

# 第十章 水文统计原理

杨红霞

## 第十章 水文统计原理



### 学习重点

累积频率和重现期的概念，经验累积频率曲线的概念及绘制；统计参数的计算，统计参数对密度曲线及频率曲线的影响；理论累积频率曲线的概念及绘制；用试错适线法和三点适线法求设计流量。



### 学习目标

了解水文计算资料的要求，熟悉水文统计的基本概念和原理；掌握经验累积频率曲线的绘制与应用，理论累积频率曲线的绘制与应用；掌握试错适线法和三点适线法。

## 第一节 水文统计的基本概念

### 随机事件和随机变量

1. 一定条件组合下所发生的事情称为“事件”。自然界中的一切现象，就其出现情况来说，分为三类。

(1) 必然事件：在一定条件下必然会发生的事情。例如，大量雨水汇入河流必然会引起河水猛涨。

(2) 不可能事件：在一定条件下不可能出现的事情。例如，长江的流域大，雨量充沛，不可能出现断流现象。

(3) 随机事件：一定条件下，发生的可能性为不确定的事情。水文现象出现的时间及其数值大小都具有随机特性。

# 第一节 水文统计的基本概念

## 一 随机事件和随机变量

### 2. 随机变量

按数理统计方法的定义，~随机变量即在多次重复试验中，随机事件出现的种种数值结果。一系列的随机变量，简称为系列。随机变量有两类，一类为连续型随机变量，即随机变量在 $X_1 \sim X_n$ 间可取任意值的变量。江河中的水位、流量或降水量等，两数值间均可有任何区间值。因此，水文现象的随机值均属连续型随机变量。另一类为离散型随机变量。

## 第一节 水文统计的基本概念

### 总体与样本

数理统计中，把随机变量系列的全体，称为总体。总体中的一部分随机变量，称为样本。总体是随机变量可能变化的全貌，样本是其中的局部。随机变量的个数，称为系列容量。总体可以分割成许多样本，从中随意选取的样本，称为随机样本。随机事件的总体有两类。

# 第一节 水文统计的基本概念



## 几率和频率



### 几率

$$P(A) = \frac{f_0}{n}$$

式中  $f_0$ ——事件  $A$  在客观上可能出现的次数；  
 $n$ ——可能出现的结果总数(总体的容量)。

几率的基本性质是  $0 \leq P(A) \leq 1$ 。

当  $A$  为必然事件时,  $P(A) = 1$ ;  $A$  为不可能事件时,  $P(A) = 0$ ;  $A$  为随机事件时,  $0 < P(A) < 1$ 。



### 频率

$$W(A) = \frac{f}{n}$$

式中  $f$ ——事件  $A$  出现的次数,即频数。

由此可知,频率是一个实测值,又称为经验几率。而几率则是一个理论值,是一个常数。  
可以证明当  $n$  相当大时,有

$$\lim_{n \rightarrow \infty} W(A) = P(A) \quad (8-3)$$

## 第一节 水文统计的基本概念

### 四

#### 总体与样本

水文统计中，等于或大于某一随机变量值出现的次数与总次数的比值，称为该随机变量的累积频率。等于或大于某一随机变量值在多年观测中平均多少年或多少次可能再现的时距，称为重现期，用 $T$ 表示，简称多少年一遇或多少次一遇。

## 第一节 水文统计的基本概念

设有随机变量  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , 其相应出现的频数为  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ , 且有  $x_1 > x_2 > x_3 \dots > x_n$ , 系列的总容量为  $n$ 。

按累积频率的定义有

$$\left. \begin{aligned} P(x \geq x_m) &= \frac{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_m}{n} = \frac{m(x \geq x_m)}{n} \\ \text{或} \quad P &= \frac{m}{n} \end{aligned} \right\} \quad (8-4)$$

