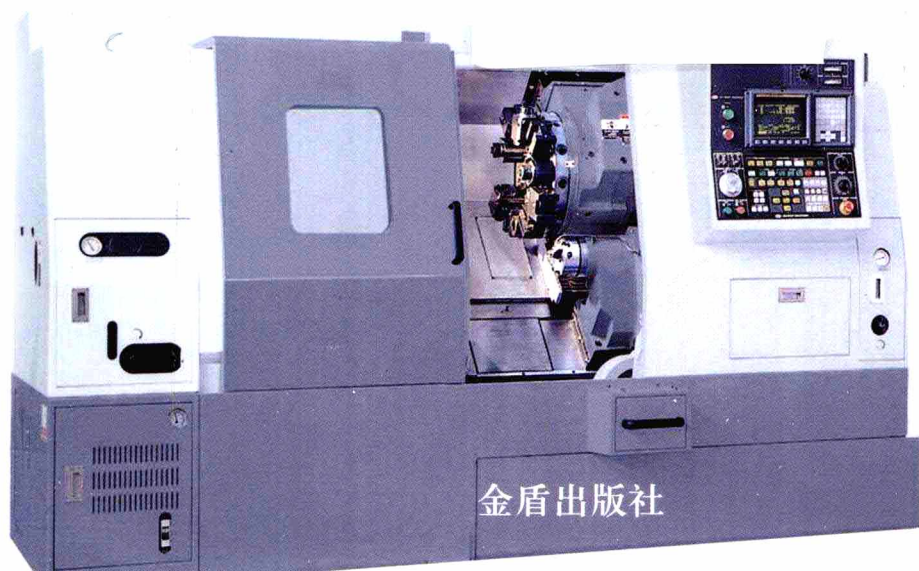


崔元刚 沈利新◎主编

数控车工

SHUKONG CHEGONG ZHONGJI JINENG

中级技能



金盾出版社

国家职业技能鉴定教材
职业技能培训教材

数控车工

中级技能



数控车工中级技能

主 编

崔元刚 沈利新

主 审

陈铁铭

金盾出版社

内 容 提 要

本书将识读车削工件图样、车削及其工具、数控车床操作与维护、数控车削程序、典型结构数控车削、数控车削工艺设计、数控车削技能训练等中级数控车工应知、应会的学习内容,按照学习的规律,划分组织为若干学习单元,每个学习单元又划分成多个学习任务。学员通过完成一个个理论与实践一体化的学习任务,由浅到深、循序渐进地掌握数控车削技术。

书中包含的职业技能训练内容,与中级职业技能考核要求相对应;书末给出了各单元部分练习和试题的参考答案,供学习者在学习过程中自测。

本书特别适合初学者,也可作为中等职业学校、高职高专院校、技师学院、社会培训机构相关专业的教材,亦可供数控专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控车工中级技能/崔元刚,沈利新主编. -- 北京:金盾出版社,2012.10
ISBN 978-7-5082-7547-5

I. ①数… II. ①崔…②沈… III. ①数控机床—车床—车削 IV.
①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 083537 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京精美彩色印刷有限公司

正文印刷:北京万友印刷有限公司

装订:北京万友印刷有限公司

各地新华书店经销

开本:705×1000 1/16 印张:24 字数:492 千字

2012 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~5 000 册 定价:56.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着加工技术的进步,数控加工得到普及,企业急需熟悉数控加工工艺、熟练掌握数控编程操作和机床维护的技术工人。为了适应数控车床加工技术人才的培养需要,我们在听取企业意见的基础上,以职业能力培养为目标,广泛吸收教学一线教师和车间技术人员的经验、智慧,经过反复的实践、讨论、总结,编写了这本入门教材。

