

2015

· 考研 数学 ·



大纲配套 辅导全书

数学
(一)

胡金德 谭泽光◎主编

◆ 考试指导 —— 透析大纲 指点迷津 ◆

◆ 知识梳理 —— 直击考点 系统全面 ◆

◆ 例题解析 —— 思路丰富 科学总结 ◆

◆ 名师点拨 —— 透析规律 权威预测 ◆

清华大学出版社



(清华版) 考研数学精品备考

· 考研数学 ·

大纲配套 辅导全书



数学
(一)

胡金德 谭泽光 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是本系列丛书的主干书目,是考生进行基础复习的主要教材。全书分为高等数学、线性代数和概率论与数理统计三部分,每一部分包含若干章节,每个章节包含大纲考点分析、概念方法总结、经典例题精解、名师点拨等板块,知识点全面,讲解详细,以帮助考生全面掌握考研数学的基础知识,为其后的复习打下坚实的基础。

本书可供将参加 2015 年研究入学考试的学生备考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有 侵权必究 侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

考研数学大纲配套辅导全书. 数学一/胡金德,谭泽光主编. --北京:清华大学出版社,2014

(清华版考研数学精品备考丛书)

ISBN 978-7-302-36570-9

I. ①考… II. ①胡… ②谭… III. ①高等数学—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. ①013

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 112425 号

责任编辑:朱敏悦

封面设计:刘 波

责任校对:王荣静

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:36 字 数:915 千字

版 次:2014 年 7 月第 1 版 印 次:2014 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:68.80 元

产品编号:059643-01

前言

考研数学是考研科目中特别重要的一个科目,考生要想在最后取得理想成绩,除了需要不懈的努力外,还必须要学会使用“巧劲”,而非“蛮劲”。正确选择自己在不同复习准备阶段的考试辅导用书,可以在复习过程中达到事半功倍的效果。本书就是这样一本为考生在考前基础复习阶段用心编写、量身定做的考研辅导书。

本书作为一本系统、全面的考研数学一知识点梳理及能力提高训练用书,适合考研同学在考研复习初期使用。本书分三部分进行编写,高等数学、线性代数和概率论与数理统计。每一部分都是严格按照教育部考试中心编写的最新全国硕士研究生入学统一考试(数学一)考试大纲的要求,精心编写体例,概括总结每章知识点,重点突出,知识点讲解详略得当,帮助学生在复习时有有的放矢,快速提升学习效率,达到良好的复习和备考效果。

本书编排结构及特点如下:

一、考点清晰,内容权威

本书每章的开始部分介绍考试内容与考试要求,明确给出最新数学考试大纲中的考试内容与考试要求,旨在让考生在复习时明确目标,突出重点,做到有的放矢。同时,方便考生在复习过程中不断地查缺补漏,完善知识体系。

另外,本书作者在编写过程中,通过深入研究考试大纲,把握其要求和精神,并结合近10年来的考研数学真题,分析其命题特点和动向,结合多年来的教学经验,精心编写此书,内容非常权威。

二、知识全面,详略得当

本书每节开始的知识梳理部分由基本概念和重要的定理、性质与公式两大部分组成,涵盖考研大纲的所有知识点,并做到详略得当。对于重要的知识点给予详细的论述,常考的题型给出常用的解题方法和解题步骤,旨在帮助考生熟悉考点,复习定理与公式,掌握考试的基本题型,建立考研数学的整体知识架构。

三、归纳总结,指点迷津

在体例设计上,作者通过精心研究考研数学的命题规律,将考试内容分为不同的专题进行讲解,通过归纳总结历年考试类型,力求涵盖考试中可能出现的所有考试题型,为考生指点迷津。在题目选择上既有紧扣考试内容常考的经典题目,也有许多发散思维的新题目,考生对常考题型要做到了然于胸,对一些新颖的题目要做到先记后用、触类旁通。

四、答案解析详细,解题方案多样

本书在题目讲解上,力求做到准确、详细,并在一些解题的关键处给出提示和注解,为考生提供详细的答案解析,从解析一道题学会分析解答类似的题目,同时,对于同一问题,本书给出

