普通高等教育“十三五”应用型本科规划教材

概率论与数理统计

潘显兵　靳艳红　熊欧　主编

清华大学出版社

普通高等教育“十三五”应用型本科规划教材

概率论与数理统计

潘显兵　靳艳红　熊欧　主　编
边梦柯　陈素素　张学叶　副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书内容主要包括：概率论的基本概念、随机变量与多维随机变量及其分布、随机变量的数字特征、大数定律与中心极限定理、数理统计的基本概念、参数估计、假设检验、随机过程的基本概念. 书中标题带 * 号的内容为选讲内容，每章均有应用案例或试验，附录中给出了常用的概率分布表及概率论与数理统计中常用的 MATLAB 基本命令等.

本书可作为高等院校非数学专业概率论与数理统计课程和概率论与随机过程课程的教材，也可供数学专业学生及广大工程技术人员参考.

图书在版编目(CIP)数据

概率论与数理统计/潘显兵，靳艳红，熊欧主编. —北京：清华大学出版社，2017
(普通高等教育"十三五"应用型本科规划教材)
ISBN 978-7-302-48339-7

Ⅰ. ①概… Ⅱ. ①潘… ②靳… ③熊… Ⅲ. ①概率论—高等学校—教材 ②数理统计—高等学校—教材 Ⅳ. ①O21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 215770 号

责任编辑：陈　明
封面设计：傅瑞学
责任校对：王淑云
责任印制：李红英

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 装 者：三河市铭诚印务有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：170mm×230mm　　**印　　张**：15.5　　**字　　数**：313 千字
版　　次：2017 年 8 月第 1 版　　**印　　次**：2017 年 8 月第 1 次印刷
印　　数：1～2500
定　　价：32.00 元

产品编号：074761-01

前言

概率论与数理统计是对随机现象的统计规律进行演绎和归纳的科学，是从数量上研究随机现象的客观规律的一门基础学科，是近代数学的重要组成部分. 当前，概率论与数理统计已广泛应用于自然科学、社会科学、工程技术、工农业生产和军事技术中，并且正广泛与其他学科互相渗透或结合，成为近代经济理论、管理科学等学科的应用研究的重要工具. 因此，概率论与数理统计是理工农医、经济管理、金融等各类学生的必修课，是在现代科学技术、经济管理、人文科学中应用最广泛的一门课程.

本教材为普通高等学校非数学专业学生编写，也可供各类需要提高数学素质和能力的人员使用. 本教材在编写过程中，始终贯彻"以理论为基础，以应用为目标"的原则，深入浅出地介绍了概率论、数理统计与随机过程的基本理论、方法及应用，注重随机现象思想与原理的叙述，特别强调概率论、数理统计方法的应用性. 在本教材中，概念、定理及理论叙述准确、精炼，符合使用标准、规范，知识点突出，难点分散，证明和计算过程严谨，例题、习题等均经过精选，具有代表性和启发性.

本教材由重庆邮电大学移通学院数理教学部编写，潘显兵提出编写思想和提纲，靳艳红和熊欧负责部分章节编写及全书统稿工作，边梦柯、陈素素、张学叶等参与编写. 编写过程中参阅了大量的相关教材和资料，并借鉴了部分相关内容，重庆邮电大学理学院的鲜思东教授对全部内容进行了审阅并提出宝贵意见. 另外，本书的出版得到清华大学出版社的大力支持，在此一并表示衷心感谢.

由于编者的水平有限，教材中难免有不妥之处，希望读者提出宝贵意见.

编　者

2017 年 4 月

目 录

第1章　事件与概率

自然界和社会上发生的现象是各式各样的，有一类现象，在一定条件下必然发生，这类现象称为**确定性现象**．例如，太阳从东方升起；水在标准大气压下温度达到100℃时必然沸腾；同性电荷相互排斥，异性电荷相互吸引等．在自然界和社会上也存在另一类现象，在一定的条件下，可能出现这样的结果，也可能出现那样的结果，且在试验或观察之前不能确定哪一个结果会出现，这类现象称为**随机现象**．例如，掷一枚均匀的硬币，其结果可能是正面朝上，也可能是反面朝上，并且在每次抛掷之前无法确定抛掷的结果是什么；又如，在军训射击时，用同一步枪向同一目标射击，每次弹着点不尽相同，且在每一次射击之前无法预测弹着点的确切位置．

