

高等职业教育“十二五”规划教材

机械基础

机车车辆专业“双证制”教学改革用书

✿ 刘 钢 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书将机械制图、材料工艺、工程力学和零件及传动的内容有机地结合在一起,力求适应高职高专近机类和非机类专业教学改革的需要。本书共分四个模块,共十八章,分别为:模块一机械制图,包括第一章视图的基本原理,第二章机件的表达方法,第三章标准件和常用件的表达方法,第四章零件的互换性与公差,第五章零件图、装配图的识读;模块二材料工艺,包括第六章机械工程材料基础知识,第七章钢的热处理,第八章钢铁材料,第九章有色金属与其他材料,第十章热加工工艺基础,第十一章机械加工工艺基础;模块三工程力学,包括第十二章构件的静力分析,第十三章构件承载能力分析;模块四零件及传动,包括第十四章常用机构,第十五章机械传动,第十六章轴系零部件,第十七章联接零(部)件,第十八章液压传动简介。全书在章节安排上遵循“必需”、“够用”的原则,尽量照顾不同专业的需求,各院校可以根据自身的实际情况灵活选用。本书配有一定数量的习题,供学习时选用,并在书后附有参考答案。本书适合高职高专近机类和非机类等专业的教师和学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/刘钢主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 9

高等职业教育“十二五”规划教材. 机车车辆专业“双证制”

教学改革用书

ISBN 978 - 7 - 111 - 31490 - 5

I. ①机… II. ①刘… III. ①机械学 - 高等学校: 技术
学校 - 教材 IV. ① TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 151329 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王海峰 责任编辑: 葛晓慧

版式设计: 霍永明 责任校对: 张莉娟

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2010 年 9 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 26.75 印张 · 663 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 31490 - 5

定价: 44.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是根据铁道机车车辆专业人才培养方案及职业岗位技能需要而编写的，主要适用于近机类和非机类专业的教学，亦可作为技师、高级工、生产现场工艺和管理人员的岗位培训或专业证书用教材。

本教材编写过程中充分考虑了各专业的特点，力求做到突出实用性和实践性，有利于学生综合素质的形成和科学思维方法与创新能力的培养。

本教材分机械制图、材料工艺、工程力学和零件及传动等四个模块共十八章，覆盖了各专业与机械有关的基础理论知识和基本技能，各院校根据自身专业特点可选择不同模块进行学习。

本教材特点如下：

- (1) 贯彻教育部高职高专2+1模式教学体制的要求。
- (2) 采用新的课程体系：以职业需要为主线，体现基础性、实用性和专业性。
- (3) 内容选取紧紧围绕“为职业岗位技能服务”的宗旨，贯彻基础理论以“必需”、“够用”为原则，以“降低难度、精选内容、重视应用”为指导思想，体现了高等职业教育的特点。
- (4) 在内容的构建中，将与职业技能鉴定考核有关的知识编入教材，课后习题均选自技能鉴定考试（机车车辆钳工高、中级和部分技师）的练习题，并附有参考答案。

参加本书编写工作的有：刘振波（第一章）、张青青（第二章、第四章）、付德才（第三章、第五章）、刘钢（第六章、第七章、第八章、第九章）、宋宏伟（第十章、第十八章）、李红刚（第十一章）、徐彦（第十二章、第十三章）、沙中玉（第十四章、第十五章、第十六章、第十七章）。本书由刘钢任主编，沙中玉、付德才任副主编，孙立秋任主审，臧丽娟、邢湘利、陆嘉、刘学、王国栋等参加了审稿工作。

本书在编写过程中参考了部分已出版教材并引用了部分插图，编者在此对所参考教材的作者及出版社深表感谢。

本书的编写力求适应高职高专教育和教学改革发展的需要，但由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