了多种思路的解题方案,以帮助考生灵活地运用所学知识,发散思维。考生在阅读完此部分后,定能加深对定义、定理的理解,极大提升解题的能力。

希望本书能成为广大考生的良师益友,由于时间仓促,书中难免有疏漏之处,诚请各位专家和读者批评指正。

最后,祝愿每一位考生都取得优异的成绩,考取理想的学府。

编 者
2014 年 6 月

目 录

第一部分 高等数学

第一章 函数 极限 连续	3
第一节 函数	3
题型一 求函数的定义域与函数表达式	7
题型二 函数的性质	8
第二节 极限	9
题型一 求函数极限	14
题型二 求数列极限	19
题型三 无穷小的比较	21
题型四 已知极限或无穷小求待定参数	23
第三节 函数的连续与间断	24
题型一 初等函数和抽象函数的连续与间断	26
题型二 分段函数的连续性	27
题型三 由极限定义的函数的连续性	28
题型四 连续函数的零点问题	29
第四节 综合题	29
章末练习一	31
第二章 一元函数微分学	34
第一节 导数与微分	34
题型一 利用导数与微分的定义解题	36
题型二 可微、可导、连续与极限的关系	37
题型三 导数的物理、几何应用	38
第二节 导数的计算	39
题型一 利用导数公式与运算法则求导	41
题型二 求分段函数导数或微分	41
题型三 幂指函数的导数或微分	42
题型四 由参数方程确定的函数的导数	43
题型五 隐函数求导	43
题型六 求 n 阶导数	44
第三节 导数与函数性态	46
题型一 求曲率与曲率半径	48
题型二 利用导数讨论函数单调性、极值与最值	48
题型三 函数的凹凸性与拐点	50

题型四	求曲线的切线、法线和渐近线	51
题型五	综合题	52
第四节	微分中值定理、零点问题与不等式证明	53
题型一	函数零点的存在性与个数问题	55
题型二	证明项中包含 $\xi, f(\xi), f'(\xi), \dots$ 的问题	57
题型三	拉格朗日中值定理与带拉格朗日余项的泰勒公式及其应用	59
题型四	证明项中包含 $\xi, \eta, f(\xi), f(\eta), f'(\xi), f'(\eta)$ 的问题	61
题型五	不等式证明	62
章末练习二		63
第三章	一元函数积分学	69
第一节	不定积分与定积分的概念与性质	69
第二节	不定积分与定积分的计算	74
题型一	有理函数的积分	76
题型二	无理函数的积分	76
题型三	三角相关函数的积分	77
题型四	乘积的混合式积分	79
题型五	分段函数与绝对值函数的积分	81
题型六	变限积分问题	82
第三节	反常积分	85
题型一	反常积分的计算	87
题型二	判定反常积分的敛散性	88
第四节	定积分的应用	89
题型一	几何应用	91
题型二	物理应用	94
第五节	定积分的证明题	95
题型一	等式的证明	95
题型二	不等式的证明	96
章末练习三		98
第四章	向量代数和空间解析几何	109
第一节	向量代数	109
第二节	空间平面方程与空间直线方程	112
题型一	求空间的平面方程	115
题型二	求空间的直线方程	116
题型三	点、直线、平面间的关系	117
第三节	空间曲面方程与空间曲线方程	118
题型一	旋转面与柱面方程	119
题型二	投影方程	120
章末练习四		121
第五章	多元函数微分学	124
第一节	多元函数的极限与连续性	124

