

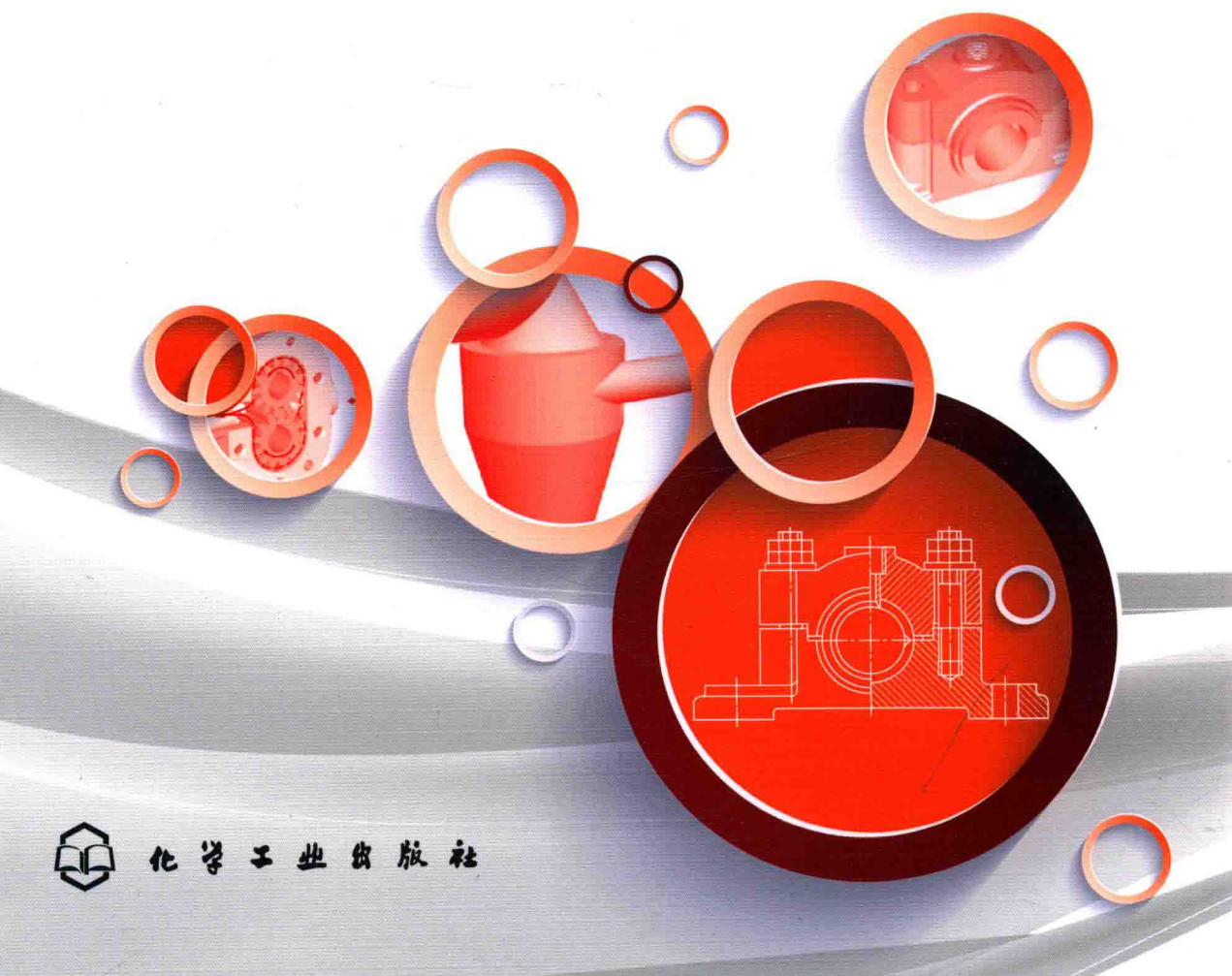


中等职业教育改革发展示范校建设规划教材

机械制图

JIXIE ZHITU

● 杨春苹 王志强 主编 ● 张 蕾 副主编



化学工业出版社

中等职业教育改革发展示范校建设规划教材

机 械 制 图

杨春苹 王志强 主 编
张 蕾 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是依据教育部 2014 年颁布的《中等职业学校机械加工技术专业教学标准》中“机械制图”课程的“主要教学内容和要求”，并参照相关的国家职业技能标准编写而成。

本书主要内容包括制图基本知识及平面图形的绘制，基本几何体的投影，立体表面交线的投影作图，形体的轴测图，组合体视图的识读，机件表达方法的应用，机械图样的特殊表示法，零件图，零件图的测绘，装配图，金属结构图、焊接图和展开图等十一个项目。

