

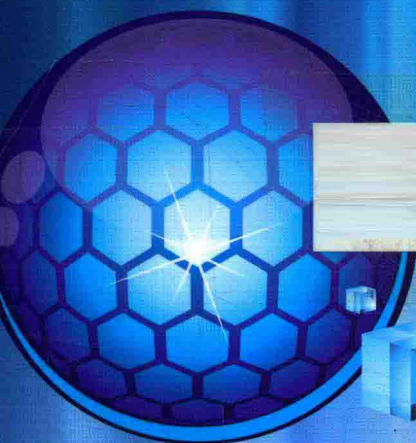


SHUIHUANJING YINGXIANG PINGJIA JISHU

# 水环境影响 评价技术

刘丽娟 主编

王心乐 陈泽宏 副主编



化学工业出版社



SHUIHUANJING YINGXIANG PINGJIA JISHU

# 水环境影响 评价技术

刘丽娟 主编

王心栋

副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从环境影响评价工作的实际出发,根据环境影响评价技术导则的要求,在介绍水体与水污染基础知识的基础上,重点突出地表水及地下水评价等级的划分、地表水及地下水环境现状调查与评价、地表水及地下水环境影响预测与评价、水环境保护对策及管理措施等知识,并配套实际案例。本书信息量大,内容全面,不仅包含了水环境影响评价相关理论,而且利用了大量的事例,具有较大的理论价值和较强的实用性。

本书为高等学校和高职院校环境科学专业、环境影响评价专业、环境管理等专业的教材,也可作为从事环境影响评价工作的专业技术人员和管理人员的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

水环境影响评价技术/刘丽娟主编. —北京:化学工业出版社, 2017. 9

ISBN 978-7-122-30165-9

I. ①水… II. ①刘… III. ①水环境质量评价-教材  
IV. ①X824

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 165421 号

---

责任编辑:王文峡  
责任校对:边涛

装帧设计:王晓宇

---

出版发行:化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市瞰发装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 239 千字

2017 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

## 编审委员会

主任委员 刘晓冰

副主任委员 张小广 胡振华

委 员 (按姓名汉语拼音排序)

陈泽宏 邓 康 郭璐璐 韩 娇

何秀玲 胡振华 黄 华 季猛猛

柯钊跃 黎 劼 李 豪 李 慧

李文胜 梁凯昕 梁启麟 刘剑洪

刘丽娟 刘晓冰 覃佩琛 王心乐

谢峻铭 杨 硕 余秋良 曾 锋

张小广 章佩丽

# 前言

## Foreword

“十二五”期间，各级环保部门深入贯彻国家有关决策部署，调整管理思路，创新体制机制，深度聚焦简政放权和职能转变，推动环评工作取得了新突破、新进展。为充分发挥环境影响评价从源头预防环境污染和生态破坏的作用，推动实现“十三五”绿色发展和改善生态环境质量总体目标，国家环境保护部研究制定了《“十三五”环境影响评价改革实施方案》。

根据国家深化制度改革的总体要求，国家相关部门加快环境影响评价技术导则重构进程。2015年，修订的《建设项目环境影响评价分类管理名录》正式实施；2016年，全面修订的《环境影响评价技术导则 地下水环境》开始实施；2017年1月，修订的《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》也正式实施。

水环境影响评价技术作为环境影响评价技术必不可少的核心内容，贯穿于建设项目环境影响评价的整体过程。本书从环境影响评价工作的实际出发，根据新修订的环评技术文件要求，在介绍水体与水污染基础知识的基础上，重点突出地表水及地下水评价等级的划分、地表水及地下水环境现状调查与评价、地表水及地下水环境影响预测与评价、水环境保护对策及管理措施等知识，并配套实际案例。本书信息量大，内容全面，不仅包含了水环境影响评价相关理论，而且利用了大量的事例，具有较大的理论价值和较强的实用性。

本书为高等学校和高职院校环境科学、环境影响评价、环境管理等专业的教材，也适用于从事环境影响评价工作的专业技术人员和管理人员参考。

本书共五章，广东环境保护工程职业学院刘丽娟任主编，广东省环境科学研究院王心乐、广东环境保护工程职业学院陈泽宏任副主编。第一章水环境基本知识由陈泽宏编写；第二章地表水环境影响评