题型一	二元函数的概念	125
题型二	二元函数的极限	126
第二节	偏导数与全微分	127
题型一	简单的二元函数偏导数与微分计算	128
题型二	二元函数连续、可偏导、可微的关系	130
第三节	多元函数求导法则	133
题型一	求复合函数的偏导数与全微分	134
题型二	求隐函数的偏导数与全微分	138
第四节	多元函数微分学的几何应用	142
题型一	空间曲线与空间曲面	143
题型二	求方向导数与梯度	145
第五节	多元函数的极值与最值	146
题型一	求解多元函数的无条件极值	147
题型二	求解多元函数的条件极值	150
题型三	求解多元函数的最值	151
章末练习五		156
第六章	多元函数积分学	161
第一节	二重积分	161
题型一	二重积分的概念和性质	165
题型二	直角坐标和极坐标下二重积分的计算	165
题型三	二次积分交换积分次序	171
题型四	利用对称性计算二重积分	173
第二节	三重积分	176
题型一	直角坐标系下三重积分的计算	179
题型二	柱坐标系下三重积分的计算	179
题型三	球坐标系下三重积分的计算	180
题型四	利用对称性或轮换化简三重积分	181
第三节	曲线积分	181
题型一	第一类曲线积分	185
题型二	第二类曲线积分与格林公式的应用	186
第四节	曲面积分	189
题型一	第一类曲面积分	192
题型二	第二类曲面积分与高斯公式的应用	194
题型三	斯托克斯公式的应用	197
第五节	散度与旋度	198
题型一	散度与旋度的计算	199
第六节	多元函数积分学的几何、物理应用	199
题型一	几何应用	200
题型二	物理应用	201
章末练习六		205

第七章 无穷级数	210
第一节 常数项级数及其敛散性	211
题型一 级数的概念与敛散性	214
题型二 正向级数的敛散性判定	215
题型三 交错级数的敛散性判定	217
题型四 任意项级数的敛散性判定	218
第二节 幂级数	219
题型一 幂级数的收敛区间与收敛域	222
题型二 幂级数与常数项级数求和	224
题型三 函数的幂级数展开式	227
第三节 傅里叶级数	230
题型一 函数的傅里叶级数展开	232
题型二 傅里叶级数的收敛性	233
章末练习七	235
第八章 微分方程	240
第一节 一阶微分方程与可降阶的高阶微分方程的解法	240
题型一 变量可分离的方程与齐次方程的求解	243
题型二 一阶线性方程与伯努利方程的求解	244
题型三 全微分的求解	245
题型四 可降解的高阶微分方程的求解	247
第二节 高阶线性微分方程	249
题型一 高阶线性微分方程解的结构、性质与判定	251
题型二 求解二阶线性微分方程	252
题型三 求解欧拉方程	253
第三节 微分方程的应用	254
章末练习八	260

第二部分 线性代数

第一章 行列式	267
题型一 行列式的概念及性质	270
题型二 数字型行列式的计算	271
题型三 抽象行列式的计算	275
题型四 有关 $ A = 0$ 的证明	277
章末练习一	277
第二章 矩 阵	281
第一节 矩阵的概念及运算	281
第二节 可逆矩阵与伴随矩阵	284
第三节 矩阵的初等变换	286
第四节 分块矩阵	287
题型一 矩阵的概念及运算	288

题型二	求方阵的幂	289
题型三	矩阵可逆的判定及逆矩阵的计算	292
题型四	伴随矩阵	294
题型五	矩阵的初等变换	296
题型六	分块矩阵	298
题型七	求解矩阵方程	300
章末练习二		305
第三章 向 量		309
第一节 向量与向量组的线性相关性		309
题型一	线性相关性的判别与证明	311
题型二	向量与向量组的线性表出	314
第二节 极大线性无关组与向量组的秩		317
题型一	矩阵的秩	318
题型二	向量组的秩与极大线性无关组	320
题型三	向量组的等价	322
第三节 向量空间		324
题型一	向量空间的基本概念	326
题型二	过渡矩阵与坐标变换	326
题型三	正交矩阵与正交化	328
章末练习三		330
第四章 线性方程组		335
第一节 齐次线性方程组		335
第二节 非齐次线性方程组		338
题型一	线性方程组解的判定、性质与结构	339
题型二	求解齐次线性方程组	343
题型三	求解非齐次线性方程组	346
题型四	两方程组的公共解与同解问题	356
章末练习四		360
第五章 矩阵的特征值和特征向量		364
第一节 特征值与特征向量		364
题型一	求数字型矩阵的特征值与特征向量	366
题型二	求抽象矩阵的特征值与特征向量	369
题型三	特征值与特征向量的逆问题	371
题型四	有关特征值与特征向量的证明题	373
第二节 相似矩阵及矩阵的相似对角化		375
题型一	相似的矩阵的性质及其判定	377
题型二	方阵的对角化问题	379
第三节 实对称矩阵及其相似对角化		384
题型一	实对称矩阵的性质	385
题型二	实对称矩阵的对角化	389

