高等院校数学课程改革创新系列教材

高等数学

（经管数学）（上册）

◎孔德斌　张成学　李高尚　主　编
◎韩兆君　刘　婧　王松坤　副主编

中国工信出版集团　電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
PHEI
http://www.phei.com.cn

高等院校数学课程改革创新系列教材

高等数学(经管数学)(上册)

主编：孔德斌　张成学　李高尚
副主编：韩兆君　刘　婧　王松坤

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

本教材是在建设应用型本科、加强技术技能型人才培养的总体思路下，按照经济管理类专业对高等数学课程教学基本要求，结合应用型本科院校学生基础和教学特点进行编写的。

本教材紧紧围绕应用型人才培养的教学要求，简化理论论证，增强数学语言的形象生动性，突出经管数学和应用数学特色，便于学生理解、掌握、运用。

本教材内容包括函数、极限与连续、导数与微分、微分中值定理与导数的应用、不定积分、定积分及其应用，各节后均配有相应的习题，书末附有参考答案。

图书在版编目（CIP）数据

高等数学：经管数学. 上册/孔德斌，张成学，李高尚主编. —北京：电子工业出版社，2016.7
ISBN 978-7-121-29033-6

Ⅰ. ①高… Ⅱ. ①孔… ②张… ③李… Ⅲ. ①高等数学—高等学校—教材 Ⅳ. ①O13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 128716 号

策划编辑：朱怀永
责任编辑：底 波
印　　刷：三河市华成印务有限公司
装　　订：三河市华成印务有限公司
出版发行：电子工业出版社
　　　　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
开　　本：787×1092　1/16　印张：11.75　字数：298 千字
版　　次：2016 年 7 月第 1 版
印　　次：2016 年 7 月第 1 次印刷
印　　数：3000 册　定价：26.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换，若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010)88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：zhy@phei.com.cn。

前　言

“高等数学”是普通高等院校专、本科各专业普遍开设的一门公共基础课程，不但是培养学生的思维能力的重要方法，也是学生学习专业课的重要前提，更在培养应用型人才方面起着重要作用。在不断适应国家和社会发展要求的办学过程中，很多高校都将培养高素质的应用型、技能型人才作为办学定位，经管类专业对基础课程尤其是数学类课程提出了新的要求，在坚持理论完整的情况下，保证其应用性、实用性。而目前的多数同类教材理论性过强，应用性较少。基于此问题，我们组织多位一线教师，根据多年教学经验，针对应用型人才的培养目标和学生的特点编写了本书。

本书根据数学与统计学教学指导委员会关于“经济管理类本科数学基础教学基本要求”，参考各经管类专业对该课程知识点的需求情况编写而成。编写时，我们以教育部的教学大纲为准绳，以专业要求为目标，侧重于重要的理论、全面的知识及知识经济中的应用。通过本书的学习使学生系统地获得微积分、无穷级数和常微分方程的基本知识、基本理论和基本方法，培养学生抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力及创新能力，为学习后继课程和专业课程奠定必要的数学基础。更重要的是使学生能运用所掌握的高等数学特有的思维方式和处理问题的思想方法去分析、解决现实生活中的各种问题。

本书叙述深入浅出、结构严谨、知识系统、难度适中、突出应用、可读性强，便于教与学，充分体现了经管数学、应用数学的特点，在内容设计方面淡化数学在纯理论方面的教学，增强数学在经济和管理方面的应用教学；在一些数学概念上采用描述性叙述，淡化理论证明，降低概念理解的难度，同时增加部分应用型的例题、习题，使经管类专业学生能更好地应用数学知识理解专业知识，体现经管数学的应用性。