本书针对当前加工企业对数控车工的职业要求,依据《数控车工国家职业标准》中对中级技能的规定,选择识读车削零件图样、熟悉车削及其工具、数控车床操作与维护、编写数控车削程序、典型结构数控车削、数控车削工艺设计、数控车削技能训练等中级数控车工应知、应会技术作为学习内容,按照学习的规律,把内容划分为若干教学单元,每个教学单元又划分成多个学习任务,每一个学习任务联系多学科相关知识,融合专业理论和实践技能,在“教、学、做”理论与实践一体化的学习情境中展开,有利于提高学习积极性,做到所教、所学、所用的衔接。

为适合初学者的特点,本书力求内容通俗易懂,图文并茂,条理清晰;各单元任务顺序设计,由浅入深,由简到繁,由单一到综合,层层推进,易于学习和掌握。每单元有针对本单元内容的练习题,附录中有综合的理论和操作试题,附录最后有练习和试题的参考答案,便于初学者带着问题复习、查找,以巩固所学知识,提高灵活运用知识的能力。

本书以应用最广的 FANUC 数控车削系统为主要内容来编写。

本书由崔元刚副教授、沈利新讲师主编,刘衍益讲师参编,陈铁铭副教授主审。书中第一、二单元由沈利新编写,第三、四、五、六、七单元由崔元刚编写,刘衍益参与第六、七单元的编写和校阅,全书由崔元刚统稿。书中如有疏漏或不妥之处,恳请读者指正。

编 者

目 录

单元一 看懂车削零件图样	1
任务 1.1 熟悉图样画法	1
1.1.1 认识投影	2
1.1.2 认识立体的三视图	2
1.1.3 图线型式及应用	6
1.1.4 机件外形的视图表达方法	7
1.1.5 机件内形的剖视图表达方法	11
1.1.6 断面图的表达方法	14
1.1.7 组合体视图画法实践	15
任务 1.2 熟悉尺寸注法	19
1.2.1 尺寸标注的规定	19
1.2.2 基本几何体的尺寸注法	21
1.2.3 组合体的尺寸注法	22
1.2.4 轴承架的尺寸标注实践	24
任务 1.3 认识零件上的常见结构	25
1.3.1 熟悉螺纹的画法标注	25
1.3.2 铸造零件的工艺结构	30
1.3.3 零件加工的工艺结构	31
任务 1.4 认识金属材料及热处理要求	33
1.4.1 金属的力学性能	33
1.4.2 了解常用金属材料性能和用途	35
1.4.3 了解钢的热处理知识	37
1.4.4 了解材料的切削加工性	38
任务 1.5 认识机件的精度要求	40
1.5.1 零件的互换性	40
1.5.2 零件尺寸的公差与配合	41
1.5.3 几何公差	46
1.5.4 表面粗糙度	49
任务 1.6 识读零件图	52
1.6.1 零件图的内容和识读方法	52

2 目录

1.6.2 典型的车削零件图识读	54
单元一 总结及练习	58
单元二 熟悉车削及其工具	62
任务 2.1 认识车削与车床	62
2.1.1 认识车削加工	62
2.1.2 熟悉普通卧式车床及基本组成	64
2.1.3 CA6140 车床的传动系统简介	66
2.1.4 熟悉 CA6140 普通卧式车床的操作	67
任务 2.2 熟悉车削刀具及选用	71
2.2.1 认识车削刀具类型及选用	71
2.2.2 熟悉刀具基本几何参数及选用	72
2.2.3 熟悉刀具材料选择	75
2.2.4 认识可转位车刀	76
2.2.5 车刀刃磨	78
2.2.6 车刀安装	80
任务 2.3 熟悉车削装夹及操作	81
2.3.1 车削装夹特点	81
2.3.2 典型卡盘夹具及装夹	82
2.3.3 轴类零件中心孔定位装夹	85
2.3.4 在三爪卡盘上安装工件	87
2.3.5 在两顶尖之间安装工件	90
任务 2.4 熟悉常用量具及应用	92
2.4.1 认识游标卡尺,学会使用	92
2.4.2 认识百分尺,学会应用	95
2.4.3 认识百分表及使用	97
任务 2.5 了解切削液的应用	99
2.5.1 切削液的作用	99
2.5.2 了解切削液的种类	100
2.5.3 切削液的应用	101
任务 2.6 用普通车床车削简单工件	103
2.6.1 应用刻度盘控制切削位置	103
2.6.2 车外圆的基本操作方法	104
2.6.3 车端面和台阶的基本操作方法	104
2.6.4 简单工件车削操作实践	105

