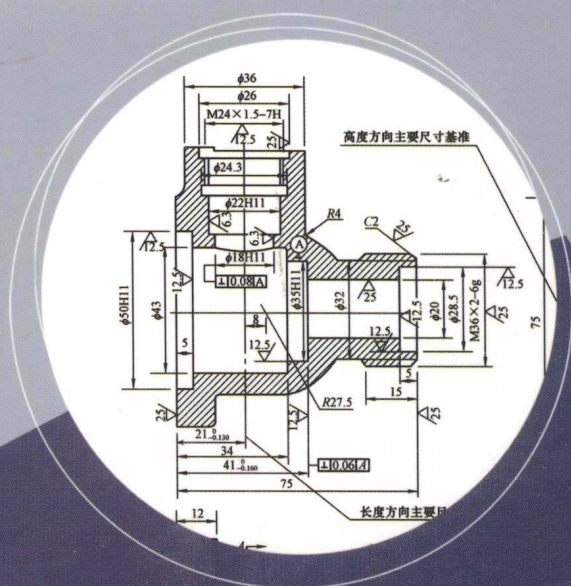




21世纪高等院校机械专业应用型精品规划教材

机械制图

◎ 主编 郑和东 成海涛



21 世纪高等院校机械专业应用型精品规划教材

机械制图

主 编 郑和东 成海涛

副主编 王修杰 周志立 陈金如 刘志凌

内容提要

本书介绍了最新国家标准规定的机械制图的相关内容,主要包括:机械制图基本知识,正投影基本知识,基本体,常见立体的表面交线,轴测图,组合体,图样画法,标准件和常用件,零件图,装配图。本书力求内容系统完整,讲解深入浅出,符合国家机械制图标准规定,并通过相应的模块,使学生更好地掌握所学知识。

本书根据新的培养标准要求,以“够用”为度,加强学生绘读能力的培养,可作为高等院校、职业院校机械类、近机械类专业的通用教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/郑和东等主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-81133-516-3

I. 机… II. 郑… 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(2009)第 133720 号

出版发行:哈尔滨工程大学出版社

社 址:哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮 编:150001

发行电话:0451-82519328

传 真:0451-82519699

经 销:新华书店

印 刷:北京市通州京华印刷制版厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16

字 数:379 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版

印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价:32.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

网上书店: www.kejibook.com

对本书内容有任何疑问及建议,请与本书责编联系。邮箱: jixie_book@sina.com

出版说明

近年来,我国的高等教育事业实现了跨越式发展,为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类人才,对提高劳动者的素质,建设社会主义精神文明,促进社会进步和经济发展发挥了重要的作用。

随着我国科技的发展以及经济的腾飞,高技能人才的缺乏逐渐成为影响社会快速、健康发展的瓶颈。高等院校作为培养各类高素质人才的重要基地,必然要对教育教学制度进行改革,以改革教育思想和教育观念为先导,以促进就业为目标,实行多样、灵活、开放的人才培养模式,把教育教学与生产实践、社会服务、技术推广结合起来,加强实践教学和就业能力的培养,逐步探索建立适应我国社会主义现代化建设需要,能顺利实现高等人才培养目标的高等教育思想和教育理念。

要加快高等教育改革和发展的步伐,就必须对其课程体系和教学模式等问题进行探索。在这个过程中,教材的建设与改革无疑起着至关重要的基础性作用,高质量的教材是培养高素质人才的保证。高等教育教材作为知识的载体和教学的基本工具,直接关系到高等教育能否为社会培养并输送符合要求的高技能人才。

为推动高等教育教材的建设,加快高等教育改革和发展的步伐,我们精心组织了一批具有丰富教学和科研经验的教师,针对高等院校机械学科相关专业的教学特点,编写了《21世纪高等院校机械专业应用型精品规划教材》。本系列教材以使学生在具有必备的基础理论知识和专业知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能为宗旨,致力于培养基础理论知识适度、技术应用能力强、知识面宽、素质高的应用型人才。