本书适合作为普通高等院校和高等职业院校经济管理类专业教材，也可作为专、本科理工类专业高等数学课程的教学参考书，可供成教学院或申请升本的专科学校选用。

本书具有以下特点：

1. 在满足教学基本要求前提下，紧紧围绕应用型教学的要求，简化理论推导，增强数学语言的形象生动性。

2. 突出经管数学特色，术语多采用经济类语言，改变现有经管类教材中多采用工科体系语言叙述的形式。

3. 突出应用数学特色，注重应用与理论的统一，增加了数学在经济中应用的例子，培养学生解决实际问题的能力。

4. 突出基本教学与教学辅导相结合的特色。例题解答详细，使学生能理解解题思路，尽量减少学习障碍，每节均配有适量习题，可以帮助学生巩固所学的有关理论和方法。

全书由烟台南山学院孔德斌统稿定稿。全书在编写过程中得到了渤海大学吕志远教

授、山西广播电视大学大同分校王捷副教授的热心指导,并提出了具体的意见和建议,我们在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请专家和读者不吝指教。

编者

2015年12月

反侵权盗版声明

目 录

第 1 章　函数、极限与连续

函数是对现实世界中各种变量之间相互依存关系的一种抽象表现，是微积分研究的基本对象。本章对中学所学过的函数知识做简要的复习与总结，并补充有关的函数知识，如邻域、复合函数、有界函数、基本初等函数和初等函数。

1.1　集　　合

1.1.1　集合的概念

1. 集合

具有某种共同属性的一些对象的全体，称为集合。构成集合的每一个对象称为该集合的元素。通常，用大写字母 **A**,**B**,**C**…等表示集合，用小写字母 a,b,c…等表示集合的元素。如果 x 是集合 **A** 的元素，则称 x 属于 **A**，记作 $x\in \mathbf{A}$；如果 x 不是集合 **A** 的元素，则称 x 不属于 **A**，记作 $x\notin \mathbf{A}$。

用 **N** 表示自然数集合，用 **Z** 表示整数集合，用 **Q** 表示有理数集合，用 **R** 表示实数集合。

2. 集合的表示法

(1) 列举法：把集合的元素按任意顺序一一列举出来，写在大括号内表示集合的方法，称为列举法。

例如，由 1,2,3,4,5 组成的集合，可表示为$\{1,2,3,4,5\}$。

(2) 描述法：把集合的元素用共同属性描述出来，写在大括号内表示集合的方法，称为描述法，即 $\mathbf{A}=\{x|x$ 具有的共同属性$\}$表示集合 **A**。

例如，用$\{x|x^2-4x+3>0\}$表示不等式 $x^2-4x+3>0$ 的解集。

(3) 图形法：用一个平面图形表示一个集合，其中图形上的点表示集合的元素，称为图形法。如图 1-1 所示。

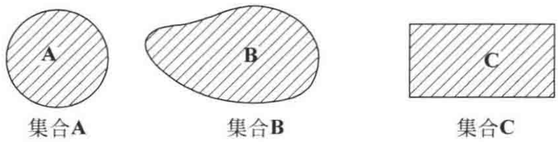


图　1-1

3. 集合的类型

(1) 有限集：含有有限个元素的集合称为有限集。

(2) 无限集：含有无限个元素的集合称为无限集。

(3) 空集：不含任何元素的集合称为空集，记为$\varnothing$。

(4) 全集：在研究某个问题时，把研究的所有对象构成的集合，称为全集，记为 **I** 或 **U**。

4. 子集、集合的相等

定义 1.1.1 设 **A**,**B** 为两个集合，如果集合 **A** 的元素都是集合 **B** 的元素，则称集合 **A** 为集合 **B** 的子集，如图 1-2 所示，记为 $\mathbf{A}\subset\mathbf{B}$ 或 $\mathbf{B}\supset\mathbf{A}$，读作 **A** 包含于 **B** 或 **B** 包含 **A**。如果集合 **A** 与集合 **B** 含有相同的元素，则称集合 **A** 与集合 **B** 相等，记为 $\mathbf{A}=\mathbf{B}$，读作 **A** 等于 **B**。

性质：设 **A**,**B**,**C** 为任意集合，U 为全集，则有

(1) $\varnothing\subset\mathbf{A}\subset\mathbf{U}$

(2) $\mathbf{A}\subset\mathbf{B},\mathbf{B}\subset\mathbf{C}\Rightarrow\mathbf{A}\subset\mathbf{C}$

