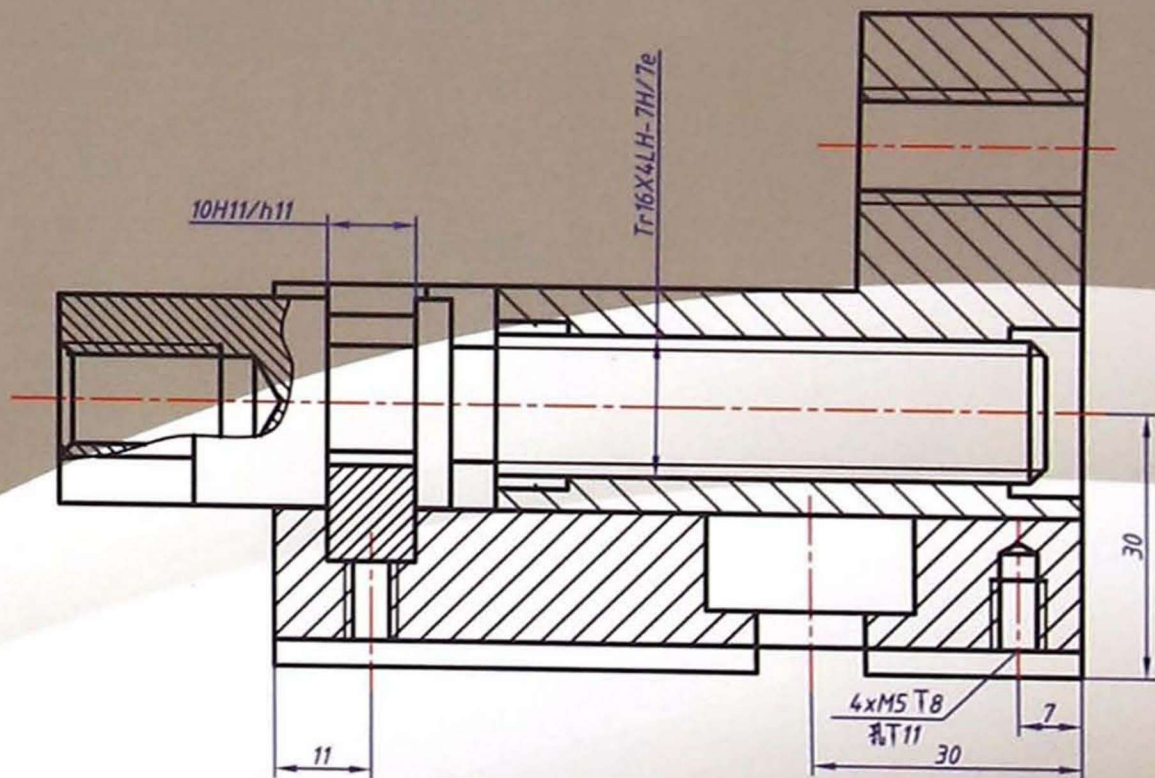


JIXIE ZHITU

# 机械制图

◎ 主 编 李秀梅 陈 曦 李艳梅  
副主编 杨 静 蒋金局 龚宁戎



# 机械制图

主 编 李秀梅 陈 曦 李艳梅  
副主编 杨 静 蒋金局 龚宁戎



## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 李秀梅等主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2015. 6  
ISBN 978-7-308-14616-6

I. ①机… II. ①李… 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 078099 号

### 内容简介

本书以项目化教学法进行编写。全书共 11 个项目, 内容包括制图基本知识和技能, 投影体系的建立, 点、直线、面的投影, 体的投影, 组合体三视图的绘制方法与阅读, 尺寸标注, 机件的常用表达方法, 轴测图, 标准件和常用件, 机械零件图的绘制与阅读方法, 机械装配图的绘制与阅读方法等。

本书针对职高学生的学习和就业特点, 编写过程中力求通过增加图片、图例, 简化描述过程, 以实现通俗易懂的要求。同时增加了徒手绘图方法和训练的内容, 以求提高学生的徒手绘图的能力。

本书可作为职高、中职学校机电产品设计、制造大类专业的教材, 也可用于机电相关专业岗位培训教材, 同时可供从事机械工程技术工作人员参考。

## 机械制图

主 编 李秀梅 陈 曦 李艳梅  
副主编 杨 静 蒋金局 龚宁戎

---

责任编辑 杜希武  
封面设计 刘依群  
出版发行 浙江大学出版社  
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室  
印 刷 富阳市育才印刷有限公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 21.25  
字 数 530 千  
版 次 2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-308-14616-6  
定 价 49.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcsb.tmall.com>