章末练习五	392
第六章 二次型	396
第一节 二次型的定义、矩阵表示	396
第二节 化二次型为标准形和规范形	397
第三节 合同矩阵	399
第四节 正定二次型与正定矩阵	399
题型一 二次型的基本概念	400
题型二 线性变换	402
题型三 化二次型为标准形和规范形	402
题型四 矩阵的合同	409
题型五 正定二次型与正定矩阵的判定与证明	411
章末练习六	414

第三部分 概率论与数理统计

第一章 随机事件和概率	419
第一节 随机事件的关系与运算	419
题型一 随机事件的表示与运算	421
第二节 随机事件的概率	423
题型一 概率的基本性质	424
题型二 古典概型与几何概型	426
题型三 条件概率	427
题型四 全概率公式与贝叶斯公式	428
第三节 事件的独立性与独立重复试验	430
题型一 事件的独立性	431
题型二 伯努利概型	433
章末练习一	434
第二章 随机变量及其分布	437
第一节 随机变量及其分布函数	437
题型一 随机变量及其分布函数的概念与性质	438
第二节 离散型与连续型随机变量	441
题型一 离散型随机变量及其分布律	444
题型二 连续型随机变量及其概率密度	445
题型三 随机变量的常见分布	447
第三节 随机变量函数的分布	449
章末练习二	454
第三章 多维随机变量及其分布	457
第一节 二维随机变量及其分布	457
题型一 离散型随机变量的联合分布、边缘分布与条件分布	460
题型二 连续型随机变量的联合分布、边缘分布与条件分布	463
第二节 二维随机变量的独立性	466

第三节	二维均匀分布与二维正态分布	470
第四节	随机变量函数的分布	474
	章末练习三	486
第四章	随机变量的数字特征	489
第一节	随机变量的数学期望和方差	489
题型一	随机变量期望与方差的概念与计算	491
题型二	随机变量函数的期望与方差	495
题型三	几种常见分布的期望与方差	499
第二节	协方差与相关系数	501
题型一	协方差与相关系数的计算	503
题型二	相关性与独立性的判定	506
第三节	随机变量的矩	509
	章末练习四	510
第五章	大数定律与中心极限定理	513
第一节	大数定律	513
第二节	中心极限定理	514
题型一	切比雪夫不等式与大数定律	515
题型二	中心极限定理	517
	章末练习五	520
第六章	数理统计的基本概念	523
第一节	随机样本	523
第二节	统计量及其分布	524
题型一	统计量及其数字特征	528
题型二	统计量的分布	533
	章末练习六	536
第七章	参数估计	539
第一节	点估计与估计量的评价标准	539
题型一	矩估计和最大似然估计	541
题型二	估计量的评价标准	544
第二节	区间估计	549
	章末练习七	551
第八章	假设检验	555
	章末练习八	557

第一部分

高等数学

第一章 函数 极限 连续

考试内容

函数的概念及表示法;函数的有界性、单调性、周期性和奇偶性;复合函数、反函数、分段函数和隐函数;基本初等函数的性质及其图形;初等函数;函数关系的建立;数列极限与函数极限的定义及其性质;函数的左极限与右极限;无穷小量和无穷大量的概念及其关系;无穷小量的性质及无穷小量的比较;极限的四则运算;极限存在的两个准则:单调有界准则和夹逼准则;两个重要极限:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e,$$

函数连续的概念;函数间断点的类型;初等函数的连续性;闭区间上连续函数的性质.

考试要求

1. 理解函数的概念,掌握函数的表示法,会建立应用问题的函数关系.
2. 了解函数的有界性、单调性、周期性和奇偶性.
3. 理解复合函数及分段函数的概念,了解反函数及隐函数的概念.
4. 掌握基本初等函数的性质及其图形,了解初等函数的概念.
5. 理解极限的概念,理解函数左极限与右极限的概念以及函数极限存在与左、右极限之间的关系.
6. 掌握极限的性质及四则运算法则.
7. 掌握极限存在的两个准则,并会利用它们求极限,掌握利用两个重要极限求极限的方法.
8. 理解无穷小量、无穷大量的概念,掌握无穷小量的比较方法,会用等价无穷小量求极限.
9. 理解函数连续性的概念(含左连续与右连续),会判别函数间断点的类型.
10. 了解连续函数的性质和初等函数的连续性,理解闭区间上连续函数的性质(有界性、最大值和最小值定理、介值定理),并会应用这些性质.