本书可作为中等职业学校机械加工技术专业、机械制造技术专业及相关专业学生的教材，也可作为相应技术工种的岗位培训用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/杨春萍，王志强主编. —北京：化学工业出版社，2015.8
中等职业教育改革发展示范校建设规划教材
ISBN 978-7-122-24409-3

I. ①机… II. ①杨…②王… III. ①机械制图-中等专业学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 138929 号

责任编辑：高 钰
责任校对：吴 静

文字编辑：陈 喆
装帧设计：刘丽华

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 装：三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 395 千字 2015 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：34.00 元

版权所有 违者必究

中等职业教育改革发展示范校建设规划教材

编委会

主任：刘贺伟

副主任：孟笑红

秘书长：黄英

委员：刘贺伟 孟笑红 黄英 王文娟

王清晋 李伟 佟洪军 陈燕

朱克杰 张桂琴

秘书：杨慧

前言

本书依据教育部 2014 年颁布的《中等职业学校机械加工技术专业教学标准》中“机械制图”课程的“主要教学内容和要求”，并参照相关的国家职业技能标准编写而成，参照机械加工行业的岗位标准和技术要求，针对中职学生的心理特点和认知规律，适应职业教育特色和教学模式需要而编写的。通过教、学、做于一体的任务驱动项目训练，让学生掌握常用各种表达方法的识读，培养学生的绘图识图能力。《机械制图》是中等职业学校工程技术类各专业必修的一门基础课程，通过本课程学习，为后续的专业基础课和专业技能课程以及发展自身的职业能力打下必要的基础。

本书以“实用”为编写宗旨，以“识图为主”作为编写思路，采用“以实例代替理论”的编写风格，努力做到课程以应用为目的，以必需、够用为度，基本理论做到多而不深，点到为止，以培养学生识图能力为重点，培养学生绘图基本功为辅。

本书力求体现以下特点。

(1) 简明易懂，图文并茂，平面与立体相结合。

本书叙述文字深入浅出，简单易学，图文结合，图形丰富。对于一些易犯的错误，进行图形的正误对比。对比较复杂的形体采用分解图示的方式，并用三视图配合轴测图或立体图进行说明，更加明了。通过绘图过程的图形展示，将基础理论融入到绘图过程中，使学生在绘图过程中掌握更多的知识。

(2) 淡化理论、强化实用，将理论和实际应用相结合。

画法几何是机械制图的理论基础，也是中职学生学习的障碍。本书尝试将投影理论与图示应用相结合，将理论融合在应用的实例中，强化素质教育，以培养学生技能为教学重点。

(3) 精讲多练、师生互动，使学生形成三维想象能力，提高绘图、识图能力。

“从做中学、从做中教”是职业教育的创新理念。本书尝试将基本概念融入到大量实例之中，并配有习题册。在教师的启发引导下，以课堂练习的形式，边讲边练，边做边学，让学生在练习中不知不觉地形成三维的想象能力，在绘图过程中形成识图能力。

(4) 贴近生产，与实践接轨。

本书力求做到与生产实践接轨，不是空泛地讲图形，书中所举实例多是生产中常用的零部件，有些是学生在实习中见过的，有些可能是学生从未接触过的，所以用了很多的 3D 图形来展示，使学生先对这些零部件有感性的认识。

本书的内容包括十一个项目，其中第十一个项目为专用图样（金属结构图、焊接图和展开图），适用于铆工和焊工专业。同一学校的不同专业可按需选用，根据具体情况选取其中的部分项目来教学。

本书由锦西工业学校的杨春苹、王志强担任主编，张蕾担任副主编。参加编写工作的还有锦西工业学校的王丽丽、王承辉、丁彦文，西门子机械透平葫芦岛有限公司的张尧飞等，孟笑红担任主审。

由于编写时间及编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目录

绪论

1

项目一 制图基本知识及平面图形的绘制

3

主题一 绘图工具及其使用	3
主题二 机械制图的基本规定	5
主题三 尺寸注法	10
主题四 几何作图	15
任务一 等分和圆弧连接	15
任务二 平面图形的画法	20

项目二 基本几何体的投影

22

主题一 投影基本原理	22
主题二 三视图的投影规律	24
主题三 点的投影	29
主题四 直线和平面的投影	33
主题五 基本几何体的投影	37
任务一 棱柱	37
任务二 棱锥	39
任务三 圆柱	41
任务四 圆锥	43
任务五 圆球	44
任务六 基本几何体的尺寸标注	45