人们经过长期的实践和深入研究后，发现随机现象在大量重复试验或观察下，结果呈现出某种规律性．例如，多次重复掷一枚均匀硬币得到正面朝上的结果大致有一半；同一步枪射击同一目标的弹着点按照一定的规律分布．随机现象的这种在大量重复试验或观察中所呈现出的固有规律性，我们称为随机现象的**统计规律性**．概率论与数理统计就是研究和揭示随机现象统计规律性的一门数学科学．

1.1　随机事件

1.1.1　随机试验

人们是通过观察和试验来研究随机现象的，为对随机现象加以研究所进行的观察或试验，称为试验．若一个试验具有下列三个特点：

(1) 可以在相同的条件下重复地进行；

(2) 每次试验的可能结果不止一个，并且能事先明确试验的所有可能结果；

(3) 进行一次试验之前不能确定哪一个结果会出现，

则称这一试验为随机试验(random trial)，通常用 E 表示．

例 1.1.1　随机试验的例子．

(1) E_1：抛一枚硬币，观察正面 H、反面 T 出现的情况．

(2) E_2：将一枚硬币抛掷三次，观察正面 H、反面 T 出现的情况．

(3) E_3：将一枚硬币抛掷三次，观察正面出现的次数.

(4) E_4：记录一天内进入某商场的顾客数.

(5) E_5：在一批灯泡中任意抽取一只，测试它的寿命.

(6) E_6：记录某一地区一昼夜的最低温度和最高温度.

1.1.2 样本空间和样本点

对于随机试验，尽管在每次试验之前不能确定试验的结果，但试验的所有可能结果是已知的，我们将随机试验 E 的所有可能结果组成的集合称为 E 的**样本空间**(Space)，记为 S. 样本空间的元素，即 E 的每个结果，称为**样本点**.

例 1.1.2 请给出例 1.1.1 中随机试验的样本空间.

解 (1) $S_1=\{\mathrm{H},\mathrm{T}\}$；

(2) $S_2=\{\mathrm{HHH},\mathrm{HHT},\mathrm{HTH},\mathrm{THH},\mathrm{TTH},\mathrm{THT},\mathrm{HTT},\mathrm{TTT}\}$；

(3) $S_3=\{0,1,2,3\}$；

(4) $S_4=\{0,1,2,\cdots\}$；

(5) $S_5=\{t\mid t\geqslant 0\}$；

(6) $S_6=\{(x,y)\mid T_0\leqslant x\leqslant y\leqslant T_1\}$，这里 x 表示最低温度，y 表示最高温度，并设这一地区温度不会小于 T_0 也不会大于 T_1.

需要注意的是：

(1) 样本空间中的元素可以是数，也可以不是数.

(2) 样本空间中的元素个数可以是有限的，也可以是无限的，但至少含有两个元素.

(3) 样本空间中的元素由试验目的确定.

1.1.3 随机事件

一般地，我们称试验 E 的样本空间 S 的子集为 E 的**随机事件**，简称事件，通常用大写字母 $A,B,C,\cdots$ 表示. 在每次试验中，当且仅当这一子集中的一个样本点出现时，称这一**事件发生**，否则称**事件不发生**. 例如，在掷骰子的试验中，可以用 A 表示“出现点数为偶数”这个事件，若试验结果是“出现 6 点”，就称事件 A 发生；若试验结果是“出现 1 点”，就称事件 A 不发生.

特别地，由一个样本点组成的单点集，称为**基本事件**. 例如，在掷骰子的试验中有六个基本事件$\{1\},\{2\},\cdots,\{6\}$. 每次试验中都必然发生的事件，称为**必然事件**. 由于样本空间 S 包含所有的样本点，它是 S 自身的子集，且在每次试验中都必然发生的，故它就是一个必然事件. 因而必然事件我们也用 S 表示. 在每次试验中都不可能发生的事件称为**不可能事件**. 空集$\varnothing$不包含任何样本点，它作为样本空间的子集，在每次试验中都不可能发生，故它就是一个不可能事件. 因而不可能事件也用$\varnothing$表示.

例 1.1.3 在掷一颗骰子观察点数的试验中，令事件 A 表示“出现的点数是奇数”，事件 B 表示“出现的点数是偶数”，事件 C 表示“出现的点数小于 5”，事件 D 表示“出现的点数是不小于 3 的偶数”. 请写出随机试验的样本空间及事件包含的样本点.

解 $S=\{1,2,3,4,5,6\}$，$A=\{1,3,5\}$，$B=\{2,4,6\}$，$C=\{1,2,3,4\}$，$D=\{4,6\}$.