单元二 总结及练习	106
单元三 数控车床操作与维护	111
任务 3.1 认识数控车床,看懂技术参数	111
3.1.1 数控车床简述	111
3.1.2 数控车床基本组成	113
3.1.3 数控车削加工对象	116
3.1.4 认识典型数控车床	116
任务 3.2 认识数控车削加工,熟悉安全操作	117
3.2.1 数控车削加工过程	118
3.2.2 数控车床安全操作常识	119
3.2.3 观察数控车削过程	121
3.2.4 车床安全操作规程现场实践	121
任务 3.3 认识数控车削系统,熟悉控制面板	122
3.3.1 认识数控系统	122
3.3.2 了解 FANUC 数控系统	124
3.3.3 熟悉数控系统 CRT/MDI 键盘	125
3.3.4 熟悉车床控制面板	125
3.3.5 学习开机、回参考点、关机操作	130
任务 3.4 熟悉数控车床运动控制,学会手动操作	132
3.4.1 数控车床主运动控制	132
3.4.2 数控车床进给运动控制	136
3.4.3 数控车床手动操作实践	139
任务 3.5 熟悉数控车床坐标系设定,学会对刀操作	141
3.5.1 数控车床坐标系	141
3.5.2 数控车削的工件坐标系	144
3.5.3 数控车床的对刀与偏置补偿	145
3.5.4 刀具磨损偏差补偿应用	148
3.5.5 数控车削对刀操作实践	149
任务 3.6 用仿真机床软件练习手动操作	151
3.6.1 仿真软件的登录	151
3.6.2 用仿真系统练习手动操作(宇龙 FANUC-0I MATE、云南 机床)	153
任务 3.7 熟悉数控车床日常维护	159
3.7.1 数控系统的维护与保养	159

4 目录

3.7.2 数控车床强电控制系统的维护与保养	161
3.7.3 机械部分的维护与保养	162
3.7.4 数控车床维护保养实践	163
任务 3.8 熟悉数控车床常见故障及排除	165
3.8.1 数控车床常见故障特性	165
3.8.2 数控车床故障诊断基本方法	166
3.8.3 FANUC Oi 系统常见报警信息的故障排除实践	170
3.8.4 FANUC Oi 系统常见无报警信息的故障排除实践	172
单元三 总结及练习	174
单元四 熟悉数控车削程序	177
任务 4.1 熟悉 FANUC 数控车削程序指令	177
4.1.1 加工程序指令概述	178
4.1.2 FANUC 车削系统常用 G 指令格式及应用	180
4.1.3 辅助功能字应用	186
4.1.4 MDI 方式下车床操作实践	187
任务 4.2 学会程序编写、编辑和校验	189
4.2.1 熟悉加工程序格式	189
4.2.2 FANUC 车削程序编制的一些说明	190
4.2.3 数控车削程序编制、编辑、空运行校验实践	192
任务 4.3 仿真机床软件上程序编辑和自动加工	196
4.3.1 仿真机床软件上的程序操作	196
4.3.2 仿真自动加工	199
4.3.3 仿真加工操作实践	199
单元四 总结及练习	204
单元五 学习典型结构的数控车削	207
任务 5.1 外圆车削工艺、编程、加工	207
5.1.1 车削外圆表面工艺	207
5.1.2 G90 单一循环车削圆柱面	208
5.1.3 G71/G70 多重复合循环车外圆	210
5.1.4 G73/G70 成型加工复合循环粗车外圆	213
5.1.5 外圆车削编程加工实践	215
任务 5.2 学会制订端面车削工艺、编程、加工	218
5.2.1 熟悉车削端面工艺	218
5.2.2 学会用 G94 单一循环切削端面	219

