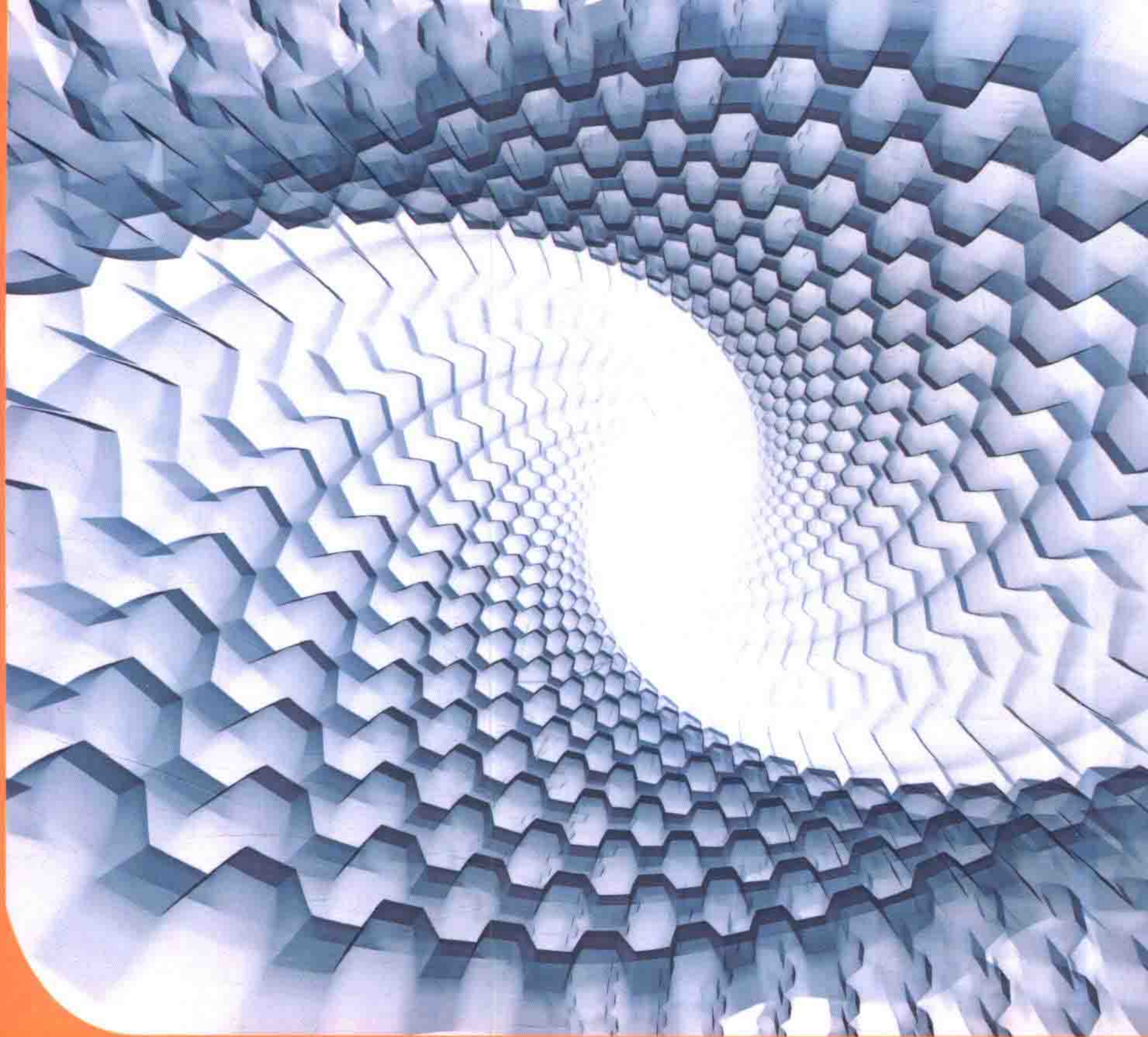




普通高等院校『新工科』创新教育精品课程系列教材  
教育部高等学校机械类专业教学指导委员会推荐教材



# 机械制图



扫码关注数字教学资源



丁 乔◎主 编  
田 凌◎主 审



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

教育部高等学校机械类专业教学指导委员会推荐教材  
“新工科”课程及教材建设小组审核认定、倾力推荐

- ✔ 紧贴专业教学改革新要求，引领“新工科”建设
- ✔ 着眼专业课程边界再设计，促进多学科交叉融合
- ✔ 配套精品数字化教学资源，打造工程教育新模式

策划编辑 © 张少奇

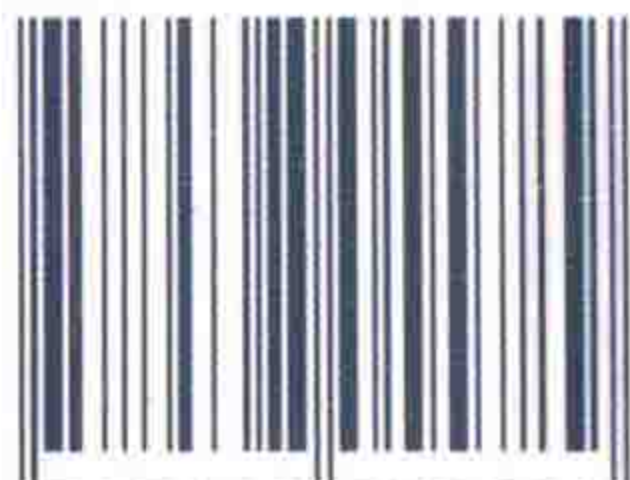
责任编辑 © 戢凤平

封面设计 © 杨玉凡



超越传统出版 影响未来文化  
全国免费服务热线：400-6679-118

ISBN 978-7-5680-5578-9



9 787568 055789 >

定价：49.80元

普通高等院校“新工科”创新教育精品课程系列教材  
教育部高等学校机械类专业教学指导委员会推荐教材

# 机械制图

主 编 丁 乔

主 审 田 凌

副主编 孙轶红

张孟玫

参 编 王少钦



仵亚红

孙 宇

华中科技大学出版社  
中国·武汉

## 内 容 简 介

本书是在“新工科”建设的宏观指导下,根据教育部最新颁布的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》及有关国家标准《技术制图》《机械制图》等,结合近年来各院校教学改革实践经验和成果编写而成的。

本书按照与 AutoCAD、机械测绘分离的教学模式编写,未编排 AutoCAD、机械测绘的教学内容,旨在强化学生自主学习能力的培养。每章配有内容框图和课程矩阵及课后测试题,并可通过扫描二维码查看答案。全书内容从基本体出发,把“轴测图”和“换面法”融合到“点线面体”的讲解中,试图通过图与形的实时转换,一个问题多角度分析、多途径解决来有效拓展思维,逐步提高学生的构型设计能力。主要内容包括:基本体的三视图和轴测图、基本几何元素的正投影原理及相对位置、制图的基本知识与技能、组合体、机件常用的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图等。