项目三 立体表面交线的投影作图

47

主题一 立体表面上点投影作图	47
主题二 截交线的投影作图	54
主题三 相贯线的投影作图	64

项目四 形体的轴测图

70

主题一 轴测图基本知识	70
-------------------	----

主题二	正等轴测图	71
主题三	斜二轴测图	75
项目五	组合体视图的识读	78
主题一	组合体的组合形式	78
主题二	画组合体的方法与步骤	81
主题三	组合体的尺寸标注	85
主题四	组合体三视图的识读	92
项目六	机件表达方法的应用	102
主题一	视图	102
主题二	剖视图	108
主题三	断面图	118
主题四	局部放大图和简化画法	122
项目七	机械图样的特殊表示法	127
主题一	螺纹	127
主题二	螺纹紧固件连接的画法	137
主题三	齿轮	146
主题四	键连接和销连接	154
主题五	弹簧	159
主题六	滚动轴承	162
主题七	中心孔	165
项目八	零件图	168
主题一	零件图概述	168
主题二	零件图视图选择及表达	170
主题三	零件图的工艺结构和尺寸标注	173
主题四	零件图的技术要求	182
主题五	零件图的识读	194
项目九	零件的测绘	199
主题一	测量工具的使用	199
主题二	零件测绘步骤	204
主题三	零件的测绘——测绘平口钳的活动钳身	206
项目十	装配图	211
主题一	装配图的概述	211
主题二	画装配图的方法与步骤	220

主题三	装配图的尺寸标注、零件序号和明细栏	225
主题四	读装配图	227
主题五	由装配图拆画零件图	230

项目十一	金属结构图、焊接图和展开图	234
-------------	----------------------	------------

主题一	金属结构图	234
主题二	焊接图	237
主题三	展开图	242

参考文献	247
-------------	------------

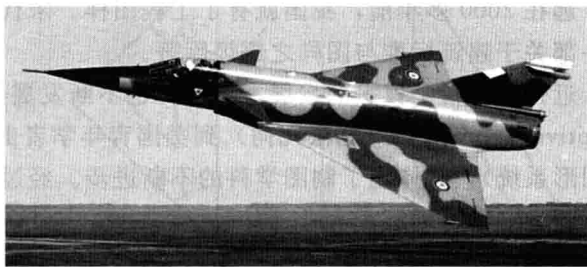
绪论

一、机械制图的研究对象和作用

《机械制图》是研究绘制和阅读机械图样的专业基础课。在产品的设计和制造中使用,按照投影方法及国家标准的规定绘制的图形,称为机械图样,简称图样。

图样表达了物体的形状、大小及技术要求。在制造机器或零部件时,根据零件图加工零件,再按装配图把零件装配成机器或部件。图样表达了技术人员的设计思想,图样是零件加工、检验和装配的依据。

图样是现代工业生产中的重要技术文件。据统计:葛洲坝水利枢纽工程所用的图纸重达100多吨。法国生产的幻影飞机的图纸要装一火车,仅引擎部分就超过4.5万张。



正是由于图样应用的重要性和广泛性,因此制图课被人们喻为“工程上的语言”。凡从事工程技术的人员都应掌握这门“语言”。工程图样包括机械工程图样、建筑工程图样、电子工程图样、化工工程图样、其他工程图样。

二、课程的性质

本课程是各工程专业的学生进校后最先涉足工程领域的一门课,是成为未来技术人员的启蒙课。

《机械制图》功能和教学目的是使学生了解制图的基本国家标准,掌握阅读和绘制机械图样的基本方法与技能。本课程的教学内容,是学生学习后续专业课程及实习等的必要基础,也是学生今后从事工程技术工作所必须具备的重要知识。

三、本课程的主要内容和基本要求

本课程的主要内容包括制图基本知识及平面图形的绘制、基本几何体的投影、立体表面

交线的投影作图、形体的轴测图、组合体视图的识读、机件表达方法的应用、机械图样的特殊表示法、零件图、零件图的测绘、装配图、金属结构图、焊接图和展开图。学完本课程应达到以下基本要求。

1. 知识目标方面

掌握使用绘图工具的方法；掌握正投影法的基本原理和作图方法，立体表面交线的投影作图；掌握识读和绘制组合体的方法，画轴测图的方法；掌握标准件和常用件的特殊表达方法；掌握机械图样的基本表示方法；掌握机械制图国家标准及其他相关标准的查阅方法。

2. 能力目标方面

具有巩固和发展空间分析思维和空间想象能力；具有正确使用各种测量工具，绘图工具的能力。具有绘制组合体视图和轴测图的能力；具有识读标准件和常用件的能力；通过专业书籍、技术手册等手段获取信息的能力；具有分析问题、解决问题能力；具有资料收集整理能力。

3. 素质目标方面

具备以工程图样与生产、技术人员交流沟通的能力，具有团队协作能力；具备认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风；具备良好的企业意识和安全环保意识，自我控制和管理能力。

