

· 高职高专“十二五”规划教材 ·



机械制图

JIXIE ZHITU

阎霞 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高职高专“十二五”规划教材

机械制图

阎霞 主编

北京
冶金工业出版社

2013

内 容 提 要

本教材是为适应“工学结合、校企合作”人才培养模式改革,根据中高职衔接“五年一贯制”机械类专业培养目标及教学大纲编写的。全书共分11章,主要内容有:机械制图国家标准的有关规定、正投影的基本知识,组合体视图的绘制与识读、零件图、装配图以及有关计算机绘图的基本知识等。此外,为方便使用,书后附录摘要列举了常用零件的相关标准。

本书可作为职业技术学院机械专业教材,也可作为职工培训教材,还可供有关技术人员参考。

428576

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/阎霞主编. —北京:冶金工业出版社,
2013.1

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5932-1

I. ①机… II. ①阎… III. ①机械制图—高等
职业教育—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 316774 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

责任编辑 陈慰萍 美术编辑 李 新 版式设计 葛新霞

责任校对 石 静 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-5932-1

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版, 2013 年 1 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 15.25 印张; 367 千字; 232 页

30.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿信箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前言

本书是根据现行国家标准《技术制图》和《机械制图》，并结合近几年职业院校“五年一贯制”教学改革的具体情况，本着“实用、够用”的原则，从培养学生绘图、读图能力以及解决生产实际问题能力的角度编写的。

编者在总结提炼自身多年的机械制图教学与研究工作经验的基础上，针对职业院校学生基础薄弱、理解和认识能力不足的特点，按照学生的认知规律及教学活动的实施过程，精选本书内容，对学生普遍认为“深、难”的内容未做安排，特别介绍了“第三角画法”和“计算机绘图”的知识，以使学生更好地适应国际间技术交流，满足对外开放的需要。

全书共分11章。第1章为制图的基本知识，主要介绍了国家标准《机械制图》和《技术制图》中的有关规定；第2章为点、直线和平面的投影，主要讲解了点、直线和平面的投影规律；第3章为轴测图，重点讲解了正等轴测和斜二轴测图的画法；第4章为基本几何体的投影与尺寸标注，主要讲解了平面立体和曲面立体的投影规律及三视图画法；第5章为立体表面的交线，通过实例讲解了截交线和相贯线的绘制方法；第6章为组合体视图，重点介绍了组合体三视图的绘制方法及步骤；第7章为机件常用的表达方法，主要介绍了六个基本视图、局部视图、斜视图及剖视图、剖面等几种机件常用的表达方法；第8章为标准件和常用件，主要介绍了标准件和常用件的类型、各部分参数、规定画法及用途；第9章和第10章分别为零件图和装配图，这两章通过实例分析讲解了识读零件图和装配图的方法及步骤；第11章为计算机绘图，介绍了常用工具栏中各按钮的功能，并通过实例讲解了平面图形的绘制方法。

本书第1、2章由刘文革编写，第3、6章由葛汝坤编写，第4、5章由李永忠编写；第7、8、11章由阎霞编写，第9、10章由杨宏编写，全书由阎霞统稿。在本书的编写过程中，许多老师提出了宝贵的意见并给予了大力的支持和帮助，书中参考和引用了许多学者和专家的著作及研究成果，在此一一表示深深的感谢。

由于作者的水平有限，书中不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2012年9月于天津

目 录

1	制图的基本知识	1
1.1	常用绘图工具	1
1.2	国家标准《机械制图》和《技术制图》中的一般规定	3
1.2.1	图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)	3
1.2.2	比例 (GB/T 14690—1993)	4
1.2.3	字体 (GB/T 14691—1993)	5
1.2.4	图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457. 4—2002)	7
1.2.5	尺寸注法 (GB/T 16675. 2—1996、GB/T 4458. 4—2003)	8
1.3	几何作图	11
1.3.1	等分线段	11
1.3.2	等分圆周与正多边形	11
1.3.3	斜度与锥度	12
1.3.4	椭圆的画法	13
1.3.5	圆弧连接	14
1.4	平面图形的分析与作图	15
1.4.1	尺寸分析	15
1.4.2	线段分析	15
1.4.3	平面图形的作图步骤	15
1.4.4	尺规绘图的方法与步骤	16
2	点、直线、平面的投影	17
2.1	投影的基本知识	17
2.1.1	投影法的概念	17
2.1.2	三视图概述	18
2.2	点的投影	20
2.2.1	点的三面投影特性	20
2.2.2	点在三投影面体系中的几种情况	21
2.2.3	两点的相对位置	21
2.2.4	重影点	23
2.3	直线的投影	23
2.3.1	各种位置直线的投影特性	23
2.3.2	直线上的点	25

