅面统一，便于装订和保管以及符合缩微复制原件的要求，绘制技术图样时，应按以下规定选用图纸幅面。

① 应优先采用基本幅面，如表 1-1 所示。基本幅面共有 5 种，其尺寸关系如图 1-5 所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

续表

幅面代号	$B \times L$	e	c	a
A3	297×420	10	5	25
A4	210×297			

注： e 、 c 、 a 为留边宽度。

② 必要时，也允许选用加长幅面，但加长幅面的尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

(2) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。图框有两种格式：不留装订边和留装订边。同一种产品中所有图样均应采用同一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-6 所示；留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-7 所示。各部分尺寸按表 1-1 选取。

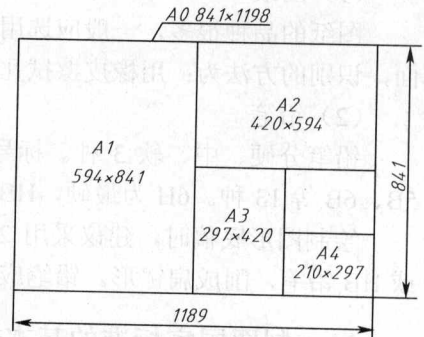
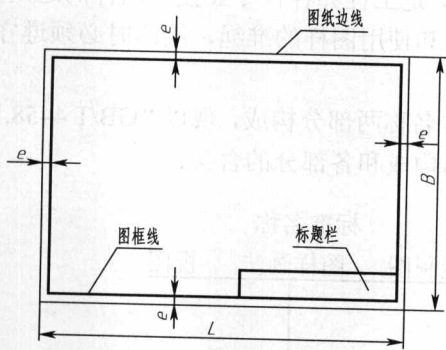
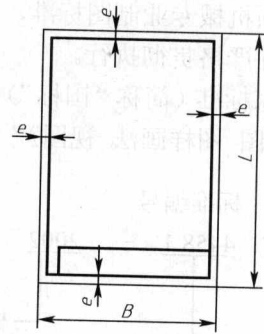


图 1-5 基本幅面的尺寸关系

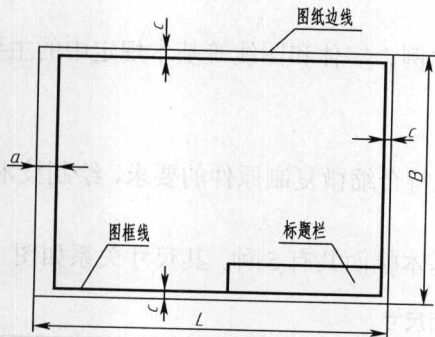


(a) X 型图纸

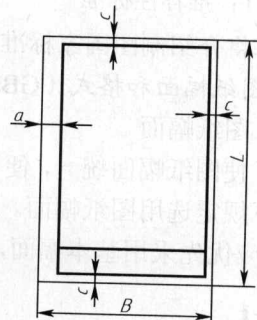


(b) Y 型图纸

图 1-6 不留装订边的图框格式



(a) X 型图纸



(b) Y 型图纸

图 1-7 留有装订边的图框格式

(3) 标题栏的方位

标题栏是看图方向的参照，每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T

10609.1—1989 的规定。在制图作业中建议采用图 1-8 所示的格式。标题栏的位置应位于图样的右下角，如图 1-6 所示。

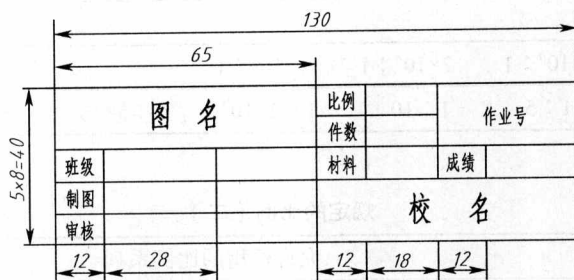


图 1-8 制图作业中标题栏的参考格式

当标题栏的长边与图纸的长边平齐时，构成 X 型图纸，如图 1-6 (a) 和图 1-7 (a) 所示；当标题栏的长边与图纸的长边垂直时，就构成了 Y 型图纸，如图 1-6 (b) 和图 1-7 (b) 所示。