本系列教材非常注重培养学生的实践技能,力避传统教材“全而深”的教学模式,将“教、学、做”有机地融为一体,在教给学生知识的同时,强化对学生实际操作能力的培养。在编写过程中,教材力求从实际应用的需要出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论灌输,充分体现出“以行业为导向,以能力为本位,以学生为中心”的特色,从而使教材更具有实用性和前瞻性,与就业市场结合更为紧密。

本系列教材的编写力求突破陈旧的教育理念,采用了“以案例导入教学”的编写模式。在对某一理论进行讲解的同时,紧密结合实际,援引大量鲜明实用的案例进行分析说明,以达到编写高质量教材的目标。这些精心设计的案例不但可以方便教师授课,同时也可以启发学生思考,加快对学生实践能力的培养,改革人才的培养模式。

本系列教材可供普通高等院校、高等职业院校、成人高校及各类培训学校机械学科机械设计与制造、数控技术、模具设计与制造、机电一体化等相关专业使用。在编写过程中,得到了许多高等院校老师的大力支持,在此特向他们致以衷心的感谢,同时也对所有参与本系列教材出版工作的人员表示感谢!

哈尔滨工程大学出版社

前 言

本教材严格依据中华人民共和国国家标准《技术制图》和《机械制图》，并结合编者多年的制图教学经验编写而成，全书内容与最新国家标准保持高度一致。在此基础上，对内容选材，组织结构编排，侧重点、实例图例等各方面都进行了精心设计，总体说来，本书主要具有以下几方面的突出特点：

1. 目的明确。本书的编写紧贴高等院校机械类、近机械类、非机械类等各类学生的教学需求，旨在培养学生的基本制图技能、空间想象能力、抽象思维能力及动手能力，全面提高学生综合素质。

2. 标准新。以最新的国家标准《技术制图》和《机械制图》作为标准参考对象。

3. 内容新。实例、插图选择紧密结合实际生产、生活需求，且选题新颖，以激发学生学习兴趣，增强学习效果。

4. 涵盖面全，适用范围广。为适应机械类、近机械类及非机械类各专业的不同教学要求，本书在内容编排、实例插图上具有一定的灵活性，并力争涵盖各专业需求，以便教师、学生能够根据自身需要加以取舍。

为便于学生自学，本书文字叙述力求图文并茂，翔实生动。对容易出错的部分内容，出示了正误对比图例，对较复杂的投影图采用了附加立体图方式以助理解。

本书由郑和东、成海涛担任主编，王修杰、周志立、陈金如、刘志凌担任副主编。具体编写分工如下：郑和东编写第7章、第9章，成海涛编写第1章、第2章、第8章及附录，王修杰编写第4章，周志立编写第3章、第6章，陈金如编写第5章，刘志凌编写第10章。

本教材编写过程中得到了相关院校各级领导的关心和支持，在此一并表示衷心感谢。由于编者水平有限，编写时间仓促，书中疏漏乃至错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 机械制图基本知识	1
1.1 绘图工具和仪器的使用	1
1.1.1 绘图工具	1
1.1.2 绘图仪器	2
1.1.3 常用的绘图用品	3
1.2 国家标准的基本规定	4
1.2.1 图纸幅面及格式	4
1.2.2 比例	7
1.2.3 字体	7
1.2.4 图线	9
1.2.5 尺寸注法	12
1.3 几何作图	16
1.3.1 等分线段	16
1.3.2 等分圆周及作正多边形	16
1.3.3 斜度与锥度	18
1.3.4 圆弧连接	20
1.4 平面图形的画法	22
1.4.1 尺寸分析	22
1.4.2 线段分析	22
1.4.3 平面图形的绘图方法与步骤	23
1.5 徒手绘图的基本方法	24
1.5.1 直线的画法	24
1.5.2 圆的画法	25
第 2 章 正投影基本知识	27
2.1 投影法概述	27
2.1.1 投影法的基本概念	27
2.1.2 投影法的种类	27
2.1.3 正投影的基本特性	28
2.2 三视图	29
2.2.1 三面投影体系的建立	29
2.2.2 三视图的形成和名称	30
2.2.3 三视图的投影规律	31