2.3.3 两直线的相对位置	26
2.4 平面的投影	28
2.4.1 平面表示法	28
2.4.2 各种位置平面的投影特性	28
2.4.3 平面上的直线和点	29
2.5 换面法	32
2.5.1 直线的投影变换	32
2.5.2 平面的投影变换	33
3 轴测图	36
3.1 轴测图的基本知识	36
3.1.1 轴测图的概念和形成过程	36
3.1.2 轴间角和轴向伸缩系数	37
3.1.3 轴测图的分类和基本性质	37
3.2 正等轴测图	38
3.2.1 正等测图的特点	38
3.2.2 正等测图的画法	38
3.3 斜二轴测图	44
3.3.1 斜二轴测图的形成	44
3.3.2 斜二轴测图的特点	44
4 基本几何体的投影与尺寸标注	48
4.1 平面立体的投影	48
4.1.1 棱柱	48
4.1.2 棱锥	50
4.2 曲面立体的投影	52
4.2.1 圆柱	52
4.2.2 圆锥	54
4.2.3 圆球	56
4.3 基本几何体的尺寸标注	57
4.3.1 平面立体的尺寸标注	57
4.3.2 曲面立体的尺寸标注	57
5 立体表面的交线	59
5.1 截交线	59
5.1.1 截交线的性质	59
5.1.2 平面立体的截交线	59
5.1.3 曲面立体的截交线	60
5.2 相贯线	65

5.2.1 相贯线的性质	65
5.2.2 相贯线的画法	66
5.2.3 相贯线的特殊情况	68
6 组合体视图	70
6.1 组合体的组合形式、连接关系及形体分析	70
6.1.1 组合体的组合形式	70
6.1.2 组合体的表面连接关系及画法	71
6.1.3 组合体的形体分析	72
6.2 画组合体视图的方法和步骤	72
6.2.1 综合类组合体视图的画法	72
6.2.2 切割类组合体视图的画法	74
6.3 组合体的尺寸标注	77
6.3.1 尺寸标注的基本知识	77
6.3.2 尺寸标注实例	77
6.4 读组合体视图	80
6.4.1 读图的基本要领	80
6.4.2 读图的基本方法	82
6.4.3 读图方法的应用	84
6.5 组合体轴测图的画法	89
7 机件常用的表达方法	94
7.1 视图	94
7.1.1 基本视图	94
7.1.2 向视图	96
7.1.3 局部视图	96
7.1.4 斜视图	97
7.2 剖视图	98
7.2.1 剖视图的形成	98
7.2.2 剖视图的画法	99
7.2.3 剖视图的配置及标注	100
7.2.4 剖视图的种类	101
7.2.5 剖切面的种类	104
7.3 断面图	108
7.3.1 断面图的概念	108
7.3.2 断面图的种类及画法	108
7.4 局部放大图	111
7.5 视图的规定画法和简化画法	111
7.6 表达方法综合应用举例	113

7.7	第三角画法	114
7.7.1	第三角画法与第一角画法的区别	115
7.7.2	第三角画法中视图间的位置关系及投影规律	115
8	标准件和常用件	118
8.1	螺纹	118
8.1.1	螺纹的形成	118
8.1.2	螺纹的结构要素	119
8.1.3	螺纹的规定画法	120
8.1.4	螺纹的标注	120
8.2	螺纹紧固件	125
8.2.1	螺纹紧固件的结构与标记	125
8.2.2	螺纹紧固件的连接画法	126
8.3	键和销	130
8.3.1	键及其连接	130
8.3.2	销及其连接	132
8.4	齿轮	133
8.4.1	圆柱齿轮	134
8.4.2	锥齿轮	138
8.4.3	蜗杆和蜗轮	139
8.5	弹簧	142
8.5.1	圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸关系	142
8.5.2	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	143
8.6	滚动轴承	144
8.6.1	滚动轴承的代号	144
8.6.2	滚动轴承的画法	145
9	零件图	147
9.1	零件图的作用与内容	147
9.1.1	零件图的作用	147
9.1.2	零件图的内容	148
9.2	零件的视图选择	148
9.2.1	主视图的选择	148
9.2.2	其他视图的选择	149
9.2.3	不同类型零件的视图选择与分析	150
9.3	零件图的尺寸标注	153
9.3.1	正确选择尺寸基准	154
9.3.2	合理标注零件图尺寸的原则	154
9.3.3	零件上常见结构的尺寸注法	158