本书可作为高等学校机类、近机类各专业的课程教学用书,也可供机械工程领域的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图/丁乔主编. —武汉:华中科技大学出版社,2019.8

普通高等院校“新工科”创新教育精品课程系列教材

教育部高等学校机械类专业教学指导委员会推荐教材

ISBN 978-7-5680-5578-9

I. ①机… II. ①丁… III. ①机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 180487 号

机械制图

Jixie Zhitu

丁 乔 主 编

策划编辑:张少奇

责任编辑:戢凤平

封面设计:杨玉凡

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)  
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913

邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:20

字 数:502千字

版 次:2019年8月第1版第1次印刷

定 价:49.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

普通高等院校“新工科”创新教育精品课程系列教材  
教育部高等学校机械类专业教学指导委员会推荐教材

## 编审委员会

顾问：李培根(华中科技大学)  
杨华勇(浙江大学)  
顾佩华(汕头大学)

段宝岩(西安电子科技大学)  
赵继(东北大学)

主任：奚立峰(上海交通大学)  
吴波(华中科技大学)

刘宏(哈尔滨工业大学)  
陈雪峰(西安交通大学)

秘书：俞道凯 万亚军

# 出版说明

---

为深化工程教育改革,推进“新工科”建设与发展,教育部于2017年发布了《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》,其中指出“新工科”要体现五个“新”,即工程教育的新理念、学科专业的新结构、人才培养的新模式、教育教学的新质量、分类发展的新体系。教育部高等学校机械类专业教学指导委员会也发出了将“新”落实在教材和教学方法上的呼吁。

我社积极响应号召,组织策划了本套“普通高等院校‘新工科’创新教育精品课程系列教材”,本套教材均由全国各高校处于“新工科”教育一线的专家和老师们编写,是全国各高校探索“新工科”建设的最新成果,反映了国内“新工科”教育改革的前沿动向。同时,本套教材也是“教育部高等学校机械类专业教学指导委员会推荐教材”。我社成立了以李培根院士、段宝岩院士、杨华勇院士、赵继教授、顾佩华教授为顾问,奚立峰教授、刘宏教授、吴波教授、陈雪峰教授为主任的“‘新工科’视域下的课程与教材建设小组”,为本套教材构建了阵容强大的编审委员会,编审委员会对教材进行审核认定,使得本套教材从形式到内容上保持高质量。

本套教材包含了机械类专业传统课程的新编教材,以及培养学生大工程观和创新思维的新课程教材等,并且紧贴专业教学改革的新要求,着眼于专业和课程的边界再设计、课程重构及多学科的交叉融合,同时配套了精品数字化教学资源,综合利用各种资源灵活地为教学服务,打造工程教育的新模式。希望借由本套教材,能将“新工科”的“新”落地在教材和教学方法上,为培养适应和引领未来工程需求的人才提供助力。

感谢积极参与本套教材编写的老师们,感谢关心、支持和帮助本套教材编写与出版的单位和同志们,也欢迎更多对“新工科”建设有热情、有想法的专家和老师们加入到本套教材的编写中来。

华中科技大学出版社  
2018年7月

# 前 言

本书是在“新工科”建设的宏观指导下,根据教育部最新颁布的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》及有关国家标准《技术制图》《机械制图》等,结合近年来各院校教学改革实践经验和成果编写而成的。

本书立足于应用型人才培养,强化学生自主学习能力的养成,每章配有内容框图和课程矩阵及课后测试题,并可通过扫描二维码查看答案。全书内容从基本体出发,把“轴测图”和“换面法”融合到讲解“点线面体”知识点的章节中,试图通过图与形的实时转换,一个问题多角度分析、多途径解决来有效拓展思维,逐步提高学生的构型设计能力。全书采用最新的《技术制图》《机械制图》等国家标准,按照与 AutoCAD、机械测绘分离的教学模式编写,未安排 AutoCAD、机械测绘的教学内容。

本书由丁乔担任主编并统稿,参加编写工作的老师有北京石油化工学院丁乔(绪论、第1~5章、附录)、孙轶红(第4、10章)、仵亚红(第2、7章)、张孟玫(第6章)、韩丽艳(绪论)、张建军(附录),北京印刷学院王晓华(第8、9章),东北农业大学刘冬梅(第2章),北京建筑大学王少钦(第3章),哈尔滨技师学院孙宇(第1章)。

本书由清华大学田凌教授主审。

北京石油化工学院吴波教授、赵增慧副教授对本书编写给予了很多帮助,在此表示感谢。本书在编写过程中参考了一些同类著作,在此向相关作者表示衷心感谢,具体书目作为参考文献列于书末。

本书可作为高等学校机类、近机类各专业的课程教学用书,参考学时为56~100。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2019年6月

## 参 考 文 献

- [1] 杨惠英,王玉坤.机械制图[M].3版.北京:清华大学出版社,2011.
- [2] 薛颂菊,徐瑞洁.工程制图[M].北京:清华大学出版社,2015.
- [3] 赵增慧.工程制图[M].2版.北京:中国石化出版社,2012.
- [4] 张京英,张辉,焦永和.机械制图[M].3版.北京:北京理工大学出版社,2013.
- [5] 大连理工大学工程图学教研室.机械制图[M].7版.北京:高等教育出版社,2013.
- [6] 周静卿,张淑娟,赵凤芹.机械制图与计算机绘图[M].北京:中国农业大学出版社,2007.
- [7] 姚民雄,华红芳.机械制图[M].北京:电子工业出版社,2012.
- [8] 何培英,贾雨,白代萍.机械工程图学[M].武汉:华中科技大学出版社,2013.
- [9] 戴立玲,袁浩,黄娟.现代机械工程制图[M].北京:科学出版社,2014.
- [10] 李学京.机械制图和技术制图国家标准学用指南[M].北京:中国标准出版社,2013.
- [11] 何铭新,钱可强,徐祖茂.机械制图[M].7版.北京:高等教育出版社,2016.
- [12] 果连成,王槐德.机械制图课教学参考书[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2011.
- [13] 冯仁余,白丽娜.机械制图与识图难点解析[M].北京:化学工业出版社,2016.
- [14] 贝尔托林,维贝.图形信息表达基础教程[M].5版.童秉枢,改编.北京:清华大学出版社,2007.
- [15] 弗伦奇,菲尔克,福斯特.工程制图与图形技术[M].14版.焦永和,改编.北京:清华大学出版社,2007.