# 前 言

工程图样被喻为“工程界的语言”，它是表达和交流技术思想的重要工具，是制造业工程师最常用的、必备的基本技术。

本书根据职高机电产品设计、制造类专业教学改革需求，结合教学经验，在引入项目化教学理念的基础上编写的。本教材在编写过程中，针对高职学生学习和就业特点，教材形式上力求通过增加图片、图例，简化描述过程，以实现通俗易懂的要求；教学目标以掌握基本概念、注重技能培养为指导思想，遵循“以制图技能为先、以理论知识为够用”基本原则，不追求理论深度和理论的完整性，力求在培养学生工程应用素质的同时，拓展锻炼学生的形象思维能力。

本书共 11 单元，分别为：

第 1 单元 制图基本知识和技能

第 2 单元 投影体系的建立

第 3 单元 点、直线、面的投影

第 4 单元 体的投影

第 5 单元 组合体

第 6 单元 尺寸标注

第 7 单元 机件的常用表达方法

第 8 单元 轴测图

第 9 单元 标准件和常用件

第 10 单元 机械零件图

第 11 单元 机械装配图

本书由成都电子信息学校的李秀梅(单元 1、2、4、5、8)、李艳梅(单元 1、3、4、7、附录)、陈曦(单元 5、6、8、附录)、杨静(单元 2)、龚宁戎(单元 6)、蒋金局(单元 7)等编写，其中李秀梅、陈曦、李艳梅为主编，杨静、蒋金局、龚宁戎为副主编。参与本书编写的还有成都电子信息学校的张惠萍、叶万红、赵又苇、孟建、罗飞、罗思艳、黄文平、蒲静、吴循勇等。限于编写时间和编者的水平，书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。我们十分期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议，以便今后不断加以完善。我们的联系方式：[book@51cax.com](mailto:book@51cax.com)。

我们谨向所有为本书提供大力支持的有关学校和领导，以及在组织、撰写、研讨、修改、审定、打印、校对等工作中做出奉献的同志表示由衷的感谢。

最后，感谢浙江大学出版社为本书的出版所提供的机遇和帮助。

编 者

2015 年 1 月



# 目 录

<b>第 1 单元 制图基本知识和技能</b> .....	1
学习指南.....	1
课题 1 《机械制图》国家标准.....	1
课题 2 绘图工具的使用和几何作图.....	10
复习思考题.....	20
<b>第 2 单元 投影体系的建立</b> .....	21
学习指南.....	21
课题 3 三投影面体系.....	21
复习思考题.....	28
<b>第 3 单元 点、直线、面的投影</b> .....	29
学习指南.....	29
课题 4 点、线、面投影的求作与分析.....	29
复习思考题.....	62
<b>第 4 单元 体的投影</b> .....	63
学习指南.....	63
课题 5 基本体的投影分析.....	63
课题 6 相贯线的分析和求作.....	90
复习思考题.....	98
<b>第 5 单元 组合体</b> .....	99
学习指南.....	99
课题 7 组合体的表达.....	100
复习思考题.....	113
<b>第 6 单元 尺寸标注</b> .....	114
学习指南.....	114
课题 8 组合体视图的尺寸标注.....	114

复习思考题·····	132
<b>第7单元 机件的常用表达方法</b> ·····	133
学习指南·····	133
课题9 机件外部形状的表达及应用·····	133
课题10 机件内部形状的表达及应用·····	141
课题11 断面图·····	159
课题12 表达方法的综合举例·····	162
复习思考题·····	168
<b>第8单元 轴测图</b> ·····	169
学习指南·····	169
课题13 轴测图的绘制·····	169
复习思考题·····	182
<b>第9单元 标准件和常用件</b> ·····	183
学习指南·····	183
课题14 零件标准结构的表达及画法训练·····	184
复习思考题·····	226
<b>第10单元 机械零件图</b> ·····	228
学习指南·····	228
课题15 机械零件图的表达和阅读·····	229
复习思考题·····	266
<b>第11单元 机械装配图</b> ·····	267
学习指南·····	267
课题16 装配图的绘制·····	268
课题17 拆画零件图训练·····	282
复习思考题·····	300
<b>附录 明细栏、标题栏、标准件、公差等有关数据</b> ·····	301
<b>参考文献</b> ·····	334