模块一 机械制图 1

第一章 视图的基本原理 1

第一节 投影法和点、直线、平面的 投影 1

第二节 机械制图的基本规定 11

第三节 基本几何体的三视图 18

第四节 相交立体的表面交线 23

第五节 组合体的三视图 31

习题 42

第二章 机件的表达方法 48

第一节 视图 48

第二节 剖视图 51

第三节 断面图 58

第四节 其他表达方法 60

习题 64

第三章 标准件和常用件的表达 方法 67

第一节 螺纹和螺纹紧固件 67

第二节 圆柱齿轮 76

第三节 键、销和滚动轴承 81

习题 87

第四章 零件的互换性与公差 89

第一节 极限与配合 89

第二节 几何公差 97

第三节 表面粗糙度 104

第四节 尺寸链简介 109

习题 111

第五章 零件图、装配图的识读 115

第一节 零件图的识读 115

第二节 装配图的识读 122

第三节 画装配图 129

习题 133

模块二 材料工艺 137

第六章 机械工程材料基础知识 137

第一节 金属材料的性能 137

第二节 金属的晶体结构与结晶 142

第三节 合金的结构 145

第四节 铁碳合金及其相图 146

习题 150

第七章 钢的热处理 153

第一节 钢的热处理原理 153

第二节 钢的整体热处理 159

第三节 钢的表面热处理和化学热 处理 164

习题 166

第八章 钢铁材料 169

第一节 碳素钢 169

第二节 低合金钢和合金钢 172

第三节 铸铁 179

习题 183

第九章 有色金属与其他材料 186

第一节 铝及其合金 186

第二节 铜合金及轴承合金 187

第三节 硬质合金 189

第四节 高分子材料 190

第五节 陶瓷材料及复合材料 194

习题 196

第十章 热加工工艺基础 199

第一节 铸造 199

第二节 锻压 202

第三节 焊接 206

习题 216

第十一章 机械加工工艺基础 219

第一节 金属切削加工的基本知识 219

第二节 机械零件表面加工 231

第三节 机械加工工艺规程 242

习题 246

模块三 工程力学 251

第十二章 构件的静力分析 251

第一节 静力分析基础 251

第二节 平面力系 256

第十三章 构件承载能力分析	264	第三节 滑动轴承	337
第一节 轴向拉伸与压缩.....	264	习题.....	342
第二节 剪切与挤压.....	268	第十七章 联接零（部）件	345
第三节 圆轴扭转.....	270	第一节 螺纹联接.....	345
第四节 梁的弯曲.....	275	第二节 轴毂联接.....	354
模块四 零件及传动	286	第三节 联轴器和离合器.....	358
第十四章 常用机构	286	第四节 弹簧.....	365
第一节 机器、机构及相关概念.....	286	习题.....	368
第二节 平面机构的组成.....	287	第十八章 液压传动简介	371
第三节 平面连杆机构.....	290	第一节 液压传动概述.....	371
第四节 凸轮机构.....	297	第二节 常见的液压元件.....	374
习题.....	301	习题.....	381
第十五章 机械传动	303	附录	384
第一节 带传动和链传动.....	303	一、螺纹.....	384
第二节 齿轮传动.....	308	二、常用标准件.....	387
第三节 蜗杆传动.....	318	三、常用材料.....	398
习题.....	322	四、极限与配合.....	400
第十六章 轴系零部件	325	习题答案	408
第一节 轴系.....	325	参考文献	422
第二节 滚动轴承.....	330		

模块一 机械制图

在工业中，无论是设计和制造各种机器设备，还是设计工程建筑和施工，都需要用图样表达设计意图和指导生产及施工，因此，图样被称为“工程界的语言”。根据投影原理，遵照国家《机械制图》标准规定绘制的表达零件和机器形状结构、大小及技术要求的图样，称为机械图样，简称机械图。

第一章 视图的基本原理

机械图样中包括视图、尺寸、技术要求、标题栏等多项内容，其中视图用来表达零件和机器的形状和结构，它是利用投影的原理和方法绘制而成的。

第一节 投影法和点、直线、平面的投影

一、投影法及投影体系

1. 投影法及其分类

在日常生活中，人们可以看到物体在灯光或日光的照射下，在地面或墙面上会形成物体的影子，这就是一种投影现象。投射射线通过物体，向选定的面投影，并在该投影面上得到图形的方法叫做投影法。如图 1-1 所示，空间有一平面 P 以及不在该平面上的点 S 和 A ，过点 S 和 A 连一直线，作出 SA 并延长与平面 P 相交于点 a ，则点 a 即为空间点 A 在平面 P 上的投影，点 S 称为投射中心，平面 P 称为投影面，直线 SA 称为投射射线。根据投影法所得到的图形，称为投影或投影图。

投影法分为两类：中心投影法和平行投影法。

(1) 中心投影法 如图 1-1 所示，投射射线汇交于一点 S （投射中心）的投影法，称为中心投影法。中心投影法所得图形大小随着投影面、物体和投射中心三者之间的距离变化而变化，度量性较差，作图复杂，但它具有较强的立体感，建筑工程上常用这种方法绘制透视图。

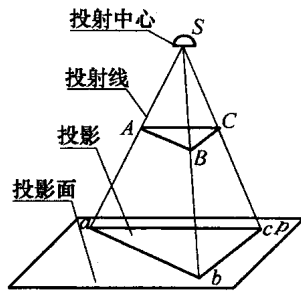


图 1-1 中心投影法

(2) 平行投影法 若将中心投影法中的投射中心 S 移至无穷远处，则所有的投射射线就都相互平行。用相互平行的投射射线，在投影面上作出物体投影的方法叫做平行投影法，如图 1-2 所示。显然，相对于中心投影法，平行投影法更能反映物体轮廓的真实大小。

根据投射射线与投影面是否垂直，平行投影法又分为正投影法与斜投影法两种。

1) 正投影法 投射射线与投影面相垂直的平行投影法，称为正投影法，如图 1-2a 所示。由正投影法所得图形称为正投影或正投影图。

2) 斜投影法 投射线与投影面倾斜的平行投影法, 称为斜投影法, 如图 1-2b 所示。由斜投影法所得图形称为斜投影或斜投影图, 如斜轴测图。

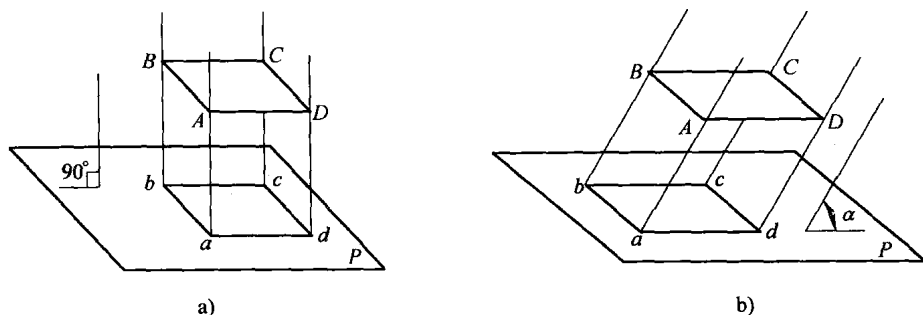


图 1-2 平行投影法

a) 正投影法 b) 斜投影法

2. 正投影的基本特性

(1) 积聚性 当直线垂直于投影面时, 其直线正投影积聚成一点, 这种投影性质称为积聚性。如图 1-3 所示, 直线 AB 垂直于投影面, 其投影为一个点 $a(b)$ 。