### 二维码资源使用说明

本书部分课程资源以二维码的形式在书中呈现,读者第一次利用智能手机在微信端扫码成功后提示微信登录,授权后进入注册页面,填写注册信息。按照提示输入手机号后点击获取手机验证码,稍等片刻收到4位数的验证码短信,在提示位置输入验证码成功后,重复输入两遍设置密码,选择相应专业,点击“立即注册”,注册成功(若手机已经注册,则在“注册”页面底部选择“已有账号?绑定账号”,进入“账号绑定”页面,直接输入手机号和密码,提示登录成功)。接着提示输入学习码,需刮开教材封面防伪涂层,输入13位学习码(正版图书拥有的一次性使用学习码),输入正确后提示绑定成功,即可查看二维码数字资源。手机第一次登录查看资源成功,以后便可直接在微信端扫码登录,重复查看资源。

# 目 录

绪 论 .....	(1)
第 1 章 平面基本体的三视图和轴测图 .....	(5)
1.1 投影法 .....	(6)
1.2 平面基本体的三视图 .....	(8)
1.3 平面基本体的轴测图 .....	(14)
测 试 .....	(17)
第 2 章 点、直线、平面的投影 .....	(18)
2.1 点的投影 .....	(19)
2.2 直线的投影 .....	(23)
2.3 平面的投影 .....	(39)
2.4 直线与平面、平面与平面的相对位置 .....	(49)
测 试 .....	(59)
第 3 章 曲面基本体的三视图和轴测图 .....	(64)
3.1 曲面基本体的三视图 .....	(65)
3.2 曲面基本体的轴测图 .....	(72)
测 试 .....	(75)
第 4 章 切割体与相贯体的三视图 .....	(77)
4.1 切割体的三视图 .....	(78)
4.2 相贯体的三视图 .....	(91)
测 试 .....	(97)
第 5 章 制图的基本知识 .....	(99)
5.1 技术制图国家标准的基本规定 .....	(99)
5.2 绘图工具和仪器 .....	(110)
5.3 尺规几何作图 .....	(114)
5.4 平面图形分析及画法 .....	(120)
测 试 .....	(125)
第 6 章 组合体的三视图和轴测图 .....	(127)
6.1 组合体的组合形式及表面关系 .....	(128)
6.2 组合体三视图的画法 .....	(130)
6.3 组合体正等轴测图画法 .....	(134)
6.4 读组合体视图的方法 .....	(139)
6.5 组合体视图上的尺寸标注 .....	(148)

测    试 .....	(156)
<b>第 7 章 机件常用的表达方法</b> .....	(157)
7.1 视图 .....	(158)
7.2 剖视图 .....	(162)
7.3 断面图 .....	(171)
7.4 规定画法和简化画法 .....	(174)
7.5 剖视图的尺寸标注 .....	(177)
7.6 第三角投影法简介 .....	(178)
测    试 .....	(181)
<b>第 8 章 标准件和常用件</b> .....	(182)
8.1 螺纹 .....	(183)
8.2 螺纹紧固件 .....	(190)
8.3 键 .....	(197)
8.4 销 .....	(199)
8.5 滚动轴承 .....	(201)
8.6 齿轮 .....	(204)
8.7 弹簧 .....	(208)
测    试 .....	(210)
<b>第 9 章 零件图</b> .....	(212)
9.1 零件图的作用与内容 .....	(212)
9.2 零件图的视图选择 .....	(214)
9.3 零件常见的工艺结构 .....	(216)
9.4 零件尺寸的合理标注 .....	(220)
9.5 零件的技术要求 .....	(225)
9.6 看零件图 .....	(239)
测    试 .....	(244)
<b>第 10 章 装配图</b> .....	(246)
10.1 装配图的内容 .....	(247)
10.2 装配图的图样画法 .....	(249)
10.3 装配图的尺寸标注和技术要求 .....	(253)
10.4 装配图的零件序号及明细栏、标题栏 .....	(254)
10.5 装配图的画法 .....	(256)
10.6 读装配图 .....	(267)
10.7 由装配图拆画零件图 .....	(270)
测    试 .....	(273)
<b>附    录</b> .....	(276)
<b>参考文献</b> .....	(307)

# 绪 论

在现代工业生产和实际生活中,机械装备是怎样制造出来的?首先要依据功能需求,进行机械设计,这个设计不能口述、不能手写而是用图样进行表达的。图样可以告诉别人“想制造什么样的机器”,读懂图样可以知道“别人想制造什么样的机器”。“机械制图”这门课程就是研究绘制和阅读机械图样的原理和方法的一门既有理论又有较强实践性的技术基础课程,是一门学习工程与产品图形信息表达、图形理解和图样绘制的课程,也是培养工程师的必修课程。