(3) $\mathbf{A}=\mathbf{B}\Rightarrow\mathbf{A}\subset\mathbf{B}$ 且 $\mathbf{B}\subset\mathbf{A}$

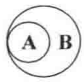


图 1-2

1.1.2 集合的运算

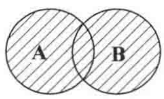
如同数与数之间有加、减、乘、除等各种运算一样，集合与集合之间也有并、交、差、补四种基本运算。

1. 并集

定义 1.1.2 设 **A** 与 **B** 为两个集合，则称 **A** 与 **B** 中所有元素汇总构成的集合为 **A** 与 **B** 的并集，记为 $\mathbf{A}\cup\mathbf{B}$，读作 **A** 并 **B**，即

$$\mathbf{A}\cup\mathbf{B}=\{x\mid x\in\mathbf{A}\text{ 或 }x\in\mathbf{B}\}$$

例如，设 $\mathbf{A}=\{1,2,3,4\}$，$\mathbf{B}=\{2,5,7,8\}$，如图 1-3 所示，则 $\mathbf{A}\cup\mathbf{B}=\{1,2,3,4,5,7,8\}$。



$\mathbf{A}\cup\mathbf{B}$

图 1-3

性质：

(1) $\varnothing\cup\mathbf{A}=\mathbf{A},\mathbf{A}\cup\mathbf{U}=\mathbf{U}$

(2) $\mathbf{A}\subset(\mathbf{A}\cup\mathbf{B}),\mathbf{B}\subset(\mathbf{A}\cup\mathbf{B})$

2. 交集

定义 1.1.3 设 **A** 与 **B** 为两个集合，则称 **A** 与 **B** 中所有公共元素汇总构成的集合为 **A** 与 **B** 的交集，记为 $\mathbf{A}\cap\mathbf{B}$，读作 **A** 交 **B**，即

$$\mathbf{A}\cap\mathbf{B}=\{x\mid x\in\mathbf{A}\text{ 且 }x\in\mathbf{B}\}$$

例如，设 $\mathbf{A}=\{x \mid -1<x<3\}$，$\mathbf{B}=\{x \mid 0<x<5\}$，如图 1-4 所示，则 $\mathbf{A}\cap\mathbf{B}=\{x \mid 0<x<3\}$。

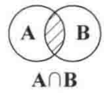


图　1-4

性质：

(1) $\varnothing\cap\mathbf{A}=\varnothing$，$\mathbf{A}\cup\mathbf{A}=\mathbf{A}$，$\mathbf{A}\cap\mathbf{U}=\mathbf{A}$

(2) $\mathbf{A}\supset(\mathbf{A}\cap\mathbf{B})$，$\mathbf{B}\supset(\mathbf{A}\cap\mathbf{B})$

3. 差集

定义 1.1.4　设 **A** 与 **B** 为两个集合，则称由集合 **A** 中去掉集合 **B** 的元素后，由剩下的元素构成的集合为 **A** 与 **B** 的差集，如图 1-5 所示，记为 $\mathbf{A}-\mathbf{B}$，读作 **A** 减 **B**，即

$$\mathbf{A}-\mathbf{B}=\{x \mid x\in\mathbf{A}\text{ 且 }x\notin\mathbf{B}\}$$

例如：(1) 设 $\mathbf{A}=\{1,2,3,5,7\}$，$\mathbf{B}=\{2,4,5,6\}$，则 $\mathbf{A}-\mathbf{B}=\{1,3,7\}$。

(2) 设 $\mathbf{A}=\{x \mid 0<x<6\}$，$\mathbf{B}=\{x \mid -2<x<1\}$，则 $\mathbf{A}-\mathbf{B}=\{x \mid 1\leqslant x<6\}$。