2.3 点的投影	32
2.3.1 点的三面投影	32
2.3.2 点的空间位置	33
2.3.3 两点的相对位置	34
2.4 直线的投影	36
2.4.1 直线的三面投影	36
2.4.2 各种位置直线的投影特性	36
2.4.3 直线与点的相对位置	38
2.4.4 两直线的相对位置	39
2.5 平面的投影	40
2.5.1 平面的表示法	40
2.5.2 各种位置平面的投影	41
2.5.3 平面上的直线和点	43
第3章 基本体	46
3.1 平面立体	46
3.1.1 棱柱	46
3.1.2 棱锥	47
3.2 回转体	48
3.2.1 圆柱	49
3.2.2 圆锥	50
3.2.3 圆球	51
3.2.4 圆环	52
3.3 基本体的尺寸注法	53
3.3.1 平面立体的尺寸标注	53
3.3.2 回转体的尺寸标注	54
第4章 常见立体的表面交线	55
4.1 截交线	55
4.1.1 平面立体的截交线	56
4.1.2 回转体的截交线	57
4.2 相贯线	65
4.2.1 利用积聚性求相贯线	65
4.2.2 利用辅助平面法求相贯线	68
4.2.3 相贯线的特殊情况和简化画法	70
4.3 截断体和相贯体的尺寸注法	71
4.3.1 截断体的尺寸标注	71
4.3.2 相贯体的尺寸标注	72

第5章 轴测图	73
5.1 轴测投影概述	73
5.1.1 轴测投影的形成	73
5.1.2 轴测投影的名词	74
5.1.3 轴测投影的种类	75
5.1.4 轴测投影的特性	75
5.2 正等轴测图	75
5.2.1 正等轴测图的形成	75
5.2.2 正等轴测图的轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	76
5.2.3 平面体的正等轴测图画法	76
5.2.4 回转体的正等轴测图画法	80
5.3 斜二轴测图	84
5.3.1 斜二轴测图的轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	84
5.3.2 斜二轴测图的画法	84
第6章 组合体	86
6.1 组合体的形体分析	86
6.1.1 组合体的组合方式	86
6.1.2 组合体的表面连接方式	87
6.2 组合体三视图的画法	89
6.2.1 叠加型组合体三视图画法	89
6.2.2 切割型组合体三视图画法	92
6.3 组合体的尺寸标注	93
6.3.1 尺寸的种类	93
6.3.2 尺寸基准	94
6.3.3 尺寸标注的基本要求	95
6.3.4 尺寸标注的基本方法和步骤	95
6.3.5 尺寸标注的注意事项	96
6.4 组合体视图识读	97
6.4.1 组合体视图识读注意事项	97
6.4.2 组合体视图识读的基本方法	100
第7章 图样画法	104
7.1 视图	104
7.1.1 基本视图	104
7.1.2 向视图	106
7.1.3 局部视图	106
7.1.4 斜视图	107



7.2 剖视图	108
7.2.1 剖视的概念	108
7.2.2 剖切面	111
7.2.3 剖视图的种类	114
7.3 断面图	119
7.3.1 移出断面	119
7.3.2 重合断面	121
7.4 其他表示方法	121
7.4.1 局部放大图	121
7.4.2 简化画法	122
7.5 第三角投影法简介	125
第8章 标准件和常用件	128
8.1 螺纹	128
8.1.1 螺纹的形成	128
8.1.2 螺纹的基本要素	129
8.1.3 螺纹的规定画法	130
8.1.4 常用螺纹的种类及标注	132
8.2 常用螺纹紧固件	134
8.2.1 螺栓连接	135
8.2.2 双头螺柱连接	137
8.2.3 螺钉连接	138
8.3 键和销	139
8.3.1 键及其连接画法	139
8.3.2 销及其连接画法	141
8.4 齿轮	142
8.4.1 圆柱齿轮	143
8.4.2 圆锥齿轮	146
8.4.3 蜗杆、蜗轮	148
8.5 弹簧	149
8.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸关系	149
8.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	150
8.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧在装配中的简化画法	151
8.6 滚动轴承	152
8.6.1 滚动轴承的结构	152
8.6.2 滚动轴承的画法	154
第9章 零件图	156
9.1 零件图概述	156
9.1.1 零件图的作用	156