# 第 1 单元 制图基本知识和技能

## 学习指南

现代工业生产中,各种机器、部件、设备都要通过工程图样来表达其设计意图,并依据图样进行生产制造。因此,工程图样作为工程技术的技术文件,记载着有关设计理念、加工工艺、安装测试等诸多信息。在工业工程的流程中,主导着产品质量的准确性、稳定性和完整性。在工业生产的发展与开发中,工程图样如同信息语言,在工程技术人员之间,交流着彼此的工程触觉,交换着最前沿的工程信息。

工程图样作为工程界的信息语言,有其严格的标准性。我国国家标准《机械制图》对图样的各种元素都做了统一的规定。我们首先必须树立起标准化的概念,严格遵守、认真执行国家标准。

教学目标:

1. 掌握并严格遵守国家制图标准的基本规定。
2. 理解国家标准的作用及标准的编号规则。
3. 了解手工绘图所需的工具,掌握它们的使用方法。

教学重点:

1. 掌握并严格遵守国家制图标准的基本规定。
2. 掌握手工绘图所需工具的使用方法。

教学难点:

掌握并严格遵守国家制图标准的基本规定。

教学学时:

13 学时。

## 课题 1 《机械制图》国家标准

### ◎ 任务书

项目	《机械制图》国家标准	用时	5 学时
目的	1. 掌握国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关图幅、比例、字体、图线和尺寸标注等基本规定。 2. 能初步树立起标准是技术法规的标准化意识。		

续表

项目	《机械制图》国家标准	用时	5 学时
----	------------	----	------

1. 识读:如图 1-1 所示为端盖的零件图,指出图样包含哪些内容?

要求

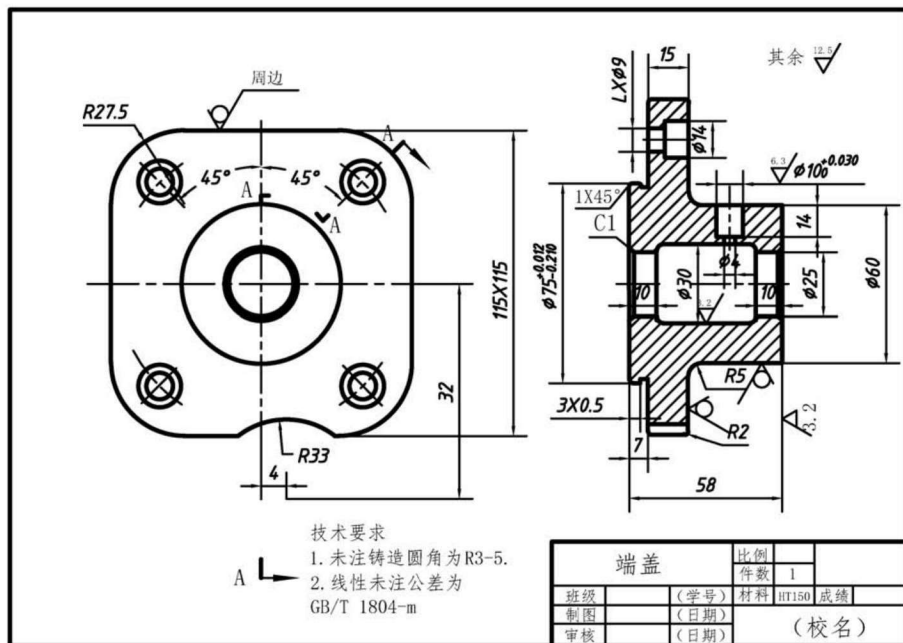


图 1-1 端盖零件图

2. 为了在全国各地区之间或者国际上进行技术交流,国家对图样的画法是怎样统一规定的?