价技术由刘丽娟编写；第三章地下水环境影响评价技术由广东环境保护工程职业学院张智玮编写；第四章水环境保护对策及措施由广东环境保护工程职业学院何秀玲编写；第五章水环境影响评价专题文件编写由王心乐负责。全书由刘丽娟负责教材整体构思及统稿工作。

本书在编写过程中得到了广东环境保护工程职业学院郭璐璐、胡振华、黄华、李豪等同志的关心和支持。在此一并致以深深的谢意。

本书在编写中引用了一些从事教学、科研和生产的同行撰写的手册、书籍等，在此一并表示感谢。水环境影响评价技术还处于发展之中，由于编者水平有限，编写时间仓促，书中不妥之处，恳请读者予以批评指正。

编者

2017年6月

# 目录

## CONTENTS

第一章 水环境基本知识 .....	001
一、基本概念 .....	001
二、水环境影响评价标准与法规 .....	017
三、水环境影响评价工作任务及程序 .....	023
第二章 地表水环境影响评价技术 .....	027
第一节 地表水环境影响评价工作等级的划分与评价范围的确定 .....	027
一、地表水环境影响评价工作等级的确定 .....	027
二、地表水环境影响评价范围的确定 .....	031
第二节 地表水环境质量现状调查及评价 .....	034
一、地表水环境质量现状调查内容 .....	034
二、地表水环境质量现状监测 .....	036
三、地表水环境质量现状评价 .....	043
第三节 地表水环境影响预测与评价 .....	048
一、水体中污染物迁移转化规律 .....	049
二、地表水环境影响预测与评价 .....	052
第三章 地下水环境影响评价技术 .....	071
第一节 地下水环境影响评价工作等级的划分与评价范围的确定 .....	071
一、地下水环境影响评价工作等级的确定 .....	071
二、地下水环境影响评价范围的确定 .....	073
三、地下水环境影响评价技术要求 .....	075
第二节 地下水环境质量现状调查及评价 .....	077

一、地下水环境质量现状调查原则与内容·····	077
二、地下水环境质量现状监测·····	078
三、地下水环境质量现状评价·····	081
第三节 地下水环境影响预测与评价·····	082
一、地下水环境影响预测原则·····	082
二、地下水环境影响预测的方法·····	083
三、地下水环境影响预测的步骤·····	084
<b>第四章 水环境保护对策及措施</b> ·····	<b>085</b>
一、水环境保护对策措施基本类型·····	085
二、建设项目水环境保护措施分析基本要求·····	087
三、建设项目水污染源治理措施·····	090
四、建设项目其他水环境保护措施·····	121
<b>第五章 水环境影响评价专题文件编写</b> ·····	<b>129</b>
一、水环境影响评价主要内容·····	129
二、水环境影响评价案例·····	134
<b>附录</b> ·····	<b>254</b>
附录一 特征水质参数表·····	254
附录二 地下水环境影响评价行业分类表·····	256
附录三 各行业水污染物排放标准名录·····	272



# 第一章 水环境基本知识

## 一、基本概念

### 1. 水体与水污染

(1) 水体的定义及其组成 水是生命之源，人类活动的方方面面都离不开水及其承载水的各种自然的水体。

水体是指河流、湖泊、水库、沼泽、海洋、冰盖、冰川等地表水及地下水的总称。水体不仅包括水，也包括水中的悬浮物及底泥、水生生物等。因此衡量水环境质量的好坏，必须考查水体相关组成的总体质量。

### (2) 水体自净与水环境容量

① 水体自净作用 污水排入水体后，一方面对水体产生污染，另一方面水体本身有一定的净化污水的能力，即经过水体的物理、化学与生物的作用，使污水中污染物的浓度得以降低，经过一段时间后，水体往往能恢复到受污染前的状态，并在微生物的作用下进行分解，从而使水体由不洁恢复为清洁，这一过程称为水体的自净作用 (self-purification of water body)。

水体自净作用主要通过物理、化学和生物三方面作用来实现。

a. 物理自净作用 包括可沉性固体逐渐下沉，悬浮物、胶体和溶解性污染物稀释混合，浓度逐渐降低。其中稀释作用是一项重要的物理净化过程。

b. 化学自净作用 污染物质在水体中可发生化学反应，由于氧化、还原、酸碱反应、分解、化合、吸附和凝聚等作用而使污染

物质的存在形态发生变化和浓度降低。

c. 生物自净作用 是指由于各种生物（藻类、微生物等）的活动特别是微生物对水中有机物的氧化分解作用使污染物降解。它在水体自净中起非常重要的作用。

水体中的污染物的沉淀、稀释、混合等物理过程，氧化还原、分解化合、吸附凝聚等化学和物理化学过程以及生物化学过程等，往往是同时发生，相互影响，并相互交织进行。一般说来，物理和生物化学过程在水体自净中占主要地位。

