



项目引领 任务驱动

示范性高等职业院校课改规划教材



# 轮机工程基础

主编 邹俊杰

HEUP 哈尔滨工程大学出版社  
Harbin Engineering University Press

# 轮机工程基础

主编 邹俊杰



哈尔滨工程大学出版社

## 内 容 简 介

本书共分五编。第一编为机械制图,主要介绍机械零件制图及读图的基本知识和技能;第二编为轮机工程材料,主要介绍金属材料的基本性能、特点及应用,轮机工程中主要零部件常用的材料等;第三编为机构与机械传动,主要介绍机构与机械传动的特点及应用;第四编为工程力学基础与机械振动,主要介绍工程力学,包括理论力学和材料力学的基本概念以及机械振动的基本概念等;第五编为量具、仪表和单位,主要介绍仪器、仪表的结构原理等。

本书可作为航海类轮机工程技术、轮机管理专业(170~200学时)本、专科学生的教材,也可作为轮机工程技术人员及相关专业人员的学习、参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

轮机工程基础/邹俊杰主编. —哈尔滨:哈尔滨  
工程大学出版社,2011.5  
ISBN 978-7-5661-0109-9

I. ①轮… II. ①邹… III. ①轮机-高等学校-教材  
IV. ①U676.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 081158 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  
邮政编码 150001  
发行电话 0451-82519328  
传 真 0451-82519699  
经 销 新华书店  
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 22  
字 数 549 千字  
版 次 2011 年 6 月第 1 版  
印 次 2011 年 6 月第 1 次印刷  
定 价 42.00 元

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

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

---

# 前 言

本书是根据中华人民共和国国家海事局 2005 年颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》的要求编写的,其内容符合《STCW78/95 公约》。参编人员都是具有多年理论和实践教学工作经验的教师。

本教材内容按照船员适任考试大纲的章节编写,突出了轮机工程技术、轮机管理专业高级船员的培养目标对该职能课程基本内容的要求,尽量使理论联系轮机工程实际,适用于轮机工程技术、轮机管理专业本、专科在校生及海船船员考试、培训和学习,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

本教材共分五编。第一编由陈培红和祝雁冰编写;第二编由薛海龙和李章德编写;第三编由邹俊杰编写;第四编由宋岩和邹俊杰编写;第五编由陈培红编写。全书由邹俊杰主编,袁健主审。教材编写中,得到南通航运职业技术学院领导及诸多同事的关心和帮助,在此谨向他们表示衷心的感谢!

由于编者的水平有限,不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 2 月

# 目 录

## 第一编 机械制图

第一章 投影的基本知识	3
第一节 机械制图国家标准的一般规定	3
第二节 投影的基本知识	9
第二章 物体的三视图	12
第三章 面与线的投影	15
第一节 点与直线的投影	15
第二节 平面的投影	21
第四章 基本体的投影、截切和相交	25
第一节 平面基本体	25
第二节 曲面基本体	29
第三节 平面与立体表面的交线	36
第五章 组合体的视图	48
第一节 组合体的形体分析	48
第二节 组合体三视图的绘制	50
第三节 组合体的读图	53
第六章 视图的尺寸标注	59
第一节 尺寸注法	59
第二节 基本体的尺寸标注	62
第三节 组合体的尺寸标注	63
第七章 物体的表达方法	68
第一节 视图种类及其应用	68
第二节 剖视图的种类及其应用	71
第三节 断面图的种类及其应用	80
第八章 标准件、常用件	83
第一节 螺纹的基本要素和常用标准螺纹的种类、用途及符号	83
第二节 螺纹的画法	85
第三节 键、销、滚动轴承的连接画法	90
第四节 齿轮的画法	92
第五节 弹簧的画法	94
第九章 零件图	96
第一节 零件图的定义、内容及视图表达	96
第二节 零件的尺寸标注及尺寸标注时应注意的事项	97

第三节	零件图上的技术要求 .....	99
第四节	看零件图 .....	108
<b>第十章</b>	<b>装配图</b> .....	109
第一节	装配图的内容和作用 .....	109
第二节	装配图的表达方法 .....	109
第三节	装配图的尺寸 .....	112
第四节	看装配图 .....	112