## 1. 本课程研究对象

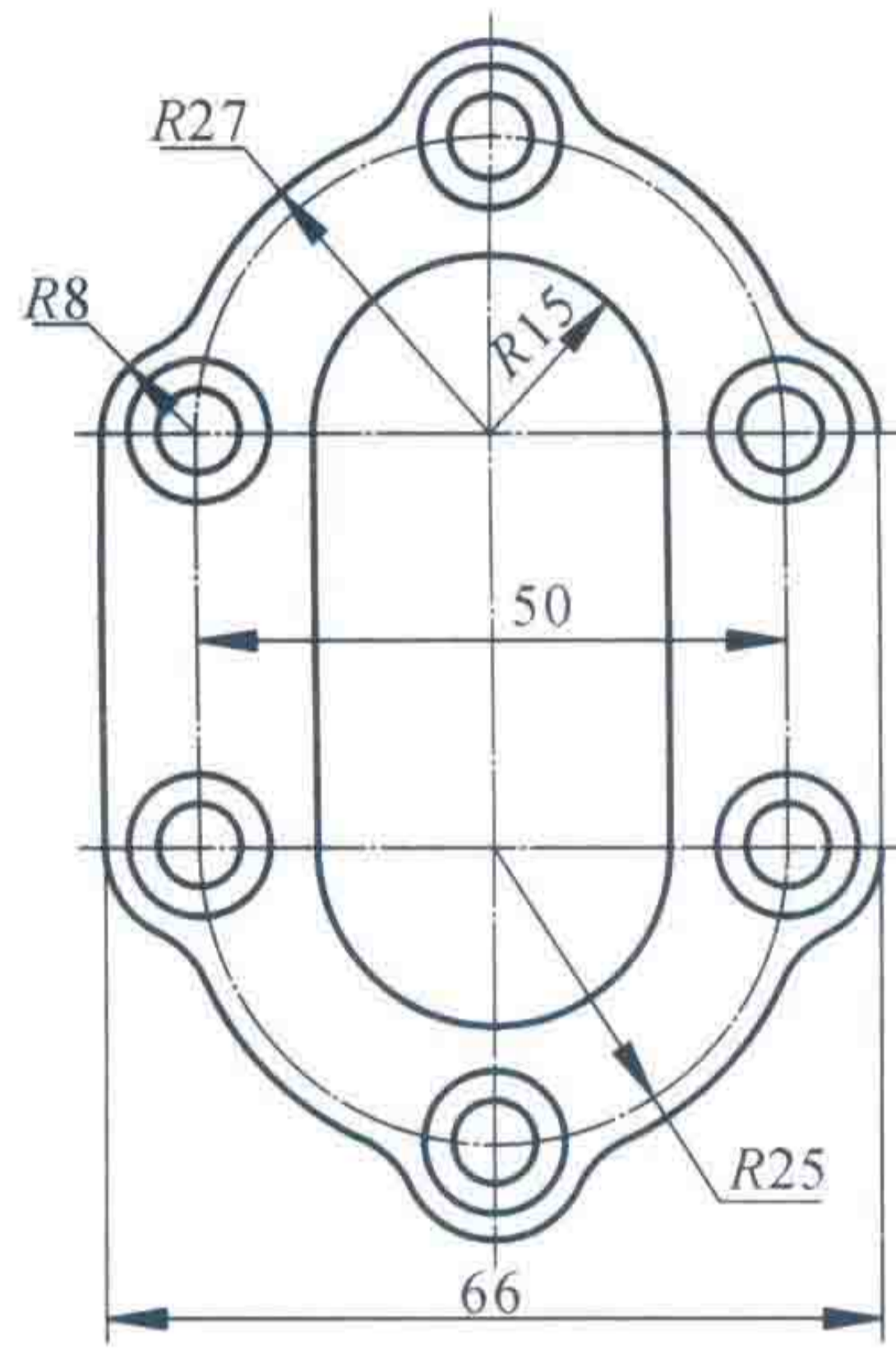
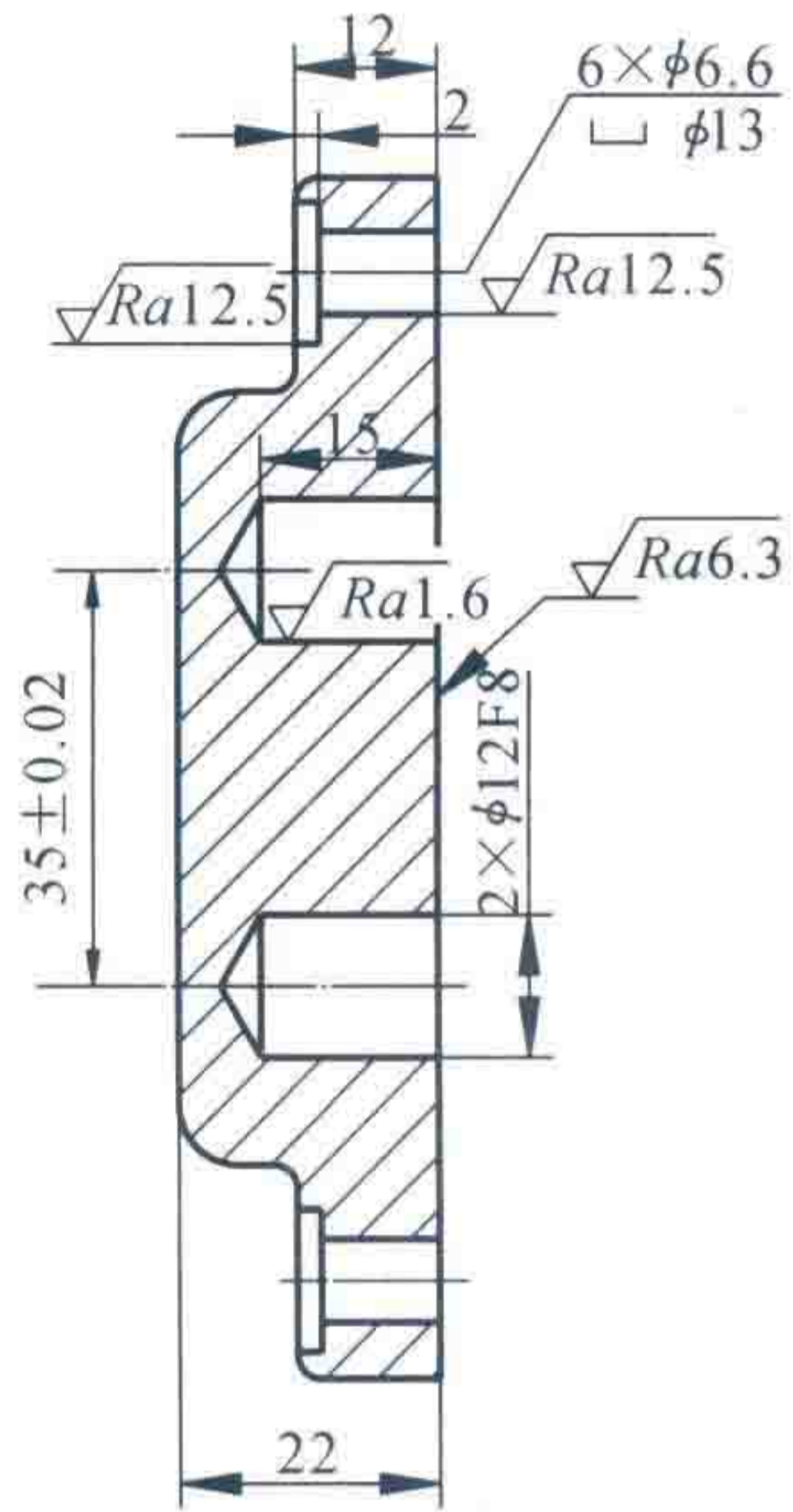
工程技术上,为准确表达工程对象的形状、大小、相对位置和技术要求,将其按照一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上就得到了工程图样,简称图样。在机械工程中常用的图样是零件图和装配图,统称为机械图样。

图 0-1 所示的立体图因为不容易绘制,也难以将零件的内部结构和每个细节都表达清楚,更不便于尺寸标注,所以工程上采用了一种使用正投影方法绘制的图样。图 0-2 是一张“端盖”零件图,它完整、确切地表达出了零件的全部形状、大小和加工要求等。工人依据这样的图样,能够加工制造出这个零件。图 0-3 是一张“齿轮油泵”的装配图,它表示了构成“齿轮油泵”的全部零件装配在一起的装配状态,从中可以了解装配关系、工作原理等。



图 0-1 齿轮油泵及端盖立体图

可见,“一图胜千言”,图样是工程界的技术语言,是制造业最重要的技术信息,设计者通过图样来表达自己的设计思想,制造者(或使用者)通过图样来了解设计意图、结构和性能。一切机器、仪器和机械装备都是根据图样进行制造和装配的,如图 0-4 所示。