四、工程图学的历史与发展

工程图学科有着久远的发展历史，其内容饱含着人类智慧。图形与语言、文字一样，是人们认识自然、表达和交流思想的基本工具。

远在 2000 多年前，我国就有了工程图样。宋代李诫所著的《营造法式》即为我国最早的一部关于建筑标准与图样之辉煌巨著。

近代随着科学技术的发展，本学科也不断发展与完善，从法国 Monge Caspard 的《Descriptive Geometry》（画法几何）到美国青年学者 Ivan Sutherland 的《Sketchpad》（人机交互图形系统），都体现了制图学科的不断进步。经过学者们的不断研究，使这门“工程语言”有了今日之丰富词汇。

尤其是计算机应用技术的普及和提高，使工程图学不论是教学内容还是教学方法都有了深刻变化。而且，随着计算机辅助设计（CAD）技术得到了广泛的应用，计算机应用技术赋予这门“古老”的课程以新的活力。传统的理论与现代高新技术的完美结合使《机械制图》成为当今工程领域最具特色的课程之一。

项目一

制图基本知识及平面图形的绘制

主题一 绘图工具及其使用

一、常用绘图工具

常用绘图工具包括：图板、丁字尺、三角板、圆规、铅笔等。

二、尺规绘图

1. 三角板

一副三角板由 45° 和 30° (60°) 两块三角板组成 (图 1-1)。 L 为三角板的规格尺寸, 根据绘制的线条长短来选择适当规格。

三角板与丁字尺常常配合使用, 可以画垂直线、从 0° 开始间隔 15° 的倾斜线及其平行线。画图时要把三角板下边缘与丁字尺尺身上边缘靠紧 (图 1-2)。

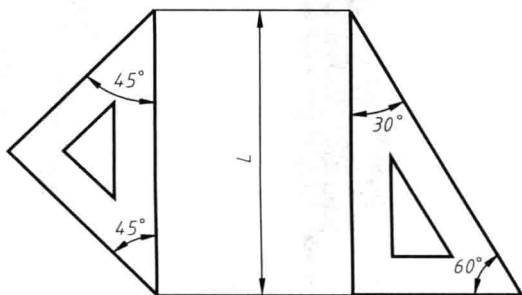


图 1-1 三角板

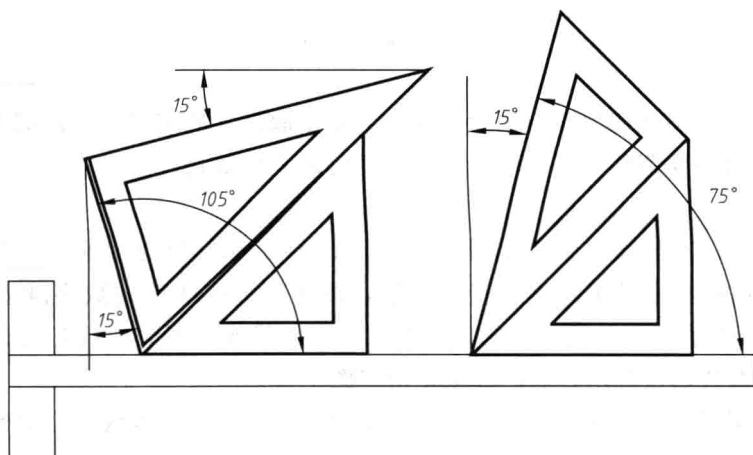


图 1-2 三角板与丁字尺配合使用方法

用两块三角板配合使用可画任意 15° 整倍数的角度 [图 1-3 (a)] 以及任意已知直线的垂直线和平行线 [图 1-3 (b)、(c)]。

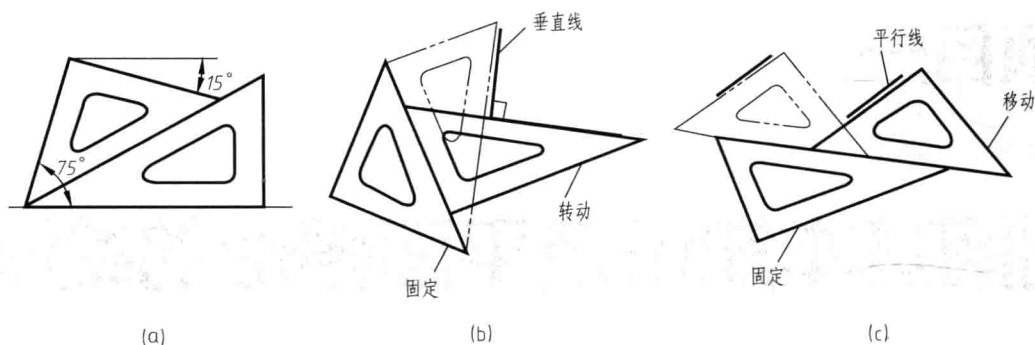


图 1-3 用三角板画垂直线和平行线

2. 圆规

圆规是绘图仪器中的重要工具，用来画圆及圆弧。圆规下端由钢针和铅芯两部分组成。圆规的使用方法如图 1-4 所示，绘图前首先调整针尖和铅心插腿的长度，使针尖略长于铅芯，然后取好半径，画圆时，圆规的钢针应对准圆心，为了避免在绘制圆弧时图纸上的针孔不断扩大，应使笔尖与纸面垂直，沿顺时针方向画圆弧，并向前稍微倾斜。如果所画圆的直径较小时，可将插腿及钢针向内倾斜。