(2) 真实性 当直线平行于投影面时, 其直线正投影反映实长, 这种投影性质称为真实性。如图 1-3 所示, 直线 BC 平行于投影面, 其投影 $bc = BC$, 反映实长。

(3) 类似性 平面图形倾斜于投影面时, 其平面图形的正投影变小, 但形状与原图形相似, 这种投影性质称为类似性。如图 1-3 所示, 平面 $ACFD$ 倾斜于投影面, 其投影 $acfd$ 收缩不反映实形。

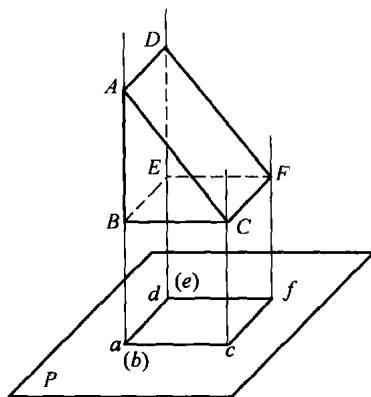


图 1-3 正投影的基本特性

3. 投影体系

如图 1-4 所示, 两个不同形体的投影图相同, 说明形体向一个投影面上投影, 不能确定其空间形状。为了完整准确地表达形体的空间形状, 常需要设置两个或三个互相垂直的投影面, 将形体分别向这些投影面投影, 综合几个投影图才能将形体的形状完整准确地表达出来。

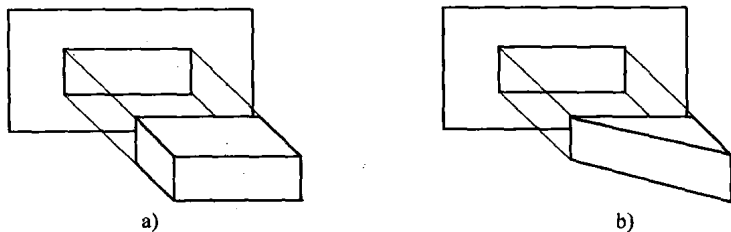


图 1-4 形体的单面正投影

(1) 两投影面体系 由两个互相垂直的投影面组成的投影体系: 正立投影面, 简称正面, 用 V 表示; 水平投影面, 简称水平面, 用 H 表示; 投影面之间的交线 OX 称为投影轴, 如图 1-5 所示。

(2) 三投影面体系 如图 1-6 所示, 在两投影面体系基础之上再增加一个侧立投影面, 简称侧面, 用 W 表示。这三个互相垂直的投影面组成的投影体系称为三投影面体系。三个投影面之间的交线 OX 、 OY 、 OZ 均称为投影轴。三投影轴交于一点 O 。

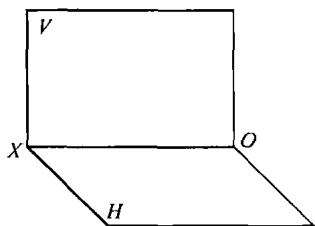


图 1-5 两投影面体系

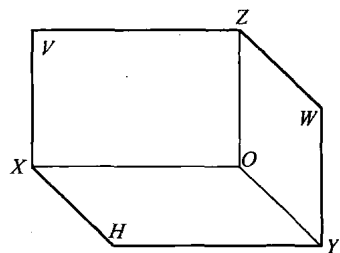


图 1-6 三投影面体系

二、点的投影

1. 点的三面投影和直角坐标

(1) 点的三面投影 如图 1-7a 所示, 将点 A 放在三投影面体系中分别向 V 面、 H 面、 W 面作正投影, 其各面投影就是过 A 点分别向 V 面、 H 面、 W 面作垂线所得到的垂足。点的投影仍然是点。

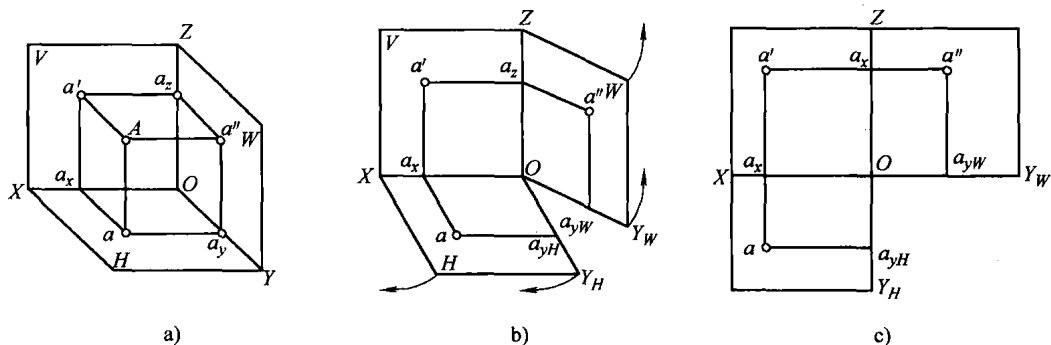


图 1-7 点的三面投影图的形成

为了统一起见, 规定空间点用大写字母表示, 如 A 、 B 、 C 等; 水平投影用相应的小写字母表示, 如 a 、 b 、 c 等; 正面投影用相应的小写字母加撇表示, 如 a' 、 b' 、 c' 等; 侧面投影用相应的小写字母加两撇表示, 如 a'' 、 b'' 、 c'' 等。