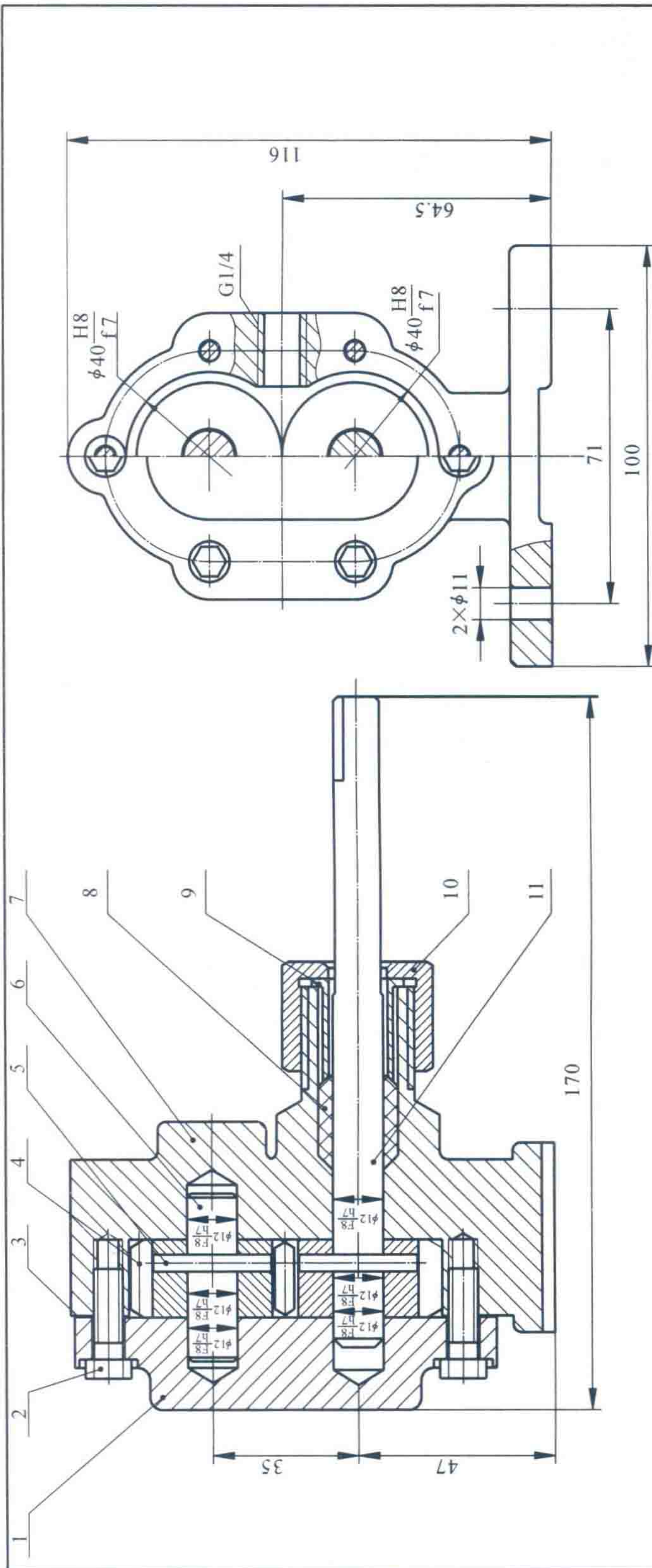


- 技术要求
- 1.未注圆角为R3~R5。
  - 2.未加工表面涂灰色油漆。

√(√)

端盖		图号	质量(kg)	
		材料	ZL4	比例
制图				
审核				

图 0-2 端盖零件图



技术要求

1. 齿轮安装后，能灵活转动。
2. 两齿轮轮齿的啮合面应占齿长的3/4以上。

6	从动轴	1	45	
5	销4×28	2	45	GB/T 119.1—2000
4	齿轮	2	45	$m=2.5, z=14$
3	垫片	1	工业用纸	
2	螺栓M6×25	6	35	GB/T 5782—2016
1	泵盖	1	HT200	
序号	零件名称	数量	材料	备注
制图				比例
审核				齿轮油泵

11	主动轴	1	45	
10	盖螺母	1	ZL4	
9	填料压盖	1	15	
8	密封圈	1	毛毡	
7	泵体	1	HT200	
序号	零件名称	数量	材料	备注

图0-3 齿轮油泵装配图



图 0-4 图样的作用

## 2. 本课程培养目标和内容

本课程培养目标可以概括为三种能力的培养和三种意识的建立。三种能力是：培养图学思维和空间想象能力；培养图形表达能力和简单构型能力；培养图形的绘制能力。三种意识是：建立工程意识；建立设计构型意识；建立遵守标准和规范的意识。