1.1.4 事件的关系与运算

事件是一个集合，因而事件间的关系与运算自然按照集合论中集合之间的关系和运算来处理. 根据“事件发生”的含义，给出它们在概率论中的含义. 设试验 E 的样本空间为 S，而 $A,B,A_k(k=1,2,\cdots)$ 是 S 的子集.

1. **包含关系** 若事件 A 发生必然导致事件 B 发生，则称事件 B 包含事件 A（或称事件 A 包含于事件 B），记为 $B\supset A$（或 $A\subset B$）（见图 1.1.1）.

为了方便起见，规定对于任一事件 A，有 $\varnothing\subset A\subset S$.

2. **相等关系** 若事件 B 包含事件 A，事件 A 也包含事件 B，即 $B\supset A$ 且 $A\supset B$，则称事件 A 与事件 B 相等，记为 $A=B$.

3. **事件的和** 事件 A 与事件 B 至少有一个发生，这一事件称为事件 A 与事件 B 的并（和），记为 $A\cup B$（见图 1.1.2）.

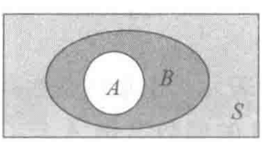


图 1.1.1 $B\supset A$ 或 $A\subset B$

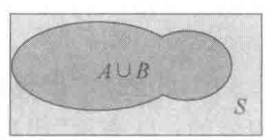


图 1.1.2 $A\cup B$

对任一事件 A，有 $A\cup S=S$，$A\cup\varnothing=A$.

$A=\bigcup\limits_{i=1}^{n}A_i$ 表示“$A_1,A_2,\cdots,A_n$ 中至少有一个事件发生”这一事件.

$A=\bigcup\limits_{i=1}^{\infty}A_i$ 表示“可列无穷多个事件 A_i 中至少有一个事件发生”这一事件.

在例 1.1.3 中，A 表示“出现的点数是奇数”；事件 C 表示“出现的点数小于 5”，则 $A\cup C=\{1,2,3,4,5\}$.

4. **事件的积** 事件 A 与事件 B 同时发生，这一事件称为事件 A 与事件 B 的积（或交），记为 $A\cap B$（或 AB）（见图 1.1.3）.

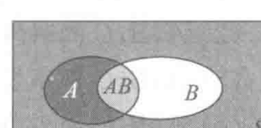


图 1.1.3 $A\cap B$

对任一事件 A，有 $A\cap S=A$，$A\cap\varnothing=\varnothing$.

$B=\bigcap\limits_{i=1}^{n} B_i$ 表示“n 个事件 $B_1, B_2, \cdots, B_n$ 同时发生”这一事件.

$B=\bigcap\limits_{i=1}^{\infty} B_i$ 表示“可列无穷多个事件 B_i 同时发生”这一事件.

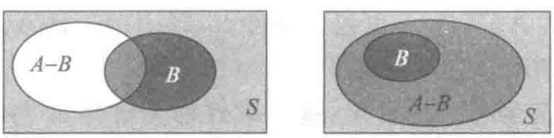
在例 1.1.3 中,A 表示“出现的点数是奇数”; C 表示“出现的点数小于 5”,则 $A \cap C=\{1,3\}$.

5. **事件的差**　事件 A 发生而事件 B 不发生,这一事件称为事件 A 与事件 B 的差,记为 $A-B$(见图 1.1.4).

对任一事件 A,有 $A-A=\varnothing$,$A-\varnothing=A$,$A-S=\varnothing$.

在例 1.1.3 中,A 表示“出现的点数是奇数”,C 表示“出现的点数小于 5”,则 $A-C=\{5\}$.

6. **互不相容事件**　若事件 A 与事件 B 不能同时发生,亦即 $AB=\varnothing$,则称事件 A 与事件 B 是互不相容的(见图 1.1.5).



(a) $A-B$ $(B \not\subset A)$　　(b) $A-B(B \subset A)$

图　1.1.4

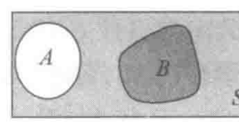


图 1.1.5　$AB=\varnothing$

在例 1.1.3 中,A 表示“出现的点数是奇数”,B 表示“出现的点数是偶数”,则 A 与 B 是互不相容的; D 表示“出现的点数是不小于 3 的偶数”,则 A 与 D 也是互不相容的.