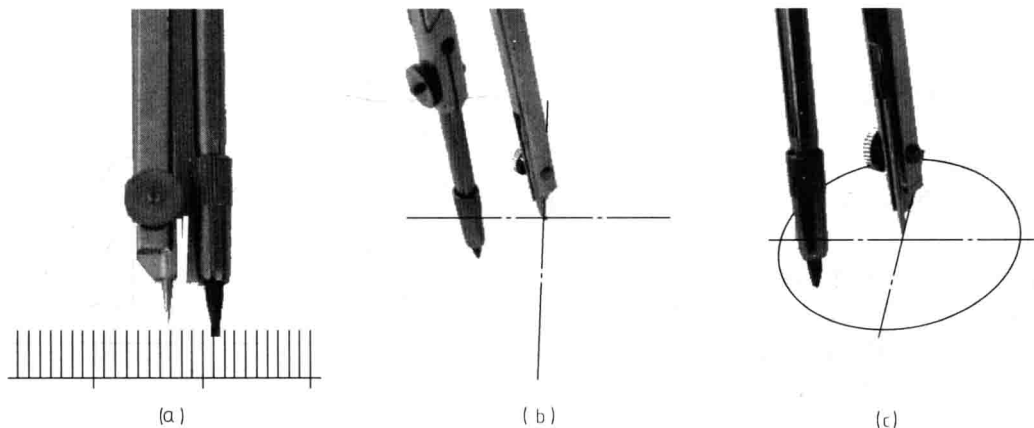


图 1-4 圆规的使用方法

分规虽然外形与圆规相似，但用途不同，它是量取尺寸的工具，可以截取已知线段和等分直线，分规使用前要调整，保证两个针尖并拢时对齐且等长。

3. 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，分别用字母 B 和 H 表示。字母前通常有数字，数字为 1 时可以省略，B 前的数字越大，表示铅芯越软，画线越深；H 前的数字越大，表示铅芯越硬，画线越浅；HB 表示软硬适中的铅笔。写字及画细线或草图时的铅芯头磨成圆锥形；画粗线的铅芯头宜磨成四棱柱形，其断面成矩形（图 1-5）。

绘图时除使用以上必须的绘图工具外，还要配备削笔刀、细砂纸、绘图橡皮等。为了画不规则曲线，要用到曲线板。如果要擦图纸的细小部分，还要用到擦图片。

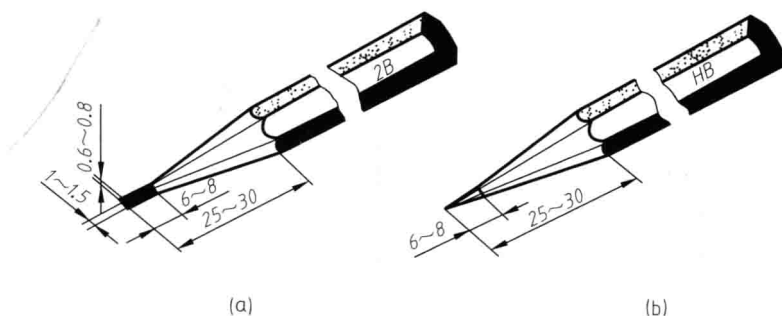


图 1-5 铅笔磨削形状

主题二 机械制图的基本规定

一、图纸幅面和格式的规定 (GB/T 14689—2008)

《机械制图》国家标准规定的基本幅面共五种,按从大到小的幅面依次是 A0、A1、A2、A3、A4,如表 1-1 所示。绘制图纸时,优先采用规定的图纸幅面,各幅面间的尺寸关系如图 1-6 所示,特殊情况(例如化工工艺流程图纸)可以采用加长图纸幅面。

表 1-1 图纸幅面 mm

幅面 代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594		5	10
A3	297×420			
A4	210×297			