## 第二编 轮机工程材料

<b>第一章</b>	<b>金属材料的性能</b> .....	117
第一节	金属材料的使用性能及其在选材方面的应用 .....	117
第二节	金属材料的工艺性能 .....	124
<b>第二章</b>	<b>金属材料的结构与组织</b> .....	126
第一节	纯金属的晶体结构 .....	126
第二节	纯金属的结晶及同素异晶转变 .....	129
第三节	合金的结晶及合金相图 .....	131
<b>第三章</b>	<b>铁碳合金相图及应用</b> .....	136
第一节	铁碳合金中的基本相 .....	136
第二节	铁碳合金相图分析 .....	136
第三节	铁碳合金的典型结晶过程 .....	139
第四节	铁碳合金的成分 - 组织 - 性能关系及应用 .....	141
<b>第四章</b>	<b>钢的热处理</b> .....	143
第一节	钢在加热时的转变 .....	143
第二节	钢在奥氏体化后冷却中的转变 .....	145
第三节	钢的普通热处理 .....	150
第四节	其他热处理方法简介 .....	154
<b>第五章</b>	<b>船用碳钢与合金钢</b> .....	159
第一节	钢的分类 .....	159
第二节	船用碳素钢 .....	160
第三节	船用合金钢的性能及用途 .....	164
<b>第六章</b>	<b>铸铁</b> .....	184
第一节	铸铁的石墨化 .....	184
第二节	常用铸铁的牌号、组织与性能 .....	185
第三节	有色金属及其合金的分类、牌号、性能和应用 .....	192
第四节	非金属材料及其在船舶上的应用 .....	204
第五节	轮机主要零件的材料 .....	209
第六节	船体结构和设备材料的种类、牌号、性能及其应用 .....	215

## 第三编 机构与机械传动

第一章 平面四杆机构	219
第一节 机构及运动副	219
第二节 平面四杆机构的基本形式和应用	220
第三节 其他形式的平面四杆机构	222
第四节 铰链四杆机构中曲柄存在的条件	224
第五节 平面四杆机构的基本性质	225
第二章 凸轮机构	227
第一节 凸轮机构的应用和分类	227
第二节 从动件与凸轮的运动关系	228
第三章 棘轮机构与槽轮机构	232
第一节 棘轮机构	232
第二节 槽轮机构	233
第四章 摩擦轮传动	235
第一节 摩擦轮传动概述	235
第二节 摩擦轮传动中的滑动	236
第三节 摩擦轮传动的传动比、压紧力和效率损失	238
第五章 带传动和链传动	240
第一节 带传动的工作原理、特点和类型	240
第二节 带的滑动现象及带的耐久性	242
第三节 影响带传动能力的因素	244
第四节 链传动	246
第六章 齿轮传动	249
第一节 齿轮传动概述	249
第二节 渐开线和渐开线齿廓的啮合性质	250
第三节 渐开线齿轮的主要参数与几何尺寸	252
第四节 渐开线齿轮的正确啮合和连续传动条件	255
第五节 轮齿的失效形式	256
第六节 蜗杆传动	258
第七章 液力传动	262
第一节 液力传动的基本原理	262
第二节 液力变矩器	263
第三节 液力耦合器和液力机械传动	265
第四节 液力传动的主要特点及用途	267

## 第四编 工程力学基础与机械振动

<b>第一章 理论力学</b> .....	271
第一节 静力学的基本概念、基本公理 .....	271
第二节 受力分析和受力图.....	274
第三节 平面汇交力系.....	278
第四节 力矩与力偶.....	281
第五节 平面力偶系.....	283
第六节 平面任意力系.....	284
<b>第二章 材料力学</b> .....	289
第一节 材料力学的基本概念.....	289
第二节 杆件的轴向拉伸与压缩.....	293
第三节 剪切与挤压.....	299
第四节 扭转变形.....	301
第五节 弯曲变形.....	306
第六节 疲劳破坏.....	311
<b>第三章 机械振动概述</b> .....	318

## 第五编 量具、仪表和单位

<b>第一章 量具</b> .....	323
第一节 游标卡尺.....	323
第二节 千分尺.....	325
<b>第二章 仪表</b> .....	328
第一节 测温仪表.....	328
第二节 测压仪表.....	331
第三节 转速表.....	334
第四节 流量计.....	336
第五节 比重计.....	338
第六节 湿度计.....	338
第七节 盐度计.....	340
<b>第三章 单位与换算</b> .....	341
<b>参考文献</b> .....	344



# 第一编 机械制图



# 第一章 投影的基本知识

根据投影原理、标准或有关规定,表达工程对象的形状、大小并有必要的技术说明的图,称为图样。图样在工业生产中有着极其重要的地位和作用。设计者通过图样来表达设计对象;制造者通过图样来了解设计要求,并依据图样来制造机器;使用者也通过图样来了解机器的结构和使用性能。图样已成为人们表达设计意图和交流技术思想的工具,因此,图样被称为工程界的技术语言,工程画被称为“工程话”。