为了将三个投影图画在一个平面上, 按如图 1-7b 所示的方法, 将三投影面体系展平, 就得到了点的三面投影图, 如图 1-7c 所示。画三面投影图时, 可不画出图 1-7c 三个投影面的边界。

(2) 点的三面投影与直角坐标的关系 三面投影体系相当于直角坐标体系, 以投影面为坐标面, 投

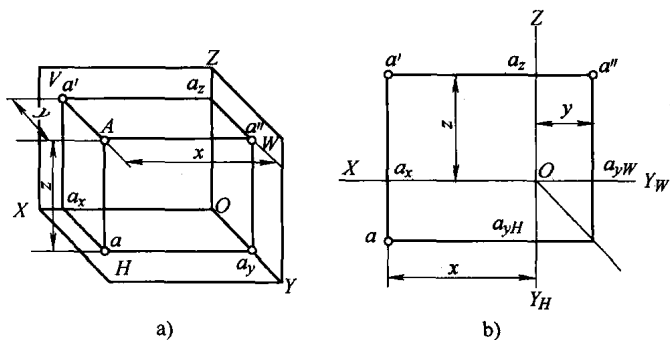


图 1-8 点的投影和直角坐标的关系

影轴为坐标轴, O 为坐标原点。如图 1-8a 所示, 空间点 A 至三个投影面的距离便是 A 点的坐标 x 、 y 、 z 。因此, 点的投影与点的坐标有如下关系:

- 1) A 点到 W 面的距离 $Aa'' = a'a_z = aa_y = A$ 点的 x 坐标值。
- 2) A 点到 V 面的距离 $Aa' = aa_x = a''a_z = A$ 点的 y 坐标值。
- 3) A 点到 H 面的距离 $Aa = a'a_x = a''a_y = A$ 点的 z 坐标值。

由上述关系可知, A 点的正面投影 a' 由 x 、 z 坐标确定, 水平投影 a 由 x 、 y 坐标确定, 侧面投影 a'' 则由 y 、 z 坐标确定, 所以点的任何两个投影都反映了点的三个坐标值。因此, 若已知点的坐标 x 、 y 、 z , 便可作出该点的投影图; 反之, 若已知点的两个投影图, 也就确定了该点的三个坐标, 便可画出第三投影图。

画三面投影图时, 为体现 $aa_x = a''a_z$, 如图 1-8b 所示, 可由原点 O 引一条 45° 辅助线, 则 aa_{y_H} 的延长线必与 $a''a_{y_W}$ 的延长线在 45° 辅助线相交。

2. 特殊位置点的投影

如果空间点位于投影面、投影轴和原点上, 则称为特殊位置点。

(1) 投影面上的点 点的某一个坐标为零, 其一个投影在空间点所在投影面上, 与空间点重合, 另外两个投影分别在两投影轴上。如图 1-9 所示的 B 点和 C 点。

(2) 投影轴上的点 点的两个坐标为零, 其两个投影在空间点所在投影轴上, 与空间点重合, 另一个投影在原点上。如图 1-9 所示的 D 点。

(3) 与原点重合的点 点的三个坐标为零, 三个投影都在原点上。

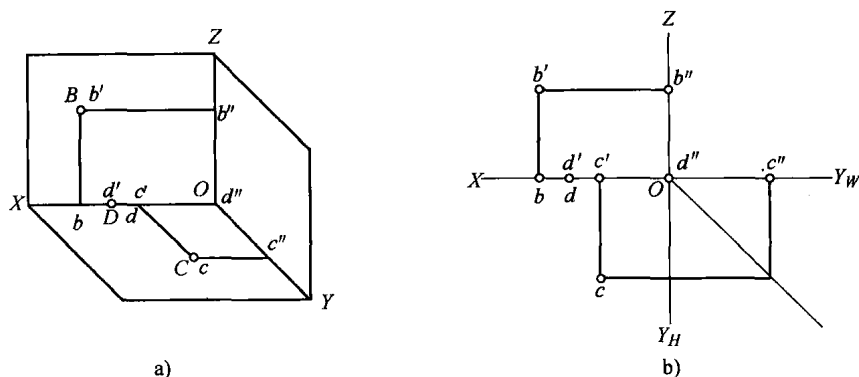


图 1-9 特殊位置点的投影

3. 两点的相对位置

三投影面体系中的两个点具有三个方向的相对位置, 即左右 (X 轴方向)、前后 (Y 轴方向)、上下 (Z 轴方向)。在投影图中依据两点坐标值的大小可判定两点的相对位置。 X 坐标值大者在左; Y 坐标值大者在前; Z 坐标值大者在上。当两点处于同一条投射线上时, 它们的投影重合, 称为重影点。如图 1-3 所示, A 、 B 两点的投影。 A 为可见点, B 为不可见点。不可见点的投影加括号表示。

三、直线的投影

1. 直线的三面投影

直线的投影仍为直线, 如图 1-10 所示。由于两点可以确定唯一直线, 所以在绘制直线的投影图时, 只要作出直线上任意两点的投影, 然后连接这两点的同面投影, 即是直线的三