7. **互逆事件**　若在任何一次试验中,事件 A 与事件 B 有且仅有一个发生,亦即事件 A 与事件 B 满足 $A \cup B=S$ 且 $A \cap B=\varnothing$,则称事件 A 与事件 B 互逆,又称 A 是 B 的对立事件(或 B 是 A 的对立事件),记为 $A=\overline{B}$(或 $B=\overline{A}$).

在例 1.1.3 中,A 表示“出现的点数是奇数”,B 表示“出现的点数是偶数”,因此 $B=\overline{A}$.

例 1.1.4　设 A,B,C 是 E 的随机事件,用 A,B,C 的运算关系表示下列事件:

(1) A,B 都发生而 C 不发生;

(2) A,B,C 同时发生;

(3) A,B,C 都不发生;

(4) A,B,C 至少有一个事件发生;

(5) A,B,C 至少有两个事件发生;

(6) A,B,C 中恰好有两个事件发生;

(7) A,B,C 中不多于一个事件发生.

解 (1) $AB\overline{C}$;(2) ABC;(3) $\overline{A}\overline{B}\overline{C}$;(4) $A\cup B\cup C$;(5) $AB\cup AC\cup BC$;(6) $AB\overline{C}\cup A\overline{B}C\cup\overline{A}BC$;(7) $\overline{A}\overline{B}\overline{C}\cup A\overline{B}\overline{C}\cup\overline{A}B\overline{C}\cup\overline{A}\overline{B}C$.

1.1.5 事件的运算律

在进行事件的运算时,经常要用到下述定律,设 A,B,C 为事件,则有

(1) 交换律 $A\cup B=B\cup A, AB=BA$.

(2) 结合律 $(A\cup B)\cup C=A\cup(B\cup C), (AB)C=A(BC)$.

(3) 分配律 $A(B\cup C)=AB\cup AC, A\cup BC=(A\cup B)(A\cup C)$.

(4) 重叠律 $A\cup A=A, AA=A$.

(5) 否定律 $\overline{\overline{A}}=A$.

(6) 互逆律 $A\cup\overline{A}=S, A\overline{A}=\varnothing$.

(7) 差化积 $A-B=A\overline{B}$.

(8) 吸收律 若 $A\subset B$,则 $A\cup B=B, AB=A$.

(9) 对偶律(德摩根律) $\overline{A\cup B}=\overline{A}\cap\overline{B}, \overline{A\cap B}=\overline{A}\cup\overline{B}$.

德摩根律可推广到有限个事件及无穷可列个事件的情况:

$$\overline{\bigcup_{i=1}^{n} A_i}=\bigcap_{i=1}^{n}\overline{A_i},\quad \overline{\bigcap_{i=1}^{n} A_i}=\bigcup_{i=1}^{n}\overline{A_i};$$

$$\overline{\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i}=\bigcap_{i=1}^{\infty}\overline{A_i},\quad \overline{\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i}=\bigcup_{i=1}^{\infty}\overline{A_i}.$$

例 1.1.5 设事件 A 表示“甲种产品畅销,乙种产品滞销”,求其对立事件 $\overline{A}$.

解 设 B 表示“甲种产品畅销”,C 表示“乙种产品滞销”,则 $A=BC$,故 $\overline{A}=\overline{BC}=\overline{B}\cup\overline{C}$ 表示“甲种产品滞销或乙种产品畅销”.

1.2 概率的定义与计算

除必然事件与不可能事件外,任一随机事件在一次试验中都有可能发生,也有可能不发生. 人们常常希望了解某些事件在一次试验中发生的可能性大小. 为此,我们首先引入频率的概念,它描述了事件发生的频繁程度. 进而我们再引出表示事件在一次试验中发生的可能性大小的数——概率.

1.2.1 频率与概率的统计定义

定义 1.2.1 在相同的条件下,进行 n 次试验,事件 A 发生的次数 n_A 称为事件 A 发生的**频数**,比值 $\frac{n_A}{n}$ 称为事件 A 在 n 次试验中发生的频率(Frequency),记为 $f_n(A)$.