## ◎ 知识链接

我国的国家标准简称“国标”,用代号“GB”表示。例如“GB/T 17451—1998”,字母后面的两组数字,分别表示标准顺序号和标准批准的年份。既“T 17451”为标准顺序号,“1998”为标准批准的年份,而“GB”为国标的拼音缩写。

### 1 图纸幅面和格式 (GB /T 14689—1993)

#### 1.1 图纸幅面

图纸幅面即用于绘制工程图样的图纸,其幅面的大小尺寸,应严格按照国家给予的标准选取。表 1-1 中即为国标所规定的基本幅面,例如 A4 的图幅尺寸为 210mm × 297mm; A3 的图幅尺寸为 297mm × 420mm。从表中可以得出, A4 图幅的长度尺寸正是 A3 图幅的宽度尺寸,以此类推如图 1-2 所示。这些幅面都是 $\sqrt{2}$ 矩形,即这些幅面的长边与短边之比,都是 $\sqrt{2}$ ,即  $L=\sqrt{2}B$ 。表中列出了常用的五种幅面,必要时幅面还可以加大,具体的尺寸数据请详见国家标准《技术制图》。





表 1-1 图纸基本幅面尺寸

单位: mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

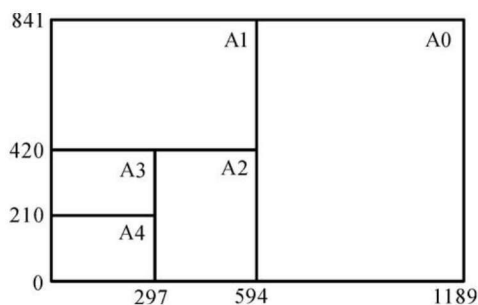


图 1-2 各图幅号之间的长宽关系

### 1.2 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框,该图框即为图纸图幅。图框必须用粗实线绘制。其格式分为不留装订边和留有装订边两种,如图 1-3 和图 1-4 所示,图中 L、B、a、c、e 的尺寸见表 1-1,同一产品的图样只能采用一种格式。

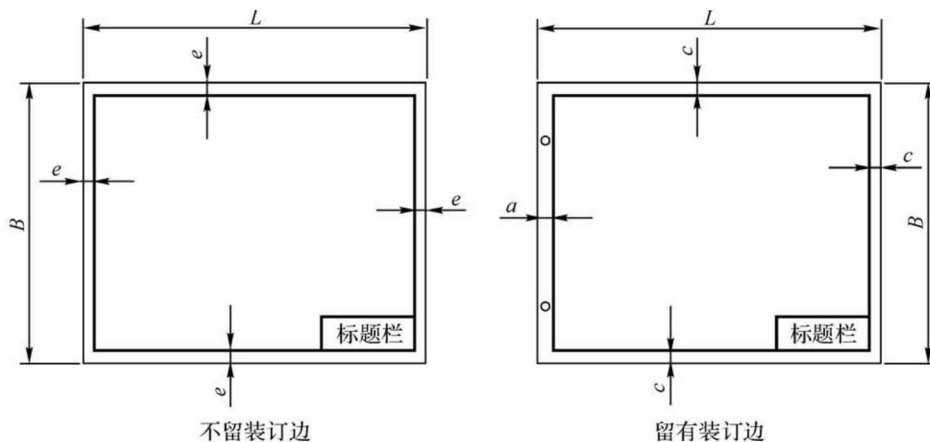


图 1-3 图纸格式(横用)

### 1.3 标题栏

标题栏是工程图样中必不可缺的信息栏目,其位置位于图纸的右下角紧贴图符图框。标题栏的重要性在于其填写的信息内容,详情如图 1-5 所示。标题栏的格式与尺寸必须严格按照国标的要求绘制。在本课程的制图作业中,可以采用简化标题栏。