② 水环境容量 指某水体在特定环境目标下所能容纳污染物的量。在理论上，水环境容量是环境的自然规律参数与社会效益参数的多变量函数。它反映污染物在水体中的迁移、转化规律，也满足特定功能条件下水环境对污染物的承受能力。水环境容量包含了静态容量和动态容量两大类。

a. 静态容量 是指某污染物的水质现状与其水质功能目标之间存在的绝对纳污量，是仅仅考虑了水体的稀释作用后环境容量，可用水体规模参数乘以水质现状与水质标准之间的污染物浓度差来表达。

$$E_j = G(C_0 - C_i) \quad (1-1)$$

式中  $E_j$ ——水环境某污染物静态容量；

$G$ ——水体规模（河流径流量，水库库容等）；

$C_0$ ——污染物水质标准；

$C_i$ ——污染物水质现状浓度。

b. 动态容量 指某污染物在其他物理净化作用（不含稀释作用）以及化学、生物自净作用后，水体能够增加的纳污量，可用水体规模乘以综合降解系数表达。

$$E_d = GK \quad (1-2)$$

式中  $E_d$ ——水环境某污染物动态容量；

$G$ ——水体规模（河流流速流量等）；

$K$ ——污染物在水体中的综合降解系数。

从上述静态容量和动态容量的定义中可以看出，影响水环境容



量的因素包括水体特征（水体规模、水体的理化生态特性）、污染物特性、水质现状和水质功能目标四大类。建设项目及规划的水环境影响评价就要充分调查了解和利用其纳污水体的水环境容量大小，论证项目排放的各类水污染物是否造成该水体水环境功能的显著变化，并提出相应的水环境保护对策和措施。

(3) 水体污染源 水体污染是指因人类活动排入水体的污染物在数量上超过了该物质在水体中的本底含量和自净能力即水体的环境容量，破坏了水中固有的生态系统，破坏了水体的功能及其在人类生活和生产中的作用，降低了水体的使用价值和功能的现象。

水体污染源分为自然污染源和人为污染源两大类型。自然污染源指自然界本身的地球化学异常释放有害物质或造成有害影响的场所。人为污染源指由于人类活动产生的污染物对水体造成的污染。人为污染源包括工业污染源、生活污染源和农业污染源。

① 工业污染源 各种工业生产中所产生的废水排入水体就造成了工业污染源。不同的工业所产生的工业废水中所含污染物的成分有很大差异，这是由于各种工业加工的原料不同、工艺过程不同造成的。工业废水主要含有机质，有时还常含有大量的悬浮物质、硫化物和重金属，如汞、镉、砷等。化学工业的产品很多，因此化学工业废水的成分也很复杂，在废水中常含有多种有害、有毒，甚至剧毒物质，如氰、酚、砷、汞等。有的物质难以降解，但却能通过食物链在生物体内富集，造成危害，如 DDT、多氯联苯等。此外，化工废水中有的具有较强的酸性，有的则显较强的碱性，pH 值不稳定，这些废水对人体的生态环境，水体中的建筑设施和农作物都有危害，一些废水中含氮、磷均很高，易造成水体富营养化。有的污染物即使含量甚微，但通过食物链的物质循环富集，会造成水生动物和人中毒。总之，工业污染源向水体制排放的废水具有量大、面广、成分复杂的特点，是需要重点解决的污染源。

② 生活污染源 居民聚集地区（城镇和集中居住的村庄）所产生的生活污水，多为洗涤水和冲刷器物所产生的污水，因此，主要由一些无毒有机物，如糖类、淀粉、纤维素、油脂、蛋白质、尿



素等组成。其中含氮、磷、硫较高。此外，还伴有各种洗涤剂，这是另一类污染源，它们对人体有一定危害。在生活污水中还含有相当数量的微生物，其中一些病原体，如病菌、病毒、寄生虫等，都对人的健康有较大危害。