第一节 函 数

知识梳理

一、基本概念

定义 1(邻域) 设 $\delta > 0$, 则开区间 $(a - \delta, a + \delta)$ 为点 a 一个邻域, 并称此邻域为点 a 的 δ 邻域, 记作 $U(a, \delta)$, 即 $U(a, \delta) = \{x \mid a - \delta < x < a + \delta\}$. 记 $\dot{U}(a, \delta) = \{x \mid 0 < |x - a| < \delta\}$,

称为 a 的去心 δ 邻域,相应地,称开区间 $(a-\delta, a)$ 为 a 的左 δ 邻域,称开区间 $(a, a+\delta)$ 为 a 的右 δ 邻域.

定义 2(函数) 设数集 $D \subset \mathbf{R}$, 则称映射 $f: D \rightarrow \mathbf{R}$ 为定义在 D 上的函数,通常简记为 $y = f(x)$, $x \in D$, 其中 x 称为自变量, y 称为因变量, D 称为定义域,记作 D_f , 即 $D_f = D$.

函数定义中,对每个 $x \in D$, 按对应法则 f , 总有唯一确定的值 y 与之对应,这个值称为函数 f 在 x 处的函数值,记作 $f(x)$, 即 $y = f(x)$. 因变量 y 与自变量 x 之间的这种依赖关系,通常称为函数关系. 函数值 $f(x)$ 的全体所构成的集合称为函数 f 的值域,记作 R_f 或 $f(D)$, 即

$$R_f = f(D) = \{y \mid y = f(x), x \in D\}.$$

需要指出,按照上述定义,记号 f 和 $f(x)$ 的含义是有区别的:前者表示自变量 x 和因变量 y 之间的对应法则,而后者表示与自变量 x 对应的函数值. 但为了叙述方便,习惯上常用记号“ $f(x), x \in D$ ”或“ $y = f(x), x \in D$ ”来表示定义在 D 上的函数,这时应理解为由它所确定的函数 f .

函数是从实数集到实数集的映射,其值域总在 $\mathbf{R}$ 内,因此构成函数的要素是:定义域 D_f 及对应法则 f . 如果两个函数的定义域相同,对应法则也相同,那么这两个函数就是相同的,否则就是不同的.

对于自变量 x 的不同取值范围,对应法则用不同式子来表示,这样的函数通常叫做分段函数.

【注】 分段函数是一个函数,不可将每一段的表达式当做一个函数.

常见的几种分段函数:

绝对值函数

$$y = |x| = \begin{cases} x, & x \geq 0, \\ -x, & x < 0. \end{cases}$$

它的定义域 $D = (-\infty, +\infty)$, 值域 $R_f = [0, +\infty)$, 图形如图 1-1 所示.

符号函数

$$y = \operatorname{sgn} x = \begin{cases} 1, & x > 0, \\ 0, & x = 0, \\ -1, & x < 0. \end{cases}$$

它的定义域 $D = (-\infty, +\infty)$, 值域 $R_f = \{-1, 0, 1\}$, 图形如图 1-2 所示.