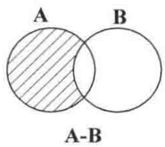


图　1-5

性质：

(1) $\varnothing-\mathbf{A}=\varnothing$，$\mathbf{A}-\varnothing=\mathbf{A}$，$\mathbf{A}-\mathbf{A}=\varnothing$

(2) $\mathbf{A}-\mathbf{B}\subset\mathbf{A}$

4. 补集

定义 1.1.5　设 **A** 与 **B** 为两个集合，且 $\mathbf{A}\subset\mathbf{B}$，则称 $\mathbf{B}-\mathbf{A}$ 为 **A** 关于 **B** 的补集，如图 1-6 所示，记为 $\mathbf{A}_{\mathbf{B}}^{\mathbf{C}}$，即

$$\mathbf{A}_{\mathbf{B}}^{\mathbf{C}}=\mathbf{B}-\mathbf{A}=\{x \mid x\in\mathbf{B}\text{ 且 }x\notin\mathbf{A}\}$$

当 $\mathbf{B}=\mathbf{U}$ 时，称 $\mathbf{A}_{\mathbf{B}}^{\mathbf{C}}$ 为 **A** 的补集，记为 $\mathbf{A}^{\mathbf{C}}$（或 $\overline{\mathbf{A}}$ 或 $\mathbf{A}'$）。

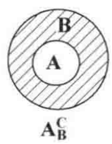


图　1-6

性质：

(1) $\varnothing^{\mathbf{C}}=\mathbf{U}$，$\mathbf{U}^{\mathbf{C}}=\varnothing$

(2) $\mathbf{A}^{\mathbf{C}}\cup\mathbf{A}=\mathbf{U}$，$\mathbf{A}^{\mathbf{C}}\cap\mathbf{A}=\varnothing$

(3) $(\mathbf{A}\cup\mathbf{B})^{\mathbf{C}}=\mathbf{A}^{\mathbf{C}}\cap\mathbf{B}^{\mathbf{C}}$，$(\mathbf{A}\cap\mathbf{B})^{\mathbf{C}}=\mathbf{A}^{\mathbf{C}}\cup\mathbf{B}^{\mathbf{C}}$

5. 集合的运算律

(1) 交换律

(i) $\mathbf{A}\cup\mathbf{B}=\mathbf{B}\cup\mathbf{A}$

(ii) $\mathbf{A}\cap\mathbf{B}=\mathbf{B}\cap\mathbf{A}$

(2) 结合律

(i) $(\mathbf{A}\cup\mathbf{B})\cup\mathbf{C}=\mathbf{A}\cup(\mathbf{B}\cup\mathbf{C})$

(ii) $(\mathbf{A}\cap\mathbf{B})\cap\mathbf{C}=\mathbf{A}\cap(\mathbf{B}\cap\mathbf{C})$

(3) 分配律

(i) $(\mathbf{A}\cup\mathbf{B})\cap\mathbf{C}=(\mathbf{A}\cap\mathbf{C})\cup(\mathbf{B}\cap\mathbf{C})$

(ii) $(\mathbf{A}\cap\mathbf{B})\cup\mathbf{C}=(\mathbf{A}\cup\mathbf{C})\cap(\mathbf{B}\cup\mathbf{C})$

1.1.3 区间、邻域

1. 有限区间

设 a,b 为实数,且 $a<b$。

(1) 开区间:称实数集合$\{x|a<x<b\}$是以 a 为左端点、b 为右端点的开区间,记为(a,b),如图 1-7 所示,即

$$(a,b)=(x \mid a<x<b)$$

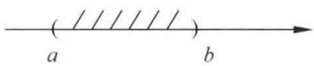


图 1-7

(2) 左开右闭区间:称实数集合$\{x|a<x\leqslant b\}$是以 a 为左端点、b 为右端点的左开右闭区间,记为$(a,b]$,如图 1-8 所示,即

$$(a,b]=(x \mid a<x\leqslant b)$$

图 1-8

(3) 左闭右开区间:称实数集合$\{x|a\leqslant x<b\}$是以 a 为左端点、b 为右端点的左闭右开区间,记为$[a,b)$,如图 1-9 所示,即