面投影。因为由点的两面投影就能求出其第三面投影，而两点确定唯一直线，所以已知直线的两面投影，也能求出其第三面投影。

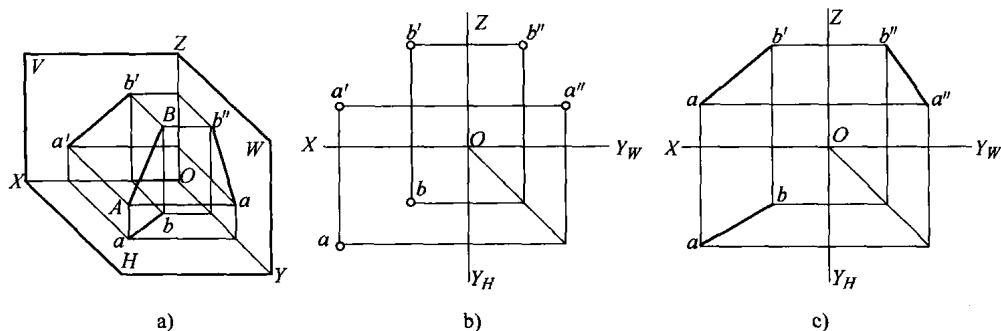


图 1-10 直线的三面投影

2. 各种位置直线的投影特性

在三投影面体系中，按直线与投影面的相对位置不同分为三种直线：与某投影面垂直的直线称为投影面垂直线；与某个投影面平行而与另两个投影面倾斜的直线称为投影面平行线；与三个投影面都倾斜的直线称为一般位置直线。投影面平行线和投影面垂直线为特殊位置直线。

(1) 投影面垂直线的投影特性 垂直于 H 面的直线，称为铅垂线，铅垂线与 OZ 坐标轴平行；垂直于 V 面的直线，称为正垂线，正垂线与 OY 坐标轴平行；垂直于 W 面的直线，称为侧垂线，侧垂线与 OX 坐标轴平行。

各投影面垂直线的投影特性见表 1-1。

表 1-1 投影面垂直线的投影特性

名称	铅垂线	正垂线	侧垂线
立体图			
投影图			

(续)

名称	铅垂线	正垂线	侧垂线
投影特性	1. 水平投影积聚为一点 2. 正面投影 $\perp OX$ 轴, 侧面投影 $\perp OY_W$ 轴, 并反映实长	1. 正面投影积聚为一点 2. 水平投影 $\perp OX$ 轴, 侧面投影 $\perp OZ$ 轴, 并反映实长	1. 侧面投影积聚为一点 2. 正面投影 $\perp OZ$ 轴, 水平投影 $\perp OY_H$ 轴, 并反映实长

投影面垂直线的三面投影特性可以概括为“一点两垂”，即三面投影中，一个积聚成点，两个与对应投影轴垂直。

(2) 投影面平行线的投影特性 平行于 V 面，且与 H 面和 W 面都倾斜的直线，称为正平线；平行于 H 面，且与 V 面和 W 面都倾斜的直线，称为水平线；平行于 W 面，且与 H 面和 V 面都倾斜的直线，称为侧平线。

各投影面平行线的投影特性见表 1-2。

表 1-2 投影面平行线的投影特性

名称	水平线	正平线	侧平线
立体图			
投影图			
投影特性	1. 水平投影反映实长, 与 OX 轴夹角为 β , 与 OY_H 轴夹角为 γ 2. 正面投影 $\parallel OX$ 轴, 侧面投影 $\parallel OY_W$ 轴, 且都小于实长	1. 正面投影反映实长, 与 OX 轴夹角为 α , 与 OZ 轴夹角为 γ 2. 水平投影 $\parallel OX$ 轴, 侧面投影 $\parallel OZ$ 轴, 且都小于实长	1. 侧面投影反映实长, 与 OZ 轴夹角为 β , 与 OY_W 轴夹角为 α 2. 正面投影 $\parallel OZ$ 轴, 水平投影 $\parallel OY_H$ 轴, 且都小于实长

投影面平行线的三面投影特性可以概括为“一斜两平”，即三面投影中，一个是斜线，两个与对应投影轴平行。

(3) 一般位置直线的投影特性 如图 1-11 所示的直线 AB 即为一般位置直线，其投影

特性为：一般位置直线的各面投影都与投影轴倾斜，一般位置直线的各面投影的长度均小于实长。

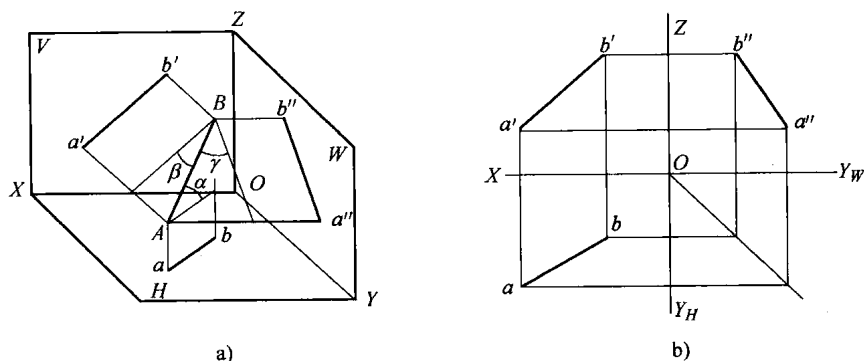


图 1-11 一般位置直线的投影

四、平面的投影

平面可以用不同几何元素表示，其中平面多边形（简称平面形）用得较多。

1. 平面形的三面投影

平面形的投影一般仍为平面形，特殊时为一线段。作图时，先画出平面形各顶点（曲线轮廓线上的主要点）的投影，然后将各点同面投影依次连接，即得平面形投影，如图 1-12 所示。