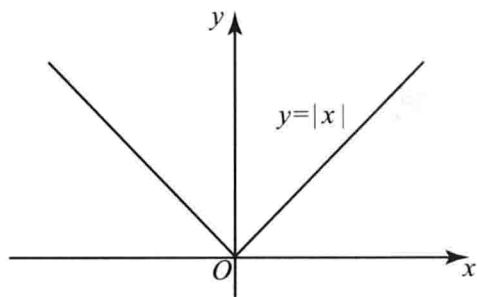


图 1-1

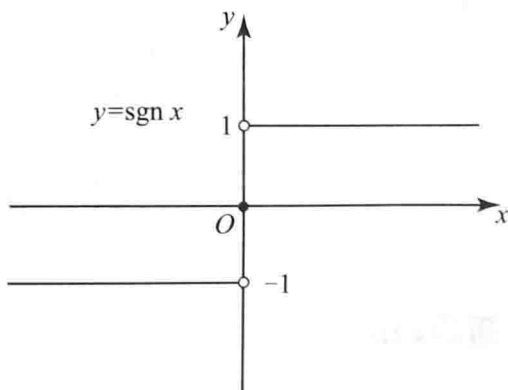


图 1-2

定义 3(函数的有界性) 设函数 $f(x)$ 的定义域为 D , 数集 $X \subset D$. 如果存在数 K_1 , 使得

$$f(x) \leq K_1$$

对任一 $x \in X$ 都成立, 则称函数 $f(x)$ 在 X 上有上界, 而 K_1 称为函数 $f(x)$ 在 X 上的一个上界. 如果存在数 K_2 , 使得

$$f(x) \geq K_2$$

对任一 $x \in X$ 都成立, 则称函数 $f(x)$ 在 X 上有下界, 而 K_2 称为函数 $f(x)$ 在 X 上的一个下界. 如果存在正数 M , 使得

$$|f(x)| \leq M$$

对任一 $x \in X$ 都成立, 则称函数 $f(x)$ 在 X 上有界. 如果这样的 M 不存在, 就称函数 $f(x)$ 在 X 上无界; 这就是说, 如果对于任何正数 M , 总存在 $x_1 \in X$, 使 $|f(x_1)| > M$, 那么函数 $f(x)$ 在 X 上无界.

【注】 函数 $f(x)$ 在 X 上有界的充分必要条件是它在 X 上既有上界又有下界.

定义 4(函数的单调性) 设函数 $f(x)$ 的定义域为 D , 区间 $I \subset D$. 如果对于区间 I 上任意两点 x_1 及 x_2 , 当 $x_1 < x_2$ 时, 恒有

$$f(x_1) < f(x_2),$$

则称函数 $f(x)$ 在区间 I 上是单调增加的. 如果对于区间 I 上任意两点 x_1 及 x_2 , 当 $x_1 < x_2$ 时, 恒有

$$f(x_1) > f(x_2),$$

则称函数 $f(x)$ 在区间 I 上是单调减少的. 单调增加和单调减少的函数统称为单调函数.

定义 5(函数的奇偶性) 设函数 $f(x)$ 的定义域 D 关于原点对称. 如果对于任一 $x \in D$, $f(-x) = f(x)$ 恒成立, 则称 $f(x)$ 为偶函数. 如果对于任一 $x \in D$, $f(-x) = -f(x)$ 恒成立, 则称 $f(x)$ 为奇函数.

【注】 奇函数的图形关于坐标原点对称, 偶函数的图形关于 y 轴对称.

定义 6(函数的周期性) 设函数 $f(x)$ 的定义域为 D . 如果存在一个正数 l , 使得对于任一 $x \in D$ 有 $(x \pm l) \in D$, 且

$$f(x + l) = f(x)$$

恒成立, 则称 $f(x)$ 为周期函数, l 称为 $f(x)$ 的周期, 通常我们说周期函数的周期是指最小正周期.

【注】 并非每个周期函数都有最小正周期.

例如: 狄利克雷(Dirichlet) 函数

$$D(x) = \begin{cases} 1, & x \text{ 为有理数,} \\ 0, & x \text{ 为无理数.} \end{cases}$$

容易验证这是一个周期函数, 任何正有理数 r 都是它的周期. 因为不存在最小的正有理数, 所以它没有最小正周期.

定义 7(隐函数) 对包含变量 x, y 的方程 $F(x, y) = 0$, 当 x 取某区间内的任意值时, 总有满足此方程的唯一的 y 值存在, 则称方程 $F(x, y) = 0$ 在该区间内确定了一个隐函数 $y = y(x)$.

定义 8(反函数) 设函数 $f: D \rightarrow f(D)$ 是单射, 则它存在逆映射 $f^{-1}: f(D) \rightarrow D$, 称此映射 f^{-1} 为函数 f 的反函数.

按此定义, 对每个 $y \in f(D)$, 有唯一的 $x \in D$, 使得 $f(x) = y$, 于是有

$$f^{-1}(y) = x.$$

习惯上, 我们把 $y = f(x)$ 的反函数记为 $y = f^{-1}(x)$.