9.1.2 零件图的内容	156
9.2 零件图视图的选择	157
9.2.1 主视图的选择	157
9.2.2 其他视图的选择	159
9.3 零件图上的尺寸标注	159
9.3.1 零件图上标注尺寸的要求	159
9.3.2 合理标注尺寸的要点	159
9.3.3 零件图上常见孔的尺寸标注	162
9.4 零件图上技术要求的注写	163
9.4.1 零件图上技术要求的内容	163
9.4.2 表面粗糙度	163
9.4.3 极限与配合	166
9.4.4 形状和位置公差	171
9.4.5 零件的其他技术要求	173
9.5 零件图上常见的工艺结构	174
9.5.1 铸造工艺结构	174
9.5.2 机械加工工艺结构	175
9.6 零件图识读	178
9.6.1 零件图识读的基本要求	178
9.6.2 零件图识读的具体要求	178
9.7 典型零件的表达分析	180
9.7.1 轴套类零件	180
9.7.2 盘盖类零件	181
9.7.3 叉架类零件	182
9.7.4 箱体类零件	182
9.8 零件图测绘	184
9.8.1 零件测绘的方法和步骤	184
9.8.2 零件尺寸的测量方法	185
9.8.3 零件测绘的注意事项	188
第10章 装配图	190
10.1 装配图的作用和内容	190
10.1.1 装配图的作用	190
10.1.2 装配图的内容	190
10.2 装配图的规定画法与特殊画法	191
10.2.1 装配图的规定画法	191
10.2.2 装配图的特殊画法	192
10.3 装配结构的合理性	195
10.3.1 接触面结构	195



10.3.2 零件的紧固与定位	196
10.3.3 装配体上的装、拆结构	197
10.4 装配图的尺寸标注和技术要求	198
10.4.1 装配图上的尺寸标注	198
10.4.2 装配图上的技术要求	199
10.5 装配图上零、部件的序号和明细栏	199
10.5.1 零、部件序号的编写	200
10.5.2 明细栏的填写	201
10.6 部件测绘和装配图画法	201
10.6.1 部件测绘	201
10.6.2 装配图画法	203
10.7 装配图识读和拆画零件图	207
10.7.1 装配图的识读方法和步骤	207
10.7.2 由装配图拆画零件图	209
附 录	212
一、螺纹	212
二、常用标准件	215
三、常用的零件结构要素	231
四、极限与配合	234
五、常用金属材料及热处理	240
参考文献	245

第 1 章

机械制图基本知识

本章主要介绍绘图工具和仪器的使用方法、基本的制图标准、常用几何图形画法等绘制图样必须具备的基本知识，并初步掌握绘图的基本技能。

1.1 绘图工具和仪器的使用

正确使用绘图工具和仪器，是提高绘图质量和效率的一个重要因素，因此必须养成正确使用、维护绘图工具和仪器的良好习惯。下面介绍手工绘图时常用绘图工具和仪器的使用方法。

1.1.1 绘图工具

1. 图板

图板是用来铺放和固定图纸的。板面要求平坦光滑，它的左侧边为丁字尺的导向边，要求光滑平直，如图 1-1 所示。

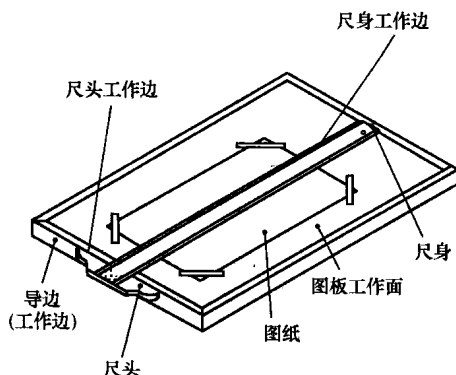


图 1-1 图板与丁字尺

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成，如图 1-1 所示，主要用于画水平线。使用时，左手将尺头内侧紧靠图板的左侧导边上下移动，右手持铅笔沿丁字尺的工作边自左向右可画出一系列水平