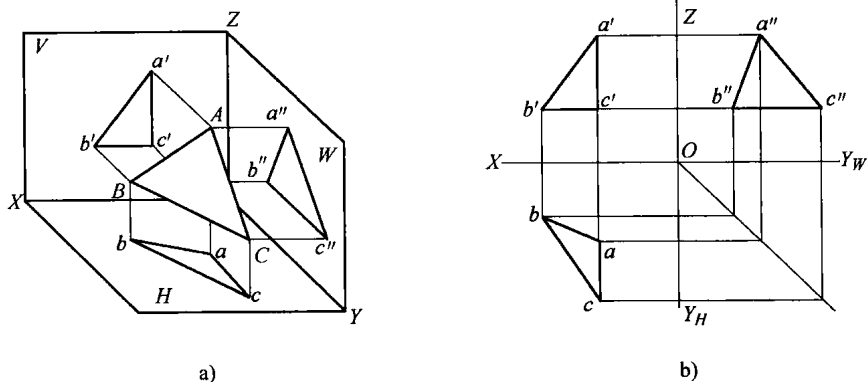


图 1-12 平面形的三面投影

2. 各种位置平面的投影特性

在三投影面体系中，按平面与投影面的相对位置不同分为三种平面：与三个投影面都倾斜的平面称为一般位置平面；与某个投影面平行的平面称为投影面平行面；与某投影面垂直而对另外两个投影面倾斜的平面称为投影面垂直面。投影面平行面和投影面垂直面为特殊位置平面。

(1) 一般位置平面 由于一般位置平面对三个投影面都倾斜，因此它的三面投影都不可能积聚成直线，也不可能反映实形，而是小于原平面图形的类似形，如图 1-12 所示。

(2) 投影面平行面 投影面平行面有：平行于 V 面的平面称为正平面，平行于 H 面的平面称为水平面，平行于 W 面的平面称为侧平面。

各投影面平行面的投影特性见表 1-3。

表 1-3 投影面平行面的投影特性

名称	水平面	正平面	侧平面
立体图			
投影图			
投影特性	1. 水平投影反映实形 2. 正面投影和侧面投影积聚成直线,并且正面投影$\parallel OX$轴,侧面投影$\parallel OY_W$轴	1. 正面投影反映实形 2. 水平投影和侧面投影积聚成直线,并且水平投影$\parallel OX$轴,侧面投影$\parallel OZ$轴	1. 侧面投影反映实形 2. 正面投影和水平投影积聚成直线,并且正面投影$\parallel OZ$轴,水平投影$\parallel OY_H$轴

投影面平行面的三面投影特性可概括为“一框两线”，其中的一框显实，两线和投影轴平行。

(3) 投影面垂直面 投影面垂直面有：只垂直于 V 面的平面称为正垂面，只垂直于 H 面的平面称为铅垂面，只垂直于 W 面的平面称为侧垂面。投影面垂直面的投影特性见表 1-4。

表 1-4 投影面垂直面的投影特性

名称	铅垂面	正垂面	侧垂面
立体图			

(续)

名称	铅垂面	正垂面	侧垂面
投影图			
投影特性	1. 水平投影积聚成直线, 与 OX 轴夹角为 β, 与 OY_H 轴夹角为 γ 2. 正面投影和侧面投影具有类似性	1. 正面投影积聚成直线, 与 OX 轴夹角为 α, 与 OZ 轴夹角为 γ 2. 水平投影和侧面投影具有类似性	1. 侧面投影积聚成直线, 与 OZ 轴夹角为 β, 与 OY_W 轴夹角为 α 2. 正面投影和水平投影具有类似性

投影面垂直面的三面投影特性可概括为“一线两框”，其中一线与投影轴倾斜，两框是平面的类似形。

五、点、直线和平面投影的应用

1. 直线上点的投影

直线上的点，其投影仍在直线的同名投影上，且符合点的三面投影规律。反之，若点的三面投影都在直线的同名投影上，且符合点的三面投影规律，则点必在直线上。

例 1-1 如图 1-13a 所示，已知直线 AB 上 K 点的正面投影，求其另两面投影。

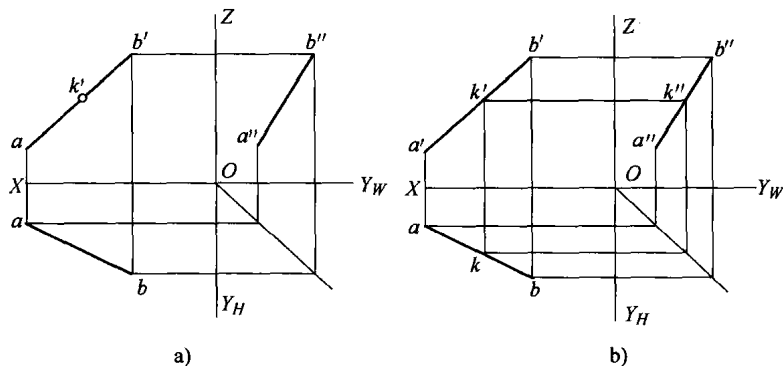


图 1-13 直线上点的投影

分析：根据已知， K 点在直线 AB 上，其投影应在直线的同名投影上，根据点的三面投影规律，求得 K 点的另两面投影。

作图：如图 1-13b 所示。①作 $k'k$ 线垂直于 OX 轴交 ab 于 k ；②作 $k'k''$ 线垂直于 OZ 轴交 $a''b''$ 于 k'' （或由 K 点作 Y_H 轴垂线交于 45° 辅助线，再作 Y_W 轴垂线交 $a''b''$ 于 k'' ）。