5.2.3	G72/G70 复合循环切削端锥面	221
5.2.4	端面车削工艺编程加工实践	223
任务 5.3	内孔车削工艺、编程、加工	225
5.3.1	数控车床中心线上钻、扩、铰孔编程加工	226
5.3.2	数控车床镗孔加工编程	229
5.3.3	内孔车削编程加工实践	232
任务 5.4	车刀刀尖圆弧半径补偿应用	234
5.4.1	可转位车刀片的刀尖圆弧的存在及选用	234
5.4.2	带刀尖圆弧可转位刀片的应用	236
5.4.3	带刀尖圆弧可转位刀片半径补偿应用实践	240
任务 5.5	切槽、切断车削加工	243
5.5.1	凹槽加工工艺要点	244
5.5.2	简单凹槽切削工艺、编程	245
5.5.3	精确凹槽加工技术	246
5.5.4	G75 沟槽复合循环	249
5.5.5	学会切断工艺编程	251
5.5.6	槽切削编程加工实践	254
任务 5.6	螺纹车削加工工艺及编程加工	257
5.6.1	螺纹加工工艺	257
5.6.2	G32 螺纹切削指令应用	261
5.6.3	螺纹切削单一固定循环 G92	263
5.6.4	螺纹切削复合循环 G76	264
5.6.5	内螺纹切削编程示例	266
5.6.6	螺纹车削编程加工实践	267
单元五	总结及练习	269
单元六	熟悉数控车削工艺设计	272
任务 6.1	熟悉数控车削工序工艺设计过程	273
6.1.1	数控车削工序工艺设计过程	273
6.1.2	轴类零件数控车削工序设计实践	276
任务 6.2	学会数控车削刀具路径的拟定	278
6.2.1	刀具路径规划原则	278
6.2.2	规划安全的刀具路径	279
6.2.3	规划保证加工质量的刀具路径	281
6.2.4	规划高效率的刀具路径	284

6.2.5	典型零件内、外轮廓的粗、精加工路线设计及校验	285
任务 6.3	坐标数据数学计算	286
6.3.1	数控编程坐标计算概述	286
6.3.2	三角函数算法在数控编程计算中的应用	287
6.3.3	解析几何在编程计算的应用	291
6.3.4	手工编程数据的数学处理实践	293
任务 6.4	数控车削用量选用	293
6.4.1	车削用量选用常识	293
6.4.2	切削用量选择原则	294
6.4.3	切削用量选用方法	296
6.4.5	刀具切削用量选用实践	297
单元六	总结及练习	298
单元七	中级数控车工应会技能综合训练	301
任务 7.1	中级职业技能综合训练一	301
7.1.1	加工工艺设计	302
7.1.2	编写加工程序及操作加工	304
7.1.3	操作加工	305
任务 7.2	中级职业技能综合训练二	306
7.2.1	加工工艺设计	307
7.2.2	编写加工程序及操作加工	308
任务 7.3	中级职业技能综合训练三	310
7.3.1	加工工艺设计	310
7.3.2	编写加工程序及操作加工	312
任务 7.4	中级职业技能综合训练四	315
7.4.1	加工工艺设计	315
7.4.2	编写加工程序及操作加工	317
任务 7.5	中级职业技能综合训练五	319
7.5.1	加工工艺设计	319
7.5.2	编写加工程序及操作加工	321
任务 7.6	中级职业技能综合训练六	323
7.6.1	加工工艺设计	323
7.6.2	编写加工程序及操作加工	325
任务 7.7	中级职业技能综合训练七	327
7.7.1	加工工艺设计	327