$$[a,b)=\{x \mid a\leqslant x<b\}$$

图 1-9

(4) 闭区间:称实数集合$\{x|a\leqslant x\leqslant b\}$是以 a 为左端点、b 为右端点的闭区间,记为$[a,b]$,如图 1-10 所示,即

$$[a,b]=\{x \mid a\leqslant x\leqslant b\}$$

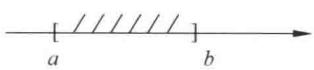


图 1-10

2. 无限区间

(1) $(a,+\infty)=\{x|a<x\}$表示大于 a 的实数集合。

(2) $[a,+\infty)=\{x|a\leqslant x\}$表示大于等于 a 的实数集合。

(3) $(-\infty,b)=\{x|x<b\}$表示小于 b 的实数集合。

(4) $(-\infty,b]=\{x|x\leqslant b\}$表示小于等于 b 的实数集合。

(5) $(-\infty,+\infty)=\{x|-\infty<x<+\infty\}$表示实数集合。

注意“$+\infty$”(读作正无穷大)、“$-\infty$”(读作负无穷大)是引用符号,不能当作数。

3. 邻域

称集合$\{x\,\big|\,|x-x_0|<\delta,\delta>0\}=(x_0-\delta,x_0+\delta)$为点 x_0 的 δ 邻域,点 x_0 为该邻域的中心,δ 为该邻域的半径,如图 1-11 所示。称集合$\{x|0<|x-x_0|<\delta,\delta>0\}=(x_0-\delta,x_0)\cup(x_0,x_0+\delta)$为点 x_0 的空心 δ 的邻域,如图 1-12 所示。

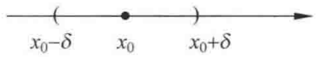


图　1-11

图　1-12

例如:点 1 的 $\frac{1}{2}$ 邻域为 $\left(1-\frac{1}{2},1+\frac{1}{2}\right)=\left(\frac{1}{2},\frac{3}{2}\right)$,点 1 的空心 $\frac{1}{2}$ 邻域为 $\left(\frac{1}{2},1\right)\cup\left(1,\frac{3}{2}\right)$。

习题 1.1

1. 用列举法表示下列集合。

(1) 方程 $x^2-7x+12=0$ 的根的集合;

(2) 抛物线 $y=x^2$ 与直线 $x-y=0$ 交点的集合;

(3) 集合$\{x|x-1\leqslant 5$ 的整数$\}$。

2. 用集合的描述法表示下列集合。

(1) 大于 5 的所有实数集合;

(2) 圆 $x^2+y^2=25$ 内部(不包含圆周)一切点的集合;

(3) 抛物线 $y=x^2$ 与直线 $x+y=0$ 的交点的集合。

3. 下列集合哪些是空集?

$$\mathbf{A}=\{x\mid x-1=0\},\quad \mathbf{B}=\{x\mid x^2+1=0,x\in\mathbf{R}\}$$
$$\mathbf{C}=\{x\mid x<-1,\text{且 }x>0\},\quad \mathbf{D}=\{x\mid x>1\text{ 且 }x<5\}$$
$$\mathbf{E}=\{(x,y)\mid x^2+y^2=1\text{ 且 }x+y=3,x,y\in\mathbf{R}\}$$

4. 如果 $\mathbf{A}=\{0,1,2\}$,$\mathbf{B}=\{1,2\}$,下列各种写法,哪些是对的?哪些不对?