直线在平面上的几何条件是：如果直线通过平面上的两个点，或通过平面上的一个点且

平行于平面上的另一直线, 则该直线在平面上。

例 1-2 如图 1-14a 所示, 已知直线 MN 和平面 $\triangle ABC$ 的两面投影, 试判定直线 MN 是否在平面 $\triangle ABC$ 上。

分析: 根据已知, 若直线 MN 在平面 $\triangle ABC$ 上, 则 MN 必经过 $\triangle ABC$ 上的两个点, 若这两个点的投影符合直线上点的投影规律, 则 MN 在平面 $\triangle ABC$ 上, 否则 MN 不在 $\triangle ABC$ 上。

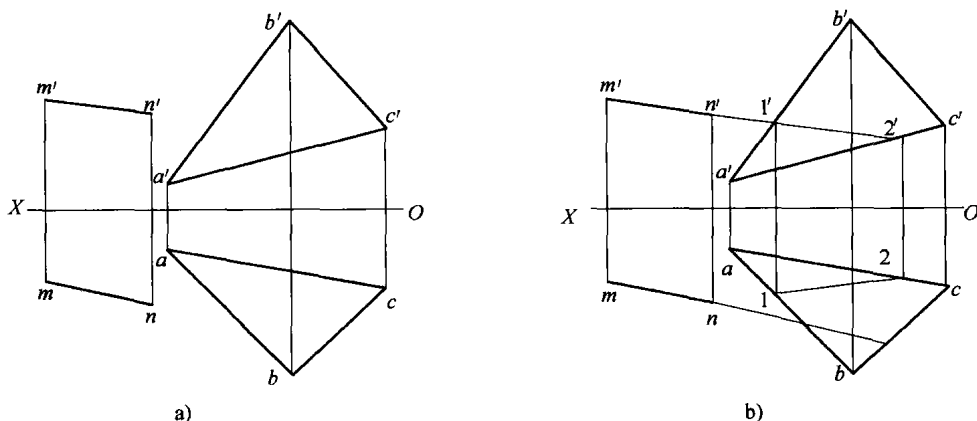


图 1-14 判定直线是否在平面上

作图: 如图 1-14b 所示。①作 $m'n'$ 延长线交 $a'b'$ 于 $1'$, 交 $a'c'$ 于 $2'$; ②作 $1'1$ 线垂直于 OX 轴交 ab 于 1 , 作 $2'2$ 线垂直于 OX 轴交 ac 于 2 ; ③作 mn 延长线, 与 12 不重合。

结论: 直线 MN 不在平面 $\triangle ABC$ 上。

2. 平面上的点

点在平面上的几何条件是: 如果点在平面内的任一直线上, 则该点必在该平面上。

根据上述几何条件, 在平面上求点, 应先通过该点作平面内直线, 然后在直线的投影上求点的同名投影, 这种方法称辅助线法。

例 1-3 如图 1-15a 所示。已知四边形 $ABCD$ 的正面投影和 AB 、 AD 两边的水平投影 ab 、 ad , 试完成该四边形的水平投影。

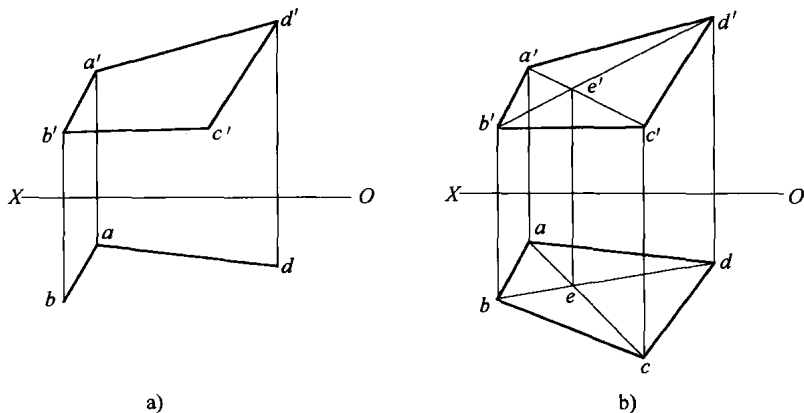


图 1-15 完成四边形的水平投影

分析: 此题实质上是求已知两相交直线 AB 、 AD 所确定的平面上一点 C 的水平投影。水

平投影 c 由 c' 引出垂直于 OX 轴的投影连线与四边形对角线 AC 线水平投影的交点可确定。需用辅助线法作图。

作图：如图 1-15b 所示。①连接 $b'd'$ 和 bd 。②连接 $a'c'$ ，交 $b'd'$ 于 e' ，作 $e'e$ 垂直于 OX 轴交于 bd 上求得 e 。③连接 ae 并延长与 c' 引出垂直于 OX 轴的投影连线相交得 c 。④连接 bc 和 cd ，完成作图。