7.7.2 编写加工程序及操作加工	329
任务 7.8 中级职业技能综合训练八	333
7.8.1 加工工艺设计	333
7.8.2 编写加工程序及操作加工	335
附录	341
附录 A 数控车工(中级)考工样题	341
第一部分 理论知识试题	341
第二部分 操作技能试题	348
附录 B 相关资料	350
附表 B1 FANUC 数控车床的 G 指令表	350
附表 B2 FANUC 数控车削系统 M 指令应用	352
附表 B3 FANUC 系统操作面板常见英文词汇说明	352
附表 B4 硬质合金外圆车刀切削速度参考值	355
附表 B5 硬质合金车刀粗车外圆、端面的进给量	355
附表 B6 精车进给量参考值	356
附表 B7 高速钢麻花钻推荐进给量	356
附表 B8 高速钢麻花钻的推荐切削速度	357
附录 C 数控车工国家职业标准摘要(中级)	358
附表 C1 工作要求	358
附表 C2 比重表	361
附录 D 参考答案	361
附录 D1 各单元部分练习参考答案	361
附录 D2 理论知识试题参考答案	369
参考文献	370

单元一 看懂车削零件图样

【单元导学】

在生产制造中,无论是一台机器的设计、制造、安装,或是一个工程建筑物的规划、设计、施工、管理,都离不开图样。

图样能表达物体的形状、大小、材料、构造以及有关技术要求等内容,是人们用以表达设计意图、组织生产施工、进行技术交流的重要技术文件,图样被喻为“工程技术语言”。作为加工工人,必须熟悉这种语言。本单元的学习任务是熟悉图样绘制,学会识读图样。如图 1.0-1 所示为图样的形成。

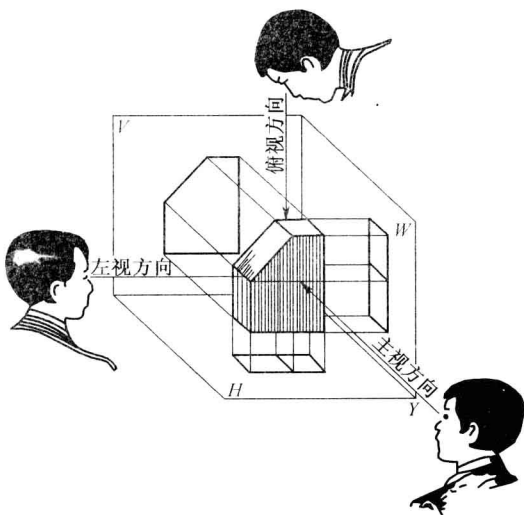


图 1.0-1 图样的形成

任务 1.1 熟悉图样画法

【学习目标】

1. 熟悉投影和视图;
2. 熟悉三视图的画法;
3. 熟悉视图、剖视图和断面图的画法。

【基本知识】**1.1.1 认识投影**

投射光线通过物体向选定的面投影,并在该面上获得物体投影的方法叫做投影法。

正对着物体看到的图形叫正投影图,在正投影图中物体的立体感消失,固有的层次变成了平面图形,就像层次分明的高山、大河、平原、峡谷在一些地图上全部都变成平面图形,增加了读图难度。

在正投影中,一般一个视图不能完整地表达物体的形状和大小,也不能区分不同的物体。如图 1.1-1 所示,三个不同的物体在同一投影面上的视图完全相同。

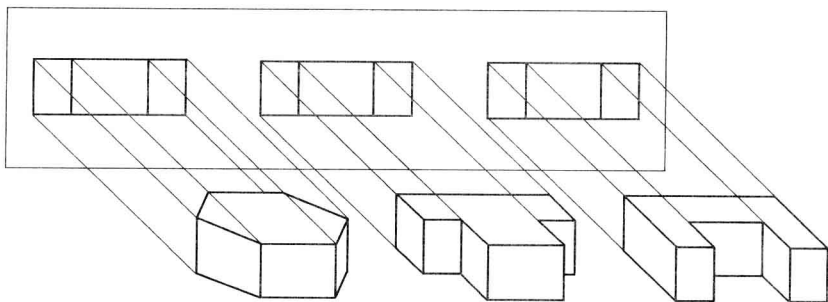


图 1.1-1 不同物体的同一投影

1.1.2 认识立体的三视图**1. 三视图的形成**

物体在一个方向的投影具有片面性,如果我们从多个方向看,得到物体在多个方向的投影,读图时将它们联系起来分析,就能消除片面性,确定物体的真实形状。要反映物体的完整形状和大小,必须有几个从不同投影方向得到的视图。如图 1.1-2 所示的支架零件,可从上、下、前、后、左、右多个方向进行投影。