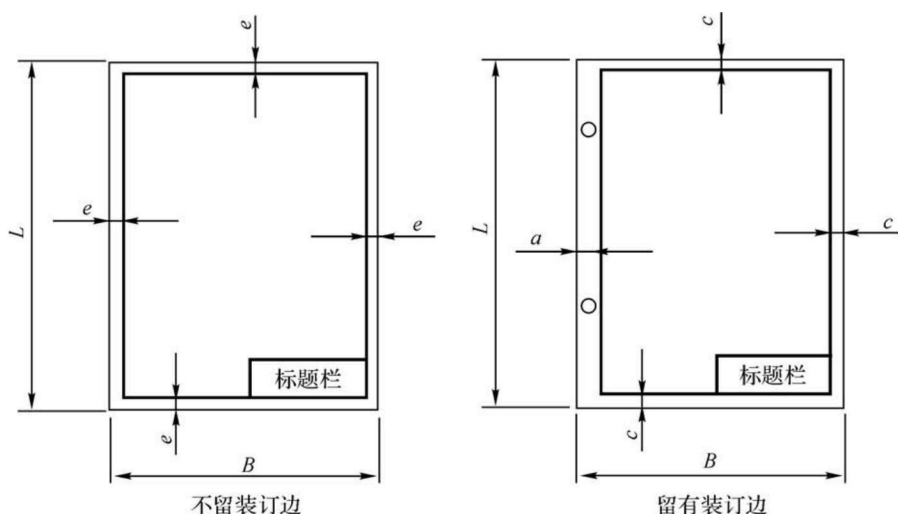


图 1-4 图纸格式(竖用)

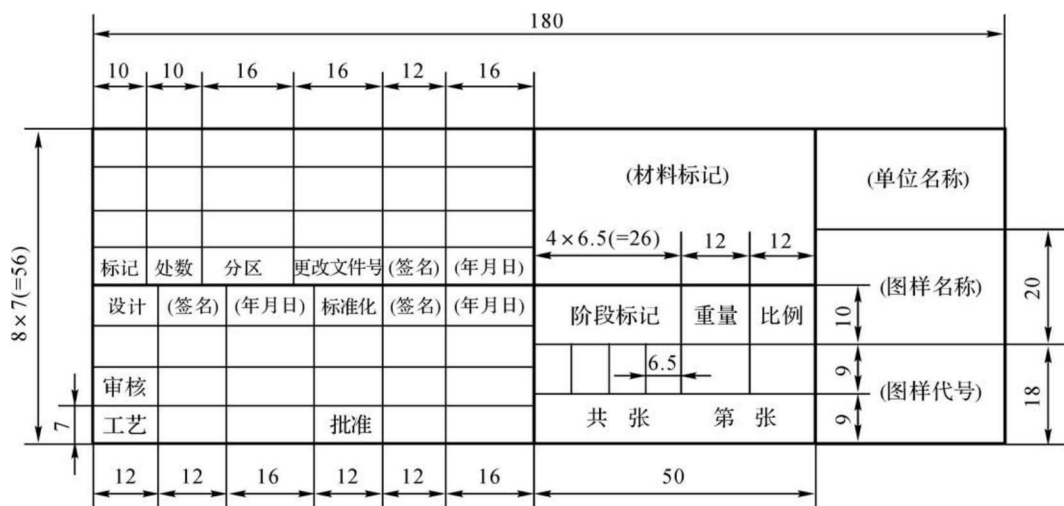


图 1-5 标题栏的尺寸与格式(mm)

## 2 比例(GB /T 14690—1993)

绘制图形时,不可能都按照实物的真实尺寸 1:1 绘制。图样中的图形与实物相应要素的线性尺寸之比,称为绘图比例。根据实际的需求,绘图比例可放大,也可缩小。绘制图样时,应由表 1-2 规定的系列中选取适当比例。值得强调的是,不论采用何种比例,图形中所标注的尺寸数值必须是实际尺寸,与绘图比例无关。

## 3 字体(GB /T 14691—1993)

在图样中书写的汉字、数字,其字体在书写过程中必须做到:字体工整、笔画清晰、间隔



均匀、排列整齐;字体大小用字号表示,分别为 1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20(mm)八种,字号即是字体的高度(用  $h$  表示),而字宽一般为  $h/\sqrt{2}\approx 0.7h$ 。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

表 1-2 常用绘图比例

种 类	比 例				
原值比例	1 : 1				
放大比例	2 : 1	5 : 1	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$
	(4 : 1)	( $2.5 \times 10^n : 1$ )	( $4 \times 10^n : 1$ )	(2.5 : 1)	
缩小比例	1 : 2	1 : 5	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$
	(1 : 1.5)	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	(1 : 6)
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

### 3.1 汉字

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字,汉字的高度  $h$ (字号)不应小于 3.5mm,字宽与字高之比一般为 2 : 3。不同的图幅应选择合适高度的字体,一般 A0 图幅采用 5 号字体,其余采用 3.5 号字体,且用作指数、分数、极限偏差、注角等的字母与数字,一般应小一号字体(图 1-6)。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 结构均匀 注意起落 添满方格