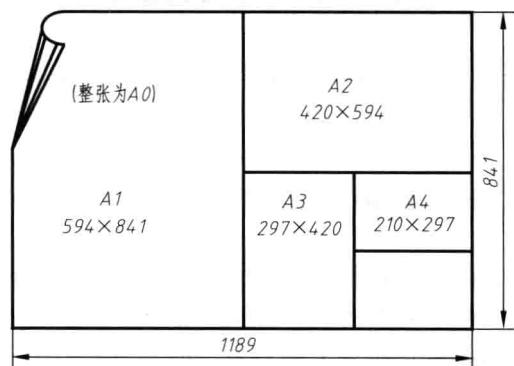


图 1-6 基本幅面的尺寸关系

二、图框格式及标题栏

图纸的绘制通常要在规定区域的线框内完成,这样的线框称为图框,图框用粗实线绘制。根据需要,其格式可选带装订边和不带装订边两种,在每套装配图所包含的零件图中,图框格式的选用应该保持一致(图 1-7)。

为了复制和保存的方便,在图纸四边的中点绘制对中符号,线型为粗实线,从图框内 5mm 为起点画到图纸边缘处,标题栏内不能画对中符号。

在图框的右下角是标题栏,如图 1-8 所示,具体内容包括名称、代号区、签字区、更改区。标题栏文字书写方向即为看图方向,其尺寸和格式参照 GB/T 10609.1—2008 标准绘制,教学可以选用简化标题栏。

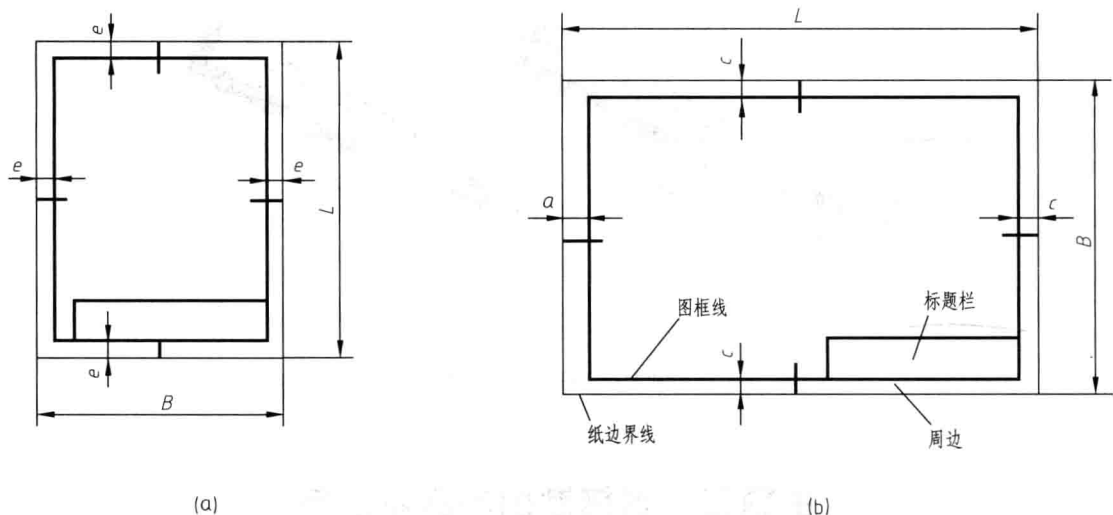


图 1-7 图框格式

3×9=27	15	35	20	15		
	设计				(材料)	(单位)
	校核			比例		(图名)
	审核			共 张	第 张	(图号)
180						60

图 1-8 标题栏的内容

三、比例（GB/T 14690—1993）

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

画图时可选用原值比例、放大比例和缩小比例。为了方便读图，尽量按原值比例即1：1绘制图形，如果工件太大，可采用缩小比例，反之，选用放大比例画图。根据表 1-2 按“优先、后一般”的顺序选择所需要的比例。

无论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的大小，与图形的比例无关。

表 1-2 常用比例系列

种类	选 择 系 列					
原值比例	1：1					
放大比例	2：1 (2.5：1)	5：1 (4：1)	1×10 ⁿ ：1 (2.5×10 ⁿ ：1)	2×10 ⁿ ：1 (4×10 ⁿ ：1)	5×10 ⁿ ：1	
缩小比例	1：2 (1：1.5) (1：1.5×10 ⁿ)	1：5 (1：2.5) (1：2.5×10 ⁿ)	1：10	1：2×10 ⁿ (1：4) (1：4×10 ⁿ)	1：2×10 ⁿ (1：4) (1：4×10 ⁿ)	1：5×10 ⁿ (1：6) (1：6×10 ⁿ)