如图 1.1-3 所示,把支架在三个互相垂直的投影面体系中进行投影时,可得到支架的三个投影。由前向后投影,在正面上所得视图称为主视图;由上向下投影,在水平面上所得视图称为俯视图;由左向右投影,在侧面上所得

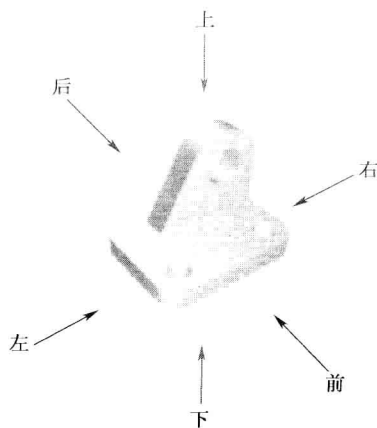


图 1.1-2 支架零件

视图称为左视图。

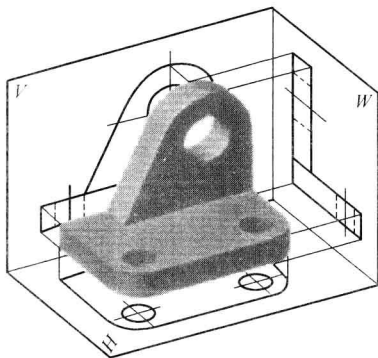


图 1.1-3 三视图的形成

为了在图纸上(一个平面)画出三视图,三个投影面必须如图 1.1-4 所示那样,使正面不动,水平面和侧面分别绕各投影轴旋转 90° ,从而把三个投影面展开在同一平面上,如图 1.1-5 所示。

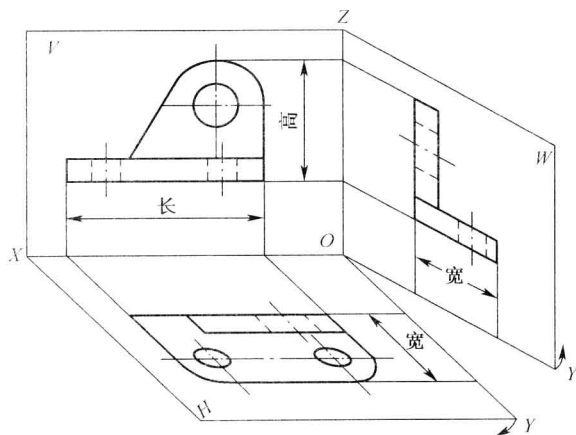


图 1.1-4 投影面的展开

如图 1.1-6 所示,在图样上通常只画出零件的视图,而投影面的边框和投影轴都省略不画。这个布置同一平面上的支架的三个投影图,称为支架的三视图。

2. 三面视图的关系

如图 1.1-5 所示,支架的主视图反映了长度和高度,俯视图反映了长度和宽度,左视图反映了宽度和高度,且每两个视图之间有一定的对应关系。由此,可得到三个视图之间的投影关系(如图 1.1-6 所示):

主、俯视图长对正;