技术制图机械电子汽车航空船舶

土木建筑矿山港口纺织服装井坑

图 1-6 标准长仿宋字体

### 3.2 字母和数字

数字和字母分可写成斜体或直体,斜体字体向右倾斜,与水平基准线成  $75^\circ$ (图 1-7)。

### 4 图线(GB/T 17450—1998)

图线是组成图样的元素,掌握图线的绘制对图样有着至关重要的影响。一条图线的错误可以导致整张图样的报废,对于工程技术人员而言,严格按照图线的意义绘制图样,才能正确表达其间的信息意图。常用的图线线型见表 1-3,这些基本图线有其各自的图线意义,不能混淆。



图 1-7 标准数字和字母

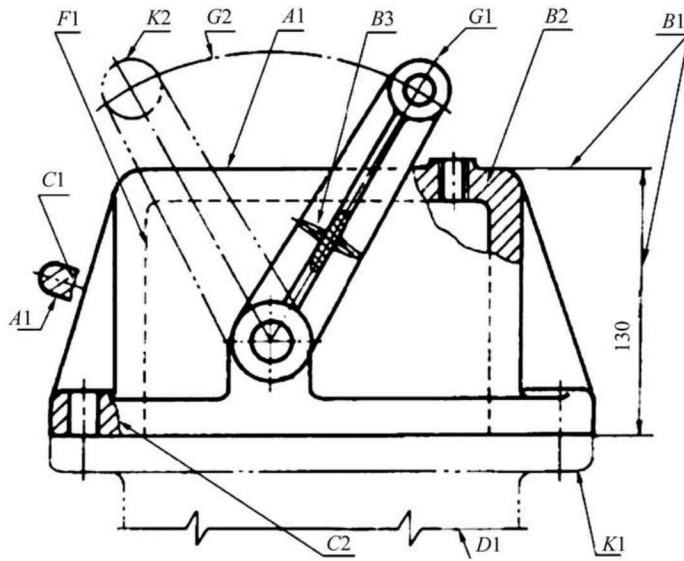
表 1-3 图线线型及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		$b(\approx 0.7)$	可见轮廓线 可见过渡线
细实线		约 $b/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线、引出线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 分界线及范围
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线 视图和剖视图的分界线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线 视图和剖视图的分界线
虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细点划线		约 $b/2$	轴线、对称中心线、 轨迹线、齿轮的节圆及节线
粗点划线		$b(\approx 0.7)$	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		约 $b/2$	相邻辅助零件的轮廓线 限定位置的轮廓线

图线的线宽分为粗、细两种。粗线的线宽宽度  $d$  应按图样的类型、图幅的规格、尺寸的大小,在  $0.5\text{mm} \sim 2\text{mm}$  之间选择。其推荐系列为  $0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$ 。在确定了粗线线宽  $d$  之后,细线的宽度即可确定,约为  $d/2 \sim d/3$ 。

各类图线在图样中的意义各不相同,绘图时应按要求选取图线的类型与粗细。如粗实线描绘零件的可见轮廓线,虚线描绘零件的不可见轮廓线,两者决不能相混。图线的应用如图 1-8 所示。

图线的类型在图样的绘制过程中不仅要正确掌握,还应注意线性之间笔画的使用,结合图 1-9 说明下列注意问题:



A1 可见轮廓线 B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合断面的轮廓线 C1 断裂处的边界线  
C2 视图和剖视的分界线 D1 断裂处的边界线 F1 不可见轮廓线 G1 对称中心线 G2 轨迹线  
K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

图 1-8 图线应用示例

(1)同一图样中同类图线的宽度应一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应相等,在图样中要显得匀称协调。

(2)点划线和双点划线实际为短划、长划线,其首末两端应是长划而不是短划。点划线应超出相应图形轮廓线 2~5mm,如图 1-9 中 D1 所指。

(3)绘制圆的对称中心线时,圆心应为长划线的交点,如图 1-9 中 C1 所指。在较小图形上绘制点划线或双点划线有困难时,可以用细实线代替,如图 1-9 中 E1 所指。