机械制造业中所使用的图样称为机械图样。机械制图就是研究机械图样的画图和看图规律和方法的一门学科。凡是从事工程技术的人员都应具备画图和看图本领。

机械制图主要任务:掌握正投影法的基本理论和方法,培养和发展空间想象能力;学习制图国家标准及其有关知识;培养绘制和阅读机械图样的基本能力和严谨的工作作风。

机械制图学习方法:(1) 本课程的投影理论,由浅入深,环环相扣,学习中一定要循序渐进,且不能死记硬背,应在读、画图理解记忆,在实物和图样的反复对照中加以掌握;(2) 本课程实践性较强,要多读、多画、多想、多总结,注意通过画图等作业来提高看图的能力,并且积累空间形体表象。

## 第一节 机械制图国家标准的一般规定

### 一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面指的是图纸宽度与长度组成的图面。规格尺寸为宽度 $\times$ 长度,即 $B\times L$ 。绘制技术图样时应优先采用基本幅面。基本幅面共有A0, A1, A2, A3, A4五种,其中A0最大, A4最小。图纸的基本幅面及图框尺寸如表1-1-1所示。

表 1-1-1 图纸的基本幅面尺寸及图框尺寸

单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841 $\times$ 1 189	594 $\times$ 841	420 $\times$ 594	297 $\times$ 420	210 $\times$ 297
$e$	20		10		
$c$	10			5	
$a$	25				

#### 2. 图框格式

图纸上用粗实线限定绘图区域的线框称为图框。图样必须在图框内部绘制。图框格式分为留有装订边和不留有装订边两种,分别如图1-1-1、图1-1-2所示。但同一产品的

图样应该采用同一种格式。图框尺寸按表 1-1-1 的规定。

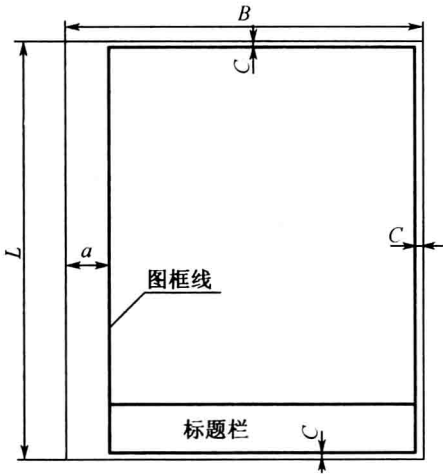


图 1-1-1 留有装订边的图框格式

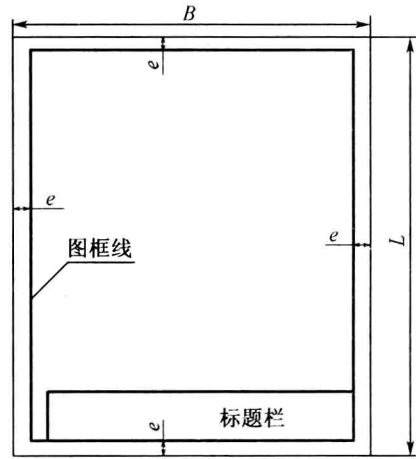


图 1-1-2 不留有装订边的图框格式

### 3. 标题栏

每张技术图样中均应画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1 的规定。在学校的制图作业中,建议采用图 1-1-3 所示标题栏。标题栏用来填写零部件名称、图形比例、图号、单位名称及设计、审核、批准等有关人员的签字。

一般情况下,标题栏位于图纸的右下角,底边与下图框线重合,右边与右图框线重合,标题栏的长边置于水平方向。如与图纸长边平行则构成 X 型图纸,如与图纸长边垂直则为 Y 型图纸。标题栏中的文字方向一般为看图方向。特殊情况下,为了利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-1-4 所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-1-5 所示。此时标题栏应位于图纸的右上角,标题栏的长边置于垂直方向。此时,绘图、看图方向由方向符号确定。