9.4 零件图技术要求的表示方法	159
9.4.1 表面结构	159
9.4.2 尺寸极限与配合	164
9.4.3 形状与位置公差	166
9.5 零件上常见的工艺结构及画法	169
9.5.1 零件的铸造工艺结构	169
9.5.2 零件的机械加工工艺结构	170
9.6 识读零件图的方法和步骤	173
9.7 零件测绘	174
9.7.1 零件的测绘方法和步骤	175
9.7.2 零件尺寸的测量	176
9.7.3 零件测绘的注意事项	178
9.7.4 绘制零件工作图的步骤	179
10 装配图	180
10.1 装配图的内容和表达方法	180
10.1.1 装配图的内容	180
10.1.2 装配图的表达方法	182
10.2 装配图的尺寸和技术要求	183
10.2.1 装配图的尺寸	183
10.2.2 技术要求	184
10.3 装配图的零、部件序号及标题栏与明细栏	184
10.3.1 编注零、部件序号的一般规定	184
10.3.2 标题栏及明细栏	184
10.4 常见的装配结构和装置	186
10.4.1 常见装配工艺结构	186
10.4.2 常见装置	187
10.5 读装配图	189
10.6 由装配图拆画零件图	190
11 AutoCAD 2010 简介	193
11.1 AutoCAD 2010 的基本操作	193
11.1.1 AutoCAD 2010 的启动	193
11.1.2 AutoCAD 2010 的用户界面	194
11.1.3 AutoCAD 2010 命令的调用方式	198
11.1.4 AutoCAD 2010 的图形显示	199
11.2 绘图快速入门	200
11.2.1 绘制平面图形	200
11.2.2 绘制立体图形	207

附录	211
附录 1 螺纹	211
附表 1 普通螺纹的直径与螺距 (摘自 GB/T 193—2003、GB/T 196—2003)	211
附表 2 梯形螺纹 (摘自 GB/T 5796—2005)	214
附表 3 锯齿形 (3°、30°) 螺纹 (摘自 GB/T 13576—1992)	214
附表 4 55°非密封管螺纹 (摘自 GB/T 7307—2001)	215
附录 2 螺纹紧固件	216
附表 5 六角头螺栓	216
附表 6 双头螺栓	217
附表 7 螺钉	218
附表 8 内六角圆柱头螺钉 (摘自 GB/T 70.1—2000)	219
附表 9 开槽半沉头螺钉 (摘自 GB/T 69—2000)	219
附表 10 紧定螺钉	220
附表 11 螺母	221
附表 12 六角开槽螺母	222
附表 13 平垫圈	222
附表 14 标准型弹簧垫圈 (摘自 GB/T 93—1987)	223
附录 3 键	223
附表 15 普通平键及键槽尺寸、标记和类型 (摘自 GB/T 1095—2003、 GB/T 1096—2003)	223
附表 16 薄型平键及键槽尺寸、标记和类型 (摘自 GB/T 1566—2003、 GB/T 1567—2003)	225
附表 17 导向型平键 (摘自 GB/T 1097—2003)	226
附表 18 半圆键及键槽尺寸、标记 (摘自 GB/T 1098—2003、 GB/T 1099.1—2003)	227
附表 19 楔键及键槽的类型及标记示例 (摘自 GB/T 1564—2003、 GB/T 1565—2003)	228
附录 4 销	230
附表 20 圆柱销不淬硬钢和奥氏体不锈钢 (摘自 GB/T 119.1—2000) 圆柱销淬硬钢和马氏体不锈钢 (摘自 GB/T 119.2—2000)	230
附表 21 圆锥销 (摘自 GB/T 117—2000)	231
附表 22 开口销 (摘自 GB/T 91—2000)	231
参考文献	232