$1\in\mathbf{A}$,$0\notin\mathbf{B}$,$\{1\}\in\mathbf{A}$,$1\subset\mathbf{A}$,$\{1\}\subset\mathbf{A}$,$\{0\}\subset\mathbf{B}$,$\mathbf{A}=\mathbf{B}$,$\mathbf{A}\supset\mathbf{B}$,$\varnothing\subset\mathbf{A}$,$\mathbf{A}\subset\mathbf{A}$

5. 如果 $\mathbf{A}$ 是非空集合,下列各个等式哪些是对的?哪些是不对的?

$$\mathbf{A}\cup\mathbf{A}=\mathbf{A},\mathbf{A}\cap\mathbf{A}=\mathbf{A},\mathbf{A}\cap\mathbf{A}=\varnothing,\mathbf{A}\cup\varnothing=\mathbf{A},$$
$$\mathbf{A}\cup\varnothing=\varnothing,\mathbf{A}\cup\mathbf{U}=\mathbf{U},\mathbf{A}\cap\mathbf{U}=\mathbf{A},\mathbf{A}\cap\varnothing=\mathbf{A},$$
$$\mathbf{A}\cap\varnothing=\varnothing,\mathbf{A}-\mathbf{A}=\mathbf{A},\mathbf{A}-\mathbf{A}=\varnothing,\mathbf{A}^{\mathrm{C}}=\mathbf{U}$$

6. 设 $\mathbf{A}=\{x\mid x^2-16<0\}$,$\mathbf{B}=\{x\mid x^2-4+3\geqslant 0\}$,$\mathbf{U}=\mathbf{R}$,求:

(1) $\mathbf{A}\cap\mathbf{B}$　(2)$\mathbf{A}\cup\mathbf{B}$　(3)$\mathbf{B}-\mathbf{A}$　(4)$\mathbf{A}^C$　(5)$\mathbf{B}^C$　(6) $(\mathbf{A}\cap\mathbf{B})^C$

7. 设 $\mathbf{A}=\{a,b,c\}$,$\mathbf{B}=\{b,e,f\}$,$\mathbf{C}=\{a,c,f\}$,求:

(1) $\mathbf{A}\cup\mathbf{B}$　(2) $\mathbf{B}\cap\mathbf{C}$　(3) $\mathbf{A}\cap\mathbf{C}$　(4) $(\mathbf{A}\cup\mathbf{B})\cap\mathbf{C}$　(5) $(\mathbf{B}\cap\mathbf{C})\cup(\mathbf{A}\cap\mathbf{C})$

1.2　函　　数

1.2.1　函数的概念

1. 函数的定义

定义 1.2.1　设 f 是集合 $\mathbf{X}$ 与 $\mathbf{Y}$ 之间的一种对应关系,若对 $\mathbf{X}$ 中的每一个元素 x,通过 f 都有 $\mathbf{Y}$ 中唯一确定的元素 y 与 x 对应,则称 f 为从 $\mathbf{X}$ 到 $\mathbf{Y}$ 的映射,记为

$$f:\mathbf{X}\to\mathbf{Y}\text{ 或 } y=f(x),x\in\mathbf{X}$$

若 $\mathbf{X}$ 与 $\mathbf{Y}$ 都是实数集合,则称映射 f 为函数,称 $\mathbf{X}$ 为 f 的定义域,记为 $\mathbf{D}_f$;称函数值的集合 $\{y\mid y=f(x),x\in\mathbf{X}\}$ 为 f 的值域,记为 $\mathbf{R}_f$。

设 $y=f(x)$ 是一个给定的函数,定义域为 $\mathbf{D}_f$,在平面直角坐标系中,用 x 轴上的点表示自变量的值,用 y 轴上的点表示函数值,这样,在 $\mathbf{D}_f$ 内的每一个 x 及相应的函数值 $y=f(x)$ 就确定了一个点 $P(x,y)$,当 x 在 $\mathbf{D}_f$ 内变动时,点 P 便在平面上移动,所有这些点的集合 $\{P(x,y)\mid x\in\mathbf{D}_f,y=f(x)\}$,称为函数 $y=f(x)$ 的图像。一般地,函数 $y=f(x)$ 的图像是平面内的一条曲线。

如果两个函数的定义域相同,对应关系相同,则称这两个函数是相同的(或相等的),否则称这两个函数是不相同的(或不相等的),至于自变量和因变量用什么记号表示,则没有什么关系。因此,只要定义域相同,对应关系 f 相同,则函数 $y=f(x)$ 与 $u=f(t)$ 表示同一个函数。