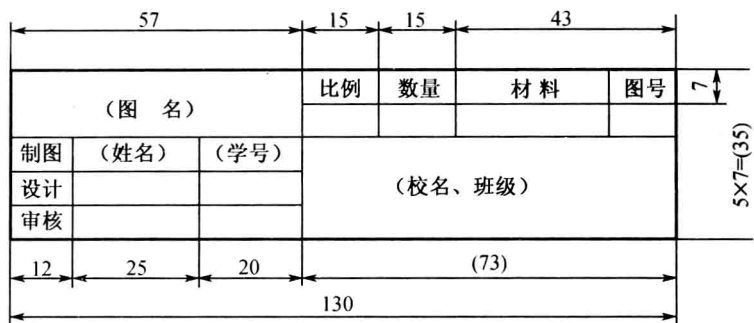
### 4. 附加符号

(1) 对中符号 为复制图纸时定位方便,在图纸各边长的中点处要画出对中符号。对中符号用粗实线画,线宽不小于 0.5 mm。长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm。伸入标题栏部分省略不画。

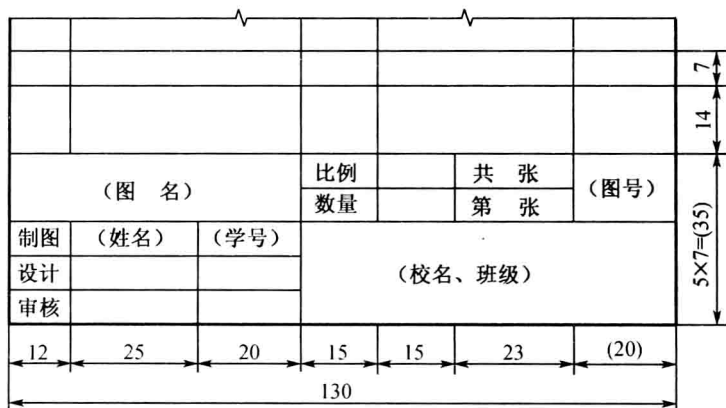
(2) 方向符号 当标题栏处于右上方时,为了明确绘图与看图的方向,应在图纸的下边对中符号处画出方向符号。方向符号用细实线绘制。其大小和位置如图 1-1-4 和图 1-1-5 所示。

## 二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,有放大比例、缩小比例和原值比例三种。原值比例是比值等于 1 的比例,即 1:1,画图时应尽量采用原值比例,这样可直观地反映实物的大小;缩小比例是比值小于 1 的比例,一般用于绘制大而简单的机件,如 1:3;放大比例是比值大于 1 的比例,常用来绘制小而复杂的机件,如 2:1。表 1-1-2 是优先选用的比例系列,表 1-1-3 是必要时允许选取的比例系列。由表可见,由于机械图样更多地使用缩小比例,因此,缩小比例比放大比例多了 1:(1.5 × 10<sup>n</sup>), 1:(3 × 10<sup>n</sup>), 1:(6 × 10<sup>n</sup>) 系列。



(a)



(b)

图 1-1-3 标题栏的格式

(a) 零件图标题栏; (b) 装配图标题栏

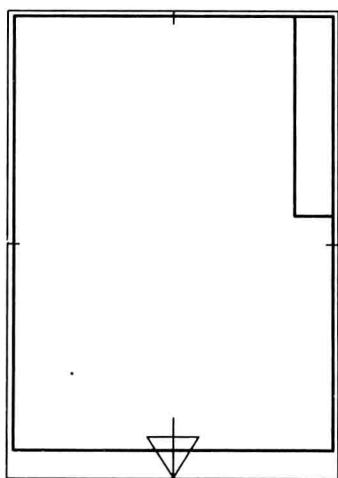


图 1-1-4 X型图纸竖放

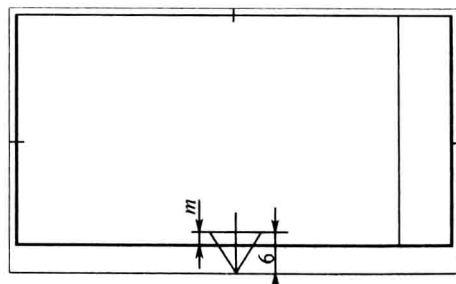


图 1-1-5 Y型图纸横放

表 1-1-2 优先选用的比例系列

种类	比例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$(5 \times 10^n):1$	$(2 \times 10^n):1$	$(1 \times 10^n):1$
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 1-1-3 必要时允许选取的比例系列

种类	比例				
放大比例	4:1		2.5:1		
	$(4 \times 10^n):1$		$(2.5 \times 10^n):1$		
缩小比例	1:5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:(1.5 \times 10^n)$	$1:(2.5 \times 10^n)$	$1:(3 \times 10^n)$	$1:(4 \times 10^n)$	$1:(6 \times 10^n)$