1

制图的基本知识

【教学目标】

- (1) 掌握绘图工具的正确使用方法。
- (2) 掌握线段、圆的等分，正多边形及圆弧连接的各种画法及斜度和锥度的画法与标注。
- (3) 学会对平面图形进行尺寸分析，掌握作图步骤。

1.1 常用绘图工具

常用的绘图工具有铅笔、图板、丁字尺、三角板、圆规、分规等。掌握绘图工具的正确使用方法，不仅能够提高图样质量，而且还能够加快绘图速度。虽然目前工程图样已逐步由计算机绘制，但尺规绘图仍是技术人员的必备基本技能，必须熟练掌握。

(1) 图板。图板主要用来固定图纸。图板的工作表面应平整，左右两导边应光滑平直。绘图时用胶带把图纸固定在图板的左下方，并应在图纸下方留出丁字尺的宽度，如图1-1所示。

(2) 丁字尺。丁字尺由相互垂直的尺头和尺身组成。尺头和尺身的工作边都应光滑平直。丁字尺主要用来画水平线。使用时，左手握住尺头，使其工作边紧靠图板的导边，上下移动，由左至右画水平线，如图1-2所示。



图1-1 图板和丁字尺

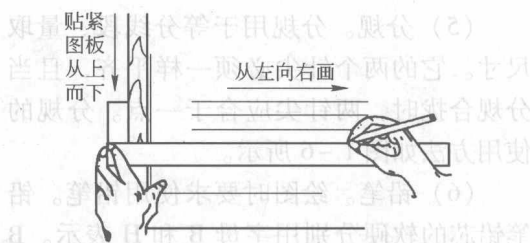


图1-2 画水平线

(3) 三角板。一副三角板由两块组成，一块是 45° 的等腰三角形，另一块是 30° （ 60° ）的直角三角形。三角板和丁字尺配合使用，可画垂直线及与水平线成 15° 角整数倍的斜线，如图1-3所示。两块三角板配合使用，还可画已知直线的平行线和垂直线，如图1-4所示。

(4) 圆规。圆规主要用于画圆及圆弧。圆规的一条腿上装铅芯，另一条腿上装钢针。钢针的两端形状不同，较尖的一端是把圆规当分规用的；带台阶的一端是在画圆或圆弧时定心用，可以保护图纸，避免圆心扩大。画圆时，将针尖全部扎入图板，台阶接触纸面，然后使圆规向前进方向微微倾斜画出圆形。画较大直径的圆时，应调整圆规两脚，使铅芯