第二节 机械制图的基本规定

国家标准《机械制图》是机械工程行业设计、施工和技术交流中关于机械图样绘制方面，通用性、统一性和规范性最基础的标准化规定，因此，绘制机械图样必须遵守国家标准规定。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

为了使图样幅面规整，便于装订后的保管，国家标准规定了图纸基本幅面，见表 1-5。各种幅面的图纸均应画出图框。图框有不留装订边和留有装订边两种格式，按看图方向不同又分为横装和竖装，如图 1-16 所示。不留装订边的四周尺寸按表 1-5 中 e 尺寸确定。

表 1-5 图纸基本幅面尺寸 (单位: mm)

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

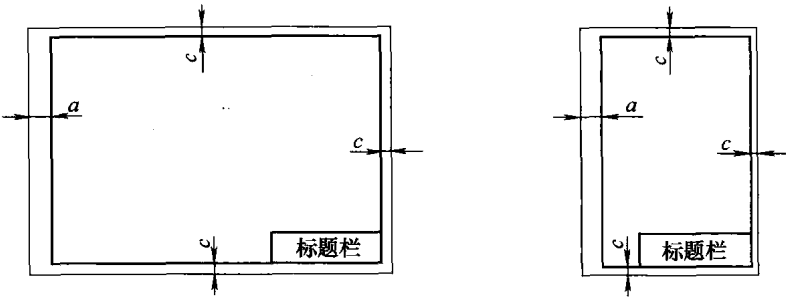


图 1-16 留有装订边的图框格式

为使绘制的图样便于管理及查阅，每张图都必须有标题栏。通常，标题栏应位于图框的右下角，如图 1-16 所示。国家标准规定的标题栏格式如图 1-17 所示。为简化起见，制图作业中的标题栏可采用如图 1-18 所示的格式。

二、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。国标规定的比例分为原值比例、缩小比例、放大比例三种，画图时，应尽量采用 1:1 的比例。不论缩小或放大，在图样上标注的尺寸均为机件的实际尺寸，而与比例无关。

比例一般填写在标题栏中的比例栏内,比例符号应以“:”表示。绘制图样时,在表 1-6 中优先选用一般选用的比例,必要时选用允许选用的比例。

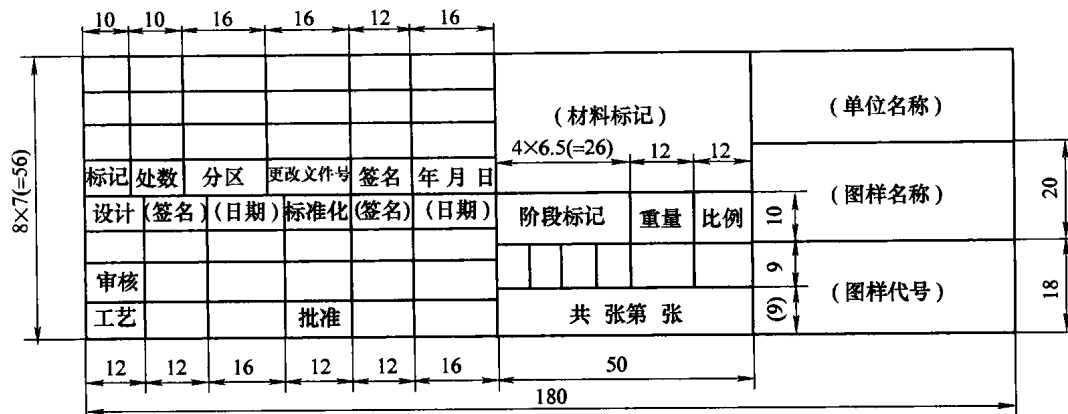


图 1-17 国家标准规定的标题栏

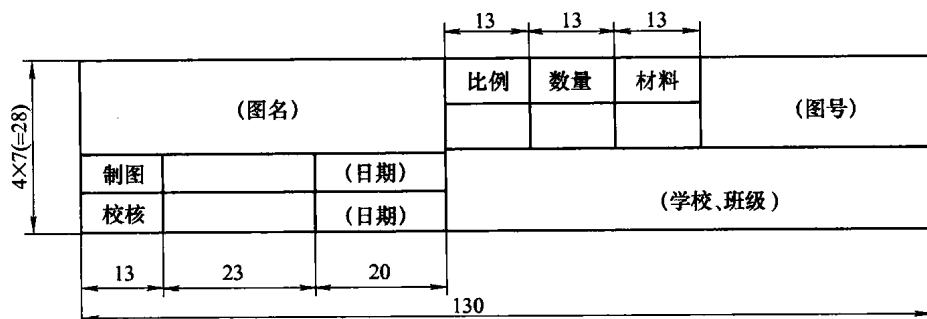


图 1-18 制图作业用的标题栏

表 1-6 国标规定的比例

种类	一般选用的比例			允许选用的比例				
原值比例	1:1							
放大比例	5:1	2:1		4:1	2.5:1			
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$			
缩小比例	1:2	1:5	1:10	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样上的字体指的是图中文字、字母和数字。国家标准对字体作了如下的规定:

1. 基本规定

1) 图样中书写的字体必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2) 字体的号数, 即字体的高度 (用 h 表示) 必须规范, 其公称尺寸系列为: 1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。

2. 汉字规定