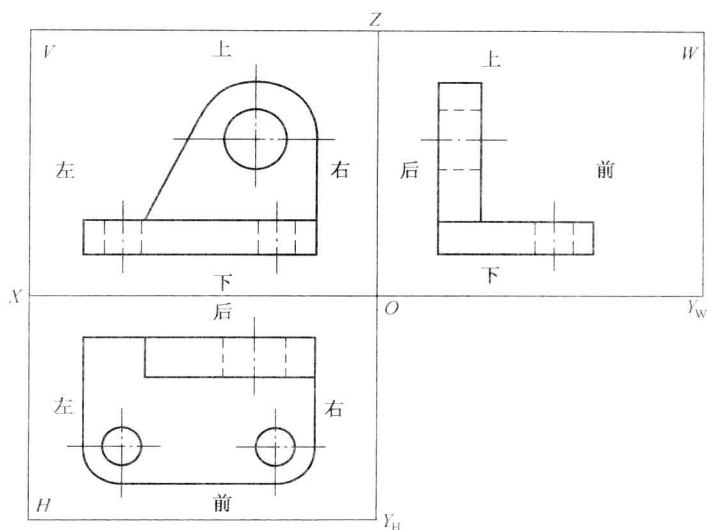


图 1.1-5 展开后的三视图

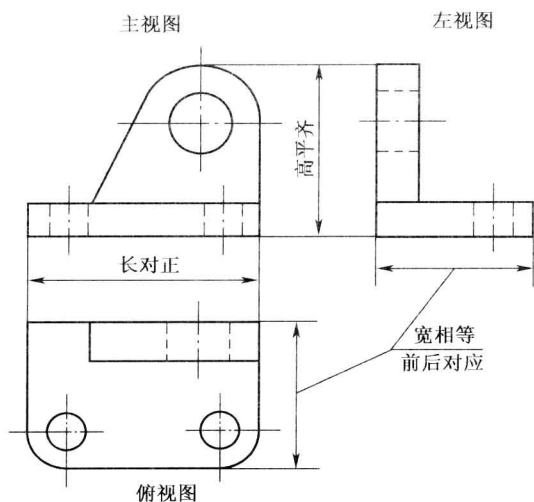


图 1.1-6 三个视图的投影关系

主、左视图高平齐；

俯、左视图宽相等。

3. 三面视图的位置关系

我们用图 1.1-5 来分析支架各部分的相对位置关系。从主视图上可见带斜面的竖板位于底板的上方,从俯视图上可见竖板位于底板的后边,从左视图上还可看出

竖板位于底板的上方后边。由此可见,一旦零件对投影面的相对位置确实后,零件各部分的上、下、前、后及左、右位置关系在三面视图上也就确定了。这些关系是:

主视图反映上、下、左、右的位置关系;

俯视图反映左、右、前、后的位置关系;

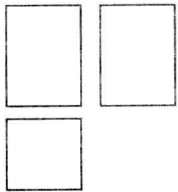
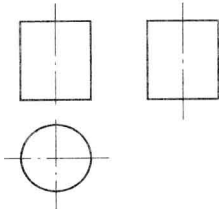
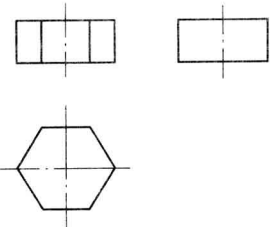
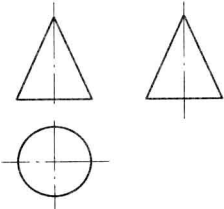
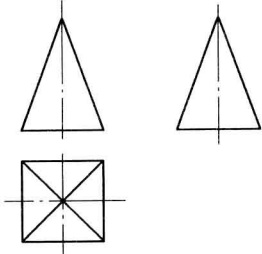
左视图反映上、下、前、后的位置关系。

4. 基本几何体的三视图

基本几何体有平面立体和曲面立体两大类。常见的棱柱、棱锥是平面立体。由于平面立体的构成面都是平面,因此,平面立体的投影,可以看作是构成基本几何体的各个面按其相对位置投影的组合。常见的圆柱、圆锥、球和圆环体是曲面立体,曲面立体在投影时有其自身的特点,将曲面立体向某一投影面投影时,必须在视图上画出曲面的轮廓线。

表 1.1-1 列出了基本几何体的三面视图与立体示意图。

表 1.1-1 基本几何体的三视图

平 面 立 体			曲 面 立 体		
长方体			圆柱		
六棱柱			圆锥		
四棱锥			球体		