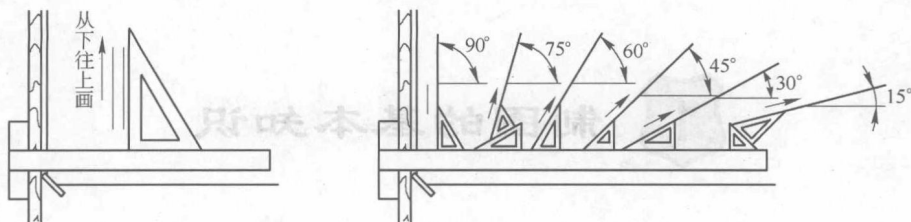
图 1-3 用三角板和丁字尺配合画垂直线和 15° 角整数倍的斜线

图 1-4 用两块三角板配合画已知直线的平行线和垂直线

和钢针都垂直纸面，如图 1-5 所示。

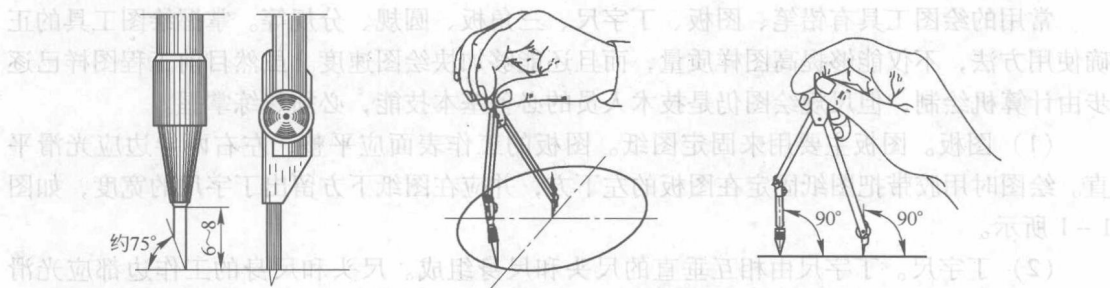


图 1-5 圆规的使用方法

(5) 分规。分规用于等分线段、量取尺寸。它的两个针尖必须一样平齐，且当分规合拢时，两针尖应合于一点。分规的使用方法如图 1-6 所示。

(6) 铅笔。绘图时要求使用铅笔。铅笔铅芯的软硬分别用字母 B 和 H 表示。B 前的数值越大，表示铅芯越软（黑）；H 前的数字越大，表示铅芯越硬。根据使用要求不同，可以选用硬度不同的铅笔：一般画底稿用 2H 或 H；画虚线、细实线、细点画线及写字用 HB 或 H；加深粗实线用 B 或 2B。描深图线时，画圆的铅芯应比

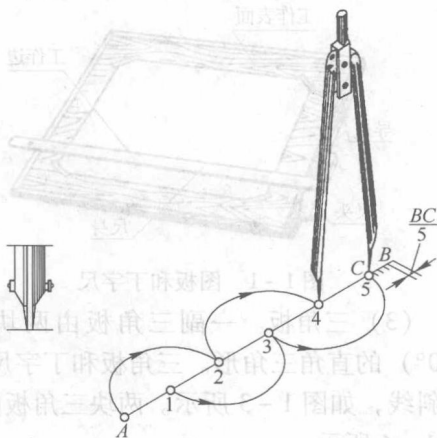


图 1-6 分规的用法

画直线的铅芯软一号，这样才能保证图线浓淡一致。绘图时，铅笔的削法直接影响所画图线的粗细和光滑程度。粗实线的铅笔，铅芯磨削成宽度为 d （粗实线的线宽）的四棱柱形，其余铅芯磨削成锥形，如图 1-7 所示。

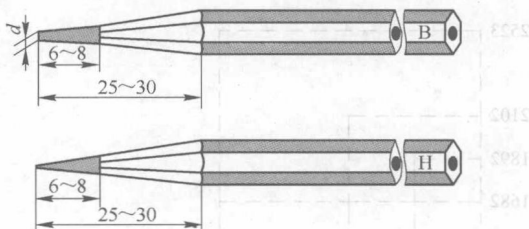


图 1-7 铅笔的削法

绘图时除用到上述主要工具外，一般还用到一些辅助的工具，如小刀、砂纸、橡皮、小刷、胶带、量角器和擦图片等。此外，还有比例尺、鸭嘴笔和墨线笔（用于描图）、曲线板、多功能模板等，绘图机也经常使用。

1.2 国家标准《机械制图》和《技术制图》中的一般规定

机械图样被称作工程界的“技术语言”，为了正确绘制和阅读机械图样，必须熟悉有关标准和规定。国家标准《机械制图》和《技术制图》是工程界的技术标准，是绘制和阅读技术图样的准则和依据，必须严格遵守。其中，国家标准《机械制图》适用于机械图样，国家标准《技术制图》则适用于工程界的各种专业图样。

本节摘要介绍国标中有关图幅、标题栏、比例、字体、图线等基本规定，其余部分将在后续章节中叙述。

1.2.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

(1) 图纸幅面。绘制图样时，优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。必要时，允许按基本幅面的短边成整数倍增加幅面，如图 1-8 所示。

表 1-1 基本幅面尺寸

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		

(2) 图框格式。图框是图纸上限定绘图区域的线框，用粗实线画出。其格式分为留有装订边（见图 1-9）和不留装订边（见图 1-10）两种，其周边尺寸 a 、 c 、 e 按表 1-1 的规定选用。同一产品的图样只能采用一种格式。

(3) 对中符号和看图方向。图框右下角必须画出标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。为了使图样复制时定位方便，在各边长的中点处分别画出对中符号（从周边画入图框内约 5mm 的一段粗实线）。如果使用预先印制的图纸，需要改变标题栏的方位时，必须将其旋转至图纸的右上角。此时，为了明确绘图与看图的方向，应在图纸的下边对中符号处画一个方向符号，如图 1-11 所示。