本课程学习内容如图 0-5 所示。

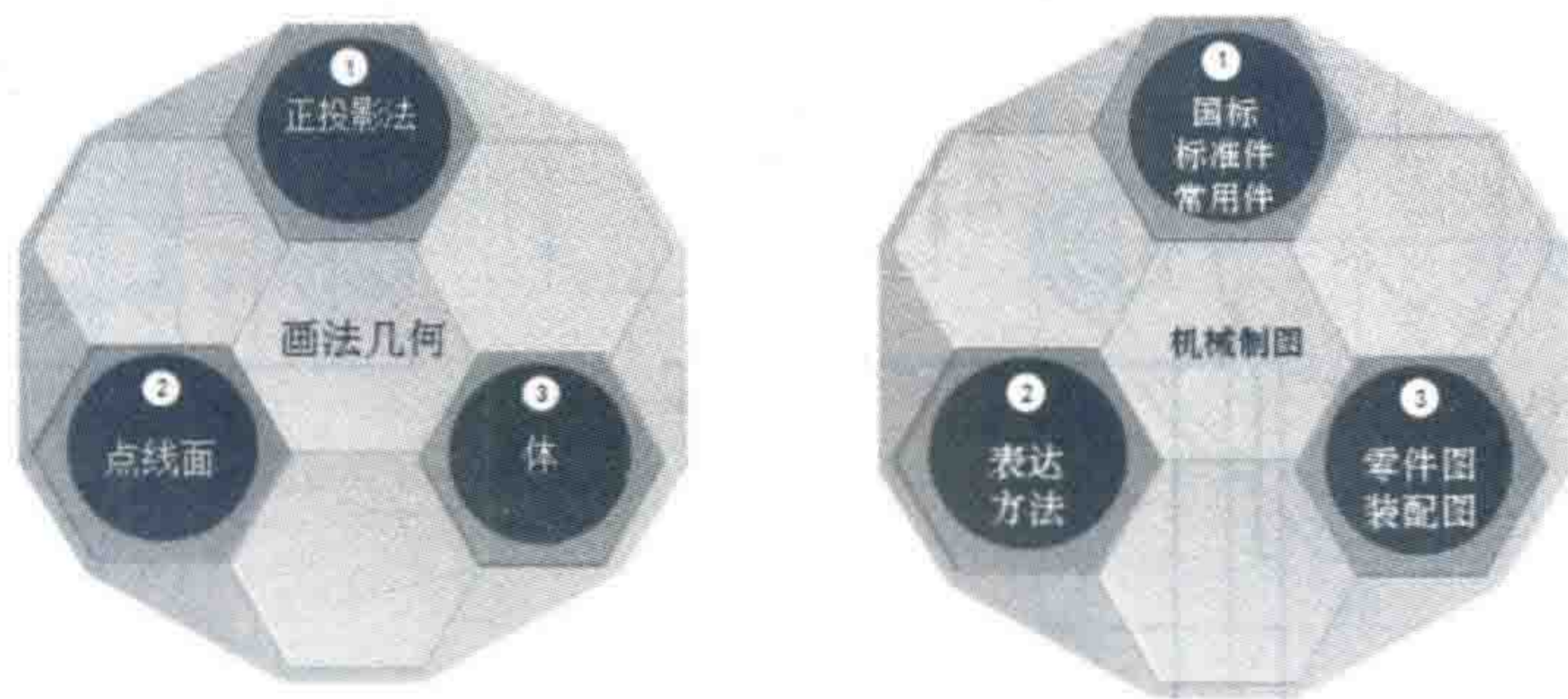


图 0-5 机械制图课程内容

画法几何——研究运用投影理论在平面上表示空间几何元素(点、线、面、体)及其相对位置的方法(即图示法)和图解空间几何问题的基本原理和方法(即图解法)。

机械制图——学习和贯彻制图国家标准及其他有关标准的基本规定,用绘图仪器和工具、计算机或者徒手正确表达、绘制机械图样并能根据图样了解设备的结构和性能等。

## 3. 本课程学习方法

根据本课程的特点,建议学习过程中注意以下几点。

(1) 建立良好的学习习惯,平时做到课前预习,课上认真听课,主动讨论交流,及时复习,按时完成作业;留意观察正投影法在日常生活中的应用,图样上所表达的对象大多都是生活中能遇到的。

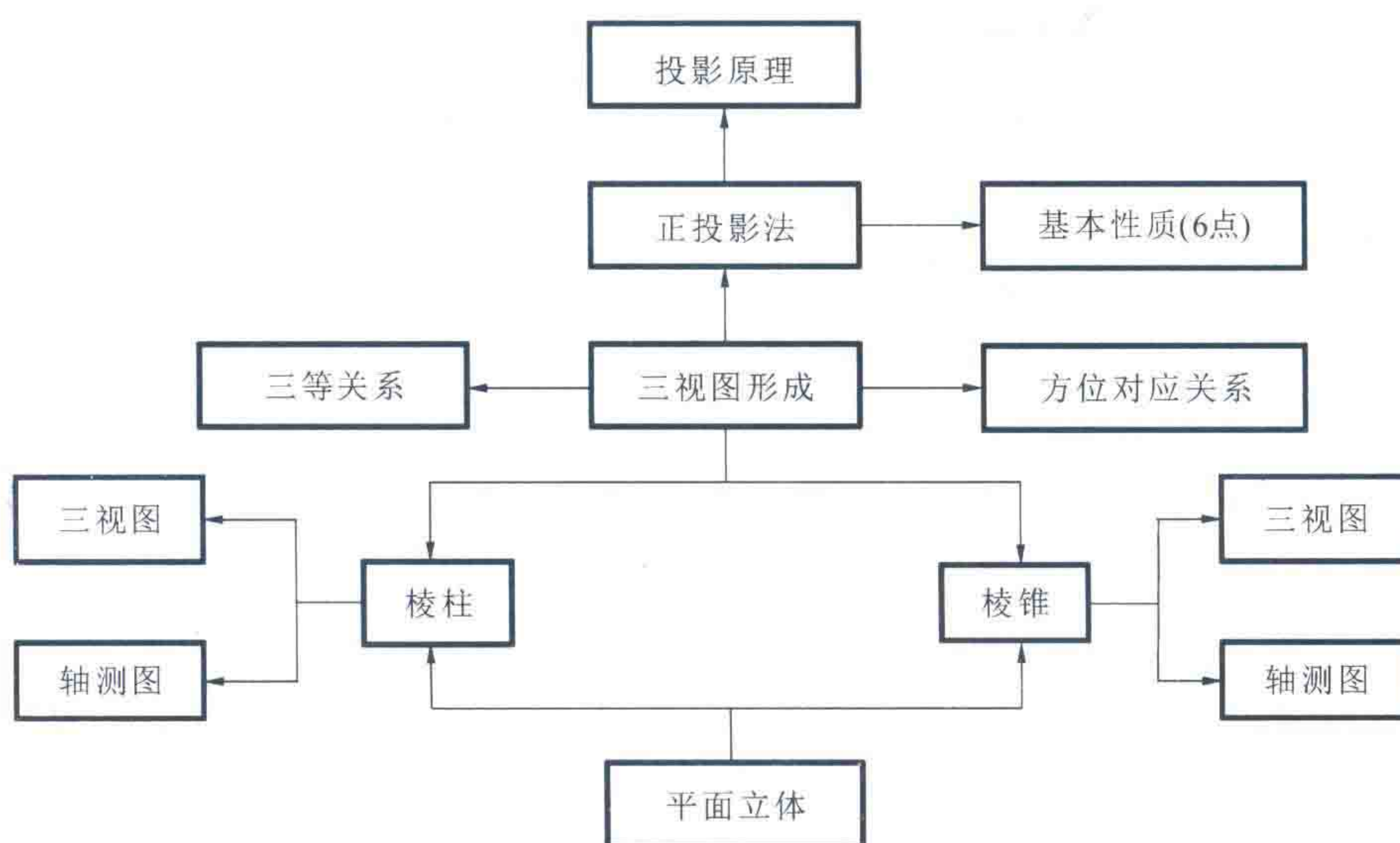
(2) 多想、多看、多练,熟知基本理论和基本方法,深入理解和掌握平面和空间互相转换的规律,借助于现代计算机技术,逐步提高空间想象能力和图形思维能力。

(3) 画图时要严格遵守制图国家标准的有关规定,培养一丝不苟、严谨细致的学习作风。

本课程只能为同学们的绘图和读图能力打下一定基础,要达到合格的工科大学生所必须达到的制图技能要求,还有待于在后续课程、生产实习、课程设计和毕业设计中继续培养和提高,希望同学们高瞻远瞩、脚踏实地,谨记千里之行始于足下。

# 第 1 章 平面基本体的三视图和轴测图

内容框图



课程矩阵

一般性目标	掌握投影原理,建立起空间物体和平面图形之间的转换关系,具有表达平面立体的能力
具体目标	掌握正投影原理和三视图的形成及投影关系;能够绘制平面立体的三视图和轴测图
教师教法建议	布置课前预习任务,提供课件、测试题;课件辅助讲授;启发、模型、板书、黑板范例作图
学生学法建议	通过课前预习,网上互动、小测,听老师讲授,动手制作立体模型以及作业练习等完成学习任务
效果评价	作业完成情况 70%,学习过程 30%
建议课时	4~6 学时