由频率的定义可知，频率具有下列性质：

(1) 对任一事件 A，有 $0 \leqslant f_n(A) \leqslant 1$；

(2) 对必然事件 S，有 $f_n(S)=1$；

(3) 若事件 A,B 互不相容，则

$$f_n(A \cup B) = f_n(A) + f_n(B).$$

一般地，若事件 $A_1, A_2, \cdots, A_m$ 两两互不相容，则

$$f_n\left(\bigcup_{i=1}^{m} A_i\right) = \sum_{i=1}^{m} f_n(A_i).$$

事件 A 发生的频率 $f_n(A)$ 表示 A 发生的频繁程度，频率越大，事件 A 发生就越频繁，在一次试验中，A 发生的可能性也就越大. 反之亦然. 因而直观的想法是用 $f_n(A)$ 表示 A 在一次试验中发生可能性的大小. 但是，由于试验的随机性，即使同样是进行 n 次试验，$f_n(A)$ 的值也不一定相同. 但大量试验证实，随着重复试验次数 n 的增加，频率 $f_n(A)$ 会逐渐稳定于某个常数附近，而偏离的可能性很小，这种规律称为频率的“稳定性”. 例如掷硬币的试验中，发生正面的频率应稳定在 0.5 的附近，历史上曾有不少科学家做过试验，所得结果如表 1-2-1 所示.

表 1-2-1　抛硬币试验的结果

试验者	抛掷次数 n	出现正面次数 n_A	频数 n_A/n
德摩根	2 048	1 017	0.496 6
德摩根	2 048	1 048	0.511 7
蒲丰	4 040	2 048	0.506 9
皮尔逊	12 000	6 019	0.501 6
维尼	30 000	14 994	0.499 8
德摩根	2 048	1 039	0.507 3
德摩根	2 048	1 061	0.518 1
皮尔逊	24 000	12 012	0.500 5

从表 1-2-1 中数据可以看出：①频率具有随机波动性（即使对于同样的试验次数 n，所得的 $f_n(A)$ 不尽相同）；②抛掷硬币的次数 n 较小时，频率 $f_n(A)$ 随机波动的幅度较大，但随着 n 增大，频率 $f_n(A)$ 呈现出稳定性（当 n 逐渐增大时，$f_n(A)$ 稳定在 0.5 附近）.

对于每一个事件 A 都有这样一个客观存在的常数与之对应. 这种“**频率稳定性**”即通常所说的统计规律性，不断地为人类的实践所证实，它揭示了隐藏在随机现象中的规律性. 用这个频率稳定值来表示事件发生的可能性大小是合适的，这就是概率的统计定义.

定义 1.2.2　设事件 A 在 n 次重复试验中发生的次数为 k，当 n 很大时，频率 $\frac{k}{n}$

在某一数值 p 的附近摆动，而随着试验次数 n 的增加，发生较大摆动的可能性越来越小，则称数 p 为事件 A 发生的概率，记为 $P(A)=p$.

要注意的是，上述定义并没有提供确切计算概率的方法，因为我们永远不可能依据它确切地定出任一事件的概率. 在实际中，我们不可能对每一个事件都做大量的试验，况且我们不知道 n 取多大才行；如果 n 取很大，不一定能保证每次试验的条件都完全相同. 而且也没有理由认为，取试验次数为 $n+1$ 来计算频率，总会比取试验次数为 n 来计算频率将会更准确、更逼近所求的概率. 为了理论研究的需要，我们从频率的稳定性和频率的性质得到启发，给出概率的公理化定义.

1.2.2 概率的公理化定义及性质

定义 1.2.3 设 E 是随机试验，S 是它的样本空间，对于 E 的每一个事件 A 赋予一个实数，记为 $P(A)$，称为事件 A 的概率，如果集合函数 $P(\cdot)$ 满足下列条件：

(1) 非负性：对于每一个事件 A，有 $P(A)\geqslant 0$；

(2) 规范性：对于必然事件 S，有 $P(S)=1$；

(3) 可列可加性：设 $A_1,A_2,\cdots$ 是两两互不相容的事件，即对于 $i\neq j$，$A_iA_j=\varnothing$，$i,j=1,2,\cdots$，有

$$P\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right)=\sum_{i=1}^{\infty} P(A_i).$$

由概率的公理化定义，可得概率有以下性质.

1. $P(\varnothing)=0$. 即不可能事件发生的概率为 0.

证 令 $A_n=\varnothing(n=1,2,\cdots)$，则 $\bigcup\limits_{n=1}^{\infty} A_n=\varnothing$ 且 $A_iA_j=\varnothing(i\neq j,i,j=1,2,\cdots)$.
由概率的可列可加性得 $P(\varnothing)=P\left(\bigcup\limits_{n=1}^{\infty} A_n\right)=\sum\limits_{n=1}^{\infty} P(A_n)=\sum\limits_{n=1}^{\infty} P(\varnothing)$，而 $P(\varnothing)\geqslant 0$，故由上式知 $P(\varnothing)=0$.