比例符号应以“:”表示,如 1:2,2:1。不能表示成分数形式或比值。比例一般应在标题栏中的比例栏内标注。

由图 1-1-6 可看出,不论采用何种比例,图样中标注的尺寸数值必须是机件的实际尺寸,它与图样的准确度、比例的大小无关。

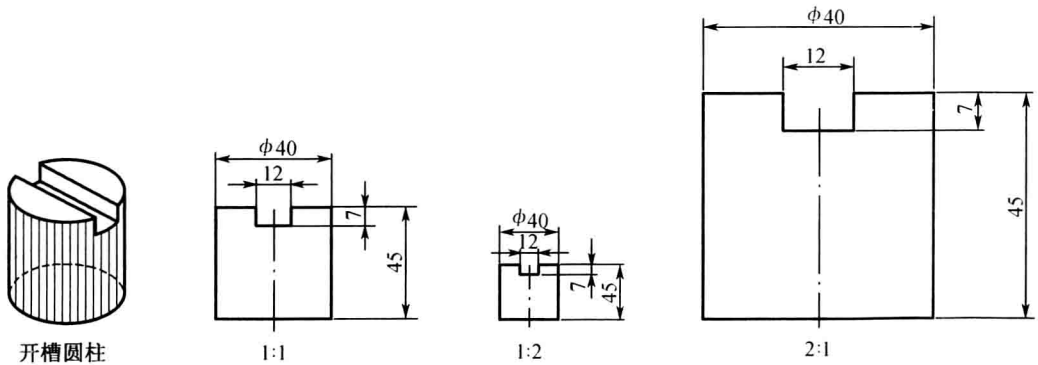


图 1-1-6 不同比例画出的开槽圆柱

### 三、图线(GB/T 4457.4—2002)

#### 1. 图线的组成

图线由线素构成,线素有点(长度小于 $0.5d$ )、画、间隔(空白处)。

#### 2. 图线线型及应用

GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》规定了 9 种图线,其名称、线型、线宽及一般应用见表 1-1-4 和图 1-1-7。

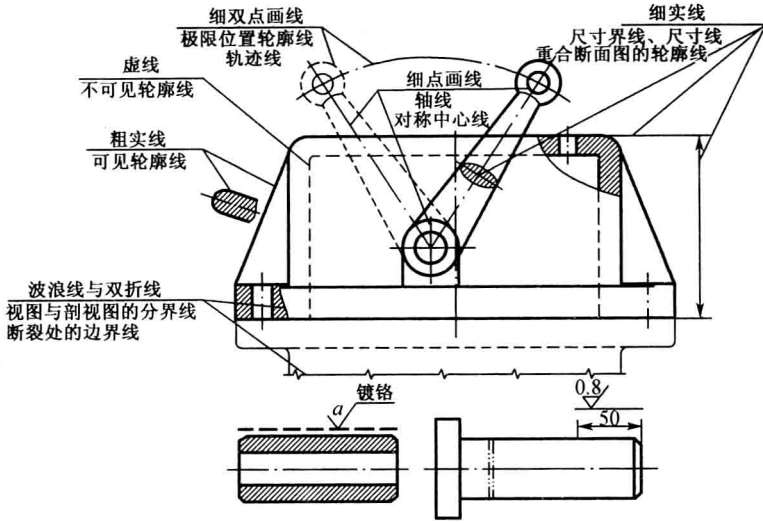


图 1-1-7 图线应用示例

表 1-1-4 图线型式及应用

图线名称	图线型式及代号	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
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视的分界线
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		$d/2$	对称中心线 轴线 分度圆(线)
粗点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线轨迹线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线轨迹线

### 1. 图线的宽度

图线的宽度分为粗、细两种。粗线的宽度为  $d$ ，细线的宽度为  $d/2$ 。粗线宽度  $d$  在下列数系中选择：0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm (该数系的公比为 1:1.4)。优先选用 0.5 mm 或 0.7 mm，同一图样中  $d$  的数值是唯一的。

### 2. 画法

如图 1-1-8，同一图样中同类图线的宽度应基本一致，虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(1) 单根线的画法 图线首末两端应是画，不应是间隔和点；绘制轴线、对称中心线、双折线及作为中断处的细双点画线，应超出轮廓线 2~5 mm；当圆较小时，允许用细实线代替细点画线。