线,如图 1-2 所示。

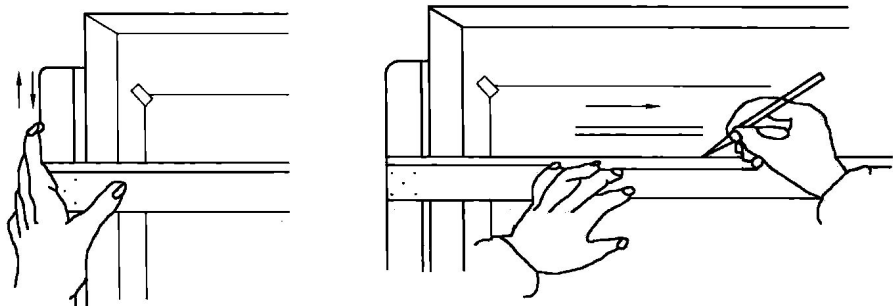


图 1-2 丁字尺的使用

3. 三角板

三角板上有 45° 、 90° 、 30° 、 60° 角尺边。丁字尺与三角板配合使用,自下向上可画出垂直线,与两块三角板配合可画出 15° 倍数角的斜线,如图 1-3 所示。

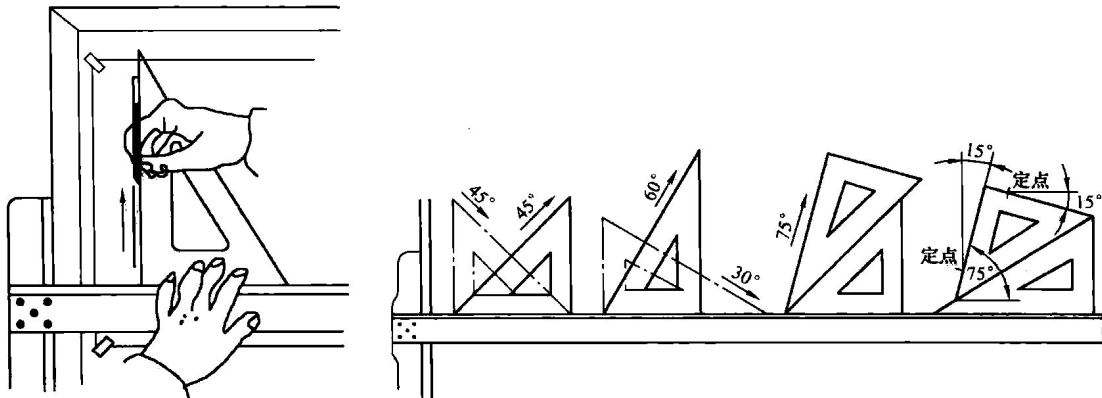


图 1-3 用丁字尺与三角板配合画线

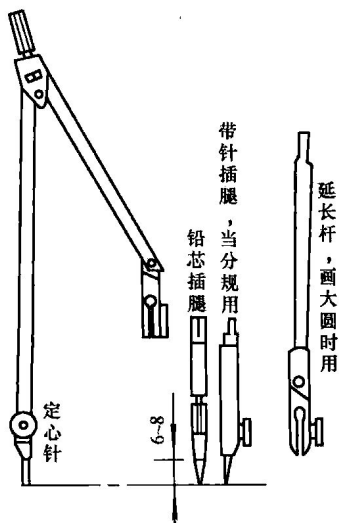


图 1-4 圆规构件与附件

1.1.2 绘图仪器

1. 圆规

圆规主要用来画圆或圆弧,其构件与附件如图 1-4 所示。画圆时,圆规的钢针应使用有肩台的一端,并使肩台面与铅芯尖端平齐,两脚与纸面垂直,如图 1-5 (a) 所示。一般情况下画圆时应按顺时针方向旋转圆规,转动时让圆规向转动方向稍微倾斜,如图 1-5 (b) 所示;画较大圆时,应调整钢针与铅芯插脚,保持与纸面垂直,如图 1-5 (c) 所示;画大圆时,需接上延长杆,如图 1-5 (d) 所示;画小圆时,圆规两脚应向里弯曲,如图 1-5 (e) 所示。