2. (**有限可加性**) 若 $A_1,A_2,\cdots,A_n$ 是两两互不相容的事件，则有

$$P(A_1\cup A_2\cup\cdots\cup A_n)=P(A_1)+P(A_2)+\cdots+P(A_n).$$

证 令 $A_{n+1}=A_{n+2}=\cdots=\varnothing$，则 $A_iA_j=\varnothing$，当 $i\neq j,i,j=1,2,\cdots$ 时，由可列可加性，得

$$P\left(\bigcup_{k=1}^{n} A_k\right)=P\left(\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k\right)=\sum_{k=1}^{\infty} P(A_k)=\sum_{k=1}^{n} P(A_k).$$

3. 设 A,B 是两个事件，若 $A\subset B$，则有

$$P(B-A)=P(B)-P(A),\quad P(B)\geqslant P(A).$$

证 由 $A\subset B$ 知 $B=A\cup(B-A)$，且 $A(B-A)=\varnothing$，再由概率的有限可加性有

$$P(B)=P(A\cup(B-A))=P(A)+P(B-A);$$

又由 $P(B-A)\geqslant 0$，得 $P(B)\geqslant P(A)$.

一般地，对任意两事件 A,B，有 $P(B-A)=P(B\overline{A})=P(B)-P(AB)$.

4. 对任一事件 A，$P(A)\leqslant 1$.

证 因为 $A\subset S$，由性质3得 $P(A)\leqslant P(S)=1$.

5. 对任一事件 A，有 $P(\overline{A})=1-P(A)$.

证 因为 $\overline{A}\cup A=S$ 且 $\overline{A}A=\varnothing$，由有限可加性，得

$$1=P(S)=P(\overline{A}\cup A)=P(\overline{A})+P(A),$$

即 $P(\overline{A})=1-P(A)$.

6. **(加法公式)** 对于任意两个事件 A,B，有

$$P(A\cup B)=P(A)+P(B)-P(AB).$$

证 因为 $A\cup B=A\cup(B-AB)$ 且 $A\cap(B-AB)=\varnothing$，由性质2和性质3得

$$\begin{aligned}P(A\cup B)&=P(A\cup(B-AB))\\&=P(A)+P(B-AB)\\&=P(A)+P(B)-P(AB).\end{aligned}$$

性质6还可推广到三个事件的情形.例如，设 A,B,C 为任意三个事件，则有 $P(A\cup B\cup C)=P(A)+P(B)+P(C)-P(AB)-P(AC)-P(BC)+P(ABC)$.

一般地，对任意 n 个事件 $A_1,A_2,\cdots,A_n$，有

$$\begin{aligned}P\left(\bigcup_{i=1}^{n}A_i\right)&=\sum_{i=1}^{n}P(A_i)-\sum_{1\leqslant i<j\leqslant n}P(A_iA_j)\\&\quad+\sum_{1\leqslant i<j<k\leqslant n}P(A_iA_jA_k)-\cdots+(-1)^{n-1}P(A_1A_2\cdots A_n).\end{aligned}$$

例 1.2.1 设 A,B 为任意两事件，$P(A)=0.5$，$P(B)=0.3$，$P(AB)=0.1$，求：(1) $P(A-B)$；(2) $P(A\cup\overline{B})$；(3) $P(\overline{A}\overline{B})$.

解 (1) $P(A-B)=P(A)-P(AB)=0.5-0.1=0.4$.

(2) $P(A\cup\overline{B})=P(A)+P(\overline{B})-P(A\overline{B})=0.5+(1-0.3)-0.4=0.8$.

(3) $P(\overline{A}\overline{B})=P(\overline{A\cup B})=1-P(A\cup B)=1-[P(A)+P(B)-P(AB)]=1-(0.5+0.3-0.1)=0.3$.

1.2.3 古典概型

定义 1.2.4 设 E 是一个随机试验，若它满足以下两个条件：

(1)（有限性）试验的样本空间只有有限个样本点；

(2)（等可能性）试验中每个样本点发生的可能性相等，

则称 E 为古典概型（等可能概型）.

定义 1.2.5 设 E 是一个古典概型，样本空间 $S=\{e_1,e_2,\cdots,e_n\}$，A 是 E 中的一个事件，且 $A=\{e_{i_1},e_{i_2},\cdots,e_{i_k}\}$，定义 A 的概率为