## 1.1 投影法

在日常生活中,人们可以看到物体受到日光或其他光源照射而在地面上或墙壁上呈现影子,这就是一种投影现象。人们将这种自然现象加以科学抽象和归纳,形成了投影的概念。将光源抽象为一点,称为投射中心  $S$ ;光线为投射线,即投射中心  $S$  与物体上任意一点的连线称为投射线,如  $SA$ ;地面或墙面为投影面  $P$ , $SA$  的延长线与投影面  $P$  的交点  $a$ ,称为  $A$  点在  $P$  面上的投影,如图 1-1(a)所示。再如图 1-1(b)所示,由投射中心  $S$  作出了  $\triangle ABC$  在投影面  $P$  上的投影:投射线  $SA$ 、 $SB$ 、 $SC$  分别与投影面  $P$  交于点  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的投影  $a$ 、 $b$ 、 $c$ ;直线  $ab$ 、 $bc$ 、 $ca$  分别是直线  $AB$ 、 $BC$ 、 $CA$  的投影; $\triangle abc$  就是  $\triangle ABC$  的投影。这种投射线通过物体,向选定的平面进行投射,并在该面上得到图形的方法叫投影法。

根据投射线的类型(平行或者交汇),投影法分为中心投影法和平行投影法两类。

### 1.1.1 中心投影法

当投射中心  $S$  位于有限距离内时,投射线均由投射中心  $S$  出发,称为中心投影法,所得的投影称为中心投影,如图 1-1 (b)所示。

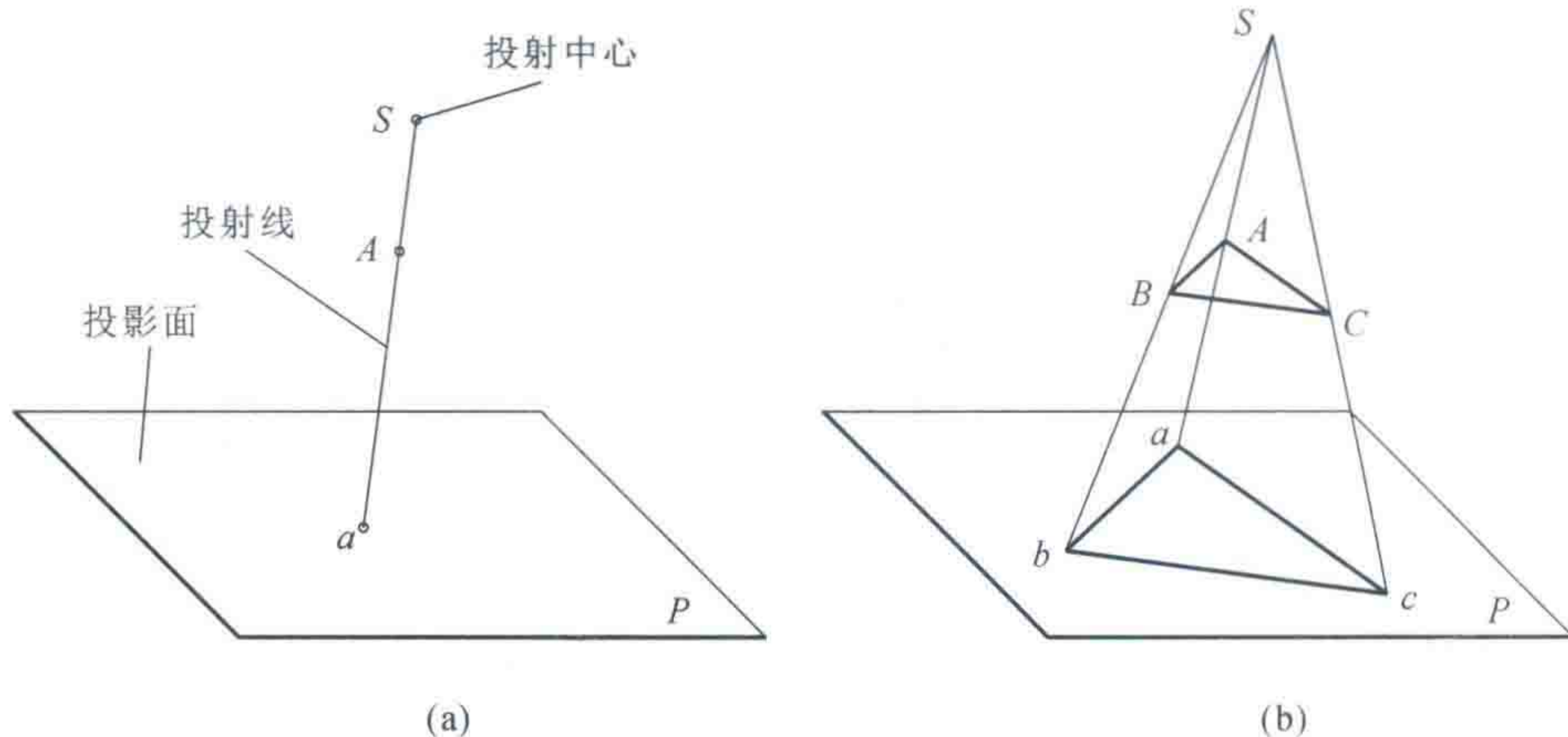


图 1-1 中心投影法

中心投影法具有较强的直观性,立体感好,一般建筑物常采用这种投影法绘制透视图。但这种投影法绘制的图像不能反映物体表面的真实形状和大小。

### 1.1.2 平行投影法

当投射中心与投影面的距离为无穷远时,投射线相互平行。这种投射线相互平行的投影法称为平行投影法。

根据投射线与投影面  $P$  是否垂直,平行投影法可分为斜投影法和正投影法两种。如图 1-2(a)所示,斜投影法是投射线倾斜于投影面的平行投影法,所得投影称为斜投影;如图 1-2(b)所示,正投影法是投射线垂直于投影面的平行投影法,所得投影称为正投影。