(4) 标题栏。标题栏的位置应配置在图幅的右下方，通常看图方向与看标题栏方向一致。GB/T 10609.1—2008 中对标题栏的内容、格式及尺寸作了规定，如图 1-12 所示。

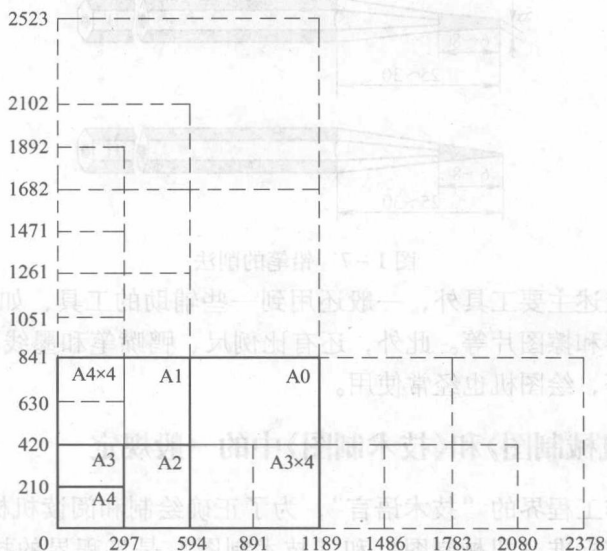


图 1-8 图纸幅面及加长边

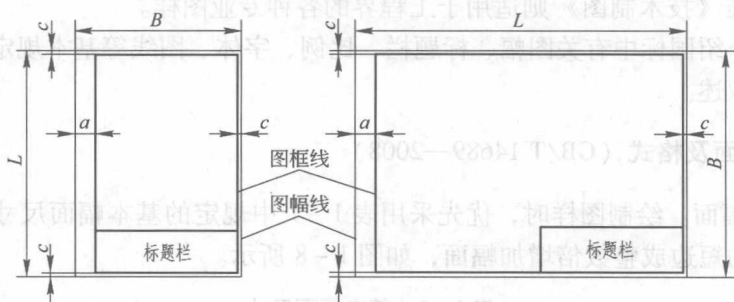


图 1-9 留有装订边的图框格式

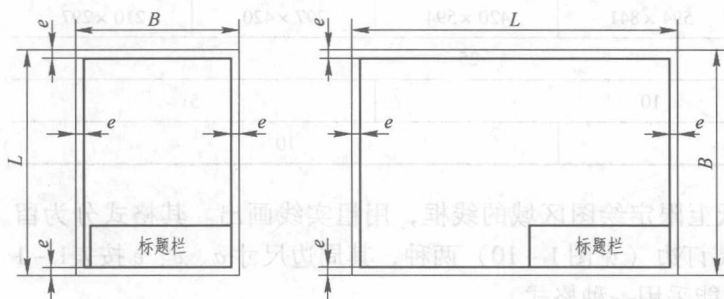


图 1-10 不留装订边的图框格式



图 1-11 对中符号和看图方向

制图作业的标题栏建议采用简化的标题栏，如图 1-13 所示。

1.2.2 比例 (GB/T 14690—1993)

图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘图时，应尽可能按机件实际大小采用 1:1 的原值比例画出，以便反映机件的真实大小。若机件太大或太小，可采用缩小或

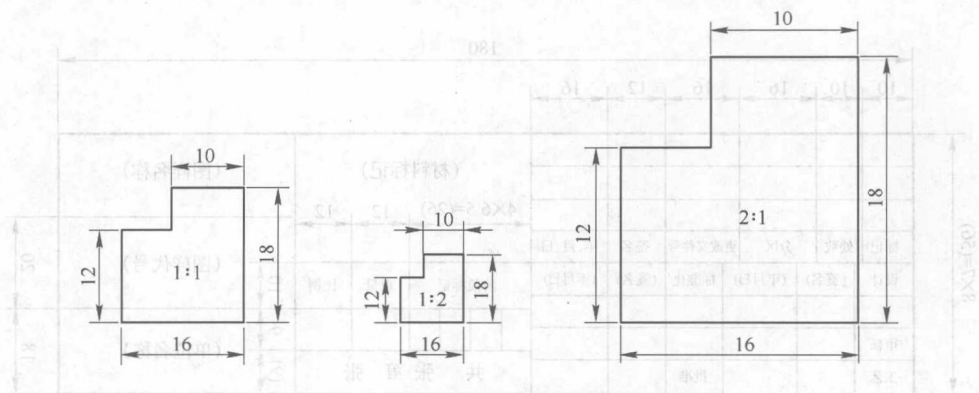


图 1-14 不同比例绘制的图形

5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。

汉字应写成仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字字高 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ($\approx 0.7h$)，如图 1-15 所示。