③ 农业污染源 主要是在农业生产过程中产生的，分为点源和面源两大类。

农业点源主要是集中式的禽畜养殖业（养猪、养牛、养鸡、养鸭等），它们均可以做到集中收集污水进行治理。

农业面源主要是农田生产和渔业养猪过程产生的，均难以集中收集污水进行治理。其中农田施用化学农药和化肥，灌溉后或经雨水将农药和化肥带入水体造成农药污染或富营养化。渔业养殖过程因大量喂食饵料以及鱼虾代谢和自然死亡，造成养殖水体富含大量多余饵料、排泄物和鱼虾残体，形成有机富营养化污染源，经过与公开水域的换水交换，从而把污染物带到公开水域的水体中。

④ 水上交通污染源 船舶在水域中航行时，会对水域造成污染，其主要污染物是油类污染物和船上人员生活污水，其次还有因洗刷船舶带来的污水以及向水中倾倒废物等。在海上，原油泄漏也会造成严重的污染。

(4) 水体污染物 凡使水体的水质、生物、底质质量恶化的各种物质均可称为水体污染物或水污染物。根据对环境污染危害的情况不同，可将水污染物分为以下几个类别：固体污染物、生物污染物、需氧有机污染物、富营养性污染物、酸碱盐类污染物、无机有毒污染物、有机有毒污染物、放射性污染物、油类污染物、热污染十大类。

① 固体污染物 固体物质在水中有三种存在形态：溶解态、胶体态、悬浮态。在水质分析中，常用一定孔径的滤膜过滤的方法将固体微粒分为两部分：被滤膜截留的悬浮固体（SS-Suspended Solids）和透过滤膜的溶解性固体（DS-Dissolved Solids），二者合称总固体（TS-Total Solids）。这时，一部分胶体包括在悬浮物内，另一部分包括在溶解性固体内。悬浮物在水体中沉积后，会淤塞河

道，危害水体底栖生物的繁殖，影响渔业生产。灌溉时，悬浮物会阻塞土壤的孔隙，不利于作物生长。大量悬浮物的存在，还干扰废水处理 and 回收设备的工作。在废水处理中，通常采用筛滤、沉淀等方法使悬浮物与废水分离而除去。

② 生物污染物 生物污染物系指废水中的致病微生物及其他有害的生物体。主要包括病毒、病菌、寄生虫卵等各种致病体。此外，废水中若生长有铁菌、硫菌、藻类、水草及贝壳类动物时，会堵塞管道、腐蚀金属及恶化水质，也属于生物污染物。生物污染物主要来自城市生活废水、医院废水、垃圾及地面径流等方面。病原微生物的水污染危害历史最久，至今仍是危害人类健康和生命的重要水污染类型。病原微生物的特点是：数量大、分布广、存活时间较长、繁殖速度很快、易产生耐药性，所以很难消灭。

③ 需氧有机污染物 水体污染物中有一类属于耗氧有机物，它们是来自于城市生活污水及食品、造纸、印染等工业废水中含有的大量烃类化合物、蛋白质、脂肪、纤维素等有机物质，本身无毒性，但在分解时需消耗水中的溶解氧，故称为耗氧（或需氧）有机物。绝大多数的需氧污染物是有机物。水体中需氧有机物越多，耗氧也越多，水质也越差，说明水体污染越严重。需氧有机物常出现在生活废水及部分工业废水中，如有机合成原料、有机酸碱、油脂类、高分子化合物、表面活性剂、生活废水等。它的来源多，排放量大，所以污染范围广。

水体中主要的需氧污染物的指标有溶解氧（DO）、生化需氧量（BOD）、化学需氧量（COD）、总需氧量（TOD）和理论需氧量（ThOD），这些指标可以较好地反映水体中需氧污染物的情况。

④ 富营养性污染物 富营养性污染物是指可引起水体富营养化的物质，主要是指氮、磷等元素，其他还有钾、硫等。含植物营养物质的废水进入天然水体，造成水体富营养化，藻类大量繁殖，耗去水中溶解氧，造成水中鱼类窒息而无法生存、水产资源遭到破坏。水中氮化合物的增加，对人畜健康带来很大危害，亚硝酸根与人体内血红蛋白反应，生成高铁血红蛋白，使血红蛋白丧失输氧能