2. 函数的表示法

常用函数的表示法有三种:公式法或解析法、表格法或列表法、图形法或图像法。

下面各举一个例子。

例如,$y=\dfrac{1}{x(x-1)}+\sqrt{9-x^2}$

这是用公式表示 y 是 x 的函数,它的定义域 $\mathbf{D}_f=[-3,0)\cup(0,1)\cup(1,3]$。

例如,某城市一年里各月毛线的零售量(单位:百千克)如表 1-1 所示,它的定义域是 $\mathbf{D}_f=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12\}$。

表　1-1

月份 x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
零售量 y	81	84	45	45	9	5	6	15	94	161	144	123

例如,某河道的断面图形,其深度 y 与岸边一点 O 到测量点的距离 x 之间的对应关系由图 1-13 中的曲线所示。

这里，深度 y 是测距 x 的函数是用图形表示的，它的定义域为 $\mathbf{D}_f=[0,b]$。

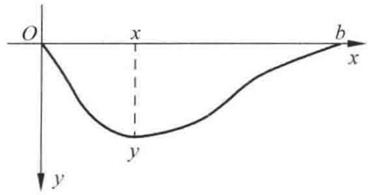


图　1-13

3. 分段函数

定义 1.2.2　设给定一个函数，如果对其定义域内自变量 x 不同的值，不能用一个统一的数学表达式表示，而至少要用两个数学表达式表示，则称这类函数为分段函数。

例如：$y=\begin{cases}x+1 & x<0\\ 0 & x=0\\ x-1 & x>0\end{cases}$ 与 $y=\begin{cases}-1 & x<0\\ 0 & x=0\\ 1 & x>0\end{cases}$

都是定义在$(-\infty,+\infty)$是的分段函数。

分段函数的定义域一般都分成若干部分，称每一部分为一段，段与段之间的交接点为分界点或分段点。注意，分段函数是至少用两个数学式子表示同一个函数，而不是表示几个函数。

4. 隐函数

定义 1.2.3　由二元方程 $F(x,y)=0$ 所确定的 y 与 x 的函数关系称为隐函数。其中因变量 y 不一定能用自变量 x 直接表示出来。例如：由方程 $xe^y-y+1=0$ 所确定的 y 与 x 的函数关系就不能写成 $y=f(x)$（显函数）形式，因而称为隐函数。

1.2.2　函数的几何特性

1. 单调性

定义 1.2.4　设函数 $y=f(x)$ 在区间 (a,b) 内有定义，若对 (a,b) 内的任意两点 x_1 和 x_2，当 $x_1<x_2$ 时，有 $f(x_1)<f(x_2)$，则称函数 $f(x)$ 在 (a,b) 内严格单调增加。反之，若 (a,b) 内任意两点 x_1 和 x_2，当 $x_1<x_2$ 时，有 $f(x_1)>f(x_2)$，则称函数 $f(x)$ 在 (a,b) 内严格单调减少。若 $f(x)$ 在 $\mathbf{D}_f$ 上严格单调增加，则称 $f(x)$ 为严格单调增加函数，若 $f(x)$ 在 $\mathbf{D}_f$ 上严格单调减少，则称 $f(x)$ 为严格单调减少函数。严格单调增加函数与严格单调减少函数统称为严格单调函数。

在几何上，严格单调增加函数的图形是随着 x 的增加而上升的曲线；严格单调减少函数的图形是随着 x 的增加而下降的曲线。

例如 $y=x^2$ 不是严格单调函数，它在 $(-\infty,0)$ 内严格单调减少，在 $(0,+\infty)$ 内严格单调增加，$y=x^3$ 是严格单调增加函数，$y=\left(\frac{1}{2}\right)^x$ 是严格单调减少函数。

2. 奇偶性

定义 1.2.5　设有函数 $y=f(x)$，若对任意 $x\in\mathbf{D}_f$，$\mathbf{D}_f$ 关于原点对称，都有 $f(-x)=$