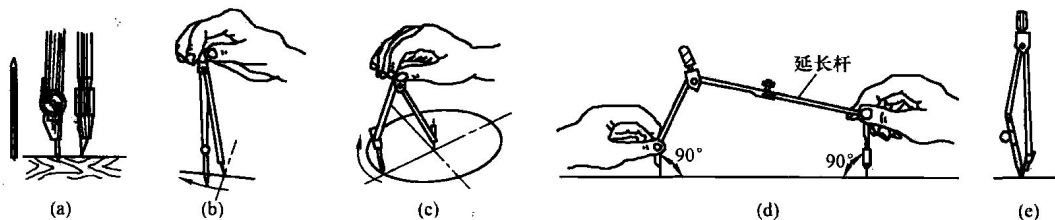


图 1-5 圆规的用法

- (a) 画圆时，圆规两脚与低面垂直；(b) 一般情况下画圆；
(c) 画较大圆；(d) 画大圆；(e) 画小圆

2. 分规

分规是用来截取尺寸、等分线段的工具，如图 1-6 所示。分规两脚均为钢针，两个针尖并拢时应对齐。

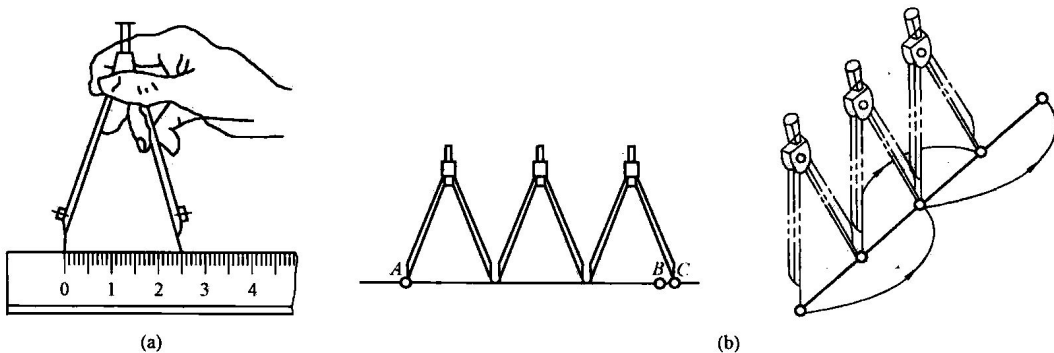


图 1-6 分规的用法

- (a) 截取尺寸；(b) 等分线段

1.1.3 常用的绘图用品

1. 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，用标号“B”或“H”表示。“H”前数字越大表示铅芯越硬，绘出的图线越浅；“B”前数字越大表示铅芯越软，绘出的图线越深；标号“HB”的铅芯则软硬适中。铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬的标号。

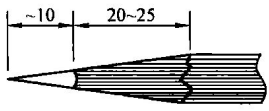
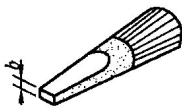
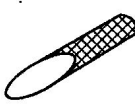
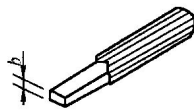
标号“H”或“2H”的铅笔常用于画底稿线用；标号为“HB”的铅笔可用于书写文字；标号为“2B”或“B”的用于画粗线或描深加粗。圆规用铅芯也有一定的选用标准：“H”或“HB”的铅芯用于画细线，“B”或“2B”的铅芯用于画粗线。铅笔与铅芯的选用如表 1-1 所示。

2. 绘图纸

绘图纸要求质地坚实和洁白，用橡皮擦拭不易起毛。绘图时必须用图纸的正面画图。识别方法：用橡皮在图纸上擦拭几下，不易起毛的一面即为正面。

绘图用品还包括粘贴图纸的胶带纸、削铅笔刀、磨铅芯的砂纸板、橡皮、清洁图纸的软毛刷等。

表 1-1 铅笔与铅芯的选用

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	2B 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

1.2 国家标准的基本规定

机械图样是现代工业生产中最基本的技术文件，是工程界技术交流的“语言”，因此对机械图样的内容、格式、尺寸注法和表达方法等，国家标准（简称“国标”或“GB”）《技术制图》与《机械制图》都作了统一规定。它们是机械图样绘制和使用的准则。工程技术人员必须严格遵守、认真执行。