注：n 为正整数，优先选用不带括号的比例。

图 1-9 为用不同比例画出的同一图形。

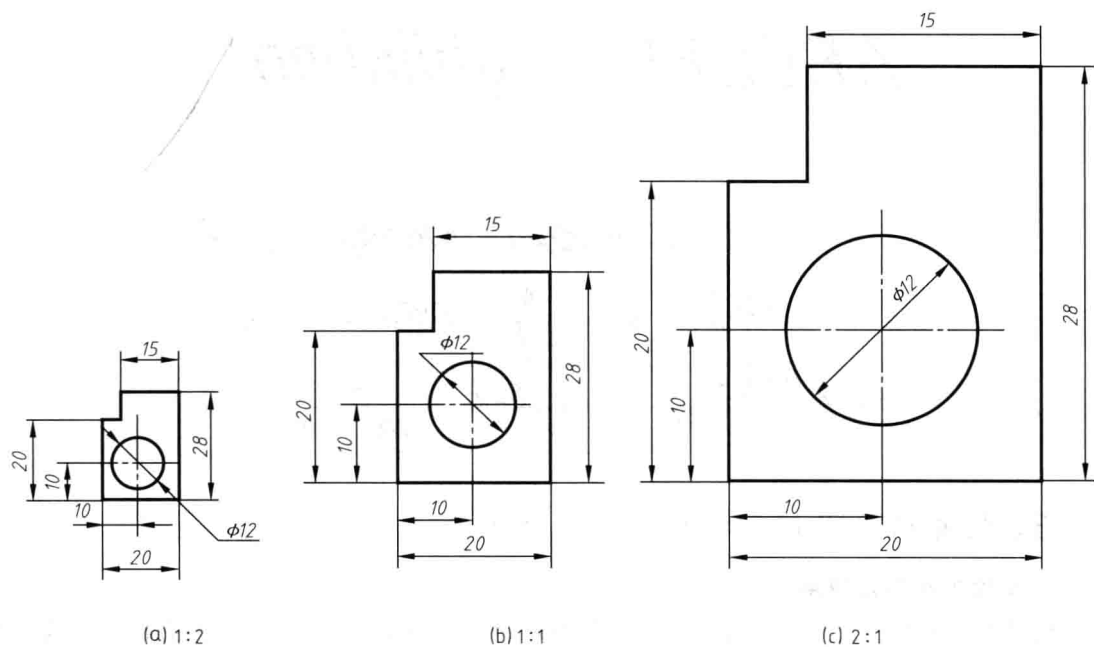


图 1-9 比例与尺寸的关系

四、字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

机械图样中的字体包括汉字、数字和字母,书写时必须做到字体工整,笔画清楚,间隔均匀,排列整齐。字体的号数即字体的高度,用字母 h 表示,高度由小到大分为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm 八种。

机械图样中的技术要求和标题栏要书写汉字,汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,字宽一般为 $2h/3$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字常由几个部分组成,为了使字体结构匀称,书写时应恰当分配各组成部分的比例。

数字和字母可写成直体或斜体(常用斜体),斜体字字头向右倾斜,与水平基准线约成 75° 。

2. 字体示范

(1) 汉字

长仿宋体字书写要领:横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

(2) 数字

0123456789

(3) 拉丁字母

ABCDEF
 ghijklmn

(4) 其他标注

$10JS5(\pm 0.003)$
 $M24-6h$
 $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$
 $7^{\circ}\frac{1}{2}$
 $\frac{3}{5}$
 $\phi 25^{\frac{H6}{m5}}$
 $\frac{II}{2:1}$
 $\frac{A}{5:1}$
 $380kPa$
 $460r/min$
 $\sqrt{Ra\ 6.3}$
 $R8\ 5\%$
 $\sqrt{3.50}$
 l/mm
 m/kg

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

1. 图线的线型及应用

机械图样中的图形是用各种不同粗细和型式的图线画成的，不同的图线在图样中表示不同的含义。绘制图样时，应采用国家标准规定的图线线型和画法。国家标准《技术制图 图线》（GB/T 17450—1998）规定了绘制各种图样的 15 种基本线型。根据基本线型及其变形，可以用表 1-3 中规定的图线形式来绘图。国家标准《机械制图 图样画法 图线》（GB/T 4457.4—2002）中规定的 8 种常用图线，其名称、线型及应用场合示例见表 1-3。

表 1-3 图线的线型及应用

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	应 用 举 例
粗实线		粗	可见轮廓线
虚线		细	不可见轮廓线
细实线		细	尺寸线及尺寸界线 剖面线、引出线 重合断面的轮廓线 过渡线
波浪线		细	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
细点画线		细	轴线、对称中心线
双折线		细	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双点画线		细	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线
粗点画线		粗	有特殊要求线或表面表示线

图 1-10 所示为常用图线在工件上应用举例。

国家标准规定所有线型图线线宽的推荐系列为：0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。机械工程图样上采用粗、细两类线宽，比例为 2：1，作业中粗线推荐用 0.5mm、0.7mm。考虑图样复制容易不清晰问题，细线线宽要求大于 0.18mm。