10号字：

字体工整笔画清楚
间隔均匀排列整齐

7号字：

横平竖直起落分明粗细一致结构均匀填满方格

5号字：

技术制图设计加工机械汽车自动化电子交通建筑纺织服装零件装配

3.5号字：

螺纹齿轮弹簧阀闸轴盘箱体端子接线标准热处理喷涂沉孔轮廓画法视图剖面折断线

图 1-15 长仿宋体汉字示例

字母和数字分为 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。字母和数字可写成斜体或直体，常用的是斜体。斜体字的字头向右倾斜，与水平基线成 75° 。在同一图样上，只允许选用一种形式的字体，A 型斜体字母和数字如图 1-16 所示。

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I II III IV V VI VII VIII IX X

(b)

(c)

图 1-16 A 型斜体字母及数字示例

用作指数、分数、脚注、尺寸偏差的字母和数字，一般采用比基本尺寸数字小一号的字体。

1.2.4 图线（GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002）

1.2.4.1 图线的形式和应用

绘制机械图样时，应采用国家标准规定的图线形式和画法。国家标准规定了 15 种基本线型，常用线型及一般应用见表 1-3，应用示例见图 1-17。

表 1-3 图线的线型及应用

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用举例
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 过渡线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
细点画线		$d/2$	轴线 对称中心线 轨迹线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线
波浪线		$d/2$	断裂处的分界线 视图与剖视的分界线
双折线		$d/2$	同波浪线

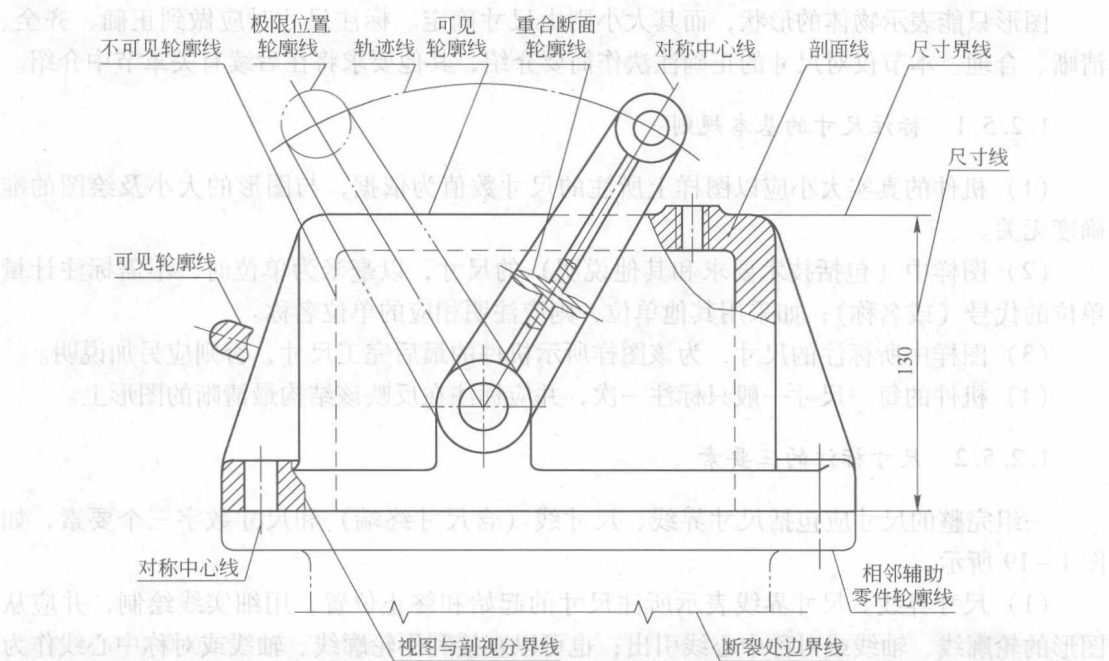


图 1-17 图线应用举例