1.2.1 图纸幅面及格式

1. 图纸幅面尺寸

图纸幅面是指由图纸宽度 B 和长度 L 组成的图面。其中基本幅面的大小有五种，代号从 A0~A4 号（表 1-2）。绘制技术图样时应优先选用表 1-2 中规定的基本幅面尺寸。

在各种图纸的幅面中，以 A0 为全张，幅面最大，面积为 1m^2 ；A1 幅面为 A0 幅面的一半；其余都是后一号幅面为前一号幅面的一半。必要时，也允许加长幅面，加长后的幅面尺寸应按基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-2 图纸幅面及图框尺寸

单位：mm

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				

注：表中符号意义见图 1-7 和图 1-8。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，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 1-7 所示。留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-8 所示。它们的尺寸见表 1-2，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。

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏位于图纸的右下角，如图 1-7 和图 1-8 所示。看图的方向应与标题栏的文字方向一致。标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，构成 X 型图纸，如图 1-7 (a)、图 1-8 (a) 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 1-7 (b)、图 1-8 (b) 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。

国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T10609.1—2008) 对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定。按国家标准绘制的标题栏一般均印刷在图纸上，不必自己绘制，如图 1-9 所示。在制图作业中标题栏可以简化，建议采用图 1-10 的格式绘制。此种标题栏不能用作正式图样的标题栏。