式中  $m$ ——等于或大于某一随机变量值出现的累计频数；  
 $n$ ——系列总容量。

按重现期的定义有

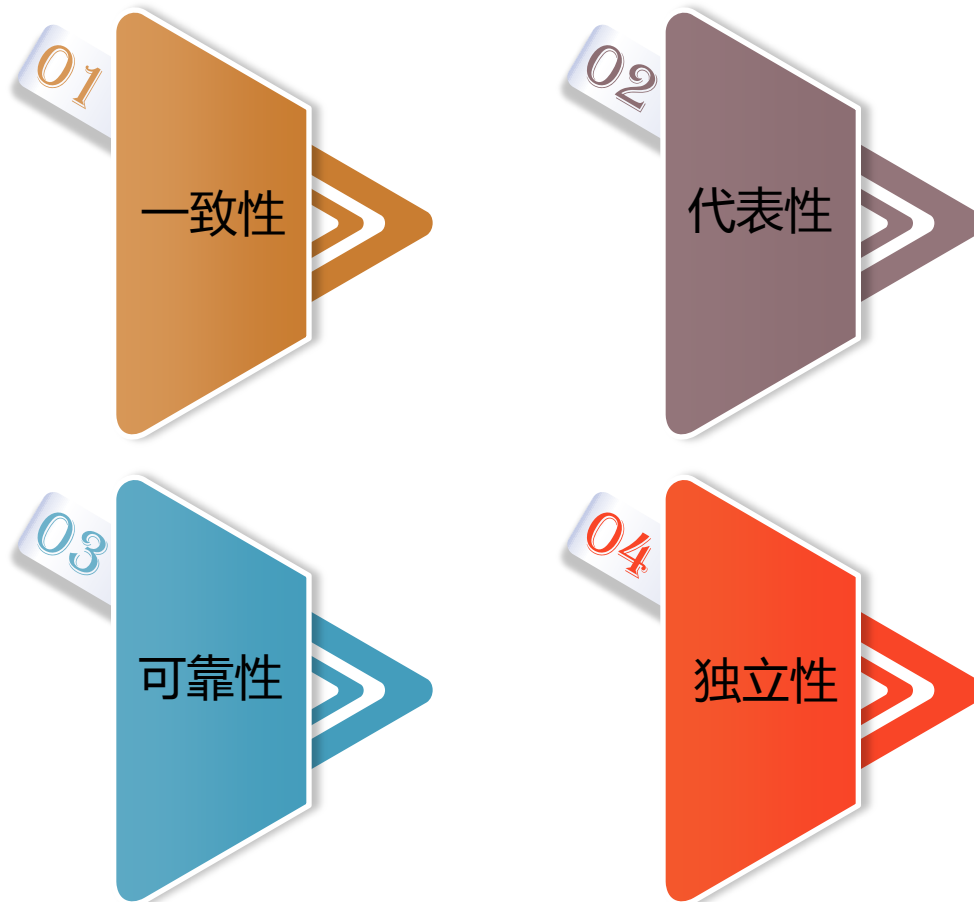
$$T = \frac{1}{P} \quad (8-5)$$



## 第二节 水文计算资料的要求

### 水文计算资料的要求

按规范规定，用于分析和计算的洪水资料应满足以下要求。



### 第三节 经验累积频率曲线

- ( 1 ) 将观测资料按组距为 $100\text{m}^3/\text{s}$ 分级。
- ( 2 ) 将流量从大到小排序，并统计每一组出现的次数。
- ( 3 ) 计算各组的相应频率及累积频率。
- ( 4 ) 绘制各组流量与相应累积频率关系直方图。