(4)当虚线与虚线或与其他图线相交时,应以线段相交,如图 1-9 中 A1 所指。当虚线是粗实线的延长线时,其连接处应留有空隙,如图 1-9 中 B1 所指。

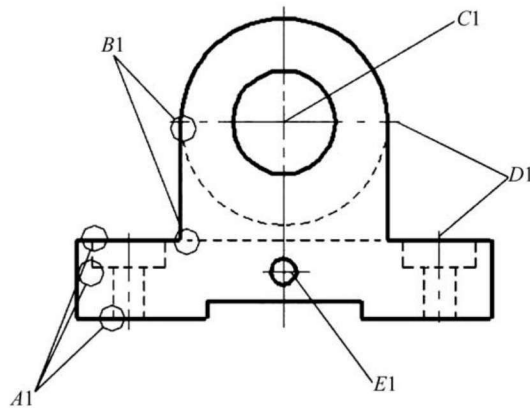


图 1-9 线性绘制中注意事项示例

## 5 剖面符号(GB /T 4457.5—1998)

在剖视图和断面图中,应根据机件零件材料的不同,采用表 1-4 中所规定的剖面符号表示,画有剖面符号的范围为假想的剖切面。其剖面符号仅表示材料类别,对于材料的名称和代号必须另行注明。机械制图中的零件多为金属材料制造,其剖面符号规定用细实线画成间距相等、方向相同且与主要轮廓线或剖面区域的对称线成 45°角的平行线,平行线之间的距离大小国家标准未作规定,可根据图形大小和剖面复杂程度,一般在 1~6mm 范围内选择。同时要注意:同一个零件的不同视图,其剖面线的方向和间距必须一致。

表 1-4 常用剖面符号

材 料	剖面符号	材 料	剖面符号
金属材料(已有规定的剖面符号除外)		胶合板(不分层次)	
非金属材料(已有规定的剖面符号除外)		玻璃及供观察用的其他透明材料	
型砂、填砂、砂轮、陶瓷及硬质合金刀片		木材纵剖面	
线圈绕组元件		木材横剖面	
转子电枢、变压器和电抗器等的迭钢片		格网(筛网、过滤网)	
砖		液体	

### ◎ 任务解答

#### 要求 1 解答

##### 1. 分析

零件图一般包括标题栏、一组视图、完整的尺寸标注和技术要求,看图步骤如下:



### (1)读标题栏

了解零件的名称、材料、画图的比例、重量等。

### (2)分析视图、想象形状

读零件的内、外形状和结构,是读零件图的重点。组合体的读图方法(包括视图、剖视、剖面等),仍然适用于读零件图。

从基本视图看出零件的大体内外形状;结合局部视图、斜视图以及剖面等表达方法,读懂零件的局部或斜面的形状;同时,也从设计和加工方面的要求,了解零件的一些结构的作用。

### (3)分析尺寸

零件图中的图形,只是用来表达零件的形状,而零件各部分的真实大小及相对位置,则靠标注尺寸来确定。零件图上所标注的尺寸不但要满足设计要求,还应满足生产要求。零件图上的尺寸要标注得完整、清晰,符合国标规定等要求。了解零件各部分的定形、定位尺寸和零件的总体尺寸,以及注写尺寸时所用的基准。

### (4)技术要求

用一些规定的符号、数字以及文字注解等表示出零件制造后在技术指标上所应达到的要求。主要包括:

- ①表面粗糙度。
- ②公差与配合。
- ③形状和位置公差(简称形位公差)。
- ④零件的表面处理、热处理和其他有关制造要求等。

### (5)综合考虑

把读懂的结构形状、尺寸标注和技术要求等内容综合起来,就能比较全面地读懂这张零件图。有时为了读懂比较复杂的零件图,还需参考有关的技术资料,包括零件所在的部件装配图以及与它有关的零件图。

## 2. 解答

如图 1-1 所示端盖零件图包括:标题栏、一组视图、完整的尺寸标注和技术要求。

(1)标题栏:从标题栏可知,该零件的名称为端盖,材料是 HT150,数量为 1;其他内容有图的编号、比例以及制图、审核人员签字等。

(2)一组视图:端盖属于箱体类零件,包括主视图和一个剖视图,主视图用于表达端盖的外部形状和连接孔的位置,剖视图用于表达内部结构;其中零件的外形轮廓用粗实线表示,剖面线用细实线表示,中心线用细点划线表示。

(3)完整的尺寸标注:用以确定零件各部分的大小和位置。

(4)技术要求:包括表面粗糙度、公差要求和制造要求。

通过以上四个步骤,我们基本能够得出该零件的内部、外部结构和其他一些信息。

## 要求 2 解答

图样是工程技术界的共同语言,是产品或工程设计结果的一种表达形式,是产品制造和工程施工的依据,是组织和管理生产的重要技术文件。为了便于技术交流,国家标准《机械制图》对图样做出了统一规定。