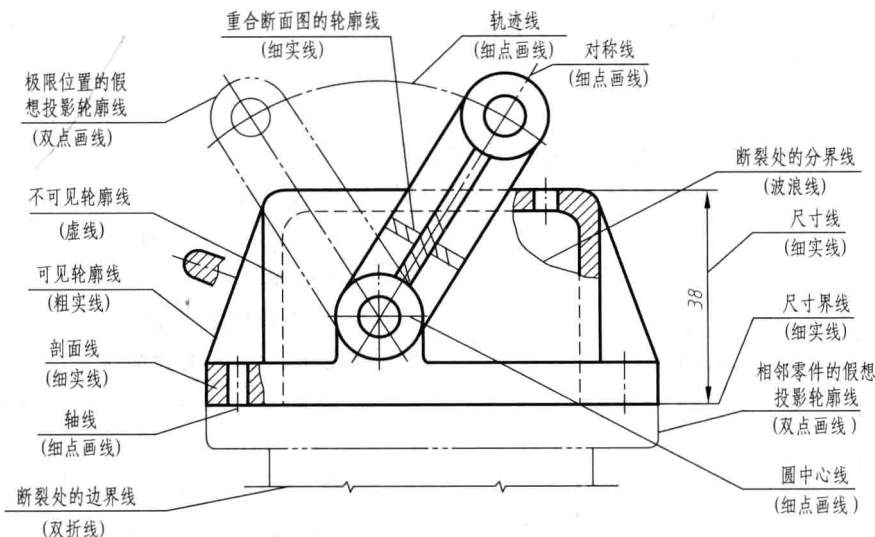


图 1-10 常用图线的应用

2. 图线画法

① 细虚线、细点画线、细双点画线与其他图线相交时尽量交于长画处，细虚线与粗实线相交处无空隙，如图 1-11 (a) 所示。画圆的中心线或轴对称图形两条中心线相交时，相交处应是长画的交点，细点画线两端应超出轮廓线 3~5mm；在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时，例如圆的直径小于 8mm 时，允许用细实线代替点画线，如图 1-11 (b) 所示。图 1-11 (c) 为容易出现错误的画法，必须避免。

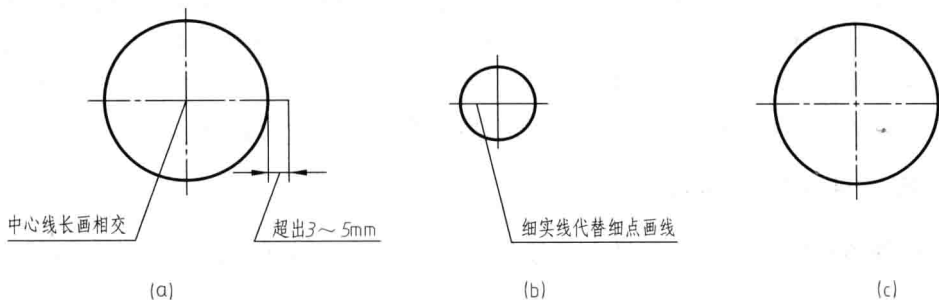


图 1-11 中心线的画法

② 细虚线、点画线如果是粗实线的延长线时，不得与实线相连，虚线应该留出空隙，

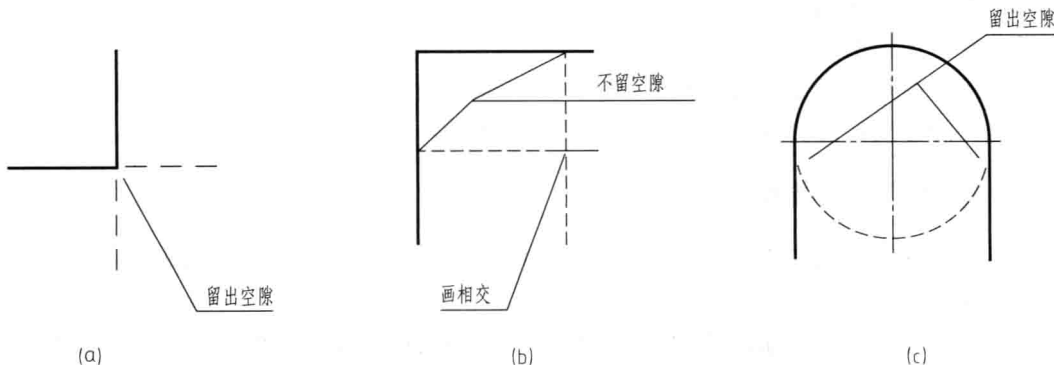


图 1-12 细虚线的画法