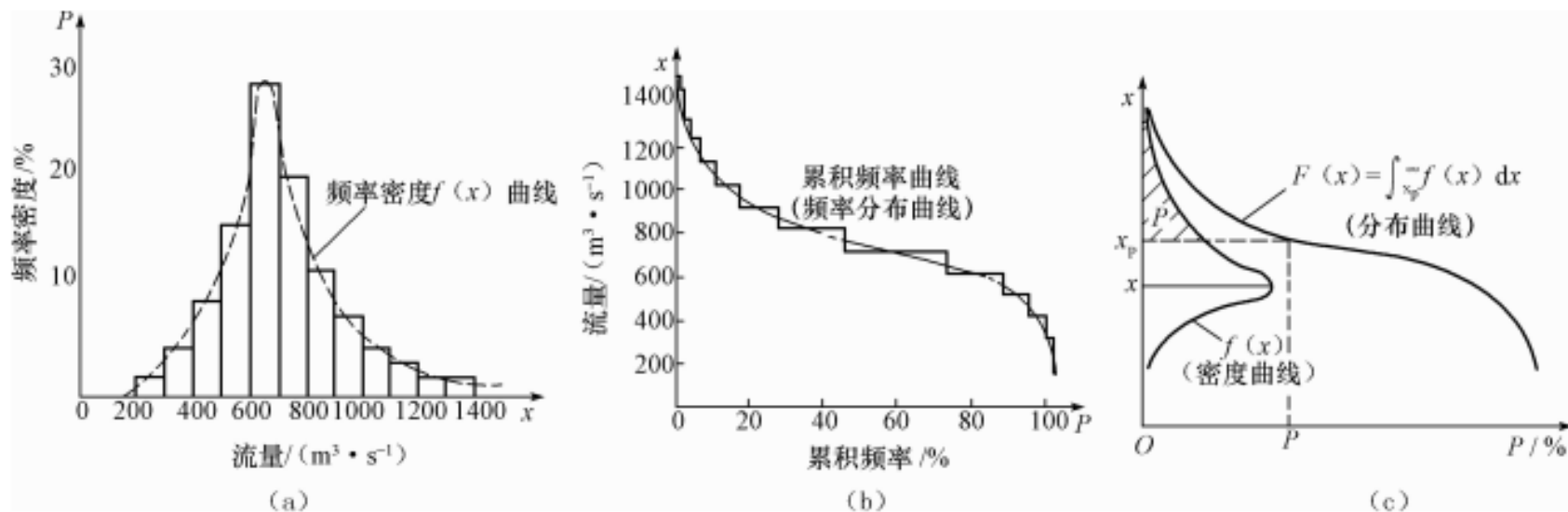


图 8-1 频率密度曲线与累积频率曲线

(a)频率分布直方图；(b)流量与累积频率折线图；(c)累积频率曲线与密度曲线的关系

### 第三节 经验累积频率曲线

#### 二、实用经验累积频率公式

累积频率的古典定义式(8-4),适用于做无穷次重复试验的频率计算,即  $n \rightarrow \infty$ ,对于实测系列不够长的水文资料,往往会出现  $P(x \geq x_{\min}) = 1$  的不合理结果。因为其中的  $x_{\min}$  不能肯定是总体的最小值,而只是样本的最小值。因此,在工程实际中,多采用维泊尔(Weibull)公式:

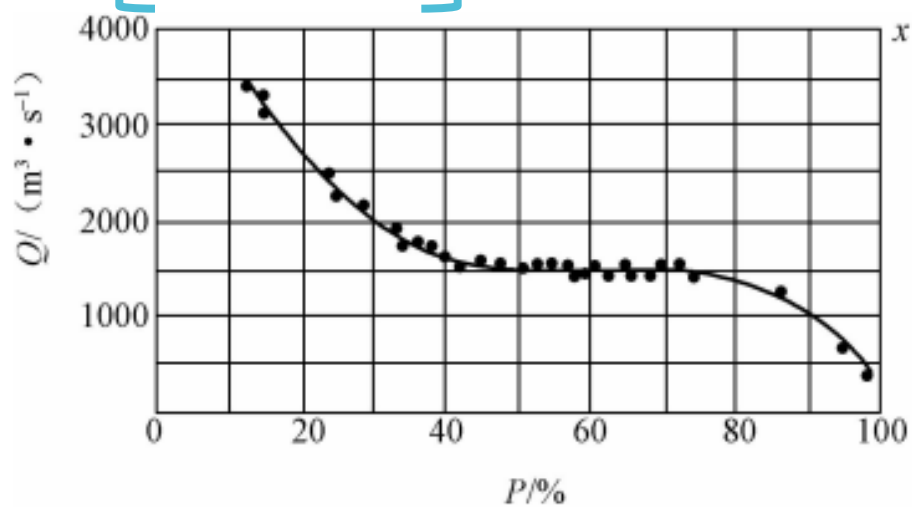
$$\left. \begin{aligned} P(x \geq x_i) &= \frac{m(x \geq x_i)}{n+1} \\ \text{简写为} \quad P &= \frac{m}{n+1} \end{aligned} \right\} \quad (8-11)$$

维泊尔公式,也称为数学期望公式,可由数理统计理论推出。

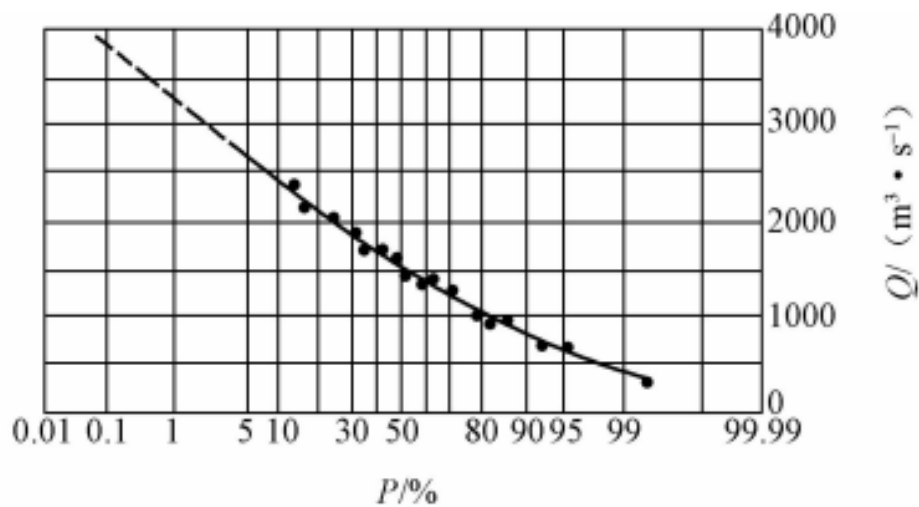
## 第三节 经验累积频率曲线

### 三、经验累积频率曲线的绘制与应用

#### 1. 绘制步骤



(a)



(b)

图 8-2 经验累积频率曲线

(a)普通格纸；(b)海森几率格纸

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/818025016047007004>