为了利用预先印制好的图纸，允许将 X 型图纸竖向使用，摆放的方位如图 1-9 所示；或将 Y 型图纸横向使用，摆放方位如图 1-10 所示。

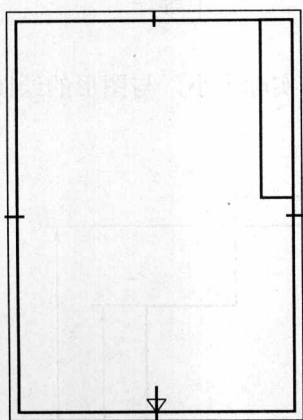


图 1-9 X 型图纸竖放

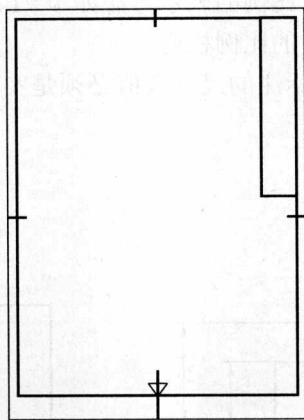


图 1-10 Y 型图纸横放

将 X 型图纸竖向使用，或将 Y 型图纸横向使用时，为了明确绘图与看图的方向，应在图纸图框的下边中点处绘制一个方向符号，如图 1-9、图 1-10 所示。

2. 比例 (GB/T 14690—1993)

(1) 术语

比例——图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

原值比例——比值为 1 的比例，即 1:1。

放大比例——比值大于 1 的比例，如 2:1 等。

缩小比例——比值小于 1 的比例 如 1:2 等。

(2) 比例系列

当需要按比例绘制图样时，应从 GB/T 14690—1993 规定的系列中选取适当的比例。

规定的比例系列如表 1-2 所示，必要时也允许按表 1-3 规定的比例系列选取。

表 1-2

规定的比例 (一)

种 类	优先选用的比例系列					
原值比例	1 : 1					
放大比例	5 : 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	允许选用的比例系列									
放大比例	4 : 1	$2.5 : 14 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$							
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。

为了从图样上直接反应出实物的大小, 绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与结构千差万别, 绘图时, 应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。

(3) 标注方法

① 比例符号应以“:”表示, 比例的表示方法如 1 : 1、1 : 2、5 : 1 等。

② 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

不论采用何种比例, 图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小, 与图形的绘图比例无关, 如图 1-11 所示。

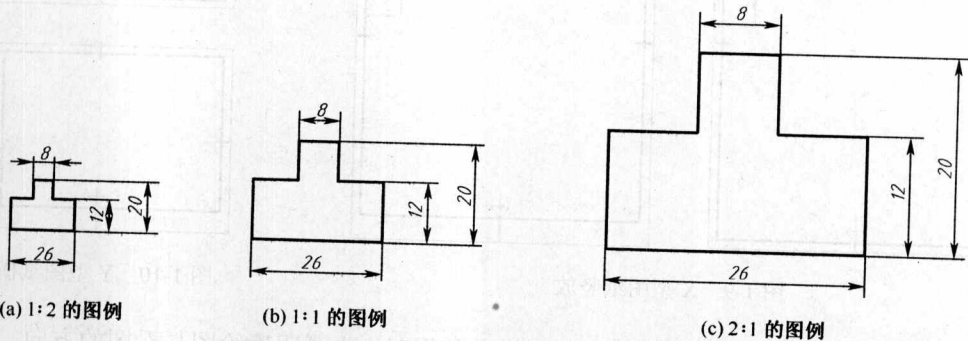


图 1-11 以不同比例画出的图形及其尺寸的标注

3. 字体 (GB/T 14691—1993)

(1) 基本要求

① 在图样中书写的汉字、数字和字母, 都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

② 汉字应写成长方宋体字, 并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm, 其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。字体高度代表字体的号数。

③ 数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

(2) 字体示例

汉字、数字和字母的字体示例如表 1-4 所示。