用平行投影法绘制的投影图直观性差,但其度量性好,所以工程图样主要使用正投影法。



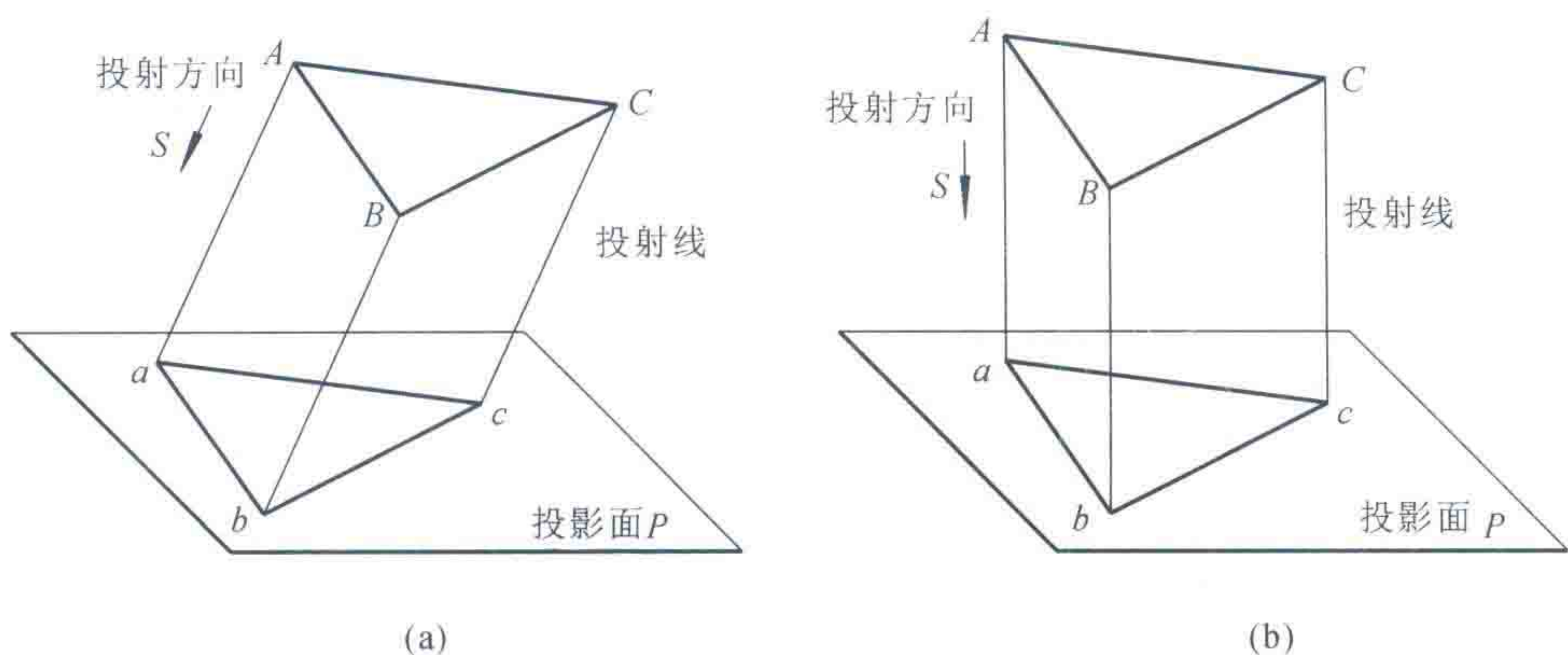


图 1-2 平行投影法

### 1.1.3 正投影法的基本性质

正投影一般具有如下基本性质。

#### 1. 真实性

当直线或平面平行于投影面时,它们在该投影面上的投影反映其实长(真实长度)或反映其实形(实际形状),如图 1-3(a)所示。

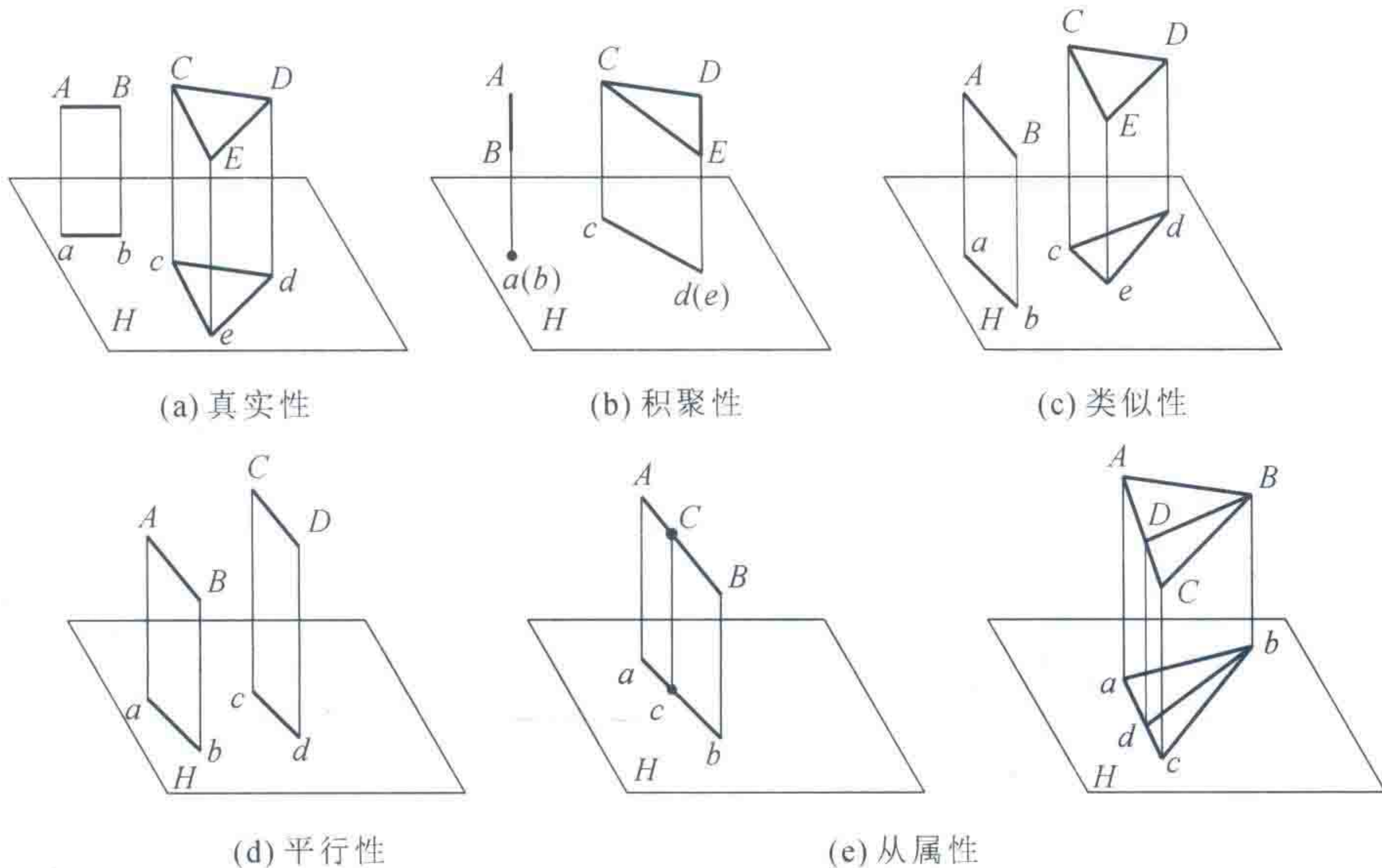


图 1-3 正投影的基本性质

#### 2. 积聚性

当直线或平面垂直于投影面时,直线的投影积聚成一个点,或平面图形的投影积聚成一直线,如图 1-3(b)所示。

#### 3. 类似性

当直线或平面倾斜于投影面时,直线的投影仍为直线,但其长度小于直线的实际长度;平面的投影是原图形的类似形(与原图形边数相同、凸凹性相同、平行性相同),但投影面积变小,如图 1-3(c)所示。