# 机械制图

国家标准对图纸的幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸标注等内容进行了统一规范,在绘制图样的过程中应自觉遵守。

## ◎ 任务评价

课题名称		《机械制图》国家标准	任课教师					
要求	序号	要求中的评价项目	结果					
			A	B	C	D		
1	1	是否明确机械制图中图纸的幅面和格式?						
	2	如何识读图纸的比例、线型和剖面符号?						
	3	机械图纸的组成及其作用有哪些?						
2	4	国家标准的作用体现在哪些方面?						
综合成绩								
自我总结								
学生签字:			指导教师签字:					
年 月 日			年 月 日					

## 课题 2 绘图工具的使用和几何作图

### ◎ 任务书

项目	绘图工具的使用和几何作图	用时	8 学时
目的	1. 理解并掌握平面图形中的尺寸分析方法和线段分析方法,从而确定正确的作图步骤。 2. 进一步培养学生严肃认真的工作态度和耐心细致的工作作风。		
要求	1. 抄画如图 1-10 所示的吊钩平面图,用 A4 图纸,比例为 1:1。		
	图 1-10 吊钩平面图		





◎ 知识链接

1 绘图工具和仪器的使用方法

绘制图样时,若要保证绘图的准确性和提高绘图的效率,必须正确使用各种绘图工具和仪器。常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、直线笔、曲线板等。制图用品包括铅笔、图纸、橡皮、胶带纸、铅笔刀等,在绘图前应把这些工具、仪器、用品准备齐全。

下面分别介绍各种工具及仪器的使用方法。

1.1 图板与丁字尺

图板作为绘图时的垫板,要求其表面平坦且光滑。用作导边的左侧必须平直,以便丁字尺在导边的上下配合移动,绘制水平线,如图 1-11 左图所示。再结合三角板,即可以绘制垂直线及各种角度的图线,如图 1-11 右图所示。图板亦有五种图号,使用时应选择与图幅大小相一致的图板。绘图前先将图纸用胶带纸固定在图板上,用丁字尺校正图纸的平行度。

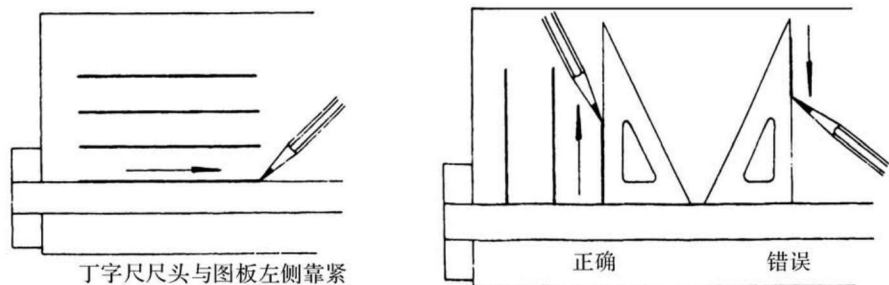


图 1-11 图板与丁字尺的使用

1.2 三角板

一副三角板有两块,一块为  $45^\circ$  三角板,另一块为  $30^\circ$  和  $60^\circ$  三角板。三角板和丁字尺配合使用,可以绘制垂直线和  $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$  以及  $n \times 15^\circ$  的各种斜线。此外,利用一副三角板还可以绘制出已知直线的平行线或垂直线,如图 1-12 所示。

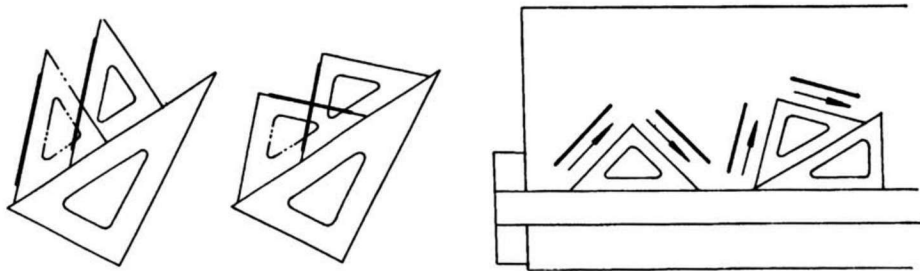


图 1-12 三角板的使用