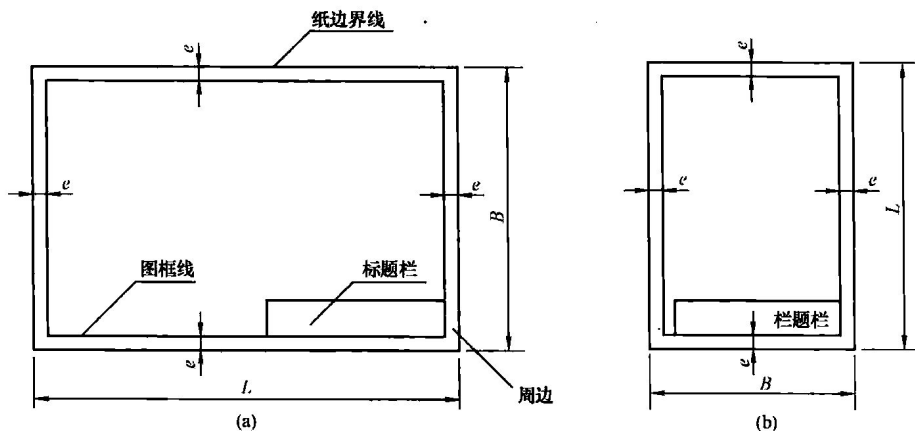


图 1-7 不留装订边的图框格式

(a) X 型图纸图框格式；(b) Y 型图纸图框格式

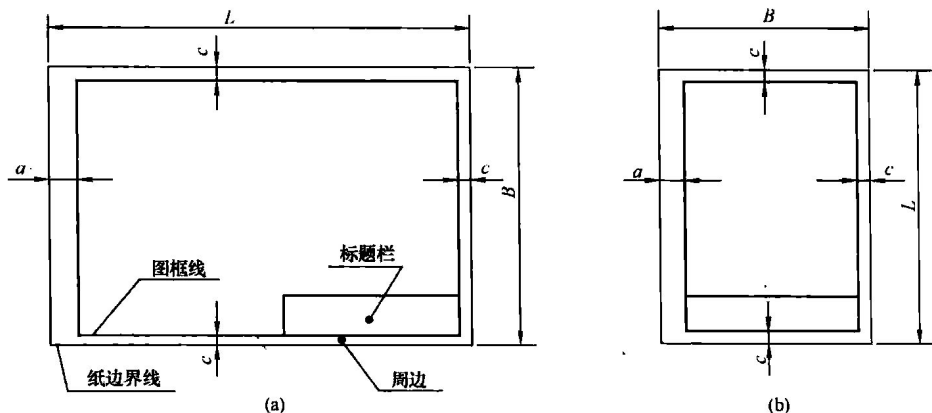


图 1-8 留装订边的图框格式

(a) X 型图纸图框格式；(b) Y 型图纸图框格式

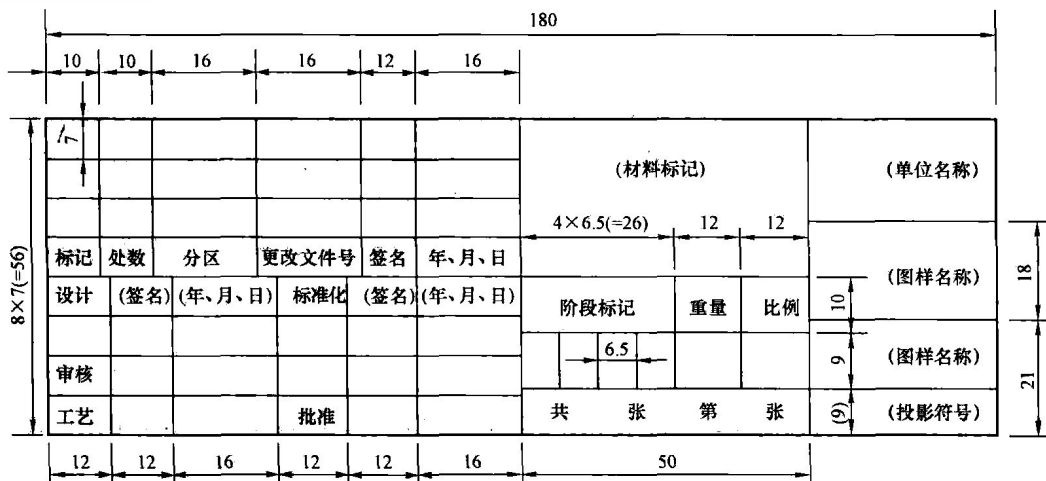


图 1-9 国家标准规定的标题栏格式

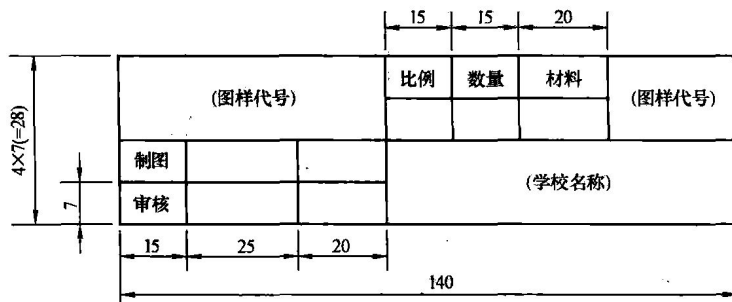


图 1-10 制图作业中的标题栏格式

4. 附加符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边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 0.5mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm,如图 1-11 所示。对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。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 1-11 (b) 所示。

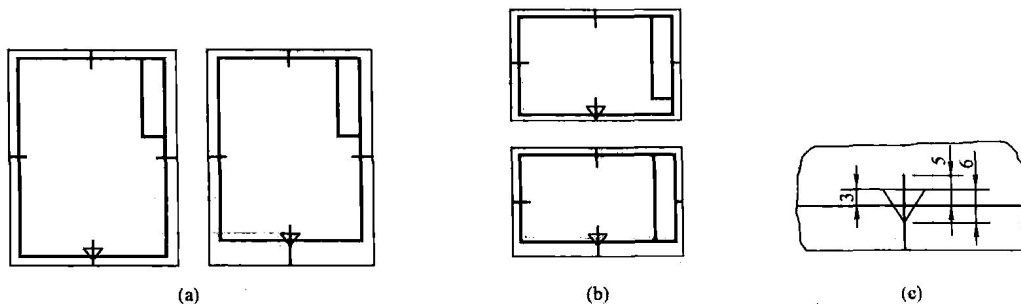


图 1-11 对中符号与方向符号

(a) X 型图纸竖放; (b) Y 型图纸横放; (c) 方向符号

当使用预先印制的图纸时,为明确绘图与看图时图纸的方向,应在图纸的下边对中符号