(2) 平行线的画法 为保证图样的清晰度，平行线间的间距  $\geq 0.7$  mm。

(3) 相交线的画法 图线相交，应在画处相交，而不应在间隔处、点处相交。

(4) 延长线的画法 粗实线应画到分界点，虚线留有空隙，交界处虚、实分明。

(5) 重叠线的画法 粗实线 > 虚线 > 细实线 > 细点画线 > 双点画线。当不同线型重叠时，只画出前面的线型。即当粗实线与虚线重合时，应画粗实线；细虚线与细点画线重合时，应画细虚线。

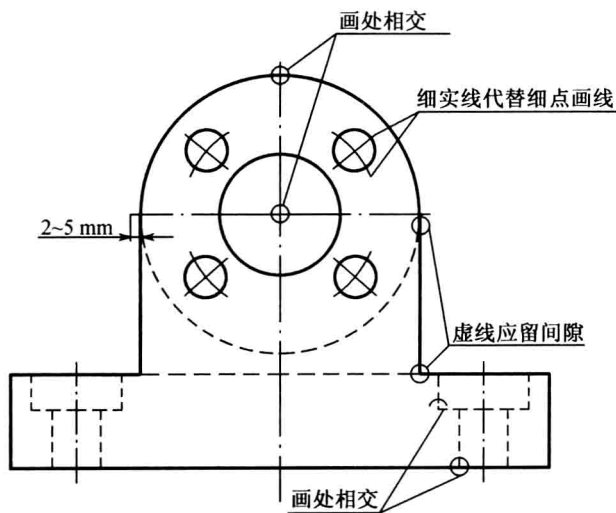


图 1-1-8 图线的画法

## 四、字体(GB/T 14691—1993)

字体指图样中的文字、字母和数字的书写形式。《机械制图 字体》规定了技术图样中字体的大小和书写要求。

书写字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的大小由字号来区分，字号的数字表示字体的高度，字体高度(用  $h$  表示)系列为 1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。如需书写更大的字，其字体高度应按  $\sqrt{2}$  的比例增加。



图样中汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度应不小于 $3.5\text{ mm}$ ,字宽一般为 $\sqrt{2}h/2$ 。汉字书写要领是:横平竖起,注意起落,结构匀称,填满方格。图样中的数字和字母可写成斜体和直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准成 $75^\circ$ 角。

## 第二节 投影的基本知识

### 一、投影的概念

用手电筒照射书本在墙面上形成影子,手电筒的光线为投射线,墙面为投影面,书本在墙上的影子为投影。投射光线通过物体向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法,称为投影法。

### 二、投影法分类

工程上常用的表达物体的投影法有中心投影法和平行投影法。

#### 1. 中心投影法

投射线汇交于一点的投影法称为中心投影法,见图1-1-9。当物体与投影面平行时,投影总是大于物体即有放大性;在光源与投影面距离一定的情况下,物体离光源距离越近,投影越大,即近大远小。日常生活中的照相、放电影都属于中心投影。中心投影与人的视觉习惯相符,立体感强,但不能反映物体的真实大小,度量性差,常用于画建筑物的外形。

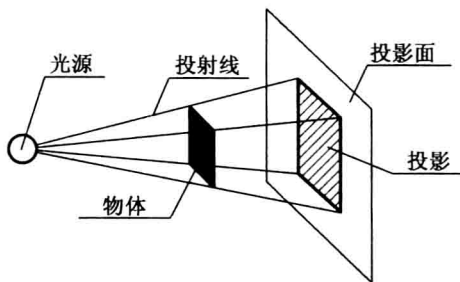


图1-1-9 中心投影法

#### 2. 平行投影法

投射线互相平行的投影法(投射中心位于无限远处)称为平行投影法。根据投射线与投影面间的关系,又可分为正投影法和斜投影法。投射线垂直于投影面为正投影法,见图1-1-10(a);投射线不垂直于投影面为斜投影法,见图1-1-10(b)。

正投影能准确反映物体的真实形状,便于度量,作图简便,能满足生产上的要求。因此机械图样主要采用正投影法。

### 三、正投影的基本特性

#### 1. 真实性

当物体放置成与投影面平行时,投影反映实形。实形性便于度量尺寸。见图1-1-11(a)。

#### 2. 积聚性

当物体放置成与投影面垂直时,物体为面则积聚为线,物体为线则积聚为点。积聚性便于画图。见图1-1-11(b)。

#### 3. 类似缩小性

当物体放置成与投影面倾斜时,物体为面,则面积缩小,物体为线,长度变短,此为缩小性;物体投影与原物体之间的形状、边数、平行关系、凹凸关系不变,此为类似性。类似缩小性便于根据投影想象空间形状。见图1-1-11(c)。