力，使人中毒。硝酸盐和亚硝酸盐等是形成亚硝胺的物质，而亚硝胺是致癌物质，在人体消化系统中可诱发食道癌、胃癌等。

⑤ 酸碱盐类污染物 酸碱污染物主要由工业废水排放的酸碱以及酸雨产生。酸碱污染物使水体的 pH 值发生变化，破坏自然缓冲作用，消灭或抑制细菌及微生物的生长，妨碍水体自净，使水质恶化、土壤酸化或盐碱化。无机盐类物质过多也会影响水生生物生长，致使被灌溉土壤盐渍化。

⑥ 无机有毒污染物 废水中无机有毒物主要有非金属无机毒性物质，如氰化物 (CN)、砷 (As)；金属毒性物质，如汞 (Hg)、铬 (Cr)、镉 (Cd)、铜 (Cu)、镍 (Ni) 等。长期饮用被汞、铬、铅及非金属砷污染的水，会使人发生急性或慢性中毒，甚至导致机体癌变，危害严重。

⑦ 有机有毒污染物 有机有毒物，多属人工合成的有机物质如农药 DDT、六六六等、有机含氯化合物、醛、酮、酚、多氯联苯类 (PCB)、二噁英类和芳香族氨基化合物、高分子聚合物 (塑料、合成橡胶、人造纤维)、染料等。有机物污染物必须通过微生物的生化作用才能分解和氧化，所以要消耗水中大量的氧气，使水质变黑发臭，影响甚至窒息水中鱼类及其他水生生物。

⑧ 放射性污染物 放射性污染物主要来源于核动力工厂排出的冷却水，向海洋投弃的放射性废物，核爆炸降落到水体的散落物，核动力船舶事故泄漏的核燃料；开采、提炼和使用放射性物质时，如果处理不当，也会造成放射性污染。水体中的放射性污染物可以附着在生物体表面，也可以进入生物体蓄积起来，还可通过食物链对人产生内照射。

水中主要的天然放射性元素有<sup>40</sup>K、<sup>238</sup>U、<sup>286</sup>Ra、<sup>210</sup>Po、<sup>14</sup>C、氡等。目前，在世界任何海区几乎都能测出<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs。

⑨ 油类污染物 油类污染物包括矿物油和动植物油。它们均难溶于水，在水中常以粗分散的可浮油和细分散的乳化油等形式存在。石油污染，指在开发、炼制、贮运和使用中，原油或石油制品因泄漏、渗透而进入水体。它的危害在于原油或其他油类在水面形

成油膜，隔绝氧气与水体的气体交换，在漫长的氧化分解过程中会消耗大量的水中溶解氧，堵塞鱼类等动物的呼吸器官，黏附在水生植物或浮游生物上导致大量水鸟和水生生物的死亡，甚至引发水面火灾等。

⑩ 热污染 废水温度过高而引起的危害叫做热污染。热污染的主要危害有以下几方面。

a. 由于水温升高，使水体溶解氧浓度降低，大气中的氧向水体传递的速度也减慢；另外，水温升高会导致生物耗氧速度加快，促使水体中的溶解氧更快被耗尽。

b. 水温升高会加快藻类繁殖，从而加快水体富营养化进程。

c. 水温升高可导致水体中的化学反应加快，使水体的物理化学性质如离子浓度、电导率、腐蚀性发生变化，从而引起管道和容器的腐蚀。

d. 温升高会加速细菌繁殖。

(5) 水污染的危害 水体污染影响工业生产、增大设备腐蚀、影响产品质量，甚至使生产不能进行下去。水的污染，又影响人民生活，破坏生态，直接危害人的健康，损害很大。

① 危害人的健康 水污染后，通过饮水或食物链，污染物进入人体，使人急性或慢性中毒。砷、铬、铵类、苯并[a]芘等，还可诱发癌症。被寄生虫、病毒或其他致病菌污染的水，会引起多种传染病和寄生虫病。重金属污染的水，对人的健康均有危害。被镉污染的水、食物，人饮食后，会造成肾、骨骼病变，摄入硫酸镉20mg，就会造成死亡。铅造成中毒，引起贫血，神经错乱。六价铬有很大毒性，引起皮肤溃疡，还有致癌作用。饮用含砷的水，会发生急性或慢性中毒。砷使许多酶受到抑制或失去活性，造成机体代谢障碍，皮肤角质化，引发皮肤癌。有机磷农药会造成神经中毒，有机氯农药会在脂肪中蓄积，对人和动物的内分泌、免疫功能、生殖机能均造成危害。稠环芳烃多数具有致癌作用。氰化物也是剧毒物质，进入血液后，与细胞的色素氧化酶结合，使呼吸中断，造成呼吸衰竭窒息死亡。世界上80%的疾病与水有关。伤寒、

霍乱、胃肠炎、痢疾、传染性肝类是人类五大疾病，均由水的不洁引起。

② 危害工农业生产 水质被污染后，工业用水必须投入更多的处理费用，会造成资源、能源的浪费。特别是食品工业用水的要求更为严格，水质不合格会使生产停滞。使用污水灌溉农用，将使作物减产、品质降低，甚至导致人畜受害，大片农田遭受污染，降低土壤质量。

③ 改变水体生态系统 在正常情况下，氧在水中有一定的溶解度。溶解氧不仅是水生生物得以生存的条件，而且氧参加水中的各种氧化-还原反应，促进污染物转化降解，是天然水体具有自净能力的重要原因。含有大量氮、磷、钾的生活污水的排放，使大量有机物在水中降解释放出营养元素，促进水中藻类丛生、植物疯长，造成水体通气不良，溶解氧下降，甚至出现无氧层。以致使水生植物大量死亡，水面发黑，水体发臭形成“死湖”“死河”“死海”，进而变成沼泽。这种现象称为水体的富营养化。富营养化的水臭味大、颜色深、细菌多，这种水的水质差，不能直接利用，而且还会导致水中的鱼大量死亡。

## 2. 水体的基本术语

(1) 流域和水系 流域是地表水与地下水分水线所包围的集水区或汇水区，因地下水分水线不易确定，习惯上将地表水的集水区称为流域。河道干流流域是由所属各级支流流域所组成。流域面积的确定，可根据地形图勾出流域分水线，然后求出分水线所包围的面积。河流流域面积可以计算到河流的任一河段，如水文站控制断面，水库坝址或任一支流的汇口处。流域里大大小小的河流，构成脉络相通的系统，称为河系或水系。

(2) 水位与基面 河流或者其他水体的自由水面离某一基面零点以上的高程称为水位。水位的单位是米(m)，一般要求记至两位小数，即0.01m。以水位为纵轴，时间为横轴，可绘出水位随时间的变化曲线，称为水位过程线。



基面是指计算水位和高程的起始面。在水文资料中涉及的基面有绝对基面、假定基面、测站基面、冻结基面四种。华南地区河流一般采用珠江基面作为水位起始面。

(3) 流速 是指水流质点在单位时间内所通过的距离。渠道和河道里的水流各点的流速是不相同的,靠近河(渠)底、河边处的流速较小,河中心近水面处的流速最大,为了计算简便,通常用横断面平均流速来表示该断面水流的速度。

(4) 径流与径流量 流域地表面的降水,如雨、雪等,沿流域的不同路径向河流、湖泊和海洋汇集的水流叫径流。在某一时段内通过河流某一过水断面的水量称为该断面的径流量。径流是水循环的主要环节,径流量是陆地上最重要的水文要素之一,是水量平衡的基本要素。径流量的表示方法及其度量单位如下:

① 流量  $Q$  指单位时间内通过某一过水断面的水量。常用单位为立方米每秒 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )。各个时刻的流量是指该时刻的瞬时流量,此外还有日平均流量、月平均流量、年平均流量和多年平均流量等。

② 径流总量  $W$  时段  $\Delta t$  内通过河流某一断面的总水量。以所计算时段的时间乘以该时段内的平均流量,就得径流总量  $W$ ,即  $W=Q\Delta t$ 。它的单位是立方米 ( $\text{m}^3$ )。以时间为横坐标,以流量为纵坐标点绘出来的流量随时间的变化过程就是流量过程线。流量过程线和横坐标所包围的面积即为径流量。

③ 径流深  $R$  指计算时段内的径流总量平铺在整个流域面积上所得到的水层深度。它的常用单位为毫米 ( $\text{mm}$ )。

若时段为  $\Delta t$  (s),平均流量为  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ),流域面积为  $A$  ( $\text{km}^2$ ),则径流深  $R$  ( $\text{mm}$ ) 由下式计算:

$$R=Q\Delta t/(1000\cdot A) \quad (1-3)$$

④ 径流模数  $M$  一定时段内单位面积上所产生的平均流量称为径流模数  $M$ 。它的常用单位为  $\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ ,计算公式为:

$$M=Q/A$$

⑤ 径流系数  $\alpha$  为一定时段内降水所产生的径流量与该时段